

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 09.10.20.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 15.04.22 Bulletin 22/15.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : STMICROELECTRONICS SA Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : FOREST Jeremie et KNOPIK Vincent.

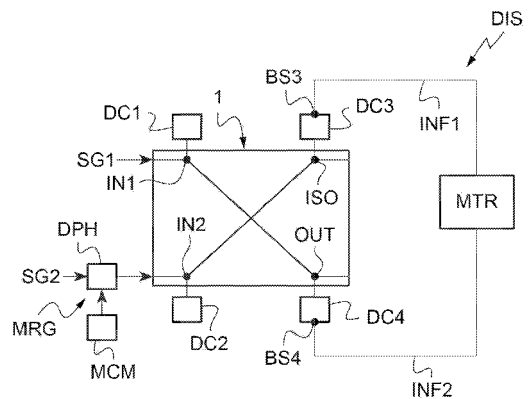
73 Titulaire(s) : STMICROELECTRONICS SA Société anonyme.

74 Mandataire(s) : Casalonga.

54 Procédé et dispositif de détermination du déphasage entre deux signaux, en particulier des signaux radiofréquence.

57 Procédé de détermination du déphasage entre un premier signal et un deuxième signal, les deux signaux (SG1, SG2) ayant une fréquence identique, le deuxième signal (SG2) ayant une phase réglable, le procédé comprenant une délivrance du premier signal (SG1) sur une première entrée (IN1) d'un coupleur hybride 90° (1), une délivrance du deuxième signal (SG2) sur une deuxième entrée (IN2) du coupleur hybride, une détermination d'une première information (INF1) relative à la puissance d'un premier signal de sortie délivré sur une première sortie du coupleur, une détermination d'une deuxième information (INF2) relative à la puissance d'un deuxième signal de sortie délivré sur une deuxième sortie du coupleur, un réglage de la phase du deuxième signal jusqu'à obtenir une phase étalonée (PHE) pour laquelle ladite première information est égale ou sensiblement égale à la deuxième information, le déphasage entre le premier signal et le deuxième signal étant égal à ladite phase étalonée.

Figure pour l'abrégé : Fig 1



## Description

### **Titre de l'invention : Procédé et dispositif de détermination du déphasage entre deux signaux, en particulier des signaux radiofréquence**

- [0001] Des modes de mise en œuvre et de réalisation de l'invention concernent la transmission d'informations, en particulier pour les applications radiofréquences envisagées pour la technologie 5G et plus particulièrement la détermination du déphasage entre deux signaux.
- [0002] L'invention s'applique avantageusement mais non limitativement à la technologie de la formation de faisceaux (« Beamforming », en langue anglaise) pour l'émission directionnelle de signaux.
- [0003] Plus précisément, généralement, un dispositif électronique dédié à la transmission d'informations comprend une chaîne de transmission comportant plusieurs lignes de transmission reliées chacune à une antenne. Chaque ligne de transmission effectue des opérations de filtrage spatial (beamforming) permettant de contrôler la phase et l'amplitude des signaux émis par chaque antenne du dispositif pour créer des interférences constructives ou destructives entre les ondes électromagnétiques émises.
- [0004] A cet égard, il est par conséquent avantageux de pouvoir déterminer les déphasages entre différents signaux véhiculés sur les différentes lignes de transmission.
- [0005] Des détecteurs de phase classiques comportent généralement soit des composants analogiques tels que des multiplicateurs analogiques soit des circuits numériques tels que des portes logiques ou des bascules.
- [0006] Cependant, de tels détecteurs ne sont pas adaptés pour des applications dans le domaine radiofréquence, notamment dans le domaine de bandes millimétriques.
- [0007] Il existe un besoin de proposer une solution technique à faible complexité permettant de déterminer le déphasage entre deux signaux en particulier pour des applications à très haute fréquence telles que celles envisagées dans la technologie 5G.
- [0008] Selon un mode de mise en œuvre et de réalisation il est proposé une solution aisément implémentable dans un procédé de fabrication de circuit intégré, avec une topologie non invasive n'ayant par conséquent aucune influence sur les lignes d'alimentation, et présentant une faible consommation.
- [0009] Selon un mode de mise en œuvre et de réalisation, il est proposé de déterminer le déphasage entre deux signaux sans calcul de phases proprement dits.
- [0010] A cet égard, il est proposé, selon un mode de mise en œuvre et de réalisation, d'utiliser un coupleur hybride.
- [0011] Ainsi, selon un aspect, il est proposé un procédé de détermination du déphasage entre

- un premier signal et un deuxième signal, en particulier des signaux radiofréquence.
- [0012] Les deux signaux ont une fréquence identique
- [0013] Par ailleurs, le deuxième signal a une phase réglable.
- [0014] Le procédé selon cet aspect comprend alors
- [0015] -une délivrance du premier signal sur une première entrée d'un coupleur hybride 90 degrés,
- [0016] - une délivrance du deuxième signal sur une deuxième entrée du coupleur hybride,
- [0017] -une détermination d'une première information relative à la puissance d'un premier signal de sortie délivré sur une première sortie du coupleur,
- [0018] -une détermination d'une deuxième information relative à la puissance d'un deuxième signal de sortie délivré sur une deuxième sortie du coupleur, et
- [0019] -un réglage de la phase du deuxième signal jusqu'à obtenir une phase étalonnée pour laquelle ladite première information est égale ou sensiblement égale, à une tolérance près, à la deuxième information.
- [0020] La tolérance dépend de la sensibilité du moyen utilisé pour obtenir les deux informations, par exemple des détecteurs de crêtes, et de celle du comparateur utilisé pour comparer les deux informations.
- [0021] A titre indicatif, l'ordre de grandeur de cette sensibilité se situe entre 10mV et 20 mV.
- [0022] Le déphasage entre le premier signal et le deuxième signal est alors égal à ladite phase étalonnée.
- [0023] Ainsi, la détermination du déphasage s'effectue sans aucun calcul de phases mais simplement par un réglage de la phase du deuxième signal jusqu'à obtenir une égalité à une tolérance près entre les deux informations de puissance des deux signaux de sortie.
- [0024] Bien qu'il soit possible de déterminer les informations relatives à la puissance du signal de toutes façons connues par l'homme du métier, il est particulièrement avantageux que la détermination de la première information comprenne une détermination de la valeur crête de la tension continue du premier signal de sortie et que la détermination de la deuxième information comprenne également une détermination de la valeur crête de la tension continue du deuxième signal de sortie.
- [0025] L'obtention de la phase étalonnée correspond alors avantageusement à une différence nulle ou sensiblement nulle (à une tolérance près d'environ 10mV à 20mV entre les deux valeurs crêtes.
- [0026] L'utilisation de la tension continue des signaux de sortie est particulièrement avantageuse car elle ne provoque pas d'atténuation du signal radiofréquence.
- [0027] Selon un autre aspect, il est proposé un dispositif de détermination du déphasage entre un premier signal et un deuxième signal, les deux signaux ayant une fréquence identique, le deuxième signal ayant une phase réglable.

- [0028] Le dispositif selon cet aspect comprend :
- [0029] -un coupleur hybride  $90^\circ$  ayant une première entrée pour recevoir le premier signal, une deuxième entrée pour recevoir le deuxième signal,
- [0030] -des premiers moyens configurés pour déterminer une première information relative à puissance d'un premier signal de sortie délivré sur une première sortie du coupleur,
- [0031] -des deuxièmes moyens configurés pour déterminer une deuxième information relative à puissance d'un deuxième signal de sortie délivré sur une deuxième sortie du coupleur,
- [0032] -des moyens de traitement configurés pour analyser la première information et la deuxième information l'une relativement à l'autre, et
- [0033] -des moyens de réglage configurés pour effectuer un réglage de la phase du deuxième signal jusqu'à obtenir une phase étalonnée pour laquelle ladite première information est égale ou sensiblement égale à la deuxième information.
- [0034] Le déphasage entre le premier signal et le deuxième signal est alors égal à ladite phase étalonnée.
- [0035] Selon un mode de réalisation, les premiers moyens comprennent un premier détecteur de crête couplé à la première sortie et configuré pour déterminer la valeur crête de la tension continue du premier signal de sortie.
- [0036] Les deuxièmes moyens comprennent un deuxième détecteur de crête couplé à la deuxième sortie et configuré pour déterminer la valeur crête de la tension continue du deuxième signal de sortie.
- [0037] Les moyens de traitement sont alors configurés pour déterminer une différence entre les deux valeurs crête, ladite phase étalonnée correspondant à une différence nulle ou sensiblement nulle à une tolérance près.
- [0038] De façon à assurer une symétrie du dispositif, ce qui est particulièrement intéressant dans le cadre d'applications radiofréquences, il est avantageusement prévu que le dispositif comprenne en outre deux autres détecteurs de crête respectivement couplés sur la première entrée et sur la deuxième entrée du coupleur.
- [0039] Selon un autre aspect il est proposé un appareil de communication, par exemple un téléphone mobile cellulaire, comprenant au moins une chaîne d'émission comportant un amplificateur de puissance, et au moins un dispositif tel que défini ci-avant, disposé en amont ou en aval de l'amplificateur de puissance.
- [0040] Ceci permet par exemple de déterminer le déphasage introduit par les composants situés en amont et/ou en aval de l'amplificateur de puissance, de façon à le corriger.
- [0041] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée de modes de mise en œuvre et de réalisation, nullement limitative, et des dessins annexés sur lesquels :
- [0042] [fig.1]

- [0043] [fig.2]  
[0044] [fig.3]  
[0045] [fig.4] et  
[0046] [fig.5]  
[0047] illustrent schématiquement des modes de mise en œuvre et de réalisation de l'invention.
- [0048] Sur la [fig.1], la référence DIS désigne un dispositif permettant de déterminer le déphasage entre un premier signal SG1 et un deuxième signal SG2.
- [0049] Dans cet exemple, les deux signaux SG1 et SG2 sont des signaux radiofréquence.
- [0050] A titre indicatif, la fréquence de ces deux signaux est comprise entre 10GHz et 80GHz et ces signaux peuvent être utilisés dans la technologie 5G.
- [0051] Les deux signaux SG1 et SG2 ont la même fréquence.
- [0052] Le deuxième signal SG2 a une phase réglable.
- [0053] Le dispositif DIS comprend un coupleur hybride  $90^\circ$ , référencé 1, ayant une première entrée IN1 pour recevoir le premier signal SG1 et une deuxième entrée IN2 pour recevoir le deuxième signal SG2.
- [0054] La structure d'un coupleur hybride  $90^\circ$  est bien connue de l'homme du métier et comporte notamment des lignes de transmission quart d'onde, adaptées à la fréquence des signaux SG1 et SG2.
- [0055] Le dispositif DIS comporte également des premiers moyens DC3, ici un détecteur de crête dont un exemple de structure sera détaillé ci-après, configurés pour déterminer une première information INF1 relative à la puissance d'un premier signal de sortie délivré sur une première sortie ISO du coupleur 1.
- [0056] Le dispositif DIS comporte également des deuxièmes moyens DC4, ici un détecteur de crête, configurés pour déterminer une deuxième information INF2 relative à la puissance d'un deuxième signal de sortie délivré sur une deuxième sortie OUT du coupleur 1.
- [0057] Le dispositif DIS comporte également des moyens de traitement MTR, par exemple à base de portes logiques, configurés pour analyser la première information INF1 et la deuxième information INF2 l'une relativement à l'autre.
- [0058] Le dispositif DIS comporte également des moyens de réglage MRG configurés pour effectuer un réglage de la phase du deuxième signal SG2.
- [0059] Les moyens de réglage MRG comportent un déphaseur DPH, (de structure classique et connue), commandé par des moyens de commande MCM.
- [0060] On se réfère maintenant plus particulièrement à la [fig.2] pour décrire un exemple de mise en œuvre d'un procédé permettant de déterminer le déphasage entre les deux signaux SG1 et SG2.
- [0061] Dans l'étape STP1, on délivre le premier signal SG1 sur la première entrée IN1 du

coupleur hybride 1.

- [0062] Dans une étape STP2, on délivre le deuxième signal SG2 sur la deuxième entrée IN2 du coupleur 1.
- [0063] Dans l'étape STP3, le coupleur hybride 1 délivre un premier signal de sortie sur la sortie ISO.
- [0064] Dans l'étape STP4, le coupleur hybride 1 délivre un deuxième signal de sortie sur la sortie OUT.
- [0065] Les premiers moyens DC3 déterminent alors dans l'étape STP5, la première information INF1 et les deuxièmes moyens DC4 déterminent dans l'étape STP6, la deuxième information INF2.
- [0066] Les moyens de traitement MTR analysent alors dans l'étape STP7 les informations INF1 et INF2 l'une relativement à l'autre.
- [0067] S'il y a égalité entre ces deux informations à une tolérance près, par exemple égale à quelques mV, alors on considère que les deux signaux SG1 et SG2 sont en phase.
- [0068] Si par contre les deux informations INF1 et INF2 ne sont pas égales, alors les moyens de réglage MRG vont régler la phase du signal SG2 dans l'étape STP8.
- [0069] A cet égard, les moyens de commande MCM peuvent envoyer au déphaseur DPH un signal de commande de façon à incrémenter ou décrémenter la phase initiale du signal SG2 d'un pas de phase donné, par exemple 5°.
- [0070] On délivre alors à nouveau dans l'étape STP2 le signal SG2 ayant sa phase modifiée et on répète les étapes STP4 et STP6 de façon à obtenir une nouvelle deuxième information INF2.
- [0071] Et, dans l'étape STP7, tant que les deux informations INF1 et INF2 ne sont pas égales à la tolérance près, on répète l'étape STP8 en incrémentant, par exemple, à chaque fois, la phase du signal SG2 du pas de phase choisi.
- [0072] Et, lorsque dans l'étape STP7, les deux informations INF1 et INF2 sont égales à la tolérance près, on a déphasé le signal SG2 d'une phase PHE dite phase étalonnée, par rapport à sa phase initiale. Cette phase PHE est égale à la différence entre la phase finale du signal SG2 et sa phase initiale, c'est-à-dire par exemple le produit du nombre de pas par la valeur du pas de phase. Et l'égalité entre les deux informations INF1 et INF2 signifie que le signal SG1 déphasé de la phase PHE est en phase avec le signal SG1 déphasé.
- [0073] La phase étalonnée PHE correspond au déphasage entre le signal SG1 et le signal SG2 avant réglage de sa phase.
- [0074] Cette valeur PHE peut être obtenue par la valeur du déphasage introduit par le déphaseur DPH.
- [0075] La [fig.3] illustre un exemple de structure d'un détecteur de crête DCi, par exemple le détecteur de crête DC3, étant entendu que les autres détecteurs de crêtes ont avanta-

geusement la même structure.

- [0076] Le détecteur DC3 comporte un premier étage radiofréquence ET1 comportant un condensateur  $C_{in}$  dont une borne est reliée à la borne de sortie ISO du coupleur 1 et dont la deuxième borne est connectée à la grille d'un transistor MOS M2.
- [0077] La grille de ce transistor M2 est polarisée à l'aide d'une résistance  $R_{bias}$  connectée à une tension de polarisation  $V_{bias}$ .
- [0078] Et la source du transistor M2 est reliée à la borne de sortie BS3 du détecteur de crête DC3.
- [0079] Le drain du transistor M2 est relié à  $V_{cc}$ .
- [0080] Le détecteur de crête DC3 comporte également un deuxième étage ET2 comportant un miroir de courant à base de deux transistors NMOS M10 et M1 dont l'entrée reçoit un courant de référence  $I_{ref}$  et dont la sortie est connectée également à la borne de sortie BS3 du détecteur DC3.
- [0081] Enfin, le détecteur DC3 comporte un étage de sortie ET3 en courant continu comportant un condensateur  $C_{peak}$  connecté entre la borne de sortie BS3 et la masse.
- [0082] Le détecteur DC3 délivre en sortie la valeur crête  $VC3$  de la tension continue du signal de sortie délivré sur la sortie BS3.
- [0083] Il convient de noter que, comme illustré sur la [fig.1], le fait de coupler deux autres détecteurs de crêtes DC1 et DC2 sur les deux bornes d'entrée IN1 et IN2 du coupleur n'est pas indispensable mais particulièrement avantageux dans le cas d'une application radiofréquence car cela symétrise la structure du coupleur.
- [0084] Dans le cas où on utilise des détecteurs de crête, l'analyse effectuée dans l'étape STP7 par les moyens de traitement comporte alors, comme illustré schématiquement sur la [fig.4], une détermination de la valeur absolue de la différence entre la valeur crête  $VC3$  de la tension continue du signal de sortie délivré sur la borne de sortie ISO et la valeur crête  $VC4$  de la tension continue du signal de sortie délivré sur la borne de sortie OUT du coupleur.
- [0085] Et, on va régler la phase du signal SG2 jusqu'à obtenir une valeur absolue de cette différence nulle ou quasi nulle (à une tolérance près égale par exemple à quelques mV ce qui permettra alors de déterminer la phase étalonnée et donc le déphasage entre les deux signaux SG1 et SG2.
- [0086] La [fig.5] illustre de façon schématique un appareil de communication APP, par exemple un téléphone mobile cellulaire, comprenant une chaîne d'émission CHT comportant un amplificateur de puissance PA relié à une antenne ANT et un dispositif DIS tel que décrit ci-avant.
- [0087] Dans l'exemple décrit ici, le dispositif DIS est utilisé pour déterminer par exemple le déphasage créé en amont de l'amplificateur de puissance PA.
- [0088] Le dispositif DIS reçoit alors le signal SG1 issu de la chaîne d'émission et le signal

SG2, qui peut être un signal de référence ou bien par exemple dans le cas d'une application de « beamforming », le signal issu d'une autre chaîne d'émission.

[0089] Le dispositif DIS fournit alors le déphasage PHE entre les deux signaux SG1 et SG2.

[0090] Il est alors possible de corriger ce déphasage dans un déphaseur DPH1 couplé en amont de l'amplificateur PA pour obtenir un déphasage effectif souhaité, nul ou non, en amont de l'amplificateur PA.

[0091] Bien entendu il est possible d'effectuer la même opération en aval de l'amplificateur de puissance PA.

[0092] Cet étalonnage peut s'effectuer en laboratoire après montage de l'ensemble des composants sur une carte imprimée ou alors in situ lors du fonctionnement de l'appareil APP.

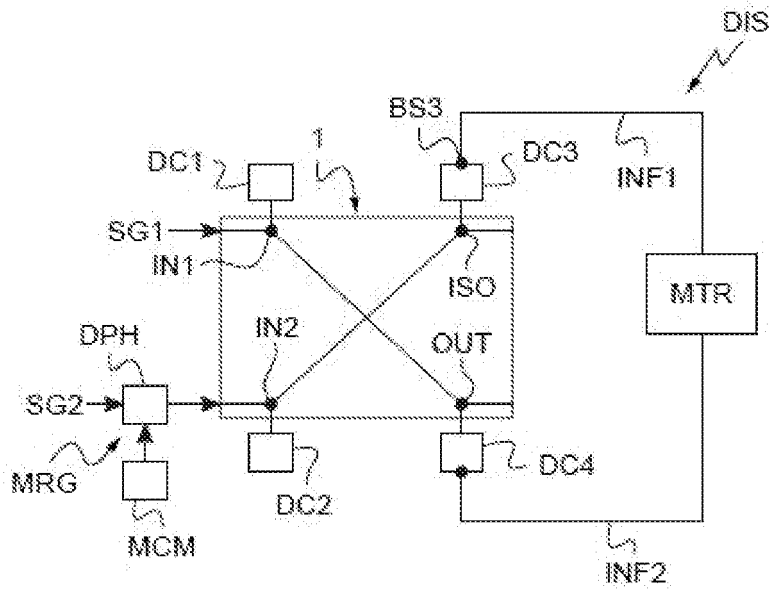
## Revendications

- [Revendication 1] Procédé de détermination du déphasage entre un premier signal et un deuxième signal, les deux signaux (SG1, SG2) ayant une fréquence identique, le deuxième signal (SG2) ayant une phase réglable, le procédé comprenant une délivrance du premier signal (SG1) sur une première entrée (IN1) d'un coupleur hybride 90° (1), une délivrance du deuxième signal (SG2) sur une deuxième entrée (IN2) du coupleur hybride, une détermination d'une première information (INF1) relative à la puissance d'un premier signal de sortie délivré sur une première sortie du coupleur, une détermination d'une deuxième information (INF2) relative à la puissance d'un deuxième signal de sortie délivré sur une deuxième sortie du coupleur, un réglage de la phase du deuxième signal jusqu'à obtenir une phase étalonnée (PHE) pour laquelle ladite première information est égale à la deuxième information à une tolérance près, le déphasage entre le premier signal et le deuxième signal étant égal à ladite phase étalonnée (PHE).
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel la détermination de la première information (INF1) comprend une détermination de la valeur crête de la tension continue du premier signal de sortie, la détermination de la deuxième information (INF2) comprend une détermination de la valeur crête de la tension continue du deuxième signal de sortie, et l'obtention de la phase étalonnée correspond à une différence nulle ou sensiblement nulle entre les deux valeurs crêtes.
- [Revendication 3] Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le premier signal (SG1) et le deuxième signal (SG2) sont des signaux radiofréquence.
- [Revendication 4] Dispositif de détermination du déphasage entre un premier signal et un deuxième signal, les deux signaux ayant une fréquence identique, le deuxième signal ayant une phase réglable, le dispositif comprenant un coupleur hybride 90° (1) ayant une première entrée pour recevoir le premier signal, une deuxième entrée pour recevoir le deuxième signal, des premiers moyens (DC3) configurés pour déterminer une première information (INF1) relative à la puissance d'un premier signal de sortie délivré sur une première sortie du coupleur, des deuxièmes moyens (DC4) configurés pour déterminer une deuxième information (INF2) relative à la puissance d'un deuxième signal de sortie délivré sur une deuxième sortie du coupleur, des moyens de traitement (MTR)

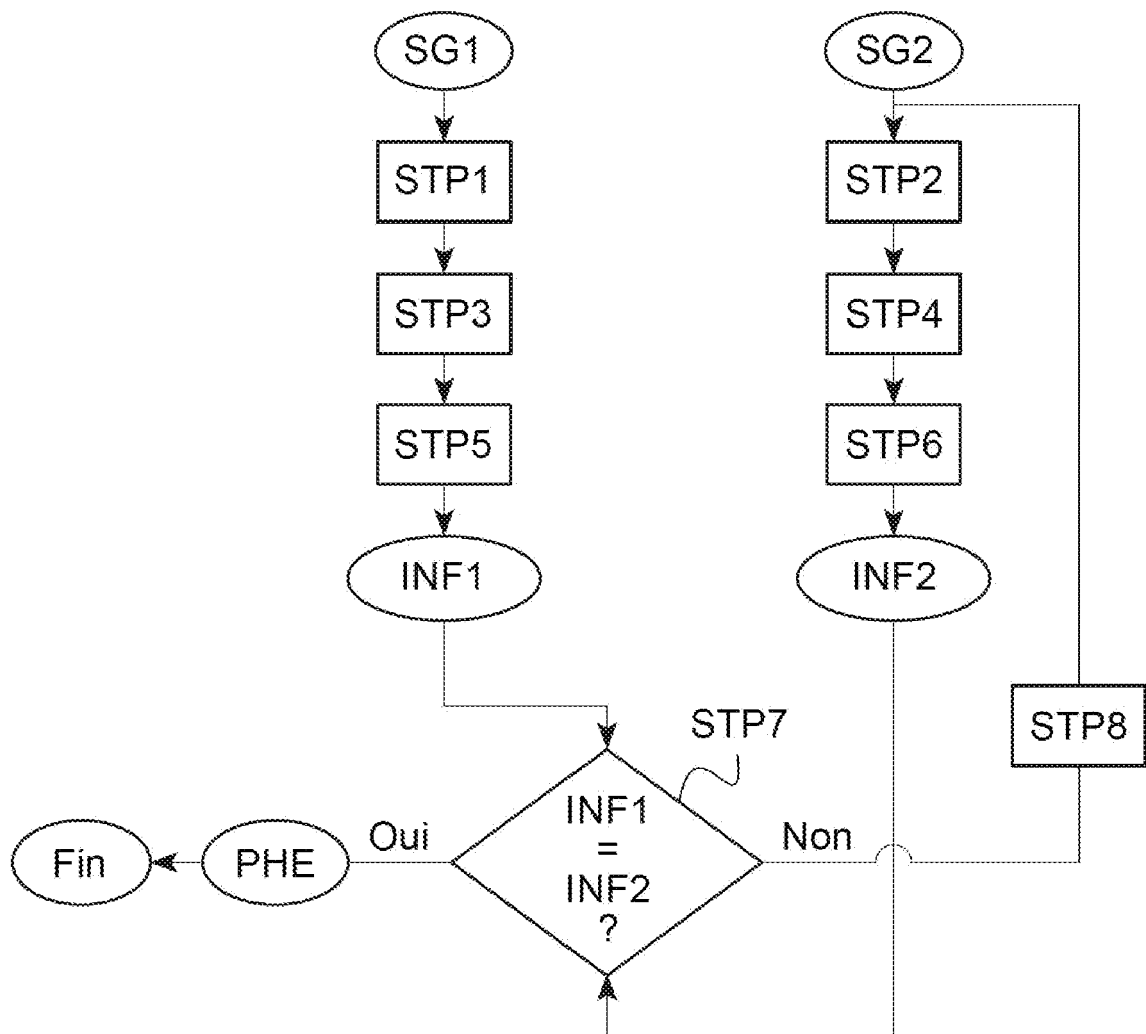
configurés pour analyser la première information et la deuxième information l'une relativement à l'autre, et des moyens de réglage (MRG) configurés pour effectuer un réglage de la phase du deuxième signal jusqu'à obtenir une phase étalonée (PHE) pour laquelle ladite première information est égale à la deuxième information à une tolérance près, le déphasage entre le premier signal et le deuxième signal étant égal à ladite phase étalonée.

- [Revendication 5] Dispositif selon la revendication 4, dans lequel les premiers moyens comprennent un premier détecteur de crête (DC3) couplé à la première sortie et configuré pour déterminer la valeur crête de la tension continue du premier signal de sortie, les deuxièmes moyens comprennent un deuxième détecteur de crête (DC4) couplé à la deuxième sortie et configuré pour déterminer la valeur crête de la tension continue du deuxième signal de sortie, et les moyens de traitement sont configurés pour déterminer une différence entre les deux valeurs crêtes, ladite phase étalonée correspondant à une différence nulle ou sensiblement nulle.
- [Revendication 6] Dispositif selon la revendication 5, comprenant en outre deux autres détecteurs de crêtes (DC1, DC2) respectivement couplés sur la première entrée et la deuxième entrée du coupleur.
- [Revendication 7] Dispositif selon l'une des revendications 4 à 6, dans lequel le premier signal (SG1) et le deuxième signal (SG2) sont des signaux radio-fréquence.
- [Revendication 8] Appareil de communication, comprenant au moins une chaîne d'émission (CHT) comportant un amplificateur de puissance et au moins un dispositif (DIS) selon l'une des revendications 4 à 7, disposé en amont ou en aval de l'amplificateur de puissance (PA).

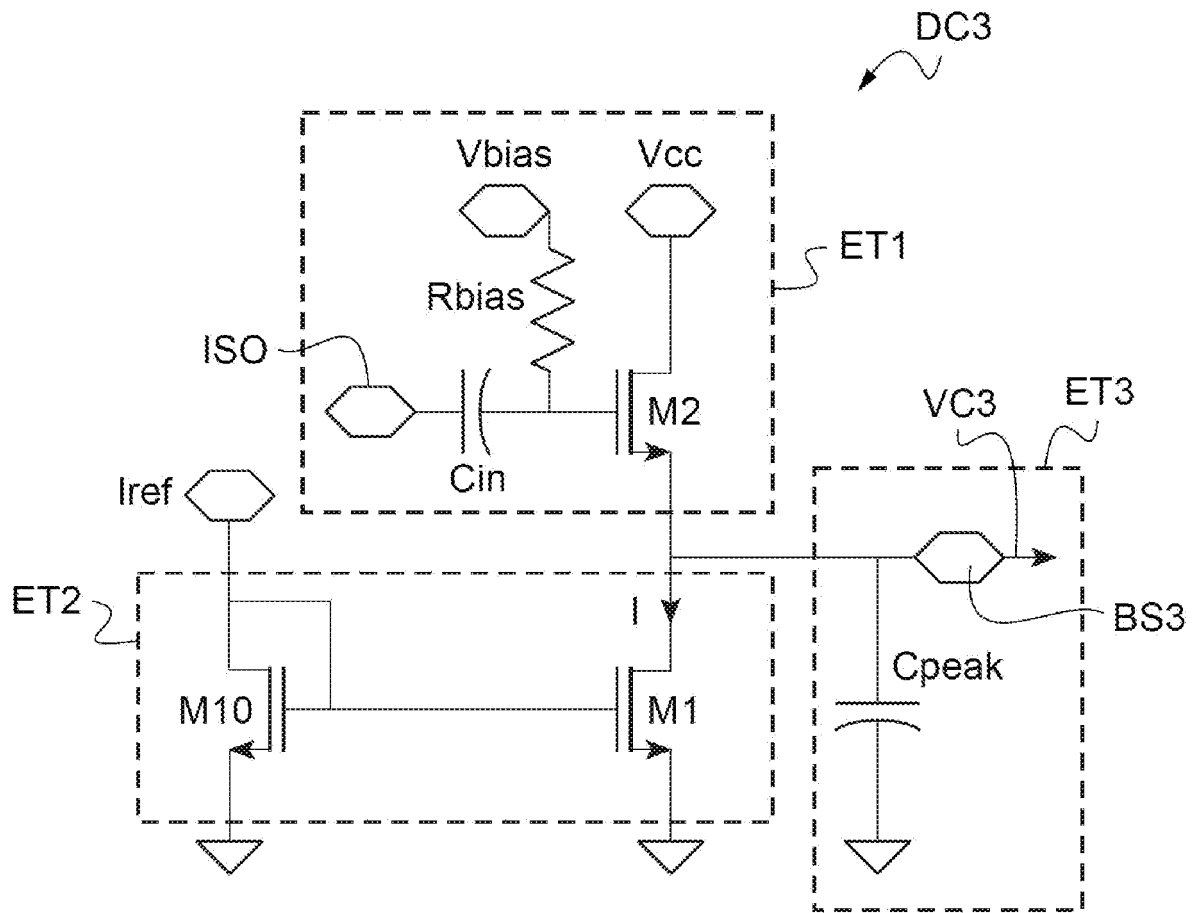
[Fig. 1]



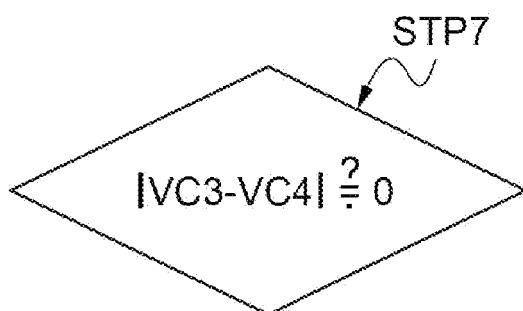
[Fig. 2]



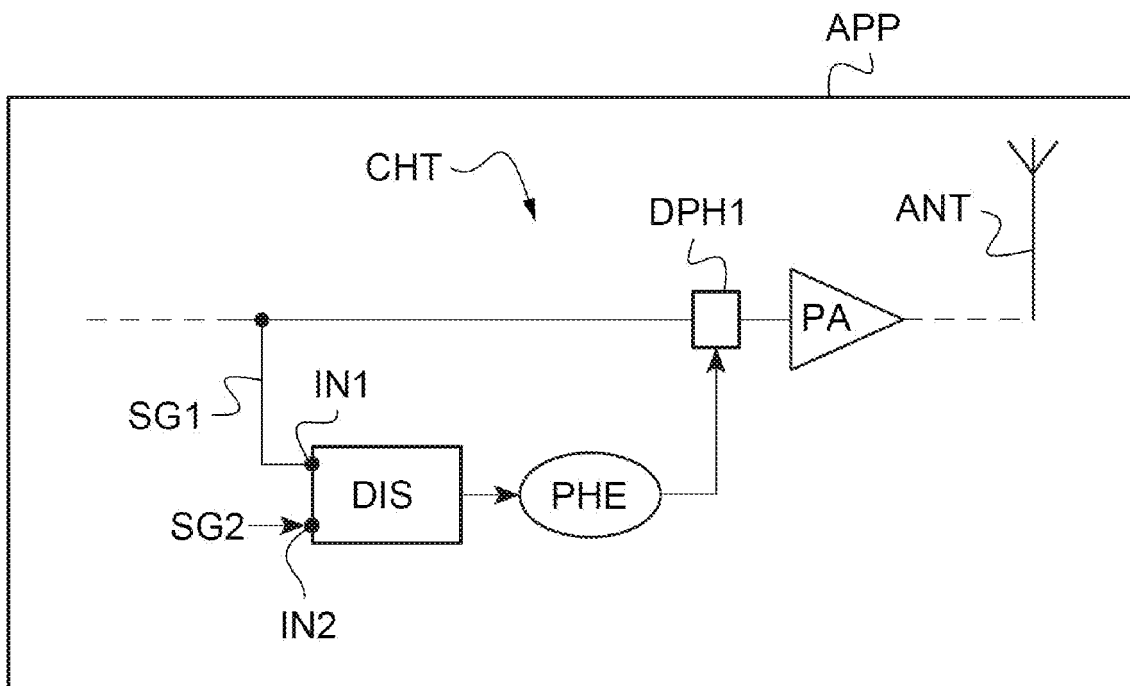
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]





**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

FA 887225  
FR 2010322

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	FARSHID ARYANFAR ET AL: "An amplitude-based phase detector at MM-wave frequency range", MICROWAVE SYMPOSIUM DIGEST (MTT), 2011 IEEE MTT-S INTERNATIONAL, IEEE, 5 juin 2011 (2011-06-05), pages 1-4, XP032006933, DOI: 10.1109/MWSYM.2011.5972986 ISBN: 978-1-61284-754-2 * le document en entier *	1-8	G01R23/00
Y	WO 2020/152401 A1 (ST MICROELECTRONICS SA [FR]; CENTRE NAT RECH SCIENT [FR] ET AL.) 30 juillet 2020 (2020-07-30) * page 6, ligne 5 - page 14, ligne 24 *	1-8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)  G01R
A	US 10 491 198 B1 (DINC TOLGA [US] ET AL) 26 novembre 2019 (2019-11-26) * colonne 3, ligne 30 - colonne 11, ligne 54 *	1-8	
-----			
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
18 juin 2021		Meggyesi, Zoltán	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p>		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2010322 FA 887225**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **18-06-2021**  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2020152401 A1	30-07-2020	AUCUN	
US 10491198 B1	26-11-2019	US 10491198 B1	26-11-2019
		US 2020212899 A1	02-07-2020