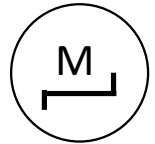


**Description et Principe du moteur pas à pas**

Les moteurs pas à pas permettent de convertir directement un signal électrique numérique en un positionnement angulaire de caractère incrémental.



On constate que le système est beaucoup plus simple. A chaque impulsion du signal de commande correspond au niveau du rotor un déplacement angulaire défini appelé « pas ».

Un moteur pas à pas est caractérisé par sa **résolution** ou encore son nombre de pas par tour. Il peut avoir une valeur comprise entre 4 et 400.

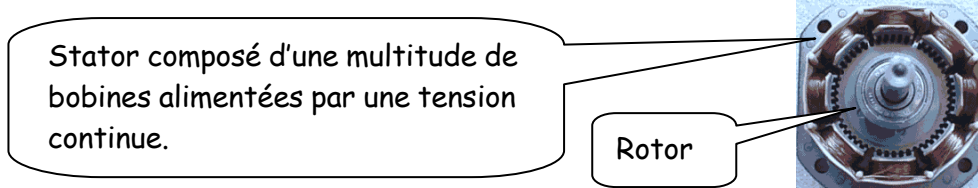
La vitesse de rotation est fonction de la fréquence des impulsions.

On rencontre 3 types de moteur pas à pas qui se différencient par :

- le stator : *unipolaire ou bipolaire*
- le rotor : *à aimant permanent, à réluctance variable ou hybride.*

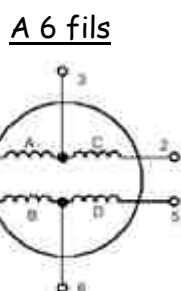
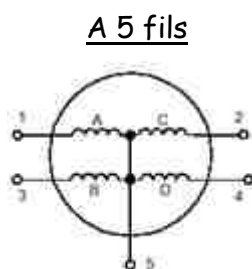
**Constitution**

Les moteurs pas à pas sont constitués d'un rotor et d'un stator.

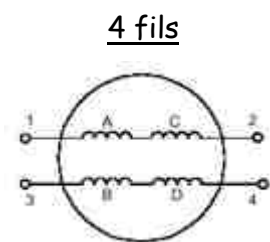


On rencontre les moteurs pas à pas **unipolaire** et **bipolaire** qui se différencient par la structure de leur stator et leur commande.

**STATOR unipolaire**



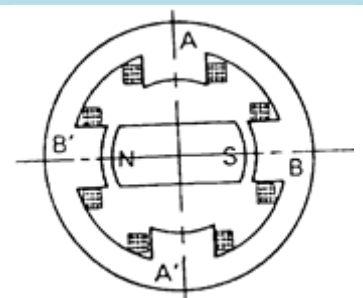
**STATOR bipolaire**



**Moteur à aimant permanents**

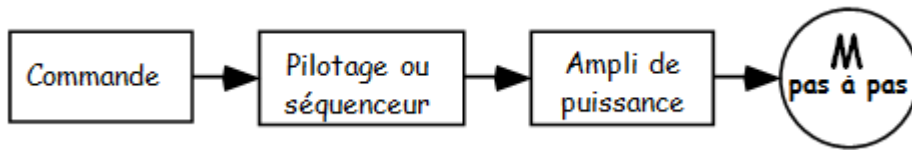
Ce moteur est basé sur la règle du flux maximal. Il est constitué par :

- Une **partie fixe** : C'est le stator, formé d'un circuit magnétique et des bobines (phases) dont le rôle est de créer un flux magnétique à directions multiples.
- Une **partie mobile** : C'est le rotor, placé dans le flux du stator il se positionne suivant le flux maximum.



## Alimentation des phases du moteur pas à pas

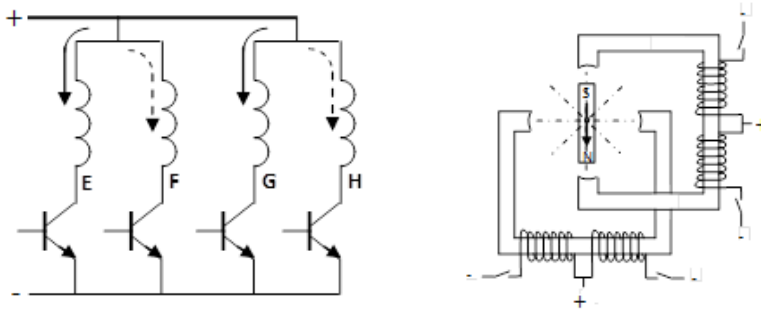
Le principe de fonctionnement des moteurs pas à pas repose sur la commutation successive des enroulements stator (ou phase). Pour cela, une impulsion électrique est traduite par un séquenceur agissant sur une électronique de commutation (drivers ou transistors de puissance) qui distribue les polarités dans les enroulements. Une seule commutation provoque un seul pas quelle que soit la durée de l'impulsion (supérieur à une valeur minimale).



## Moteur unipolaire (ou à quatre phases)

### Commutation unipolaire

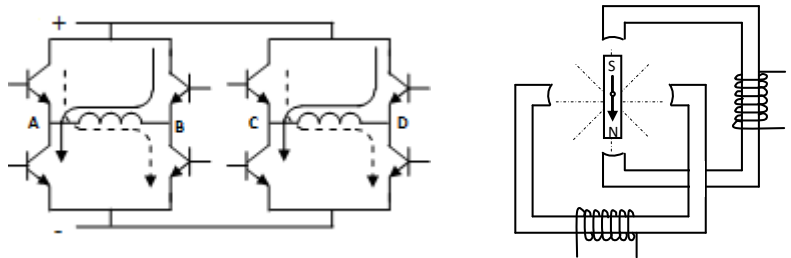
Les enroulements sont à point milieu. Les bornes sont toujours alimentées par une polarité de même signe (d'où le terme unipolaire).



## Moteur bipolaire (ou à deux phases)

### Commutation bipolaire

Les enroulements du stator n'ont pas de point milieu. Chaque borne de chaque enroulement est alimentée par une polarité positive puis négative (d'où le terme bipolaire).



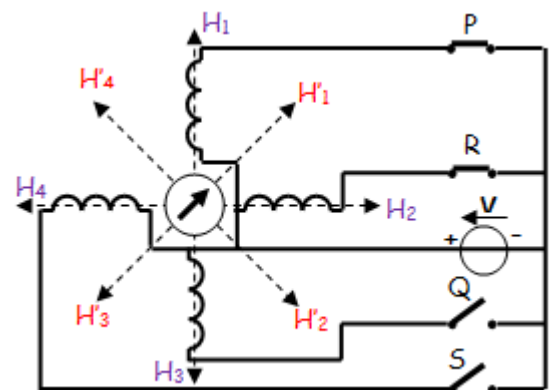
## Modes de commande (ordre d'alimentation des phases)

Les signaux de commande d'un moteur à 2 ou 4 phases sont absolument identiques.

Dans notre cas, il s'agit d'un moteur pas à pas unipolaire.

L'excitation individuelle des bobines est assurée par l'un des interrupteurs P, R, Q, S. trois modes de commande sont possibles :

- Commande en mode 1.
- Commande en mode 2.
- Commande en mode 1-2 ou demi-pas.

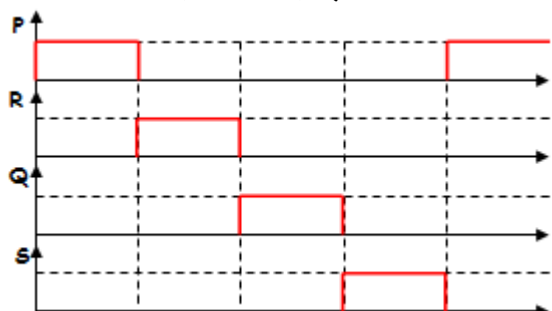


### Commande en mode 1

L'excitation individuelle des bobines crée les champs suivants : P → H<sub>1</sub>, R → H<sub>2</sub>, Q → H<sub>3</sub> et S → H<sub>4</sub>.

Ce qui donne le cycle de commutation :

P	R	Q	S	Moteur
1	0	0	0	↑
0	1	0	0	→
0	0	1	0	↓
0	0	0	1	←

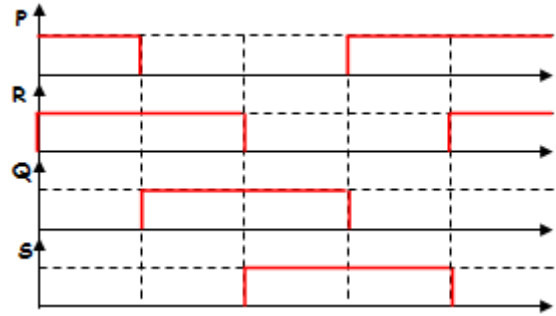


### Commande en mode 2

L'excitation individuelle des bobines crée les champs suivants :  $P \rightarrow H'_1$ ,  $R \rightarrow H'_2$ ,  $Q \rightarrow H'_3$  et  $S \rightarrow H'_4$ .

Ce qui donne le cycle de commutation :

P	R	Q	S	Moteur
1	1	0	0	↗
0	1	1	0	↘
0	0	1	1	↙
1	0	0	1	↖

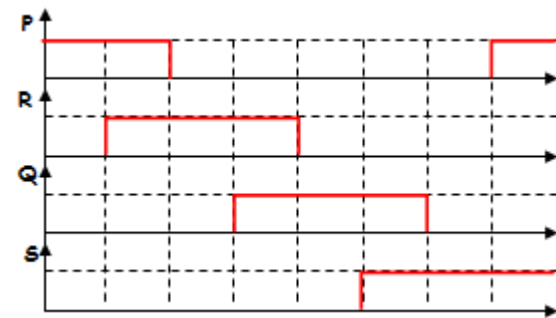


### Commande en mode 1-2 ou demi-pas

La combinaison des deux modes permet de doubler le nombre de pas, le rotor s'alignant successivement face à un pôle et entre 2 pôles.

Ce qui donne le cycle de commutation :

P	R	Q	S	Moteur
1	0	0	0	↑
1	1	0	0	↗
0	1	0	0	→
0	1	1	0	↘
0	0	1	0	↓
0	0	1	1	↙
0	0	0	1	↖
1	0	0	1	↑



### Détermination du nombre de pas par tour

Le nombre de pas par tour (résolution) est donné par la relation :

$$N_p = m \cdot p \cdot K_1 \cdot K_2$$

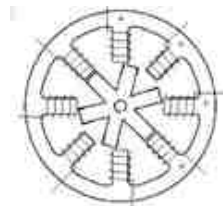
- Nombre de phases au stator :  $m$
- Nombre de paires de pôles au rotor :  $p$
- Type d'alimentation :  $K_1$
- Type de commande :  $K_2$

- $K_1 = 1$  si alimentation unipolaire
- $K_1 = 2$  si alimentation bipolaire
- $K_2 = 1$  si le mode 1 ou le mode 2
- $K_2 = 2$  si le mode 1-2 (1/2 pas)

### Moteurs pas à pas à réluctance variable

Ces moteurs comportent une denture dont le pas n'est pas le même au stator et au rotor ; le rotor n'est pas aimanté.

Ils sont moins puissants mais plus rapides.

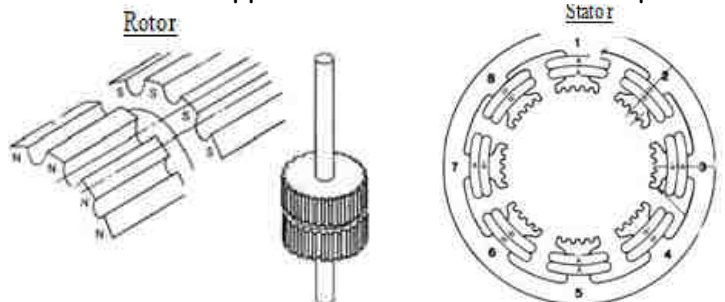


### Moteurs pas à pas hybrides.

C'est un moteur qui associe les deux principes précédents ; on l'appelle aussi moteur réluctant polarisé.

Il existe des dispositions très variables selon les constructeurs et le nombre de pas par tour (résolution).

Son fonctionnement est sensiblement identique à celui du moteur à aimant permanent.



Ils sont rapides et puissants et un nombre de pas de 48 à 1000 pas/tour. Ils sont chers.

**Les moteurs à aimants permanents et hybrides sont les plus utilisés.** On rencontre ces derniers couramment en 200 pas/tour et alimentés par des tensions de forme carrée et d'amplitude 12 à 24 V. L'ordre de grandeur de la vitesse maximale que peut atteindre le rotor avec un moteur pas à pas est de 6000 tr/mn.