

Automatizace měření v Borland Delphi

Sériové rozhraní

Sériové rozhraní V.24 (RS 232) patřilo mezi nejrozšířenější standardní rozhraní. Původně bylo navrženo pro spojení počítače a modemu, nutného k propojení dvou počítačů na větší vzdálenosti. Sériové rozhraní lze ale použít k připojení i jiných zařízení. I v současnosti, kdy z osobních počítačů bylo prakticky vytlačeno rozhraním USB (a je nutné si pro něj pořídit adaptér na USB), je standardem pro připojování měřicích přístrojů. Mezi počítačem a měřicím přístrojem jsou příkazy a měřená data obvykle přenášena ve formě textových řetězců.

Sběrnice GPIB

GPIB je asi nejpoužívanějším standardem pro připojování dražších měřicích zařízení ve fyzikálních laboratořích. Je to osmibitové paralelní rozhraní, které může být realizováno jako zásuvná karta (pro sběrnici PCI, ISA), přídatná karta PCMCIA (pro notebooky) nebo jako periferní zařízení, které se k počítači připojuje pomocí sběrnice USB, SCSI atd. Ke sběrnici lze připojit maximálně 15 zařízení, která jsou rozlišována číselnou adresou. Primární adresa je číslo v rozmezí 0...30, karta má obvykle primární adresu nulovou. Primární adresa měřicího přístroje je nastavena při výrobě, změnu lze provádět programově nebo přes ovládací prvek na měřicím přístroji.

Příkazy a měřená data jsou pro lepší kompatibilitu přenášeny ve formě textových řetězců. Měřicí přístroje s GPIB rozhraním se navíc často řídí textovými příkazy jednotného jazyka SCPI (*Standard Commands for Programmable Instruments*) pro dálkové ovládání měřicích zařízení.

Multimetr M 3850

Multimetr M3850 je vybaven sériovým rozhraním RS 232 pro připojení k počítači. Multimetr může pracovat ve dvou režimech

1. režim příjmu znaku od počítače, znak určuje následující činnost multimetru:
 - 'D' multimetr pošle právě změřenou hodnotu
 - 'M' multimetr pošle obsah vnitřní paměti
 - 'C' multimetr vymaže obsah vnitřní paměti
2. režim vyslání 14 znaků obsahujících naměřenou hodnotu. Zatímco první dva znaky mají význam identifikátoru měřené veličiny, předposlední čtyři obsahují její jednotku. Poslední znak je znak konce řádku (viz tabulka 1).

Sériové rozhraní je modifikovaný standard RS 232, používá celkem pět linek – TD, RD, SG, DTR a RTS. Ke komunikaci s multimetrem je nutné mít nastavenou linku DTR na logickou úroveň 1 a linku RTS na logickou úroveň 0.

Pořadí znaku (hex.)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E
Příklad 1	D	C			4	.	5	0	2				V	CR
Příklad 2	O	H			3	.	2	0	0	M	o	h	m	CR

Tabulka 1: Kódování měřené hodnoty multimetrem M 3850

Druh měření	Identifikátor	Jednotka
stejnoseměrné/střídavé elektrické napětí	DC/AC	mV
stejnoseměrné/střídavé elektrické napětí	DC/AC	V
stejnoseměrný/střídavý elektrický proud	DC/AC	mA
stejnoseměrný/střídavý elektrický proud	DC/AC	A
elektrický odpor	OH	Ohm, KOhm, MOhm
kapacita kondenzátoru	CA	uF, nF
frekvence střídavého signálu	FR	KHz, MHz
test tranzistoru	hF	-
test diody	DI	mV
Celsiova teplota (s termočlánkem)	TM	C
Celsiova teplota (pokojová)	TM	C
logická úroveň napětí	LO	-

Tabulka 2: Multimetrem M 3850 měřené veličiny

přenosová rychlost	1200 bps
datových bitů	7
stop-bitů	2
parita	žádná

Multimetr HP 34401A

Multimetr HP 34401A je digitální měřicí přístroj firmy Hewlett-Packard. K počítači může být připojen přes sériové rozhraní V.24 (RS 232) nebo přes rozhraní GPIB (IEEE 488.2). Na rozdíl od přístroje M 3850 je multimetr HP 34401A vybaven interpretem jazyka SCPI.¹ Obě rozhraní lze tedy používat nejen k jednoduchému získávání hodnot měřených veličin, ale i k poměrně složité konfiguraci přístroje.

Multimetrem měřené veličiny udává tabulka 3. Ekvivalent SCPI lze dosadit do části `<function>`

Veličina	Ekvivalent SCPI
stejnoseměrné napětí	<code>VOLTage:DC</code>
relativní stejnosměrné napětí	<code>VOLTage:DC:RATio</code>
střídavé napětí	<code>VOLTage:AC</code>
stejnoseměrný proud	<code>CURRent:DC</code>
střídavý proud	<code>CURRent:AC</code>
elektrický odpor (2 vodiče)	<code>RESistance</code>
elektrický odpor (4 vodiče)	<code>FRESistance</code>
test propojení	<code>CONTinuity</code>
frekvence	<code>FREQuency</code>
perioda	<code>PERiod</code>
test diod	<code>DIODE</code>

Tabulka 3: Veličiny měřené multimetrem HP 34401A

příkazů SCPI Ekvivalent SCPI lze dosadit do části `<function>` příkazů SCPI

¹ Kromě preferovaného jazyka SCPI rozumí též jazykům přístrojů HP 3478A a Fluke 8840A.

MEASURE:<function>? <parameters> – změní nastavenou veličinu,
CONFIGURE:<function> <parameters> – pouze veličinu nastaví.

Programování měření s multimetrem M3850 v Borland Delphi

V této části si ukážeme vytvoření programu pro operační systém Windows XP, který naváže spojení s multimetrem M3850 přes sériové rozhraní, převezme od multimetru hodnotu právě měřené veličiny a zobrazí ji. Ke komunikaci s multimetrem M3850 použijte komponentu TMetex, jež je definována v jednotce M3850a.pas a v paletě komponent je v záložce Měření.

Nejdříve je nutné multimetr k počítači připojit. Vyhledáme tedy volný konektor sériového rozhraní. Před zasunutím konektoru kabelu ještě zjistíme, má-li označení COM1 nebo COM2.

Program vytvoříme v prostředí Borland Delphi 5. Po spuštění prostředí se nám v horní části obrazovky objeví okno, které, kromě jiného, obsahuje paletu komponent. Komponenta je objekt, odvozený od třídy TComponent, který můžeme v paletě komponent označit a kliknutím umístit na formulář. Vyhneme se tak jinak nutné deklaraci ukazatele na objekt a vytváření objektu v době běhu programu.

Najdeme tedy v paletě komponent záložku Měření, v ní komponentu TMetex a kliknutím ji umístíme na formulář.² Tím jsme se vyhnuli nutnosti zapsat do programu kód

```
var M3850: TMetex;           // deklarace ukazatele  
M3850:= TMetex.Create(nil); // vytvoření objektu.
```

Spustíme si inspektor objektů (obvykle klávesou F11), ve kterém můžeme měnit vlastnosti právě označené komponenty. Zvolíme v něm tedy sériový port,³ k němuž máme multimetr připojen. Také změníme jméno objektu na M3850. Vlastnost Limit určuje nejdelší čas v sekundách, po který počítač čeká na odpověď od multimetru.

Nyní můžeme naprogramovat získání naměřené hodnoty z multimetru. Na formulář si podobně jako komponentu TMetex dáme tlačítko a trochu ho zvětšíme. Dvojitým kliknutím nad tlačítkem se vytvoří procedura, která se spustí za běhu programu při kliknutí na tlačítko.⁴ Multimetr nám pošle měřenou hodnotu poté, co mu zašleme znak „D“. Zapišeme proto do procedury příkaz M3850.Prikaz:= 'D';. Nato multimetr posílá 14 znaků s identifikátorem měření a s číslicemi naměřené hodnoty, které zpřístupňuje vlastnost komponenty Data. Celý řetězec tedy vypíšeme na tlačítko příkazem Button1.Caption:= M3850.Data;. Kdybychom program přeložili už nyní, zjistili bychom, že nefunguje. Musíme totiž ještě operačnímu systému oznámit, že daný sériový port používáme, aby mohl sledovat jeho stav a ovládat jej. To provedeme metodou M3850.Otevri, kterou zavoláme hned po vytvoření aplikace. Tento příkaz proto zapišeme do procedury FormCreate, kterou vytvoříme tak, že si v inspektoru objektů za zobrazovaný objekt zvolíme formulář (Form1) a v záložce Events najdeme událost OnCreate. Vedle ní poklepeme myší a procedura se vytvoří.

Před ukončením programu bychom měli port opět uvolnit. Uvolnění portu provedeme při zavírání hlavního formuláře, tedy při události OnClose, kterou rovněž najdeme v inspektoru objektů. Do procedury zapišeme M3850.Zavri. Nyní už můžeme program přeložit (tlačítkem se zelenou šipkou) a sledovat, jaké znaky nám při stisku tlačítka multimetr posílá.

²Pokud v paletě komponenta není, musíme ji nejprve nainstalovat.

³Port je jiný termín pro rozhraní.

⁴Na rozdíl od DOSu, ve kterém program má formu dávky příkazů, se ve Windows programují reakce na určité události (např. spuštění programu, kliknutí na komponentu atd.)

Výpis 0.0: hlavní jednotka programu

```
unit Hlavni;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls,
  Forms, Dialogs, StdCtrls, M3850a;

type
  TForm1 = class(TForm)
    M3850: TMetex;
    Button1: TButton;
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure FormClose(Sender: TObject;
      var Action: TCloseAction);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  Form1: TForm1;

implementation

{$R *.DFM}

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
  M3850.Prikaz := 'D';
  Button1.Caption := M3850.Data;
end;

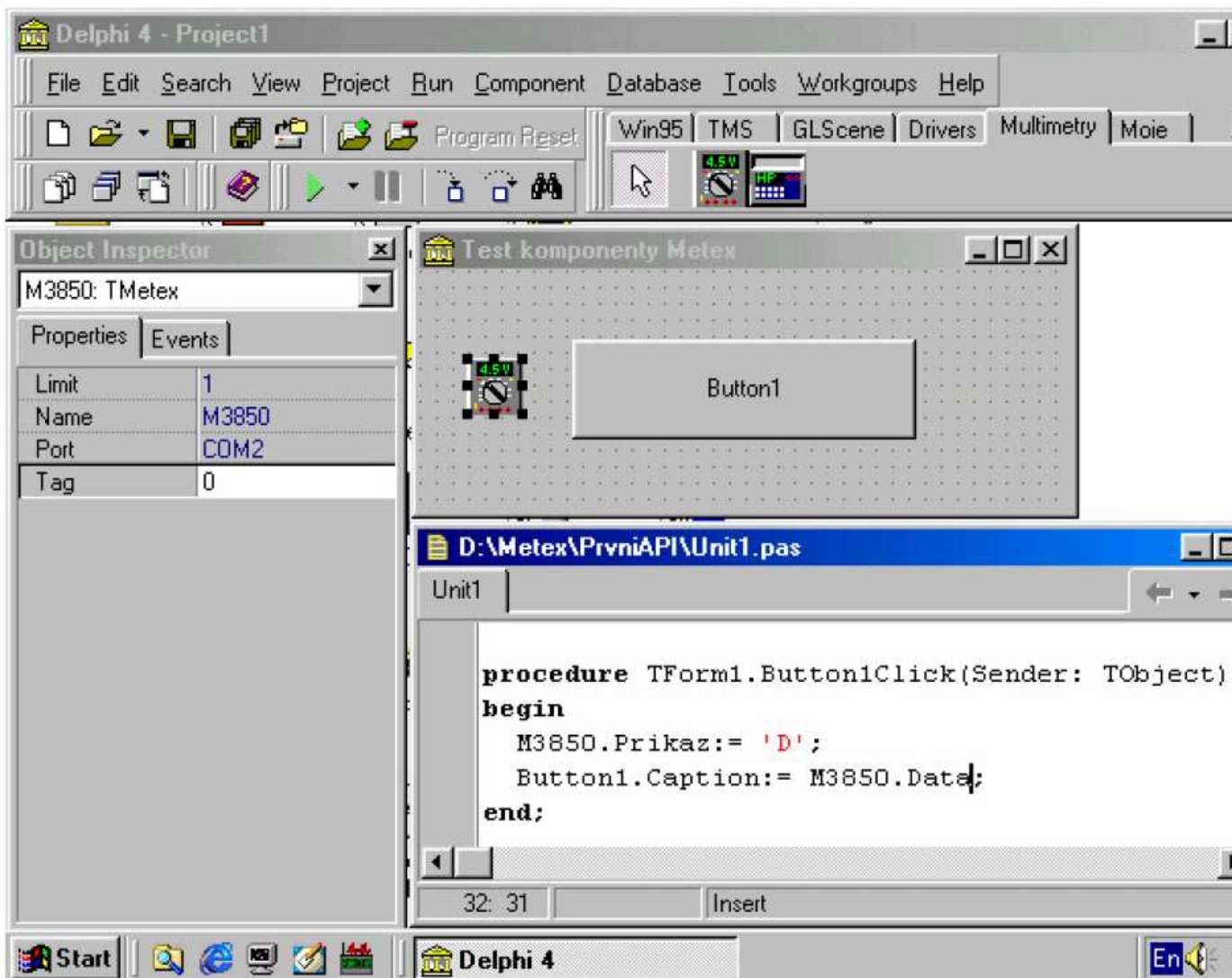
procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  M3850.Otevri;
end;

procedure TForm1.FormClose(Sender: TObject;
  var Action: TCloseAction);
begin
  M3850.Zavri;
end;
end.
```

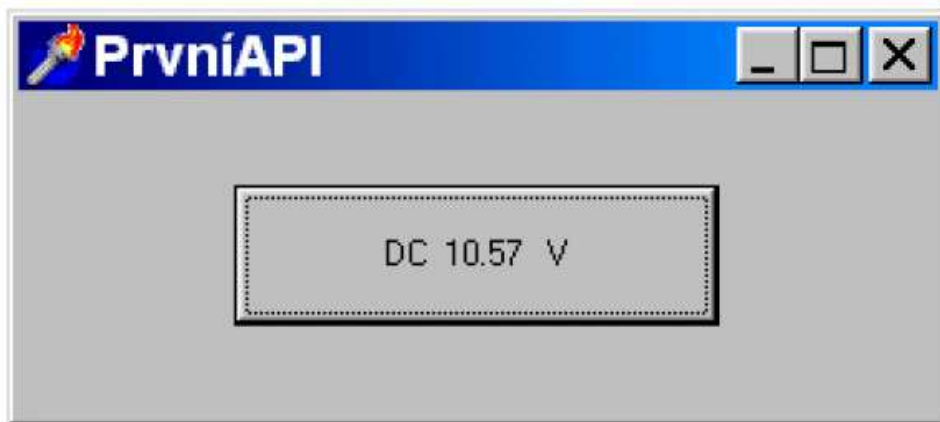
Úkoly

V prostředí Borland Delphi postupně vytvořte jednoduchý program, který bude provádět následující činnosti:

1. Stiskem tlačítka v programu pošlete multimetru M3850 příkaz k odeslání měřené hodnoty do počítače, přečtete tuto hodnotu a vypište ji na formulář. Multimetrem měřte buď teplotu připojeného termočláňkového teploměru, nebo napětí převodníku STUPt, odpovídající teplotě platinového odporového teploměru na jeho vstupu. Teploměr umístěte do ohřívané vodní lázně. Řiďte se postupem v předešlé části.
2. Odpovídající část získaného textový řetězce (v předešlém úkolu) převedte na číslo (např. procedurou val).
3. Získané číslo spolu s časem měření vložte jako bod do XY grafu (záložka sgraph, komponenty sp_XYplot, sp_XYline, funkce sp_XYLine1.AddXY). Čas vrací funkce Now ve formě reálného čísla, jehož desetinná část udává část dne, která uběhla od půlnoci.
4. Na formulář si dejte časovač (záložka system, timer), který dokáže periodicky volat jemu zadanou proceduru. Zadejte mu již napsanou proceduru obsluhující stisk tlačítka a nastavte interval spouštění 1 s.
5. Hotovým programem periodicky měřte teplotu chladnoucí lázně s rozpuštěnou neznámou látkou. (Nastavte nejprve lázeň na 90 °C a nechte látku zcela roztát.)
6. Podle časových možností si vyzkoušejte multimetr HP 34401A nebo modul NI USB-9211 pro měření teploty. Použijte hotové programy. Experimentujte s nastavením přístroje HP 34401A.



Obrázek 1: Prostředí Delphi s návrhem programu



Obrázek 2: Okno programu PrvníAPI