



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

ŘPS – úloha MODBUS MA4S

Ing. Josef Grosman

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií

Tento materiál vznikl v rámci projektu ESF CZ.1.07/2.2.00/07.0247
Reflexe požadavků průmyslu na výuku v oblasti automatického řízení a měření,
který je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem ČR

Řídicí počítačové systémy

Úloha pro samostatná cvičení - MA4S

Implementace protokolu MODBUS ASCII na PC a mikropočítačích řady 51 pro uzly Slave (Server) na PC, Master (Klient) na mikropočítači.

Požadované implementované funkce:

- zápis jediného vnitřního registru (Holding) do uzlu Slave,
- zápis jediného bitového stavu (Coil) do uzlu Slave,

Rozhraní: RS232, standardní rámec 7,N,2

1. část: propojení PC – PC (C# MSVS)
2. část: propojení PC – mikropočítač

Rozhraní: RS485, standardní rámec 7,N,2

3. část: propojení mikropočítač – mikropočítač

Funkce pro podporu aplikace protokolu MODBUS:

- v souboru Modbus.dll a Modbus.cs pro PC (C#),
- v souboru Modbus.H a Modbus.C pro mikropočítač

MASTER (klient)

V pravidelných časových intervalech generuje 16 bitovou hodnotu a předává požadavek na zápis do uzlu SLAVE

V pravidelných časových intervalech generuje 1bitovou informaci a předává požadavek na zápis do uzlu SLAVE

kód funkce: 06
+ data

potvrzení

kód funkce: 05
+ data

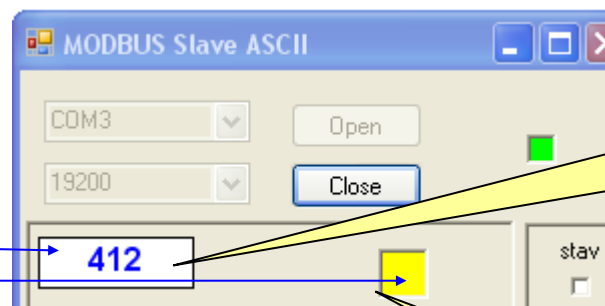
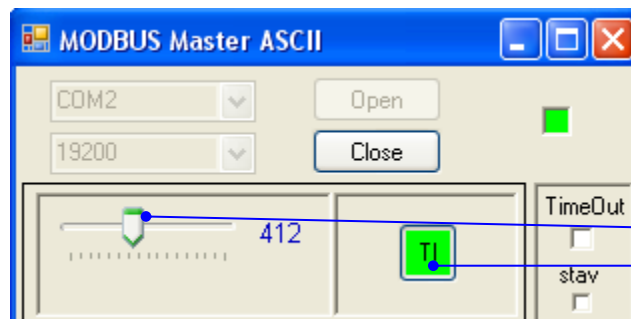
potvrzení

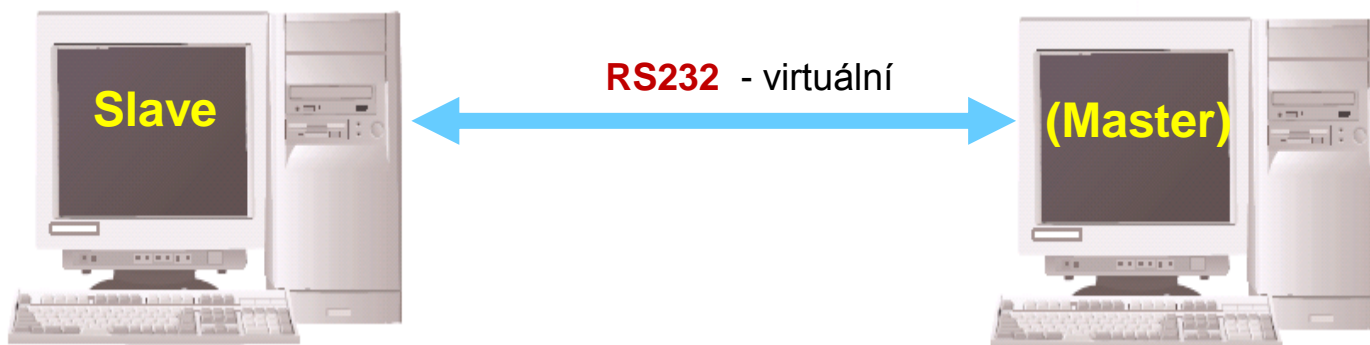
SLAVE (server)

Po příjmu hodnotu zobrazí a odešle potvrzovací odpověď

Po příjmu informaci zobrazí a odešle potvrzovací odpověď

1.část : PC-PC (varianta C#)





Podpora pro PC **Modbus.dll** (zdrojový kód **Modbus.cs**)

C:\PRS_podklady\modbus\sharp\
N:\RPS\cviceni_04_modbus\sharp\

modbus.dll

Podpora pro testování ModbusMaster.exe a ModbusSlave.exe

C:\PRS_podklady\modbus\sharp\exe\
N:\RPS\cviceni_04_modbus\sharp\exe\

ModbusMaster.exe
ModbusSlave.exe

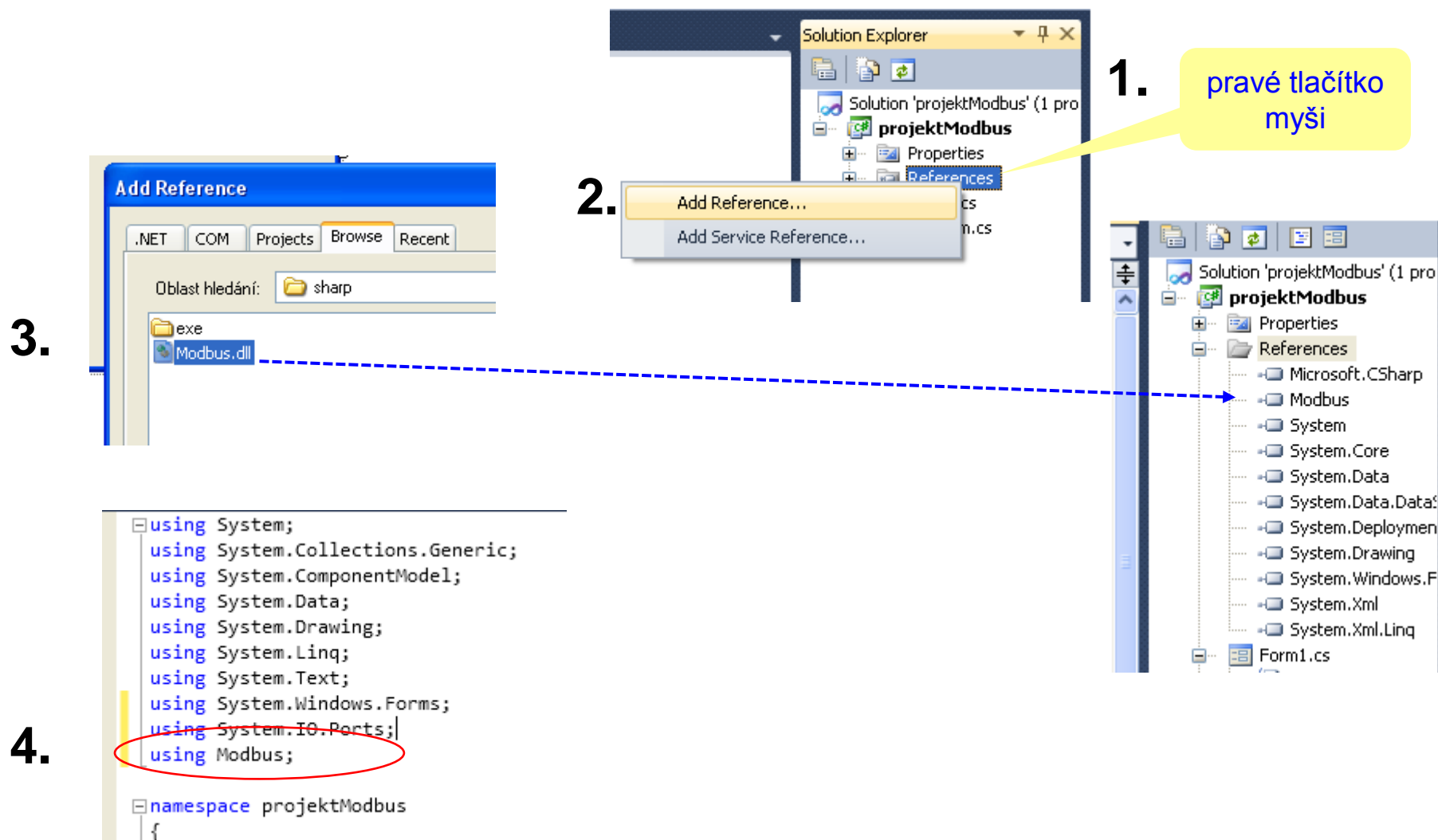
Zařazení Modbus.dll do aplikace

1. pravé tlačítko myši

2.

3.

4.



```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using System.IO.Ports;
using Modbus;

namespace projektModbus
{
```

Podpora pro PC **Class lib** **Modbus.dll** - zdrojový kód **Modbus.cs**

```
namespace Modbus;
```

```
class ModbusASCII
```

```
byte AHex(byte b);  
byte HexAsc(byte b);
```

```
int WrByte(byte b,byte[] bf,int n);  
int WrWord(ushort w,byte[] bf,int n) ;  
int WrEOT(byte[] bf,int n)::;
```

```
int WrOne(byte adr,byte fce,ushort reg,ushort val,byte[] bf);  
int Rd(byte adr,byte fce,ushort reg,ushort val,byte[] bf);
```

```
byte RdByte(byte[] bf,int n);  
ushort RdWord(byte[] bf,int n);
```

```
int AnsRd(byte adr,byte fce,byte bytes,byte[] vals,byte[] bf);  
int Answr(byte adr,byte fce,ushort reg,ushort val,byte[] bf);  
int AnsErr(byte adr,byte fce,byte er,byte[] bf);
```

```
byte Lrc(byte[] bf,int len):byte;
```

Užité metody třídy ModbusASCII v aplikaci z Modbus.dll	
aplikační	pomocné
WrOne	RdByte
AnsWr	WrByte
AnsErr	Lrc
	WrEoT
	RdWord
Poznámka: v hlavním programu v sekci using přidat Modbus	

Definované a doporučené hodnoty		
význam	symbol	hodnota
Adresa uzlu Slave	ADR_S	1
Funkce zápis registru	FCE_WREG	6
Funkce zápis bitu	FCE_WBIT	5
Adresa zapisovaného registru	REG_WR	0
Adresa zapisovaného bitu	BIT_WR	0

:, adr. slavu, kód funkce, adr. registrů a bitů, hodnoty, LRC, CRLF



bfout

RS232

bfin

RS232

```
byte []bfin = new byte[512];  
byte []bfout = new byte[512];
```

bfout[0] :
bfout[1],bfout[2] **adresa slavu**
bfout[3],bfout[4] **kód funkce**

.

Slave – implementace na PC (server)

Konfigurace:

Přijímá požadavky od klienta a vrací odpovědi

- požadavek na zápis jediného vnitřního registru (hodnota 0 až 1023) – funkční kód 6, hodnotu zobrazí a vrací potvrzení o přijetí požadavku

metoda AnsWr třídy Modbus ASCII s kódem přijaté funkce

- požadavek na zápis jediného bitového stavu – funkční kód 5, stav indikuje a vrací potvrzení o přijetí požadavku

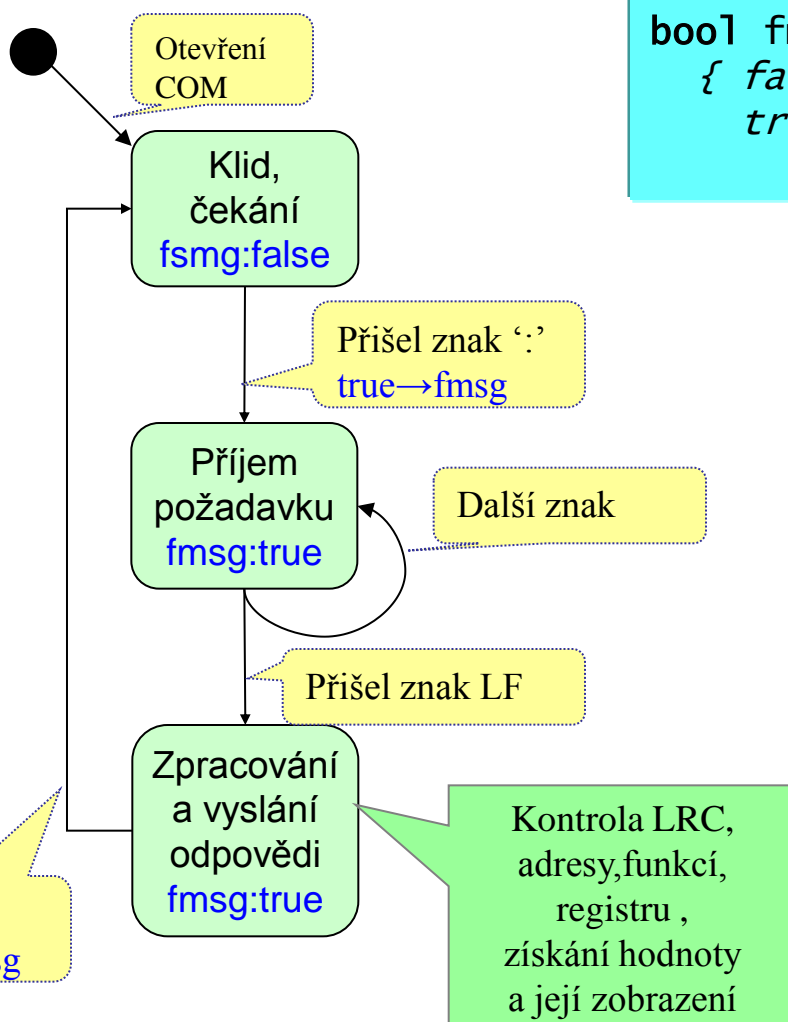
metoda AnsWr třídy Modbus ASCII s kódem přijaté funkce

Kontrolovat přijatý požadavek a vracet chybovou odpověď v případě neimplementované funkce, neexistující adresy registru nebo bitu a hodnoty mimo rozsah

metoda AnsErr třídy Modbus ASCII s upraveným kódem funkce a typem chyby

Skupinové vysílání ignorovat .

Slave – zjednodušený stavový diagram



```

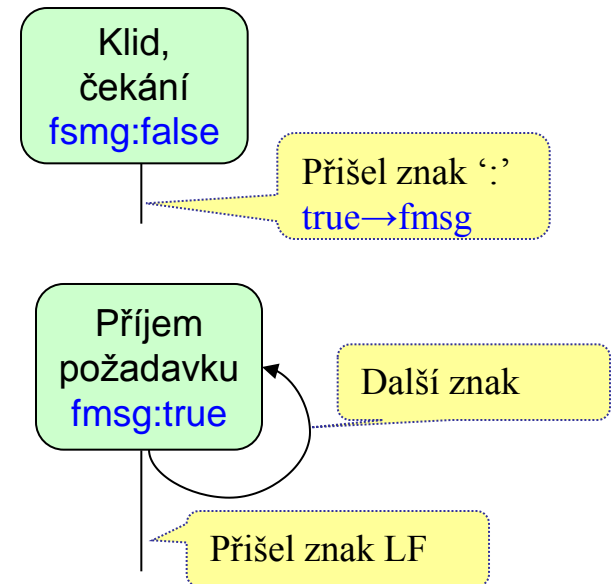
bool fsmg;
{ false - čekání na požadavek
  true - příjem, zpracování požadavku
        a vyslání odpovědi }
    
```

Slave – příjem požadavku

DataReceived

```
while(comPort.BytesToRead > 0)
{
    byte b=(byte)comPort.ReadByte();
    if(b==(byte)':')
    {
        ix=0;
        fmsg=true;
    }
    else if(fmsg) ix++;
    bfin[ix]=b;
}
```

```
if(b==(byte)'\n' && fmsg)
{
    .
    .
    fmsg=false;
}
```



Slave – zpracování požadavku, kontrola položek, příprava odpovědi

1. LRC

```
if(Ma.Lrc(bfin,ix-4)!=Ma.RdByte(bfin,ix-3)
{
    .. možná informace o chybné LRC
}
else {
```

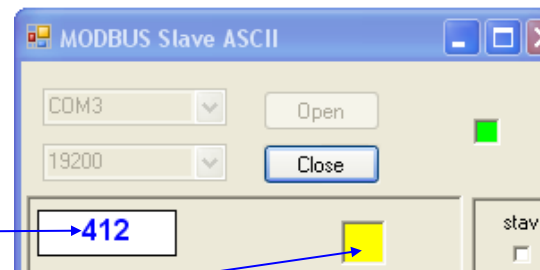
ModbusASCII Ma;

2. adresa

```
adr_r=Ma.RdByte(bfin,1);
if(adr_r == ADR_S)
{
```

3. kód funkce

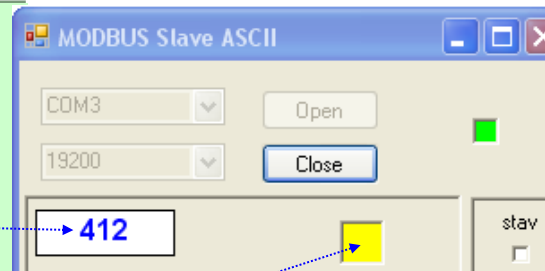
```
kod_r=Ma.RdByte(bfin,3);
er=0;
switch(kod_r) {
    case FCE_WREG:
        :
    case FCE_WBIT:
        :
    default: er=1;
}
```



Slave – zpracování požadavku, kontrola položek, příprava odpovědi

FCE_WREG:

```
reg=Ma.RdWord(bfin,5);
val=Ma.RdWord(bfin,9);
if(reg!=REG_WR) er=2;
else if(val>1023) er=3;
else .. zobrazení hodnoty
if(er==0) n= Ma.Answr(ADR_S,kod_r,reg,val,bfout);
```



FCE_WBIT:

```
reg=Ma.RdWord(bfin,5);
val=Ma.RdWord(bfin,9);
if(reg!=BIT_WR) er=2;
else switch(val){
    case 0xFF00: .. žlutá ; break;
    case 0x0000: .. bílá ; break;
    default: err=3;
}
if(err==0) n= Ma.AnsWR(ADR_S,kod_r,reg,val,bfout);
```

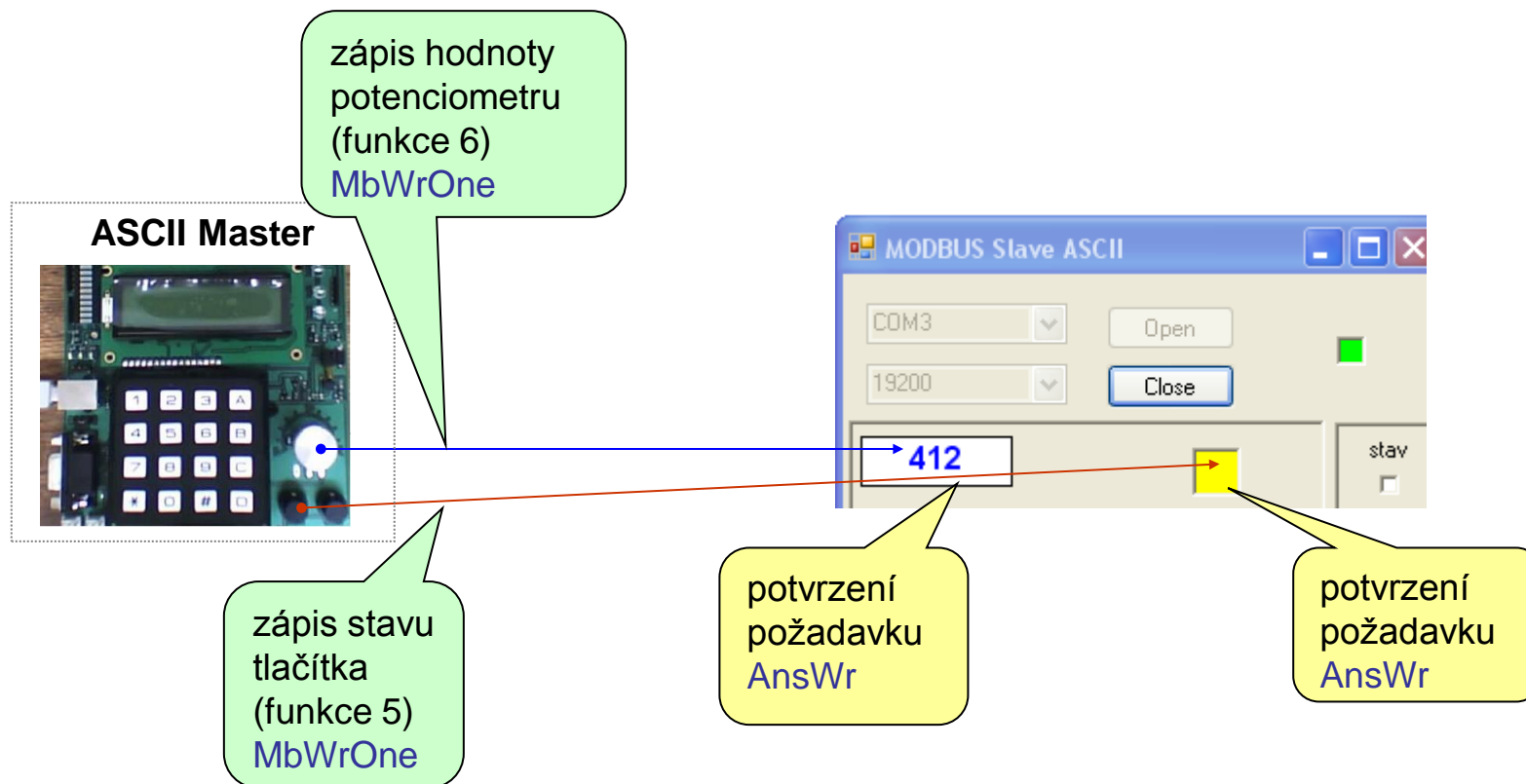
4. chyba

```
if(er>0) n=Ma.AnsErr(adr_r,(byte)(kod_r|0x80),er,bfout);
```

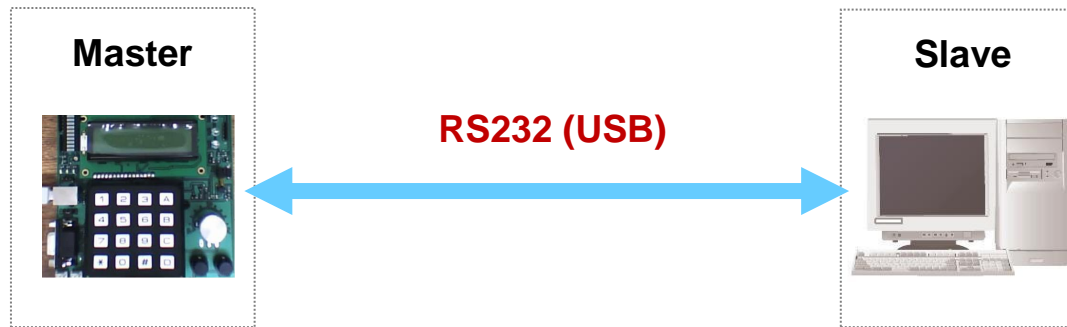
5. odeslání
odpovědi

```
n=Ma.WrByte(Ma.Lrc(bfout,n-1),bfout,n);
n=Ma.WrEoT(bfout,n);
comPort.Write(bfout, 0, n);
```

2.část : PC – mikropočítač



pro mikropočítač (2. část)



Podpora pro mikropočítač **Modbus.c, Modbus.h**

C:\RPS_podklady\modbus\C\
N:\RPS\cviceni_04_modbus\C\

MODBUS.C
MODBUS.H
MAIN.C
ADC.C
LCD.C
LEDBAR.C
TYPY.H

Podpora pro mikropočítač prototypy funkcí **Modbus.H** – zdrojový kód **Modbus.C**

```
byte AHex(byte c);  
byte HexAsc(byte b);  
  
byte WrWord(word val,byte *bf);  
word RdWord(byte *bf);  
byte MbRdByte(byte *bf);  
word MbRdWord(byte *bf);  
byte MbWrByte(byte b,byte *bf);  
byte MbWrWord(word w,byte *bf);  
  
byte MbRd(byte adr,byte fce,word reg,word val,byte *bf);  
byte MbWrOne(byte adr,byte fce,word reg,word val,byte *bf);  
byte MbWr(byte adr,byte fce,word reg,word nbr,byte *vals,byte *bf);  
  
byte MbAnsWr(byte adr,byte fce,word reg,word val,byte *bf);  
byte MbAnsRd(byte adr, byte fce, byte bytes, byte *vals,byte *bf);  
byte MbAnsErr(byte adr,byte fce,byte er,byte *bf);  
  
byte MbLrc(byte *bf,byte len);  
byte MbWrEoT(byte *bf);
```

Užité funkce v aplikaci ze souboru Modbus.C	
aplikační	pomocné
MbWrOne	MbRdByte
MbAnsWr	MbWrByte
MbAnsErr	MbLrc
	MbWrEoT
Poznámka: v hlavním programu #include "Modbus.H"	

Definované a doporučené hodnoty		
význam	symbol	hodnota
Adresa uzlu Slave	ADR_S	1
Funkce zápis registru	FCE_WREG	6
Funkce zápis bitu	FCE_WBIT	5
Adresa zapisovaného registru	REG_WR	0
Adresa zapisovaného bitu	BIT_WR	0

:, adr. slavu, kód funkce, adr. registrů a bitů, hodnoty, LRC, CRLF



bfout

RS232

bfin

RS232

```
xbyte bfin[256],bfout[256];
```

```
bfout[0]      :  
bfout[1],bfout[2]  adresa slavu  
bfout[3],bfout[4]  kód funkce  
.  
.
```

funkce pro vyslání zprávy:
- bf: pointer na pole znaků
- len: počet bytů k vyslání

```
void SendBuf(byte *bf,byte len)  
{  
    while(len--)  
    {  
        SBUF=*bf++ | 0x80;  
        while(!TI);  
        TI=0;  
    }  
}
```

Master – implementace na mikropočítači (klient)

Konfigurace:

Realizuje funkce (požadavky na server)

- požadavek na zápis jediného vnitřního registru (hodnota 0 až 1023) – funkční kód 6
aplikační funkce MbWrOne s kódem funkce 6 (FCE_WREG)
- požadavek na zápis jediného bitového stavu – funkční kód 5
aplikační funkce MbWrOne s kódem funkce 5 (FCE_WBIT)

Požadavky odesílat střídavě v pravidelných časových intervalech cca 200 ms,
jen když je sériový kanál otevřen a Master je ve stavu **klidu**
realizace časovačem T0 se základními tiky 30 ms ($30 * 7 = 210$)

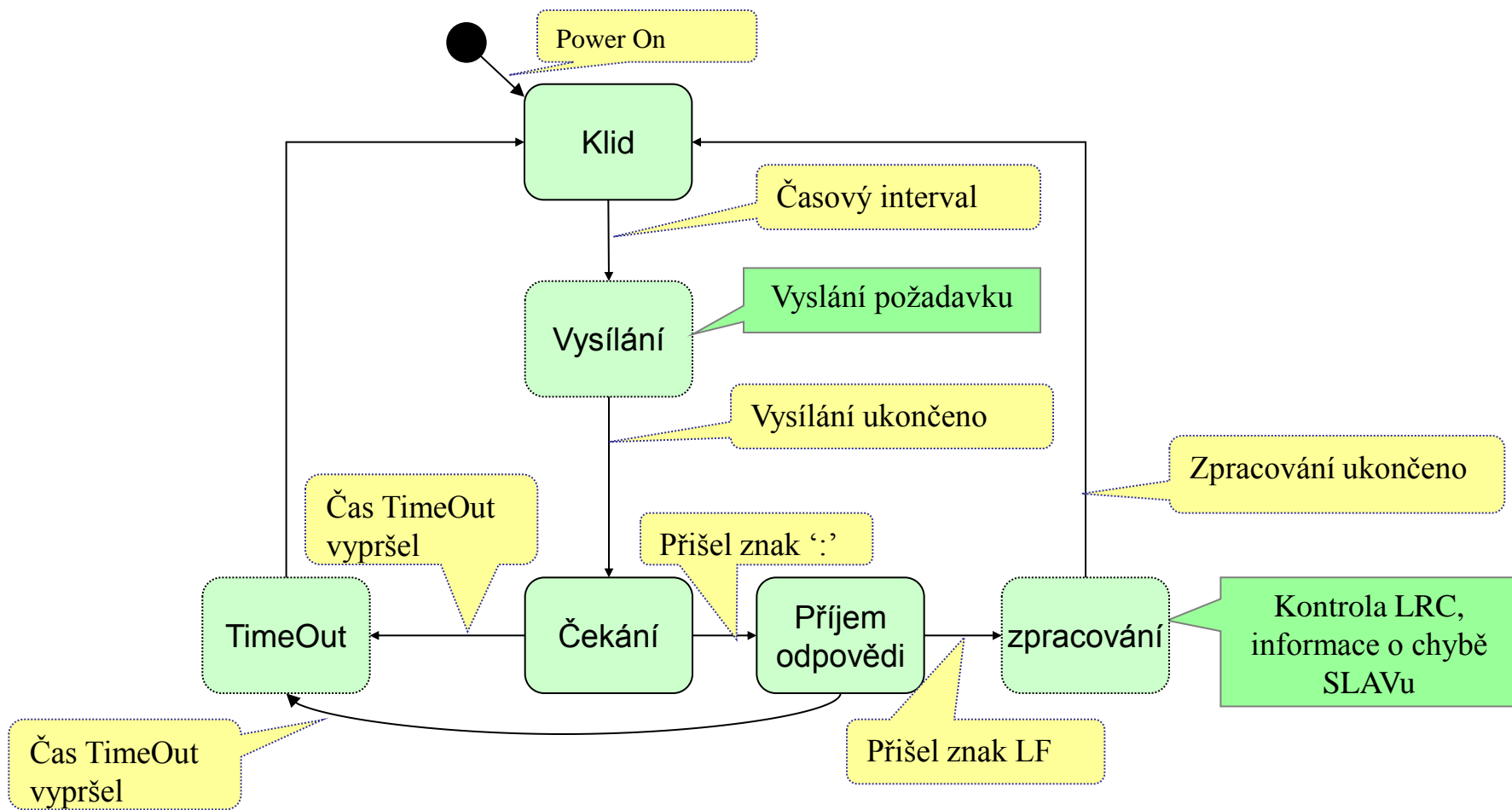
Implementovat generování čekacího Timeout intervalu 500 ms na odpověď od Slave
($30 * 17 = 510$)

Zjednodušený příjem odpovědi

příchozí adresu Slave není nutno testovat, pouze správnost LRC

zpracovat informaci o chybě Slave: informovat jen omezeně (např žlutá LED,
nebo vůbec)

Master – zjednodušený stavový diagram



```
enum {stKlid,stCekani,stPrijem} stav;
```

Master – vyslání požadavku

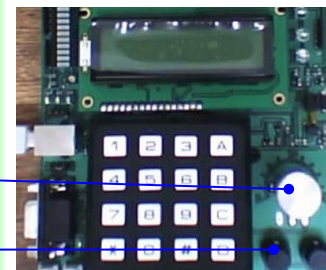
střídavě každých cca 210 ms vysílá rámec s funcí **5** (zápis bitu) a **6** (zápis registru)

5 6 5 6 5 6

časovač T0

```
if(++cnt_ticks>=N_TICKS && stav==stKlid){
    cnt_ticks=0;
    DIR485=1;      /* na vysílání – pro RS485*/
    prep=!prep;
    if(prepare) { val = ...;
        itx=MbWrOne(ADR_S,FCE_WREG,REG_WR,val,bfout);}
    else { val = ... ;
        itx=MbWrOne(ADR_S,FCE_WBIT,BIT_WR,val,bfout);}
    itx+=MbWrByte(MbLrc(bfout+1,itx-1),bfout+itx);
    itx+=MbWrEoT(bfout+itx);
    SendBuf(bfout,itx);
    stav=stCekani;
    DIR485=0;      /* zpět na příjem – pro RS485 */
}
```

```
#define N_TICKS 7
#define TIMEOUT 17
bit prep;
```

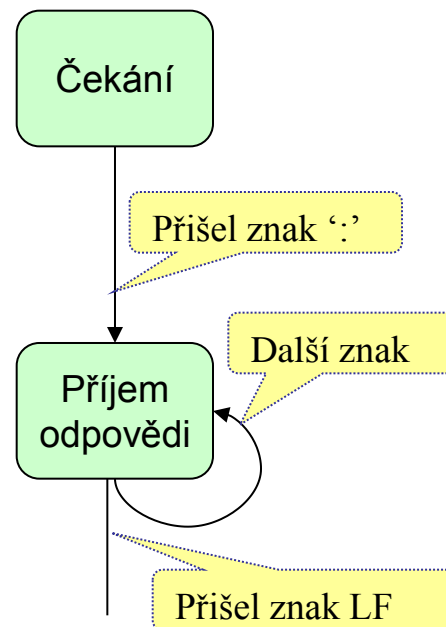


TimeOut

```
if(cnt_ticks>=TIMEOUT)
{
    cnt_ticks=0;
    LED_R=!LED_R; // signalizace TimeOutu
    stav=stKlid;
}
```

Master – příjem odpovědi

```
if (RI)
{
    byteIn=SBUF&0x7F;
    RI=0;
    if(stav==stCekani && byteIn==':')
    {
        stav=stPrijem;
        bfin[ix=0]=byteIn;
    }
    else if(stav==stPrijem)
    {
        if(byteIn==':')ix=0;
        else ix++;
        bfin[ix]=byteIn;
        if(byteIn=='\n')
        {
            . // zpracování odpovědi
            .
            stav=stKlid;
        }
    }
}
```



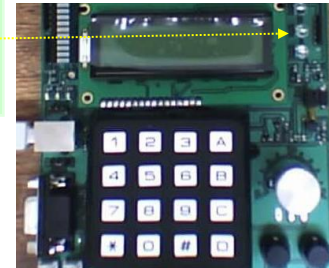
Master – zpracování odpovědi

1. LRC

```
if(MbLrc(bfin+1,ix-4)==(lrc=MbRdByte(bfin+ix-3)))  
{
```

2. kód funkce a reakce na chybu SLAVE

```
if( (kod_r=MbRdByte(bfin+3))>=0x80)  
    LED_Y=0;  
else LED_Y=1;
```



3.část : mikropočítač – mikropočítač

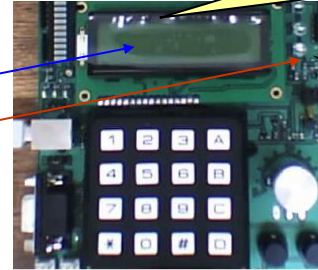
ASCII Master



zápis hodnoty
potenciometru
(funkce 6)
MbWrOne

zápis stavu
tlačítka
(funkce 5)
MbWrOne

ASCII Slave



potvrzení
požadavku
MbAnsWr

potvrzení
požadavku
MbAnsWr

Pro 3.část : mikropočítač – mikropočítač

je nezbytné

- 1. správně nastavit propojky pro modul UART
bud' přenos konektorem USB
nebo přenos konektory RS232/485**
- 2. správně přepínat budič RS485
pro příjem
nebo pro vysílání**

**Propojky volby
pro modul UART**

USB x RS

Pro nahrávání
programu : **USB**
Aplikace : **RS**

Propojky volby RS

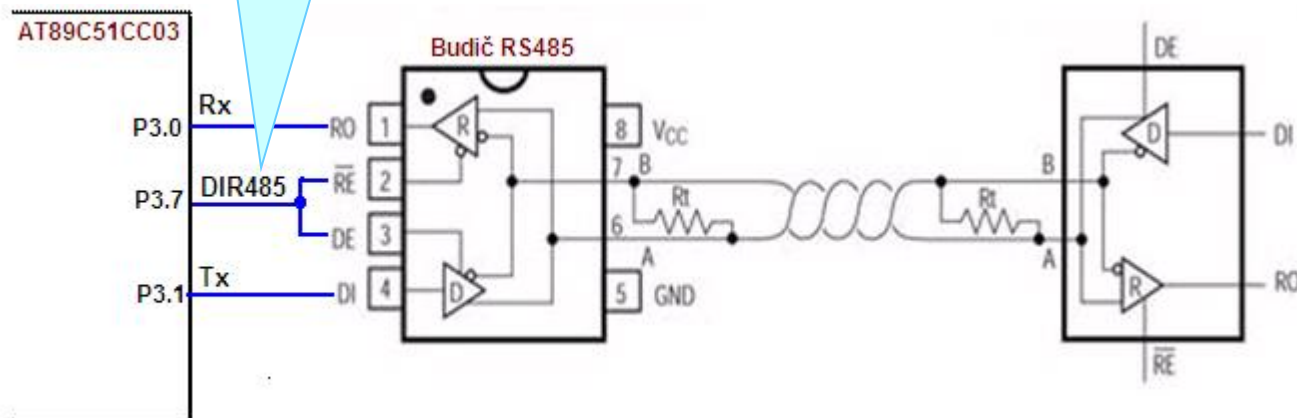
RS232 x RS485

Aplikace : **RS85**

RS485 konektory



#define DIR485 P3_7



DIR485	směr
0	Rx (příjem)
1	Tx (vysílání)

1. Nastavit na příjem (0)
2. Před vysláním zprávy nastavit na vysílání (1) a po vyslání zprávy zpět na příjem (0)