

## Lucrarea nr. 6

### Comanda motoarelor pas cu pas

#### Obiective:

- Comanda motoarelor pas cu pas bipolare folosind L298.
- Buton ON/OFF, reglare viteză de rotație folosind un potențiomtru, schimbarea sensului de rotație, numărător pași;
- Comanda motoarelor pas cu pas bipolare folosind A4988.

#### Hardware necesar:

- Arduino UNO R3,
- Display LCD i2c,20x4
- Driver Stepper, [L298](#), [A4988](#),
- Potențiomtru 10k,
- Push buton.
- Motor pas cu pas (stepper) NEMA 17 - <https://www.youtube.com/watch?v=VMwv4XFZ2L0>

#### 1. Teorie (preluat de la [1])

Ca orice motor, motoarele pas cu pas sunt formate din stator și rotor, *dar fără* perii. Câmpul electromagnetic *variabil* ce controlează deplasarea este format nu de comutarea bobinelor de către periile de pe rotor, ci de modul cum sunt aplicate impulsurile pe bobinele statorului. Rotorul motorului pas cu pas poate fi un magnet permanent, o reluctanță variabilă sau un mixt al celor două. Prin controlul câmpului dintre stator și rotor se poate obține o deplasare *într-un sens sau altul, extrem de precisă*. De aceea, motoarele pas cu pas sunt alimentate cu impulsuri de tensiune dreptunghiulare de curent apreciabil.

Sunt motoare pas cu pas al cărui pas este de  $0,9^\circ$ ;  $1,8^\circ$ ;  $3,6^\circ$ , etc. Raportat la cei  $360^\circ$  ai unui cerc, un pas de  $0,9^\circ$  presupune, la o rotație completă, executarea a 400 de pași individuali, controlați din logica de comandă a *impulsurilor* aplicate pe cele patru bobine.

În ceea ce privește pierderile de putere, în special prin efect termic, care la un motor pas cu pas (MPP) sunt importante, se fac următoarele observații; la viteze de deplasare mici (comandă la joasă frecvență) MPP dezvoltă la arborele său un cuplu foarte mare. Dacă sunt alimentate *cu surse de tensiune fixă (stabilizată)* la joasă frecvență nu apar probleme speciale; dacă însă frecvența de *control* crește (crește viteza de deplasare) cuplul scade chiar foarte mult ca urmare a impedanțelor mari ale bobinelor, efect manifestat la frecvențe ridicate. Sunt posibile trei moduri de alimentare, astfel:

- alimentarea bobinelor de la un "chopper" (sursă în comutație), cu tensiune foarte mare, astfel încât la viteze mari să crească factorul de umplere în comanda sursei;
- *alimentarea de la sursă de tensiune de valoare mare în serie cu un rezistor de balast* - rezistorul limitează curentul prin stator;
- alimentare de la o sursă de curent constant care va menține curentul prin bobine (aceiași, indiferent de viteză) – dacă viteza crește, crește și tensiunea corespunzător.

Utilizarea unei surse de curent (la frecvențe mari de comandă!) este cea mai indicată, ea menținând curentul constant prin bobine (deci cuplu constant), tensiunea putând lua orice valori funcție de cuplul solicitat de motor.

Motoarele pas cu pas sunt motoare alimentate în curent continuu, dar sunt diferite de cele normale, atât ca structură, alimentare cu tensiune și comandă. Pentru a efectua o rotație completă, un motor pas cu pas trebuie să execute un număr de pași de câteva grade fiecare. Pentru a putea comanda/ alimenta un motor pas cu pas trebuie să-i cunoaștem structura internă.

MPP sunt de mai multe feluri: rotative sau liniare, numărul înfășurărilor de comandă variind între unu și cinci. Din punct de vedere al construcției circuitului magnetic sunt trei tipuri principale:

- cu reluctanță variabilă (de tip reactiv);
- cu magnet permanent (de tip activ);
- **hibride**.

La ora actuală există două mari categorii de motoare pas cu pas, și anume:

- cu magnet permanent;
- cu reluctanță variabilă.

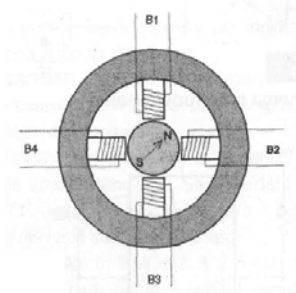


Figura 1: Structura de principiu a motorului pas cu pas cu magnet permanent.

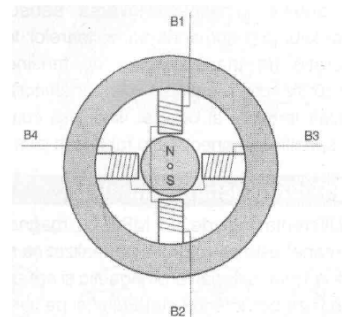


Figura 2: Structura unui motor pas cu pas bipolar.

Comanda se poate realiza în trei moduri diferite, și anume:

- comandă monofazată – se alimentează o singură fază la un moment dat, la care cuplul dezvoltat la arbore este mic. Succesiunea fazelor este următoarea: B1-B2 → B3-B4 → B2-B1 → B4-B3 → B1-B2 → ...
- comanda bifazată – în acest caz se alimentează două faze simultan, caz în care cuplul la arbore este mare. Succesiunea fazelor este următoarea: B1B2 - B3B4 → B2B1 - B3B4 → B2B1 - B4B3 → B1B2 - B4B3 → ...
- comanda semi-pas – este un mixt între comanda monofazată și cea bifazată, care în care numărul de pași se dublează, dar puterea dezvoltată este inegală pe o rotație completă. Succesiunea fazelor este următoarea: B1-B2 → B1B2 - B3B3 → B3-B4 → B2B1-B3B4 → B2-B1 → ...

În figura 3 se prezintă schematic rotația efectuată de rotor în cele trei moduri de comandă.

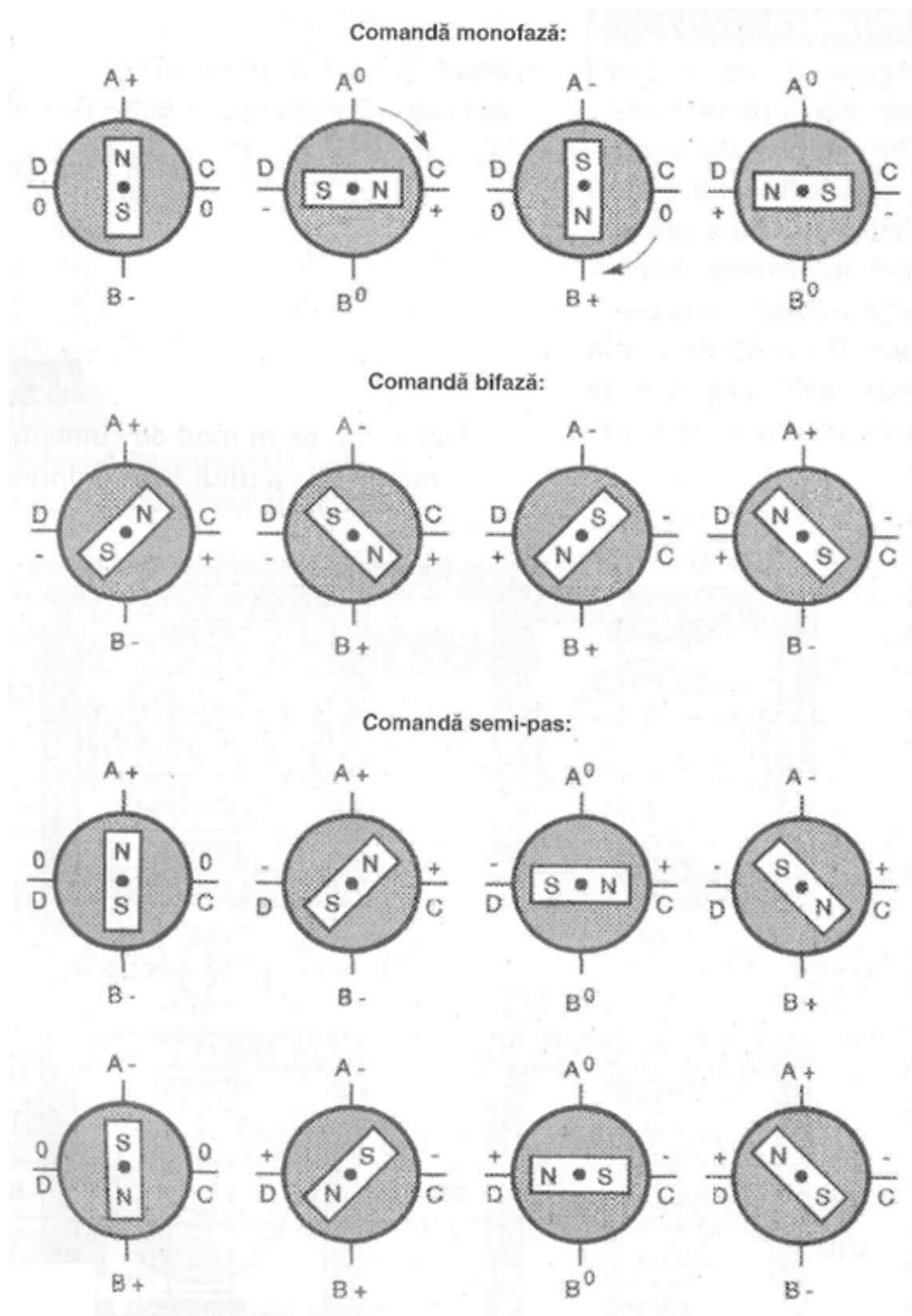


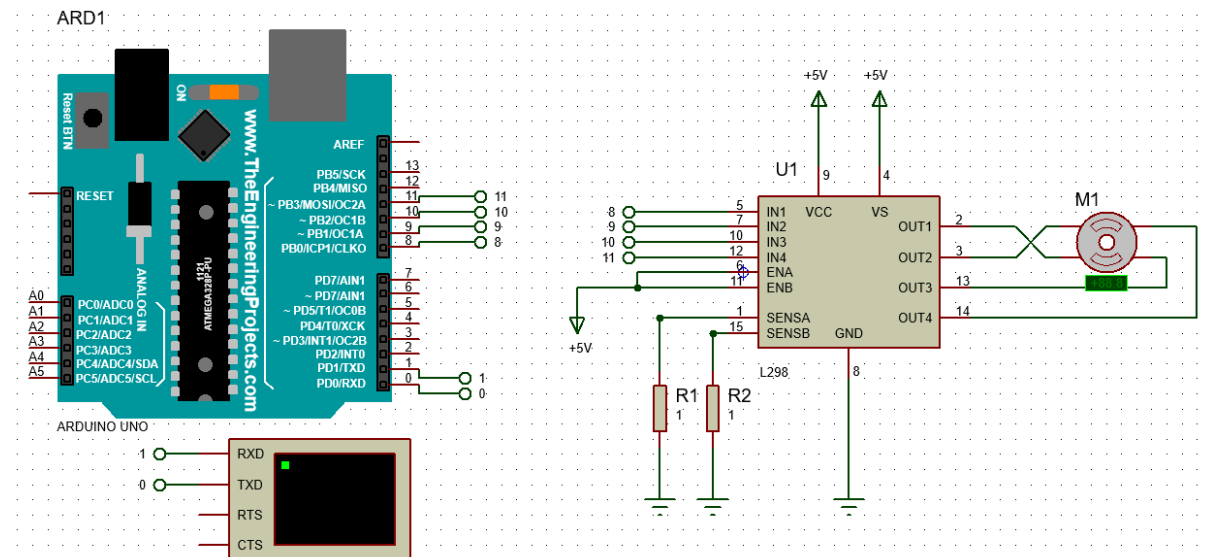
Figura 3: Explicarea funcționării motorului pas cu pas bipolar în modul de comandă monofază, bifază sau semi-pas.

## Mersul lucrării

### Pasul 1:

Realizați în Proteus, schema de mai jos (evident, cu Arduino Uno și un terminal). Scrieți codul aferent exemplului Stepper → stepper\_oneRevolution.

După cum observați, în figura de mai jos apare un model al Arduino UNO, model pentru care trebuie importată o bibliotecă, și anume cea de la [3]. Dacă nu reușiți, puteți folosi Arduino de la lucrările anterioare.



Motorul trebuie să facă o câte o rotație completă în fiecare sens.

OBS: Un MPP are 2 parametri foarte importanți: nr de pași pentru o rotație completă, care se traduce în unghi/pas și curentul absorbit.

Funcție de driver (nu și în cazul L298 montat ca în figura 4), MPP poate rula în

- full step (1/1) = 200 pași/rotație;
- half step (1/2) = 400 pași/rotație;
- 1/4 = 800 pași/rotație;
- 1/8 = 1600 pași/rotație;
- 1/16 = 3200 pași/rotație;
- 1/32 = 6400 pași/rotație.

Datele sunt pentru motoare cu 200 pași/Rotație, cum este li NEMA 17, NEMA 23, folosite la imprimantele 3D.

Driverul A4988 permite până la 1/16 și 2A curent de vârf, și este folosit de obicei la imprimantele 3D.

### Pasul 2: Adăugați la aplicație următoarele:

- un potențiomtru de 10k, conectat la A0, care să regleze viteza de rotație a motorului.
- Un alt potențiomtru, care să regleze nr de pași parcurși de motor la un ciclu;
- Două butoane, unul ON/OFF și altul care să schimbe sensul de rotație al motorului . (folosiți întreruperi, pinii 2 și 3 implicit la Arduino UNO. Pentru a utiliza alți pini trebuie instalată biblioteca PinChangeIntDebug, și astfel poate fi mărit nr de pini utilizați pentru întreruperi externe).

- ATENȚIE: dacă motorul are de executat un număr mare de pași, el îi va executa pe toți, chiar dacă se apasă butonul ON/OFF sau REVERSE.

### Pasul 3:

Realizați o altă simulare folosind driverul A4988. Urmărind canalul youtube:

<https://www.youtube.com/watch?v=u3vhezFu0zE>

Veți învăța să creați modulul A4988 așa cum este el în realitate, care poate fi simulat pe Proteus.

Dacă nu reușiți, căutați alte drivere ce pot conduce un motor pas cu pas bipolar, și realizați simularea pentru acesta (de ex. L293D).

Funcționarea motorului pas cu pas în Proteus poate fi urmărită folosind template-ul: ”Bipolar Stepper Motor”.

### Bibliografie:

1. revista Conex Club, februarie 2006
2. <https://projectiot123.com/2019/12/25/download-proteus-library-of-components/>
3. <https://projectiot123.com/2019/01/04/arduino-library-for-proteus-simulation/>
4. <https://www.snapeda.com/parts/A4988%20STEPPER%20MOTOR%20DRIVER%20CARRIER/Pololu/view-part/#>
5. <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/how-to-control-stepper-motor-with-a4988-driver-and-arduino/>
6. <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/how-to-control-stepper-motor-with-a4988-driver-and-arduino/>
7. <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/455036/ALLEGRO/A4988.html>

