

## Résumé du cours

Un moteur pas à pas est un **actionneur** qui transforme une **information numérique** sous forme de train d'impulsions en un nombre équivalent de **pas angulaire** de caractère incrémental.

Différents types de moteurs pas à pas : Il existe trois types :

- moteurs à aimant permanent
- moteurs à réluctance variable
- moteurs hybrides

Moteurs à aimant permanent

Le rotor est un aimant permanent solidaire de l'axe du moteur et pouvant tourner entre les pôles du stator supportant les bobines (**phases**) du stator.

Les moteurs à aimant permanent se subdivisent en deux types :

Le moteur unipolaire ( $K_1 = 1$ )

C'est un moteur à deux phases statoriques avec point milieu. Chaque **demi-bobine** est appelée **phase**. Ce qui donne **quatre phases**.

Le moteur bipolaire ( $K_1 = 2$ )

C'est un moteur à **deux phases** statoriques sans point milieu.

Alimentation des phases du moteur pas à pas

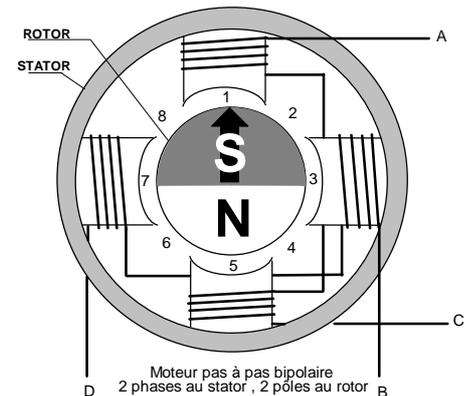
Mode 1 : On alimente les **phases séparément une à une**. ( $K_2 = 1$ )

Mode 2 : On alimente les **deux bobines en même temps**. Le flux résultant est suivant la bissectrice. ( $K_2 = 1$ )

Mode 1-2 : Dans ce mode, on alimente successivement **une bobine puis deux bobines** et ainsi de suite. ( $K_2=2$ )

Détermination du N<sup>bre</sup> de pas/tour :  $N^{bre} \text{ de pas/tour} = m \cdot p \cdot K_1 \cdot K_2$

- $m$  : nombre de phases au stator.
- $p$  : nombre de paires de pôles au rotor.



## Activité 16

## TD: Moteurs pas à pas

**EXERCICE 1 :** Un moteur pas à pas à aimant permanent ayant les caractéristiques suivantes : 4 phases au stator, deux pôles au rotor, il est bipolaire et sa commande est en mode 1. Calculer :

1) Le nombre de pas par tour  $N_p/tr$  :

.....

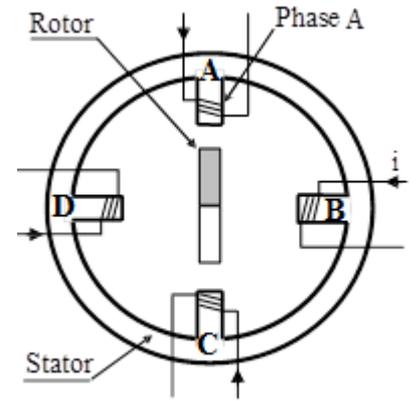
2) Déterminer l'angle d'un pas en degré puis en radian.

.....

**EXERCICE 2 :** Un moteur pas à pas à aimant permanent fait 4 pas dans le sens horaire.

1) Compléter le tableau suivant relatif à un tour du rotor dans le sens horaire pour une commande unipolaire ?

Phases alimentées	Position du rotor
A - B	1
	2
	3
	4



2) Indiquer le type de commutation du moteur mode1 ou mode2 ?

.....

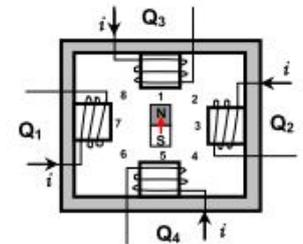
3) Déterminer le nombre de phases  $m$ , le nombre de paire de pôle du rotor et le nombre de pas par tour  $Np/t$  ?

$m = \dots\dots\dots$        $p = \dots\dots\dots$        $Np/t = \dots\dots\dots$

**EXERCICE 3 :** Soit le moteur pas à pas suivant.

1) Déterminer le nombre de phases  $m$  et le nombre de paire de pôle du rotor  $p$

$m = \dots\dots\dots$        $p = \dots\dots\dots$



2) Compléter le tableau suivant :

Phases excitées				Position
Q1	Q2	Q3	Q4	
0	0	1	0	1
				2
				3
				4
				5
				6
				7
				8

3) Quel est le type de la commutation : mode1, mode2 ou mode 1-2

.....

4°) Déterminer le nombre de pas par tour ( $Np/t$ )

$Np/t = \dots\dots\dots$

**EXERCICE 4 :** Un moteur pas à pas à aimant permanent ayant les caractéristiques suivantes :

Stator : 8 phases ; Rotor : 24 pôles ; Commutation : mode1 ; Pas angulaire :  $3^\circ,75$ .

1°/ Calculer le nombre de pas par tour :  $Np/tr =$

2°/ Déterminer le type de moteur (unipolaire ou bipolaire) avec justification.

.....

3°/ Déterminer le nombre de pas  $Np$  à effectuer pour que le rotor tourne de  $375^\circ$ .

.....

4°/ Sachant que le moteur effectue **100 pas/s**.

4-1 Déterminer la fréquence  $f$  du signal d'horloge du circuit de commande du moteur pas à pas.

.....

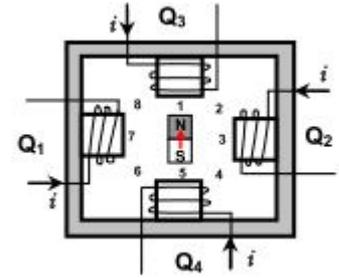
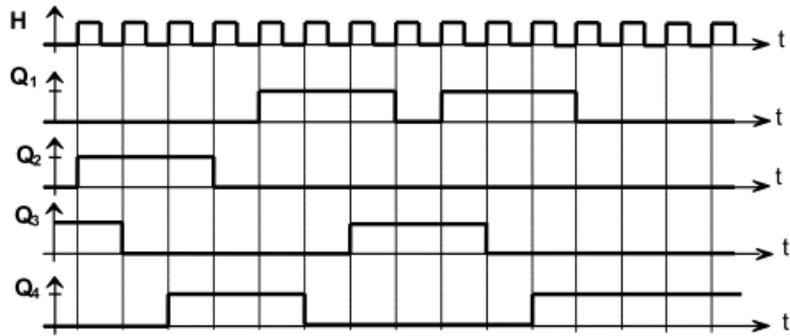
4-2 Calculer le temps  $t$  en (s) mis pour que le rotor décrive un angle de  $3000^\circ$ .

.....

4-3 Calculer la vitesse  $n$  du moteur en **tr/min**.

.....

**EXERCICE 5 :** Le fonctionnement d'un moteur pas à pas à aimant permanent, représenté par le schéma ci-contre, est décrit par les chronogrammes ci-dessous :



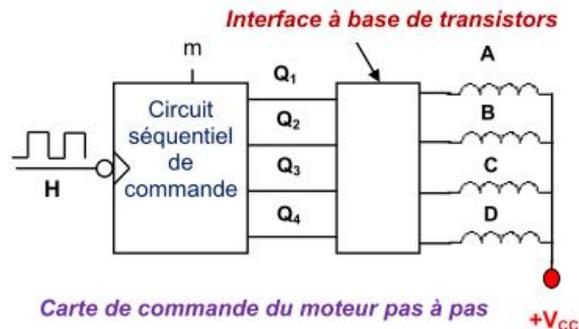
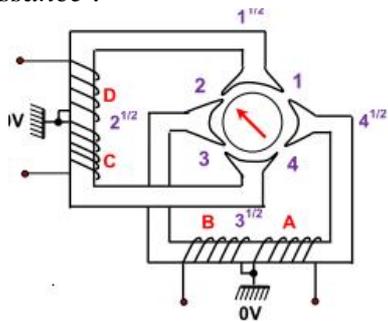
A partir du schéma et des chronogrammes déterminer :

- 1- Le nombre de phases : .....
- 2- Le mode d'alimentation : .....
- 3- Le type de commutation : .....
- 4- Le pas angulaire : .....
- 5- Les positions prises par le rotor : (1), .....
- 6- En déduire le mouvement réalisé par le moteur : .....

**Activité 17**

**Exercices : Moteurs pas à pas**

**EXERCICE 6 :** Un moteur pas à pas à aimant permanent est commandé par un circuit séquentiel muni d'un étage de puissance :



À la position initiale les deux phases A et D sont alimentées.

- 1) Déterminer le nombre de phases :
- 2) Compléter le tableau de commutation du moteur pas à pas représenté ci-dessous :

$m = 0$  Sens 1 : Alimentation unipolaire, mode 1 et sens horaire.

	D	C	B	A	Position du rotor	Phases excitées
Position initial	1	0	0	1	2	B-D
1 <sup>ère</sup> impulsion						
2 <sup>ème</sup> impulsion						
3 <sup>ème</sup> impulsion						
4 <sup>ème</sup> impulsion						

- 4) Ecrire l'expression donnant le nombre de pas par tour ( $N_p/t$ ) en fonction du nombre de phases, du nombre de paires de pôles et des coefficients  $K1$  et  $K2$ .
- 5) Donner en justifiant la valeur de  $K1$ .
- 6) Donner en justifiant la valeur de  $K2$ .
- 7) En déduire le nombre de pas par tour ( $N_p/t$ ).
- 8) En déduire le pas angulaire en degré et en radian.
- 9) Sachant que la fréquence d'horloge vaut 10 Hz, calculer le temps nécessaire pour que le moteur fait 10 tours.
- 10) Compléter le tableau de commutation du moteur pas à pas représentés ci-dessous :

*Si  $m=1$  Sens2 : Alimentation unipolaire, mode 1-2 et sens antihoraire.*

	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<i>Position du rotor</i>	<i>Phases excitées</i>
<i>Position initial</i>	1	0	0	1	2	B-D
<i>1<sup>ère</sup> impulsion</i>						
<i>2<sup>ème</sup> impulsion</i>						
<i>3<sup>ème</sup> impulsion</i>						
<i>4<sup>ème</sup> impulsion</i>						
<i>5<sup>ème</sup> impulsion</i>						
<i>6<sup>ème</sup> impulsion</i>						
<i>7<sup>ème</sup> impulsion</i>						
<i>8<sup>ème</sup> impulsion</i>						

11) Donner en justifiant la valeur de  $K1$ .

12) Donner en justifiant la valeur de  $K2$ .

13) En déduire le nombre de pas par tour ( $Np/t$ ).

14) En déduire le pas angulaire en Degré

15) Sachant que la fréquence d'horloge vaut 2 Hz, calculer le temps nécessaire pour que le moteur fait 20 tours.

16) Compléter le schéma de l'interface à base de transistors

