

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО
ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА
КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ЩОДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
“ЦИФРОВІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ”
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ТА ЗАОЧНОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ
6.092200 – “ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА
ЕЛЕКТРОПРИВОД”
(в тому числі для скороченої форми навчання)

КРЕМЕНЧУК 2009

Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з курсу “Цифрові системи управління електроприводом ” для студентів денної та заочної форм навчання (в тому числі для скороченого терміну навчання) зі спеціальності 6.092200 “Електромеханічні системи автоматизації та електропривод”

Укладачі: асист. Д.Г. Мамчур,

ст. викл. А.І. Ломонос

Рецензент доц. А.П. Калінов

Кафедра систем автоматичного управління та електропривода

Затверджено методичною радою КДПУ імені Михайла Остроградського

Протокол № _____ від _____ 2009 р.

Заступник голови методичної ради _____ доц. С.А. Сергієнко

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Перелік лабораторних робіт.....	5
Лабораторна робота №1	5
Лабораторна робота №2	11
Лабораторна робота №3	16
Лабораторна робота №4	20
Лабораторна робота №5	24
Список літератури	27

ВСТУП

В процесі вивчення дисципліни “Цифрові системи управління електроприводом” студенти повинні оволодіти сучасними методами аналізу та синтезу цифрових систем автоматичного управління електроприводами, отримати практичні навички їх застосування, навчитись обґрунтовано вибирати технічні засоби, що реалізують цифрове управління електроприводами.

Синтез сучасних систем управління електроприводом передбачає використання цифрових систем регулювання, або програмного управління. Алгоритми функціонування цифрових обчислювальних машин передбачають обробку сигналів, що надходять з датчиків відповідно до певної програми та формування керуючих сигналів у вигляді цифрового коду на систему імпульсно-фазового управління, або безпосередньо на управляючі елементи силових перетворюючих пристроїв. Як і синтез цифрових систем управління, їх моделювання представляє певний інтерес.

Дані методичні вказівки подані для закріплення знань та навичок, придбаних студентами при вивченні курсу «Цифрові системи управління електроприводом», у галузі синтезу та моделювання систем цифрового управління електроприводом.

Перелік лабораторних робіт

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

ТЕМА: Вивчення типових ланок цифрових систем управління.

МЕТА: Закріплення знань та понять про z-перетворення, ознайомлення з елементами цифрових систем управління.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Цифровою системою управління називається така система, в замкненому контурі якої є хоча б один цифровий елемент, тобто елемент, що здійснює перетворення безперервного сигналу, який надходить на його вхід, в цифрову форму. Принцип цифрового перетворення полягає в тому, що безперервний сигнал подається в вигляді визначених фіксованих рівнів, які відрізняються один від одного на величину деякої одиниці дискретності, що називається кроком квантування.

При малому крокові квантування цифрові системи описуються лінійними різницевиими рівняннями.

Лінійним різницевим рівнянням з постійними коефіцієнтами називається рівняння виду:

$$a_0 \cdot \Delta^n \cdot y(t) + a_1 \cdot \Delta^{n-1} y(t) + \dots + a_{n-1} \Delta \cdot y(t) + a_n \cdot \Delta^0 \cdot y(t) = b_0 \cdot \Delta^m \cdot x(t) + b_1 \cdot \Delta^{m-1} x(t) + \dots + b_{m-1} \Delta \cdot x(t) + a_m \cdot \Delta^0 \cdot x(t)'$$

де $y(t)$ - вихідний сигнал елемента або системи;

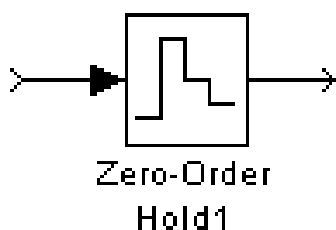
$x(t)$ - вхідний сигнал системи;

a_i, b_j , $i=0,1\dots n$, $j=0,1\dots m$ - постійні коефіцієнти, обумовлені параметрами системи;

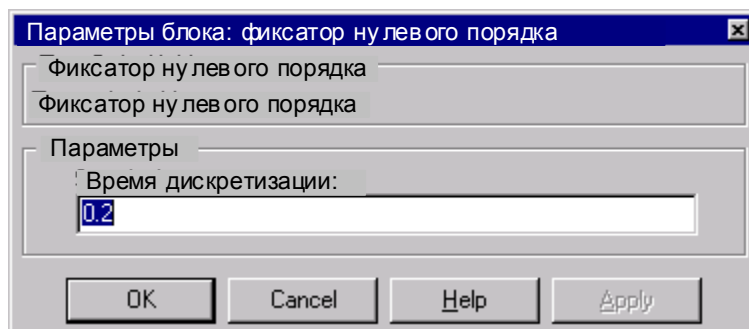
n, m - цілі додатні числа.

ХІД РОБОТИ

1. Дослідити роботу фіксатора нульового порядку, поданого на рис. 1.1(а), з параметрами на рис. 1.1(б).



а)



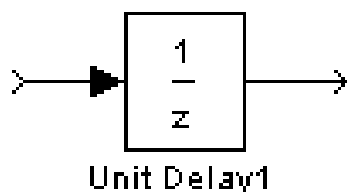
б)

Рисунок 1.1 – Структура (а) та параметри (б) блока фіксатора нульового порядку

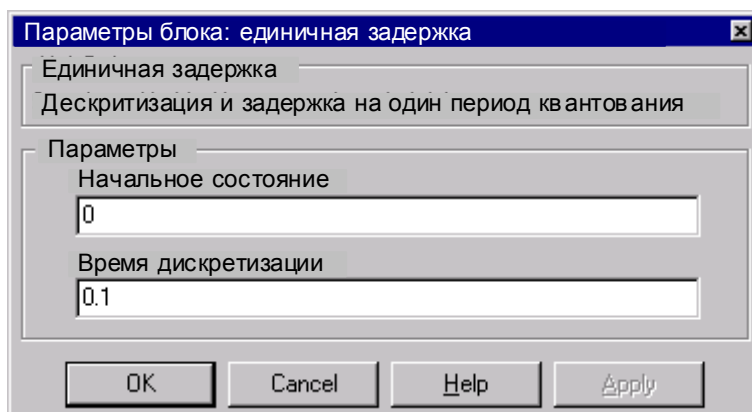
Змінюючи крок квантування, дослідити роботу фіксатора при подачі на його вхід гармонічного сигналу, параметри об'єктів наведені в таблиці 1.

Таблиця 1.1 – Досліджувані параметри ланки одиничної затримки

Частота сигналу	1	10	1	10
Час дискретизації	1	1	0,1	0,1



а)



б)

Рисунок 1.2 – Ланка одиничної затримки (а) та її параметри (б).

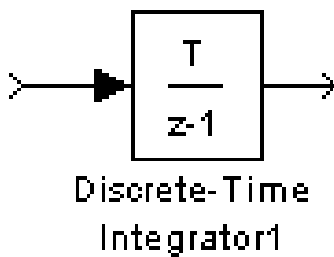
2. Дослідити роботу ланки одиничної затримки, поданої на рис. 1.2(а), параметри якого подані на рис. 1.2(б).

Змінюючи крок квантування, дослідити роботу фіксатора при подачі на його вхід гармонійного сигналу для частот дискретизації, наведених у таблиці 2.

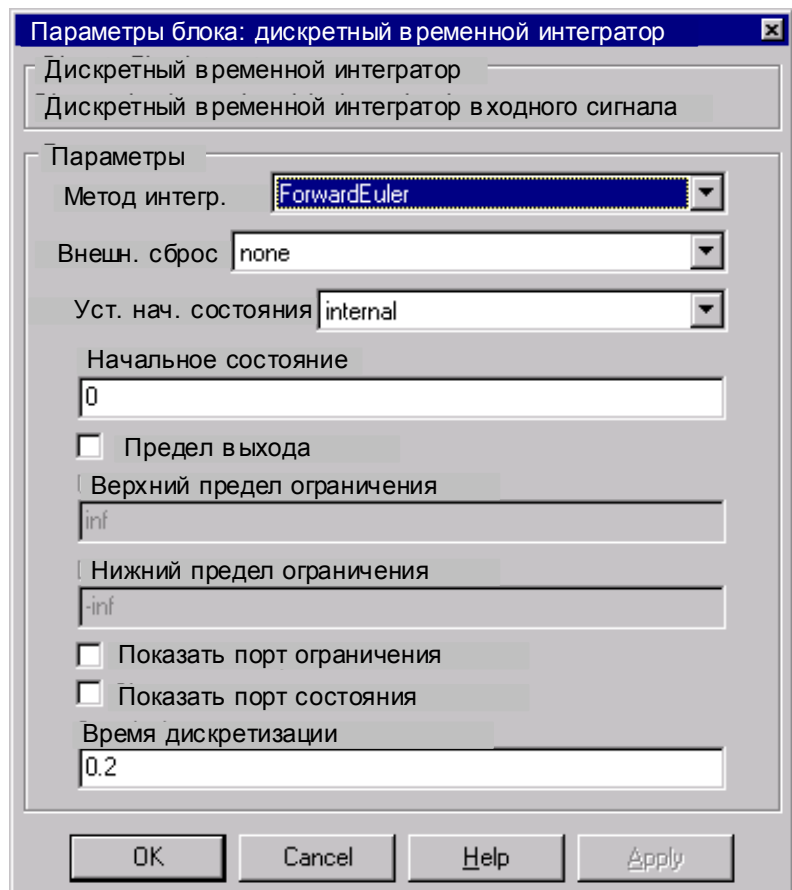
Таблиця 1.2 – Досліджувані параметри фіксатора нульового порядку

Частота сигналу	1	10	1	10
Час дискретизації	1	1	0,1	0,1

3. Дослідити роботу часового інтегратора, поданого на рис. 1.3(а), з параметрами на рис. 1.3(б).



а)



б)

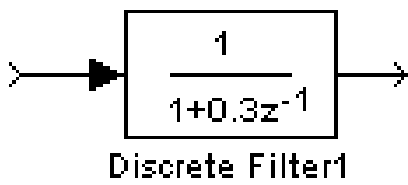
Рисунок 1.3 – Структура (а) та параметри (б) блоку дискретної часової затримки

Змінюючи параметри елемента відповідно до таблиці 1.3, зафіксувати зміни вхідного та вихідного сигналів для одного з випадків.

Таблиця 1.3 – Досліджувані параметри блоку дискретної часової затримки

Частота сигналу	1	10	1	10
Час дискретизації	1	1	0,1	0,1

4. Дослідити роботу дискретного фільтра, поданого на рис. 1.4.(а), з параметрами рис. 1.4.(б).



а)

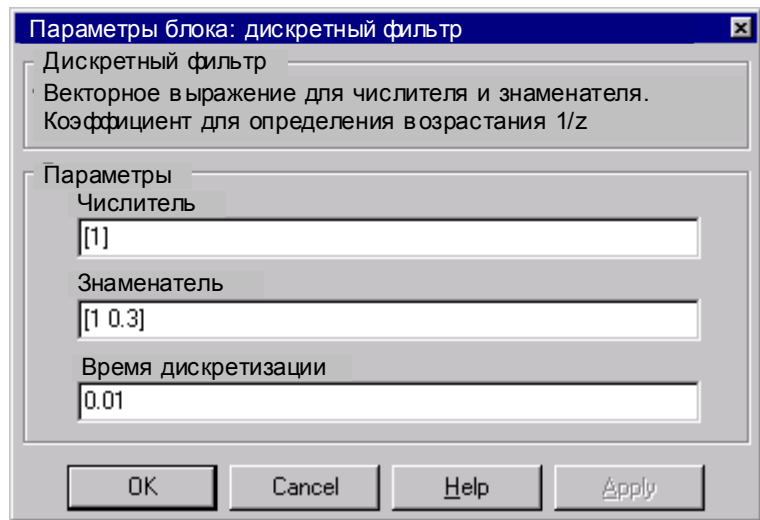


Рисунок 1.4 – Структура (а) та параметри (б) блоку дискретного фільтру

Таблиця 1.4 – Досліджувані параметри блоку дискретного фільтру

Частота сигналу	1	1	1	1	1	1
Час дискретизації	1	1	1	0,1	0,1	0,01
Чисельник	1	0,5	1	1	0,5	1
Знаменник	[1 1]	[1 0.5]	[1 1 1]	[1 1]	[1 0.5]	[1 1 1]

Задаючи на вхід дискретного фільтру гармонічний сигнал з частотою f_c , змінюючи параметри ланки відповідно до таблиці 4, зафіксувати зміни вхідного та вихідного сигналів для одного з випадків.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Назва та мета лабораторної роботи.
2. Структурна схема моделі для кожного з дослідів.
3. Графіки часових залежностей.
4. Відповіді на контрольні питання.
5. Висновки по лабораторній роботі

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Класифікація цифрових систем управління.
2. Визначення цифрової системи управління.
3. Поняття похибки квантування, крок квантування.
4. Період квантування.
5. Класифікація модуляторів.

Література: [1, с. 10-15; 2, с. 55-56; 3, с. 170-171]

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

ТЕМА: Вивчення спеціалізованих цифрових елементів систем цифрового управління.

МЕТА: Закріплення понять про дискретну передаточну функцію цифрових систем управління, вивчення спеціальних елементів цифрових систем.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Перетворення безперервної функції часу $f(t)$ в функції комплексної змінної $F(p)$ виконується за допомогою одностороннього перетворення Лапласа:

$$F(p) = \int_0^{\infty} f(t) \cdot e^{-pt} dt,$$

де $p = \delta + j\omega$ - комплексна змінна.

Дискретний сигнал $f^*(t)$, отриманий шляхом квантування за часом безперервного сигналу $f(t)$, що здійснюється за допомогою ідеального квантування, можна подати в такому вигляді:

$$f^*(t) = \sum_{k=0}^{\infty} f(kT) \cdot \delta(t - kT) = f(t) \cdot \delta_T(t)$$

Вихід ідеального квантовача являє собою послідовність імпульсів, площа яких дорівнює величині вхідного сигналу, у відповідні моменти часу $t = kT$.

Застосовуючи перетворення Лапласа до функції $f^*(t)$, отримаємо:

$$F^*(p) = L[f^*(t)] = \sum_{k=0}^{\infty} f(kT) \cdot e^{-kTp}$$

де L – оператор перетворення Лапласа. Вираз називається дискретним перетворенням Лапласа.

Зв'язок між комплексними змінними Z , p вибирають наступним чином:

$$Z = e^{pT}.$$

Тоді Z – перетворення функції $f(t)$ знаходять як:

$$F(z) = [L[f^*(t)]]_{p=(1/T)\ln z} = [F^*(p)]_{p=(1/T)\ln z}$$

ХІД РОБОТИ

1. Дослідити роботу дискретної передаточної функції, поданої на рис. 2.1(а), з параметрами рис. 2.1(б).

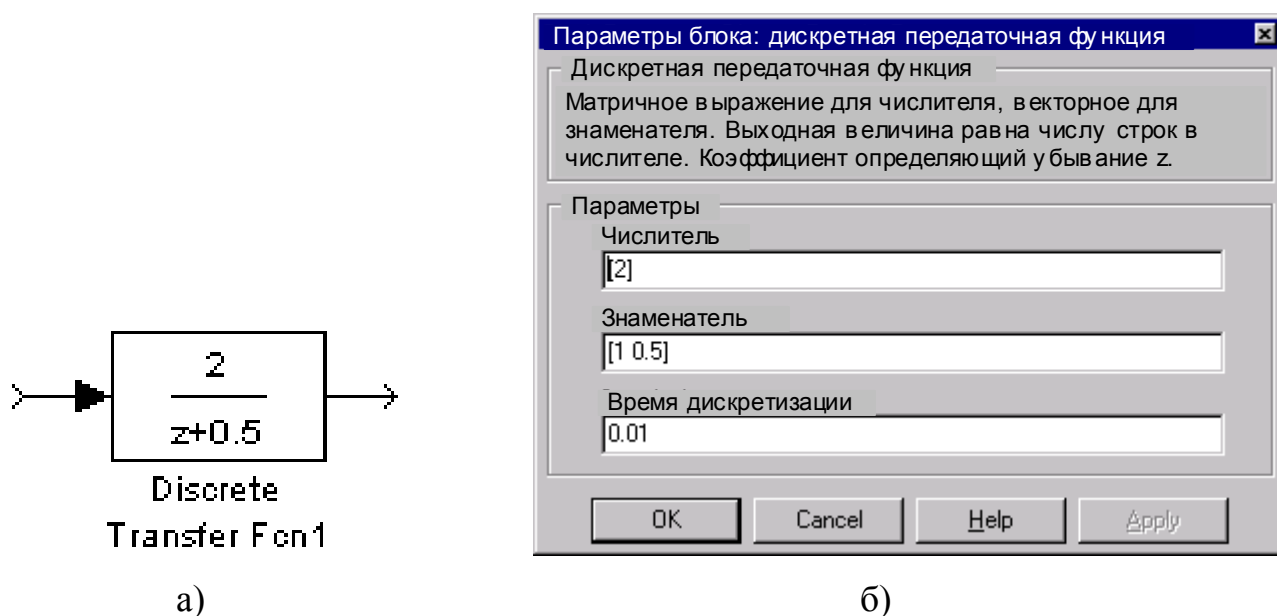


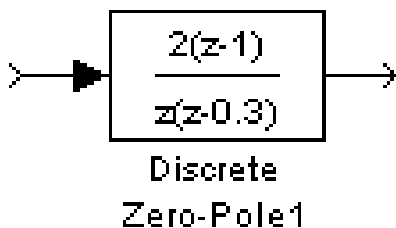
Рисунок 5 – Структура (а) та параметри (б) блоку дискретної передавальної функції

Таблиця 2.1 – Досліджувані параметри блоку дискретної передавальної функції

Частота сигналу	1	1	1	1	1	1
Час дискретизації	1	1	1	0,1	0,1	0,01
Чисельник	1	0,5	1	1	0,5	1
Знаменник	[1 1]	[1 0.5]	[0,3 0,5 1]	[1 1]	[1 0.5]	[0,3 0,5 1]

Змінюючи параметри ланки в відповідно до таблиці 5 та подаючи на її вхід гармонічний сигнал, одиничну східчасту дію, фіксувати графіки зміни вхідного та вихідного сигналів для двох випадків.

2. Дослідити роботу дискретного нульового кола, структура якого наведена на рис.6(а), з параметрами на рис.6(б).



a)

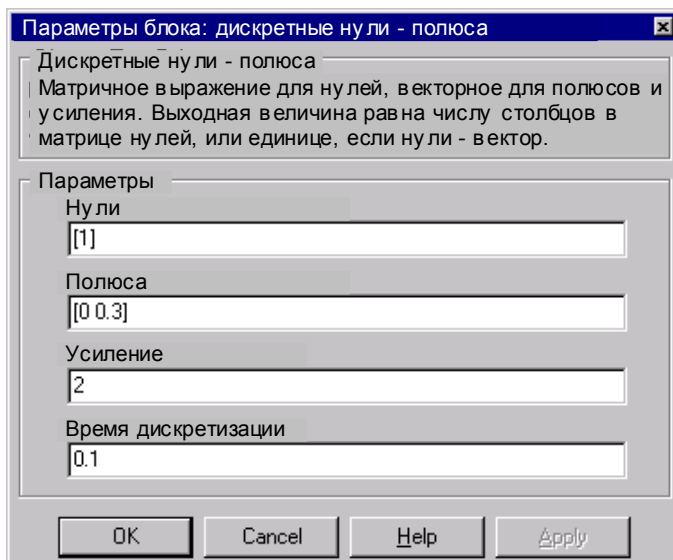


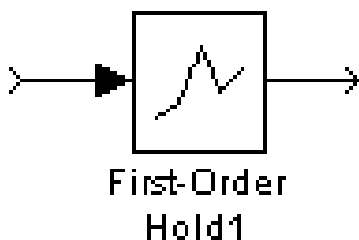
Рисунок 2.2 – Структура (а) та параметри (б) блоку «Дискретні нулі-полюси»

Таблиця 2.2 – Досліджувані параметри блоку «Дискретні нулі-полюси»

Частота сигналу	1	1	1	1	1	1
Час дискретизації	1	1	1	0,1	0,1	0,01
Нулі	[0.3 1]	[0.3 0.5]	[0.3 0.1]	[0.3 1]	[0.3 0.5]	[0.3 0.1]
Полюси	[1 1]	[1 0.5]	[1 1 1]	[1 1]	[1 0.5]	[1 1 1]

Змінюючи параметри ланки відповідно до таблиці б та подаючи на його вхід гармонічний сигнал різної частоти, одиничну ступінчасту дію, фіксувати для двох випадків зміни в часі вхідного та вихідного сигналів ланки.

2. Дослідити роботу одиничного фіксатора рівня, поданого на рис. 2.3(а), з параметрами на рис. 2.3(б).



a)

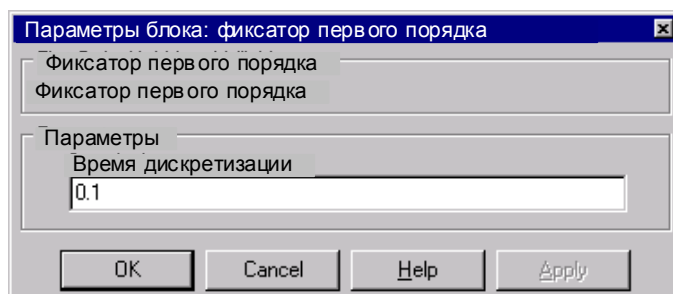


Рисунок 2.3 – Структура (а) та параметри (б) блоку фіксатора першого порядку

Змінюючи параметри ланки відповідно до таблиці 2.3 та подаючи на його вхід гармонічний сигнал різної частоти, одиничну ступінчасту дію, фіксувати часові характеристики для двох випадків.

Таблиця 2.3 – Досліджувані параметри блоку фіксатора першого порядку

Частота сигналу	1	1	1
Час дискретизації	1	0.1	0.01

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Назва та мета лабораторної роботи .
2. Структурна схема моделі для кожного з дослідів.
3. Графіки часових залежностей.
4. Висновки по лабораторній роботі

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Пристрої перетворення аналогового сигналу в цифровий.
2. Лінійні різнісні рівняння.
3. Дискретне перетворення Лапласа.
4. Z – перетворення.

Література: [3, с. 129-132]

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

ТЕМА: Вивчення будови структурних схем методом дискретного простору станів.

МЕТА: Набуття навичок опису систем управління методом простору станів, дослідження параметрів цифрових елементів описуваних в просторі станів.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Динамічні властивості лінійних спеціалізованих ЦСУЕП з одним входом $U(t)$ і одним виходом $y(t)$ описуються при $T=1$ лінійними рівняннями виду:

$$\begin{aligned} a_0 * y(k+n) + a_1 * y(k+n-1) + \dots + a_{n-1} * y(k+1) + a_n * y(k) = \\ = b_0 * u(k+n) + b_1 * u(k+n-1) + \dots + b_{n-1} u(k+1) + b_n u(k); \end{aligned}$$

Запишемо рівняння в вигляді передаточної функції, вважаючи $a_0 = 1$;

$$\begin{aligned} K(Z) = y(z)/u(z) = (b_n + b_{n+1} z + \dots + b_0 * z^n) / (a_n + a_{n+1} z + \dots + z^n) = \\ = (b_0 + b_1 z^{-1} + \dots + b_n * z^{-n}) / (1 + a_1 z^{-1} + \dots + a_n z^{-n}); \end{aligned}$$

Розглянемо випадок, коли $b_0 = 0, b_1 = 0, \dots, b_{n-1} = 0, b_n = 0$

Введемо такі змінні стани:

$$x_1(k) = y(k)$$

$$x_2(k) = x_1(k+1) = y(k+1)$$

$$x_3(k) = x_2(k+1) = y(k+2)$$

.....

$$x_n(k) = x_{n-1}(k+1) = y(k+n-1)$$

$$x_n(k+1) = y(k+n)$$

Таким чином, отримаємо

$$y(k+n) = x_n(k+1) = -a_1 x_n(k) - a_2 x_{n-1}(k) - \dots - a_3 x_1(k) + 1 * u(k)$$

Вище записане рівняння можна записати у вигляді різниці рівнянь першого порядку, виражених у векторно-матричній формі:

$$\begin{bmatrix} X_1(k+1) \\ X_2(k+1) \\ \dots \\ X_n(k+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \\ -a_n & -a_{n-1} & -a_{n-2} & \dots & -a_1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} X_1(k) \\ X_2(k) \\ \dots \\ X_n(k) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \dots \\ 1 \end{bmatrix} * U(k)$$

Із рівняння виходу:

$$Y(k) = [1 \ 0 \ \dots \ 0] * \begin{bmatrix} X_1(k) \\ X_2(k) \\ \dots \\ X_n(k) \end{bmatrix}$$

Або:

$$X(k+1) = AX(k) + B * U(k);$$

$$Y(k) = CX(k),$$

де вектор стану $x(k)$, динамічна матриця A , матриця входу B , матриця виходу C дорівнюють, відповідно:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \\ -a_n & -a_{n-1} & -a_{n-2} & \dots & -a_1 \end{bmatrix}; \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \dots \\ 1 \end{bmatrix}; \quad C = [1 \ 0 \ \dots \ 0];$$

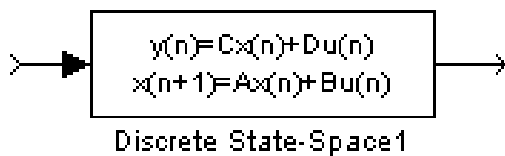
$$X(k) = [x_1(k) * x_2(k) \dots x_n(k)]^T$$

ХІД РОБОТИ

1. Виконати моделювання дискретної передаточної функції мінімально-фазової ланки другого порядку

$$W(p) = K / (T_1 T_2 p^2 + (T_1 + T_2)p + 1),$$

За допомогою дискретного простору станів, вираженого в пакеті MatLab ланкою – рис. 3.1 (а), з параметрами рис. 3.1 (б).



а)

б)

Рисунок 3.1 – Структура (а) та параметри (б) блоку дискретного простору стану

Для цього необхідно провести ряд додаткових перетворень:

- записати дискретну передаточну функцію, використовуючи z- перетворення;
- записати залежність вхідної і вихідної величини за допомогою різницевих рівнянь замінюючи z на (n+1):
- провести перетворення відповідно до викладених теоретичних відомостей.

Необхідні для моделювання параметри наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Досліджувані параметри блоку дискретного простору стану

Амплітуда сигналу	1	1	1	1	1	1
T ₁	1	1	1	0,1	0,1	0,1
T ₂	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,1
K	1	2	3	1	2	3
Час дискретизації	0,1	0,01	0,001	0,1	0,01	0,001

Подаючи на вхід ланки сигнал одиночної ступінчатої функції, фіксувати на виході графіки перехідної характеристики.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Назва та мета лабораторної роботи.
2. Розрахунок параметрів дискретної системи.
3. Структурна схема змодельованої системи .
4. Графіки перехідних процесів.
5. Висновки з роботи.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Основні принципи опису системи в просторі станів.
2. Імпульсна передаточна функція цифрової системи.
3. Визначення основних матриць стану.
4. Принципи побудови системи методом простору станів.

Література: [2, 191-218; 3, 165-175, 191-192; 4, 57-64]

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

ТЕМА: Дослідження цифрової системи стабілізації швидкості обертання двигуна постійного струму в системі ТП-Д.

МЕТА: Набуття навиків побудови цифрових систем управління електроприводом у тиристорному приводі постійного струму.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Мікропроцесорні системи управління тиристорними електроприводами звичайно будуються на основі використання принципу підлеглого регулювання. При цьому синтез виконується послідовно за контуром, починаючи з внутрішнього.

Задача синтезу полягає в тому, щоб за заданою передаточною функцією об'єкта управління і її параметрами визначити передаточну функцію регуляторів струму та швидкості, знаючи яку, можна потім розробити алгоритм та програму роботи мікропроцесора за відповідним контуром. Схема реалізуюча вище описані функціональні можливості, подана на рис. 4.1.

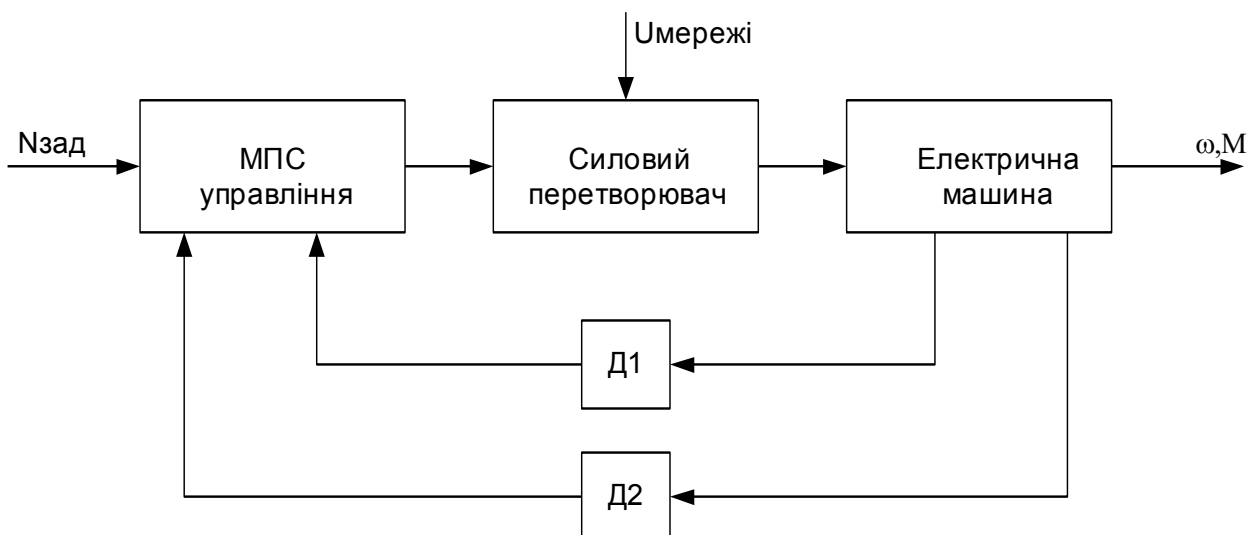


Рисунок 4.1 – Структурна схема цифрової системи управління

Залежно від потрібних динамічних властивостей замкнутої системи визначаються параметри і структура регулятора. Для електромеханічних систем автоматизованого управління прийняті стандартні настройки, які характеризуються визначеними динамічними властивостями.

Настройка на симетричний оптимум забезпечує максимальне перерегулювання, досягає 43%, час першого спряження $3.1T_{\mu}$. При цьому передаточна функція розімкнутої САУ:

$$W(p)=(4T_{\mu} p+1) / (8T_{\mu}^2 p^2(T_{\mu} p+1)).$$

Передаточна функція замкнутої системи:

$$W_z(p)=(4T_{\mu} p+1) / ((2T_{\mu} p+1)(4T_{\mu}^2 p^2+2T_{\mu} p+1)).$$

Настройка на модульний оптимум забезпечує максимальне перерегулювання 4.3%, при цьому час першого спряження становить $4.7 T_{\mu}$. Передаточна функція розімкнутої системи автоматичного регулювання налагоджена на модульний оптимум:

$$W(p)=1 / (2T_{\mu} p(T_{\mu} p+1)).$$

Замкнутої системи:

$$W_z(p)=(1/K_{os}) / (2T_{\mu}^2 p^2+2T_{\mu} p+1).$$

ХІД РОБОТИ

1. Виконати моделювання електричної машини постійного струму, базуючись на методі простору стану та представляючи, що вхідними величинами є напруга якірної ланки та момент статичного опору на валі, змінними стану є швидкість обертання та струм якоря, вихідними величинами є струм якоря, швидкість обертання та момент електричної машини. Параметри машини наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Варіанти параметрів досліджуваної машини

Тип	P, кВт	n, об/хв	U, В	I, А	J, кг м ²	R, Ом
П11	0,7	3000	220	4,3	0,048	4,62
П61	19	3000	220	98,6	2,4	0,054
П52	8	1500	220	43	1,6	0,253
П112	125	1000	220	532	23	0,01

2. Синтезувати цифрові регулятори струму і швидкості, базуючись на методі дискретного простору стану, при цьому представляючи, що розрядність мікропроцесорної системи 8, максимальна вхідна аналогова напруга 10В.

Рекомендації:

- розрахувати коефіцієнти датчиків струму і швидкості, виходячи з максимальної вхідної величини та розрядність мікропроцесорної системи;
- визначити структуру та параметри регуляторів струму і швидкості в оперативній формі;
- виконати Z – перетворення отриманих передаточних функцій регуляторів;
- вивести різні рівняння, які будуть визначати алгоритм роботи мікропроцесорної системи;
- розрахувати матриці входу, виходу та динамічну матрицю мікропроцесорної системи.

Примітка: оптимальна структура замкнутої системи автоматичного регулювання визначається самостійно, виходячи зі стандартних налаштувань.

3. Виконати моделювання замкнутої системи автоматичного регулювання задаючи на вхід системи сигнал у вигляді одиничної ступінчастої дії, виконати імітацію збільшення, зменшення навантаження та гальмування системи.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Назва та мета роботи.
2. Розрахунок параметрів регуляторів струму та швидкості в операторній формі.
3. Розрахунки матриці входу, виходу та динамічної матриці для цифрової системи регулювання.
4. Графіки функціонування системи в різних режимах.
5. Відповіді на контрольні питання.
5. Висновки щодо роботи.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Мікропроцесорна система стабілізації швидкості.
2. Передаточна функція і параметри системи оптимізованої на модульний оптимум.
3. Передаточна функція і параметри системи оптимізованої на симетричний оптимум.
4. Визначення передаточної функції регулятора швидкості та регулятора струму.

Література: [5, 112-127; 6, 88-94; 7, 74-93]

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

ТЕМА: Дослідження роботи цифрової системи автоматичного регулювання параметрів приводу змінного струму.

МЕТА: Здобуття навичок синтезування цифрової системи автоматичного регулювання приводу змінного струму.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Функціональна система управління електроприводом змінного струму за системою перетворювач частоти - двигун з автоматичним інвертором струму, наведена на рис.5.1.

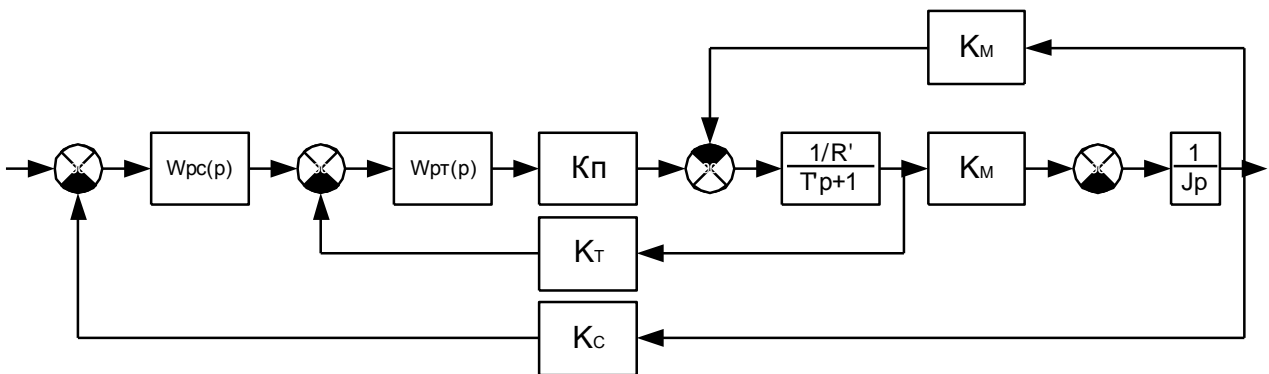


Рисунок 5.1 – Двоконтурна система управління електроприводом змінного струму

Система управління електроприводом виконана двоконтурною з ПІ-регуляторами швидкості РШ і струму РС. Сигнал зворотнього зв'язку по струму береться з датчика випрямленого струму Sh ланки постійного струму. егулятор швидкості забезпечує завдання на струм і одночасно формує сигнал завдання на СІФУ інвертора AV2. На вхід СІФУ інвертора подається сигнал зворотнього зв'язку за швидкістю з датчика швидкості ДШ.

На робочій ланці характеристики частотного електропривода практично лінійні, тому можна подати систему ПЧ-АД моделлю машини постійного струму. Структурна схема приведеної системи показана на рис. 5.2

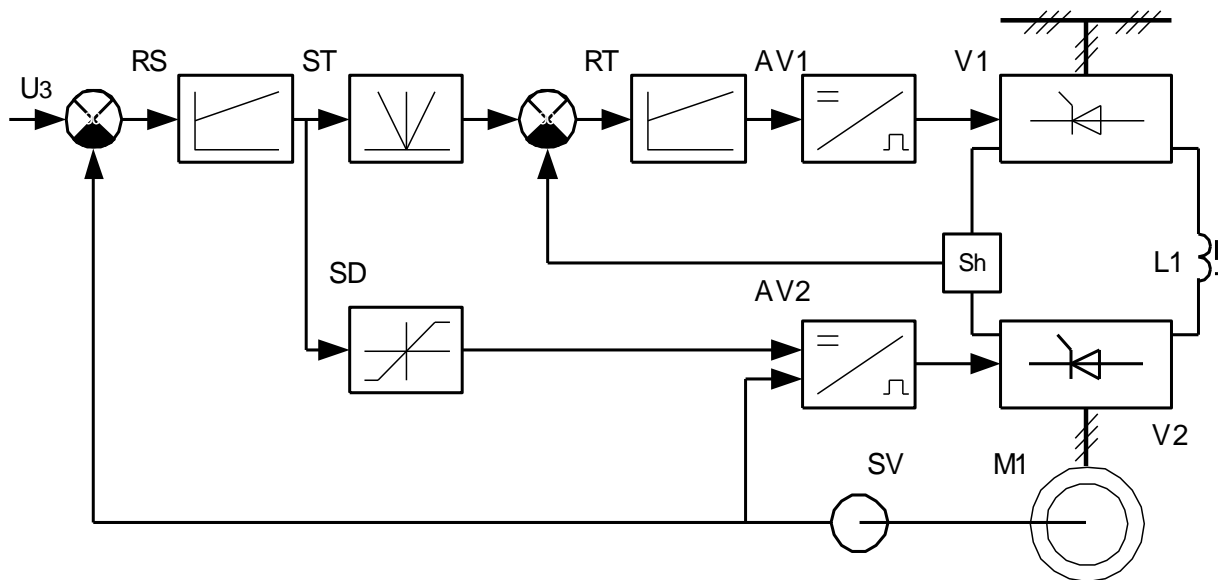


Рисунок 5.2 – Структурна схема системи ПЧ-АД

Еквівалентні величини активного опору та індуктивності ланки випрямленого струму автономного інвертора:

$$Re = 2(R_{mp} + R_1 + R_2') + 3(X_{mp} + X_1 + X_2') / \pi + R_{\partial p};$$

$$Le = 2(L_{mp} + L_1 + L_2') + L_{\partial p};$$

$$R_2' = R_2 \cdot Ke^2; X_2' = X_2 \cdot Ke^2; L_2' = L_2 \cdot Ke^2,$$

де Ke - коефіцієнт трансформації АД $Ke = U_2/U_1$

Електромагнітна постійна якірної ланки: $Te = Le / Re$.

$$\text{Коефіцієнт моменту: } K_M = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \frac{M_H}{I_H}.$$

Таблиця 5.1 – Варіанти параметрів досліджуваної машини

TIP	P	n_0	U	S	KPD	COS	M/M _m	MP	MMIN	I _П	J
4A250S4LB2	75.000	1500.0	380	1.40	93.00	0.90	2.20	1.20	1.00	7.00	0.100
4A250A4LB2	90.000	1500.0	380	1.40	93.00	0.91	2.20	1.20	1.00	7.00	0.120
4A160S6LB2	11.000	1000.0	380	3.00	86.00	0.86	2.00	1.20	1.00	6.00	0.140
4A160S6LB2	15.000	1000.0	380	3.00	87.50	0.87	2.00	1.20	1.00	6.00	0.180
4A180S6LB2	18.500	1000.0	380	2.70	88.00	0.87	2.00	1.20	1.00	6.00	0.220
4A200S6LB2	22.000	1000.0	380	2.50	90.00	0.90	2.00	1.20	1.00	6.50	0.400
4A200L6LB2	30.000	1000.0	380	2.30	90.50	0.90	2.00	1.20	1.00	6.50	0.460

ХІД РОБОТИ

1. Виконати моделювання розімкненої системи ПЧ-АД відповідно до наведених вище параметрів електричної машини та силової частини перетворюючого пристрою.

2. Синтезувати відповідно до методики, представлені в роботі №4 (П2), регулятори струму та швидкості за допомогою ланки дискретного простору стану.

3. Виконати моделювання замкнутої системи автоматичного регулювання, задаючи на вхід системи сигнал одиничної ступінчатої взаємодії, виконати імітацію збільшення навантаження, зменшення навантаження, гальмування.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Назва та мета лабораторної роботи.
2. Структурна схема системи стабілізації швидкості.
3. Розрахунок параметрів цифрового регулятора швидкості.
4. Графіки перехідних процесів у розімкнутій та замкнутій системах.
5. Відповіді на контрольні питання.
6. Висновки по роботі.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Основні принципи моделювання електричних машин змінного струму.
2. Спрощена математична модель системи ПЧ-АД.
3. Розрахунок параметрів системи ПЧ-АД.
4. Розрахунок регуляторів струму та швидкості.

Література: [2, 247-272; 6, 100-112; 7, 98-103]

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Анхимюк В.Л. Опейко О.Ф. Проектирование систем автоматического управления электроприводами: Учебное пособие для ВТУЗов. – Мн.: Вища школа, 1986.
2. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в Matlab 6.0: Учебное пособие. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – 320 с.
3. Дьяконов В., Круглов В. Математические пакеты расширения MATLAB. Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2001. – 480 с.
4. Комплектные тиристорные электроприводы: Справочник / Под. ред. Перельмутера Ю.Г. – М.: Энергоатомиздат, 1988.
5. Романенко В.Д., Игнатенко Б.В. Адаптивное управление технологическими процессами на базе микроЭВМ: Учебное пособие. – К.: Вища школа, 1990.
6. Теория автоматического управления и регулирования. Зайцев Г.Ф. – К.: Вища школа, 1975.
7. Топчеев Ю.И. Атлас для проектирования систем автоматического регулирования: Учебное пособие для втузов. – М.: Машиностроение, 1989.

Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з курсу “Цифрові системи управління електроприводом ” для студентів денної та заочної форм навчання (в тому числі для скороченого терміну навчання) зі спеціальності 6.092200 “Електромеханічні системи автоматизації та електропривод”

Укладачі: асист. Д.Г. Мамчур,
ст. викл. А.І. Ломонос

Відповідальний за випуск зав. кафедри САУЕ Д.Й. Родькін

Підп. до др. _____. Формат 60×84 1/16 Папір тип. Друк ризографія.

Ум. друк. акр. _____. Наклад _____ прим. Зам № _____. Безкоштовно.

Видавничий відділ КДПУ імені Михайла Остроградського
39600, м. Кременчук, вул. Першотравнева, 20