

Μάθημα: Ρομποτική: Έλεγχος Βηματικού κινητήρα με Joystick

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

Το φύλλο έργου στηρίχτηκε σε πληροφορίες

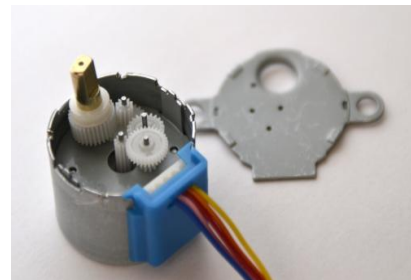
1. από την ηλεκτρονική διεύθυνση: <https://circuitdigest.com/tutorial/what-is-stepper-motor-and-how-it-works>
2. από την ηλεκτρονική διεύθυνση: <https://roboindia.com/tutorials/arduino-servo-control-with-joystick/>
3. από την ηλεκτρονική διεύθυνση: <https://components101.com/motors/28byj-48-stepper-motor>
4. από την ηλεκτρονική διεύθυνση του 1ου ΕΠΑΛ ΣΥΚΕΩΝ και την εφαρμογή «Έλεγχος Βηματικού Κινητήρα»
<http://1epal-sykeon.thess.sch.gr/Lessons/ArduinoLabVewStepperMotorBYJ48.pdf>

Στόχοι:

- α) κατανόηση της λειτουργίας του Βηματικού Κινητήρα **28-BYJ48**
- β) σύνδεση του Βηματικού Κινητήρα **28-BYJ48** με τον οδηγό ULN2003 και το Arduino
- γ) κατανόηση της λειτουργίας Joystick και σύνδεση με το Arduino

Τα Υλικά που θα χρειαστούμε:

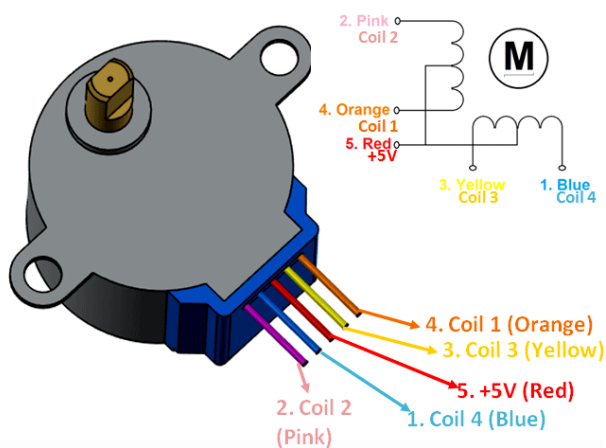
1. Πλακέτα Arduino UNO,
2. Βηματικό Κινητήρα 28-BYJ48
3. Οδηγό Βηματικού κινητήρα ULN2003
4. Joystick Module
5. Ράστερ (Breadboard)
6. Καλώδια



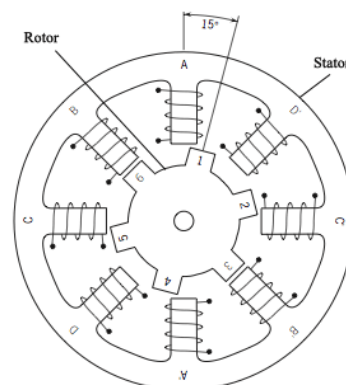
Τι πρέπει να γνωρίζουμε:

Αναλυτικές οδηγίες για τη λειτουργία του βηματικού κινητήρα 28-BYJ48 μπορούμε να βρούμε στην εφαρμογή «Έλεγχος Βηματικού Κινητήρα» από την ηλεκτρονική διεύθυνση του 1ου ΕΠΑΛ ΣΥΚΕΩΝ. Εμείς εδώ θα αρκεστούμε στη περιγραφή του τρόπου οδήγησης του κινητήρα από τον οδηγό ULN2003 με τον οποίο συνοδεύεται.

Ο κινητήρας 28-BYJ48 είναι μονοπολικός (4 φάσεις) και συνδέεται με τον οδηγό του (ULN2003) με 5 καλώδια τα οποία τροφοδοτούν 2 ζεύγη πηνίων (πορτοκαλί-ροζ), (κίτρινο-μπλε). Το κόκκινο καλώδιο (+5V) συνδέεται στη μεσαία λήψη του κάθε ζεύγους.

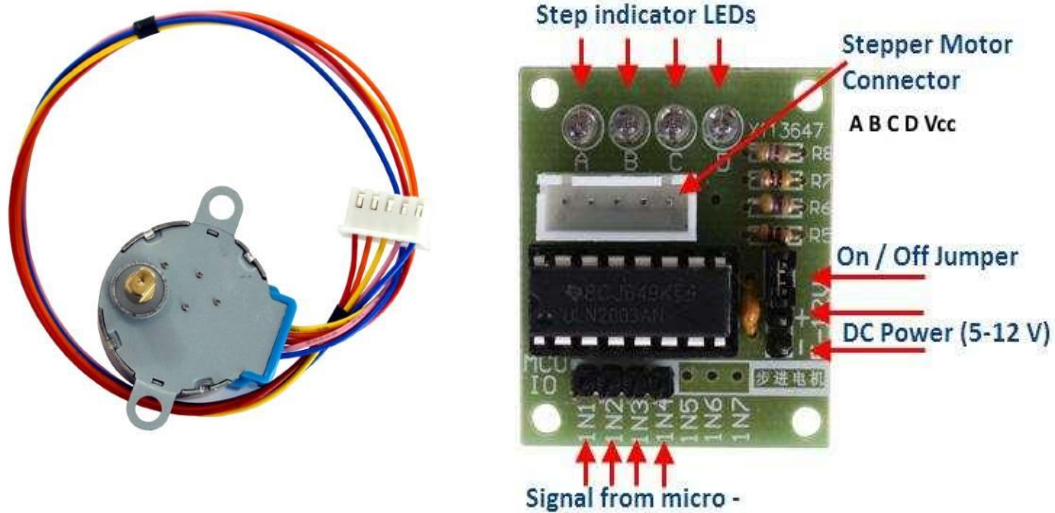


Εικ. 1



Ο άξονας του κινητήρα δεν περιστρέφεται συνεχώς αλλά περιστρέφεται κατά μία γωνία κάθε φορά που δέχεται ένα παλμό. Ο κεντρικός άξονας έχει μια σειρά από μαγνήτες προσαρμοσμένους πάνω του ενώ ο ρότορας του κινητήρα αποτελείται από 2 ζεύγη πηνίων όπως αναφέραμε προηγουμένως (Εικ.1). Στα πηνία διοχετεύουμε διαδοχικά παλμούς και τα μαγνητικά πεδία που δημιουργούνται απωθούν ή έλκουν τους μαγνήτες του άξονα με αποτέλεσμα τη περιστροφή του κινητήρα προς τη μία ή την άλλη κατεύθυνση. Με αυτό τον τρόπο λοιπόν μπορούμε να ελέγξουμε τη φορά περιστροφής του κινητήρα ή την ταχύτητα της περιστροφής ανάλογα με τη συχνότητα του παλμού.

Ο οδηγός ULN2003 αποτελείται από τέσσερα NPN τρανζίστορ σε συνδεσμολογία κοινού εκπομπού (γέφυρα Darlington) ικανά να δώσουν 500 mA στην έξοδο, ενισχύοντας το σήμα ελέγχου από τις ψηφιακές εξόδους του Arduino.



Ο κινητήρας μπορεί να οδηγηθεί με πολλούς τρόπους επειδή κάθε ζεύγος πηνίων μπορεί να διεγερθεί με πολλές διαφορετικές μεθόδους. Εμείς εδώ θα χρησιμοποιήσουμε την μέθοδο **Two Phase - on stepping** που είναι υποκατηγορία της πλήρης λειτουργίας βημάτων (Full Step Mode).

Στη πλήρη λειτουργία βημάτων μπορούμε να επιτύχουμε πλήρη περιστροφή 360° με ελάχιστο αριθμό βημάτων. Εδώ όμως, όπως δηλώνει και το όνομα, κάθε φορά ενεργοποιούνται δύο πηνία και για αυτό έχουμε καλύτερη ροπή και ταχύτητα σε σύγκριση με την ενεργοποίηση ενός πηνίου σε κάθε βήμα.

Ο πίνακας που ακολουθεί δείχνει την ακολουθία βηματοδότησης για τον βηματικό κινητήρα 28-BYJ48.

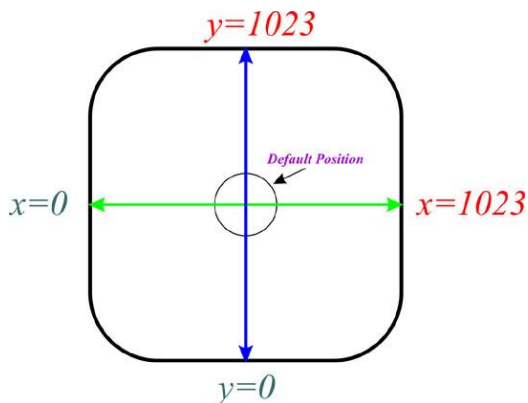
Βήμα	Φάση 1 (IN1)	Φάση 2 (IN2)	Φάση 3 (IN3)	Φάση 4 (IN4)	Κίνηση
1	1	0	0	1	CW (Δεξιόστροφη)
2	1	1	0	0	
3	0	1	1	0	
4	0	0	1	1	

Για αντιστροφή της κίνησης θα χρησιμοποιήσουμε την εξής ακολουθία:

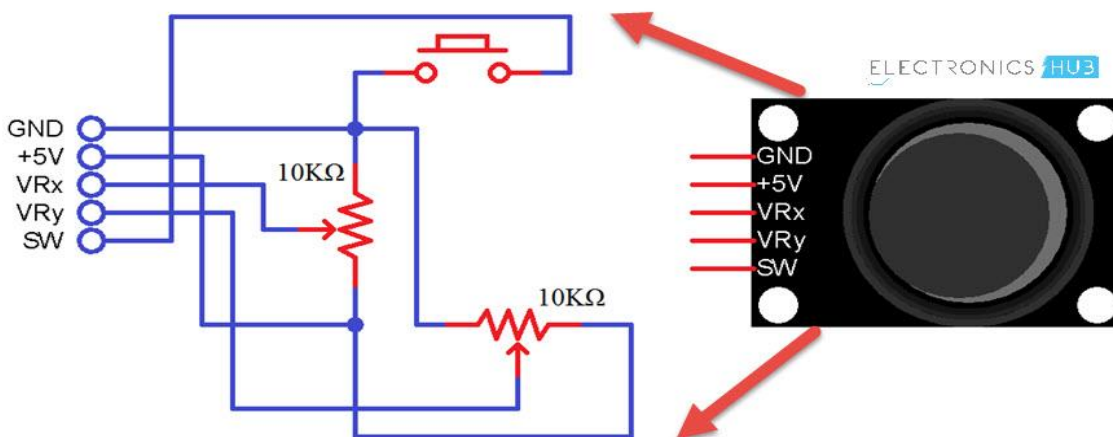
Βήμα	Φάση 1 (IN1)	Φάση 2 (IN2)	Φάση 3 (IN3)	Φάση 4 (IN4)	Κίνηση
1	1	0	0	1	CCW (Αριστερόστροφη)
2	0	0	1	1	
3	0	1	1	0	
4	1	1	0	0	

Λειτουργία του Joystick

Ένα χειριστήριο (**Joystick**) είναι μια συσκευή εισόδου που αποτελείται από ένα μοχλό, ο οποίος μπορεί να κινηθεί σε διάφορες κατευθύνσεις στους άξονες X και Y. Επειδή το joystick είναι αναλογικό, θα χρειαστούμε δύο αναλογικές εισόδους στον μικροελεγκτή, για να προσδιορίσουμε τα X και Y. Αυτές οι τιμές X και Y χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση της θέσης του μοχλού. Οι τιμές είναι από 0 έως 1023. Όταν ο μοχλός παραμείνει ανέπαφος, ο μοχλός παραμένει στη μέση του άξονα X και Y και εμφανίζει τιμή $X=508$ και $Y=536$.

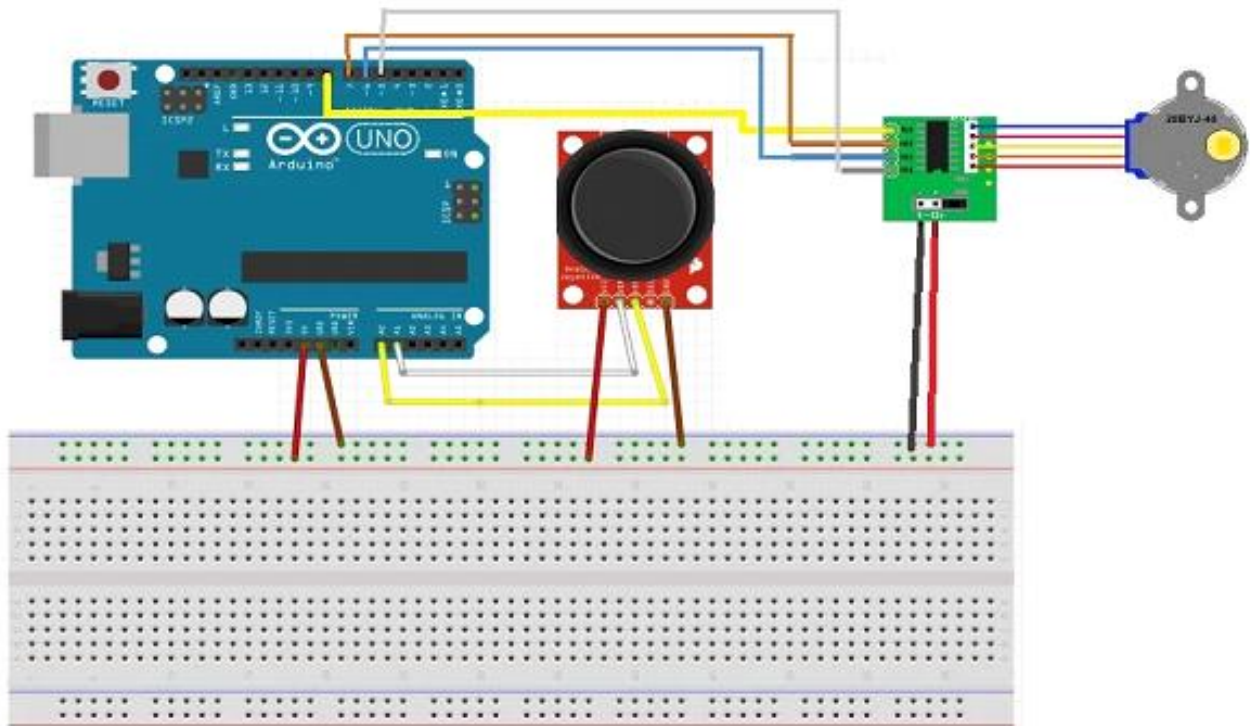


Ένα Αναλογικό Χειριστήριο αποτελείται συνήθως από 2 Ποτενσιόμετρα (ένα για κάθε άξονα) και με βάση τη θέση αυτών των ποτενσιόμετρων, δίνεται η είσοδος (σε έναν μικροελεγκτή, για παράδειγμα). Για την αλλαγή της θέσης των ποτενσιόμετρων χρησιμοποιείται ένας μοχλός ή μια προεξοχή. Επιπλέον υπάρχει ένας διακόπτης ο οποίος μπορεί να ενεργοποιηθεί πιέζοντας το μοχλό προς τα κάτω.



Κύκλωμα εφαρμογής:

Η εφαρμογή που έχουμε αναπτύξει θα ελέγχει το βηματικό κινητήρα με τη βοήθεια του joystick με τον εξής τρόπο: Για δεξιόστροφη κίνηση θα μετακινούμε το μοχλό δεξιά ή επάνω, ενώ για αριστερόστροφη κίνηση θα μετακινούμε το μοχλό αριστερά ή κάτω. Αυτό επιτυγχάνεται με την ανάγνωση των θέσεων X και Y του Joystick από τις αναλογικές εισόδους του μικροελεγκτή και στη συνέχεια με την ενεργοποίηση της κατάλληλης ακολουθίας στον οδηγό ULN2003 από τις ψηφιακές εξόδους του μικροελεγκτή.



Κώδικας προγράμματος στη Wiring C

```
/* Το πρόγραμμα ελέγχει τη φορά περιστροφής του βηματικού κινητήρα 28-BYJ48 με τη μέθοδο FULL STEP MODE (Two Phase-on stepping) */
```

```
/* Δήλωση των ψηφιακών ακροδεκτών οδήγησης των σημάτων του οδηγού ULN2003 */
```

```
int IN1 = 8;  
int IN2 = 7;  
int IN3 = 6;  
int IN4 = 5;
```

```
/* Δήλωση μεταβλητών που θα αποθηκεύουν τις τιμές X και Y του Joystick */
```

```
int x;  
int y;
```

```
/* Δήλωση των ψηφιακών ακροδεκτών του Arduino ως έξοδοι και των αναλογικών ακροδεκτών ως είσοδοι */
```

```
void setup() {  
  pinMode(IN1, OUTPUT);  
  pinMode(IN2, OUTPUT);  
  pinMode(IN3, OUTPUT);
```

```

pinMode(IN4, OUTPUT);
pinMode(A0, INPUT);
pinMode(A1, INPUT);
}

void loop() {
/* Ανάγνωση των τιμών θέσης X και Y του Joystick και αποθήκευση αυτών στις μεταβλητές x και y */
x = analogRead(A0);
y = analogRead(A1);

/* Έλεγχος των τιμών θέσης X και Y του Joystick και αν αυτές βρίσκονται αριστερά και κάτω του άξονα
XY τότε ενεργοποίηση της κατάλληλης ακολουθίας σημάτων στον οδηγό ULN2003 από τις ψηφιακές
εξόδους του μικροελεγκτή για αριστερόστροφη κίνηση του βηματικού κινητήρα. */
if(x<500 || y<500)
{
digitalWrite(IN1, HIGH);
digitalWrite(IN2, LOW);
digitalWrite(IN3, LOW);
digitalWrite(IN4, HIGH);
delay(5);
digitalWrite(IN1, HIGH);
digitalWrite(IN2, HIGH);
digitalWrite(IN3, LOW);
digitalWrite(IN4, LOW);
delay(5);
digitalWrite(IN1, LOW);
digitalWrite(IN2, HIGH);
digitalWrite(IN3, HIGH);
digitalWrite(IN4, LOW);
delay(5);
digitalWrite(IN1, LOW);
digitalWrite(IN2, LOW);
digitalWrite(IN3, HIGH);
digitalWrite(IN4, HIGH);
delay(5);
}

/* Έλεγχος των τιμών θέσης X και Y του Joystick και αν αυτές βρίσκονται δεξιά και επάνω του άξονα
XY τότε ενεργοποίηση της κατάλληλης ακολουθίας σημάτων στον οδηγό ULN2003 από τις ψηφιακές
εξόδους του μικροελεγκτή για δεξιόστροφη κίνηση του βηματικού κινητήρα. */
else if(x>550 || y>550)
{
digitalWrite(IN1, HIGH);
digitalWrite(IN2, LOW);
digitalWrite(IN3, LOW);
digitalWrite(IN4, HIGH);
delay(5);
digitalWrite(IN1, LOW);
digitalWrite(IN2, LOW);
digitalWrite(IN3, HIGH);
digitalWrite(IN4, HIGH);
delay(5);
digitalWrite(IN1, LOW);
}
}

```

```
digitalWrite(IN2, HIGH);
digitalWrite(IN3, HIGH);
digitalWrite(IN4, LOW);
delay(5);
digitalWrite(IN1, HIGH);
digitalWrite(IN2, HIGH);
digitalWrite(IN3, LOW);
digitalWrite(IN4, LOW);
delay(5);
}
```

```
/* Έλεγχος των τιμών θέσης X και Y του Joystick και αν αυτές βρίσκονται στην αρχική θέση του μοχλού
(στο κέντρο του άξονα XY) τότε ενεργοποίηση της κατάλληλης ακολουθίας σημάτων στον οδηγό
ULN2003 από τις ψηφιακές εξόδους του μικροελεγκτή για σταμάτημα του βηματικού κινητήρα. */
else if((x > 500 && x < 550) || (y > 500 && y < 550))
{
digitalWrite(IN1, LOW);
digitalWrite(IN2, LOW);
digitalWrite(IN3, LOW);
digitalWrite(IN4, LOW);
}
}
```