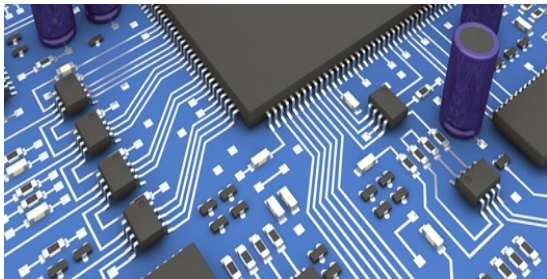


Aplikace Embedded systémů v Mechatronice



Michal Bastl

Poslední test:

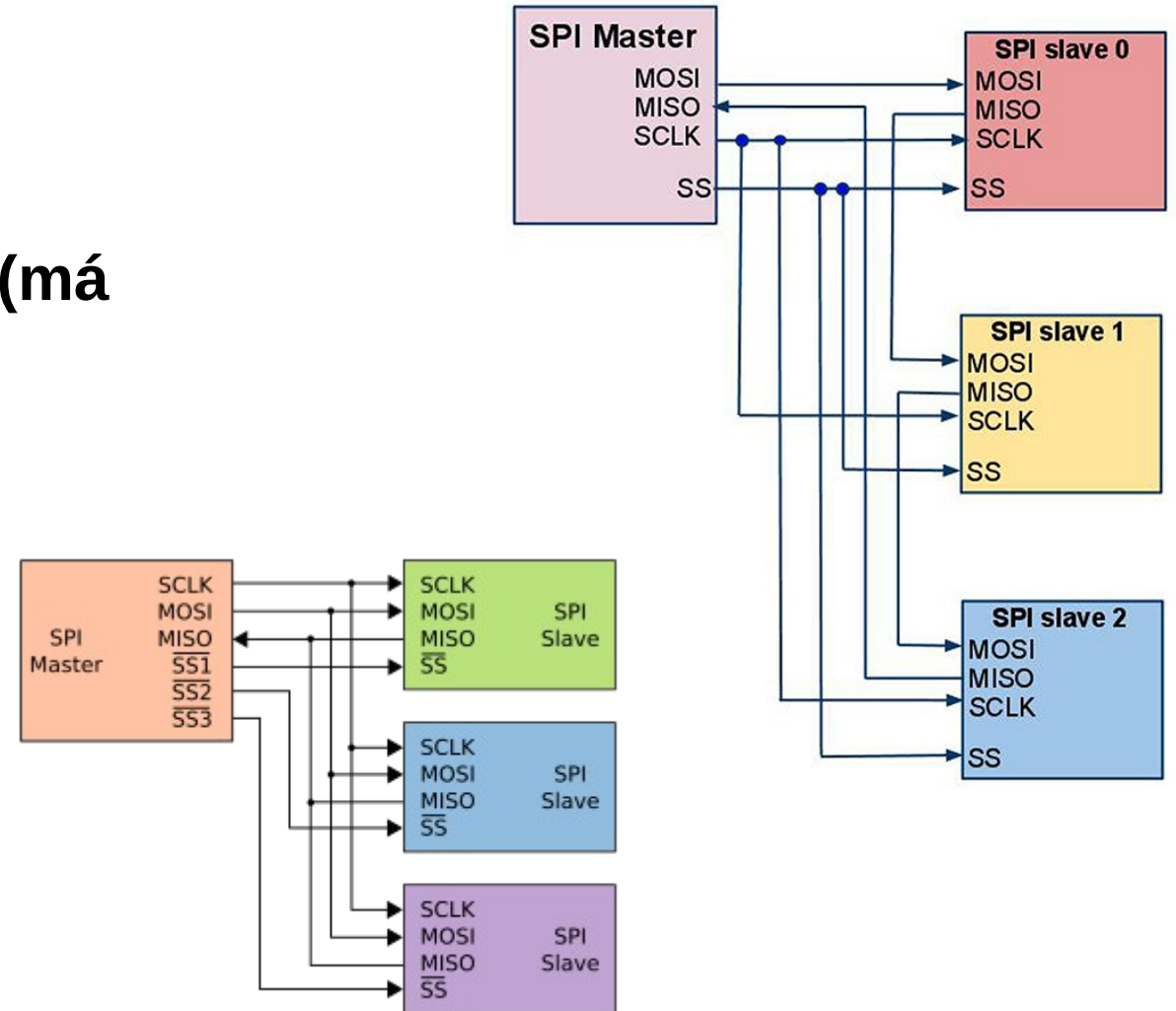
Témata:

- **ADC**
- **PWM**
- **WDT, Sleep**
- **SPI-DAC**

SPI

Serial peripheral interface:

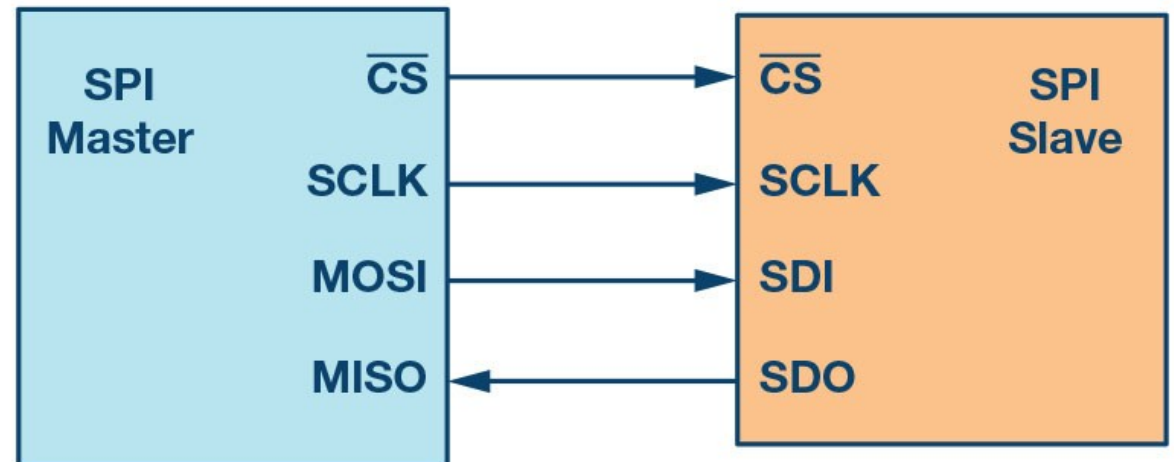
- Sběrnice v embedded systémech
- Topologicky jednoduchá synchronní (má sdílený CLK)
- Master-Slave
- Typicky komunikace v rámci DPS
- Paměti, ADC, DAC, SD karty atd.
- Rychlá (desítky MHz běžně)



SPI

Serial peripheral interface:

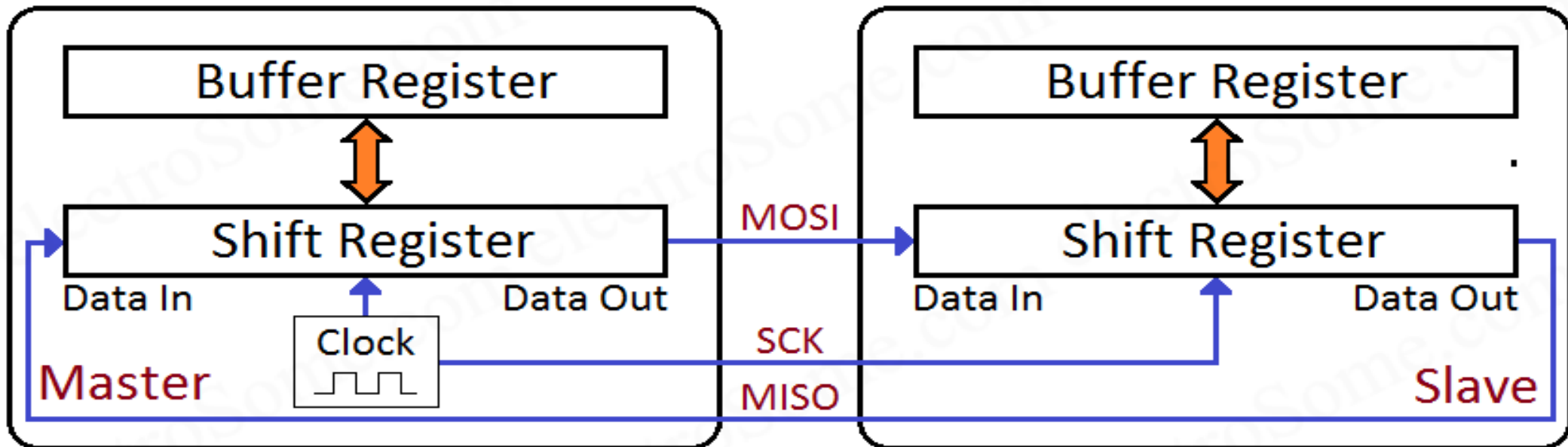
- Názvosloví není zcela konzistentní
- CLK - je vodič hodinového signálu (synchronizace)
- MOSI – master out slave in; MISO – master in slave out
- Ale také SDI – seriál data in; SDO – seriál data out
- CS (SS) – chip select, nebo slave select
- Komunikují vždy s jedním zařízením (volím pomocí CS)
- SPI má tedy 3 komunikační vodiče
- A pak n CS dle počtu slave jednotek



SPI

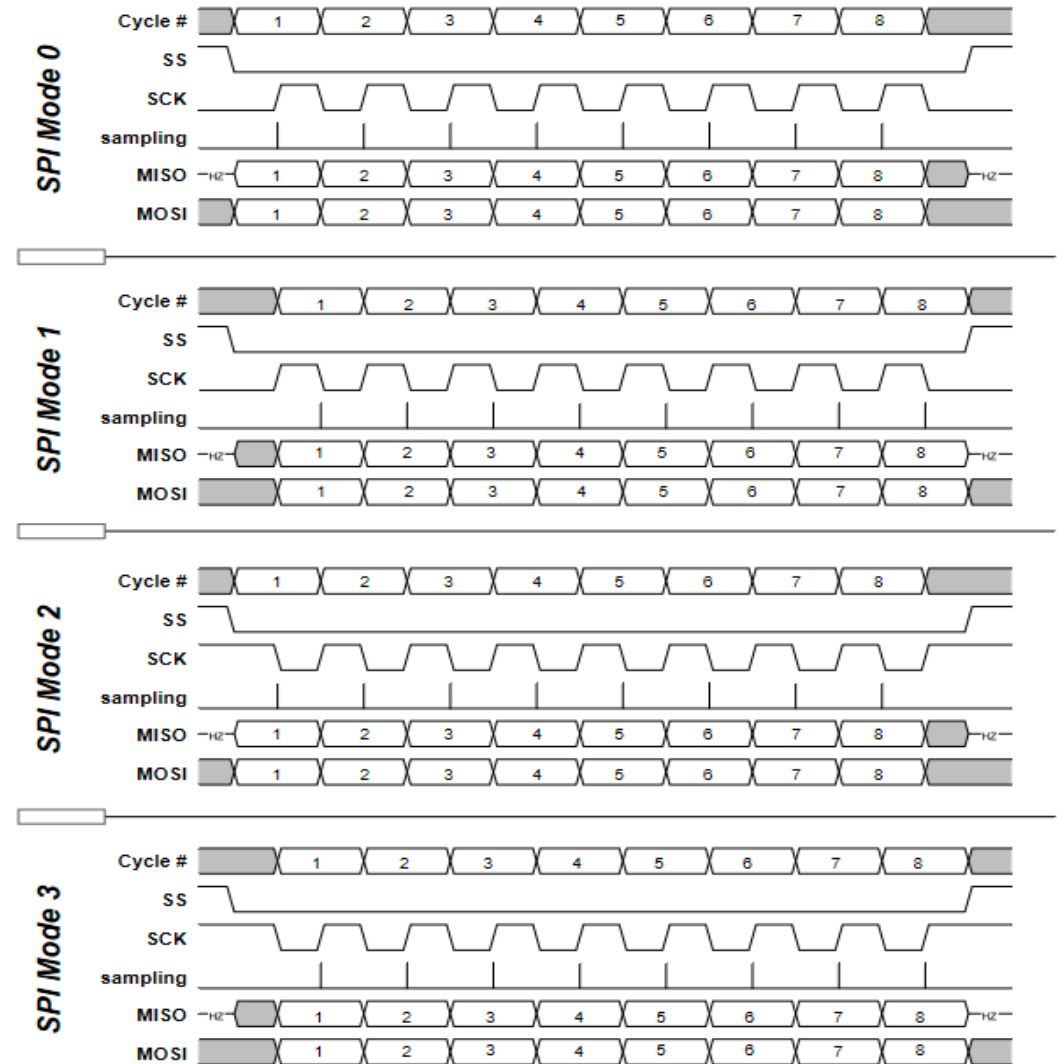
Serial peripheral interface:

- Princip je mimořádně jednoduchý
- Zařízení obsahují posuvné registry, které plní příchozími znaky (0/1)
- Vše je synchronizováno CLK z mástra



SPI

- Existují 4 módy SPI
- V podstatě lze vybrat polaritu clk (normální vs. Invertovaná)
- Také mohou číst data na nástupnou, nbo vzestupnou hranu clk
- Toto spolu tvoří 4 kombinace viz obr.
 - Master sends useful data and slave sends dummy data.
 - Master sends useful data and slave sends useful data.
 - Master sends dummy data and slave sends useful data



SPI PIC18

REGISTER 15-2: SSPxSTAT: SSPx STATUS REGISTER

R/W-0	R/W-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
SMP	CKE	D/ \bar{A}	P	S	R/ \bar{W}	UA	BF
bit 7							bit 0

Legend:

R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'
u = Bit is unchanged	x = Bit is unknown	-n/n = Value at POR and BOR/Value at all other Resets
'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared	

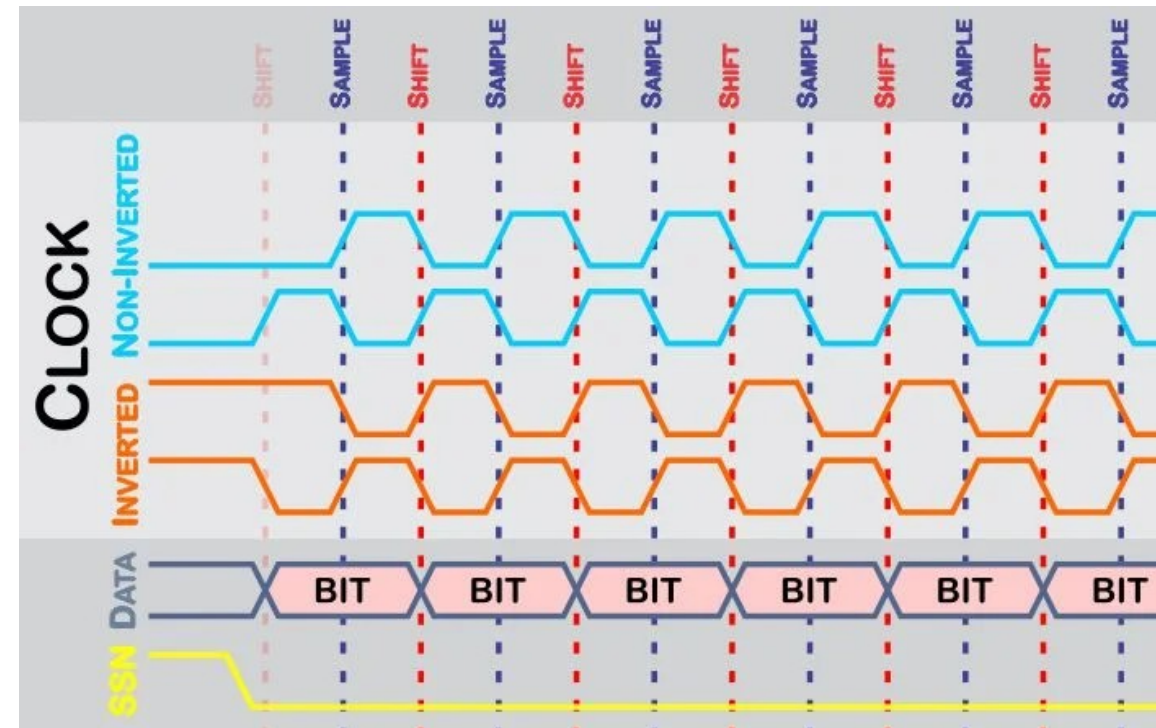
REGISTER 15-3: SSPxCON1: SSPx CONTROL REGISTER 1

R/C/HS-0	R/C/HS-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
WCOL	SSPxOV	SSPxEN	CKP	SSPxM<3:0>			
bit 7							bit 0

Legend:

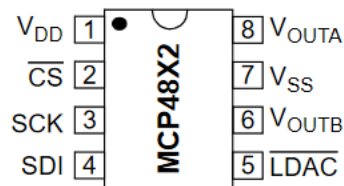
R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'
u = Bit is unchanged	x = Bit is unknown	-n/n = Value at POR and BOR/Value at all other Resets
'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared	HS = Bit is set by hardware C = User cleared

```
SSP1CON1bits.SSPM = 0b0010; // SPI clock
SSP1STATbits.CKE = 1;
SSP1CON1bits.SSPEN = 1;    // SPI zapnuto
```



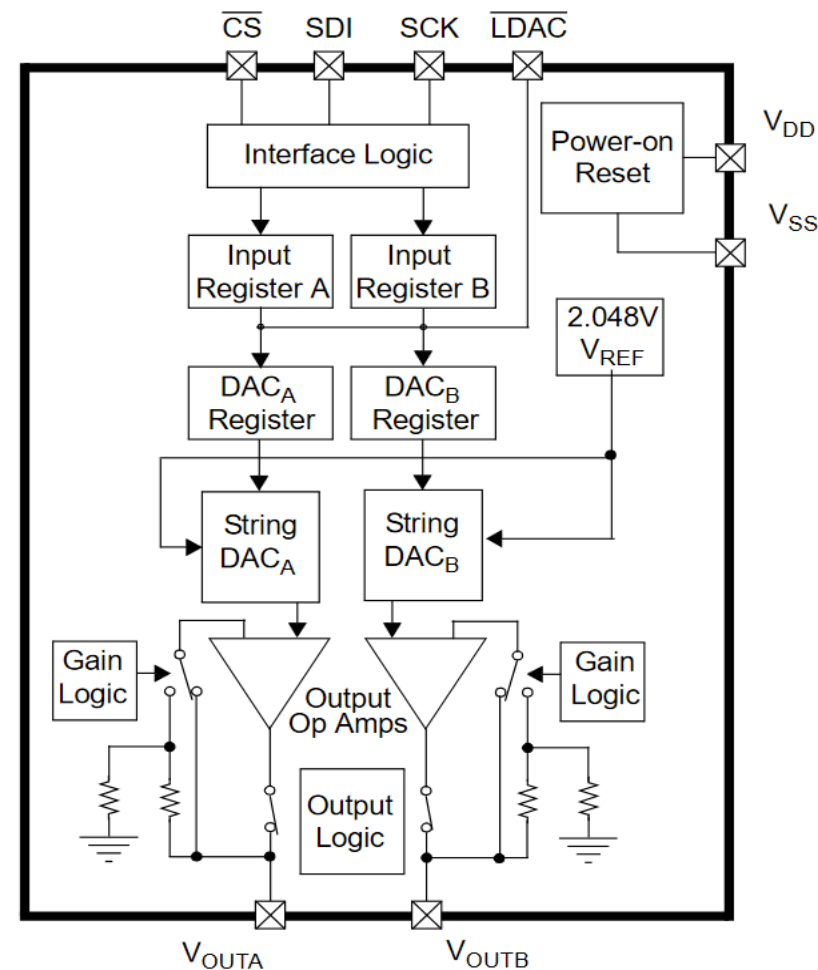
SPI DAC MCP4802/12/22

- SPI DAC (Pouze Sdi, tedy zapíše příkaz)
- 8/10/12 bit verze
- Dva kanály
- Vnitřní napěťová reference
- Nastavitelné zesílení 1x,2x
- String DAC obvod

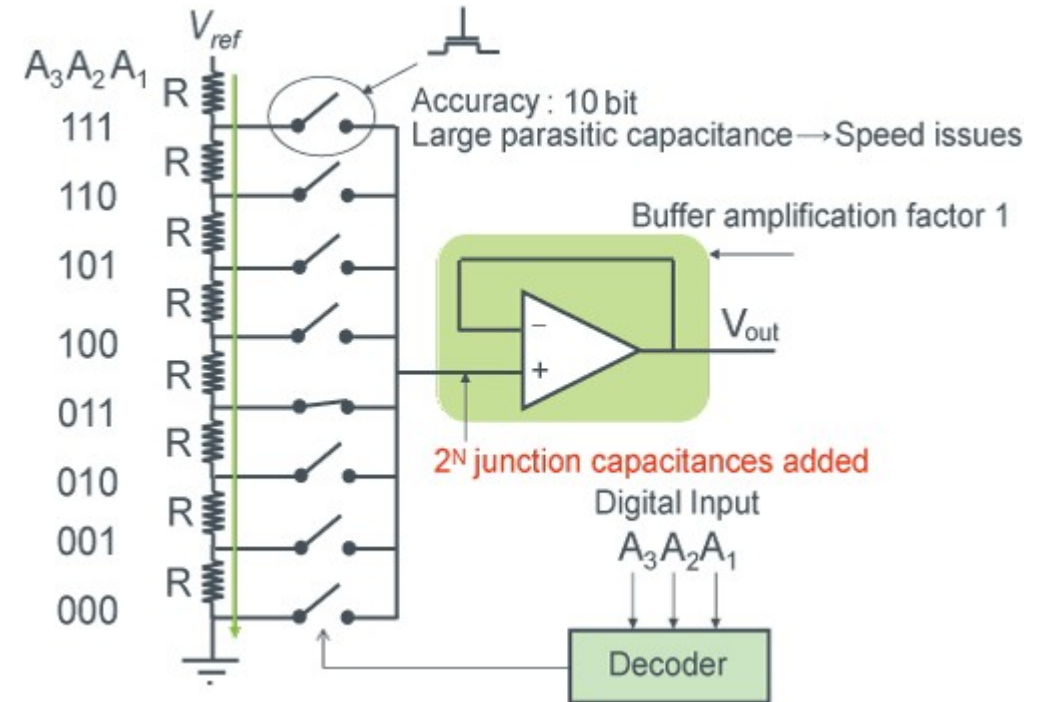
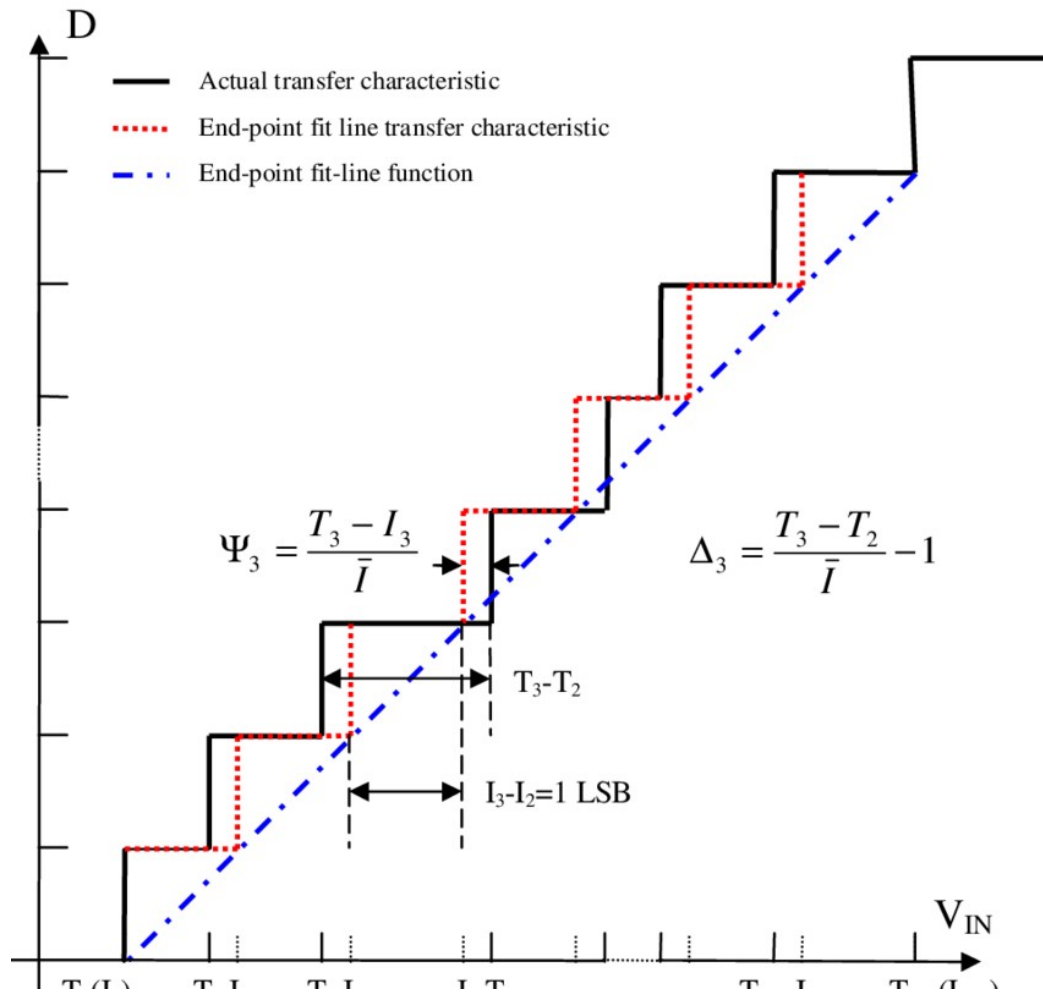


REGISTER 5-3: WRITE COMMAND REGISTER FOR MCP4802 (8-BIT DAC)

W-x	W-x	W-x	W-0	W-x	W-x	W-x	W-x	W-x	W-x	W-x	W-x	W-x	W-x	W-x	W-x
$\overline{A/B}$	—	\overline{GA}	SHDN	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	x	x	x	x
bit 15								bit 0							



SPI DAC MCP4802/12/22



$$V_{OUT} = \left(\frac{D_{IN}}{2^n} \right) \times V_{REF} \times \text{Gain}$$

SPI PIC18

```
void SPIWrite(uint8_t channel ,uint8_t data){

    uint8_t msb, lsb, flush;
    msb = (channel | (data>>4));           // prvni bajt
    lsb = (data<<4) & 0xF0;               // druhy bajt
    DAC_SS = 0;                           // slave select
    PIR1bits.SSPIF = 0;                   // vynulovani priznaku SPI
    SSPBUF = msb;                         // zapis do bufferu
    while(PIR1bits.SSPIF == 0)NOP();       // pockat nez SPI posle prvni bajt

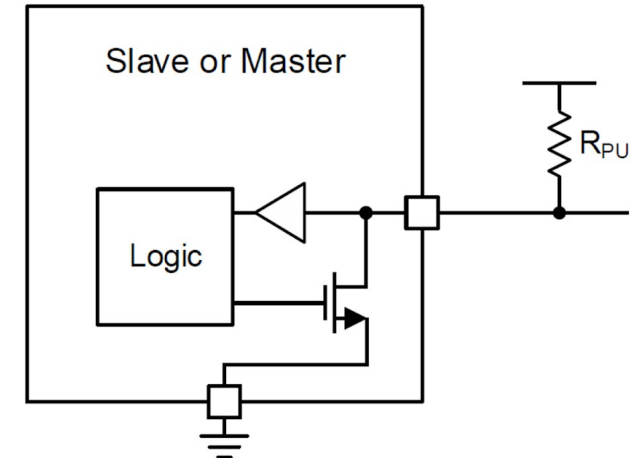
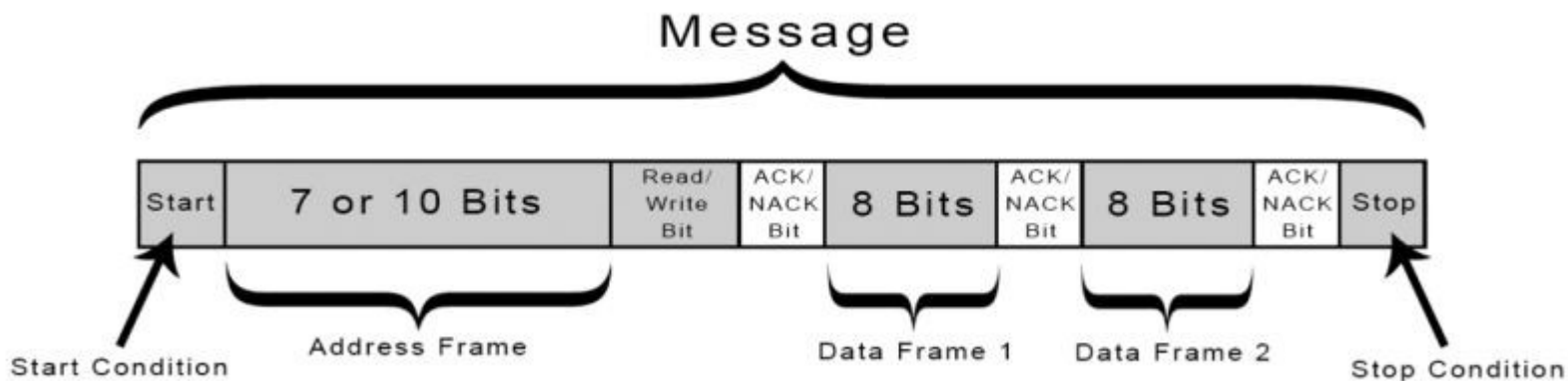
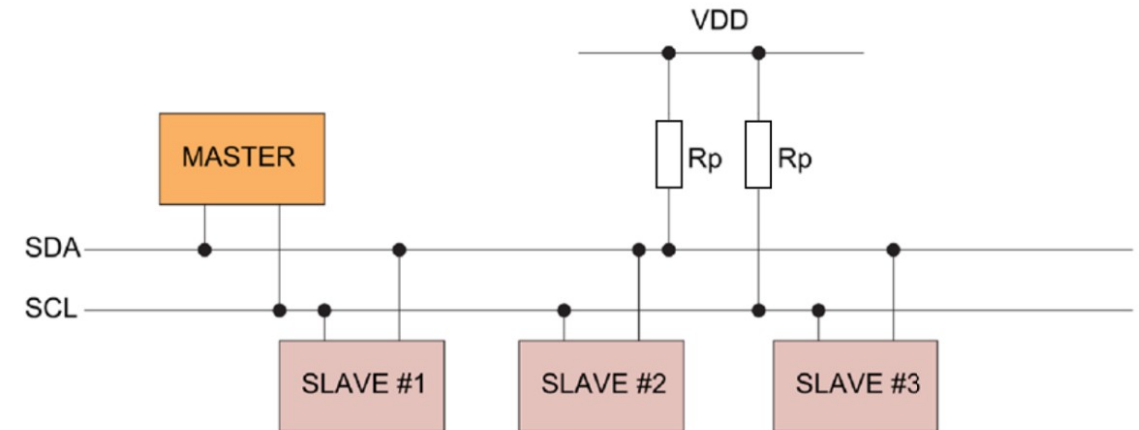
    PIR1bits.SSPIF = 0;                   // vynulovani priznaku SPI
    SSPBUF = lsb;                         // zapis do bufferu
    while(PIR1bits.SSPIF == 0)NOP();       // pockat nez SPI posle druhy bajt

    DAC_SS = 1;                           // vypnout slave select
    flush = SSPBUF;                       // vycteni bufferu

}
```

I2C PIC18

- Dva vodiče half-duplex
- Rychlost 100 a 400 kHz (až 3.4 MHz)
- Na lince jsou pull-up rezistory
- Používá adresy zařízení (začíná Master)
- Start → Adresa → Data → Stop



I2C PIC18

Příklad: Master zapisuje a potom čte data ze senzoru

START

Master vytvoří start podmínku (SDA z 1 na 0 při SCL = 1).

Adresa + zápis (0)

Master pošle 7bitovou adresu senzoru + 0 (pro zápis).

→ Senzor odpoví ACK.

Zápis registru

Master pošle číslo registru, ze kterého chce číst (např. 0x10).

→ Senzor odpoví ACK.

REPEATED START

Master vyšle opět start podmínku.

Adresa + čtení (1)

Master pošle 7bitovou adresu senzoru + 1 (pro čtení).

→ Senzor odpoví ACK.

Čtení dat

Master přečte bajt (např. 0x5A) ze senzoru.

→ Po přečtení pošle NACK (už nechce další bajty).

STOP

Master vytvoří stop podmínku (SDA z 0 na 1 při SCL = 1).

