

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI
NAMANGAN MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI**



“TJABIT” KAFEDRASI

«BOSHQARISH NAZARIYASI»
fanidan laboratoriya ishlarini bajarish uchun

USLUBIY KO‘RSATMA

(4-semestr, 18 soat, 8 ta laboratoriya ishi)

Ta‘lim yo‘nalishi: 5321700 Texnologik jarayonlar va ishlab
chiqarishni avtomatlashtirish va
boshqarish (paxta, to‘qimachilik va
yengil sanoat)

Ushbu uslubiy ko‘rsatma “Boshqarish nazariyasi” fanining O‘zbekiston
Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi ____ yil ____dagi ____-sonli

buyrug'i bilan tasdiqlangan na'munaviy va Namangan muhandislik-texnologiya instituti kengashi tomonidan tasdiqlangan ishchi o'quv dasturlari asosida tuzildi.

Uslubiy ko'rsatma 5321700 – “Texnologik jarayonlarni modellashtirish va optimallashtirish) yo'nalishi talabalari uchun mo'ljallangan bo'lib, ko'rsatmada har bir tajriba ishi uchun qisqacha nazariy ma'lumotlar, ishlarini bajarish tartibi va mavzuga oid savollar keltirilgan.

Tuzuvchilar:

Abdullayev H.O. - NamMTI, TJABIT kafedrası katta o'qituvchisi.

Haydarov B.A. - NamMTI, TJABIT kafedrası o'qituvchisi.

Ismonov M. A.- NamMTI, TJABIT kafedrası o'qituvchisi.

Ro'zimatov S. SH - NamMTI, TJABIT kafedrası assistenti.

Taqrizchilar:

Abdulazizov B.T. -NamDU, fizika kafedrası mudiri, fizika – matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori

Turaqulov A. – NamMTI, TJABIT kafedrası dotsenti

Uslubiy ko'rsatma TJABIT kaferdasining “_____” _____ 20__ yil №____ sonli yig'ilishida muhokamadan o'tgan va fakultet kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

Uslubiy ko'rsatma “Avtomatika va energetika” fakulteti o'quv-uslubiy kengashining 20__ yil “_____” _____ №____-sonli yig'lishida muhokamadan o'tgan va institut o'quv-uslubiy kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

NamMTI o'quv – uslubiy kengashida o'quv jarayonida foydalanishga tavsiya qilingan.

„_____“ _____ 20__ yil Bayonnoma № _____

1 – Tajriba ishi.

MatLAB da chiziqli avtomatik roslash sistemasining (ARS) strukturaviy o`zgartirish

1.1. Ishdan maqsad

MatLAB amaliy dasturi tarkibiga kiruvchi **Simulink** dasturi bilan tanishish. Tadqiq etilayotgan ARS struktura sxemasini dasturda tasvirlash va zvenolar bog`lanishining stukturaviy o`zgartirishlar ko`nikmasini mustahkamlash.

1.2. Jixozlanish.

IBM PC tipidagi shaxsiy EXM, MatLAB dasturi.

1.3. Nazariy qism.

Uzatish funksiyasi deb chiqish kattaligi $Y(s)$ ning Laplas tasviri kirish kattaligi $X(s)$ ning Laplas tasviriga boshlang`ich shartlar 0 ga teng bo`lgandagi nisbatiga aytiladi.

$$W(S) = \left. \frac{Y(S)}{X(S)} \right|_{t=0}$$

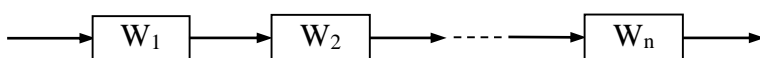
Uzatish funksiyasining umumiy ko`rinishi:

$$W(S) = \frac{b_0 S^{m-1} + b_1 S^{m-2} + \dots + b_m}{a_0 S^n + a_1 S^{n-1} + \dots + a_n}$$

MatLAB dasturida uzatish funksiyasi aynan shunday ko`rinishda kiritiladi. Zaruriy shart $n > m$ bo`lib, bu sistemaning fizik amalga oshirish sharti hisoblanadi.

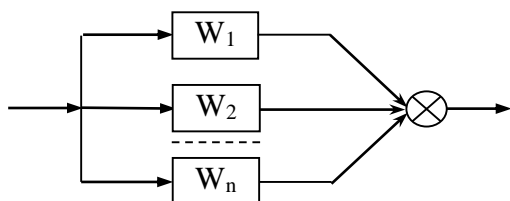
Strukturalarni o`zgartirish qoidalari:

1. Sistema zvenolarining ketma – ket bog`lanishi.



$$W_{um} = W_1 \cdot W_2 \cdot \dots \cdot W_n$$

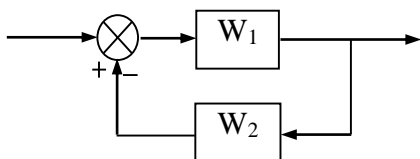
2. Sistema zvenolarining parallel bog`lanishi.



$$W_{um} = W_1 + W_2 + \dots + W_n$$

3. Sistema zvenolarining teskari bog`lanishi

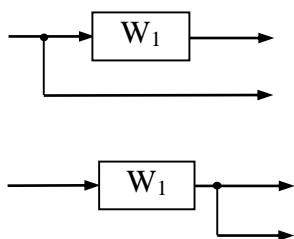
a) musbat va manfiy teskari bog`lanishli strukturalar



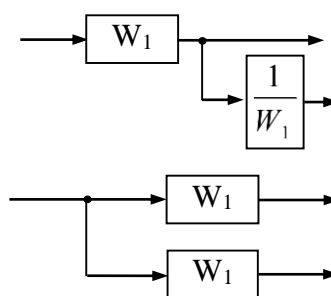
$$W_{um} = \frac{W_1}{1 \mp W_1 W_2}$$

4. Tugunlarni elementlararo ko`chirish

berilgan struktur sxemasi

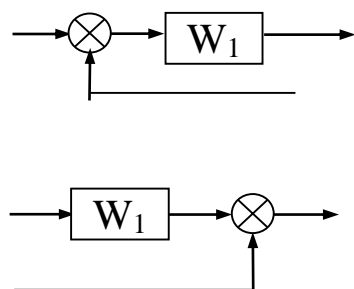


ekvivalent struktur sxema

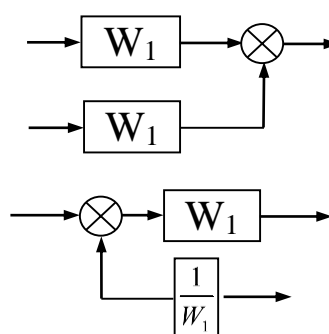


5. Summatorni elementlararo ko`chirish

berilgan struktur sxema

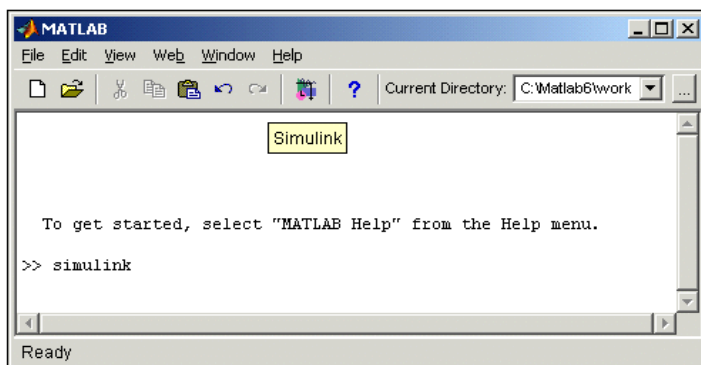


ekvivalent struktur sxema



1.4. Ishni bajarish buyicha metodik ko`rsatma.

Tajriba ishini bajarish uchun avval [MatLAB](#) dasturini ishga tushirish zarur. [MatLAB](#) dasturining asosiy oynasi 1.1- rasmda ko`rsatilgan.

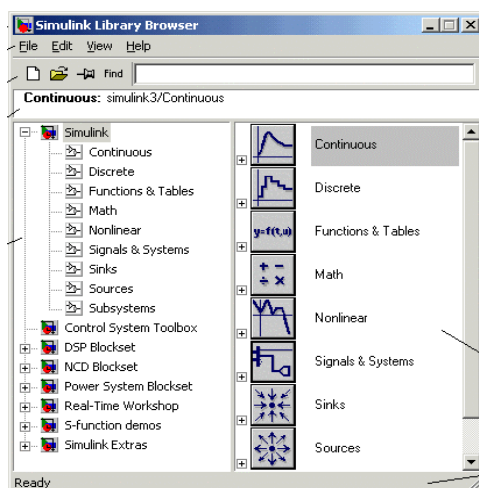


1.1.-rasm. [MatLAB](#) dasturining asosiy saxifasi.

[MatLAB](#) dasturining asosiy oynasi ekranda hosil bo`lgandan so`ng, **Simulink** qism dasturini ishga tushirish kerak. Buni quyidagi uchta usuldan biri yordamida amalga oshirish mumkin:

- [MatLAB](#) dasturi asosiy saxifasining instrumentlar panelidagi **Simulink** tugmasi bosish orqali;
- [MatLAB](#) asosiy saxifasining buyruqlar qatoriga **simulink** buyrug`ini yozish va Enter klavishasini bosish orqali;
- **File** menyusidagi **Open...** punktini bajarib, modellar fayli (**.mdl**-fayl) ni ochish orqali.


Oxirgi variant tayyor modellar ustida xisoblash amallarini bajarish uchun qulay xisoblanadi, ammo bu usulda qo`shimcha bloklar kiritish mumkin emas. Birinchi va ikkinchi usullarni qo`llash natijasida **Simulink** kutubxonasi bo`limlari ochiladi (1.2 -rasm).

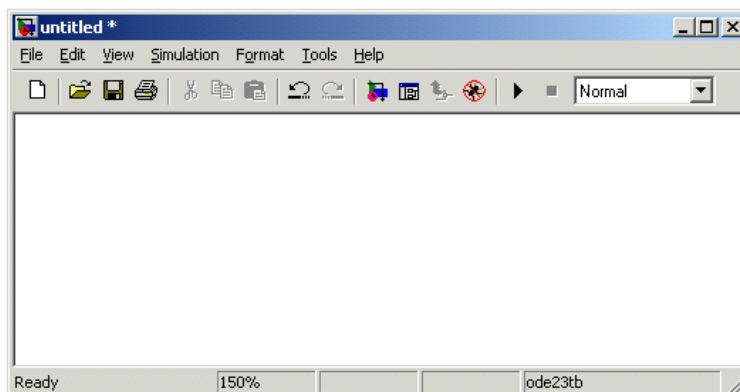


1.2.- rasm. **Simulink** kutubxonasi bo`limlari.

Model strukturasi tuzish.

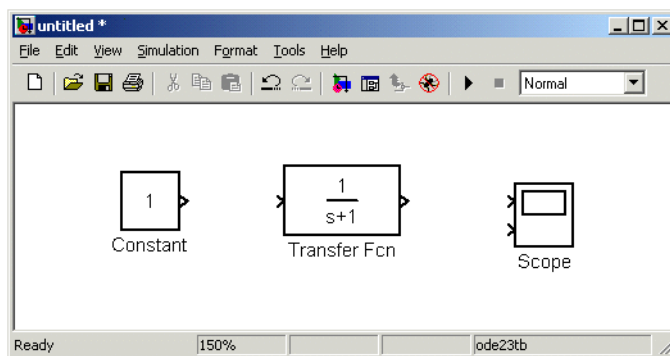
Simulink muxitida model tuzish uchun quyidagi punktlar ketma – ketligini bajarish kerak:

1. [File/New/Model](#) buyrug`i yordamida yoki instrumentlar panelidagi  tugmani qo`llash yordamida yangi model faylini tuzish (bu erda va keyinchalik, «/» belgisi yordamida ketma-ket bajarish uchun tanlash lozim bo`lgan programma menyusi punktlari ko`rsatiladi). (1.3. -rasm)



1.3.- rasm. Model tuzish oynasi.

2. [Model oynasiga bloklarni qo`yish](#). Buning uchun mos keluvchi kutubxona bo`limini ochish kerak (Masalan, **Sources** – Istochniki). Keyin esa kursor bilan kerakli blok tanlanadi va sichqonchanning chap tugmachasini bosib quyib yubormagan holda, blokni tuzilgan saxifaga «ko`chirib o`tkaziladi». 1.4-rasmda bloklardan tashkil topgan model saxifasi keltirilgan.

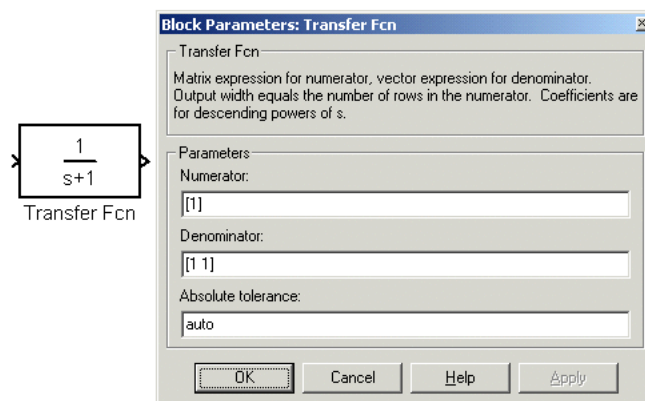


1.4- rasm. Bloklardan tashkil topgan model oynasi.

Blokni o`chirish uchun o`chirilishi lozim bo`lgan blok tanlanadi (kursor bilan uning rasmini ko`rsatish va sichqonchanning chap tugmachasini bosish orqali), so`ngra klaviaturadagi **Delete** klavishi bosiladi.

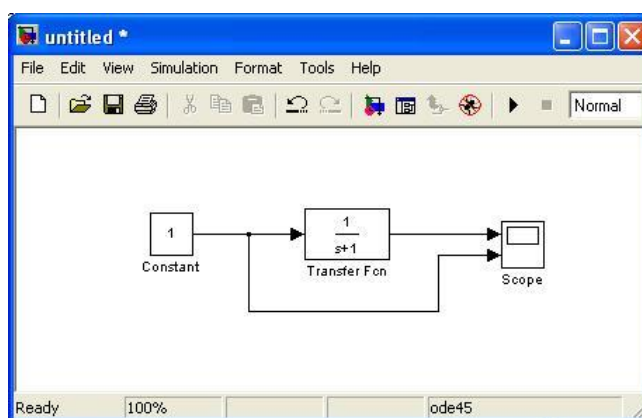
Blok o`lchamlarini o`zgartirish uchun o`zgartirilishi lozim bo`lgan blokni tanlash kerak, sichkoncha bilan blok burchaklaridan biri belgilanadi va chap tugmachasini bosgan xolda blok o`lchamlari o`zgartiriladi (bu holda kursor ikki tomonga qaragan strelka ko`rinishiga ega bo`ladi).

3. Agar extiyoji bo`lsa, dastur tomonidan o`rnatilgan parametrlarni o`zgartirish mumkin. Buning uchun kursor yordamida tanlangan blokda sichqonchanning chap tugmachasini ikki marotaba bosish kerak. Natijada, ushbu blok parametrlarini taxrir qilish saxifasi ochiladi. Sonli parametrlarni kiritish jarayonida butun sonlar vergul bilan emas, balki nuqta bilan ajratilishini inobatga olish zarur. O`zgartirishlar kiritib bo`lgandan so`ng saxifani **OK** tugmachasini bosish orqali yopish kerak. 1.5- rasmda misol tariqasida uzatish funksiyasini modellashtiruvchi blok va ushbu blok parametrlarini taxrirlovchi saxifa ko`rinishi keltirilgan. Bu oynadagi **Numerator** qatoriga uzatish funksiyasini suratidagi ko`pxadni koeffisientlar darajalari kamayib borish tartibida kiritiladi. **Denominator** qatoriga uzatish funksiyasini maxrajidagi ko`pxadni koeffisientlar darajalari kamayib borish tartibida kiritiladi.



1.5.-rasm. Uzatish funksiyasi bloki va berilgan blok parametrlarini taxrirlash oynasi.

4. [Bloklar o`rtasida bog`lanishlar bajarish.](#) Kutubxonadan kerakli barcha bloklarni sxemada joylashtirgandan so`ng sxema elementlarini bog`lashni bajarish zarur. Bloklarni bog`lash uchun kursor bilan blokning «chiqish»ini belgilash, so`ngra sichqonchaning chap tugmachasini bosgan holda chiziqni (liniyani) keyingi blok kirishiga keltirish kerak. Shundan so`nggina klavishani qo`yib yuborish mumkin. Tarmoqlanish nuqtasini xosil qilish uchun kursorni ulanish chizig`ida kerak bo`lgan tugunga olib kelish va sichqonchaning o`ng klavishasini bosgan xolda chiziqni tortish zarur. Chiziqni o`chirish uchun o`chirilishi lozim bo`lgan chiziqni tanlash talab etiladi (bloklar ustida bajarilgani kabi), so`ngra klaviaturadagi **Delete** klavishasini bosish lozim. 1.6- rasmda bloklar o`rtasida bog`lash amali bajarilgan model sxemasi keltrilgan.



1.6.-rasm. Bloklar o`rtasida bog`lanish bajarilgan model.

5. Xisoblash sxemasini tuzgandan so`ng uni oynadagi **File/Save As...** menyu punktini tanlab, xamda fayl nomi va papkani ko`rsatib, diskda fayl ko`rinishida

saqlash lozim. Shuni inobatga olish kerakki, fayl nomi 32 simvoldan oshmasligi, xarfdan boshlanishi hamda kirill va maxsus simvoldan tashkil topmagan bo`lishi kerak. Shu talablar fayl yo`li uchun ham ahamiyatli (fayl saqlanadigan papkalarga). Sxemani qayta taxrirlash jarayonlarida saqlash uchun **File/Save** menyu punktidan foydalanish etarli. **Simulink** qism dasturini qayta ishga tushirganda sxemani yuklash kutubxona nazorat qiluvchi saxifadagi yoki [MatLAB](#) asosiy saxifasidagi **File/Open** menyu punkti yordamida amalga oshiriladi.

1.5. Ishni bajarish tartibi.

1. [MatLAB](#) dasturi ishga tushiriladi.
2. **Simulink** qism dasturi ishga tushiriladi.
3. Yangi model fayli tuziladi.
4. Bibliotekadan talaba o`zining variantiga mos bloklarni model oynasiga joylashtiradi.
5. Bloklar orasidagi bog`lanishlar o`rnatiladi.
6. Blok parametrlari o`zgartiriladi.
7. Model fayli kerakli nom bilan saqlanadi.
8. Tuzilgan model strukturasi bosmaga chiqariladi.

1.6. Sinov savollari

1. Uzatish funksiyasini hamda nollari va qutblarini aniqlang.
2. Uzatish funksiyasini fizik amalga oshirish shartini ko`rsating.
3. Ketma-ket, parallel va teskari bog`langan zvenolarning uzatish funksiyasini hisoblash formulalarini keltiring.
4. Tugunlarni va summatorni elementlararo ko`chirish qoidalari.
5. Berk sistema uzatish funksiyasi va xatolik signalini hisoblash formulalarini keltiring va ta`rif baring.

2-Tajriba ishi.

Dinamik sistemalarning vaqt xarakteristikalarini tadqiq etish

2.1. Ishdan maqsad

O`tkinchi jarayonni qurish bilan tanishish. Tipik dinamik zvenolar va ularning o`tkinchi hamda impul`sli o`tkinchi jarayon xarakteristikalarini qurish.

2.2. Jixozlanish

IBM PC tipidagi shaxsiy EXM va [MatLAB](#) dasturi.

2.3. Masalaning qo`yilishi.

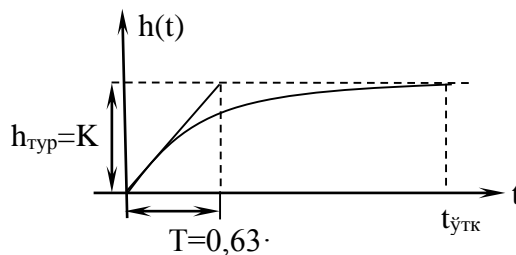
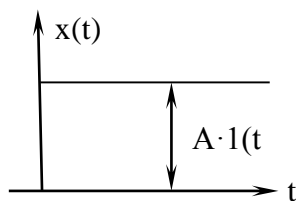
1. O`tkinchi jarayon xarakteristikalarini olish usullari va grafiklarini o`zgartirish imkoniyatlari bilan tanishish.
2. Tipik dinamik zvenolar vaqt xarakteristikalarini tadqiq qilish.

2.4. Nazariy qism.

Asosiy tipik kirish signallari:

- pog`onali signal (funksiya);
- impul`sli signal (funksiya);
- garmonik signal (funksiya).

Sistema (zveno)larning birlik pog`onali ta`sirga bo`lgan reaksiyasiga o`tkinchi jarayon yoki o`tish funksiyasi deyiladi va $h(t)$ bilan belgilanadi.



$$x = A \cdot 1(t); \quad A = \text{const};$$

$$1(t) = \begin{cases} 1, & \text{булса } t \geq 0 \\ 0, & \text{булса } t < 0 \end{cases}$$

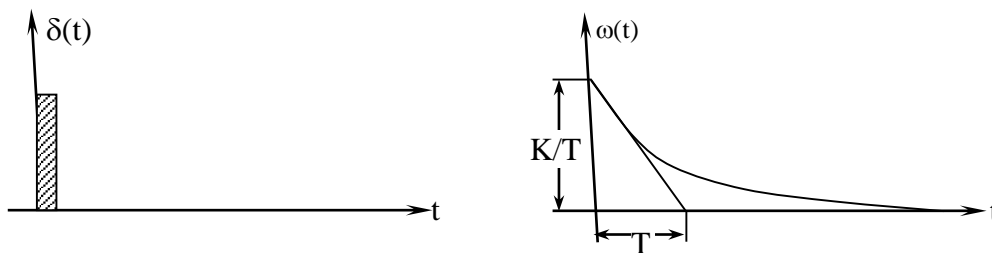
$$L\{A \cdot 1(t)\} = A \frac{1}{p}$$

$t_{o'tk}$ – o'tkinchi jarayon davomiyligi – chiqish signali turg'unlashgunga bo'lgan vaqt.

$T = \tau$ – vaqt doimiysi.

Bunda, $T = t \cdot h(t) = k(1 - 0,37) \cdot 1(t) = 0,63k$.

Sistema (zveno)larning birlik impul'sli ta'sirga bo'lgan reaksiyasi impul'sli o'tkinchi jarayon yoki vazn funksiyasi deyiladi va $\omega(t)$ bilan belgilandi.



$$x(t) = A \cdot \delta(t); \quad A = \text{const};$$

$$\delta(t) = \begin{cases} 0, & \text{bўlса } t \geq 0 \\ \infty, & \text{bўлса } t = 0 \end{cases}$$

$$\int_0^{\infty} \delta(t) dt = 1.$$

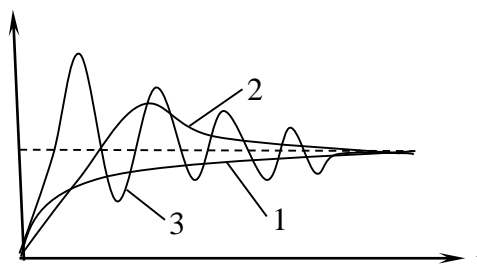
$$A \rightarrow \infty; \quad \Delta t \rightarrow 0$$

O'kinchi va impul'sli o'tkinchi funksiyalar jarayonning vaqt xarakteristikalarini xosil qiladi – bu signal kattaligi o'zgarishning vaqtga bog'liqligidir.

Sistema (zveno) larning garmonik ta'sirga bo'lgan reaksiyasi chastotaviy xarakteristika deyiladi.

O'tkinchi jarayon quyidagicha bo'lishi mumkin:

1. Monoton;
2. Aperiodik;
3. Tebranuvchan.



Pogʻonali taʼsirda rostlanish sifati quyidagi parametrlar boʻyicha aniqlanadi:

- t_p – rostlanish vaqti yoki oʻtkinchi jarayon vaqti (yoʻl qoʻyilishi mumkin xatolik zonasi 2Δ ga oʻtgungacha boʻlgan vaqt).

$$|h(t) - h_{\infty}(t)| \leq \Delta$$

$$\sigma\% = \frac{h_{\max}(t) - h_{\infty}(t)}{h_{\max}(t)} \cdot 100\%$$

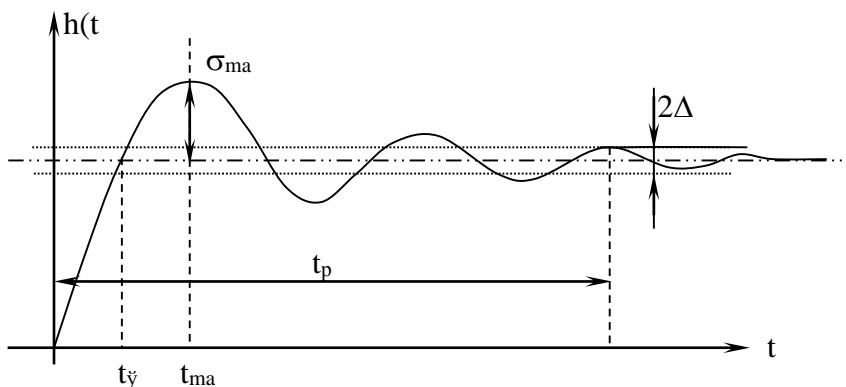
Qayta rostlash oʻrnatilgan qiymatdan oʻtkinchi jarayon grafigining maksimal ogʻishini xarakterlaydi; kichik va oʻrta quvvatli sistemalar uchun yoʻl qoʻyilgan qiymat

$$\sigma\% = (10 \div 20)\%$$

$\sigma\% = (30 \div 40)\%$ -- yuqori quvvatli sistemalar uchun, $\sigma\%$ - odatda 17% dan koʻp emas.

- oʻsib borish vaqti t_o – oʻrnatilgan qiymat bilan oʻtkinchi jarayon egri chizigʻi ogʻishining birinchi kesishish nuqtasi absissasi;
- t_{\max} – birinchi maksimum qiymatga erishish vaqti;
- chastota va tebranish davri $\omega = \frac{2\pi}{T}$; $T = \frac{2\pi}{\omega}$
- soʻnish dekrementi oʻtkinchi jarayonning soʻnish tezligini xarakterlaydi. $\chi\%$

$$\chi\% = \frac{|h_{\max}(t) - h_{\infty}(t)|}{|h_{\min}(t) - h_{\infty}(t)|} \cdot 100\%$$



Tipik dinamik zveno deb, tartibi ikkidan yuqori bo'lmagan differensial tenglamalar bilan ifodalanuvchi elementlar to'plamiga aytiladi.

1. Inersiyasiz (proporsional) zveno

$$y(t) = k \cdot x(t); \quad W(p) = k;$$

$$h(t) = L^{-1} \left\{ W(p) \cdot \frac{1}{p} \right\} = L^{-1} \left\{ k \cdot \frac{1}{p} \right\} = k \cdot 1(t).$$

2. Birinchi tartibli inersial zveno

$$T \frac{dy}{dt} + y(t) = k \cdot x(t); \quad W(p) = \frac{k}{T \cdot p + 1};$$

$$h(t) = L^{-1} \left\{ W(p) \cdot \frac{1}{p} \right\} = L^{-1} \left\{ \frac{k}{1 + pT} \cdot \frac{1}{p} \right\} = k \cdot (1 - e^{-t/T}) \cdot 1(t);$$

$$\omega(t) = h'(t) = L^{-1} \{ W(p) \} = \frac{k}{T} e^{-t/T} \cdot 1'(t)$$

T – vaqt doimiysi;

k – uzatish koeffisienti.

3. Tebranuvchi zveno

$$T^2 \frac{d^2y}{dt^2} + 2dT \frac{dy}{dt} + y(t) = k \cdot x(t); \quad W(p) = \frac{k}{T^2 p^2 + 2dTp + 1};$$

0 < d < 1 – so'nish (darajasi) koeffisienti.

$$h(t) = L^{-1} \left\{ W(p) \cdot \frac{1}{p} \right\} = L^{-1} \left\{ \frac{k}{T^2 p^2 + 2dTp + 1} \cdot \frac{1}{p} \right\} =$$

$$= k \cdot \left[1 - \frac{\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}}{\beta} \cdot e^{-\alpha t} \cdot \sin(\beta \cdot t + \varphi_0) \right];$$

$$\text{Bunda: } \alpha = \frac{d}{T}, \quad \beta = \frac{\sqrt{1-d^2}}{T}, \quad \varphi_0 = \arctg \frac{\sqrt{1-d^2}}{d};$$

$$\omega(t) = h'(t) = \frac{k(\alpha^2 + \beta^2)}{\beta} \cdot e^{-\alpha t} \cdot \sin \beta t.$$

4. Integrallovchi zveno

$$y(t) = k \int_0^t x(t) dt; \quad W(p) = \frac{k}{p};$$

$$h(t) = L^{-1} \left\{ W(p) \cdot \frac{1}{p} \right\} = L^{-1} \left\{ \frac{k}{p} \cdot \frac{1}{p} \right\} = k \cdot t \cdot 1(t);$$

$$\omega(t) = h'(t) = k \cdot 1'(t)$$

5. ideal differensiallovchi zveno

$$y(t) = k \frac{dx}{dt}; \quad W(p) = kp;$$

$$h(p) = L^{-1} \left\{ W(p) \cdot \frac{1}{p} \right\} = L^{-1} \left\{ k \cdot p \cdot \frac{1}{p} \right\} = k \cdot \delta(t);$$

$$\omega(t) = h'(t) = k \cdot \delta'(t);$$

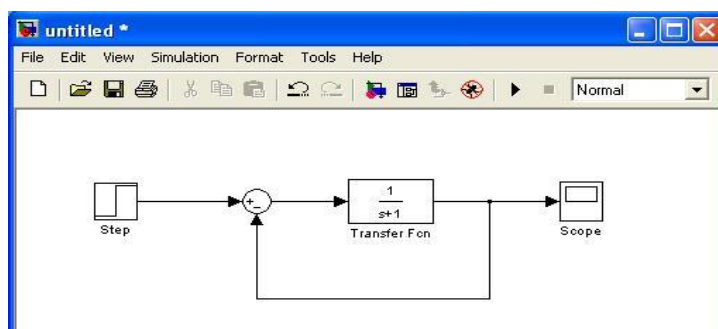
2.5. Ishni bajarish buyicha metodik kursatma.

[MatLAB](#) dasturi asosiy saxifasi ochilgandan keyin **Simulink** qism dasturini ishga tushirish kerak. Buning uchun 1 – tajriba ishida ko`rsatilgan uchta usulning biridan foydalanamiz.

Modelning o`tkinchi xarakteristikasini olish.

1. Sistemaning birlik pog`onali ta`sirga bo`lgan reaksiyasi **h(t)** – o`tish funksiyasini olish. Modelning kirishiga birlik pog`onali ta`sir xosil qilib beruvchi blok (**Step**) qo`yiladi va chiqishda shu funksiyaning grafiini ko`rsatuvchi (**Scope**) bloki qo`yiladi.
2. Sistemani ishga tushirish uchun **Simulink** saxifasi instrumentlar panelidagi (**Start**) tugmasi bosiladi. O`tkinchi jarayon grafigini ko`rish uchun esa **Scope** bloki ustiga kursor keltirilib, sichqonchanning chap tugmachasi ikki marta tez bosiladi.

[Yopiq sistema](#) o`tish funksiyasini olish uchun modelda teskari bog`lanish zanjiri amalga oshiriladi va ikkinchi punkt takrorlanadi (2.1-rasm).



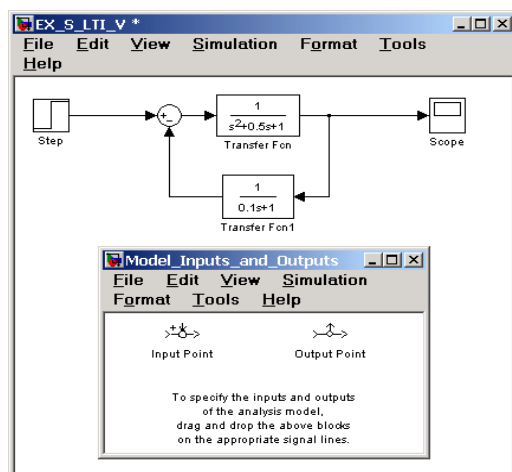
2.1-rasm. Teskari bog'lanishli model sxemasi.

Sistemaning vazn funksiyasini olish.

Buning uchun **Simulink LTI-Viewer** qism dasturini ishga tushirish lozim.

Bu quyidagicha amalga oshiriladi:

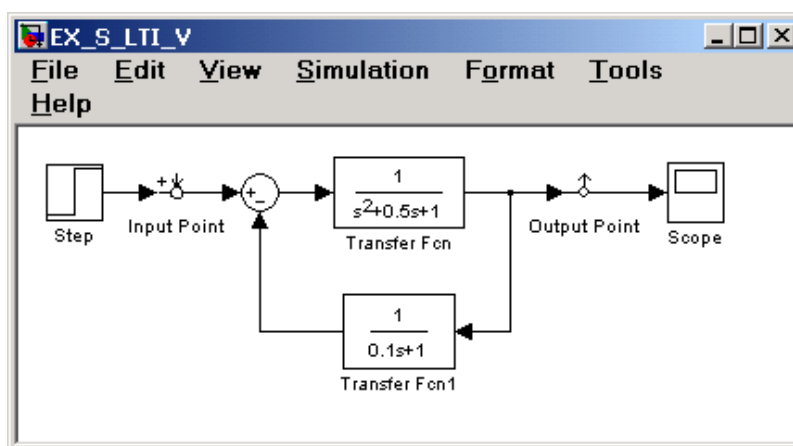
1. **Simulink**-modeli sahifasida **Tools\Linear Analysis...** komandasini bajarilganda **Model_Inputs_and_Outputs** sahifasi hamda **Simulink LTI-Viewer** bo'sh sahifasi ochiladi (2.2-rasm).



2.2-rasm. Simulink LTI-Viewer bo'sh sahifasi.

2. [Sistema kirishiga Input Point bloki va chiqishiga Output Point blokini o'rnatiladi](#)

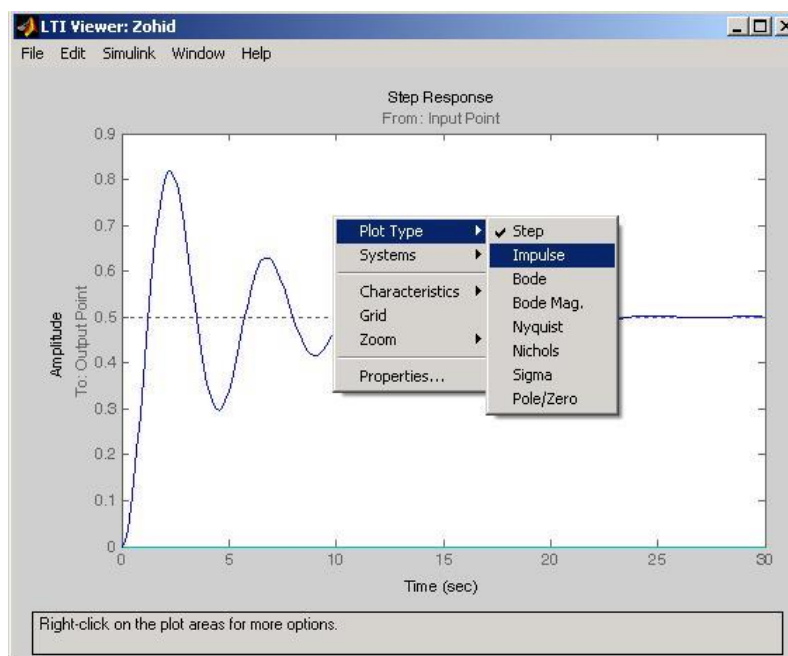
(2.3-rasm).



2.3-rasm. Input Point bloki va Output Point bloki o'rnatilgan model.

3. **LTI Viewer** sahifasida **Simulink\Get Linearized Model** komandasi bajariladi.

Bunda ekranda sistemaning birlik pogonali signalga bulgan reaksiyasi $h(t)$ -xarakteristika xosil buladi. Sitemaning vazn funksiyasini chikarish uchun **LTI Viewer** sahifasida sichkonchanning chap klavishasini bosiladi unda xarakteristikani uzgartirish darchasi paydo buladi. U erdan **Impulse** punkti tanlaniladi (2.4-rasm).



2.4-rasm.. **LTI Viewer** sahifasi.

2.6. Ishni bajarish tartibi.

1. MatLAB dasturi ishga tushiriladi.
2. Simulink qism dasturi ishga tushiriladi.
3. Variant bo`yicha kerakli sistema modeli tuziladi.
4. Sistemani o`tkinchi jarayon xarakteristikasini olish uchun **Scope** bloki ochiladi so`ngra instrumentlar panelidagi **Start** tugmachasi bosiladi.
5. Sistemaning impul`sli signalga bo`lgan reaksiyasini olish uchun **Simulink LTI-Viewer** sahifasi ochiladi.
6. Sistema kirishiga **Input Point** bloki va chiqishiga **Output Point** blokini o`rnatiladi.
7. **LTI Viewer** sahifasida **Simulink\Get Linearized Model** komandasi bajariladi.
8. Hosil bo`lgan oynada sichqoncha yordamida **Impulse** punkti tanlaniladi.

9. Modelning parametrlarini o`zgartiriladi va o`zgartirilgan model xarakteristikolari olinib oldingi olingan xarakteristikalar bilan solishtirilib analiz qilinadi.
10. Xarakteristikalar bosmaga chiqariladi.

2.7. Sinov savollari.

1. O`tkinchi va impulsli o`tkinchi funksiyalar.
2. Quyidagi zvenolar uchun vaqt xarakteristikalarini keltiring:
 - Aperiodik zveno
 - Tebranuvchi zveno
 - Integrallovchi zveno
 - Differensiallovchi zveno
3. Quyidagi zvenolarda vaqt xarakteristikalar manfiy birlik teskari aloqa ta`sirida qanday o`zgaradi.
 - Aperiodik zveno
 - Tebranuvchi zveno
 - Integrallovchi zveno
 - Differensiallovchi zveno
4. Kiritilgan uzatish funksiyalar parametrlarini o`zgartirish qanday amalga oshiriladi?

3-Tajriba ishi.

Dinamik sistemalarning chastotaviy xarakteristikalarini tadqiq etish

3.1. Ishdan maqsad

Amplituda va faza chastotaviy xarakteristikalarini qurish. Amplituda va faza chastotaviy xarakteristikalar va ularning bog`liqligini tadqiq etish. Chastotaviy xarakteristikalarini hisoblash, ularni qurish va tahlil qilish.

3.2. Jixozlanish

IBM PC tipidagi shaxsiy EXM va [MatLAB](#) dasturi.

3.3. Masalaning qo`yilishi.

1. Dasturning chastotaviy xarakteristikalarini qurish imkoniyatlari bilan tanishish.
2. **Simulink LTI-Viewer** qism dasturi yordamida chastotaviy xarakteristikalarini qurish.
3. Tipik dinamik zvenolarning chastotaviy xarakteristikalarini tadqiq etish.

3.4. Nazariy qism.

$W(p)$ uzatish funksiyasidan $p=j\omega$ almashtirish yo`li bilan chastotaviy uzatish funksiyasi $W(j\omega)$ olishimiz mumkin.

Chastotaviy uzatish funksiya yoki kompleks kattalikli funksiya $W(j\omega)$ haqiqiy o`zgaruvchi ω ga bog`liq, tarkibi haqiqiy $U(\omega)$ va mavhum $V(\omega)$ qismlardan iboratdir.

$W(j\omega) = U(\omega) + jV(\omega)$ -- algebraik ko`rinishi.

$W(j\omega) = A(\omega)e^{j\varphi(\omega)}$ -- darajali ko`rinishi.

bu erda $A(\omega)$ –amplituda chastotaviy xarakteristika (AFX) yoki Chastotaviy uzatish funksiyasining moduli.

$\varphi(\omega)$ - signal fazasi

$$A(\omega) = \sqrt{U^2(\omega) + V^2(\omega)} \qquad \varphi(\omega) = \arctg \frac{V(\omega)}{U(\omega)}$$

Amplituda fazaviy xarakteristika (AFX) – chastota 0 dan ∞ gacha o`zgarganda chastotaviy uzatish funksiya moduli godografi yoki chastotaviy uzatish funksiyasi fazalarining kompleks tekisligidagi chastotaga bog`liqlik grafigidir.

$$A(\omega) = \text{mod}W(j\omega) = \frac{A_{\text{mik}}(\omega)}{A_{\text{kup}}(\omega)} \text{-modul}$$

Chastotaviy uzatish funksiyasining yuqoridagi 2 ta yozilish formasidan quyidagi xarakteristikalarini keltirishimiz mumkin:

- $W(j\omega)$ – AFX-amplituda-fazaviy xarakteristika;
- $A(\omega)$ – AChX- amplituda-chastotaviy xarakteristika;

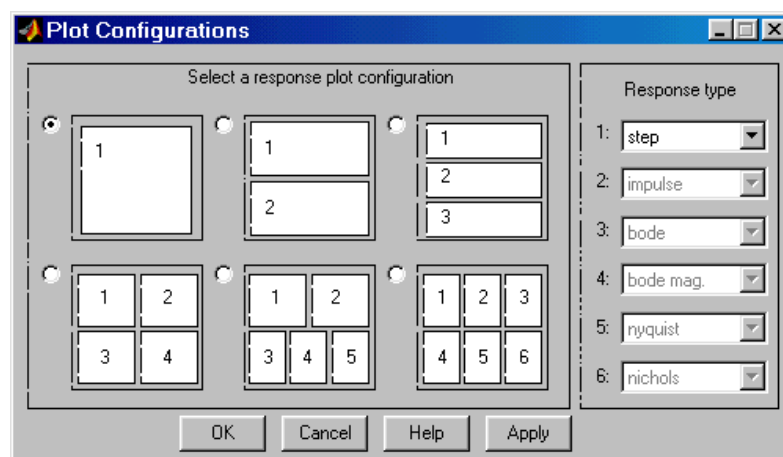
- $\varphi(\omega)$ – FChX- faza-chastotaviy xarakteristika;
- $U(j\omega)$ – HChX- haqiqiy-chastotaviy xarakteristika;
- $V(j\omega)$ – MChX- mavhum-chastotaviy xarakteristika;
- $L(j\omega)$ – logarifmik amplituda-chastotaviy xarakteristika

$$L(\omega) = 20 \lg A(\omega)$$

Rostlash jarayonining turg'unligi masalasini tadqiq etishda chastotaviy xarakteristikalar muhim rol o'ynaydi.

3.5. Ishni bajarish bo'yicha metodik ko'rsatma

Simulink LTI-Viewer instrumenti **Control System Toolbox** amaliy dasturi tarkibiga kiradi va chiziqli avtomatik sistemalarni analiz qilish uchun mo'ljallangan. Ushbu instrument yordamida tadqiq qilinayotgan sistemaning chastotaviy xarakteristikalarini oson qurish mumkin.



3.4-rasm. **Plot Configuration** sahifasi

Sistemaning chastotaviy xarakteristikalarini olish uchun 2-tajriba ishidagi **Simulink LTI-Viewer** bilan ishlash ketma-ketligi bajarilib, **LTI Viewer** sahifasidagi **Edit\Plot Configuration...** komandasini bajarish kerak. Bu komandani bajarish natijasida **Plot Configuration** sahifasi ochiladi (3.4-rasm).

Ochilgan sahifada aks etuvchi grafiklar sonini (**Select a response plot configuration** panelida) va turlari (**Response type** panelida) tanlashimiz mumkin. Quyidagi grafik (diagramma)larni qurish mumkin.

- **step** – birlik pog'onali ta'sirga bo'lgan reaksiyasi;

- **impulse** – birlik impulsli ta'sirga bo'lgan reaksiyasi;
- **bode** – logarifmik amplituda va faza chastotaviy xarakteristika;
- **bode mag** -- logarifmik amplituda chastotaviy xarakteristika;
- **nyquist** – Naykvist diagrammasi;
- **nichols** – Nikols godografi;
- **sigma** – Singulyar soni;
- **pole/zero** – sistemaning qutb va nollari.

3.6. Ishni bajarish tartibi.

1. **MatLAB** dasturi ishga tushiriladi.
2. **Simulink** qism dasturi ishga tushiriladi.
3. Variant bo'yicha kerakli sistema modeli tuziladi.
4. Sistemaning chastotaviy xarakteristikalarini qurish uchun **Simulink LTI-Viewer** sahifasi ochiladi.
5. Sistema kirishiga **Input Point** bloki va chiqishiga **Output Point** blokini o'rnatiladi.
6. **LTI Viewer** sahifasida **Simulink\Get Linearized Model** komandasi bajariladi.
7. **LTI Viewer** sahifasidagi **Edit\Plot Configuration...** komandasini bajariladi.
8. Hosil bo'lgan oynadan kerakli xarakteristikalar tanlanadi.
9. Model parametrlarini o'zgartiriladi va qaytadan xarakteristikalar olinib avvalgi xarakteristikalar bilan solishtirilib o'rganiladi.
10. Natijalar bosmaga chiqariladi.

3.7. Sinov savollari.

1. Chastotaviy xarakteristikalarini gapirib bering (AFX, FChX, AChX).
2. Quyidagi zvenolar uchun chastotaviy xarakteristikalarini keltiring:
 - Aperiodik zveno
 - Tebranuvchi zveno

- Integrallovchi zveno
 - Differensiallovchi zveno
3. Quyidagi zvenolarda chastotaviy xarakteristikalar manfiy birlik teskari aloqa ta'sirida qanday o'zgaradi.
- Aperiodik zveno
 - Tebranuvchi zveno
 - Integrallovchi zveno
 - Differensiallovchi zveno

4-Tajriba ishi.

Andozali dinamik zvenolarning xarakteristikalarini tadqiq qilish.

Ishdan maqsad: MATLAB dasturida ssenariya (m-fayl tuzish) redaktoridan foydalanib andozali dinamik zvenolarni dinamik va chastotali xarakteristikalarini qo'rishni o'rganish.

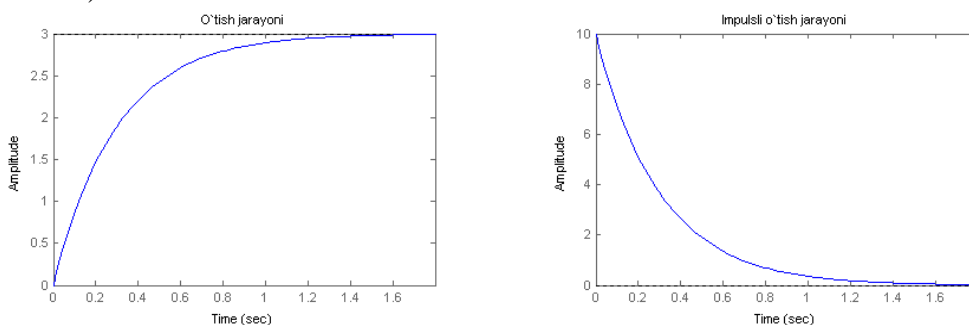
Ishni bajarish tartibi

Zvenolarning dinamik va chastotali xarakteristikalarini qurish uchun MATLAB dasturining maxsus redaktori (**Editor**) dan foydalanib ssenariya, ya'ni **m**-fayl tuzish mumkin.

MATLAB dasturining boshqaruv panelidan **Start>>Desktop Tools>>Editor** ketma-ketligida tugmalarni bosib, MATLAB dasturining redaktorini ishga tushiramiz. Quyida keltirilgan ketma-ketliklardan foydalanib andozali zvenolarni dinamik va chastotali xarakteristikalarini qurish uchun MATLAB dasturida **m**-fayl tuzamiz.

№	Topshiriqni bajarish ketma-ketligi	Matlab dasturining funksiyalari
Zvenoning dinamik xarakteristikalarini qurish		
1	MATLAB dasturi ishchi ekranini tozalang	clear all clc
2	Zvenoning uzatish funksiyasini kiriting $W(s) = \frac{K}{Ts + 1}$, K=3; T=0,3.	n=[3]; d=[0.3 1]; f=tf(n, d);
3	Bir vaqtning o'zida ikkita dinamik xarakteristikalarni bitta grafik ekranda qurish uchun MATLAB dasturining subplot(m,n,p) funksiyasidan foydalaning. Bu funksiyaning argumentlari grafik ekranning m-qatorlar soni, n-ustunlar soni va p-grafikning joylashish tartibini ko'rsatadi.	
4	Zvenoning o'tish jarayoni xarakteristi-kasini quring	subplot(2,2,1); step (f); title('O'tish jarayoni');
5	Zvenoning impulsli o'tish jarayoni xarakteristikasini quring	subplot(2,2,2); impulse (f); title('Impulsli o'tish jarayoni');

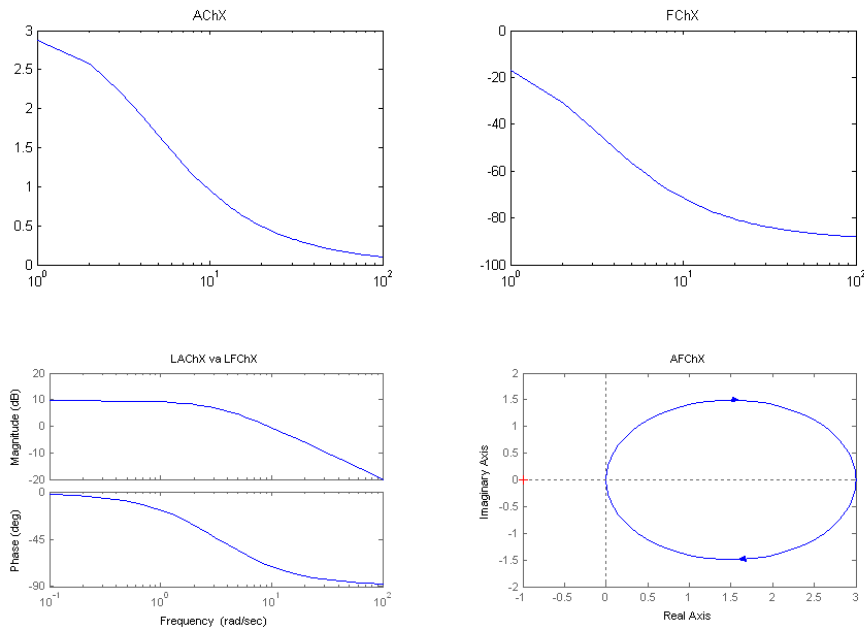
Hosil bo'lgan dasturni kompyuter xotirasiga yozing (**File>>Save** yoki **Strl+S**) va uni ishga tushiring (**Debug>>Run** yoki **F5**). Ekrandagi egri chiziqlarni chop eting: **File\ Print** yoki **Ctrl+P** (15-rasm).



4.1-rasm. Birinchi darajali aperiodik zvenoning dinamik xarakteristikalari

No	Topshiriqni bajarish ketma-ketligi	MATLAB dasturining funksiyalari
Zvenoning chastotali xarakteristikalarini qurish		
1	MATLAB dasturi ishchi ekranini tozalang	clear all clc
2	Zvenoning uzatish funksiyasini kiriting $W(s) = \frac{K}{Ts + 1}$, $K=3$, $T=0.3$.	n=[3]; d=[0.3 1]; f=tf(n, d);
3	Chastotali xarakteristikalarini qurish uchun MATLAB dasturida chastotalarni o'zgarish diapazonini belgilab oling: $\omega=0 \div 100$; xisoblash nuqtasi 100 ta.	w=linspace (0,100,100);
4	Chastotali xarakteristikani freqresp (frequency response) funksiyasidan foydalanib quring.	r= freqresp (f, w);
5	Bunda freqresp funksiyasi uch o'lchamli massiv hosil qiladi. Uni bir o'lchamli massivga o'tkazib olinadi.	r=r(:);
6	Bir vaqtning o'zida to'rta chastotali xarakteristika (ACHX, FCHX, LCHX va AFCHX)larni bitta grafik ekranda qurish uchun MATLAB dasturining subplot(m,n,p) funksiyasidan foydalaning.	
7	Zvenoning ACHX grafigini quring (absissa o'qi, y'ni chastota o'qi logarifmik masshtabda qo'riladi).	subplot(2,2,1); semilogx (w, abs (r)); title('AChx');
8	Zvenoning FCHX grafigini quring. FCHXni graduslarda qurish uchun $\phi = \text{angle}(r) * 180 / \pi$; komandadan foydalaniladi	subplot(2,2,2); $\phi = \text{angle}(r) * 180 / \pi$; semilogx (w, phi); title('FChx');
9	Zvenoning logarifmik chastotali xarakteristikalari (LACHX va LFCHX) ni quring	subplot(2,2,3); bode(f); title('LACHX va LFCHX');
10	Zvenoning AFCHXsini quring	subplot(2,2,4); nyquist (f); title('AFChx');

Hosil bo'lgan dasturni kompyuter xotirasiga yozing (**File>>Save** yoki **Strl+S**) va uni ishga tushiring (**Debug>>Run** yoki **F5**). Ekrandagi egri chiziqlarni chop eting: **File\ Print** yoki **Ctrl+P** (4.2-rasm).



4.2-rasm. Birinchi darajali aperiodik zvenoning ACHX, FCHX, LCHX va AFCHX lari

Laboratoriya ishi bo'yicha tayyorlanadigan hisobotning tarkibiga qo'yilgan talablar

1. Laboratoriya ishining mavzusi va maqsadi.
2. MATLAB dasturida tuzilgan m-fayl.
3. Dinamik va chastotali xarakteristika grafiklari.
4. Yuqorida keltirilgan ssenariyalardan foydalanib tebranuvchi va ikkinchi darajali inersion zvenolar uchun dinamik va chastotali xarakteristikalarini quring va natijalarini hisobotga keltiring.
5. Xulosalar.
6. Sinov savollari va adabiyotlar ro'yxati.
7. Hisobotni rasmiylashtirish va himoya qilish

Sinov savollari

1. Zvenoning chastotali xarakteristikalarini qurish uchun zvenoning kirishiga qanday signal beriladi?
2. Zvenoning chastotali xarakteristikasi qanday formulalardan foydalanib quriladi?
3. clear all, clc komandalarning funksiyasini tushintirib bering.
4. MATLAB dasturida chastotalarni o'zgarish diapazonini belgilash uchun qanday funksiyadan foydalaniladi?
5. Zvenoning ACHX va FCHX larini qurish uchun qanday funksiyadan foydalaniladi?
6. bode va nyquist funksiyalarning mazmunini tushintirib bering.

3,4-laboratoriya ishi uchun topshiriq variantlari

3.1-jadval

Variant №	Uzatish funksiyasining ko‘rinishi	koeffitsiyentlar			
		k	T ₁	T ₂	ζ
		k	T ₁	T ₂	ζ
1	$W(s) = \frac{k}{T_2^2 s^2 + 1}$	3		1	
2		6		1.2	
3		1		0.13	
4		2		1.45	
5		1		0.5	
		k	T ₁	T ₂	ζ
6	$W(s) = \frac{k}{T_1 s + 1}$	10	3		
7		8	2		
8		7	6		
9		3	-8		
10		2	-1		
		k	T ₁	T ₂	ζ
11	$W(s) = \frac{k}{T^2 s^2 + 2\zeta Ts + 1} *$	8	2		0.3
12		3	1		1.5
13		2	1		0.18
14		4	4		0.69
15		1	-2		2.3
		k	T ₁	T ₂	ζ
16	$W(s) = \frac{ks}{T_1 s + 1}$	-5	2		
17		-6	7		
18		-8	-2		
19		-1	-7		
20		7	-3		
		k	T ₁	T ₂	ζ
21	$W(s) = \frac{k}{T_2^2 s^2 + T_1 s + 1}$	-5	2	1	>1
22		-6	7	2	>1
23		-8	-2	3	>1
24		-1	-7	2	>1
25		7	-3	1	>1

5-Tajriba ishi.

Avtomatik rostdash tizimlarining turg'unligini tekshirish

6-Tajriba ishi.

Dinamik sistemalarni turg'unligini Naykvist mezonini bo'yicha tekshirish.

1. Ishdan maksad.

Avtomatik boshqarish sistemalarida turg'unlik masalarini echish, turg'unlik shartlari va mezonlarini o'rganish. [MatLAB](#) dasturi yordamida sistemaning turg'unligini tekshirish.

2. Jixozlanish

IBM PC tipidagi shaxsiy EXM va [MatLAB](#) dasturi.

3. Masalaning kuyilishi.

1. Dinamik sistemalarning turg'unligini aniqlash mezonlari bilan tanishish.
2. Sistemaning turg'unligini Naykvist mezonini bo'yicha aniqlash.

4. Nazarish kism.

Turg'unlikning Naykvist mezonini ochiq sistemaning amplituda faza xarakteristikasi (AFX) buyicha berk sistemaning turg'unligini tekshirish imkonini

beradi. Ochiq sistemaning AFX sini esa analitik, xamda esperimental yo`l bilan olish mumkin.

Turg`unlikning bu mezonni aniq ravshan fizik ma`noga ega, ya`ni bu mezon ochiq sistemaning stasionar chastotali xususiyatlarini berk sistemaning nostasionar xususiyatlari bilan bog`laydi. Ochiq sistemaning uzatish funksiyasi $W(p)=P(p)/Q(p)$ berilgan bo`lsin. Bu vrda: $Q(R)$ - ochiq sistemaning xarakteristik tenglamasi. Berk sistemaning uzatish funksiyasi:

$$\Phi(p) = \frac{W(p)}{1+W(p)} = \frac{\frac{P(p)}{Q(p)}}{1+\frac{P(p)}{Q(p)}} = \frac{P(p)}{Q(p)+P(p)},$$

$$A(p) = 1+W(p) = 1+\frac{P(p)}{Q(p)} = \frac{Q(p)+P(p)}{Q(p)} \quad \text{-- berk sistemaning xarakteristik tenglamasi.}$$

$Q(p)+P(p)$ - berk sistemaning xarakteristik polinomini ifodalaydi.

$Q(p)$ - polinomi "n" darajaga ega.

$R(r)$ - polinomi "m" darajaga ega.

Sistemani ishga tushirish uchun doimo $m < n$ bo`lishi kerak. Shuning uchun $[Q(r)+R(r)]$ polinomi ham "n" darajaga ega bo`ladi. Ochiq sistemaning o`zi turg`un va noturg`un holatda bo`lishi mumkin. Biz mana shu ikki holatda berk sistemaning turg`unligini tekshirib ko`ramiz.

Ochiq sistema turg`un holatda.

Xarakteristik tenglamaning o`ng ildizlar soni $l=0$ Mixaylov mezoniga muvofiq ochik sistema xarakteristik tenglamasi argumentining o`zgarishi:

$$\Delta \arg Q(j\omega) - n \frac{\pi}{2}$$

$0 < \omega < \infty$

Endi berk sistema turg`un bo`lishini talab etamiz. Unda quyidagi tenglik bajarilishi lozim:

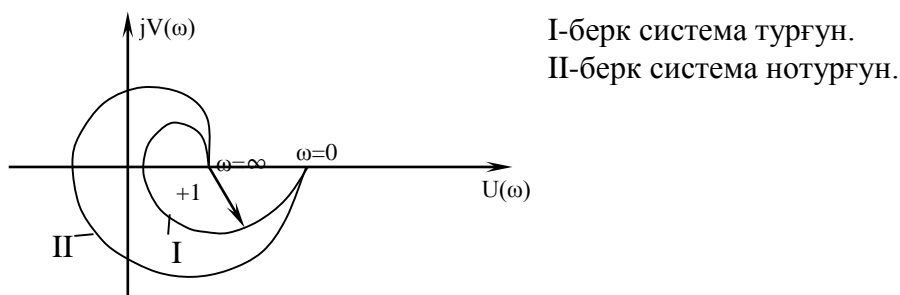
$$\Delta \arg [Q(j\omega) + P(j\omega)] = n \frac{\pi}{2}$$

$0 < \omega < \infty$

(6.1) ifodaga muvofiq berk sistema xarakteristik tenglamasining argument o`zgarishi:

$$\Delta \arg A(j\omega) = \Delta \arg [Q(j\omega) + P(j\omega)] - \Delta \arg Q(j\omega) = n \frac{\pi}{2} - n \frac{\pi}{2} = 0$$

Shunday qilib, berk sistema turg'un bo'lishi uchun chastota. $0 < \omega < \infty$ o'zgarganda $A(j\omega)$ vektorning koordinata o'qi atrofidagi burchak burilishi (argument o'zgarishi) nolga teng bo'lish kerak, yoki chastota $0 < \omega < \infty$ o'zgarganda berk sistema AFX $A(j\omega)$ koordinata boshini, ya'ni $(0;0)$ nuqtani o'z ichiga olmasligi kerak. $A(j\omega) = 1 + W(j\omega)$ godografining ko'rinishi 4.1-rasmda ko'rsatilgan.

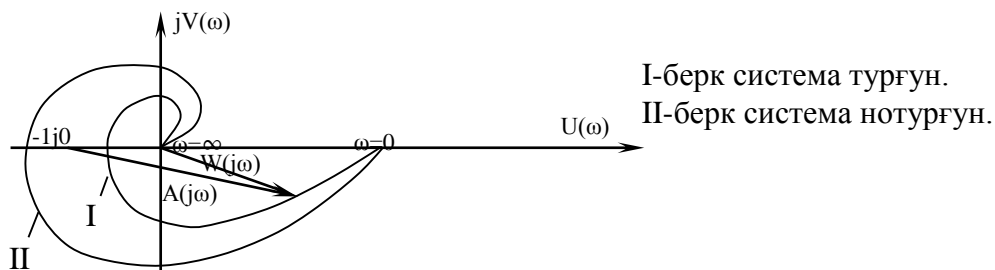


6.1-rasm.

Lekin berk sistemaning AFX $A(j\omega) = 1 + W(j\omega)$ ochik sistemaning AFX $W(j\omega)$ dan faqat «+1»gagina farq qiladi.

Shuning uchun yuqorida keltirilgan Naykvist mezonining ta'rifini ochiq sistemaning AFX $W(j\omega)$ ga tadbiq etganimizda Naykvist mezonini quyidagicha ta'riflash mumkin.

Berk sistema turg'un bo'lishi uchun ochiq sistemaning AFX $W(j\omega)$ chastota $0 < \omega < \infty$ o'zgarganda $(-1; j0)$ kritik nuqtani o'z ichiga olmasligi kerak. (6.2-rasi).



6.2-rasm.

Ochiq sistema noturg'un.

Bunda ochiq sistema xarakteristik tenglamasi l o'ng ildizga ega ya'ni $l \neq 0$, unda argumentlar prinsipiga muvofiq.

$$\Delta \arg Q(j\omega) = (n - 2l) \frac{\pi}{2} \quad 0 < \omega < \infty$$

bo'ladi.

Agar sistemaning turg'un bo'lishini talab etsak, unda quyidagi shart bajarilish kerak:

$$\Delta \arg [Q(j\omega) + P(j\omega)] = n \frac{\pi}{2} \quad 0 < \omega < \infty$$

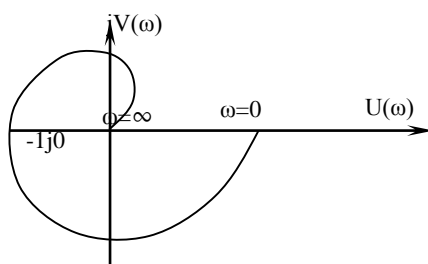
u holda $A(j\omega) = 1 + W(j\omega)$ vektorining argument o'zgarishi

$$\Delta \arg A(j\omega) = \Delta \arg [Q(j\omega) + P(j\omega)] - \Delta \arg Q(j\omega) = n \frac{\pi}{2} - (n - 2l) \frac{\pi}{2} = l\pi \quad 0 < \omega < \infty$$

bo'ladi, ya'ni $A(j\omega)$ vektorining koordinata o'qining boshi atrofida summar burchak burilishi turg'un berk sistema uchun « $l\pi$ » ga teng bo'lishi lozim.

Bundan Naykvist mezonining quyidagi ta'rifi kelib chiqadi.

Berk sistema turg'un bo'lishi uchun chastota $0 < \omega < \infty$ o'zgarganda ochiq sistemaning AFX $W(j\omega)$ kritik nuqta $(-1; j0)$ ni $l/2$ marta o'z ichiga olishi kerak; bunda l -ochiq sistema xarakteristik tenglamasining o'ng ildizlar soni (6.3-rasm).



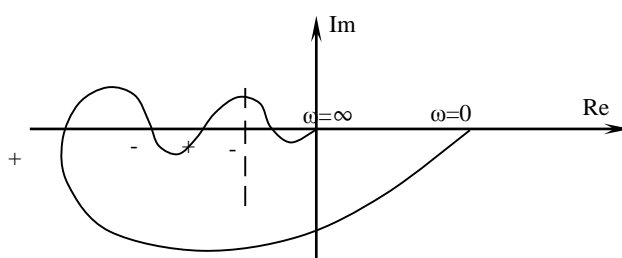
6.3-rasm

$W(j\omega)$ godografi $(-1; j0)$ nuqtani bir marta o'z ichiga olayпти. Shuning uchun bunda ochiq sistemaning o'ng ildizlar soni $l=2$, chunki $l/2=1 \Rightarrow l=2$. Demak ochiq sistema o'ng ildizlar soni $l=2$ bo'lganda berk sistema turg'un bo'ladi. $l \neq 2$ bo'lsa, berk sistema ham noturg'un bo'ladi.

Amaliy masalalarni echishda Ya. 3. Sipkin taklif etgan "o'tish qoidasini" qo'llash maqsadga muvofiqdir.

$W(j\omega)$ xarakteristikani o'tish deganda shu xarakteristikaning kompleks tekisligida manfiy haqiqiy o'qni $(-1;j0)$ nuqtaning chap toponida, ya'ni $(-\infty;-1)$ kesmada kesib o'tishi nazarda tutiladi.

Agar $W(j\omega)$ xarakteristikasi kritik nuqta $(-1;j0)$ ning chap tomonini, ya'ni $(-\infty;-1)$ kesmani chastota $0 < \omega < \infty$ o'zgarganda pastdan yuqoriga kesib o'tsa, musbat o'tish yuqoridan pasga kesib o'tsa, manfiy o'tish deyiladi (6.4-rasm).

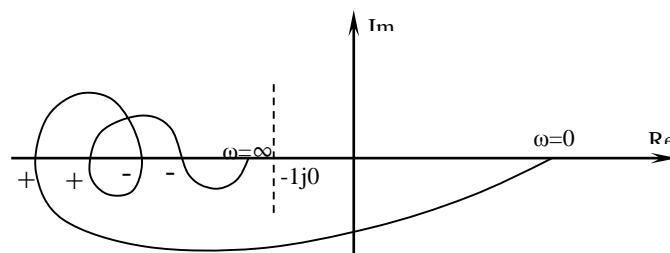


6.4-rasm.

Yuqorida aytilganlarni e'tiborga olgan xolda Naykvist mezoniii quyidagicha ta'riflash mumkin.

Berk sistema turg'un bo'lishi uchun ochiq sistema AFX $W(j\omega)$ ning chastota $0 < \omega < \infty$ o'zgarganda $(-\infty;-1)$ kesma orqali musbat va manfiy o'tishlarining ayirmasi $l/2$ ga teng bo'lishi kerak. Bunda l -ochiq sistema xarakteristik tenglamasining o'ng ildizlar soni.

Agar $W(j\omega)$ xarakteristikasi $\omega = 0$ bo'lganda $(-\infty;-1)$ kesmada boshlansa, yoki $\omega = \infty$ bo'lganda shu kesmada tugasa, unda $W(j\omega)$ xarakteristikaning bu kesmadan o'tishini yarim o'tish deyiladi. (6.5-rasm).



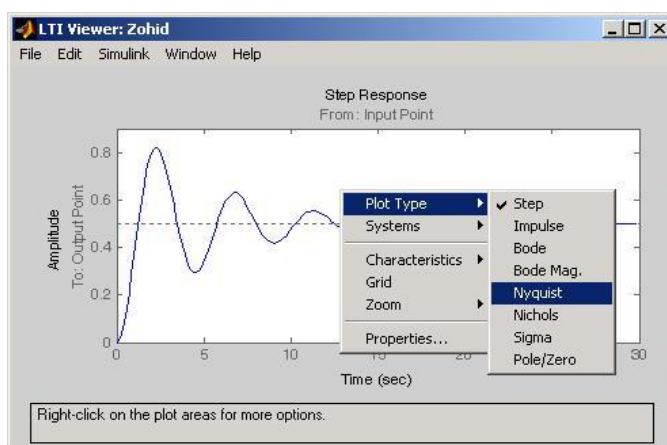
6.5-rasm.

Statik ochiq sistemalarning xarakteristikalari chastota o'zgarganda yopik kontur hosil kiladi.

Ideal integrallovchi eavnosi bo'lgan astatik ochiq sistemalarning $W(j\omega)$ xarakteristikalari chastota $0 < \omega < \infty$ o'zgarganda yopik kontur hosil qilmaydi.

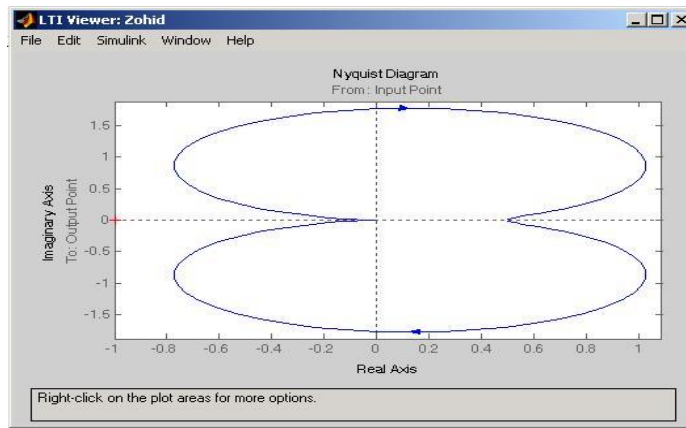
6.5. Ishni bajarish bo'yicha metodik ko'rsatma.

Sistemalarning turgunligini Naykvist mezoni buyicha tekshirganimizda kerakli sistema modeli struktura sxemasi ochiladi yoki tuziladi. So'ngra 3-tajriba ishida ko'rsatilganidek **Simulink**-modeli sahifasida **Tools\Linear Analysis...** punkti orqali sistema kirishiga **Input Point** bloki va chiqishiga **Output Point** bloki o'rnatiladi. **LTI Viewer** sahifasida **Simulink\Get Linearized Model** komandasi bajariladi. Bunda ekranda sistemaning birlik pogonali signalga bulgan reaksiyasi $h(t)$ -xarakteristikasi hosil buladi. Sistemaning Naykvist diagrammasini chikarish uchun **LTI Viewer** saxifasida sichkonchanning chap tugmachasi bosiladi unda xarakteristikani o'zgartirish oynasi hosil bo'ladi.(4.6-rasm.)



6.6-rasm.

U erdan **nyquist** punktini tanlanaladi va Naykvist diagrammasi olinadi (6.7-rasm).



6.7-rasm.

6.6. Ishni bajarish tartibi.

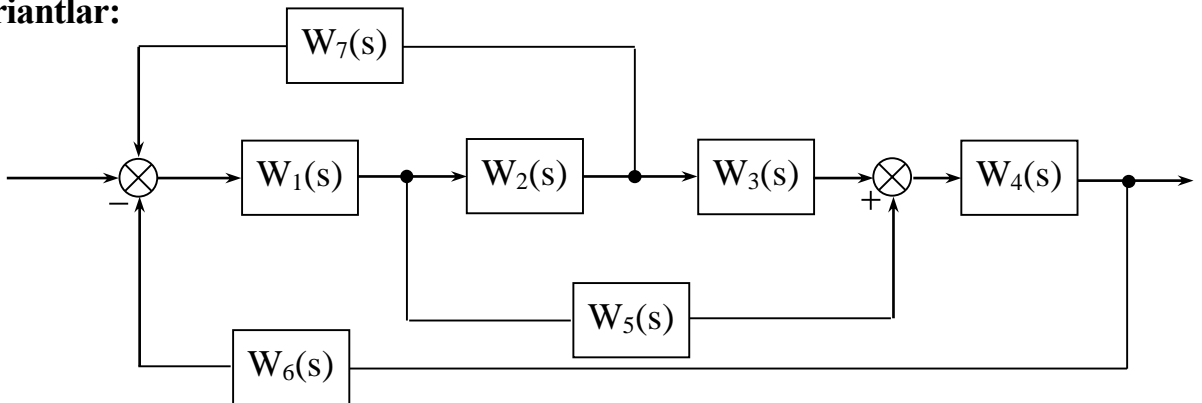
1. **MatLAB** dasturi ishga tushiriladi.
2. **Simulink** qism dasturi ishga tushiriladi.
3. Variant bo`yicha kerakli sistema modeli tuziladi.
4. Sistemaning chastotaviy xarakteristikalarini qurish uchun **Simulink LTI-Viewer** sahifasi ochiladi.
5. Sistema kirishiga **Input Point** bloki va chiqishiga **Output Point** blokini o`rnatiladi.
6. **LTI Viewer** sahifasida **Simulink\Get Linearized Model** komandasi bajariladi.
7. **LTI Viewer** sahifasida sichkonchani chap tugmachasi bosiladi va undan Nyquist diagrammasi tanlaniladi.
8. Model parametrlarini o`zgartiriladi va o`zgartirilgan modeldan Nyquist diagrammasi olinib avvalgisiga bilan taqqoslanadi.
9. Diagramma bosmaga chiqariladi.
10. Qurilgan diagrammadan sistemaning turg`unligi tekshiriladi.

6.7. Sinov savollari.

1. Dinamik sistemalarning turg`unligi.
2. Turg`unlikning Gurvis mezonlari.
3. Turg`unlikning chastotaviy mezonlari.
4. Turg`unlikning Nyquist mezonlari.

- Ochiq sistema turg'un holatda.
- Ochiq sistema noturg'un holatda.

Variantlar:



№	Uzatish funksiyalari										
	1-tartibli inersial zveno		Intergallovchi zveno	Proporsio-nal zveno	Tebranuvchi zveno			Differensiallovchi zveno	1-tartibli inersial zveno		Proporsio-nal zveno
	K	T	K	K	K	d	T	K	K	T	K
1	W ₁		W ₃	W ₅	W ₇			W ₆	W ₂		W ₄
	0	0	1	9	1	0,2	0,3	3	2	10	1
2	W ₃		W ₇	W ₄	W ₁			W ₅	W ₆		W ₂
	1	0,1	0	10	2	0,1	0,6	4	22	7	19
3	W ₇		W ₅	W ₄	W ₆			W ₁	W ₂		W ₃
	2	0,5	2	0	4	0,8	2	2	18	0,7	3
4	W ₆		W ₁	W ₃	W ₂			W ₄	W ₇		W ₅
	14	10	3	11	0	0	0	1	1	0,2	5
5	W ₅		W ₂	W ₆	W ₃			W ₇	W ₁		W ₄
	5	0,9	1	18	3	0,5	1	0	2	0,2	3
6	W ₁		W ₃	W ₅	W ₇			W ₆	W ₂		W ₄
	2	1	4	17	5	0,9	2	6	0	0	5
7	W ₃		W ₇	W ₄	W ₁			W ₅	W ₆		W ₂
	8	0,4	3	22	2	0,7	3	3	8	9	0
8	W ₇		W ₅	W ₄	W ₆			W ₁	W ₂		W ₃
	9	5	2	0	4	0,4	0,9	4	7	7	10
9	W ₆		W ₁	W ₃	W ₂			W ₄	W ₇		W ₅
	10	8	0	30	6	0,3	1,3	7	9	5	30
10	W ₅		W ₂	W ₆	W ₃			W ₇	W ₁		W ₄
	0	0	5	1	1	0,6	0,8	2	14	10	26
11	W ₃		W ₇	W ₄	W ₁			W ₅	W ₆		W ₂
	22	9	0	2	3	0,1	2,5	6	11	9	22
12	W ₇		W ₅	W ₄	W ₆			W ₁	W ₂		W ₃
	24	7	1	0	7	0,55	3	5	15	3	20
13	W ₆		W ₁	W ₃	W ₂			W ₄	W ₇		W ₅
	15	6	2	6	0	0	0	4	19	7	19
14	W ₅		W ₂	W ₆	W ₃			W ₇	W ₁		W ₄
	30	4	4	8	6	0,15	2	0	10	5	11
15	W ₁		W ₃	W ₅	W ₇			W ₆	W ₂		W ₄
	7	3	5	7	5	0,8	1	2	0	0	0,8
16	W ₇		W ₅	W ₄	W ₆			W ₁	W ₂		W ₃
	9	2	3	9	4	0,65	2,9	7	24	0,8	0
17	W ₆		W ₁	W ₃	W ₂			W ₄	W ₇		W ₅
	3	5	2	14	3	0,3	4	0	26	8	21
18	W ₅		W ₂	W ₆	W ₃			W ₇	W ₁		W ₄
	4	0,2	4	0	8	0,5	2	1	29	8	17
19	W ₁		W ₃	W ₅	W ₇			W ₆	W ₂		W ₄

	26	10	0	11	1	0,63	0,7	5	30	2	12	
20	W ₃		W ₇	W ₄	W ₁			W ₅	W ₆		W ₂	
	19	0.8	3	15	2	0,7	0,7	4	0	0	16	

7-TAJRIBA ISHI

Simulink paketida boshqarish sistemalarini loyihalash

8-TAJRIBA ISHI

LOGARIFMIK CHASTOTAVIY XARAKTERISTIKA YORDAMIDA ARS TADQIQ ETISH

Ishdan maqsad: LCHX yordamida ARS tadqiq etish, dasturiy majmualar yordami bilan chastotaviy xarakteristikani aniqlash masalasini egallash.

Masalaning qo‘yilishi

Chastotaviy xarakteristika – bu ko‘proq ARS dinamik xususiyatlari tavsifini yoyish vositasi. Analitik chastotaviy xarakteristika masalasi uzatish funksiya $W(p)$ asosida hal qila olinadi. $p = j\omega$ almashtirish bajarib uzatish funksiyasi $W(j\omega)$ ni olamiz, umumiy holda haqiqiy o‘zgaruvchi ω dan kompleks ifodasi aniqlanadi va algebraik yoki ko‘rsatkichli ko‘rinishda yozish mumkin:

$$W(j\omega) = A(\omega) + jK(\omega) = M(\omega)e^{j\varphi(\omega)},$$

bu yerda $A(\omega)$ - veshestvennaya sostavlyayushaya; $jK(\omega)$ - minimal tashkil etuvchi; $M(\omega)$ – modul; $\varphi(\omega)$ – argument;

$$M(\omega) = \sqrt{A^2(\omega) + K^2(\omega)};$$

$$\varphi(\omega) = \arctg K(\omega)/A(\omega).$$

Kompleks tekisligida chastotaviy uzatish funksiya fiksirlangan chastota uzunligi aniq $M(\omega)$ ifodalanadi va argument $\varphi(\omega)$ miqdorida baholanadi. Vektor oxiri egriligi chastota 0 dan ∞ gacha o‘zgarganda amplituda fazaviy chastotaviy xarakteristika deyiladi (AFCHX). $M(\omega) = f(\omega)$ chastotadan modulning bogliqligi amplituda chastotaviy fnksiya deyiladi, uning grafigi amplituda chastotaviy xarakteristika deyiladi (ACHX). $\varphi(\omega) = f(\omega)$ chastotadan argumentning bogliqligi fazaviy chastotaviy funksiya deyiladi, uning grafigi faza chastotaviy xarakteristika deyiladi (FCHX). Bundan tashqari logarifmik chastotaviy xarakteristikalarining qo‘llanilishi (LCHX) LFCHX va LACHX Larga o‘xshash topiladi. LACHX ni tuzishda ordinata o‘qida o‘lchov birligi detsibel hisoblanadi va quyidagi munosabatda ifodalanadi:

$$L = 20 \lg M(\omega).$$

Amaliyotda LFCHX va LACHX koordinata sistemasida birgalikda quriladi.

Chastotaviy xarakteristika zvenolarning turiga va uzatish funksiyasi kattaliklarining mohiyatiga bogliq bo'ladi.

Ishga tayyorgarlik:

Ishni bajarish orqali chastotaviy xarakteristika, ularning fizik mohiyati va qurish yo'llarini o'rganish kerak. Chastotaviy xarakteristikani aniqlash va tadqiq qilishni MATLAB dasturi yordamida bajarish maqsadga muvofiq. Bunda har qanday zvenoninng, shuningdek har xil birlashgan zvenolarning LCHX va AFCHX larini qurish osonlashadi.

Ishni bajarish tartibi:

1. Topshirilgan zvenolar majmui uchun AFCHX va LCHX larni aniqlash va qurish. Natijalarni grafik ko'rinishda ko'rsatish.
2. Chastotaviy xarakteristikaga zvenolar kattaliklarining ta'sirini tadqiq qilish. Natijalarni grafik ko'rinishda ko'rsatish.
3. Kirishga $Asin(\omega t)$ ko'rinishda signal berilganda, chiqish signalini aniqlash.
4. Chastotaviy xarakteristikani ikki xil zvenodan tuzilgan sxema uchun aniqlash. Bunda ikkita zveno tanlanib, ular ketma – ket yoki parallel ko'rinishda joylashtiriladi. Natijalarni grafik ko'rinishda ko'rsatish.

Hisobot

Tajriba ishi bo'yicha tayyorlangan hisobotda quyidagilar bo'lishi shart: ishning nomi va maqsadi, zvenolarning chastotaviy uzatish funksiyalarining tadqiqi va olingan natijalar.

Misol

ABS uzatish funksisi berilgan bo'lsin

$$W = \frac{s + 2}{3s^3 + 4s^2 + 5s + 3}$$

DP Control System Toolbox ni qo'llash bilan uning dinamik va chastotaviy xarakteristikasini topamiz.

1. LTI-obekt ω nomi bilan yaratamiz:

```
>> w=tf([1 2],[3 4 5 3])  
  
Transfer function:  
      s + 2  
-----  
3 s^3 + 4 s^2 + 5 s + 3
```

2. pole, zero buyruqlarni qo'llash bilan uzatish funksiyasining qutbi va nollarini topamiz:

```
>> pole(w)

ans =

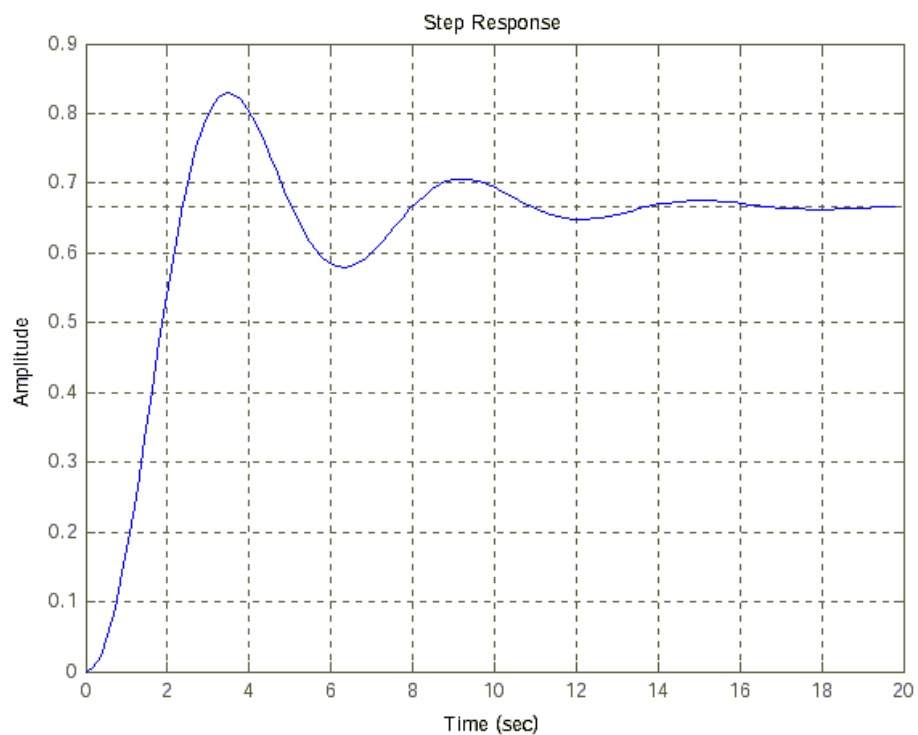
    -0.2639 + 1.0825i
    -0.2639 - 1.0825i
    -0.8055

>> zero(w)

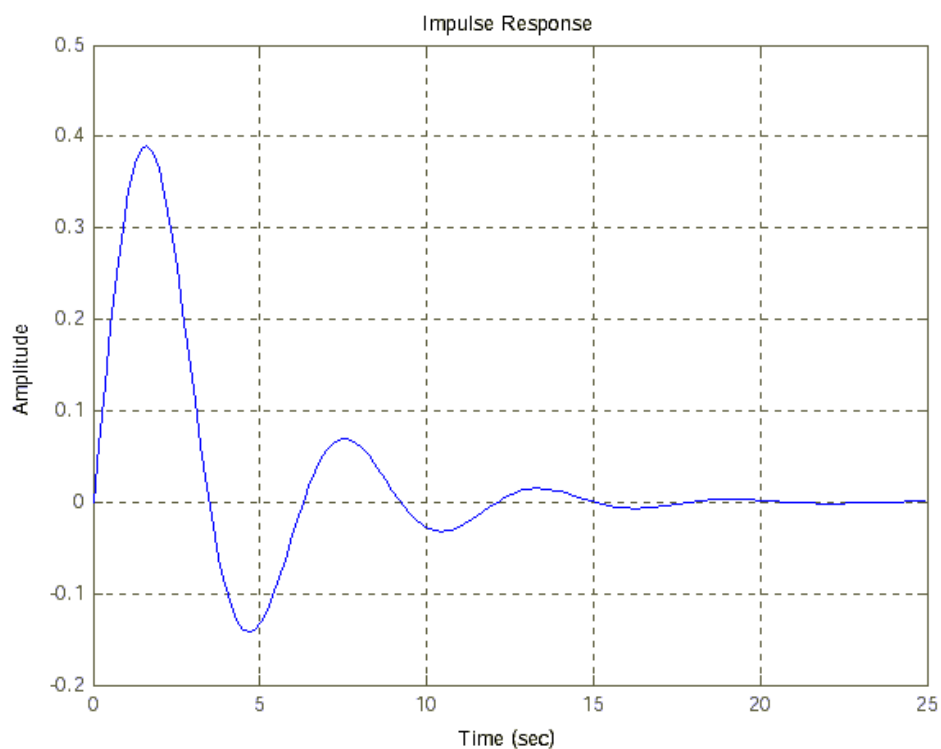
ans =

    -2
```

3. step(w) buyrug'i bilan uzatish funksiyalarini quramiz.

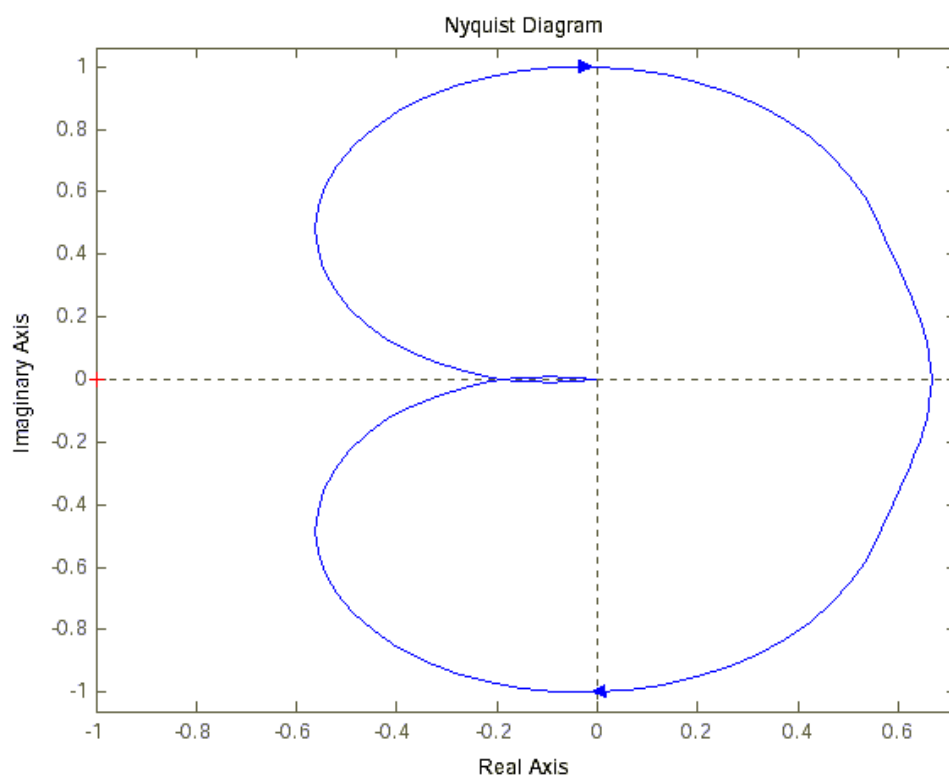


8.3-rasm. O'tish funksiya $h(t)$ -4. impulse(w) buyrug'i bilan impulsli o'tish funksiyasini quramiz



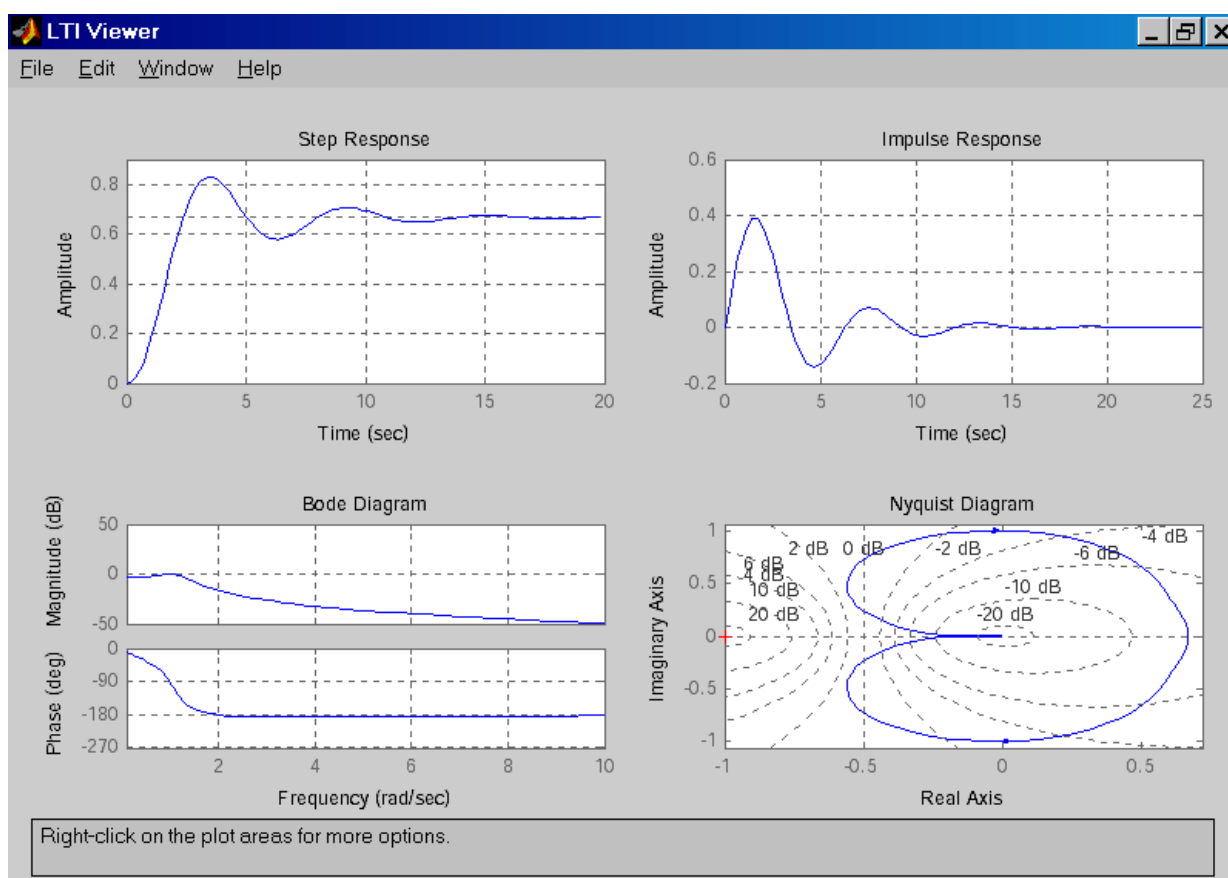
8.4-rasm. Impulsi o'rtish funksiyasi. Bode(u) buyrug'i

6. nyquist(w) buyrug'i bilan Naykvist chastotaviy godografini aniqlaymiz.
8.6-rasm.



8.6-rasm. Chastotali godograf

Analog natijalarni (8.7-rasm) "Plot Configuration" menyudagi sozlashga mos ltiviewer(w) buyrug 'idan foydalanib olish mumkin.



8.7-rasm. LTI-viewer

