

ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи



Харківський національний університет радіоелектроніки

Кафедра «Електронних обчислювальних машин»

Кваліфікаційна робота

на тему:

Алгоритм функціонування вдосконаленого керуючого автомату паралельної дії

Виконав: ст. гр. СПМ-22-3

Коломоєць Владислав Сергійович

Керівник: к.т.н., доцент Бовчалюк С. Я.

2024 р.

1



Мета і задачі дослідження

Метою кваліфікаційної роботи є розробка алгоритму функціонування керуючого автомату паралельної дії з розширеним функціоналом у вигляді програмованих таймерів.

У відповідності до зазначеної мети необхідно розв'язати наступні часткові завдання дослідження:

- 1) провести аналіз керуючих структур з паралельною архітектурою, розглянути їх внутрішню структуру, визначити шляхи та можливості вдосконалення;
- 2) розглянути математичні моделі класичного керуючого автомату паралельної дії та ЛКА ПД з розширеними функціональними можливостями, що реалізують програмовані таймери;
- 3) дослідити універсальний алгоритм функціонування ЛКА ПД ;
- 4) визначити шляхи інтеграції до існуючого алгоритму елементів, що дозволять реалізувати додатковий функціонал;
- 5) розробити алгоритм функціонування вдосконаленого ЛКА ПД, що містить у собі елементи для реалізації програмованих таймерів.

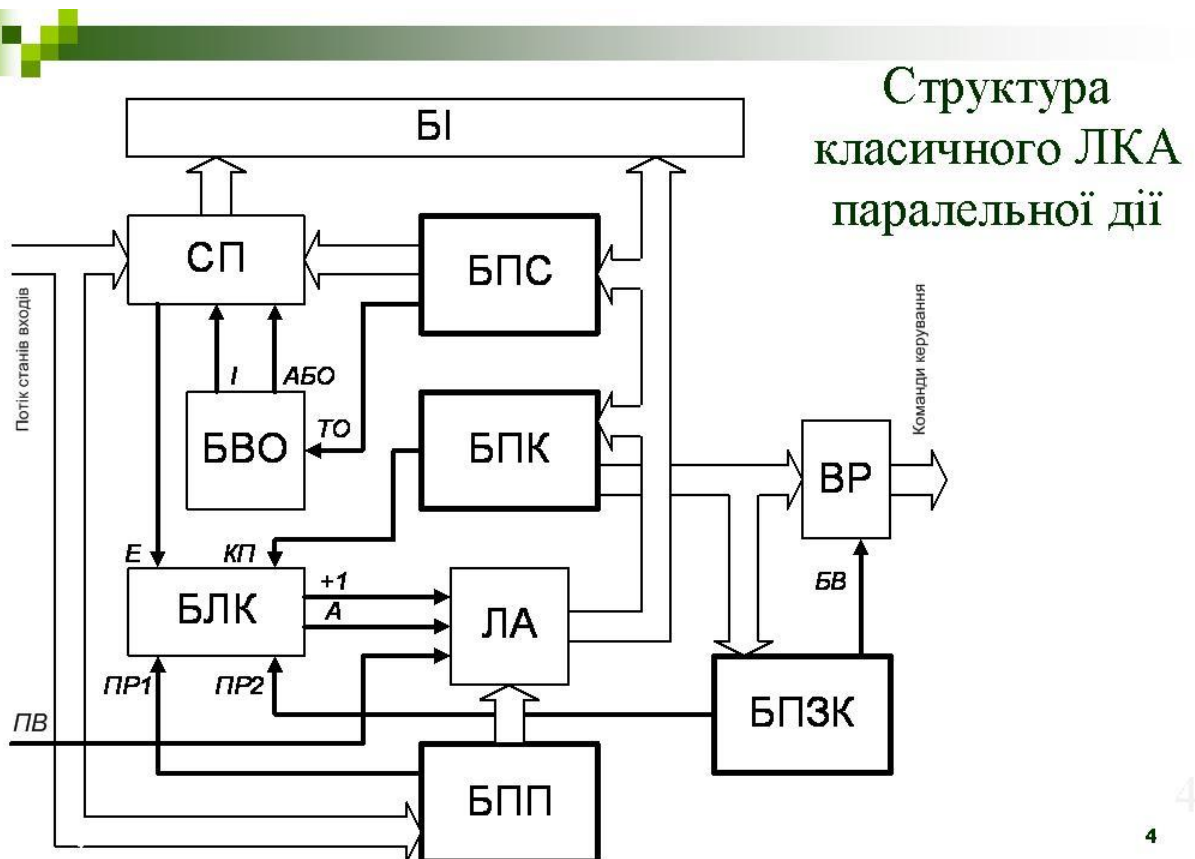
2

Актуальність теми дослідження

У наукових публікаціях показано, що одним із найбільш перспективних вдосконалень, яке дозволяє значно розширити функціонал керуючих пристроїв з паралельною архітектурою на базі ПЛІС, є введення до їх структури внутрішніх програмованих користувачем таймерів і лічильників. В одній з останніх публікацій за цим науковим напрямком, було показано, що саме введення програмованих таймерів є актуальною і пріоритетною задачею на даному етапі. Колективом авторів в ній було запропоновано вдосконалену архітектуру ЛКА ПД, що містить у своєму складі елементи, які реалізують функціонал програмованих таймерів. У той самий час алгоритму функціонування такого автомату надано не було.

3

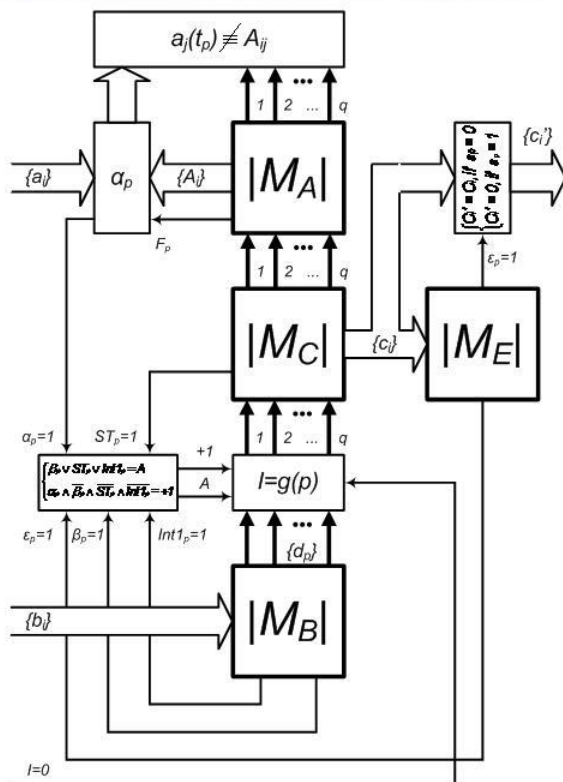
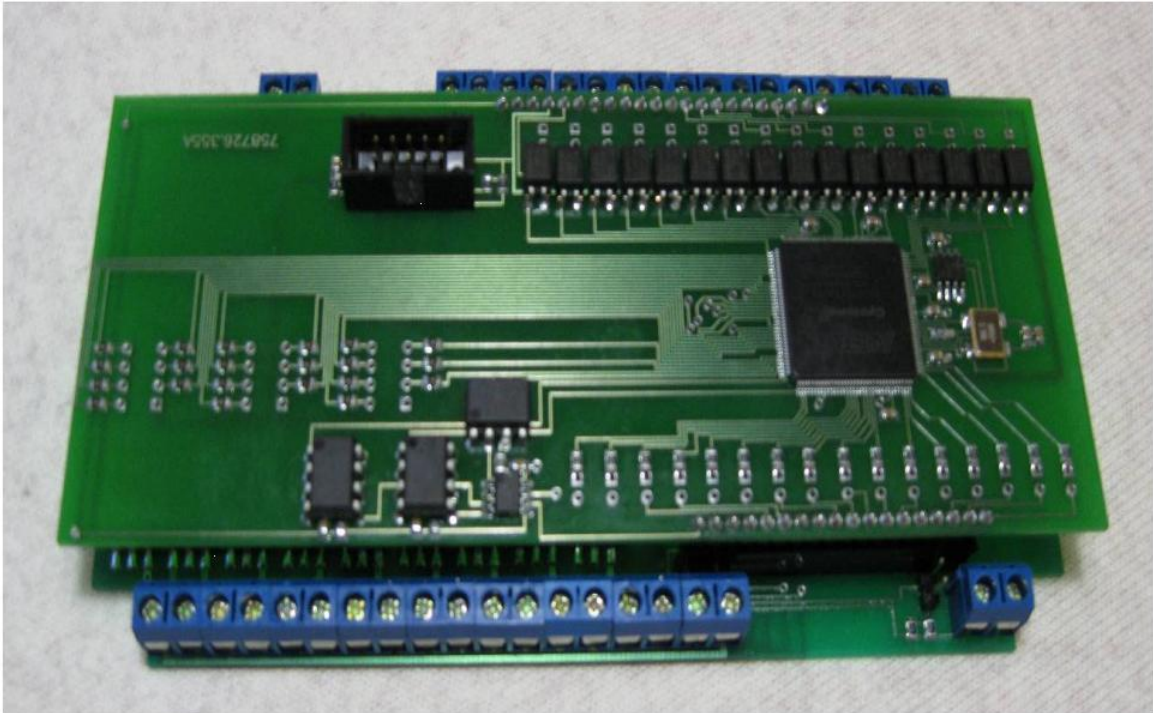
3



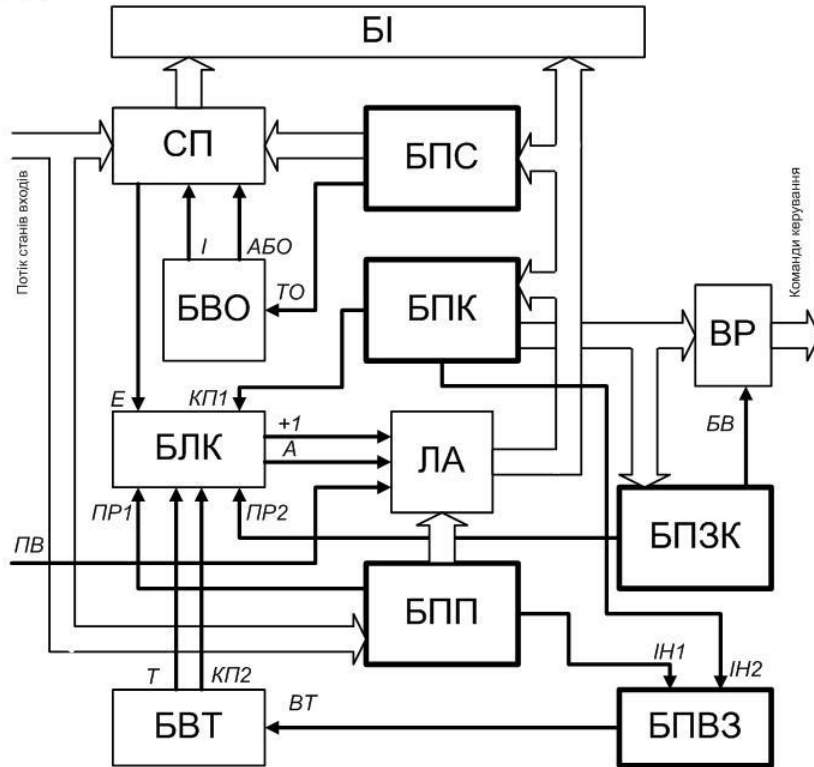
4

4

Промисловий зразок ПЛІС-контролера паралельної дії



Архітектура
ЛКА ПД у
категоріях
математичної
моделі



Структура керуючого автомату паралельної дії з функціями програмованих користувачем таймерів

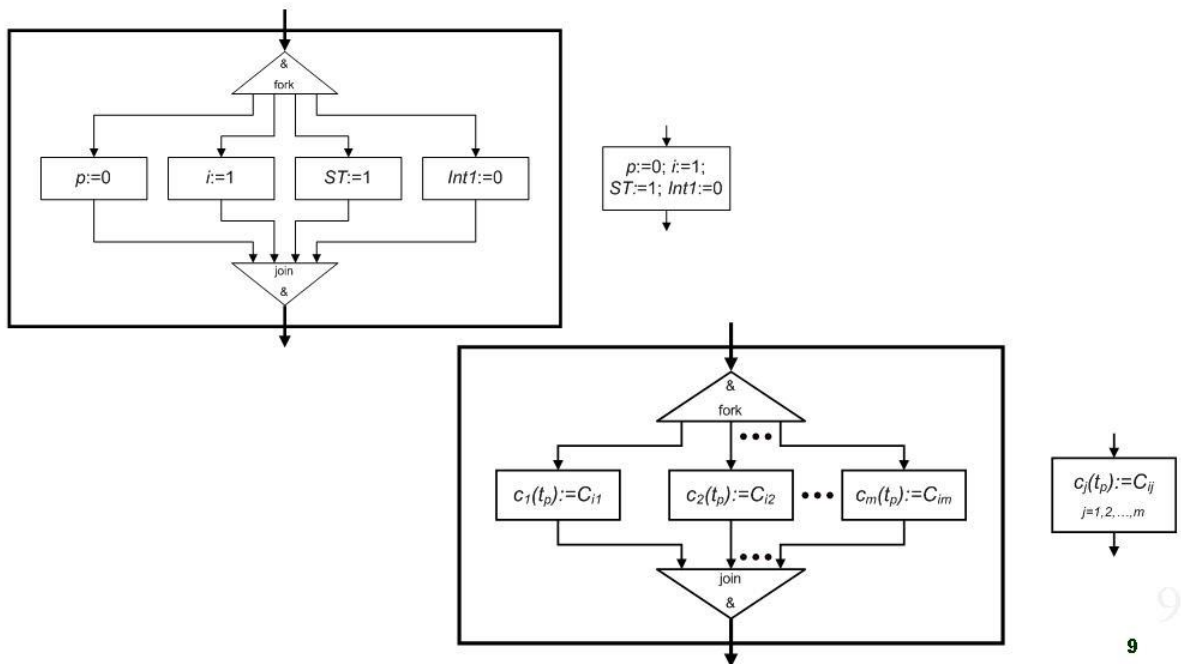
7

Удосконалені форми розходження і злиття методу паралельних гілок

Вид розгалуження	Форма розгалуження	Уживаний термін		Умовне позначення
		Англійський	Український	
Розходження гілок	ДИЗ'ЮНКТИВНА	fork-or	розгалуження за «АБО»	
	КОН'ЮНКТИВНА	fork-and	розгалуження за «І»	
Злиття гілок	ДИЗ'ЮНКТИВНА	join-or	злиття за «АБО»	
	КОН'ЮНКТИВНА	join-and	злиття за «І»	

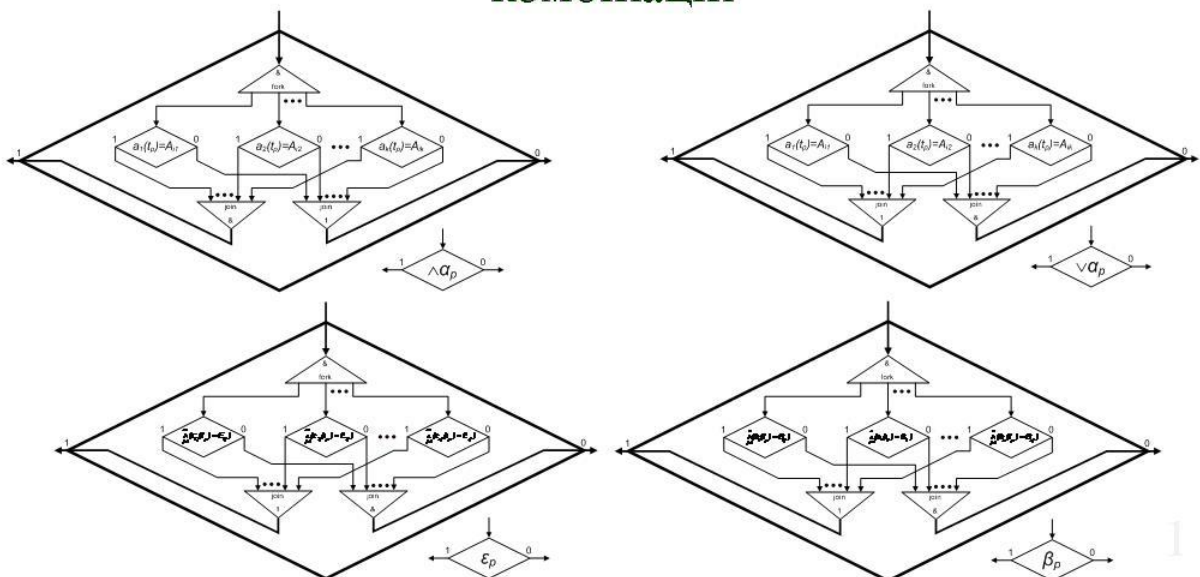
8

Макрооператори початкового встановлення і формування вектора керувань

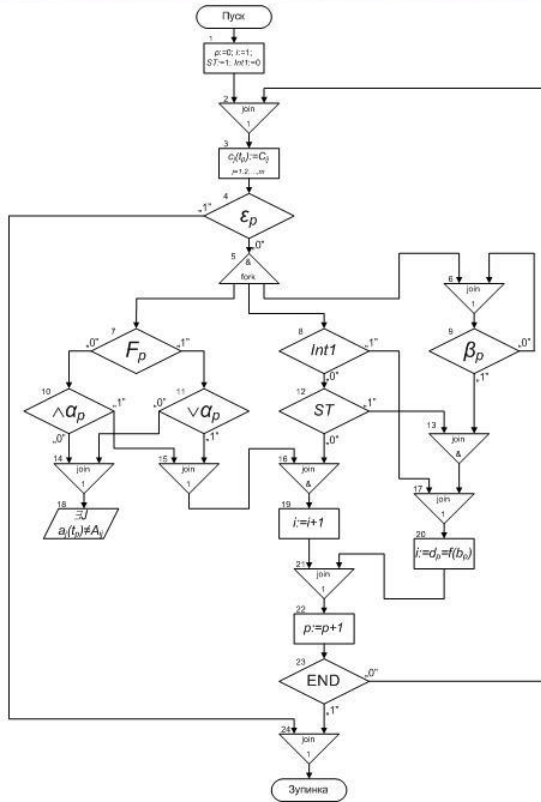


9

Макрооператори аналізу станів детермінованих входів, стохастичних входів і заборонених комбінацій

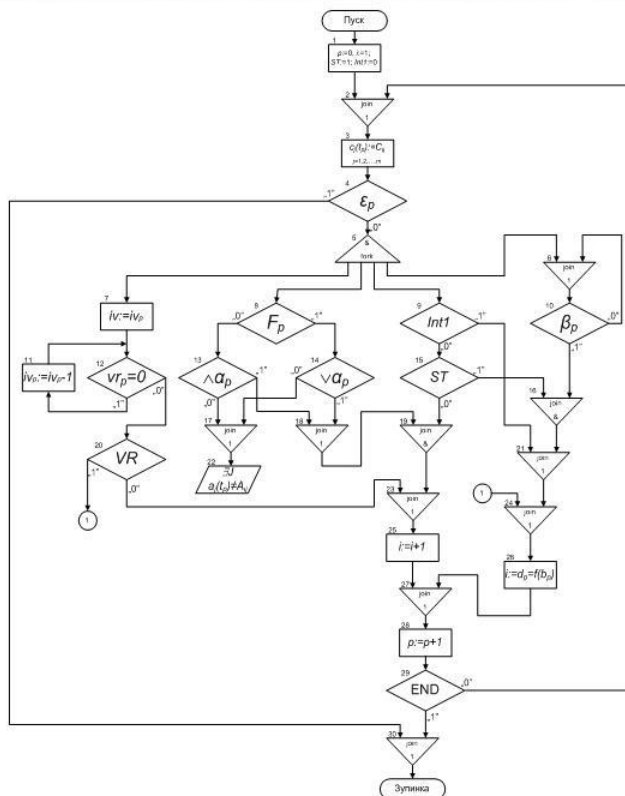


10



Універсальний алгоритм функціонування класичного ЛКА ПД

11



Розроблений алгоритм функціонування вдосконаленого керуючого автомату паралельної дії

12

Апробація результатів дослідження

ISSN 2073-7394

Национальний університет
"Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"

National University
"Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic"

Системи управління, навігації та зв'язку

Control, navigation and communication systems

Випуск 2 (76)

Issue 2 (76)

Щоквартальне видання

Засноване у 2007 році

Укрупнені видання результатів наукових досліджень, засвідчених у відповідних системах управління, навігації та зв'язку у сфері авіаційних технологій.

Засновані видавці:
Национальний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"

Телефон:
+38 (05) 303-02-01

Електронні адреси:
kubuk_niu@upol.ua
info@niu.upol.ua

Відповідальні видавці: Шенк Ірина Вікторівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри авіаційних систем управління, навігації та зв'язку в сфері авіаційних технологій. Контактна інформація: +38 (05) 303-02-01, shenk@niu.upol.ua

Відповідальні автори: Шенк Ірина Вікторівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри авіаційних систем управління, навігації та зв'язку в сфері авіаційних технологій. Контактна інформація: +38 (05) 303-02-01, shenk@niu.upol.ua

Полтава • 2024

© Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"

ISSN 2073-7394

№ 19-2019-01/2024-04-044

Україно
Київ, Україна

КЕРУЮЧИХ ПРИСТРОЙ ІНТЕГРАТО

Випуск 2 (76)

Issue 2 (76)

Щоквартальне видання

Засноване у 2007 році

Укрупнені видання результатів наукових досліджень, засвідчених у відповідних системах управління, навігації та зв'язку у сфері авіаційних технологій.

Засновані видавці:
Национальний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"

Телефон:
+38 (05) 303-02-01

Електронні адреси:
kubuk_niu@upol.ua
info@niu.upol.ua

Відповідальні видавці: Шенк Ірина Вікторівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри авіаційних систем управління, навігації та зв'язку в сфері авіаційних технологій. Контактна інформація: +38 (05) 303-02-01, shenk@niu.upol.ua

Відповідальні автори: Шенк Ірина Вікторівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри авіаційних систем управління, навігації та зв'язку в сфері авіаційних технологій. Контактна інформація: +38 (05) 303-02-01, shenk@niu.upol.ua

Полтава • 2024

© Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"

Система управління, навігації та зв'язку: 2024, № 2

ISSN 2073-7394

№ 19-2019-01/2024-04-044

Україно
Київ, Україна

КЕРУЮЧИХ ПРИСТРОЙ ІНТЕГРАТО

Випуск 2 (76)

Issue 2 (76)

Щоквартальне видання

Засноване у 2007 році

Укрупнені видання результатів наукових досліджень, засвідчених у відповідних системах управління, навігації та зв'язку у сфері авіаційних технологій.

Засновані видавці:
Национальний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"

Телефон:
+38 (05) 303-02-01

Електронні адреси:
kubuk_niu@upol.ua
info@niu.upol.ua

Відповідальні видавці: Шенк Ірина Вікторівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри авіаційних систем управління, навігації та зв'язку в сфері авіаційних технологій. Контактна інформація: +38 (05) 303-02-01, shenk@niu.upol.ua

Відповідальні автори: Шенк Ірина Вікторівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри авіаційних систем управління, навігації та зв'язку в сфері авіаційних технологій. Контактна інформація: +38 (05) 303-02-01, shenk@niu.upol.ua

Полтава • 2024

© Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"

Висновки по роботі

У процесі виконання кваліфікаційної роботи було проведено аналіз структурної організації керуючих автоматів з паралельною архітектурою, а саме: математичної моделі ЛКА ПД та структури класичного керуючого автомату паралельної дії.

Досліджено особливості побудови логічних керуючих автоматів паралельної дії із функціями вбудованих програмованих таймерів, у тому числі таких, що задані в категоріях математичної моделі.

Досліджено підходи до паралельного програмування і побудови паралельних алгоритмів, визначено їх переваги та недоліки, обрано ті з них, які дозволяють реалізувати поставлені у роботі задачі. Розглянуто універсальний алгоритм функціонування керуючого автомату паралельної дії, визначено шляхи інтеграції до нього елементів, що реалізують функції програмованих користувачем таймерів.

Виконано розробку алгоритму функціонування керуючого автомату паралельної дії з розширеним функціоналом у вигляді вбудованих програмованих таймерів.

ДОДАТОК Б

Наукові публікації за темою кваліфікаційної роботи

ISSN 2073-7394

Національний університет
"Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"

National University
"Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic"

**Системи
управління,
навігації
та зв'язку**

**Control,
navigation and
communication
systems**

Випуск 2 (76)

Issue 2 (76)

Щоквартальне видання

Засноване у 2007 році

У журналі відображені результати наукових досліджень з розробки та удосконалення систем управління, навігації та зв'язку у різних проблемних галузях.

Засновник і видавець:
Національний університет
"Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"

Телефон:
+38 (050) 302-20-71

E-mail редколегії:
kuchuk_nina@ukr.net

Інформаційний сайт:
<http://journals.nupp.edu.ua/sunz>

Quarterly

Founded In 2007

Journal represent the research results on the development and improvement of control, navigation and communication systems in various areas

Founder and publisher:
National University
"Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic"

Phone:
+38 (050) 302-20-71

E-mail of the editorial board:
kuchuk_nina@ukr.net

Information site:
<http://journals.nupp.edu.ua/sunz>

За достовірності викладених фактів, цитат та інших відомостей відповідальність несе автор

Журнал індексується міжнародними наукометричними базами: Index Copernicus (ICV = 82.05),
Scopus Impact Factor, Google Scholar, Academic Resource Index, Scopus Indexed Service

Затверджений до друку Вченою Радою Національного університету
"Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка" (протокол від 30 квітня 2024 року № 5).

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 24464-14404 ПР від 27.03.2020 р.

Включений до "Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук, кандидата наук та ступеня доктора філософії" за категорії Б – наказами МОН України від 17.03.2020 № 409 та від 09.02.2021 № 157

Полтава • 2024

© Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"

З М І С Т

НАВИГАЦІЯ ТА ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ

<i>Гурін А. П., Худов Г. В., Масленко О. В., Мивко П. С., Саламатенко Ю. С.</i> Метод пошуку об'єктів інтересу за спектральними ознаками на зображеннях з активної оптико-електронної системи спостереження	5
<i>Нечайков А. С., Гарелик С. І., Андреев С. М., Лактіна А. В.</i> Методика аналізу зон пішої доступності укриттів залежно від типу балістичних снарядів за допомогою сучасних засобів геопросторового аналізу	11

АВТОМОБІЛЬНИЙ, РІЧКОВИЙ, МОРСЬКИЙ ТА АВІАЦІЙНИЙ ТРАНСПОРТ

<i>Головань А. І.</i> Дослідження процесів адаптивізації системи технічного обслуговування за результатами зміни стану суднових технічних засобів	18
<i>Савчук В. П., Зінченко Д. О., Дзюбар А. К., Сатулов А. І.</i> Порівняльний аналіз напружено-деформованого стану модернізованих поршнів малооборотних суднових двигунів WARTSILA RT-FLEX96C та RTA96C	24
<i>Симбірський Г. Д., Плехова Г. А., Костікіна М. В., Очеретинко С. В.</i> Застосування інформаційних технологій та мікропроцесорної техніки для проведення вимірювань у транспортних засобах	28

УПРАВЛІННЯ В СКЛАДНИХ СИСТЕМАХ

<i>Василевський М. О., Чала О. О.</i> Автоматизація внутрішньо-складських виробничих логістичних процесів для впровадження концепції INDUSTRY 4.0: енергоощадливість, продуктивність, мобільність, модульність, автономність	34
<i>Запорожець О. В., Штефан Н. В., Яценко І. С.</i> Вимірювання якості програмного забезпечення на основі стандартів SQuaRE	39
<i>Леві Л. І., Бороздін М. К., Ястреба О. С.</i> Застосування комбінаторно-графового підходу до оперативного управління інженерними мережами	44
<i>Трухан А., Zhukov D., Verezhnyi A.</i> Models of the system of collective self-organisation of unmanned aerial vehicles using artificial intelligence	47

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

<i>Аль-Аммарі Алі, Ключан А. С., Дегтярєва А. О., Шкурко О. П., Аль-Аммарі Х. А.</i> Інформаційна модель аналізу пожеж силової установки повітряних суден	53
<i>Vaganenko R., Mostova A., Sas N., Kyrbanova O.</i> CRM tools to ensure the protection of intellectual property rights	60
<i>Бовчалюк С. Я., Коломосьць Б. М., Коломосьць В. С., Гаращенко Я. В.</i> Розвиток моделі та структури керуючих пристроїв з паралельною архітектурою	64
<i>Бульба С. С., Соловійова О. І., Семеренко Ю. О.</i> Дослідження алгоритмів пошуку оптимального шляху	67
<i>Валк М. О., Курочкін В. С., Запорожець А. П., Паролік П. А.</i> Гібридний метод розподілу ресурсів в хмарних системах	70
<i>Nybyvych M.</i> CIDER : assisted automation tool for C++ libraries testing	74
<i>Дяченко Д. О., Кайда В. В., Левченко А. О., Міхаль О. П.</i> Методи функціонування пристроїв IoT з використанням машинного навчання	78
<i>Єрмаліна Н. С., Калтун Ю. М., Беспалый А. В., Шматко Ю. М.</i> Аналіз сучасних методів сегментації зображень в інтересах навігації мобільних роботів	82
<i>Zhantopizhko D., Zubenko V., Mazhaev O., Nuk A.</i> Study of local image features detectors	87
<i>Закопоровий О. Ю., Худан А. В.</i> Оптимізація обчислення нейромереж за допомогою використання цілочисельної арифметики	90
<i>Залеський В. Д., Іванюкський П. С., Федорченко В. М.</i> Сучасні інструменти оркестрації даних для побудови конвейерів автоматичної обробки даних	95
<i>Іващенко Г. С., Ошищенко О. І., Бондаренко М. Е., Здарик Н. В.</i> Методи рішення задачі комівояжера на основі обчислювального інтелекту	99
<i>Карєв А. О., Гевельський Д. О., Олійник Д. Г.</i> Безперервне планування і ситуаційне управління як завдання штучного інтелекту що відгуває	106
<i>Кожешніков Г. К., Черниш Д. С., Матвиш О. Ю.</i> Онтологічний підхід до перерозподілу навантаження Інтернету Речей	111
<i>Ладомя В. Г., Мелешико С. В., Якименко М. С.</i> Розробка та програмна реалізація інтелектуального вебсервісу для вивчення іноземної мови методом інтервальних повторень	115
<i>Mezin D., Kuchuk N., Lyashova A., Parutka S., Lyulyta D.</i> The method of observing moving objects	122
<i>Мінухін С. В., Башкіров М. О.</i> Дослідження ефективності методів генерації тестових даних в реляційних базах даних	127

залежності від того, який саме блок (БПК, або БПП) був ініціатором формування внутрішнього відліку часу. За значенням сигналу «Т» БПК формує сигнал «+I», тобто ініціює перехід до наступного $i+1$ -го рядка поточної підпрограми. Таким чином логіка роботи з внутрішнім таймером відповідає логіці обробки сигналів детермінованих входів, з тою лише різницею, що при роботі з детермінованими входами схема порівняння (СП) очікує появи єдиної «дозволеної» комбінації входних сигналів, а при роботі з таймером «єдина дозволена» комбінація сформується «автоматично» через певний (запрограмований) проміжок часу. Отже формування сигналу «+I» відбуватиметься у відповідності до рівняння:

$$+I = (E \vee T) \wedge \overline{KIP} \wedge \overline{KIP2} \wedge \overline{PIP1} \wedge \overline{PIP2} \quad (3)$$

Якщо ініціатором відліку був БПП, то БВТ сформує сигнал «KIP2», логіка роботи з яким повністю відповідає логіці роботи з сигналом «KIP», який у розглядаємі структурі отримав нову назву «KIP1». Тобто перехід до іншої підпрограми буде можливий по закінченню сформованого внутрішнім таймером відліку часу, повністю аналогічно до ситуації, коли сванка кінця підпрограми фіксується БПК у звичайних умовах. Формування сигналу «I» в оновленій структурі відповідатиме наступному рівнянню:

$$A = KIP1 \vee KIP2 \vee PIP1 \vee PIP2 \quad (4)$$

На останок слід зазначити, що для повноцінної реалізації розглянутих функцій необхідно забезпечити підтримку з боку автоматизованої технології програмування TVP, а також внести зміни до синтаксису і семантики мови програмування ЯПЛК-М. Однак цій складовій частині інформаційної технології паралельного логічного керування буде присвячено окреме дослідження.

Висновки

За результатами проведених досліджень синтезовано структуру вдосконаленого логічного керування автоматом паралельної дії, у якому додано можливість реалізації запрограмованих таймерів.

Вдосконалено елементи математичної моделі ЛКА ПД, показано яким чином уведення додаткових внутрішніх змінних впливає на реалізацію основних математичних залежностей, що визначають його функціонування.

На базі запропонованої структури і елементів математичної моделі з'являється можливість побудови вдосконаленого алгоритму функціонування і HDL-моделі для фізичної реалізації ПЛПС-контролера паралельної дії.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Визначення напрямків розвитку керуючих пристроїв з паралельною архітектурою на базі ПЛІС / С. Я. Бовчалюк, О. М. Пісарьова, С. С. Радченко // Системи управління, навігації та зв'язу – Полтава: ПНТУ, 2023. – Вип. 1 (71). – С. 69-72.
2. Бовчалюк С. Я. Совершенствование математической модели и архитектуры логических управляющих автоматов параллельного действия / С. Я. Бовчалюк, И. А. Фурман // ИКСЭТ. – 2006. – №(59). – С. 72–76.
3. Бовчалюк С. Я. Вдосконалення алгоритму функціонування запрограмованого логічного контролера паралельної дії / С. Я. Бовчалюк, І. О. Фурман // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2007. – №(64). – С. 38-42.
4. Бовчалюк С. Я. HDL-модель запрограмованого логічного керування автоматом паралельної дії / С. Я. Бовчалюк, І. О. Фурман // Радіоелектроніка і комп'ютерні системи. – 2007. – №6 (25). – С. 202–205.
5. Бовчалюк С. Я. Методологія побудови, синтаксис та семантика мови програмування ПЛІС-контролера паралельної дії / С. Я. Бовчалюк, І. А. Фурман // ИКСЭТ. – 2007. – №4 (66). – С. 38–44.
6. Ilya Furman. Development and study of technological visual programming of logic control problems / Ilya Furman, Stanislav Bovechaluk, Alexander Alashev, Aleksey Piskarev // VEJET. – 2017. – № 6/2 (90). – P. 23–31.
7. Бовчалюк С. Я. Модели, методы та засоби інформаційної технології паралельного логічного управління об'єктами залізничної автоматики: дис. ... к. т. н: 05.13.06 / Бовчалюк Станіслав Ярославович. – Харків, 2008. – 203 с.
8. Бовчалюк С. Я. Нова інформаційна технологія логічного управління в енергетиці та на транспорті / С. Я. Бовчалюк // Системи управління, навігації та зв'язу. – К.: ЦНДІ навігації і управління, 2007. – Вип. 3 – С. 47-51.

Received (Надійшло) 06.02.2024

Accepted for publication (Прийнято до друку) 26.04.2024

Development of model and structure of control devices with parallel architecture

Stanislav Bovechaluk, Borys Kolomoets, Vladyslav Kolomoets, Yaroslav Gamshchenko

Abstract. Topicality. Over the past decade, not much attention has been devoted to the development and improvement of information technology of parallel logic control based on parallel FPGA controllers. At the same time, recent studies have shown that the improvement of this technology, the introduction of new functionality into its composition, will allow to significantly expand the scope of its application not only for the control of objects of critical application, but also for the construction of control systems for ordinary industrial objects. One such improvement that greatly expands the functionality of parallel FPGA controllers is the introduction of internal timers and counters. **The purpose of this work** is to improve the mathematical model and architecture of the parallel action programmable logic controller and expand its functionality by introducing programmed timers into its composition. **Conclusion.** According to the results of the conducted research, the structure of an improved logical control automation of parallel action was synthesized, in which the possibility of implementing programmable timers was added. The elements of the mathematical model of LKA PD have been improved, it has been shown how the introduction of additional internal variables affects the implementation of the main mathematical dependencies that determine its functioning. On the basis of the proposed structure and elements of the mathematical model, it becomes possible to build an improved functioning algorithm and an HDL model for the physical implementation of a FPGA controller of parallel action.

Keywords: technology of parallel logic control, programmable logic controller of parallel action, FPGA controller, internal programmable timer.