

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ РОБОТОМ МП-11

Євтушенко К.В., ас.

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

вул. Першотравнева, 20, 39614, м. Кременчук, Україна

E-mail: visnik@kdu.edu.ua

Приводиться приклад розробки комп'ютеризованої системи керування об'єктом циклічної дії на базі мікроконтролерного блоку, який реалізує всі функції сучасного промислового логічного контролера (ПЛК): модульність, збір та відображення даних, зв'язок з персональним комп'ютером по високошвидкісному інтерфейсу.

Ключові слова: промисловий робот МП-11, мікроконтролерна плата керування DMM-AVR Board.

Вступ. Розробка системи керування промисловим роботом є основним етапом побудови в подальшому будь-якого робототехнічного комплексу. Практика показує, що неефективна, застаріла система керування, яка не відповідає сучасним вимогам, зменшує коефіцієнт корисної дії такого об'єкта та діапазон його застосування. Тому побудова раціональної комп'ютеризованої системи керування на базі сучасної мікроконтролерної техніки та програмного забезпечення верхнього рівня дозволить провести модернізацію існуючого обладнання без суттєвої зміни структури самого об'єкта.

Аналіз попередніх досліджень. Базова система керування промисловим роботом-маніпулятором МП-11 складається з пристрою керування [1] та програмного забезпечення для його зв'язку з ЕОМ.

До основних недоліків даного пристрою автоматичного керування можна віднести:

- всі алгоритми керування роботом реалізовані за допомогою релейних схем;
- великі габарити керуючого пристрою;
- складність підключення керуючого пристрою до персонального комп'ютера;
- неможливість зміни алгоритму роботи об'єкта в процесі виконання технологічної операції.

Слід відзначити, що модель даного робота і на даний час широко використовується не тільки на підприємствах машинобудування ("АвтоВАЗ"), але й в учбовому процесі багатьох українських (Харківський національний університет радіоелектроніки [2]) та російських (Московський державний технічний університет [2, 3], Саратовський державний технічний університет [2], Державна авіаційна технологічна академія [2]) технічних ВНЗ як один із основних об'єктів технологічного процесу. У свою чергу кожен учбовий заклад має свої розробки в даному напрямку. Практично всі проаналізовані розробки базуються вже на готових рішеннях на базі сучасних ПЛК (ОВЕН, Mitsubishi, Muller і т. ін.). Такий підхід до розробки систем управління має як переваги, так і недоліки.

До основних недоліків можна віднести велику собівартість такої системи; крім того, вся внутрішня архітектура таких блоків скрита від користувача, а отже не дозволяє вивчати сам принцип побудови таких систем.

Мета роботи. Розробка структури комп'ютеризованої системи керування об'єктом циклічної дії, апаратного та програмного забезпечення.

Матеріал і результати дослідження. Промисловий робот МП-11 призначений для виконання операцій транспортування й орієнтації деталей при автоматизації технологічних операцій і складається з двох маніпуляторів з шістьма ступенями рухливості.

Основні технічні параметри робота-маніпулятора приведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Технічні параметри робота - маніпулятора МП - 11

Параметр	Технічні дані
Тип системи управління	Цикловий
Напруга живлення електропневморозподільників, В	24
Сила струму, не більше, А	0,5
Максимальний кут повороту, град	180
Максимальна абсолютна точність позиціонування, мм	0,1

Кінематична схема маніпулятора (рис. 1) відображає кількість ланок та види кінематичних з'єднань. Ланки можуть виконувати обертальні або поступальні рухи. Можливість цих рухів залежить від виду кінематичної пари, а на технічному рівні – від виду привода та передачі.

На наведеній схемі кінематичні пари 1, 2, 3 та 5 відображують поступальні рухи, а пари 4 і 6 – обертальні, всього 6 кінематичних пар, що забезпечують 6 ступенів рухливості маніпулятора.

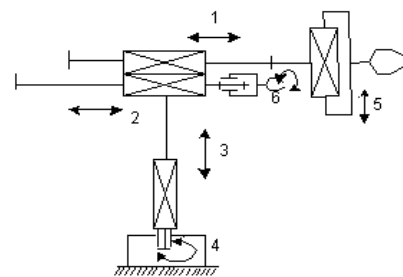


Рисунок 1 – Кінематична схема робота МП – 11

Послідовність кінематичних пар забезпечує певну систему координат, у яких працює ПР. Для МП-11 це циліндрична система, тому що можлива зона руху захватів робота являє собою частину циліндру.

У роботів із пневматичним приводом поступальні рухи реалізовані на пневмоциліндрах, а обертальні – за рахунок пневмоциліндрів із передачею рейка – шестерня.

У якості приводів у роботі МП-11 використовуються 12 електропневмоклапанів типу П-ЕПК-12 У4 з електромагнітним керуванням. Основні технічні характеристики електропневмоклапанів серії П-ЕПК-12 У4 наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Технічні характеристики пневмоклапана типу П-ЕПК-12 У4

Параметр	Технічні дані
Робоча напруга обмотки	24В постійного струму
Робочий тиск	1 МПа
Витрата повітря	0,15 м3/час

Для управління реверсом робота використовуються двопозиційні електропневморозподільники, які при подачі напруги на електромагніт втягують якор-клапан і відкривають прохід повітря із магістралі на пневмоциліндр. За відсутності напруги електромагніт вимкнений, клапан пружиною прижимається до розподільника, перекриваючи прохід з магістралі та відкриваючи прохід в атмосферу.

Управління швидкістю у пневмоприводах реалізується за допомогою дроселів, які регулюють кількість повітря, що виходить із протилежної камери пневмоциліндра. Дросель являє собою гвинтовий кран, положення якого змінює прохідний отвір для виходу повітря [1]. Тиск повітря на пневматичний привод подається від компресора через блок підготовки повітря.

По способу керування робот належить до роботів першого покоління, тобто роботи з програмним керуванням, які працюють за раніше заданою жорсткою програмою.

Циклова система керування такого робота є спрощеним варіантом позиційних систем, коли під позицією механізму розуміють його крайні положення. Вона забезпечує релейний режим керування ПР, що має обмежене число позицій і працює за упорами.

У циклових системах при керуванні кожний наступний сигнал на керування подається після підтвердження кінцевим вимикачем завершення попередньої команди. Рух кінематичних ланок ПР відбувається від упору до упору за кожним із ступенів рухливості.

Розроблена функціональна схема комп'ютеризованої системи керування даним роботом наведена на рис. 2.

Для реалізації системи керування об'єктом циклічної дії була використана мікроконтролерна плата DMM AVR – BOARD (рис. 3).

Центральним модулем даної плати є мікроконтролер ATmega32 фірми ATMEL, який і формує основні технічні характеристики даного пристрою (табл. 3).

Вибір даної плати був зумовлений тим, що в ній реалізовані практично всі необхідні елементи сучасного пристрою керування об'єктом: дискретні та аналогові порти вводу/виводу (мікроконтролер ATmega32), кнопки керування, LCD дисплей для відображення інформації, високошвидкісний інтерфейс USB для обміну даними з персональним комп'ютером, інтерфейс ISP для внутрисхемного програмування кристала, додаткова Flash пам'ять.

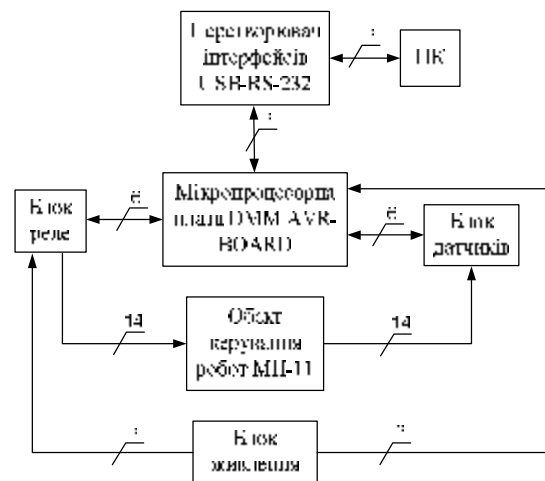


Рисунок 2 – Функціональна схема системи керування роботом МП-11

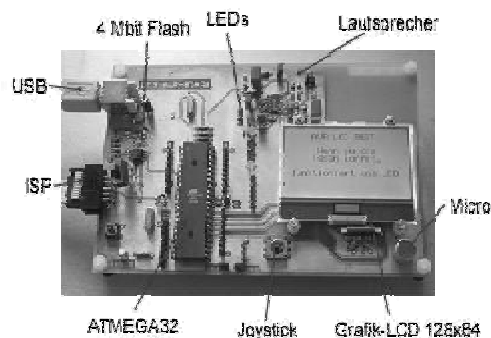


Рисунок 3 – Мікроконтролерна плата DMM AVR-BOARD

Таблиця 3 – Основні технічні характеристики мікроконтролерної плати DMM AVR-BOARD

Параметр	Технічні дані
Кількість дискретних входів	32
Кількість дискретних виходів	32
Пам'ять програм керування	128 Кбайт
Інтерфейс передачі даних	USB

Блок керування також складається з релейного модуля (рис. 4) та блоку живлення.

Основні технічні характеристики розробленого релейного модулю наведені в табл. 4.

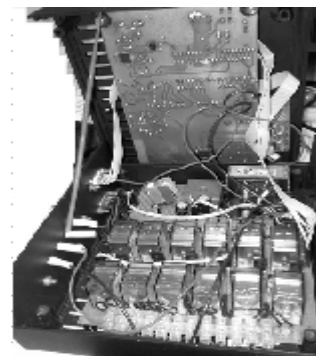


Рисунок 4 – Релейний модуль блоку керування

Таблиця 4 – Технічні параметри релейного модуля

Параметр	Технічні дані
Кількість реле	12
Максимальний струм через контакти реле	7 А
Параметр	Технічні дані
Тип виходів	«сухий контакт»
Максимальна робоча напруга контактів реле	250 В, змінний струм
Вихідна потужність джерела живлення	10 (15) VA
Частота напруги живлення	50 Гц

Релейний модуль виконує функції комутації електропневмоклананів, які в свою чергу подають стиснуте повітря до маніпуляторів робота.

Загальний вигляд розробленого мікроконтролерного блоку керування представлений на рис. 5.



Рисунок 5 – Мікроконтролерний блок керування ПР МП-11

Промисловий робот (ПР) з цикловим керуванням відрізняється порівняною простотою, надійністю, легкістю перепрограмування та відладки. Робот має 6 ступенів рухливості й широко використовується в умовах детермінованого простору, коли однозначно програмується черговість та напрямок руху ланок маніпулятора ПР.

Програма керування цикловими пристроями складається з таких частин:

- напрямок руху або дії механізму;
- черговість виконання цих дій чи рухів;
- команди міжкадрових часових затримок.

Керування рухом здійснюється завданням послідовності точок траєкторії руху із зупинкою в кожній з них. Керування рухом є дискретним.

Алгоритм роботи розробленого програмного забезпечення нижнього рівня представлений на рис. 6.

Даний алгоритм реалізує принцип дискретно-позиційного керування ПР МП-11:

- сигнал з аналогового датчика, пропорційний поточній координаті (позиції), поступає на пристрій порівняння;
- пристрій порівняння сигналів проводить аналіз розузгодження сигналу, який надійшов (поточна координата) зі значенням кінцевої точки позиціонування (кінцева координата);
- якщо розузгодження суттєве, то на виконавчий орган робота подається сигнал керування, який направлений на зменшення розузгодження двох величин, тобто на переміщення робочого органу в сторо-

ну кінцевої координати; з плином часу, якій дорівнює періоду дискретизації, послідовність повторюється;

– якщо розузгодження не суттєве (не реєструється пристроєм порівняння), то сигнал на переміщення робочого органу не видається, а керування передається наступному контуру.

Результат обробки сигналів далі передається через виходи на управляючі процесом механізми і далі через релейний блок до електропневмоклапанів.

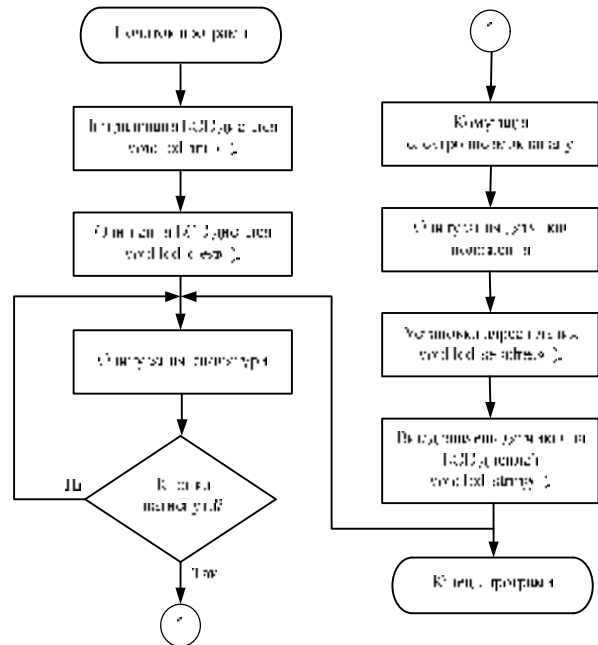


Рисунок 6 – Алгоритм роботи системи керування ПР МП-11

Для зв'язку з ЕОМ у даній платі реалізован перетворювач інтерфейсів на базі інтегральної мікросхеми FT232BM.

Мікросхема FT232BM – однокристалний асинхронний двонаправлений перетворювач USB – послідовний інтерфейс (RS232, RS422, RS485). FT232BM включає в себе USB-приймач, UART контролер і буфери, стабілізатор напруги, помножувач частоти, які роблять її готовим рішенням для швидкої й недорогої модернізації системи з COM портом для роботи з USB-інтерфейсом.

Зв'язок з персональним комп'ютером по високошвидкісному USB-інтерфейсу надає можливість реалізувати зручний інтерфейс користувача з функціями віддаленого керування об'єктом та відеореєстрацією технологічного процесу [4].

Загальний вигляд розробленого інтерфейсу користувача наведений на рис. 7.

Розроблений інтерфейс користувача має дві вкладки: системні налаштування та керування промисловим роботом-маніпулятором МП-11.

Перша вкладка дозволяє зробити попередні системні налаштування: встановити швидкість передачі даних (біт/с), встановити режим передачі даних, задати URL-адресу OPC-сервера [4] для реалізації механізму віддаленого керування об'єктом.



Рисунок 7 – Інтерфейс користувача керування ПР МП-11

Друга вкладка дозволяє керувати діями промислового робота в ручному режимі або за заданим наперед алгоритмом (вкладка «вибір технологічного шаблону керування»). Крім того, в програмному інтерфейсі реалізована функція відеореєстрації зображення [5, 6, 7] з web- або цифрової камери. Це надає можливість контролювати хід виконання технологічного процесу.

Загальний вигляд розробленого робототехнічного комплексу наведений на рис. 8.

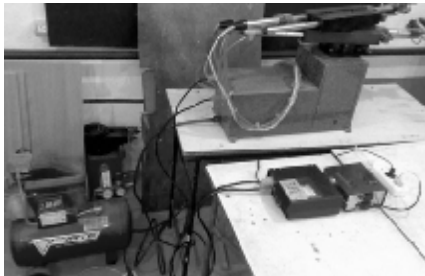


Рисунок 8 – Загальний вигляд комп'ютеризованого робототехнічного комплексу на базі ПР МП-11

Висновки. Реалізація в лабораторних умовах комп'ютеризованої системи керування промисловим роботом МП-11 дозволяє досліджувати роботу мікроконтролерних систем керування об'єктами циклічної дії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Робот МП-11. Техническое описание и инструкция по эксплуатации.

2. Любашин А. Н. Интегрированные системы автоматизации для отраслевых применений. Системы управления производством [Электронный ресурс]: <http://www.asutp.ru>.

3. Математическое моделирование роботизированных технологических комплексов. Учебное пособие. / [Воронин А., Егоров Ю., Станкевич Л., Сотсков Ю.] – Л.: ЛПИ, 1986. – 80 с.

4. Технология OPC. [Электронный ресурс]: <http://www.asutp.ru>.

5. Евдокимов Ю. К. LabView для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора. Практическое руководство для работы в программной среде LabView / Евдокимов Ю. К. – М.: Транспорт, 2007. – 512 с.

6. Брагин Б. Адаптивные промышленные роботы / Брагин Б., Войлов Ю., Жаботинский Д. – М.: Машиностроение, 1985. - 256 с.

7. Зенкевич С., Ющенко А. Управление роботами. Основы управления манипуляционными роботами: Учебник для вузов / Зенкевич С., Ющенко А. – М.: Изд. МГТУ им. Н. Е. Баумана, 2000. – 400 с.

Стаття надійшла 28.11.2010 р.
Рекомендовано до друку к.т.н., доц.
Каліновим А.П.

КОМПЮТЕРИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ МП-11

Евтушенко К.В., ас.

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского

ул. Першотравневая, 20, 39614, г. Кременчуг, Украина

E-mail: visnik@kdu.edu.ua

Приводится пример разработки компютеризированной системы управления объектом циклического действия на базе микроконтроллерного блока, который реализует все функции современного промышленного контроллера (ПЛК): модульность, сбор и отображение данных, связь с персональным компьютером по высокоскоростному интерфейсу.

Ключевые слова: промышленный робот МП-11, микроконтроллерная плата управления DMM-AVR Board.

COMPUTER CONTROL SYSTEM OF MP-11 ROBOT

Evtushenko K., ass.

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyy National University

vul. Pershotravneva, 20, 39614, Kremenchuk, Ukraine

E-mail: visnik@kdu.edu.ua

The example of working out of the microprocessor block of management is resulted by object of cyclic action which realizes all functions of the industrial controler, namely ease of programming, a modularity, gathering and display of the data, a hand control, communication with the personal computer for automatic control.

Key words: MP-11 robot, microprocessor payment DMM AVR – BOARD.