

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

**I - Identification de la fonction**

**I - 1 - Rôle de la fonction alimentation**

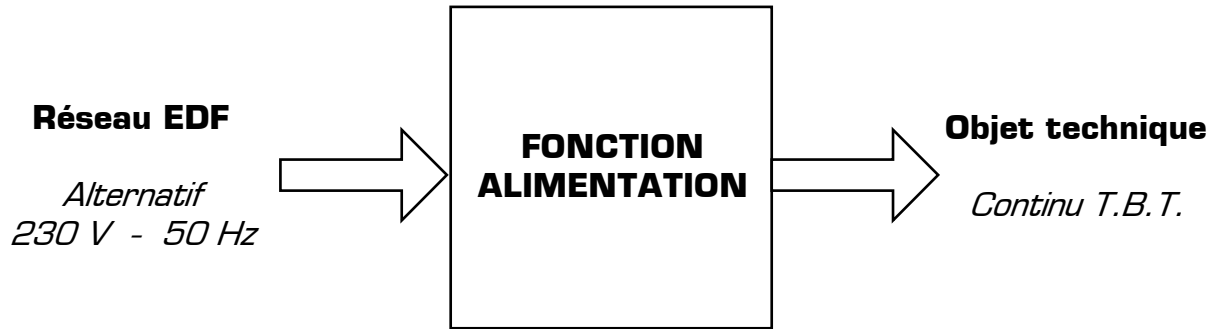
.....

.....

.....

.....

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 :** .....

.....

**Fonction redressement :** .....

.....

**Fonction filtrage :** .....

.....

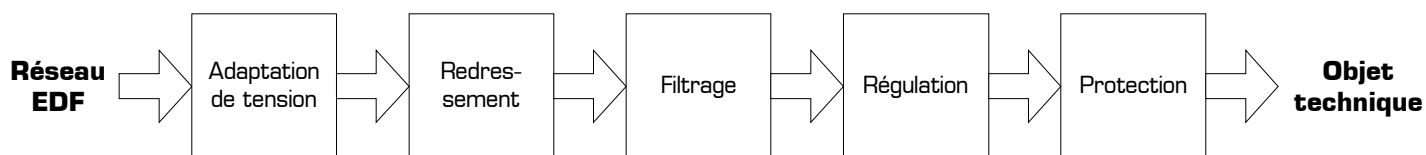
**Fonction régulation :** .....

.....

**Fonction protection :** .....

.....

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

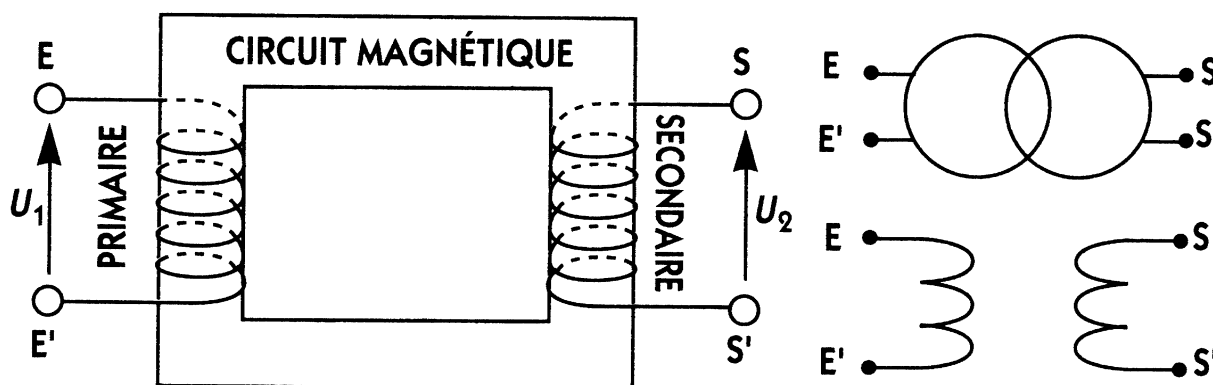


**Figure 2** : Schéma fonctionnel de l'alimentation d'un objet technique

## 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 :

- \* .....
- \* .....



**Figure 3** : Constitution et symboles d'un transformateur

### 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**

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 :

.....

\* 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 ?

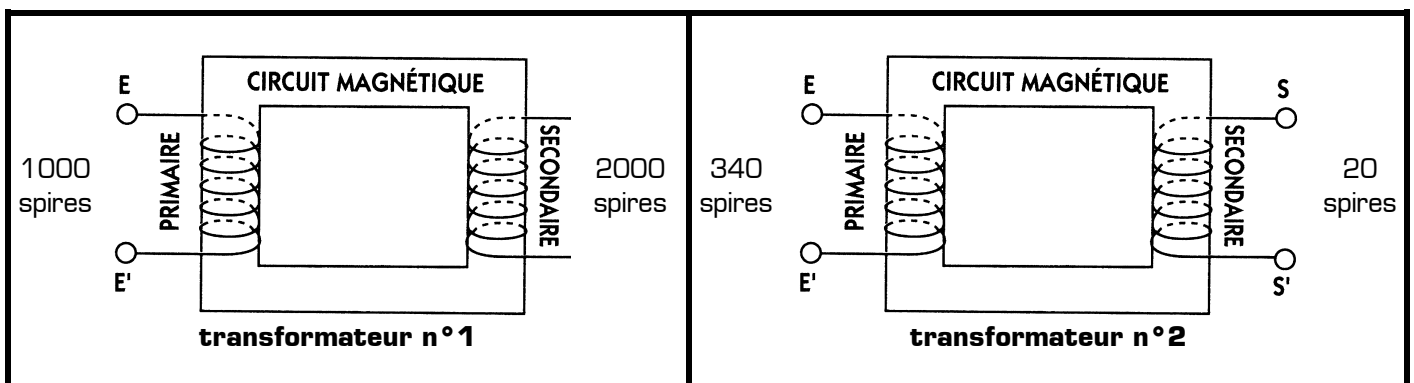
.....

.....

✍ **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 ?



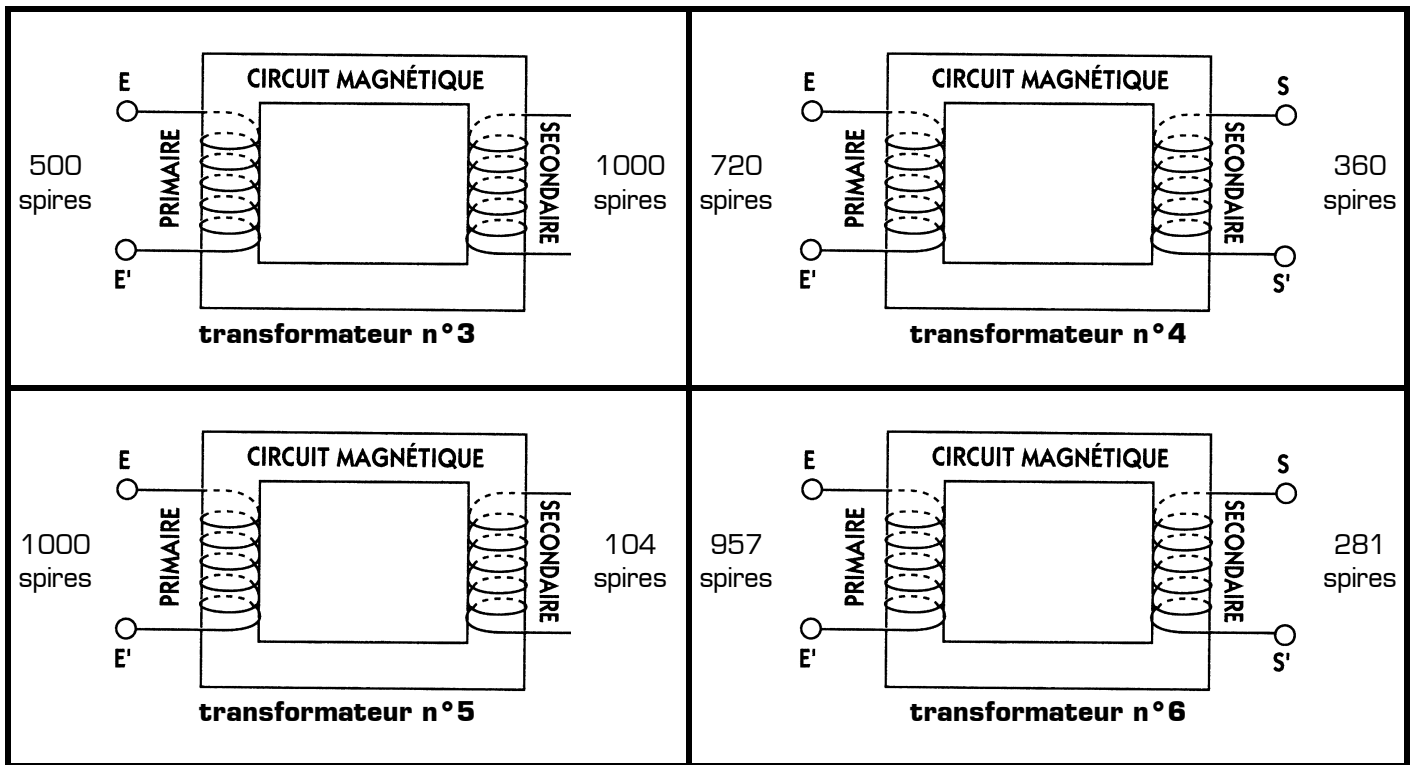


Figure 4 : Le fournisseur nous propose 6 transformateurs : c'est à nous à faire le choix

Analyse du problème et apport d'une solution :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**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] ?

.....

.....

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

.....

.....

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

.....

.....

**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 ?

.....

.....

.....

.....

**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 ?

.....

.....

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

.....

.....

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 ?

.....

.....

.....

**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 :

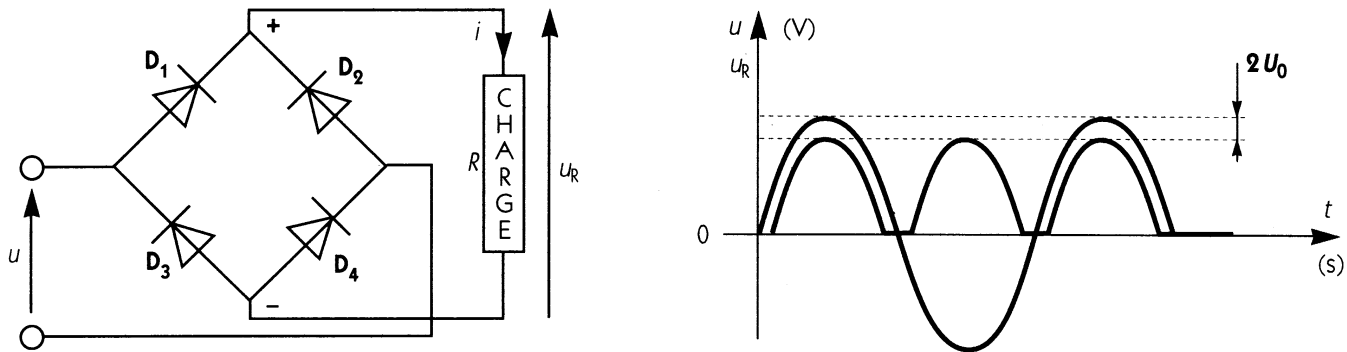


Figure 6 : Redresseur en pont de Graëtz et tension redressée

Pendant **l'alternance positive** de  $u$  les diodes **D<sub>1</sub>** et **D<sub>4</sub>** conduisent, alors que les diodes **D<sub>2</sub>** et **D<sub>3</sub>** 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 **D<sub>1</sub>** et **D<sub>4</sub>** sont bloquées, alors que les diodes **D<sub>2</sub>** et **D<sub>3</sub>** 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.

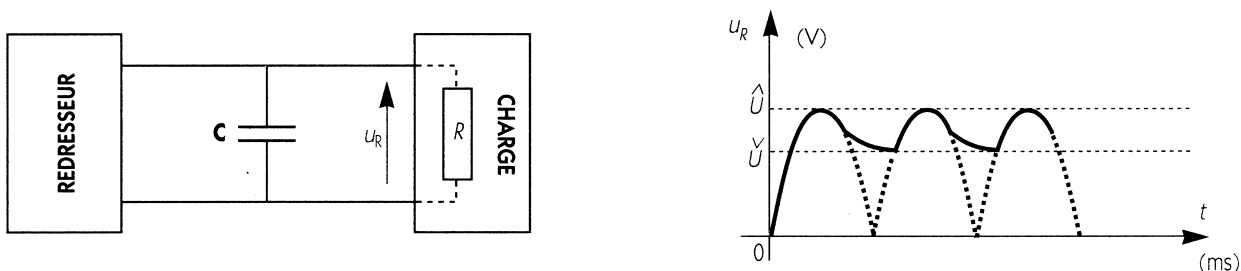


Figure 7 : Filtrage par condensateur et tension filtrée

#### 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**  $\tilde{U}$

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 :

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

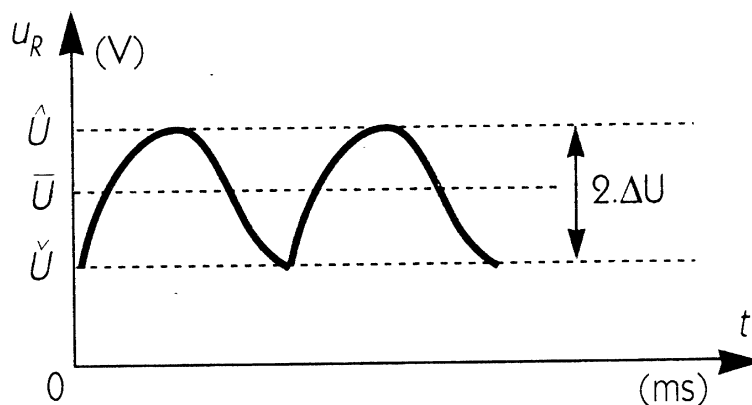


Figure 8 : Ondulation de la tension filtrée

**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\$ ?

.....

Combien vaut l'ondulation de la tension \$U\_R\$ ?

.....

Combien vaut le taux d'ondulation de la tension \$U\_R\$ ?

.....



## 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  $\tau$  de  $U_R$  augmente

La fonction **régulation** permet de résoudre ce problème, en fournissant une tension continue [sans ondulation] dont la valeur reste constante quelque 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 :

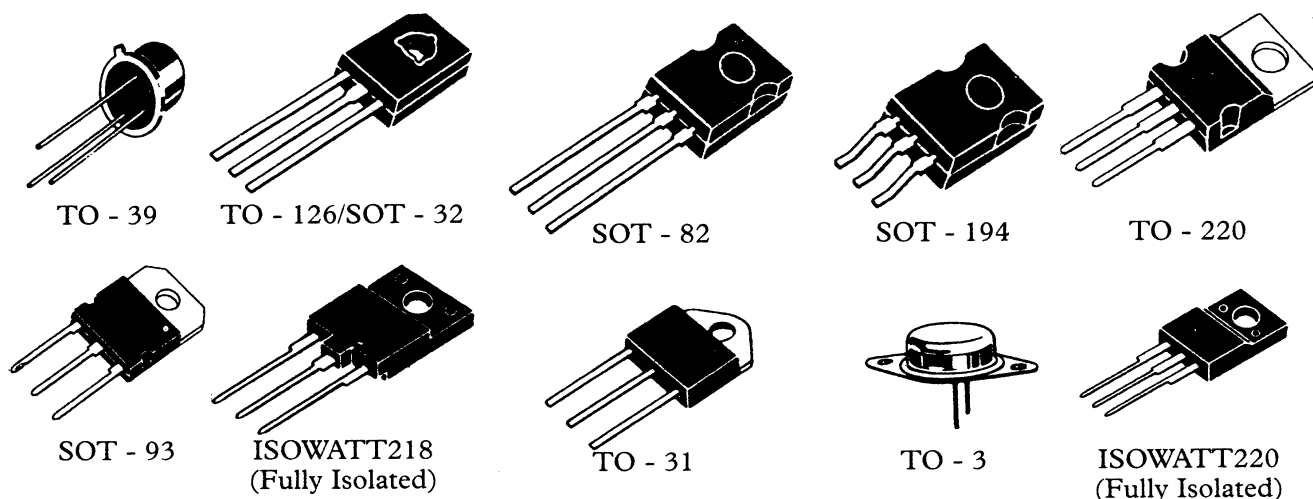
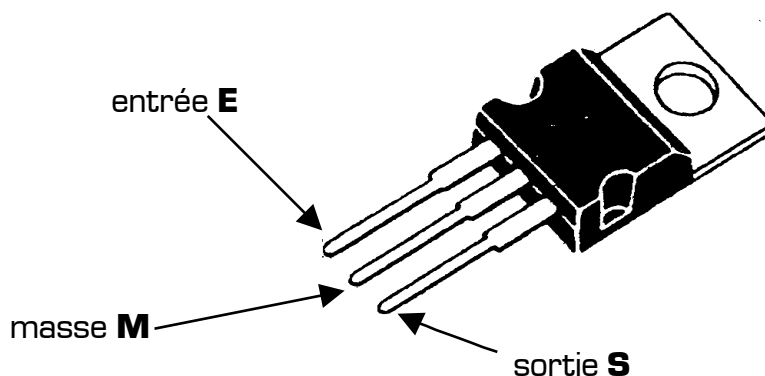


Figure 9 : Les différents boîtiers des composants électroniques

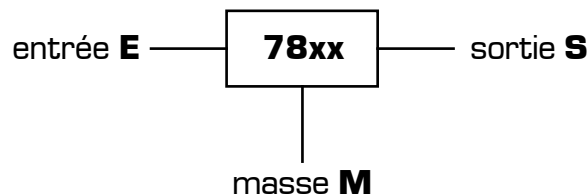
Un régulateur intégré est un composant à 3 bornes :

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

Brochage des régulateurs 78xx [boîtier TO220] :

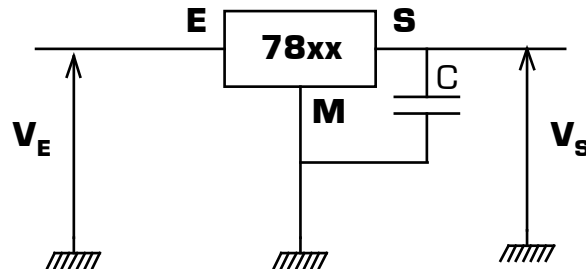


Symbole d'un régulateur :



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 100nF, est nécessaire pour la stabilité.

Particularités des régulateurs intégrés de la série 78xx :

- \* courant de sortie maximal : 1,5 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