

# Alimentation électrique

## Table des matières

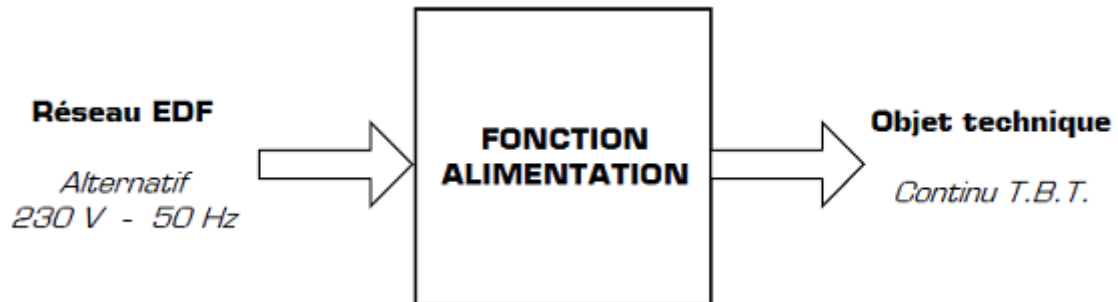
1. Rôle de la fonction alimentation.....	2
2. Fonction ADAPTATION DE TENSION.....	2
2.1. Rapport de transformation d'un transformateur.....	3
2.2. Puissance apparente d'un transformateur.....	3
2.3. Transformateur réel.....	4
3. Fonction REDRESSEMENT.....	4
4. Fonction FILTRAGE.....	5
4.1. Taux d'ondulation.....	6
4.2. Remarques sur le taux d'ondulation.....	6
5. Fonction REGULATION.....	7
6. Fonction PROTECTION.....	8

Le terme d'alimentation électrique désigne l'ensemble des équipements électriques qui assure le transfert du courant électrique d'un réseau électrique, sous les paramètres appropriés (puissance, tension), de façon stable et constante à un ou plusieurs consommateurs et ce dans des conditions de sécurité généralement réglementées.



# 1. Rôle de la fonction alimentation

La tension du réseau EDF est sinusoïdale, alternative de fréquence **50 Hz** et 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.



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

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

1. Fonction adaptation de tension
2. Fonction redressement
3. Fonction filtrage
4. Fonction régulation
5. Fonction protection

L'ensemble de ces fonctions secondaires constitue la fonction alimentation dont le schéma fonctionnel est représenté ci-dessous :

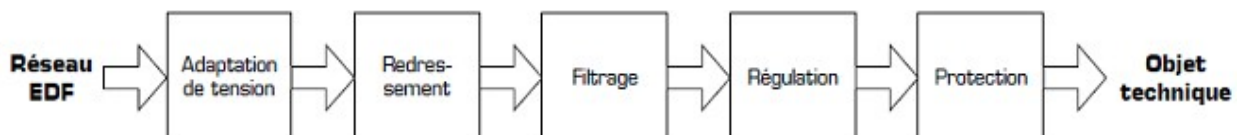
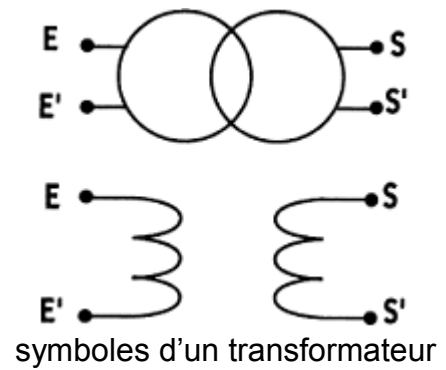
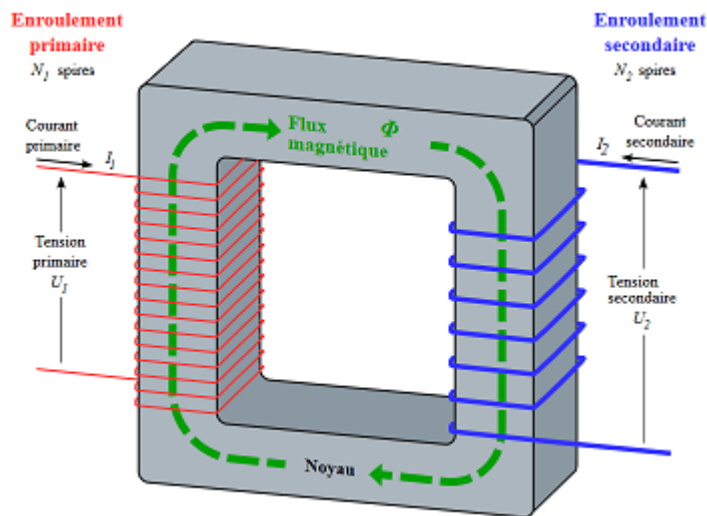


Schéma fonctionnel de l'alimentation d'un objet technique

## 2. Fonction ADAPTATION DE TENSION

L'opérateur technique le plus utilisé pour l'adaptation de tension est le transformateur. Un transformateur est un quadripôle muni de :

- d'un circuit **primaire**
- d'un circuit **secondaire**



Constitution d'un transformateur

Le courant qui circule dans le bobinage au primaire crée un champ magnétique. Le flux magnétique engendré dans le noyau du transformateur crée à son tour un courant induit au secondaire (cf force de Lorentz).

## 2.1. 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

On observe que la tension est proportionnelle au nombre de spires.

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 :

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

## 2.2. Puissance apparente d'un transformateur

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



Transformateur en fonctionnement

Cette puissance, appelée puissance apparente, est notée  $S$  et s'exprime en **VOLTAMPÈRES** (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 :

$$I_{2max} = \frac{S}{U_2}$$

### 2.3. 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 :

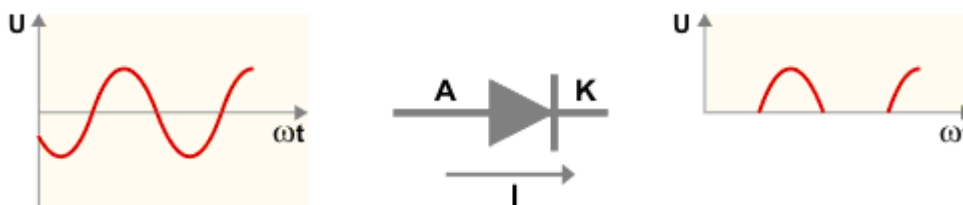
$$U_1 \cdot I_1 > U_2 \cdot I_2$$

Remarques :

- le transformateur réel a donc un **rendement inférieur à 1**.
- lorsque le transformateur réel est en charge, le rapport  $\frac{U_2}{U_1} < \frac{N_2}{N_1}$

### 3. Fonction REDRESSEMENT

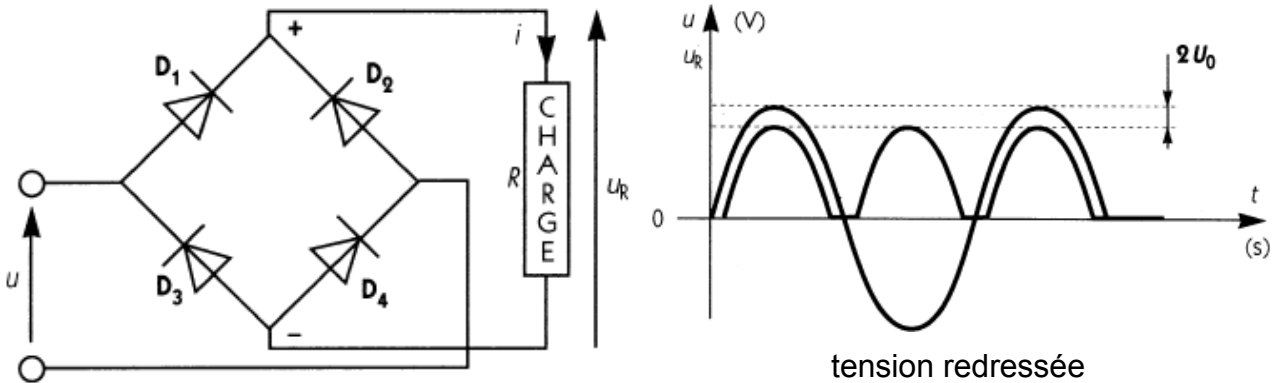
Comme le montre la figure ci-dessous, des deux alternances d'une tension monophasée alternative (positive et négative), seule l'alternance positive passe à travers la **diode**.



Fonctionnement de la diode

Pour obtenir une tension continue à la sortie du redresseur, il est nécessaire de trouver un système qui permette d'exploiter les deux alternances; c'est le pont de diodes.

Le montage redresseur le plus utilisé est le montage en pont de Graëtz qui comporte 4 diodes :



Redresseur en pont de Graëtz

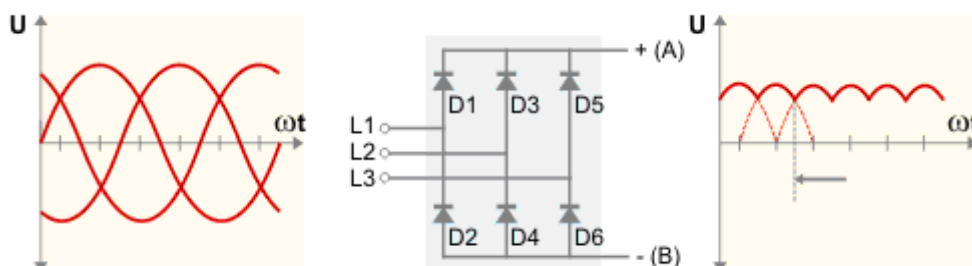
Pendant l'**alternance positive** de u les diodes D<sub>1</sub> et D<sub>4</sub> conduisent, alors que les diodes D<sub>2</sub> et D<sub>3</sub> sont bloquées. La tension aux bornes de la charge vaut pratiquement u.

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.

En négligeant la tension seuil des diodes, la tension aux bornes de la charge R peut s'écrire :  $u_R = |u|$

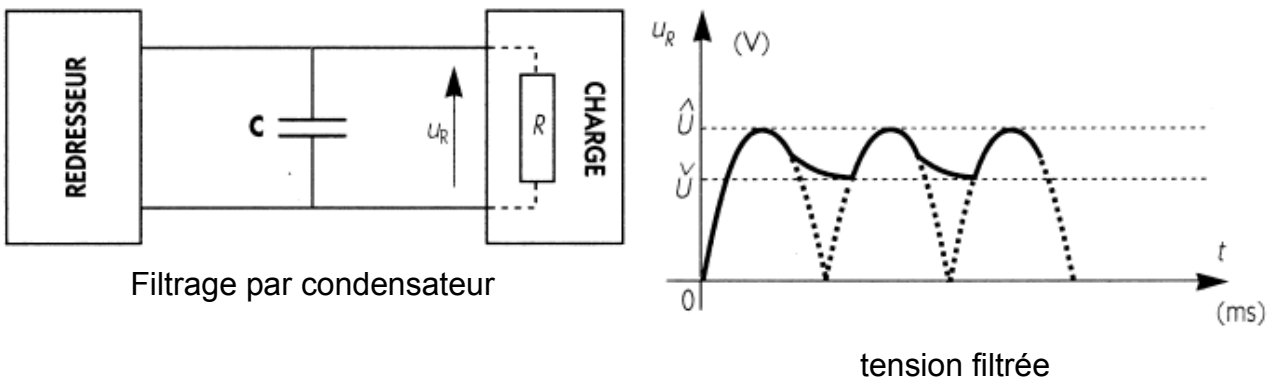
En tenant compte de la tension seuil des diodes ( $U_0$ ), la valeur instantanée de  $u_R$  s'écrit :  $u_R = |u| - 2.U_0$

Dans un redresseur triphasé non-commandé, le pont de diodes permet, comme le montre la figure ci-dessous, de générer une tension continue en redressant l'alternance négative de chacune des trois tensions composées. On voit que la tension de sortie n'est pas tout à fait continue et comporte une ondulation résiduelle.



### 4. Fonction FILTRAGE

La réalisation de la fonction filtrage consiste à brancher un condensateur en parallèle avec la charge selon le schéma ci-dessous :



### 4.1. Taux d'ondulation

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

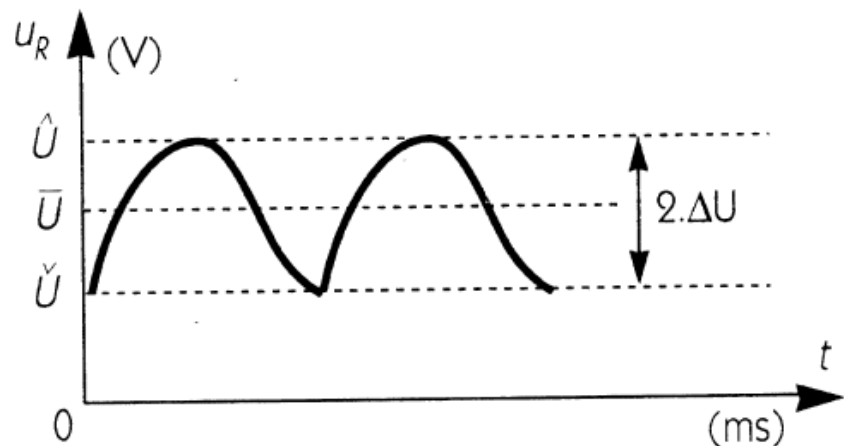
- une valeur maximale :  $\hat{U}$
- une valeur minimale :  $\check{U}$

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 :

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



Ondulation de la tension filtrée

### 4.2. Remarques 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)

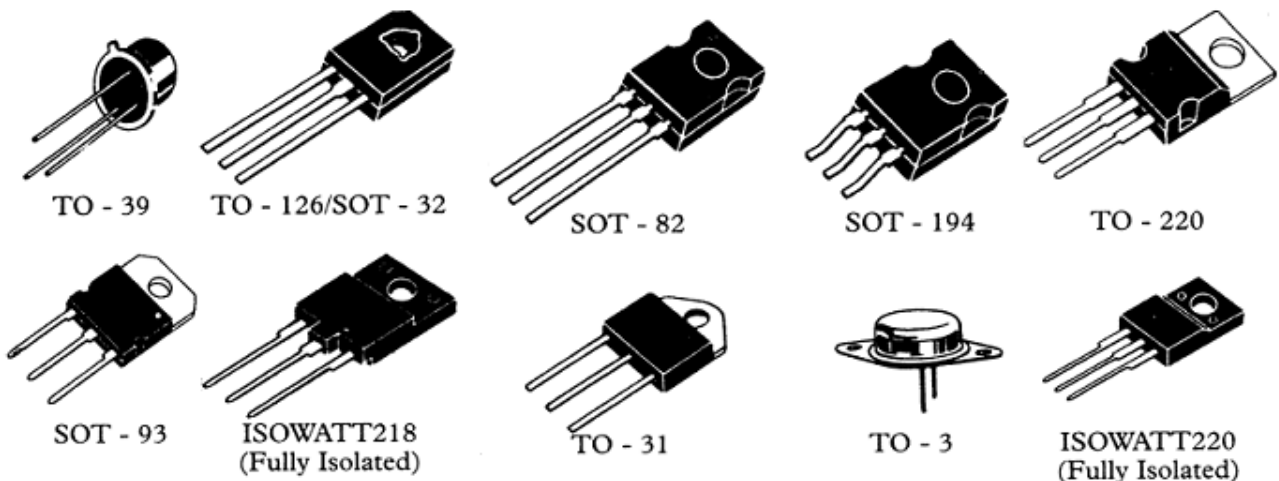
En pratique, le seul paramètre sur lequel on pourra jouer est la capacité de filtrage C (R et T étant fixé par le cahier des charges). Si la capacité de filtrage est suffisamment grande, le taux d'ondulation est très faible (la tension est pratiquement continue), mais la valeur minimale de  $U_R$  diminue 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

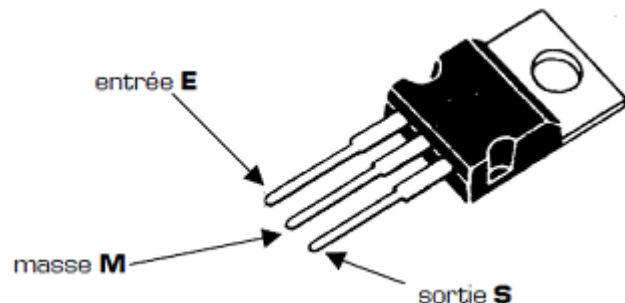
La fonction **régulation** permet de résoudre ce problème, en fournissant une tension continue (sans ondulation) dont la valeur reste constante quelque soit le courant consommé par la charge.

## 5. Fonction REGULATION

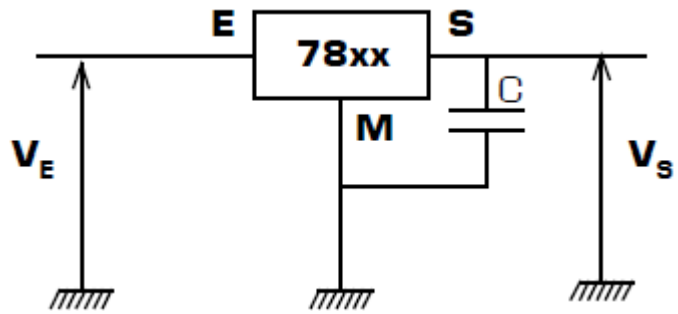
Un régulateur intégré permet la réalisation de la fonction régulation avec un seul composant. Les régulateurs 78xx se présentent sous forme de boîtier TO3 ou TO220 :



Brochage des régulateurs 78xx (boîtier TO220) :



Utilisation d'un régulateur intégré :



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

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

## 6. 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 dysfonctionnement 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.



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