

## Conception et réalisation d'une alimentation de sécurité variable de 0 à 220 V alternatif

Cette alimentation est destinée à la mise en route des poste radio et plus particulièrement des tous courants.  
Le schéma proposé vous permettra de disposer d'une alimentation sûre et quasiment indestructible.  
Rien n'est plus rageant que de voir un tous courants détruire en une fraction de seconde un appareil de mesure qui devait le protéger au mieux.

Nous allons étudier successivement les 3 principales parties de cette alimentation

- 1) La génération de la tension variable et sa protection
- 2) La mesure de l'intensité débitée.
- 3) La mesure de la tension de sortie.

### 1) Génération de la tension variable et sa protection.

La tension de sortie devra être variable de 0 à 220 V et sera protégée en courant.  
Elle sera isolée du réseau de façon à pouvoir travailler avec un minimum de risque sur un tous courants.  
Afin de ne pas être relié au réseau nous utiliserons un transformateur d'isolement, un modèle 220 V primaire 2 x 110 V secondaire d'une puissance de 100 à 200 W est nécessaire suivant le montage utilisé.

Pour la variation de la tension on fera appel à un variac .

Tout d'abord le brochage d'un variac, il peut être assez complexe, le nombre de connexions varie de 3 à 5. suivant les modèles.  
Voyons sa constitution :

Prenons le cas d'un variac dit 220 V à 5 connections, le modèle le plus complexe. (Figure 1)

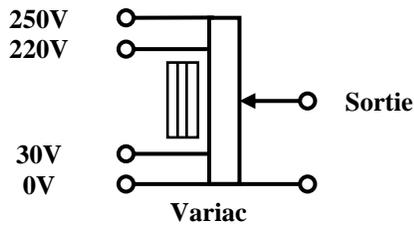


Figure 1

On constate que le variac à une connexion commune entre l'entrée et la sortie.

C'est donc un auto-transformateur (entrée sortie non isolées)

Si on l'alimente avec du 220 V entre les bornes 0 V et 220 V on disposera en sortie d'une tension variable de 0 à 250 V.

Si on l'alimente avec du 220 V entre les bornes 0 V et 250 V on disposera en sortie d'une tension variable de 0 à 220 V.

La connexion 30 V reste inutilisée dans tous les cas pour notre application.

Oui mais vous allez me dire un variac 220 V c'est rare et cher.....

Pourtant il y a une astuce.....

On trouve en récupération, sur de vieux matériels Américains, chez des ferrailleurs des variacs 110 V pas cher du tout ( au poids du cuivre) car c'est invendable et paraît-il inutilisable.....faut voir.....

Que faire avec ?

On peut bien sur utiliser un transfo 220/110 V le variac puis un transfo 110/220 V un peu lourd et coûteux en transfos. (Figure 2).

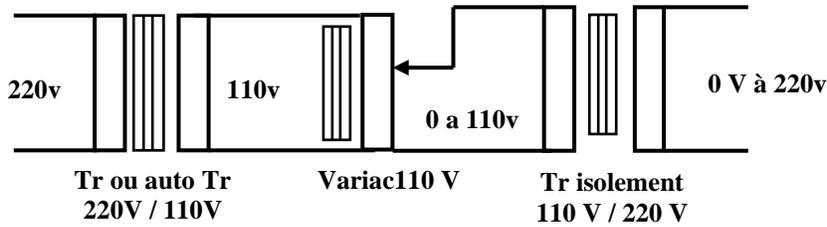


Figure 2

Suivant les disponibilités on peut utiliser deux transfos d'isolement ou un auto-transformateur et un transfo d'isolement, l'ordre importe peu si les transfos et variac ont une puissance à peu près égale, mais il devra toujours y avoir au moins un transfo d'isolement dans le montage.

Dans le cas où les transfos et variac ont des puissances très différentes les classer dans l'ordre décroissant de puissance en partant du réseau : le transfo le plus puissant en premier puis le variac et le transfo le moins puissant.

Si on accepte quelques sacrifices sur la puissance et deux gammes de tensions on peut s'en tirer autrement.

La majorité des transfos d'isolement ont deux secondaires 110 V et en n'utilisant qu'un seul secondaire on peut y connecter un variac 110 V au prix d'une réduction de puissance de moitié si on veut une commutation simple.

On peut bien sûr compliquer la commutation en mettant en parallèle les deux secondaires 110 V et disposer ainsi de la pleine puissance, affaire de choix et de disponibilité du bon commutateur.

Dans ce premier cas si on souhaite disposer de 100 W en sortie 110 V on prendra un transfo d'isolement de 200 W.

Le deuxième enroulement 110 V est connecté de la façon suivante pour permettre de disposer d'un 220 V variable. (Figure 3).

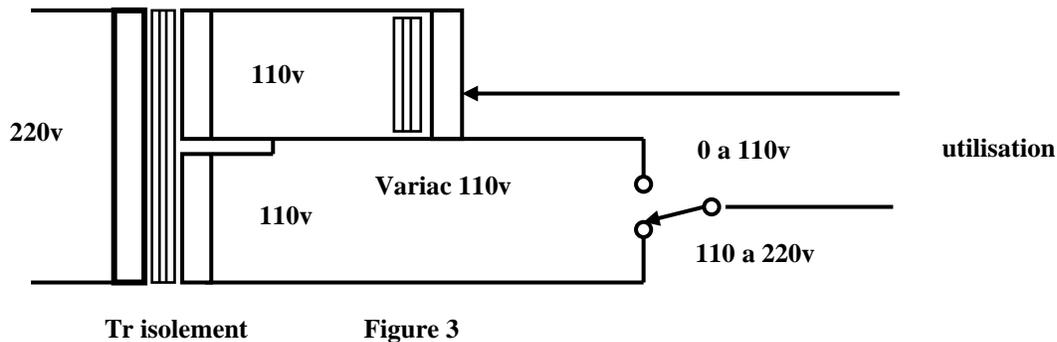


Figure 3

Oui mais il y a deux gammes dont la deuxième démarre à 110 V.

Pas trop gênant on fait le premier démarrage en 110 V. De plus certains tous-courants n'ont qu'une seule tension 110 V.

On peut obtenir des gammes qui s'enchaînent mais on devra tourner le variac une fois dans un sens pour passer de 0 à 110 V puis commuter la deuxième gamme et tourner le variac dans l'autre sens pour passer de 110 à 220 V. (Figure 4).

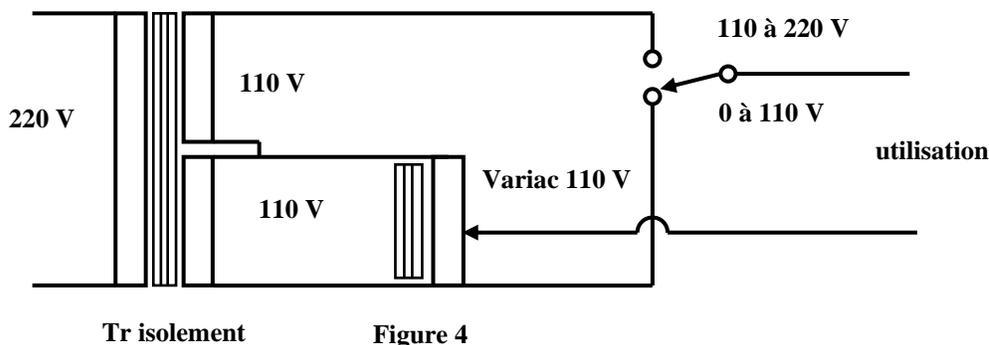


Figure 4

Personnellement après avoir essayé les deux solutions je préfère la première, mais tout est affaire de goûts...

Ma première alimentation secteur a fonctionné sur ce principe avant que je ne mette la main sur un variac 0 à 220 V pas trop cher.

Nota important :

Il va sans dire que les interrupteurs inverseurs de changement de gamme doivent être irréprochables et sans court-circuit entre plots au moment de la commutation, si non gare au flash....

Protection du variac :

La plus simple est un fusible rapide qui doit toujours être placé sur la connexion allant au curseur et calibré à 1 à 1,2 fois l'intensité nominale indiquée sur le variac c'est très important.

On peut aussi utiliser un disjoncteur d'installation électrique, le modèle 1A destiné à la protection des VMC (Ventilation Mécanique Contrôlée.) convient parfaitement pour un variac de 200 à 250 W.

## 2) Mesure de l'intensité :

C'est par expérience la partie la plus fragile de l'alimentation.

Voici les « combines » que j'ai mises au point pour utiliser et protéger à peu près n'importe quel galvanomètre à cadre mobile ou affichage numérique dans le cas de mesures d'intensité sur la tension de sortie et obtenir des échelles linéaires..

Cela permet d'utiliser un galvanomètre à cadre mobile plus précis et plus linéaire qu'un ferromagnétique tout en assurant sa protection.

Cela après avoir enroulé en tire bouchon quelques aiguilles autour de la butée ou explosé les spiraux en dépannant ces « foutus » tous-courants. ( le court circuit à chaud cathode filament de la valve est en général fatal au galvanomètre...)

De plus l'échelle de mesure est bien linéaire ce qui ne gâche rien à la chose.

Vous ne direz ça va être cher en matériel, hé bien non, on peut tout récupérer dans de vieilles alimentations d'ordinateur trouvées aux puces ou à la déchetterie ; on peut bien sûr aussi acheter les composants neufs chez son fournisseur préféré.

Plutôt qu'un long discours voici le schéma de base l'ampèremètre, (Figure 5) il est important qu'il soit placé directement en sortie de l'alimentation sans cela il ne mesurera pas le courant réel consommé par le poste.

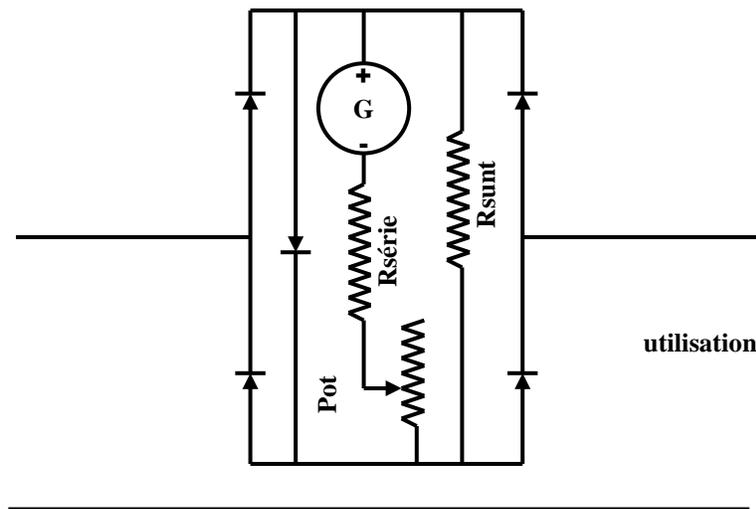


Figure 5

Les 5 diodes sont à récupérer coté redressement 5 V et 12 V sur de vieilles alimentations de PC.

On peut aussi utiliser indifféremment des diodes Schottky ou classiques pour les 4 diodes du pont cela sans aucun problème, la seule contrainte est qu'elles soient identiques.

Il faut, pour le pont et la ou les diodes de protection, des diodes fort courant 20 A au moins si on veut qu'elles tiennent en cas de court circuit en sortie de l'alimentation et que le fusible ou le disjoncteur saute en protégeant les diodes et pas le contraire !

Elles n'ont pas besoin de tenir une grande tension inverse car le pont de diodes fonctionne quasiment en court circuit sur le shunt et ne redresse que 0,5 à 1 V maximum, des diodes 15 V de tension inverse suffisent amplement.

Pour les composants que vous avez récupérés cherchez leurs caractéristiques sur Internet en donnant comme mots clés diode et la référence du composant, mais ce n'est pas utile si vous avez bien repéré les diodes 5 V et 12 V sur l'alimentation.

La diode dans sens direct assure la protection du galvanomètre en cas de court circuit en limitant la tension aux bornes du shunt aux environs de 0,6 à 0,7 V ; elle ne devra sous aucun prétexte être débranchée ou commutée, son absence même momentanée pourra causer la destruction du pont redresseur (apparition d'une tension supérieure à 12 V aux bornes du pont) et du galvanomètre.

Très important :

Ne pas oublier que l'on mesure une tension alternative et que dans ce cas la tension apparaissant sur le shunt est la tension crête même si le galvanomètre mesure lui la tension efficace, opération qu'il effectue plus ou moins bien suivant sa technologie de construction, c'est à cause de cela qu'il faut toujours prévoir un élément de réglage.

Pour 1 A mesuré la courant crête est 1,414 A.

Grâce à ce montage les seuils des diodes du pont de redressement sont totalement masqués dès que la tension d'utilisation dépasse quelques volts ce qui n'est pas gênant sur une alimentation secteur.

Ils ne donnent lieu à aucun tassement de début d'échelle (ce que l'on constate quand le redressement est fait après le shunt).

La résistance du shunt doit être calculée pour que la tension crête apparaissant à ses bornes ne dépasse pas le seuil de la diode de protection utilisés mais s'en approche suffisamment afin que la fonction limitation existe.

$R_{shunt} = 0,4 / I_{efficace\ max}$  mesurée. (0,4 pour tenir compte du courant crête) est un bon compromis pour une diode de protection silicium dont le seuil est de 0,6 à 0,7 V.

Vérifiez bien que la diode de protection est une diode classique silicium dans le cas contraire si vous utilisez des diodes Schottky il faudra en mettre trois en série pour que le seuil de conduction soit plus élevé.

Si votre échelle de mesure se tasse en fin de course c'est que la ou les diodes de protection commencent à conduire et à jouer son rôle de limiteur.

On se trouve parfois dans cette éventualité quand on utilise un vieux modèle de galvanomètre des années 40 / 50 ou un appareil de tableau industriel qui demande presque 0,6 V ou même parfois 1V.

Il faut donc dans ce cas dimensionner la ou les diodes de protection pour la tension crête développée aux bornes du shunt. Dans ce cas mettre deux ou trois diodes en série cela permet de porter la tension disponible aux bornes du shunt à la tension nécessaire pour le galvanomètre que vous souhaitez utiliser.

Pour ce qui est de la sensibilité du galvanomètre on peut choisir un modèle peu sensible de 1 à 10 mA.

Supposons que nous disposons d'un galvanomètre d'une sensibilité de 1 mA et de 15,6 ohms de résistance interne et que nous souhaitons réaliser un ampèremètre d'un calibre de 0,5 A.

Si la diode silicium de protection choisie est un modèle silicium avec un seuil de 0,6 à 0,7 V.

La tension maximale crête aux bornes du shunt doit être inférieure à la tension de seuil.

Cela donne une tension efficace de  $0,6 / 1,414 = 0,42$  volts, nous calculons le shunt pour une chute de tension de 0,4 V sous 0,5 A soit un shunt de  $0,4 / 0,5 = 0,8$  ohms.

On peut constituer ce shunt par la mise en parallèle de deux résistances 1 ohm et 3,9 ohms  $(1 * 3,9) / (1 + 3,9) = 0,7959$  ohms.

On recalcule la chute de tension exacte dans le shunt  $0,7959 * 0,5 = 0,398$  volts.

Il faut que la résistance totale ( $R_{galva} + R_{série}$ ) laisse passer 1mA soit une résistance de  $0,398 / 0,001 = 398$  ohms qui va devoir dissiper  $0,398 * 0,001 = 0,000398$  watts.

Retranchez cette valeur de la résistance interne du galvanomètre  $398 - 15,6 = 382$ .

Et si on trouve une résistance négative c'est que le choix de la tension aux bornes du shunt est trop faible ou que la résistance interne du galvanomètre est trop grande, il faut dans ce cas remplacer la diode de protection par deux diodes en série afin d'avoir un seuil de 1,2 à 1,4 V et recommencer le calcul

Pour déterminer le potentiomètre diminuer de 20% la valeur de la résistance calculée.

$382 * 0,8 = 305$  ohms.

Choisir la valeur normalisée la plus approchante 270 ohms.

Cela donnera la valeur de la résistance talon

Choisir un potentiomètre (linéaire loi A et pas logarithmique loi B.) dont la valeur à mi course est telle que, ajoutée à 270 ohms, l'on obtienne 382 ohms.

$382 - 270 = 112$  ohms dans ce cas une valeur totale de 224 ohms on choisira la valeur normalisée la plus proche soit 220 ohms.

Si on dispose de résistances de précision ou un bon ohmmètre numérique on peut refaire ce calcul avec 10% ou mieux 5% de marge de réglage ce qui rendra le réglage plus fin et plus stable.

Pour la résistance du shunt il n'est pas utile de disposer d'une résistance de précision, on lui demandera seulement d'être stable dans le temps. Pour cela évitez autant que possible anciennes résistances au carbone aggloméré, préférez les modèles à couche métallique ou bobinées.

Le shunt peut être constitué par la mise en parallèle de plusieurs résistances normalisées :

Si vous ne disposez pas de résistances de puissance comme celles utilisées constituez votre shunt en augmentant le nombre de résistances en parallèle : sept résistances de 5,6 ohms  $\frac{1}{4}$  W en parallèle donnent 0,8 ohms de 1,75 W.

L'expérimentation montrée sur la photo (figure A) à nécessité une résistance série totale (potentiomètre + talon) de 356 ohms. Le courant maximal circulant dans le galvanomètre est limité à environ 2 mA lorsque le courant débité est de 2 A soit 4 fois plus que les 0,5 A du calibre calculé. Sachant que la tension maximale directe de la diode de protection peut atteindre 1 V le courant maximal traversant le galvanomètre n'excèdera jamais  $1 / 336 = 0,003$  A soit 3 mA courant qu'il supporte sans dommages.

### 3) Mesure de la tension

Et pour le voltmètre ? hé bien on fait presque pareil...

Si ce n'est que les 4 diodes sont à récupérer coté entrée de l'alimentation de PC en cours de « désossage ». Le redressement 220 V est pourvu d'un pont ou de 4 diodes supportant la tension secteur et un courant de 1 à 2 A.

Il faut, pour le pont, des diodes faible courant 1 A suffit amplement.

Elles ont besoin de tenir une grande tension inverse puisque le pont de diode redresse directement les 220 V.

Il n'y a plus de diode limiteuse car elle est inutile. (Figure 6).

Dans ce cas aussi les seuils de diodes sont totalement masqués et ne donnent lieu à aucun tassement visible du début de l'échelle. Le tassement n'existe que pour des tensions inférieures à quelques volts ce qui n'est pas gênant sur une alimentation secteur.

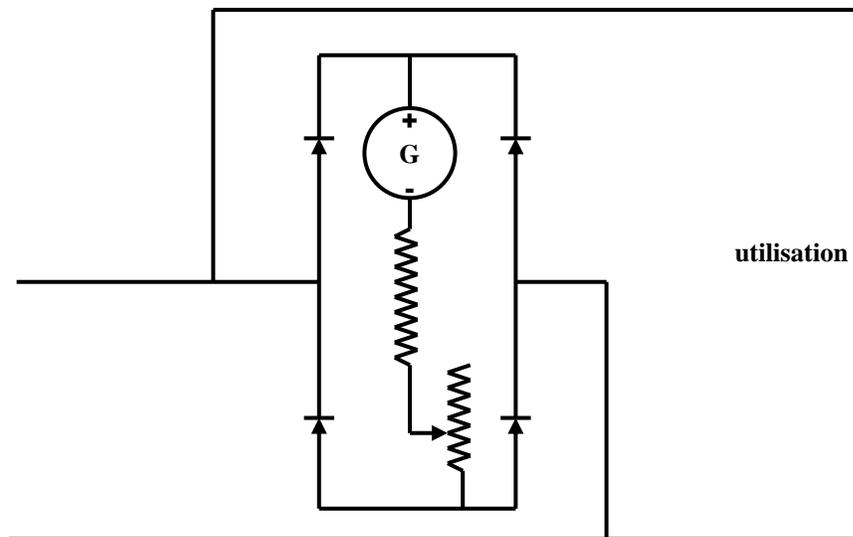


Figure 6

Réalisation d'un voltmètre d'un calibre de 250 V

Il faut choisir un modèle de galvanomètre assez sensible si on ne veut pas trop dissiper de watts dans la résistance en série avec le galvanomètre.

Si on suppose que nous avons le même galvanomètre que précédemment (1mA 15,6 ohms) il faut une résistance série de  $250/0,001=250$  K ohms qui va devoir dissiper  $250*0,001=0,25$  watts.

Attention malgré la faible dissipation de cette résistance il faut la constituer par mise en série d'au moins trois résistances de façon à ce que la tension aux bornes de chaque résistance ne dépasse pas 100 V. En effet les petites résistances modernes  $\frac{1}{4}$  W que l'on trouve ont souvent du mal à « encaisser » plus de 150 V cela même si la puissance dissipée ne dépasse pas leur puissance maximale.

Éviter les galvanomètres 10 mA que l'on trouve sur les tableaux industriels la résistance chutrice devrait dissiper 2,5 watts.....

Pour déterminer le potentiomètre diminuer de 20% la valeur calculée, choisir trois résistances normalisées de valeurs à peu près égales et dont la somme approche au mieux cette valeur. Cela permettra de bien répartir la chute de tension entre les résistances.

$250 \text{ K} * 0,8 = 200 \text{ K}$  (3 résistances de 68 K donnent 204 K)

Choisir un potentiomètre (linéaire loi A et pas logarithmique loi B) dont la valeur à mi course est telle que, ajoutée à 200 K on obtienne 250 K.

250 K-200 K=50 K dans ce cas une valeur totale de 100 K, on choisira la valeur normalisée la plus proche 100 K.

Si on dispose de résistances de précision et d'un bon ohmmètre numérique on peut refaire ce calcul avec 10% ou mieux 5% de marge de réglage ce qui rendra le réglage plus fin et plus stable.

La aussi il n'est pas utile de disposer de résistances de précision, on leur demandera seulement d'être stables dans le temps. Pour cela évitez autant que possible anciennes résistances au carbone aggloméré, préférez les modèles à couche métallique.

Le potentiomètre ajustable de réglage sera un modèle cermet ou bobiné et si vous n'en avez pas utilisez en un de la plus petite valeur possible, sa dérive dans le temps sera ainsi minimisée.

L'expérimentation montrée sur la photo (Figure B) à nécessité une résistance série totale (potentiomètre + talon) de 229 K ohms.

Ces astuces ne sont pas complexes ni coûteuses elles consistent simplement à faire tous les redressements en haute tension avant les ponts diviseurs ou les shunts, on applique ainsi aux diodes des tensions importantes ce qui permet de masquer les non linéarité de début d'échelle dans des plages (en dessous de 10 V) ou on n'utilise pas l'alimentation.

Afin de simplifier les calculs il a été volontairement fait un certain nombre de simplification en ne tenant pas compte de la résistance interne du galvanomètre pour le voltmètre et de son courant dérivé pour l'ampèremètre.

Les potentiomètres de réglage permettent de compenser les petites erreurs dues à ces approximations de calcul

#### 4) Schéma complet

Voici le montage type de cette alimentation. (Figure 7).

Pour l'ordre de branchement du voltmètre et de l'ampèremètre tout dépend de la qualité du voltmètre.

Si votre voltmètre consomme peu 0,1 mA à 1mA placez le après l'ampèremètre

Si votre voltmètre consomme beaucoup 2 à 10 mA placez le avant l'ampèremètre afin que sa consommation n'apparaisse pas sur l'ampèremètre.

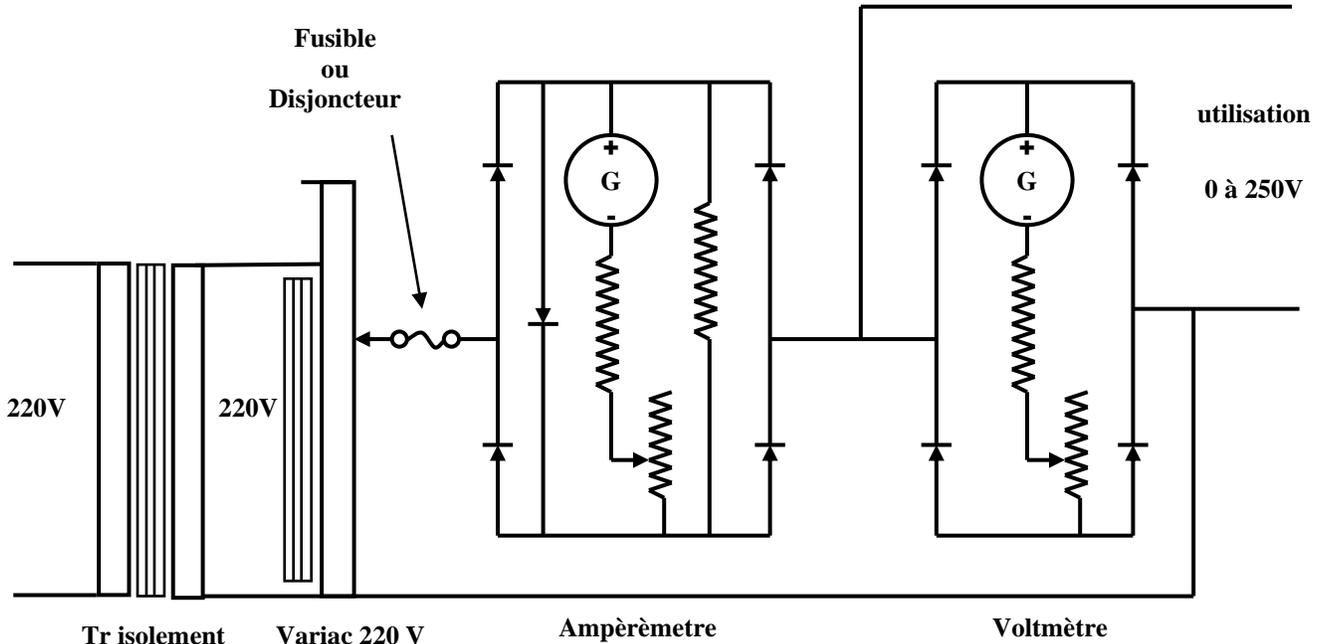


Figure 7

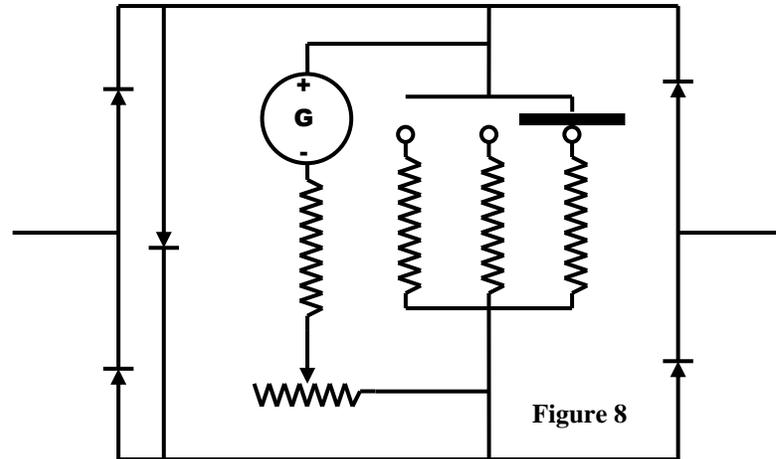
#### 4) Les calibres des appareils de mesure

Pour le voltmètre un seul calibre est suffisant une plage de 0 à 250 V correspond tout à fait à l'utilisation de l'alimentation. Pour l'ampèremètre plusieurs calibres sont souhaitables en particulier si on veut pouvoir mesurer le courant à vide des transformateurs pour déceler des spires en court circuit un calibre 0,1 A est indispensable

Comment faire un ampèremètre à plusieurs calibres, par exemple 0,1A 0,3 A 1 A.

#### 4-1) Commutation simple

La solution la plus simple consiste à commuter directement les shunts, le calcul des shunts est simple et on peut les ajuster indépendamment les uns des autres. (Figure 8).

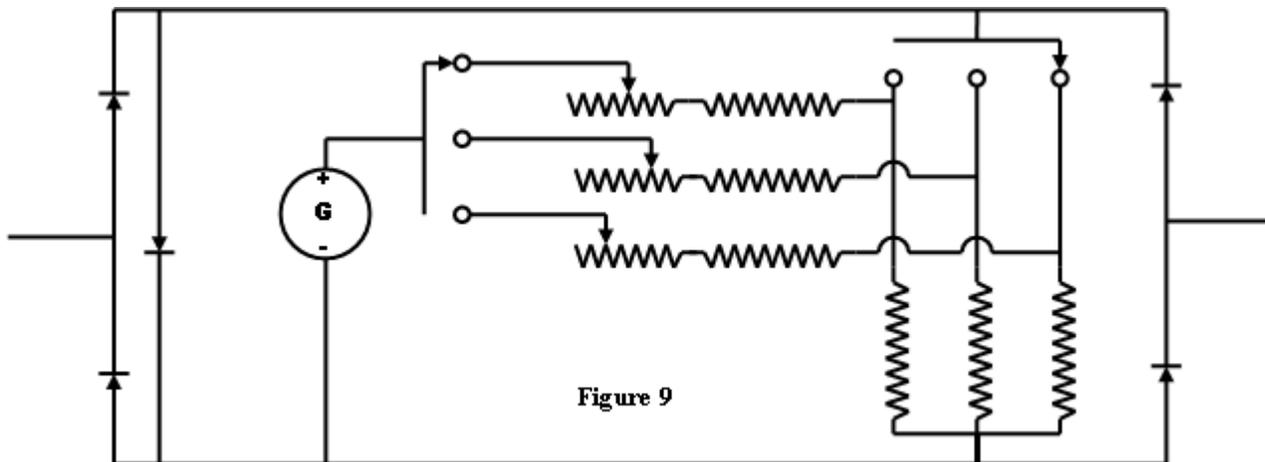


Mais on se heurtera rapidement aux résistances parasites dans les commutations surtout si les shunts sont de faible valeur, en effet le contact du commutateur est dans le boucle de mesure du galvanomètre donc toute évolution de la résistance de ce contact fera varier le calibre. Ce système de commutation nécessite donc l'utilisation d'un commutateur d'excellente qualité devant supporter le courant maximum débité par l'alimentation et qui de plus doit passer d'une position à l'autre en les courts circuitant sans cela le galvanomètre part en butée violemment.

Il existe cependant 2 moyens pour remédier à cet état de fait.

#### 4-2) Commutation double

Le schéma se passe de commentaires, il utilise deux commutateurs dont la seule caractéristique particulière est qu'il doit « tenir » le courant maximal débité par l'alimentation et effectuer les coupures le plus simultanément possible. (Figure 9).

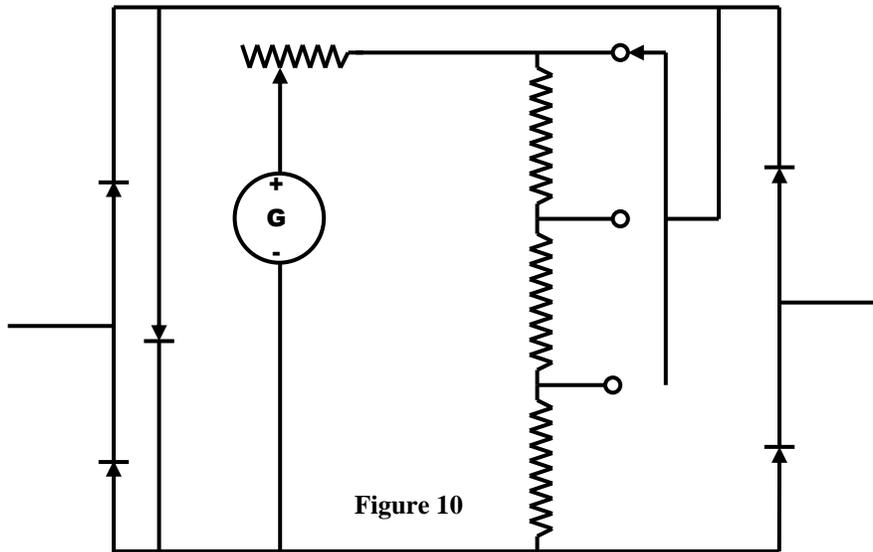


De plus la disposition du deuxième commutateur permet de profiter éventuellement d'un réglage pour chaque gamme ce qui est très pratique quand on ne dispose pas de résistances de précision.

#### 4-3) Shunts en serie

Cette disposition en série permet de ne commuter que les entrées de courant et de laisser la chaîne résistive connectée directement au galvanomètre. C'est ce principe qui est utilisé dans les multimètres. Il nécessite de réaliser des résistances de précision et de connaître très précisément toutes les caractéristiques électriques du galvanomètre utilisé. (Résistance interne, et courant pour la déviation maximale).

Le réglage d'une telle chaîne par des potentiomètres est difficile car tous les réglages sont inter-dépendants. On trouvera ce type de montage représenté par la Figure 10.



Seul un potentiometre en série avec le galvanomètre permet de corriger légèrement la déviation maximale sur toutes les gammes. Le calcul en est assez simple, quoi que demandant un peu d'attention, il ne fait appel qu'à  $U=R*I$ . Il faut tout d'abord bien mesurer et avec le plus de précision possible les caractéristiques du galvanomètre qui sera utilisé.

Sa sensibilité  $I_g$  que nous supposeront pour notre exemple être de 10 mA soit 0,01 A

Sa résistance interne  $R_g$  que nous supposeront pour notre exemple être de 40 ohms

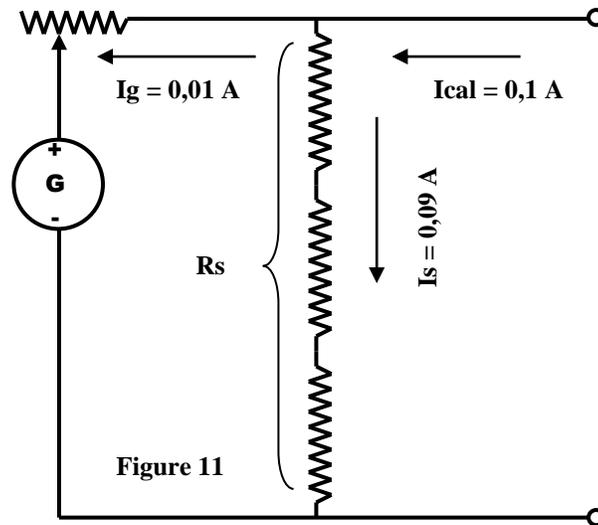
Le potentiomètre de réglage fin aura à mi course une valeur voisine du 1/5 de  $R_g$  soit 8 ohms ( pot de 15 ohms)

Les 3 calibres choisis seront : 0,1 A 0,3 A 1 A.

Le calcul commence par le shunt de plus faible intensité (Figure 11).

Appelons :

- $R_g$  la résistance interne du galvanomètre, mesurée 40 ohms.
- $I_g$  le courant pour la déviation maximale du galvanomètre mesuré 10 mA
- $R_p$  la résistance du potentiomètre, estimée 8 ohms. (20% de 40 ohms)
- $R_s$  la somme des 3 résistances constituant le shunt 0,1 A, c'est l'élément à calculer.



### Calcul du shunt de calibre $I_{cal} = 0,1 \text{ A}$

Calculons la tension apparaissant aux bornes de l'ensemble galvanomètre et potentiomètre nous l'appellerons  $V_s$ ,

$$V_s = (R_g + R_p) * I_g = (40 + 8) * 0,01 = 0,48 \text{ V}$$

Le courant mesuré  $I_{cal} = 0,1 \text{ A}$  se répartit entre le galvanomètre  $I_g = 0,01 \text{ A}$  et le shunt  $I_s = 0,1 - 0,01 = 0,09 \text{ A}$

Connaissant le courant  $I_s$  circulant dans le shunt  $0,09 \text{ A}$  et la tension à ses bornes  $0,48 \text{ V}$  nous pouvons calculer sa valeur

$$R_s = V_s / I_s = 0,48 / 0,09 = 5,3333 \text{ ohms}$$

On en déduit la formule générale : 
$$R_s = (R_g + R_p) * \frac{I_g}{I_{cal} - I_g}$$

### Calcul du shunt de calibre $I_{cal} = 0,3 \text{ A}$

Le schéma est celui de la Figure 12.

Le shunt initial va être scindé en deux résistances  $R_1$  et  $R_2$  de façon à ce qu'un courant  $I_{cal}$  de  $0,3 \text{ A}$  fasse dévier à fond le galvanomètre.

Appelons :

$R_s$  la somme des 3 résistances constituant le shunt  $0,1 \text{ A}$  calculée précédemment soit  $5,3333 \text{ ohms}$ .

$R_g$  la résistance interne du galvanomètre, mesurée  $40 \text{ ohms}$ .

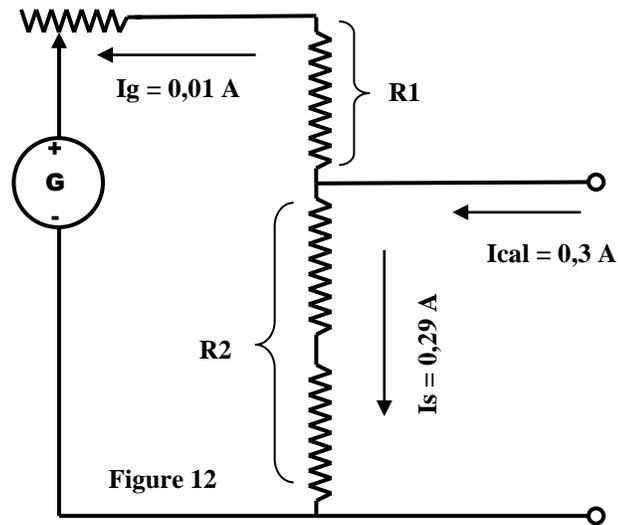
$I_g$  le courant pour la déviation maximale du galvanomètre  $0,01 \text{ A}$ .

$R_p$  la résistance du potentiomètre, estimée  $8 \text{ ohms}$ .

$I_{cal}$  le courant du calibre choisi soit  $0,3 \text{ A}$ .

$R_1$  la portion du shunt parcourue par le courant du galvanomètre  $I_g$  c'est l'élément à calculer.

$R_2$  la portion du shunt parcourue par la plus grande partie du courant à mesurer  $I_{cal}$  : c'est l'élément à calculer.



Le courant mesuré  $I_{cal} = 0,3 \text{ A}$  se répartit entre le galvanomètre  $I_g = 0,01 \text{ A}$  et le shunt  $I_s = 0,3 - 0,01 = 0,29 \text{ A}$

Le calcul est un peu plus complexe mais fait toujours appel à  $U=RI$

Mais il faut nous avons deux inconnues  $R_1$  et  $R_2$  qui sont liées par leur somme, en effet la somme de  $R_1$  et  $R_2$  doit être égale à la valeur du premier shunt calculé :  $5,3333 \text{ ohms}$

Calculons la tension  $V_s$  aux bornes de la résistance  $R_2$  ainsi que la tension aux bornes de l'ensemble galvanomètre, potentiomètre et  $R_1$ . qui sont deux tensions égales.

$$V_s = R_2 * I_s = R_2 * 0,29$$

$$V_s = (R_g + R_p + R_1) * 0,01 = (40 + 8 + R_1) * 0,01$$

$$R_1 + R_2 = 5,3333$$

De ces trois égalités on peut déduire que :

$$R_2 * 0,29 = (40 + 8 + R_1) * 0,01$$

$$R_1 = 5,3333 - R_2$$

Il suffit de remplacer  $R_1$  dans la première égalité par sa valeur en fonction de  $R_2$  soit  $R_1 = 5,3333 - R_2$

$$R_2 * 0,29 = (40 + 8 + 5,3333 - R_2) * 0,01$$

$$R_2 * 0,29 = (53,3333 - R_2) * 0,01$$

$$R_2 * 0,29 = 53,3333 * 0,01 - R_2 * 0,01$$

$$R_2 * 0,9 = 0,5333336 - R_2 * 0,1$$

$$R_2 * 0,9 + R_2 * 0,1 = 0,533333$$

$$R_2 * 1,0 = 0,533333$$

$$R_2 = 0,533333 / 1,0$$

$$R_2 = 0,533333 \text{ ohms}$$

Le calcul de  $R_1$  se fait à partir de l'égalité :

$$R_1 = 5,3333 - R_2$$

$$R_1 = 5,3333 - 0,533333 = 4,8 \text{ ohms}$$

On en déduit les formules générales :

$$R_2 = (R_g + R_p + R_s) * \frac{I_g}{I_{cal}}$$

$$R_1 = R_s - R_2$$

### Calcul du shunt $I_{cal} = 1 \text{ A}$ .

Le calcul est identique au précédent.

Le schéma est celui de la Figure 13.

Le shunt initial va être réparti en deux résistances  $R_3$  et  $R_4$  de façon à ce qu'un courant  $I_{cal}$  de 1A fasse dévier à fond le galvanomètre.

Appelons :

$R_s$  la somme des 3 résistances constituant le shunt 0,1 A calculée précédemment soit 5,3333 ohms.

$R_g$  la résistance interne du galvanomètre, mesurée 40 ohms.

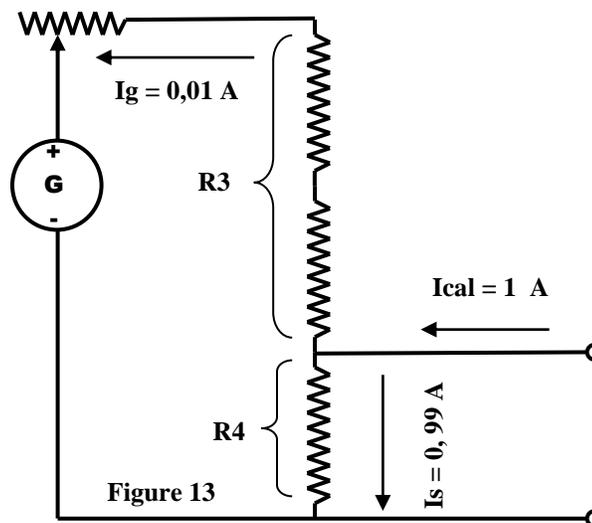
$I_g$  le courant pour la déviation maximale du galvanomètre 0,01 A.

$R_p$  la résistance du potentiomètre, estimée 8 ohms.

$I_{cal}$  le courant du calibre choisi soit 1 A.

$R_3$  la portion du shunt parcourue par le courant du galvanomètre  $I_g$  c'est l'élément à calculer.

$R_4$  la portion du shunt parcourue par la plus grande partie du courant à mesurer  $I_{cal}$  c'est l'élément à calculer.



Le courant mesuré  $I_{cal} = 1 \text{ A}$  se répartit entre le galvanomètre 0,01A et le shunt  $1 - 0,01 = 0,99 \text{ A}$

Le calcul est un peu plus complexe mais fait toujours appel à  $U=RI$

Mais il faut nous avons deux inconnues  $R_3$  et  $R_4$  qui sont liées par leur somme, en effet la somme de  $R_3$  et  $R_4$  doit être égale à la valeur du premier shunt calculé : 5,3333 ohms

Calculons la tension  $V_s$  aux bornes de la résistance  $R_4$  ainsi que la tension aux bornes de l'ensemble galvanomètre, potentiomètre et  $R_3$ ; qui sont deux tensions égales.

$$V_s = R_4 * I_s = R_4 * 1$$

$$V_s = (R_g + R_p + R_3) * 0,01 = (40 + 8 + R_3) * 0,01$$

$$R_3 + R_4 = 5,3333$$

De ces trois égalités on peut déduire que :

$$R_4 * 0,99 = (40 + 8 + R_3) * 0,01$$

$$R_3 = 6,6666 - R_4$$

Il suffit de remplacer  $R_3$  dans la première égalité par sa valeur en fonction de  $R_4$  soit  $R_3 = 6,6666 - R_4$

$$R_4 * 0,99 = (40 + 8 + 5,3333 - R_4) * 0,01$$

$$R_4 * 0,99 = (53,3333 - R_4) * 0,01$$

$$R_4 * 0,99 = 53,3333 * 0,01 - R_4 * 0,01$$

$$R_4 * 0,99 = 53,3333 - R_4 * 0,01$$

$$R4 * 0,99 + R4 * 0,01 = 0,533333$$

$$R4 * 1 = 0,533333$$

$$R4 = 0,533333 / 1$$

$$R4 = 0,533333 \text{ ohms}$$

Le calcul de R3 se fait à partir de l'égalité :

$$R3 = 5,3333 - R4$$

$$R3 = 5,3333 - 0,533333 = 4,8 \text{ ohms}$$

On peut aussi utiliser la même formule générale

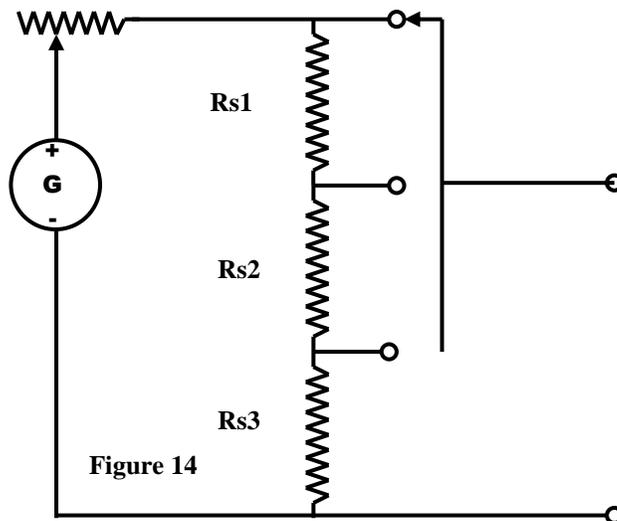
Il ne reste plus qu'à calculer les valeurs de Rs1, Rs2, Rs3 ; qui sont les valeurs des 3 résistances constituant la chaîne des shunts.(Figure 14).

$$Rs1 + Rs2 = Rs3 = Rs = 5,3333 \text{ ohms}$$

$$Rs1 = R1 = 3,5555 \text{ ohms}$$

$$Rs3 = R4 = 0,53333 \text{ ohms}$$

$$Rs2 = Rs - Rs1 - Rs3 = 5,3333 - 3,5555 - 0,53333 = 1,24444 \text{ ohms}$$



Si on souhaite ajouter d'autres calibres le calcul se fait de la même façon toujours du plus faible calibre vers le plus fort.

Il est bien sûr possible de remplacer les galvanomètres par des afficheurs numériques ou DVM.

Dans ce cas la précision de ces appareils permet d'utiliser une seule gamme en ampèremètre 2 A pour un afficheur 2000 points. Conserver la diode de protection de l'ampèremètre. et il est souhaitable d'ajouter des diodes de protection directement en entrée de ces appareils très facilement détruits par les impulsions des parasites véhicules par le réseau.

Ne pas oublier que la plupart des modèles alimentés en 5 V ont les bornes de mesure au potentiel de leur alimentation.

Compte tenu du montage de redressement utilisé il faut deux alimentations séparées, une pour le voltmètre et une pour l'ampèremètre et que ces alimentations sont toutes deux portées à des tensions différentes et reliées à la tension de sortie alternative. Les modèles alimentés directement en 220 V intégrant leur transformateur d'alimentation et d'isolement et peuvent être utilisés sans grandes précautions quand au potentiel auquel sont portées leurs entrées.

Ces appareils ont en général une sensibilité d'entrée de 200 mV ou 2 V, une résistance d'entrée de 1 mégohm et refusent en général tout signal ondulé en entrée, il faudra donc filtrer les tensions redressées et on se retrouvera donc avec la tension crête qui sera 1,414 fois la tension efficace alternative.

Il faut donc calculer les diviseurs de tension et les shunts en tenant compte de ce fait.

Les calculs précédents restent en grande partie valables, ils sont même beaucoup plus simples car on a dans tous les cas un voltmètre à grande résistance d'entrée comme appareil de mesure et le courant qu'il consomme peu être négligé.

On donnera la préférence à un modèle 200 mV pour l'ampèremètre, pour le voltmètre on peut utiliser indifféremment un modèle 200 mV ou 2 V

## 2) Mesure de l'intensité :

On utilisera le même système de protection que celui utilisé pour le galvanomètre en y ajoutant quelques diodes supplémentaires dans le cas d'un DVM alimenté en 5 V

Plutôt qu'un long discours voici le schéma de base l'ampèremètre, (Figure 15) il est important qu'il soit placé directement en sortie de l'alimentation sans cela il ne mesurera pas le courant réel consommé par le poste.

Le calcul du shunt et des résistances se fait comme indiqué précédemment

La cellule R3 C1 se dimensionne de façon à filtrer correctement la tension d'entrée du DVM de façon à obtenir une indication stable tout en réagissant assez rapidement aux variations de courant 47K 10 micros sont une bonne base de départ.

La chaîne R1 P1 R2 constitue le diviseur de tension du shunt elle va dépendre de la sensibilité de votre DVM, R1 et R2 sont les « talons » du potentiomètre La valeur de P1 sera de 10 à 20 % de la valeur totale de R1 + R2 de façon à masquer au mieux la dérive du potentiomètre

Le shunt est dimensionné pour une tension crête maximale de 0,5 V comme dans les calculs précédents.

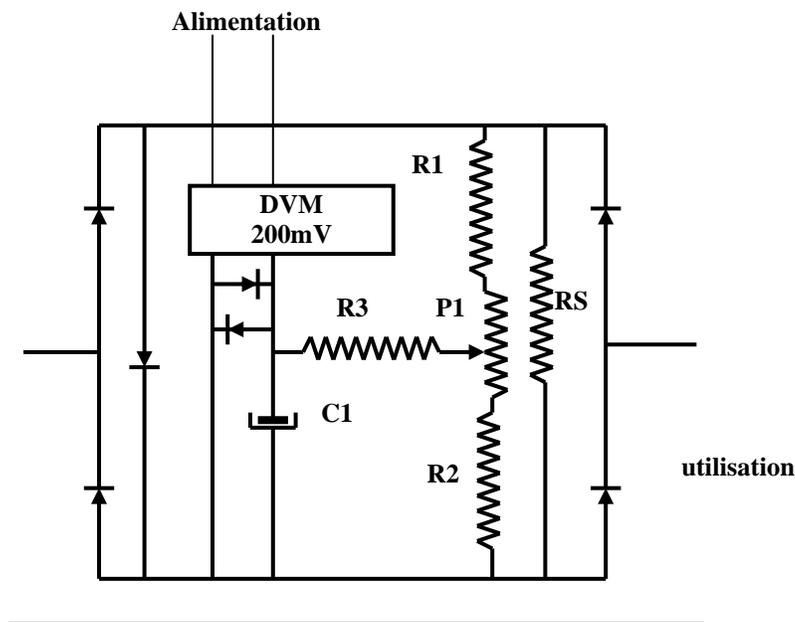


Figure 15

Cas de la mesure de tension (Figure 16).

Il suffit de calculer un diviseur de tension créant un calibre 2000 V pour le voltmètre sur un 2000 points cela donnera une résolution de 1 V largement suffisante pour une mesure réseau et cela sans changement de gamme pour simplifier au maximum Le calcul des résistances du diviseur est extrêmement simple.

On prendra par exemple R2 = 1 ohms et P1 220 ohms.

La première résistance du diviseur sera donc de  $1000 + 220 / 2 = 1110$  ohms

Pour un DVM de 200 mV de sensibilité elle sera soumise à une tension de 200 mV (filtrage par C1)

Il y circule un courant de  $0,2 / 1110 = 0,0001802$  A

Pour réaliser un calibre de 2000 V R1 doit avoir une valeur de  $2000 - 0,2 / 0,0001802 = 11098890$  ohms

Cette résistance sera constituée par la mise en série de 3 résistances de 3,3 M ohms et une de 1.2 Mohms

Le condensateur C1 aura une valeur de 1 microfarads

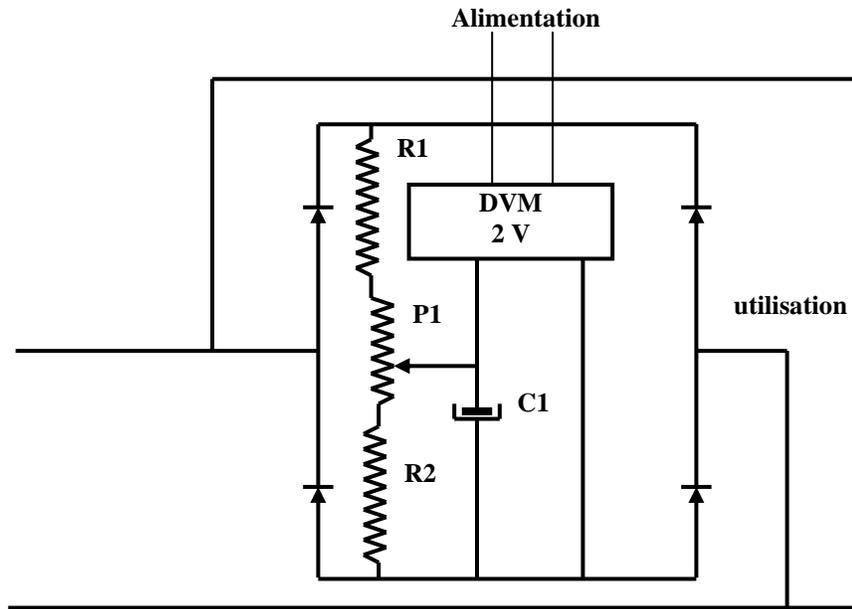


Figure 16

Mais certains vont dire un variac : c'est trop cher pour mes finances, de plus j'évite les postes tous courants trop difficiles à dépanner pour moi et les calculs d'ampèremètre dépassent mes compétences.

Comment faire pour démarrer en toute sécurité mes postes à transformateur ?

Il y a un moyen simple qui a fait ses preuves, pas besoin de calculs ni de montages complexes.

Allez faire un tour chez votre magasin de bricolage préféré.

- Achetez :
- 3 interrupteurs à monter en surface
  - 3 douilles pour lampes a monter en surface
  - 1 lampe 25 W 1 lampe 40 W 1 lampe 60 W modèles à filament ou halogène surtout pas de basse consommation
  - 1 prise male
  - 1 prise femelle
  - 2 mètres de fil souple 3 conducteurs

Effectuez sur une planchette le montage suivant : Figure 17

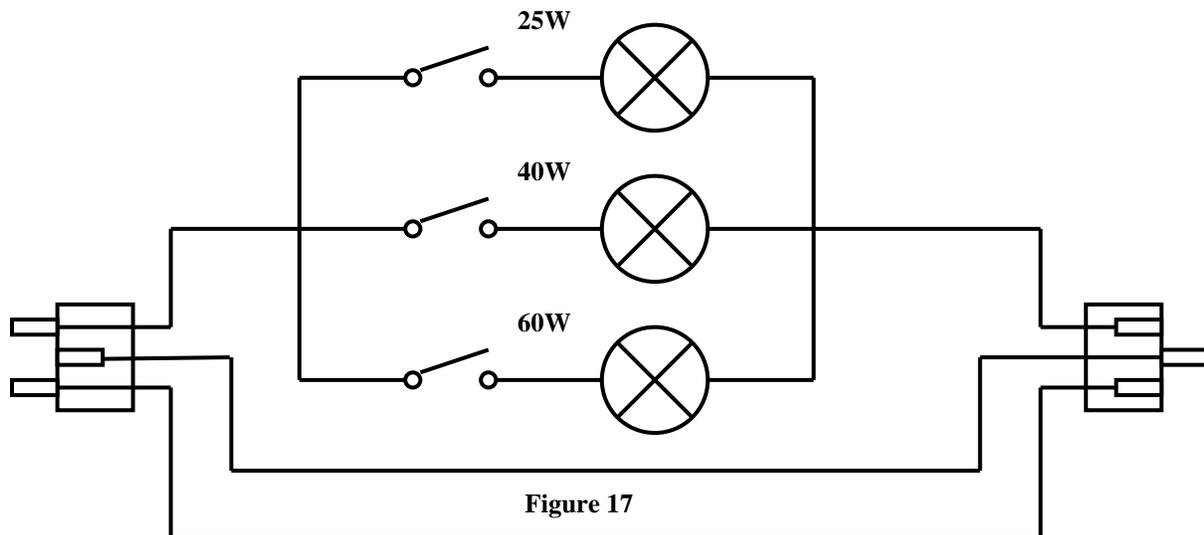


Figure 17

L'utilisation de ce montage est simple, il suffit de l'insérer dans l'alimentation du poste a mettre en route.

Oter tous les tubes du poste en repérant soigneusement leur place.  
Vérifiez que la tension secteur correspond à la position du fusible sur le répartiteur.

1) Mettre en service la lampe de 25 W et mettre le poste sous tension, le filament doit juste rougir.  
Filament éteint : rechercher une coupure, prise, fil d'alimentation, fusible, interrupteur défectueux, coupure dans le transfo.  
Filament très brillant : erreur de positionnement du répartiteur le poste est en 110 V rechercher un court circuit, prise, fil d'alimentation, condensateur en parallèle sur le secteur, sur les cosses du tranfo, sur la chaîne d'alimentation filament (supports de lampes cadran) et en dernier court circuit entre spire dans le transformateur.

2) Mettre la valve en place.  
Mettre en service la lampe de 40 W et allumer le poste, la lampe doit s'illuminer puis sa luminosité va baisser une fois le filament de la valve chaud la pointe de courant passée.  
Si la luminosité augmente graduellement, vérifiez la présence d'un C/C sur la ligne HT : condensateurs de filtrage morts ou mise à la masse ailleurs dans le câblage.  
Une fois les problèmes de cette étape résolus, passer à la dernière étape du démarrage.

3) Mettre la BF en place, le poste va présenter quasiment sa consommation nominale au point de vue HT.  
Mettre en service la lampe de 60 W et allumer le poste, la lampe doit s'illuminer puis sa luminosité va baisser une fois le filament de la valve et de la BF chauds la pointe de courant passée.  
Puis la luminosité va augmenter graduellement une fois que le courant anodique de la BF s'établit, une très forte luminosité fera suspecter le condensateur de liaison grille ou de découplage cathode de la BF, vérifiez au multimètre que les tensions et courants sur la BF sont conformes à ceux indiqués sur ses caractéristiques du tube.  
Vérifiez que l'ampli BF réagit en posant un tournevis sur la grille du tube un doit entendre craquements et ronflement dans le haut parleur.

Mettre en place tous les autres tubes et mettre en service la lampe de 40 et 60 W et allumer le poste, la lampe doit s'illuminer puis sa luminosité va baisser une fois les filaments des lampes chauds la pointe de courant de démarrage passée.  
Puis la luminosité augmente graduellement signe qu'il n'y a pas de grosse anomalie, on peut passer alors au dépannage proprement dit du poste en l'alimentant normalement.  
Cet appareil ne donne que des indications visuelles qui peuvent varier d'un poste à l'autre.  
Pour ceux qui n'ont jamais pratiqué cette méthode elle peut être un peu délicate au début mais on s'habitue vite au comportement de « l'appareil de mesure » en fonction de la taille du transfo d'alimentation testé et de la consommation du poste.  
Pour les petits postes à faible consommation (modernes) il vaut mieux utiliser un jeu de lampes 15 – 25 – 40 W.  
Pour les gros postes anciens consommant beaucoup un jeu de lampes 40 – 60 – 100 W est nécessaire.

Bon dépannage à tout et prudence sur le réseau Rémy