Коммерциялық емес
акционерлік қоғам

АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА
ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС
УНИВЕРСИТЕТІ

Өнеркәсіп қондырғыларының
электржетегі және
автоматтандыру кафедрасы

АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЭЛЕКТР ЖЕТЕГІНІҢ ЭЛЕМЕНТТЕРІ

5В071800 мамандығының студенттері үшін есептеу-сызба жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулықтар

Алматы 2016

ҚҰРАСТЫРҒАНДАР: Ю.И. Шадхин, Ж.Ж. Тойгожинова. Автоматтандырылған электр жетегінің элементтері. 5В071800 мамандығының студенттері үшін есептеу-сызба жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулықтар. - Алматы: АЭжБУ, 2016.– 22 б.

Әдістемелік нұсқаулық есептеу-сызба жұмыстарды орындаудың нұсқаулықтарынан және оны үлгілеу жолдарынан тұрады.

Әдістемелік нұсқау 5В071800 – Электр энергетикасы мамандығының студенттеріне арналған.

Суреттер -5, кесте 4, әдеб. – 8 атау.

Пікір беруші: ЭСТжЖ кафедрасының аға оқытушысы Б.К. Курпенов

«Алматы энергетика және байланыс университетінің» коммерциялық емес акционерлік қоғамының 2016 ж. баспа жоспары бойынша басылады.

© «Алматы энергетика және байланыс университетінің» КЕАҚ, 2016 ж.

Мазмұны

	Кіріспе.....	4
1	№1 есептеу-сызба жұмыстар. Принципиалдық сұлба және автоматтандырылған электр жетегі элементтерінің параметрлерін есептеу.....….....	4
2	№2 есептеу-сызба жұмыстар. ТТ-Қ жүйесі элементтерінің параметрлерін синтездеу және статистикалық сипаттамаларды тұрғызу.....	11
3	№3 есептеу-сызба жұмыстар. ТТ-Қ жүйес элементтерінің құрылымдық сұлбасын тұрғызу және оның беріліс функциясын анықтау.....	16
	Әдебиеттер тізімі.....……	22

Кіріспе

Есептеу-сызба жұмыстары «Автоматтандырылған электр жетегінің элементтері» курсын студенттердің толықтай игеруіне көмектеседі. Есептеу – графикалық жұмыстың тапсырмаларын орындау кезінде студенттерге курстың теориялық анықтамаларын қолдануға және автоматтандырлған электр жетегінің басқару жүйесін талдауға көмектеседі.

Есептеу-сызба жұмыстарды орындау кезінде төмендегі талаптарды ескеру қажет:

- тапсырманың мәтіндерін және нұсқаулықтарды толық қысқартусыз жазу;
- студенттің нұсқаулық реті, тобы, аты және тегі бірінші бетке жазылуы қажет;
- анықталған өлшемі бар параметрге сәйкес келетін бірлік өлшемдерін жазу;
- автоматтандырылған электр жетегінің элементтерінің атауын өзгертпеу;
- сызбаларда бейнеленетін шамалардың аталуын міндетті түрде көрсету;
- қолданылатын әдебиеттер тізімін келтіру;
- №3 тапсырманың есептеулерін MATLAB жүйесінде орындау.

1 №1 есептеу-сызба жұмыстар. Принципиалдық сұлба және автоматтандырылған электр жетегі элементтерінің параметрлерін есептеу

1.1 №1 есептеу-сызба жұмыстардың тапсырмалары

1) 1.1 және 1.2 кестелердегі нұсқаулықтарға сәйкес каталогтан электр қозғалтқышын таңдау.
2) Тиристорлы түрлендіргіш (ТТ) элементтерінің параметрлерін есептеу.
3) ТТ-Қ жүйесінің күштік тізбегінің принципиалдық сұлбасын құру, оның элементтерінің параметрлерін анықтау және қатаң кері байланысты таңдау.

Тапсырманың нұсқаулары 1.1 және 1.2 кестелер арқылы сынақ кітапшасының номері мен студенттің тегінің басқы әрпі бойынша таңдалады.

1.1 кесте – Тапсырманың нұсқаулары

Соңғы саны	Қуат Р, кВт	Жылдамдық n, айн/мин	
		А-К	Л-Я
1	1	3000	1500
2	1,5	1500	1000

1.1 кестенің соңы

3	2,2	3000	1000
4	3,2	1500	1000
5	4,5	3000	1500
6	6	3000	1000
7	8	1500	1000
8	10	1000	750
9	14	1500	750
0	19	1000	750

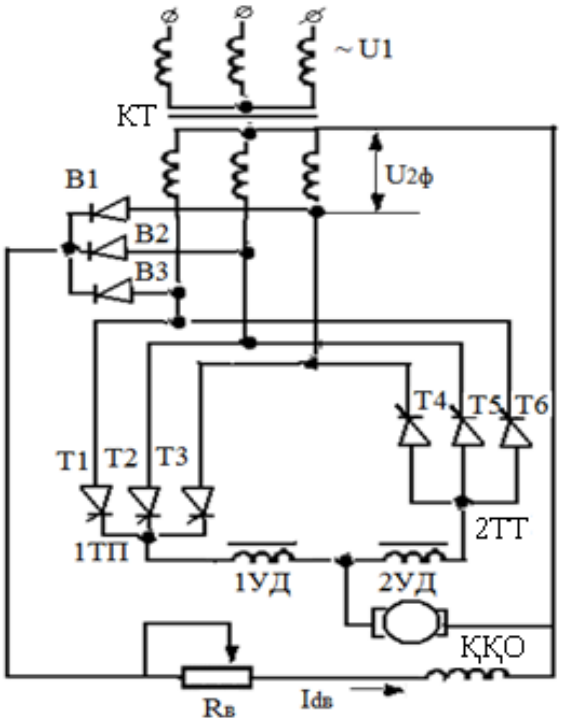
1.2 кесте – Тапсырманың нұсқаулары

Соңғы санның алдыңғы саны	Жылдамдықты реттеу аралығы D	Статистикалық қателік Δω, %	Түрлендіргіштің сұлбасы
1	5	5	3 фазалы нөлдік
2	7	6	3 фазалы көпірлі
3	10	5	3 фазалы нөлдік
4	12	7	3 фазалы көпірлі
5	9	5	3 фазалы нөлдік
6	8	9	3 фазалы көпірлі
7	11	6	3 фазалы нөлдік
8	6	8	3 фазалы көпірлі
9	15	6	3 фазалы нөлдік
0	10	6	3 фазалы көпірлі

1.2 Электр қозғалтқышын және түрлендіргішті таңдау

1.2.1 П түріндегі тұрақты токты қозғалтқышты таңдау каталог (Ә.1) арқылы орындалады.

Жұмысқа кірісу, реверс және тежелумен жұмыс жасайтын электр жетегінде «тиристорлы түрлендіргіш - қозғалтқыш» (ТТ - Қ) реверсивті жүйесі кеңінен қолданылады. Бұл жүйе қозғалтқыш зәкірінің тогын өзгертуді қамтамасыз ететін тиристорлардың қарама-қарсы және параллель тобынан тұрады.



1.1 сурет – Күштік тізбектің принципиалды сұлбасы

1.1 суретте ТТ-Қ жүйесі бойынша реверсивті электр жетектің күштік тізбегінің принципиалды сұлбасы бейнеленген. Жетектің құрамы қозғалтқыштың номиналды кернеуіне сәйкес келетін, екілік кернеуді алуды орындайтын күштік трансформатордан КТ, Т1, Т6 тиристорлардан тұратын тиристорлы түрлендіргіштен, 1УД 2УД теңестіргіш дросселдерден және қозғалтқыштың қоздыру орамын қоректендіру үшін Т түзеткіштен тұрады.

Тиристорлы түрлендіргіш үш фазалы нөлдік қарама-қарсы, параллель сұлбада (бір-біріне қарама-қарсы қозғалтқыш зәкіріне параллель) қосылған екі вентильдер тобынан тұрады. Т1-Т2-Т3 тиристорлары анодта кернеу мәні оң болғанда түзеткіш режимінде жұмыс жасайтын 1ТТ катодтық топты құрайды, Т4-Т5-Т6 тиристорлары катодта кернеу мәні теріс болғанда түзеткіш режимінде жұмыс жасайтын 2ТТ анодтық топты құрайды.

ТТ қалыпты басқару кезінде екі топтың басқару жүйесінің $\alpha_1 = f(U)$ және $\alpha_2 = f(U)$ реттеу сипаттамалары қатаң байланыста болуы қажет. Екі топтың басқару бұрышы

$$\alpha_1 + \alpha_2 = 180^0, \tag{1.1}$$

мұндағы α_1 және α_2 – бірінші және екінші вентильдер тобының басқару бұрышы.

Басқару жүйесінің реттеу сипаттамалары $E_n = f(U_б)$ және $K_n = f_1(U_б)$ тәуелділіктерден тұрады.

Қозғалтқыштың $I_н$ номиналды тогы мен U кернеуі белгілі болғандағы ТТ параметрлерін және элементтерін есептеу төмендегі қатармен орындалады:

$$I_d = I_н \text{ және } U_d = U_н. \quad (1.2)$$

1.2.2 Күштік трансформаторды таңдау I_1, I_2 токтардың мәндерін, U_2 кернеу және трансформатордың $S_т$ қуатын есептеу бойынша орындалады.

Трансформатордың екінші орамының кернеу мәні төмендегі теңдеумен анықталады

$$U_{2ф.есеп} = K_u \cdot K_c \cdot K_\alpha \cdot K_r \cdot U_d, B, \quad (1.3)$$

мұндағы K_r – түзеткіштегі $U_{2ф}/U_{d0}$ кернеулер қатынасын сипаттайтын есептелу коэффициенті (1.3 кесте);

K_c – желі кернеуін U = 0,9 дейін төмендетуді ескеретін кернеу бойынша қор коэффициенті. Әдетте желінің тұрақты жұмысына тәуелді K_c = 1,05 ÷ 1,1 тең деп қабылдайды;

K_α – аса жоғары сигналды басқару кезінде вентилдің толық ашылмауын ескеретін қор коэффициенті, K_α = 1,05 ÷ 1,1;

K_u – вентильдер мен трансформатор орамындағы кернеудің төмендеуін ескеретін кернеу бойынша қор коэффициенті, K_u = 1,05.

Трансформатордың екінші орамының тогы

$$I_{2есеп} = K_I \cdot K_i \cdot I_d, A, \quad (1.4)$$

мұндағы K_I – $I_{2ф}/I_d$ токтардың қатынасын сипаттайтын коэффициент (1.3 кесте);

K_i – вентильдің анодтқ тогының түзу бұрышты пішіннен ауытқуын ескеретін коэффициент, K_i = 1,05 ÷ 1,1.

1.3 кесте – Есептеу коэффициентінің мәндері

Түзеткіш сұлбасының атауы	K_u	K_I	K_s	$K_{u\ кері}$
Бір фазалы екі жартылай периодты	1,3	0,786	1,77	3,72
Үш фазалы нолдік	0,922	0,578	1,45	2,25
Үш фазалы көпірлік	0,461	0,815	1,065	1,065
Үш фазалы нолдык шықпалы	0,532	0,578	1,52	2,25

Трансформатордың есептеу типтік қуаты

$$S_m = K_s \cdot K_u \cdot K_\alpha \cdot K_I \cdot U_d \cdot I_d \cdot 10^{-3}, кВА., \quad (1.5)$$

мұндағы K_s – идеалды түзеткіш үшін қуаттардың қатынасын сипаттайтын сұлбаның коэффициенті (1.3 кесте).

Алынған мәндерге сәйкес ТТ таңдалады. Оның параметрлері

$$S_u \geq S_r;\ U_{2ф.н} \geq U_{2ф.есеп.};\ I_{2ф.н.} \geq I_2.$$

Ары қарай есептеулер жүргізу үшін төмендегі мәндер қолданылады

$U_н$ болғандағы $P_{б.ж.}$, $I_н$ болғандағы $P_{қ.т.}$, $U_{қ.т.}$ %, $I_{б.ж.}$ %.

1.2.3 Тиристорды таңдау өтпелі режимде қозғалтқыш тогының (2 ÷ 2,2) $I_н$ дейін өсуін, кері кенеудің максималды мәнін және салқындату шартын ескере отырып вентиль арқылы өтетін токтың орташа мәні бойынша орындалады.

Тиристор арқылы өтетін токтың орташа мәні

$$I_{do} = \frac{K_к \cdot I_н}{K_{сал} \cdot m_m}, A, \tag{1.6}$$

мұндағы $K_с$ (2 ÷ 2,5) – ток бойынша қор коэффициенті;

$K_{сал}$ – вентильді үдемелі салқындатылуын ескеретін коэффициент, қысыммен салқындатуда $K_{сал}$ = 1, ал стандартты радиатормен табиғи ауамен салқындатуда $K_{сал}$ = 0,3 ÷ 0,35.

Кері кернеудің максималды шамасы

$$U_{кері} = K_{к.к} \cdot K_{кері} \cdot U_{d0}, B, \tag{1.7}$$

мұндағы $K_{к.к}$ (1,5 ÷ 1,8) – желі кернеуін жоғарлату мүмкіндігін және вентильдер жалғанғанда кернеудің ағымдағы секіруін ескеретін кернеу бойынша қор коэффициенті;

$K_{u\ кері}$ – кері кенеу коэффициенті (1.3 кесте);

U_{d0} – α = 0 болғандағы түрлендіргіштің кернеуі төмендегі теңдеумен анықталады

$$U_{d0} = K_c \cdot K_\alpha \cdot K_r \cdot U_d, B. \tag{1.8}$$

1.2.4 Теңгермелі дроссельдің индуктивтілігін есептеу.

Талап етілген теңгермелі дроссельдің индуктивтілігі теңгермелі токтың айнымалы амплитуда құрамын шектеуге қатысты анықталады, оның шамасы қозғалтқыштың $I_н$ мәнінің (3 – 5) % құрайды:

$$L_{дккерре.} = \frac{\sqrt{2U_n^{/}}}{m\omega_c (0{,}03 \div 0{,}05) I_н}, Гн. \tag{1.9}$$

мұндағы $U'_н$ – түзетілген кернеудің бірінші гармоникасының екі еселенген активті мәні, ол α =90° және $U'_н$ = 250 В болғандағы қисық сызық арқылы анықталады;

m - түзеткіштің фазалар саны, m= 3;

$ω_ж$ - желінің бұрыштық жиілігі, $ω_с$ = 314 рад/с.

1.2.5 Тегістеуші дроссельдің индуктивтілігін есептеу.

Қозғалтқыштың зәкіріне қосылған тегістеуші дроссельдің индуктивтілігін қозғалтқыштың тогын I_{dmin}–дан I_{dmax}–дейінгі жүктеме аумағында және басқару бұрышын α = $α_{min}$-дан α = 90^0 дейін үздіксіз қамтамасыз ету шартымен анықталады.

$$L_{дкерек} \geq \frac{\sqrt{2} \cdot U_m}{m \cdot \omega_C \cdot I_{дмин}}, \tag{1.10}$$

мұндағы $U_т$ – кернеудің бірінші гармоникасының мәні. Түзеткіштің үш фазалы сұлбасы үшін $U_т$ =120 В;

$I_{dмин}$ – түрлендіргіштің минималды тогы, номиналды мәннің (3 ÷ 5)% тең деп алынады.

Егер төмендегі шарттар орындалса, тегістеуші дроссель орнатылмайды

$$L_{дкерек} \leq L_{удесеп} + h_{дв} + L_{тр}. \tag{1.11}$$

1.3 Күштік тізбектің параметрлерін анықтау

Тізбектегі түзетілген токтың кедергісі төмендегі теңдеумен анықталады:

$$R_{есеп} = 1{,}2(R_н + R_{кп}) + R_щ + R_{туз}, \tag{1.12}$$

мұндағы $R_{білік}$ + $R_{кп}$ - қозғалтқыш білігі орамының және 15^0С температурадағы қосымша полюстердің кедергісі;

$R_щ$ - щеткалы түйіспенің кедергісі төмендегідей анықталады:

$$R_щ = \frac{2}{I_н}, \tag{1.13}$$

$R_т$ - түрлендіргіштің кедергісі төмендегідей анықталады:

$$R_{туз} = R_m + x_m m / 2\pi, \tag{1.14}$$

$R_т$ және $x_т$ - түзетілген токтың тізбегіне келтірілген күштік трансформатор орамдарының активті және индуктивті кедергілері қысқа тұйықталу және бос жүріс режимдері арқылы анықталады:

$$R_m = P_{кт} / m_{1н} k_{тр}^2, \quad (1.15)$$

$$X_m = U_к\% / 100 \cdot I_{1н} \cdot k^2{}_{тр.} \quad (1.16)$$

Зәкір тізбегінің индуктивтілігі:

$$L_р = L_к + L_{тр} + L_{уд}, \quad (1.17)$$

мұндағы $L_к$ – зәкірдің және қосымша полюстердің индуктивтілігі

$$L_к = 5,73 U_н / p \cdot \omega_н \cdot I_н, Гн. \quad (1.18)$$

Қозғалтқыш аумағына келтірілген трансформатор фазасының индуктивтілігі

$$L_{тр} = x_m / 2\pi f, Гн. \quad (1.19)$$

Қозғалтқыш тұрақтысы

$$C = U_н - 1,2(R_з + R_{кп}) I_н / \omega. \quad (1.20)$$

Электр магнитті тұрақты уақыт

$$T_з = L_р / R_р, с. \quad (1.21)$$

Электр механикалық тұрақты уақыт

$$T_m = (J_к + J_{мех}) R_р / 4c^2, с. \quad (1.22)$$

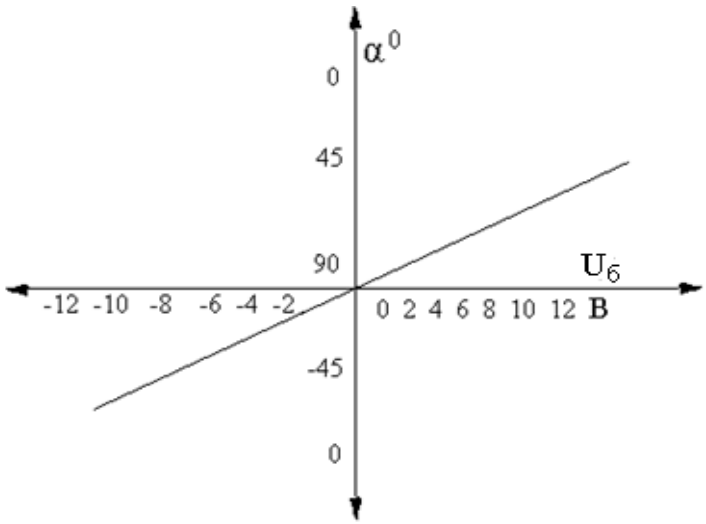
1.4 Түрлендіргіштің реттеу сипаттамаларын есептеу және тұрғызу

$$E_n = aE_{2ф} \frac{m}{\pi} \sin\frac{\pi}{m} \cos\alpha. \quad (1.23)$$

Тиристорлы түрлендіргіштің ЭҚК орташа мәні

$$E_n = aE_{2ф} \cos\alpha. \quad (1.24)$$

$\alpha = f(U_б)$ басқару сипаттамасы деп аталады. Басқару сипаттамасы 1.2 суретте көрсетілген.

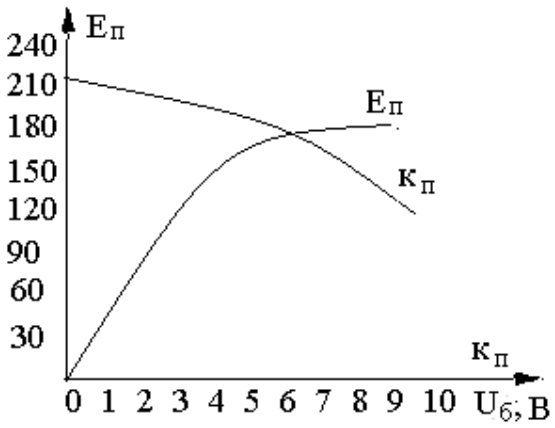


1.2 сурет – Басқару сипаттамасы

$E_п = f(U_б)$ және $K_п = f_1(U_б)$ тәуелділіктерін бір графикте түрғызу қажет (1.3 сурет).

Түрлендіргіштің күшейткіш коэффициенті төмендегі теңдеумен анықталады

$$k_m = \frac{E_n}{U_б}. \qquad (1.25)$$



1.3 сурет – Реттеу сипаттамалары

2 №2 есептеу-сызба жұмыстар. ТТ-Қ жүйесі элементтерінің параметрлерін синтездеу және статистикалық сипаттамаларды тұрғызу

2.1 №2 есептеу-сызба жұмыстардың тапсырмалары

1) ТТ-Қ тұйықталған және ажыратылған жүйесінің статистикалық сипаттамаларын есептеу және тұрғызу.

№2 тапсырманы орындау үшін 1.1 және 1.2 кестелердегі сандық мәндерді қолдану қажет.

2.2 ТТ-Қ ажыратылған жүйесінің статистикалық сипаттамаларын есептеу

Номиналды жылдамдықтағы түрлендіргіштің ЭҚК

$$E_{дн} = c\omega_н + \Delta U + I_н R_р, B, \tag{2.1}$$

мұндағы $\Delta U = \Delta U_в + \Delta U_ш$;

$\Delta U_в = (0{,}5 \div 1)$, В – тиристорға өткендегі кернеудің төмендеуі;

$\Delta U_ш = 2$, В – қозғалтқыш щеткасындағы кернеудің төмендеуі.

Статикалық сипаттама тогты өзерту арқылы төмендегі формуламен тұрғызылады:

$$\omega = (E_п - \Delta U - I_н R_р) / c. \tag{2.2}$$

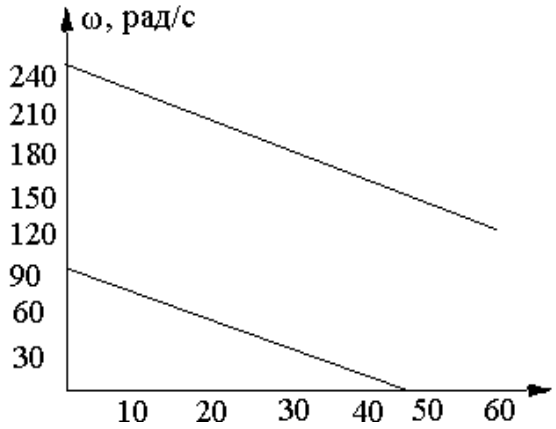
Номиналды жүктемедегі және минималды жылдамдықтағы түрлендіргіштің ЭҚК

$$E_{п\min} = c\omega_н / D + \Delta U + I_н R_р. \tag{2.3}$$

Минималды жылдамдықтағы статистикалық сипаттама тогты өзгерту арқылы төмендегі формуламен тұрғызылады:

$$\omega = (E_{п\min} - \Delta U - I_н R_р) / c. \tag{2.4}$$

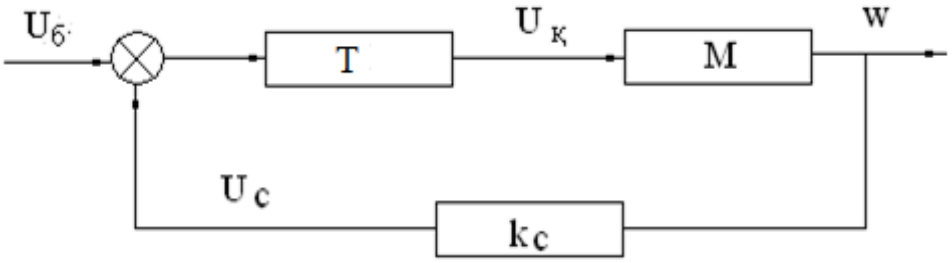
2.1 суретте статистикалық сипаттамалар келтірілген.



2.1 сурет – Статикалық сипаттамалар

2.3 Жылдамдық бойынша кері байланыстың параметрлерін анықтау

Жылдамдық бойынша қатаң теріс кері байланыс жүйесінің құрылымдық сұлбасы 2.2 суретте келтірілген.



2.2 сурет – Жылдамдық бойынша кері байланыс жүйесінің құрылымдық сұлбасы

Ажыратылған жүйе жылдамдығының төмендеуі

$$\Delta\omega_p = \frac{I_{н.} \cdot R_p}{c}, рад/с. \tag{2.5}$$

Тұйықталған жүйе жылдамдығының төмендеуі

$$\Delta\omega_з = \frac{\omega_н \cdot \delta_з}{D(1-\delta_з)}, \tag{2.6}$$

мұндағы $\delta_З$ – бірлік қатынастағы статистикалық қателік

$$\sigma_з = \frac{\Delta\omega\%}{100}. \tag{2.7}$$

Қажетті кері байланыс коэффициенті

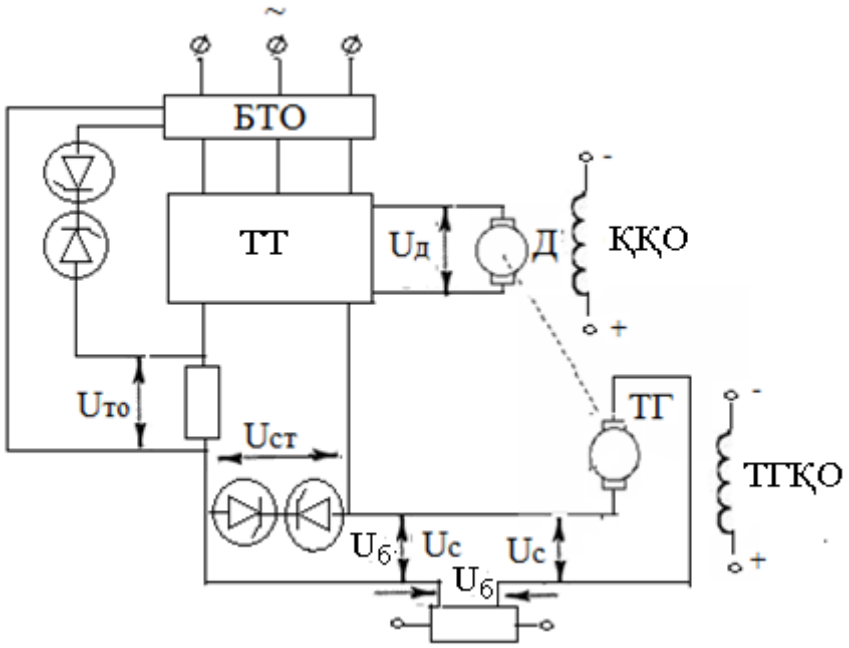
$$K_{снеобх} = \frac{(\Delta\omega_p - \Delta\omega_з)}{\Delta\omega_з \cdot K_п}. \tag{2.8}$$

$К_п$ күшейту коэффициенті $Е_{п.min}$ болғандағы түрлендіргіштің реттеу сипаттамасынан алынады. Қажетті кері байланыс коэффициентімен тахогенератор таңдалады:

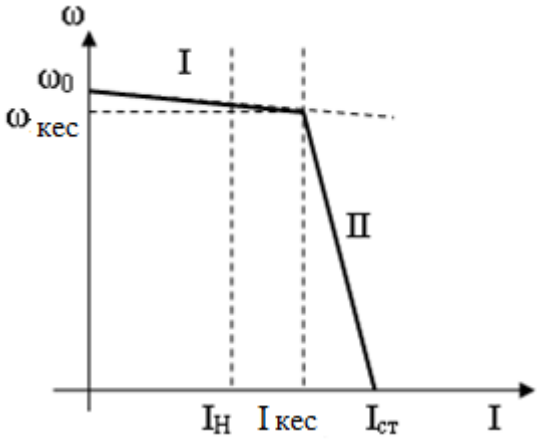
$$K_{тг.} = \frac{U_{тг}}{\omega_{нтг}}. \tag{2.9}$$

2.4 Тұйықталған жүйенің сипаттамасын есептеу және тұрғызу

Токкесер әсерінің тиімділігін жоғарлатуға және ТТ кірісіндегі сигналдың деңгейін шектеу үшін 2.3 суреттегі сұлба қолданылады. Сонымен қатар қозғалтқыштың статистикалық сипаттамасы 2.4 суреттегідей өзгереді және үш аумақтан тұрады.



2.3 сурет – Токкесер мен жылдамдық бойынша теріс кері байланыстан тұратын ТТ-Қ жүйесі



2.4 сурет – Тұйықталған жүйенің статистикалық сипаттамалары

Бұл аумақта автоматты басқару жүйесі берілген жылдамдықты тұрақтандыру режимінде жұмыс жасайды.

2 аумақта $I \geq I_{кес}$, сондықтан токкесер әсерінен сипаттаманың қисығы жоғарлайды.

Басқару сигналы төмендегі теңдесуен анықталады:

$$U_б = U_б - K_c\omega - K_т(I - I_{кес}), \tag{2.10}$$

мұндағы $K_т$ – токкесер коэффициенті.

3 аумақта $U_б$ сигналы өскендіктен 2СТ стабилитроны және басқару сигналы тесіліп өтеді. Бұл жағдайда басқару сигналы төмендегі теңдесуен анықталады:

$$U_б = U_{1ст} - K_т(I - I_{кес}). \tag{2.11}$$

Стабилитрон (1СТ) арқылы өтетін кернеу төмендегі формуламен анықталады:

$$U_{1ст} = U_{БК} - K_c\omega_{ж.кес.} = U_{бк} \cdot K_c\omega_{т.кес}, \tag{2.12}$$

мұндағы $U_{БЖ}$ және $U_{БТ}$ – жоғарғы және төменгі сипаттамаларға берілетін кернеу;

$\omega_{ж.кес}$ және $\omega_{т.кес}$ – жоғарғы және төменгі сипаттамалардың жылдамдығы.

Бірінші аймақтағы жылдамдық

$$\omega_1 = \frac{K_к(K_т \cdot U_б - \Delta U) - K_к \cdot R_\Sigma \cdot I}{1 + K_т \cdot K_к \cdot K_c}. \tag{2.13}$$

Екінші аймақтағы жылдамдық

$$\omega_2 = \frac{K_к(K_т \cdot U_б - \Delta U) + K_к \cdot K_{тур} \cdot K_т \cdot I_{кес} - K_к(K_{тур} \cdot K_т + R_\Sigma) \cdot I}{1 + K_т \cdot K_к \cdot K_c}. \tag{2.14}$$

Үшінші аймақтағы жылдамдық

$$\omega_3 = K_к(K_т U_{1ст} - \Delta U) - K_к K_т K_т (I - I_{кес}) - K_к R_\Sigma I. \tag{2.15}$$

Ток пен жылдамдықтың номиналды мәндері мен 2.13 теңдеуі бойынша жоғарғы және төменгі сипаттамалардың берілген кернеуі анықталады

$$U_{Б.Ж.} = \frac{\omega_H(1 + K_{жр}K_т K_к)}{K_т K_к} + \frac{I_H R_\Sigma + \Delta U}{R_c}, \tag{2.16}$$

$$U_{Б.Т.} = \frac{\omega_H(1 + K_{жр}K_т K_к)}{D \cdot K_т K_к} + \frac{I_H R_р + \Delta U}{K_т}. \tag{2.17}$$

Жоғарғы және төменгі сипаттамалардың бос жүріс жылдамдығы

$$\omega_{Ж} = \frac{K_к(K_т \cdot U_{ж.б} - \Delta U) \cdot K_к R_\Sigma I_{кес}}{1 + K_т K_к K_с}, \quad (2.18)$$

$$\omega_{Т} = \frac{K_к(K_т \cdot U_{т.б} - \Delta U)}{1 + K_т K_к K_с}. \quad (2.19)$$

Жоғарғы және төменгі сипаттамалардың жылдамдық кескіші төмендегі формуламен анықталады:

$$\omega_{ж.кес} = \frac{K_к(K_т \cdot U_{жб} - \Delta U) - K_к \cdot R_р \cdot I_{кес}}{1 + K_т K_к K_с}; \quad (2.20)$$

$$\omega_{т.кес} = \frac{K_к(K_т \cdot U_{тб} - \Delta U) - K_к \cdot R_р \cdot I_{кес}}{1 + K_т K_к K_с}. \quad (2.21)$$

2.14 теңдеу бойынша ω = 0 және I = $I_{ст}$ болғандағы токкескіш коэффициенті

$$K_Т = \frac{(K_{тур} \cdot U_{1ст} - \Delta U) - R_\Sigma \cdot I_{кес}}{R_п(I_{ст} - I_{кес})}. \quad (2.22)$$

Стабилитрн (2СТ) арқылы өтетін кернеу

$$U_{2ст} = K_т I_{кес}. \quad (2.23)$$

3 аумақтың жоғарғы және төменгі сипаттамалары екі нүктемен тұрғызылады: алдымен 2.13 теңдеу бойынша тогы I > $I_{кес}$ болғанда жылдамдықтың мәні анықталады; одан кейін 2.14 теңдеу бойынша тогы I < $I_{стоп}$ болғанда жылдамдықтың мәні анықталады.

3 №3 есептеу-сызба жұмыстар. ТТ-Қ жүйес элементтерінің құрлымдық сұлбасын тұрғызу және оның беріліс функциясын анықтау

3.1 №3 есептеу-сызба жұмыстардың тапсырмалары

1) Жылдамдық бойынша кері байланыстан тұратын ТТ – ТТҚ құрлымдық сұлбасын құру.

2) MATLAB жүйесімен ТТ – ТТҚ жылдамдық бойынша тұйықталған жүйенің беріліс функциясын анықта.

3) ТТ – ТТҚ тұйықталған жүйесінің орнықтылығын анықта.

4) Жүйенің өтпелі және жиілікті сипаттамаларын тұрғыз.

Тапсырманың нұсқалары 3.1 және 3.2 кестелер бойынша студенттердің сынақ кітапшасының номері мен фамилиясының бастапқы әрпі бойынша таңдалады.

5) Тиристорлы түрлендіргіштің параметрлері мына шектіліктермен таңдалады: $к_{тр}$ – беру коэффициенті (10 ÷ 30); тұрақты уақыт $Т_р$ = 0,001. Кері байланыс коэффициенті: $к_{кб}$ = 0,1 ÷ 0,5.

3.1 кесте – Тапсырманың нұсқаулары

Соңғы саны	Қуат Р, кВт	Жылдамдық n, айн./мин	Қозғалтқыштың түрі
1	1	3000	П 52
2	1,5	1500	П 41
3	2,2	3000	П 22
4	3,2	1500	П 41
5	4,5	3000	П 32
6	6	3000	П 41
7	8	1500	П 52
8	10	1000	П 71
9	14	1500	П 61
0	19	1500	П 41

3.2 кесте – Тапсырманың нұсқаулары

Соңғы санның алдыңғы саны	Жылдамдықты реттеу аймағы D	Статисикалық қателік Δω, %	$J_{мех}$ в % от $J_{коз}$
1	5	5	50
2	7	6	40
3	10	5	60
4	12	7	70
5	9	5	80
6	8	9	60
7	11	6	90
8	6	8	50
9	15	6	40
0	10	6	70

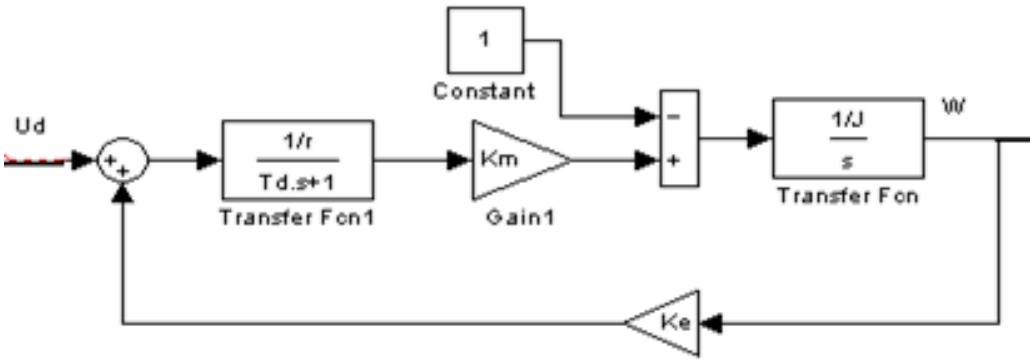
3.2 Қозуға тәуелсіз тұрақты токты қозғалтқыштың құрлымдық сұлбасы

Қозуға тәуелсіз тұрақты токты қозғалтқыштың математикалық жазылуын төмендегі теңдеумен көрсетуге болады:

$$J\frac{d\omega}{dt} = k_m I - M_c; \qquad (3.1)$$

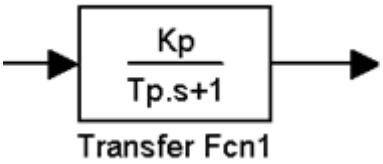
$$T_я \frac{\mathrm{dI_я}}{\mathrm{dt}} + \mathrm{I_я} = (1/r_я)(U_я - k_e\omega). \qquad (3.2)$$

Жоғарыда көрсетілген динамика теңдеуіне сәйкес қозуға тәуелсіз тұрақты токты қозғалтқыштың құрылымдық сұлбасын MATLAB жүйесінде 3.1 суреттегідей бейнелеуге болады.



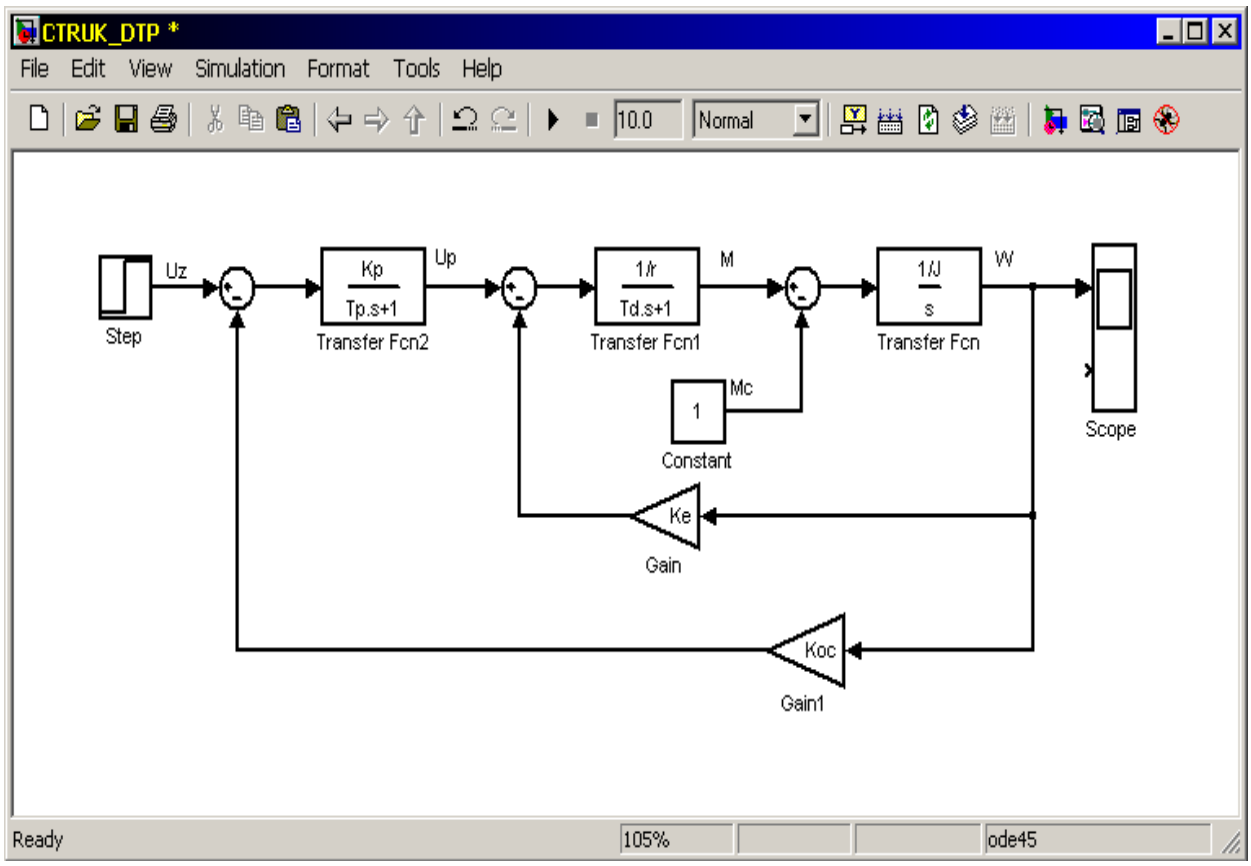
3.1 сурет - Қозуға тәуелсіз тұрақты токты қозғалтқыштың құрлымдық сұлбасы

Тиристорлы түрлендіргіштің құрылымдық сұлбасын инерциялық буын ретінде қарастыруға болады. Ол MATLAB жүйесінде төмендегі түрде бейнеленеді



3.2 сурет – Тиристорлы түрлендіргіштің (ТТ) құрылымдық сұлбасы

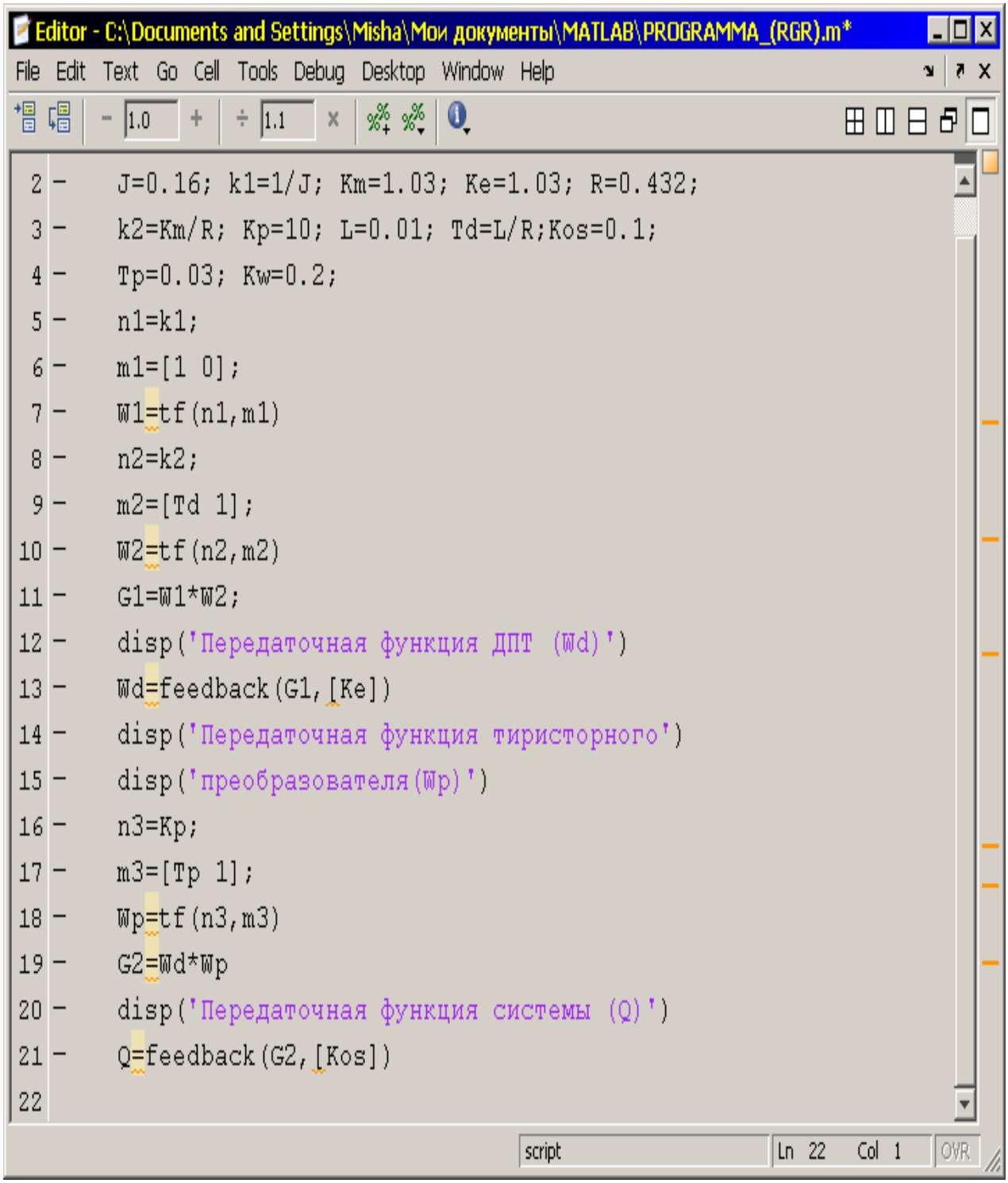
Тиристорлы түрлендіргіш – қозуға тәуелсіз тұрақты токты қозғалтқыштың тұйықталған жүйенің құрылымдық сұлбасы MATLAB жүйесі бойынша 2.2 суретте көсетілген.



3.3 сурет - Тиристорлы түрлендіргіш – қозуға тәуелсіз тұрақты токты қозғалтқыштың тұйықталған жүйенің құрылымдық сұлбасы

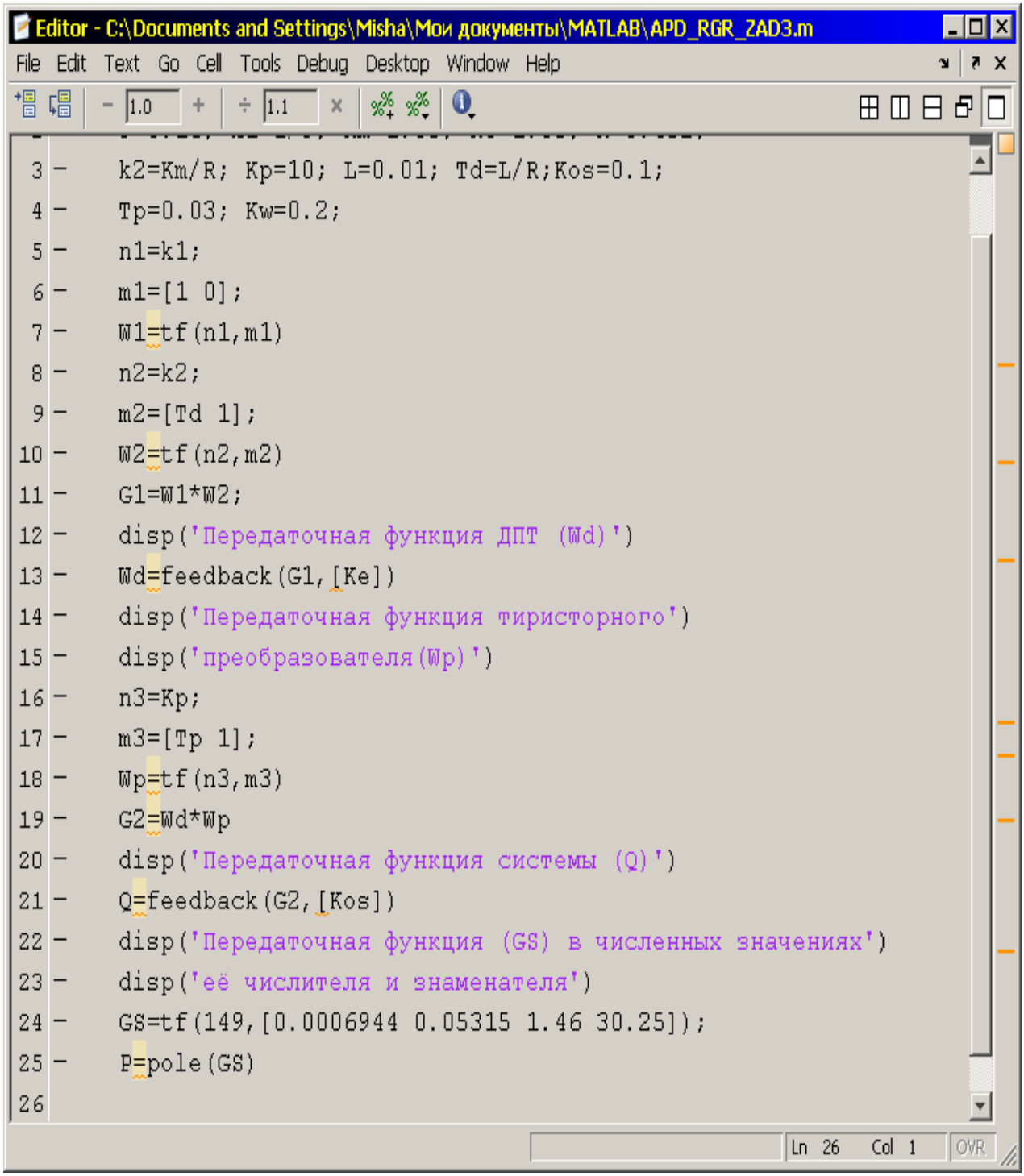
3.2 Тиристорлы түрлендіргіш – қозуға тәуелсіз тұрақты токты қозғалтқыштың тұйықталған жүйенің беріліс функциясын анықтау

Тиристорлы түрлендіргіш – қозуға тәуелсіз тұрақты токты қозғалтқыштың тұйықталған жүйенің беріліс функциясын анықтау математикалық MATLAB жүйесі арқылы орындалады (3.3 сурет).



3.4 сурет – Тиристорлы түрлендіргіш – қозуға тәуелсіз тұрақты токты қозғалтқыштың тұйықталған жүйенің беріліс функциясын анықтау

Жүйенің орнықтылығы *pole*(*GS*) операторын қосып, MATLAB бағдарламасында (3.4 сурет) орындалады. *GS* - жүйенің сипаттамалық теңдеуі. Жүйенің орнықтылығын талдау үшін сипаттамалық теңдеудің түбірін анықтау бағдарламасы 3.5 суретте көрсетілген.



3.5 сурет –ТТ-ТТҚ жүйесінің орнықтылығын анықтайтын бағдарлама

Әдебиеттер тізімі

1 Кисаримов Р.А. Электропривод. Справочник. – М.: «Академия», 2009. – 458 с.

2 Водовозов А.М. Элементы систем автоматики. - М. 2008. – 509 с.

3 Малафеев С.И. Основы автоматики и системы автоматического управления. - М.: «Академия», 2010. – 560 с.

4 Цыба Ю.А., Сагитов П.И. «Элементы теории автоматического управления»: Учебное пособие для ВУЗов. – Алматы: КАУ, 2006. – 144 с.

5 Ерофеев А.А. Теория автоматического управления. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 2005. – 302 с.

6 Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебное пособие. – СПб.: КОРОНА принт, 2007. – 320 с.

7 Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод. – М.: Энергоатомиздат, 2010. - 416 с.

8 Ковчин С.А., Сабинин Ю.А. Теория электропривода.- СПб.: Энергоатомиздат. Санкт – Петербургское отд. 2006. - 496 с.

2016 ж. жиынтықтың жоспары, реті. 19

Юрий Исаевич Шадхин
Жанар Жумакановна Тойгожинова

АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЭЛЕКТР ЖЕТЕГІНІҢ ЭЛЕМЕНТТЕРІ

5В071800 мамандығының студенттері үшін есептеу-сызба жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулықтар

Редактор Қ.С. Телғожаева
Стандарттау бойынша маман Н.Қ. Молдабекова

_____ басуға қол қойылды
Таралымы 50 дана.
Көлемі 1,4 оқу – бас. әд.

Пішіні 60х84 1/16
№ 1 баспахана қағазы
Тапсырыс 690 т. бағасы

«Алматы энергетика және байланыс университеті»
Коммерциялық емес акционерлік қоғамының
көшірмелі – көбейткіш бюросы
050013, Алматы, А. Байтұрсынұлы көшесі, 126