

POUR REMPLACER LES BATTERIES CONSTRUISEZ

UNE ALIMENTATION STABILISEE 12 VOLTS 20 AMPERES

DE nos jours, un grand nombre d'appareils électroniques sont conçus pour fonctionner sur batterie de 12 V, ce qui n'est pas toujours sans poser des problèmes pour la mise au point ou la maintenance de ces équipements. Ayant eu beaucoup de déboires avec les batteries en laboratoire, nous avons décidé de résoudre une fois pour

toutes le problème en construisant une alimentation de forte puissance capable de couvrir la plupart de nos besoins.

Pour cette réalisation nous nous sommes fixé comme objectif de pouvoir délivrer 20 A au minimum dans un volume qui ne soit pas prohibitif (notre réalisation mesure 120 x 120 x 300 mm).

Principe du circuit

Le circuit est tout à fait classique. Il s'agit d'une alimentation à ballast dont le cœur est un circuit intégré SFC 2723 bien connu. La figure 1 montre le schéma synoptique de l'alimentation.

On voit que le circuit se compose de quatre grandes fonctions :

- redressement et filtrage
- ballast de puissance
- circuit de régulation

- circuit de limitation de courant et de protection contre les courts-circuits.

Nous n'insisterons pas sur le principe de fonctionnement de l'alimentation à ballast décrit à maintes reprises dans les colonnes de cette revue.

Redressement et filtrage

Cette fonction, généralement passée sous silence pour les circuits de faible puissance,

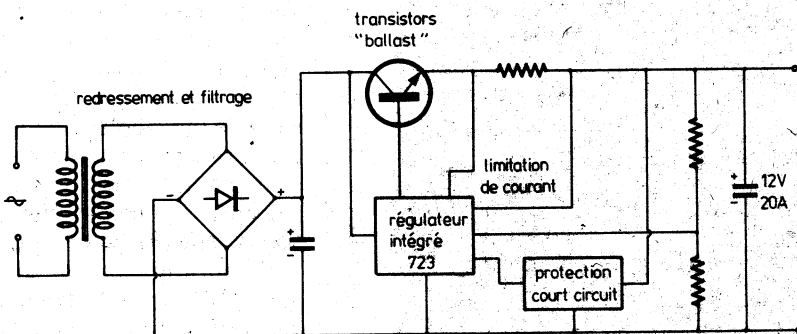


Fig. 1. - Schéma de principe de l'alimentation.

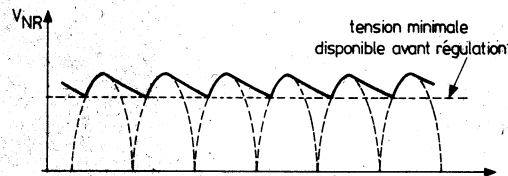


Fig. 2. - Pour obtenir une bonne régulation et une ondulation très faible en sortie, il est nécessaire de disposer d'une tension minimale avant régulation au moins supérieure de 5 V à la tension de sortie.

mérite quelques commentaires dans le cas d'un circuit à fort courant. Le transformateur tout d'abord devra être suffisant pour délivrer la puissance demandée et présenter une résistance des enroulements faible de manière à limiter la chute de tension interne.

C'est essentiellement cette dernière caractéristique du transformateur qui limitera le courant maximal que pourra sortir l'alimentation.

En effet, pour obtenir une bonne régulation et une ondulation résiduelle très faible en sortie, il faut disposer d'une tension après redressement et filtrage qui ne descende pas au-dessous de la valeur de la tension maximale de sortie désirée augmentée d'environ 5 V (voir fig. 2). On devra tenir compte également des fluctuations de la tension du réseau.

Le pont redresseur devra être largement dimensionné et placé sur un radiateur de dimensions suffisantes. Dans la majorité des cas, il ne sera pas nécessaire de prévoir de

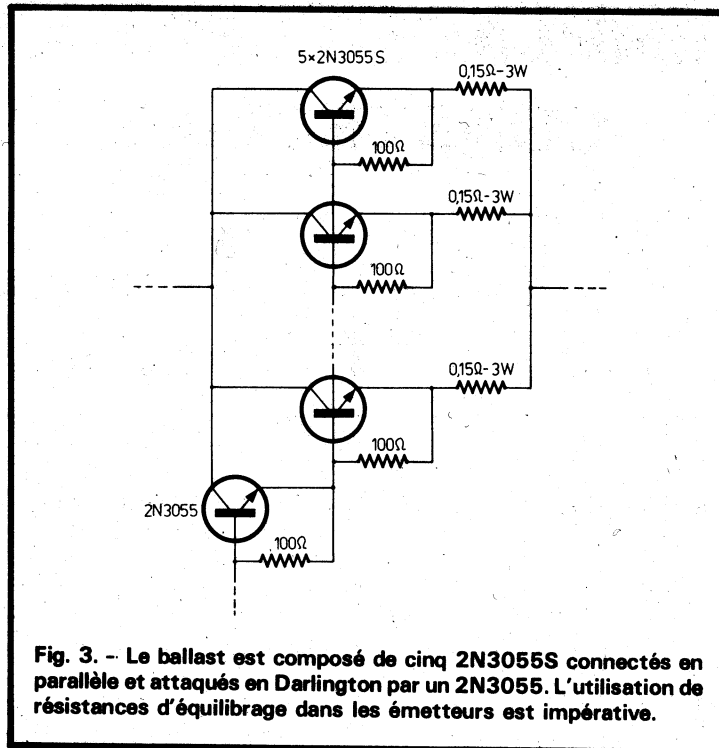


Fig. 3. - Le ballast est composé de cinq 2N3055S connectés en parallèle et attaqués en Darlington par un 2N3055. L'utilisation de résistances d'équilibrage dans les émetteurs est impérative.

résistance de limitation du courant de démarrage (le condensateur de filtrage déchargé se comporte comme un court-circuit à la mise sous tension) car le courant de

court-circuit des transformateurs de petite puissance reste inférieur au courant maximal de surcharge admissible par le pont redresseur. Dans le cas contraire, on pourra utiliser un

système de mise sous tension progressive constitué d'une résistance, connectée en série au primaire du transformateur, que l'on court-circuite à l'aide d'un relais quelques instants après la mise sous tension.

Pour le condensateur de filtrage on utilisera avantageusement plusieurs condensateurs électrochimiques connectés en parallèle. Les connexions entre transformateur, redresseur et condensateurs devront être courtes et de fort diamètre.

Les transistors de puissance

Compte-tenu de la puissance à dissiper et de l'importance du courant il faut utiliser plusieurs transistors connectés en parallèle et commandés en Darlington (fig. 3).

Le nombre de transistors à connecter en parallèle dépend essentiellement de la résistance thermique du refroidisseur utilisé. Pour des raisons d'encombrement, nous avons

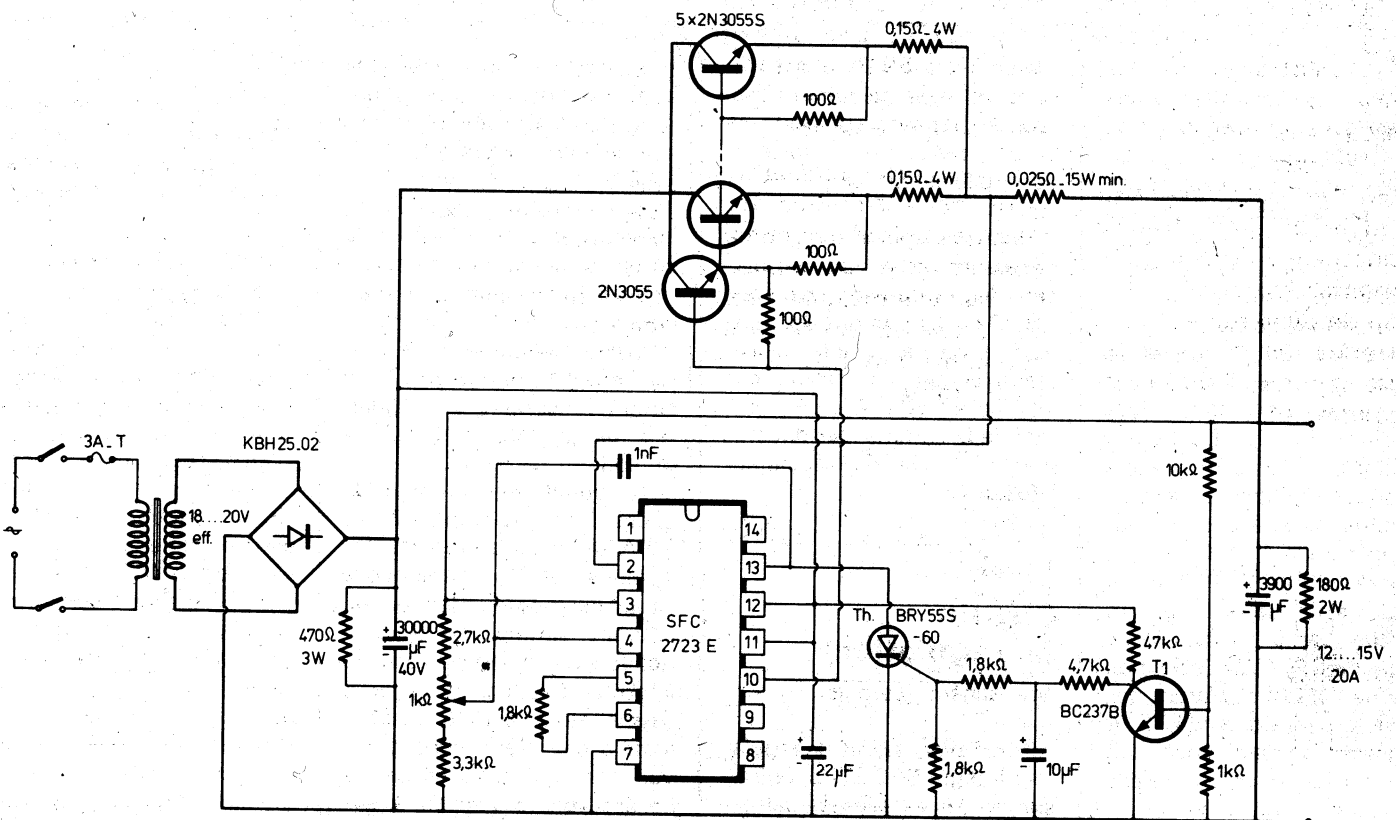


Fig. 4. - Schéma de l'alimentation. Les connexions en trait gras doivent être effectuées en fil de gros diamètre.

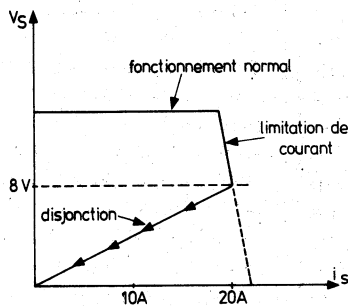


Fig. 5. - Caractéristique de sortie de l'alimentation.

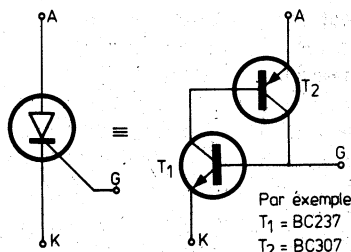


Fig. 6b. - * Les lecteurs ayant des difficultés pour se procurer des thyristors de faible puissance pourront utiliser deux transistors connectés comme suit : par exemple $T_1 = BC237$, $T_2 = BC307$.

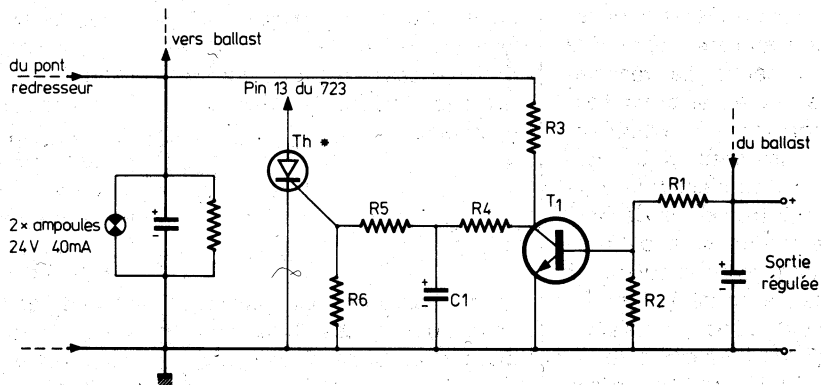


Fig. 6a. - Schéma du circuit disjoncteur.

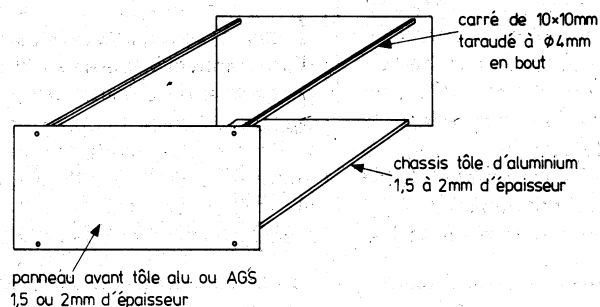


Fig. 7. - Réalisation du coffret.

préférée utiliser un nombre plus important de transistors répartis sur plusieurs petits radiateurs plutôt que moins de transistors sur un seul gros radiateur. Cette solution est, de plus, économique car ne faisant appel qu'à des composants d'usage courant.

Nous avons utilisé cinq transistors 2N 3055S connectés en parallèle et équilibrés avec des résistances de $0,15 \Omega$ dans les émetteurs. Le courant maximal traversant chaque transistor est donc de 4 A ce qui correspond à une dissipation inférieure à 25 W.

La résistance thermique du refroidisseur utilisé, compte tenu de l'isolant mica, est de l'ordre de $3 \text{ }^\circ\text{C/W}$. L'élévation maximale de température des transistors sera donc de $75 \text{ }^\circ\text{C}$ au-dessus de l'ambiance, soit une température maximale des boîtiers de $100 \text{ }^\circ\text{C}$, pour une utilisation de l'alimentation en atmosphère tempérée.

La commande de ces transistors s'effectue en Darlington

par un 2N 3055. Pour des raisons de stabilité thermique, chaque transistor possède sa propre résistance émetteur-base, câblée sur les pattes de sortie.

Pour des courants de sortie dépassant 20 A, on remplacera les 2N 3055S par des 2N 3772. Le courant de commande de l'ensemble ballast électronique est largement inférieure à 50 mA, ce qui permet de le commander directement à partir du régulateur SFC 2723.

Circuit de régulation

(voir schéma complet fig. 4).

Nous avons utilisé un régulateur intégré SFC 2723, en raison de ses excellentes performances, de son faible prix et de son courant de sortie élevé, permettant d'attaquer directement le ballast. Le montage est

très simple et amène peu de commentaires. Un potentiomètre permet d'ajuster la tension de sortie entre 11,5 V et 14,5 V.

Une résistance de $25 \text{ m}\Omega$, insérée entre le ballast et la sortie de l'alimentation, fournit une tension proportionnelle au courant de sortie, qui alimente le circuit de limitation de courant interne du SFC 2723. Le circuit fonctionne en régulateur de tension, jusqu'à 20 A de courant de sortie.

Le circuit de limitation de courant intervient entre 20 et 25 A, selon la dispersion des composants. On notera que le circuit est monté en limiteur de courant simple, c'est-à-dire que lorsque la charge est trop importante, la tension de sortie baisse alors que le courant reste à peu près constant. On voit donc que dans ce cas, le ballast voit la tension à ses bornes augmenter alors que le courant est maximal, d'où l'utilité du circuit de protection contre les courts-circuits.

Circuit de protection contre les courts-circuits

Il s'agit d'un circuit disjoncteur, qui bloque tout le circuit, si la tension de sortie descend au-dessous d'une certaine valeur (environ 8 V). Ce circuit fonctionne conjointement avec le limiteur de courant.

En cas de forte surcharge ou de court-circuit de la sortie, le circuit limiteur de courant entre en action et la tension de sortie baisse (fig. 5). Le transistor T_1 (fig. 6) qui est normalement saturé, se désature progressivement. Sa tension collecteur-émetteur, qui est appliquée par l'intermédiaire d'un diviseur de tension, entre gâchette et cathode d'un petit thyristor, se met à augmenter. Lorsque la tension gâchette-cathode du thyristor atteint $0,65 \text{ V}$, celui-ci s'amorce, mettant l'entrée « shut down » du

723 à zéro, ce qui a pour effet de bloquer immédiatement les transistors « ballast ». Le thyristor étant un élément bistable, il reste amorcé, même si le défaut disparaît. Le réarmement se fait en arrêtant l'alimentation et en attendant quelques instants, pour permettre aux condensateurs de filtrage d'entrée de se décharger; ce temps sera plus ou moins long, selon la valeur de la résistance de décharge.

Une petite astuce consiste à brancher, en plus d'une résistance, des petites ampoules 24 V qui serviront de voyant marche/arrêt, ou d'éclairage des éventuels appareils de mesure, placés sur le panneau avant (fig. 6).

Pour que l'alimentation puisse démarrer lorsque l'on branche le secteur, il est nécessaire de temporiser l'action du disjoncteur (au démarrage, la tension de sortie est nulle et le transistor T_1 est bloqué). C'est le rôle du condensateur C_1 . Cette légère temporisation

existe toujours, ce qui permet de surcharger l'alimentation pendant un temps très court, sans risque de disjonction (intéressant pour alimenter des amplificateurs de public adress ou des émetteurs SSB par exemple).

Réalisation

La réalisation est surtout mécanique et les dimensions du coffret dépendent essentiellement de la grosseur du transformateur. Nous nous bornerons donc à donner des informations sur le câblage et la disposition générale des éléments.

Comme l'indique la figure 7, le coffret est réalisé à partir d'un panneau avant et d'un panneau arrière reliés par quatre barres carrées de 10 mm x 10 mm. Sur les deux barres inférieures, repose une plaque en AG 5 de 1,5 à 2 mm d'épaisseur, qui sert de châssis.

Sur les côtés, sont fixés quatre radiateurs à ailettes (deux de chaque côté), sur lesquels sont disposés le pont redresseur et les transistors du ballast.

La figure 8 montre la disposition des principaux éléments.

Les transistors sont isolés du radiateur et montés avec mica et graisse silicone. Les radiateurs utilisés sont des modèles C 40 de BEE, dont la largeur est de 120 mm. La longueur de chaque radiateur dépendra de la hauteur du coffret (120 mm dans notre cas). On aura, de toute façon, intérêt à utiliser les radiateurs les plus gros possible.

Tous les éléments étant mis en place, il ne reste plus qu'à les raccorder... ce qui n'est pas toujours facile. Quelques astuces permettent de simplifier grandement la tâche.

Par exemple, le câblage de gros fil sur les pattes d'un transistor TO-3 n'est pas toujours une mince affaire. Il existe pourtant un moyen très simple: découper un morceau de

copper clad (epoxy cuivré pour circuit imprimé) de 30 mm x 20 mm, faire un trait de scie dans le sens de la largeur. On obtient ainsi deux secteurs de 15 mm x 20 mm isolés l'un de l'autre. Percer deux trous de 1,2 mm espacés de 11 mm, un dans chaque secteur isolé. Le transistor de puissance étant en place sur son radiateur, glisser ce petit circuit sur les pattes, le côté isolant contre le radiateur, et souder. On dispose maintenant de deux plages de cuivre sur lesquelles il est facile de raccorder les connexions base et émetteur et de placer la résistance émetteur-base. Pour relier tous les collecteurs entre eux, ramener toutes les connexions sur des bornes à vis type électricien (domino).

Le régulateur intégré et les quelques composants qui sont autour sont câblés sur un morceau de Véroboard fixé, par exemple, le long d'une des traverses supérieures.

Un galvanomètre commuté soit en ampèremètre soit en voltmètre fournit une indication très précieuse; la figure 9 montre les branchements à effectuer.

Le réglage des résistances série dépend de la sensibilité du galvanomètre. On pourra le cas échéant regraduer le cadran en utilisant des chiffres transfert.

Mise au point

Après avoir vérifié le câblage, mettre l'alimentation sous tension. Le circuit doit fonctionner immédiatement. Faire débiter quelques ampères et vérifier qu'il y a bien régulation (l'aiguille du voltmètre ne doit pas bouger), faire débiter ensuite une dizaine d'ampères et vérifier qu'aucun composant ne chauffe exagérément.

Vérifier ensuite la limitation de courant. Charger progressivement, le courant doit croître puis rester constant à une valeur comprise entre 20 et 25 A alors que la tension décroît. Continuer à charger, la disjonction doit intervenir aux environs de 8 V. Couper l'ali-

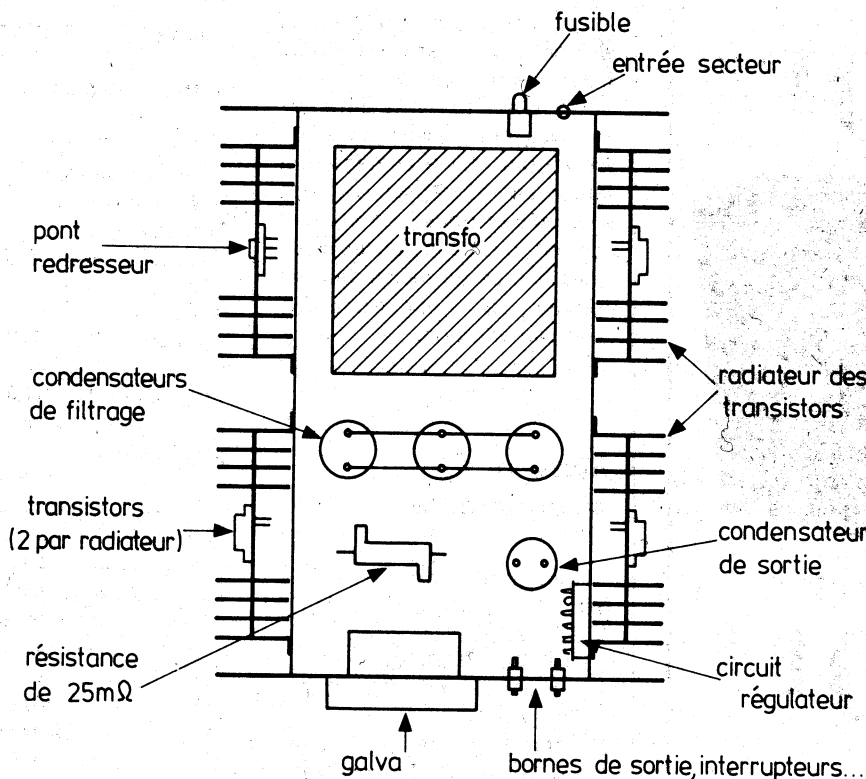


Fig. 8. - Disposition des principaux éléments dans le coffret.

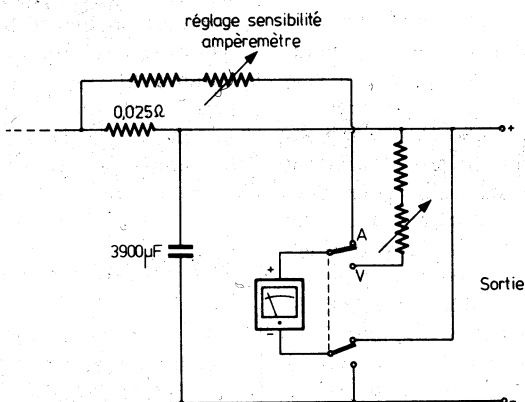


Fig. 9. - Branchement d'un galvanomètre connecté en ampèremètre ou voltmètre. N'importe quel appareil de mesure de sensibilité comprise en $100 \mu\text{A}$ et 1 mA convient.

mentation, charger normalement la sortie. Attendre que les condensateurs de filtrage soient déchargés et remettre en route. L'alimentation ainsi vérifiée est prête à l'emploi.

Conclusion

Le circuit que nous avons présenté peut être extrapolé pour des puissances plus élevées ou des tensions différentes. La possession dans un laboratoire d'une alimentation largement dimensionnée est très utile et nous incitons fortement tous ceux que les quelques heures de mécanique ne rebutent pas à construire une telle alimentation.

J.R.

Liste des composants

Semi-conducteurs :

- 5 x 2N 3055 S, Sescossem
- 1 x 2N 3055, Sescossem
- 1 x BC 237 B, Sescossem
- 1 x thyristor BRY55 S-60, Sescossem
- 1 x SFC 2723 EC, Sescossem
- 1 x pont redresseur 25 A - KBH 25-02 ou équivalent

Condensateurs électrochimiques :

- 3 x $10\,000 \mu\text{F}$ - 40 V
- 1 x $3\,900 \mu\text{F}$ - 25 V
- 1 x $10 \mu\text{F}$ - 40 V
- 1 x $22 \mu\text{F}$ - 40 V

Condensateur céramique :

- 1 x $1\,000 \text{ pF}$

Résistances de puissance :

- 1 x 180Ω - 2 W
- 1 x 470Ω - 3 W
- 5 x $0,15 \Omega$ - 4 W
- 1 x $0,025 \Omega$ - 15 W (ou 4 x $0,1 \Omega$ en parallèle)

Résistances $0,5 \text{ W} \pm 5\%$

- 6 x 100Ω
- 1 x $3,3 \text{ k}\Omega$
- 1 x $1 \text{ k}\Omega$
- 1 x $4,7 \text{ k}\Omega$
- 3 x $1,8 \text{ k}\Omega$
- 1 x $10 \text{ k}\Omega$
- 1 x $2,7 \text{ k}\Omega$
- 1 x $47 \text{ k}\Omega$

Refroidisseurs :

- 4 x radiateur à ailettes oxydé noir, $120 \text{ mm} \times 120 \text{ mm}$, référence C 40 BEE ou équivalent

Transformateur :

- 1 x transformateur 220 V / 18 à 20 V - 20 A

Divers :

- 1 x fusible temporisé 3 A et porte-fusible associé
- 1 x interrupteur double
- 1 x inverseur double
- 1 x galvanomètre $100 \mu\text{A}$ à 1 mA
- 2 x lampes téléphone 24 V - 40 mA
- 2 x bornes de sortie
- 1 x potentiomètre linéaire $1 \text{ k}\Omega$