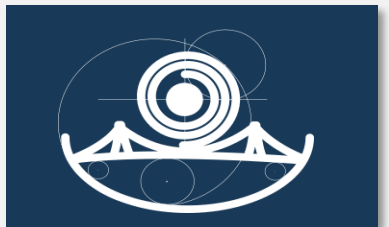
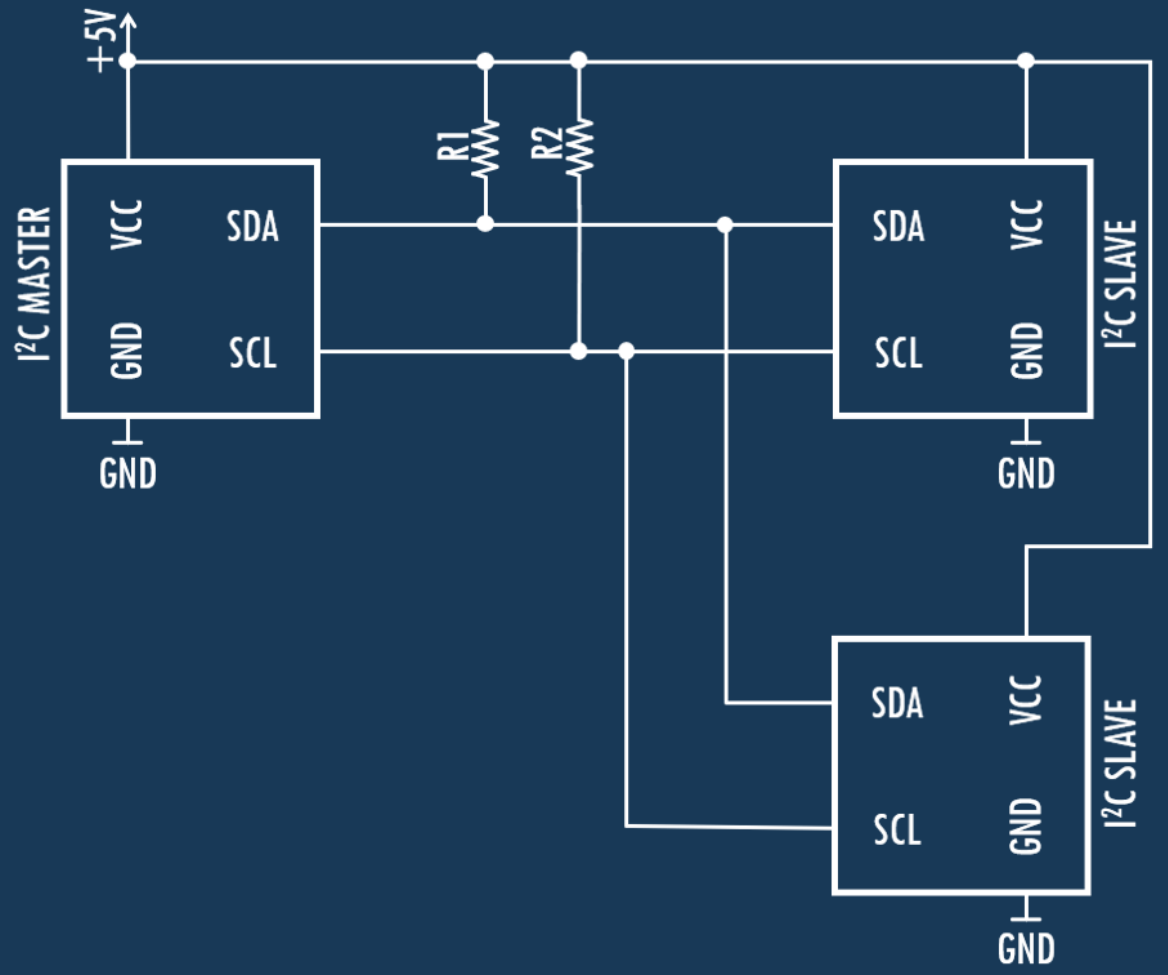
Ugrađeni sustavi

Jurica Maltar

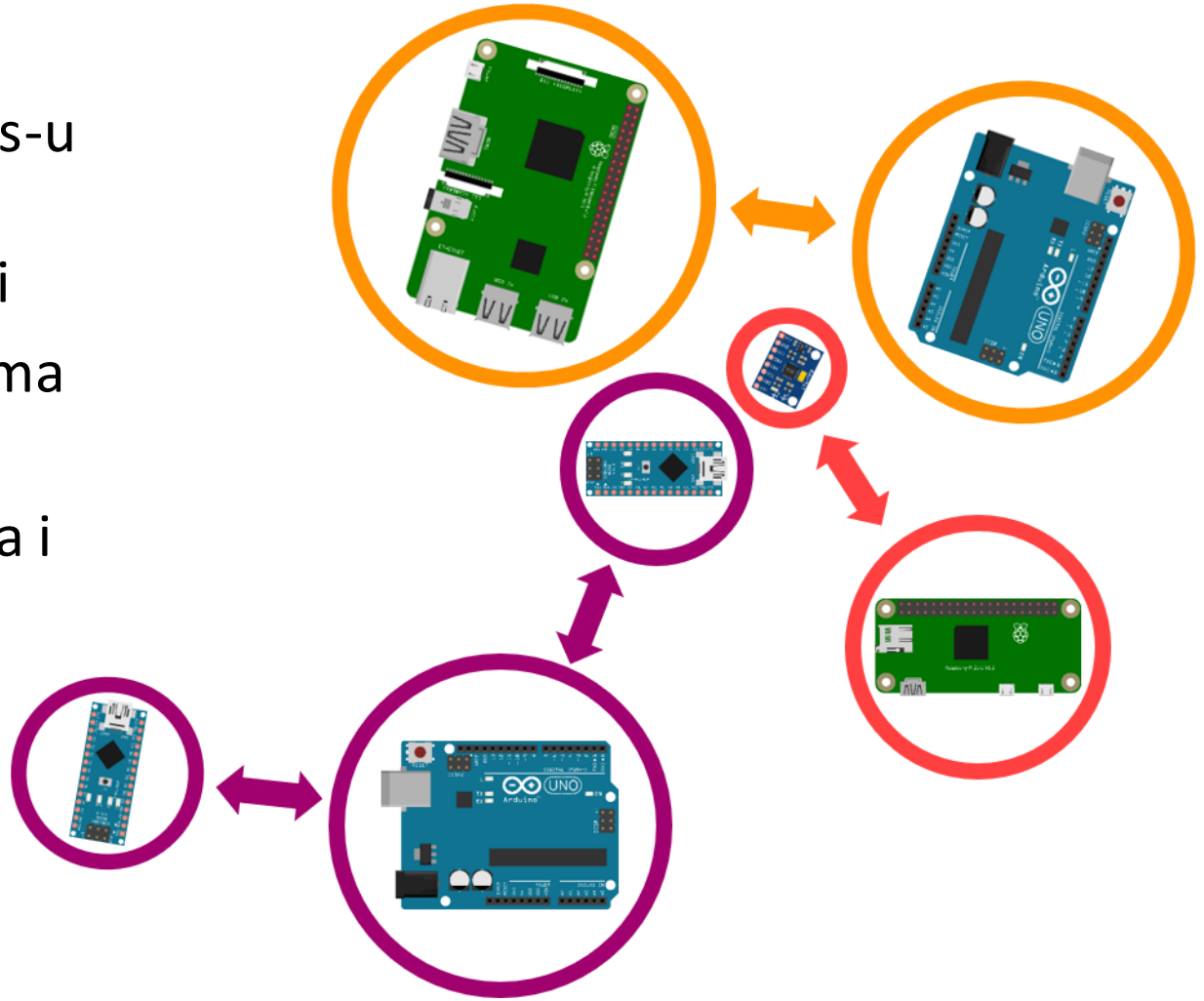


I²C


+5V
R1
R2
I²C MASTER
VCC
SDA
GND
SCL
GND
SDA
VCC
SCL
GND
I²C SLAVE
GND
SDA
VCC
SCL
GND
I²C SLAVE
GND

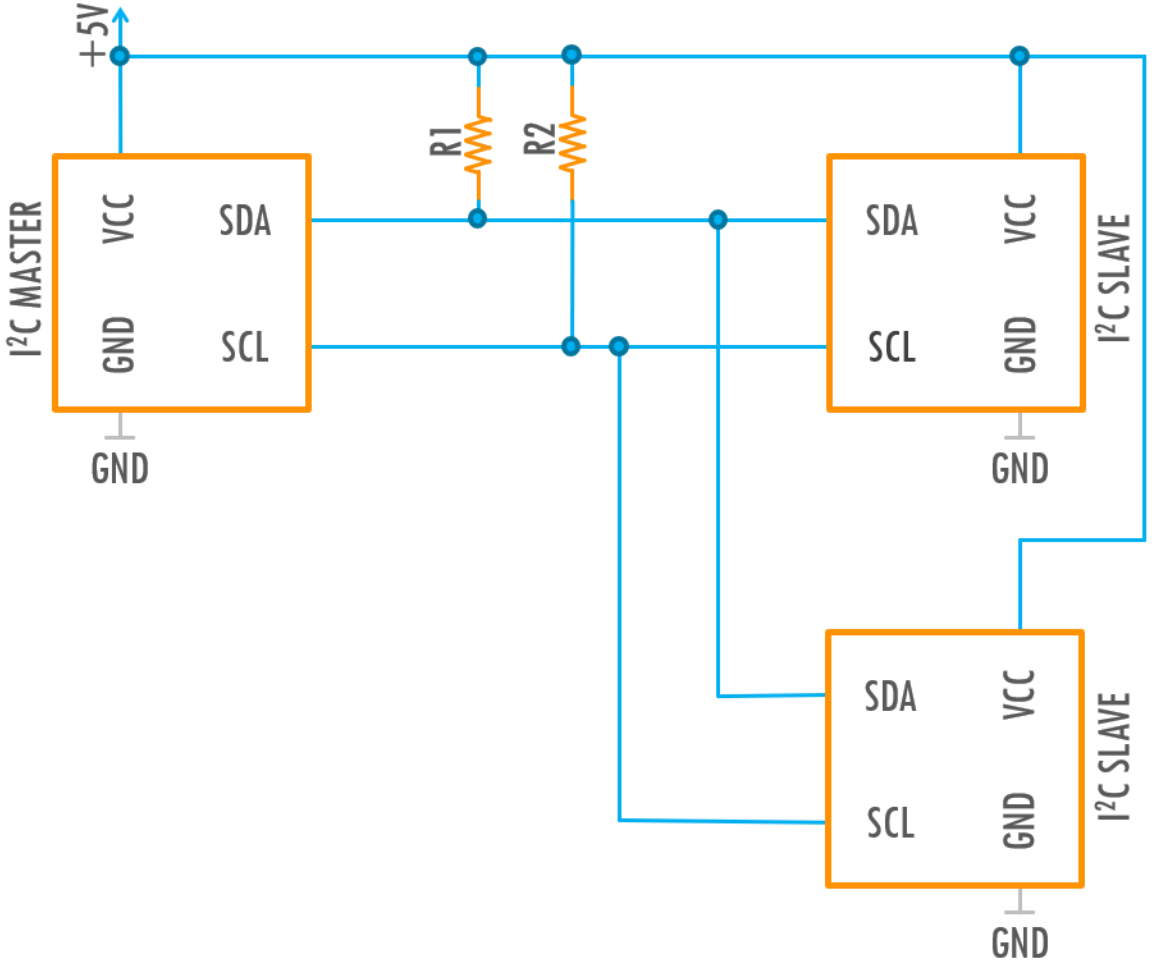
I^2C (Inter-Integrated Circuit)

- Protokol nastao ranih 80ih u Philips-u za potrebe komunikacije između različitih elektroničkih komponenti
- Danas se koristi u mnogim uređajima
- Komunicirat ćemo između više Arduina, Arduina i RPi-ja te Arduina i senzora



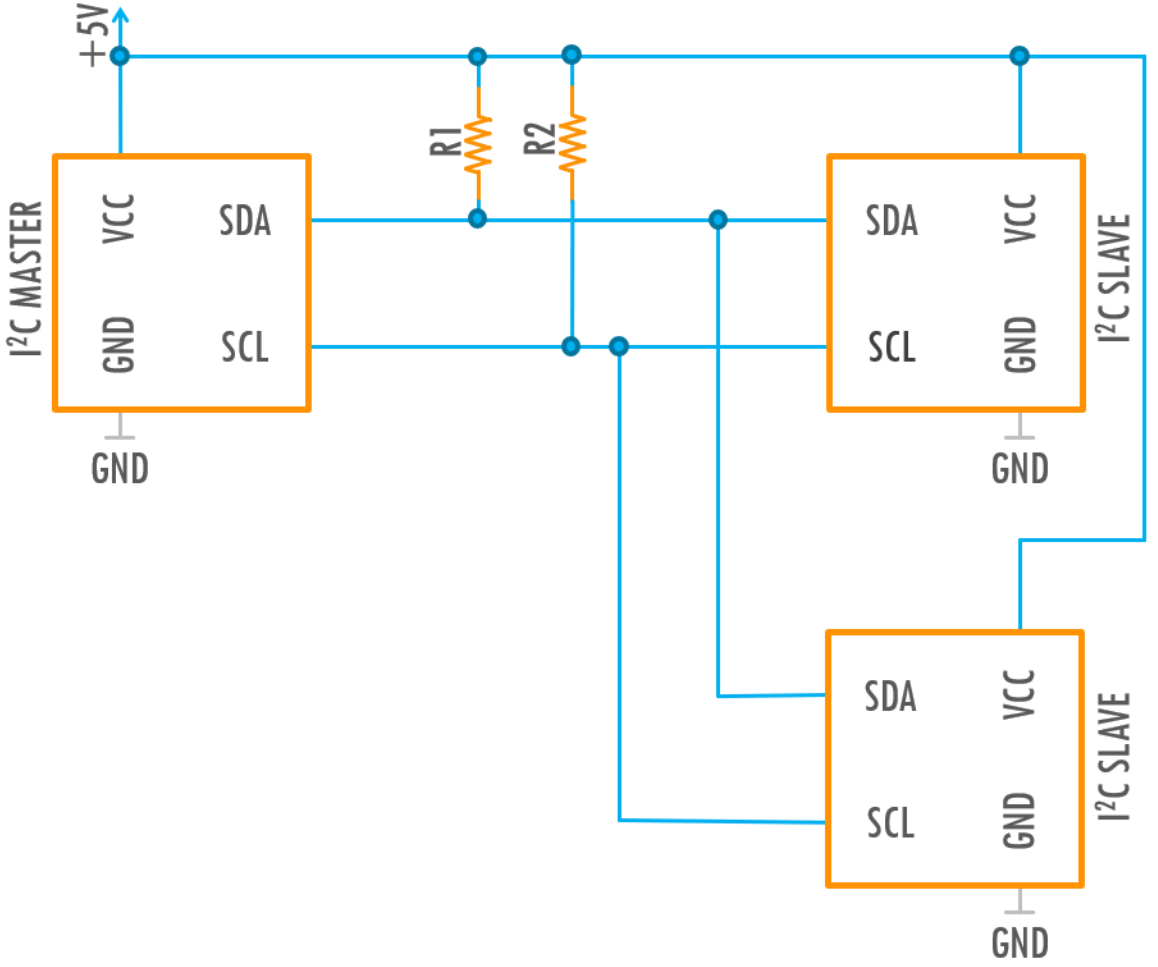
Arhitektura I²C protokola

- MASTER – SLAVE arhitektura
  - MASTER je uređaj koji inicijalizira komunikaciju prema jednome ili više SLAVE-ova
  - SLAVE odgovara na zahtjeve MASTER-a
  - MASTER – SLAVE nalikuje KLIJENT – POSLUŽITELJ arhitekturi. U čemu je sličnost, a u čemu je razlika?



Arhitektura I²C protokola

- U komunikaciji su dva bitna kanala (zato se kaže da je I²C dvožićani protokol, štoviše, on je sinonim za dvožićane protokole)
  - SDA – dvosmjerni kanal za prijenos podataka
  - SCL – jednosmjerni kanal za frekvenciju prijenosa podataka



Princip rada I^2C protokola

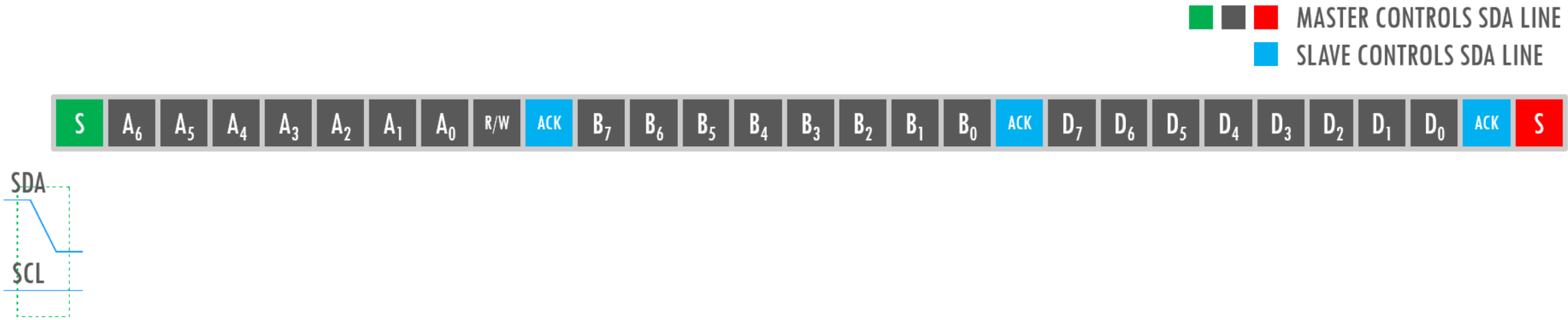
- Svaki uređaj koji je sudionik komunikacije može imati ulogu ili MASTER-a ili SLAVE-a (isključivo ili)
  - Npr. RPi je MASTER, a dva Arduina su SLAVE-ovi ili Arduino MASTER i 5 drugih Arduina SLAVE-ovi ili RPi MASTER i IMU6050 SLAVE
- Kako je i rečeno, svaki sudionik komunikacije koristi dva kanala:
  - MASTER koristeći SCL kanal sinkronizira prijenos podataka – svi sudionici prijenose podatke po frekvenciji na SCL kanalu. Stoga, I^2C je tzv. *sinkron* protokol.
  - Po dvosmjernome SDA kanalu podaci mogu ići od MASTER-a prema SLAVE-u ili od SLAVE-a prema MASTER-u u ovisnosti o tome je li MASTER zatražio slanje podataka prema SLAVE-u (read) ili primanje podataka od strane SLAVE-a (write)

Princip rada I^2C protokola

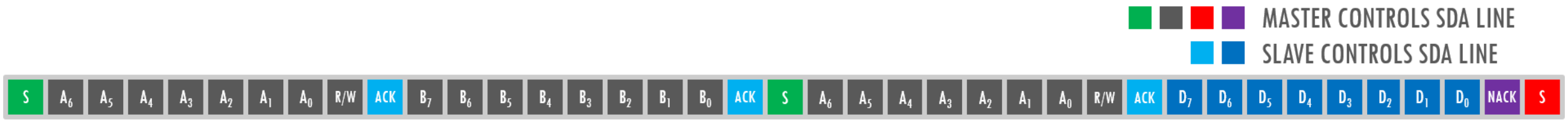
- Budući da je mnoštvo SLAVE-ova spojeno na isti kanal, kako bi se znalo kome je poruka namijenjena, koristi se adresiranje (7-bitno ili 10-bitno)
    - Svaki SLAVE ima jedinstvenu adresu (promijenjivu ili konstantnu)

- Za 7-bitno adresiranje, teoretski je moguće imati $2^7 = 128$ SLAVE uređaja
    - U praksi koristimo nekolicinu uređaja

Primjer: I²C write

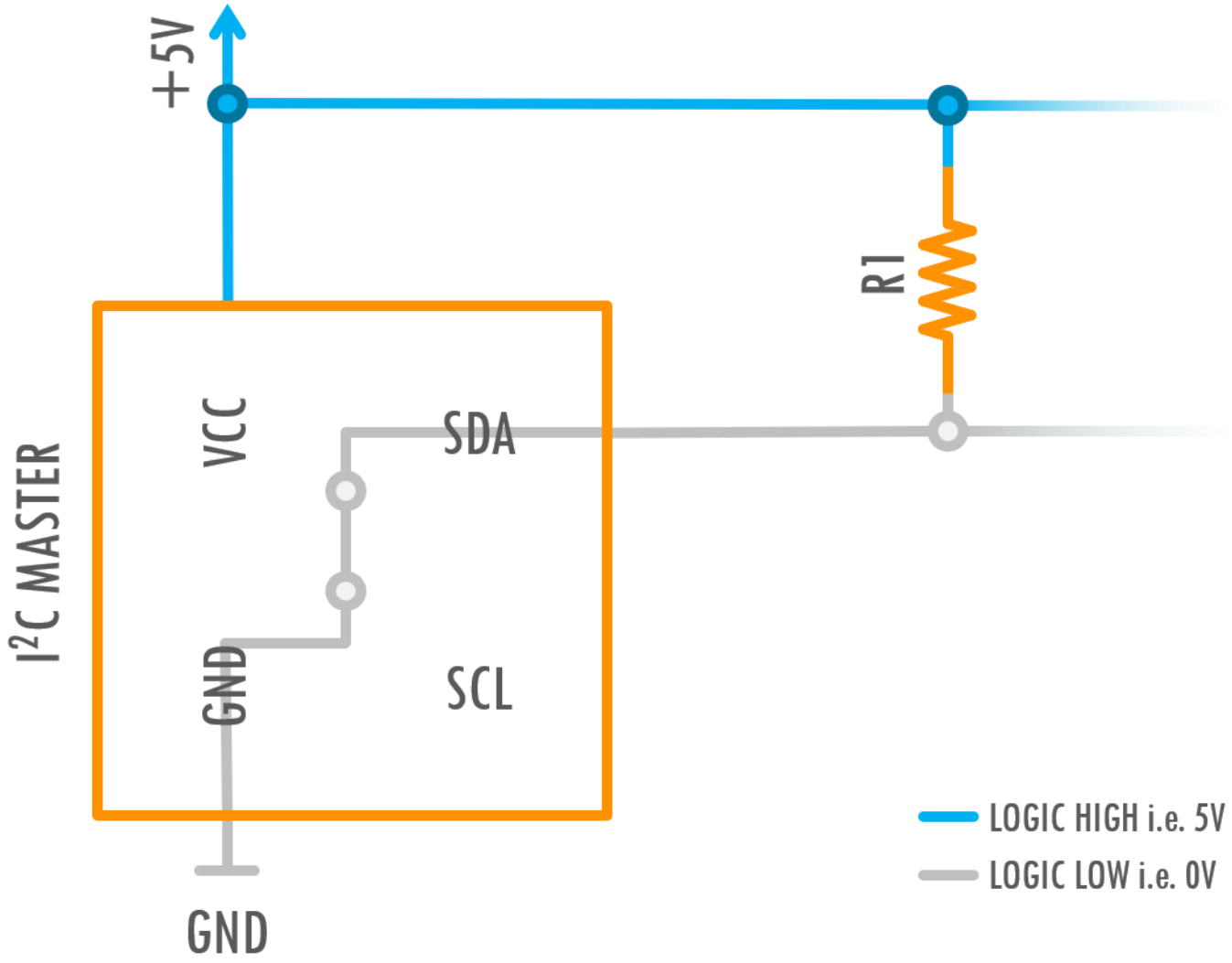


Primjer: I²C read

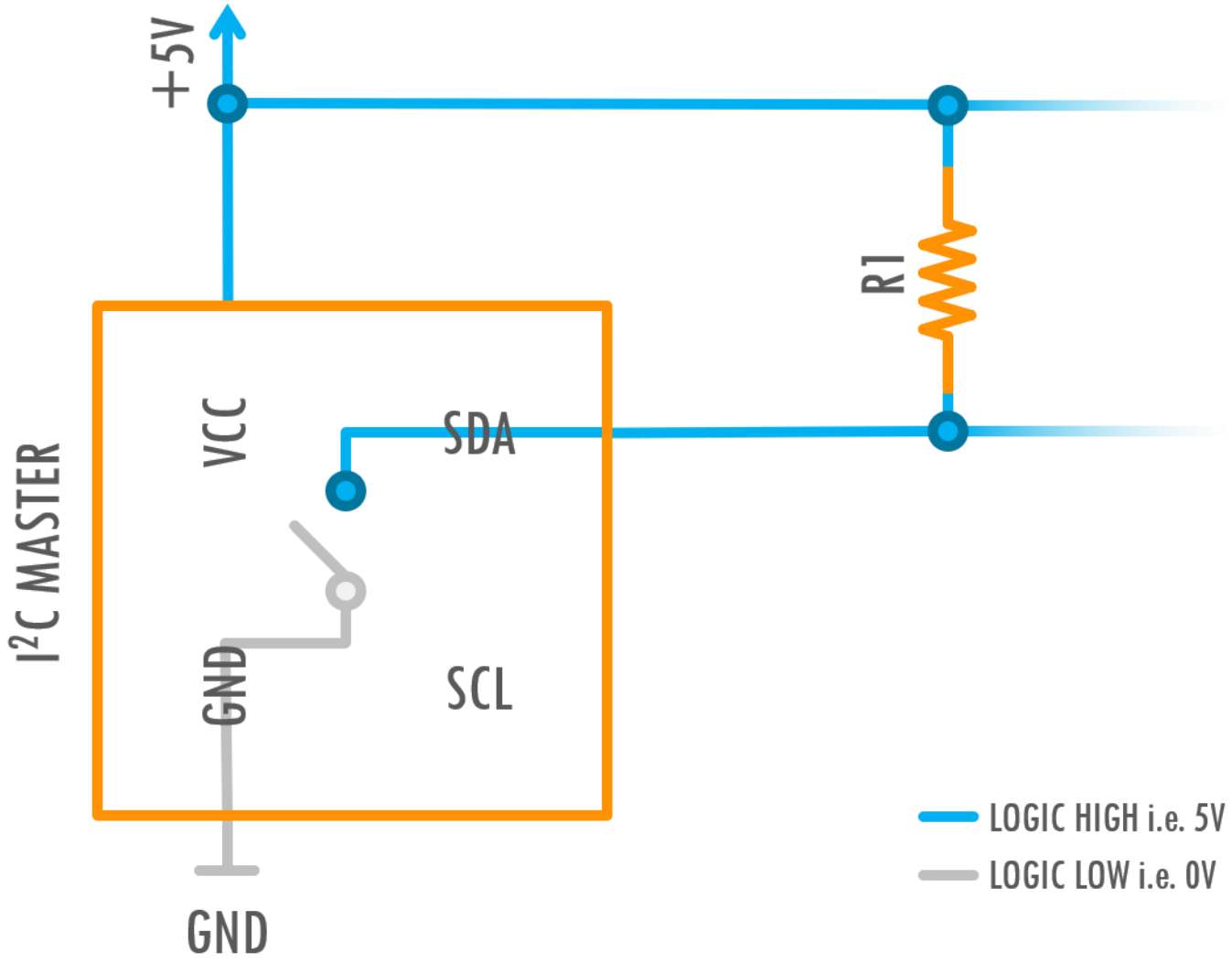


* ACK ALWAYS LOW
* FIRST R/W LOW
* SECOND R/W HIGH
* NACK = NOT ACK

Kako I²C uređaj prenosi bit?



Kako I²C uređaj prenosi bit?

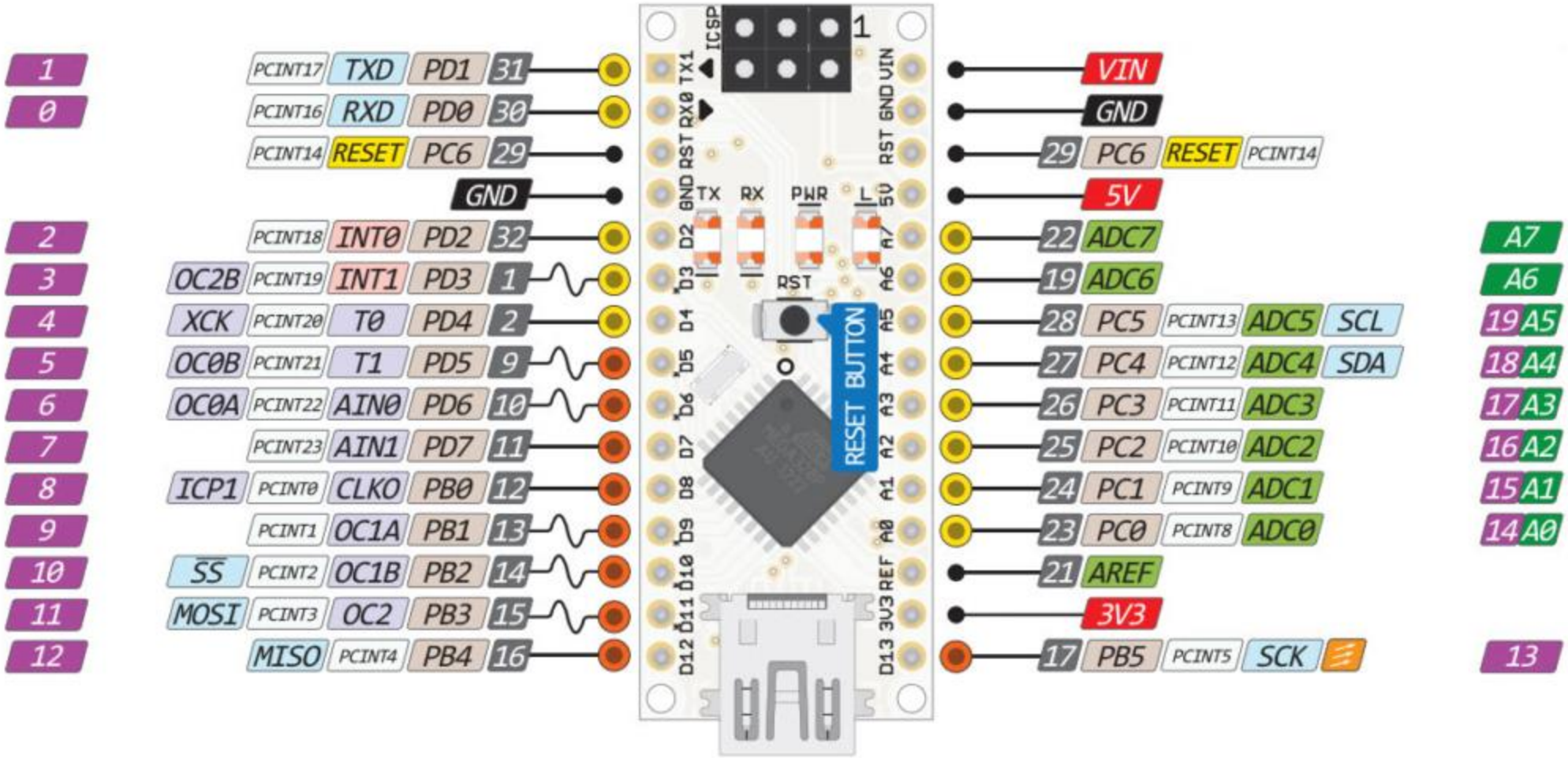


Problemi pri radu I^2C protokola

- Zbog previše uređaja i dugih žica u sustavu, dolazi do problema elektromagnetske interferencije i parazitske kondenzacije
  - Elektromagnetska interferencija – smetnja koja prekida, narušava i ograničava rad elektroničkih komponenti
  - Parazitska kondenzacija – neželjeni se naboj kondenzira među različitim komponentama

- Kondenzatori u praksi djeluju kao zaglađivači napona
  - Zašto to u ovdje nije poželjno?
  - Kada su kondenzatori poželjni?

I²C na Arduinu



I^2C na Arduinu

- Iz *pinout* sheme uočavamo:
  - A4 – SDA pin
  - A5 – SCL pin

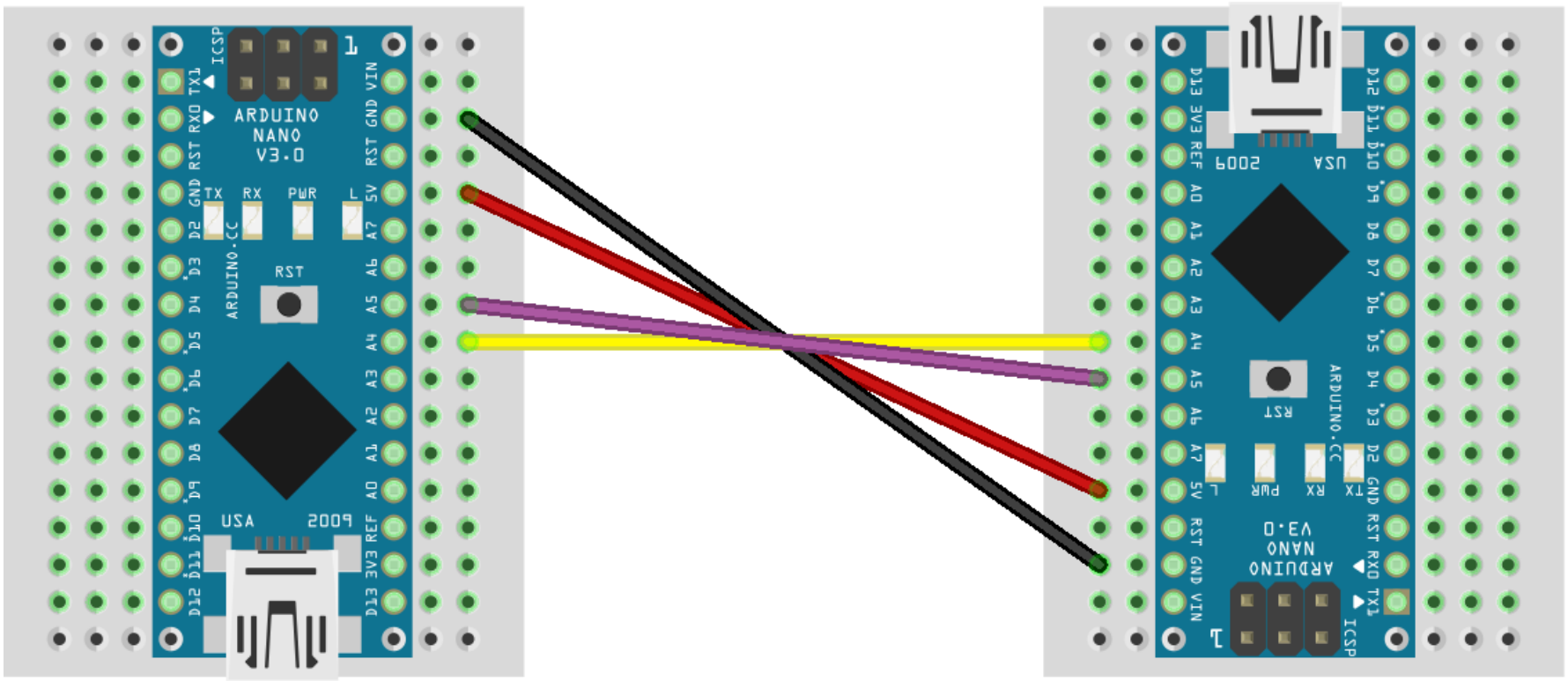
- I^2C komunikaciju uspostavljamo uz pomoć Wire biblioteke
  - Wire podržava i SLAVE i MASTER mode

- Sudionici komunikacije byte-ove razmijenjuju uz pomoće `read` i `write` funkcija

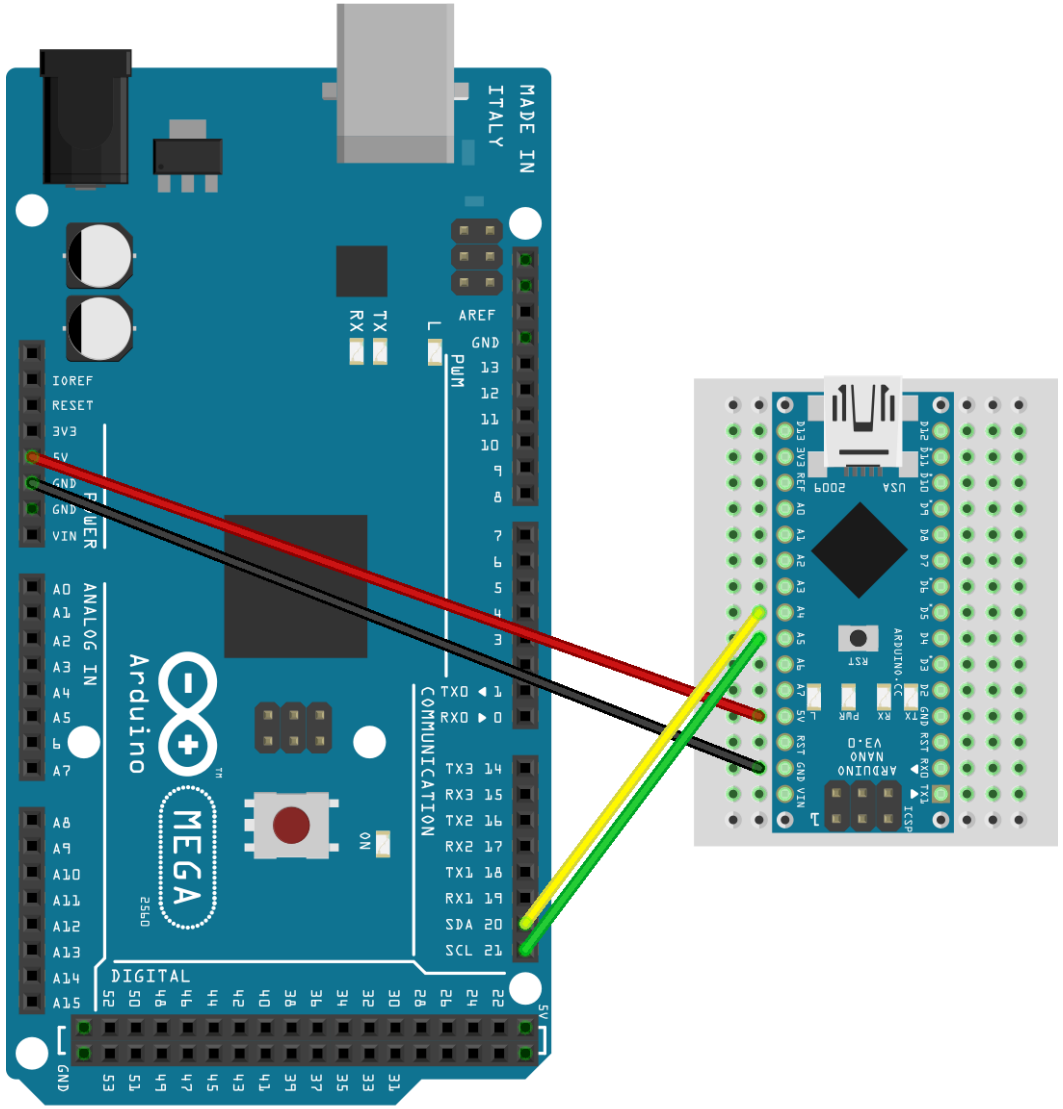
- Kada MASTER zahtijeva podatke (read mode), na SLAVE-u se izvršava `onRequest`

- Kada MASTER šalje podatke (write mode), na SLAVE-u se izvršava `onReceive`

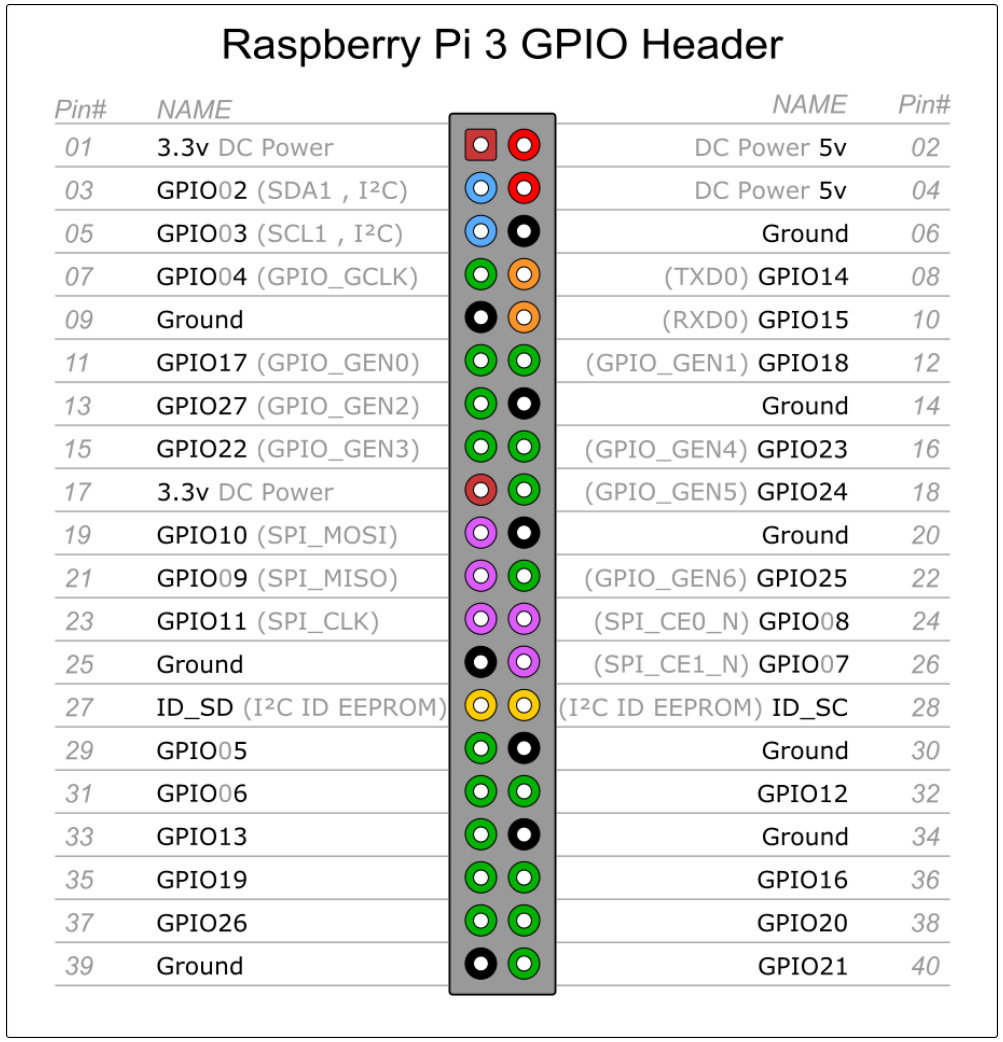
Arduino MASTER – Arduino SLAVE



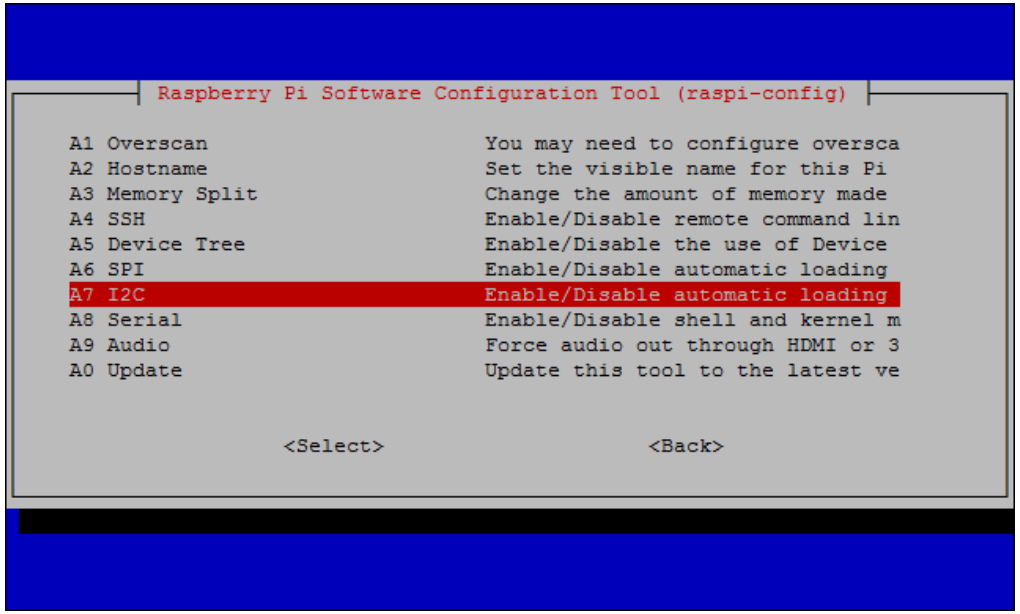
Arduino MASTER – Arduino SLAVE



I²C na Raspberry Pi-ju



I²C na Raspberry Pi-ju

- Na RPi-ju je potrebno omogućiti I²C komunikaciju sljedećim nizom radnji:
  1. `sudo raspi-config`
  2. `Interfacing options`
  3. 

  4. `sudo reboot`

I^2C na Raspberry Pi-ju

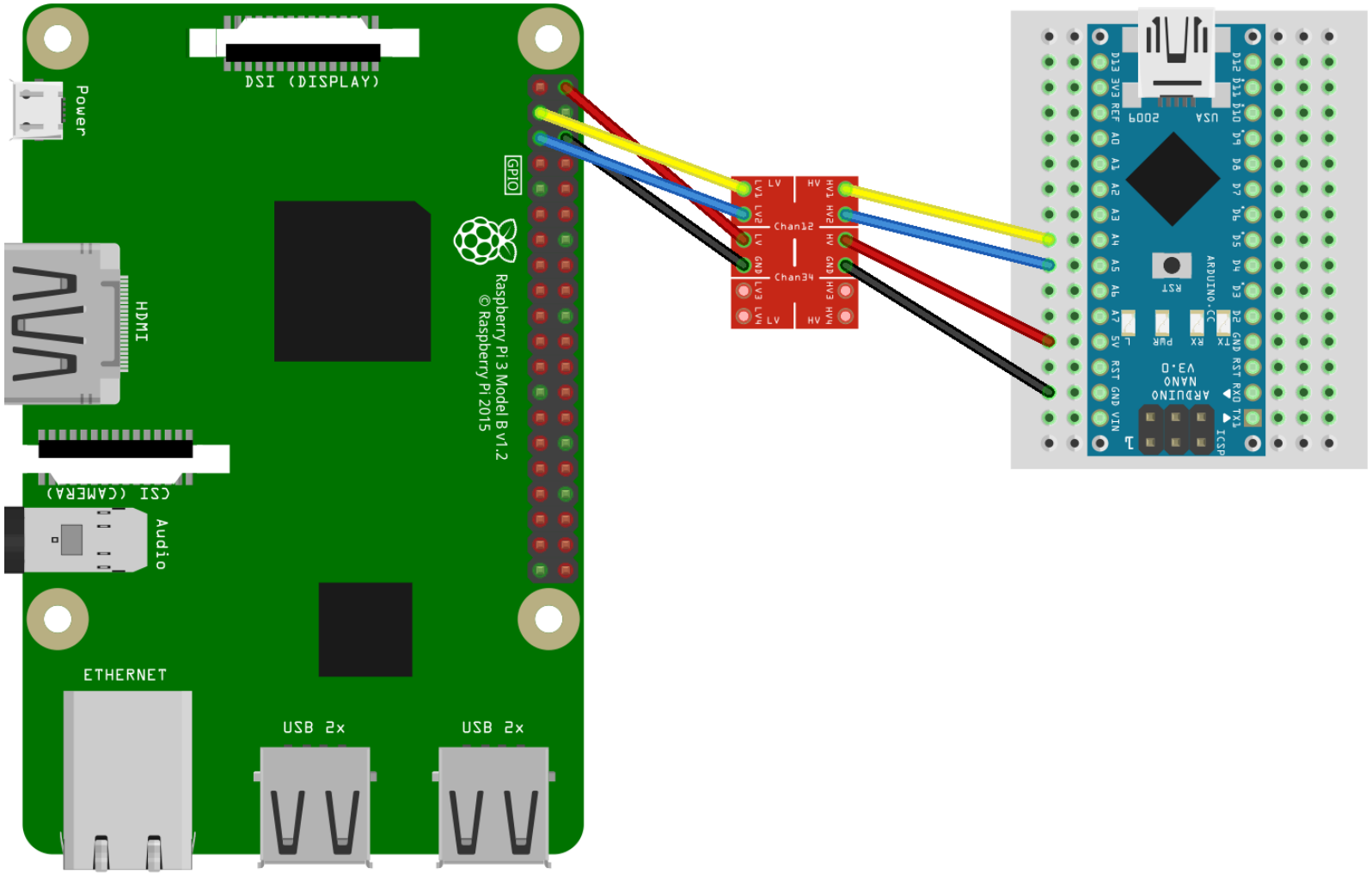
- Također, potrebno je konfigurirati brzinu prijenosa na razumnu frekvenciju kako se podaci unutar komunikacije ne bi gubili
    1. Otvoriti /boot/config.txt (`sudo nano /boot/config.txt`)
    2. Nadopuniti redak: `dtparam=i2c_arm=on,i2c_arm_baudrate=32000`
    3. `sudo reboot`

I²C na Raspberry Pi-ju

- Linux paket `i2c-tools` pomaže nam pri radu s I²C uređajima (ne samo RPi)
  - Alat kojim I²C komunikaciju uspostavljamo unutar naredbenog retka
  - `sudo apt install i2c-tools`

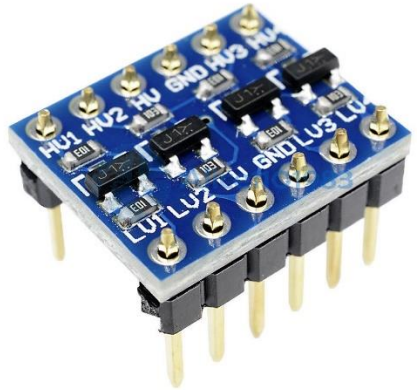
- Primjeri naredba `i2c-tools` paketa:
  - `i2cdetect -l` (izlistaj sve unutarnje I²C uređaje sustava)
  - `i2cdetect -y -r 1` (izlistaj sve vanjske I²C uređaje sustava spojene na 1. unutarnji I²C uređaj)
  - `i2cdump -y 1 0x68 b` (pročitaj sve što se nalazi na uređaju s adresom 0x68)
  - `i2cset -y 1 0x53 0x2D 0x08` (postavi vrijednost 0x08 na 0x2D registar uređaja s adresom adresom 0x53)
  - `i2cget -y 1 0x53 0x2D` (dohvati vrijednost na 0x2D registru uređaja s 0x53 adresom)

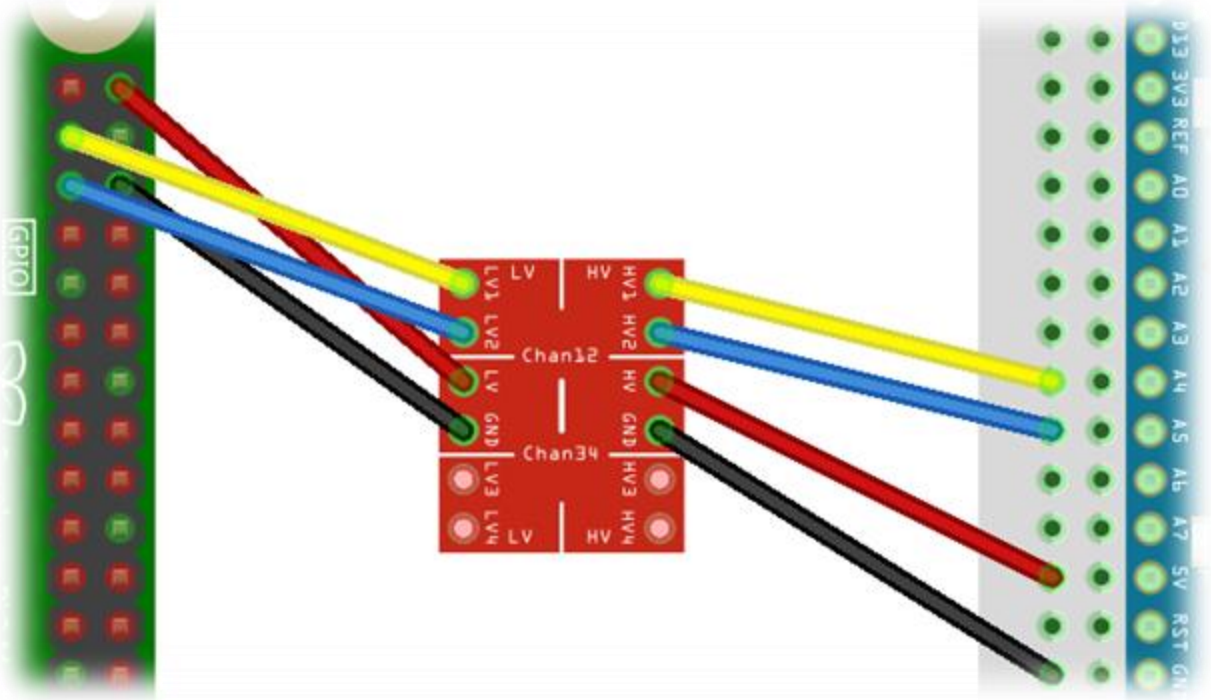
Raspberry Pi MASTER – Arduino SLAVE



Logic Level Converter

- Budući da RPi-jevi pinovi šalju i prihvaćaju 3.3V, a Arduino-vi šalju i prihvaćaju 5V, potrebno je koristiti Logic Level converter
  - Signal od 3.3V s RPi-ja završit će na Arduinu kao signal od 5V
  - Vrijedi i obrnuto





Reference

- Exploring Raspberry Pi
- Exploring Arduino
- Wire library
- Linux I2C reference