

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
09 janvier 2020 (09.01.2020)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/007975 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G01R 25/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2019/067985

(22) Date de dépôt international :
04 juillet 2019 (04.07.2019)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1856208 05 juillet 2018 (05.07.2018) FR

(71) Déposants : UNIVERSITÉ DE BORDEAUX [FR/FR]
; 35 PLACE PEY BERLAND, 33000 BORDEAUX
(FR). INSTITUT POLYTECHNIQUE DE BORDEAUX
[FR/FR] ; 1, avenue du Docteur Albert Schweitzer, 33400
TALENCE (FR). CENTRE NATIONAL DE LA RE-
CHERCHE SCIENTIFIQUE [FR/FR] ; 3, rue Michel
Ange, 75016 PARIS (FR).

(72) Inventeurs : BAHOUNA, Prince ; 3 allée Jean Sau-
vaget Résidence Jean Perrin - Bat B - Appartement 16,
79000 NIORT (FR). DEJOURS, Corinne ; 30 chemin de
la dame verte, 33360 QUINSAC (FR). HALLIL, Hami-
da ; 66 rue d'Armagnac, 33800 BORDEAUX (FR). LA-
CHAUD, Jean-Luc ; 63 rue des Fauvettes, 33600 PESSAC
(FR). REBIERE, Dominique ; 20 rue du Professeur Bern-
nard, 33170 GRADIGNAN (FR).

(74) Mandataire : BLOT, Philippe et al. ; 2, place d'Estienne
d'Orves, 75441 PARIS CEDEX 09 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR,
KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,

(54) Title: SYSTEM FOR DETERMINING AT LEAST ONE DATUM CORRESPONDING TO A MEASUREMENT OF A CHARACTERISTIC OF A MEDIUM

(54) Titre : SYSTÈME DE DÉTERMINATION D'AU MOINS UNE DONNÉE CORRESPONDANT À UNE MESURE D'UNE CARACTÉRISTIQUE D'UN MÉDIUM

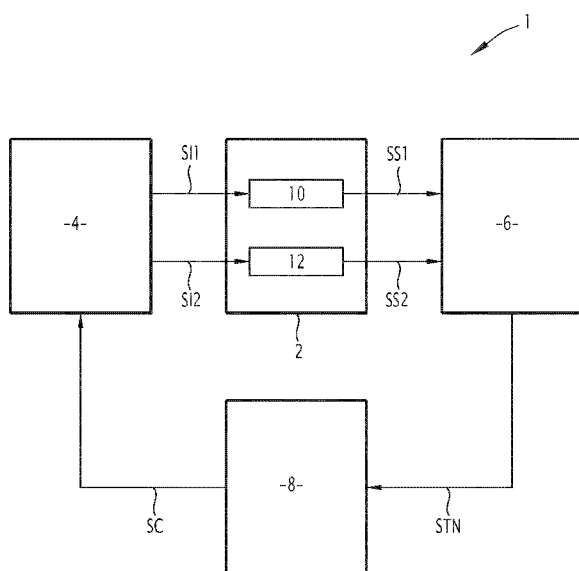


FIG.1

(57) Abstract: This system (1) for determining at least one datum corresponding to a measurement of a characteristic of a medium by at least one passive sensor (2) devoid of electrical power supply comprises: - a device (4) for generating radio-frequency signals comprising a reference oscillator and a phase-locked-loop circuit, the generating device (4) being configured to generate as output at least a measurement interrogation signal (SI1) and a reference interrogation signal (SI2) of identical frequency; - the passive sensor (2) comprising a measurement channel (10) and a reference channel (12), - a conditioning device (6), - a controller (8) configured to generate a control signal (SC) intended for the generating device (4).

(57) Abrégé : Ce système de détermination (1) d'au moins une donnée correspondant à une mesure d'une caractéristique d'un médium par au moins un capteur passif (2) dépourvu d'alimentation électrique comprend : - un dispositif de génération (4) de signaux radiofréquence comprenant un oscillateur de référence et un circuit de boucle à verrouillage de phase, le dispositif de génération (4) étant configuré pour générer en sortie au moins un signal d'interrogation de mesure (SI1) et un signal d'interrogation de référence (SI2) de fréquence identique; - le capteur passif (2) comprenant une voie de mesure (10) et une voie de référence (12), - un dispositif de conditionnement (6), - un contrôleur (8) configuré pour générer un signal de commande (SC) à destination du dispositif de génération (4).

SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

**Système de détermination d'au moins une donnée correspondant à une mesure
d'une caractéristique d'un médium**

La présente invention concerne un système de détermination d'au moins une
5 donnée correspondant à une mesure d'une caractéristique d'un médium.

La présente invention s'applique en particulier à la détermination d'une mesure par
interrogation d'un capteur passif par des signaux radiofréquences.

Le capteur passif, également appelé composant sous test ou DUT (de l'anglais
« Device Under Test ») est un capteur passif dépourvu de source d'énergie, en particulier
10 d'alimentation électrique. En d'autres termes, le capteur passif nécessite une source
d'énergie extérieure au capteur pour fonctionner.

De tels capteurs passifs sont configurés pour être interrogés par un système de
détermination pour prélever une information mesurée, telle qu'une grandeur physique. Par
exemple, des capteurs passifs sont des capteurs modélisables par une impédance. Une
15 variation du phénomène physique étudié engendre une variation de cette impédance.

Notamment, le système de détermination est configuré pour générer au moins un
signal d'interrogation à la destination du capteur passif et pour appliquer le signal
d'interrogation à une entrée du capteur. Le capteur passif est configuré pour modifier le
signal d'interrogation en fonction de l'impédance instantanée, et pour générer un signal de
20 sortie correspondant au signal d'interrogation modifié. Le système de détermination est
configuré pour traiter le ou les signaux de sortie du capteur passif afin d'obtenir une
information déterminée concernant par exemple la variation du phénomène physique
étudié.

De tels systèmes de détermination comprennent par exemple un analyseur de
25 réseaux vectoriel (ou VNA de l'anglais « Vector network analyzer ») configuré pour
générer le ou les signaux d'interrogation et analyser le ou les signaux de sortie du capteur
passif.

Pour générer le ou les signaux d'interrogation, le système de détermination
comprend par exemple deux synthétiseurs de fréquence du type synthèse numérique
30 directe (ou DDS de l'anglais « Direct Digital Synthesis ») et deux amplificateurs à un gain
préfixé configurés pour amplifier des signaux générés par les synthétiseurs de fréquence.

Cependant, de tels systèmes de détermination présentent certaines limitations. En
particulier, ces systèmes de détermination, et notamment des synthétiseurs de fréquence
de type DDS présentent des fréquences de fonctionnement limitées. Actuellement, les
35 synthétiseurs de fréquence du type DDS sont typiquement configurés pour fonctionner à

une fréquence inférieure ou égale à 3 GHz et générer des signaux ayant une fréquence inférieure ou égale à 1,5 GHz.

En même temps, de tels systèmes de détermination comprenant un analyseur de réseaux vectoriel sont très coûteux.

5 Un but de l'invention est ainsi de pallier ces inconvénients, en proposant un système de détermination configuré pour fonctionner jusqu'à des fréquences élevées, et étant peu coûteux en même temps.

10 A cet effet, l'invention a pour objet un système de détermination d'au moins une donnée correspondant à une mesure d'une caractéristique d'un médium par au moins un capteur passif dépourvu d'alimentation électrique. Le système de détermination comprend un dispositif de génération de signaux radiofréquence comprenant un oscillateur de référence et un circuit de boucle à verrouillage de phase, le dispositif de génération étant configuré pour générer en sortie au moins un signal d'interrogation de mesure et un signal d'interrogation de référence de fréquence identique. Le système de détermination
15 comprend également le capteur passif comprenant une voie de mesure et une voie de référence, le capteur passif étant configuré pour recevoir, en entrée de la voie de mesure, au moins le signal d'interrogation de mesure, et pour recevoir, en entrée de la voie de référence, au moins le signal d'interrogation de référence, la voie de mesure étant configurée pour altérer le signal d'interrogation de mesure en fonction de la
20 caractéristique du médium, et configurée pour fournir un signal de sortie de mesure en sortie du capteur passif, la voie de référence étant configurée pour fournir un signal de sortie de référence en sortie du capteur passif. Le système de détermination comprend aussi un dispositif de conditionnement du signal de sortie de mesure et du signal de sortie de référence, le dispositif de conditionnement étant configuré pour générer, à partir du
25 signal de sortie de mesure et du signal de sortie de référence, au moins un signal traité numérique représentatif de la caractéristique du médium. De plus, le système de détermination comprend un contrôleur configuré pour générer un signal de commande à destination du dispositif de génération, en vue de commander la génération desdits au moins deux signaux radiofréquence par le dispositif de génération, le contrôleur étant en
30 outre configuré pour recevoir le signal traité numérique et pour exploiter le signal traité numérique afin de déterminer ladite donnée.

35 Un tel système de détermination permet d'augmenter la fréquence d'interrogation jusqu'à une fréquence sensiblement égale à 6 GHz. Ainsi, le système de détermination permet d'obtenir une fréquence de fonctionnement élevée. En particulier, le système de détermination permet d'obtenir une grande résolution, notamment grâce à une grande quantité de points de mesure obtenus.

En outre, le coût d'un tel système est réduit par rapport à ceux existants, compte tenu de la configuration conçue en fonction du choix des composants, notamment l'utilisation d'un circuit de boucle à verrouillage de phase dans le dispositif de génération de signaux radiofréquence.

5 Suivant des modes de réalisation particuliers, le système de détermination comprend une ou plusieurs caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

- 10 - Le circuit de boucle à verrouillage de phase est configuré pour générer au moins un premier et un deuxième signaux identiques en puissance et en fréquence, le circuit de boucle à verrouillage de phase étant en outre configuré pour générer un troisième et un quatrième signaux identiques en puissance et en fréquence, les troisième et quatrième signaux étant des signaux d'oscillation locale.
- 15 - Le dispositif de génération comprend en outre un premier et un deuxième amplificateurs, le premier amplificateur étant configuré pour amplifier le premier signal et pour générer, à partir du premier signal, le signal d'interrogation de mesure et un signal comparatif de mesure, le deuxième amplificateur étant configuré pour amplifier le deuxième signal et pour générer, à partir du deuxième signal, le signal d'interrogation de référence et un signal comparatif de référence.
- 20 - Le dispositif de conditionnement comprend un premier mixeur configuré pour mélanger le signal de sortie de mesure avec le troisième signal d'oscillation locale pour générer un signal de mesure mélangé, et un deuxième mixeur configuré pour mélanger le signal de sortie de référence avec le quatrième signal d'oscillation locale, pour générer un signal de référence mélangé.
- 25 - Le dispositif de conditionnement comprend en outre un premier et un deuxième filtres passe-bas, le premier filtre passe-bas étant configuré pour filtrer le signal de mesure mélangé pour produire au moins un premier signal traité, le deuxième filtre passe-bas étant configuré pour filtrer le signal de référence mélangé pour produire au moins un deuxième signal traité.
- 30 - Le dispositif de conditionnement comprend un premier démodulateur configuré pour démoduler le signal de sortie de mesure, en fonction du troisième signal d'oscillation locale, pour produire un signal de mesure démodulé et un deuxième démodulateur configuré pour démoduler le signal de sortie de référence, en fonction du quatrième signal d'oscillation locale, pour produire un signal de référence démodulé.
- 35

- Le dispositif de conditionnement comprend un premier et un deuxième filtres passe-bas, le premier filtre passe-bas étant configuré pour filtrer le signal de mesure démodulé pour produire au moins un premier signal traité, le deuxième filtre passe-bas étant configuré pour filtrer le signal de référence démodulé pour produire au moins un deuxième signal traité.
- Le circuit de boucle à verrouillage de phase comprend un oscillateur local commandé en tension par le signal de commande du contrôleur.
- Le signal de sortie de mesure et le signal de sortie de référence comprennent chacun une information de phase et une information d'amplitude.
- Au moins quatre transformateurs d'impédance sont configurés pour adapter l'impédance du signal de sortie de mesure ou du signal de sortie de référence.
- Le dispositif de génération est configuré pour générer des signaux radiofréquence présentant une fréquence maximale sensiblement égale à 6 GHz.
- Le dispositif de génération est configuré pour générer des signaux radiofréquence présentant une fréquence supérieure à 3 GHz.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation de l'invention, donnée à titre d'exemple uniquement, et en référence aux dessins parmi lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique d'un système de détermination selon l'invention ;
- la figure 2 est une représentation schématique d'un système de détermination selon un premier mode de réalisation du système de la figure 1 ;
- la figure 3 est une représentation schématique d'un système de détermination selon un deuxième mode de réalisation du système de la figure 1.

La figure 1 représente un système de détermination 1 d'au moins une donnée correspondant à une mesure d'une caractéristique d'un médium (non représenté) par au moins un capteur passif 2 dépourvu d'alimentation électrique.

Le médium est par exemple un gaz ou un liquide dans un environnement du capteur passif 2. Le médium comprend en particulier au moins une caractéristique qui est à déterminer. Par exemple, la caractéristique concerne une particule ou une composante chimique dans le gaz ou dans le liquide, tel qu'un type et/ou une concentration d'une particule dans le gaz ou dans le liquide. Selon un autre exemple, la caractéristique est une pression, une température, ou tout autre caractéristique physique du médium.

La donnée correspondant à la mesure de la caractéristique est par exemple un chiffre, une fonction variable dans le temps, ou une distribution statistique.

Le système de détermination 1 comprend un dispositif de génération de signaux radiofréquence 4, le capteur passif 2, un dispositif de conditionnement 6 et un contrôleur 8.

Le dispositif de génération 4 est configuré pour générer en sortie des signaux radiofréquence. Les signaux radiofréquence ont notamment une fréquence comprise entre 23,5 MHz et 6 GHz, par exemple comprise entre 3 GHz et 6 GHz. En particulier, le dispositif de génération 4 est configuré pour générer des signaux radiofréquence présentant une fréquence supérieure à 3 GHz. Notamment, le dispositif de génération 4 est configuré pour générer des signaux radiofréquence présentant une fréquence maximale sensiblement égale à 6 GHz.

En particulier, le dispositif de génération 4 est configuré pour générer au moins deux signaux radiofréquence à destination du capteur passif 2. Par exemple, le dispositif de génération 4 est configuré pour générer en sortie au moins un signal d'interrogation de mesure SI1 et au moins un signal d'interrogation de référence SI2. Notamment, le signal d'interrogation de mesure SI1 et le signal d'interrogation de référence SI2 ont une fréquence identique. Par exemple, les signaux d'interrogation SI1 et de référence SI2 sont de même amplitude et de même fréquence.

Notamment, le dispositif de génération 4 est configuré pour générer au moins le signal d'interrogation de mesure SI1 et au moins le signal d'interrogation de référence SI2 présentant chacun une fréquence comprise entre 3 GHz et 6 GHz, notamment une fréquence supérieure à 3 GHz.

Le capteur passif 2 est notamment un capteur passif à transduction électromagnétique (EM).

On entend par « capteur passif à transduction EM » un capteur passif dont la mesure de la valeur de la grandeur physique est basée sur une variation de la distribution du champ électromagnétique dans le capteur en fonction de la variation de la grandeur physique, entraînant une modification du signal appliqué en entrée du capteur.

Le capteur passif 2 est configuré pour recevoir en entrée le signal d'interrogation de mesure SI1 et le signal d'interrogation de référence SI2 et pour fournir en sortie un signal de sortie de mesure SS1 et un signal de sortie de référence SS2.

Le signal de sortie de mesure SS1 et le signal de sortie de référence SS2 comprennent chacun par exemple une information de phase et une information d'amplitude.

Plus particulièrement, le capteur passif 2 comprend une voie de mesure 10 et une voie de référence 12. La voie de mesure 10 est configurée pour recevoir en entrée le

signal d'interrogation de mesure SI1 et la voie de référence 12 est configurée pour recevoir en entrée le signal d'interrogation de référence SI2.

La voie de mesure 10 est configurée pour altérer le signal d'interrogation de mesure SI1 en fonction de la caractéristique du médium, et configurée pour fournir le signal de sortie de mesure SS1 en sortie du capteur passif 2. Le signal de sortie de mesure SS1 correspond ainsi au signal d'interrogation de mesure SI1 qui est altéré selon la caractéristique du médium. Par exemple, la voie de mesure 10 est configurée pour altérer la phase et l'amplitude du signal d'interrogation de mesure SI1.

La voie de référence 12 est par exemple configurée pour fournir un signal de sortie de référence SS2 identique au signal d'interrogation de référence SI2. Selon un autre exemple, la voie de référence 12 est configurée pour modifier le signal d'interrogation de référence SI2 selon une modification constante sur le temps ou une modification liée à un ensemble de paramètres comme pour la voie de mesure 10, à l'exclusion totale ou partielle de la caractéristique du médium que l'on souhaite mesurer. Par exemple, l'amplitude ou la phase du signal d'interrogation de référence SI2 est modifiée par un changement ou une modification liée à un ensemble de paramètres comme pour la voie de mesure, à l'exclusion totale ou partielle de la caractéristique du médium que l'on souhaite mesurer.

Le dispositif de conditionnement 6 est configuré pour générer, à partir du signal de sortie de mesure SS1 et du signal de sortie de référence SS2, au moins un signal traité numérique STN représentatif de la caractéristique du médium.

Le contrôleur 8 est configuré pour générer un signal de commande SC à destination du dispositif de génération 4, en vue de commander la génération des signaux radiofréquence par le dispositif de génération 4.

Le contrôleur 8 est en outre configuré pour recevoir le signal traité numérique STN et pour exploiter le signal traité numérique STN afin de déterminer la donnée.

Un premier mode de réalisation du système de détermination 1 va maintenant être décrit plus en détail en référence à la figure 2.

Le dispositif de génération 4 comprend un oscillateur de référence 20, un dispositif de synthèse de fréquence 22, également appelé par exemple synthétiseur de fréquence.

L'oscillateur de référence 20 est configuré pour générer un signal d'oscillation SO compris entre 10 MHz et 100 MHz. L'oscillateur de référence 20 est configuré pour transmettre le signal d'oscillation SO au dispositif de synthèse de fréquence 22.

Le dispositif de synthèse de fréquence 22 est configuré pour générer, à partir du signal d'oscillation SO, un premier, un deuxième, un troisième et un quatrième signal S1, S2, S3, S4 de fréquence différente du signal d'oscillation SO. Notamment, le dispositif de

synthèse de fréquence 22 comprend deux sorties différentielles, et le dispositif de synthèse de fréquence 22 est configuré pour générer pour chaque sortie différentielle deux signaux de sortie S1, S3 et S2, S4 respectivement.

La stabilité de fréquence de l'oscillateur de référence 20 est ainsi transférée au signal de sortie S1, S2, S3, S4 dont la fréquence est ajustable.

Notamment, le dispositif de synthèse de fréquence 22 est configuré pour générer, dans une gamme de fréquences donnée les signaux de sortie S1, S2, S3, S4 dont on peut ajuster la fréquence et l'amplitude. Selon un exemple, le dispositif de synthèse de fréquence 22 est configuré pour moduler la fréquence, la phase et/ou l'amplitude des signaux de sortie S1, S2, S3, S4.

Selon l'invention, le dispositif de synthèse de fréquence 22 comprend un circuit de boucle à verrouillage de phase 24.

Dans le mode de réalisation illustré sur la Figure 2, le dispositif de synthèse de fréquence 22 comprend en outre un oscillateur local 26 et un diviseur de sortie 28 (ou « output divider » en anglais).

Le circuit de boucle à verrouillage de phase 24, également appelé PLL (de l'anglais « Phase-locked loop »), est, de manière connue en soi, configuré pour modifier un angle de phase du signal d'oscillation SO reçu en entrée de sorte que le décalage de la phase entre le signal d'oscillation SO provenant de l'oscillateur de référence 20 et un signal généré par l'oscillateur local 26 reste sensiblement proche et constant.

Par exemple, le signal d'oscillation SO est une oscillation indépendante de l'oscillateur local 26. Lorsque le signal généré par l'oscillateur local 26 est modifié, le circuit de boucle à verrouillage de phase 24 est configuré pour recevoir le signal d'oscillation SO en entrée et pour modifier l'angle de phase de ce signal pour fournir au moins un signal en sortie. Le signal d'oscillation SO est ainsi modifié par le circuit de boucle à verrouillage de phase 24 en fonction du signal généré par l'oscillateur local 26.

L'oscillateur local 26, également appelé VCO (de l'anglais « Voltage Controlled Oscillator »), est un oscillateur commandé en tension par le signal de commande SC du contrôleur 8. Par exemple, la fréquence de l'oscillateur local 26 est modifiée en fonction du signal de contrôle SC.

Le diviseur de sortie 28 est configuré pour diviser le signal fourni par le circuit de boucle à verrouillage de phase 24, en particulier configuré pour générer les signaux S1, S2, S3, S4 à partir du signal fourni par le circuit de boucle à verrouillage de phase 24.

Selon l'exemple de la figure 1, le dispositif de synthèse de fréquence 22, et en particulier le circuit de boucle à verrouillage de phase 24, est configuré pour générer au moins le premier signal S1 et le deuxième signal S2 identiques en terme de puissance et

de fréquence. Les premier et deuxième signaux S1, S2 sont notamment en opposition de phase l'un par rapport à l'autre. En outre, le dispositif de synthèse de fréquence 22 est configuré pour générer le troisième signal S3 et le quatrième signal S4, identiques en terme de puissance et de fréquence. Les troisième et quatrième signaux S3, S4 sont
5 notamment en opposition de phase l'un par rapport à l'autre. Les troisième et quatrième signaux S3, S4 sont notamment des signaux d'oscillation locale.

Le dispositif de génération 4 comprend en outre un premier amplificateur 30 et un deuxième amplificateur 32. Le premier amplificateur 30 est configuré pour amplifier le premier signal S1 et pour générer, à partir du premier signal S1, le signal d'interrogation
10 de mesure SI1 et un signal comparatif de mesure SC1.

Le deuxième amplificateur 32 est configuré pour amplifier le deuxième signal S2 et pour générer, à partir du deuxième signal S2, le signal d'interrogation de référence SI2 et un signal comparatif de référence SC2.

Les premiers et deuxième amplificateurs 30, 32 sont des amplificateurs différentiels. Notamment, les premiers et deuxième amplificateurs 30, 32 sont des
15 amplificateurs présentant un gain ajustable.

Chaque amplificateur 30, 32 est par exemple configuré pour fonctionner en mode différentiel, configuré pour recevoir des signaux différentiels en entrée et pour fournir des signaux différentiels en sortie.

Selon un autre exemple, chaque amplificateur 30, 32 est configuré pour
20 fonctionner en mode semi-différentiel, configuré pour recevoir en entrée des signaux non différentiels et pour fournir en sortie des signaux différentiels. Dans le cas d'un fonctionnement en mode semi-différentiel, des baluns (non représentés) sont disposés en entrée de l'amplificateur 30, 32.

Le fait d'utiliser l'amplificateur 30, 32 en mode semi-différentiel permet notamment
25 de limiter la complexité de l'amplificateur et les coûts en réduisant le nombre de composants.

Chaque amplificateur 30, 32 admet par exemple un gain en tension ajustable à 6 dB, 12 dB et 15,5 dB en fonctionnement différentiel, 5,3 dB, 10,3 dB et 13 dB en
30 fonctionnement semi-différentiel. Ainsi, si le gain est ajusté à 10 dB, alors chaque voie de sortie différentielle, à savoir les signaux SI1, SC1 ou SI2, SC2, est amplifiée de 5 dB.

Le dispositif de génération 4 est notamment configuré pour générer en sortie les signaux SI1, SI2, SC1 et SC2. Les signaux SI1, SI2, SC1 et SC2 sont notamment des signaux radiofréquence et différentiels. Par « signal différentiel », il est entendu un signal
35 comprenant une composante positive et une composante négative. Notamment, la

composante négative a une valeur absolue identique à la composante positive du signal différentiel.

En particulier, chaque amplificateur 30, 32 est configuré pour fournir deux signaux en opposition de phase de même puissance pour chacune des sorties. Selon l'exemple, le signal SI1 est en opposition de phase avec le signal SC1 et le signal SI2 est en opposition de phase avec le signal SC2.

Le signal d'interrogation de mesure SI1 est destiné à être reçu en entrée de la voie de mesure 10 du capteur passif 2. Dans la voie de mesure, le signal d'interrogation de mesure SI1 est altéré en fonction de la valeur de la caractéristique mesurée par le capteur passif, pour fournir en sortie de la voie de mesure 10 un signal de sortie de mesure SS1.

Par ailleurs, le signal comparatif de mesure SC1 n'est pas altéré en fonction de la valeur de la caractéristique mesurée par le capteur.

Le signal d'interrogation de référence SI2 est destiné à être reçu en entrée de la voie de référence 12 du capteur 2. Dans la voie de référence 12, le signal d'interrogation de référence SI2 n'est pas altéré en fonction de la valeur de la caractéristique mesurée par le capteur, mais son amplitude ou sa phase peut être modifiée par un changement indépendant tout ou partiellement de la caractéristique mesurée, pour fournir, en sortie de la voie de référence 12, un signal de sortie de référence SS2.

Selon le premier mode de réalisation, le dispositif de conditionnement 6 est configuré pour recevoir en entrée le signal comparatif de mesure SC1, le signal comparatif de référence SC2, le signal de sortie de mesure SS1, le signal de sortie de référence SS2 et les signaux en sortie du dispositif 22, S3 et S4. Le dispositif de conditionnement 6 est notamment configuré pour générer en sortie au moins le signal traité numérique STN.

Le dispositif de conditionnement 6 comprend un premier mixeur 40, un deuxième mixeur 42, un premier filtre passe-bas 44, un deuxième filtre passe-bas 46 et un convertisseur analogique-numérique 48, également appelé CAN.

Le premier mixeur 40 est configuré pour mélanger le signal de sortie de mesure SS1 avec le troisième signal S3 provenant du diviseur de sortie 28, qui joue le rôle de signal d'oscillation locale, pour générer un signal de mesure mélangé SM1.

Le premier mixeur 40 est par ailleurs configuré pour mélanger le signal comparatif de mesure SC1 avec le troisième signal S3, pour générer un signal comparatif de mesure mélangé SCM1.

Le deuxième mixeur 42 est configuré pour mélanger le signal de sortie de référence SS2 avec le quatrième signal S4, en tant que signal d'oscillation locale pour générer un signal de référence mélangé SM2.

Le deuxième mixeur 42 est par ailleurs configuré pour mélanger le signal comparatif de référence SC2 avec le quatrième signal S4, pour générer un signal comparatif de référence mélangé SCM2.

5 Chaque mixeur 40, 42 comprend par exemple deux noyaux de mixage (non représentés). Chaque mixeur 40, 42 est configuré pour fonctionner dans une gamme de fréquence comprise entre 100 MHz et 6 GHz. En outre, chaque mixeur 40, 42 comprend par exemple un dispositif de linéarisation configuré pour linéariser des opérations de mixage.

10 Le premier filtre passe-bas 44 est configuré pour filtrer le signal de mesure mélangé SM1 pour produire au moins un premier signal traité ST1. Le deuxième filtre passe-bas 46 est configuré pour filtrer le signal de référence mélangé SM2 pour produire au moins un deuxième signal traité ST2. Les premier et deuxième signaux traités ST1, ST2 sont notamment des signaux analogiques.

15 Le premier filtre passe-bas 44 est en outre configuré pour filtrer le signal comparatif de mesure mélangé pour produire un troisième signal traité ST3. Le deuxième filtre passe-bas 46 est de même configuré pour filtrer le signal comparatif de référence mélangé pour produire un quatrième signal traité ST4.

20 En particulier, chaque filtre passe-bas 44, 46 est configuré pour atténuer des éventuels signaux parasites dont la fréquence ne correspond pas à celle du signal souhaité, telles que par exemple des harmoniques de la fréquence d'oscillation de l'oscillateur local 26.

Chaque filtre passe-bas 44, 46 est par exemple un filtre d'ordre 4, tel qu'un filtre passe bas de Tchebychev d'ordre 4.

25 Les premier et deuxième filtres passe-bas 44, 46 sont configurés pour transmettre le premier et deuxième signal traités ST1, ST2 vers le convertisseur analogique-numérique 48.

30 Le convertisseur analogique-numérique 48 est, de manière connue en soi, configuré pour convertir les premier et deuxième signaux traités ST1, ST2, ainsi que les troisième et quatrième signaux traités ST3, ST4, en signal traité numérique STN représentatif de la caractéristique du médium.

Le contrôleur 8 est notamment configuré pour exploiter le signal traité numérique STN afin de déterminer la donnée correspondant à la mesure de la caractéristique du médium. Par exemple, le contrôleur 8 est configuré pour appliquer au moins une fonction prédéterminée au signal traité numérique STN afin d'obtenir cette donnée.

Le contrôleur 8 comprend une horloge qui est par exemple configurée pour fonctionner à une fréquence comprise entre 60 et 100 MHz, de préférence sensiblement égale à 84 MHz.

Un deuxième mode de réalisation du système de détermination va maintenant être décrit en référence à la figure 3.

Les éléments identiques par rapport au premier mode de réalisation ne sont pas répétés. Seules les différences entre ces modes de réalisation sont mises en évidence.

De préférence, le dispositif de génération 4 selon le deuxième mode de réalisation diffère du dispositif de génération selon le premier mode de réalisation en ce qu'il est dépourvu d'amplificateurs.

Ainsi, le dispositif de synthèse de fréquence 22, et en particulier le circuit de boucle à verrouillage de phase 24, est configuré pour générer au moins le premier signal S1, qui est le signal d'interrogation de mesure SI1, et le deuxième signal S2, qui est le signal d'interrogation de référence SI2.

Selon le deuxième mode de réalisation, le dispositif de synthèse de fréquence 22 du dispositif de génération 4 est ainsi configuré pour générer en sortie le signal d'interrogation de mesure SI1 et le signal d'interrogation de référence SI2 à destination du capteur passif 2. Le dispositif de synthèse de fréquence 22 est ainsi directement connecté au capteur passif 2, et en particulier directement connecté à la voie de mesure 10 et à la voie de référence 12.

Le signal d'interrogation de mesure SI1 est par exemple du type

$$SI1(t) = -A_1 \times \cos(\omega t + \varphi_1),$$

A_1 étant l'amplitude (constante) du signal, ω la pulsation et φ_1 étant l'angle de phase.

Selon cet exemple, le signal d'interrogation de référence SI2 est

$$SI2(t) = -A_2 \times \cos(\omega t + \varphi_2),$$

A_2 étant l'amplitude constante du signal et φ_2 étant l'angle de phase.

Le dispositif de synthèse de fréquence 22 est en outre configuré pour générer les troisième et quatrième signaux S3, S4 en sortie.

Selon le présent exemple, le troisième signal S3 est défini comme suit :

$$S3 = A_1 \times \cos(\omega t + \varphi_1)$$

et le quatrième signal S4 est défini comme suit :

$$S4 = A_2 \times \cos(\omega t + \varphi_2).$$

Le troisième signal et le quatrième signal S3, S4 jouent à la fois le rôle de signal comparatif et de signal d'oscillation locale.

Le composant sous test ou le capteur passif 2 est configuré pour modifier le signal d'interrogation de mesure SI1, pour fournir en sortie le signal de sortie de mesure SS1 par exemple défini comme suit :

12

$$SS1 = -A'_1 \times \cos(\omega t + \varphi'_1),$$

$-A'_1$ étant la constante A_1 modifiée en fonction de la caractéristique du médium, et φ'_1 étant l'angle de phase φ_1 modifié selon la caractéristique du médium.

En outre, le capteur passif 2 est configuré pour fournir en sortie le signal de sortie de référence SS2, par exemple défini comme suit :

$$SS2 = -A'_2 \times \cos(\omega t + \varphi'_2),$$

avec $-A'_2$ étant la constante A_2 éventuellement modifiée de manière constante sur le temps ou comprenant une modification liée à un ensemble de paramètres comme pour la voie de mesure 10, à l'exclusion totale ou partielle de la caractéristique du médium que l'on souhaite mesurer, et φ'_2 étant l'angle de phase φ_2 éventuellement modifié de manière constante sur le temps ou comprenant une modification liée à un ensemble de paramètres comme pour la voie de mesure 10, à l'exclusion totale ou partielle de la caractéristique du médium que l'on souhaite mesurer.

Le dispositif de conditionnement 6 comprend un premier démodulateur 50, un deuxième démodulateur 52, un premier filtre passe-bas 54 et un deuxième filtre passe-bas 56.

Le premier démodulateur 50 est configuré pour démoduler le signal de sortie de mesure SS1, en fonction du troisième signal S3, pour produire un signal de mesure démodulé SD1.

Le signal de mesure démodulé SD1 comprend par exemple deux signaux, I_CH1 et Q_CH1 définis comme suit :

$$I_CH1 = k \times [A_1 \times \cos(\omega t + \varphi_1)] \times [-A'_1 \times \cos(\omega t + \varphi'_1)]$$

$$I_CH1 = \frac{-k \times A_1 \times A'_1}{2} \times \cos(2\omega t + \varphi_1 + \varphi'_1) + \frac{-k \times A_1 \times A'_1}{2} \times \cos(\varphi_1 - \varphi'_1)$$

$$Q_CH1 = k \times [A_1 \times \sin(\omega t + \varphi_1)] \times [-A'_1 \times \cos(\omega t + \varphi'_1)]$$

$$Q_CH1 = \frac{-k \times A_1 \times A'_1}{2} \times \sin(2\omega t + \varphi_1 + \varphi'_1) + \frac{-k \times A_1 \times A'_1}{2} \times \sin(\varphi_1 - \varphi'_1)$$

avec k étant un facteur de conversion du premier démodulateur 50.

Le deuxième démodulateur 52 est configuré pour démoduler le signal de sortie de référence SS2, en fonction du quatrième signal S4, pour produire un signal de référence démodulé SD2.

Le signal de référence démodulé SD2 comprend par exemple deux signaux, I_CH2 et Q_CH2 définis comme suit :

$$I_CH2 = k \times [A_2 \times \cos(\omega t + \varphi_2)] \times [-A'_2 \times \cos(\omega t + \varphi'_2)]$$

13

$$I_CH2 = \frac{-k \times A_2 \times A'_2}{2} \times \cos(2\omega t + \varphi_2 + \varphi'_2) + \frac{-k \times A_2 \times A'_2}{2} \times \cos(\varphi_2 - \varphi'_2)$$

$$Q_CH2 = k \times [A_2 \times \sin(\omega t + \varphi_2)] \times [-A'_2 \times \cos(\omega t + \varphi'_2)]$$

5

$$Q_CH2 = \frac{-k \times A_2 \times A'_2}{2} \times \sin(2\omega t + \varphi_2 + \varphi'_2) + \frac{-k \times A_2 \times A'_2}{2} \times \sin(\varphi_2 - \varphi'_2)$$

Notamment, les premier et deuxième démodulateurs 50, 52 sont configurés pour démoduler des signaux analogiques et pour générer en sortie des signaux analogiques. En d'autres termes, les premier et deuxième démodulateurs 50, 52 sont configurés pour fonctionner dans le domaine analogique.

10

Le premier filtre passe-bas 54 est configuré pour filtrer le signal de mesure démodulé SD1 pour produire au moins un premier signal traité ST1.

Le deuxième filtre passe-bas 56 est configuré pour filtrer le signal de référence démodulé SD2 pour produire au moins un deuxième signal traité ST2.

15

Par exemple, le premier filtre passe-bas 54 correspond au premier filtre passe-bas 44 du premier mode de réalisation, et le deuxième filtre passe-bas 56 correspond au deuxième filtre passe-bas 46 du premier mode de réalisation.

Le premier et le deuxième filtre passe-bas 54, 56 sont destinés notamment à extraire du signal de mesure démodulé SD1 et du signal de référence démodulé SD2 la composante continue de ces signaux.

20

Par exemple, le premier filtre passe-bas 54 est configuré pour fournir, à partir des signaux I_CH1 et Q_CH1 respectivement le premier signal traité ST1 comprenant deux signaux continus VI_CH1 et VQ_CH1, définis comme suit :

$$VI_CH1 = \frac{-k \times A_1 \times A'_1}{2} \times \cos(\varphi_1 - \varphi'_1)$$

25

$$VQ_CH1 = \frac{-k \times A_1 \times A'_1}{2} \times \sin(\varphi_1 - \varphi'_1).$$

Le deuxième filtre passe-bas 56 est par exemple configuré pour fournir, à partir des signaux I_CH2 et Q_CH2 respectivement le signal traité ST2 comprenant par exemple deux signaux continus VI_CH2 et VQ_CH2, définis comme suit :

$$VI_CH2 = \frac{-k \times A_2 \times A'_2}{2} \times \cos(\varphi_2 - \varphi'_2)$$

30

$$VQ_CH2 = \frac{-k \times A_2 \times A'_2}{2} \times \sin(\varphi_2 - \varphi'_2).$$

Le convertisseur analogique-numérique 48 est notamment configuré pour convertir les composantes VI_CH1, VQ_CH1, VI_CH2, VQ_CH2 en composantes numériques

comprises dans le signal traité numérique STN, appelés NI_CH1, NQ_CH1, NI_CH2, NQ_CH2.

Le contrôleur 8 est notamment configuré pour recevoir le signal traité numérique STN et pour exploiter le signal traité numérique STN afin de déterminer la donnée, notamment par détermination du gain des signaux et de l'angle de phase.

Par exemple, le contrôleur 8 est configuré pour déterminer les gains en décibel et les angles de phases en degré selon les équations suivantes :

$$\text{Gain(dB)} = 20 \times \log_{10} \left(\sqrt{(\text{NI_CH1}^2 + \text{NQ_CH1}^2)} \right)$$

$$\text{Gain(dB)} = 20 \times \log_{10} \left(\sqrt{(\text{VI_CH1}^2 + \text{VQ_CH1}^2)} \right)$$

$$\text{Phase}(\text{°}) = \left[\text{Arctan2} \left(\frac{\text{NQ_CH1}}{\text{NI_CH1}} \right) \right] \times \left(\frac{180^\circ}{\pi} \right)$$

$$\text{Phase}(\text{°}) = \left[\text{Arctan2} \left(\frac{\text{VQ_CH1}}{\text{VI_CH1}} \right) \right] \times \left(\frac{180^\circ}{\pi} \right).$$

Le dispositif de conditionnement 6 comprend en outre par exemple quatre transformateurs d'impédance 58, également appelés baluns (de l'anglais « balanced-unbalanced »). Les transformateurs d'impédance sont connus en soi.

Dans le système de détermination 1, selon le deuxième mode de réalisation, les transformateurs d'impédance 58 sont notamment configurés pour adapter l'impédance du signal de sortie de mesure SS1 ou du signal de sortie de référence SS2.

Selon le premier et deuxième mode de réalisation, le système de détermination 1 est configuré pour effectuer une mesure différentielle compte tenu de la voie de mesure 10 et de la voie de référence 12. Selon un mode de réalisation alternatif, le système de détermination 1 comprend deux voies de mesure.

Des combinaisons, lorsque techniquement possible, entre le premier mode de réalisation et le deuxième mode de réalisation, sont également envisageables.

On conçoit que le système de détermination 1 présente une pluralité d'avantages.

Notamment, le circuit de boucle à verrouillage de phase 24 permet d'obtenir un système de détermination 1 présentant une fréquence de fonctionnement jusqu'à 6 GHz.

Le fait d'utiliser le capteur passif 2 comprenant la voie de mesure 10 et la voie de référence 12 permet d'obtenir des mesures différentielles. Aussi, une grande précision de mesure et une compensation d'effets non spécifiques, telles que des variations de paramètres non spécification à la caractéristique du médium sont obtenues grâce aux deux voies 10, 12 du capteur passif 2.

5 Finalement, les composantes utilisées sont globalement faibles en coût par rapport à la précision de la donnée obtenue par le système de détermination 1 de la caractéristique du médium. Par exemple, le circuit de boucle à verrouillage de phase 24 selon l'invention est globalement moins cher qu'un synthétiseur de fréquence selon le principe de synthèse numérique directe (ou DDS de l'anglais « Direct Digital Synthesis ») avec des performances comparables.

REVENDICATIONS

1.- Système de détermination (1) d'au moins une donnée correspondant à une mesure d'une caractéristique d'un médium par au moins un capteur passif (2) dépourvu d'alimentation électrique, caractérisé en ce que le système de détermination (1) comprend :

- un dispositif de génération (4) de signaux radiofréquence comprenant un oscillateur de référence (20) et un circuit de boucle à verrouillage de phase (24), le dispositif de génération (4) étant configuré pour générer en sortie au moins un signal d'interrogation de mesure (SI1) et un signal d'interrogation de référence (SI2) de fréquence identique ;

- le capteur passif (2) comprenant une voie de mesure (10) et une voie de référence (12), le capteur passif (2) étant configuré pour recevoir, en entrée de la voie de mesure (10), au moins le signal d'interrogation de mesure (SI1), et pour recevoir, en entrée de la voie de référence (12), au moins le signal d'interrogation de référence (SI2), la voie de mesure (10) étant configurée pour altérer le signal d'interrogation de mesure (SI1) en fonction de la caractéristique du médium, et configurée pour fournir un signal de sortie de mesure (SS1) en sortie du capteur passif (2), la voie de référence (12) étant configurée pour fournir un signal de sortie de référence (SS2) en sortie du capteur passif (2) ;

- un dispositif de conditionnement (6) du signal de sortie de mesure (SS1) et du signal de sortie de référence (SS2), le dispositif de conditionnement (6) étant configuré pour générer, à partir du signal de sortie de mesure (SS1) et du signal de sortie de référence (SS2), au moins un signal traité numérique (STN) représentatif de la caractéristique du médium,

- un contrôleur (8) configuré pour générer un signal de commande (SC) à destination du dispositif de génération (4), en vue de commander la génération desdits au moins deux signaux radiofréquence par le dispositif de génération (4), le contrôleur (8) étant en outre configuré pour recevoir le signal traité numérique (STN) et pour exploiter le signal traité numérique (STN) afin de déterminer ladite donnée.

2.- Système de détermination (1) selon la revendication 1, dans lequel le circuit de boucle à verrouillage de phase (24) est configuré pour générer au moins un premier et un deuxième signaux identiques en puissance et en fréquence (S1, S2), le circuit de boucle à verrouillage de phase (24) étant en outre configuré pour générer un troisième et un

quatrième signaux identiques en puissance et en fréquence (S3, S4), les troisième et quatrième signaux (S3, S4) étant des signaux d'oscillation locale.

3.- Système de détermination (1) selon la revendication 2, dans lequel le dispositif
5 de génération (4) comprend en outre un premier et un deuxième amplificateurs (30, 32), le premier amplificateur (30) étant configuré pour amplifier le premier signal (S1) et pour générer, à partir du premier signal (S1), le signal d'interrogation de mesure (SI1) et un signal comparatif de mesure (SC1), le deuxième amplificateur (32) étant configuré pour amplifier le deuxième signal (S2) et pour générer, à partir du deuxième signal (S2), le
10 signal d'interrogation de référence (SI2) et un signal comparatif de référence (SC2).

4.- Système de détermination (1) selon la revendication 3, dans lequel le dispositif de conditionnement (6) comprend un premier mixeur (40) configuré pour mélanger le signal de sortie de mesure (SS1) avec le troisième signal d'oscillation locale (S3) pour
15 générer un signal de mesure mélangé (SM1), et un deuxième mixeur (42) configuré pour mélanger le signal de sortie de référence (SS2) avec le quatrième signal d'oscillation locale (S4), pour générer un signal de référence mélangé (SM2).

5.- Système de détermination (1) selon la revendication 4, dans lequel le dispositif de conditionnement (6) comprend en outre un premier et un deuxième filtres passe-bas (44, 46), le premier filtre passe-bas (44) étant configuré pour filtrer le signal de mesure mélangé (SM1) pour produire au moins un premier signal traité (ST1), le deuxième filtre passe-bas (46) étant configuré pour filtrer le signal de référence mélangé (SM2) pour produire au moins un deuxième signal traité (ST2).

25 6.- Système de détermination (1) selon la revendication 2, dans lequel le dispositif de conditionnement (6) comprend un premier démodulateur (50) configuré pour démoduler le signal de sortie de mesure (SS1), en fonction du troisième signal d'oscillation locale (S3), pour produire un signal de mesure démodulé (SD1) et un
30 deuxième démodulateur (52) configuré pour démoduler le signal de sortie de référence (SS2), en fonction du quatrième signal d'oscillation locale (S4), pour produire un signal de référence démodulé (SD2).

35 7.- Système de détermination (1) selon la revendication 6, dans lequel le dispositif de conditionnement (6) comprend un premier et un deuxième filtres passe-bas (54, 56), le premier filtre passe-bas (54) étant configuré pour filtrer le signal de mesure démodulé

(SD1) pour produire au moins un premier signal traité (ST1), le deuxième filtre passe-bas (56) étant configuré pour filtrer le signal de référence démodulé (SD2) pour produire au moins un deuxième signal traité (ST2).

5 8.- Système de détermination (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le circuit de boucle à verrouillage de phase (24) comprend un oscillateur local (26) commandé en tension par le signal de commande du contrôleur (8).

10 9.- Système de détermination (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le signal de sortie de mesure (SS1) et le signal de sortie de référence (SS2) comprennent chacun une information de phase et une information d'amplitude.

15 10.- Système de détermination (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant au moins quatre transformateurs d'impédance (58) configurés pour adapter l'impédance du signal de sortie de mesure (SS1) ou du signal de sortie de référence (SS2).

20 11.- Système de détermination (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le dispositif de génération (4) est configuré pour générer des signaux radiofréquence présentant une fréquence maximale sensiblement égale à 6 GHz.

25 12.- Système de détermination (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le dispositif de génération (4) est configuré pour générer des signaux radiofréquence présentant une fréquence supérieure à 3 GHz.

1/3

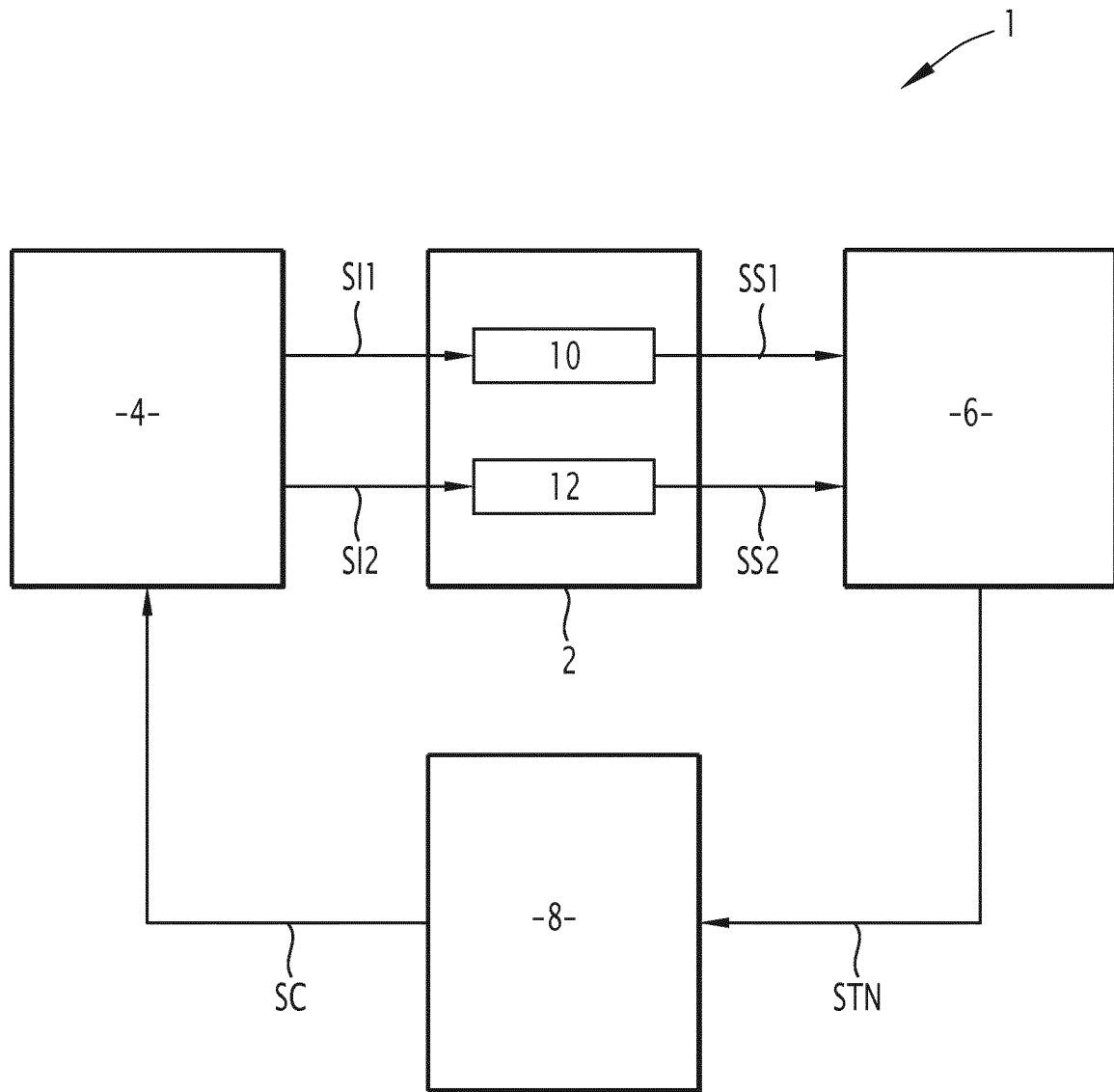


FIG.1

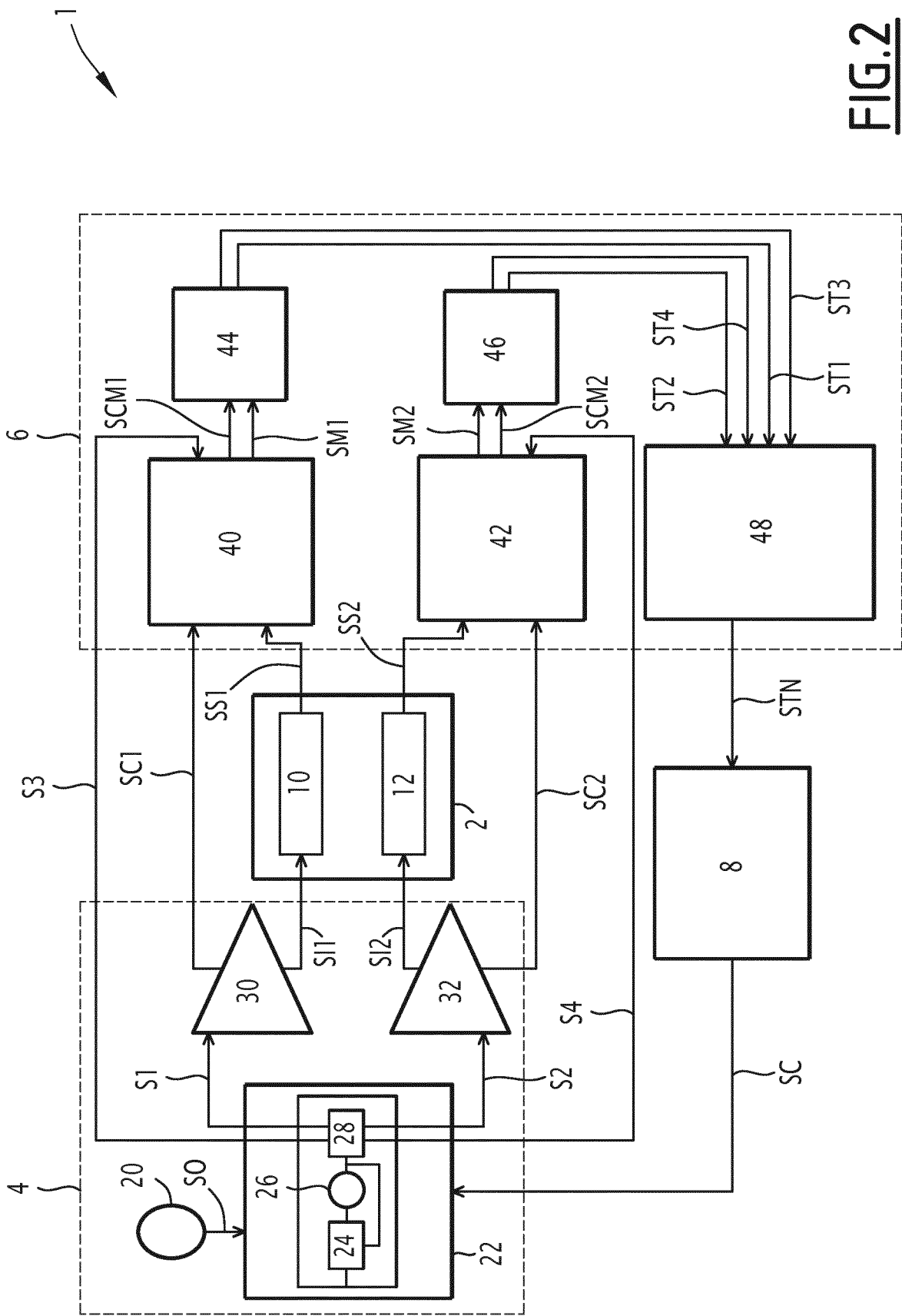


FIG.2

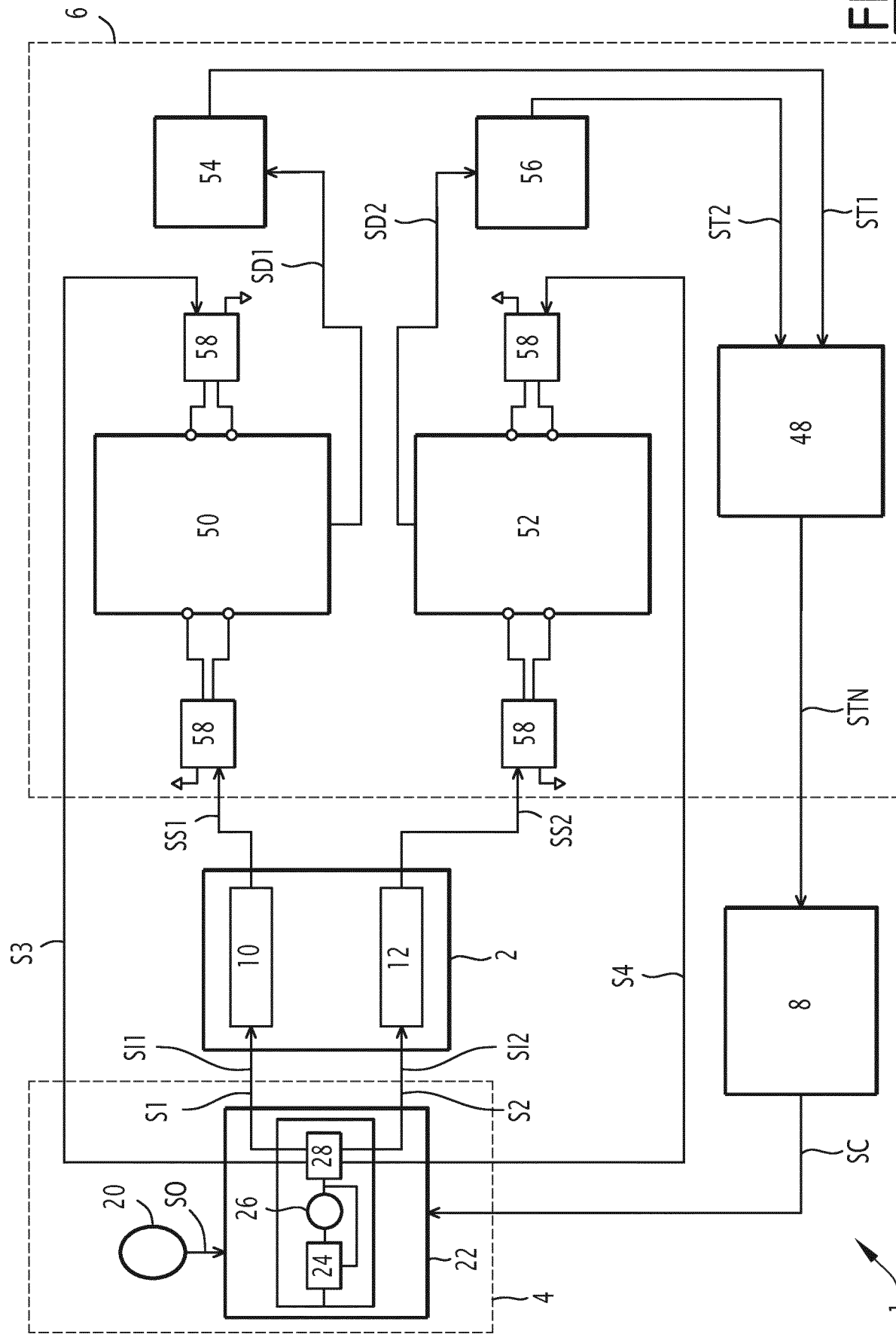


FIG.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/067985

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01R 25/00**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2980590 A1 (UNIV KANAZAWA NAT UNIV CORP [JP]) 03 February 2016 (2016-02-03)	1,9,10
Y	abstract; figures 1-9	2,6-8
A	paragraphs [0003] - [0008], [0010] - [0024], [0041] - [0064], [0115], [0116]	3-5,11,12
Y	US 2010128342 A1 (ABRAMOVITCH DANIEL Y [US]) 27 May 2010 (2010-05-27)	2,6-8
	abstract; figures 3-9	
	paragraphs [0007], [0008], [0020], [0023] - [0028], [0031]	

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 September 2019

Date of mailing of the international search report

25 September 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Kleiber, Michael

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/067985

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
EP	2980590	A1	03 February 2016	EP	2980590 A1	03 February 2016
				JP	6025082 B2	16 November 2016
				JP	WO2014155983 A1	16 February 2017
				US	2016047841 A1	18 February 2016
				WO	2014155983 A1	02 October 2014
US	2010128342	A1	27 May 2010	NONE		

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2019/067985

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G01R25/00 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) G01R		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 2 980 590 A1 (UNIV KANAZAWA NAT UNIV CORP [JP]) 3 février 2016 (2016-02-03)	1,9,10
Y	abrégé; figures 1-9	2,6-8
A	alinéas [0003] - [0008], [0010] - [0024], [0041] - [0064], [0115], [0116]	3-5,11,12
Y	US 2010/128342 A1 (ABRAMOVITCH DANIEL Y [US]) 27 mai 2010 (2010-05-27) abrégé; figures 3-9 alinéas [0007], [0008], [0020], [0023] - [0028], [0031]	2,6-8
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 17 septembre 2019	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 25/09/2019	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé Kleiber, Michael	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2019/067985

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2980590	A1	03-02-2016	EP 2980590 A1 03-02-2016
			JP 6025082 B2 16-11-2016
			JP W02014155983 A1 16-02-2017
			US 2016047841 A1 18-02-2016
			WO 2014155983 A1 02-10-2014

US 2010128342	A1	27-05-2010	AUCUN
