

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 30.11.12.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 06.06.14 Bulletin 14/23.

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 :

71 Demandeur(s) : THALES Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : DUBOST JEAN PIERRE.

73 Titulaire(s) : THALES Société anonyme.

74 Mandataire(s) : MARKS & CLERK FRANCE Société en nom collectif.

54 PROCÉDE DE DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES D UN SIGNAL RADAR EN PRESENCE D INTERFERENCES.

57 Procédé de détermination des caractéristiques d'un signal comprenant une pluralité d'impulsions, consistant à déterminer au moins la période de répétition des impulsions (PRI) et comportant les étapes:

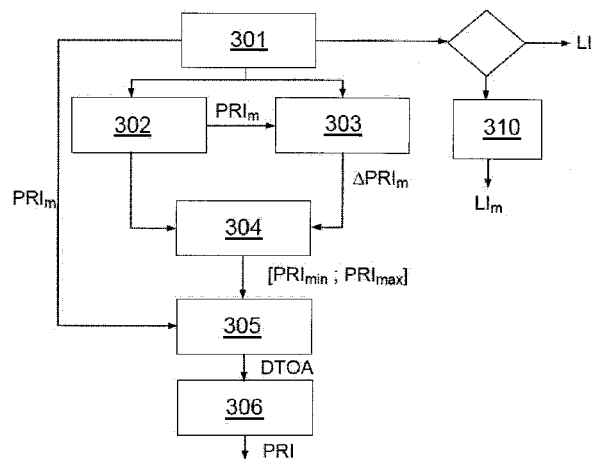
- Calculer (302) la période de répétition moyenne PRI_m des impulsions en présence d'interférences,

- Calculer (303) l'écart type ΔPRI_m de la période de répétition moyenne PRI_m des impulsions en présence d'interférences,

- Définir (304) un domaine d'agilité $[PRI_{min}; PRI_{max}]$ de la période de répétition des impulsions (PRI) de la façon suivante $PRI_{min} = (PRI_m + k \cdot \Delta PRI_m) / \alpha$ et $PRI_{max} = \alpha \cdot (PRI_m - k \cdot \Delta PRI_m)$, avec α un facteur d'excursion strictement positif et inférieur ou égal à 2 et k un nombre strictement positif,

- Calculer (305) les différences de temps d'arrivée (DTOA) entre deux fronts avant ou deux fronts arrière de deux impulsions successivement reçues,

- Eliminer (306) les valeurs des différences de temps d'arrivée qui sont hors du domaine d'agilité $[PRI_{min}; PRI_{max}]$.



Procédé de détermination des caractéristiques d'un signal radar en présence d'interférences

Le domaine technique de l'invention concerne les systèmes de surveillance de l'environnement électromagnétique et plus précisément les systèmes de détection et d'identification d'un signal radar.

L'invention a pour objet un procédé de détermination des caractéristiques d'un signal radar en présence d'interférences causées par des systèmes environnants rayonnants qui provoquent une gêne pour la capture et l'analyse des impulsions dont le signal est composé.

L'invention s'applique avantageusement à un système d'identification de radar embarqué sur une plateforme multi-systèmes qui comprend par ailleurs d'autres systèmes rayonnants tels un système de communications, d'aide à la navigation ou un dispositif de brouillage.

L'invention s'applique également pour un système d'identification de radar localisé dans un environnement électromagnétique soumis à des interférences provenant par exemple d'infrastructures de communications telles une antenne relai et pour lequel un indicateur de la présence d'interférences est disponible.

20

Les systèmes d'identification de radar ont pour but d'analyser les signaux émis par un radar situé dans leur portée pour caractériser le mode d'émission du radar. Un signal radar est le plus souvent formé d'une succession d'impulsions émises périodiquement. La caractérisation d'un mode d'émission radar passe par l'estimation de la fréquence du signal, de la période de répétition des impulsions et de la durée temporelle d'une impulsion, encore appelée longueur d'impulsion. Ces paramètres peuvent varier au cours du temps. L'estimation du paramètre de période d'impulsion nécessite la mesure de l'instant de réception de chaque impulsion qui est obtenue indirectement en mesurant la différence de temps entre la réception

30

de deux impulsions successives. L'estimation du paramètre de longueur d'impulsion nécessite la mesure des instants de début et de fin d'impulsions.

Lorsque l'environnement électromagnétique est soumis à des
5 interférences provenant d'autres systèmes situés à portée du système d'identification de radar, le signal radar reçu est dégradé de sorte que certaines impulsions sont totalement ou partiellement atténuées ou que leur détection est rendue impossible car non fiable. Dans un tel cas, l'estimation des caractéristiques du signal radar et donc l'identification du mode radar
10 deviennent moins fiables voire impossibles.

Le problème de la vulnérabilité aux interférences est notamment présent dans le cas de plateformes multi-systèmes qui embarquent, dans un espace réduit, à la fois un système d'identification radar et d'autres systèmes rayonnants qui sont source de gênes.

15 Un problème similaire existe lorsque les interférences proviennent d'infrastructures indépendantes du système d'identification de radar.

Dans le cas d'une plateforme multi-systèmes, une solution connue pour limiter la présence d'interférences, consiste à faire coopérer les
20 différents systèmes entre eux afin d'interdire aux systèmes interférents d'émettre lorsque le système d'identification cherche à analyser un signal radar, autrement dit à imposer des silences d'émission aux systèmes interférents.

Une telle solution présente de nombreuses limitations. Tout d'abord,
25 lorsque le nombre de systèmes interférents est important et que le nombre de radars à identifier l'est également, il devient difficile de faire coopérer l'ensemble des systèmes de sorte à imposer des intervalles temporels de durée suffisante pendant lesquels aucun signal interférent n'est émis.

En outre, les systèmes d'identification de radar peuvent être couplés à
30 un brouilleur qui a pour but, lorsqu'un radar est détecté et identifié comme fonctionnant selon un mode donné, de neutraliser ce radar en émettant un

signal de brouillage qui est caractérisé par une forte puissance et donc un niveau d'interférences important. Même lorsqu'un signal radar est brouillé, il peut être souhaitable de continuer à identifier les caractéristiques de ce signal car celui-ci peut évoluer vers un mode différent du mode initial. Il y a
5 donc un intérêt à poursuivre en permanence l'analyse du signal radar. Ce cas de figure est notamment adapté aux brouillages de type non synchrone.

L'invention apporte une solution au problème de la caractérisation d'un signal radar en présence d'interférences qui ne nécessite pas d'imposer
10 aux systèmes environnants d'interrompre l'émission d'un signal potentiellement interférant.

L'invention permet d'estimer les paramètres de période de répétition des impulsions et de longueur des impulsions d'un signal radar. Elle s'applique à la caractérisation de tout type de signaux radar composés d'une
15 pluralité d'impulsions successivement émises. L'invention s'applique en particulier pour des radars à balayage ou des radars pointés.

L'invention a pour objet un procédé de détermination, en présence d'interférences, des caractéristiques d'un signal comprenant une pluralité
20 d'impulsions émises, ledit procédé consistant à déterminer au moins la période de répétition des impulsions, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes, exécutées pour une portion dudit signal de durée donnée TE :

- Calculer la période de répétition moyenne PRI_m des impulsions en
25 présence d'interférences,
- Calculer l'écart type ΔPRI_m de la période de répétition moyenne PRI_m des impulsions en présence d'interférences,
- Définir un domaine d'agilité $[PRI_{min}; PRI_{max}]$ de la période de répétition des impulsions de la façon suivante $PRI_{min} = (PRI_m +$
30 $k.\Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha}$ et $PRI_{max} = \sqrt{\alpha}.(PRI_m - k.\Delta PRI_m)$, avec α un facteur

d'excursion strictement positif et inférieur ou égal à 2 et k un nombre strictement positif,

- Calculer, pour l'ensemble des impulsions comprises dans ladite portion de signal et dont le front avant ou le front arrière est non tronqué, les différences de temps d'arrivée entre deux fronts
5 avants ou deux fronts arrière de deux impulsions successivement reçues,
- Eliminer les valeurs des différences de temps d'arrivée qui sont
10 hors du domaine d'agilité $[PRI_{\min}; PRI_{\max}]$, la ou les valeurs restantes donnant une estimée de la période de répétition des impulsions.

L'invention a aussi pour objet un procédé de détermination, en présence d'interférences, des caractéristiques d'un signal comprenant une pluralité d'impulsions émises, ledit procédé consistant à déterminer au moins
15 la période de répétition des impulsions, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes, exécutées pour une portion dudit signal de durée donnée TE :

- Calculer une estimée de la période de répétition moyenne PRI_m
des impulsions en présence d'interférences,
- 20 - Calculer une estimée de l'écart type ΔPRI_m de la période de répétition moyenne PRI_m des impulsions en présence d'interférences,
- Si la variance ΔPRI_m^2 ou l'écart type ΔPRI_m ou l'écart type normalisé par la moyenne $\Delta PRI_m / PRI_m$ est inférieur à un seuil de
25 précision P_{\max} prédéterminé, alors exécuter les étapes suivantes :
- Définir un domaine d'agilité $[PRI_{\min}; PRI_{\max}]$ de la période de répétition des impulsions, de la façon suivante $PRI_{\min} = (PRI_m + k \cdot \Delta PRI_m) / \sqrt{\alpha}$ et $PRI_{\max} = \sqrt{\alpha} \cdot (PRI_m - k \cdot \Delta PRI_m)$, avec α un facteur
30 d'excursion strictement positif et inférieur ou égal à 2 et k un nombre strictement positif,

- Calculer, pour l'ensemble des impulsions comprises dans ladite portion de signal et dont le front avant ou le front arrière est non tronqué, les différences de temps d'arrivée entre deux fronts avant ou deux fronts arrière de deux impulsions successivement reçues,
- Eliminer les valeurs des différences de temps d'arrivée qui sont hors du domaine d'agilité $[PRI_{\min}; PRI_{\max}]$, la ou les valeurs restantes donnant une estimée de la période de répétition des impulsions.

10 Selon un aspect particulier de l'invention, ledit seuil de précision P_{\max} est déterminé en fonction de l'excursion PRI_{\max}/PRI_{\min} minimale souhaitée du domaine d'agilité.

Selon un autre aspect particulier de l'invention, la période de répétition moyenne PRI_m des impulsions est calculée à l'aide de la relation suivante :

15 $PRI_m = (1-T_i).TE/n$, avec T_i un indicateur du taux de présence d'interférences pendant la durée TE et n le nombre d'impulsions, comprises dans ladite portion, dont le front avant est non tronqué ou le nombre d'impulsions, comprises dans ladite portion, dont le front arrière est non tronqué ou une combinaison du nombre n_{av} d'impulsions dont le front avant est non tronqué

20 et du nombre n_{ar} d'impulsions dont le front arrière est non tronqué sous la forme $n=(\alpha.n_{av}+\beta.n_{ar})/(\alpha+\beta)$, où α et β sont deux entiers positifs ou nuls.

Selon un autre aspect particulier de l'invention, l'écart type ΔPRI_m de la période de répétition moyenne PRI_m des impulsions est calculé à l'aide de la relation suivante : $\Delta PRI_m = (T_i/n)^{1/2}.PRI_m$,

25 Dans une variante de réalisation de l'invention, l'écart type ΔPRI_m de la période de répétition moyenne PRI_m des impulsions est pondéré par le

coefficient : $\frac{\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}}{\alpha + \beta}$ lorsque n est une combinaison du nombre n_{av}

d'impulsions dont le front avant est non tronqué et du nombre n_{ar} d'impulsions dont le front arrière est non tronqué sous la forme

30 $n=(\alpha.n_{av}+\beta.n_{ar})/(\alpha+\beta)$, où α et β sont deux entiers positifs ou nuls.

Selon un autre aspect particulier de l'invention, le nombre k est pris égal à 1.

Selon un autre aspect particulier de l'invention, ledit facteur correctif α est pris égal à 2.

5 Dans une variante de réalisation de l'invention, les différences de temps d'arrivée sont en outre calculées pour les impulsions dont le front avant ou le front arrière est tronqué et sont dans ce cas assorties d'une fenêtre d'incertitude de plus ou moins la longueur d'impulsion moyenne LI_m .

10 Dans une variante de réalisation de l'invention, lorsqu'aucune valeur n'est conservée après l'étape d'élimination des valeurs des différences de temps d'arrivée hors domaine d'agilité $[PRI_{min} ; PRI_{max}]$, une estimée de la période de répétition des impulsions est obtenue en recherchant un sous-multiple, situé dans ledit domaine d'agilité $[PRI_{min} ; PRI_{max}]$, d'au moins deux mesures successives de différences de temps d'arrivée.

15 Dans une variante de réalisation de l'invention, ladite recherche d'un sous-multiple est effectuée en exécutant au moins les étapes suivantes :

- Définir deux variables X, Y et les initialiser à deux mesures successives $PPRI_1, PPRI_2$ de différences de temps d'arrivée,
- Calculer l'opération modulo des deux variables $Mod(X, Y)$,
- 20 - Si le résultat de l'opération modulo est situé dans ledit domaine d'agilité $D1 = [(PRI_m + \Delta PRI_m) / \sqrt{\alpha} ; \sqrt{\alpha} \cdot (PRI_m - \Delta PRI_m)]$, l'estimée de la période de répétition des impulsions est égale à ce résultat,
- Si le résultat de l'opération modulo est situé hors du domaine d'agilité, réaffecter la variable X à la seconde mesure $PPRI_2$ et la variable Y au résultat de l'opération modulo $Mod(PPRI_1, PPRI_2)$
- 25 - Si la valeur de X est différente de la valeur de Y , alors réitérer les étapes précédentes,
- Si la valeur de X est égale à la valeur de Y , alors calculer
- 30 l'ensemble des sous-multiples de la variable X ,
- Exécuter l'étape de test suivante :

- i. Si un seul desdits sous-multiples est situé dans ledit domaine d'agilité D1, l'estimée de la période de répétition des impulsions est égale audit seul sous-multiple,
- ii. Si plusieurs desdits sous-multiples sont situés dans ledit

5

10 Dans une variante de réalisation de l'invention, ledit domaine d'agilité D1 est remplacé par un second domaine d'agilité $D2 = [(PRI_m - \Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha}; \sqrt{\alpha} \cdot (PRI_m + \Delta PRI_m)]$.

Dans une variante de réalisation de l'invention, l'étape de test est modifiée de la façon suivante:

- 15 - Si un seul desdits sous-multiples est situé dans le premier domaine d'agilité $D1 = [(PRI_m + \Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha}; \sqrt{\alpha} \cdot (PRI_m - \Delta PRI_m)]$, et qu'aucun autre desdits sous-multiples n'est situé dans un second domaine d'agilité $D2 = [(PRI_m - \Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha}; \sqrt{\alpha} \cdot (PRI_m + \Delta PRI_m)]$ alors l'estimée de la période de répétition des impulsions (est
- 20 égale audit seul sous-multiple,
- Si plusieurs desdits sous-multiples sont situés dans ledit domaine d'agilité D1 et qu'aucun autre desdits sous-multiples n'est situé dans un second domaine d'agilité $D2 = [(PRI_m - \Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha}; \sqrt{\alpha} \cdot (PRI_m + \Delta PRI_m)]$, calculer le résultat de l'opération modulo
- 25 $\text{Mod}(X, \text{PPRI}_3)$ entre la variable X et une troisième mesure successive de différences de temps d'arrivée PPRI_3 , l'estimée de la période de répétition des impulsions étant égale à ce résultat.
- Si un seul desdits sous-multiples est situé dans le second domaine d'agilité $D2 = [(PRI_m - \Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha}; \sqrt{\alpha} \cdot (PRI_m + \Delta PRI_m)]$ alors
- 30 l'estimée de la période de répétition des impulsions est égale audit seul sous-multiple,

- Si plusieurs desdits sous-multiples sont situés dans le second domaine d'agilité $D2 = [(PRI_m - \Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha} ; \sqrt{\alpha} \cdot (PRI_m + \Delta PRI_m)]$, calculer le résultat de l'opération modulo $\text{Mod}(X, PPRI_3)$ entre la variable X et une troisième mesure successive de différences de temps d'arrivée $PPRI_3$, l'estimée de la période de répétition des impulsions étant égale à ce résultat.

Dans une variante de réalisation de l'invention, ledit procédé consiste à déterminer en outre la longueur d'impulsion et comporte les étapes suivantes :

- Si ladite portion de signal comporte des impulsions non tronquées, utiliser les longueurs de ces impulsions comme estimée de la longueur d'impulsion,
- Si ladite portion de signal ne comporte que des impulsions tronquées, calculer une estimée de la valeur moyenne LI_m de la longueur d'impulsion.

Dans une variante de réalisation de l'invention, ledit procédé consiste à déterminer en outre la longueur d'impulsion et comporte les étapes suivantes :

- Si ladite portion de signal comporte des impulsions non tronquées, utiliser les longueurs de ces impulsions comme estimée de la longueur d'impulsion,
- Calculer un indicateur de précision ΔLI_m de la valeur moyenne LI_m de la longueur d'impulsion,
- Si ledit indicateur est inférieur à un seuil de précision prédéterminé, alors exécuter l'étape suivante :
- Si ladite portion de signal ne comporte que des impulsions tronquées, calculer une estimée de la valeur moyenne LI_m de la longueur d'impulsion.

Ledit indicateur est soit un écart type ΔLI_m , soit un écart type normalisé par la moyenne $\Delta LI_m / LI_m$ soit une variance ΔLI_m^2 .

Selon un aspect particulier de l'invention, ledit indicateur est un écart type ΔLI_m calculé à l'aide de l'une des deux relations suivantes :

$$\Delta LI_m = \sqrt{\frac{T_i}{n^3}} \left[\sum_j LI(j) \right] \quad \text{ou} \quad \Delta LI_m = \sqrt{2 \frac{T_i}{n^3}} \left[\sum_j LI(j) \right], \quad \text{avec} \quad \sum_j LI(j) \text{ une mesure de la}$$

somme des longueurs des impulsions reçues comprises dans ladite portion et n le nombre d'impulsions, comprises dans ladite portion, dont le front avant est non tronqué ou le nombre d'impulsions, comprises dans ladite portion, dont le front arrière est non tronqué ou une combinaison du nombre n_{av} d'impulsions dont le front avant est non tronqué et du nombre n_{ar} d'impulsions dont le front arrière est non tronqué sous la forme $n = (\alpha \cdot n_{av} + \beta \cdot n_{ar}) / (\alpha + \beta)$, où α et β sont deux entiers positifs ou nuls.

Selon un aspect particulier de l'invention, la valeur moyenne LI_m de la longueur d'impulsion est calculée en divisant la somme des longueurs des impulsions comprises dans ladite portion par le nombre d'impulsions, comprises dans ladite portion, dont le front avant est non tronqué ou par le nombre d'impulsions, comprises dans ladite portion, dont le front arrière est non tronqué ou par une combinaison du nombre n_{av} d'impulsions dont le front avant est non tronqué et du nombre n_{ar} d'impulsions dont le front arrière est non tronqué sous la forme $n = (\alpha \cdot n_{av} + \beta \cdot n_{ar}) / (\alpha + \beta)$, où α et β sont deux entiers positifs ou nuls.

Selon un aspect particulier de l'invention, un indicateur d'interférences synchrone dudit signal est utilisé pour déterminer si une impulsion est tronquée ou non.

Dans une variante de réalisation de l'invention, ledit procédé comporte une étape préalable d'interception et de recueillement de ladite portion de signal pendant une durée donnée TE.

L'invention a également pour objet un système d'identification d'un signal, notamment un signal radar, comprenant des moyens adaptés pour mettre en œuvre le procédé de détermination des caractéristiques dudit signal en présence d'interférences selon l'invention.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description qui suit en relation aux dessins annexés qui représentent :

- 5 - La figure 1, un diagramme temporel représentant un exemple de signal radar caractérisable par l'invention,
- La figure 2, un diagramme temporel illustrant un exemple d'influence d'interférences sur la réception du signal radar décrit à la figure 1,
- 10 - La figure 3a, un organigramme illustrant les étapes de mise en œuvre du procédé selon l'invention selon le meilleur mode de réalisation,
- La figure 3b, un organigramme illustrant les étapes supplémentaires de mise en œuvre dans une variante de réalisation de l'invention,
- 15 - La figure 4, un organigramme illustrant les étapes de mise en œuvre d'une méthode alternative applicable lorsqu'une connaissance a priori des modes du signal radar possibles est disponible,
- 20 - La figure 5, un synoptique d'un système d'identification d'un radar selon l'invention.

La figure 1 représente, sur un diagramme temporel, un exemple de signal radar constitué d'une succession d'impulsions 101-105. Un tel signal
25 est caractérisé d'une part par la longueur d'une impulsion LI, autrement dit sa durée temporelle, et d'autre part par la période de répétition des impulsions PRI, c'est-à-dire la différence de temps entre l'émission ou la réception de deux impulsions successives. Le procédé selon l'invention a pour but de caractériser ces deux paramètres LI, PRI qui peuvent être constants ou
30 variables au cours du temps selon que la forme d'onde ou mode employé par le radar est fixe ou variable au cours du temps.

La figure 2 représente, sur un diagramme temporel similaire à celui de la figure 1, un exemple de signal radar reçu en présence d'interférences. Les rayonnements émis par des dispositifs dans l'environnement proche du détecteur de signal radar provoquent une altération du train d'impulsions principalement sous deux formes. Une impulsion émise 201 peut être totalement altérée par l'interférence et être rendue invisible pour le détecteur. C'est le cas lorsque la durée d'une plage d'interférence 210 coïncide totalement avec l'arrivée de cette impulsion 201. Une impulsion émise 10 202,203 peut également être altérée partiellement ce qui engendre une modification de sa longueur d'impulsion LI et indirectement de la période de répétition d'impulsions mesurée entre l'impulsion partiellement altérée 202,203 et l'impulsion suivante. On distingue deux cas de troncature d'impulsion. Le premier cas correspond à une plage d'interférence 220 qui 15 coïncide avec le début d'une impulsion 202. On dit alors que le front avant de l'impulsion 202 est tronqué. Le second cas correspond à une plage d'interférence 230 qui coïncide avec la fin d'une impulsion 203. On dit que cette impulsion 203 est tronquée sur son front arrière. Dans la suite de la description, l'hypothèse est prise que le dispositif selon l'invention reçoit au 20 moins une impulsion dont le front avant ou le front arrière n'est pas tronqué.

Lorsque l'invention est exécutée par un dispositif d'interception de signal radar embarqué dans une plateforme multi-systèmes, alors une information sur la présence ou l'absence d'interférences est disponible en permanence pour indiquer au dispositif d'interception qu'une impulsion de 25 signal reçue est valide ou au contraire est une impulsion tronquée front avant ou front arrière. L'information sur la présence d'interférences peut être matérialisée sous la forme d'un signal binaire synchrone du signal radar reçu, tel que représenté sur le bas de la figure 2. Lorsque ce signal est à 0, il indique l'absence d'interférences et permet de valider qu'une impulsion reçue 30 à ce moment est une impulsion non tronquée. Lorsque ce signal 210,220,230 présente une amplitude différente de zéro, cela indique la présence

d'interférences. Si une impulsion 202 est reçue immédiatement après la fin d'une période 220 d'interférences, on en déduit que le front avant de l'impulsion a probablement été tronqué. Si une impulsion 203 est reçue immédiatement avant le début d'une période 230 d'interférences, on en

5 déduit que le front arrière de l'impulsion a probablement été tronqué.

L'indicateur d'interférences peut être fourni par la plateforme elle-même lorsqu'il consiste à indiquer l'émission d'au moins un signal gênant par un dispositif de la plateforme. L'indicateur d'interférences peut également être obtenu par le biais d'une analyse du spectre électromagnétique dans la

10 bande de fréquences visée par le détecteur de signal radar ou plus généralement par toute méthode apte à fournir une indication sur la présence, et éventuellement la puissance, de signaux interférents.

L'indicateur d'interférences permet de calculer un taux moyen d'interférences T_i sur la durée d'acquisition égal à la durée totale occupée

15 par au moins un signal interférent divisée par la durée totale de l'acquisition.

La figure 3 représente un organigramme du procédé de caractérisation d'un signal radar selon l'invention.

Dans une première étape 301, le signal radar à caractériser est

20 intercepté et les impulsions de signal sont recueillies. A l'aide de l'indicateur d'interférences, il est possible de distinguer les impulsions reçues valides d'une part et les impulsions reçues tronquées ou ayant une forte probabilité d'être tronquées d'autre part. De plus il est possible de distinguer, parmi les impulsions reçues tronquées, celles dont le front avant ou le front arrière

25 n'est pas altéré.

Dans une variante de réalisation de l'invention, la première étape 301 peut être omise si la caractérisation du signal radar ne se fait pas instantanément. Dans un tel cas, les impulsions de signal sont recueillies antérieurement à la mise en œuvre du procédé et sont assorties d'un

30 indicateur d'interférences. Les impulsions mesurées et l'indicateur

d'interférences sont alors fournis comme point d'entrée du procédé selon l'invention.

Dans une étape suivante 302, la période moyenne de répétition des impulsions PRI_m est calculée en prenant en compte les mesures brutes des impulsions reçues ainsi que le taux de présence d'interférences, c'est-à-dire la proportion de temps disponible pendant lequel aucune interférence ne vient gêner la capture du signal radar. La période moyenne PRI_m est égale au temps d'éclairement TE que divise le nombre N d'impulsions émises pendant ce temps. Le temps d'éclairement TE correspond à la durée d'écoute du signal radar. Le nombre N d'impulsions émises pendant cette durée est égale à $N = n/(1-T_i)$ avec n le nombre d'impulsions dont le front avant est non tronqué et qui sont reçues pendant la durée TE et T_i le taux de présence d'interférences pendant la durée TE . Ainsi la période moyenne de répétition d'impulsions peut être obtenue à l'aide de la relation : $PRI_m = (1-T_i).TE/n$. Alternativement, il est possible de remplacer n par le nombre d'impulsions dont le front arrière est non tronqué ou encore par une combinaison, par exemple une moyenne, du nombre d'impulsions reçues dont le front avant est non tronqué d'une part et du nombre d'impulsions reçues dont le front arrière est non tronqué d'autre. Une telle combinaison peut s'exprimer sous la forme $n' = (\alpha.n_{av} + \beta.n_{ar})/(\alpha + \beta)$, avec n_{av} le nombre d'impulsions non tronquées front avant reçues, n_{ar} le nombre d'impulsions non tronquées front arrière reçues et α, β deux coefficients de pondération positifs ou nuls.

Dans une étape suivante 303, l'écart type ΔPRI_m de la période moyenne PRI_m est calculé afin d'évaluer la précision de la moyenne précédemment estimée. Ce calcul peut être effectué par le biais de la relation suivante : $\Delta PRI_m = (T_i/n)^{1/2}.PRI_m$.

Dans le cas où n désigne une combinaison du nombre d'impulsions reçues dont le front avant est non tronqué d'une part et du nombre d'impulsions reçues dont le front arrière est non tronqué d'autre part, le calcul

d'écart type précité peut être pondéré d'un facteur qui dépend des coefficients α, β : $\Delta PRI_m = \frac{\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}}{\alpha + \beta} \sqrt{\frac{T_i}{n}}$ afin de tenir compte de l'indépendance des évènements respectifs associés à la réception d'un front avant d'une impulsion ou d'un front arrière lorsque la longueur d'une impulsion est grande par rapport à la période d'apparition des interférences.

Dans une étape suivante 304, on détermine un domaine d'agilité $[PRI_{min}, PRI_{max}]$ de la période de répétition des impulsions, autrement dit un domaine dans lequel il est probable que la valeur réelle de la période de répétition se situe.

La période de répétition des impulsions du signal reçu varie statistiquement dans l'intervalle suivant $PRI_m - \Delta PRI_m < PRI < PRI_m + \Delta PRI_m$. Si la période de répétition est fixe pendant la durée d'acquisition TE, alors le domaine d'agilité peut être défini par :

$$PRI_{min} = PRI_m - \Delta PRI_m$$

$$PRI_{max} = PRI_m + \Delta PRI_m$$

Lorsque la période de répétition varie pendant la durée d'acquisition TE, il est nécessaire de définir un domaine d'agilité qui permette de suivre ces variations tout en filtrant les valeurs qui ne sont pas pertinentes.

Si la période de répétition des impulsions varie dans un rapport égal à un facteur α pour un même émetteur radar, alors on peut définir une seconde plage de variation ou domaine d'agilité de la période de répétition, autour de sa valeur moyenne, égale à $[PRI_m/\sqrt{\alpha} ; \sqrt{\alpha}.PRI_m]$. Si la période de répétition est estimée à sa valeur basse PRI_{min} alors le domaine d'agilité associé est égal à $[(PRI_m - \Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha} ; \sqrt{\alpha}.(PRI_m - \Delta PRI_m)]$. Si au contraire, la période de répétition est estimée à sa valeur haute PRI_{max} alors le domaine d'agilité associé est égal à $[(PRI_m + \Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha} ; \sqrt{\alpha}.(PRI_m + \Delta PRI_m)]$.

Au final, le domaine d'agilité retenu est l'intersection des domaines d'agilité associés respectivement à la valeur basse et à la valeur haute de la période de répétition moyenne, soit : $[(PRI_m + \Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha} ; \sqrt{\alpha}.(PRI_m -$

ΔPRI_m]. En choisissant le domaine d'agilité de la sorte, la variation de la période de répétition est limitée à un facteur α , il est ainsi possible d'éliminer les valeurs non pertinentes tout en permettant un suivi des variations éventuelles de la valeur réelle de la période de répétition.

5 Avantageusement, le facteur α est pris au plus égal à 2 afin d'éliminer, du domaine d'agilité, les multiples de la valeur réelle de la période de répétition des impulsions.

 Dans une variante de réalisation de l'invention, il est également possible de définir le domaine d'agilité de la façon suivante : $[(PRI_m +$
10 $k \cdot \Delta PRI_m) / \sqrt{\alpha} ; \sqrt{\alpha} \cdot (PRI_m - k \cdot \Delta PRI_m)]$, avec k un entier strictement positif.

 Dans une étape suivante 305, on mesure, pour l'ensemble des impulsions non tronquées front avant ou front arrière reçues, les différences de temps d'arrivée DTOA entre deux impulsions successivement reçues. Les
15 différences de temps d'arrivée peuvent être mesurées indifféremment entre deux fronts avant successifs ou deux fronts arrière successifs. Les résultats sont stockés, par exemple sous forme d'un histogramme qui contient alors d'une part les mesures de la période de répétition réelle des impulsions, c'est-à-dire la différence de temps d'arrivée entre deux impulsions
20 successivement émises, mais aussi les mesures des multiples de la période de répétition réelle qui sont obtenues lorsqu'une ou plusieurs impulsions successives sont masquées à cause des interférences.

 Dans une étape suivante 306, le domaine d'agilité est appliqué à l'histogramme des différences de temps d'arrivée afin de filtrer les mesures
25 hors du domaine. De cette façon, on élimine les mesures des multiples de la période de répétition réelle.

 A partir des mesures DTOA filtrées, on en déduit la période de répétition réelle PRI du mode de propagation du signal radar capturé. Cette période peut être unique ou peut présenter plusieurs valeurs si le mode de
30 propagation a varié au cours de la capture du signal.

Dans une variante de réalisation de l'étape 305 du procédé selon l'invention, il est possible d'intégrer, dans l'histogramme des différences de temps d'arrivée DTOA, également les mesures effectuées sur des impulsions tronquées front avant ou front arrière. Pour de telles impulsions, la mesure

5 de l'instant de réception d'un front avant ou arrière de l'impulsion est incertaine car une partie de l'impulsion est tronquée du fait des interférences. Dans ce cas, la mesure DTOA réalisée entre deux impulsions dont au moins l'une est tronquée front avant ou front arrière, est assortie d'une fenêtre d'incertitude égale à plus ou moins la longueur d'impulsion moyenne

10 estimée. De cette façon on aboutit à l'issue du procédé à une estimée de la ou des périodes de répétition d'impulsion assorties d'une fenêtre d'incertitude. Les fenêtres d'incertitude peuvent être comparées à une bibliothèque contenant l'ensemble des valeurs possibles que peut prendre la période de répétition d'impulsion d'un signal radar afin d'identifier la plus

15 plausible.

Dans une autre variante de réalisation du procédé selon l'invention, lorsque l'étape de filtrage 306 aboutit à ce qu'aucune mesure DTOA n'est conservée car l'ensemble des mesures sont hors du domaine d'agilité, alors

20 on applique la méthode suivante illustrée par l'organigramme de la figure 3b.

Lorsqu'aucune mesure DTOA n'est présente dans le domaine d'agilité, cela signifie que les mesures effectuées correspondent toutes à des multiples de la période de répétition d'impulsion réelle. Ce cas de figure peut se produire notamment lorsque le taux d'interférences est important.

25 Dans un tel cas, on cherche alors à identifier une valeur de période de répétition qui correspond à un sous-multiple des mesures DTOA et qui soit situé dans la fenêtre du domaine d'agilité. La recherche peut se faire sur deux mesures DTOA successives car on prend l'hypothèse que la période de répétition d'impulsion reste fixe pendant une durée suffisante pour que la

30 probabilité d'un changement de valeur de la période entre deux mesures successives soit faible. Typiquement, la période de répétition reste fixe sur

un horizon d'une dizaine à une centaine d'impulsions. C'est notamment le cas pour des radars fonctionnant en mode cohérent.

La recherche d'un sous-multiple de deux mesures DTOA successives appartenant au domaine d'agilité peut se faire par une méthode dite du PGCD, pour Plus Grand Diviseur Commun, dont l'organigramme est représenté à la figure 3b.

Dans une étape préalable on définit deux variables X et Y qui sont initialisées respectivement aux valeurs de deux mesures successives de différence de temps d'arrivée $X=PPRI_1$ et $Y=PPRI_2$. Comme indiqué ci-dessus, ces mesures peuvent être réalisées indifféremment entre deux fronts 10 avants non tronqués successivement reçus ou deux fronts arrières non tronqués successivement reçus.

On calcule 360 l'opération modulo des deux variables X et Y, autrement dit on calcule l'opération $Mod(X,Y)= X - Ent[X/Y].Y$, où Ent[] 15 désigne la partie entière d'un nombre réel, c'est-à-dire l'entier qui lui est immédiatement inférieur ou égal.

On compare 361 le résultat de l'opération $Mod(X,Y)$ avec la fenêtre du domaine d'agilité $[PRI_{min},PRI_{max}]$. Si le résultat est situé dans cette fenêtre alors il s'agit de la période de répétition d'impulsion $PRI= Mod(X,Y)$.

Dans le cas contraire, on réaffecte les variables X et Y en posant $X=PPRI_2$ et $Y = Mod(PPRI_1,PPRI_2)$ et, si ces deux variables ne sont pas égales en valeur on revient à l'étape 360 de calcul du modulo des variables X et Y. 20

On réitère les étapes 360,361,362 jusqu'à obtenir un résultat de l'opération modulo qui soit compris dans la fenêtre du domaine d'agilité.

Dans le cas où, à l'issue de l'étape 362, les deux variables X et Y sont égales en valeur, alors cela signifie qu'il n'a pas été possible de trouver un sous-multiple situé dans le domaine d'agilité. Dans ce cas, la variable $X=Y$ correspond à un multiple de la période de répétition d'impulsion recherchée. 25

Dans une étape 363 supplémentaire, on calcule alors tous les sous-multiples de la variable X. 30

On teste 364 si un seul de ces sous-multiples est situé dans un domaine d'agilité prédéterminé auquel cas il s'agit de la période de répétition d'impulsions PRI recherchée. Dans le cas contraire, il existe plusieurs sous-multiples situés dans le domaine d'agilité et il faut alors lever l'ambiguïté
 5 restante en exploitant une troisième mesure $PPRI_3$ de différence de temps d'arrivée. La période de répétition d'impulsions PRI recherchée est alors obtenue en calculant 365 l'opération modulo entre la variable X et cette troisième mesure $PPRI_3$.

Le domaine d'agilité prédéterminé D' peut être égal au domaine
 10 d'agilité $D1 = [(PRI_m + \Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha}; \sqrt{\alpha} \cdot (PRI_m - \Delta PRI_m)]$ précédemment introduit à l'étape 304.

Dans une variante, si le rapport $P = \Delta PRI_m / PRI_m$ est trop élevé, la fenêtre de filtrage définie à l'étape 304 risque d'être trop étroite et donc de rejeter des sous-multiples ambigus de la variable X. Dans ce cas, et pour
 15 éliminer un tel risque, on retient comme domaine d'agilité, non pas l'intersection des plages $[(PRI_m - \Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha}; \sqrt{\alpha} \cdot (PRI_m - \Delta PRI_m)]$ et $[(PRI_m + \Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha}; \sqrt{\alpha} \cdot (PRI_m + \Delta PRI_m)]$ comme expliqué ci-dessus pour l'étape 304 mais l'union de ces deux plages : $[(PRI_m - \Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha}; \sqrt{\alpha} \cdot (PRI_m - \Delta PRI_m)] \cup [(PRI_m + \Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha}; \sqrt{\alpha} \cdot (PRI_m + \Delta PRI_m)]$ ce qui conduit à choisir un second
 20 domaine d'agilité $D2 = [(PRI_m - \Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha}; \sqrt{\alpha} \cdot (PRI_m + \Delta PRI_m)]$,

Dans une autre variante, afin de diminuer encore d'avantage le risque d'aboutir à une valeur de période de répétition d'impulsions erronée, l'étape 364 de test est modifiée de la façon suivante. Si un seul sous-multiple de la
 25 variable X est situé dans le premier domaine d'agilité $D1 = [(PRI_m + \Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha}; \sqrt{\alpha} \cdot (PRI_m - \Delta PRI_m)]$ et qu'aucun autre sous-multiple de la variable X n'est situé dans le second domaine d'agilité $D2 = [(PRI_m - \Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha}; \sqrt{\alpha} \cdot (PRI_m + \Delta PRI_m)]$, alors on conserve ce sous-multiple comme étant la période de répétition d'impulsions PRI recherchée.

30 Dans le cas contraire, on retient uniquement le ou les sous-multiples compris dans le second domaine d'agilité D2 et on applique, au besoin, la

dernière étape 365 pour ne retenir in fine qu'une seule valeur parmi celles situées dans le second domaine d'agilité D2. En outre, si un seul desdits sous-multiples est situé dans le second domaine d'agilité D2 alors l'estimée de la période de répétition des impulsions est égale audit seul sous-multiple.

- 5 Enfin, si plusieurs desdits sous-multiples sont situés dans le second domaine d'agilité D2, on applique également la dernière étape 365.

Cette variante de réalisation de l'étape de test 364 permet d'écartier le risque que la période de répétition d'impulsions réelle soit en dehors du domaine d'agilité D1 et qu'un sous-multiple de la solution issue de la méthode dite du PGCD fournisse à la fois un sous-multiple dans le domaine
10 d'agilité D1 (ce sous-multiple serait alors une fausse valeur) et à la fois un sous-multiple dans le domaine d'agilité D2 (ce sous-multiple serait alors la vraie valeur).

- 15 Dans une autre variante de réalisation, le procédé selon l'invention consiste en outre à caractériser la longueur des impulsions LI émises par le radar. La longueur d'impulsion LI peut être constante ou variable lorsque le mode d'émission du radar change au cours du temps.

Si des impulsions non tronquées sont reçues, alors on mesure leurs
20 longueurs d'impulsions LI qui vont permettre de caractériser directement le signal radar.

Si aucune impulsion non tronquée n'est disponible, alors, dans une nouvelle étape 310, on détermine une valeur moyenne de la longueur d'impulsion LI_m .

- 25 Cette valeur moyenne LI_m peut être estimée en calculant la somme des longueurs des impulsions reçues et en divisant le résultat par le nombre n d'impulsions non tronquées front avant ou front arrière reçues c'est-à-dire les impulsions dont le front avant ou arrière est reçu en l'absence d'interférences mais dont la longueur est tronquée du fait de l'apparition
30 d'interférences pendant la réception de l'impulsion. Dans une variante de réalisation, comme déjà explicité ci-dessus, le nombre n peut être remplacé

par toute combinaison du nombre d'impulsions non tronquées front avant et du nombre d'impulsions non tronquées front arrière.

Cette estimation découle du fait que la variable définie par la somme des longueurs des impulsions reçues suit une statistique identique à celle de la variable définie par le nombre de fronts avant ou de nombre de fronts arrière d'une impulsion reçue, c'est-à-dire une loi binomiale. En moyenne, la somme des longueurs des impulsions reçues est donc donnée par la relation suivante :

$$\sum LI = (1-T_i).N.LI_m = n. LI_m$$

10 On en déduit directement une estimée de la valeur moyenne LI_m des longueurs d'impulsions.

$$LI_{Moy} = \frac{\sum_j LI(j)}{(1-T_i).N} = \frac{\sum_j LI(j)}{n} \quad (1)$$

ou

$$LI_{Moy} = \frac{(\alpha + \beta) \sum_j LI(j)}{\alpha n_{Av} + \beta n_{Ar}}$$

15 Dans une étape supplémentaire 311, il est également possible de déterminer l'écart type ΔLI_m associé à la valeur moyenne de la longueur d'impulsion.

Comme la somme des longueurs des impulsions reçues suit une statistique de loi binomiale, on peut démontrer que sa variance est donnée par la relation suivante :

$$20 \quad Var \left[\sum_j LI(j) \right] = \left\{ \left[\sum_j LI(j) \right] - N(1-T_i)LI \right\}^2 = [N(1-T_i)T_i]LI^2 \quad (2)$$

A partir de la relation (2), on en déduit la variance de la longueur d'impulsion moyenne :

$$Var \left[\frac{\sum_j LI(j)}{N(1-T_i)} \right] = \left\{ \frac{\left[\sum_j LI(j) \right]}{N(1-T_i)} - LI \right\}^2 = \left[\frac{T_i}{N(1-T_i)} \right] LI^2 \quad (3)$$

La relation (3) peut encore s'écrire sous la forme :

$$Var[LI_{Moy}] = Esp\{[LI_{Moy} - LI]^2\} = \left[\frac{T_i}{N(1-T_i)} \right] LI^2, \text{ où } Esp\{\} \text{ désigne l'espérance}$$

mathématique

En remplaçant la longueur d'impulsion LI par sa valeur moyenne
5 estimée, on obtient la relation (4) :

$$Var[LI_{Moy}] = Esp\{[LI_{Moy} - LI]^2\} = \left[\frac{T_i}{N(1-T_i)} \right] \left[\frac{\sum_j LI(j)}{n} \right]^2 \quad (4)$$

L'écart type de la valeur moyenne peut alors être obtenu à partir de la
relation (5) suivante :

$$\Delta LI_m = \sqrt{Var[LI_{Moy}]} = \sqrt{\frac{T_i}{n} \left[\frac{\sum_j LI(j)}{n} \right]} = \sqrt{\frac{T_i}{n^3} \left[\sum_j LI(j) \right]} \quad (5)$$

10 avec LI(j) une mesure de la longueur d'impulsion reçue d'indice j.

Le calcul développé ci-dessus présente une méthode permettant de
déterminer l'écart type de la valeur moyenne de la longueur d'impulsion. Des
variantes de calcul existent, en particulier la relation (5') suivante donne une
15 estimation légèrement différente de celle obtenue via la relation (5) :

$$\Delta LI_m = \sqrt{2 \frac{T_i}{n^3} \left[\sum_j LI(j) \right]} \quad (5')$$

Le facteur multiplicatif 2 a pour objectif de majorer l'erreur quadratique
d'estimation de la longueur d'impulsion moyenne dans le cas où les deux
20 sources d'erreurs, à savoir le nombre d'impulsions d'une part et la durée du
signal reçu d'autre part, sont décorréelées. C'est le cas notamment lorsque les
longueurs des impulsions sont importantes par rapport à la période
d'apparition des interférences.

Le calcul de l'écart type de la valeur moyenne de la longueur d'impulsion développé ci-dessus est utilisé pour assortir la mesure de la valeur moyenne d'une précision. Cette précision permet, par exemple, de définir un intervalle d'incertitude autour de la valeur moyenne, et d'utiliser cet intervalle pour le comparer à des valeurs présumées de la longueur d'impulsion réelle. Un exemple d'intervalle de précision consiste à définir l'intervalle $[L_{lm} - \Delta L_{lm} ; L_{lm} + \Delta L_{lm}]$.

Le calcul de l'écart type de la valeur moyenne de la longueur d'impulsion sert également à décider si la précision de la valeur moyenne est suffisante et si ce n'est pas le cas, à envisager une méthode d'estimation alternative. A cet effet, l'écart type peut être remplacé par la variance ou l'écart type normalisé ou tout autre indicateur statistique de la précision de la moyenne.

Le procédé selon l'invention tel que décrit ci-dessus à l'appui de la figure 3, s'applique préférentiellement lorsque la précision des valeurs moyennes des paramètres de la forme d'onde du signal radar est suffisante. La précision de la période de répétition moyenne et de la longueur d'impulsion moyenne est inversement proportionnelle à l'écart type calculé sur ces deux moyennes.

Dans le cas de la période de répétition des impulsions, l'écart type sur la valeur moyenne ΔPRI_m détermine la largeur du domaine d'agilité $[PRI_{min}, PRI_{max}]$. Si on pose $P = \Delta PRI_m / PRI_m$, l'écart type normalisé par la moyenne, le rapport entre la borne supérieure et la borne inférieure du domaine d'agilité est alors égal à $PRI_{max} / PRI_{min} = \alpha[(1-P)/(1+P)]$.

Plus l'écart type diminue, plus la précision sur la mesure de la moyenne augmente et plus la largeur du domaine d'agilité est augmentée. Au contraire, plus l'écart type augmente, plus la précision sur la mesure de la moyenne décroît et plus le domaine d'agilité est restreint.

Lorsque le mode d'émission du signal radar évolue au cours du temps et que l'on souhaite suivre des variations de la période de répétition, alors il n'est

pas souhaitable de restreindre trop le domaine d'agilité. Il est alors possible de fixer une valeur seuil P_{max} de l'écart type normalisé P au delà duquel la précision de la valeur moyenne devient peu fiable et le domaine d'agilité devient trop étroit. Dans ce cas le procédé décrit à la figure 3 n'est plus performant. Ainsi, dans une variante de l'étape 303 de calcul de l'écart type de la valeur moyenne de la période de répétition des impulsions, il est possible d'ajouter une étape de calcul du ratio P et de comparaison de ce ratio à la valeur seuil P_{max} . Si $P > P_{max}$ alors la suite des étapes 304-306 n'est pas appliquée et peut être remplacée par une méthode alternative, un exemple d'une telle méthode est donné plus loin dans la description.

La valeur du seuil P_{max} est déterminée de sorte à fixer l'excursion du domaine d'agilité qui correspond à la plage de variation de la période de répétition d'impulsion que l'on souhaite suivre. Autrement dit la valeur du seuil P_{max} est calculée en fonction de l'excursion minimale souhaitée du domaine d'agilité. Par exemple, le rapport PRI_{max}/PRI_{min} peut être choisi égal à 1,33, ce qui équivaut, lorsque le facteur correctif α est égal à 2, à un seuil P_{max} égal à 20% de la valeur moyenne.

Pour déterminer si la précision de la valeur moyenne de la période de répétition des impulsions ou de la longueur moyenne des impulsions est suffisante, le test de comparaison $P > P_{max}$ décrit ci-dessus peut être appliqué indifféremment à l'écart type, à l'écart type normalisé à la variance ou à tout autre indicateur équivalent de la précision de la valeur moyenne.

On décrit à présent une méthode alternative à celle décrite ci-dessus qui peut avantageusement s'appliquer lorsque la précision sur la valeur moyenne de la période de répétition des impulsions est mauvaise, autrement dit lorsque l'écart type sur cette moyenne, ou l'écart type normalisé, dépasse un seuil maximum. De façon similaire, cette méthode s'applique également lorsque l'écart type associé à la moyenne de la longueur d'impulsion est également trop élevé rendant la mesure de moyenne peu fiable.

Préférentiellement on estime que la moyenne de la longueur d'impulsion est peu précise lorsque l'écart type normalisé par la moyenne est supérieur à 30%.

- 5 On prend comme hypothèse que le radar que l'on cherche à caractériser a déjà pu être analysé précédemment ou en tout cas qu'une connaissance a priori des différents modes d'émission possibles que peut mettre en œuvre ce radar est disponible.

Les paramètres de période de répétition d'impulsions et de longueur
10 d'impulsions de chaque mode sont stockés dans une base de données 400 ou une mémoire que comprend le système selon l'invention.

Pour chacun des modes disponibles en mémoire, les étapes suivantes sont effectuées.

Dans une première étape 401, on calcule le nombre N d'impulsions
15 supposées reçues si le mode supposé est activé par le radar. Ce nombre N est égal à la durée d'éclairement TE que divise la période de répétition des impulsions du mode supposé, période qui est disponible en mémoire du système selon l'invention.

Dans une deuxième étape 402, on détermine la plage de variations
20 dans laquelle le nombre d'impulsions reçues n, dont le front avant est non tronqué, est censé varier, compte tenu du taux d'interférences TI. Cette plage est centrée sur la valeur moyenne $(1-T_i)N$ du nombre d'impulsions reçues avec une variation plus ou moins égale à l'écart type de cette moyenne $[(1-T_i).T_i.N]^{1/2}$.

25 Ainsi les bornes inférieure et supérieure de cette plage sont respectivement égales à :

$$n_{\min} = (1-T_i)N - [(1-T_i).T_i.N]^{1/2} \text{ et } n_{\max} = (1-T_i)N + [(1-T_i).T_i.N]^{1/2}$$

Dans une variante de réalisation de la deuxième étape 403, la plage de variations peut être choisie centrée sur la valeur moyenne du nombre
30 d'impulsions reçues mais avec une variation plus ou moins égale à un

multiple k de l'écart type de cette moyenne, ce qui donne les bornes inférieure et supérieure de la plage choisie respectivement égales à :

$$n_{\min} = (1-T_i)N - k[(1-T_i).T_i.N]^{1/2} \text{ et } n_{\max} = (1-T_i)N + k[(1-T_i).T_i.N]^{1/2}$$

k est un nombre positif différent de 0.

5

Dans une troisième étape 403, on compare le nombre d'impulsions n reçues avec un front avant non tronqué à la plage de variations déterminée à l'étape 402 précédente.

Les étapes 401,402,403 sont réitérées pour chaque mode disponible
10 en mémoire et le mode le plus probable est retenu, c'est-à-dire celui qui vérifie le critère $n_{\min} \leq n \leq n_{\max}$.

Dans une variante de réalisation de l'invention, le nombre n d'impulsions reçues avec un front avant non tronqué peut être remplacé par
15 le nombre d'impulsions reçues avec un front arrière non tronqué.

Dans une autre variante de réalisation de l'invention, il est également possible de remplacer le nombre n d'impulsions reçues avec l'un des deux front tronqués, par une combinaison, par exemple une moyenne, du nombre d'impulsions reçues dont le front avant est non tronqué d'une part et du
20 nombre d'impulsions reçues dont le front arrière est non tronqué d'autre part.

Autrement dit, le nombre n d'impulsions reçues avec l'un des deux front tronqués peut être remplacé par le nombre $n' = (\alpha.n_{av} + \beta.n_{ar}) / (\alpha + \beta)$, avec n_{av} le nombre d'impulsions non tronquées front avant reçues, n_{ar} le nombre d'impulsions non tronquées front arrière reçues et α, β deux coefficients de
25 pondération positifs ou nuls.

L'utilisation d'une combinaison du nombre d'impulsions dont le front avant est non tronqué et du nombre d'impulsions dont le front arrière est non tronqué permet de renforcer les contrôles de la validité de la période de répétition d'impulsions dans le cas où la longueur d'impulsion est grande par
30 rapport à la période de répétition d'impulsion. En effet, dans un tel cas, les événements associés à l'apparition d'un front avant ou d'un front arrière

peuvent être considérés indépendants, les sources d'erreurs impactant les deux mesures sont donc décorréélées. Lorsque le contrôle a été effectué pour deux valeurs quelconques du couple α, β il est vérifié pour toutes les autres valeurs du couple.

5

Si alternativement ou additionnellement, les longueurs d'impulsions de chaque mode supposé sont connues, on applique, alternativement ou en supplément, les étapes suivantes.

Dans une première étape 404, on détermine la plage de variations
10 dans laquelle la somme des longueurs des impulsions reçues est censée varier, compte tenu du taux d'interférences TI. Cette plage est centrée sur la valeur moyenne $(1-T_i)N.LI$, où LI est la longueur d'impulsion supposée du mode radar, avec une variation plus ou moins égale à l'écart type de cette moyenne $[(1-T_i).Ti.N]^{1/2}.LI$.

15 Ainsi les bornes inférieure et supérieure de cette plage sont respectivement égales à :

$$S_{\min} = \{(1-T_i)N - [(1-T_i).Ti.N]^{1/2}\}.LI \text{ et } S_{\max} = \{(1-T_i)N + [(1-T_i).Ti.N]^{1/2}\}.LI.$$

Dans une variante de réalisation de l'invention les bornes inférieure et supérieure de la plage peuvent également être choisies de la façon suivante,
20 avec k un nombre positif différent de 0.

$$S_{\min} = \{(1-T_i)N - k[(1-T_i).Ti.N]^{1/2}\}.LI \text{ et } S_{\max} = \{(1-T_i)N + k[(1-T_i).Ti.N]^{1/2}\}.LI.$$

Dans une étape suivante 405, on compare la somme des longueurs des impulsions reçues, à la plage de variations déterminée à l'étape 404
25 précédente.

Les étapes 401,404,405 sont réitérées pour chaque mode disponible en mémoire et le mode le plus probable est retenu, c'est-à-dire celui qui vérifie le critère suivant : la somme des longueurs des impulsions reçues est comprise dans la plage de variations $[S_{\min}, S_{\max}]$.

L'estimation du nombre d'impulsions reçues et de la somme des longueurs d'impulsions reçues peut se faire indépendamment ou conjointement afin d'améliorer la fiabilité des résultats.

5 La figure 5 représente schématiquement, sur un synoptique, un exemple de système d'identification de radar 500 selon l'invention.

Un tel système comporte des moyens de réception d'un signal radar constitués d'une antenne 501 et de moyens 502 de recueil des impulsions incidentes dudit signal.

10 Un tel système 500 comporte en outre un moyen 503 de regroupement des impulsions appartenant à un même émetteur. Un tel moyen 503 est en charge de séparer les signaux provenant d'émetteurs différents.

Le système 500 selon l'invention comporte en outre un moyen 504
15 pour exécuter le procédé, selon l'invention, de détermination des caractéristiques de période de répétition des impulsions et/ou de longueur des impulsions et pour fournir ces caractéristiques à un moyen 505 d'identification de la forme d'onde mise en œuvre par le signal radar, par exemple en comparant les caractéristiques estimées à une base de données
20 contenant l'ensemble des caractéristiques possibles ou présumées. Un moyen 507 interne ou externe au système selon l'invention est utilisé pour fournir un indicateur d'interférences au moyen 504 pour exécuter le procédé selon l'invention.

Le système 500 selon l'invention peut également comporter un moyen
25 506 de rafraichissement de la piste dédiée au suivi de l'émetteur.

Les moyens 503, 504, 505, 506 peuvent être implémentés à partir d'éléments logiciel.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de détermination, en présence d'interférences, des caractéristiques d'un signal comprenant une pluralité d'impulsions émises (101-105), ledit procédé consistant à déterminer au moins la période de répétition des impulsions (PRI), ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes, exécutées pour une portion dudit signal de durée donnée TE :
- 10 - Calculer (302) la période de répétition moyenne PRI_m des impulsions en présence d'interférences,
 - Calculer (303) l'écart type ΔPRI_m de la période de répétition moyenne PRI_m des impulsions en présence d'interférences,
 - Définir (304) un domaine d'agilité $[PRI_{min} ; PRI_{max}]$ de la période de répétition des impulsions (PRI) de la façon suivante $PRI_{min} = (PRI_m + k.\Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha}$ et $PRI_{max} = \sqrt{\alpha}.(PRI_m - k.\Delta PRI_m)$, avec α un facteur d'excursion strictement positif et inférieur ou égal à 2 et k un nombre strictement positif,
 - 15 - Calculer (305), pour l'ensemble des impulsions comprises dans ladite portion de signal et dont le front avant ou le front arrière est non tronqué, les différences de temps d'arrivée (DTOA) entre deux fronts avant ou deux fronts arrière de deux impulsions successivement reçues,
 - 20 - Eliminer (306) les valeurs des différences de temps d'arrivée qui sont hors du domaine d'agilité $[PRI_{min} ; PRI_{max}]$, la ou les valeurs restantes donnant une estimée de la période de répétition des impulsions (PRI).
 - 25
2. Procédé de détermination, en présence d'interférences, des caractéristiques d'un signal comprenant une pluralité d'impulsions émises (101-105), ledit procédé consistant à déterminer au moins la période de
- 30

répétition des impulsions (PRI), ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes, exécutées pour une portion dudit signal de durée donnée TE :

- 5 - Calculer (302) une estimée de la période de répétition moyenne PRI_m des impulsions en présence d'interférences,
 - Calculer (303) une estimée de l'écart type ΔPRI_m de la période de répétition moyenne PRI_m des impulsions en présence d'interférences,
 - 10 - Si la variance ΔPRI_m^2 ou l'écart type ΔPRI_m ou l'écart type normalisé par la moyenne $\Delta PRI_m / PRI_m$ est inférieur à un seuil de précision P_{max} prédéterminé, alors exécuter les étapes (304,305,306) suivantes :
 - 15 - Définir (304) un domaine d'agilité $[PRI_{min} ; PRI_{max}]$ de la période de répétition des impulsions (PRI), de la façon suivante $PRI_{min} = (PRI_m + k.\Delta PRI_m) / \sqrt{\alpha}$ et $PRI_{max} = \sqrt{\alpha} . (PRI_m - k.\Delta PRI_m)$, avec α un facteur d'excursion strictement positif et inférieur ou égal à 2 et k un nombre strictement positif,
 - Calculer (305), pour l'ensemble des impulsions comprises dans ladite portion de signal et dont le front avant ou le front arrière est non tronqué, les différences de temps d'arrivée (DTOA) entre deux fronts avant ou deux fronts arrière de deux impulsions successivement reçues,
 - 20 - Eliminer (306) les valeurs des différences de temps d'arrivée qui sont hors du domaine d'agilité $[PRI_{min} ; PRI_{max}]$, la ou les valeurs restantes donnant une estimée de la période de répétition des impulsions (PRI).
 - 25 - Eliminer (306) les valeurs des différences de temps d'arrivée qui sont hors du domaine d'agilité $[PRI_{min} ; PRI_{max}]$, la ou les valeurs restantes donnant une estimée de la période de répétition des impulsions (PRI).
3. Procédé de détermination des caractéristiques d'un signal en présence d'interférences selon la revendication 2 dans lequel ledit seuil de précision P_{max} est déterminé en fonction de l'excursion PRI_{max} / PRI_{min} minimale souhaitée du domaine d'agilité.
- 30

4. Procédé de détermination des caractéristiques d'un signal en présence d'interférences selon l'une des revendications précédentes dans lequel la période de répétition moyenne PRI_m des impulsions est calculée (302) à l'aide de la relation suivante : $PRI_m = (1-T_i).TE/n$, avec T_i un indicateur du taux de présence d'interférences pendant la durée TE et n le nombre d'impulsions, comprises dans ladite portion, dont le front avant est non tronqué ou le nombre d'impulsions, comprises dans ladite portion, dont le front arrière est non tronqué ou une combinaison du nombre n_{av} d'impulsions dont le front avant est non tronqué et du nombre n_{ar} d'impulsions dont le front arrière est non tronqué sous la forme $n=(\alpha.n_{av}+\beta.n_{ar})/(\alpha+\beta)$, où α et β sont deux entiers positifs ou nuls.
5. Procédé de détermination des caractéristiques d'un signal en présence d'interférences selon la revendication 4 dans lequel l'écart type ΔPRI_m de la période de répétition moyenne PRI_m des impulsions est calculé (303) à l'aide de la relation suivante : $\Delta PRI_m = (T_i/n)^{1/2}.PRI_m$,
6. Procédé de détermination des caractéristiques d'un signal en présence d'interférences selon la revendication 5 dans lequel l'écart type ΔPRI_m de la période de répétition moyenne PRI_m des impulsions est pondéré par le coefficient : $\frac{\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}}{\alpha + \beta}$ lorsque n est une combinaison du nombre n_{av} d'impulsions dont le front avant est non tronqué et du nombre n_{ar} d'impulsions dont le front arrière est non tronqué sous la forme $n=(\alpha.n_{av}+\beta.n_{ar})/(\alpha+\beta)$, où α et β sont deux entiers positifs ou nuls.
7. Procédé de détermination des caractéristiques d'un signal en présence d'interférences selon l'une des revendications précédentes dans lequel le nombre k est pris égal à 1.

8. Procédé de détermination des caractéristiques d'un signal en présence d'interférences selon l'une des revendications précédentes dans lequel ledit facteur correctif α est pris égal à 2.
- 5 9. Procédé de détermination des caractéristiques d'un signal en présence d'interférences selon l'une des revendications précédentes dans lequel les différences de temps d'arrivée (DTOA) sont en outre calculées (305) pour les impulsions dont le front avant ou le front arrière est tronqué et sont dans ce cas assorties d'une fenêtre d'incertitude de plus ou moins la
- 10 longueur d'impulsion moyenne L_{im} .
10. Procédé de détermination des caractéristiques d'un signal en présence d'interférences selon l'une des revendications 1 à 8 dans lequel, lorsqu'aucune valeur n'est conservée après l'étape d'élimination (306)
- 15 des valeurs des différences de temps d'arrivée hors domaine d'agilité $[PRI_{min}; PRI_{max}]$, une estimée de la période de répétition des impulsions (PRI) est obtenue en recherchant un sous-multiple, situé dans ledit domaine d'agilité $[PRI_{min}; PRI_{max}]$, d'au moins deux mesures successives de différences de temps d'arrivée.
- 20 11. Procédé de détermination des caractéristiques d'un signal en présence d'interférences selon la revendication 10 dans lequel ladite recherche d'un sous-multiple est effectuée en exécutant au moins les étapes suivantes :
- 25
- Définir deux variables X,Y et les initialiser à deux mesures successives $PPRI_1, PPRI_2$ de différences de temps d'arrivée,
 - Calculer (360) l'opération modulo des deux variables $Mod(X,Y)$,
 - Si (361) le résultat de l'opération modulo est situé dans ledit
- 30 domaine d'agilité $D1 = [(PRI_m + \Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha}; \sqrt{\alpha} \cdot (PRI_m - \Delta PRI_m)]$, l'estimée de la période de répétition des impulsions (PRI) est égale à ce résultat,

- Si (361) le résultat de l'opération modulo est situé hors du domaine d'agilité, réaffecter (362) la variable X à la seconde mesure $PPRI_2$ et la variable Y au résultat de l'opération modulo $\text{Mod}(PPRI_1, PPRI_2)$ entre la première mesure $PPRI_1$ et la seconde mesure $PPRI_2$,
- Si la valeur de X est différente de la valeur de Y, alors réitérer les étapes (360,361,362) précédentes,
- Si la valeur de X est égale à la valeur de Y, alors calculer (363) l'ensemble des sous-multiples de la variable X,
- Exécuter l'étape de test (364) suivante :
 - i. Si (364) un seul desdits sous-multiples est situé dans ledit domaine d'agilité D1, l'estimée de la période de répétition des impulsions (PRI) est égale audit seul sous-multiple,
 - ii. Si (364) plusieurs desdits sous-multiples sont situés dans ledit domaine d'agilité D1, calculer (365) le résultat de l'opération modulo $\text{Mod}(X, PPRI_3)$ entre la variable X et une troisième mesure successive de différences de temps d'arrivée $PPRI_3$, l'estimée de la période de répétition des impulsions (PRI) étant égale à ce résultat.

20

12. Procédé de détermination des caractéristiques d'un signal en présence d'interférences selon la revendication 11 dans lequel ledit domaine d'agilité D1 est remplacé par un second domaine d'agilité $D2 = [(PRI_m - \Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha} ; \sqrt{\alpha} \cdot (PRI_m + \Delta PRI_m)]$.

25

13. Procédé de détermination des caractéristiques d'un signal en présence d'interférences selon la revendication 11 dans lequel l'étape de test (364) est modifiée de la façon suivante:

- Si (364) un seul desdits sous-multiples est situé dans le premier domaine d'agilité $D1 = [(PRI_m + \Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha} ; \sqrt{\alpha} \cdot (PRI_m - \Delta PRI_m)]$, et qu'aucun autre desdits sous-multiples n'est situé dans un second

30

domaine d'agilité $D2 = [(PRI_m - \Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha}; \sqrt{\alpha} \cdot (PRI_m + \Delta PRI_m)]$
 alors l'estimée de la période de répétition des impulsions (PRI) est
 égale audit seul sous-multiple,

- 5 - Si (364) plusieurs desdits sous-multiples sont situés dans ledit
 domaine d'agilité D1 et qu'aucun autre desdits sous-multiples n'est
 situé dans un second domaine d'agilité $D2 = [(PRI_m - \Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha};$
 $\sqrt{\alpha} \cdot (PRI_m + \Delta PRI_m)]$, calculer (365) le résultat de l'opération modulo
 $\text{Mod}(X, PPRI_3)$ entre la variable X et une troisième mesure
 successive de différences de temps d'arrivée $PPRI_3$, l'estimée de
 10 la période de répétition des impulsions (PRI) étant égale à ce
 résultat.
- Si (364) un seul desdits sous-multiples est situé dans le second
 domaine d'agilité $D2 = [(PRI_m - \Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha}; \sqrt{\alpha} \cdot (PRI_m + \Delta PRI_m)]$
 alors l'estimée de la période de répétition des impulsions (PRI) est
 15 égale audit seul sous-multiple,
- Si (364) plusieurs desdits sous-multiples sont situés dans le
 second domaine d'agilité $D2 = [(PRI_m - \Delta PRI_m)/\sqrt{\alpha}; \sqrt{\alpha} \cdot (PRI_m +$
 $\Delta PRI_m)]$, calculer (365) le résultat de l'opération modulo
 $\text{Mod}(X, PPRI_3)$ entre la variable X et une troisième mesure
 successive de différences de temps d'arrivée $PPRI_3$, l'estimée de
 20 la période de répétition des impulsions (PRI) étant égale à ce
 résultat.

14. Procédé de détermination des caractéristiques d'un signal en présence
 25 d'interférences selon l'une des revendications précédentes consistant à
 déterminer en outre la longueur d'impulsion (LI), ledit procédé comportant
 les étapes suivantes :

- Si ladite portion de signal comporte des impulsions non tronquées,
 utiliser les longueurs de ces impulsions comme estimée de la
 30 longueur d'impulsion (LI),

- Si ladite portion de signal ne comporte que des impulsions tronquées, calculer (310) une estimée de la valeur moyenne LI_m de la longueur d'impulsion.
- 5 15. Procédé de détermination des caractéristiques d'un signal en présence d'interférences selon l'une des revendications 1 à 13 consistant à déterminer en outre la longueur d'impulsion (LI), ledit procédé comportant les étapes suivantes :
- Si ladite portion de signal comporte des impulsions non tronquées,
10 utiliser les longueurs de ces impulsions comme estimée de la longueur d'impulsion (LI),
 - Calculer un indicateur de précision ΔLI_m de la valeur moyenne LI_m de la longueur d'impulsion,
 - Si ledit indicateur est inférieur à un seuil de précision
15 prédéterminé, alors exécuter l'étape suivante (310) :
 - Si ladite portion de signal ne comporte que des impulsions tronquées, calculer (310) une estimée de la valeur moyenne LI_m de la longueur d'impulsion.
- 20 16. Procédé de détermination des caractéristiques d'un signal en présence d'interférences selon la revendication 15 dans lequel ledit indicateur est un écart type ΔLI_m , un écart type normalisé par la moyenne $\Delta LI_m/LI_m$ ou une variance ΔLI_m^2 .
- 25 17. Procédé de détermination des caractéristiques d'un signal en présence d'interférences selon la revendication 16 dans lequel ledit indicateur est un écart type ΔLI_m calculé à l'aide de l'une des deux relations suivantes :
- $$\Delta LI_m = \sqrt{\frac{T_i}{n^3}} \left[\sum_j LI(j) \right] \text{ ou } \Delta LI_m = \sqrt{2 \frac{T_i}{n^3}} \left[\sum_j LI(j) \right], \text{ avec } \sum_j LI(j) \text{ une mesure de la}$$
- 30 somme des longueurs des impulsions reçues comprises dans ladite portion et n le nombre d'impulsions, comprises dans ladite portion, dont le

- front avant est non tronqué ou le nombre d'impulsions, comprises dans ladite portion, dont le front arrière est non tronqué ou une combinaison du nombre n_{av} d'impulsions dont le front avant est non tronqué et du nombre n_{ar} d'impulsions dont le front arrière est non tronqué sous la
- 5 forme $n=(\alpha.n_{av}+\beta.n_{ar})/(\alpha+\beta)$, où α et β sont deux entiers positifs ou nuls.
18. Procédé de détermination des caractéristiques d'un signal en présence d'interférences selon l'une des revendications 14 à 17 dans lequel la
- 10 valeur moyenne Ll_m de la longueur d'impulsion est calculée (310) en divisant la somme des longueurs des impulsions comprises dans ladite portion par le nombre d'impulsions, comprises dans ladite portion, dont le front avant est non tronqué ou par le nombre d'impulsions, comprises dans ladite portion, dont le front arrière est non tronqué ou par une
- 15 combinaison du nombre n_{av} d'impulsions dont le front avant est non tronqué et du nombre n_{ar} d'impulsions dont le front arrière est non tronqué sous la forme $n=(\alpha.n_{av}+\beta.n_{ar})/(\alpha+\beta)$, où α et β sont deux entiers positifs ou nuls.
19. Procédé de détermination des caractéristiques d'un signal en présence
- 20 d'interférences selon l'une des revendications précédentes dans lequel un indicateur d'interférences synchrone dudit signal est utilisé pour déterminer si une impulsion est tronquée ou non.
20. Procédé de détermination des caractéristiques d'un signal en présence
- 25 d'interférences selon l'une des revendications précédentes dans lequel ledit procédé comporte une étape préalable d'interception et de recueillement (301) de ladite portion de signal pendant une durée donnée TE.
- 30 21. Système (500) d'identification d'un signal, notamment un signal radar, comprenant des moyens (504) adaptés pour mettre en œuvre le procédé

de détermination des caractéristiques dudit signal en présence d'interférences selon l'une des revendications précédentes.

1/4

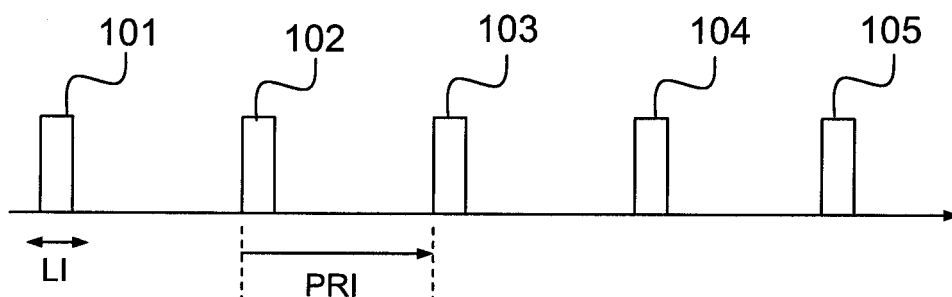


FIG. 1

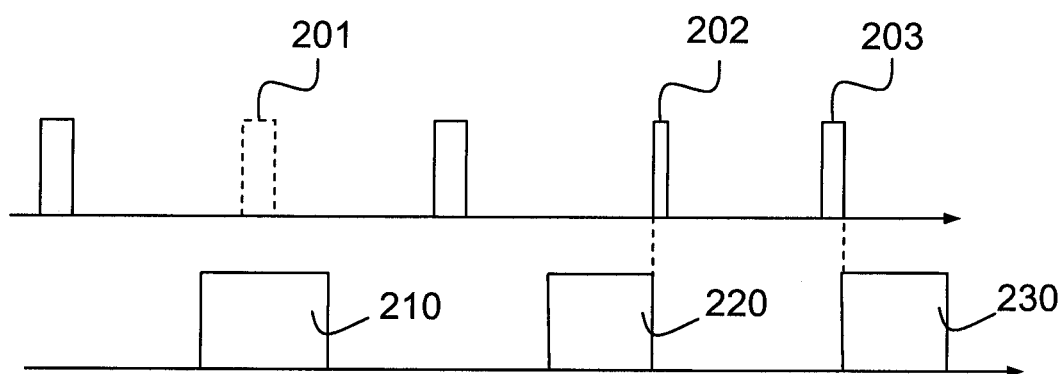


FIG. 2

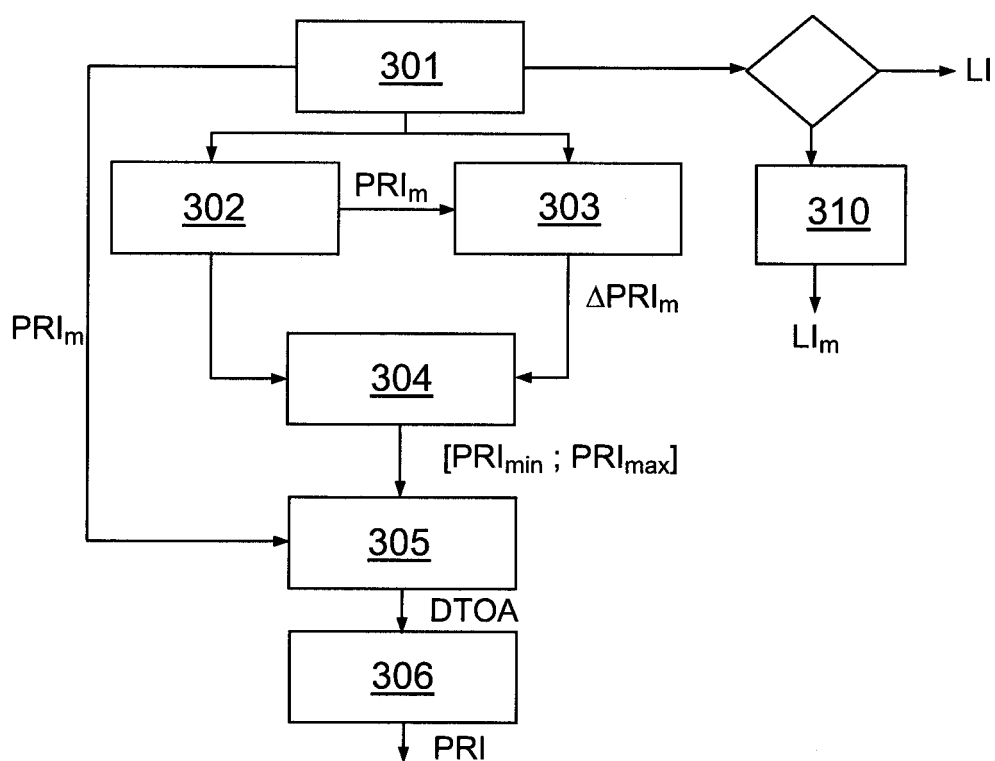


FIG. 3a

2/4

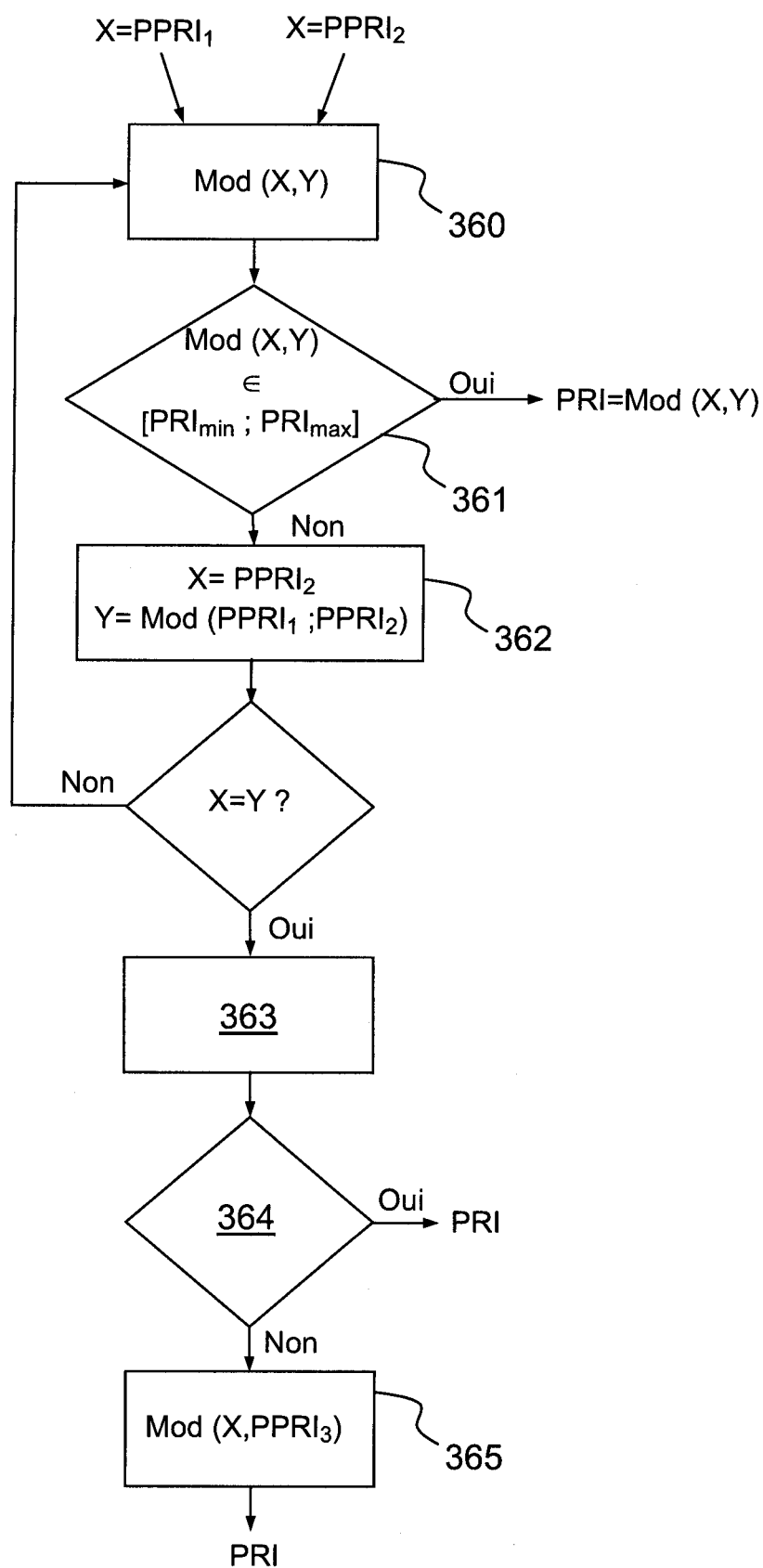


FIG.3b

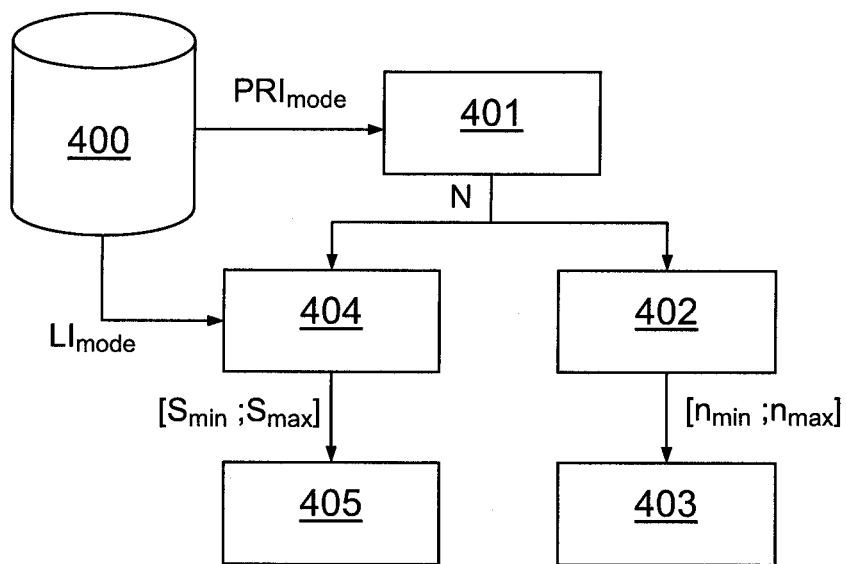


FIG.4

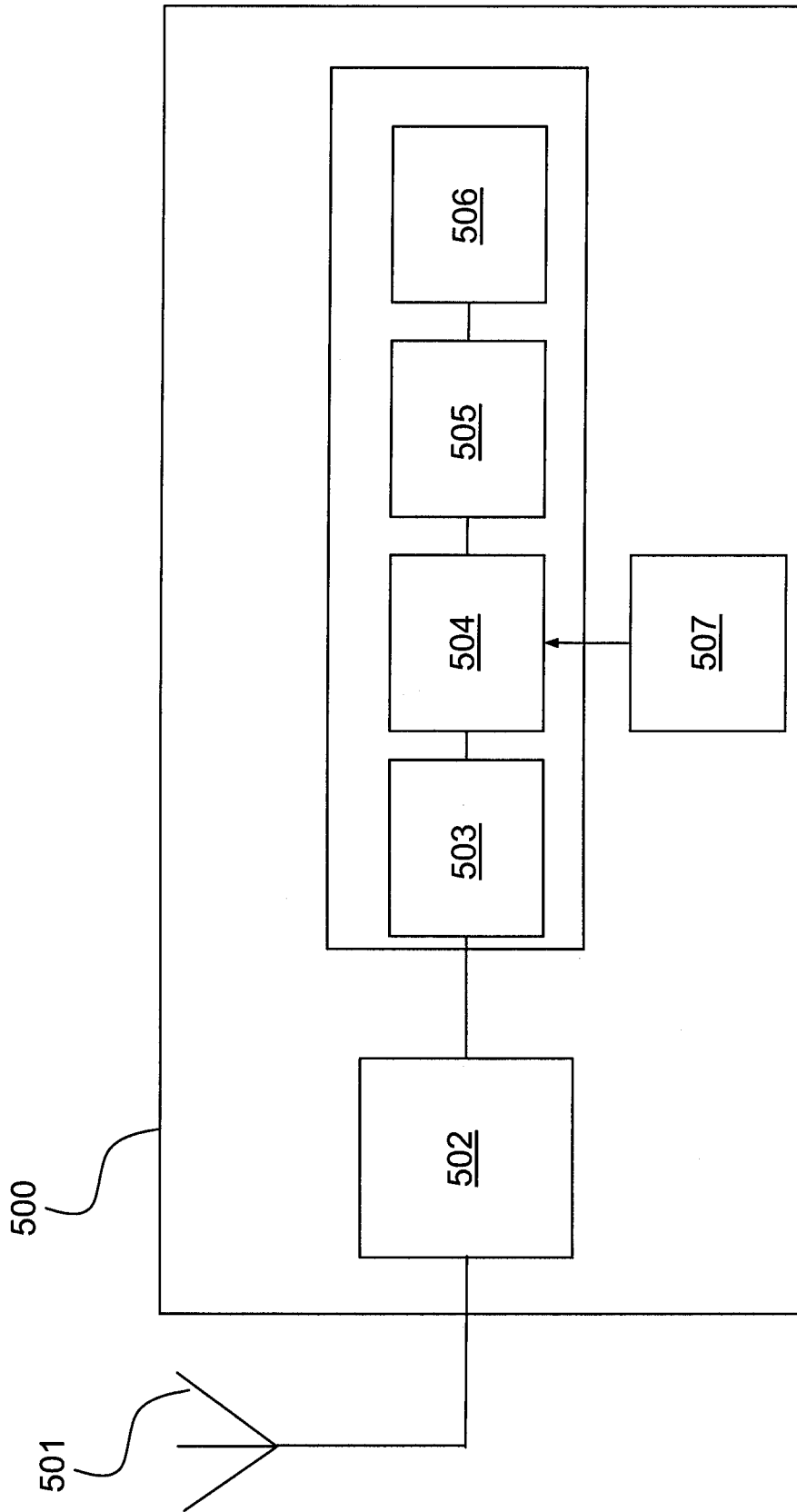


FIG.5



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

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

FA 784452
FR 1203239

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		
A	US 2004/201517 A1 (MACFARLANE SHEARER DANIEL DAVI [US] SHEARER III DANIEL DAVIDSON MA [US]) 14 octobre 2004 (2004-10-14) * abrégé; figure 3 * * alinéa [0039] - alinéa [0054] * * alinéa [0073] - alinéa [0074] * -----	1-21	G01S7/38 G01R23/02
A	KAZIMIERZ BANASIAK ET AL: "Radar signals monitoring", INTERNATIONAL RADAR SYMPOSIUM. IRS 2006, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 1 mai 2006 (2006-05-01), pages 1-4, XP031138439, ISBN: 978-83-7207-621-2 * le document en entier * -----	1-21	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) G01S
A	US 5 323 161 A (GAILER JAMES M [GB] ET AL) 21 juin 1994 (1994-06-21) * abrégé; figure 1 * * colonne 2, ligne 23 - colonne 5, ligne 9 * * -----	1-21	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
14 novembre 2013		Vial, Antoine	
<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 & : membre de la même famille, document correspondant</p>	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1203239 FA 784452**

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 **14-11-2013**

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
US 2004201517 A1	14-10-2004	US 2004201517 A1 WO 2004092763 A2	14-10-2004 28-10-2004

US 5323161 A	21-06-1994	DE 3744691 A1 FR 2688893 A1 US 5323161 A	15-07-1993 24-09-1993 21-06-1994
