

## НАВЧАЛЬНИЙ ПРОТОТИП РОБОТА

*Анотація.* Розглядається побудова нескладної навчальної програмованої рухомої платформи, що керується в реальному часі та може бути основою для вивчення робототехніки. Пропонується конструктивно завершений прототип, що може виготовлятися та використовуватися під час практичних та лабораторних занять з дисциплін «Схемотехніка» та «Мікроконтролери».

*Ключові слова:* робот, мікроконтролер, система управління реального часу

### 1 Вступ

Динамічність та специфіка галузі інформаційних технологій вимагає нових підходів до підготовки фахівців. Таким є, наприклад, введення змінної складової у практичне наповнення профільних дисциплін, що відповідатиме тенденціям розвитку галузі. Другим важливим підходом є формулювання завдань як центрального предмету в навчанні та визначення дисциплін як інструментів для їх вирішення. При цьому дуже важливим є розв'язання завдання у команді, що вимагає формування підзавдань та їх розподілу в групі. Саме реалізація вказаних підходів при розв'язанні конкретного навчального завдання є розроблення прототипу навчальної програмованої рухомої платформи, що обумовлює актуальність даної роботи.

Завдання було сформульоване у вигляді набору вимог деякого «замовника» та складалося з розробки керуючого алгоритму, його програмної реалізації, побудови апаратної частини платформи. Був здійснений розподіл підзавдань в групі, складений план-графік виконання робіт.

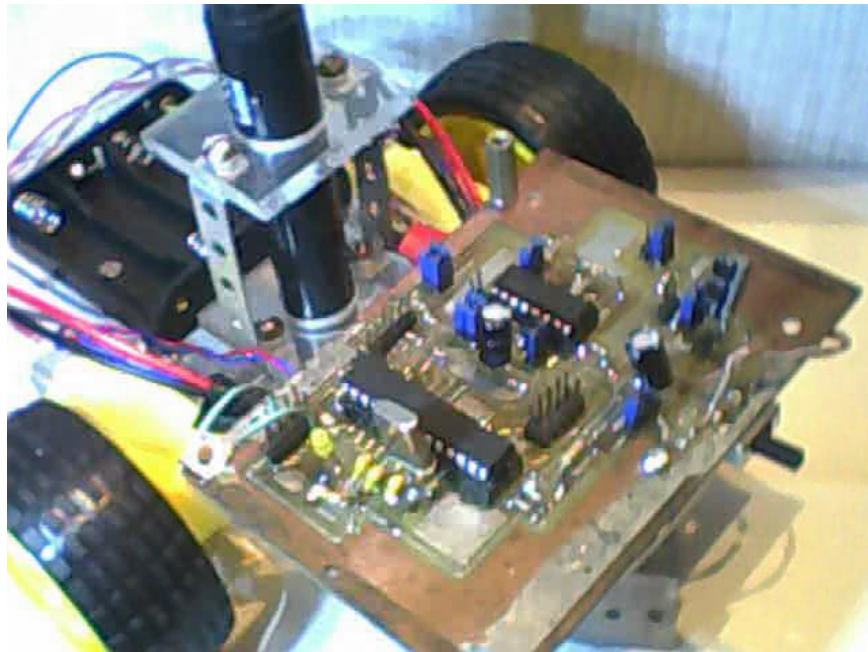
Основні етапи виконання завдання:

- розробка технічного завдання,
- специфікація інструментарію та матеріалів,
- розробка прототипу,
- тестування та налагодження платформи.

## 2 Призначення та можливості прототипу

Платформа дозволяє оператору обирати бажану траєкторію руху з визначеного набору (пряма, квадрат, «вісімка», спіраль, що розкручується або скручується). Також можливе об'єднання всіх перелічених елементів в єдиний ансамбль. При цьому відбувається автоматична корекція траєкторії руху, платформа здатна реагувати на перешкоди.

Загальний вигляд платформи представлений на рис. 1.



*Рис. 1. Загальний вигляд навчальної платформи*

Прототип має можливість багаторазового перепрограмування та розширення керуючої системи додатковими модулями (платами або датчиками).

## 2 Технічний опис прототипу

Прикладна функціональна підсистема визначає рух робота, вона припускає можливість розширення виконуваних функцій та набору траєкторій. Вибір траєкторії руху здійснюється за номером, шляхом натиснення та утримання кнопки в натиснутому стані оператором. Функціональна підсистема руху містить два електродвигуни з незалежним керуванням та можливістю обертання в прямому та реверсному напрямках. Траєкторія руху в загальному випадку є послідовністю дуг кіл, радіуси яких визначаються поточним співвідношенням швидкостей двигунів.

Функціональна підсистема керування складається з блоку управління двигунами, блоку корекції траєкторії руху та блоку контролю перешкод.

Блок керування двигунами формує пару ШІМ-сигналів, підсилює їх та подає на двигуни. Саме він визначає поточний радіус відрізка траєкторії. Співвідношення між числом обертів двигунів задається та модифікується програмно, ШІМ-сигнали з вихідних портів мікроконтролера (МК) подаються на підсилювач та керують струмами живлення двигунів.

Блок корекції траєкторії руху контролює співвідношення числа обертів двигунів, порівнюючи їх з заданим, та подає необхідні сигнали корекції до блоку керування двигунами.

Блок контролю перешкод вимірює відстань до перешкоди перед роботом та виконує функцію реакції на перешкоду при досягненні мінімально дозвальної відстані.

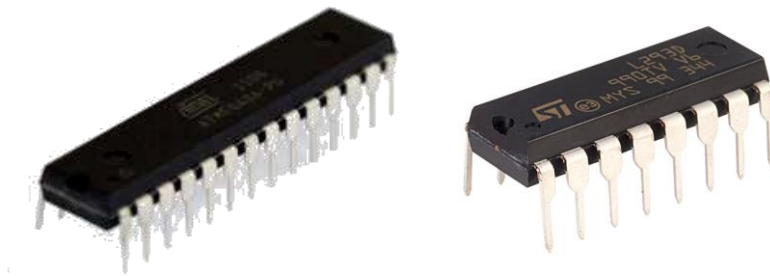
Електромеханічний блок є плоскою платформою з розміщеними під нею на спільній уявній осі електродвигунами незалежного керування.

Блок живлення є сокетом для розміщення елементів живлення, стандартна напруга живлення прототипу 6В. Також є можливість встановлення елемента «крона» напругою 9В.

Електронний блок складається з основної плати керування, плат енкодерів та ультразвукового датчика вимірювання відстані.

Основна плата керування забезпечує зв'язок МК із зовнішніми пристроями та електромеханічним блоком. На ній розміщені: МК ATmega8, силовий драйвер струму L293D та допоміжні електронні компоненти.

Мікроконтролер ATmega8 (рис. 2) призначений для виконання програми керування: зчитування вхідних контрольних сигналів, обробки їх програмою та формування вихідних сигналів управління.



*Рис. 2. Зовнішній вигляд МК ATmega8 та драйвера струму L293D*

Це – 8-розрядний високопродуктивний AVR МК RISC-архітектури, з розвинутою системою команд. Він має 32 8-розрядних робочих реєстри загального призначення, продуктивність до 16 MIPS (при тактовій частоті 16 МГц), вбудований 2-цикловий помножувач, незалежну пам'ять програм і даних та широкий набір вбудованих периферійних пристроїв.

Чотириканальний силовий драйвер струму L293D (рис. 2) призначений для подачі струмів живлення на двигуни. Струми каналів керуються сигналами від зовнішнього джерела. Сигнали керування можуть мати різну форму, але найчастіше є ШІМ-модульованою послідовністю імпульсів.

Основні характеристики мікросхеми L293D:

- напруга живлення двигунів ( $V_s$ ) – 4,5 ... 36V,
- напруга живлення мікросхеми ( $V_{ss}$ ) – 5V,
- допустимий струм навантаження – 600mA (на кожен канал),
- піковий (максимальний) струм на виході – 1,2A (на кожен канал),
- логічний "0" вхідного напруги – до 1,5V,

- логічна "1" вхідного напруги – 2,3 ... 7V,
- швидкість перемикачів до 5 kHz,
- захист від перегріву.

Датчик контролю відстані HC-SR04 (рис. 4) призначений для вимірювання відстані до перешкоди. Він є розповсюдженим компонентом проектів систем на МК та макетних платах Arduino.



*Рис. 3. Ультразвуковий датчик вимірювання відстані*

Його основні характеристики:

- напруга живлення: 5V DC,
- струм спокою: < 2mA,
- ефективний кут: < 15°,
- діапазон вимірювання відстані: 2 – 400 см,
- розподільча здатність: 0.3 см.

Енкодери призначені для відліку реальної кількості обертів коліс робота, що потрібно для корегування його траєкторії. Являють собою електронно-механічні пристрої, що взаємодіють безпосередньо з механічною підсистемою.

Програмний блок, призначений для обробки вхідних даних від зовнішніх блоків та формування керуючих вихідних сигналів, реалізований мовою C. Структурно складається з набору глобальних змінних та функцій. Глобальні змінні простих типів та структури призначені для збереження інформації про поточний стан системи: співвідношення швидкостей, відстань до перешкоди

тощо. Функції забезпечують контроль та зміну стану системи через читання-запис глобальних змінних. Така програмна модель дещо наближена до об'єктно-орієнтованого підходу, де центральне місце займає об'єкт з певним станом, а функції-методи призначені для зміни цього стану.

Програма містить прикладну підпрограму, що керує вибором траєкторії руху та системну підпрограму у вигляді робочого циклу керування.

Робочий цикл виконується на відрізку траєкторії з постійним співвідношенням швидкостей моторів. Опорним періодом циклу є період вихідних керуючих ШІМ-сигналів як найкоротший з усіх періодів контролю та керування. Він викликає функції: генератора ШІМ, контролю обертів моторів та контролю відстані до перешкоди.

Функція генератора ШІМ програмно формує відповідні імпульси для керування моторами та керується заданим співвідношенням між швидкостями моторів.

Функція контролю обертів моторів обробляє вхідні дані енкодерів та приймає рішення щодо зміни співвідношення між швидкостями моторів, впливаючи через нього на роботу функції генератора ШІМ.

Функція контролю відстані до перешкоди обробляє вхідні дані ультразвукового датчика відстані та приймає рішення щодо запуску функції реакції на перешкоду.

Функція реакції на перешкоду реалізує зупинку та розворот на 90 градусів.

### **3 Висновок**

Подальшим розвитком створеної програмованої рухомої платформи може бути розширення функціоналу до можливості задавання початкової та кінцевої точок руху на поверхні та динамічного пошуку шляху між ними. Вона може бути основою для розробки та тестування алгоритмів проходження лабіринтів.

Для цього необхідно розв'язати наступні завдання:

- забезпечити сканування відстані до перешкод в діапазоні 360 градусів, для чого необхідне встановлення датчика на рухомій основі;

- вдосконалити алгоритм реакції на перешкоди;

- у програмний блок додати розрахунок відрізків траєкторії, функцією якого буде визначення масиву константних співвідношень швидкостей для кожного відрізка.

Також доцільною є розробка стандартного шаблону проектування подібних систем управління реального часу, тобто стандартизація набору структур даних та процедур.

## Посилання

1. Керниган Б., Ритчи Д. Язык программирования Си пер. с англ., 3-е изд., испр. – СПб.: "Невский Диалект", 2001. - 352 с.
2. Баранов В.Н. Применение Микроконтроллеров AVR: схемы алгоритмы программы – «Додека», 2006.
3. Белов А.В. Конструирование устройств на микроконтроллерах – «Наука и техника», 2005.
4. Белов А.В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR – «Наука и техника», 2008.
5. Белов А.В. Создаем устройства на микроконтроллерах – «Наука и техника», 2007.

### Authors:

I. Zamkovets

### The training robot's prototype

**Abstract.** Publication considers design of simple educational programmed moving platform, which is real-time, controlled and can be basis for robotics fundamentals learning. Proposed completed prototype, which can be manufactured and used in practical course of "Schematics" and "Microcontrollers".

**Keywords:** robot, microcontroller, real-time control system.

### Автори:

И.В. Замковец

### Учебный прототип робота

**Аннотация.** Рассматривается построение несложной учебной программируемой подвижной платформы, управляемой в реальном времени и может быть основой для изучения робототехники. Предлагается конструктивно законченный прототип, который может изготавливаться и использоваться во время практических и лабораторных занятий по дисциплинам «Схемотехника» и «Микроконтроллеры».

**Ключевые слова:** робот, микроконтроллер, система управления реального времени