

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

АБУ РАЙХОН БЕРУНИЙ НОМИДАГИ
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ



АВТОМАТИК БОШҚАРИШ НАЗАРИЯСИ
ФАНИДАН ЭҲМДА БАЖАРИЛАДИГАН
ЛАБОРАТОРИЯ ИШЛАРИ

МЕТОДИК ҚЎЛЛАНМА

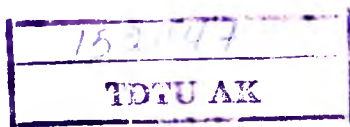
ТОШКЕНТ- 2004

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

АБУ РАЙХОН БЕРУНИЙ НОМИДАГИ
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

АВТОМАТИК БОШҚАРИШ НАЗАРИЯСИ
ФАНИДАН ЭХМДА БАЖАРИЛАДИГАН
ЛАБОРАТОРИЯ ИШЛАРИ

МЕТОДИК ҚЎЛЛАНМА



ТОШКЕНТ- 2004

Тузувчилар: Базаров Н.Х.
Мустафакулова Г.Н.
Садуллаев Н.Н.

«Автоматик бошқариш назарияси» курсидан лаборатория ишлари. Услубий қўлланма. Тошкент давлат техника университети. Тузувчилар: Базаров Н.Х., Мустафакулова Г.Н., Садуллаев Н.Н. Тошкент, 2004. 33 б.

Ушбу услубий қўлланма «Автоматик бошқариш назарияси» фанидан лаборатория ишларини ЭХМ ёрдамида бажаришга оид маълумотларни ўз ичига олган бўлиб, унда намунавий динамик звеноларнинг тавсифлари ва ўткинчи жараёнларини, логарифмик амплитуда ва фазасини частотавий тавсифларини, генератор- мотор ҳамда тиристорли ўзгарткич - мотор тизимларида ўткинчи жараёнларни, барқарорликни аниқлаш каби ҳолатларни ЭХМда моделлаштириш масалалари ёритилган.

Мазкур қўлланма 552100 - «Электротехника, электромеханика ва электротехнологиялар» бакалавр йўналиши бўйича тахсил олаётган талабалар учун мўлжалланган.

«Электромеханика» кафедраси

Абу Райҳон Бэруний номидаги Тошкент давлат техника университети илмий - методик кенгашининг қарорига асосан chop этилди.

Такризчи: доц. Саидахмедов С.С.

© Тошкент давлат техника университети, 2004.

НАМУНАВИЙ ДИНАМИК ЗВЕНОЛАРНИНГ ТАВСИФЛАРИ ҲАМДА УЛАРНИНГ ЎТКИНЧИ ЖАРАЁНЛАРИНИ ТЕКШИРИШ.

I. Ишни мақсади: Берилган чизма (схема)ни параметр ҳамда талаблар асосида дифференциал тенгламаларини яратиб, тенгламаларни намунавий динамик звеноларнинг узатиш функцияси кўринишига келтириш, кучайтириш коэффиценти ва вақт дойимийларини аниқлаш билан, компьютерда ўткинчи жараёни ҳисоблаб, натижа олиш. Унга таҳлил бериб, хулоса чиқаришдан иборат.

II. Назарий қисм: Автоматик бошқариш тизим (АБТ)ларини ўрганиш, ҳисоблаш ва таҳлил қилишда, асосий эътибор ўткинчи жараёни текширишга берилади. Чунки ўткинчи жараён (ЎЖ) вақтида АБТ ни бошқариш имкони, ростлаш, сифат кўрсаткичлари аён бўлади ва аниқланади. Худди ана шу даврда ўзгарувчи қийматлар энг катта оғиш бериб, чегарадан чиқиб кетиши мумкин, шу сабабли бир жорий ҳолатдан иккинчи муқаррар ҳолатга ўтишда ЎЖни қайси қийматларга ва қанчалик боғлиқлигини аниқлаш, ҳамда жараёни қандай бошқариш имконлари борлигини билиш муҳим вазифадир.

АБТда ҳосил бўладиган ЎЖнинг вақт ўзгариши тизимни ташкил этувчи элементлар таркибига ва уларнинг ўзаро боғланиши ҳамда хусусиятларига боғлиқдир.

Бу элементларнинг кўриниши, конструкцияси ёки ишлатиш мақсадидан қатъий назар динамик хусусиятларига қараб улар чекланган, сонли динамик звено деб аталган намунавий звеноларга ажратилади.

Звеноларнинг динамик хусусиятларини, унинг ЎЖ вақтидаги ҳолатини ифодалайдиган дифференциал тенглама (ДТ) ёрдамида аниқласа бўлади, яъни ДТ ни ечиш ёрдамида звенонинг ўткинчи тавсифини олиш мумкин.

ЎЖнинг ўтиш хусусиятига қараб, намунавий звенолар қуйидаги турларга бўлинади: инерциясиз (кучайтирилгич); биринчи ва иккинчи-даражали инерцияли; нодаврий;

тебранувчи; дифференциалланувчи; интегралловчи; кечикувчи звеноларга бўлинади.

Инерциясиз звено деб, вақтнинг исталган оний қийматида чиқиш x_q ва кириш x_k қийматлари орасида пропорционаллик бўлган звенога айтилади:

$$x_q = k \cdot x_k, \quad (1.1)$$

бу ерда k - пропорционаллик коэффициенти.

Биринчи даражали инерцияли звено деб, чиқиш қиймати вақт бўйича экспоненциал (текис) қонун бўйича ўзгарадиган звенога айтилади. Бу звено биринчи даражали ДТ орқали қуйидагича ифодаланади:

$$T \frac{dx_q}{dt} + x_q = k \cdot x_k, \quad (1.2)$$

ёки бошланғич шартни чапдан нол берилганда Лаплас алмаштиришидан кейин оператор кўриниши қуйидагича бўлади:

$$(Tp + 1) \cdot x_q = k \cdot x_k, \quad (1.3)$$

бу ерда T - вақт дойимийси, $p = \frac{d}{dt}$ - дифференциаллаш оператори.

Иккинчи даражали инерцияли (нодаврий, тебранма) звено деб, киришига поғонали таъсир берилганда, чиқиш қийматида тебранмали сўниб тебранма звено ёки нодаврий (монотон) (нодаврий звено) яқинлашадиган сигнал берувчи звенога айтилади.

Бундай звенонинг ЎЖни иккинчи даражали ДТ орқали қуйидагича ифодаланади:

$$T_1 T_2 \frac{d^2 x_q}{dt^2} + T_1 \frac{dx_q}{dt} + x_q = k x_k \quad (1.4)$$

Лаплас алмаштиришидан кейин

$$(T_1 T_2 p^2 + T_1 p + 1) x_q = k x_k \quad (1.5)$$

кўринишга эга бўламиз.

Бу звено нодаврий звено бўлиши учун $T_1 > 4T_2$ шарт бажарилиши керак.

Тебранма звено деб, чиқишидаги ўзгарувчи қийматни ўрнатилган ҳолатига тебранмали ўзгариб яқинлашадиган звенога айтилади. Бу звенонинг ЎЖни ифодаловчи ДТ иккинчи даражали нодаврий звено билан бир хил бўлиб, фақат вақт дойимийларининг нисбати фарк қилади. Тебранма звено учун вақт дойимийларининг нисбати $T_1 < 4T_2$ шартга бўйсинади.

Дифференциал звено деб, чиқиш қиймати кириш ўзгарувчисини ўзгариш тезлигига пропорционал бўлган элементга айтилади:

$$x_u = k \frac{dx_k}{dt} \quad (1.6)$$

(1.6) идеал дифференциалловчи звенога тегишли бўлиб, амалий бундай звено ушбу ДТ билан ифодаланади:

$$T \frac{dx_u}{dt} + x_u = kT \frac{dx_k}{dt} \quad (1.7)$$

Лаплас алмаштиришидан сўнг

$$(Tp + 1)x_u = kTp x_k \quad (1.8)$$

кўринишга эга бўламиз.

Интегралловчи звено деб, чиқиш қиймати кириш қийматини вақт бўйича олинган интегралига тенг бўлган звенога айтилади:

$$x_u = k \int x_k dt \quad (1.9)$$

Кечикувчи звено деб, ҳеч бузмасдан, нисбатан маълум τ вақт кечиктириш билан кириш қийматини қайтарадиган звенога айтилади:

$$x_u(t) = x_k(t - \tau) \quad (1.10)$$

Динамик звеноларнинг ЎЖни олиш учун 1.1-расмда берилган индуктивлик, электр сиғим, қаршилик (R-L-C) лардан иборат тебранма электр контурнинг ДТни ёзамиз, кириш занжири учун:

$$L \frac{di}{dt} + iR + \frac{1}{C} \int i dt = U_{\kappa}, \quad (1.11)$$

чиқиш занжири учун:

$$U_{\kappa} = \frac{1}{C} \int i dt. \quad (1.12)$$

(1.12) тенгламани дифференциаллаб, олинган ифодани (1.11) ва (1.12) тенгламалар билан биргаликда ечиб,

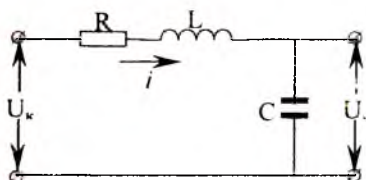
$$T_1 T_2 \frac{d^2 U_{\kappa}}{dt^2} + T_1 \frac{dU_{\kappa}}{dt} + U_{\kappa} = U_{\kappa} \quad (1.13)$$

олинади, бу ерда $T_1 = RC$ ва $T_2 = L/R$ - вақт дойимийлари.

Лаплас бўйича ўзгартириш қилиб, контурнинг операторли тенгласини қуйидаги кўринишда ёзамиз:

$$(T_1 T_2 p^2 + T_1 p + 1) U_{\kappa} = k U_{\kappa} \quad (1.14)$$

R-L-C лардан иборат тебранма электр контурнинг ДТлари ёрдамида компьютерга дастур тузиб, тебранма звонининг ЎЖни текширилади.



1-1 расм. R-L-C лардан иборат тебранма электр контур.

III. Ишни бажариш тартиби:

- 1) Берилган схеманинг ДТлари ёзилиб, УФ ҳамда коэффицентлари топилади.
- 2) ЭХМга дастур тузилади.
- 3) Натижалар босмага чиқарилиб, уларга ишлов берилади.
- 4) ЎЖ натижалари бўйича таҳлил ўтказилиб, хулоса ва тавсиялар берилади.

Шу математик моделни Бейсик алгоритмик тилида дастурлаш учун қуйидаги шартли белгиларни киритамиз.

1-жадвал

№	Берилган катталиклар кўриниши	
	Тенгламадаги кўриниши	Дастурдаги кўриниши
1	T_1	T1
2	T_2	T2
3	T_3	T3
4	U_n	U
5	dy/dt	DY
6	di/dt	DI
7	dz/dt	DZ

1-нчи лаборатория ишининг Бейсик тилидаги дастури:

```

10 REM "Намунавий динамик звеноларнинг тавсифлари"
15 REM " ҳамда уларнинг ўткинчи жарёнларини
текшириш."
20 T1= .22: T2= .6: T3 = .65: U = 220: H = .0005
30 SCREEN 9
40 FOR T= 0 TO 20 STEP .01
50 DY = ((U - T1 * Y - Z - I * T3) / T2) * H
60 Y = Y + DY
70 DZ = Y * H
80 Z = Z + DZ
90 DI = Z * H
100 I = I + DI
110 D = D + 1
120 IF D < 90 GOTO 150
130 PRINT "t="; T, "i="; I
140 D = 0
150 NEXT T
160 End

```

НАМУНАВИЙ ДИНАМИК ЗВЕНОЛАРНИНГ ЛОГАРИФМИК ЧАСТОТАВИЙ ТАВСИФЛАРИНИ ТЕКШИРИШ.

I. Ишдан мақсад: Берилган звенонинг логарифмик амплитудасини (ЛАТ) ва фазасини (ЛФТ) частотавий тавсифларини текшириш орқали уни динамик хусусиятларини ўрганишдан иборат.

II. Назарий қисм: АБТларининг динамик хусусиятларини текшириш, ўрганиш таҳлил қилишда, айниқса АБТ барқарорлигини, аниқлайди уни синтез қилишда уларнинг логарифмли частотавий тавсифларидан (ЛЧТ) фойдаланишда. Улар АБТнинг берилгандек шакллантиришда, ростлагичларнинг ўрнатиш жойи ва турини танлашда ҳамда, параметрларини аниқлашда кенг қўлланилади. Амплитуда ва фазани частотавий тавсифларини логарифмик масштабда тасвирлаш ҳисоблаш ишларига катта қулайлик беради. Логарифмланган амплитуда частотавий тавсифини (ЛАТ) курилишда ордината ўқи бўйлаб

$$L(\omega) = 20 \lg A(\omega) = 20 \lg W(j\omega) \quad (2.1)$$

миқдор қўйилади, уни ўлчов бирлиги децибел қабул этилган. Абсцисса ўқи бўйлаб частота ω (с^{-1}) логарифмик масштабда қўйилади. Бу ўққа бир мерли бирлик бўлиб декада қабул этилган, бу бўлакда частотани ўн марта ўзгариши кўрсатилади. ЛАТ ва ЛФТ тўғри бурчакли координаталар тизимидаги графиклар кўринишида берилади. Абсцисса ўқида логарифмли масштабда частота, ордината ўқида амплитуда қиймати децибелда, фаза қиймати ордината ўқида градусда (ёки радианда) бир текис масштаб қўйилади.

Динамик звенолар учун ЛАТ ва ЛФТ қуйидагича ифодаланади:

$$L = 20 \lg A(\omega), \quad (2.2)$$

$$\varphi = \varphi(\omega). \quad (2.3)$$

Инерциясиз звено. Бу звенонинг ЛАТ куйидаги кўринишда

$$L(\omega) = 20 \lg k \quad (2.4)$$

бўлади. Бу ерда, k – частотага боғлиқ бўлмаганлиги учун инерциясиз звенода ЛАТ тўғри чизик бўлади [1].

Апероидик нолаврий звено. Бу звено учун ЛАТ:

$$L(\omega) = 20 \lg k - 20 \lg \sqrt{\omega^2 T^2 + 1}, \quad (2.5)$$

ЛФТ:

$$\varphi(\omega) = -\arctg \omega T \quad (2.6)$$

Тебранувчи звено. Бу звенонинг ЛАТини олиш учун куйидаги тенгламадан фойдаланамиз:

$$W(j\omega) = \frac{k\omega_0^2}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + (2\xi\omega_0\omega)^2}} e^{-j\arctg \frac{2\xi\omega_0\omega}{\omega_0^2 - \omega^2}} \quad (2.7)$$

бу ерда, $\omega_0^2 = \frac{1}{T_1 T_2}$, $\xi^2 = \frac{T_1}{4T_2}$ - сўндирувчи коэффициент.

(2.7) ифодадан ЛАТни келтириб чиқарамиз:

$$L(\omega) = 20 \lg k + 20 \lg \omega_0^2 - 20 \lg \sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + (2\xi\omega_0\omega)^2}. \quad (2.8)$$

Тебранувчи звенонинг ФЧТ:

$$\varphi(\omega) = -\arctg \frac{2\xi\omega_0\omega}{\omega_0^2 - \omega^2}, \quad (2.9)$$

кўринишда бўлади.

Дифференциал звено. Бу звено учун ЛАТ:

$$L(\omega) = 20 \lg k + 20 \lg \omega T - 20 \lg \sqrt{\omega^2 T^2 + 1}. \quad (2.10)$$

ФЧТси эса куйидагича бўлади:

$$\varphi(\omega) = \arctg \frac{1}{\omega T}. \quad (2.11)$$

Интегралловчи звено. Бу звено учун ЛАТ ва ЛФТ:

$$L(\omega) = 20 \lg k - 20 \lg \omega, \quad (2.12)$$

$$\varphi(\omega) = -\frac{\pi}{2}. \quad (2.13)$$

кўринишда бўлади.

Кечикувчи звено. Бу звенонинг ЛАТи ва ЛФТ худди инерциясиз звеноники каби бўлади:

$$L(\omega) = 20 \lg k, \quad (2.14)$$

$$\varphi(\omega) = -\omega\tau. \quad (2.15)$$

III. Ишни бажариш тартиби:

1) Берилган звено учун ЛАТ ва ЛФТ тенгламалари асосида, ЭХМга дастур тузилади. Бунда ω частотага 0 дан то ∞ гача ўзгарадиган микдор берилади.

2) Дастур ЭХМга киритилиб, ЛАТ ва ЛФТларнинг ҳисобланган натижалари ёзиб олинади.

3) Олинган натижалар асосида ЛАХ ва ФЧХлар қурилиб, таҳлил қилинади, хулосалар чиқарилади.

2-жадвал

№	Берилган қатталиклар кўриниши	
	Тенгламадаги кўриниши	Дастурдаги кўриниши
1	T_1	T1
2	T_2	T2
3	T_3	T3
4	ω	W
5	ξ	E
6	$\varphi(\omega)$	FW
7	$L(\omega)$	LW

10 PRINT "Лаборатория иши №2"

15 PRINT "Динамик звеноларнинг ЛАХ ва ФЧХ аниқлаш"

20 T1 = 1: T2 = .1: T3 = .03: K = 180

30 W = .01: E = .2

40 CLS

```

50 SCREEN 9
60 LINE (0, 100)-(600, 100), 1
70 T = T + 1
80 W = W * 1.01
90 A1 = K
100 A2=((1-T2^2*W^2)^2+(4*E^2*T2^2*W^2))
110 A3 = SQR(1 + T1 ^ 2 * W ^ 2)
120 B1 = 20 * LOG(A1)
130 B2 = 20 * LOG(A2)
140 B3 = 20 * LOG(A3)
150 LW = B1 - B2
160 F1=-ATN((1-T2 ^ 2 * W ^ 2) / (2 * E * T2 * W))
170 FW = F1
180 D = D + 1
190 IF D < 50 GOTO 260
200 PRINT "t="; T, " lw="; LW, "fw="; FW
210 D = 0
220 PSET (50 + T * .5, 100 - LW * .5), 1
230 PSET (50 + T * .5, 150 + FW * 25), 1
240 LINE (0, 100)-(600, 100), 1
250 LINE (0, 0)-(0, 100), 1
260 IF T < 1000 THEN 70
270 END

```

ГЕНЕРАТОР – МОТОР (Г-М) ТИЗИМИДАГИ ЎТКИНЧИ ЖАРАЁНЛАРНИ ТЕКШИРИШ

I. Ишдан мақсад: Генератор-Мотор тизимидаги ўткинчи жараёнларни математик моделлаш орқали таҳлил қилиш. Олинган модел асосида тизим параметрларининг ўткинчи жараёнга таъсирини ўрганиш.

II. Назарий қисм: Юқори аниқлик билан ишлайдиган кўпгина саноат қурилмаларида тезлик (момент, қувват, йўл ва шунга ўхшашлар)ни ростлаш учун Г-М ўзгармас ток тизими кенг ишлатилади. Охириги йиллар бу тизимни ишлатиш камайган бўлса ҳам унинг айрим ижобий фазилатларини замонавий тизимлар тўлиқ бажара олишмайди. Шунингдек, Г-М тизими асосида, бунга ўхшаш тизимларнинг умумий хусусиятлари, тавсифлари, жараёнларини ўрганиш қулайроқ ва тушунарлидир. *

Г-М тизимининг принципиал чизмаси 3.1-расмда берилган. Ундаги электр машина агрегати, юргизувчи мотор (ЮМ) ва унинг валига ўрнатилган ўзгармас ток генератори (Г)дан иборат бўлиб, бир хил ω тезликда айланишади [8]. Генератор якоридан ўзгармас ток мотори таъминот олади. Мотор эса ишчи механизм (ИМ)ни ω бурчак тезлигида айлантиради. Генераторнинг кўзғатиш чулғами (ГКЧ) бошқариладиган кичик қувватли ўзгармас ток генератори ёки тиристорли тўғрилагич (ТТ)дан таъминот олади. Булар ёрдамида генераторнинг кўзғатиш чулғами (магнит Φ_r оқими, U_{tr} бошқарилиб, генератор берадиган E_r ЭЮК керакли конун билан шакллантирилади, чунки $\Phi_r = U_{tr}$ ҳамда $E_r = c_{er} \Phi_r$. Шу йўл билан моторнинг тезлиги ω , токи I ва бошқа қийматлари ростланади. Юргизувчи мотор сифатида аксарият ҳолда асинхрон, баъзида синхрон моторлар қўлланилади.

Г-М тизимидаги моторнинг тезлиги, токи (моменти) ва бошқа ўзгарувчиларини автомат ростлашда катта кучайтириш коэффициенти кераклидир. Оддий генераторнинг юқори аниқлик билан кучайтириш коэффициенти $20 \div 100$

дан синайди. Шу сабабли ГҚЧини кириш занжирига қўшимча кучайтиргич (шунингдек ТТ) уланиши одатдан.

Яқин ўтмишгача бу мақсадда электр машинали, кейинчалик эса электр магнитли кучайтиргичлардан фойдаланиб келинган эди. Ҳозирги замонда Г-М тизими учун кўзгатгичлар сифатида асосан кучайтириш коэффициент катта, вақт доимийси кичик, яъни тезкор тиристорли ёки транзисторли ўзгартгичлар ишлатилади.

✓ Тиристорли кўзгатгичдаги динамик жараёнлар куйидаги тенглама орқали:

$$k_{т.к} U_{\theta} = (1 + T_{т.к} p) U_{к.к} \quad (3.1)$$

ифодаланади. Бу ерда $k_{т.к} = U_{к.к} / U_{\theta}$ - тиристорли тўғрилагични кучланиш бўйича кучайтириш коэффициенти; $U_{к.к}$ - тиристорли (ёки транзисторли) тўғрилагични чиқишидаги (яъни кўзгатиш) кучланиши; U_{θ} - ТТ киришидаги бошқариш кучланиши; $T_{т.к}$ - ТТнинг вақт доимийси; $p = d/dt$ - дифференциаллаш оператори. Генераторнинг кириш ва чиқиш бўлимларини боғловчи - машина магнитловчи $E_t = f(i_a)$ ёки $E_t = f(\Phi)$ тавсифи, магнит тизимни тўйиниш пўлатидаги хусусияти ва исрофига маълум даражада қарамдир. Аниқроғи, бу тавсиф эгри чизиклидир. Агар уни эллипсга олсак, унда Г-М тизимидаги ўткинчи жараёнларни ифодалаш, ҳисоблаш ва таҳлил қилиш мураккаблашади. Шунинг учун, кўпинча, бу ҳолат соддалаштирилиб, пўлатда исроф йўқ, магнит занжир тўйинмаган ва магнитловчи тавсифи чизикли деб олинади. Унда генераторнинг асосий динамик хусусиятларини ифодаловчи тенглама:

$$U_{к.к} k_t = (1 + T_{г.г} p) E_t \quad (3.2)$$

кўринишда бўлади. Бу ерда $k_t = E_t / U_{к.к}$; ($\omega_t = const$, бўлгандаги) генераторнинг кучайтириш коэффициенти; E_t - генераторнинг якорида ҳосил бўладиган ЭЮК; $T_{г.г} = L_t / R_{г.г}$ - генераторнинг кўзгатиш чўлғамини вақт доимийси. ✓

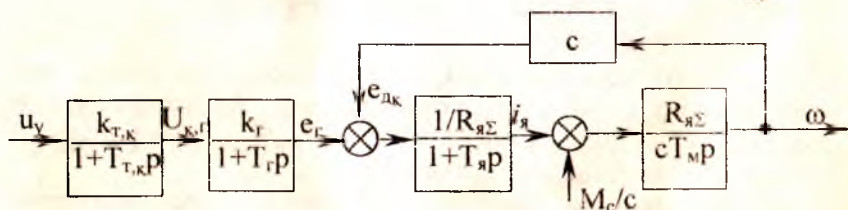
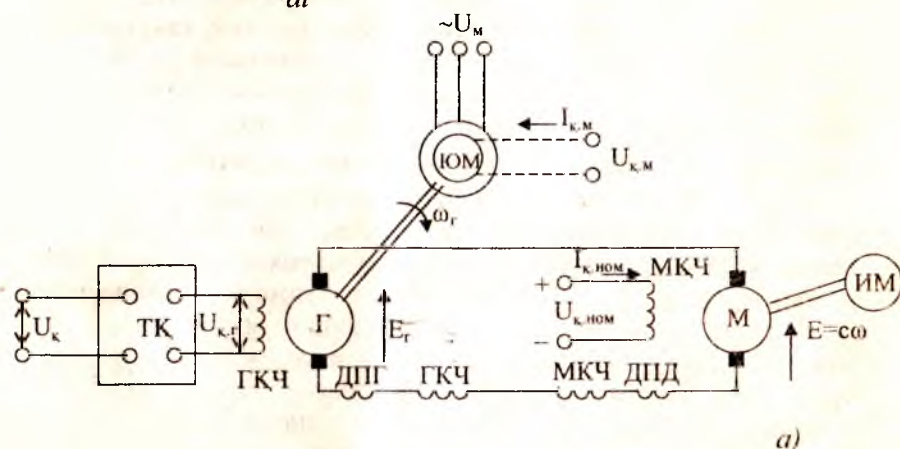
Г-М тизимли электр юритманинг якор занжирини мувозанат тенграмаси

$$E_t - E_m = i_a R_{\Sigma} + L_{\Sigma} \frac{di_a}{dt} = R_{\Sigma} (1 + T_a p) i_a, \quad (3.3)$$

кўринишда бўлади. Бунда $E_m = c\Phi\omega$ – мотор якоридаги ЭЮК; $T_n = L_\Sigma/R_\Sigma$ – якор занжирининг электромагнит вақт доимийси; $R_\Sigma = R_{я,м} + R_{я,г}$, $L_\Sigma = L_{\Sigma,м} + L_{\Sigma,г}$ – якор занжирининг йиғинди актив қаршилиги ва индуктивлиги; $\omega_0 = E_c/c$ – моторни Г-М тизимидаги идеал салт юриш тезлиги; $c = k\Phi_n$ – моторнинг ЭЮК моменти коэффиценти; M – моторни электромагнит моменти; ω – жорий тезлиги.

✓ Ньютон қонунига биноан, мотор айлантирувчи қисмлар учун, механик ҳаракат тенгламаси қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$M - M_{ю} = J_\Sigma \frac{d\omega}{dt} \quad (3.4)$$



3.1-расм. Г-М тизимининг принцинал (а) ва структура (б) схемаси.

ёки $M=c\Phi i_{\Sigma}$ эканлиги эътиборга олсак, унда тенглама куйидаги

$$i_{\Sigma} - I_{\Sigma} = \frac{J_{\Sigma}}{c} p\omega = \frac{cT_M}{R_{\Sigma}} p\omega \quad (3.5)$$

кўринишда бўлади. Бунда $T_M = J_{\Sigma} R_{\Sigma}/c^2$ – моторни электромеханик вақт доимийси; $J_{\Sigma} = J_M + J_{\text{мех}}$ – мотор ва механизмни инерция моментларини йиғиндиси; $M_{\Sigma} = c\Phi I_{\Sigma}$ – юк моменти. ✓

Г-М тизимида мотор тезлигини ростлаш генераторнинг ЭЮКини узлуксиз ўзгартириш орқали таъминланади. Бунинг учун электр тармоқдан келадиган энергия уч мартаба электромеханик ўзгартиришлар орқали амалга оширилади. Натижада, қурилма (агрегат)нинг ўрнатилган умумий қуввати уч мартадан ҳам катта бўлиб, фойдаланиладиган қувват, истеъмол қувватини 60-70 %дан ошмайди, кўпинча анча пастроқ бўлади.

Тенгламалар тизимидаги интегралланадиган ўзгарувчиларни тенгламанинг ўнг томонига, ўтказиб қолган ўзгарувчи ва параметрлар чап томонида қолдирилади. Тенгламалардаги $p \rightarrow d/dt$ билан алмаштирилиб, рақамли интеграллаш учун Коши шаклига (яъни биринчи даражали дифференциал тенгламалар тизими кўринишига):

$$\frac{dU_{\kappa\kappa}}{dt} = pU_{\kappa\kappa} = \frac{k_{\tau 2}}{T_{\tau\tau}} U_{\tau} - U_{\kappa\kappa}; \quad (3.6)$$

$$\frac{dE_{\tau}}{dt} = pE_{\tau} = \frac{k_{\pi}}{T_{\pi}} U_{\tau} = k_{\pi} - E_{\tau}; \quad (3.7)$$

$$\frac{di_{\Sigma}}{dt} = pi_{\Sigma} = \frac{E_{\tau}}{L_{\Sigma}} - \frac{E_M}{L_{\Sigma}} = i_{\Sigma\Sigma}/T_M; \quad (3.8)$$

$$\frac{d\omega}{dt} = p\omega = (I_{\Sigma} - I_{\Sigma}) R_{\Sigma}/(T_M c) \quad (3.9)$$

$$E_M = c\omega \quad (3.10)$$

келтирамиз. ✓

III. Ишни бажариш тартиби:

1) ЎЖни ифодаловчи ўзгарувчиларнинг қийматлари рақамли интеграллаш усулида ҳисобланади.

2) Тенгламалардаги ўзгарувчиларнинг вақт дойимий-ларига қараб, интеграллаш қадамини $0,0005-0,005$ ораликда танлаш тавсия этилади. Вақт дойимийлари қанчалик катта бўлса, интеграллаш қадами шунчалик катта бўлади.

3) Натижаларни, жадвал шаклида ҳар $30-100$ интеграллаш қадамидан сўнг босмага чиқариш тавсия этилади.

4) Вариантада, берилган параметрлардан ташқари, интегралланадиган ўзгарувчиларнинг бошланғич қийматлари ва бошланғич шартлари киритилади.

5) Г-М тизимдаги ЎЖни ҳисобловчи дастур ЭХМга киритилиб, ҳисоблаш натижалар бўйича график курилади.

3-жадвал

№	Берилган катталиклар кўриниши	
	Тенгламадаги кўриниши	Дастурдаги кўриниши
1	R_k	RK
2	R_f	RF
3	L_k	LK
4	k_k	KK
5	R_0	RO
6	T_e	TE
7	T_m	TM
8	de/dt	ED
9	Di_1/dt	IA
10	di_k/dt	IJ

```

10 PRINT "Лаборатория иши №3"
15 PRINT «Генератор-мотор тизимида ўткинчи
жараёнларни текшириш»
20 U = 220: RB = 44.6: RF = 0: LB = 27.4: H = .001:
21 KB = 46.6: RO = .05: TE = .04: TM = .6
22 SCREEN 9
30 FOR T = 0 TO 500 STEP .05
40 IJ = (U - IB * (RB + RF)) / LB
50 JA = (IB * KB - ED - IA * RO) / TE
60 EJ = (IA * RO - IC * RO) / TM
70 IB = IB + IJ * H
80 IA = IA + JA * H
90 ED = ED + EJ * H
100 D = D + 1
110 IF D < 450 GOTO 127
120 PRINT "t="; T, " ed="; ED, "ia="; IA
124 PSET (T, 150 - ED * .5), 1
125 PSET (T, 150 - IA * .05), 1
126 D = 0
127 NEXT T
130 LINE (0, 0)-(0, 150), 1
140 LINE (0, 150)-(600, 150), 1
150 END

```

ЧИЗИҚЛИ АВТОМАТИК БОШҚАРУВ ТИЗИМЛАРИНИНГ БАРҚАРОРЛИГИНИ ТЕКШИРИШ

I. Ишдан мақсад : Берилган автоматик бошқарув тизими барқарорлигини Раус – Гурвиц, Найквист мезонлари бўйича аниқлаш билан назарий билимларни мустаҳкамлашдан иборат.

II. Назарий қисм: Автоматик бошқарув тизими (АБТ) ишлаш даврида доимо турли тойдирувчи таъсирлар доирасида бўлади ва АБТ яратувчиларининг вазифаси уни турғун ишлашини ҳамда статик ва динамик хато-оғишлар миқдори талаб доирасида бўлишлигига эришишдир.

Чизиқли ёки чизиқлаштирилган тизимлар учун барқарорликни аниқлаш, хусусан, А.М. Ляпунов яратган назарияга асосланади. Барқарорликнинг зарур ва етарли шарти: бу биринчи яқинлашиш тенгламасининг барча илдизларини ҳақиқий қисмлари манфий ишбори бўлишига эришишдир. Агар бирорта илдиз мусбат ҳақиқий қисмга эга бўлса ҳам тизим беқарор бўлади. Шу сабабли, тизим барқарорлигини текшириш учун унинг тавсифий тенгламаси илдизларини ҳисоблаб топиш ёки билвосита йўл билан уларни ишорасини аниқлаш керак. Юқори даражали ДТ (дифференциал тенглама) илдизини аниқлаш мураккаб бўлганлиги сабабли, осонроқ бўлган билвосита йўл билан тенглама илдизларининг ишорасини аниқлаб берувчи йўللardan айримлари Найквист, Гурвиц ва бошқа усуллардан фойдаланиш талабалар учун қулай бўлади [1, 2, 3].

Раус–Гурвиц мезони бўйича барқарорликни аниқлаш

Раус–Гурвиц мезони тизим барқарорлигини аниқлашнинг алгебраик услубидир. Бу услубга бинноан ёпик АРТнинг

$$a_0 p + a_1 p^{n-1} + \dots + a_{n-1} p + a_n = 0 \quad (4.1)$$

тавсифий тенгламадан $a_0 > 0$ бўлганида коэффицентларидан устун ва қаторларини сони ўзаро тенг бўлган квадрат матрица тузилади:

$$\begin{array}{ccccccc} a_1 & a_3 & a_5 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ a_0 & a_2 & a_4 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & a_1 & a_3 & a_5 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & & & & & a_{n-1} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & a_{n-2} & a_n \end{array}$$

Матрицани биринчи қаторида тоқ индексли коэффицентлар, иккинчисид а эса жуфт коэффицентлар ёзилади. Қатор охирларида, тизим тенгламасини даражаси n -га тенг, бўлган устунларга эса бўлиш учун ноллар билан тўлдирилади учинчи ва тўртинчи қаторлар эса иккита биринчи қаторни ўнг томонга битта силжиши билан тўлдирилади ҳамда қолган қаторлар ана шу тартибда олинади.

Чизикли тизим турғунлиги учун тавсифий тенглама коэффицентларидан тузилган матрицани n -та детерменантлари мусбат ишорали бўлшлиги зарур ва етарлидир. Бош детерменантлар:

$$\Delta_1 = a_1 > 0; \quad \Delta_2 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 \\ a_0 & a_2 \end{vmatrix} > 0; \quad \Delta_3 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 \\ a_0 & a_2 & a_4 \\ 0 & a_1 & a_3 \end{vmatrix} > 0; \quad (4.2)$$

Булар Гурвица детерменантлари (аниқловчи) деб аталади. Гурвицани охирги аниқловчиси, юқоридаги (4.2) матрицага биноан,

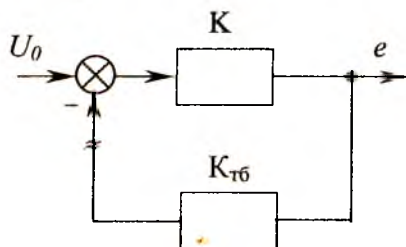
$$\Delta_n = \Delta_{n-1} a_n \quad (4.3)$$

тенг. Шу сабабли уни мусбатлилиги $\Delta_{n-1} > 0$ бўлганида, $a_n > 0$ бўлишига келтирилади. Буларнинг ичида Гурвицани охиридан олдинги, яъни Δ_{n-1} аниқловчи энг муҳимидир.

Барқарорликни аниқлашга мисол келтирамиз: 4.1-расмда берилган [1] тизим барқарорлигини текшириш учун қуйидаги параметрлар берилган:

$$T_l = 0,1 \text{ c}; T_m = 0,2 \text{ c}; T_c = 0,1 \text{ c}; T = 0,05 \text{ c}; \beta = 20;$$

$$b_c k = 0,1; \gamma = 0,2$$



4.2-расм. Структура схема.

Тавсифий тенгламанинг коэффициентларини Раус-Гурвица мезони бўйича алгебраик натижаларини аниқлаймиз:

$$W(p) = \frac{b_1 p + b_0}{a_0 p^4 + a_1 p^3 + a_2 p^2 + a_3 p + a_0} \quad (4.6)$$

Бу ерда,

$$a_0 = T_m T_l T T_c = 0,2 \cdot 0,1 \cdot 0,05 \cdot 0,1 = 0,0001;$$

$$a_1 = T_m T T_l + T_m T T_c + T_l T_c T_m = 0,2 \cdot 0,05 \cdot 0,1 + 0,2 \cdot 0,05 \cdot 0,1 + 0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,2 = 0,004;$$

$$a_2 = T_m T + T_m (T_l + T_c) + T_l T_c = 0,2 \cdot 0,05 + 0,2 \cdot (0,1 + 0,1) + 0,1 \cdot 0,1 = 0,06;$$

$$a_3 = T_m + T_l + T_c (1 + \beta b_c k) = 0,2 + 0,1 + 0,1 (1 + 20 \cdot 0,1) = 0,6;$$

$$a_4 = 1;$$

$$b_0 = \gamma \beta = 0,2 \cdot 20 = 4;$$

$$b_1 = \gamma \beta T_c = 0,2 \cdot 20 \cdot 0,1 = 0,4.$$

Гурвица мезони бўйича $a_0 > 0$; $a_1 > 0$; $a_2 > 0$; $a_3 > 0$; $a_4 > 0$ бўлгани сабабли зарурий шарт бажарилган. Аммо старли бўлишлиги учун $\Delta_{n-1} = a_3(a_1 a_2 - a_0 a_3) - a_4 a_1^2 > 0$ шарт ҳам бажарилиши керак. Фақат ўша ҳолдагина тизим барқарор дейилади, яъни

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 \\ a_0 & a_2 \end{vmatrix} = a_1 a_2 - a_3 a_0 = 0,004 \cdot 0,06 - 0,6 \cdot 0,0001 = 0,00018 > 0;$$

$$a_2 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 & 0 \\ a_0 & a_2 & a_4 \\ 0 & a_1 & a_3 \end{vmatrix} = a_1(a_2 a_3 - a_1 a_4) - a_0 a_3^2 = 0,004(0,06 \cdot 0,6 - 0,004 \cdot 1) - 0,0001 \cdot 0,6^2 = 92 \cdot 10^{-6} > 0.$$

Натижалар ва коэффицентлар манфий эмас, демак Гурвиц мезони бўйича тизим барқарор.

Найквист мезони бўйича барқарорликни аниқлаш

Найквист мезони частотавий тавсифлардан фойдаланишга асосланган бўлиб, у очиқ тизимни амплитуда-фаза тавсифи бўйича АБТ барқарорлиги ҳақида хулоса чиқаришга имкон беради. Агар

$$W_0(P) = \frac{K_y N(P)}{L(P)} = \frac{K_y(b_0 p^m + b_1 p^{m-1} + \dots + 1)}{C_0 P^n + C_1 P^{n-1} + \dots + 1}; \quad m < n; \quad (4.7)$$

очиқ тизимни узатиш функцияси бўлса унда ёрдамчи

$$W_{1(P)} = 1 + W_0(P) = \frac{D(P) + KN(P)}{L(P)} = \frac{D(P)}{L(P)} \quad (4.8)$$

функцияни киритамиз, ундаги $D(P)$ -ёпиқ тизимни тавсифий кўпхади, $L(P)$ -шу тизимнинг очиқ контурини тавсифий тенгламаси, очиқ тизимни умумий кучайтириш коэффиценти.

Найквист мезонини қоидаси ушбудан иборат: тизимнинг очиқ занжири турғун бўлса, у ҳолда ёпиқ тизимни турғунлиги учун зарур ва амплитуда-фаза тавсифи (-1, j0) бўлган нуктани ўраб олмаган бўлса тизим барқарор.

Оператор p ни $j\omega$ га алмаштириб, Найквист функциясини ёзамиз:

$$1 + W(j\omega) = \frac{D(j\omega) + k_v N(j\omega)}{L(j\omega)} \quad (4.9)$$

Частота ω га $0 \div \infty$ қийматлар бериб функция аргументининг ўзгаришини кўрамыз.

Найквист мезони бўйича барқарорликни аниқлаш учун (4.6) тенгламадаги p ни $j\omega$ га алмаштириб, белгилашлар киритамиз:

$$W(j\omega) = \frac{b_1(j\omega) + b_0}{a_0(j\omega)^4 + a_1(j\omega)^3 + a_2(j\omega)^2 + a_3(j\omega) + a_0} \quad (4.10)$$

(4.10) ни соддалаштирамиз:

$$W(j\omega) = \frac{A + jB}{C + jD} \quad (4.11)$$

Бу ерда,

$$A = b_0 = 4; C = a_4 - a_2\omega^2 + a_0\omega^4 = 1 - 0,06\omega^2 + 0,0001\omega^4;$$

$$B = b_1\omega = 0,4; D = \omega(a_3 - a_1\omega^2) = 0,6\omega - 0,004\omega^3.$$

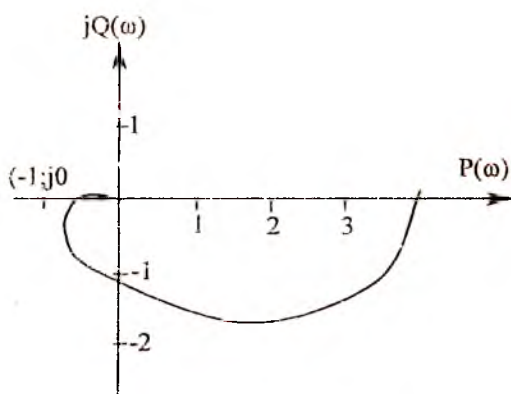
$W(j\omega)$ нинг сурат ва махражини махраж қўшма комплексга кўпайтириб, ҳақиқий қисмини $P(\omega)$ ва маъхум $jQ(\omega)$ қисмларини ажратиб

$$W(j\omega) = P(\omega) + jQ(\omega), \quad (4.12)$$

ёзамиз. Бу ерда,

$$P(\omega) = \frac{AC + BD}{C^2 + D^2}; Q(\omega) = \frac{BC - AD}{C^2 + D^2} \quad (4.13)$$

Частота ω га $0, 1, 5, 10, 15, 20$ ва бошқа қийматлар бериб, (4.13) тенгламадан $P(\omega)$ ва $Q(\omega)$ микдорларни топиб, АФТ ни қурамыз (4.3-расм). АФТ $(-1, j0)$ бўлган нуқтани ўраб олмаган бўлгани учун тизим Найквист мезони бўйича барқарор экан.



4.3-расм. Найквист мезони бўйича барқарорликни аниқлаш АФХси.

III. Ишни бажариш тартиби:

1) Берилган тизим учун тузилмавий схема, узатиш функция ифодаси ва оператор тенгламалари тузилади.

2) Тенгламалардаги p ни ўрнига қўйиб $j\omega$ га алмаштирилади.

3) Раус – Гурвиц, Найквист мезонлари бўйича барқарорликни аниқлаш учун ЭХМга дастур тузилиб, машинага киритилади [4].

4) Олинган натижалари асосида, барқарорликнинг АФЧТ қурилади.

4 - жадвал

№	Берилган катталиклар кўриниши	
	Тенгламадаги кўриниши	Дастурдаги кўриниши
1	a_0	A0
2	a_1	A1
3	a_2	A2
4	a_3	A3

5	α_1	A4
6	$P(m)$	PW
7	$Q(m)$	QW
8	Λ_1	m1
9	Λ_2	m2

```

10 PRINT "Лаборатория иши 4"
20 PRINT "Барқарорликни аниқлаш усуллари"
30 T1=-1:TM=-.2:TC=.1:T=.05:BET=20:BCK=.1:G=.2
40 SCREEN 9
50 CLS
60 FOR W=-10 TO 10 STEP .001
70 A0=TM*T1*T*TC
80 A1=TM*T*T1+TM*T*TC+T1*TC*TM
90 A2=TM*T+TM*T1+TC*TM+T1*TC
100 A3=TM+T1+TC*(1+BET*BCK)
110 A4=1
120 D1=A1*A2-A3*A0
130 D2=A1*A2*A3-A1^2*A4-A0*A3^2
140 B0=G*BET
150 B1=G*BET*TC
160 A=B0
170 B=B1*W
180 C=A4-A2*W^2+A0*W^4
190 D=W*(A3-A1*W^2)
200 PW=(A*C+B*D)/(C^2+D^2)
210 QW=(B*C-A*D)/(C^2+D^2)
220 PSET (PW*80,200-QW*30),17
230 S1=S1+1
240 IF S1<950 GOTO 310
250 PRINT "pw=";PW,"qw=";QW,"w=";W
260 NEXT W
270 LINE (250,50)-(250,400)
280 LINE (0,200)-(550,200)

```

```
290 'PRINT "a0=";A0,"a1=";A1,"a2=";A2,"a3=";A3,  
    "a4=";A4,  
292 'PRINT "d1=";D1,"d2=";D2  
295 'PRINT "w=";W  
300 S1=0  
310 NEXT W  
320 END
```

ТИРИСТОР ЎЗГАРТИРГИЧ – МОТОР ТИЗИМИДАГИ ЎТКИНЧИ ЖАРЁННИ ТЕКШИРИШ

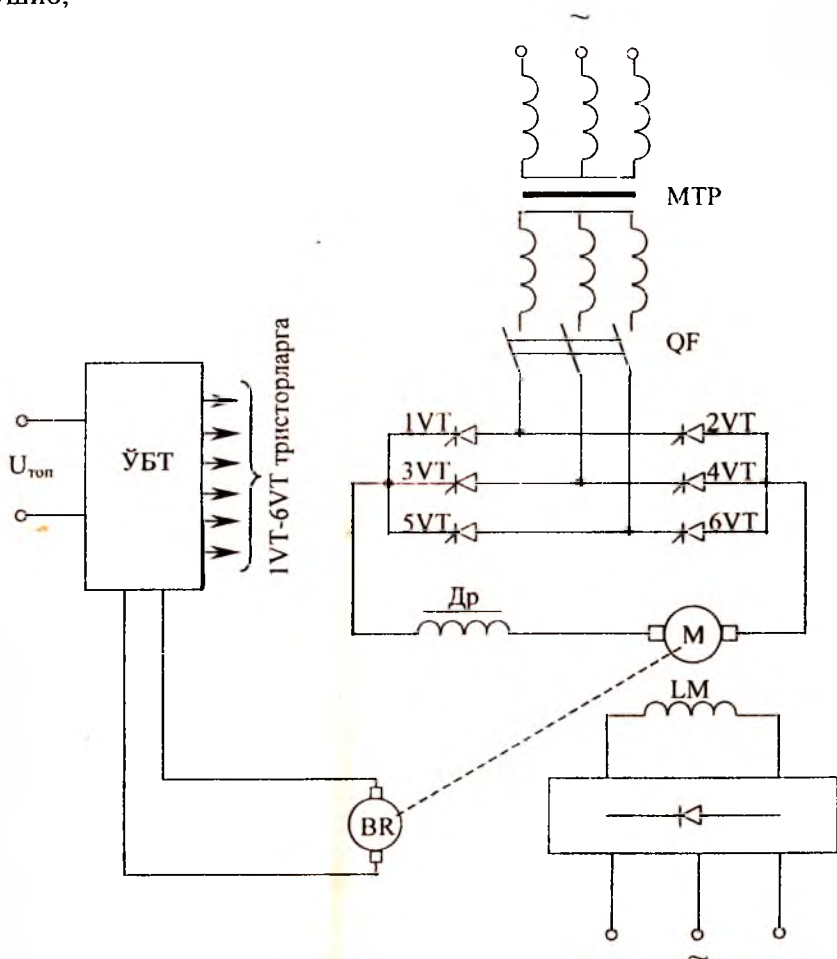
I. Ишдан мақсад: Тиристор ўзгартиргич– мотор (ТЎ-М) ўзгармас ток тизимидаги ўткинчи жараёни (ЎЖ) ифодалайдиган дифференциал тенгламалар (ДТ) асосида ЭХМ учун дастур яратиб, тизимдаги ЎЖ параметрларга боғлиқлигини текширишдир.

II. Назарий қисм: ТЎ – М тизими одатда ўзгармас ток мотори (М) ТЎ ҳамда мувофиқлаштирувчи трансформатордан (МТР) иборат бўлади (5-1 расм). Қўллашга қўзланган мотор мустақил қўзгатишли бўлиб, қўзгатиш чулғами (ҚЧ) айрим якорга таъминот берадиган ТЎга боғлиқ бўлмаган манбадан таъминот олади. Саноат чиқарадиган ТЎларни МТР таркибида ҚЧ учун кичик қувватли айрим чулғам ҳамда тўғрилагич, бўлади. Бундай электромеханик тизимларда, МТР одатда, электр тармоқ U_m кучланиш билан мотор якорига келадиган U кучланишни мослаштиради. Ундан ташқари, МТР нинг индуктив қаршилиги, занжирда қисқа туташув ҳолати пайдо бўлганда, Т1 – Т6 тиристорларидан ўтадиган шикастланиш токнинг ўсиши тезлигини сусайтиради. Шу йўл билан, ҳимоя учун ишлатиладиган махсус жадал ишловчи сақлагич ёки автомат узгич шикастланган занжирни ажратиши учун сабр вақти ҳосил қилишга хизмат қилади.

Тармоқдан келадиган U_m кучланиш билан моторга бериладиган кучланиш қийматлари бир – бирига яқин бўлса, унда МТРга ҳожат бўлмайди. Бу ҳолда, қўшимча индуктивлик сифатида махсус токни чекловчи реактор ишлатилади. Бундай реакторни танлаш айрим ҳисоблашлар асосида амалга оширилади.

Ҳар қандай юкланишда, ҳатто салт ишлашда ҳам, ток узлуксиз бўлишини таъминлаш учун махсус силлиқловчи дроссел (реактор) ишлатилади, уни индуктивлиги ва номинал токи берилган моторни токига ва талаб этилган индуктивлик қийматига қараб топилади.

Фаза-импульсли бошқарув тизимининг инерцияси ҳамда куч занжиридаги тиристорлар очилишининг кечикишлигини кўшиб,



5.1-расм. ТҰ-М тизимининг функционал схемаси
 МТР – мувофиқлаштирувчи трансформатор
 ЎБТ – ўзгартгични бошқариш тизими

уларни ушбу узатиш функцияси орқали ифодаласа бўлади:

$$W(p) = \frac{k_r}{T_m p + 1} \quad (5.1)$$

$$T_\mu \approx 0.017 \div 0.03 \text{с}; \quad (5.2)$$

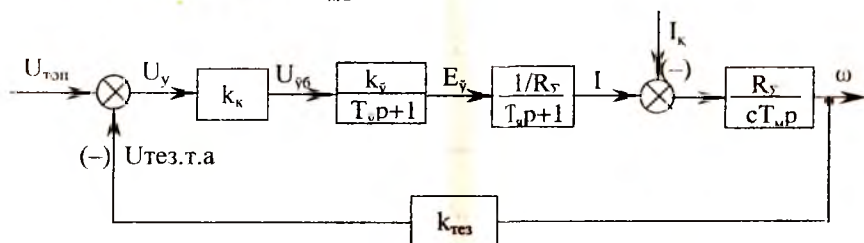
$$k_y = \frac{E_{d0}}{U_y}; \quad U_\phi \approx 4 \div 10 \text{В}; U_{d0} \approx U_{ном}. \quad (5.3)$$

Мотор тенгламасини ёзишдан олдин, уни КЧдаги ток узгармас ва номинал қийматга эга деб қабул қиламиз. Юқорида келтирилган ҳолни эътиборга олсак, унда ТЎ–М учун қуйидаги ДТлар йиғиндисидан иборат деб ёзиш мумкин:

$$E_y = \frac{k_y U_\phi}{T_m p + 1}; \quad (5.4)$$

$$I_\alpha R_0 = (E_y - E_m) \frac{I}{T_2 p + 1} \quad (5.5)$$

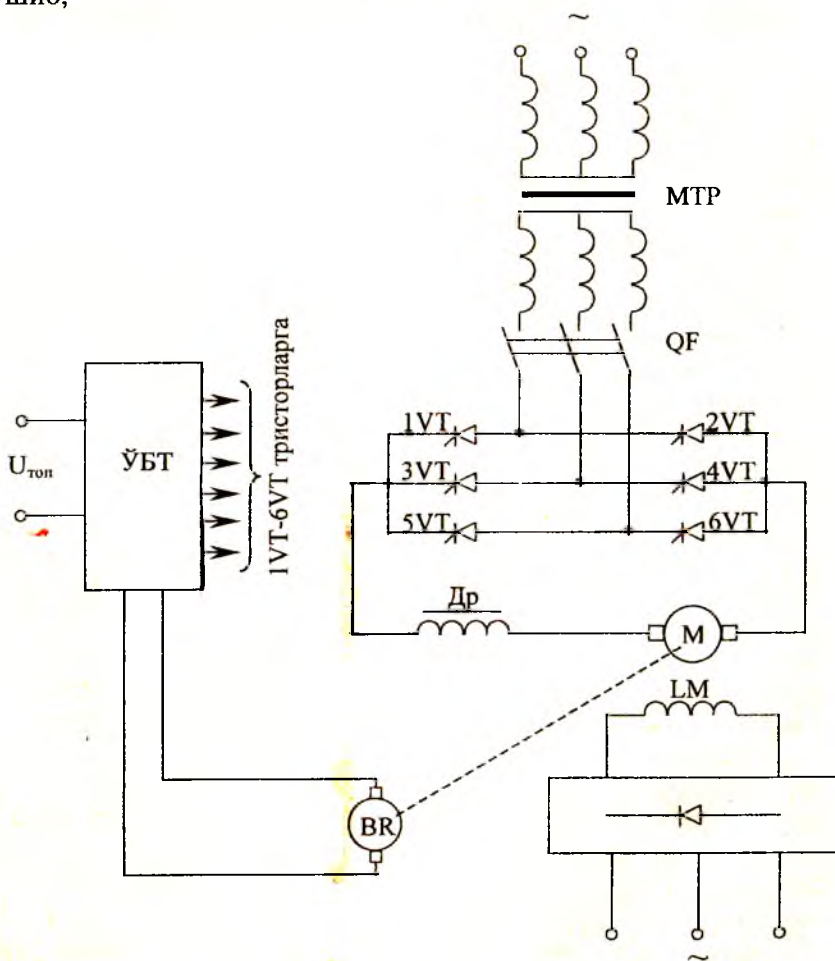
$$E_m = (I_\alpha R_0 - I_\alpha R_0) \frac{I}{T_m p} \quad (5.6)$$



5.2 -расм. ТЎ–М тизимнинг тузилиш схемаси.

Бундаги E_y – ТЎдан бошқариш бурчаги α бўлганида олинадиган ЭЮК; E_m – мотор якор чулгамини ЭЮКи; I_α , I_ω – якор занжиридаги жорий ва юклама тоқлар; R_0 – якор занжирининг йиғма қаршилиги; $T_\gamma = R_\gamma / L_0$ – якор занжирини электромагнит вақт доиймийси; $T_m = J \omega_\phi / M_k$ – юритмани

Фаза-импульсли бошқарув тизимининг инерцияси ҳамда куч занжиридаги тиристорлар очилишининг кечикишлигини кўшиб,



5.1-расм. ТЎ-М тизимининг функционал схемаси
 МТР – мувофаклаштирувчи трансформатор
 ЎБТ – ўзгартгични бошқариш тизими

унинг ушбу узатиш функцияси орқали ифодаласа бўлади:

$$W(p) = \frac{k_r}{T_n p + 1} \quad (5.1)$$

$$T_n \approx 0.017 \div 0.03 \text{ с}; \quad (5.2)$$

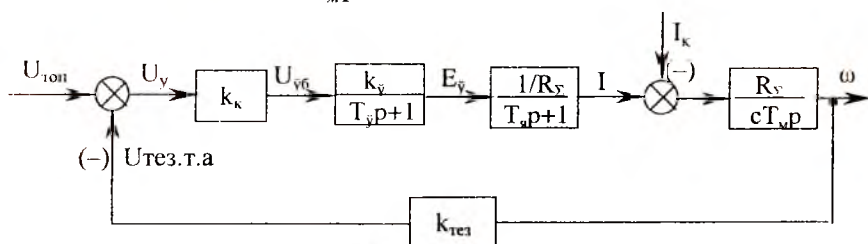
$$k_y = \frac{E_{do}}{U_y}; \quad U_{\sigma} \approx 4 \div 10 \text{ В}; \quad U_{do} \approx U_{\text{ном}}. \quad (5.3)$$

Мотор тенгламасини ёзишдан олдин, уни КЧдаги ток ўзгармас ва номинал қийматга эга деб қабул қиламиз. Юқорида келтирилган ҳолни эътиборга олсак, унда ТЎ–М учун қуйидаги ДТлар йиғиндисидан иборат деб ёзиш мумкин:

$$E_y = \frac{k_y U_{\sigma}}{T_n p + 1}; \quad (5.4)$$

$$I_{\alpha} R_0 = (E_y - E_m) \frac{1}{T_2 p + 1} \quad (5.5)$$

$$E_m = (I_{\alpha} R_0 - I_{\text{ю}} R_0) \frac{1}{T_m p} \quad (5.6)$$



5.2-расм. ТЎ–М тизимининг тузилиш схемаси.

Бундаги $E_{\bar{y}}$ – ТЎдан бошқариш бурчаги α бўлганида олинадиган ЭЮК; E_m – мотор якор чулғамини ЭЮКи; I_{α} , $I_{\text{ю}}$ – якор занжиридаги жорий ва юклама тоқлар; R_0 – якор занжирининг йиғма қаршилиги; $T_2 = R_0/L_0$ – якор занжирини электромагнит вақт дойимийси; $T_m = J_{\Sigma} \omega_0 / M_k$ – юритмани

электромеханик вақт дойимий-си; $J_{\Sigma} = J_m + J_{mex}$ - мотор якори узатма редуктор ва ишчи механизмнинг мотор валига келтирилган йиғма инерция моменти.

III. Ишни бажариш тартиби:

- 1) ТЎ – М тизимини ишлаш принципини ўрганиш.
- 2) ТЎ – М ДТ орқали, ЭХМга программа тузиш.
- 3) Олинган натижаларни таҳлил қилиб, ЎЖ графигини қуриш.

5 жадвал

№	Берилган катталиклар кўриниши	
	Тенгламадаги кўриниши	Дастурдаги кўриниши
1	k_p	KP
2	T_p	TP
3	T_a	TA
4	T_m	TM
5	R_0	RO
6	I_c	IC
7	U_0	UO
8	k_y	KY
9	T_0	TO
10	h	H

10 REM "Лаборатория иши 5"

20 PRINT "Тиристорли ўзгарткич- мотор "

30 PRINT " тизимида ўткинчи жараёнларни текшириш"

40 KP=17: TP=.11:TA =.21: TM=.4865: R0=.047: IC=0

50 U0 = 17.5: KY = 18.2: T0 = .1: H = .0001

60 FOR K = 0 TO 350 STEP 50

```

70 NEXT K
80 CLS
90 SCREEN 9
100 T = T + H
110 IF T < T0 THEN 140
120 K1 = 1: K2 = 0
130 GOTO 150
140 K1 = 0: K2 = 1
150 UY = KY * K1 + U0 * K2
160 DE = (UY * KP - EP) / TP
165 DM = (I - 100 * R0) / TM
170 DI = (EP - ED - I) / TA
180 EP = EP + DE * H
190 I = I + DI * H
200 ED = ED + DM * H
210 IF T < .1 THEN 60
220 D = D + 1
230 IF D < 1000 GOTO 310
240 PRINT "EP="; EP, " I="; I, "ED="; ED, "T="; T
250 D = 0
260 PSET (EP * 1, T * 150), 1
270 PSET (ED * 1, T * 150), 1
280 PSET (I * 1, T * 150), 1
290 LINE (0, 200)-(0, 200), 1
300 LINE (0, 0)-(0, 400), 1
310 IF T < 4 THEN 100
320 T = 0
330 END

```

АДАБИЁТЛАР:

1. Анхимюк В.Л. Теория автоматического управления.- Минск, Высшая школа, 1979.
2. Попов Е.П. Теория линейных систем автоматического регулирования и управления.-М.: Наука, 1989.
3. Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления/ Под ред. В.А. Бесекерского.-М.: Наука, 1969.
4. Светазарова Г.И., Мельников А.А., Козловский. Практикум по программированию на языке Бейсик.- М.: Энергия, 1988.
5. Мирахмедов Д.А. Автоматик бошқариш назарияси.- Тошкент: Ўзбекистон, 1993.
6. Андриевский Б.Р., Гаврилов С.В., Нагибина О.Л., Томчина О.Г., Шестаков В.М. Теория цифровых и нелинейных систем автоматического управления: Под. ред. В.М. Шестакова, СПб.: ИПМаш. РАН; 2000. Препринт 154. 52 с.
7. Андриевский Б.Р., Фредков А.Л. Элемент математического модели в программных средах MATLAB 5 и Scilab. СПб.: Наука, 2001.
8. Ключев В.И. Теория электропривода.- М.: Энергоатомиздат, 1985.
9. Охоткин Г.П. Динамические модели контура тока ИППН с ПИ – регулятором. Изд-во Чували. ун-та, 2000.
10. Бесекерский В.А. - Теория систем автоматического управления :: My-shop.ru
11. <http://www.my-shop.ru/shop/books/27636.html>

МУНДАРИЖА

1– лабора- тория иши	Намунавий динамик звеноларнинг тавсифлари ҳамда уларнинг ўткинчи жараёнларини текшириш	3
2– лабора- тория иши	Намунавий динамик звеноларнинг лаборифмик амплитуда тавсифи ва фазавий частота тавсифлари ўткинчи жараёнларини текшириш	8
3– лабора- тория иши	Генератор-мотор тизимидаги ўткинчи жараёнларни текшириш	12
4– лабора- тория иши	Чизикли автомат бошқариш тизимлар барқарорлигини текшириш	18
5– лабора- тория иши	Тиристор ўзгарткич-мотор тизимидаги ўткинчи жараённи текшириш	27
	Адабиётлар	32

Босишга рухсат этилди 29.12.2004 й. Бичими 60x84 1/16.
Шартли босма табағи 2. Нусхаси 50 дона. Буюртма № 686.
ТДТУ босмахонасида чоп этилди. Тошкент ш, Талабалар кучаси 54.