

**УДК 004.318**

**К.т.н., доцент Плахотний М.В., студент Адаменко О.В.**

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ MSP430 ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В НАВЧАЛЬНИХ ЦІЛЯХ**

### **Abstract**

*Mykola V. Plakhotniy, assoc. prof., PhD; O. Adamenko, student  
MSP430 microcontroller research for use in education purposes*

*This paper concerns the task of use MSP430 microcontroller in education purposes. The article describes research methodology of MSP430 microcontroller. Development environments were analyzed. The circuit, development and debug program were demonstrated.*

### **Вступ**

Компанія Texas Instruments розробила та серійно випускає сімейство мікроконтролерів MSP430, яке є одним з найефективніших рішень для розробки енергоефективних пристроїв на мікроконтролерах. Застосовуючи мікроконтролери MSP430, розробники отримують потужний інструмент для роботи з аналоговими та цифровими сигналами при наднизькому споживанні енергії батареї. [3]

Мікроконтролери MSP430 придатні для застосування в навчальних лабораторіях і студентських проектах. Фон-неймановська архітектура і 51 команда дозволяють спростити програмування 16 -розрядного процесора MSP430. Користувач має можливість вибрати мову програмування (C або Асемблер). Набір базових програмних засобів і утиліт для налагодження дозволяє швидко і легко розробляти код. [1]

### **Постановка задачі**

Метою роботи є дослідження процесорів серії MSP430 для використання їх в навчальному процесі, з подальшим використанням набутих навичок у проектуванні систем керування промисловими об'єктами на їх основі та на основі інших процесорів.

Методика дослідження охоплює наступні аспекти роботи з процесором: стандартний набір інструкцій, роботу з внутрішньою пам'ятю, порти вводу та виведення, а також використання переривань і

таймеру. Також охоплені основні засоби розробки та відлагодження програм на мові програмування С.

### Засоби і методи вирішення

В дослідженні використовується процесор моделі MSP430F1101. Ця модель має наступні основні характеристики:

- частота до 8 МГц;
- 1 КБ постійної пам'яті;
- 128 Б змінної пам'яті;

Проста розробка програм для реальних пристроїв можлива завдяки покрокового відлагодженню програм по протоколу JTAG.

В ході дослідження для розробки програм використовувалось програмне забезпечення Code Composer Studio [4] від Texas Instruments, яке представляє собою повноцінне середовище розробки з можливістю відлагодження програм як на реальних пристроях так і за допомогою використання емулятора. В безкоштовному варіанті Code Composer Studio має обмеження на розмір вихідної програми розміром до 16 КБ, що цілком прийнятно для навчальних цілей. [2]

В якості емулятора використовувалась середовище Proteus VSM [5], яке дозволяє швидко змоделювати та перевірити схему. Програма має досить велику бібліотеку компонентів, в тому числі майже всі процесори серії MSP430, а також інші серії.

На першому етапі для дослідження в Proteus була складена схема з використанням кнопок та табло виводу цифр (рис. 1).

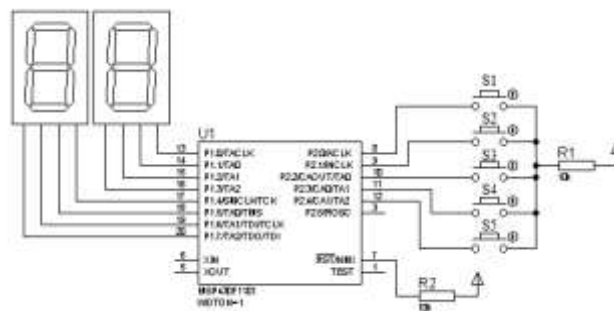
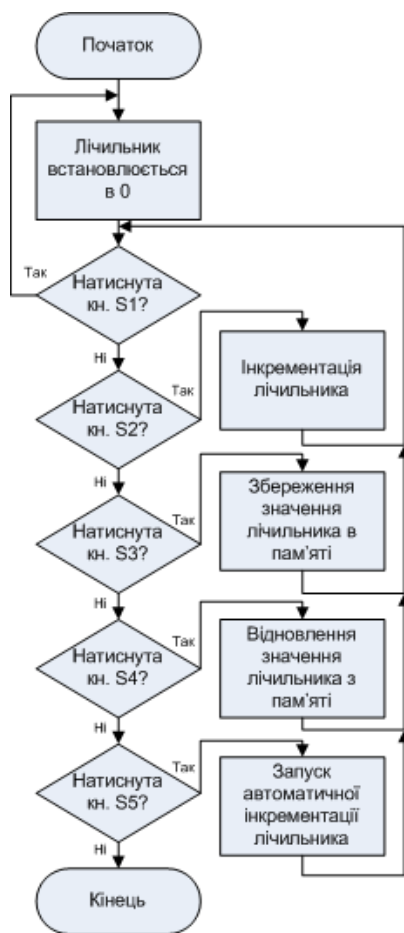


Рис. 1 Принципова схема макета

На схемі використовується два одно розрядних індикатора для виводу цифр, які під'єднані до порту P1 процесора. До контактів 8-12 мікроконтролера під'єднані копки S1-S5.



На другому етапі була розроблена програмна частина. Остання реалізує лічильник від 0 до 99 значення якого виводяться на табло. Кнопки S1-S5 управляють режимами та операції з лічильником. Функції кожної кнопки такі: S1 - встановлення значення лічильника в 0, S2 - інкрментування лічильника на +1, S3 - збереження значення лічильника в пам'яті, S4 - відновлення значення лічильника з пам'яті, S5 - запуск автоматичного інкрментування лічильника кожної секунди на 1. При досягненні значення 99 лічильник автоматично продовжує відлік з 0. Натискання будь-якої іншої кнопки призводить до виходу з автоматичного режиму відліку, а на табло виводиться інформація відповідно до натиснутої кнопки. На рис. 2 представлена схема алгоритму управління режимами роботи лічильника.

Рис. 2. Схема алгоритму

Реалізація програмної частини цілком відбувалася за допомогою середовища Code Composer Studio. Весь код реалізований в одному файлі counter.c. Для роботи з даним процесором потрібно підключити бібліотеку msp430x11x1.h. При створенні проекту Code Composer Studio генерує файл для лінкування, в

якому прописані імена всіх портів процесора, тому ми можемо звертатися до них як P1OUT чи P1IN. Після компіляції програми ми можемо завантажити її до Proteus, та в режимі емуляції перевірити роботу макету.

## Висновок

В ході роботи було розроблено методику дослідження процесорів серії MSP430 у навчальному процесі, яка складається з наступних етапів:

1. Розробка схеми макету;
2. Написання та відлагодження програми в середовищі Code Composer Studio;
3. Вивчення згенерованого Code Composer Studio коду програми на Асемблері;
4. Завантаження програми в Proteus і перевірка роботи схеми.

По результатам роботи студенти зможуть ознайомитися з основним середовищем розробки для процесорів серії MSP430 та проаналізувати

згенерований код на Асемблері для ознайомлення з використанням команд процесора.

### **Література**

1. Пристрої MSP430 для проектів і лабораторії // <http://www.ti.com>
2. Сімейство MSP430: досвід застосування // <http://www.compitech.ru>
3. Мікроконтролери MSP430 компанії Texas Instruments з Flash-пам'яттю // <http://сес-мс.ru>
4. Середовище розробки Code Composer Studio//  
[http://focus.ti.com/docs/toolsw/folders/print/ccstudio.html?DCMP=dsp\\_ccs\\_v4&HQS=Other+OT+ccs](http://focus.ti.com/docs/toolsw/folders/print/ccstudio.html?DCMP=dsp_ccs_v4&HQS=Other+OT+ccs)
5. Середовище Proteus VSM //  
[http://www.labcenter.com/products/vsm\\_overview.cfm](http://www.labcenter.com/products/vsm_overview.cfm)