



PRATIQUE

COURS DE BASE
ELECTRONIQUE

MONTAGE D'UN MULTIVIBRATEUR

MONOSTABLE ET BISTABLE A TRANSISTORS

Cette leçon est consacrée à l'étude d'un multivibrateur monostable, d'un multivibrateur bistable et d'un multivibrateur astable à transistors.

Seuls les deux premiers montages cités seront réalisés au cours de cette leçon, le troisième faisant l'objet de l'épreuve pratique, de l'examen final de votre cours.

Voyons à présent le fonctionnement de ces montages.

I - ETUDE DE FONCTIONNEMENT

I - 1 - FONCTIONNEMENT DU MULTIVIBRATEUR BISTABLE

Pour comprendre le principe de fonctionnement du multivibrateur bistable, que vous allez réaliser au cours de cette leçon, il convient de voir brièvement celui d'un interrupteur électronique (figure 1).

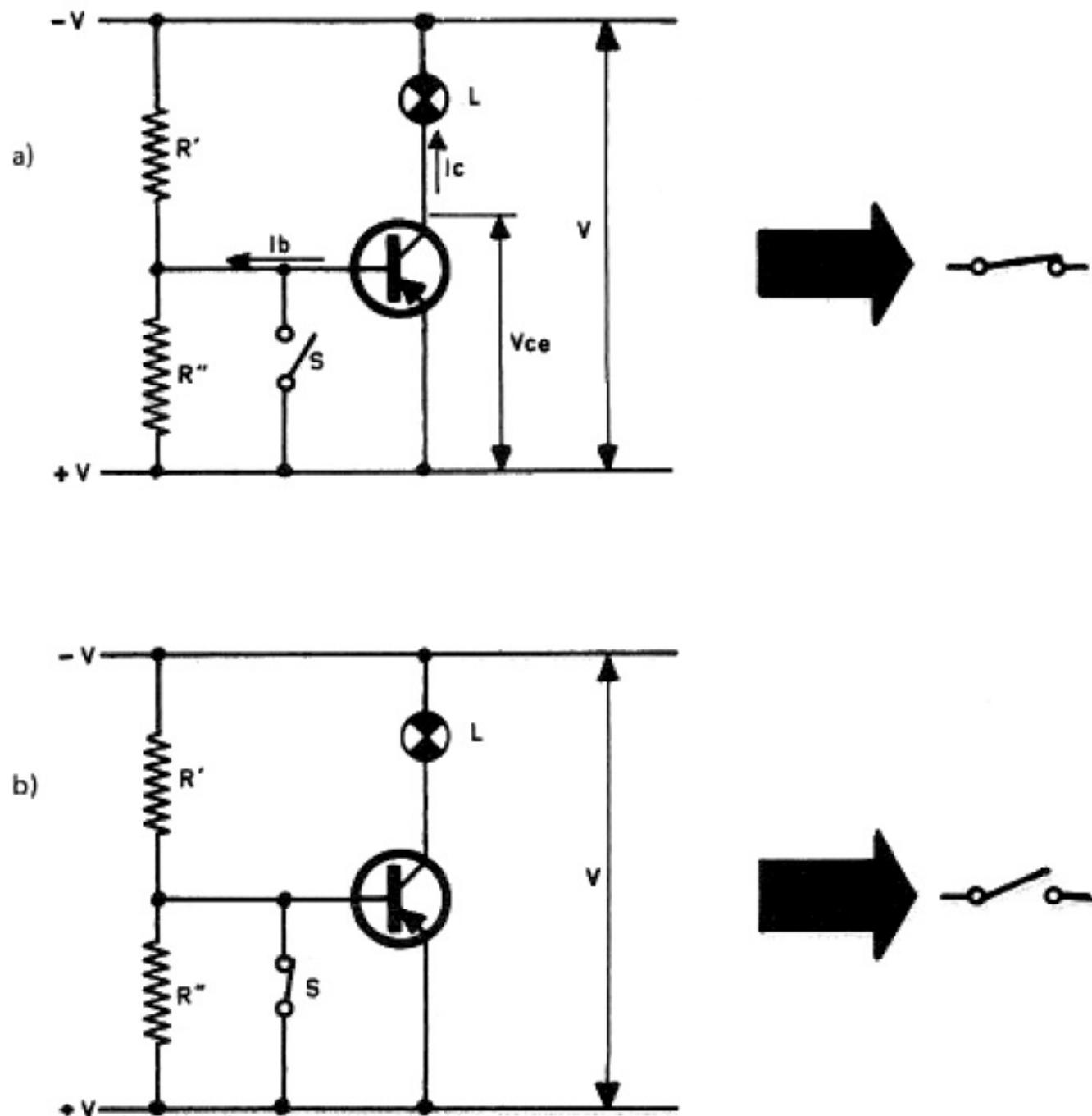


Figure 1

Le transistor utilisé, du type PNP, est monté en émetteur commun.

Le pont, formé par les résistances R' et R'' , assure la polarisation de base du transistor, lorsque l'interrupteur S est ouvert (figure 1-a).

La lampe L, placée dans le circuit de collecteur, constitue la résistance normale de charge et permettra de visualiser le fonctionnement du montage, comme nous le verrons par la suite.

Rappelons qu'un TRANSISTOR PNP EST DIT CONDUCTEUR OU SATURE, LORSQUE SA BASE EST NEGATIVE PAR RAPPORT A L'EMETTEUR..

Ainsi, dans l'exemple de la figure 1-a, l'interrupteur S étant ouvert, la base du transistor est négative par rapport à l'émetteur :

- un faible courant I_b circule entre l'émetteur et la base,
- un courant I_c , beaucoup plus important, circule entre l'émetteur et le collecteur.

La tension V_{ce} , entre le collecteur et l'émetteur, est approximativement égale à 0 volt ; le potentiel de collecteur est donc sensiblement le même que celui de l'émetteur. LE TRANSISTOR EST ALORS CONDUCTEUR OU SATURE. Dans cet état, il se comporte comme un interrupteur fermé et la lampe L s'allume.

UN TRANSISTOR PNP EST DIT BLOQUE OU NON CONDUCTEUR, LORSQUE SA BASE EST AU MEME POTENTIEL QUE L'EMETTEUR OU POSITIVE PAR RAPPORT A L'EMETTEUR.

Dans l'exemple de la figure 1-b, l'interrupteur S étant fermé, la base du transistor est au même potentiel que l'émetteur : aucun courant ne circule, d'une part entre l'émetteur et la base, et, d'autre part, entre l'émetteur et le collecteur. La tension V_{ce} est approximativement égale à la tension d'alimentation V.

LE TRANSISTOR EST ALORS BLOQUE OU NON CONDUCTEUR. Dans cet état, il se comporte comme un interrupteur ouvert et la lampe L s'éteint.

En associant deux montages du type de celui représenté figure 1, on obtient un MULTIVIBRATEUR BISTABLE simple.

Le dispositif se présente alors comme sur la figure 2.

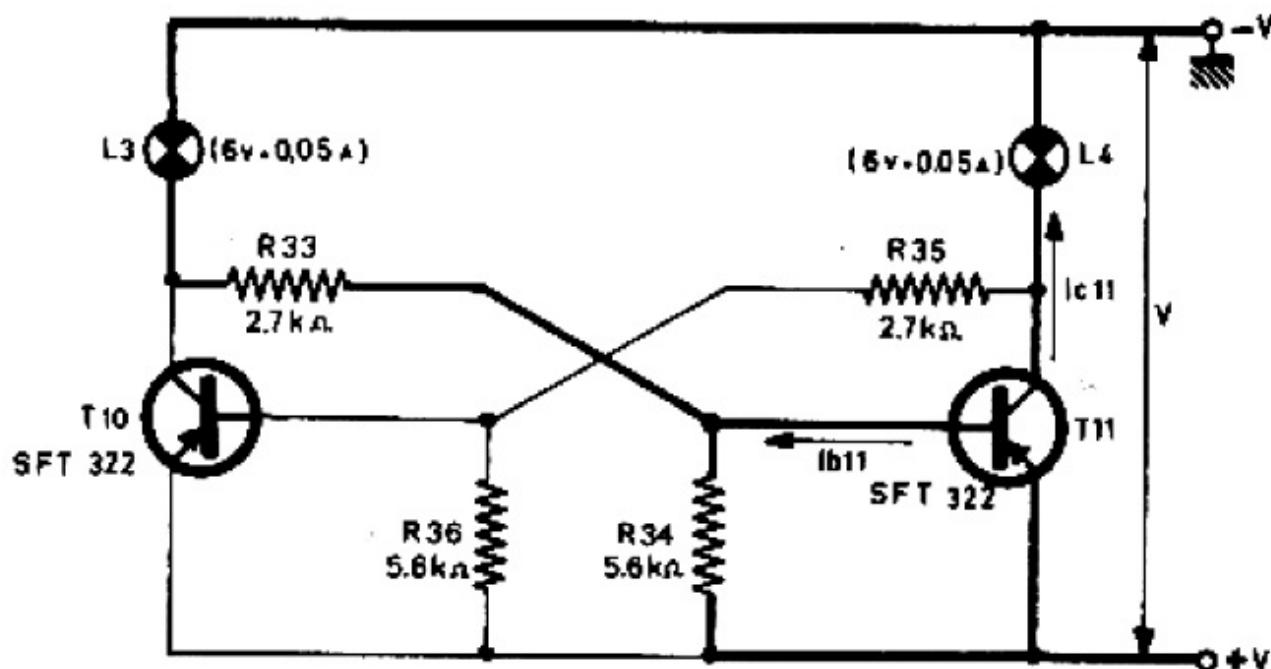


Figure 2

Cette figure représente le schéma théorique du multivibrateur bistable, que vous allez réaliser au cours de cette leçon.

Il comprend deux transistors semblables (SFT 322 - AC 184 ou équivalent), du type NPN, couplés entre collecteur et base opposée ; effectivement, le collecteur du transistor T10 est relié à la base du transistor T11, par l'intermédiaire de la résistance R 33, et le collecteur du transistor T11 est relié à la base du transistor T10, par l'intermédiaire de la résistance R35.

Au repos, ce montage n'est jamais rigoureusement symétrique ; l'un des transistors conduit, l'autre est bloqué. En effet, il faut tenir compte des tolérances des composants, qui, bien qu'ayant les mêmes caractéristiques électriques, ne sont pas exactement identiques.

Chacun des transistors reste dans un état stable, s'il n'est pas soumis à l'action d'un signal extérieur.

En appliquant une impulsion de sens et d'amplitude convenable à la base d'un transistor, on provoque un changement d'état. Le transistor non conducteur passe à la saturation, celui qui conduisait se bloque.

Supposons que le TRANSISTOR T11 SOIT CONDUCTEUR. La partie du circuit représenté en trait fort reproduit sensiblement le schéma d'un interrupteur électronique, avec la seule différence qu'une lampe L3 est insérée dans le circuit de base du transistor T11.

Cette lampe, ayant une résistance interne de valeur très faible (quelques dizaines d'ohms) ne modifie pas la résistance équivalente du circuit de base (quelques kilohms).

Le transistor T11 étant conducteur, un faible courant $I_{b\ 11}$ ($I_{b\ 11}$ = courant de base de T11) passe entre l'émetteur et la base et un courant $I_{c\ 11}$ ($I_{c\ 11}$ = courant de collecteur de T11), beaucoup plus important, circule entre l'émetteur et le collecteur.

La tension V_{ce} de ce transistor est pratiquement égale à 0 volt. Dans cet état, il se comporte comme un interrupteur fermé et la lampe L4 est allumée.

La tension V_{ce} du transistor T11 étant pratiquement nulle, la base du transistor T10 est au même potentiel que l'émetteur ; aucun courant ne circule d'une part, entre l'émetteur et la base, et, d'autre part, entre l'émetteur et le collecteur de ce transistor.

LE TRANSISTOR T10 EST DONC BLOQUE. Dans cet état, il se comporte comme un interrupteur ouvert et la lampe L3 est éteinte.

Le montage, étant stable, chacun des transistors reste dans cet état (T11 conducteur et T10 bloqué) s'il n'est pas soumis à une action extérieure.

Observons maintenant la partie du circuit mise en évidence sur la figure 3. Il s'agit du circuit du transistor T10 qui, en tout point, est identique à celui du transistor T11 et à celui d'un interrupteur électronique.

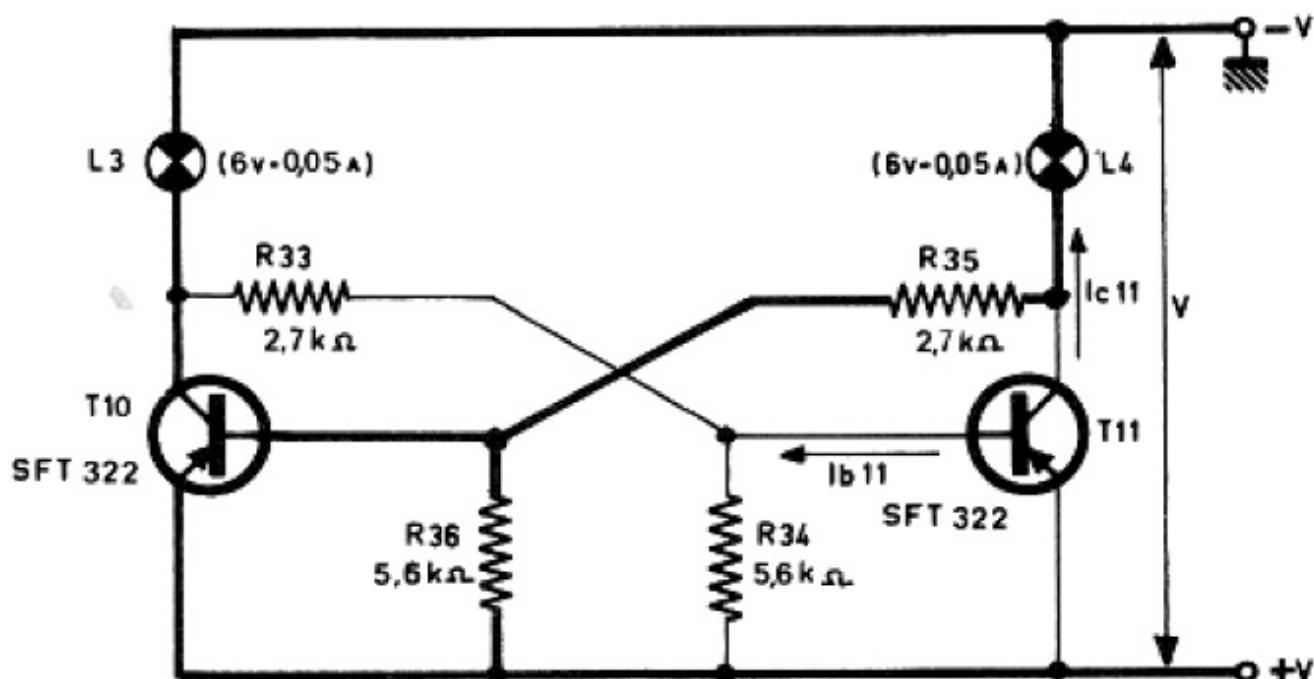


Figure 3

Si, d'une façon quelconque, on provoque l'établissement d'un courant I_{b10} (I_{b10} = courant de base de T10) entre l'émetteur et la base du transistor T10, un courant I_{c10} (I_{c10} = courant de collecteur de T10) circulera entre l'émetteur et le collecteur de ce transistor, qui deviendra alors conducteur.

Pour ce faire, il suffit, à l'aide d'une liaison, de relier la base à l'émetteur du transistor T11 (figure 4). On provoque ainsi un changement d'état.

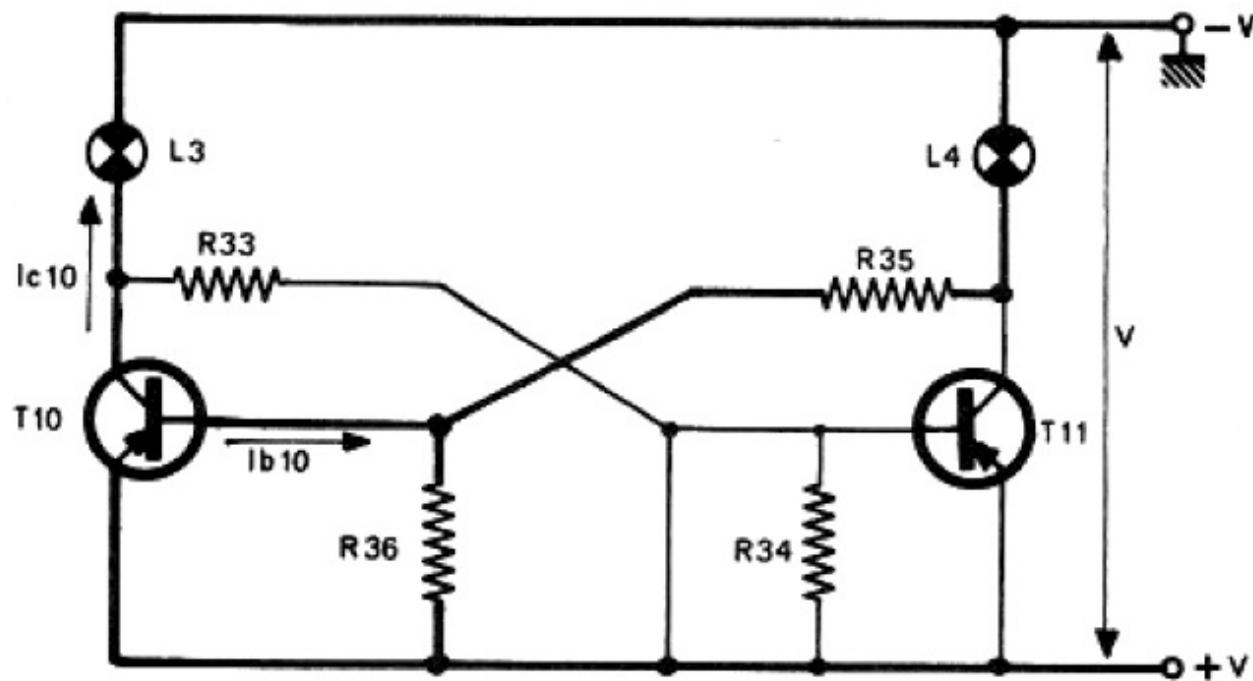


Figure 4

En effet, la base et l'émetteur du transistor T11 étant au même potentiel, il SE BLOQUE, sa tension Vce devient pratiquement égale à la tension d'alimentation V du montage. Le transistor T11 étant bloqué, la lampe L4 s'éteint.

La tension Vce du transistor T11 étant maximum, un courant de base Ib 10 s'établit entre l'émetteur et la base du transistor T10 et un courant Ic 10, beaucoup plus important, circule entre l'émetteur et le collecteur de ce dernier. LE TRANSISTOR T10 SE DEBLOQUE ET DEVIENT CONDUCTEUR.

Le transistor T10 devenant CONDUCTEUR, sa tension Vce devient pratiquement nulle et la lampe L3 s'allume.

En conséquence, le courant de base du transistor T11 est également nul; il ne peut pas débloquer le transistor T11. On peut alors retirer la liaison, reliant la base à l'émetteur du transistor T11; le système reste parfaitement stable (T10 conducteur et T11 bloqué).

Si on relie, à l'aide d'une liaison la base à l'émetteur du transistor T10 (figure 5) qui conduit, on provoque un nouveau changement d'état et tout le processus indiqué précédemment se reproduit mais dans le sens T10 - T11 et non plus T11 - T10 : le transistor T11 se remet à conduire (L4 s'allume) alors que le transistor T10 se bloque (L3 s'éteint).

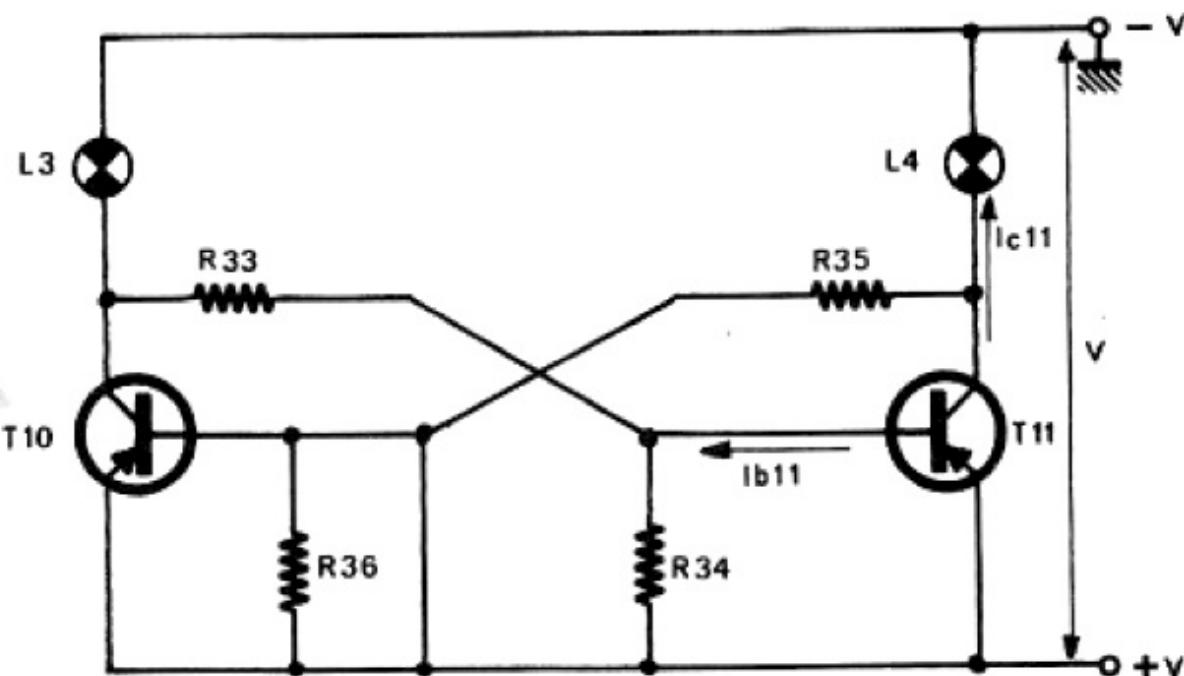


Figure 5

I - 2 - FONCTIONNEMENT DU MULTIVIBRATEUR MONOSTABLE

En substituant, dans le multivibrateur bistable (figure 2) le condensateur C22 à la résistance R33 on obtient un multivibrateur monostable (figure 6).

La figure 6 représente le schéma théorique du multivibrateur monostable que vous allez réaliser au cours de cette leçon.

Ce dispositif présente un état stable et un état instable. Une impulsion de déclenchement fait basculer le montage dans l'état instable. Ensuite, il revient de lui-même à l'état stable.

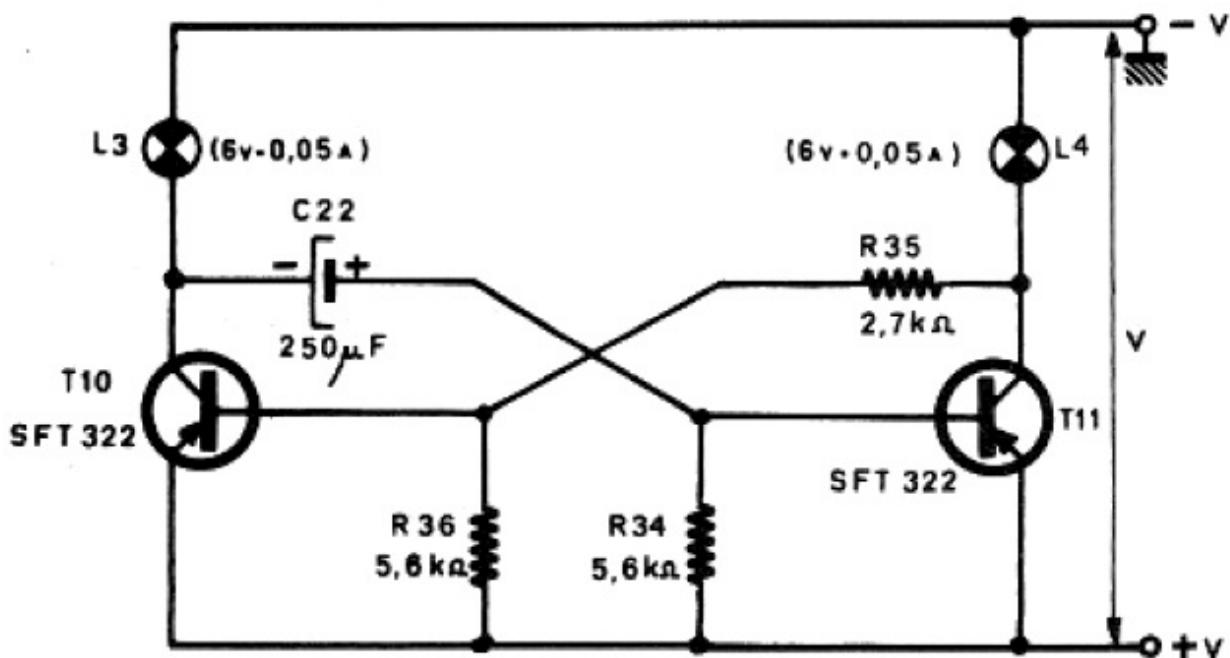


Figure 6

Examinons maintenant le fonctionnement du multivibrateur monostable.

A) DEMARRAGE DU MONTAGE

Dès que l'on applique la tension d'alimentation au montage le transistor T11 conduit et le transistor T10 se bloque, pendant un temps très court.

En effet, le condensateur C22 n'étant pas chargé, le potentiel de base du transistor T11 est plus négatif que celui de la base du transistor T10. La tension de collecteur du transistor T11 passe donc de $-V$ à $+V$ plus rapidement que la tension de collecteur du transistor T10. La variation positive de la tension de collecteur du transistor T11 entraîne une variation positive du potentiel de base du transistor T10, qui bloque ce dernier. Il en résulte une variation négative de la tension de collecteur du transistor T10 qui, transmise instantanément à la base de T11 par le condensateur C22, fait conduire T11 à saturation.

B) ETAT STABLE DU MONTAGE

Cependant, simultanément, dès la mise sous tension du montage, le condensateur C22 se charge à travers la lampe L3 et la résistance équivalente à R34 et à la jonction base-émetteur du transistor T11.

La charge du condensateur C22 est très rapide car elle s'effectue à travers des résistances de faibles valeurs (résistance de charge constituée par L3 et jonction base-émetteur de T11).

La figure 7 montre le circuit de charge du condensateur C22, ainsi que les polarités de la tension apparaissant aux bornes de ce composant.

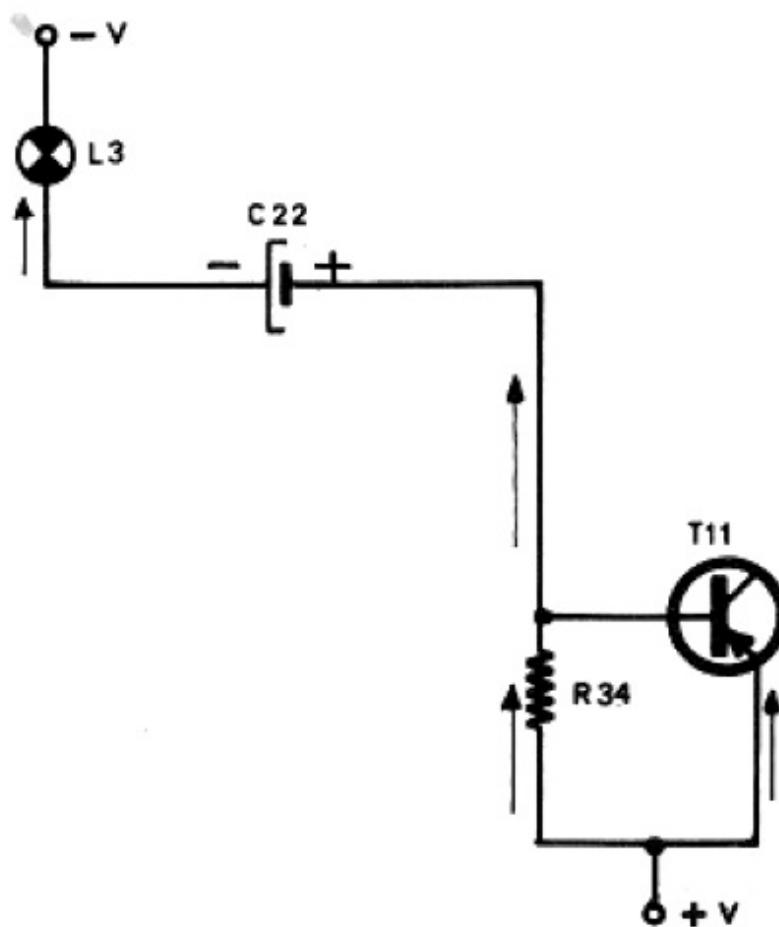


Figure 7

Pendant la charge de C22, le courant de base du transistor T11 diminue. Son courant base diminuant, le transistor T11 devient moins conducteur. La tension de collecteur s'abaisse à $-V$; ce qui entraîne le déblocage de T10 car la base de ce transistor devient alors négative par rapport à son émetteur.

Lorsque le condensateur C22 est chargé, aucun courant ne circule dans la jonction base-émetteur de T11; le transistor T11 est alors bloqué et T10 conducteur.

A L'ETAT STABLE, T10 CONDUIT A SATURATION (la lampe L3 est allumée) ET T11 EST BLOQUE (la lampe L4 est éteinte).

Le blocage de T11 est obtenu grâce à la charge du condensateur C22.

Le transistor T10 est polarisé par un pont de base (formé par L4, R35, et R36), qui est calculé de façon à le faire conduire à saturation.

Le transistor T10 étant conducteur, le condensateur C22 se décharge. La décharge de ce condensateur s'effectue à travers la résistance R34 et le transistor T10.

C) ETAT INSTABLE DU MONTAGE

Une impulsion positive, appliquée sur la base de T10 fait basculer le montage dans l'état instable.

Pour obtenir cette impulsion de déclenchement, il suffit, à l'aide d'une liaison, de relier pendant un très bref instant la base du transistor T10 au + de l'alimentation ou à l'émetteur de ce transistor.

L'impulsion positive de déclenchement, appliquée à la base de T10, bloque ce transistor. Sa tension de collecteur passe donc de $+V$ à $-V$ et la lampe L3 s'éteint.

La variation négative de la tension de collecteur du transistor T10 est transmise par le condensateur C22 à la base du transistor T11 qui se débloque; la lampe L4 s'allume.

A L'ETAT INSTABLE LE TRANSISTOR T10 EST BLOQUE (la lampe L3 est éteinte) ET T11 CONDUIT (la lampe L4 est allumée).

Le transistor T11 étant conducteur, le condensateur C22 se charge très rapidement à travers L3 et la résistance équivalente à R34 et à la jonction base-émetteur de T11.

Pendant la charge de C22, le courant de base de T11 diminue et ce transistor devient moins conducteur. Sa tension de collecteur s'abaisse à $-V$ et il apparaît une variation négative sur la base du transistor T10 qui se débloque.

Lorsque la charge de C22 est terminée, le montage est de nouveau à l'état stable : le transistor T10 conduit à saturation et T11 est bloqué ; la lampe L3 est alors allumée et la lampe L4 est éteinte.

Le montage peut passer à nouveau dans l'état instable, si on lui applique une nouvelle impulsion de déclenchement dans des circonstances identiques à celles décrites précédemment.

I - 3 - FONCTIONNEMENT DU MULTIVIBRATEUR ASTABLE

En substituant, dans le multivibrateur monostable (figure 6) le condensateur C23 à la résistance R35 on obtient un multivibrateur astable (figure 8).

La figure 8 représente le schéma de principe du multivibrateur astable que vous devrez réaliser, lors de l'examen final de ce cours.

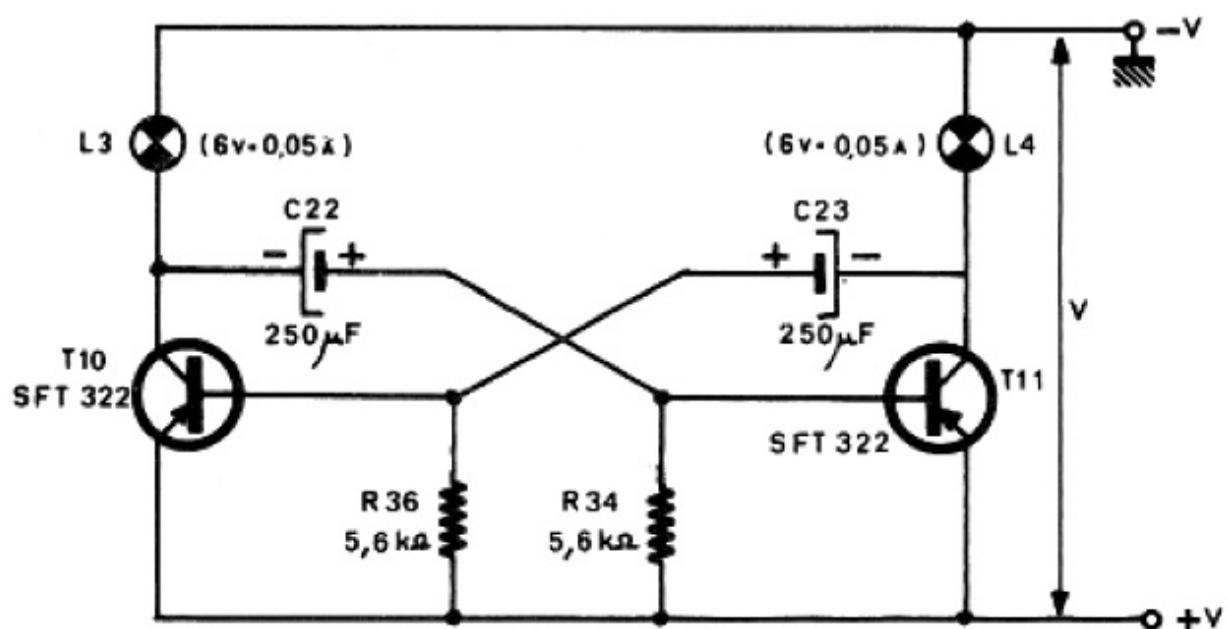


Figure 8

Il est constitué de deux transistors PNP semblables, montés en émetteur commun et couplés entre collecteur et base opposée ; effectivement le collecteur du transistor T10 est relié à la base du transistor T11, par l'intermédiaire du condensateur C22, et le collecteur du transistor T11 est relié à la base du transistor T10, par l'intermédiaire du condensateur C23.

Voyons à présent le fonctionnement de ce multivibrateur astable.

Dès que l'on applique la tension d'alimentation au montage, les deux transistors se mettent à conduire. Bien que le montage soit théoriquement symétrique, les courants de collecteur ne sont pas égaux.

En effet, en pratique, il faut tenir compte des tolérances sur les caractéristiques des composants qui font que leurs valeurs ne sont pas rigoureusement identiques.

Supposons que le courant de collecteur du transistor T10 augmente plus vite que le courant de collecteur du transistor T11. La tension de collecteur du transistor T10 passe donc de $-V$ à $+V$ plus rapidement que la tension de collecteur du transistor T11.

Le condensateur C22 transmet instantanément la variation de la tension de collecteur de T10 à la base de T11 et C23 transmet la variation de la tension de collecteur de T11 à la base de T10. Ces variations de tension sont positives et nous pouvons dire que la tension de base de T11 est plus positive que la tension base de T10.

Il en résulte que le transistor T10 conduit beaucoup plus que le transistor T11.

Le phénomène s'amplifie rapidement (effet cumulatif) et T11 se bloque tandis que T10 conduit à saturation. La lampe L3 s'allume et la lampe L4 reste éteinte.

Simultanément, dès la mise sous tension, le condensateur C22 se charge très rapidement, entraînant le blocage de T11.

Le transistor T10 étant conducteur, le condensateur C22 se décharge et C23 se charge.

La décharge de C22 se fait à travers la résistance R34 et le transistor T10, et la charge de C23 s'effectue à travers la lampe L4 et la résistance équivalente à R36 et à la jonction base-émetteur de ce transistor.

Pendant la charge de C23, le courant base de T10 diminue. Son courant base diminuant, le transistor T10 devient moins conducteur. La tension de collecteur s'abaisse à $-V$; ce qui entraîne le déblocage de T11, car la base de ce transistor devient alors négative par rapport à son émetteur. La tension de collecteur de T11 passe donc de $-V$ à $+V$.

Lorsque le condensateur C23 est chargé, aucun courant ne circule dans la jonction base-émetteur de T10 ; le transistor T10 est bloqué et T11 conduit à saturation. La lampe L3 s'éteint et L4 s'allume.

Le transistor T11 étant conducteur, le condensateur C23 se décharge et C22 se charge.

La décharge de C23 se fait à travers la résistance R36 et le transistor T11, et la charge de C22 s'effectue à travers L3 et la résistance équivalente à R34 et à la jonction base-émetteur de T11.

Pendant la charge de C22, le courant de base de T11 diminuant, ce transistor devient moins conducteur. Sa tension de collecteur s'abaisse à $-V$ et il apparaît une variation négative sur la base de T10, qui entraîne le déblocage de ce transistor. La tension de collecteur de T10 donc de $-V$ à $+V$.

Lorsque le condensateur C22 est chargé, aucun courant ne circule dans la jonction base-émetteur de T11 : le transistor T11 est bloqué et T10 conduit à saturation ; la lampe L3 s'allume et L4 s'éteint.

Le cycle recommence. Les transistors T10 et T11 sont alternativement bloqués ou conducteurs.

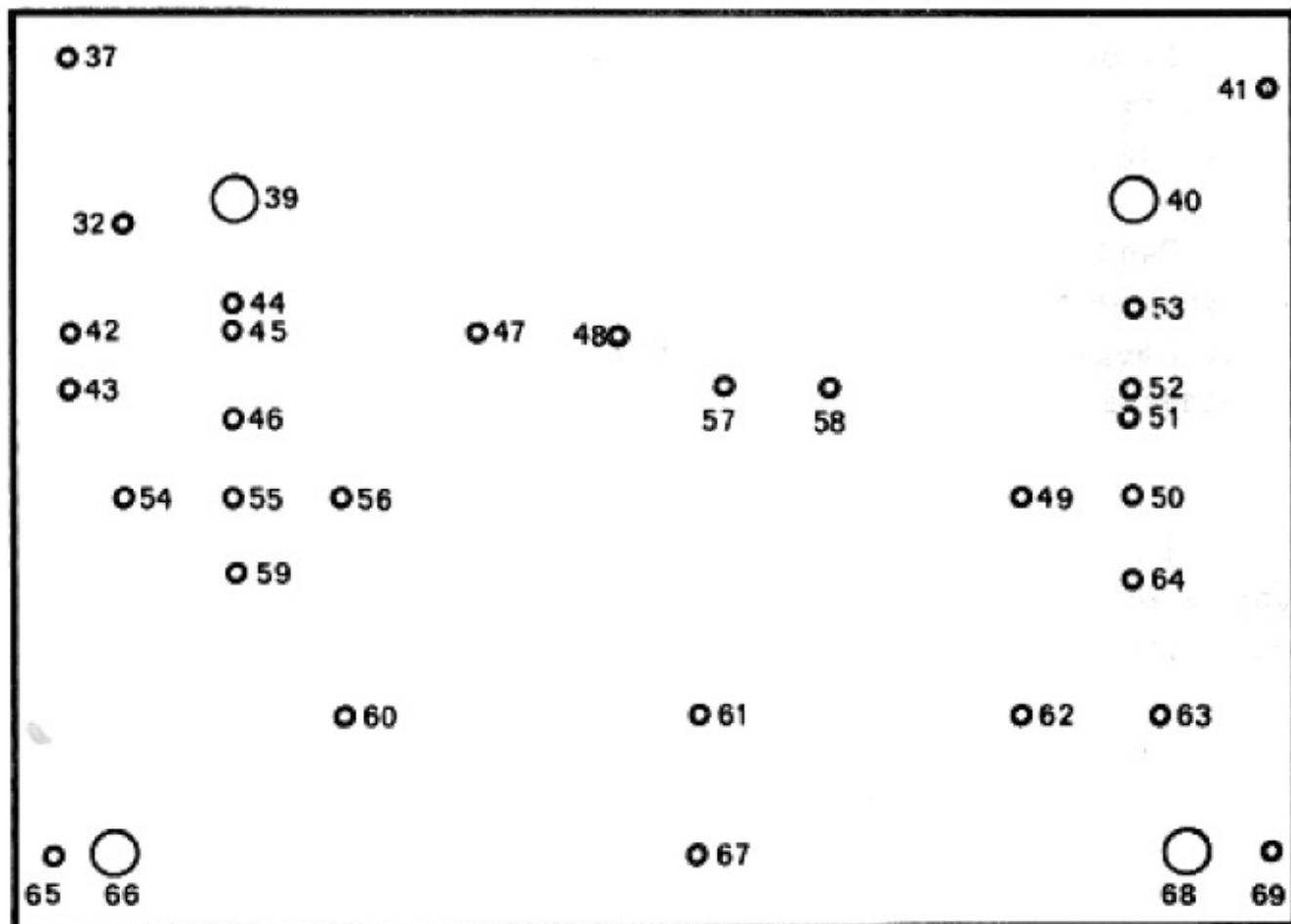
II - TRAVAIL PRATIQUE

Vous allez maintenant réaliser, sur une plaquette bakélite cuivrée, le multivibrateur bistable et le multivibrateur monostable représentés respectivement sur les figures 2 et 6.

La plaquette bakélite cuivrée, que vous devez utiliser pour le montage de ces deux circuits électroniques, est représentée sur la figure 9.

Cette figure montre le côté intérieur de la plaquette, c'est-à-dire le côté cuivré.

Le côté opposé de la plaquette, c'est-à-dire le côté non cuivré est, rappelons-le, le côté extérieur.



COTE CUIVRE DE LA PLAQUETTE BAKELITE

Figure 9

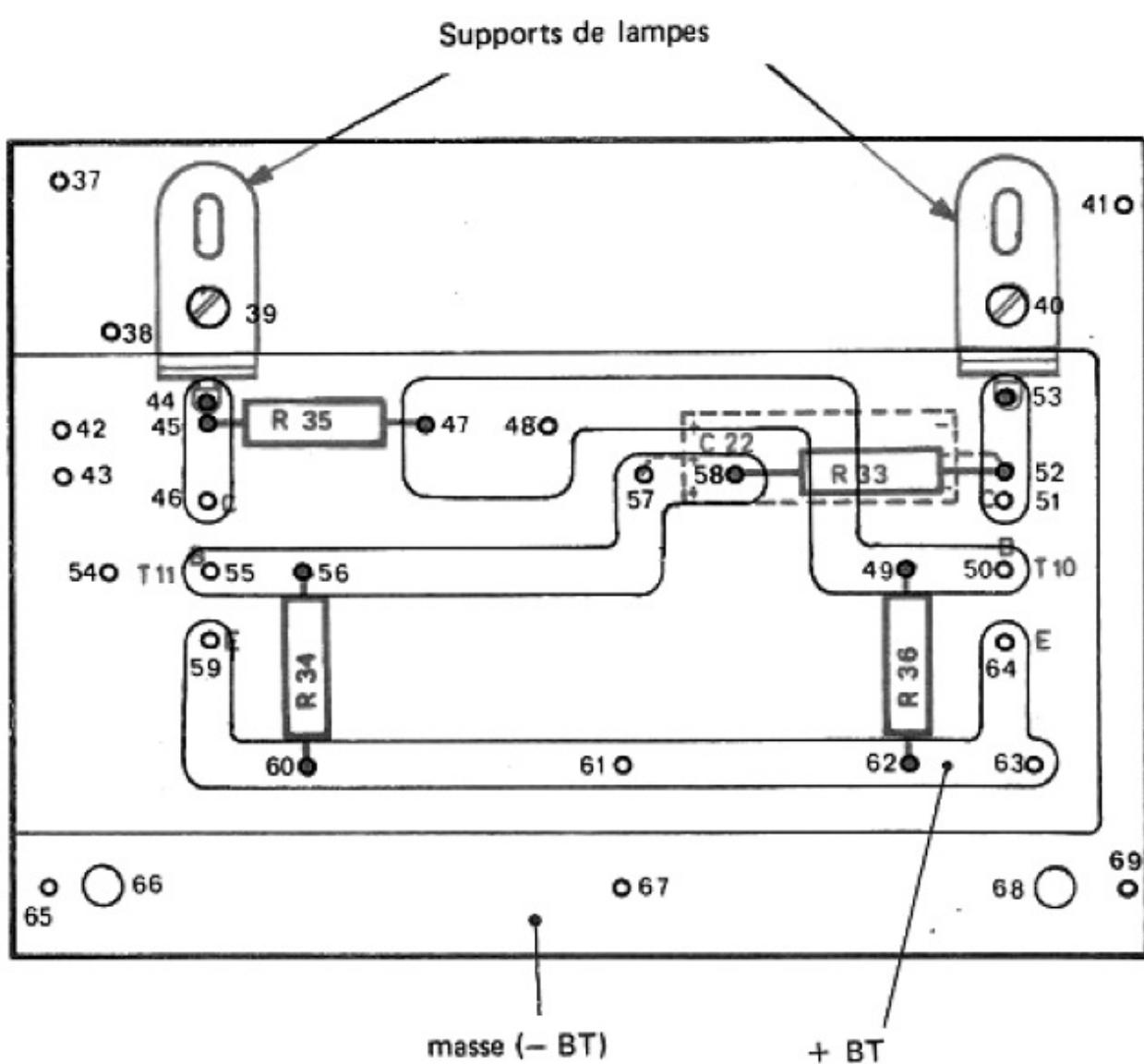
Pour vous éviter des problèmes d'ordre pratique, les trous de connexions ont été percés au pas de la grille internationale.

Ces trous, qui serviront au montage des composants et à la fixation de la plaquette, sont désignés par un numéro sur la figure 9.

II - 1 - DESSIN DU CIRCUIT IMPRIME

Vous devez maintenant réaliser le circuit imprimé du multivibrateur bistable, représenté sur la figure 2.

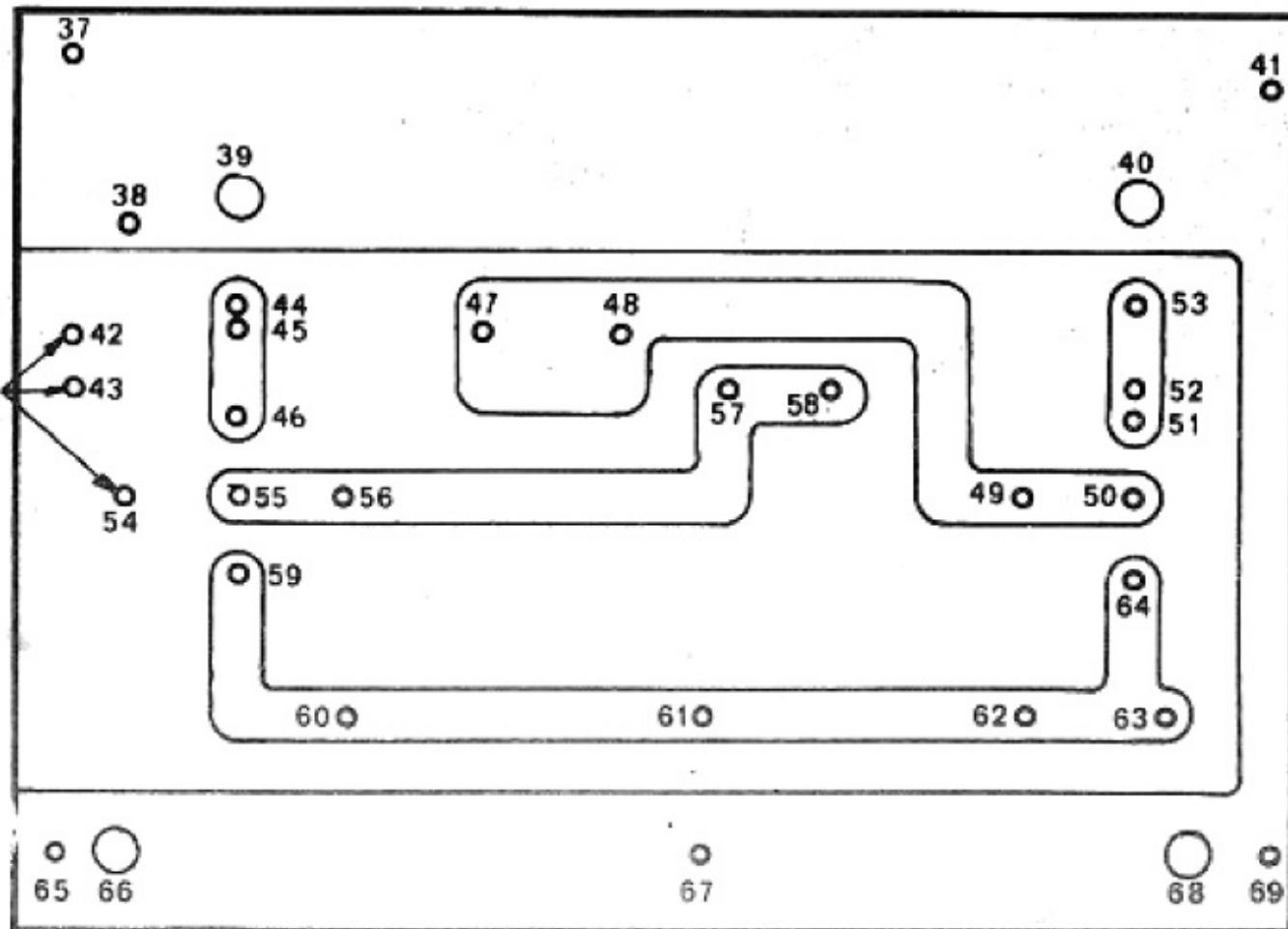
Rappelons que la première opération consiste à établir sur une feuille de papier, le dessin du circuit à l'échelle 1. Il s'agit de placer les éléments en fonction de leur encombrement et de prévoir l'emplacement du condensateur C22, afin de pouvoir transformer le multivibrateur bistable en un multivibrateur monostable. Après quoi, on dessine le circuit à imprimer comme vous le montre la figure 10, où nous avons représenté en pointillé l'emplacement du condensateur C22. Ceci vous est épargné. Vous n'avez simplement qu'à reproduire, sur la plaquette, le dessin de la figure 11.



DESSIN DU CIRCUIT ET REPRESENTATION DES ELEMENTS PAR TRANSPARENCE

Figure 10

Trous non utilisés



DESSIN SUR LA PLAQUETTE (VU COTE CUIVRE)

Figure 11

Avant d'effectuer cette opération, NETTOYEZ au papier émeri la face cuivrée de la plaquette, en suivant les conseils donnés dans la leçon pratique précédente.

Cette opération terminée, REPRODUISEZ le dessin de la figure 11 sur la face cuivrée de la plaquette, en dessinant, à l'aide d'un crayon, les contours des circuits dans l'ordre indiqué ci-après.

- a) CIRCUIT ENGLOBANT LES TROUS 37, 38, 39, 40, 41, 69, 68, 67, 66 et 65 ; largeur de la bande : 20 mm environ, sauf pour la liaison 69, 68, 67, 66, 65 qui doit être de 12 mm.
- b) CIRCUIT ENGLOBANT LES TROUS 44, 45 et 46 ; largeur de la bande : 5 mm.
- c) CIRCUIT ENGLOBANT LES TROUS 47, 48, 49 et 50 ; largeur de la bande : 5 mm environ, sauf pour la liaison 47, 48 qui doit être de 10 mm environ.
- d) CIRCUIT ENGLOBANT LES TROUS 51, 52 et 53 ; largeur de la bande : 5 mm.
- e) CIRCUIT ENGLOBANT LES TROUS 55, 56, 57 et 58 ; largeur de la bande : 5 mm.
- f) CIRCUIT ENGLOBANT LES TROUS 59, 60, 61, 62, 63 et 64 ; largeur de la bande : 5 mm.

Cette opération étant terminée, vous devez déposer de la peinture, sur les bandes que vous venez de dessiner sur la face cuivrée de la plaquette.

A l'aide d'un pinceau, ETALEZ la peinture sur le dessin du circuit, comme indiqué sur la figure 12 et en tenant compte des conseils donnés dans la leçon pratique précédente.

Lorsque le circuit est terminé, LAISSEZ-LE sécher pendant quelques heures, le temps de séchage étant plus ou moins rapide selon la température ambiante, l'état hygrométrique de l'air, etc...

Après séchage complet du circuit, PLONGEZ-LE dans son bain de perchlorure de fer. Au bout d'un laps de temps variant entre une et trois heures, RETIREZ le circuit du bain et LAVEZ-LE à grande eau.

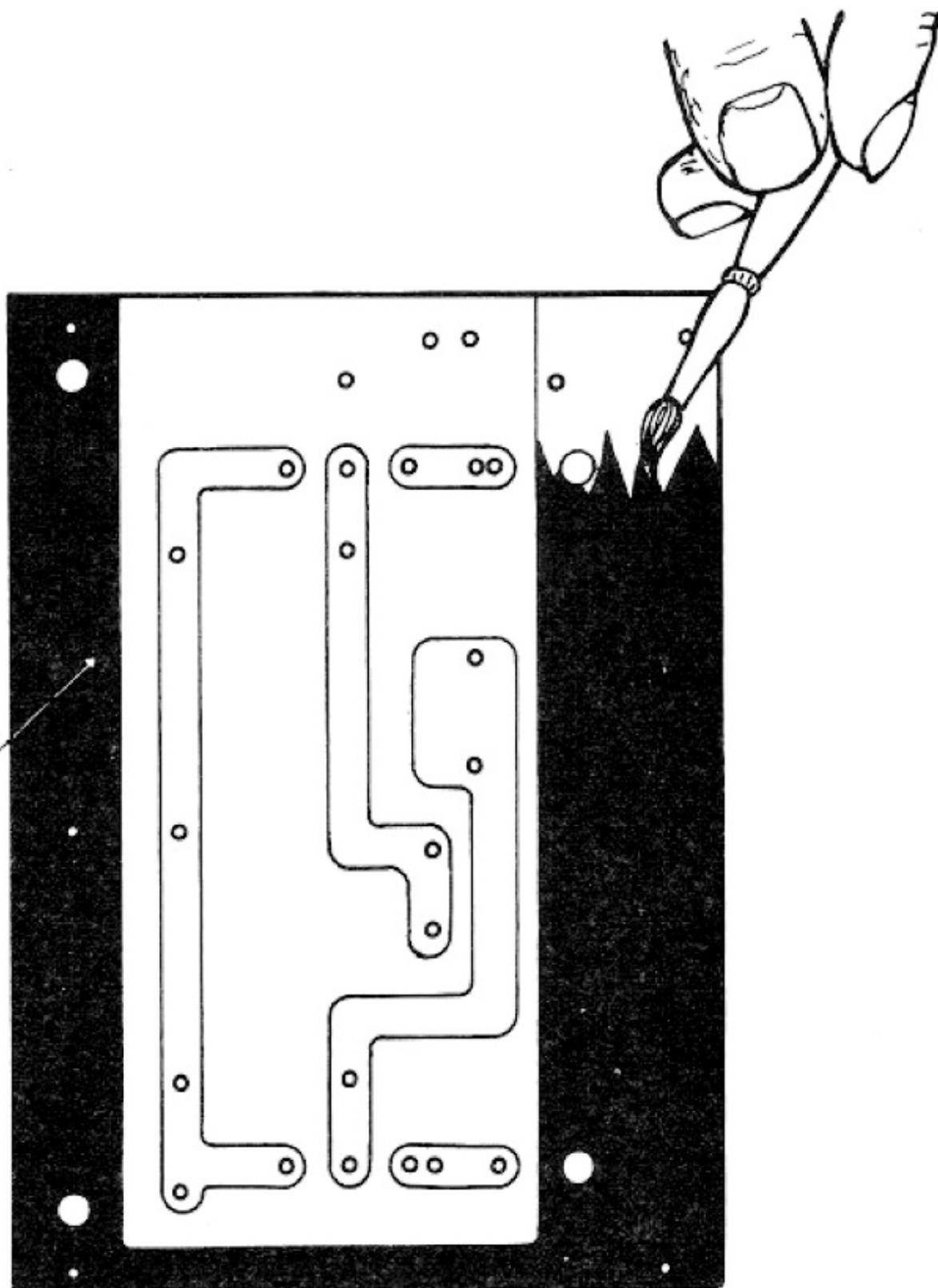


Figure 12

Nous vous rappelons que l'opération de gravure est terminée, lorsque le métal non protégé par la peinture a complètement disparu.

REMETTEZ le bain de perchlorure dans son flacon. **RANGEZ** le flacon dans un endroit inaccessible aux enfants et **NETTOYEZ** parfaitement la cuvette.

Après avoir essuyé la plaquette, **ENLEVEZ** la peinture protectrice, à l'aide d'un chiffon imbibé d'essence ; vous voyez alors apparaître les bandes de cuivre de votre circuit.

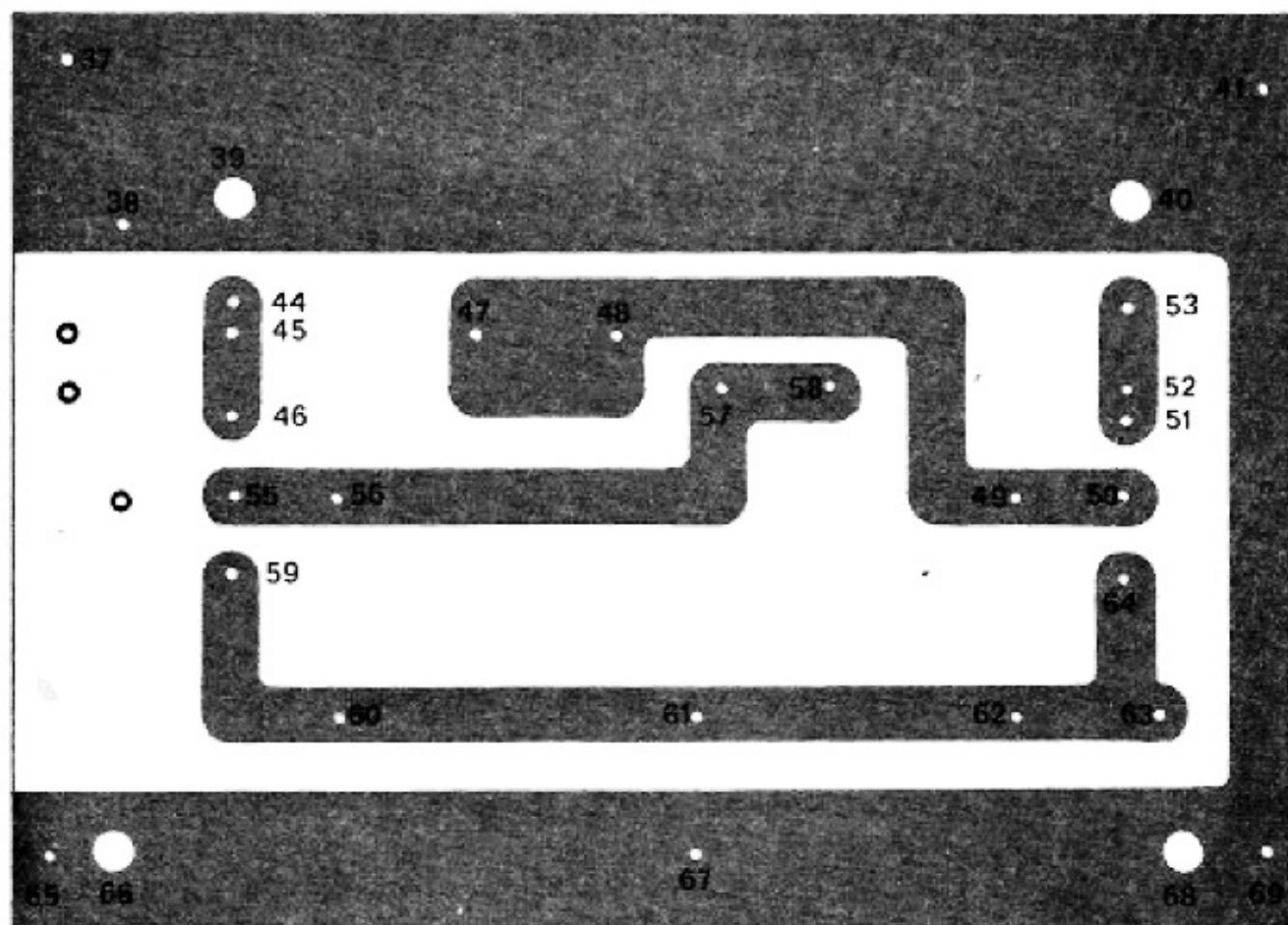
II - 2 - MONTAGE DES ELEMENTS DU MULTIVIBRATEUR BI-STABLE

La figure 13 représente le côté intérieur du circuit imprimé, c'est-à-dire le côté sur lequel se trouvent les bandes de cuivre qui constituent les liaisons. Sur cette figure, nous n'avons reporté que le numéro des trous, nécessaires au montage des composants.

Le côté opposé du circuit imprimé, sans bande de cuivre, c'est-à-dire le côté sur lequel doivent être placés les éléments, est le côté extérieur.

Rappelons que pour éviter des erreurs de câblage lors de l'implantation des éléments, il convient d'examiner le côté extérieur du circuit imprimé à contre-jour ; en effet, les bandes de cuivre apparaissant alors par transparence, il est facile de reconnaître les trous.

D'autre part, vous possédez maintenant une assez grande expérience du câblage ; nous ne vous mentionnerons donc plus les petits détails des différentes opérations.



COTE INTERIEUR DU CIRCUIT IMPRIME

Figure 13

Ainsi, au lieu d'énoncer : "introduisez les bornes de la résistance, soudez sur les deux points et coupez la partie des bornes qui dépasse", nous écrirons simplement :

"CABLEZ LA RESISTANCE (ou tout autre composant) ENTRE TEL ET TEL TROU".

Vous devrez comprendre qu'il s'agit de préparer le composant, de le mettre en place sur le circuit, de le souder et de couper, éventuellement, les bornes qui dépassent de la soudure.

Avant de commencer le câblage du multivibrateur bistable, sur le circuit imprimé que vous venez de préparer, vous devez récupérer les deux transistors montés sur l'oscillateur RC, réalisé au cours de la leçon précédente.

Pour cela, VERIFIEZ tout d'abord que votre alimentation ne soit pas sous tension, puis DESSOUEZ les deux transistors (SFT 322, AC 184 ou équivalent) du circuit imprimé de l'oscillateur, en veillant à ne pas trop chauffer leurs électrodes.

Vous pouvez, maintenant, commencer le montage du multivibrateur bistable sur le circuit imprimé, réalisé au cours de cette leçon.

CABLEZ la résistance R33 de $2,7\text{ k}\Omega$ - 1/2 W - 10%, entre les trous 52 et 58 du circuit imprimé.

CABLEZ la résistance R34 de $5,6\text{ k}\Omega$ - 1/2 W - 10%, entre les trous 56 et 60 du circuit imprimé.

CABLEZ la résistance R35 de $2,7\text{ k}\Omega$ - 1/2 W - 10%, entre les trous 45 et 47 du circuit imprimé.

CABLEZ la résistance R36 de $5,6\text{ k}\Omega$ - 1/2 W - 10%, entre les trous 49 et 62 du circuit imprimé.

INTRODUISEZ dans le trou 40 du circuit imprimé, par le côté intérieur, une vis de 3 x 6 et FIXEZ solidement le support de la lampe L3 sur le côté extérieur, à l'aide d'un écrou de même diamètre, comme indiqué sur la figure 14.

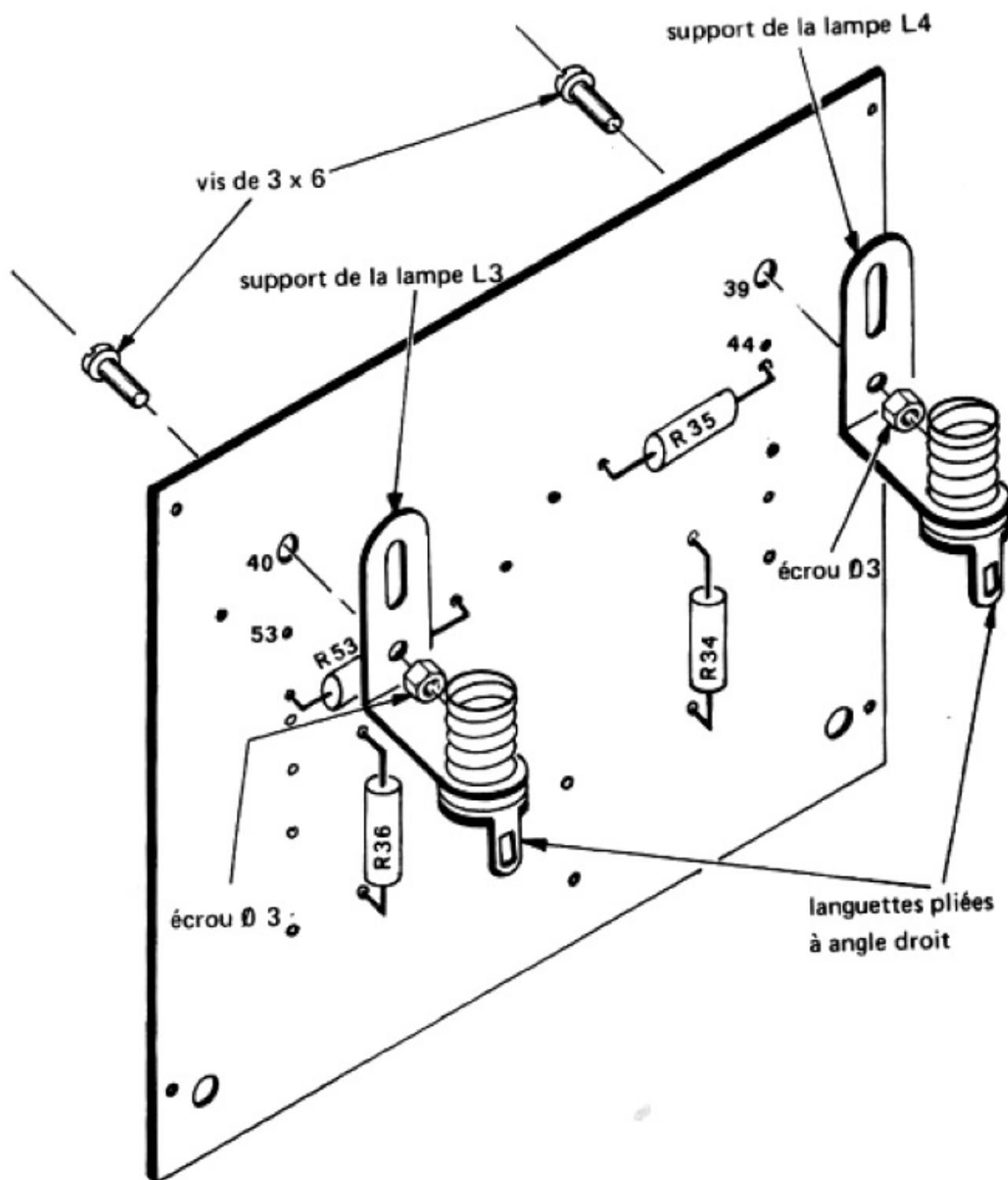


Figure 14

De la même manière, après avoir introduit dans le trou 39 du circuit imprimé, par le côté intérieur, une vis de 3 x 6, FIXEZ solidement le support de la lampe L4 sur le côté extérieur, à l'aide d'un écrou de 3 mm (figure 14).

PLIEZ à angle droit la languette des deux supports de lampe, comme le montre la figure 14.

RELIEZ, à l'aide d'un morceau de fil étamé nu, la languette du support de la lampe L3 au trou 53 du circuit imprimé ; la figure 15 illustre cette opération. SOUDEZ sur les deux points.

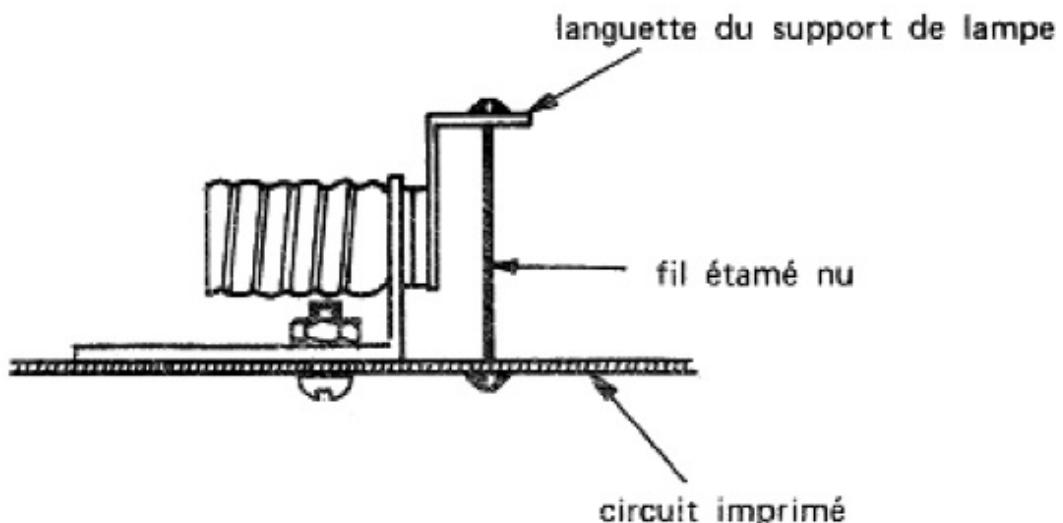


Figure 15

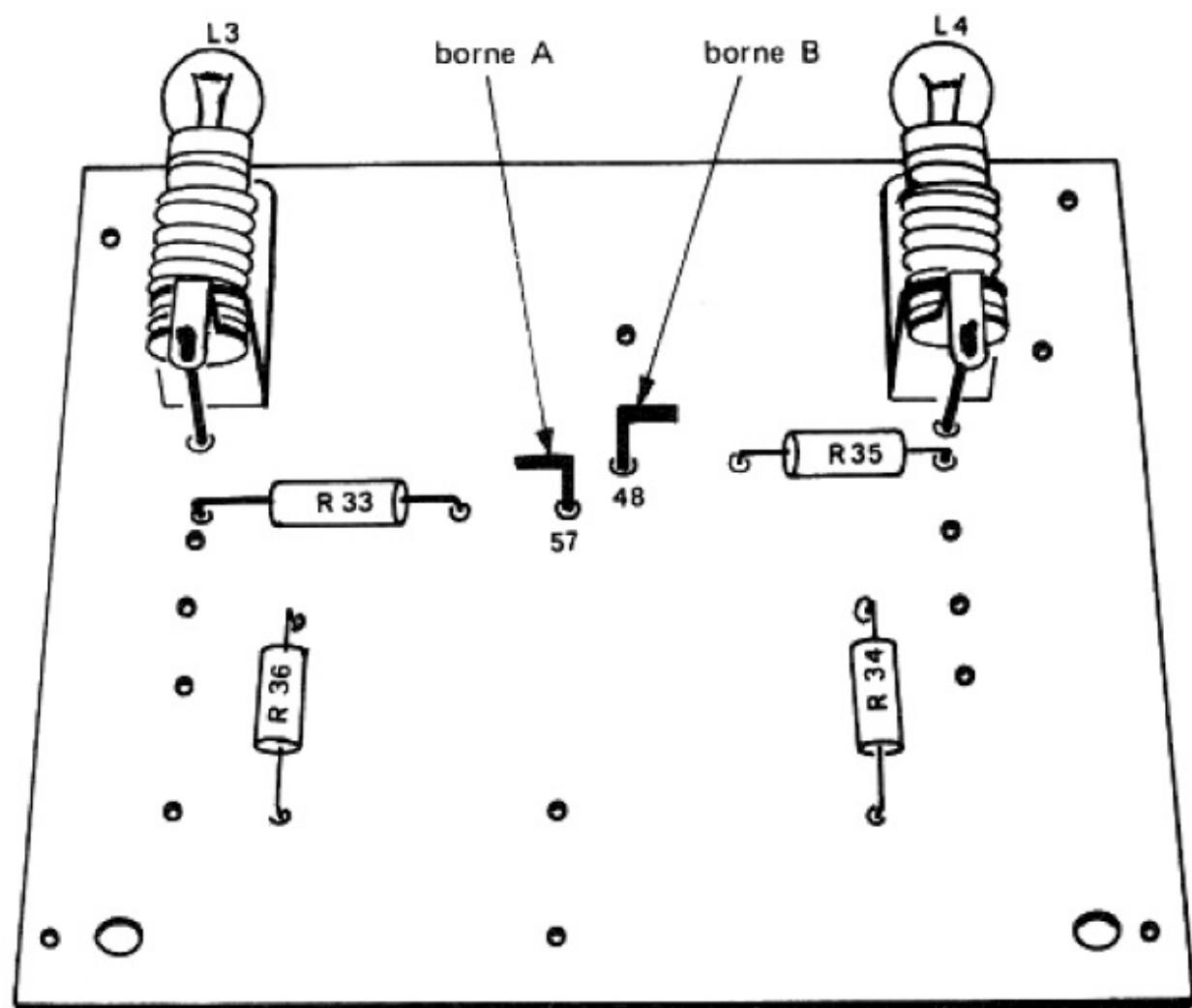
De la même manière, RELIEZ à l'aide d'un morceau de fil étamé nu, la languette du support de la lampe L4 au trou 44 du circuit imprimé. SOUDEZ sur les deux points.

VISSEZ à fond, sur chaque support de lampe, une lampe de 6 V - 0,05 A.

Vous devez maintenant réaliser deux bornes. Ces bornes vous permettront de bloquer, à l'aide d'une liaison, l'un ou l'autre des deux transistors du multivibrateur bistable, comme nous le verrons par la suite.

COUPEZ deux morceaux de fil étamé nu d'environ 15 mm chacun. **PLIEZ-LES** à angle droit, à 5 mm de l'une de leurs extrémités.

SOUDEZ l'extrémité la plus longue de l'une de ces deux bornes ainsi préparées, dans le trou 57 du circuit imprimé, et celle de l'autre borne dans le trou 48, après les avoir introduites par le côté extérieur et orientées comme indiqué sur la figure 16.



COTE EXTERIEUR DU CIRCUIT IMPRIME

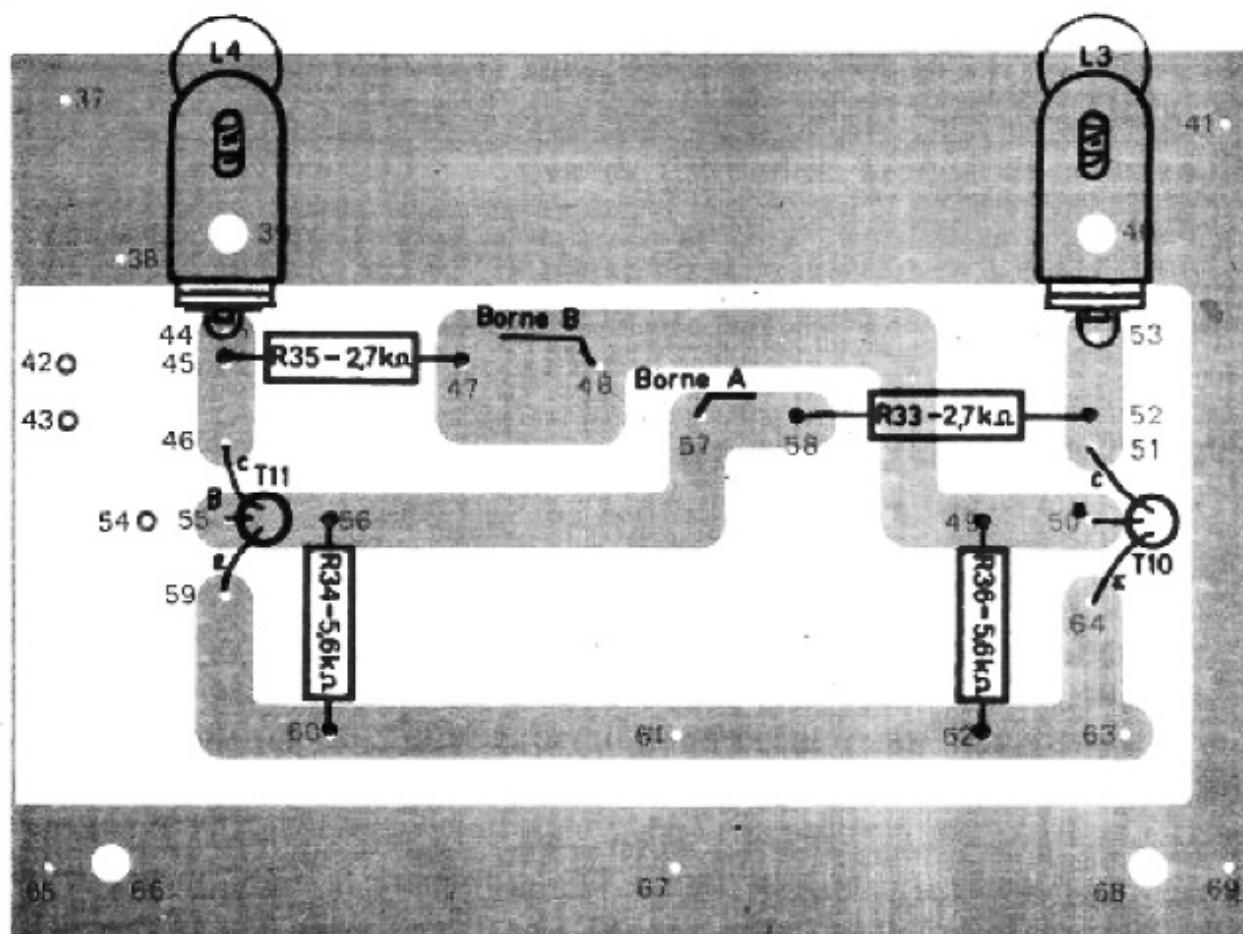
Figure 16

Pour les différencier, la borne soudée dans le trou 57 du circuit imprimé sera appelée BORNE A et celle soudée dans le trou 48, BORNE B (figure 16).

PRENEZ le transistor T10 (SFT 322 - AC 184 ou équivalent), que vous avez récupéré sur le montage réalisé au cours de la leçon précédente, et **SOUDEZ** son émetteur dans le trou 64, sa base dans le trou 50 et son collecteur dans le trou 51 du circuit imprimé.

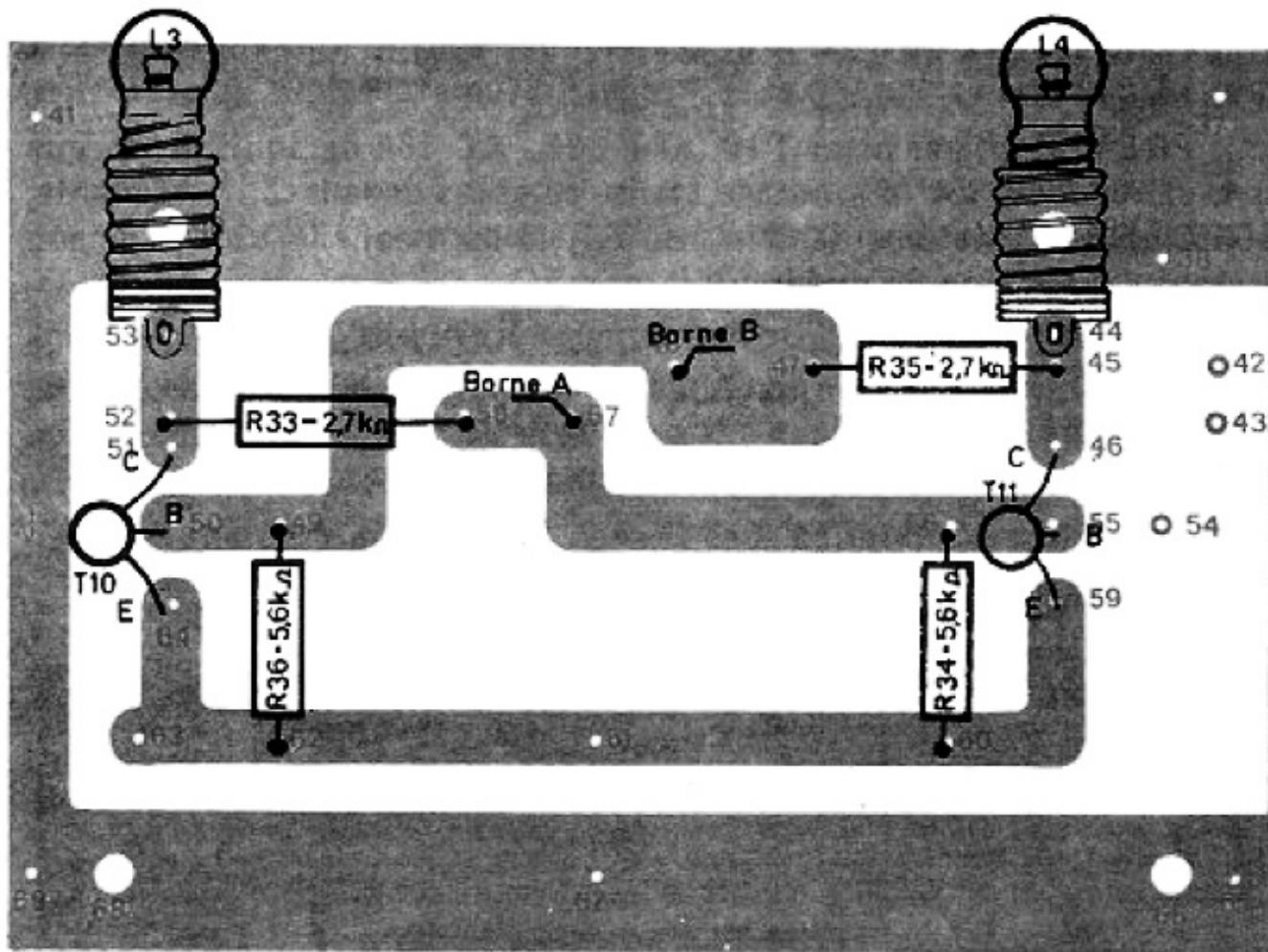
PRENEZ le transistor T11 (SFT 322 - AC 184 ou équivalent) que vous avez récupéré sur le montage réalisé au cours de la leçon précédente, et **SOUDEZ** son émetteur dans le trou 59, sa base dans le trou 55 et son collecteur dans le trou 46 du circuit imprimé.

Le câblage est terminé. Les figures 17 et 18 représentent le travail que vous venez de réaliser.



COTE INTERIEUR DU CIRCUIT IMPRIME

Figure 17



COTE EXTERIEUR DU CIRCUIT IMPRIME

Figure 18

Sur ces figures, nous vous avons indiqué en rouge les composants que l'on peut voir par transparence, lorsque le circuit imprimé est mis à contre-jour.

Pour cette raison, la figure 17, montrant le côté intérieur du circuit imprimé, présente les composants en rouge alors que la figure 18, représentant le côté extérieur, montre les composants en noir et les bandes de cuivre en rouge.

III - CONTROLES

III - 1 - CONTROLE VISUEL

Vérifiez soigneusement le câblage des composants sur le circuit imprimé.

CIRCUIT IMPRIME

Trou 37 : - libre

Trou 38 : - libre

Trou 39 : - vis de fixation du support de la lampe L4.

Trou 40 : - vis de fixation du support de la lampe L3.

Trou 41 : - libre

Trou 42 : - non utilisé

Trou 43 : - non utilisé

Trou 44 : - fil étamé nu venant de la languette du support de la lampe L4

Trou 45 : - une extrémité de la résistance R35 de $2,7 \text{ k}\Omega$ - $1/2 \text{ W}$

Trou 46 : - collecteur du transistor T11 (SFT 322 - AC 184 ou équivalent)

- Trou 47 : - une extrémité de la résistance R35
de $2,7 \text{ k}\Omega$ - 1/2 W
- Trou 48 : - extrémité la plus longue de la borne B
- Trou 49 : - une extrémité de la résistance R36
de $5,6 \text{ k}\Omega$ - 1/2 W
- Trou 50 : - base du transistor T10 (SFT 322 - AC 184
ou équivalent)
- Trou 51 : - collecteur du transistor T10 (SFT 322 -
AC 184 ou équivalent).
- Trou 52 : - une extrémité de la résistance R33
de $2,7 \text{ k}\Omega$ - 1/2 W
- Trou 53 : - fil étamé nu venant de la languette du
support de la lampe L3
- Trou 54 : - non utilisé
- Trou 55 : - base du transistor T11 (SFT 322 - AC 184
ou équivalent)
- Trou 56 : - une extrémité de la résistance R34
de $5,6 \text{ k}\Omega$ - 1/2 W.
- Trou 57 : - extrémité la plus longue de la borne A.
- Trou 58 : - une extrémité de la résistance R33
de $2,7 \text{ k}\Omega$ - 1/2 W.
- Trou 59 : - émetteur du transistor T11 (SFT 322 -
AC 184 ou équivalent).

- Trou 60 : - une extrémité de la résistance R34 de $5,6 \text{ k}\Omega$ - 1/2 W.
- Trou 61 : - libre
- Trou 62 : - une extrémité de la résistance R36 de $5,6 \text{ k}\Omega$ - 1/2 W.
- Trou 63 : - libre
- Trou 64 : - émetteur du transistor T10 (SFT 322 - AC 184 ou équivalent).
- Trou 65 : - libre
- Trou 66 : - libre
- Trou 67 : - libre
- Trou 68 : - libre
- Trou 69 : - libre

Le contrôle visuel est terminé.

III - 2 - CONTROLE A FROID

En tenant compte des indications données lors de ce contrôle,
EFFECTUEZ les mesures suivantes, après avoir préparé votre contrôleur universel pour les mesures de résistances.

Vous devez relever les valeurs suivantes :

- a) ENTRE LA MASSE (par exemple la tête de l'une des vis de fixation des supports de lampe) ET LE

POINT 53 DU CIRCUIT IMPRIME - calibre R x 10 - 20 à 50 Ω environ.

b) ENTRE LA MASSE (par exemple la tête de l'une des vis de fixation des supports de lampe) ET LE **POINT 44 DU CIRCUIT IMPRIME** - calibre R x 10 - 20 à 50 Ω environ.

c) ENTRE LES POINTS 51 ET 50 DU CIRCUIT IMPRIME (c'est-à-dire entre le collecteur et la base du transistor T10) :

avec le - de l'ohmmètre sur le point 51 et le + sur le point 50 - calibre R x 1000 - 1 à 4 k Ω environ.

avec le + de l'ohmmètre sur le point 51 et le - sur le point 50 - calibre R x 10 - 15 à 40 Ω environ.

d) ENTRE LES POINTS 50 et 64 DU CIRCUIT IMPRIME (c'est-à-dire entre la base et l'émetteur du transistor T10) :

avec le - de l'ohmmètre sur le point 50 et le + sur le point 64 - calibre R x 10 - 15 à 40 Ω environ.

avec le + de l'ohmmètre sur le point 50 et le - sur le point 50 et le - sur le point 64 - calibre R x 1000 - 1,5 à 5 k Ω environ.

e) ENTRE LES POINTS 46 ET 55 DU CIRCUIT IMPRIME (c'est-à-dire entre le collecteur et la base du transistor T11) :

avec le - de l'ohmmètre sur le point 46 et le + sur le point 55 - calibre R x 1000 - 1 à 4 k Ω environ.

avec le + de l'ohmmètre sur le point 46 et le - sur le point 55 - calibre R x 10 - 15 à 40 Ω environ.

f) ENTRE LES POINTS 55 ET 59 DU CIRCUIT IMPRIME (c'est-à-dire entre la base et l'émetteur du transistor T11) :

avec le - de l'ohmmètre sur le point 55 et le + sur le point 59 - calibre R x 10 - 15 à 40 Ω environ.

avec le + de l'ohmmètre sur le point 55 et le - sur le point 59 - calibre R x 1000 - 1,5 à 5 k Ω environ.

g) ENTRE LES POINTS 53 ET 62 DU CIRCUIT IMPRIME :

avec le - de l'ohmmètre sur le point 53 et le + sur le point 62 - calibre R x 10 - 50 à 90 Ω environ.

avec le + de l'ohmmètre sur le point 53 et le - sur le point 62 - calibre R x 1000 - 1 à 4 k Ω environ.

h) ENTRE LES POINTS 44 ET 60 DU CIRCUIT IMPRIME

avec le - de l'ohmmètre sur le point 44 et le + sur le point 60 - calibre R x 10 - 50 à 90 Ω environ.

avec le + de l'ohmmètre sur le point 44 et le - sur le point 60 - calibre R x 1000 - 1 à 4 k Ω environ.

Après vous être assuré que tout est en ordre à la suite de ce contrôle, vous pouvez passer au contrôle suivant. Nous vous rappelons qu'il est indispensable de refaire le tarage de l'ohmmètre chaque fois que vous changez de calibre (R x 10 et R x 1000).

III - 3 - CONTROLE SOUS TENSION

Pour effectuer le contrôle sous tension du multivibrateur bistable, vous devez le fixer sur le châssis A (châssis de l'alimentation) et l'alimenter à partir de la tension continue délivrée par votre alimentation BT.

Cependant, avant de commencer ce contrôle, vous devez retirer du châssis de l'alimentation, le circuit imprimé de l'oscillateur RC en effectuant les opérations ci-après.

VERIFIEZ tout d'abord que votre alimentation ne soit pas sous tension puis, ENLEVEZ les deux cordons d'alimentation qui permettaient, au cours de la leçon précédente, d'alimenter le récepteur à transistors.

DESSOUEDEZ le fil isolé souple, reliant le point 25 du circuit imprimé de l'oscillateur RC à la cosse CA 108 de la barrette K du châssis B.

DESSOUEDEZ également l'extrémité du fil isolé souple jaune (venant de la cosse de la douille jaune F) du trou 32 du circuit imprimé de l'oscillateur RC.

ENLEVEZ les deux écrous qui maintiennent le circuit imprimé, fixé sur le châssis de l'alimentation (châssis A), et RETIREZ l'oscillateur RC.

DESSOUEZ l'extrémité du fil isolé souple noir (venant de la cosse de la douille noire E) du trou 33 du circuit imprimé de l'oscillateur et **SOUDEZ-LA** dans le trou 65 du circuit imprimé du multivibrateur, après l'avoir introduite par le côté extérieur. Vous venez ainsi de relier la masse de l'alimentation à celle du multivibrateur.

FIXEZ le circuit imprimé du multivibrateur bistable sur le châssis A, à l'aide de deux écrous de 3 mm, après l'avoir orienté comme le montre la figure 19 et placé ses trous de fixation (trous 66 et 68) sur les deux vis montées au cours de la leçon précédente.

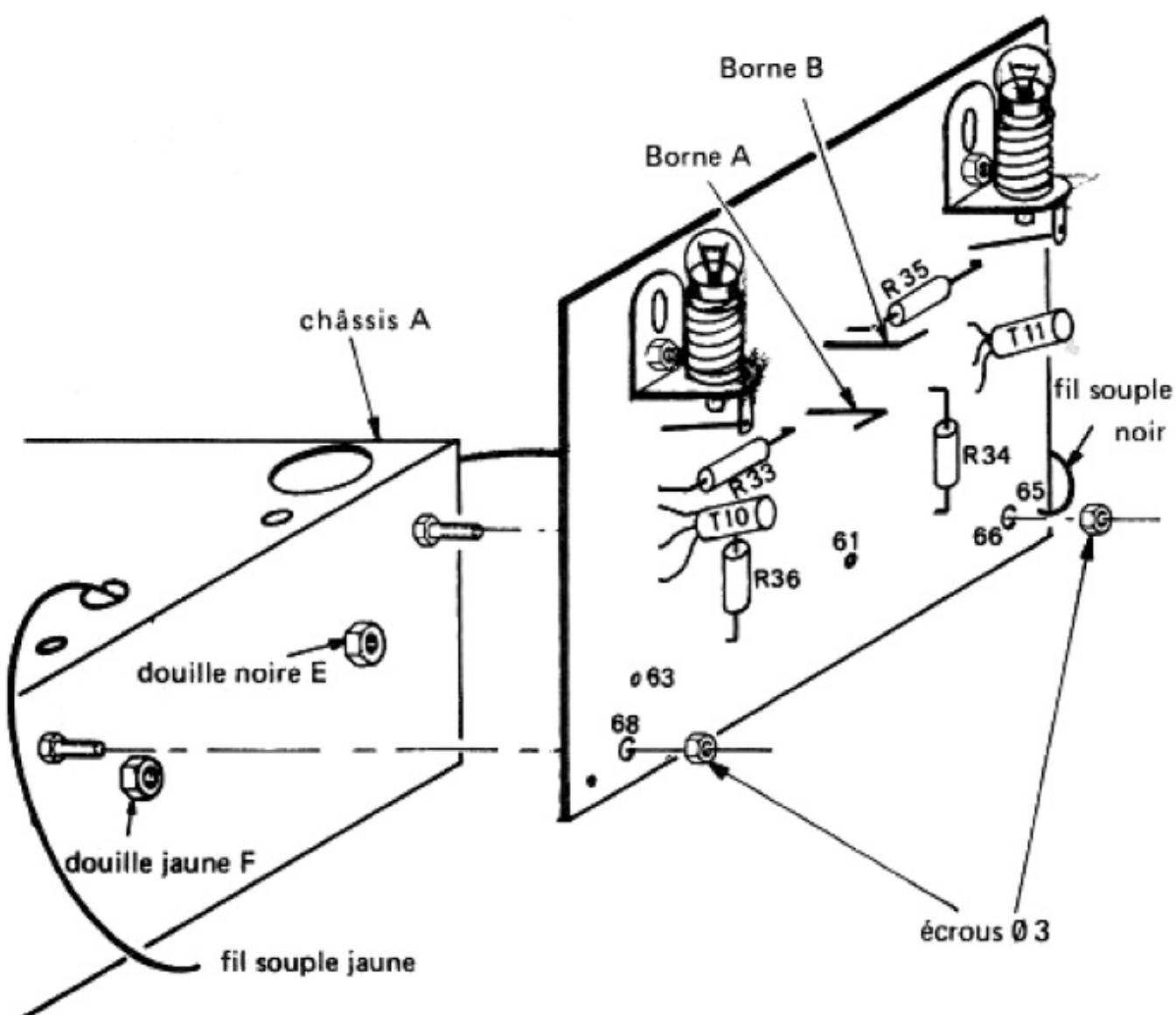


Figure 19

SOUDEZ l'extrémité libre du fil isolé souple jaune (venant de la cosse de la douille jaune F) dans le trou 63 du circuit imprimé, après l'avoir introduite par le côté extérieur. Cette liaison vous permet de relier le + de l'alimentation BT au + (point 63) du multivibrateur.

COUPEZ un morceau de fil isolé souple bleu d'environ 6 cm. **DENUDEZ** chacune de ses extrémités sur 5 mm environ et **SOUDEZ** l'une d'elles dans le trou 61 du circuit imprimé, après l'avoir introduite par le côté extérieur.

L'extrémité libre, de ce fil souple bleu, vous permettra, en la mettant en contact avec la borne A ou la borne B, de bloquer le transistor T11 ou le transistor T10 comme nous le verrons par la suite.

Avant de mettre votre montage sous tension **VERIFIEZ** que l'extrémité libre du fil souple bleu, câblé précédemment sur le circuit imprimé, ne soit pas en contact avec le châssis de l'alimentation ou l'un des éléments du multivibrateur bistable, pour éviter un court-circuit.

Ceci dit, **BRANCHEZ** la fiche du cordon d'alimentation dans la prise secteur et **METTEZ** le levier de l'interrupteur sur la position **MARCHE**.

Dès la mise sous tension vous remarquez que l'une des lampes s'allume. Si ce n'est pas le cas, **VERIFIEZ** que les lampes L3 et L4 soient bien vissées sur leur support.

Si après la mise sous tension la lampe L3 s'allume, **METTEZ** l'extrémité libre du fil souple bleu en contact avec la borne B du circuit imprimé, pendant un très bref instant.

Vous envoyez ainsi une impulsion positive, sur la base du transistor T10, qui bloque ce transistor. Aussitôt la lampe L3 s'éteint et la lampe L4 s'allume, le transistor T10 étant alors bloqué et T11 conducteur.

Après avoir envoyé l'impulsion positive sur la base de T10, le montage reste parfaitement stable. La lampe L3 reste éteinte et L4 allumée.

Au contraire, si c'est la lampe L4 qui s'allume en premier, METTEZ l'extrémité libre du fil souple bleu en contact avec la borne A du circuit imprimé, pendant un très bref instant. Vous envoyez ainsi une impulsion positive sur la base du transistor T11 qui se bloque. Dans ce cas, le transistor T11 étant alors bloqué, la lampe L4 s'éteint et la lampe L3 s'allume.

Après avoir envoyé l'impulsion positive sur la base du transistor T11, le montage reste parfaitement stable. La lampe L4 reste éteinte et L3 allumée.

Vous pouvez provoquer l'allumage et l'extinction de chaque lampe en mettant alternativement l'extrémité du fil souple bleu en contact avec la borne A et la borne B ; c'est-à-dire en envoyant, alternativement, une impulsion positive sur la base du transistor conducteur.

REMARQUE :

Nous vous rappelons que c'est l'impulsion qui provoque le basculement du montage et non le fait d'établir un contact permanent.

Le fonctionnement s'étant avéré satisfaisant, EFFECTUEZ les mesures suivantes sur le multivibrateur bistable à l'aide de votre contrôleur universel utilisé en voltmètre.

a) ENTRE LA MASSE (-) ET LE POINT 63 (+) DU CIRCUIT IMPRIME, LORSQUE L'UNE DES LAMPES EST ALLUMEE - calibre 10 Vcc - 7 à 8 Vcc environ. Cette mesure vous permet de vérifier la tension d'alimentation du multivibrateur bistable.

b) ENTRE LA MASSE (-) ET LE POINT 51 (+) DU CIRCUIT IMPRIME, LORSQUE LA LAMPE L3 EST

ETEINTE ET L4 ALLUMEE - calibre 1 Vcc - 0,02 à 0,1 Vcc environ. Cette mesure vous permet de vérifier la tension entre la masse et le collecteur du transistor T10, quand il est bloqué

c) ENTRE LE POINT 51 (-) ET LE POINT 64 (+) DU CIRCUIT IMPRIME, LORSQUE LA LAMPE L3 EST ETEINTE ET L4 ALLUMEE - calibre 10 Vcc - 7 à 8 Vcc environ. Cette mesure vous permet de vérifier la tension entre le collecteur et l'émetteur du transistor T10 quand il est bloqué.

d) ENTRE LA MASSE (-) ET LE POINT 46 (+) DU CIRCUIT IMPRIME, LORSQUE LA LAMPE L3 EST ETEINTE ET L4 ALLUMEE - calibre 10 Vcc - 7 à 8 Vcc environ. Cette mesure vous permet de vérifier la tension entre la masse et le collecteur du transistor T11, quand il est conducteur.

e) ENTRE LE POINT 46 (-) ET LE POINT 59 DU CIRCUIT IMPRIME, LORSQUE LA LAMPE L3 EST ETEINTE ET L4 ALLUMEE - calibre 1 Vcc - 0,04 à 0,14 Vcc environ. Cette mesure vous permet de vérifier la tension entre le collecteur et l'émetteur du transistor T11, quand il est conducteur.

f) ENTRE LA MASSE (-) ET LE POINT 46 (+) DU CIRCUIT IMPRIME, LORSQUE LA LAMPE L3 EST ALLUMEE ET L4 ETEINTE - calibre 1 Vcc - 0,02 à 0,1 Vcc environ. Cette mesure vous permet de vérifier la tension entre la masse et le collecteur du transistor T11, quand il est bloqué.

g) ENTRE LE POINT 46 (-) ET LE POINT 59 (+) DU CIRCUIT IMPRIME, LORSQUE LA LAMPE L3 EST ALLUMEE ET L4 ETEINTE - calibre 10 Vcc - 7 à 8 Vcc environ. Cette mesure vous permet de vérifier la tension entre le collecteur et l'émetteur du transistor T11 quand il est bloqué.

h) ENTRE LA MASSE (-) ET LE POINT 51 (+) DU CIRCUIT IMPRIME, LORSQUE LA LAMPE L3 EST ALLUMEE ET L4 ETEINTE - calibre 10 Vcc - 7 à 8 Vcc environ. Cette mesure vous permet de vérifier la tension entre la masse et le collecteur du transistor T10, quand il est conducteur.

i) ENTRE LE POINT 51 (-) ET LE POINT 64 (+) DU CIRCUIT IMPRIME, LORSQUE LA LAMPE L3 EST ALLUMEE ET L4 ETEINTE - calibre 1 Vcc - 0,04 à 0,14 Vcc environ. Cette mesure vous permet de vérifier la tension entre le collecteur et l'émetteur du T10, quand il est conducteur.

Des différences de 15 à 20% sur le résultat de vos mesures sont acceptables.

Ce contrôle est terminé. Vous allez maintenant transformer le multivibrateur bistable en un multivibrateur monostable.

IV - REALISATION DU MULTIVIBRATEUR MONOSTABLE

Pour réaliser le multivibrateur monostable, étudié au cours de cette leçon, il suffit de remplacer sur votre circuit imprimé, sans le démonter du châssis A, la résistance R33 de $2,7\text{ k}\Omega$ par le condensateur C22 de $250\text{ }\mu\text{F}$ et de retirer la borne A, en suivant les instructions ci-après.

METTEZ le levier de l'interrupteur sur la position ARRET.

Votre montage n'étant plus sous tension, DESSOUEDEZ la résistance R33 de $2,7\text{ k}\Omega$ des trous 52 et 58 du circuit imprimé.

DESSOUEDEZ la borne A du trou 57 et CABLEZ le condensateur C22 de $250\text{ }\mu\text{F} - 12\text{ V}$ entre les trous 52 et 57 du circuit imprimé, après avoir orienté la borne positive vers le trou 57.

Ces opérations terminées, METTEZ votre montage sous tension (en plaçant le levier de l'interrupteur sur la position MARCHE).

A l'état stable la lampe L3 est allumée et la lampe L4 est éteinte.

Pour faire basculer votre multivibrateur monostable dans l'état instable, TOUCHEZ pendant un très bref instant la borne B du circuit imprimé avec l'extrémité libre du fil souple bleu. Vous envoyez ainsi une impulsion positive sur la base du transistor T10 qui se bloque. Aussitôt, la lampe L3 s'éteint et la lampe L4 s'allume, le transistor T10 étant alors bloqué et T11 conducteur.

Après avoir envoyé l'impulsion sur la base de T10, le montage revient de lui-même à l'état stable : la lampe L3 s'allume et L4 s'éteint.

Pour faire basculer de nouveau le montage dans l'état instable, il suffit d'envoyer une nouvelle impulsion positive sur la base de T10, en effectuant la même opération que celle décrite précédemment ; c'est-à-dire en mettant l'extrémité libre du fil souple bleu en contact avec la borne B, pendant un très bref instant.

Pour transformer ce multivibrateur monostable en un multivibrateur astable, il suffirait de remplacer la résistance R35 de $2,7\text{ k}\Omega$ par un condensateur de $250\text{ }\mu\text{F}$, après avoir dessoudé la borne B et le fil souple bleu du circuit imprimé.

Au cours de la prochaine leçon, vous commencerez le montage du transistormètre.
