

УДК 62-522.7

С.М. Лісовець, к.т.н., доц.

МІКРОКОНТРОЛЕРНЕ КЕРУВАННЯ ПРОМИСЛОВИМ РОБОТОМ МП-9С

Київський національний університет технологій та дизайну, ser.lis.290171@gmail.com

Проаналізовано роботу існуючих технічних засобів керування промисловим роботом МП-9С. Встановлено, що стандартний пристрій ЕЦПУ-6030 для керування роботом МП-9С як морально, так і фізично є дуже застарілим, а використання програмованих логічних контролерів є відносно дорогим. На прикладі 8-розрядних мікроконтролерів виробництва Microchip Technology Inc. показано, що їх використання для керування МП-9С є достатньо ефективним.

Ключові слова: маніпулятор, мікроконтролер, промисловий робот, цикловий пристрій.

Вступ

Промисловий робот МП-9С було розроблено ще за часів СРСР. З того часу він набув дуже широкого користування (особливо в тих областях, які потребували виконання операцій з транспортування і/або орієнтації деталей). Промисловий робот МП-9С складається з маніпулятора і програмованого циклового пристрою ЕЦПУ-6030 [1–3].

В загальному випадку до складу маніпулятора входять механізми підйому, повороту, висування і захоплення, а також електропневматичні клапани для керування роботою цих механізмів.

Висока надійність маніпулятора промислового робота МП-9С дозволяє використовувати його протягом достатньо тривалого часу. На відміну від маніпулятора, програмований цикловий пристрій ЕЦПУ-6030 як морально, так і фізично є дуже застарілим. Це не дозволяє використовувати його в автоматизованих системах керування різного призначення. Достатньо ефективним є використання для керування маніпулятором програмованих логічних контролерів [4]. Однак основним недоліком таких контролерів є наступне.

По-перше, це відносно велика вартість промислових логічних контролерів. По-друге, це те, що промислові логічні контролери в загальному випадку не призначені для керування пристроями, аналогічними маніпулятору промислового робота МП-9С.

Найбільш доцільним може бути використання сучасних мікропроцесорних або мікроконтролерних засобів обчислювальної техніки разом з додатковим периферійним обладнанням. Зокрема, для керування одним маніпулятором промислового робота МП-9С можна обійтися тільки 20 виводами портів введення/виведення мікроконтролера: 7 виводів для формування команд “угору-униз”,

“вліво-вправо”, “вперед-назад” і “захоплення” (при роботі в ручному режимі); 6 виводів для отримання інформації про положення маніпулятора від електричних магнітокеруємих контактів (по два на кожен ступінь рухливості); 7 виводів для подачі на електропневматичні клапани керуючої напруги.

Постановка задачі

Постановка завдання полягає в тому, щоб створити автоматизовану систему керування промисловим роботом МП-9С з використанням мікроконтролера, яка б мала невисоку вартість і одночасно з цим високу гнучкість. Для розв’язання такої задачі можна використати сучасний мікроконтролер типу ATtiny807 виробництва фірми Microchip Technology Inc., який має 22 дискретні лінії введення/виведення, згруповані в три порти: порт А (8 ліній), порт В (8 ліній) і порт С (6 ліній). Схема автоматизованої системи керування промисловим роботом МП-9С з використанням мікроконтролера типу ATtiny807 наведена на рисунку 1. Автоматизовану систему можна умовно розділити на дві частини: силову і інформаційну.

Виклад основного матеріалу

Силова частина живиться від блока живлення А1 типу БП60Б–Д4–24 з вихідною напругою +24 В. Інформаційна частина живиться від блока живлення А2 типу БП15Б–Д2–5 з вихідною напругою +5 В. Таке роздільне живлення дозволяє силову і інформаційну частини гальванічно відділити одна від одної.

Силова частина складається з транзисторних оптопар U1...U7 типу РС817 для її гальванічної розв’язки з інформаційною частиною, а також резисторів R8...R14,

транзисторів VT1...VT7, захисних діодів Y1...Y7.
VD1...VD7 і електропневматичних клапанів

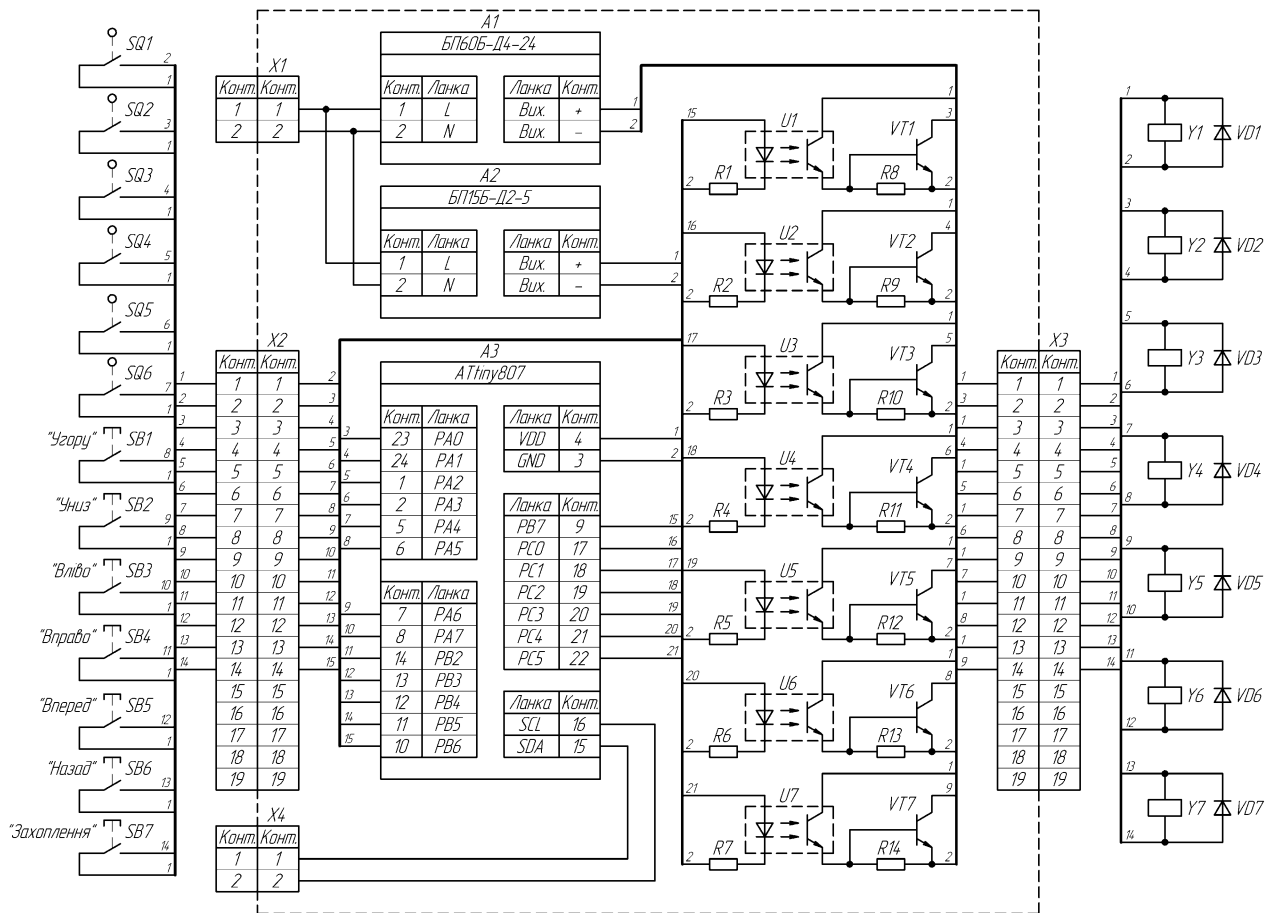


Рисунок 1. Схема автоматизованої системи керування промисловим роботом МІ-9С

До складу інформаційної частини входять, окрім блока живлення БП15Б-Д2-5, магнітокеруемі контакти SQ1...SQ6, кнопки SB1...SB7, резистори R1...R7 і мікроконтролер А3 – тобто ті пасивні і активні електричні елементи, які або зовсім не споживають електричну енергію, або споживають її дуже мало. Мікроконтролер А3 розміщений в корпусі 24-pin VQFN 4×4.

Автоматизована система дозволяє керувати промисловим роботом МІ-9С в трьох режимах: ручному, автоматичному і віддаленому.

Перший з режимів (ручний) передбачає керування промисловим роботом МІ-9С шляхом натискання кнопок SB1 “Угору”, SB2 “Униз”, SB3 “Вліво”, SB4 “Вправо”, SB5 “Вперед”, SB6 “Назад” і SB7 “Захоплення”. Це найбільш простий режим роботи, який вимагає присутності обслуговуючого

персоналу. При натисканні або відпусканні будь-яких з кнопок SB1...SB7 на відповідних їм входах мікроконтролера А3 змінюється рівень напруги, що відповідає зміні на цих входах лог. 0 на лог. 1 і навпаки. Аналогічним чином мікроконтролер А3 визначає стан магнітокеруемих контактів SQ1...SQ6.

Після цього мікроконтролер А3 змінює на своїх виходах, відповідних транзисторним оптопарам U1...U7, рівень напруги, що також відповідає зміні на цих виходах лог. 0 на лог. 1 і навпаки. Відповідно до цього, транзистори VT1...VT7 відкриваються або закриваються, що призводить до спрацювання або відпускання електропневматичних клапанів Y1...Y7. Магнітокеруемі контакти SQ1...SQ6 можна використати в якості сигналу зворотного зв'язку: наприклад, для відпускання електропневматичного клапана тільки після того, як спрацює відповідний йому магнітокеруемий контакт.

Другий з режимів (автоматичний) передбачає керування промисловим роботом МП-9С шляхом використання програмного забезпечення, записаного у Flash-пам'ять мікроконтролера АЗ. Таким чином, в такому режимі роботи необхідність в кнопках SB1...SB7 відпадає. Недоліком такого режиму є необхідність зміни програмного забезпечення при зміні алгоритму керування промисловим роботом МП-9С.

Третій з режимів (віддалений) передбачає віддалене (дистанційне) керування промисловим роботом МП-9С. Для цього використовується вбудований в мікроконтролер АЗ комунікаційний інтерфейс Two-Wire Interface (TWI) (виводи 16 SCL і 15 SDA). Таким чином, всі 24 виводи мікроконтролера АЗ є задіяними.

Комунікаційний інтерфейс TWI, який є повним аналогом базової версії інтерфейсу I²C фірми Philips, має дві основні переваги. По-перше, він використовує всього дві лінії передачі сигналів: лінію синхронізації SCL (Serial CLock) і лінію даних SDA (Serial DATA) [5–8]. По-друге, він дозволяє кілька пристроїв, які мають такий інтерфейс, об'єднувати в одну розподілену мережу. Іншими словами, з одного місця (наприклад, комп'ютера) можна керувати кількома десятками промислових роботів МП-9С.

Один з варіантів реалізації такої мережі наведено на рисунку 2.

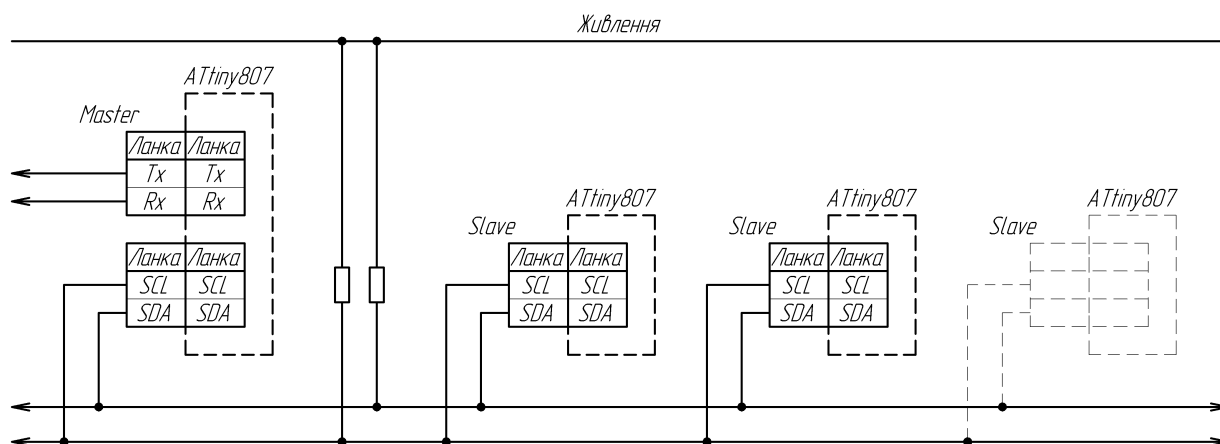


Рисунок 2. Один з варіантів реалізації розподіленої мережі з метою керування кількома промисловими роботами МП-9С

Так як інтерфейс TWI призначений для підключення різноманітних пристроїв (мікроконтролерів, ФАПЧ-синтезаторів, АЦП/ЦАП і так далі), а не безпосередньо комп'ютера, то необхідно застосування додаткового узгоджувального пристрою між комп'ютером і інтерфейсом TWI. Такий пристрій також можна виконати на основі мікроконтролера типу ATtiny807.

Окрім інтерфейсу TWI, мікроконтролер типу ATtiny807 має вбудований комунікаційний інтерфейс Universal Synchronous and Asynchronous Receiver and Transmitter (USART).

Таким чином, використовуючи один мікроконтролер типу ATtiny807 для

узгодження і кілька (в залежності від кількості промислових роботів МП-9С) таких самих мікроконтролерів для керування, можна віддалено керувати кількома промисловими роботами МП-9С.

Обмін даними по комунікаційному інтерфейсу USART (по суті це послідовний інтерфейс) здійснюється дуже легко. Для передачі і прийому даних використовуються, відповідно, пари регістрів TXDATAH:TXDATAL і RXDATAH:RXDATAL. Статус обміну даними визначається умістом регістра STATUS. Керування передачею і прийомом даних здійснюється за допомогою регістрів CTRLA, CTRLB і CTRLC. А швидкість обміну даними визначається умістом регістра BAUD. Обмін

даними по комунікаційному інтерфейсу TWI здійснюється трохи складніше, що пов'язано з можливістю створення за допомогою такого інтерфейсу розподіленої мережі. Мікроконтролер типу ATtiny807 (який призначений для узгодження між комп'ютером і інтерфейсом TWI) виступає в ролі Master. Інші мікроконтролери типу ATtiny807 виступають в ролі Slave. Кожний цикл обміну по комунікаційному інтересу TWI складається з наступних етапів: формування стану СТАРТ, передача адресного пакета SLA+W або SLA+R, передача одного або кількох пакетів даних і формування стану СТОП.

потрібного Slave-мікроконтролера використовує адресні пакети, формат яких наведено на рисунку 3 [5–6]. Пакет утримує 7-розрядну адресу (таким чином, можна адресувати більше сотні Slave-мікроконтролерів), розряд R/W (якщо $R/W=0$, то дані передаються від Master-мікроконтролера до Slave-мікроконтролера, а якщо $R/W=1$, то навпаки) і розряд АСК (підтвердження обробки адресного пакета Slave-мікроконтролером).

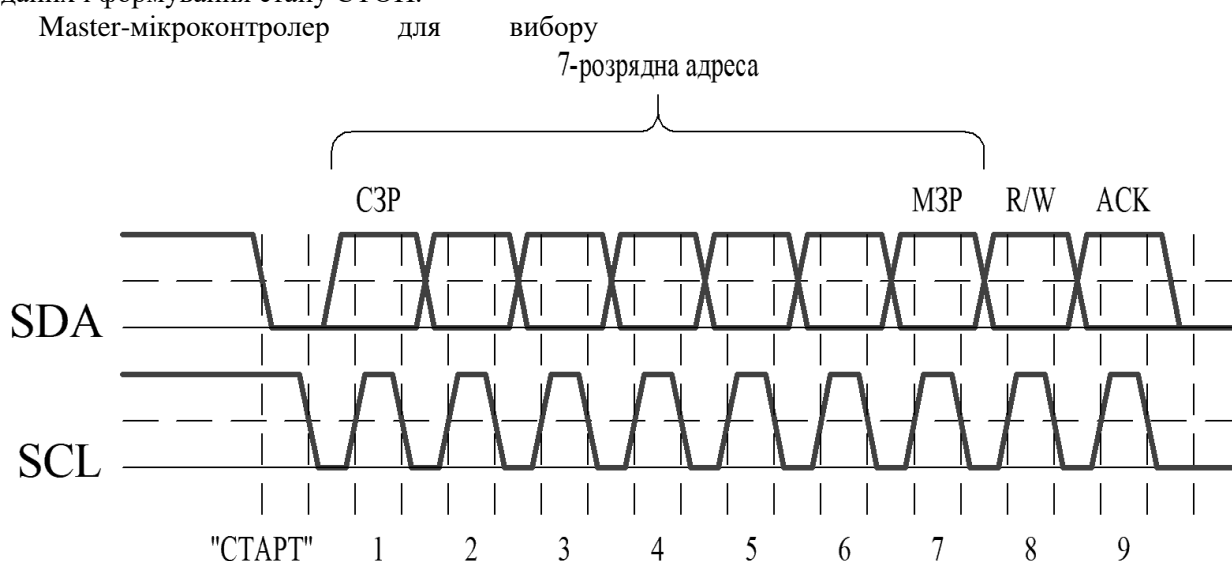


Рисунок 3. Формат адресного пакета

Для обміну даними використовуються пакети даних, формат яких наведено на рисунку 4 [5–6]. Пакет утримує 8-розрядні дані і розряд АСК (підтвердження обробки пакета даних Master- або Slave-мікроконтролером). Пакети даних в напрямі від Master до Slave можуть утримувати команди для вмикання або вимикання електропневматичних клапанів Y1...Y7, а в напрямі від Slave до Master –

стан магнітокеруємих контактів SQ1...SQ6.

Аналогічно до комунікаційного інтерфейсу USART, комунікаційний інтерфейс TWI має свої регістри для передачі і прийому даних, для керування передачею і прийомом даних, для визначення швидкості обміну даними і так далі.

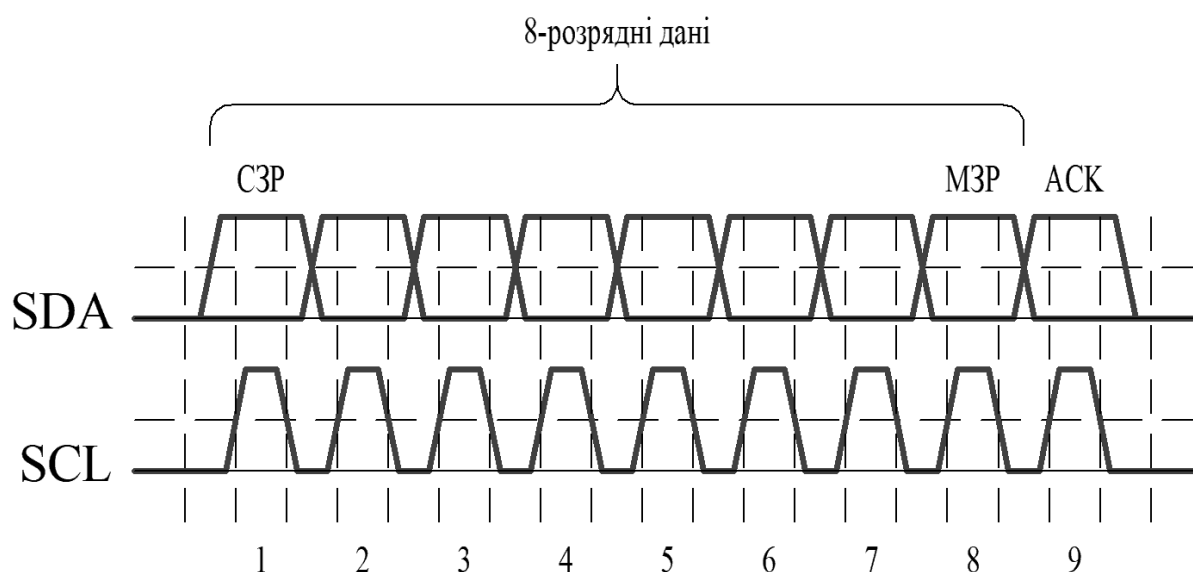


Рисунок 4. Формат пакета даних

Висновки

Для керування кількома промисловими роботами МП-9С було розроблено власне програмне забезпечення на мові програмування С#, яке дозволяє по заданій циклограмі віддалено керувати кількома промисловими роботами МП-9С.

Програмування самих мікроконтролерів типу ATtiny807 виконувалося в середовищі програмування Atmel Studio 7. Розробка автоматизованої системи керування промисловим роботом МП-9С на базі мікроконтролера типу ATtiny807 показала, що використання для таких цілей мікроконтролерів є достатньо ефективним і економічно доцільним.

Список літературних джерел

1. Робототехника и гибкие автоматизированные производства. В 9-ти кн. Кн. 9. Лабораторный практикум по робототехнике: Учеб. пособие для вузов / В.З. Рахманкулов, В.П. Лещинский, С.В. Манько и др.; Под. ред. И.М. Макарова. – М.: Высш. шк., 1986. – 176 с.: ил.

2. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы: Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1988. – 392 с.: ил.

3. Детали и механизмы роботов: Основы расчёта, конструирования и технологии производства: Учеб. пособие / Р.С. Веселков, Т.Н. Гонтаровская, В.П. Гонтарский и др.; Под. ред. Б.Б. Самопкина. – К.: Выща шк., 1990. – 343 с.: ил.

4. Лісовець С.М. Автоматизована система керування промисловим роботом МП-9С з використанням ПЛК110-32.P / С.М. Лісовець, С.В. Барилко, В.Г. Здоренко, І.Л. Ківа // Вісник інженерної академії України. – 2018. – № 3. – С. 112–116.

5. Белов А.В. Разработка устройств на микроконтроллерах AVR: шагем от «чайника» до профи. Книга + видеокурс. – СПб.: Наука и Техника, 2013. – 528 с.: ил. + CD. – ISBN 978-5-94387-825-1.

6. Кравченко А.В. 10 практических устройств на AVR-микроконтроллерах. Книга 1. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», К.: «МК-Пресс», 2008. – 224 с., ил. – ISBN 978-966-8806-41-4, ISBN 978-5-94120-205-8.