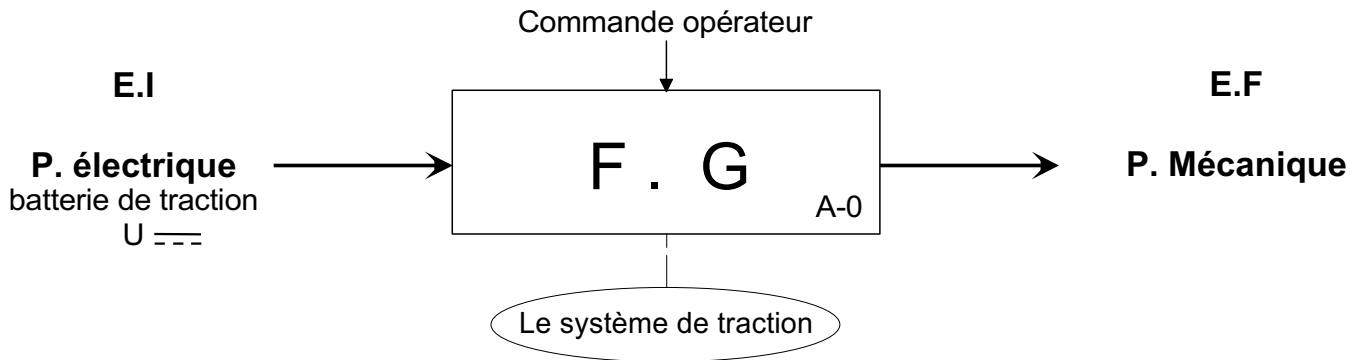


LA TRACTION ELECTRIQUE EN MANUTENTION

1. Environnement

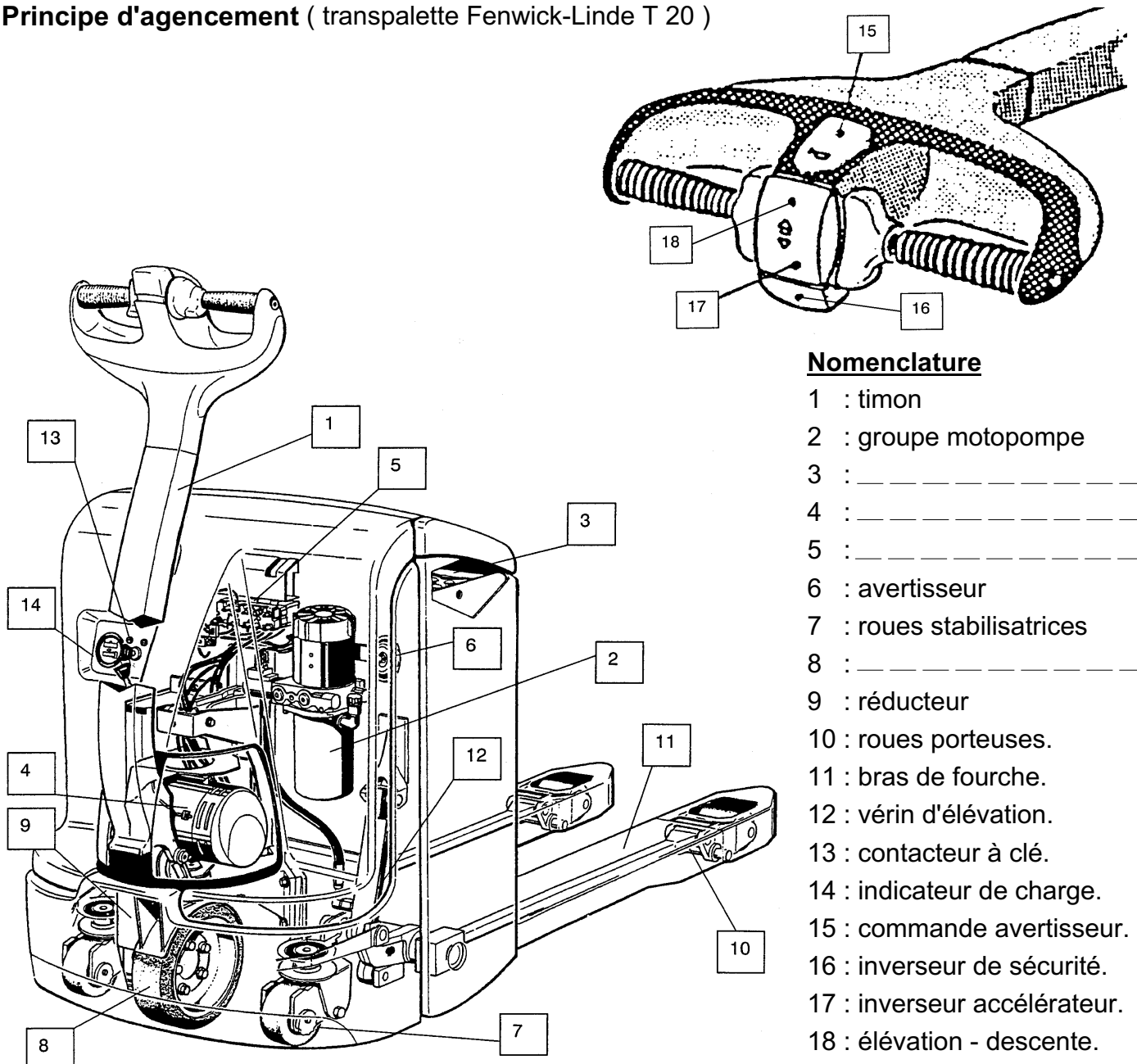


2. Fonction globale

Disposer, sur un matériel de manutention, d'une puissance mécanique à partir d'une source électrique mobile (non polluante), afin de pouvoir :

- Avancer à vitesse variable.
- Freiner le chariot.
- Reculer à vitesse variable.

3. Principe d'agencement (transpalette Fenwick-Linde T 20)

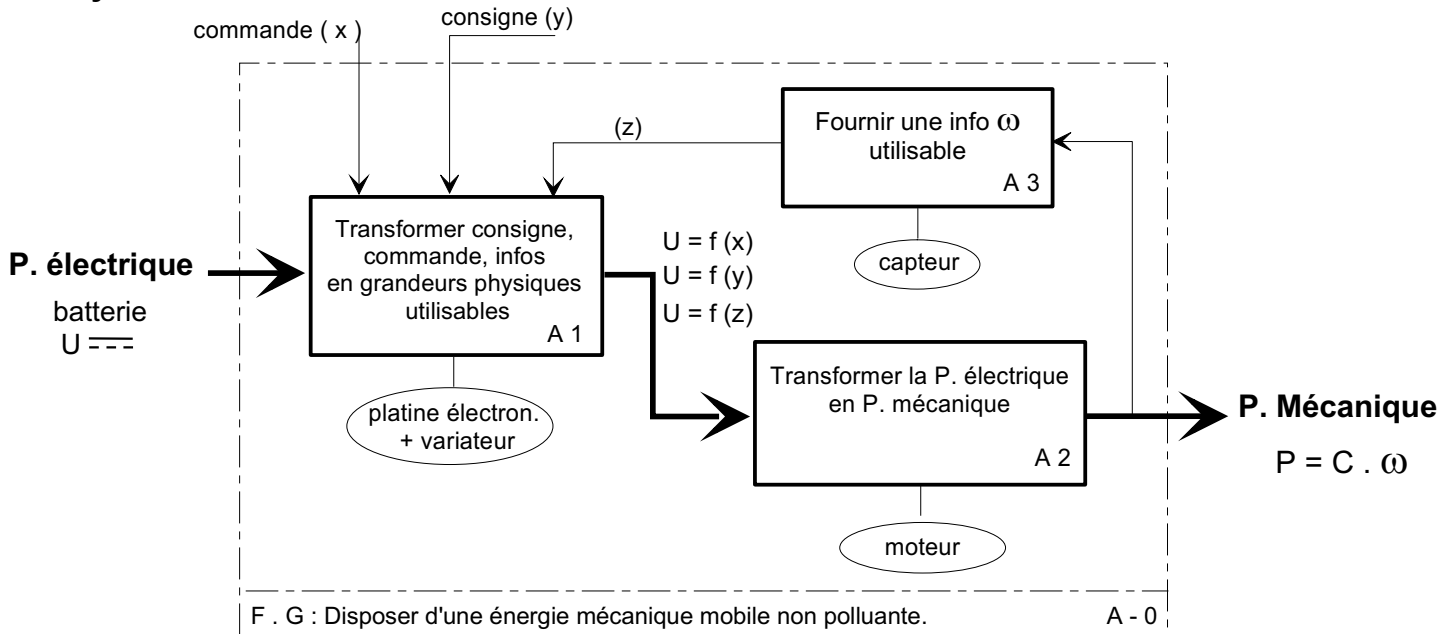


Nomenclature

- 1 : timon
- 2 : groupe motopompe
- 3 : -----
- 4 : -----
- 5 : -----
- 6 : avertisseur
- 7 : roues stabilisatrices
- 8 : -----
- 9 : réducteur
- 10 : roues porteuses.
- 11 : bras de fourche.
- 12 : vérin d'élévation.
- 13 : contacteur à clé.
- 14 : indicateur de charge.
- 15 : commande avertisseur.
- 16 : inverseur de sécurité.
- 17 : inverseur accélérateur.
- 18 : élévation - descente.



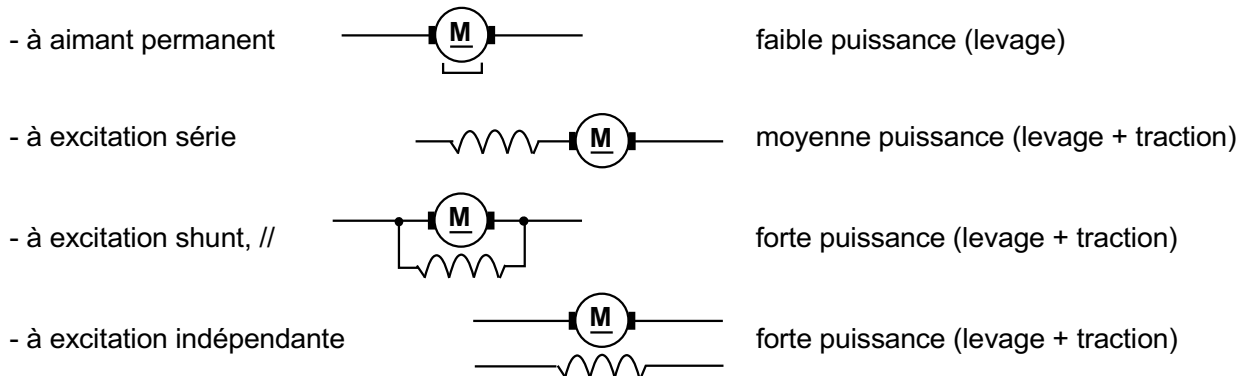
4. Analyse fonctionnelle



5. Réalisation des fonctions

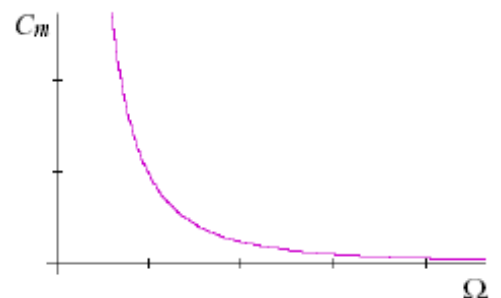
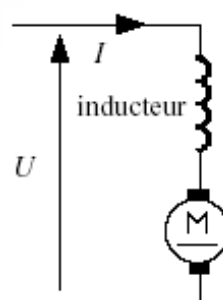
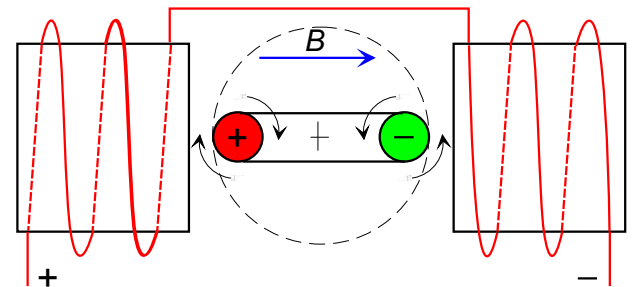
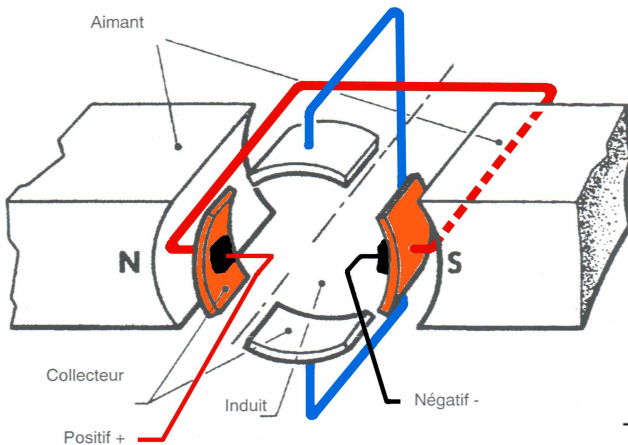
51. Transformer la P. électrique en P. mécanique : Le moteur électrique

A. Moteur à courant continu (rappel)



B. Moteur à courant alternatif (voir § B)

A 511. Principe du moteur à excitation série (rappel)



La courbe ci contre montre le couple élevé au démarrage et une faible variation de vitesse de rotation ω lors de sollicitations irrégulières.

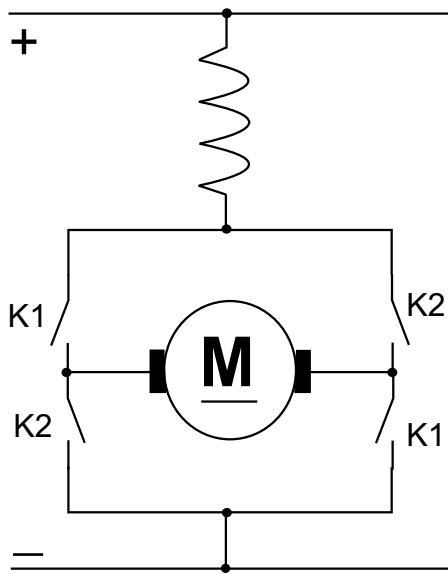
Le principe de fonctionnement est réversible, c'est à dire si on fait tourner l'induit, il apparaît une tension à ses bornes (génératrice).



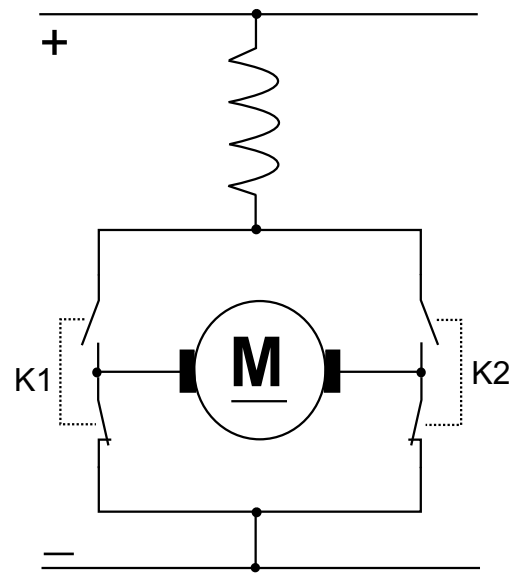
A 512. Inversion du sens de rotation

Pour inverser le sens de rotation, il faut inverser la polarité dans un seul bobinage :

- l'induit.
- l'inducteur (plus rare).



2 commandes - K1 ou K2



1 commande - K1 ou K2

A 513. Freinage du moteur

Lorsque le couple résistant devient négatif, il a tendance à entraîner le moteur qui fonctionne en génératrice. Le sens de l'intensité s'inverse dans l'induit et le fait de le relier à un circuit consommateur va créer un couple résistant sur l'arbre moteur, donc freiner celui-ci. Différents procédés sont utilisés :

- circuit à résistance.
- circuit à récupération (pour recharger la batterie).
- circuit à contre courant.

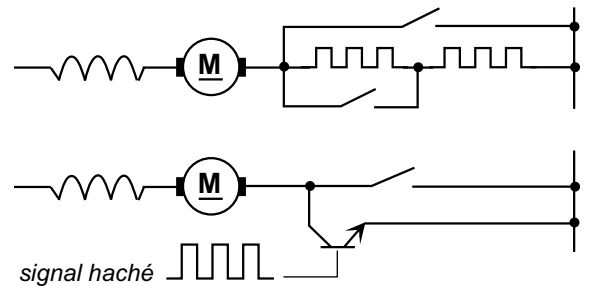
52. Transformer les commandes, infos, en grandeur variable : Le variateur

La variation de vitesse d'un moteur électrique à courant continu est obtenue par :

- la variation de tension dans le moteur.
- la variation de flux d'induction dans les inducteurs (excitation indépendante).

Il existe plusieurs principes de variateurs

- par association de résistances.
- par contacteur.
- par unité logique (variateur électronique)
 - par thyristor
 - par transistor bipolaire
 - par transistor Mos ou Mosfet

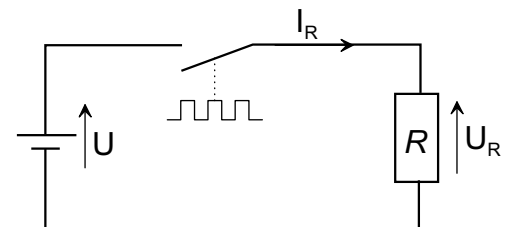


A 521. Principe du hacheur électronique

Une source à tension continue constante (batterie) alimente une résistance R par l'intermédiaire d'un interrupteur qui s'ouvre et se ferme rapidement (plusieurs fois par seconde).

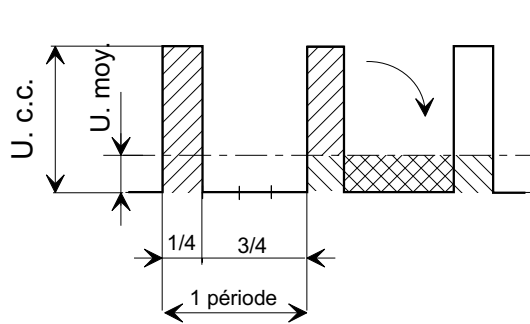
La tension aux bornes de R peut avoir deux valeurs :

- H ouvert - état 0 : $U_R = 0$ aucun courant I_R
- H fermé - état 1 : $U_R = U$ courant $I_R = U / R$



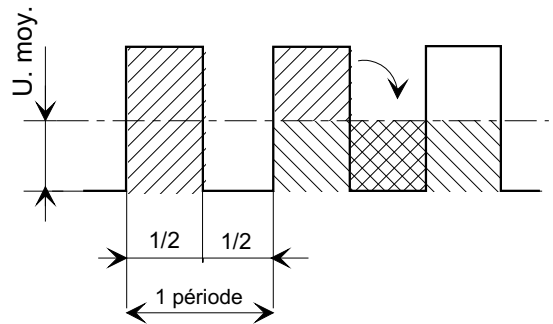
Le signal de commande est appelé indifféremment :

- PWM - *pulse width modulation*
- MIL - *modulation de largeur d'impulsion*
- RCO - *rappor cyclique d'ouverture*



$$U \text{ moyenne} = U. \text{ crête} \times 0.25$$

$$I \text{ moyenne} = I \text{ maxi} \times 0.25$$



$$U \text{ moyenne} = U. \text{ crête} \times 0.50$$

$$I \text{ moyenne} = I \text{ maxi} \times 0.50$$

La résistance du récepteur (moteur) étant constante, en appliquant la loi d'Ohm, l'intensité varie proportionnellement à la tension efficace.

$$U = R \cdot I$$

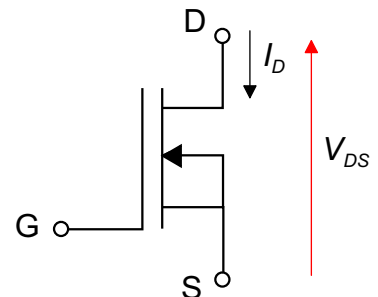
$R =$ Résistance du bobinage

Constatations : Si U. efficace \nearrow \longrightarrow I \nearrow

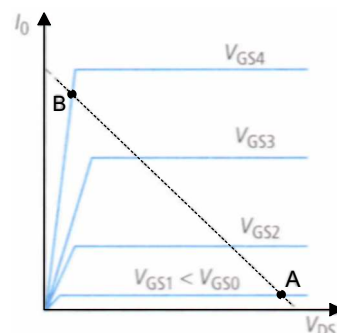
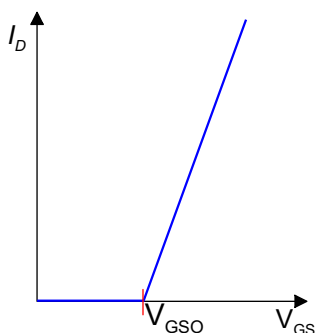
A 522. Les composants de commutation :

Le transistor Mos ou MosFet :

Il possède 3 électrodes nommées Grille, Drain et Source. Il est commandé en tension, le courant dans la grille est nul en fonctionnement statique. Il possède une diode symbolisée par la flèche, entre drain et source.



Pour commander le transistor, une tension positive doit être appliquée entre grille et source. Il faut dépasser le seuil de 4 volts pour que le transistor soit conducteur.



Le Mosfet est utilisé "en commutation" dans l'alimentation des moteurs.

- à l'état bloqué (A), il agit comme un interrupteur ouvert, la tension V_{GS} est inférieure à V_{GSO} .
- à l'état passant (B), il agit comme un interrupteur fermé, la tension V_{GS} est suffisamment grande pour saturer le transistor.

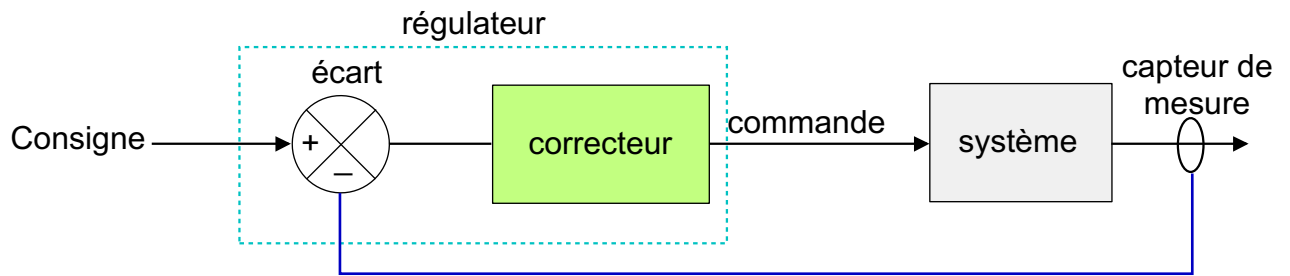
Comparaison des technologies

Thyristor	Transistor bipolaire	Transistor Mosfet
- temps de réponse élevé	- limité en tension et en courant	- réponse rapide
- montage complexe		
- échauffement		



A 523. La régulation de vitesse en fonction de la charge (régulation en boucle fermée).

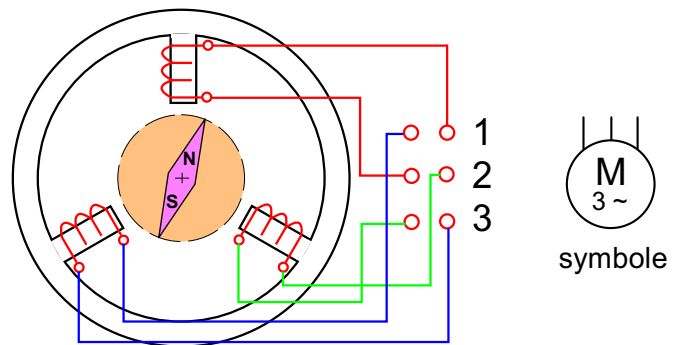
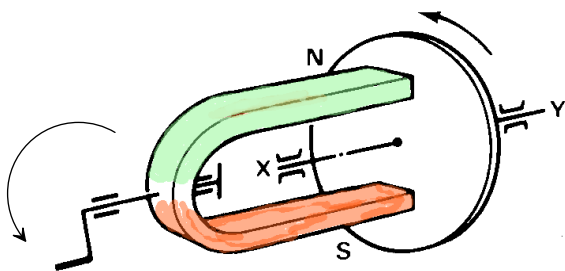
Un capteur de vitesse est monté sur le moteur. La valeur réelle est comparée à la valeur de consigne. Si une différence apparaît, elle est aussitôt corrigée par le régulateur qui modifie les caractéristiques du signal haché. (voir § 521).



B. Moteur à courant alternatif

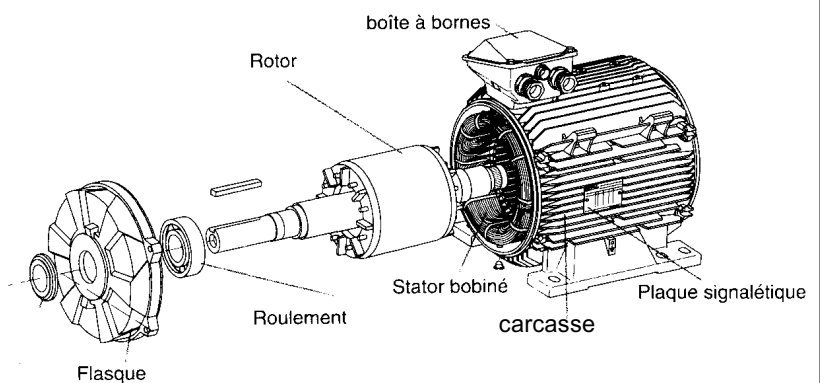
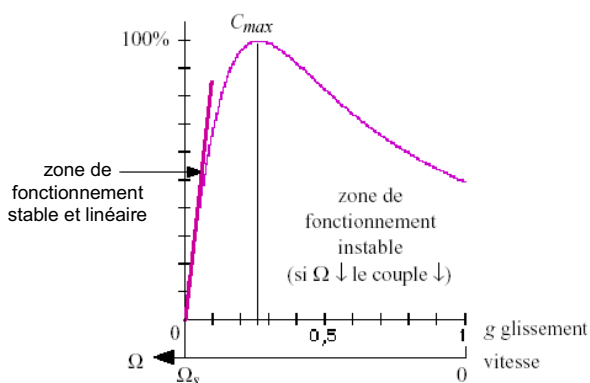
51. Transformer la P. électrique en P. mécanique : Le moteur électrique

Principe du moteur asynchrone triphasé



Si on entraîne un aimant permanent en rotation autour d'un axe, le champ magnétique tournant induit dans le disque conducteur des courants de Foucault. Le disque se trouve entraîné en rotation, mais il ne peut atteindre la vitesse du champ, il y a glissement.

Si on alimente 3 bobines identiques placées à 120° par une tension alternative triphasée :
 - une aiguille aimantée, placée au centre, est entraînée en rotation (champ tournant).
 - un disque métallique en matériau conducteur (alu ou cuivre) est entraîné dans le même sens que l'aiguille.



La courbe ci dessus représente le couple moteur en fonction du glissement. La zone de fonctionnement normal se situe entre 3 et 10 % de glissement. La courbe y est linéaire.

La vue éclatée ci dessus fait apparaître les éléments du moteur asynchrone triphasé. Nous pouvons constater que le rotor n'est pas bobiné, on l'appelle " à cage d'écureuil ". Le stator seul est bobiné ce qui limite le passage du courant uniquement dans la partie fixe du moteur. Ceci est un net avantage par rapport au moteur à courant continu dont le courant passe dans l'induit en utilisant des balais et un collecteur. La simplicité des pièces diminue le prix du moteur, la maintenance est simplifiée. Par contre, ce moteur nécessite un système d'alimentation et de régulation plus complexe.

A puissance égale, ce moteur est moins volumineux et moins lourd qu'un moteur CC.



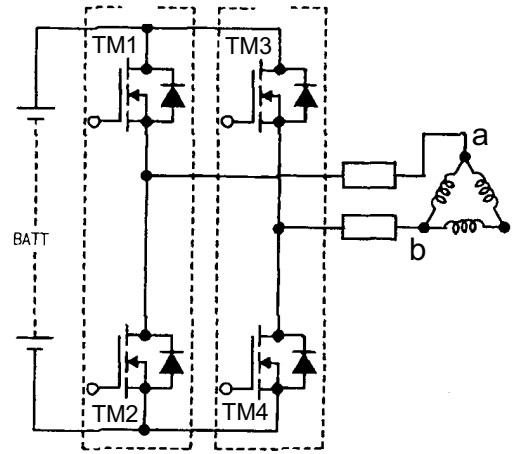
B 511. Alimentation du moteur CA à partir de la batterie : L'onduleur

C'est un système électronique qui pilote des composants de commutation (thyristors, transistors bipolaires ou transistors MosFet) à des moments précis afin de reconstituer un signal sinusoïdal.

Le schéma ci-contre représente un module onduleur en demi pont.

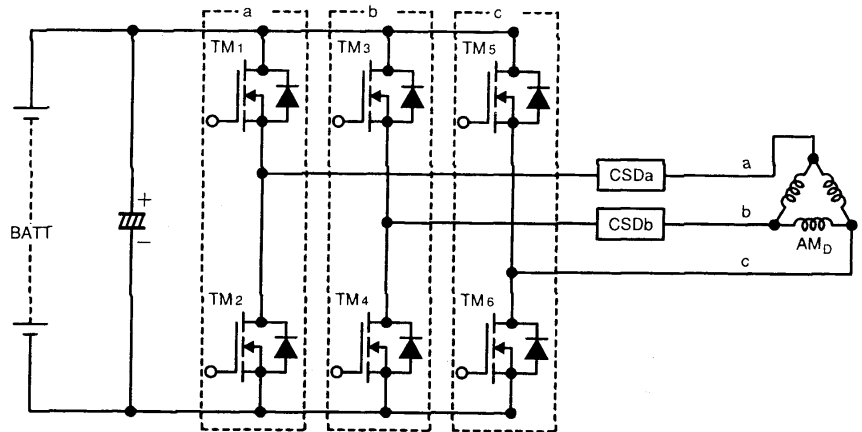
Prenons le bobinage "a-b". Il reçoit une tension positive lorsque TM1 et TM4 sont passants "ON". Le courant va de a vers b.

Une tension négative est appliquée sur "a-b" lorsque TM2 et TM3 sont passants "ON". Le courant va de b vers a.

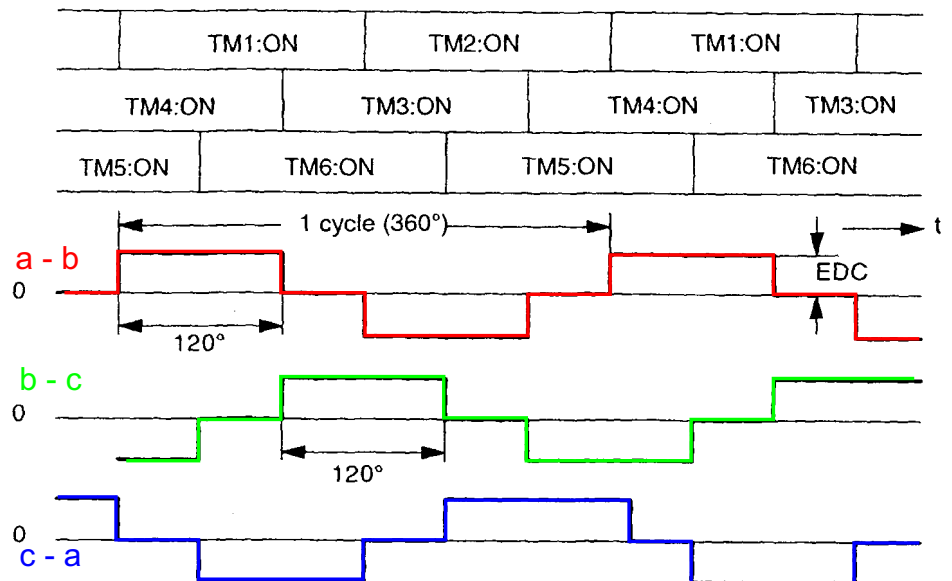


Un circuit à 3 demi ponts est utilisé. Chaque demi pont à une commande adjacente décalée de 120°, soit T / 3.

La combinaison des 6 transistors permet d'obtenir 3 tensions alternatives déphasées pour alimenter le moteur triphasé.



Le chronographe ci-contre représente de façon simplifiée la combinaison des commutations nécessaires à l'obtention de 3 signaux approximativement sinusoïdaux.

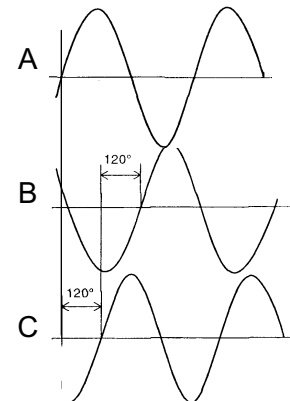
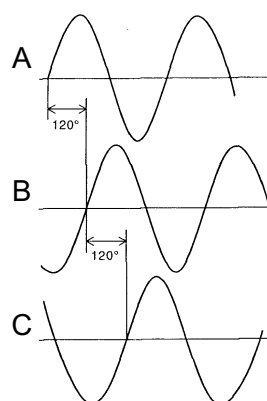


B 512. Inversion du sens de rotation

Les 2 graphes montrent l'ordre des sinusoïdes. Celui de gauche est :

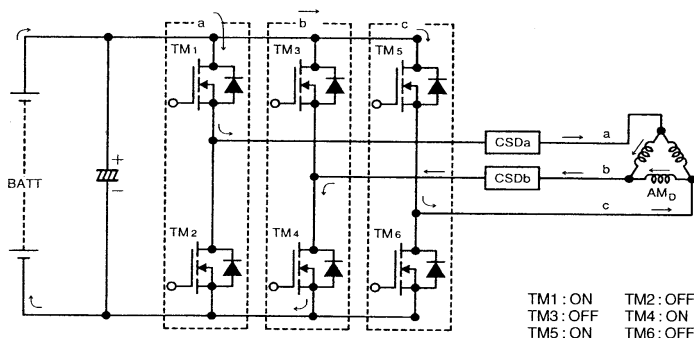
celui de droite est :

Quand on inverse l'ordre d'alimentation des bobinages, on inverse le sens de rotation.



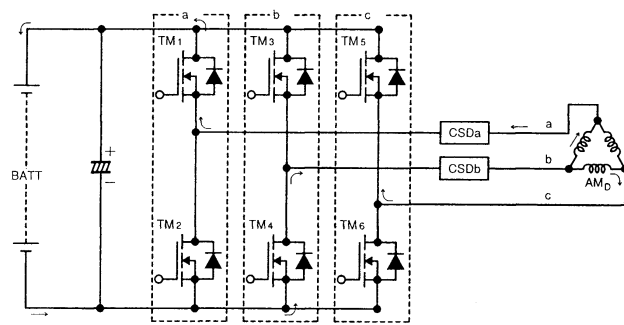
B 513. Freinage du moteur par récupération.

Lorsque le couple résistant devient négatif, il a tendance à entraîner le moteur. Le glissement devient négatif, le moteur passe en fonctionnement hypersynchrone, se comporte en génératrice asynchrone, fournit un couple de freinage et restitue de l'énergie à la batterie.



Phase traction

TM1 : ON TM2 : OFF
 TM3 : OFF TM4 : ON
 TM5 : ON TM6 : OFF

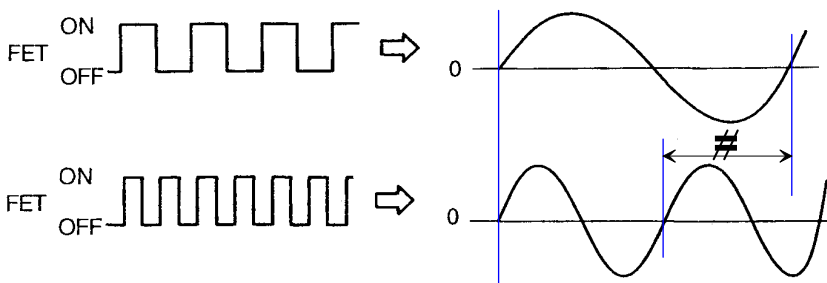


Phase freinage

52. Transformer les commandes, infos, en grandeur variable : Le variateur

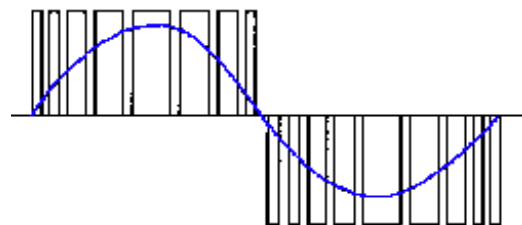
La vitesse de rotation d'un moteur électrique à courant alternatif est obtenue par :

- le nombre de paires de pôles du stator (défini par construction).
 - la fréquence du courant alternatif d'alimentation.
- c'est cette caractéristique qui est modifiée par le variateur en fonction de la valeur de consigne de l'opérateur.



B 521. Principe de la mise en forme d'une sinusoïde

L'utilisation d'une commande des commutateurs en courant haché (développé au § A 521) associée à un branchement de ceux-ci en demi pont (développé au § B 512) aboutit à un signal sinusoïdal tel que celui représenté ci contre.



B 522. Les composants de commutation :

Ce sont généralement des transistors MosFet, susceptibles de travailler à fréquence élevée nécessaire à la mise en forme du signal sans ondulation parasite.

B 523. La régulation de vitesse en fonction de la charge

Le couple moteur est déterminé par la densité du flux magnétique autour du rotor. Plus la densité est élevée, plus le couple est élevé. La densité du flux est lié à l'intensité du courant alimentant les bobinages du moteur.

Des capteurs CSDa et CSDb sont montés sur le circuit électrique d'alimentation des bobinages du moteur. Ils informent le variateur qui peut modifier le signal haché (PWM, MLI ou RCO) pour augmenter la valeur moyenne de la tension, donc de l'intensité, ce qui augmentera le flux magnétique, donc le couple.

