



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
29.06.2016 Bulletin 2016/26

(51) Int Cl.:
H01Q 21/00 (2006.01) F41H 13/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **15202433.7**

(22) Date de dépôt: **23.12.2015**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
MA MD

- **CHAUCHAT, Bertrand**
65350 LIZOS (FR)
- **FASSE, Dominique**
92622 GENNEVILLIERS CEDEX (FR)
- **COZZA, Andrea**
91190 GIF SUR YVETTE (FR)
- **KASSAB, Quentin**
92622 GENNEVILLIERS CEDEX (FR)
- **BRASILE, Jean-Pierre**
91190 GIF SUR YVETTE (FR)

(30) Priorité: **23.12.2014 FR 1402980**

(71) Demandeur: **THALES**
92400 Courbevoie (FR)

(74) Mandataire: **Blot, Philippe Robert Emile**
Cabinet Lavoix
2, place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cedex 09 (FR)

(72) Inventeurs:
• **VALLON, Henri**
92232 GENNEVILLIERS (FR)

(54) **ÉMETTEUR D'ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES À CAVITÉ RÉVERBÉRANTE, ET PROCÉDÉ D'ÉMISSION ASSOCIÉ**

(57) Cet émetteur (100) d'ondes électromagnétiques comprend une cavité réverbérante (112), au moins une antenne primaire (114) pour émettre une onde électromagnétique primaire dans la cavité réverbérante (112) sous l'effet d'un signal électrique d'excitation, un système (116) de génération d'un signal électrique d'excitation de la ou chaque antenne primaire (114), et un organe (118)

de transmission du signal électrique d'excitation à la ou chaque antenne primaire (114). Le système de génération (116) comprend une unité de génération de signaux (130), programmée pour générer un signal électrique primaire, et au moins un amplificateur de signal électrique (140), adapté pour amplifier un signal électrique secondaire obtenu à partir du signal électrique primaire.

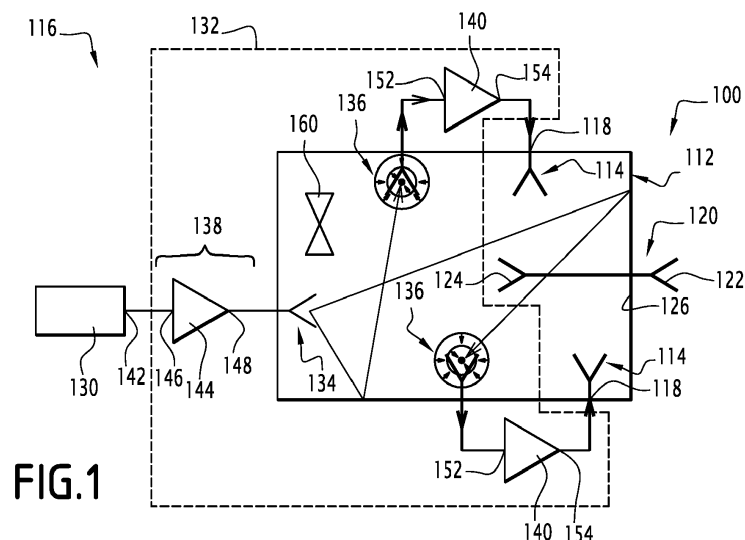


FIG.1

Description

[0001] La présente invention concerne un émetteur d'ondes électromagnétiques, du type comprenant une cavité réverbérante, au moins une antenne primaire pour émettre une onde électromagnétique primaire dans la cavité réverbérante sous l'effet d'un signal électrique d'excitation, un système de génération d'un signal électrique d'excitation de la ou chaque antenne primaire, et un organe de transmission du signal électrique d'excitation à la ou chaque antenne primaire, le système de génération comprenant une unité de génération de signaux, programmé pour générer un signal électrique primaire.

[0002] Les émetteurs d'ondes électromagnétiques comprenant une cavité réverbérante sont connus, par exemple de FR-A-2 985 385 et FR-A-2 985 386. Ces émetteurs à cavité réverbérante connus comprennent généralement une pluralité d'antennes primaires avec, pour chaque antenne primaire, un générateur de signaux spécifique à ladite antenne primaire, ce qui rend ces émetteurs coûteux.

[0003] Un objectif de l'invention est d'augmenter, à moindre coût, la puissance d'émission des émetteurs d'ondes électromagnétiques à cavité réverbérante.

[0004] A cet effet, l'invention a pour objet un émetteur d'ondes électromagnétiques du type précité, dans lequel le système de génération comprend au moins un amplificateur de signal électrique, adapté pour amplifier un signal électrique secondaire obtenu à partir du signal électrique primaire.

[0005] Selon des modes de réalisation particuliers de l'invention, l'émetteur présente également l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toute(s) combinaison(s) techniquement possible(s) :

- le signal électrique d'excitation est constitué par le signal électrique secondaire amplifié,
- le système de génération comprend :
 - au moins une antenne émettrice, adaptée pour émettre une onde électromagnétique intermédiaire dans la cavité réverbérante sous l'effet d'un signal électrique reçu par ladite antenne émettrice,
 - au moins une antenne réceptrice, s'étendant dans la cavité réverbérante, adaptée pour générer un signal électrique sous l'effet d'une onde électromagnétique de stimulation reçue par ladite antenne réceptrice, et
 - un organe de transmission du signal électrique primaire généré par l'unité de génération de signaux à la ou chaque antenne émettrice,
- le ou chaque amplificateur de signal électrique comprend une entrée de réception du signal électrique secondaire, raccordée électriquement à au moins une antenne réceptrice, et une sortie de transmis-

sion du signal électrique secondaire amplifié, raccordée électriquement à au moins une antenne primaire,

- le système de génération est adapté pour que la ou les onde(s) électromagnétique(s) intermédiaire(s) émise(s) par la ou les antenne(s) émettrice(s) interagisse(nt) constructivement au niveau d'au moins une antenne réceptrice pour former une onde électromagnétique de stimulation de ladite antenne réceptrice, l'onde électromagnétique de stimulation ayant une amplitude plus grande que l'amplitude de la ou chaque onde électromagnétique intermédiaire,
- le système de génération comprend une pluralité d'amplificateurs de signaux électriques,
- pour chaque amplificateur de signal électrique, la ou chaque antenne réceptrice à laquelle est raccordée électriquement l'entrée dudit amplificateur de signal électrique est propre audit amplificateur de signal électrique, et la ou chaque antenne primaire à laquelle est raccordée électriquement la sortie dudit amplificateur de signal électrique est propre audit amplificateur de signal électrique,
- il comprend au moins une antenne secondaire comportant une partie émettrice à l'extérieur de la cavité réverbérante et une partie réceptrice à l'intérieur de la cavité réverbérante, la ou chaque antenne secondaire étant adaptée pour que la partie émettrice émette une onde électromagnétique secondaire hors de la cavité réverbérante sous l'effet d'une onde électromagnétique d'excitation reçue par la partie réceptrice, et
- le système de génération est adapté pour que la ou les onde(s) électromagnétique(s) primaire(s) émise(s) par la ou les antenne(s) primaire(s) interagisse(nt) constructivement au niveau de la partie réceptrice d'au moins une antenne secondaire pour former une onde électromagnétique d'excitation de ladite antenne secondaire, l'onde électromagnétique d'excitation ayant une amplitude plus grande que l'amplitude de la ou chaque onde électromagnétique primaire.

[0006] L'invention a également pour objet un procédé d'émission d'une onde électromagnétique par un émetteur d'ondes électromagnétiques tel que défini ci-dessus, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- génération du signal électrique primaire par l'unité de génération de signaux,
- transmission du signal électrique primaire à la ou chaque antenne émettrice,
- émission, par la ou chaque antenne émettrice, sous l'effet de la stimulation de ladite antenne émettrice par le signal électrique primaire, d'une onde électromagnétique intermédiaire dans la cavité réverbérante,
- interaction constructive de la ou des onde(s) électromagnétique(s) intermédiaire(s) émise(s) par la ou

les antenne(s) émettrice(s) au niveau d'au moins une antenne réceptrice pour former une onde électromagnétique de stimulation de ladite antenne réceptrice, l'onde électromagnétique de stimulation ayant une amplitude plus grande que l'amplitude de la ou chaque onde électromagnétique intermédiaire,

- génération, par la ou chaque antenne réceptrice, sous l'effet de la stimulation de ladite antenne réceptrice par l'onde électromagnétique de stimulation, d'un signal électrique secondaire,
- amplification du ou de chaque signal électrique secondaire par un amplificateur de signal électrique,
- transmission du ou de chaque signal électrique secondaire amplifié à au moins une antenne primaire, et
- émission, par la ou chaque antenne primaire, sous l'effet de l'excitation de ladite antenne primaire par le signal électrique secondaire amplifié qui lui est transmis, d'une onde électromagnétique primaire.

[0007] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, le procédé comprend en outre une étape d'interaction constructive de la ou des onde(s) électromagnétique(s) primaire(s) émise(s) par la ou les antenne(s) primaire(s) en au moins un point de la cavité réverbérante, de manière à former une onde électromagnétique d'excitation d'une antenne secondaire, ladite onde électromagnétique d'excitation ayant une amplitude plus grande que l'amplitude de la ou chaque onde électromagnétique primaire.

[0008] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés, dans lesquels :

- la Figure 1 est une représentation schématique d'un émetteur selon l'invention, lors d'une première phase d'un procédé d'émission mis en oeuvre par ledit émetteur, et
- la Figure 2 est une représentation schématique de l'émetteur de la Figure 1, lors d'une deuxième phase du procédé d'émission.

[0009] L'émetteur 100 représenté sur les Figures 1 et 2 comprend une cavité réverbérante 112, une pluralité d'antennes primaires 114 pour émettre des ondes électromagnétiques primaires dans la cavité réverbérante 112, un système 116 de génération d'un signal électrique d'excitation des antennes primaires 114, et un organe 118 de transmission du signal électrique d'excitation à chaque antenne primaire 114.

[0010] L'émetteur 100 comprend également une antenne secondaire 120 comportant une partie émettrice 122 à l'extérieur de la cavité réverbérante 112 et une partie réceptrice 124 à l'intérieur de la cavité réverbérante 112, l'antenne secondaire 120 étant adaptée pour que la partie émettrice 122 émette une onde électromagnétique secondaire hors de la cavité réverbérante 112 sous

l'effet d'une onde électromagnétique d'excitation reçue par la partie réceptrice 124. On notera que, bien que les parties 122 et 124 soient qualifiées respectivement de « émettrice » et « réceptrice », ces fonctions des parties 122 et 124 ne sont pas exclusives ; la partie émettrice 122 est ainsi également adaptée pour recevoir des ondes électromagnétiques circulant à l'extérieur de la cavité 112, et la partie réceptrice 124 est également adaptée pour émettre des ondes électromagnétiques à l'intérieur de la cavité 112.

[0011] L'antenne secondaire 120 est par exemple formée par un élément conducteur s'étendant au travers d'une paroi 126 de la cavité 112. En variante, l'antenne secondaire 120 est formée par une fente ménagée dans une paroi 126 de la cavité 112. En variante encore, l'émetteur 100 ne comprend pas d'antenne secondaire 120.

[0012] La cavité réverbérante 112 a, de façon connue, des propriétés d'équirépartition du champ, ou de champ diffus, vis-à-vis de la propagation d'ondes électromagnétiques à l'intérieur de la cavité 112. A cet effet, la cavité 112 présente des formes irrégulières, de façon à ce que, pour toute onde électromagnétique se propageant/circulant à l'intérieur de la cavité 112, la densité de champ de ladite onde électromagnétique soit homogène et isotrope dans tout l'espace de la cavité 112.

[0013] De préférence, la cavité 112 contient également des diffuseurs, tels que des tiges ou des plaques métalliques, afin de renforcer les propriétés d'équirépartition du champ dans la cavité 112.

[0014] Les parois 126 de la cavité 112 sont avantageusement toutes réfléchissantes et adaptées pour limiter les pertes électromagnétiques à l'intérieur de la cavité 112. A cet effet, les parois 126 sont typiquement en métal, par exemple en acier.

[0015] Par ailleurs, la cavité 112 est adaptée pour permettre les conditions de diffusion et mélanges nécessaires entre les antennes primaire 114 et secondaire 120. En d'autres termes, la cavité 112 est adaptée pour que toute onde émise dans la cavité 112 par l'une des antennes primaire 114 et secondaire 120 soit forcée de se réfléchir sur au moins une des parois 126 de la cavité pour parvenir à l'autre antenne 114, 120.

[0016] L'antenne primaire 114 est adaptée pour émettre l'onde électromagnétique primaire sous l'effet du signal électrique d'excitation généré par le système 116. A cet effet, l'antenne primaire 114 est typiquement constituée par un élément antenne traversant une paroi 126 de la cavité 112 et adapté pour émettre une onde électromagnétique lorsqu'il est excité par un courant électrique. En variante, l'antenne primaire 114 est constituée par une pluralité d'éléments antennaires traversant une paroi 126 de la cavité 112.

[0017] Le système de génération 116 comprend une unité de génération et de traitement de signaux 130, et un étage amplificateur 132.

[0018] L'unité de génération et de traitement de signaux 130 comprend des moyens (non représentés) de

génération de et pré-amplification d'un signal électrique primaire.

[0019] L'étage amplificateur 132 comprend une antenne émettrice 134, une pluralité d'antennes réceptrices 136, un organe 138 de transmission du signal électrique

primaire généré par l'unité de génération et de traitement de signaux 130 à l'antenne émettrice 134, et une pluralité d'amplificateurs de signaux électriques à état solide 140. **[0020]** L'antenne émettrice 134 est adaptée pour émettre une onde électromagnétique intermédiaire dans la cavité réverbérante 112 sous l'effet d'un signal électrique reçu par ladite antenne émettrice 134. A cet effet, l'antenne émettrice 134 est typiquement constituée par un élément conducteur traversant une paroi 126 de la cavité 112 et adapté pour émettre une onde électromagnétique lorsqu'il est excité par un courant électrique. En variante, l'antenne primaire 114 est constituée par une pluralité d'éléments conducteurs traversant une paroi 126 de la cavité 112.

[0021] Chaque antenne réceptrice 136 s'étend dans la cavité réverbérante 112, et est adaptée pour générer un signal électrique sous l'effet d'une onde électromagnétique de stimulation reçue par ladite antenne réceptrice 136. A cet effet, chaque antenne réceptrice 136 est typiquement constituée par un élément conducteur traversant une paroi 126 de la cavité 112. En variante, chaque antenne réceptrice 136 est constituée par une pluralité d'éléments conducteurs traversant une paroi 126 de la cavité 112.

[0022] L'organe de transmission 138 est constitué par une connexion électrique entre une sortie 142 de l'unité de génération et de traitement de signaux 130 et l'antenne émettrice 134. Ladite connexion électrique est de préférence commutable.

[0023] De préférence, l'organe de transmission 138 comprend, comme représenté, un amplificateur de signal à état solide 144 pour amplifier le signal électrique primaire généré par l'unité de génération et de traitement de signaux 130 avant qu'il ne parvienne à l'antenne émettrice 134. A cet effet, l'amplificateur 144 comprend une entrée 146 de réception du signal électrique primaire, raccordée électriquement à la sortie 142 de l'unité de génération et de traitement de signaux 130, et une sortie 148 de fourniture du signal électrique primaire amplifié, raccordée électriquement à l'antenne émettrice 134.

[0024] Chaque amplificateur de signal 140 est adapté pour amplifier un signal électrique secondaire obtenu à partir du signal électrique primaire. A cet effet, chaque amplificateur 140 comprend une entrée 152 de réception du signal électrique secondaire, raccordée électriquement à une antenne réceptrice 136.

[0025] Chaque amplificateur de signal 140 comprend également une sortie 154 de fourniture du signal électrique secondaire amplifié, raccordée électriquement à une antenne primaire 114. Le signal d'excitation de chaque antenne primaire 114 est ainsi constitué par un signal électrique secondaire amplifié.

[0026] Dans l'exemple représenté, les antennes pri-

maires 114, les antennes émettrices 136 et les amplificateurs 140 sont en nombre égaux. Pour chaque amplificateur de signal 140, l'antenne réceptrice 136 à laquelle est raccordée l'entrée 152 de l'amplificateur 140 est ainsi propre audit amplificateur 140, et l'antenne primaire 114 à laquelle est raccordée la sortie 154 de l'amplificateur 140 est également propre audit amplificateur 140.

[0027] L'organe de transmission 118 est formé par une connexion électrique de chaque antenne primaire 114 au système de génération 116, en particulier par une connexion électrique de chaque antenne primaire 114 à la sortie 154 d'un amplificateur de signal 140. Ladite connexion électrique est de préférence commutable.

[0028] Le système de génération 116 est adapté pour que l'onde électromagnétique intermédiaire émise par l'antenne émettrice 134 interagisse constructivement au niveau de chaque antenne réceptrice 136 pour former une onde électromagnétique de stimulation de ladite antenne réceptrice 136, l'onde électromagnétique de stimulation ayant une amplitude supérieure à l'amplitude de l'onde électromagnétique intermédiaire. Le système de génération 116 est également adapté pour que les ondes électromagnétiques primaires émises par les antennes primaires 114 interagissent constructivement au niveau de la partie réceptrice 124 de l'antenne secondaire 120 pour former une onde électromagnétique d'excitation de ladite antenne secondaire 120, l'onde électromagnétique d'excitation ayant une amplitude plus grande que l'amplitude de l'onde électromagnétique primaire.

[0029] A cet effet, l'unité de génération et de traitement de signaux 130 est programmée par application du principe de retournement temporel. Cette programmation est en particulier effectuée de la manière décrite ci-dessous.

[0030] Tout d'abord, une première onde électromagnétique de calibrage est émise par la partie émettrice 124 de l'antenne secondaire 120. Cette première onde électromagnétique de calibrage est de préférence une impulsion.

[0031] Cette première onde électromagnétique de calibrage se diffuse dans la cavité 112 et une portion de la première onde électromagnétique de calibrage est reçue, de façon diffuse et étalée dans le temps, par chaque antenne primaire 114. Cet étalement permet d'obtenir un signal reçu au niveau de chaque antenne primaire 114 plus long dans le temps avec une puissance crête bien moindre que le signal de calibrage de départ. Ce rapport entre le signal reçu et la première onde de calibrage permet l'obtention d'une marge d'amplification qui permettra l'obtention d'une puissance crête bien plus importante que celle de la première onde de calibrage lors de l'émission d'une onde électromagnétique par l'émetteur 100.

[0032] La réception de chaque portion d'onde par chaque antenne 114 provoque la génération d'un premier signal électrique, qui est enregistré et comparé à la première onde électromagnétique de calibrage. Il en est déduit une première matrice de transfert fréquentiel H_k^{out} de la cavité 112 pour la transmission d'ondes électro-

magnétiques entre l'antenne secondaire 120 et l'antenne primaire 114, suivant un procédé similaire au procédé connu décrit dans l'article de H. C. Song, S. Kim, W. S. Hodgkiss, et W. A. Kuperman intitulé « Environmentally adaptive reverberation nulling using a time reversal mirror », The Journal of the Acoustical Society of America, 2004, vol. 116, n°2, pp 762-768.

[0033] Ensuite, une deuxième onde électromagnétique de calibrage est émise l'antenne émettrice 134. Cette deuxième onde électromagnétique est de préférence une impulsion.

[0034] La deuxième onde électromagnétique de calibrage se diffuse dans la cavité 112 et une portion de cette deuxième onde électromagnétique est reçue, de façon diffuse et étalée dans le temps, par chaque antenne réceptrice 136. Cet étalement permet d'obtenir un signal reçu au niveau de chaque antenne primaire 136 plus long dans le temps avec une puissance crête bien moindre que le signal de calibrage de départ. Ce rapport entre le signal reçu et la deuxième onde de calibrage permet l'obtention d'une marge d'amplification qui permettra l'obtention d'une puissance crête bien plus importante que celle de la deuxième onde de calibrage lors de l'émission d'une onde électromagnétique par l'émetteur 100.

[0035] La réception de chaque portion onde par chaque antenne 136 provoque la génération d'un deuxième signal électrique, qui est enregistré et comparé à la deuxième onde électromagnétique de calibrage. Il en est déduit une deuxième matrice de transfert fréquentiel H_k^{in} de la cavité 112 pour la transmission d'ondes électromagnétiques entre l'antenne émettrice 134 et l'antenne réceptrice 136, suivant le même procédé connu que celui mis en oeuvre pour le calcul de la première matrice H_k^{out} .

[0036] Enfin, l'unité de génération et de traitement de signaux 130 est programmée pour générer un signal électrique primaire ayant le spectre fréquentiel suivant :

$$Z(\omega) = X(\omega) \times \sum_k \frac{H_k^{in*} \times H_k^{out*}}{A_k}$$

où $X(\omega)$ est le spectre fréquentiel de l'onde électromagnétique que l'on souhaite émettre au moyen de l'émetteur 100, A_k est le facteur d'amplification fourni par chaque amplificateur 140, H_k^{in*} est la matrice conjuguée complexe de la deuxième matrice de transfert fréquentiel H_k^{in} , et H_k^{out*} est la matrice conjuguée complexe de la première matrice de transfert fréquentiel H_k^{out} .

[0037] Dans l'exemple représenté, l'émetteur 100 comprend également un brasseur 160 positionné dans la cavité 112. Ce brasseur 160 est typiquement constitué par des plaques métalliques.

[0038] L'emplacement du brasseur 160 dans la cavité 112 est adapté pour maximiser le gain apporté par la cavité réverbérante 112; en d'autres termes, l'emplacement du brasseur 160 dans la cavité 112 est constitué

par la position du brasseur 160 dans la cavité 112 pour laquelle le rapport de la puissance crête de l'onde électromagnétique émise par l'émetteur 100 sur la puissance crête du signal électrique primaire généré par l'unité de génération et de traitement de signaux 130 est maximal. L'emplacement du brasseur 160 est déterminé au moyen du procédé décrit ci-dessous.

[0039] Tout d'abord, le brasseur 160 est positionné dans la cavité 112, dans une position aléatoire. Puis une programmation de l'unité de génération et de traitement de signaux 130 est effectuée au moyen du procédé de programmation décrit ci-dessus. La puissance crête du signal électrique primaire obtenu par ladite programmation est mémorisée.

[0040] Ensuite, le brasseur 160 est déplacé de façon à occuper une nouvelle position dans la cavité 112. Une nouvelle programmation de l'unité de génération et de traitement de signaux 130 est effectuée au moyen du procédé de programmation décrit ci-dessus, les ondes électromagnétiques de calibrage employées étant identique aux ondes électromagnétiques de calibrage employées lors de la première programmation. La puissance crête du signal électrique primaire obtenu avec cette deuxième programmation est à son tour mémorisée.

[0041] Cette étape est ensuite répétée pour toutes les positions possibles du brasseur 160 dans la cavité 112.

[0042] Finalement, les puissances crêtes mémorisées pour les différentes positions du brasseur 160 sont comparées les unes aux autres, de façon à identifier la position du brasseur 160 pour laquelle la puissance crête est minimale. Le brasseur 160 est alors repositionné à cette position, ladite position constituant l'emplacement du brasseur 160.

[0043] Un procédé d'émission d'une onde électromagnétique au moyen de l'émetteur 100 va maintenant être décrit, en référence aux Figures 1 et 2.

[0044] Le signal électrique primaire est tout d'abord généré par l'unité de génération et de traitement de signaux 130. Ce signal est ensuite amplifié par l'amplificateur 144, qui le transmet à l'antenne émettrice 134.

[0045] Sous l'effet du signal électrique primaire amplifié, l'antenne émettrice 134 se met à émettre l'onde électromagnétique intermédiaire dans la cavité 112. L'onde électromagnétique intermédiaire, après réflexion sur les parois 126 de la cavité 112, interagit constructivement avec elle-même au niveau de chaque antenne réceptrice 136, comme représenté sur la Figure 1, de manière à produire une onde de stimulation de chaque antenne réceptrice 136.

[0046] Chaque antenne réceptrice 136, ainsi stimulée, génère un signal électrique secondaire, qui est donc un signal électrique obtenu à partir du signal électrique primaire. Ce signal électrique secondaire est amplifié par l'amplificateur 140 auquel est raccordée l'antenne 136, puis transmis à l'antenne primaire 114 raccordée audit amplificateur 140.

[0047] Chaque antenne primaire 114 reçoit ainsi un signal d'excitation constitué par un signal électrique se-

condaire amplifié. Sous l'effet de ce signal d'excitation, chaque antenne primaire 114 se met à émettre une onde électromagnétique primaire dans la cavité 112.

[0048] Chaque onde électromagnétique primaire, après réflexion sur les parois 126 de la cavité 112, interagit constructivement avec elle-même et avec les autres ondes électromagnétiques primaires au niveau de la partie réceptrice 124 de l'antenne secondaire 120, comme représenté sur la Figure 2, de manière à produire une onde d'excitation de l'antenne secondaire 120. Sous l'effet de l'excitation de l'antenne secondaire 120 induite par cette onde d'excitation, la partie émettrice 122 émet finalement une onde électromagnétique finale à l'extérieur de la cavité 120.

[0049] En variante, dans le cas où l'émetteur 100 ne comprend pas d'antenne secondaire 120, l'onde électromagnétique finale est constituée par l'onde résultant de la focalisation de l'onde électromagnétique primaire dans la cavité 112.

[0050] On notera que, bien que seule la variante dans laquelle l'émetteur 100 comprend une unique antenne émettrice 134, une unique antenne secondaire 120, et une pluralité d'antennes primaires 114 et d'antennes réceptrices 136 a été décrite ci-dessus, le second mode de réalisation de l'invention n'est pas limité à cette seule variante. Selon d'autres variantes de ce second mode de réalisation, l'émetteur 100 comprend une pluralité d'antennes émettrices 134 et/ou une pluralité d'antennes secondaires 120 et/ou une unique antenne primaire 114 et/ou une unique antenne réceptrice 136.

[0051] Grâce à l'invention décrite ci-dessus, il est ainsi possible de générer des ondes électromagnétiques de forte puissance, de formes variées, en utilisant une seule unité de génération de signaux.

[0052] En outre, l'invention permet la réalisation d'émetteurs compacts et peu coûteux.

Revendications

1. Emetteur (100) d'ondes électromagnétiques, comprenant une cavité réverbérante (112), au moins une antenne primaire (114) pour émettre une onde électromagnétique primaire dans la cavité réverbérante (112) sous l'effet d'un signal électrique d'excitation, un système (116) de génération d'un signal électrique d'excitation de la ou chaque antenne primaire (114), et un organe (118) de transmission du signal électrique d'excitation à la ou chaque antenne primaire (114), le système de génération (116) comprenant une unité de génération de signaux (130), programmée pour générer un signal électrique primaire, le système de génération (116) comprenant au moins un amplificateur de signal électrique (140), adapté pour amplifier un signal électrique secondaire obtenu à partir du signal électrique primaire, **caractérisé en ce que** le système de génération (116) comprend également :

- au moins une antenne émettrice (134), adaptée pour émettre une onde électromagnétique intermédiaire dans la cavité réverbérante (112) sous l'effet d'un signal électrique reçu par ladite antenne émettrice (134),
- au moins une antenne réceptrice (136), s'étendant dans la cavité réverbérante (112), adaptée pour générer un signal électrique sous l'effet d'une onde électromagnétique de stimulation reçue par ladite antenne réceptrice (136), et
- un organe (138) de transmission du signal électrique primaire généré par l'unité de génération de signaux (130) à la ou chaque antenne émettrice (134),

et **en ce que** le ou chaque amplificateur de signal électrique (140) comprend une entrée (152) de réception du signal électrique secondaire, raccordée électriquement à au moins une antenne réceptrice (136), et une sortie (154) de transmission du signal électrique secondaire amplifié, raccordée électriquement à au moins une antenne primaire (114).

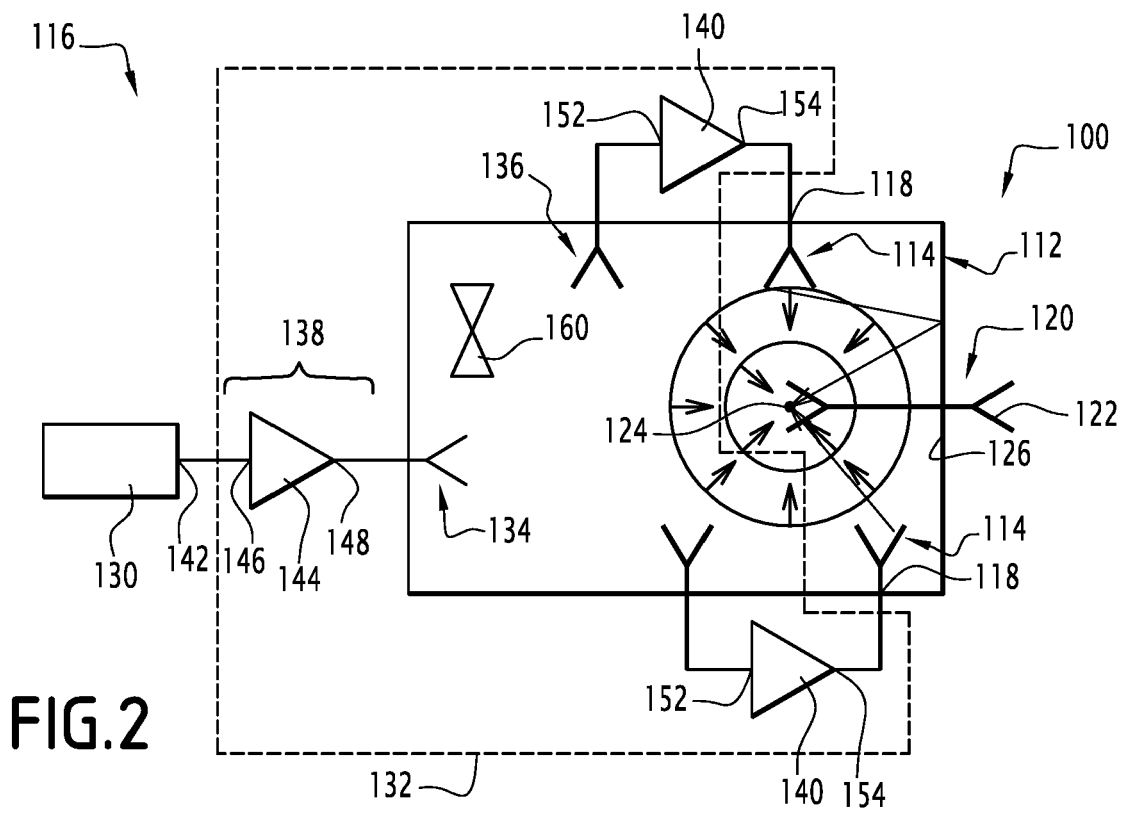
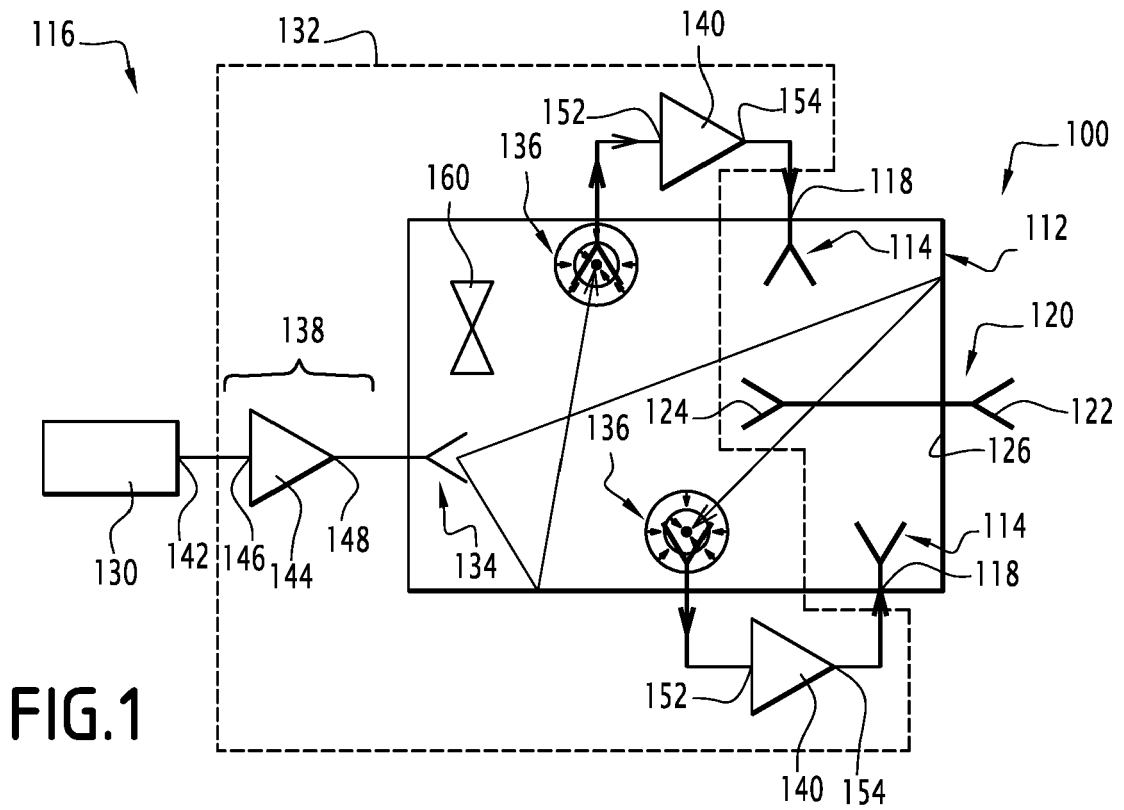
2. Emetteur d'ondes électromagnétiques (10, 100) selon la revendication 1, dans lequel le signal électrique d'excitation est constitué par le signal électrique secondaire amplifié.

3. Emetteur d'ondes électromagnétiques (100) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le système de génération (116) est adapté pour que la ou les onde(s) électromagnétique(s) intermédiaire(s) émise(s) par la ou les antenne(s) émettrice(s) (136) interagisse(nt) constructivement au niveau d'au moins une antenne réceptrice (136) pour former une onde électromagnétique de stimulation de ladite antenne réceptrice (136), l'onde électromagnétique de stimulation ayant une amplitude plus grande que l'amplitude de la ou chaque onde électromagnétique intermédiaire.

4. Emetteur d'ondes électromagnétiques (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le système de génération (116) comprend une pluralité d'amplificateurs de signaux électriques.

5. Emetteur d'ondes électromagnétiques (100) selon la revendication 4, dans lequel, pour chaque amplificateur de signal électrique (140), la ou chaque antenne réceptrice (136) à laquelle est raccordée électriquement l'entrée (152) dudit amplificateur de signal électrique (140) est propre audit amplificateur de signal électrique (140), et la ou chaque antenne primaire (114) à laquelle est raccordée électriquement la sortie (154) dudit amplificateur de signal électrique (140) est propre audit amplificateur de signal électrique (140).

6. Emetteur d'ondes électromagnétiques (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant au moins une antenne secondaire (120) comportant une partie émettrice (122) à l'extérieur de la cavité réverbérante (112) et une partie réceptrice (124) à l'intérieur de la cavité réverbérante (112), la ou chaque antenne secondaire (120) étant adaptée pour que la partie émettrice (122) émette une onde électromagnétique secondaire hors de la cavité réverbérante (112) sous l'effet d'une onde électromagnétique d'excitation reçue par la partie réceptrice (124).
7. Emetteur d'ondes électromagnétiques (100) selon la revendication 6, dans lequel le système de génération (116) est adapté pour que la ou les onde(s) électromagnétique(s) primaire(s) émise(s) par la ou les antenne(s) primaire(s) (114) interagisse(nt) constructivement au niveau de la partie réceptrice (124) d'au moins une antenne secondaire (120) pour former une onde électromagnétique d'excitation de ladite antenne secondaire (120), l'onde électromagnétique d'excitation ayant une amplitude plus grande que l'amplitude de la ou chaque onde électromagnétique primaire.
8. Procédé d'émission d'une onde électromagnétique par un émetteur d'ondes électromagnétiques (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend les étapes suivantes :
- génération du signal électrique primaire par l'unité de génération de signaux (130),
 - transmission du signal électrique primaire à la ou chaque antenne émettrice (134),
 - émission, par la ou chaque antenne émettrice (134), sous l'effet de la stimulation de ladite antenne émettrice (134) par le signal électrique primaire, d'une onde électromagnétique intermédiaire dans la cavité réverbérante (112),
 - interaction constructive de la ou des onde(s) électromagnétique(s) intermédiaire(s) émise(s) par la ou les antenne(s) émettrice(s) (134) au niveau d'au moins une antenne réceptrice (136) pour former une onde électromagnétique de stimulation de ladite antenne réceptrice (136), l'onde électromagnétique de stimulation ayant une amplitude plus grande que l'amplitude de la ou chaque onde électromagnétique intermédiaire,
 - génération, par la ou chaque antenne réceptrice (136), sous l'effet de la stimulation de ladite antenne réceptrice (136) par l'onde électromagnétique de stimulation, d'un signal électrique secondaire,
 - amplification du ou de chaque signal électrique secondaire par un amplificateur de signal électrique (140),
 - transmission du ou de chaque signal électrique secondaire amplifié à au moins une antenne primaire (114), et
 - émission, par la ou chaque antenne primaire (114), sous l'effet de l'excitation de ladite antenne primaire (114) par le signal électrique secondaire amplifié qui lui est transmis, d'une onde électromagnétique primaire.
9. Procédé d'émission selon la revendication 8, comprenant en outre une étape d'interaction constructive de la ou des onde(s) électromagnétique(s) primaire(s) émise(s) par la ou les antenne(s) primaire(s) (114) en au moins un point de la cavité réverbérante (112), de manière à former une onde électromagnétique d'excitation d'une antenne secondaire (120), ladite onde électromagnétique d'excitation ayant une amplitude plus grande que l'amplitude de la ou chaque onde électromagnétique primaire.





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 15 20 2433

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	FR 2 985 385 A1 (THALES SA [FR]) 5 juillet 2013 (2013-07-05) * page 4, ligne 34 - page 13, ligne 30 * * figures 1-5 *	1-9	INV. H01Q21/00 F41H13/00
A	FROMENTEZE THOMAS ET AL: "Miniaturized device for passive microwave UWB beamforming", THE 8TH EUROPEAN CONFERENCE ON ANTENNAS AND PROPAGATION (EUCAP 2014), EUROPEAN ASSOCIATION ON ANTENNAS AND PROPAGATION, 6 avril 2014 (2014-04-06), pages 354-358, XP032643346, DOI: 10.1109/EUCAP.2014.6901765 * le document en entier *	1-9	
A	THOMAS FROMENTEZE ET AL: "A Precorrection Method for Passive UWB Time-Reversal Beamformer", IEEE ANTENNAS AND WIRELESS PROPAGATION LETTERS, IEEE, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 12, 1 janvier 2013 (2013-01-01), pages 836-840, XP011522319, ISSN: 1536-1225, DOI: 10.1109/LAWP.2013.2272474 * le document en entier *	1-9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			H01Q F41H
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 13 avril 2016	Examineur Kruck, Peter
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 (P04C02)

13-04-2016

EPO FORM P0460

10

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

- FR 2985385 A [0002]
- FR 2985386 A [0002]

Littérature non-brevet citée dans la description

- **H. C. SONG ; S. KIM ; W. S. HODGKISS ; W. A. KUPERMAN.** Environmentally adaptive reverberation nulling using a time reversal mirror. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 2004, vol. 116 (2), 762-768 [0032]