Sisteme cu MicroProcesoare

Cursul 9

Sisteme de comunicații

Conf. Tiberiu COCIAS

Universitatea
Transilvania
din Brașov
FACULTATEA DE INGINERIE ELECTRICĂ
ȘI ȘTIINȚA CALCULATOARELOR

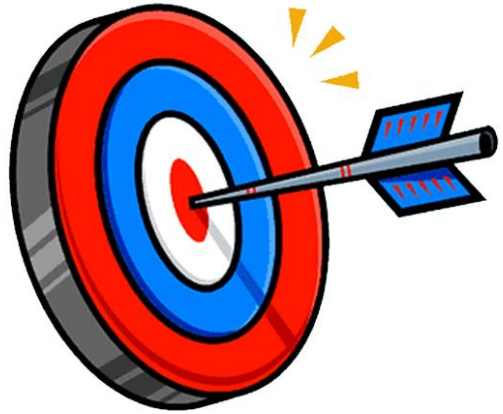
Cuprins

Universitatea
Transilvania
din Brașov
FACULTATEA DE INGINERIE ELECTRICĂ
ȘI ȘTIINȚA CALCULATOARELOR

Obiectivul cursului

Universitatea Transilvania din Brașov
FACULTATEA DE INGINERIE ELECTRICĂ ȘI ȘTIINȚA CALCULATOARELOR

- Prezentarea principalelor caracteristici ale unui sistem de comunicații și aprofundarea cunoștințelor pentru două protocoale:
  - Caracteristici ale sistemelor de comunicație
  - Clasificarea acestora
  - Prezentarea comunicației serială asincronă și sincronă: UART si USART
  - Prezentarea caracteristicilor electrice pentru două standarde de comunicație
  - Prezentarea protocolului SPI

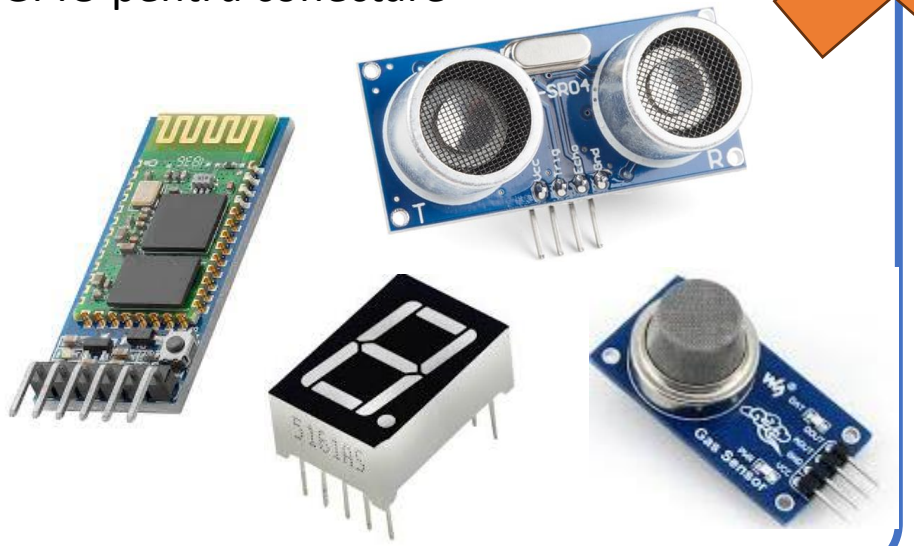


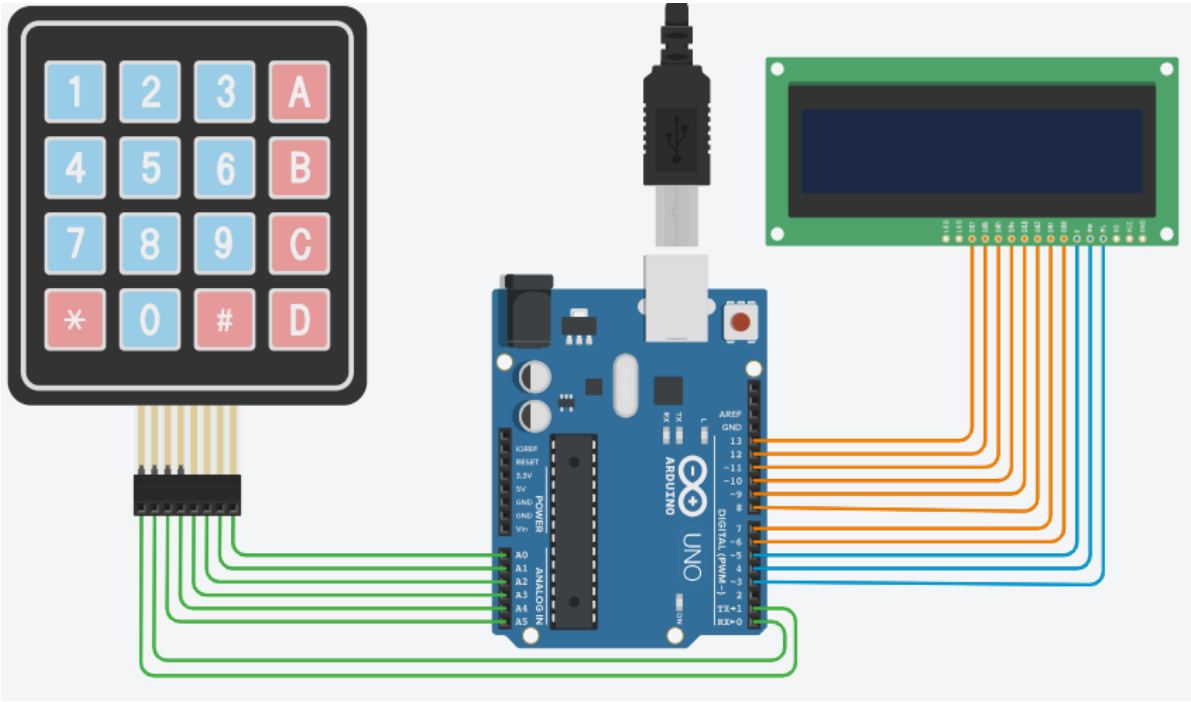
De ce este nevoie de un alt protocol?

Universitatea Transilvania din Brașov
FACULTATEA DE INGINERIE ELECTRICĂ ȘI ȘTIINȚA CALCULATOARELOR

- Există situații în care numărul de conexiuni la pinii MC este foarte mare
- Ce se întâmplă daca este nevoie de noi dispozitive? Care trebuie conectate la pinii GPIO?

Nu sunt suficienți pini GPIO pentru conectare

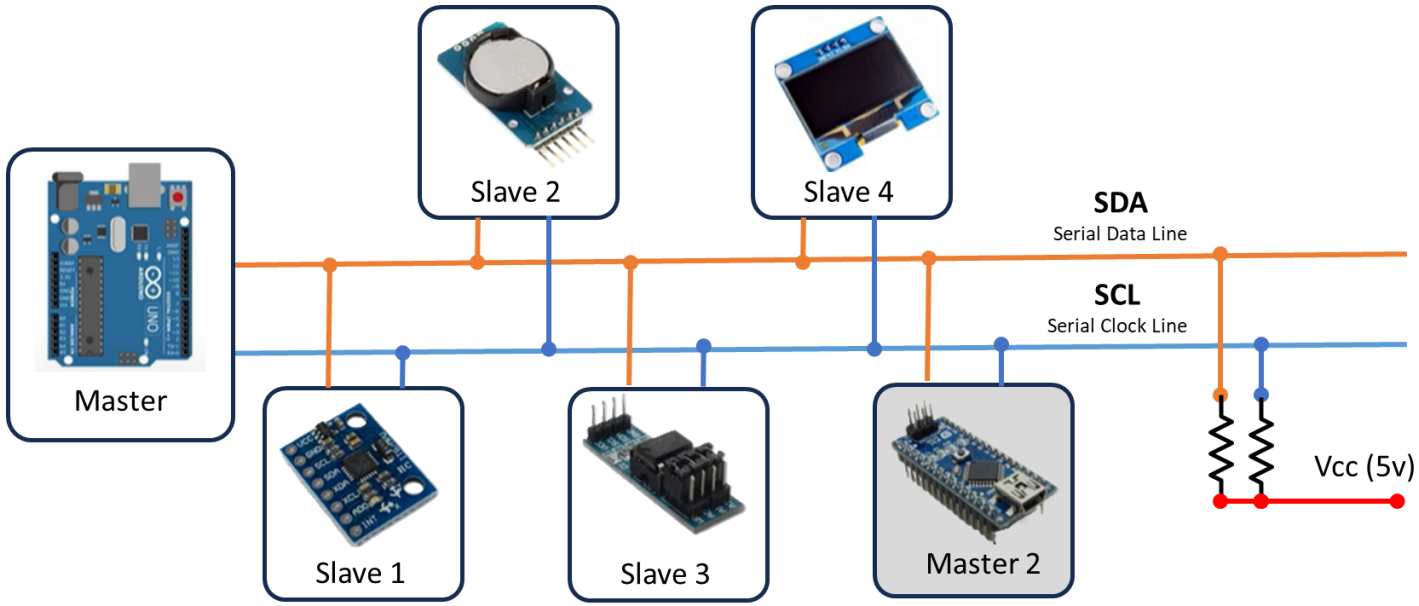




Protocolul I2C - Introducere

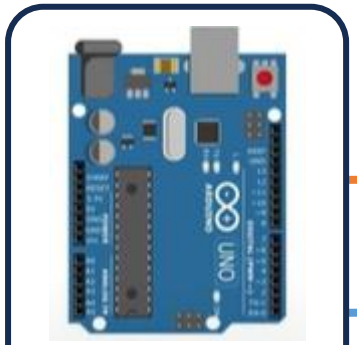
Universitatea Transilvania din Brașov
FACULTATEA DE INGINERIE ELECTRICĂ ȘI ȘTIINȚA CALCULATOARELOR

- I2C - Inter-Integrated Circuit (dezvoltat/patentat de Philips în anii 1982)
- Utilizat pentru transferul de date între periferice și microcontrolere, pe distanțe scurte
- Interfață sincronă, protocol master-slave (multi-slave sau multi-master)
- Utilizează două linii pentru comunicație:
  - SCL (Serial Clock Line) pentru semnalul de clock (sincronizare)
  - SDA (Serial Data Line) pentru transferul de date



Protocolul I2C – Principiu de funcționare

Universitatea Transilvania din Brașov
FACULTATEA DE INGINERIE ELECTRICĂ ȘI ȘTIINȚA CALCULATOARELOR



Master

Slave 1

Slave 2

Slave 3

SDA
Serial Data Line

SCL
Serial Clock Line

Vcc (5v)

- Generează semnalul de sincronizare
- Controlează procesul de comunicație

0x23

0x24

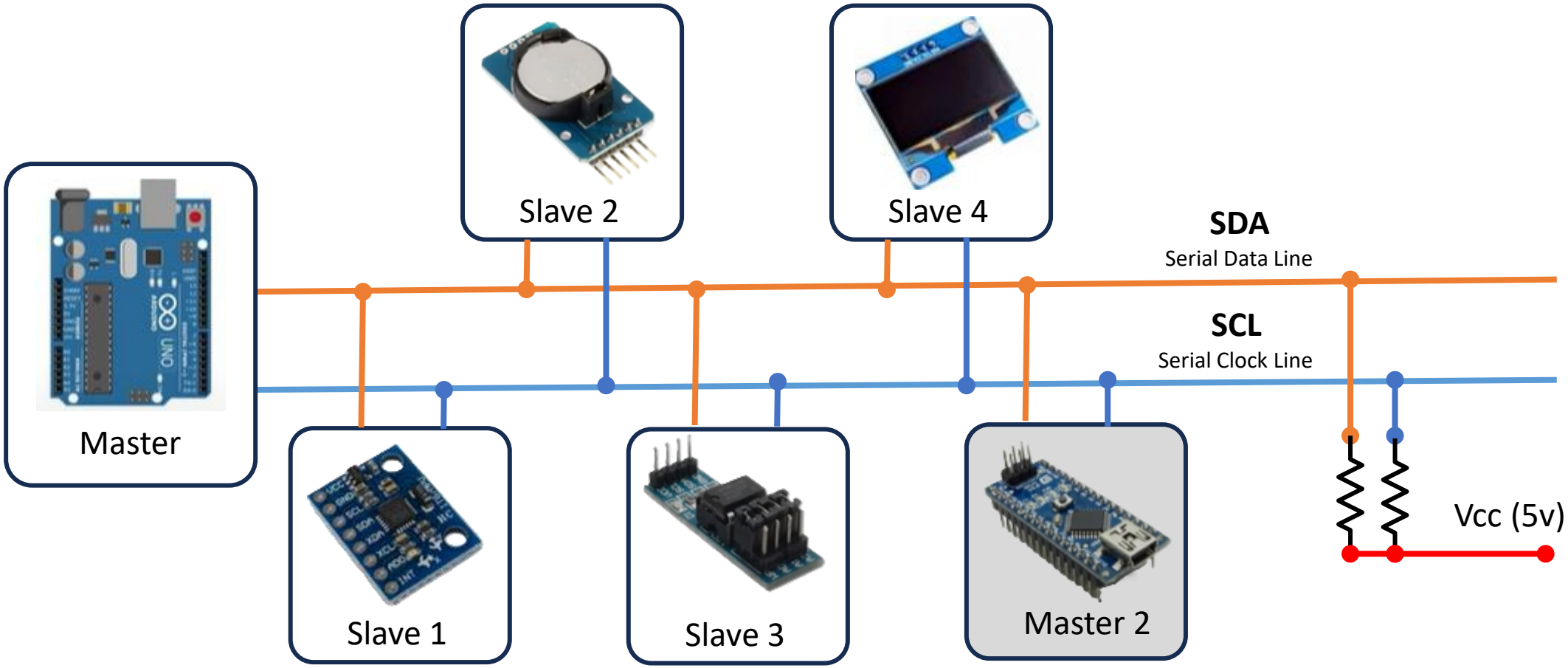
0x25

- Dispozitivele slave sunt conectate la linia de date și primesc comenzi de la master
- Slave-ul stocheaza datele pe frontul descrescator al semnalului de ceas

Protocolul I2C – Principiu de funcționare

Universitatea Transilvania din Brașov
FACULTATEA DE INGINERIE ELECTRICĂ ȘI ȘTIINȚA CALCULATOARELOR

- I2C -



Sisteme de comunicație

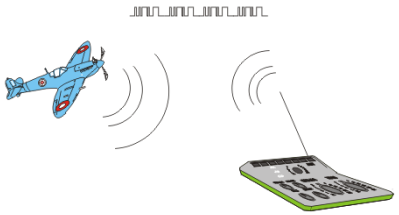
Universitatea Transilvania din Brașov
FACULTATEA DE INGINERIE ELECTRICĂ ȘI ȘTIINȚA CALCULATOARELOR

- De ce avem nevoie de sisteme de comunicații?
  - Sistemele de comunicații la microcontrolere sunt esențiale pentru interconectarea și coordonarea dispozitivelor într-un sistem integrat (embedded)

- Unde se folosesc acestea?
  - Interconectarea cu periferice externe: senzori, actuatoare, module de stocare sau afișaje

  - Comunicarea între mai multe microcontrolere: permite colaborarea pentru a îndeplini sarcini distribuite

  - Conexiunea cu dispozitivele specifice pentru utilizator: calculatoare, smartphone sau tablete
  - Integrarea în rețele și IoT (Internet of Things): comunice cu servere, aplicații mobile sau alte dispozitive prin protocoale de rețea.



Standardele RS-232 și RS-485

Universitatea Transilvania din Brașov
FACULTATEA DE INGINERIE ELECTRICĂ ȘI ȘTIINȚA CALCULATOARELOR

- UART/USART descriu modul de comunicație serială asincronă/sincronă fără specificații tehnice legate de nivelurile de tensiune
- RS – 232/485: standarde utilizate în general pentru comunicații unu-la-unu
  - Are definite echipamentele care pot fi utilizate
  - Sunt definite specificațiile electrice
  - Sunt definite liniile de semnal
- Caracteristici specifice:

Caracteristică	RS-232	RS-485
Topologie	Punct-la-punct	Multi-punct
Distanță maximă	15m	1200m
Număr de dispozitive	2	Max 32
Imunitate zgomote	Mică	mare
Tensiune de utilizare	±12V	±5V

Comunicația SPI

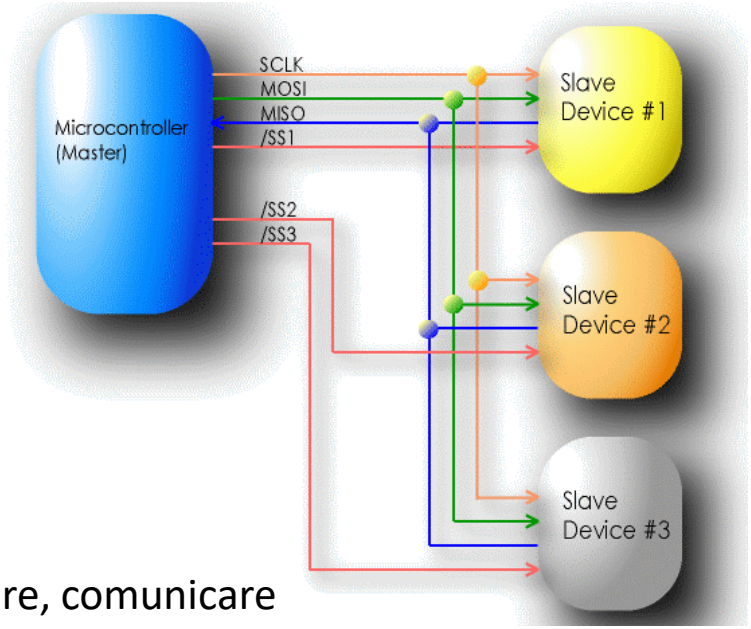
Universitatea Transilvania din Brașov
FACULTATEA DE INGINERIE ELECTRICĂ ȘI ȘTIINȚA CALCULATOARELOR

- SPI: **S***erial* **P***eripheral* **I***nterface*
- Comunicație serială:
  - Sincronă, de tip punct la punct
  - Utilizează principiul master-slave (un master poate controla unul sau mai multe dispozitive slave)
  - Full-duplex, master (MC), slave (dispozitive periferice)
  - Sincronizarea se poate face pe ambele fronturi ale clock-ului
  - Utilizează 4 linii de comunicație:
    - MOSI (Master Out, Slave In): utilizată de master pentru a transmite date către slave
    - MISO (Master In, Slave Out): utilizată de slave pentru a transmite date către master

Comunicația SPI

Universitatea Transilvania din Brașov
FACULTATEA DE INGINERIE ELECTRICĂ ȘI ȘTIINȚA CALCULATOARELOR

- Utilizează 4 linii de comunicație:
  - SCK (System Clock): utilizată de master pentru a transmite semnalul de clock
  - ($/SS$) (Slave Select): utilizat de master pentru a selecta dispozitivul slave
- Masterul generează semnalul de ceas și controlează procesul de transfer de date
- Datele sunt transmise simultan pe liniile MOSI și MISO. Fiecare bit trimis de master este sincronizat cu un bit primit de la slave
- Transferul de date se face pe baza unor registre de deplasare din dispozitivele conectate

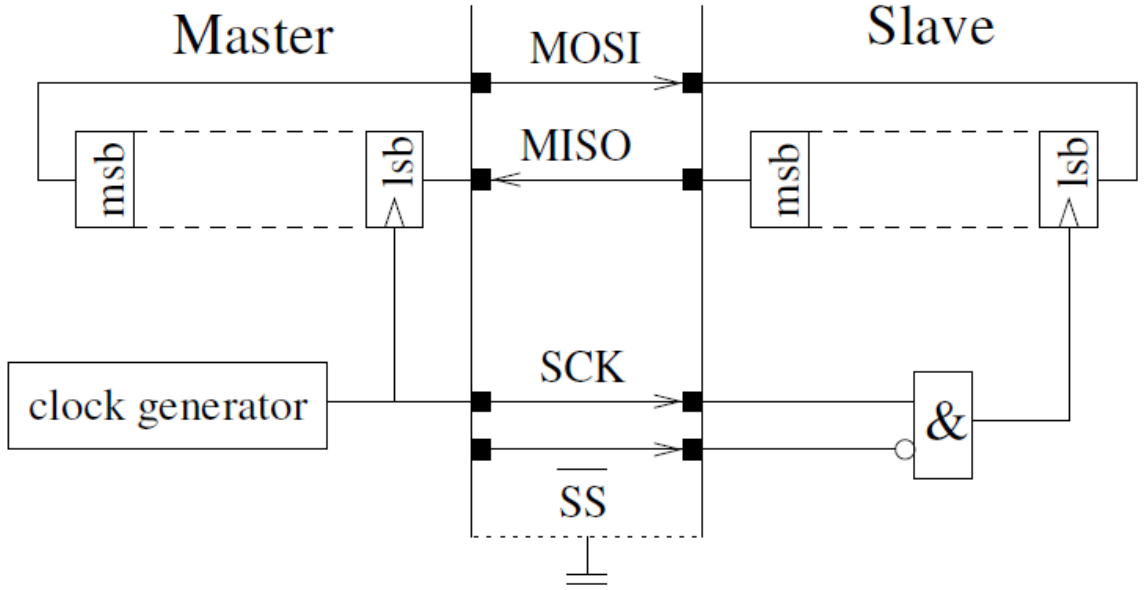


- Avantaje: viteză mare (pana la 10Mbs), ușor de implementat hardware și software, comunicare full-duplex, conectarea mai multor periferice la un singur master
- Dezavantaje: număr mare de fire de comunicație (4), mecanismul de adresare cu SS, nu e eficient pe distante mari

Comunicația SPI – principiu de funcționare

Universitatea Transilvania din Brașov
FACULTATEA DE INGINERIE ELECTRICĂ ȘI ȘTIINȚA CALCULATOARELOR

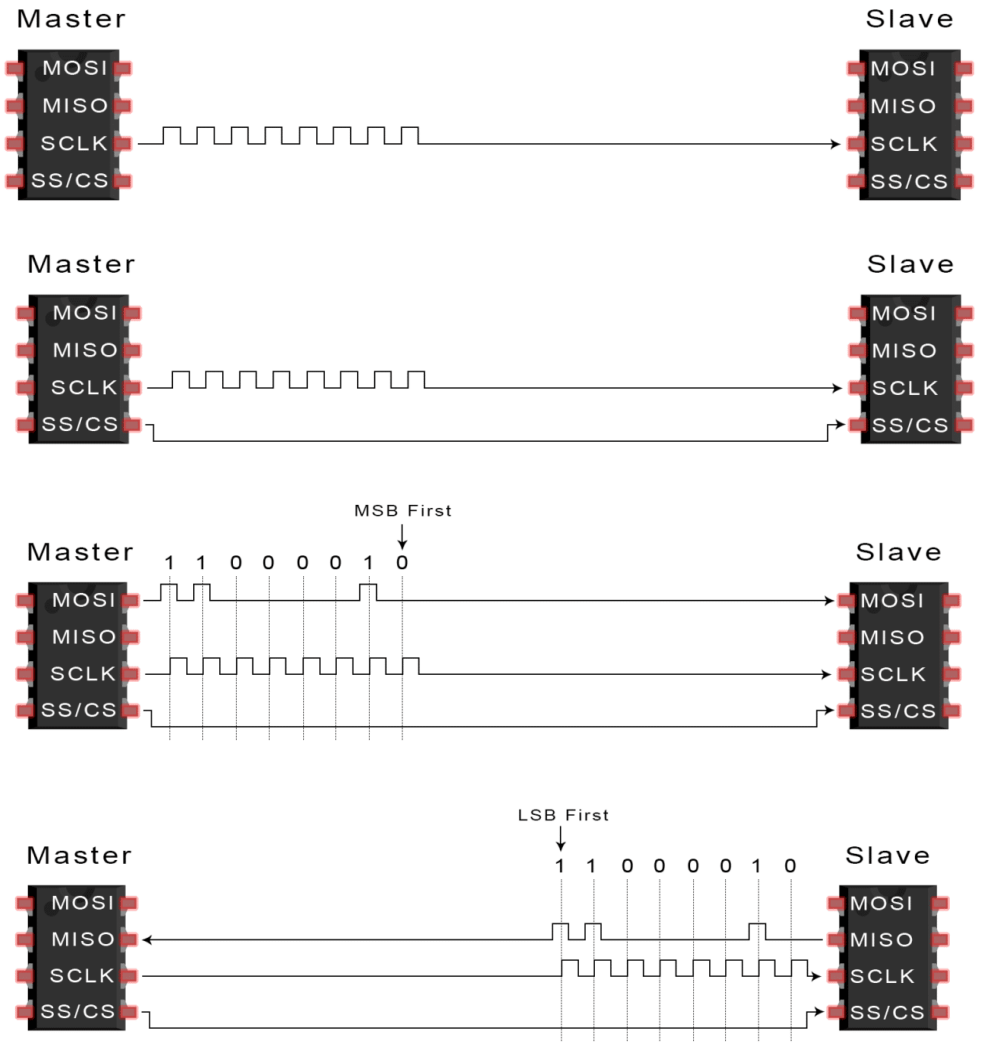
- Master/Slave au un registru cu deplasare (operat de SCK)
- La fiecare clock, master msb (sau lsb) (MOSI) →slave lsb
- În același timp, slave msb (MISO) → master lsb
- După 8 cicluri de clock, master-ul și slave-ul au schimbat între ele datele (8 biți)



Comunicația SPI – transferul datelor

Universitatea Transilvania din Brașov
FACULTATEA DE INGINERIE ELECTRICĂ ȘI ȘTIINȚA CALCULATOARELOR

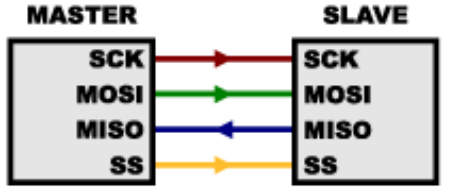
- Masterul generează semnalul de clk
- Masterul trece /SS pe low (activează slave)
- Masterul trimite date, bit după bit, pe MOSI.
- Slave-ul citește datele pe măsură ce le primește
- Dacă un răspuns e necesar , slave-ul trimite date pe MISO
- Masterul citește datele pe măsură ce sunt recepționate

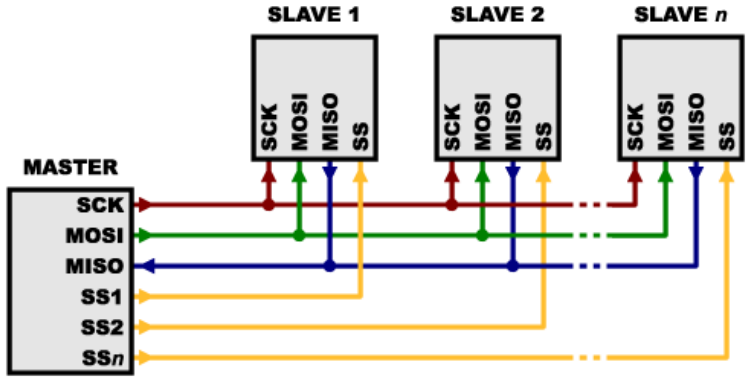


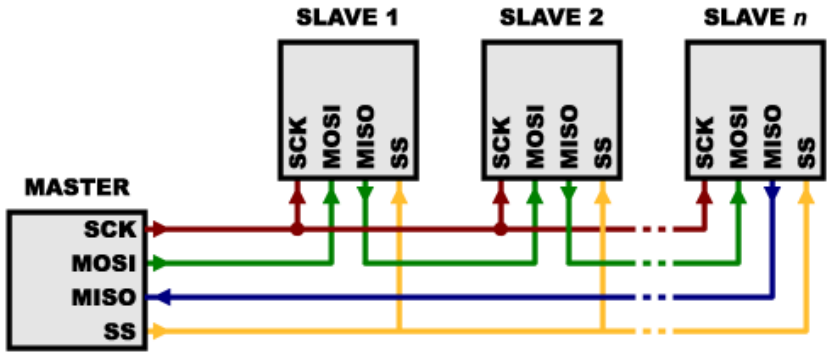
Comunicația SPI – topologii

Universitatea Transilvania din Brașov
FACULTATEA DE INGINERIE ELECTRICĂ ȘI ȘTIINȚA CALCULATOARELOR

- Master cu un singur slave:
  - Conexiune directă între master și un slave
  - Fiecare linie este partajată exclusiv între cele două dispozitive
- Master cu mai mulți slave (în paralel):
  - Toți slave-ii împart liniile SCLK, MOSI și MISO.
  - Fiecare slave are o linie SS dedicată.
- Lanț:
  - Dispozitivele slave sunt conectate în serie
  - Ieșirea unui dispozitiv este conectată la intrarea următorului
  - ex. driver adresă LED



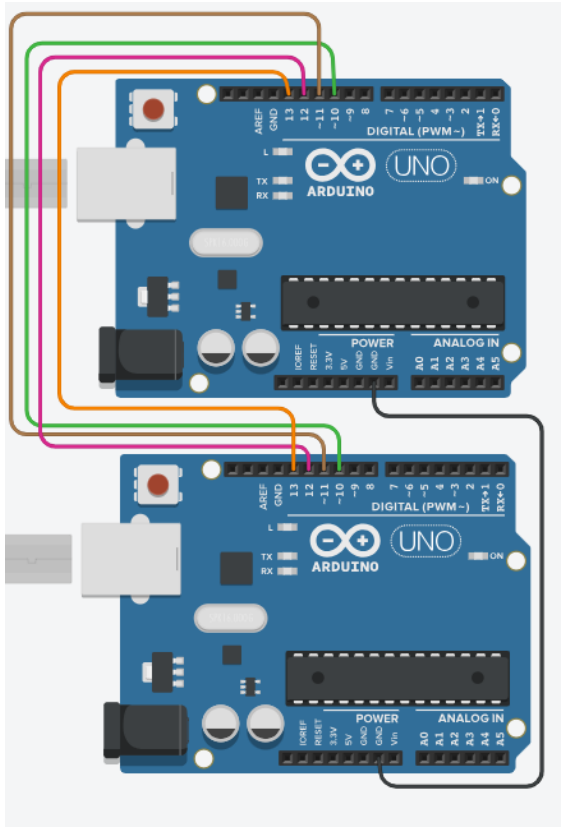




Aplicație SPI

Universitatea Transilvania din Brașov
FACULTATEA DE INGINERIE ELECTRICĂ ȘI ȘTIINȚA CALCULATOARELOR

- Se va implementa protocolul SPI pentru transmiterea și recepționarea unui byte de date
- Se va utiliza MC-ul ATmega328P
- Implementare master
  - Inițializare SPI Master
  - Implementare SPI_MasterTransmit
- Implementare Slave:
  - Implementare SPI Slave
  - Implementare SPI_SlaveReceive



Aplicație SPI

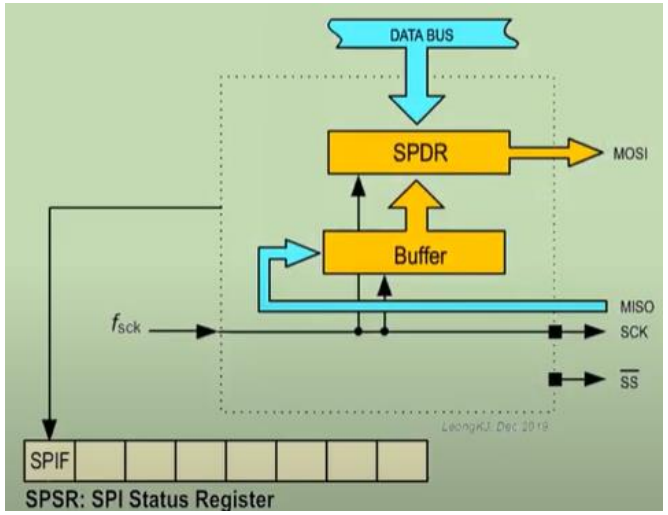
Universitatea Transilvania din Brașov
FACULTATEA DE INGINERIE ELECTRICĂ ȘI ȘTIINȚA CALCULATOARELOR

- Implementare master:
  - Inițializare SPI

```
//MOSI, SCK și SS definiți ca ieșire
DDRB |= (1<<PB3)|(1<<PB5)|(1<<PB2);
//MISO definit ca pin de intrare
DDRB &= ~(1<<PB4);
//Activare SPI, rata de transfer fsck/16
SPCR = (1<<SPE)|(1<<MSTR)|(1<<SPR0);
//Trecere SS pe High
PORTB |= (1<<PB2);
```

  - SPI_MasterTransmit

```
//Trecere SS pe Low
PORTB &= ~(1<<PB2);
//Pornire transmitere, cData e un byte
SPDR = cData;
//Asteptare transmitere date
while(!(SPSR & (1<<SPIF))){}
//Trecere SS pe High
PORTB |= (1<<PB2);
```



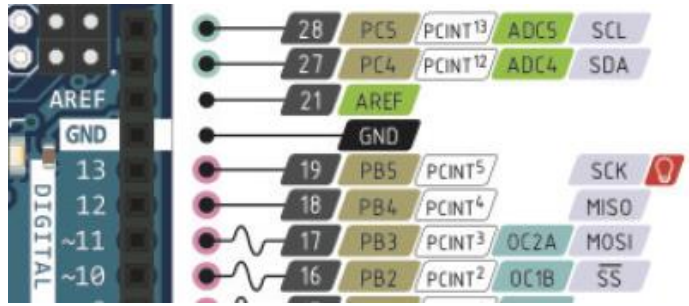
SPCR – SPI Control Register

- Bit 6 – SPE: SPI Enable
- Bit 4 – MSTR: Master/Slave Select (1 Master)
- Bits 1, 0 – SPR1, SPR0: SPI Clock Rate

SPSR – SPI Status Register

- Bit 7 – SPIF: SPI Interrupt Flag (When a serial transfer is complete, the SPIF Flag is set)

SPDR – SPI Data Register



Aplicație SPI

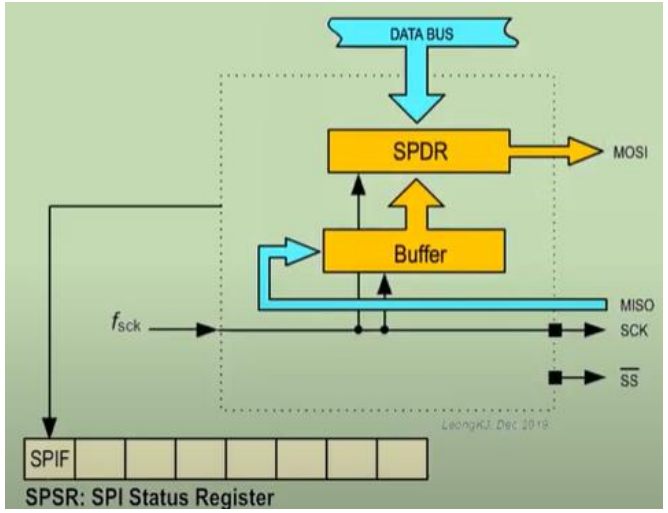
Universitatea Transilvania din Brașov
FACULTATEA DE INGINERIE ELECTRICĂ ȘI ȘTIINȚA CALCULATOARELOR

- Implementare master:
  - Inițializare SPI

```
//MOSI, SCK și SS definiți ca intrare
 DDRB &= ~((1 << PB3)|(1 << PB5)|(1 << PB2));
//MISO definit ca pin de ieșire
DDRB |= (1<<PB4);
//Activare SPI
SPCR = (1<<SPE)|(0<<MSTR)
```

  - SPI_SlaveReceive

```
//Așteptare recepție date
while(!(SPSR & (1<<SPIF))) {}
//returnare date primite
return SPDR;
```



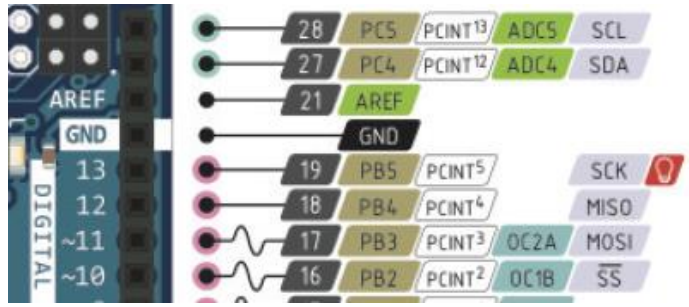
SPCR – SPI Control Register

- Bit 6 – SPE: SPI Enable
- Bit 4 – MSTR: Master/Slave Select (1 Master)
- Bits 1, 0 – SPR1, SPR0: SPI Clock Rate

SPSR – SPI Status Register

- Bit 7 – SPIF: SPI Interrupt Flag (When a serial transfer is complete, the SPIF Flag is set)

SPDR – SPI Data Register



Concluzii

- Am prezentat mai multe caracteristici ale sistemelor de comunicație și am introdus o varietate de protocoale de comunicație utilizate în interfațarea MC-urilor cu alte dispozitive
- Fiecare protocol are caracteristici specifice, avantaje și limitări, fiind potrivit pentru diferite aplicații:
  - UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) este un protocol simplu, utilizat pe scară largă pentru comunicațiile seriale asincrone. Este ușor de implementat și necesită doar două linii: TX (transmit) și RX (receive)
  - USART (Universal Synchronous/Asynchronous Receiver-Transmitter) adaugă suport pentru comunicații sincrone, extinzând astfel flexibilitatea în aplicații care necesită sincronizare precisă
  - SPI este un protocol de comunicație serială sincronă, ideal pentru transferuri rapide de date între microcontrolere și periferice. Folosește un model master-slave și necesită linii dedicate pentru semnalul de ceas (SCK), date (MOSI/MISO) și selecția dispozitivelor (SS).

Contact:
Email: tiberiu.cocias@unitbv.ro
elearning.unitbv.ro – Microcontrollere si Microprocesoare