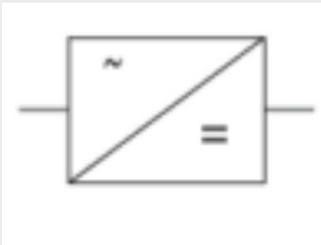


## Sommaire

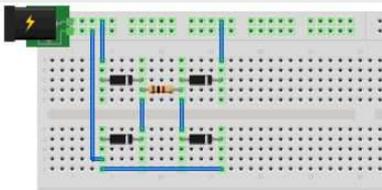
Shopping  
Courrier  
Le dossier  
Pour aller plus loin  
Technologie  
Le gadget

## Convertisseur AC/DC



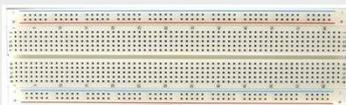
Page 3

## Pont de Graetz



Page 6

## BreadBoard à 3.5€



Page 8



## Leo Graetz

Source:

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Leo\\_Graetz](http://fr.wikipedia.org/wiki/Leo_Graetz)

Code QR:



Leo Graetz est le fils de l'historien juif Heinrich Graetz. Il étudia à partir de 1877 la physique et les mathématiques à Breslau, Berlin et à Strasbourg. Il obtint son titre de docteur en 1880 à l'Université de Wrocław sous la direction de O.E. Meyer. Puis il travailla en tant qu'assistant à Strasbourg en 1881 avant de partir pour Munich où il devint Privatdozent en 1883 grâce à son étude sur la capacité calorifique des gaz. En 1908 il obtint une chaire de professeur aux côtés de Wilhelm Conrad Röntgen.

Graetz s'occupa entre autres du magnétisme, de l'électricité et des modèles atomiques. Il a donné son nom au redresseur (pont de Graetz) ainsi qu'au nombre de Graetz.

On peut s'étonner qu'il soit mort sans apparemment

avoir souffert en tant que juif des persécutions nazies mais il ne pratiquait pas et semble avoir peu fréquenté la communauté israélite ; et surtout sa fille (qui s'était convertie au catholicisme à l'occasion de son mariage) avait épousé un grand gynécologue, le professeur Ernst von Seuffert, chez lequel le vieux savant vivait. Il est possible que la profession et la réputation de son gendre, dont on pouvait toujours avoir besoin, aient dissuadé les dignitaires nazis de s'en prendre au vieil homme<sup>1</sup>.

# Editorial

Ce numéro de minilabo est consacré exclusivement aux redressement par diodes. Nous rencontrons celles-ci partout dans notre vie quotidienne car elles sont utilisées dans les tous les appareils électroménagers, chargeurs ... Cet élément électronique est

présenté sous son angle historique, ensuite il est étudié de manière plus technique. Le dossier expose son mode de fonctionnement théorique, ses spécificités, son mode de fonctionnement, ses applications usuelles. Le dossier propose également

une méthode pour calculer la tension efficace et moyenne. Bonne expérimentation à tous

# Shopping

## Livre : Mémento de schémas électriques



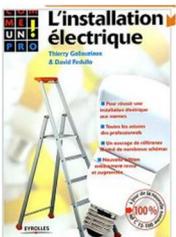
- Editeur : Eyrolles (22 octobre 2009)
- Collection : Les cahiers du bricolage
- ISBN-10: 2212126409
- ISBN-13: 978-

2212126402

A partir de 9€ sur <http://www.amazon.fr>

Pour réaliser vos circuits électriques en toute sécurité,

## Livre : L'installation électrique



- Editeur : Eyrolles;
- Édition : 2e édition (29 avril 2004)
- Collection : Comme un pro !
- ISBN-10: 2212114311
- ISBN-13: 978-

2212114317

A partir de 20€ sur <http://www.amazon.fr>

Pour réaliser ou rénover soi-même son installation électrique ou bien confier les travaux à un professionnel tout en étant informé de ce qui se fait de mieux dans le domaine, cet ouvrage vous aide à concevoir et à réaliser une installation adaptée à vos besoins,

# Courrier

Q: Cher Professeur, où peut-on trouver des livres ?

R: Le plus simple est de commander en ligne, sur [amazon.fr](http://amazon.fr) par exemple. Mais si

sans danger pour les utilisateurs. Votre installation électrique en toute sécurité. Comme tous les équipements, les installations électriques vieillissent les isolants se détériorent, les fils se dénudent... cela peut entraîner des courts-circuits et des accidents domestiques plus ou moins graves. Qu'il s'agisse de rénovation, d'aménagement d'appartement ou de maison individuelle ou du remplacement d'une installation existante, les travaux que vous allez entreprendre doivent répondre à des règles de sécurité très précises concernant le matériel utilisé et sa mise en œuvre. Les techniques des professionnels expliquées pas à

pas. Après un bref rappel des notions élémentaires d'électricité et des normes à respecter, vous apprendrez à déterminer vos besoins : choix de l'abonnement, choix de la distribution... Lors de la phase d'installation, vous serez guidé pas à pas pour les différents types de pose et de montage. De plus, vous découvrirez les nombreuses solutions de confort électrique, du chauffage par le sol aux commandes par courant porteur, du branchement des équipements : hi-fi, nouvelles prises de communication RJ 45, solutions domotiques, ordinateurs, électroménager...

vous préférez acheter dans un magasin, il y a plusieurs adresses de spécialiste dans votre région. Il vous suffit de consulter les pages jaunes pour trouver les bons numéros.

# Dossier : Le redressement

## Convertisseur statique :

L'électronique de puissance permet d'adapter la forme de l'énergie du réseau à celle nécessaire à la charge.

On distingue quatre familles de convertisseurs permettant de passer du courant alternatif au continu et vice versa.

Quatre familles de convertisseurs statiques :

Réseau	Symbole du convertisseur	Charge	Nom du convertisseur
Alternatif		Continu	REDRESSEUR
Continu		Continu	HACHEUR
Continu		Alternatif	ONDULEUR
Alternatif		Alternatif	GRADATEUR

## Le redresseur

Un **redresseur**, également appelé convertisseur alternatif - continu (rectifier en anglais), est un convertisseur destiné à alimenter une charge qui nécessite de l'être par une tension ou un courant continu à partir d'une source alternative. L'alimentation est, la plupart du temps, un générateur de tension.

Les redresseurs non commandés, essentiellement réalisés à partir de diodes, sont utilisés lorsque la tension de sortie n'a pas besoin d'être ajustée.

Les redresseurs commandés dont la tension de sortie peut être variable et ajustée par l'opérateur comportent des thyristors ou des ensembles de diodes et de thyristors. Ces redresseurs ne sont plus utilisés qu'en forte puissance et lorsqu'il est nécessaire de faire varier les grandeurs électriques en sortie. En faible et moyenne puissance, les redresseurs commandés à thyristor sont en voie d'obsolescence et sont avantageusement remplacés par la « mise en cascade » d'un redresseur non commandé et d'un convertisseur continu-

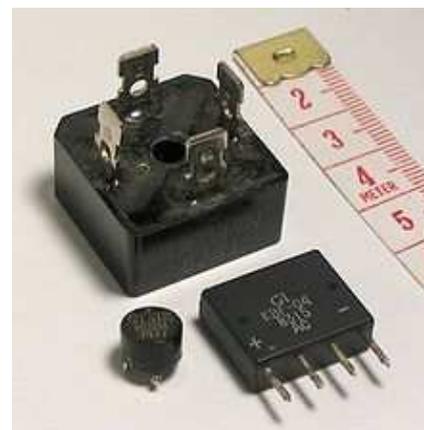


continu. D'une part, la commande d'un transistor à effet de champ ou d'un IGBT est beaucoup plus simple que celle d'un thyristor et d'autre part, les fréquences de fonctionnement des hacheurs qui dépassent aujourd'hui les 200 kHz permettent d'adapter le rapport cyclique du hacheur pour obtenir une régulation de la tension de sortie. Cette propriété permet aussi d'obtenir une tension de sortie constante sans être contraint d'ajouter un condensateur de forte capacité. Enfin il existe des redresseurs à absorption sinusoïdale construits à l'aide de transistors MOSFET et IGBT peuvent être utilisés dans certains cas spécifiques.

### Applications des redresseurs monophasés

Le redresseur à simple diode est un dispositif très fréquent mais il est davantage utilisé comme dispositif de variation de puissance que comme redresseur : pour les applications de chauffage, il permet, pour un coût très réduit, de diviser par deux la puissance consommée par la charge. La quasi totalité des sèche-cheveux possèdent deux

puissances de chauffage. l'interrupteur qui commande le basculement est placé en parallèle d'une diode. Lorsqu'on veut obtenir une pleine puissance, l'interrupteur court-circuite la diode et la résistance est alimentée directement par le secteur. Pour le fonctionnement à demi puissance, l'interrupteur est ouvert et la diode est en série avec la charge.



Le redressement simple alternance commandé, tout comme les redressements commandés en monophasé, n'a pas d'application industrielle.

## Tension moyenne

On appelle tension moyenne, la moyenne sur une période de la tension. Mais en alternatif sinusoïdal la moyenne est nulle. En fait quand on parle de tension moyenne c'est généralement la moyenne faite sur le signal redressé  
La valeur moyenne d'un signal est la valeur de la composante continue dans le signal (offset).

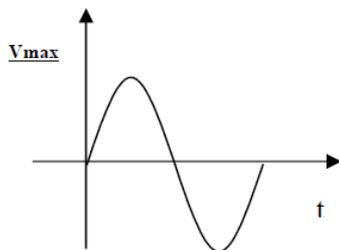
La valeur moyenne d'un signal périodique  $s(t)$  est définie par :

$$S_{moy} = \frac{1}{T} \int_0^T s(t) dt$$

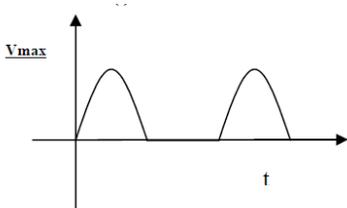
Exemple :

**Signal sinusoïdal :**

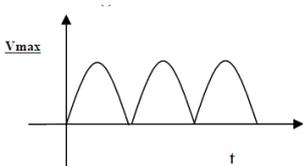
$$V_{moy} = 0$$



**Signal sinusoïdal redressé simple alternance :**



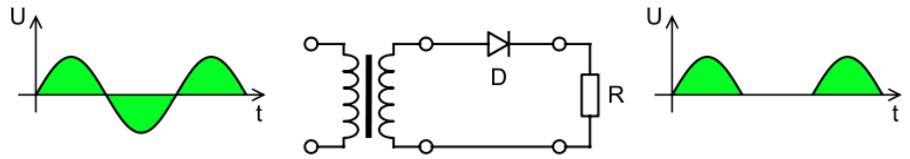
$$V_{moy} = V_{max}/\pi$$



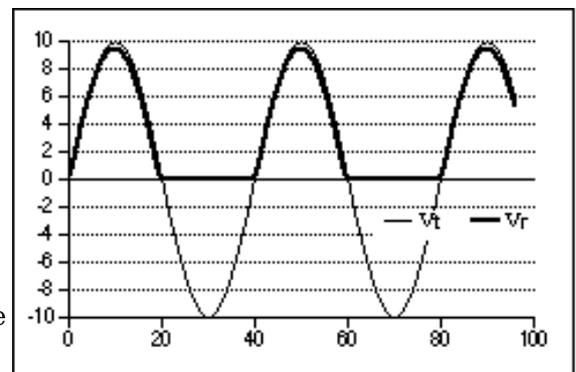
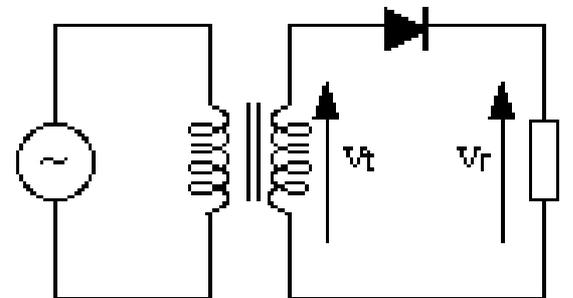
## Les différents types de redressement

wikipédia

### Redressement mono alternance



C'est le redressement le plus simple qui soit : quand la tension aux bornes du transformateur  $V_t$  dépasse la tension de seuil de la diode, celle-ci conduit, laissant passer le courant directement dans la charge. La tension aux bornes de la charge  $V_r$  est alors égale à la tension aux bornes du transformateur moins la tension directe  $V_F$  de la diode.



Quand la tension aux bornes du transformateur devient inférieure à la tension de seuil, la diode est bloquée ; il ne subsiste que le courant de fuite, qui est négligeable en comparaison du courant direct.

La tension aux bornes de la diode est alors égale à celle aux bornes du transformateur : il faudra choisir une diode avec une tension  $V_R$  au minimum égale à la tension crête du secondaire du transformateur.

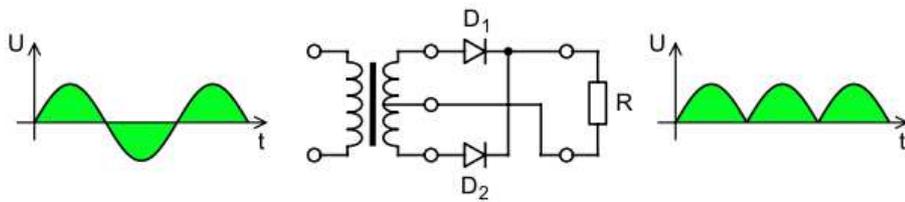
#### Ce qu'il faut observer:

- Le signal d'entrée ( $U_{eff}$  et  $U_{max}$ ) aux bornes du générateur
- Le signal de sortie ( $U_{eff}$  et  $U_{max}$ ) aux bornes de la charge
- Le signal aux bornes de la charge ( $I_{charge} = U_{charge}/R_{charge}$ )
- La différence entre la tension d'entrée et de sortie
- La différence entre le passage par zéro du signal d'entrée et de sortie
- La fréquence du signal

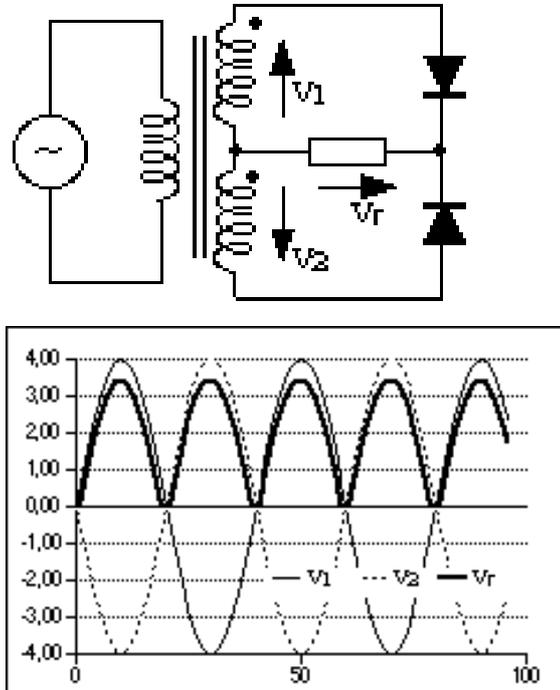
#### Ce qu'il faut mesurer:

- $U_{moy}$
- $U_{efficace}$  ou  $U_{RMS}$
- Le taux d'ondulation

## Redressement double alternance utilisant la prise médiane du transformateur

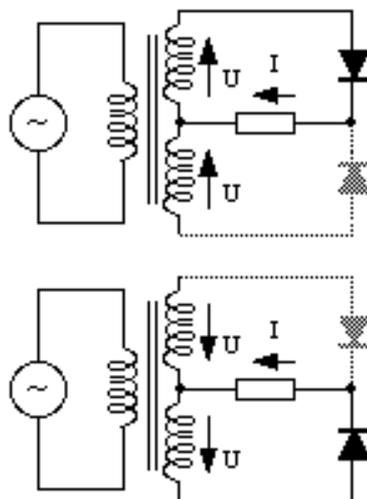


Le montage précédent présente l'inconvénient de ne laisser passer que la moitié du courant que peut délivrer le transformateur. Pour remédier à cela, on utilise un transformateur avec deux enroulements secondaires que l'on câble de manière à ce qu'ils délivrent des tensions en opposition de phase sur les diodes.



On notera la chute de tension dans les diodes : elle devient non négligeable quand les tensions alternatives sont faibles (4V crête dans l'exemple).

Dans ce cas, tout se passe comme si on avait deux montages identiques à celui du redressement mono alternance qui fonctionnent l'un pour l'alternance positive, l'autre pour l'alternance négative.



Les diodes sont plus sollicitées que pour le montage simple alternance : en effet, la diode qui ne conduit pas devra supporter en plus de la tension aux bornes de son secondaire de transformateur, la tension aux bornes de la résistance. Au total, elle devra supporter une tension  $V_R$  double de celle requise dans le montage à simple alternance, soit deux fois la tension crête présente sur chacun des secondaires.

Ce qu'il faut observer:

Même élément que pour le montage simple

Ce qu'il faut mesurer:

Même élément que pour le montage simple

## Mesure efficace

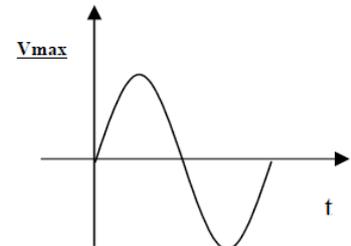
On appelle tension efficace la racine carrée de la moyenne sur une période du carré de la tension. Pourquoi s'intéresse-t-on à cette grandeur plutôt qu'à la tension moyenne? Tout simplement parce qu'en terme de puissance moyenne, c'est cette grandeur qui intervient. A tension continue égale à la tension efficace, on a la même puissance dans un dipôle résistif.

La valeur efficace d'un signal périodique  $s(t)$  est définie par :

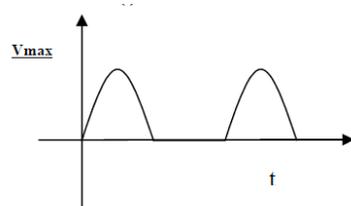
$$S_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T S^2(t) dt}$$

Exemple :

**Signal sinusoïdal :**  
 $V_{eff} = V_{max}/\sqrt{2}$

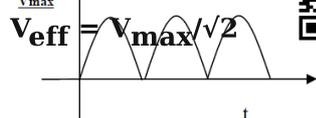


**Signal sinusoïdal redressé simple alternance :**



$$V_{eff} = V_{max}/2$$

**Signal sinusoïdal redressé double alternance :**



## Mesure RMS

La valeur efficace (dite aussi valeur RMS, de l'anglais Root Mean Square), variable au cours du temps, correspond à la valeur du courant continu ou de la tension continue produisant un échauffement identique dans une résistance. Cette valeur efficace ne peut être calculée que si ce courant ou cette tension sont des grandeurs périodiques.

### 1) Les appareils analogiques utilisant l'électromagnétisme

*Les appareils ferromagnétiques.*

Un champ magnétique est créé par un courant image de la grandeur à mesurer. Sous l'influence de ce champ magnétique, deux palettes en fer doux se repoussent avec une force dont l'intensité dépend de la valeur moyenne du carré du champ donc de la valeur efficace de la grandeur à mesurer.

### 2) Les appareils analogiques utilisant les phénomènes électrothermiques

Ils sont constitués d'un fil dont on mesure l'allongement par échauffement. Les phénomènes thermiques demandent du temps.

### 3) Les appareils numériques

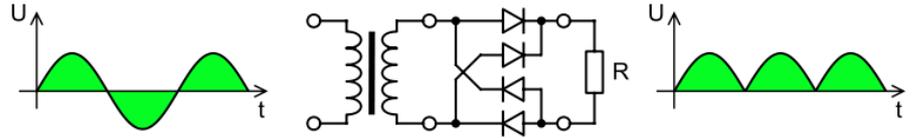
On nomme voltmètre ou ampèremètre RMS ou TRMS des appareils numériques qui mesurent effectivement la valeur efficace et non pas la valeur moyenne de la valeur absolue multipliée par un coefficient comme le font les voltmètres numériques bas de gamme.

### Cas particulier des régimes sinusoïdaux

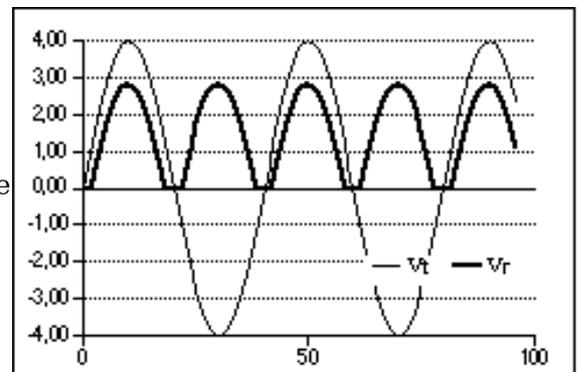
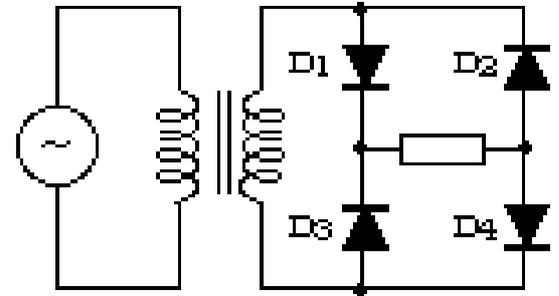
$$U_{\text{eff}} = U_{\text{max}}/\sqrt{2}$$



## Redressement double alternance en pont de quatre diodes appelé aussi Pont de Graët

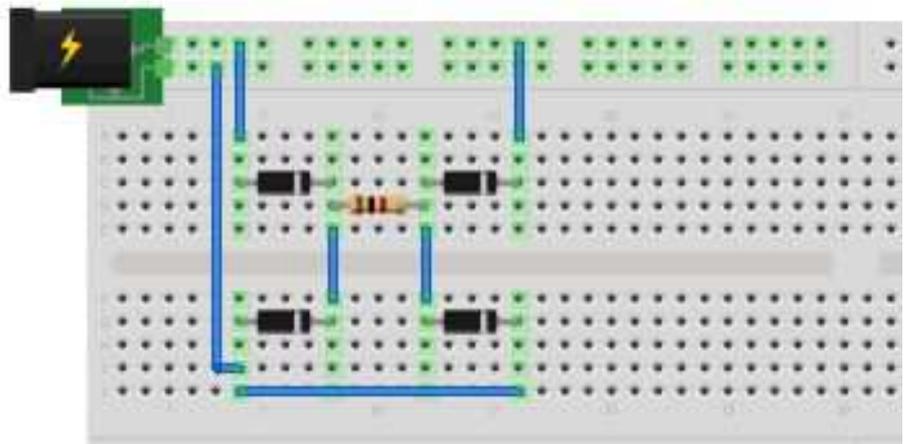
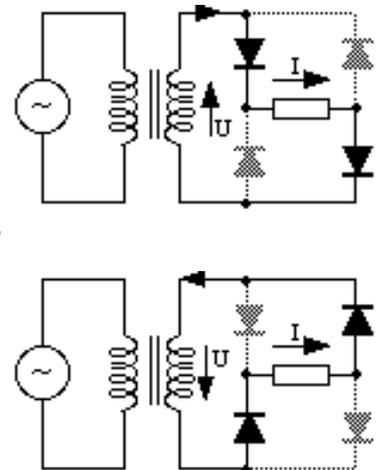


Il existe une autre manière de faire du redressement double alternance, ne nécessitant pas un transformateur à double enroulement : on utilise 4 diodes montées en pont. Des ponts tous faits sont disponibles dans le commerce, permettant de réduire le nombre de composants du montage.



Lorsque la tension aux bornes du transformateur est positive, D1 et D4 conduisent, et quand elle est négative, D2 et D3 conduisent.

Chaque diode n'a à supporter qu'une fois la tension crête du secondaire du transformateur (contre deux fois pour le montage précédent), mais en revanche, on a deux tensions directes de diode en série. La puissance totale dissipée dans les diodes est double par rapport à la solution précédente.



Ce qu'il faut observer:

Même éléments que pour le montage simple

Ce qu'il faut mesurer:

Même éléments que pour le montage simple

## Pour aller plus loin

### Quelle solution choisir ?

Quand on en aura la possibilité, on préférera la solution à transfo à point milieu, pour plusieurs raisons :

- le transfo n'est pas plus cher que celui à secondaire simple.
- avec un transfo à un seul secondaire, on ne peut pas faire d'alimentation double symétrique en redressement double alternance. Ce type de transfo est moins universel .
- le fait que les diodes aient à tenir une tension double n'est pas un problème dans la plupart des cas, car les tensions redressées sont très souvent bien inférieures aux tensions VR minimum des diodes disponibles dans le commerce.
- dans le montage en pont, la charge est flottante par rapport au transformateur, ce qui peut être gênant dans certains cas.

## Technologie

### Choisir une diode de redressement

Si on consulte un catalogue de composants, on trouvera souvent de très nombreuses références de diodes, qui risquent de dérouter le néophyte. En réalité, le choix demeure aisé pour des applications courantes telles que le redressement d'une tension issue du secteur: on prendra la diode standard 1N4007 sans chercher plus loin. Pourquoi?

Voyons la fiche technique (partielle) de cette diode: Diodes de redressement (rectifiers)

1N4001G à 1N4007G

VR : tension inverse maximale admissible

IF : courant direct permanent admissible à la température spécifiée (ici: 75 °C)

IFRM : courant temporaire de surcharge

IFSM : courant temporaire de surcharge en régime impulsionnel (ici: pour une alternance à 60 Hz)

Sachant que le prix des diodes "standard" est dérisoire, autant choisir celle offrant les meilleures performances. La 1N4007, qui fait figure de référence dans ce domaine, supporte jusqu'à 1000 volts en inverse et accepte de fournir un courant permanent de 1 ampère (10, voire 30 ampères en pointe).

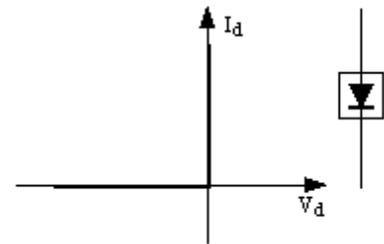
Voilà donc, pour une alimentation "classique", la diode ultra-fiable qui fera l'affaire en toutes circonstances...

$V_{RRM}$	peak reverse voltage	
	1N4001	50 V
	1N4002	100 V
	1N4003	200 V
	1N4004	400 V
	1N4005	600 V
	1N4006	800 V
$V_R$	continuous reverse voltage	
	1N4001	50 V
	1N4002	100 V
	1N4003	200 V
	1N4004	400 V
	1N4005	600 V
	1N4006	800 V
$I_{F(AV)}$	average forward current	1 A
	continuous forward current	1 A
$I_F$	repetitive peak forward current	10 A
$I_{FRM}$	non-repetitive peak forward current	30 A
$T_j$	junction temperature	175 °C

## Les diodes en pratique

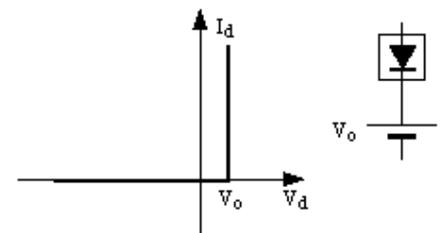
### Diode idéale.

On néglige la tension de seuil et la résistance interne de la diode. Ce schéma est utile pour des pré calculs, surtout si les diodes sont employées dans des circuits où les tensions sont élevées : la tension de coude est alors négligeable.



### Diode avec seuil.

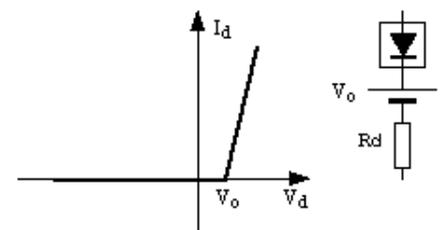
On peut continuer à négliger la résistance interne, mais tenir



compte du seuil de la diode.

### Diode avec seuil et résistance.

Ici, on prend en compte la résistance de la diode. Ceci peut être utile si on utilise la



## Prochain numéro

Dans le prochain numéro nous découvriront le redressement avec lissage.

# Gadget

Réalisé par L.Defoy

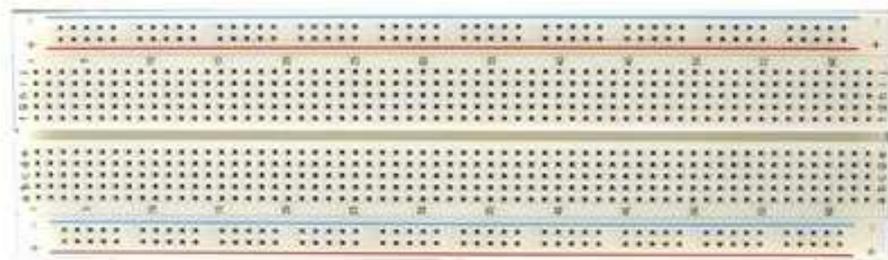
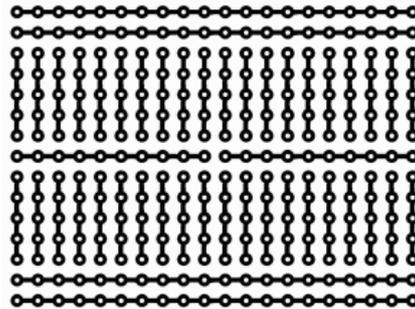


## Carte d'expérimentation sans soudure

Une platine Labdec (appelé en anglais breadboard, solderless breadboard, protoboard ou plugboard) est un dispositif qui permet de réaliser le prototype d'un circuit électronique et de le tester. L'avantage de ce système est d'être totalement réutilisable, car il ne nécessite pas de soudure. Ce dernier point distingue les platines Labdec des stripboards (ou veroboards), des perfboards ou des circuits imprimés qui sont, eux, utilisés pour réaliser des prototypes permanents et que l'on sera donc moins à même de démonter. On peut de plus câbler sur une platine Labdec une grande variété de

composants afin de réaliser des circuits électroniques, du plus simple circuit jusqu'au microprocesseur.

A partir de 3.5€ livré sur ebay (N° d'objet 220849158045)



minilabo

Pour recevoir votre minilabo, il vous suffit de vous inscrire à la lettre de diffusion sur <http://www.minilabo.be/mail.php>

Rédacteur:  
Defoy Laurent  
email: [laurent@minilabo.be](mailto:laurent@minilabo.be)  
web: [www.minilabo.be](http://www.minilabo.be)

minilabo est basé sur le partage. Merci de me faire parvenir vos notes ou articles au format OpenDocument, Microsoft Word ou simplement vos documents scannés.

Si vous voulez contribuer plus activement, vous pouvez également envoyer des vidéos d'essais ou des montages électroniques.

Cette oeuvre est sous licence Creative Commons Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage à l'Identique 3.0 non transcrit. Pour accéder à une copie de cette licence, merci de vous rendre à l'adresse suivante [www.minilabo.be](http://www.minilabo.be) ou envoyez un courrier à Creative Commons, 444 Castro Street, Suite 900, Mountain View, California, 94041, USA.

