

ELEKTROMECHANSKI PRETVORNIKI

2 UNI

Kolokvijske naloge – Sinhronski stroji

Šolsko leto 2008/2009
Izvajalec Damijan Miljavec

Avtor dokumenta Blaž Potočnik
Skeniranje Blaž Potočnik



UREJANJE DOKUMENTA

VERZIJA	01.01
DATUM	01.07.2009

OPOMBE

Rešitev še ni, jih pa sprejemamo na blaz.potocnik@stromar.si

1. V neki termoelektrarni ima sinhronski generator s cilindričnim rotorjem naslednje nazivne podatke: $S_n = 50 \text{ kVA}$, $U_2 = 10 \text{ kV}$, $X_{sr} = 1.2$, $f = 50 \text{ Hz}$, $\cos\varphi_{2n} = 0.8$. Za sinhronizacijo z omrežjem potrebuje vzbujalni tok $I_{10} = 100 \text{ A}$.
 - a. Kolikšen naj bo vzbujalni tok in kolesni kot za doseganje nazivnega obratovalnega stanje?
 - b. Vzbujalni tok je naravnano na nazivno obratovalno stanje. Določite moč, ki jo generator oddaja v omrežje, če zapre dotok vodne pare na parno turbino! Kolikšen je kolesni kot v tem primeru? Izgube trenja zanemarite!

2. Sinhronski generator s cilindričnim rotorjem ima nazivne podatke $S_n = 10 \text{ MVA}$, $U_2 = 10 \text{ kV}$, $X_{sr} = 1.4$, $f = 50 \text{ Hz}$ in $\cos\varphi_{2n} = 0.8$. Za sinhronizacijo z omrežjem potrebuje vzbujalni tok $I_{10} = 100 \text{ A}$.
 - a. Izračunajte rotorski vzbujalni tok in kolesni kot pri nazivni obremenitvi generatorja!
 - b. Generator je vzbujen za nazivno obremenitev in je konstanten ($I_1 = I_{1n}$). Plak vodne pare na turbini postopoma narašča. Ugotovite stopnjo preobremenitve generatorja (I_2 / I_{2n}), če v togo omrežje nazivne napetosti oddaja čisto delovno moč!
 - c. Generator v omrežje oddaja čisto delovno moč pri nazivnem toku $I_2 = I_{2n}$. Kolikšna sta kolesni kot in vzbujalni tok, potrebna za doseg omenjenega obratovanja?

3. Narišite utorovno zvezdo induciranih napetosti, navijalno shemo in navijalno razporednico dcoplastnega zankastega navitja trifaznega dvopolnega sinhronskega stroja, ki ima na statorju $N = 18$ enakomerno razporejenih utorov. Vse tuljave so enake, širina posamezne tuljave je $s = 8$ utorovih delitev.

4. Narišite utorovno zvezdo induciranih napetosti, navijalno shemo in navijalno razporednico enoplastnega zankastega navitja za trifazni dvopolni sinhronski stroj, ki ima na statorju $N = 12$ enakomerno razporejenih utorov. Vse tuljave so enake, širina posamezne tuljave je $s = 5$ utorovih delitev.
Izračunajte medfazno napetost osnovne harmonske komponente, če je v posamezni tuljavi $z = 20$ ovojev, v vsaki aktivni stranici ovoja se inducira temenska vrednost napetosti $e_{\max} = 100 \text{ V}$, navitje pa je v stiku Y. Kolikšen je skupni faktor navitja pete harmonske komponente f_{n5} ?

5. Trifazni štiripolni sinhronski generator z neizraženimi poli na rotorju (turbogenerator) ima podatke: $S_n = 10 \text{ MVA}$, $U_{2n} = 10 \text{ kV}$, $f_n = 50 \text{ Hz}$, $\cos\varphi_{2n} = 0.8$, $X_{sr} = 1.2$. Generator obratuje na togem nazivnem omrežju.
 - a. Izračunajte nazivni vzbujalni tok I_{1n} in kolesni kot δ_n , če je v praznem teku potreben vzbujalni tok $I_{10} = 200 \text{ A}$.
 - b. Kolikšna sta vzbujalni tok I_1 in kolesni kot δ , če naj generator oddaja v omrežje čisto jalovo moč $Q = 10 \text{ MVar}$?

6. Sinhronski turbogenerator za nazivno moč 6.3 MVA , nazivne napetosti $U_{2n} = 10 \text{ kV}$, $\cos\varphi_{2n} = 0.85$, ima relativno sinhronsko reaktanco $X_{sr} = 1.6$ in nazivni vzbujalni tok 100 A . Določite vzbujalni tok ter kolesni kot, če naj sinhronski generator oddaja v omrežje čisto delovno moč $P = 6.3 \text{ MW}$. Vzbujalni tok se nato ne spreminja, turbini pa počasi večamo

dotok pare. Izračunajte moč generatorja, ki jo oddaja v omrežje tik preden pade iz sinhronizma.

7. Sinhronski turbogenerator nazivne moči 100 MVA, nazivne napetosti 12 kV, 50 Hz, $X_{sr} = 1.9$, $\cos\varphi_{2n} = 0.85$ je vzbujen za nazivno obratovalno stanje. Vzbujalni tok se ne spreminja. Določite čisto induktivno jalovo moč za nazivni vzbujalni tok! Izračunajte kolesni kot pri nazivni obremenitvi ter pri novih obratovalnih pogojih.
8. Turbogenerator nazivne moči 100 MVA, $U_{2n} = 10$ kV, $f = 50$ Hz, $\cos\varphi_{2n} = 0.8$ in $X_{sr} = 1.8$ daje v omrežje 100 MW moči. Izračunajte relativno vrednost E_0 ! Skicirajte kazalčni diagram! Ali generator lahko trajno obratuje v takem režimu?
9. Turbogenerator nazivne moči 10 MVA, $U_{2n} = 10$ kV, $f = 50$ Hz, $\cos\varphi_{2n} = 0.8$ in $X_{sr} = 1.4$ ima vzbujalni tok nastavljen na vrednost, ki ustreza nazivnemu toku pri $\cos\varphi_{2n} = 1$. Določite maksimalno navidezno moč generatorja in omahno moč turbine pri naspremenjenem vzbujanju!
10. Za dvopolni sinhronski stroj narišite navijalno shemo trifaznega dvoplastnega navitja. Število statorskih utorov je $N = 12$, širina posamezne tuljavice je $n = 5$ utorovih delitev.
11. Trifazni sinhronski generator z neizraženimi poli, nazivne moči $S_n = 10$ MVA, $U_{2n} = 10$ kV, $\cos\varphi_{2n} = 0.8$ ind. in ima relativno sinhronsko reaktanco $X_{sr} = 1.5$. Pri obratovanju na togem omrežju nazivne napetosti in frekvence oddaja v omrežje čisto delovno moč, ki je enaka nazivni delovni moči ($P_2' = P_{2n}$). Določite relativno inducirano napetost E_{0r}' , kolesni kot δ' in tok I_2' !
12. Trifazni sinhronski generator z neizraženimi poli, nazivne moči $S_n = 10$ MVA, $U_{2n} = 10$ kV, $\cos\varphi_{2n} = 0.8$, $X_{sr} = 1.5$ ima 100 A vzbujalnega toka, če v omrežje oddaja čisto delovno moč $P_2 = 10$ MW. Ugotovite, kolikšen vzbujalni tok je potreben za nazivno obratovalno stanje. Za oba obratovalna primera določite kolesni kot δ .
13. Izračunajte faktor navitja 3. in 5. višjeharmonske komponente inducirane napetosti pri štiripolnem trifaznem sinhronskem generatorju, ki ima dvoplastno zankasto navitje s korakom tuljavic $s = 7$, če je število vseh utorov na statorju $N = 36$.
14. Izračunajte faktor navitja 1., 5. in 7. višjeharmonske komponente inducirane napetosti pri štiripolnem trifaznem sinhronskem generatorju, ki ima dvoplastno zankasto navitje s korakom tuljavic $s = 5$, če je število vseh utorov na statorju $N = 24$.
15. Sinhronski turbogenerator ima sinhronsko reaktanco $X_{sr} = 1.5$ in vzbujalni tok v praznem teku $I_{10} = 100$ A. Kolikšen je vzbujalni tok pri obremenitvi z nazivnim tokom I_{2n} in $\cos\varphi_2 = 0$ ind.?
16. Sinhronski turbogenerator ima relativno sinhronsko reaktanco $X_{sr} = 1.2$ in vzbujalni tok v praznem teku $I_{10} = 200$ A. Kolikšna sta vzbujalni tok I_1 in kolesni kot δ pri obratovanju na nazivnem omrežju (U_{2n} , f_n), če je generator obremenjen z nazivnim tokom I_{2n} in $\cos\varphi_2 = 1$?
17. Trifazni sinhronski generator ima $p = 1$ in 18 utorov.

- a. Določite pasovni faktor navijta, narišite navijalno shemo – enoplastno.
 - b. Določite medfazno inducirano napetost generatorja, če je navitje vezano v zvezdo in se v vsaki palici enega utora inducira maksimalna vrednost napetosti 100 V.
- 18.** Trifazni sinhronski generator moči 6.3 MVA, 10 kV, 50 Hz, $\cos\varphi = 0.7$, $X_{sr} = 1.2$ je nazivno obremenjen. Za koliko moramo zmanjšati vzbujanje, če se obremenitev zmanjša na 25% nazivne obremenitve pri istem $\cos\varphi$? Kako velik je kolesni kot pri nazivni in spremenjeni obremenitvi?
 - 19.** Dvopolni trifazni sinhronski generator ima 18 utorov in 2 palici v vsakem utoru (enoplastno navitje). Navitje je skrajšano na 7 utorovnih delitev. Izračunajte faktor navijta in efektivno vrednost medfazne napetosti, če so navitja vezana v zvezdo in se v eni palici inducira maksimalna napetost 50 V.
 - 20.** Imamo trifazni sinhronski turbogenerator moči 6.3 MVA, 10 kV, 50 Hz, $\cos\varphi = 0.7$, $X_{sr} = 1.2$. V praznem teku smo izmerili 100 A vzbujalnega toka. Kakšen je nazivni vzbujalni tok?
 - 21.** Sinhronski turbogenerator za nazivno moč 6.3 MVA, nazivne napetosti $U_{2n} = 10$ kV, $\cos\varphi_{2n} = 0.8$ ima relativno sinhronsko reaktanco $X_{sr} = 1.3$ in 100 A vzbujalnega toka. Določite vzbujalni tok ter kolesni kot, če naj sinhronski generator oddaja v omrežje čisto delovno moč $P_d = 6.3$ MW.
 - 22.** Sinhronski turbogenerator 94 MVA, 10.5 kV, 50 Hz, $\cos\varphi_{2n} = 0.8$, $X_{sr} = 1.5$ je vzbujen na nazivno obratovalno stanje. Vzbujalni tok se ne spreminja. Določite čisto induktivno jalovo moč za nazivni vzbujalni tok! Določite kolesni kot pri nazivni obremenitvi in pri novem obratovalnem stanju.
 - 23.** Trifazni sinhronski generator ima $p = 1$ in $N = 18$ utorov. Določite pasovni faktor navitja ter narišite navijalno shemo dvoplastnega zankastega navitja, če je širina tuljavice 7 utorovih delitev!
 - 24.** Trifazni sinhronski generator nazivne moči 6.3 MVA, 10 kV, 50 Hz, $\cos\varphi_{2n} = 0.75$, $X_{sr} = 1.2$ je nazivno obremenjen. Za koliko moramo spremeniti vzbujanje, če obremenitev doseže 60 % nazivne pri enakem $\cos\varphi$? Kako velik je kolesni kot pri nazivni in spremenjeni obremenitvi?
 - 25.** Sinhronski turbogenerator ima relativno sinhronsko reaktanco $X_{sr} = 1.3$ in vzbujalni tok v praznem teku $I_{10} = 200$ A. Kolikšna sta vzbujalni tok I_1 in kolesni kot δ pri nazivnem obratovanju na nazivnem omrežju (U_{2n} , f_n), če je generator obremenjen z nazivnim tokom I_{2n} pri $\cos\varphi_{2n} = 1$?
 - 26.** Sinhronski generator s podatki: nazivna moč 25 MVA, $\cos\varphi_n = 0.6$, $X_{sr} = 1.8$, $I_{vn} = 50$ A obratuje na togem omrežju nazivne napetosti in frekvence. Določite potreben vzbujalni tok pri obremenitvi z močjo 15 MVA pri $\cos\varphi = 0.6$. Izračunajte kolesni kot za oba obratovalna primera!

27. Sinhronski generator nazivne moči 30 MVA, $\cos\varphi_n = 0.65$, $X_{sr} = 1.8$ obratuje na togem omrežju nazivne napetosti in frekvence. Vzbujanje je naravnano na nazivno obremenitev. Moč turbine počasi povečujemo pri nespremenjenem vzbujanju. Določite navidezno in delovno moč generatorja tik preden pade iz sinhronizma!
28. Za dvopolni trifazni sinhronski generator z $N = 18$ utori na statorju skicirajte dvoplastno navitje s skrajšanim korakom tuljavic $s = 8$ utorovih delitev (utorovna zvezda, vezalna shema ene faze, navijalna razpredelnica). Izračunajte faktorje navitij pete in sedme harmonske komponente inducirane napetosti!
29. Za dvopolni trifazni sinhronski generator z $N = 24$ utori na statorju skicirajte dvoplastno navitje s skrajšanim korakom tuljavic $s = 10$ utorovih delitev (utorovna zvezda, vezalna shema ene faze, navijalna razpredelnica). Izračunajte faktorje navitij pete in sedme harmonske komponente inducirane napetosti!
30. Trifazni sinhronski generator s cilindričnim rotorjem (turbogenerator z neizraženimi poli) ima podatke $S_n = 10$ MVA, $U_{2n} = 10$ kV, $\cos\varphi_{2n} = 0.8$, $X_{sr} = 1.3$, nazivni vzbujaalni tok $I_{1n} = 100$ A. Sinhroniziran je na togo omrežje nazivne napetosti in obremenjen z močjo $P = 8$ MW. Izračunajte vzbujaalni tok I_1' in kolesna kota obeh obratovalnih stanj δ' in δ_n ! (Obvezna skica obeh obratovalnih stanj!)
31. Sinhronski generator, ki se vrti s sinhronsko hitrostjo, vzbudimo v prostem teku do nazivne napetosti z rotorskim vzbujaalnim tokom $I_{10} = 10$ A. Nato ga obremenimo s čistim ohmskim bremenom pri nazivni napetosti U_{2n} ter nazivnem statorskem toku I_{2n} . To obratovalno stanje dosežemo z vzbujaalnim tokom $I_1 = 14$ A, prav tako pri sinhronski hitrosti. Izračunajte fazno sinhronsko relativno reaktanco X_{sr} ! Skicirajte kazalčna diagrama obeh obratovalnih stanj!
32. Sinhronski generator s podatki $S_n = 25$ MVA, $\cos\varphi_{2n} = 0.6$, $X_{sr} = 1.8$, $I_{vn} = 50$ A obratuje na togem omrežju nazivne napetosti in frekvence. Določite potreben vzbujaalni tok I_v' pri obremenitvi z močjo 10 MVA pri $\cos\varphi_2 = 0.8$. Izračunajte kolesni kot za oba obratovalna primera. Kolikšna je omahna moč generatorja pri vzbujanju s tokom I_v' ?
33. Trifazni sinhronski generator s cilindričnim rotorjem $S_n = 60$ MVA, $U_{2n} = 10$ kV, $\cos\varphi_{2n} = 0.85$, $X_{sr} = 1.5$ je vzbujen za nazivno obratovanje na togem omrežju z rotorskim vzbujaalnim tokom $I_{1n} = 100$ A. Določite vzbujaalni tok I_1 in kolesni kot δ , če želimo, da generator v omrežje oddaja moč $S = 40$ MVA pri $\cos\varphi_2 = 0.7$!
34. Trifazni sinhronski generator s cilindričnim rotorjem $S_n = 60$ MVA, $U_{2n} = 10$ kV, $\cos\varphi_{2n} = 0.85$, $X_{sr} = 1.5$ je vzbujen za nazivno obratovanje na togem omrežju z rotorskim vzbujaalnim tokom $I_{1n} = 200$ A. Določite vzbujaalni tok I_1 in kolesni kot δ , če želimo, da generator v omrežje oddaja čisto delovno moč $P = 20$ MW! Ob nespremenjenem vzbujanju I_1 počasi povečujemo mehansko moč turbine. Določite relativno vrednost statorskega toka I_{2r} in celotno moč, ki jo oddaja v omrežje S tik preden pade iz sinhronizma!
35. Sinhronski turbogenerator $S_n = 100$ MVA, $U_{2n} = 10$ kV, 50 Hz, $\cos\varphi_{2n} = 0.9$, $X_{sr} = 1.5$ obratuje na togem nazivnem omrežju pri toku $I_2' = 0.8 I_{2n}$ in $\cos\varphi_2 = 0.707$. Izračunajte,

pri katerem vzbujaalnem toku I_1' in kolesnem kotu δ doseže generator to obratovalno stanje, če je vzbujaalni tok praznega teka $I_{10} = 100\text{A}$.

- 36.** Trifazni štiripolni sinhronski generator z neizraženimi poli na rotorju (turbogenerator) ima podatke: $S_n = 3\text{ MVA}$, $U_{2n} = 3\text{ kV}$, $f_n = 50\text{ Hz}$, $\cos\varphi_{2n} = 0.7$, $X_{sr} = 1.6$, $N = 36$ utorov na statorju.
- Izračunajte faktor navitja prve f_{n1} ($v = 1$) in pete f_{n5} ($v = 5$) harmonske komponente inducirane napetosti, če je širina tuljavic $s / \tau_p = 7 / \tau_p$.
 - Generator obratuje na togem nazivnem omrežju. Izračunajte nazivni vzbujaalni tok I_{1n} in kolesni kot δ_n , če je v praznem teku potreben vzbujaalni tok $I_{10} = 100\text{ A}$.
 - Kolikšna sta vzbujaalni tok I_1 in kolesni kot δ , če naj generator oddaja v omrežje čisto delovno moč $P = 3\text{ MW}$?
 - Kolikšna sta vzbujaalni tok I_1 in kolesni kot δ , če naj generator oddaja v omrežje moč $S = 1.5\text{ MVA}$ pri $\cos\varphi = 0.6$?
- 37.** Turbogenerator moči $P_n = 100\text{ MVA}$, $U_{2n} = 10\text{ kV}$, $f = 50\text{ Hz}$, $\cos\varphi = 0.8$ in $X_{sr} = 1.8$.
- Generator je nazivno obremenjen. Skicirajte kazalčni diagram in izračunajte E_0 !
 - Generatorju na togem omrežju pri konstantnem vzbujanju povečujemo mehansko moč. Pri kakšni moči izpade generator iz sinhronizma? Narišite kazalčni diagram tega stanja!
- 38.** Sinhronski turbogenerator 94 MVA, 10.5 kV, 50 Hz, $\cos\varphi_{2n} = 0.8$, $X_{sr} = 1.8$ je vzbujen za nazivno obratovalno stanje. Vzbujaalni tok se ne spreminja. Določite čisto induktivno jalovo moč za nazivni vzbujaalni tok! Določite kolesni kot pri nazivni obremenitvi in pri novem obratovalnem stanju.
- 39.** Sinhronski generator s podatki $S_n = 10\text{ MVA}$, $U_{2n} = 3\text{ kV}$, $f_n = 50\text{ Hz}$, $\cos\varphi_{2n} = 0.7$, $X_{sr} = 2$ obremenimo z bremenom, ki ima $\cos\varphi_{2n} = 1$. Vzbujanje je pri tem nastavljeno na polovico nazivnega vzbujanja. Ugotovite moč, ki jo daje generator v omrežje.
- 40.** Sinhronski generator nazivne moči $S_n = 30\text{ MVA}$, $U_{2n} = 10\text{ kV}$, $\cos\varphi_{2n} = 0.7$ ima relativno sinhronsko reaktanco $X_{sr} = 1.8$. Pri nazivni obremenitvi je vzbujaalni tok $I_{vn} = 100\text{A}$. Določite vzbujaalni tok, če generator oddaja v omrežje 27 MW delovne moči pri nazivnem toku $I_2 = I_{2n}$! Kolikšna je jalova moč?