

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Ispitivanja tijekom proizvodnje

2

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Ispitivanja tijekom proizvodnje

- I kod asinkronih strojeva se tijekom proizvodnje provode razne provjere i ispitivanja.
- Ovdje se često radi o masovnoj proizvodnji, pa su ispitivanja tako organizirana da praktički predstavljaju dio tehnološkog procesa proizvodnje.
- To vrijedi i za ulaznu kontrolu, i za ispitivanja gotovih strojeva.

3

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Ispitivanja tijekom proizvodnje

- Kod svakog gotovog stroja se ispituje:
 - ispravnost spoja namota,
 - ispravnost izolacije namota i
 - ispravnost mehaničkog rada.

4

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Ispitivanja tijekom proizvodnje

- Ispravnost izolacije namota provjerava se ispitnim naponom između namota i mase.
- Taj napon iznosi $2U_n + 1000V$, ali najmanje 2000V.
- Ispitni napon se podiže postepeno, u trajanju 30 s, i zatim se zadržava na maksimalnom iznosu daljnjih 60 s. Pri tome ne smije doći do probroja izolacije.

5

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Ispitivanja tijekom proizvodnje

- Ispravnost mehaničkog rada provjerava se tako da se stroj vrati u praznom hodu neko vrijeme.
- Stroj ne smije bučiti, niti se pregrijavati i tome slično.
- Detaljno se ispituje manji postotak strojeva, na primjer svaki deseti motor.

6

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Ispitivanja tijekom proizvodnje

- Kod velikih strojeva, koji se proizvode komadno, u ispitnoj stanici se detaljno ispituje svaki proizvedeni stroj.
- Pri tome je organizacija ispitivanja slična onoj kod velikih sinkronih strojeva.
- Organizacija ispitivanja više ovisi o veličini stroja, odnosno njegovoj vrijednosti nego o vrsti stroja.

7

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Ispitivanja u praznom hodu

8

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

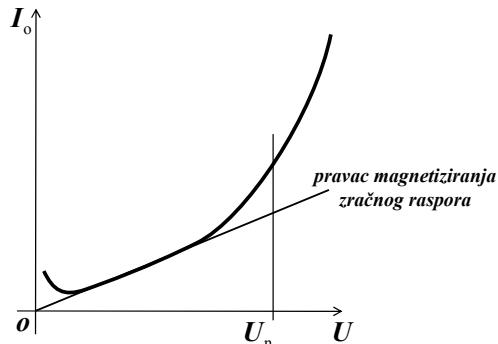
Ispitivanja u praznom hodu

- Pokus praznog hoda je relativno lako izvesti jer pritom ne teretimo stroj mehanički.
- Zato je to pokus koji se u pravilu provodi nakon kontrole namota i naponskih pokusa.
- Osnovna mjerena karakteristika je karakteristika zasićenja.

9

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Ispitivanja u praznom hodu



Karakteristika zasićenja asinkronog motora

10

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Ispitivanja u praznom hodu

- Karakteristika zasićenja je funkcija ovisnost struje praznog hoda I_o o narinutom naponu U .
- U osnovi, ova karakteristika ima isti karakter kao karakteristika praznog hoda transformatora ili sinkronog stroja.
- Gornji dio karakteristike savinut je zbog zasićenja magnetskog kruga poput parabole (potrebna je veća struja magnetiziranja).
- Kad ne bi bilo zasićenja magnetskog kruga, taj dio bi bio pravac.

11

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Ispitivanja u praznom hodu

- Karakteristika magnetiziranja zračnog raspora je pravac.
- Međutim, mjerena karakteristika odstupa znatno od pravca i za male iznose narinutog napona.
- Razlog za to je porast radne komponente struje.
- Naime, iako ne teretimo motor vanjskim momentom, motor mora razviti moment za pokrivanje gubitaka trenja i ventilacije.

12

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Ispitivanja u praznom hodu

- Gubici trenja i ventilacije $P_{g\text{ meh}}$ su praktički konstantni, jer se u praznom hodu brzina tek neznatno mijenja s naponom:

$$P_{g\text{ meh}} = \sqrt{3} U I_{g\text{ meh}} \approx \text{konst.}$$

- Kako smanjujemo napon, struja $I_{g\text{ meh}}$ za pokrivanje ovih gubitaka mora rasti.
- Uz to se povećava i klizanje, pa to uzrokuje povećanje gubitaka u rotoru.

13

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

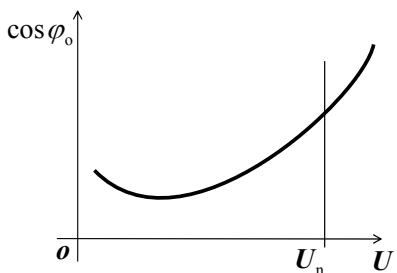
Ispitivanja u praznom hodu

- Pri mjerjenjima u praznom hodu ne ograničavamo se samo na mjerjenje struje praznog hoda.
- U pravilu mjerimo i radnu snagu, pa tako možemo odrediti i karakteristiku faktora snage.
- Karakteristika faktora snage praznog hoda je funkcija ovisnost $\cos\varphi_0$ o narinutom naponu U .

14

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Ispitivanja u praznom hodu



Faktor snage u praznom hodu u ovisnosti o naponu

15

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

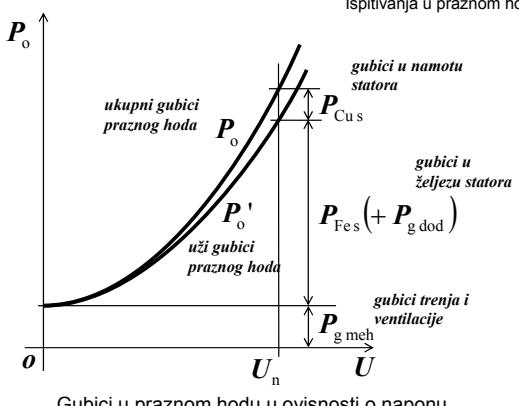
Ispitivanja u praznom hodu

- Faktor snage je u praznom hodu dosta nizak.
- Pri sniženju napona raste zbog povećanja radne komponente struje ($P_{g\text{ meh}}, P_{g\text{ r}}$).
- Pri povišenju napona raste zbog povećanja gubitaka u željezu.

16

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Ispitivanja u praznom hodu



Gubici u praznom hodu u ovisnosti o naponu

17

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Ispitivanja u praznom hodu

- Mjerenu radnu snagu u praznom hodu prikazujemo grafički kao karakteristiku gubitaka praznog hoda.
- Mjereni gubici ovise približno o kvadratu narinutog napona.
- Ovi se gubici mogu rastaviti na nekoliko komponenti.

18

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Ispitivanja u praznom hodu

- Ovi gubici se dijele na:
 - gubitke u statorskem namotu $P_{Cu s}$ i
 - uže gubitke praznog hoda koji se sastoje od:
 - gubitaka u željezu statora $P_{Fe s}$ (zajedno s dodatnim gubicima praznog hoda $P_{g\,dod}$) i
 - gubitaka trenja i ventilacije $P_{g\,meh}$.

19

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Ispitivanja u praznom hodu

- Gubitke u statorskem namotu $P_{Cu s}$ izračunamo iz mjerene struje praznog hoda I_o i izmjerenoj otpora namota (otpora među stezaljkama) statora $R_{s\,st}$:

$$P_{Cu s} = 1.5 R_{s\,st} I_o^2$$

- Od izmjerenih gubitaka u praznom hodu P_o oduzmemmo gubitke u statorskem namotu $P_{Cu s}$.
- Preostanu uži gubici praznog hoda P_o' :

$$P_o' = P_o - P_{Cu s}$$

20

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Ispitivanja u kratkom spoju

21

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Ispitivanja u kratkom spoju

- Ako rotor asinkronog motora zakočimo, a stator spojimo na izvor napona, imamo slučaj koji je s elektroenergetskog stanovišta ekvivalentan kratkom spoju transformatora.
- Za bilo koji električni stroj u motorskom pogonskom režimu kažemo da je u kratkom spoju ako mu je rotor zakočen (tj. u mirovanju).
- U elektromotornim pogonima ta je situacija relativno česta - javlja se uvijek pri pokretanju .

22

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Ispitivanja u kratkom spoju

- Svojstva električnog motora u kratkom spoju zato su izuzetno važna, pa se u pravilu ispituju.
- Pokus se i naziva pokusom kratkog spoja.
- Uz mjerjenje ulazne električne snage, napona i struje u pokusu kratkog spoja mjerimo još i moment na osovini.
- To se može izvesti polugom učvršćenom na osovinu uz mjerjenje sile ili uređajem za mjerjenje momenta.

23

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Ispitivanja u kratkom spoju

- Kao i kod praznog hoda snimamo sve veličine uz različite iznose napona na stezaljkama.
- Budući da struje mogu biti jako velike, veliki su i gubici, pa se stroj brzo zagrijava.
- Budući da se većina asinkronih strojeva hlađi vlastitim prigrađenim ventilatorom, hlađenja u kratkom spoju gotovo i nema, pa je situacija sa zagrijevanjem dodatno otežana.

24

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

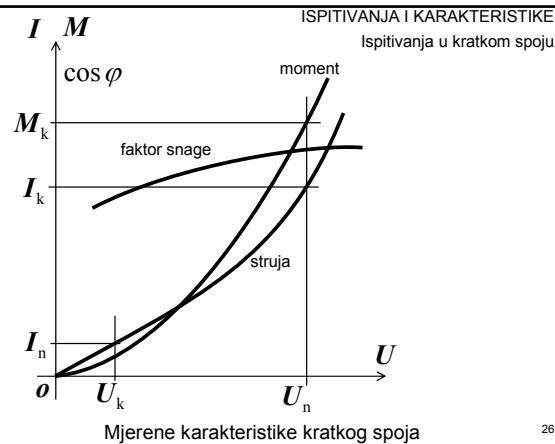
Ispitivanja u kratkom spoju

- Mjerenje se najčešće provodi snižavanjem napona od maksimalne vrijednosti prema nuli, kako bismo smanjili probleme sa zagrijavanjem.
- Zbog zagrijavanja često se ovaj pokus provodi pri sniženom naponu.
- Također se ponekad nakon pojedine snimljene točke stroj hlađi pogonom u praznom hodu, pa se tek onda snima sljedeća točka.

25

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Ispitivanja u kratkom spoju



26

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Ispitivanja u kratkom spoju

- Budući da je magnetsko polje malo, struja kratkog spoja bi trebala ovisiti linearno o naponu.
- To, međutim, ipak nije tako.
- Naime, za veće vrijednosti napona zbog velikih struja dolazi do zasićenja rasipnih magnetskih puteva, pa tada struja počne naglo rasti s povećanjem napona.

27

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Ispitivanja u kratkom spoju

- Moment bi trebao biti približno proporcionalan kvadratu napona u skladu s teoretskim razmatranjima.
- Međutim, zbog istih razloga koji uzrokuju nelinearan porast struje, dakle magnetsko zasićenje rasipnih magnetskih puteva, moment ne slijedi kvadratičnu ovisnost, nego raste nešto sporije.

28

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

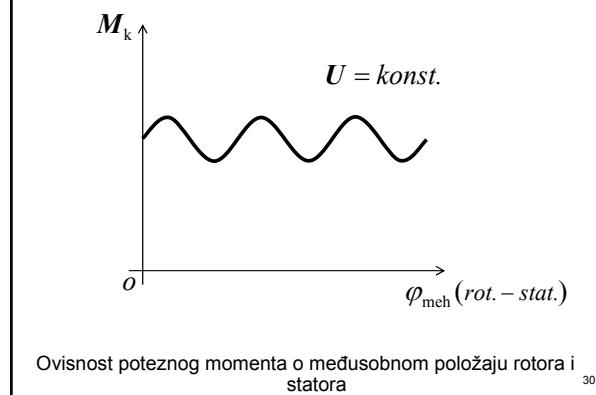
Ispitivanja u kratkom spoju

- Međutim, potezni moment može ovisiti jako o položaju rotora u odnosu na stator.
- Kod detaljnijih je ispitivanja potrebno izmjeriti i tu ovisnost, uz konstantan napon na stezalkama.
- Razlog tome je međusoban položaj utora (odносно zuba) statora i rotora.

29

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Ispitivanja u kratkom spoju



30

Karakteristike opterećenja

31

- Većina asinkronih strojeva radi kao motori na mreži konstantnog naponu i frekvencije.
- Zbog toga su i ispitivanja pri nazivnom naponu dosta važna.
- Ta se ispitivanja često nazivaju mjerjenjem opterećenja, a dobivene karakteristike karakteristike opterećenja.

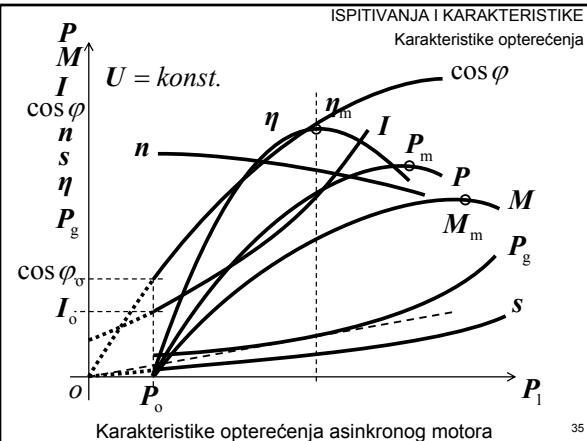
32

- Pri ovom se ispitivanju napon i frekvencija mreže održavaju na konstantnoj vrijednosti.
- Kao nezavisna varijabla služi pri tome električna snaga P_1 koju motor uzima iz mreže, uz različita opterećenja na osovini.
- U svakoj točki opterećenja se također mjeri ili iz mjerena izračuna niz drugih veličina.

33

- To su:
 - snaga na osovini P ,
 - moment na osovini M ,
 - struja I ,
 - faktor snage $\cos\varphi$,
 - broj okretaja n ,
 - klizanje s ,
 - stupanj djelovanja η i
 - gubici P_g .

34



35

- Na slici su posebno označene snaga P_o , struja I_o i faktor snage $\cos\varphi_o$ praznog hoda.
- Maksimalni stupanj djelovanja imamo uvijek za snagu koja je manja od maksimalne izlazne snage.
- Maksimalni moment nastupa za još veću ulaznu, a manju izlaznu snagu od maksimalne.

36

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Karakteristike opterećenja

- Mjerenje električnih veličina provodimo uobičajenim instrumentima: A-metrima, V-metrima i W-metrima.
- Razvojem elektroničkih instrumenata i sustava za automatsku akviziciju podataka takva se mjerenja mogu znatno pojednostaviti.
- Pri klasičnom mjerenu faktor snage se obično računa iz mjerene radne i prividne snage. Pri upotrebi elektroničkih instrumenata za mjerenu on je često jedna od veličina koju određuje sam instrument.

37

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Mjerenje klizanja

38

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Mjerenje klizanja

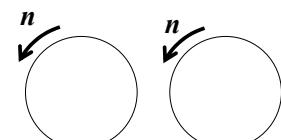
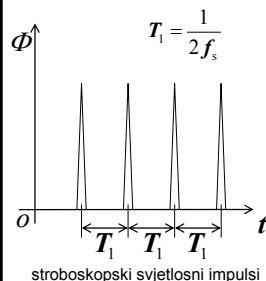
- Klizanje je definirano pomoću sinkrone i stvarne brzine motora, pa bismo ga u principu mogli odrediti mjerenu tih dviju veličina.
- Za male iznose klizanja to međutim nije dovoljno točno, pa je potrebno mjeriti klizanje direktno.
- Jedan od načina je mjerenu klizanja stroboskopom.

39

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Mjerenje klizanja

svjetlosni tok



zvijezde na osovini pri mjerenu

Mjerenje klizanja stroboskopom

40

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Mjerenje klizanja

- Stroboskop je uređaj koji daje kratke impulse svjetla u točno definiranim vremenskim razmacima T_l .
- Na osovini motora povučemo radialnu crtu od središta osovine do oboda i osvijetlimo iz stroboskopa frekvencijom koja je dvostruko veća od frekvencije napajanja motora.
- Ako se osovina vrati sinkronom brzinom, tada ćemo na osovini vidjeti mirujuću zvijezdu s onoliko krakova, koliko stroj ima polova.

41

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Mjerenje klizanja

- Ako je brzina vrtnje malo manja od sinkrone, zvijezda će se polako okretati u smjeru koji je suprotan od stvarnog smjera vrtnje rotora.
- Štopericom mjerimo vrijeme T u kojem zvijezda napravi N okretaja.
- Frekvencija klizanja (rotora) i klizanje su:

$$f_r = \frac{N}{T} 2p = s f_s \quad s = \frac{2pN}{T f_s}$$

42

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Mjerenje klizanja

- Danas postoje i dovoljno precizni digitalni frekvencmetri pomoću kojih se klizanje može mjeriti indirektno, mjeranjem brzine vrtnje i frekvencije napajanja.
- Za mala klizanja je potrebna ekstremna točnost takvih instrumenata (reda veličine 10^{-6}).
- Ovu je točnost mnogo lakše postići ako mjerimo frekvenciju i brzinu pomoću dva brojača, sa zajedničkim izvorom osnovne frekvencije.

43

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Mjerenje momenta

44

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Mjerenje momenta

- Moment na osovini možemo mjeriti indirektno ili direktno.
- Indirektno moment određujemo tako da motor teretimo strojem za terećenje (to je najčešće električni generator), mjerimo ulaznu električnu snagu i od nje odbijemo sve gubitke.
- Moment dobijemo dijeljenjem tako dobivene snage na osovini s kutnom brzinom.
- Ovaj način mjerenja je manje točan od direktnog mjerenja momenta, ali je lakše provediv jer nam za to nije potreban poseban uređaj.

45

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Mjerenje momenta

iz struje i otpora iz pokusa praznog hoda

$$P_g = P_{Cu\ s} + P_{Fe} + P_{gr} + P_{gmeh}$$

snaga u zračnom rasporu

$$P_\delta = P_1 - P_{Cu\ s} - P_{Fe} \longrightarrow P_{gr} = s P_\delta$$

$$P = P_1 - P_g \quad M = P \frac{30}{\pi n} = \frac{30}{\pi n_s} \cdot \frac{P}{1-s}$$

snaga na osovini

46

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

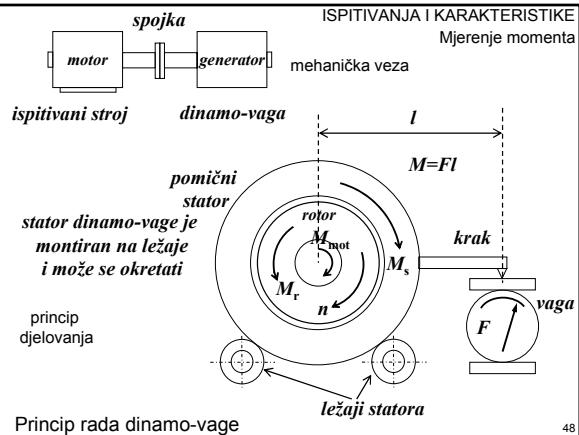
Mjerenje momenta

- Gubitke u željezu P_{Fe} i gubitke trenja i ventilacije P_{gmeh} odredimo pokusom praznog hoda.
- Gubitke u statorskom namotu $P_{Cu\ s}$ izračunamo pomoću mjerene struje i izmjerenoj otporu namota.
- Od ulazne snage oduzmemos gubitke u statoru i dobijemo snagu u zračnom rasporu P_δ .
- Pomoću ove snage i klizanja s odredimo električne gubitke u rotoru P_{gr} .
- Tako dođemo do svih podataka za račun momenta.

47

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Mjerenje momenta



48

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Mjerenje momenta

- Pomoću dinamo-vage mjerimo direktno moment na osovini.
- Dinamo-vaga je električni generator čije je kućište montirano na ležaje tako da se može zakretati.
- Snagu iz generatora odvodimo (najčešće) na otpornike, a moment na kućište kompenziramo silom na poznatom kraku na kućištu.
- Silu mjerimo običnom vagom.

49

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

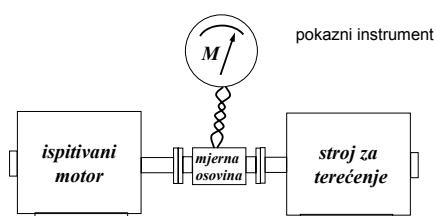
Mjerenje momenta

- Mehaničku snagu na osovini dobijemo množenjem iznosa momenta i mehaničke kutne brzine, koju odredimo iz mjerene broja okretaja n .
- Dinamo-vaga se obično radi tako da može služiti i za ispitivanje generatora.
- Često nismo u mogućnosti dopremiti stroj u laboratorij na ispitivanje, osobito ako se radi o velikom stroju.
- Tada nam preostaje kao mogućnost indirektno mjerjenje momenta ili mjerjenje pomoću posebnih uređaja koji se nazivaju mjerne osovine.

50

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Mjerenje momenta



Mjerna osovina

51

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Mjerenje momenta

- Mjerna osovina je uređaj koji se umeće između ispitivanog stroja i stroja za terećenje i direktno mjeri moment.
- Stroj za terećenje pri tome može značiti i radni mehanizam koji pogoni ispitivani motor.

52

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Mjerenje momenta

- Sam davač momenta može se zasnivati na različitim principima kao što su:
 - piezo-električni,
 - magnetostriktivni,
 - induktivni,
 - kapacitivni,
 - tenzometrijski i tako dalje.

53

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Mjerenje momenta

- Ponekad, posebno kod velikih strojeva, nije moguće naknadno ugraditi mjeru osovinu.
- Tada se na pogonsku osovinu direktno mogu nalijepiti tenzometarske trake, i uz poznata elastična svojstva osovine odrediti moment.

54

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Mjerenje momenta

- Neki od ovih sustava mjerenja su pogodni za statička snimanja, a neki od njih i za dinamička.
- Kod dinamičkih snimanja treba cijeli sustav pažljivo koncipirati jer torzije vibracije mogu jako utjecati na rezultat.
- Mjerenje momenta se obavlja za određivanje karakteristika kratkog spoja, opterećenja i momenta.

55

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Karakteristika momenta

56

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

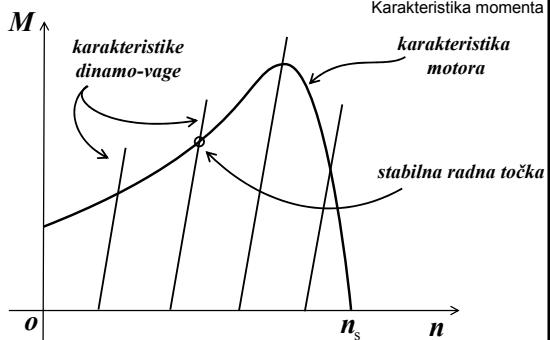
Karakteristika momenta

- Karakteristika momenta je jedna od osnovnih vanjskih karakteristika svakog motora.
- Ona se zato često snima na izvedenim strojevima.
- Uobičajeni način snimanja je točku po točku pomoću dinamo-vage.

57

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Karakteristika momenta



Snimanje karakteristike momenta

58

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Karakteristika momenta

- Dinamo-vaga mora imati takve karakteristike da može stabilno raditi u bilo kojoj točki karakteristike ispitivanog motora.
- Kao stroj za terećenje (tj. dinamo vaga) najčešće se koristi kolektorski stroj koji ima široke mogućnosti izbora i regulacije karakteristike momenta.
- Izborom odgovarajućeg režima rada dinamo vage postižu se potrebne karakteristike tereta.

59

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Karakteristika momenta

- Snimanje karakteristike momenta točku po točku često je dugotrajan i mukotrpni posao.
- Budući da ispitivani stroj pri tome radi duže periode u termički nepovoljnim režimima (uz velika klizanja), ispitivanje se obično mora prekidati i stroj hladiti.
- Umjesto snimanja karakteristike momenta dinamo-vagom (ili mernom osovom) snimanje cijele karakteristike može se izvesti zaletom i deriviranjem brzine vrtnje.

60

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Karakteristika momenta

- Princip ove mjerne metode se zasniva na saznanju da je moment M , koji ubrzava neku zamašnu masu J , proporcionalan kutnom ubrzanju prema relaciji:

$$M = J \frac{d\Omega_m}{dt} = J \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{dn}{dt}$$

- Moment je proporcionalan derivaciji brzine vrtnje po vremenu.

61

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Karakteristika momenta

- Uz moderne brze sustave za akviziciju podataka danas je to moguće izvesti digitalizacijom mjerene brzine i kasnjom numeričkom obradom.
- Kao davač brzine može služiti ili digitalni davač, ili tahogenerator.
- Tahogenerator je mali istosmjerni generator koji na stezaljkama daje napon proporcionalan brzini vrtnje.
- Ranije se to rješavalo snimanjem napona iz tahogeneratora (koji je proporcionalan brzini) na oscilograf i grafičkim deriviranjem.

63

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

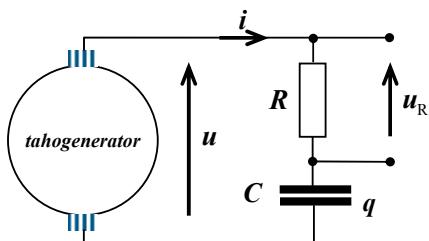
Karakteristika momenta

- Zamašnu masu J možemo izmjeriti pomoću njihala na osovini. Pri tome osim zamašne mase samog rotora može biti uključen i dodatni zamašnjak.
- Do iznosa momenta dolazimo deriviranjem mjerene brzine, bez terećenja na osovini.
- Brzinu moramo mjeriti dovoljno točno da bismo deriviranjem dobili ispravne rezultate.

62

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Karakteristika momenta

Derivator s R - C članom

65

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Karakteristika momenta

$$u = \frac{q}{C} + iR$$

$$u = k_{TG} n$$

konstanta ovisna o
izvedbi tahogeneratora

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

$$\frac{du}{dt} = k_{TG} \frac{dn}{dt}$$

$$k_{TG} \frac{dn}{dt} = \frac{i}{C} + R \frac{di}{dt}$$

66

*možemo zanemariti
ako je R dovoljno malen*

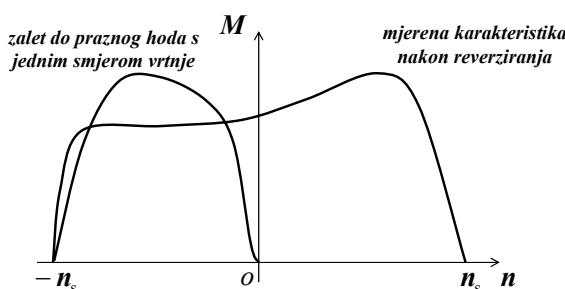
$$\frac{dn}{dt} = \frac{1}{k_{TG}} \left(\frac{i}{C} + R \frac{di}{dt} \right)$$

$$\frac{dn}{dt} \approx \frac{1}{k_{TG}} \cdot \frac{i}{C}$$

67

- Napon iz tahogeneratora u je proporcionalan brzini vrtnje n .
- Faktor proporcionalnosti je konstanta k_{TG} ovisna o izvedbi tahogeneratora.
- Uz uvjet da je otpor R malen, možemo zanemariti drugi član u zagradi, pa je derivacija brzine približno proporcionalna struji, odnosno padu napona na otporniku.

68



Provedba mjerena momenta motora iz zaleta

69

- Pri ovakvom snimanju moramo osigurati da zalet traje dovoljno dugo da bi se mjerena karakteristika mogla smatrati statičkom.
- Krivulja momenta se može smatrati statičkom ako zalet motora traje znatno dulje od elektromagnetske vremenske konstante motora koja je određena radnim otporima i rasipnim reaktancijama motora.
- Produljenje zaleta motora se postigne dodatnim zamašnim masama na osovini.

70

- Da se izbjegne prijelazna pojava pri uključenju motora, mjereno momenta iz zaleta se obavlja od klizanja $s = 2$.
- Motor se priključkom na izvor napona zaleti do točke praznog hoda vrtnjom u negativnom smjeru.
- Potom mu promijenimo smjer vrtnje.
- U tom momentu prijeđe u režim protustrujnog kočenja te koči od klizanja $s = 2$ dok se ne zaustavi te se zatim zaleti do brzine praznog hoda u pozitivnom smjeru.
- Derivatorom se obično snimi cijelokupan postupak

71

Mjerenje zagrijavanja

72

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Mjerenje zagrijavanja

- Asinkroni motori se najčešće grade za trajne pogone.
- Pri tome je jedan od osnovnih kriterija da se stroj pri nazivnom opterećenju ne smije zagrijavati iznad granice dopuštene za korištenu klasu izolacije i temperaturu okoline od 40°C.
- Provjera zagrijavanja se provodi tako da se stroj optereti nazivnom snagom dovoljno dugo tako da temperatura u svim dijelovima stroja stagnira.

73

Mjerenje zagrijavanja

- Za male strojeve to može biti relativno kratko vrijeme, dok je za veće strojeve to obično više sati.
- Frekvencija, napon i snaga se cijelo vrijeme moraju održavati na konstantnoj vrijednosti.
- Nakon što je temperatura stagnirala, zagrijanje se odredi indirektno iz izmjerih vrijednosti otpora statorskog namota prije i nakon pokusa zagrijavanja.

74

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Mjerenje zagrijavanja

*temperaturni koeficijent
otpora namota*

otpor toplog namota

$$R_g = R_{g_a} (1 + \alpha \Delta \vartheta)$$

otpor hladnog namota

porast temperature

$$\Delta \vartheta = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{R_g}{R_{g_a}} - 1 \right)$$

75

ISPITIVANJA I KARAKTERISTIKE

Mjerenje zagrijavanja

- Pri izradi prototipova se u stroj obično ugrađuju termoelementi, pa se zagrijanje u pojedinim dijelovima stroja mjeri direktno.
- Kod velikih strojeva se senzori za mjerenje temperature (češće mjerni otpornici nego termoelementi) ugrađuju u stroj i služe za kontinuirano praćenje temperature (monitoring).
- Senzori se mogu staviti u glavu i u druge dijelove namota, a isto tako na odabrana mesta u paketu statora.

76