

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS  
TA'LIM VAZIRLIGI  
TOSHKENT TO'QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT  
INSTITUTI

«Avtomatlashtirish, boshqarish va matbaa» fakulteti

«Texnologik jarayonlarda ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va  
boshqarish» kafedrası

«Avtomatik boshqarish nazariyasi» fanidan

# KURS ISHI

Bajardi: 22a-13 guruh talabasi  
Xolmo'minova Mehriniso  
Qabul qildi: Xalmatov Davron

Toshkent – 2016

# KURS ISHI

## REJA:

Kirish

1. Kurs ishi vazifasi

2. Kurs ishini bajarish

2.1. Berilgan aniqlik asosida sistemaning va oldingi kuchaytirgichning zaruriy uzatish koefitsientlarini aniqlash.

2.2. Sistemaning uzatish funksiyalarini topish va turg'unlikning chastotaviy mezoni asosida sistemaning turg'unligini analiz qilish.

3.1. Zaruriy sistemaning LACHX va LFChXsini qurish.

3.2. LACHXlar asosida korrektlovchi qurilmani tanlash

3.6. O'tkinchi jarayonni EHMda hisoblash.

3.7. Berk sistemadagi qaror xatolikni xisoblash.

3.2. Chiziqli impul's sistemaning turg'unligini analiz qilish va o'tkinchi jarayonini hisoblash

4.1. Impul'sli sistemaning turg'unligini Gurvis mezoni yordamida aniqlash

4.2. Chiziqli impul's sistemadagi o'tkinchi jarayonni EHM yordamida Matlab dasturi muhitida hisoblash.

5. Nochiziqli ABSni tekshirish

5.1. Nochiziqli ABSdagi avtotebranishlar rejimini Gol'dfarb usuli yordamida tekshirish

Xulosa

Adabiyotlar

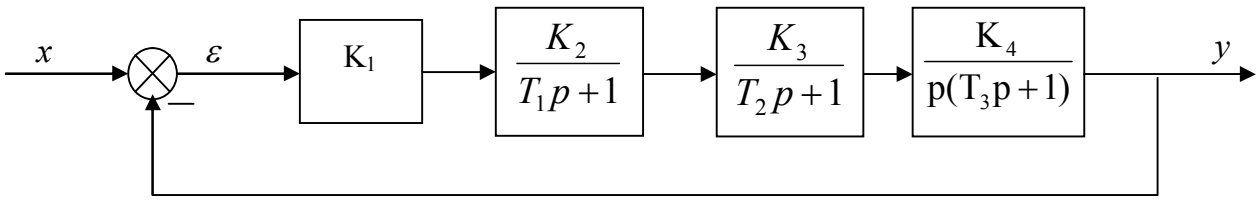
## KIRISH

Hozirgi davrda yengil sanoatimizda juda ko'p o'zgarishlar sodir bo'lmoqda. Texnologiyalar mukammallashib zamon talabiga javob beradigan va iste'molchilarning talabini qondira oladigan ko'rinishga kelmoqda. Ushbu texnologiyalarni boshqarish uchun juda katta malaka, ko'nikma va bilim egasi bo'lishimiz zarur. Shunday ekan hozirda yetishib chiqayotgan biz yosh kadrlar, iloji boricha bilimli va o'z ishlarini aniq his qila oladigan bo'lib yetishishimiz shart. Bu deganimiz kelajakdagi sohamizda qanday ishlarni bajarishimiz kerakligini bilishimiz kerakdir. Shunday ekan ushbu kurs ishida biz o'zimiz uchun zarur bo'lga bilimning bir qismini o'zlashtirishga harakat qilamiz.

## 1. KURS ISHI VAZIFASI. VARIANT 3.2

### 1.1. Berilgan chiziqli uzluksiz sistemaning struktur sxemasi.

Vazifa №3



Nochiziqli va impul'sli sistemalarni tekshirishda oxirgi zveno e'tiborga olinmaydi.

### 1.2. Berilgan sistema parametrlari va loyihalananotgan sistemaga qo'yilgan shartlar:

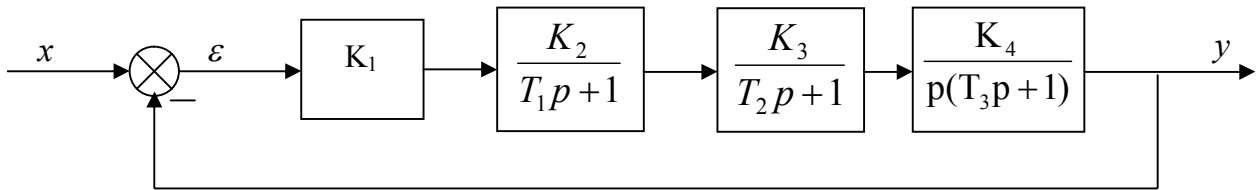
- A) chiziqli qism parametrlari elementlarini (uzatish koeffisientlari, vaqt doimiylari);
- B) sistemaning kirish ta'siri miqdori;
- V) nochiziqli element parametrlari;
- G) impul's elementi parametrlari (impul'slarning ta'sir muddati va takrorlanish davri).
- D) sistemaga qo'yilgan talablar (xatolik miqdori, o'tkinchi jarayon vaqti, o'ta rostlash qiymati).

Variantlar	Chiziqli qism parametrlari							Sistemaga talablar			Nochiziqli qism parametrlari			Impul'sc elementi parametrlari		
	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	υ	ε <sub>ct</sub>	σ	t <sub>o'</sub>	tip	b	c	m	T	γ
5	11	7	0,12	0,15	0,2	0,1	25	0,15	22	0,45	III	2,5	5	0,5	1	0,2

## 2. KURS ISHINI BAJARISH

Hisoblash uchun berilgan:

A) struktur sxema.



B) elementlarning uzatish koeffisientlari.

$K_2=11$ ,  $K_3=7$  grad/s,  $K_4=0.12$

V) elementlarining vaqt doimiyligi

$T_1=0.15$  s;  $T_2=0,2$  s;  $T_3=0,1$  s.

G) kirish signalining o`zgarish tezligi

$$v = \frac{dx}{dt} = 25 \text{ grad/c}$$

D) sintez qilinayotgan sistemaga talablar.

-tezlik xatoligi  $\varepsilon_m \leq 0,15$  grad

-o`ta rostlash qiymati  $\sigma \leq 22\%$

-o`tkinchi jarayon vaqti  $t_o = 0.45$  c.

### 2.1.1. Berilgan aniqlik asosida sistemaning va oldingi kuchaytirgichning zaruriy uzatish koeffisientlarini aniqlash

Sistemaning zaruriy uzatish koeffisienti ( $K_z$ ) berilgan struktur sxema uchun quyidagi formula bo`yicha topiladi:

$$K_z \geq \frac{v}{\varepsilon_m} \quad (1)$$

Statik sistemalar uchun:

$$K_z \geq \frac{x - \varepsilon_{st}}{\varepsilon_{st}}$$

bunda  $x$  - kirish ta`siri,  $\varepsilon_{st}$  - statik xatolik qiymati. Berilgan son qiymatlarini qo`yib

$K_z \geq 167$  sonini topamiz

Kuchaytirish elementining uzatish koeffisienti quyidagicha topiladi:

$$K_1 = \frac{K_z}{\prod K} = \frac{K_z}{K_2 * K_3 * K_4} \quad (2)$$

Son qiymatlarni qo`yib,  $K_1 = 18.07$  ni topamiz.

### 2.1.2. Sistemaning uzatish funksiyalarini topish va turg`unlikning chastotaviy mezonni asosida sistemaning turg`unligini analiz qilish

Berilgan sistemaning uzatish funksiyalari quyidagi formulalardan topiladi:

$$W_o(p) = \prod_{i=1}^n W_i(p) = \frac{K}{p(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)(T_3 + 1)} \quad (3)$$

$$W_o(p) = \frac{W_o(p)}{1 + W_o(p)} = \frac{K}{p(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)(T_3 + 1) + K} \quad (4)$$

Bu erda  $K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$

Berilgan sistemaning turg'unligini tekshirish uchun ochiq sistemaning AFXsi quriladi. AFXni EHMda hisoblash mumkin. AFX quyidagi tartibda hisoblanadi:

$$W_o(p) \rightarrow W_o(j\omega) = U(\omega) + jV(\omega) \begin{cases} \rightarrow U(\omega) \\ \rightarrow V(\omega) \end{cases} \quad (5)$$

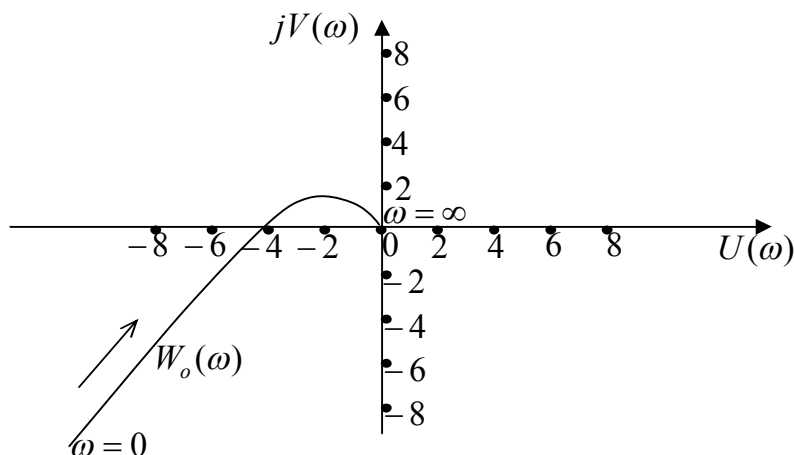
Keyin  $\omega$  ga 0 dan  $\infty$  gacha qiymatlar berilib, AFX quriladi va Naykvist mezoni bo'yicha berk sistemaning turg'unligi topiladi. Bizning misolimizda

$$W_o(j\omega) = \frac{K}{j\omega(j\omega T_1 + 1)(j\omega T_2 + 1)} = \frac{167}{j\omega(j\omega \cdot 0,15 + 1)(j\omega \cdot 0,2 + 1)} \quad (6)$$

$$U(\omega) = \frac{5,01\omega^4 - 167 \cdot \omega^2}{0,0009 \cdot \omega^8 + 0,0625 \cdot j \cdot \omega^6 + \omega^4}$$

$$V(\omega) = j \frac{67,5 \cdot \omega^3}{0,0009 \cdot \omega^8 + 0,625 j \cdot \omega^6 + \omega^4}$$

$\omega$  ni 0 dan  $\infty$  gacha o'zgartilib AFXni quramiz (1-jadval). Rasmdan ko'rinib turibdiki,  $W_o(j\omega)$  koordinatalari  $(-1; j0)$  nuqtani qamrab olgan. Demak, berilgan sistema noturg'undir.



### 3.1.3. Berilgan sistemaning logarifmik chastotaviy xarakteristikasini qurish

Berilgan sistema ketma-ket ulangan tipik dinamik zvenolardan tashkil topgan. Berilgan ochiq sistemaning LACHXsi  $L_{bn}(\omega)$  quyidagicha chiziladi: koordinatalari  $\omega = 0,5$  va  $20 \lg K_z = 20 \lg 167 = 44,45 \text{ dB}$  nuqtadan  $-20 \text{ dB} / \text{dek}$  og'ishda  $\omega_2 = \frac{1}{T_2}$  chastotagacha to'g'ri chiziq o'tkazamiz. Keyin,  $\omega_2$  dan  $\omega_1 = \frac{1}{T_1}$  gacha  $L(\omega)$  ning og'ishini  $-40 \text{ dB} / \text{dek}$ ,  $\omega_1$  dan boshlab  $-60 \text{ dB} / \text{dek}$  bo'ladi. Sistemaning LFChXsi  $\varphi_{bn}(\omega)$  alohida zvenolarning  $\varphi(\omega)$  lari yig'indisiga teng bo'ladi.

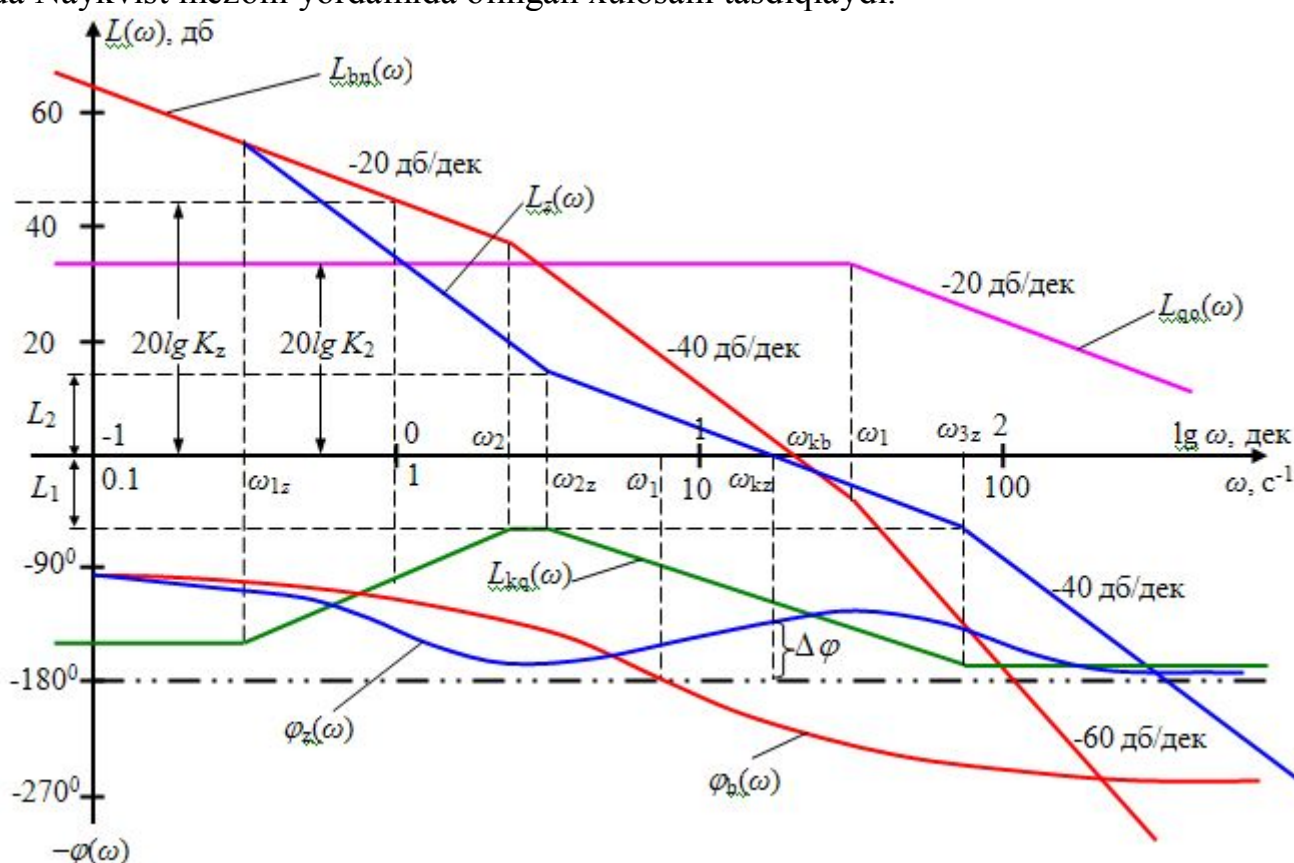
$$\varphi_{b\delta\delta}(\omega) = -90^\circ - \arctg \omega T_1 - \arctg \omega T_2 \quad (7)$$

Chastota  $\omega$  ga 0 dan  $\infty$  gacha qiymatlar berib  $\varphi_{bn}(\omega)$  ni hisoblaymiz (1-jadval).

Chastotani 0 dan  $\infty$  gacha o'zgarganda  $\varphi_{bn}(\omega)$  ni qiymatlari

Chastota, $\omega$	0,10	0,16	0,25	0,40	0,63	1,00	1,58
$\varphi_{bn}(\omega)$ , grad	- 92,3	- 93,6	- 95,7	- 99,1	- 104,3	- 112,2	- 123,6
Chastota, $\omega$	2,51	3,98	6,31	10,00	15,85	25,12	39,81
$\varphi_{bn}(\omega)$ , grad	- 138,5	- 155,6	- 173,2	- 190,7	- 208,2	- 225,1	- 239,3
Chastota, $\omega$	63,10	100,00	158,49	251,19	398,11	630,96	1000
$\varphi_{bn}(\omega)$ , grad	- 249,9	- 257,1	- 261,9	- 264,9	- 266,8	- 268,0	- 268,8

Turg'unlik logarifmik mezoniga binoan sistema noturg'undir, chunki  $\omega_{kb} > \omega_{sb}$ , bunda  $\omega_{kb}$ ,  $\omega_{sb}$  berilgan sistemaning kesishish va so'nish chastotalari (2-rasm). Logarifmik chastotalar orqali olingan xulosa tekshirilayotgan sistema turg'unligi haqida Naykvist mezoni yordamida olingan xulosani tasdiqlaydi.



2-rasm. Berilgan va zaruri sistemaning logarifmik xarakteristikalari.

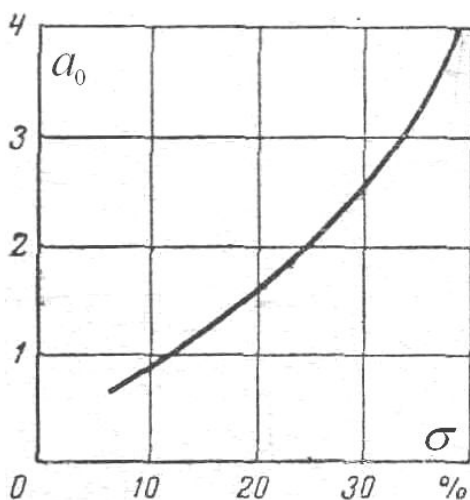
### 3.1.4. Zaruri sistemaning LACHX va LFChXsini qurish (1,4,5,6,9)

Ochiq sistemaning zaruriy logarifmik xarakteristikalari loyihalashtirilayotgan sistemaga qo'yilgan quyidagi talablar orqali quriladi: kerakli kuchaytirish koeffitsienti, sistemaning astatizm darajasi, o'tkinchi jarayon vaqti, o'tarostlash qiymati.

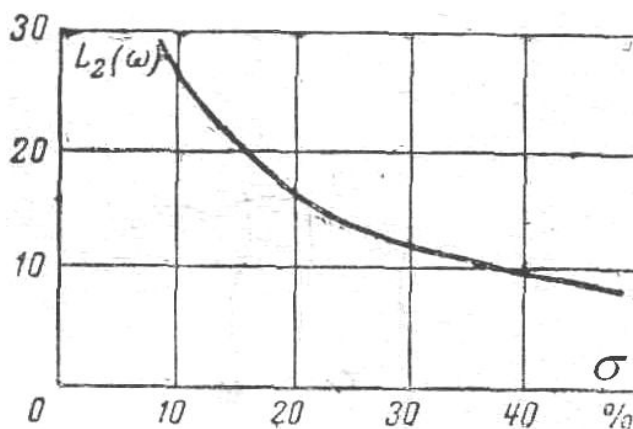
LACHXning past chastotali qismi ochiq sistemaning kuchaytirish koeffitsienti va astatizm  $\nu$  darajasi bilan aniqlanadi. Bu qism og`maligi  $-20\text{vdb/dek}$  ga teng bo`lib, ordinatasi  $20\lg K$  va abssissasi  $\omega=1$  nuqtadan o`radi, bunda  $\nu$  - astatizm tartibi,  $K$  - sistemaning kerakli kuchaytirish koeffitsienti. Korrektlovchi element sodda bo`lishligi uchun bu qism iloji boricha berilgan sistema LACHXsi bilan ustma-ust tushishi kerak.

Amplitudaviy xarakteristikaning o`rta chastotali qismi eng ahamiyatga ega qismidir, chunki sistemaning o`tkinchi jarayon sifati asosan shu qism xarakteri bilan aniqlanadi. Kesishish chastotasi  $\omega_{kz}$  da LACHX og`maligi  $-20\text{db/dek}$  bo`lishi shart. Kesishish chastotasi o`tkinchi jarayon vaqti  $t_o$  va o`tarostlash qiymati  $\sigma$  bilan aniqlanadi:

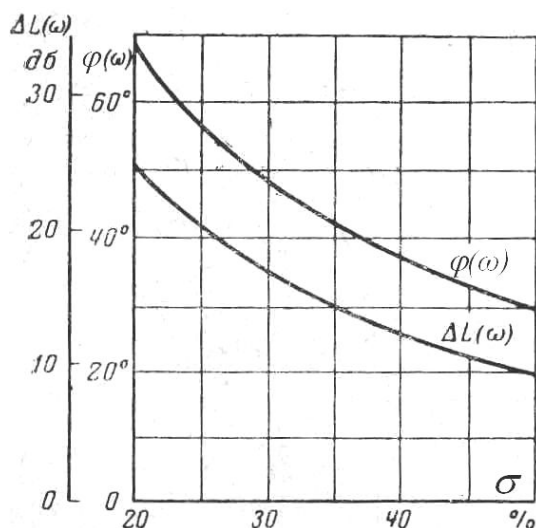
$$\omega_{kz} \geq \frac{a_0\pi}{t_o}, \text{ bunda } a_0 - \text{koeffitsient } \sigma \text{ ga asosan topiladi. (3-rasm).}$$



3-rasm.  $a_0$  ning  $\sigma$  ga bog`liqlik grafigi



4-rasm.  $L_2$  ning  $\sigma$  ga bog`liqlik grafigi



5-rasm.  $\Delta L$  va  $\Delta\varphi$  ning  $\sigma$  ga bog`liqlik grafiklari

Zaruriy LACHXning o`rta qismi chap va o`ng tomonlarga modul` bo`yicha  $L_1$  va  $L_2$  ga etguncha davom ettiriladi.  $L_1$  va  $L_2$  ga mos keluvchi chastotalarni  $\omega_{2z}$  va  $\omega_{3z}$  orqali belgilaymiz. Shuni hisobga olish kerakki, agar  $\omega_{2z} - \omega_{3z}$  va  $\omega_{kz} - \omega_{3z}$  intervallar qancha katta bo`lsa  $\sigma$  ning qiymati shuncha kichik bo`ladi. LACHXning o`rta qismi past



chastotali qism bilan ogʻmaligi  $-40$  db/dek  $-60$  db/dek boʻlgan kesma orqali tutashtiriladi.

LACHXning yuqori chastotali qismi sistemaning dinamikasiga taʼsir koʻrsatmaydi, shuning uchun bu qismni ixtiyoriy ravishda olish mumkin. Bu qismni qurishda korrektorlovchi qurilmaning soddaroq boʻlishiga intilish lozim.

Zaruriy LACHX qurish tartibi:

$$qo'yilgan\ talablar \left| \begin{array}{l} \rightarrow L_z(\omega) \rightarrow W_z(p) \rightarrow \varphi_z(\omega) \rightarrow \Delta L, \Delta\varphi \rightarrow sifatni\ baholash \\ K_z, \sigma, t_o, L_{bn}(\omega) \end{array} \right.$$

Qurilayotgan misol uchun  $\omega_{kz} = \frac{a_0\pi}{t_o} = \frac{2.3 \cdot 3.14}{0.45} \approx 16,04 c^{-1} (\lg \omega_{kz} = 1.13)$  nuqtadan  $-20$

db/dek ogʻmalikda toʻgʻri chiziq oʻtkazamiz.  $\omega_{2z}$  va  $\omega_{3z}$  chastotalarni  $L_1$  va  $L_2$  asosida topamiz ( $\sigma = 26\%$  da grafikdan  $L_1=L_2=12 \div 15$  db).  $L_z$  ning boshqa qismlarini chizish 2-rasmda koʻrsatilgan.  $L_z(\omega)$  ga asosan uzatish funksiyasini yozamiz:

$$W_z(p) = \frac{K(T_{1z}p+1)(3_{3z}p+1)}{(T_{2z}p+1)(T_2p+1)} = \frac{167 \cdot (1.59p+1)(0,02p+1)}{(0,2p+1)(0.25p+1)} \quad (8)$$

Zaruriy LFChXsi quyidagi formula boʻyicha hisoblanadi:

$$\varphi_z(\omega) = -90^\circ - \arctg T_{1z}\omega + \arctg T_{2z}\omega - \arctg T_{3z}\omega \quad (9)$$

2-jadval

**Chastotani 0 dan  $\infty$  gacha oʻzgarganda  $\varphi_z(\omega)$  ni qiymatlari**

Chastota, $\omega$	0.10	0.16	0.25	0.40	0.63	1.00	1.58
$\varphi_z(\omega)$ , grad	-107.3	-115.9	-126.2	-136.0	-142.3	-143.3	-138.9
Chastota, $\omega$	2.51	3.98	6.31	10.00	15.85	25.12	39.81
$\varphi_z(\omega)$ , grad	-130.9	-122.5	-116.5	-114.5	-117.0	-123.8	-134.3
Chastota, $\omega$	63.10	100.00	158.49	251.19	398.11	630.96	1000.00
$\varphi_z(\omega)$ , grad	-146.2	-156.8	-164.8	-170.3	-173.8	-176.1	-177.6

$L_z(\omega)$  va  $\varphi_z(\omega)$  larga asosan amplituda va faza boʻyicha imkoniyatlar  $\Delta L$  va  $\Delta\varphi$  ni topamiz:  $\Delta L = \infty$ ,  $\Delta\varphi = 62^\circ$ . Grafikdan aniqlanishicha (5-rasm) berilgan  $\sigma = 23\%$  bajarilishi uchun  $\Delta L = 19$  db,  $\Delta\varphi = 55^\circ$  boʻlishi kerak. Demak, qurilgan  $L_z(\omega)$  sistemaga qoʻyilgan talablarni qanoatlantiradi.

**2.1.5. LACHXlar asosida korrektorlovchi qurilmani tanlash (5,6,9)**

Sistemaning dinamik koʻrsatkichlarini taʼminlash uchun ketma-ket, parallel va aralash korreksiyalar qoʻllaniladi. Bu korreksiyalarning har biri oʻz kamchilik va ijobiy tomonlariga ega.

Parallel korreksiyani hisoblash tartibi:

1. Berilgan sistema LACHXsi  $L_{bn}(\omega)$  quriladi.
2. Sistemaga qoʻyilgan talablar asosida zaruriy sistema LACHXsi quriladi.
3. Qurilgan LACHXlarga binoan ularga mos keluvchi LFChXlar quriladi.
4. Korrektorlovchi qurilmaning ulanish joyi belgilanadi va qurilma parallel ulangan qismi LACHXsi chiziladi.
5. Parallel ulangan korrektorlovchi qurilma LACHXsi topiladi.

$$L_k(\omega) = L_{bn}(\omega) - L_z(\omega) - L_{qo}(\omega) \quad (10)$$

6. Topilgan  $L_k(\omega)$  ga asosan eng sodda korrektorlovchi qurilma sxemasi tanlaniladi.

Korrektlovchi qurilma ketma-ket ulanganda uning LACHXsi (4- va 5-punktlar o`rniga) quyidagi formula bo`yicha topiladi.

$$L_k(\omega) = L_z(\omega) - L_{bn}(\omega) \quad (11)$$

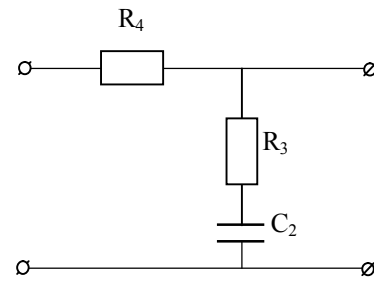
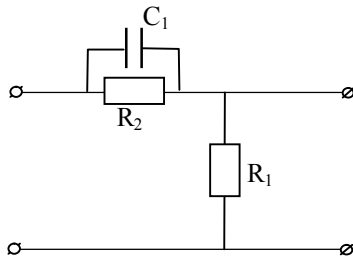
Qaysi xil korreksiyanı tanlash berilgan sistema xususiyatlari va unga qo`yilgan talablarga bog`liqdir. Ba`zan aralash korreksiya ham qo`llaniladi.

Ko`rsatilayotgan misol uchun korrektlovchi elementni uzatish funksiyasi  $W_{qo}(p) = K_2 / (T_1 p + 1)$  bo`lgan zvenoga parallel ulaymiz.

1-6 punktlarni bajarib va o`zgarmas tok korrektlovchi zvenolari jadvallaridan (4,5,6,7,9,10) korrektlovchi element LACHXsi va sxemasini topamiz.

$$W_{kq}(p) = \frac{G_0(T_{1z}p + 1)(T_{3z}p + 1)}{p(T_{2z}p + 1)(T_2p + 1)} \quad (12)$$

Bu korrektlovchi qurilmani ikkita korrektlovchi tipik zvenolarni, ya`ni differensiallovchi va integrallovchi zvenolarni ketma-ket ulab xosil qilish mumkin (6-rasm). Rezistorlar va kondensatorlar qiymati jadvallarda berilgan formulalar va LACHXdan topilgan quyidagi kattaliklar orqali topiladi:  $T_{1z} = 1.59 c$ ,  $T_2 = 0.2 c$ ,  $T_{3z} = 0.02 c$ ,  $T_{2z} = 0.02 c$ .



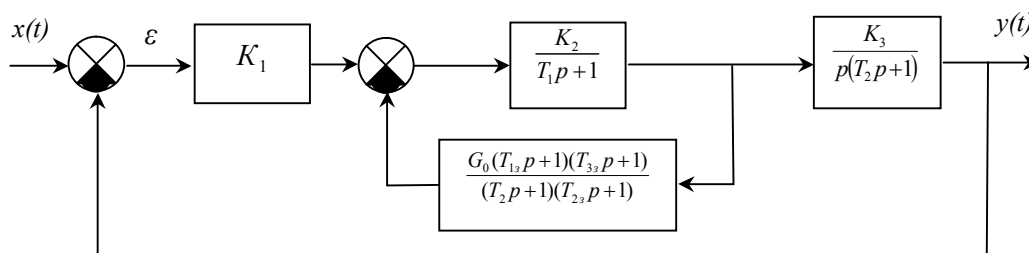
$$T_{1z} = R_2 \cdot C_1, \quad T_2 = \frac{1}{1 + \frac{R_2}{R_1}} \cdot T_{1z}$$

$$T_{3z} = R_3 \cdot C_2, \quad T_{2z} = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) \cdot T_{3z}$$

**6-rasm. Korrektlovchi qurilmaning sxemasi.**

Noma`lum elementlar soni tenglamalar sonidan ko`p bo`lgan taqdirda ba`zi elementlar (rezistor va kondensatorlar) parametrlari ixtiyoriy berilishi mumkin. Korrektlovchi evenolarni o`zaro ketma-ket ulanganda ularning kirish va chiqish qarshiliklarini moslashtirishga ahamiyat berish zarur. Buning uchun oralig`iga rostlovchi qurilma qo`yiladi yoki  $Z_{1chiq} \ll Z_{2kir}$  (10-50 marta) shart bajarilishiga erishish lozim.

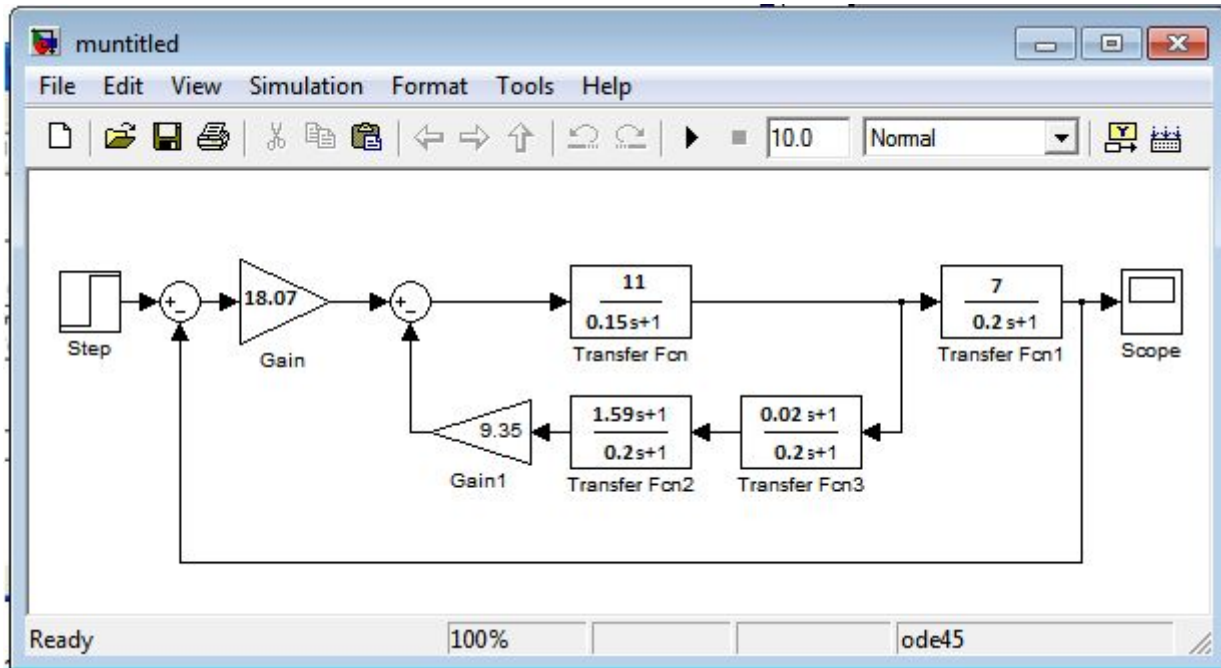
Agar tanlangan korrektlovchi qurilma hisoblanganidan farq qilsa, unda sxemaga ulangan korrektlovchi qurilmani hisobga olingan holda korrektlangan sistema uzatish funksiyasi  $W_{ks}(p)$  topiladi. Ko`rilayotgan misolda  $W_{ks}(p) = W_z(p)$ , shuning uchun keyingi hisoblarda  $W_z(p)$  ni ishlatish mumkin. Korrektlangan sistemaning struktur sxemasi 7-rasmda keltirilgan.



## 7-rasm. Korrektilangan sistemaning struktur sxemasi.

### 3.1.6. O`tkinchi jarayonni EHMda hisoblash

O`tkinchi jarayonni xar xil usullar yordamida hisoblash mumkin. Kurs ishida korrektilangan sistema o`tkinchi jarayonini EHMda hisoblash uchun sistemani **MATLAB** amaliy dasturi orqali ifodalaymiz. Strukturada qiymatlarni kiritib (8-rasm), o`tkinchi jaryon  $h(t)$  xarakteristikasini olamiz.



8-rasm. MATLAB dasturida korrektilangan sistemaning struktur sxemasi.

O`tkinchi jarayon grafigi 9-rasmda ko`rsatilgan.

**Korrektilangan sistemaning birlik pog`onali kirish ta`siridagi o`tkinchi jarayoni grafigi.**  
Grafikdan o`tarostlash qiymati

$$\sigma = \frac{h_{\max} - h_{\infty}}{h_{\infty}} \cdot 100\% = \frac{1,1 - 1,0}{1,0} \cdot 100\% = 10\%$$

ni va o`tkinchi jarayon vaqti  $t_o = 0.45$  s ni topamiz. Korrektilangan sistemaning bu qiymatlari loyihalananayotgan sistemaga qo`yilgan talablarni qanoatlantiradi. Aks holda zaruriy sistema LACHXsi boshqatdan qurilib, yangi korrektilovchi qurilma topilishi lozim.

### 3.1.7. Berk sistemadagi qaror xatolikni xisoblash

Avtomatik boshqarish sistemalariga qo`yilgan asosiy talablardan biri qaror rejimda sistemaning chiqishida kirish signalini etarli aniqlikda qayta yaratishdir.

Qaror xatolikni xisoblash quyidagi ketma - ketlikda amalga oshiriladi:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Берилган} \\ \text{шартлар} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \rightarrow \Phi(p) \rightarrow C_0, C_1, C_2, \dots \\ \rightarrow x'(t), x''(t), \dots \end{array} \rightarrow \varepsilon(t) = C_0 x(t) + C_1 x'(t) + C_2 x''(t) + \dots$$

bunda,  $\varepsilon_c = C_0 x(t)$  - holat xatoligi,  $\varepsilon_m = C_1 x'(t)$  - tezlik bo'yicha xatolik va xokazo.  $F(p)$  – berk sistemaning xatolik bo'yicha uzatish funksiyasi

$$\Phi(p) = \frac{1}{1 + W_o(p)} \quad (13)$$

$F(p)$  ni quyidagicha yozish mumkin:

$$\Phi(p) = C_0 + C_1 p + C_2 p^2 + \dots + C_n p^n \quad (14)$$

bu erda  $S_i$  koeffisientlar xatolik koeffisientlari bo'lib, quyidagicha topiladi:

$$C_0 = \lim_{p \rightarrow 0} \Phi(p); \quad C_1 = \lim_{p \rightarrow 0} \frac{d\Phi}{dp}; \quad C_2 = \frac{1}{2!} \lim_{p \rightarrow 0} \frac{d^2\Phi(p)}{dp^2}; \dots$$

$$C_0 = \Phi(p)_{p=0} = \frac{p(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)}{p(T_1 p + 1)(T_2 p + 1) + K} = \frac{T_1 T_2 p^3 + (T_1 + T_2)p^2 + p}{T_1 T_2 p^3 + (T_1 + T_2)p^2 + p + K} \Big|_{p=0} = 0,$$

$$C_1 = \Phi'(p)_{p=0} = \frac{(3T_1 T_2 p^2 + p(T_1 + T_2) + 1)(T_1 T_2 p^3 + p^2(T_1 + T_2) + p + K)}{(T_1 T_2 p^3 + p^2(T_1 + T_2) + p + K)^2} - \frac{(3T_1 T_2 p^2 + p(T_1 + T_2) + 1)(T_1 T_2 p^3 + p^2(T_1 + T_2) + p)}{(T_1 T_2 p^3 + p^2(T_1 + T_2) + p + K)^2} \Big|_{p=0} = \frac{1}{K} = \frac{1}{150} = 0.006,$$

$$C_2 = \Phi''(p)_{p=0} = \frac{1}{K} \left( T_1 + T_2 - \frac{1}{K} \right) = \frac{1}{150} \left( 0.2 + 0.25 - \frac{1}{150} \right) = 0.003.$$

Ko'rilayotgan misol uchun:

$$S_0 = 0; \quad S_1 = 0.006; \quad S_2 = 0.003 \quad \text{ga teng.}$$

Korrektlangan sistema uchun xatoliklarni xar xil kirish signallarida xisoblaymiz:

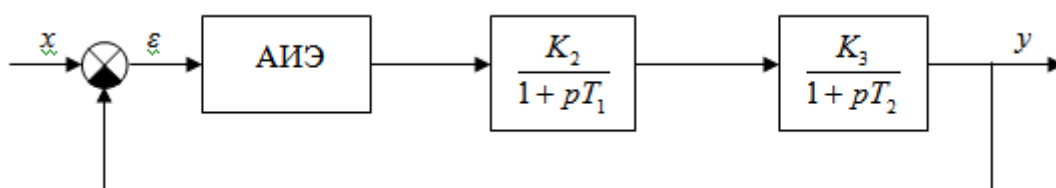
- a)  $x(t) = 1(t); \quad x'(t) = 0; \quad x''(t) = 0; \quad \varepsilon(t) = C_0 x(t) = 0;$
- b)  $x(t) = t; \quad x'(t) = 1; \quad x''(t) = 0; \quad \varepsilon(t) = C_1 x'(t) = 0.003;$
- v)  $x(t) = t^2; \quad x'(t) = 2t; \quad x''(t) = 2; \quad \varepsilon(t) = 0.012t + 0.003.$

Xisoblash natijalarini analiz qilib, bu sistema faqat o'zgarmas kirish signaliga nisbatan astatik sistema ekanligini aytish mumkin.

### 3.2. Chiziqli impul's sistemaning turg'unligini analiz qilish va o'tkinchi jarayonini xisoblash

Xisoblash uchun berilgan:

a) struktur sxema



10 – rasm. Berilgan sistemaning strukturaviy sxemasi.

b) elementlarning uzatish koeffisientlari:

$$K_2 = 11; \quad K_3 = 7;$$

v) elementlarning vaqt doimiyligi

$$T_1=0.15 \text{ s}; \quad T_2=0.2 \text{ s}; \quad T_3=0.1 \text{ s}.$$

g) impul's elementi parametrlari: uzatish koeffitsienti  $K_1=1$ , impul'slarning takrorlanish davri  $T=0.5 \text{ s}$  va nisbiy muddati  $\gamma = 0.1$ .

### 3.2.1. Impul'sli sistemaning turg'unligini Gurvis mezonini yordamida aniqlash

Chiziqli impul's sistemasining turg'unligini analiz qilish uchun uning struktur sxemasini xisoblashga qulay ko'rinishga keltiriladi. Buning uchun amplituda – impul'siv element ketma - ket ulangan ideal impul'sli element va shaklllovchi element bilan almashtiriladi. Ideal impul'sli element uzluksiz signalni  $\delta(t)$  impul'slarga, shaklllovchi element esa  $\delta(t)$  impul'slardan haqiqiy impul'slar olish uchun qo'llaniladi. Shaklllovchi

elementning uzatish funksiyasi  $W_{u\delta}(p) = K_n \frac{1-e^{-\gamma Tp}}{p}$  ga teng bo'ladi, bunda  $K_n=K_1=1$ .

Agar  $\gamma \ll T$  bo'lsa,  $W_{she}(p)$  ni Makloren qatoriga yoyib,  $W_{she}(p) \approx pT$  ko'rinishidagi ifoda bilan almashtirish mumkin.  $W_{she}(p)$  ni sistemaning uzluksiz qismi bilan qo'shib, keltirilgan uzluksiz qism uzatish funksiyasi  $W_{kk}(p)$  topiladi.

Turg'unlikni analiz qilish quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

$$W_{kk}(p) \rightarrow W_0(p) = Z\{W_0(p)\} \rightarrow W_\delta(p) = \frac{W_0(p)}{1+W_0(p)} \rightarrow \frac{C(z)}{D(z)} \rightarrow$$

$$\rightarrow D(z) = D(z) \Big|_{z = \frac{1+\omega}{1-\omega}} \rightarrow D(\omega) \rightarrow \text{Гурвиц мезони}$$

Berilgan sistema uchun  $W_{kk}(p)$  ni topamiz:

$$W_{kk}(p) = \gamma T \frac{K_2 K_3}{(1+pT_1)(1+pT_2)}$$

$\gamma$  - o'zgartirishlar jadvalidan foydalanib, ochiq sistemaning uzatish funksiyasini aniqlaymiz:

$$W_0(z) = Z\left\{ \gamma T \frac{K_2 K_3}{(1+pT_1)(1+pT_2)} \right\} = \frac{K_2 K_3 \gamma T}{T_1 T_2 (\alpha_1 - \alpha_2)} \left( \frac{z}{z-d_2} - \frac{z}{z-d_1} \right)$$

Bunda  $\alpha_1 = 1/T_1$ ;  $\alpha_2 = 1/T_2$ ;  $d_1 = e^{-\frac{T}{T_1}} = e^{-\frac{0.5}{0.2}} = 0.083$ ;  $d_2 = e^{-\frac{T}{T_2}} = e^{-\frac{0.5}{0.25}} = 0.13$  son qiymatlarini qo'yib,

$$W_0(z) = \frac{6,016z}{z^2 - 0,047z + 0,01}; \quad W_\delta(z) = \frac{6,016z}{z^2 + 5,976z + 0,01} \text{ ni topamiz.}$$

So'ngra hosil bo'lgan kasr sonning maxraj qismini olamiz va unga  $z = \frac{1+\omega}{1-\omega}$  almashtirish kiritamiz.

$$D_\delta(z) = z^2 + 5,976z + 0,01 = 0$$

$$\left( \frac{1+\omega}{1-\omega} \right)^2 + 5,976 \left( \frac{1+\omega}{1-\omega} \right) + 0,01 = 0 \cdot (1-\omega)$$

$$(1+\omega)^2 + 5,976 \cdot (1+\omega) \cdot (1-\omega) + 0,01 \cdot (1-\omega)^2 = 0$$

$$1 + 2\omega + \omega^2 + 5,976 - 5,976\omega^2 + 0,01 - 0,02\omega + 0,01\omega^2 = 0$$

$$-4,966\omega^2 + 1,98\omega - 4,966 = 0 / -1$$

$$D(\omega) = 4,966 \cdot \omega^2 - 1,98 \cdot \omega + 4,966 = 0 \text{ hosil qilamiz.}$$

Berilgan sistemaning turg'unligini Gurvis mezonini bo'yicha aniqlaymiz.

Bunda  $a_0 = 4.966$ ,  $a_1 = -1.98$ ,  $a_2 = 4.966$ .

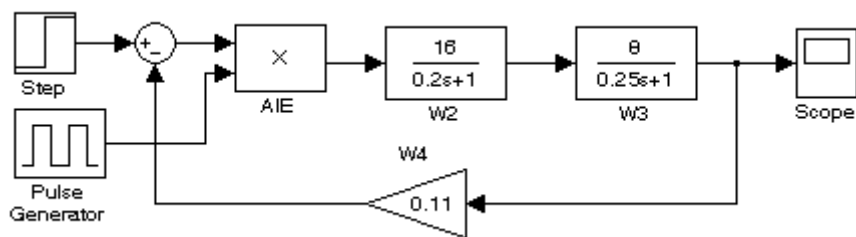
Gurvis aniqlovchilarni aniqlaymiz:  $\Delta_1 = a_1 = -1.98 < 0$ ,

Bundan ko'rinib turibdiki berilgan sistema noturg'unidir, chunki Gurvis mezoniga asosan ikkinchi tartibli sistemalar turg'un bo'lishi uchun hamma koeffisientlarning musbat bo'lishi yetarlidir.

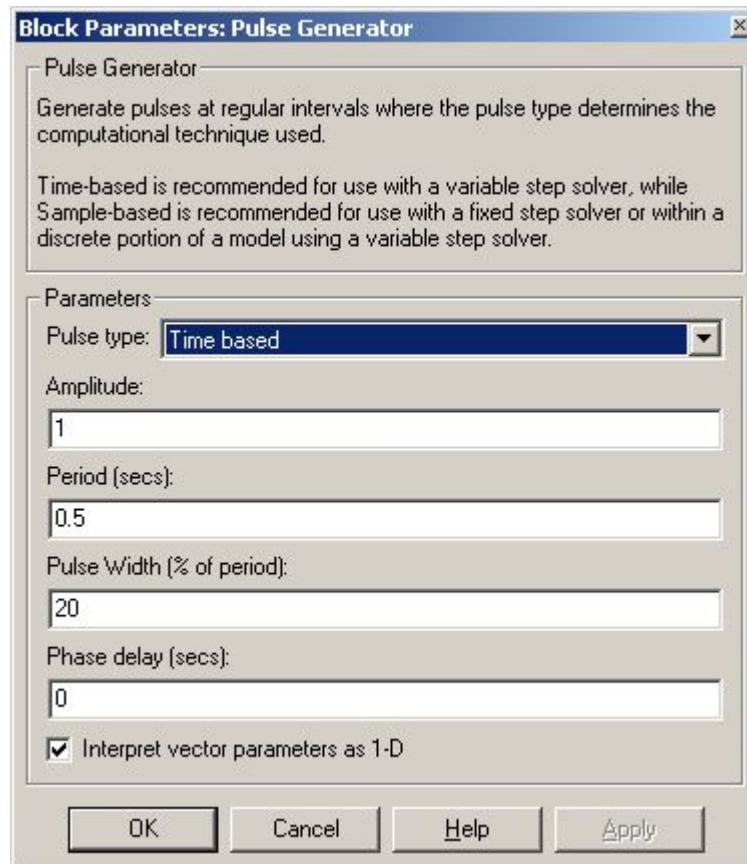
### 3.2.2. Chiziqli impul's sistemadagi o'tkinchi jarayonni EHM yordamida Matlab dasturi muhitida hisoblash

$K_1$  kuchayirgich o'rniga davri 0.5 sek ga teng va impuls uzunligi 0.1sek ga teng bo'lgan impul'sli element ulaymiz.

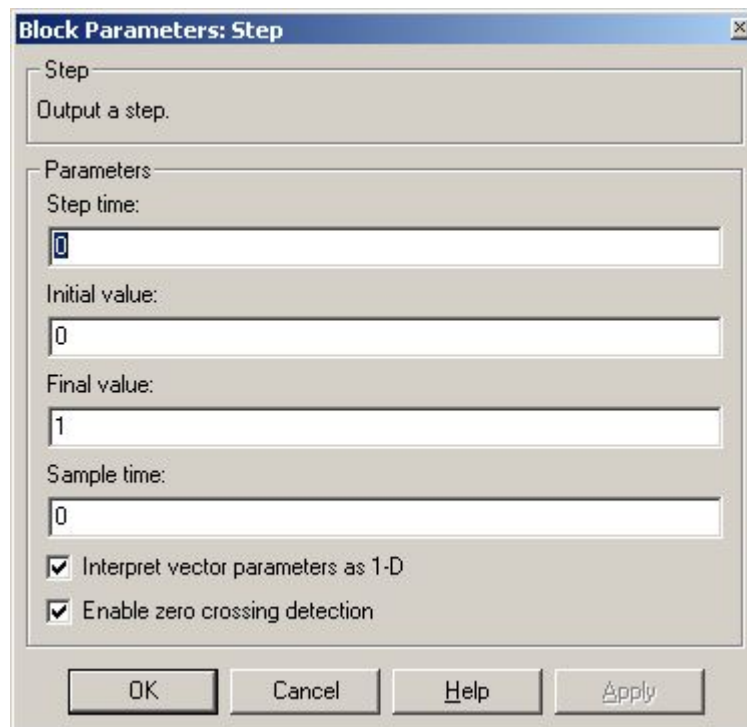
Matlab dasturi muhitida impul'sli element «Pulse Generator» va «Product» bloklari yordamida xosil qilinadi. Bunda «Pulse Generator» bloki parametrlari berilgan qiymatlar asosida sozlanadi. Natijada quyidagi modelni hosil qilamiz.



11 – rasm. Berilgan sistemaning Matlab dasturidagi strukturaviy sxemasi

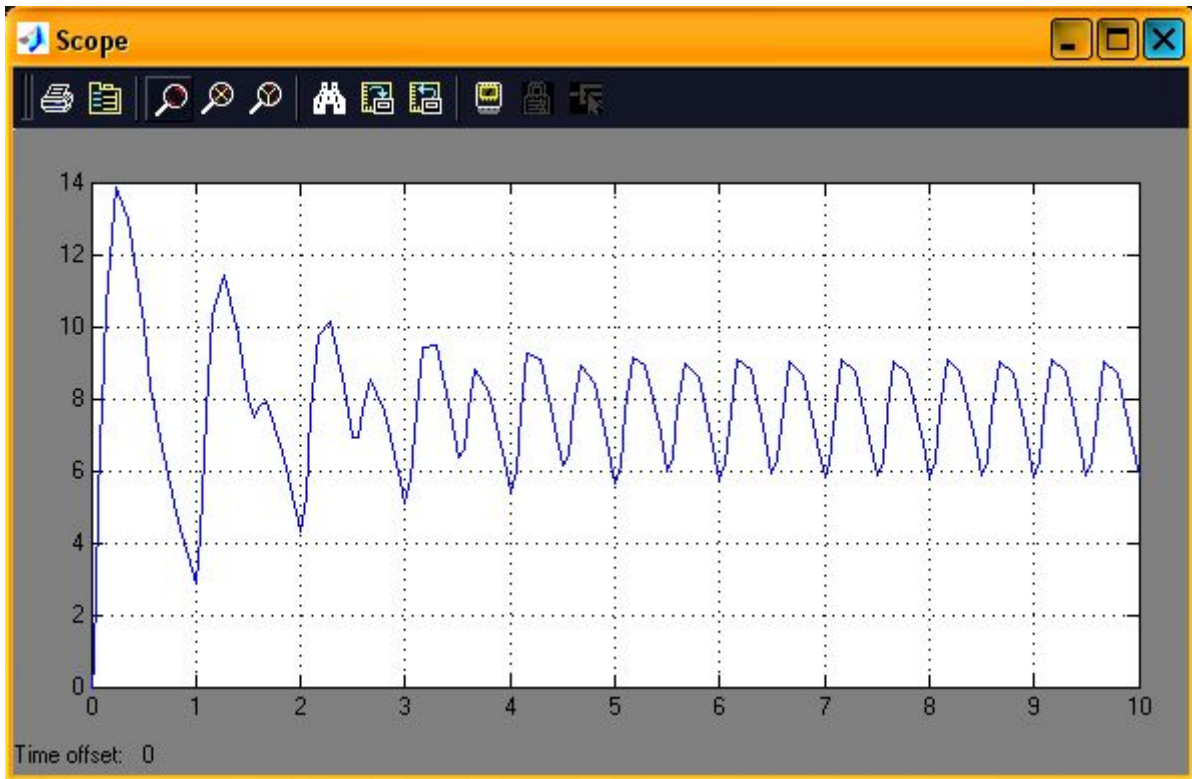


12 – rasm. «Pulse Generator» blokini sozlash oynasi.



13 – rasm. «Step» blokini sozlash oynasi.

So`ngra sistemaning o`tkinchi jarayonini quramiz. Uning ko`rinishi quyidagi rasmda keltirilgan.



14 – rasm. Chiziqli impul'sli sistemaning o'tkinchi jarayoni.

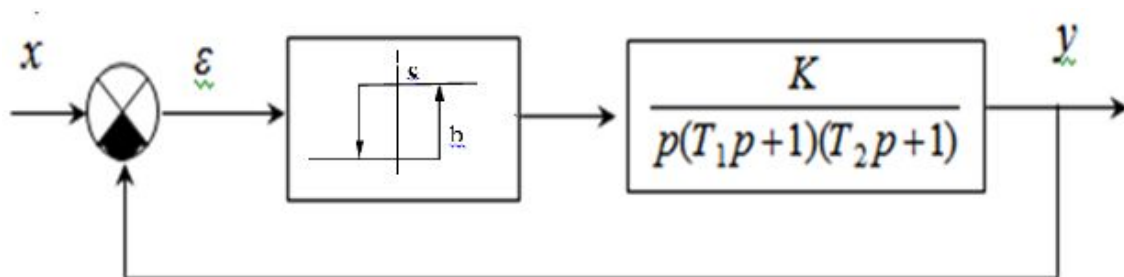
Bundan shuni xulosa qilish mumkinki, ushbu grafik ham sistemaning turg'unligini ko'rsatib turibdi.

#### 4. Nochiziqli ABSni tekshirish

##### 4.1. Nochiziqli ABSdagi avtotebranishlar rejimini Gol'dfarb usuli yordamida tekshirish [1-3,5,7,8]

Hisoblash uchun berilgan:

a) struktur sxema



b) elementlarning uzatish koeffisientlari va vaqt doimiyligi

$$K = 167 \text{ grad/s}; \quad T_1 = 0,15\text{s}; \quad T_2 = 0,2 \text{ s}; \quad T_3 = 0,1 \text{ s.}$$

v) nochiziqli element parametrlari

$$b = 2.5$$

$$s = 5$$



$$m=0.5$$

Avtotebranishlar hosil bo'lishi imkoniyati quyidagi tartibda tekshiriladi:

Berilgan shartlar

$$\left. \begin{array}{l} \rightarrow W_{ch}(p) \rightarrow W_{ch}(j\omega) = U_{ch}(\omega) + jV_{ch}(\omega) \left\{ \begin{array}{l} \rightarrow U(\omega) \\ \rightarrow V(\omega) \end{array} \right. \\ \rightarrow W_n(A) = \frac{1}{\pi a} \int_0^{2\pi} f(A \sin \varphi) \sin \varphi \rightarrow Z_n(A) = -1/W_n(A) \end{array} \right\} \begin{array}{l} W_{ch}(j\omega) = Z_n(A) \rightarrow \\ \rightarrow A_a \omega_a \end{array}$$

Bu hisoblash sxemasiga asosan

$$W_{ch}(j\omega) = W_{ch}(p) \Big|_{p=j\omega} = \left[ \frac{6,4\omega^2 + 128 - 57,6j\omega}{0,0025\omega^4 + 0,3025\omega^2 + 1} \right]$$

Son qiymatlari o'rniga qo'yib

$$U(\omega) = \frac{128 + 6,4\omega^2}{0,0025\omega^4 + 0,3025\omega^2 + 1}; \quad V(\omega) = \frac{57,6\omega}{0,0025\omega^2 + 0,3025\omega^2 + 1};$$

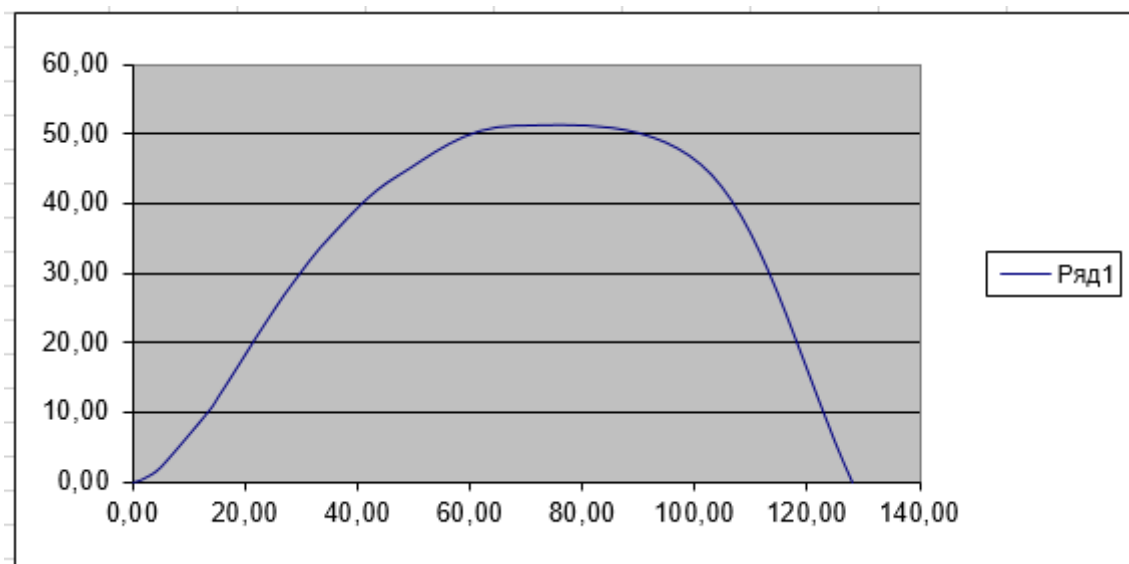
topamiz.

Berilgan nochiziqli elementning ekvivalent uzatish koeffisienti  $W_n$  ni ilova 4 dan topamiz.

$$W_n(A) = \frac{2c}{\pi a} \left( \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}} + \sqrt{1 - \frac{m^2 b^2}{a^2}} \right) - \frac{2cb}{\pi a^2} (1 - m) \quad a \geq b$$

$$Z_n(A) = -\frac{\pi A^2}{4c} \sqrt{\frac{1}{A^2 - b^2}}$$

Bu formulaga  $b$  va  $s$  ning son qiymatlarini qo'yib va  $A$  ni 10 dan  $\infty$  gacha o'zgartirib kompleks tekislikda  $Z_n(A)$  ni chizamiz. Shu tekislikda  $\omega$  ga 0 dan  $\infty$  gacha qiymat berib  $W_{ch}(j\omega)$  ni quramiz (15-rasm). Rasmda  $Z_n(A)$  ni yuqori qismi  $a$  ning  $10 \leq A < 14,1$  va pastki qismi  $14,1 \leq A < \infty$  qiymatlariga mos keladi. Gol'dfarb usuliga asosan turg'un avtotebranishlarga  $Z_n(A)$  ning pastki qismidagi  $Z_n(A)$  va  $W_{ch}(j\omega)$  ning o'zaro kesishish nuqtasi mos keladi, chunki bu nuqta  $Z_n(A)$  egri chizig'i  $A$  oshishi bilan chiziqli qism AFXsi o'rab olgan kontirning ichkari tomonidan tashkari tomoniga chiqayapti.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	b	2,5 a		2,5 w		0 u		128,00 v		0,00 wn		0,0556	
2	c	5		3,0		1		102,99		44,14		0,0457	
3	m	0,5		4,0		2		68,27		51,20		0,0240	
4				5,0		3		47,29		44,03		0,0142	
5				6,0		4		35,56		35,56		0,0093	
6				7,0		5		28,44		28,44		0,0066	
7				8,0		6		23,69		22,84		0,0049	
8				9,0		7		20,23		18,47		0,0038	
9				10,0		8		17,57		15,06		0,0030	
10				15,0		9		15,43		12,37		0,0012	
11				20,0		10		13,65		10,24		0,0007	
12						20		5,15		2,21			
13						30		2,56		0,75			
14						40		1,51		0,33			
15						50		0,98		0,18			
16						100		0,25		0,02			
17													
18													

**15-rasm. Chiziqli qism AFXsi va nochiziqli elementning garmonik xarakteristikasi**

Grafikdan turg'un avtotebranishlarga mos keluvchi amplituda ( $A_a$ ) va chastota ( $\omega_a$ ) qiymatlarini topamiz.

## **XULOSA**

**Menga ushbu kurs ishidan 3.5 variant topshiriq qilib berildi. Kurs ishimni bajarish ketma-ketligim quyidagicha:**

- 1. Berilgan aniqlik asosida sistemaning va oldingi kuchaytirgichning zaruriy uzatish koeffisientlarini aniqladim.**
- 2. So'ngra sistemaning uzatish funksiyalarini topdim va turg'unlikning chastotaviy mezonini asosida sistemaning turg'unligini analiz qildim. Bunga ko'ra mening sistemam noturg'un natijani ko'rsatdi.**
- 3. Shundan keyin men milimetrovkaga berilgan sistemaning logarifmik chastotaviy xarakteristikasini qurdim.**
- 4. Yuqorida aytib o'tgan milimetrovkamga zaruriy sistemaning LACHX va LFChXsini qurdim. Bu ishni bajarishda men bizga qo'llamada berilgan grafiklardan foydalandim.**
- 5. Keyingi ishimda LACHXlar asosida korrektlovchi qurilmani tanladim. Menda korrektlovchi qurilmamning kuchaytirish koeffitsenti 9.8 chiqdi.**
- 6. Matlab dasturi yordamida sistemamning o'tkinchi jarayonini hisobladim.**
- 7. Berk sistemamning xatoligini hisobladim.**
- 8. Chiziqli impulsli sistemamning turg'unligini analiz qildim. Bunda Gurvis me'zonidan foydalandim.**
- 9. Oxirgi qismida esa nochiziqli ABS ni tekshirdim.**

**Yuqoridagi ishlarni bajarishim davomida men juda ko'p ma'lumotlarga ega bo'ldim. Har bir bo'limni vazifalarini yechayotganimda ana shu vazifalarimda qanday natijalarda nima ishlar qilish kerakligini o'rganib oldim. Hozirda men olgan bilim ko'nikmalarim menga kelajakdagi ishlarimda as qotishiga ishonaman.**

## Adabiyotlar

1. Besekerskiy V.A., Popov E.P. Teoriya sistem avtomaticheskogo upravleniya. -SPb.: Professiya, 2004. - 752 s.
2. Voronov A.A., Kim D.P., Loxin V.M. i dr. Teoriya avtomaticheskogo upravleniya. Uchebnik. 1, 2 ch. –M.: Vissh.shk., 1986.
3. Spravochnik po teorii avtomaticheskogo upravleniya / Pod red. A.A. Krasovskogo. - M.: Nauka, 1987. - 712 s.
4. Topcheev Yu.I. Atlas po proektirovaniyu sistem upravleniya.- M: Mashinostroenie, 1991.
5. Metodi klassicheskoy i sovremennoy teorii avtomaticheskogo upravleniya / Pod red. K.A.Pupkova. TOM 1-4. - M.: MGTU im. Baumana, 2004.
6. Rotach V.Ya. Teoriya avtomaticheskogo upravleniya. M.: Izd-vo MEI. 2004 g. -400 s.
7. Vostrikov A.S. Teoriya avtomaticheskogo regulirovaniya. Ucheb. posobie dlya vuzov /A.S.Vostrikov, G.A.Fransuzova. –M.: Vissh.shk., 2004. -365 s.
8. Spravochnoe posobie po teorii sistem avtomaticheskogo regulirovaniya i upravleniya / Pod red. Sankovskogo E.A. –Minsk.: «Visshaya shkola», 1973. -s.760.
9. Met`yuz Dj.G., Fink K.D. Chislennie metodi. Ispol`zovanie MATLAB. Per. s angl. – M.: Izd. Dom «Vil`yams», 2001. – 720 s.
10. Yusupbekov N.R., Muxamedov B.E., Gulomov Sh.M. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. «O`qituvchi», Toshkent, 1997. -352b.
11. Miraxmedov D.A. Avtomatik boshqarish nazariyasi. -T.: O`zbekiston, 1993.
12. D`yakonov V.P. MATLAB 6. Uchebniy kurs. – SPb.: Piter, 2001. – 592 s.
13. D`yakonov V. SIMULINK 4. Spesial`niy spravochnik. – SPb.: Piter, 2002. – 528 s.
14. <http://www.toehelp.ru/theory/tau/contents.html>.
15. <http://www.zdo.vstu.edu.ru/html/course.html>.

# MUNDARIJA

Reja.....	1
Kirish.....	2
3. Kurs ishi vazifasi.....	3
4. Kurs ishini bajarish.....	4
2.1. Berilgan aniqlik asosida sistemaning va oldingi kuchaytirgichning zaruriy uzatish koefitsientlarini aniqlash.....	4
2.2. Sistemaning uzatish funksiyalarini topish va turg'unlikning chastotaviy mezoni asosida sistemaning turg'unligini analiz qilish.....	4
3.1. Zaruriy sistemaning LACHX va LFCXSini qurish.....	6
3.2. LACHXlar asosida korrektlovchi qurilmani tanlash.....	8
3.6. O'tkinchi jarayonni EHMda hisoblash.....	10
3.7. Berk sistemadagi qaror xatolikni xisoblash.....	12
3.2. Chiziqli impul's sistemaning turg'unligini analiz qilish va o'tkinchi jarayonini hisoblash.....	13
4.1. Impul'sli sistemaning turg'unligini Gurvis mezoni yordamida aniqlash.....	13
4.2. Chiziqli impul's sistemadagi o'tkinchi jarayonni EHM yordamida Matlab dasturi muhitida hisoblash.....	14
5. Nochiziqli ABSni tekshirish.....	16
5.1. Nochiziqli ABSdagi avtotebranishlar rejimini Gol'dfarb usuli yordamida tekshirish.....	16
Xulosa.....	19
Adabiyotlar.....	20
Tayyorlangan ishlarning milimetrovkadagi ko'rinishi.....	21