

Uvod u elektroniku
13E041UE

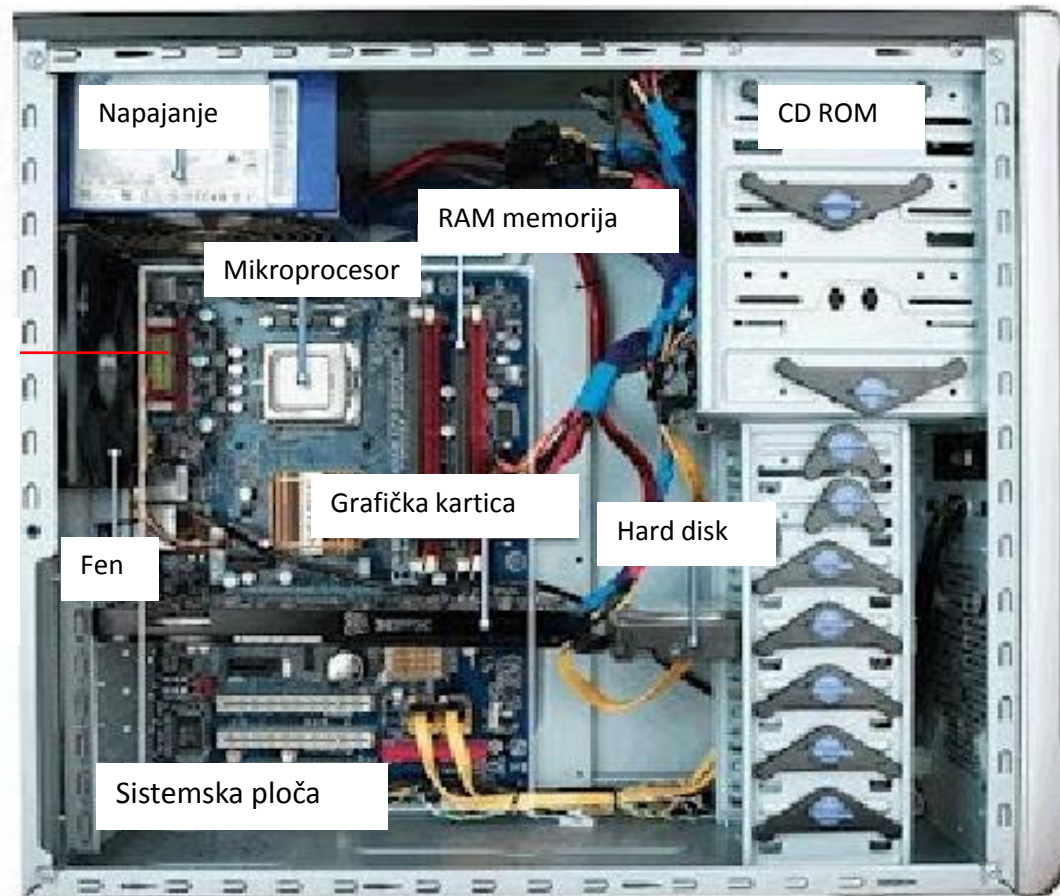
MIKROKONTROLERI

Cilj predavanja

Upoznavanje sa arhitekturom i primenom mikrokontrolera.
Upoznavanje sa postupkom izrade mikrokontrolerskog programa i
postupkom programiranja mikrokontrolera.

Šta je mikroprocesor?

MIKROPROCESOR je centralna procesorska jedinica (*CPU – central processing unit*) računara. Proizvodi se u vidu jednog integrisanog kola (čipa).



Povezivanje

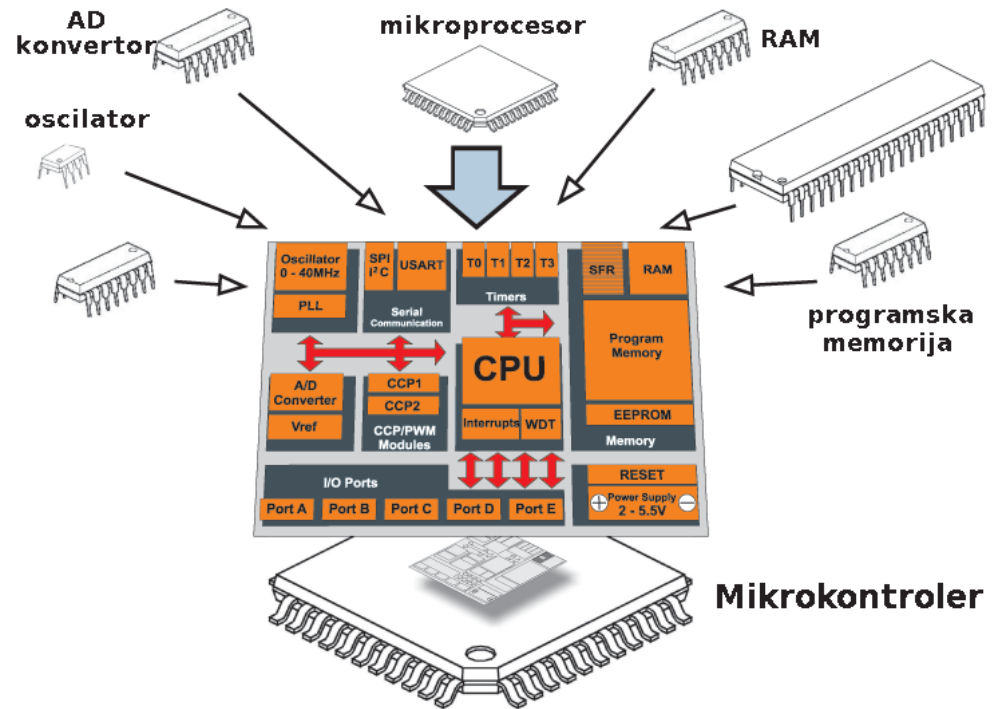
Miš
Tastatura
Internet
Zvučnici
Mikrofon
Printer
Skener

Mikroprocesor zauzima centralno mesto u računaru, ali za obavljanje predviđenih funkcija računara pored mikroprocesora mora da sadrži i niz drugih jedinica: sistemsku RAM memoriju, hard disk, CD ROM, video i audio adaptere i druge kartice, interfejse za povezivanje miša, tastature i drugih perifernih uređaja, oscilator, sat i niz drugih komponenti i pomoćnih kola.

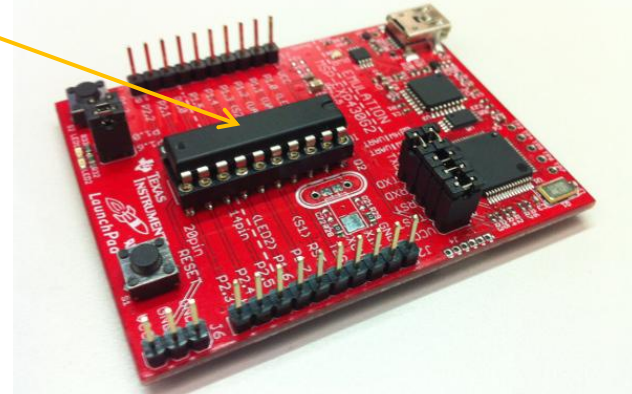
Šta je mikrokontroler?

MIKROKONTROLER je “mali računar” smešten u jednom čipu. Mikrokontroler sadrži mikroprocesor, ali pored mikroprocesora mikrokontroler sadrži i RAM memoriju, programabilnu memoriju, analogno-digitalni konvertor, digitalne ulaze i izlaze, interfejse, oscilator i druga kola.

Za razliku od mikroprocesora, koji je projektovan za rad u personalnom računaru, mikrokontroler je projektovan za ugradnju u različite uređaje i sisteme gde ima definisanu namenu pa se ovakvi “mali računari” nazivaju i namenski (embedded) računari.



Mikrokontroler MSP430

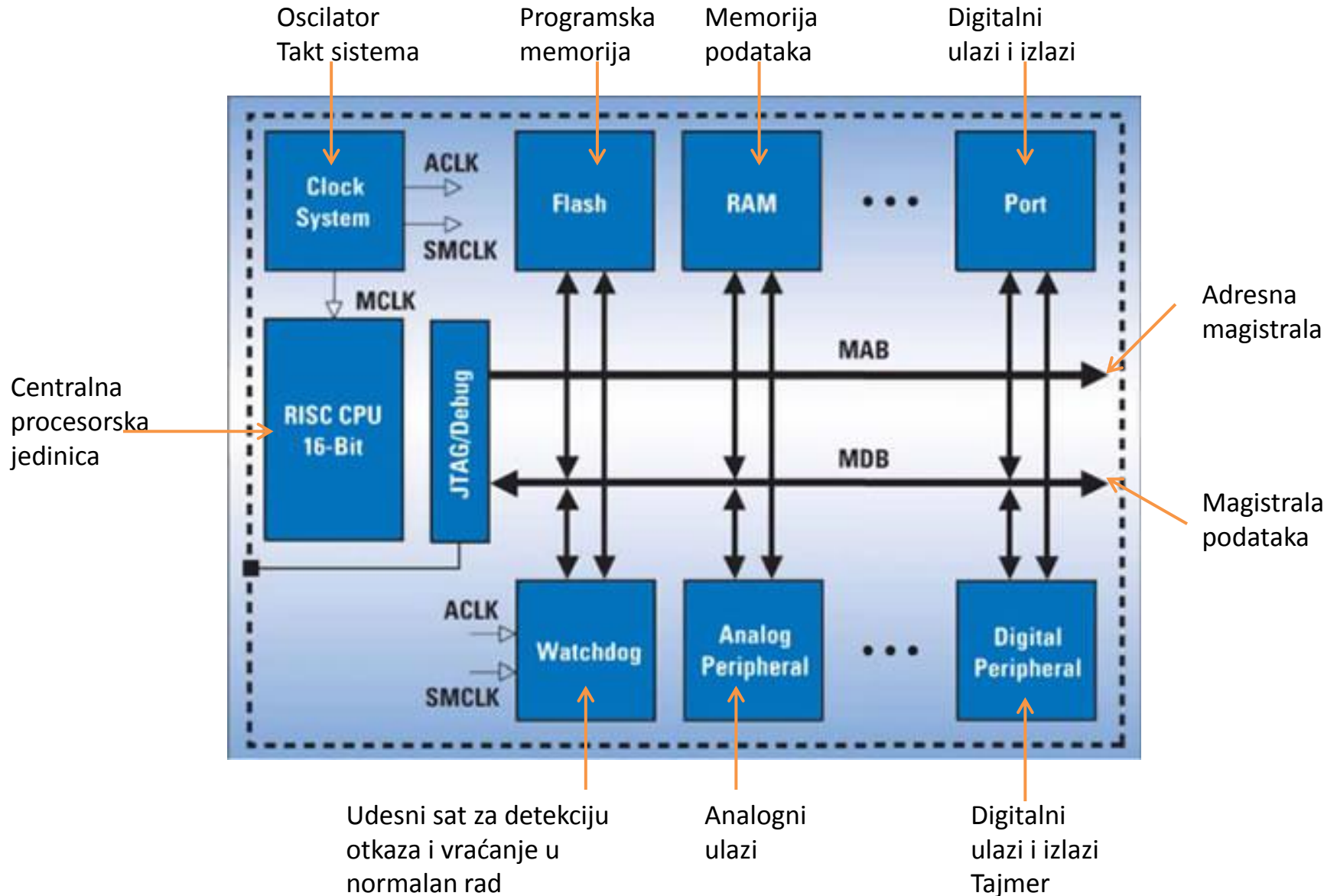


Izgled pločice sa mikrokontrolerom MSP430 koja se koristi za razvoj i testiranje mikrokontrolerskog programa

Gde se sve primenjuju mikrokontroleri

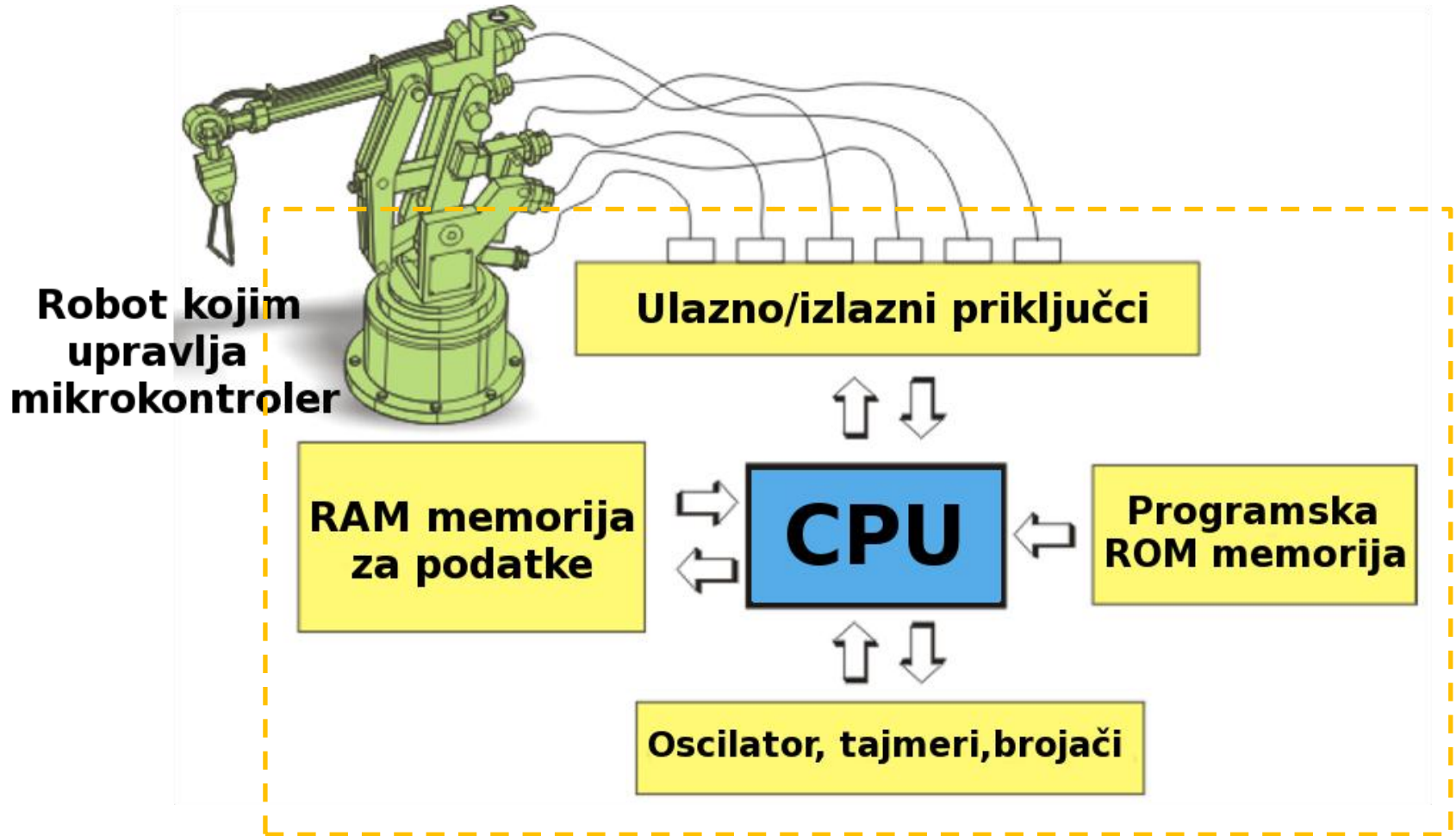


Arhitektura mikrokontrolera*

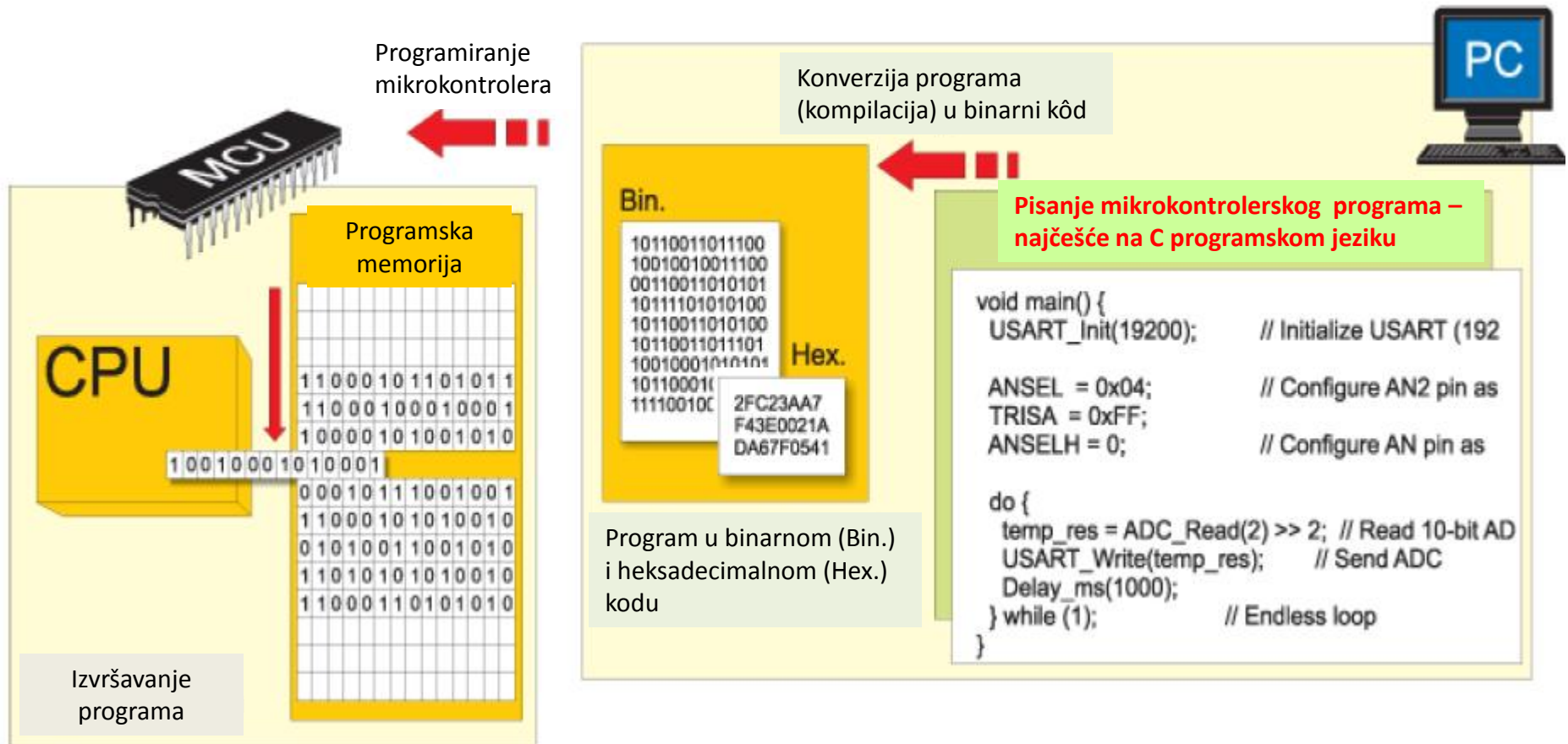


*) Na slici je data arhitektura mikrokontrolera MSP430 koji će biti korišćen na vežbama

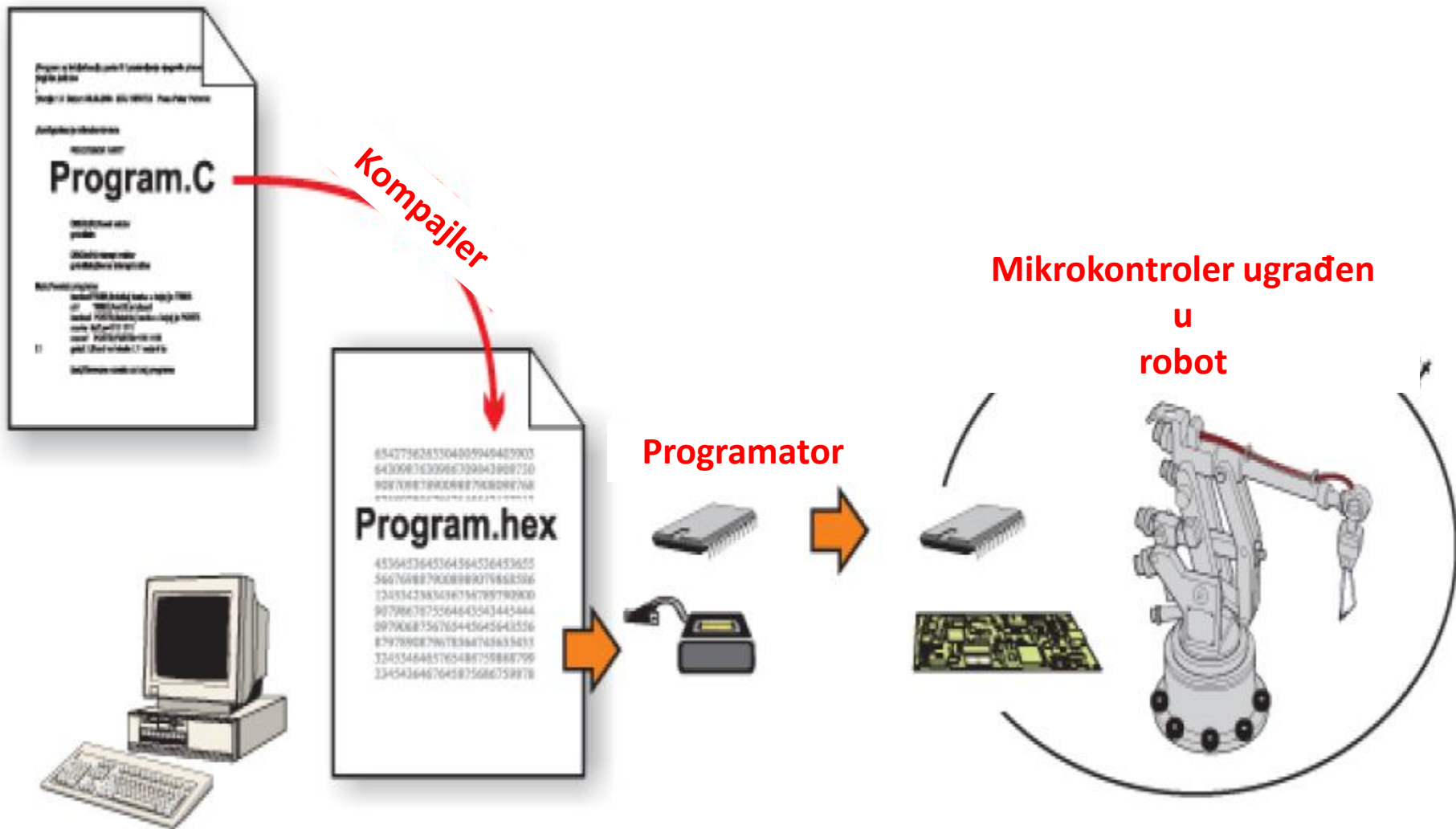
Povezivanje mikrokontrolera



Izrada programa i programiranje mikrokontrolera

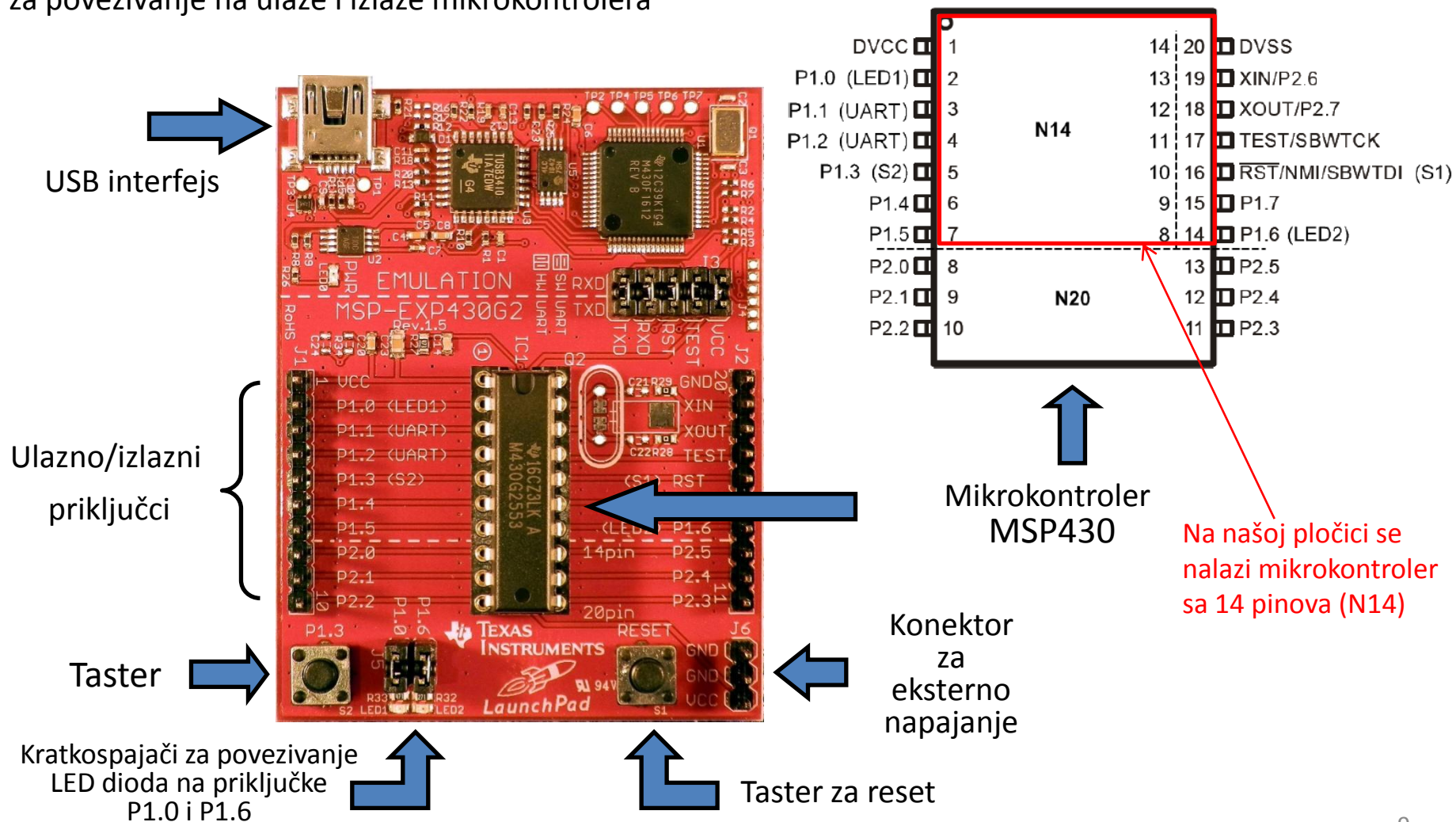


Put od programa do mikrokontrolerskog uređaja



Pločica za razvoj i testiranje mikrokontrolerskog programa

Na vežbama će biti korišćen mikrokontroler MSP430 koji se nalazi na razvojnoj pločici **LaunchPad MSP430G2** (LaunchPad Development Board). Pored mikrokontrolera, na ovoj pločici se nalazi USB priključak za povezivanje sa PC računarom, konektor za napajanje, dva tastera, 2 LED diode i priključci za povezivanje na ulaze i izlaze mikrokontrolera



Digitalni priključci (pinovi) mikrokontrolera MSP430*

Digitalni priključci se mogu programirati da bude **izlazni** ili **ulazni**

Na **izlazni digitalni priključak** programski se može dovesti visok (**HIGH**) naponski nivo , koji odgovara logičkoj jedinici, ili nizak (**LOW**) naponski nivo, koji odgovara logičkoj nuli.

Pomoću **ulaznog digitalnog priključka** detektuje se da li je na taj ulaz doveden nizak ili visok naponski nivo. Nizak naponski nivo (oko 0 V) se tumači kao logička nula. Visok naponski nivo (kod LaunchPad pločice oko 3 V) se tumači kao logička jedinica.

*) Pored digitalnih ulaznih i izlaznih priključaka mikrokontroler sadrži i ulaze na koje se dovode analogni signali. Ovakvi signali se konvertuju u digitalne pomoću analogno-digitalnog konvertora koji se nalazi u samom mikrokontroleru.

Pristup digitalnim pinovima

Podешavanje digitalnog pina da bude ulazni ili izlazni

`pinMode(aPin, Dir)`

broj pina Ulazni: Dir=INPUT_PULLUP
Izlazni: Dir=OUTPUT

Upis logičke nule ili logičke jedinice na izlazni pin

`digitalWrite(aPin, Val)`

broj pina Upis logičke nule: Val = LOW
Upis logičke jedinice: Val = HIGH

Očitavanje logičkog stanja koje je prisutno na ulaznom pinu

`state = digitalRead(aPin)`

broj pina

Promenljiva **state** ima vrednost koja je očitana sa pina aPin (HIGH ili LOW)₁₁

Pristup digitalnim pinovima - nastavak

Upis analogne vrednosti (impulsno širinski modulisanog signala) na digitalni izlazni pin

`analogWrite(aPin, Value)`

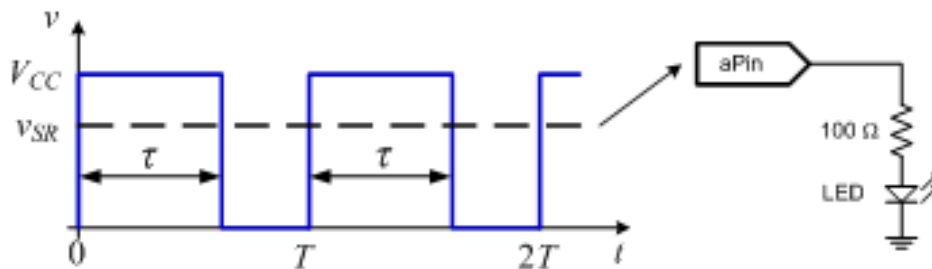
broj pina

vrednost (od 0 do 255)

Komanda `analogWrite()` se može koristiti za postepeno paljenje i gašenje LED diode ili za promenu brzine obrtanja kod DC motora.

Komandom `analog Write(aPin, Value)` na izabranom pinu `aPin` generiše se periodična povorka impulsa konstantne amplitude i konstantne periode T . Trajanje impulsa τ zadaje se izborom vrednosti `Value`.

Ako je `Value=0` srednja vrednost napona na izlazu je 0 V. Ako je `Value=255`, napon na izlazu ima maksimalnu vrednost koja odgovara amplitudi impulsa.



Srednja vrednost napona na izlazu

$$v_{SR} = \frac{1}{T} \int_0^{\tau} V_{CC} dt$$
$$v_{SR} = \frac{\tau}{T} V_{CC}$$

Promenom trajanja impulsa τ može se menjati napon v_{SR} od 0 do V_{CC} pa samim tim i intenzitet svetla LED diode

Programiranje mikrokontrolera

Program koji izvršava mikrokontroler se sastoji iz dve celine:

setup - deo kojim se vrše inicijalna podešavanja hardvera mikrokontrolera i definisanje promenljivih;

loop - deo u kojem je realizovana funkcija koju program obavlja.

! Za razliku od programa kod standardnih računara, izvršavanje programa kod mikrokontrolera nikada se ne završava.

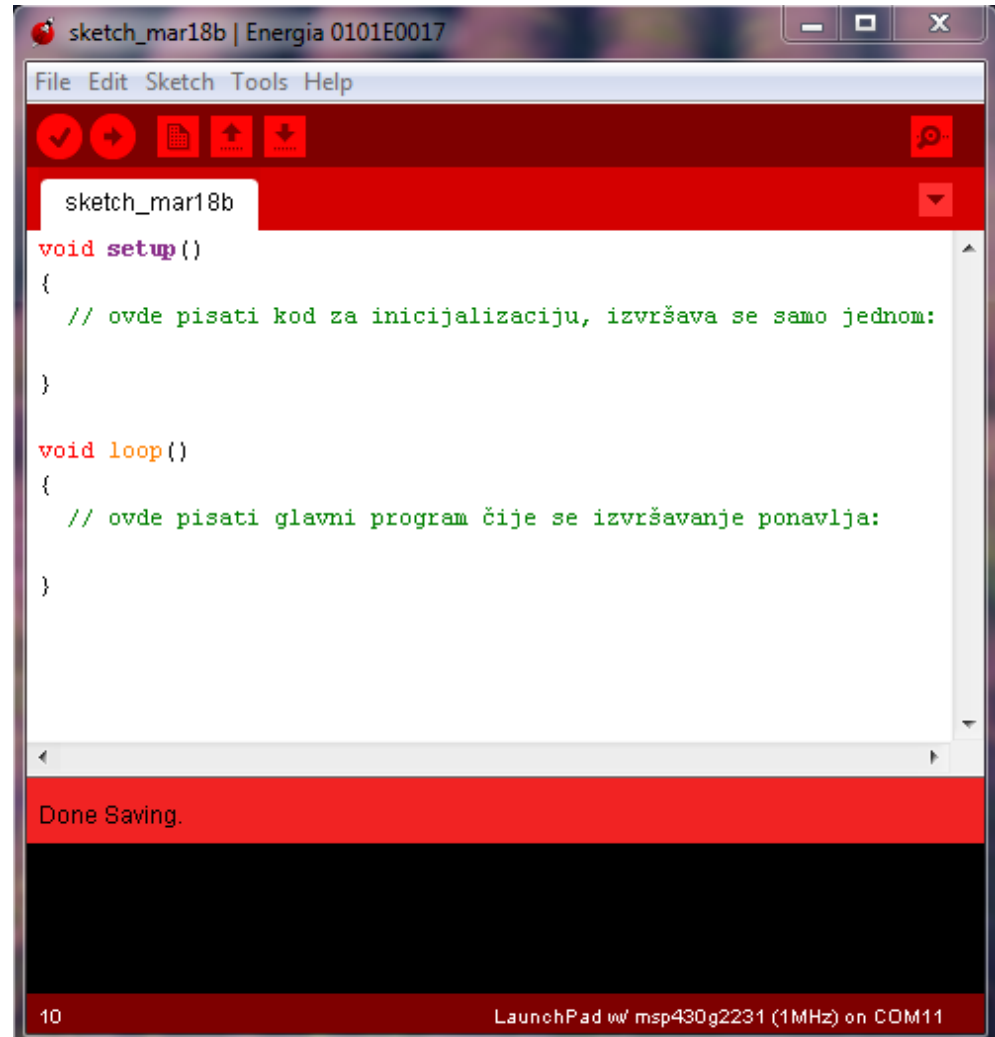
Energia

okruženje za razvoj mikrokontrolerskih programa

Energia je program (integrirano razvojno okruženje. eng. *Integrated Development Environment – IDE*) za razvoj i testiranje programa većeg broja mikrokontrolera koje proizvodi kompanija *Texas Instruments (TI)*, posebno onih koji se nude na *LaunchPad* razvojnoj pločici.

Razvojno okruženje Energia

- jednostavno je za korišćenje,
- ne zahteva poznavanje detalja hardvera,
- objedinjuje funkcije izrade i testiranja programa i upisa programa u mikrokontroler,
- besplatno je, široko korišćeno, sa dosta raspoloživih primera.

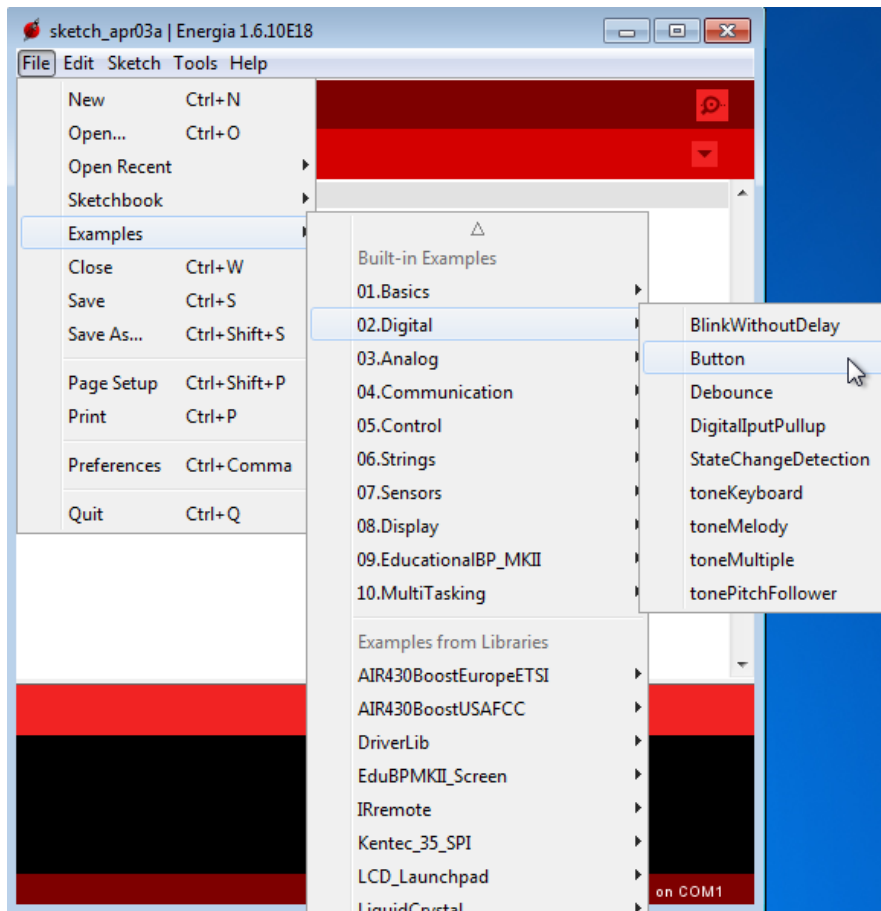


```
sketch_mar18b | Energia 0101E0017
File Edit Sketch Tools Help
sketch_mar18b
void setup()
{
  // ovde pisati kod za inicijalizaciju, izvršava se samo jednom:
}

void loop()
{
  // ovde pisati glavni program čije se izvršavanje ponavlja:
}

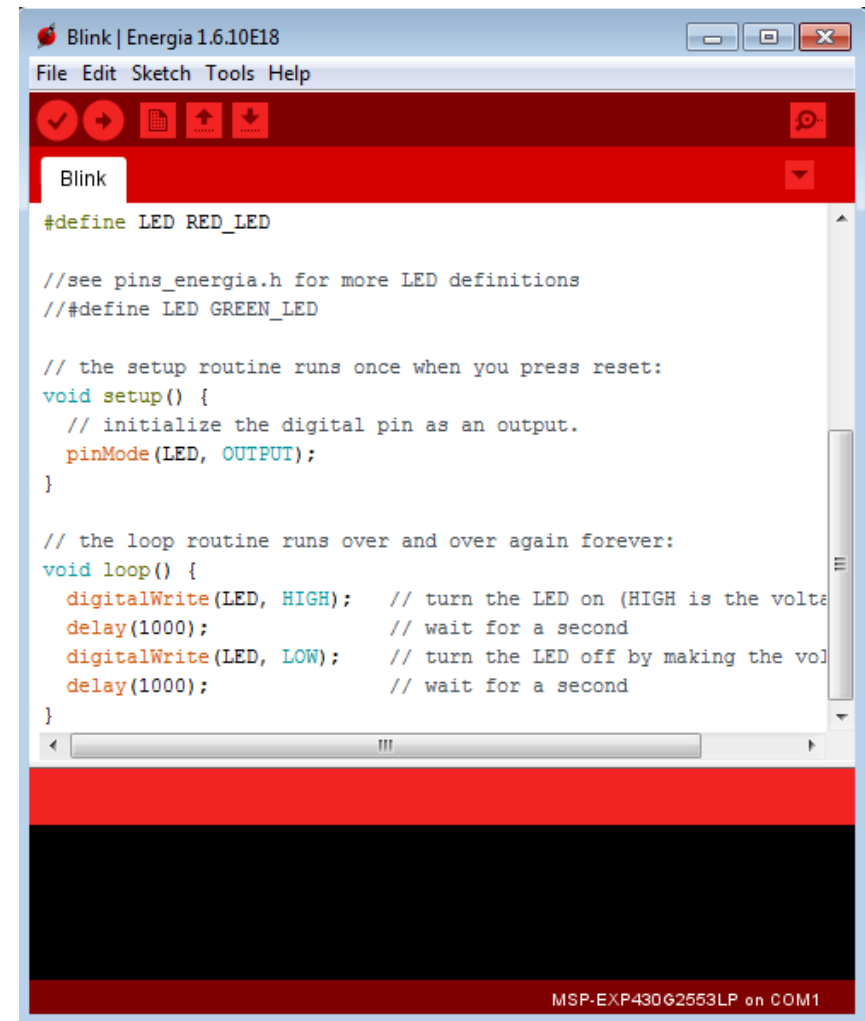
Done Saving.
10 LaunchPad w/ msp430g2231 (1MHz) on COM11
```

Energia, nastavak



Postupak pozivanja primera mikrokontrolerskog programa **Button**

Program Button pali LED diodu kada je pritisnut taster a gasi je kada je taster neaktivan.



Primer program **Blink**

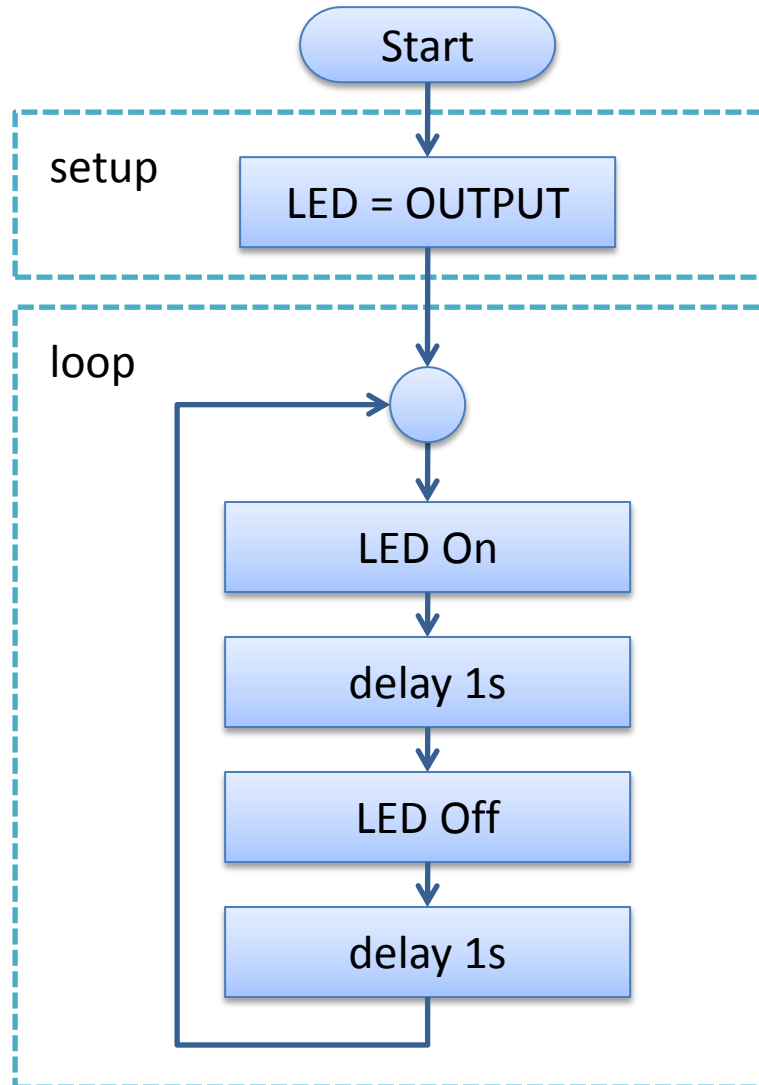
Program blink naizmenično pali i gasi LED diodu 15

Primer 1

Potrebno je realizovati mikrokontrolerski program koji obezbeđuje naizmenično paljenje i gašenje LED diode tako da dioda bude uključena 1 s i isključena 1 s.

Za čekanje na protok određenog vremena koristi se funkcija **delay(ms)** u kojoj se vreme zadaje u ms.

Npr., sa **delay(1000)** zadaje se čekanje od 1 s.



Dijagram toka programa

Primer 1 - nastavak

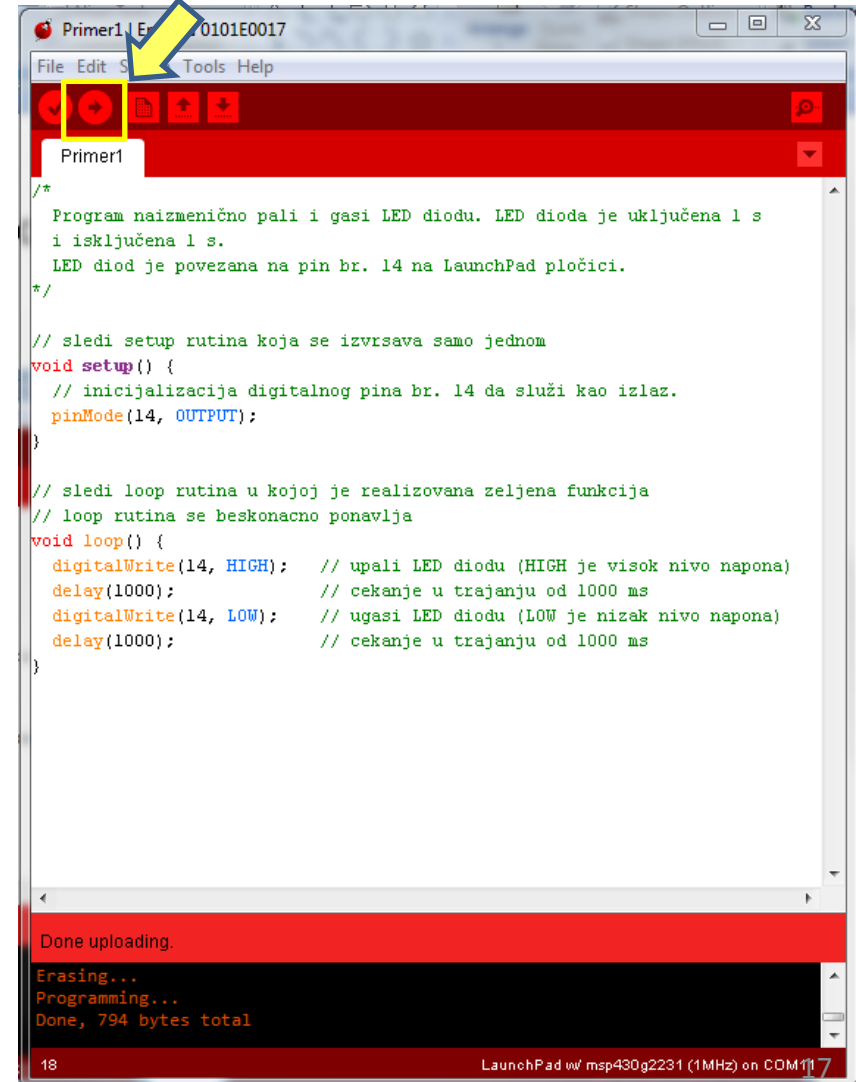
Izrada i kompajliranje programa i programiranje mikrokontrolera

kompajliranje programa



```
Primer1 | Energia 0101E0017
File Edit Tools Help
Primer1
/*
Program naizmenično pali i gasi LED diodu. LED dioda je uključena 1 s
i isključena 1 s.
LED diod je povezana na pin br. 14 na LaunchPad pločici.
*/
// sledi setup rutina koja se izvrsava samo jednom
void setup() {
// inicijalizacija digitalnog pina br. 14 da služi kao izlaz.
pinMode(14, OUTPUT);
}
// sledi loop rutina u kojoj je realizovana zeljena funkcija
// loop rutina se beskonacno ponavlja
void loop() {
digitalWrite(14, HIGH); // upali LED diodu (HIGH je visok nivo napona)
delay(1000); // cekanje u trajanju od 1000 ms
digitalWrite(14, LOW); // ugasi LED diodu (LOW je nizak nivo napona)
delay(1000); // cekanje u trajanju od 1000 ms
}
Done compiling.
[D:\ETF ETF ETF ETF ETF\UVOD U
ELEKTRONIKU\UE_2018\energia-0101E0017\hardware\tools\msp430\bin\msp430-g++,
-c, -Os, -w, -ffunction-sections, -fdata-sections, -mmcu=msp430g2231,
Done, 794 bytes total
18 LaunchPad w/ msp430g2231 (1MHz) on COM11
```

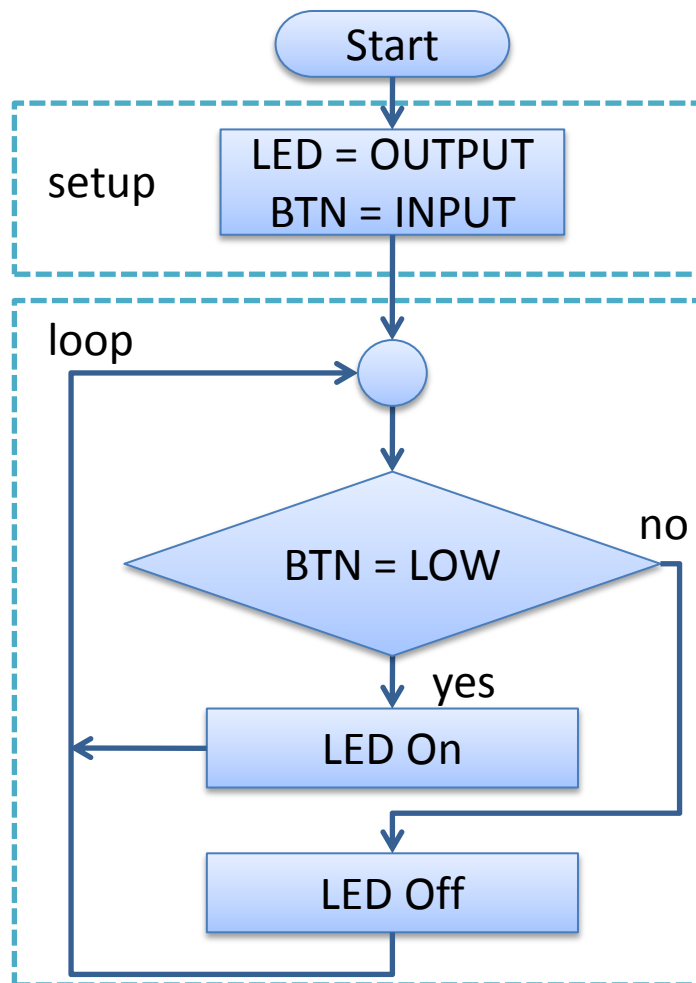
upis programa u mikrokontroler



```
Primer1 | Energia 0101E0017
File Edit Tools Help
Primer1
/*
Program naizmenično pali i gasi LED diodu. LED dioda je uključena 1 s
i isključena 1 s.
LED diod je povezana na pin br. 14 na LaunchPad pločici.
*/
// sledi setup rutina koja se izvrsava samo jednom
void setup() {
// inicijalizacija digitalnog pina br. 14 da služi kao izlaz.
pinMode(14, OUTPUT);
}
// sledi loop rutina u kojoj je realizovana zeljena funkcija
// loop rutina se beskonacno ponavlja
void loop() {
digitalWrite(14, HIGH); // upali LED diodu (HIGH je visok nivo napona)
delay(1000); // cekanje u trajanju od 1000 ms
digitalWrite(14, LOW); // ugasi LED diodu (LOW je nizak nivo napona)
delay(1000); // cekanje u trajanju od 1000 ms
}
Done uploading.
Erasing...
Programming...
Done, 794 bytes total
18 LaunchPad w/ msp430g2231 (1MHz) on COM11
```

Primer 2

Potrebno je realizovati mikrokontrolerski program koji upravlja radom LED diode tako da ona svetli dok je taster (BTN) pritisnut a ugašena je ako taster nije aktiviran.



Dijagram toka programa

```
/*
 Program pali LED diodu koja je povezana na pin 14 ako je taster,
 koji je povezan na pin 5, pritisnut. Ako taster nije pritisnut LED
 dioda ne svetli.
 U ovom primeru se koriste LED dioda i taster koji se nalaze na
 LaunchPad pločici
 U programu ce biti korisceni nazivi za pinove na koje je povezana LED
 dioda i taster
 */
const int buttonPin = 5; // pin na koji je povezan taster
const int ledPin = 14; // pin na koji je povezana LED dioda
int buttonState = 1; // deklarisanje promenljive

void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // pin na koji je povezana LED je izlaz
  pinMode(buttonPin, INPUT_PULLUP); // pin na koji je povezan taster je ulaz
}

void loop(){

  buttonState = digitalRead(buttonPin); // očitavanje statusa tastera

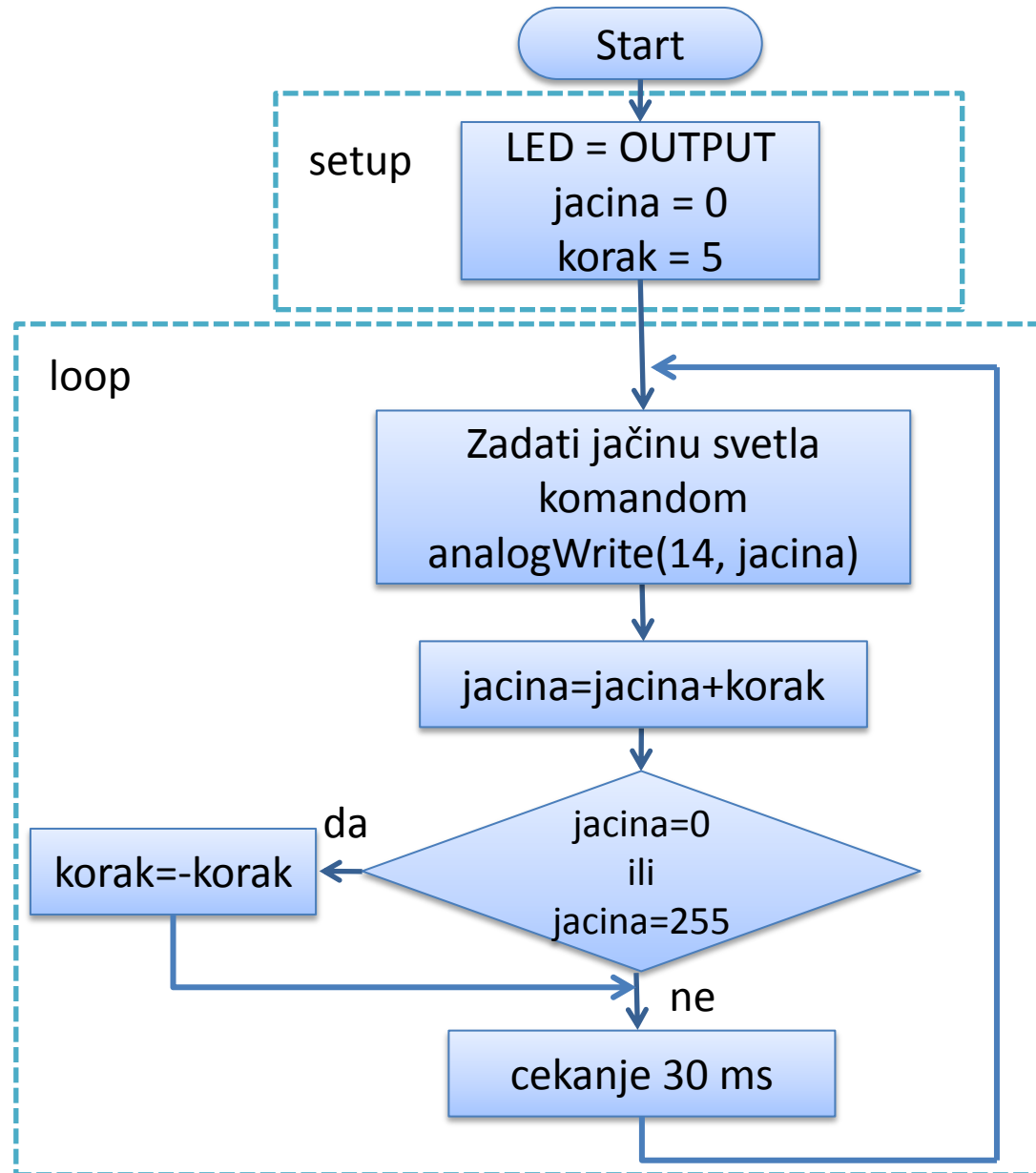
  // provera da li je taster pritisnut, ako jeste buttonState je LOW
  if (buttonState == LOW) {
    // treba upaliti LED diodu
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
  }
  // ako taster nije pritisnut
  else {
    // ugasiti LED diodu
    digitalWrite(ledPin, LOW);
  }
}
```

Kod mikrokontrolerskog programa

Primer 3

Zadatak

Potrebno je naizmenično postepeno paliti i gasiti LED diodu. Obezbediti podešavanje brzine promene intenziteta svetlosti i podešavanje veličine koraka sa kojim se menja intenzitet svetlosti. U zadatku koristiti LED diodu koja je povezana na pin 14 LaunchPad pločice



Dijagram toka programa

Primer 3 - nastavak

```
/* Program za postepeno paljenje i gasenje LED diode koriscenjem funkcije
   analogWrite(). LED dioda je povezana na pin 14 LaunchPad plovice.
*/

int jacina = 0;    // jacina svetla
int korak = 5;    // korak sa kojim se menja jacina svetla

void setup() {
    // setovanje pina 14 da bude izlazni
    pinMode(14, OUTPUT);
}

void loop() {
    // zadati jacinu svetla LED diode povezane na pin 14
    analogWrite(14, jacina);
    // promeniti jacinu svetla pri svakom prolasku kroz petlju
    jacina = jacina + korak;

    // obrnuti smer promene jacine svetla kada se dostigne granica 255 odnosno 0
    if (jacina == 0 || jacina == 255) {
        korak = -korak ;
    }
    // čekanje 30 ms posle svakog koraka
    delay(30);
}
```

Pitanja za proveru znanja

1. Šta je mikrokontroler i koje elemente sadrži mikrokontroler?
2. Po čemu se mikrokontroleri razlikuju od mikroprocesora?
3. Gde se primenjuju mikrokontroleri?
4. Pomoću blok šeme predstaviti arhitekturu mikrokontrolera i označiti njegove osnovne elemente.
5. Opisom ili pomoću dijagrama toka operacija predstaviti put od izrade mikrokontrolerskog programa do mikrokontrolerskog uređaja.
6. Opisati šta se radi u **setup** a šta u **loop** delu programskog koda.
7. Navesti čemu služi funkcija **pinMode(aPin, Dir)** koja se koristi prilikom razvoja mikrokontrolerskog programa u *Energia* razvojnom okruženju. Dati jedan primer upotrebe funkcije **pinMode(aPin, Dir)**.
8. Pomoću dijagrama toka predstaviti mikrokontrolerski program koji uključuje i isključuje LED diodu tako da ona “trepće” sa učestanošću od 1 Hz.
9. Pomoću dijagrama toka predstaviti mikrokontrolerski program koji upravlja radom LED diode tako da ona svetli dok je taster pritisnut a ugašena je kada taster nije aktiviran.