

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 573 542**

②1 N° d'enregistrement national :

**84 17561**

⑤1 Int Cl<sup>4</sup> : G 01 S 13/80.

①2

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 16 novembre 1984.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 21 du 23 mai 1986.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-  
rrentés :

⑦1 Demandeur(s) : THOMSON-CSF. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Claude Rivet.

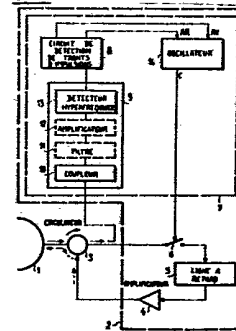
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Françoise Thierri, SCPI.

⑤4 Dispositif de régénération d'onde radar pour balise répondeuse.

⑤7 Ce dispositif de régénération d'onde radar relié à une antenne d'émission-réception 1 de cette balise par l'intermédiaire d'un circulateur 3, et comportant un amplificateur 4 précédé d'une ligne à retard 5 destinée à éviter la production d'un phénomène d'oscillations, est tel que la ligne à retard 5 procure un retard «  $t$  » inférieur à la durée d'impulsion «  $T$  » de l'onde radar, et est précédée d'un commutateur 6 apte à transformer chaque impulsion de l'onde radar en une succession de fractions de durée  $t_1$  (avec  $t_1 \leq t$ ) de cette impulsion pendant lesquelles, le commutateur étant fermé, la balise fonctionne en réception, espacées par des intervalles de temps de durée  $t_2$  (avec  $t_1 \leq t \leq t_2$ ) pendant lesquels, le commutateur 6 étant ouvert, la balise fonctionne en réémission.

Application : balises répondeuses fonctionnant en bande X.



FR 2 573 542 - A1

D

DISPOSITIF DE REGENERATION D'ONDE RADAR  
POUR BALISE REPONDEUSE

La présente invention concerne un dispositif de régénération d'onde radar pour balise répondeuse.

5 Une balise répondeuse est destinée à coopérer avec un radar et comporte essentiellement une antenne pour recevoir l'onde émise par ce radar et un dispositif de régénération de cette onde avant sa réémission vers le radar au moyen de cette même antenne. Entre  
10 l'antenne et le dispositif de régénération est disposé un circulateur permettant de séparer les trajets empruntés par l'onde radar lors de sa réception et lors de sa réémission. Par ailleurs le traitement effectué dans le dispositif de régénération consiste essentiellement en une amplification. Un problème se pose alors, qui est dû au fait que les circulateurs utilisés en pratique ne sont pas parfaits et  
15 laissent repartir une faible quantité de l'onde réémise vers le dispositif de régénération, ce qui provoque un rebouclage de la sortie de l'amplificateur sur son entrée, et donc un phénomène d'oscillations. Ce phénomène d'oscillations est d'autant plus important que l'amplification est elle-même importante, ou, ce qui revient au même, que les distances sur lesquelles il est exigé qu'une telle balise soit  
20 répondeuse sont elles-mêmes importantes.

Il est connu, pour éviter ce phénomène d'oscillations, d'inclure une ligne à retard dans le circuit de régénération, de manière à séparer dans le temps les fonctions de réception et de réémission, et  
25 à ne réémettre ainsi une impulsion régénérée qu'une fois que l'impulsion non régénérée qui lui a donné lieu a été entièrement reçue, et non pas alors qu'elle est encore en cours de réception.

Il est à noter que ceci implique l'utilisation de lignes à retard procurant un retard au moins égal à la durée d'impulsions  $T$  de l'onde radar (par exemple 0,1 à 10  $\mu$ s).  
30

Cette méthode se heurte alors à un autre problème qui est que, lorsqu'on souhaite utiliser une telle balise en coopération avec un radar fonctionnant en hyperfréquence, par exemple de 1 MHz à

50 MHz, il n'existe pas actuellement de ligne à retard fonctionnant dans cette bande de fréquences et procurant un retard suffisant. Ces limitations technologiques étant propres à la bande de fréquences considérée, une solution envisageable serait d'effectuer un changement de fréquence à l'intérieur même du dispositif de régénération, mais cette solution se révèle très complexe à mettre en oeuvre en pratique.

La présente invention propose une autre solution, très simple et très facile à mettre en oeuvre en pratique, consistant à utiliser une ligne à retard fonctionnant à la fréquence du radar mais procurant un retard "t" inférieur au retard T dont on a en réalité besoin. Il est en effet facile de fabriquer une ligne à retard fonctionnant à la fréquence du radar mais de retard faible, par exemple avec quelques mètres de câble coaxial (10 m environ pour un retard de 50 ns par exemple). La présente invention consiste alors à appliquer à une telle ligne à retard, non pas les impulsions radar telles que reçues (car sinon cela produirait inévitablement un phénomène d'oscillations étant donné que, "t" étant inférieur à T, on commencerait à réémettre avant d'avoir fini de recevoir) mais une succession de fractions de ces impulsions, de manière à ménager, à l'intérieur même de ces impulsions, des espaces distincts réservés à la réception (les fractions elles-mêmes) et à la réémission (les intervalles de temps séparant ces fractions), évitant ainsi le phénomène d'oscillations malgré l'ordre de grandeur relatif de la durée T d'impulsions et du retard t procuré par la ligne à retard.

Suivant l'invention, le dispositif de régénération d'onde radar pour balise répondeuse, cette balise comportant une antenne d'émission-réception reliée à ce dispositif de régénération par l'intermédiaire d'un circulateur, et ce dispositif de régénération comportant une ligne à retard qui reçoit l'onde reçue par la balise et fournie par le circulateur, suivie d'un amplificateur qui transmet l'onde amplifiée au circulateur, pour réémission, est caractérisé en ce que la ligne à retard a un retard t inférieur à la largeur d'impulsions T de l'onde radar, et en ce que ce dispositif de

régénération comporte un commutateur disposé en amont de la ligne à retard, et apte à transformer chaque impulsion de l'onde radar en une succession de fractions de cette impulsion, chacune de durée  $t_1$  (avec  $t_1 \leq t$ ), pendant lesquelles, le commutateur étant fermé, la  
5 balise fonctionne en réception, espacées par des intervalles de temps de durée  $t_2$  (avec  $t_1 \leq t \leq t_2$ ), pendant lesquels, le commutateur étant ouvert, la balise fonctionne en réémission.

Il est à noter que, cette solution ayant pour effet de modifier les impulsions réémises vers le radar, la bande passante du récepteur de ce radar n'est plus alors parfaitement adaptée au signal reçu.  
10 Mais cette réduction de la durée d'impulsion peut être aisément compensée par un accroissement de l'amplitude des fractions ainsi réémises.

Les objets et caractéristiques de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un exemple de réalisation, faite en relation avec les dessins ci-annexés dans lesquels :

La figure 1 est un schéma d'une balise répondeuse incluant un dispositif de régénération conforme à l'invention.

20 La figure 2 est un diagramme montrant la forme des signaux obtenus en différents points du circuit de régénération représenté sur la figure 1.

La figure 3 est un schéma détaillé du circuit de commande du commutateur utilisé dans le dispositif de régénération suivant l'invention.  
25

La balise répondeuse représentée sur la figure 1 comporte une antenne 1, un dispositif de régénération 2 et un circulateur 3 disposé entre ces deux éléments et permettant de séparer les trajets empruntés respectivement par l'onde reçue (représenté par des flèches en traits pleins) et par l'onde réémise (représenté par des flèches en traits pointillés).  
30

Le dispositif de régénération 2 comporte de manière connue un amplificateur 4 pour amplifier l'onde reçue, précédé d'une ligne à retard 5 permettant d'éviter le phénomène d'oscillations dû au

rebouclage de la sortie de l'amplificateur 4 sur son entrée, lui-même dû au fait que le circulateur 3 n'est pas parfait. Suivant l'invention, cette ligne à retard procure un retard "t" inférieur à la largeur T des impulsions de l'onde radar reçue et est alors précédée d'un commutateur 6 destiné à découper ces impulsions en fractions d'impulsions de durée  $t_1$  (avec  $t_1 \leq t$ , le retard t donné par la ligne à retard 5 devant en effet être supérieur ou égal à l'intervalle de temps  $t_1$  pendant lequel le commutateur 6 est fermé) séparés par des intervalles de temps de durée  $t_2$  (avec  $t_1 \leq t \leq t_2$ ). Ce commutateur est pour cela actionné par un circuit de commande 7.

Ce circuit de commande 7 comporte un circuit 8 de détection des fronts avant et arrière des impulsions radar reçues. Ce circuit 8 opère sur l'enveloppe des impulsions radar, grâce à la présence en amont de ce circuit d'un ensemble 9 comprenant un coupleur 10 et un détecteur hyperfréquence 13, un filtre 11 (permettant d'éviter de déclencher le détecteur hyperfréquence sur des impulsions autres que des impulsions radar) ou un amplificateur 12 (permettant d'avoir une énergie suffisante pour déclencher le détecteur hyperfréquence), ou les deux, pouvant être intercalés entre le coupleur 10 et le détecteur hyperfréquence 13.

Le circuit de commande 7 comporte également un oscillateur 14 apte à fournir, entre deux instants correspondant respectivement à la détection d'un front avant et d'un front arrière de l'impulsion radar reçue (signaux AV et AR), un signal de commande C présentant des impulsions de durée  $t_1$  séparées par des intervalles de temps de durée  $t_2$ .

On a ainsi représenté sur la figure 2, dans le cas où  $t_1 = t_2 = t$  la forme du signal de commande C du commutateur 6, la forme d'une impulsion radar reçue R, et la forme de l'impulsion réémise correspondante E, après découpage par le commutateur 6, retard dans la ligne à retard 5 puis amplification par l'amplificateur 4.

Sur la figure 3 est représenté un schéma détaillé d'un exemple de réalisation de l'ensemble formé par le circuit de détection de fronts d'impulsions 8 et l'oscillateur 14. Cet ensemble comporte une

ligne à retard vidéo fréquence 20 dont l'entrée est reliée à la sortie  
d'une porte logique 21 du type "NON-OU" et dont la sortie est reliée  
à l'une des entrées de cette porte, l'autre entrée de cette porte  
étant d'une part reliée à la sortie du détecteur hyperfréquence 13 de  
5 la figure 1 par l'intermédiaire d'un amplificateur 22, d'autre part  
reliée à la masse par l'intermédiaire d'une résistance 23. La sortie  
de la ligne à retard 20 est par ailleurs reliée à l'entrée de commande  
du commutateur 6 par l'intermédiaire d'un amplificateur 24. Pendant  
tout le temps où l'impulsion hyperfréquence détectée est présente,  
10 ce circuit se comporte comme un oscillateur avec une période  
dépendant de la ligne à retard 20. Les amplificateurs 22 et 24  
servent à l'adaptation des signaux d'entrée et de sortie.

Ce dispositif de régénération est applicable à tout radar codé  
quelle que soit la modulation du signal d'émission, à condition de  
15 choisir la fréquence  $\frac{1}{t_1 + t_2}$  de fonctionnement du commutateur 6  
supérieure à la largeur du spectre émis.

Une balise incorporant un tel dispositif peut également être  
complétée par toutes les améliorations susceptibles d'être apportées  
à une balise classique, telles que création d'un effet Doppler  
20 permettant de distinguer cette cible des échos de sol environnants,  
etc., par ailleurs connues.

RE V E N D I C A T I O N S

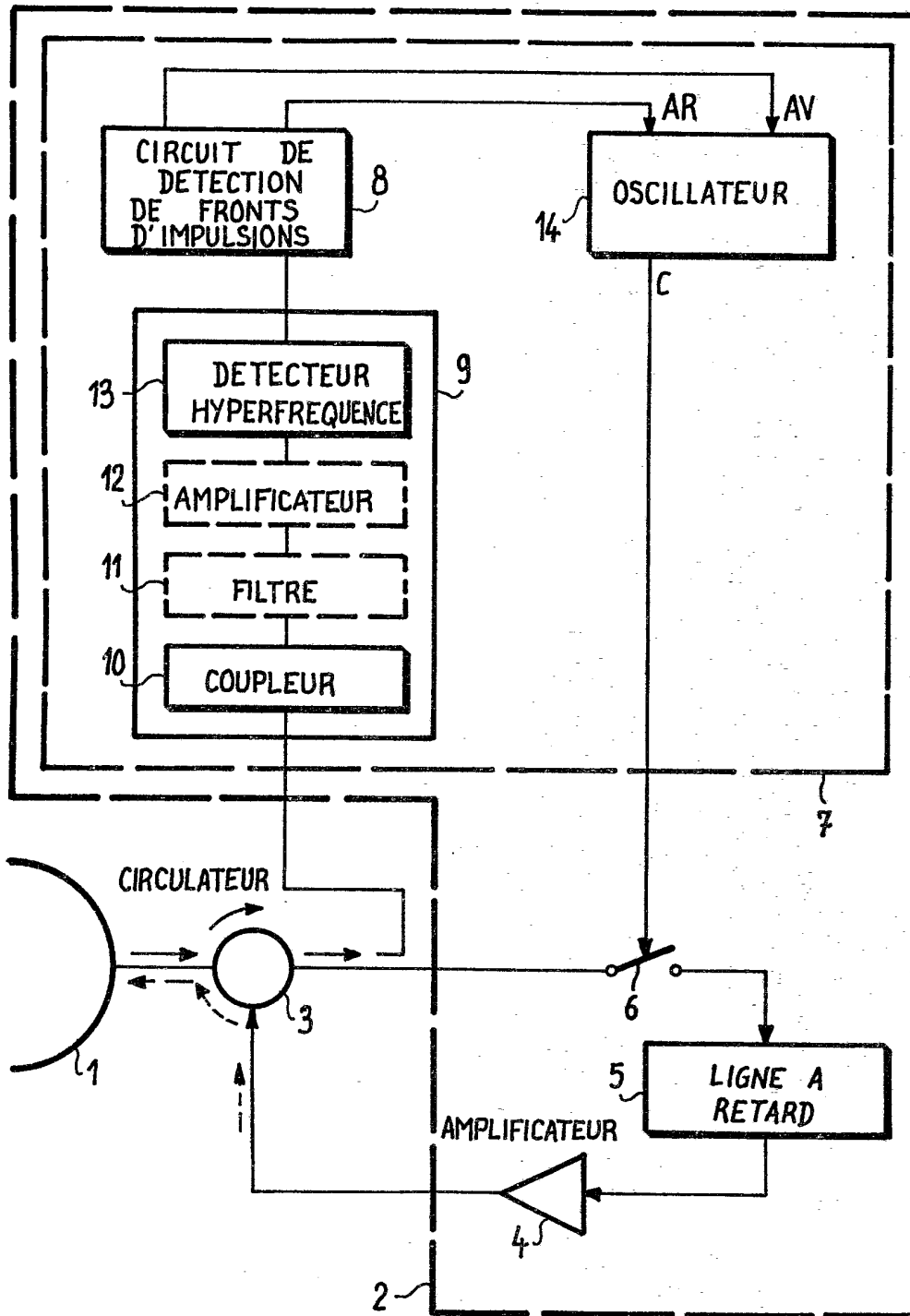
5 I. Dispositif de régénération d'onde radar pour balise répondeuse, cette balise comportant une antenne d'émission-réception (1) reliée à ce dispositif de régénération par l'intermédiaire d'un circulateur (3), et ce dispositif de régénération (2) comportant une ligne à retard (5) qui reçoit l'onde reçue par la balise et fournie par le circulateur, suivie d'un amplificateur (4) qui transmet l'onde amplifiée au circulateur, pour réémission, caractérisé en ce que la ligne à retard a un retard  $t$  inférieur à la largeur d'impulsions  $T$  de l'onde radar, et en ce que le dispositif de régénération comporte un commutateur (6) disposé en amont de la ligne à retard, et apte à transformer chaque impulsion de l'onde radar en une succession de fractions de cette impulsion, chacune de durée  $t_1$  (avec  $t_1 \leq t$ ), pendant lesquelles, le commutateur étant fermé, la balise fonctionne en réception, espacées par des intervalles de temps de durée 10  $t_2$  (avec  $t_1 \leq t \leq t_2$ ), pendant lesquels, le commutateur étant ouvert, la balise fonctionne en réémission.

20 2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le commutateur (6) est actionné par un circuit de commande (7) comportant un circuit (8) de détection de fronts avant et arrière d'une impulsion radar et un oscillateur (14) activé entre ces fronts et fournissant un signal de commande présentant une série d'impulsions de durée  $t$  espacées par des intervalles de temps de durée  $t_2$ .

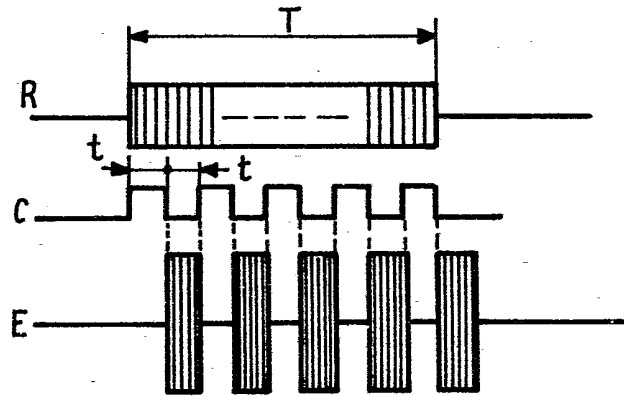
25 3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il est utilisé dans une balise répondeuse fonctionnant avec un radar codé dont le spectre de modulation du signal émis à une largeur inférieure à la fréquence  $\frac{1}{t_1 + t_2}$  de fonctionnement du commutateur (6).

1/2

FIG. 1



2/2



FIG\_2

FIG\_3

