

TESTEUR de Transistors NPN & PNP

La diversité importante des références de transistors pose parfois le problème de l'identification NPN / PNP. A cela s'ajoute la question de la disposition de la base de l'émetteur et du collecteur au sein du boîtier du transistor. Ce testeur est une solution à ces problèmes. Il facilitera la vérification du fonctionnement et le tri de transistors que vous auriez pu acheter par lot.

POURQUOI NPN et PNP

Les transistors de type NPN et PNP appartiennent à la famille des transistors bipolaires. Le PNP, plus ancien, est à l'origine du transistor. La différence entre ces deux types réside dans la nature du dopage du semi-conducteur utilisé pour réaliser les deux jonctions d'un transistor. Sans considérer son fonctionnement, un transistor peut se caractériser par la juxtaposition de deux diodes. Dans le cas du PNP, les cathodes sont communes et forment la base du transistor, tandis que les anodes sont communes pour un transistor NPN. Cette simplification du transistor est résumé par la figure 4.

Les appellations PNP et NPN ne sont en fait qu'une citation de la nature des trois zones successives d'un transistor bipolaire (P pour positif et N pour négatif).

PRINCIPE DU TESTEUR

Il est simple. Le transistor à tester est inséré sur un support N ou P, selon le type du transistor. Si le transistor correspond au bon type (NPN ou PNP), et s'il n'est pas défectueux, une LED de couleur verte pour un NPN et rouge pour un PNP, clignotera. Si la LED reste éteinte ou allumée, le type du transistor est soit incorrect et il faudra effectuer un nouveau test en changeant de support, soit défectueux ou de brochage inadapté.

En effet les deux supports proposent la répartition la plus courante de la base, de l'émetteur et du collecteur. Cette disposition est la suivante : C B E. Pour un cas différent le transistor sera relié au testeur par des cordons munis d'une pince crocodile à une extrémité et soudés sur les pastilles du support à l'autre extrémité. Dans ce cas, il est préférable d'identifier la base du transistor à l'aide d'un testeur de diodes. L'émetteur et le collecteur sont ensuite repérés par des tests successifs avec échange des pinces crocodiles (deux tests suffisent).

FONCTIONNEMENT DU TESTEUR

Le transistor sous test est associé à un second transistor de même type pour réaliser un multivibrateur astable dont la figure 1 donne le schéma. Le transistor testé est alors successivement saturé et bloqué, ce qui provoque le clignotement de la LED placée dans le circuit collecteur. Les alternances sont de l'ordre de quelques dixièmes de secondes.

Ces oscillations sont provoquées par la charge et la décharge de deux condensateurs. Pour le multivibrateur NPN, à la mise sous tension, l'un des deux transistors T1 ou N (transistor sous test), est bloqué tandis que l'autre est saturé. Soit N saturé et T1 bloqué, alors C2 est chargé au travers de R2 et de la jonction base émetteur (BE) de N. C1 qui était chargé positivement, se charge négativement au travers de R3 et de ce fait se décharge. Une fois déchargé, R3 polarise la base de T1 qui devient conducteur. L'armature négative de C1 est à 0.7V et C1 se charge au travers de R1, D1 et de la jonction BE de T1 pour atteindre le potentiel de $4,5 - V_D - 0,7$ où 0,7 est la valeur de V_{BE} , et V_D est la chute de tension aux bornes de la LED D1. En pratique V_D est comprise entre 1,5V et 2,4V selon le type de LED et le courant qui la traverse. Pour simplifier la présentation des calculs, nous prendrons $V_D = 1,8V$, d'où une tension de charge de 2V pour C1.

En devenant passant, T1 porte l'armature positive de C2 à 0V, alors

que C2 est chargé à $4,5 - 0,7 = 3,8V$. L'armature négative de C2, qui était à 0,7V avant le changement d'état de T1, passe à -3,8V. La jonction BE de N est alors polarisée en inverse et N se bloque. D1 s'éteint. C2 se décharge alors au travers de R4. Une fois déchargé, le processus s'inverse de nouveau, N devient conducteur et bloque T1, dont le potentiel de base passe à -2V.

N et T1 sont donc alternativement saturés et bloqués en opposition de phase au rythme de la décharge des condensateurs C1 et C2. Si on néglige V_{BE} et V_D , le temps de décharge de C2 vaut $0,7 \cdot R_4 \cdot C_2$, et celui de C1 vaut $0,7 \cdot R_3 \cdot C_1$. En pratique V_D et V_{BE} ne peuvent être négligées devant 4,5V et le calcul devient approximatif. Des valeurs pour R de 15K et pour C de 47μF conduisent à un multivibrateur de fréquence proche du hertz.

Quant au fonctionnement du multivibrateur PNP, il est analogue à celui du NPN. T2 et P sont alternativement conducteur et D2 clignote au rythme de ces alternances, dont la période idéalisée est donnée par la relation :

$T = 0,7 \cdot (R_8 \cdot C_3 + R_7 \cdot C_4)$. Puisque les résistances sont identiques, soit de valeur R, et qu'il en est de même pour les condensateurs de valeur C, T est de la forme $1,4 \cdot R \cdot C$.

La fréquence de ce générateur de signaux rectangulaires est environ $F = 0,7 \cdot R \cdot C$. En pratique, étant donné les approximations, on retiendra que F et T sont proches et proportionnelles à la constante de temps R.C.

PRATIQUE

Le tracé des pistes de la figure 3 sera reproduit sur une chute de circuit imprimé en adaptant le positionnement des pastilles des supports au modèle dont vous disposerez. L'implantation des composants de la figure 2 présente aucune difficulté. Les essais s'effectueront avec des transistors connus et opérationnels. Une fois les transistors insérés sur leur support respectif, dès la mise sous tension les LED doivent clignoter.

Hervé CADINOT

Liste des composants

Résistances :

R1, R5 = 220Ω (Rouge, Rouge, Marron)

R2, R6 = 330Ω (Orange, Orange, Marron)

R3, R4, R7, R8 = 15kΩ (Marron, Vert, Orange)

Condensateurs :

C1 à C4 : 47μF / 10V

Semi-conducteurs :

D1 = LED verte

D2 = LED rouge

T1 = BC547

T2 = BC557

Divers :

2 supports de transistor