

# RÉALISATION D'UN COMPTEUR A CIRCUITS INTÉGRÉS

Le circuit que nous allons décrire et dont nous expliquerons brièvement le fonctionnement est un montage de démonstration, réalisé dans les laboratoires de *Radio-Prim*, et destiné à mettre en évidence la qualité des décades 7490 et décodeurs 7441 de *Texas Instruments*. Ces décades et décodeurs sont réalisés en circuits intégrés « dual in line ». Le montage comporte en outre un tube d'affichage Z570M ou ZM1080.

d'entrée de l'alimentation change légèrement. Si l'on dispose d'un transformateur à point milieu tel que celui représenté en figure 1 bis, on n'utilisera que deux diodes au lieu du pont de la figure 1. D'autre part, suivant le nombre de décades employées, les valeurs des éléments varient comme l'indique le tableau I.

Le transistor unijonction constitue, avec les composants qui l'environnent, un relaxateur à unijon-

le potentiomètre, la résistance de 33 kΩ et le condensateur de 470 nF. Elle varie entre 1 et 65 Hz environ.

On peut d'ailleurs la calculer en appliquant simplement la relation approchée suivante :

$$f \approx \frac{1}{R_1 \cdot C}$$

où  $R_1$  est la valeur globale des résistances variant ici entre 2,233 MΩ et 33 kΩ (le potentiomètre étant court-circuité) et C la

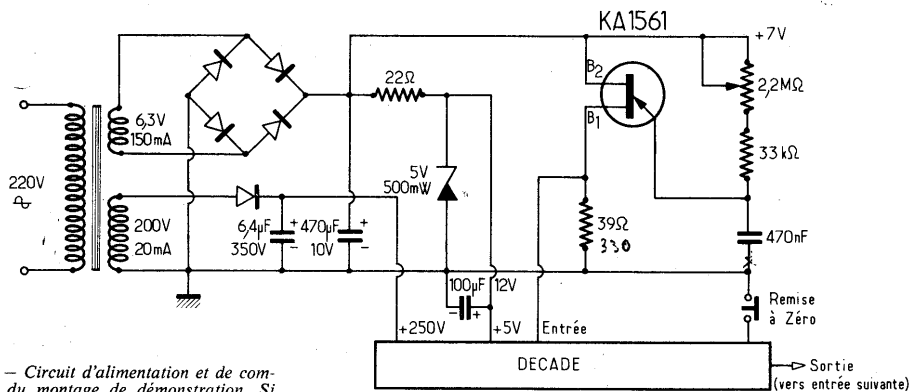


Fig. 1. — Circuit d'alimentation et de commande du montage de démonstration. Si l'on utilise plusieurs décades, il faut adopter d'autres valeurs que celles indiquées ci-dessus et l'on se reportera au tableau I dans lequel  $I_1$  correspond au courant dans l'en-

roulement 6,3 V,  $I_2$  au courant dans l'enroulement 200 V,  $C_1$  et  $C_2$  respectivement aux condensateurs de 470 et 6,4 μF,  $P_z$  à la diode zener et  $R_1$  à la résistance de 22 Ω.

A partir du schéma fondamental, on peut imaginer quantité d'applications dans le domaine du comptage et nous en donnerons quelques exemples en fin d'article.

La figure 1 représente le schéma de commande de la décade. On voit qu'il s'agit ici d'un simple montage redresseur fournissant :

a) Une tension de 250 V qui sera appliquée sur l'anode du tube d'affichage ;

b) Une tension de 5 V, régulée par une diode zener, tension destinée à l'alimentation des circuits intégrés (décade et décodeur) ;

c) Une tension de 7 V alimentant un transistor unijonction.

Suivant le type de transformateur utilisé, le schéma du circuit

classique produisant des signaux à fréquence de récurrence variable grâce au potentiomètre de 2,2 MΩ. La fréquence est fonction de la constante de temps du circuit d'émetteur, constitué ici par

capacité du condensateur connecté entre émetteur et masse.

Ce circuit de commande étant extrêmement simple, nous n'insisterons pas davantage. Précisons cependant, pour les lecteurs qui voudraient étudier de façon plus approfondie le fonctionnement du relaxateur, que celui-ci a été décrit

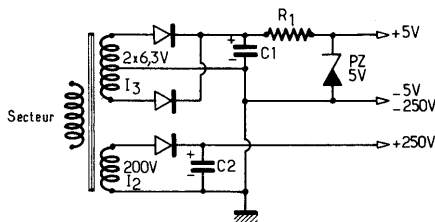


Fig. 1 bis. — On peut utiliser un transformateur à point milieu pour l'enroulement 6,3 V et dans ce cas il suffit de deux diodes

redresseuses. Pour un nombre de décades supérieur à un, voir le tableau I.

TABLEAU I

Valeur des éléments suivant nombre de décades							
Nombre	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$C_1$ (μF)	$C_2$ (μF)	$P_z$	$R_1$
1 à 3	0,3 A	20 mA	0,15 A	470	6,4	1 W	12 ohms
3 à 5	0,5 A	30 mA	0,25 A	1 000	6,4	1,5 W	6,8 ohms
5 à 8	0,8 A	40 mA	0,4 A	1 000	8	2 W	3,9 ohms
8 à 12	1 A	50 mA	0,5 A	1 500	8	3 W	2,7 ohms

## COGEEKIT

Voir la publicité  
aux pages  
122 à 125

C'est aux pages 120-121  
que vous trouverez  
les bonnes affaires

## CIRATEL

## POSSEURS DE MAGNÉTOPHONES

Faites reproduire vos bandes sur  
Disques 2 faces depuis 12,00 F  
Gravure immédiate sur rendez-vous

TRIOMPHATOR  
72, av. Général-Leclerc  
PARIS (14<sup>e</sup>) - Ség. 55-36

## OFFRES

EXCEPTIONNELLES

au  
COMPTOIR  
LAFAYETTE

PAGE 43

## ATTENTION

pages 113, 114, 115

VOUS TROUVEREZ  
la publicité  
CIRQUE-RADIO

## Chez TERAL

DÉFI-TERAL Anti hausse  
Tout ce que vous pouvez désirer  
en matériel et accessoires  
de Radio et de Télévision  
et d'appareils de mesure

Voir page 112  
et pages 223 à 226

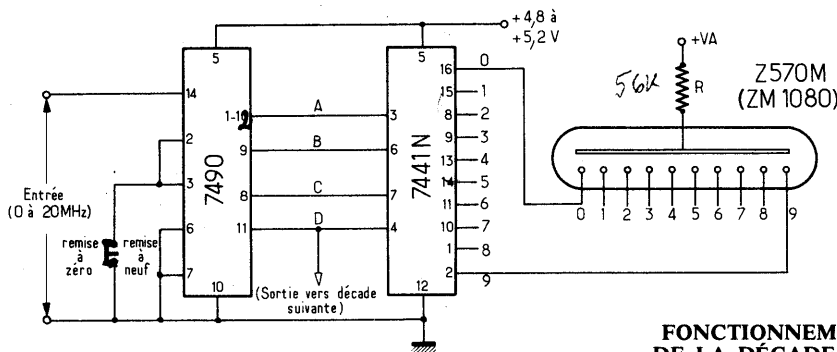


Fig. 2. — Schéma des liaisons entre décade, décodeur et tube d'affichage. Dans l'intérieur des cadres représentant les cir-

cuits intégrés sont indiqués les numéros des bornes.

en détail dans le numéro 1277 (octobre 1970) d'Electronique professionnelle.

Les modalités d'attaque de la décade peuvent être très différentes de celle représentée en figure 1, et ce sont elles qui décident des applications pratiques du montage. Nous en indiquerons quelques exemples en fin d'article.

La figure 2 représente le montage de la décade, du décodeur et du tube d'affichage. Afin de simplifier le schéma, les liaisons entre décodeur et tube nixie ont été omises. Les signaux d'horloge, c'est-à-dire les signaux générés par le relaxateur, sont appliqués à l'entrée de la décade 7490, qui compte les impulsions en code B.C.D. (binaire codé décimal). Il apparaît, sur les sorties A, B, C, D, des impulsions représenta-

La valeur de la résistance R connectée à l'anode du tube d'affichage varie suivant la tension d'alimentation de même que varie la puissance qu'elle est capable de dissiper. Le tableau II indique les valeurs que l'on doit adopter suivant la tension d'alimentation.

Le montage de la figure 2 n'est capable de compter que de 0 à 9. Si on désire réaliser un compteur de plus grande capacité, il sera nécessaire de doubler, tripler, quadrupler, etc., ce montage. Par exemple, si l'on veut construire un compteur entre 0 et 99, il faudra utiliser deux 7490, deux 7441 et deux tubes Z570M. La sortie D du premier 7490 attaquera l'entrée (14) du second 7490.

Nous allons étudier de façon plus approfondie le fonctionnement de la décade et du décodeur.

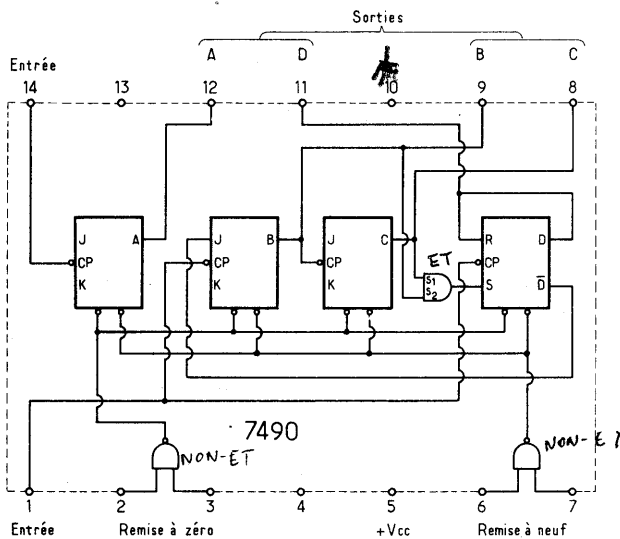


Fig. 3. — Schéma logique interne d'une bascule 7490.

tives du nombre d'impulsions appliquées à l'entrée de la décade. Le décodeur transforme le comptage binaire en comptage décimal et attaque le tube d'affichage. Suivant le nombre d'impulsions appliquées à l'entrée du 7490, une des cathodes (0 à 9) du tube d'affichage s'allume.

Il en est de même pour les bascules C et D.

La présence sur les sorties A, B, C, D d'une impulsion de niveau 0 ou 1 donne l'expression en code binaire du nombre d'impulsions qui a été appliqué à l'entrée. Par exemple, s'il a été appliqué cinq impulsions à l'entrée du 7490, il apparaît une impulsion à la sortie A, pas d'impulsion à la sortie B, une impulsion à la sortie C et pas d'impulsion à la sortie D. Cela peut se traduire en binaire par l'expression 1010, c'est-à-dire :

### FUNCTIONNEMENT DE LA DÉCADE 7490

Le schéma logique du 7490 est représenté en figure 3. On voit qu'il est composé de quatre bascules, trois du type J-K, et une du type R-S. En fait, ces quatre bascules

$$\begin{aligned} 1 \times 2^0 &= 1 \\ 0 \times 2^1 &= 0 \\ 1 \times 2^2 &= 4 \\ 0 \times 2^3 &= 0 \end{aligned}$$

soit au total 5.

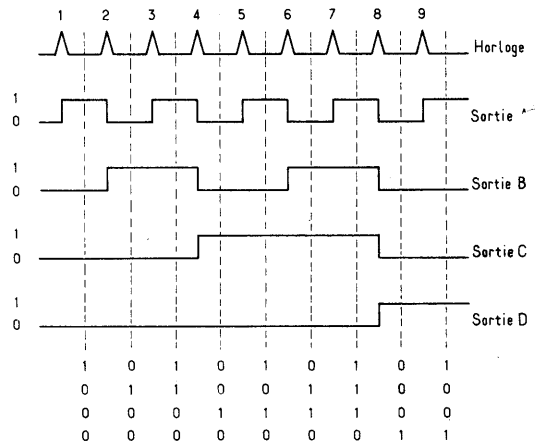


Fig. 4. — Processus de conversion en binaire. Chaque bascule du 7490 constitue un diviseur par 2 et suivant les impulsions présentes aux sorties A, B, C, D, on lit en binaire le nombre d'impulsions appliquées à l'entrée.

constituent des diviseurs par 2, c'est-à-dire qu'elles délivrent, sur leurs sorties A, B, C, D, une impulsion chaque fois que deux impulsions sont appliquées à leur entrée CP.

La figure 4 indique le système de comptage. L'horloge fournit les impulsions 1, 2, 3... 9. La bascule A divise la fréquence par deux : à la première impulsion, la bascule est passée de l'état 0 à l'état 1 ; à la seconde, elle est revenue à l'état 0, pour repasser à l'état 1 à la troisième impulsion, etc. La bascule B divise par deux la fréquence des signaux de la bascule A : on remarque sur le diagramme que la bascule B change d'état à chaque retombée à 0 de la bascule A, et seulement à ce moment là. Il y a donc bien division par 2.

Grâce au bouclage interne du circuit, la décade ne peut compter que jusqu'à 9. En effet, la sortie D de la quatrième bascule (celle du type R-S) est connectée à l'entrée J de la seconde bascule. A l'impulsion 10, la bascule A retient à l'état 0, la bascule B prendrait l'état 1, mais le fait que l'entrée J soit à l'état 0 (sortie D complémentaire de la sortie D qui est à l'état 1) maintient la bascule B à l'état 0.

La remise à zéro s'effectue en appliquant sur une entrée particulière des bascules une impulsion d'inhibition qui les remet toutes à l'état 0. Le poussoir de remise à zéro de la figure 2 est normalement fermé de sorte que les points 2 et 3 du 7490 sont réunis à la masse. En ouvrant le circuit, on provoque un signal qui est appli-

TABLEAU II

Valeur de R en fonction de la tension d'alimentation (V <sub>A</sub> )					
R (k. ohms)	22	33	56	82	120
(W)	0,25	0,25	0,5	1 W	1 W
V <sub>A</sub> (V)	175.....190	190.....220	230.....270	270.....330	330.....420

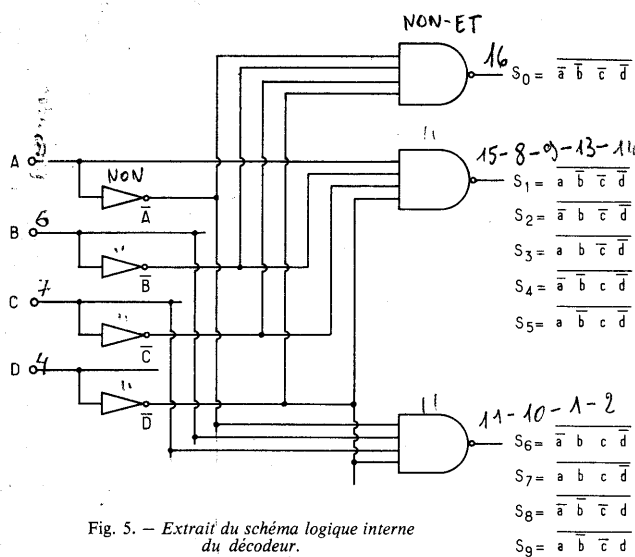


Fig. 5. - Extrait du schéma logique interne du décodeur.

qu'é aux quatre bascules et qui les remet à zéro. La remise à neuf n'est pas utilisée ici, les points 6 et 7 étant unis en permanence à la masse. Si on désire bénéficier de cette possibilité, il suffit d'ajouter au circuit un poussoir normalement fermé de la même façon que pour la remise à zéro.

Précisons d'autre part que la décade, telle qu'elle est représentée en figure 3, constitue en fait un diviseur par 2 (bascule A) suivi d'un diviseur par 5 (bascules B, C, D). Pour l'utiliser en compteur B.C.D. comme nous le faisons ici, il est nécessaire de connecter la borne 12 à la borne 1, de façon que la liaison entre la sortie soit effective. C'est ce qui est réalisé sur le circuit imprimé dont nous donnerons le schéma un peu plus loin.

### FONCTIONNEMENT DU DÉCODEUR 7441

Le décodeur transforme les signaux binaires appliqués à ses

entrées A, B, C, D en impulsion décimale. Il possède quatre entrées et dix sorties qui attaquent les dix cathodes du tube d'affichage. Le chiffre qui s'allume sur le tube d'affichage correspond à celui dont la cathode est portée à la masse (ou à une tension légèrement négative) de sorte que l'on doit transmettre sur cette cathode le complément de l'information. Par exemple, l'écriture binaire du chiffre 5 correspond, nous l'avons vu, à l'expression 1010. Ce sont ces dernières informations qu'il faudra appliquer à la porte précédant la sortie 5 (correspondant à la borne 14 du circuit intégré) pour obtenir l'impulsion de sortie correcte.

Les quatre entrées du décodeur comportent deux voies, l'une transmettant directement aux portes de sortie les informations binaires, et l'autre transmettant *via* un inverseur le complément de ces mêmes informations.

Pour expliquer le fonctionnement du système, il est plus simple de montrer quelques exemples.

C'est ainsi que pour afficher le chiffre 0, il faut appliquer à la porte  $S_0$  l'expression 1111 (c'est-à-dire le complément de 0000, ou, si l'on utilise les symboles littéraux comme nous l'avons fait en figure 5,  $\bar{a} \bar{b} \bar{c} \bar{d}$ ). La porte  $S_0$  est donc reliée intérieurement aux entrées A.B.C.D. et seulement à celles-ci.

Pour afficher le chiffre 1, il faut que la porte  $S_1$  fournisse une impulsion à la cathode correspondant au chiffre 1. Le complément binaire de 1 est ici 1000 (en littéral  $a \bar{b} \bar{c} \bar{d}$ ) que l'on doit appliquer à  $S_1$  pour disposer de l'impulsion en sortie. Cette porte doit donc être connectée à l'entrée A et aux entrées  $\bar{B}$ ,  $\bar{C}$ ,  $\bar{D}$ . C'est encore ce qui est réalisé intérieurement par le jeu des connexions, comme on peut le voir en figure 5.

De même pour afficher 6, dont l'écriture en binaire est 0110 et dont le complément est 1001 ( $\bar{a} \bar{b} \bar{c} \bar{d}$  en écriture littérale), il faut relier la porte  $S_6$  aux entrées

du circuit, ce que nous n'avons pas fait pour éviter de surcharger le dessin.

### SCHEMA DE MONTAGE

La figure 6 montre le schéma de plaquette imprimée vue côté soudures avec, en transparence, les composants qu'elle supporte, la résistance de 56 kΩ correspondant à R de la figure 2. Les liaisons entre plaquette et tube d'affichage sont faites en câblage traditionnel.

Un exemple de plan de câblage est donné en figure 7. C'est celui correspondant au montage de démonstration. On pourra s'en inspirer pour la réalisation d'un montage pratique, l'emplacement des différents composants n'étant nullement critique.

Les diodes utilisées ici sont des modèles 100 mA, 30 V pour le pont redresseur et 20 mA, 600 V pour l'alimentation en 250 V. On se référera au tableau I si l'on emploie plusieurs décades pour le choix des diodes et du transformateur.

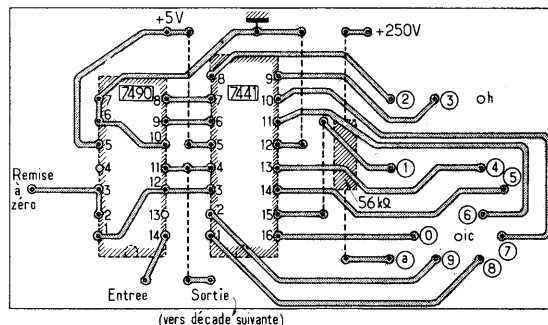


Fig. 6. - Schéma de la plaquette du circuit imprimé avec vue en transparence des composants intégrés et des ponts à réaliser (circuit pouvant être fourni).

directes B et C, et aux entrées inverseuses A et D. On constate sur la figure 5 que c'est bien ce qui est réalisé intérieurement.

En raisonnant comme nous l'avons fait ci-dessus, on peut rétablir le schéma logique complet

### QUELQUES EXEMPLES D'APPLICATIONS

Les exemples d'applications de ce montage sont extrêmement nombreux et, en fait, ils ne sont limités que par l'imagination des lecteurs (et celle de l'auteur !).

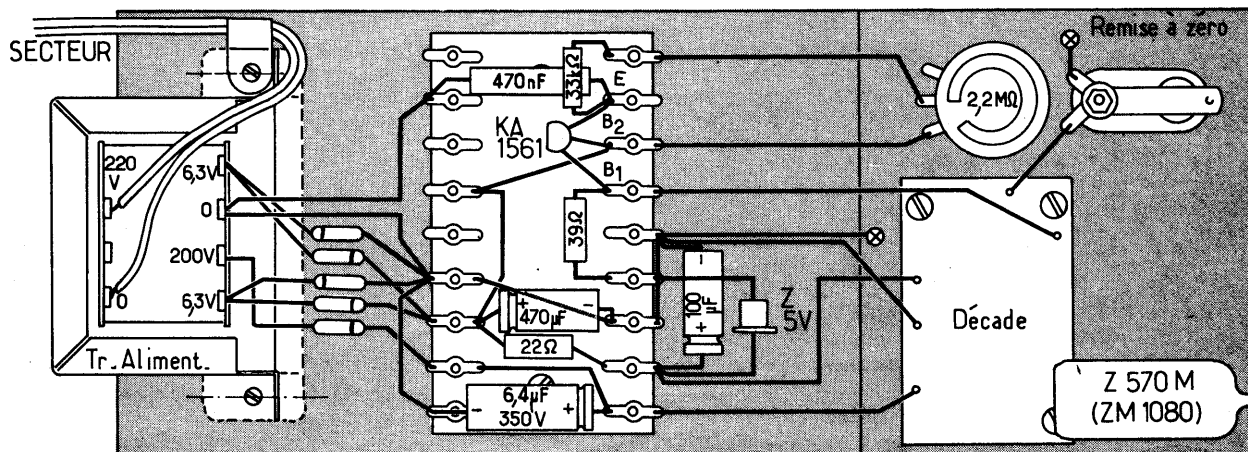


Fig. 7. - Plan de câblage du montage de démonstration.

On peut compter par exemple le nombre de pièces fabriquées par une machine automatique (procédé très couramment utilisé dans l'industrie) ou le nombre de passages de personnes grâce aux montages de la figure 8, les pièces ou les personnes occultant un faisceau lumineux à leur passage.

En a, on voit un dispositif de commande par photorésistance ; en b, c'est un phototransistor qui est utilisé ; en c, une photodiode associée à un transistor amplificateur. Dans les deux premiers cas, le compteur avance d'une unité à chaque passage d'obscurité-éclairé. Avec la photodiode

(schéma de la figure 8 c), le compteur avance d'une unité à chaque passage éclairé-obscurité.

La sensibilité du montage à photorésistance correspond à l'éclat d'une lampe de poche placée à 50 cm de la photorésistance, l'éclairage ambiant étant nul ou très faible. La fréquence maximale de comptage est assez faible, de l'ordre de 5 Hz.

Le montage de la figure 8 b est plus sensible en ce sens qu'il déclenche le montage pour un éclairage correspondant à l'éclat d'une lampe de poche placée à 10 cm du phototransistor, l'éclairage

ambiant étant celui d'une ampoule de 60 W placée à 1 m du dispositif de commande. La fréquence de comptage est par ailleurs beaucoup plus élevée si on le désire, puisqu'elle peut atteindre 20 kHz.

Le montage de la figure 8 c possède les mêmes caractéristiques que celui de la figure 8 b, mais il fait avancer le compteur d'une unité à chaque passage éclairé-obscurité.

Ces deux montages pourraient convenir par exemple pour un compte-tours de moteur en associant à l'axe tournant un disque convenablement découpé qui occulterait ou libérerait le passage d'un faisceau lumineux. Remarquons que ce dispositif compte le nombre de tours absolu, sans tenir compte

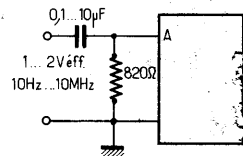


Fig. 9. — Dispositif pour commande par impulsions ou tension alternative.

ni de la vitesse de rotation ni du temps. Il peut donc convenir à une bobineuse, par exemple, remplaçant ainsi avantageusement les dispositifs mécaniques.

En figure 9, est représenté un montage pour commande par impulsions ou tension alternative. N'est pas nécessaire de procéder à une mise en forme des signaux : les bascules de la décade étai-

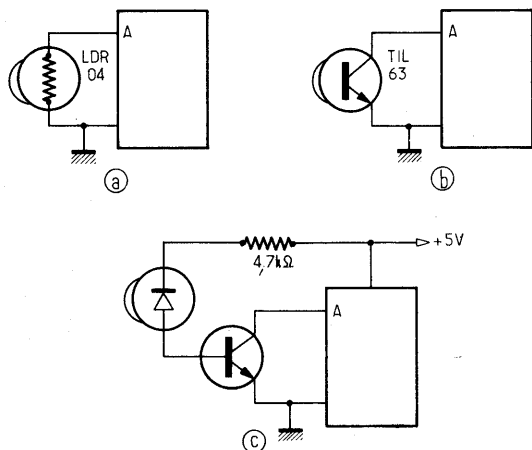


Fig. 8. — Trois types de commande par faisceau lumineux pour applications pratiques.

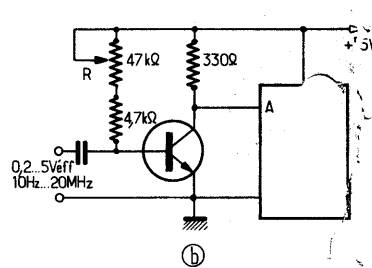
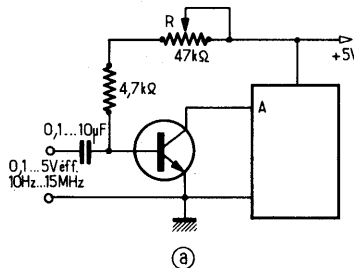


Fig. 10. — Dispositifs de commande avec préamplificateur à l'entrée.

ment. C'est un des avantages fondamentaux des bascules J-K. Dans ce dispositif de commande, dont la simplicité est remarquable, le compteur avance d'une unité à chaque flanc descendant de la tension de commande. La fréquence de comptage peut être très grande : 10 MHz. Mais à cause du condensateur d'entrée, elle ne peut descendre au-dessous de 10 Hz.

En figure 10 sont représentés deux montages de commande plus perfectionnés que celui de la figure 9. On utilise ici un transistor préamplificateur dont on ajustera la tension de base au moyen de R de façon qu'il entre juste en saturation au repos ( $V_{CE}$  compris entre 0,1 et 0,3 V). Le compteur avance ici d'une unité à chaque flanc montant du signal de commande, celui-ci pouvant avoir une forme quelconque.

**Transistors utilisables dans tous les montages proposés** (les types très rapides sont en caractères gras) : **2N706, 2N914, 2N2222, 2N3493, BSY95A, 2N1708, 2N2256, 7, 2N3010, BSX44, 2N2475, BSX27, 2N2784, 2N3633, 2N2356, BFX12, 13, BSY26, 27, 38, 39, 61, 2N3009... 13, 2N3576, 2N3261, 2N3511, 2N3648, BSX19, 20, 26, 2N3014, 2N743, 4, 2N3571, 2, BC116, 125** et tous autres types de commutation saturée.

## LE MONITEUR professionnel DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE L'ÉLECTRONIQUE

### sélectionne chaque mois LES ANNONCES DES MARCHÉS PUBLICS ET PRIVÉS comportant un lot « électricité »

Ces appels d'offres permettent aux professionnels, constructeurs, grossistes, installateurs, de se procurer d'intéressants débouchés.

#### Sommaire du dernier numéro :

- Barème des prix moyens des travaux d'installations électriques courantes.
- Les minuteurs-monnayeurs et leurs applications.
- Colloque C.F.E. sur le chauffage et le conditionnement par l'électricité : la « sensibilisation » technique des professionnels semble totalement acquise.
- Coup d'œil sur les techniques étrangères.
- Nouveaux produits.
- L'électricité : une marchandise.

ABONNEMENT ANNUEL (11 numéros) : 50 F - Prix du numéro : 5 F

ADMINISTRATION-RÉDACTION : S.O.P.P.E.P.  
2 à 12, rue de Bellevue, PARIS (19<sup>e</sup>) - Téléph. : 202.58-30

Je joins 5 F par mandat, par chèque ou timbres.

LE MONITEUR (J.P.R. S.A.P.), 43, rue de Dunkerque, PARIS (10<sup>e</sup>)

NOM : ..... Société : .....

Adresse : .....

HP 96

**TRÈS RARES!...**

**Transistors VHF  
Grande puissance  
(10 à 100 watts)**

<b>BLY 14</b>	<b>125 F (T.T.C.)</b>
<b>BLY 17A</b>	pour Push-Pull <b>500 F (T.T.C.)</b>

Remise  
aux Clubs et Radio-amateurs

Documentation  
sur ces transistors ..... 1,80 F  
Catalogue  
et tarif général. .... 5,00 F

Expédition immédiate contre mandat  
ou chèque : port + 3 F  
C/retour : suppl. : 4 F

**ELECTRONIQUE**

**G.R. ÉLECTRONIQUE**  
17, rue Pierre-Sémar  
PARIS (9<sup>e</sup>)  
C.C.P. PARIS 7643-48