

But : il s'agit d'étudier les différents modes de fonctionnement des moteurs électriques (alternatifs, à courant continu) : moteur, générateur ou frein.

1) Quadrants de fonctionnement.

On utilise des moteurs en rotation, on définit donc les différents zones de fonctionnement dans les 4 quadrants du repère Couple = f(Vitesse).

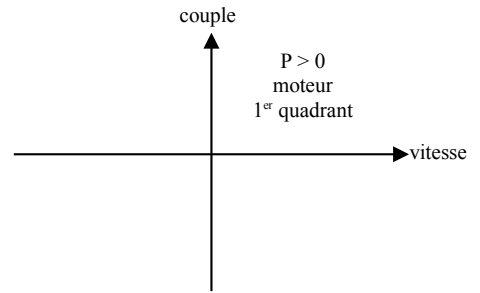
Sachant que Puissance = Couple × Vitesse on définit alors les quatre quadrants ci-contre.

Dans les 2^{ème} et 4^{ème} quadrants lorsque le moteur devient générateur cette puissance est soit :

- dissipée sous forme de chaleur dans le moteur (frein) ;
- renvoyée sur le réseau (récupération).

Si il y a possibilité de récupération, on parle de réversibilité.

Par exemple les moteurs thermiques ne sont pas réversibles (ils fonctionnent en moteur ou frein). Les moteurs électriques permettent tous de la récupération, ce n'est pas toujours le cas de leur commande.



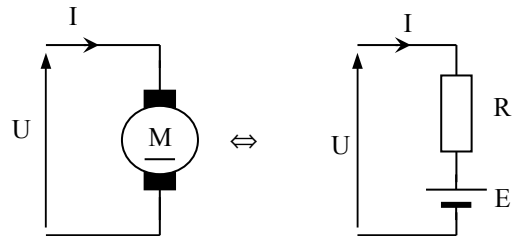
2) Cas du moteur à courant continu.

Dans le cas du moteur à courant continu, la puissance

$$P = U \times I$$

De plus $U = E + R.I$ avec E proportionnel à la vitesse et I proportionnel au couple.

Si on néglige la chute de tension R.I on retrouve les quatre quadrants ci-dessus avec I image du couple et U image de la vitesse.



3) Commande du moteur par hacheur 4 quadrants.

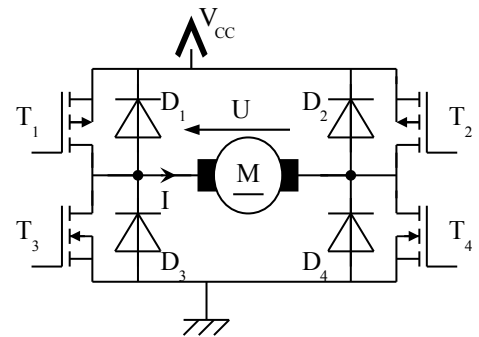
On a dessiné ci contre un pont en H à transistors MOS.

Les diodes sont souvent incluses dans les transistors.

V_{CC} est la tension d'alimentation.

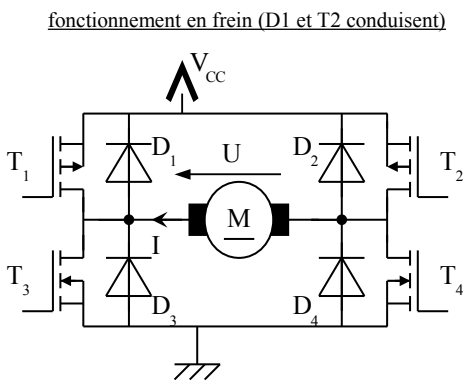
On trace ci contre le cheminement du courant lorsque T₁ et T₄ conduisent :

On considère que l'on travaille dans le quadrant 1 avec U et I > 0

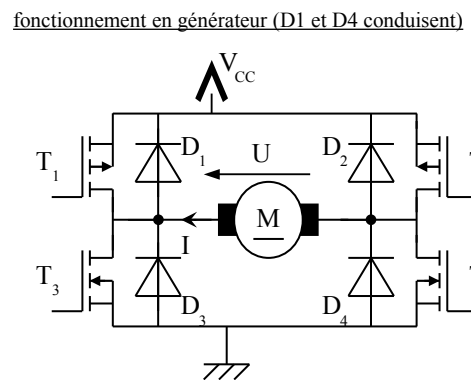


Lorsque le couple s'inverse I change de sens, M devient générateur (fonctionne dans le 2^{ème} quadrant).

On a alors le cheminement du courant dans les deux cas :

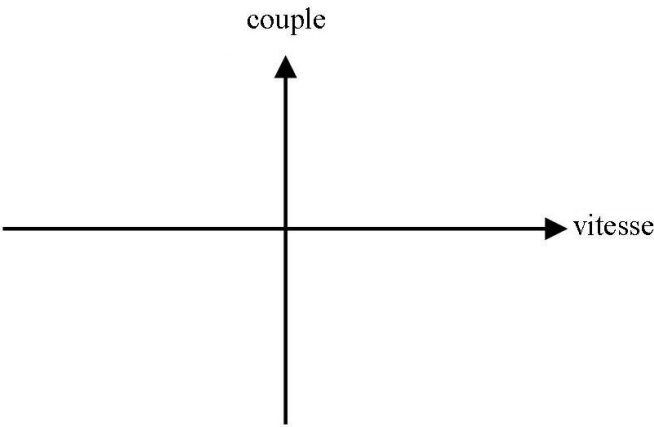
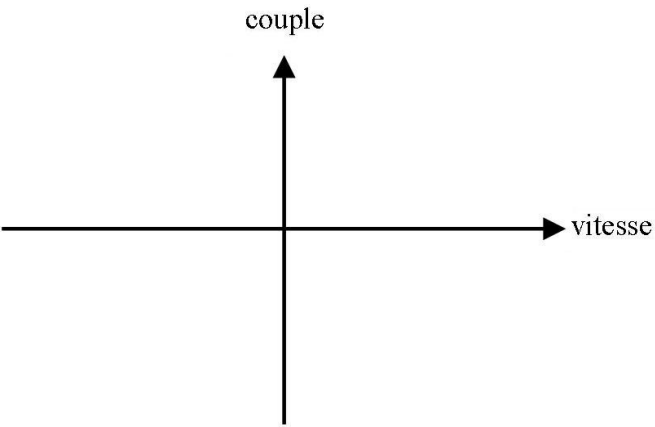
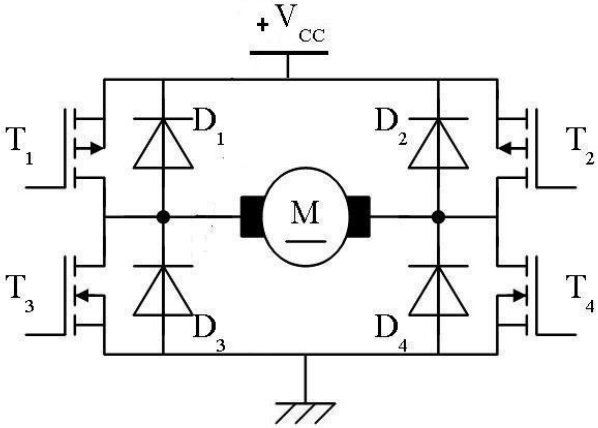
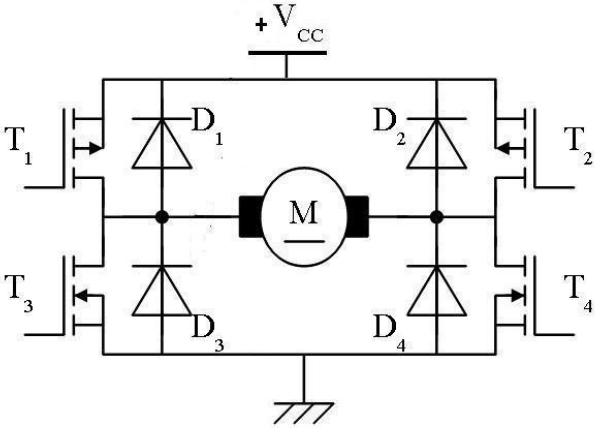
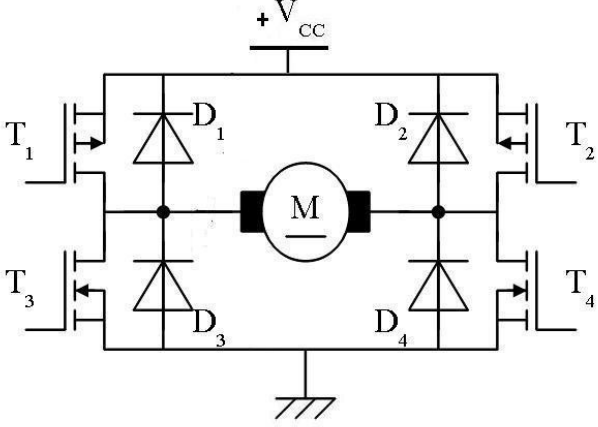
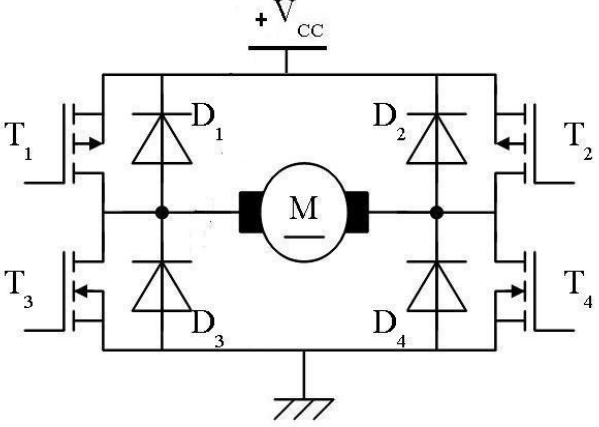


Il n'y a pas récupération d'énergie



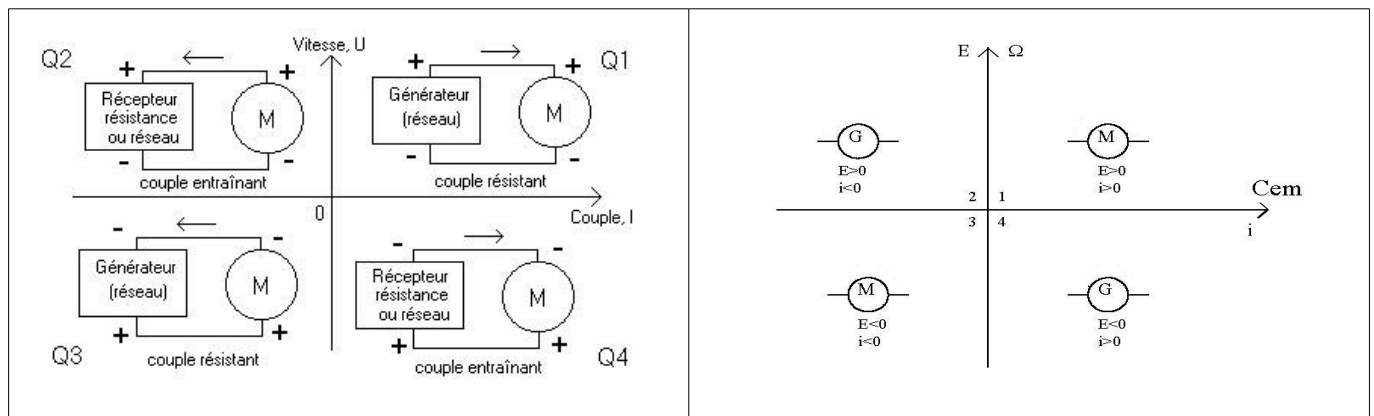
Il a récupération d'énergie

A COMPLETER

 <p>A graph with 'couple' on the vertical axis and 'vitesse' on the horizontal axis. The vertical axis has an upward-pointing arrow, and the horizontal axis has a rightward-pointing arrow. The origin is at the center.</p>	 <p>A graph with 'couple' on the vertical axis and 'vitesse' on the horizontal axis. The vertical axis has an upward-pointing arrow, and the horizontal axis has a rightward-pointing arrow. The origin is at the center.</p>
<p>QUADRANT 1 $U > 0$ et $I > 0$</p>	<p>QUADRANT 2</p>
 <p>Circuit diagram for Quadrant 1. A motor 'M' is connected to a bridge of four transistors (T1, T2, T3, T4) and four diodes (D1, D2, D3, D4). The positive supply +V_{CC} is connected to the top rail. In this quadrant, T1 and T2 are active, with current flowing from the supply through the motor to ground.</p>	 <p>Circuit diagram for Quadrant 2. The motor 'M' is connected to a bridge of four transistors (T1, T2, T3, T4) and four diodes (D1, D2, D3, D4). The positive supply +V_{CC} is connected to the top rail. In this quadrant, T3 and T4 are active, with current flowing from the motor back to the supply.</p>
<p>QUADRANT 2</p>	<p>QUADRANT 4</p>
 <p>Circuit diagram for Quadrant 4. The motor 'M' is connected to a bridge of four transistors (T1, T2, T3, T4) and four diodes (D1, D2, D3, D4). The positive supply +V_{CC} is connected to the top rail. In this quadrant, T1 and T2 are active, with current flowing from the supply through the motor to ground.</p>	 <p>Circuit diagram for Quadrant 1. The motor 'M' is connected to a bridge of four transistors (T1, T2, T3, T4) and four diodes (D1, D2, D3, D4). The positive supply +V_{CC} is connected to the top rail. In this quadrant, T3 and T4 are active, with current flowing from the motor back to the supply.</p>
<p>Fonctionnement GENERATEUR</p>	<p>Fonctionnement FREIN</p>

4) Remarques:

- Modélisation de la machine tournante (générateur ou récepteur) dans les quatre quadrants



- Les moteurs électriques sont toujours réversibles
- Les circuits de commandes des moteurs électriques ne sont pas toujours réversibles.
- On considère que l'on travaille dans le quadrant 1 quand U et I sont positifs
- Les moteurs thermiques ne sont pas réversibles.
- Au démarrage d'un moteur électrique, le courant I est très très grand (l'arbre moteur ne tourne pas donc la f.e.m. , $E = 0V$, donc $I = U/r$. (r est toujours très petit)

• Récapitulatif:

Sens de Rotation	Vitesse	Couple	Puissance	Quadrant	Travail machine électrique	Charge
Sens 1	+	+	+	1	Moteur	Résistante
	+	-	-	2	Génératrice	Entraînante
Sens 2	-	-	+	3	Moteur	Résistante
	-	+	-	4	Génératrice	Entraînante

Note : Lorsqu'une machine est utilisée en moteur, les phases de fonctionnement dans les quadrants 2 et 4 sont souvent très courtes : période de freinage , inversion du sens de marche.

Exercice : Indiquez les différentes zones de fonctionnement sur le graphe ci-dessous :

