

CHAPITRE VII

LE GÉNÉRATEUR ALÉATOIRE

Nous avons décrit dans le chapitre précédent un générateur fournissant des bruits, « blanc » et « rose ». C'était un type de générateur fournissant des tensions complètement aléatoires.



Cependant, voici un générateur produisant également des signaux aléatoires, mais d'allure différente.

Ce module fournit au choix deux tensions de sortie (disponibles sur deux prises, mais une seule est utilisable à la fois, selon la position de l'inverseur de fonctions).

Position « N » : on obtient sur S_2 des niveaux de tension de hauteur aléatoire et de période de changement déterminée par le potentiomètre « période », accessible sur le dessus du module.

L'allure de ce signal est visible sur la *photo 1*.

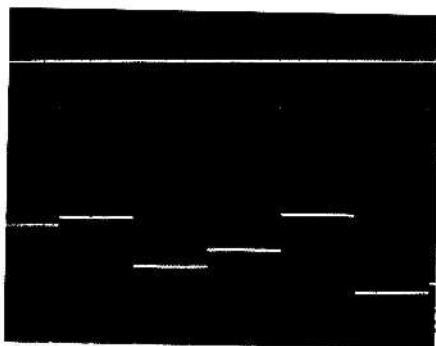


Photo 1
Tracé du haut : impulsions d'horloge au point H.
Tracé du bas : échelons de tension aléatoires (inverseur position N).

Position « I » : on obtient sur S_2 des niveaux ayant subi une différenciation, qui peuvent certainement présenter un intérêt par eux-mêmes (*photo 1*), mais qui sont avant tout destinés à produire sur la sortie S_1 des impulsions de hauteur constante, mais de largeur réglable par le potentiomètre « durée », et à espacement aléatoire.

Ces impulsions sont bien entendu compatibles avec les autres modules de traitement d'impulsions. Elles pourront donc être éventuellement retardées, additionnées, etc.

Le principe de fonctionnement

On utilise un système « d'échantillonnage et maintien » (en anglais : *sample and hold*) ; c'est-à-dire qu'on mesure pendant le temps d'une impulsion d'horloge la tension d'un signal d'entrée, cette tension étant maintenue en mémoire jusqu'à une prochaine mesure ; on obtient donc un niveau constant entre deux impulsions d'horloge (*fig. 1*).

Examinons à présent ce qui se passe : on va prélever le niveau du signal d'entrée suivant une cadence régulière. On obtient donc une suite de créneaux de hauteur aléatoire, qui sont déjà susceptibles d'une utilisation pratique dans le synthétiseur : par exemple, en y connectant l'entrée wobbulation d'un VCO, on obtient des notes de hauteur aléatoire...

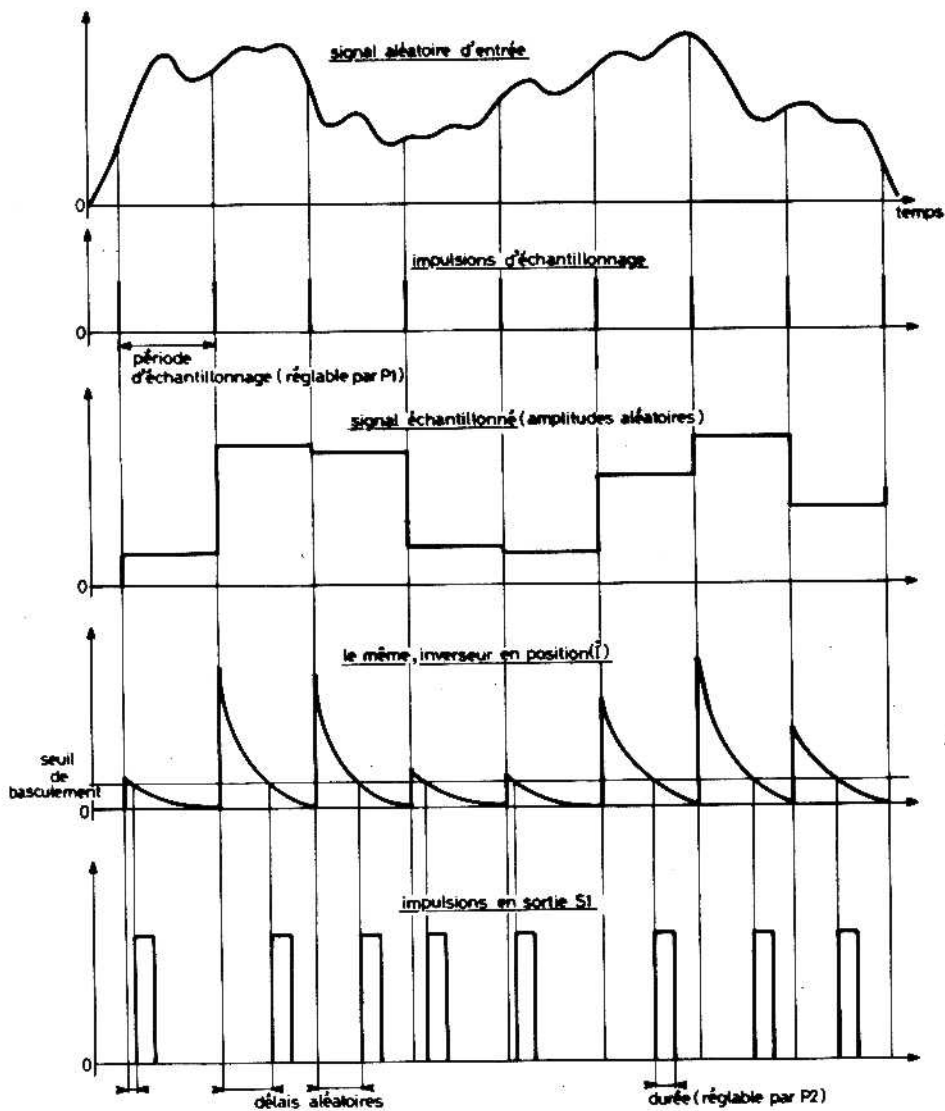
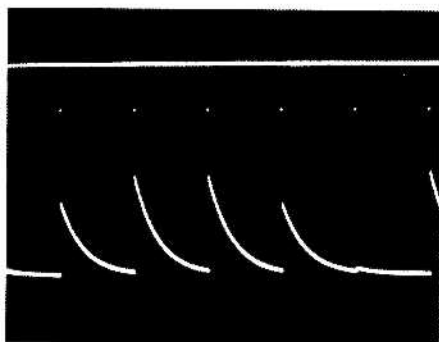


Fig. 1. — Principe de fonctionnement du générateur à échantillonnage. On mesure pendant le temps d'une impulsion d'horloge la tension d'un signal d'entrée. Cette tension étant maintenue en mémoire jusqu'à une prochaine mesure ; on obtient donc un niveau constant entre deux impulsions d'horloge.

Nous allons maintenant étendre les possibilités de l'appareil en utilisant ces créneaux pour produire des impulsions de caractéristiques fixées (quoique réglables), mais apparaissant à des instants quelconques.



*Photo 2.
Tracé du haut : impulsions d'horloge.
Tracé du bas : tension aléatoire (inverseur position i).*

Pour cela, il s'agit de réaliser une conversion amplitude/temps. Comme d'habitude dans ce cas, nous utilisons une rampe et un détecteur de niveau, (bien que, contrairement aux usages, et pour des raisons de simplicité, la rampe ne soit pas ici à décroissance linéaire, mais exponentielle).

Donc nous allons décharger en permanence le condensateur de stockage C_2 dans une résistance (fig. 1). Et, quand la tension aux bornes de C_2 atteindra un seuil déterminé, nous déclencherons une impulsion de durée fixée par un potentiomètre.

Le temps mis pour descendre à la tension de seuil dépend de la tension initiale (celle du créneau), donc la longueur de l'impulsion de sortie sera en relation avec l'amplitude (aléatoire) du signal échantillonné ; elle sera elle aussi aléatoire.

Le schéma (fig. 2)

Pour des raisons technologiques, nous avons préféré ne pas échantillonner un signal alternatif, mais seulement une tension variable positive. Pour l'obtenir, nous avons redressé en double alternance le signal d'entrée au moyen de IC_1 , D_1 , R_1 , R_2 ; le principe même de fonctionnement de ce redresseur « double alternance » est assez critiquable, puisqu'il n'est pas symétrique. Si bien que la tension de sortie s'éloigne fortement de l'idéal (photo 3).

Cependant, il a l'avantage de ne pas nécessiter plus de composants qu'un montage redresseur simple alternance à AOP, et la qualité du signal n'a absolument aucune importance dans le cas qui nous occupe.

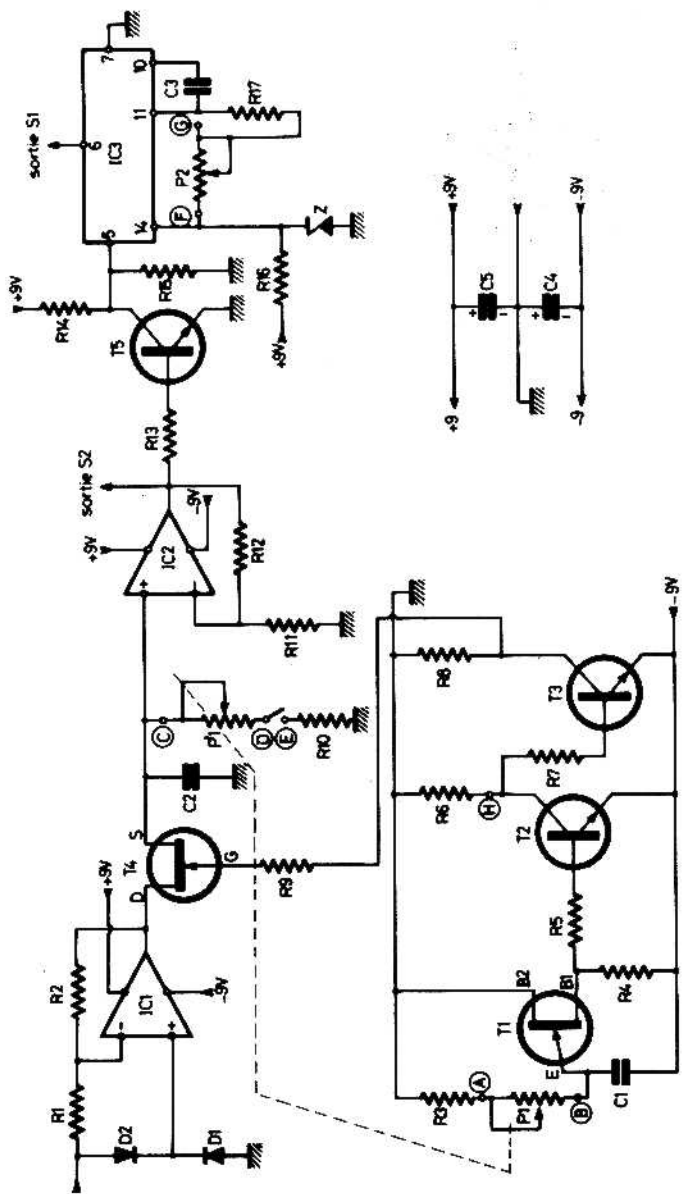


Fig. 2. - Schéma de principe du générateur aléatoire. L'opération d'échantillonnage proprement dite est assurée par le transistor à effet de champ T₃, qui fonctionne en interrupteur commandé, par l'intermédiaire de R₉, par le générateur d'horloge.

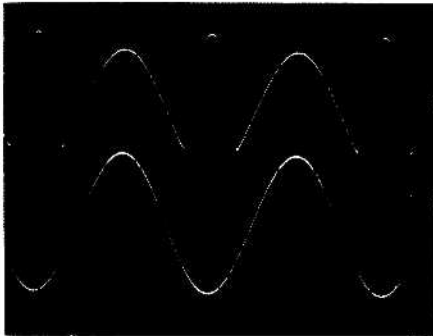


Photo 3. - Exemple de fonctionnement du redresseur double alternance sur un signal d'entrée sinusoïdal (tracé du haut). La tension de sortie (tracé du bas) est loin de l'idéal, ce qui est sans importance dans le cas qui nous occupe.

L'opération d'échantillonnage elle-même est assurée par le transistor à effet de champ T_3 , qui fonctionne ici en interrupteur, commandé, par l'intermédiaire de R_9 , par le générateur d'horloge dont nous parlerons plus loin. Quand une impulsion positive arrive sur la grille de T_4 , l'espace drain-source devient conducteur et la tension présente à ce moment à la sortie de IC_1 peut charger le condensateur C_2 .

A la fin de l'impulsion, T_4 cesse d'être passant, la tension aux bornes de la capacité reste constante (palier) si D et E ne sont pas reliés (inverseur en position « N »). Si D et E le sont, C_2 se décharge exponentiellement dans P_1 et R_{10} . Notons à ce propos que P_1 et P_1 sont deux éléments d'un potentiomètre double. En effet, pour obtenir des résultats intéressants, la vitesse de décharge de C_2 doit être en relation avec la période d'échantillonnage, les deux réglages doivent donc être couplés.

Quelle que soit la position de l'inverseur de fonctions, la tension aux bornes de C_2 est mesurée et amplifiée par IC_2 (gain environ 9). Le seuil est détecté par T_5 , ce qui donne un basculement pour un passage par une tension de l'ordre de 0,5 V.

R_{14} et R_{15} rendent la sortie de T_5 compatible avec l'entrée du monostable 74121 (TTL) qui lui fait suite.

A chaque passage décroissant par la tension de seuil à la sortie de IC_2 , T_5 se bloque, ce qui déclenche une impulsion à la sortie S_1 du 74121. La durée de ladite impulsion est fixée par P_2 . Notons que, les circuits TTL devant être alimentés en + 5 V, cette tension est fournie par R_{16} et Z.

Passons à la description du générateur d'horloge.

Il ressemble beaucoup au circuit utilisé pour fixer la période du module générateur d'impulsions précédemment décrit.

Un transistor unijonction décharge une capacité C_1 , quand la tension à ses bornes atteint un certain seuil. Une impulsion est alors produite aux

bornes de R₄. Elle est amplifiée et inversée deux fois par T₂ et T₃, ce qui fait qu'elle est amenée en phase et à l'amplitude correcte à la grille du FET T₄.

Les signaux en différents points du montage sont visibles sur les photos 1 à 6.

Photo 4.

Tracé du haut : bruit blanc à l'entrée du module.

Tracé du bas : crêneaux d'amplitude aléatoire issus de l'échantillonnage de ce bruit.

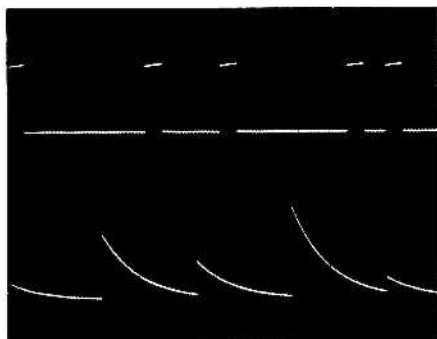
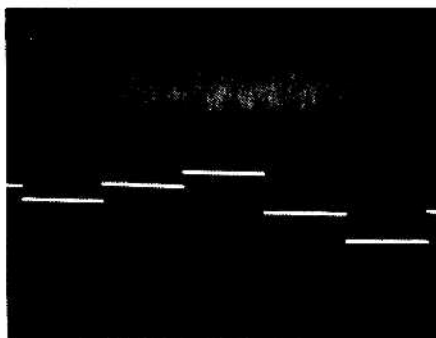


Photo 5.

Tracé du haut : impulsions à instant d'apparition aléatoires obtenus à partir du signal différentié représenté sur la trace du bas.

Tracé du bas : signal obtenu par différentiation des crêneaux d'échantillonnage.

Photo 6.

Générateur d'horloge :

Tracé du haut : impulsion obtenue sur la base de l'UJT T₁.

Tracé du bas : forme de la tension sur l'émetteur de T₁.

Remarque : la moitié gauche de l'image montre les signaux naturels, la droite les tensions agrandies cent fois en largeur.



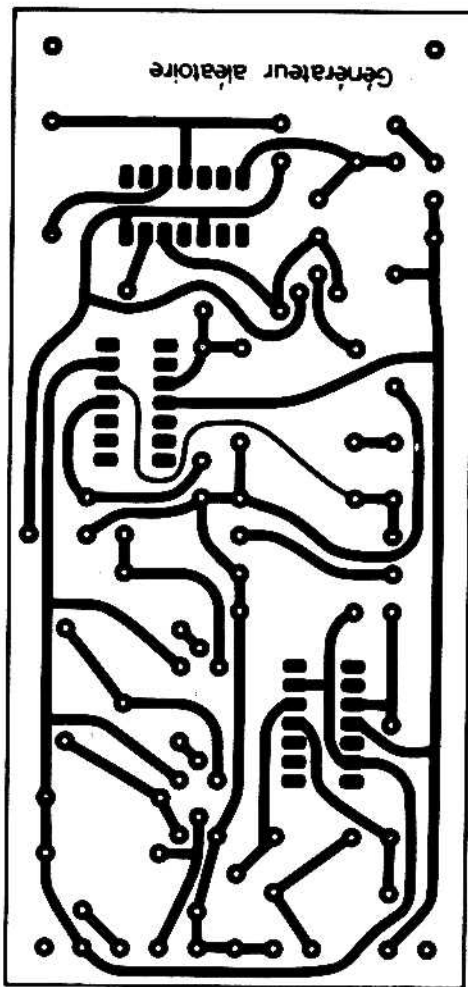
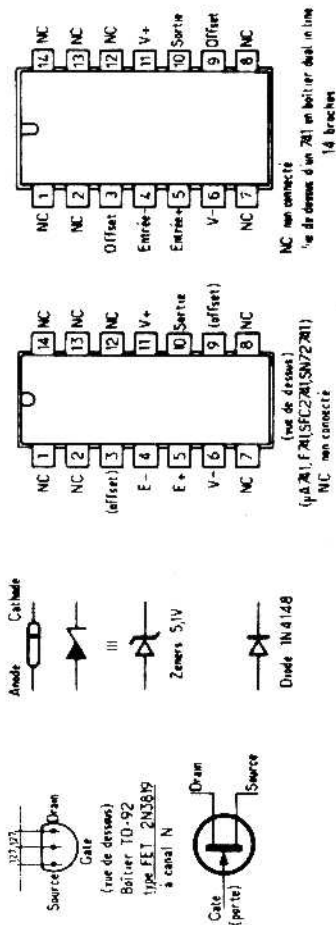


Fig. 3

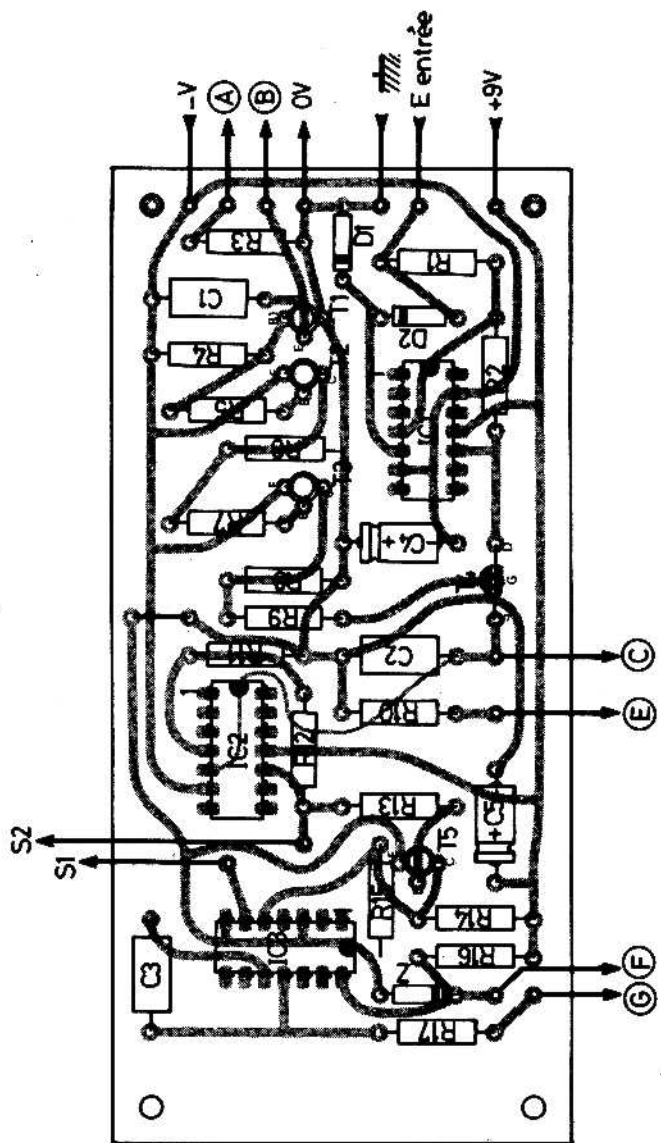
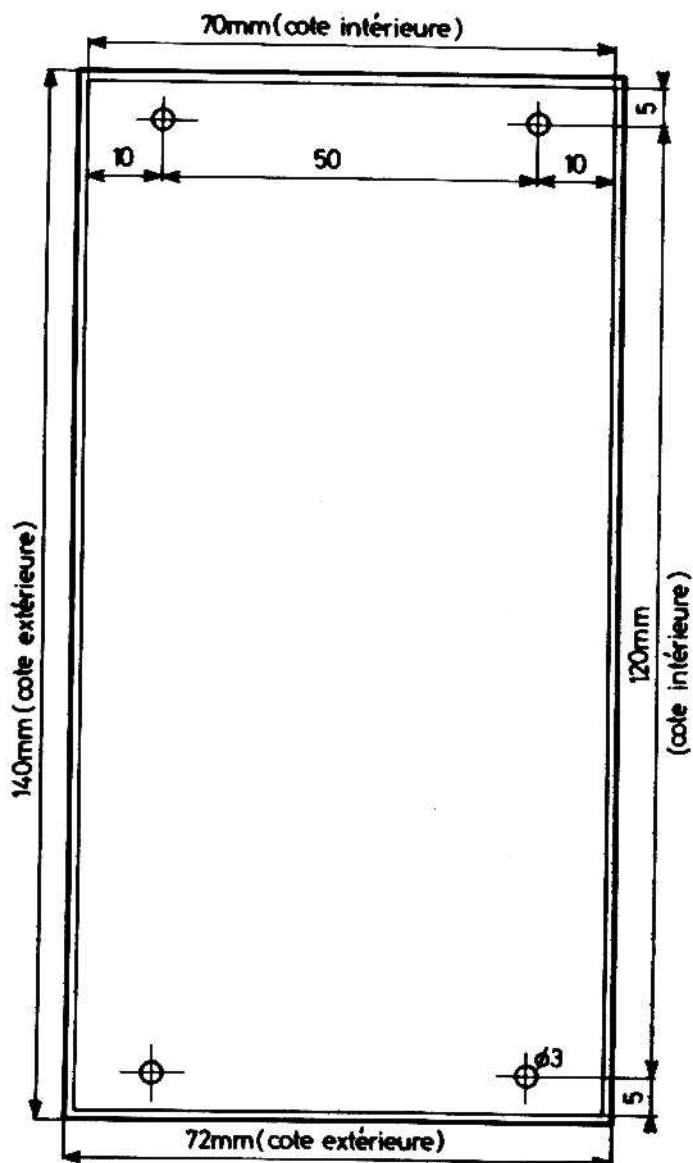


Fig. 4



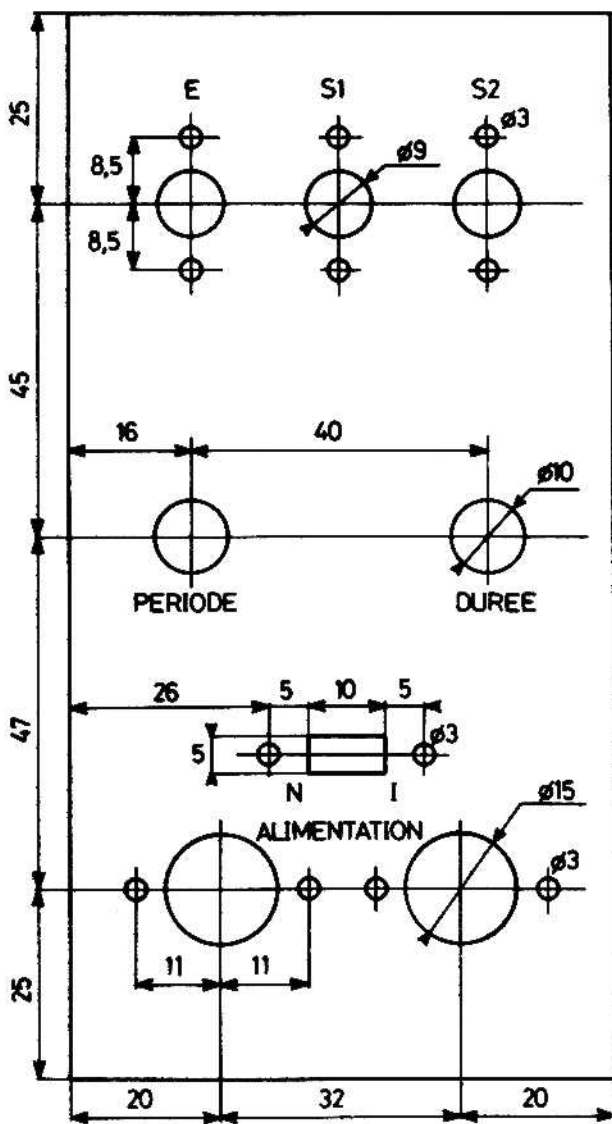


Fig. 5

Réalisation

Le circuit imprimé est *figure 3*, l'implantation des composants *figure 4*, le plan de perçage du boîtier *figure 5*, tandis que le plan de câblage se trouve *figure 6*.

On branchera à l'entrée du module la tension de sortie d'un générateur de bruit blanc.

La période d'échantillonnage et la durée des impulsions de sortie sont réglables à volonté, en veillant bien entendu à ce que la seconde ne soit pas supérieure à la première.

Nomenclature des composants

R ₁ : 10 k Ω (marron, noir, orange)	1 inverseur 2 positions
R ₂ : 47 k Ω (jaune, violet, orange)	1 coffret Teko 4B, 2 boutons pour potentiomètres
R ₃ : 10 k Ω (marron, noir, orange)	R ₁₇ : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
R ₄ : 10 Ω (marron, noir, noir)	C ₁ : 2,2 μ F non polarisé
R ₅ : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)	C ₂ : 1 μ F non polarisé
R ₆ : 10 k Ω (marron, noir, orange)	C ₃ : 1 μ F non polarisé
R ₇ : 10 k Ω (marron, noir, orange)	C ₄ , C ₅ : 10 μ F/10 V
R ₈ : 10 k Ω (marron, noir, orange)	T ₁ : 2N2646 (UJT)
R ₉ : 1 M Ω (marron, noir, vert)	T ₅ , T ₂ , T ₃ : 2N2222
R ₁₀ : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)	T ₄ : 2N3819 (FET)
R ₁₁ : 10 k Ω (marron, noir, orange)	IC ₁ , IC ₂ : SN72741, SFC2741, F741
R ₁₂ : 8,2 k Ω (gris, rouge, rouge)	IC ₃ : SN74121
R ₁₃ : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)	Z : zener de 5,1 V (400 mW)
R ₁₄ : 1,8 k Ω (marron, gris, rouge)	D ₁ , D ₂ : diode germanium OA90 ou autre
R ₁₅ : 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge)	P ₁ , P' ₁ : potentiomètre double 100 k Ω Log
R ₁₆ : 220 Ω (rouge, rouge, marron)	P ₂ : potentiomètre simple 100 k Ω Log
3 Cinch simple	
2DIN 3 broches	

