



## Uvod

U ovoj laboratorijskoj vježbi ćemo se upoznati sa korištenjem sistema prekida na mikrokontrolerima sa ARM Cortex-M jezgrom. Više o mehanizmu prekida i tajmerima, te o sistemu prekida na ARM Cortex-M mikrokontrolerima se može pročitati u [1] i [2]. Korištenje prekida u okviru Mbed OS-a je pojašnjeno u dokumentaciji za Mbed OS API na linku [3].

## ZADACI

Mbed simulator samo djelimično oponaša sistem prekida ARM Cortex-M mikrokontrolera i većina klasa se može koristiti. Izuzetak je klasa `Timeout`, koja se ne može koristiti u okviru Mbed simulatora. Izvršavanje rješenja zadataka je potrebno demonstrirati na razvojnim sistemima u laboratoriji.

### Zadatak 1

#### LPC1114ETF

Na razvojni sistem LPC1114ETF isprogramirati kod 1:

Potrebno je:

- detaljno analizirati kod i ponašanje sistema prilikom korištenja tastera na sistemu,
- promijeniti konstantu `T` na 2.0, i analizirati ponašanje sistema,
- uočiti nedostatak ovog rješenja (navesti u izvještaju!),
- napisati kod (**upotrebom prekida!**) koji ispravno obavlja željenu funkcionalnost za proizvoljno odabranu konstantu `T`.

### Zadatak 2a

#### LPC1114ETF

Na razvojnom sistemu LPC1114ETF istovremeno realizirati sljedeće funkcionalnosti **bez korištenja sistema prekida**:

- na pinu **dp18** razvojnog sistema LPC1114ETF realizirati generator četvrtki. Period četvrtki treba biti  $T=2\text{ms}$ .
- realizirati brojač impulsa dovedenih na pin **dp9**. Izbrojane uzlazne ivice prikazati kao dvije BCD cifre na LED diodama razvojnog sistema. Prikaz je takav da **LED0-LED3** predstavljaju prvu cifru, a **LED4-LED7** drugu cifru. Npr. ukoliko je stanje na LED **00100011** to odgovara broju **23**.

Testirati ispravnost aplikacije dovođenjem impulsa (0-3.3V) sa generatora signala, uz postepeno povećanje frekvencije četvrtki. Odrediti do koje frekvencije se ispravno izvršava aplikacija (provjeravati ispravnost generisanog signala na dp18 kao i tačnost brojanja impulsa sa brojačkog ulaza na dp9.

## Zadatak 2b

### LPC1114ETF

Funkcionalnosti iz zadatka 2a realizirati **korištenjem sistema prekida**. Na isti način testirati ispravnost izvršavanja aplikacije. Provjeriti koja je maksimalna frekvencija pri kojoj se u ovom slučaju aplikacija korektno izvršava (navesti u izvještaju).

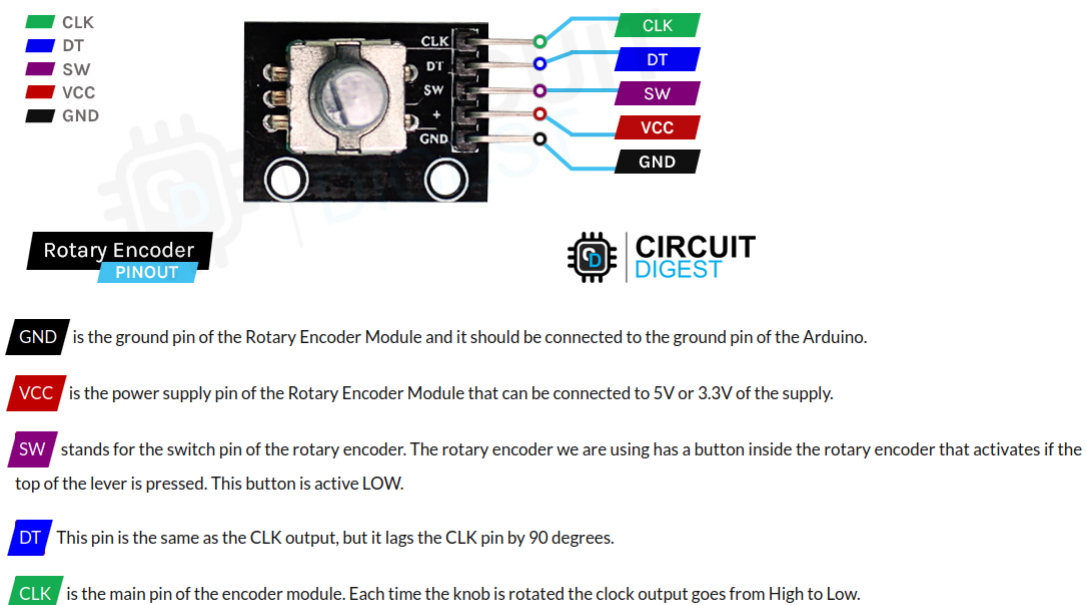
#### Napomena

U ovom zadatku razvojni sistem istovremeno obavlja dvije funkcije: generiše signal četvrtki odgovarajuće frekvencije te broji impulse koji se dovode sa generatora funkcija. Dakle, signal koji generiše mikrokontroler i signal koji generiše generator funkcija su u potpunosti neovisni jedan o drugom. Kako se koristi generator funkcija biti će objašnjeno u toku vježbe.

## Zadatak 3

### picoETF

Koristeći rotacijski enkoder <sup>1</sup> i koristeći odgovarajući sistem prekida realizirati binarni brojač naprijed i brojač nazad. Stanje brojača prikazati na 8 LED razvojnog sistema. Ukoliko je rotiranje u smjeru kazaljke na satu stanje brojača se uvećava, a u suprotnom umanjuje. Klik na enkoder znači da se brojač postavlja na nulu. Pinout enkodera prikazan je na slici 1.



Slika 1: Pinout rotacijskog enkodera

<sup>1</sup>Više o rotacijskom enkoderu na [linku](#).

## Hint

Za napajanje enkodera koristiti **3.3V**. Pinove enkodera **CLK**, **DT**, **SW** povezati na pinove **GP0**, **GP1**, **GP2**, respektivno. Pogledati dokumentaciju picoETF za lociranje pinova na razvojnom sistemu!

```
#include "mbed.h"
#include "lpc1114etf.h"

BusOut prikaz1(LED3, LED2, LED1, LED0);
BusOut prikaz2(LED7, LED6, LED5, LED4);

DigitalOut enable(LED_ACT);
DigitalIn taster(Taster_1);

const float T(0.2);
int brojac1(0);
int brojac2(0);

int main()
{
    enable=0;
    prikaz1=brojac1;
    prikaz2=brojac2;

    while(1) {
        wait_us(T*1e6);
        brojac1=(brojac1+1)%16;
        if (taster) brojac2=(brojac2+1)%16;

        prikaz1=brojac1;
        prikaz2=brojac2;
    }
}
```

Listing 1: Kod za razvojni sistem LPC1114ETF u zadatku 1.

## Literatura

- [1] S. Konjicija, E. Sokić (2019) *Ugradbeni sistemi: Hardverski aspekti, Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Sarajevu, ISBN 978-9958-629-77-8*
- [2] S. Konjicija (2024) *Predavanje Ugradbeni sistemi: Prekidi*
- [3] ARM Holdings *Mbed OS API Documentation*
- [4] MicroPython projekat *Dokumentacija za MicroPython za RP2040*