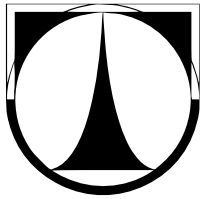




INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# ŘPS – úloha MODBUS MA2S

***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 - MA2S

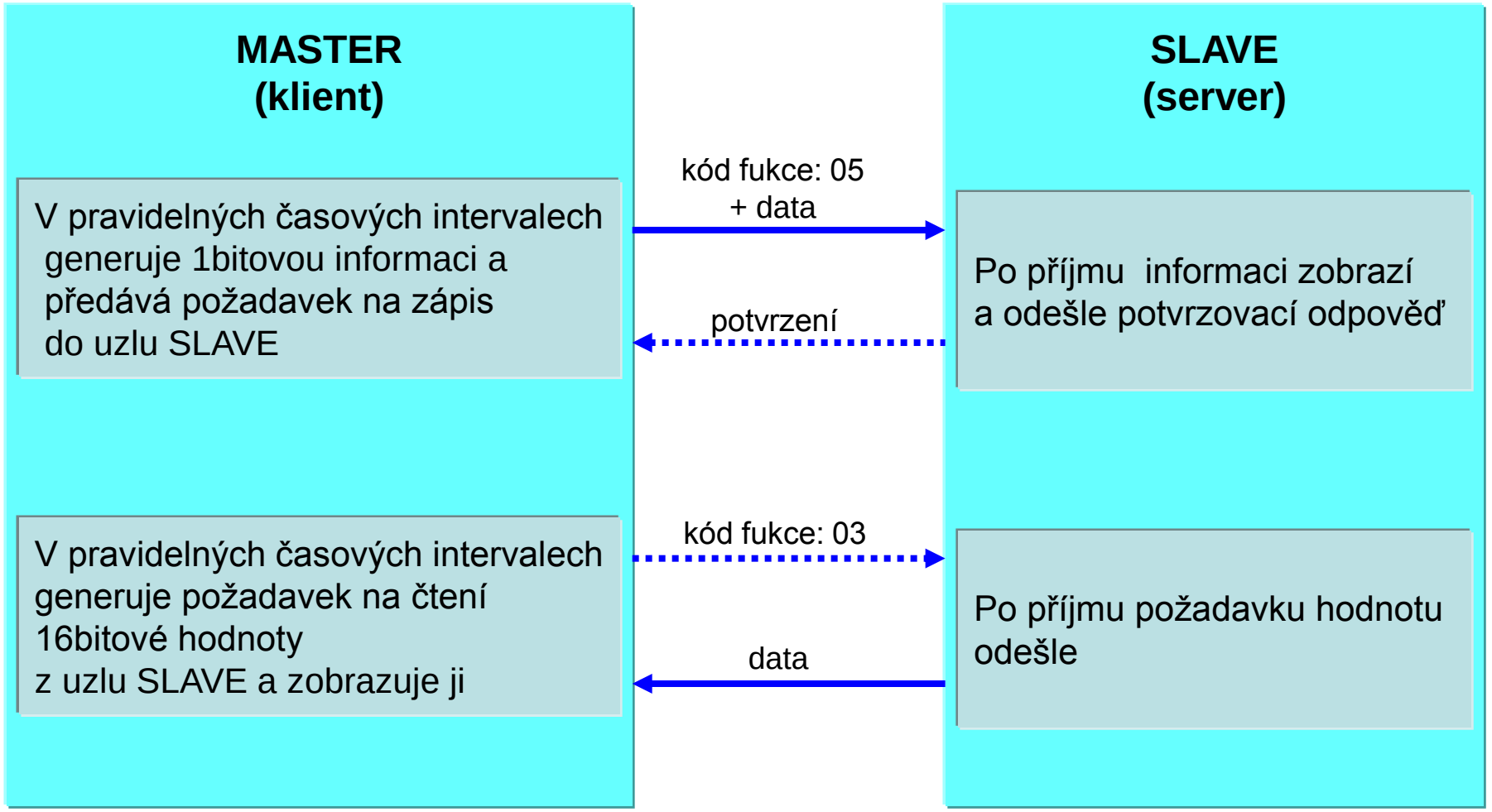
**Implementace protokolu MODBUS ASCII na PC a mikropočítačích řady ´51 pro uzly Slave (Server) na PC, Master (Klient) na mikropočítači.**

**Požadované implementované funkce:**
**- zápis jediného bitového stavu (Coil) do uzlu Slave,**
**- čtení 16 bitového vnitřního registru (Holding) z uzlu Slave.**

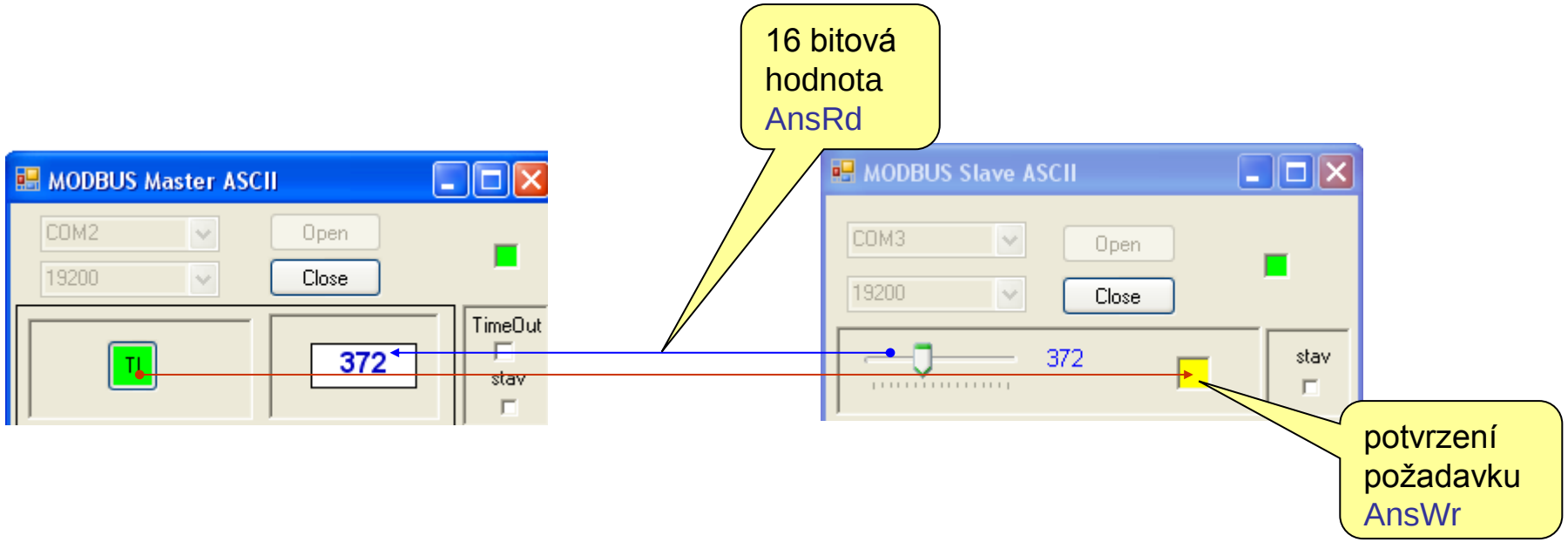
**Rozhraní: RS232, standardní rámec 7,N,2**
**1. část: propojení PC – PC (C# MSVS)**
**2. část: propojení PC – mikropočítač**

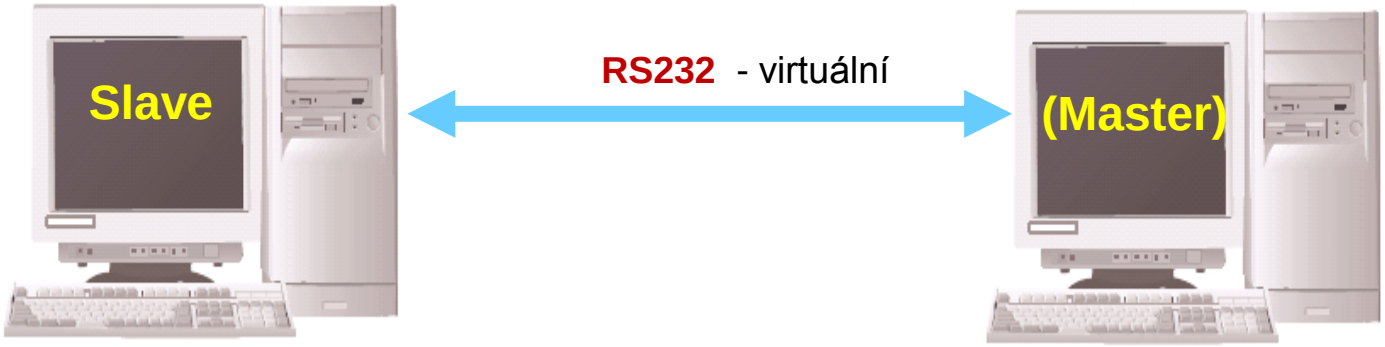
**Rozhraní: RS485, standardní rámec 7,N,2**
**3. část: propojení mikropočítač – mikropočítač**

**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)
SLAVE
(server)
V pravidelných časových intervalech generuje 1bitovou informaci a předává požadavek na zápis do uzlu SLAVE
kód fukce: 05
+ data
potvrzení
Po příjmu informaci zobrazí a odešle potvrzovací odpověď
V pravidelných časových intervalech generuje požadavek na čtení 16bitové hodnoty z uzlu SLAVE a zobrazuje ji
kód fukce: 03
data
Po příjmu požadavku hodnotu odešle

# 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\

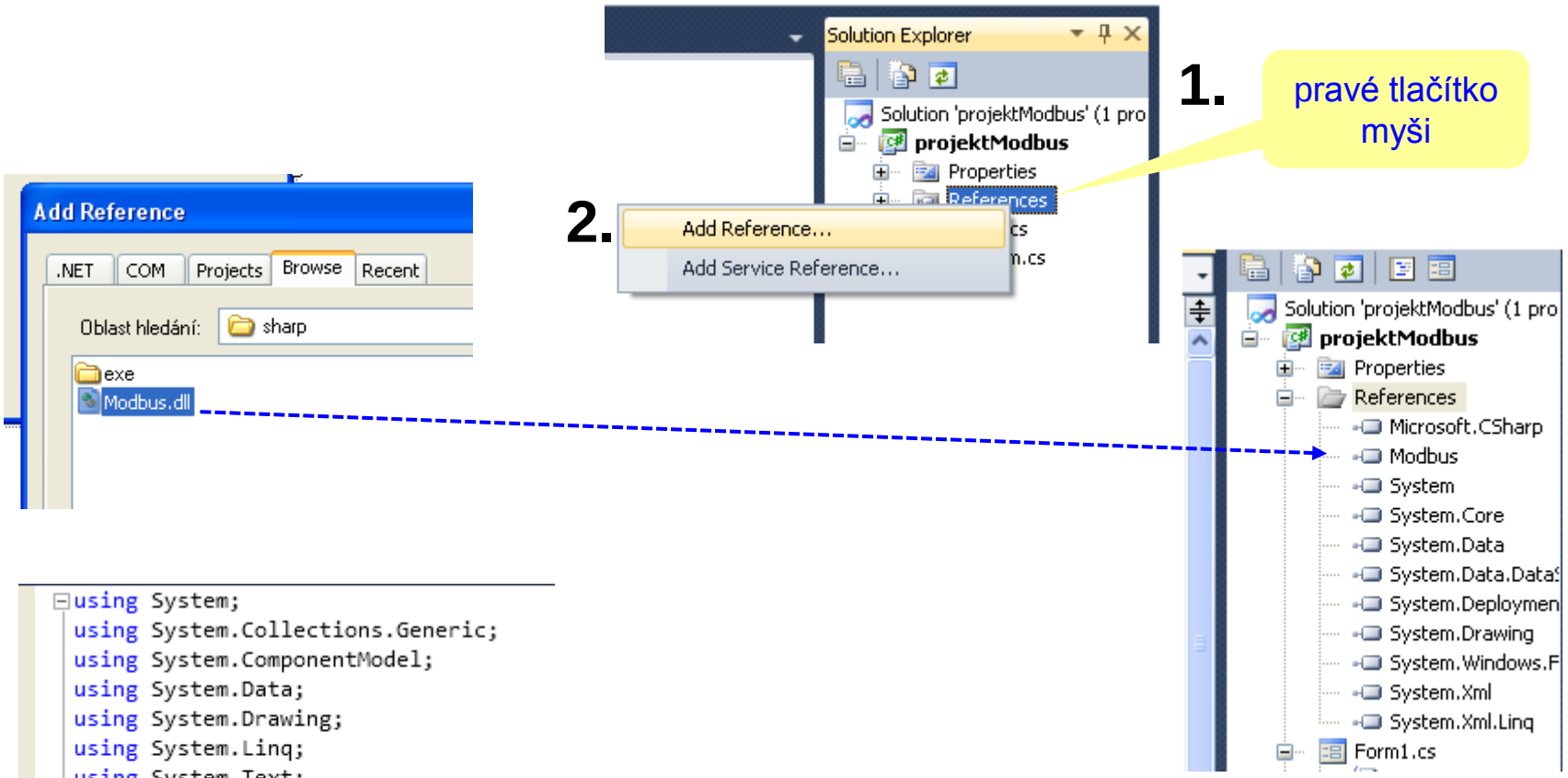
modbus.dll

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




4.

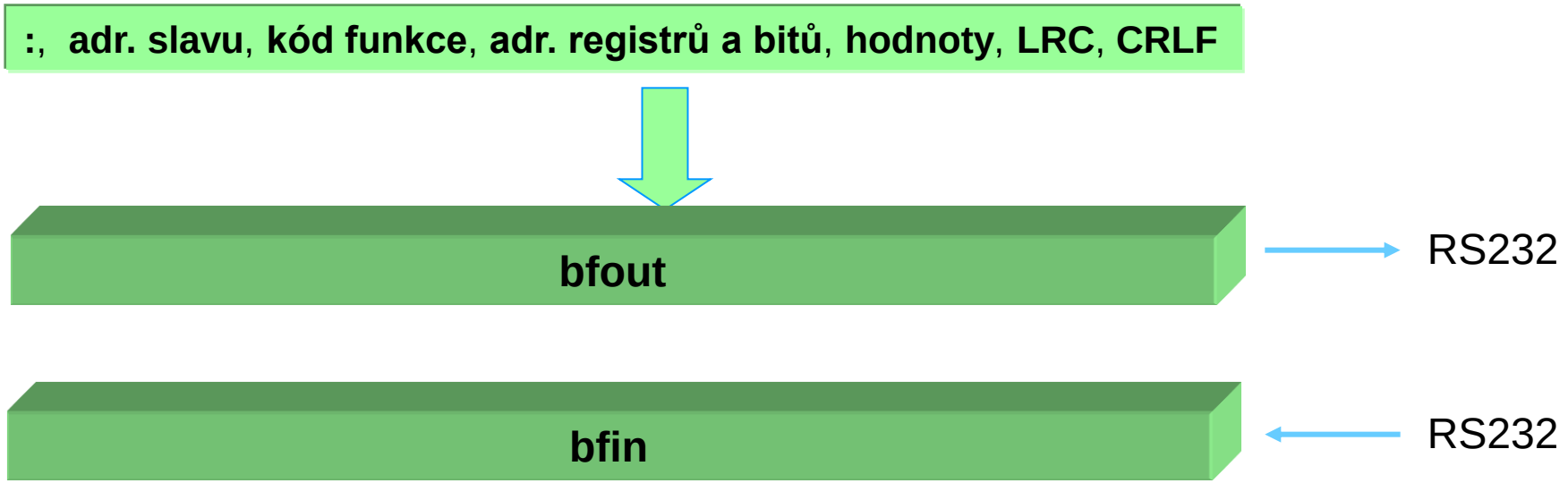
```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using System.IO.Ports;
using Modbus;

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 |
| Rd | WrByte |
| AnsWr | Lrc |
| AnsRd | WrEoT |
| AnsErr | RdWord |
| Poznámka: v hlavním programu v sekci **using** přidat Modbus | |

| Definované a doporučené hodnoty | | |
|---|---|---|
| význam | symbol | hodnota |
| Adresa uzlu Slave | ADR_S | 1 |
| Funkce čtení registru | FCE_RREG | 3 |
| Funkce zápis bitu | FCE_WBIT | 5 |
| Adresa čteného registru | REG_RD | 0 |
| Adresa zapisovaného bitu | BIT_WR | 0 |




```
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:

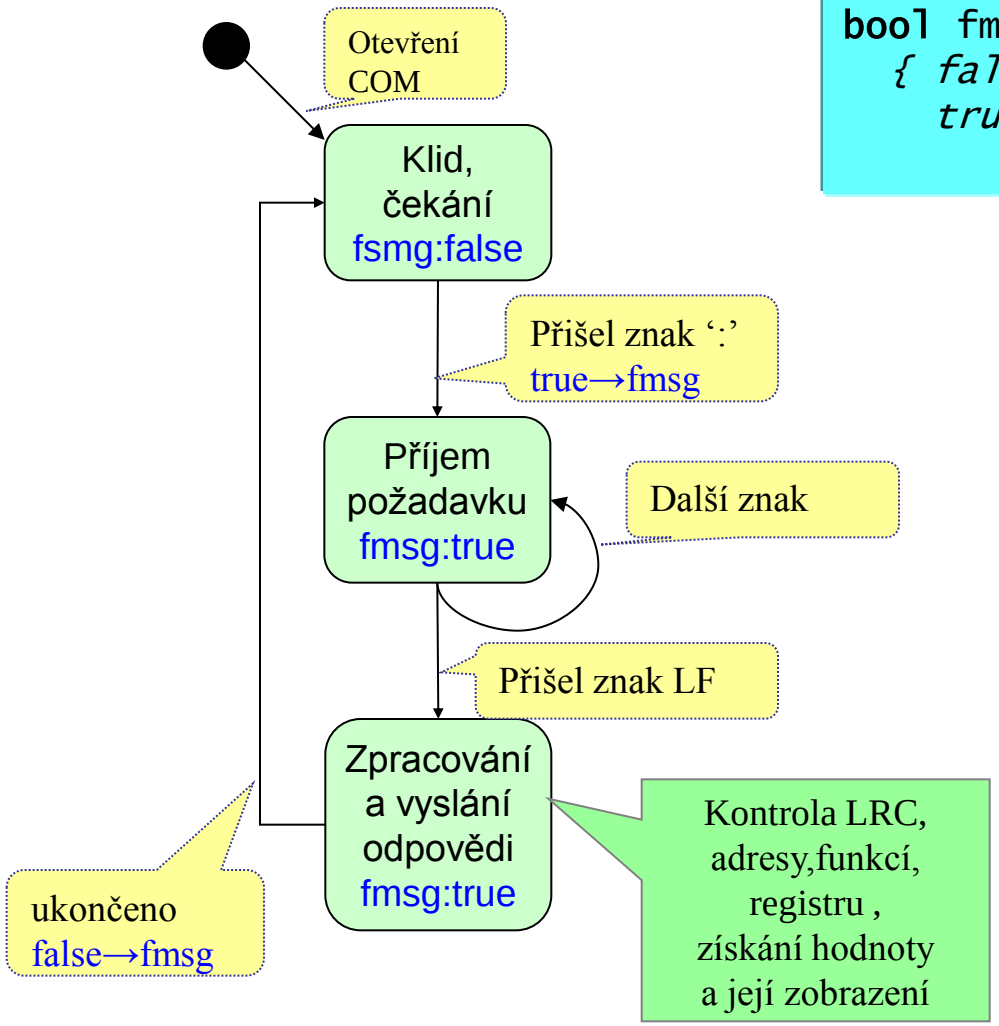
Přijímá požadavky od klienta a vrací odpovědi

- požadavek na zápis jediného bitového stavu – funkční kód 5, stav indikuje a vrací potvrzení o přijetí požadavku
  metoda AnsWr třídy Modbus ASCII s kódem přijaté funkce
- požadavek na čtení 16 bitové hodnoty – funkční kód 3 a vrací požadovanou hodnotu
  metoda AnsRd 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



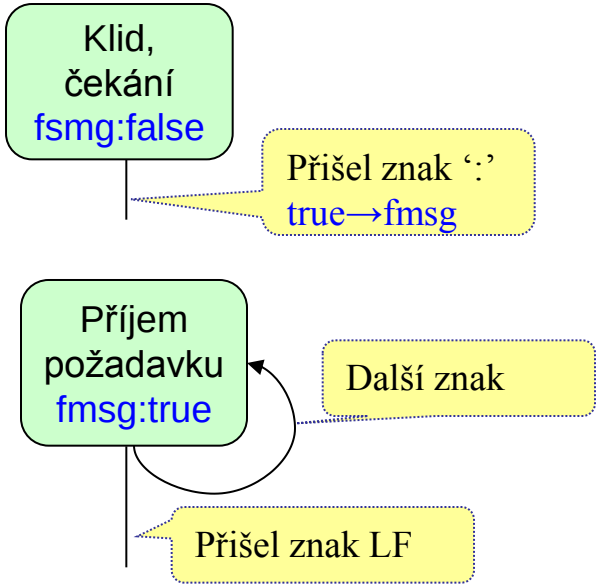

```
bool fmsg;
  { false - čekaní na požadavek
    true - příjem,zpracování požadavku
           a vyslaní odpovědi }
```

# 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 {
```

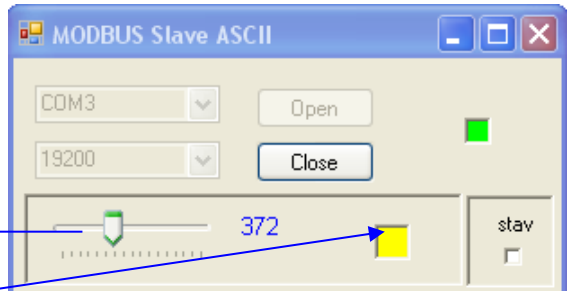
```
ModbusASCII Ma;
```

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_RREG:
       .
       .
    case FCE_WBIT:
       .
       .
    default: er=1;
  }
```



# Slave – zpracování požadavku, kontrola položek, příprava odpovědi

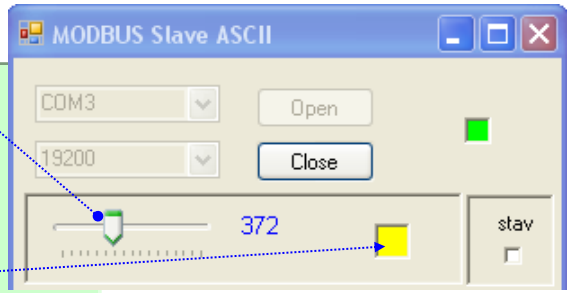
FCE_RREG:

```
reg=Ma.RdWord(bfin,5);
pocet=Ma.RdWord(bfin,9);
if(reg!=REG_RD || pocet!=1) er=2;
else .. MSB -> vals[0] a LSB -> vals[1]
if(er==0) n= Ma.AnsRD(ADR_S,kod_r,2,vals,bfout);
```

```
byte []vals = byte[2];
```

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);
```



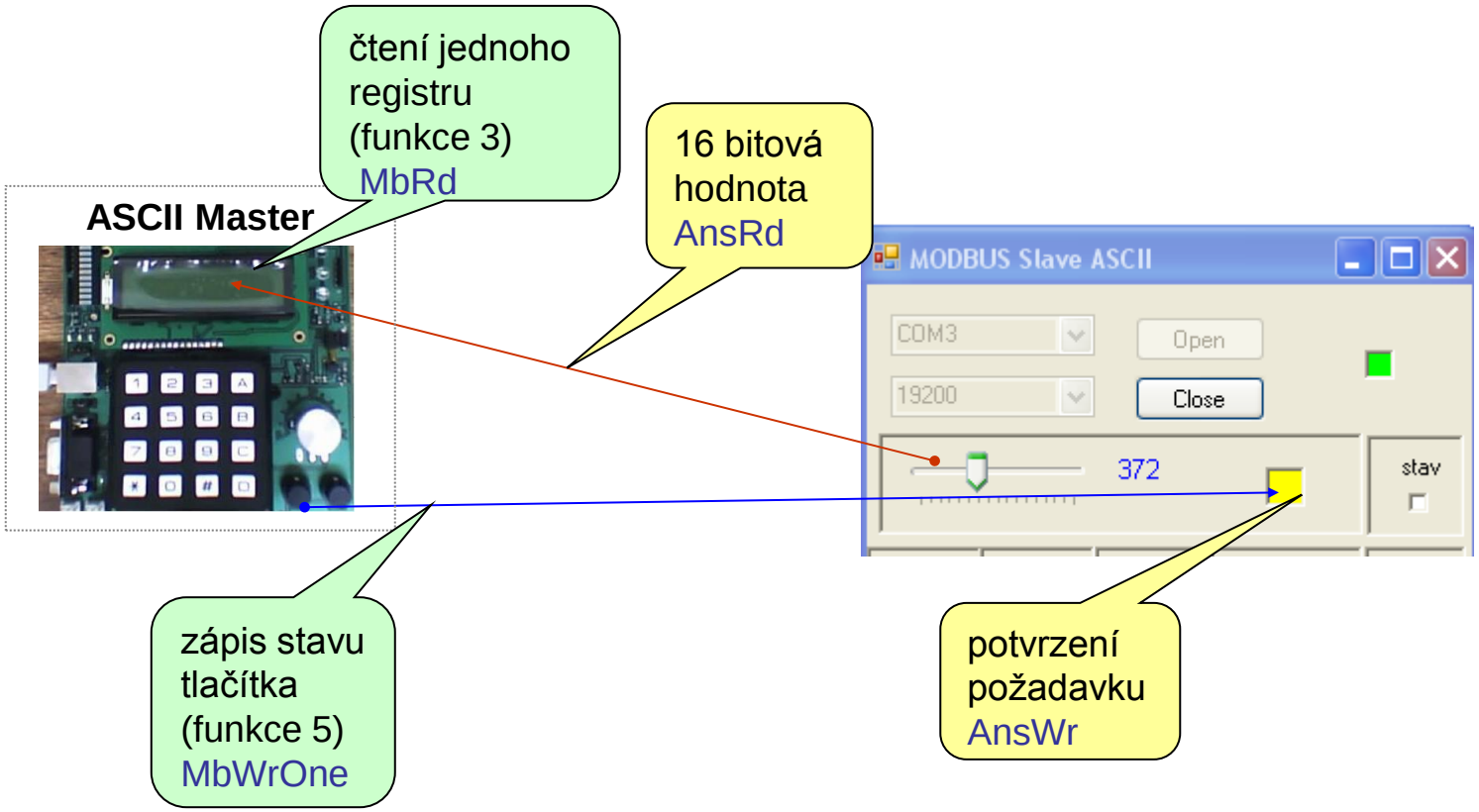

4. chyba

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

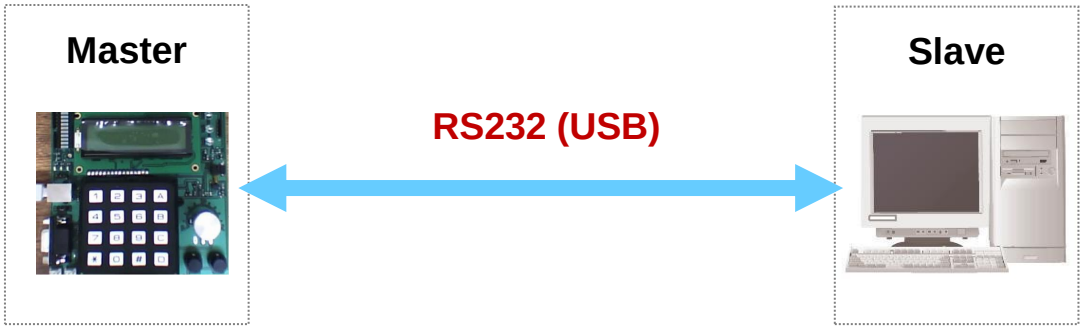
5.odeslání odpovědi

```
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

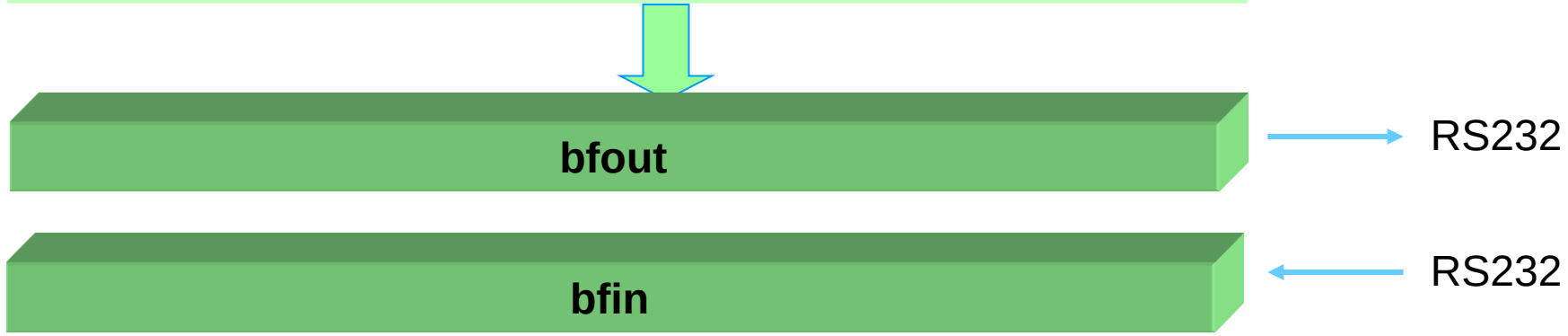
## Podpora pro mikropočítač prototypy fukcí **Modbus.H** – zdrojový kód **Modbus.C**

```
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 |
| MbRd | MbWrByte |
| MbAnsWr | MbLrc |
| MbAnsRd | MbWrEoT |
| MbAnsErr | MbRdWord |
| Poznámka: v hlavním programu | #include “Modbus.H” |

| Definované a doporučené hodnoty | | |
|---|---|---|
| význam | symbol | hodnota |
| Adresa uzlu Slave | ADR_S | 1 |
| Funkce čtení registru | FCE_RREG | 3 |
| Funkce zápis bitu | FCE_WBIT | 5 |
| Adresa čteného registru | REG_RD | 0 |
| Adresa zapisovaného bitu | BIT_WR | 0 |

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




```
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)

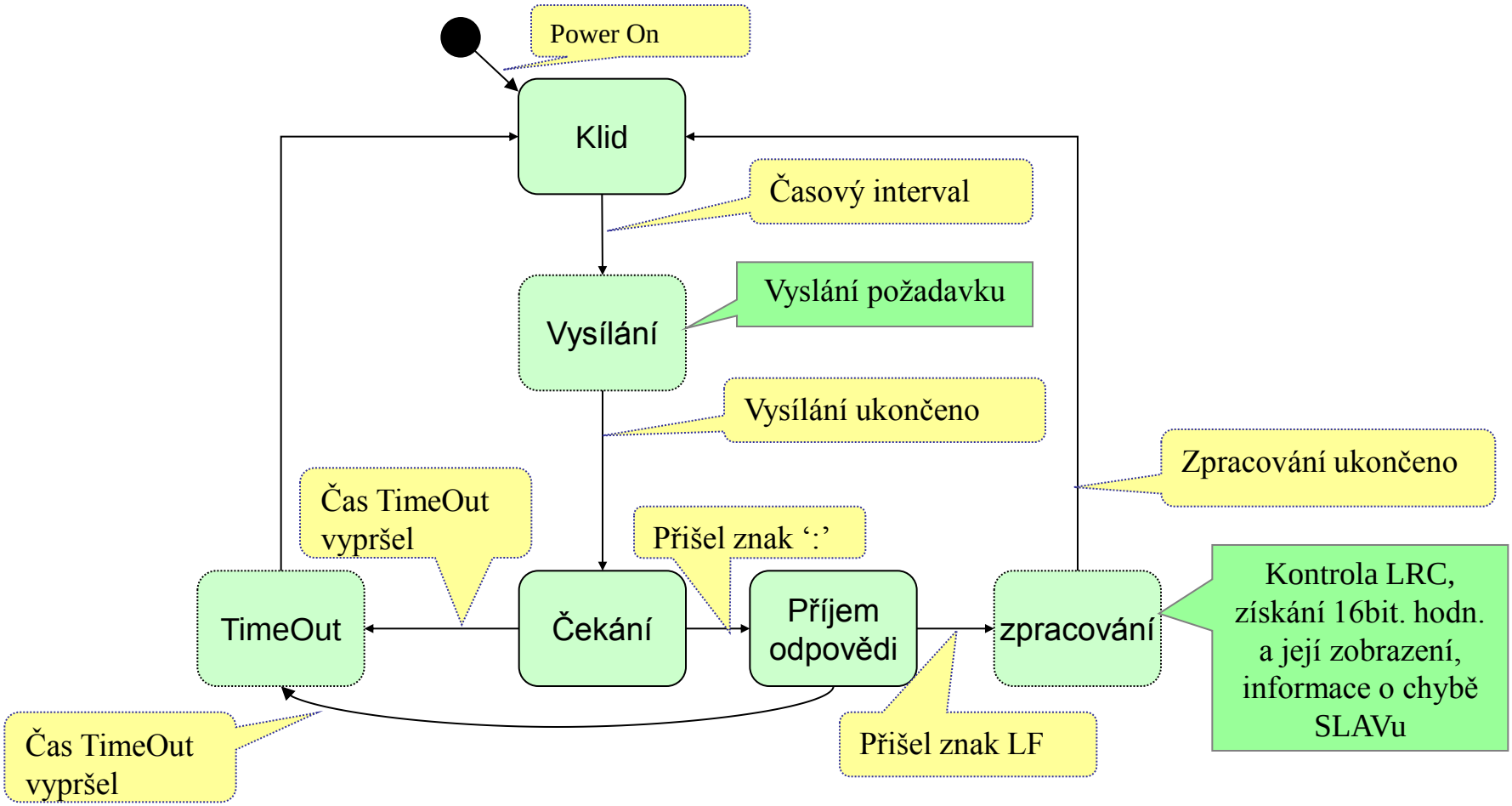
- požadavek na zápis jediného bitového stavu – funkční kód 5
  aplikační funkce MbWrOne s kódem funkce 5 (FCE_WBIT)
- požadavek čtení 16 bitové hodnoty vnitřního registru – funkční kód 3
  aplikační funkce MbRd s kodem funkce 3 (FCE_RREG)

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)

Imlementovat generování čekacího TimeOut intervalu 500 ms na odpvěď od Slave
(30*17=510)

Zjednodušený příjem odpovědi
příchozí adresu Slave není nutno testovat, pouze správnost LRC
zpracovat jen odpověď na požadavek čtení registru (FCE_RREG)
informace o chybě Slave: jen omezeně, nebo vůbec

# **Master** – zjednodušený stavový diagram



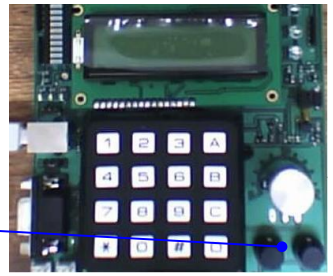

```
enum {stKlid,stCekani,stPrijem} stav;
```

# Master – vyslání požadavku

střídavě každých cca 210 ms vysílá rámec s funcí **3** (čtení bitu) a **5** (zápis registru)

3 5 3 5 3 5

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



**časovač T0**

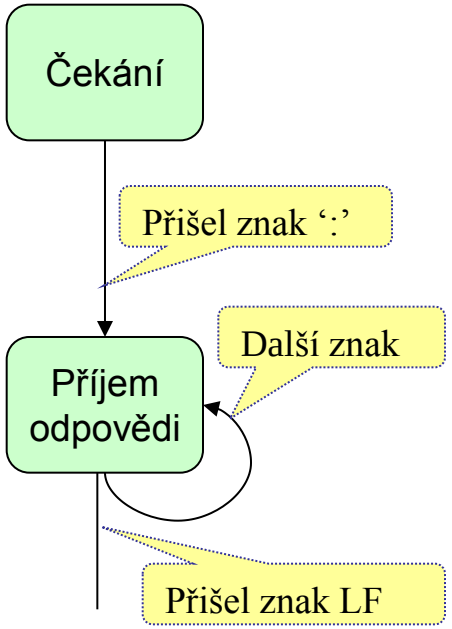
```
if(++cnt_ticks>=N_TICKS && stav==stKlid)
{
  cnt_ticks=0;
  DIR485=1;     /* na vysílání - pro RS485*/
  prep=!prep;
  if(prep) {val= ... ;
    itx=MbWrOne(ADR_S,FCE_WBIT,BIT_WR,val,bfout);}
  else itx=MbRd(ADR_S,FCE_RREG,REG_RD,1,bfout);
  itx+=MbWrByte(MbLrc(bfout+1,itx-1),bfout+itx);
  itx+=MbWrEoT(bfout+itx);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

TimeOut

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

# Master – příjímání 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;
      }
```



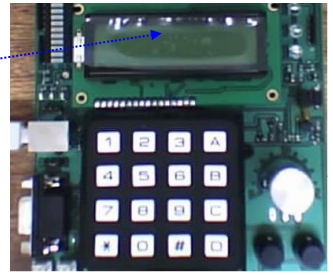
# Master – zpracování odpovědi

1. LRC

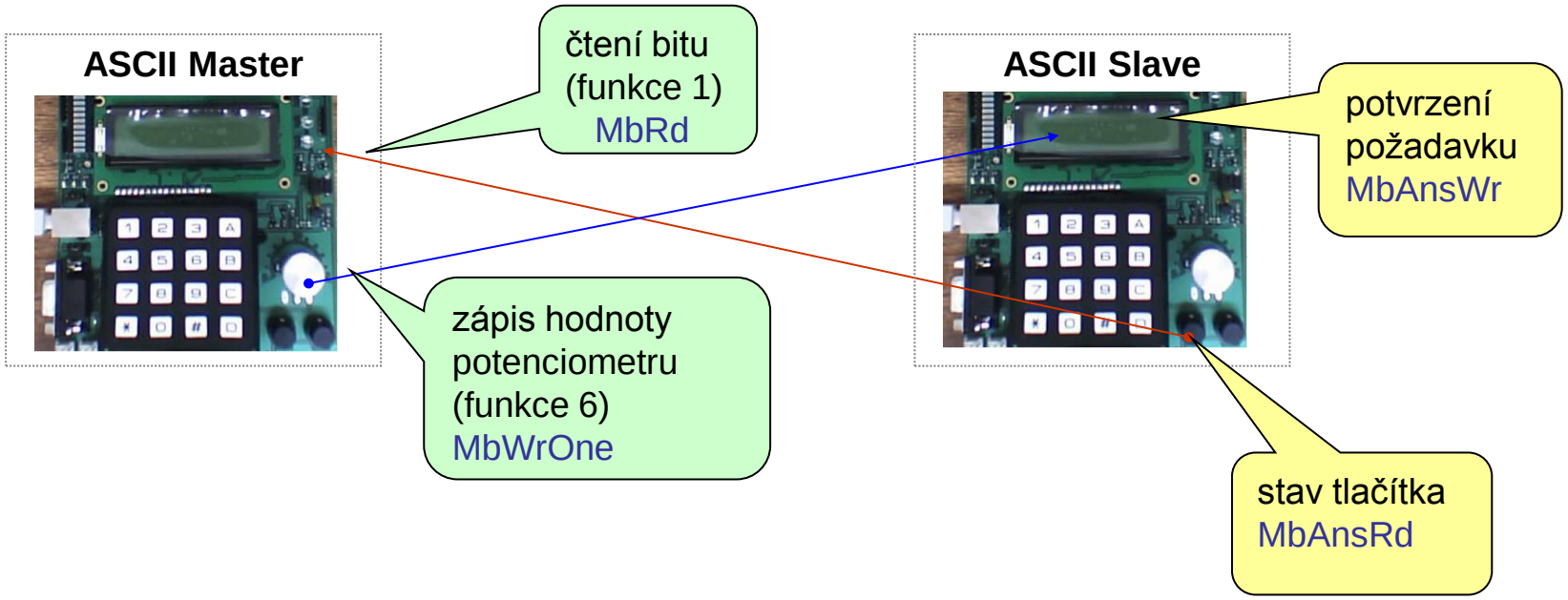
```
if(MbLrc(bfin+1,ix-4)==(lrc=MbRdByte(bfin+ix-3)))
{
```

2. kód funkce a reakce na odpověď

```
if( (kod_r=MbRdByte(bfin+3))==FCE_RREG)
{
  pocet=MbRdByte(bfin+5);
  val=MbRdWord(bfin+7);
  printf(...);
}
```



# 3.část : mikropočítač – mikropočítač



# Pro 3.část :
# mikropočítač – mikropočítač

je nezbytné

1. správně nastavit propojky pro modul UART
   buď přenos konektorem USB
   nebo přenos konektory RS232/485

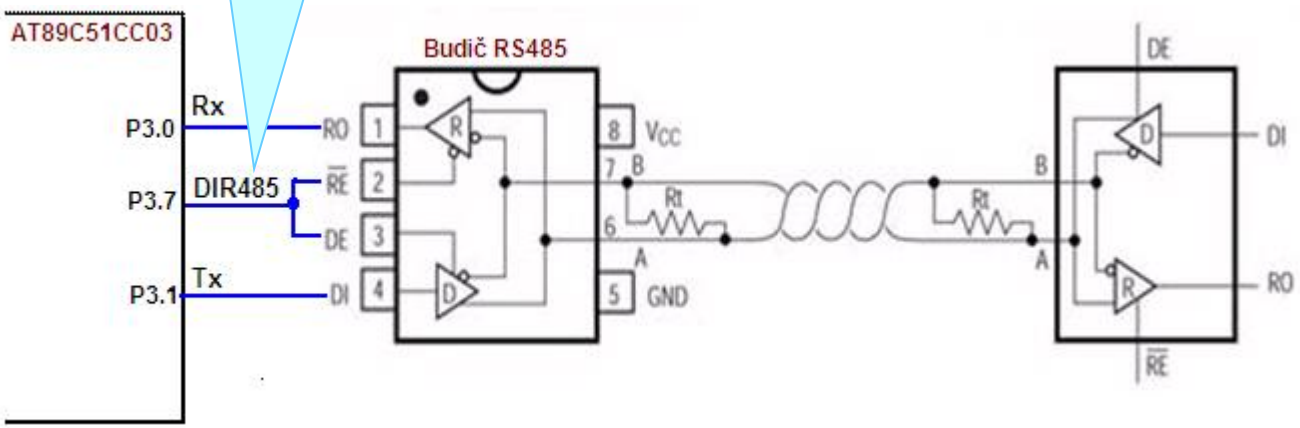
2. správně přepínat budič RS485
   pro příjem
   nebo pro vysílání

**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)