

L'électronique de puissance est la partie du génie électrique qui traite des modifications de la présentation de l'énergie électrique. Pour cela elle utilise des convertisseurs statiques à semi-conducteurs. Grâce aux progrès sur ces composants et sur leur mise en œuvre, l'électronique de puissance a pris une importance considérable dans tout le domaine de l'électricité industrielle.

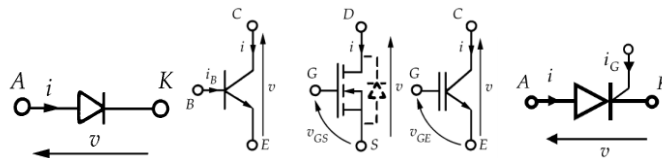
Dans l'étude de l'électronique de puissance, on peut distinguer trois aspects :

L'étude des COMPOSANTS. À partir des propriétés du silicium, elle explique le fonctionnement des semi-conducteurs, leurs caractéristiques, les limitations à respecter dans leur emploi, les conditions que doivent remplir les signaux de commande.

L'étude des STRUCTURES. Elle montre comment ces composants insérés dans des circuits permettent de réaliser des convertisseurs statiques modifiant la présentation de l'énergie électrique. Elle est consacrée aux relations que ces convertisseurs établissent entre leurs grandeurs d'entrée et de sortie, à la caractérisation de ces grandeurs et des contraintes imposées aux composants.

L'étude de la COMMANDE. À partir de la transformation à réaliser et de la dynamique souhaitée pour l'ensemble dans lequel intervient le convertisseur, elle indique comment élaborer les signaux de commande des semi-conducteurs. On distingue d'ordinaire la commande rapprochée, c'est-à-dire la détermination des signaux appliqués aux électrodes de commande des semi-conducteurs à partir des références assignées au convertisseur, et la commande proprement dite, c'est-à-dire l'élaboration de ces références.

1. L'étude des composants :



- a) Diode : La diode est l'interrupteur de base. Elle est non commandable ; c'est à dire qu'elle passe naturellement de sa position bloquée à sa position passante sous certaines conditions de tension à ses bornes.

Une diode :

Deviens passante si la tension à ses bornes devient

Deviens bloquée si la tension à ses bornes devient

- b) Transistor bipolaire : Le transistor bipolaire utilise une commande en courant. Si on injecte dans le circuit base-émetteur un courant de commande i_B suffisant, le transistor se comporte comme un interrupteur fermé (segment OA). Si on impose à i_B une valeur nulle l'interrupteur est ouvert (segment OB)
- c) Les transistors MOSFET et IGBT ont une commande en tension. Le circuit entre grille et source ou entre grille et émetteur se comporte comme une capacité qu'il faut charger ou décharger. Une tension v_{GS} ou v_{GE} négative ou nulle maintient le point de fonctionnement sur la branche OB. En donnant à v_{GS} ou v_{GE} une valeur positive suffisante, on fait passer ce point sur la branche OA.
- d) Thyristor : Le thyristor est un semi-conducteur qui se commande à l'amorçage (fermeture de l'interrupteur). Il comporte une borne supplémentaire qui se nomme gâchette ou Gate en anglais.

Un thyristor :

Deviens passant si la tension à ses bornes est positive et qu'un signal est appliqué sur la gâchette,

Deviens bloqué si le courant qui le traverse s'annule.

MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)

IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)

Avantages de l'Électronique de Puissance (par rapport aux machines)

convertisseurs
IV. Constitution des convertisseurs statiques

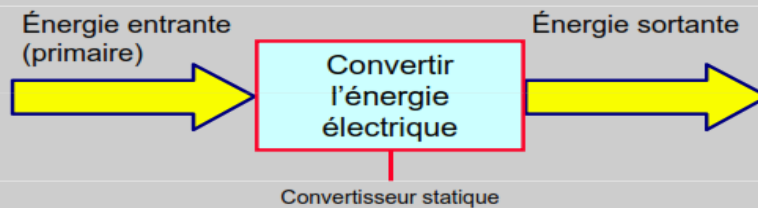
- Utilisation souple et efficace de l'énergie électrique : Meilleurs rendements ;
- Pour l'énergie électrique, amélioration :
 - De sa gestion,
 - De son transport
 - De sa distribution
- Dispositifs électriques :
 - Taille et de masse réduites,
 - Fonctionnement ultrasonore (travail à des fréquences supérieures à 20 kHz)

Moyens

- Convertisseurs statiques
- Ils permettent de transformer
 - L'énergie électrique du réseau d'alimentation (offre)
 - En une forme appropriée à la charge connectée (demande)

Fonction « convertir »

convertisseurs
IV. Constitution des convertisseurs statiques

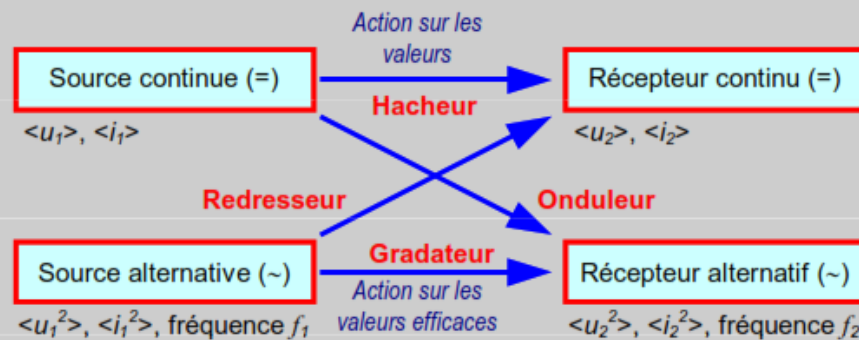


Quatre classes de convertisseurs statiques

- Redresseur : alternatif → continu,
- Hacheur : continu → continu,
- Onduleur : continu → alternatif
- Gradateur ou cyclo-convertisseur : alternatif → alternatif.

Schéma global de conversion

V T

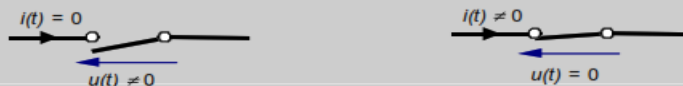


Première classe de composants

IV. Constitution des convertisseurs statiques
IV.5. Composants utilisables

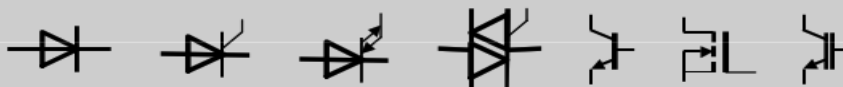
■ L'interrupteur parfait

- Chute de tension nulle lors de la fermeture quelque soit le courant ;
- Pas de courant de fuite à l'ouverture quelque soit la tension ;
- Donc pertes nulles.



■ En pratique : Interrupteurs = Composants à semi-conducteurs en commutation.

- Diodes, thyristors, triacs, GTOs, transistors (bipolaires, MOS, IGBTs) ;
- Fonctionnent exclusivement en régime de commutation.



Les fonctions de commutation ne comportent que ces éléments

La charge

- Reçoit de l'énergie
- Fournit de l'énergie

Conséquence

- Le convertisseur doit avoir un comportement approprié de la source

Choix d'un convertisseur adapté

- Insensible au sens de transfert de l'énergie
- Deux natures de convertisseurs



Les redresseurs à diodes et à thyristors assurent une conversion alternative continue. Alimentés à partir du réseau monophasé ou triphasé, ils fournissent à leur sortie une tension continue de valeur fixe ou variable, soit pour alimenter directement un récepteur, soit pour alimenter un autre convertisseur.

Les hacheurs opèrent une *conversion continu-continu*. Placés entre un générateur et un récepteur, tous deux à courant continu, ils permettent de régler la tension appliquée au récepteur ou le courant qui y circule.

Un onduleur est un convertisseur statique assurant la conversion continu alternatif. Alimenté par une source continue, il modifie de façon périodique les connexions entre l'entrée et la sortie pour obtenir à la sortie une tension et un courant alternatif, c'est-à-dire de valeur moyenne nulle, ou un système polyphasé de telles grandeurs.

La structure d'un onduleur dépend essentiellement de la nature des sources entre lesquelles il est monté. Comme il faut respecter l'alternance des sources à ses accès, on distinguera donc :

- les *onduleurs de tension* reliant une source de tension continue à une source de courant alternatif,
- les *onduleurs de courant* placés entre une source de courant continu et une source de tension alternative.

Les gradateurs sont les convertisseurs *alternatif-alternatif* servant à commander le débit d'une source alternative dans un récepteur alternatif sans changer de fréquence.