

## LES RELAXATEURS

**N**OUS nous limiterons aux relaxateurs utilisant un transistor unijonction.

Les relaxateurs sont des oscillateurs dont la fonctionnement est basé sur la charge et la décharge d'un condensateur. Ceux que nous allons expérimenter se composent d'un circuit RC et d'un transistor unijonction.

En ce qui concerne les circuits RC, nous allons voir que le temps de charge d'un condensateur est fonction de sa valeur et de celle des composants résistifs du circuit. Nous allons apprendre que la constante de temps est égale au produit  $R \times C$ , et que cette quantité nous indique le temps au bout duquel la tension aux bornes du condensateur atteint

63 % de la tension d'alimentation dans le cas d'une charge, ou 37 % de la tension initiale du condensateur s'il s'agit d'une décharge. La connaissance de la constante de temps nous permet de déterminer la période du relaxateur.

Comme son nom l'indique, un transistor unijonction ne possède qu'une seule jonction. Pour un certain niveau de tension appliquée sur son émetteur, il y a effondrement de sa résistance d'entrée. Nous mettrons en évidence cette propriété, utilisée pour décharger rapidement un condensateur.

A titre d'applications, nous réaliserons un générateur de dents de scie, un métronome et un clignotant.

### Le transistor unijonction

Ce transistor est d'un type un peu spécial. Il est utilisé dans les circuits de commutation, et non pour amplifier des signaux.

Sa différence fondamentale avec les modèles classiques est qu'il ne possède qu'une seule jonction.

Imaginons un barreau de silicium dopé N aux extrémités duquel sont soudés deux contacts ohmiques, appelés « bases » (fig. 1). A mi-chemin environ de ces deux bases se trouve l'unique jonction (zone P) dont la connexion de sortie s'appelle « émetteur ».

Le barreau se comporte comme une résistance ohmique dont la valeur est géné-

ralement de l'ordre de 5 à 10 k $\Omega$ . En fonctionnement normal la base B<sub>1</sub> est reliée à l'extrémité négative de l'alimentation (fig. 2) et B<sub>2</sub> à l'extrémité positive. L'émetteur étant « en l'air », le barreau est équivalent à un diviseur de tension de rapport  $\eta$ . Cette lettre grecque, qui se prononce « éta », se retrouve dans les catalogues de semi-conducteurs sous le nom de rapport intrinsèque.

Ainsi la tension à la liaison des résistances  $r_1$  et  $r_2$  (point X) est égale à la tension d'alimentation U multipliée par  $\eta$

$$(U_x \times \frac{r_1}{r_1 + r_2} \text{ ou } U_x \eta).$$

Quant à la diode D, elle ne peut conduire que si son potentiel d'anode est supérieur à la tension en X à laquelle il

Fig. 1a. — Représentation physique de l'unijonction.

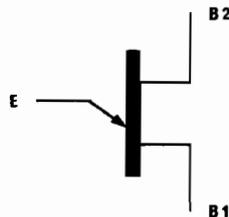
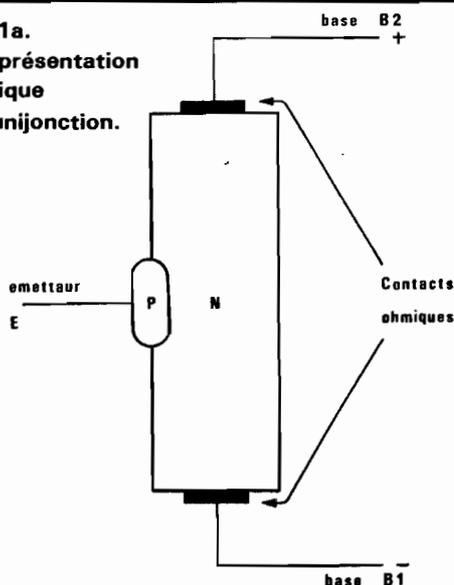


Fig. 1b. — Représentation schématique. La pointe de la flèche indique la base B<sub>1</sub>.

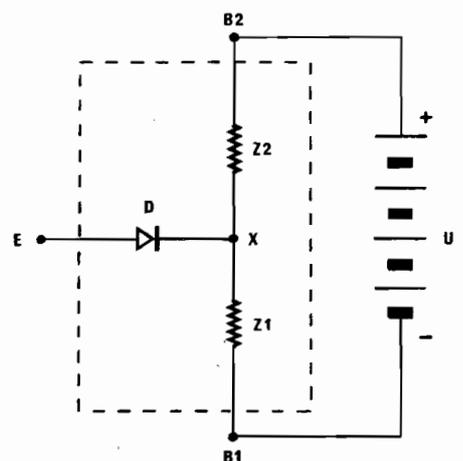


Fig. 2. — Schéma équivalent d'un transistor unijonction.

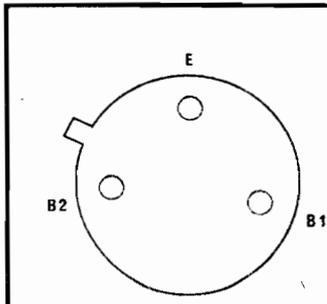


Fig. 3. - Branchement de l'UJT 2N2646 (vue du dessus).

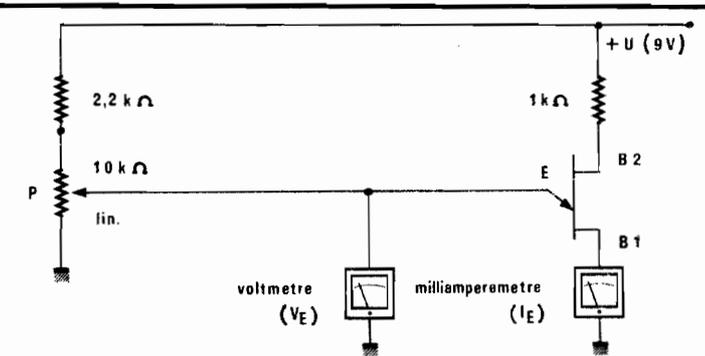
faut ajouter sa chute interne directe (0,7 V). Il en découle la relation :

$$\text{Tension émetteur} = \eta U + 0,7 \text{ V}$$

Une tension d'alimentation étant appliquée entre B<sub>1</sub> et B<sub>2</sub>, si on applique progressivement une tension positive entre l'émetteur et la masse, il arrive qu'à un certain niveau de tension, la résistance r<sub>1</sub> voit sa valeur diminuer subitement. A partir d'un certain niveau, précisément égale à  $\mu U + 0,7 \text{ V}$ , il y a diminution de tension entre E B<sub>1</sub>, et un fort courant entre ces deux points (caractéristique de résistance négative).

Si nous consultons les pages de publicité du « Haut-Parleur », nous voyons que les types de transistors unijonction (ou UJT) ne manquent pas. Nous avons choisi pour les montages qui suivent le modèle 2N2646, il peut fonctionner avec une tension d'alimentation U pouvant montrer à 30 V. Son rapport intrinsèque est situé entre 0,56 et 0,8. Le schéma de branchement, vu du dessous, est donné figure 3. Son boîtier métallique a le même encombrement qu'un TO-18. Nous alimenterons notre 2N2646 sous 9 V (2 piles 4,5 V en série).

Fig. 4. - Montage mettant en évidence la courbe caractéristique I<sub>E</sub>/V<sub>E</sub> de l'unijonction.



### Contrôle de l'UJT

Nous pouvons facilement mettre en évidence ce que nous venons de dire avec le schéma de la figure 4. Si on ne dispose pas d'un milliamperemètre pour mesurer I<sub>E</sub>, une résistance de 100 Ω sera placée entre B<sub>1</sub> et masse, avec à ses bornes un deuxième voltmètre. La valeur du courant I<sub>E</sub> sera obtenu par la loi d'Ohm. Avant la mise sous tension le curseur du potentiomètre P est placé côté masse.

En tournant lentement l'axe du potentiomètre nous notons que le courant I<sub>E</sub> ne bouge pratiquement pas. Puis d'un seul coup I<sub>E</sub> prend une valeur nettement plus élevée. En continuant à tourner le potentiomètre, le courant I<sub>E</sub> continue à augmenter.

En notant les valeurs de V<sub>E</sub> et de I<sub>E</sub> et en les traçant sur une feuille, nous avons une courbe semblable à celle de la figure 5. Le point critique est le point V<sub>p</sub> (tension de « pic »). Au-delà de ce point la variation suit la tracé en pointillé qui n'est autre que la caractéristique en sens direct de la diode D de la jonction unique de l'UJT.

Une deuxième expérience est de refaire le même relevé mais avec cette fois-ci l'électrode B<sub>2</sub> reliée à la masse. La caractéristique obtenue est celle du tracé en pointillé. L'UJT se comporte comme une diode.

La même courbe caractéristique de l'UJT est souvent donnée d'une façon différente, V<sub>E</sub> représenté verticalement comme sur la figure 6. La courbe A est celle de la jonction de l'UJT (B<sub>1</sub> et B<sub>2</sub> reliés au même potentiel).

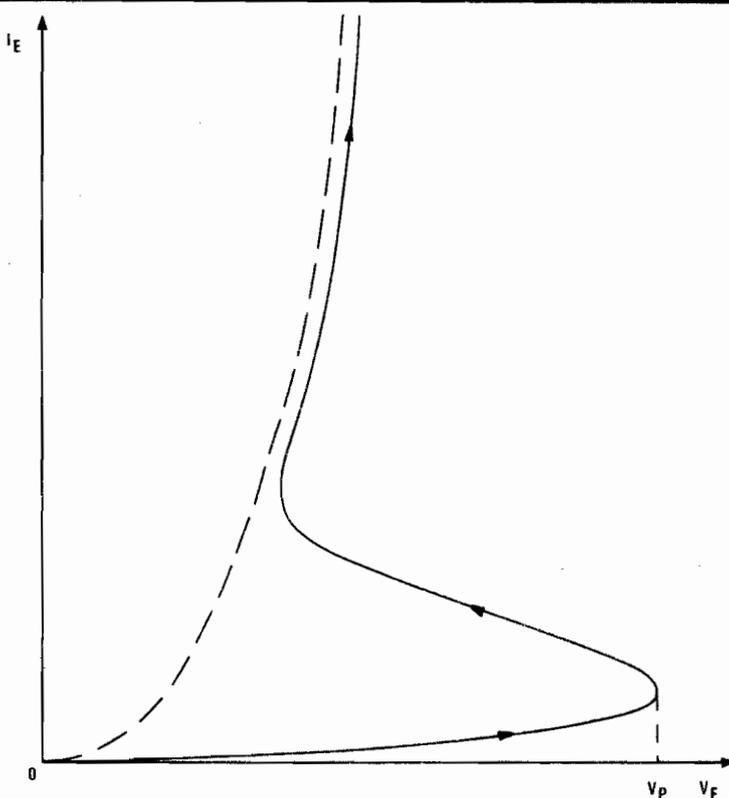


Fig. 5. - Courbe caractéristique de l'unijonction.

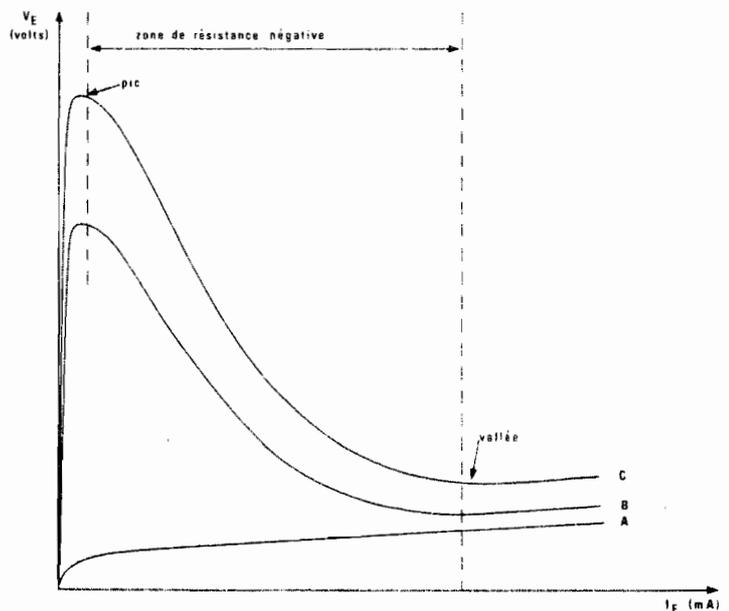


Fig. 6. - Présentation plus courante de la courbe caractéristique du transistor unijonction.

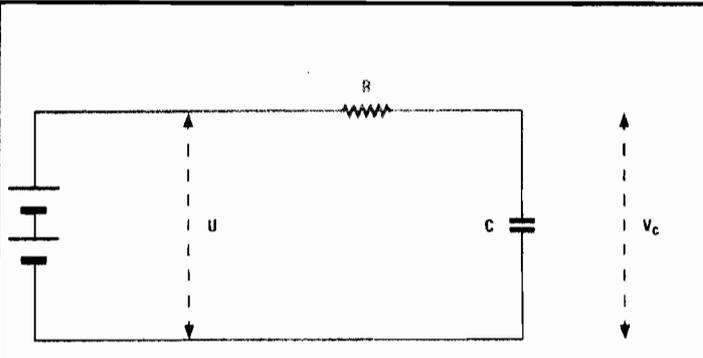


Fig. 7. — La tension  $V_c$  met un certain temps à s'établir, dépendant de la valeur de R et de C.

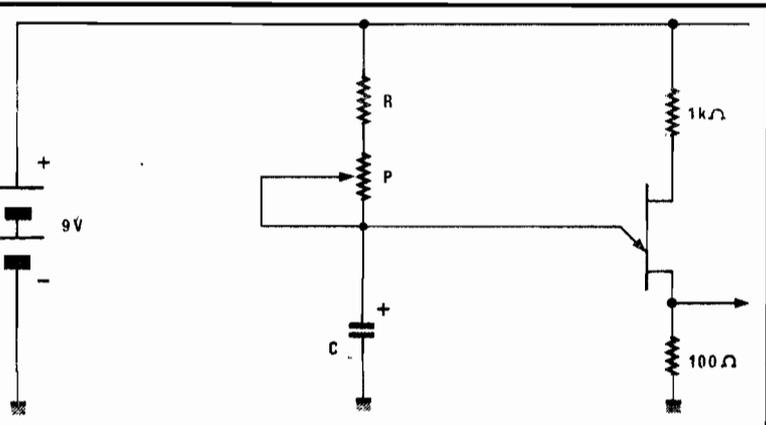


Fig. 9. — Schéma du relaxateur à UJT (P : potentiomètre linéaire de 220 kΩ ; R = 22 kΩ ; C = 100 μF/25 V).

Les deux autres courbes B et C correspondent à deux valeurs différentes de tension d'alimentation U. Les termes « courant de pic » et « courant de vallée » sont souvent employés dans les recueils de caractéristiques. Pour le 2N2646, le courant de vallée  $I_v$  est de 4 mA, et le courant de pic  $I_p$  est de 5 μA.

La résistance de 1 kΩ placée entre B<sub>2</sub> et la tension d'alimentation est souvent rencontrée dans les montages. Son but est de réduire l'influence de la température sur la fréquence de fonctionnement du montage. Sa valeur peut varier d'un circuit à l'autre.

### Constante de temps dans les circuits capacitifs

Le fonctionnement des relaxateurs étant basé sur la charge et la décharge d'un condensateur, il est bon de faire un bref rappel sur ce qu'est une constante de temps, et au besoin, effectuer quelques manipulations.

Un condensateur C placé aux bornes d'une source de tension U, à travers une résistance R, ne reçoit pas instantanément la tension de cette source (fig. 7). La variation de la tension  $V_c$  se fait d'abord très rapidement puis de plus en plus lentement. Cette variation est représentée par la courbe 1 de la figure 8.

La constante de temps d'un circuit résistance-condensateur détermine l'accroissement et la diminution de la tension aux bornes du condensateur C. La valeur, en secondes, de la constante de temps est égale au produit de la valeur de la résistance R (en ohms) par celle de la capacité C (en farads) du condensateur.

$$\text{Constante de temps} = R \times C$$

Mais en électronique l'ohm étant une valeur très faible, et le farad une valeur jamais rencontrée, on préfère choisir des multiples ou des sous-multiples de ces unités, soit pour une constante de temps exprimée en secondes, R est en mégohms et C en microfarads, tout au moins si nous utilisons des circuits générant des signaux de période de l'ordre de la seconde.

Pour mieux saisir ce qu'est une constante de temps nous placerons sur notre plaque de connexions une résistance de

1 MΩ en série avec un condensateur de 10 μF, le tout placé aux bornes de deux piles de 4,5 V, comme sur la figure 7.

Le calcul de la constante de temps donne : 10 secondes.

Ce qu'il faut savoir c'est que la valeur de la constante de temps nous indique après combien de temps après la mise sous tension, la tension aux bornes de C atteint 63 % de la valeur maximale en fin de charge.

Ainsi pour notre circuit, au bout de 10 secondes, la tension aux bornes de C doit être de 9 V × 0,63 soit de l'ordre de 5,7 V. Un chronomètre peut être déclenché au moment où nous appliquons la tension U au circuit et stoppé au moment où l'aiguille du voltmètre placé aux bornes de C indique 5,7 V. Le temps lu sur le chronomètre est de 10 secondes si la valeur est bien celle inscrite sur les composants.

Notons que la valeur des condensateurs est donnée avec de très larges tolérances, de telle sorte qu'un condensateur de 10 μF peut très bien avoir quelques microfarads en plus.

La mesure de la constante de temps avec un chronomètre permet de déterminer la valeur inconnue de C si nous savons avec précision celle de R et de U :

$$C = \frac{0,63 U}{R}$$

On admet que le condensateur est pratiquement chargé au bout d'un temps égal à cinq fois la constante de temps, ce qui donne, dans notre exemple, un temps de 50 secondes.

Il est à remarquer que la résistance interne du voltmètre utilisé doit être élevée par rapport à la valeur de R (qui est déjà assez grande). Ces deux résistances forment un diviseur de tension, ce qui fait que C n'atteindra pas la tension U, mais une valeur, un peu inférieure, qui est égale à :

$$U \times \frac{R_{int}}{R_{int} + R}$$

La décharge d'un condensateur dans une résistance suit la même courbe — mais inversée — que celle de la charge (voir la courbe 2 de la fig. 8). La décharge est très rapide au début, puis devient de plus en plus lente. Au bout d'un temps égal à cinq fois la constante de temps, on considère que le conden-

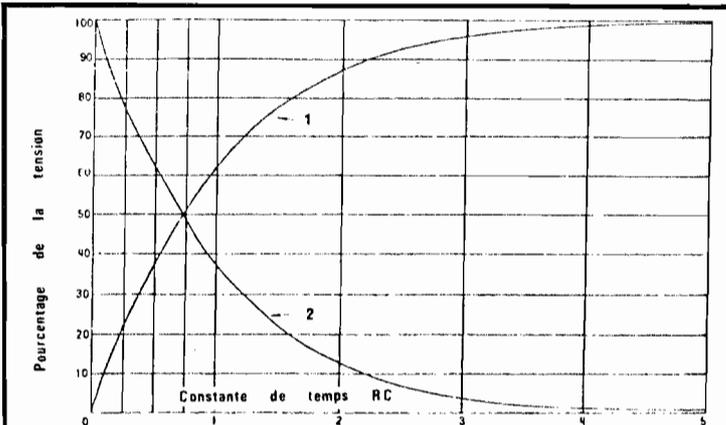


Fig. 8. — Pourcentage de variation de la tension aux bornes de C en fonction de la constante de temps du circuit (1 : Charge ; 2 : Décharge).

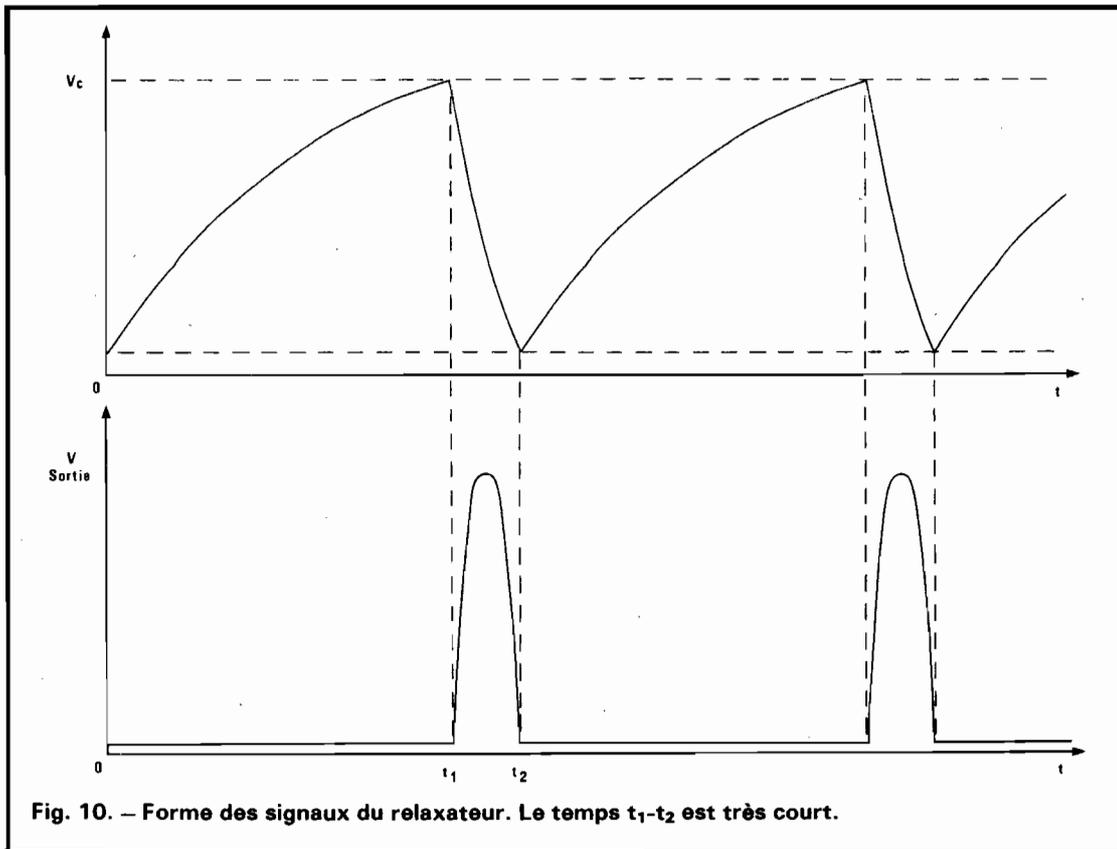


Fig. 10. — Forme des signaux du relaxateur. Le temps  $t_1-t_2$  est très court.

sateur est complètement déchargé.

Dans le cas d'une décharge d'un condensateur dans une résistance, la constante de temps indique au bout de combien de temps la tension initiale diminue jusqu'à 37 % de cette valeur.

### Utilisation de l'unijonction en relaxateur

Un circuit RC associé à un UJT réalise un relaxateur. Il suffit de brancher aux bornes de C l'émetteur et la base  $B_1$  du transistor unijonction. Lorsque la tension  $V_c$  aux bornes du condensateur atteint la tension de déclenchement de l'UJT, l'espace E- $B_1$  voit sa résistance diminuer considérablement, et C se décharge à travers les résistances  $r_1$  (interne) et  $R_1$ .

Cette tension de déclenchement est fonction de  $\eta$  qui est souvent situé entre 0,6 et 0,7. La période du signal obtenu est très proche de la constante de temps du circuit RC.

Le schéma du relaxateur

est donné figure 9. Le potentiomètre P permet de faire varier la période du signal dans de grandes proportions. La résistance  $R_1$ , entre  $B_1$  et la masse est utilisée pour recueillir des impulsions brèves.

La forme des signaux du relaxateur est donnée sur la figure 10. La tension aux bornes de C a la forme de dents de scie. Quant à la forme des signaux de sortie, aux bornes de  $R_1$ , ce sont des impulsions positives très brèves, de l'épaisseur d'une aiguille sur l'écran de l'oscilloscope. Entre  $B_2$  et la

masse, les impulsions recueillies sont des pointes négatives également très brèves.

Les signaux de sortie pourront être mis en forme par un autre circuit et l'ensemble pourra être employé, par exemple, comme temporisateur dont on pourra allonger la période en augmentant C ou R.

### Un métronome électronique

En recueillant les impul-

sions aux bornes de  $R_1$  et en les amplifiant par un transistor chargé par un haut-parleur miniature, on réalise un métronome économique donnant des battements à la cadence de 20 à 200 par minute.

Le transistor qui a été utilisé est un BC140, et le haut-parleur, de 6 cm de diamètre, a une impédance de 60  $\Omega$ . Si la puissance sonore délivrée n'est pas assez élevée, on peut augmenter la tension d'alimentation de l'amplificateur, les valeurs limites du BC140 sont :  $V_{CE\ max} = 40\ V$ ,  $I_{C\ max} = 1\ A$  et  $P_{C\ max} = 0,65\ W$ .

### Réalisation d'un clignotant

Un transistor unijonction est également très utile pour réaliser économiquement un clignotant. Un transistor est également nécessaire pour ce montage, mais considérons d'abord le montage de base représenté figure 12.

A la mise sous tension le condensateur C se charge à travers  $R_1$  et la diode D, l'unijonction n'est pas déclenché. Il se sera lorsque la tension aux bornes de C, plus la tension directe de D, dépassera le seuil. A partir de cet instant C se décharge à travers l'espace E- $B_1$  de l'UJT et la résistance  $R_2$ .

En remplaçant D par l'espace base-émetteur d'un transistor, nous pouvons in-

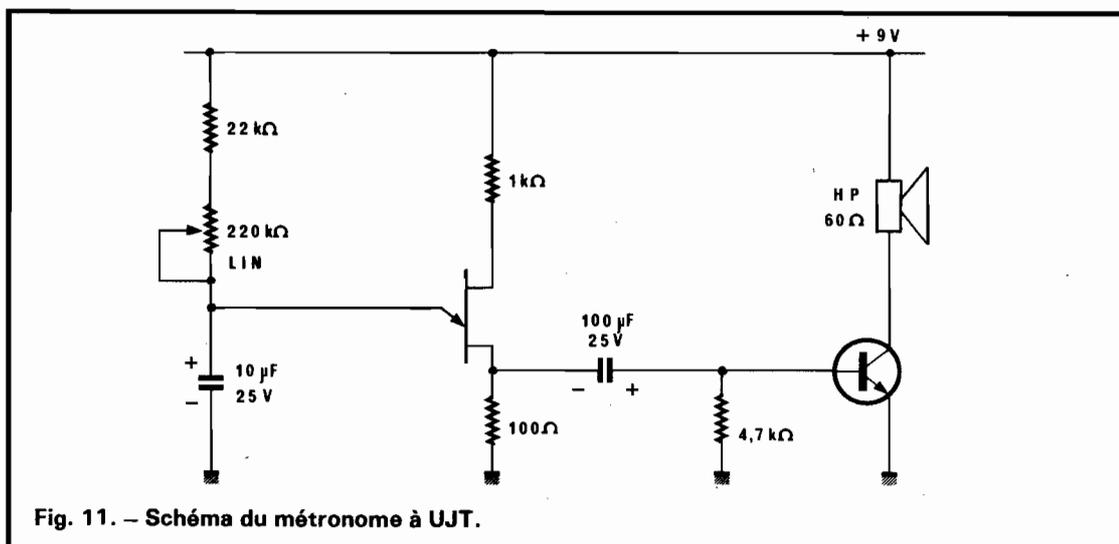


Fig. 11. — Schéma du métronome à UJT.

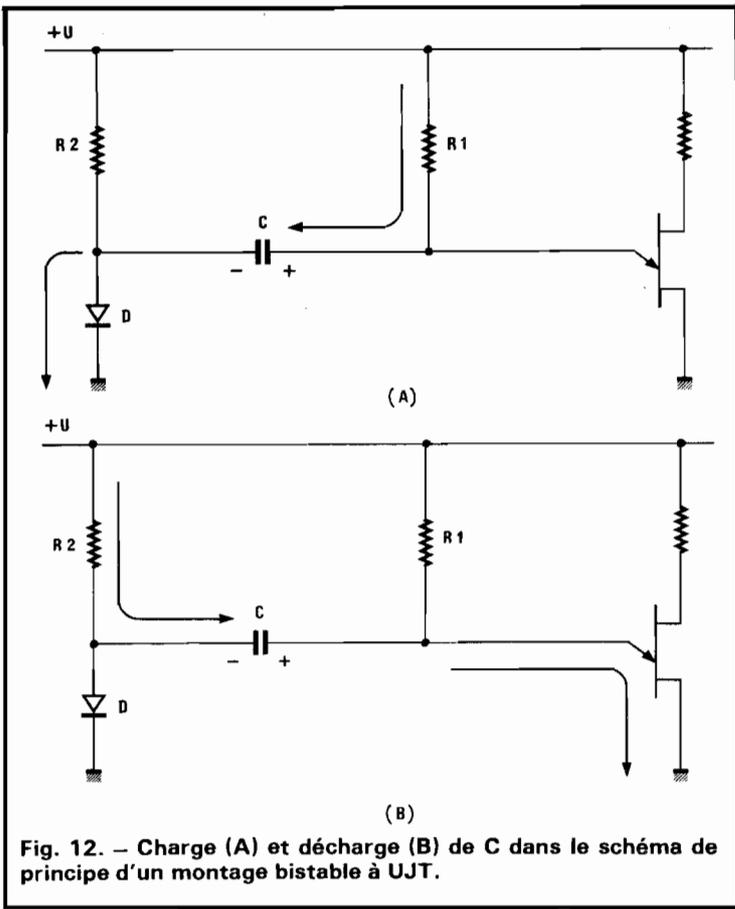


Fig. 12. - Charge (A) et décharge (B) de C dans le schéma de principe d'un montage bistable à UJT.

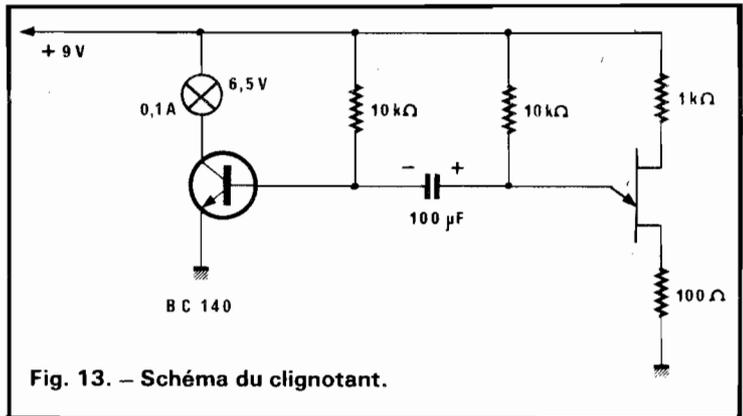


Fig. 13. - Schéma du clignotant.

sérer dans le circuit collecteur de ce dernier une ampoule de 6,5 V - 0,1 A. La période de clignotement est de l'ordre de 2 à 3 secondes, elle dépend de la constante de temps  $R1C + R2C$ . La tension de forme quasi triangulaire dont la valeur crête à crête est de l'ordre de 6 V.

Pour avoir une tension bien carrée, le relaxateur devrait par exemple, commander une bascule, ce qui compliquerait le montage et le rendrait plus coûteux.

Les transistors unijonctions sont des composants bien pratiques pour réaliser des relaxateurs économiques. On peut réaliser avec eux des oscillateurs sinusoidaux BF, des bistables, des monostables et des astables.

Il existe des UJT plus perfectionnés, dits « programmables », comme le 2N6027 ou le 2N6028. Ils ont un très faible courant de pic et permettent de réaliser des temporisateurs supérieurs à 1 heure.

J.-B. P.

**REDIRECTEUR D'APPEL TELEPHONIQUE (non homologué)**

Il suffit de mettre un numéro de téléphone de l'endroit où vous allez et l'appareil fait suivre AUTOMATICQUEMENT l'appel. Le fonctionnement du REDIRECTEUR nécessite 2 lignes téléphoniques (l'appel pouvant se faire indifféremment sur l'une ou l'autre ligne).

C'est l'appareil indispensable pour l'homme d'affaires, le médecin, l'avocat CONTRE LES CAMBRIOLAGES. Le voleur ne peut s'assurer de l'absence de la personne visée. La communication retransmise est limitée à 3 minutes.

**1 750 F**  
Frais port 35 F

**DETECTEUR D'INCENDIE**  
et de fumée. Nombreux modèles en stock. NOUS CONSULTER

**BANDE MAGNETIQUE** professionnelle sur bobine 270 mm long. 1 096 m suivant disponibilité dans les marques AMPEX, SCOTCH, SUNDKRAFT. Matériel ayant très peu servi, mais en excellent état.

28 F pièce, par 5 : 27 F pièce.  
Frais d'envoi 27 F :  
par 10 : 26 F pièce, frais envoi SNCF  
par 20 : 25 F pièce, frais envoi SNCF  
BOBINE vide de 18 cm BASF plastique  
80 F. Les 10 : frais d'envoi 16 F  
CASSETTE LOW NOISE C 60  
Les 10 : 40 F frais port 15 F  
C 90 les 10 : 60 F frais port 15 F  
BASF toute la gamme disponible.

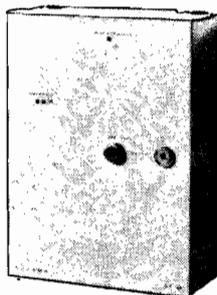
**LA PROTECTION ELECTRONIQUE**

**Appartement, pavillon, magasin**

LA CENTRALE CT 01 qui est le cerveau d'une installation de détection à des capacités étonnantes. En sélectionnant la CENTRALE CT 01 nous avons voulu un cerveau intelligent et fiable afin de mieux vous protéger de visiteurs indésirables. LA CENTRALE CT 01 traite les informations fournies par les détecteurs volumétriques ou périphériques. Elle déclenche les alarmes (peut déclencher un transmetteur téléphonique, éclairage des lieux, etc.) même en cas de coupure d'électricité grâce à sa double alimentation secteur et batterie qui est rechargeable par la CENTRALE CT 01 elle-même.

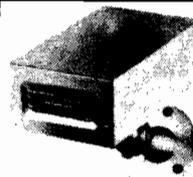
— Circuit anti-hold-up et anti sabotage 24-24  
— Circuit sirène auto-alimentée, auto-protégée.  
Dimensions : H. 315 ; L. 225 ; P. 100.

**PRIX : 1 200 F** frais d'envoi 35 F



**COMMANDE A DISTANCE**  
Codée. 259 combinaisons pour porte de garage ou autres applications.

Circuit normalement fermé ou normalement ouvert  
Alimentation récepteur 12 ou 24 V  
Alimentation émetteur 9 V  
PORTEE 100 m  
L'ENSEMBLE émetteur/ Récepteur... **780 F**



**SIRENES POUR ALARME SIRENE ELECTRONIQUE SE 12 POLICE AMERICAINE**

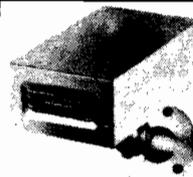
12 V. 0.75 Amp. 110 dB  
frais d'envoi : 15 F  
Nombreux modèles professionnels nous consulter **180 F**



**DETECTEUR RADAR SR 12 S**

Emetteur-récepteur de micro ondes. Protection très efficace même à travers des cloisons. S'adapte sur la centrale d'alarme CT 01. Supprime toute installation compliquée. Alimentation 12 Vcc. Angle protégé 150°. Portée 3-20 m.

**PRIX : 1 300 F** frais d'envoi 40 F



Le gardien de votre téléphone STOPPE L'EMISSION DE TOUT APPEL TELEPHONIQUE NON AUTORISE (longue distance ou local). AUTORISE LA RECEPTION de tout appel. Facile à poser. Fonctionne sans alimentation (non homologué) **490 F. 390 F** Frais d'envoi 25 F

**Superbe MAGNETO A CASSETTE**



Pile/secteur  
• Prise enregistrement direct  
• Micro incorporé  
• Prise micro extérieure  
**260 F** Frais de port 25 F

**POCKET-CASSETTE « VOICE CONTROL »**

Magnétophone. Système d'enregistrement à contrôle vocal. Touches : pause, compte-tours.

**PRIX UNIQUE : 340 F** Frais d'envoi : 25 F



**DEFENSE SANS VIOLENCE**

Neutralisant et incapacitant non toxique. Le protecteur CS 2 est efficace, son action est immédiate par ses paralyzants grâce à la puissance de son jet ; utilisateur n'est jamais incommodé  
— Supprime l'agressivité  
— Rend inoffensif  
— Ne laisse pas de séquelle

Petit modèle 25 x 85 mm 95 F port 15 F  
Modèle moyen 35 x 115 mm 120 F port 15 F



**COMMANDE AUTOMATIQUE D'ENREGISTREMENT TELEPHONIQUE**



Se branche simplement entre un fil d'arrivée de la ligne téléphonique (en série) et l'enregistreur magnétophone (modèle standard). Vous décrochez votre téléphone et l'enregistrement se fait automatiquement. Vous raccrochez et votre enregistreur s'arrête.

Ne nécessite aucune source d'énergie extérieure. Muni d'un bouton de commande d'avance automatique de la bande d'enregistrement. Dimensions 95 x 30 x 30 mm. Poids 35 grammes. Frais d'envoi 16 F **PRIX 270 F**

**EXPLOREZ LES UHF** avec le convert. 410-875. Récept. des 3 ch. télé + cert. émiss. spéc. Se raccorde à un récept. FM class. Fonct. en 12 V. 4 touches pré-réglées et recherche manuelle. **Prix 220 F** Frais env. 10 F



**BLOUDEX ELECTRONIC'S**

141, rue de Charonne, 75011 PARIS  
Tél. : 371.22.46 - Metro : CHARONNE

AUCUNE EXPEDITION CONTRE REMBOURSEMENT Règlement à la commande par cheque ou mandat