



CONVERSION D'ENERGIE

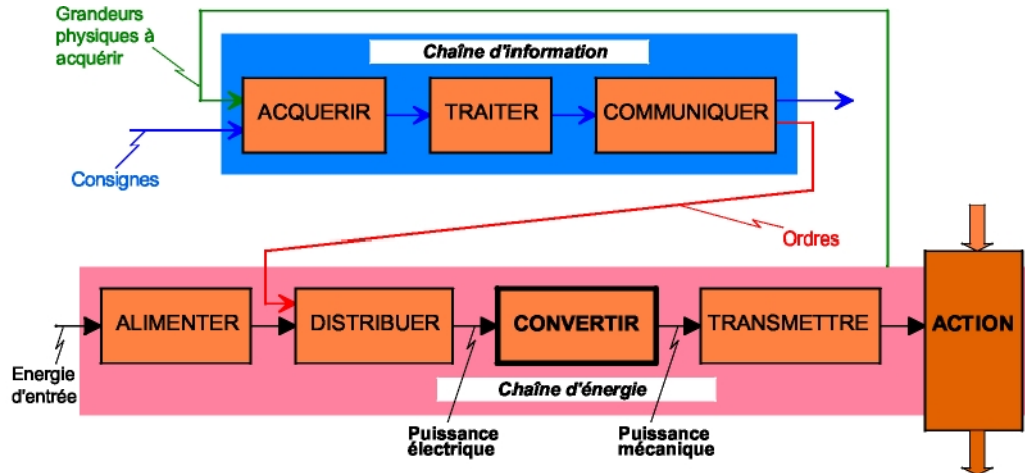


LIAISON REFERENTIEL B.11 Les actionneurs

Thèmes : E1 - C122 Conversion électromécanique d'énergie

E4 – C12 Comportement énergétique des systèmes

Centre d'intérêt : C13 Systèmes : Motorisation et conversion d'énergie



Les principales sources d'énergie mises en œuvre industriellement sont l'énergie électrique et l'énergie mécanique.

Disposant, en général, de l'une ou de l'autre de ces sources, on est amené à réaliser une conversion au moyen de machines électriques. On utilise :

- Un pour convertir
- Une pour convertir

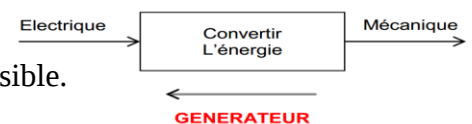
Pour choisir une machine électrique, il est nécessaire de connaître les besoins énergétiques électriques (nature de l'alimentation, caractéristiques) et mécaniques (couple, vitesse).

De par la nature de l'énergie électrique utilisée et par là des principes physiques mis en jeu, on distingue :

- Les machines qui fonctionnent avec des tensions continues.
- Les machines à qui fonctionnent avec des tensions triphasées et plus rarement avec une tension monophasée.

1. Les machines à courant continu

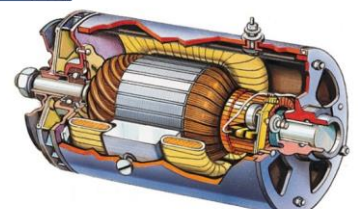
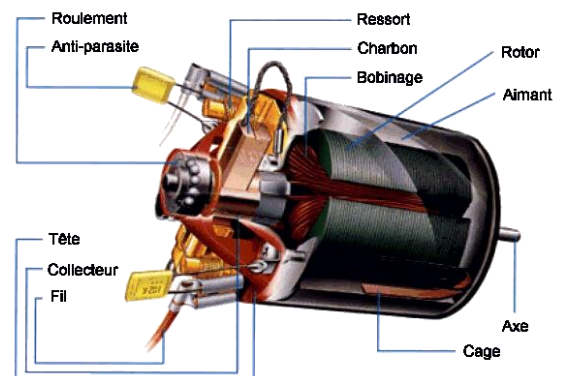
Le moteur à courant continu est, il est réversible.



La constitution d'une machine à courant continu est la même qu'elle fonctionne en générateur ou en moteur.

- un circuit magnétique comportant une partie fixe, le stator, une partie tournante, le rotor, séparés par un espace appelé entrefer ;
- un inducteur (le stator) crée par un bobinage ou des aimants permanents qui fournit le champ magnétique ;
- un circuit électrique induit (le rotor) subit les effets de ce champ magnétique;
- le collecteur et les balais (dans le cas d'un rotor bobiné) permettent de rentrer en contact avec le rotor (tournant).

La machine à courant continu à excitation séparée est bien adaptée à un contrôle du couple car il suffit de contrôler son courant induit.



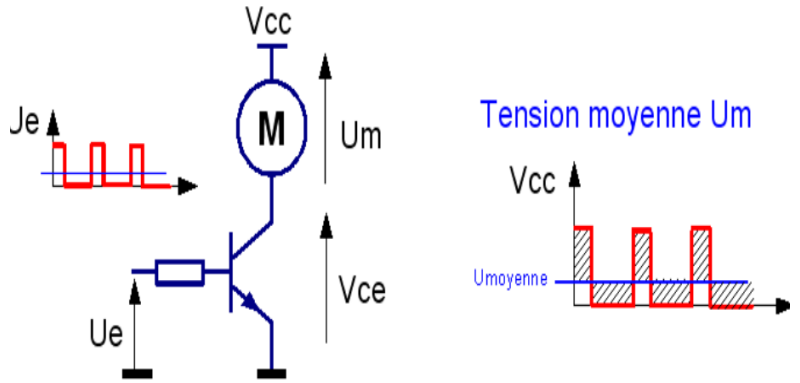
✚ Variation de la vitesse du moteur

Pour faire varier la vitesse d'un moteur on l'alimente de façon discontinue avec un hacheur
On parle alors de

....., ou Pulse Wide Modulation (PWM)

Quand le transistor est saturé, le moteur est alimenté à la tension maximale. Quand le transistor est bloqué, le moteur n'est plus alimenté.

La fréquence est suffisamment élevée pour avoir une rotation continue et sans bruit du moteur.

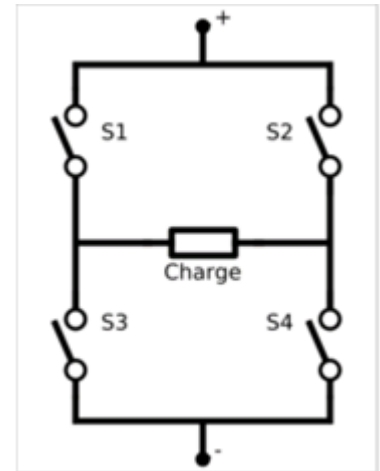


✚ Changement du sens de rotation du moteur

Le pont en H permet de faire passer un courant dans une charge dans les 2 sens:

- Faire tourner : contrôleur de moteur
- Créer une tension alternative
- Créer une tension continue réglable :

Lorsque l'on veut faire tourner un moteur à courant continu dans les deux sens de rotation, il faut inverser la polarité de l'alimentation sur ses bornes. Le montage est très simple, avec 4 interrupteurs, ou avec 2 inverseurs. De plus il est généralement préférable de pouvoir faire varier la vitesse du moteur. La solution à ces deux problèmes s'appelle le pont en H.



Les servomoteurs

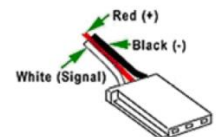


Un servomoteur est, comme son nom l'indique, un moteur à courant continu mais avec quelques spécificités en plus. Contrairement à un moteur classique qui est utilisé pour tourner avec une vitesse proportionnelle à une tension, un servomoteur est utilisé pour obtenir une position.

Un servomoteur est en général constitué d'un moteur à courant continu, réduction de vitesse à engrenage, d'asservissement.

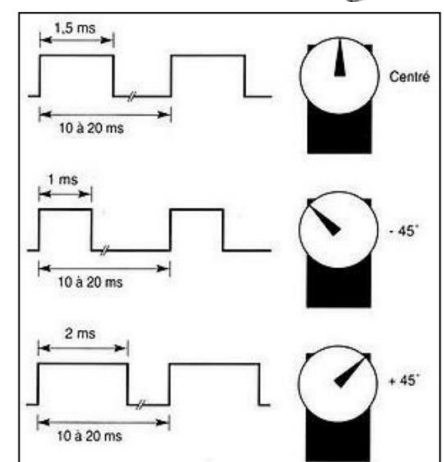
✚ Raccordement : Un servomoteur se raccorde avec seulement 3 fils :

- noir : la masse, - rouge : +5v, - blanc ou jaune : la commande par impulsion de la position du servomoteur.



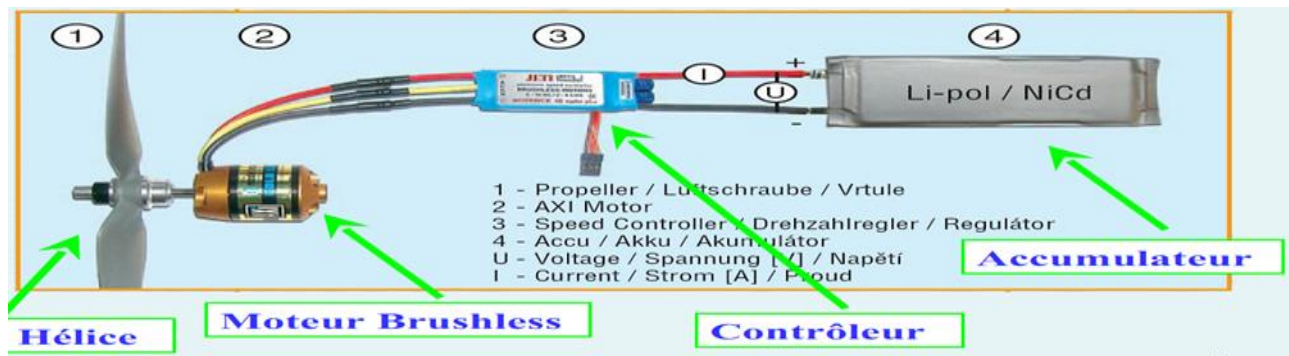
✚ Principe de commande :

Il suffit d'envoyer une impulsion et c'est le temps que durera cette impulsion qui déterminera l'angle du servomoteur. Ce temps d'impulsion est de quelques de quelques millisecondes et doit être répété à intervalles réguliers toutes les 20 ms.

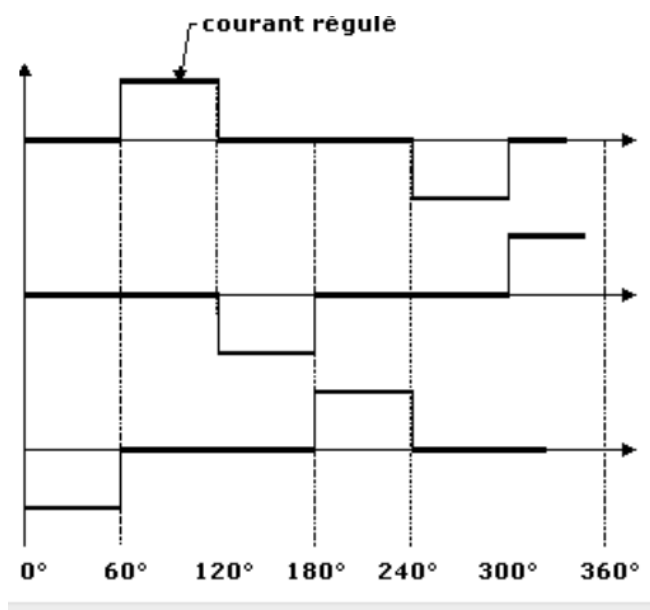


Moteur courant continu sans balais, ou « moteur brushless », ou machine synchrone auto-pilotée à aimants permanents.

Pour un moteur brushless (terme qui se traduit par "sans balais") est différent des moteurs traditionnels dit "à charbons". En effet, dans le moteur, la commutation des enroulements est faite non pas mécaniquement comme précédemment mais de manière électronique par un système complexe appelé "contrôleur". Celui-ci transforme le courant continu en courant triphasé à fréquence variable et va alimenter successivement les bobines du moteur pour créer le champ tournant et donc la rotation qui nous intéresse.



✚ Principe de commande :



✚ Les moteurs Brushless: beaucoup d'avantages, peu d'inconvénients

Les avantages des moteurs brushless sont tellement nombreux qu'ils font vite oublier les inévitables inconvénients. En premier, tous les soucis liés aux frottements des charbons sur le collecteur disparaissent : plus de parasites, plus d'échauffement du collecteur et de pertes dues à l'étincelage, plus d'usure mécanique (si ce n'est celle des roulements).

Le rendement est également bien supérieur à celui d'un moteur ferrite, de même que légèrement supérieur aux meilleurs moteurs samarium-cobalt et néodyme.

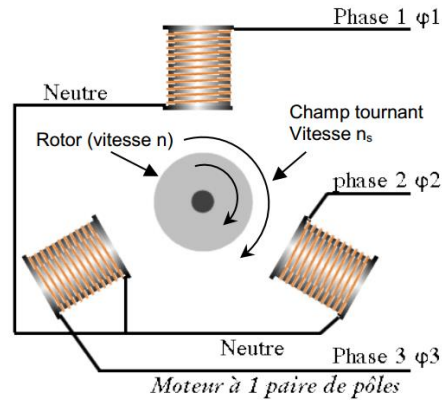
Mais l'avantage majeur et incontournable est bel et bien l'énorme gain de masse. A puissance développée équivalente, un brushless pèse deux à trois fois moins lourd qu'un brushed, ce qui n'est pas rien ! En moyenne, le rapport poids/puissance d'un moteur brushless est de 20 à 25 g pour 100 W développés.



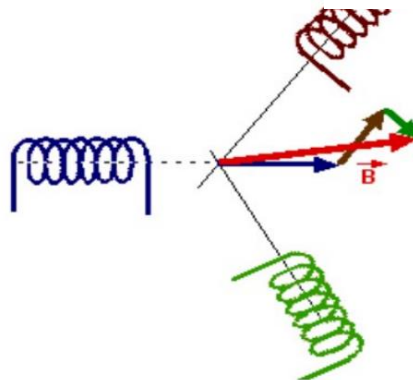
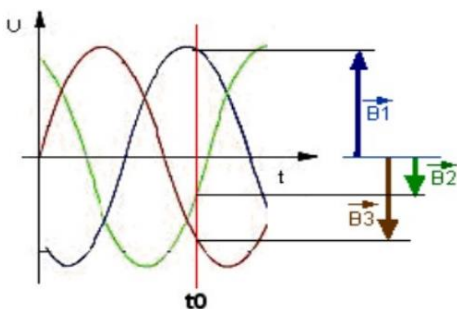
2. La machine asynchrone

Comme la machine à courant continu, la machine asynchrone (MAS) est constituée d'un rotor et d'un stator.

Le stator (l'inducteur) est constitué de trois enroulements (bobines) parcourus par des courants alternatifs triphasés et possède p paires de pôles. Les trois enroulements étant décalés dans l'espace de 120° et les courants triphasés étant décalés dans le temps de 120° , un champ magnétique tournant apparaît au stator.



✚ Principe de commande :



Eurostar
12 moteurs de
1020 KW de
1260 kg
(soit 9,7 kW/kg)



✚ Variation de la vitesse du moteur

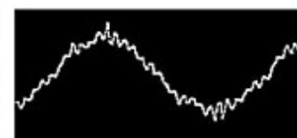
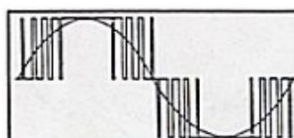
Malgré sa conception ancienne, le moteur asynchrone reste toujours d'actualité car l'électronique permet maintenant de faire varier sa fréquence de rotation. Pour faire varier celle-ci, il faut modifier la fréquence de rotation du champ magnétique et donc la fréquence du courant d'alimentation. Les variateurs de vitesse sont des variateurs de fréquence.

Le courant électrique issu du réseau est dans un premier temps converti en courant continu, il est ensuite reconverti en courant alternatif par un onduleur mais avec une fréquence différente.

Il est ainsi possible de convertir du monophasé en triphasé si c'est nécessaire.



L'onduleur travaille en hacheur, il va moduler le courant par largeur d'impulsions (PWM), le courant résultant est proche d'une sinusoïdale.



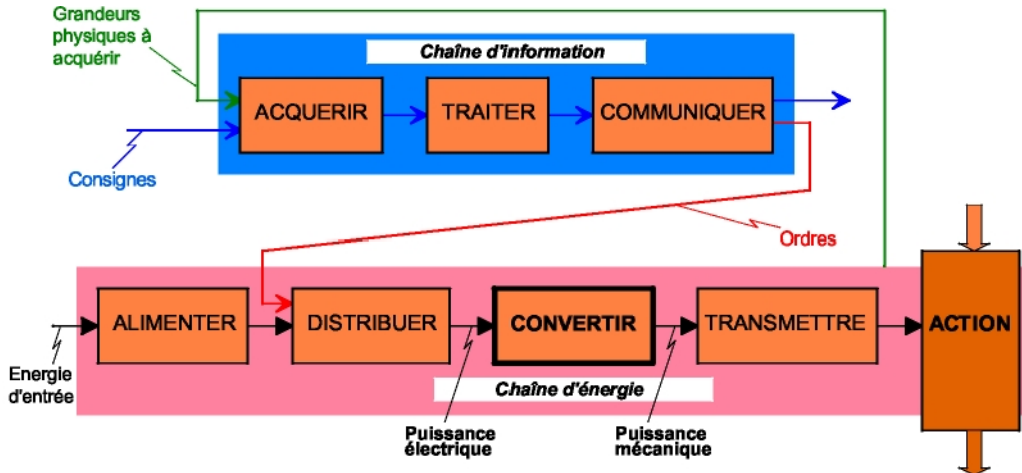
CONVERSION D'ENERGIE

LIAISON REFERENTIEL B.11 Les actionneurs

Thèmes : E1 - C122 Conversion électromécanique d'énergie

E4 – C12 Comportement énergétique des systèmes

Centre d'intérêt : C13 Systèmes : Motorisation et conversion d'énergie



Les principales sources d'énergie mises en œuvre industriellement sont l'énergie électrique et l'énergie mécanique.

Disposant, en général, de l'une ou de l'autre de ces sources, on est amené à réaliser une conversion au moyen de machines électriques. On utilise :

- Un **moteur** pour convertir **l'énergie électrique en énergie mécanique**.
- Une **génératrice** pour convertir **l'énergie mécanique en énergie électrique**.

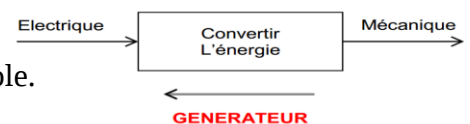
Pour choisir une machine électrique, il est nécessaire de connaître les besoins énergétiques électriques (nature de l'alimentation, caractéristiques) et mécaniques (couple, vitesse).

De par la nature de l'énergie électrique utilisée et par là des principes physiques mis en jeu, on distingue :

- Les machines à **courant continu** qui fonctionnent avec des tensions continues.
- Les machines à **courant alternatifs** qui fonctionnent avec des tensions triphasées et plus rarement avec une tension monophasée.

3. Les machines à courant continu

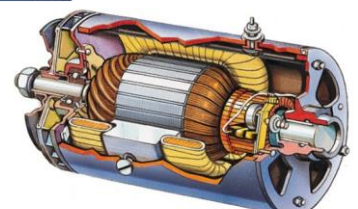
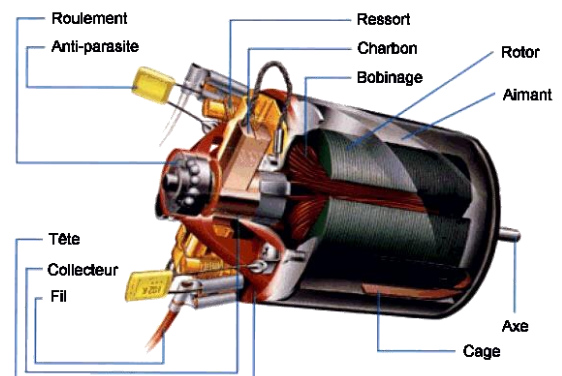
Le moteur à courant continu est **un convertisseur d'énergie**, il est réversible.



La constitution d'une machine à courant continu est la même qu'elle fonctionne en générateur ou en moteur.

- un circuit magnétique comportant une partie fixe, le stator, une partie tournante, le rotor, séparés par un espace appelé entrefer ;
- un inducteur (le stator) créé par un bobinage ou des aimants permanents qui fournit le champ magnétique ;
- un circuit électrique induit (le rotor) subit les effets de ce champ magnétique ;
- le collecteur et les balais (dans le cas d'un rotor bobiné) permettent de rentrer en contact avec le rotor (tournant).

La machine à courant continu à excitation séparée est bien adaptée à un contrôle du couple car il suffit de contrôler son courant induit.



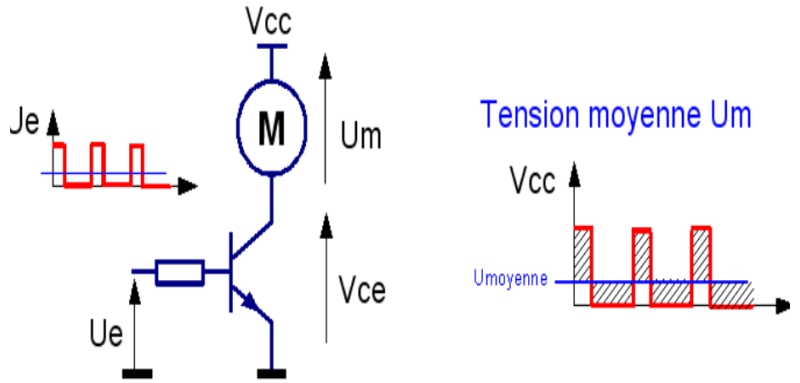
✚ Variation de la vitesse du moteur

Pour faire varier la vitesse d'un moteur on l'alimente de façon discontinue avec un hacheur

On parle alors de Modulation par Largeur d'Impulsions (MLI), ou Pulse Wide Modulation (PWM)

Quand le transistor est saturé, le moteur est alimenté à la tension maximale. Quand le transistor est bloqué, le moteur n'est plus alimenté.

La fréquence est suffisamment élevée pour avoir une rotation continue et sans bruit du moteur.

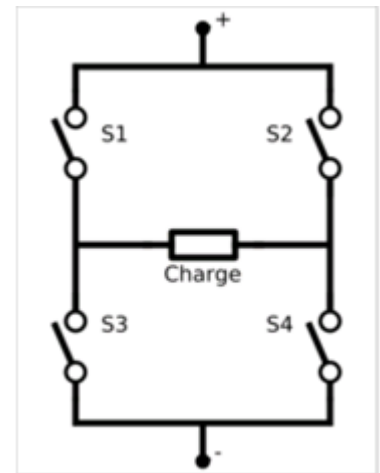


✚ Changement du sens de rotation du moteur

Le pont en H permet de faire passer un courant dans une charge dans les 2 sens:

- Faire tourner un moteur DC dans les 2 sens et de l'arrêter : contrôleur de moteur
- Créer une tension alternative : onduleur
- Créer une tension continue réglable : hacheur

Lorsque l'on veut faire tourner un moteur à courant continu dans les deux sens de rotation, il faut inverser la polarité de l'alimentation sur ses bornes. Le montage est très simple, avec 4 interrupteurs, ou avec 2 inverseurs. De plus il est généralement préférable de pouvoir faire varier la vitesse du moteur. La solution à ces deux problèmes s'appelle le pont en H.



Les servomoteurs

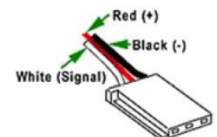


Un servomoteur est, comme son nom l'indique, un moteur à courant continu mais avec quelques spécificités en plus. Contrairement à un moteur classique qui est utilisé pour tourner avec une vitesse proportionnelle à une tension, un servomoteur est utilisé pour obtenir une position.

Un servomoteur est en général constitué d'un moteur à courant continu, réduction de vitesse à engrenage, d'asservissement.

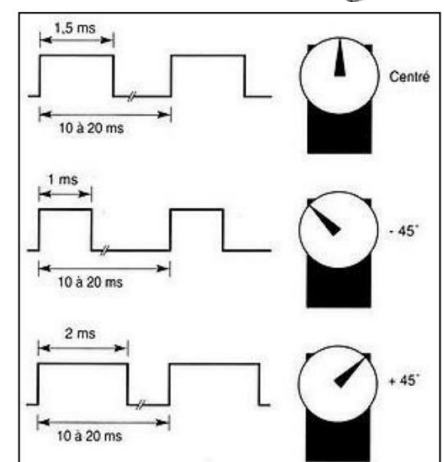
✚ Raccordement : Un servomoteur se raccorde avec seulement 3 fils :

- noir : la masse, - rouge : +5v, - blanc ou jaune : la commande par impulsion de la position du servomoteur.



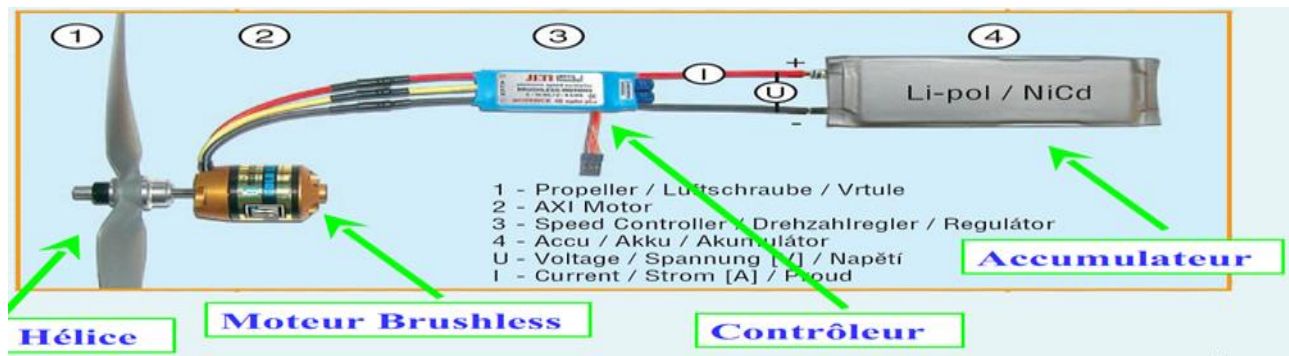
✚ Principe de commande :

Il suffit d'envoyer une impulsion et c'est le temps que durera cette impulsion qui déterminera l'angle du servomoteur. Ce temps d'impulsion est de quelques de quelques millisecondes et doit être répété à intervalles réguliers toutes les 20 ms.

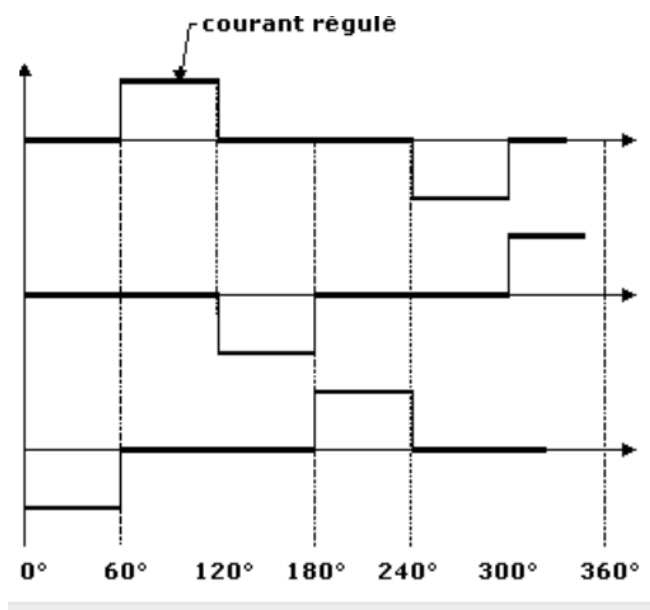


Moteur courant continu sans balais, ou « moteur brushless », ou machine synchrone auto-pilotée à aimants permanents.

Pour un moteur brushless (terme qui se traduit par "sans balais") est différent des moteurs traditionnels dit "à charbons". En effet, dans le moteur, la commutation des enroulements est faite non pas mécaniquement comme précédemment mais de manière électronique par un système complexe appelé "contrôleur". Celui-ci transforme le courant continu en courant triphasé à fréquence variable et va alimenter successivement les bobines du moteur pour créer le champ tournant et donc la rotation qui nous intéresse.



✚ Principe de commande :



✚ Les moteurs Brushless: beaucoup d'avantages, peu d'inconvénients

Les avantages des moteurs brushless sont tellement nombreux qu'ils font vite oublier les inévitables inconvénients. En premier, tous les soucis liés aux frottements des charbons sur le collecteur disparaissent : plus de parasites, plus d'échauffement du collecteur et de pertes dues à l'étincelage, plus d'usure mécanique (si ce n'est celle des roulements).

Le rendement est également bien supérieur à celui d'un moteur ferrite, de même que légèrement supérieur aux meilleurs moteurs samarium-cobalt et néodyme.

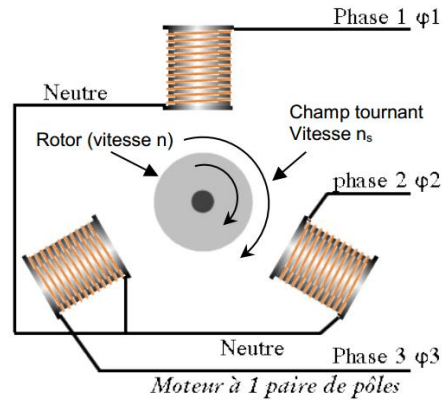
Mais l'avantage majeur et incontournable est bel et bien l'énorme gain de masse. A puissance développée équivalente, un brushless pèse deux à trois fois moins lourd qu'un brushed, ce qui n'est pas rien ! En moyenne, le rapport poids/puissance d'un moteur brushless est de 20 à 25 g pour 100 W développés.



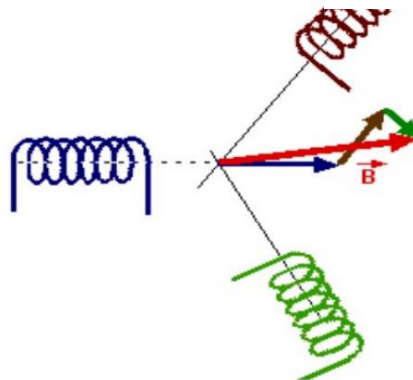
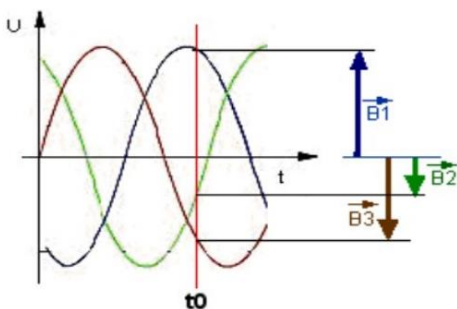
4. La machine asynchrone

Comme la machine à courant continu, la machine asynchrone (MAS) est constituée d'un rotor et d'un stator.

Le stator (l'inducteur) est constitué de trois enroulements (bobines) parcourus par des courants alternatifs triphasés et possède p paires de pôles. Les trois enroulements étant décalés dans l'espace de 120° et les courants triphasés étant décalés dans le temps de 120° , un champ magnétique tournant apparaît au stator.



✚ Principe de commande :



Eurostar
12 moteurs de
1020 KW de
1260 kg
(soit 9,7 kW/kg)



✚ Variation de la vitesse du moteur

Malgré sa conception ancienne, le moteur asynchrone reste toujours d'actualité car l'électronique permet maintenant de faire varier sa fréquence de rotation. Pour faire varier celle-ci, il faut modifier la fréquence de rotation du champ magnétique et donc la fréquence du courant d'alimentation. Les variateurs de vitesse sont des variateurs de fréquence.

Le courant électrique issu du réseau est dans un premier temps converti en courant continu, il est ensuite reconverti en courant alternatif par un onduleur mais avec une fréquence différente.

Il est ainsi possible de convertir du monophasé en triphasé si c'est nécessaire.



L'onduleur travaille en hacheur, il va moduler le courant par largeur d'impulsions (PWM), le courant résultant est proche d'une sinusoïdale.

