Arduino – programovanie a analógové senzory

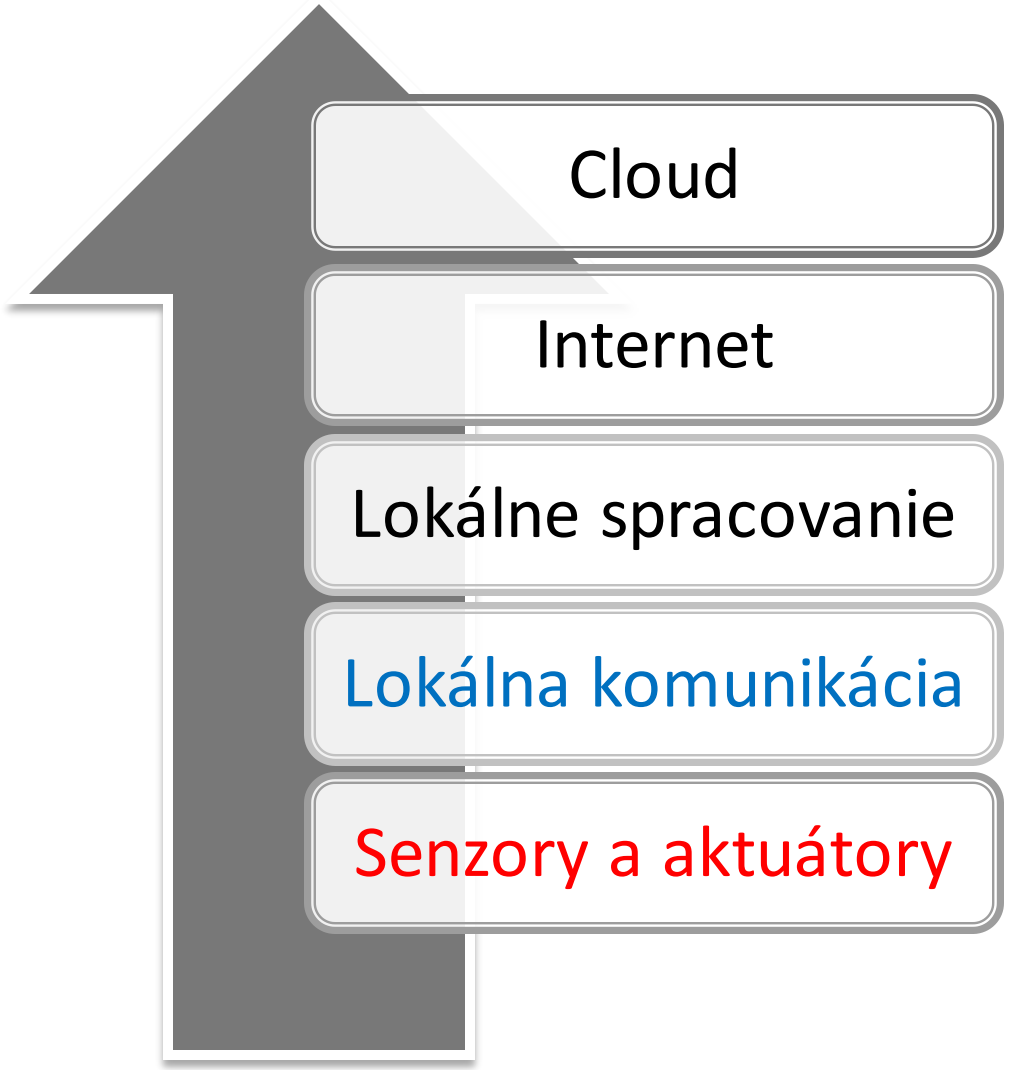
Základy internetu vecí

ÚINF PF UPJŠ

2. týždeň

EURÓPSKA ÚNIA
Európsky sociálny fond
Európsky fond regionálneho rozvoja
OPERAČNÝ PROGRAM
ĽUDSKÉ ZDROJE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVA, VEDY, VÝSKUMU A ŠPORTU SLOVENSKEJ REPUBLIKY

IoT - komponenty

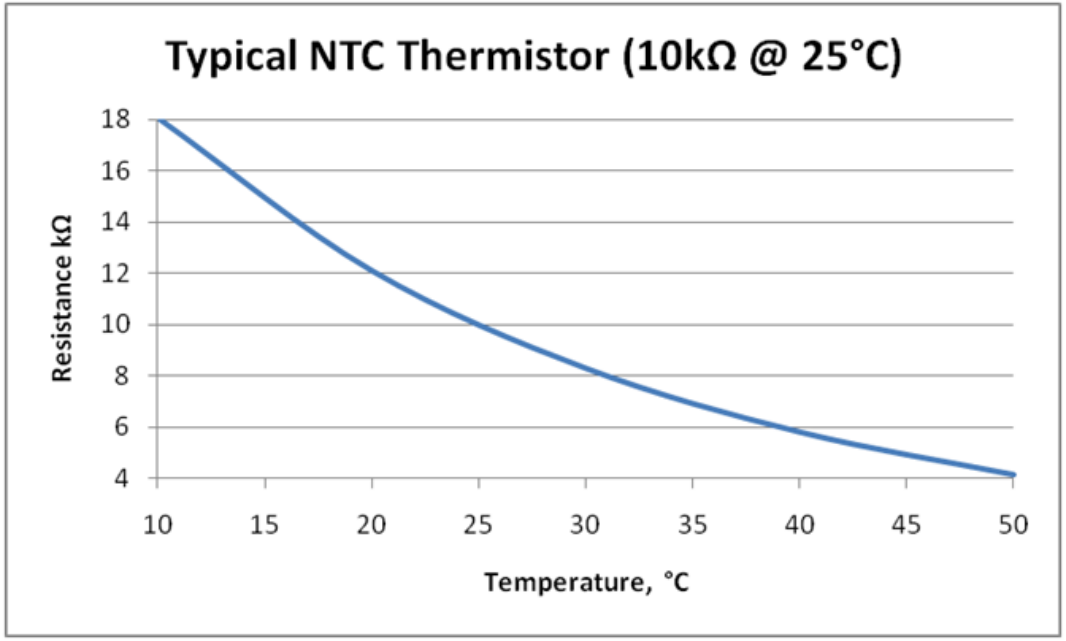


- Interakcia s (jednoduchými) senzormi a aktuátormi je zvyčajne realizovaná pomocou **mikrokontrolérov**, na ktorých beží **firmvér**
- Mikrokontrolér = programovateľné zariadenie v **jednom integrovanom obvode**
- Senzory/aktuátory:
  - analógové
  - digitálne

Analógové senzory

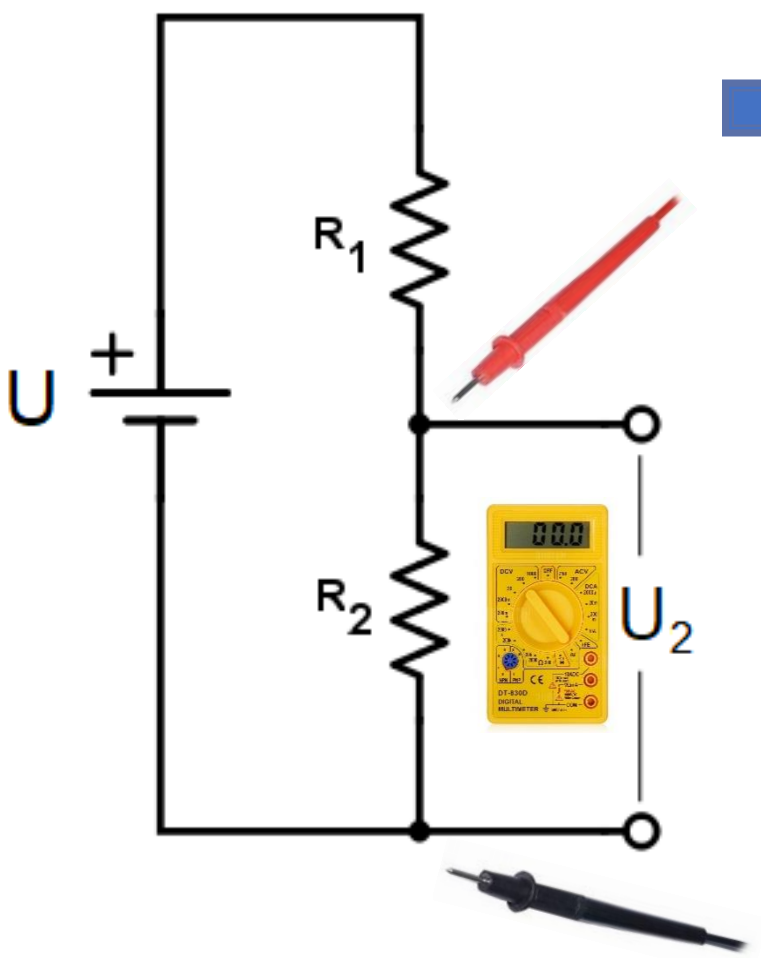
- **transformujú** fyzikálnu veličinu na **inú** elektricky **merateľnú** veličinu (napr. odpor alebo napätie)

- **Termistor**
  - teplotu „transformuje“ na odpor
  - s vyššou teplotou klesá odpor

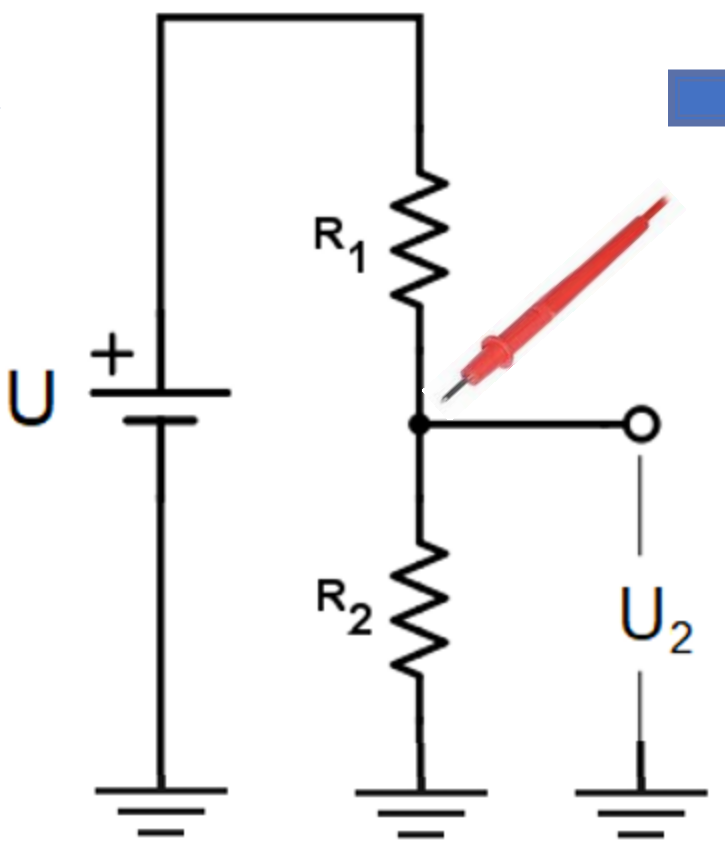


Delič napätia (voltage divider)

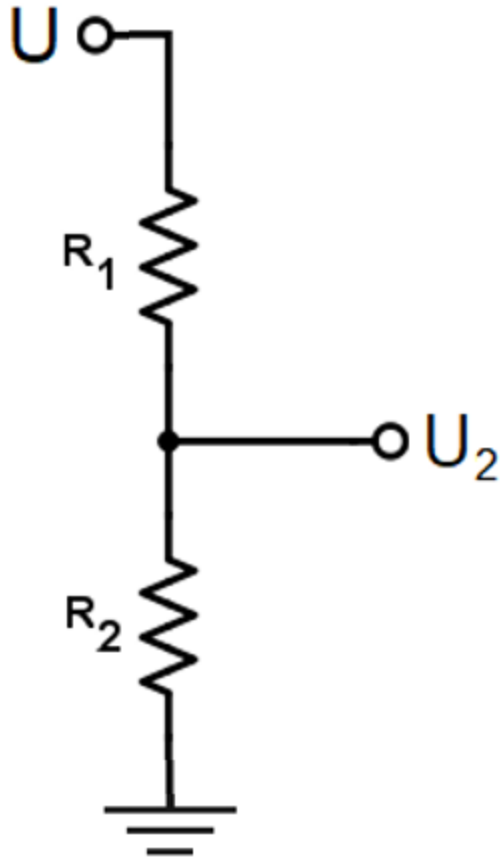
$$R_2 = R_1 \frac{U_2}{U - U_2}$$



COMmon terminal



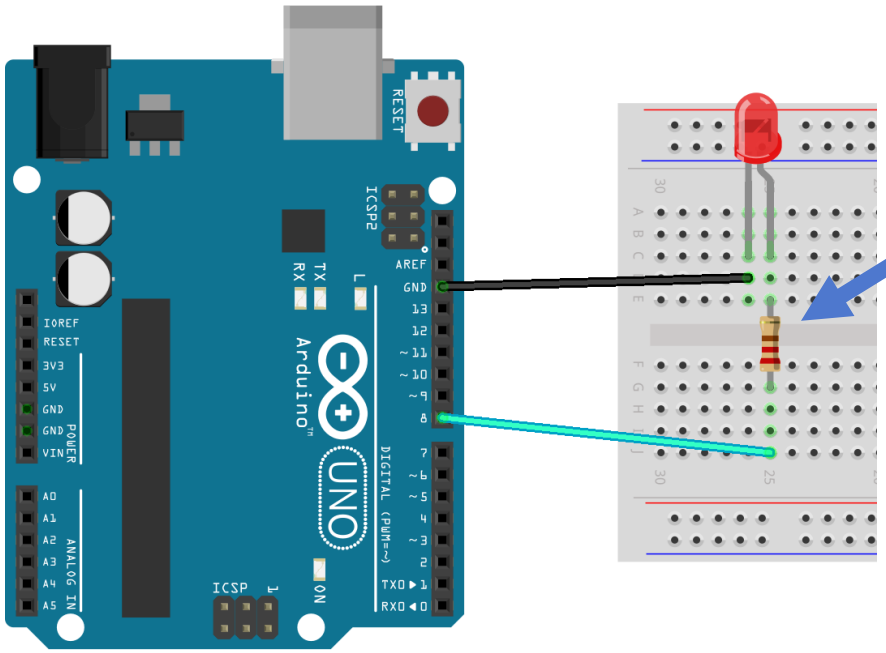
Spoločná zem (**GND**)

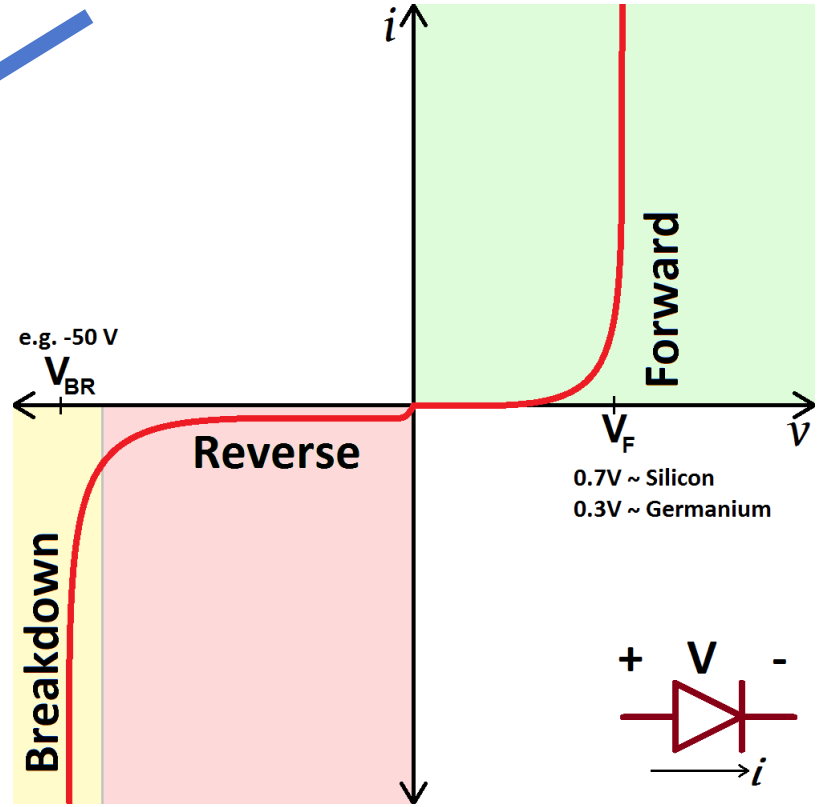


Napätia vzhľadom na spoločnú zem

LED = light-emitting diode

Prečo je treba rezistor?

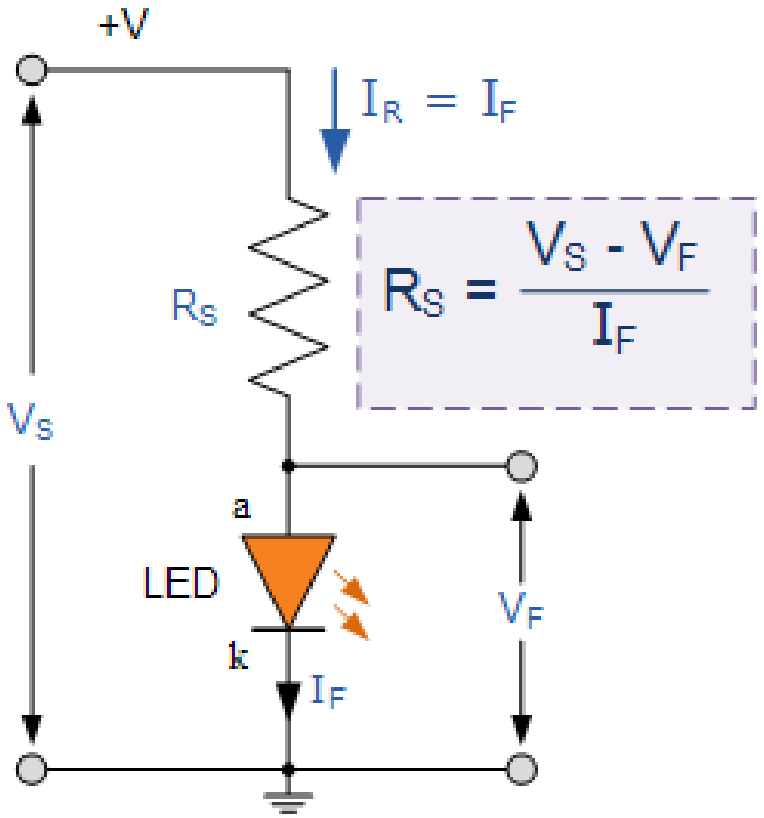


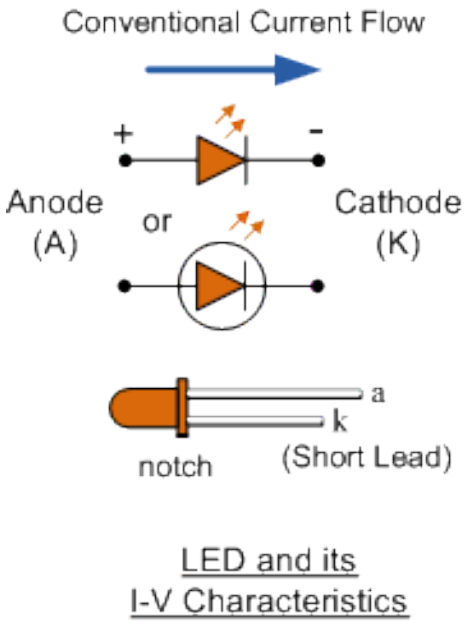


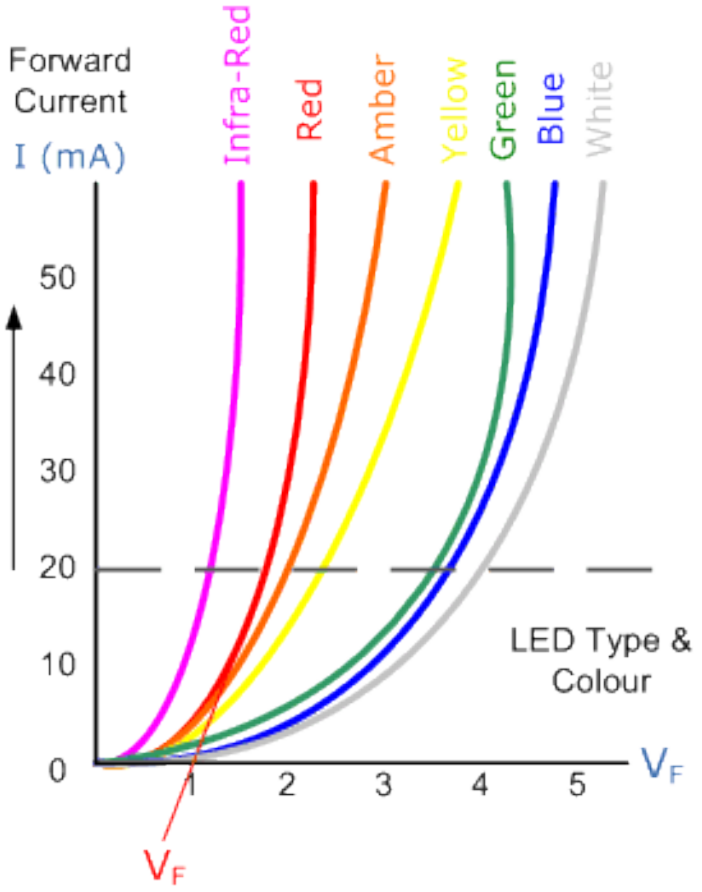
Dióda - vedie prúd len jedným smerom

LED = light-emitting diode

Prečo je treba rezistor?

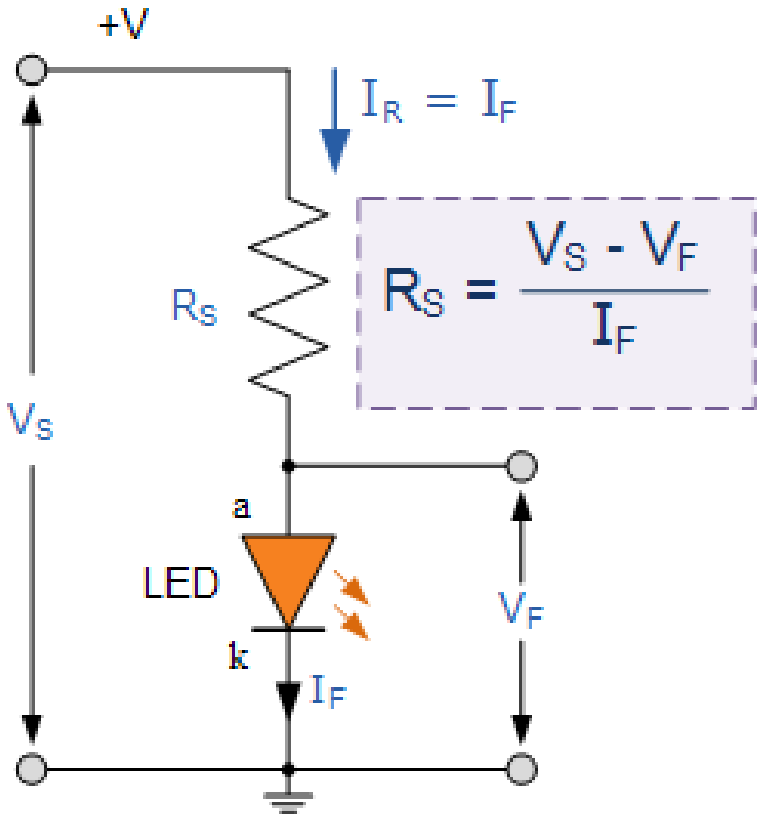






LED = light-emitting diode

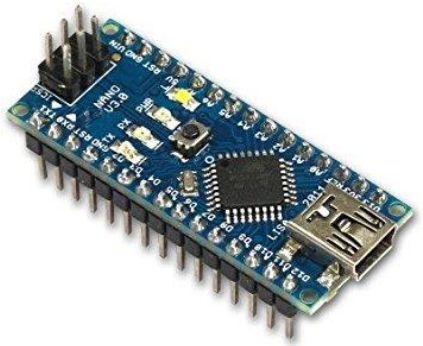
Prečo je treba rezistor?

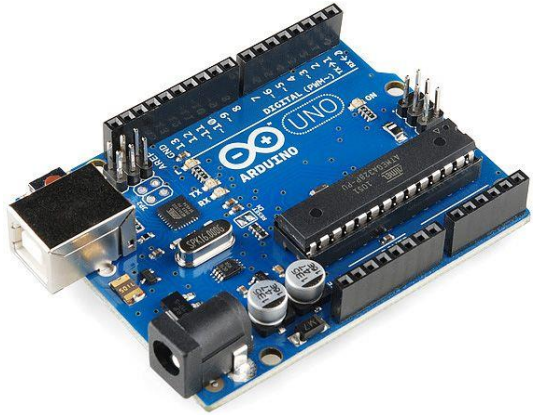


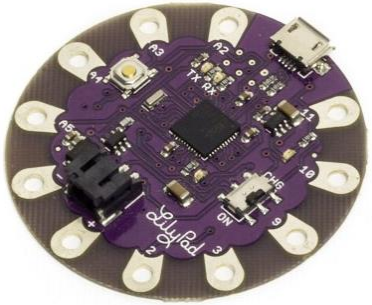
Farba	**Úbytok napätia (V_f)**
Infračervená	1,6 V
Červená	1,8 V až 2,1 V
Oranžová	2,2 V
Žltá	2,4 V
Zelená	2,6 V
Modrá	3,0 V až 3,5 V
Biela	3,0 V až 3,5 V
Ultrafialová	3,5 V

Arduino

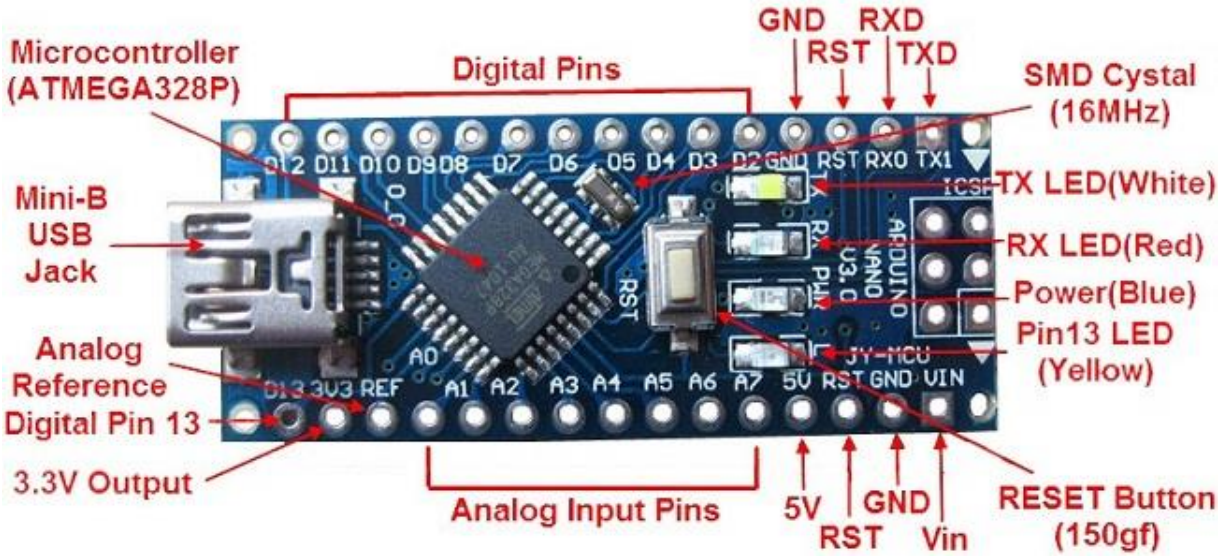
- Open-source **hardvér** a **softvér**
- Open-souce → klony
- **Arduino IDE**
- Prvé verzie založené
  na mikrokontroléroch ATMega
  od firmy ATMEL





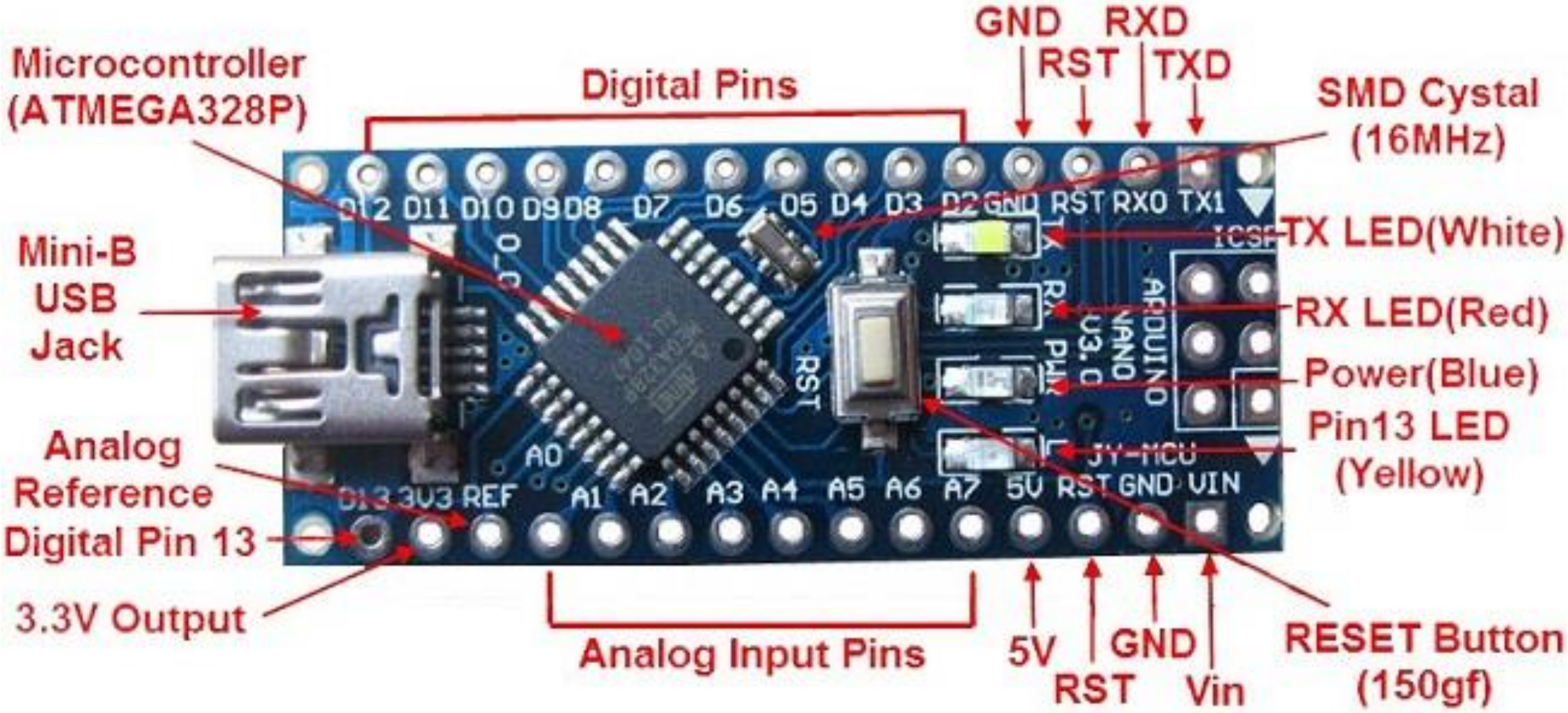


Arduino Nano



Microcontroller	ATmega328P
Architecture	AVR
Operating Voltage	5 V
Flash Memory	**32 KB** of which 2 KB used by bootloader
SRAM	**2 KB**
Clock Speed	**16 MHz**
Analog I/O Pins	8
EEPROM	1 KB
DC Current per I/O Pins	40 mA (I/O Pins)
Input Voltage	7-12 V
Digital I/O Pins	22
PWM Output	6
Power Consumption	19 mA

Arduino Nano



Piny

- GPIO – General-purpose input/output
- GND – (spoločná) zem, **referenčný potenciál v obvode** (-)
- VCC – operačné napätie MCU (5V niekedy 3.3V)

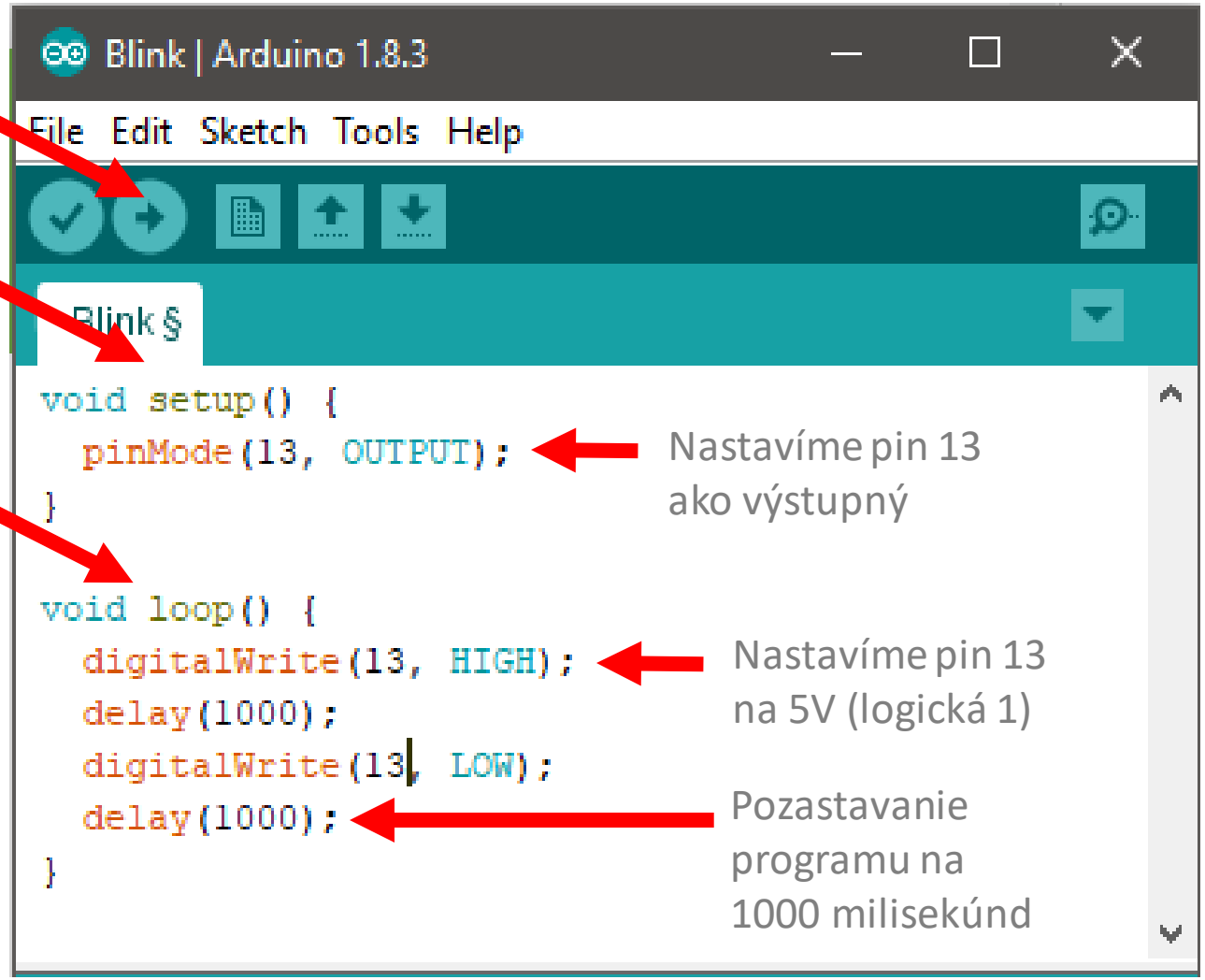
- GPIO piny môžu byť v 2 režimoch:
  - **OUTPUT** – funguje ako
    - katóda^{+} 5 V batérie (VCC) alebo
    - anóda^{-} 0 V batérie (GND)
  - **INPUT** – funguje ako merací vstup voltmetra, ktorého druhý merací kábel je pripojený na GND

Blink

Upload programu

Inicializačný blok

Slučka



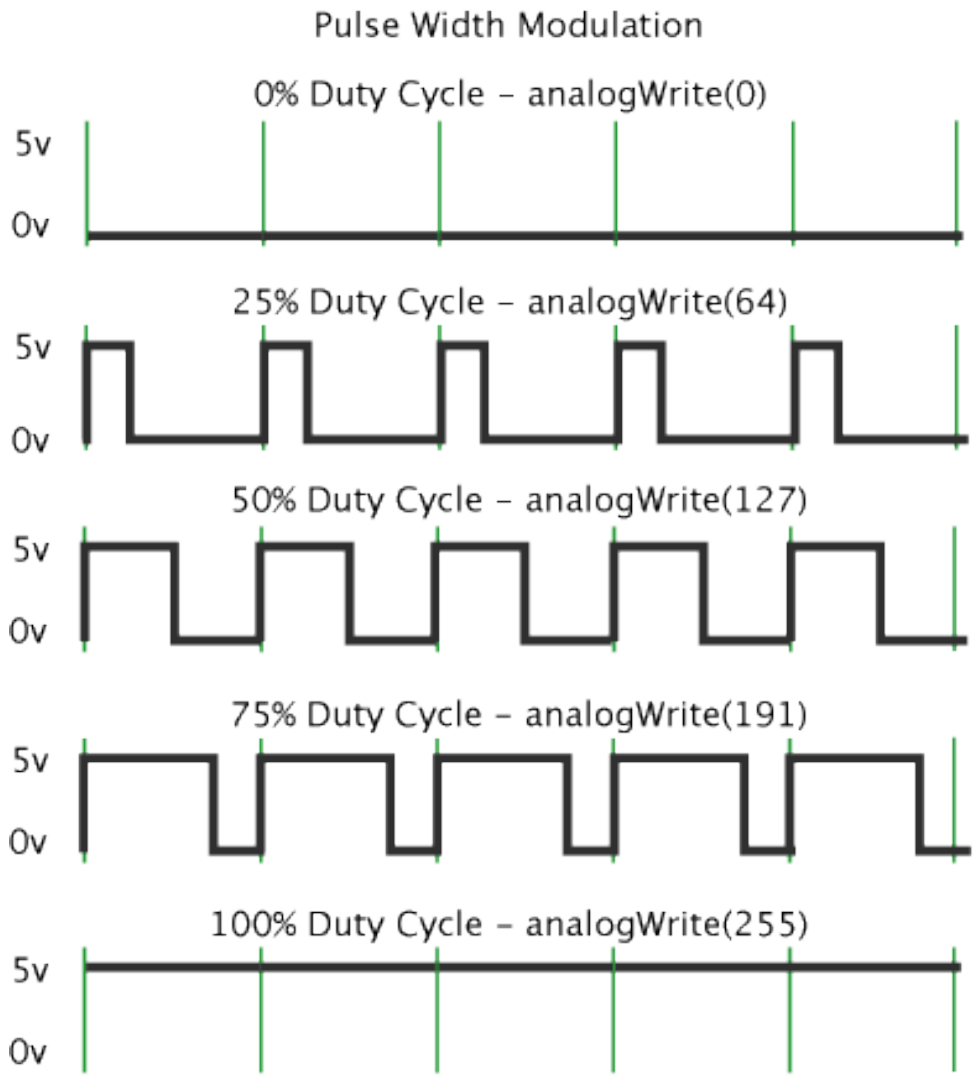
„osekané“ C++

```
int main() {
    setup();
    while(true) {
        loop();
    }
}
```

PWM – Pulse Width Modulation

- Na OUTPUT pine môže byť len 0V (GND) alebo 5V (VCC)
- Niektoré piny dokážu **PWM** – emulovanie hodnoty napätia
- `analogWrite(pin, h)`
  - 0 <= h < 256

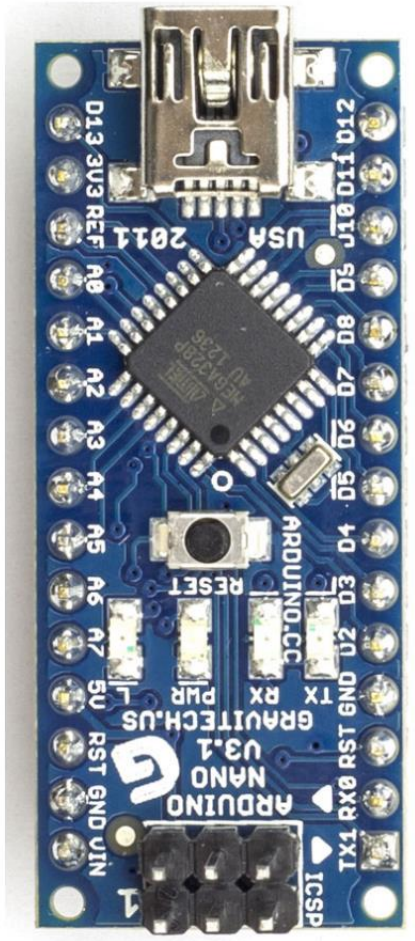
- Default: 500 alebo 1000 Hz (podľa pinu)
  - dá sa nízkoúrovňovo meniť



Piny v režime INPUT

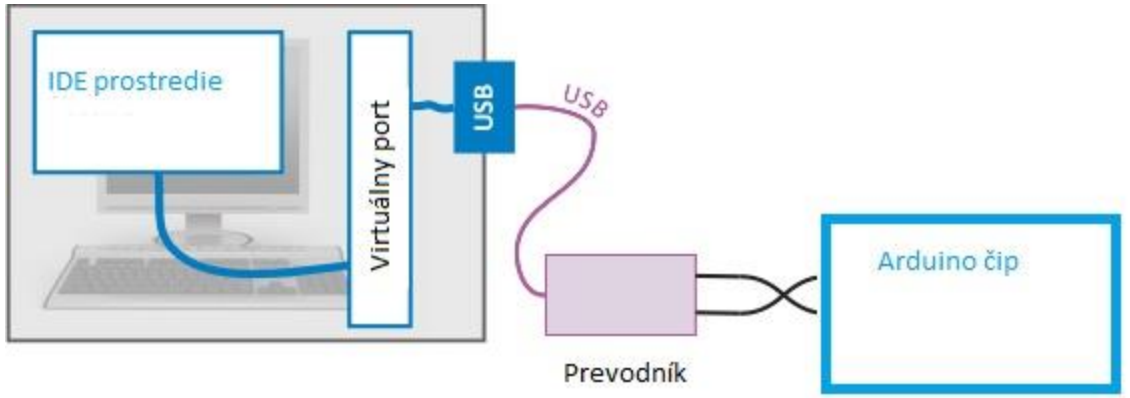
- **INPUT** – funguje ako merací vstup voltmetra, ktorého druhý merací kábel je pripojený na GND
  - `pinMode(pin, INPUT)`

- Digitálne piny v režime INPUT:
  - `digitalRead(pin)` – vráti LOW alebo HIGH
  - LOW vs. HIGH – podľa VCC/2 (pod/nad 2.5V)



Seriová komunikácia

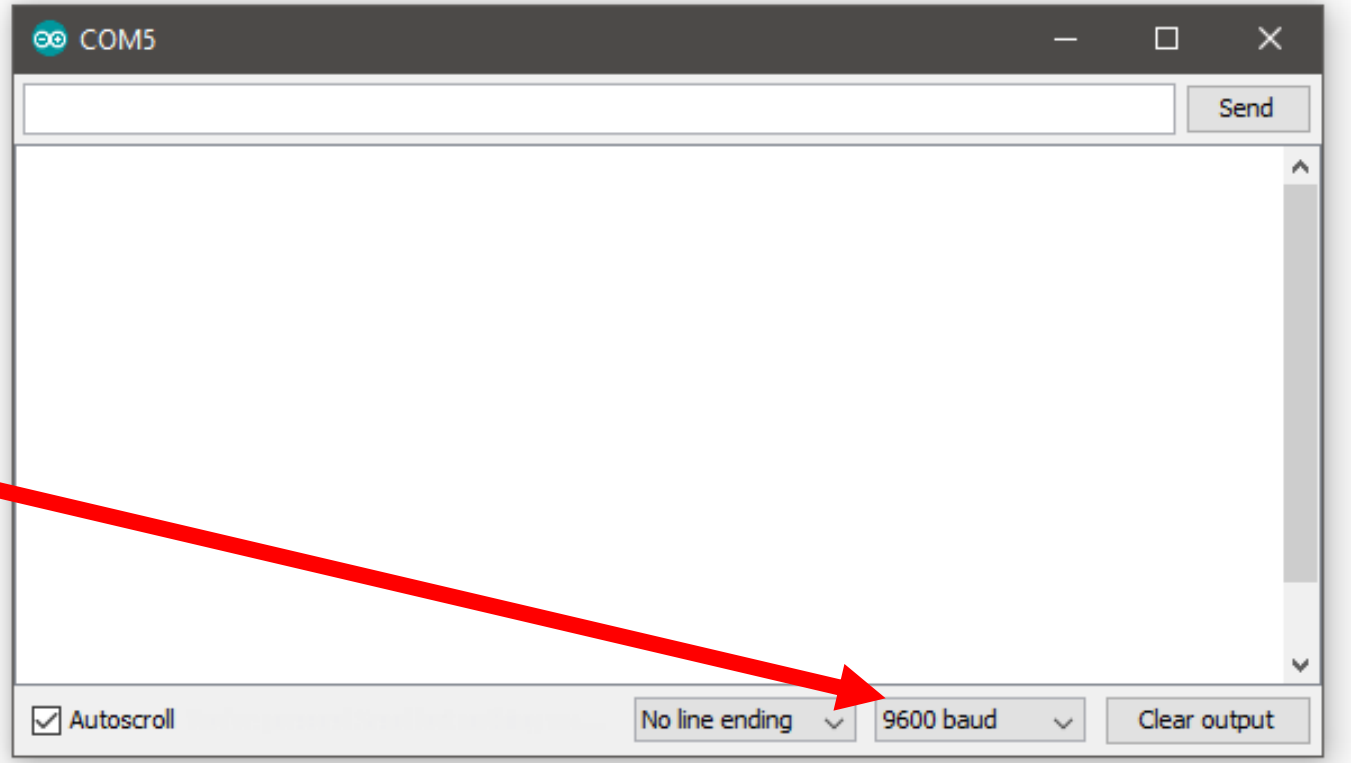
- Seriová komunikácia (UART)
- Piny 0 (RX) a 1 (TX)
  - nepracujte s nimi, ak neviete, čo robíte...
- 1 hardvérový seriový port (Arduino Mega má 4 porty)
- **Komunikačná rýchlosť** (baudrate) musí byť na oboch koncoch rovnaká
  - zvyčajne násobok 9600



Seriová komunikácia – inicializácia a výstup

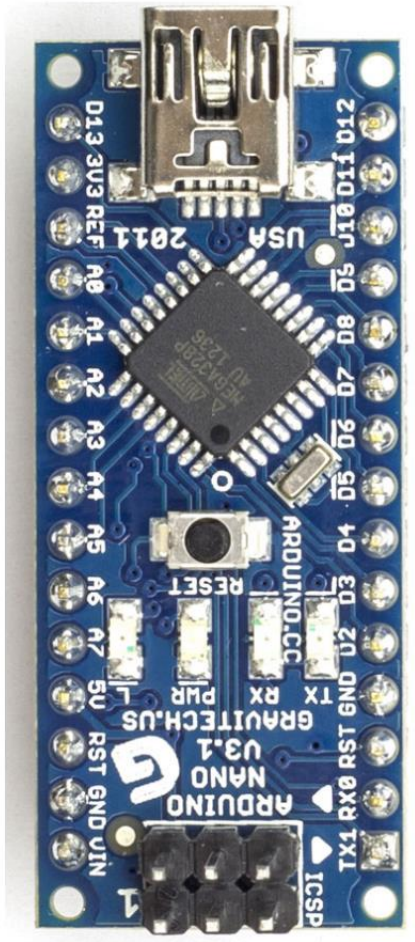
```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  int c = 100;
  Serial.println(c);
  Serial.println("Zaklady IoT");
}
```



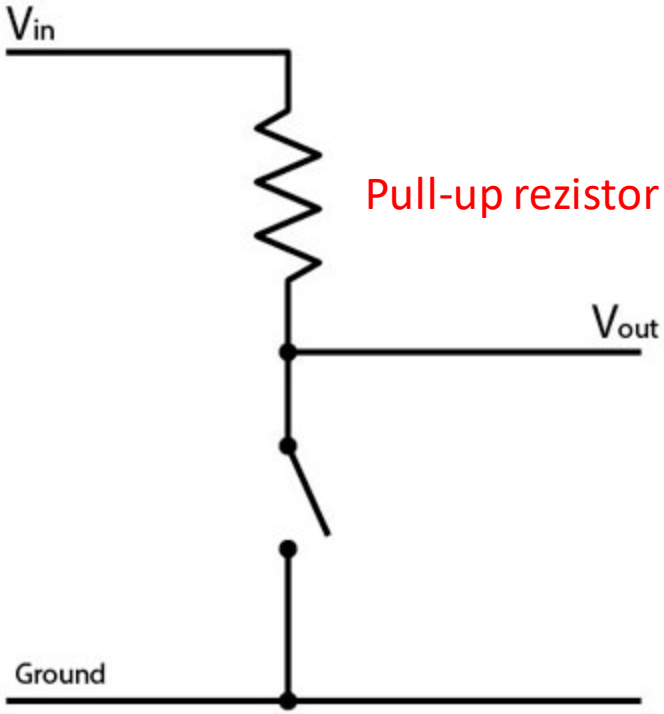
Piny v režime INPUT

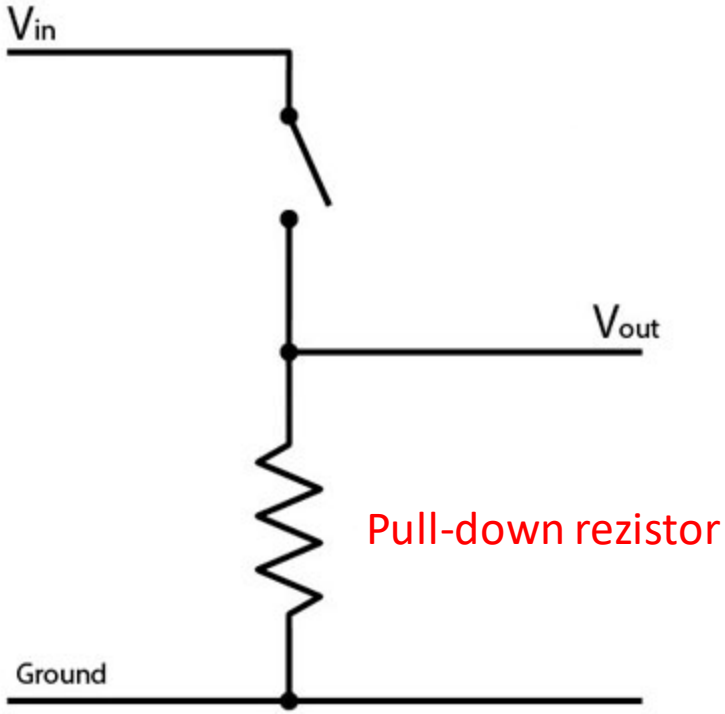
- **INPUT** – funguje ako merací vstup voltmetra, ktorého druhý kábel je pripojený na GND
  - `pinMode(pin, INPUT)`
- Analógové piny v režime INPUT:
  - `analogRead(pin)` – vráti `0-1023`
- ADC - Analog-to-digital converter
  - meră aktuálne napätie na pine (**sampling**)
  - **10bitová hodnota**, presnosť ~ **4.8** mV
  - len 1 ADC, piny sú **multiplexované**
  - **AREF** – analog reference
    - definuje maximum pre meraný rozsah (5V, 3.3V, …)



Pull-up/pull-down rezistory

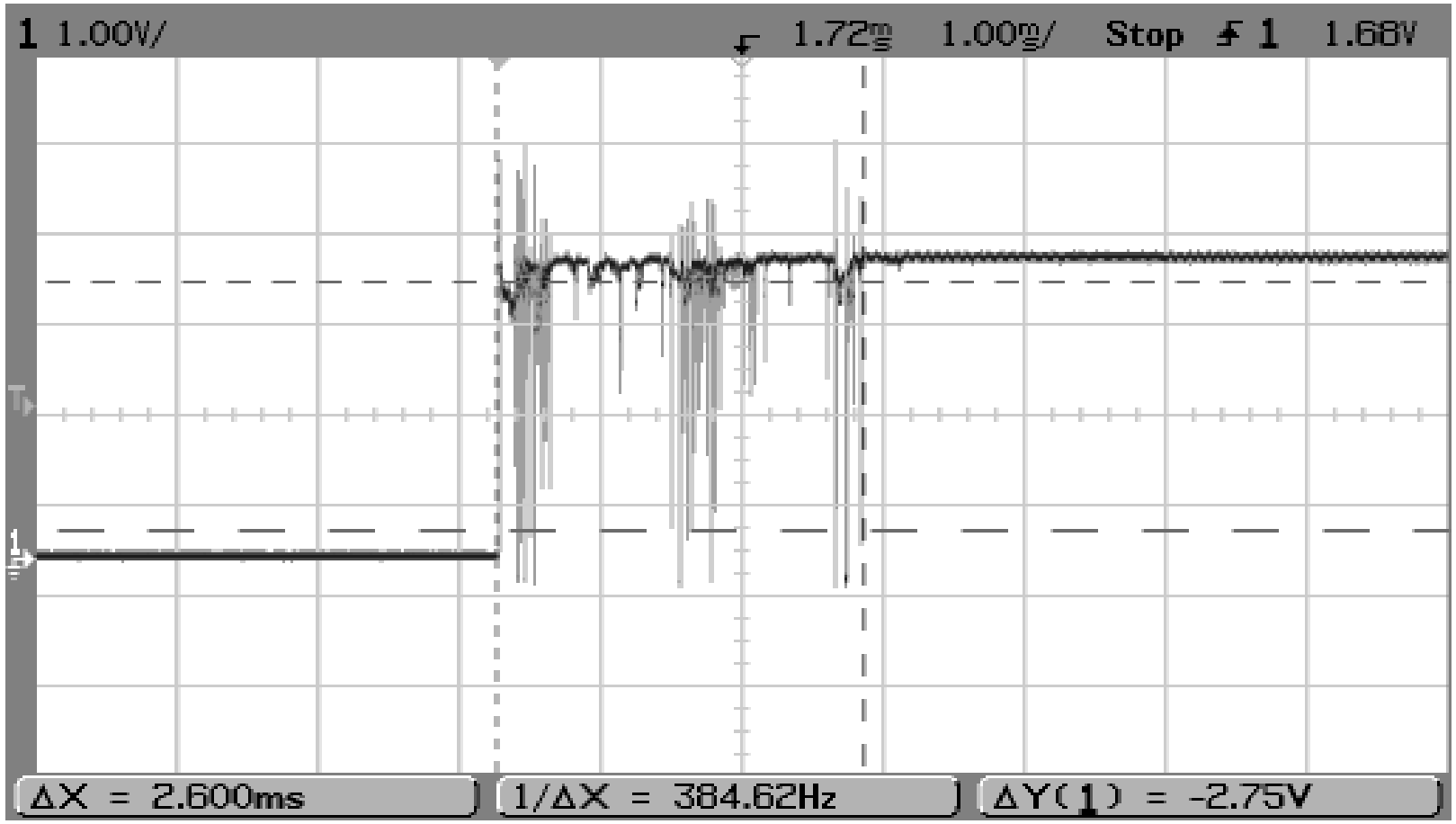
- Ak na vstupnom pine nie je napätie, je tzv. **floating** – meraná hodnota je určená na základe náboja „vo vzduchu“
- Pull-up rezistor na pine D3: `pinMode(3 ,INPUT_PULLUP);`





Zvyčajne 10k rezistor, aby sa minimalizoval prúd a tým aj spotreba elektrickej energie

Debouncing

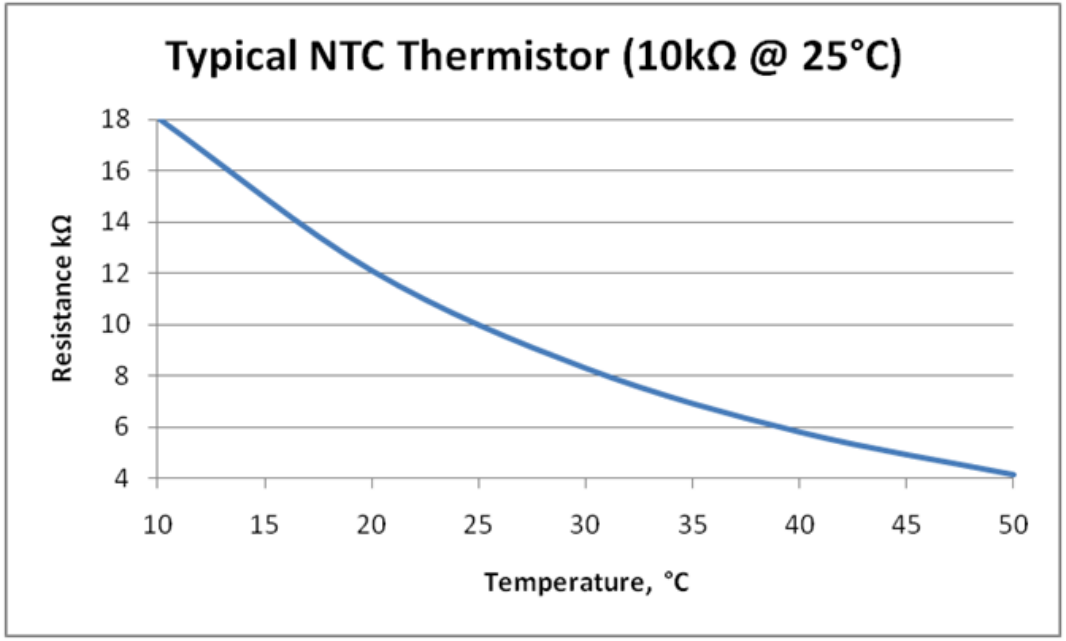


- V okamihu zmeny prepínača dochádza ku krátkym zmenám napätia.
- Riešenie:
  - **hardvérové**
  - **softvérové** – novú hodnotu akceptujem, ak sa nejaký stanovený čas nezmenila

Analógové senzory

- **transformujú** fyzikálnu veličinu na **inú** elektricky **merateľnú** veličinu (napr. odpor alebo napätie)

- **Termistor**
  - teplotu „transformuje“ na odpor
  - s vyššou teplotou klesá odpor



Termistor - fyzika

$$\frac{1}{T} = A + B\ln(R) + C(\ln(R))^3$$

Steinhart–Hartova rovnica

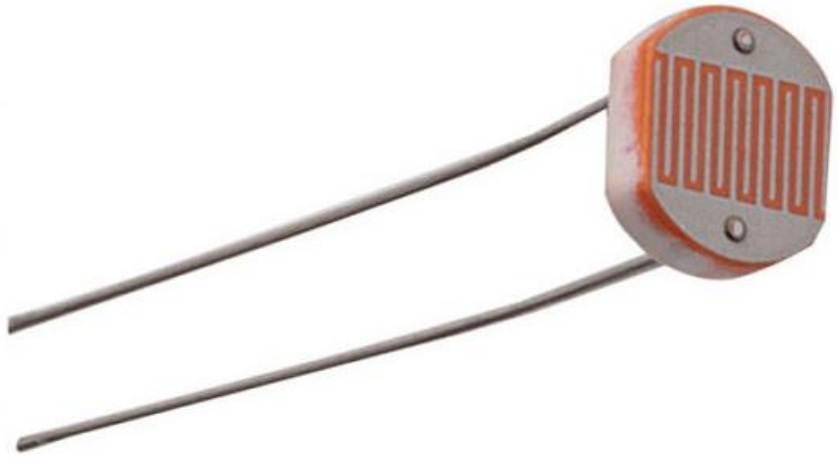
$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_0} + \frac{1}{B}\ln\left(\frac{R}{R_0}\right)$$

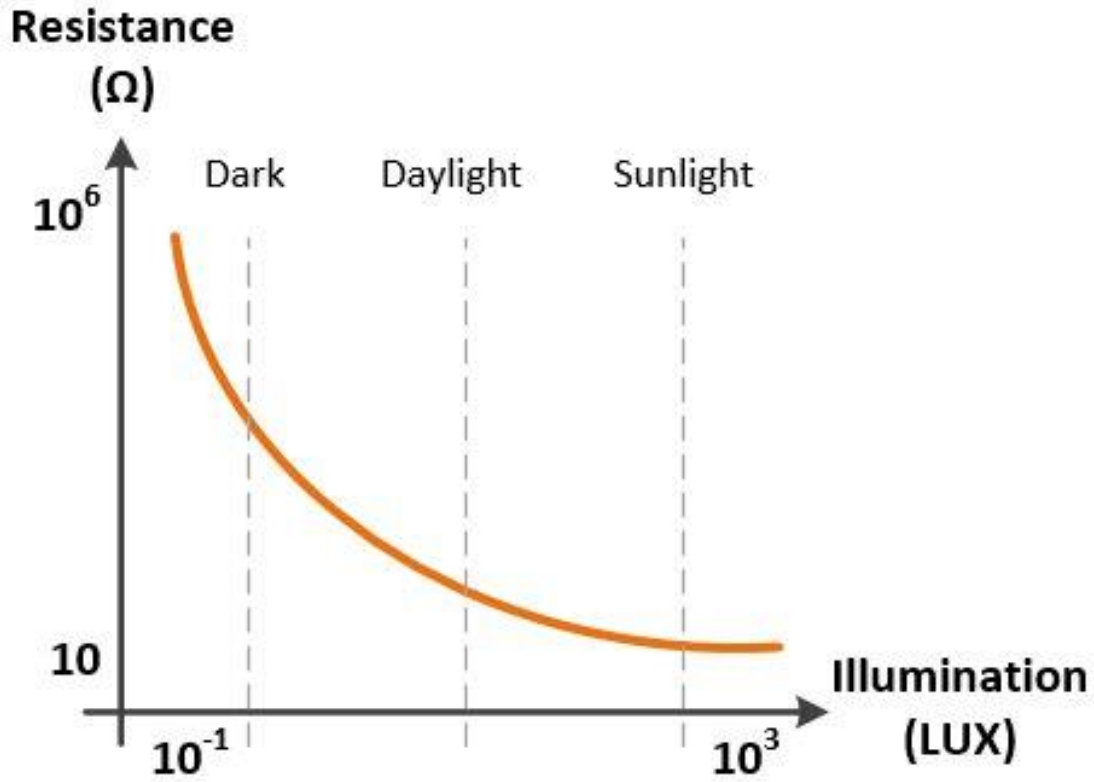
Zjednodušená verzia rovnice

- R – odpor rezistora
- R_0 – odpor rezistora pri izbovej teplote 25 °C = 298.15 K
- B – parameter termistora cca. 4000 (3970, 4050, …)
- T_0 – izbová teplota (v Kelvinoch)

Svetelný senzor (fotorezistor)

- Odpor fotorezistora klesá v závislosti od intenzity osvetlenia približne exponenciálne





DigitalWrite a DigitalRead

- nastavuje sa pinMode
- **DigitalWrite**
  - OUTPUT mode: zapisuje HIGH (Nano +5V) a LOW (0V) hodnoty
  - INPUT mode: zapína (HIGH) a vypína (LOW) pull-up rezistor
  - na všetkých pinoch okrem A6, A7 (Nano)
- **DigitalRead**
  - INPUT mode: meria hodnotu HIGH alebo LOW
  - na všetkých pinoch okrem A6, A7 (Nano)

AnalogWrite a AnalogRead

- **AnalogWrite**
  - PWM, min. 0 (vždy vypnuté), max. 255 (vždy zapnuté)
  - INPUT mode: zapína (HIGH) a vypína (LOW) pull-up rezistor
  - Nano: digitálne piny s PWM: 3, 9, 10, 11 (490Hz) a 5, 6 (980Hz)
- **AnalogRead**
  - Nano: hodnota z rozsahu 0 – 1023 (rozlíšenie 10 bitov)
  - Analógové piny A1 – A7

Ďakujem za pozornosť