

**Коммерциялық емес
акционерлік қоғам**



**АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА
ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС
УНИВЕРСИТЕТІ**

Өнеркәсіп қондырғыларының
электржетегі және
автоматтандыру кафедрасы

АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕЛЕРІ

5B071800 мамандығының студенттері үшін есептеу-сызба жұмыстарды
орындау бойынша әдістемелік нұсқаулықтар

Алматы 2016

ҚҰРАСТЫРҒАНДАР: Ю.А. Цыба, Чныбаева Д.М

Автоматты басқару жүйелері 5B071800 мамандығының студенттері үшін есептеу-сызба жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулықтар. – Алматы: АЭЖБУ, 2016.-16 б.

Әдістемелік нұсқаулықтар «Автоматты басқару жүйелері» пәнін оқитын барлық жоғары оқу орындарының студенттеріне арналған. Орнықтылық және тұйық жүйелердегі автоматты реттеу сапасы, өтпелі процестер бойынша оның математикалық моделі қолданбалы MATLAB бағдарламасында анықталынады.

Әдістемелік нұсқау 5B071800 – Электр энергетикасы мамандығының студенттеріне арналған.

Суреттер – 6, кесте.2., әдеб. – 11 атау.

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

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

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

Прикладные пакеты программ MATLAB, используемые для исследования и систем автоматического регулирования с применением теории автоматического регулирования, позволяют качественно изменить и существенно расширить возможности специалиста. При этом разработка моделей САУ является одной из основных задач при их проектировании. Поэтому вопросам моделирования систем уделяется большое внимание.

Среда MATLAB представляет студентам самые различные варианты моделирования электротехнических устройств и систем в Simulink и Sim Power Systems. При этом каждый студент, изучающий курс «Системы автоматического управления», должен выполнить по дисциплине три расчетно-графические работы.

Мазмұны

Кіріспе.....	4
1 Есептеу-сызба жұмыс №1. Қозғалтқыш жылдамдығының бір қалыптылығы мен жүйелердің қондырғы параметрлерін есептеу.....	4
2 Есептеу-сызба жұмыс №2. Қозғалтқыш жылдамдығының бір қалыптылығы мен тізбектей коррекциялаушы қондырғысын синтездеу.....	8
3 Есептеу-сызба жұмыс №3. Кері байланысқан автоматты басқару жүйелерінің орнықтылығын анықтау	11
Әдебиеттер тізімі.....	16

Кіріспе

Мамандардың талаптарын арттыру және сапалы өзгерту үшін, автоматты реттеу теориясының қолдануымен автоматты реттеу жүйелерін зерттеуге, MATLAB бағдарламасының қолданбалы пакеттерін пайдалануға айтарлықтай мүмкіндіктер бар.

АБЖ моделін әзірлеу кезінде негізгі міндеттерінің бірі- жобалау болып табылады. Сондықтан модельдеу жүйелерінің тапсырмаларына ерекше көңіл бөлу керек.

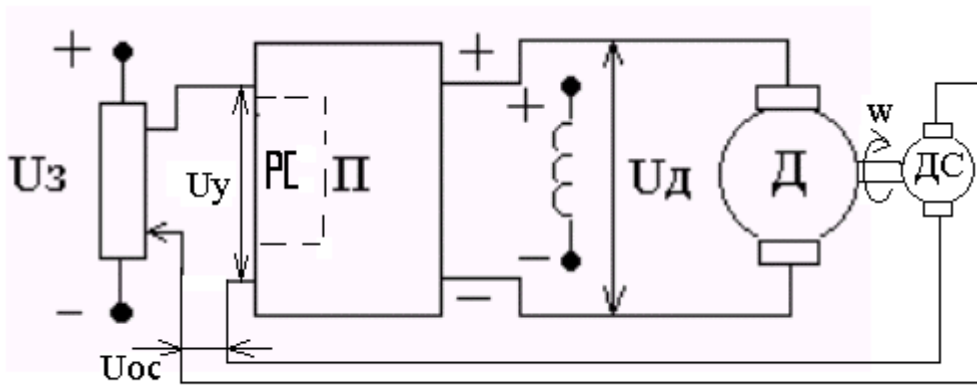
Студенттер MATLAB бағдарламасындағы Simulink және Sim Power Systems жүйелерінде, әртүрлі нұсқаларда электртехникалық қондырғылардың моделін көрсете білу керек. Әрбір студент «Автоматты басқару жүйелері» пәні бойынша үш есептеу-сызба жұмыстарды орындау қажет.

1 Есептеу-сызба жұмыс №1. Қозғалтқыш жылдамдығының бір қалыптылығы мен жүйелердің қондырғы параметрлерін есептеу

Жұмыстың мақсаты: АБЖ-гі қондырғының электрмеханикалық параметрлерін есептеу.

1.1 Қысқаша теориялық мәліметтер

Жүйенің жылдамдық бойынша теріс кері байланысқан түрлендіргіш-қозғалтқышы (ТҚ) берілген, сонымен қатар жылдамдық датчигі (ЖД) ретінде тахогенератор не тахометрлік көпір қолданылуы мүмкін. Жалпы жағдайда, түрлендіргіштің (Т) кіріс каскадының қызметін аралық күшейткіш – жылдамдықты реттегіш (ЖР) атқарады.



1.1 сурет – АЖР қозғалтқыш жылдамдығының принципіалді сұлбасы

1.2 Жұмыстың бағдарламасы мен орындау әдісі

1.2.1 Тахогенератордың, қозғалтқыштың, түрлендіргіштің беріліс функциясын анықтау және АРЖ қозғалтқыш жылдамдығының құрылымдық сұлбасын тұрғызу.

1.2.2 Гурвиц критерийі бойынша жүйенің орнықтылығын тексеру.

1.2.3 ЛАЖС мен ЛФЖС сұлбаларын тұрғызу және жүйенің орнықтылығын тексеру.

1.2.4 Коррекциялаушы қондырғының беріліс функциясын анықтау және қажетті ЛАЖС алу.

1.2.5 ЭЕМ-да жүйенің жылдамдық коррекциясы бар кездегі өтпелі сипаттамаларын алу.

1.1 кестедегі берілген нұсқалар оқытушының рұхсатымен таңдап алынады.

1.1 кесте – Есептеу-сызба жұмысты орындау үшін берілген нұсқалар.

№ нұсқалар	Якордың тогі, $I_{ян}, A$	Якордың кедергісі, $R_{я}, Ом$	Инерция моменті $J, кгм^2$	Өтпелі процестің уақыты $t_{п}, c$	Реттеу диапазоны, Д	Жүйенің статикалық қателігі, $\delta\%$	Аса реттегіш, $\sigma\%$
1	1.8	28.2	0.005	0.5	3:1	1	20
2	2.6	14.4	0.006	0.3	4:1	1	25
3	4.1	8.2	0.017	0.4	4:1	1	30
4	5.6	5.3	0.021	0,4	5:1	1	20
5	8.2	3.2	0.032	0.3	4:1	1	25
6	11.7	1.7	0.04	0.2	5:1	1	30
7	24.2	0.83	0.07	0,2	4:1	1	20
8	32.3	0.68	0.13	0.25	5:1	1	25
9	41	0.36	0.15	0.2	6:1	1	30

10	56.3	0.25	0.21	0,2	3:1	0.5	20
11	71.7	0.15	0.24	0,1	3:1	0.5	25
12	61	0.36	2.1	0,8	4:1	1	30
13	76.3	0.29	2.4	0,7	5:1	1	20
14	103	0.18	4.1	0,8	6:1	1	25
15	128	0.1	4.55	0,5	4:1	0.5	30
16	166	0.08	9	0,6	3:1	0.5	20
17	215	0.07	10.5	0,7	4:1	1	25
18	281	0.04	15.5	0,5	5:1	0.5	30
19	379	0.024	18	0,4	6:1	0.5	20
20	504	0.02	30.6	0,5	7:1	1	25
21	624	0.012	35	0,4	8:1	1	30
22	17.2	1.26	0.53	0,6	2:1	0.5	20
23	24.2	0.77	0.6	0,4	3:1	1	25
24	31.4	0.6	0.85	0,5	4:1	1	30

1.1 кестенің соңы

25	41.6	0.4	1	0,4	5:1	1	20
26	17.6	1.73	0.056	0,2	5:1	1	30
27	15	1,5	0,048	0,4	4:1	1	25

Якордың номиналді кедергісі $U_{я} = 220$ В. Полюстар саны p нұсқаудағы қозғалтқыштар үшін 1-6 дейін 1-ге тең, басқа нұсқалар үшін -2-ге тең. Номиналді қозғалу жылдамдығы ω_H 1-11 дейінгі және 26 нұсқа үшін 157 рад/с тең, басқа нұсқалар үшін -104,66 рад/с тең.

$$\text{Қозғалтқыштың беріліс функциясы: } W_d(p) = \frac{K_d}{(T_1 \cdot p + 1) \cdot (T_2 \cdot p + 1)},$$

$$\text{мұндағы } T_1 = \frac{T_M}{2} \cdot (1 + \sqrt{1 - 4 \cdot \frac{T_{я}}{T_M}}), T_2 = \frac{T_M}{2} \cdot (1 - \sqrt{1 - 4 \cdot \frac{T_{я}}{T_M}}).$$

$$\text{Қозғалтқыштың электрмагнитті тұрақты уақыты: } T_{я} = \frac{L_{я}}{R_{я}}, \text{ с.}$$

$$\text{Қозғалтқыштың электрмеханикалық тұрақты уақыты: } T_M = \frac{J \cdot R_{я}}{K_{эм}^2}, \text{ с.}$$

$$\text{Якордің индуктивтілігі: } L_{я} = \frac{0.6 \cdot U_{я}}{p \cdot \omega_H \cdot I_{яH}}, \text{ Гн.}$$

$$\text{Электрмагнит коэффициенті: } K_{эм} = \frac{U_{я} - I_{яH} \cdot R_{я}}{\omega_H}, \text{ Вc/рад.}$$

$$\text{Қозғалтқыш коэффициенті: } K_d = \frac{1}{K_{эм}}.$$

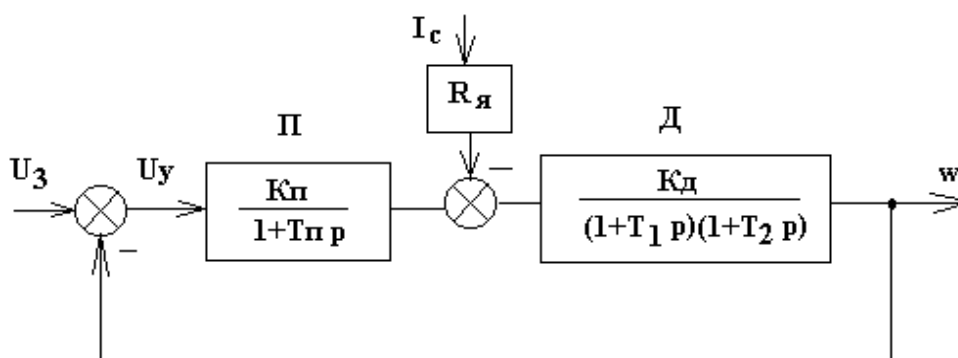
Түрлендіргіштің беріліс функциясы:

$$W_{\Pi}(p) = \frac{K_{\Pi}}{T_{\Pi} \cdot p + 1},$$

мұндағы $T_{\Pi} = 0.01$ с.

Түрлендіргіштің беріліс коэффициенті: $K_{\Pi} = \frac{K_{ТРЕБ}}{K_{Д} \cdot K_{ТГ}}$.

Тахогенератордың беріліс коэффициенті: $K_{ТГ} = 1$.



1.2 сурет - АРЖ қозғалтқыш жылдамдығының құрылымдық сұлбасы

Жүйенің талап етілген күшейту коэффициенті: $K_{ТРЕБ} = \frac{\delta_p \% \cdot Д}{\delta \%} - 1$,

мұндағы $\delta_p \% = \frac{\Delta \omega_p}{\omega_H} \cdot 100\%$, $\Delta \omega_p = K_{Д} \cdot I_{ЯН} \cdot R_{ЯЦ}$.

Беріліс функциялары:

- ашық АРЖ бойынша $W_{РАЗ}(p) = \frac{K_{\Pi} \cdot K_{Д}}{(T_{\Pi} p + 1) \cdot (T_1 p + 1) \cdot (T_2 p + 1)}$;

- тұйықталған АРЖ басқарылатын әсері бойынша

$$W_{ЗАМ}(p) = \frac{K_{\Pi} \cdot K_{Д}}{(T_{\Pi} p + 1) \cdot (T_1 p + 1) \cdot (T_2 p + 1) + K_{\Pi} \cdot K_{Д}} = \frac{W_{РАЗ}(p)}{1 + W_{РАЗ}(p)}.$$

Ашық АРЖ беріліс функциясының негізінде Гурвиц критерийсі бойынша жүйенің орнықтылығын тексеру және АФЖС үшін өрнегін жазу:

$$A(\omega) = |W(j\omega)| = \frac{K_{\Pi} K_{Д}}{\sqrt{1 + T_{\Pi}^2 \cdot \omega^2} \cdot \sqrt{1 + T_1^2 \cdot \omega^2} \cdot \sqrt{1 + T_2^2 \cdot \omega^2}};$$

$$\varphi(\omega) = -\arctg T_{\Pi} \cdot \omega - \arctg T_1 \cdot \omega - \arctg T_2 \cdot \omega,$$

бастапқы нүктені өрнектейміз АЖС: $20 \cdot \lg K_{ТРЕБ}$,

түйіндес жиілігі: $\omega_1 = \frac{1}{T_1}$, $\omega_2 = \frac{1}{T_2}$, $\omega_3 = \frac{1}{T_3}$.

Нәтижесінде жүйенің ЛАЖС мен ЛФЖС сұлбаларын тұрғызу керек. Жүйенің орнықтылығын алу үшін алынған сипаттамалар бойынша нұсқаға түзету жасап, орнықтылық талдауын өңдеу керек.

Коррекцияны жасау үшін, тапсырманың шарттарынан шыққан коррекциялаушы АЖР үшін жүйенің қалаулы ЛАЖС тұрғызу керек.

1.3 Жұмыс бойынша есептеме мазмұны

1.3.1 Жұмыстың мақсаты.

1.3.2 Жұмыс бойынша талдау мен қорытынды.

1.3.3 Бақылау сұрақтарына жауаптар.

1.4 Бақылау сұрақтары

1.4.1 Анықтама беріңіздер:

а) Гурвиц критерийі;

б) Михайлов критерийі;

в) Найквист критерийі;

г) ЛЖС бойынша Найквист критерийі.

1.4.2 АФС құрылымдық ретін көрсетіңіз.

1.4.3 Орнықтылық критерийлерінің салыстырмалы талдауы.

2 Есептеу-сызба жұмыс №2. Қозғалтқыш жылдамдығының бір қалыптылығы мен тізбектей коррекциялаушы қондырғысын синтездеу

Жұмыстың мақсаты: ЛАЖС бойынша жүйенің орнықтылығын анықтау және коррекциялаушы қондырғының параметрлерін есептеу.

2.1 Қысқаша теориялық мәліметтер

Қазіргі уақытта көбінесе түзетуші құрылғылардың жуықтау әдісі қарастырылған. Инженерлі практикада синтездеудің графо-аналитикалық әдісі кеңінен таралған, олар тұйықталған жүйенің инверсті және логарифмдік жиіліктік сипаттамасын тұрғызуға негізделген. Сонымен қатар, жүйенің дифференциалды теңдеулерінің шешімін қажет етпейтін өтпелі процестің сапасын жанама бағалау кең қолданысқа ие, мысалы фаза және модуль бойынша қорын, тербелмелілігі, жиіліктік сипаттамасы бойынша қажет етпей анықтайтын кескін жиілігі және т.с.с.

Басқа топқа синтездің аналитикалық әдісі жатады. Олар үшін түзету құрылғысының параметрлерімен бірге жүйенің сапасын көрсетуге аналитикалық байланысты өрнектер болады және функцияның экстремальды мәндеріне сәйкес келетін параметрлер мәні анықталады.

Осы әдіске жүйенің интегралды критерий бойында өтпелі процес сапасының синтезі, сондай-ақ орташа квадратты қателік бойынша критерий жатады.

Қазіргі таңдағы есептеуіш техникалық құралдарды қолдану, яғни дифференциалдық теңдеулердің шешімінсіз және өтпелі процесі тұрғызуға байланысты бар қиындықты жеңілдетеді. Осыған байланысты тапсырманы жуықтау әдісі бойынша шешу емес, ал түзету құрылғысының параметрлерінің мәндерін өзгерте отыра зерттеу жүйенің дифференциалдық теңдеулерінің бағытталған шешу жолы байқалады.

Синтездің графо-аналитикалық әдісінен қолайлысы – логарифмді амплитудалы сипаттамасының әдісін қарастырайық. Ол амплитудалы және фазалық жиіліктік сипаттамалар арасында нақты байланыс болатын минималды-фазалы АРЖ синтезі үшін қолданылады.

2.2 Жұмыстың орындалу әдісі мен бағдарламасы

Синтездеу процесі келесі кезеңдерден тұрады:

- ашық күйдегі жүйенің талап етілген күшейту коэффициентін $K_{\text{треб}}$ есепке алғанда, жүйенің коррекциялаушы емес $A_{\text{НС}}(\omega)$ шыққан ЛАЖС тұрғызылады;

- сапа көрсеткіштерінің тапсырмалары бойынша аса реттеуші $\sigma\%$, реттеу уақыты t_p көмегімен жүйенің қалаулы ЛАЖС тұрғызылады.

Қалаулы ЛАЖС тұрғызылуының реті:

1) В.В Солодовник сызбасы бойынша (2.1 сурет) қиылу жиілігін ω_c анықтаймыз. Орындалған шарт бойынша аса реттеушіні σ_1 таңдаймыз:

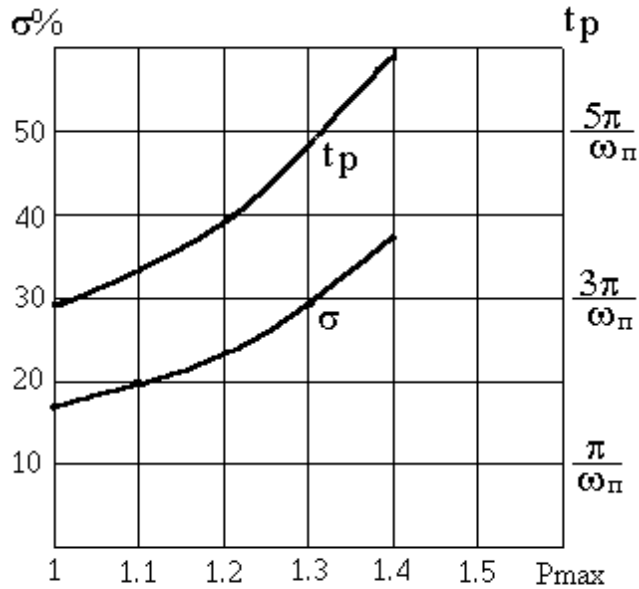
$$\sigma\% = \sigma_1 \cdot (P_{\text{MAX}}) + 0.3 \cdot |P_{\text{MIN}}| \cdot 100\% ,$$

мұндағы өтпелі сипаттаманың максимал мәнін P_{MAX} сызбадан σ_1 мәні бойынша таңдаймыз, $P_{\text{MIN}} = 1 - P_{\text{MAX}}$;

2) P_{MAX} , біле тура t_p қисығы бойынша мәнін табамыз $t_p = \frac{1,2,\dots,5 \cdot \pi}{\omega_{\text{п}}}$,

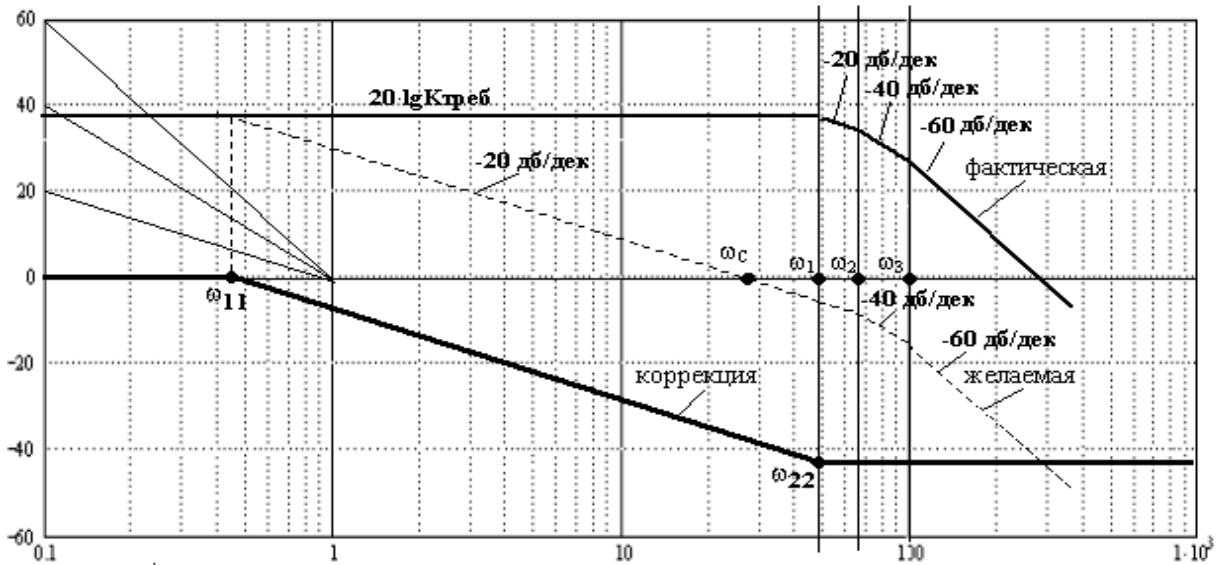
анықталынған t_p бойынша оң жиілікті есептеуге болады: $\omega_{\text{п}} = \frac{1,2,\dots,5 \cdot \pi}{t_p}$.

3) Шарт бойынша $\omega_c = (0.6 \dots 0.9) \cdot \omega_{II}$ қиылу жиілігін таңдаймыз.



2.1 сурет - В.В Солодовник сызбасы

Мысал ретінде нақтылы, қалаулы ЛАЖС және коррекциялаушы қондырғының ЛАЖС 2.2 суретті пайдалана отырып тұрғызу керек.



2.2 сурет - Жүйенің нақтылы, қалаулы ЛАЖС және коррекциялаушы қондырғының ЛАЖС

Коррекциялаушы қондырғының ЛАЖС бойынша ω_{11} және ω_{22} жиіліктерін табамыз. Коррекциялаушы қондырғының тұрақты уақыттарын

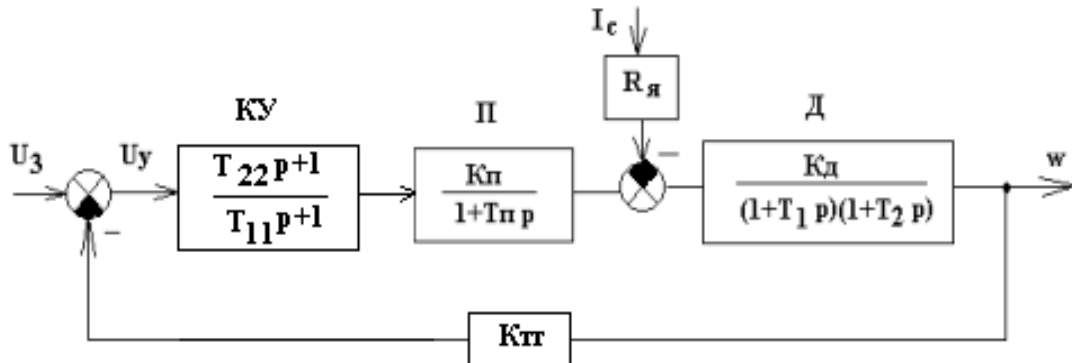
есептейміз:

$$T_{11} = \frac{1}{\omega_{11}}, T_{22} = \frac{1}{\omega_{22}}.$$

Коррекциялаушы қондырғының беріліс функциясы келесі түрге ие болады:

$$W_{KV}(p) = \frac{T_{22}p + 1}{T_{11}p + 1}.$$

Коррекциялаушы қондырғының бар болған кездегі құрылымдық түрі келесідей болады:



2.3 сурет - Коррекциялаушы қондырғының бар болған кездегі құрылымдық сұлбасы

Құрылымдық сызбаны зерттеу үшін Matlab бағдарламасын қолдану қажет және қозғалтқыш жылдамдығының өзгеріс сипаттамасын алу керек.

2.3 Жұмыс бойынша есептеме мазмұны

2.3.1 Жұмыстың мақсаты.

2.3.2 Жұмыс бойынша талдау мен қорытынды.

2.3.3 Бақылау сұрақтарына жауаптар.

2.4 Бақылау сұрақтары

2.4.1 Коррекция міндеттері.

2.4.2 КҚ-ң синтездеу әдісі.

2.4.3 ЛАЖС-ң көмегімен синтездеу ретін айтып беріңіз.

2.4.4 ЛАЖС-ы бойынша КҚ-ң беріліс функциясының анықтамасы.

2.4.5 КҚ-ң түрлері. Параметрлердің есептеу реті.

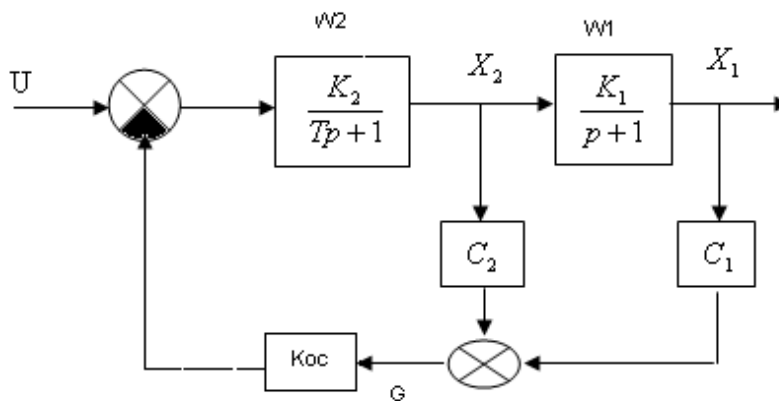
3 Есептеу-сызба жұмыс №3. Кері байланысқан автоматты басқару жүйелерінің орнықтылығын анықтау

Жұмыстың мақсаты: кері байланысқан (АБЖ) автоматты басқару жүйелерінің орнықтылығын анықтау.

3.1 Қысқаша теориялық мәліметтер

Автоматты басқарудың сызықты жүйесінің құрылымдық сұлбасы (3.1 сурет) берілген, шығысында X_1 және X_2 айнымалы қосатын түйіндерімен кері байланысты екі инерциялы буыннан құрылады.

ЕСЖ қажетті коэффициент нұсқалары 3.1 кестеде келтірілген.



3.1 сурет - Автоматты басқарудың сызықты жүйесінің құрылымдық сұлбасы

3.2 Жұмыстың орындалу әдісі мен бағдарламасы

1. Автоматты басқару жүйесінің тұйықталған және ашық жүйелердің беріліс функцияларын анықтау.

2. Басқару жүйесінің орнықтылығын анықтау үшін автоматты басқарудың тұйықталған жүйесінің сипаттамалық теңдеуінің түбірлерін анықтау.

Ескерту - Тапсырманы MATLAB бағдарламасында орындау керек.

3.1 кесте – Есептеу-сызба жұмысты орындау үшін берілген нұсқалар.

№ Нұсқалары	Тұрақты уақыт T	Басқару жүйелерінің коэффициенттері			
		K_1	K_2	C_1	C_2
1	0.018	1.5	4	0.3	0.2
2	0.031	1.69	26.3	0.63	0.31
3	0.027	2.59	16.25	0.61	0.28
4	0.031	2.65	22.1	0.63	0.33
5	0.025	2.61	15.95	0.54	0.35
6	0.019	1.53	15.24	0.45	0.27
7	0.015	1.3	14.3	0.57	0.12
8	0.020	2.2	17.4	0.37	0.16
9	0.025	1.4	16.59	0.49	0.25
10	0.023	1.7	21.7	0.67	0.29
11	0.014	2.1	24.5	0.77	0.36
12	0.015	2.5	25.5	0.41	0.13
13	0.017	1.95	23.7	0.66	0.19
14	0.019	2.8	24.7	0.58	0.14
15	0.035	2.55	25.4	0.47	0.26

1. Автоматты басқару жүйесінің тұйықталған және ашық жүйелердің беріліс функцияларын анықтау.

MATLAB бағдарламасында жүйенің беріліс функциясын түрлендіру үлгісі, $W1(p)$ беріліс функциясын түрлендіруден бастаймыз:

```
>> k1=0.55;
>> k2=6.45;
>> c1=0.47;
>> c2=0.26;
>> T=0.2;
>> n=[k1];
>> m=[1 1];
>> w1=tf(n,m)
```

Transfer function:

```
0.55
-----
s + 1
```

```
>> w1=c1*w1
```

Transfer function:

```
0.2585
```

s + 1

wq беріліс функциясын құру үлгісі, жүйенің қосылатын буынның кірісіне беріледі.

```
>> n1=[c2];  
>> m1=[1];  
>> wq=tf(n1,m1)
```

Transfer function:
0.26

G беріліс функциясын құру үлгісі, (w1 және wq беріліс функциялардың параллель қосуының беріліс функциялары).

```
>> G=parallel(w1,wq)
```

Transfer function:
0.26 s + 0.5185

s + 1

Екінші инерциялы буынның w2 беріліс функциясын құру үлгісі:

```
>> n2=[k2];  
>> m2=[T 1];  
>> w2=tf(n2,m2)
```

Transfer function:
6.45

0.2 s + 1

Тұйықталған жүйенің беріліс функциясын құру үлгісі (wp):

```
>> wp=G*w2
```

Transfer function:
1.677 s + 3.344

0.2 s^2 + 1.2 s + 1

Ашық жүйенің беріліс функциясын құру үлгісі (wz):

```
>> koc=0.2;
>> n3=[koc];
>> m3=[1];
>> woc=tf(n3,m3)
```

Transfer function:

0.2

```
>> wz=feedback(wp,woc,-1)
```

Transfer function:

1.677 s + 3.344

0.2 s^2 + 1.535 s + 1.669

2. Жүйенің сипаттамалық теңдеуінің түбірлерін анықтау.

wz беріліс функциясының сипаттамалық теңдеуі:

$$0.2 s^2 + 1.535 s + 1.669 = 0. \quad (3.1)$$

Осы теңдеу негізінде коэффициенттердің бірөлшемді массивін құрамыз. Сипаттамалық теңдеу - P, roots функциясының көмегімен сипаттамалық теңдеудің түбірін анықтаймыз.

```
>> P=[0.2 1.535 1.669];
>> roots(P)
```

ans =

-6.3636

-1.3114

Сол сияқты, сипаттамалық теңдеудің түбірі кері нақты бөлік болатын болса, онда жүйе орнықты.

3.2 Жұмыс бойынша есептеме мазмұны

3.2.1 Жұмыстың мақсаты.

3.2.2 Жұмыс бойынша талдау мен қорытынды.

3.2.3 Бақылау сұрақтарына жауаптар.

3.3 Бақылау сұрақтары

3.2.4 Құрылымдық сұлбасы дегеніміз не?

3.2.5 Өтпелі сипаттама дегеніміз не? Оның типті буындар үшін түрін көрсетіңіз?

3.2.6 Автоматты басқарудың тұйықталған және ашық жүйелердің беріліс функцияларын қалай анықтауға болады?

3.2.7 Тұйықталған АБЖ-ң сипаттамалық теңдеуінің түбірлерін қалай анықтауға болады?

Әдебиеттер тізімі

1 Бесекерский В. А., Попов Е. П. Теория систем автоматического управления. - СПб.: Изд-во "Профессия", 2003. - 752 с.

2 Воронов А. А. Основы теории автоматического управления. - М.: Высшая школа. - Часть I. - 1986.

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

4 Первозванский А.А. Курс теории автоматического управления. - СПб.: «Лань», 2010.

5 Теория автоматического управления / под ред. В.Б.Яковлева. - М., 2009.

6 Советов Б.Я. Теоретические основы автоматизированного управления. - М., 2006.

7 Сагитов П.И., Иманбекова Т.Д. Теория автоматического управления. Конспект лекций. - Алматы: АУЭС, 2014 – 70 с.

8 Цыба Ю.А., Тойгожинова Ж.Ж., Жаркымбекова М.Б. Теория автоматического управления. Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов специальности «Электроэнергетика». - Алматы: АУЭС, 2014.- 35 с.

9 Сагитов П.И., Цыба Ю.А., Шадхин Ю.И. Методы моделирования компонентов электротехнических комплексов и систем. Методические указания к выполнению лабораторных работ. -Алматы: АУЭС, 2013. – 23 с.

10 Цыба Ю.А, Шадхин Ю.И., Алмуратова Н.К. Нелинейные и цифровые системы автоматического управления: Учебное пособие. - Алматы: АУЭС, 2013. – 96 с.

11 Цыба Ю.А, Автоматическое управление электромеханическими системами: Учебное пособие. - Алматы: АИЭС, 2008. – 77 с.

Юрий Александрович Цыба
Данна Максуткановна Чныбаева

АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕЛЕРІ

5B071800 - мамандығының студенттері үшін есептеу-сызба жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулықтар

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

Басуға _____ қол қойылды
Таралымы 20 дана
Көлемі 1 оқу.-бас.әд.

Пішіні 60x84 1/16
№ 1 типографиялық қағаз
Тапсырыс _____ Бағасы 500 тг.

«Алматы энергетика және байланыс университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамының
көшірмелі-көбейткіш бюросы
050013, Алматы, ул. Байтұрсынұлы көшесі, 126