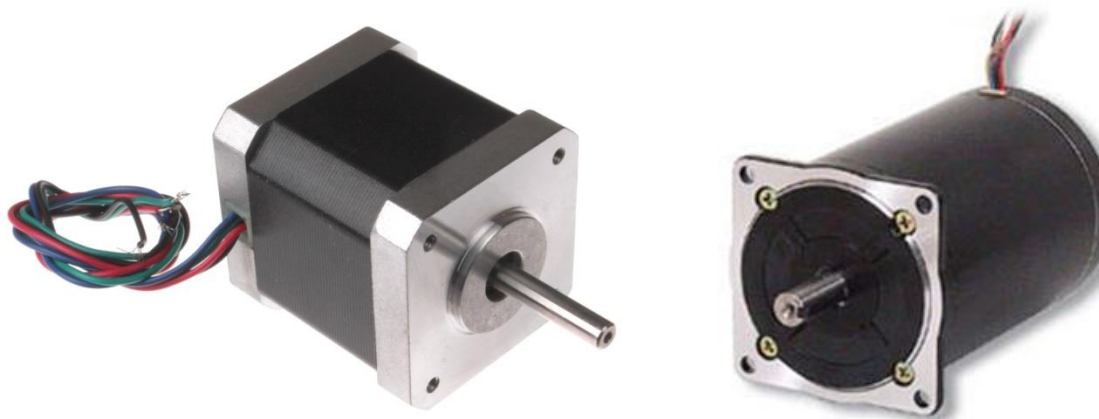


Koračni (step) motori

Elementi automatskih sistema

Motivacija

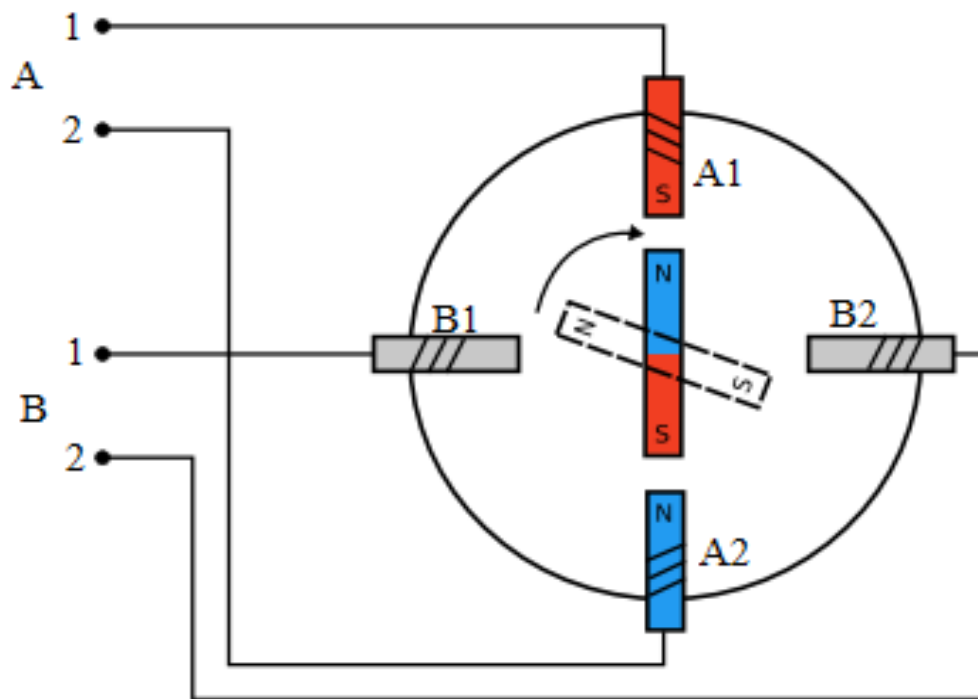
- Razvoj motora kojima se upravlja preko digitalnog računara
 - Nema složenih A/D i D/A konvertora
 - Digitalni izlazi računara se koriste za aktiviranje elemenata koji vrše uključivanje i isključivanje napajanja
- Rešenje



Slika 1: Izgled step motora

Princip rada step motora

- Zasniva se na činjenici da se različiti magnetni polovi privlače



Slika 2: Princip rada step motora

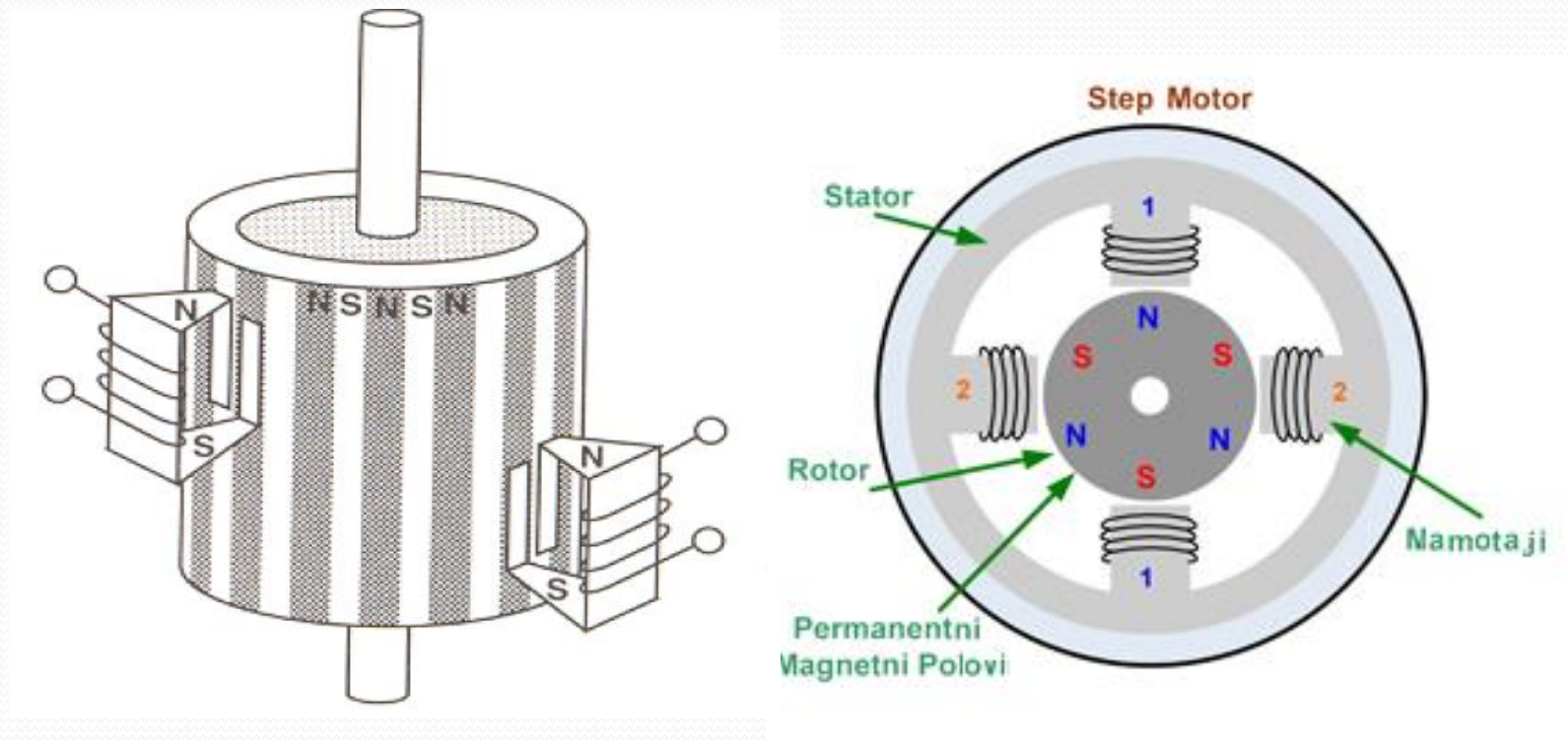
Tipovi step motora po principu gradnje rotora

- Step motori sa stalnim (permanentnim) magnetom
- Step motori sa promenljivom reluktansom
- Hibridni step motori

Step motori sa permanentnim magnetom

- Rotor je najčešće radijalni sa stalnim magnetom formiran tako da se magnetni polovi naizmenično semenjuju
- Višefazno izvedeni elektromagnetni stator se sastoji od više namotaja raspoređenih uniformno po unutrašnjoj strani statora.
- Kod ovakvih motora, čak i kada se prekine napajanje, postoji neki moment držanja koji je posledica rotora izgrađenog od stalnog magneta.

Step motori sa permanentnim magnetom

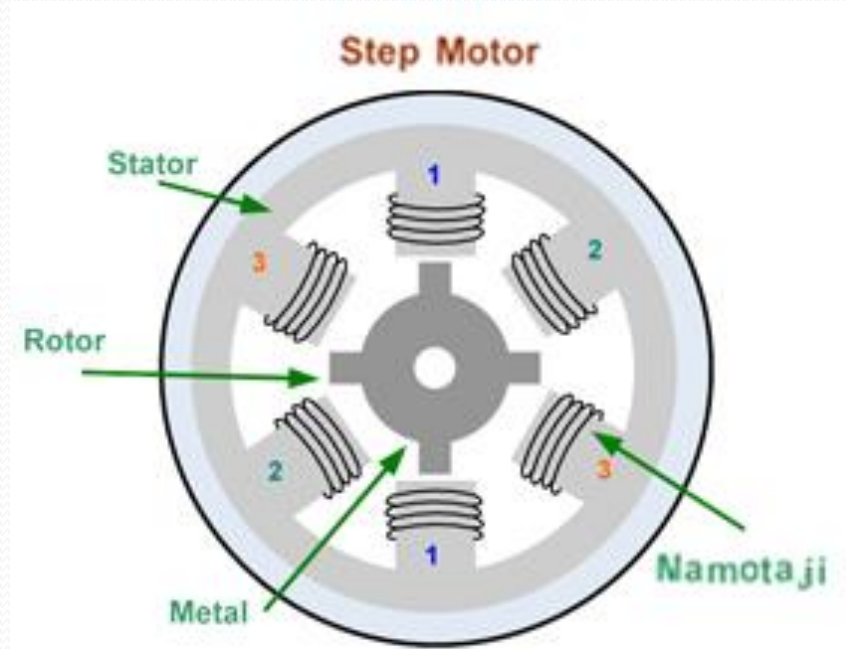
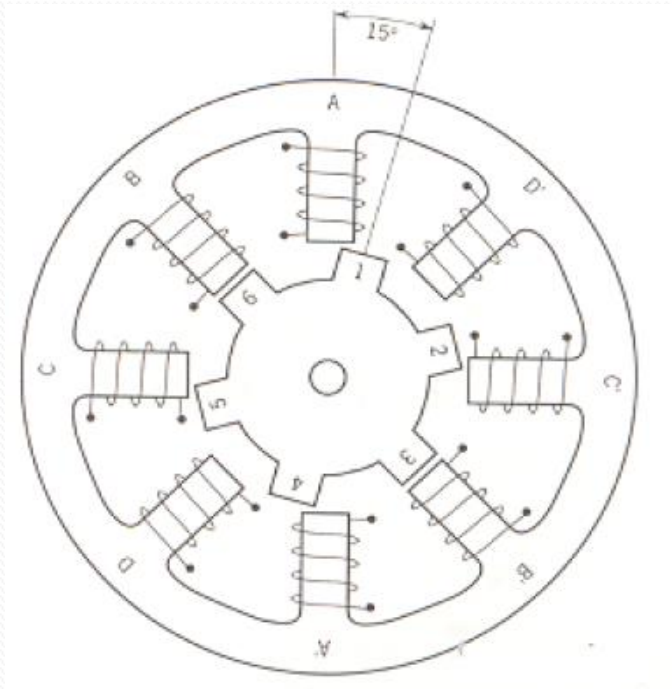


Slika 3: Izgled rotora i statora step motora sa permanentnim magnetima

Step motori sa promenljivom reluktansom

- Rotor od nazubljenog cilindričnog feromagnetskog materijala
- Stator takodje nazubljen i višefazno namotan
- Nema rezidualnog momenta držanja koji drži osovinu u jednom položaju nakon prekida napajanja
- Visoka rezolucija, laka i jeftina gradnja
- Manji moment

Step motori sa promenljivom reluktansom

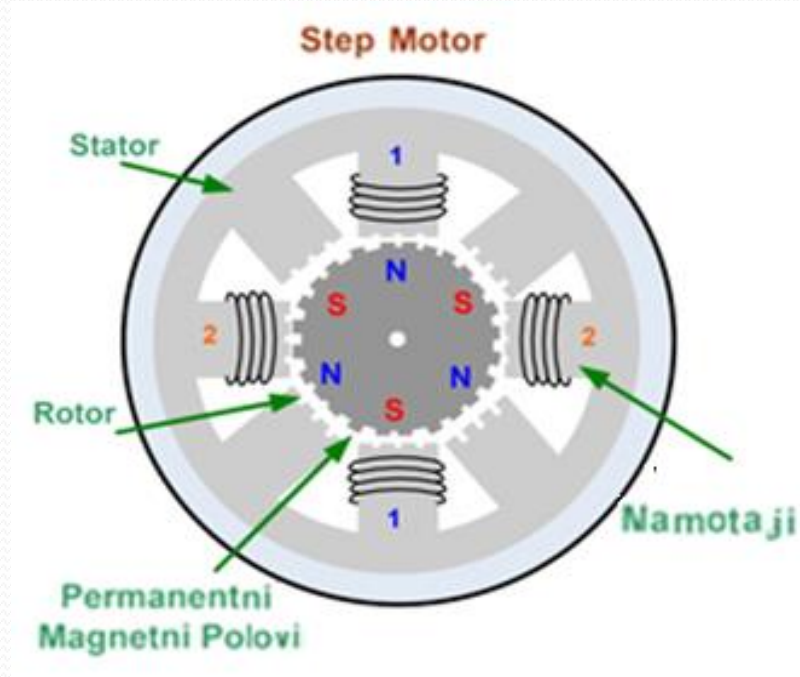
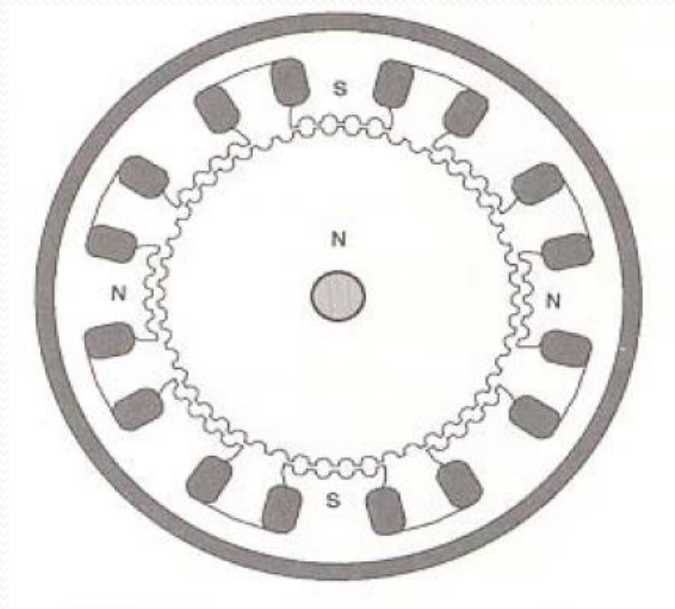


Slika 4: Izgled rotora i statora step motora sa promenljivom reluktansom

Hibridni step motori

- Kombinacija step motora sa permanentnim magnetom i promenljivom reluktansom
- Kombinuju najbolje osobine i jednih i drugih step motora
- Visok obrtni momenat, velika rezolucija (sitan korak)
- Relativno visoka cena

Hibridni step motor



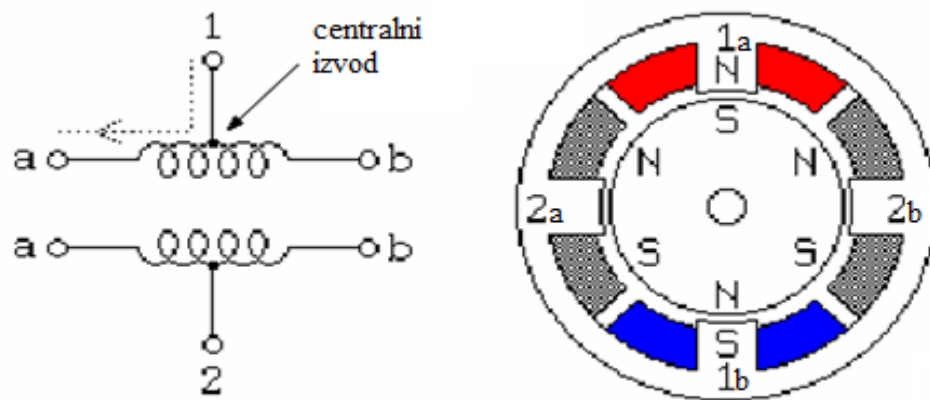
Slika 5: Izgled rotora i statora hibridnih step motora

Tipovi step motora po izvedbi statorskih namotaja

- Unipolarni step motori (struja u faznom namotaju može teći **samo u jednom smeru**)
- Bipolarni step motori (struja u faznom namotaju može teći **u oba smeru**)

Unipolarni step motori

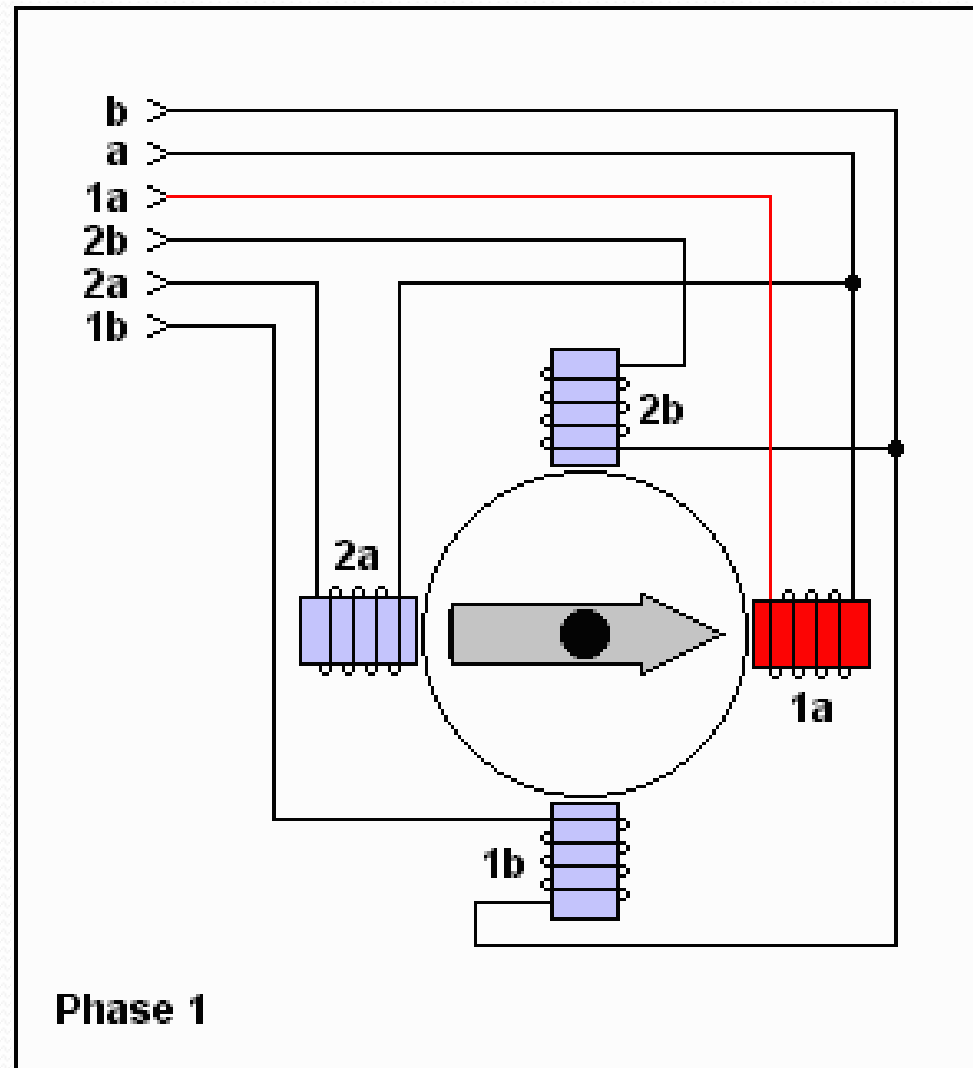
- Obično imaju 5 ili 6 prključnih mesta
- U slučaju da je sa 5 priključaka, krajevi 1 i 2 su spojeni
- Ovi krajevi se vode na zajedničko napajanje, a ostali se naizmenično uzemljuju



Slika 6: Šema veze statorskih namotaja i poprečni presek unipolarnog step motora

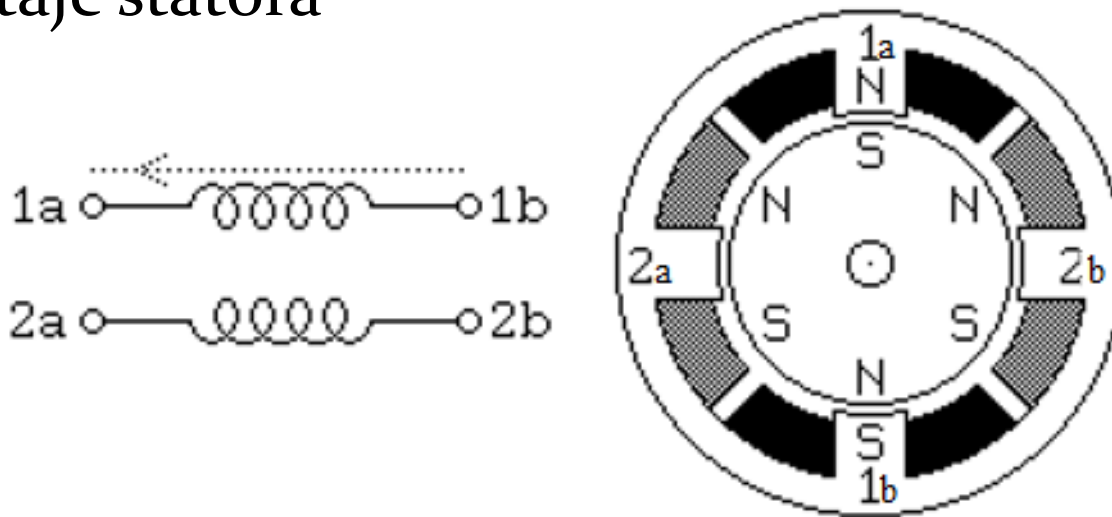
Unipolarni step motori

- Jednostavno upravljanje
- Mali moment
- Moment se povećava ako se u isto vreme aktiviraju po 2 susedna namotaja (za oko 70%), ali je i potrošnja veća



Bipolarni step motori

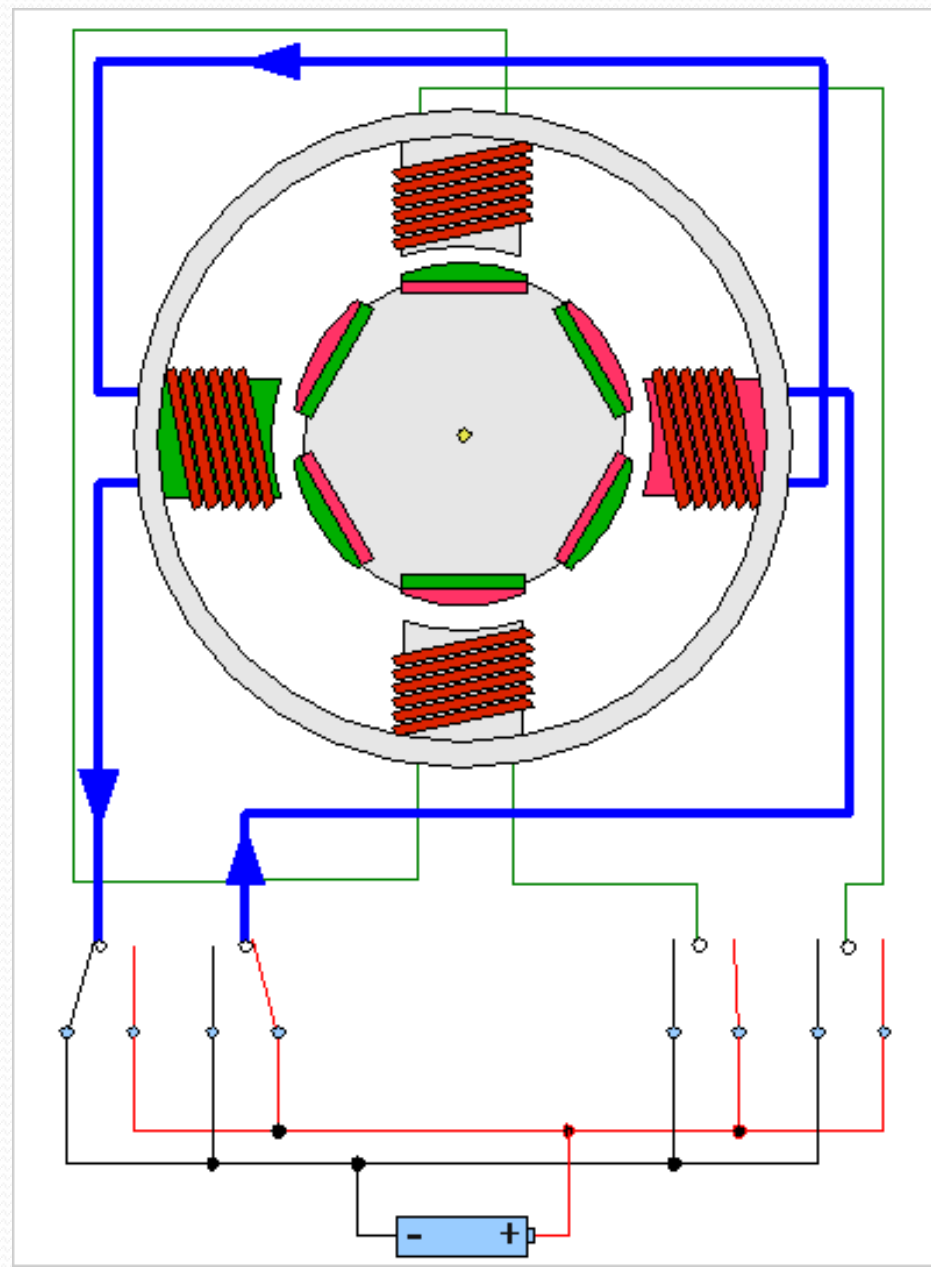
- Obično imamo 4 izlazne žice i nemamo srednji izvod
- Da bi promenili smer elektromagnetnog polja, struja mora naizmenično da protiče u oba smera kroz namotaje statora



Slika 7: Šema veze statorskih namotaja i poprečni presek unipolarnog step motora

Bipolarni step motori

- **Lakše formiranje namotaja**
 - način gradnje isti kao i kod unipolarnih, ali nema srednjeg izvoda
- **Moment je veći**
 - aktivna 2 namotaja
- **Upravljanje znatno kompleksnije**
 - promena smera struje

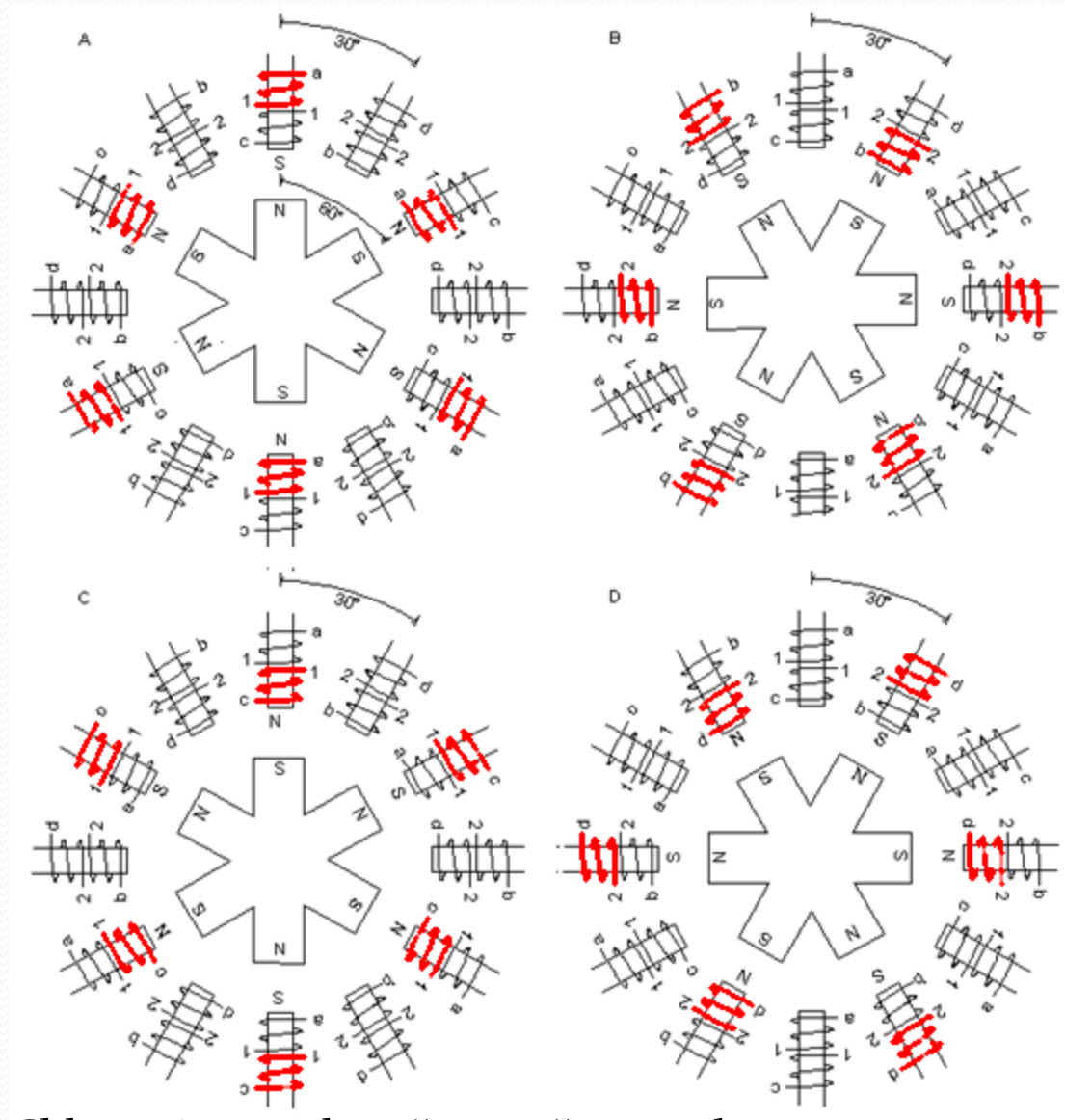


Režimi rada step motora

- Koračni režim rada
- Polukoračni režim rada
- Mikrokoračni režim rada (microstepping)

Koračni režim rada

- Pomeraj rotora za jedan korak (odadle i naziv)
- U jednom trenutku se pobuđuju samo jedni namotaji
- U jednom trenutku se menjaju dva upravljačka signala, tj. jedan se isključuje a drugi se uključuje
- Veliki moment
- Lak je za implementaciju
- Rezolucija nešto manja
- Sitni preskoci



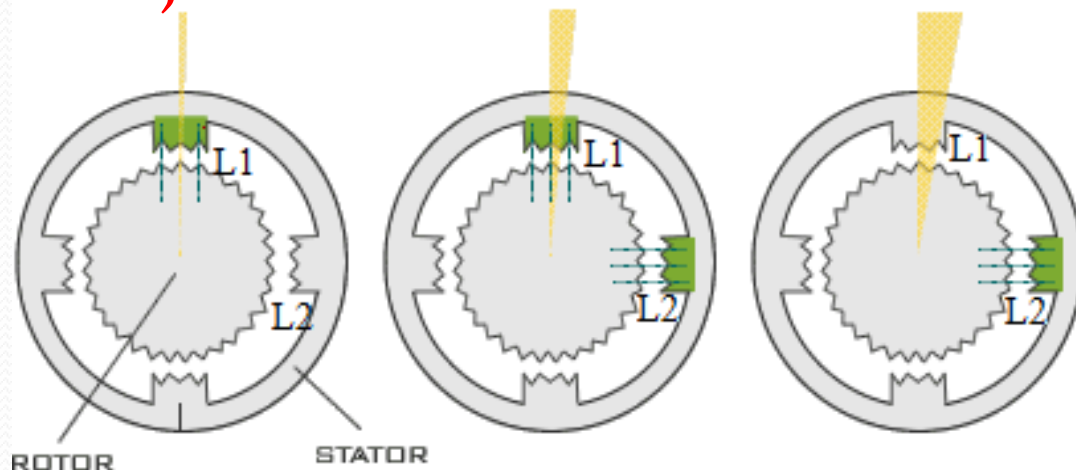
Slika 8: Princip koračnog režima rada step motora

Polukoračni režim rada

- Pomeraj rotora za pola koraka (odadle i naziv)
- U jednom trenutku se pobuđuje jedan namotaj, a u sledecem dva, itd.
- U jednom trenutku se menjaju jedan upravljački signal, tj. jedan se isključuje ili se drugi uključuje
- Rezolucija nešto bolja
- Manji moment (u trenutku kada su samo jedni namotaji aktivni)

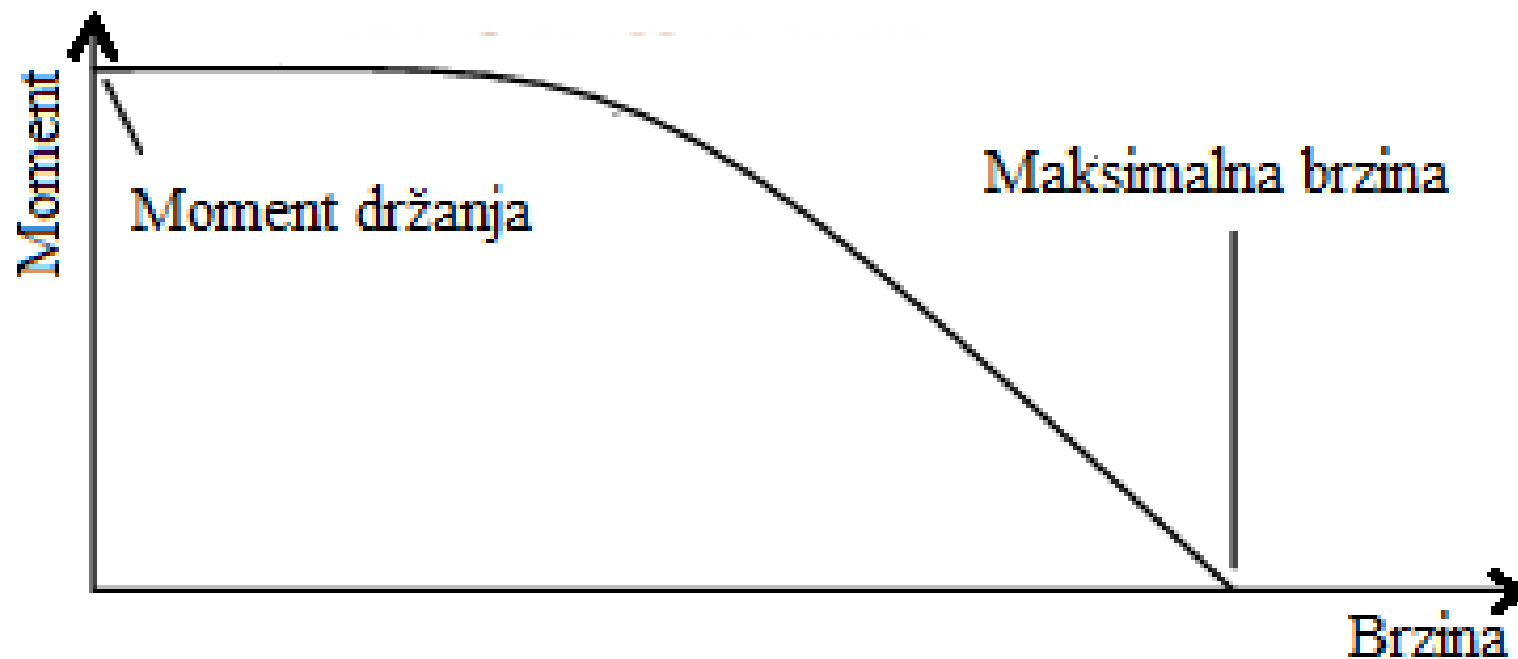
Mikrokoračni režim rada

- Kada je potrebna još **bolja rezolucija** (manj koraci) koristi se mikrokoračni (microstepping) režim rada
- Podešava se odnos struja kroz susedne namotaje i na taj način se korak deli -> **upravljanje je dosta komplikovanije**



Slika 10: Princip mikrokoračnog režima rada step motora

Statička karakteristika step motora



Prednosti step motora

- **Niska cena** - Mehanička konstrukcija rotora i statora je vrlo jednostavna.
- **Male dimenzije**
- **Velike upravljačke mogućnosti**
- **Pamćenje pozicije** – nije potreban enkoder da bi imali informaciju o poziciji
- Moguće je vršiti upravljanje u **otvorenoj sprezi**
- Otpornost na **ispad jedne ili više faza** motora
- **Visoka efikasnost** motora, čak veća od efikasnosti asinhronog motora .
- Za rad motora **nisu potrebne četkice**, što vodi povećanju pouzdanosti.

Nedostaci step motora

- **Fiksni korak**
- **Mali učinak, veliki preskok i oscilatornost**
- Ograničene mogućnosti za pokretanje tereta s velikim momentom inercije
- Moment trenja i aktivni teret mogu da povećaju grešku položaja (moguć je **gubitak koraka** – posledica je akumulirana greška položaja)
- Usled isturenih polova na rotoru i statoru, **nivo buke može biti značajan**
- Dodatni veliki problem ovih motora su njegove **karakteristike pri velikim brzinama**