

PRESENTATION SUR LES MOTEURS PAS A PAS

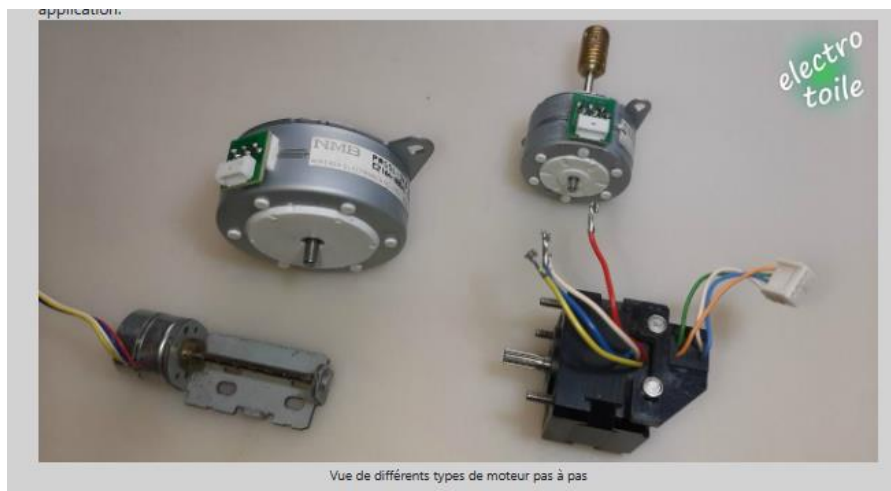
SAMAH HADDAD & BASSOLE CEDRIC & SLITI RANIA

ETUDE DE CAS : MOTEUR UNIPOLAIRE

Principe du moteur pas à pas

Le moteur pas à pas fait parti des nombreuses technologies de moteur existantes. Il existe de nombreux types de moteurs car les applications dans lesquelles on les utilise sont à chaque fois différente : type d'alimentation, besoin d'une vitesse élevée, variation de vitesse, nécessité de couple ou de précision, etc. Chaque technologie de moteur présente ses **avantages** et ses **inconvénients**, il est donc nécessaire de déterminer un moteur adapté à son application.

Il existe différents types de moteur pas à pas : à **aimant permanent**, à **réluctance variable** et **l'hybride**. Dans chacun de ces types de moteurs pas à pas le principe de global de fonctionnement est le même, pour faire tourner le moteur on doit créer un champ magnétique dans les bobines du stator, ainsi on peut faire tourner le rotor en déplaçant le champ magnétique en alternant les bobines alimentées.



Exemple de moteur pas à pas

Les deux schémas de principe ci-dessous présentent un moteur pas à pas unipolaire et un moteur pas à pas bipolaire, les deux à aimant permanent.



I.ETUDES DU MOTEUR PAS A PAS UNIPOLAIRE.

Alimentation

Le bon composant serait un bon transistor. À cela il faudrait ensuite rajouter une diode de roue libre pour ne pas l'abîmer lors des phases de roue libre (tout cela multiplié par 4 puisqu'on a 4 bobines). Plutôt que de s'embêter à câbler tout ça, je vous propose l'intervention d'un nouveau composant : le ULN2003A. Ce dernier regroupe les transistors pour faire passer la puissance et aussi la diode. Il est très simple à câbler

puisqu'il faut simplement amener l'alimentation et les broches de commandes. Chacune de ces dernières possède respectivement une sortie où la tension sera celle de l'alimentation. Voici une illustration de ce câblage :

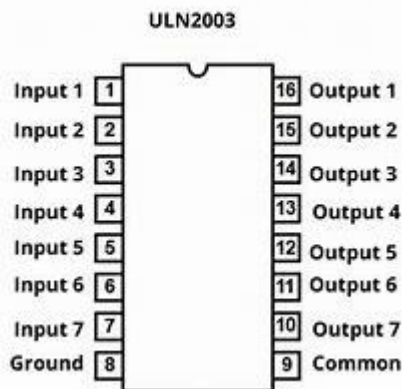
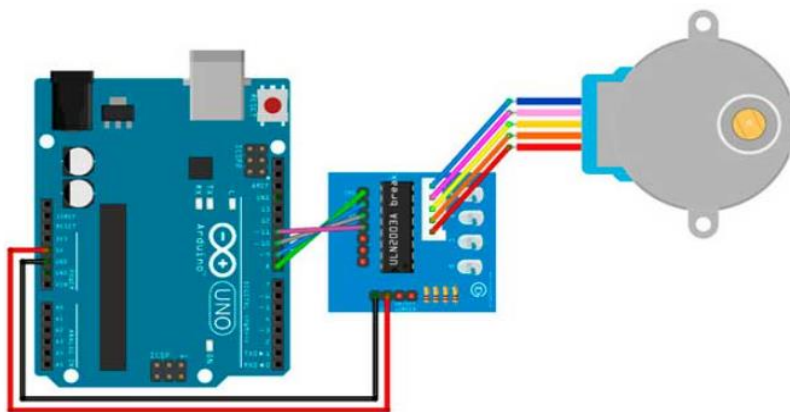


Schéma de Montage sur Tinkercad

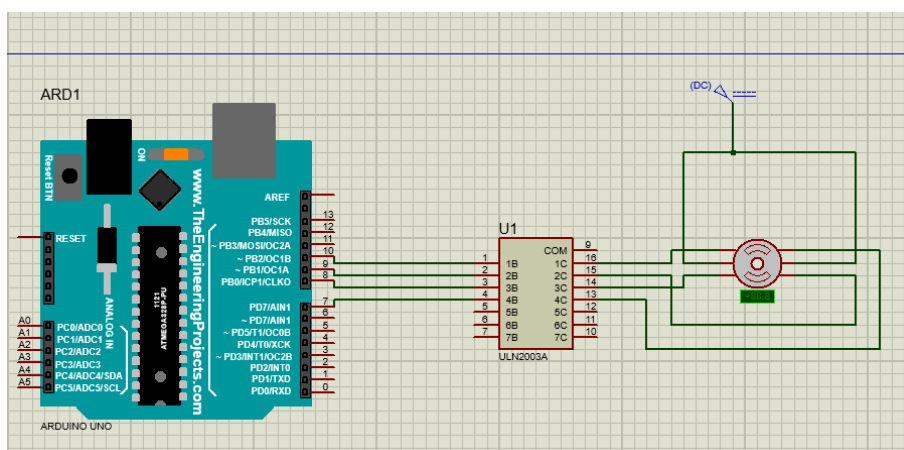


Connexion du moteur 28BYJ-48 et module UNL2003 à Arduino

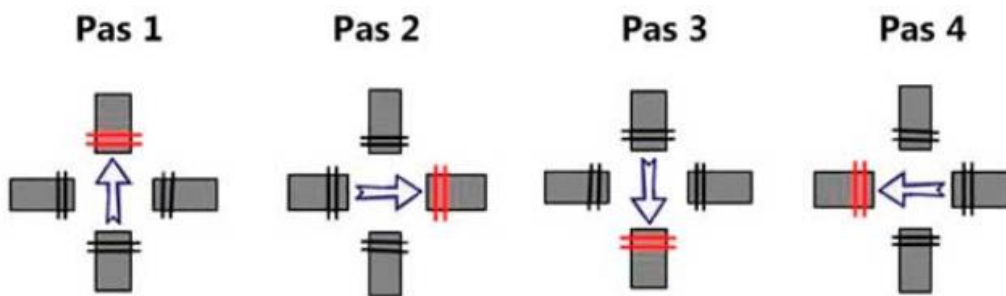
Les pins IN1, IN2, IN3, et IN4 se connectent aux quatre sorties digitales d'Arduino.

- Pin 8 -> IN1
- Pin 9 -> IN2
- Pin 10 -> IN3
- Pin 11 -> IN4

Nous pouvons programmer le moteur pas à pas de deux façons : manuelle ou bien avec la bibliothèque Stepper (elle nous permet de contrôler des moteurs pas à pas unipolaires et bipolaires).



❖ Programmation du moteur unipolaire pas complet simple(monophasé).



Séquence du moteur pas à pas unipolaire

Regardant ce schéma on voit que le moteur est représenté avec quatre bobines, la flèche nous indique comment pivote le rotor. Dans le pas 1 on fait passer le courant par la bobine A, dans le pas 2 le courant passe par la bobine B, générant un champ magnétique et provoquant la rotation du rotor 90° en sens horaire.

En somme, un cycle exige 4 pas, un tour complet du rotor exige 8 cycles et un tour complet de l'axe extérieur demande 64 tours du rotor, c'est pour cette raison qu'on nécessite 2048 pas pour une révolution (tour) du moteur.

N° de pas pour un tour complet = $4 \times 8 \times 64 = 2048$

C'est la commande la plus simple du moteur pas à pas unipolaire, elle permet de consommer moins car une seule bobine est alimentée à la fois, mais le couple moteur est moins important.

Séquence pas à pas Unipolaire

Pas	A	B	C	D
pas 1	1	0	0	0
pas 2	0	1	0	0
pas 3	0	0	1	0
pas 4	0	0	0	1

Ci-dessous le programme Arduino pour un pas complet monophasé :

```

int pas [4][4] = {
  {1, 0, 0, 0},
  {0, 1, 0, 0},
  {0, 0, 1, 0},
  {0, 0, 0, 1}
}

void setup(){
  // tous les pins se configurent comme sorties
  pinMode(IN1, OUTPUT);
  pinMode(IN2, OUTPUT);
  pinMode(IN3, OUTPUT);
  pinMode(IN4, OUTPUT);
}

void loop(){
  // 512*4 = 2048 pas
  for (int i = 0; i < 512; i++){
    // boucle repasse le array ligne à ligne
    for (int s = 0; s < 4; s++){
      // valeurs que nous allons appliquer
      digitalWrite(IN1, pas[s][0]);
      digitalWrite(IN2, pas[s][1]);
      digitalWrite(IN3, pas[s][2]);
      digitalWrite(IN4, pas[s][3]);
      delay(temps);
    }
  }
  // pause de 5 secondes
}

```

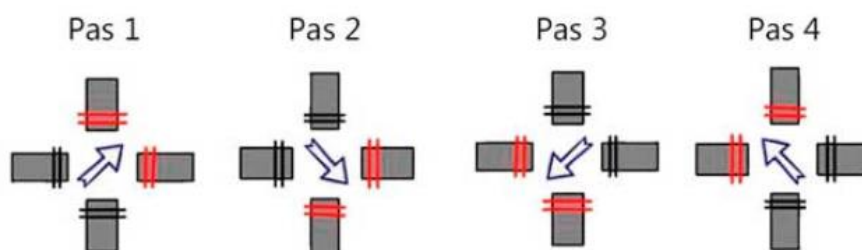
❖ Programmation du moteur unipolaire pas complet (biphasé).

C'est la recommandée par le fabricant puisqu'elle permet un maximum de force.

Si nous observons le pas 1, le courant passe par les bobines A et B à la fois de façon que la flèche du rotor se situe entre les deux bobines. De cette manière pour compléter un cycle il faut 4 pas, un tour complet du rotor a besoin de 8 cycles, et le tour complet de l'axe extérieur exige 64 tours. Exactement comme le modèle antérieur.

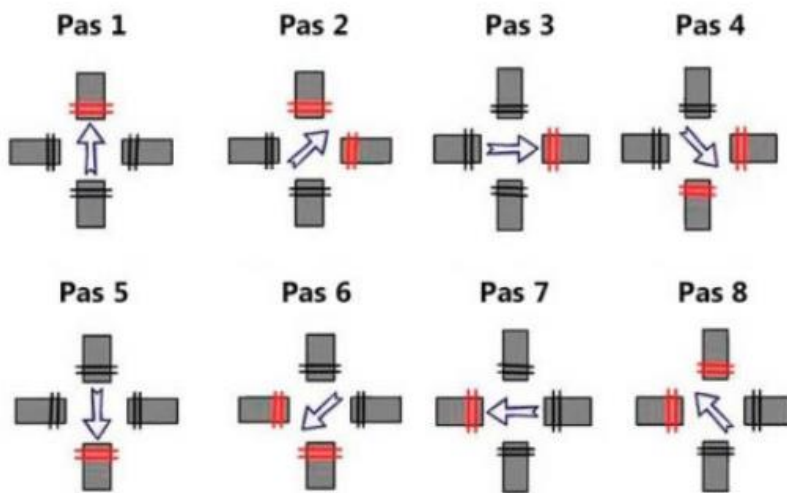
Séquence pas à pas unipolaire avec deux bobines

Pas	A	B	C	D
Pas 1	1	1	0	0
Pas 2	0	1	1	0
Pas 3	0	0	1	1
Pas 4	1	0	0	1



Séquence pas à pas unipolaire avec 2 bobines

❖ Programmation du moteur unipolaire à mi- pas.



Séquence pas à pas avec deux bobines, mi-pas.

Ce code permet que le moteur tourne dans un angle plus petit gagnant une majeure précision.

Séquence pas à pas avec deux bobines, mi-pas

Pas	A	B	C	D
Pas 1	1	0	0	0
Pas 2	1	1	0	0
Pas 3	0	1	0	0
Pas 4	0	1	1	0
Pas 5	0	0	1	0
Pas 6	0	0	1	1
Pas 7	0	0	0	1
Pas 8	1	0	0	1

Dans ce cas, nous avons 8 pas pour compléter un cycle. Cela permet au rotor de tourner dans un angle mineur mais augmentant la précision. Dans le pas 1 uniquement s'active la bobine A, tandis que dans le pas 2 on active la bobine A et B provoquant un pivotement de 45°.

Ici, un cycle demande 8 pas, le tour complet du rotor exige 8 cycles, et un tour complet de l'axe extérieur a besoin de 64 tours. Pour un tour complet du moteur sont nécessaires : $8 \times 8 \times 64 = 4096$ pas pour une révolution.

Conclusion

Très utilisé en robotique, dans les imprimantes classiques ou les imprimantes 3D, disque dur, le moteur pas à pas offre une grande précision de mouvement. Nous avons effectué cette étude afin de comprendre le principe de fonctionnement du moteur pas à pas. En effet ils existent plusieurs types de moteur pas a pas. Il est nécessaire d'utiliser des circuits de commande afin de garantir la précision et un contrôle efficace lors de leurs utilisations. Les transistors du ULN2003, le bipont en H du L297 ou le L298 ou L293D en fonction du type de moteur que l'on désire utiliser.