

Современные 32-разрядные ARM-микроконтроллеры серии STM32: ШИМ

Олег Вальпа (г. Миасс, Челябинская обл.)

В статье приведён пример использования широтно-импульсной модуляции сигналов в микроконтроллере STM32F100RBT6B, что необходимо для практического изучения и освоения микроконтроллеров серии STM32 компании STMicroelectronics.

ВВЕДЕНИЕ

Широтно-импульсная модуляция (ШИМ), или на английском языке Pulse-Width Modulation (PWM), представляет собой процесс управления мощностью, подводимой к нагрузке, путём изменения скважности импульсов, при постоянной частоте.

Широтно-импульсная модуляция давно и активно внедряется в микро-

контроллеры мировых производителей. Благодаря своей простоте и универсальности данный вид управления надёжно закрепился в микроконтроллерной технике и часто используется для регулирования различных процессов.

Микроконтроллеры серии STM32 компании STMicroelectronics [1] также имеют в своём составе блоки ШИМ.

ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Рассмотрим функционирование ШИМ в микроконтроллерах серии STM32 на примере управления трёхцветным светодиодом RGB. Такой светодиод позволяет изменять свою яркость и цвет во всём видимом цветовом диапазоне путём смешивания трёх цветов (красного, зелёного и синего) с различной интенсивностью свечения. С помощью ШИМ можно плавно управлять интенсивностью каждого цвета и добиться при этом плавной смены оттенка свечения всего светодиода. Вместо одного трёхцветного светодиода можно

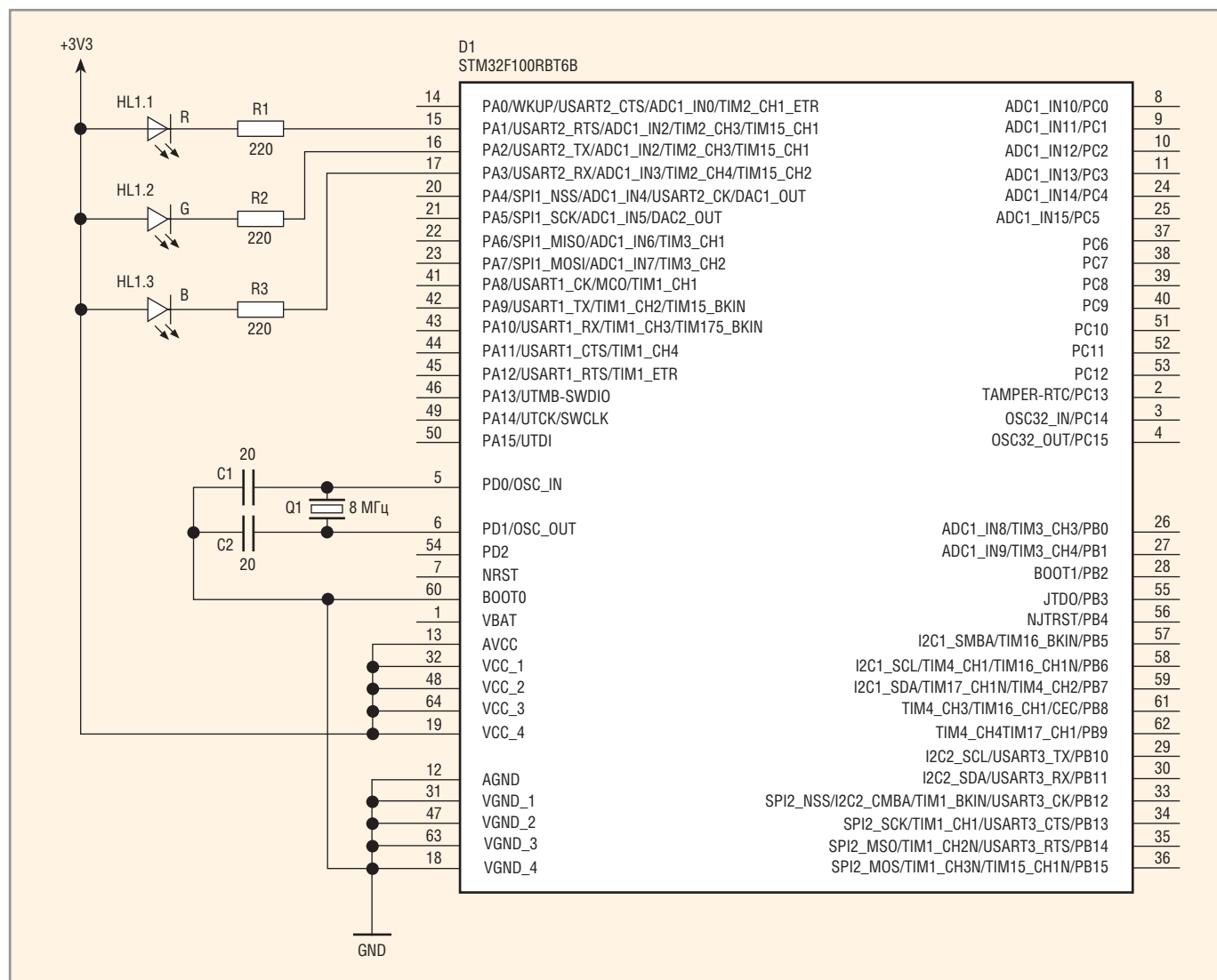


Схема подключения светодиодов к микроконтроллеру

также использовать три одноцветных светодиода.

Реализация

Подключать выводы светодиода необходимо к тем выводам микроконтроллера, которые связаны с таймером, формирующим ШИМ-регулирование. Например, при использовании второго таймера подойдут выводы TIM2_CH1...TIM2_CH4 микроконтроллера.

Схема подключения светодиодов к микроконтроллеру приведена на рисунке.

Для активации указанных выводов необходимо сконфигурировать их как выходы с альтернативной функцией, и разрешить в настройках таймера управлять этими выводами для генерации сигналов ШИМ.

Для такой настройки используется внутренний регистр микроконтроллера с сокращённым названием CCER, приведённый в таблице 1.

Здесь и далее символы RW обозначают разрешение чтения и записи.

При установке в единичное состояние битов CC1E...CC3E таймеру будет разрешено использовать соответствующий вывод для управления ШИМ.

Кроме того, необходимо выбрать режим работы ШИМ: в прямом или обратном управлении. При прямом управлении коэффициент заполнения ШИМ увеличивается от 0 до 100% при увеличении числа в регистре сравнения, а при обратном – уменьшается от 100 до 0%.

Для выбора режима используются два регистра – CCMR1 и CCMR2, приведённые в таблицах 2 и 3, соответственно.

За выбор режима ШИМ в этих регистрах отвечают биты OC1M[2:0]...OC3M[2:0].

Биты IC1PSC[1:0]...IC3PSC[1:0] и IC1F[3:0]...IC3F[3:0] позволяют произвести аналогичную настройку, но уже в режиме захвата сигнала.

В таблице 4 приведено состояние битов для прямого и обратного режима ШИМ для любого из каналов n.

Поскольку большинство остальных комбинаций описанных регистров не имеют отношения к ШИМ, эти комбинации здесь не рассматриваются.

Инверсный режим ШИМ удобно использовать для трёхцветных светодиодов с общим анодом, поскольку при включении коэффициент заполнения ШИМ будет равен 100% и светодиод будет погашен за счёт приложения к катодам высокого уровня напряжения.

Листинг

```
// Подключение библиотечных файлов
#include <stm32f10x.h>
#include <stm32f10x_gpio.h>
#include <stm32f10x_rcc.h>
// Функция задержки
void delay(void)
{
    volatile uint32_t i;
    for (i=1; i != 0xFFFF; i++);
}
// Главный модуль программы
int main()
{
    // Включить порт A
    RCC_APB2PeriphClockCmd(RCC_APB2Periph_GPIOA , ENABLE);
    // Включить таймер 2
    RCC_APB1PeriphClockCmd(RCC_APB1Periph_TIM2,ENABLE);
    GPIO_InitTypeDef PORT;
    // Настроить выводы управления светодиодами на выход
    PORT.GPIO_Pin = (GPIO_Pin_1 | GPIO_Pin_2 | GPIO_Pin_3);
    // Включить альтернативный режим выходов
    PORT.GPIO_Mode = GPIO_Mode_AF_PP;
    PORT.GPIO_Speed = GPIO_Speed_2MHz;
    GPIO_Init(GPIOA, &PORT);
    // Разрешить таймеру использовать выводы PA1, PA2, PA3 для ШИМ
    TIM2->CCER |= (TIM_CCER_CC2E|TIM_CCER_CC3E|TIM_CCER_CC4E);
    // Задать инверсный режим ШИМ для трех каналов
    TIM2->CCMR1|=(TIM_CCMR1_OC2M_0 | TIM_CCMR1_OC2M_1 | TIM_CCMR1_OC2M_2);
    TIM2->CCMR2|=(TIM_CCMR2_OC3M_0 | TIM_CCMR2_OC3M_1 | TIM_CCMR2_OC3M_2 |
    TIM_CCMR2_OC4M_0 | TIM_CCMR2_OC4M_1 | TIM_CCMR2_OC4M_2);
    // Запустить таймер
    TIM2->CR1 |= TIM_CR1_CEN;
    // Записать данные в регистр CCRx таймера 2
    uint32_t pwm_arr[]=
    {0,0,0x1999, 0x3333,0x4CCC,0x6666,0x8000,0x9999,0xB333,0xCCCC,0xE666,
    0xFFFF};
    uint8_t i;
    // Главный бесконечный цикл программы
    while(1)
    {
        for (i=1;i<=10;i++) {
            TIM2->CCR2=pwm_arr[i];
            delay();
        }
        for (i=11;i>=1;i--) {
            TIM2->CCR2=pwm_arr[i];
            delay();
        }
        for (i=1;i<=11;i++){
            TIM2->CCR3=pwm_arr[i];
            delay();
        }
        for (i=11;i>=1;i--) {
            TIM2->CCR3=pwm_arr[i];
            delay();
        }
        for (i=1;i<=10;i++) {
            TIM2->CCR4=pwm_arr[i];
            delay();
        }
        for (i=11;i>=1;i--) {
            TIM2->CCR4=pwm_arr[i];
            delay();
        }
    }
}
```

Таблица 1. Регистр CCER

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Резерв	CC4P		CC4E	Резерв		CC3P	CC3E	Резерв		CC2P	CC2E	Резерв		CC1P	CC1E
	RW		RW			RW	RW			RW	RW			RW	RW

Таблица 2. Регистр CCMR1

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
OC2CE	OC2M[2:0]			OC2PE	OC2FE	CC2S[1:0]		OC1CE	OC1M[2:0]			OC1PE	OC1FE	CC1S[1:0]	
IC2F[3:0]			IC2PSC[1:0]		IC1F[3:0]			IC1PSC[1:0]							
RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW

Таблица 3. Регистр CCMR2

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
OC4CE	OC4M[2:0]			OC4PE	OC4FE	CC4S[1:0]		OC3CE	OC3M[2:0]			OC3PE	OC3FE	CC3S[1:0]	
IC4F[3:0]				IC4PSC[1:0]				IC3F[3:0]			IC3PSC[1:0]				
RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW

Таблица 4. Режимы ШИМ

Режим ШИМ	OCnM[2]	OCnM[1]	OCnM[0]
Прямой	1	1	0
Обратный	1	1	1

После настройки каналов ШИМ необходимо запустить таймер, установив бит CEN в регистре TIM2_CR1. Интенсивность свечения светодиода зависит от заполнения импуль-

сов ШИМ, т.е. от скважности. Регулировать эту скважность можно путём записи числа от 0x0000 до 0xFFFF в регистры CCRn таймера, где n – номер канала.

Для создания эффекта плавного изменения цвета необходимо с определённой периодичностью производить запись в указанный регистр нарастающих и убывающих чисел.

В листинге приведён код программы, демонстрирующей данный алгоритм управления трёхцветным светодиодом.

После трансляции и загрузки программы в микроконтроллер можно будет наблюдать, как плавно изменяется цвет и яркость светодиода. Данный процесс повторяется циклично и смотрится эффектно и красиво.

По аналогии можно написать программу, которая, например, позволит управлять мощностью нагревателя с целью поддержания заданной температуры, или скоростью какого-либо объекта.

Подобные задачи встречаются довольно часто во многих областях науки и техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. www.st.com



Новости мира News of the World Новости мира

Гарнитура от «ОПК»: управлять компьютером при помощи взгляда

«Объединённая приборостроительная корпорация» (входит в Госкорпорацию Ростех) впервые продемонстрировала прототип устройства для управления дополненной реальностью «Нейро-М» в рамках Международной выставки «Здравоохранение, медицинская техника и лекарственные препараты», которая прошла с 5 по 9 декабря в Москве. Разработка призвана упростить ежедневное взаимодействие человека с электронными устройствами – компьютерами, смартфонами и «умными» бытовыми приборами.

Система альтернативной и дополненной коммуникации «Нейро-М» представляет собой портативную гарнитуру: очки с дисплеем дополненной реальности, встроенный в них датчик для определения направления взгляда (айтрекер) и интерфейс «мозг-компьютер».

Две камеры айтрекера с частотой регистрации движений глаза до 200 кадров в секунду позволяют точно отслеживать направление взгляда человека и использовать его в качестве трёхмерного курсора. При этом нейроинтерфейс «мозг-компьютер» анализирует элек-



тронцефалограмму человека, повышая эффективность взаимодействия с электронными устройствами. В частности, на компьютере можно писать тексты, просматривать интернет-сайты, работать в любых программах и т.д., не используя клавиатуру и мышь. В случае с бытовой техникой возможно дистанционное включение и выключение приборов.

Чтобы отправить сообщение, на прозрачный дисплей очков выводится графический интерфейс в виде клавиатуры с русским алфавитом. Программно-аппаратный комплекс определяет, на какой из букв сфокусировано внимание пользователя, после чего выводит эту букву в область набора сообщений.

В составе «ОПК» разработку «Нейро-М» ведёт Институт электронных управляющих

машин (ИНЭУМ) им. И.С. Брука. На данный момент изделие работает в тестовом режиме.

www.opkrt.ru

В Госреестре СИ началась публикация методик поверки

В Госреестре средств измерений (СИ), в разделе, содержащем сведения об утверждённых типах средств измерений, в тестовом режиме началась публикация методик поверки (МП) с 62981-16 по 63641-16. Ответственность за содержание МП несёт испытательный центр, утвердивший её. Чтобы увидеть эту информацию, необходимо нажать на номер в Госреестре, состоящий из порядкового номера государственной регистрации и двух последних цифр года утверждения типа.

Ранее в этом разделе была опубликована информация об интервалах между поверками и описания типа.

На каждый тип СИ, зарегистрированный в Госреестре СИ, содержится следующая информация: наименование СИ, регистрационный номер, назначение СИ, страна-производитель, изготовитель и его реквизиты, наименование Государственного центра испытаний, срок действия сертификата, межповерочный интервал, методика поверки.

www.intermera.ru

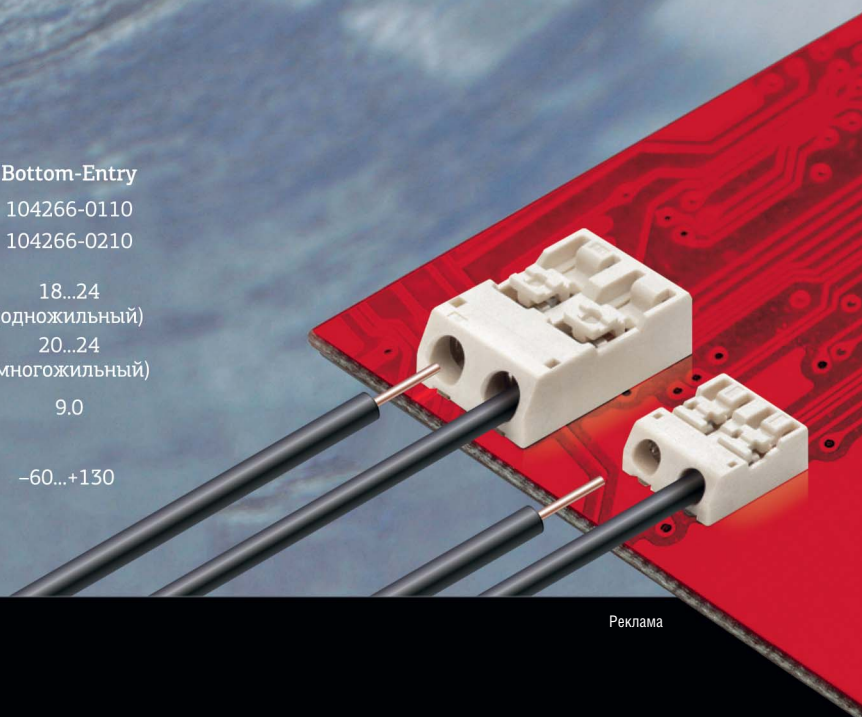
Высокоскоростной монтаж

с пружинными разъёмами Lite-Trap™

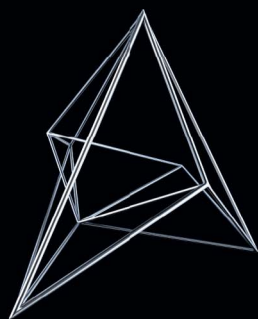


molex®
one company > a world of innovation

Тип	Mini	Standard	Bottom-Entry
1 контакт	104238-0110	104188-0110	104266-0110
2 контакта	104238-0210	104188-0210	104266-0210
Провод [AWG]	22...26 (одножильный)	18...24 (одножильный) 20...22 (многожильный)	18...24 (одножильный) 20...24 (многожильный)
Ток [А]	3.0	9.0	9.0
Диапазон рабочих температур [°C]	-40...+130	-60...+130	-60...+130



Реклама



Symmetron

МОСКВА
Ленинградское шоссе, д. 69, к. 1
Тел.: +7 495 961-20-20
moscow@symmetron.ru

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
ул. Таллинская, д. 7
Тел.: +7 812 449-40-00
spb@symmetron.ru

НОВОСИБИРСК
ул. Блюхера, д. 716
Тел. +7 383 361-34-24
sibir@symmetron.ru

МИНСК
ул. В. Хоружей, д. 1а, оф. 507
Тел. +375 17 336-06-06
minsk@symmetron.ru

www.symmetron.ru