

DINAMIČKE POJAVE KOD ASINHRONIH GENERATORA SA SAMOPOBUĐIVANJEM

Todosijević Vladimir

Milana Blagojevića 30 a, Arandelovac

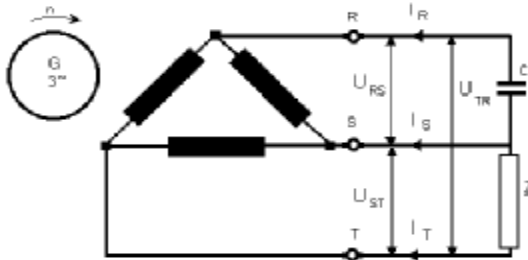
Sadržaj: Poznato je da se najveći deo električne energije obezbeđuje iz električne distributivne mreže, ali na mestima gde je to nemoguće, koriste se autonomni izvori. Kao autonomni izvor električne energije može se iskoristiti asinhroni generator sa samopobuđivanjem. Ako se asinhrona mašina u pravcu obrtnog polja goni brzinom većom od sinhrona, onda će se usled negativnog klizanja menjati i smer protoka aktivne snage. Mašina tada daje aktivnu snagu mreži i time postaje generator.

Asinhroni generatori sa kondenzatorskom pobudom su veoma jednostavni u izradi i vrlo pouzdani u eksploataciji. Kao autonomni izvor električne energije mogu se koristiti: trofazni asinhroni generatori koji za samopobuđivanje koriste kondenzatorske baterije spregnute u zvezdu ili trougao, trofazni generator koji za samopobuđivanje koristi kondenzatorsku bateriju vezanu paralelno jednom faznom namotaju i jednofazni asinhroni generatori.

Ključne reči: asinhroni generator, samopobuđivanje, dinamičke pojave

1. UVOD

Cilj rada je da analizira karakteristične pojave kod asinhronih generatora sa samopobuđivanjem, uslove za samopobuđivanje, kao i dinamičke pojave.



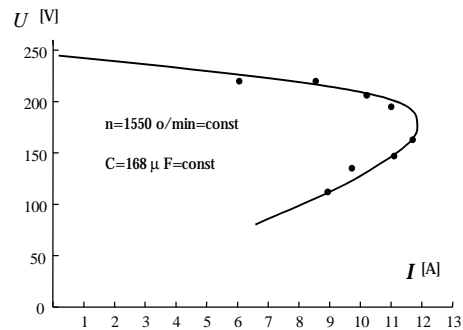
Slika 1.1. Štajnmecova veza 1. Ovde su: U_{RS}, U_{ST}, U_{TR} – liniski naponi; C – kapacitivnost kondenzatora za samopobuđivanje; n – brzina obrtanja, Z – impedansa potrošača

Dinamičke pojave su analizirane kod trofaznih generatora čiji su namotaji spregnuti u vezu trougao i paralelno jednom od namotaja je vezan potrošač a paralelno drugom namotaju je vezan kondenzator za samopobuđivanje. Pomenuta veza poznatija je [1,2] pod

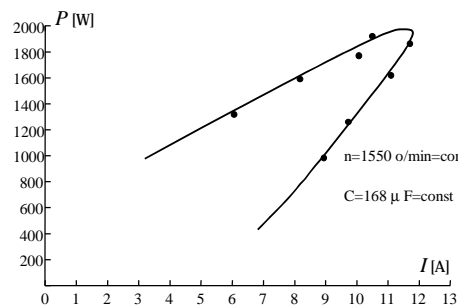
imenom Štajnmecova veza 1 za smer okretanja rotora naznačen na slici 1.1 i Štajnmecova veza 2 za suprotan smer okretanja. Ovde je bitno napomenuti da Štajnmecova veza 1 ima bolje izlazne karakteristike od Štajnmecove veze 2. [2,6]

Dinamičke karakteristike snimane su prema šemi veza prikazanoj na slici 1.1. pomoću digitalnog osciloskopa sa memorijom. Simulacija je rađena u programskom paketu Matlab – Simulink. Dinamičke pojave uspostavljanja napona snimane su za različite vrednosti brzine obrtanja rotora asinhronog generatora.

Pored dinamičkih karakteristika urađeni su snimci statičkih karakteristika – zavisnost napona i snage od struje (Slika 1.2 a i b) pri istoj kapacitivnosti kondenzatora i brzine obrtanja rotora.



Slika 1.2a. Zavisnost napona od struje; ovde su I, U – struja i napon potrošača pri $n=1550$ i $C=168$ mF



Slika 1.2b. Zavisnost snage od struje, ovde su I, P – struja i snaga potrošača pri $n=1550$ i $C=168$ mF

2. TEORETSKA ANALIZA

2.1 Uslovi samopobuđivanja generatora – princip rada

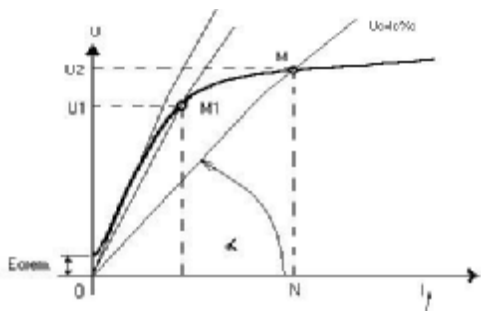
Ukoliko se rotor asinhronne mašine mehanički spregne sa pogonskom mašinom i okreće nekom brzinom, uz uslov da su na statorske namotaje priključene kondenzatorske baterije, pod izvesnim okolnostima može doći do samopobuđivanja. U delu rada koji sledi biće ispitani uslovi pod kojima će se generator samopobuditi. Ako se pokrene rotor asinhronne mašine određenom brzinom, usled postojanja remanentnog magnetizma indukovaće se EMS-a male vrednosti. Usled postojanja EMS-e doći će do pojave struje u kondenzatoru, odnosno javiće se struja kroz namotaje statora. Struja I_m (Slika 2.1.3) ima takav smer da odgovara smeru struje magnećenja i ona dalje povećava EMS-u.

Dalje se može konstatovati da će stacionarno stanje nastati pri onoj elektromotornoj sili, odnosno naponu U_o kod kojeg jednačina prave $U_o = I_c \cdot X_c$ seče karakteristiku praznog hoda $U = f(I_m)$ [1], gde je:

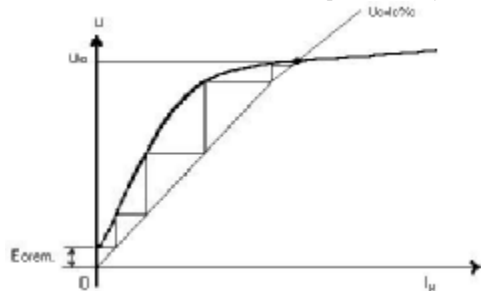
$$X_c = \frac{1}{\omega \cdot C} \quad (2.1.1)$$

Opisani postupak samopobuđivanja prikazan je na slici 2.1.2. Koeficijent pravca navedene prave $tg(\alpha)$ prema slici 2.1.1 je u tom slučaju:

$$tg(\alpha) = \frac{MN}{ON} = \frac{I_c \cdot X_c}{I_c} = X_c = \frac{1}{\omega \cdot C} \quad (2.1.2)$$



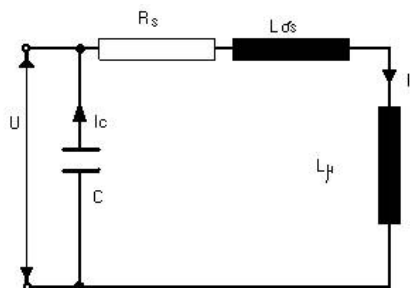
Slika 2.1.1. Uslovi samopobuđivanja



Slika 2.1.2. Uspostavljanje stacionarne tačke

To znači da pri istom broju obrtaja rotora većim indukovanim EMS-a odgovara manji ugao i veći kapacitet, manjim indukovanim EMS-a veći ugao i manji kapacitet. Iz ovoga se može zaključiti da se smanjenjem kapacitivnosti C ugao α može dovesti dotle da prava postane tangenta na krivu magnećenja (praznog hoda)[1,3]. U tim područjima vrednost EMS-e postaje neizvesna. Zaključak je da se pri ovoj vrednosti

kapaciteta asinhrona mašina neće pobuditi. Ekvivalentna šema koja je korišćena za analizu samopobuđivanja data je na slici 2.1.3.



Slika 2.1.3. Ekvivalentna šema generatora; R_s – fazni otpor statora; L_{ss} – induktivnosti rasipanja namotaja statora; L_m – induktivnost magnećenja; C – kapacitivnost priključenog kondenzatora.

U tekstu koji sledi razmotriće se uslov ravnotežnog stanja asinhronog generatora u praznom hodu pomoću ekvivalentne šeme. Kako je vrednost klizanja mala važiće ekvivalentna šema sa slike 2.1.3. Uzimajući u obzir da je napon na kondenzatoru jednak faznom naponu ($U_c = U_o$), između rektansi i parametara generatora možemo napisati sledeću zavisnost:

$$X_c = \sqrt{R_s^2 + (X_{ss} + X_l)^2} \approx X_{ss} + X_l \quad (2.1.3)$$

pri čemu je reaktansa magnećenja (X_m) zavisna od stepena zasićenja magnetnog kola. Vrednost frekvencije (f_1) napona u praznom hodu, pri $s=0$ (s – klizanje), određuje se iz broja obrtaja rotora (n) i broja pari polova (p) generatora. Pomenuta frekvencija je:

$$f_1 = \frac{p \cdot n}{60} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{C \cdot (L_{ss} + L_p)}} \quad (2.1.4)$$

Frekvencija f_1 je istovremeno i frekvencija rezonantnog kola koje sadrži kapacitivnost C , induktivnosti L_{ss} , L_m (Slika 2.1.3). Takođe je bitno razmotriti raspored protoka reaktivnih snaga. Množeći jednačinu (2.1.3) sa kvadratom struje dobijamo jednačinu (2.1.5). Drugim rečima, snaga koju proizvodi kondenzatorska baterija pokriva reaktivnu snagu reaktanse rasipanja statora (Q_{ss}) i reaktanse magnećenja (Q_m). Ako se na krajeve generatora priključi potrošač ($Z_p = R_p + jX_p$) tada kondenzatorska baterija pokriva reaktivnu snagu reaktanse rasipanja statora (Q_{ss}), reaktanse magnećenja (Q_m) i reaktivnu snagu mogućeg reaktivnog potrošača. Opisana promena data je jednačinom (2.1.6).

$$Q_c = Q_{ss} + Q_m \quad (2.1.5)$$

$$Q_c = Q_{ss} + Q_m + Q_p \quad (2.1.6)$$

Ukoliko asinhroni generator napaja pretežno induktivni potrošač, npr. asinhroni motor, tada se pored postojećih kondenzatorskih baterija moraju upotrebiti i dodatne kondenzatorske baterije koje bi omogućile normalan start. Posle starta, tkz. startni kondenzatori se isključuju. U ovom slučaju vrši se grubo podešavanje napona pri startu. Preciznije podešavanje napona promenom kapacitivnosti kondenzatora teško je izvodljivo i ne primenjuje se. Za regulaciju napona koriste se druge metode koje imaju zadatak da obezbede potrošaču kvalitetno snabdevanje električnom energijom [3].

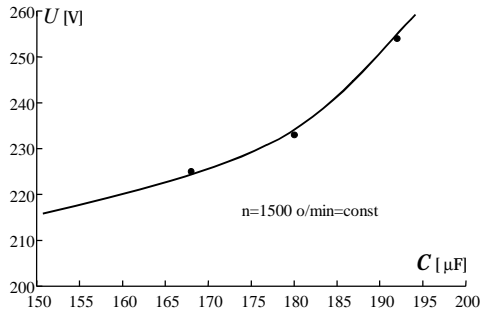
2.2 Štajnmeceve veze

Kada koristimo Štajnmeceve veze [2], formula za izračunavanje minimalne kapacitivnosti glasi:

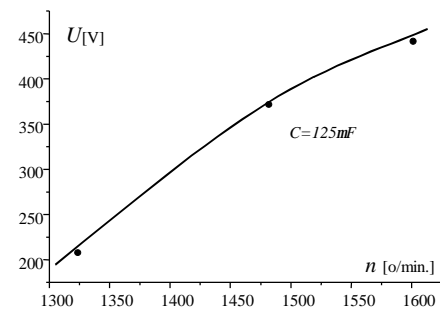
$$G_{min} = \frac{1}{\omega v^2 (X_{os} + X_{lmax})} \quad (2.2.1)$$

Ovde su: $w=2\pi f$ – sinhrona ugaona brzina, $v=(n/n_n)$ – relativna brzina obrtanja rotora, X_{ss} – reaktansa rasipanja statora, X_{lmax} – maksimalna vrednost nezasićene reaktanse magnećenja. Vidi se iz formule da minimalna kapacitivnost zavisi obrnuto proporcionalno od zbira reaktansi rasipanja statora i maksimalne vrednosti nezasićene reaktanse ($X_{lmax}+X_{ss}$), i obrnuto proporcionalno kvadratu relativne brzine v . Na ovaj način dobijamo teorijsku vrednost minimalne kapacitivnosti koja je potrebna za samopobuđivanje samopobudnog asinhronog generatora. Kondenzatorske baterije moraju obezbediti struju magnećenja i pokriti svu potrebnu reaktivnu snagu mašine. U praksi se obično uzimaju veće vrednosti od proračunate kako bi se mašina sigurno samopobudila. Detaljniji proračuni minimalne kapacitivnosti date su u literaturi [1, 2, 3].

U ovom odeljku biće date na uvid statičke karakteristike zavisnosti izlaznog napona od primenjene kapacitivnosti $U=f(C)$ kao i zavisnost izlaznog napona od brzine obrtanja rotora $U=f(n)$.



Slika 2.2.1. Zavisnost napona od kapacitivnosti kondenzatora pri konstantnoj brzini obrtanja rotora

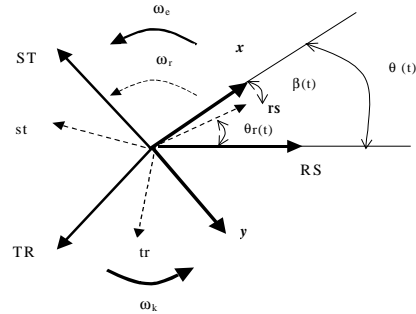


Slika 2.2.2. Zavisnost napona od brzine obrtanja rotora pri konstantnoj kapacitivnosti kondenzatora

3. DINAMIČKE POJAVE

3.1 Polazne jednačine-simulacija

Na samom početku prikazan je vektorski dijagram veličina statora i rotora kao i ose x i y na koje se vrši projekcija pomenutih veličina. Pri izvođenju modela asinhronne mašine posmatra se trofazna mašina, sprege trougao, koja ima idealno postavljene namotaje pomerene za 120° , istog otpora i istog broja navojaka. Pri modelovanju zanemareni su gubici u gvožđu mašine.



Slika 3.1.1. Transformacija veličina statora i rotora. Ovde su RS, ST, TR – ose faza namota statora, rs, st, tr – ose faza namota rotora, x, y – ose koordinatnog sistema na koje vršimo projekcije veličina statora i rotora, $q(t)$ – ugaoni pomeraj između osa RS i x , $b(t)$ – ugaoni pomeraj između osa rs i x , $q_r(t)$ – ugaoni pomeraj između osa RS i rs

Osnovne jednačine naponske ravnoteže rotora i statora date su sledećim jednačinama u matricnom obliku [4, 5,6]:

$$[U_{RS,ST,TR}] = [R_S] \cdot [I_{RS,ST,TR}] + \frac{d}{dt} [\Psi_{RS,ST,TR}] \quad (3.1.1)$$

$$[U_{rs,st,tr}] = [R_r] \cdot [I_{rs,st,tr}] + \frac{d}{dt} [\Psi_{rs,st,tr}] \quad (3.1.2)$$

Množeći ove jednačine sa matricama transformacija za veličine statora (3.1.3) i rotora (3.1.4) dobijamo jednačine (3.1.5) i (3.1.6).

$$[K_S] = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} \cos(\theta) & \cos(\theta-120) & \cos(\theta+120) \\ \sin(\theta) & \sin(\theta-120) & \sin(\theta+120) \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix} \quad (3.1.3)$$

$$[K_r] = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} \cos(\beta) & \cos(\beta-120) & \cos(\beta+120) \\ \sin(\beta) & \sin(\beta-120) & \sin(\beta+120) \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix} \quad (3.1.4)$$

$$[K_S] \cdot [U_{RS,ST,TR}] = [K_S] \cdot [R_S] \cdot [I_{RS,ST,TR}] + [K_S] \cdot \frac{d}{dt} [\Psi_{RS,ST,TR}] \quad (3.1.5)$$

$$[K_r] \cdot [U_{rs,st,tr}] = [K_r] \cdot [R_r] \cdot [I_{rs,st,tr}] + [K_r] \cdot \frac{d}{dt} [\Psi_{rs,st,tr}] \quad (3.1.6)$$

$$\begin{bmatrix} U_{xs} \\ U_{ys} \\ U_{os} \\ U_{xr} \\ U_{yr} \\ U_{or} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_s & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & R_s & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & R_s & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & R_r & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & R_r & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & R_r \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_{xs} \\ I_{ys} \\ I_{os} \\ I_{xr} \\ I_{yr} \\ I_{or} \end{bmatrix} + \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \Psi_{xs} \\ \Psi_{ys} \\ \Psi_{os} \\ \Psi_{xr} \\ \Psi_{yr} \\ \Psi_{or} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -\omega_k & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \omega_k & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -(\omega_k - \omega_r) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \omega_k - \omega_r & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Psi_{xs} \\ \Psi_{ys} \\ \Psi_{os} \\ \Psi_{xr} \\ \Psi_{yr} \\ \Psi_{or} \end{bmatrix} \quad (3.1.6 a)$$

Ako izaberemo da je ugaona brzina obrtanja koordinatnog sistema $\omega_k=0$ tada je $x=a$, $y=b$, sistem jednačina se svodi na sistem (3.1.7). U ovom sistemu date su zavisnosti struja statora i rotora od flukseva statora i rotora po a i b osama. Pomenuta zavisnost je potrebna jer je simulacija izvršena sa fluksevima kao promenljivim stanja. Nulte komponente napona i struja su jednake nuli. Ovo je posledica jednačine (3.1.8).

$$U_{as} = R_s \cdot I_{as} + \frac{d}{dt} \Psi_{as} \quad (1) \quad U_{ar} = 0 = R_r \cdot I_{ar} + \frac{d}{dt} \Psi'_{ar} - \omega_r \cdot \Psi'_{br} \quad (3)$$

$$U_{bs} = R_s \cdot I_{bs} + \frac{d}{dt} \Psi_{bs} \quad (2) \quad U_{br} = 0 = R_r \cdot I_{br} + \frac{d}{dt} \Psi'_{br} + \omega_r \cdot \Psi'_{ar} \quad (4)$$

$$I_{as} = \frac{\Psi_{as} \cdot L_{rr} - \Psi'_{ar} \cdot L_b}{L_{ss} \cdot L_{rr} - L_b^2} \quad I'_{ar} = \frac{\Psi'_{ar} \cdot L_{ss} - \Psi_{as} \cdot L_b}{L_{ss} \cdot L_{rr} - L_b^2}$$

$$I_{bs} = \frac{\Psi_{bs} \cdot L_{rr} - \Psi'_{br} \cdot L_b}{L_{ss} \cdot L_{rr} - L_b^2} \quad I'_{br} = \frac{\Psi'_{br} \cdot L_{ss} - \Psi_{bs} \cdot L_b}{L_{ss} \cdot L_{rr} - L_b^2}$$

$$L_{ss} = L_{s,s} + L_m \quad L_{rr} = L_{r,r} + L_m$$

$$\text{Sistem jednačina} \quad (3.1.7)$$

$$U_{RS} + U_{ST} + U_{TR} = 0 \quad (3.1.8)$$

Rešavanjem spoljašnjeg kola generatora sa slike 1.1 dobijamo sistem jednačina (3.1.9).

$$\frac{d}{dt} \Psi_{as} = U_c - R_s \cdot \frac{\Psi_{as} \cdot L_{rr} - \Psi'_{ar} \cdot L_b}{L_{ss} \cdot L_{rr} - L_b^2} \quad (3.1.9)$$

$$\frac{d}{dt} \Psi_{bs} = -\frac{U_c}{\sqrt{3}} - (R_s + 2 \cdot R_{opt}) \cdot \frac{\Psi_{bs} \cdot L_{rr} - \Psi'_{br} \cdot L_b}{L_{ss} \cdot L_{rr} - L_b^2}$$

$$\frac{d}{dt} \Psi'_{ar} = \omega_r \cdot \Psi'_{br} - R_r \cdot \frac{\Psi'_{ar} \cdot L_{ss} - \Psi_{as} \cdot L_b}{L_{ss} \cdot L_{rr} - L_b^2}$$

$$\frac{d}{dt} \Psi'_{br} = -\omega_r \cdot \Psi'_{ar} - R_r \cdot \frac{\Psi'_{br} \cdot L_{ss} - \Psi_{bs} \cdot L_b}{L_{ss} \cdot L_{rr} - L_b^2}$$

$$\frac{d}{dt} U_c = -\frac{1}{2 \cdot C} \left[3 \cdot \frac{\Psi_{as} \cdot L_{rr} - \Psi'_{ar} \cdot L_b}{L_{ss} \cdot L_{rr} - L_b^2} - \sqrt{3} \cdot \frac{\Psi_{bs} \cdot L_{rr} - \Psi'_{br} \cdot L_b}{L_{ss} \cdot L_{rr} - L_b^2} \right]$$

Ovde su U_c – napon na kondenzatoru, R_{opt} – omska otpornost potrošača, $R_s=1,362\Omega$ – omska otpornost namota statora, $R_r=1,873\Omega$ – omska otpornost namota rotora svedena na stranu statora, ω_r – brzina obrtanja rotora, $L_{ss}=8,047\text{mH}$ – induktivnost rasipanja statora, $L_{sr}=9,197\text{mH}$ – induktivnost rasipanja rotora.

Sistemu jednačina potrebno je dodati i jednačinu koja opisuje zavisnost induktivnosti magnećenja (L_m) od fluksa u vazдушnom zazoru (Y_d). Komponenta fluksa u vazдушnom zazoru projektovane na a i b osu date su formulama (3.1.10) i (3.1.11).

$$\Psi_{as} = \Psi_{as} - L_{as} \cdot I_{as} \quad (3.1.10)$$

$$\Psi_{bs} = \Psi_{bs} - L_{bs} \cdot I_{bs} \quad (3.1.11)$$

Fluks u vazдушnom zazoru mašine dat je formulom (3.1.12).

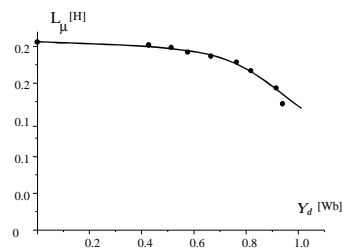
$$\Psi_{\delta s} = \sqrt{\Psi_{as}^2 + \Psi_{bs}^2} \quad (3.1.12)$$

Zavisnost induktivnosti grane magnećenja od fluksa u vazдушnom zazoru prikazana je polinomom trećeg stepene (formulom (3.1.13)) gde su $A_0=-0,2562$, $A_1=-0,0726$, $A_2=0,1745$, $A_3=-0,1234$ koeficijenti tog polinoma.

$$L_m = A_0 + A_1 \cdot \Psi_{\delta s} + A_2 \cdot \Psi_{\delta s}^2 + A_3 \cdot \Psi_{\delta s}^3 \quad (3.1.13)$$

Modelovanje celog sistema je urađeno u MATLAB-ovom programu SIMULINK. Bitno je napomenuti da je u simulaciji izostavljena momentna jednačina (brzina kojom se okreće rotor je konstantna). Ovo nije bilo

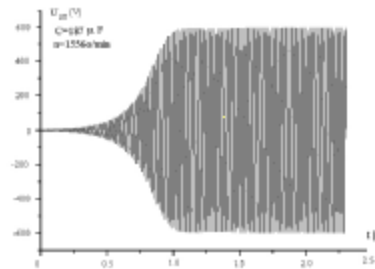
daleko od stvarnosti jer je pogonska mašina u eksperimentu bila tako napojena da je održavala konstantnu brzinu.



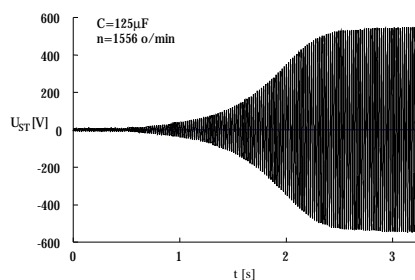
Slika 3.1.1. Zavisnost induktivnosti grane magnećenja od fluksa

3.2 Uporedni rezultati simulacije i eksperimenta

Na slikama 3.2.1 do 3.2.6 dati su primeri simulacija i eksperimenta [6]. Prve dve slike prikazuju uspostavljanje napona na kondenzatoru pri samopobuđivanju. Ukoliko uporedimo vremena uspostavljanja napona na slikama 3.2.1 i 3.2.3 videćemo da su ta vremena različita. Razlog tome su različite brzine okretanja rotora.

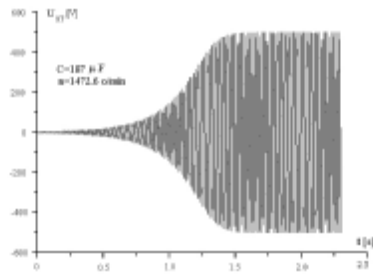


Slika 3.2.1. Uspostavljanje napona na kondenzatoru pri $C=187\text{mF}$ i $n=1556\text{o/min}$ (simulacija 1)

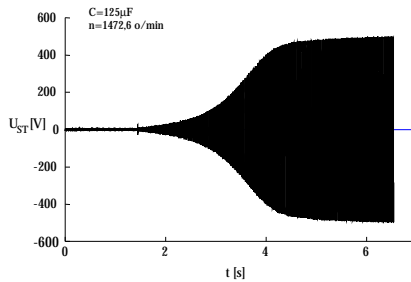


Slika 3.2.2. Uspostavljanje napona na kondenzatoru pri $C=125\text{mF}$ i $n=1556\text{o/min}$ (eksperiment 1)

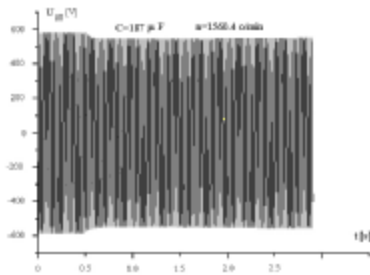
Eksperimentalni rezultat prikazani na slici 3.2.6 dobijeni su tako što je posle uspostavljanja napona na krajevima generatora (prazan hod) uključeno opterećenje. To je izazvalo pad napona na krajevima asinhronog generatora koji je posle određenog vremena dostigao novu stacionarnu vrednost. Sa pomenute slike vidi se da pad napona nije veliki. Simulacija koja odgovara ovom ekperimentu prikazana je na slici 3.2.5. Ona je dobijena stavljanjem velike otpornosti na krajeve generatora ($R_{opt} \approx \infty$). U simulacijama su korišćene veće vrednosti kapacitivnosti kondenzatora. Razlog tome je nesavršenost rezultata ogleđa praznog hoda $L_m=f(Y_d)$ kao



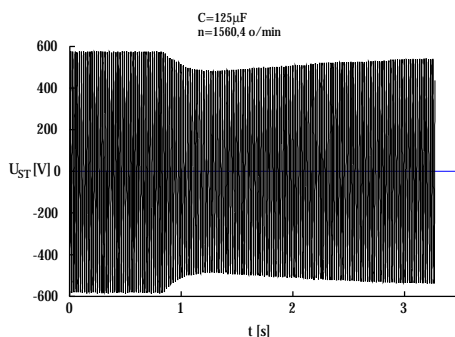
Slika 3.2.3. Uspostavljanje napona na kondenzatoru pri $C=187 \text{ mF}$ i $n=1472.6 \text{ o/min}$ (simulacija 2)



Slika 3.2.4. Uspostavljanje napona na kondenzatoru pri $C=125 \text{ mF}$ i $n=1472.6 \text{ o/min}$ (eksperiment 2)



Slika 3.2.5. Promene napona pri prihvatanju opterećenja od 2 kW $C=187 \text{ mF}$ i $n=1560.4 \text{ o/min}$ (simulacija 3)



Slika 3.2.6. Promene napona pri prihvatanju opterećenja od 2 kW $C=125 \text{ mF}$ i $n=1560.4 \text{ o/min}$ (eksperiment 3)

i odstupanja upotrebjenih kapacitivnosti u eksperimentu (tolerancija proizvođača $\pm 10\%$).

Razlog odstupanja simulacije od eksperimenta je što regulator brzine pogonskog motora unosi grešku (brzina nije sve vreme konstantna već postoji tranzijentna greška) dok je u simulaciji brzina okretanja rotora idealno konstantna.

Tabela 3.2.1. Stacionarne vrednosti napona na kondenzatoru pre (*) i posle (**) samopobuđivanja, odnosno prihvatanja tereta.

	$U_{ST} \text{ [V]}$	$C \text{ [}\mu\text{F]}$	$n \text{ [o/min]}$
eksperiment 1*	3	125	1558
**	408	125	1556
eksperiment 2*	3	125	1470.8
**	366	125	1472.6
eksperiment 3*	420	125	1558.4
**	411	125	1560.4
	$U_{ST} \text{ [V]}$	$C \text{ [}\mu\text{F]}$	$n \text{ [o/min]}$
simulacija 1 *	3	187	1556
**	420	187	1556
simulacija 2 *	3	187	1472.6
**	354	187	1472.6
simulacija 3 *	412	187	1560.4
**	411	187	1560.4

4. ZAKLJUČAK

Prethodni eksperimenti su pokazali da asinhroni generator ima nešto lošije izlazne karakteristike u odnosu na regulisan sinhroni generator. Pri povećanju opterećenja generatora dolazi do smanjenja napona, da bi se u jednom trenutku napon na njegovim krajevima potpuno izgubio. Ipak, asinhroni generator se koristi kao autonomni izvor električne energije zbog cene, jednostavnosti i pouzdanosti. Jedna od primena su vetrogeneratori. Zbog odsustva četkica asinhroni generatori su veoma pouzdani i ne zahtevaju održavanje.

Da bi odstupanja između rezultata eksperimenta i simulacije bila manja potrebno je što tačnije odrediti parametre generatora, poznavati karakteristike pogonske mašine i koristiti preciznije instrumente za merenja potrebnih električnih veličina.

5. LITERATURA

- [1] N. H. Malik, A. Mazi, "Capacitance Requirements For Isolated Self Excited Induction Generators", IEEE TRANSACTIONS on Energy Conversion, Vol. EC-2, No.1, MARCH 1987,
- [2] T. F. Chan, "Performance Analysis of A Three-Phase Induction Generator Self-Excited With A Single Capacitance", IEEE TRANSACTIONS on Energy Conversion, Vol. 14, No.4, DECEMBER 1999,
- [3] J. Varga, "Asinhroni generatori sa samopobuđivanjem", Severov tehnički izveštaj, 1973
- [4] D. Petrović, "MAŠINE NAIZMENIČNE STRUJE", ETF Beograd,
- [5] Z. Lazarević, "ELEKTRIČNE MAŠINE II", ETF Beograd,
- [6] "DINAMIČKE POJAVE KOD ASINHRONIH SAMOPOBUDNIH GENERATORA", diplomski rad Todosijević Vladimir, MENTOR: profesor dr Dragan Petrović, ETF Beograd 2. 11. 2001.

DINAMIC EFFECTS AT INDUCTION SELF-EXCITED GENERATORS

