

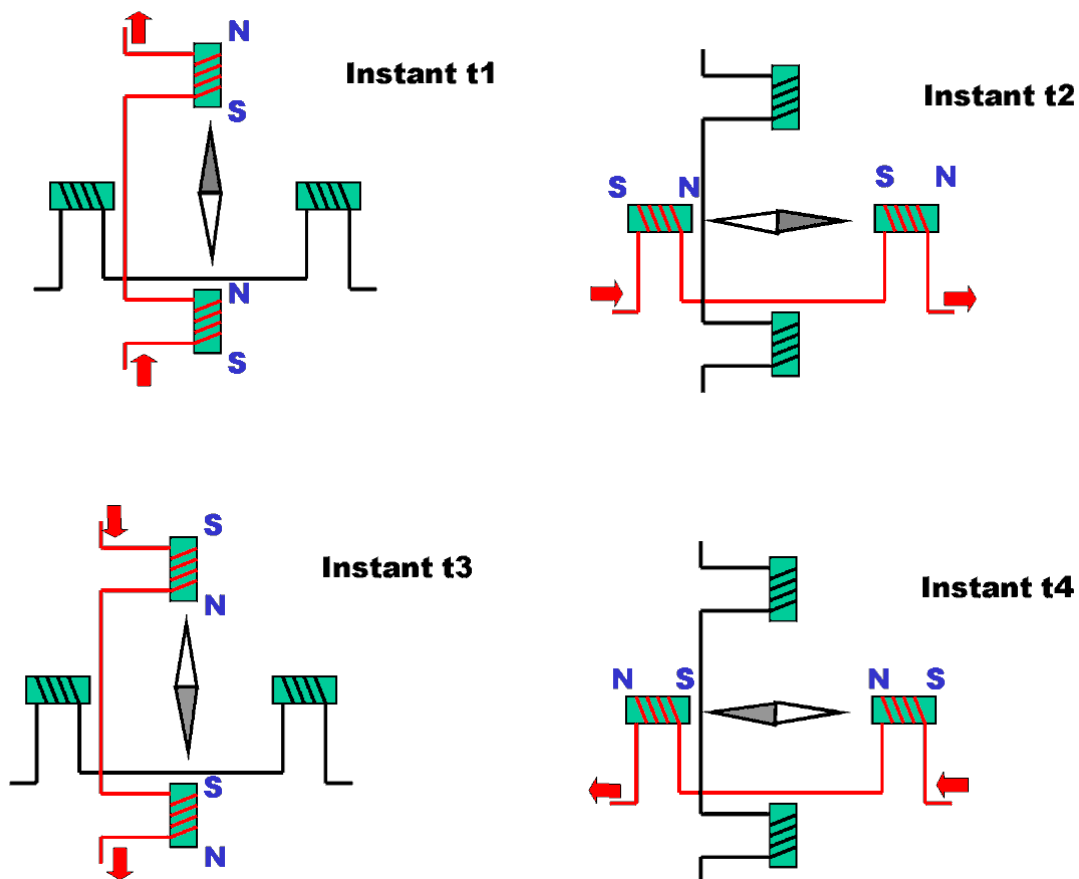
II). Le moteur pas à pas :

1°. Introduction :

Le moteur pas à pas est un moteur qui tourne en fonction *d'impulsions électriques* reçues dans ses bobinages. L'angle de rotation minimal entre deux modifications des impulsions électriques s'appelle un *pas*. On caractérise un moteur par le nombre de pas par tour (c'est à dire pour 360°). Les valeurs courantes sont 48, 100 ou 200 pas par tour.

Analyse d'un moteur théorique composé d'un aimant permanent (boussole) et de 2 bobinages constitués chacun de 2 bobines.

Le passage d'un courant, successivement dans chaque bobinage, fait tourner l'aimant.



Nous avons créé un moteur de 4 pas par tour.

Les impulsions électriques sont du type tout ou rien c'est à dire passage de courant ou pas de passage de courant. Les tensions d'utilisation des moteurs sont de 3,3V à 48V continues. La consommation est de 0,2 A à 1,5 A. Le couple du moteur est de l'ordre de 5 N. Cm à 64 N. Cm.

L'électronique actuelle permet de piloter la chronologie de ces impulsions avec beaucoup de précision et d'en comptabiliser le nombre.

Le moteur pas à pas et son circuit de commande permettent donc la rotation d'un axe avec beaucoup de précision en vitesse et en amplitude.

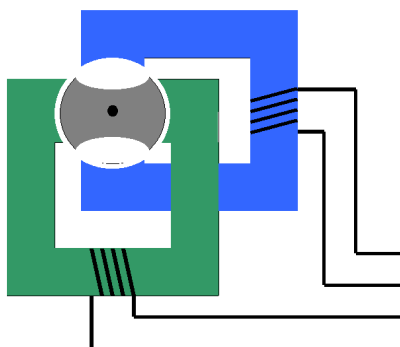
2*). Les types de moteurs

On définit 2 types de moteurs pas à pas *en fonction de la polarité de l'alimentation* des bobinages :

a) Le moteur bipolaire :

Les bobinages d'un moteur bipolaire sont alimentés une fois dans un sens, une fois dans l'autre sens. Ils créent une fois un pôle nord, une fois un pôle sud d'où le nom de bipolaire. Chaque bobine ne possède que deux fils. Cela complique un peu l'électronique de commande mais permet de renforcer le couple du moteur (ou de réduire son encombrement pour un même couple par rapport à un moteur unipolaire).

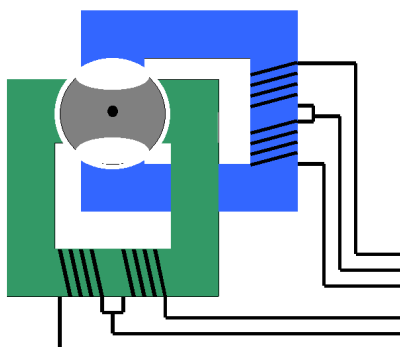
Moteur bipolaire



b) Le moteur unipolaire :

Les bobinages d'un moteur unipolaire sont alimentés toujours dans le même sens par une tension unique d'où le nom d'unipolaire. Il possède un POINT MILIEU qui est une connexion centrale sur chaque enroulement. Généralement, on relie ensemble les points milieu de chaque bobine. Cela permet une simplification de la commande des moteurs.

Moteur unipolaire



c) Les phases :

Les phases correspondent aux différentes sources d'énergies alimentant les bobinages. Généralement un moteur bipolaire est un moteur 2 phases, un moteur unipolaire est un moteur 4 phases.

Nota : on parle de fonctionnement biphasé quand 2 bobinages sont alimentés en même temps.

3°. La technologie des moteurs pas à pas :

Il existe 3 technologies :

a) Moteur à aimant permanent :

Un aimant permanent est solidaire de l'axe du moteur (rotor). Des bobines excitatrices sont placées sur la paroi du moteur (stator) et sont alimentées chronologiquement. Le rotor s'oriente suivant le champ magnétique créé par les bobines.

❖ Caractéristiques :

- Faible résolution : nombre de pas / tour peu important ;
- Couple d'utilisation plus élevé par rapport au moteur à réluctance variable ;
- Présence d'un couple résiduel lorsque le moteur est hors tension.

b) Moteur à réluctance variable :

Il s'agit d'un moteur qui comporte un rotor à encoches se positionnant dans la direction de la plus faible réluctance. Ce rotor, en fer doux, comporte moins de dents qu'il n'y a de pôles au stator.

Le fonctionnement du moteur est assuré par un pilotage du type unipolaire et l'avance du rotor est obtenue en excitant tour à tour une paire de pôles du stator.

❖ Caractéristiques :

- Bonne résolution ;
- Construction simple mais délicate ;
- Couple développé faible ;
- Absence de couple résiduel avec le moteur hors tension.

c) Moteurs hybrides combinant l'aimant et la réluctance variable :

C'est un moteur qui superpose le principe de fonctionnement des moteurs à aimant permanent et à réluctance variable et combine leurs avantages.

- Bonne résolution ;
- Couple d'utilisation élevé ;
- Grande fréquence de commande ;

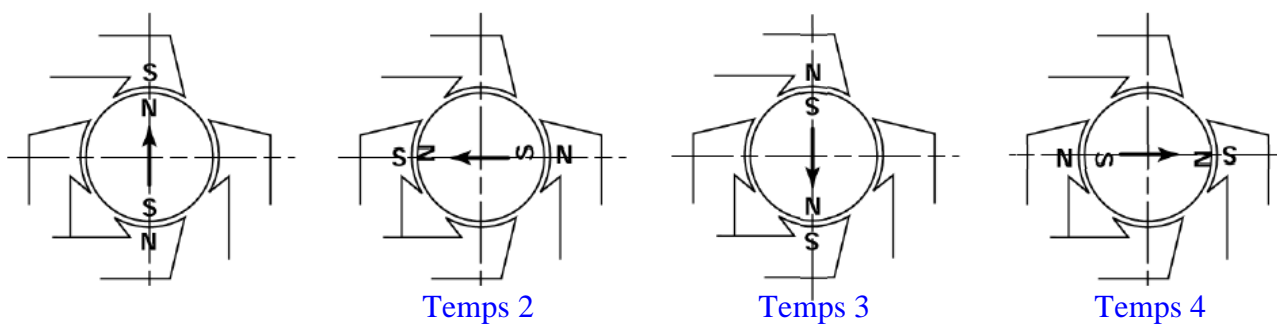
4°. Le mode de commande :

On a 4 modes de commande possibles :

a) Le mode 1 en pas entiers :

Pour un moteur unipolaire, on alimente successivement chaque demi-enroulement.

Pour un moteur bipolaire, on alimente un seul enroulement.

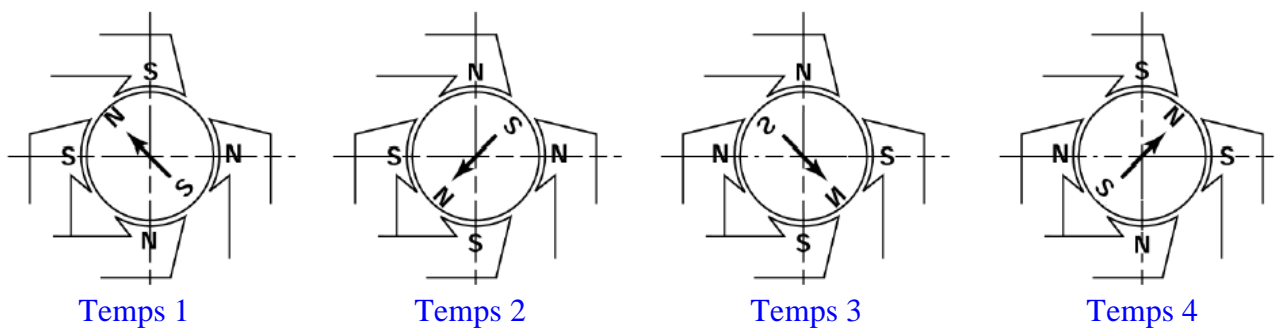


On utilise ce mode à faible vitesse, et pour un couple faible.

b) Le mode 2 en pas entiers :

Pour un moteur unipolaire, on alimente successivement deux demi-enroulements.

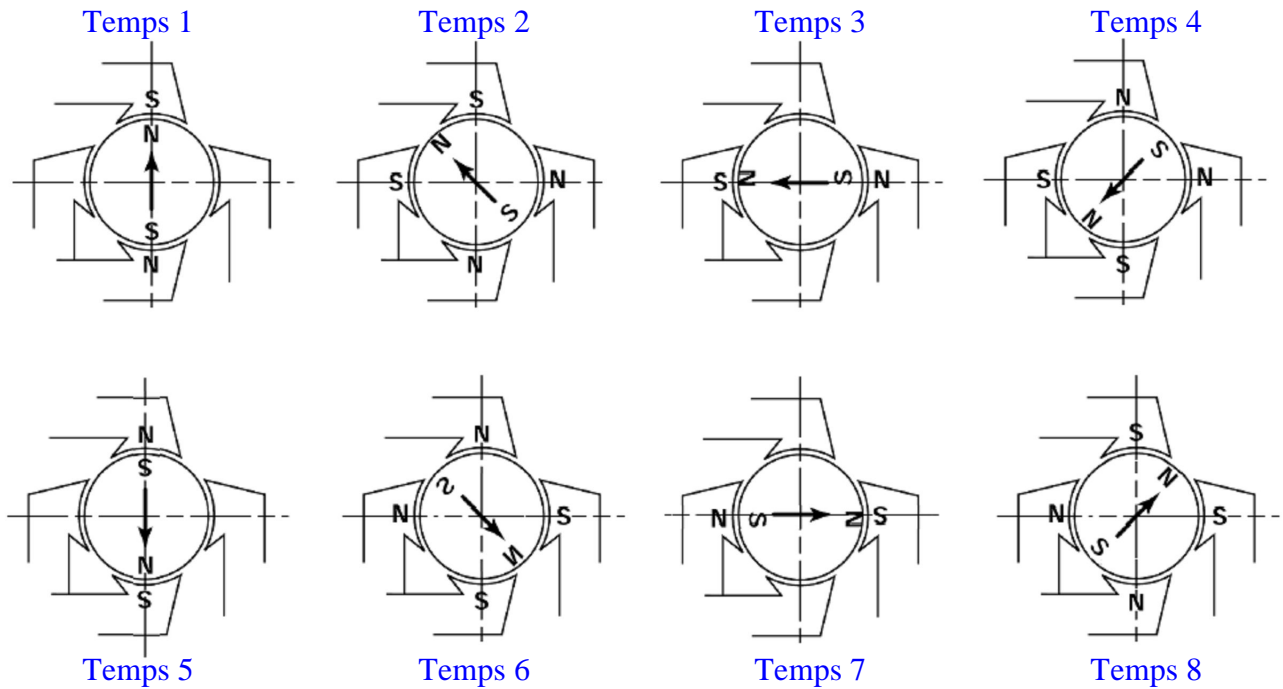
Pour un moteur bipolaire, on alimente deux enroulements.



On utilise ce mode à forte vitesse, et pour un couple important.

c) Le mode en demi-pas :

En associant le mode 1 et le mode 2, on obtient un mode en demi-pas, cela permet de doubler la résolution du moteur.



On utilise ce mode à forte précision, et pour un couple faible.

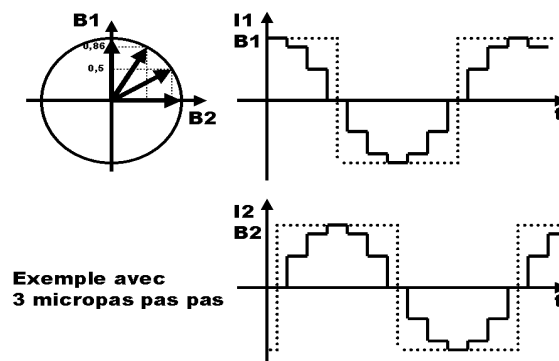
d) Fonctionnement en micro-pas :

Ce mode est surtout utilisé lors de déplacements de haute précision dans les machines à commande numériques pour des déplacements qui ont besoin d'être synchronisés. Il s'agit de commander les bobines en faisant varier les tensions de commande aux bornes de chaque bobine de façon à supprimer les saccades dues aux pas. Néanmoins, il est impossible d'arrêter le moteur entre deux demi-pas.

Pour ce fonctionnement, le circuit de puissance génère des courants variables dans les bobines durant chaque séquence. Le champ résultant est la composition des champs créés par les 2 bobines.

En faisant varier par échelon le courant dans les bobines, on crée un champ résultant qui semble glisser d'un pas à un autre.

La grandeur des pas est réduite. Les circuits pour micro-pas divisent les pas moteur jusqu'à 500 fois. Les courants dans les 2 bobines ressemblent à 2 courants alternatifs décalés de 90°.



5*). Les circuits intégrés disponibles :

Circuits disponibles SAA1027, LM297, PBD3517

C). Exercices :

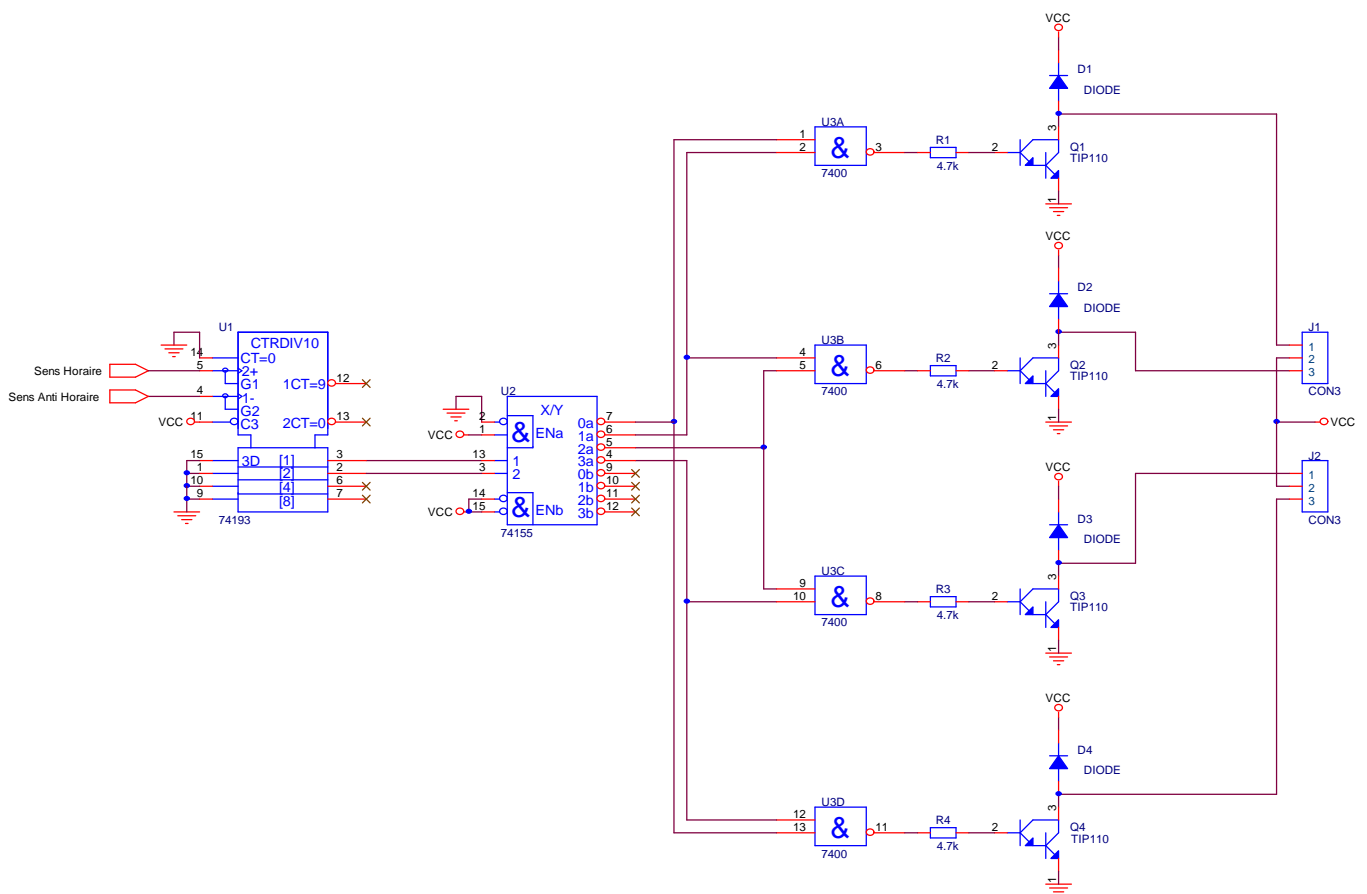
I). Le montage :

Fort de toutes ces notions concernant les moteurs pas-à-pas, nous allons passer à l'étude du montage.

Le système expliqué ici fonctionne en mode pas entier.

Comme montré sur le schéma ci-dessous, le système est constitué de 4 parties :

- Un compteur/décompteur
- Un multiplexeur
- Des portes NAND
- Des transistors qui pilotent les bobines du moteur



Schéma

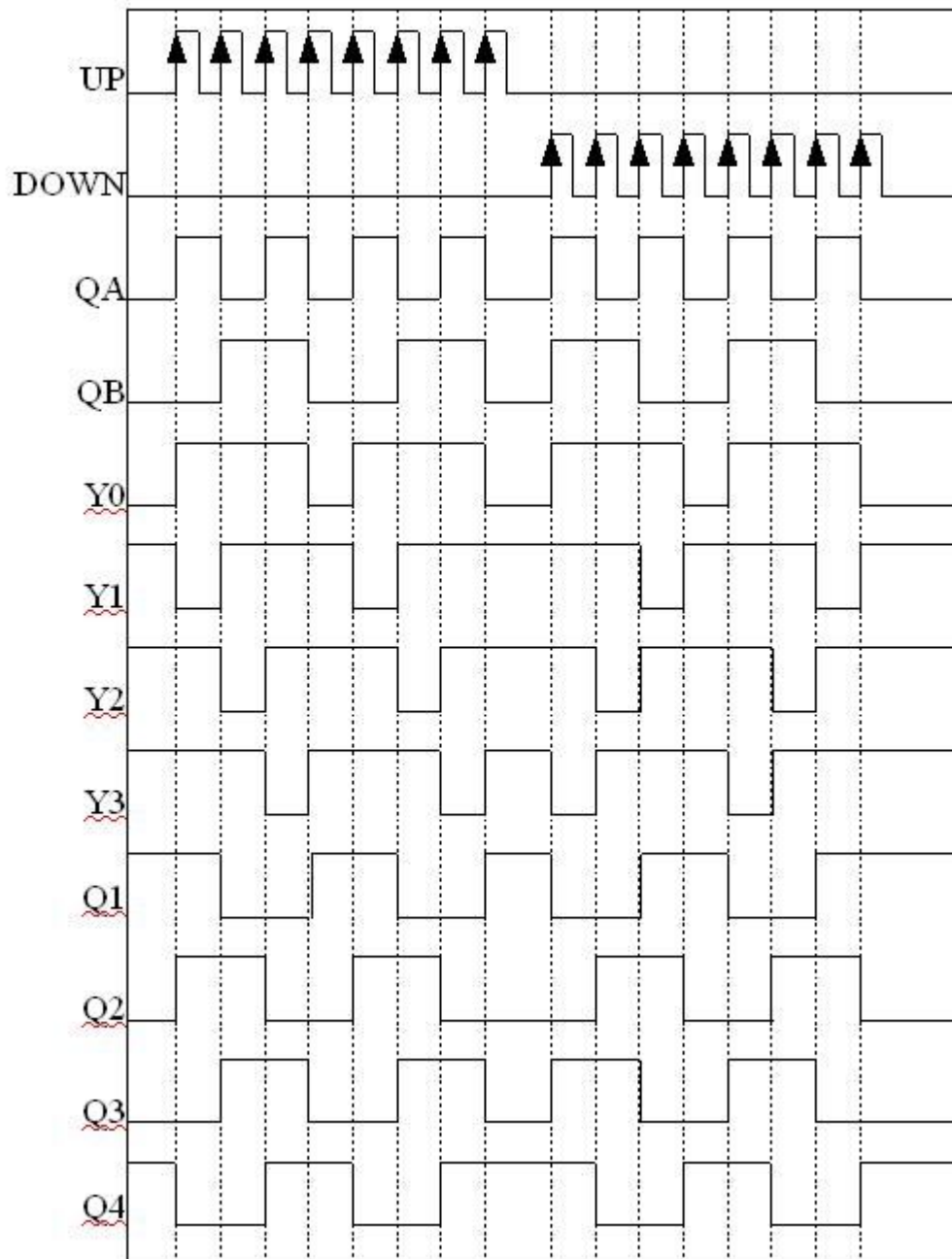
Contrôleur de moteur pas-à-pas sans circuit spécialisé

Le compteur/décompteur, selon l'entrée UP ou DOWN, compte ou décompte de 0 à 3 (ou de 3 à 0) en binaire sur 2 bits (les sorties QA et QB sur le chronogramme).

Le multiplexeur se sert des valeurs (états de QA et QB) que donne le compteur pour mettre à 0 l'une de ses 4 sorties. Chaque sortie sera mise à 0 successivement, les autres restant à 1 (sorties Y0, Y1, Y2 et Y3 sur le chronogramme).

Les portes NAND permettent de maintenir 2 sorties sur 4 à 1 tandis que les 2 autres sont à 0 et ceci dans un ordre bien précis (en quadrature sur les sorties Q1, Q2, Q3 et Q4).

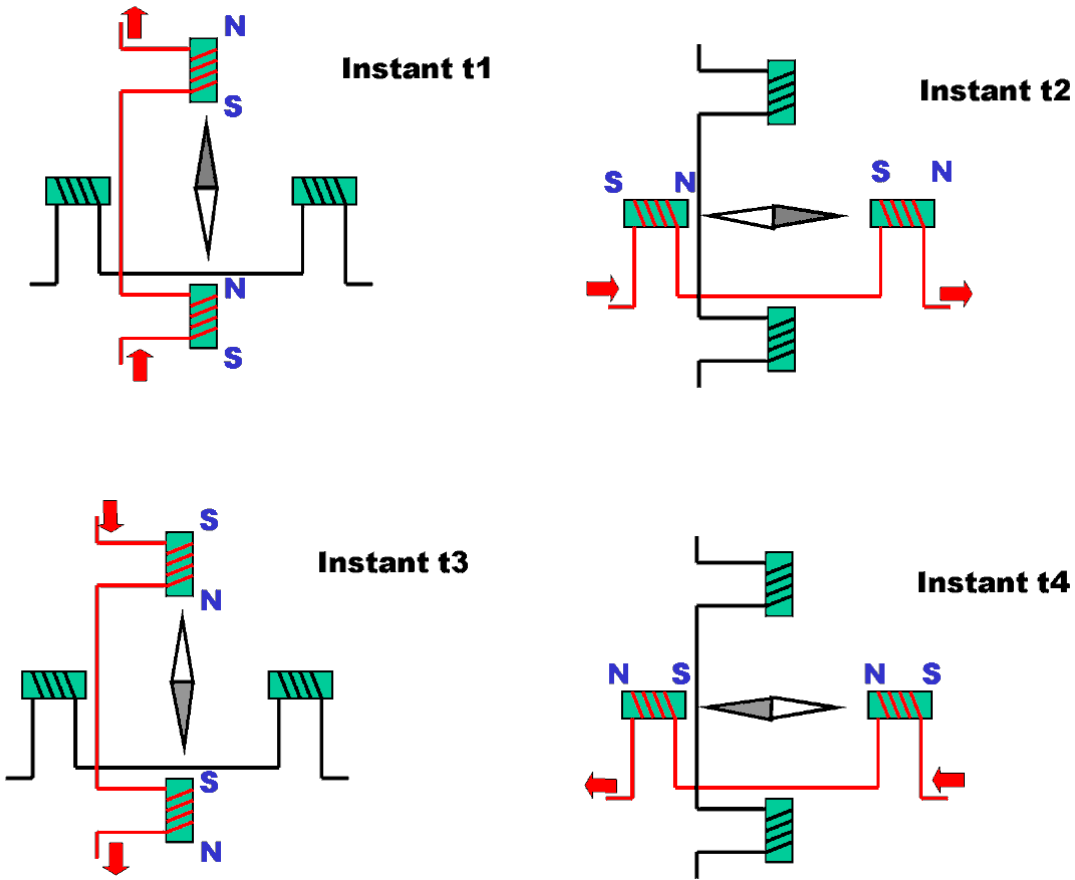
Les transistors sont directement pilotés par les portes NAND (via une résistance de 4k7) pour fournir un courant suffisant aux bobines du moteur pas-à-pas.



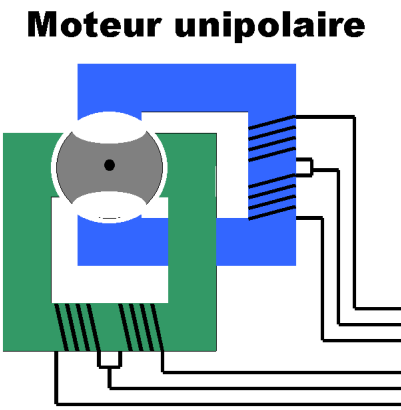
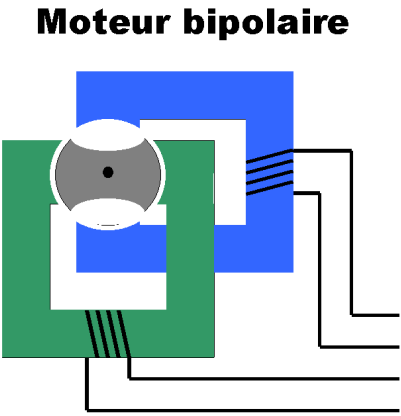
Chronogramme du montage

Moteur pas à pas

❖ Présentation d'un moteur de 4 pas par tour :

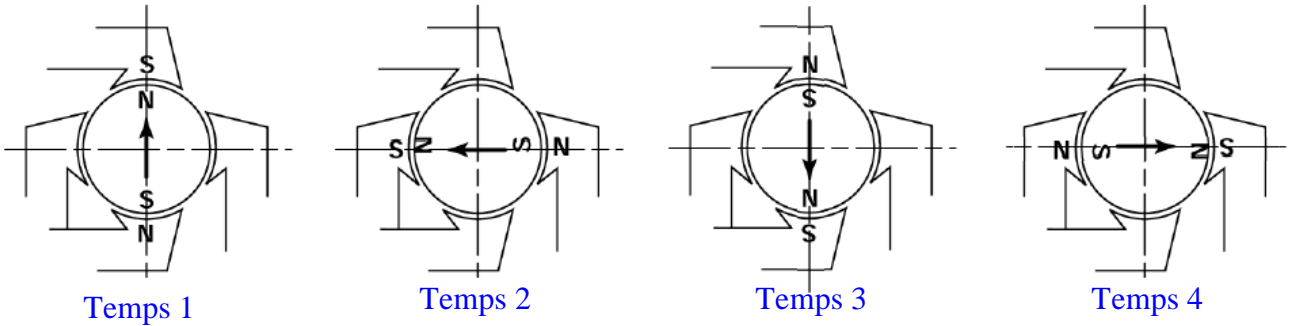


❖ Types d'un moteur pas à pas :

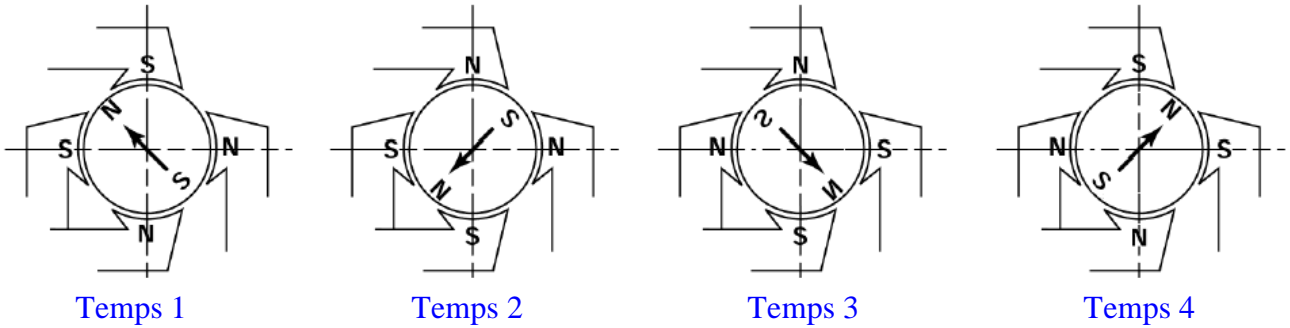


Mode de commande des Moteurs pas à pas

❖ Le mode 1 en pas entiers :



❖ Le mode 2 en pas entiers :



❖ Le mode en demi-pas :

