

## Initiation à la pratique de l'électronique

# REALISATION D'UNE ALIMENTATION SECTEUR

*L'alimentation prend une place importante en électronique, que ce soit dans un montage isolé ou dans un laboratoire... Chaque circuit, en effet, a besoin d'être alimenté par un courant donné sous une tension bien précise.*

*Si la puissance demandée est plutôt faible, une alimentation avec redressement mono-alternance et filtrage résistance-condensateur sera bien suffisante ; et au cas où une régulation serait nécessaire, une diode Zener ferait parfaitement l'affaire.*

*Si la puissance à fournir est plus élevée, une régulation intégrée pourra être adoptée, vu que cette solution aplanit beaucoup d'obstacles, qu'ils soient économiques et techniques, ou qu'ils concernent la fiabilité. La majorité de ces circuits intégrés sont protégés contre les surcharges.*

*Ainsi, en rassemblant quelques éléments, on réalise sans problème une alimentation qui rendra de nombreux services.*

*On n'insistera jamais trop sur la nécessité d'utiliser un transformateur abaisseur : sa principale qualité est d'isoler le montage du secteur. Sa présence est indispensable.*

### Choix du transformateur

Nous ne parlerons pas de la fabrication du transformateur. A ceux qui seraient intéressés par cette entreprise, nous leur conseillons de se reporter à un livre spécialisé tel que *La construction des petits transformateurs* de Marthe Douriau (Editions ETSF,

collection Technique poche).

Rappelons que pour le choix du transformateur il faut considérer les tensions primaire et secondaire, le courant secondaire, enfin la puissance. Cette dernière est égale au produit du courant secondaire par la tension secondaire. Ces caractéristiques suffisent comme indication pour le

revendeur de composants électroniques.

Dans certaines applications, où la puissance demandée est plutôt faible, le débutant pourra faire l'acquisition d'un transformateur type « sonnette » que l'on trouve à très bon marché dans certaines grandes surfaces spécialisées dans le bricolage.

Des amateurs confirmés utiliseront des transformateurs de récupération provenant d'un ancien récepteur radio ou d'un téléviseur « à tubes ». Ce transformateur peut être celui de l'alimentation dans lequel ils utiliseront les enroulements basse tension (6,3 V et 5 V) qu'ils pourront associer en série pour obtenir une tension plus élevée (attention à la phase pour ce branchement), les anciens transfos « image » de téléviseurs peuvent également fournir une tension intéressante pour l'alimentation des circuits à transistor (primaire 15 H, 500  $\Omega$  ; secondaire 5  $\Omega$ , rapport de transformation 14).

La grosseur du fil de l'enroulement secondaire donne une idée sur le courant que l'on peut tirer d'un

transformateur donné. La section en millimètres du fil du secondaire doit être au moins égale à  $0,8 \sqrt{I}$ ,  $I$  étant en ampères. Si le courant  $I$  demandé à l'alimentation est de 2 A, la section  $s$  du fil secondaire sera au moins égale à 1,13 mm ( $0,8 \sqrt{2}$ ). La formule correspondante pour le calcul de  $I$ , connaissant  $s$ , est :

$$I = 1,56 s^2.$$

Ainsi, dans le cas où la section de l'enroulement secondaire serait de 0,25 mm, le courant secondaire ne devrait pas dépasser 97 mA

$$[1,56 \times (0,25)^2 = 0,0975 \text{ mA}]$$

Les dimensions du transformateur fournissent également un renseignement en ce qui concerne la puissance fournie. On se souvient que plus la puissance demandée est élevée, plus le transformateur est gros. Si la puissance (en watts) fournie par le secondaire est  $P_s$ , la section  $S$  (en  $\text{cm}^2$ ) du noyau est :

$$S = 1,25 \sqrt{P_s}.$$

Un transformateur de 10 W a un noyau de section sensiblement égale à

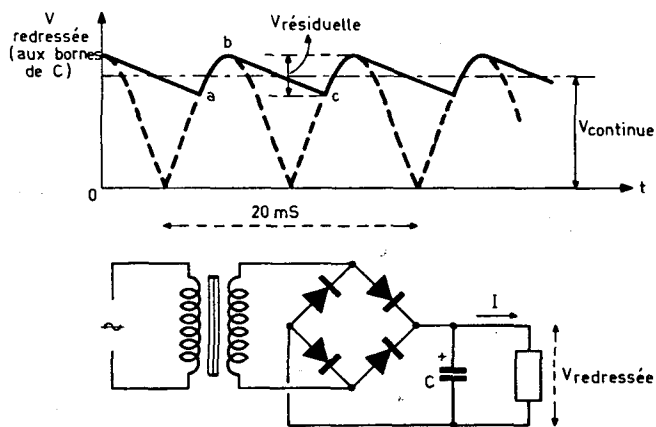


Fig. 1. — La tension redressée se compose d'une tension continue à laquelle se superpose une tension alternative résiduelle. L'amplitude de celle-ci a été fortement exagérée ci-dessus. Le condensateur se charge à chaque crête (ab), puis se décharge plus ou moins rapidement (bc) suivant les valeurs de C et de I.

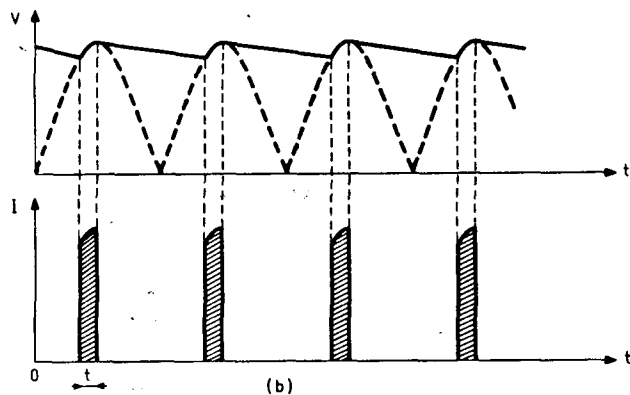
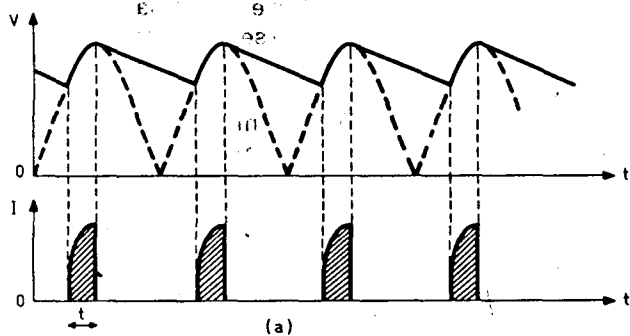


Fig. 2. — Pour une même quantité d'électricité fournie, le courant I traversant chaque diode sera d'autant plus élevé que le temps de passage t dans cette diode sera plus court ( $Q = I \times t$ ).

4 cm<sup>2</sup> ( $1,25 \times \sqrt{10}$ ). La formule correspondante pour le calcul de P<sub>s</sub>, connaissant S, est :

$$P_s = 0,64 S^2.$$

Pour être complet, ajoutons que le nombre de spires par volt d'un enroulement est aussi une caractéristique utile, cette quantité est fonction de l'induction magnétique dans le noyau (elle est couramment égale à 1 Tesla), elle dépend également de la section S de ce noyau. La formule théorique est :

$$n/v = \frac{10^4}{4,44 \times B \times S \times F}$$

avec B = 1 Tesla, S en cm<sup>2</sup> et F la fréquence du secteur, soit 50 Hz. Cette formule se simplifie pour un transformateur d'alimentation alimenté par du 50 Hz :  $n/v = 45/S$ . Prenons un exemple :

S = 4 cm<sup>2</sup>, la tension primaire est de 220 V, au secondaire elle est de 12 V. Le nombre de spires par volt pour ce noyau est donc 45/4, soit 11,25. Le nombre de spires du primaire se monte à 2 475, celui des spires secondaires est de 135.

### Choix du redressement

Redressement mono-alternance ou bi-alternance ? Cela dépend du courant demandé par le montage à alimenter. On n'adopte le redressement mono-alternance que lorsque ce courant est très faible.

Montage en pont (4 diodes), ou montage avec deux diodes et transformateur à secondaire à point milieu ? On utilisera de préférence le premier, en réservant le second aux redressements de tensions faibles, puisque la chute de tension en direct n'est que de 0,7 V au lieu de 1,4.

Quant aux diodes, elles seront bien entendu du type « redressement », dont les valeurs caractéristiques sont suffisantes pour supporter, premièrement, le courant à fournir par l'alimentation et, deuxièmement, la tension inverse de crête appliquée à la diode pendant la période de non-conduction. Cette tension inverse sera au moins égale au double de la tension crête du secondaire.

Si la tension efficace aux bornes du secondaire est de 12 V, la valeur crête est de 17 V et la tension que devra supporter la diode devra être au moins égale à 34 V. Dans la majorité des cas les diodes de redressement ont une tension inverse assez élevée pour supporter les tensions utilisées généralement dans les montages électroniques.

### Choix des condensateurs

Le condensateur situé immédiatement après le redresseur a une valeur qui dépend principalement du courant redressé, de la période du secteur et de la tension alternative résiduelle.

Contrairement à ce qu'on pourrait penser, il est assez facile d'avoir une idée sur l'amplitude de cette tension alternative résiduelle. On sait que celle-ci est due à la décharge de C entre deux crêtes d'alternance (fig. 1). Il est évident que pour un redressement mono-alternance, cette tension a une amplitude plus élevée que pour un redressement bi-alternance (pour un même courant redressé).

A chaque crête d'alternance, le condensateur se charge d'une certaine quantité d'électricité Q. Entre deux crêtes de ten-

sion (c'est-à-dire pendant 10 ms), le condensateur se décharge de cette même quantité Q dans le circuit d'utilisation. Pour le calcul de V, on part de la formule classique  $Q = CV$ , soit  $V = Q/C$  avec Q égale au produit du courant fourni au circuit alimenté par le temps pendant lequel dure cette décharge ( $Q = It$ ), ce qui donne

$$V = \frac{I \times t}{C}$$

avec V la tension crête à crête résiduelle en volts, I le courant fourni par l'alimentation en ampères, C la capacité du condensateur en farads, et t égal sensiblement à une demi-période soit 0,01 s pour le secteur 50 Hz. Une formule dérivée, plus pratique est :

$$V_{(v)} = \frac{10 I(\text{mA})}{C(\mu\text{F})}$$

Si le courant donné par l'alimentation est de 150 mA, et que le premier condensateur ( $C_1$ ) a une valeur de 1 500  $\mu\text{F}$ , il faut s'attendre à une tension alternative résiduelle de l'ordre de

$$\frac{10 \times 150}{1\,500} = 1 \text{ V crête à crête.}$$

Il est important de remarquer que les diodes de redressement ne fournissent un courant que pendant un temps très court, et que cette pointe d'intensité est d'autant plus courte, et donc plus élevée, que le condensateur est plus grand (fig. 2). C'est pour cette raison qu'apparaît sur le catalogue des constructeurs une caractéristique importante :  $I_{FRM}$ .

C'est le courant direct de crête répétitif maximal, ou courant direct de pointe.

Il est intéressant aussi de noter qu'à la mise sous tension de l'alimentation, le

courant que donne la diode est très élevé puisque pratiquement le condensateur n'est pas chargé et que le courant n'est alors limité que par la résistance ohmique du secondaire du transformateur d'alimentation. On appelle ce courant : courant direct de surcharge ou courant direct de crête non répétitif maximal ( $I_{FSM}$ ).

Que ces propos ne fassent pas hésiter les débutants lors du choix d'une diode de redressement. Pour un montage classique, ils choisiront sans problème une 1N4148, ou un type semblable. Cette diode peut fournir un courant direct pouvant aller jusqu'à 200 mA, sa tension inverse maximale est de 75 V, sa puissance dissipée ne doit pas dépasser 0,5 W (tension directe  $\times$  courant moyen traversé). Quant aux caractéristiques  $I_{FRM}$  et  $I_{FSM}$ , elles sont respectivement 450 mA et 2 ampères.

Mais revenons au condensateur  $C_1$  placé après le redresseur. On est ici devant un choix entre la valeur de la capacité et celle de la tension résiduelle. Généralement le nombre de microfarads de  $C_1$  est situé entre 2 à 5 fois la valeur du courant d'alimentation (en milliampères). Cette valeur est doublée pour un redressement mono-alternance. Ainsi, pour un courant de 200 mA, C est choisi entre 400 et 1 000  $\mu\text{F}$ . Ce condensateur est du type « polarisé ».

Une alimentation économique (fig. 3), se composera d'un transformateur (obligatoire), du redresseur (1 à 4 diodes), du condensateur dont nous venons de parler, suivi d'une ou plusieurs cellules de filtrage pour parfaire l'élimination de la composante alternative résiduelle (voir le Haut-

Parleur n° 1704). La partie filtrage, à bobine ou à résistance, sera avantageusement remplacée par un circuit de régulation intégré.

### Régulateurs intégrés

L'emploi de régulateurs intégrés est intéressant car on remplace d'un seul coup le ballast, la Zener de référence et toute la circuiterie environnante. Il existe de nombreux types de régulateurs basse tension. Les plus répandus sont sans doute ceux de la série 7800 capables de fournir des tensions allant de 5 à 24 V suivant le modèle. Par exemple, le type 7805 est utilisé pour les alimentations +5 V.

On représente un régulateur par un carré dont sortent trois connexions : l'entrée, la sortie et la masse. Il est à remarquer la présence de deux condensateurs. Ceux-ci devront être placés le plus près possible du boîtier.

Physiquement, les régulateurs de la série 78 se

présentent sous trois boîtiers différents : TO-5 (pouvant fournir jusqu'à 200 mA), TO-3 et TO-220 (ces deux derniers pouvant supporter un courant de sortie allant jusqu'à 1 ampère), mais ceux-ci devront être fixés sur un radiateur afin de dissiper la chaleur émise.

Le même type de régulateur est vendu par différentes marques et porte donc une dénomination variant suivant le fabricant.

Ainsi le 7805 peut s'appeler :  $\mu\text{A}$  7805, LM 7805, SG 7805...

Nous donnons sur le tableau 1 les principales caractéristiques de ces régulateurs.

Il existe également une série 7900 dont la tension de sortie est négative par rapport au point de masse. Les valeurs sont les mêmes que pour la série 7800, mise à part la polarité. Ainsi le 7905 fournit une tension de -5 V, cette tension étant garantie par le constructeur entre -4,8 et -5,2 V. La tension maximale d'entrée ne doit pas dépasser -10 V (voir un

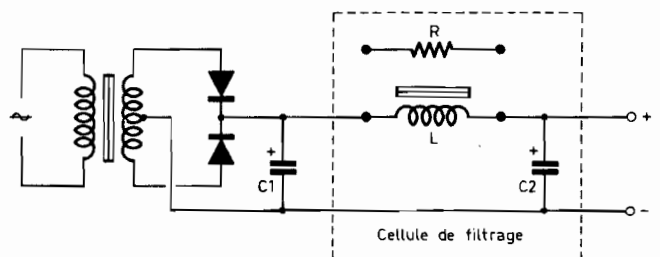


Fig. 3. - Schéma d'une alimentation économique. La cellule de filtrage sera avantageusement remplacée par une régulation intégrée.

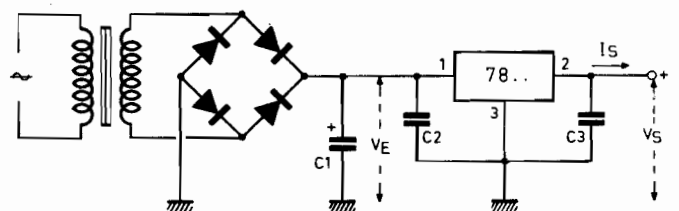


Fig. 4. - Schéma d'une alimentation avec régulation intégrée. Les condensateurs  $C_2$  et  $C_3$  devant être placés le plus près possible du boîtier ( $C_2 = 0,47 \mu\text{F}$  ;  $C_3 = 0,1 \mu\text{F}$ ).

exemple de schéma sur la fig. 5).

Ces circuits intégrés sont protégés contre les courts-circuits. Dès l'apparition d'un courant de surcharge augmentant la température à l'intérieur du boîtier, le courant de sortie est limité à 350 mA (boîtier TO-5). Quant à l'atténuation de la tension alternative résiduelle, elle est garantie à

60 décibels. En clair : cette tension est réduite de 1 000 fois. La résistance interne est de 17 mΩ (0,017 Ω).

**Tensions de sorties multiples**

Un régulateur intégré permet également d'obtenir une tension supérieure à sa

valeur nominale si on lui adjoit une diode Zener. Sur l'exemple donné figure 6, la diode Zener est de 7,5 V (1/4 de watt), la tension de sortie  $V_s$  est de 12,5 V. En court-circuitant cette diode,  $V_s$  revient à 5 V.

Il est possible, en s'inspirant du même schéma, d'obtenir une alimentation de plusieurs tensions avec quelques diodes Zener et un

contacteur à plusieurs positions (fig. 7).

Autre possibilité : utilisation d'un pont de résistances (fig. 8). Il faut savoir que le courant sortant de la connexion masse (3) est de 5 mA. On en tiendra compte pour le calcul du pont.

Si nous voulons une tension de +18 V tout en employant un 7805, la chute de tension aux bornes de  $R_1$  devra être de 13 V. La valeur de  $R_1$  sera donc trouvée en divisant 13 V par la somme des courants la traversant (5 mA + courant traversant le pont). La valeur de  $R_2$  sera : 5 V divisé par I pont.

**Tension de sortie réglable**

En introduisant un potentiomètre dans le circuit de pont, nous aurons en sortie une tension réglable (fig. 9). Mais il existe un régulateur intégré très intéressant si on veut obtenir une tension réglée réglable, c'est le circuit idéal pour la réalisation d'une alimentation stabilisée de laboratoire. Il s'agit du LM 317 pouvant fournir une tension réglable de 1,2 à 37 V (pour une tension de 40 V à l'entrée), le courant de sortie peut atteindre 200 mA (en boîtier TO-5) ou 1 A (en boîtier plat TO-220). L'atténuation de la résiduelle alternative est de 80 dB (fig. 10).

**Chargeur de batterie**

Les circuits intégrés dont nous venons de parler conviennent parfaitement pour obtenir une alimentation à courant constant dont une application est la charge des accumulateurs cadmium-nickel. Le schéma type est donné sur la figure 11. La résistance R dé-

REGULATEURS INTEGRES Série 7800

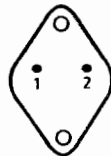
Type	Tension régulée ( $V_s$ )	$V_{S\min}$	$V_{S\max}$	$V_{E\max}$	$V_{E\min}$
7805	+ 5 V	4,80 V	5,20 V	10 V	7,5 V
7806	+ 6 V	5,75 V	6,25 V	11 V	8,5 V
7808	+ 8 V	7,70 V	8,30 V	14 V	10,5 V
7810	+ 10 V	9,60 V	10,40 V	17 V	12,5 V
7812	+ 12 V	11,50 V	12,50 V	19 V	14,5 V
7815	+ 15 V	14,40 V	15,60 V	23 V	17,5 V
7818	+ 18 V	17,30 V	18,70 V	27 V	20,5 V
7824	+ 24 V	23,00 V	25,00 V	33 V	26,5 V

Courant de sortie : 200 mA (boîtier TO-5)  
1 A (boîtiers TO-3 ou TO-220)

TO-5



TO-3



borne 3 au boîtier

TO-220



1 : entrée  
2 : sortie  
3 : commun

disposition des sorties (vu de dessous)

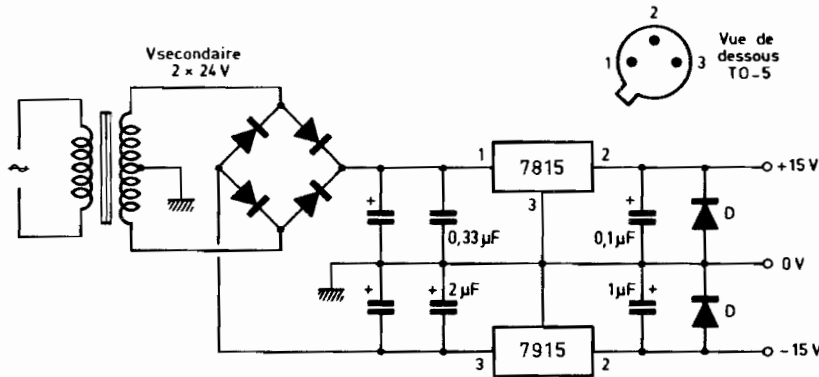


Fig. 5. - Exemple d'alimentation utilisant un régulateur de la série 7900. Noter que les sorties du boîtier ne sont pas les mêmes que pour la série 7800 (D = 1N4001 ou similaire. - Schéma d'origine Fairchild).

termine le courant constant de charge. Celui-ci est égal à la somme du courant de sortie et du courant de repos (5 mA environ) du circuit régulateur. De cette relation, on en tire la formule pour trouver la résistance :

$$R = \frac{V \text{ nominale}}{I \text{ charge} - 5 \text{ mA}}$$

Pour charger un accumulateur avec un courant constant de 50 mA en utilisant un 7812, la valeur de la résistance sera :

$$\frac{12 \text{ V}}{0,045 \text{ A}} \approx 267 \Omega$$

La tension aux bornes de l'accu sera égale à la somme de la tension  $V_E$  et de la tension nominale du circuit régulateur, dont on déduira la chute de tension interne de ce régulateur, soit 2,5 V environ.

### Doubleurs de tension

Ils présentent un intérêt lorsque la tension alternative n'est pas assez élevée. Les plus courants sont le montage Schenkel (fig. 12) et le montage Latour (fig. 13). Le fonctionnement de ces doubleurs est très simple. Considérons le premier, la tension secondaire est par exemple de 4 V. Pour une alternance, le point B est positif par rapport à A, le condensateur  $C_1$  se charge à travers  $D_1$  de telle sorte qu'à la fin de cette première alternance,  $C_1$  se trouve chargée à une tension continue égale à  $4 \text{ V} \times 1,414$ , soit 5,65 V. A l'alternance suivante, A est positif par rapport à B. La tension au point C, par rapport au point de masse, est doublement positive. Sa valeur est égale à l'alternance positive de  $V_{sec.}$  ajoutée de la tension déjà existante aux bornes de  $C_1$ . Le condensateur se charge à

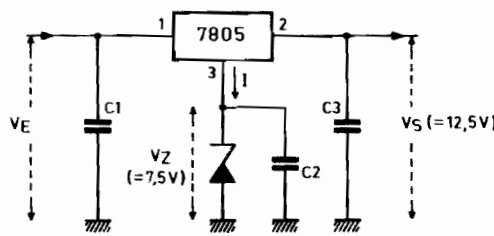


Fig. 6. - La tension de sortie  $V_S$  est égale à 5 V plus la tension Zener  $V_Z$  ( $C_1 = C_2 = 0,47 \mu\text{F}$ ;  $C_3 = 0,1 \mu\text{F}$ ).

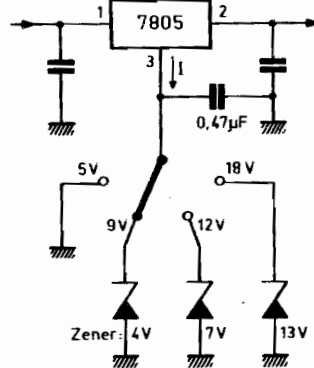


Fig. 7. - Alimentation régulée à tensions multiples. Le courant  $I$  est de l'ordre de 5 mA.

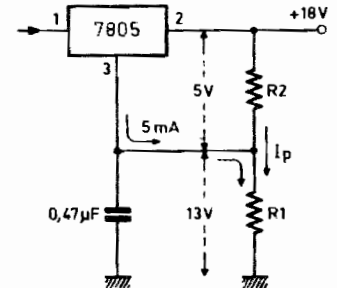


Fig. 8. - Augmentation de la tension de sortie par pont de résistances.

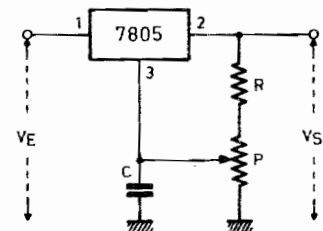


Fig. 9. - La tension de sortie peut être en partie réglable par le potentiomètre P.

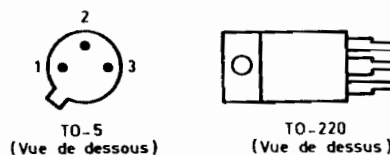
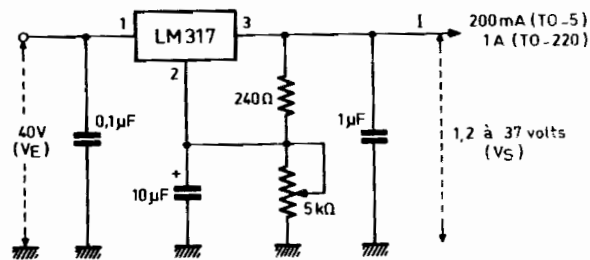


Fig. 10. - Schéma du régulateur fournissant une tension de sortie réglable de 1,2 à 37 V.

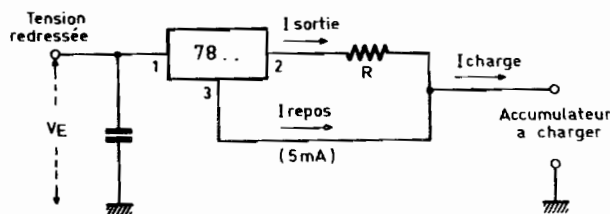


Fig. 11. - Chargeur d'accumulateurs cadmium-nickel.

travers  $D_2$ , sa tension aux bornes est égale, d'après ce qui vient d'être dit, à :  $2 \times V_s \times 1,414$ , soit pour notre exemple : 11,3 V (moins la chute de tension directe dans les deux diodes). La fréquence de la tension alternative résiduelle est de 50 Hz.

Le fonctionnement du montage Latour est encore plus facile à comprendre. Lorsque A est positif par rapport à B, le condensateur  $C_1$  se charge à travers

$D_1$ . Dans le cas opposé, c'est  $C_2$  qui se charge à travers  $D_2$ . Le branchement des deux condensateurs est tel que les deux tensions crêtes s'ajoutent. La fréquence de la résiduelle est de 100 Hz.

**Schéma complet**

La figure 14 représente le schéma complet d'une alimentation basse tension réglable (1,2 à 25 V) pouvant débiter un courant

maximal de 200 mA ou 1 A suivant le boîtier du LM 317 (TO-5 ou TO-220). Le transformateur T fournit au secondaire une tension efficace de 24 V, sa puissance est de 6,3 volts-ampères (ou 25 VA pour l'option TO-220). Le condensateur C (10 nF) aux bornes du primaire n'est pas obligatoire, son rôle est d'éliminer les transitoires apportées par le secteur. Sa réactance à 50 Hz est très élevée. Le fusible est calculé pour un

courant supérieur de 20 % au courant primaire (ce courant primaire est égal à la puissance demandée divisée par la tension primaire).

Le redressement est réalisé par 4 diodes 1N4148. Une diode électroluminescente sert de voyant. Le condensateur de 10  $\mu$ F aux bornes du potentiomètre de 5 k $\Omega$  améliore la suppression de la tension alternative résiduelle.

J.-B. P.

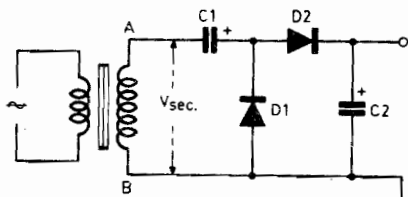


Fig. 12. - Montage doubleur de tension (type Schenkel).

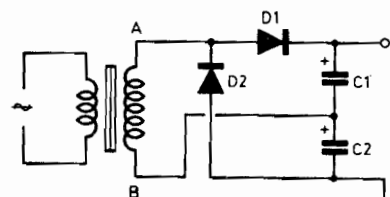


Fig. 13. - Montage doubleur de tension (type Latour).

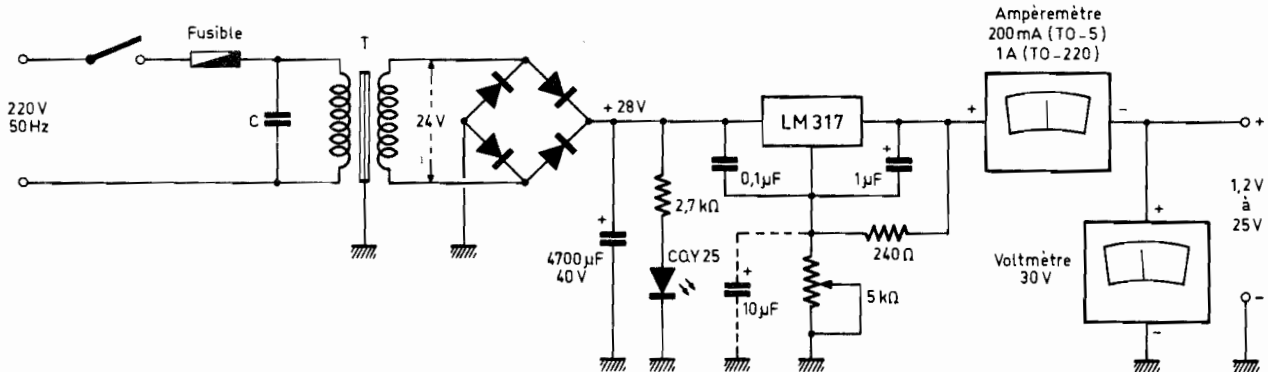


Fig. 14. - Schéma complet d'une alimentation (tension réglable de 1,2 à 25 V).

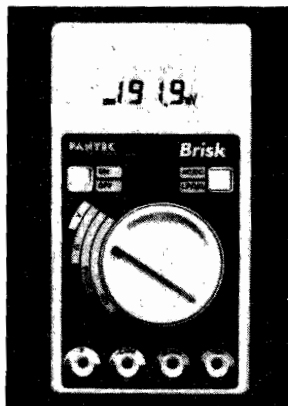
# Bloc-notes

**LE MULTIMETRE DIGITAL PANTEC : LE BRISK**

Cet appareil de présentation simple et compacte associe la fiabilité à la précision, tout en restant d'un emploi aisé, grâce au changement de gamme automatique.

L'emploi de la technologie CMOS-LSI et d'un afficheur 3 1/2 digits assure de hautes performances pour un prix extrêmement séduisant.

Le BRISK réunit les fonctions courantes :



- Volts C.C. = 0-1 000 V Auto.
- Volts C.A. = 0-600 V Auto.
- Ampères CC et CA = 0-200 mA.
- Ampères CC et CA = 0-10 A sur entrée séparée.
- Ohm = 0-1 999 k $\Omega$  Auto.

Toutes les fonctions sont visualisées sur l'afficheur (mV, V, A, mA,  $\Omega$ , k $\Omega$ , LP $\Omega$ , AC) ainsi que le mode automatique (Auto), l'inversion du signe (-) le dépassement de gamme (1

clignotant) et l'usure des piles (BATT).

Le BRISK possède un signal sonore indiquant tout changement de fonction et permettant d'effectuer des tests de continuité.

L'autonomie est de 300 heures environ.

Son impédance d'entrée de 10M $\Omega$  lui assure une utilisation quasi universelle.

Le BRISK est fourni avec un jeu de cordons, un fusible de rechange, et une notice d'emploi, détaillée en cinq langues.