

Введение в микроконтроллеры

Домашнее задание №7

Евгений Зеленин

3 февраля 2025 г.

1. Постановка задачи

Условия задачи. Реализуйте управление яркостью светодиода при помощи энкодера или потенциометра. * подключите ФНЧ как на слайде (с. 8), подсоедините к выходу АЦП и выведите в терминал или на график измеренное значение в вольтах.

2. Описание устройства

Кратко сформулируем суть эксперимента. К микроконтроллеру подключен энкодер, вращение которого обрабатывается аппаратно с помощью таймера 1. Допустимый диапазон значений энкодера установлен от 0 до 99, а для управления яркостью свечения светодиода используется аппаратный ШИМ на таймере 2. Таймер 2 работает на тактовой частоте 1мГц, максимальное значение регистра счетчика установлено в 999, что соответствует частоте ШИМ в 1кГц. Для установки нужного коэффициента заполнения, текущее положение энкодера [0-99] умножается на 10 и записывается в регистр CCR1 таймера 2. Текущее положение энкодера и направление вращения выводится в терминал через виртуальный com порт.

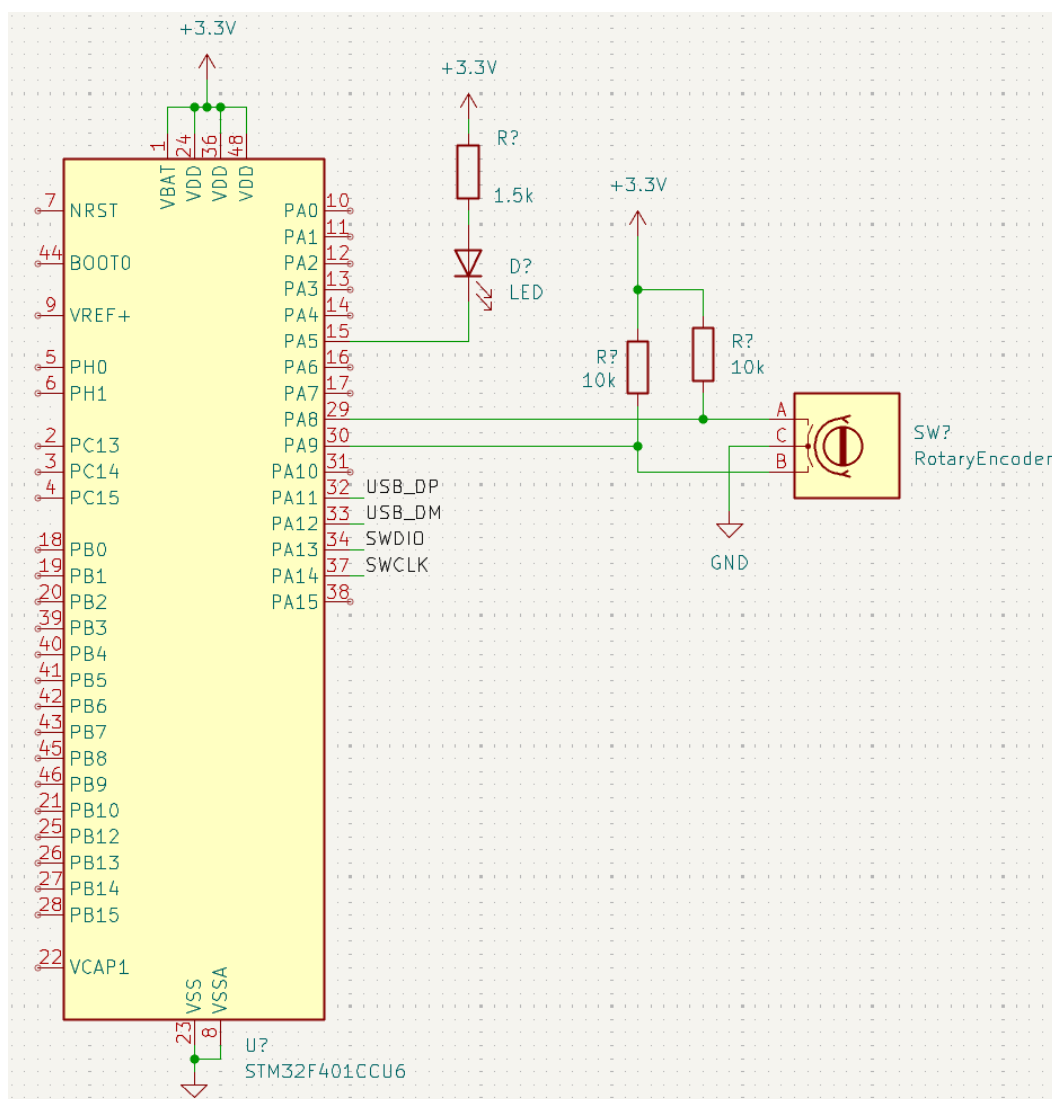


Рис. 1: Подключение светодиода

В случае с RC-фильтром, вместо диода подключается RC-цепочка, а к положительной обкладке конденсатора подсоединяется вывод АЦП. Для точного измерения уровня напряжения требуется знать чему равняется V_{ref} . Это можно осуществить с помощью его измерения в отдельном инжектированном канале. Далее, можно пересчитать полученные значения по другим каналам АЦП в вольты по следующим формулам: $V_{dd} = 1.2 * 4095 / V_{ref}$, $V_{adc} = adc * 1.2 / V_{ref}$ Также, данные с АЦП в вольты и текущее положение ШИМ выводятся через виртуальный COM-port в терминал ПК.

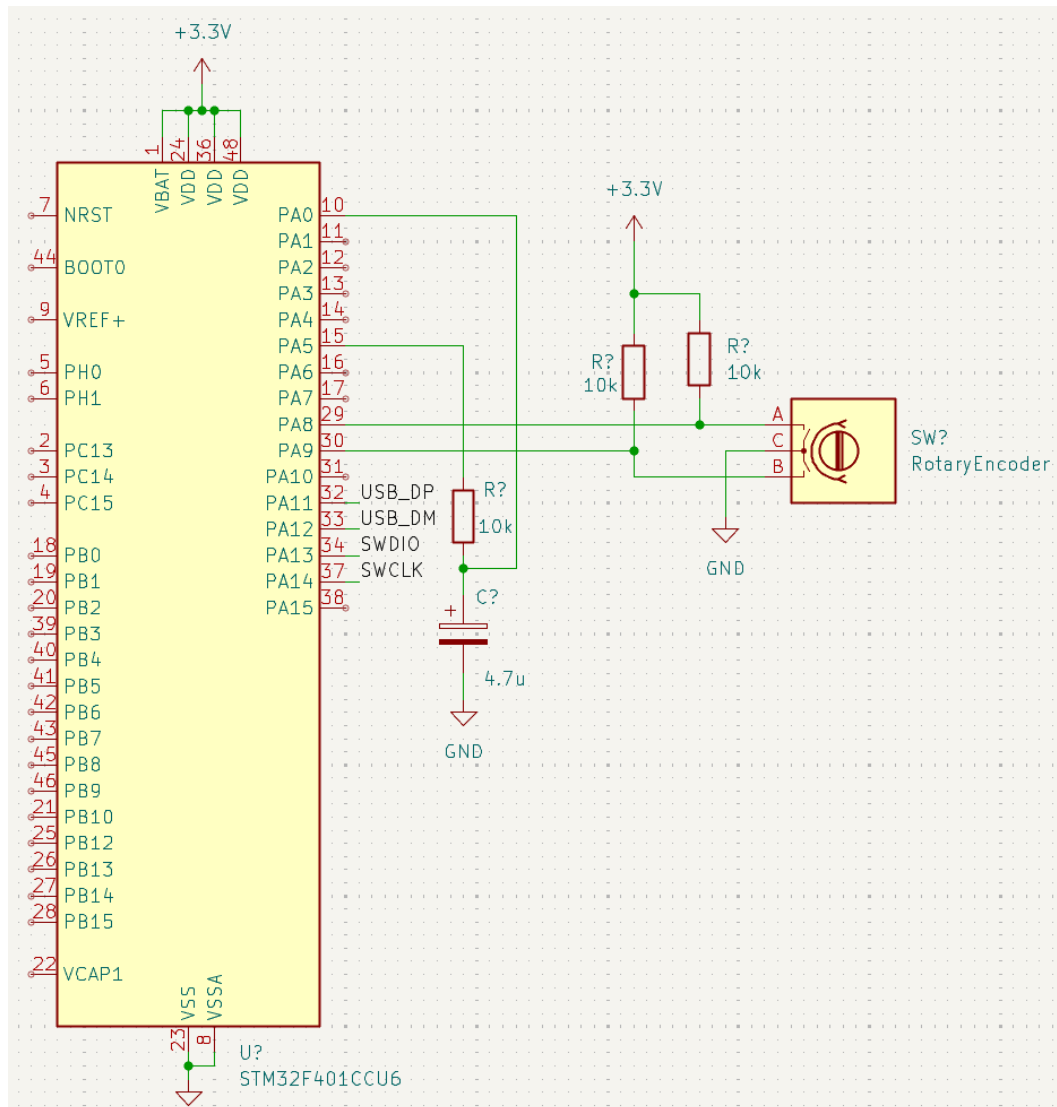


Рис. 2: Подключение rc-цепочки

3. Исходный код проекта

Ниже можно ознакомиться фрагментами исходного кода, отвечающими за обработку вращения энкодера, запуск таймера и АЦП.

```
HAL_TIM_Encoder_Start_IT(&htim1, TIM_CHANNEL_1);
HAL_TIM_PWM_Start_IT(&htim2, TIM_CHANNEL_1);
while (1) {
    uint32_t adc = 0, vref = 0, vdd = 0, vcap = 0;
    if (capture) {
        capture = 0;
        //printf("%lu %s V = %lu\n", count, direct ? "DOWN" : "UP");
        __HAL_TIM_SET_COMPARE(&htim2, TIM_CHANNEL_1, 10 * count );
    }

    HAL_ADC_Start(&hadc1);
    HAL_ADC_PollForConversion(&hadc1, 10);
    adc = HAL_ADC_GetValue(&hadc1);

    HAL_ADCEx_InjectedStart(&hadc1);
    HAL_ADCEx_InjectedPollForConversion(&hadc1, 10);

    vref = HAL_ADCEx_InjectedGetValue(&hadc1, ADC_INJECTED_RANK_1);
    vdd = 1200 * 4095 / vref;
    vcap = (adc * 1200) / vref;

    printf("PWM:%lu Vcap=%lu.%luv VDD=%lu.%luv\n", \
        count, vcap/1000, vcap % 1000, vdd / 1000, vdd % 1000);
    HAL_Delay(100);
    /* USER CODE END WHILE */

    /* USER CODE BEGIN 3 */
}
```

Обработка вращения энкодера

```
void HAL_TIM_IC_CaptureCallback(TIM_HandleTypeDef *htim) {
    if (htim->Instance == TIM1 && htim->Channel == HAL_TIM_ACTIVE_CHANNEL_1) {
        count = __HAL_TIM_GET_COUNTER(htim);
        direct = __HAL_TIM_IS_TIM_COUNTING_DOWN(htim);
        capture = 1;
    }
}
```

Исходные коды проекта приложены к дополнительным материалам отчета.

4. Особенности работы

На рисунке 3 показаны осциллограммы комплектного с платой mcuinside энкодера (верхний скриншот) и стандартного модуля Arduino (средний и нижний скриншот). Контакты комплектного энкодера сильно дребезжат, что вызывает множество ложных срабатываний. Уровень и длительность пульсаций настолько значительны, что они слабо поддаются компенсации как программно, так и аппаратно. После множества безнадёжных попыток добиться стабильной работы от штатного энкодера, был взят типовой модуль Arduino, проблемы с нестабильной работой исчезли.

Также, был замечен интересный эффект. При получении значения `vref`, потребовалось увеличить количество циклов `Sampling Time` (56 Cycles), при малом количестве циклов (3), значения `vref` сильно изменялись вместе с изменением коэффициента заполнения ШИМ.



Рис. 3: Проблемы с комплектным энкодером

5. Заключение

В ходе выполнения работы получилось реализовать управление яркостью светодиода и зарядом конденсатора с помощью энкодера, а так же, вывести в терминал измеренный с помощью АЦП уровень напряжения на конденсаторе в вольтах.

6. Дополнительные материалы

Демонстрация работы и материалы к отчету расположены в папке на google диск по следующей ссылке: Материалы к ДЗ №07