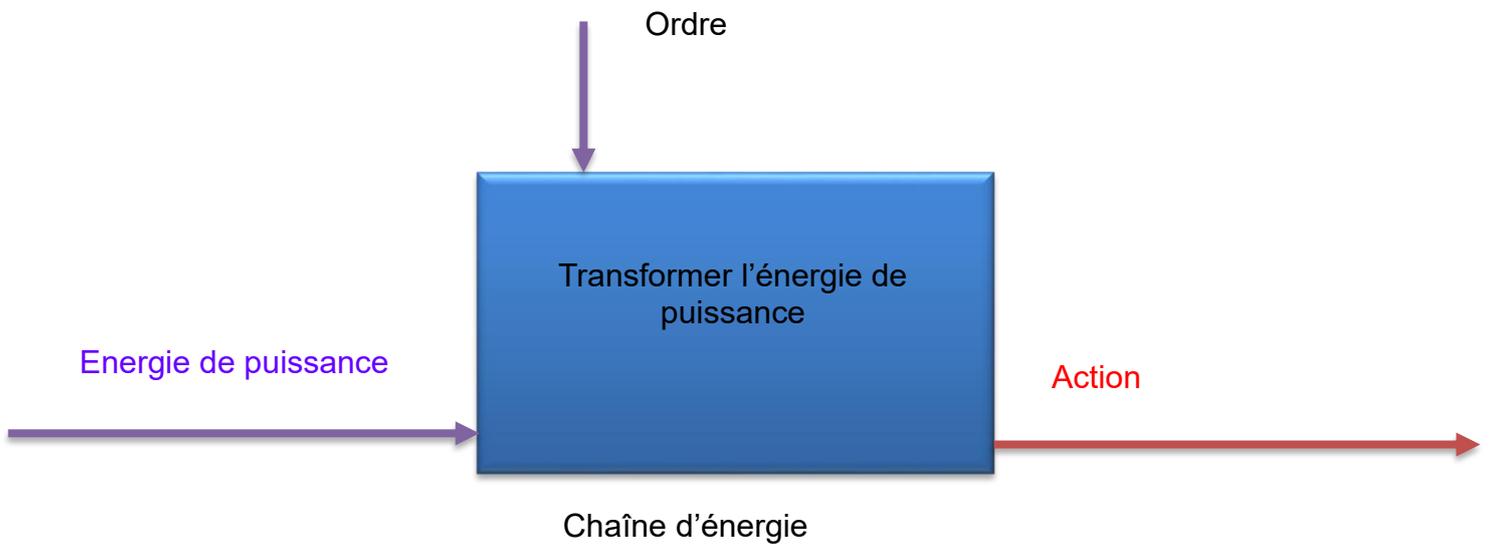


# Document ressource

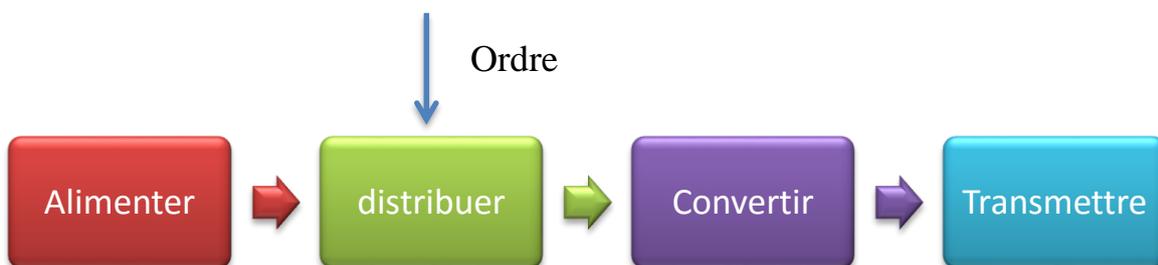
## Variation de vitesse des moteurs à basse tension Chaîne d'énergie (Fonction hacheur)

### 1. Structure générale d'une chaîne d'énergie



### 2. Analyse détaillée

On peut découper cette chaîne en plusieurs blocs fonctionnels.



- Alimenter : Mise en forme de l'énergie externe en énergie compatible pour créer une action.
- Distribuer : Distribution de l'énergie à l'actionneur réalisée par un distributeur ou un contacteur.
- Convertir : L'organe de conversion d'énergie appelé actionneur peut être un vérin, un moteur...
- Transmettre : Cette fonction est remplie par l'ensemble des organes mécaniques de transmission de mouvement et d'effort : engrenages, courroies, accouplement, embrayage...

### 3. Fonction distribuer

#### a. Moteur à courant continu

Il se compose:

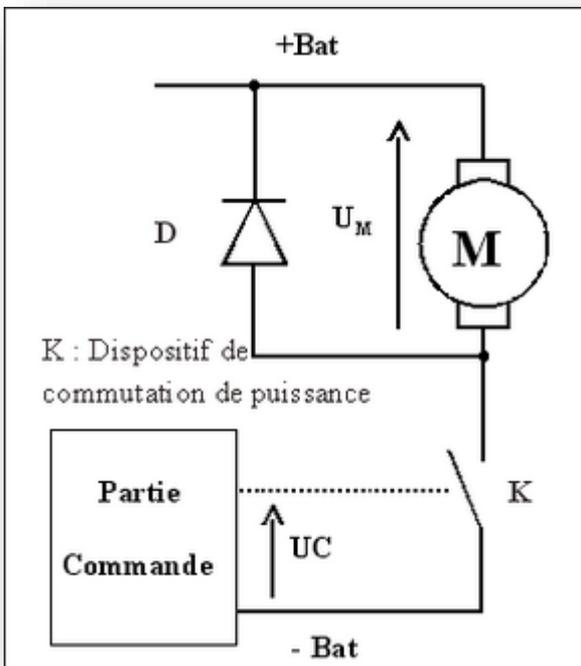
- de l'inducteur ou du stator,
- de l'induit ou du rotor,
- du collecteur et des balais.

Lorsque le bobinage d'un inducteur de moteur est alimenté par un courant continu, sur le même principe qu'un moteur à aimant permanent, il crée un champ magnétique (flux d'excitation) de direction Nord-Sud.

#### i. Principe de commande

Le hacheur ou convertisseur continu - continu est un dispositif de l'électronique de puissance mettant en œuvre un ou plusieurs interrupteurs commandés et qui permet de modifier la valeur de la tension d'une source de tension continue avec un rendement élevé. Le découpage se fait à une fréquence très élevée ce qui a pour conséquence de créer une tension moyenne. C'est l'analogie, pour les sources de tensions continues, du transformateur utilisé en régime alternatif.

#### ii. Fonctionnement hacheur série non réversible



**K** : interrupteur commandé.

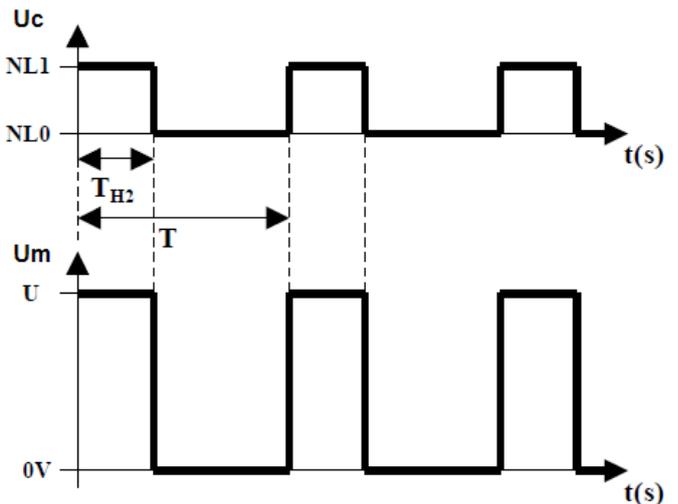
**U<sub>c</sub>** : tension de commande de l'interrupteur **K**.

**U<sub>m</sub>** : tension de sortie du hacheur dont la valeur moyenne est fonction de **U** et du rapport cyclique  $a$  du signal de commande **U<sub>c</sub>** de l'interrupteur **K**.

La valeur moyenne de  $U_m$  est :  $\langle U_m \rangle = aU$  ; avec  $a = \frac{T_h}{T}$

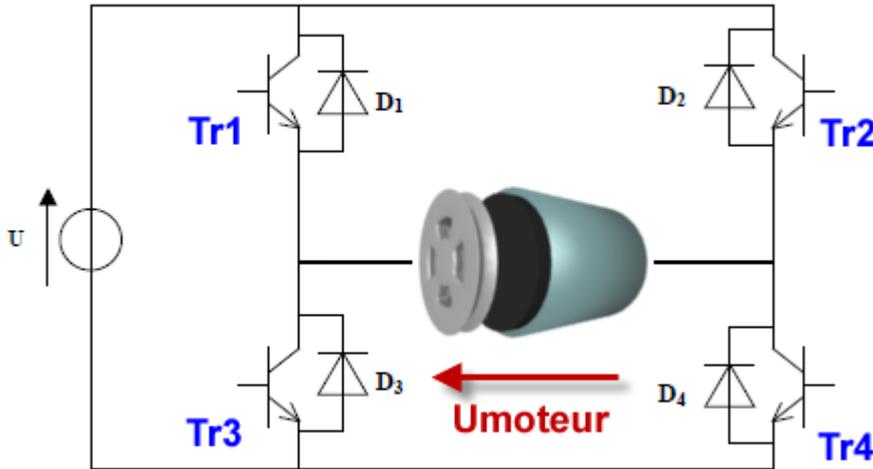
Si le rapport cyclique  $a$  augmente (on augmente  $T_h$  et on fixe la période  $T$ ) alors on augmente la valeur moyenne de  $U_m$ .

Si le rapport cyclique  $a$  diminue (on diminue  $T_h$  et on fixe la période  $T$ ) alors on diminue la valeur moyenne de  $U_m$ .



iii. Fonctionnement hacheur réversible en tension (le pont en H)

Ce type de hacheur fournit une tension continue réglable  $V$  qui peut-être de signe opposé à  $U$ .



Les diodes **D1** à **D4** permettent de protéger les transistors ou de réaliser des phases de roues libres lors de la commande par rapport cyclique variable.

**Cas d'une valeur moyenne de  $V$  positive :**

Pour obtenir une valeur moyenne de  **$V$  positive** il faut :

- Tr2 et Tr3 ouverts,
- Tr4 fermé.
- Tr1 alternativement ouvert puis fermé de manière à faire évoluer la valeur moyenne de  **$V$** .

**Cas d'une valeur moyenne de  $V$  négative :**

Pour obtenir une valeur moyenne de  **$V$  négative** il faut :

- Tr1 et Tr4 ouverts,
- Tr3 fermé.
- Tr2 alternativement ouvert puis fermé de manière à faire évoluer la valeur moyenne de  **$V$** .

b. Moteur pas à pas

[https://www.omega.com/auto/pdf/REF\\_IntroStepMotors.pdf](https://www.omega.com/auto/pdf/REF_IntroStepMotors.pdf)

Un moteur pas à pas (stepper) est un moteur à courant continu sans balais électrique. On trouve différent type de moteur :

- Aiment permanent
- Hybride
- Reductance variable

i. Aiment permanent

Le rotor est un barreau aimanté radialement ayant plusieurs paires de pôles N-S.

Avantages du moteur à aimant permanent :

- Bon marché
- Dimensions réduites
- Bon rendement
- Bon amortissement des oscillations
- Grand angle de pas (nombre de pas faible : 48)

Inconvénients du moteur à aimant permanent :

- Puissance faible
- Paliers en bronze ou plastique (pas de roulement)
- Couple résiduel sans courant
- Vitesse faible

## ii. Hybride

Le moteur pas à pas « hybride » allie le principe du moteur à réluctance variable à celui du moteur à aimant permanent.

Avantages du moteur pas à pas hybride :

- Couple important
- Plus de puissance
- Rendement assez bon
- Courbe start/stop assez élevée
- Bon amortissement
- Adapté au fonctionnement micropas
- Roulement à billes pour une meilleure charge radiale et plus longue durée de vie
- Petit angle de pas

Inconvénients du moteur pas à pas hybride :

- Inertie élevée
- Couple résiduel sans courant
- Plus couteux
- Plus volumineux

## iii. Réluctance variable (l'aptitude d'un circuit magnétique à s'opposer à sa pénétration par un champ magnétique)

Le principe de fonctionnement de ce type de moteur pas à pas est proche de celui du moteur hybride, avec une structure dentée au rotor et au stator.

Il n'y a pas d'aimant au rotor pour renforcer l'action du flux et donc pas de couple résiduel sans courant.

Ce type de moteur pas à pas n'est presque plus utilisé ni fabriqué.

## c. Caractéristiques

Quel que soit le type de moteur, le résultat recherché est l'avance d'un seul pas à chaque impulsion que le moteur recevra, c'est à dire que son axe effectuera à chaque pas une rotation d'un angle déterminé. Cet angle, selon le moteur, peut varier dans de grande proportion :

Il peut avoir une valeur comprise entre 0,9 deg; et 90 deg;. Les valeurs les plus couramment rencontrées sont :

0,9 deg; soit 400 pas par tour

1,8 deg; soit 200 pas par tour

3,6 deg; soit 100 pas par tour

7,5 deg; soit 48 pas par tour

15 deg; soit 24 pas par tour

d. Tableau de conversion

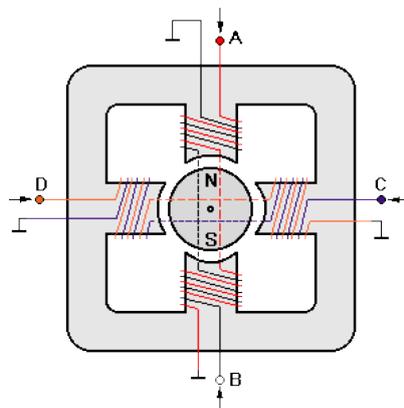
PM step motors are available with the following step angles:

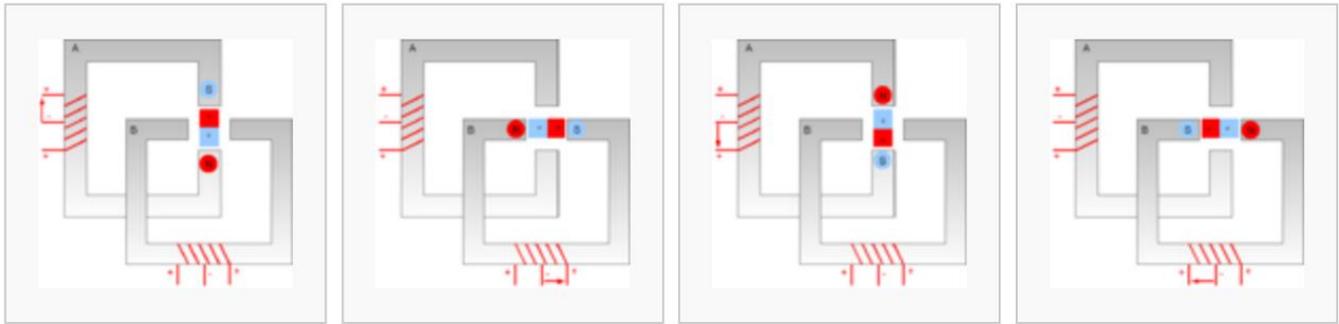
Step Angle Degrees	Steps Per Revolution
1.8	200
3.6	100
3.75	96
7.5	48
9	40
10	36
11.25	32
15	24
18	20
22.5	16
30	12
45	8
90	4

e. Fonctionnement hacheur moteur pas à pas à aimant permanent unipolaire

Un moteur pas à pas unipolaire a un double bobinage. Ces moteurs sont plus chers car leur fabrication réclame un double bobinage. De plus, pour une taille donnée, ce type de moteur a un couple plus faible à cause des enroulements qui sont plus fins.

Il fût une époque où les moteurs unipolaires étaient intéressants pour les concepteurs parce qu'ils simplifiaient l'étage de commande électronique. Maintenant, grâce aux circuits de commande (push pull monolithique) du genre L298, les moteurs bipolaires sont devenus populaires et d'une utilisation courante.





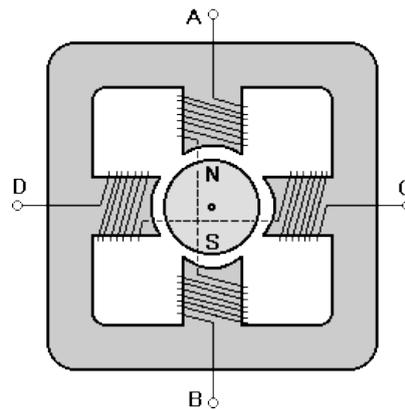
Pas n° 1

Pas n° 2

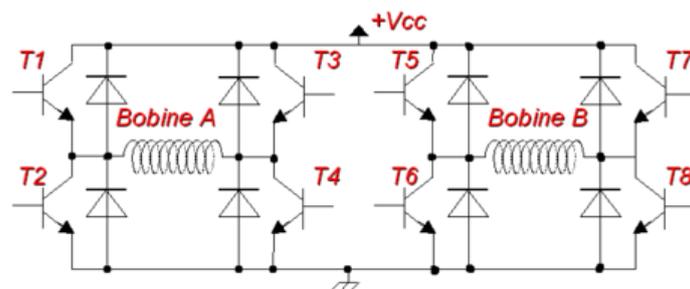
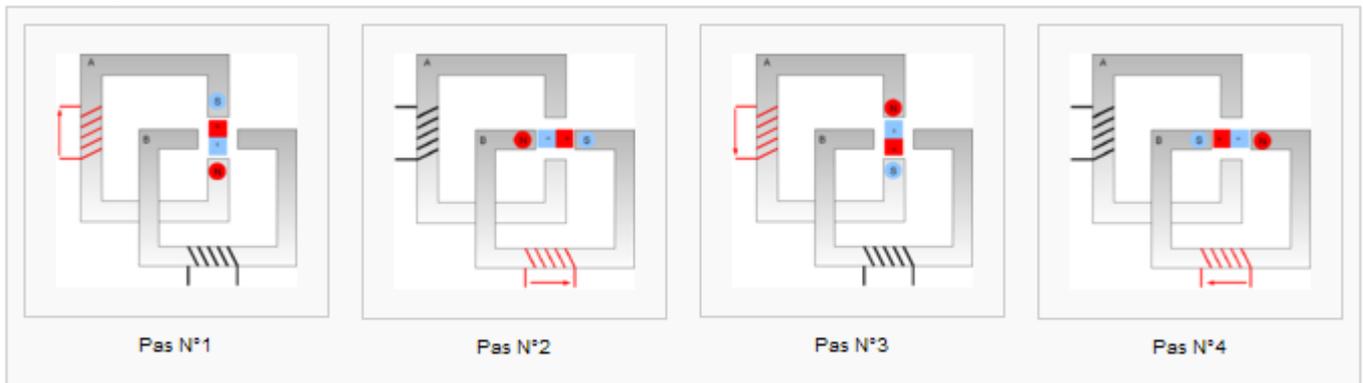
Pas n° 3

Pas n° 4

f. Fonctionnement hacheur moteur pas à pas à aimant permanent bipolaire

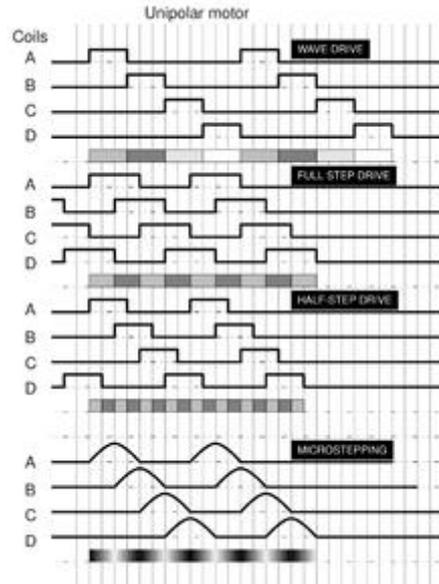


Les moteurs bipolaires ont un seul enroulement par phase. Il permet de transformer une impulsion électrique en un mouvement angulaire. Ce type de moteur est très courant dans tous les dispositifs où l'on souhaite faire du contrôle de vitesse ou de position en boucle ouverte, typiquement dans les systèmes de positionnement. L'usage le plus connu du grand public est dans les imprimantes reliées à un ordinateur.



g. Mode d'excitation moteur

Diverses techniques d'entraînement ont été développés afin de commander au mieux un moteur pas à pas :

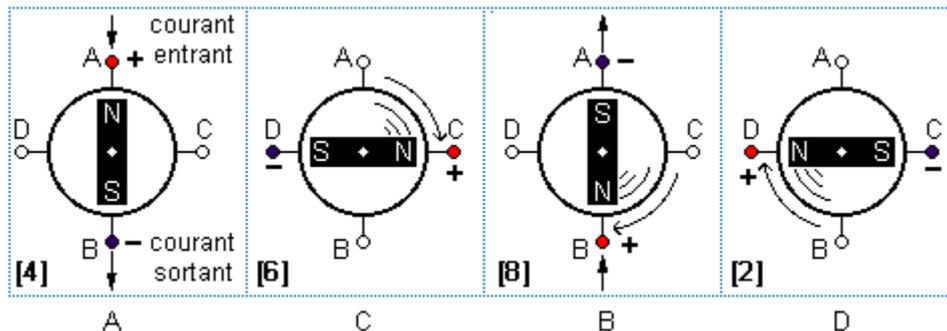


Exemple moteur bipolaire

Le moteur bipolaire est commandé en inversant simplement la polarité de ces bobinages. Quant au moteur unipolaire, on n'a pas besoin d'inverser le sens du courant, chaque bobinage est commandé séparément et ne requiert qu'une alimentation présente ou absente selon que l'on veuille ou non créer un champ magnétique en son sein.

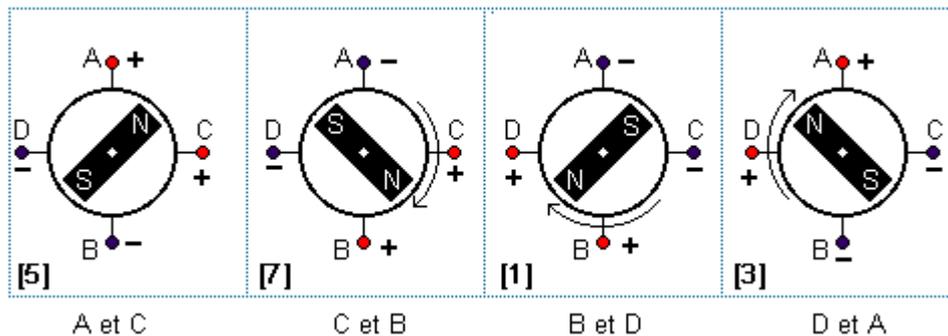
- Wave drive (one phase on)

Dans cette méthode d'entraînement une seule phase est activée à la fois. Le moteur aura nettement moins que le couple nominal. Il est rarement utilisé.



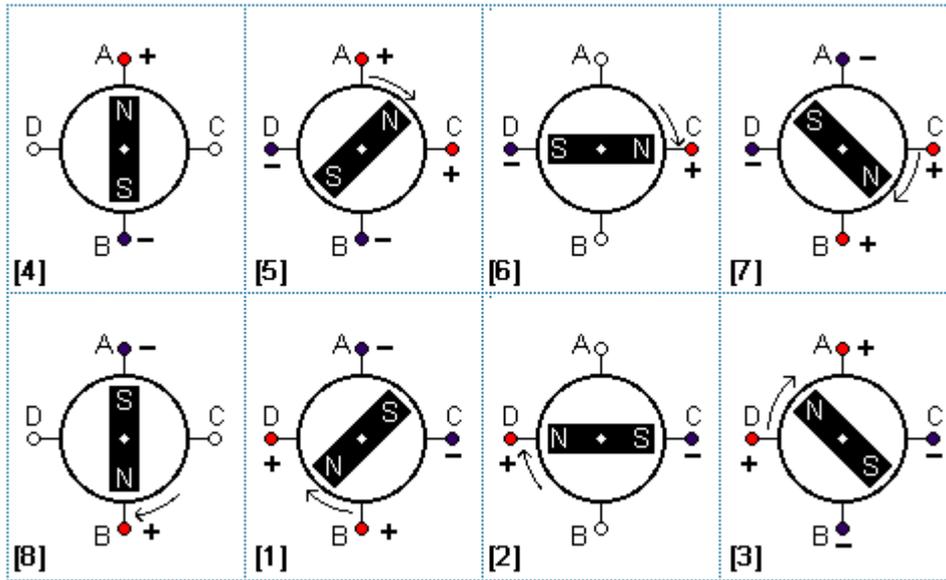
- Full step drive

Ceci est la méthode habituelle pour l'entraînement du moteur. Deux phases sont toujours alimentées, en sorte que le moteur fournit son couple nominal maximal. Dès qu'une phase est mis hors tension, une autre est sous tension.



- Half stepping

On alterne entre une phase et deux phases. En raison de l'angle de pas plus petit, ce mode permet d'obtenir deux fois la résolution et un fonctionnement plus doux.



- Microstepping

C'est une technique qui augmente la résolution du moteur en contrôlant à la fois la direction et l'amplitude du flux de courant dans chaque enroulement. Le courant est proportionné dans les enroulements en fonction de fonctions sinus et cosinus