



RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
Energētikas un elektrotehnikas fakultāte
Energētikas institūts

Laboratorijas darbi disciplīnā
„Elektroenerģētisko sistēmu stabilitāte”

Metodiskie norādījumi laboratorijas darbu izpildei izmantojot elektrisko sistēmu universālo
aprēķina modeli (ESUAM)

Sastādīja: asoc.prof. I. Zicmane
asist.zin.d. E. Antonovs

Rīga 2009

SATURS

SATURS.....	2
IEVADS	3
1. NORADĪJUMI LABORATORIJAS DARBU IZPILDEI.....	4
1.1. Aprēķināšanas secības vispārīgais algoritms	4
1.2. Aplēses shēmu elementu lielumu izteikšana relatīvās vienībās	4
1.3. Mēroga izvēle.....	5
1. LABORATORIJAS DARBS	7
2. Vienkāršotas sistēmas statiskās stabilitātes aprēķins, izmantojot ESUAM	7
2.1. Darba mērķis	7
2.2. Darba uzdevums.....	8
2.3. Darba izpildīšanas kārtība.....	9
2.4. Aprēķinu secības paraugs.....	10
2.5. Mēroga izvēle.....	11
2.6. Atskaites saturs.....	12
2. LABORATORIJAS DARBS	13
3. Elektrisko sistēmu asinhronas slodzes stabilitātes aprēķins, izmantojot ESUAM.....	13
3.1. Darba mērķis	13
3.2. Darba uzdevums.....	13
3.3. Darba izpildīšanas kārtība.....	15
3.4. Aprēķinu secības paraugs.....	16
3.5. Mēroga izvēle.....	17
3.6. Atskaites saturs.....	17
Izmantotie informācijas avoti.....	18
PIELIKUMI.....	19
1. PIELIKUMS.....	20
2. PIELIKUMS.....	21

IEVADS

Elektroenerģijas ražošanas centralizācija, elektrisko sistēmu apvienošanās un to nepārtrauktā paplašināšanās izsauc elektrisko tīklu konfigurācijas izmaiņas. Sistēmu tīklu konfigurācijas izmaiņas. Sistēmu tīklu shēmas kļūst aizvien sarežģītākas un pieaug tās paralēlās darbības stabilitātes svarīgums. Līdz ar to, veicot režīmu aprēķinus, ļoti plaši izmanto dažādus tehniskos līdzekļus: līdzstrāvas un maiņstrāvas aprēķinu galdus, elektrisko sistēmu fizikālos modeļus, skaitļošanas tehniku, kā arī specializētas modelēšanas datorprogrammas.

Šajos darbos studentiem jāiepazīstas ar vienu no maiņstrāvas aprēķinu galda modifikāciju – **elektrisko sistēmu universālo aprēķina modeli (ESUAM)**.

Izmantojot ESUAM, var veikt daudzus dažādus elektrisko sistēmu režīmu aprēķinus:

- strāvu;
- reaktīvo un aktīvo jaudu sadalījuma izpēti;
- sprieguma līmeņu noteikšanu;
- reaktīvās jaudas avotu izvēli un to izvietojuma aplēsi;
- īsslēguma strāvu noteikšanu (galvenokārt releju aizsardzības vajadzībām);
- statiskās un dinamiskās stabilitātes aprēķinus utt..

Izpildot laboratorijas darbus, studenti apgūst elektrisko sistēmu aizvietošanas shēmu sastādīšanu uz ESUAM un interesējošo režīmu parametru iestādīšanas, regulēšanas un izmērīšanas metodiku.

No „Elektromehānisko pārejas procesu elektroenerģētiskajās sistēmās” kursa laboratorijā ir iespēja izskatīt divas nodaļas:

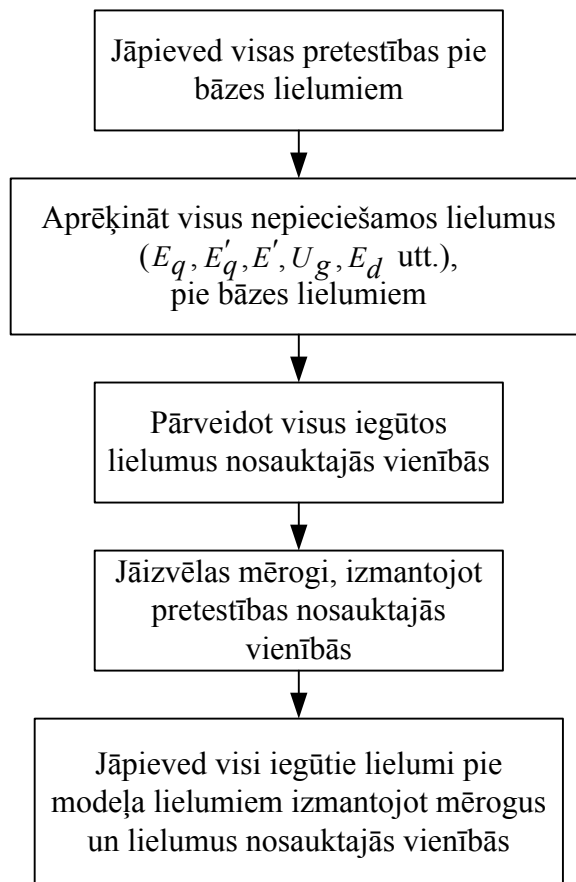
- sinhronas mašīnas statisko stabilitāti;
- asinhronas mašīnas statisko stabilitāti.

Kā ir zināms, par sistēmas statisko stabilitāti tiek uzskatīta tās spēja atjaunot izejas režīmu pēc nelielas perturbācijas. Laboratorijas darbu uzdevums ir apskatīt šo procesu, noteikt kritiskos lielumus, apskatīt dažādu parametru ietekme uz stabilitātes izjaukšanu utt., divos gadījumos:

1. priekš vienkāršotas sinhronas elektriskas sistēmas
2. priekš elektriskas sistēmas asinhronas slodzes.

1. NORADĪJUMI LABORATORIJAS DARBU IZPILDEI

1.1. Aprēķināšanas secības vispārīgais algoritms



1.2. Aplēses shēmu elementu lielumu izteikšana relatīvās vienībās

Jeb kuru fizisku lielumu izteikšana, izmantojot relatīvās vienības, ļauj krietni vienkāršot aprēķinu gaitu un piešķirt tai vispārēju raksturu. Par jebkura fiziska lieluma relatīvo vērtību uzskata tā attiecību pret cita tā paša nosaukuma lielumu, pieņemtu par mērījumu vienību. Aplēses shēmas elementu parametru un (vai) aizvietošanas shēmas izteikšanai relatīvās vienībās, nepieciešams izvēlēties bāzes nosacījumus. Mūsu gadījumā bāzes nosacījumi norādīti laboratorijas darba uzdevumā. Tad visus lielumus jāpieved pie bāzes nosacījumiem relatīvajās vienībās.

$$x_{*bazG} = x'_d \cdot \frac{S_{baz}}{S_{nomG}}, \quad (1.1)$$

$$x_{*bazT} = \frac{u_k \%}{100} \cdot \frac{S_{baz}}{S_{nomT}}, \quad (1.2)$$

$$x_{*bazW}^* = \frac{x_0}{n} \cdot l \cdot \frac{S_{baz}}{U_w^2}, \quad (1.3)$$

$$P_{0baz}^* = \frac{P_0(MVA)}{S_{baz}(MVA)}, \quad (1.4)$$

$$S_{0baz}^* = \frac{P_{0baz}^*}{\cos \varphi}, \quad (1.5)$$

$$Q_{0baz}^* = \frac{S_{0baz}^*}{\sin \varphi} = P_{0baz}^* \cdot \operatorname{tg} \varphi = \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi}}{\cos \varphi}, \quad (1.6)$$

1.3. Mēroga izvēle

Izvēloties mērogu, jāņem vērā:

1. E.d.s. lielums stacijai t. i., modeļa spriegums (U_{mod}), kuru padod uz aprēķināmās shēmas, nedrīkst pārsniegt $80V$ ($U_{\text{mod}} < 80V$).
2. Strāvas lielums jebkurā līnijas un slodzes pretestībā nedrīkst pārsniegt $0.3A$.
3. Spriegumu un jaudu vēlams izteikt ar veseliem skaitļiem, lai būtu ērtāk aprēķināt patiesās sprieguma un jaudas vērtības reālā ķēdē pēc modeļa aparātu rādījumiem.

Mēroga koeficientus nosaka ka attiecību starp reāliem un modeļa lielumiem. Piemēram:

$$M_U = \frac{U_{\text{mod}}}{U_{\text{baz}}}, \quad (1.7)$$

$$M_I = \frac{I_{\text{mod}}}{I_{\text{sist}}}, \quad (1.8)$$

Elektriskie lielumi ir savstarpēji saistīti, tāpēc patvaļīgi var izvēlēties tikai divus mēroga koeficientus. Pārējiem lielumiem tie būs atvasināti no abiem izvēlētiem (vai aprēķinātiem):

$$M_p = M_U \cdot M_I \quad (1.9)$$

$$M_z = \frac{M_U}{M_I} \quad (1.10)$$

Pēc mērogu izvēles visas aprēķina shēmas pretestības, jaudas un spriegumus pārrēķina modeļa mērogā. Šo aprēķinu rezultātā iegūtās aprēķina shēmas pretestības jāiestāda modeļu ESUAM elementiem, un šie elementi jāsavieno savā starpā atbilstoši aizvietošanas shēmai.

1. LABORATORIJAS DARBS

2. Vienkāršotas sistēmas statiskās stabilitātes aprēķins, izmantojot ESUAM

2.1. Darba mērķis

Mūsdienu elektriskajās sistēmās var novērot trīs statiskās stabilitātes izjaukšanas veidus:

1) lēnu, bez svārstībām, *aperiodisku stabilitātes izjaukšanu*, t. i. tā saucamo “noslīdēšanu”, kad paātrinotais moments progresējoši pārsniedz bremzējošo;

2) *pašierosmi*, kuru izsauc kapacitatīvo strāvu magnetizējoša darbība ģeneratorā;

3) pakāpeniski pieaugošas leņķu vai citu režīma parametru svārstības, t. i., *pašiesvārtīšanos*, kura neregulējamiem ģeneratoriem var parādīties pie mazām slodzēm, bet regulējamu ģeneratoru gadījumā – pie jebkuras slodzes, ja automātiskais ierosmes regulators ir nepareizi iestādīts.

Pēdējos divus stabilitātes izjaukšanas veidus var noteikt, pielietojot mazo svārstību analīzes metodi. Tāda gadījumā jāastāda ģeneratoru rotoru relatīvās kustības un ierosmes sistēmas pārejas procesa izmaiņas diferenciālie vienādojumi pie neatkarīgo mainīgo mazām novirzēm. Par sistēmas stabilitāti šādos gadījumos var spriest pēc raksturīgo vienādojumu, kurus iegūst, pielīdzinot nullei iepriekš minēto vienādojumu sistēmu galvenos determinantus, sakņu zīmēm. **Sistēma ir stabila, ja visas reālās saknes ir negatīvas, bet kompleksām saknēm ir negatīvas reālās daļas.**

Šo sakņu atrašana ir samērā grūta, jo raksturīgais vienādojums ir ar relatīvi augstu kārtu (sistēmai, kas sastāv no divām stacijām, - 5, ..., 10; sistēmai no trim stacijām 8, ..., 15). Tāpēc ir izstrādāta kritēriju grupa, pēc kuriem var spriest par sakņu raksturu, tās tieši neaprēķinot. Tie ir Gurvica, Rausa, Mihailova un citi kritēriji.

Šajā darbā apskata tikai pirmo stabilitātes izjaukšanas veidu (aperiodisko) vienkāršai sistēmai: stacija strādā caur elektropārvades līniju bezgalīgas jaudas sistēmā. Darbā apskata gadījumus, kad ir proporcionālas darbības ierosmes regulators vai arī uzstādīts stiprās darbības ierosmes regulators.

Proporcionālas darbības ierosmes regulatori reaģē uz regulējamā parametra (sprieguma vai strāvas) zīmi un lieluma izmaiņām. Pie šīs klases var pieskaitīt elektronu un elektromehāniskos regulatorus, kompaundēšanas iekārtas. Šie AIR nodrošina nemainīgu pārejas elektrodzinējspēka šķērskomponenti E'_q .

Stiprās darbības regulatori izmaina ierosmes strāvu pēc sarežģītāka likuma, kad AIR reaģē ne tikai uz sprieguma un strāvas vai citu regulējamo parametru zīmi un izmaiņas lielumu,

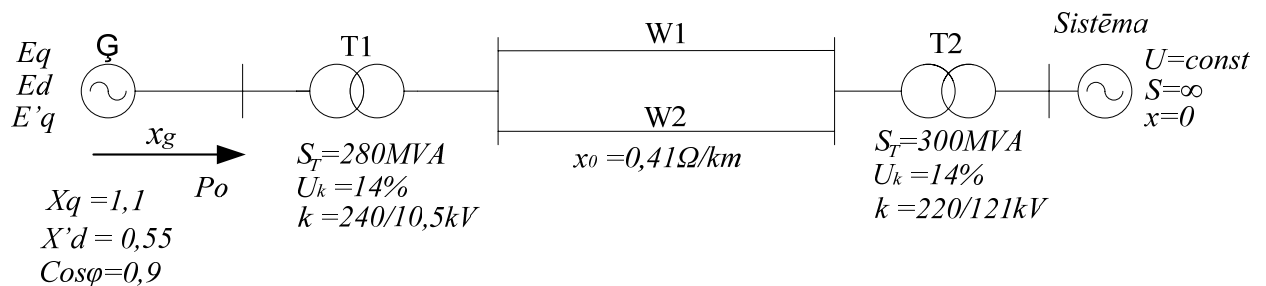
bet arī uz šo regulējamo lielumu atvasinājumiem (pirmo vai otro). Līdz ar to šāda tipa ierosmes regulatori reaģē arī uz regulējamā parametra izmaiņas ātrumu un paātrinājumu. Tas dos iespēju uzturēt nemainīgu spriegumu uz ģenerators kopnēm U_g vai pat aiz paaugstinošā transformatora elektropārvades līnijas sākumā.

Darba mērķis ir iepazīstināt studentus ar statiskās stabilitātes traucējumu aprēķiniem uz maiņstrāvas aprēķinu galda.

2.2. Darba uzdevums

Hidrostatija ir pievienota pie bezgalīgas jaudas sistēmas ar $110kV$ līniju (2.1.att.). Dotai sistēmai uzņemt pārvadāmās jaudas atkarību no nobīdes leņķa starp stacijas e.d.s. un sistēmas sprieguma (pēdējo pieņem ar bezgalīgu jaudu) šādiem gadījumiem:

- 1) elektrostacijā nav automātiskās ierosmes regulatora $E_q = const$;
- 2) elektrostacijas ģeneratoriem ir proporcionālas darbības ierosmes regulatori $E'_q = const$;
- 2) elektrostacijas ģeneratoriem ir stipras darbības ierosmes regulatori $U_g = const$.



2.1.att. Elektriskās sistēmas shēma

2.1. tabula

Sistēmas parametri un izejas dati:

Varianta numurs	n , ķēžu skaits līnijā	W , km	P_0 , MVA	X_d , r.v.
1	1	140	60	1,3
2	2	80	50	1,3
3	1	100	100	1,8
4	2	70	70	1,2
5	2	110	90	1,1
6	1	95	120	1,3

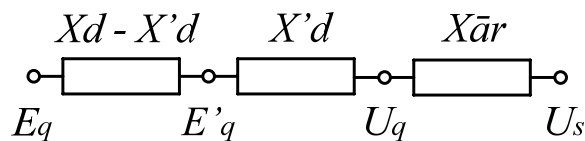
<u>HES:</u>	<u>T-1:</u>	<u>T-2:</u>
$U = 1$	$U_k = 14\%$;	$U_k = 14\%$;
$x_q = 1.1$;	$S = 280MVA$;	$S = 300MVA$;
$x'_d = 0.55$;	$k = 240 / 10,5kV$.	$k = 220 / 121kV$.
$\cos \varphi = 0.9$.		

Par bāzes lielumiem ir pieņemti: $U_{baz} = U_s = 115kV$; $S_{baz} = S_g = 300MVA$

Visus aprēķinus veikt relatīvās vienībās.

2.3. Darba izpildīšanas kārtība

1. Pētāmai sistēmai līdz nodarbībai laboratorijā nepieciešams :
 - a) izrēķināt aizvietošanas shēmas parametrus (2.2. att.) un uzzīmēt vektoru diagrammu;
 - b) izvēlēties mērogus;
 - c) izdrukāt protokolu ar slēguma shēmu.



2.2. att. Aizvietošanas shēma

2. Laboratorijā:
 - a) izvēlēties modeļa elementus, ar kuriem var aizvietot attiecīgos sistēmas elementus, un to numurus ierakstīt slēguma shēmā;
 - b) izvēlētiem modeļa elementiem iestādīt vajadzīgās pretestību vērtības un saslēgt shēmu uz komutācijas paneļa.
3. Dotajā sistēmā iestādīt normālu režīmu. Tam nolūkam ar ģeneratoru staciju spriegumu un fāzu kontaktu stāvokļu maiņu jāiegūt nepieciešamās U_g un P_0 vērtības. Pēc normālā režīma iestādīšanas var izmērīt E_q un E'_q .

4. Lai iegūtu sakarības $P = f(\delta)$, ar elektrostacijas e.d.s. fāzes kontaktrs pagriešanu leņķis δ pakāpeniski jāpalielina par 10° . Pie tam attiecīgi jāuztur nemainīgi E_q , E'_q vai U_g . Katrā režīmā pieraksta leņķu vērtību, pa līniju pārvadāmo jaudu un raksturīgo punktu spriegumu.

Piezīme: lai noteiktu sistēmas hidroagregātu pieļaujamo noslodzi un, lai iegūtu režīma raksturīgā, ir nepieciešams konstruēt šādus grafikus: $P = f(\delta)$ un $Q = f(\delta)$ šādos trijos gadījumos:

1. pie nemainīgas ģenerators ierosmes strāvas;
2. pie nemainīga rezultējošās strāvas saķēdējuma;
3. pie nemainīga sprieguma uz ģenerators kopnēm.

2.4. Aprēķinu secības paraugs

Lai konstruētu jaudas raksturīgā ir nepieciešams aprēķināt lielumus E_q , E'_q , E_d un spriegumu uz ģenerators kopnēm U_g .

a) neņemot vērā sistēmas aktīvo pretestību:

$$E_q = \sqrt{\left(\frac{U + Q_0 \cdot X_{q\Sigma}}{U}\right)^2 + \left(\frac{P_0 \cdot X_{q\Sigma}}{U}\right)^2}, \quad (2.1)$$

kur $X_{q\Sigma} = X_q + X_{\bar{a}r}$.

$$E'_q = E' \cdot \cos(\delta - \delta'), \quad (2.2)$$

$$\text{kur } \delta = \arctan\left(\frac{P_0 \cdot X_{q\Sigma}}{U^2 + (Q_0 \cdot X_{q\Sigma})}\right) \quad \delta' = \arctan\left(\frac{P_0 \cdot X'_{d\Sigma}}{U^2 + (Q_0 \cdot X_{d\Sigma})}\right)$$

$$E' = \sqrt{\left(\frac{U + (Q_0 \cdot X'_{d\Sigma})}{U}\right)^2 + \left(\frac{(P_0 \cdot X'_{d\Sigma})}{U}\right)^2}, \quad (2.3)$$

kur $X'_{d\Sigma} = X'_d + X_{\bar{a}r}$

b) ģeneratora spriegumam:

$$U_g = \sqrt{\left(\frac{U + (Q_0 \cdot X_{\bar{a}r})}{U^2}\right)^2 + \left(\frac{P_0 \cdot X_{\bar{a}r}}{U^2}\right)}, \quad (2.4)$$

$$\text{kur } \delta_c = \arctg\left(\frac{P_0 \cdot X_{\bar{a}r}}{U^2 + (Q_0 \cdot X_{\bar{a}r})}\right)$$

c) strāvas komponentu aprēķinam:

$$I_d = \frac{(E'_q - (U \cdot \cos\delta))}{X'_{d\Sigma}}, \quad (2.5)$$

$$I_q = \frac{(E'_q - (U \cdot \sin\delta))}{X_{q\Sigma}}, \quad (2.6)$$

d) noteiksim tukšgaitas EDS E_d :

$$E'_d = \left(E_q \cdot \frac{X_d - X'_d}{X_q - X'_d}\right) - \left(E'_q \cdot \frac{X_d - X_q}{X_q - X'_d}\right), \quad (2.7)$$

f) uzzīmējot vektoru diagrammu (sinhronai mašīnai ar neizteiktiem poliem), grafiski noteiksim U_{gq} , U , I , E'_x , U'_{gx} , δ_g , φ , $X_{d\Sigma}$.

2.5. Mēroga izvēle

Izvēlētos mēroga lielumus, ir rekomendēts izmantot sekojošas attiecības:

40V uz modeļa ($U_{\text{mod}} = 115kV$ sistēmas;

$$M_U = \frac{U_{\text{mod}}}{U_{\text{baz}}} \quad (2.8)$$

400Ω uz modeļa ($R_{\text{mod}} = X_{\bar{a}r}$ sistēmas.

$$M_Z = \frac{R_{\text{mod}}}{X_{\bar{a}r_nos}} \quad (2.9)$$

2.6. Atskaites saturs

Darba atskaitē jāietver:

1. Pētāmās sistēmas shēma, aizvietošanas, slēguma shēma un vektoru diagramma.
2. Mērījumu rezultāti un aprēķinu tabulas.
3. Pa līniju pārvadāmās jaudas leņķiskās raksturlīknes.
4. Paskaidrojumi par iegūtajiem rezultātiem un secinājumi.

2. LABORATORIJAS DARBS

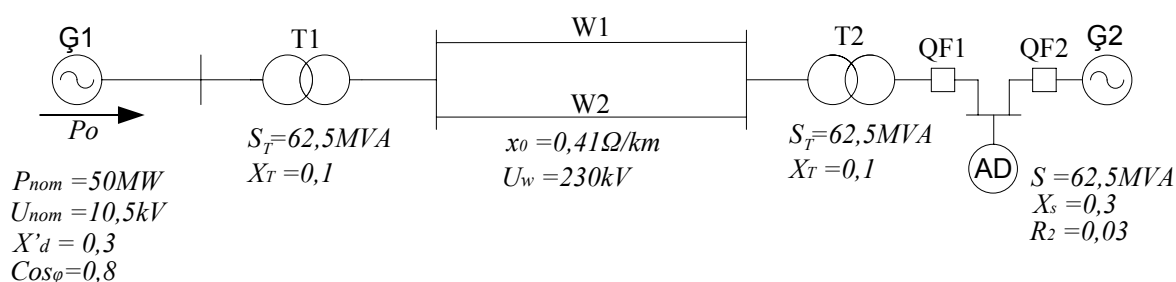
3. Elektrisko sistēmu asinhronas slodzes stabilitātes aprēķins, izmantojot ESUAM.

3.1. Darba mērķis

Izpildāmā laboratorijas darba mērķis ir izpētīt asinhronās slodzes stabilitāti, pielietojot ESUAM, pie dažādas asinhronās slodzes un sistēmas ģenerators jaudas attiecības.

3.2. Darba uzdevums

Asinhronās slodzes stabilitātes pētījumus veic, izmantojot elektrisko sistēmu, kuras shēma dota 2.2. att..



2.2. att. Elektriskās sistēmas shēma

Sistēmas (2.2. att.), parametri:

Generators G1 :

$$P_{nom} = 50 MW$$

$$U_{nom} = 10,5 kV$$

$$\cos\varphi = 0,8$$

$$X'_d = 0,3$$

Transformatori T1; T2:

$$S_{T1} = S_{T2} = 62,5 MVA$$

$$X_{T1} = X_{T2} = 0,1$$

Asinhronais dzinējs AD :

$$S_{AD} = 62,5 MVA$$

$$X_s = 0,3$$

$$R_2 = 0,03$$

Līnija W1; W2:

$$X_0 = 0,41 \Omega / km$$

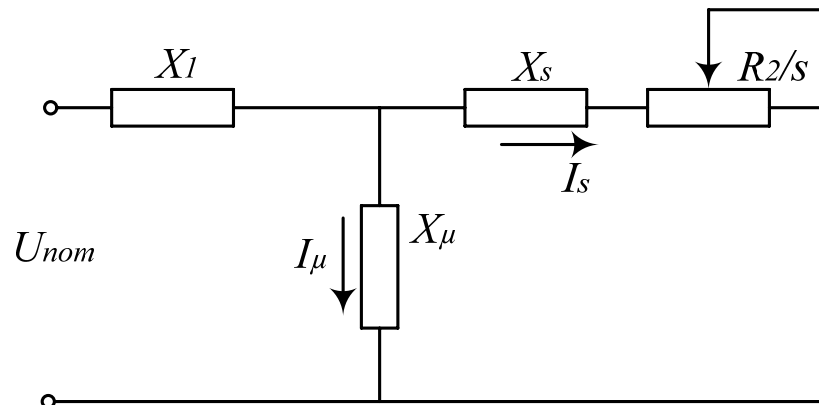
$$U_w = 200 kV$$

Veicot laboratorijas darbu, nepieciešams izanalizēt šādus asinhronās slodzes režīmus:

1) pie nemainīga sprieguma uz slodzes kopnēm U_n , kurš ir neatkarīgs no slodzes jaudas lieluma. Šādu režīmu var nodrošināt, ja otrās ģeneratoru stacijas jauda ir daudzkārt lielāka nekā pirmajai;

2) pie mainīga sprieguma uz slodzes kopnēm U_n . Šādu režīmu var nodrošināt, ja otro ģeneratoru staciju atslēdz un slodzi baro no relatīvi tālās pirmās elektrostacijas, kuras ģeneratoru jauda ir samērojama ar slodzes jaudas lielumu.

Uz maiņstrāvas aprēķinu galda – ESUAM asinhrono slodzi modelē kā vienu asinhrono dzinēju, kuru aizvieto ar “T” veida aizvietošanas shēmu (2.1.att.)



2.1. att. Asinhrono dzinēju aizvietošanas shēma

Asinhronās slodzes stabilitāti var noteikt, salīdzinot dzinēja radītā elektromagnētiskā momenta (jaudas) un piedziņas mehāniskā momenta (jaudas) raksturlīknes, kuras ir iegūtas kā dzinēja slīdes “s” funkcijas.

Lai iegūtu raksturlīkni $P_{EM} = f(s)$, nepieciešams izvēlēties dažas slīdes vērtības un atbilstoši tām izmainīt dzinēja aizvietošanas shēmā rotora ķēdes aktīvo pretestību, vienlaikus izmērot jaudu, kādu patērē dzinējs.

Jāatceras, ka vienā no apskatāmajiem darba režīmiem pie jebkuras slīdes vērtības slodzes spriegums U_n jāuztur nemainīgs. Gadījumā, ja slodzes spriegumu neuzturam pastāvīgu, jāuzskata, pirmās ģeneratoru stacijas sinhronais e.d.s. E_q (ja ģeneratori strādā bez ierosmes regulatora) vai pārejas e.d.s. E' (ja ģeneratori strādā ar proporcionālā tipa ierosmes regulatoru).

$$U_{baz} = U_{AD} = 115kV$$

$$S_{baz} = 62,5MVA$$

3.1. tabula

Varianta numuram atbilstošais līnijas garums

Varianta numurs №	līnijas garums, km
1	30
2	95
3	150

Šajā shēmā nosacīti pieņemam, ka visus elektriskās enerģijas patērētājus aizvietojam ar ekvivalentu asinhrono dzinēju.

3.3. Darba izpildīšanas kārtība

1. Izvēlēties mērogus aizvietošanas shēmai, sagatavot shēmu sastādīšanai uz ESUAM un saslēgt to, izmantojot izvēlētos modeļa elementus.

2. Uzbūvēt dzinēja reaktīvās jaudas patēriņa raksturlīkni $Q = f(U)$ sprieguma izmaiņām uz apakšstacijas spailēm un noteikt kritisko spriegumu, pie kura notiks dzinēja pārlēkšana, paredzot, ka dzinēja mehāniskā jauda paliek nemainīga.

3. Uzbūvēt aktīvās jaudas atkarību no slīdes $P = f(s)$, pie dažādiem spriegumiem uz spailēm ($U = 1,0; 0,9; 0,8; 0,7; U_{kr}$), skat. tabulu 2.3.. Slīdes lielumu mainīt ar sekojošo soli: 0,05; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 skat. tabulu 2.2..

4. Atslēdzot otro ģeneratoru staciju, atkārtot uzdevuma 1. punktu. Vienā gadījumā uzturēt nemainīgu E'_q , bet otrā gadījumā – U_g .

Bez tam, izmērīt spriegumu uz slodzes kopnēm un uzņemt raksturlīkni $U_{sl} = f(s)$ abos šajos gadījumos, kad uztur E'_q un U_g nemainīgus.

5. Aprēķināt kritisko slīdi S_{kr} un maksimālo aktīvo jaudu P_{maks} pie $U = 1$

3.4. Aprēķinu secības paraugs

1. Kritisko slīdi S_{kr} nosākam pēc formulas:

$$S_{kr} = \frac{R_2}{X_s}, \quad (3.1)$$

2. Kritisko spriegumu U_{kr} nosākam:

$$U_{kr} = \sqrt{2 \cdot P_0 \cdot X_s}, \quad (3.2)$$

3. Aktīvas jaudas maksimālais lielums P_{maks} , pie nomināla sprieguma $U = 1$ vienāds:

$$P_{maks} = \frac{U^2}{2 \cdot X_s}, \quad (3.3)$$

4. Maksimālu strāvu I_{maks} nosākam:

$$I_{maks} = \frac{U_{g_{nom}} + U_{s_{nom}}}{X_{ār}}, \quad (3.4)$$

3.2. tabula

R_2 / s pie dažādām slīdēm, dzinēju barojot tieši no ģeneratora, kā arī dzinēju barojot pa EPL

s	$R_2 / s,$	$R_{2_nos} / s,$	R_{2_mod} / s
<i>r.v.</i>	<i>r.v.</i>	Ω	Ω model
0,05	0,6		
0,2			
0,4			
0,6			
0,8			
1,0			

Spriegumi uz dzinēja kopnēm, dzinēju barojot tieši no ģenerators

U_s	kV	V model
$U_s = 1$	115	
$U_s = 0,9$	103,5	
$U_s = 0,8$		
$U_s = 0,7$		
$U_s = U_{kr}$		

3.5. Mēroga izvēle

Izveloties mēroga lielumus, ir rekomendēts izmantot sekojošas attiecības:

E'_q sistēmas = 80V uz modeļa (U_{mod});

$$M_U = \frac{U_{mod}}{E'_{nos}}, \quad (3.5)$$

I_{maks} sistēmas = 0,2A uz modeļa (I_{mod}).

$$M_I = \frac{I_{mod}}{I_{max_nos}}, \quad (3.6)$$

3.6. Atskaites saturs

Darba atskaitē jāietver:

1. Pētāmās sistēmas aizvietošanas un sastādīšanas shēmas.
2. Aprēķinu rezultātus (to skaita arī mēroga izvēle).
3. Veikto mērījumu tabulas.
4. Iegūtās raksturlīknes (laboratorijas darba gala rezultātus un grafiskās sakarības jāuzdod vai nu relatīvās vienības, vai arī oriģināla vienības).
5. Iegūto rezultātu paskaidrojumi un darba secinājumi.

Izmantotie informācijas avoti

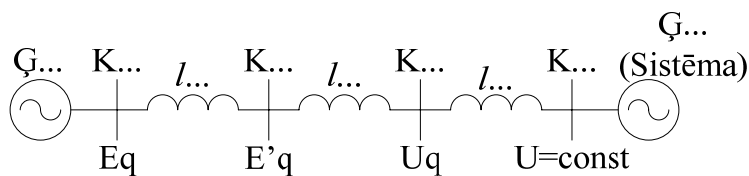
1. *Obuševs G., Gerhards J.* Elektromehāniskie pārejas procesi elektriskajās sistēmās. Rīga: RPI, 1976, - 75 lpp.
2. *Веников В. А.* Переходные электромеханические процессы в электрических системах. М., “Высшая школа”, 1970, - 472 стр.
3. *Пуго. В. И.* Электромеханические переходные процессы в электрических системах. Конспект лекций, - Рига: РПИ, 1979, - 54 стр.
4. *Рарковс В., Zicmane I.* Elektromagnētiskie pārejas procesi elektriskās sistēmās. Rīga: 2007, - 306 lpp.
5. *Азарьев Д. И.* Математическое моделирование электрических систем. М., Госэнергоиздат, 1962. 207 с.
6. Методика расчетов устойчивости автоматизированных электрических систем. / Под ред. *Веникова В. А.* – М.: “Высшая школа”, 1966. - 447 стр.
7. *Ульянов С. А.* Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. М. “Энергия”, 1970, - 519 стр.
8. Переходные процессы в электрических системах в примерах и иллюстрациях. / Под ред. *Веникова В. А.* - М.: “Энергия”, 1967, - 455 стр.

PIELIKUMI

1. PIELIKUMS

1. laboratorijas darbs

STATISKĀ STABILITĀTE



1. att. Ģeneratoram nav automātiskās ierosmes regulatora

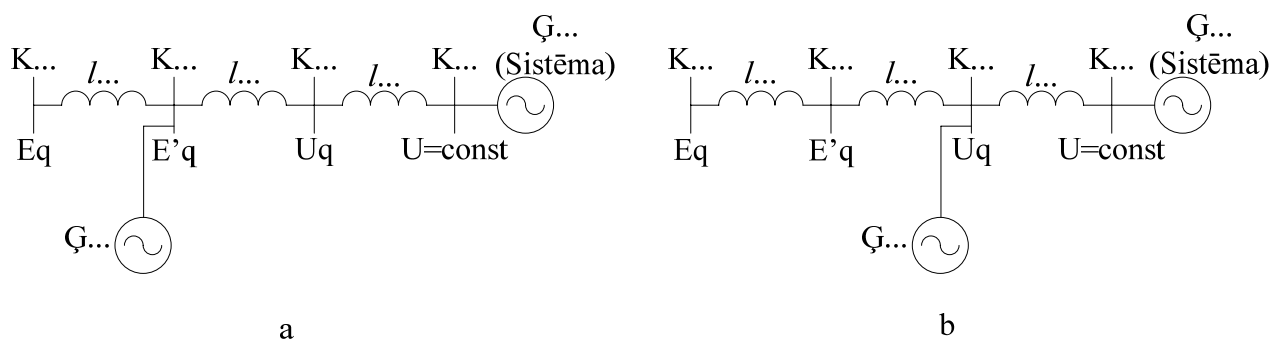
Aprēķinātie lielumi:

$$E_q = \dots$$

$$\delta = \dots$$

1. tabula

Nr. p.k.	δ	E_q	$E'q$	U_g	$P1$	$Q1$
	grad.	V	V	V	W	Var
1						
2						
3						
4						
5						
6						



2. att. a - Ģeneratoram ir proporcionālas darbības AIR; b - Ģeneratoram ir stipras darbības AIR

Aprēķinātie lielumi:

$$E'_q = \dots$$

$$\delta = \dots$$

$$U_q = \dots$$

$$\delta = \dots$$

2. tabula

2a, att. Ģeneratoram ir p. d. AIR

Nr. p.k.	δ	$E'q$	U_g	$P1$	$Q1$
	grad.	V	V	W	Var
1					
2					
3					
4					
5					
6					

3. tabula

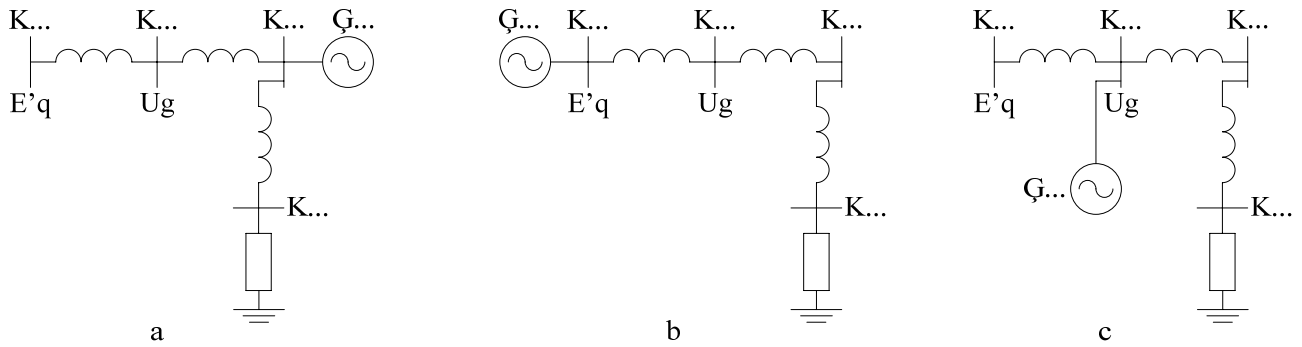
2b, att. Ģeneratoram ir s. d. AIR

Nr. p.k.	U_g	$P1$	$Q1$
	V	W	Var
1			
2			
3			
4			
5			
6			

2. PIELIKUMS

2. laboratorijas darbs

ASINHRONA SLODZE



1 att.

Mērījumi uz modeļa

1. tabula

Dzinēja aktīvas jaudas atkarība no sprieguma un no slīdes pie dažādiem spriegumiem uz dzinēja spailēm (dzinēju barojot tieši no ģenerators), (1a, att.)

Nr. p.k.	R2/S	Us =		Us =		Us =		Us =		Us kr =	
	Ω	P, W	Q, Var	P, W	Q, Var	P, W	Q, Var	P, W	Q, Var	P, W	Q, Var
1											
2											
3											
4											
5											
6											

2. tabula

Dzinēja aktīvas un reaktīvas jaudas, kā arī spriegums uz dzinēja spailēm, atkarībā no slīdes pie aprēķināta nemainīgā sprieguma $E'q$ un (vai) Ug (barojot dzinēju pa EPL), (1b,c, att.)

Nr. p.k.	R2/S	Udz	P	Q
	Ω	V	W	Var
1				
2				
3				
4				
5				
6				