



Electronique de Puissance Avancée

Dr. Chawki GHENNAI

Département Electrotechnique

Faculté de Technologie

Université Batna 2

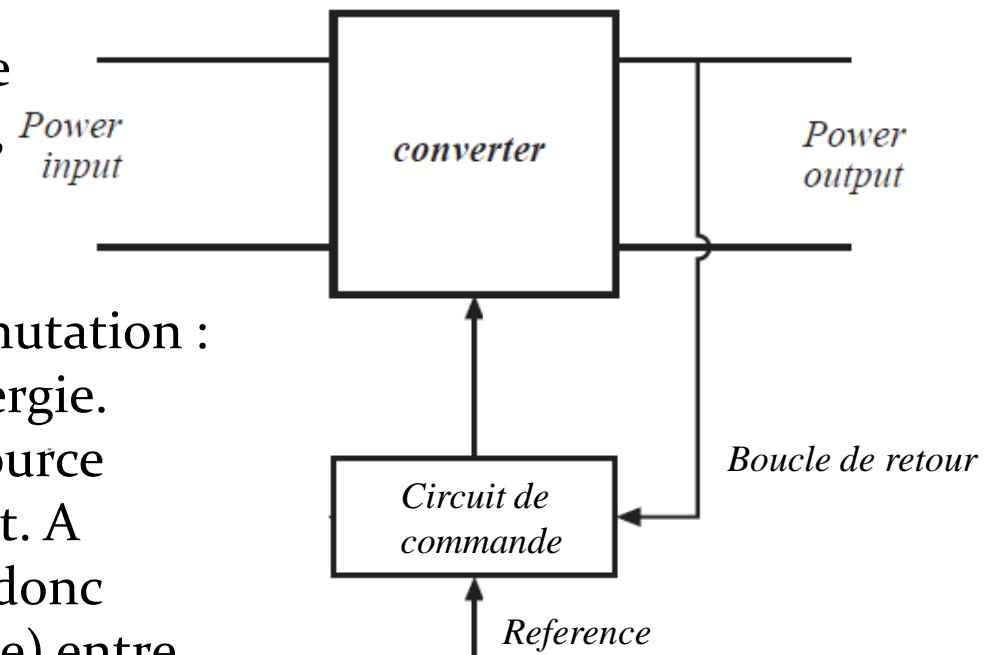
Cours 1

PRINCIPES DE BASE DE L'ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

Introduction

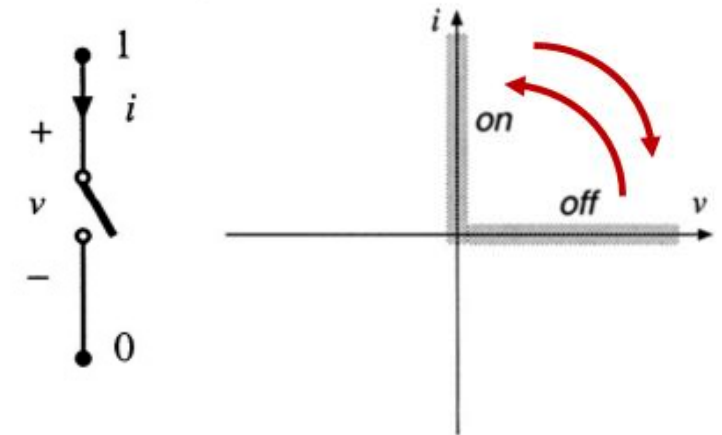
L'électronique de puissance concerne le traitement de l'énergie électrique. Elle permet de convertir cette énergie disponible sous une forme donnée (continue, alternative, basse ou haute tension, etc..) en une autre.

L'électronique de puissance est une électronique de commutation : idéalement, un convertisseur statique ne dissipe pas d'énergie. Ainsi, il est possible de transférer de l'énergie entre une source d'entrée et une charge de sortie en contrôlant son transfert. A chaque cycle de commutation, un quantum d'énergie est donc transféré (ou stocké si un dispositif existe dans la structure) entre la source d'entrée et la source de sortie.



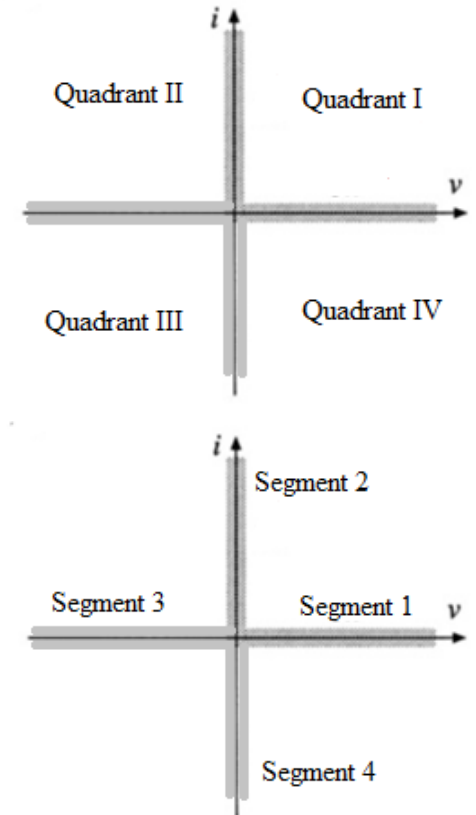
Les interrupteurs électroniques

- ▶ La structure d'un convertisseur statique est basée essentiellement sur les composants de puissance à semi-conducteur fonctionnant comme interrupteurs électroniques **on-off**.
- ▶ Un interrupteur idéal est considéré comme un dipôle orienté en convention récepteur. Sa caractéristique statique est donc composée des différents segments situés sur les axes du repère (v, i)



Les interrupteurs électroniques

- Le plan (v,i) est composé de 4 quadrants
 - Quadrant I : tension et courant positives
 - Quadrant II : tension negative, courant positif
 - Quadrant III: tension et courant negative
 - Quadrant IV: tension positive, courant négatif
- Le repère (v,i) est composé de 4 segments:
 - Segment 1: L'interrupteur est a l'état OFF ($i=0$) , il est polarisé en direct ($v>0$)
 - Segment 2 : L'interrupteur a l'état ON ; il conduit un courant direct $i>0$
 - Segment 3 : L'interrupteur est a l'état OFF ($i=0$) , il est polarisé en inverse ($v<0$)
 - Segment 4 : L'interrupteur est a l'état ON, il conduit un courant inverse $i < 0$
- Les interrupteurs électroniques sont classes ainsi, en 2, 3 ou 4 segments



Les interrupteurs électroniques

Chaque interrupteur électronique a deux caractéristiques importantes:

1. **La caractéristique statique**, qui est une propriété intrinsèque de l'interrupteur, peut dans le cas des interrupteurs à semi-conducteurs, se réduire à un certain nombre de segments du plan v-i
2. **la caractéristique dynamique**, c'est la trajectoire suivie par le point de fonctionnement pour passer d'un point situé sur un segment à un point situé sur un autre segment. Cette trajectoire peut passer dans un des quadrants (I) ou (III) ou suivre les axes. L'aspect dynamique est important car il permet de mettre en évidence la notion de pertes par commutation.

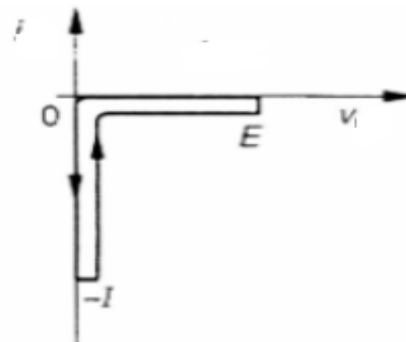
➤ Les pertes de commutation sont données l'intégrale;

$$W = \int_{\text{commutation}} v(t) i(t) dt$$

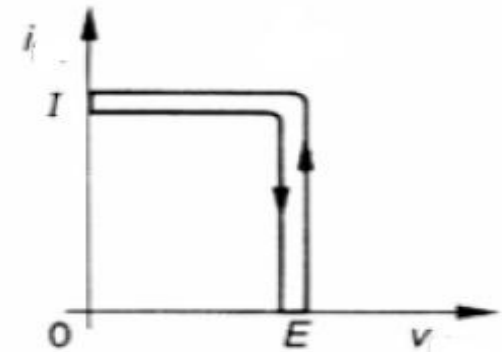
Les interrupteurs électroniques

Le trajet du point de fonctionnement ne peut se faire que dans les quadrants tels que $v \cdot i$ positifs. Aussi bien pour l'amorçage que pour le blocage, deux modes de changement d'état (ou modes de commutation) des interrupteurs sont à distinguer :

- **La commutation commandée:** Si le temps de commutation est élevée, ainsi que la fréquence de fonctionnement, les pertes Joule peuvent être importantes. ($W > 0$)
- **La commutation spontanée :** l'interrupteur commute naturellement lorsque le point de fonctionnement, se déplaçant sur la caractéristique statique, passe par le point zéro. ($W = 0$)



commutation spontanée $W=0$



commutation commandée $W > 0$

Réalisation des interrupteurs électroniques

Un interrupteur électronique est réalisé par des composants à semi-conducteur:

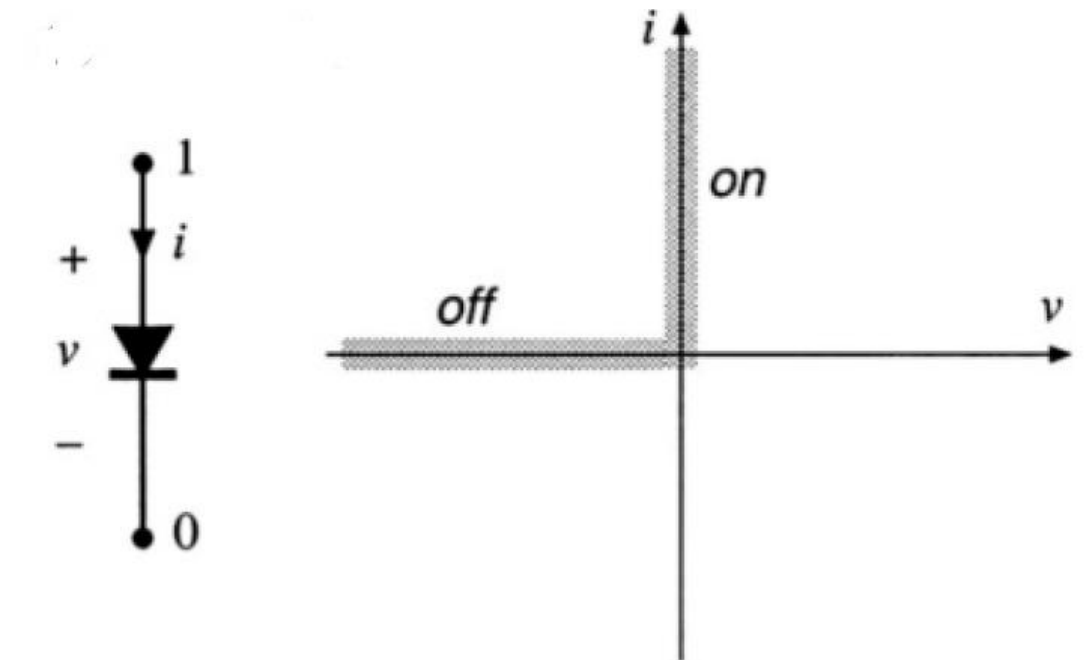
Il peut être

- composé d'un seul composant ou d'un groupe de composants
- A commutation spontanée ou commutation commandée
- Commandé uniquement à la fermeture **CF** ou **CF** et commandé à l'ouverture **CO**
- Interrupteur a 2, 3 ou 4 segments

Réalisation des interrupteurs électroniques

Diode de puissance:

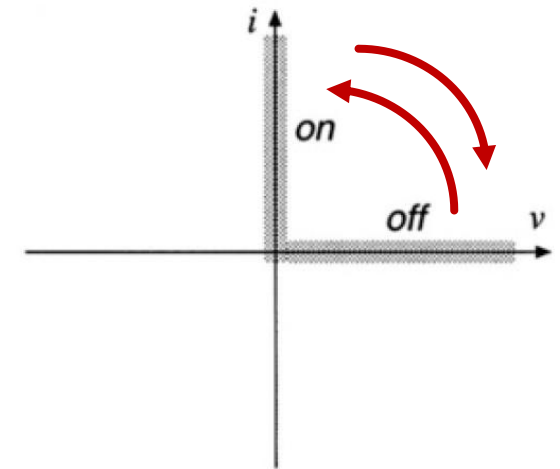
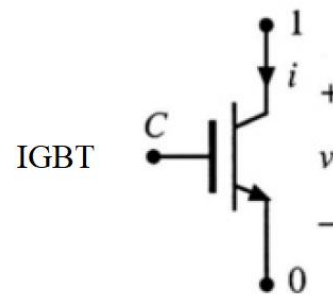
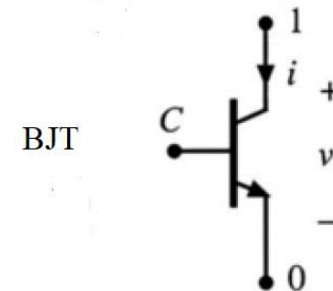
- Interrupteur à deux segments
- L'état (ON-OFF) est déterminé par la tension appliquée par le circuit extérieur
- Commutation spontanée
- Conduit un courant direct (segment 2)
- Bloque une tension négative (segment 3)



Réalisation des interrupteurs électroniques

BJT et IGBT

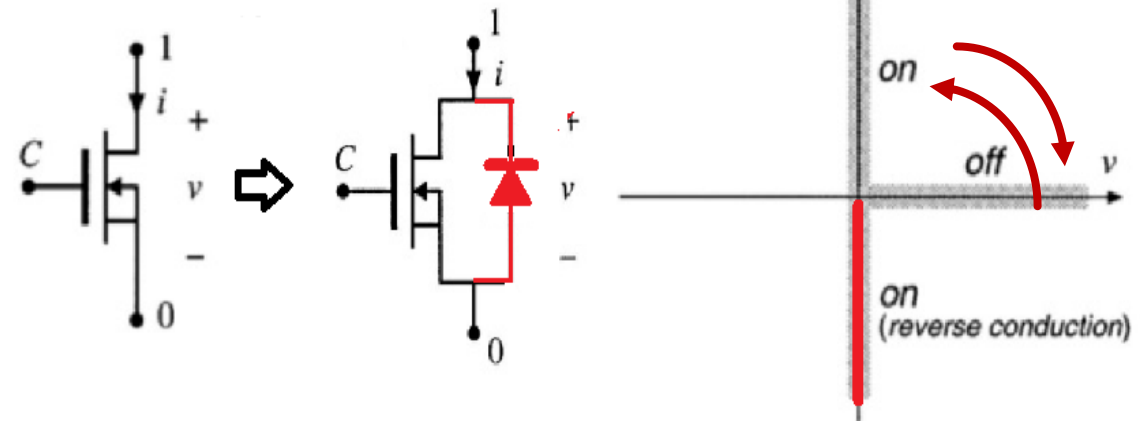
- Interrupteur à deux segments
- Conduit un courant direct (segment 2)
- Bloque une tension positive (segment 1)
- Commandé à la fermeture (CF)
- Commandé à l'ouverture (CO)
- BJT commandé par courant i_B
- IGBT commandé par tension v_{GE}



Réalisation des interrupteurs électroniques

MOSFET

- Interrupteur à trois segments (Bidirectionnel en courant)
- Conduit un courant direct (segment 2)
- Conduit un courant inverse par sa diode interne (segment 4)
- Bloque une tension positive (segment 1)
- Interrupteur commandé (CF et CO)
- Commandé par tension

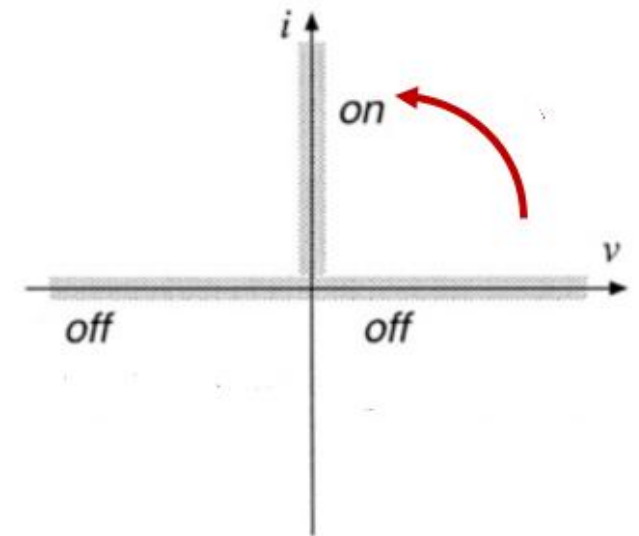
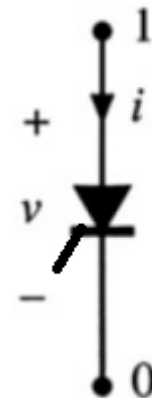


MOSFET

Réalisation des interrupteurs électroniques

Thyristor

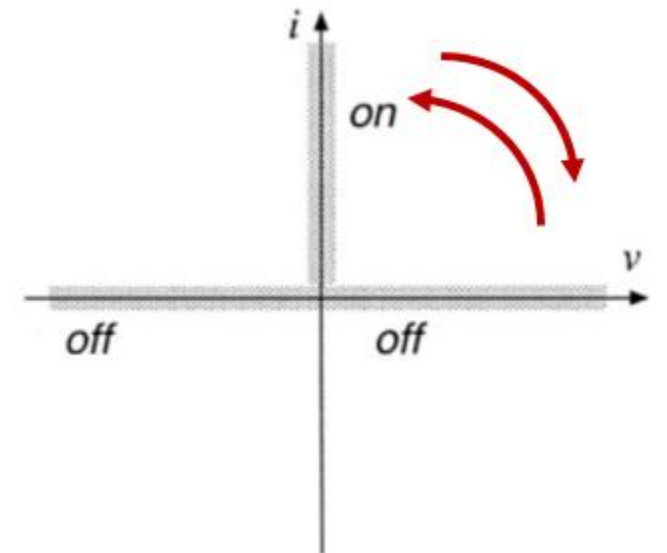
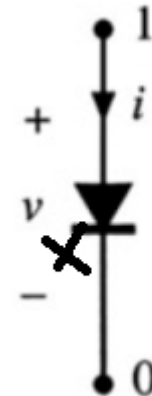
- Interrupteur à trois segments (Bidirectionnel en tension)
- Conduit un courant direct (segment 2)
- Bloque positive et négative tension (segments 1 et 3 respectivement)
- Interrupteur CF par impulsion de courant i_g



Réalisation des interrupteurs électroniques

GTO (Gate-Turn-Off thyristor)

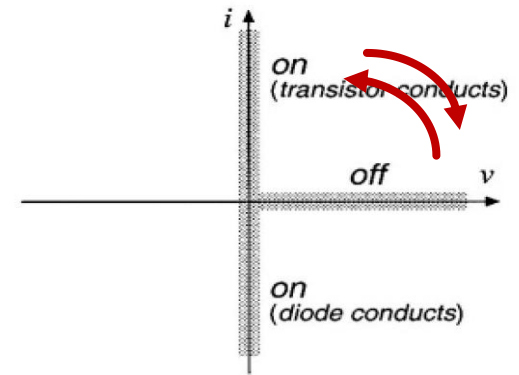
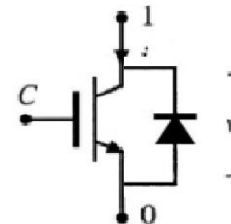
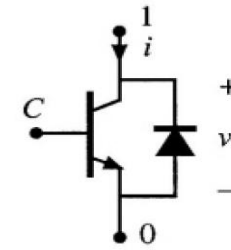
- Interrupteur à trois segments (Bidirectionnel en tension)
- Conduit un courant direct (segment 2)
- Bloque positive et négative tension (segments 1 et 3 respectiven
- Interrupteur CF et CO par impulsion de courant i_g



Réalisation des interrupteurs électroniques

Interrupteurs à plusieurs composants semi-conducteur

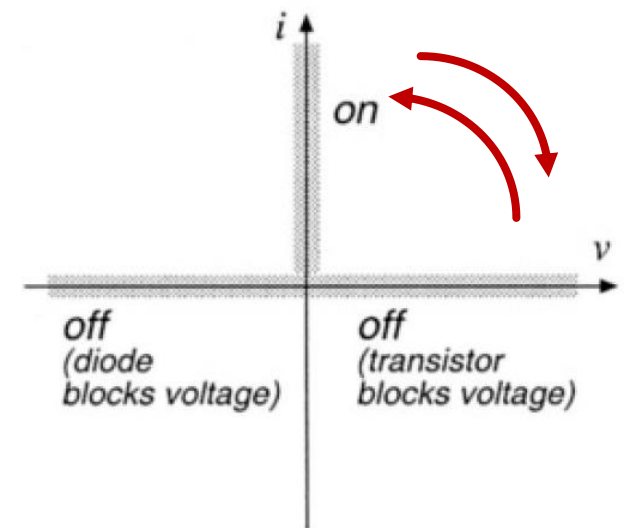
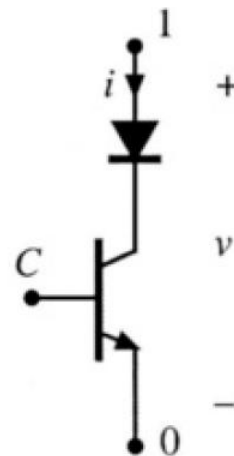
- Interrupteur à trois segments (Bidirectionnel en courant)
- Transistor conduit le courant direct (segment 2)
- Diode conduit le courant inverse (segment 4)
- Transistor bloque la tension positive (segment 1)
- Interrupteur CF et CO



Réalisation des interrupteurs électroniques

Interrupteurs à plusieurs composants semi-conducteur

- Interrupteur CF et CO
- Bidirectionnel en tension
- Transistor conduit le courant direct (segment 2)
- Diode bloque la tension negative (segment 3)
- Transistor bloque la tension positive (segment 1)



Réalisation des interrupteurs électroniques

Interrupteurs à plusieurs composants semi-conducteur

- ▶ Interrupteur à 4 segments CF et CO
- ▶ Conduit un courant direct et inverse (Bidirectionnel en courant)
- ▶ Bloque une tension directe et inverse (Bidirectionnel en tension)

