

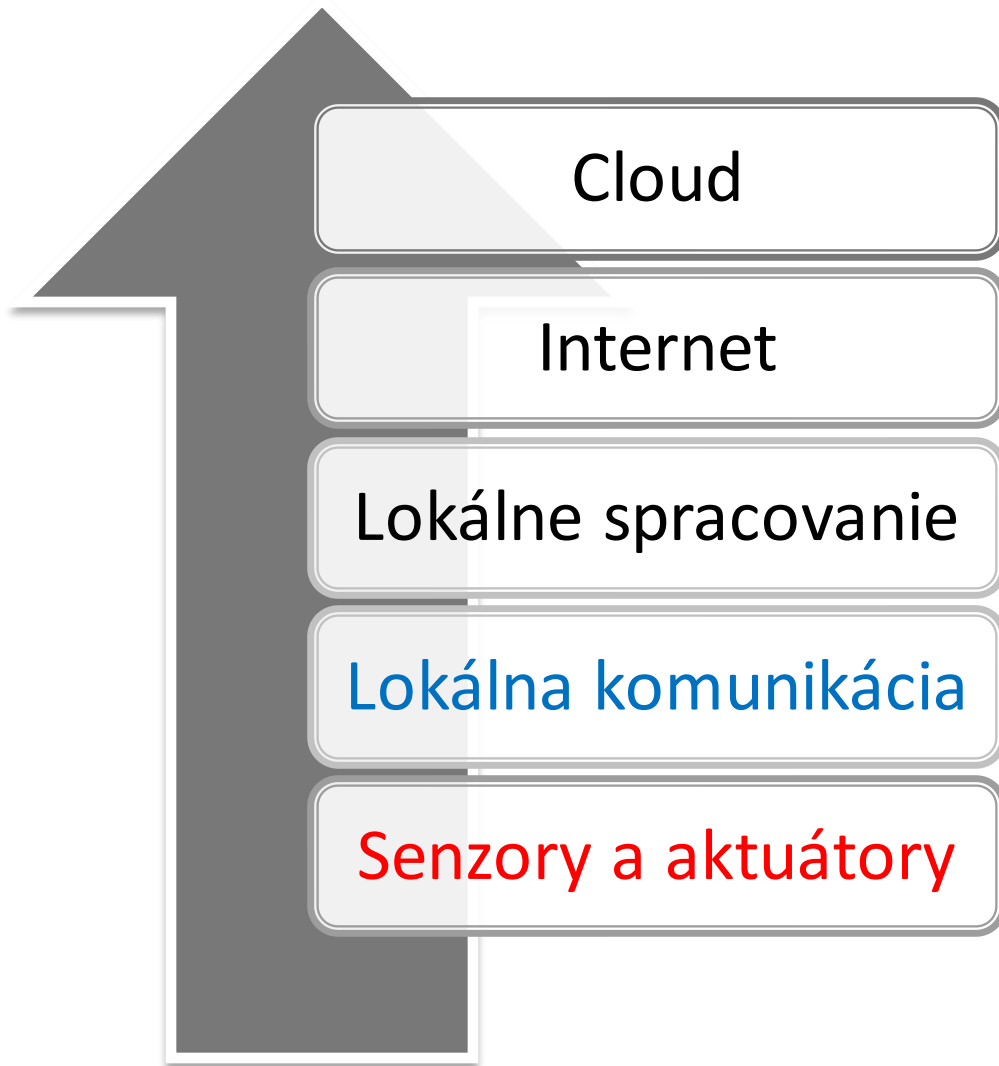
Arduino – programovanie

Základy internetu vecí

ÚINF PF UPJŠ

2. týždeň

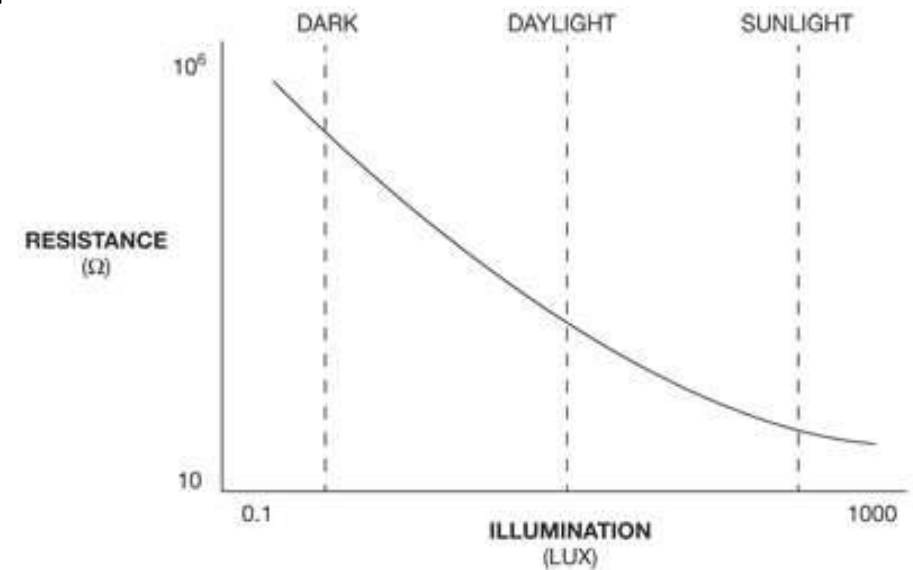
IoT - komponenty



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

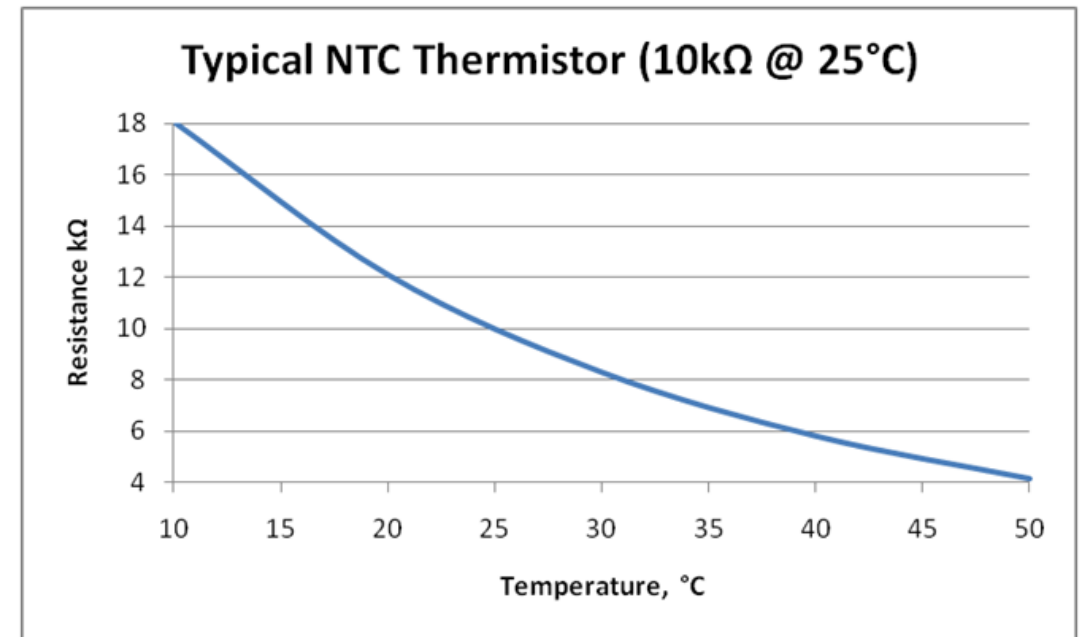
Analógové senzory

- **transformujú** fyzikálnu veličinu na **inú** elektricky **merateľnú** veličinu (napr. odpor alebo napätie)
- **Fotorezistor**
 - intenzitu svetla „transformuje“ na odpor
 - s vyššou intenzitou klesá odpor



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

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

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



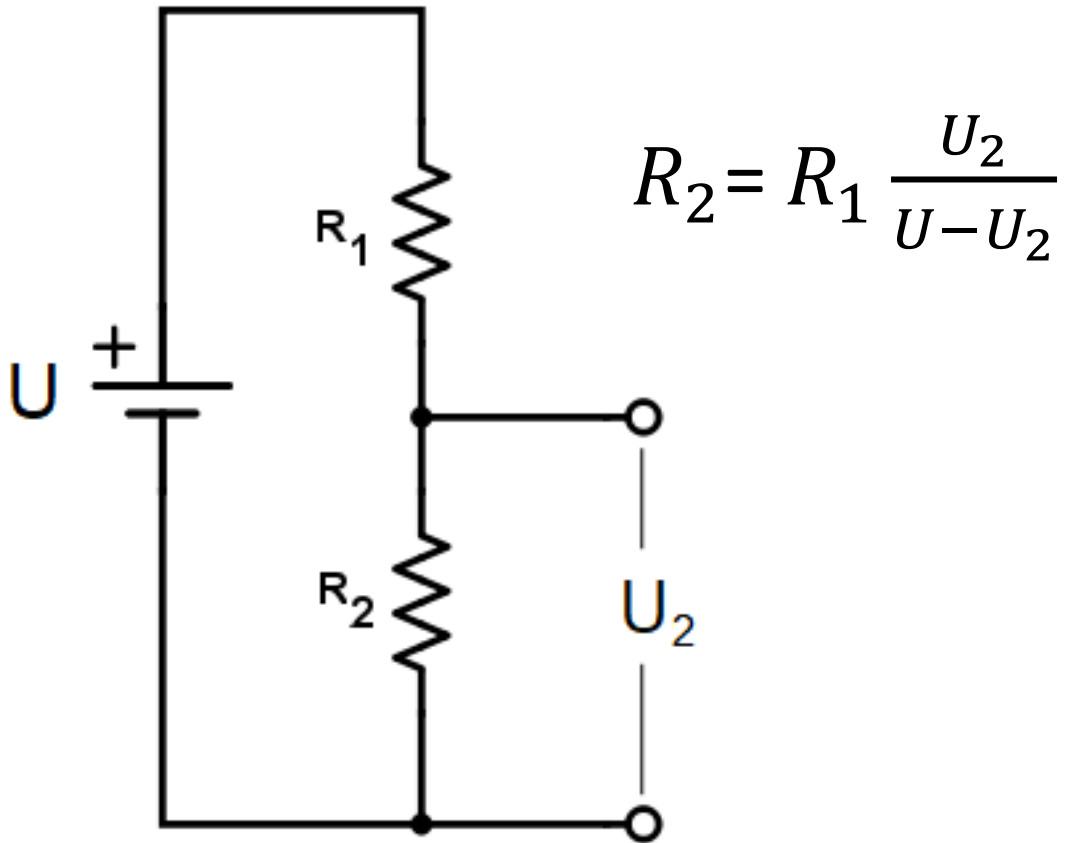
Steinhart–Hartova rovnica

Zjednodušená verzia rovnice

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

**Ako zmerať odpor
len pomocou voltmetra?**

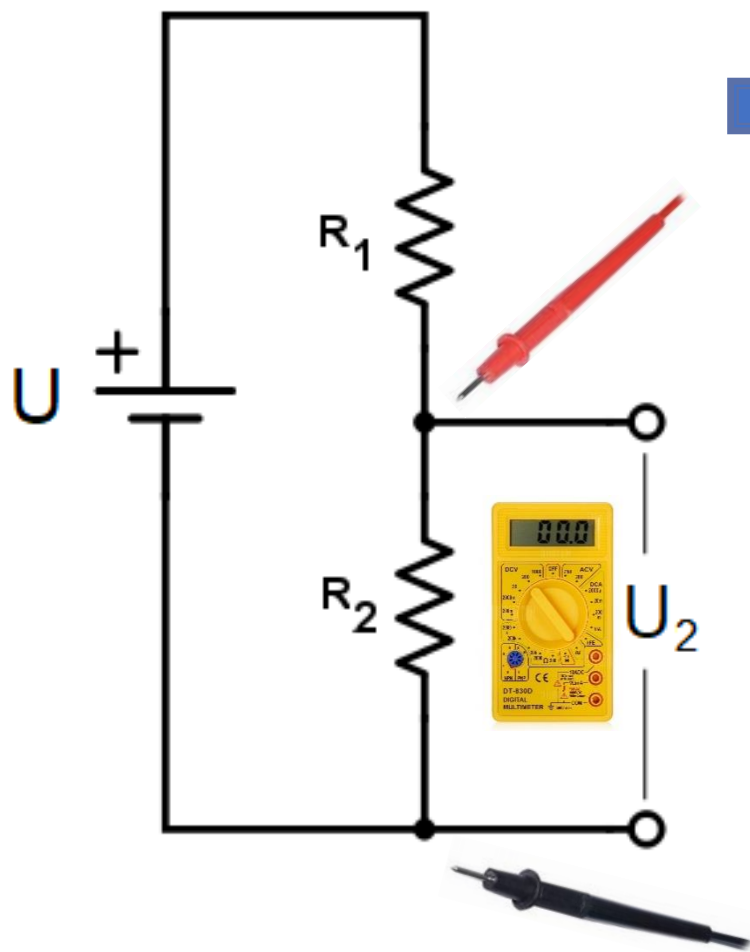
Delič napätia (voltage divider)



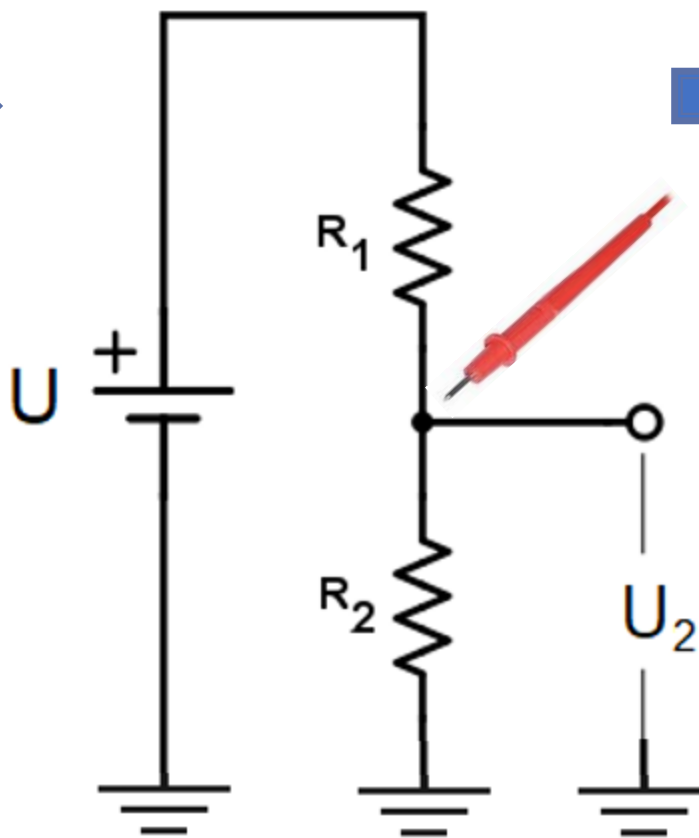
- Aplikácie:
 - „transformácia“ odporu na napätie
 - „transformácia“ prúdu na napätie
 - zníženie rozsahu napätia (napr. z rozsahu 0-5V na 0-3.3V)
- Prečo?
 - vstupné piny mikrokontrolérov dokážu **merať len napätie** v istom rozsahu

Delič napätia (voltage divider)

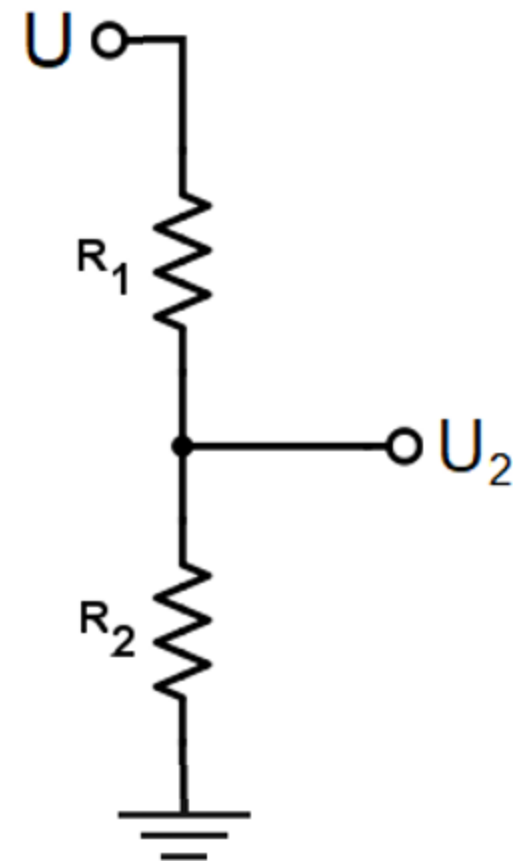
$$R_2 = R_1 \frac{U_2}{U - U_2}$$



COMmon terminal



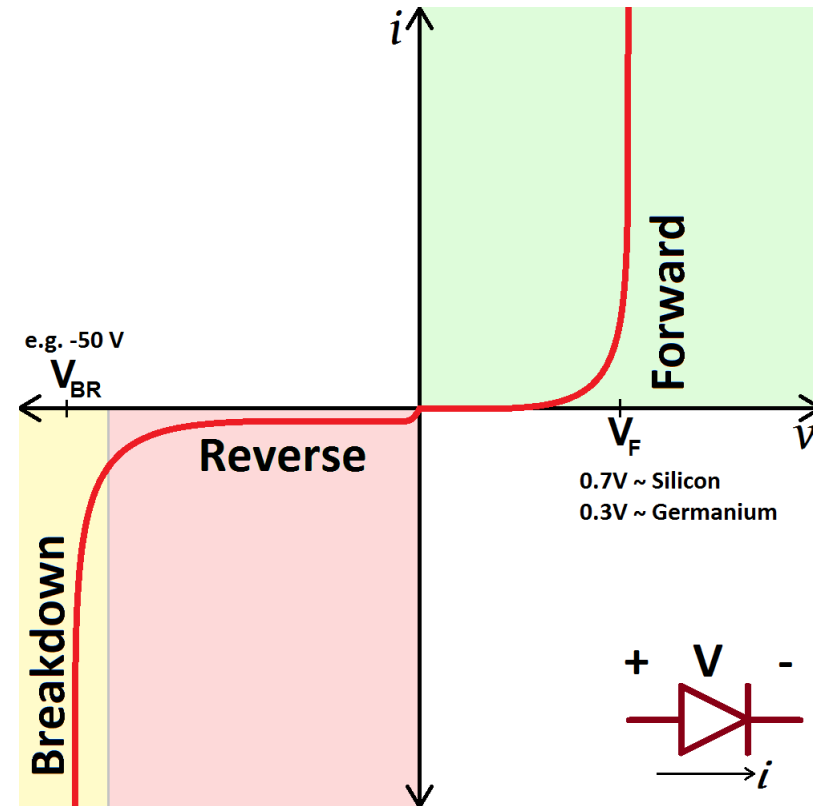
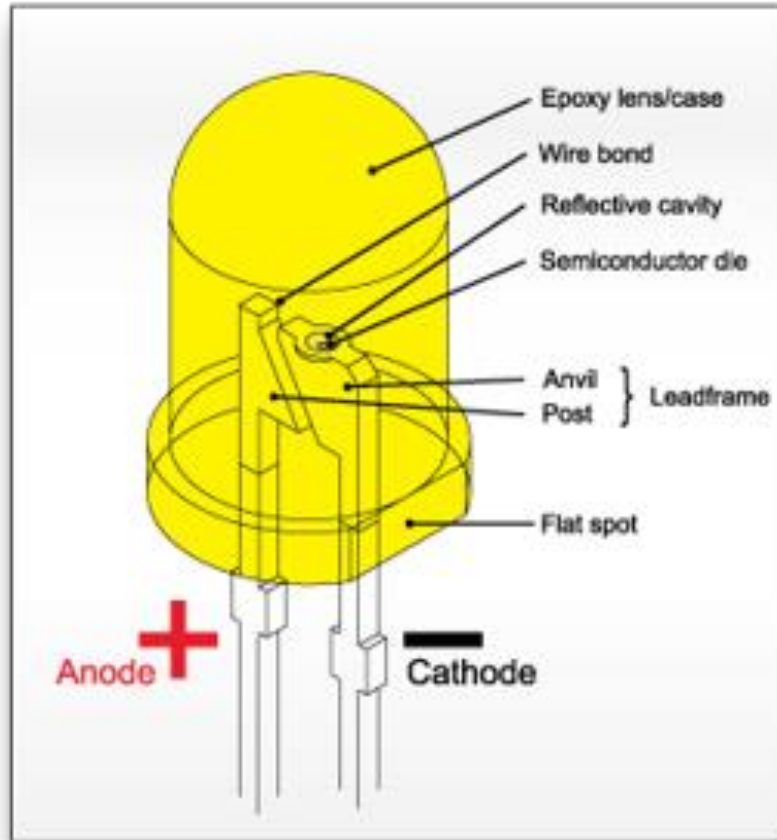
Spoločná zem (GND)



Napätia vzhľadom na spoločnú zem

LED = light-emitting diode

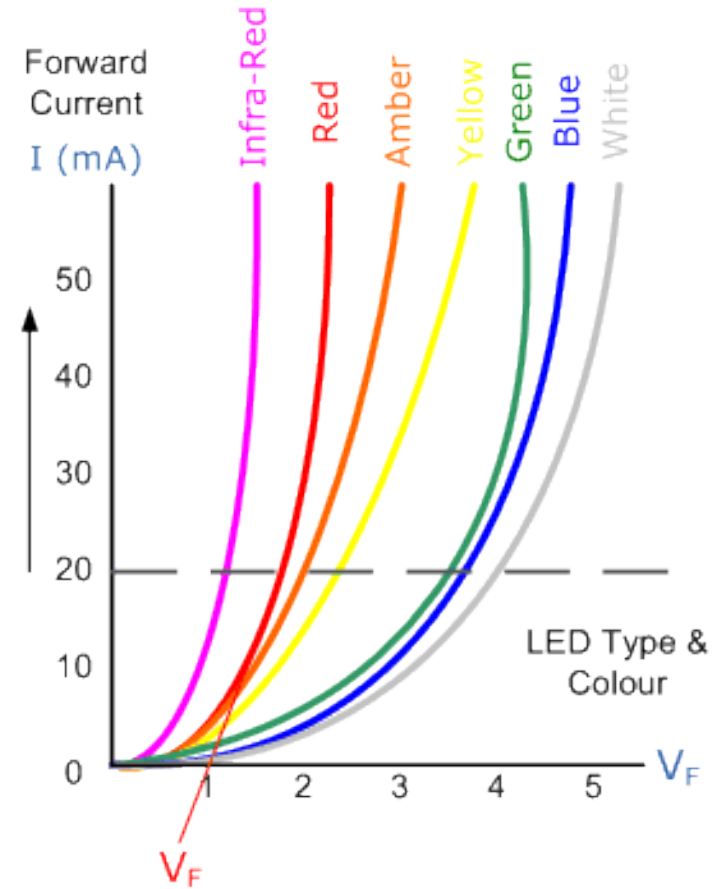
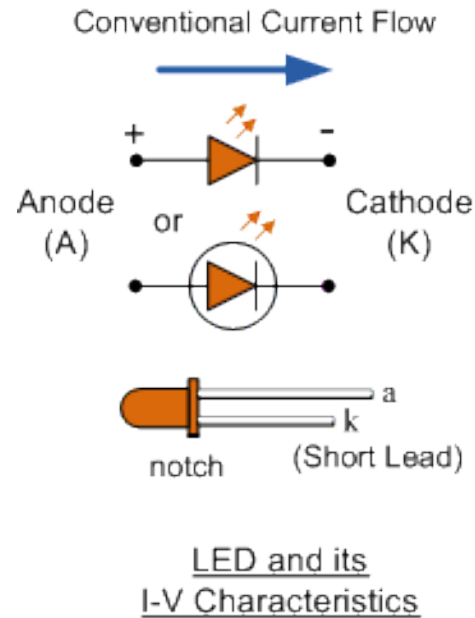
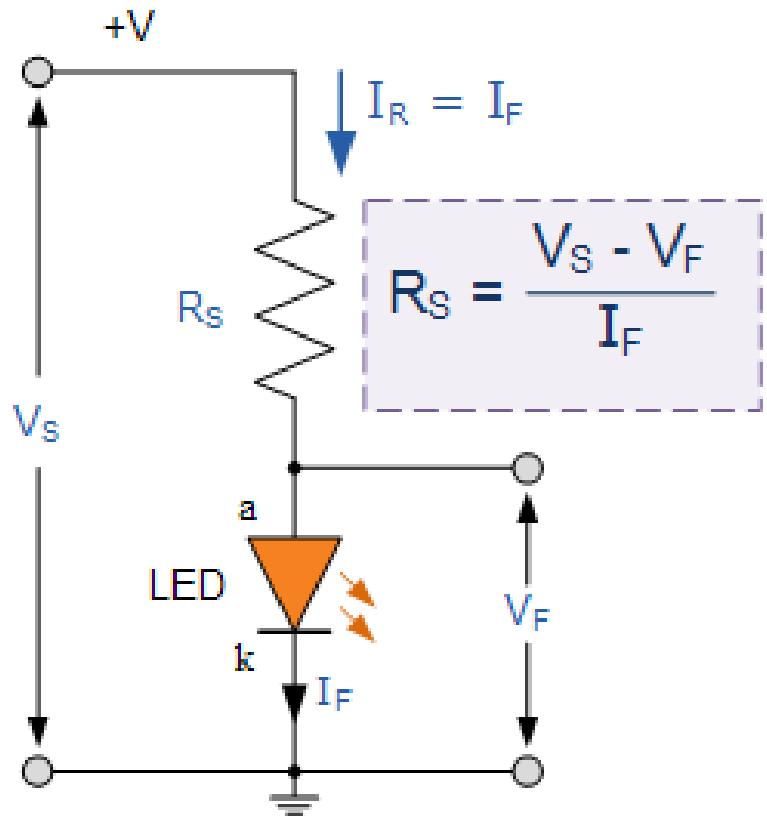
Prečo je potrebný rezistor?



Dióda - vedie prúd len jedným smerom

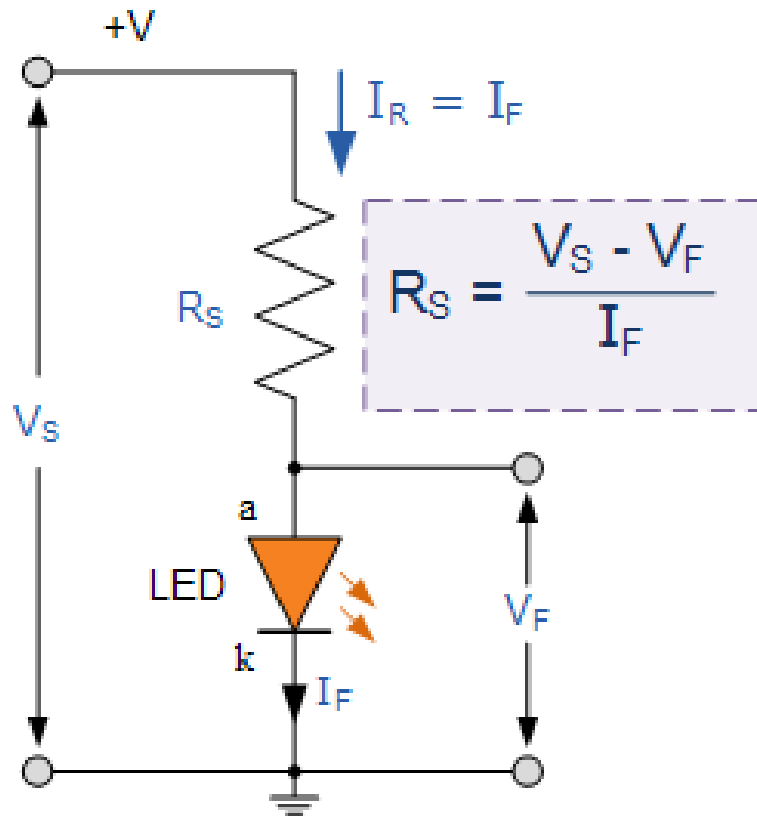
LED = light-emitting diode

Prečo je treba rezistor?



LED = light-emitting diode

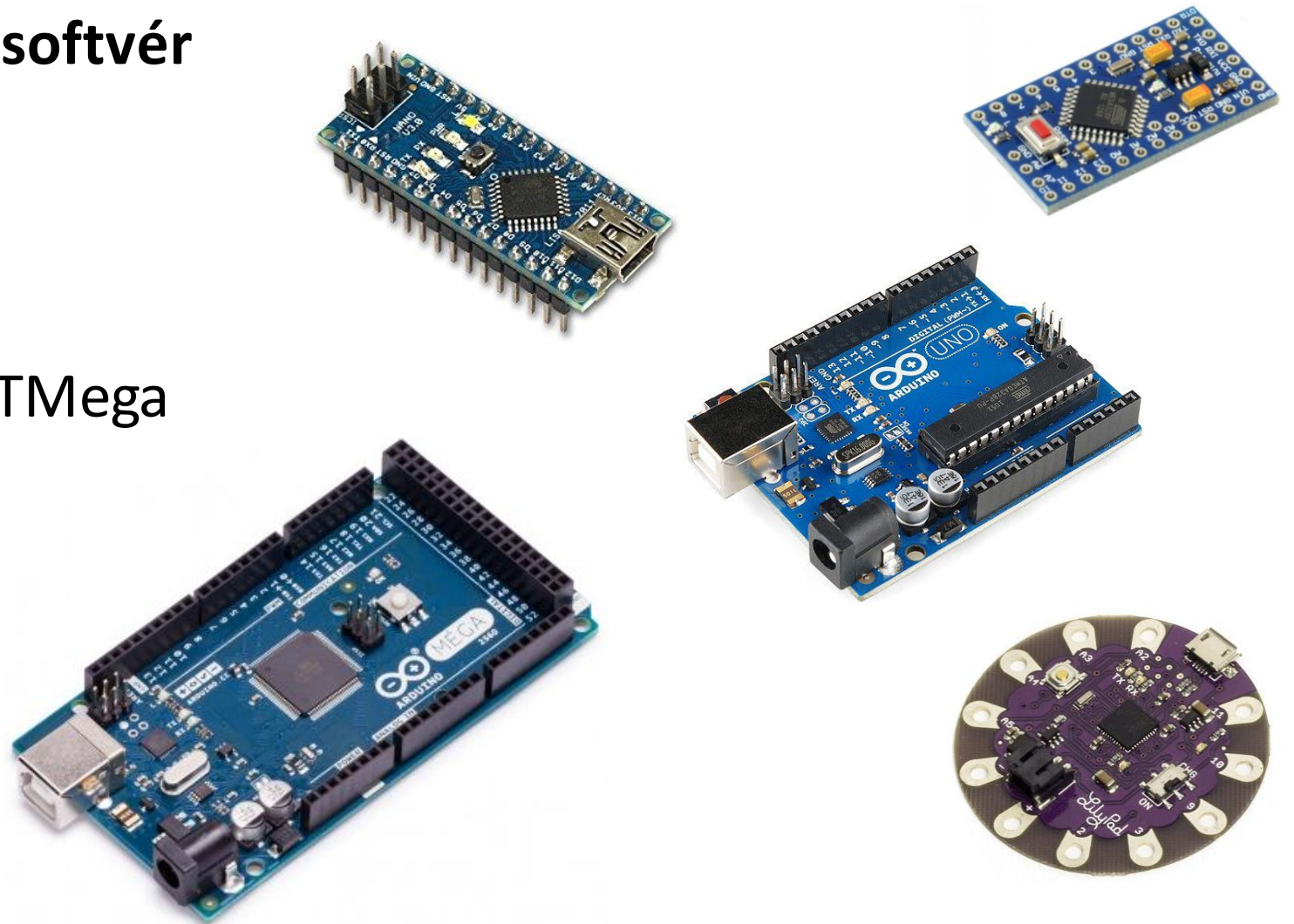
Prečo je treba rezistor?



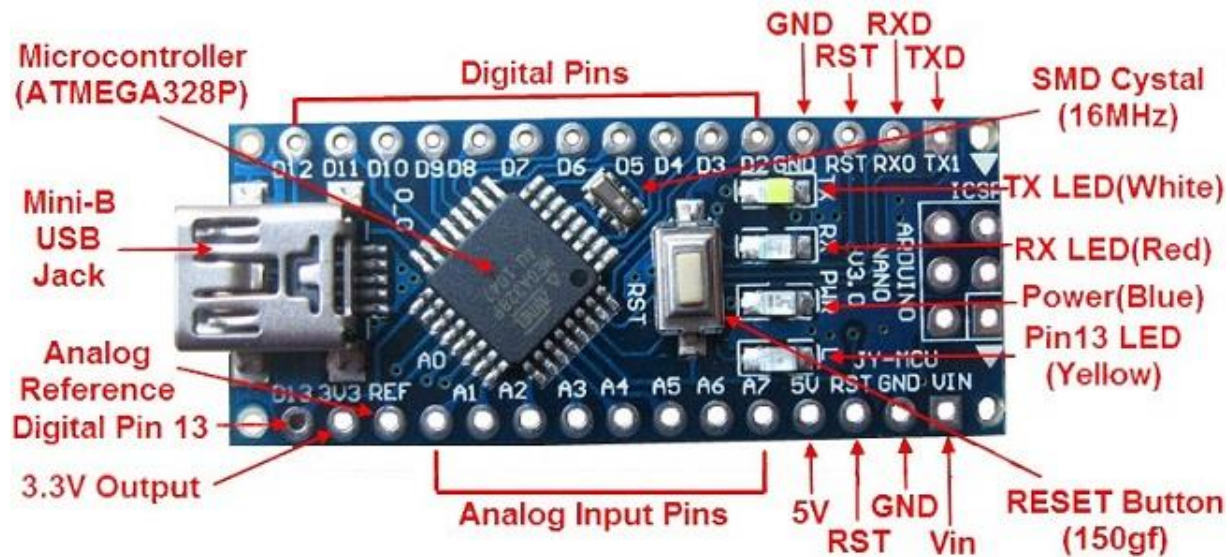
Farba	Úbytok napätia (V_f)
Infračervená	1,6 V
Červená	1,8 V až 2,1 V
Oranžová	2,2 V
Žltá	2,4 V
Zelená	2,6 V
Modrá	3,0 V až 3,5 V
Biela	3,0 V až 3,5 V
Ultrafialová	3,5 V

Arduino

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

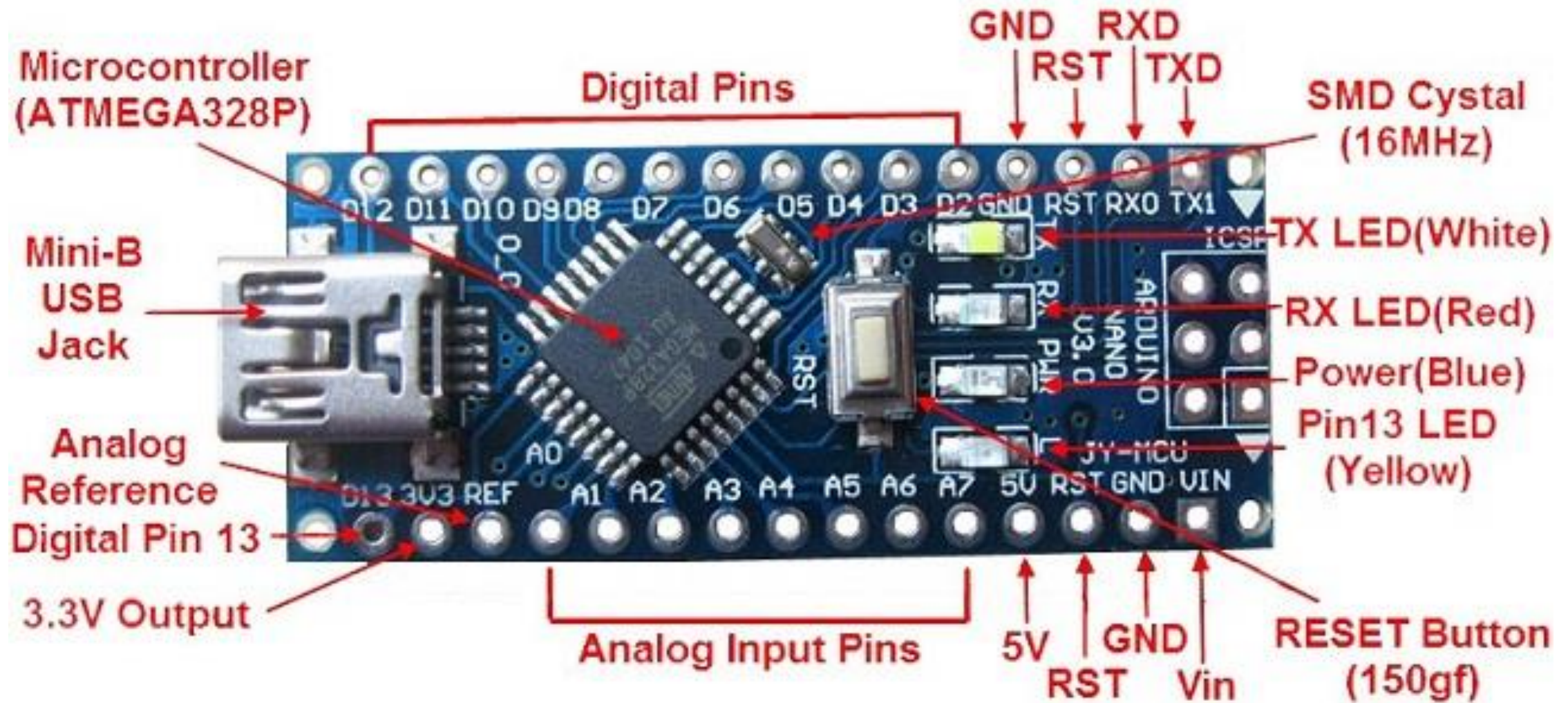


Arduino Nano

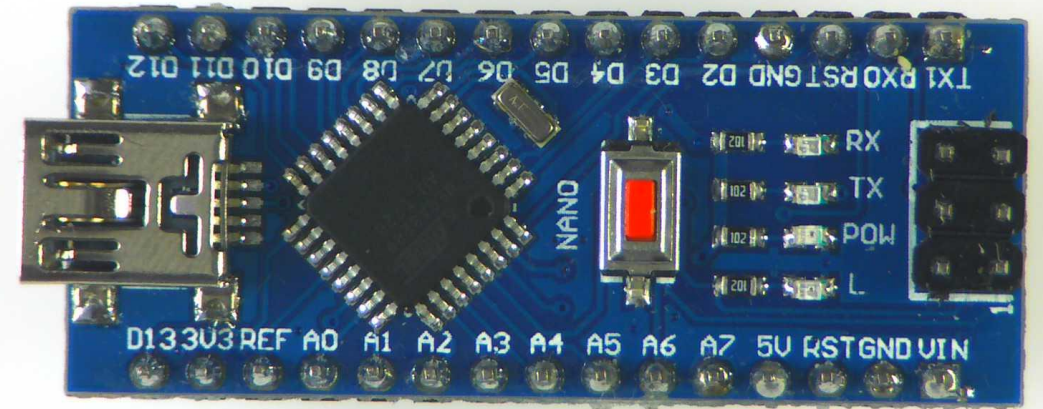
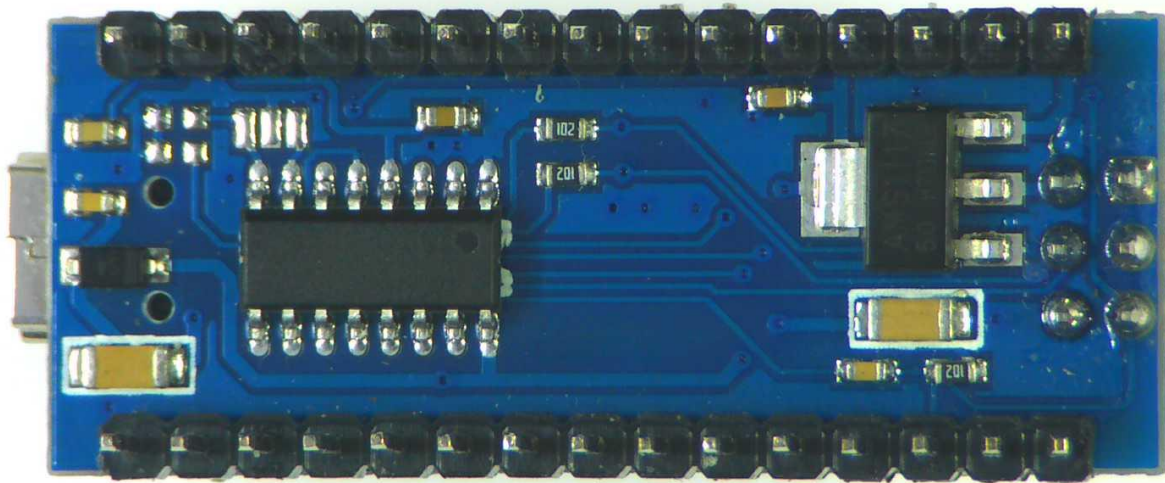


Microcontroller	ATmega328P
Architecture	AVR
Operating Voltage	5 V
Flash Memory	32 KB of which 2 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
Clock Speed	16 MHz
Analog I/O Pins	8
EEPROM	1 KB
DC Current per I/O Pins	40 mA (I/O Pins)
Input Voltage	7-12 V
Digital I/O Pins	22
PWM Output	6
Power Consumption	19 mA

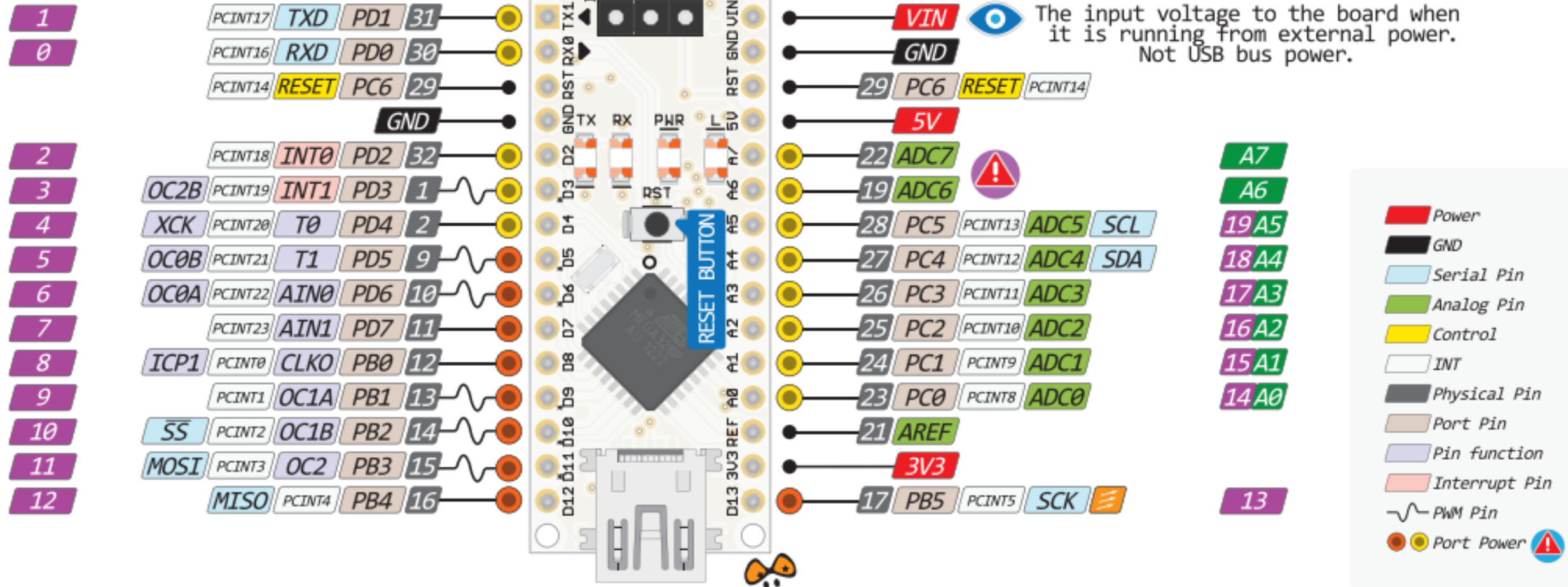
Arduino Nano



Arduino Nano



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



The screenshot shows the Arduino IDE interface for a sketch named "Blink" using Arduino 1.8.3. The menu bar includes File, Edit, Sketch, Tools, and Help. The toolbar contains icons for checking, uploading, and downloading. The sketch name "Blink" is displayed in the top bar. The code in the editor is as follows:

```
void setup() {  
  pinMode(13, OUTPUT);  
}  
  
void loop() {  
  digitalWrite(13, HIGH);  
  delay(1000);  
  digitalWrite(13, LOW);  
  delay(1000);  
}
```

Annotations with red arrows point to specific lines of code:

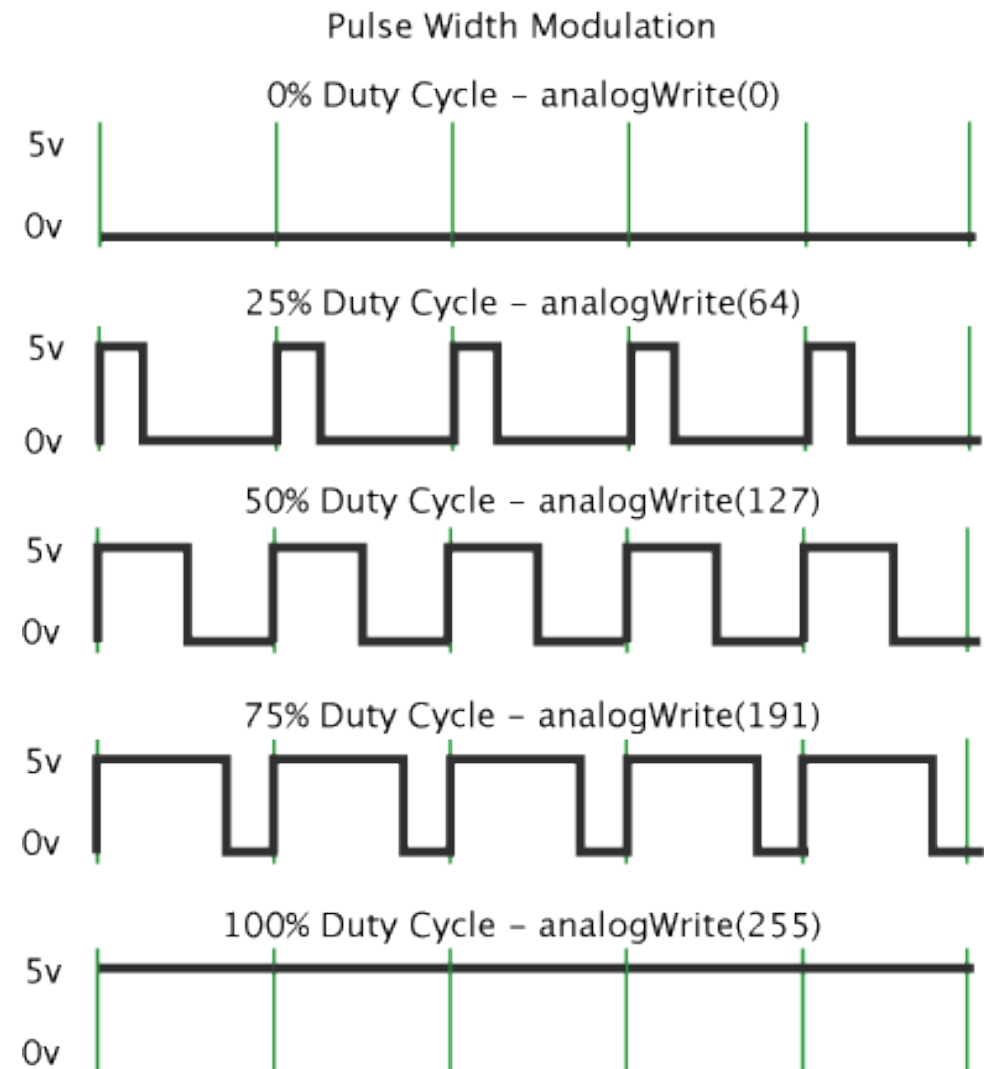
- An arrow points from the "Upload programu" label to the upload button in the toolbar.
- An arrow points from the "Inicializačný blok" label to the `void setup()` function.
- An arrow points from the "Slučka" label to the `void loop()` function.
- An arrow points from the text "Nastavíme pin 13 ako výstupný" to the `pinMode(13, OUTPUT);` line.
- An arrow points from the text "Nastavíme pin 13 na 5V (logická 1)" to the `digitalWrite(13, HIGH);` line.
- An arrow points from the text "Pozastavenie programu na 1000 milisekúnd" to the `delay(1000);` line.

„osekané“ C++

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

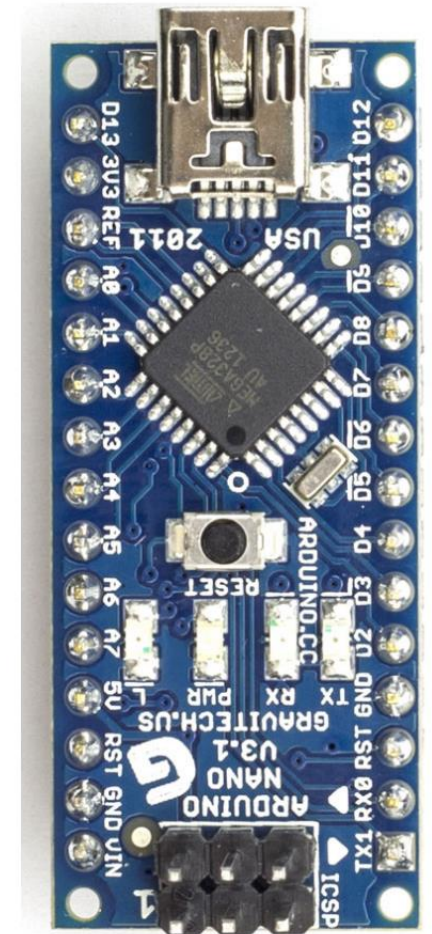
PWM – Pulse Width Modulation

- Na OUTPUT pine môže byť len 0V (GND) alebo 5V (VCC)
- Niektoré piny dokážu **PWM** – emulovanie hodnoty napätia
- **analogWrite**(pin, h)
 - $0 \leq h < 256$
- 490 alebo 980 Hz (podľa pinu)
 - dá sa nízkoúrovňovo meniť



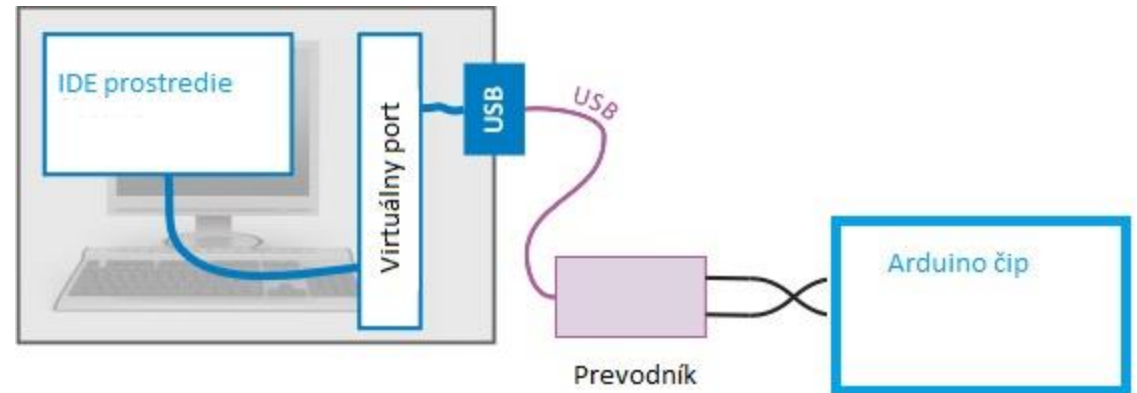
Piny v režime INPUT

- **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)



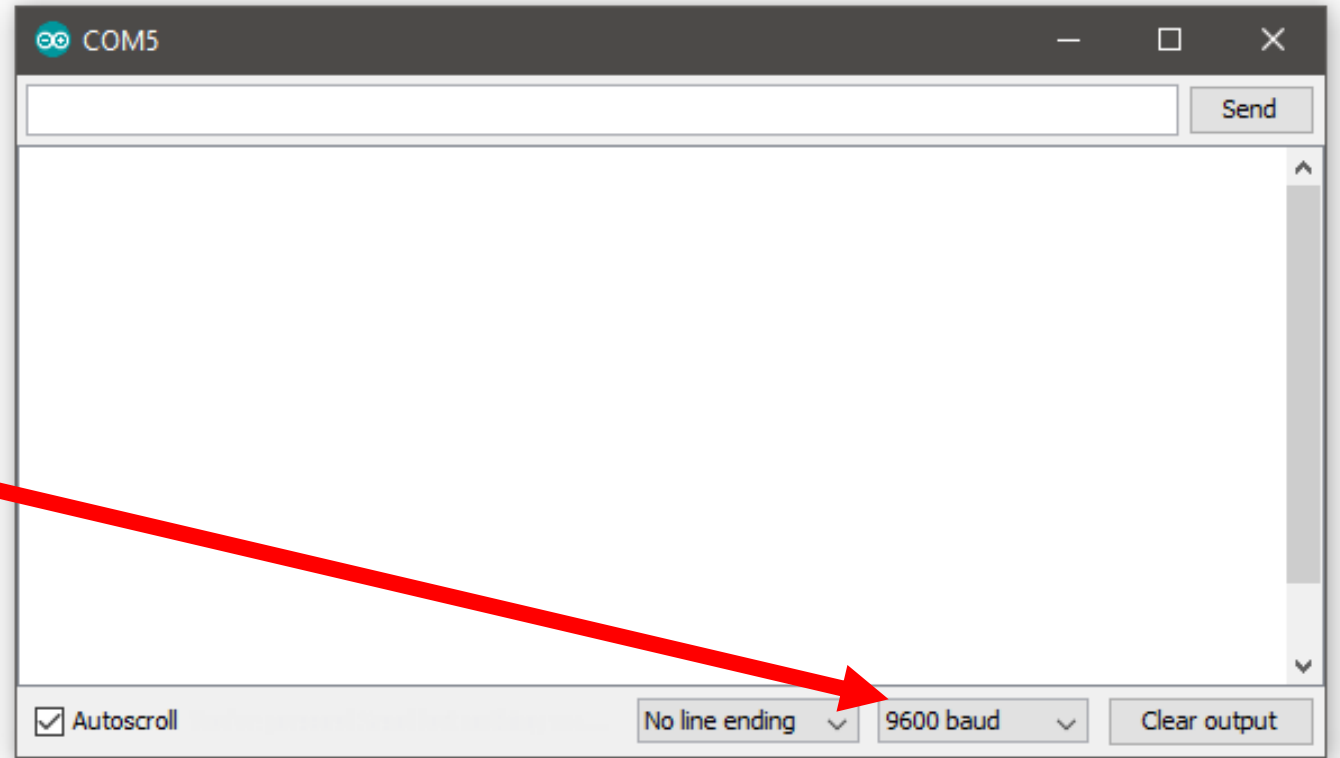
Seriová komunikácia

- 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



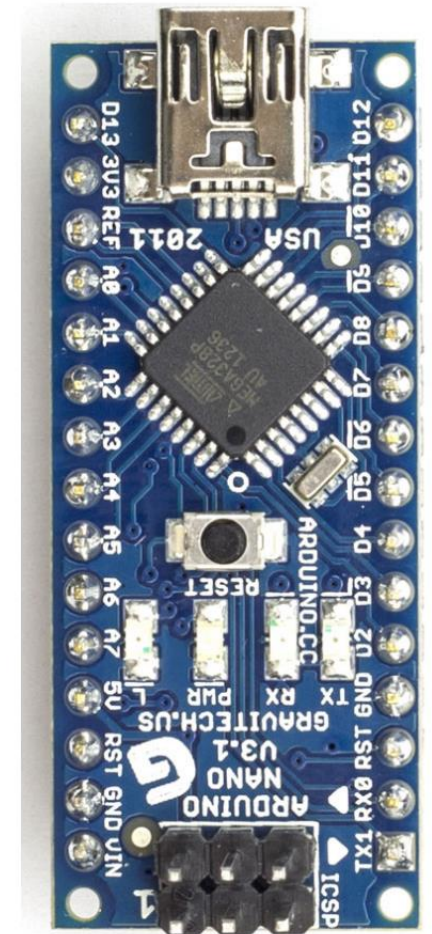
Seriová komunikácia – inicializácia a výstup

```
void setup() {  
    Serial.begin(9600);  
}  
  
void loop() {  
    int c = 100;  
    Serial.println(c);  
    Serial.println("Zaklady IoT");  
}
```

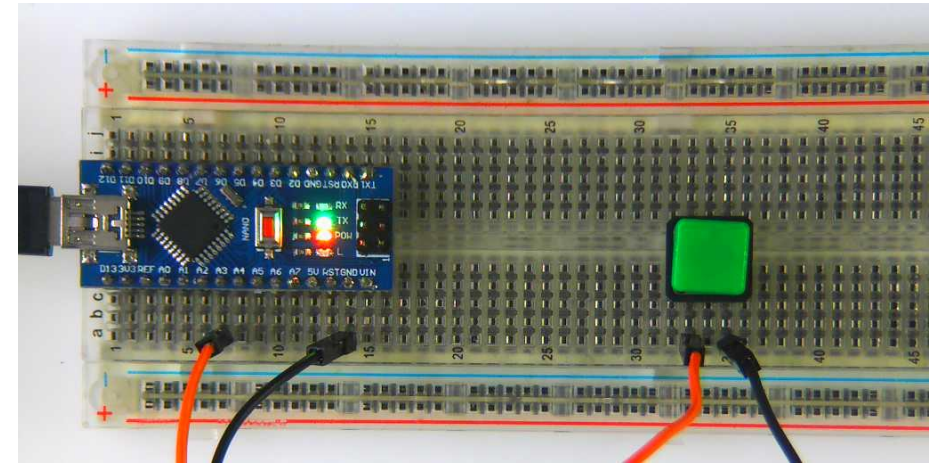
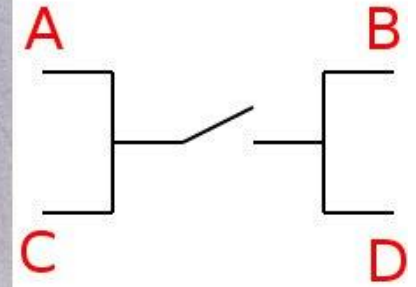
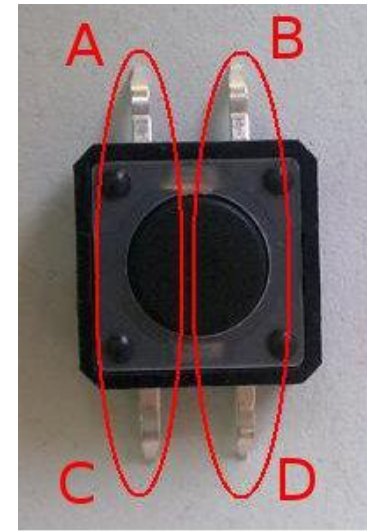
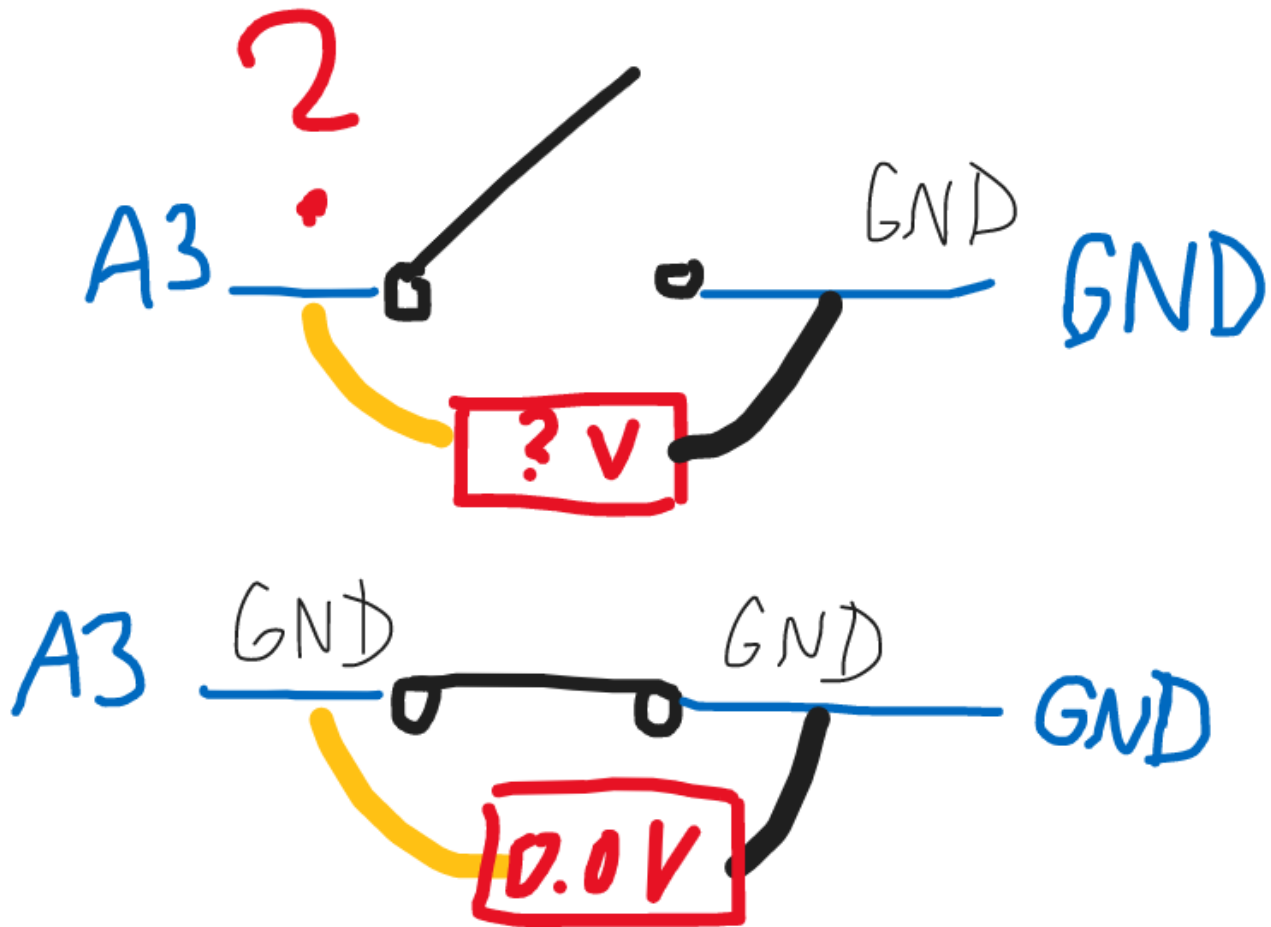


Piny v režime INPUT

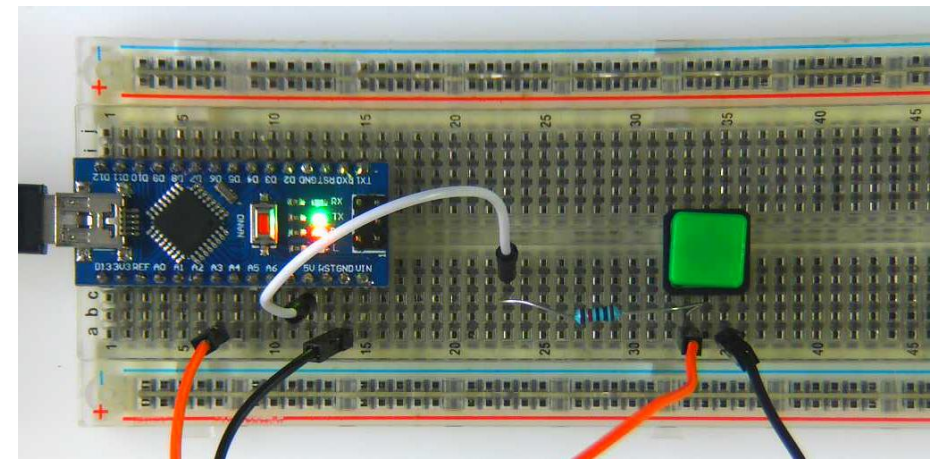
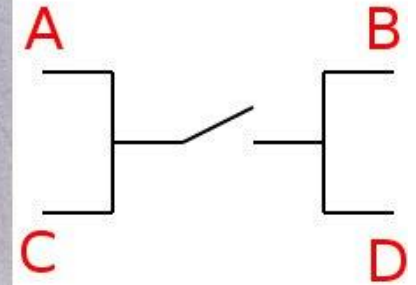
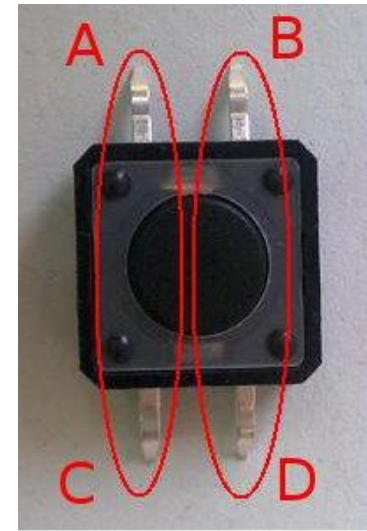
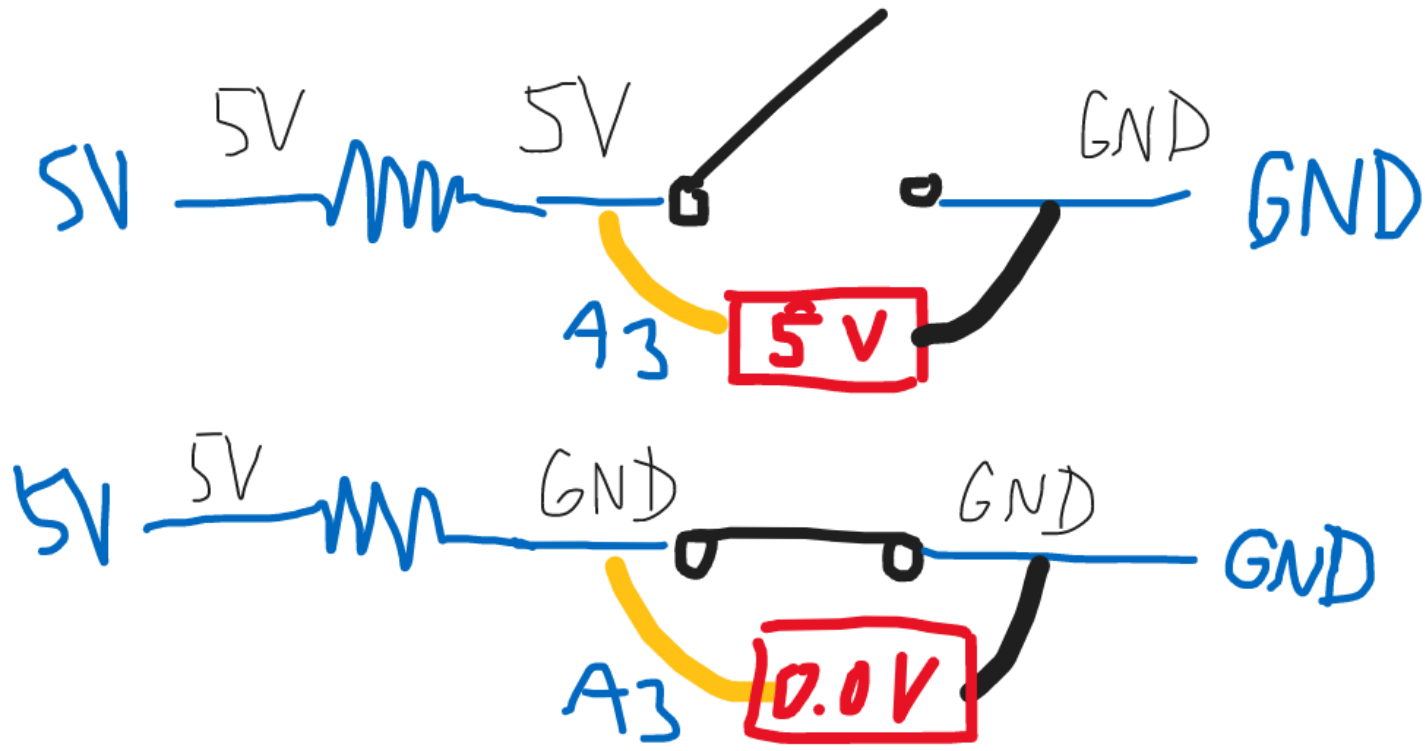
- **INPUT** – funguje ako merací vstup voltmetra, ktorého druhý kábel je pripojený na GND
 - `pinMode(pin, INPUT)`
- Analógové piny v režime INPUT:
 - `analogRead(pin)` – vráti 0-1023
- ADC - **Analog-to-digital converter**
 - meria aktuálne napätie na pine (**sampling**)
 - **10bitová hodnota**, presnosť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



Tlačidlo

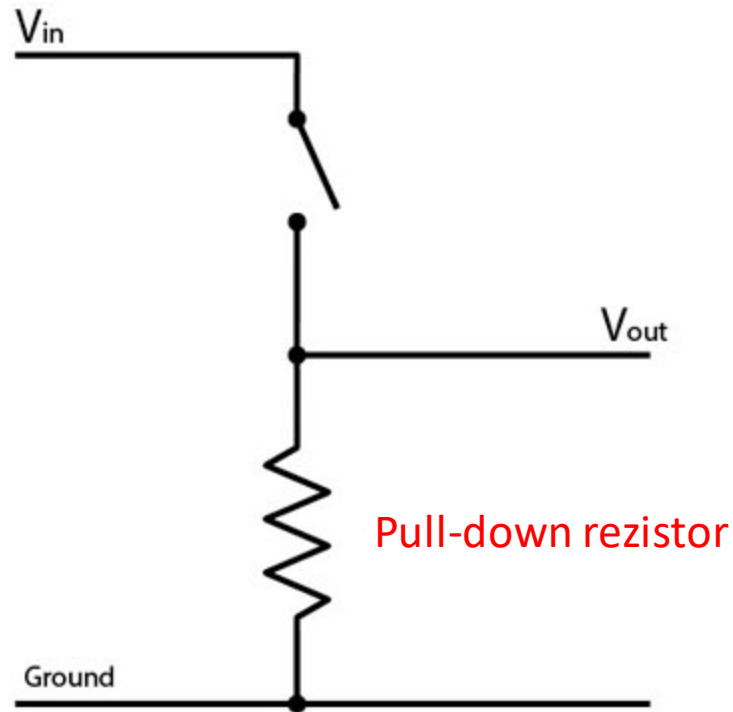
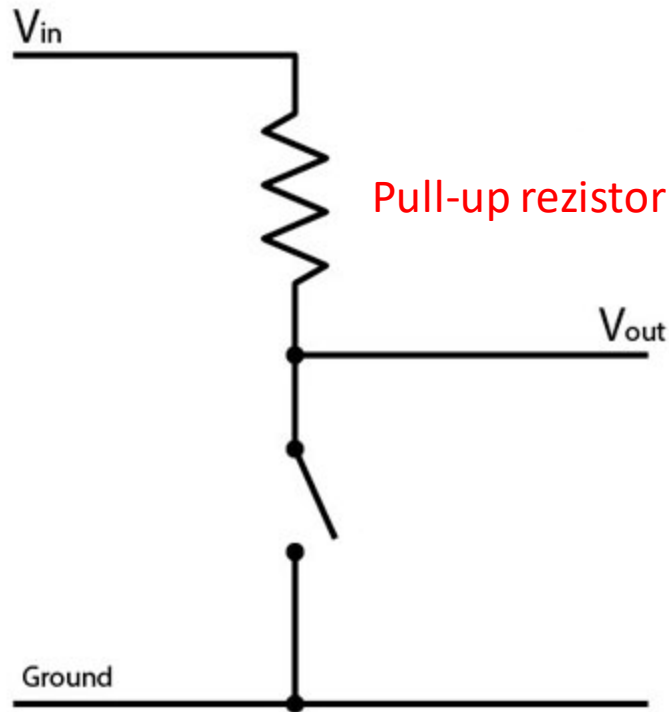


Tlačidlo



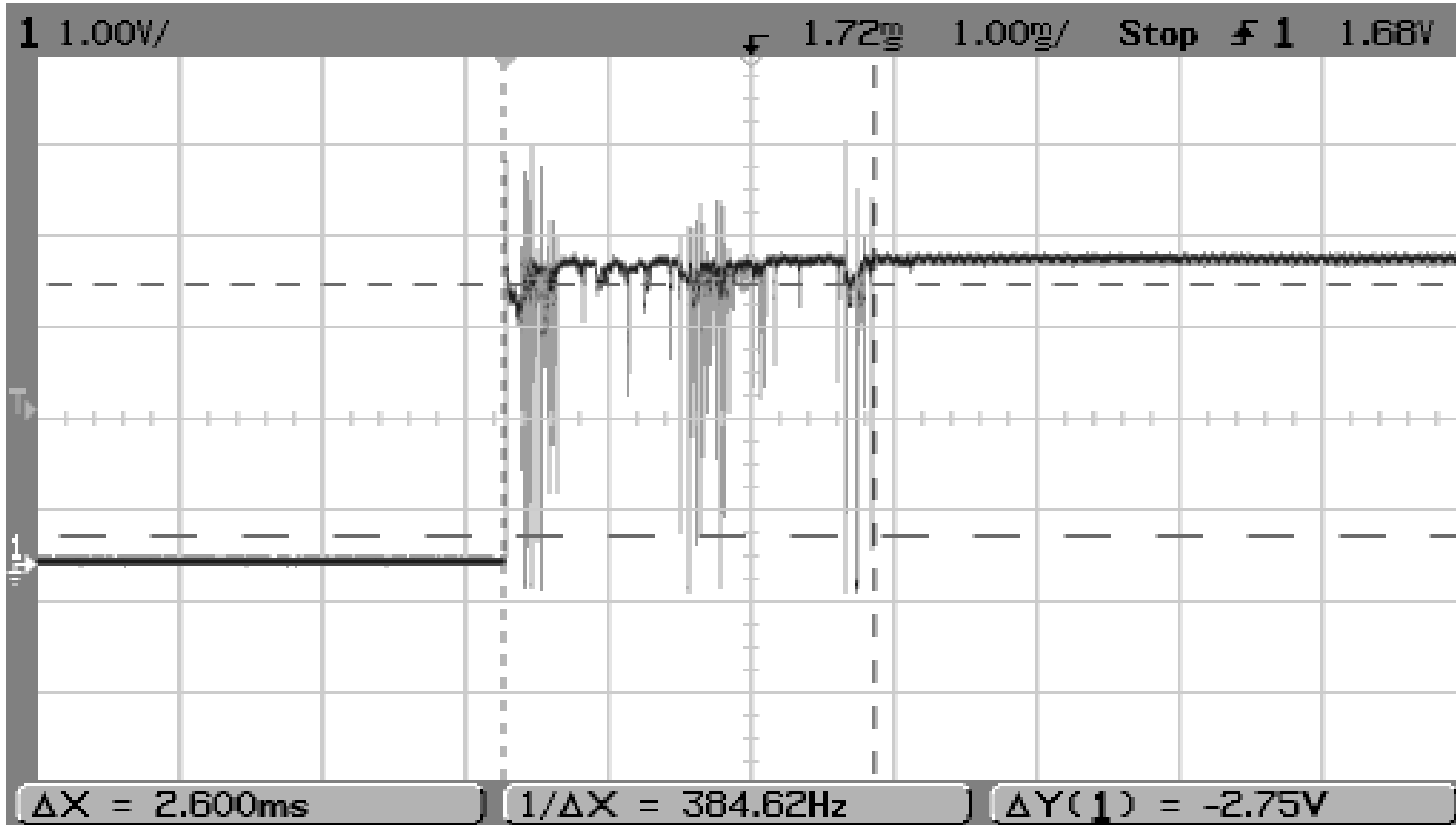
Pull-up/pull-down rezistory

- 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

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