

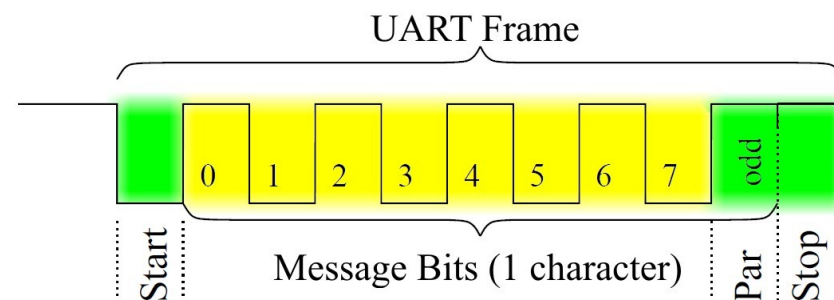
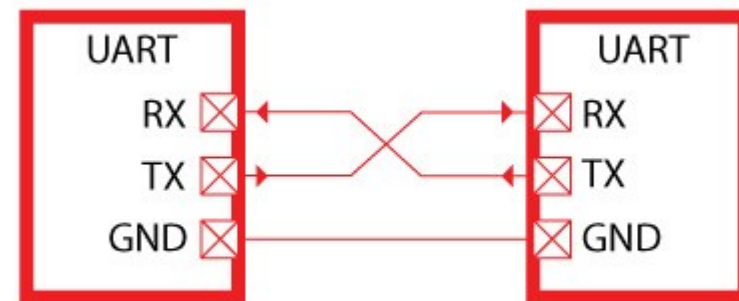
# Aplikace Embedded systémů v Mechatronice



Michal Bastl

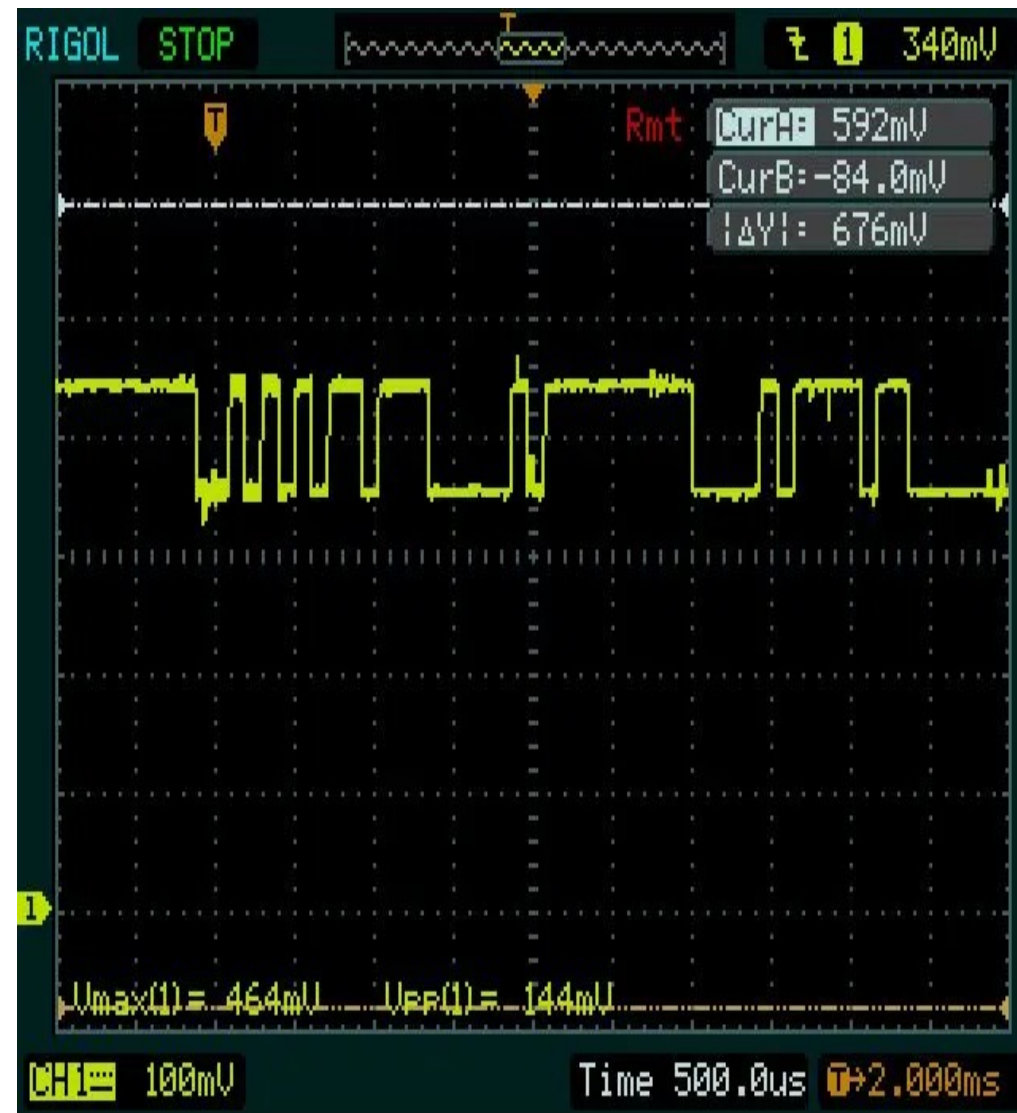
# UART

- UART *Universal Asynchronous Receiver and Transmitter*.
- Jedná se o seriové rozhraní.
- Asynchronní znamená, že není sdílený CLOCK signál pro komunikující zařízení.
- Je tedy nutné znát modulační rychlost na zařízeních.
- zařízení by však měli mít společnou GND viz obrázek.
- Standardně 8-bit dat na zprávu.
- Zpráva je doplněna o start a stop bit a případně kontrolu parity.



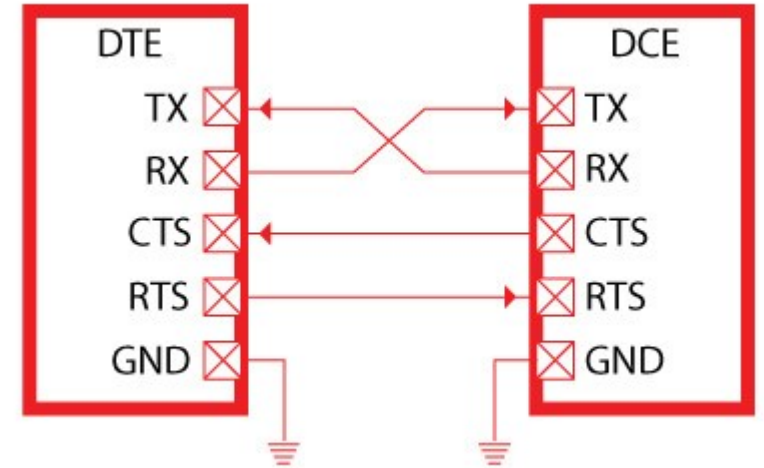
# UART

- Sběrnice ke komunikaci používá rozdílné úrovně napětí na vodičích.
- TX – vysílání.
- RX – příjem.
- V našem případě je 3,3V logická 1 a 0V log 0
- Začátek zprávy je uvozen Start bitem 0 a konec Stop bitem 1
- Může obsahovat paritní byt.
- Parita je sudá, nebo lichá. Ve zprávě je sudý počet jedniček, nebo lichý (zajistím právě paritním bitem)



# UART- RTS CTS (Handshaking)

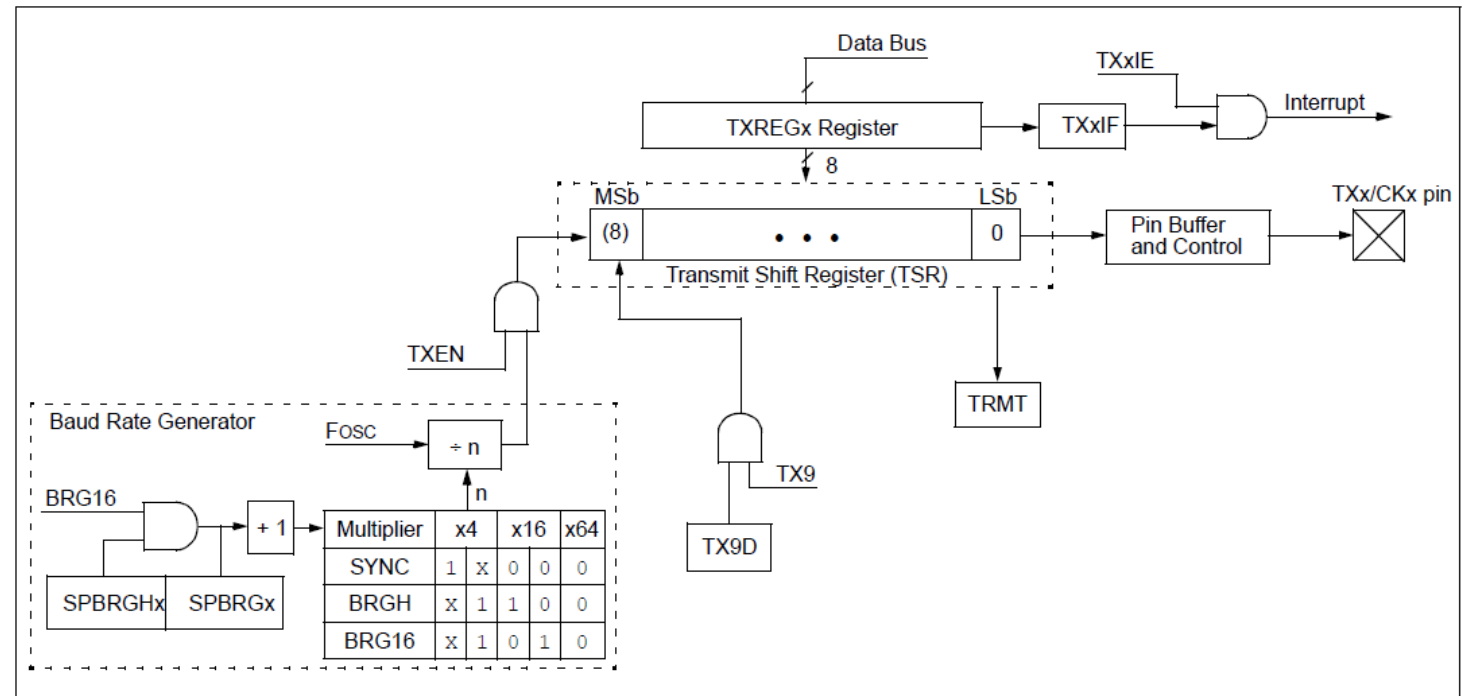
- Sběrnice ke komunikaci používá rozdílné úrovně napětí na vodičích.
- Ready to send / clear to send.
- Stažením linky na 0V se aktivují.



# UART

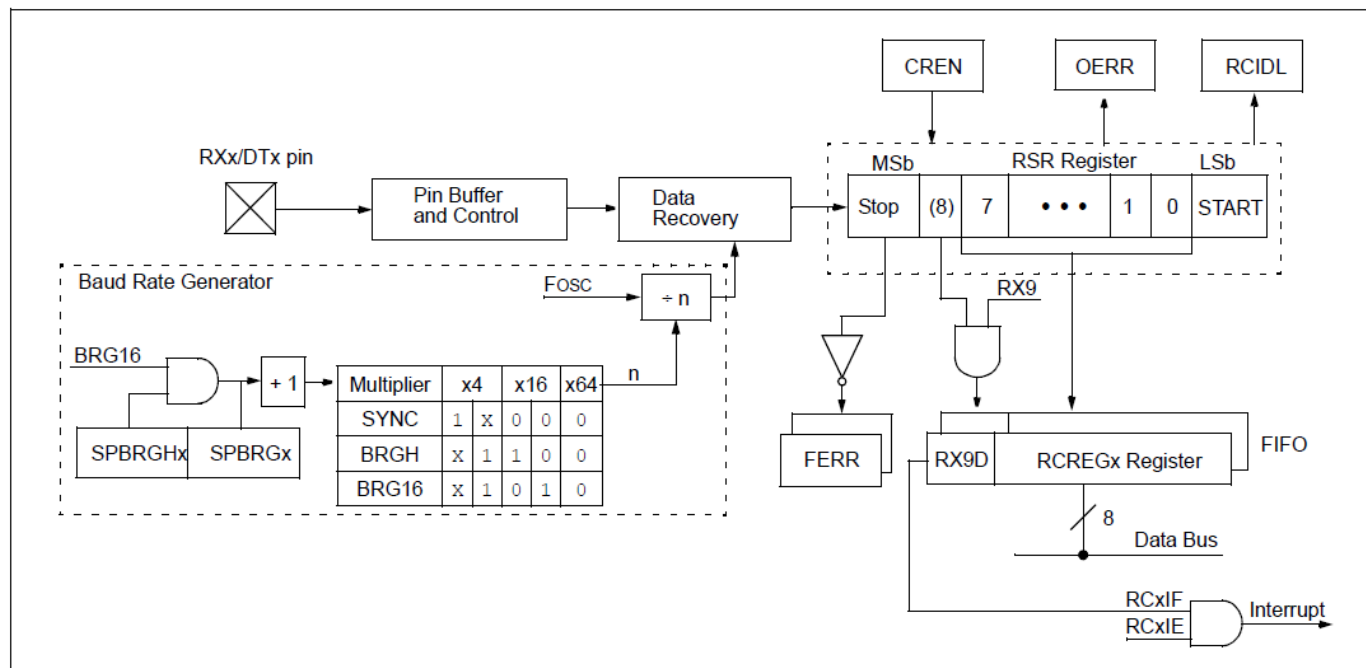
- TSR je odesílací posuvný registr a programátor s ním nepracuje.
- Programátor zapisuje datovou zprávu do registru TXREGx.
- Periferie obsahuje generátor modulační rychlosti.
- TXxIF je vystaven do logické. jedničky, pokud je možné zapsat do TXREGx nový bajt k odeslání.
- Potom dojde automaticky k odeslání.
- Mohu tedy kontrolovat, kdy je možné data zapsat.

FIGURE 16-1: EUSART TRANSMIT BLOCK DIAGRAM



# UART

- RSR je posuvný přijmací registr, programátor jej přímo nepoužívá.
- Používá RCREGx, který má formu FIFO fronty a uchová dvě zprávy.
- Generátor modulační rychlosti je stejný jako pro odesílání.
- RcxIF bit je vyvolán, pokud přijímací registr obsahuje data.
- Lze tedy vyvolat přerušení na příchod dat.
- BIT OERR nás informuje, že došlo k přetečení přijímacího FIFO registru a periferie se zastaví.
- Pomůže vypnout a zapnout SPEN bit.



# Inicializace UART periferie

**REGISTER 16-1: TxSTAx: TRANSMIT STATUS AND CONTROL REGISTER**

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R-1	R/W-0
CSRC	TX9	TXEN <sup>(1)</sup>	SYNC	SENDER	BRGH	TRMT	TX9D
bit 7							bit 0

**Legend:**

R = Readable bit

W = Writable bit

U = Unimplemented bit, read as '0'

-n = Value at POR

'1' = Bit is set

'0' = Bit is cleared

x = Bit is unknown

```
TXSTAbits.TXEN = 1;    // enable TX
TXSTA1bits.SYNC = 0;
```

- V registru TxSTAx je pro základní mód třeba nastavit TXEN bit
- TX9 je nastavení režimu 9bitu
- TX9D je potom tento 9 bit.
- Je zde SYNC bit, kterým nastavujeme mód přenosu (v našem případě 0 async)

# Inicializace UART periferie

**REGISTER 16-2: RCSTAx: RECEIVE STATUS AND CONTROL REGISTER**

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R-0	R-0	R-0
SPEN	RX9	SREN	CREN	ADDEN	FERR	OERR	RX9D
bit 7							bit 0

**Legend:**

R = Readable bit

W = Writable bit

U = Unimplemented bit, read as '0'

-n = Value at POR

'1' = Bit is set

'0' = Bit is cleared

x = Bit is unknown

- SPEN je seriál port enabled
- CREN je zapnutí příjímání
- OERR bit detekující přetečení
- Pokud došlo k přetečení je třeba resetovat periferii
- To se dělá tak, že ji vypnu a zapnu

```
RCSTAbits.SPEN = 1;    // enable UART peripheral
RCSTAbits.CREN = 1;    // enable RX (aka Continuous receive)
```



# Inicializace UART periferie

- 1)Pozor na ANSELx registr u pinu RX/TX v našem případě je to RC6/7
- 2)Nastavení pinů pomocí TRISx jako vstupu
- 3)Nastavení modulační rychlosti do SPBRG vzoreček v datasheetu
- 4)Nastavení synchronizace SYNC bitu na 0
- 5)Zapnutí periferie TXEN-vysílač; CREN-příjmač; SPEN-periferie
- 6)Pokud chci využívat přerušení na příchod znaku tak RC1IE, příznak je RC1IF

# Inicializace UART periferie

Piny RX a TX je třeba v TRISx registru nastavit jako I/O

```
ANSEL = 0x00; // vypnutí analogových funkcí na PORTC
TRISCbits.TRISC6 = 1; // TX pin jako vstup
TRISCbits.TRISC7 = 1; // RX pin jako vstup
```

```
/*baudrate*/
SPBRG1 = 51; // (32_000_000 / (64 * 9600)) - 1
```

```
TXSTA1bits.SYNC = 0; // nastavení asynchronního módu
RCSTA1bits.SPEN = 1; // zapnutí UART
TXSTA1bits.TXEN = 1; // zapnutí TX
RCSTA1bits.CREN = 1; // zapnutí RX
```

Uart je již „komplexnější“ periferie.

Na PIC18 může fungovat i v synchronním módu

Omezíme se na základní nastavení!!

## EXAMPLE 16-1: CALCULATING BAUD RATE ERROR

For a device with  $F_{OSC}$  of 16 MHz, desired baud rate of 9600, Asynchronous mode, 8-bit BRG:

$$Desired\ Baud\ Rate = \frac{F_{OSC}}{64([SPBRGHx:SPBRGx] + 1)}$$

Solving for SPBRGHx:SPBRGx:

$$X = \frac{\frac{F_{OSC}}{Desired\ Baud\ Rate}}{64} - 1$$

$$= \frac{\frac{16000000}{9600}}{64} - 1$$

$$= [25.042] = 25$$

$$Calculated\ Baud\ Rate = \frac{16000000}{64(25 + 1)}$$

$$= 9615$$

$$Error = \frac{Calc.\ Baud\ Rate - Desired\ Baud\ Rate}{Desired\ Baud\ Rate}$$

$$= \frac{(9615 - 9600)}{9600} = 0.16\%$$

# UART použití

Zápis dat na sběrnici:

```
while(1){  
    if ( RC1IF ){  
        LATD2 ^= 1;    // LED  
        TXREG1 = RCREG1;    // precist a poslad zpet  
    }  
}
```

- Podmínka kontroluje zda přijímací registr obsahuje data
- Pokud převrátím led
- Překlopím data z přijímacího registru do vysílacího

# UART použití

```
void putch(unsigned char data){  
    while(!TX1IF);  
    TXREG1 = data;  
}  
  
while(1){  
    __delay_ms(500);  
    printf("ahoj\n");  
}
```

- Funkci putch(char) mohu používat pro zápis bajtu
- Tutot funkci však používá i funkce printf ze standardní knihovny
- Ve funkci je čekání Busy waiting dokud není TXREG připraven na zápis
- Poznám to kontrolou příznaku přerušení TX1IF

# UART použití

Pomocí přerušení:

```
RCIE = 1;    //RX interrupt enable
PEIE = 1;    // global interrupt enable
GIE = 1;     // peripheral interrupt enable

void __interrupt() RC_ISR_HANDLER(void){

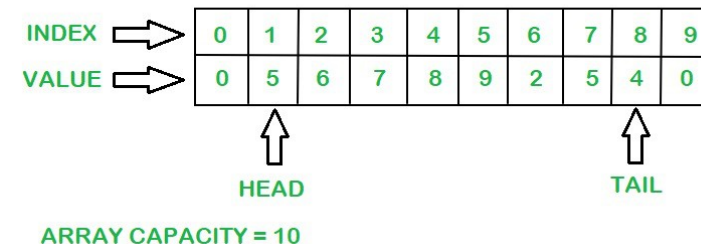
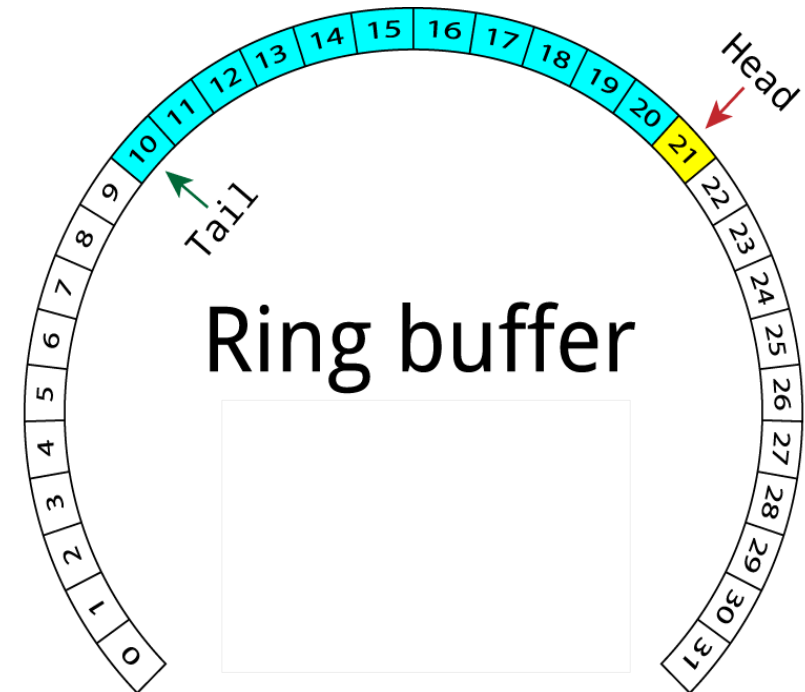
    if(RC1IF && RC1IE){
        TXREG1 = RCREG1;    //vymena dat
        RC1IF = 0;         //smaze se i při cteni RCREG
    }

}
```

- Pokud chci pro příjem využít přerušení, tedy vyzvednout data krátce po jejich příchodu
- Stačí zapnout globální povolení GIE
- PEIE přerušení od periférii
- A přerušení na příchod znaku RC1IE pro UART1
- V přerušení pak mohu zkontrolovat, zda je to opravdu ono vyvolání a vyzvednout znak z registru RCREG

# Kruhový buffer

- Realizace FIFO fronty.
- Obsahuje pole zvoleného typu (např. Char).
- Používám dvojici indexů Head/Tail (Write/Read).
- Software realizuje logiku posuvu indexů.
- Z posledního indexu je nutné přejít zpět na začátek.
- Realizovat lze více způsoby, pokud je velikost bufferu  $2^n$  lze použít efektivní operace.

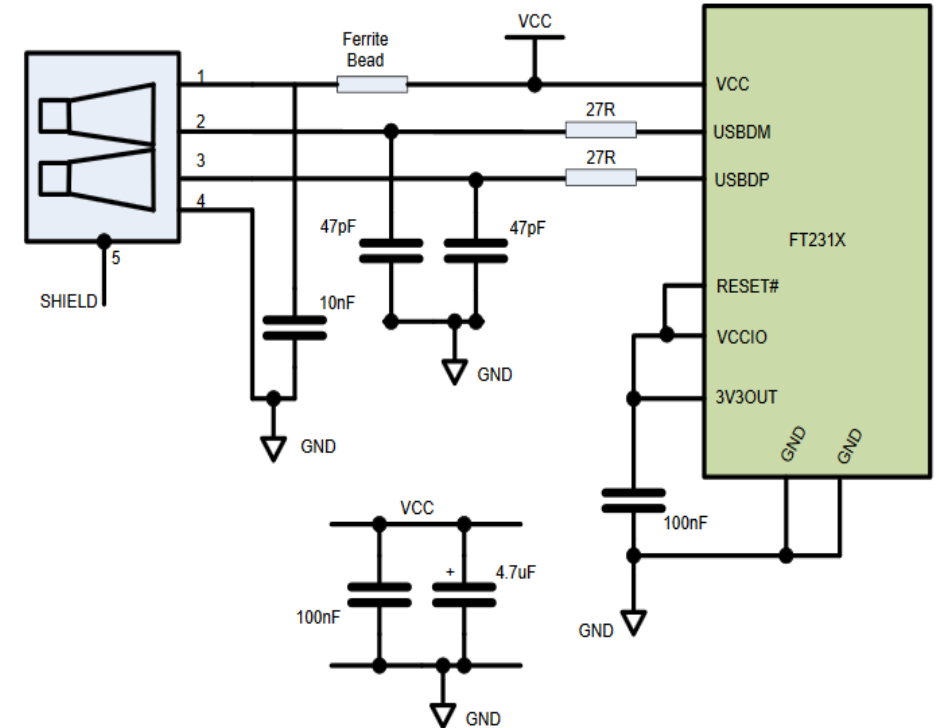


# Hardware

## Zákaznické obvody pro UART → USB:

- sběrnice UART lze pomocí specializovaných obvodů převést na usb
- na EduKitu je k tomuto účelu použit obvod FTDI 231
- tento obvod obsahuje vlastní mikrokontroler a lze jej pomocí obslužné aplikace nastavovat
- lze mu například přiřadit jméno, zvolit funkce pro vlastní GPIO apod
- Samotný obvod má cenu 40kč
- V podstatě se jedná o převodník UART<->USB

### 6.1 USB Bus Powered Configuration



# Zadání 2. DÚ

## **Zadání:**

Vytvořte jednoduchý model digitálně řízeného signalizačního majáku:

maják má tři základní režimy: svítí trvale, bliká, nesvítí

maják je řízen prostřednictvím rozhraní UART pomocí sady příkazů, z nichž každý začíná písmenem A a končí tečkou '.'

- Odevzdávejte ve formátu: Prijmeni\_Jmeno\_body.zip

## **Maják je obsluhován pomocí této sady příkazů:**

AC. (continuous) – nastaví režim kontinálního svícení

AB. (blink) – nastaví režim blikání

AON. – start svícení, dle nastaveného režimu

AOFF. – vypne svícení, blikání

ASn. (sequence) – maják n-krát zabliká a poté se vypne

Pozn:

Přepnutí režimu v zapnutém stavu způsobí okamžitou změnu operace.  
blikání emulujte na LEDkách na kitu



# 2. test

## Okruhy:

- Periferie obecně
- Jak nastavím registr
- Jak nastavím TIMER-děličky, UART-baudrate atd.

GPIO

TIMER 1/3/5; 2/4/6

INTERRUPT

UART

Datasheet je povolen!