

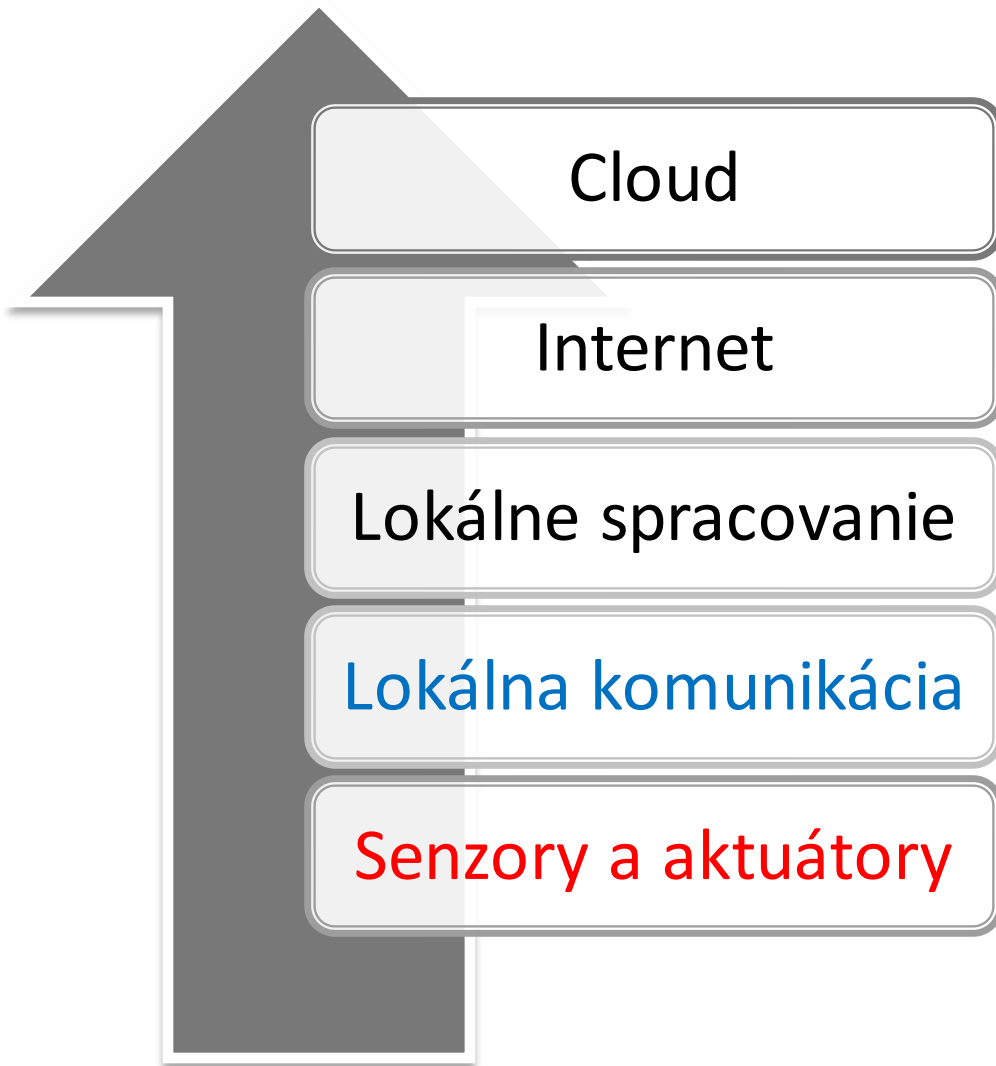
Arduino – programovanie

Základy internetu vecí

ÚINF PF UPJŠ

2. týždeň

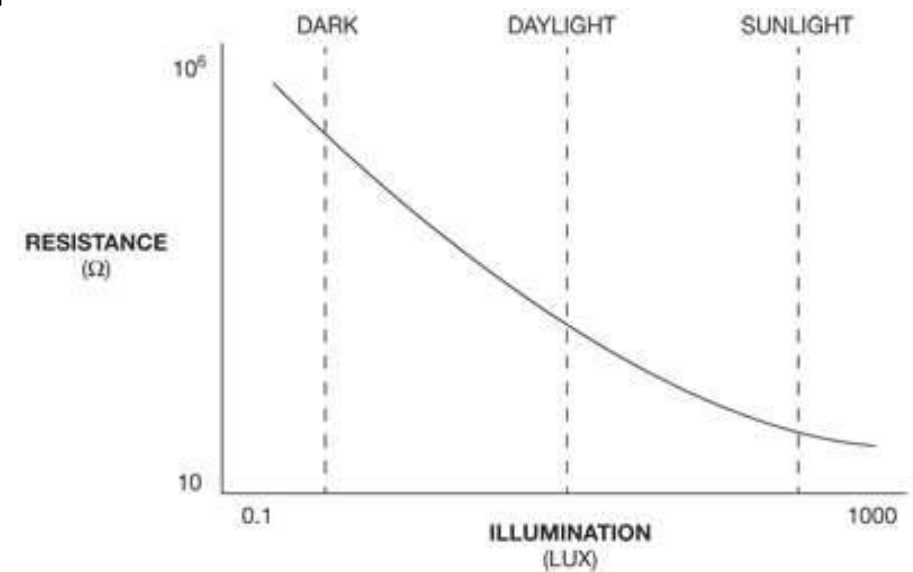
IoT - komponenty



- 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

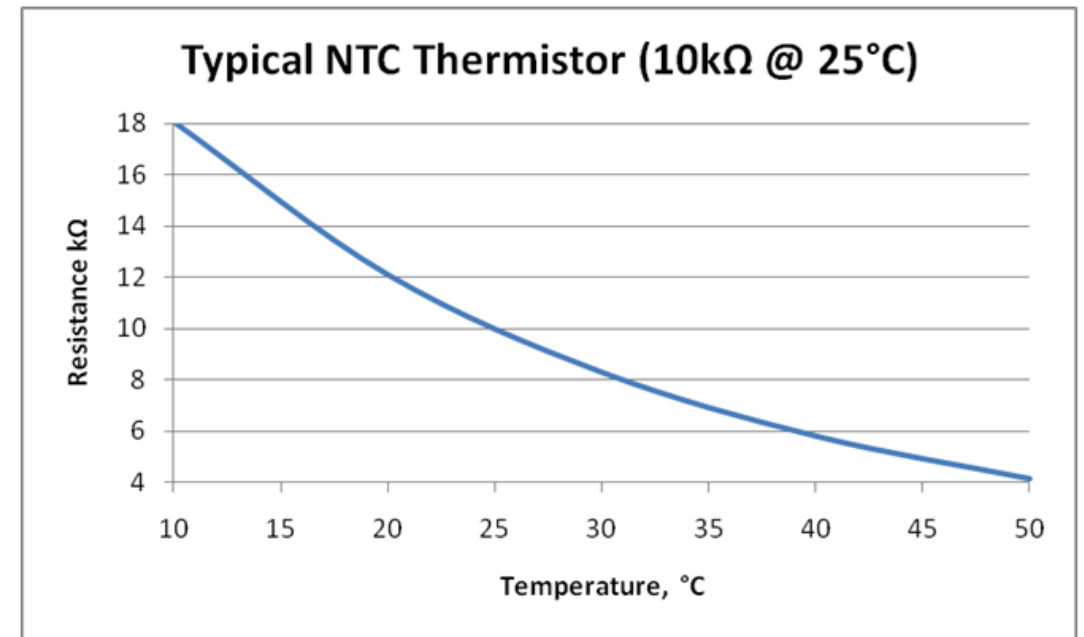
Analógové senzory

- **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

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

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



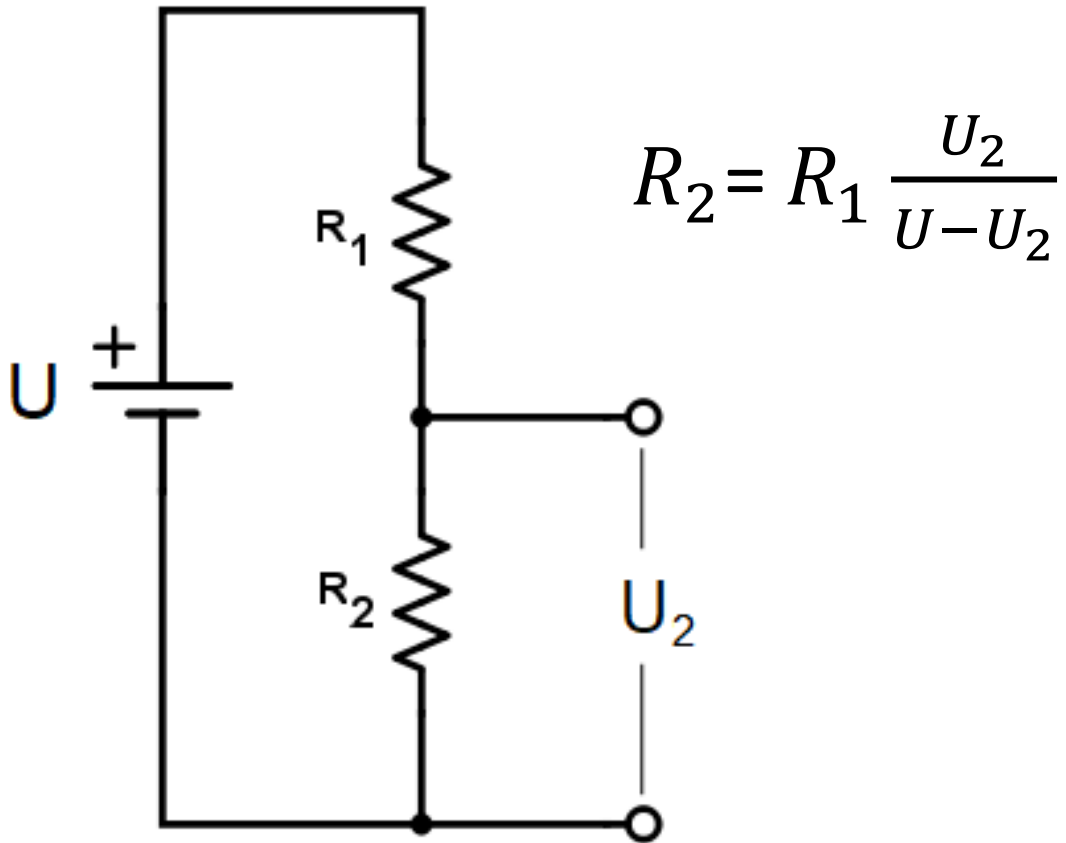
Steinhart–Hartova rovnica

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?**

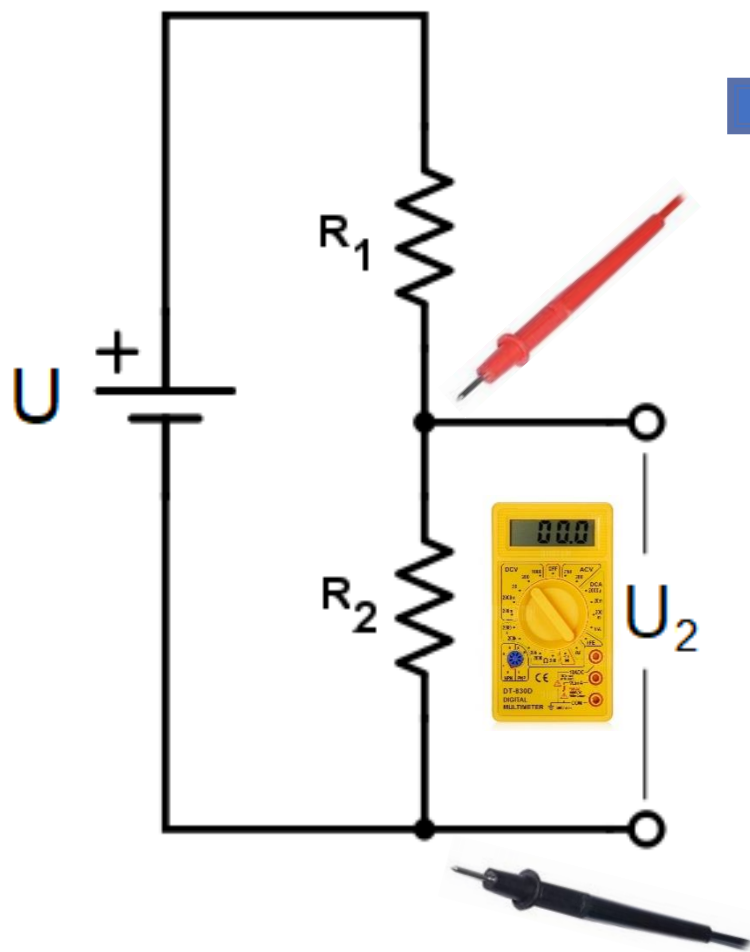
Delič napätia (voltage divider)



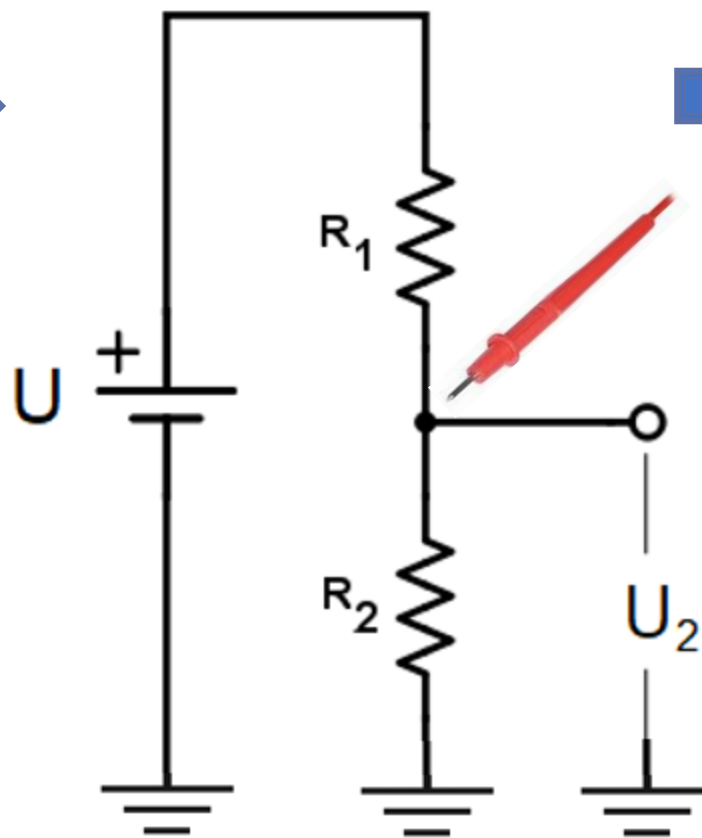
- Aplikácie:
 - „transformácia“ odporu na napätie
 - „transformácia“ prúdu na napätie
 - zníženie rozsahu napätia (napr. z rozsahu 0-5V na 0-3.3V)
- Prečo?
 - vstupné piny mikrokontrolérov dokážu **merať len napätie** v istom rozsahu

Delič napätia (voltage divider)

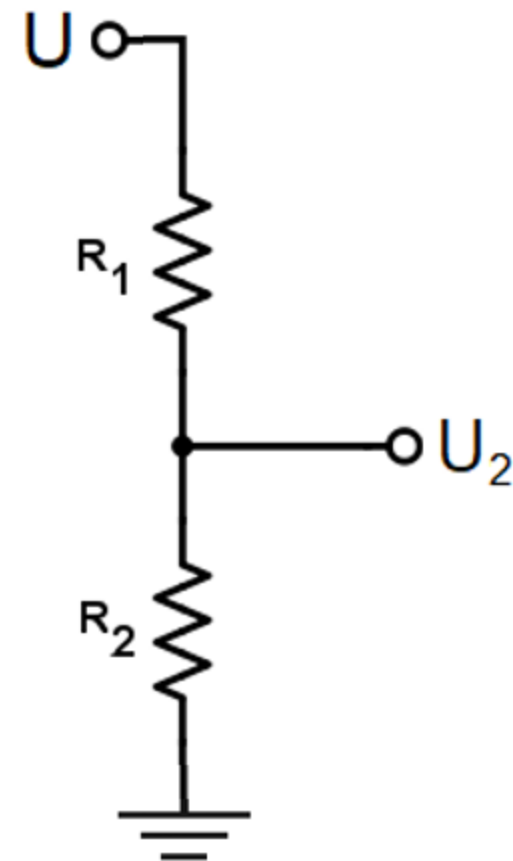
$$R_2 = R_1 \frac{U_2}{U - U_2}$$



COMmon terminal



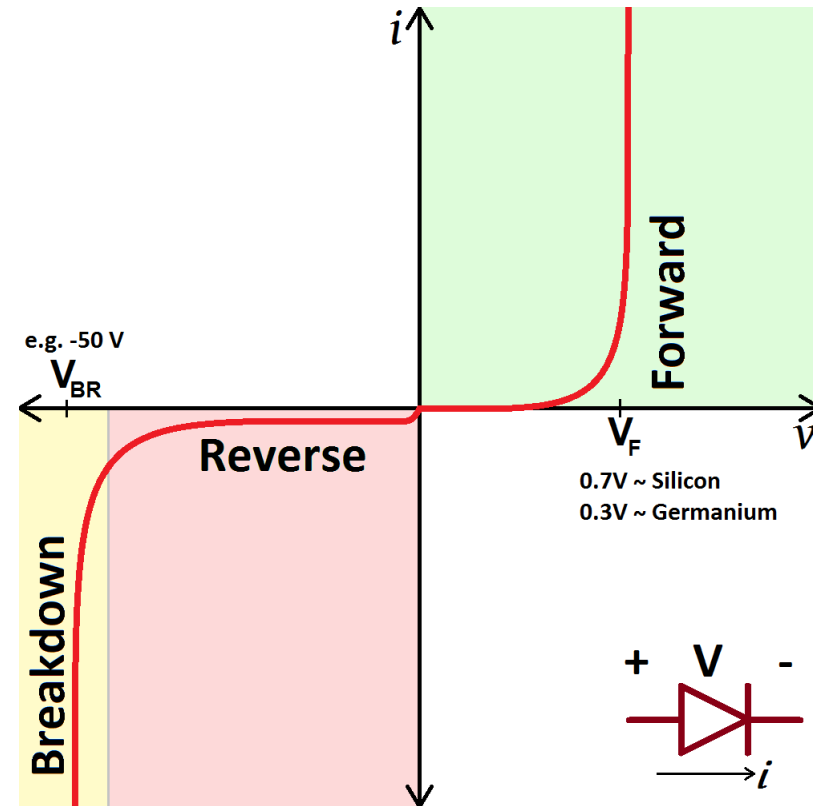
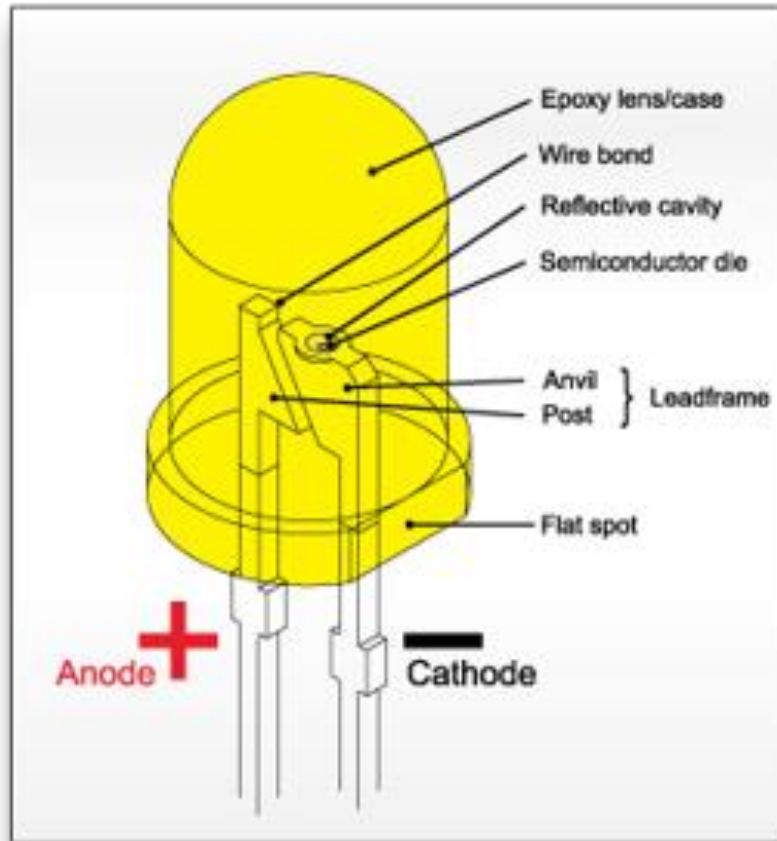
Spoločná zem (GND)



Napätia vzhľadom na spoločnú zem

LED = light-emitting diode

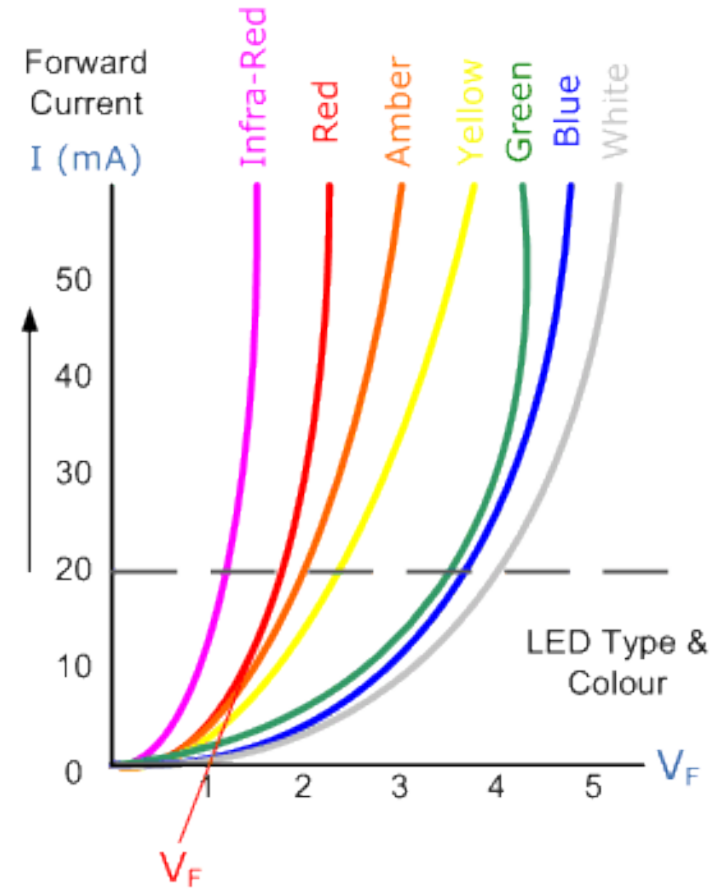
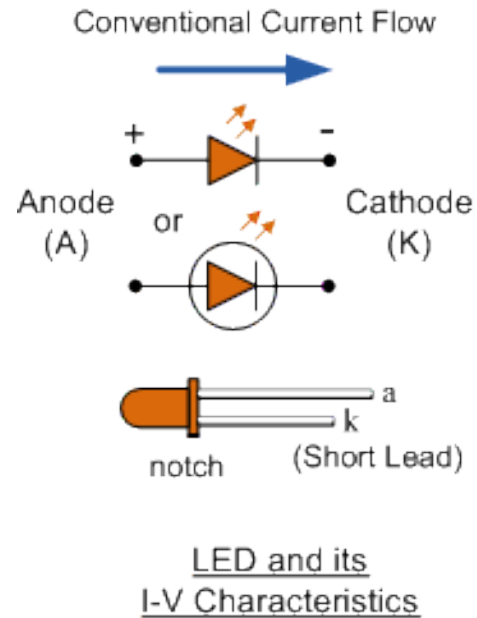
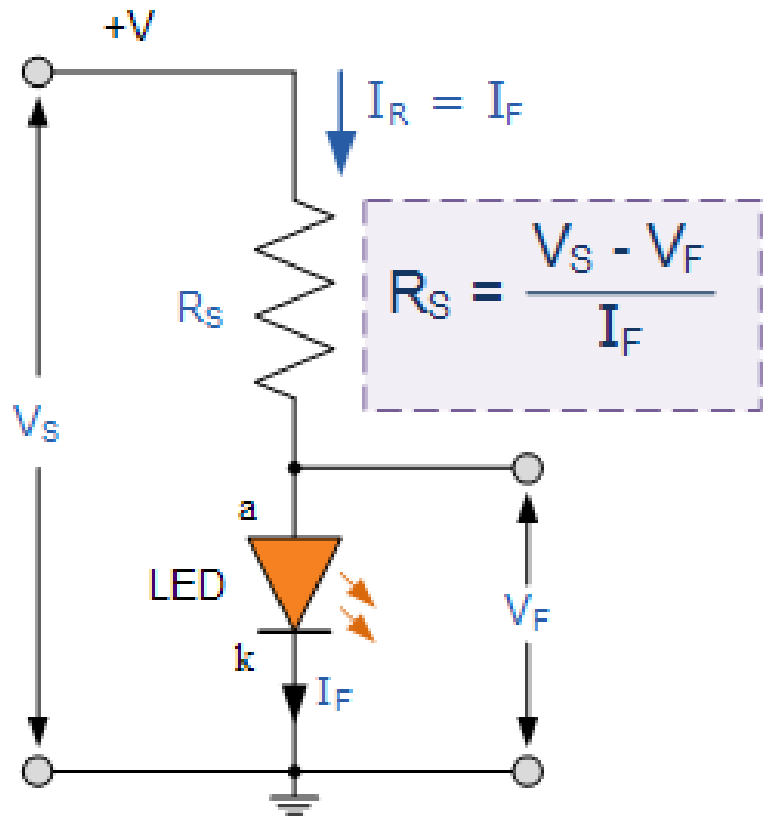
Prečo je potrebný rezistor?



Dióda - vedie prúd len jedným smerom

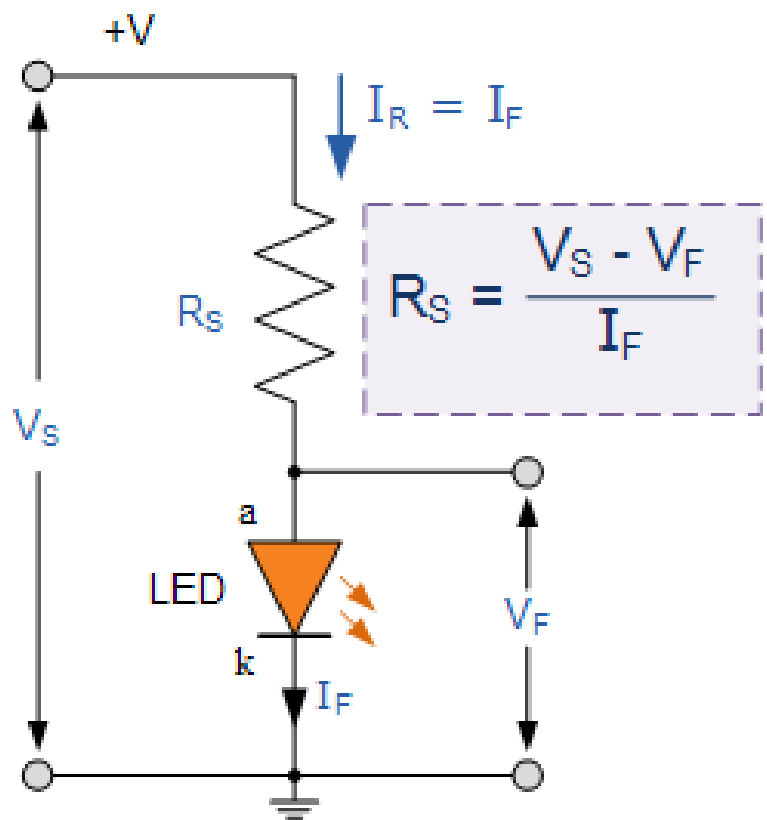
LED = light-emitting diode

Prečo je treba rezistor?



LED = light-emitting diode

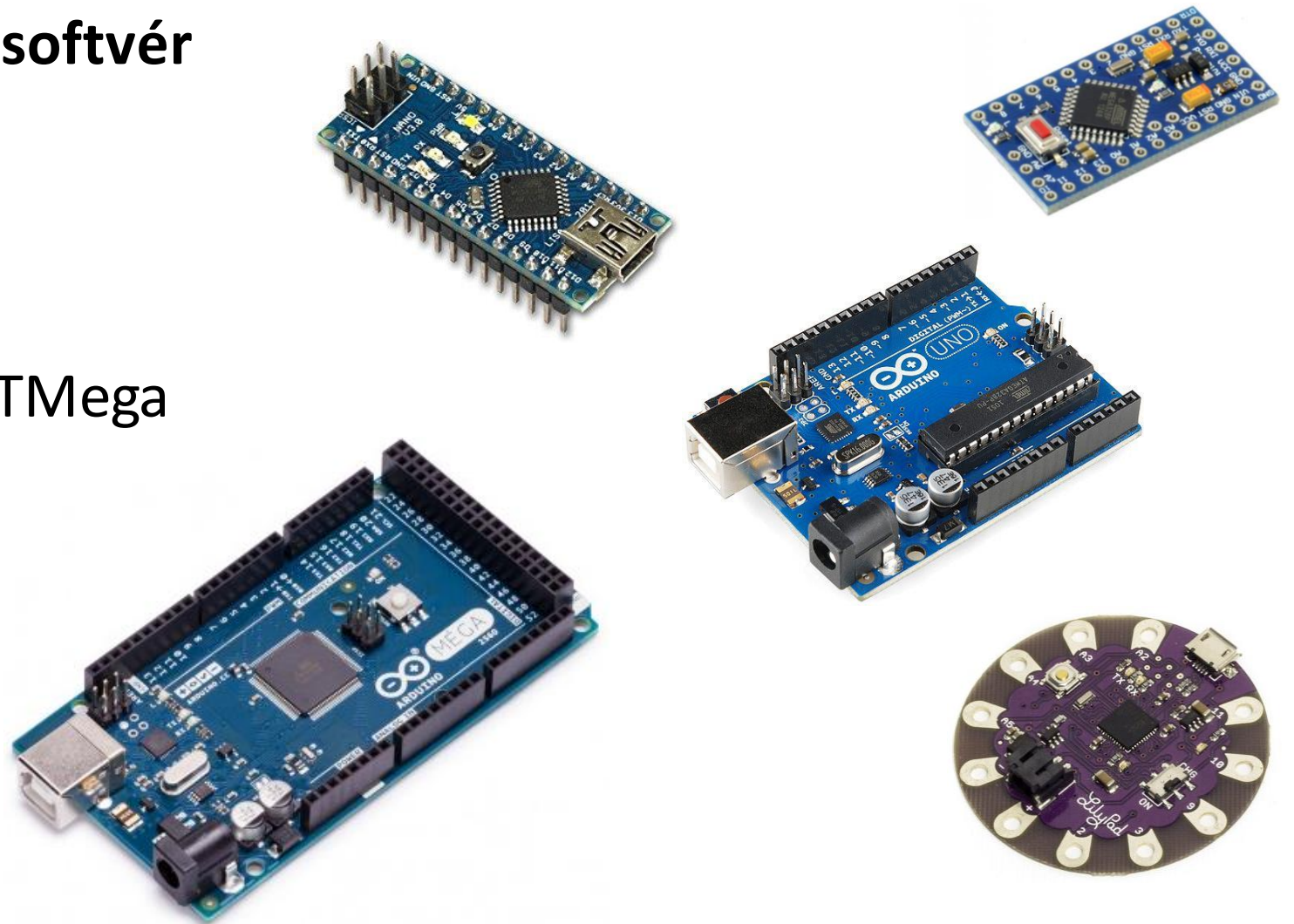
Prečo je treba rezistor?



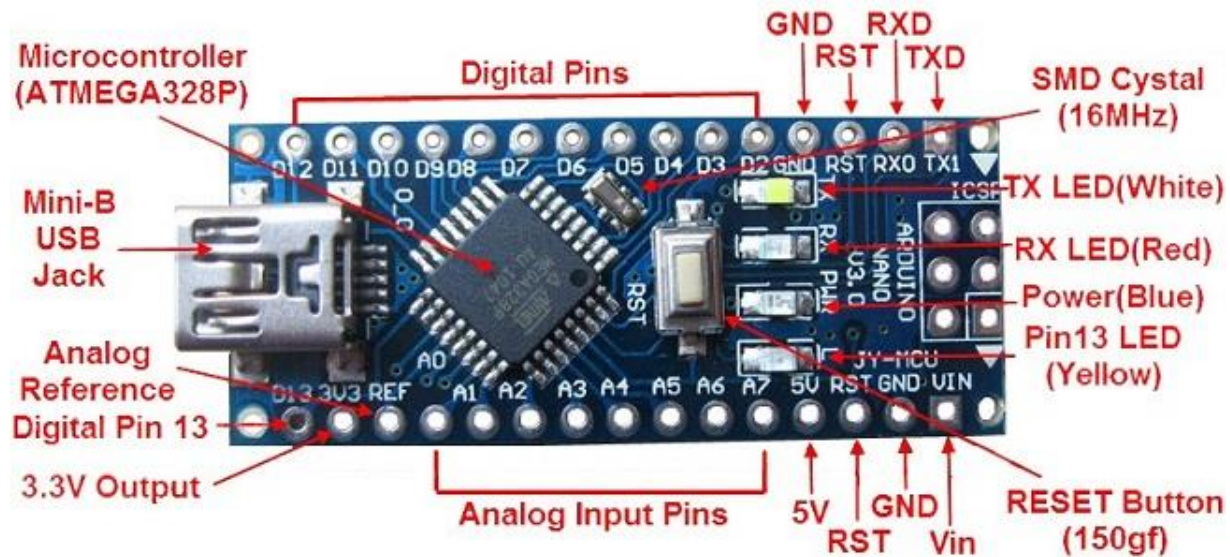
Farba	Úbytok napätia (V_f)
Infračervená	1,6 V
Červená	1,8 V až 2,1 V
Oranžová	2,2 V
Žltá	2,4 V
Zelená	2,6 V
Modrá	3,0 V až 3,5 V
Biela	3,0 V až 3,5 V
Ultrafialová	3,5 V

Arduino

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

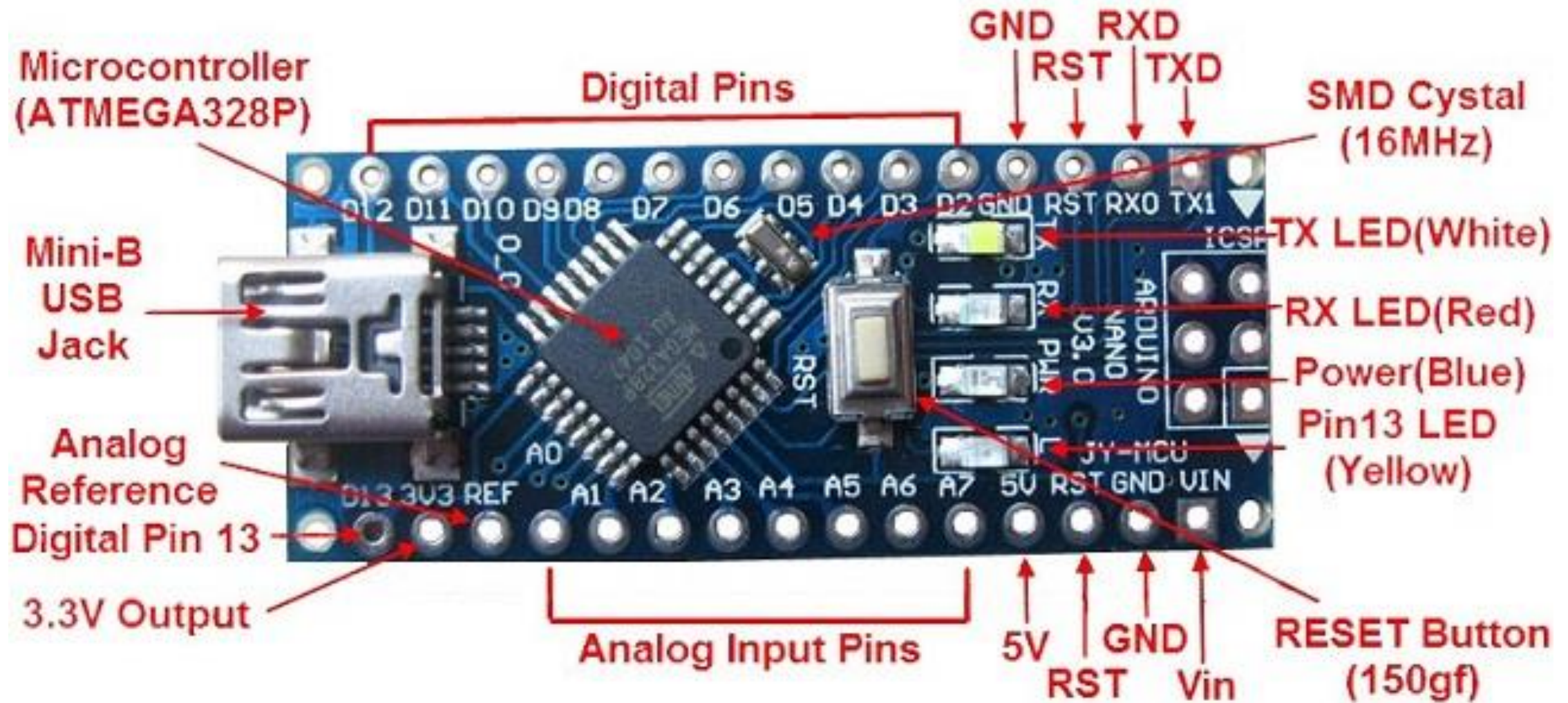


Arduino Nano

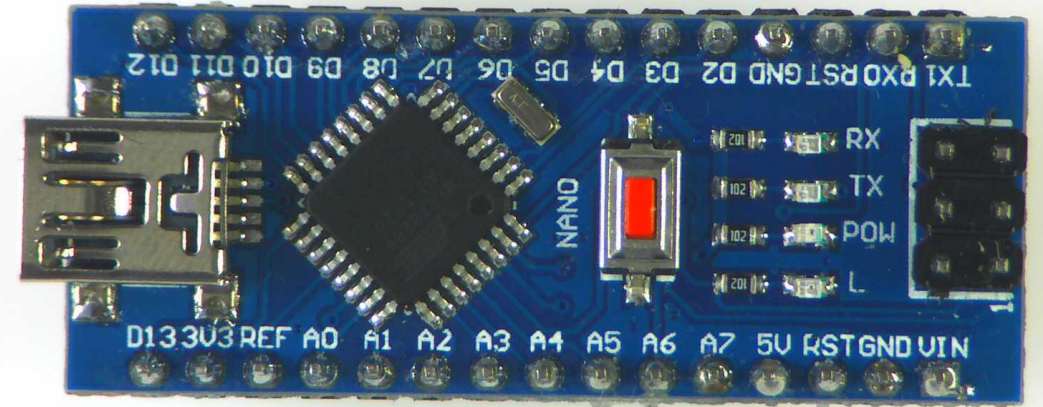
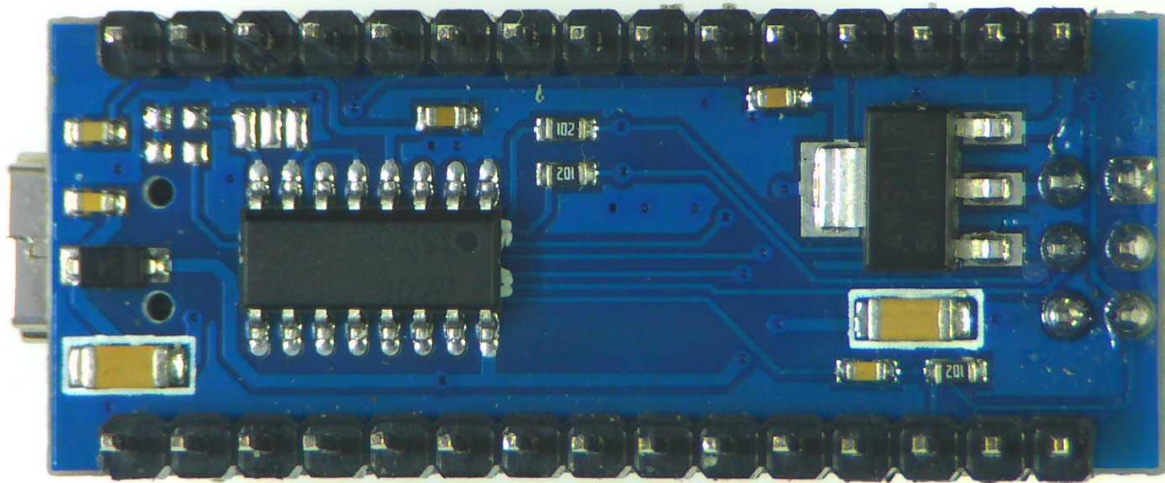


Microcontroller	ATmega328P
Architecture	AVR
Operating Voltage	5 V
Flash Memory	32 KB of which 2 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
Clock Speed	16 MHz
Analog I/O Pins	8
EEPROM	1 KB
DC Current per I/O Pins	40 mA (I/O Pins)
Input Voltage	7-12 V
Digital I/O Pins	22
PWM Output	6
Power Consumption	19 mA

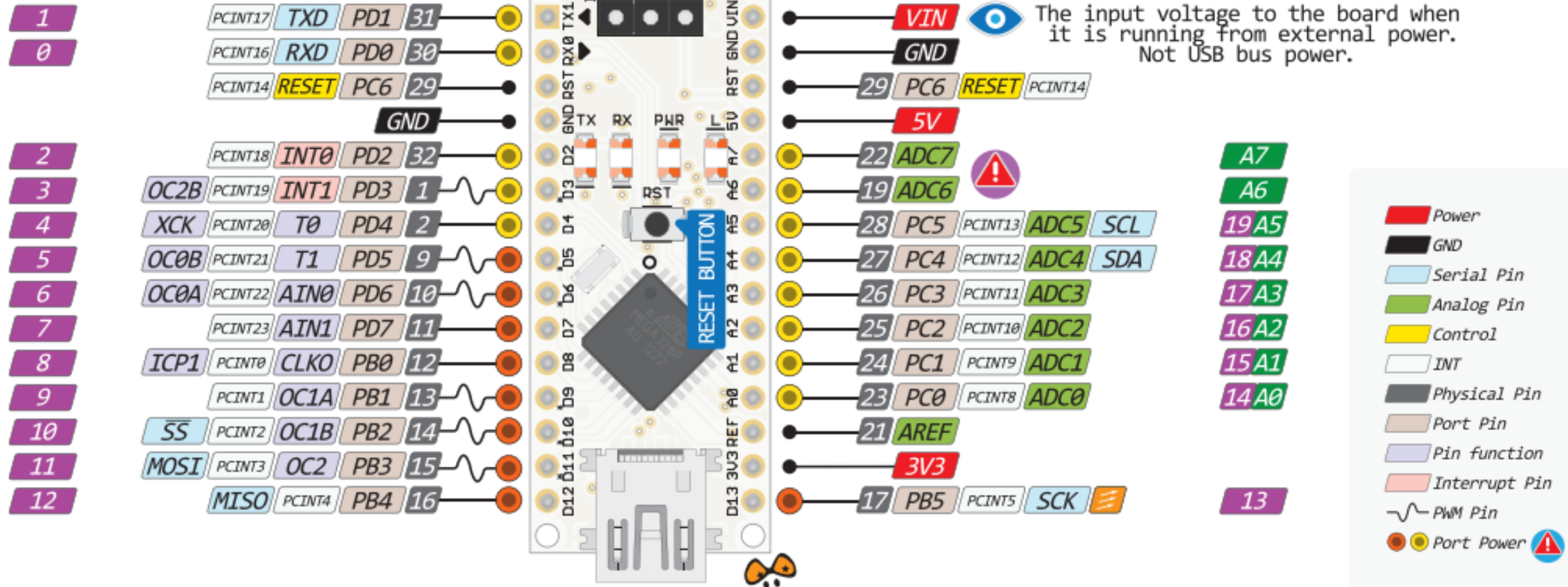
Arduino Nano



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 code 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:

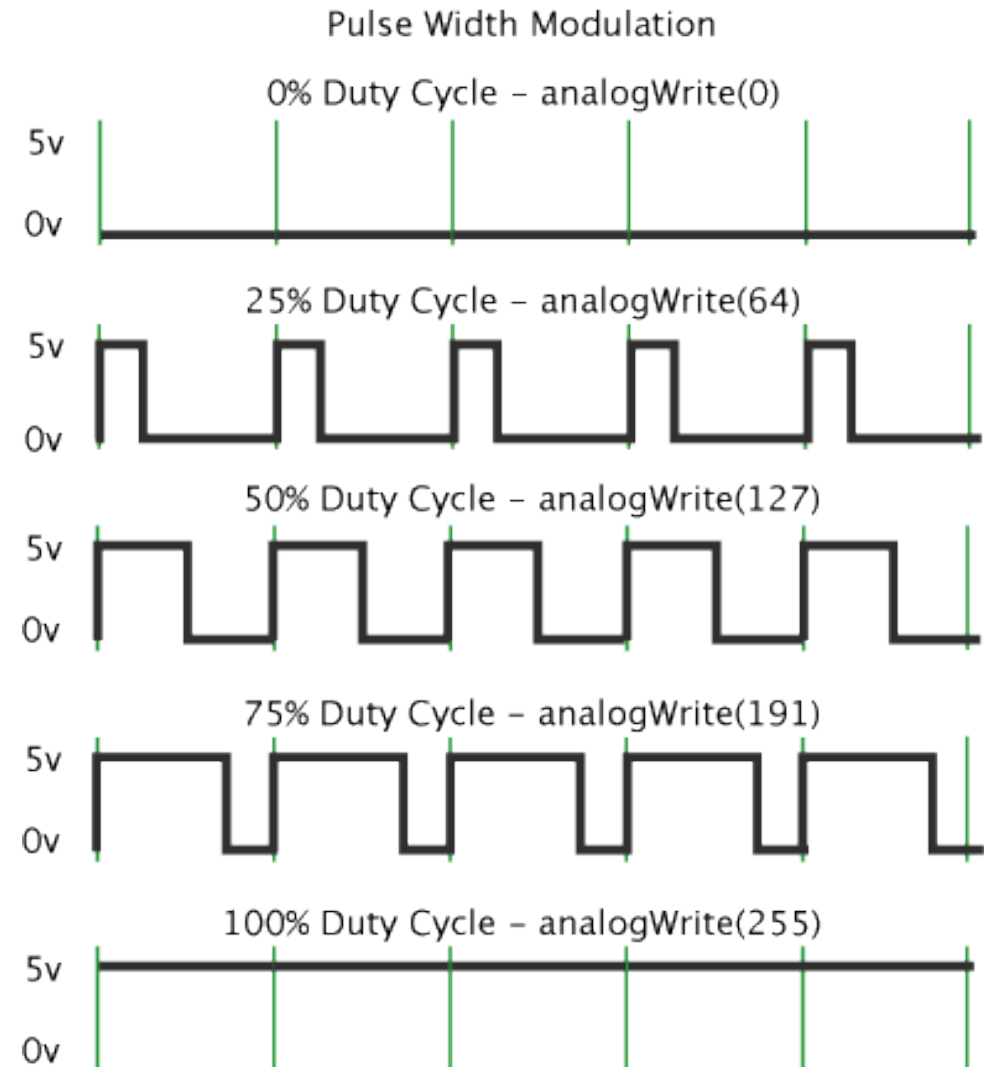
- An arrow points from the "Upload programu" label to the upload button (a right-pointing arrow) in the toolbar.
- An arrow points from the "Inicializačný blok" label to the `void setup()` function.
- An arrow points from the "Slučka" label to the `void loop()` function.
- An arrow points from the text "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();  
  }  
}
```

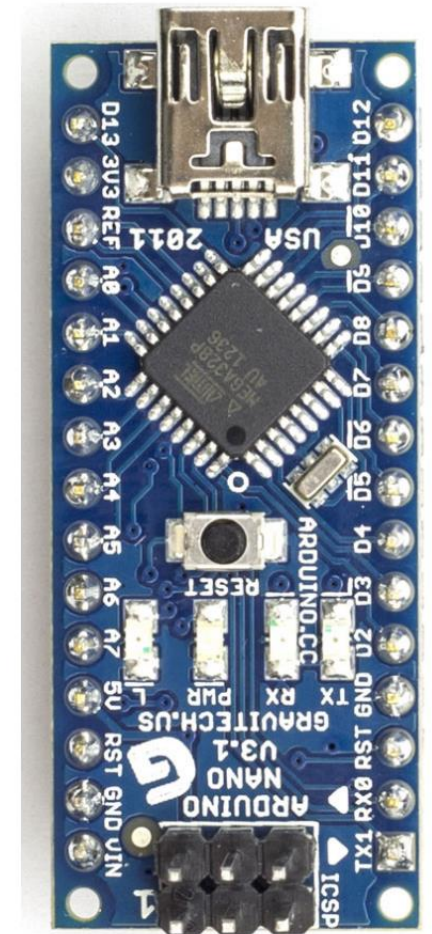
PWM – Pulse Width Modulation

- 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



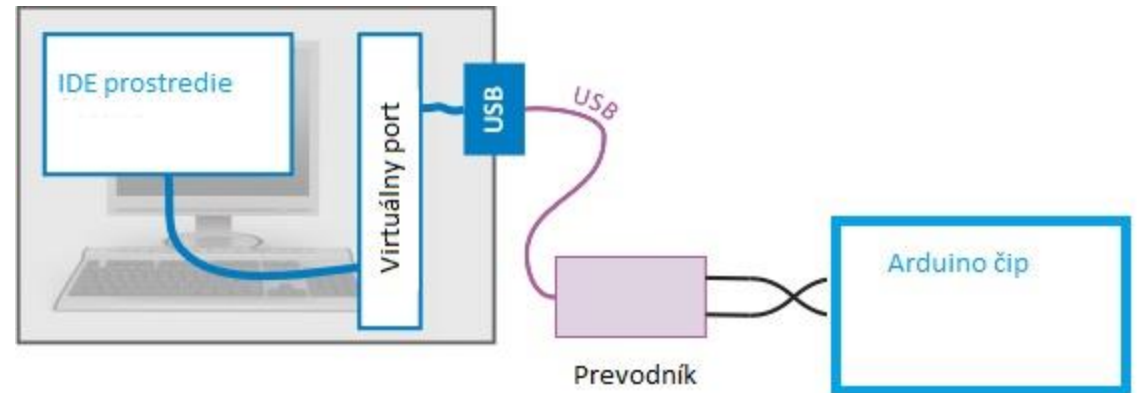
Piny v režime INPUT

- **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)



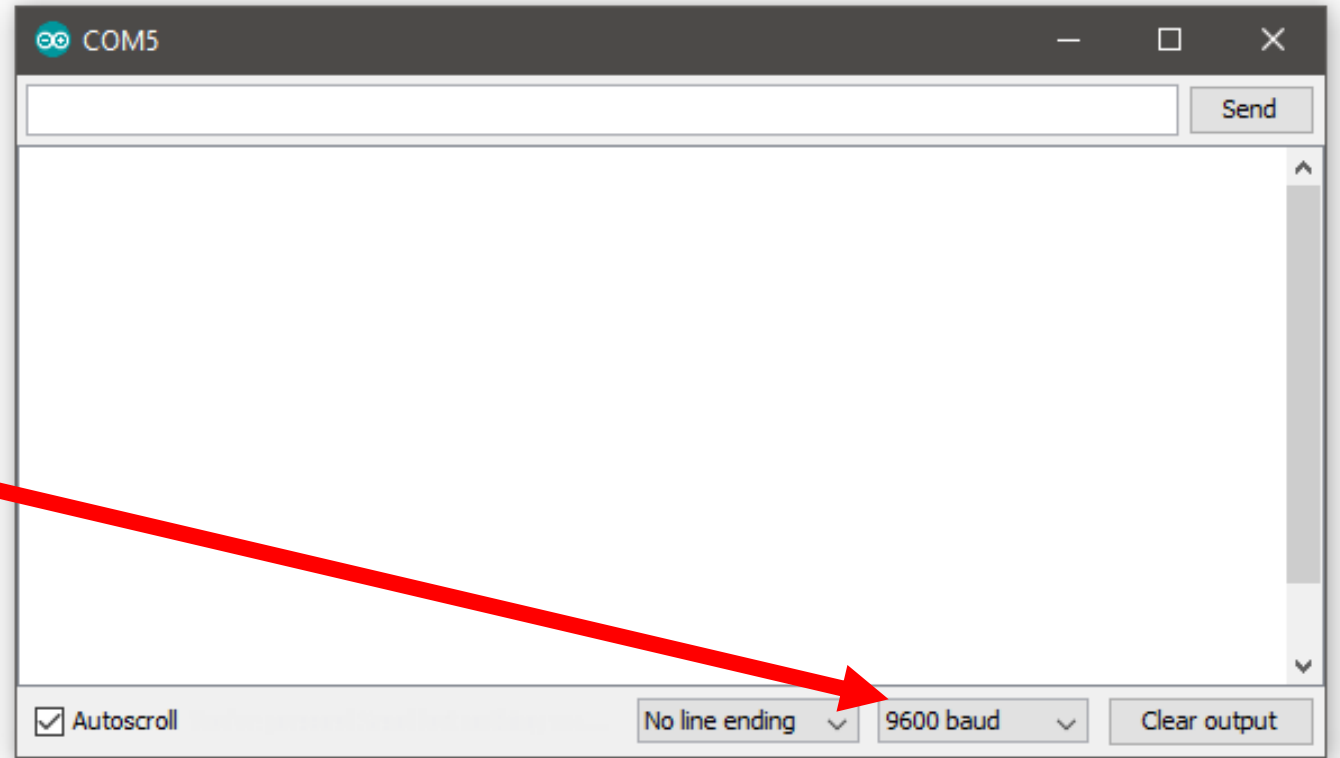
Seriová komunikácia

- 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



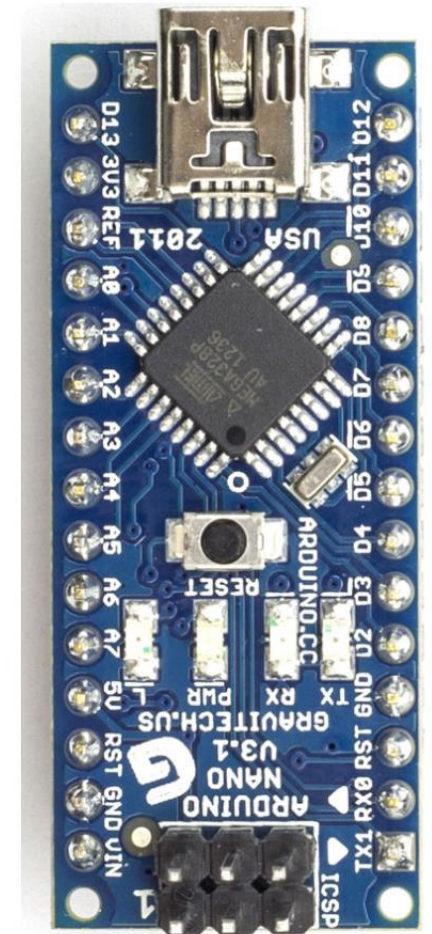
Seriová komunikácia – inicializácia a výstup

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

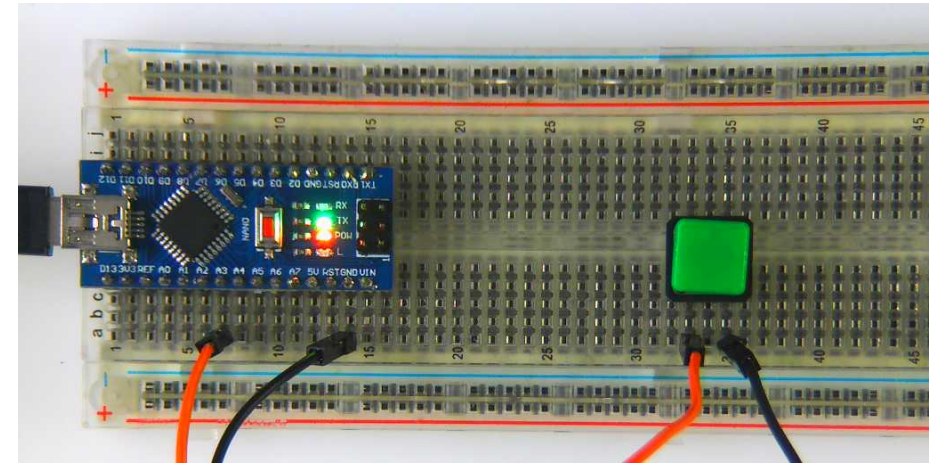
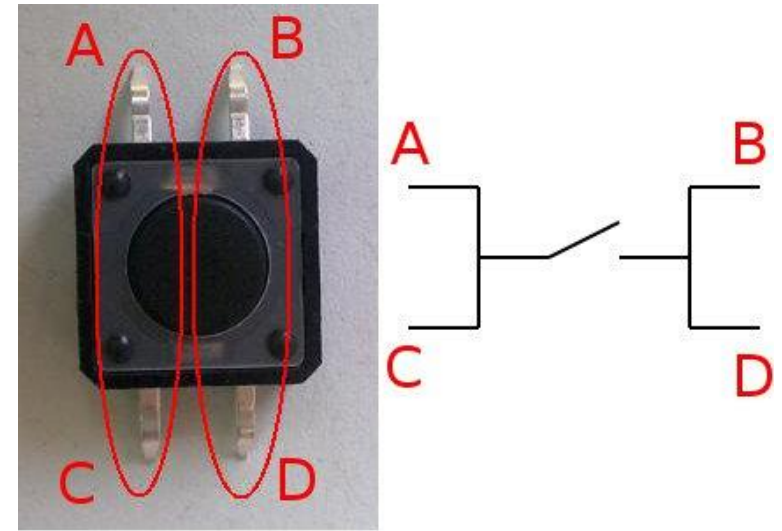
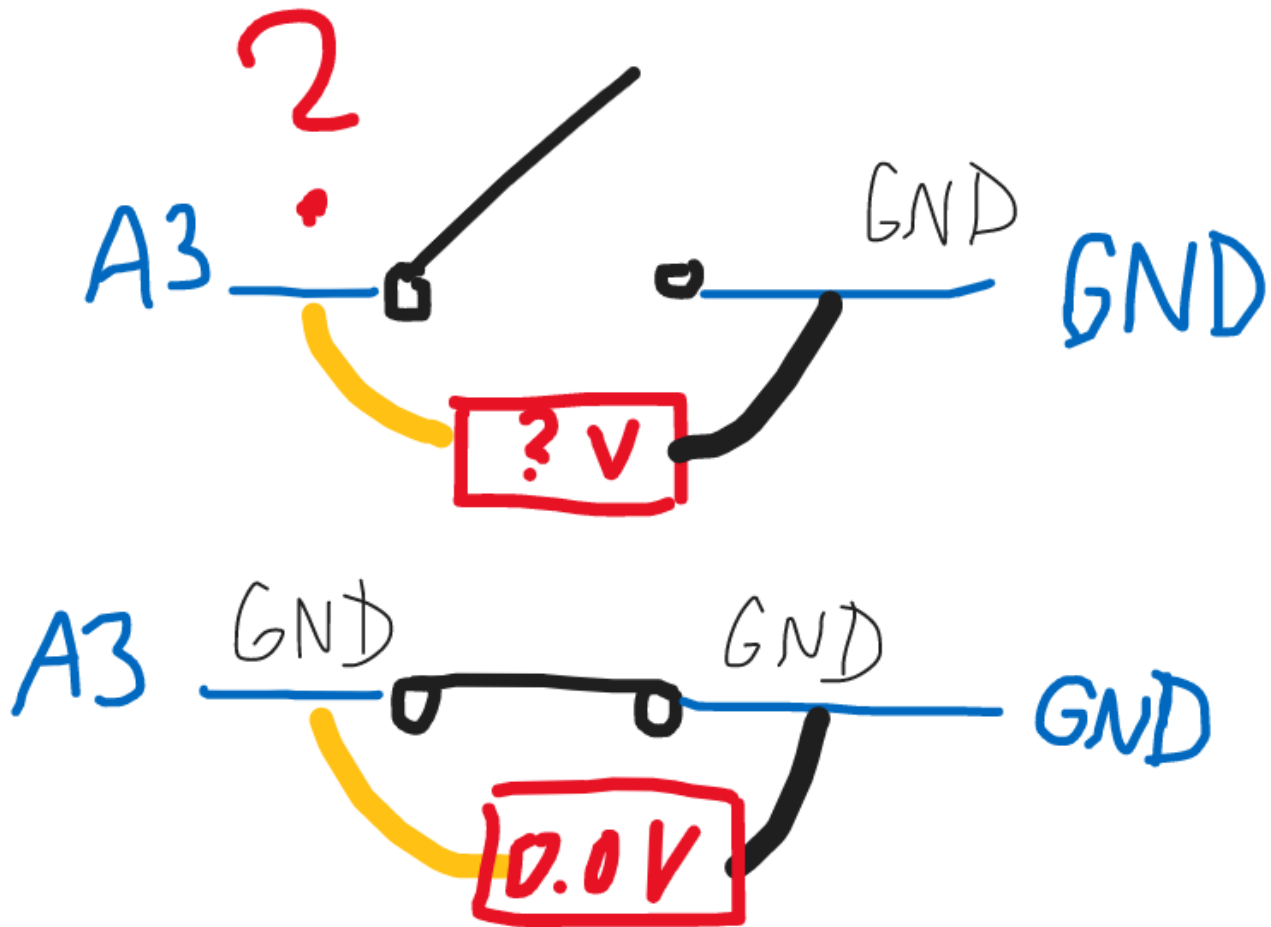


Piny v režime INPUT

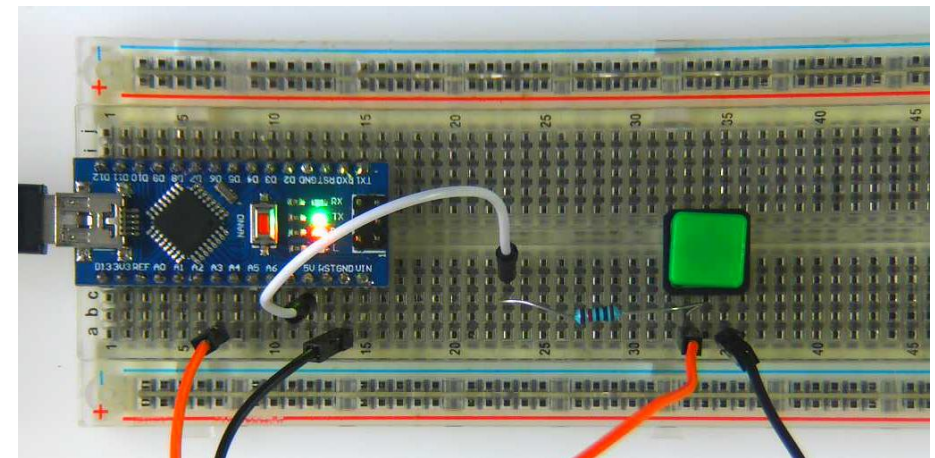
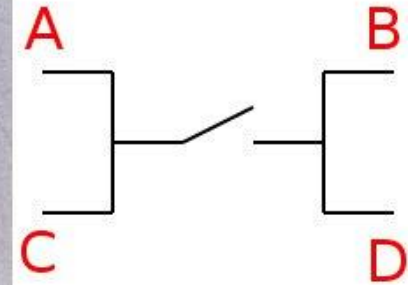
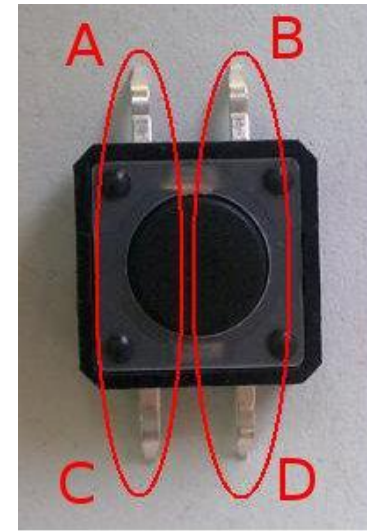
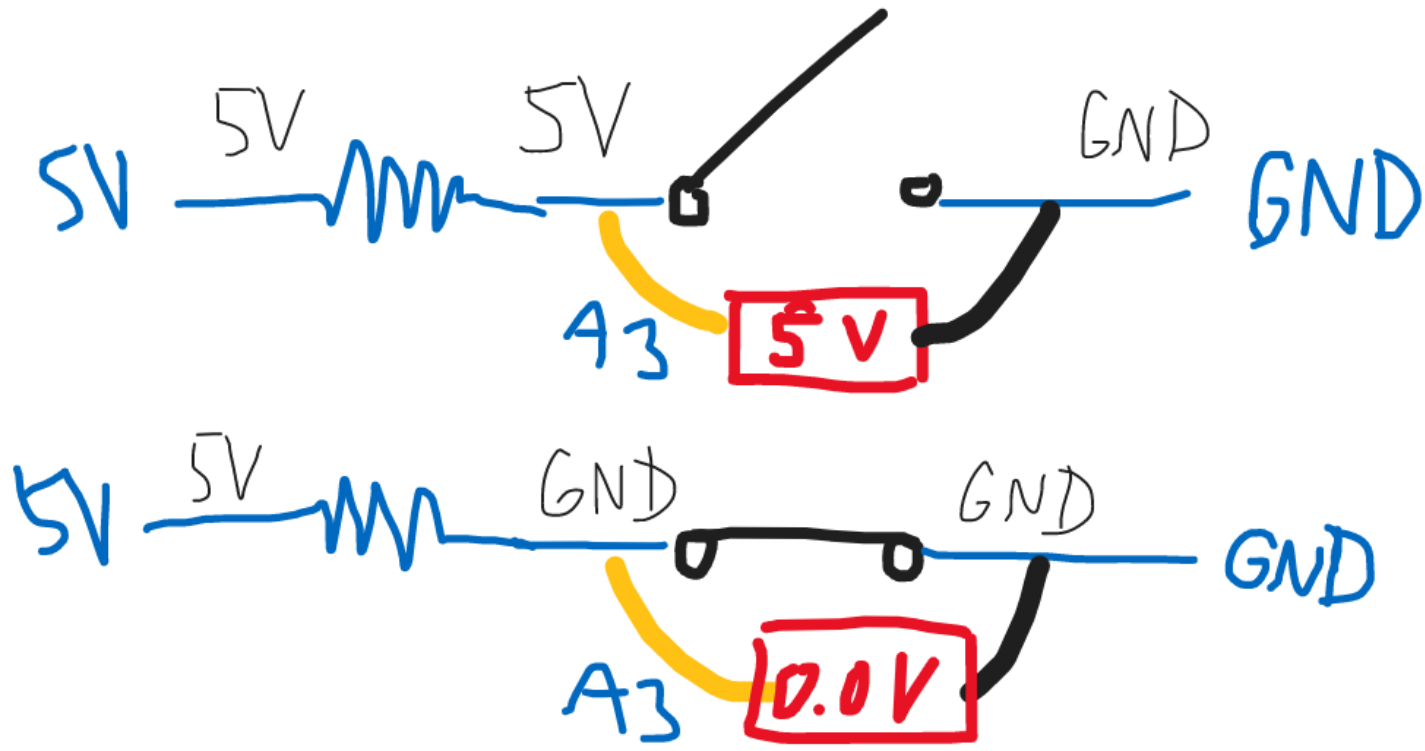
- **INPUT** – funguje ako merací vstup voltmetra, ktorého druhý kábel je pripojený na GND
 - `pinMode(pin, INPUT)`
- Analógové piny v režime INPUT:
 - `analogRead(pin)` – vráti 0-1023
- ADC - **Analog-to-digital converter**
 - meria aktuálne napätie na pine (**sampling**)
 - **10bitová hodnota**, presnosť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



Tlačidlo

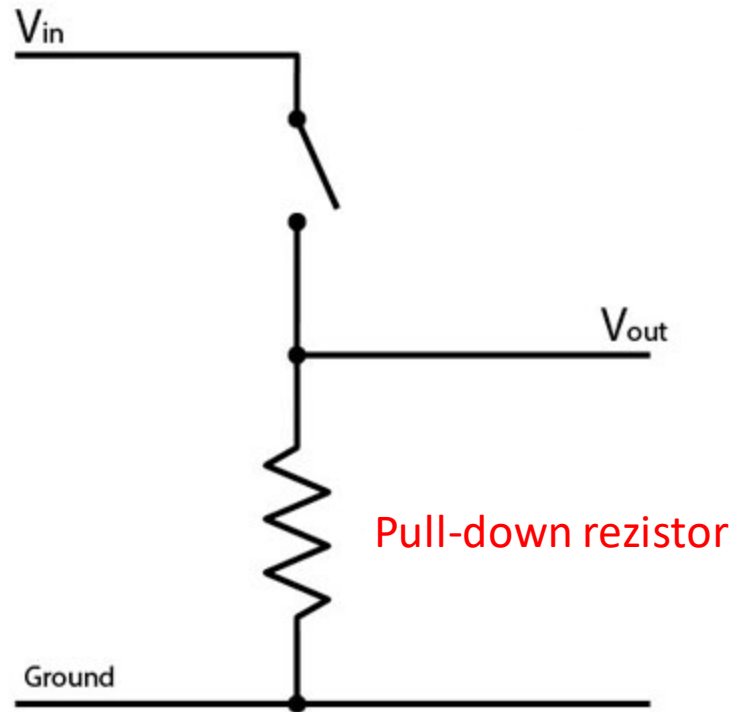
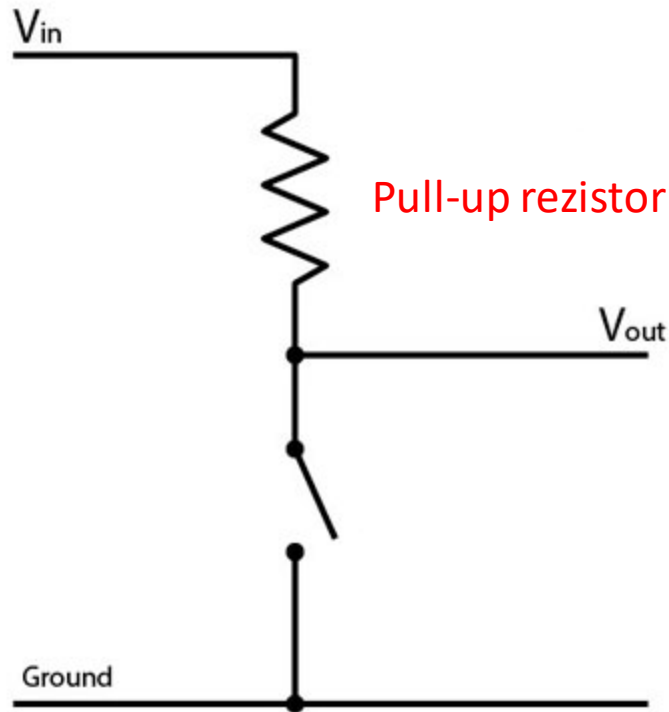


Tlačidlo



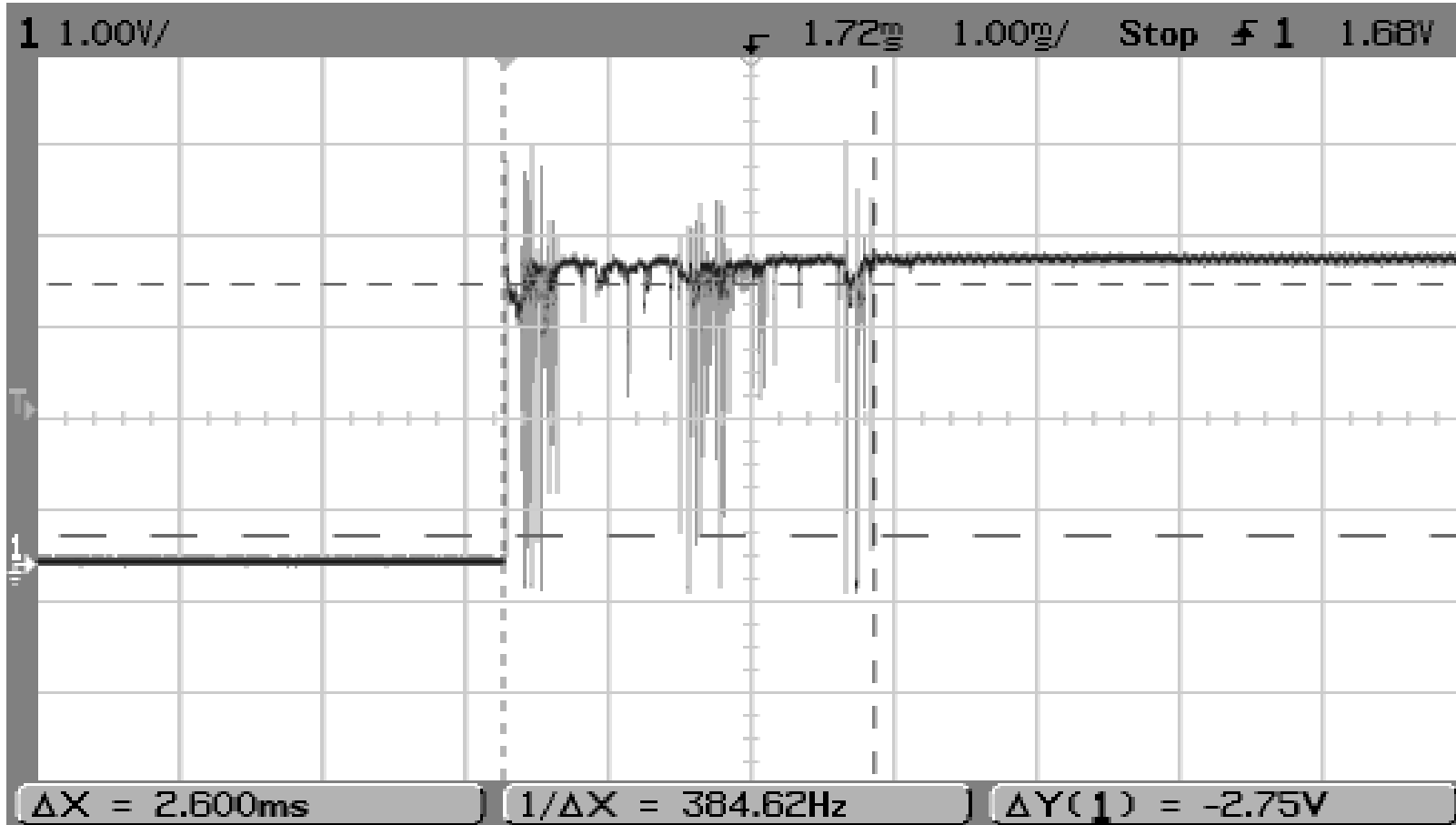
Pull-up/pull-down rezistory

- 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