

**O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O`RTA
MAXSUS TA`LIM VAZIRLIGI**

NAMANGAN MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

**«FIZIKA»
*kafedrası***

**«Avtomatik boshqarish nazariyasi»
fanidan kurs ishini bajarish uchun uslubiy ko`rsatma**

Namangan – 2015

Ushbu uslubiy ko`rsatma 55211800 - «Avtomatlashtirish va boshqaruv» va 5311000 – «Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish (to`qimachilik, engil va paxta sanoati)» yo`nalishlari bakalavrlari uchun «Avtomatik boshqarish nazariyasi» fanidan kurs ishlarini bajarishga mo`ljallangan bo`lib uch qismdan iborat: birinchi qism chiziqli sistemalarni tadqiq etish va sintezlash, ikkinchi qism impul`sli sistemalarni tadqiq etish va uchinchi qism nochiziqli sistemalarni tadqiq etishdan iborat.

Uslubiy ko`rsatma – «Avtomatik boshqarish nazariyasi» fanining o`quv dasturi asosida tuzilgan va Fizika kafedrasining “___” _____ 2015 yil dagi ___ - sonli yig`ilishida muxokama qilindi va tasdiqlandi.

Tuzuvchilar: dots. X.O.Abdullayev, NamMTI, Fizika kafedrası
dots. D.A.Xalmatov, TTYESI, TJAK kafedrası mudiri
assis. N.X.Abdullayev, NamMTI, Fizika kafedrası

Taqrizchilar: NamDU «Umumtexnika» kafedrası, dots. X.Akramov

NamMTI, «Oliy matematika» kafedrası dosenti N.Yu. Shariboyev

NamMTI ilmiy – uslubiy kengashida tasdiqlangan

Bayonnoma №_____ «___» _____2015 y.

1. Kurs ishiga qo'yilgan talablar.

1.1. Qisqacha metodik qo'llanmalar va tushuntirish xati mazmuni.

1. Cistema aniqligiga qo'yilgan talab asosida berilgan struktur sxema uchun kuchaytirgichning kerakli uzatish koeffisienti hamda ochiq va berk sistema uchun uzatish funsiyalari aniqlansin. Turg'unlik chastotasi mezoni yordamida yopiq sistemaning turg'unligi EHMda aniqlansin hamda ochiq sistemaning LACHX va LFChXsi orqali o'tkinchi jarayon sifatiga baho berilsin.

2. Cistema sifatiga qo'yilgan talablar orqali ochiq zaruriy sistemaning LACHXsi qurilsin.

3. Korrektlovchi elementning LACHXsi topilsin; prinsipial sxemasi tanlansin va parametrlari hisoblansin.

4. Korrektlangan ochiq sistemaning LACHX va AFXsi qurilsin va ular asosida o'tkinchi jarayon sifati baholansin. Struktur sxema qurilsin va EHMda o'tkinchi jarayon hisoblansin. O'tkinchi funksiya orqali sistemaning sifat ko'rsatkichlari aniqlansin.

5. Korrektlangan sistemaning xatolik bo'yicha uzatish funksiyasi topilsin va qaror xato kirishdagi ta'sirlari hisoblansin.

A) $x(t) = 1(t)$ b) $x(t) = t$ v) $x(t) = t^2$

6. Amplituda impul's sistemasining struktur sxemasi tuzilsin (berilgan chiziqli sistemadagi kuchaytirish elementi ideal amplituda elementi va $W_F(p) = \frac{1 - e^{-\gamma Tp}}{p}$

uzatish funksiyasi shakllovchi elementi bilan almashtirladi, bu erda γ - impul'slarning nisbiy muddati T – impul'slarning takrorlanish davri. Ochiq va berk impul'sli sistemaning o'tkinchi funsiyalari ($W_0(z), W_b(z)$) topilsin. Gurvis mezoni yordamida berk impul's sistemning turg'unligi aniqlansin.

7. Berk impul's sistemaning o'tkinchi jarayon EHMda hisoblansin.

8. Nochiziqli sistemaning struktur sxemasi tuzilsin (berilgan chiziqli sistemadagi kuchaytirish elementi tegishli statik xarakteristikali nochiziqli element bilan almashtiriladi) sistemaning chiziqli qismi uchun amplituda-faza xarakteristikasi $W_{ch}(j\omega)$ va nochiziqli zveno uchun ekvivalent amplituda-faza xarakteristikasi $W_n(j\omega)$ ifoda topilsin.

9. Sistemada avtotebranishlar hosil bo'lish imkoniyati hamda uning amplitudasi va chastotasi topilsin. Avtotebranishlar turg'unligi va parametrlarini aniqlash uchun Gol'dfarb metodini qo'llash mumkin. Hisoblash aniqligini oshirish uchun $W_{ch}(j\omega)$ va $z(a) = -1/W_n(a)$ xarakteristikalari kesishish nuqtalari atrofida kattaroq masshtabda alohida qurilishi lozim.

Hisoblarni tushuntirishda fikrni aniq ifodalashga alohida e'tibor berish zarur. Qisqartma nomlar birinchi marta ishlatilishda to'liq yozilishi kerak. Rasmlar tagida ularning mazmunini aks ettiruvchi yozuvlar hamda ketma-ketlik nomeri bo'lishi shart. Masalan, 2-rasm. Berk sistemaning o'tkinchi jarayon grafigi. Adabiyotlarga ilova (1) tarzida beriladi.

Tushuntirish xatida materiallarni joylashtirish tartibi:

-muqova (2-ilova),

-o'qituvchi imzolagan kurs ishi vazifisi,

-kirish,

- hisob qismi,
- xulosa,
- foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.
- mundarija.

1.2. Grafik materiallar ro'yxati.

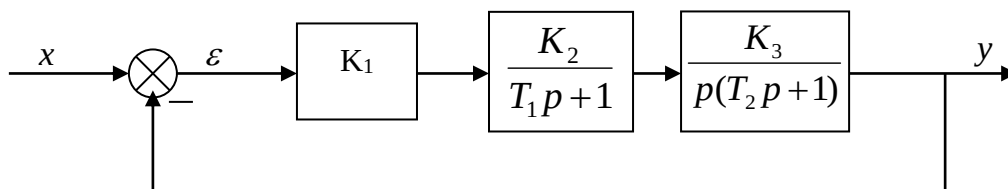
Hisoblash-tushuntirish xatida quyidagi grafik va rasmlar keltiriladi:

1. berilgan chiziqli uzluksiz sistemaning struktur sxemasi.
2. berilgan ochiq sistemaning LACHX, LFChX, va AFXlari
3. zaruriy berk sistemaning LACHX va LFChXlari
4. korrektlangan chiziqli sistemaning EHMda hisoblangan o'tkinchi jarayon grafigi.
5. tanlangan korrektlovchi elementning prinsipial struktur sxemasi.
6. korrektlangan chiziqli uzluksiz sistemaning struktur sxemasi.
7. impul's sxemaning struktur sxemasi.
8. impul's sistemaning o'tkinchi holat grafi va o'tkinchi jarayon grafigi.
9. nochiziqli sistemaning struktur sxemasi.
10. nochiziqli sistemaning chiziqli kismi AFXsi grafigi va nochiziqli element xarakteristikasi.

2. KURS ISHIGA VAZIFALAR.

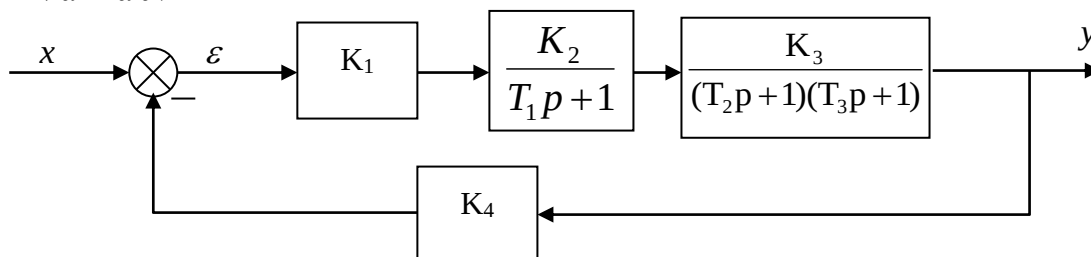
2.1. Berilgan chiziqli uzluksiz sistemaning struktur sxemalari.

Vazifa №1



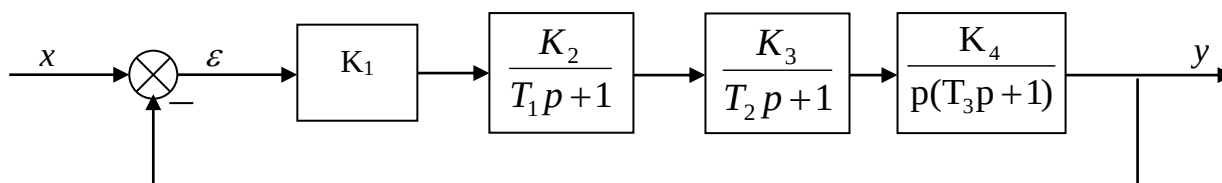
Nochiziqli va impul's sistemlarni tekshirishda T_1 vaqt doimiysi e'tiborga olinmaydi.

Vazifa №2



Nochiziqli va impul'sli sistemalarni tekshirishda T_3 vaqt doimiysi e'tiborga olinmaydi.

Vazifa №3



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

2.2. Berilgan sistema parametrlari va loyihalananayotgan sistemaga qo'yilgan shartlar:

A) chiziqli qism parametrlari elementlarini (uzatish koefitsientlari, vaqt doimiylari);

B) sistemaning kirish ta'siri miqdori;

V) nochiziqli element parametrlari;

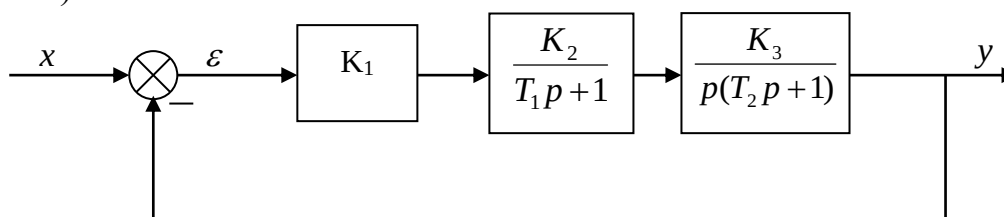
G) impul's elementi parametrlari (impul'slarning ta'sir muddati va takrorlanish davri).

D) sistemaga qo'yilgan talablar (xatolik miqdori, o'tkinchi jarayon vaqti, o'ta rostlash qiymati).

3. KURS ISHINI BAJARISHGA MISOL.

Hisoblash uchun berilgan:

A) struktur sxema.



B) elementlarning uzatish koefitsientlari.

$K_2=30$, $K_3=3,0$ grad/s.

V) elementlarining vaqt doimiyligi

$T_1=0,05$ s; $T_2=0,35$ s.

G) kirish signalining o'zgarish tezligi

$$v = \frac{dx}{dt} = 30 \text{ grad/c}$$

D) sintez qilinayotgan sistemaga talablar.

-tezlik xatoligi $\varepsilon_m \leq 0,25 \text{ grad}$

-o'ta rostlash qiymati $\sigma \leq 23 \%$

-o'tkinchi jarayon vaqti $t_o = 0,6$ c.

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

Sistemaning zaruriy uzatish koefitsienti (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, ε_{st} - statik xatolik qiymati. Berilgan son qiymatlarini qo'yib

$$K_z \geq 120 \text{ sonini topamiz}$$

Kuchaytirish elementining uzatish koeffitsienti quyidagicha topiladi:

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

Son qiymatlarni qo'yib, $K_1 = 1.35$ ni topamiz.

3.2. Sistemaning uzatish funksiyalarini topish va turg'unlikning chastotaviy mezonini asosida sistemaning turg'unligini analiz qilish.

Berilgan sistemaning uzatish funksiyalari quyidagi formulalardan topiladi:

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

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

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:

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

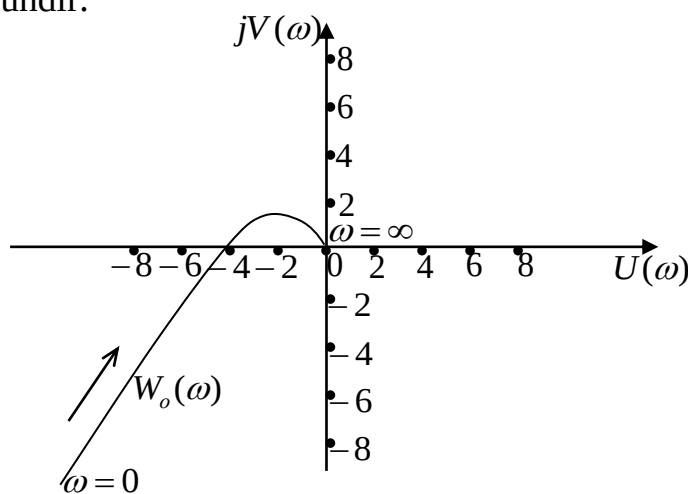
Keyin ω ga 0 dan ∞ gacha qiymatlar berilib, AFX quriladi va Naykvist mezonini bo'yicha berk sistemaning turg'unligi topiladi. Bizning misolimizda

$$W_o(j\omega) = \frac{K}{j\omega(j\omega T_1 + 1)(j\omega T_2 + 1)} = \frac{120}{j\omega(j\omega \cdot 0.05 + 1)(j\omega \cdot 0.35 + 1)} \quad (6)$$

$$U(\omega) = -\frac{K\omega^2(T_1 + T_2)}{\omega^4(T_1 + T_2)^2 + (\omega^3 T_1 T_2 - \omega)^2} = -\frac{48 \cdot \omega^2}{0.00030625 \cdot \omega^6 + 0.125 \cdot \omega^4 + \omega^2}$$

$$V(\omega) = \frac{K\omega(\omega^2 T_1 T_2 - 1)}{\omega^4(T_1 + T_2)^2 + (\omega^3 T_1 T_2 - \omega)^2} = \frac{2.1 \cdot \omega^3 - 120 \cdot \omega}{0.00030625 \cdot \omega^6 + 0.125 \cdot \omega^4 + \omega^2}$$

ω ni 0 dan ∞ 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'unidir.



3.3. 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 $\omega = 1$ va $20 \lg K_z = 20 \lg 120 = 41.6 \text{ dB}$ nuqtadan $-20 \text{ dB} / \text{dek}$ og'ishda

$\omega_2 = \frac{1}{T_2}$ chastotagacha to'g'ri chiziq o'tkazamiz. Keyin, ω_2 dan $\omega_1 = \frac{1}{T_1}$ gacha $L(\omega)$ ning og'ishini $-40\text{ dB}/\text{dek}$, ω_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.

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

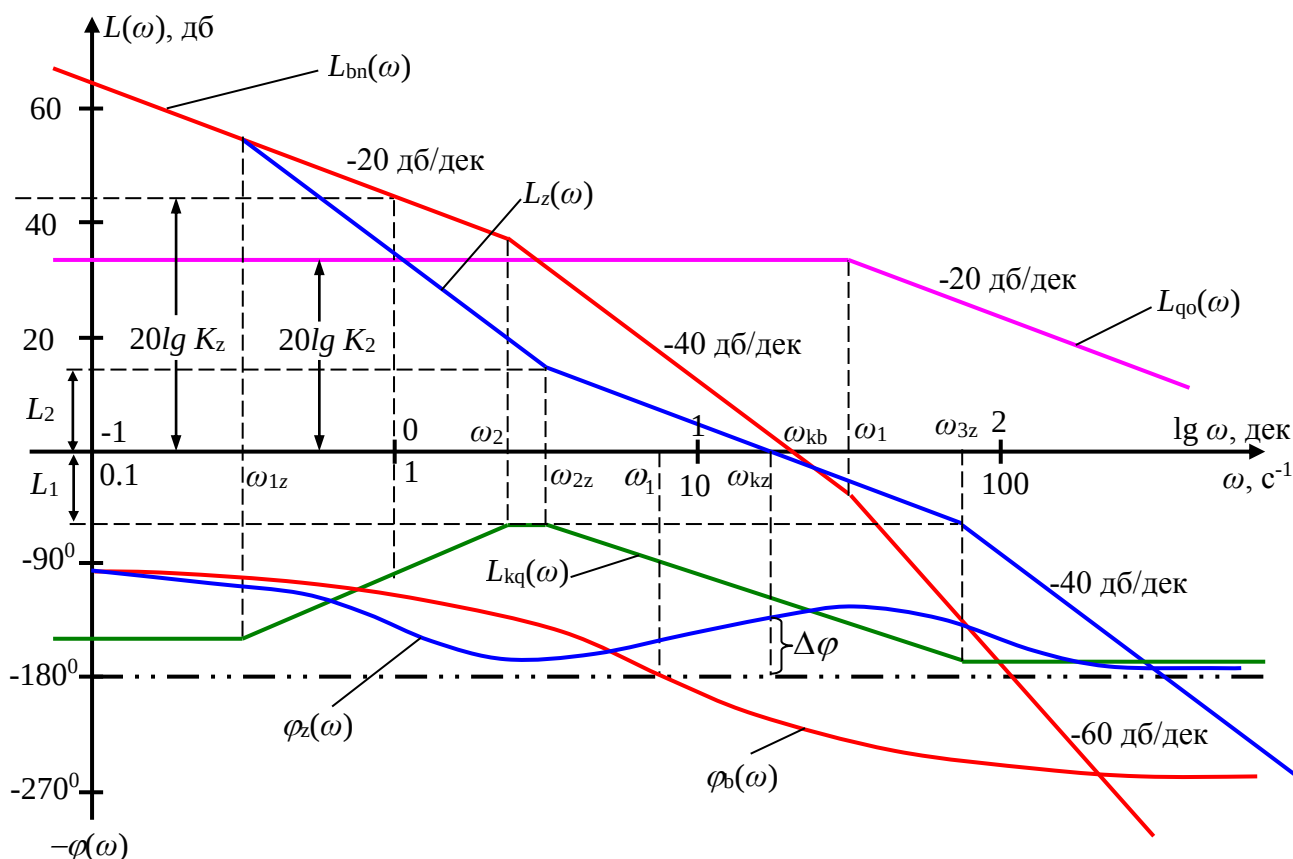
Chastota ω ga 0 dan ∞ gacha qiymatlar berib $\varphi_{bn}(\omega)$ ni hisoblaymiz (1-jadval).

1-jadval

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

Chastota, ω	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, ω	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, ω	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 ω_{kb} , ω_{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.



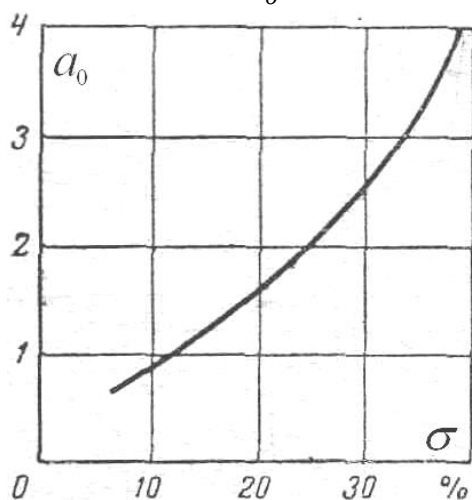
2-rasm. Berilgan va zaruriy sistemaning logarifmik xarakteristikalari.

3.4. Zaruriy sistemaning LACHX va LFChXsini qurish. (1,4,5,6,9)

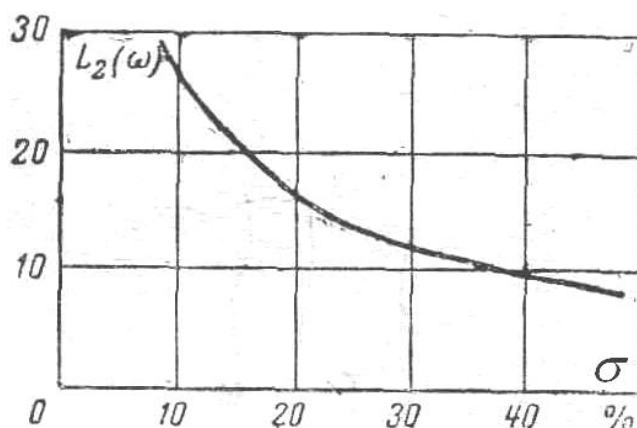
Ochiq sistemaning zaruriy logarifmik xarakteristikalari loyihalashtirilayotgan sistemaga qo'yilgan quyidagi talablar orqali quriladi: kerakli kuchaytirish koefitsienti, sistemaning astatizm darajasi, o'tkinchi jarayon vaqti, o'tarostlash qiymati.

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

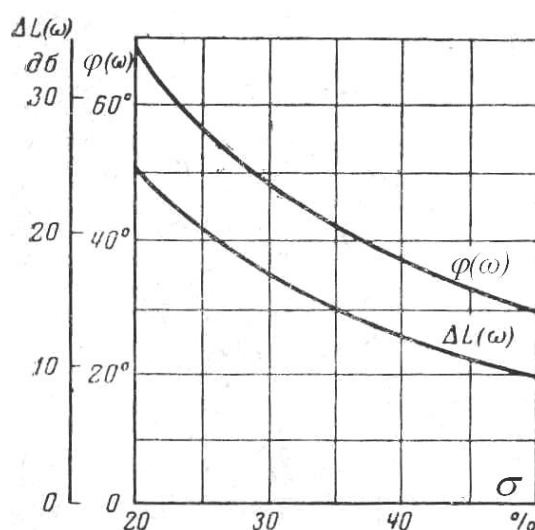
Amplitudaviy xarakteristikaning o'rta chastotali qismi eng ahamiyatga ega qismidir, chunki sistemaning o'tkinchi jarayon sifati asosan shu qism xakteri bilan aniqlanadi. Kesishish chastotasi ω_{kz} da LACHX og'maligi -20db/dek bo'lishi shart. Kesishish chastotasi o'tkinchi jarayon vaqti t_o va o'tarostlash qiymati σ bilan aniqlanadi: $\omega_{kz} \geq \frac{a_0\pi}{t_o}$, bunda a_0 - koefitsient σ ga asosan topiladi. (3-rasm).



3-rasm. a_0 ning σ ga bog'liqlik grafigi



4-rasm. L_2 ning σ ga bog'liqlik grafigi



5-rasm. ΔL va $\Delta\varphi$ ning σ 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 σ ning qiymati shuncha kichik bo`ladi. LACHXning o`rta qismi past chastotali qism bilan og`maligi  $-40$  db/dek  $-60$  db/dek bo`lgan kesma orqali tutashtiriladi.

LACHXning yuqori chastotali qismi sistemaning dinamikasiga ta`sir ko`rsatmaydi, shuning uchun bu qismni ixtiyoriy ravishda olish mumkin. Bu qismni qurishda korrektlovchi qurilmaning soddaroq bo`lishiga intilish lozim.

Zaruriy LACHX qurish tartibi:

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

Qurilayotgan misol uchun $\omega_{kz} = \frac{a_0 \pi}{t_o} = \frac{2.8 \cdot 3.14}{0.6} \approx 15 c^{-1} (\lg \omega_{kz} = 1.13)$ nuqtadan

-20 db/dek og`malikda to`g`ri chiziq o`tkazamiz. ω_{2z} va ω_{3z} chastotalarni L_1 va L_2 asosida topamiz ($\sigma = 23$ % da grafikdan $L_1=L_2=12 \div 15$ db). L_z ning boshqa qismlarini chizish 2-rasmda ko`rsatilgan. $L_z(\omega)$ ga asosan uzatish funksiyasini yozamiz:

$$W_z(p) = \frac{K(T_{2z}p + 1)}{p(T_{1z}p + 1)(T_{3z}p + 1)} = \frac{120 \cdot (0.32p + 1)}{p(2.88p + 1)(0.08p + 1)} \quad (8)$$

Zaruriy LFChXsi quyidagi formula bo`yicha hisoblanadi:

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

2-jadval

Chastotani 0 dan ∞ gacha o`zgarganda $\varphi_z(\omega)$ ni qiymatlari

Chastota, ω	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, ω	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, ω	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 bo`yicha 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,  $\Delta \varphi = 55^\circ$  bo`lishi kerak. Demak, qurilgan $L_z(\omega)$ sistemaga qo`yilgan talablarni qanoatlantiradi.

3.5. LACHXlar asosida korrektlovchi qurilmani tanlash (5,6,9)

Sistemaning dinamik ko`rsatkichlarini ta`minlash uchun ketma-ket, parallel va aralash korreksiyalar qo`llaniladi. Bu korreksiyalarning har biri o`z kamchilik va ijobiy tomonlariga ega.

Parallel korreksiyaning hisoblash tartibi:

1. Berilgan sistema LACHXsi $L_{bn}(\omega)$ quriladi.
2. Sistemaga qo`yilgan talablar asosida zaruriy sistema LACHXsi quriladi.
3. Qurilgan LACHXlarga binoan ularga mos keluvchi LFChXlar quriladi.

4. Korrektlovchi qurilmaning ulanish joyi belgilanadi va qurilma parallel ulangan qismi LACHXsi chiziladi.
5. Parallel ulangan korrektlovchi 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 korrektlovchi qurilma sxemasi tanlaniladi.

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

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

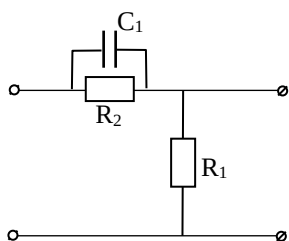
Qaysi xil korreksiyaning tanlash berilgan sistema xususiyatlari va unga qo'yilgan talablarga bog'liqdir. Ba'zan aralash korreksiya ham qo'llaniladi.

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

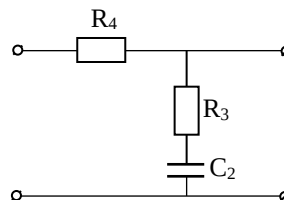
1-6 punktlarni bajarib va o'zgaras tok korrektlovchi zvenolari jadvallaridan (4,5,6,7,9,10) korrektlovchi element LACHXsi va sxemasini topamiz.

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

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: $T_{1z} = 2.88c$, $T_2 = 0.35c$, $T_{3z} = 0.08c$, $T_{2z} = 0.32c$.



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

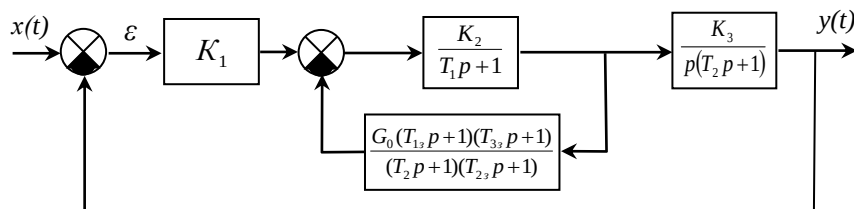


$$T_{3z} = R_3 \cdot C_2, \quad T_{2z} = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) \cdot T_{3z}$$

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.

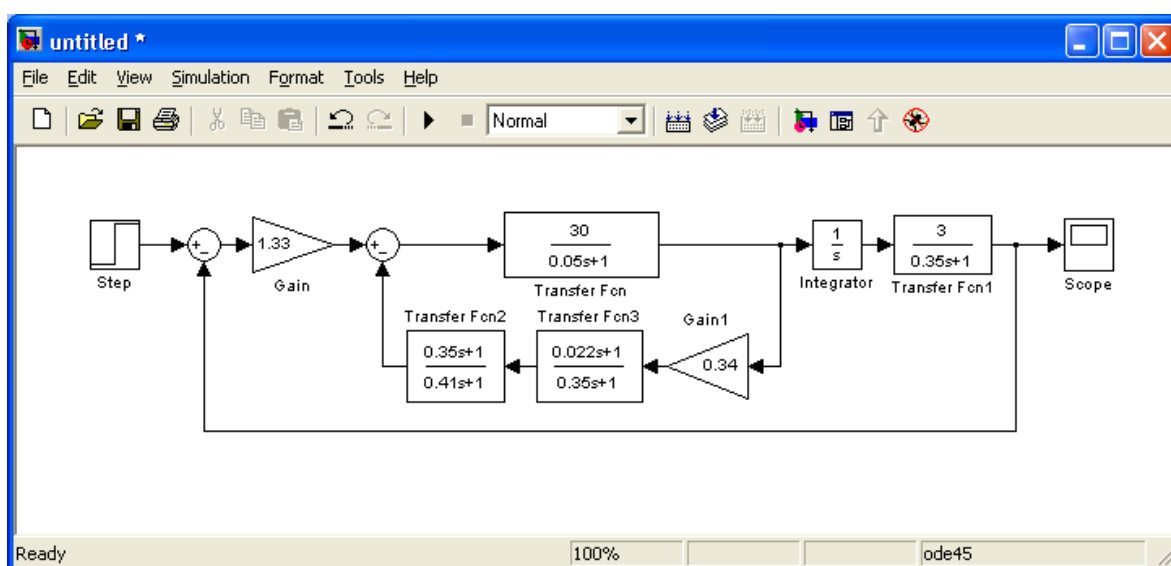
Agar tanlangan korrektlovchi qurilma hisoblanganidan farq qilsa, unda sxemaga ulangan korrektlovchi qurilmani hisobga olingan holda korrektlangan sistema uzatish funksiyasi $W_{ks}(p)$ topiladi. Ko'rilayotgan misolda $W_{ks}(p) = W_z(p)$, shuning uchun keyingi hisoblarda $W_z(p)$ ni ishlatish mumkin.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



7-rasm. Korrektlangan sistemaning struktur sxemasi.

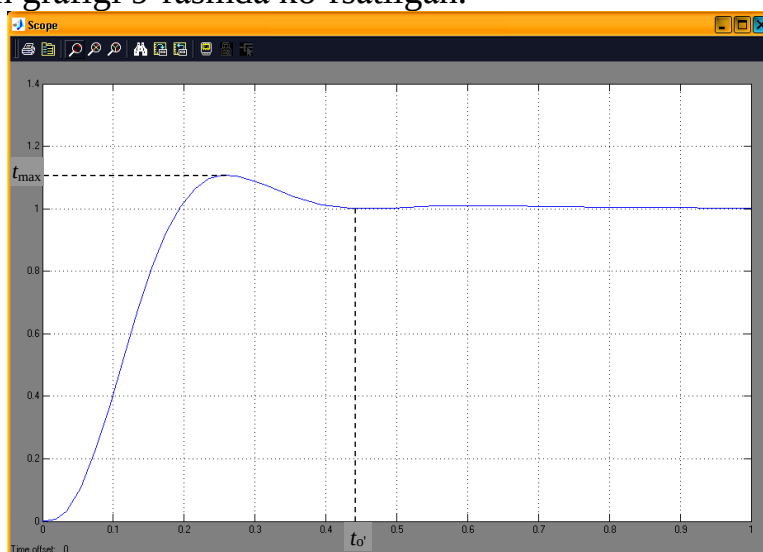
3.6. O`tkinchi jarayonni EHMda hisoblash.

O`tkinchi jarayonni xar xil usullar yordamida hisoblash mumkin. Kurs ishida korrektlangan 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 korrektlangan sistemaning struktur sxemasi.

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



9-rasm. Korrektlangan 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 $t_o = 0.43$ s ni topamiz. Korrektlangan sistemaning bu qiymatlari loyihalalanayotgan sistemaga qo'yilgan talablarni qanoatlantiradi. Aks holda zaruriy sistema LACHXi boshqatdan qurilib, yangi korrektlovchi qurilma topilishi lozim.

3.7. 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 koefisientlar xatolik koefisientlari bo'lib, quyidagicha topiladi:

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

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

$$C_1 = \Phi'(p)_{p=0} = \frac{(3T_1 T_2 p^2 + p(T_1 + T_2) + 1)(T_1 T_2 p^3 + p^2(T_1 + T_2) + p + K)}{(T_1 T_2 p^3 + p^2(T_1 + T_2) + p + K)^2} - \frac{(3T_1 T_2 p^2 + p(T_1 + T_2) + 1)(T_1 T_2 p^3 + p^2(T_1 + T_2) + p)}{(T_1 T_2 p^3 + p^2(T_1 + T_2) + p + K)^2} \Big|_{p=0} = \frac{1}{K} = \frac{1}{120} = 0.008,$$

$$C_2 = \Phi''(p)_{p=0} = \frac{1}{K} \left(T_1 + T_2 - \frac{1}{K} \right) = \frac{1}{120} \left(0.05 + 0.35 - \frac{1}{12} \right) = 0.003.$$

Ko'rilayotgan misol uchun:

$$S_0 = 0; \quad S_1 = 0.008; \quad S_2 = 0.003 \quad \text{ga teng.}$$

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) $x(t) = t; \quad x'(t) = 1; \quad x''(t) = 0; \quad \varepsilon(t) = C_1 x'(t) = 0.008;$
- v) $x(t) = t^2; \quad x'(t) = 2t; \quad x''(t) = 2; \quad \varepsilon(t) = 0.016t + 0.003.$

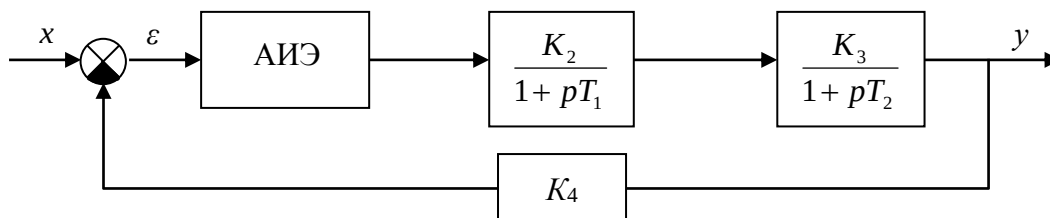
Xisoblash natijalarini analiz qilib, bu sistema faqat o'zgarmas kirish signaliga nisbatan astatik sistema ekanligini aytish mumkin.

4. Chiziqli impul's sistemani hisoblash.

4.1. 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 ko'efficientlari:

$$K_2=16; \quad K_3=8 \text{ 1/bc}; \quad K_4=0.11 \text{ bc}$$

v) elementlarning vaqt doimiyligi

$$T_1=0.2 \text{ s}; \quad T_2=0.25 \text{ s.}$$

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

4.2. 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:

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

γ - 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 $\alpha_1 = 1/T_1$; $\alpha_2 = 1/T_2$; $d_1 = e^{-\frac{T}{T_1}} = e^{-\frac{0.5}{0.05}} = 0.00005$; $d_2 = e^{-\frac{T}{T_2}}$ son qiymatlarini qo'yib,

$$W_0(z) = \frac{0.77z}{z^2 - 0.215z + 0.01}; \quad W_\delta(z) = \frac{0.77z}{z^2 - 0.13z + 0.01} \text{ ni topamiz.}$$

$z = \frac{1 + \omega}{1 - \omega}$ almashtirish kiritamiz.

$$\begin{aligned} W_\delta(z) &= \frac{0.77z}{z^2 - 0.13z + 0.01} = \frac{\frac{0.77 \cdot (1 + \omega)}{1 - \omega}}{\left(\frac{1 + \omega}{1 - \omega}\right)^2 - 0.13 \cdot \left(\frac{1 + \omega}{1 - \omega}\right) + 0.01} = \\ &= \frac{\frac{0.77 \cdot (1 + \omega)}{1 - \omega}}{\frac{(1 + \omega)^2 - 0.13 \cdot (1 + \omega)(1 - \omega) + 0.01 \cdot (1 - \omega)^2}{(1 - \omega)^2}} = \\ &= \frac{0.77 + 0.77 \cdot \omega}{1 - \omega} = \frac{0.77 - 0.77 \cdot \omega^2}{1 + 2 \cdot \omega + \omega^2 - 0.13 + 0.13 \cdot \omega^2 + 0.01 - 0.02 \cdot \omega + 0.01 \cdot \omega^2} = \\ &= \frac{0.77 - 0.77 \cdot \omega^2}{1.14 \cdot \omega^2 + 1.98 \cdot \omega + 0.88} \end{aligned}$$

$D(\omega) = 1.14 \cdot \omega^2 + 1.98 \cdot \omega + 0.88 = 0$ hosil qilamiz.

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

Bunda $a_0 = 1.14$, $a_1 = 1.98$, $a_2 = 0.88$.

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

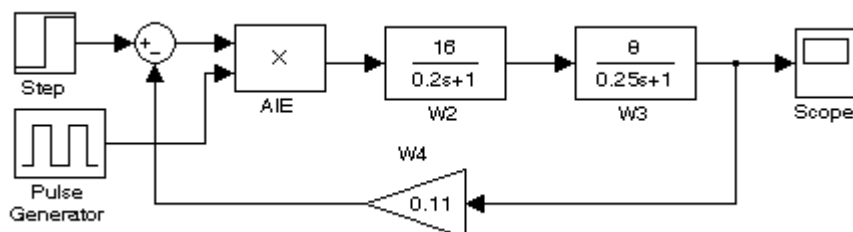
$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 \\ a_0 & a_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1.98 & 0 \\ 1.14 & 0.88 \end{vmatrix} = 1.98 \cdot 0.88 - 0 \cdot 1.14 = 1.7424 > 0.$$

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

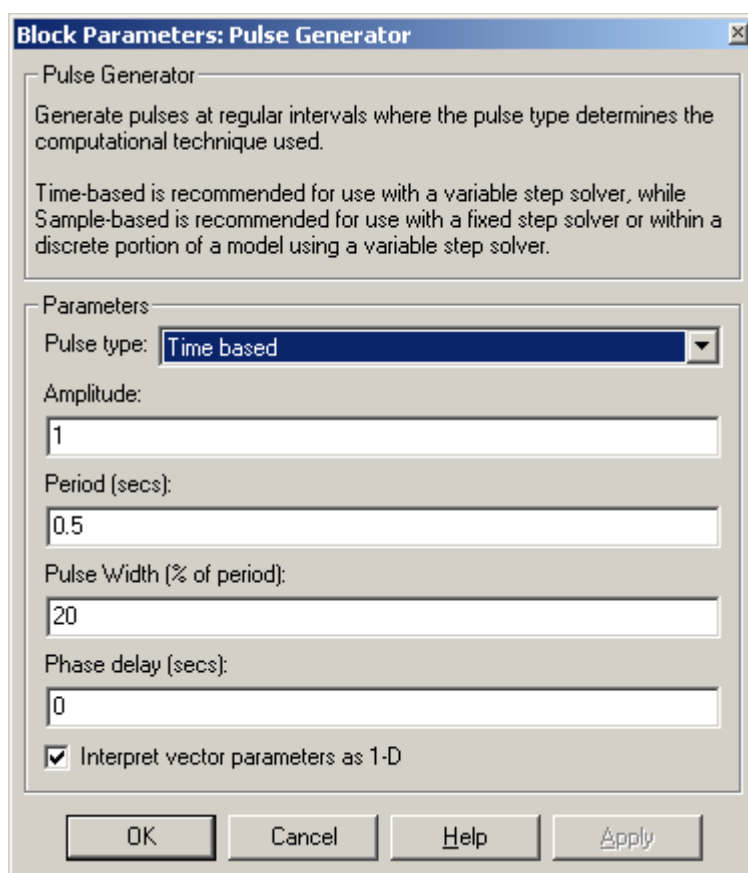
4.3. Chiziqli impul's sistemadagi o'tkinchi jarayonni EHM yordamida Matlab dasturi muhitida hisoblash.

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

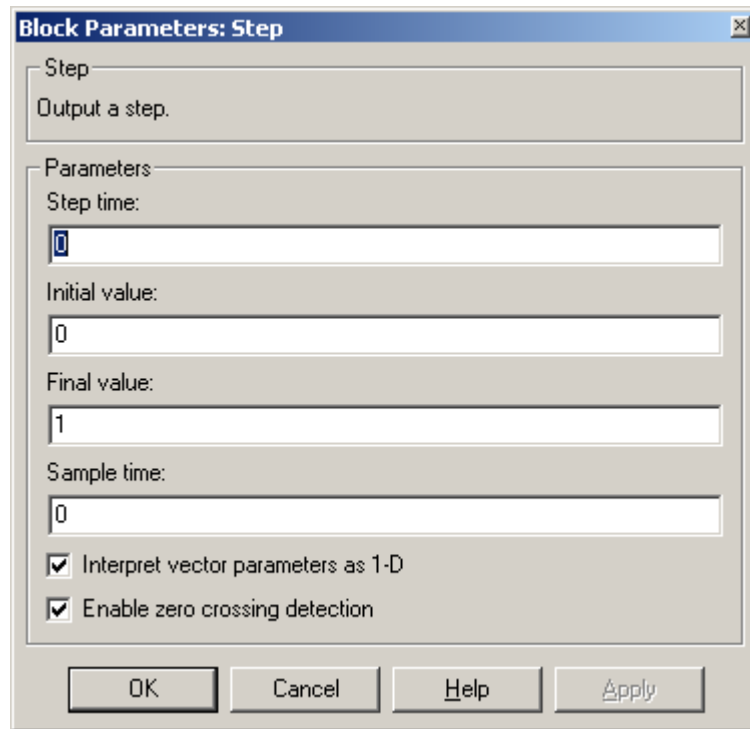
Matlab dasturi muhitida impulsli element «Pulse Generator» va «Product» bloklari yordamida xosil qilinadi. Bunda «Pulse Generator» bloki parametrlari berilgan qiymatlar asosida sozlanadi. Natijada quyidagi modelni hosil qilamiz.



11 – rasm. Berilgan sistemaning Matlab dasturidagi strukturaviy sxemasi

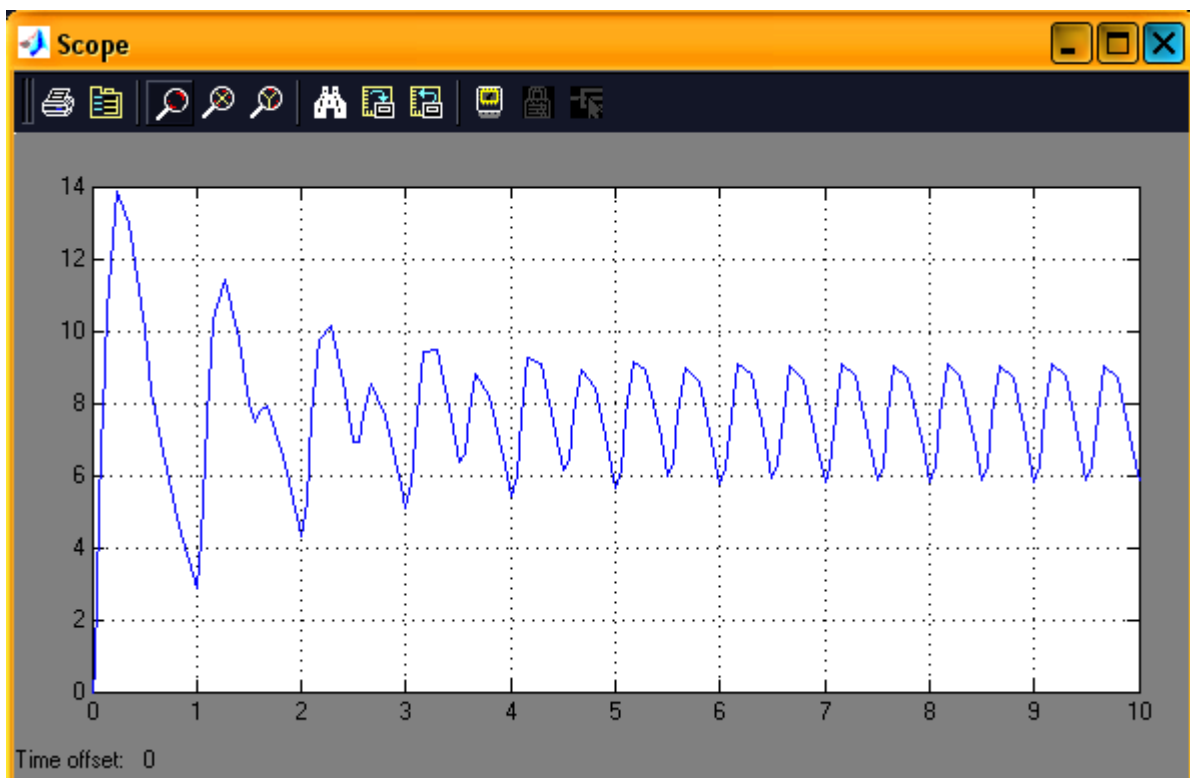


12 – rasm. «Pulse Generator» blokini sozlash oynasi.



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.

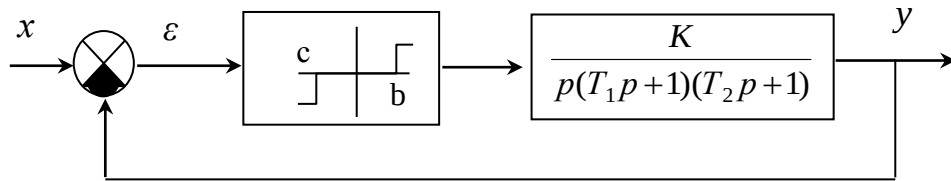
Bundan shuni xulosa qilish mumkinki, ushbu grafik ham sistemaning turg'unligini ko`rsatib turibdi.

5. Nochiziqli ABSni tekshirish

5.1. 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

$$K = 40 \text{ grad/s}; \quad T_1 = 0,1\text{s}; \quad T_2 = 0,2 \text{ s.}$$

v) nochiziqli element parametrlari

$$b = s = 10$$

Avtotebranishlar hosil bo'lishi imkoniyati quyidagi tartibda tekshiriladi:

Berilgan shartlar

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

Bu hisoblash sxemasiga asosan

$$W_{ch}(j\omega) = W_{ch}(p)|_{p=j\omega} = \left[\frac{K(T_1 + T_2)}{\omega^2(T_1 + T_2)^2 + (1 - \omega^2 T_1 T_2)^2} - j \frac{K(1 - \omega^2 T_1 T_2)}{\omega^3(T_1 + T_2)^2 + \omega(1 - \omega^2 T_1 T_2)^2} \right]$$

Son qiymatlari o'rniga qo'yib

$$U(\omega) = \frac{12}{0,09\omega^2 + (1 - 0,02\omega^2)^2}; \quad V(\omega) = \frac{40(1 - 0,02\omega^2)}{0,09\omega^3 + \omega(1 - 0,02\omega^2)^2};$$

topamiz.

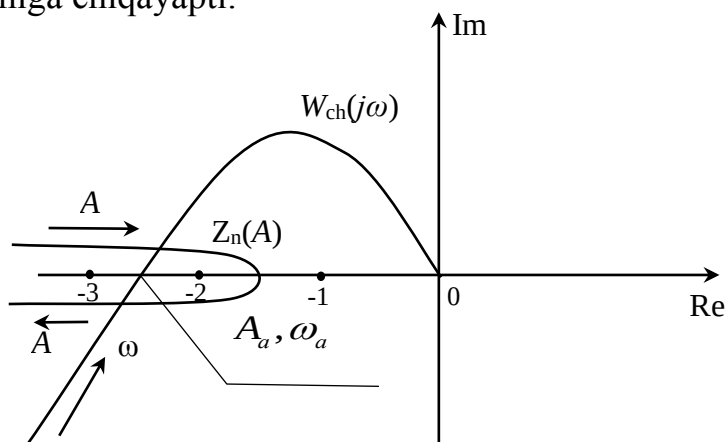
Berilgan nochiziqli elementning ekvivalent uzatish koeffisienti W_n ni ilova 4 dan topamiz.

$$W_n(A) = \frac{4c}{\pi A} \sqrt{1 - \frac{b^2}{A^2}}, \quad A \geq b$$

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

Bu formulaga b va s ning son qiymatlarini qo'yib va A ni 10 dan ∞ gacha o'zgartirib kompleks tekislikda $Z_n(A)$ ni chizamiz. Shu tekislikda ω ga 0 dan ∞ 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.



15-rasm. Chiziqli qism AFXsi va nochiziqli elementning garmonik xarakteristkasi

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

6. Kurs ishini bajarish bo'yicha variantlar

Vazifa-1

Variantlar	Chiziqli qism parametrlari					Sistemaga talablar			Nochiziqli qism parametrlari			Impul' elementi parametrlari	
	K ₂	K ₃	T ₁	T ₂	υ	ε _{ck}	σ	t _n	tip	b	c	T	γ
1	21	3	0,05	0,3	20	0,2	18	0,3	I	-	6	1	0,4
2	19	7	0,06	0,25	21	0,21	20	0,3	II	1	3	0,5	0,2
3	18	6	0,07	0,2	22	0,3	22	0,3	V	3,5	8	1	0,4
4	31	2	0,08	0,2	23	0,19	24	0,2	I	-	7	0,5	0,2
5	17	5	0,09	0,2	24	0,15	26	0,2	II	1,5	8	1	0,4
6	19	3,5	0,08	0,25	25	0,2	26	0,23	V	4	10	0,5	0,2
7	23	6	0,07	0,3	26	0,19	30	0,3	I	-	5	1	0,4
8	26	4,5	0,06	0,35	27	0,18	29	0,3	II	2	10	0,5	0,2
9	19	5	0,05	0,35	28	0,27	27	0,3	V	5	15	1	0,4
10	29	3,5	0,04	0,4	29	0,18	26	0,3	I	-	9	0,5	0,2
11	30	3	0,05	0,35	30	0,25	23	0,3	II	2	8	1	0,4
12	17	3,5	0,06	0,3	29	0,23	21	0,3	V	4	12	0,5	0,2
13	25	4	0,07	0,35	28	0,2	19	0,3	I	-	8	1	0,4
14	23	4,5	0,08	0,3	27	0,19	18	0,3	II	2,5	9	0,5	0,2
15	18	5	0,09	0,4	26	0,16	20	0,3	II	1,5	10	1	0,4
16	30	4	0,1	0,3	25	0,13	22	0,25	V	3	10	0,5	0,2
17	24	3,5	0,11	0,25	24	0,17	24	0,25	II	2	9	1	0,4
18	26	4,2	0,1	0,3	23	0,16	26	0,25	V	4	12	0,5	0,2
19	23	3,7	0,09	0,3	22	0,18	28	0,3	I	-	7	1	0,4
20	20	3,9	0,08	0,35	21	0,2	27	0,3	II	2,8	9	0,5	0,2
21	18	4,9	0,11	0,3	20	0,18	25	0,25	V	5	13	1	0,4
22	16	4,9	0,1	0,3	19	0,16	23	0,25	I	-	6	0,5	0,2
23	19	5,2	0,09	0,35	18	0,18	21	0,3	II	2,7	9,5	1	0,4
24	22	4,6	0,08	0,3	17	0,17	19	0,25	V	6	12	0,5	0,2
25	27	4,2	0,07	0,35	19	0,19	20	0,3	I	-	5	1	0,4
26	22	4,6	0,08	0,3	17	0,17	19	0,25	V	6	12	0,5	0,2
27	27	4,2	0,07	0,35	19	0,19	20	0,3	I	-	5	1	0,4

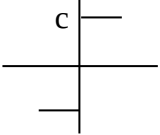
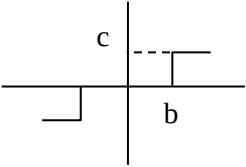
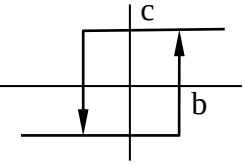
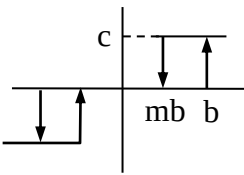
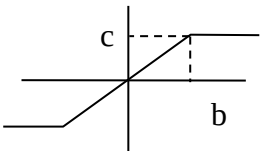
Vazifa-2

Variantlar	Chiziqli qism parametrlari							Sistemaga talablar			Nochiziqli qism parametrlari				Impul'sli elementi parametrlari	
	K ₂	K ₃	K ₄	T ₁	T ₂	T ₃	x	ε_{ct}	σ	t _n	tip	b	c	m	T	γ
1	5	10	0,1	0,1	0,3	0,5	10	0,01	18	0,6	III	2	5	0,5	1	0,2
2	10	5	0,2	0,15	0,25	0,4	5	0,02	20	0,35	IV	1	3	0,3	0,5	0,1
3	5	5	0,4	0,2	0,2	0,3	10	0,003	22	0,5	III	3	6	0,6	1	0,2
4	10	5	0,1	0,25	0,15	0,25	4	0,015	24	0,45	IV	2	4	0,4	0,5	0,1
5	5	20	0,1	0,3	0,1	0,2	8	0,02	26	0,4	III	2,5	5	0,5	1	0,2
6	6	19	0,2	0,1	0,35	0,55	10	0,03	26	0,4	IV	1,5	3	0,3	0,5	0,1
7	7	18	0,15	0,15	0,3	0,5	8	0,02	24	0,45	III	3	6	0,6	1	0,2
8	8	17	0,1	0,2	0,25	0,45	5	0,01	22	0,5	IV	2	4	0,4	0,5	0,1
9	9	16	0,05	0,25	0,2	0,4	6	0,013	26	0,55	III	2	5	0,5	1	0,2
10	10	10	0,15	0,3	0,15	0,35	10	0,015	18	0,6	IV	1	3	0,3	0,5	0,1
11	15	12	0,1	0,35	0,1	0,3	12	0,02	20	0,55	III	1,5	5	0,6	1	0,2
12	11	13	0,05	0,4	0,15	0,25	8	0,02	22	0,5	IV	2,5	4	0,4	0,5	0,1
13	12	14	0,08	0,45	0,2	0,2	9	0,021	24	0,45	III	3	5	0,5	1	0,2
14	10	11	0,13	0,5	0,25	0,15	12	0,025	25	0,5	IV	2	3	0,3	0,5	0,1
15	10	10	0,11	0,45	0,3	0,2	13	0,03	26	0,5	III	2	6	0,6	1	0,2
16	13	9	0,09	0,4	0,35	0,2	10	0,02	24	0,5	IV	2,5	4	0,4	0,5	0,1
17	15	8	0,08	0,35	0,4	0,15	10	0,015	22	0,45	III	1,5	5	0,5	1	0,2
18	20	7	0,1	0,3	0,3	0,2	10	0,013	20	0,4	IV	2	3	0,3	0,5	0,1
19	15	6	0,12	0,25	0,35	0,2	8	0,01	18	0,35	III	2,5	6	0,6	1	0,2
20	16	5	0,07	0,07	0,4	0,15	9	0,013	20	0,4	IV	3	4	0,4	0,5	0,1
21	11	7	0,12	0,12	0,45	0,1	11	0,023	22	0,45	III	2,5	5	0,3	1	0,2
22	15	8	0,13	0,13	0,5	0,3	13	0,03	24	0,5	IV	2	3	0,3	0,5	0,1
23	13	5	0,08	0,08	0,3	0,4	25	0,02	26	0,55	III	2	6	0,6	1	0,2
24	16	8	0,11	0,11	0,25	0,4	5	0,03	26	0,5	IV	2,5	4	0,4	0,5	0,1
25	15	6	0,12	0,12	0,3	0,4	6	0,06	24	0,45	III	3	5	0,5	1	0,2
26	16	8	0,11	0,11	0,25	0,4	5	0,03	26	0,5	IV	2,5	4	0,4	0,5	0,1
27	15	6	0,12	0,12	0,3	0,4	6	0,06	24	0,45	III	3	5	0,5	1	0,2

Vazifa-3

Variantlar	Chiziqli qism parametrlari							Sistemaga talablar			Nochiziqli qism parametrlari				Impul'sc elementi parametrlari	
	K ₂	K ₃	K ₄	T ₁	T ₂	T ₃	υ	ε _{ct}	σ	t ₀	tip	b	c	m	T	γ
1	15	6	0,12	0,25	0,3	-	25	0,15	24	0,43	I	3	5	0,5	1	0,2
2	16	8	0,11	0,2	0,25	-	30	0,2	26	0,5	IV	2,5	4	0,4	0,5	0,1
3	13	5	0,08	0,15	0,1	0,2	20	0,1	26	0,55	III	2	6	0,6	1	0,2
4	15	8	0,13	0,1	0,15	0,2	30	0,3	24	0,5	IV	2,6	3	0,3	0,5	0,1
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
6	16	5	0,07	0,2	0,17	0,15	27	0,17	20	0,4	IV	3	4	0,4	0,5	0,1
7	15	6	0,12	0,25	0,35	-	29	0,21	18	0,35	III	2,5	5	0,5	1	0,2
8	20	7	0,1	0,3	0,3	-	30	0,25	20	0,4	IV	2	3	0,3	0,5	0,1
9	15	8	0,08	0,25	0,2	0,15	21	0,17	22	0,45	III	1,5	5	0,5	1	0,2
10	13	9	0,09	0,2	0,1	0,15	23	0,18	24	0,5	III	2,5	4	0,4	0,5	0,1
11	10	10	0,11	0,25	0,25	0,2	21	0,13	26	0,55	III	-	6	0,6	1	0,2
12	10	11	0,13	0,3	0,1	0,15	24	0,13	26	0,5	IV	2	3	0,3	0,5	0,1
13	12	14	0,08	0,35	0,2	-	28	0,17	24	0,45	III	3	5	0,5	1	0,2
14	11	13	0,05	0,3	0,15	-	26	0,19	22	0,5	IV	2,5	4	0,4	0,5	0,1
15	15	12	0,1	0,25	0,1	0,2	30	0,23	20	0,55	III	1,5	6	0,6	1	0,2
16	10	10	0,15	0,3	0,15	-	30	0,2	18	0,6	IV	1	3	0,3	0,5	0,1
17	9	16	0,05	0,25	0,2	-	29	0,24	20	0,35	III	2	5	0,5	1	0,2
18	8	17	0,1	0,2	0,25	0,15	31	0,3	22	0,5	IV	2	4	0,4	0,5	0,1
19	7	18	0,15	0,15	0,3	-	25	0,2	24	0,45	III	3	6	0,6	1	0,2
20	6	19	0,2	0,1	0,15	0,2	21	0,18	26	0,4	IV	1,5	3	0,3	0,5	0,1
21	5	20	0,1	0,25	0,1	0,2	22	0,17	26	0,4	III	2,5	5	0,5	1	0,2
22	10	5	0,1	0,2	0,15	0,25	26	0,22	24	0,45	IV	2	4	0,4	0,5	0,1
23	5	5	0,2	0,1	0,15	0,3	29	0,21	22	0,5	III	2	6	0,6	1	0,2
24	10	5	0,2	0,15	0,1	0,4	30	0,23	20	0,55	IV	1	3	0,3	0,5	0,1
25	5	10	0,1	0,15	0,25	0,5	30	0,15	18	0,5	III	2	5	0,5	1	0,2
26	10	5	0,2	0,15	0,1	0,4	30	0,23	20	0,55	IV	1	3	0,3	0,5	0,1
27	5	10	0,1	0,15	0,25	0,5	30	0,15	18	0,5	III	2	5	0,5	1	0,2

Nochiziqli elementlarning statik xarakteristikalarini va garmonik chiziqlantirish koeffitsientlari

Tipi	Statik xarakteristikalar	$q(a)$	$q'(a)$
I		$\frac{4c}{\pi a}$	0
II		$\frac{4c}{\pi a} \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}},$ $a \geq b$	0
III		$\frac{4c}{\pi a} \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}},$ $a \geq b$	$-\frac{4c}{\pi a^2},$ $a \geq b$
IV		$\frac{2c}{\pi a} \cdot \left(\sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}} + \sqrt{1 - \frac{m^2 b^2}{a^2}} \right),$ $a \geq b$	$-\frac{2cb}{\pi a^2} (1 - m),$ $a \geq b$
V		$\frac{2c}{b} \cdot \left(\arcsin \frac{b}{a} + \frac{b}{a} \cdot \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}} \right),$ $a \geq b$	0

7. Kurs ishini bajarish grafigi

№	Qismlar	Bajarish grafigi (haftalar)								Ish hajmi (soatlar)
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1.	Chiziqli ABSning turg'unligini analiz qilish	+	+							2
2.	Chiziqli ABSni sintez qilish		+	+						6
3.	Korrektlangan chiziqli ABSning o'tkinchi jarayonini va qaror xatoligini hisoblash			+	+	+				8
4.	Chiziqli impul'sli ABS larni turg'unligini tekshirish va o'tkinchi jarayonini qurish					+	+			4
5.	Nochiziqli ABS ni tekshirish						+	+		3
6.	Kurs ishini yozish va himoya qilish								+	2
	Jami									25 soat

O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O`RTA MAXSUS
TA`LIM VAZIRLIGI

NAMANGAN MUHANDISLIK TEXNOLOGIYA
INSTITUTI

«Muhandislik-texnologiya» fakulteti

«FIZIKA» kafedrası

«Avtomatik boshqarish nazariyasi» fanidan

KURS ISHI

Bajardi: _____
_____ guruh talabasi

Qabul qildi: _____

Namangan – 2015

8. Foydalanilgan 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: Mashinostroyeniye, 1991.
5. Metodi klassicheskoy i sovremennoy teorii avtomaticheskogo upravleniya / Pod red. K.A.Pupkova. TOM 1-4. - M.: MGTU im. Bauman, 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. Chislennye metody. 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.

1-тажриба иши: Borland Delphi дастурлаш тили тизимида ишлаш асослари	2
1. Kurs ishiga qo`yilgan talablar	3
1.1. Qisqacha metodik qo`llanmalar va tushuntirish xati mazmuni	3
1.2. Grafik materiallar ro`yxati	4
2. Kurs ishiga vazifalar	4
2.1. Berilgan chiziqli uzluksiz sistemaning struktur sxemalari	4
2.2. Berilgan sistema parametrlari va loyihalanayotgan sistemaga qo`yilgan shartlar	5
3. Kurs ishini bajarishga misol	5
3.1. Berilgan aniqlik asosida sistemaning va oldingi kuchaytirgichning zaruriy uzatish koeffisientlarini aniqlash	5
3.2. Sistemaning uzatish funksiyalarini topish va turg`unlikning chastotaviy mezoni asosida sistemaning turg`unligini analiz qilish	6
3.3. Berilgan sistemaning logarifmik chastotaviy xarakteristikasini qurish	6
3.4. Zaruriy sistemaning LACHX va LFChXsini qurish. (1,4,5,6,9)	8
3.5. LACHXlar asosida korrektlovchi qurilmani tanlash (5,6,9)	9
3.6. O`tkinchi jarayonni EHMda hisoblash	11
3.7. Berk sistemadagi qaror xatolikni xisoblash	12
4. Chiziqli impul`s sistemani hisoblash	13
4.1. Chiziqli impul`s sistemaning turg`unligini analiz qilish va o`tkinchi jarayonini xisoblash	13
4.2. Impul`sli sistemaning turg`unligini Gurvis mezoni yordamida aniqlash	13
4.3. Chiziqli impul`s sistemadagi o`tkinchi jarayonni EHM yordamida Matlab dasturi muhitida hisoblash	15
5. Nochiziqli ABSni tekshirish	17
5.1. Nochiziqli ABSdagi avtotebranishlar rejimini Gol`dfarb usuli yordamida tekshirish	17
6. Kurs ishini bajarish bo`yicha variantlar	19
7. Kurs ishini bajarish grafigi	23
8. Foydalanilgan adabiyotlar	25

