

CORRECTION

Section : S	Option : Sciences de l'ingénieur	Discipline : Génie Électrique	
La fonction alimentation			
Domaine d'application : Contrôle de l'énergie	Type de document : Cours	Classe : Terminale	Date :

I - Identification de la fonction

Voici pour les exemples vus → à faire à la maison

I - 1 - Rôle de la fonction alimentation

La fonction alimentation fournit à un objet technique l'énergie électrique nécessaire à son fonctionnement. Dans la plupart des cas, la fonction alimentation transforme les caractéristiques de l'énergie livrée par le réseau EDF pour les adapter aux conditions d'alimentation de l'objet technique.

La tension du réseau EDF est **sinusoïdale, alternative, de valeur efficace 230 V**. Le fonctionnement des circuits électroniques d'un objet technique électronique nécessite en général une alimentation **Très Basse Tension** (inférieure à 24 V), en **courant continu**.

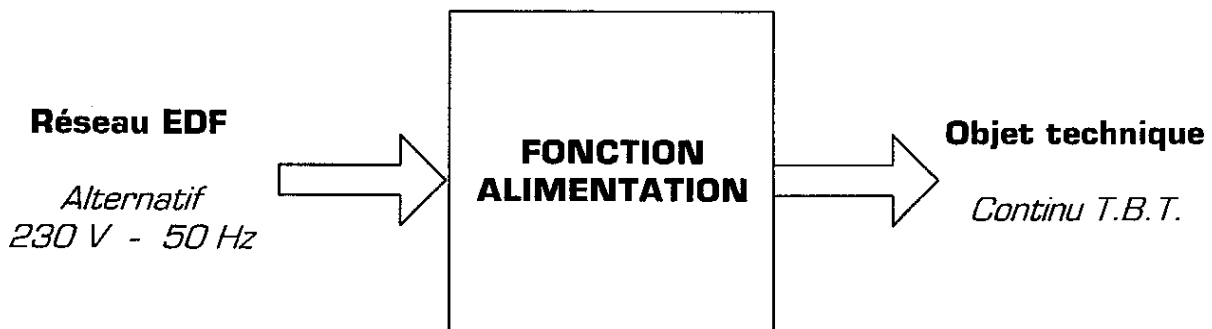


Figure 1 : La fonction alimentation adapte les caractéristiques de l'énergie du réseau EDF

I - 2 - Fonctions secondaires

La réalisation de la fonction alimentation nécessite un certain nombre de fonctions secondaires :

Fonction adaptation de tension : elle permet d'abaisser la tension alternative du secteur.

Fonction redressement : elle convertit la tension alternative en une tension unidirectionnelle.

Fonction filtrage : elle réduit le taux d'ondulation de la tension redressée.

Fonction régulation : elle permet de maintenir une tension constante quelle que soit la consommation en courant de l'O.T.

Fonction protection : elle évite la destruction des composants de l'O.T. et/ou de l'alimentation en cas de dysfonctionnement (consommation anormalement élevée, court-circuit, etc...)

L'ensemble de ces fonctions secondaires constitue la fonction alimentation dont le schéma fonctionnel est représenté à la **Figure 2**.

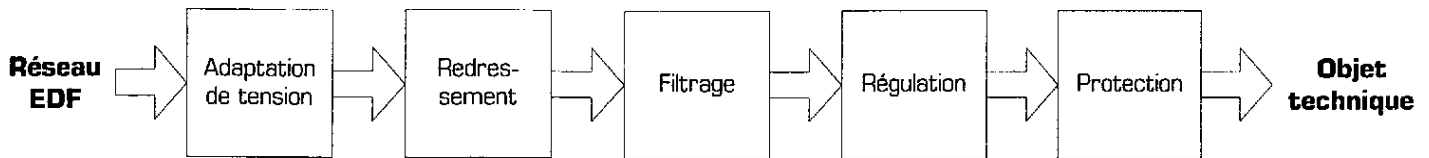


Figure 2 : Schéma fonctionnel de l'alimentation d'un objet technique

II - Fonction ADAPTATION DE TENSION

L'opérateur technique le plus utilisé pour l'adaptation de tension est le transformateur. Un transformateur est un quadripôle [voir **Figure 3**] muni de :

- * deux bornes d'entrée E et E' hélicées à un enroulement primaire
- * deux bornes de sortie S et S' pelées à un enroulement secondaire

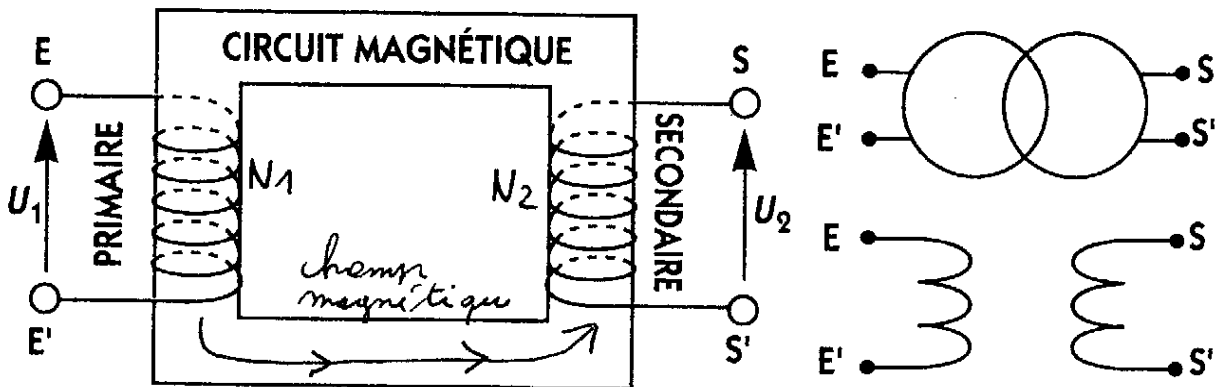


Figure 3 : Constitution et symboles d'un transformateur

Les enroulements primaire et secondaire sont électriquement indépendants et placés sur un circuit magnétique. Entre le primaire et le secondaire l'énergie est transmise sous forme de champ magnétique.

II - 1 - Transformateur parfait

II - 1 - 1 - Rapport de transformation d'un transformateur

L'enroulement primaire est alimenté par une source de tension alternative sinusoïdale u_1 , la plupart du temps le réseau EDF. Une tension alternative sinusoïdale u_2 est alors disponible aux bornes du secondaire.

On appelle :

- * U_1 la valeur efficace de la tension alternative sinusoïdale au **primaire**
- * U_2 la valeur efficace de la tension alternative sinusoïdale au **secondaire**
- * N_1 le nombre de spires sur l'enroulement **primaire**
- * N_2 le nombre de spires sur l'enroulement **secondaire**

Dans un transformateur, en fonctionnement à vide, le rapport des valeurs efficaces des tensions d'entrée et de sortie est fonction du nombre de spires des enroulements primaire et secondaire.

Le rapport du nombre de spires sur les enroulements primaire et secondaire est appelé **rapport de transformation**. On le note **m** :

$$m = \frac{N_2}{N_1}$$

Dans le cas d'un transformateur parfait, le rapport entre les valeurs efficaces des tensions d'entrée et de sortie du transformateur est égal au **rapport de transformation** :

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = m$$

Ainsi, le rapport de transformation nous permet de calculer la tension de sortie d'un transformateur en fonction de sa tension d'entrée (*ne pas oublier que U_2 et U_1 sont des valeurs efficaces*) :

$$U_2 = U_1 \cdot m$$

Exemple 1 :

Soit un transformateur comportant 1000 spires sur son enroulement primaire et 104 spires au secondaire.

* Calculer son rapport de transformation :

$$m = \frac{N_2}{N_1} = \frac{104}{1000} = 0,104$$

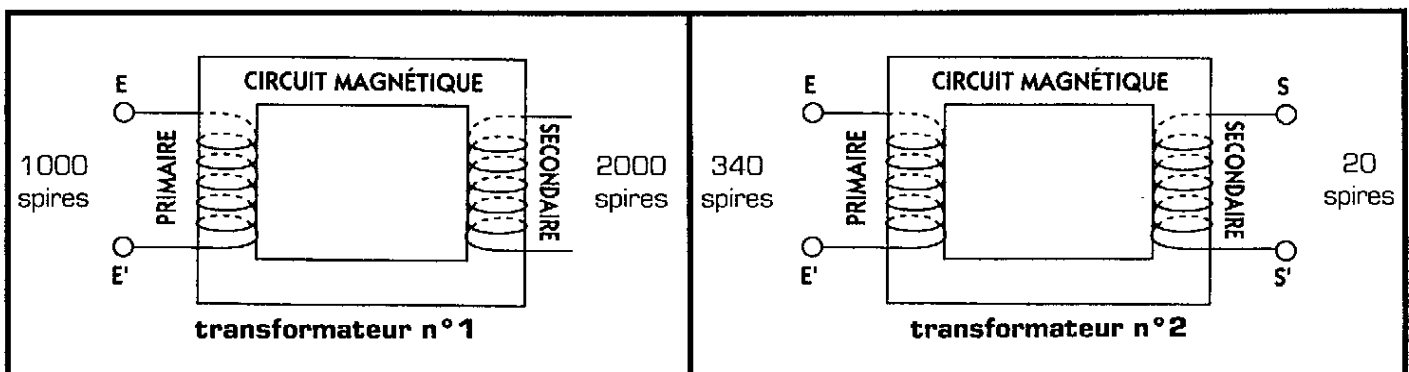
* Quelle est la valeur efficace de la tension au secondaire, si on applique sur le primaire la tension du secteur fournie par le réseau E.D.F ?

$$U_2 = m \cdot U_1 = 0,104 \times 230 = 23,92V \approx 24V$$

Exemple 2 :

On désire convertir une tension sinusoïdale de valeur efficace 24 V en une tension sinusoïdale de valeur efficace 12 V. Nous allons pour cela utiliser un transformateur. Sur son catalogue, un fournisseur de composants électroniques nous propose 6 transformateurs différents [voir **Figure 4**].

Quel transformateur choisiriez-vous pour répondre au problème posé ?



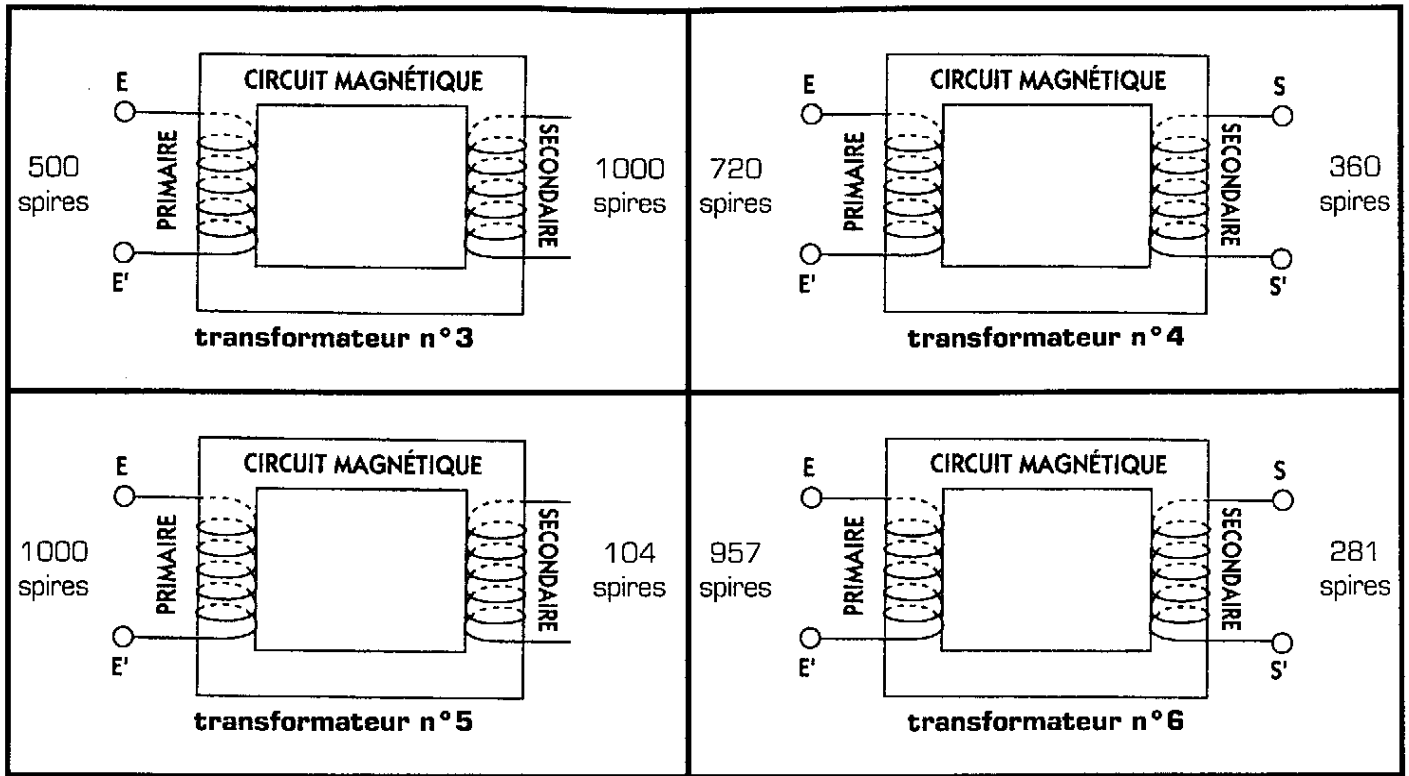


Figure 4 : Le fournisseur nous propose 6 transformateurs : c'est à nous à faire le choix

Analyse du problème et apport d'une solution :

Il nous faut un rapport de transformation égal à $\frac{1}{2}$,
 c'est à dire un transformateur ayant 2 fois plus de
 spires au primaire qu'au secondaire. Seul le transformateur
 n°4 correspond au problème :

$$m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{360}{720} = \frac{1}{2}$$

II - 1 - 2 - Puissance apparente d'un transformateur

Un transformateur est aussi caractérisé par la puissance qu'il est capable de transmettre à une charge :



Figure 5 : Transformateur en fonctionnement

Cette puissance, appelée **puissance apparente**, est notée **S** et s'exprime en **VOLTAMPERES (VA)**. Pour un transformateur parfait :

$$S = U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2$$

Ainsi, la puissance apparente nous permet de connaître le courant maximal que pourra fournir un transformateur à sa sortie :

$$I_{2 \text{ MAX}} = \frac{S}{U_2}$$

Exemple 3 :

On donne les caractéristiques suivantes d'un transformateur :

- * $m = 0,04$
- * $S = 30 \text{ VA}$

Le primaire de ce transformateur est branché au réseau EDF.

- * Quelle est la tension disponible au secondaire lorsque le transformateur est à vide [pas de charge] ?

$$U_2 = m \cdot U_1 = 0,04 \times 230 = 9,2 \text{ V}$$

- * Quel est le courant maximal que peut fournir le transformateur à une charge ?

$$I_{2 \text{ max}} = \frac{S}{U_2} = \frac{30}{9,2} = 3,26 \text{ A}$$

- * En déduire la valeur limite de la charge [en ohms] que le transformateur pourra alimenter. Cette valeur est-elle maximale ou minimale ?

$$\frac{U_2}{I_{2 \text{ MAX}}} = 2,82 \Omega \text{ MINIMUM}$$

Exemple 4 :

Une piscine est éclairée par deux projecteurs dont chacune des lampes a pour caractéristique 12 V, 300 W. Pour réaliser l'installation, l'électricien doit choisir un transformateur adapté au problème. Quel doit être le rapport de transformation et la puissance apparente de ce transformateur ?

$$m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{12}{230} = 0,052$$

$$I_2 = \frac{P}{U_2} = \frac{300}{12} = 25 \text{ A pour 1 lampe} \Rightarrow I_2 = 50 \text{ A pour les 2 projecteurs}$$

$$S = U_2 \cdot I_2 = 12 \cdot \frac{300}{12} = 300 \text{ W pour 1 lampe}$$

$$S = 600 \text{ W}$$

II - 2 - Transformateur réel

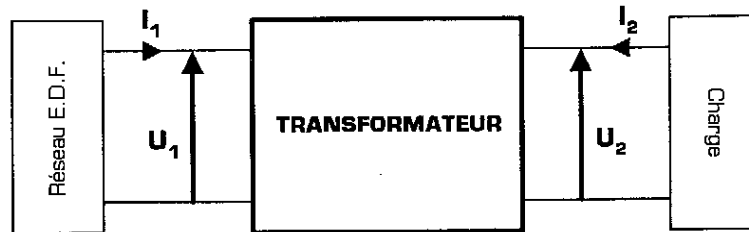
Chaque enroulement du transformateur présente une **résistance**, source de pertes de puissance par **effet Joule**. En fonctionnement à vide [sans charge] le transformateur réel absorbe, néanmoins, une **faible puissance nécessaire à la magnétisation du circuit**. Par ailleurs, le circuit magnétique n'est jamais parfait et des fuites se produisent, surtout en charge.

Ainsi dans un **transformateur réel** la **puissance disponible au secondaire est inférieure à la puissance consommée au primaire** :

$$U_1 \cdot I_1 > U_2 \cdot I_2$$

Exemple 5 :

Un transformateur réel alimente une charge à partir du réseau E.D.F. :



On relève les mesures suivantes :

- * $U_1 = 230 \text{ V}$
- * $I_1 = 130 \text{ mA}$
- * $U_2 = 12 \text{ V}$
- * $I_2 = 2 \text{ A}$

Quelle est la puissance transmise à la charge ?

c'est $U_2 \cdot I_2 = 24 \text{ VA} = S_2$

Pour fournir cette puissance à la charge, quelle puissance doit consommer le transformateur sur le réseau E.D.F. ?

c'est $U_1 \cdot I_1 = 230 \times 0,13 = 29,9 \text{ VA} = S_1$

Le rapport des puissances $\frac{U_2 \cdot I_2}{U_1 \cdot I_1}$ est appelé **rendement du transformateur**. Quel est le rendement de ce transformateur ?

$$\frac{U_2 \cdot I_2}{U_1 \cdot I_1} = \frac{S_2}{S_1} = 0,80 = 80\%$$

Remarques sur le transformateur réel :

- * Lorsque le transformateur réel est en charge, le rapport entre les valeurs efficaces des tensions $\left(\frac{U_2}{U_1}\right)$ est légèrement inférieur au rapport de transformation $\left(\frac{N_2}{N_1}\right)$

- * La puissance disponible au secondaire du transformateur réel est inférieure à la puissance consommée au primaire [$U_2 \cdot I_2 < U_1 \cdot I_1$] : on dit que le transformateur réel a un **rendement inférieur à 1**.

III - Fonction REDRESSEMENT

Le montage redresseur le plus utilisé est le montage en **pont de Graëtz** (figure 6) qui comporte 4 diodes :

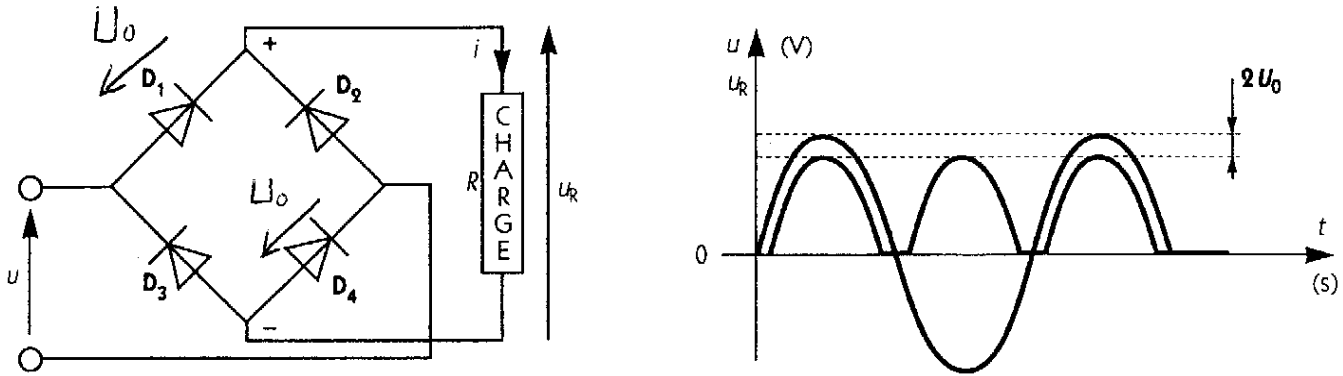


Figure 6 : Redresseur en pont de Graëtz et tension redressée

Pendant **l'alternance positive** de u les diodes **D₁** et **D₄** conduisent, alors que les diodes **D₂** et **D₃** sont bloquées. La tension aux bornes de la charge vaut pratiquement u .

$$U_R = U$$

Pendant **l'alternance négative** de u , l'inverse se produit : les diodes **D₁** et **D₄** sont bloquées, alors que les diodes **D₂** et **D₃** conduisent. La tension aux bornes de la charge, **égale à $-u$** , reste **toujours positive** :

$$U_R = - U$$

En négligeant la tension seuil des diodes, la tension aux bornes de la charge R peut s'écrire :

$$U_R = | U |$$

En tenant compte de la tension seuil des diodes [U_0], la valeur *instantanée* de u_R s'écrit :

$$U_R = | U | - 2.U_0$$

IV - Fonction FILTRAGE

La réalisation de la fonction filtrage consiste à brancher un condensateur en parallèle avec la charge selon le schéma de la figure 7.

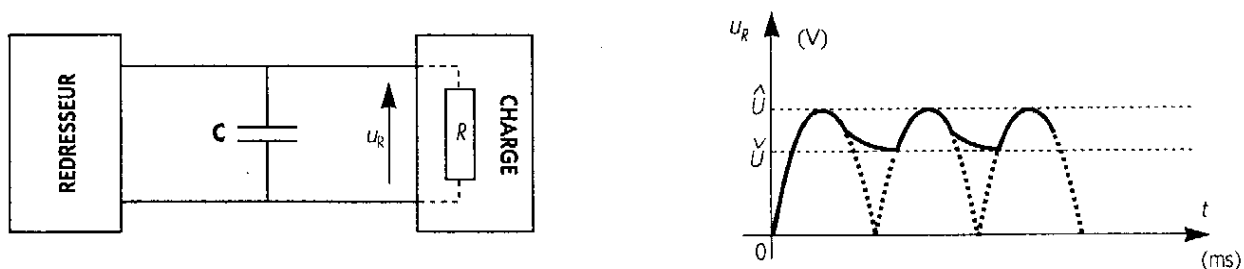


Figure 7 : Filtrage par condensateur et tension filtrée

Taux d'ondulation :

Après filtrage, la tension aux bornes de la charge varie entre deux valeurs extrêmes :

- * une **valeur maximale** \hat{U}
- * une **valeur minimale** \check{U}

Sa **valeur moyenne** peut être considérée égale à :

$$\bar{U} = \frac{\hat{U} + \check{U}}{2}$$

L'**ondulation** autour de cette valeur moyenne est :

$$\Delta U = \frac{\hat{U} - \check{U}}{2}$$

Le **taux d'ondulation** de la tension filtrée est le rapport de l'ondulation sur la valeur moyenne :

$$\tau = \frac{\Delta U}{\bar{U}} \quad \text{soit} \quad \tau = \frac{\hat{U} - \check{U}}{\hat{U} + \check{U}} \Leftrightarrow \check{U} = \hat{U} \frac{1 - \tau}{1 + \tau}$$

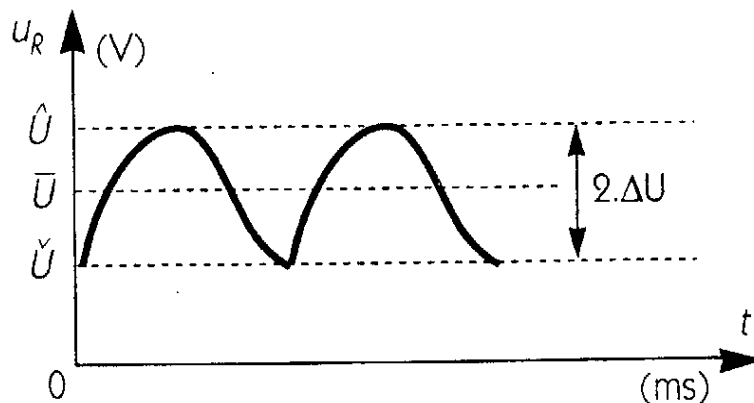


Figure 8 : Ondulation de la tension filtrée

Exemple 6 :

Après redressement et filtrage d'une tension sinusoïdale, nous obtenons la tension U_R représentée à la **Figure 8**, avec les valeurs suivantes :

* la **valeur maximale** $\hat{U} = 20 \text{ V}$

* la **valeur minimale** $\check{U} = 17 \text{ V}$

Quelle est la valeur moyenne de la tension U_R ?

$$\bar{U} = \frac{\hat{U} + \check{U}}{2} = \frac{20 + 17}{2} = \frac{37}{2} = 18,5 \text{ V}$$

Combien vaut l'ondulation de la tension U_R ?

$$\Delta U = \frac{\hat{U} - \check{U}}{2} = \frac{20 - 17}{2} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ V}$$

Combien vaut le taux d'ondulation de la tension U_R ?

$$\tau = \frac{\Delta U}{\bar{U}} = \frac{1,5}{18,5} = 0,081 = 8,1\%$$

Remarque sur le taux d'ondulation :

Le taux d'ondulation dépend des valeurs de la charge R , de la capacité de filtrage C et de la période T de la tension redressée. Le taux d'ondulation est d'autant plus faible que le produit $R.C$ est grand devant la période T .

Ainsi, pour diminuer le taux d'ondulation, il faut :

- * soit augmenter la résistance de charge R
- * soit augmenter la capacité de filtrage C
- * soit diminuer la période T de la tension filtrée [augmenter la fréquence]

En pratique, le seul paramètre sur lequel on pourra jouer est la capacité de filtrage C (R et T étant fixé par le cahier des charges). Si la capacité de filtrage est suffisamment grande, le taux d'ondulation est très faible [la tension est pratiquement continue], mais la valeur minimale de U_R diminue si on augmente le courant dans la charge. La conséquence est double :

- * La valeur moyenne \bar{U} de U_R diminue
- * Le taux d'ondulation τ de U_R augmente

La fonction **régulation** permet de résoudre ce problème, en fournissant une tension continue [sans ondulation] dont la valeur reste constante quel que soit le courant consommé par la charge.

V - Fonction REGULATION

Un *régulateur intégré* permet la réalisation de la fonction régulation avec un seul composant. Les régulateurs 78xx se présentent sous forme de boîtier TO3 ou TO220 :

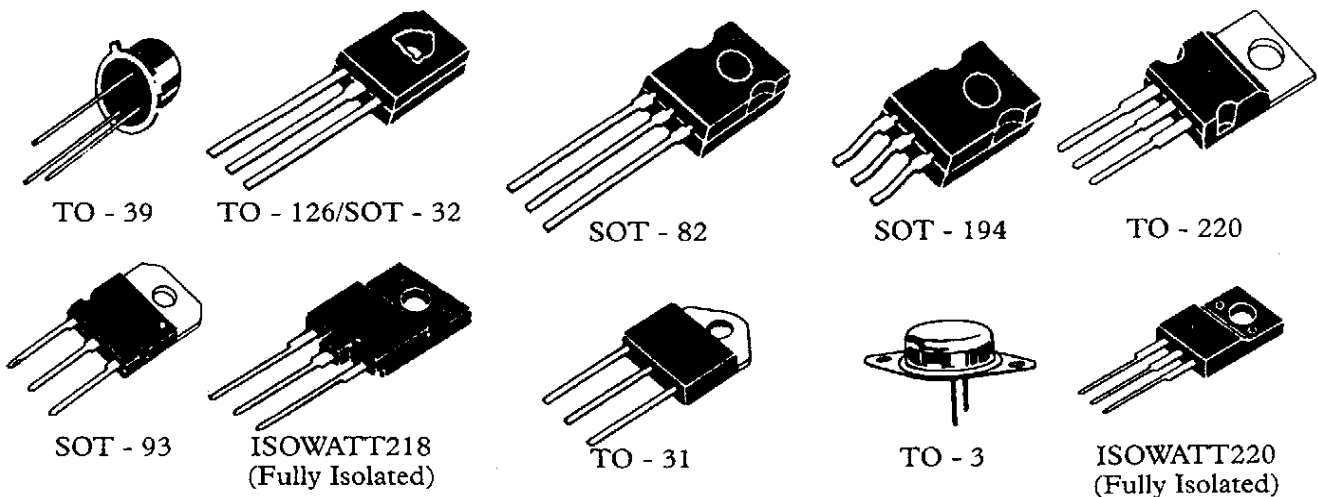
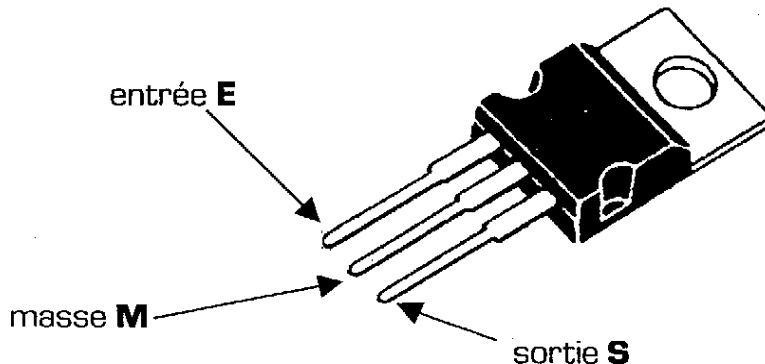


Figure 9 : Les différents boîtiers des composants électroniques

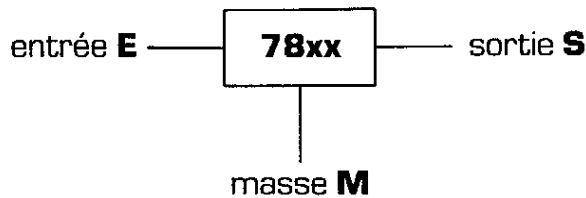
Un régulateur intégré est un composant à 3 bornes :

- * l'entrée E
- * la sortie S
- * la masse M

Brochage des régulateurs 78xx [boîtier TO220] :

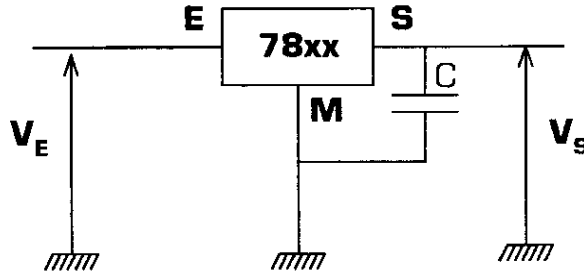


Symbole d'un régulateur :



La tension de sortie est fixée par la référence du composant. Par exemple : 7805 : $U_s = 5\text{ V}$, 7812 : $U_s = 12\text{ V}$, etc.

Utilisation d'un régulateur intégré :



La tension V_E est une tension filtrée et présentant un taux d'ondulation [sortie de la fonction filtrage]. La tension V_S est une tension parfaitement continue, dont la valeur reste constantes même si le courant consommé par la charge varie. Le condensateur C , d'une valeur de 100 nF , est nécessaire pour la stabilité.

Particularités des régulateurs intégrés de la série 78xx :

- * courant de sortie maximal : $1,5\text{ A}$
- * tension de sortie : 5 ; 6 ; 8 ; 12 ; 15 ; 18 ; 20 ; ou 24 V
- * protection thermique
- * protection contre les court circuits

VI - Fonction PROTECTION

L'objet technique ou le système électrique branché à la sortie de l'alimentation n'est jamais à l'abri d'une panne pouvant entraîner une surconsommation de courant de deux types possibles :

- * une surintensité
- * un court-circuit

Sans protection, ce genre de disfonctionnement peut aller jusqu'à la destruction d'une partie de l'alimentation.

La fonction protection est généralement assurée par un fusible. Un courant de court-circuit est un courant qui excède la valeur du courant maximal autorisé. En cas de courant trop important, le fusible « grille » et a pour conséquence de couper instantanément le courant à la sortie de l'alimentation. Les dégradations dues au court-circuit sont alors limitées à la destruction du fusible.

Dans le but de pouvoir être changé facilement, le fusible est fixé sur un support appelé porte fusible, assurant le contact électrique sans soudure.



Figure 9 : La fonction protection est assurée par un fusible, fixé sur un porte fusible

Retrouvez d'autres cours sur le site ressource

www.gecif.net

Téléchargez librement sur Gecif.net :

- ✍ **des cours et des TP de Génie Electrique**
- ✍ **des exercices et des évaluations avec corrections**
- ✍ **des ressources Automgen, ISIS Proteus et Flowcode**
- ✍ **des QCM pour réviser les cours et vous entraîner**
- ✍ **des logiciels d'électronique pour les installer chez vous**
- ✍ **des dossiers techniques de systèmes originaux**
- ✍ **des fiches pratiques sur tous les domaines des sciences de l'ingénieur**
- ✍ **des sujets de BAC**
- ✍ **et bien plus encore sur Gecif.net !**