



Contrôle d'un moteur pas à pas

ACTIVITÉ 1 : Moteur pas à pas unipolaire

Un moteur pas à pas unipolaire est constitué d'un stator (partie fixe du moteur) équipé de deux bobines et d'un rotor constitué d'un aimant permanent. Le rotor tourne autour de son axe de rotation. En effet, à chaque impulsion du signal de commande correspond au niveau du rotor un déplacement angulaire élémentaire bien défini appelé « pas ».

Partie 1 : Détermination du déplacement angulaire élémentaire de l'axe du bloc moteur

DOCUMENT 1 : caractéristique du moteur 28BYJ-48

- Tension d'alimentation : 5V
- Moteur pas à pas à 4 phases (4 fils d'alimentation de la bobine et un fil de masse)
- Nombre de pas par tour : 32
- Réduction avec système d'engrenages internes : 1/64

1. Calculer l'angle de rotation de l'axe du moteur lorsque celui tourne d'un pas.

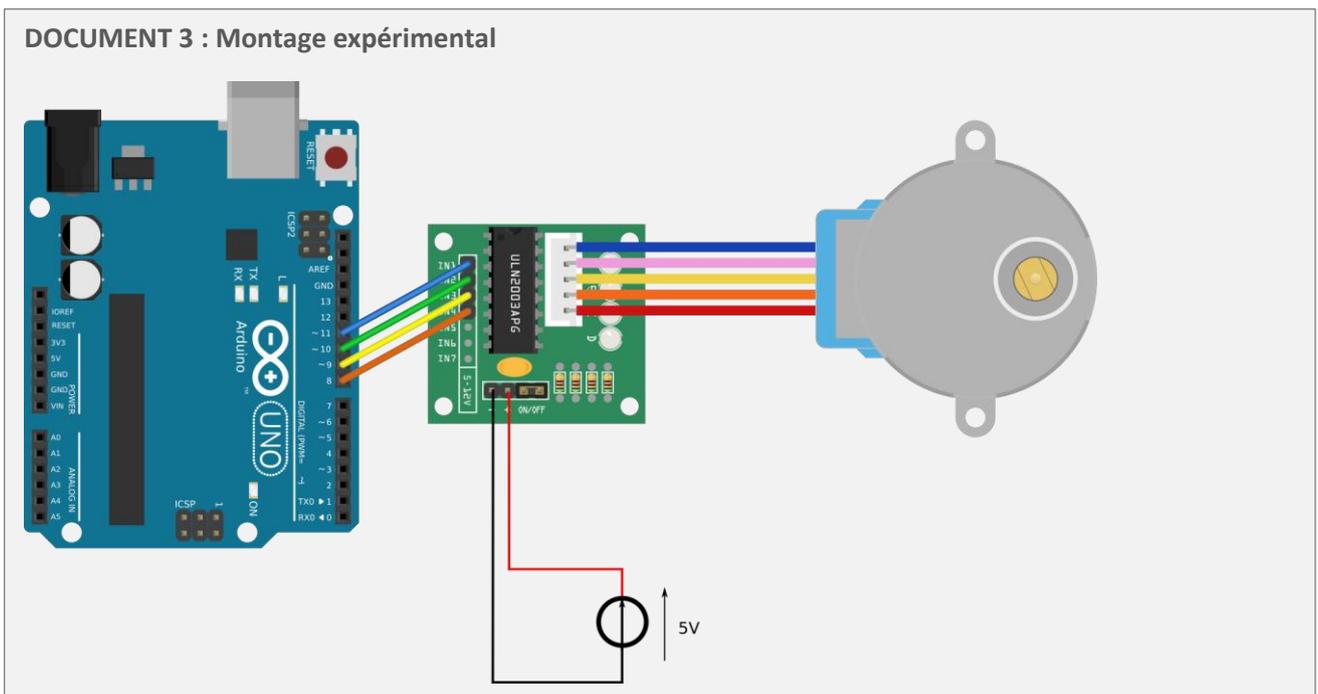
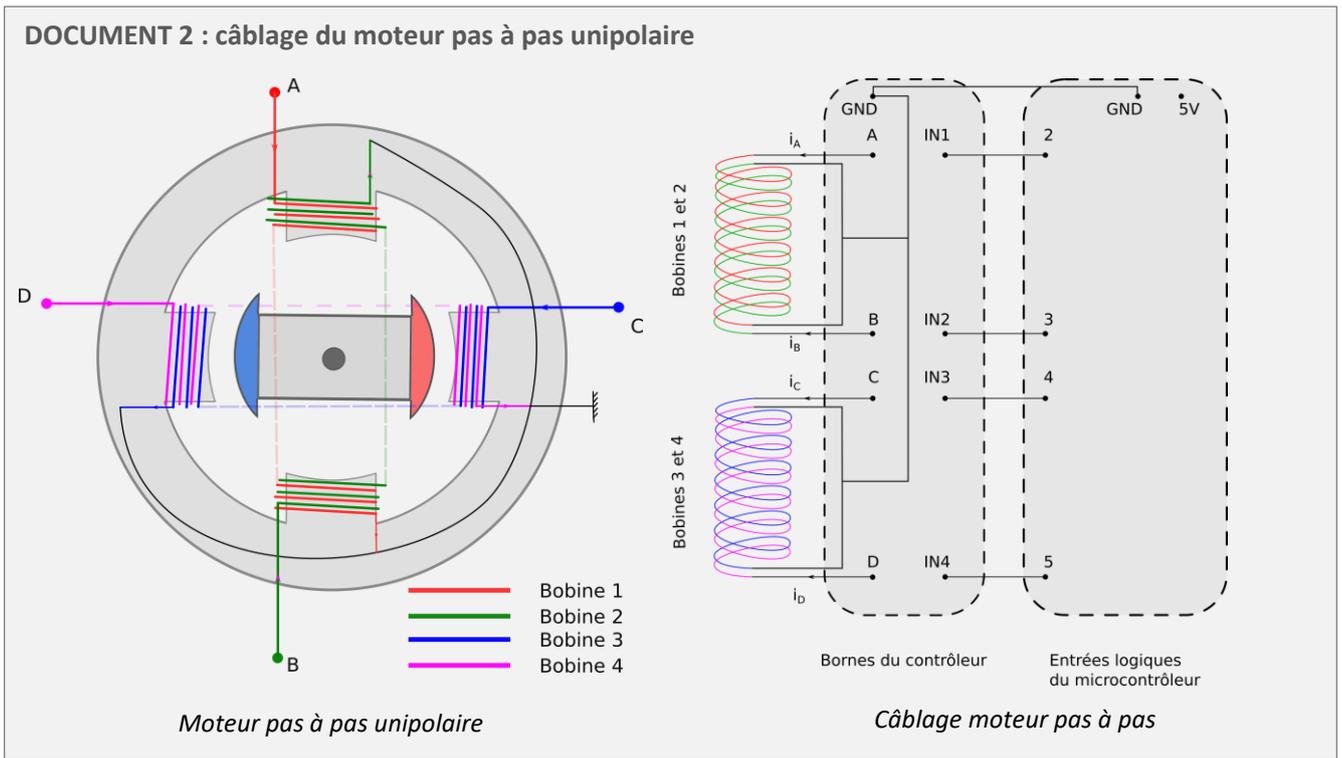
Un réducteur, constitué d'engrenages, permet d'entraîner un deuxième axe de rotation, appelé **axe de sortie** (c'est l'axe apparent du bloc moteur) dont l'angle de rotation est divisé par le facteur de réduction.

1. Déterminer à l'aide du **DOCUMENT 2**, l'angle de rotation de l'axe de sortie lorsque le moteur tourne d'un pas.
2. En déduire le nombre de pas effectués en un tour par l'axe de sortie.

Partie 2 : Commande du moteur pas à pas

Le moteur fonctionne grâce à quatre bobines qui sont enroulées autour des 4 pôles d'un stator (partie fixe du moteur pas à pas) et d'un rotor (partie mobile) constitué d'un aimant permanent tournant autour de son axe de rotation (**DOCUMENT 3**).

Les bobines sont alimentées tour à tour, par un courant électrique, grâce au contrôleur du moteur. La commande d'établissement du courant est réalisée grâce à un microcontrôleur (Document 4).



Le tableau du **DOCUMENT 5** indique la relation entre l'état du courant électrique dans les quatre bobines et les différents états des sorties logiques du microcontrôleur.

**DOCUMENT 4 : établissement du courant dans les bobines et états des sorties logiques**

Etat logique \ Sortie logique	HIGH	LOW
11	$I_A > 0$	$I_A = 0$
10	$I_B > 0$	$I_B = 0$
9	$I_C > 0$	$I_C = 0$
8	$I_D > 0$	$I_D = 0$

Lorsque le moteur tourne, il effectue plusieurs séquences de 4 pas successifs.

Pour que le moteur puisse effectuer une séquence de 4 pas successifs, le courant s'établit dans chaque bobine dans un ordre bien déterminé.

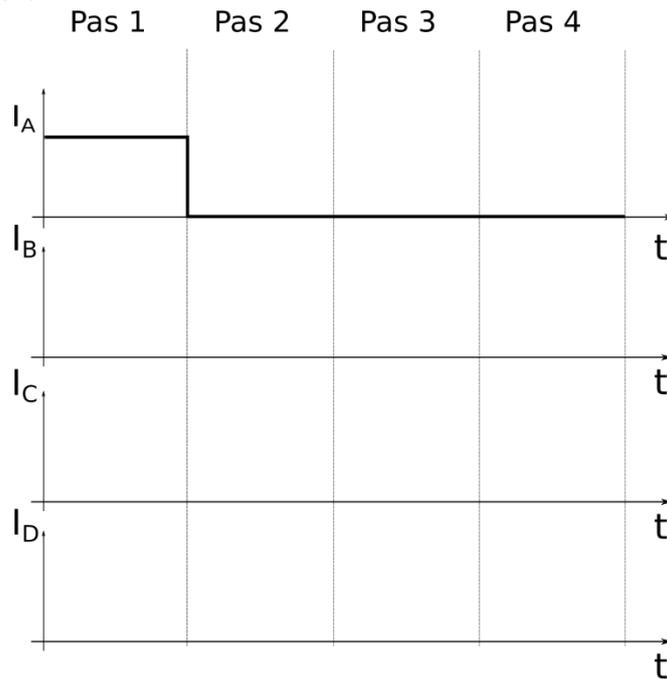
3. Repérer dans le programme suivant la séquence des 4 pas successifs.

```
1 int in1 = 11;
2 int in2 = 10;
3 int in3 = 9;
4 int in4 = 8;
5 int compteur = 0;
6 const int pause = 29.3;
7
8 void setup() {
9   Serial.begin(9600);
10  pinMode(in1, OUTPUT);
11  pinMode(in2, OUTPUT);
12  pinMode(in3, OUTPUT);
13  pinMode(in4, OUTPUT);
14  delay(1000);
15 }
16
17 void loop() {
18
19   if ( compteur >= 2048 )
20   {
21     digitalWrite( in1, LOW );
22     digitalWrite( in2, LOW );
23     digitalWrite( in3, LOW );
24     digitalWrite( in4, LOW );
25   }
26
27   {
28     digitalWrite( in1, HIGH );
29     digitalWrite( in2, LOW );
30     digitalWrite( in3, LOW );
31     digitalWrite( in4, LOW );
32     delay(pause);
33
34     digitalWrite( in1, LOW );
35     digitalWrite( in2, HIGH );
36     digitalWrite( in3, LOW );
37     digitalWrite( in4, LOW );
38     delay(pause);
39
40     digitalWrite( in1, LOW );
41     digitalWrite( in2, LOW );
42     digitalWrite( in3, HIGH );
43     digitalWrite( in4, LOW );
44     delay(pause);
45
46     digitalWrite( in1, LOW );
47     digitalWrite( in2, LOW );
48     digitalWrite( in3, LOW );
49     digitalWrite( in4, HIGH );
50     delay(pause);
51
52     compteur = compteur +4;
53     Serial.print("pas = ");
54     Serial.println(compteur);
55   }
56 }
```

Programme du microcontrôleur



4. Compléter le chronogramme suivant qui caractérise l'établissement du courant dans les bobines selon le programme précédent.



Chronogramme à compléter

5. Modifier le programme « moteur_pas_a_pas_unipolaire » pour que le moteur effectue 24 pas successifs.
6. Réaliser le câblage du moteur, du contrôleur et du microcontrôleur à l'aide du **DOCUMENT 4**.
7. Brancher le microcontrôleur à l'ordinateur et effectuer une réinitialisation de la carte.
8. Mettre l'alimentation du contrôleur de moteur sous tension et régler la tension à une valeur de 5 V.
9. Téléverser le programme du microcontrôleur et observer le sens de déplacement du moteur.
10. Modifier le programme pour que l'axe de sortie effectue 1 tour complet.

Partie 3 : Contrôle de la vitesse de rotation de l'axe de sortie et du sens de rotation

11. Repérer les lignes de commande du programme qui permettent de contrôler la vitesse de rotation de l'axe de sortie.
12. Proposer une stratégie pour que l'axe de sortie du microcontrôleur effectue un tour complet en 60 secondes.
13. Modifier le programme pour qu'il réalise l'opération demandée.
14. Téléverser le programme et vérifier si le tour est réalisé en 60 secondes.
15. Construire le chronogramme pour que la rotation du moteur s'effectue dans le sens inverse.
16. Modifier le programme et tester le pour vérifier le nouveau sens de rotation.