

УДК 681.51

*В.В.Токарчук, В.В.Лотиш*

*Луцький національний технічний університет*

***Програмно-апаратний комплекс управління рухомим об'єктом на базі одноплатного високопродуктивного контролера dSPACE ds1104***

*Розроблено апаратну частину для забезпечення керування рухомим об'єктом із двома електродвигунами. Написано програму для управління апаратним комплексом за допомогою високопродуктивного одноплатного контролера dSPACE ds1104. Реалізовано зворотній зв'язок об'єкту і контролера.*

*Ключові слова: dSPACE, датчик, платформа, двигун.*

Впровадження автоматизованих систем керування повинно вирізнятися якісними і надійними елементами, які працюють в системах реального часу. Моделювання окремих стадій таких процесів і навіть цілих комплексів спрямовані на унеможливлення впливів на систему негативних факторів.

Дослідження таких об'єктів в екстремальних умовах неможливе в зв'язку з високими швидкостями та складностями спостереження за процесом або його складовими. Застосування систем моделювання процесів зменшує ризик виникнення непередбачуваних і нестандартних ситуацій, які можуть коштувати людських жертв.

Моделювання процесів є основним напрямком компанії dSPACE. Вона використовує системні, програмно-апаратні рішення для вбудованого програмного забезпечення і контролю в автомобільній, аерокосмічній і машинобудівній промисловостях.

Робота з dSPACE продуктами пропонує прості, повністю інтегровані середовища розробки, які встановлюють нові стандарти розвитку проектів та моделей. Ці системи заощаджують дорожочинний час і гроші. Їх можливо використовувати протягом усього процесу створення та розробки певного виду технічного проекту або в окремих його фазах. На базі dSPACE розробляються системи для підтримки існуючих виробничих процесів, особливо для розвитку електронних блоків управління. З постійними інноваціями, використанням ключових технологій та стандартів dSPACE допомагає досягти користувачам довгоочікуваного успіху. Системи dSPACE дозволяють виконувати ресурсоємні завдання, такі як, проектування систем, швидке створення їх прототипів, автоматична генерація програмних кодів, апаратно-циклічний комплекс тестування систем.

Розроблено програмну і апаратну частини для керування об'єктом, що рухається по довільній траєкторії.

В якості апаратної частини виступає рухома двоколісна платформа, плата узгодження сигналів та інфрачервоний датчик відстані.

Апаратна частина представлена контролером, рухомою двоколісною платформою з двома електродвигунами, інфрачервоними датчиками відстані та спеціальною керуючою схемою, що складається із чотирьох реле.

Рухомим об'єктом виступає двоколісна рухома платформа Magician Chassis (рис. 1). І хоч платформа зібрана спеціально для контролерів Arduino, вона прекрасно підійде під будь-який інший контролер. Шасі плати вирізані із акрилового матеріалу. Платформа містить монтажні отвори для датчиків, контролерів, живлення та ін.



Рис. 1. Рухома двоколісна платформа Magician Chassis

Платформа прекрасно себе зарекомендувала в роботі показавши високу маневреність, плавність ходу та динаміку руху. І хоч платформа є двоколісною це не впливає на рівновагу, оскільки вона оснащена спеціальним упором із кулькою на кінці, що можна сказати замінює третє колесо.

Характеристики платформи вказані в таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристики двоколісної рухомої платформи Magician Chassis

Максимальна напруга двигуна	6 В
Число обертів холостого ходу	90±10 об/хв
Струм холостого ходу	190мА (250мА макс.)
Крутний момент	800 грам сили на са
Діаметр коліс	65мм

В якості контролера виступає високопродуктивний одноплатний контролер DS1104 фірми dSPACE (Німеччина) (рис. 2), так як програмні і апаратні засоби цієї фірми оптимально підтримують методи швидкого моделювання систем управління. Контролер DS1104 є досить потужним і практичним для застосування. Підключення і живлення контролера відбувається через шину PCI персонального комп'ютера.



Рис. 2. Контролер ds1104 фірми dSpace.

Програмування контролера відбувається засобами MATLAB/Simulink або за допомогою програми написаній на мові програмування C/C++. В контролері передбачено досить широкі можливості його застосування. В контролері міститься аналогово-цифровий перетворювач (надалі АЦП), цифро-аналоговий перетворювач (надалі ЦАП), широтно-імпульсну модуляцію, цифрові входи/виходи, інтерфейс RS232, інтерфейс RS485/RS422, виходи напруги (+5В) та ін. Всього в

контролері 100 виходів, які представляють собою 2 порти (кожен по 50 виходів). Один із портів (порт А) детально зображено на рис. 3, порт В виглядає аналогічно.

Connector P1A		Pin	Signal	Pin	Signal	Pin	Signal
	1	GND			34	(RTS)	
	2	DTR (TXD)	18	RTS ( $\overline{\text{RTS}}$ )	35	TXD ( $\overline{\text{TXD}}$ )	
	3	SCAP3	19	SCAP4	36	SCAP2	
	4	VCC (+5 V)	20	SCAP1	37	SPWM6	
	5	SPWM4	21	SPWM5	38	SPWM3	
	6	SPWM1	22	SPWM2	39	GND	
	7	IDX(1)	23	$\overline{\text{IDX}(1)}$	40	$\overline{\text{PHI90}(1)}$	
	8	$\overline{\text{PHI0}(1)}$	24	PHI90(1)	41	PHI0(1)	
	9	IO18	25	GND	42	IO16	
	10	IO12	26	IO14	43	IO10	
	11	IO6	27	IO8	44	IO4	
	12	IO0	28	IO2	45	GND	
	13	GND	29	DACH7	46	DACH5	
	14	DACH3	30	GND	47	GND	
	15	GND	31	DACH1	48	ADCH7	
	16	ADCH5	32	GND	49	GND	
	17	GND	33	ADCH3	50	ADCH1	

Рис. 3. Порт А, контролера ds1104.

Аналізуючи вище викладений рисунок можна зрозуміти, що нарощення системи керування не є проблемою, оскільки ми маємо досить великий запас входів і виходів для підключення датчиків та виконавчих механізмів.

Оскільки цифро-аналоговий перетворювач видає напругу від 0 до 10В то вибрано реле марки Р-12. Характеристики реле приведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Характеристики реле марки Р-12

Номінальна напруга котушки	5В; 1А,2А/30В; 0.5А/125В
Максимальна напруга ланцюгів контактів реле	220В
Максимальний струм ланцюгів контактів реле	2А
Мінімальна напруга ланцюгів контактів реле	10мВ
Мінімальний струм ланцюгів контактів реле	0.01мВ
Ресурс (кількість замикань)	100млн.

Зовнішній вигляд реле зображено на рис 4.



Рис. 4. Зовнішній вигляд реле марки P-12.

Перевагами реле є широкий діапазон напруги і струму замикання котушки, широкий діапазон напруги і струму ланцюгів контактів реле, невеликі розміри (рис. 5) і невисока вартість.

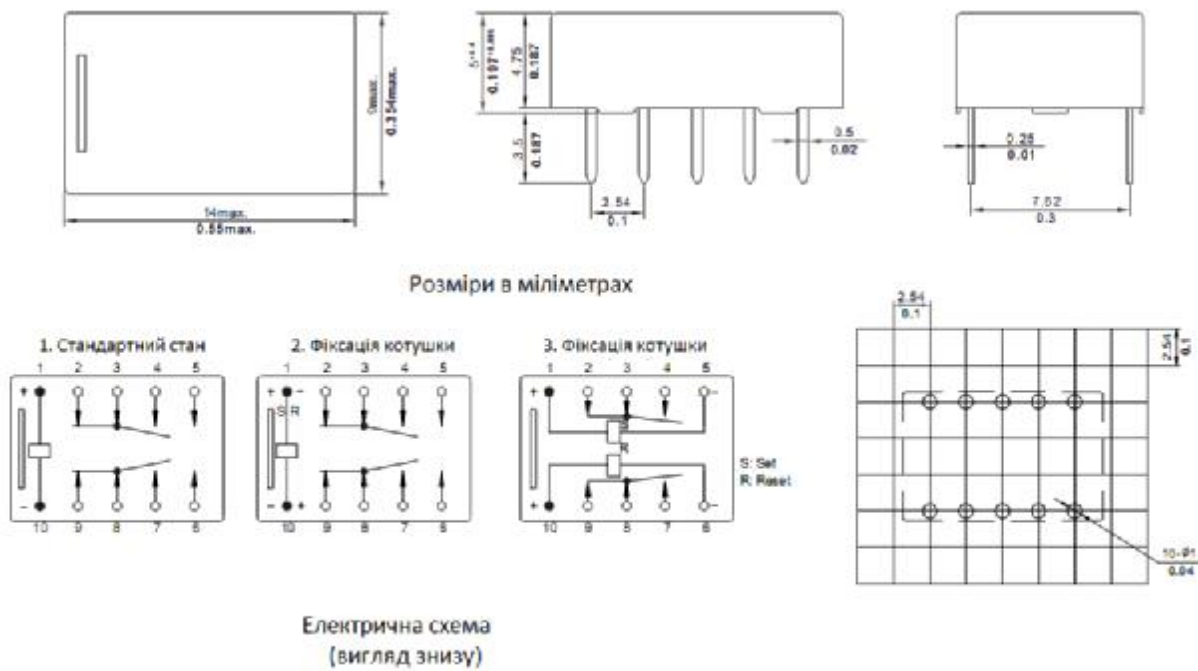


Рис. 5. Розміри і електрична схема реле марки P-12.

Датчиком відстані виступає інфрачервоний датчик Sharp GP2Y0A21 (рис. 6), характеристики якого наведені в таблиці 3.

Характеристики датчика відстані Sharp GP2Y0A21

Робоча напруга	4,5-5 В
Середній струм споживання	30 мА
Діапазон вимірювання	віл 10см до 80см
Час відклику	$38 \pm 10$ мс
Розмір	29,5x13x13,5 мм
Вага	3,5 г



Рис. 6. Зовнішній вигляд інфрачервоного датчика відстані Sharp GP2Y0A21

Принцип роботи датчика полягає у генеруванні і прийнятті відбитих інфрачервоних імпульсів (рис. 7). Світлодіодна схема генерує інфрачервоні імпульси, які відбиваються від об'єкту і потрапляють на модуль обробки вхідного сигналу з фотоелементом, далі прийнятий сигнал оброблюється модулі обробки вихідного сигналу, після чого генерується вихідна величина від 0 до 3,5 В. Регулятор напруги забезпечує вирівнювання напруги живлення датчика, а модуль обробки коливань аналізуючи вхідний і вихідний сигнали здійснює вплив на вихідну величину забезпечуючи більшу точність вимірювання.

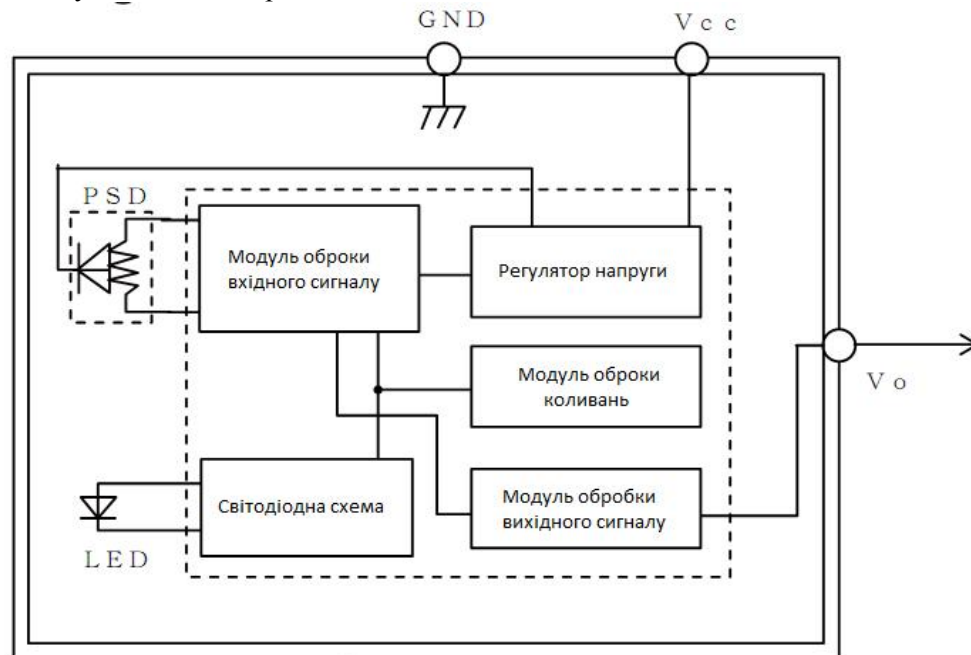


Рис. 7. Функціональна схема інфрачервоного датчика відстані Sharp GP2Y0A21

Графік залежності вихідного сигналу від відстані до об'єкту зображено на рис. 8.

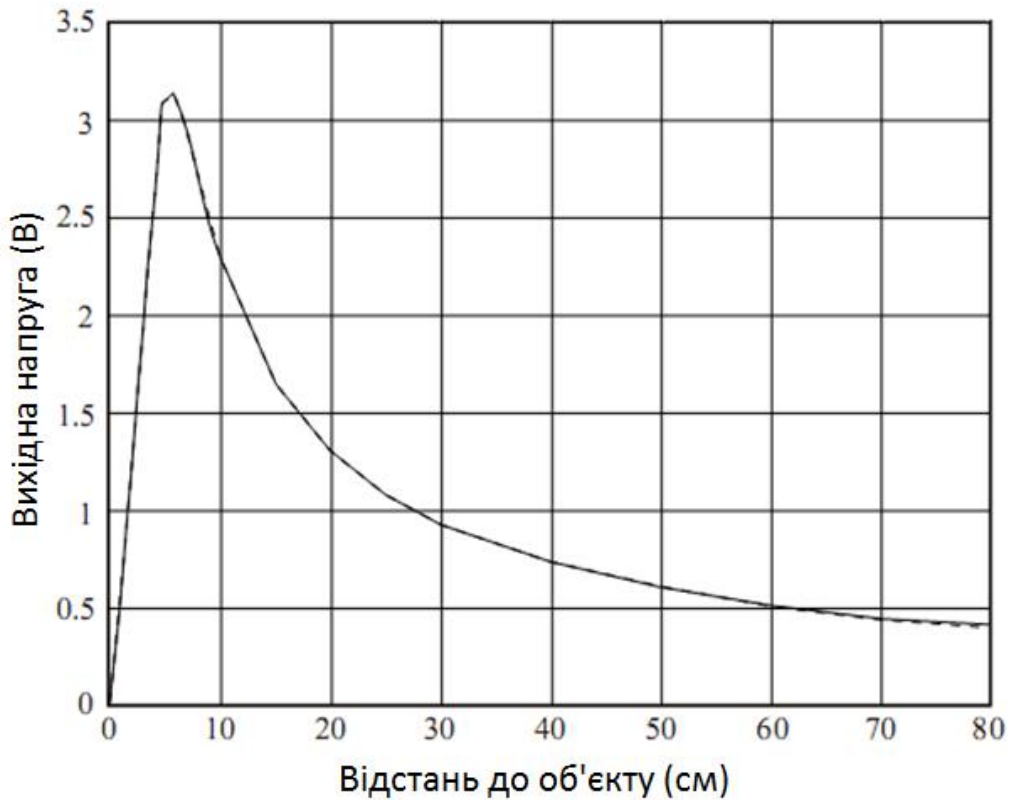


Рис. 8. Графік залежності вихідного сигналу від відстані до об'єкту датчика Sharp GP2Y0A21

На рис. 9 зображено принципову електричну схему з допомогою якої реалізується управління рухомим об'єктом керування. На виході цифрово-аналогового перетворювача (ЦАП), який вбудований в контролер, підключаються котушки реле напруги. Після подачі на обмотку реле визначеного рівня аналогового сигналу (5В) замикаються контакти, внаслідок чого на двигуни подається необхідна напруга (5В) у відповідному напрямку. Реле було застосовано тому, що виходи ЦАП контролера дають дуже малий показник струму, якого вистачає лише на замикання контактів реле і не вистачає для приведення в дію двигуна. Тому для приведення в дію двигунів і живлення датчиків було реалізовано окреме джерело живлення. Для цього було задіяно один із виходів контролера DS1104 (на виході якраз необхідні 5В).

Зв'язок з об'єктом управління реалізується через зв'язку провідників, адже це забезпечує стабільність сигналу і виключає вплив різноманітних перешкод.

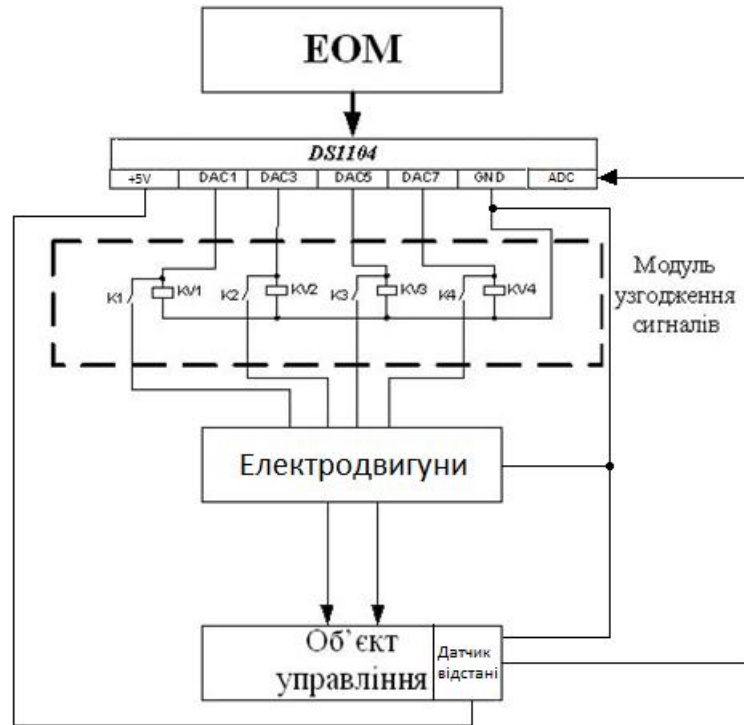


Рис. 2. Принципова електрична схема управління рухомих об'єктом

Програма управління об'єктом написана на мові програмування C# та забезпечує такі функції як вибір маршруту руху та об'їзд перешкод на шляху моделі. В залежності від того чи є напруга на виході із датчика приводяться в дію електродвигуни. Коли об'єкт зустрічає на своєму шляху перешкоду, включається підпрограма, що забезпечує об'їзд перешкоди. Коли перешкоди на шляху руху об'єкта відсутні то він рухається прямолінійно. Прямолінійний рух за відсутності перешкод можна поміняти на будь-який інший (рух по колу, рух вправо-вліво, по квадрату, тощо).

#### Список літератури

1. dSPACE System. First Work Steps. – June 2009.
2. ControlDesk. Automation Guide. – December 2009.
3. dSPACE Release. Quick Software Installation Guide. – December 2009.
4. ControlDesk. Experiment Guide. – December 2009.
5. Real - Time Interface (RTI and RTI-MP). Implementation Guide – December 2009.
6. dSPACE Release. New Features and Migration. – December 2009.