

LE TRIGGER DE SCHMITT

LE circuit appelé « Trigger de Schmitt » rend de nombreux services aux électroniciens, puisqu'il remet en bon état des signaux carrés quelque peu déformés, ou bien il transforme des tensions, qu'elles soient sinusoïdales ou sous forme de dents de scie, en des impulsions ayant des flancs bien droits. Le trigger de Schmitt est également très employé comme comparateur de phase ou comme indicateur de niveau.

C'est, en plus, un circuit d'une grande simplicité, puisqu'il ne comporte que deux transistors, dont les composants associés sont d'un calcul facile.

Avec le trigger de Schmitt, le lecteur pourra transformer un oscillateur sinusoïdal en générateur de signaux carrés, ou encore, comme nous allons le voir, améliorer les signaux du multivibrateur présenté le mois dernier.

cher une alarme... Le trigger de Schmitt est également très utile pour remettre en forme des impulsions qui ont subi des dommages lors d'une transmission (fig. 1). Ces signaux ressortent impeccables du circuit.

Composition et fonctionnement

Ce trigger de Schmitt se compose simplement de

deux transistors T_1 et T_2 (fig. 2).

A l'état de repos, c'est-à-dire sans signal à l'entrée, T_1 est bloqué, tandis que T_2 est passant.

Si T_1 est bloqué, on trouve sur son collecteur une tension sensiblement égale à la tension d'alimentation U (pas de chute dans R_{c1} , puisque $I_{c1} = 0$). Un pont de résistance R_A et R_B applique une certaine tension positive qui rend le transistor T_2 (NPN) pas-

Qu'est-ce que le trigger de Schmitt ?

Que signifie donc ce terme de « trigger de Schmitt » ? La traduction du mot anglais « trigger » est « gâchette » ou encore « déclenchement », et Schmitt est le nom de l'inventeur de ce circuit donnant en sortie une impulsion d'amplitude constante, qui dure aussi longtemps que la tension d'entrée dépasse un certain seuil. Ainsi le trigger de Schmitt est utilisé pour déclencher un circuit dès qu'un certain niveau sera atteint. Ce niveau peut être par exemple la traduction électrique d'une température pour déclen-

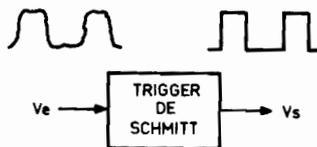


Fig. 1. — Le trigger de Schmitt remet en forme les impulsions.

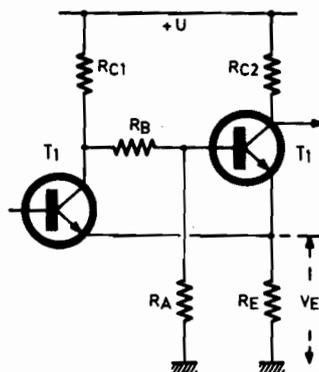


Fig. 2. — Schéma de base du trigger de Schmitt à transistors.

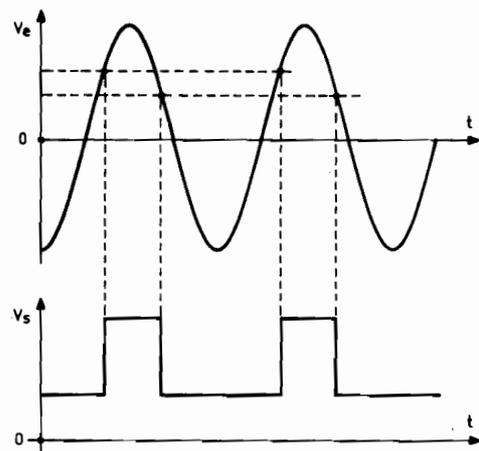


Fig. 3. — Transformation d'une tension sinusoïdale en tension rectangulaire. Remarquer les deux seuils de déclenchement.

sant. (La tension collecteur de celui-ci a, de ce fait, un niveau faible).

Le déclenchement se produit lorsque la tension sur la base de T_1 dépasse un certain niveau (égal précisément à l'addition de la tension V_E et de V_{BE} de T_1). Le transistor T_1 devient alors passant, la tension sur son collecteur est moins positive, ce qui entraîne un blocage de T_2 (tension de base inférieure à la tension d'émetteur).

Il s'ensuit sur le collecteur de T_2 une montée subite de tension. Ce niveau « haut » sur le collecteur durera aussi longtemps que la tension sur la base sera au-dessus du seuil de déclenchement du montage.

Il est à remarquer que le déclenchement et le retour du circuit à son état initial ne se font pas au même niveau de tension (fig. 3).

Calcul des éléments

Voyons comment se calculent les éléments du circuit. Nous souhaitons un seuil de déclenchement égal à 2,4 volts et nous disposons de deux transistors BC 108 ainsi qu'une source de 9 volts. Les transistors sont chargés chacun par $1\text{ k}\Omega$ et la résistance R_E est choisie égale à $470\ \Omega$ (fig. 4).

Etant donné la valeur de la tension de seuil, V_E est alors égale à : $2,4\text{ V} - 0,6\text{ V}$. On en déduit la valeur du courant :

$$I_{E2} = \frac{1,8\text{ V}}{470} = 3,8\text{ mA}$$

Puisque I_c est peu différent de I_E , la tension de repos sur le collecteur de T_2 a pour valeur :

$$9\text{ V} - (1\text{ k}\Omega \times 3,8\text{ mA}) = 5,2\text{ V};$$

elle passe à environ 9 volts

lorsque le seuil d'entrée est dépassé.

Il est important de bien remarquer que T_2 ne doit jamais être bloqué. Autrement dit, son courant I_c ne doit jamais être nul, car il faut que la tension V_E soit toujours présente, ce qui est indispensable pour le bon fonctionnement du montage. Il en découle que l'amplitude de l'impulsion de sortie est toujours inférieure à la tension d'alimentation.

Le pont $R_A R_B$ est défini de telle sorte que la tension sur la base de T_2 soit supérieure à la tension $V_E + V_{BE}$, soit dans notre

exemple 2,4 volts. Tension sur la base de :

$$T_2 = \frac{U \times R_A}{R_{c1} + R_A + R_B} > 2,4\text{ V}$$

avec $U = 9\text{ volts}$, $R_{c1} = 1\text{ k}\Omega$, $R_A = 2,2\text{ k}\Omega$ et $R_B = 4,7\text{ k}\Omega$, la condition est réalisée.

Résumé de la méthode de calcul

En partant de la tension d'alimentation disponible (U), la tension de sortie désirée (ΔV_s), la tension de déclenchement (V_{seuil}), on

détermine d'abord les valeurs de R_E et I_{c2}

$$R_E = \frac{V_{seuil} - V_{BE}}{I_{c2}}$$

La résistance R_E ne doit pas être trop faible (c'est-à-dire qu'elle sera de l'ordre de quelques centaines d'ohms).

Choix de R_{c2} : l'amplitude de l'impulsion de sortie est fonction de I_{c2} et de R_{c2} ($\Delta V_s = R_{c2} \times I_{c2}$).

On sait que cette tension de sortie est inférieure à la tension d'alimentation U . Si on désire une tension de sortie sensiblement égale à U , on place à la suite du trigger de Schmitt un transistor fonctionnant en commutation.

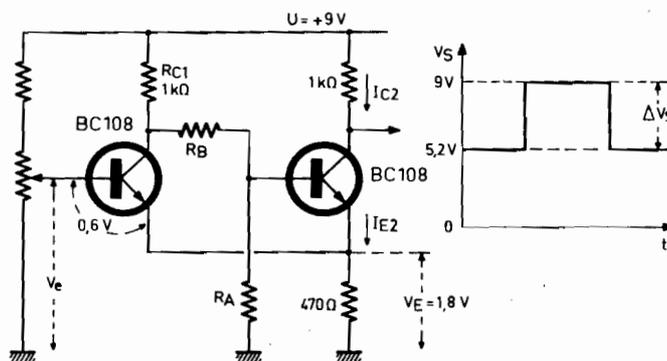


Fig. 4. - Schéma pratique du trigger de Schmitt.

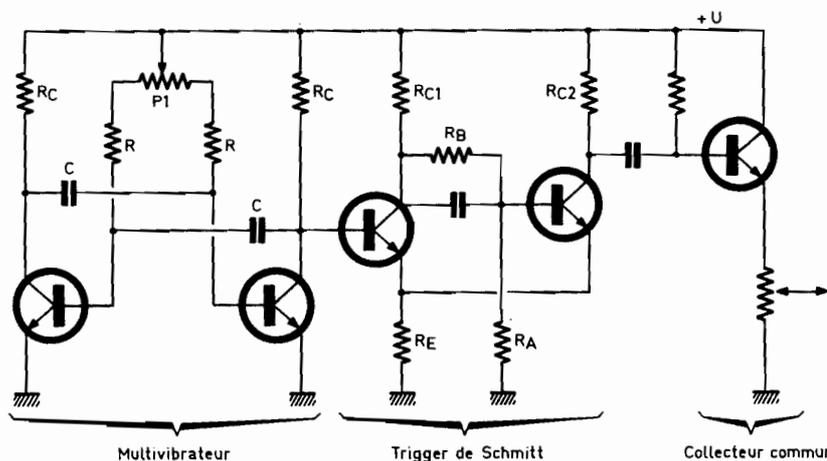


Fig. 5. - Schéma du générateur de signaux carrés.

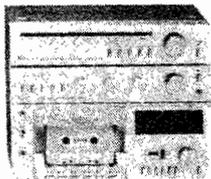
YAC DISCOUNT • NOUVELLE ADRESSE •

62, boulevard de Belleville. 75020 Paris
(Métro Couronnes). Tél. 358.68.06 - 583.41.63

OUVERT : du lundi au samedi de 10 h à 13 h et de 14 h à 19 h

MINI-CHAÎNE

(Grande marque)



Amplificateur 2 x 50 W. Tuner PO-GO-FM stéréo. Platine K7 stéréo. 2 moteurs, touches douces Norm. chrome, fer-chrome, métal. Dolby.

3 éléments séparés... 1780 F

OPTION : Mini enceintes 60 W : 840 F la paire 490 F

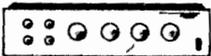
PLATINES T.D.



Entraînement courroie. Semi-automatique. Cellule diamant. Avec socle et capot plexi. Prix... 490 F

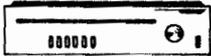
Même modèle avec stroboscope. Prix... 590 F

AMPLIFICATEUR



2 x 50 W. Bande passante de 20 Hz à 40 kHz. Prix... 490 F

TUNER



PO-GO-FM stéréo. Vu-mètres à diodes électroluminescentes. Prix... 490 F

PLATINE K7

stéréo «THOMSON» Dolby. Prix... 790 F

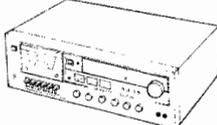
MINI PLATINE K7

Stéréo. Vu-mètres à diodes électroluminescentes. Dolby. Métal. Prix... 890 F

MEUBLE HI-FI

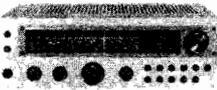
Accepte les chaînes hi-fi de toutes dimensions. Dim. externes. H 88 x L 45 x P 41 cm. Prix... 150 F

AMPLI-TUNER-K7



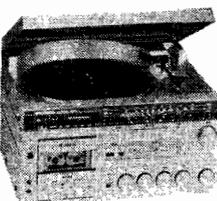
2 x 16 W. 3 gammes d'ondes. PO-GO-FM stéréo K7 normal chrome. Prix... 990 F

AMPLI-TUNER



Amplificateur 2 x 40 W. Tuner PO-GO-DC-FM stéréo. Prix... 790 F

CHAÎNE HI-FI



Ampli 2 x 40 W maxi. Affichage LED. PO-GO-FM. 5 présélect. Touches douces. K7 touches douces. Dolby métal. Platine T.D. entraîn. courr. semi-autom. cellule magnét. Prix... 1990 F 2 enceintes 190 F

MAGNETOSCOPE BETACOLOR



Programmation sur 3 jours. Télécommande pour pause. Possibilité branchement : caméra vidéo microphone chaîne musicale. Prix... 5890 F 3590 F

ENCEINTES

Prix par paire Façades fixes 2 x 50 W. 2 voies 790 F... 390 F

Mini-enceintes métallisées. Dim. 200 x 125 x 100 mm 2 x 50 W. 2 voies 840 F... 450 F

Façades amovibles

2 x 60 W. 2 voies 780 F... 390 F 2 x 80 W. 900 F... 590 F 2 x 90 W. Bass reflex. 2000 F... 840 F 2 x 100 W. Réglages protect. électron. fusibles. 2300 F 890 F

TV COULEUR

Avec prise péri TV Très Grande Marque

66 cm	3490 F
66 cm. Télécommande	3990 F
66 cm. Multistandard	3990 F
66 cm. Télécommande Multistandard	4290 F
56 cm	3290 F
56 cm. Télécommande	3590 F
56 cm. Multistandard	3690 F
56 cm. Télécommande Multistandard	3990 F
51 cm	2990 F
51 cm. Télécommande	3290 F
51 cm. Multistandard	3390 F
51 cm. Télécommande Multistandard	3790 F
42 cm	2890 F
42 cm. Télécommande	3190 F
42 cm. Multistandard	3190 F
42 cm. Télécommande Multistandard	3390 F
36 cm	2790 F
36 cm. Télécommande	3090 F
36 cm. Multistandard	3090 F
36 cm. Télécommande Multistandard	3390 F

CHAÎNE HI-FI



Comprenant : ampli 2 x 35 W. BP : 20-20.000 Hz. Platine T.D. strobo. Entraînement courroie. Cell. diamant. Socle et capot plexi. 1 paire enceintes 2 x 50 W. 2 voies façades amovibles. 1 meuble rack.

L'ensemble... 1290 F TTC

PROJECTEUR CINÉ

8 - super 8 Livré complet avec bobine et accessoires

PROMO... 290 F

MATERIELS NEUFS garantis 1 AN pièces et main-d'œuvre

K7 VIDÉO

180 mn. Grande marque neuve emballage d'origine. Par 10 pièces.

Prix... 620 F

Duverture d'un rayon Electro-ménager Matériel neuf Radiola - Thomson - Brandt - etc. Remise de 40 à 60% sur prix conseillés.

GROS DETAIL EXPORT
DISTRIBUTION DE MATERIELS HORS COURS
rigoureusement neufs en emballages d'origine
REMISES de - 40 à - 60% environ

Vente hors taxes à l'exportation

LISTE DE MATERIELS neufs ou à réviser contre 3,60 F en T.P. et une enveloppe timbrée portant nom et adresse.

EXPEDITIONS : (Port dû) Chèque bancaire ou mandat à la commande.

HP 07-83

Choix de R_{c1} : sa valeur est choisie égale ou légèrement supérieure à R_{c2} .

Choix de R_B : sa valeur ne doit pas être trop élevée. (4,7 kΩ par exemple).

Choix de R_A : cette dernière résistance, composante du pont, tient à ses bornes la tension de déclenchement de T_2 . Cette tension, que nous nommons V_{b2} est légèrement supérieure à $V_E + V_{BE}$. On doit donc avoir la relation :

$$V_{b2} = \frac{U \times R_A}{R_{c1} + R_A + R_B}$$

d'où, après transformation :

$$R_A = \frac{V_{b2} (R_{c1} + R_B)}{(U - V_{b2})}$$

Retour sur le multivibrateur

Nous avons vu dans le précédent numéro qu'un générateur d'impulsions pouvait être facilement obtenu avec deux transistors. On s'imagine que l'on va recueillir des signaux bien droits sur les collecteurs de ce multivibrateur. En réalité, même en appliquant soigneusement les formules données, le montage ne mérite pas son nom de générateur de signaux carrés.

La distorsion est due au fait que la charge de C se fait à travers R_c . Autrement dit, le temps de montée de l'impulsion est ralenti par la constante de temps $C R_c$.

Pour bien faire, il faudrait que le produit $C R_c$ soit de faible valeur. Mais la résistance R_c ne peut pas être trop réduite (I_c ne doit pas être trop fort), et si on diminue C, tout en voulant garder la même période, il faut augmenter R, et nous avons vu qu'il y avait une certaine limite à ne pas dépasser pour ce dernier. Une solution pour obtenir des signaux corrects est d'insérer un trigger de Schmitt à

la suite du multivibrateur. On sera ainsi certain d'obtenir des signaux à flancs bien droits.

Etant donné certaines dissymétries de circuits, l'impulsion produite peut être rectangulaire et non carrée. Pour rétablir l'égalité des états « bloqué » et « passant » des transistors du multivibrateur et compenser la différence des deux seuils du trigger de Schmitt, un potentiomètre P_1 est introduit en série avec les résistances R du multivibrateur (fig. 5).

L'amplitude des signaux de ce générateur de tensions carrées est réglable par un potentiomètre. Celui-ci constitue la charge du transistor de sortie (également un BC 108) monté en collecteur commun.

On rencontre souvent des schémas de trigger de Schmitt comportant un condensateur de quelques centaines de picofarads aux bornes de la résistance R_B (comme nous l'avons fait apparaître sur la dernière figure). Ce condensateur n'est pas obligatoire pour le bon fonctionnement du circuit. Son but est d'accélérer le basculement, ce qui est un avantage pour les périodes courtes.

J.-B.P.