

ODGOVORI ZA

LABORATORIJSKE VAJE – EEMP

Ta stran ni za printat.

Vprašanja so kopirana iz skripte objavljene na <http://ime.feri.um.si/> za študente elektrotehnike 2014/2015

Odgovori so razdeljeni po alinejah – če je vprašanje iz dveh ali več delov je prva alineja samo za prvi odgovor, druga za drugi odgovor itd.

Odgovori so pridobljeni iz laboratorijskih vaj, kar so nam asistenti povedali + nekatere stvari smo morali sami najti v raznih učbenikih
Nisem označeval vprašanj a),b)...

Če ste slišali drugače (in temu verjamete) si to sami popravite.

To je izboljšana verzija skripte, ki ima rdeče obarvane odgovore.

Veliko sreče na zagovoru laboratorijskih.

1. Zakaj oblika magnetilnega toka I_{μ} ni sinusne oblike in zakaj se glavni fluks Φ_g manjša in razsipani Φ_o večja z obremenitvijo? Koliko je približna vrednost inducirane napetosti v kratkem stiku glede na nazivno napetost?

~Oblika toka prostega teka ni sinusna, ker tudi magnetilna karakteristika železnega jedra ni linearna.

~Tok ($I \neq 0$) nam ne dovoli razsipanega magnetnega polja. Ko ga večamo (z obremenitvijo) se večja tudi Φ_o na podlagi ravnotežne enačbe ($U_1 = -E + I(R_1 + jX_o)$) pa vidimo, da se glavni magnetni pretok niža.

~Inducirana napetost E_1 je v kratkem stiku glede na nazivno napetost pol manjša $\left[E_1 = \frac{U_1}{2} \right]$

Kakšne Fourierjeve koeficiente oziroma višje harmonske komponente dobimo, tj. lihe ali sode, za tok prostega teka transformatorja? Ali je osnovna harmonska komponenta sinusne ali kosinusne komponente?

~Za prosti tek transformatorja imamo samo lihe komponente (1,3,5,7,...)

~Osnovna harmonska komponenta je kosinusne oblike

Koliko je frekvenca tretjega harmonika magnetilnega toka, če je frekvenca napetosti 50Hz?

Koliko je fazni premik tretjega harmonika magnetilnega toka v trifaznem transformatorju?

~ $3 \times 50\text{Hz} = 150\text{Hz}$ (vsak harmonik pomeni $n \times 50\text{Hz}$) ~ 90° zamika toka za napetostjo

Napišite osnovno enačbo za inducirano napetost v navitju transformatorja ($E = 4 \cdot 1,11 \dots$)

ter povejte kakšno vrednost fluksa je potrebno vstaviti za izračun efektivne vrednosti inducirane napetosti oziroma komentirajte kaj upoštevamo s faktorjem oblike 1,11?

~ $E = 4,44 \cdot f \cdot N \cdot \Phi$. V enačbo ustavimo temensko vrednost pretoka, saj je $\sqrt{2}$ že upoštevan v številu 4,44.

~ 1,11 dobimo iz $\frac{\pi/2}{\sqrt{2}}$. S faktorjem oblike upoštevamo, da ima navitje vsake faze več

prostorsko razporejenih tuljav.

2. Zakaj karakteristika toka prostega teka transformatorja I_{10} nelinearno narašča z napetostjo?

~Karakteristika prostega teka nelinearno narašča z napetostjo zaradi nelinearne magnetne krivulje železnega jedra

Koliko % je običajno tok I_{10} v primerjavi z nazivnim tokom (I_{1N}) ?

~ $I_{10} \approx 1-2\% I_N$

Naštejte katere osnovne vezave primarnega in sekundarnega navitja poznamo pri trifaznih transformatorjih! Napišite tudi primer kombinacije vezav navitij dveh najbolj uporabljenih vezalnih skupin s faznim premikom 150° ! Kaj omogočata ti dve vezalni skupini?

~Y(zvezda) in D(trikot) na primarni strani, y,d,z (cik-cak) na sekundarni.

~Dy5 in Yd5. $5 \cdot 30^\circ = 150^\circ$ faznega zamika med primarjem in sek v napetosti na eni fazi

[nismo še ugotovili kaj omogočata]

Opišite, kaj nam določa vezalna skupina Yyn0 in narišite kazalce napetosti za primer te vezave! Napišite, kako je mogoče spremeniti vezalno skupino Yy0 v skupino Yy6 in obratno?

~Yy0 nam določa kako izračunamo karakteristično upornost transformatorja in tokovno prestavno razmerje

~[poglej v zbirko rešenih nalog (1. dopolnjena izdaja, Maribor 2008) str. 21, prva skica]

~Yy0 --> Yy6 Vezalno skupino zamenjamo z enkratno zamenjavo poljubnih sponk na primarju ali sekundarju.

Opišite, kaj nam določa vezalna skupina Dyn5 in narišite kazalce napetosti za primer te vezave! Kako je mogoče spremeniti vezalno skupino Dy5 v skupino Dy11 in obratno?

~Dy5 in Dy11 v teh dveh vezavah lahko paralelno vežemo transformatorje. Postopek priključitve imenujemo »ciklična permutacija sponk«

~[poglej v zbirko rešenih nalog (1. dopolnjena izdaja, Maribor 2008) str. 21, zadnja skica]

~Vezalno skupino zamenjamo z enkratno zamenjavo poljubnih sponk na primarju ali sekundarju.

3. Kaj nam poda vrednost u_{kN} , ki jo odčitate iz grafa in kaj lahko izračunamo iz razmerja $1/u_k$?

~ u_{kN} nam poda nazivno napetost pri kateri skozi navitje teče nazivni tok transformatorja

~iz razmerja $1/u_k$ lahko izračunamo $I_k \left(= \frac{1}{u_k} \cdot I_N \right)$

Zakaj je karakteristika kratkega stika $U_k = f(I_{1k})$ pri transformatorju (in tudi pri ostalih elektromehanskih pretvornikih) vedno premica?

~Karakteristika u_k bo zmeraj premica, ker se nahajamo v linearnem delu magnetilne karakteristike.

4. Pojasnite namen opravljanja preskusa prostega teka asinhronskega motorja!

Delamo ga zato, da določimo izgube (v železu pri U_N in velikost mehanskih izgub).

Kakšne izgube določimo iz meritev prostega teka in kako jih razdelimo na posamezne izgube v prostem teku?

~Imamo izgube v železu, trenju in ventilaciji.

~Izgube v trenju in ventilaciji razdelimo grafično od izgub v železu

Zakaj so izgube v železu rotorja v prostem teku zanemarljive v primerjavi z izgubami v železu statorja?

Izgube v rotorju so majhne zaradi nizke frekvence in ker nimamo histereznih izgub, v statorju pa je obratna zgodba zaradi navitja in železnega paketa.

5. Kakšna delovna moč (v kW) je podana na napisni tablici asinhronskih motorjev oddana mehanska ali sprejeta električna?

Na tablici je podana oddana mehanska delovna moč v kW.

Kakšna mora biti pritisnjeno napetost v trikotni vezavi za enako nasičenje v železu, če je na napisni tablici podatek za napetost na sponkah motorja $U = Y400 V$?

$U = Y400V$ nam da pritisnjeno napetost 230V v D(zvezda) vezavi.

Katera od obeh vezav zvezda Y ali trikot Δ asinhronskega motorja mora biti napisana na tablici pred napetostjo (400 V), da je mogoče uporabiti stikalo Y/ Δ na omrežju 400 V in zakaj?

Če želimo uporabiti Y/ Δ stikalo mora pisati na tablici $\Delta 400V$, saj je to medfazna napetost, ki jo imamo na navitju.

Napišite enačbo za slip asinhronskega stroja ter enačbo za vrtljaje! Kaj je fizikalno slip?

~ $s = \frac{n_s - n}{n_s}$ ~Fizikalno je slip odstopanje (pozitivno ali negativno) hitrosti vrtenja rotorja

od hitrosti vrtenja magnetnega polja.

Napišite enačbo za frekvenco inducirane napetosti v rotorju asinhronskega motorja! Koliko je inducirana napetost v kratkostični kletki, če poganjamo rotor s sinhronskimi vrtljaji?

~ $f_r = s \cdot f_s$ ~Inducirana napetost v kratkostični kletki pri sinhronskih vrtljajih je $E = 0$.

[velja enačba $U_2 = k \cdot B \cdot (n_s - n)$. Večja kot bo razlika vrtljajev večja bo inducirana napetost]

Kdaj pride asinhronski motor v generatorsko obratovanje? Kakšen ja takrat slip (spodnja in zgornja vrednost) in kako se vrti rotor glede na vrtilno polje, če deluje stroj kot generator?

~Asinhronski motor pride v generatorsko obratovanje pri vrtljajih večjih od sinhronskih.

~Slip je takrat minimalno 0, maksimalno teoretično pa $-\infty$.

~Rotor generatorja se vrti hitreje od magnetnega polja.

Zakaj se asinhronski motor s kratkostično kletko zavrti po priključitvi statorskega navitja na omrežno napetost?

Motor se ob priključitvi na omrežje zavrti zaradi zagonskega navora, ki se ustvari v točki $s=1$.

6. Kakšna je odvisnost zagonskega vrtilnega momenta in toka glede na napajalno napetost trifaznega asinhronskega motorja? Kakšne so približne vrednosti teh veličin pri polovični vrednosti napajalne napetosti?

~Zagonski vrtilni moment in tok sta glede na U_{NAP} linearna.

~Pri polovični vrednosti napajalne napetosti je $M_z \approx 4$, nižje kot gremo z napetostjo manj natančni smo.

Kaj fizikalno predstavlja v preoblikovanem (modificiranem) nadomestnem vezju napetost E_{re} in kaj predstavljata v tem vezju komponenti toka $I_{s\psi}$ in I_{sM} ter kaj produkt $3pL_m^* I_{s\psi} I_{sM}$?

~ E_{Rr}^* predstavlja padec napetosti v rotorju na sponkah magnetilne reaktance in je direktno povezana s pretokom motorja.

~Jalova komponenta $I_{s\psi} = I_s \cdot \sin \gamma$; Delavna komponenta $I_{sM} = I_s \cdot \cos \gamma$

~Produkt $3pL_m^* I_{s\psi} I_{sM} = M$ predstavlja vrtilni moment stroja

7. Zakaj je izkoristek enofaznega motorja manjši od izkoristka trifaznega motorja in zakaj jih uporabljamo kljub manjšemu izkoristku v primerjavi s trifaznimi motorji?

~Izkoristek enofaznega motorja je mnogo manjši od trifaznega, ker ima 1f pomožno navitje kjer se pojavijo dodatne izgube in invertirajoče mag. polje, ki je mnogo večje pri 1f kot 3f.

~uporabljamo jih zaradi njihove praktičnosti (razni gospodinjski aparati)

Kakšne elemente lahko uporabimo za premik toka v pomožni fazi glede na tok v glavni fazi? ~Kapacitivne elemente

Kako spremenimo smer vrtenja enofaznemu motorju s pomožno fazo?

~S spreminjanjem frekvence.

8. Katere preskuse moramo opraviti, da lahko grafično skonstruiramo ASA diagram? Koliko delovne moči mora zagotoviti pogonski stroj (turbina) za posamezni preskus sinhronskega stroja (generatorja)?

~Narediti moramo preizkuse prostega teka, kratkega stika in induktivno obremenitev.

[ne vem koliko zagonske moči moramo zagotoviti]

Kako določimo velikost toka $I_{v\delta}$ in kaj fizikalno predstavlja ta tok? Ali se z obremenitvijo $I_{v\delta}$ spreminja?

~ $I_{v\delta}$ – vzbujalni tok zračne reže, ki je neodvisen od obremenitve zračne reže.

~Določimo ga grafično (iz KZR kjer seka 1.)

Povejte definicijo za I_{vk} in kaj izračunamo iz razmerja vzbujalnih tokov
$$\frac{I_{vk}}{I_{v\delta}} = \frac{I_N}{I_{k\delta}}$$

~ I_{vk} vzbujalni kratkostični tok, pri katerem na stator teče nazivni tok.

~Iz razmerja vzbujalnih tokov izračunamo relativno vrednost sinhronske reaktance (X_d)

Kaj je na narisani sliki $U/U_N = f(I_v)$ in $I/I_N = f(I_v)$ ASA diagram? katero dodatno razsipanje polja je zajeto s Potierovo reaktanco (X_p) v primerjavi z razsipano reaktanco statorja ($X_{\sigma s}$)?

$U/U_N = f(I_v)$ – KPT ; $I/I_N = f(I_v)$ – KKS

S Potierovo reaktanco je zajeto razsipanje med poli v rotorju.

Kako določimo s pomočjo ASA diagrama vzbujačni tok za polovično obremenitev in kot φ_N ?
Vzbujačni tok za polovično obremenitev dobimo grafično.

Povejte definicijo za kolesni kot δ pri sinhronskem stroju in kaj potrebuje za dušenje nihanja rotorja pri spremembi obremenitve?

~Kolesni kot δ je kot med rotorjem (d-osjo polovega kolesa) in vrtilnim magnetnim poljem
~Odvisen je od obremenitve.

~Za dušenje nihanja rotorja potrebuje kratkostično kletko.

Kaj potrebuje sinhronski motor, da lahko zažene pri napajanju iz omrežja in kako pride v sinhronizem?

Da sinhronski motor zaženemo potrebujemo kratkostično kletko

~V sinhronizem pride, ko je frekvenca omrežja in generatorja enaka, napetosti sta enaki in smer vrtenja mora biti enaka zaporedju faz.

9. Zakaj pada napetost na sponkah enosmernega generatorja s tujim vzbujanjem in s paralelnim vzbujanjem s povečevanjem bremenskega toka?

Napetost na sponkah pri enosmernem generatorju s tujim vzbujanjem pada zaradi reakcije kotve, ki slabi glavni pretok in upornost R_a .

Zakaj bolj pada napetost paralelnega generatorja?

Pri paralelnem vzbujanju se z večanjem bremenskega toka niža napetost, ker vleče tok iz enakega vira kot se napaja.

10. Napišite enačbo za vrtljaje in opišite zakaj se začnejo z večanjem obremenitve preko nazivne vrednosti vrtljaji tuje vzbujanega enosmernega motorja povečevati!

~ $n = \frac{U - I_a \cdot R_a}{K_e \cdot \Phi_g}$ ~ Reakcija kotve zmanjša rezultirajoči pretok, ta je pod imenovalcem v

enačbi in se zaradi tega obrati povečajo pri večji obremenitvi.

Kaj se zgodi pri prekinitvi vzbujanja pri vrtečem se rotorju enosmernega motorja in zakaj?

~Pri prekinitvi vzbujanja med delovanjem motorja vrtljaji narastejo (teoretično) na $+\infty$

~Ker bi v tem primeru bil pretok = 0.

11. Kaj nam pomeni mehanska časovna konstanta T_m enosmernega servomotorja?

T_m je nazivni čas motorja, ki je potreben da se motor zavrti od 0 do nazivnih vrtljajev.

Kaj predstavljata koeficienta enosmernega servomotorja K_E in K_M , zapišite njuni enoti in pojasnite razliko med njima?

~Koeficient magnetnega pretoka trajnih magnetov K_E je za izračun inducirane napetosti, K_M pa za izračun vrtilnega momenta.

~V idealnih razmerah bi morala biti enaka. K_M je manjši zaradi prisotnosti izgub (P_{TRV})

Napišite osnovno enačbo za inducirano napetost v enosmernem stroju ($E = 4 \cdot \dots$). Ali je inducirana napetost v kotvi (rotorju) enosmernega stroja izmenična ali enosmerna? Koliko je vrednost inducirane napetosti v mirujočem rotorju?

~ $E = 4 \cdot p_n \cdot N_A \cdot \Phi_g$ ~ Inducirana napetost v rotorju je enosmerna.

~Vrednost inducirane napetosti v mirujočem stanju je 0.

Zakaj pri enosmernem servomotorju s trajnimi magneti vrtljaji linearno padajo z obremenitvijo?

~Vrtljaji linearno padajo z obremenitvijo po enačbi $n = \frac{E}{K_E \cdot \Phi_g}$, $E = U - I_a \cdot R_a$

I_a – bremenski tok narašča, E se posledično manjša, pri enakem pretoku bojo vrtljaji nižji.