

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 11268

(54) Radar de proximité.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). G 01 S 13/36.

(22) Date de dépôt..... 28 juin 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 52 du 30-12-1983.

(71) Déposant : SOCIETE NATIONALE D'ETUDE ET DE CONSTRUCTION DE MOTEURS D'AVIATION, SNECMA. — FR.

(72) Invention de : Patrice Charles Gaston Delon, Gérard Daniel Fourreaux, Michel Jacques Robert Nicolas et Bruno Sebilet.

(73) Titulaire :

(74) Mandataire : François Moinat, SNECMA, service des brevets,
BP 81, 91003 Evry Cedex.

RADAR DE PROXIMITE

La présente invention concerne un radar de proximité et plus spécifiquement un radar destiné à détecter une distance déterminée le séparant d'une cible.

Il est déjà connu, dans une telle installation, d'émettre un signal modulé en phase selon une séquence de signaux logiques du type pseudo-aléatoire, le signal en retour, après réflexion sur la cible, faisant l'objet d'une corrélation avec le signal émis affecté d'un retard constant qui correspond au temps du trajet aller et retour sur la distance que l'on désire détecter. Cette corrélation est une opération bien connue de l'homme de l'art ; elle consiste en une multiplication des signaux l'un par l'autre, suivie d'un filtrage ou d'une intégration du résultat. Dans la fonction de corrélation ainsi obtenue, la tension obtenue a un niveau généralement très faible, sauf lorsque le retard introduit correspond précisément au temps mis par le signal émis pour effectuer son trajet, la variation de la tension en fonction de la différence des retards ayant alors la forme d'un triangle isocèle dont le sommet correspond à la tension maximale et traduit un écart de retard nul.

Lorsque la tension de cette fonction de corrélation dépasse un seuil pré-déterminé, un dispositif logique délivre une information relative au passage du radar à la distance déterminée de la cible.

On comprend aisément que, si le dispositif porteur d'un tel radar de proximité évolue dans un milieu fortement perturbé du point de vue radioélectrique, des tensions parasites, supérieures au seuil pré-déterminé, peuvent apparaître

et déclencher une information erronée. La présente invention a pour objet de remédier à un tel inconvénient.

Le radar de proximité conforme à l'invention est donc du genre dans lequel un signal modulé selon une séquence
5 pseudo-aléatoire est émis en direction de la cible, le signal en retour, après réflexion sur cette dernière, faisant ensuite l'objet d'une corrélation avec un signal identique au signal émis mais affecté d'un retard constant
10 égal à un nombre n de bits qui correspond au temps d'un trajet aller et retour sur la distance à détecter. La distance de la cible se trouve ainsi quantifiée en n pas de longueur $ct/2$, où c représente la vitesse de la lumière dans l'air et t la durée d'un bit de la séquence pseudo-aléatoire.

15

Suivant la caractéristique essentielle de l'invention, le retard affecté au signal destiné à la corrélation avec le signal en retour est alternativement de n et n' bits, avec n' inférieur à n , un dispositif de contrôle automatique
20 de gain commandant l'amplificateur du signal obtenu par la corrélation lorsque le retard est de n' bits alors que ce dispositif de contrôle automatique de gain est déconnecté lorsque le retard est de n bits, le gain de l'amplificateur du signal après corrélation correspondant dans ce
25 dernier cas à celui mémorisé de la dernière corrélation avec n' bits de retard.

Selon un mode préféré mais non limitatif de réalisation de l'invention, le nombre n' de bits est choisi de manière à
30 correspondre à un retard équivalent à un trajet aller et retour sur une seconde distance déterminée inférieure à la première.

Le passage d'émission en réception et réciproquement ainsi
35 que le choix du nombre de bits, n ou n' , du retard de la

séquence pseudo-aléatoire et la mise en service, ou la neutralisation, de la commande automatique de gain se font au moyen de commutateurs synchrones dont la fréquence de fonctionnement est un sous-multiple de la fréquence de l'horloge pilotant le registre générateur de la séquence pseudo-aléatoire.

En se référant aux figures schématiques ci-jointes, on va décrire un exemple de mise en oeuvre de l'invention donné à titre non limitatif.

La figure 1 représente, sous forme de bloc diagramme, un dispositif de radar conforme à l'invention.

La figure 2 représente graphiquement la tension U de corrélation en fonction de la distance D du radar à la cible.

Dans l'exemple représenté, la porteuse est générée par un oscillateur à quartz 1 suivi d'un multiplicateur de fréquence 2 et d'un filtre 3. Cette porteuse, après passage dans un premier commutateur émission-réception 4 (dont la position émission est représentée en traits pleins et la position réception en pointillés) traverse un filtre passe-haut 5 suivi d'un modulateur de phase $0-\pi$ et d'un amplificateur final 7 du signal d'émission. La sortie de cet amplificateur 7 est reliée, par l'intermédiaire d'un second commutateur émission-réception 8 (représenté en traits pleins dans la position d'émission et en pointillés dans la position réception), à un aérien unique 9.

30

La modulation de phase $0-\pi$ du signal d'émission est effectuée au niveau du modulateur 6 par une séquence pseudo-aléatoire issue d'un registre à décalage rebouclé 10 lui-même piloté par une horloge constituée d'un oscillateur 11 à fréquence ajustable.

35

Lorsque les commutateurs 4 et 8 sont en position de réception, le signal en retour provenant de la cible et recueilli par l'aérien 9 est transmis, par l'intermédiaire d'un filtre passe-bande 12, centré sur la fréquence porteuse, à un amplificateur 13 à faible bruit.

Par ailleurs, dans cette phase de réception, le signal à la fréquence porteuse est transmis, par l'intermédiaire du commutateur 4 à un second modulateur de phase 0- π 14 dans lequel elle est modulée en phase selon une séquence pseudo-aléatoire, identique à celle du signal émis, mais retardée, par rapport à cette dernière, d'un nombre entier n de bits tel que nt soit égal au temps d'un trajet aller et retour du signal sur la distance à détecter (t étant la durée d'un bit).

Un multiplieur 15 assure la corrélation des signaux de réception issu de l'amplificateur 13 et du signal modulé issu du modulateur 14. Ce multiplieur 15 qui reçoit, de l'amplificateur 13, la fréquence porteuse décalée du Doppler dû à la vitesse relative de la cible, et modulée en phase par la séquence pseudo-aléatoire, et, du modulateur 14, la fréquence porteuse modulée par la séquence pseudo-aléatoire retardée, permet d'obtenir à sa sortie un signal constitué de la fréquence Doppler. Ce signal de sortie basse fréquence a une amplitude faible, sauf lorsque le retard nt correspond précisément au temps mis par le signal émis pour revenir sur l'antenne après réflexion sur la cible, c'est-à-dire lorsque les séquences pseudo-aléatoires des deux signaux sont en phase. Le signal issu du multiplieur 15 est envoyé sur un amplificateur 16 doublé d'un filtre passe-bande correspondant à la plage de fréquence Doppler désirée.

Un tel dispositif est bien connu de l'homme de métier et l'on sait que lorsqu'il évolue dans un milieu fortement perturbé du point de vue radioélectrique, par exemple par un brouilleur, des signaux parasites de forte amplitude 5 sont susceptibles d'apparaître, à la sortie du multiplieur 15. Dans le cas précis de l'utilisation de ce radar de proximité dans la fusée d'une charge militaire, on comprend que sous l'action de tels brouilleurs, le déclenchement de l'explosion puisse se faire de manière intem- 10 pestive à une altitude nettement supérieure à l'altitude souhaitée.

Conformément à l'invention, un troisième commutateur 17 permet d'affecter le signal de corrélation d'un retard qui 15 est alternativement de nt et $n't$, n' étant un nombre de bits inférieur à n . En synchronisme avec ce commutateur 17, un quatrième commutateur 18 permet, lorsque le retard est de nt , de transmettre le signal issu de l'amplificateur 16 directement sur un filtre passe-bande 19 suivi 20 d'un détecteur 20 délivrant un signal b et, lorsque le retard est de $n't$, sur un filtre passe-bande 21 suivi d'un détecteur 22 délivrant un signal a. Mais, dans ce dernier cas, de retard $n't$, le détecteur 22 est bouclé sur l'amplificateur 16 par une commande automatique de 25 gain 23. Le choix de la bande passante des filtres 19, 21 permet une élimination de la composante alternative introduite par le commutateur 18.

Les positions des commutateurs 17 et 18 sont représentées 30 en traits pleins pour un retard de n bits et en pointillés pour un retard de n' bits.

Un circuit 24 effectue la différence entre les signaux a et b respectivement issus des détecteurs 22 et 20. La 35 différence a - b est transmise à un filtre passe-bas 25

suivi d'un comparateur 26 capable d'effectuer la comparaison du signal $a - b$ avec deux seuils de niveaux différents.

5 Dans un radar de proximité de type connu, la fonction de corrélation (tension obtenue en fonction de la distance radar-cible) est représentée à la figure 2. Cette tension est généralement égale à U_{\min} sauf lorsque le retard nt est approximativement égal au temps mis par le signal
10 émis pour effectuer son trajet, c'est-à-dire deux fois la distance D_1 séparant le radar de la cible. Pour cette distance précise, la tension est égale à U_{\max} .

L'invention a pour objet d'éviter les perturbations qui
15 seraient consécutives à l'apparition d'une tension intermédiaire U_i qui provoquerait un déclenchement au niveau du comparateur 26. En effet, lorsque le retard introduit sur le signal de corrélation est $n't$, U_{\max} de la tension de corrélation se produit pour une distance
20 D_2 inférieure à D_1 . En conséquence, si un signal d'amplitude U_i apparaît lorsque le retard est $n't$, il s'agit nécessairement d'un signal parasite dont l'influence va être annulée par la commande automatique de gain
23 qui va désensibiliser l'amplificateur 16. Ainsi, ce
25 signal ne sera pas pris en compte pour la mesure, lors de la corrélation suivante avec le signal retardé de nt .

Par contre, si le signal d'amplitude U_i apparaît lorsque le retard est nt et disparaît lorsque le retard est $n't$,
30 il s'agit bien du signal utile correspondant à la distance D_1 et il est pris en considération puisque, dans ce cas, la commande automatique de gain 23 n'entre pas en fonctionnement pour désensibiliser l'amplificateur 16.

De cette manière, il est possible de séparer les signaux parasites des signaux utiles.

De plus, et conformément à une seconde caractéristique de l'invention, si la distance D_1 est franchie précisément à un instant où le radar se trouve sous l'influence d'un brouilleur, c'est-à-dire à un moment où l'amplificateur 16 est désensibilisé par la commande automatique de gain, la distance D_2 correspondant au retard $n't$ est choisie suffisamment faible pour que le support du radar soit sorti de la zone d'influence du brouilleur. En particulier, lorsqu'il s'agit d'une fusée de proximité équipant une charge militaire, la distance D_1 correspond à l'altitude normale d'explosion, tandis que la distance D_2 correspond à une altitude beaucoup plus faible à laquelle se produit l'auto-destruction du projectile. En effet, si le radar est sorti de la zone d'influence du brouilleur, il n'apparaît qu'un signal très faible à la sortie du détecteur 20 tandis que, à l'altitude D_2 , apparaît un signal important à la sortie du détecteur 22. Le circuit différenciateur 24 délivre un signal de sortie, de signe différent du précédent et pouvant être utilisé pour la détection du passage à la distance D_2 . Ceci explique la raison pour laquelle le comparateur 26 possède deux seuils de référence correspondant à une même valeur absolue, mais à des signes différents.

La commande des différents commutateurs, 4 et 8 concernant le passage émission-réception et 17 et 18 concernant le choix du retard et la mise en circuit de la commande automatique de gain 23, doit être effectuée en synchronisme à une fréquence qui est un sous-multiple de la fréquence d'horloge de l'oscillateur 11 qui pilote le registre 10 générateur de la séquence pseudo-aléatoire.

REVENDEICATIONS

1. Radar de proximité destiné à détecter une distance déterminée le séparant d'une cible, du genre dans lequel
5 un signal modulé en phase selon une séquence pseudo-aléatoire est émis en direction de la cible, le signal retour, après réflexion sur cette dernière, faisant ensuite l'objet d'une corrélation avec un signal identique au signal émis mais affecté d'un retard constant égal à un
10 nombre n de bits de la séquence pseudo-aléatoire qui correspond au temps d'un trajet aller et retour sur la distance à détecter, caractérisé en ce que le retard affecté au signal destiné à la corrélation avec le signal en retour est alternativement de n et n' bits avec n'
15 inférieur à n , un dispositif de contrôle automatique de gain commandant l'amplificateur du signal obtenu par la corrélation lorsque le retard est n' bits alors que ce dispositif de contrôle automatique de gain est inopérant lorsque le retard est de n bits.

20

2. Radar de proximité selon la revendication 1, caractérisé en ce que le nombre n' de bits est choisi de manière à correspondre à un retard équivalent à un trajet aller et retour sur une distance déterminée inférieure à la pre-
25 mière.

3. Radar de proximité selon l'une des revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le passage d'émission en réception et réciproquement est assuré par des commutateurs
30 dont la fréquence de fonctionnement est un sous-multiple de la fréquence de l'horloge pilotant le registre générateur de la séquence pseudo-aléatoire.

4. Radar de proximité selon la revendication 3, caractérisé en ce que le choix du nombre de bits, n ou n' , de la
35

séquence pseudo-aléatoire ainsi que la mise en service, ou la neutralisation, de la commande automatique de gain se fait au moyen de commutateurs synchrones dont la fréquence de fonctionnement est un sous-multiple de la fréquence de l'horloge pilotant le générateur de la séquence pseudo-aléatoire.

5. Radar de proximité selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que chacun des deux signaux résultants des corrélations avec n et n' bits de retard est appliqué à une entrée d'un différenciateur par l'intermédiaire d'un filtre passe-bande et d'un dispositif de détection.

6. Radar de proximité selon la revendication 5, caractérisé en ce que la sortie du différenciateur est reliée à un comparateur à deux seuils par l'intermédiaire d'un filtre passe-bas.

7. Radar de proximité selon la revendication 6, caractérisé en ce que les deux seuils du comparateur sont de signes opposés.

25

30

35

1 / 2

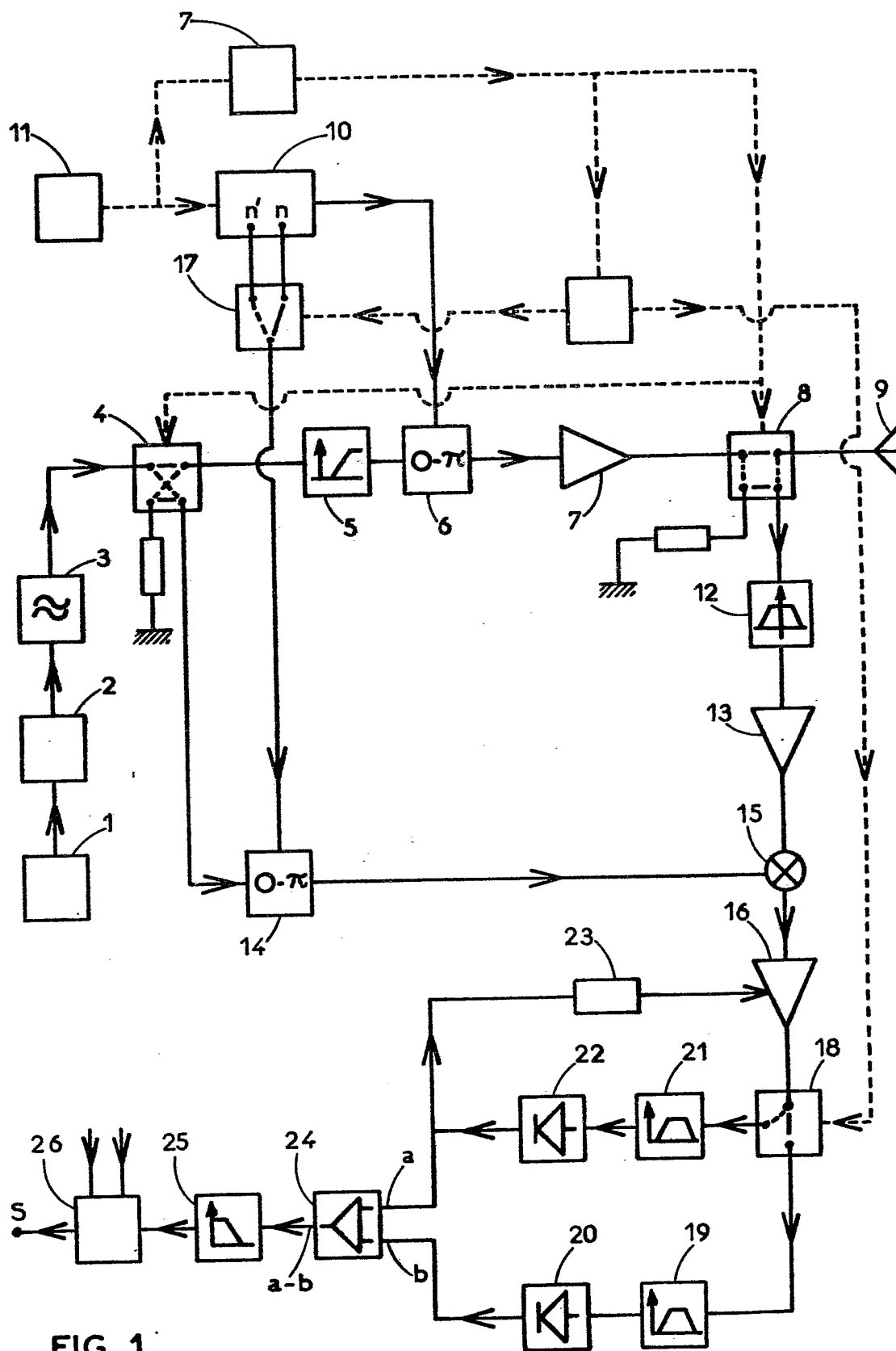


FIG. 1

