

## PWM сигнали

**Задатак 1.** Генерисати PWM сигнал помоћу тајмера TC0 са факторима испуне од 25% и 75%, за сигнале на OC0A и OC0B, респективно, који побуђују две диоде тако да светле различитим интензитетом. Одредити периоду и фреквенцију PWM сигнала као и трајање импулса ако је дељење прескалером 1024, за дефинисане факторе испуне.

Написати програм који управља радом и формирати микроконтролерски систем базиран на Arduino UNO систему повезивањем две светлосно емитујуће диоде (LED).

### Прорачун:

- Фреквенција осцилатора је  $f_{osc} = 16 \text{ MHz}$
- Периода осцилатора је  $T_{osc} = 0.0625 \mu\text{s}$
- Фреквенција сигнала за бројање, након дељења у прескалеру је  $f_{clk} = f_{osc} / N_{presk}$
- Периода сигнала за бројање је  $T_{clk} = f_{clk}$
- Периода PWM сигнала је  $T_{pwm} = 256 * T_{clk}$
- Фреквенција PWM сигнала је  $f_{pwm} = 1 / T_{pwm}$

Садржај регистра за компарацију:

- $N_{OC0A} = \text{fix}(255/100 * k_{oc0a})$
- $N_{OC0B} = \text{fix}(255/100 * k_{oc0b})$

Трајање импулса на OC0A:

- $T_{oca} = N_{OC0A} * T_{clk}$

Трајање импулса на OC0B:

- $T_{ocb} = N_{OC0B} * T_{clk}$

Број дељења у прескалеру:

- $N_{presk} = 1024$

**Пример 1**– Генерисати PWM сигнал помоћу TC0 са факторима испуне  $k_{oc0a}=25\%$   $k_{oc0b}=75\%$  за сигнале на OC0A и OC0B, респективно, дељење прескалера је 1024.

Задати су следећи фактори испуне:

- $k_{oc0a}=25\%$
- $k_{oc0b}=75\%$

Број дељења прескалером је 1024,  $N_{presk} = 1024$

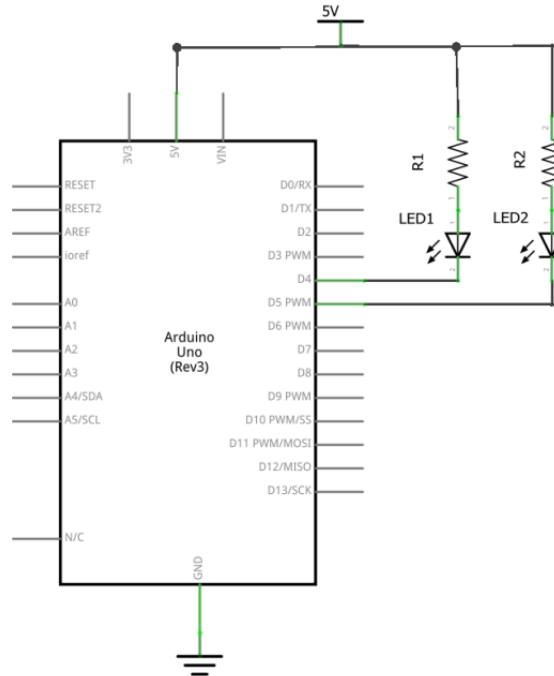
- Фреквенција осцилатора је  $f_{osc} = 16 \text{ MHz}$
- Периода осцилатора је  $T_{osc} = 0.0625 \mu\text{s}$
- Фреквенција сигнала за бројање, након дељења у прескалери:  
 $f_{clk} = f_{osc} / N_{presk} = 15625 \text{ Hz}$
- Периода сигнала за бројање је  $T_{clk} = 1 / f_{clk} = 0.000064 \text{ s} = 64 \mu\text{s}$
- Периода PWM сигнала је  $T_{pwm} = 256 * T_{clk} = 16.384 \text{ ms}$
- Фреквенција PWM сигнала је  $f_{pwm} = 1 / T_{pwm} = 61.04 \text{ Hz}$
- Садржај регистара за компарацију:  
 $N_{OC0A} = \text{fix}(255/100 * k_{oc0a}) = 63$   
 $N_{OC0B} = \text{fix}(255/100 * k_{oc0b}) = 191$
- Трајање импулса на OC0A:  
 $T_{oca} = N_{OC0A} * T_{clk} = 4032 \mu\text{s} \approx 4 \text{ ms}$
- Трајање импулса на OC0B:  
 $T_{ocb} = N_{OC0B} * T_{clk} = 12224 \mu\text{s} \approx 12 \text{ ms}$

**Програм 1** – Генерисати PWM сигнал помоћу тајмера TC0 са факторима испуне  $k_{oc0a}=25\%$   $k_{oc0b}=75\%$  за сигнале на OC0A и OC0B, респективно, при дељењу прескалера са 1024.

```
void setup()
{
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(6, OUTPUT);
  TCCR0A=0;           //resetovanje registra TCCR0A
  TCCR0B=0;           //resetovanje registra TCCR0B
  TCCR0A=0b11110011; //fast pwm mode
  TCCR0B=0b11110101; //preskaler 1024
  OCR0A=63;           //k_oc0a=25% signal na OC0A,dovodi se na LED1-vezana na pin 6
  OCR0B=191;          //k_oc0a=75% signal na OC0B, dovodi se na LED2-vezana na pinu 5
}

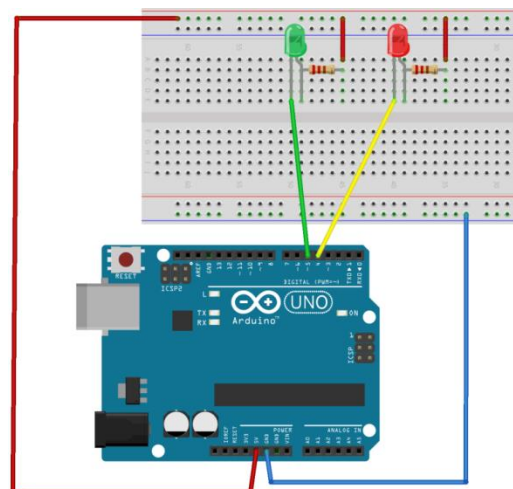
void loop()
{
  //
}
```

На слици 1, приказана је електрична шема диода, отпорника и тастера који су везани на Arduino UNO плочицу. LED1, LED2 (црвене диоде) везани су преко отпорника отпорности  $R = 330 \Omega$  на напон од +5V.



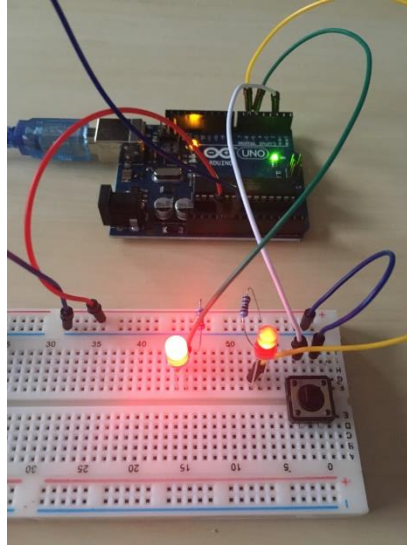
Слика 1. Електрична шема – повезивање диода и тастера са микроконтролером.

На слици 2., приказана је Arduino UNO плочица која је преко краткоспајача повезана са прото таблом. На прото таблу постављене су две диоде и тастер који су везани преко отпорника отпорности  $R = 330 \Omega$  на напон од +5V, који је представљен црвеном бојом.



Слика 2. Ардуино плочица повезана са Прото таблом и одговарајућим компонентама.

Фотографије Ардуина и прото табле са компонентама приказане су на слици 3. Диода која је десно на Прото плочици – LED1, везана је на пин 6 жутим краткоспајачем, има сјајност 25%, док лева диода – LED2, везана на пин 5 зеленим краткоспајачем, има сјајност 75%.



Слика 3. Фотографије Ардуина и прото табле са диодама; лева – LED1 има сјајност 25% док десна – LED2 има сјајност 75%.

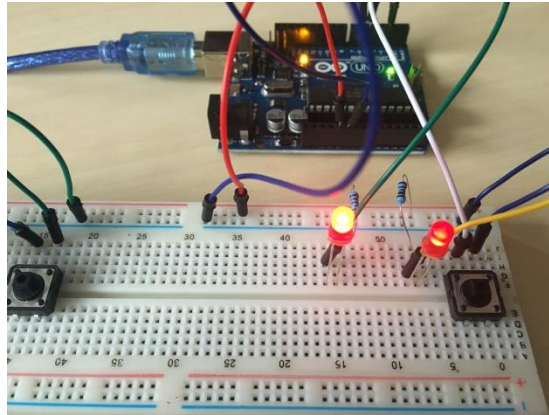
**Задатак 2.** Генерисати PWM сигнал помоћу тајмера TC0 са различитим факторима испуне за сигнале на OC0A и OC0B, који побуђују да две диоде светле различитим интензитетом. Одредити периоду и фреквенцију PWM сигнала као и трајање импулса ако је дељење прескалером 1024. Дати упоредни приказ резултата.

Фактори испуне су следећи:

- I)  $k_{oc0a}=10\%$  и  $k_{oc0b}=90\%$
- II)  $k_{oc0a}=40\%$  и  $k_{oc0b}=60\%$
- III)  $k_{oc0a}=70\%$  и  $k_{oc0b}=30\%$
- IV)  $k_{oc0a}=85\%$  и  $k_{oc0b}=15\%$
- V)  $k_{oc0a}=100\%$  и  $k_{oc0b}=0\%$

- I) Генерисати PWM сигнал помоћу тајмера TC0 са факторима испуне  $k_{oc0a}=10\%$  и  $k_{oc0b}=90\%$  за сигнале на OC0A и OC0B, респективно, при дељењу прескалера са 1024.

На слици 4. диода десно на Прото плочици – LED1, везана је на пин 6 жутим краткоспајачем, има сјајност 10%, док лева диода – LED2, везана на пин 5 зеленим краткоспајачем, има сјајност 90%.



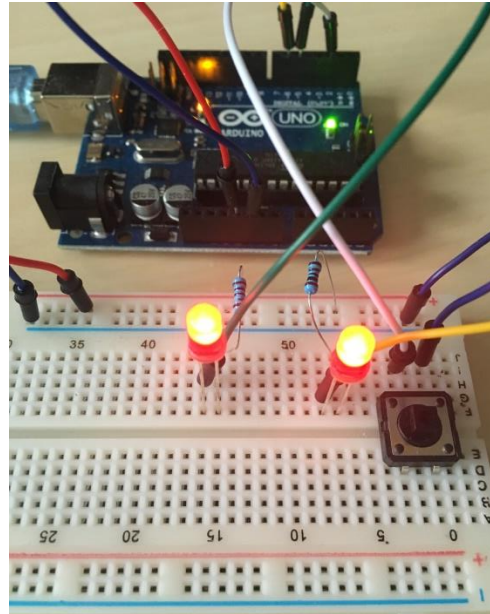
Слика 4. Фотографије Ардуина и прото табле са диодама; лева – LED1 има сјајност 10% док десна – LED2 има сјајност 90%.

```
void setup()
{
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(6, OUTPUT);
  TCCR0A=0;           //resetovanje registra TCCR0A
  TCCR0B=0;           //resetovanje registra TCCR0B
  TCCR0A=0b11110011; //fast pwm mode
  TCCR0B=0b11110101; //preskaler 1024
  OCR0A=25;           //k_oc0a=10% signal na OC0A
  OCR0B=229;          //k_oc0a=90% signal na OC0B
}

void loop()
{
  //
}
```

II) Генеришу се PWM сигнали помоћу тајмера TC0 са факторима испуне  $k_{oc0a}=40\%$  и  $k_{oc0b}=60\%$  за сигнале на OC0A и OC0B, респективно, при дељењу прескалера са 1024.

На слици 5. диода десно на Прото плочици – LED1, везана је на пин 6 жутим краткоспајачем, има сјајност 40%, док лева диода – LED2, везана на пин 5 зеленим краткоспајачем, има сјајност 60%.



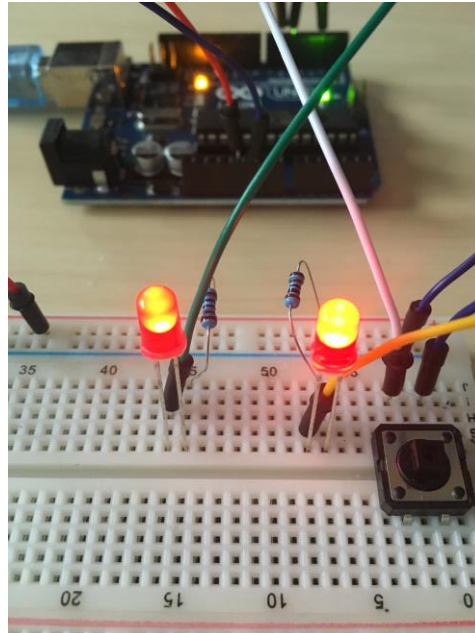
Слика 5. Фотографије Ардуина и прото табле са диодама; лева – LED1 има сјајност 40% док десна – LED2 има сјајност 60%.

```
void setup()
{
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(6, OUTPUT);
  TCCR0A=0;           //resetovanje registra TCCR0A
  TCCR0B=0;           //resetovanje registra TCCR0B
  TCCR0A=0b11110011; //fast pwm mode
  TCCR0B=0b11110101; //preskaler 1024
  OCR0A=102;          //k_oc0a=40% signal na OC0A
  OCR0B=153;          //k_oc0a=60% signal na OC0B
}

void loop()
{
  //
}
```

III) Генеришу се PWM сигнали помоћу тајмера TC0 са факторима испуне  $k_{oc0a}=70\%$  и  $k_{oc0b}=30\%$  за сигнале на OC0A и OC0B, респективно, при дељењу прескалера са 1024.

Слика 6 илуструје LED1, везану жутим краткоспајачем на пин 6, која има сјајност 70%, док LED2, везана зеленим краткоспајачем на пин 5, има сјајност 30%.



Слика 6. Фотографије Ардуина и прото табле са диодама; лева – LED1 има сјајност 70% док десна – LED2 има сјајност 30%.

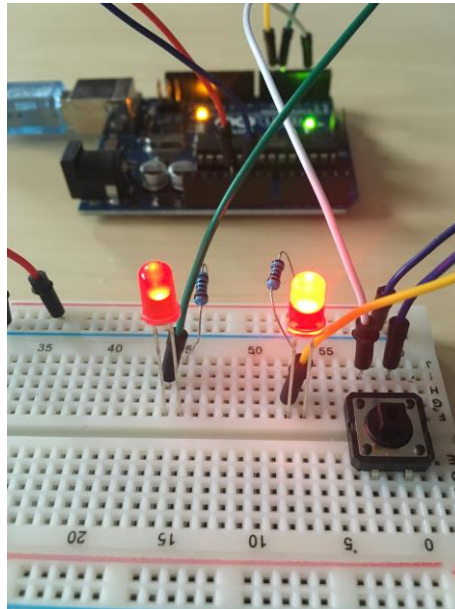
```
void setup()
{
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(6, OUTPUT);
  TCCR0A=0;           //resetovanje registra TCCR0A
  TCCR0B=0;           //resetovanje registra TCCR0B
  TCCR0A=0b11110011; //fast pwm mode
  TCCR0B=0b11110101; //preskaler 1024
  OCR0A=178;          //k_oc0a=70% signal na OC0A
  OCR0B=76;           //k_oc0a=30% signal na OC0B
}

void loop()
{
  //
}
```



IV) Генерисати PWM сигнал помоћу тајмера TC0 са факторима испуне  $k_{oc0a}=85\%$  и  $k_{oc0b}=15\%$  за сигнале на OC0A и OC0B, респективно, при дељењу прескалера са 1024.

Слика 7 илуструје LED1, везану жутим краткоспајачем на пин 6, која има сјајност 85%, док LED2, везана зеленим краткоспајачем на пин 5, има сјајност 15%.



Слика 7. Фотографије Ардуина и прото табле са диодама; лева – LED1 има сјајност 85% док десна – LED2 има сјајност 15%.

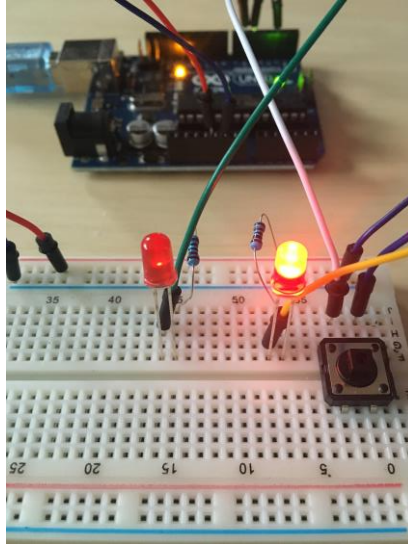
```
void setup()
{
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(6, OUTPUT);
  TCCR0A=0;           //resetovanje registra TCCR0A
  TCCR0B=0;           //resetovanje registra TCCR0B
  TCCR0A=0b11110011; //fast pwm mode
  TCCR0B=0b11110101; //preskaler 1024
  OCR0A=216;          //k_oc0a=85% signal na OC0A
  OCR0B=38;           //k_oc0a=15% signal na OC0B
}

void loop()
{
  //
}
```



- V) Генерисати PWM сигнал помоћу тајмера TC0 са факторима испуне  $k_{oc0a}=100\%$  и  $k_{oc0b}=0\%$  за сигнале на OC0A и OC0B, респективно, при дељењу прескалера са 1024.

LED1, везана жутим краткоспајачем на пин 6, има сјајност 100%, док LED2, везана зеленим краткоспајачем на пин 5, има сјајност 0%, као на слици 8.



Слика 8. Фотографије Ардуина и прото табле са диодама; лева – LED1 има сјајност 100% док десна – LED2 има сјајност 0%.

```
void setup()
{
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(6, OUTPUT);
  TCCR0A=0;           //resetovanje registra TCCR0A
  TCCR0B=0;           //resetovanje registra TCCR0B
  TCCR0A=0b11110011; //fast pwm mode
  TCCR0B=0b11110101; //preskaler 1024
  OCR0A=255;          //k_oc0a=100% signal na OC0A
  OCR0B=0;            //k_oc0a=0% signal na OC0B
}

void loop()
{
  //
}
```