

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 14321

(54) Radar rayonnant des signaux polarisés.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). G 01 S 13/52.

(22) Date de dépôt..... 27 juin 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : RFA, 29 juin 1979, n° P 29 26 193.6.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 4 du 23-1-1981.

(71) Déposant : INTERNATIONAL STANDARD ELECTRIC CORPORATION, société constituée selon
les lois de l'Etat de Delaware, EUA.

(72) Invention de : Volker Kloevekorn et Ullrich Raudonat.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : P. L. Grandry, c/o LCT, Service des Brevets,
Boîte Postale 40, 78140 Vélizy-Villacoublay.

La présente invention se rapporte à un radar qui rayonne des signaux polarisés circulairement à gauche ou à droite et a deux voies de traitement de signal du côté réception pour les composantes, polarisées orthogonalement, des signaux reçus et dans lequel la différence de phase, entre ces deux composantes de signal polarisées orthogonalement, est mesurée dans un phasemètre.

Un radar de ce type est décrit dans la publication "IEEE Publication 77 CH 1255-9 EASCON" (EASCON-77 Record), page 16-6F.

Ce radar est un système d'instrumentation grâce auquel diverses mesures peuvent être réalisées. Suivant la mesure à faire, seules quelques unes des nombreuses caractéristiques de ce radar sont utilisées.

Il est mentionné ici que des cibles désirées peuvent être distinguées du fouillis (clutter) en évaluant l'information d'amplitude et de phase des composantes polarisées orthogonalement du signal reçu. On ne décrit pas comment l'évaluation peut être réalisée.

On décrit dans la publication "A millimeter wave radar for the mini-RPV", AIAA/DARPA Conference on Smart Sensors, Hampton, Virginie, 14-16 novembre 1978, un radar pour détecter des cibles fixes (par exemple véhicules à l'arrêt) qui rayonne alternativement des signaux polarisés verticalement et horizontalement et qui mesure la modulation d'amplitude des signaux reçus.

L'objet de l'invention est de fournir un radar du type indiqué au début qui permette la détection de cibles désirées, malgré la présence de fouillis.

Ceci est obtenu par le fait qu'il est prévu un arrangement de commutation qui commande la commutation entre des signaux polarisés circulairement à gauche et à droite ou elliptiquement, par le fait que le phasemètre est suivi par des portes en distance et des circuits d'échantillonnage et de maintien, par le fait qu'il est prévu des dispositifs de corrélation qui sont alimentés par les signaux de sortie des circuits d'échantillonnage et de maintien et par le signal de sortie de l'arrangement de commutation, celui-ci étant envoyé aux dispositifs de corrélation en fonction des intervalles de distance, par le fait que les dispositifs de corrélation sont suivis par des circuits à seuil et par le fait que, dans un intervalle de distance attribué à une porte en distance, une cible est affichée si la valeur de seuil est dépassée.

Dans le radar selon l'invention, l'amplitude du signal reçu n'a pas besoin d'être évaluée. Comme seule l'information de phase du

signal reçu est utilisée, les fluctuations d'amplitude du signal reçu, qui sont habituellement superposées à la modulation d'amplitude, n'ont pas d'effet gênant.

5 Dans le nouveau radar, on peut effectuer à la fois un traitement de signal cohérent et non cohérent. Comme, cependant, la discrimination de cibles désirées (mobiles ou fixes) parmi le fouillis n'exige pas de traitement de signal cohérent, la partie émetteur/récepteur du radar peut être de conception simple. L'évaluation peut être analogique ou numérique.

10 Par un choix convenable du code suivant lequel la commutation entre les différentes polarisations est effectuée pendant le rayonnement du signal, on obtient un rapport signal à fouillis favorable.

15 L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques apparaîtront à l'aide de la description ci-après et des dessins joints où :

- la figure 1 est un schéma du radar selon l'invention ;
- la figure 2 représente un dispositif de corrélation du type utilisé dans le mode de réalisation de la figure 1 ; et
- 20 - les figures 3.a à 3.c montrent des diagrammes explicatifs du fonctionnement du radar.

Dans le mode de réalisation représenté, le radar est supposé être un radar à impulsions.

25 Une onde radiofréquence, fournie par un magnétron 1, est modulée par des impulsions élaborées dans un modulateur d'impulsions 3. Le signal radiofréquence à impulsions est appliqué à un dispositif de polarisation 2 qui fournit un train d'impulsions V polarisé verticalement et un train d'impulsions H polarisé horizontalement. Les deux trains d'impulsions V et H diffèrent en phase par plus ou moins quatre-vingt-dix degrés, suivant la commande du dispositif de polarisation 2
30 par un arrangement de commutation 24. Les trains d'impulsions V et H sont appliqués, à travers des circulateurs 5 et 6 respectivement, à une antenne 7 à deux modes, où les deux trains d'impulsions polarisés orthogonalement sont hétérodynés ensemble, de sorte qu'un train
35 d'impulsions polarisé circulairement est rayonné.

Les signaux réfléchis par les cibles sont reçus par l'antenne 7. Les signaux polarisés elliptiquement ou circulairement

sont séparés en leurs composantes polarisées verticalement et horizontalement. Les deux composantes sont alors traitées de la même manière. Elles sont appliquées, à travers les circulateurs 5, 6, à des mélangeurs/préamplificateurs 12, 10 qui reçoivent aussi un signal élaboré dans un oscillateur de mélange 11. Les signaux à fréquence intermédiaire sont envoyés à des amplificateurs à sorties limitées 13, 15. La composante polarisée verticalement est désignée par S_V et la composante polarisée horizontalement par S_H . Un phasemètre 14 mesure la différence de phase entre les signaux S_H et S_V .

10 L'élaboration et le traitement du signal (sauf la commande du dispositif de polarisation 2 par l'arrangement de commutation 24), représentés au-dessus de la ligne en pointillés de la figure 1, sont décrits dans la référence mentionnée en premier ci-dessus.

15 Les cibles mobiles peuvent être distinguées du fouillis en évaluant le décalage Doppler des signaux reçus (avec un traitement de signal cohérent). Dans le cas de cibles fixes, cependant, cela est impossible. Il est apparu, cependant, que des cibles fixes peuvent être détectées en utilisant les différences dans les caractéristiques de réflexion de sources de fouillis et de cibles désirées par rapport à la polarisation.

20 Le nouveau radar rayonne des impulsions polarisées circulairement à droite ou à gauche ou elliptiquement, suivant une séquence prédéterminée. Pour réaliser cela, l'arrangement de commutation 24 commande le dispositif de polarisation 2 suivant un code prédéterminé, de manière telle que la différence de phase entre les composantes polarisées verticalement et horizontalement est de plus ou moins quatre-vingt-dix degrés, c'est-à-dire que, à cause de l'hétérodynage des deux composantes dans l'antenne, celle-ci rayonne des impulsions polarisées circulairement à gauche ou à droite. Le code peut être choisi de sorte que des impulsions successives sont polarisées circulairement, alternativement à gauche et à droite.

30 Pour assurer que la commutation est effectuée de manière synchrone avec le rayonnement de l'impulsion, l'arrangement de commutation 24 reçoit des impulsions de commande du modulateur d'impulsions 3. Le signal de sortie S_C de l'arrangement de commutation est un train d'impulsions, ce qui sera expliqué ultérieurement.

Pour évaluation supplémentaire, le signal de sortie S_p du phasemètre 14 est appliqué à une série de portes en distance 16, 16', ..., 16ⁿ, dont chacune est assignée à une cellule de résolution en distance et suivie par un circuit d'échantillonnage et de maintien (boxcar) 17, 17', ..., 17ⁿ. Les circuits 17, 17', ..., 17ⁿ échantillonnent les signaux de sortie des portes en distance et allongent les valeurs échantillonnées, de sorte qu'on obtient des impulsions dont la longueur T_p est égale à l'intervalle de temps entre deux impulsions radar rayonnées. De préférence, cette longueur T_p est aussi la longueur des impulsions fournies par l'arrangement de commutation 24.

Les portes en distance et les circuits d'échantillonnage et de maintien, ainsi que leur fonctionnement, sont décrits dans un livre de M.I. Skolnik "Introduction to radar systems", McGraw-Hill Book Company, New York, 1962, pages 151, 152 et 168, de sorte qu'on n'a pas besoin de donner davantage d'explications ici.

Les signaux de sortie S_B , S_B' , ..., S_B^n des circuits 17, 17', ..., 17ⁿ sont appliqués à des dispositifs de corrélation 18, 18', ..., 18ⁿ respectivement. Ces dispositifs de corrélation reçoivent aussi le signal de sortie S_C de l'arrangement de commutation 24. Avant d'être appliqué à ces dispositifs, le signal S_C est retardé dans des lignes à retard 21, 22, 23 d'une valeur $n \cdot \tau$ en fonction des intervalles de distance, où n est le numéro de l'intervalle de distance correspondant et τ est la longueur des impulsions rayonnées. Pour l'intervalle de distance voisin du radar, on a $n = 1$.

Les signaux de sortie S_K , S_K' , ..., S_K^n des dispositifs de corrélation sont appliqués à des circuits à seuil 19, 19', ..., 19ⁿ respectivement. Quand la valeur de seuil est dépassée, une unité d'affichage 20 indique la cible désirée dans l'intervalle de distance respectif.

On va maintenant exposer de manière plus détaillée, à l'aide de la figure 2, une réalisation possible d'un dispositif de corrélation. Un dispositif de corrélation 18 doit vérifier la similarité du signal de sortie S_B d'un circuit d'échantillonnage et de maintien 17 et du signal de sortie S_C de l'arrangement de commutation 24. Ceci exige que la fonction de corrélation complète de S_C et S_B soit formée. Le corrélateur doit seulement déterminer la valeur de la fonction de corrélation pour un décalage de temps nul.

Le signal de sortie S_B d'un circuit d'échantillonnage et de maintien est appliqué directement, et à travers un inverseur 31, à un commutateur inverseur 32 qui est commandé par le signal de sortie S_C de l'arrangement de commutation 24. Le signal S_B est transmis à un

5 intégrateur 33 sans changement (S_B) pour des valeurs positives du signal S_C , et inversé ($-S_B$) pour des valeurs négatives du signal S_C . L'intégrateur effectue une intégration sur plusieurs périodes d'impulsion. Si les signaux S_B et S_C sont similaires, c'est-à-dire s'ils ont le même signe à chaque période, la sortie du commutateur

10 inverseur 32 fournit un produit positif du signal S_B et du signe du signal S_C . Dans ce cas, la valeur du signal intégré S_K augmente continûment jusqu'à la valeur maximum de la fonction de corrélation pour un décalage de temps nul.

En se reportant maintenant aux figures 3.a à 3.c, le

15 signal S_C (figure 3.a) de l'arrangement de commutation 24 consiste en une séquence d'impulsions positives et négatives. Des impulsions positives et négatives indiquent que les signaux polarisés horizontalement et verticalement, fournis par le dispositif de polarisation 2, diffèrent en phase par plus et moins quatre-vingt-dix degrés respecti-

20 vement. Dans l'exemple représenté, cette séquence est alternative et, en conséquence, les impulsions radar rayonnées sont alternativement polarisées circulairement à gauche et à droite.

Comme mentionné ci-dessus, une cible désirée influence très peu la polarisation existante pendant la réflexion. Le signal reçu

25 par le radar a donc la même polarisation que le signal rayonné, c'est-à-dire que le phasemètre 14 mesure, entre les composantes verticale et horizontale, une différence de phase qui est égale à celle entre les composantes sur l'antenne à l'instant de transmission.

L'amplitude (en tenant compte du signe) du signal de

30 sortie S_B (figure 3.b), d'un circuit d'échantillonnage et de maintien, est une mesure de cette différence de phase. Si les différences de phase, entre les deux composantes orthogonales du signal rayonné et du signal reçu, correspondent, le signal reçu a été réfléchi par une cible désirée. Cependant, une seule comparaison est très peu fiable.

35 Par conséquent, plusieurs comparaisons sont faites. Ceci est réalisé par la corrélation décrite. Si le signal intégré S_K dépasse une valeur

de seuil en amplitude après un nombre de cycles prédéterminé, une cible désirée est affichée (figure 3.c). Ce procédé d'évaluation donne un bon rapport signal à fouillis.

Il est aussi possible de rayonner des signaux continus,
5 modulés en amplitude, au lieu d'impulsions radar. Ce qui a été dit pour les impulsions s'applique de manière analogue. La période du signal modulant correspond à l'intervalle d'impulsions.

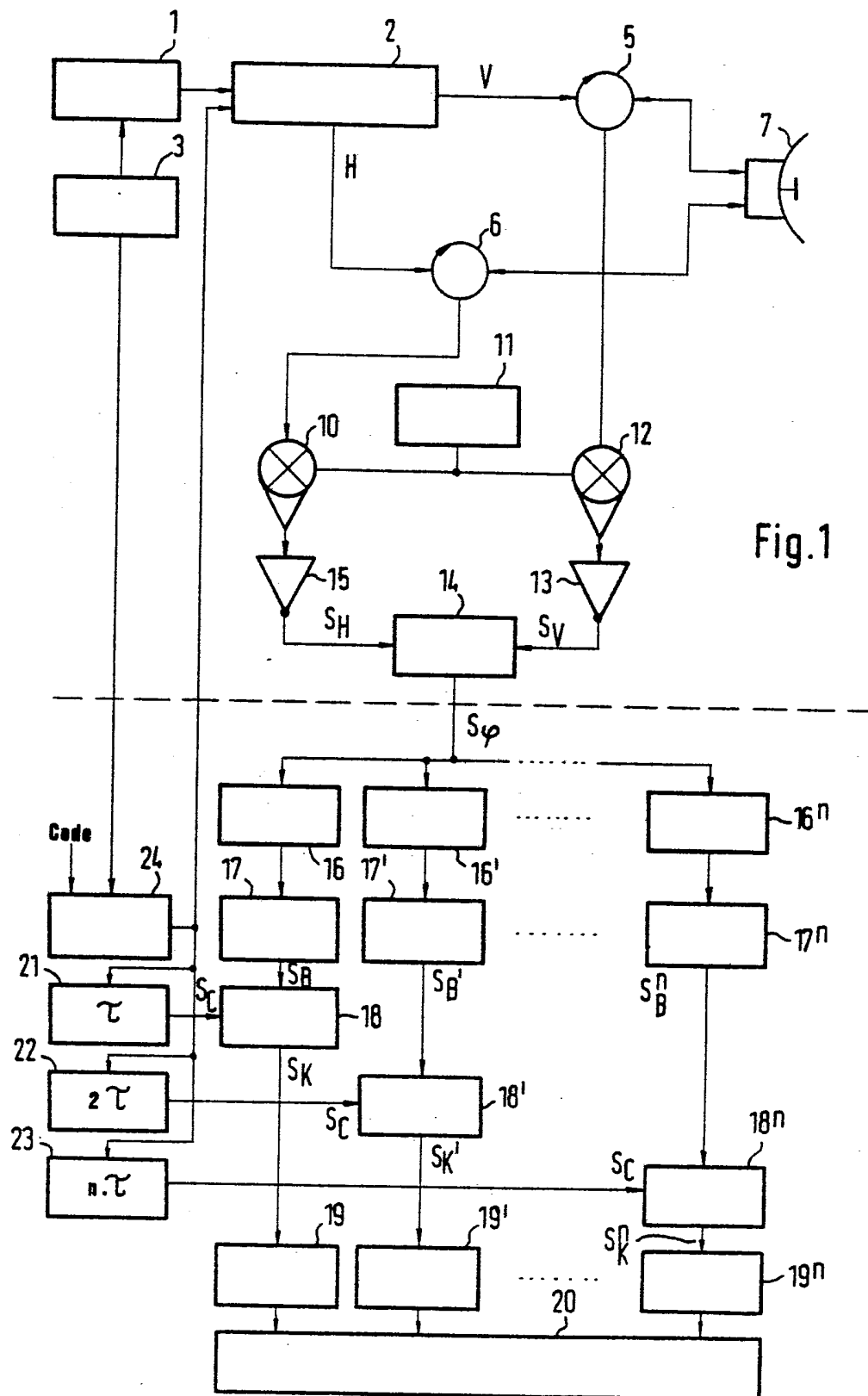
L'évaluation du signal peut être analogique ou digitale.

Bien entendu, l'exemple de réalisation décrit n'est nullement
10 limitatif de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Radar rayonnant des signaux polarisés circulairement à gauche ou à droite et ayant deux voies de traitement de signal du côté réception pour les composantes, polarisées orthogonalement, des signaux reçus et dans lequel la différence de phase, entre ces deux composantes de signal polarisées orthogonalement, est mesurée dans un phasemètre, caractérisé en ce qu'il est prévu un arrangement de commutation (24) qui commande la commutation entre des signaux polarisés circulairement à gauche et à droite ou elliptiquement, en ce que le phasemètre (14) est suivi par des portes en distance ($16, 16', \dots, 16^n$) et des circuits d'échantillonnage et de maintien ($17, 17', \dots, 17^n$), en ce qu'il est prévu des dispositifs de corrélation ($18, 18', \dots, 18^n$) qui sont alimentés par les signaux de sortie ($S_B, S_B', \dots, S_B^n$) des circuits d'échantillonnage et de maintien et par le signal de sortie (S_C) de l'arrangement de commutation, celui-ci étant envoyé aux dispositifs de corrélation en fonction des intervalles de distance, en ce que les dispositifs de corrélation sont suivis par des circuits à seuil ($19, 19', \dots, 19^n$) et en ce que, dans un intervalle de distance attribué à une porte en distance, une cible est affichée si la valeur de seuil est dépassée.
2. Radar selon la revendication 1, caractérisé en ce que les signaux rayonnés par le radar sont des impulsions et en ce que les impulsions du signal de sortie (S_C) de l'arrangement de commutation (24) et des signaux de sortie ($S_B, S_B', \dots, S_B^n$) des circuits d'échantillonnage et de maintien ($17, 17', \dots, 17^n$) sont de même longueur.

1/2



2/2

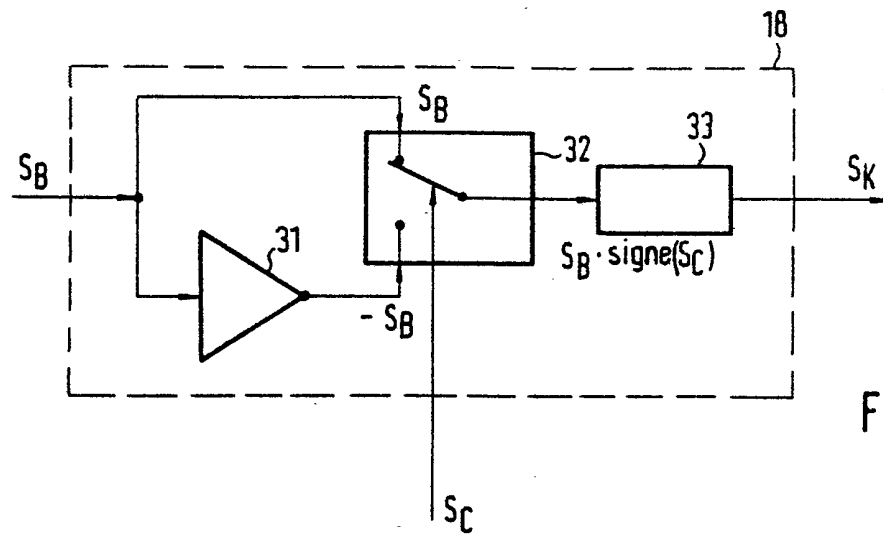


Fig. 2

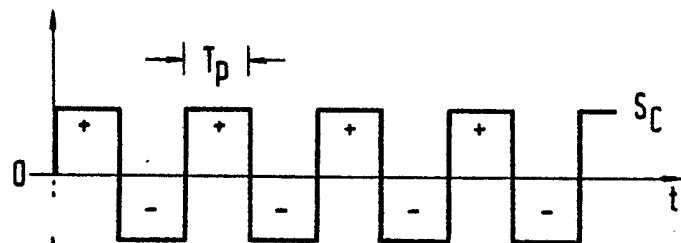


Fig. 3a

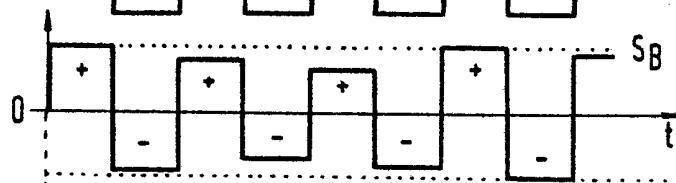


Fig. 3b

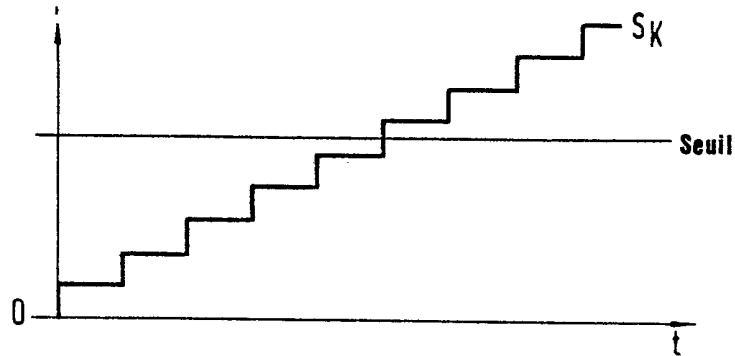


Fig. 3c