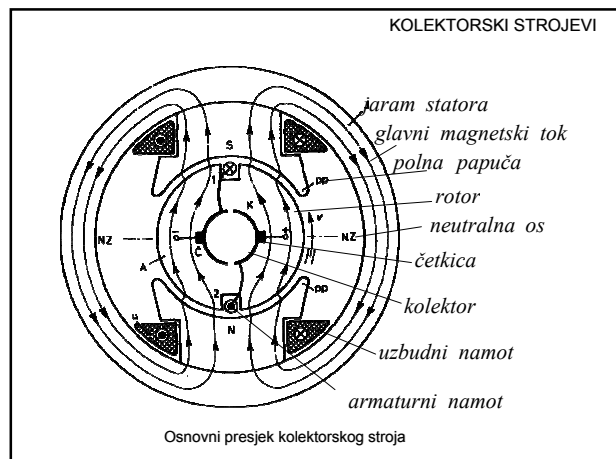


KOLEKTORSKI MOTORI



KOLEKTORSKI STROJEVI

- Glavni magnetski tok uzbuđuje se namotom na istaknutim polovima statora.
- Namot rotora je armaturni.
- Postavljen je u utore na rotoru i spojen na lamelle kolektora.
- U namotu rotora se inducira izmjenični napon usljed vrtnje rotorskih vodiča u statarskom magnetskom polju.

KOLEKTORSKI STROJEVI

- Struja se na kolektor dovodi (ili s kolektora odvodi) pomoću četkica koje se nalaze u neutralnoj zoni.
- Četkice su učvršćene na stator i miruju - pri vrtnji rotora klize po lamelama kolektora.
- Napon na četkicama E je pulzirajući, ali istosmjerni.

KOLEKTORSKI STROJEVI

- Kolektorski stroj radi kao motor ako na četkice priključimo istosmjerni napon.
- Ako spojimo četkice i stezaljke istog polariteta naponskog izvora, kroz namot armature će poteći struja I koja ima suprotan smjer od smjerova elektromotorne sile.

KOLEKTORSKI STROJEVI

- Na vodiče u magnetskom polju će djelovati sila:

$$\vec{F}_z = I_p (\vec{l} \times \vec{B})$$

- Vektori vodiča i indukcije su okomiti, pa je sila:

$$F_z = B I_p l$$

- Struja, koja teče kroz vodiče, je struja jedne paralelne grane I_p .
- Sila na vodiče će stvoriti okretni moment.

KOLEKTORSKI STROJEVI

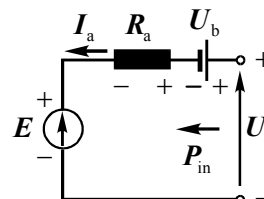
- Armaturni namot ima otpor R_a - kroz njega teče armaturna struja I_a .
- U motoru nastaje protunapon na tom namotu:

$$U_a = I_a R_a$$

- Pad napona na četkicama U_b je konstantan - iznosi oko 2 V.

KOLEKTORSKI STROJEVI

$$U = E + U_a + U_b$$



Nadomjesna shema istosmjernog motora

KOLEKTORSKI STROJEVI

- Ulazna snaga motora je električna snaga:

$$P_{in} = I U$$

- Ukupna struja motora I ovisi o vrsti uzbude.

KOLEKTORSKI STROJEVI

Nezavisno uzbuđeni motor

KOLEKTORSKI STROJEVI

Nezavisno uzbuđeni motor

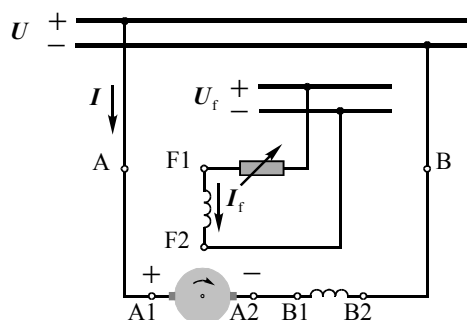
- Za motorski pogon uvijek pretpostavljamo da je mreža kruta.
- Struja I , koju motor uzima iz mreže jednaka je zbroju armaturne I_a i uzbudne struje I_f :

$$I = I_a + I_f$$

- Uzbudni namot se napaja iz nezavisnog izvora napajanja.
- Uzbudni napon U_f ne mora biti jednak naponu na motoru U .

KOLEKTORSKI STROJEVI

Nezavisno uzbuđeni motor

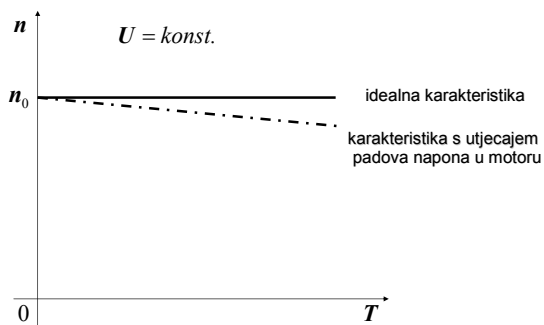


Nezavisno uzbuđeni motor s pomoćnim polovima

- Moment stroja T je proporcionalan magnetskom toku Φ i struji armature I_a :

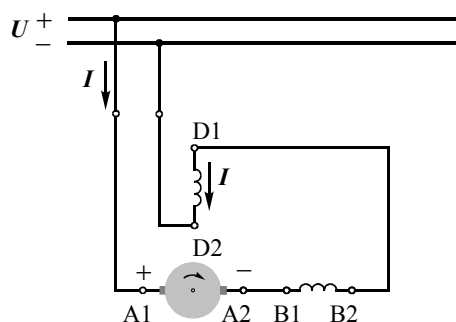
$$T = k_T \Phi I_a \approx k_T \Phi I$$

- Magnetski tok Φ je konstantan (uz konstantnu uzbudnu struju I_f) - moment T ovisi samo o struji motora I , a ne o brzini vrtnje n .
- Motor zadržava konstantnu brzinu vrtnje bez obzira na moment.



Vanjske karakteristike nezavisno uzbuđenog motora

Serijski uzbuđeni motor



Serijski uzbuđeni motor s pomoćnim polovima

- Struja I , koju motor uzima iz mreže, je ujedno i struja armature, a isto tako i struja uzbuđe:

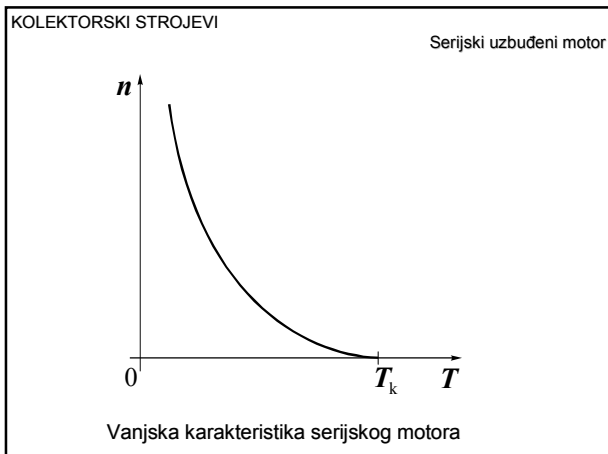
$$I = I_a = I_f$$

- Magnetski tok Φ više nije konstantan.
- Ovisi o uzbudnoj struji $I_f = I$ koja se mijenja s teretom.

- Vanjsku karakteristika (ovisnost brzine o momentu) je jednaka:

$$n = k' \frac{E}{\sqrt{T}}$$

- Brzina serijskog motora pri smanjenju momenta raste, i to teoretski u beskonačnost.



KOLEKTORSKI STROJEVI

Upravljanje brzinom vrtnje

KOLEKTORSKI STROJEVI

Upravljanje brzinom vrtnje

- Bez obzira na vrstu istosmjernog motora brzina vrtnje n je određena s:

$$n = \frac{E}{k_E \Phi} = \frac{U - IR_a - U_b}{k_E \Phi}$$

- U prvom približenju možemo reći da je brzina vrtnje n proporcionalna naponu na stezaljkama, a obrnuto proporcionalna glavnom magnetskom toku.

KOLEKTORSKI STROJEVI

Upravljanje brzinom vrtnje

- Upravljanje brzinom vrtnje se može postići na dva načina:
 - promjenom napona armaturnog kruga ili
 - promjenom struje u uzbuđnom krugu.
- Uobičajeno je da se to naziva:
 - upravljanje brzine naponom i
 - upravljanje brzine poljem.
- Ovako jednostavni način podešavanja brzine je jedan od glavnih razloga da su se istosmjerni motori zadržali u upotrebi u konkurenciji s jednostavnim i jeftinijim izmjeničnim motorima.

KOLEKTORSKI STROJEVI

Upravljanje brzinom vrtnje

- Zanima nas prvenstveno koliko snage, odnosno momenta možemo dobiti pri podešavanju.
- Ključno ograničenje za maksimalnu snagu, odnosno moment, predstavlja zagrijavanje motora.
- Strojeve, kod kojih provodimo upravljanje, hladimo najčešće nezavisnim ventilatorom.
- Tako ih možemo opteretiti uvijek istom strujom armature, bez obzira na brzinu vrtnje.

KOLEKTORSKI STROJEVI

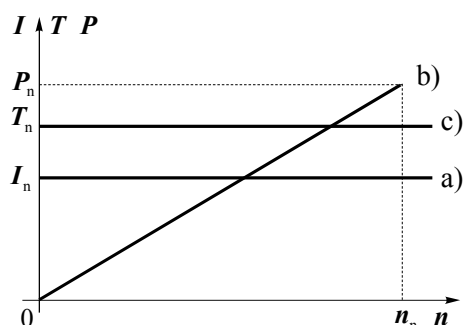
Upravljanje brzinom vrtnje

- Kod upravljanja naponom trebamo osigurati da se napon uzbuđne ne mijenja, odnosno da je magnetski tok konstantan.
- Podešavanje naponom možemo provesti od napona $U=0$ V, čemu odgovara brzina $n=0$ o/min, pa sve do nazivnog napona i tome odgovarajuće brzine vrtnje.
- Brzina vrtnje se mijenja proporcionalno naponu.
- Pri tome možemo zadržati konstantnu struju armature.

- Uz konstantan magnetski tok (uzbuda je konstantna) i konstantnu armaturnu struju (jer je zagrijanje jednako) moment motora T je jednak:

$$T = k_T \Phi I_a = konst.$$

- Pri upravljanju naponom motor zadržava konstantni moment, bez obzira na brzinu vrtnje.
- Snaga na osovini je tada proporcionalna brzini vrtnje.



Moment, snaga i struja istosmjernog motora pri upravljanju brzinom vrtnje naponom
a) dozvoljena struja, b) dozvoljena snaga, c) dozvoljeni moment.

- Kod upravljanja poljem imamo više ograničenja.
- Napon na armaturi je konstantan, pa s povećanjem brzine vrtnje treba smanjivati magnetski tok.
- To znači da moramo smanjivati uzbudnu struju.
- Odnos podešavanja brzine poljem obično nije veći od 1:2 do 1:3.
- Dakle, može se ići do dvostruke, odnosno trostruke brzine vrtnje u odnosu na nazivnu brzinu.

- Veći odnosi se ne mogu postići iz dva razloga:
 - kod malog iznosa polja motor postane nestabilan (može doći do pobjega) i
 - pri velikim brzinama nastaju teškoće s komutacijom (trajanje komutacije se smanjuje).
- Struja armature I_a može biti konstantna i zadržati nazivnu vrijednost - moment će biti proporcionalan magnetskom toku koji se smanjuje.
- S povećanjem brzine će se moment smanjivati.

- Magnetski tok Φ slijedi iz relacije za elektromotornu silu:

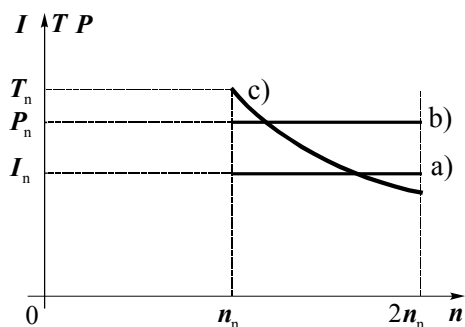
$$\Phi = \frac{E}{k_E n}$$

- Uvrštenjem u izraz za moment dobijemo ovisnost momenta T o brzini vrtnje n (uz konstantan napon i struju motora):

$$T = k_{\pi} \frac{E}{k_E n}$$

- Uz konstantni napon moment je proporcionalan magnetskom toku, a brzina obrnuto proporcionalna tom toku - njihov umnožak će ostati konstantan.
- To znači da će mehanička snaga biti konstantna:

$$P = T \frac{n\pi}{30} = \frac{\pi}{30} k_{\pi} \Phi \cdot \frac{E}{k_E \Phi} = konst.$$



Moment, snaga i struja istosmjernog motora pri upravljanju brzinom vrtnje poljem
a) dozvoljena struja, b) dozvoljena snaga, c) dozvoljeni moment.

■ Ukratko - pri upravljanju brzinom vrtnje:

- konstantan moment motora postiže podešavanjem naponom, a
- konstantna snaga motora se postiže podešavanjem poljem.

■ Elektromotorni pogon možemo izvesti i tako da možemo podešavati i poljem i naponom.