

## I- Redressement non commandé double et simple alternance :

Tout équipement électronique a besoin d'une source continue ce qui implique la transformation du courant alternatif du secteur (220 V, 50 Hz) en courant continu.

Le rôle d'une alimentation continu est de fournir les tensions et courants nécessaires au fonctionnement de l'équipement électronique avec le minimum d'ondulation et la meilleure régulation possible. La tension fournie doit rester stable quelle que soient les conditions de charge de l'alimentation dans ses limites nominales et les irrégularités du secteur.

Les alimentations modernes doivent de plus limiter le courant fourni en cas de surcharge ainsi que la tension continue qu'elles délivrent, afin de protéger les circuits intégrés et autres composants présentant une certaine fragilité.

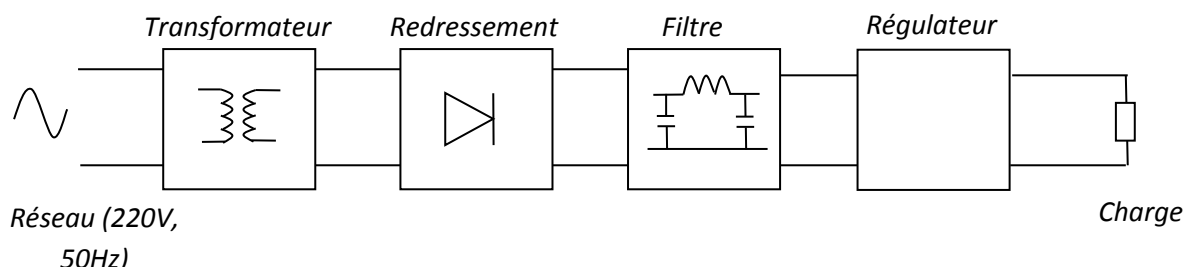
Il existe deux méthodes principales pour produire une tension continue stable à partir de la tension alternative du secteur :

- La stabilisation linéaire
- **La stabilisation par découpage.**

Ces deux méthodes ont leurs avantages et leurs inconvénients. L'alimentation par découpage est de conception récente on l'utilise essentiellement dans le domaine des **puissances élevées** (100 W et plus).

### ° Alimentation linéaire stabilisée :

Le bloc diagramme de cette alimentation est donné par la figure suivante. Le transformateur remplit deux fonctions : isolement galvanique entre l'équipement et le secteur et la transformation de la tension alternative (atténuateur par exemple).



Le redresseur convertit la tension alternative (du secondaire du transformateur) en tension continue. Trois types de circuits sont utilisés (en monophasé) :

- Redressement simple alternance,
- Redressement double alternance avec transformateur à double secondaire.
- Redressement avec pont.

Le redressement simple alternance bien que simple n'a qu'un rendement de 50% (il n'utilise que la moitié de la tension qui l'alimente (tension d'entrée du redresseur  $v(t)$ )).

Le redresseur double alternance utilise deux diodes chaque diode traite avec une alternance ce qui améliore le rendement. Un transformateur à double secondaire est plus chère qu'un transformateur simple, ce circuit n'est plus utilisé.

Le pont redresseur utilisé est à pont, il contient quatre diodes pour redresser les deux alternances (positive et négative) de la tension  $v(t)$ . Les quatre diodes sont regroupées dans un boîtier unique.

Après le redresseur se trouve le filtre qui va lisser le courant redressé fourni par le redresseur. Il comporte soit une self soit une capacité. Le filtre à self est le plus utilisé pour les circuits de puissance, pour les circuits à faible puissance on trouve des filtres à capacité d'entrée.

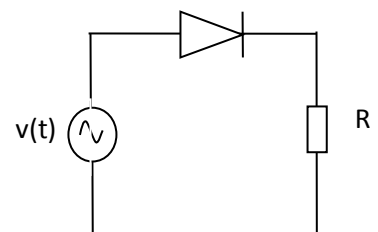
### **I-1 Redresseur simple alternance :**

Soit le circuit de redressement monophasé à diode simple alternance. La tension alternative  $v(t)$  qui alimente la résistance  $R$  à travers la diode  $D$ , est donnée par la formule suivante:

(avec  $f = 50\text{Hz}$  donc ;  $T=0.02 \text{ sec}$ ).

La valeur efficace de cette tension est :

La valeur moyenne d'une tension alternative est nulle:



Rappel :

Tout signal périodique peut être décomposé en valeur moyenne + des ondulations :

, .

Pour l'étude du redressement on va parler surtout de tensions. Nous avons la relation suivante qui donne la valeur efficace d'un signal (cas générale) en fonction de la valeur moyenne du signal et des ondulations présentes sur ce signal :

Pour un signal alternatif il n'y a que des ondulations, la valeur moyenne est nulle :

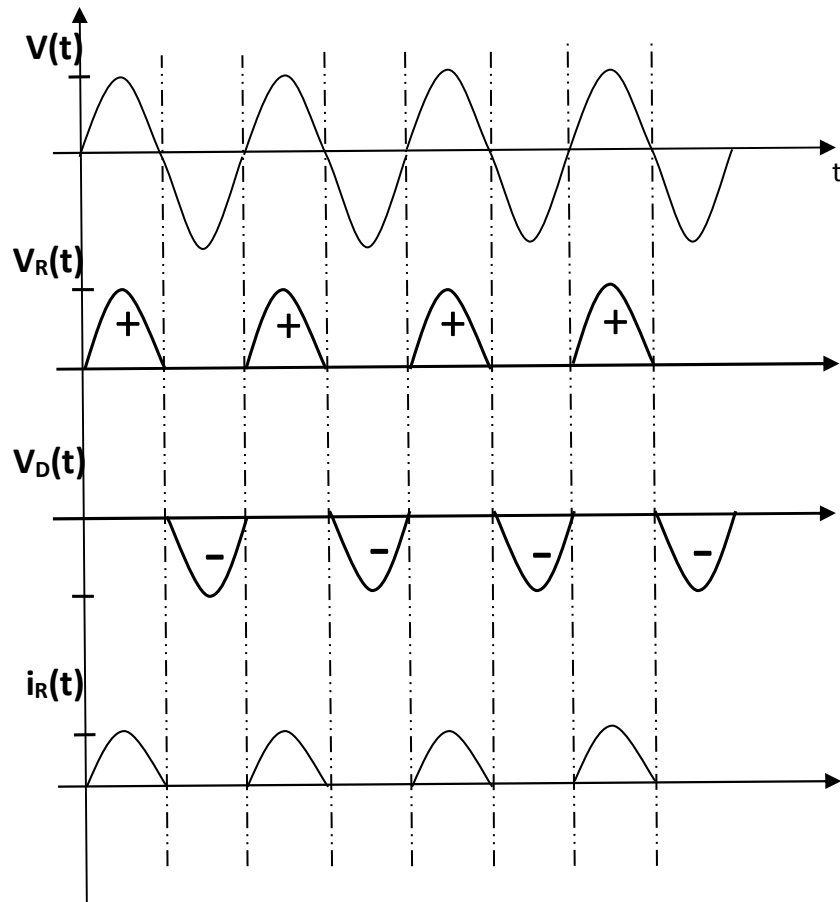
soit :

Pour un signal continu idéal les ondulations sont absentes :

soit :

En idéalisant la caractéristique des diodes (on néglige les tensions seuil  $V_D$  ou  $V_0$  à leurs bornes lorsqu'elles sont passantes), on obtient une tension aux bornes de la charge R donnée par la figure suivantes :

Avec :



L'équation des mailles donne :

La valeur efficace de la tension redressée :

→

La valeur moyenne d'une telle tension alternative est nulle:

→

Cette tension redressée possède donc une composante continue, mais elle présente aussi une ondulation importante. Le facteur de forme de cette tension est :

Le facteur d'ondulation de la tension  $v_R(t)$  définit le taux des ondulations dans cette tension redressée, il est donné par :

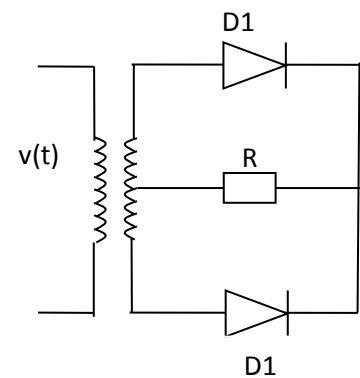
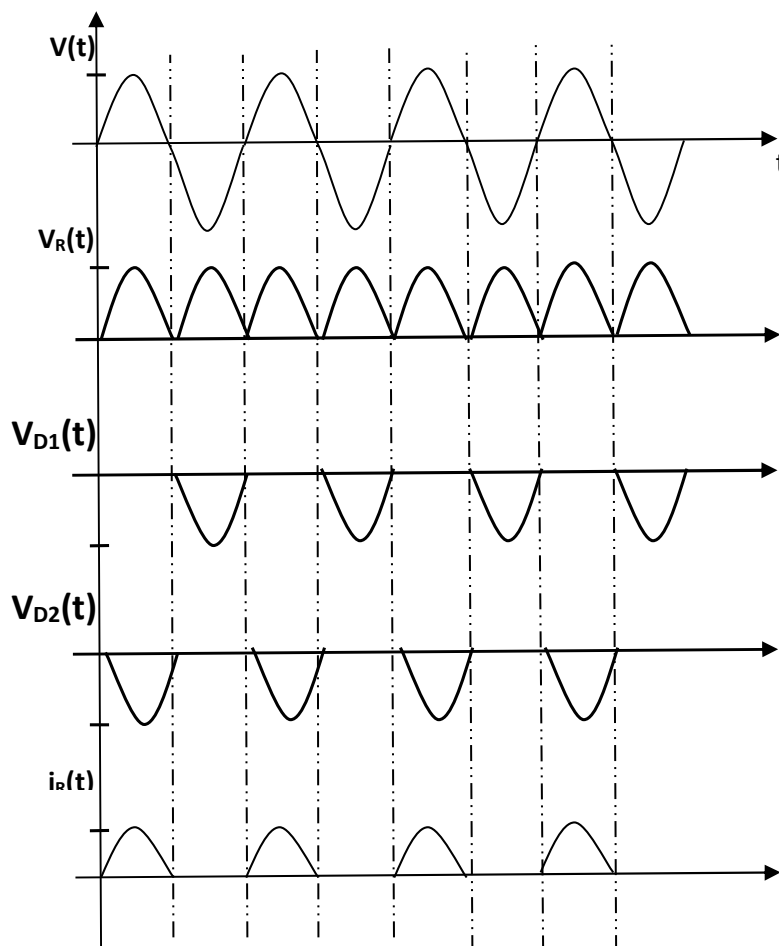
(on n'a pas  $v_{R\text{ond}}$  ... )

et :

Pour obtenir une tension continue il faut réduire ces ondulations. C'est le rôle du condensateur de filtrage.

### I-2 Redresseur double alternance :

La diode D1 fait passer l'alternance positive à la charge R et la diode D2 fait passer l'alternance négative. Le sens du courant est unidirectionnel dans la charge.



On obtient une tension redressée à deux alternances positives pour chaque période  $T$ . Les valeurs efficace et moyenne vont être modifiées :

et

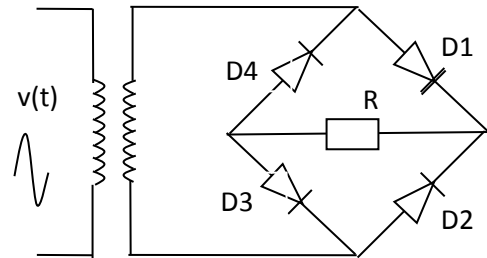
La valeur moyenne a augmenté de 2 fois par rapport à celle du redressement mono-alternance. Le facteur de forme devient :

Le taux d'ondulation a diminué :

Le pont à Graetz donne les mêmes résultats de redressement.

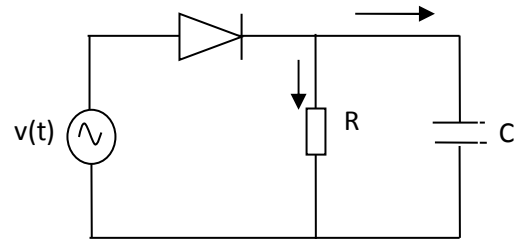
Pour l'alternance positive (demi période du signal  $v(t)$ ), les diodes  $D1$  et  $D3$  sont passantes et  $D2$  et  $D4$  bloquées. Pour l'alternance négative les diodes  $D1$  et  $D3$  sont bloquées.

Pour atténuer les ondulations sur la tension redressée on procède par le filtrage de la tension redressée  $v_R(t)$ .



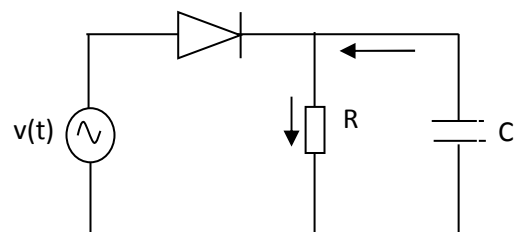
## II- Filtrage de la tension redressée :

Lorsque la diode conduit l'alternance positive, la capacité se charge en emmagasinant l'énergie, et la tension aux bornes de la capacité atteint la valeur maximale de la tension  $v(t)$  fournie par la source d'énergie. Lorsque la tension de la source commence à décroître (de la valeur  $V_{max}$ ), la capacité commence à se décharger dans la charge  $R$  même, elle continue à se décharger même quand la diode est bloquée (polarisation inverse de la diode pour l'alternance négative de la tension  $v(t)$ ).



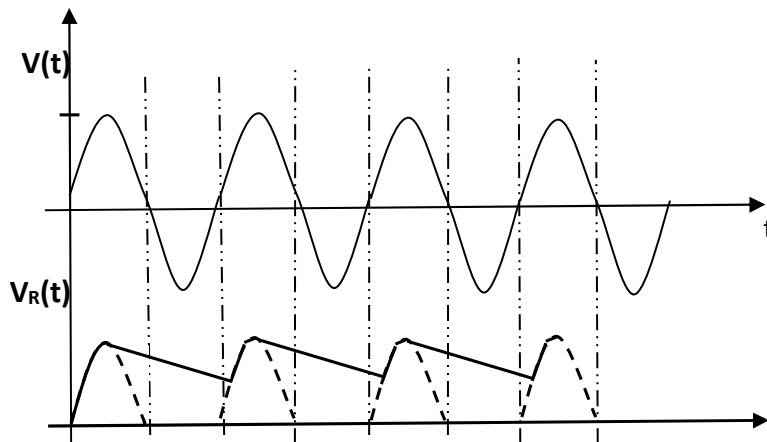
Sens des courants pour l'alternance positive

La pente de décharge de la capacité (dans la résistance



Sens des courants pour l'alternance négative

de charge  $R$ ) est égale au temps de réponse d'une charge capacitive  $\tau = RC$ . Plus la capacité est importante plus on a un meilleur filtrage de la tension redressée.



Pour un lissage satisfaisant, il faut choisir  $C$  de façon que . Avec  $T$  période du signal redressé. Le taux d'ondulation sera :

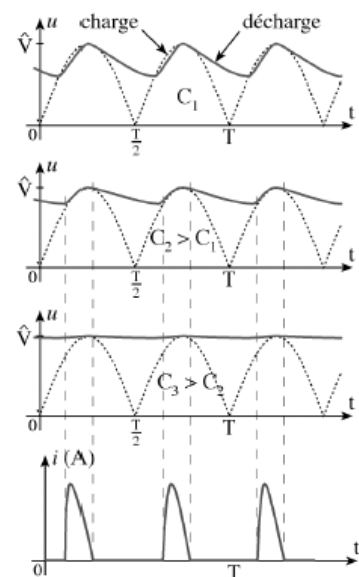
: valeur moyenne de la tension

Exemple :

$R=47 \Omega$  ?  $C= 3.3 \text{ mF}$ ,  $f=50\text{Hz}$

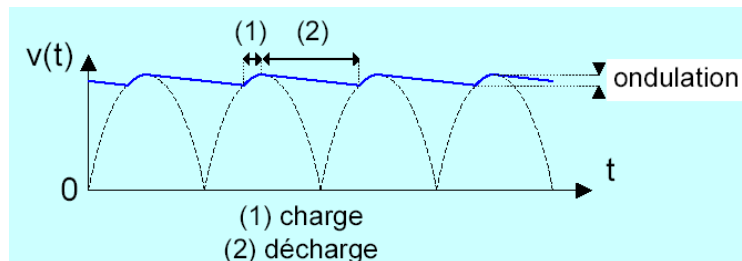
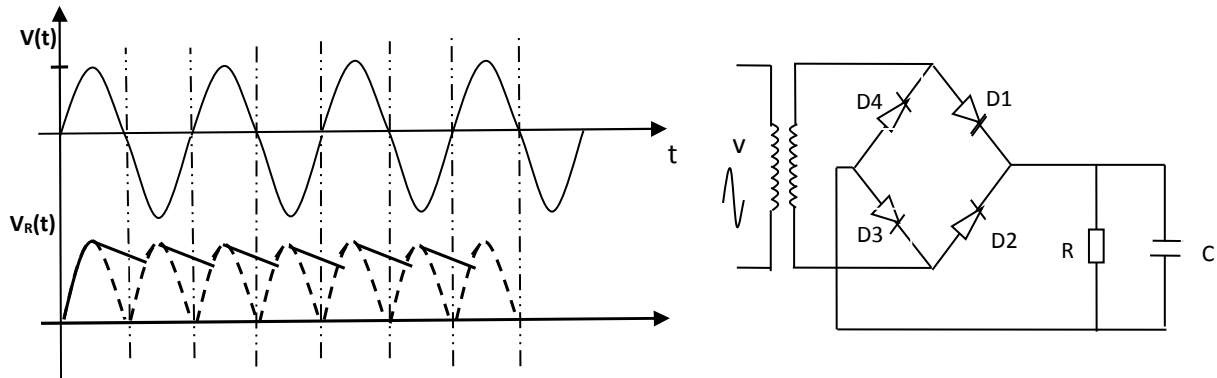
Le taux d'ondulation est  $\tau = 6\%$

Les ondulations donc  $v$  entre 8 et 8.5V.



° Pont de Graetz avec Filtrage :

Un pont de Graetz avec filtrage donne une tension redressée  $v_R(t)$  avec moins d'ondulations, elle est plus proche d'une tension continue. La capacité a moins de temps pour se décharger dans la charge par rapport au cas du filtrage mono-alternance avec filtrage.



### III- La régulation de la tension filtrée :

Le but de la régulation est de maintenir la tension de sortie (redressée et filtrée) quelque soit la variation de la charge ou la tension d'entrée alternative du secteur (peut varier de 10%). Ces deux fonctions sont appelées régulation et stabilisation. Tous les régulateurs linéaires comprennent les éléments suivants :

- a) Un circuit de régulation,
- b) Un élément de référence (diode Zener usuellement),
- c) Un circuit d'erreur rebouclé sur la régulation.

#### Remarque :

Pour plus de détail sur dimensionnement de la capacité de filtrage Voir fichier :

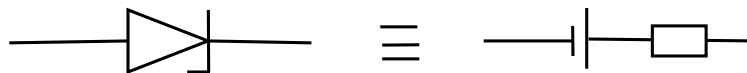
[\[Livre-Book\]L'electronique par l'experience - DUNOD-Pierre Maye-Edt Mars 2004.pdf](#)



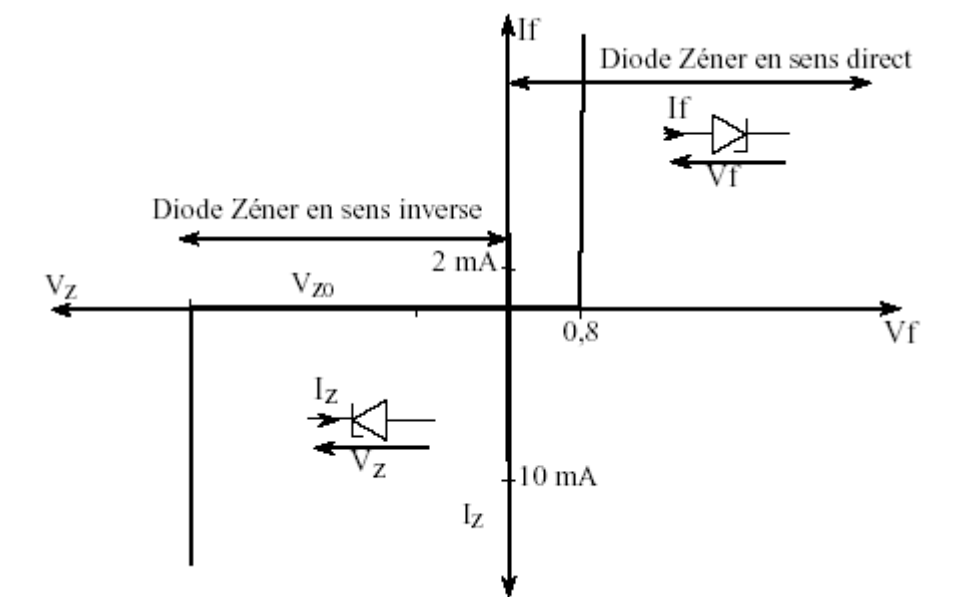
## ° Diode Zener :

Normalement une diode peut se détériorer si on applique une tension inverse qui dépasse la tension d'avalanche. Mais il existe des diodes qui sont conçues pour résister à une forte tension inverse (jusqu'à 100V), on les appelle diodes Zener.

La diode zener est une diode dont on utilise uniquement la caractéristique inverse. Quand elle est polarisée en sens inverse cette diode maintient la tension présente à ses extrémités constante, en revanche quand elle est polarisée dans le sens direct elle fonctionne comme une diode simple. Ce type de diode est employé comme limiteur et comme stabilisateur de tension. Son symbole et son circuit équivalent sont représentés par la figure suivante.



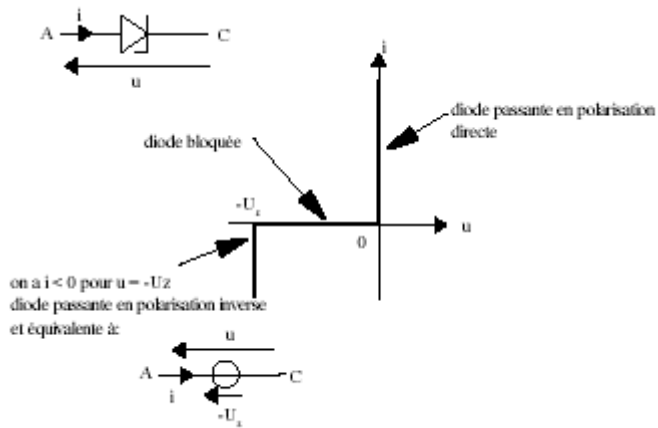
### Caractéristique courant tension



Telle que la montre cette figure, la diode Zener polarisée en inverse reste bloquée jusqu'à une tension négative  $V_z$  à partir de laquelle elle devient passante tout en maintenant la tension à ses extrémités constante. Une diode Zener est caractérisée par sa résistance dynamique  $r$ , sa tension  $U_z$  et la puissance maximale qu'elle peut supporter (qui correspond à un courant inverse maximal). La résistance dynamique est l'expression de la pente de la caractéristique inverse  $V / I$ . Le circuit à diode Zener de l'exo1 est le circuit le plus simple qui permet une régulation de la tension. Dans ce circuit on

remarque qu'en cas de variation de la charge avec une tension d'alimentation constante, que la variation du courant est absorbée par la diode grâce à la résistance  $R_u$ .

### Caractéristique idéalisée



#### Exo1 : (Alimentation stabilisée par diode Zener)

Soit le circuit de stabilisation de tension suivant, on donne :

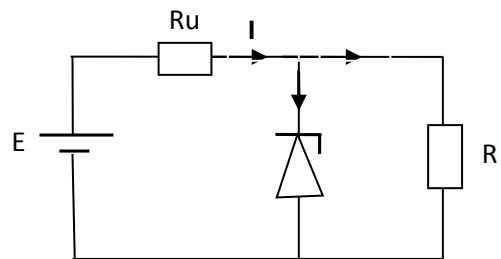
$E=12V$ .

Pour la  $D_z$  :  $V_z=6V$ ,  $R_z=0$ ,  $I_{min}=1mA$ ,  $P_{max}=1W$ .

La charge ( $R$ ) peut varier pour consommer une charge entre ;

$P_{min}=0W$  et  $P_{max}=0,5W$ .

Comment doit-on choisir la résistance  $R_u$  ?



#### Solution :

, donc :

Soit :

varie entre 2 valeurs :

Donc  $R_{ch}$  varie de

Et comme on peut estimer ce courant  $I$ ,

A partir de on déduit que

On a aussi  $P_{max}$  de la  $D_z = 1W$ , donc on déduit

Et on a donné

Pour  $R_u = cte$  :

$R$  : la charge varie, quand elle est dans son max le courant  $I_R = 0 A$ ,

donc  $I = I_z = I_{zmax}$ , et le courant dans la Diode Zener atteint sa valeur maximale =  $0,15A$ .

Et quand cette charge est minimale le courant  $I = I_z + I_R = I_{zmin} + I_{Rmax} = 0,001 + 0,083 = 0,084A$

Ainsi le courant  $I$  dans  $R_u$  ne doit pas dépasser  $0.15A$ . Et doit être supérieure à  $0,084A$

**Exo2 :**

En utilisant le même circuit précédent. Une charge consomme  $10mA$  au repos et  $100 mA$  quand marche (pex un réveil). Pour que la diode Zener fonctionne, il faut au moins avoir un courant de  $30mA$  qui passe à travers elle en tout temps. De plus on doit limiter la chaleur dissipée (par effet Joule) dans la diode à  $0,5 W$ . trouvez la plage de variation de la tension d'alimentation qui rempli ces deux conditions. Avec  $V_z = 3V$  et  $R_u = 10$ .

**Solution :**

Quand la charge fonctionne, elle va prendre  $100mA$ . A ce moment seul un petit courant va passer à la diode. Et il doit passer au moins un courant de  $30 mA$  a ce moment à la diode (grace au réglage de la source).

Quand la charge est en veille elle va prendre seul  $10mA$ . Dans ce cas un grand courant va passer à la diode en faisant attention à ne pas dépasser les limites. Ce courant maximal  $I_z$  sera :

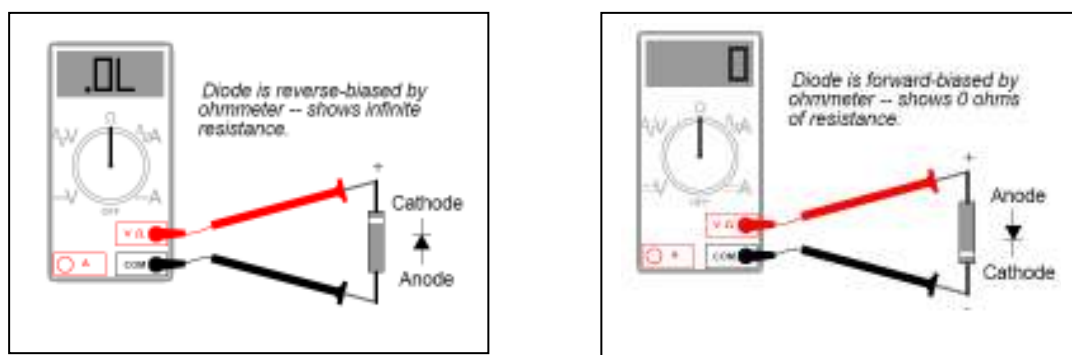
Fichier : Tp\_zener.pdf, Indiquer plage de stabilisation  $U_{\max}$ - $U_{\min}$  pour laquelle  $U_R$  reste constante

TP1 Diode : Caractéristiques de la diode

## 1) Mesure de la résistance directe et inverse d'une diode

Généralement pour une diode l'anode et la cathode ne sont pas indiquées, pour cela et afin de reconnaître les deux pôles de la diode on va procéder a la mesure de la résistance directe et inverse de la diode. La résistance du Silicium vaut une dizaine d'ohm et sa résistance inverse est très élevée. Ce qui fait que la diode n'est pas un composant linéaire, sa résistance dépend de la tension appliquée.

- Utiliser le multimètre pour mesurer la résistance directe et inverse de la diode de Silicium.

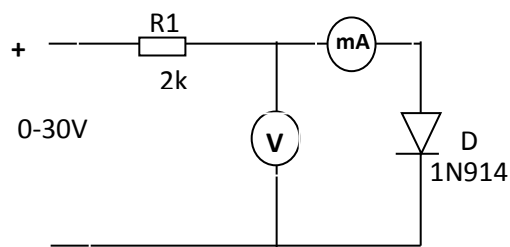


Diode de Silicium	
$R_{\text{directe}}$	$R_{\text{inverse}}$

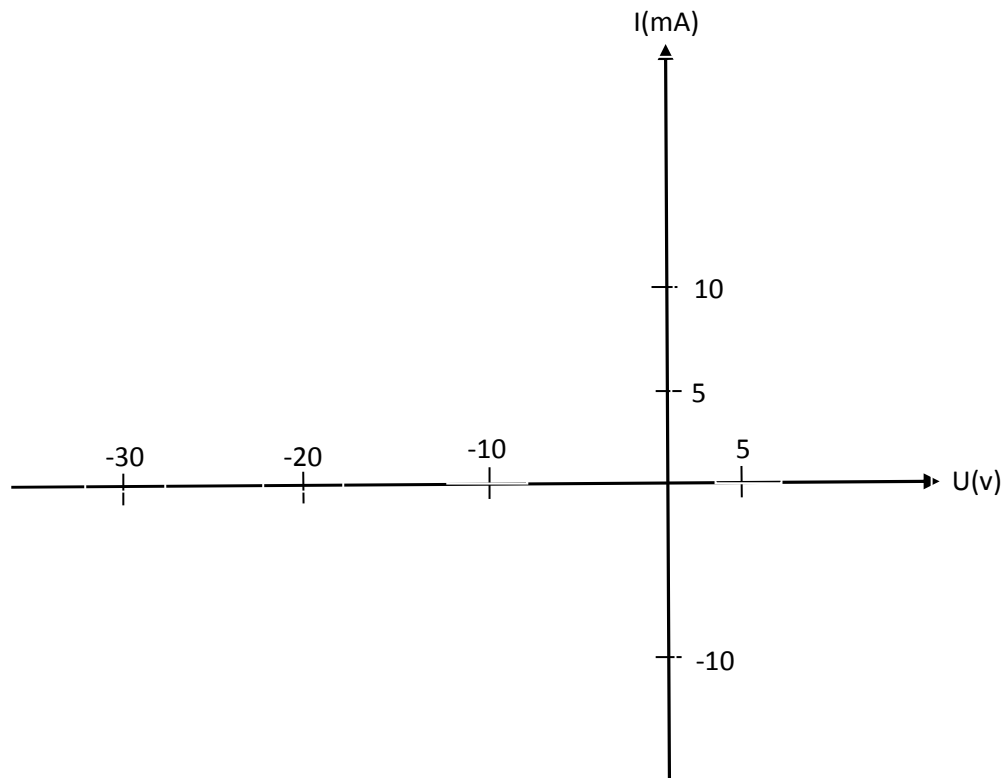
- A partir de ces mesures on conclut que la diode conduit quand elle est polarisée en directe et ne conduit pas quand elle est polarisée en inverse.

## 2) Caractéristique de la diode - tension-courant : $I=f(U)$

- Réaliser le circuit suivant :
- Expliquer pourquoi on introduit la résistance R1.
- Dans quel sens la diode est polarisée.
- Pour les différentes valeurs de courant indiquées au tableau suivant, mesurer la tension présente aux extrémités de la diode.
- En utilisant les résultats de mesure de la tension de la diode, tracer la courbe courant-tension :  $I=f(U)$  de la diode de Silicium.



I(mA)	0,02	0,05	0,07	0,1	0,2	0,4	0,7	1	5	10
Tension diode (V)										



## TP2 Diode : Redresseur demi-onde et onde complète

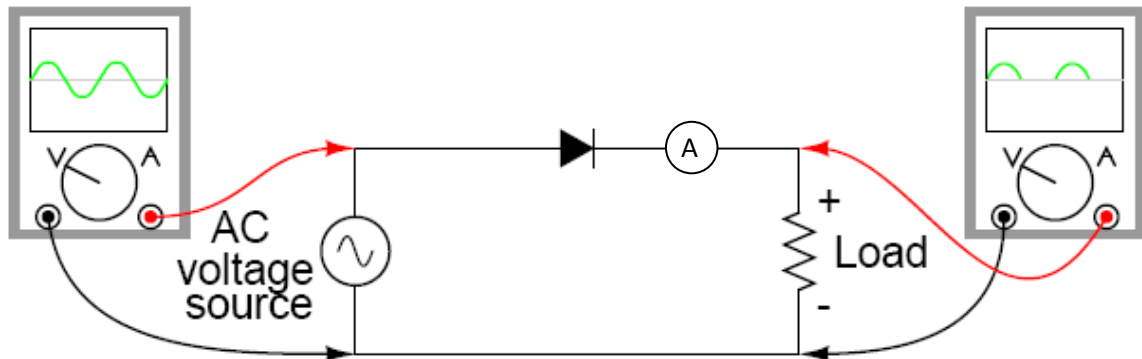
### 1) Redresseur demi-onde

Matériel utilisé :

- Une source de tension alternative 24-0-24 V, 50 Hz
- Oscilloscope double trace
- Multimètre
- 2 diodes
- Une résistance  $R1 = 2,2 \text{ K}\Omega$

- Un trimmer RV1 = 100 K $\Omega$

### *Half-wave rectifier circuit*



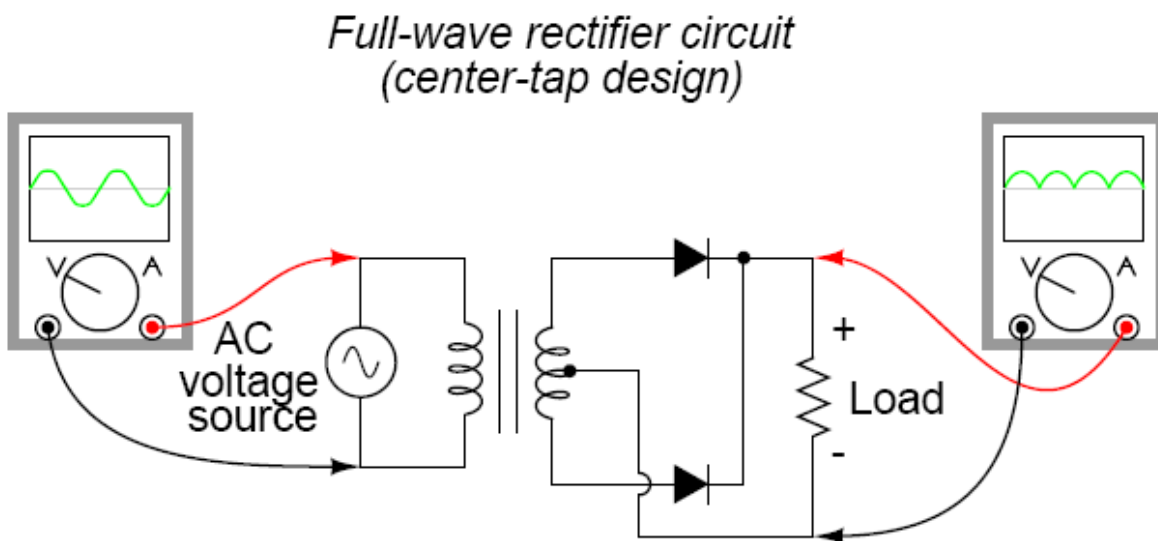
- Si la fréquence de la tension d'alimentation est de 50 Hz quelle est la valeur en seconde de chaque période de T de cette tension.
- L'ampèremètre est placé dans le circuit de telle façon à mesurer des courants continus, il indique donc les valeurs moyennes du courant redressé.
- Comme on a vu dans le cours, si on veut déduire la valeur efficace de ce courant on doit multiplier la valeur moyenne du courant (obtenue par l'ampèremètre) par 1.11 pour le redressement demi-onde et par 1,57 pour le cas de redressement onde complète.
- Régler la valeur de la charge R1 de telle façon à varier le courant dans le circuit.
- Utiliser l'oscilloscope pour visualiser les tensions et courants de la charge.
- Utiliser l'oscilloscope pour visualiser la tension aux bornes de la diode. Mesurer la valeur maximale de cette tension.
- Utiliser l'oscilloscope pour vérifier que la chute de la tension due à la diode est égale à 0,7 V (seuil de la diode).
- Observer le comportement de la tension de la diode lorsque la charge varie.
- Mesurer les courants moyens, minimal et maximal en fonction de la charge (avec variation de la charge de 2,2k $\Omega$  à 202,2k $\Omega$ ).
- Calculer les valeurs efficaces de ces courants avec la formule :  $I_{eff} = 1,57 I_{moy}$ .
- Mesurer l'amplitude de la tension aux bornes de la charge avec l'oscilloscope.



- Comparer les valeurs mesurées avec les valeurs calculées pour déduire les erreurs de mesure.

## 2) Redresseur onde complète

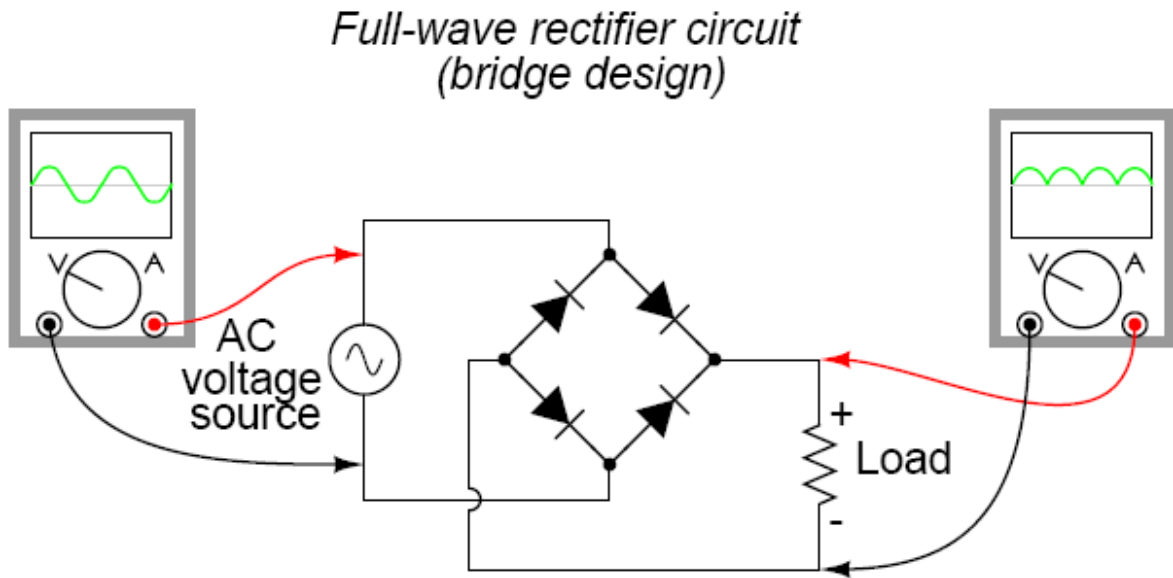
Soit le circuit de redressement double alternance : dans ce circuit les deux diodes conduisent alternativement pendant chaque demi-période.



- Varier la charge de ce circuit de telle façon à régler le courant à une valeur  $I=10\text{mA}$ .
- Utiliser l'oscilloscope pour visualiser les tensions aux extrémités de la charge et aux extrémités des deux diodes.
- Trouver la valeur maximale de la tension aux bornes de la diode D1.
- De combien cette tension est elle supérieure à l'amplitude de la tension d'alimentation.
- Expliquer pourquoi cette tension augmente.
- Mesurer les valeurs moyenne, minimale, et maximale, de courant en fonction de la charge.
- Reporter les résultats dans le tableau suivant.
- Calculer les valeurs efficaces du courant à l'aide de la formule  $I_{\text{eff}} = 1,11 I_{\text{moy}}$ .

- Comparer les résultats avec ceux que l'on a obtenus dans le cas du redresseur demi-onde.

### 3) Redresseur avec pont de Graetz



---

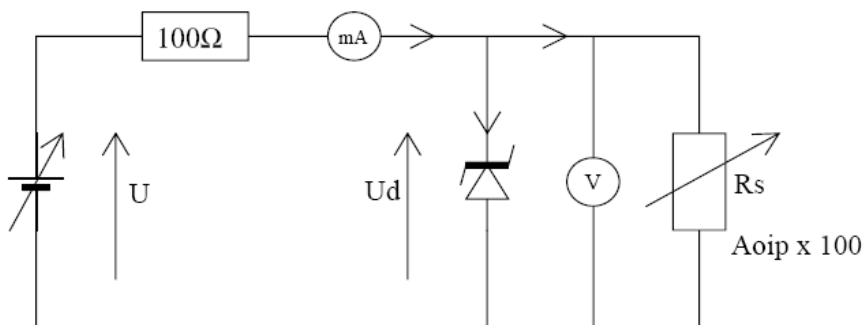
Contrairement au redresseur à deux diodes, la tension inverse maximale d'une diode est égale à l'amplitude de la tension d'alimentation.

**TP3 Diode : Redressement filtré**

## TP4 Diode Zener

Réaliser le circuit de stabilisation de tension continue par diode Zener suivant :

- $R_s$  est la résistance de charge,  $U_a$  la tension d'alimentation continue, et  $U_d$  la tension de la diode Zener.



- Afin de vérifier la fonction de stabilisation que peut réaliser la diode Zener, on va faire les deux essais suivant :

### 1) Stabilisation de suite à la variation de la tension d'alimentation

- On fixe la résistance de charge à  $R_s=200\Omega$ .
- Faire varier la tension  $U$  entre 0 et 20V, et mesurer les valeurs correspondantes de la tension de la charge par le voltmètre. Et vérifier si la tension de la résistance  $R_1=100\Omega$  reste constante suite à la variation de la tension d'alimentation.
- Indiquer la plage de stabilisation pour laquelle reste constante.

U (V)												
$U_R$ (V)												

### 2) Stabilisation de suite la variation de la charge

- On fixe la valeur de la tension d'alimentation à 8V et on fait varier la résistance de charge et relever les valeurs de la tension de charge sur le tableau suivant. Et aussi vérifier si la tension de la résistance  $R_1=100\Omega$  reste constante suite à la variation de la tension d'alimentation.

$R_s (\Omega)$	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100
$U_R (V)$											

- Indiquer la plage de stabilisation\_ pour laquelle reste constante.
- Conclure sur le rôle stabilisateur d'une diode.

### Ce qui reste

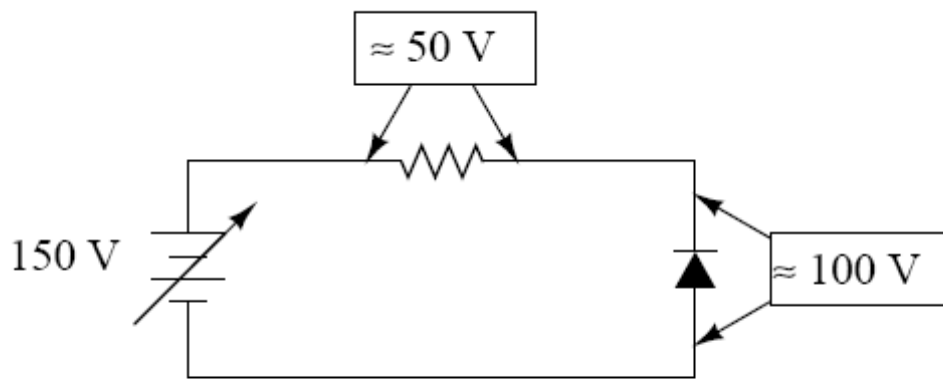
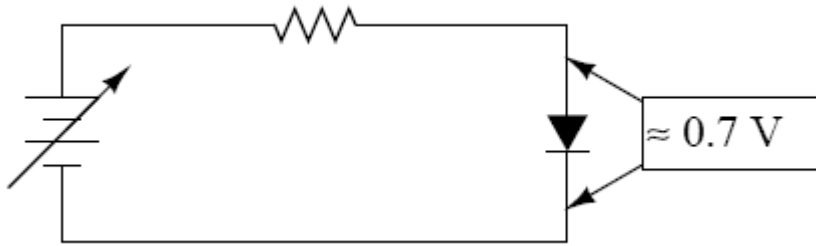
- Transistor
- Emetteur commun circuit equivalent caracté i)f(u) du tr (TP)
- Amli op (compaarteur) ..... ????TP au moins connaitre les 4 circuits avec au moins 2 exos sur integrateur et dervateur

ELN de P ..... exos + tp

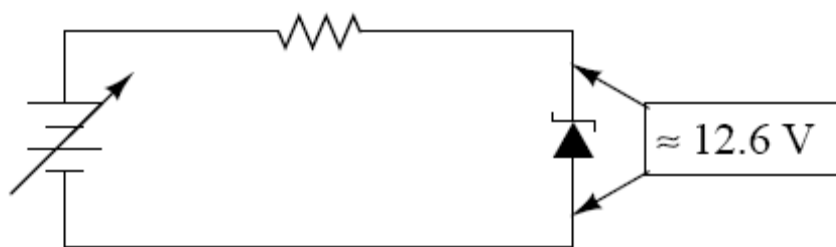
Le deuxième type d'alimentation stabilisée est l'alimentation à découpage. Ce type d'alimentation est à base d'élément actif de l'électronique qu'est le transistor.

#### ° Le transistor :

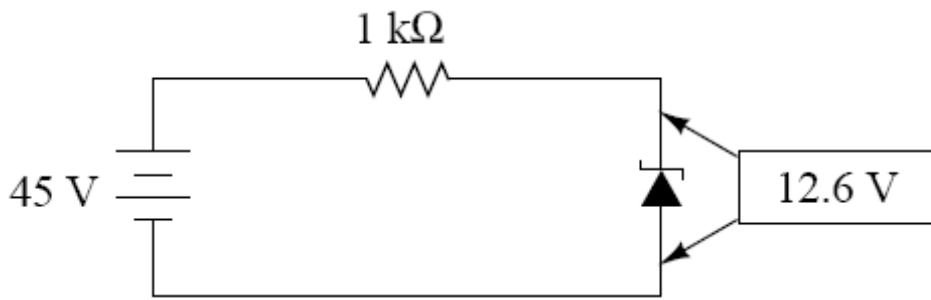
# Etant donné que les thyristors ainsi que l'onduleur sont un sujet nouveau pour des électroniciens et vu que la période de formation est relativement courte je préfère commencer par cette partie, et une fois finie on continue avec le transistor et l'amplificateur opérationnel.



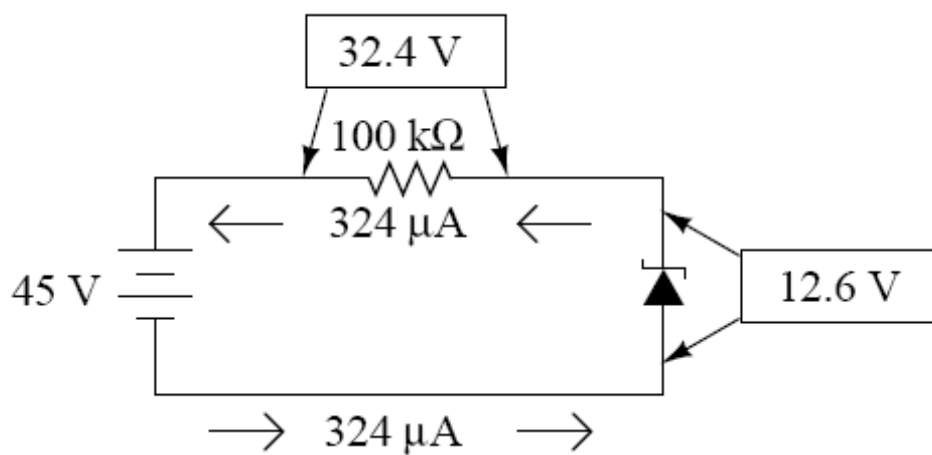
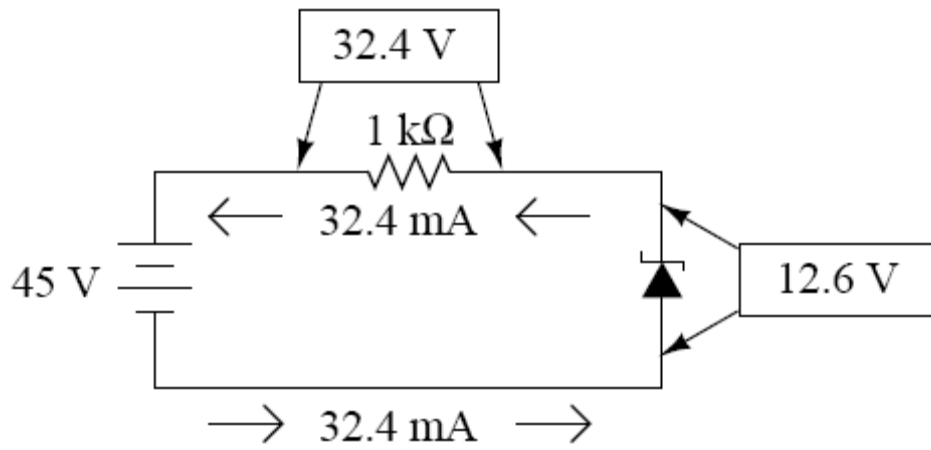
Diode  $V_{\text{breakdown}} = 100 \text{ V}$



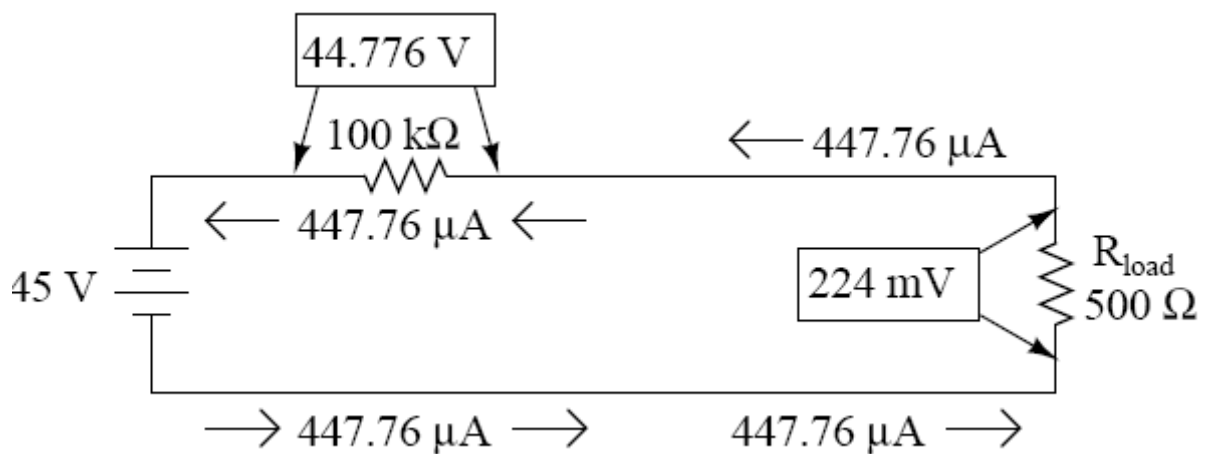
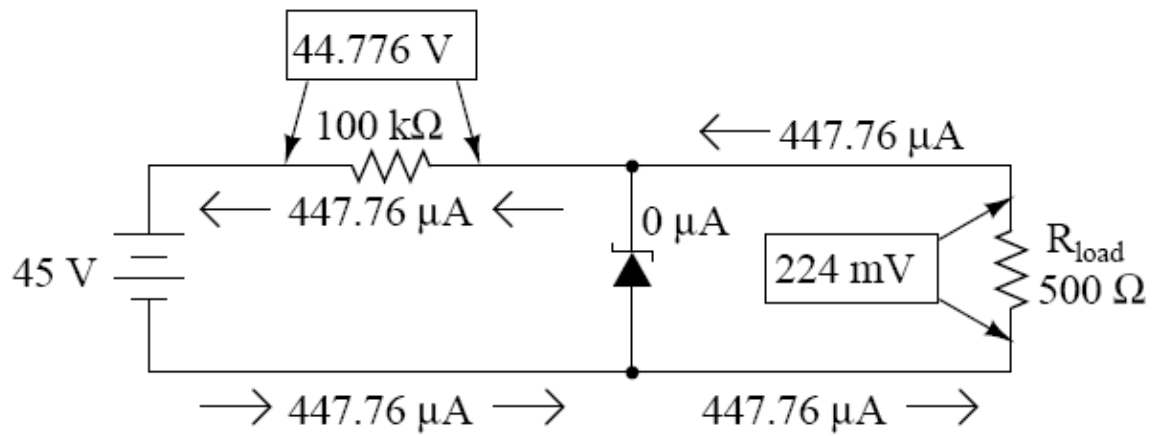
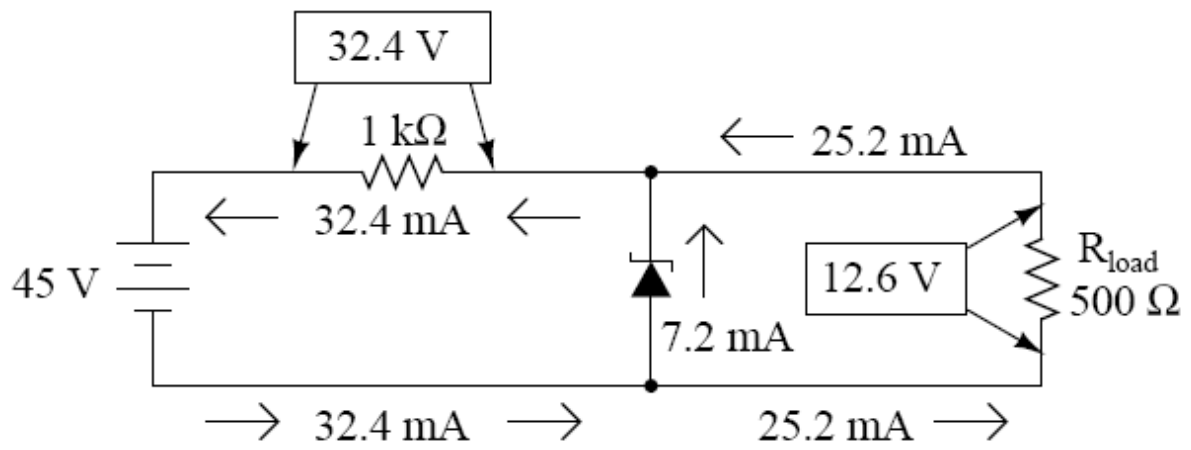
Diode  $V_{\text{zener}} = 12.6 \text{ V}$

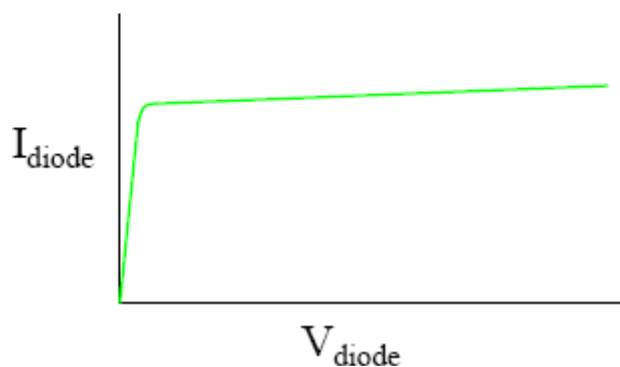
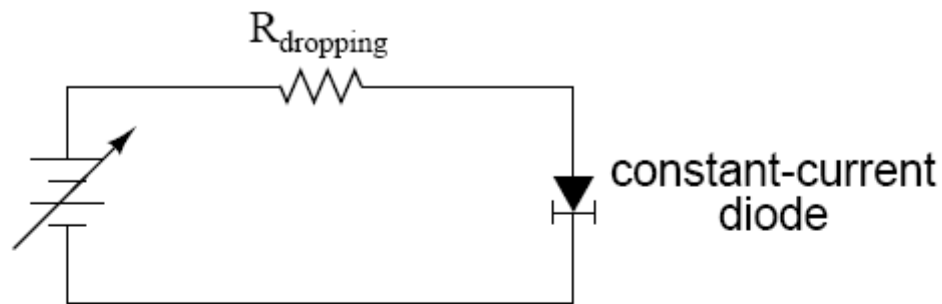


Diode  $V_{\text{zener}} = 12.6 \text{ V}$



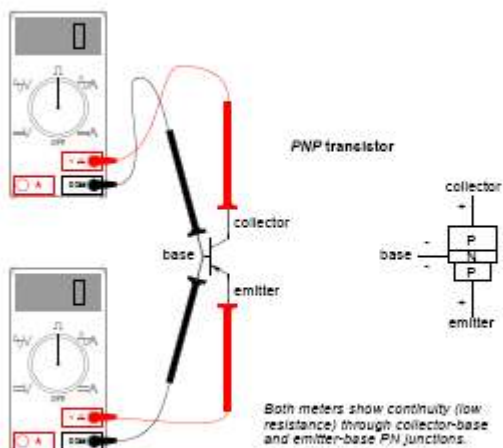




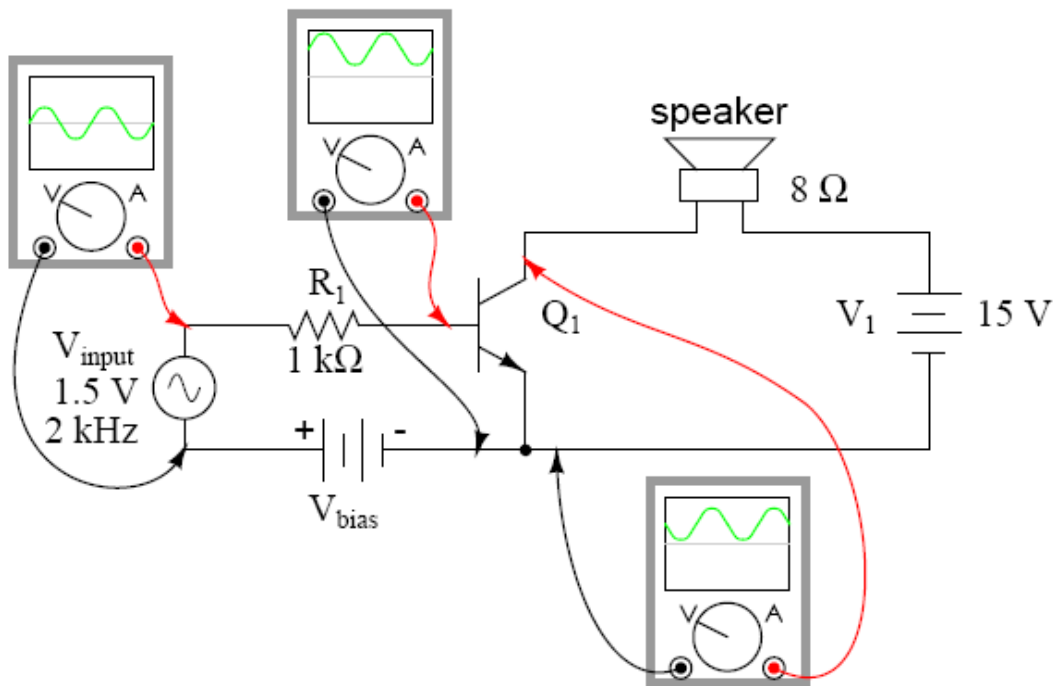


### 4.3 Meter check of a transistor

Bipolar transistors are constructed of a three-layer semiconductor "sandwich," either PNP or NPN. As such, they register as two diodes connected back-to-back when tested with a multimeter's "resistance" or "diode check" functions:



Here I'm assuming the use of a multimeter with only a single continuity range (resistance) function to check the PN junctions. Some multimeters are equipped with two separate continuity check functions: resistance and "diode check," each with its own purpose. If your meter has a designated "diode check" function, use that rather than the "resistance" range, and the meter will display the actual forward voltage of the PN junction and not just whether or not it conducts current.



The need for biasing a transistor amplifier circuit to obtain full wavefo

