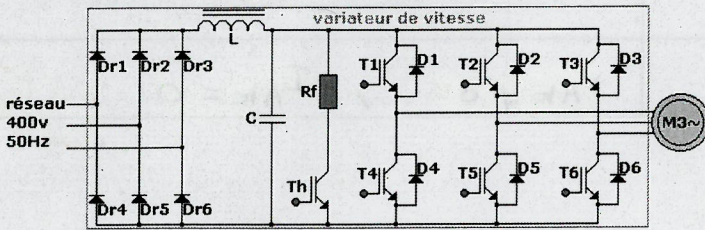


Composants de puissance

I. Introduction

Les avancées technologiques sont fréquentes, notamment les composants de puissance utilisés pour le domaine de la motorisation électrique. Parmi ces évolutions, les dispositifs de contrôle de vitesse variable, tels que les variateurs de vitesse, occupent une place importante. Les variateurs de vitesse sont essentiellement des interrupteurs de puissance tels que des diodes, des IGBT, des GTO, et bien d'autres.



Dispositif	Eléments
Redresseur	Dr1 ... Dr6 (AC → DC)
Filtre	L - C
Module de freinage	Rf - Th
Onduleur	{T1, D1} ... {T6, D6}

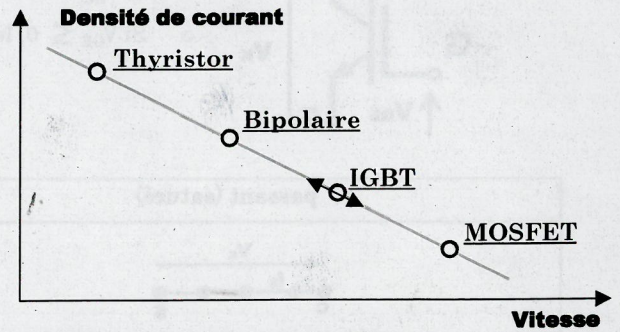
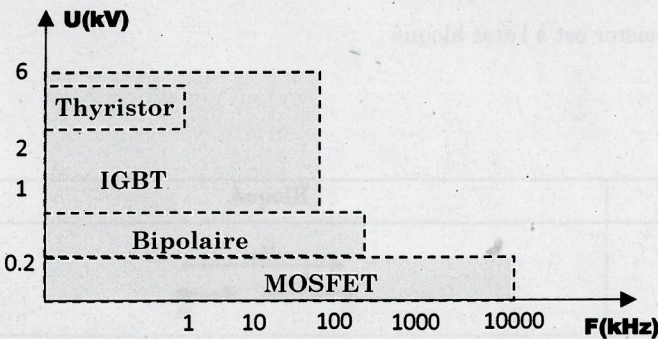
II. Interrupteurs électriques de puissances

Un interrupteur électronique de puissance est un composant utilisé pour contrôler et réguler le flux de puissance électrique dans un système. Ses interrupteurs permettent une commutation rapide et précise de l'alimentation électrique, offrant ainsi un contrôle plus avancé.

Dans ce cours, nous nous concentrons sur les interrupteurs spécifiques utilisés actuellement dans la technologie avancée des variateurs de vitesse. Voici les interrupteurs utilisés :

Diode	Thyristor	MOSFET	IGBT

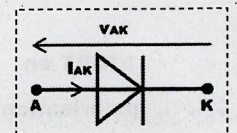
En étudiant les performances relatives des composants en termes de tension d'alimentation et de fréquence de fonctionnement, on peut représenter graphiquement ce domaine. Cependant, il est important de noter que ce domaine est valable actuellement en 2023, mais il peut subir des modifications significatives à l'avenir en raison de l'évolution rapide des composants.



1. Diode

La diode est un composant unidirectionnel qui n'est pas commandable, ni à la fermeture, ni à l'ouverture. Elle est souvent utilisée dans la totalité du convertisseur statique.

Les deux bornes de la diode sont appelées Anode (A) et Cathode (K) (cathode : côté du symbole pour lequel on peut lire un K à l'envers)

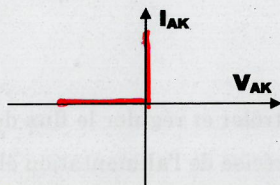
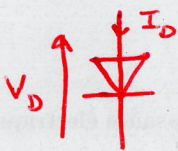


❖ **Condition de fonctionnement de la diode**

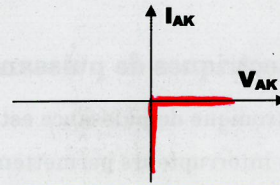
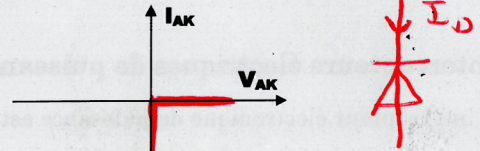
- Pour qu'une diode soit passante, il faut que le potentiel A imposé par le circuit à l'anode soit supérieur au potentiel K imposé par le circuit à la cathode.
- Pour qu'une diode soit bloquée, il faut que le potentiel K imposé par le circuit à la cathode soit supérieur au potentiel A imposé par le circuit à l'anod

Diode passante (saturée)	Bloquée
$V_{AK} = 0$, $I_{AK} \neq 0$	$V_{AK} \neq 0$, $I_{AK} = 0$

La caractéristique statique d'une diode :



Diode en polarisation directe



Diode en polarisation inverse

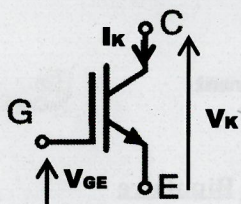
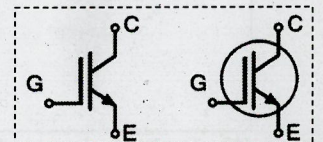
2. Transistors de puissance : MOS et IGBT

Un transistor de puissance est un composant électronique commandable à la fermeture et bien que la fermeture, il est utilisé pour gérer et contrôler des niveaux élevés de puissance électrique. Les transistors de puissance sont conçus pour supporter des courants et des tensions élevés.

2.1 Le transistor IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)

Les IGBT sont utilisés pour les puissances élevées allant jusqu'à 1 MW et les fréquences de commutation jusqu'à 100 kHz. Ils se composent :

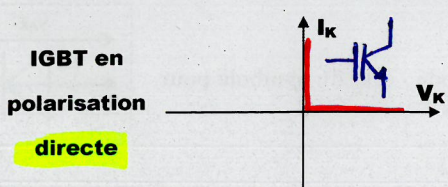
- deux électrodes principales, le collecteur (C) et l'émetteur (E), qui sont reliées au circuit de puissance.
- une électrode de commande, la grille (G) reliée au circuit de commande



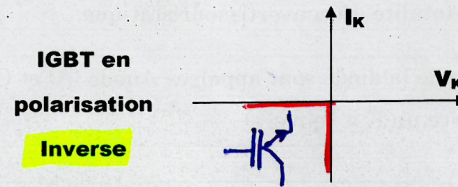
- Si $V_{GE} > 0$, le transistor est à l'état passant.
- Si $V_{GE} \leq 0$, le transistor est à l'état bloqué

passant (saturé)	Bloqué
$V_K = 0$, $I_K \neq 0$	$V_K \neq 0$, $I_K = 0$

La caractéristique statique d'une diode :



IGBT en polarisation directe

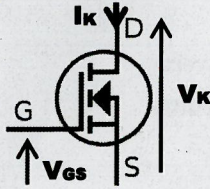
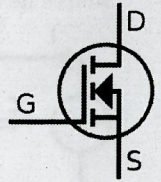


IGBT en polarisation inverse

2.2 Transistors MOSFET (Metal Oxide Silicon Field Effect Transistor).

Les transistors MOSFET sont utilisés pour les puissances relativement modestes (jusqu'à 100 kW) et/ou les fréquences élevées (allant jusqu'à 1 MHz). Ils se composent :

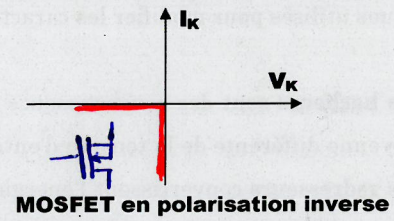
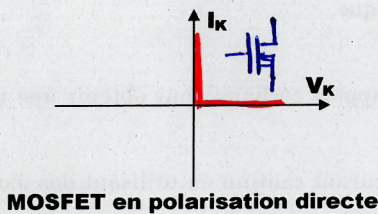
- deux électrodes principales, le drain (D) et la source (S), qui sont reliées au circuit de puissance.
- une électrode de commande, la grille (G) reliée au circuit de commande.



- Si $V_{GS} > 0$, le transistor est à l'état passant.
- Si $V_{GS} \leq 0$, le transistor est à l'état bloqué

passant (saturé)	Bloqué
$V_k = 0, I_k \neq 0$	$V_k \neq 0, I_k = 0$

La caractéristique statique d'une diode :

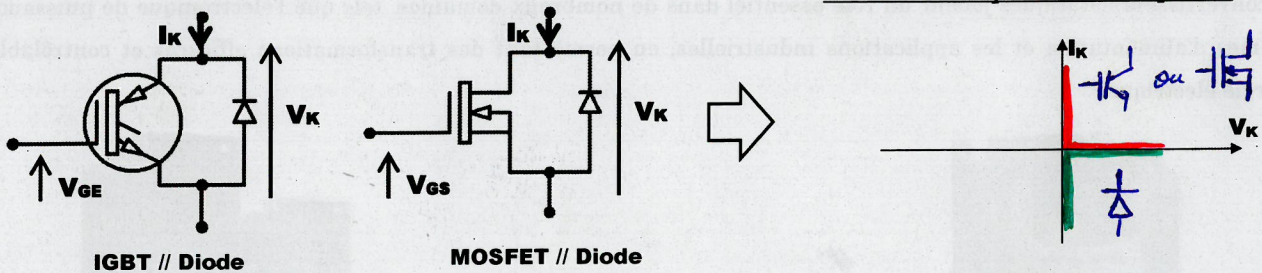


III. Association des interrupteurs de puissance : interrupteur à trois segments

L'énergie dans les convertisseurs statiques est transférée de la source d'entrée à la sortie ou inversement, nécessitant des interrupteurs réversibles en tension et/ou courant. L'onduleur est un exemple de dispositif qui contrôle la direction de l'énergie lorsqu'il commande une machine synchrone MS.

La structure présentée ci-dessous est bidirectionnelle en courant, mais reste unidirectionnelle en tension.

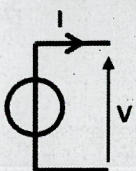
La caractéristique de l'interrupteur :



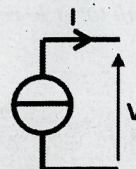
Type d'interrupteur	Lorsque le courant $I_k > 0$	Lorsque le courant $I_k < 0$
IGBT // Diode	IGBT	Diode
MOSFET // Diode	MOSFET	Diode

IV. Notions de base sur les sources électrique

1. Source électrique



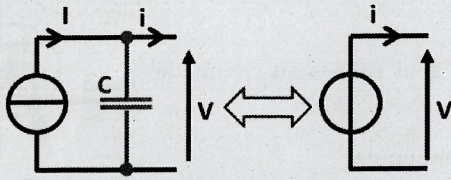
Une source de tension maintient une tension constante, même en présence de perturbations dues au courant consommé par la charge.



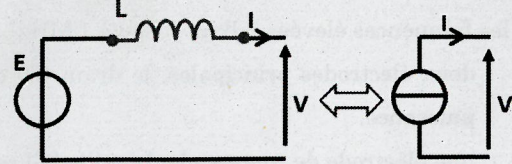
Une source de courant maintient un courant constant, indépendamment des perturbations de la tension aux bornes de la charge.

2. Transformation des sources

Source de tension $\rightarrow C // I$

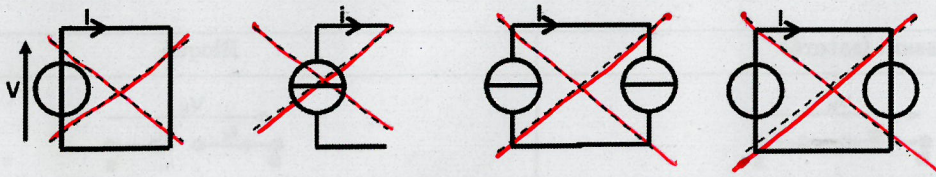


Source de courant $\rightarrow E + "L"$



3. Les règles d'association des sources

- Une source de tension ne doit jamais être court-circuitée, mais elle peut être ouverte.
- Une source de courant ne doit jamais être ouverte, mais elle peut être court-circuitée.
- Il ne faut jamais connecter entre elles deux sources de même nature.



V. Classification des convertisseurs statiques

Les convertisseurs statiques, tels que les hacheurs, les redresseurs, les gradateurs et les onduleurs, sont des dispositifs électroniques utilisés pour modifier les caractéristiques de l'énergie électrique.

- **Les hacheurs** sont des convertisseurs de tension qui régulent le rapport cyclique pour obtenir une tension de sortie moyenne différente de la tension d'entrée.
- **Les redresseurs** convertissent l'énergie électrique alternative en courant continu en utilisant des diodes, permettant ainsi l'alimentation de charges nécessitant une tension continue.
- **Les gradateurs**, également connus sous le nom de variateurs de phase, ajustent l'intensité lumineuse ou la puissance fournie à des charges telles que les lampes ou les moteurs en modifiant l'angle de conduction des dispositifs semi-conducteurs.
- **Les onduleurs** transforment le courant continu en courant alternatif, permettant l'alimentation de charges AC à partir d'une source DC, telle que les systèmes solaires ou les systèmes d'alimentation de secours.

Ces convertisseurs statiques jouent un rôle essentiel dans de nombreux domaines, tels que l'électronique de puissance, les systèmes d'alimentation et les applications industrielles, en permettant des transformations efficaces et contrôlables de l'énergie électrique.



N.B : Dans le programme de deuxième année SPE en génie électrique, nous explorerons en particulier les concepts et les applications de deux convertisseurs : l'onduleur et le redresseur.