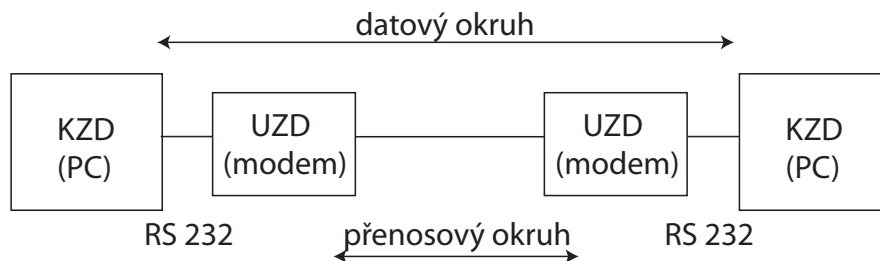


Řízení experimentu počítačem

Úloha 1: Ovládání multimetrů přes RS-232 z LabView

1 Sériové rozhraní

Sériové rozhraní V.24 (RS 232) patří v automatizaci měření mezi nejrozšířenější standardní rozhraní. Jeho výhodou je v současnosti zejména textový přenos informace, který nevyžaduje pro každé nové zařízení speciální ovladač, postačuje ovladač pouze pro samotné rozhraní. Původně bylo navrženo pro spojení počítače a modemu, nutného k propojení dvou počítačů na větší vzdálenosti (viz obr. 1). Výhoda tohoto zapojení spočívala v používání analogového signálu v přenosovém okruhu, tvořeném obvykle telefonní linkou. Obecně je možné počítač zařadit do skupiny koncových zařízení přenosu dat



Obrázek 1: Schéma propojení dvou počítačů

(KZD), která přijímají nebo vysílají data, a modem do skupiny ukončujících zařízení přenosu dat (UZD), která podle dat mění parametry signálů vysílaných do přenosového okruhu. Sériové rozhraní lze ale použít k připojení i dalších zařízení, v současnosti zejména měřicích přístrojů, neboť jeho roli v připojování běžných periférií převzalo modernější rozhraní USB. V tomto případě měřicí přístroj hraje roli zařízení UZD, neboť převádí měřenou analogovou hodnotu na číslo, které vysílá do počítače. Přenosový okruh samozřejmě chybí.

Elektrické parametry rozhraní stanovené mezinárodním doporučením V.28¹ a americkým standardem RS 322 jsou následující:

- Jako logická úroveň 1 je rozpoznáváno napětí v rozmezí -3 V až -15 V , jako logická úroveň 0 napětí mezi 3 V až 15 V . Hodnota v rozmezí -3 V až 3 V je nedefinována. Protože adaptér, který rozhraní řídí, pracuje s úrovněmi TTL, je v adaptéru zabudován konvertor mezi těmito úrovněmi.
- Vstupy mají vstupní odpor asi $10\text{ k}\Omega$.
- Výstupy jsou odolné proti zkratu a mohou dodávat proud až do 10 mA .
- Maximální délka propojovacího kabelu by neměla přesáhnout 15 m .

Počítač může být vybaven několika sériovými rozhraními, označovanými jako COM1, COM2², Provedení rozhraní používá konektor CANON s 9 nebo 25 špičkami (viz obr. 2). Počítač má jako koncové zařízení konektory ve variantě s kolíky, ukončující zařízení ve variantě s dutinkami.

¹Sériové rozhraní CCITT V.24 je provozováno s elektrickými charakteristikami, které uvádí doporučení CCITT V.28. CCITT je zkratka názvu bývalého Mezinárodního výboru pro telegrafii a telefonii.

²Místo pojmu „rozhraní“ se často používá povšechný termín „port“, kterým se rovněž označuje konektor rozhraní, případně i vstupní nebo výstupní registr rozhraní.



Obrázek 2: Konektory CANON

Značka	Název vývodu	Význam	Číslo špičky	
			9 kol.	25 kol.
FG	Frame Ground	ochranná zem	–	1
SG	Signal Ground	signálová zem	5	7
TD	Transmit Data	vysílaná data	3	2
RD	Receive Data	přijímaná data	2	3
DTR	Data Terminal Ready	připravenost KZD komunikovat	4	20
DSR	Data Set Ready	připravenost UZD zřídít spojení s KZD	6	6
RTS	Request to Send	připravenost KZD vysílat data	7	4
CTS	Clear to Send	připravenost UZD přijímat data od KZD	8	5
DCD	Data Carrier Detect	detekován nosný signál z protějščího UZD	1	8
RI	Ring Indicator	UZD přijímá volací signál od protějščího UZD	9	22

Tabulka 1: Význam linek rozhraní V.24 a jejich rozložení na konektoru

Rozhraní používá celkem 17 linek.³ Protože přenos dat je sériový, k vysílání stačí jediná linka (TD), stejně jako pro příjem (RD). Napětí na linkách se vztahuje vůči lince SG. Ostatní linky slouží pro řízení přenosu dat. Většinou nejsou potřebné všechny, a proto rozlišujeme tzv. velkou (17 linek), střední (10 linek) a malou variantu (4 linky). Výhoda malé varianty spočívá v její jednoduchosti, neboť k její realizaci stačí 3–4 linky: SG, (FG), RD, TD. Nemá však prostředky pro hardwarové potvrzování správnosti přenosu ani zjištění stavu zařízení. Nejpoužívanější je střední varianta, která hardwarové potvrzování správnosti přenosu a zjištění stavu zařízení umožňuje. Linky střední varianty a jejich rozmístění na špičkách konektoru shrnuje tabulka 1. Velká varianta se od střední liší zdvojením některých signálů a doplněním jiných. Protože se pro komunikaci s jednoduchými měřicími přístroji nepoužívá, nebudeme se jí zabývat.

Řízení přenosu dat mezi koncovým a ukončujícím zařízením lze provádět hardwarově a softwarově. Hardwarové řízení je možné realizovat např. takto:

Vysílání dat koncového zařízení

1. KZD žádá o zřízení spojení s UZD nastavením DTR na logickou úroveň 1,
2. KZD čeká na nastavení linky DSR na logickou úroveň 1, které provede UZD tehdy, když je připraveno zřídít spojení s KZD,
3. KZD chce vysílat data, nastaví tedy RTS na logickou úroveň 1,
4. KZD čeká, až UZD oznámí nastavením CTS na logickou úroveň 1, že je připraveno přijímat data,
5. KZD vysílá data, UZD přijímá.

Přijem dat koncovým zařízením

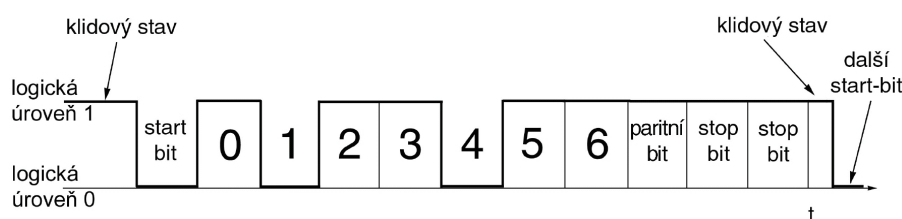
1. KZD žádá o zřízení spojení s UZD nastavením DTR na logickou úroveň 1,
2. KZD čeká, až UZD oznámí nastavením DSR na logickou úroveň 1, že je připraveno zřídít spojení s KZD a vysílat data,

³Linka je vodič s daným označením a určením.

3. UZD vysílá data, KZD přijímá.⁴

Softwarový způsob řízení přenosu spočívá v ovládnání toku dat prioritním posíláním pevně stanovených znaků. Standardy však softwarové protokoly nespécifikují.

Data jsou na linku TD vysílána po skupinách 5–8 bitů, nejvyšší bit je poslán jako poslední. Napětí logické úrovně, odpovídající hodnotě bitu, na lince setrvává po dobu, jež je určena přenosovou rychlostí udávanou v bitech za sekundu (bps). Protože se s bity zároveň nepřenáší jejich časování, je nutné provádět synchronizaci přijímací základny metodami asynchronního přenosu (viz obr. 3): V klidovém stavu je na lince TD napětí logické úrovně 1. Před každou skupinou bitů se na linku vyšle synchronizační bit, tzv. start-bit, jenž má vždy logickou úroveň 0. Ze změny logické úrovně přijímač jednoduše pozná přítomnost nových dat. Hodnoty bitů jsou odčítány přibližně uprostřed doby jejich trvání, což omezuje velikost přenosové rychlosti; maximální přenosová rychlost při asynchronním přenosu činí $\frac{1}{16}$ rychlosti odčítání hodnot bitů. Za skupinou 5–8 bitů následuje 1–2 stop-bity, které umožňují přijímači dokončit příjem dat. Stop-bit má vždy logickou úroveň 1. Po stop-bitech linka zůstává v klidovém stavu, nebo následuje start-bit další skupiny. Mezi významovými bity a stop-bitem může vysílač generovat ještě



Obrázek 3: Přenos písmene „m“ (6D_h), 7 bitů, 2 stop-bity, sudá parita

paritní bit, který slouží ke kontrole správnosti přenosu. Jeho hodnota se dopočítává tak, aby při kontrole např. sudou paritou byl celkový počet jedniček ve významových bitech a v bitu paritním sudý.

2 Multimetr M 3850

Multimetr M3850 (viz obr. 4) je digitální multimetr, který 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

⁴Toto schéma má význam spíše orientační, neboť se rozhraním propojují i koncová zařízení navzájem a často nelze určit, je-li zařízení typu KZD nebo UZD.



Obrázek 4: Multimetr M 3850

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 2: Kódování měřené hodnoty multimetrem M3850

'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 2).

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 3: Multimetrem M3850 měřené veličiny

Sériové rozhraní 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.

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

3 Multimetr Protek 506

Multimetr Protek 506 (viz obr. 5) měří stejnosměrné a střídavé napětí a proud, odpor, kapacitu, frekvenci, teplotu a může být použit i jako logická sonda. Je vybaven automatickým přepínáním rozsahů. Jednotlivé funkce je avšak nutné, tak jako u multimetru M3850, přepínat ručně. Z počítače je možné pouze startovat měření a číst naměřenou hodnotu, k tomu je nutné mít na multimetru aktivován režim RS232. Sériové rozhraní používá linky TD, RD, SG. Linky DTR a DSR a RTS a CTS jsou na straně počítače propojeny. Start měření a zaslání textového řetězce s měřenou hodnotou se provede zasláním znaku mezery do přístroje. Protože počet posílaných znaků v řetězci je různý, je čtení znaků z bufferu sériového rozhraní nutné orientovat řádkově, tj. číst postupně jednotlivé znaky až do znaku konce řádku.

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



Obrázek 5: Multimetr Protek 506

4 Multimetr UT-70B



Obrázek 6: Multimetr UT-70B

Multimetr UT-70B (viz obr. 6) patří mezi moderní cenově dostupné multimetry vybavené rozhraním RS-232. Měří stejnosměrné a střídavé napětí a proud, odpor, kapacitu, frekvenci, teplotu. Součástí dodávky je speciální kabel RS-232 s optočlenem, který multimetr od počítače galvanicky odděluje. Je vybaven automatickým přepínáním rozsahů. Jednotlivé funkce je avšak opět nutné přepínat ručně.

Pro čtení měřených dat v osobním počítači je nutné mít na multimetru aktivován režim RS 232. V tomto režimu přístroj sám opakovaně vysílá textový řetězec s měřenou hodnotou. Pokud přijatá data na straně počítače z bufferu nevybíráme, může dojít k přeplnění bufferu, případně k vyčítání neaktuální hodnoty. Proto je vhodné před vlastním měřením buffer vyprázdnit.

Sériové rozhraní používá linky TD, RD, SG, DTR, DSR, RTS a CTS. Linka RTS by měla být

nastavena na nulu, linkou DTR zapínáme/vypínáme kontinuální vysílání dat do počítače. Vysílaný textový řetězec o délce 11 znaků má poměrně složitou strukturu, může obsahovat i údaje na vedlejších displejích. První znak indikuje druh měřené veličiny a její rozsah, následující čtyři znaky odrážejí obsah čtyřmístného displeje. Pro získání absolutní hodnoty veličiny je nutné údaj displeje přepočítat podle rozsahu přístroje.

přenosová rychlost	2400 bps
datových bitů	7
stop-bitů	1
parita	lichá

5 Programování sériového rozhraní v LabView

Sériové rozhraní lze programovat z řady vývojových nástrojů, jako je Delphi, Visual Studio .NET, C, C++ apod. Na následujících příkladech je znázorněno programování komunikace s měřicími přístroji v prostředí LabView firmy National Instruments. Jeho výhodou je grafický způsob programování, který dovoluje názorně zobrazit strukturu programu.

Ke programování sériové komunikace je v LabView nejvhodnější použít funkce VISA. VISA je standardní API pro programování přístrojů a je nezávislé na typu sběrnice, vývojového prostředí či použité platformy. Stejně funkce lze použít jak pro sériové rozhraní, tak i pro GPIB, USB, Ethernet apod.

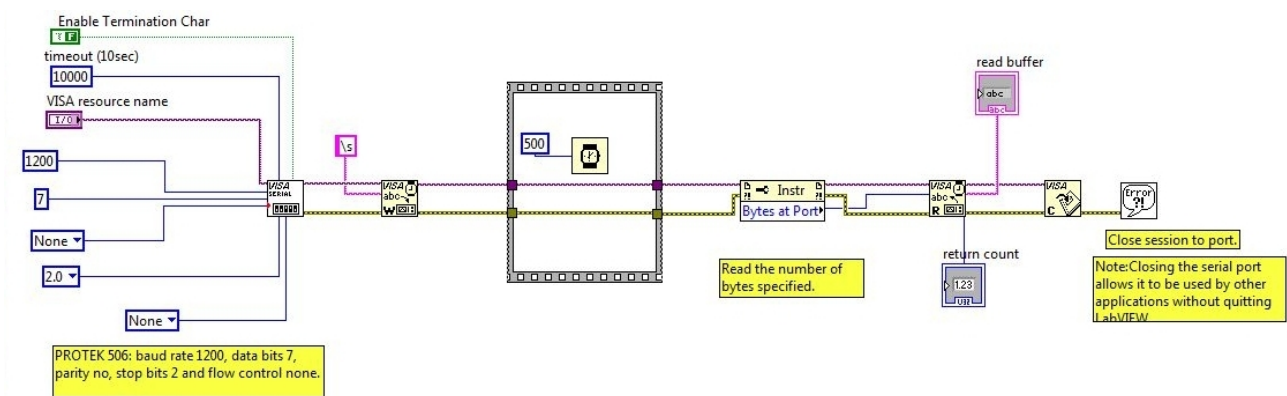
K návrhu programu využijeme tyto komponenty:

- VISA Resource name – výstupní uzel se vstupním polem, které umožňuje zadat rozhraní, spolupracující s API VISA
- VISA Configure Serial Port – uzel pro nastavení parametrů sériové komunikace (rychlost, počet datových bitů a stop-bitů, parita, kontrola datového toku apod.)
- VISA Write – uzel pro zápis textového řetězce do rozhraní (typicky příkazu pro přístroj)
- VISA Read – uzel pro čtení pole textového řetězce z rozhraní (typicky změřené hodnoty)
- VISA Close – uzel pro uvolnění alokovaného rozhraní (prostředku)

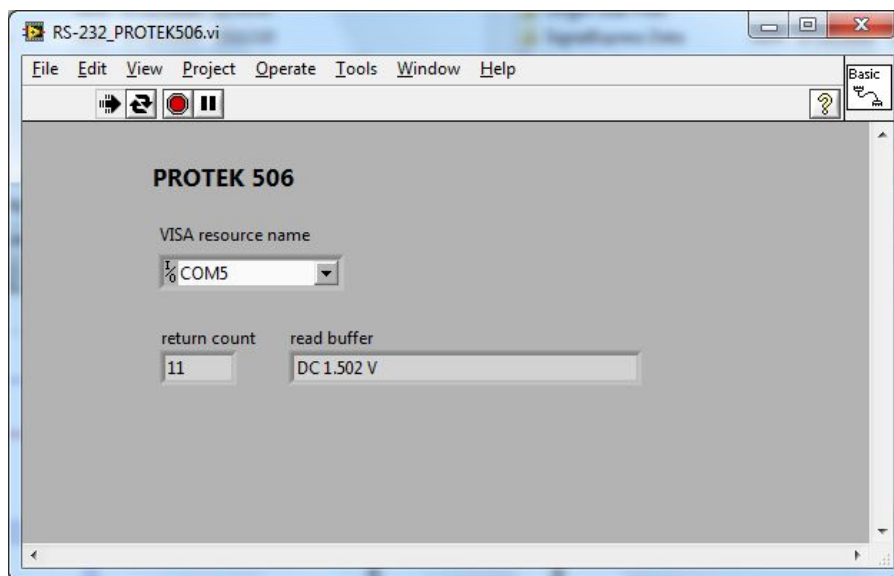
Kromě toho jsou často návrhu programu využijeme tyto komponenty:

- Property Node – uzel pro čtení/nastavení vlastností objektu. Lze ho použít při zjištění počtu znaků, stavu či nastavování linek rozhraní RTS, DTR. V tomto případě je třídy instr.

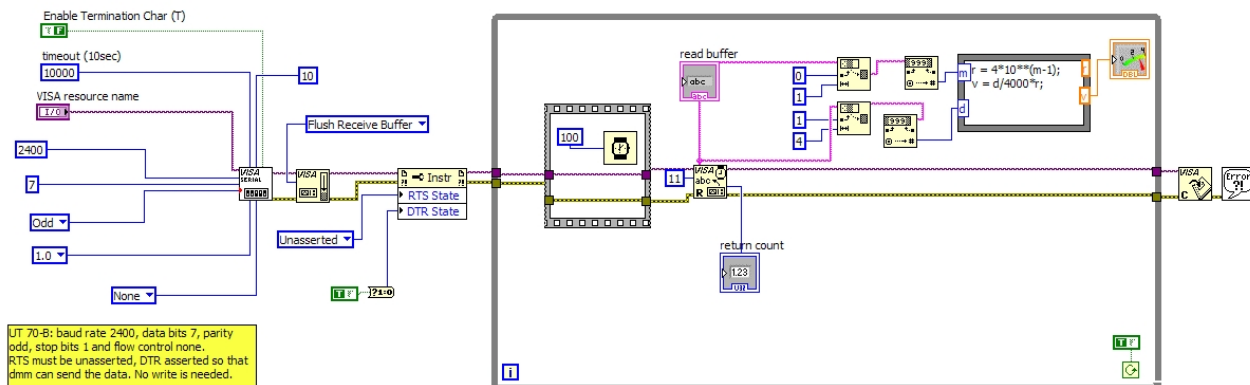
Následující programy na obrázcích 7, 8, 9 a 10 demonstrují komunikaci s multimetry Protek 506 a UT 70B. Vždy je zobrazena struktura programu (tzv. blokový diagram), tak i okno programu (tzv. přední panel).



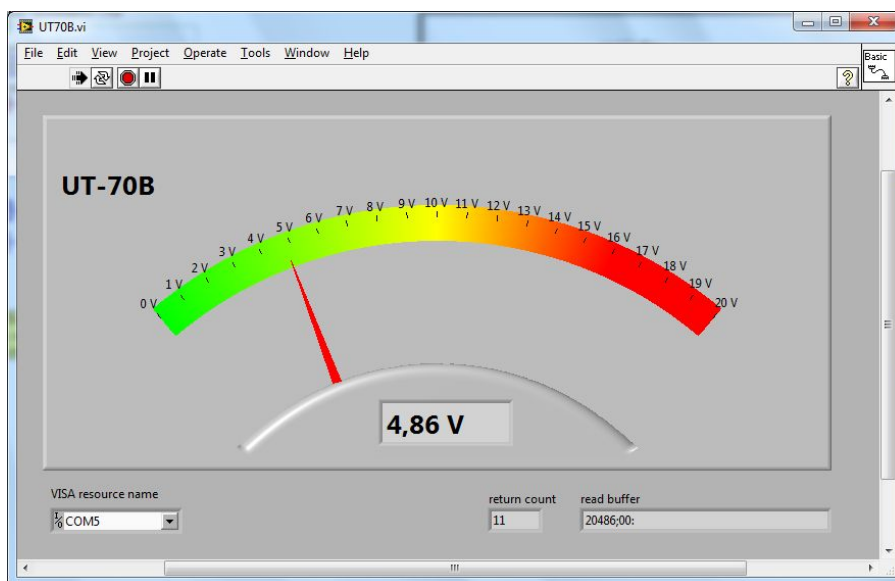
Obrázek 7: Blokový diagram komunikace s multimetrem Protek 506



Obrázek 8: Přední panel programu pro měření s multimetrem Protek 506



Obrázek 9: Blokový diagram komunikace s multimetrem UT 70B



Obrázek 10: Přední panel programu pro měření s multimetrem UT 70B

Úkoly

1. Prostudujte si příklady komunikace s měřicími přístroji.
2. Rozšiřte programy o zobrazování měřené hodnoty ve formě grafu.
3. Program pro ovládání multimetru UT 70B doplňte o správnou interpretaci textového řetězce v případě měření ostatních veličin. Co se stane, stiskneme-li na přístroji tlačítko HOLD?
4. Upravte jeden z programů tak, aby jej bylo možné použít pro komunikaci s multimetrem M 3850.