

- ня температури награвельної губки станка. / Е. І. Король // Вісник Національного технічного університету «ХПІ»: збірник наукових праць. – Харків: НТУ «ХПІ», 2002 – тем. випуск Мікропроцесорні системи імпульсного управління.
10. Сокол, Е. І., Электропривод постоянного тока с микропроцессорной прогнозирующей системой управления / Е. І. Сокол, А. В. Кипенский, А. А. Лашин, Н. Н. Орехова // Вісник Національного технічного університету «ХПІ»: збірник наукових праць. – Харків: НТУ «ХПІ», 2002 – тем. випуск Мікропроцесорні системи імпульсного управління.
11. Полковский, И. М. Схемотехника микроэлектронной аппаратуры / И. М. Полковский, В. П. Стыцько, Ю. Е. Рудберг. – М.: Радио и связь, 1981. – 320 с.
12. Прикладная теория цифровых автоматов / [под ред. К. Г. Самофалова]. – К.: Вища школа, 1987. – 375 с.
13. Новиков, Ю. В. Основы цифровой схемотехники: Базовые элементы и схемы. Методы проектирования / Ю. В. Новиков. – М.: Мир, 2001. – 379 с.
14. Грехов, И. В. Тиристоры, выключаемые током управления / И. В. Грехов, И. А. Линийчук. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 96 с.
15. Сравнительный анализ ключевых схем на транзисторах и запираемых тиристорах / В. П. Безручко, До-Чинь, В. Л. Миронченко [и др.] // Известия вузов. Электромеханика. – 1989 – № 11 – С. 111–113.

Стаття надійшла до редакції 15.02.2011.

Після доробки 22.03.2011.

Близняков О. В., Миронченко В. Л.

Аналіз та синтез системи керування регулятора для затемнювачів світла

Виконано аналіз і синтез системи керування регулятора напруги для затемнювачів світла на запираних тиристорах. Надано приклад схемної реалізації системи керування.

Ключові слова: аналіз, синтез, регулятор напруги, система керування, запирані тиристори, керуючий імпульс.

Bliznyakov O. V., Mironchenko V. L.

Analysis and synthesis of regulator control system for dimmers

Analysis and synthesis of the gate-controlled thyristor-based voltage regulator control system for dimmers has been performed. Example of a control system circuit is represented.

Key words: analysis, synthesis, voltage regulator, control system, gate-controlled thyristors, control pulse.

УДК 681.5.013

С. О. Бур'ян, В. Ю. Ворощенко, С. В. Король, О. Ю. Савич, С. А. Смірнов

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

АВТОМАТИЗАЦІЯ ФОРМУВАННЯ ТРАЄКТОРІЙ ПРИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМУ ДОСЛІДЖЕННІ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ

У статті запропоновано пристрій для автоматизації формування траєкторій при експериментальному дослідженні електромеханічних систем. Траєкторії формуються за допомогою логічного програмованого контролера, що підключений до промислового перетворювача частоти. Представлено результати досліджень для різних типів траєкторій.

Ключові слова: логічний програмований контролер, автоматизація, траєкторія руху, синтез.

Вступ. Експериментальні дослідження електромеханічних систем часто складаються з великої кількості серій тестів, які виконуються для різного типу задаючих і збурюючих дій. Для аналізу і систематизації отриманих експериментальних даних усі тести з одним типом заданих траєкторій повинні мати ідентичні характерні ділянки (розгін, гальмування, накидання моменту). От-

римання однотипних експериментальних даних при дослідженні електромеханічних систем в режимі відпрацювання ступінчастих ліфтових траєкторій або траєкторій з реверсом можливе тільки при використанні програмованого задавального пристрою. Для цього можуть використовуватися спеціальні пристрої: персональний комп'ютер з платою, що реалізує дискретні входи/вихо-

ди, інтерфейс зв'язку з комп'ютером, спеціально розроблений пристрій на основі мікроконтролера з блоком узгодження рівнів сигналів і програмно-апаратним комплексом для програмування, чи система на основі програмованого логічного контролера (ПЛК)[1].

Перші два варіанти вимагають значних витрат на реалізацію як апаратної частини (розробка або придбання необхідних пристроїв), так і програмної (вивчення відповідної мови програмування, написання програми, що реалізує алгоритм роботи і керування апаратною частиною системи).

Реалізація на основі ПЛК дозволяє створити найбільш надійну і дешеву систему із зручним і простим інтерфейсом програмування за рахунок використання серійного контролера із вбудованою операційною системою, яка реалізує усі апаратно залежні і системні функції [2].

Мета роботи. Розробити універсальну установку для автоматизації експериментальних досліджень електромеханічних систем з можливістю формування основних типових траєкторій з різною інтенсивністю розгону і сповільнення двигуна.

Синтез траєкторії точного позиціонування. Важливим етапом в програмуванні логічних контролерів є отримання логічних рівнянь, що описують умови роботи даної системи. За цими рівняннями можна складати програми для контролерів будь-якого типу. Існують різні методи синтезу, але в тому випадку, коли умови роботи системи мають майже лінійний характер, оптимальним є використання методу синтезу на тригерах [3].

Умови роботи системи задаються у вигляді траєкторії руху, представленої на рис. 1, де T_1 – час розгону до усталеної швидкості, T_2 , T_4 – час роботи на усталеній швидкості, T_3 , T_5 – час сповільнення. На проміжках 2–3 та 4–5 час сповільнення однаковий. Схема

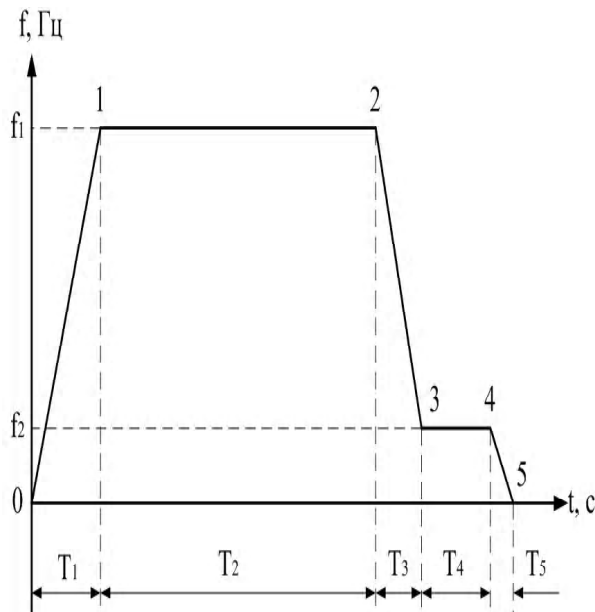


Рис. 1. Задана траєкторія руху

повинна передбачати аварійну зупинку в будь-якому стані і повернення у вихідний стан [2].

Реалізуємо дану трапецію методом синтезу на тригерах [3, 4]. Кількість вершин графа при синтезі асинхронних схем на RS-тригерах визначають з умови

$2^n \geq S$, де S – кількість станів схеми; 2^n – кількість вершин графа; n – кількість тригерів. Оскільки в схемі 10 станів, то для синтезу необхідні мінімум 4 тригери. Умови роботи схеми подаються у вигляді графічного зображення послідовності роботи багатотактної схеми – графа переходів. Для того, щоб запустити схему, необхідно натиснути кнопку a , а потім її відпустити. За умови роботи також має спрацювати аварійна зупинка при натисненні кнопки c у будь-якому стані. Тому для реалізації умов роботи схеми вибрано оптимальний маршрут переходів між вершинами, граф переходу якого показаний на рис. 2. Для переходу між вільними вершинами використовуються одиничні переходи.

Введемо такі позначення вхідних і вихідних сигналів, а також сигналів таймерів, які необхідно розглядати як вхідні сигнали для графа переходів. Вхідні сигнали: a – команда «Пуск»; c – аварійна зупинка, $T_1 - T_5$ – сигнали таймерів, що дають затримки $\Delta t_1 - \Delta t_5$. Вихідні сигнали: f_1 – команда «дозволу роботи», f_2 – команда на розгін, f_3 – команда на сповільнення.

Синтез схеми полягає у записі умов вмикання і скидання кожного тригера. Умови вмикання тригера S_p записуються у вигляді добутку сигналу на ребрі, що заходить в область, і сигналів решти тригерів, стан яких не змінюється при переході, позначеному ребром. Умова скидання тригера R_p записується аналогічно для кожного ребра, що виходить з даної області. На основі

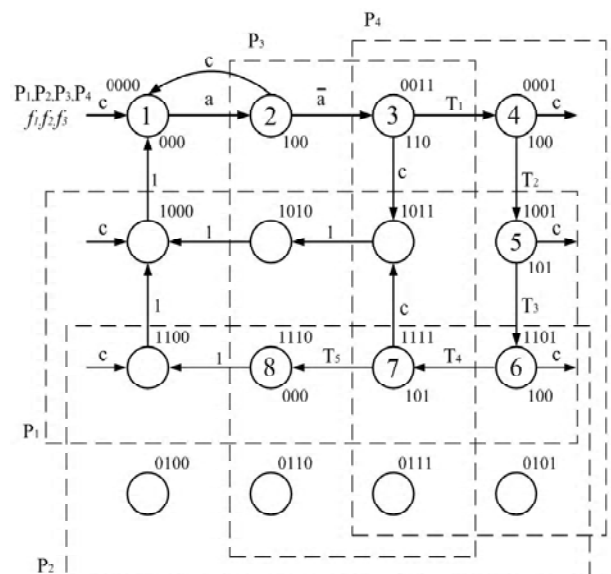


Рис. 2. Граф переходів

цих правил записуємо умови вмикання і скидання для всіх чотирьох тригерів:

$$S_{P_1} = T_2 \bar{p}_2 \bar{p}_3 p_4 + c \bar{p}_2 p_3 p_4; \quad (1)$$

$$R_{P_1} = \bar{p}_2 \bar{p}_3 \bar{p}_4; \quad (2)$$

$$S_{P_2} = T_3 p_1 \bar{p}_3 p_4; \quad (3)$$

$$R_{P_2} = p_1 \bar{p}_3 \bar{p}_4 + c p_1 p_3 p_4; \quad (4)$$

$$S_{P_3} = a \bar{p}_1 \bar{p}_2 \bar{p}_4 + T_4 p_1 p_2 p_4; \quad (5)$$

$$R_{P_3} = T_1 \bar{p}_1 \bar{p}_2 p_4 + p_1 p_2 \bar{p}_4 + c \bar{p}_1 \bar{p}_2 \bar{p}_4 + p_1 \bar{p}_2 \bar{p}_4; \quad (6)$$

$$S_{P_4} = \bar{a} \bar{p}_1 \bar{p}_2 p_3; \quad (7)$$

$$R_{P_4} = T_5 p_1 p_2 p_3 + p_1 \bar{p}_2 p_3 + c \bar{p}_1 \bar{p}_2 \bar{p}_3 +; \\ + c p_1 \bar{p}_2 \bar{p}_3 + c p_1 p_2 \bar{p}_3 \quad (8)$$

Запишемо рівняння для таймерів:

$$T_1 = \bar{p}_1 \bar{p}_2 p_3 p_4; \quad (9)$$

$$T_2 = \bar{p}_1 \bar{p}_2 \bar{p}_3 p_4; \quad (10)$$

$$T_3 = p_1 \bar{p}_2 \bar{p}_3 p_4; \quad (11)$$

$$T_4 = p_1 p_2 \bar{p}_3 p_4; \quad (12)$$

$$T_5 = p_1 p_2 p_3 p_4; \quad (13)$$

Формули для вихідних сигналів f_1, f_2, f_3 записуються як комбінаційні функції вихідних сигналів тригерів P_1, P_2, P_3 та P_4

$$f_1 = \bar{p}_1 \bar{p}_2 p_3 \bar{p}_4 + \bar{p}_1 \bar{p}_2 p_3 p_4 + \bar{p}_1 \bar{p}_2 \bar{p}_3 p_4 + \\ + p_1 \bar{p}_2 \bar{p}_3 p_4 + p_1 p_2 \bar{p}_3 p_4 + p_1 p_2 p_3 p_4 = \\ = \bar{p}_1 \bar{p}_2 p_3 + p_1 p_2 p_4 + \bar{p}_2 \bar{p}_3 p_4; \quad (14)$$

$$f_2 = \bar{p}_1 \bar{p}_2 p_3 p_4; \quad (15)$$

$$f_3 = p_1 \bar{p}_2 \bar{p}_3 p_4 + p_1 p_2 p_3 p_4. \quad (16)$$

Синтез траєкторії з реверсом. Умови роботи системи задаються у вигляді траєкторії руху, представленій на рис. 3, де T_6, T_{11} – час розгону до усталеної швидкості, T_7, T_9, T_{12} – час роботи на усталеній швидкості, T_8 – час роботи під навантаженням, T_{10}, T_{13} – час сповільнення. Схема повинна передбачати аварійну зупинку в будь-якому стані.

Дана траєкторія реалізована аналогічно попередній методом синтезу на тригерах [1, 2]. Граф переходів з оптимальним маршрутом показаний на рис. 4.

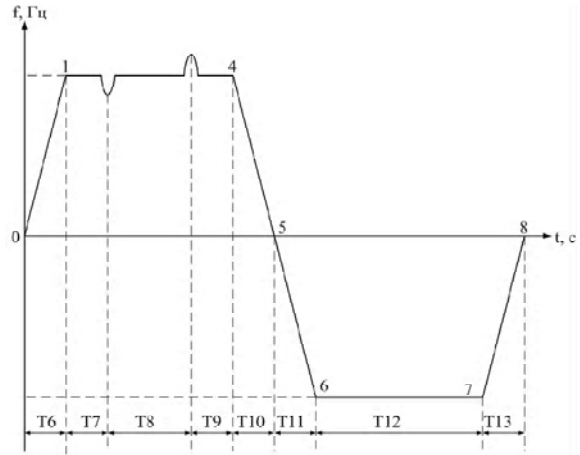


Рис. 3. Задана траєкторія руху

Введемо такі позначення вхідних і вихідних сигналів, а також сигналів таймерів, які необхідно розглядати як вхідні сигнали для графа переходів. Вхідні сигнали: a – команда «Пуск»; c – аварійна зупинка, $T_1 - T_5$ – сигнали таймерів, що дають затримки $\Delta t_1 - \Delta t_5$. Вихідні сигнали: f_1 – команда «дозволу роботи», f_2 – команда для реверсу, f_3 – команда на розгін, f_4 – команда на сповільнення, f_5 – команда накидання моменту навантаження.

Рівняння для вмикання і скидання тригерів матимуть такий вигляд:

$$S_{P_1} = T_7 \bar{p}_2 \bar{p}_3 p_4 + c \bar{p}_2 p_3 p_4 + T_{11} p_2 p_3 p_4 + p_2 \bar{p}_3 \bar{p}_4; \quad (17)$$

$$R_{P_1} = T_9 p_2 \bar{p}_3 p_4 + \bar{p}_2 \bar{p}_3 \bar{p}_4; \quad (18)$$

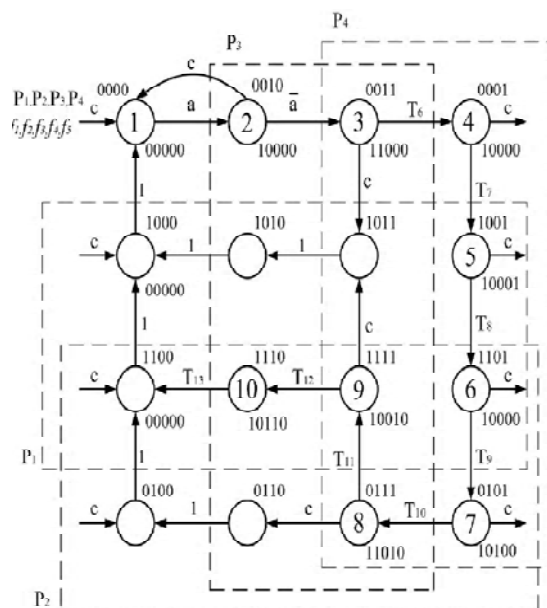


Рис. 4. Граф переходів

$$S_{p_2} = T_8 p_1 \bar{p}_3 p_4 ; \quad (19)$$

$$R_{p_2} = p_1 \bar{p}_3 \bar{p}_4 + c p_1 p_3 p_4 + c p_1 p_3 \bar{p}_4 ; \quad (20)$$

$$S_{p_3} = a \bar{p}_1 \bar{p}_2 \bar{p}_4 + T_{10} \bar{p}_1 p_2 p_4 ; \quad (21)$$

$$R_{p_3} = c \bar{p}_1 \bar{p}_2 \bar{p}_4 + T_6 \bar{p}_1 \bar{p}_2 p_4 + \bar{p}_1 p_2 \bar{p}_4 + ; \\ + T_{13} p_1 p_2 \bar{p}_4 + p_1 \bar{p}_2 \bar{p}_4 ; \quad (22)$$

$$S_{p_4} = a \bar{p}_1 \bar{p}_2 p_3 ; \quad (23)$$

$$R_{p_4} = T_{12} p_1 p_2 p_3 + p_1 \bar{p}_2 p_3 + c \bar{p}_1 \bar{p}_2 \bar{p}_3 + \\ + c p_1 \bar{p}_2 \bar{p}_3 + c p_1 p_2 \bar{p}_3 + c \bar{p}_1 p_2 \bar{p}_3 + c \bar{p}_1 p_2 p_3 . \quad (24)$$

Запишемо рівняння для таймерів

$$T_6 = \bar{p}_1 \bar{p}_2 p_3 p_4 ; \quad (25)$$

$$T_7 = \bar{p}_1 \bar{p}_2 \bar{p}_3 p_4 ; \quad (26)$$

$$T_8 = p_1 \bar{p}_2 \bar{p}_3 p_4 ; \quad (27)$$

$$T_9 = p_1 p_2 \bar{p}_3 p_4 ; \quad (28)$$

$$T_{10} = \bar{p}_1 p_2 \bar{p}_3 p_4 ; \quad (29)$$

$$T_{11} = \bar{p}_1 p_2 p_3 p_4 ; \quad (30)$$

$$T_{12} = p_1 p_2 p_3 p_4 ; \quad (31)$$

Формули для вихідних сигналів $f_1, f_2, f_3, f_4, i, f_5$ записуються як комбінаційні функції вихідних сигналів

тригерів P_1, P_2, P_3 та P_4

$$f_1 = \bar{p}_1 \bar{p}_2 p_3 \bar{p}_4 + \bar{p}_1 \bar{p}_2 p_3 p_4 + \bar{p}_1 \bar{p}_2 \bar{p}_3 p_4 + p_1 \bar{p}_2 \bar{p}_3 p_4 + \\ + p_1 p_2 \bar{p}_3 p_4 + \bar{p}_1 p_2 \bar{p}_3 p_4 + \bar{p}_1 p_2 p_3 p_4 + p_1 p_2 p_3 p_4 + \\ + p_1 p_2 p_3 \bar{p}_4 = \bar{p}_3 p_4 + \bar{p}_1 p_2 + p_1 p_2 p_4 + \bar{p}_1 \bar{p}_2 p_3 ; \quad (32)$$

$$f_2 = \bar{p}_1 \bar{p}_2 p_3 p_4 + \bar{p}_1 p_2 p_3 p_4 ; \quad (33)$$

$$f_3 = \bar{p}_1 p_2 \bar{p}_3 p_4 + p_1 p_2 p_3 \bar{p}_4 ; \quad (34)$$

$$f_4 = \bar{p}_1 p_2 p_3 p_4 + p_1 p_2 p_3 p_4 + \bar{p}_1 p_2 p_3 \bar{p}_4 ; \quad (35)$$

$$f_5 = p_1 \bar{p}_2 \bar{p}_3 p_4 . \quad (36)$$

Програмна реалізація синтезованих виразів виконана на ПЛК ЕН-А23DRP [4] фірми НІТАСНІ, який має достатню продуктивність, необхідну кількість входів/виходів і прийнятну ціну для поставленого завдання. Даний контролер також виконує обробку сигналів з пульта керування і формування вихідних сигналів, які подаються на дискретні входи стандартного перетворювача для керування режимами його роботи. Електрична схема розробленої установки показана на рис. 5.

Призначення перемикачів, кнопок та індикації наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Опис елементів схеми

Позначення	Назва
Перемикачі	
S0	Подає живлення на контролер ~200 В
S1, S2, S3, S4	Вибір сталої часу T1
S5, S6, S7, S8	Вибір сталої часу T2
S9	Дозвіл на пуск
S10	Відпрацювання тракторії а- замкнений S10, б- розімкнений
P1	Кнопка аварійної зупинки
Індикація	
L1	Індикація включення живлення контролера
VD1	Індикація дозволу на пуск двигуна
VD2	Індикація реверсу двигуна
VD3	Індикація розгону двигуна
VD4	Індикація гальмування двигуна
Виходи	
AC	Підключається джерело живлення 220 В змінної напруги
DI1	Керування вмиканням перетворювача (перехід в режим готовності). Підключається до дискретного входу перетворювача частоти.
DI2	Вибір напрямку обертання. Підключається до дискретного входу перетворювача частоти.
DI3	Розгін. Підключається до дискретного входу перетворювача частоти.
DI4	Гальмування. Підключається до дискретного входу перетворювача частоти.
+24V	Підключається до дискретного входу +24 В перетворювача частоти.

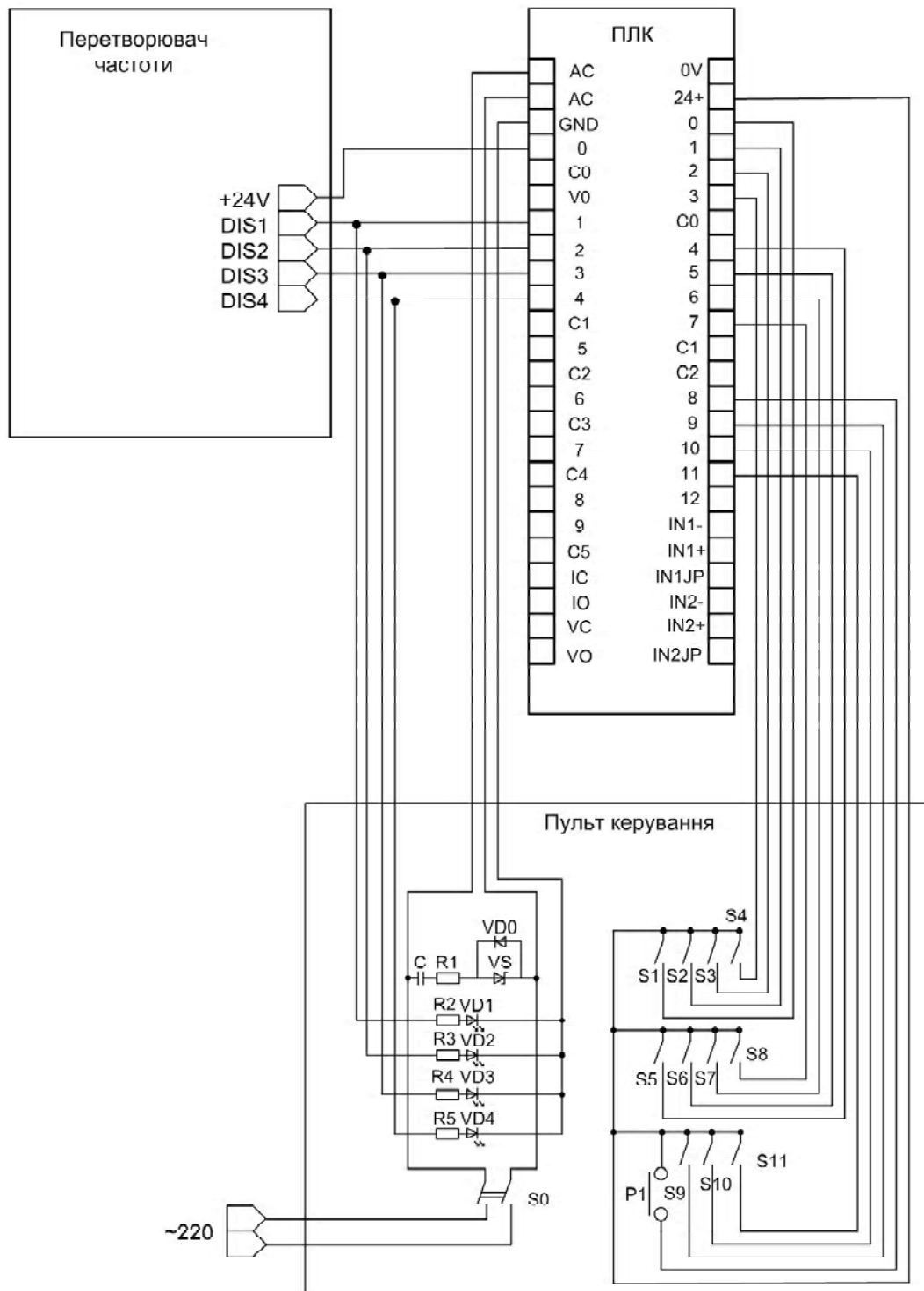


Рис. 5. Електрична схема пристрою автоматизації

Система забезпечує

1. Формування двох типів траєкторій кутової швидкості, які показані на рис. 6, а і рис. 6, б.

2. Можливість вибору для кожної з трьох траєкторій часу розгону/гальмування в діапазоні 0,1–6 с і часу роботи з постійною швидкістю від 0,2 до 12 с.

3. Безпечне аварійне відключення у будь-який момент роботи.

4. Індикацію режимів роботи: готовність до роботи, розгін, гальмування і реверс.

Інтенсивність заданої траєкторії визначається сталими часу T1 і T2. Залежно від вибраної траєкторії три-

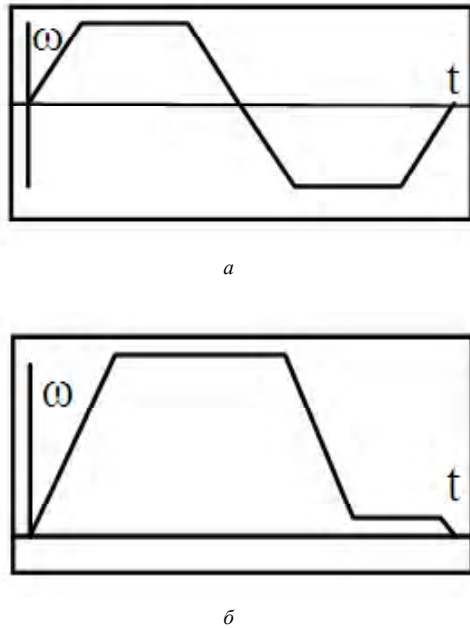


Рис. 6. Форми траєкторії заданої швидкості

валість розгону, гальмування і усталеного руху визначається за допомогою T1 і T2 відповідно до алгоритму, наведеному в табл. 2. Для траєкторії (рис. 6, б) усталений рух 1 відповідає роботі на максимальній швидкості, а усталений рух 2 – робота на швидкості точного позиціонування.

Значення сталої часу T1 встановлюється за допомогою зовнішніх перемикачів S1–S4, як показано у табл. 3.

Значення T2 встановлюється також, як вказано в таблиці 3, із заміною вимикачів S1–S4 на вимикачі S5–S8.

Для перевірки працездатності розробленого пристрою було проведено ряд експериментів, представлених на рис. 7. Візуалізація проводилася за допомогою STEP-2. На рис. 7, а зображено відпрацювання траєкторії точного позиціонування. Як можна побачити з графіка швидкості, час розгону складає 3 с, роботи на усталеній швидкості – 6 с, гальмування до другої усталеної швидкості – 2,7 с, робота на відповідній швидкості – 1,5 с та тривалість зупинки до нульової швидкості 0,3 с. Аварійна зупинка для даної траєкторії показана на рис. 7, б. Також було знято графік перехідного процесу швидкості для відпрацювання траєкторії з реверсом (рис. 7, в). Розгін до усталених швидкостей 2 с, гальмування 3 с, робота на першій усталеній швидкості 6 с, а на другій 4 с. На рис. 7, г було знято графік аварійної зупинки для траєкторії з реверсом.

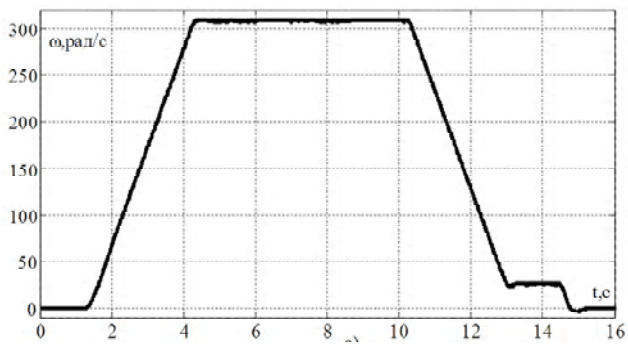
Висновок. Методом графів переходів синтезовано алгоритм роботи системи автоматизації експериментальних досліджень, яка забезпечує формування двох типових траєкторій заданої кутової швидкості з можливістю накидання і скидання моменту. Відповідно до синтезованого алгоритму розроблено програмне забезпечення для логічного контролера, яке додатково реалізує налаштування часових характеристик заданих траєкторій за допомогою пульта керування. Розроблена універсальна установка дозволяє автоматизувати експериментальні дослідження електромеханічних систем, які базуються на сучасних транзисторних перетворювачах.

Таблиця 2 – Визначення часових характеристик заданих траєкторій

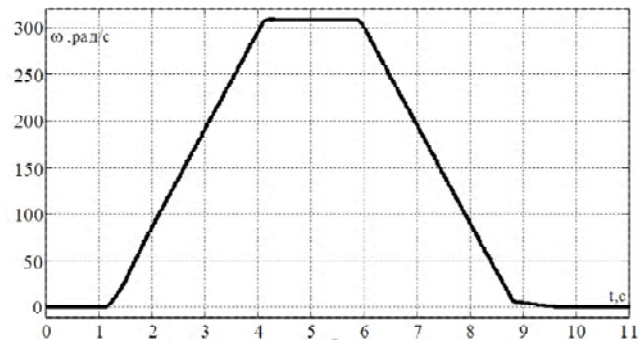
	Розгін 1	Розгін 2	Гальм. 1	Гальм. 2	Уст. рух1	Уст. рух2
Траєкторія а	T1	T1	T2	T2	4*T1	2*T1
Траєкторія б	T1	–	0,9*T2	0,1*T2	4*T1	0,5*T1

Таблиця 3 – Значення таймерів

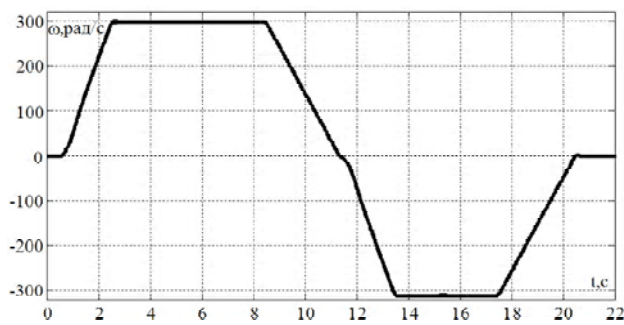
S1	S2	S3	S4	T1,с	S1	S2	S3	S4	T1,с
0	0	0	0	–	1	0	0	0	0,8
0	0	0	1	0,1	1	0	0	1	0,9
0	0	1	0	0,2	1	0	1	0	1
0	0	1	1	0,3	1	0	1	1	2
0	1	0	0	0,4	1	1	0	0	3
0	1	0	1	0,5	1	1	0	1	4
0	1	1	0	0,6	1	1	1	0	5
0	1	1	1	0,7	1	1	1	1	6



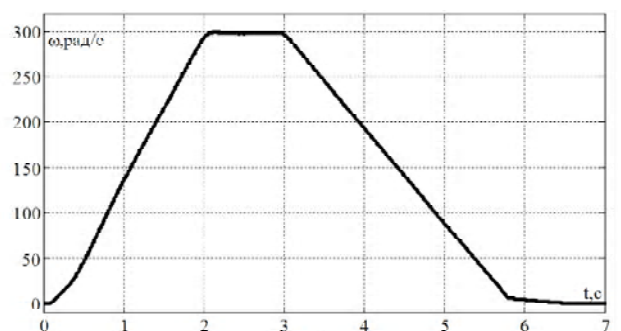
а



б



в



г

Рис. 7. Відпрацювання заданих траєкторій

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ельперін, І. В. Промислові контролери: Навчальний посібник / Ельперін І. В. – К. : НУХТ. – 2003. – 320 с.
2. Федоров, Ю. Н. Справочник инженера по АСУТП: Проектирования и разработка. Учебно-практическое пособие / Федоров Ю. Н. – М. : Инфра-Инженерия. – 2008. – 928 с.
3. Ковальчук, О. В. Логічний синтез дискретних схем автоматики: навчальний посібник / Ковальчук О. В. – К. : НТУУ «КПІ». – 2008. – 168 с.
4. Ковальчук, О. В. Застосування різних методів в синтезу для складних програм для логічних програмованих контролерів / Ковальчук О. В., Бур'ян С. О. // Інформаційний збірник Промелектро. «Промислова електроніка та електротехніка». – Випуск №4. – 2010. – С. 51–53.

Стаття надійшла до редакції 15.02.2011.

Бур'ян С. А., Ворощенко В. Ю., Король С. В., Савич О. Ю., Смирнов С. А.
Автоматизация формирования траекторий при экспериментальном исследовании электромеханических систем

В статье предложено устройство для автоматизации формирования траекторий при экспериментальном исследовании электромеханических систем. Траектории формируются с помощью логического программируемого контроллера, подключенного к промышленному преобразователю частоты. Представлены результаты исследований для различных типов траекторий.

Ключевые слова: логический программируемый контроллер, автоматизация, траектория движения, синтез.

Buryan S., Voroschenko V., Korol S., Savych O., Smirnov S.

Trajectory forming automation in experimental investigation of electromechanical systems

The paper describes the trajectory automation device for electromechanical system experimental investigation. The trajectories are formed by a logical programmable controller connected to the industrial frequency converter. The experimental results for various trajectories are presented.

Key words: logical programmable controller; automation, motion trajectory, synthesis.

УДК 621.313.2.001.57

Е. С. Назарова, А. В. Пирожок канд. техн. наук, А. С. Нечпай, П. А. Подпружников

Запорожский национальный технический университет

УЧЕТ ЭФФЕКТА ОБРЫВА ПРОКАТЫВАЕМОЙ ПОЛОСЫ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ДВУХ СМЕЖНЫХ КЛЕТЕЙ СТАНА ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ

Разработана имитационная модель электроприводов двух смежных клеток, в которой учитывается возможность обрыва прокатываемой полосы. Модель предназначена для исследования электромеханических переходных процессов указанных электроприводов при аварийных режимах.

Ключевые слова: стан холодной прокатки, моделирование, обрыв полосы.

При повышении требований к качеству листового проката возникает необходимость в детальном исследовании электромеханических систем для более эффективного использования прокатного оборудования. Эти вопросы рассматривались достаточно большим количеством исследователей, но анализ известных работ показывает, что многие из них (в частности [1, 2]) посвящены исследованию процесса механического движения металла без учета возможности обрыва полосы. В известных работах [3, 4], посвященных исследованию непрерывных станов холодной прокатки, недостаточно внимания уделено вопросам углубленного изучения динамических процессов, связанных с особенностями аварийных ситуаций, исследования электромеханических процессов, создания имитационной модели, учитывающей возможность обрыва прокатываемой полосы.

Имитационные модели позволяют без нарушения производственного цикла прокатного стана исследовать его электромеханические процессы, снизить трудоемкость и затраты на проведение этих исследований, что является **актуальным** при разработке новых систем управления. Использование этих моделей позволит оптимизировать существующие системы защиты и алгоритмы выхода из аварийной ситуации.

Целью является создание имитационной модели электроприводов двух смежных клеток, в которой учитывается эффект обрыва прокатываемой полосы, для исследования электромеханических процессов при аварийных режимах.

Для исследования электромеханических процессов во взаимосвязанных электроприводах смежных клеток прокатного стана разработана в пакете современных прикладных программ [5] имитационная модель (рис. 1), где SAU-1, SAU-2 – обозначены блоки, обеспечивающие регулирование управляющих сигналов двигателей первой и второй клеток (Kletka-1, Kletka-2) [6]. Валы, соединяющие прокатные клетки и приводные двигатели, имитируются блоками VAL-1, VAL-2, которые представляют собой упругости первого рода. Металл, выходящий из первой клетки и входящий во вторую клетку, имитируется блоком Prokat, которые представляют собой упругости второго рода.

Каждая подсистема является самостоятельной моделью с портами входных и выходных координат. Для удобства создан свой логотип (изображенный на ней сверху), интерфейс для ввода и изменения параметров этой подсистемы. Такой подход имеет преимущества, поскольку любая модель имеет возможность соединяться с другой моделью по каналам механических и электрических связей. Механическими координатами являются скорость, момент, сила натяжения полосы; электрическими – токи и напряжения двигателей.

Вращающие моменты, созданные в моделях двигателей постоянного тока с независимым возбуждением (DPT-1, DPT-2), приводят во вращение валки двух клеток. Подсистемы SAU-1, SAU-2 собраны в виде двухконтурной системы автоматического управления скоростью двигателя клетки с внутренним контуром регулирования тока [7].