

S. ZYMANSKI
- 1972

SEMICONDUCTEURS HYPERFRÉQUENCES

Les notes d'applications sont destinées à donner des exemples pratiques de réalisations utilisant les semiconducteurs "R.T.C.". Elles comprennent des schémas avec valeurs des éléments⁽¹⁾ et des explications succinctes mais suffisantes pour la bonne compréhension des circuits et la réalisation des montages. Les notes d'applications ont un caractère essentiellement pratique et ne comportent presque pas d'exposés théoriques.

Elles ont pour but d'aider les techniciens à résoudre leurs problèmes, en les faisant bénéficier de l'expérience de nos laboratoires de développement et d'applications.

(1) Certains composants sont à titre indicatif définis par des numéros de code ; ce qui n'entraîne pas forcément la possibilité de fourniture des éléments considérés.

RADAR DOPPLER UTILISANT UNE DIODE A EFFET GUNN

SOMMAIRE

Le développement des semiconducteurs utilisant l'effet Gunn, dont les fréquences de fonctionnement peuvent atteindre plusieurs dizaines de GHz, a permis la réalisation de dispositifs travaillant en hyperfréquences.

Cette note décrit de tels dispositifs utilisant les diodes à effet Gunn dans le montage de petits radars doppler. Le klystron "reflex" utilisé jusqu'à présent, est ici remplacé par une source solide hyperfréquence fonctionnant en bande X.

INTRODUCTION

Les dispositifs radars décrits dans cette note utilisent l'effet découvert par J.B. GUNN c'est-à-dire le changement de mobilité des électrons de conduction se traduisant par une oscillation de courant d'une fréquence pouvant atteindre plusieurs GHz. Ces oscillations apparaissent lorsqu'on applique un champ électrique supérieur à un certain seuil ($> 3000 \text{ V/cm}$) aux bornes d'un échantillon monocristallin d'arséniure de gallium.

Les diodes Gunn permettent de réaliser des oscillateurs hyperfréquences simples, à faible tension d'alimentation. La possibilité d'accord mécanique sur de très larges bandes, la rapidité de modulation tant en amplitude qu'en fréquence, la facilité de synchronisation et les puissances obtenues permettent d'envisager pour ces dispositifs de très nombreuses applications et en particulier dans les systèmes radar.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Emission continue

La fig. 1 donne la représentation synoptique d'un radar doppler classique à antennes séparées pour l'émission et la réception.

L'oscillateur Gunn fonctionnant en permanence est directement relié à l'antenne émettrice.

Un coupleur permet de prélever une partie de la puissance de l'oscillateur pour alimenter le mélangeur, ce qui permet de se dispenser d'un oscillateur local.

Le mixer reçoit simultanément la fréquence (F_1) de l'oscillateur (par le coupleur) et la fréquence réfléchi sur l'objet en mouvement (F_2).

A la sortie on recueille une fréquence intermédiaire "audio" amplifiée à une valeur requise pour son exploitation (affichage).

Vers 9 GHz, la fréquence doppler est de l'ordre de $18 \text{ Cos } \phi \text{ Hz/km/h}$. Elle se trouve donc dans la bande de fréquence audible pour les vitesses de déplacement usuelles, $\text{Cos } \phi$ étant l'angle entre le plan du déplacement de l'objet avec l'axe du faisceau.

La fig. 2 donne la représentation d'un module radar n'utilisant qu'une seule antenne pour l'émission et la réception.

Le circulateur empêche le signal réfléchi d'agir sur l'oscillateur.

Fig. 3. L'oscillateur à diode Gunn est alimenté en continu à travers une résistance de charge R_0 .

Le signal réfléchi (F_2) est mélangé par la diode Gunn avec le signal incident (F_1).

Le signal doppler ($F_1 - F_2$) est recueilli directement aux bornes de la résistance de charge R_0 .

Le signal est amplifié jusqu'au niveau nécessaire pour actionner l'alarme par l'intermédiaire d'un montage trigger.

Ce système convient fort bien comme anti-vol, détecteur d'approche, ouverture de portes, commande d'escaliers roulants, etc...

Cette formule peut conduire à un appareil de très bas prix en grande série.

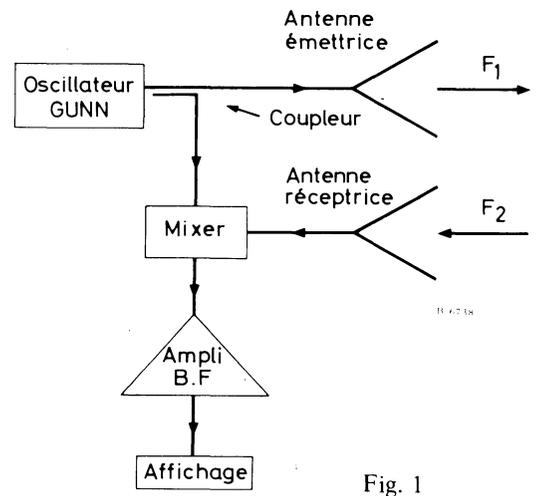


Fig. 1

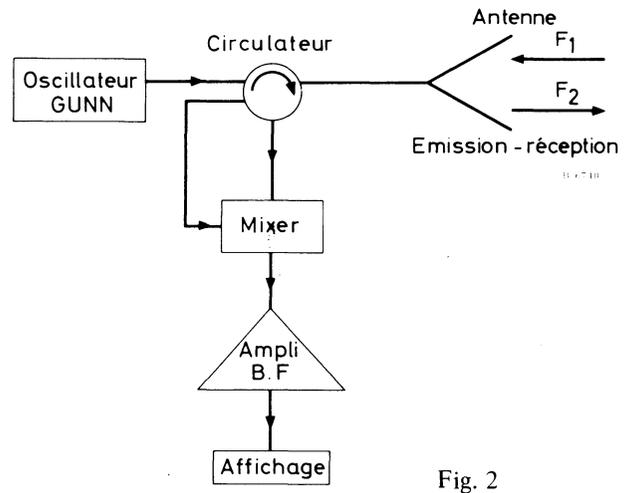


Fig. 2

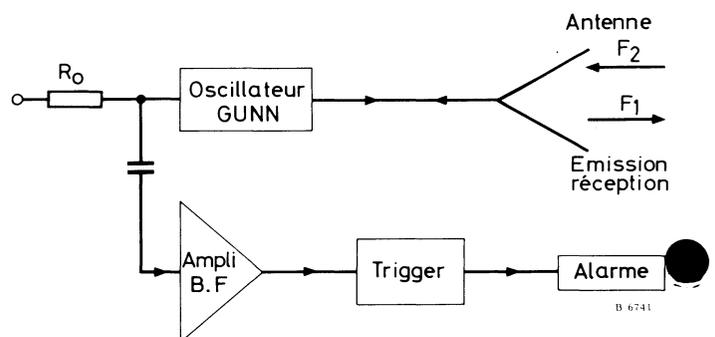


Fig. 3 - Radar doppler d'une très grande simplicité.

Emission en impulsions

Réalisation de radio-localisation par émissions d'impulsions brèves et mesure du temps de parcours.

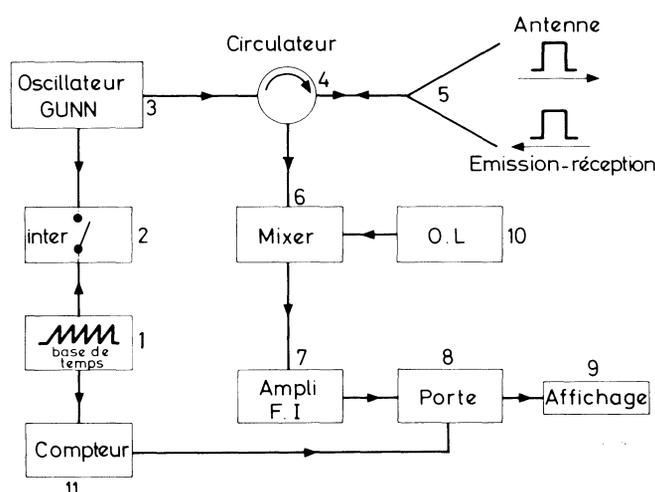
La diode Gunn convient parfaitement à de telles applications, ses temps de commutation étant extrêmement brefs.

Le temps de montée est de l'ordre de la nanoseconde.

L'oscillateur Gunn (3) émet des impulsions brèves à travers le circulateur (4) qui est relié à l'antenne (5). Les impulsions sont déclenchées par l'interrupteur (2) commandé par la base de temps (1).

L'écho est reçu sur l'antenne unique (5) et le circulateur (4) l'aiguille vers le mélangeur (6). Un oscillateur local (10) à diode Gunn de 5 mW alimente le mélangeur (6). Le signal à la sortie est amplifié (7) et dirigé sur une porte (8) qui se ferme après le temps de parcours nécessaire pour la gamme de distances utilisée.

Si la porte n'est pas encore fermée lorsque l'écho arrive, l'impulsion est transmise à l'affichage.



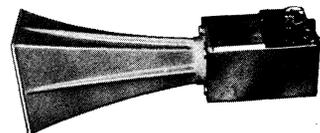
RADAR MRX 05

Description succincte

Le MRX 05 est un module radar formé d'une cavité SGX 03 équipée d'une diode Gunn CXY 11 et d'un circuit imprimé comportant une alimentation stabilisée, un amplificateur opérationnel et un relais temporisé.

CARACTERISTIQUES GENERALES

Fréquence de fonctionnement	8,875 GHz
Tension nominale d'alimentation	15 V \pm 10 %
Portée sans aérien	3 mètres
Portée avec aérien	15 à 20 mètres
Dimensions hors tout (sans aérien)	90 X 72 X 42 mm
Poids du module (sans aérien)	210 g
Consommation au repos	200 mA
Puissance rayonnée	15 mW

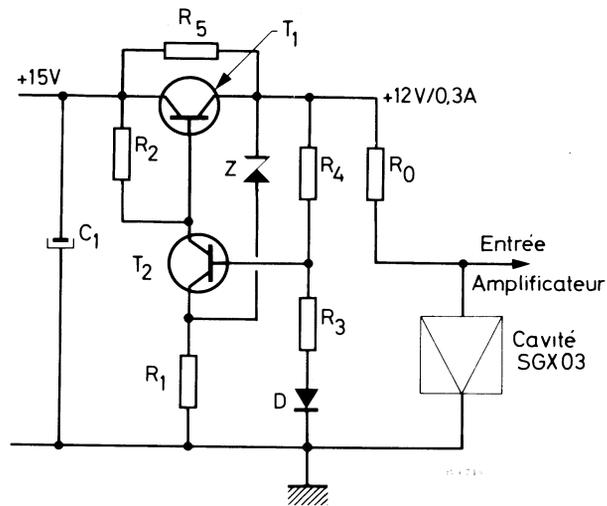


FONCTIONNEMENT

Radar à diode Gunn, à effet doppler, sans récepteur séparé, la cavité SGX 03 fonctionne simultanément en émetteur et en récepteur.

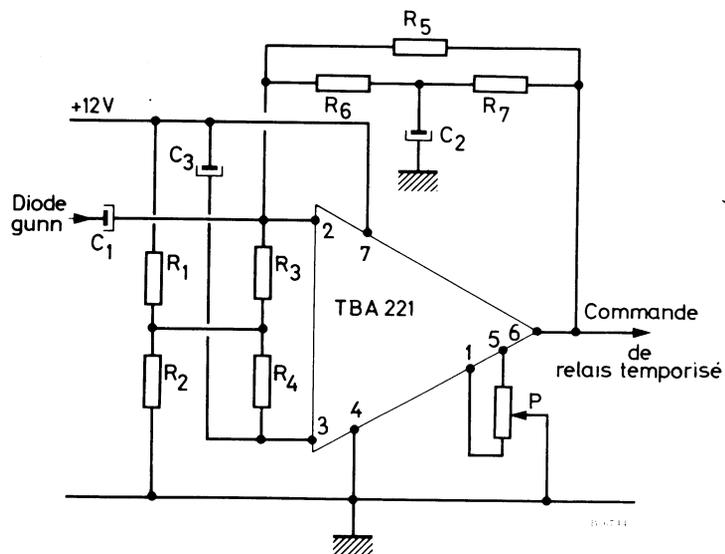
Lorsqu'il y a déplacement d'un obstacle faisant écho dans le champ de l'oscillateur, un signal B.F à la fréquence doppler est recueilli aux bornes de la diode Gunn et amplifié actionnant ainsi un relais temporisé.

ALIMENTATION

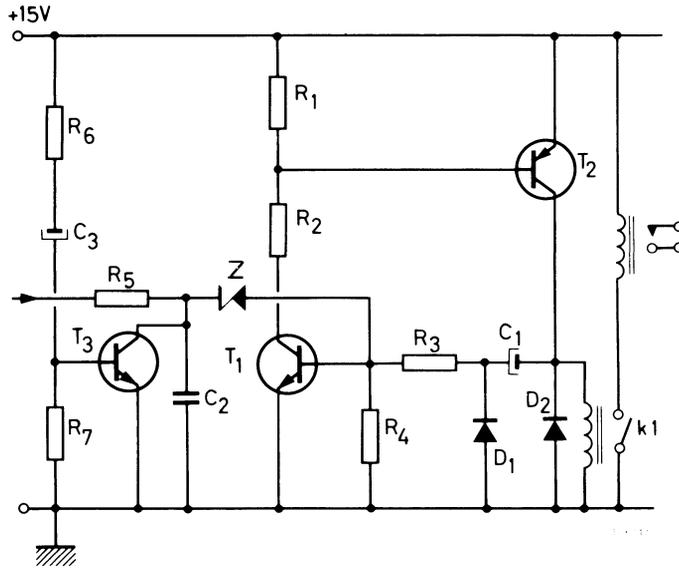


L'alimentation stabilisée incorporée maintient la diode au point de fonctionnement optimal et évite une surmodulation parasite du signal rayonné et limite le glissement en fréquence.

AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL



COMMANDE DE RELAIS TEMPORISE



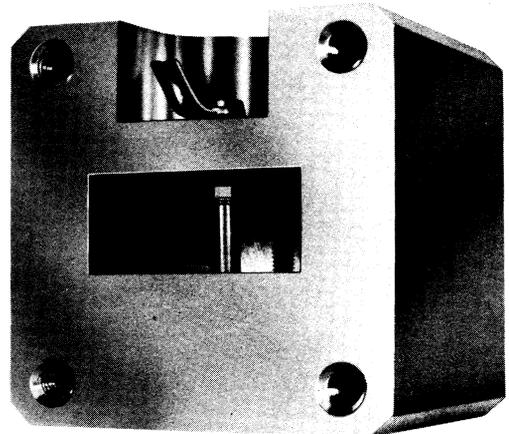
CAVITE POUR MODULE RADAR MRX 05

La source hyperfréquence employée est une SGX 03, spécialement destinée à la réalisation des radars doppler.

L'adaptation au milieu ambiant peut se faire directement sans élément rayonnant (grand angle d'ouverture) ou avec élément rayonnant (augmentation de la directivité et de la portée).

CARACTERISTIQUES

Tension de fonctionnement (1)	typ. 8 V
Fréquence de travail (fixe)	8,875 GHz
P_o	typ. 15 mW
Dimensions	42 X 42 X 21 mm
Poids	110 g
Matériau	aluminium



Le perçage de la face avant est au standard UG 39/U des guides d'onde en bande X.

(1) L'inversion de la tension d'alimentation peut amener la destruction de la diode Gunn, de même que le dépassement de la tension maximale autorisée. Pour éviter tout accident, il est recommandé de monter en parallèle avec la diode Gunn, une diode Zener.

LISTE DES COMPOSANTS POUR RADAR MRX 05

SOURCE HYPERFREQUENCE : SGX 03

AMPLIFICATEUR

Circuit intégré : TBA 221

Résistances	R ₁	1,5 kΩ	1/4 W
	R ₂	1,5 kΩ	1/4 W
	R ₃	1,2 kΩ	1/4 W
	R ₄	1,2 kΩ	1/4 W
	R ₅	1,5 MΩ	1/2 W
	R ₆	100 kΩ	1/4 W
	R ₇	100 kΩ	1/4 W

DIODE GUNN : CXY 11

Condensateurs chimiques	C ₁	100 μF	16 V
	C ₂	64 μF	10 V
	C ₃	16 μF	10 V
Potentiomètre	P	10 kΩ	

ALIMENTATION STABILISEE

Transistors	T ₁	2N 2905	Résistances	R ₁	680 Ω	1/4 W
	T ₂	BFX 50		R ₂	4,7 kΩ	1/4 W
Diode Zener	Z	BZY 88/C 6 V 8		R ₃	6,8 kΩ	1/4 W
Diode	D	BAX 13		R ₄	6,8 kΩ	1/4 W
				R ₅	330 Ω	1/4 W
Condensateur chimique	C ₁	500 μF 25 V	ajustable	R	18 - 39 Ω	5,5 W

COMMANDE DE RELAIS TEMPORISE

Transistors	T ₁	BC 108	Résistances	R ₁	10 kΩ	1/4 W
	T ₂	BC 108		R ₂	1 kΩ	1/4 W
	T ₃	2N 2907		R ₃	56 kΩ	1/4 W
Diode Zener	Z	BZY 88/C 6 V 8		R ₄	100 kΩ	1/4 W
Diodes	D ₁	BAX 13		R ₅	22 kΩ	1/4 W
	D ₂	BAX 13		R ₆	220 kΩ	1/4 W
Condensateurs chimiques	C ₁	200 μF 16 V		R ₇	47 kΩ	1/4 W
	C ₂	4700 pF 25 V				
	C ₃	40 μF 40 V				

RELAIS INCORPORE V 2/PC/12 R - VARLEY pouvoir de coupure 30 W

AERIEN PM 7320 X (facultatif)

NOTES D'UTILISATION ET PRECAUTIONS DE MONTAGE

La conception du système dépend des performances exigées : sensibilité, portée, directivité, gamme de vitesse, etc...

Il est possible d'agir sur la puissance rayonnée, le type d'antenne, le gain de l'amplificateur et sa bande passante.

Il y a intérêt à soigner les circuits de façon à éliminer l'influence des rayonnements parasites. Si l'on veut détecter des mouvements de faible vitesse, on utilisera un amplificateur à liaison continue et l'on réduira la bande passante au strict nécessaire.

Si l'on désire une grande portée, on adoptera un montage comme celui de la fig. 1 ou 2. En pratique des portées de l'ordre de 500 m ont été obtenues sur un homme au pas et de l'ordre de 1 à 1,5 km sur un véhicule.

Le système de la fig. 3 détecte des mouvements très lents à une dizaine de mètres et un véhicule à 40 ou 50 mètres.

APPLICATIONS

Le faible encombrement, la facilité d'exploitation, l'utilisation portative, la consommation réduite, le faible prix de revient, la fiabilité et l'efficacité de tels dispositifs permettent de nombreuses utilisations, dont les principales sont :

- Mesure de vitesse, comptage, alarme contre le vol, surveillance, ouverture automatique de portes, appels d'ascenseurs, monte-charges, commande de minuteriers, protection de zones, commande de feux de trafic routier, protections de passages à niveau, radiolocalisation, systèmes anti-collision, mesures (vibrations, excentricité, détection marine - bateaux de faibles dimensions, pêche et plaisance).

On peut citer également les applications en télémétrie, assistance aux aveugles, interrogation IFF (codage ami-ennemi) répondeurs radars, etc...

Reproduction autorisée sous réserve d'indication complète de l'origine : R.T.C. - La Radiotechnique-Compelec.



R.T.C. LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC

SEMICONDUCTEURS ET MICROÉLECTRONIQUE/TUBES PROFESSIONNELS ET INDUSTRIELS
MATÉRIAUX, PIÈCES DÉTACHÉES ET SOUS-ENSEMBLES PROFESSIONNELS/ÉLECTRONIQUE GRAND PUBLIC
130 AVENUE LEDRU-ROLLIN - PARIS XI^e - TÉLÉPHONE : 357.69.30

DIVISION COGECO : 21 RUE DE JAVEL - PARIS XV^e - TÉLÉPHONE : 532-41-99

USINES ET LABORATOIRES : CAEN - CHARTRES - DREUX - ÉVREUX - JOUÉ-LES-TOURS - SURESNES - TOURS
R. C. PARIS 67 B 4247