

IV. les alimentations de laboratoire

APRÈS avoir passé en revue les éléments essentiels que tout laboratoire si modeste soit-il, se doit de posséder, nous entrons dans la phase de description d'appareils de mesure propres à remplir des fonctions particulières.

Chaque essai de montage, chaque mesure doivent pouvoir être effectués sans que l'on soit amené à douter de la qualité des appareils de mesure utilisés pour ces opérations. Ces qualités, qui sont la stabilité, la précision et surtout l'aptitude à fonctionner longtemps sans défaillances (fiabilité), ne peuvent être atteintes qu'au prix d'une attention toute particulière dans le « design », c'est-à-dire dans l'élaboration du principe de fonctionnement et le choix des composants ainsi que dans le soin apporté dans la réalisation.

Il est certain qu'un matériel de mesure professionnel, de marque connue, répondra à ces exigences, mais son prix, souvent exorbitant, en considération de modestes moyens, ne le met pas à la portée de l'amateur.

Quelques réalisations commerciales sont offertes à des prix plus abordables : leurs performances, souvent excellentes, ne sont pas toujours, hélas, tenues dans le temps. Il faut bien reconnaître que le prix est, faute de mieux, le seul critère de choix qui garantisse l'amateur contre d'éventuelles défaillances d'un matériel qu'il connaît mal.

Les composants de qualité sont onéreux et le coût d'une mise au point longue et minutieuse est loin d'être négligeable, de sorte que le prix d'un appareil de mesure sérieux, capable d'assurer un ser-

vice sûr et prolongé, mais avec une très faible diffusion commerciale, restera élevé. On considérera donc comme techniquement suspecte toute proposition commercialement séduisante par un prix un peu trop au dessous de la moyenne.

Si l'on souhaite posséder un « parc » d'appareils de mesure suffisamment important pour rendre les travaux attrayants, sans trop délier sa bourse, il reste la solution d'acheter des appareils en kit et de les construire ou d'entreprendre la réalisation d'appareils tels que ceux que nous proposerons, ce qui présente en outre l'avantage de les mieux connaître et de rendre facile toute intervention de dépannage.

Faire des économies est un souci permanent qui n'est pas seulement le fait de l'électronicien amateur, mais peut-être ce dernier est-il parmi les plus exposés au gaspillage de matériel..

C'est pourquoi nous ne saurions trop insister sur le fait qu'en dépit de l'attrait que présente la construction individuelle pour meubler ses loisirs, il s'agit de savoir si l'on est capable de réaliser le montage et si l'on possède la compétence et les moyens pour mener à bien une mise au point dont on parle si peu dans certaines descriptions de la presse spécialisée.

Nous nous en voudrions d'effrayer inutilement nos lecteurs, mais on ne devrait jamais entreprendre la réalisation d'un appareil sans posséder le minimum de connaissances théoriques qui font que l'on en comprendra au moins le principe de fonctionnement.

Enfin, il serait très hasardeux de se lancer dans la réalisation d'un

montage de mesure si l'on a que très peu ou pas du tout manié un fer à souder : certains détails du câblage sont tels que ce serait une grave erreur que de les assimiler à la simple extrapolation d'une installation de plomberie!

De plus — d'aucuns pourront s'en étonner — nous n'aborderons pas la description d'appareils « compliqués » dans cette série d'articles, pour ne pas mener le lecteur dans des voies laborieuses qui ne lui permettraient pas d'aboutir avec de bonnes chances de succès à des performances acceptables.

Nos descriptions d'appareils resteront donc simples, aussi claires et détaillées que possible afin de les rendre attrayantes et réalisables par un nombre raisonnable d'amateurs déjà entraînés dans la construction de montages électroniques.

La plupart de nos montages sont inédits mais leur principe en est connu et les solutions que nous présentons ont été techniquement éprouvées. Beaucoup ont des performances tout à fait comparables à celles d'appareils commerciaux sérieux. D'autres, plus simples, et plus faciles à construire rendront d'estimés services dans les cas fréquents où la mise en œuvre d'appareils « sophistiqués » n'est pas indispensable.

Chaque fois que cela sera nécessaire, nous donnerons les explications de fonctionnement et d'utilisation qui ne se situeront pas uniquement au niveau des balbutiements mais n'étoufferont pas le lecteur d'une théorie trop laborieuse ou inadéquate.

Nous commencerons nos descriptions par celles des alimenta-

tions continues, ces indispensables auxiliaires du laboratoire relativement faciles à réaliser. On trouvera plusieurs versions de ces appareils qui pourront s'adapter à la plupart des besoins de l'amateur. Chacun pourra trouver la ou les solutions qui lui conviennent, sans oublier que la « flexibilité » des appareils proposés va dans le sens d'une éventualité de transformation pour les rendre aptes à remplir une fonction particulière.

LES ALIMENTATIONS A PILES

Simple à réaliser, les alimentations à piles représentent certainement la solution idéale lorsque la consommation reste faible (quelques watts) avec des tensions 15 à 20 V au maximum, ce qui est le cas le plus fréquent des maquettes d'essai qui ne sont jamais très complexes au niveau du montage sur table.

L'aspect positif offert par ces alimentations peut être résumé de la façon suivante :

- absence totale de ronflements, d'inductions en provenance du secteur,
- faible bruit résiduel, absence d'oscillations parasites,
- absence d'échauffement,
- isolation électrique très bonne (montage flottant),
- faible encombrement, facilité de mise en œuvre (pas de fil secteur),
- stabilité de la tension (avec des piles en bon état),
- meilleure simulation de l'alimentation réelle (pour les montages destinés à être alimentés sur piles).

MODELE	DIMENSIONS HORS-TOUIT	DEBIT MOYEN EN REGIME QUASI-PERMANENT (DUREE 12h)	DEBIT MAXIMAL COURTE DUREE	CRETES DE COURANT TRES COURTE DUREE
R6	14 x 50 mm	30 mA	50 mA	100 mA
R14	26 x 49 mm	100 mA	200 mA	400 mA
R20	33 x 61 mm	200 mA	500 mA	1 A

Fig. 1. — Tableau d'utilisation des éléments de piles carbone-zinc.

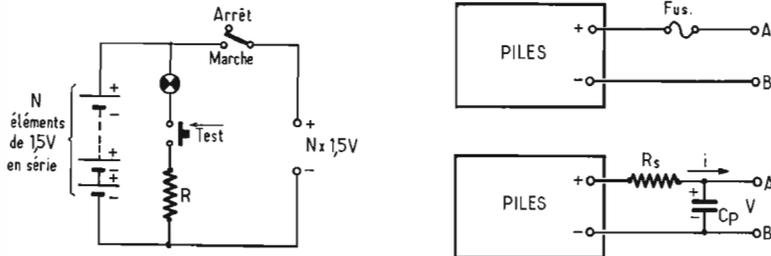


Fig. 2. — Schéma d'une alimentation à piles.

— faible coût à la construction.
Par contre, les inconvénients sont les suivants :

- difficulté d'obtenir des courants importants,
- tension et résistance interne variables avec l'usure des piles,
- prix des recharges important pour une utilisation intensive,
- difficultés de régler la tension, de limiter le courant maximal et de connaître avec précision l'état d'usure des piles.

On peut conclure cette analyse en insistant sur les avantages non négligeables que présentent les alimentations à piles, avec les restrictions d'utilisation citées, pour les montages simples qui servent à l'amateur débutant à se familiariser avec l'électronique.

Nous avons groupé sur le tableau de la figure 1 les principales caractéristiques d'utilisation des éléments de piles carbone-zinc les plus répandus. Ces valeurs ne proviennent pas des recommandations des constructeurs, mais correspondent à l'expérience de l'auteur avec des éléments étanches à forte teneur en dépolarisant (types Wonder Top ou Superdynor, Mazda Plus, Leclanché Grande Puissance, Hellekens Motor, etc.).

La durée de fonctionnement sera assurée pendant 12 heures au maximum avec des éléments neufs de fabrication récente à des températures inférieures à 25 °C et en respectant les spécifications de débit indiquées dans le tableau.

Tenant compte de ces indications, chacun pourra se constituer

une ou plusieurs alimentations conçues suivant le schéma de la figure 2.

Les sorties se feront sur des bornes aux polarités très visiblement repérées (couleur, marquage). Un interrupteur sera monté en série avec l'une des bornes de sortie, pour éviter d'avoir à débrancher les fils de l'alimentation à chaque intervention sur le montage, ni, bien sûr, d'intervenir sur une maquette sous tension, ce qui risquerait d'être fatal aux semi-conducteurs.

Pour être renseigné sur l'état des piles, il est recommandé de monter un voyant équipé d'une lampe de tension adéquate, éventuellement en série avec une résistance pour limiter le courant. L'ensemble sera disposé aux bornes de l'alimentation en série avec un interrupteur à poussoir.

Lorsqu'on appuie sur le poussoir la lampe doit s'allumer et son éclat ne doit pas faiblir si l'on branche une charge traversée par le courant nominal. Dans le cas contraire, il convient de changer les piles. Ce procédé, un peu grossier, remplace un voltmètre qui sera plus utile pour faire d'autres mesures sur le montage d'essai.

Afin d'illustrer notre propos, nous avons représenté sur la figure 3 un exemple de réalisation d'une alimentation d'un peu plus de 6 W (13,5 V avec 0,5 A) équipée de 9 éléments R 20 dans un coffret TAKO en matière plastique. Des cales en bois assurent le

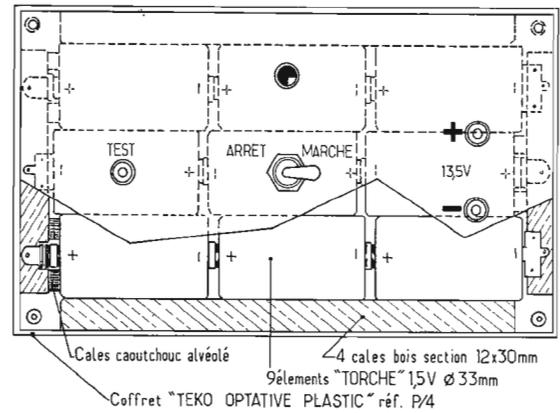


Fig. 3. — Exemple de réalisation d'une alimentation à piles.

Fig. 4. — Protection d'une alimentation à piles contre un excès de débit.

maintien des éléments au fond du coffret, empilés par 3 groupes de 3 en série.

Chacun de ces groupes est maintenu en place au moyen d'une cale élastique en néoprène alvéolé (ou tout autre matériau isolant très élastique).

Les sorties sont assurées aux extrémités par de petites pièces en laiton mises en forme pour assurer un contact de bonne qualité (bossage martelé pour la borne -, lame encastrée, pliée en forme de V pour la borne +).

Tous les éléments sont branchés en série et les fils sont réunis aux bornes de sortie à travers l'interrupteur de fonctionnement. La lampe de test est de 12 V, 50 mA avec 33 Ω et un poussoir en série.

Une plaque de bakélite ou de fort carton est disposée au dessus des éléments pour isoler ceux-ci des accessoires montés sur le panneau.

Avec un débit plus faible que le nominal, cette alimentation, toujours disponible, assurera un service d'une durée qui étonnera l'utilisateur.

LA PROTECTION DES ALIMENTATIONS A PILES

Pour obtenir d'une alimentation à piles un débit régulier et une tension stable, il convient d'éviter les intensités élevées, et, à fortiori, les courts-circuits francs.

Comme ces « accidents » occasionnels sont imprévisibles et

résultent le plus souvent d'une erreur de manipulation, il est indispensable de protéger la source contre les conséquences d'une éventuelle maladresse.

La protection électronique serait, certes, la plus efficace, mais elle entraîne une complication relative qui n'est pas justifiée sur une alimentation très simple, aussi, proposerons-nous des solutions en harmonie avec cette simplicité (voir Fig. 4).

La protection la plus banale consiste à monter en série avec l'une des branches de l'alimentation, un fusible bien calibré dont l'intensité de coupure (rapide) correspond à la crête de courant admissible pour une très courte durée. Ce fusible pourra être incorporé au boîtier de l'alimentation. Sa résistance très faible le rend apte à jouer son office quasi instantanément dès l'apparition d'un court-circuit.

Cette solution serait sans doute parfaite si elle ne tendait à devenir ruineuse puisqu'il est nécessaire de changer le fusible après chaque surintensité. Les fusibles tubulaires sous verre qui, seuls, peuvent convenir, sont en effet assez onéreux de sorte que l'on pourrait se demander s'il n'est pas plus économique de maltraiter les piles en supprimant purement et simplement le fusible...

Une méthode plus souple est mise en œuvre avec une résistance série R_s . Afin de conserver à l'alimentation une résistance dynamique faible, on disposera en parallèle sur les bornes A et B un

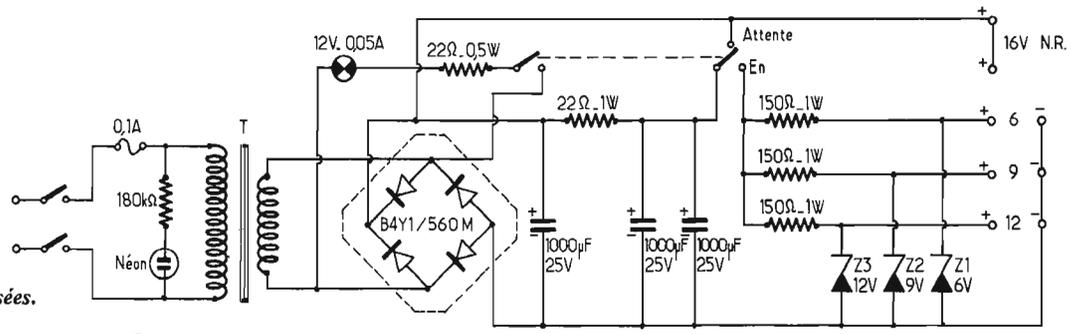


Fig. 5. - Source de tensions stabilisées.

A. Schéma :

Z₁ = BZX85 - C₆ V₂ (6 V)

Z₂ = BZX85 - C₉ V₁ (9 V)

Z₃ = BZX85 C₁₂ (12 V)

T : Dynatra 12 V/1 A (12 VA) sur circuit 50 X 60 (épaisseur 21) fixation par étrier.

Z1 : BZX85. C6 V2 (6V)

Z2 : BZX85. C9 V1 (9V)

Z3 : BZX85 C12 (12V)

T : DYNATRA 12V 1A (12VA) sur circuit 50x60 (épaisseur 21), fixation par étrier.

condensateur Cp de valeur adéquate. On réalisera ainsi un filtre coupe-bas dont les caractéristiques doivent correspondre à l'utilisation envisagée.

La présence de Rs apporte une diminution de la tension V aux bornes du circuit en essai. Nous proposons la méthode de détermination suivante : soient E la force électro-motrice des piles et i_{max} le courant d'utilisation maximal; on aura (loi d'Ohm) :

$$V = E - R_s \times i_{\max}$$

On limitera le terme $R_s \times i_{\max}$ à environ 10 % de E, de sorte que la tension V ne sera pas inférieure à 90 % de la f.e.m. disponible. D'où :

$$R_s \approx \frac{E}{10 \times i_{\max}}$$

Si, par exemple, E = 9 V et i_{max} = 10 mA, on aura Rs = 90 Ω (que l'on arrondira à 100 Ω). Le courant, en cas de court-circuit sera alors limité à 90 mA. La résistance aura une puissance de 1 W de façon à tenir la dissipation entraînée par le courant de court-circuit (0,9 W).

La détermination de Cp sera fonction de la fréquence la plus basse à laquelle le montage d'essai est supposé devoir fonctionner. Dans ce cas, la réactance du condensateur ne devra pas excéder le dixième de la valeur de la résistance Rs, ce qui donne les formules pratiques suivantes :

Cp (microfarads) =

$$\frac{1,6 \times 10^6}{R_s \text{ (ohms)} \times F_{\min} \text{ hertz}} = \frac{1,6}{R_s \text{ (ohms)} \times F_{\min} \text{ (Megahertz)}}$$

C'est ainsi que l'on obtiendrait, avec l'exemple cité plus haut

Rs = 100 Ω et Cp = 1 500 µF pour un amplificateur BF passant 10 Hz

Cp = 1,5 nF pour un amplificateur FI à 10,7 MHz.

On peut prévoir un certain nombre de dispositifs RC commutables sur une alimentation unique susceptible de convenir à des montages de configurations différentes, ou choisir une solution moyenne pouvant satisfaire la majorité des cas (par exemple, 100 Ω en série et 2 000 µF + 2 nF en parallèle sur la sortie).

La variation de la tension de sortie par commutation des éléments n'est pas recommandée car

elle aboutirait à une usure non homogène de ceux-ci.

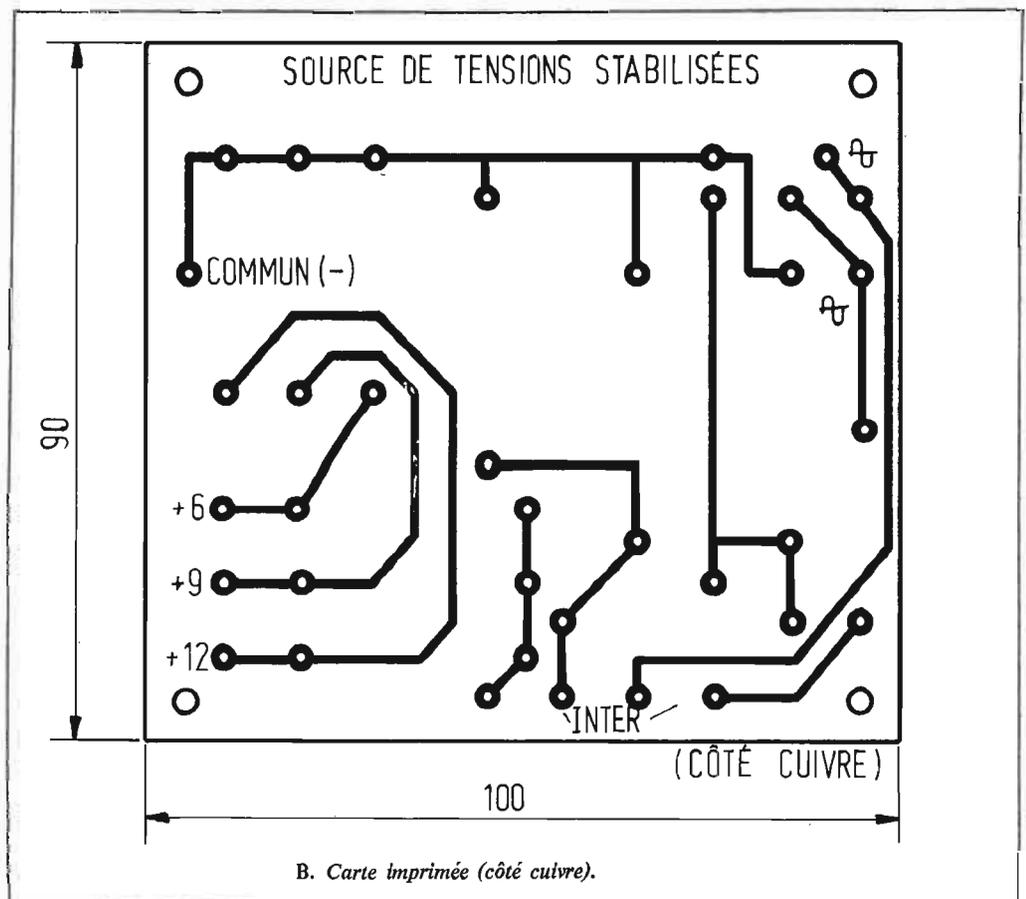
La mise en parallèle de plusieurs éléments pour obtenir une intensité accrue peut être dangereuse dans la mesure où les éléments ne sont pas rigoureusement identiques (ce qui est souvent le cas) car les courants d'équilibre qui circulent inévitablement, entraînent une usure supplémentaire.

Ces alimentations sont donc réservées aux montages à tension fixe et à intensité maximale correspondant à celle d'un élément.

LES ALIMENTATIONS SECTEUR GÉNÉRALITÉS

En dépit des avantages que présentent les dispositifs à piles, les expérimentateurs préfèrent généralement disposer d'une alimentation secteur.

Dans ce cas, en effet, il devient possible de faire varier la tension continue dans des proportions importantes et, puisque le rendement n'est pas un paramètre critique, on peut dépenser de l'énergie en stabilisation de tension et en



B. Carte imprimée (côté cuivre).

limitation d'intensité. De surcroît, les puissances mises en jeu pourront être importantes.

Nous proposons un certain nombre de montages couvrant les besoins les plus courants.

On notera les points communs à tous ces montages :

- utilisation d'un transformateur largement dimensionné (faible flux de fuite),

- protection des composants « nobles » contre les courts-circuits francs par un dispositif de limitation de l'intensité continue et par fusible au primaire du transformateur d'alimentation,

- double circuit d'interrupteurs : au primaire pour la mise en route, au secondaire pour l'utilisation (ce qui est très utile pour intervenir sur un montage d'essai sans retirer les fils d'alimentation),

- voyants de contrôle (secteur et utilisation).

SOURCES DE TENSIONS STABILISÉES

Cet appareil est prévu pour assurer l'alimentation d'un ou plusieurs montages d'essai à partir de tensions stabilisées par des diodes Zener.

Le schéma de la figure 5/A permet de comprendre le principe de fonctionnement très simple de ce dispositif.

Le transformateur fournit, au secondaire, une tension efficace de 12 V avec la possibilité d'un débit de 1 A. Un redresseur en pont de type moulé permet d'obtenir, avec un condensateur de 1000 μF à l'entrée du filtre, une tension continue d'environ 16 V. Une cellule de filtrage RC de 22 Ω / 2000 μF rend la tension parfaitement continue.

Le voyant « utilisation » est branché en parallèle sur la secondaire du transformateur, de sorte que le courant qui le traverse ne perturbe pas les tensions de sortie. Il est mis en fonctionnement par un circuit séparé de l'interrupteur double « attente/en ».

Lorsque cet interrupteur est sur la position « en », la tension continue filtrée est envoyée vers les trois diodes Zener, respectivement de 6,9 et 12 V à travers les résistances de limitation de courant (150 Ω).

On peut utiliser les tensions stabilisées disponibles aux bornes des diodes Zener, de façon indépendante, avec les caractéristiques suivantes :

- + 6 V avec 30 mA max.
- + 9 V avec 20 mA max.
- + 12 V avec 15 mA max.

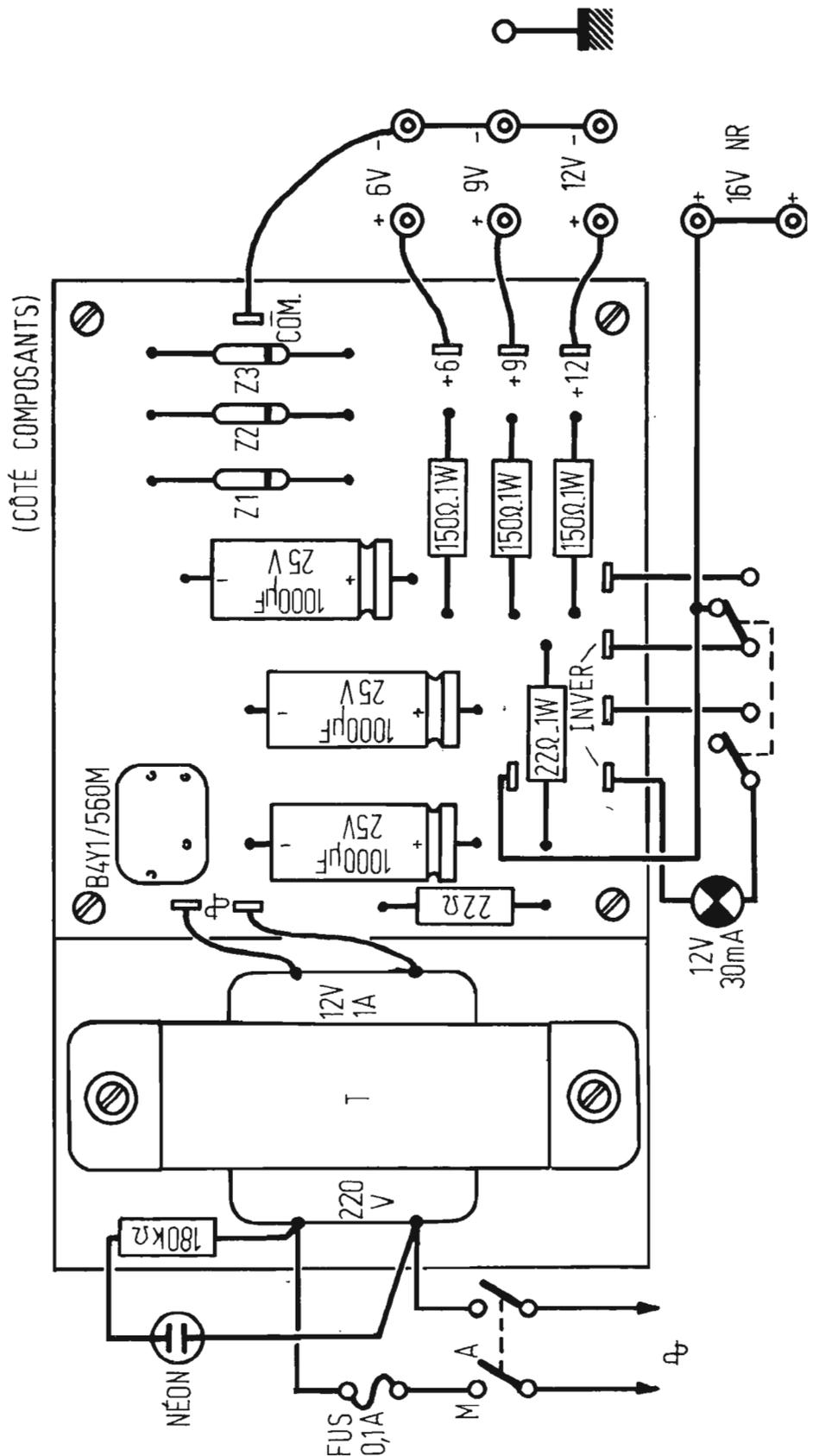


Fig. 6. - Réalisation de la Source de tensions stabilisées.
A. Plan de câblage.

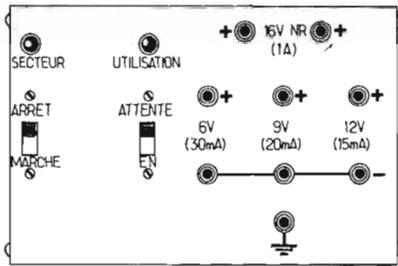


Fig. 6 B. Montage en coffret « TEKO » 333.

V_s	V_e	V_z	R_z
4,5 v	11 v	5 v	120 Ω
6 v	12,5 v	6,5 v	150 Ω
7,5 v	14 v	8 v	180 Ω
9 v	15,5 v	9,5 v	220 Ω
12 v	18,5 v	12,5 v	270 Ω
15 v	21,5 v	15,5 v	330 Ω

Fig. 7. — Régulateur 100 mA à transistor.

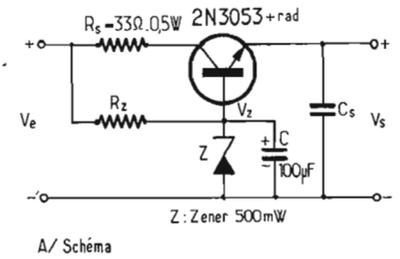


Fig. 7 - A. schéma.

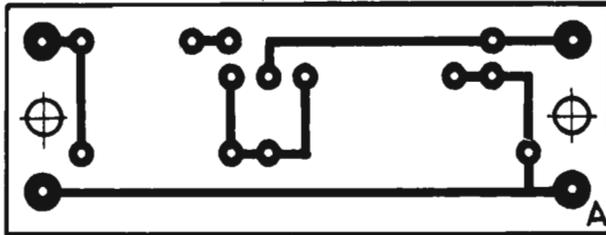


Fig. 7 - B. carte imprimée (côté cuivre et côté composants).

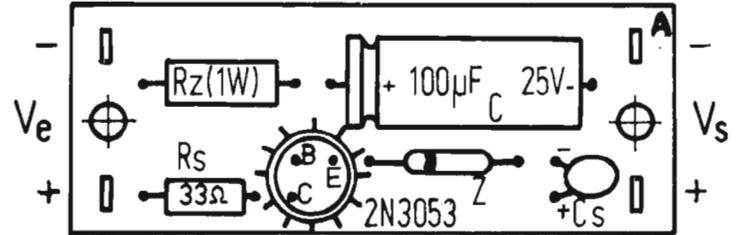


Fig. 7 C

La borne négative est commune à ces trois sources.

En utilisant l'une des bornes positives comme point commun (réf. 0 V), il devient possible d'obtenir des tensions telles que :

+/- 6 V (zéro sur + 6, sorties sur - et + 12)

+/- 3 V (zéro sur + 9, sorties sur + 6 et + 12), etc.

La tension non régulée 16 V NR est disponible pour alimenter un circuit à plus forte consommation : en position « en » on pourra débiter 0,1 A avec un filtrage excellent; sur la position « attente », les tensions stabilisées ne sont plus disponibles mais le débit de la source non régulée pourra atteindre 1 A (on notera que sur cette position, la résistance de 22 Ω est court-circuitée, de sorte que la valeur de la capacité en parallèle sur la tension redressée devient 3 000 μ F).

En cas de court-circuit sur l'une des sorties stabilisées, le débit le plus élevé atteindra 0,1 A, ce qui entraînera un échauffement de la résistance série. Si le court-circuit se produit sur la sortie 16 V NR, le fusible au primaire coupera l'alimentation.

On trouvera sur la figure 5/B le dessin de la carte imprimée qui supporte tous les composants, à l'exception du transformateur.

La figure 6 montre la disposition des composants sur la carte ainsi que les interconnexions et la présentation d'ensemble en coffret métallique.

Aucune mise au point n'est requise. Les sorties flottantes conviennent pour une alimentation de polarité quelconque. Cette

source de tensions peut également servir de référence pour l'étalonnage ou le pilotage d'autres appareils.

LA RÉGULATION DE TENSION A TRANSISTOR

Les diodes zener du montage précédent ne peuvent supporter des courants élevés sans un échauffement incompatible avec leur structure. Les courants d'utilisation en régime stabilisé ne pourront donc pas être importants, ce qui limite l'emploi de la source à l'alimentation de deux ou trois étages à faible puissance.

Une intensité d'utilisation plus forte sera obtenue par un dispositif à transistor tel que celui de la figure 7/A.

Le transistor NPN est monté en série avec la ligne positive. Sa tension base est fixée par une diode zener de valeur appropriée. Cette même tension sera présente en sortie avec un décalage de 0,5 V environ : la tension d'émetteur suit les variations de la tension base, qui est ici stabilisée, de sorte que la tension de sortie se retrouve stabilisée également avec un courant de sortie égal au produit du courant base par le gain β du transistor (valeur extrême).

Le tableau indique les valeurs de tension d'entrée, de Zener et la résistance R_z en fonction des valeurs de tension de sortie.

Le condensateur C en parallèle sur la diode Zener diminue très fortement la résistance dynamique

de cette dernière et élimine tout ronflement indésirable en sortie (filtrage électronique).

Si la différence de tension entre l'émetteur et le collecteur du transistor reste égale ou inférieure à 6 V, on pourra obtenir une centaine de milliampères avec un 2N3053 équipé d'un petit radiateur.

Le rôle de la résistance R_s de 33 Ω est de protéger le transistor d'une destruction quasi inévitable en cas de court-circuit en sortie. Si la tension d'entrée V_e est de 21,5 V, par exemple, le débit de court-circuit sera voisin de 0,6 A, la dissipation du transistor sera voisine de 1 W (valeurs admissibles par le 2N3053). La résistance de 0,5 W, ne pouvant supporter longtemps la puissance de 12 W (qui correspond à ce cas) sera détruite au bout de quelques secondes. C'est là une utilisation peu courante d'une résistance en... fusible. Le coût d'une résistance de 0,5 W ou 1 W, 10 %, est inférieur à celui d'un fusible calibré en tube sous verre. Pour « temporiser » un peu plus la destruction on pourra utiliser une résistance de 1 W.

Le condensateur C_s de 1 à 5 μ F au tantale diminue la résistance dynamique apparente de la source. Sa présence est souhaitable si les fils d'alimentation sont très longs; dans le cas contraire elle n'est pas indispensable.

Le circuit imprimé du régulateur 100 mA à transistor, représenté sur la figure 7/B est très simple. Une plaquette de 30 x 80 mm suffit pour loger tous les composants. Les deux trous servent à la

fixation de la plaquette au moyen de 2 entretoises de 5 mm de long.

Ce petit dispositif qui peut être incorporé à un montage d'essai est très utile pour obtenir une bonne régulation à puissance moyenne, susceptible de convenir à des montages comportant cinq ou six transistors. On pourra le brancher à la sortie non régulée de la source stabilisée de la figure 5 pour obtenir 9 V, 0,1 A, ou pour abaisser la tension d'une alimentation à piles, ou la tension de bord d'une automobile pour alimenter une minicassette etc.

ALIMENTATION STABILISÉE DE TENSION POSITIVE A CIRCUIT INTÉGRÉ

Nous entrons là dans les matériels classiques où les régulateurs sont constitués par un transistor de puissance (ballast) commandé en courant par un amplificateur d'erreur qui compare la différence entre une fraction de la tension d'utilisation et une référence stable, constituant ainsi un asservissement de tension.

Le développement de la microélectronique a permis la réalisation de circuits régulateurs monolithiques très compacts. Lorsque la puissance requise est élevée, on augmente les dimensions du circuit correspondant ou on utilise un amplificateur de courant extérieur à forte dissipation, commandé par le circuit intégré.

Les lecteurs intéressés trouveront auprès des constructeurs de semi-conducteurs ou dans les arti-

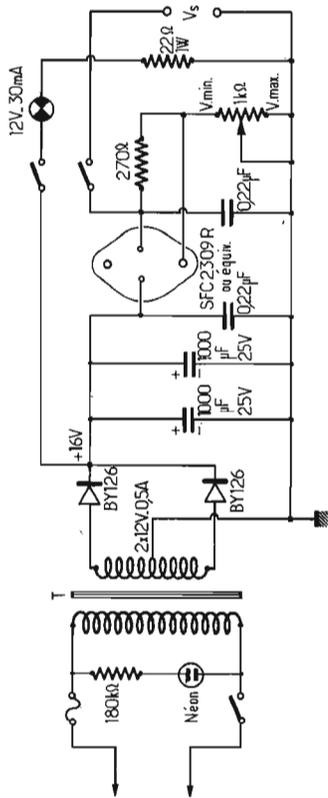


Fig. 8. — Alimentation stabilisée et protégée à circuit intégré 5 à 10 V (1 A).

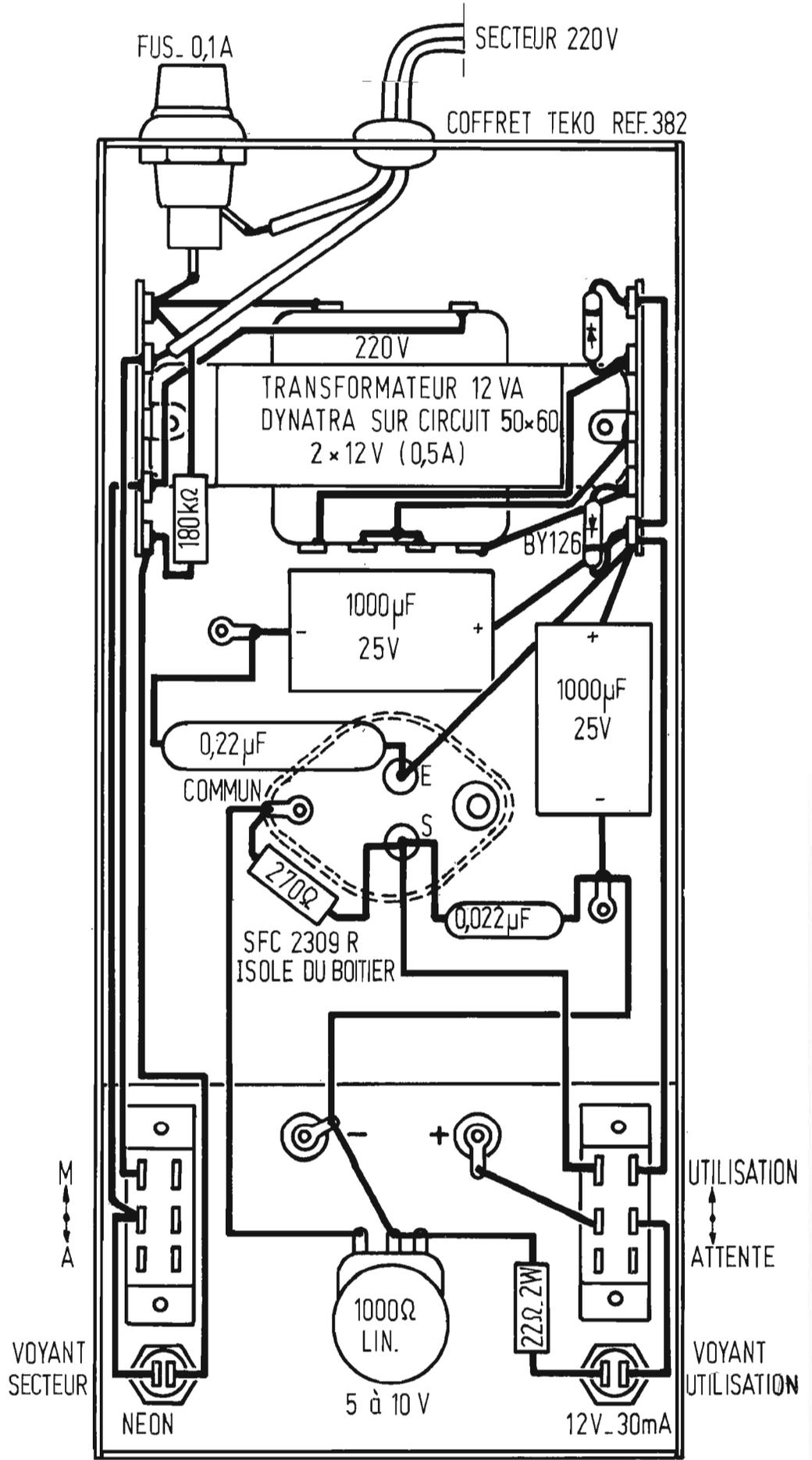


Fig. 9. — Alimentation 5 à 10 V à circuit intégré — plan de réalisation.

cles publiés dans les revues spécialisées tous les détails d'application de ces circuits intégrés.

L'exemple d'utilisation que nous proposons sur le montage de la figure 8 fait appel à un circuit assez connu : SFC 2309R de Sescosem (il existe des équivalents chez les autres constructeurs), monté dans un boîtier T03. Ce circuit est prévu pour la stabilisation à + 5 V de la tension d'alimentation de circuits logiques. En modifiant un peu le montage suivant les recommandations du constructeur, on peut obtenir une variation continue de 5 à 10 V avec un débit maximal de 1 A.

La protection contre un excès de courant ou une élévation de température prohibitive est assurée par le circuit intégré lui-même. Ce dernier se présente comme un tripole : une entrée, une sortie et un point commun.

Si, au lieu de réunir le point commun à la masse (sortie 5 V), on le porte à une tension ajustable (potentiomètre de 1 000 Ω), on obtiendra une variation de la tension de sortie jusqu'à plus de 10 V dans le cas présenté sur la figure. En augmentant la tension d'entrée, on pourrait élargir encore cette variation mais on serait obligé de diminuer le courant maximal aux tensions les plus faibles, sous peine de dépasser la dissipation maximale autorisée par le circuit intégré.

On peut étendre cette dernière observation à tous les régulateurs intégrés en remarquant que les trop grandes variations de tension à courant constant ne sont pas toujours compatibles avec les possibilités de dissipation des circuits monolithiques, ce qui limite quelque peu les applications de ces circuits à des cas bien précis.

Avec un ballast extérieur, nous avons indiqué que l'on pourrait étendre les possibilités d'emploi de ces dispositifs. Toutefois, la destruction accidentelle du ballast risque d'entraîner également celle du circuit intégré si celui-ci n'a pas de système de protection incorporé.

La présence des condensateurs de 0,22 μF et 0,022 μF est justifiée par le maintien de la stabilité du montage.

On trouvera sur la figure 9 le plan de réalisation (vue de dessus) de cette alimentation dans un coffret de référence connue (la face avant est rabattue de 90° pour la clarté du dessin).

Le câblage est très simple et n'appelle aucun commentaire. On notera l'installation du circuit intégré sur la plaque de fond du coffret (sorties par le haut par les ouvertures). La semelle du boîtier T03 sera isolée de la masse par les accessoires habituels (plaque de mica découpée, canons isolants).

Une version simplifiée de cette alimentation (pour des circuits logiques, par exemple) pourra être obtenue avec une sortie de 5 V (1 A), en supprimant le potentiomètre de réglage, la résistance de 270 Ω , et en fixant la semelle du circuit sur le boîtier (masse) sans l'interposition d'isolant. Il est souhaitable, dans ce cas, d'utiliser un transformateur de 2 \times 6 V (1 A) au secondaire (même encombrement que précédemment) afin de limiter la dissipation du circuit.

ALIMENTATION STABILISÉE 5 à 15 V A SEUILS D'INTENSITÉ

Le prix élevé des circuits régulateurs intégrés, la fragilité de certains d'entre eux, la limitation d'emploi à des courants faibles et moyens et à des puissances réduites lorsqu'ils sont employés seuls, nous ont incité à penser qu'il restait encore de beaux jours pour les alimentations régulées à transistors, de facture plus classique, pour les appareils de laboratoire.

C'est ainsi que nous avons étudié et mis au point le circuit de la figure 10.

La tension continue non régulée est fournie par un redressement à double alternance (2 \times 15 V eff.). On obtient une tension de 20 V aux bornes du condensateur C_1 .

Le transistor ballast T_4 (2N3055) est très largement dimensionné pour accepter le courant avec la tension de sortie minimale. Il est commandé en courant par T_3 (2N3053, 2N1711 sur radiateur ou équivalent).

Un dispositif différentiel composé de T_1 et T_2 (2N2222) compare la tension de référence, ajustée par P_1 sur la base de T_1 à partir d'une tension Zener, avec une fraction de la tension de sortie provenant du pont $R_5/P_3/R_6$ envoyée sur la base de T_2 .

Ce système est bien connu, le couplage entre T_1 et T_2 se fait par la résistance commune d'émetteurs. La différence de tension

entre les deux bases détermine le courant collecteur de T_2 . La tension correspondante est appliquée sur la base de T_3 qui, à son tour, commande le courant du ballast dans un sens tel que les variations de tension de sortie tendent à s'annuler.

On notera la présence du condensateur C_2 de 100 μF qui filtre les ondulations risquant d'apparaître sur la base de T_3 aux forts débits. Le condensateur C_3 est destiné à assurer la stabilité de la boucle d'asservissement en tension.

Pour rendre cette alimentation inoffensive pour les composants des montages en essai et la protéger contre les effets d'un court-circuit franc, nous avons prévu un système de limitation d'intensité comprenant les résistances R_7 , R_8 , le potentiomètre P_2 et le transistor T_5 .

Lorsque le courant du ballast augmente, la tension croît aux bornes de P_2 . Si le commutateur est sur la position 10 mA, avec ce courant, la tension atteint 1 V. On peut régler le curseur de P_2 de façon à débloquer le transistor T_5 (0,6 V sur sa base) qui se met à conduire, ce qui a pour effet de bloquer l'ensemble T_3/T_4 . Le débit maximal du ballast se trouvera ainsi limité à 10 mA. En fait, il convient de tenir compte du courant dans le pont $R_5/P_3/R_6$, situé en aval du limiteur et qui varie de 2,5 mA à 7,5 mA pour en déduire le courant dans la charge qui sera, au maximum de tension, de 2,5 mA.

Sur les positions 0,1 A et 1 A du commutateur, on met en parallèle sur P_2 des résistances dont la valeur respective est 11 Ω et 1 Ω , de sorte que la tension de seuil de 1 V apparaîtra pour des courants de ballast 10 fois et 100 fois supérieurs à ce qu'ils étaient sur la position 10 mA. Dans ces deux derniers cas, l'influence du courant du pont devient tout à fait négligeable et le courant dans le ballast correspond au courant dans la charge.

On remarquera que les sorties de cette alimentation sont flottantes et que, suivant le branchement de la borne de masse, on pourra assurer une alimentation positive ou négative.

La configuration de la carte imprimée du stabilisateur qui supporte tous les composants, sauf le ballast et les résistances de limitation d'intensité, a été conçue de

façon à pouvoir être utilisée dans d'autres cas qui ne sont pas seulement ceux que nous avons décrits. C'est ainsi que le potentiomètre P_3 peut être installé sur la carte (cas d'une tension ajustée à une valeur fixe) ou monté à l'extérieur de celle-ci. De même le réglage de la limitation de courant peut s'opérer de façon continue par un potentiomètre extérieur au lieu des valeurs fixes que nous avons définies sur le montage de la figure 10.

La figure 11 représente le dessin du circuit sur une trame de 5 \times 5 mm ainsi que la disposition des composants. Bien que les dimensions de cette carte soient relativement modestes, tous les composants y sont convenablement répartis et ne procurent aucune difficulté au montage et en cours de fonctionnement.

Les trous de 3,2 mm servent à la fixation du circuit. Ceux de 4 mm permettent le réglage des ajustables P_1 et P_2 (et éventuellement P_3) par le côté cuivre du circuit.

La figure 12 montre l'installation de l'alimentation dans un coffret de mêmes dimensions que celui du régulateur 5 à 10 V à circuit intégré. La carte imprimée est fixée verticalement au moyen de 2 équerres de 10 \times 10 mm.

Le transistor ballast est fixé (isolé) sur le fond du coffret métallique. On disposera un capot de protection isolant sous le coffret afin de prévenir un contact électrique entre le collecteur du ballast et un objet métallique extérieur.

Le commutateur du limiteur d'intensité est constitué par un système à glissière à 3 positions (Chaume ou équiv.).

Le réglage de l'alimentation s'opère de la façon suivante :

- 1/ Mettre le curseur de P_2 en position médiane.
- 2/ Mettre le curseur de P_3 au minimum de tension de sortie comme indiqué sur le panneau.
- 3/ Régler P_1 au milieu de sa course et mettre le commutateur sur 0,1 A.
- 4/ Brancher un multimètre sur les bornes de sortie (échelle 15 V).
- 5/ Mettre l'alimentation et le circuit d'utilisation sous tension.
- 6/ Attendre 5 à 10 minutes en s'assurant qu'aucun élément ne chauffe de façon prohibitive et que le voltmètre de sortie dévie.
- 7/ Régler R_1 pour obtenir 5 V sur le voltmètre.

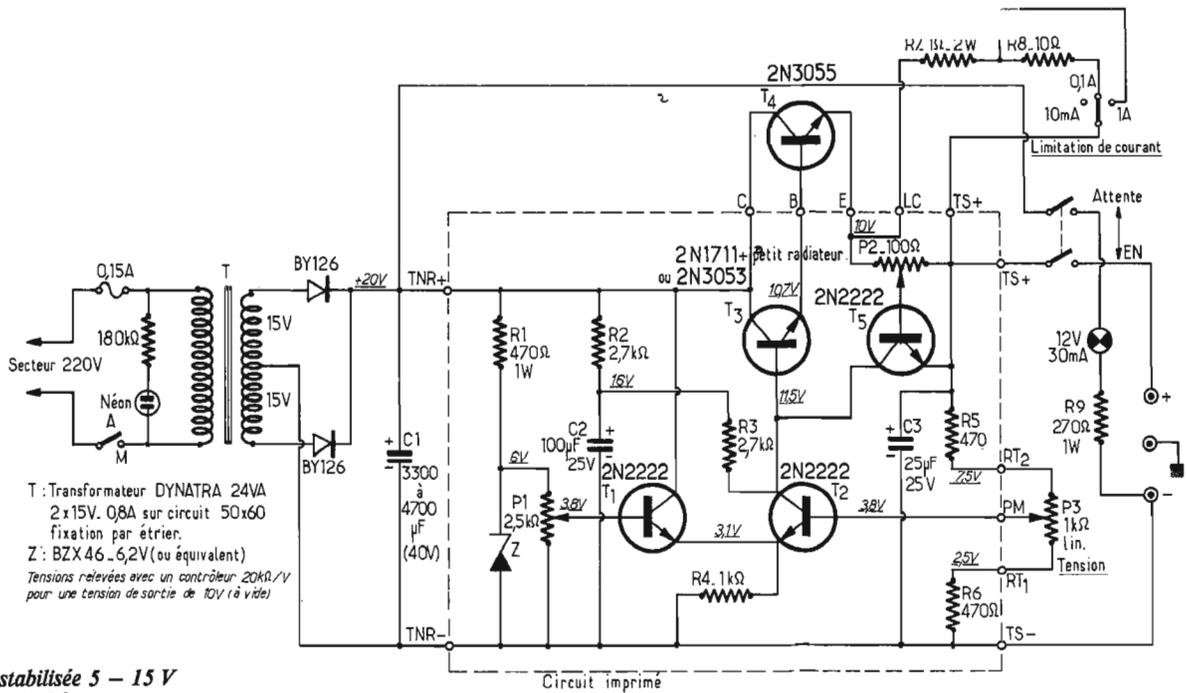


Fig. 10. — Alimentation stabilisée 5 – 15 V
(10 mA – 100 mA – 1A). Schéma.

CARTE IMPRIMÉ (COTÉ CUIVRE) 65×130mm

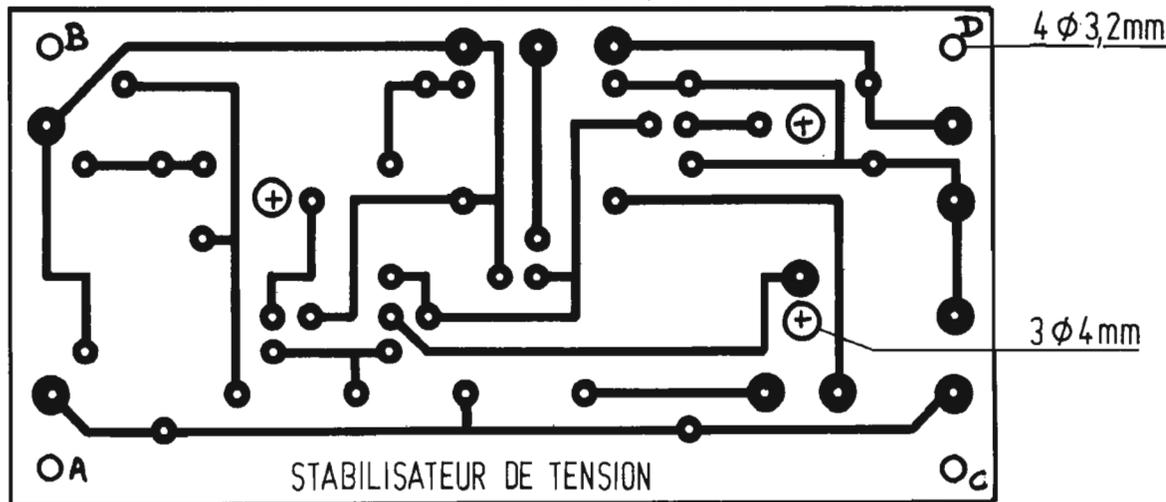


Fig. 11. a

DISPOSITION DES COMPOSANTS

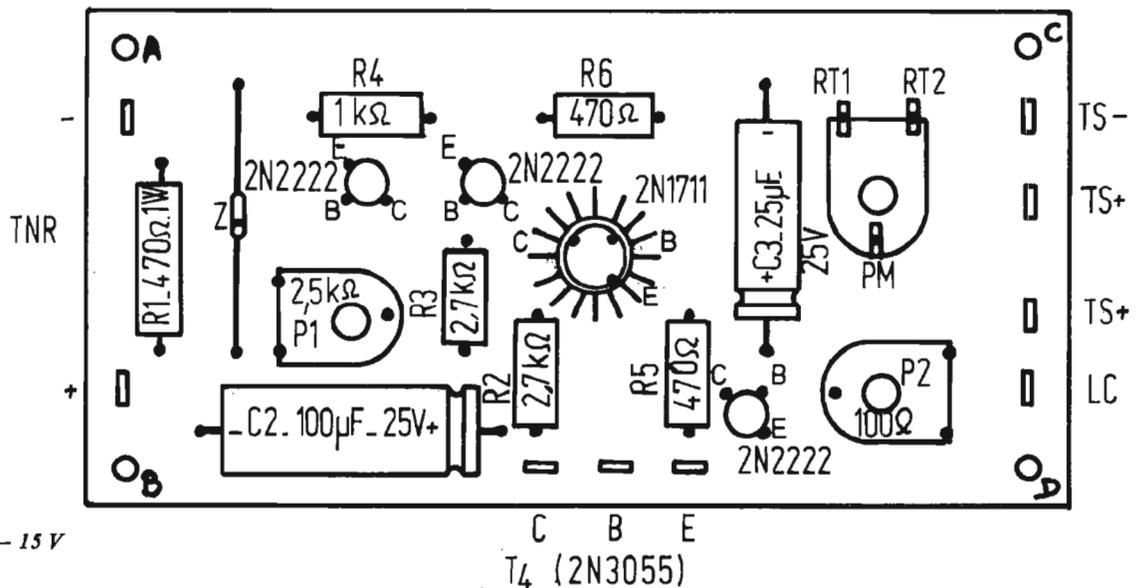


Fig. 11. — Alimentation stabilisée 5 – 15 V
— Carte imprimée du stabilisateur.

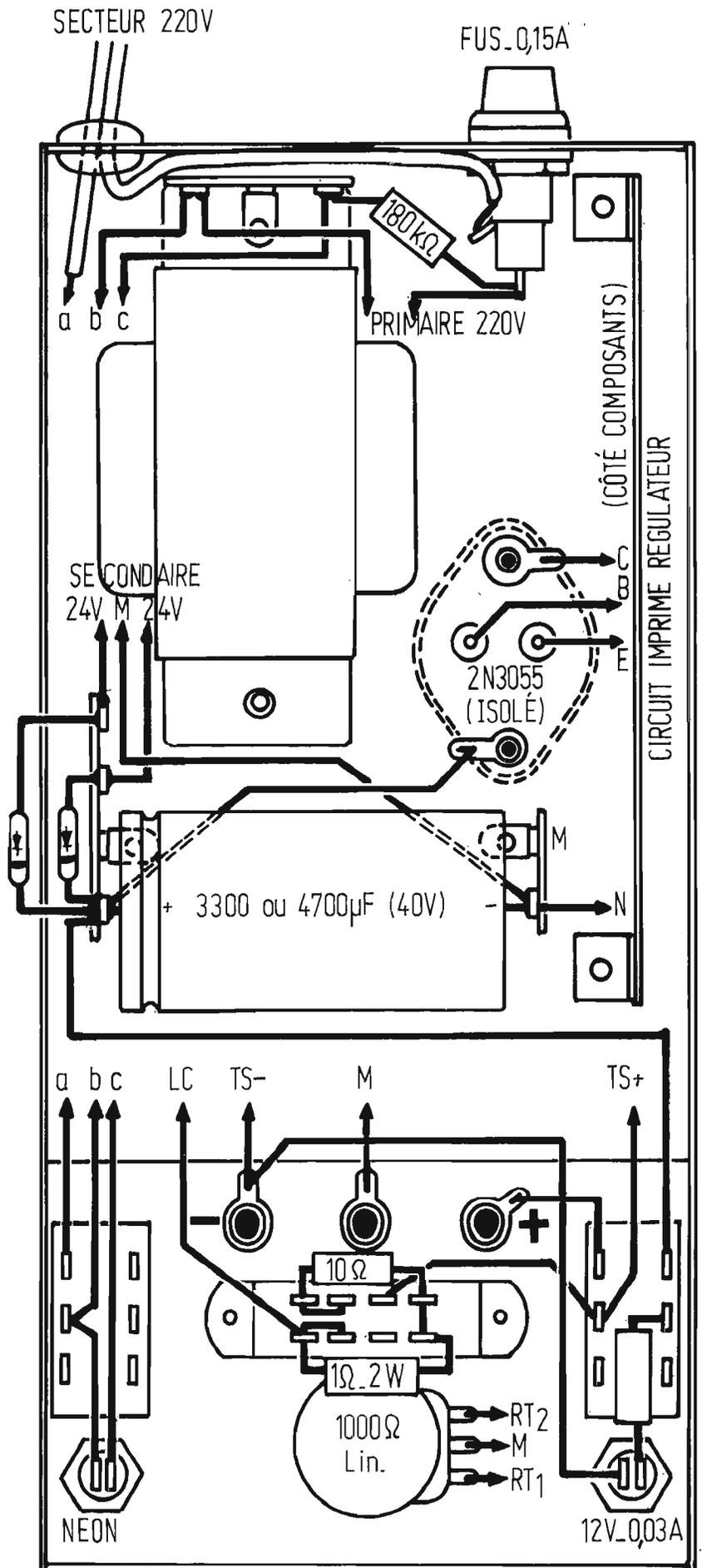
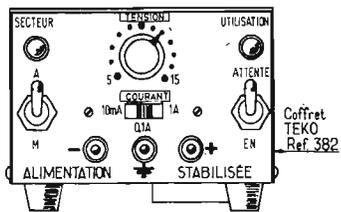


Fig. 12. — Alimentation stabilisée 5 – 15 V – Plan de réalisation.

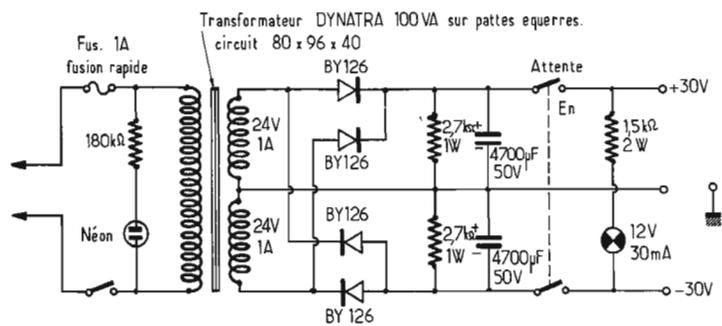


Fig. 13. — Alimentation de puissance non régulée.

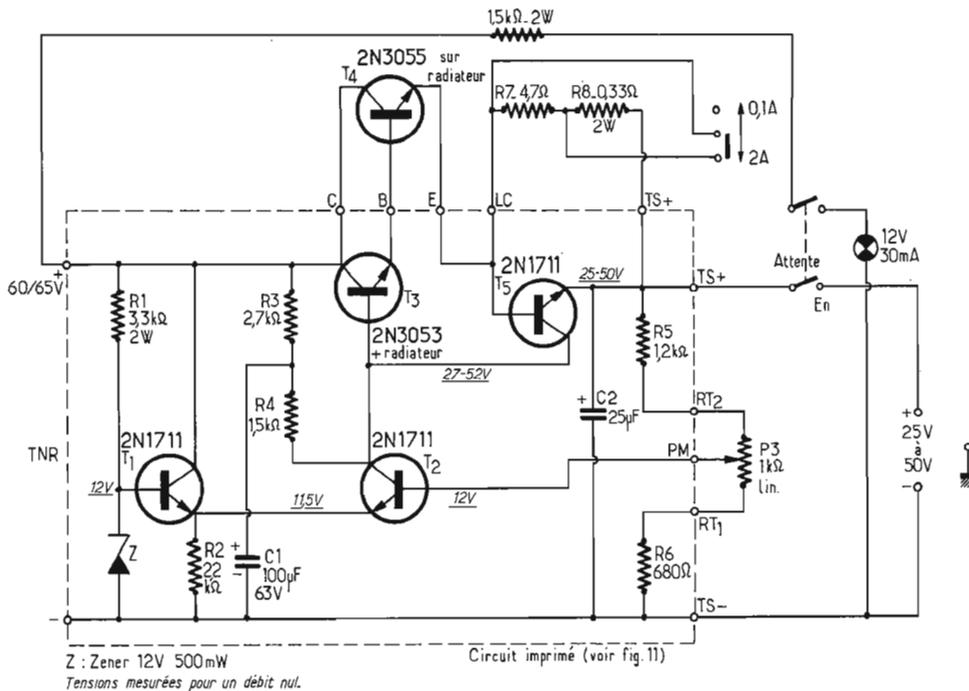


Fig. 14. — Stabilisateur de tension 25 — 50 mV (100 mA — 2 A).
A. Schéma du stabilisateur.

Z : Zener 12V 500mW
Tensions mesurées pour un débit nul.

8/Ajuster P_3 au maximum. On devra obtenir 15 V. Revenir sur la position 5 V.

9/Mettre une résistance de 680 Ω aux bornes de sortie.

10/Mettre le commutateur sur 10 mA et régler P_2 pour se situer juste avant la diminution de tension de sortie.

11/ Passer sur la position 0,1 mA. Mettre une résistance de 47 Ω , 1 W, à la sortie et vérifier que la tension ne baisse pas, sinon retoucher le réglage de P_3 , comme en 10/.

La finition du coffret ne présente pas de difficultés particulières. Nous recommandons l'utilisation de décalcomanies du type Décadry ou Letraset et le marquage direct des valeurs de tension sur le panneau de façon à éviter de mobiliser un voltmètre pour contrôler la tension de sortie.

Cette alimentation se prête particulièrement bien à un service intensif.

En raison de ses caractéristiques et de ses faibles dimensions, elle peut être associée à d'autres alimentations de même type pour

constituer un ensemble plus important (alimentation symétrique de ± 15 V, par exemple). La mise en série de ces alimentations se fait comme avec de vulgaires piles. Dans ce cas, la limitation de courant la plus sensible agira.

La mise en parallèle demande l'affichage de tensions identiques, préalablement à la mise sous tension. Le courant limité sera alors égal à la somme des limitations permises sur les deux appareils (soit 2 A max).

ALIMENTATION DE PUISSANCE NON RÉGULÉE

La mise au point d'amplificateurs Hi-Fi de puissance à transistors pose un problème d'alimentation qu'il n'est pas forcément aisé de résoudre. La consommation d'énergie des stabilisateurs de puissance amène à dimensionner de façon considérable les transformateurs d'alimentation s'il est nécessaire de disposer de tensions et de courants importants.

La discussion sur l'opportunité d'utiliser des stabilisateurs sur les étages de puissance ne s'étant pas encore éteinte, nous pensons couvrir un grand nombre de cas, en proposant une alimentation non régulée de puissance (100 W) à laquelle il sera possible d'associer un ou plusieurs stabilisateurs.

Le transformateur d'alimentation devra être choisi parmi les modèles les plus sérieux. Il est souhaitable qu'il soit imprégné, à faibles fuites magnétiques. Le secondaire comporte 2 enroulements séparés de 24 V efficaces.

Le schéma de la figure 13 indique le montage permettant d'obtenir des tensions continues symétriques de ± 30 V à 1,8 A.

Les deux secondaires sont, dans notre cas, branchés en série, et le point commun correspond à la référence de tension nulle. Le pont, disposé entre les sorties extrêmes permet d'obtenir des tensions symétriques. Le filtrage est assuré par des condensateurs de forte valeur.

Les résistances de 2,7 k Ω branchées en parallèle permettent

d'écouler les charges des condensateurs, à l'arrêt, et ainsi d'éviter d'endommager le circuit d'utilisation par une maladresse de branchement.

Le classique interrupteur d'utilisation agit sur les deux polarités. Le voyant est branché entre + et - 30 V.

Cette alimentation est protégée contre les effets d'un court-circuit par le fusible du primaire qui sera, de préférence, à fusion rapide afin d'éviter l'application d'un courant très important pendant un temps trop long sur les diodes du pont.

Les sorties sont flottantes et l'on pourra obtenir les cas d'utilisation suivants :

- masse sur 0 : + 30 V, - 30 V, ± 30 V; masse sur - 30 : + 60 V;
- masse sur + 30 : - 60 V, avec un débit de 1,8 A.

On pourrait aussi brancher les secondaires du transformateur en parallèle (dans le sens convenable). Dans ce cas, la tension de sortie ne sera que de 30 V (positive ou négative), mais le débit pourra atteindre 3,6 à 4 A, au maximum.

