

# Électronique de puissance - Mécatronique

## 4. Interfaces de puissance

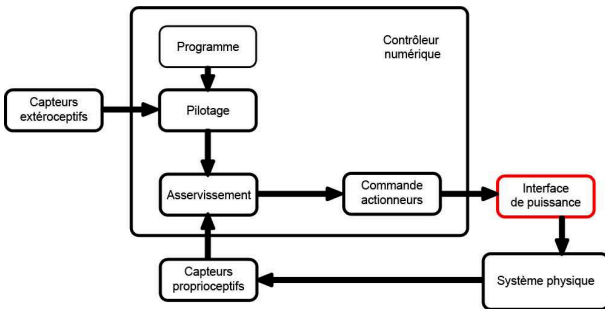
Valentin Gies

SEATECH - Parcours SYSMER

# Plan du cours

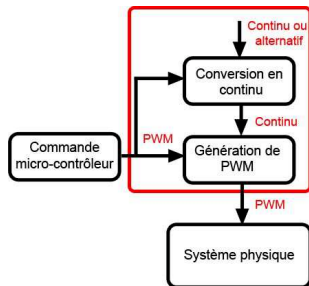
- 1 Introduction
- 2 Conversion en tension/courant continu
  - Sources
  - Filtrage
- 3 Les hacheurs et onduleurs
  - Structure électronique : pont en H
  - Pilotage du pont en H
  - Hacheur et onduleur

# Interfaces de puissance



Les interfaces de puissance ou **comment piloter un moteur (30A) à l'aide d'un DSP (50mA) ?**

# Principe d'une interface de puissance

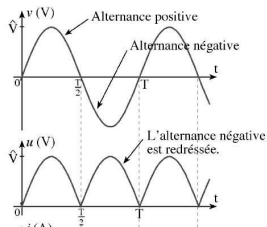
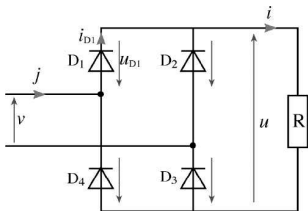


## Une conversion en 2 étapes :

- Conversion en courant ou tension **continu** :
  - Continue : Batterie, convertisseur DC/DC... + Filtre
  - Redressée : Pont Redresseur + Filtre
- Conversion **continu**  $\Rightarrow$  **PWM**
  - Hacheur : tension/courant continu réglable
  - Onduleur : tension/courant périodique

# Conversion en courant ou tension continue : sources

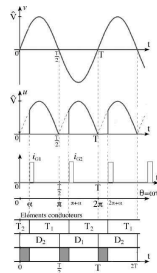
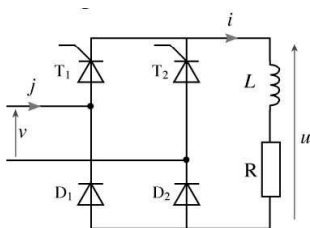
- **Sources continues** : Batteries  
Source de tension  $\Rightarrow$  Attention à limiter le courant par des protections (fusible...)
- **Sources redressées** : Pont redresseurs
  - Redressement non commandé



**Inconvénients** : pas de réglage du niveau de tension

# Conversion en courant ou tension continue : sources

- **Sources redressées (suite) : Pont redresseurs**
  - Redressement commandé :



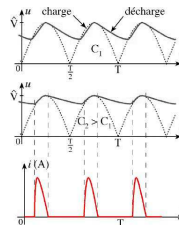
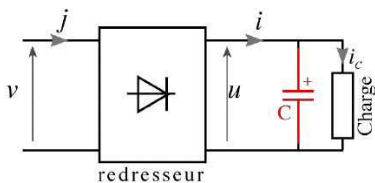
**Atout** : tension moyenne réglable en sortie

**Inconvénients** : besoin d'une commande pour piloter les interrupteurs (impulsions ou PWM).

# Conversion en courant ou tension continue : filtrage

## Source de tension continue :

Redressement non commandé sur charge **RC**

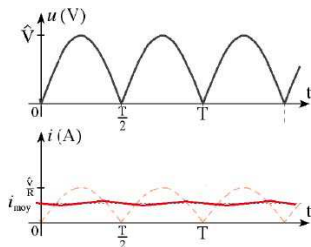
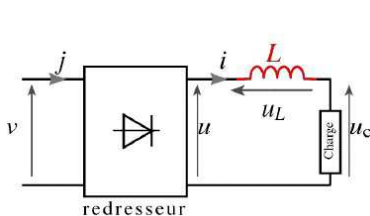


- **Condensateur** : impose une tension continue en sortie
- **Résistance** : règle la valeur du courant moyen (puissance active)
- Inconvénients : Pics de courant - limité aux faibles puissances (Radio-réveil, PC...).

# Conversion en courant ou tension continue : Filtrage

## Source de courant continu :

Redressement non commandé sur charge **RL**



- **Bobine** : lisse le courant en sortie
- **Résistance** : règle la valeur du courant moyen (puissance active)
- Utilisation : Alimentation de puissance pour onduleurs



# Pourquoi piloter une machine à l'aide de PWM ?

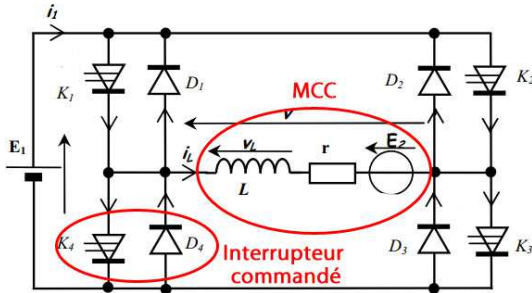
On souhaite :

- Régler la valeur de la tension moyenne (hacheur de pilotage de MCC par exemple)
- Générer une tension/ un courant périodique (onduleur de pilotage de machine synchrone ou asynchrone)

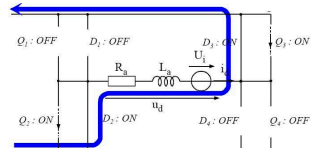
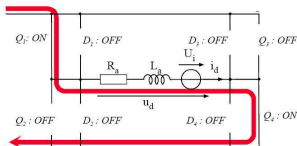
Pb : Il n'existe pas d'**amplificateur analogique** de puissance suffisante pour alimenter les machines avec une tension / un courant variable continûment

⇒ on règle la tension moyenne en **commutant** entre  $+E$  et  $-E$  avec un rapport cyclique variable (PWM).

# Structure électronique : Pont en H

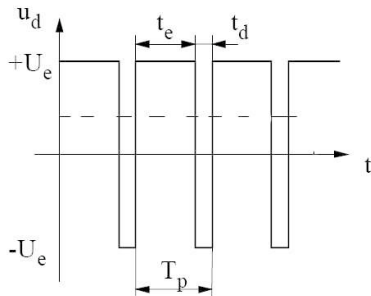


## Principe de fonctionnement :



# Structure électronique : Pont en H

- **Tension** aux bornes de la charge :  $+E$  et  $-E$  en alternance.



La valeur moyenne de la tension est :

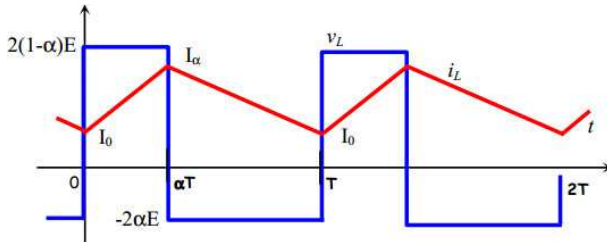
$$\overline{V_S} = \frac{1}{T} \left( \int_0^{\alpha T} E dt + \int_{\alpha T}^T -E dt \right) = E(2\alpha - 1)$$

⇒ tension moyenne réglable  $\in [-E; +E]$

# Structure électronique : Pont en H

**Courant** dans la charge lissé par la bobine (au besoin on rajoute les inductances de lissage)

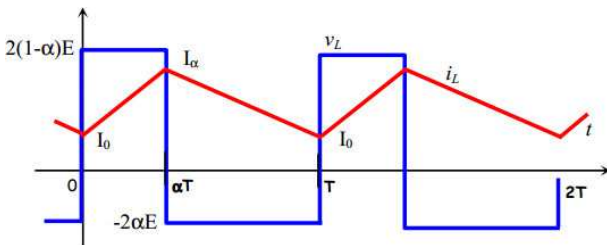
- Tension instantanée charge :  $+E$  ou  $-E$
- Tension moyenne charge :  $E(2\alpha - 1)$
- Tension instantanée bobine (valeur moyenne nulle) :  
 $U_L = E - E(2\alpha - 1) = 2(1 - \alpha)E$  ou  
 $U_L = -E - E(2\alpha - 1) = -2\alpha E$



# Structure électronique : Pont en H

**Courant** dans la charge lissé par la bobine

- $U_L = L \frac{di}{dt}$
- Courant charge bobine :  $I_L = \frac{2(1 - \alpha)E * t}{L}$  (durée  $\alpha T$ )
- Courant décharge bobine :  $I_L = \frac{-2\alpha E * t}{L}$  (durée  $(1 - \alpha)T$ )



⇒ **La bobine limite l'ondulation de courant**

# Structure électronique : Pont en H

## Propriétés :

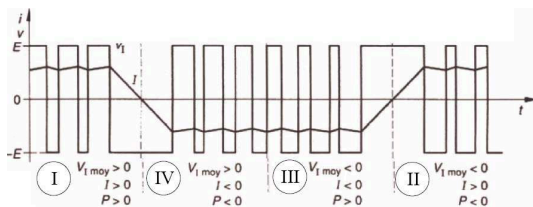
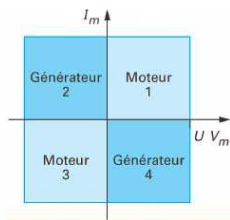
- Réversibilité en **tension** :

$$\langle U_{charge} \rangle \in [-E; +E]$$

- Réversibilité en **courant** :

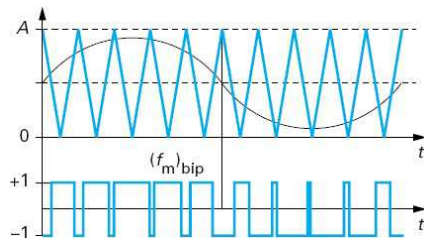
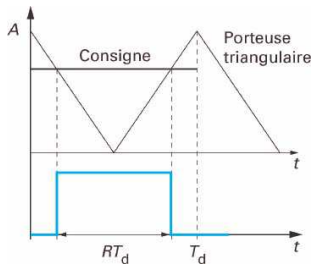
$$\langle I \rangle \in [-I_{max}; +I_{max}]$$

- $\Rightarrow$  Fonctionnement **4 quadrants** :



# Pilotage d'un pont en H

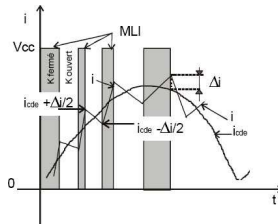
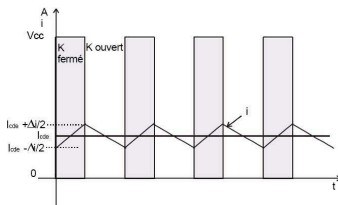
**Commande PWM (Pulse Width Modulation) intersective :**



- Commande en boucle ouverte : pas d'observation du courant.
- Fréquence fixe : facilite l'élimination des harmoniques

# Pilotage d'un pont en H

## Commande en fourchette :

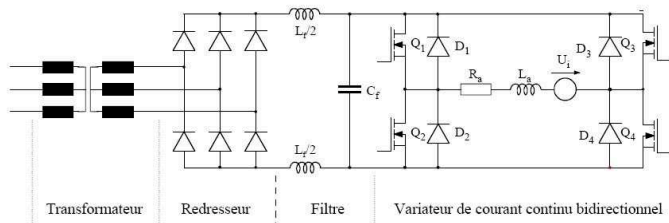


- Commande en boucle fermée : on compare la consigne au courant réel.
- Fréquence variable.



# Hacheur 4 quadrants avec alimentation de puissance

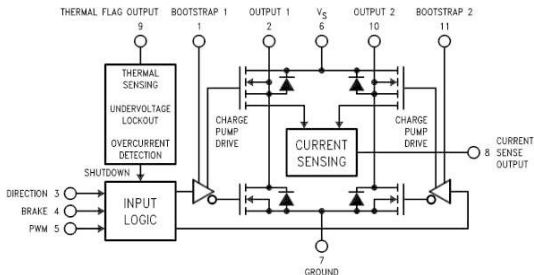
## Alimentation du hacheur de puissance :



- Transformateur (réduction de tension alternative)
- Redresseur à diodes (Alternatif  $\Rightarrow$  Continu)
- Filtre  $LC$  :
  - Courant absorbé lissé
  - Tension hacheur lissée

# Hacheur 4 quadrants

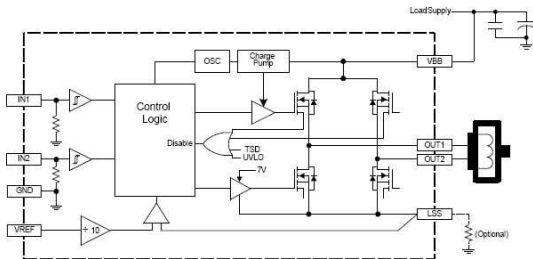
## Hacheur 4 quadrants intégré : National Semiconductor LM18200 :



- Limitations : 3A sous 55V  $\Rightarrow$  165W
- Prix : 15\$
- Capteur de mesure de courant intégré

# Hacheur 4 quadrants

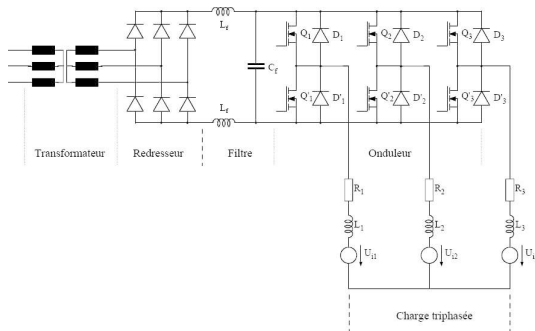
## Hacheur 4 quadrants intégré : Allegro A4950 :



- Limitations : 3.5A sous 40V  $\Rightarrow$  140W
- Boitier CMS *SOIC8*
- Prix : 1.2\$

# Onduleur Triphasé

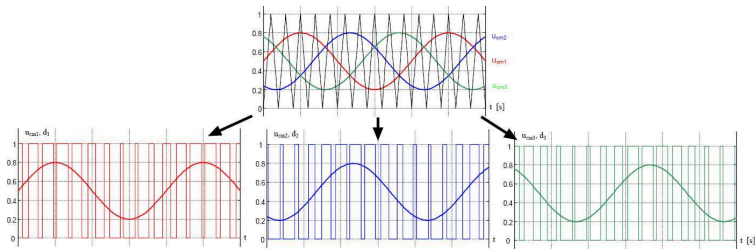
## Onduleur triphasé :



- Extension du pont en H à trois branches.
- Consignes d'entrée sinusoïdales : pilotage des MAS, MS...

# Onduleur Triphasé

## Onduleur triphasé :



- La tension moyenne en sortie varie sinusoïdalement à fréquence réglable ( $f \ll f_{hachage}$ )
- Fréquence de hachage :  $f_{hachage} \simeq 20\text{kHz}$

# Questions ?

- Questions
- Contact : [vgies@hotmail.com](mailto:vgies@hotmail.com)