

УДК 004.318

М.В. ПЛАХОТНИЙ, В.С. КОЗЬЯКОВ, М.В. НАЛИВАЙЧУК, А.Д. ОГОРОДНИЦЬКИЙ
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ПОРТАТИВНИХ МІКРОКОНТРОЛЕРНИХ ПРИБОРІВ НА БАЗІ ІНТЕГРОВАННИХ ПЛАТ

Ця стаття стосується завдання використання STM32F100RB і PL-2303HX мікроконтролерів в освітніх цілях. Наведена методологія дослідження STM32F100RB і PL-2303HX для проектування портативних пристроїв. Використовується середовище розробки IAR Embedded Workbench. Демонструється програма, схеми, розробки та налагодження.

Ключові слова: мікроконтролер, макет, пристрій, пам'ять, середовище розробки, методика, вимірювання, параметри, екологія, азот, оксид сірки, кисень.

M.V. PLAKHOTNYI, V. S. KOZYAKOV, M.V. NALYVAICHUK, A.D. OGORODNYSKY
National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

DESIGNING FEATURES PORTABLE MICROCONTROLLER BASED DEVICES INTEGRATED BOARDS

Abstract - Currently in various spheres of human activity necessitated rapid assessment of environmental parameters (microclimate parameters, noise, electromagnetic fields, dust, gaseous pollutants, and others.).

This paper concerns the task of use STM32F100RB and PL-2303HX microcontrollers for building microcontroller-based portable device for measuring environmental parameters. Model consists of the following elements: the converter board, the board STM32 VL Discovery, breadboard, connecting wires and a potentiometer used for emulation of analogue sensor. Three functional units: converter ADC, DMA – direct memory access controller, USART interface were used. Shown the units initialization procedure performed among the IAR embedded workbench 6.5.

In a survey conducted after the modelling, portable microcontroller device was set to the optimal implementation. direct

Keywords: microcontroller, layout, device memory, development environment, methodology, measurement parameters, ecology, nitrogen oxide, sulphur, and oxygen.

Вступ

В даний час в різних сферах діяльності людини виникла необхідність експрес оцінки параметрів навколишнього середовища (мікрокліматичні параметри, шум, електромагнітні поля, запиленість, газоподібні забруднюючі речовини та ін.). Промисловість випускає ряд спеціалізованих приладів призначених для вимірювання таких параметрів середовища (шумоміри, газоаналізатори, вимірювачі полів та ін.). Як правило, ці прилади мають значну вартість. Крім спеціалізованих приладів розвиток отримали розробка і виробництво різних датчиків, наприклад, для вимірювання концентрації газів: оксиду вуглецю, оксиду азоту, оксиду сірки, кисню та ін.. Частина цих датчиків випускається з вбудованих перетворювачем аналог-код. Це дозволяє їх легко вбудовувати в різні цифрові вимірювальні схеми. Одночасно слід зазначити швидке поширення мобільних комп'ютерів (ноутбуки, нетбуки, планшети та ін.). Ці комп'ютерні засоби мають достатню потужність для реалізації вимірювальних функцій за допомогою спеціалізованих програм типу «LabVIEW», для проведення різних видів обробок отриманих даних, створення різних форм для друку, виведення інформації про норми шкідливих факторів, видачі рекомендацій щодо захисних заходів та ін.. Таким чином, представляється доцільним створення вимірювальних приладів шляхом підключення цілої гама розроблених і сертифікованих датчиків до мобільного комп'ютера. Для створення таких портативних вимірювальних комплексів на наш погляд більше підходять «планшети», що мають малі габарити і вагу при достатній обчислювальній потужності.

Такі пристрої можуть бути затребувані в інспекційних перевірках та аудиторських роботах у сфері екології, охорони праці, на підприємствах у відповідних службах, в пусконаладжувальних службах, а також у побутовій сфері. Вимірювальні комплекси такого типу відрізняє портативність, невелика вартість, висока надійність роботи, простота в експлуатації і достатня для практичних цілей точність. Важливою особливістю комплексу є також гнучкість у переході з одного типу вимірюваного параметру на інший, шляхом заміни типу датчику і виклику відповідного інтерфейсу. Надалі, такі пристрої можуть бути використані для локальних моніторингових систем, що дозволяють отримувати інтегральні оцінки забруднення в конкретному приміщенні або ділянці місцевості.

Постановка задачі

Розробити та експериментально перевірити правильність функціонування апаратно-програмних засобів портативного мікроконтролерного пристрою вимірювання параметрів навколишнього середовища на робочому місці.

Засоби і методи вирішення

Ряд провідних зарубіжних фірм заохочують розробників мікропроцесорних систем наданням безкоштовних зразків для вивчення на практичного застосування інтегрованих плат для побудови різноманітних мікроконтролерних пристроїв та систем.

В статті для макетування пристрою застосовується плата STM32 VL Discovery [1], що містить

мікроконтролер STM32F100RB та програматор STLINK, побудований на базі мікропроцесора ST32F103CB

Загальна характеристика плати «STM32 VL Discovery» наведена нижче.

- Flash – пам'ять 128 KB, RAM 8 KB
- Споживач і джерело живлення 5V або 3.3V
- Два світлодіоди, одна кнопка
- Вбудовані POR, PDR, LVD, watchdog таймер.
- Осцилятори 8 MHz RC, 40 kHz для RTC і watchdog.
- 12-бітний двоканальний АЦП з підтримкою DMA і буферів виводу.
- Сім PWM 16-бітних таймерів.
- Потужні можливості передачі даних: CEC, 400 kHz I²C, до 12 Mbit/s master і slave SPI, до 3 Mbit/s USART.
- ARM Cortex-M3 Thumb-2 з 32-бітним набором команд, та семиканальний DMA.

Програматор STLINK, побудований на базі мікропроцесора STM32F103CBT6, має як апаратну підтримку USB, так і вбудований АЦП, але не має доступних контактів, тож непридатний для побудови пристрою.

Мікроконтролер STM32F100RB не має апаратної підтримки USB, тому була використана плата на базі MC PL-2303HX як перетворювача UART-USB і відповідні драйвера, що дозволяють емулювати COM-порт на комп'ютері

Макет (рис. 1) складається з плати – перетворювача, плати STM32 VL Discovery, макетної плати, з'єднувальних дротів і потенціометра, що використовується для емуляції роботи аналогового сенсора.

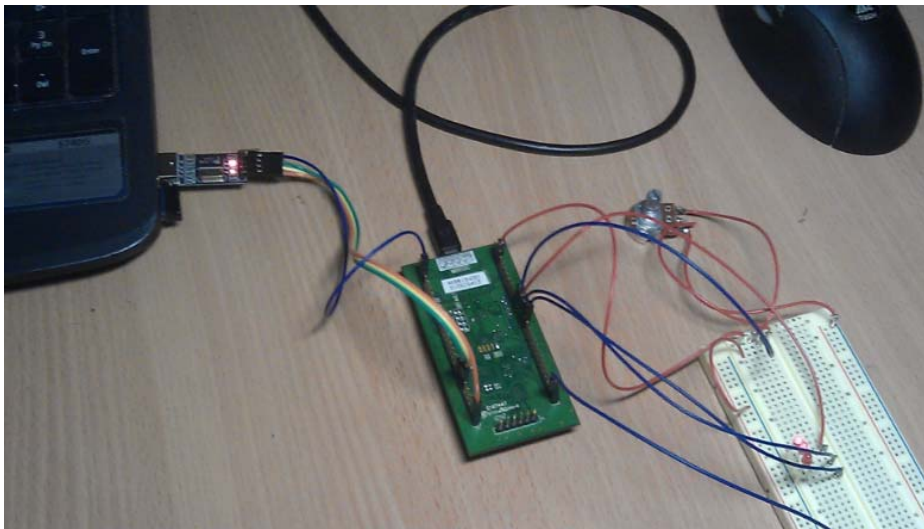


Рис. 1. Макет моделі портативного приладу

З наявних вузлів плати для вирішення задачі необхідно буде задіяти ADC (апаратно – цифровий перетворювач), DMA (direct memory access) та USART (Universal Synchronous/Asynchronous Receiver-Transmitter)

ADC мікропроцесора може працювати в таких режимах:

- Одноканальний (Single-channel).
- Багатоканальний (Scan).
- Одноканальний неперервний (Single continuous).
- Багатоканальний неперервний (Scan continuous).
- Переривчастий (Discontinuous).

В макеті використовується багатоканальний неперервний режим функціонування ADC. ADC по черзі зчитує значення з кожного каналу і записує їх в один регістр.

Щоб не втратити вхідні данні, необхідно використати DMA, який перевіряє стан регістра ADC. При зміні вмісту регістра, дані записуються в попередньо заданий буфер.

Як середовище розробки обрана IAR embedded workbench 6.5

Виробник надає готові бібліотеки – обгортки, що значно спрощують роботу над програмами.

Для початку роботи макету необхідно ввімкнути тактування необхідних вузлів від генераторів AHB та AHB2.

Нижче наведено текст ініціалізації.

```
RCC_APB2PeriphClockCmd(RCC_APB2Periph_GPIOC , ENABLE);
RCC_APB2PeriphClockCmd((RCC_APB2Periph_USART1 | RCC_APB2Periph_GPIOA |
RCC_APB2Periph_AFIO), ENABLE);
RCC_AHBPeriphClockCmd(RCC_AHBPeriph_DMA1, ENABLE);
RCC_APB2PeriphClockCmd(RCC_APB2Periph_ADC1, ENABLE);
RCC_APB2PeriphClockCmd(RCC_APB2ENR_ADC1EN, ENABLE)
```

Далі виконуються початкове налаштування вузлів USART, ADC і DMA.

USART:

```
//Ініціалізація виводів PA9 - USART1_Tx
GPIO_InitStruct.GPIO_Pin = GPIO_Pin_9; //Настройки вивода PA9
GPIO_InitStruct.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
GPIO_InitStruct.GPIO_Mode = GPIO_Mode_AF_PP; //Альтернативний режим, вихід Push-Pull
GPIO_Init(GPIOA, &GPIO_InitStruct); //Заданніе настройки сохраняем в регистрах GPIOA

//Ініціалізація вивода PA10 - USART1_Rx
GPIO_InitStruct.GPIO_Pin = GPIO_Pin_10;
GPIO_InitStruct.GPIO_Mode = GPIO_Mode_IN_FLOATING; //Input floating
GPIO_Init(GPIOA, &GPIO_InitStruct);

//Инициализация USART1
USART_InitStruct.USART_BaudRate = 9600; //Швидкість обміну 9600 бод
USART_InitStruct.USART_WordLength = USART_WordLength_8b; //Довжина слова 8 біт
USART_InitStruct.USART_StopBits = USART_StopBits_1; //1 стоп-біт
USART_InitStruct.USART_Parity = USART_Parity_No ; //Без перевірки парності
USART_InitStruct.USART_HardwareFlowControl = USART_HardwareFlowControl_None; //Без
апаратного контролю
USART_InitStruct.USART_Mode = USART_Mode_Rx | USART_Mode_Tx; //Ввімкнено приймач і
передавач USART1
USART_Init(USART1, &USART_InitStruct);

USART_Cmd(USART1, ENABLE); //Вмикаємо USART1
```

ADC:

```
RCC_ADCCLKConfig(RCC_PCLK2_Div4); //Встановлюємо робочу частоту ADC

GPIO_StructInit(&gpioInit);
gpioInit.GPIO_Pin = GPIO_Pin_0 | GPIO_Pin_1;
gpioInit.GPIO_Mode = GPIO_Mode_AIN;
GPIO_Init(GPIOC, &gpioInit);

ADC_InitTypeDef ADC_InitStructure;
ADC_InitStructure.ADC_ScanConvMode = ENABLE;
ADC_InitStructure.ADC_ContinuousConvMode = ENABLE;
ADC_InitStructure.ADC_ExternalTrigConv = ADC_ExternalTrigConv_None;
ADC_InitStructure.ADC_DataAlign = ADC_DataAlign_Right;
ADC_InitStructure.ADC_NbrOfChannel = 2;
ADC_Init(ADC1, &ADC_InitStructure);

ADC_RegularChannelConfig(ADC1, ADC_Channel_10 , 1, ADC_SampleTime_1Cycles5);
ADC_RegularChannelConfig(ADC1, ADC_Channel_11 , 2, ADC_SampleTime_1Cycles5);

/* Enable ADC1 *****/
ADC_Cmd(ADC1, ENABLE);

ADC_ResetCalibration(ADC1);
while (ADC_GetResetCalibrationStatus(ADC1))
;
ADC_StartCalibration(ADC1);
while(ADC_GetCalibrationStatus(ADC1))
;

/* Start ADC1 Software Conversion */
ADC_SoftwareStartConvCmd(ADC1, ENABLE);
```

DMA:

```
DMA_InitTypeDef DMA_InitStructure;
DMA_DeInit(DMA1_Channel1);
DMA_InitStructure.DMA_PeripheralBaseAddr = (uint32_t)&ADC1->DR;
DMA_InitStructure.DMA_MemoryBaseAddr = (uint32_t)&ADCConvertedValues[0];
DMA_InitStructure.DMA_DIR = DMA_DIR_PeripheralSRC;
DMA_InitStructure.DMA_BufferSize = 2;
DMA_InitStructure.DMA_PeripheralInc = DMA_PeripheralInc_Disable;
DMA_InitStructure.DMA_MemoryInc = DMA_MemoryInc_Enable;
DMA_InitStructure.DMA_PeripheralDataSize = DMA_PeripheralDataSize_HalfWord;
DMA_InitStructure.DMA_MemoryDataSize = DMA_MemoryDataSize_HalfWord;
```

```
DMA_InitStructure.DMA_Mode = DMA_Mode_Circular;
DMA_InitStructure.DMA_Priority = DMA_Priority_High;
DMA_Init(DMA1_Channel1, &DMA_InitStructure);
DMA_Cmd(DMA1_Channel1, ENABLE);
```

```
/* Enable ADC1 DMA */
ADC_DMACmd(ADC1, ENABLE);
```

Після виконання ініціалізації, дані перетворення ADC буде записано до масиву ADCConvertedValues по мірі їх надходження.

Для прийняття даних через інтерфейс USART необхідно використати процедуру:

```
if((USART1->SR & USART_SR_RXNE)) // Перевіряємо наявність даних
{
    data = USART1->DR; // Отримуємо данні
}
```

Для відправлення даних:

```
while(!(USART1->SR & USART_SR_TC)); // Перевіряємо, чи завершена попередня передача
USART1->DR = data; // Передаємо данні
```

Висновки

Розроблено макет портативного мікроконтролерного пристрою для вимірювання параметрів навколишнього середовища на базі інтегрованої плати STM32 VL Discovery та PL-2303HX. Макет включає три функціональні вузли: мікроконтролер, перетворювач ADC, DMA - контролер прямого доступу в пам'ять, інтерфейс USART. Приведені процедури ініціалізації вузлів, виконані в середовищі IAR embedded workbench 6.5.

В результаті дослідження, проведеного після макетування приведенного портативного мікроконтролерного пристрою, була встановлена оптимальна його реалізація.

На рис. 2 приведена схема структурна пристрою на базі інтегрованої плати PIC16f1459.

Характеристики мікроконтролера забезпечують організацію і реалізацію серійного портативного пристрою для виміру різноманітних параметрів навколишнього середовища, в залежності від типу сенсорів, що використовуються.

Програмне забезпечення автоматично налаштовує пристрій на той чи інший режим вимірювання параметрів.

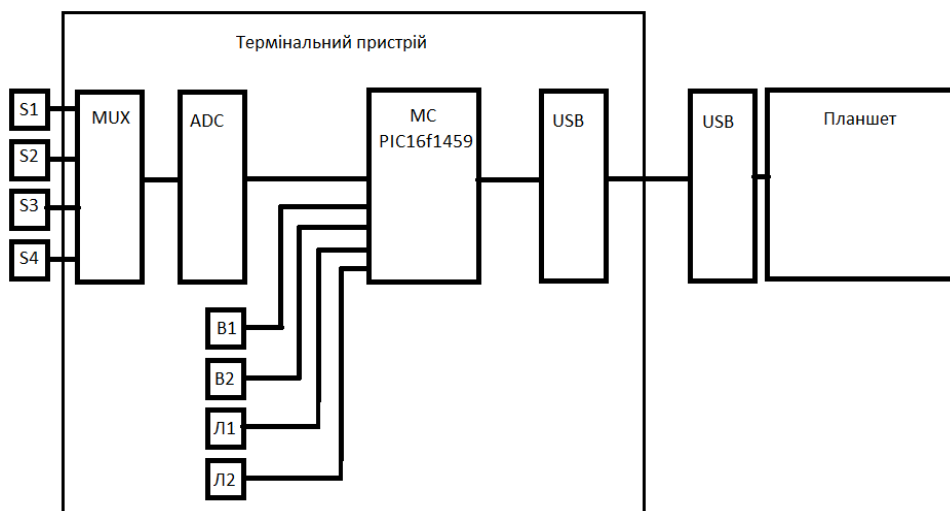


Рис. 2. Схема електрична структура пристрою.

B1 – кнопка живлення. B2 – кнопка початку/завершення вимірювання. L1 та L2 – індикатори

Література

1. Сайт виробника st.com [електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.st.com>.

References

1. Manufacturer site st.com [electronic resource] <http://www.st.com>.

Рецензія/Peer review : 17.4.2014 р.

Надрукована/Printed : 18.5.2014 р.

Рецензент: Кулаков Ю. О., д.т.н., проф. каф. ОТ ФІОТ НТУУ КПІ