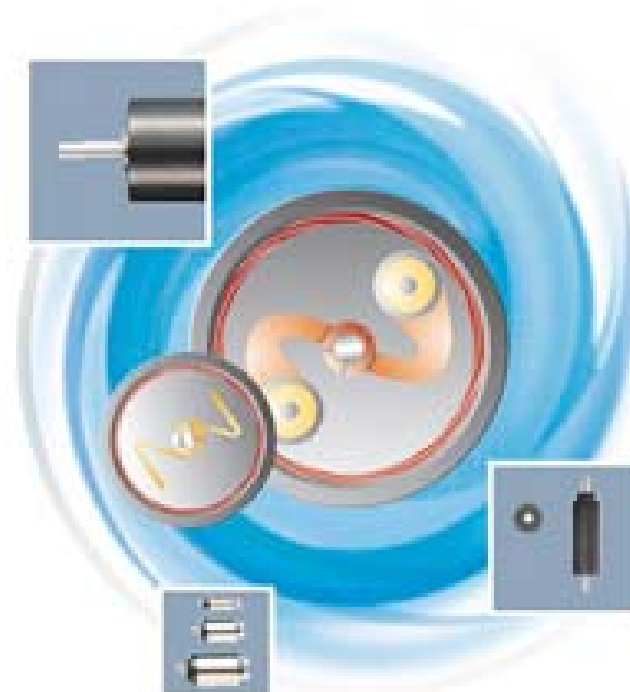




Visoka škola elektrotehike i računarstva strukovnih
studija-Beograd, 2015/2016
Specijalističke studije SNET

Monitoring i
Dijagnostika
Električnih
Mašina

TAHOMETARSKI GENERATORI

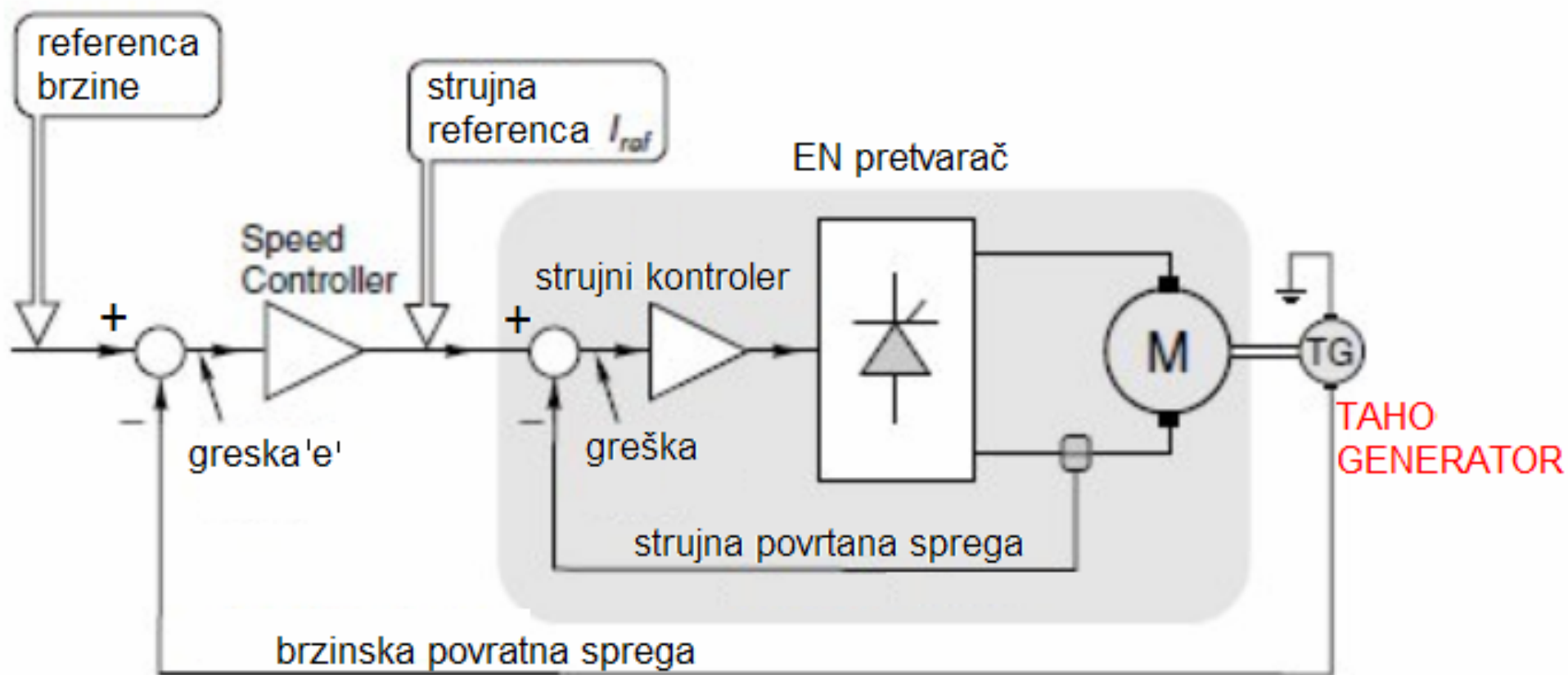


Predmetni profesor: Dr Željko Despotović

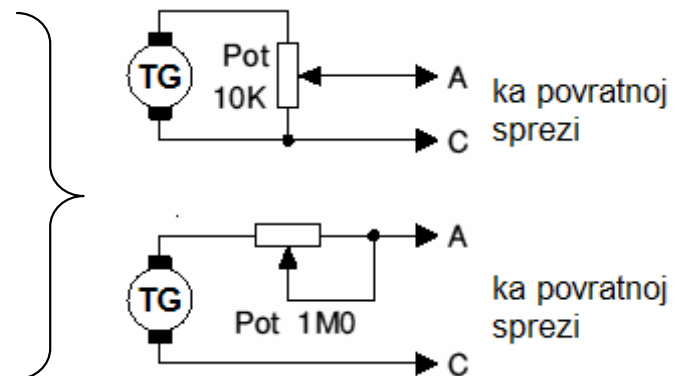
UVOD

- Tahometarski generatori su merni uređaji koji se koriste u elektromotornim pogonima za merenje brzine obrtanja
- Za razliku od tahometara, koji se koriste povremeno, i za direktno očitavanje brzine obrtanja električnih mašina, tahometarski generatori su stalno fiksirani na osovini elektromotora i uglavnom se koriste u sistemima za stalni nadzor brzine obrtanja, ali i u regulacionim krugovima i sistemima za regulaciju brzine obrtanja
- Iz razloga što su stalno priključeni na vratilo mašine, oni su podložni vibracijama osovine, i stoga njihova montaža postaje zahtevna i nimalo jednostavna.
- Vibracije takođe mogu prouzrokovati neželjeni šum koji može narušiti tačnost merenja brzine obrtanja
- Tahometarski generatori ili kako se obično nazivaju **taho-generatori (TG)** su ustvari električne mašine (generatori) koji rade praktično u praznom hodu, dakle sa malom strujom, odnosno snagom. Iz ovog razloga su i malih dimenzija.
- Napon na njihovim krajevima je proporcionalan brzini obrtanja mašine
- Koriste se za : merenje brzine obrtanja, merenje ugaonog ubrzanja, snimanje prelaznih pojava i u sistemima regulacije u kolima povratne sprege
- Osnovna su tri tipa tahogeneratora(TG):
 - *TG jednosmerne struje (prvi su korišćeni)*
 - *Sinhroni TG (najjednostavniji po konstrukciji, ali nisu preterano precizni)*
 - *Asinhroni TG (nešto složenije konstrukcije ali su najprecizniji)*
- Nijedan od ova tri tipa nije savršen, svaki ima prednosti ali mane, i njegova upotreba zavisi od konkretne aplikacije ali i od tehničkih uslova na mestu ugradnje.

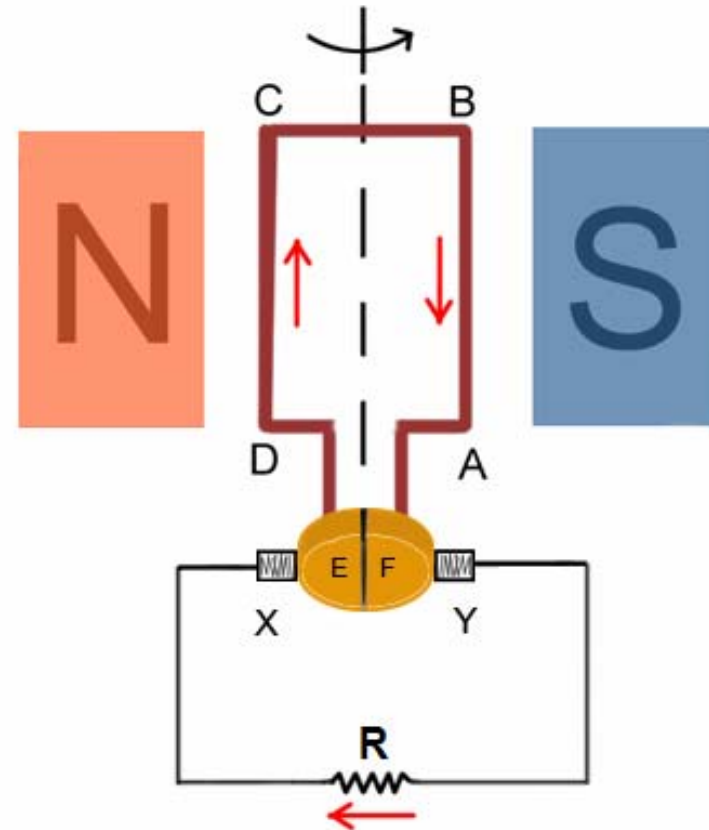
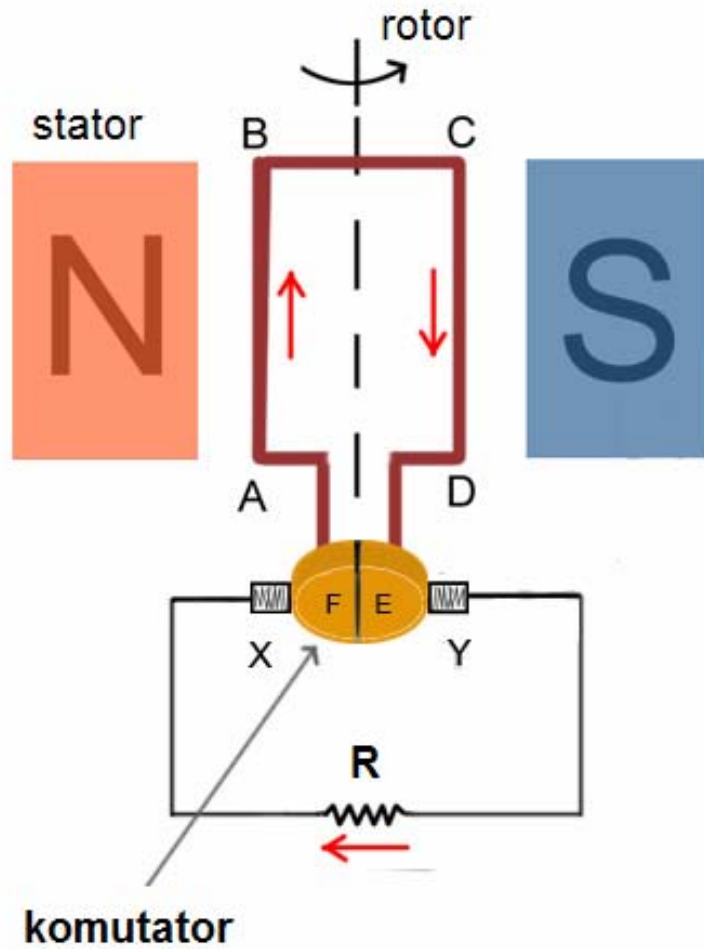
PRIMENA TAHOGENERATORA U BRZINSKOJ REGULACIJI



Načini podešavanja pojačanja signala sa TG



PRINCIP RADA DC GENERATORA



TAHOMETARSKI GENERATORI JEDNOSMERNE STRUJE

- U ovom slučaju je cilj da se dobije konstantan jednosmerni pozitivan ili negativan napon, tačno proporcionalan i linearno zavisao od brzine obrtanja, koja u principu može da se brzo menja po vrednosti i u oba smera.
- Generatorska elektromotorna sila je proporcionalna fluksu i brzini obrtanja:

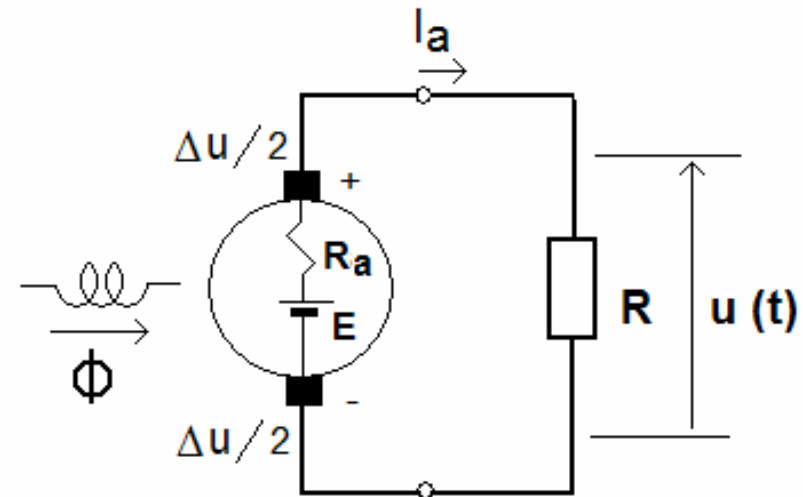
$$E = k_E \cdot \Phi \cdot n$$

$$E = (p/a) \cdot (N/60)$$

p- broj pari polova

a-broj pari paralelnih grana rotorskog namotaja (indukta)

N-broj provodnika indukta



-pobuda je obično stalni magnet koji se nalazi na statoru ($\Phi = \text{const}$)

-najtačniji je kada $R \rightarrow \infty$ ($R_{\text{voltmetra}}$ ili visoko omski ulaz operacionog pojačavača)

- u tom slučaju $I_a \rightarrow 0$

-naponska jednačina:

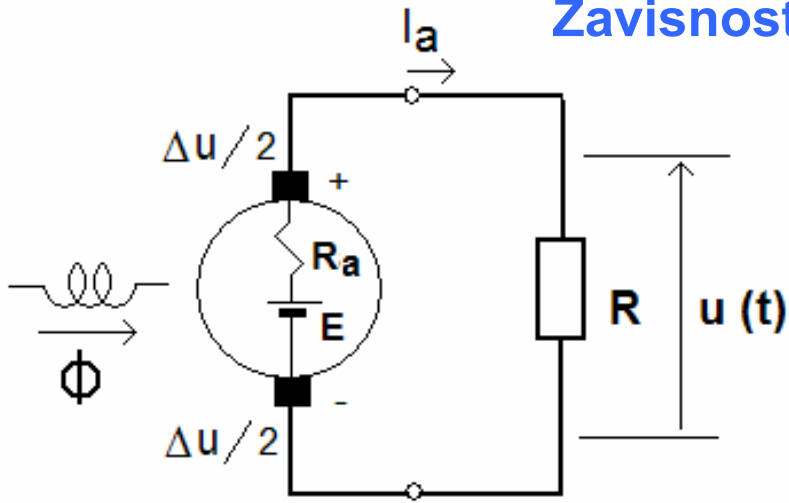
$$E = k_E \cdot \Phi \cdot n = u + \Delta u + R_a \cdot I_a$$

$$I_a = u / R_a$$

Δu - pad napona na četkicama;

problemi: mehaničko trenje dodatni mehanički gubici i moment inercije

Zavisnost napona na krajevima TG od brzine obrtanja:



$$u = \frac{K_E \cdot \Phi}{1 + \frac{R_a}{R}} \cdot n - \frac{\Delta u}{1 + \frac{R_a}{R}} = k \cdot n - \Delta U_o$$

U idealnom slučaju je $u = k \cdot n$, ali pad napona ΔU_o smanjuje tačnost i on zavisi od pada napona na četkicama ali i od otpornosti indukta!!!!

Δu- pad napona na četkicama; problemi: mehaničko trenje dodatni mehanički gubici i moment inercije

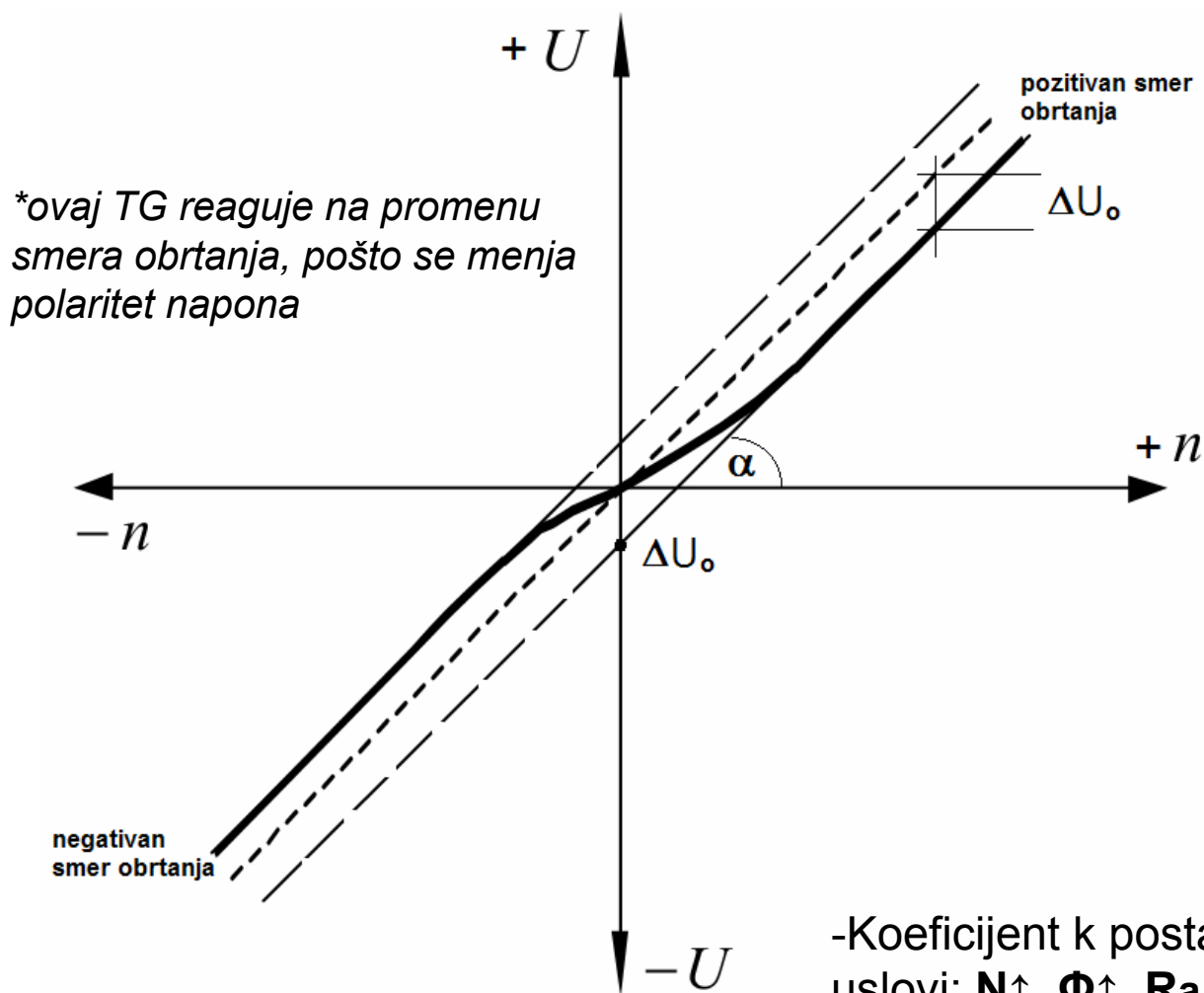
Δu=2V za normalne mašine sa ugljenim četkicama

Δu=0.6V za metalogرافitne četkice

- Bolja komutacija se ima ako se koriste ugljene četkice, međutim one prave veći pad napona od metalo-grafitnih; ovo ima smisla kod mašina većih struja, odnosno snaga
- Kod tahogeneratorsa se radi o malim snagama, tako da problem komutacije nije od značaja
- Stoga se kod tahogeneratorsa koriste metalo-grafitne četkice koje prave manji pad napona
- Ako se površina komutatorsa na koji naležu četkice posrebre $\Delta u \rightarrow 0,00..V$ (tzv.posrebrene lamele)

Otpornost indukta; menja se sa temperaturom, a teži se da je $R \gg R_a$; takođe temperatura utiče malo i na fluks Φ pošto se i on malo menja sa temperaturom

PRENOSNA KARAKTERISTIKA TAHOGENERATORA



$$u = k \cdot n - \Delta U_o$$

-Obzirom da je za $n=0$, $U=0$ karakteristika generatora mora imati prevojnu tačku, u koordinatnom početku

-greška ΔU_o se vrlo brzo stabilizuje na konstantnu vrednost i praktično ne zavisi od brzine

-poželjno je da koeficijent- k bude što veći jer je u tom slučaju:

$$u \approx k \cdot n, \quad k = \operatorname{tg} \alpha$$

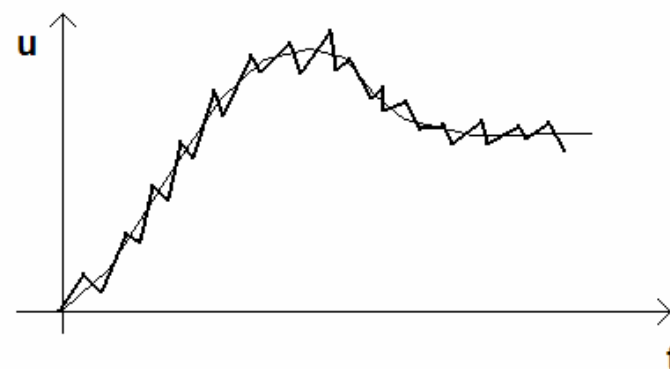
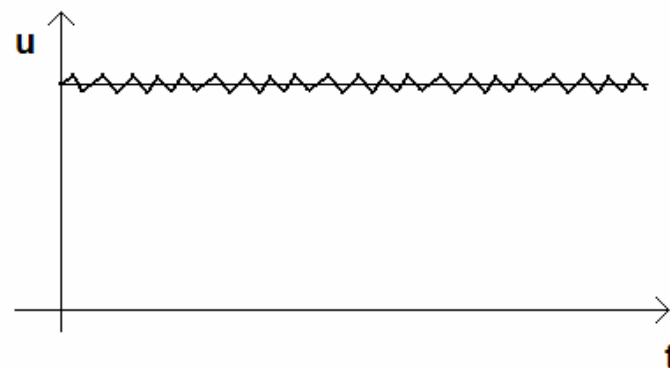
-Koeficijent k postaje je veći ukoliko su ispunjeni uslovi: $\mathbf{N} \uparrow$, $\mathbf{\Phi} \uparrow$, $\mathbf{R_a} \downarrow$, $\mathbf{R} \uparrow$

-Kao što je rečeno ΔU_o se može smanjiti ako se upotrebe metalne ili metalogرافitne četkice, a komutator se posrebrni ili se napravi od srebrnih kriški

Konstanta k se kreće u opsegu **1-100mV/ob/min** što za brzinu obrtanja 1000ob/min daje napon 1-100V DC.

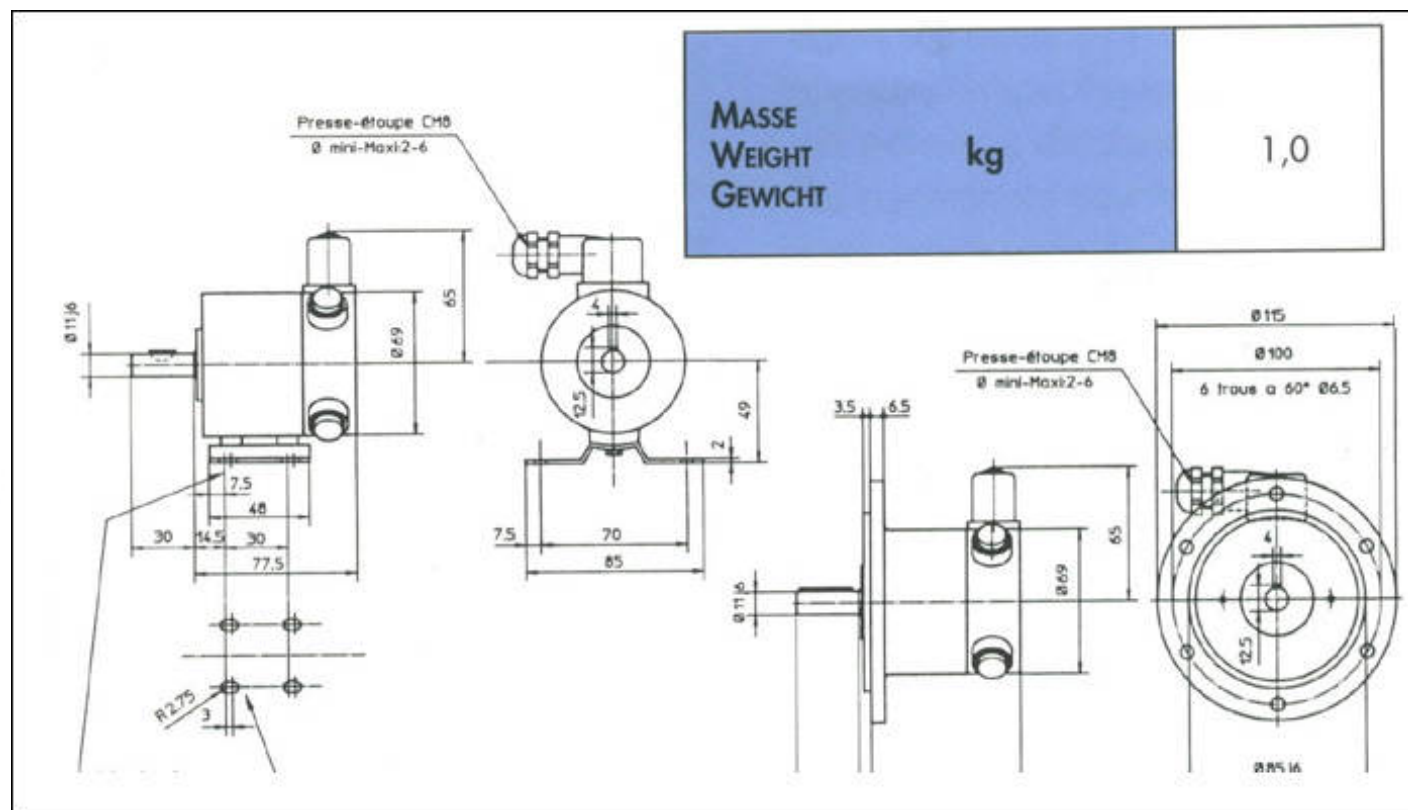
ŠUM (MODULACIJA) KOD TAHOGENERATORA

- Najveći nedostatak TG jednosmerne struje predstavlja šum (modulacija) koji se može jasno videti na osciloskopskom snimku
- Pogotovo kada se posmatraju prelazne pojave dobijeni talasni oblici sadrže ovaj šum
- Posledica čega se javlja ovaj šum (valovitost) ?
- Problem su harmonici odnosno njihove učestanosti !! Tri su osnovna razloga za pojavu ovih harmonika :
 - harmonici usled konačnog broja kriški komutatora ($f \sim k$, k -broj kriški komutatora), ako $k \rightarrow \infty$, $f_k \rightarrow \infty$, tj. ima se "bogat" frekventni spektar harmonika a amplituda im je tada manja
 - harmonici usled žlebova i zubaca indukta, tj. zazor nije kontinualan ($f \sim z$, z broj zubaca)
 - harmonici usled nesimetrije magnetnog kola (legura Al-Ni-Co), odnosno polovi N i S nisu identični zbog nesimetrije zazora; u ovom slučaju $f \sim 2p$, p -broj pari polova.



Ne preporučuje se upotreba RC filtera za suzbijanje ove valovitosti jer se time povećava vremenska konstanta TG; ovo može ugroziti brzinu odziva u regulacionom kolu, odnosno povratnoj sprezi!!!

Radio Energie RE0444 L DC Tacho generator KM811491G01



Električne karakteristike

				Standard
E.M.F at 1000rpm	En	V	1 coll.	60
Voltage gradient	Cv	V/tr/min V/rpm V/U/min	1 coll.	0,06
Armature resistance	Ra	impedance	1 coll.	160
Max. thermal load	Ith	A	1 coll.	0,1
Max. allowed speed	na	tr/min rpm U/min	1 coll.	5000

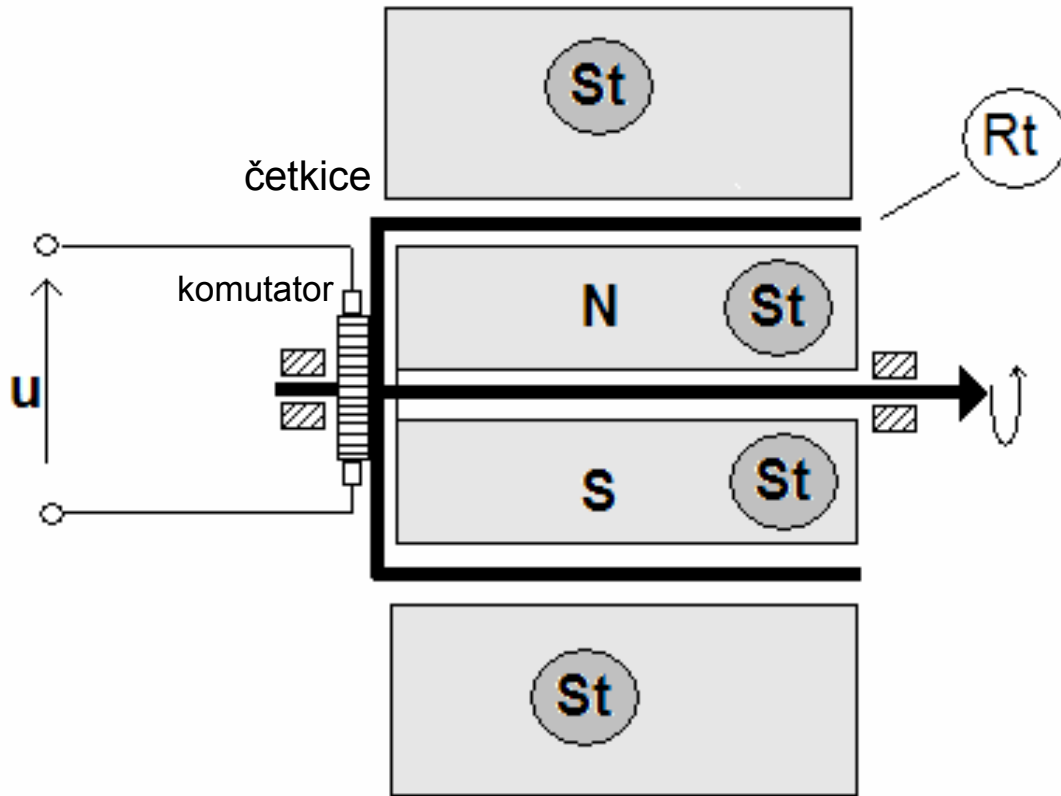
Mehaničke dimenzije i ugradnja

SAVREMENA KONSTRUKCIJA DC TAHOGENERATORA

- Težnja je da TG imaju što manju inerciju, kako mehaničku tako i električnu
- Teži se da se smanji moment inercije J_{TG}
- Obično se TG spreže sa osovnom opterećenja preko elastične spojnice.
- Elastična spojica je povoljna za aksijalnost, međutim ukoliko je J_{TG} veliki, usled elastične sprege može doći do relativno velikih oscilacija pri naglim promenama brzine. Cilj je dakle smanjiti ovaj momenat inercije
- Težnja je da se smanji valovitost(šum) izlaznog napona i reakcija indukta
- Savremena rešenja DC tahogeneratora se baziraju na konstrukciji sa šupljim rotorom koji ima mali momenat inercije

DC tahogenerator sa šupljim rotorom

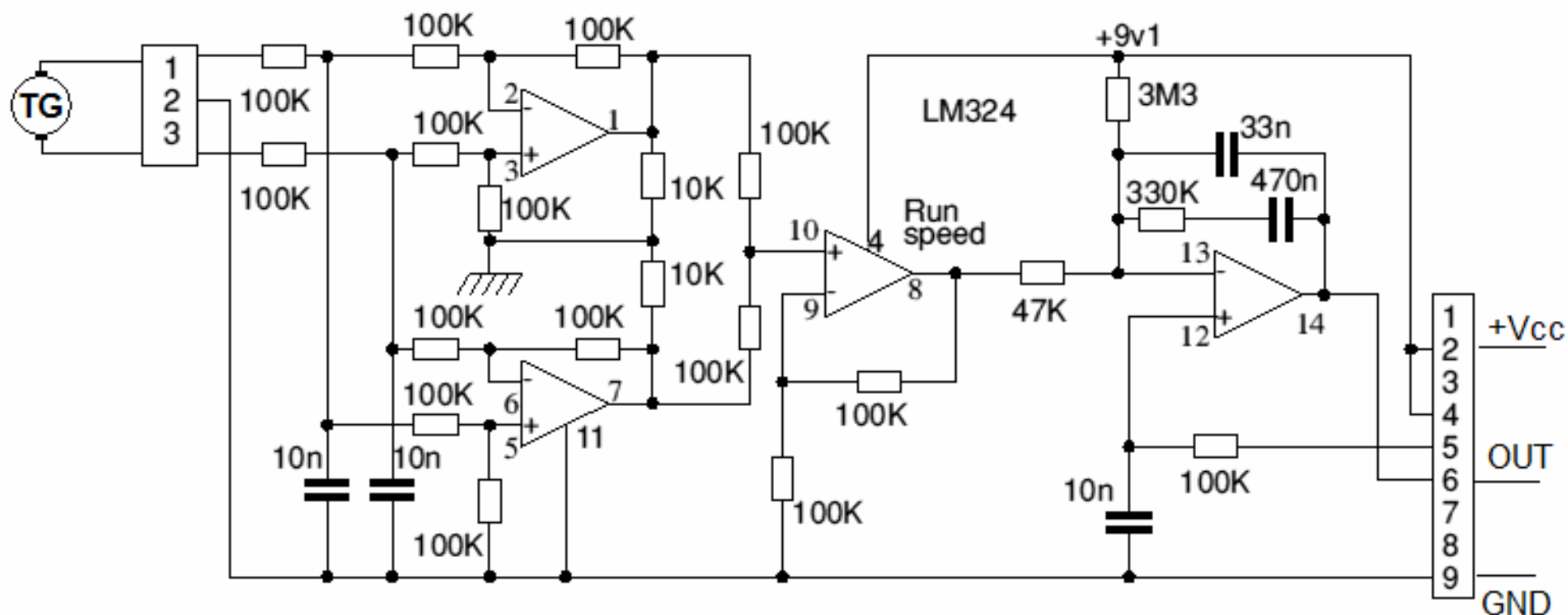
klase tačnosti: 1



- Unutar šupljeg rotora nalazi se nepomičan induktor sa stalnim magnetima
- Spoljašnji deo statora je neaktivan i služi samo za zatvaranje fluksa
- Inercija je svedena na najmanju meru pošto rotor čine jedino: namotaj koji je zaliven u izolacioni materijal i komutatora
- Komutator pravi trenje (neizbežna) pojava
- Nema žlebova rotora, pa ne postoji efekat valovitosti (šuma)
- Komutacija poboljšana, jer je samo-indukcija sekcija manja
- Rotor može biti i u obliku diska sa štampanim namotajem

- Mala inercija, znači i mali rotor ali i malu induktivnost L_a
- $L_a/R_a \uparrow$ ne valja za komutaciju kod malih mašina, a kada se $L_a \downarrow$ poboljša se komutacija

Pojačavač signala sa DC tahogeneratora



Ulazni stepen je diferencijalni pojačavač dvožičnog signala sa TG. Omogućen je rad sa pozitivnim i negativnim naponima. Izlazni filter koji je ustvari integrator obezbeđuje potiskivanje šuma (modulacije).

TAHOGENERATORI SINHRONOG TIP A

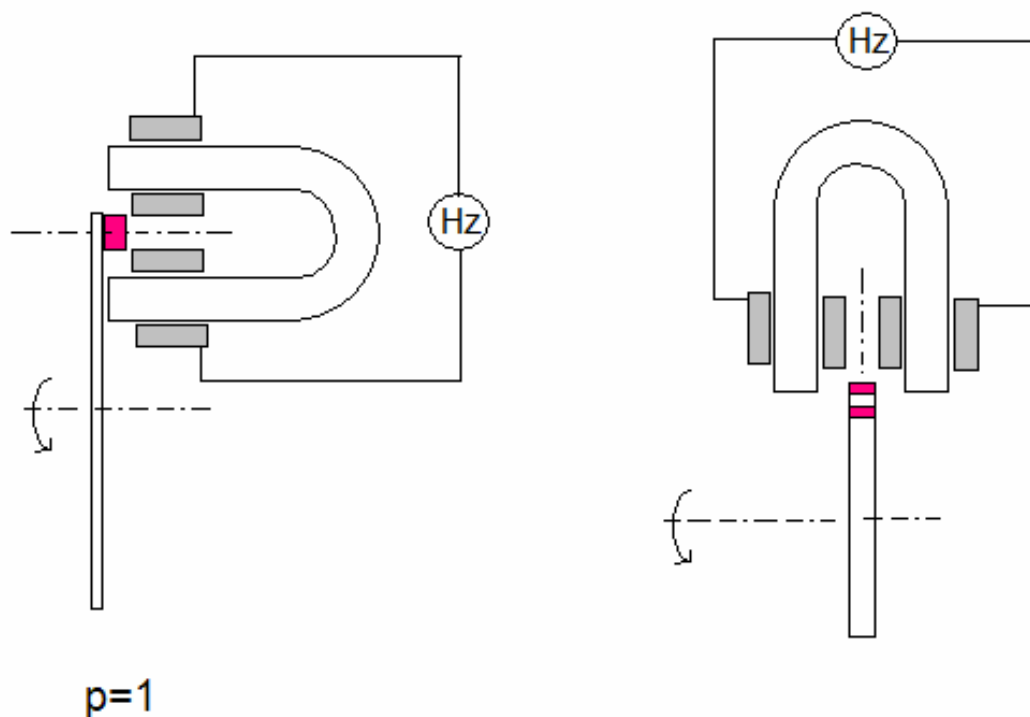
- Ovaj tip TG su ustvari jednostavni mali jednofazni ili trofazni alternatori sa stalnim magnetima na rotoru i promenljivom brzinom čiji su i napon i učestanost srazmerni brzini obrtanja
 $E = 2.22 \cdot f \cdot N \cdot \Phi$ i $f = p \cdot n / 60$, odnosno $E \sim n$
- U ovom slučaju brzinu možemo meriti preko napona ili preko učestanosti
- Indukt je na statoru i on nema prstenove i četkice (povoljno)
- Imaju veliku vrednost momenta inercije J_{TG} (nepovoljno)
- Prvenstveno se koriste za merenje brzine a veoma retko u regulaciji, obzirom da izlazni napon zavisi od učestanosti (ovo je nepovoljno za regulaciju obzirom da induktivne i kapacitivne reaktanse kao parametri regulacionih kola, zavise od učestanosti); u ovom slučaju razlika $U-E$ će zavisi od učestanosti jer je $U-E = X_s I$, obzirom da je $X_s = \omega L_s$
- Vrlo često se dobijeni napon na izlazu ispravlja (monofazno ili trofazno) i onda se brzina meri instrumentima za jednosmernu struju; u ovom slučaju su neizbežni C filtri za, a na izlazni napon utiče opterećenje, tako da svi ovi uticaji deluju na tačnost, tako da im tačnost nije visoka
- Ne registruju promenu smera obrtanja, ali mogu detektovati fazni stav
- Jednostavne su konstrukcije
- Klase tačnosti 1 (pod uslovom da rade na jedno određeno opterećenje)

MERENJE BRZINE PREKO UČESTANOSTI

- U ovoj aplikaciji se vrlo često koriste, obzirom da tada nema sistematske greške
- U ovom slučaju se izvode kao impulsni sistemi a ne kao trofazni
- Grešku u ovom slučaju unosi Hz-metar
- Pri svakom prolasku indukuje se impuls u namotaju i ako stavimo elektronski integrator i to vežemo na merač frekvencije (Hz-metar) dobijamo da je :

$$n[\text{ob/min}] = 60f/p \quad (p \text{ je u ovom slučaju broj izbočenja})$$

$$n = 60f \text{ za } p=1, \text{ odnosno } n \sim f$$



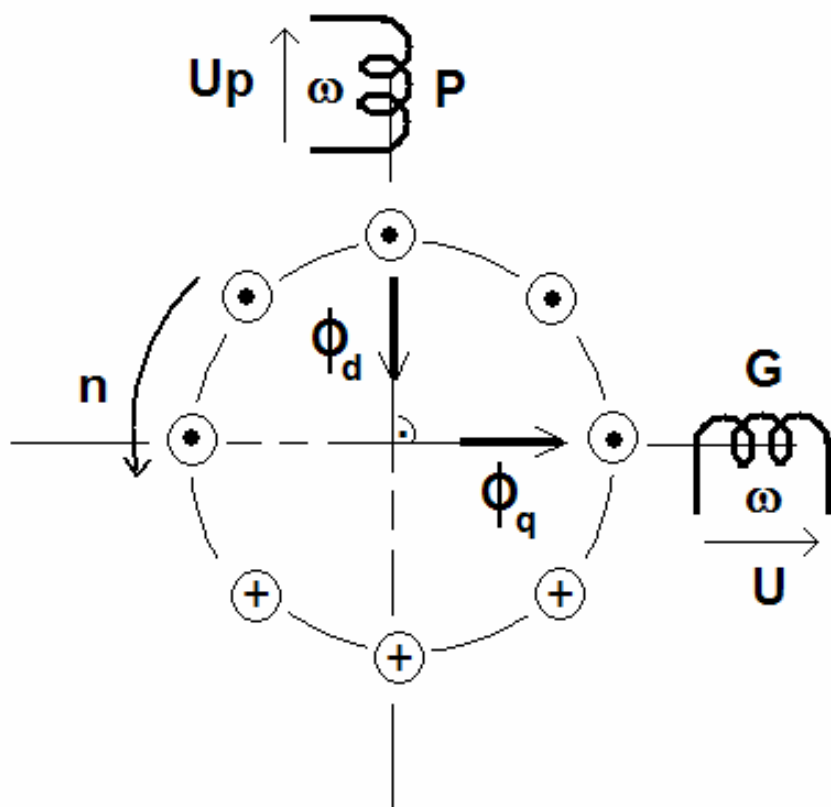
Mogućnosti impulsnog merenje brzine obrtanja

TAHOGENERATORI ASINHRONOG TIPA

- Ovi taho-generatori spadaju u grupu najpreciznijih; klase tačnosti su tipično $k=0.1$
- Ovi generatori nemaju komutator kao DC tahometarski-generatori
- Ovi generatori nemaju promenljivu učestanost kao sinhroni TG
- Veoma su pouzdani, imaju malo trenje
- Njihov glavni nedostatak je mala snaga prema datim dimenzijama (dakle loše iskorišćenje materijala)
- Princip rada se zasniva na principu rada jednofaznog asinhronog generatora
- Njihov rotor je kavezni
- Na statoru su dva namotaja prostorno pomereni za 90°
- Jedan namotaj je pobudni (P) a drugi je generatorski(G)
- Pobudni (P) i generatorski (G) namotaji su napajani sa naizmeničnom strujom
- Mora se obezbediti pobudni sistem i da ta pobuda bude što veća od 50Hz, odnosno rad u generatorskom režimu (nad-sinhrona brzina)

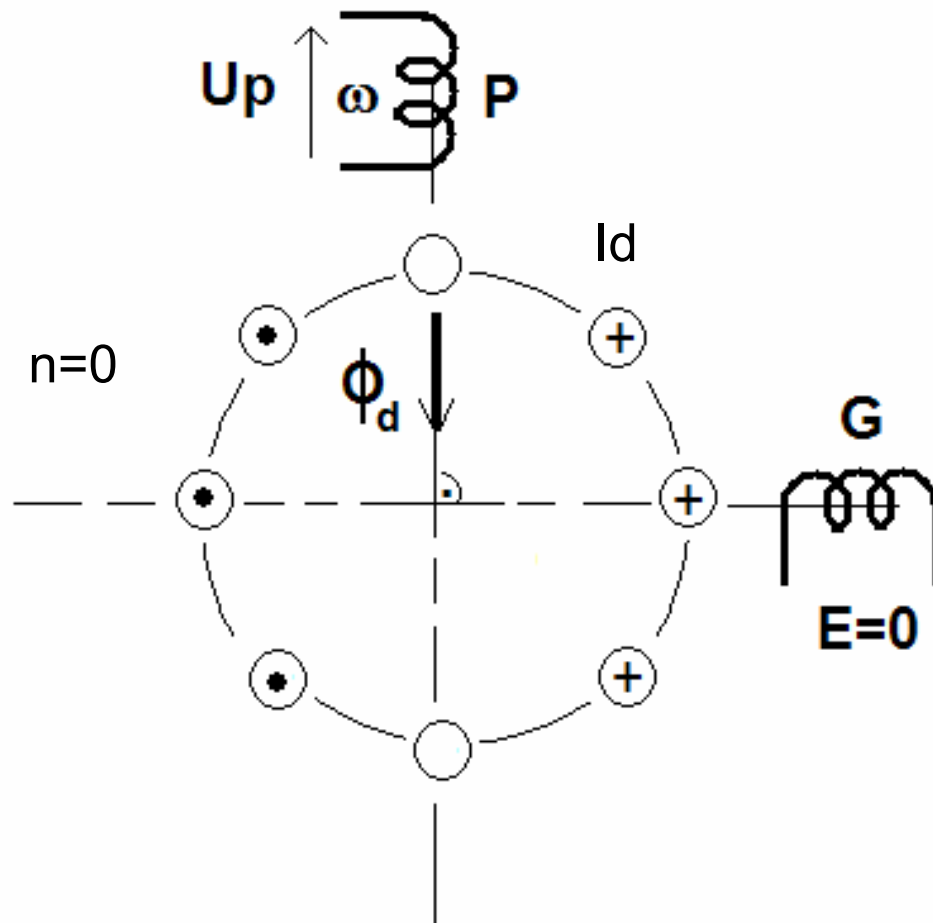
ANALIZA RADA ASINHRONIH TAHOGENERATORA

- Princip rada asinhronih TG se zasniva prodiranju naizmeničnog fluksa kroz višefazni namotaj u kratkom spoju.
- Višefazni namotaj može biti predstavljen kavezom ili tankim bakarnim cilindrom (šuplji rotor)
- Na statoru se nalaze dva namotaja pobudni (P) i generatorski (G) postavljeni pod uglom od 90°



- Pobudni namotaj (P) je priključen na naizmenični napon konstantne amplitude i stalne učestanosti (tipično 400Hz)
- U generatorskom namotu (G) se javlja napon iste učestanosti čija je amplituda srazmerna brzini a faza zavisna od smera obrtanja
- Razlikujemo dva polja: uzdužno Φ_d poprečno Φ_q
- Analiziraće se dva slučaja: kada rotor stoji i kada je rotor u radu

SLUČAJ 1: rotor je u miru

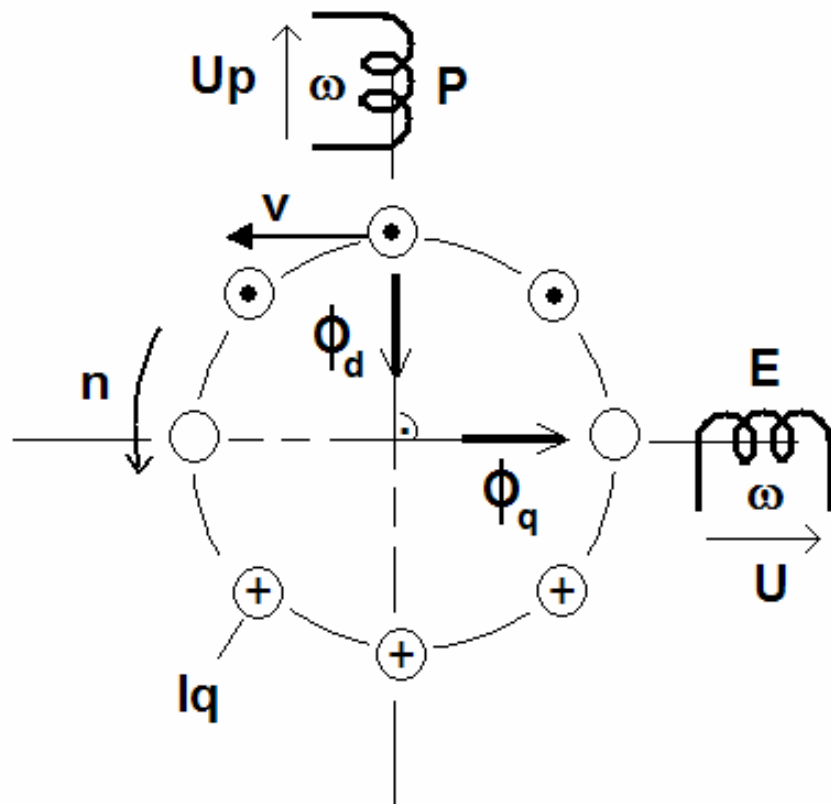


-U slučaju da rotor stoji postoji samo uzdužni fluks.

-Ovaj uzdužni fluks je rezultat delovanja MPS induktora i MPS usled struja u uzdužnoj osi.

-U generatorskom namotaju (G) nema indukovanog napona, te je stoga $E=0$

SLUČAJ 2: kada se rotor obrće



-Ako se rotor obrće pojave u uzdužnoj osi ostaju iste kao u prethodnom slučaju.

-Međutim u provodnicima poprečne ose se javljaju elektromotorne sile rotacije a shodno njima i struje poprečne ose I_q

-Ove struje stvaraju naizmenični fluks Φ_q osnovne učestanosti ω u pravcu poprečne ose

-Možemo napisati jednačinu:

$$E_R = k_E \Phi_d n = k I_q = k_1 \Phi_q = k_2 E$$

EMS generatorskog namota je srazmerna brzini obrtanja!!

-Sve učestanosti veličina u obe ose su iste i jednake pobudnoj učestanosti ω , pa i učestanost indukovanе EMS E . Fazni stav EMS zavisi od smera periferne brzine v i mnenja se za 180° pti promeni smera obrtanja.

-Zbog linearnosti je poželjna veća razlika između sinhronе i radne brzine ($n_s \gg n$) Iz ovog razloga se i usvaja sinhrona učestanost od 400Hz

TIPIČNI TEHNIČKI PODACI ZA JEDAN ASINHRONI TG

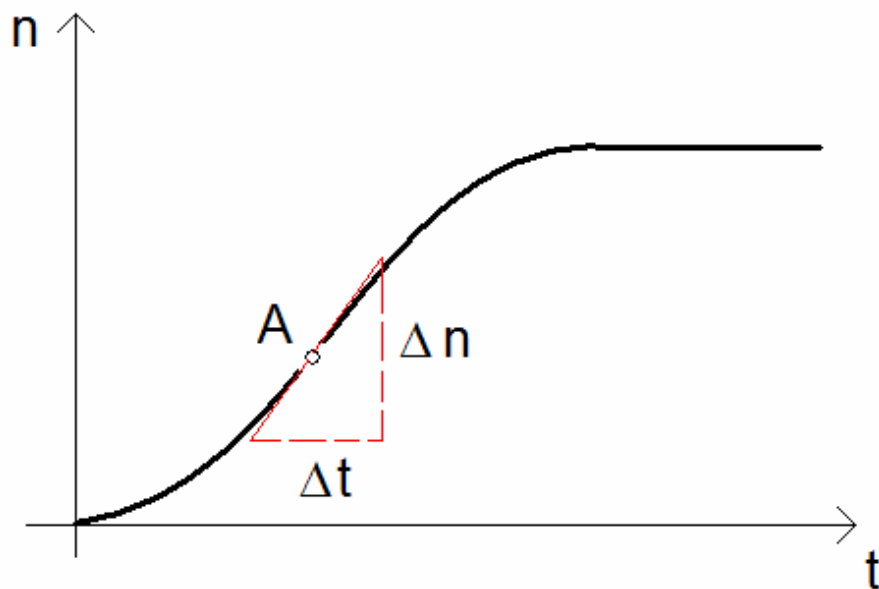
- Ovi gneratori se koriste za tipično 1000 ob/min, izlazni napon se menja u opsegu 1-10V (napon je 10 puta manji u odnosu na DC tahogeneratore)
- Napon napajanja 110V, 400Hz
- Linearnost je 0.5%
- Maksimalna brzina obrtanja 5000 ob/min
- Momenat inercije $J=16 \cdot 10^{-7} \text{ kgm}^2$
- Težina oko 500g
- U novije vreme savremene konstrukcije se baziraju na šupljem rotoru od tankog Cu ili Al cilindra, minimalnog trenja i inercije tako da nema proklizavanja pri naglim promenama brzine
- Naizmenični izlazni napon u odnosu na jednosmerni ima prednost što se po potrebi može lako transformisati za upotrebu u regulacionim kolima i što nema parazitnih harmonika
- Nedostatak: ne daje informaciju o ubrzanju koje nije moguće meriti

PRIMENA TAHOGENERATORA U OGLEDU ZALETANJA ELEKTRIČNIH MAŠINA

- Ogled zaletanja se koristi za određivanje mehaničke karakteristike električne mašina, pri puštanju u rad
- Mehanička karakteristika: $M=F(n)$, zavisnost pogonskog momenta od brzine obrtanja
- Najviše se koristi kod asinhronih mašina ili kod sinhronih mašina sa asinhronim upuštanjem pomoću prigušnog kaveza
- Zaletanje traje relativno kratko (tipično od 500ms do 10s) i stoga ima dinamičku prirodu
- U ovom ogledu se snima karakteristika brzine $n=f(t)$, odnosno vremenska promena brzine prilikom puštanja u rad
- Na osnovu ovog odziva brzine, moguće je u principu odrediti ubrzanje $a=\Delta n/\Delta t$ u pojedinim tačkama, a iz njega je moguće izračunati elektromagnetni moment motora, odnosno moment obrtnog elektromagnetnog polja M_{ob}

DINAMIČKA JEDNAČINA

Dinamička jednačina ravnoteže momenata za motor koji se zaleće iz praznog hoda (odnosno neoptrećen):



$$M_{ob} - M_f = J \cdot \frac{2\pi}{60} \frac{\Delta n}{\Delta t}$$

M_f je moment trenja (frikcije) koji odgovara gubicima usled trenja u ležajevima.

Odnos između ova dva momenta je:

$$M_{ob} \gg M_f$$

Tako da sada dinamička jednačina postaje:

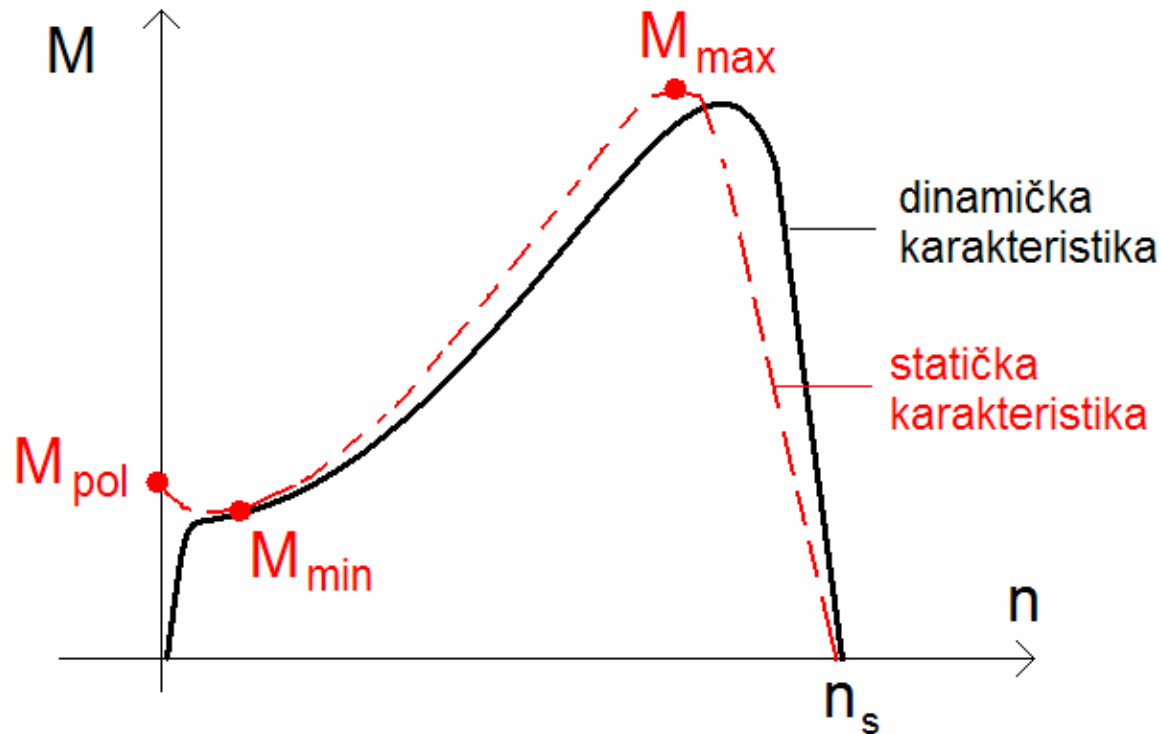
$$M_{ob} \approx J \cdot \frac{2\pi}{60} \frac{\Delta n}{\Delta t}$$

To znači da ako poznajemo moment inercije, možemo u svakoj tački karakteristike $n=f(t)$ odrediti odgovarajuću vrednost momenta M i uspostaviti zavisnost $M=F(n)$ koja predstavlja ustvari mehaničku karakteristiku mašine. Dakle cilj je odrediti krivu brzine.

Kako dobiti krivu brzine $n=f(t)$?

Kriva brzine se dobija preko tahometarskog generatora. Najbolje je upotrebiti TG jednosmerne struje kod koga je eliminisana oscilatorna komponenta tj. valovitost.

U suštini postoje dinamička i statička kriva električne mašine.



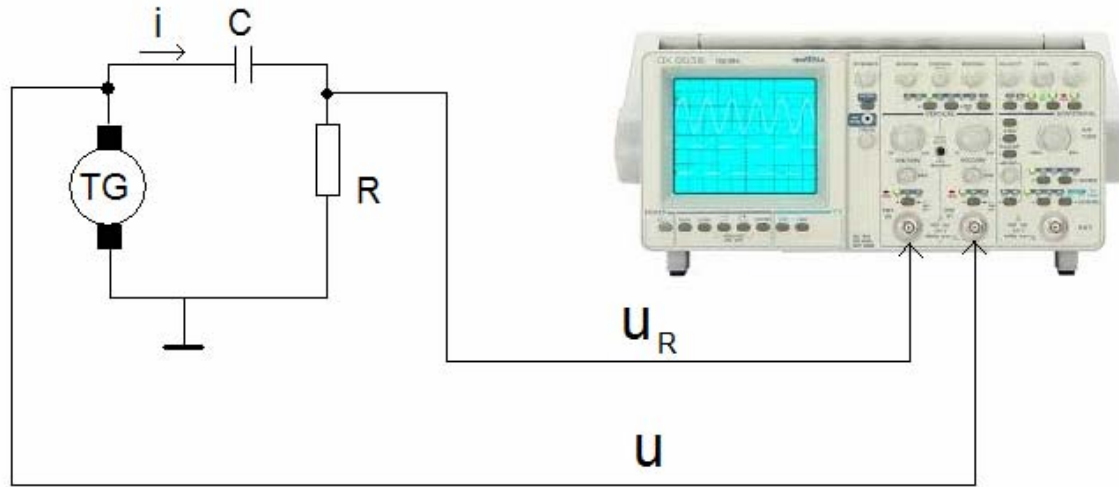
Na dobijenoj mehaničkoj karakteristici moguće je uočiti tri karakteristična momenta:
polazni, minimalni i prevalni (maksimalni)

U ogledu zaletanja se dobija
Dinamička karakteristika
 $M=F(n)$, a kako dobiti statičku karakteristiku?

DOBIJANJE STATIČKE KARAKETRISTIKE

- Statičku karakteristiku je moguće dobiti po metodi opterećenja motora, snimanjem tačku po tačku, od praznog hoda do maksimalnog (prevalnog momenta) i dalje ka većim klizanjima.
- Ova karakteristika se malo razlikuje od dinamičke koja se dobija u ogledu zaletanja.
- Ustvari u procesu zaletanja bi se mogla snimiti i statička karakteristika, samo bi se u tom slučaju, morale dodavati velike zamajne mase kako bi se produžilo vreme zaletanja, toliko da pojave izgube dinamički karakter
- Snimanje ovih karakteristika se obično vrši kod korisnika jer tada snimljene karakteristike daju vernu sliku pri puštanju u rad datog motora a obzirom na naponske prilike, snagu mreže, pad napona pri uključanju i sl.
- Korišćenjem savremenih osciloskopa i merne opreme postupak određivanja mehaničke karakteristike se može automatizovati
- Pri ovome je moguće direktno dobiti moment preko mernog C-R kola ili preko mernog R-L kola

DIREKTNO DOBIJANJE MOMENTNE KARAKTERISTIKE PREKO C-R KOLA



Naponska jednačina:

$$u = \frac{q}{C} + R \cdot i$$

$$C \cdot u = q + RC \cdot i = q + T \cdot i$$

Ako je T dovoljno mala tj. $T \rightarrow 0$

$$C \cdot u \approx q$$

Vremenska konstanta C-R kola

$$T = RC$$

$$\frac{du}{dt} = \frac{1}{C} \cdot \frac{dq}{dt} = \frac{1}{C} \cdot i$$

Napon na krajevima otpornika:

$$u_R = R \cdot i = RC \frac{du}{dt} = T \frac{du}{dt}$$

Napon na TG $u(t)$ je proporcionalan brzini obrtanja: $u = K_{TG} \cdot n$

$$u_R = T \cdot K_{TG} \cdot \frac{dn}{dt}$$

Iz ove jednačine se dobija ubrzanje :

$$\frac{dn}{dt} = \frac{u_R}{T \cdot K_{TG}}$$

Momenat električne mašine u toku zaletanja:

$$M_{ob} \approx J \cdot \frac{2\pi}{60} \frac{dn}{dt}$$

$$M_{ob} \approx J \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{u_R}{T \cdot K_{TG}}$$

$$M_{ob} = k_M \cdot u_R$$

Kada se postigne ustaljena vrednost brzine ($dn/dt \rightarrow 0$)
momenat $M_{ob} \rightarrow 0$

(obrti momenat je direktno proporcionalan sa naponom na otporniku R)

$$M_{ob} = k_M \cdot u_R$$

$$k_M = J \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{1}{T \cdot K_{TG}}$$

$$n = \frac{1}{K_{TG}} \cdot u$$

Iz osciloskopskih snimaka napona $u_R(t)$ na otporniku i napona $u(t)$ na TG je moguće eliminacijom vremena dobiti zavisnost:

$$u_R = F_u(u)$$

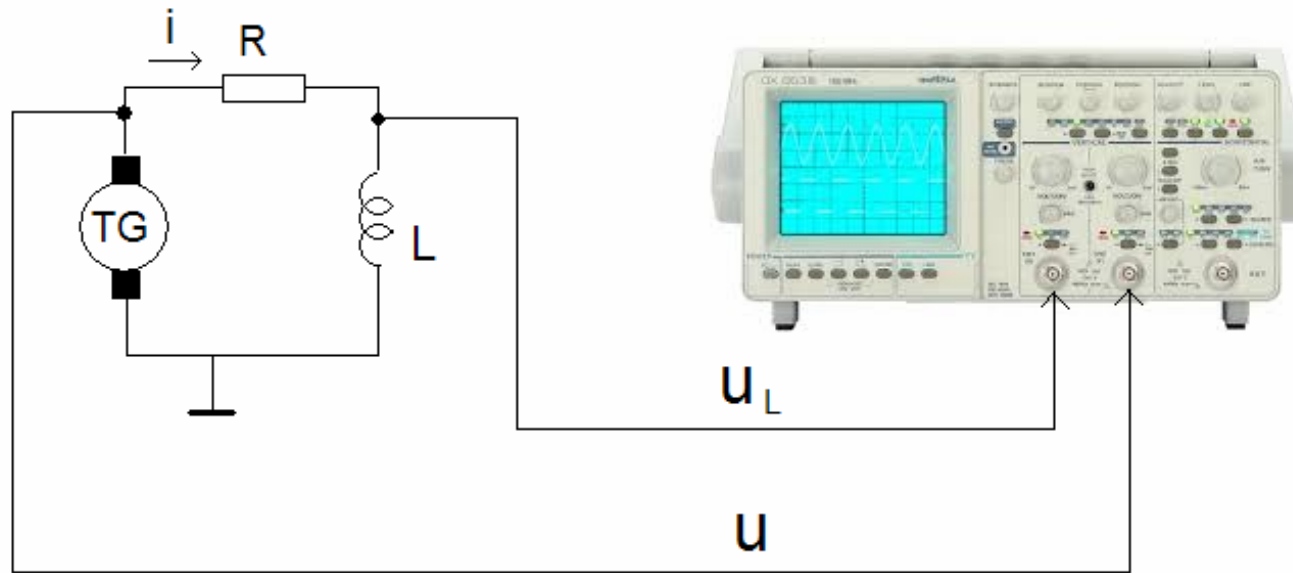
odnosno dinamičku momentnu tj. mehaničku karakteristiku mašine:

$$M_{ob} = F(n)$$

DIREKTNO DOBIJANJE MOMENTNE KARAKTERISTIKE PREKO R-L KOLA

vremenska
konstanta
R-L kola

$$\frac{L}{R} = T$$



$$u = R \cdot i + L \frac{di}{dt}$$

$$\frac{u}{R} = i + \frac{L}{R} \cdot \frac{di}{dt} = i + T \frac{di}{dt}$$

Ako je vremenska konstanta T dovoljno mala:

$$i \approx \frac{u}{R}$$

$$\frac{di}{dt} \approx \frac{1}{R} \cdot \frac{du}{dt}$$

$$u_L = L \frac{di}{dt} = \frac{L}{R} \cdot \frac{du}{dt} = K_{TG} \cdot T \cdot \frac{dn}{dt}$$

$$M_{ob} \approx J \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{u_L}{T \cdot K_{TG}}$$

$$M_{ob} = k_M \cdot u_L$$

(obrti momenat je direktno proporcionalan sa naponom na Induktivnosti L)

ZAHTJEVI ZA INDUKTIVNOST L:

Mora da bude nezasićena, odnosno linearna

-Ovo podrazumeva linearnu zavisnost napona od struje, odnosno da L ne zavisi od struje

-Ovo se može realizovati prigušnicom koja je motana na štapu (1) (otvoreno magnetno kolo) ili poluzatvoreno, odnosno poluotvoreno magnetno kolo, sa relativno velikim zazorom



(1)



(2)

REGISTROVANJE UTROŠENE SNAGE U OGLEDU ZALETANJA

U procesu zaletanja asinhronog motora moguće je registrovati utrošenu snagu P_1 i statorsku struju. Ako se od utrošene snage oduzmu gubici u statoru dobija se elektromagnetna snaga koja je srazmerna momentu:

$$P_{em} = M\Omega_s = P_1 - 3R_1 I^2 - P_{Fe}$$

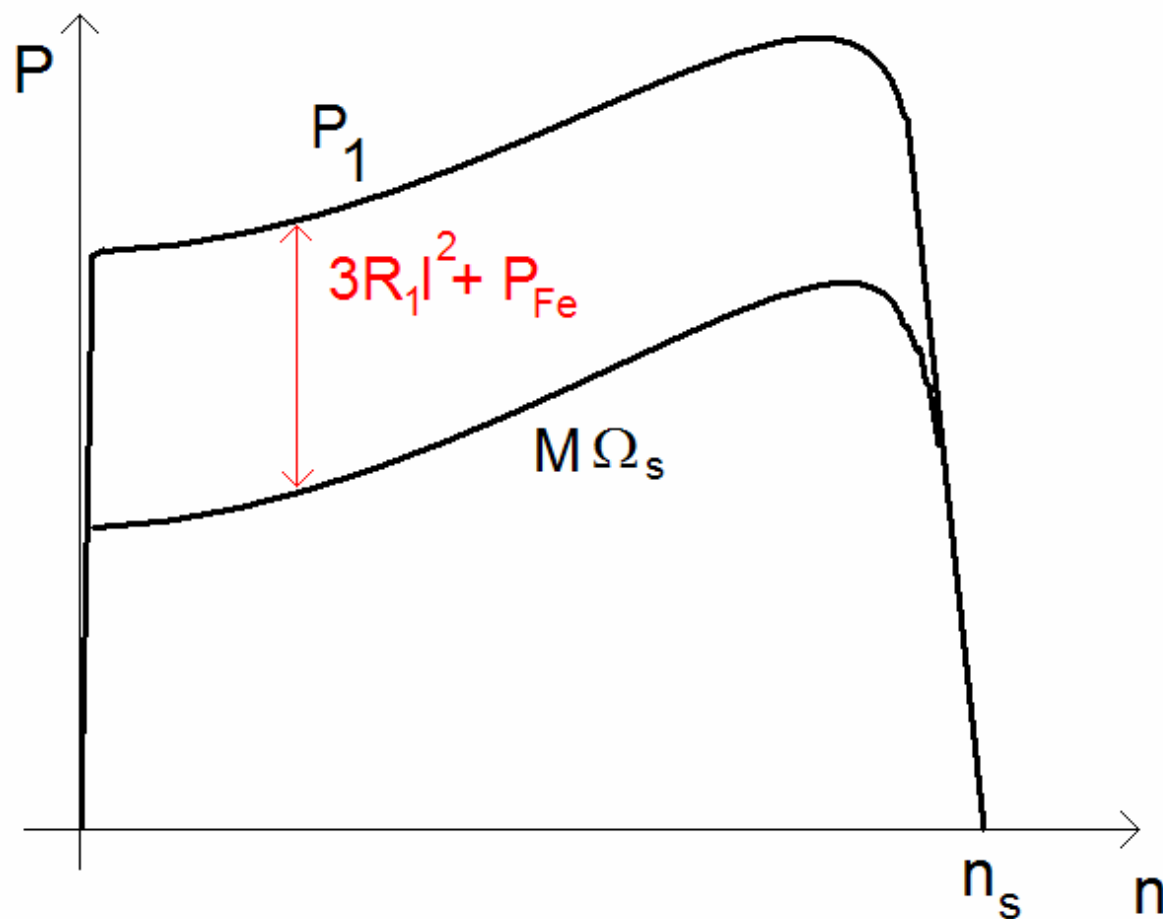
Metoda se bazira na korišćenju krivih:

$$P_1 = f_1(n) \quad I = f_2(n)$$

koje se dobijaju u procesu zaletanja posredstvom brzih elektronskih mernih uređaja i tahogeneratorsa.

Dakle veoma je bitna promena snage P_1 i struje I pri zaletanju. **Kako izgledaju ove zavisnosti??**

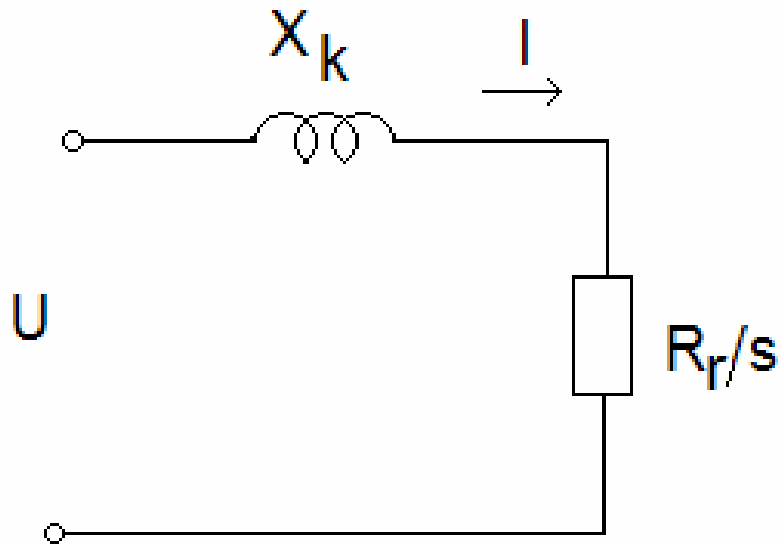
PROMENA UTROŠENE SNAGE PRI ZALETANJU $P_1=f_1(n)$



Dobijanje momenta pomoću izmerene utrošene snage

PROMENA STATORSKE STRUJE PRI ZALETANJU $I=f_2(n)$

Promena statrorske struje pri zaletanju asinhronog motora, se može dobiti na osnovu zavisnosti struje statora od klizanja "s". Zanimarujući gubitke u gvožđu. odnosno struju praznog hoda, kao i otpornost statora , može se dobiti uprošćena ekvivalentna električna šema asinhronone mašine pri zaletanju:

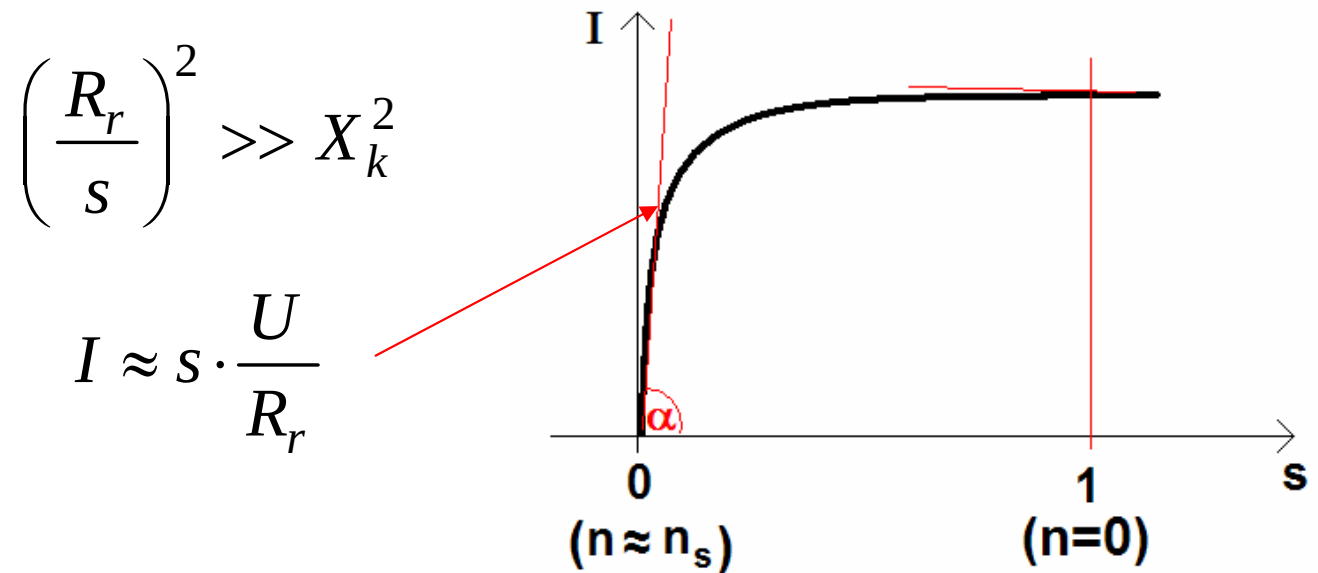


Struja I se dobija iz relacije:

$$I \approx \frac{U}{\sqrt{\left(\frac{R_r}{s}\right)^2 + X_k^2}}$$

$$s = \frac{n_s - n}{n_s}$$

Pri malim klizanjima ($s \approx 0$), struja je linearno zavisna od klizanja



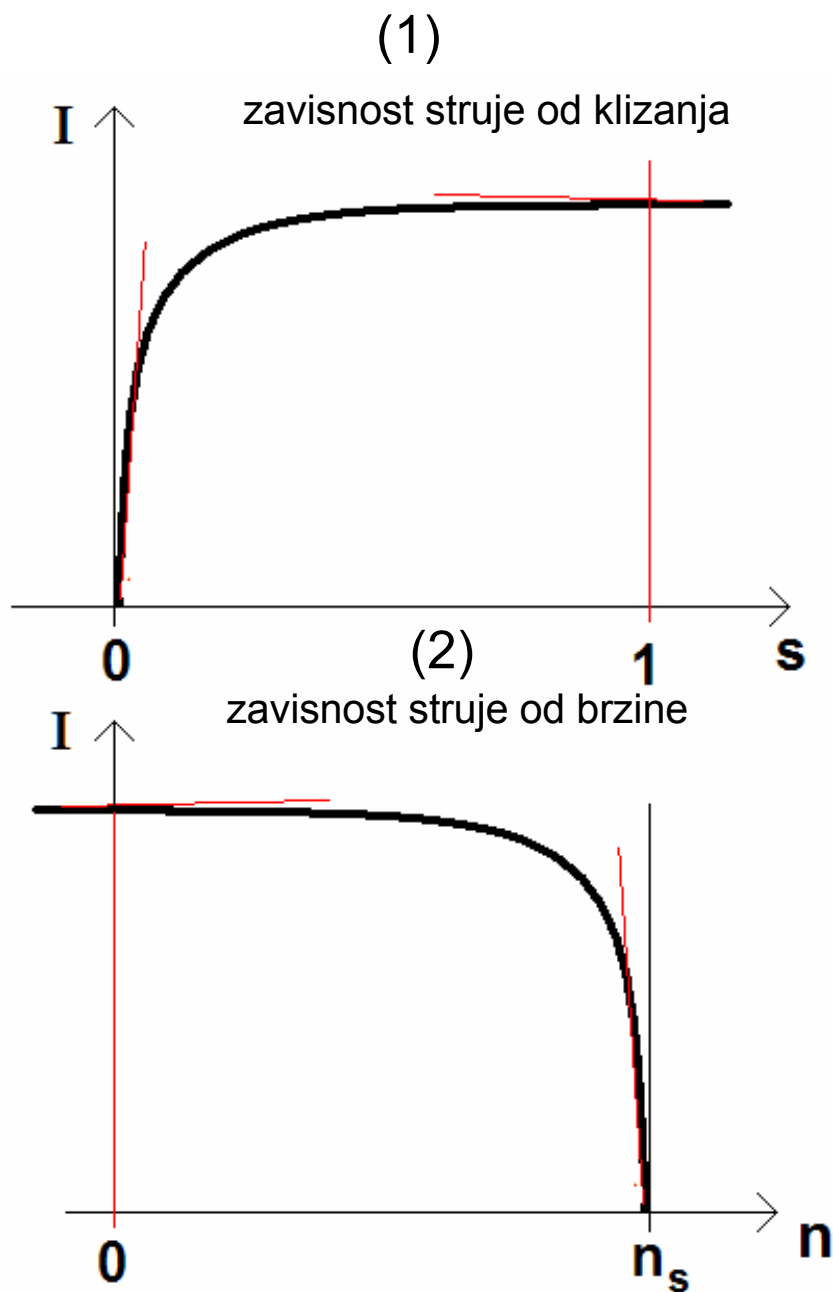
Nagib ove krive je određen vrednošću: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{U}{R_r}$

Ovaj nagib je relativno veliki, obzirom da je otpornost rotora veoma mala

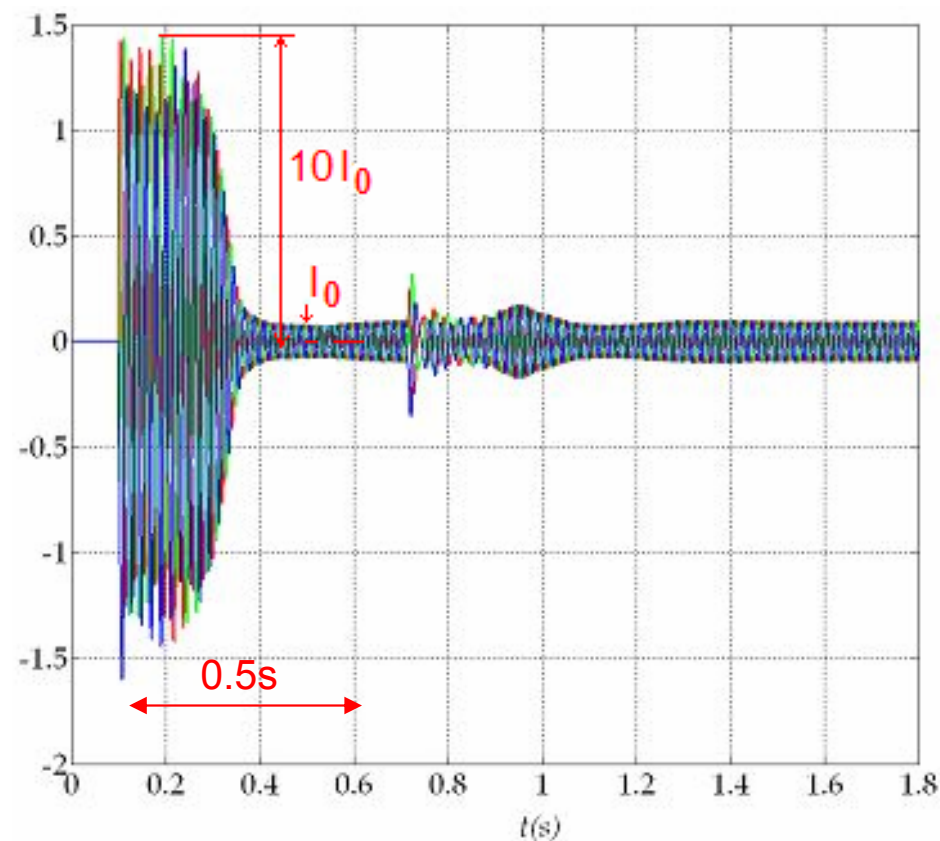
Za relativno velika klizanja $s=1$ (polazak)

$$X_k^2 \gg \left(\frac{R_r}{s}\right)^2 \rightarrow I \approx \frac{U}{X_k}$$

struja je nezavisna od klizanja!!!!



- Zavisnosti efektivne vrednosti struje statora od klizanja (grafik 1) i od brzine (grafik 2)
- Vrlo često je potrebno snimiti trenutnu vrednost struje AM pri zaletanju
- Snimanje je najbolje vršiti sa strujnim kleštima ili LEM mernim modulom
- Pojava je dinamičkog karaktera kao što pokazuje osciloskopski snimak

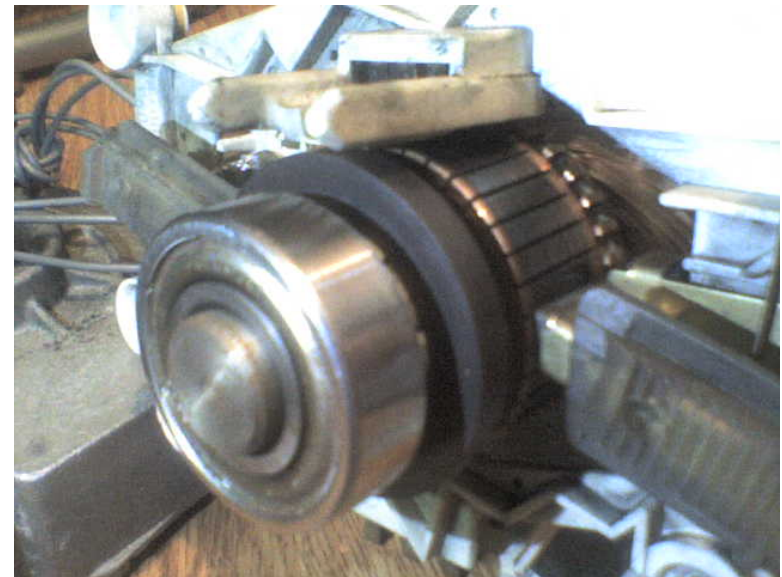


trajanje zaletanja iznosi oko 0.5s

REFERENTNA LITERATURA

1. Miloš Petrović: *Ispitivanje električnih mašina*, Naučna knjiga, Beograd 1988.
2. Branko Mitraković: *Ispitivanje električnih mašina*, Naučna knjiga, Beograd 1991.
3. Fitzgerald-Kingsley, *Električne mašine*, 1961
4. S.N.Vukosavić, *Električne mašine*, Akademski misao, 2010

HVALA NA PAŽNJI!!



PITANJA???

Decembar 2015