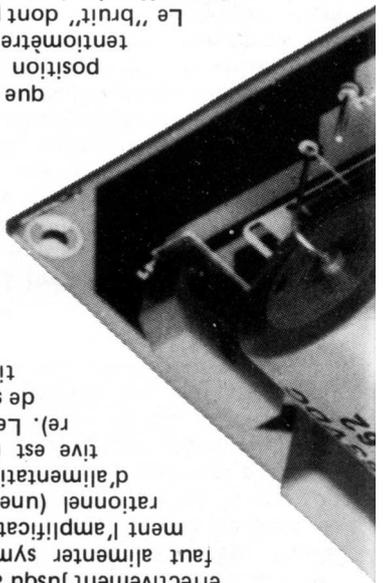


inverseuse via le potentiomètre P. L'amplificateur opérationnel ajuste donc sa tension de sortie de telle sorte que la différence de potentiel entre ses deux entrées soit nulle; autrement dit, la tension relevée sur le curseur de P doit être égale à U_{ref} . Lorsque P est dans sa position de résistance minimale (par rapport à la sortie de A), la tension de sortie est égale à U_{ref} ; lorsque le curseur de P est à mi-course, la tension de sortie sera égale au double de la tension U_{ref} , et ainsi de suite. L'inconvénient de ce principe est que le facteur de stabilisation varie selon la position du curseur de P. Les dérives de la tension de sortie sont atténuées par P avant d'être réinjectées sur l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel. Un éventuel signal parasite présent sur U_{ref} se verra amplifié plus ou moins selon la position du potentiomètre. En outre, la tension de sortie ne peut être inférieure à la tension de référence. Pour finir, l'action du potentiomètre n'a pas de progression linéaire. La figure 1b fait appel à un principe sensiblement différent. A est monté en amplificateur à gain unitaire. Cette fois, le curseur du potentiomètre est relié à l'entrée non inverseuse, tandis que le potentiomètre se présente en diviseur de la tension de référence. La tension de sortie est égale à la tension présente sur le curseur du potentiomètre. La plage de réglage s'étend de 0 V à la valeur de la tension de référence. Précisons toutefois que pour obtenir une plage s'étendant effectivement jusqu'à zéro, il faut alimenter symétriquement l'amplificateur opérationnel qui s'en charge), le courant est constant, indépendamment de la position de P et de la valeur de la résistance de charge. La valeur de ce courant est égale à U_{ref}/R . Avec ce courant apparaît une tension sur le potentiomètre, tension que l'amplificateur s'empresse de restituer sur sa sortie, tandis que le courant de référence est compensé par la charge. Et qu'obtient-on ainsi? Le circuit qui répond aux exigences de notre cahier des charges! Comme la tension aux bornes de la source de courant de référence est constante (c'est-à-dire nulle), il est permis de réaliser la source de courant de référence à l'aide d'une source de tension, comme nous l'avons fait ici.

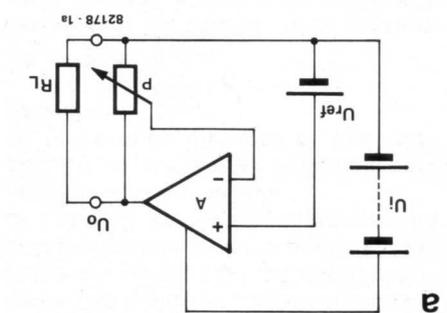
Le synoptique

Avec le schéma de la figure 2, nous avons le "bruit" dont pourrait être affectée la tension de référence n'est pas amplifié; avec des valeurs de tension de sortie faibles, il est même plutôt atténué. La tension de sortie maximale est égale à la tension de référence.

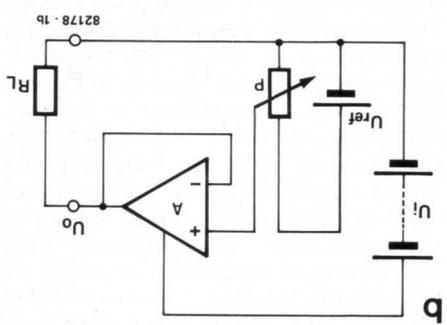
Le schéma de la figure 1c est basé sur le même principe que celui de la figure 1b, à ceci près que la source de tension a été remplacée par une source de courant. Le courant qui traverse P donne lieu à une tension qui apparaît également en sortie. L'avantage de cette méthode est de nous libérer de la valeur de la



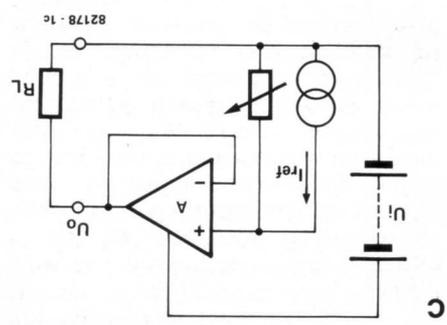
1



b



c



d

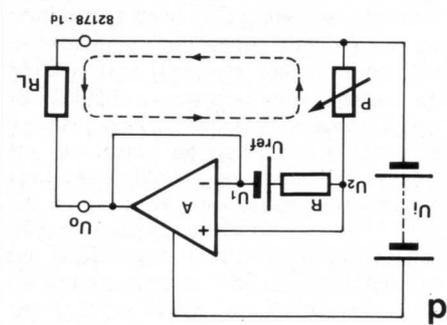


Figure 1. On trouve ici divers principes de stabilisation en série; sur la figure 1a, c'est le circuit conventionnel. Pour ne pas nuire à la clarté, nous avons omis l'alimentation de l'amplificateur opérationnel.

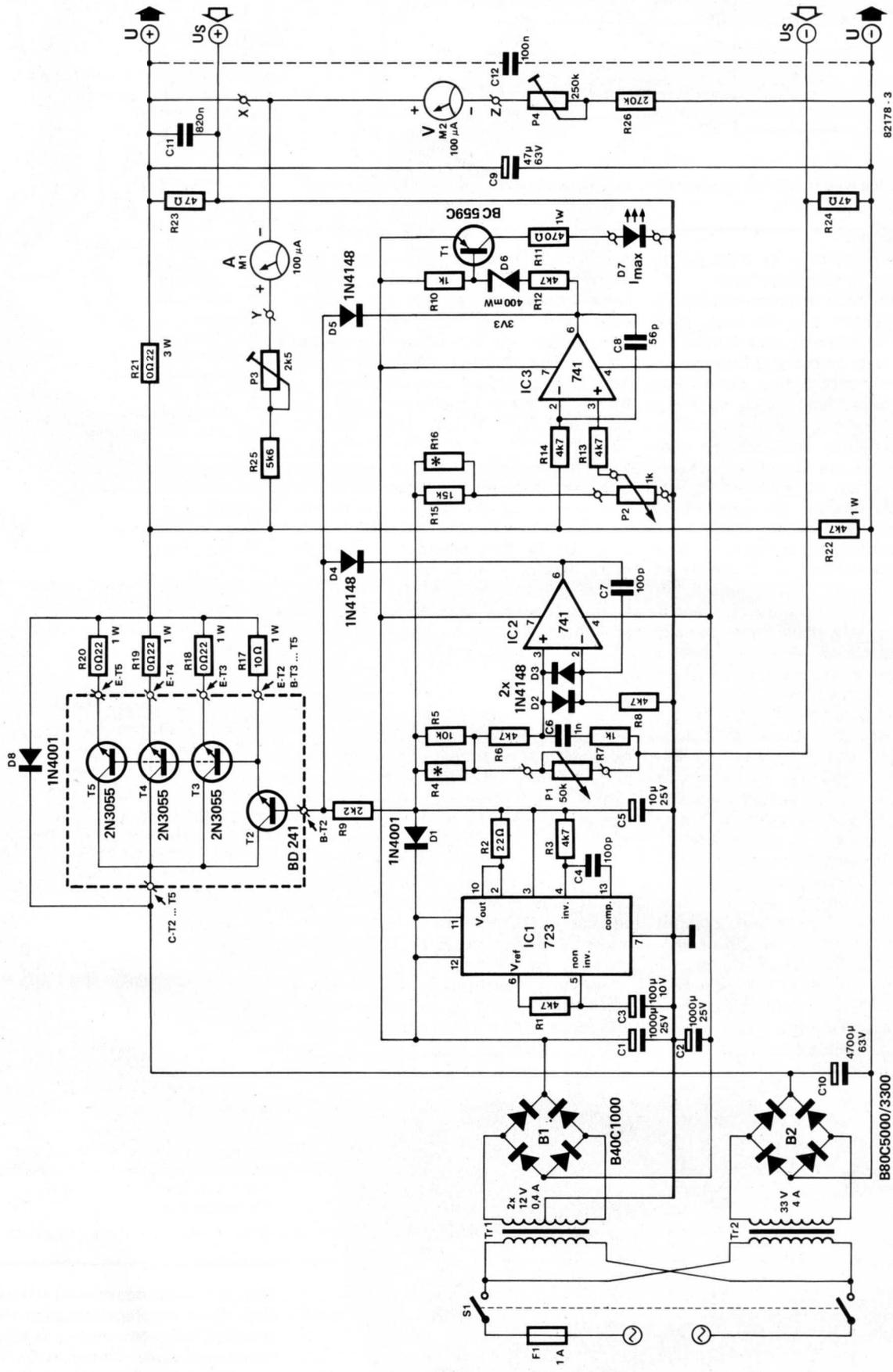
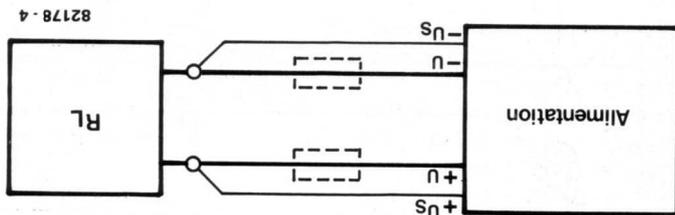


Figure 3. Schéma complet de l'alimentation de laboratoire en version 35 V/3 A. S'il est complexe et d'un type assez peu commun, il n'en comporte pas pour autant le moindre composant spécial.

Figure 4. Principe du dispositif de compensation des chutes de tension parasites occasionnées par le câblage.

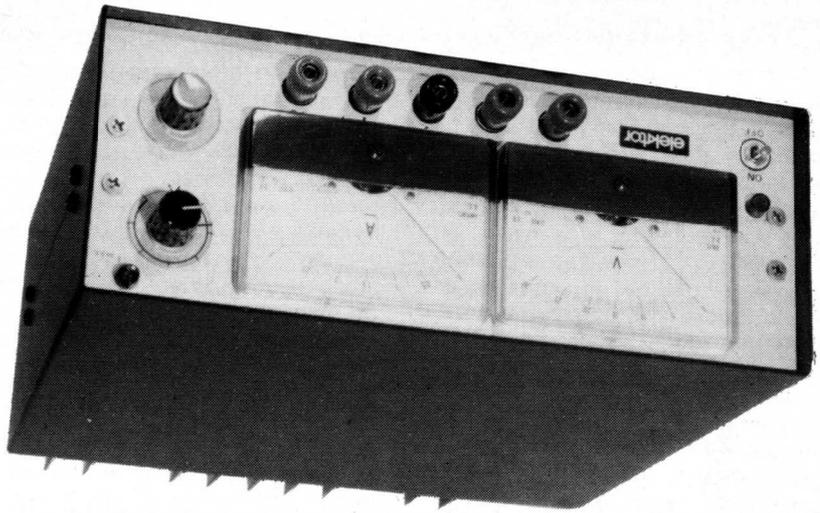


charge", même lorsque ce n'est pas le cas... question de tendre les rênes! Et pour finir, nous en venons à ce qui n'est certainement pas du luxe, mais pourtant probablement peu familier à la plupart des lecteurs d'Elektor: le dispositif de compensation des pertes, réalisé avec les lignes + U_s et - U_s . Avez-vous déjà songé à mesurer l'impédance de votre matériel de connexion habituel, de vos câbles, de vos pinces crocodiles et surtout de vos "kleps"? Ou encore de vos fiches DIN, bananes, cinch et consorts?... Voyons le schéma de la figure 4: on y trouve l'alimentation, la charge et en gros, la connexion principale acheminant le courant de l'une à l'autre. En plus, il y a là deux lignes dont la fonction est d'aller relayer la tension aux bornes de la charge elle-même. En effet, si l'on compte qu'il y a au moins un dispositif d'interconnexion mécanique (fiches, kleps) à chaque extrémité du câblage, on a tôt fait d'accumuler quelques dizaines de milli-ohms par ci et quelques dizaines de milli-ohms par là, tant et si bien qu'on se retrouve avec une charge RL plus un supplément inopportun (et souvent ignoré) de rien du tout... d'1 A et une résistance "de câblage/connexion" d'1 ohm. Ce qui nous donne une chute de tension d'1 V aux bornes de la charge. Pour contourner cet obstacle, on utilise des senseurs

qui lisent la tension réellement appliquée à la charge, sur ses bornes; cette information est ensuite injectée dans le dispositif de régulation qui s'empressera de compenser les pertes occasionnées par le câblage. Comme il ne s'écoule presque pas de courant à travers ces lignes supplémentaires, elles pourront faire l'objet d'un câblage "léger". Comme ce dispositif de compensation n'est pas absolument indispensable dans un bon nombre d'applications, on pourra s'en passer en reliant + U_s à + U et - U_s à - U. Si l'on omettait d'effectuer cette liaison, il ne se passerait rien de grave, puisque R23 et R24 assurent la réinjection de l'information "U" sur les lignes U_s .

La réalisation

Avant de se lancer dans la pratique, il faut déterminer la puissance souhaitée. La version proposée ici délivre 3A jusqu'à 35 V. En principe, toute autre configuration est permise tant que la tension ne dépasse pas la valeur maximale de la tension collecteur-émetteur de T2... T5. Avec les 2N3055, on peut aller jusqu'à 60 V. Les condensateurs C9 et C10 doivent également être adaptés aux circonstances. Pour déterminer la tension de sortie du transformateur, on pourra se référer au "théorème" suivant: la tension de sortie maximale à pleine puissance est à peu près égale à la tension nominale effec-



tive au secondaire du transformateur. Pour un transformateur de 33 V, on peut compter avec une tension de sortie maximale d'environ 35 V. Pour le courant, on calcule que le transformateur doit délivrer un courant alternatif d'environ $\sqrt{2}$ fois le courant de sortie maximal. Pour un courant de 3A, le transformateur devra en délivrer 4. Le nombre de transistors à mettre en

Liste des composants

- Résistances:
 R1, R3, R6, R8, R12, R13, R14 = 4k Ω
 R2 = 22 Ω
 R4, R16 = voir texte
 R5 = 10 k
 R7, R10 = 1 k
 R9 = 2k Ω
 R11 = 470 Ω /1 W
 R15 = 15 k
 R17 = 10 Ω /1 W
 R18, R19, R20 = 0,22 Ω /1 W
 R21 = 0,22 Ω /3 W
 R22 = 4k7/1 W
 R23, R24 = 47 Ω
 R25 = 5k6
 R26 = 270 k
 R1 = 50 k (47 k) lin.
 P1 = 50 k (47 k) lin.
 P2 = 1 k lin.
 P3 = 2k5 (2k2) ajust.
 P4 = 250 k (220 k) ajust.

- Condensateurs:
 C1, C2 = 1000 μ /25 V
 C3 = 100 μ /10 V
 C4 = 100 p
 C5 = 10 μ /25 V
 C6 = 1 n
 C7 = 100 p
 C8 = 56 p
 C9 = 47 μ /63 V
 C10 = 4700 μ /63 V
 C11 = 820 n
 C12 = 100 n

- Semiconducteurs:
 B1 = pont redresseur B40C1000
 B2 = pont redresseur B80C5000/3300
 D1, D8 = 1N4001
 D2... D5 = 1N4148
 D6 = zener 3V3/400 mW
 D7 = LED rouge
 T1 = BC 559C
 T2 = BD 241
 T3, T4, T5 = 2N3055
 IC1 = 723
 IC2, IC3 = 741
- Divers:
 S1 = interrupteur secteur bipolaire
 M1, M2 = galvanomètre 100 μ A
 Tr1 = transfo secteur 2 x 12 V/400 mA
 Tr2 = transfo secteur 33 V/4 A
 F = fusible 1 A retardé

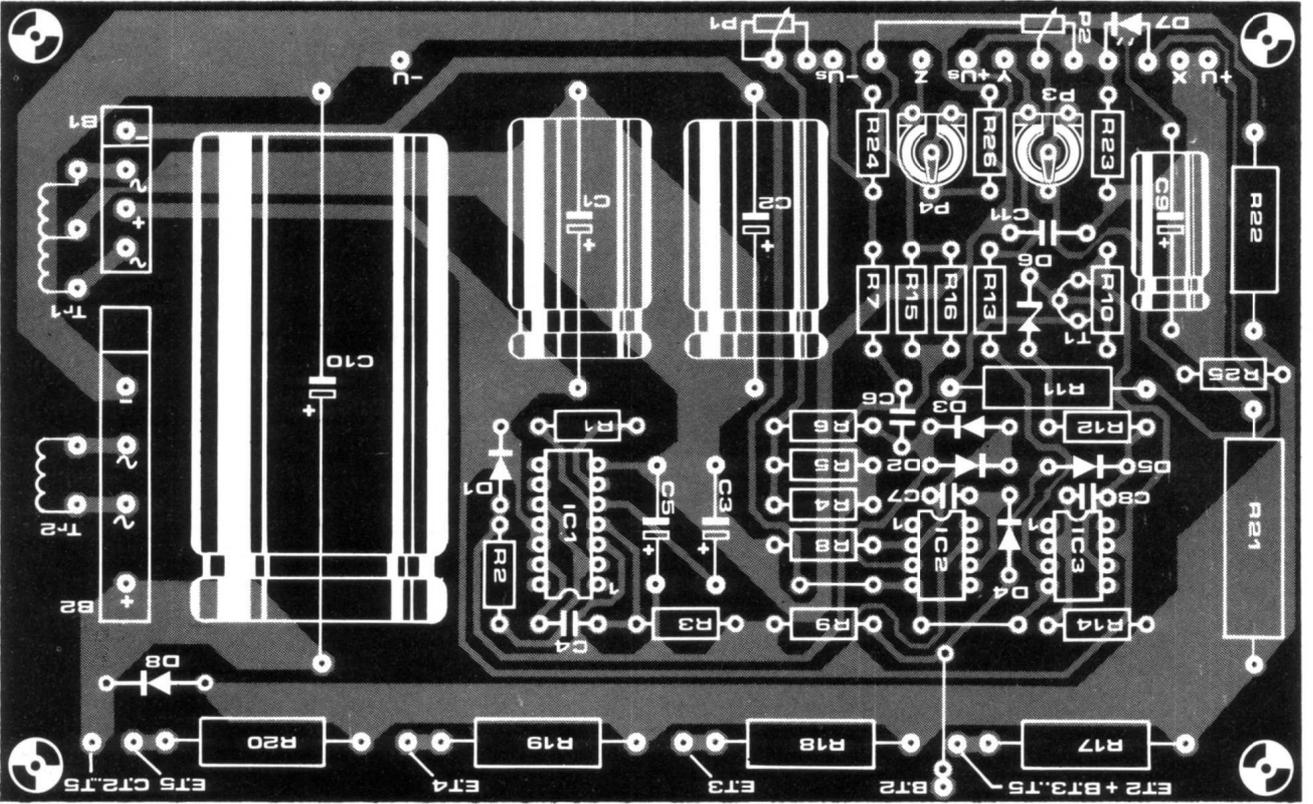
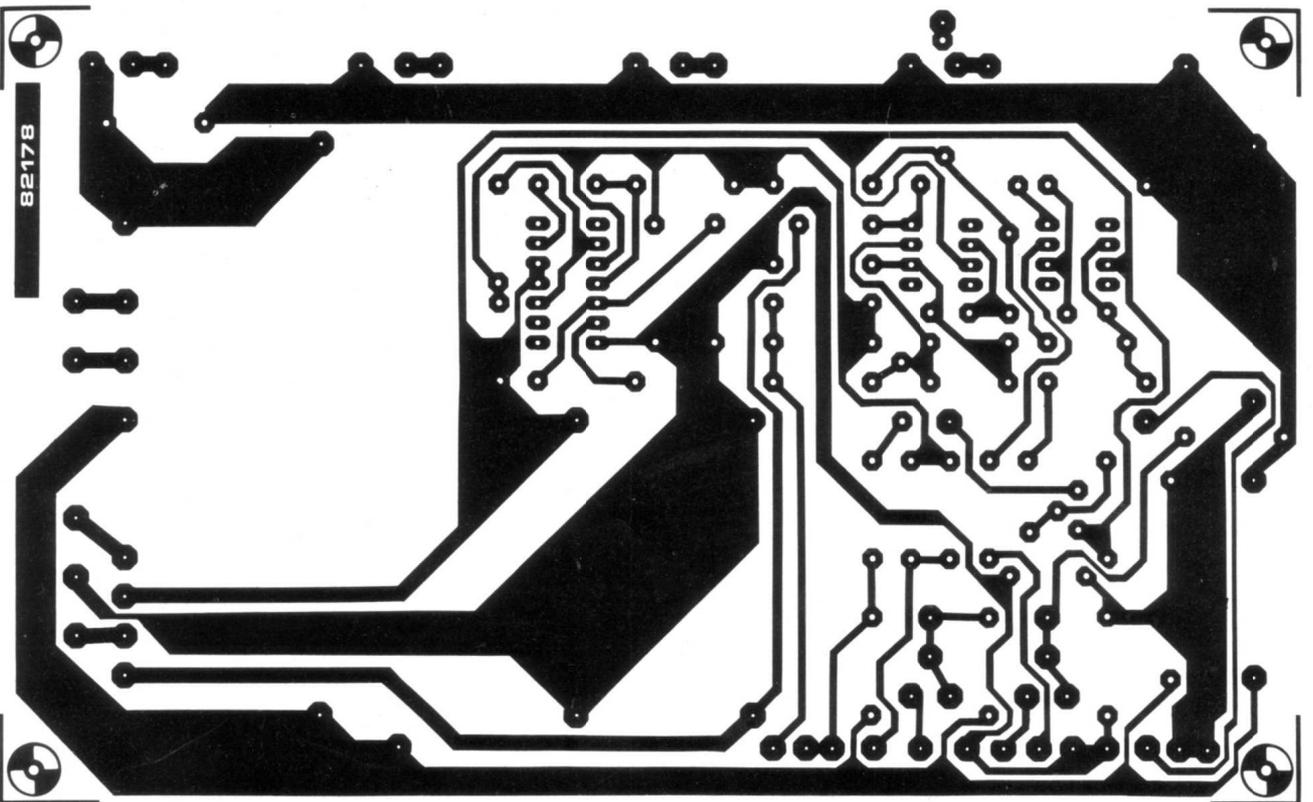


Figure 5. Dessin du circuit imprimé avec sérigraphie pour l'implantation de la plupart des composants de la figure 3.

batterie varie selon la dissipation de puissance escomptée. Notre expérience des 2N3055 nous permet d'affirmer que ces transistors peuvent dissiper jusqu'à 50 W. Du fait que la tension de sortie de l'alimentation peut être ramenée jusqu'à 0 V, la dissipation maximale dans l'étage de puissance sera égale à la tension redressée multipliée par le courant maximal. Pour une alimentation de 35 V/1 A, un seul 2N3055 fait l'affaire. On peut mettre jusqu'à cinq transistors en parallèle sans qu'il y ait quoi que ce soit à modifier dans le circuit. Il ne faut pas oublier de munir chaque transistor de sa résistance de dissipation. Par transistor, il faut un radiateur d'au moins 2°C/W (un même radiateur pour deux transistors devra donc faire au moins 1°C/W). Le condensateur C12 est disposé directement sur les bornes de sortie de l'alimentation, comme on peut le voir sur la figure 6. Les résistances R4 et R16 sont montées pendant la procédure de réglage. Une fois que tout est prêt, il reste à faire la mise au point. Vérifiez, re-vérifiez, re-re-vérifiez... avant de mettre le circuit sous tension!

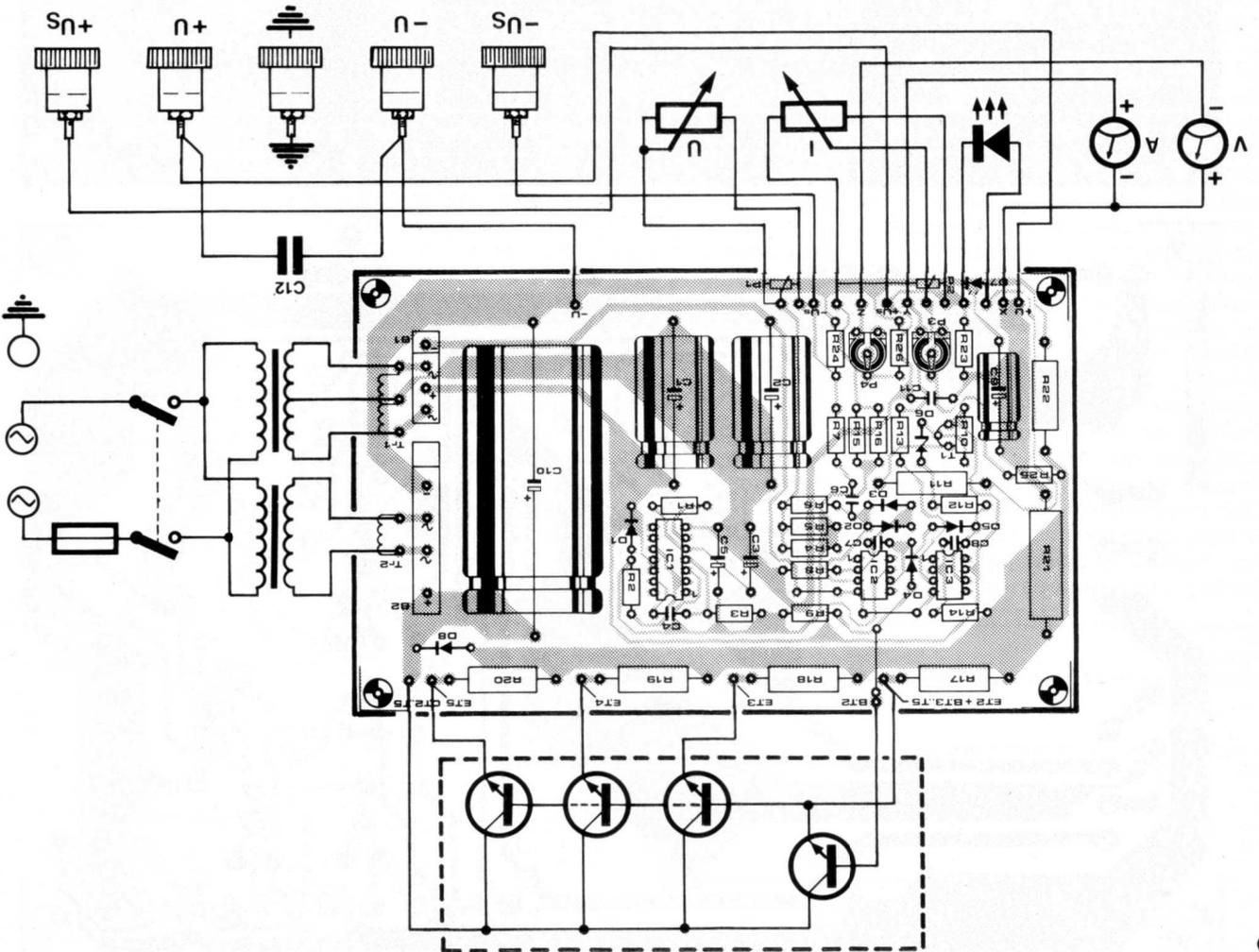


Figure 6. Schéma de câblage du circuit de l'alimentation de laboratoire et des composants périphériques.

82178 - 6

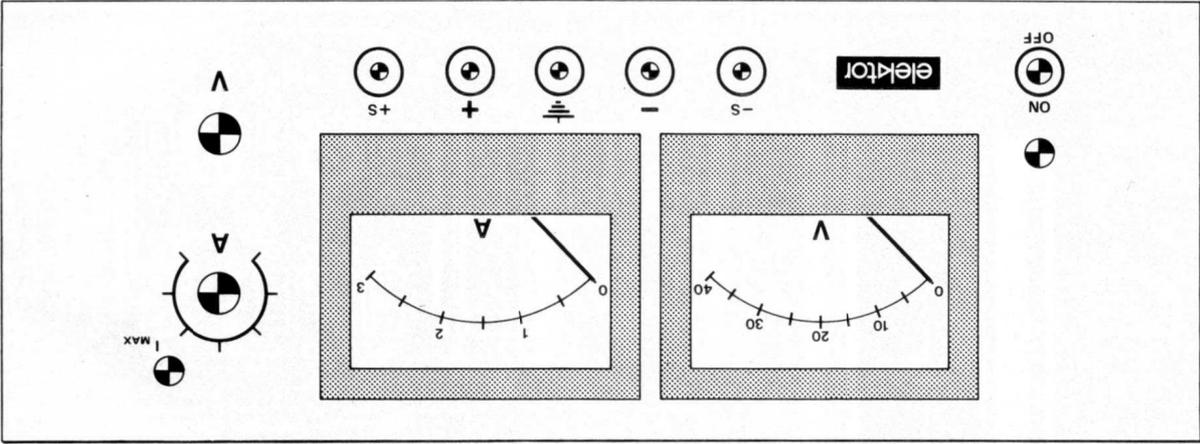


Figure 7. Dessin de face avant pour l'alimentation de laboratoire d'Elektor.

82178 7

L'étape suivante consiste à mettre l'alimentation en court-circuit et "d'ouvrir" on pourra mettre en place un inverseur bipolaire effectuant la commutation entre les points X, Y et Z. Une fois que la mise au point est faite, vous disposez d'une alimentation fiable, de classe professionnelle, à un prix très raisonnable. Rien de plus, rien de moins! Encore un montage qui fera date... Si l'on souhaite n'utiliser qu'un seul de P4 et P3. Il reste à tarer les galvanomètres à l'aide d'un potentiomètre pour les essais. Ensuite, il est recommandé de mettre en place une résistance fixe, soudée en parallèle sur R5 (idem pour R16). Mettre P1 en position "max" et déterminer par approximations successives la valeur de R4 - en parallèle sur R5 - que l'on aura trouvée lorsque la valeur de la tension de sortie sera égale à la valeur nominale souhaitée. On pourra se servir d'un potentiomètre pour les essais. Ensuite, il est recommandé de mettre en place une résistance fixe, soudée en parallèle sur R5 (idem pour R16).

82178

