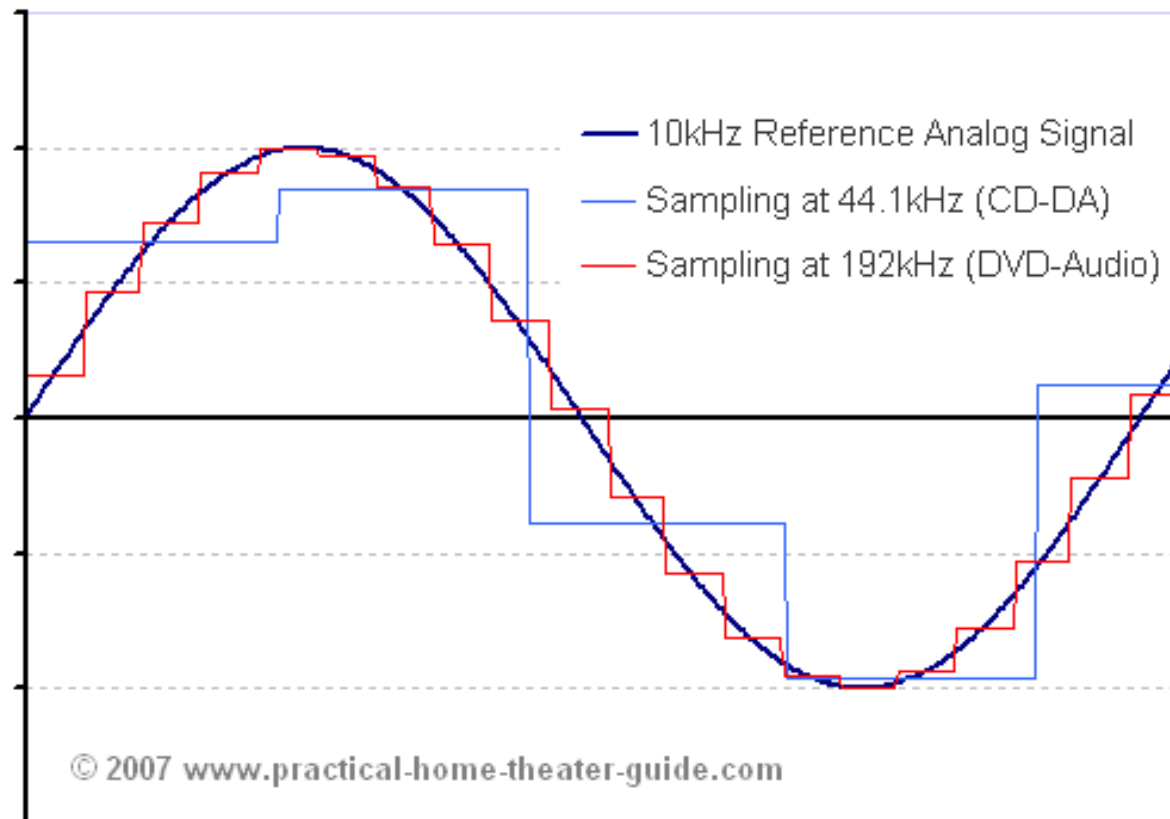


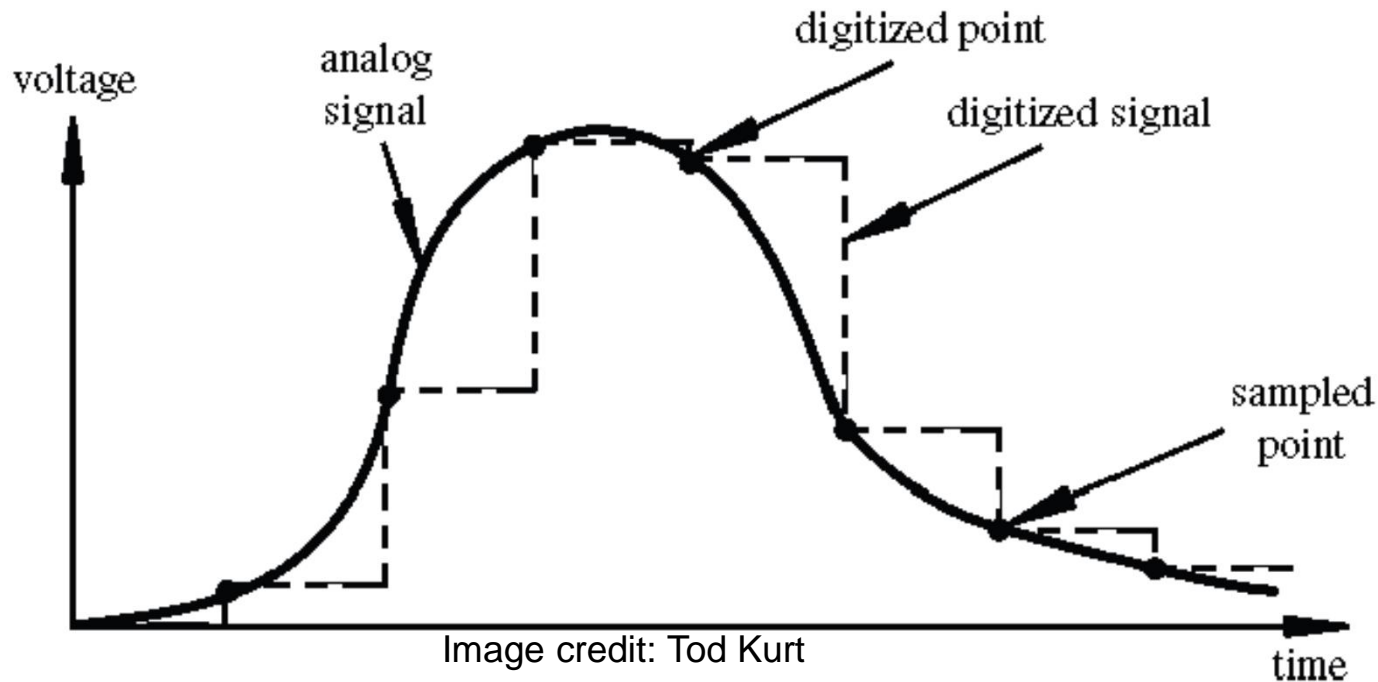
Ulazni portovi (analogni i digitalni) i  
PWM portovi

# Analogni ulazi

- ” Razmislite o muzici sačuvanoj na CD-u – analogni signal snimljen na digitalnom mediju.
- . Brzina očitavanja
  - . Dužina riječi



# Arduino analogni ulazi

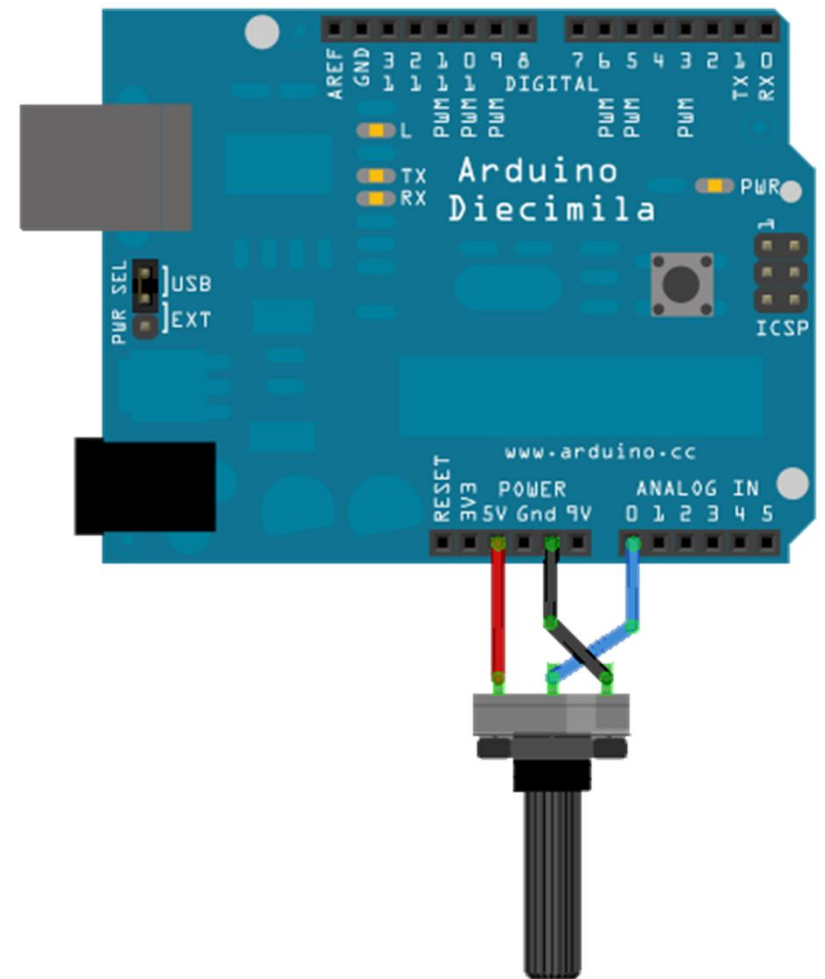


- “ *Rezolucija*: broj različitih naponskih nivoa (stanja) uporijebljenih za diskretizaciju ulaznog signala.
- “ Rezolucija se kreće od 256 stanja (8 bitova) do 4,294,967,296 stanja (32 bitova)
- “ Arduino upotrebljava 1024 stanja (10 bitova)
- “ Najmanja mjerljiva promjena ulaznog napona je  $5V/1024$  ili 4.8 mV
- “ Maximum brzina očitavanja analognog ulaznog signala je 10,000 u sekundi

# Analogni ulazi

- “ Potenciometar (promjenjivi otpornik) priključen je na analogni pin 0 Arduina.
- “ Vrijednost napona na pinu 0 veoma zavisi od otpornosti potencijometra, odnosno pozicije klizača.

```
napon=AnalogRead(0);
```



# Analogni ulazi-primjene

- “ Promjenljivi otpornik se može zamijeniti sa senzorom.
- “ Na primjer foto-otpornik.
  - . Zavisno od nivoa osvjetljaja foto otpornika može se:
    - “Uključiti LED
    - “Pojačati ili smanjiti intezitet sijanja LED (ili LED niza)
- “ Mnogi senzori su jednostavno promjenljivi otpornici. Otpornost im se mijenja sa promjenom nekih fizičkih karakteristika okoline.

# Senzori

- “ Senzori mogu biti digitalni ili analogni.
- “ Obično, senzori koji mjere opseg vrijednosti mijenjaju svoju otpornost.
- “ Arduino može senzorisati samo napon, ne otpornost.
- “ U cilju obezbjedjenja napona Arduino, senzori koji mijenjaju svoju otpornost zahtijevaju dodatno, često naponski djelilac.

# Razni senzori

- Temperatura

- Svjetlo



- Ugao

- Pekidači

- Je li korisnik zatvorio prekidač ili pritisnuo taster?

- Akcelerometar

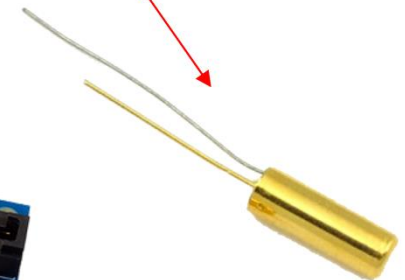
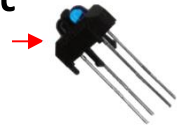


- ” Infrared senzor & svjetlost

- ” Hall effect senzor

- ” Ball tilt sensor (za mjerenje orijentacije)

- ” Sila



# Analogni izlazi

“ Može li digitalni uređaj proizvesti analogni izlaz?

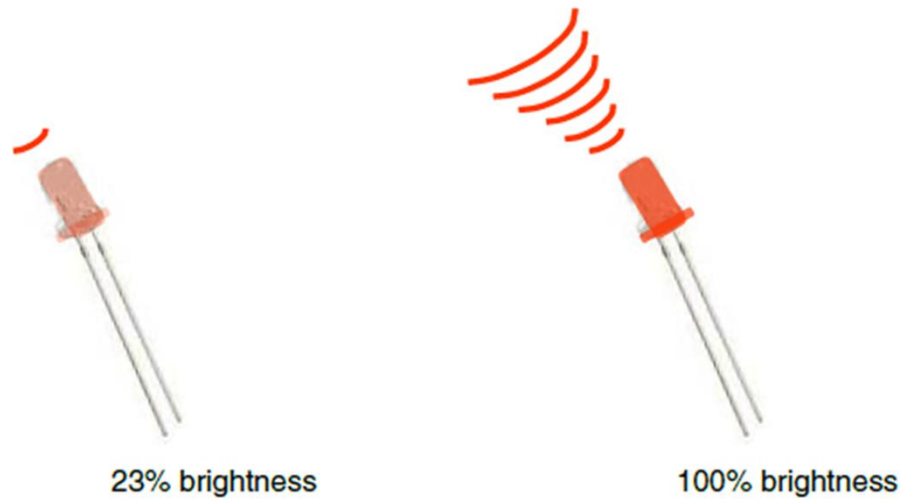


Image from *Theory and Practice of Tangible User Interfaces* at UC Berkley

“ Analogni izlaz može biti simuliran upotrebom impulsno širinske modulacije (PWM)



# Impulsno širinska modulacija (Pulse Width Modulation)

- “ Digitalni pin se ne može upotrijebiti da direktno obezbijedi recimo 2.5V,
- “ Međutim ako se vrzi jako brza izmjena visokog i niskog naponskog nivoa na izlazu, može se proizvesti sličan efekat
- “ On-off pulsiranje dezava se tako brzo, da povezani izlazni uređaji to vide kao redukciju izlaznog napona.

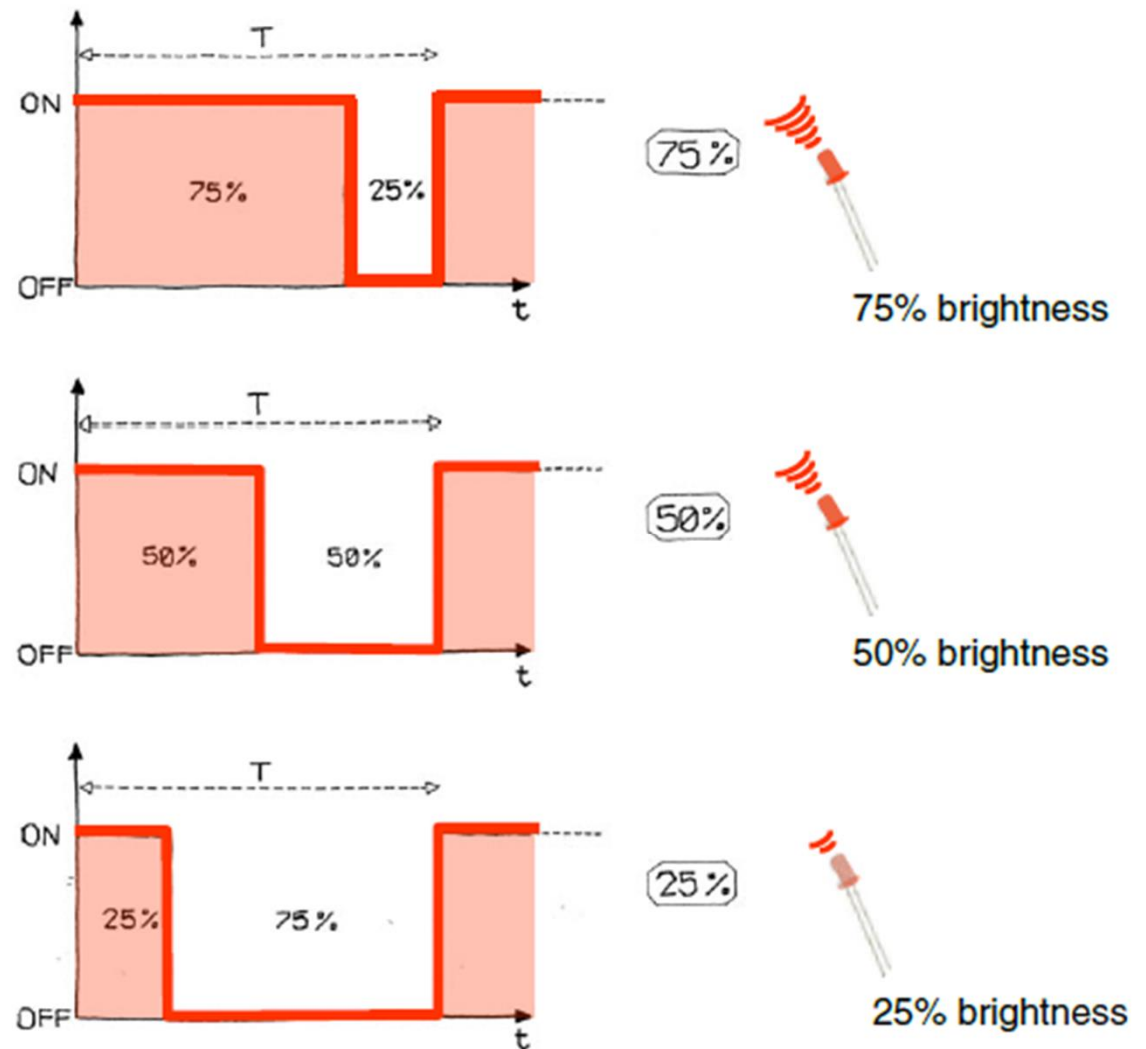
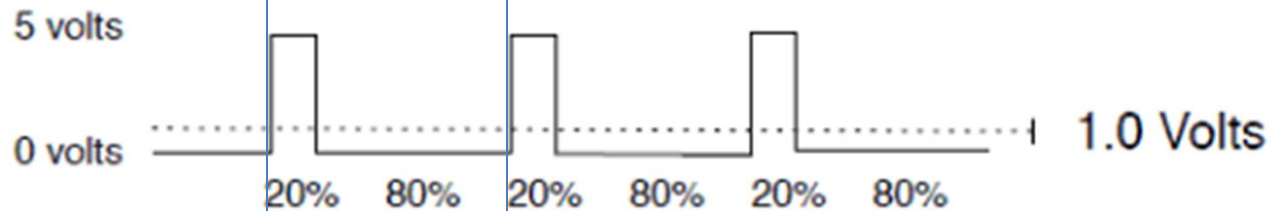
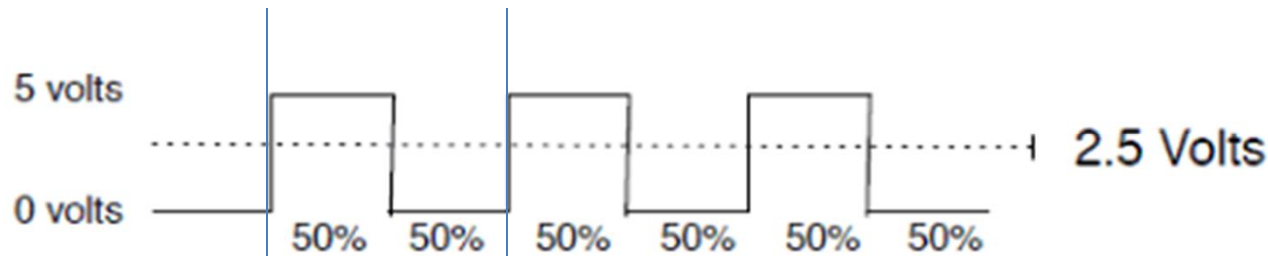
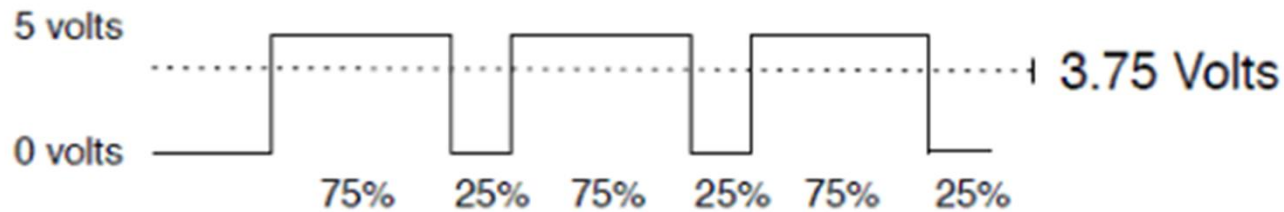


Image from *Theory and Practice of Tangible User Interfaces* at UC Berkley

# PWM Duty Cycle

$$\text{Izlazni napon} = (\text{on\_vrijeme} / \text{vrijeme\_periode}) * 5V$$



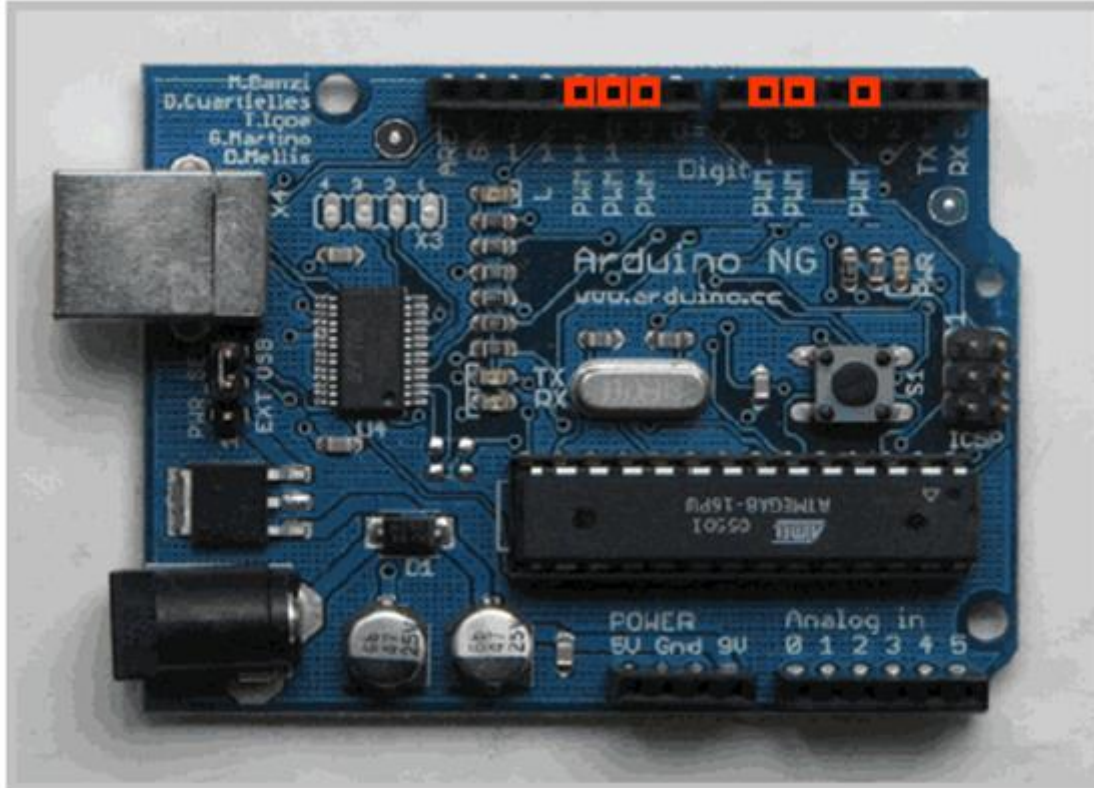
D: 0%



Fiksno trajanje periode;  
konstantan broj ciklusa/sek

# PMW pinovi

Arduino Uno sadrži PWM kola, na pinovima 3,5,6,9,10 i 11.



” Komanda:  
**analogWrite(pin,value)**

” value je duty cycle:  
izme u 0 i 255

” Primjer:  
analogWrite(9, 128)  
za 50% duty cycle

analogWrite(11, 64)  
za 25% duty cycle

# Serijska komunikacija

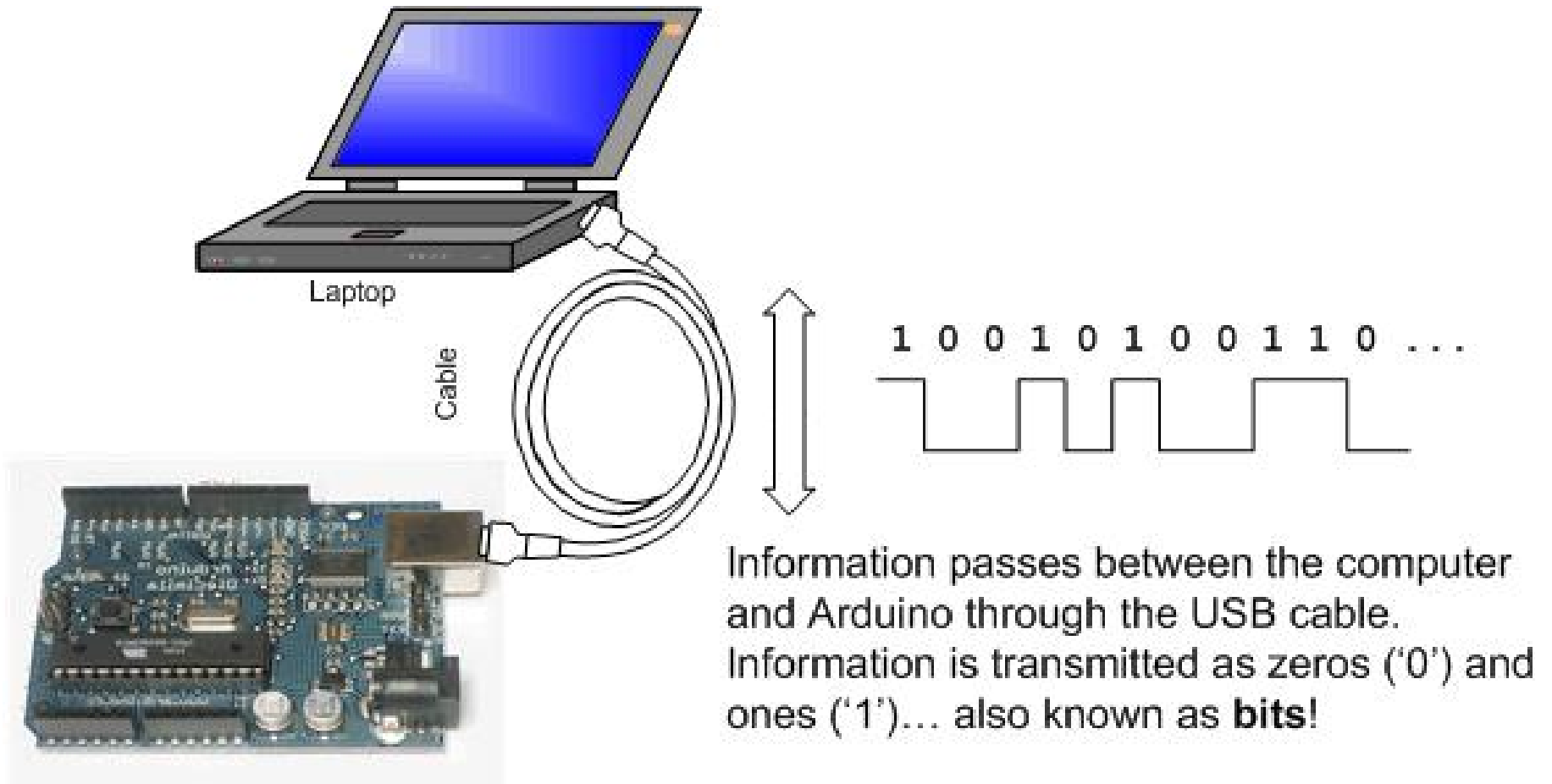
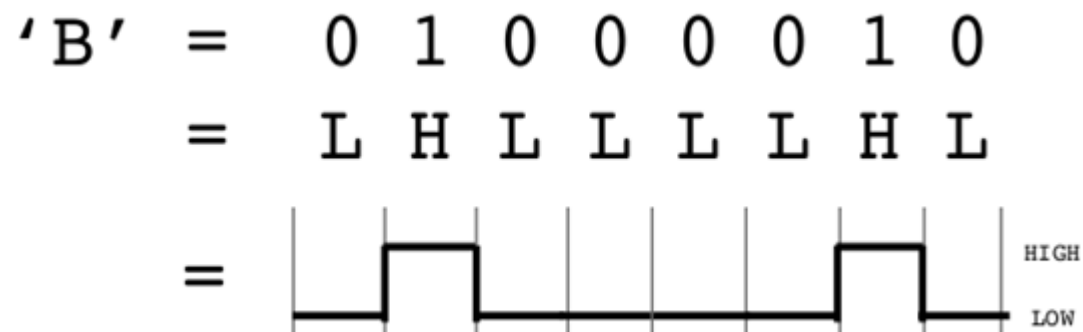


Image from <http://www.ladyada.net/learn/arduino/lesson4.html>

# Serijska komunikacija

Serijska- jer su podaci razbijeni na bitove. Svaki bit se šalje jedan za drugim preko jedne žice

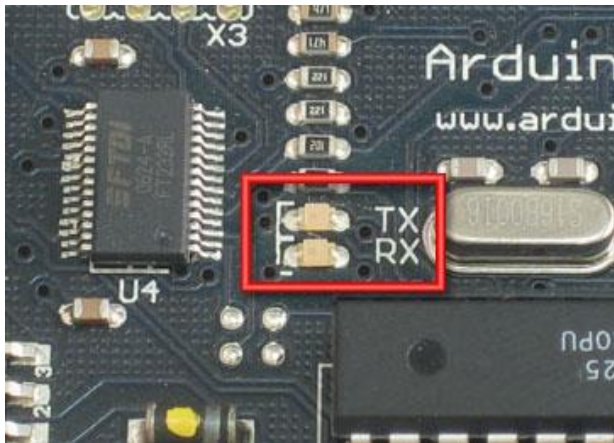
Primjer: ASCII karakter 'B' se šalje kao:



Mijenja se stanje na pinu baš kao kada se upravlje treperenjem LED.

Jedna linija se koristi za slanje i jedna za prijem podataka.

# Serijska komunikacija



- “ **Kompajliranje** prevodi program u binarne podatke (jedinice i nule)
- “ **Uploading (upisivanje)** šalje bitove kroz USB kabl do Arduina.
- “ Dvije LED diode blizu USB konektora trepere dok se podaci prenose
  - “ **RX** treperi kada Arduino prima podatke
  - “ **TX** treperi kada Arduino šalje

# Serijski monitor

The screenshot shows the Arduino IDE interface with the Serial Monitor window open. The sketch in the background is as follows:

```
Serial.print(" ");
Serial.print(ByteReceived, HEX);
Serial.print(" ");
Serial.print(char(ByteReceived));

if(char(ByteReceived) == '1')
{
  digitalWrite(led,HIGH);
  Serial.print(" LED ON ");
}

if(char(ByteReceived) == '0')
{
  digitalWrite(led,LOW);
  Serial.print(" LED OFF");
}

Serial.println(); // End the line

} // END Serial Available
```

The Serial Monitor window (COM20) displays the following output:

```
--- Start Serial Monitor SEND_RCVE ---
(Decimal) (Hex) (Character)
65      41      A
66      42      B
67      43      C
49      31      1 LED ON
48      30      0 LED OFF
68      44      D
69      45      E
70      46      F
```

The Serial Monitor settings are: Autoscroll (checked), No line ending, and 9600 baud.

Done uploading.  
Binary sketch size: 2,912 bytes (of a 30,720 byte maximum)

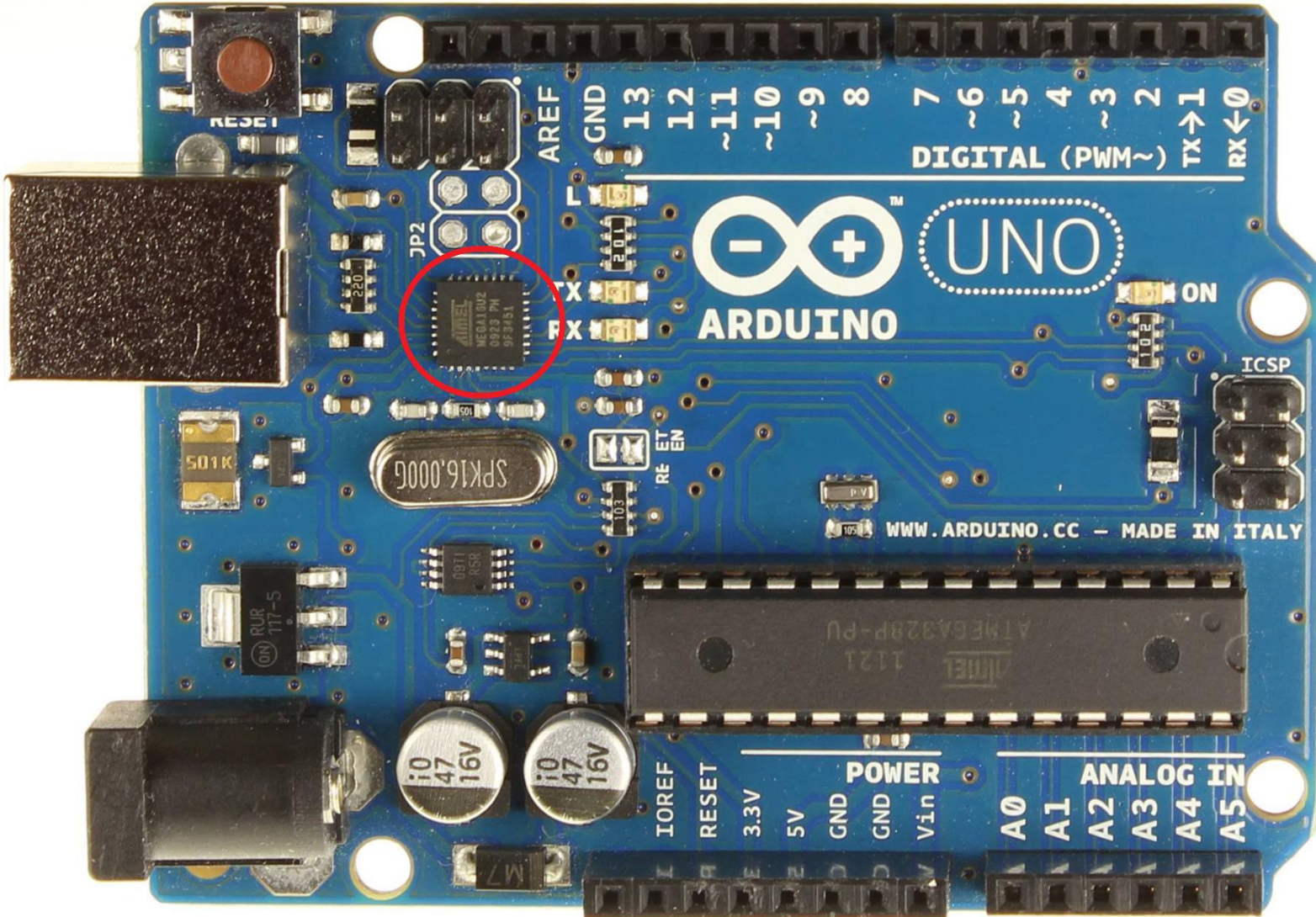
47 Arduino Duemilanove w/ ATmega328 on COM20

# Neke komande

- “ `Serial.begin()`
  - pr., `Serial.begin(9600)`
- “ `Serial.print()` or `Serial.println()`
  - pr., `Serial.print(value)`
- “ `Serial.read()`
- “ `Serial.available()`
- “ `Serial.write()`
- “ `Serial.parseInt()`



# Serial-to-USB chip



# Dva različita komunikaciona protokola

Serijski (TTL):

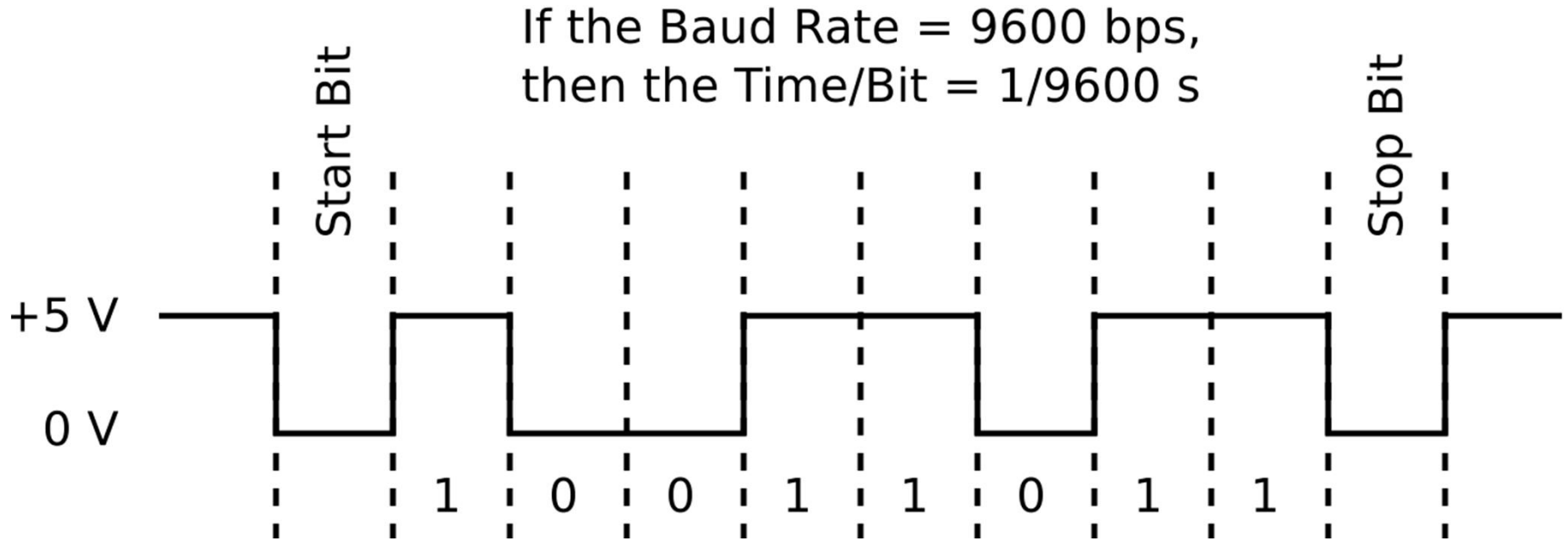


Image from <http://www.fiz-ix.com/2013/02/introduction-to-arduino-serial-communication/>

# USB protokol

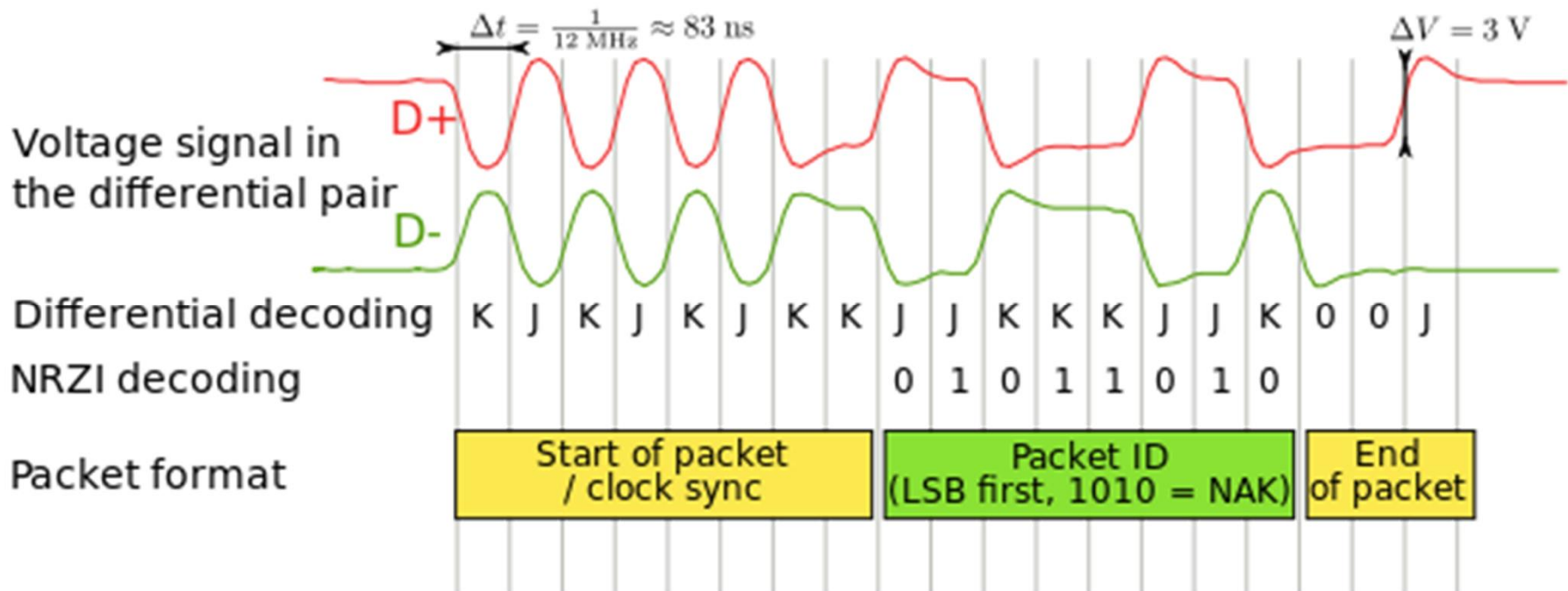
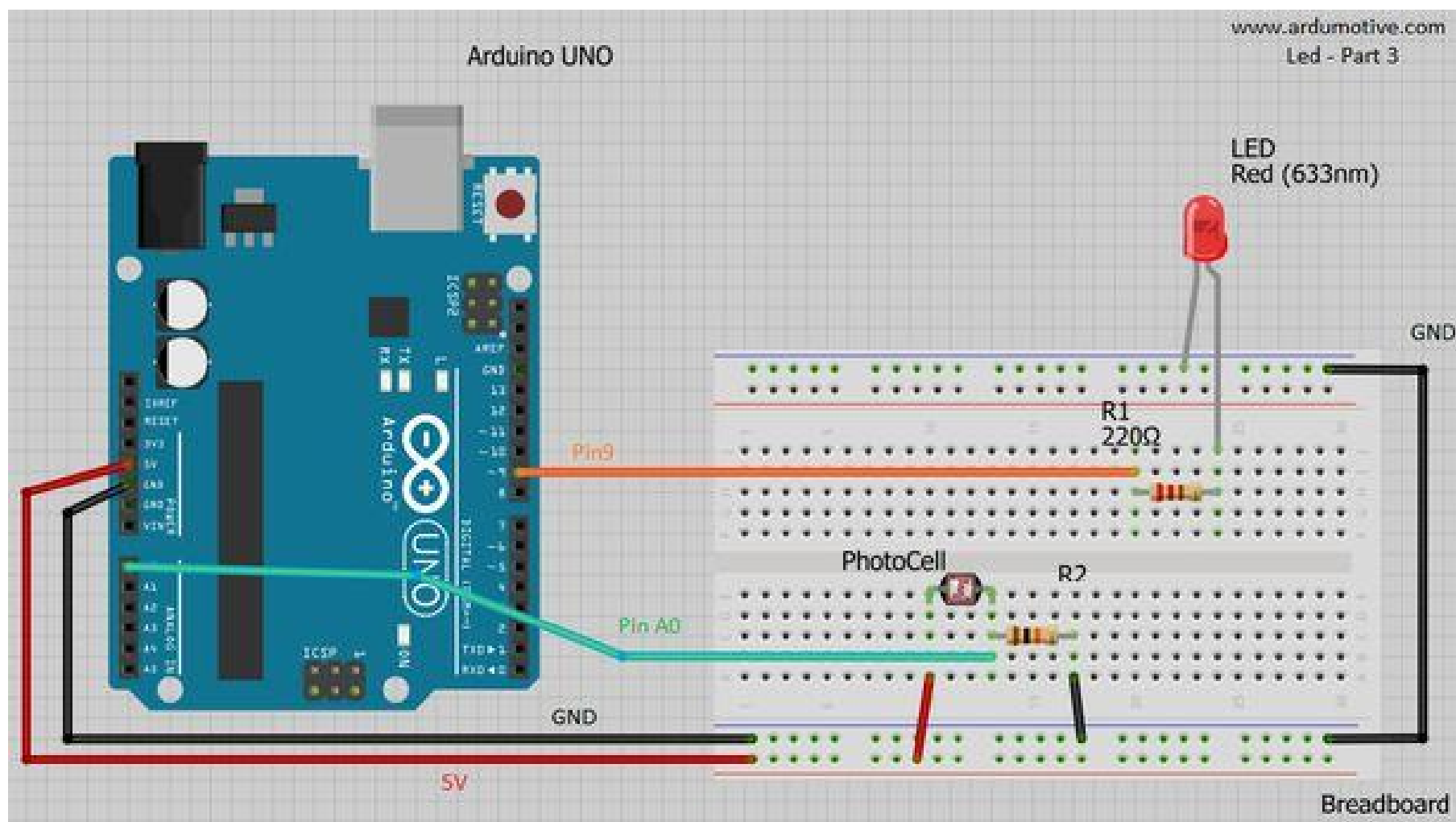


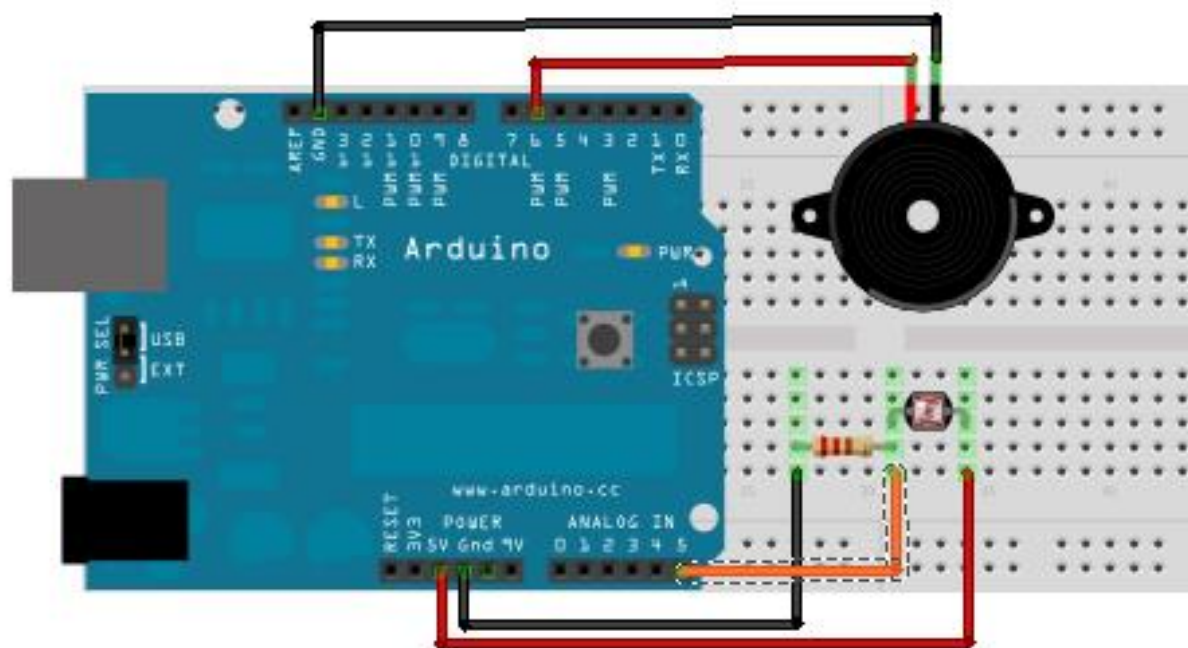
Image from <http://en.wikipedia.org/wiki/USB>

” Puno komplikovaniji

1. Sastaviti kolo i napisati ske koji ukljuuje LED kada postane mrano.  
Naputak: povezati fotootpornik u naponski djelilac (2 boda).



2. Pretvoriti intezitet svjetla u zvu ni signal i intezitet sjaja LED. Kao detektor inteziteta svjetla upotrijebiti foto-osjetljivi otpornik, a kao izvor zvu nog signala buzzer. LED povezati na PWM pin Arduino UNO plo e. Ne zaboraviti upotrijebiti otpornik 220 za ograni enje struje kroz diodu (**3 boda**).



Na slici nema LED. Treba je dodati



3. Upotrijebiti PWM za kontrolu inteziteta sjaja LED kao na slici:

- . povezati dvije LED na neki od PWM pinova (3, 5, 6, 9, 10 ili 11)
- . ne zaboraviti upotrijebiti otpornik 220 za ograni enje struje kroz diodu.

Osvjetljaj jedne diode podezavati slanjem podataka sa serijskog monitora. Osvjetljaj druge diode podezavati potenciometrom. **(4 boda)**

