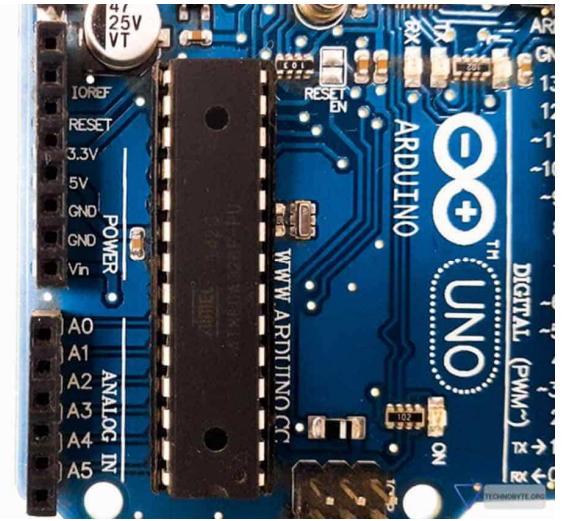
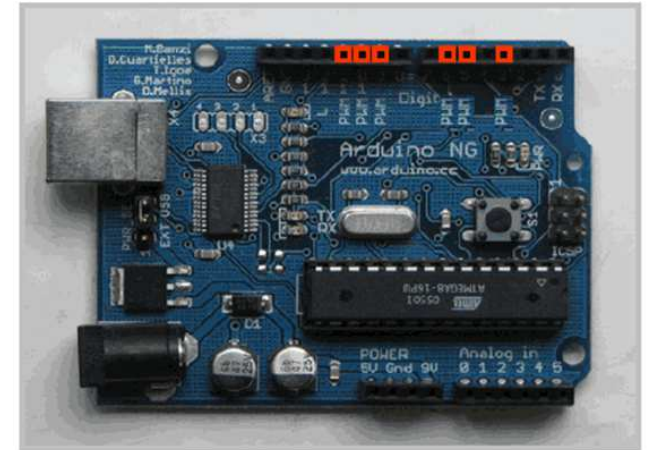


ANALOGNI ULAZNI PORTOVI

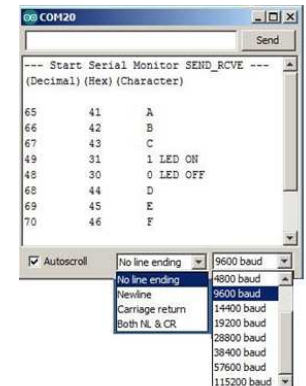
ANALOG INPUT PINS



PWM PORTOVI

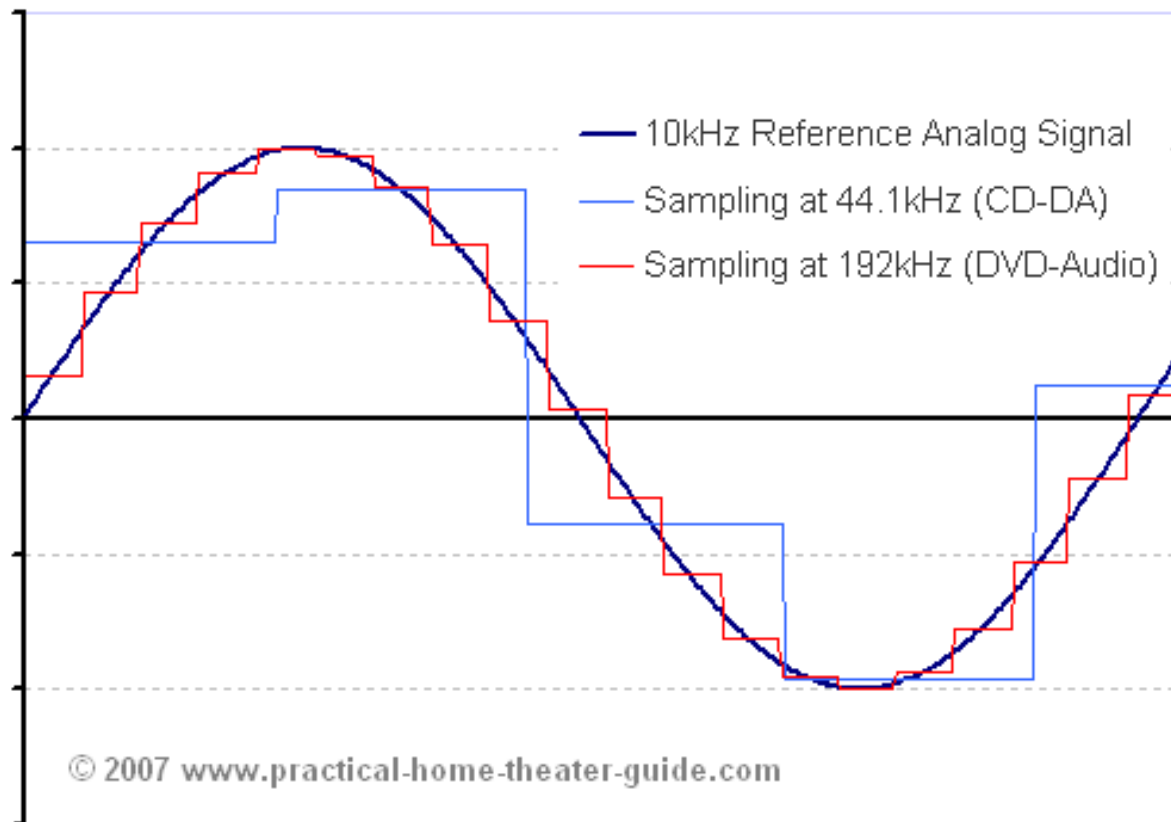


SERIJSKA KOMUNIKACIJA

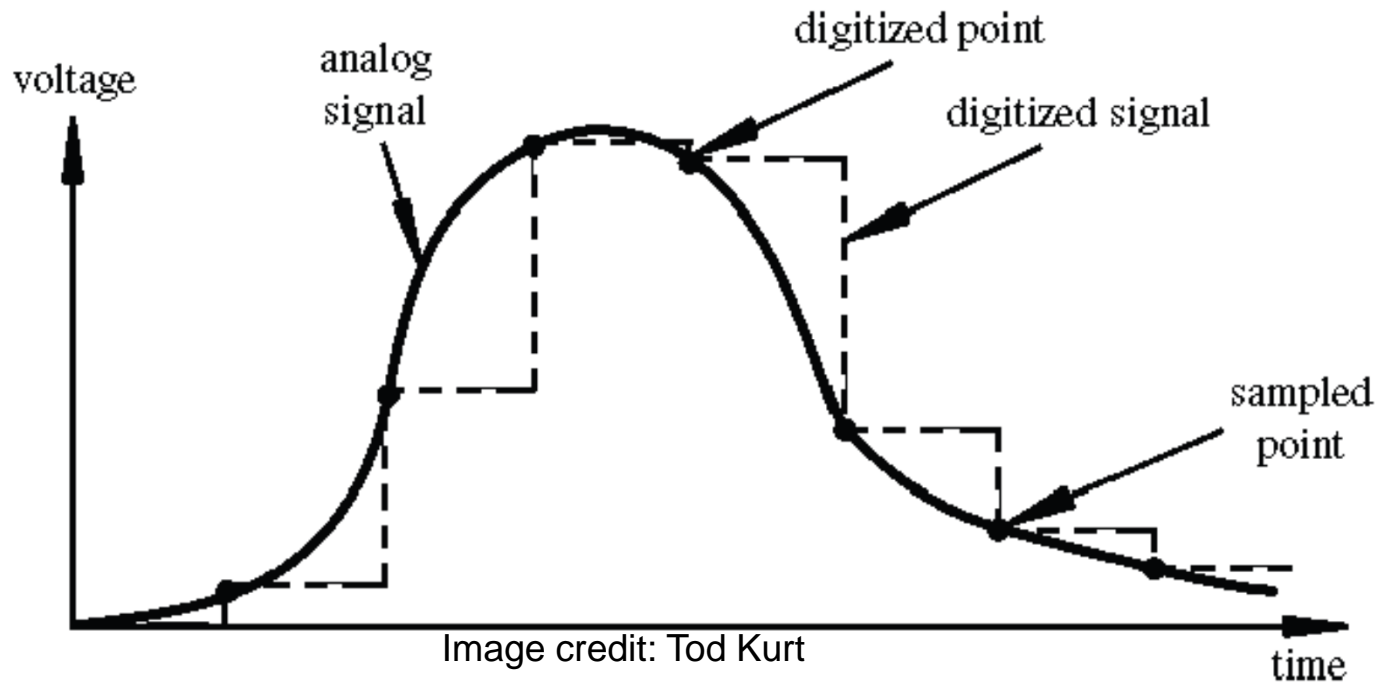


Analogni ulazi

- Razmislite o muzici sačuvanoj na CD-u – analogni signal snimljen na digitalnom mediju.



Arduino analogni ulazi

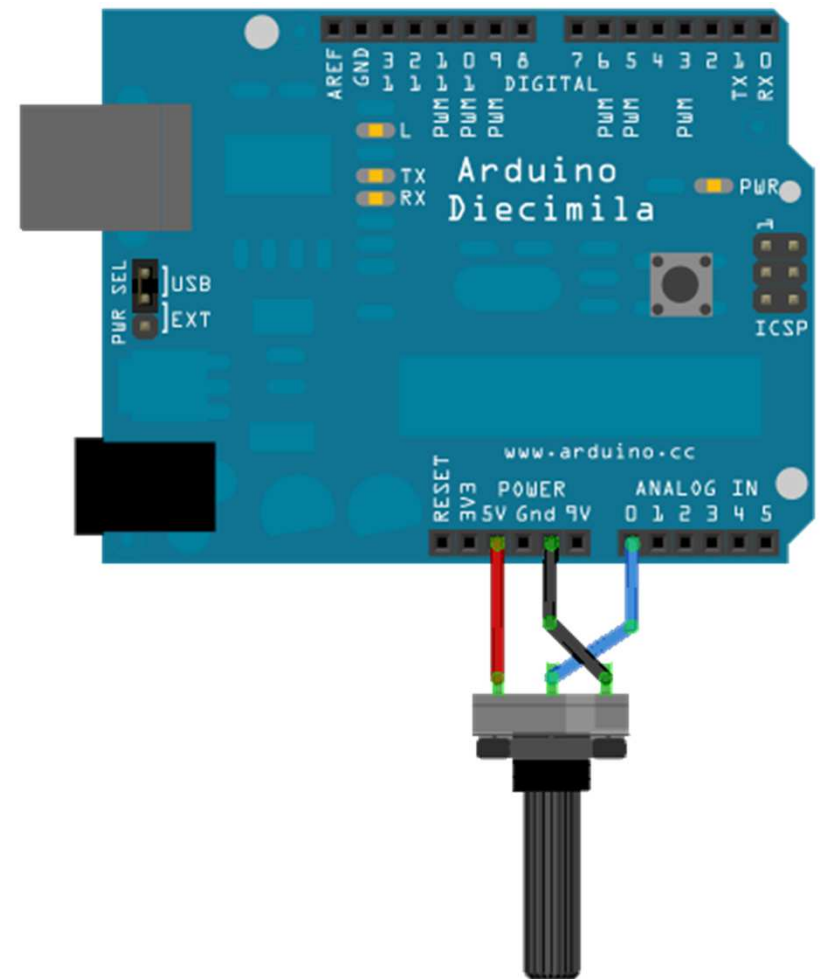


- *Rezolucija*: broj različitih naponskih nivoa (stanja) uporijebljenih za diskretizaciju ulaznog signala.
- Rezolucija se kreće od 256 stanja (8 bitova) do 4,294,967,296 stanja (32 bitova)
- Arduino upotrebljava 1024 stanja (10 bitova)
- Najmanja mjerljiva promjena ulaznog napona je $5V/1024$ ili 4.8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

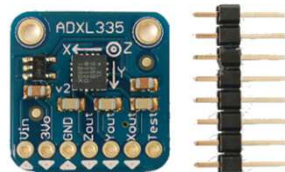


- Ugao

- Pekidači

- Je li korisnik zatvorio prekidač ili pritisnuo taster?

- Akcelerometar

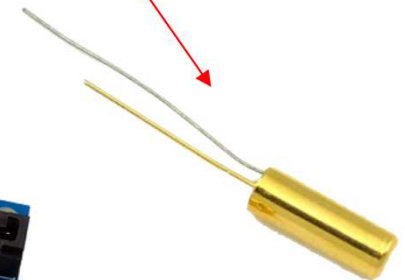


- Infrared senzor & svjetlost

- Hall effect senzor

- Ball tilt sensor (za mjerenje orijentacije)

- Sila



Analogni izlazi

- Može li digitalni uređaj proizvesti analogni izlaz?

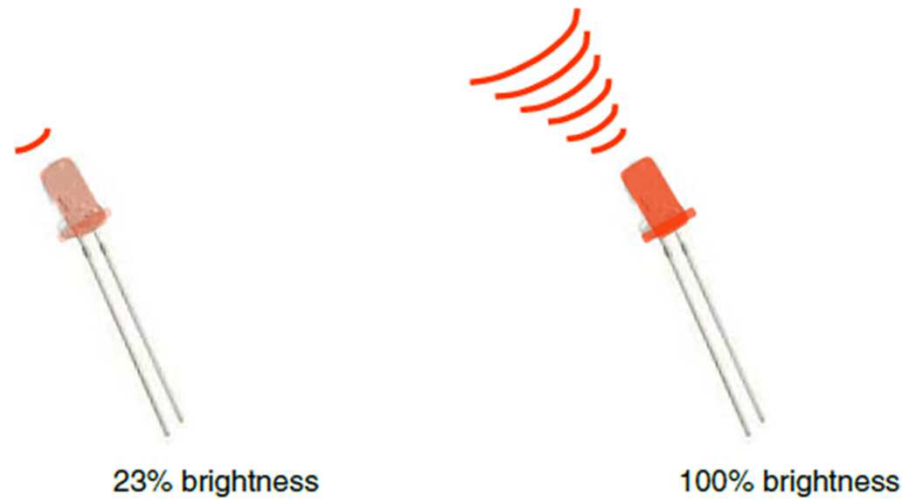


Image from *Theory and Practice of Tangible User Interfaces* at UC Berkley

- 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 vrši jako brza izmjena visokog i niskog naponskog nivoa na izlazu, može se proizvesti sličan efekat
- On-off pulsiranje dešava se tako brzo, da povezani izlazni uređaj to “vidi” kao redukciju izlaznog napona.

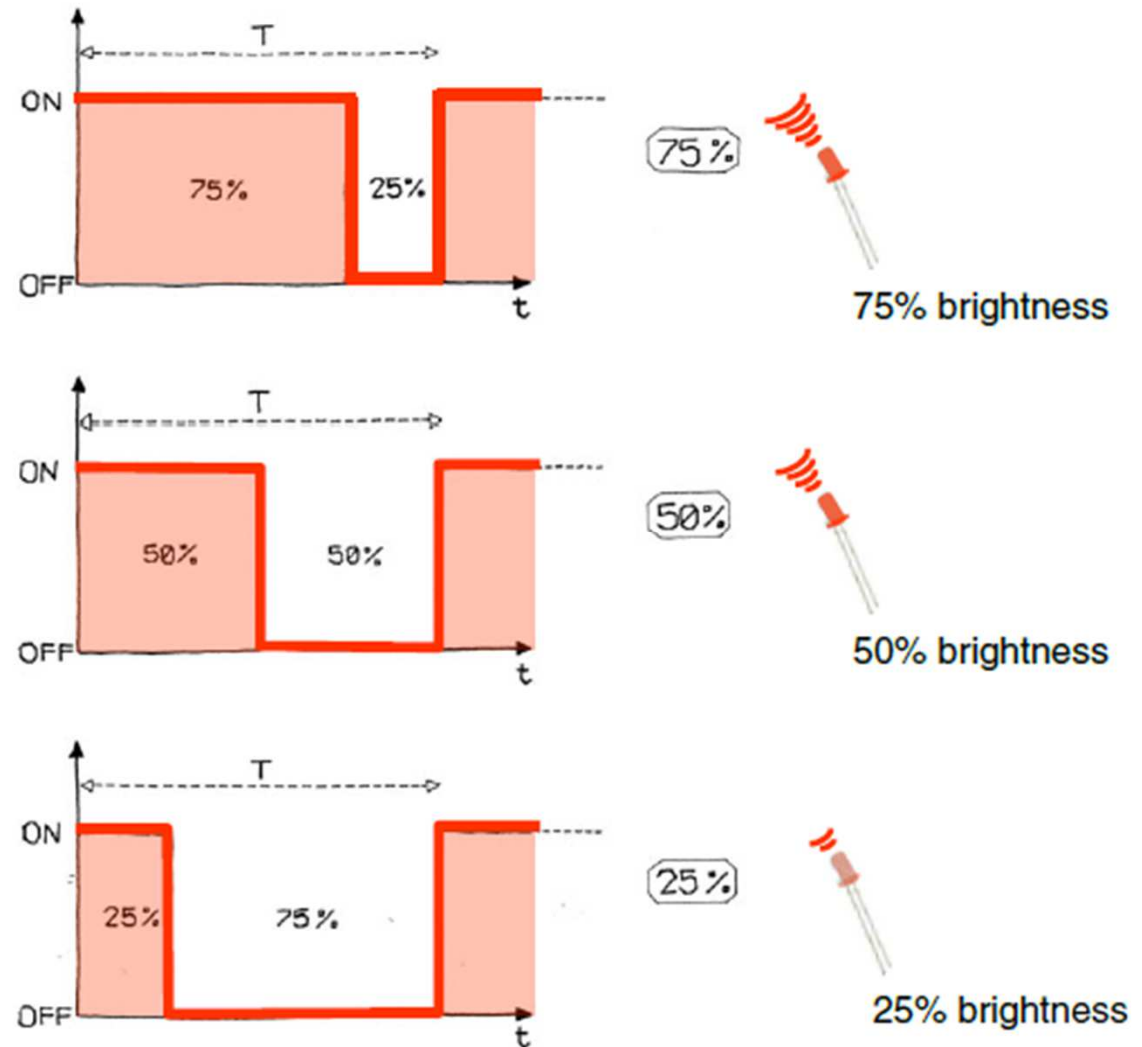
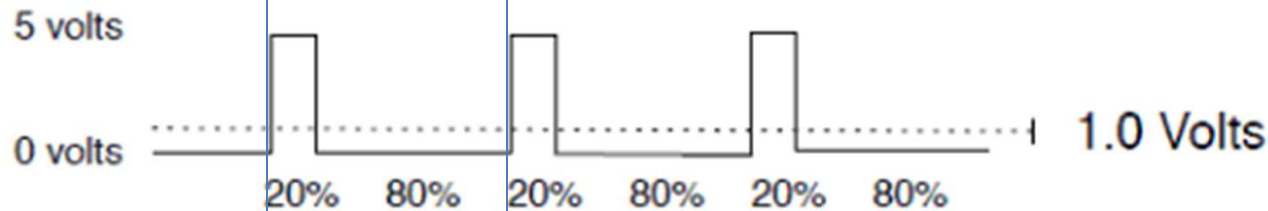
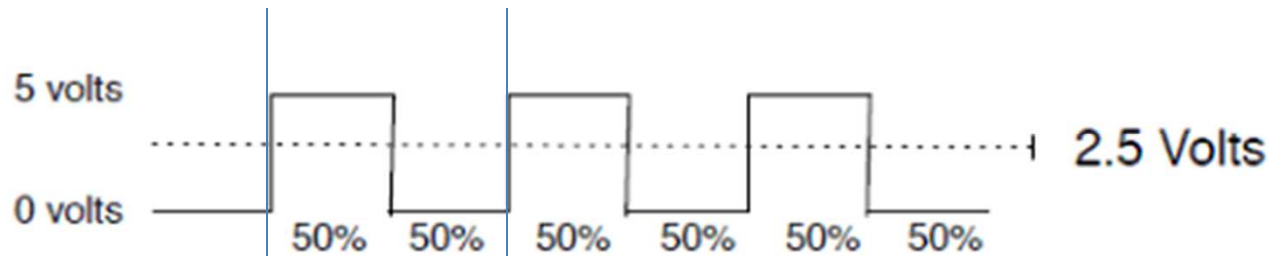
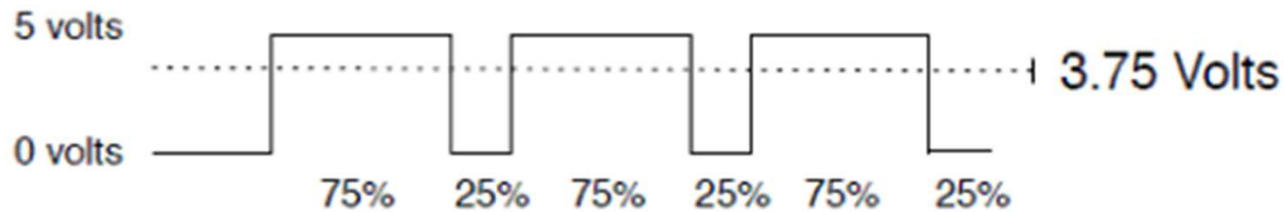


Image from *Theory and Practice of Tangible User Interfaces* at UC Berkley

PWM Duty Cycle

$$\text{Izlazni napon} = (\text{on_vrijeme} / \text{vrijeme_periode}) * 5V$$

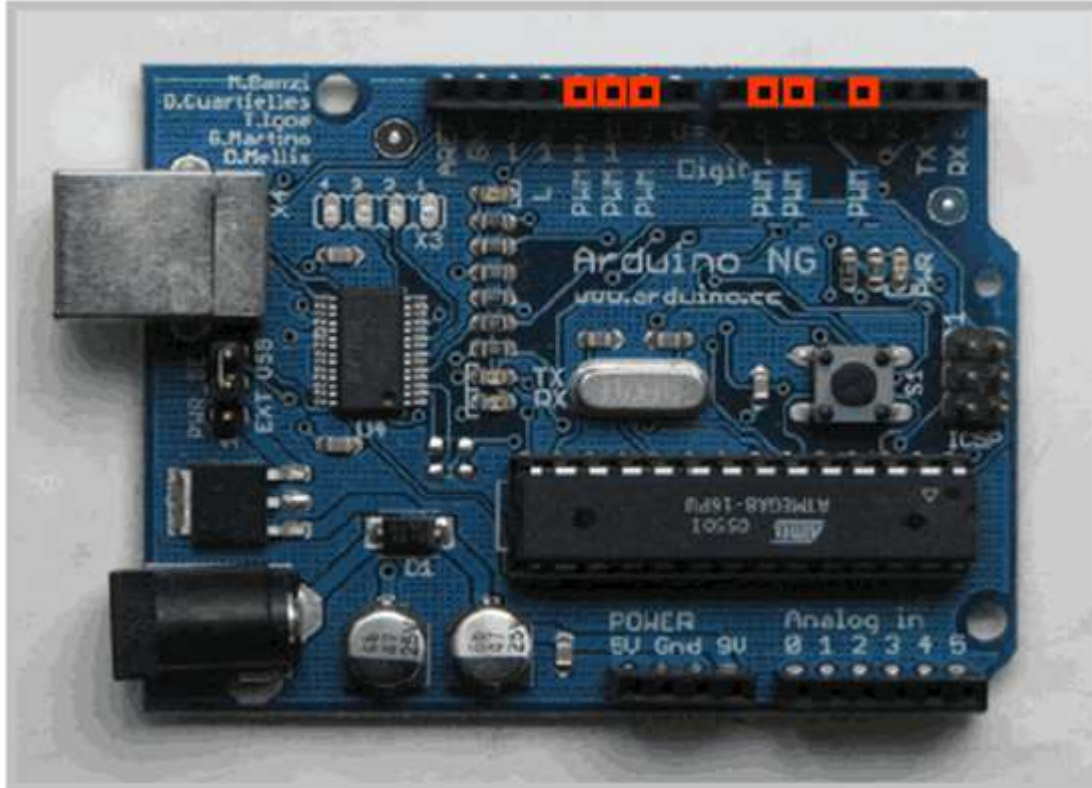


D: 0%

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:
između 0 i 255

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

- `analogWrite(11, 64)`
za 25% duty cycle

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

Serijska komunikacija

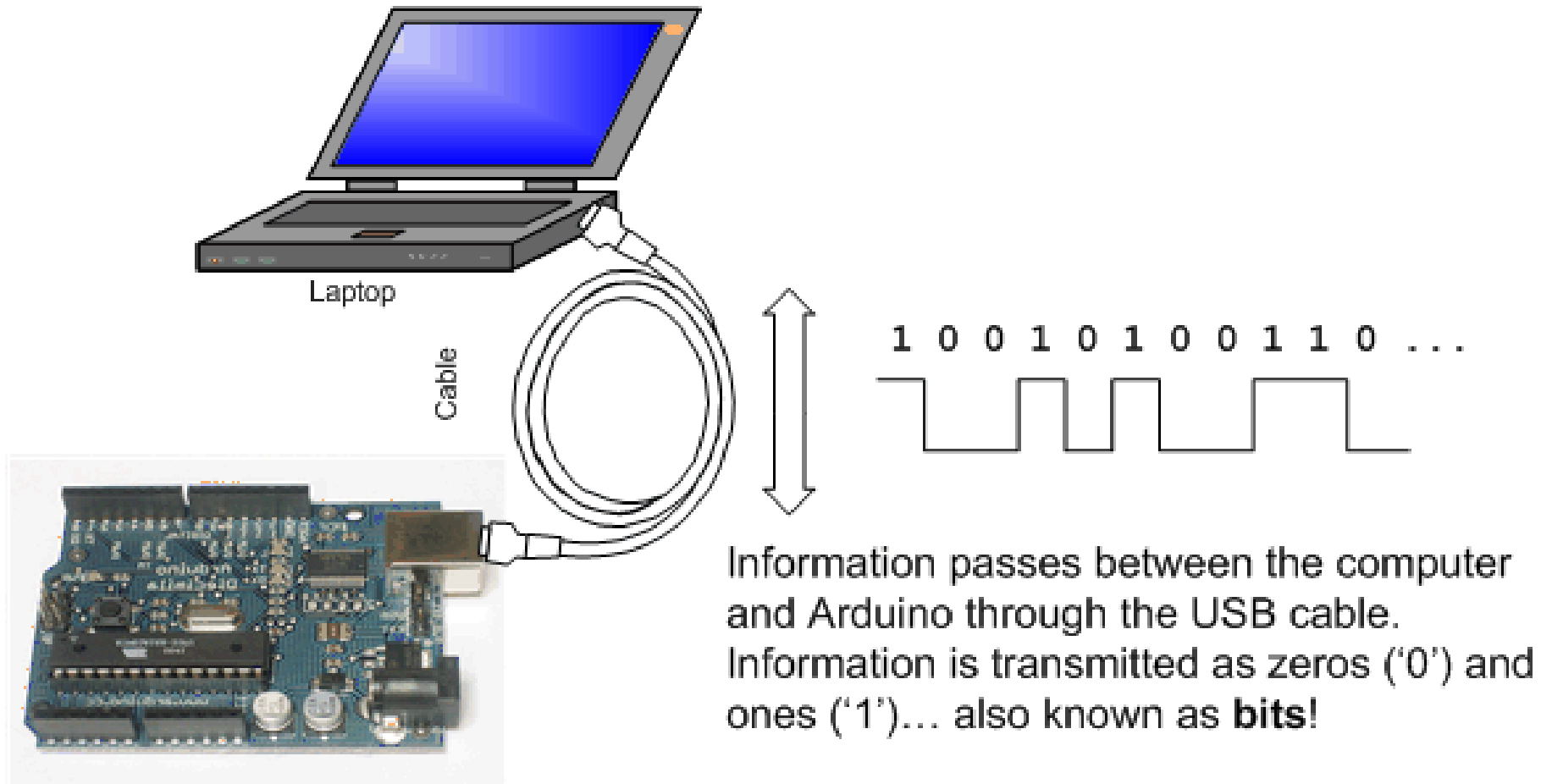
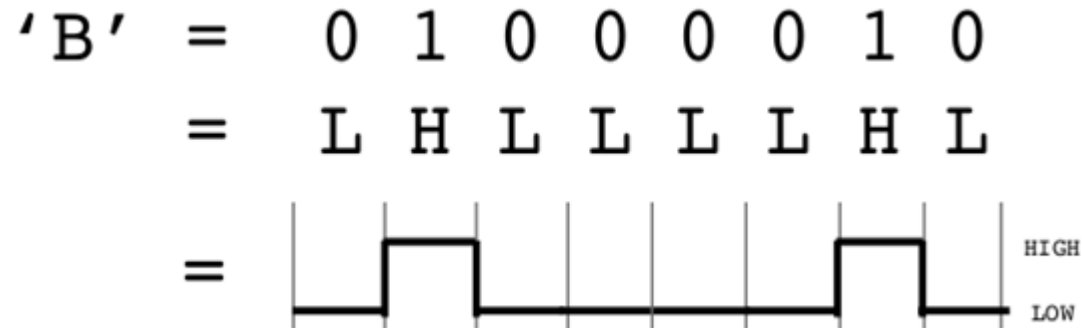


Image from <http://www.ladyada.net/learn/arduino/lesson4.html>

Serijska komunikacija

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

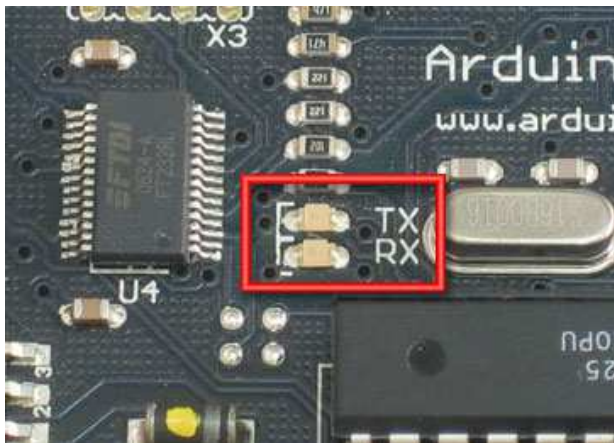
Primjer: ASCII karakter 'B' se šalje kao:



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 code 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.

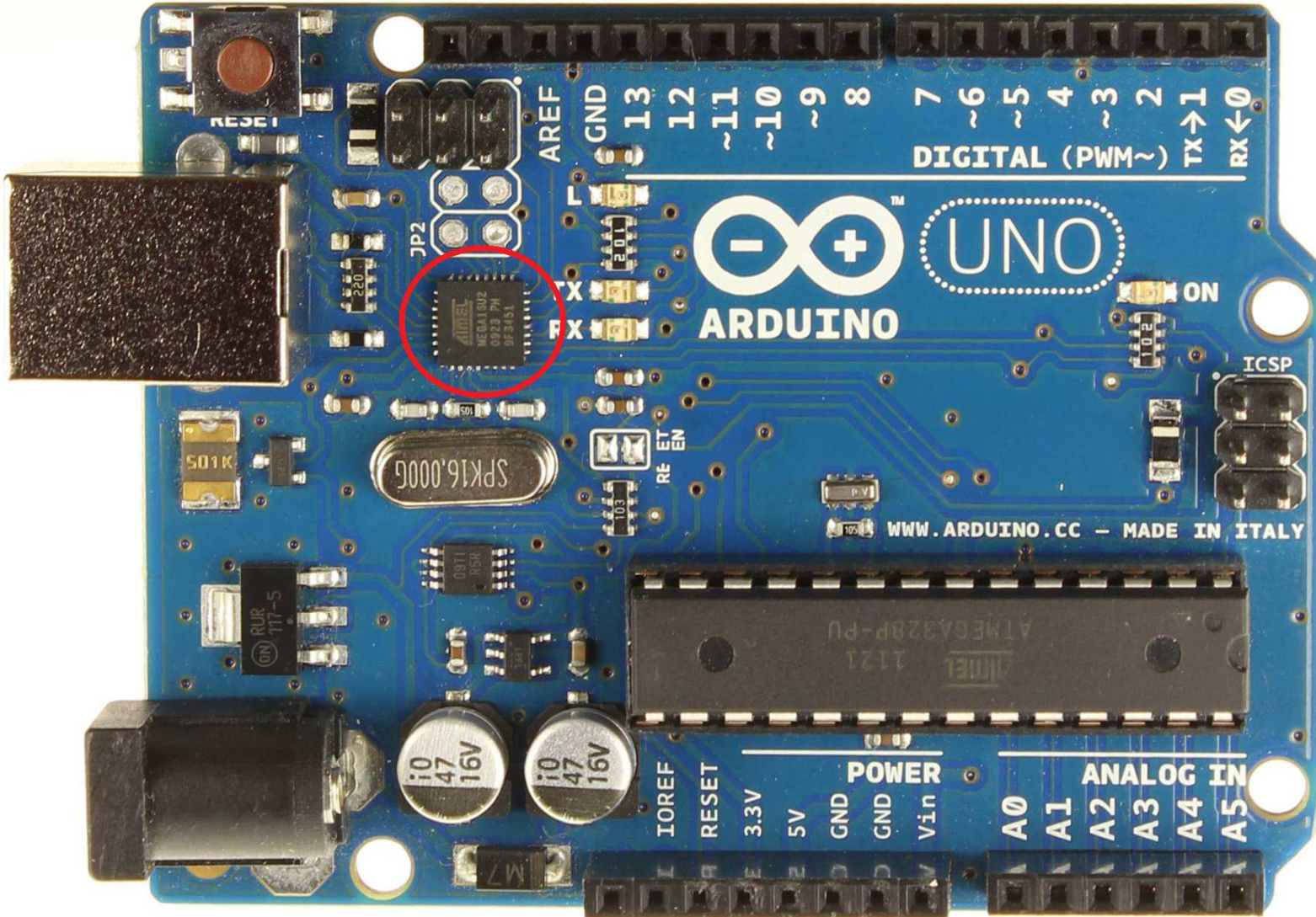
Done uploading
Binary sketch size: 2,912 bytes (of a 30,720 byte maximum)

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):

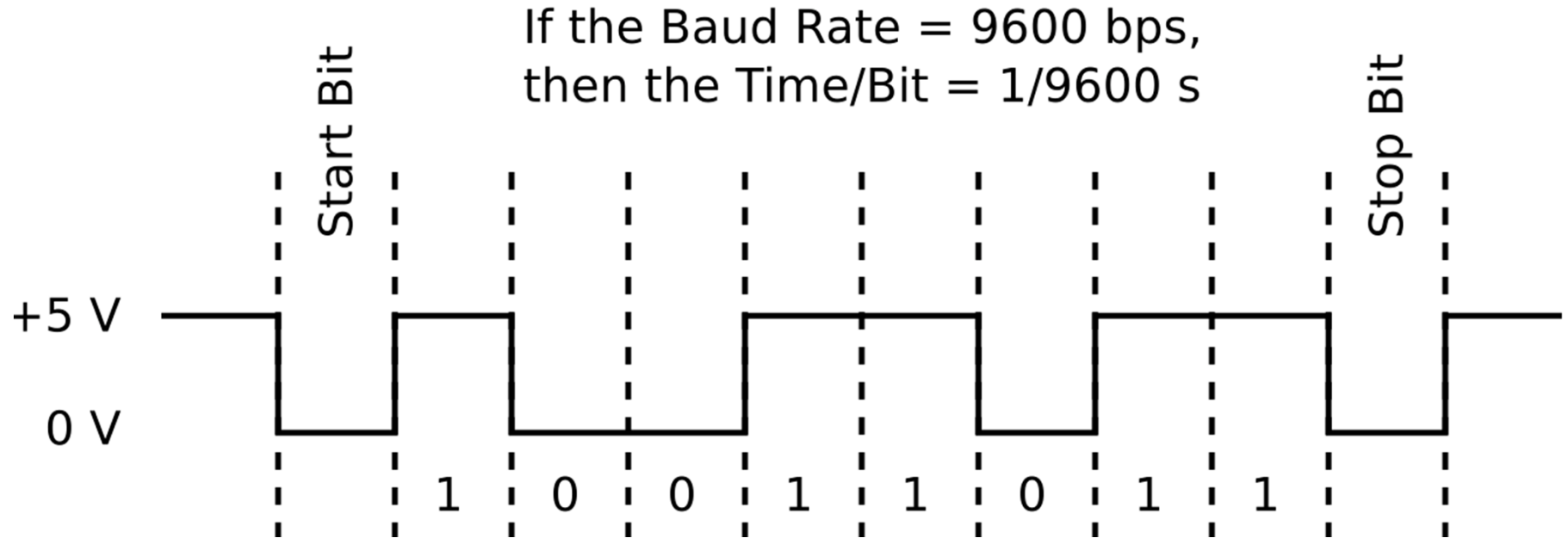


Image from <http://www.fiz-ix.com/2013/02/introduction-to-arduino-serial-communication/>

USB protokol

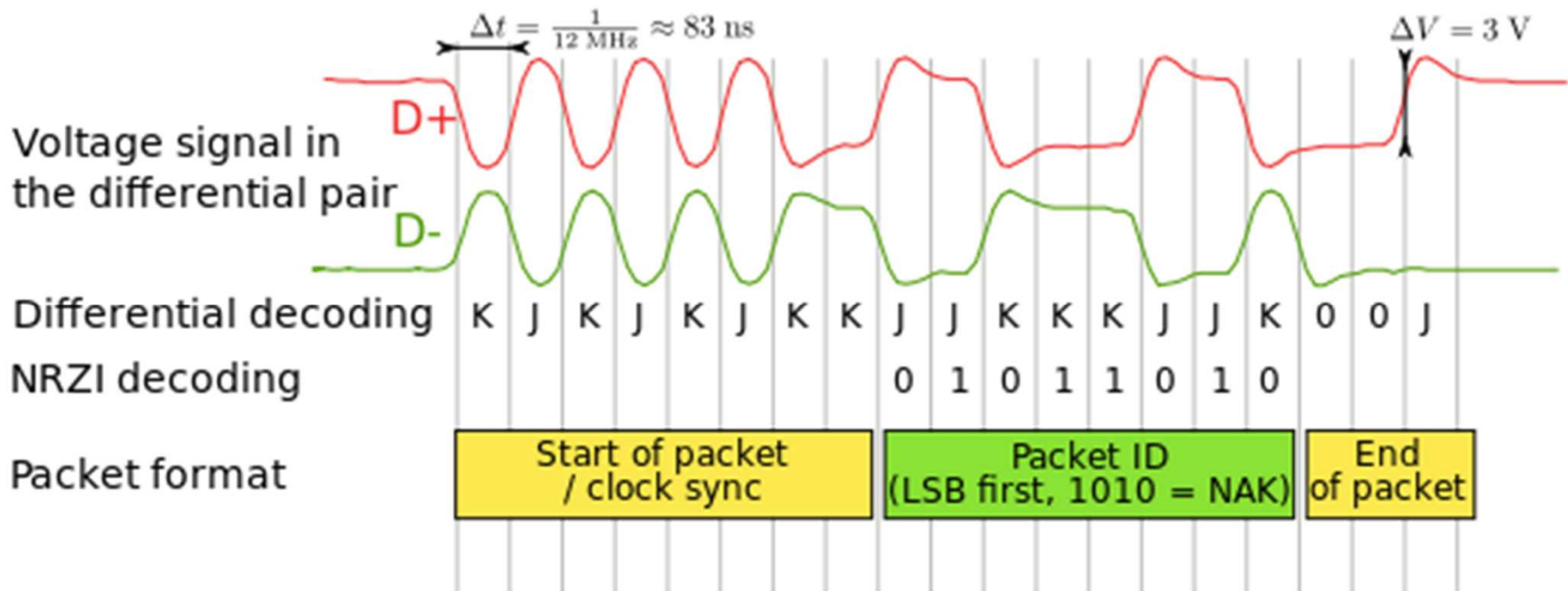
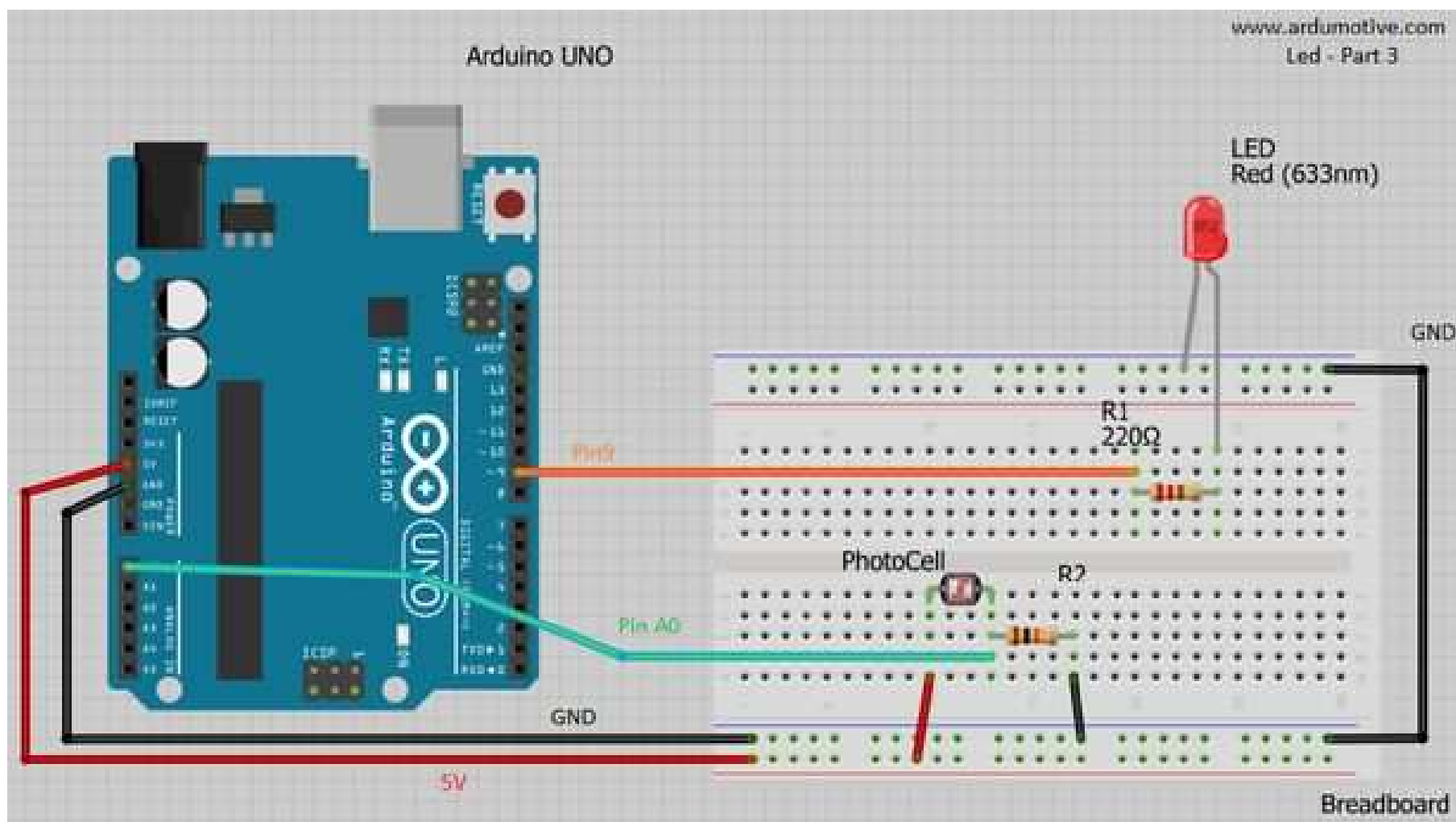


Image from <http://en.wikipedia.org/wiki/USB>

- Puno komplikovaniji

1. Sastaviti kolo i napisati skeč koji uključuje LED kada postane mračno.
Napomena: povezati fotootpornik u naponski djelilac (2 bod).

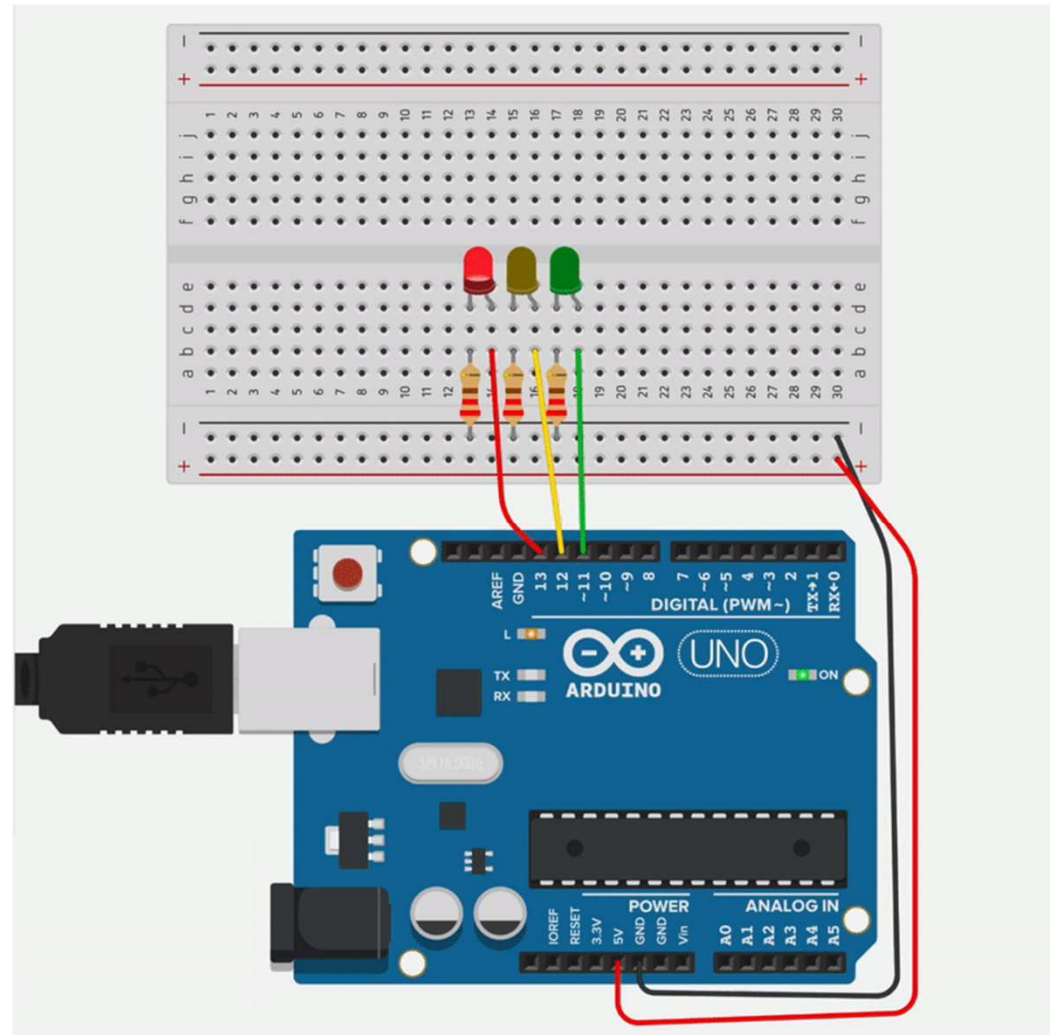


3. Upotrijebiti PWM za kontrolu inteziteta sjaja LED kao na slici:

- povezati tri LED na neki od PWM pinova (3, 5, 6, 9, 10 ili 11)
- ne zaboraviti upotrijebiti otpornik $220\ \Omega$ za ograničenje struje kroz diodu.

Osvjetljaj dioda podešavati slanjem podataka sa serijskog monitora. Obezbijediti da se diode mogu pojedinačno podešavati.

(5-4-3 bod)



3. Napisati program koji mjeri temperaturu i vlažnost vazduha pomoću DHT11 senzora. Informaciju o temperaturi i vlazi ispisati na četvorocifarskom sedmosegmentnom displeju i serijskom monitoru. Ispisom na na četvorocifarskom sedmosegmentnom displeju upravljati pomoću tastera. Kada taster nije pritisnut treba prikazati vrijednost temperature 3 sekunde u celzijusima, i 3 u farenhajtima, naizmjenično. Kada je taster pritisnut prikazati vrijednost vlažnosti vazduha. Na seriskom monitoru uvijek prikazati sve tri vrijednosti i to samo kada se pošalje zahtjev. **(7-5-4 boda).**

