

ISTOSMJERNI STROJEVI

UVOD

U elektrotehnici zadnjih godina upravo su istosmjerni motri zauzeli vodeću ulogu u automatizaciji i regulaciji jer imaju pogodne mogućnosti brze i fine regulacije brzine vrtnje. Kao i kod drugih električnih strojeva tako i kod istosmjernih strojeva ne postoji nikakva konstrukcijska razlika između generatora i motora, ali zbog praktičkih razloga radi ili kao generator ili kao motor. U istosmjernim strojevima postoji kolektor koji omogućava da istosmjerni generator u kojem se inducira izmjenični napon daje potrošaču istosmjerni napon, ili kod motora, da ga privedeni istosmjerni napon pretvori u izmjenični.

KONSTRUKCIJA ISTOSMJERNOG STROJA

Konstrukcija istosmjernog stroja slična je sinkronom stroju, a razlika je u tome što istosmjerni stroj ima polove uzbuđenog namota na statoru, a armaturni namot na rotoru, dok je kod sinkronog stroja suprotno. Istosmjerni stroj, prikazan slikom 47, ima tri osnovna dijela :

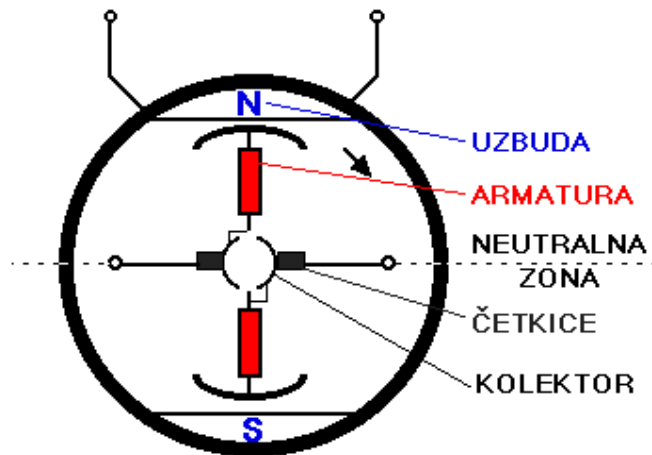
- 1. stator,**
- 2. rotor,**
- 3. kolektor.**

Stator je izveden kao supljivi valjak od lijevanog željeza. Na unutarnjoj strani statorskog jarma nalaze se magnetski polovi s **uzbuđenim namotom**, a sa strane statora nalaze se stitovi s lezajevima za osovinu. Magnetske silnice izlaze iz sjevernog N - pola, prolaze preko rotora, ulaze južni S - pol i vraćaju se na sjeverni N - pol. Stator je izrađen od punog masivnog komada jer je izvrnut magnetskom polju istosmjerne struje te nemamo gubitke vrtložnih struja i gubitke petlje histereze.

Rotor je izrađen od dinamo limova i učvršćen na osovinu. U rotorima nalazi se **armaturni namot** čiji su krajevi spojeni na lamele kolektora.

Kolektor je smješten uz sam rotor na osovinu stroja, a sastoji se od bakrenih lamela koje su međusobno izolirane i izolirane su i od osovine, a po njima klize četkice.

Četkice su načinjene od mekšeg materijala nego što je kolektor kao što su : tvrdi ugljen, grafitni ugljen, metalni ugljen itd. One moraju citavom svojom površinom ležati na kolektoru određenim pritiskom i ne smiju biti veće širine od 2-3 lamele.



<!--[if !vml]-->

<!--[endif]-->

Slika 47

Dvopolni istosmjerni stroj

ISTOSMJERNI GENERATOR

Magnetski tok stvoren je prolazom uzbudne struje kroz uzbudni namot, a pokrecemo li rotor vanjskim pogonskim strojem konstantnom brzinom v , to ce se inducirati EMS e :

$$e = B * l * v$$

gdje je B magnetska indukcija, l duljina vodica namota rotora i v obodna brzina rotora. Prema slici 47, stroj kao generator, u rotoru imat ce izmjenicni inducirani napon, a na cetkicama preko kolektora imat cemo istosmjerni napon. Kolektor i cetkice nam omogucuju pretvaranje izmjenicnog napona u istosmjerni.

ISTOSMJERNI MOTOR

Istosmjerni stroj prikazan na slici 47 moze raditi i kao motor. Uz pretpostavku iste uzbudne struje i djelovanja magnetske indukcije B , prikljucimo li na stezaljke cetkica istosmjerni napon, poteci ce armaturnim svitkom struja koja stvara silu F koja nastoji izbaciti vodice :

$$F = B * I * l$$

Sila ce stvoriti okretni moment, koji ce rotor zakretati, i tako je istosmjerni stroj postao motor

NAPON ISTOSMJERNOG GENERATORA

Inducirana EMS E na na namotima razlicita je od napona U koji vlada nPa stezaljkama stroja. Ako opteretimo stroj proteci ce armaturnim namotom struja IA koja izaziva u otpru armature RA pad napona u armaturu $IA * RA$. Na stroju dolazi i do pada napona na cetkicama zbog prelaznog otpora izmedu cetkica i kolektora ΥUC , pa mozemo pisati da je napon stezaljki na generatoru prema II Kirchhoffovom zakonu :

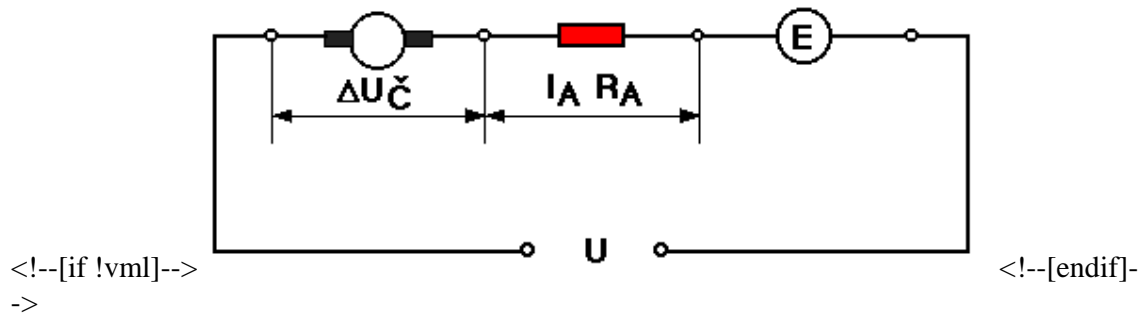
$$U = E - IA * RA - \Upsilon UC$$

NAPON ISTOSMJERNOG MOTORA

Kod elektromotora je obratno jer se napon na stezaljkama motora U troši na pad napona u otporu armature $I_A \cdot R_A$, na pad napona na četkicama ΔU_C i svladavanju EMS E inducirane u motoru, tako da je prema II Kirchhoffovom zakonu :

$$U = E + I_A \cdot R_A + \Delta U_C$$

Napon stezaljki stroja U , pad napona armature $I_A \cdot R_A$, EMS E i pad napona na četkicama ΔU_C može se prikazati nadomjesnom shemom kao na slici 48 :

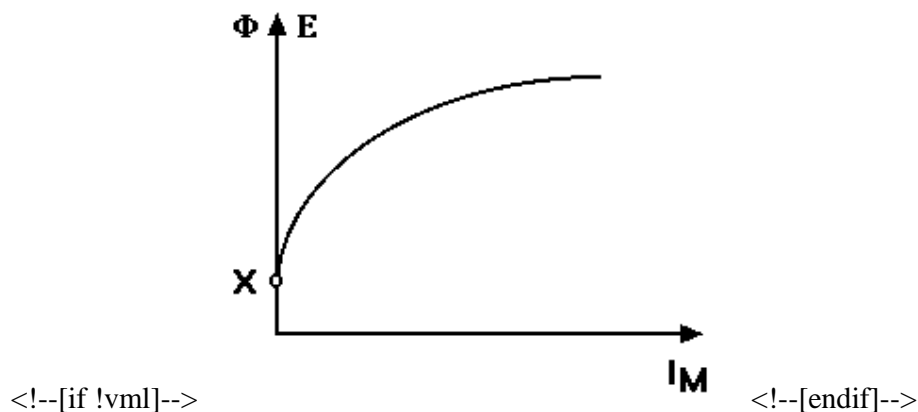


Slika 48

Nadomjesna shema istosmjernog generatora i motora

PRAZNI HOD ISTOSMJERNOG GENERATORA

Inducirana EMS E proporcionalna je magnetskom toku F i brzini vrtnje stroja v , a uz pretpostavku konstantne brzine vrtnje, proizvedeni napon biti će proporcionalan magnetskom toku. Magnetski tok skoro redovito se stvara elektromagnetima kao uzbuđa određenom uzbuđnom strujom I_M . Na slici 49 prikazana je krivulja praznog hoda, gdje zbog remanencije, neće početi iz ishodišta 0 nego iz točke X :



Slika 49

Karakteristika praznog hoda

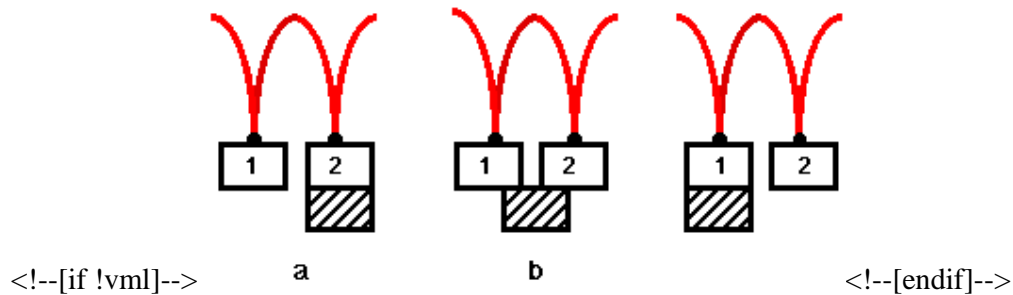
OPTERECENJE ISTOSMJERNOG STROJA

Istosmjerni stroj možemo opteretiti kao **generator**, tada uzimamo iz armaturnog namota struju I_A , ili kao **motor**, tada dovodimo struju armature I_A . Struja armature proizvest će

magnetsko polje koje ce svojim djelovanjem promijeniti magnetsko stanje stroja, a to izaziva i promjenu u fizikalnom djelovanju stroja, a to nazivamo **reakcijom armature**. To znaci da u pogonskom stanju izmedu ostalog imamo za posljedicu smanjenje inducirane EMS.

KOMUTACIJA

Komutacija je promjena polariteta inducirano napona svitka kod prolaza kroz neutralnu zonu. Lamela pri prolazu pod cetkicom ima za posljedicu promjenu smjera struje u svitku, koji se nalaze u kratkom spoju. Kratki spoj je dok cetkice pokrivaju odgovarajuce lamele i struja u svitku pada od neke vrijednosti na nulu, a zatim poraste u suprotnom smjeru. Na slici 50 prikazana su tri karakteristicna trenutka komutacije :



Slika 50

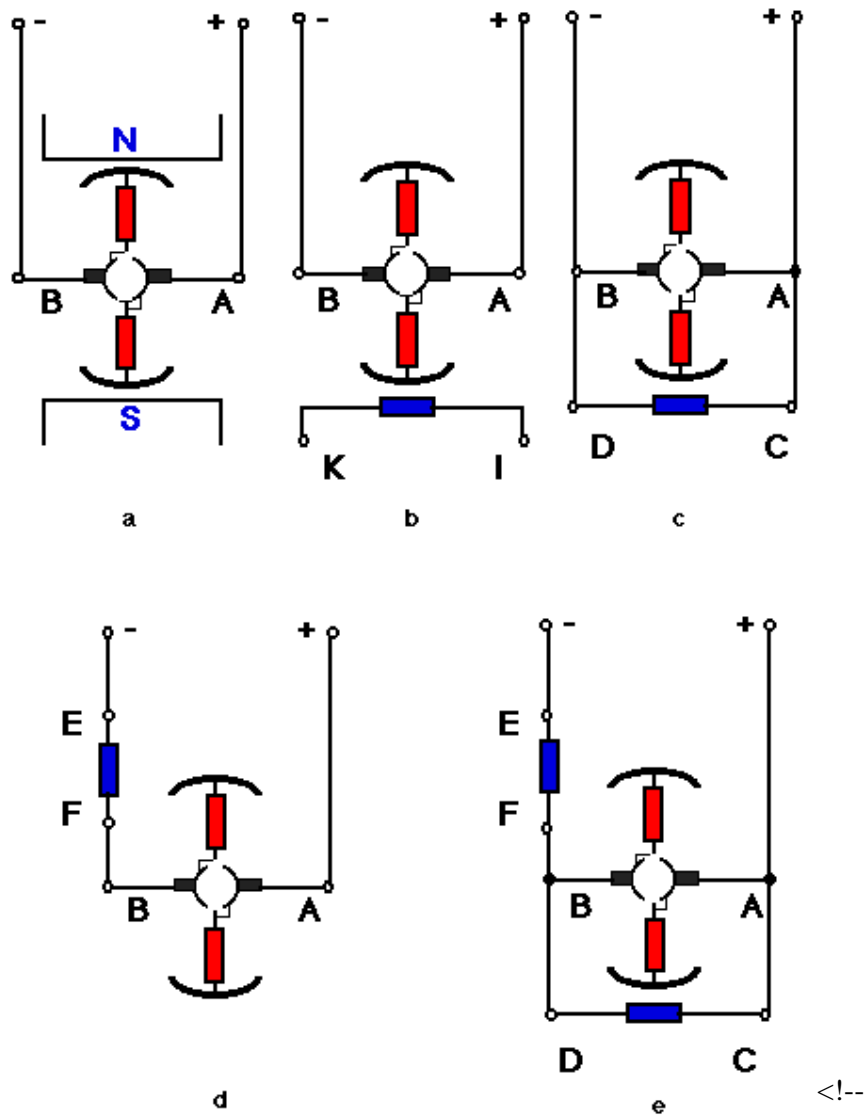
Prikaz procesa komutacije

Na slici 50 a neka struja u promatranom svitku tece u pozitivnom smjeru. Pomicanjem kolektora u desno prolazi cetkica sa lamela 2 na namelu 1 kao na slici 50 b i svitak je kratko spojen. Za vrijeme kratkog spoja, struja kratkospojenog svitka mijenja svoj smjer i sada tece u negativnom smjeru. Prema slici 50 c je moment kada cetkica ne dodiruje vise lamelu 2 i završen je proces komutacije s negativnom strujom svitka.

UZBUDE ISTOSMJERNIH STROJEVA

Kao uzbudu mozemo proizvesti magnetski tok pomocu permanentnog magneta kao na slici 51 a. Također na slici 51 prikazane su pojedine vrste generatora s obzirom na uzbudu i to :

- 51 b. generator s nezavisnom uzbudom
- 51 c. poredni generator (s paralelnom vezom uzbude)
- 51 d. serijski generator (sa serijskom vezom uzbude)
- 51 e. kompaudni generator (sa paralelno serijskom vezom uzbude)



<!--[if !vml]-->
[endif]-->

<!--

Slika 51

Vrste uzbuda istosmjernih generatora

Nezavisna uzbuda, kao na slici 51 b., uzбудni strujni krug je neovisan o strujnom krugu potrosaca. Taj nacin uzbude upotrebljava se kod pogona s jako promjenljivim naponom armature. Stezaljke armature oznacene su sa slovima A - B, a uzбудni namot sa I - K.

Poredna uzbuda, kao na slici 51 c., paralelni uzбудni namot prikljucen je paralelno na cetkice armature i stezaljke su oznacene sa C - D. Kod generatora, armaturna struja djeli se na struju potrosaca i struju potrebnu za uzbudu magneta, dok kod motora struja privedena iz mreze dijeli se na struju armature i uzбудnu struju.

Serijska uzbuda, kao na slici 51 d., serijski uzбудni namot prikljucen je serijski na cetkice armature i stezaljke su oznacene sa E - F. Kod ove vrste stroja ukupna struja predstavlja i struju armature i struju uzbude bez obzira dali se radi o generatoru ili motoru.

Kompauzna uzbuda, kao na slici 51 e., serijski i paralelni namot spojili smo zajedno kao uzbudne namote i dobili smo svojstva stroja kao kod porednog i serijskog spajanja uzbude.

PARALELNI RAD ISTOSMJERNIH GENERATORA

Paralelni spoj istosmjernih generatora prikazan je na slici 52. gdje svi generatori moraju imati jednake napone i u tom slučaju ukupni napon jednak je naponu jednog generatora :

$$U = U_1 = U_2$$

Ukupna struja jednaka je zbroju struja pojedinih generatora :

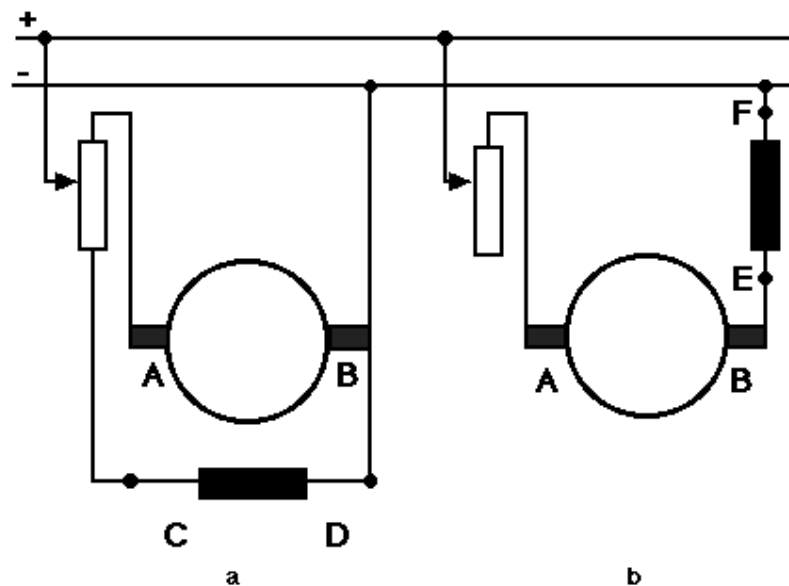
$$I = I_1 + I_2$$

Ukupna snaga, također je jednaka zbroju pojedinih snaga :

$$P = P_1 + P_2$$

Da bi mogli priključiti dva istosmjerna generatora paralelno, moraju biti ispunjeni slijedeći uvjeti :

- a. oba generatora moraju imati isti napon
- b. međusobno moraju biti spojene istoimene stezaljke



<!--[if !vml]-->
>

<!--[endif]-->

Slika 52

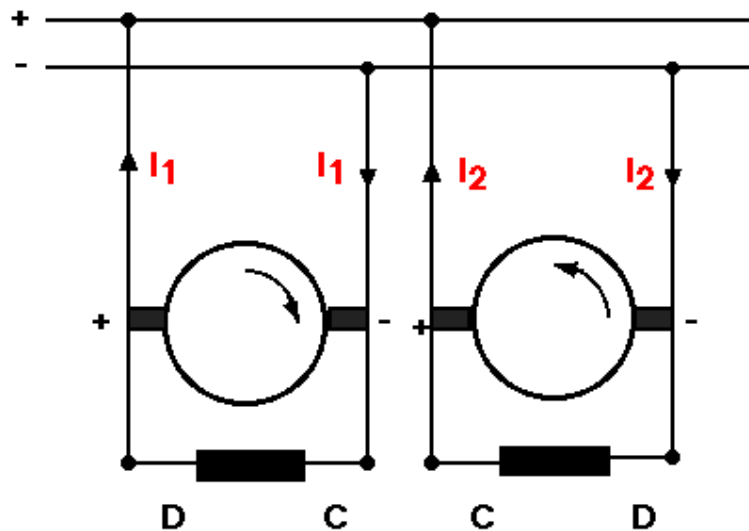
Paralelni spoj istosmjernih generatora
MOTORI ISTOSMJERNE STRUJE

Kod motora istosmjerne struje, zelimo li promjeniti smjer vrtnje moramo promjeniti spoj elektromagneta uz nepromjenjeni spoj armature, ili promjeniti spoj armature uz nepromjenjeni spoj magneta, kao na slici 53. Ako se promjeni istodobno i smjer uzbudne struje i smjer armaturne struje, ostat ce smisao vrtnje motora nepromjenjen.

Serijski motor opterecenja savladava s relativno malom strujom, ali mana mu je da ako je neopterecen moze " uteci ".

Poredni motor kod povecanja struje opterecenja, smanenje brzine je nezatno pa je pogodan za pogone koji zahtjevaju gotovo konstantnu brzinu vrtnje kod raznih opterecenja.

Kompaudni motor ima dva namota gdje mozemo imati magnetska polja da se potpomazu ili da djeluju nasuprot jedno drugome.



<!--[if !vml]-->

<!--[endif]-->

Slika 53

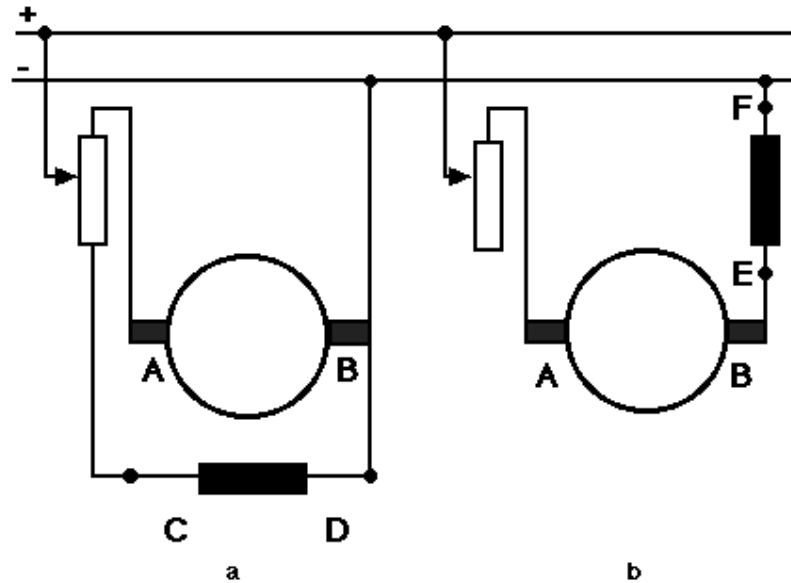
Promjena smjera vrtnje

POKRETANJE ISTOSMJERNIH MOTORA

Stuje pokretanja mogu biti 3 do 10 puta vece od nominalne struje, a to bi moglo stetno djelovati na motor i na mrezu. Zbog toga se moze direktno prikljuciti na mrezu samo mali motori snage do 1 kW, jer imaju veliki unutarnji otpor pa je struja pokretanja mala.

Veci motori prikljucuju se na mrezu prilikom pokretanja preko pokretaca ili upustaca, pomocu kojih se u momentu pokretanja ogranicava struja. Pokretaci su otpori koji se prikljucuju u seriju s armaturnim namotom. U momentu pokretanja motora ukljucen je citav otpor pokretaca, zatim se porastom brzine motora iskljucuje sve dok armaturni namot ne bude direktno prikljucen na mrezu.

Na slici 54. a i b prikazani su spojevi pokretaca kod porednog i serijskog motora.



<!--[if !vml]-->
->

<!--[endif]->

Slika 54

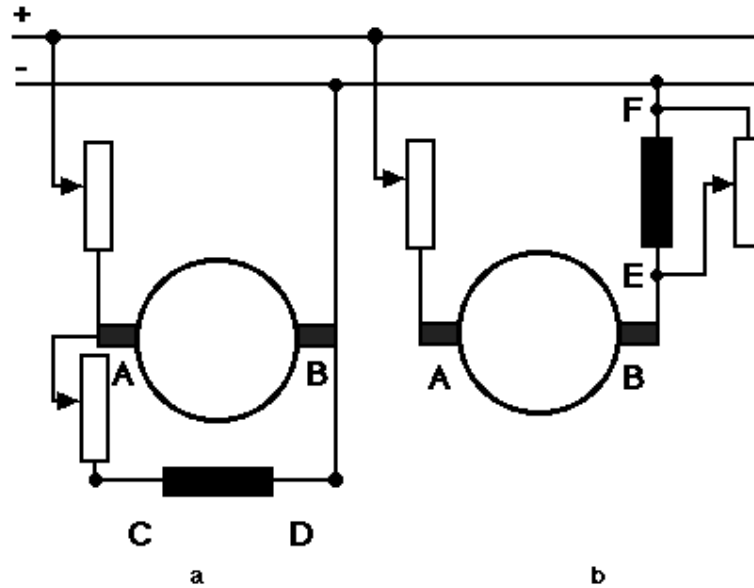
- Schema spoja pokretaca
a. kod porednog motora
b. kod serijskog motora

REGULACIJA BRZINE VRTNJE

Kod regulacije brzine vrtnje mora se omogućiti da kod konstantnog opterećenja postizemo različite brzine vrtnje. Brzina vrtnje može se mijenjati bilo promjenom priključenog napona, bilo mijenjanjem regulacionog otpornika postavljenog u seriju s armaturnim namotom, ili promjenom magnetskog toka. Prva dva načina nazivaju se regulacija naponom, a treći način naziva se regulacija poljem.

Ako želimo vršiti regulaciju brzine naponom moramo smanjivati napon mreže uključivanjem u armaturnu granu regulacioni otpor **R** i tako možemo samo smanjivati brzinu vrtnje. Regulaciju brzine poljem vršimo tako, da se u uzbudni krug prikljuci regulacioni otpornik **R1** kojim možemo mijenjati uzbudnu struju, odnosno magnetski tok, a time i brzinu vrtnje.

Schema spajanja za regulaciju brzine vrtnje prikazana je na slici 55. a za poredni motor i slika 55. b za serijski motor.



<!--[if !vml]-->

Slika 55

Shema spajanja regulacije brzine vrtnje

a. kod porednog motora

b. kod serijskog motora

<!--[endif]-->

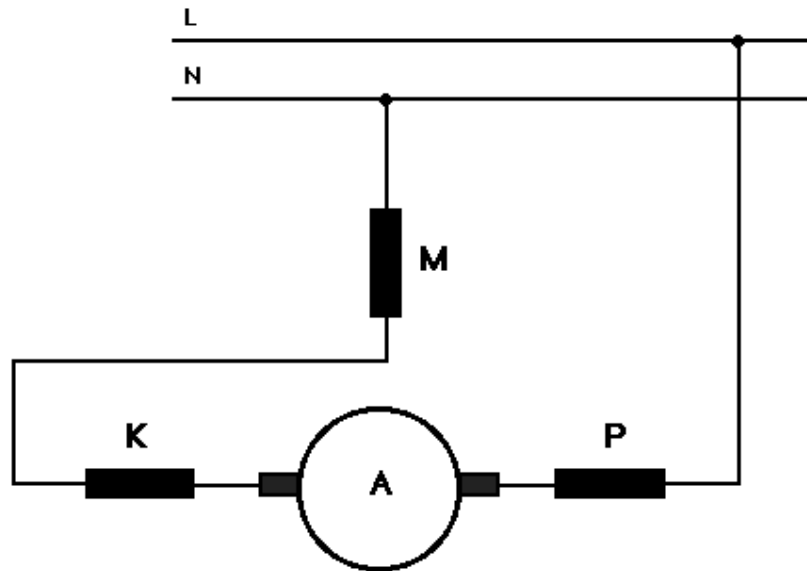
KOLEKTORSKI STROJEVI IZMJENICNE STRUJE

UVOD

Serijski motor istosmjernje struje može se priključiti na izmjenicni napon i on bi rotirao kao da smo ga priključili na istosmjerni napon. Međutim istosmjerni motor ne bi mogao dugo raditi jer bi pregorio, a uzrok je što je građen od punog materijala, a ne od dinamo limova, tako da će se javljati gubici vrtložnih struja i gubici petlje histereze. Za kolektorske strojeve izmenicne struje kao i univerzalne strojeve izrađuju se zato magnetski polovi i statorski jarmovi od dinamo limova. Glavni nedostatak izmjenicnog kolektorskog motora je značajno iskrenje na kolektoru. Upotreba kolektorskih motora izmjenicne struje je dosta široka i upotrebljavaju se kao jednofazni i kao trofazni. Kao jednofazni kolektorski izmjenicni motor upotrebljava se kod bučilica, brusilica, usisivača za prasinu itd.

JEDNOFAZNI KOLEKTORSKI MOTOR

Shema spajanja serijskog kolektorskog motora izmjenicne struje prikazana je na slici 36. Uzbudni namot označen je sa **M**, kompenzacioni sa **K**, namot pomoćnih polova sa **P**, a armaturni sa **A**. Svi namoti spojeni su u seriju i mrežni napon šalje redom kroz njih struju.



<!--[if !vml]-->
[endif]-->

<!--

Slika 56

Shema jednofaznog kolektorskog motora

Jedna podvrsta jednofaznih serijskih kolektorskih motora jesu **univerzalni motori**, a to su takvi motori, koji se mogu bez daljnjea priključiti na istosmjerni ili izmjenični napon, ali samo za određeni napon. Univerzalni motori građeni su za snage do 1 kW i brzine 1500 do 18000 o/min. Univerzalni motori imaju veliki potezni moment i brzinu vrtnje obrnuto proporcionalnu opterećenju.