

УДК 62-523.8

О. Д. Манжілевський¹, М. А. Миронович¹

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОМИСЛОВИМ РОБОТОМ МОДЕЛІ МРЛУ-200-901

¹Вінницький національний технічний університет

В статті запропоновано варіант модернізації системи керування (СК) промисловим роботом МРЛУ-200-901 на основі сучасного контролера Arduino, що дозволить зменшити габарити, підвищити енергоефективність та надійність СК, а також підвищити продуктивність роботи.

ВСТУП

В сучасних умовах стану розвитку машинобудівної галузі, враховуючи рівень автоматизації обладнання, яке використовується на підприємствах, досить гостро стоїть питання модернізації виробничого устаткування. Також ця проблема стосується і допоміжного обладнання, такого як промислові роботи, системи керування якими є застарілими та енергоємними.

В статті буде розглянуто порівняно дешевий спосіб модернізації системи керування промисловим роботом серії МРЛ-200 з використанням прогресивних технологій.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Відомості про промислові роботи серії МРЛ-200.

Промислові роботи з пневмоприводом зазвичай мають невелику (до 20–30 кг) вантажопідйомність, високу швидкість руху виконавчих ланок (до 10 м/с), і можуть експлуатуватися в тяжких умовах навколишнього середовища. При автоматизації нескладних технологічних процесів застосовують роботи з 1–3 ступенями рухомості, при перепрограмованих технологічних процесах – з 5–6 ступенями рухомості. Областю застосування позиційних пневмороботів є холодне листове штампування, механообробка, лиття під тиском і низка інших виробництв, пов'язаних із завантаженням/розвантаженням різного технологічного устаткування та виконанням елементарних складальних операцій. До недоліків промислових роботів з позиційним пневмоприводом можна віднести необхідність застосування при організації робототехнічних комплексів конструктивно складних і трудомістких у виготовленні пристроїв подачі, які повинні забезпечувати орієнтовану подачу заготовок або напівфабрикатів для їх захоплення роботом.

Міні-роботи серії МРЛ-200 призначені для виконання навантажувально-розвантажувальних, транспортних операцій в механообробці, складальному і штампувальному виробництвах у складі робототехнічних комплексів та автоматизованих складальних ліній.

Основою роботів серії МРЛ служить маніпулятор, що складається з модулів горизонтального і вертикального переміщення і приводу захвату. Для точного регулювання положення захвату руки робота при стикуванні з технологічним обладнанням служить регульовальна площадка. Регулювання здійснюється в горизонтальній площині в напрямку ходу руки і перпендикулярно ходу. Діапазон регулювання складає ± 5 мм.

Робота позиційного пневморобота з цикловою системою керування здійснюється кінцевими регульованими упорами. Відповідно до отриманої від системи керування (СК) командою, згідно з заданою програмою, з блока клапанів (розподільників) повітря подається в порожнини циліндрів виконавчих механізмів робота, які і здійснюють рух. Сигнал про виконання руху надходить з датчиків кінцевих положень у СК. Після отримання сигналу про виконання руху відбувається видання команди на виконання наступного руху. Як датчики кінцевих положень на МРЛУ-200-901 (рис. 1) використовуються геркони.

Функціонально пневмопривод промислових роботів можна розділити на такі вузли: 1) блок підготовки повітря, який може бути передбачений для кожного робота або для групи роботів; 2) блок розподілу стисненого повітря; 3) блок виконавчих двигунів; 4) систему передачі стисненого повітря між пристроями приводу.

На рис. 2 представлена принципова пневматична схема промислового робота МРЛУ-200-901, тиск пневмомережі 0,3 ... 0,6 МПа.

Повітря від компресора КМ в пневмомережу маніпулятора надходить через блок підготовки повітря, до складу якого входять фільтр-вологівідділювач Ф, маслорозпилювач МР, редукційний клапан КР і манометр МН для контролю величини тиску стисненого повітря. Після блока підготовки

повітря стиснене повітря надходить до блока клапанів (розподільників). У блоці клапанів встановлені трилінійні двопозиційні розподільники P1...P9 типу П-РЭ 3 / 2,5-512 «нормально-закриті», які закріплені на корпусі під кутом 90° один до одного. Розподільники мають електромагнітне керування.

На вихлопній лінії, до якої підключені виходи розподільників P1...P9, встановлений пневмоглушник, що на схемі (рис. 2) не показаний.

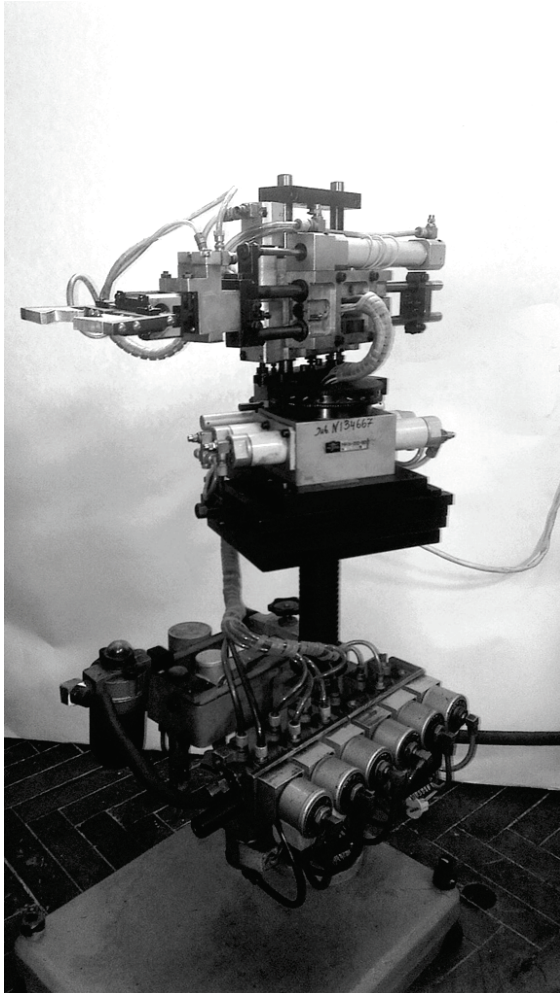


Рисунок 1 – Загальний вигляд робота МРЛУ-200-901

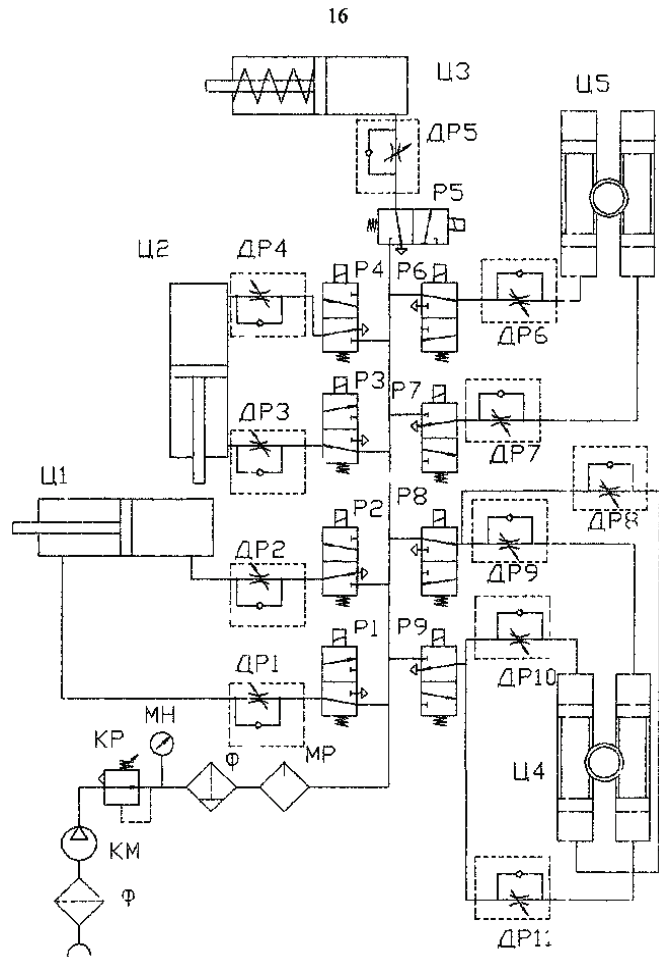


Рисунок 2 – Принципова пневмосхема робота МРЛУ-200-901

Для регулювання швидкості пневмоциліндрів в пневмосистемі встановлені дроселі ДР1...ДР11 із зворотними клапанами, регулювання швидкості відбувається на вході в пневмодвигуни.

У приводах горизонтального і вертикального переміщень встановлені пневмоциліндри Ц2 і Ц1 двосторонньої дії, у приводі захвата – пневмоциліндр Ц3 односторонньої дії. Пневмодвигуни Ц4 і Ц5 модуля повороту і ротації конструктивно представляють собою два пневмоциліндри, що встановлені паралельно один одному, з поршнями-рейками, які входять у зчеплення з шестернею (див. рис. 2). У пневмоциліндри модуля ротації повітря подається по черзі. А в пневмоциліндри модуля повороту одночасно в обидва циліндри. Під дією стисненого повітря поршні здійснюють зворотно-поступальний рух, який завдяки передачі шестерня-рейка, перетворюється в обертальний рух вихідного вала. Величина крутного моменту вихідного вала (вала шестерні) в таких двигунах залежить від діаметрів поршнів і величини тиску, а швидкість повороту – від подачі стисненого повітря.

Для керування кожним пневмодвигуном, крім двигуна приводу захвата використовуються два розподільники. При русі в одну сторону (наприклад, висунення руки) сигнал керування подається на один з розподільників (P2), через другий розподільник (P1) повітря виходить з порожнини двигуна. При втягуванні руки сигнал з СК подається на P1, а P2 з'єднує порожнину циліндра з атмосферою.

Для подачі повітря в пневмоциліндр захвата використовується розподільник Р9. При подачі на який сигналу керування повітря надходить у міжпоршневу порожнину приводу.

Промисловий робот МРЛУ-200-901 має циклову систему автоматичного керування пневматичним приводом.

Такі керуючі системи працюють за жорсткою програмою, яка складається заздалегідь і зберігається в пам'ятовувальному пристрої СК або автоматично формується в режимі навчання робота. Програма може бути переналагоджена. Необхідною умовою працездатності програмних керуючих систем є незмінність умов експлуатації робота,

Тип траєкторії руху робота в цьому випадку – дискретний. Позиціонування в крайньому положенні реалізується за допомогою механічного упору. Конкретній точці робочої зони відповідає одна комбінація з можливого числа сполучень крайніх положень ланок маніпулятора. Цикл керування – розімкнутий. Сигнал керування з програми подається на привод маніпулятора. Для фіксації знаходження ланок у крайніх положеннях використовуються кінцеві вимикачі. Алгоритм керування формується у вигляді логічної послідовності спрацьовування ланок маніпулятора.

В статті розглядається модернізація системи керування промисловим роботом МРЛУ-200-901. Основою СК є контролер «Arduino» (рис. 3) сигнали керування з якого надходять на реле, що з'єднані із обмотками розподільників Р1–Р9 та блоком живлення напругою 20 В.



Рисунок 3 – Загальний вигляд контролера Arduino Uno

Arduino може використовуватися як для створення автономних об'єктів автоматики, так і підключатися до програмного забезпечення на комп'ютері через стандартні дротові і бездротові інтерфейси.

Arduino – це електронний конструктор і зручна платформа швидкої розробки електронних пристроїв. Платформа користується величезною популярністю в усьому світі завдяки зручності і простоті мови програмування, а також відкритій архітектурі і програмному коду. Пристрій програмується через USB без використання програматорів.

Мікроконтролер на платі програмується за допомогою мови Arduino (основується на мові Wiring) і середовища розробки Arduino (створена на основі середовища Processing). Проекти пристроїв, побудовані на Arduino, можуть працювати самостійно, або ж взаємодіяти з програмним забезпеченням на комп'ютері. Програмне забезпечення доступне для безкоштовного скачування.

Arduino і Arduino – сумісні плати спроектовані таким чином, щоб їх можна було при необхідності розширювати, додаючи в пристрій нові компоненти.

Незалежними виробниками також випускається велика гамма всіляких датчиків і виконавчих пристроїв, в тій чи іншій мірі сумісних з базовим конструктивом Arduino.

Мова програмування Arduino є стандартною C++ (використовується компілятор AVR-GCC).

На схемі (рис. 4 та 5) показано котушки пневморозподільників, що відповідають за такі рухи: L1, L2 – вертикального модуля; L3, L4 – горизонтального модуля; L5, L6 – поворот основи; L7, L8 – ротацію захвата; L9 – привод захвата, U1...U9 – електромагнітні реле.

На схемі також показано підключення кінцевих датчиків зворотного зв'язку: S1 – вертикального переміщення; S2 – горизонтального переміщення; S3 – повороту маніпулятора. Виходи зворотного зв'язку під'єднано до аналогових входів A1, A2 та A3 Arduino. Зворотний зв'язок в системі керування роботом МРЛУ необхідний для визначення системою керування моменту початку виконання наступної операції (кінцеві положення – логічна «1», проміжні – логічний «0»).

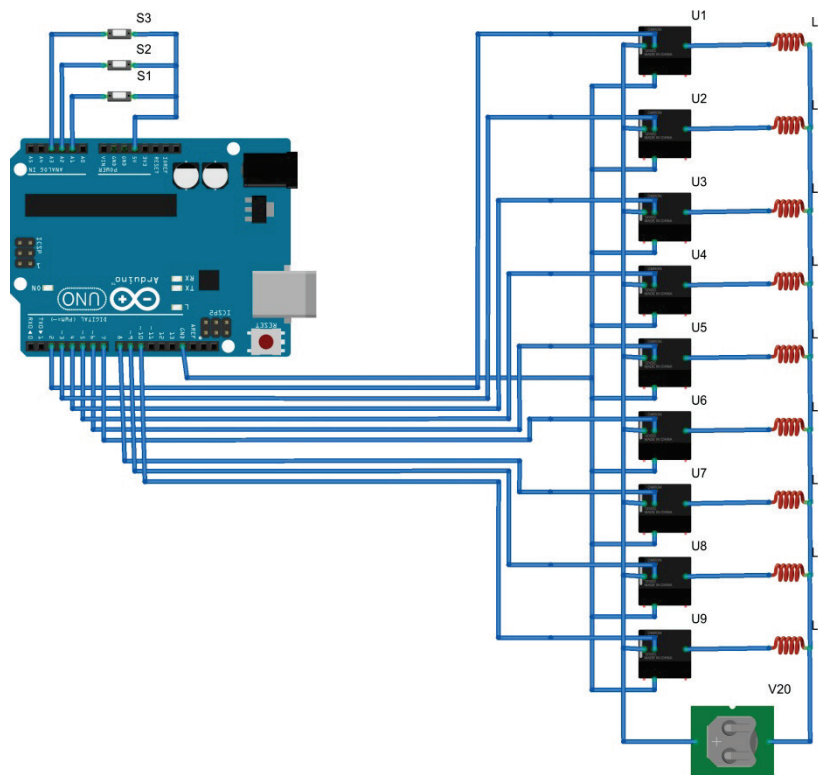


Рисунок 4 – Макетна схема системи керування роботом МРЛЮ-200-901

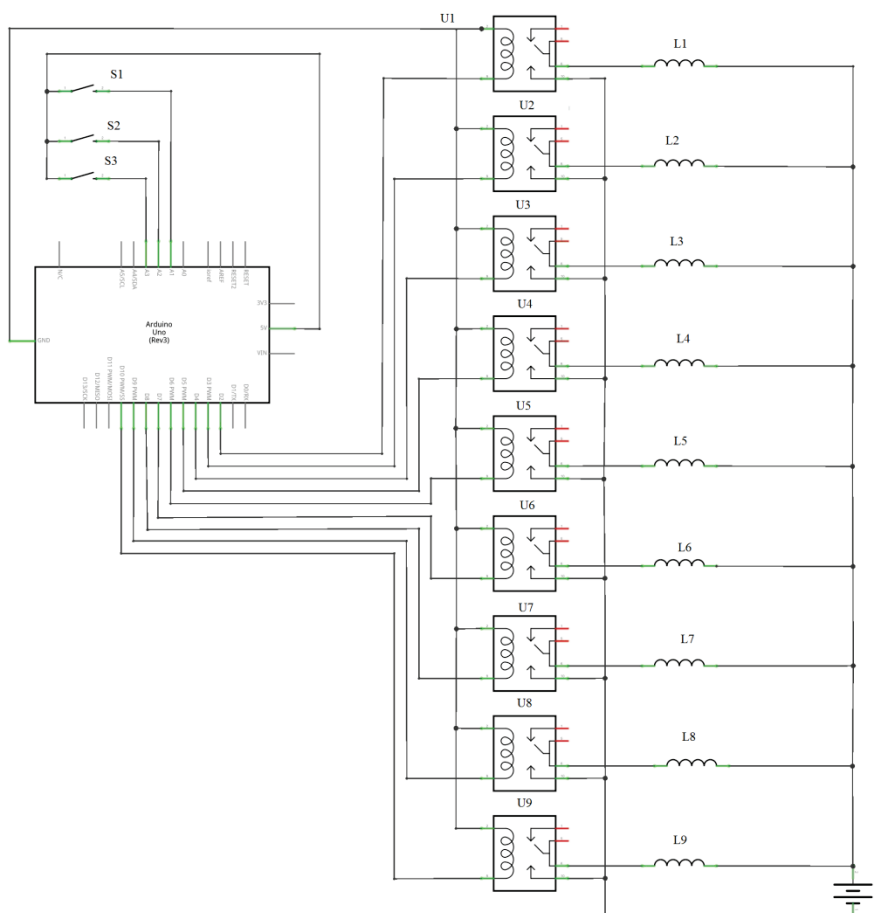


Рисунок 5 – Електрична схема системи керування роботом МРЛЮ-200-901

Для керування приводом робота необхідно замикати і розмикати силові ланцюги схеми в потрібні моменти часу, для цього треба міняти логічні рівні на відповідних виходах електромагнітних

реле, підключених до силових ланцюгів котушок пневморозподільників та джерела постійної напруги 20 В.

В системі керування використані електромагнітні реле SONGLE SRD-05VDC з напругою керування 5 В та здатні комутувати постійний струм до 10 А. Кожне з цих реле мають одну пару «постійно замкнених» та одну пару «постійно» розімкнених контактів.

Принцип керування приводом одного ступеня рухомості робота розглянемо на прикладі приводу вертикального переміщення на рисунку 6. Якщо сигнал логічна «1» від порту № 2 Arduino надходить на електромагнітне реле U1, а на U2 сигнал логічний «0», то при такому стані пневморозподільник 1 з'єднує головну магістраль пневмосистеми зі штоковою порожниною 2 пневмоциліндра, а пневморозподільник 3 з'єднує поршневую порожнину 2 пневмоциліндра з каналом 5 викиду повітря в атмосферу. Коли поршень циліндра досягає упору, спрацьовує кінцевий вимикач, і по зворотному зв'язку сигнал (логічна «1») надходить на комп'ютер. Причому програма обробки сигналів не розрізняє, який саме з двох кінцевих вимикачів спрацював (для зручності вони під'єднані паралельно). У яке ж саме положення прийшов привод, програма визначає шляхом перевірки відправленого на реле сигналу: якщо це «1», то стан приводу один (причому завжди визначений), якщо «0», то інший.

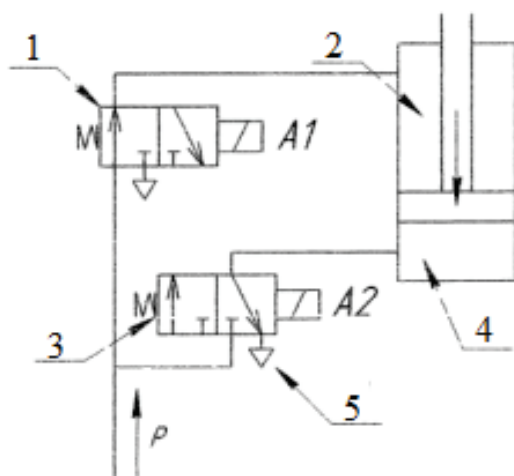


Рисунок 6 – Керування приводом одного ступеня рухомості

Найменування модуля	Вихідне положення	Номер кроку																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Модуль горизонтальний	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Модуль вертикальний	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Привод захвата	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Модуль повороту	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Модуль ротації	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Рисунок 7 – Варіант циклограми роботи ПР

На рис. 7 представлено одну із можливих циклограм роботи робота для робочої програми (таблиця 1). Представлений на циклограмі робочий цикл містить 25 кроків. Початковий стан маніпулятора: руку втягнуто, маніпулятор піднято вгору, захват відкрито, поворот вимкнено.

Таблиця 1 – Циклограма роботи робота

Крок	Команда	Крок	Команда
1	Пуск	14	Вперед
2	Вниз	15	Вниз
3	Захват, витримка часу	16	Захват відкрити, витримка часу
4	Вгору	17	Вгору
5	Вперед	18	Витримка часу
6	Вниз	19	Вниз
7	Захват відкрити, витримка часу	20	Захват, витримка часу
8	Вгору	21	Вгору
9	Витримка часу	22	Назад, вимкнути ротацію
10	Вниз	23	Вниз
11	Захват	24	Захват відкритий, витримка часу
12	Вгору	25	Вгору
13	Назад, поворот, ротація	26	Повернення в початкове положення

ВИСНОВКИ

В результаті виконаної роботи нами було запропоновано досить доступний та порівняно дешевий спосіб модернізації системи керування промисловим роботом МРЛУ-200-901 на основі «Open-source» платформи Arduino. Модернізована система керування має значно менші габаритні розміри, достатню надійність відпрацювання керуючої програми для використання в промислових умовах, незначну енергоємність, забезпечує можливість легкого та швидкого перепрограмування у порівнянні із базовим варіантом та може працювати разом із більшістю сучасних операційних систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іскович-Лотоцький Р. Д. Транспортно-завантажувальні пристрої : навч. посіб. для студ. бакалавр. напрямку «Інж. механіка» / Р. Д. Іскович-Лотоцький. – Вінниця : ВДТУ, 2000. – 88 с.
2. Харченко А. О. Станки с ЧПУ и оборудование гибких производственных систем : учебное пособие / А. О. Харченко – К. : ИД «Профессионал», 2004. – 304 с.
3. Шимшарев В. Ю. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учебник / В. Ю. Шимшарев. – М. : Академия, 2007. – 368 с.
4. Sommer Ulli. Mikrocontroller-Programmierung mit Arduino (Freeduino) / Ulli Sommer. – Broschiert, 2012. – 258 p.

REFERENCES

1. Iskovich-Lototskiy R. D. Transportation and loading devices: Textbook for students Bachelor «Engineering Mechanics» / R. D. Iskovich-Lototskiy. – Vinnitsia : VSTU, 2000. – 88 p.
2. Kharchenko A. O. CNC equipment and flexible manufacturing systems: tutorial / A. O. Kharchenko – Kiev : Professional, 2004. – 304 p.
3. Shishmarev V. Y. Automation of production processes in mechanical engineering : textbook / V. Y. Shishmarev – Moscow : Academy, 2007. – 368 p.
4. Sommer Ulli. Mikrocontroller-Programmierung mit Arduino (Freeduino) / Ulli Sommer. – Broschiert, 2012. – 258 p.

О. Д. Манжілевський¹, М. А. Миронович¹

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОМИСЛОВИМ РОБОТОМ МОДЕЛІ МРЛУ-200-901

¹Вінницький національний технічний університет

Об'єкт дослідження – числова система керування промисловим роботом.

Мета роботи – підвищення продуктивності системи керування промисловим роботом.

В сучасних умовах стану розвитку машинобудівної галузі, враховуючи рівень автоматизації обладнання, яке використовується на підприємствах, – досить гостро стоїть питання модернізації виробничого устаткування. Також ця проблема стосується і допоміжного обладнання, такого як промислові роботи, системи керування якими є застарілими та енергоємними.

В роботі розглядається модернізації системи керування промисловим роботом серії МРЛ-200 з використанням прогресивних технологій, що дозволить забезпечити високу швидкодію, легкість та швидкість переналагодження, малу енергоємність та достатню надійність.

Зважаючи на перспективність модернізації обладнання, яке зможе підвищити продуктивність виконуваних робіт, стає очевидним актуальність такої роботи.

Ключові слова: система керування; промисловий робот; пневматичний привод; реле; контролер; arduino.

Манжілевський Олександр Дмитрович, кандидат технічних наук, доцент, Вінницький національний технічний університет, доцент кафедри металорізальних верстатів та обладнання автоматизованих виробництв ВНТУ, e-mail: manzhilevskyy@gmail.com, тел. +380961742288, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95, к. 1204.

Миронович Максим Аркадійович, Вінницький національний технічний університет, студент кафедри металорізальних верстатів та обладнання автоматизованих виробництв ВНТУ, e-mail: maks_4@email.ua, тел. +380634369267, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95, к. 1204.

О. D. Manzhilevskyy¹, M. A. Myronovych¹

MODERNIZATION OF CONTROL SYSTEM OF AN INDUSTRIAL ROBOTS MRLU-200-901

¹Vinnitsia National Technical University

The research object is the numerical control system of an industrial robot.

The purpose of the work – to improve system performance industrial robot control.

In the modern terms condition of the engineering industry, given the level of equipment's automation which used in enterprises - very acute issue of modernization of the production facilities. This problem also applies to auxiliary equipment such as industrial robots, control systems which are outdated and energy-intensive.

This work is devoted to the modernization of control system of industrial robot MRL-200 Series with using advanced technologies that will ensure high performance, ease of setup speed, low power consumption and sufficient reliability.

Given the prospects of upgrading equipment that will increase the productivity of work, it becomes apparent relevance of such work.

Keywords: control systems; industrial robot; pneumatic actuators; relays; controllers; arduino.

Manzhilevskyy Alexander D., candidate of science (engineering), Vinnitsia National Technical University, the associate professor of the chair of machine tools and automated production equipment, e-mail: manzhilevskyy@gmail.com, tel. +380961742288 Ukraine, 21021, Vinnitsia, Khmelnytsky Highway st. 95, apt. 1204.

Myronovych Maksym A., Vinnytsia National Technical University, student of the chair of machine tools and automated production equipment, e-mail: maks_4@emai.ua, tel. +380634369267 Ukraine, 21021, Vinnytsia, Khmelnytsky Highway st. 95, apt. 1204.

А. Д. Манжилевський¹, М. А. Миронович¹

МОДЕРНИЗАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОМИШЛЕННИМ РОБОТОМ МОДЕЛІ МРЛУ-200-901

¹Вінницький національний технічний університет

Об'єкт дослідження – числова система управління промисловим роботом.

Цель работы – повышение производительности системы управления промисловим роботом.

В современных условиях состояния развития машиностроительной отрасли, учитывая уровень автоматизации оборудования, используемого на предприятиях, – довольно остро стоит вопрос модернизации производственного оборудования. Также эта проблема касается и вспомогательного оборудования, такого как промышленные роботы, системы управления которыми являются устаревшими и энергоемкими.

Данная работа посвящена модернизации системы управления промисловим роботом серии МРЛ-200 с использованием прогрессивных технологий, что позволит обеспечить высокое быстродействие, легкость и быстроту переналадки, малую энергоемкость и достаточную надежность.

Учитывая перспективность модернизации оборудования, которое сможет повысить производительность выполняемых работ, становится очевидным актуальность такой работы.

Ключевые слова: система управления; промышленный робот; пневматический привод; реле; контролер; arduino.

Манжилевський Александр Дмитриевич, кандидат технічних наук, доцент, Вінницький національний технічний університет, доцент кафедри металорежущих станків і обладнання автоматизованих виробств ВНТУ, e-mail: manzhilevsky@gmail.com, тел. +380961742288, Україна, 21021, г. Вінниця, ул. Хмельницьке шосе, 95, к. 1204.

Миронович Максим Аркадьевич, Вінницький національний технічний університет, студент кафедри металорежущих станків і обладнання автоматизованих виробств ВНТУ, e-mail: maks_4@eamil.ua, тел. +380634369267, Україна, 21021, г. Вінниця, ул. Хмельницьке шосе, 95, к. 1204.