

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta
Katedra Fyziky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Návrh a realizace stavového rozhraní pro měřící karty a standardní
rozhraní PC**

Vedoucí práce: Ing. Michal Šerý

České Budějovice 2007

Milan Tibitanzl

Anotace

Bakalářská práce je zaměřena na konstrukci a realizaci stavového rozhraní pro měřící karty a standardní rozhraní PC. V úvodní části bakalářská práce popisuje teorii a funkci použitých rozhraní. Dále se zabývá konkrétním návrhem a realizací jednotlivých částí rozhraní a samotnou konstrukcí a realizací.

Abstract

Bachelor work is focus on construction and realization of status indicator interface for measuring cards and standard PC interface. In first part of bachelor work is description of theory and function used interfaces. Further is deal with specific project and realization of single parts.

Čestné prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a dalších pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č.111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných ... fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách.

V Českých Budějovicích 15.12.2006

.....

Milan Tibitanzl

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce Ing. Michalu Šerému za cenné připomínky, odborný dohled i za velkou dávku trpělivosti nad touto bakalářskou prací.

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Paralelní port - LPT (IEEE 1284).....	9
2.1 Módy definující standard IEEE 1284.....	9
2.1.1 SPP mode	9
2.1.2 Nibble mode	9
2.1.3 Byte mode	10
2.1.4 EPP mode	10
2.1.5 ECP mode.....	10
2.2 Zapojení konektorů pro LPT	11
2.3 Definice signálů.....	12
2.4 Zásady bezpečné práce proti zničení portu	13
2.5 Zásady pro vytváření komunikačních kabelů.....	13
3. RS – 232.....	14
3.1 Zapojení konektorů pro RS-232	14
3.1.1 Zapojení konektorů pro Cannon 25.....	14
3.1.2 Zapojení konektorů Cannon 9	14
3.1.3 Zapojení konektorů RJ45	14
3.2 Popis signálů RS-232	16
3.3 Základní parametry RS-232	17
3.3.1 Napěťové úrovně.....	17
3.3.2 Problém napájení propojovaných PC	18
3.4 Délka vedení RS-232	18
3.4.1 Co ovlivňuje přenosovou rychlost a délku vedení	18
3.4.2 Maximální délka vedení	18
3.4.3 Baud	19
3.5 Parametry datového přenosu	19
3.5.1 Parita.....	19
3.5.2 Stop bit/bity	20
3.6 Řízení toku dat (handshaking).....	20
3.6.1 Handshaking.....	20
3.6.2 Hardwarový handshaking.....	20
3.6.3 Softwarový handshaking	20

3.7 Synchronní a asynchronní přenos dat.....	21
3.7.1 Synchronní	21
3.7.2 Základní vlastnosti synchronního přenosu	21
3.7.3 Asynchronní	21
3.7.4 Základní vlastnosti asynchronního přenosu	22
4. Měřicí karty do PC	23
4.1 Charakteristika zásuvných desek do PC.....	24
4.1.1 Karty pro informativní měření	25
4.1.2 Desky pro standardní měření v nenáročných podmínkách	25
4.1.3 Desky pro měření v průmyslovém prostředí	26
4.1.4 Desky pro měření se zvýšenou citlivostí a přesností.....	26
4.1.5 Desky pro měření rychlých dějů	26
4.1.6 Desky pro přímé připojení převodníků neelektrických veličin	26
4.2 Rozdělení karet podle sběrnice.....	27
4.3 Analogové vstupy.....	27
4.4 Analogové výstupy.....	28
4.5 Digitální linky	29
4.6 Čítače/časovače	29
4.7 Ovladač a software	30
4.8 Podporované příslušenství.....	30
5. Návrh indikace stavu	31
5.1 Návrh indikace stavu pro analogové vstupy a výstupy	31
5.2 Návrh indikace stavu logické hodnoty	31
6. Návrh rozhraní.....	32
6.1 Návrh zapojení pro analogové vstupy a výstupy	32
6.2 Návrh součástek potřebných pro analogovou část rozhraní.....	33
6.2.1 Konektory.....	33
6.2.2 Přepínač	33
6.2.3 Multimetr.....	34
6.3 Návrh zapojení digitálních vstupů a výstupů	34
6.4 Návrh součástek potřebných pro digitální část rozhraní	35
6.4.1 Konektory	35
6.4.1.1 Zapojení konektorů	35
6.4.2 Diody.....	35

6.4.3 Odpory.....	36
7. Realizace rozhraní.....	36
8. Závěr.....	37
9. Seznam použité literatury.....	38
10. Seznam tabulek.....	38
11. Seznam obrázků	39

1. Úvod

Tato bakalářská práce se zaměřuje na problematiku konstrukce a realizace rozhraní pro měřicí karty a standardní rozhraní PC. Z této bakalářské práce by měl vzejít výrobek, který bude sloužit jako rozhraní měřicí karty a zdroje signálu. Logické stavy budou indikovat svítící diody a analogové vstupy a výstupy budou znázorněny na displeji voltmetru v hodnotě elektrického napětí.

Měřicí zásuvné karty jsou již v dnešní době používány takřka v celém výrobním průmyslu. Jelikož velká většina výrobních linek je částečně či plně automatizována. Z toho důvodu je kladen velký důraz na měřicí karty, které rozšiřují klasický PC počítač o možnost měřit a ovládat technologické zařízení. Výsledný produkt této bakalářské práce bude rozhraní, které umožní snadnější manipulaci při měření s měřicí kartou [7].

Počítače výrazně ovlivňují nejen vlastní měření, ale i metody zpracování experimentálních dat. Toto se začíná projevovat i při výuce na středních a vysokých školách u nás. Do škol se postupně dostávají různé měřicí systémy [7].

V první fázi použití převládal spíše uživatelský přístup. Na počítačem podporované měřicí systémy se nahlíželo jako na "černé skříňky" a zkoušelo se využití systémů ve fyzice, chemii, biologii atd. Tento přístup vyhovoval i dodavatelským firmám, které z komerčních důvodů měly zájem prodávat co možná nejvíce uživatelských programů. Postupně se však ukazuje, že tento přístup nemůže vyhovovat všem uživatelům a část uživatelů vyžaduje i seznámení s principy moderních měřicích metod [9].

2. Paralelní port - LPT (IEEE 1284)

Paralelní port LPT je standardní součástí běžných počítačů PC pro paralelní komunikaci (paralelní přenos bitů signálu) s periferií pomocí 17 digitálních linek, které lze rozdělit na 8 datových signálů a 9 signálů pro řízení komunikace (handshaking) . PC s periferií lze spolehlivě propojit na vzdálenost 2m, v praxi lze komunikovat i na vzdálenost max. 5m, při správném stínění datových vodičů komunikačního kabelu.

Původně byl paralelní port pro PC účelově vytvořen pro komunikaci s tiskárnou, tedy jednosměrný přenos dat od PC do tiskárny. Později však byl dalšími módy uzpůsoben i pro obousměrný přenos dat rychlostí až jednotek MB/s. Paralelní port byl v roce 1994 standardizován pod IEEE 1284. Tento standard definuje 5 módů činnosti [1]:

1. SPP mode
2. Nibble mode
3. Byte mode
4. EPP mode
5. ECP mode

2.1 Módy definující standard IEEE 1284

2.1.1 SPP mode

Tento mód je taky často označován jako Centronics mode a je to základní mód pro standardní paralelní port původně určen pouze pro komunikaci PC s tiskárnou. Definován je jen přenos typu forward, tedy od PC k periferii, a rychlost přenosu se pohybuje jen do 150KB/s [1].

2.1.2 Nibble mode

Nibble mode je cesta, jak získat zpětný kanál, resp. obousměrnou komunikaci mezi periferií a PC, přímo z klasického SPP Compatible módu bez hardwarových úprav. Nutná je tedy jen podpora softwarová. Proto je limit v rychlosti přenosu na 100KB/s. Výhodou je schopnost používat tuto obousměrnou komunikaci na všech PC s LPT [1].

2.1.3 Byte mode

Po implementaci rozhraní paralelního portu, někteří výrobci v čele s IBM zvýšili kapacitu přenosu vypuštěním budiče datových linek a umožnili tak obousměrnou 8-bitovou komunikaci přes datové linky. Přenosová rychlost je 100 až 200 KB/s [1].

2.1.4 EPP mode

EPP - Enhanced Parallel Port protocol byl původně vyvinut firmou Intel, Xircom a Zenith Data Systems, aby poskytnul výkonné propojení přes paralelní port a přitom byl kompatibilní se standardním paralelním portem. Tento protokol byl poprvé implementován v 386SL chipsetu (82360 I/O chip). Poté byl přijat jako do standardu IEEE 1284 jako pokročilý (advanced) mód [1].

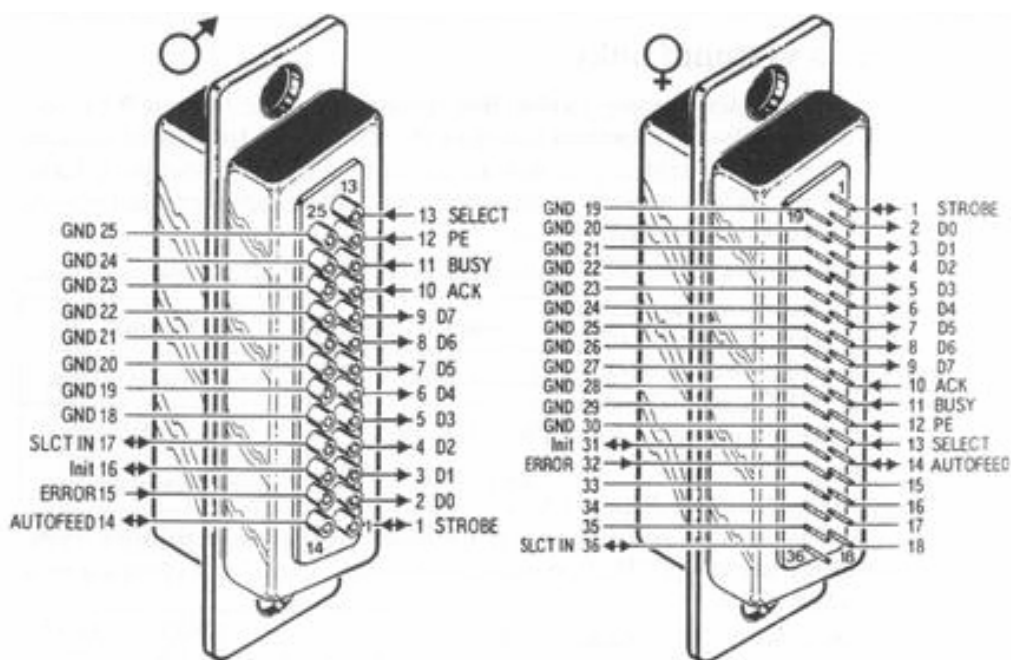
2.1.5 ECP mode

Extended Capability Port protocol byl stvořen firmami Hewlett Packard a Microsoft jako pokročilý mód pro obousměrnou komunikaci PC s dalšími periferiemi jako je například scanner. Přenosová rychlost v tomto módu je až 800 KB/s bez využití DMA (Direct Memory Access) a až 2MB/s s pomocí DMA. To platí při implementaci na ISA sběrnici. Dnes však při implementaci na PCI sběrnici PC lze dosáhnout 3 až 5 MB/s. Někdy se udává až 8MB/s [1].

2.2 Zapojení konektorů pro LPT

Pro paralelní port se nejčastěji používají 2 typy konektorů:

- 25 pin D-sub samice konektor, který je dnes obvykle součástí základní desky PC
- 36 pin Centronics samice konektor, který se obvykle vyskytuje na tiskárnách a jiných periferních zařízeních.



Obr. 2.2 Přiřazení signálů LPT portu 25 pinovému D-SUB konektoru [2].

V tabulce 2.2 je popis jednotlivých pinů, signálů, které je reprezentují, a příslušnost k danému ovládacímu registru PC (Data, Status, Control) obou konektorů. Ve standardu IEEE 1284 definuje dále 36 pinový port podobný Centronics, ale menších rozměrů [2].

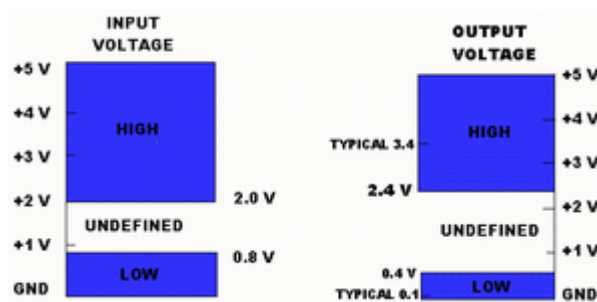
Pin číslo (D-Sub)	Pin číslo (Centronics)	Signál	Směr In/Out	Registr	Hardverově integrováný
1	1	nStrobe	In/Out	Control	ano
2	2	Data 0	Out	Data	
3	3	Data 1	Out	Data	
4	4	Data 2	Out	Data	
5	5	Data 3	Out	Data	
6	6	Data 4	Out	Data	
7	7	Data 5	Out	Data	
8	8	Data 6	Out	Data	
9	9	Data 7	Out	Data	
10	10	nAck	In	Status	
11	11	Busy	In	Status	ano
12	12	Paper-Out / Paper-End	In	Status	
13	13	Select	In	Status	
14	14	nAuto-Linefeed	In/Out	Control	ano
15	32	nError / nFault	In	Status	
16	31	nInitialize	In/Out	Control	
17	36	nSelect-Printer / nSelect-In	In/Out	Control	ano
18-25	18-30	Ground	Gnd		

Tab 2.2 Přiřazení pinů D-Type 25 pin konektoru paralelního portu [2].

2.3 Definice signálů

Výstupní signály paralelního portu jsou definovány klasickou TTL logickou úrovní signálů, tzn. log. 1. odpovídá hladině +3.5V až +5V a log. 0 hladině 0V až +0.4V (viz obrázek 2.3).

Rozdílné hodnoty maximálních zátěžových proudů paralelního portu, které se liší v závislosti na fyzické realizaci paralelního portu. Maximální hodnoty odebíraného proudu se mohou pohybovat od 4mA až po 20mA. Proto je vždy nejvýhodnější na paralelním rozhraní s PC komunikujícího zařízení využít oddělovací buffer [2].



Obr. 2.3 Definice napěťových úrovní pro TTL (vstupní napětí- input voltage, výstupní napětí - output voltage) [2].

2.4 Zásady bezpečné práce proti zničení portu

Narozdíl od sériového portu je paralelní port možné docela snadno nevědomky zničit, protože výstupy nejsou obvykle chráněny proti přetížení a statické elektřině. Proto je vhodné dodržovat následující bezpečnostní opatření [3]:

- Zařízení se smějí k paralelnímu portu připojovat jen při vypnutém napájení počítače.
- Na vstupy se smí přivést jen napětí mezi hodnotami +0 až +5V.
- Výstupy se nesmí zkratovat nebo připojit na jiné výstupy.
- Výstupy nesmí přijít do styku s cizím napětím.
- Při práci s paralelním portem dodržovat zásady pro minimalizaci statické elektřiny.

2.5 Zásady pro vytváření komunikačních kabelů

Pro jakýkoliv datový kabel a pro kabel na paralelní port dvojnásobně platí, že každý datový vodič by měl být od sousedního kryt zemním vodičem (GND) nebo stíněním. Lze se tak vyhnout "přeslechům" mezi jednotlivými datovými vodiči a kabel bude možno používat pro vyšší přenosovou rychlost i na větší vzdálenost. Pokud se využívá plochého vodiče, vyplývá toto doporučení už z vlastního zapojení pinů paralelního portu. Pokud se používá svazek vodičů, je optimální použití kabelu, kde jsou vždy dvě žíly smotány dohromady, a jednu z nich použít jako další zemní vodič. Toto by se mělo dodržovat alespoň u datových vodičů [4].

3. RS – 232

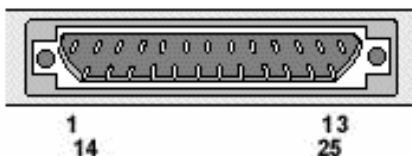
RS232 je rozhraní pro přenos informací vytvořené původně pro komunikaci dvou zařízení do vzdálenosti 20 m. Pro větší odolnost proti rušení je informace po propojovacích vodičích přenášena větším napětím, než je standardních 5 V. Přenos informací probíhá asynchronně, pomocí pevně nastavené přenosové rychlosti a synchronizace sestupnou hranou startovacího impulsu [5].

3.1 Zapojení konektorů pro RS-232

3.1.1 Zapojení konektorů pro Cannon 25

Cannon 25			
Pin	Název	Směr	Popis
1	SHIELD	---	Shield Ground
2	TXD	-->	Transmit Data
3	RXD	<--	Receive Data
4	RTS	-->	Request to Send
5	CTS	<--	Clear to Send
6	DSR	<--	Data Set Ready
7	GND	---	System Ground
8	CD	<--	Carrier Detect
9-19	N/C	-	-
20	DTR	-->	Data Terminal Ready
21	N/C	-	-
22	RI	<--	Ring Indicator
23-25	N/C	-	-

Tab.3.1.1.a Zapojení konektorů Cannon 25 [5].

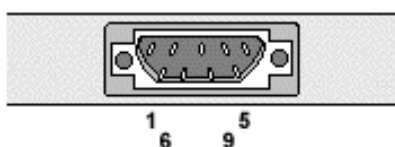


Obr.3.1.1.a Cannon 25 - Samec v PC [5].

3.1.2 Zapojení konektorů Cannon 9

Cannon 9			
Pin	Název	Směr	Popis
1	CD	<--	Carrier Detect
2	RXD	<--	Receive Data
3	TXD	-->	Transmit Data
4	DTR	-->	Data Terminal Ready
5	GND	---	System Ground
6	DSR	<--	Data Set Ready
7	RTS	-->	Request to Send
8	CTS	<--	Clear to Send
9	RI	<--	Ring Indicator

Tab.3.1.1.b Zapojení konektorů Cannon 9 [5].

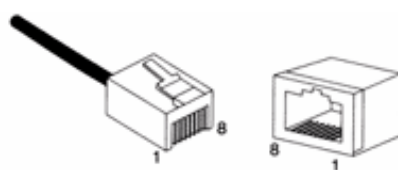


Obr.3.1.1.b Cannon 9 – Samec v PC [5].

3.1.3 Zapojení konektorů RJ45

RJ45			
Pin	Název	Směr	Popis
1	RI	<--	Ring Indicator
2	CD	<--	Carrier Detect
3	DTR	-->	Data Terminal Ready
4	GND	---	System Ground
5	RxD	<--	Receive Data
6	TxD	-->	Transmit Data
7	CTS	<--	Clear to Send
8	RTS	-->	Request to send

Tab.3.1.1.c Zapojení konektorů RJ45 [5].



Obr.3.1.1.c RJ45 [5].

3.2 Popis signálů RS 232

Signál	Popis
DCD - Data Carrier Detect	Detekce nosné (někdy jen "CD). Modem oznamuje terminálu, že na telefonní lince detekoval nosný kmitočet.
RXD - Receive Data	Tok dat z modemu (DCE) do terminálu (DTE).
TXD - Transmit Data	Tok dat z terminálu (DTE) do modemu (DCE).
DTR - Data Terminal Ready	Terminál tímto signálem oznamuje modemu, že je připraven komunikovat *).
SGND - Signal Ground	Signálová zem
DSR - Data Set Ready	Modem tímto signálem oznamuje terminálu, že je připraven komunikovat *).
RTS - Request to Send	Terminál tímto signálem oznamuje modemu, že komunikační cesta je volná *).
CTS - Clear to Send	Modem tímto signálem oznamuje terminálu, že komunikační cesta je volná *).
RI - Ring Indicator	Indikátor zvonění. Modem oznamuje terminálu, že na telefonní lince detekoval signál zvonění.

Tab.3.2 Signály RS-232 [5].

* Dříve plnily řídicí “handshakové” signály funkci jakýchsi “semaforů” pro řízení poloduplexní komunikace s modemy. V plně duplexních komunikačních zařízeních ztrácejí řídicí signály částečně svůj původní význam a programy je využívají spíše způsobem “zařízení DTE hlásí, že je momentálně připraveno (nepřipraveno) přijmout data” – k tomu může programátor využít jak signál DTR, tak signál RTS – a právě tak lze pro zařízení DCE obdobně použít signál DSR nebo CTS. Proto některé programy umožňují zvolit, které handshakové signály se pro řízení toku dat použijí – v nastavení takových programů můžete proto někdy najít více variant hardwarového řízení toku – “hardware (RTS/CTS)”, “hardware (DTR/DSR)” apod. Takto použitý řídicí signál se pak podle nových definic nazývá správně Ready for receiving [5].

3.3 Základní parametry RS-232

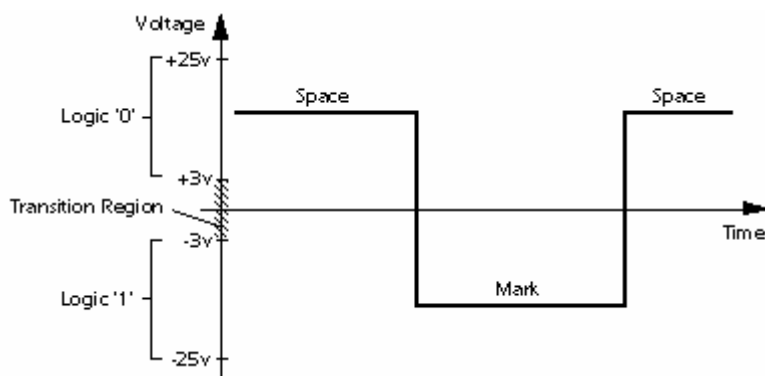
3.3.1 Napěťové úrovně

RS 232 používá dvě napěťové úrovně. Logickou 1 a 0. Log. 1 je někdy označována jako marking state nebo také klidový stav, Log. 0 se přezdívá space state.

Log. 1 je indikována zápornou úrovní, zatímco logická 0 je přenášena kladnou úrovní výstupních vodičů.

Povolené napěťové úrovně jsou uvedeny v tabulce.

Nejběžněji se pro generování napětí používá napěťový zdvojovač z 5 V a invertor. Logické úrovně jsou potom přenášeny napětím +10 V pro log. 0 a -10 V pro log. 1 [6].



Obr.3.3.1 Napěťové úrovně RS-232 [6].

Úroveň	Vysílač	Prijímač
Log. L	+5 V to +15 V	+3 V to +25 V
Log. H	-5 V to -15 V	-3 V to -25 V
Nedefinovaný	-3 V to +3 V	

Tab.3.3.1 Datové signály [6].

3.3.2 Problém napájení propojovaných PC

Pokud propojujete dva počítače pomocí RS 232 a každý z nich je připojen do jiné zásuvky, doporučuje se změřit napětí mezi jednotlivými zeměmi RS 232 před jejich propojením. Pokud je každý počítač připojen na jinou větev i stejné fáze, může být vlivem různých spotřebičů na každé větvi rozdílové napětí až cca 100 V. To je hodnota, která jakýkoli RS 232 port spolehlivě zničí [6].

3.4 Délka vedení RS 232

3.4.1 Co ovlivňuje přenosovou rychlost a délku vedení

Standard RS 232 uvádí jako maximální možnou délku vodičů 15 metrů, nebo délku vodiče o kapacitě 2500 pF. To znamená, že při použití kvalitních vodičů lze dodržet standard a při zachování jmenovité kapacity prodloužit vzdálenost až na cca 50 metrů.

Kabel lze také prodlužovat při snížení přenosové rychlosti, protože potom bude přenos odolnější vůči velké kapacitě vedení. Uvedené parametry počítají s přenosovou rychlostí 19200 Bd.

Texas Instruments uvádí jako výsledek pokusných měření následující délky vodičů v závislosti na přenosové rychlosti. Vzhledem k „laboratorním“ podmínkách tohoto měření je třeba brát tyto údaje pouze jako orientační. V praxi je třeba počítat s rušením atd. [6].

3.4.2 Maximální délka vedení

Baud rate [Bd]	Max Délka [m]
19200	15
9600	150
4800	300
2400	900

Tab. 3.4.2 Maximální délka vedení [5].

Pro přenos dat na větší vzdálenosti je výhodnější používat rozhraní RS-422, RS-485, či proudovou smyčku [5].

3.4.3 Baud

Baud je jednotka používaná pro měření rychlosti přenosu dat. Přenosová rychlost definuje rychlost přenosu dat z datového média na jiné datové médium. Baud rate udává počet změn signálu za sekundu. Počet změn se pak vyjadřuje v baudech. Jako základní jednotka informace v moderních počítačových systémech se bere jeden bit (nabývá hodnoty 0 nebo 1). Do jedné signálové změny lze zakódovat i více než jeden bit. A proto nelze slučovat pojem bps (bits per second = bity za sekundu) s pojmem baud.

Jednotka baud je pojmenována po Jean-Maurice-Émile Baudotovi (*1845 - †1903) [5].

3.5 Parametry datového přenosu

3.5.1 Parita

Parita je nejjednodušší způsob jak bez nároků na výpočetní výkon zabezpečit přenos dat. Ve vysílacím zařízení se sečte počet jedničkových bitů a doplní se paritním bitem tak, aby byla zachována předem dohodnutá podmínka sudého nebo lichého počtu jedničkových bitů [6].

- **Sudá parita** – Počet jedničkových bitů + paritní bit = SUDÉ ČÍSLO
- **Lichá parita** – Počet jedničkových bitů + paritní bit = LICHÉ ČÍSLO
- **Space parity** – Tzv. nulová parita – paritní bit je vždy v log. 0, používá se například při komunikaci s 7bitového zařízení s 8bitovým, kdy paritní bit nahrazuje tvrdou log. 0 poslední bit v byte, tím je zachována kompatibilita s 8bitovým přenosem.
- **Mark parity** - Paritní bit je nastaven tvrdě na log. 1, při kompenzaci 7bitového provozu je třeba jej na přijímací straně nulovat, jinak není kompatibilní s ASCII [6].

3.5.2 Stop bit/bity

Stop bit – definuje ukončení rámce. Zároveň zajišťuje určitou prodlevu pro přijímač. Právě v době příjmu stop bitu většina zařízení zpracovává přijatý byte.

Zdvojený stop bit – používá se u pomalejších zařízení pro dobř zpracování přijatého znaku. Jedná se o standard na 110 Bd [6] .

3.6 Řízení toku dat (handshaking)

3.6.1 Handshaking

Řízení toku dat (handshaking) představuje potvrzení příjmu dat či připravenost k přenosu a jeho zahájení na úrovni hardwarového nebo softwarového rozhraní [6].

3.6.2 Hardwarový handshaking

Přenos od vysílače k přijímači, vysílač má připravena platná data k odeslání. Přenos od přijímače k vysílači, přijímač je schopen data zpracovávat [6].

3.6.3 Softwarový handshaking

Probíhá na úrovni komunikačních protokolů (ZMODEM, KERMIT...), pomocí běžného datového kanálu přijímač vysílači sdělí, zda je schopen data přijímat a zpracovávat. Dos/BIOS v počítačích PC používá pro SW handshaking znaky v Ascii tabulce XON/XOF. Je-li však potřeba v toku dat znaky XON/XOF vyslat, je nutné vyslat speciální sekvenci znaků, což samozřejmě přenos dat obsahujících převážně tyto znaky značně zpomalí [6].

3.7 Synchronní a asynchronní přenos dat

3.7.1 Synchronní

Synchronní přenos informací znamená, že na nějakém vodiči nebo vodičích se nastaví určitá úroveň, která přenáší informaci a validita informace se potvrdí impulzem, nebo změnou úrovně synchronizačního signálu. Synchronizačním signálem se tedy informace kvantují [6].

3.7.2 Základní vlastnosti synchronního přenosu

- Výhodné pro velké objemy dat, přenášené po více vodičích.
- Nutno jednoznačně určit, kdo vysílá synchronizační impulzy.
- Možno použít spojitě proměnnou rychlost přenosu, například podle poměru chybovosti.
- Nutnost synchronizačního vodiče „navíc“ – v podstatě „nepřenáší žádnou informaci“.
- Na straně zařízení nepotřebuje nijak složitou elektroniku

3.7.3 Asynchronní

Asynchronní přenos dat přenáší data v určitých sekvencích. Data jsou přenášena přesně danou rychlostí a uvozena startovací sekvencí, na kterou se synchronizují všechna přijímací zařízení. Všechny strany obsahují vlastní přesný oscilátor, díky kterému odečítají data v přesně definovaných intervalech. Po ukončení sekvence je další příjem opět synchronizován startovní sekvencí [6].

3.7.4 Základní vlastnosti asynchronního přenosu

- Nevýhodné pro velké objemy dat, ale vhodné pro dlouhá vedení, na nichž by synchronizační vodič činil nezanedbatelné finanční náklady.
- Lze použít pro komunikaci mezi mnoha zařízeními.
- Nutno definovat jednoznačně přenosové rychlosti, změnu rychlosti je třeba ošetřit softwarovou sekvencí, která přiměje počítač změnit hardwarově přenosovou rychlost.
- Celkem složitá a drahá elektronika, nutno použít krystalové oscilátory.
- Až o 20% menší přenosová rychlost užitečných dat při stejné rychlosti komunikace, vzhledem k nutnosti startovacích a paritních bitů [6].

4. Měřicí karty do PC

Měřicí karty do PC jsou zásuvné karty, které se instalují do PCI nebo ISA slotů počítače. Slouží ke sběru dat a řízení technologií, nebo nacházejí uplatnění při vytváření laboratorních měřicích systémů. Vstupní veličinou těchto karet je elektrické napětí. Výstupní veličinou může být elektrické napětí nebo proud. Dále se vstupy a výstupy dělí na analogové, digitální a čítačové. Analogové vstupy zpracovávají spojitou veličinu, digitální a čítačové vstupy zpracovávají veličinu diskrétní. Většina karet obsahuje různé kombinace analogových i digitálních vstupů a výstupů. Podle toho se karty dělí na měřicí, které obsahují analogové vstupy a karty vstupně výstupní, které analogové vstupy neobsahují. Zvláštní kategorií zásuvných karet do PC jsou karty zpracovávající vstupy z inkrementálních čidel a karty, které na základě těchto vstupů mohou řídit krokové motory nebo servomotory. Ke všem těmto kartám se dodává široký sortiment zakončovacích panelů se svorkovnicemi pro jednodušší připojení signálových vodičů ke kartám [7].



Obr. 4 Ukázka zásuvné multifunkční měřicí karty [7].

Zásuvné desky do PC jsou stále důležitým prostředkem měřicí a automatizační techniky. Jejich význam znovu vzrostl s rozvojem systémů typu softPLC, které jsou založeny na hardwaru průmyslového počítače. Pro tyto aplikace jsou k dispozici i zásuvné desky s různými specializovanými rozhraními, například pro inkrementální snímače, řízení krokových motorů nebo zásuvné desky do PC s kompletním hardwarovým regulátorem. Také v laboratorní technice jsou zásuvné desky do PC nezastupitelné, protože umožňují jednoduché získání dat do měřicího softwaru. Ve většině případů jsou zásuvné desky do PC nejrychlejším dostupným prostředkem pro získání naměřených hodnot z reálného světa. Rychlost přesunu dat do paměti PC je omezena pouze rychlostí interní sběrnice [7].

Měřicí karty většinou obsahují jeden či několik z těchto typů funkcí:

- analogové vstupy
- analogové výstupy
- digitální linky
- čítače anebo časovače

Karty s více než jedním z uvedených typů funkcí se označují jako *multifunkční*.

4.1 Charakteristika zásuvných desek do PC

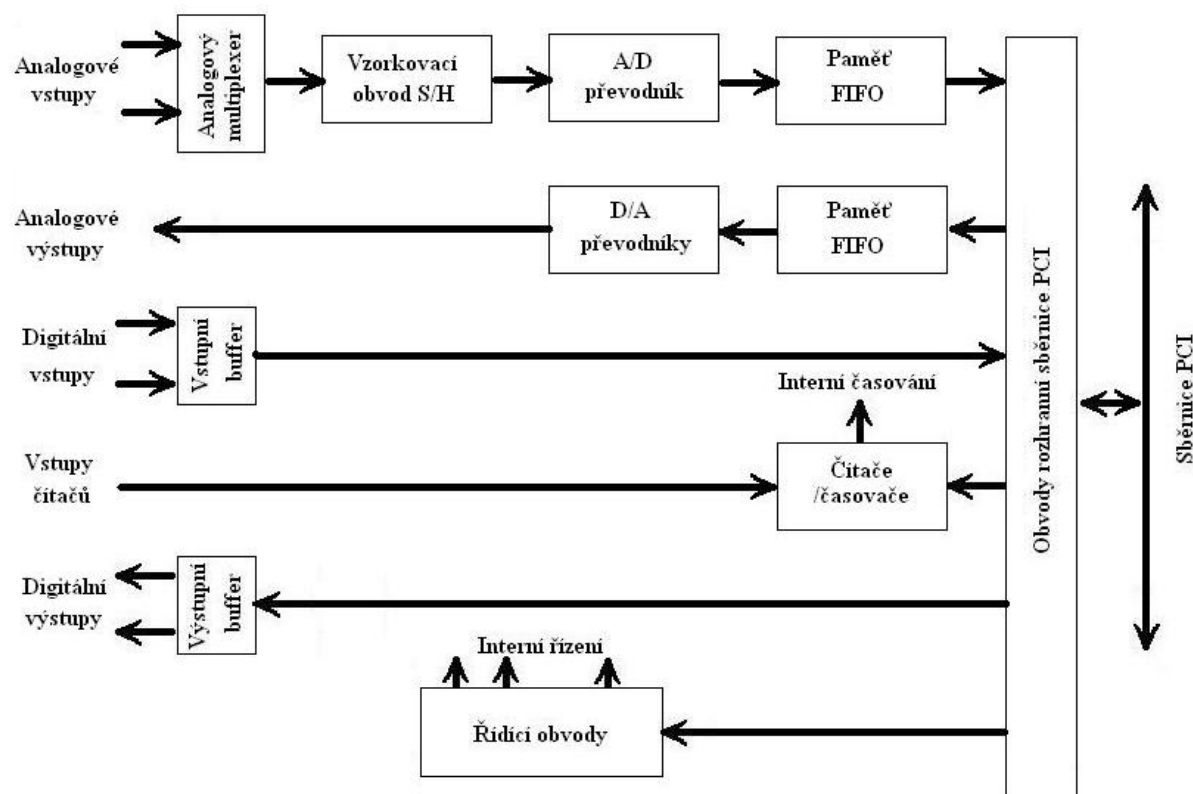
V širokém sortimentu zásuvných desek do PC se v průběhu času vytvořila zvláštní kategorie, obvykle v současné době nazývaná jako univerzální měřicí zásuvná deska do PC (karta). Zahrnuje v sobě základní vstupy a výstupy nezbytné pro obsluhu měřicího experimentu nebo základní regulační úlohy. Blokové schéma univerzální měřicí desky, v současné době určené již téměř výhradně pro sběrnici PCI, jak ukazuje obrázek. Hlavní částí této karty je vstup (vstupy) pro digitální měření analogové hodnoty napětí. Parametry digitalizace (maximální vzorkovací kmitočet, linearita, velikost chyby) závisejí na vlastnostech jednotlivých prvků ve schématu. Schéma lze navíc různým způsobem modifikovat (upravovat): zjednodušit vypuštěním některých prvků (např. vzorkovacího obvodu), nebo naopak přidat části zlepšující vlastnosti desky pro specifické aplikace (galvanické oddělení, pomocné obvody pro převodníky neelektrických veličin). Kategorie univerzálních měřicích desek se pak rozčlení na několik podkategorií, které se liší určením pro každou specifickou třídu aplikací a samozřejmě i cenou [7].

4.1.1 Karty pro informativní měření

V této podkategorii jsou zahrnuty desky určené pro nenáročná informativní měření statických nebo pomalu se měnících napěťových úrovní. Protože významným parametrem je zde i pořizovací cena, bývá blokové schéma desky znázorněné na obrázku v některých případech ještě zjednodušeno. Chybí například vzorkovací obvod S/H, obvod vyrovnávací paměti FIFO, vzorkování a spouštění měření je možné pouze prostřednictvím software [7].

4.1.2 Desky pro standardní měření v nenáročných podmínkách

Desky této podkategorie odpovídají schématu na obrázku nejvíce. Jsou vhodné pro všechna standardní měření v laboratořích nebo v nenáročných průmyslových podmínkách. Pro těžší podmínky bývají doplňovány externími adaptéry pro úpravu nebo galvanické oddělení signálů [7].



Obr. 4.1.2 Blokové schéma univerzální měřicí desky[7].

4.1.3 Desky pro měření v průmyslovém prostředí

Desky zahrnuté do této podkategorie jsou konstruovány s ohledem na náročnější prostředí. Obsahují obvody pro eliminaci rušivých signálů, obvody ochrany proti zničení přepětím, popř. mají vestavěné galvanické oddělení. Někdy obsahují i dohlížecí obvod (watchdog) univerzálně využitelný v aplikačním programu [7].

4.1.4 Desky pro měření se zvýšenou citlivostí a přesností

U těchto desek je věnována pozornost citlivosti a kvalitě vstupních obvodů, aby je bylo možné použít pro věrohodné měření nízkých napět'ových úrovní. V průmyslu je lze využít pro zpracování signálů z termoelektrických článků, nacházejí uplatnění i při měření nízkých potenciálů na výstupu chemických a biologických čidel. Často obsahují vestavěnou výpočetní jednotku (signálový procesor) pro adaptivní předzpracování signálů [7].

4.1.5 Desky pro měření rychlých dějů

Tyto desky jsou určeny pro rychlé vzorkování rychlých napět'ových průběhů. Mívají vyrovnávací paměť FIFO o vyšší kapacitě, možnost přímého přenosu digitalizovaných hodnot do paměti PC prostřednictvím DMA a rozšířené možnosti spouštění měření odvozené od měřeného napětí s možností předsunout nebo odsunout spuštění měření spouštěcí události (pretriggering, posttriggering). Často jsou doplněny vestavěným předzpracováním naměřených průběhů [7].

4.1.6 Desky pro přímé připojení převodníků neelektrických veličin

Nejčastěji se objevují desky umožňující přímé připojení termoelektrických článků, odporových teploměrů nebo tenzometrických můstků. Obsahují již všechny pomocné a napájecí obvody potřebné k funkci těchto převodníků [7].

4.2 Rozdělení karet podle sběrnice

Vzhledem k rozšíření osobních počítačů PC se sběrnici PCI převládá tato sběrnice i u měřicích karet. U výkonnějších systémů je ideální volbou sběrnice PXI (*PCI eXtension for Instrumentation*), která díky zvláštním vodičům pro přenos časování umožňuje synchronizovat několik měřicích karet (a tím rozšířit počet kanálů) nebo vytvářet větší systémy se současným řízením pohybu či snímáním obrazu. Stále se ale vyrábějí a prodávají i karty pro sběrnici ISA, a to zejména pro PC v průmyslovém provedení. Pro mobilní použití jsou vhodné karty ve formátu PCMCIA, použitelné v notebooku, a v současné době dokonce i v kapesních počítačích typu PDA. Stále oblíbenější jsou i externí zařízení připojovaná k počítači prostřednictvím sběrnic USB nebo FireWire. Při volbě sběrnice a karty je vhodné se zamýšlet nejen nad okamžitou potřebou, ale i nad případnými budoucími požadavky [9].

4.3 Analogové vstupy

Nejdůležitějšími parametry analogových vstupů jsou jejich počet, rozlišení, maximální vzorkovací frekvence a napěťové rozsahy. Rozlišení je sice v principu dáno použitým A/D převodníkem, ovšem ostatní zařazené obvody mohou výsledné vlastnosti karty zlepšit i zhoršit až o několik tříd. Není proto vhodné soustředit se pouze na jediné číslo, ale naopak je třeba důkladně se seznámit se všemi údaji ohledně přesnosti karty. Zatímco u levných karet výrobce uvádí pouze počet bitů nebo jednoduché charakteristiky typu „přesnost lepší než 1 %, INL < 1,5 LSB,, dokumentace ke kvalitním kartám většinou obsahuje také složky chyb (offset, chyba z údaje a šum pro každý rozsah) a často i jejich závislost na teplotě. Má-li být karta použita ke skutečně závaznému měření, určitě bude žádoucí získat spolu s ní i její kalibrační certifikát, údaj o době jeho platnosti a informace o provádění dalších kalibrací. Díky poklesu cen A/D převodníků s větším rozlišením lze v současné době pozorovat přechod od osmibitových a dvanáctibitových karet ke kartám šestnáctibitovým. S menším rozlišením se lze nyní setkat jen u nejrychlejších (osciloskopických) karet.

Nebezpečí komplikací může být skryto i v údaji o maximální vzorkovací frekvenci. Často se uvádí maximální rychlost A/D převodníku, ale zejména levnější karty přepínají do jednoho převodníku všechny své vstupy. Má-li taková karta převodník s maximální vzorkovací frekvencí 200 kHz, získá se při měření deseti kanálů pouze 20 000 vzorků za

sekundu na každém z nich. Navíc mezi odměry v jednotlivých kanálech bude zpoždění nejméně 5 s. Těmito nedostatky netrpí karty s plnohodnotným měřicím řetězcem (vstupní zesilovač a A/D převodník) pro každý kanál. Ty ale bývají podstatně dražší. Některé karty mívají na vstupu filtr typu dolnofrekvenční propusti, který zabraňuje porušení vzorkovacího teorému a brání zkreslení frekvenčního spektra signálu (*anti-aliasing*). Spolu s maximální vzorkovací frekvencí je vhodné zjistit i krok nebo způsob vytváření nižších frekvencí, popř. možnost taktování externím signálem. Karty používající dělič kmitočtu totiž nedovedou vytvořit libovolnou vzorkovací frekvenci (např. 44,1 kHz, často vyžadovanou v akustice).

U napěťových rozsahů je třeba si zkontrolovat, nejen zda měřený signál nepřesahuje možnosti karty, ale i zda bude její měřicí rozsah dobře využit. Zatímco některé karty mají osm i více softwarově přepínatelných rozsahů, jiné karty mají jen jeden rozsah. Je-li třeba měřit signál v rozmezí 0 až 2 V, určitě by měla dostat přednost karta s volitelným unipolárním rozsahem 0 až 2,5 V před kartou s jediným rozsahem ± 10 V. Při stejném rozlišení A/D převodníku totiž bude u první z karet osmkrát menší kvantizační šum. Kromě napěťových rozsahů je důležitým ukazatelem i míra ochrany vstupů karty proti přepětí [9].

4.4 Analogové výstupy

U analogových výstupů se hodnotí tytéž parametry jako u vstupů. Některé karty mají výstupy pouze statické, na které lze vyslat vždy pouze jednu hodnotu, a rychlost změny je tudíž dána pouze chováním softwaru. To u běžných operačních systémů znamená velkou nejistotu. Naopak karty s hardwarově časovanými výstupy a vyrovnávací pamětí dokážou přesně generovat i poměrně rychlé průběhy a často mohou nahradit specializované generátory (při měření frekvenčních charakteristik apod.). U analogových výstupů se lze méně často než u vstupů setkat s přepínatelnými rozsahy. Co se týče napěťových výstupů, nejčastěji se používá rozsah ± 10 V, v průmyslu se mnohdy používají karty s proudovými výstupy (0 až 20 nebo 4 až 20 mA). Rozlišení se pohybuje mezi 12 a 16 bity; u specializovaných karet (audioměření) může být až 24 bitů. Zejména u statických výstupů bývá na jedné kartě větší počet kanálů (až 32) [9].

4.5 Digitální linky

Digitální linky má alespoň jako „vedlejší produkt“, většina měřicích karet. Někdy jsou linky obousměrné (směr vstup či výstup se přepíná softwarově), ovšem zejména u izolovaných (galvanicky oddělených) linek je směr signálu pevně dán. Multifunkční karty často mají jen osm digitálních linek, zatímco specializované karty jich nabízejí až 96 i více. Neizolované linky používají úrovně TTL a CMOS, opticky izolované umožňují spínat a snímat napětí do 60 V, popř. i více. U karet nižší výkonnostní kategorie jsou vstupy a výstupy statické, tj. dovolují přečíst nebo vyslat vždy jen jediný stav. I u těch nejjednodušších karet se ale najde prostor pro inovace. Jedním z příkladů je nová řada digitálních I/O karet firmy National Instruments. Díky architektuře založené na programovatelném hradlovém poli (*Field Programmable Gate Array* – FPGA) dokáže i jednoduchá levná karta vykonávat pokročilé funkce, důležité zejména v průmyslových aplikacích: nastavitelný stav každé linky ihned po zapnutí PC, detekce změny stavu na vstupech (tj. není nutné stav vstupu testovat ve smyčce), programovatelné filtry pro omezení záskmitů kontaktů nebo rušivých impulsů na vstupech a časovač (*watchdog*) pro nastavení předem definované binární kombinace v případě, že pauza v komunikaci aplikačního programu s kartou je delší, než je určeno [9].

4.6 Čítače/časovače

Poslední funkcí (a součástí), se kterou se lze u měřicích karet setkat, jsou čítače a časovače. Ty se používají k počítání impulsů, dělení frekvencí nebo vytváření signálů s požadovanou frekvencí a pro připojení inkrementálních čidel. U čítačů je rozhodujícím parametrem délka registru (maximální hodnota registru, po jejímž dosažení čítač přeteče a začne opět čítat od nuly). Ta se většinou pohybuje mezi 24 a 32 bity. Dále se uvádí i maximální frekvence, kterou čítač dokáže zpracovat, a popř. stabilita použité časové základny [9].

4.7 Ovladač a software

I karta s nejdokonalejším hardwarem je nepotřebná, není-li pro ni k dispozici kvalitní ovládací program (ovladač, *driver*). Zatímco před několika lety stačil popis registrů karty, současné ovladače nabízejí podstatně víc. Kromě toho hlavního – programovacího rozhraní pro ovládání karty v různých jazycích (LabVIEW, C, C++, C#, Visual Basic atd.) a pod různými operačními systémy (Windows, Linux) – často obsahují i programové nástroje pro nastavení a otestování karty a její kalibraci. Zejména k dražším kartám některé firmy přibalují vedle ovladače i jednoduchý aplikační software (zapisovače dat apod.).

Při psaní programu je vhodné využít i příklady instalované s ovladačem karty nebo dostupné na internetu. Velkým přínosem je, podaří-li se najít ukázkový program, který řeší podobnou úlohu, v právě používaném programovacím jazyce. Naopak absence takových příkladů znamená více programátorské práce, a navíc svědčí i o rozšíření této karty mezi uživateli a o úrovni technické podpory poskytované výrobcem [9].

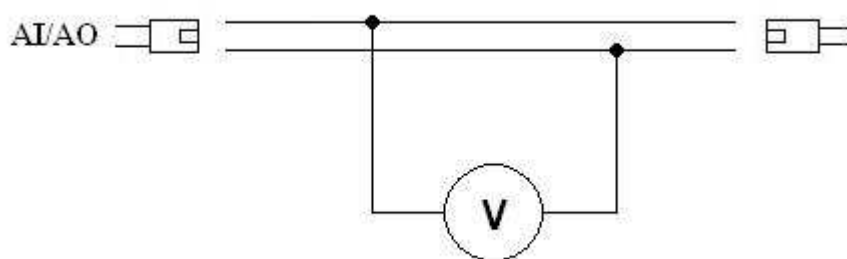
4.8 Podporované příslušenství

Ačkoliv současné karty umožňují realizovat velké množství možných nastavení, rozsahů a vlastností, velmi často se uplatní i další příslušenství. Může jít o pasivní svorkovnice nebo různé předřadné obvody pro úpravu signálu, přepínače a vzorkovací obvody (*sample&hold*). Zatímco jednoduché úlohy (napájení odporových snímačů, filtrování a předzesilování signálu) lze řešit libovolným obvodem, na přepínání předřazeného přepínače již musí být karta připravena. Jestliže navíc s tímto příslušenstvím počítá i ovladač a umožňuje jeho snadné konfigurování, nebo ho dokonce automaticky rozpoznává, bude psaní aplikačního programu mnohem snazší [9].

5. Návrh indikace stavu

5.1 Návrh indikace stavu pro analogové vstupy a výstupy

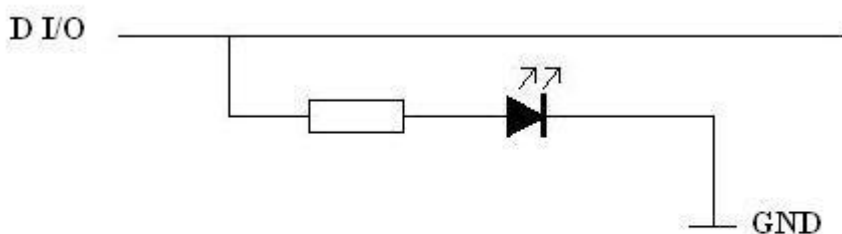
Dle zadaných úkolů by mělo rozhraní zobrazovat úroveň elektrického napětí, které je na jednotlivých analogových vstupech a výstupech měřicí karty. Jako indikátor napětí byl použit voltmetr, na kterém by bylo možno pozorovat konkrétní analogový vstup nebo výstup, v hodnotě elektrického napětí. Na obr.5.1 je schéma zapojení pro jeden vstup nebo výstup analogového signálu.



Obr.5.1 Schéma zapojení voltmetru.

5.2 Návrh indikace stavu logické hodnoty

Pro indikaci stavu digitálního signálu, byly použity nízkopříkonové svítící diody, které nám indikovali stav kladného napětí. Nejčastěji se používá varianta při které logické hodnotě 1 odpovídá napětí -12 V a logické hodnotě 0 pak +12 V. V tomto případě by dioda signalizovala logickou úroveň 0. Schéma zapojení je na obr. 5.2.

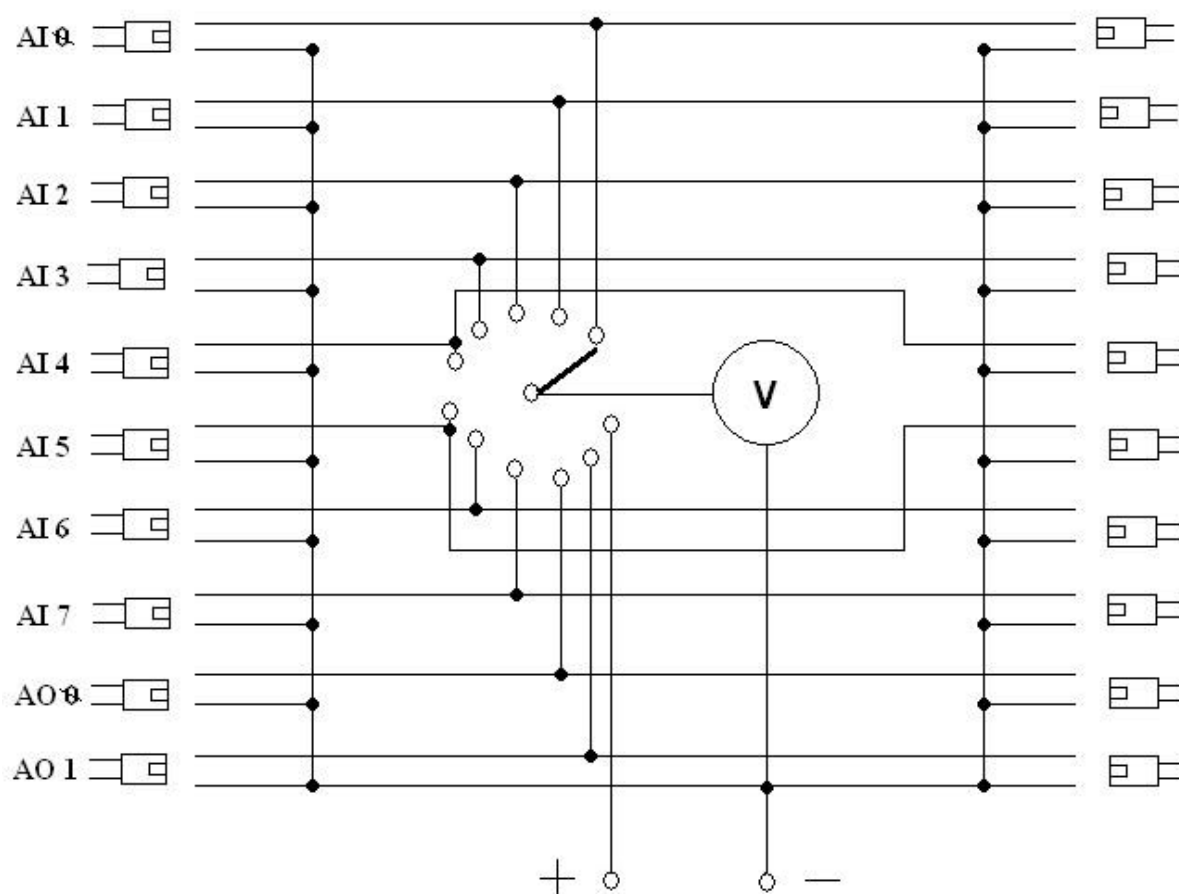


Obr. 5.2 Schéma zapojení indikace stavu logické hodnoty.

6. Návrh rozhraní

6.1 Návrh zapojení pro analogové vstupy a výstupy

Řešení přepínání jednotlivých analogových vstupů a výstupů bylo řešeno pomocí jedenácti polohového přepínače. V našem případě měl být počet měřitelných analogových vstupů a výstupů deset, proto byla jedna poloha přepínače určena k vývodu pro libovolné měření multimetrem. Schéma celého zapojení znázorňuje obr. 6.1.



Obr. 6.1 Schéma zapojení analogových vstupů a výstupu na voltmetr.

6.2 Návrh součástek potřebných pro analogovou část rozhraní

6.2.1 Konektory

Všechny použité konektory, které jsou součástí analogového rozhraní jsou konektory cinch do panelu. Pro propojení je tedy potřeba klasického zásuvného konektoru cinch.



Obr.6.2.1 Konektor cinch [8].

6.2.2 Přepínač

Přepínání jednotlivých analogových vstupů a výstupů bylo řešeno pomocí dvanácti polohového otočného přepínače LORLIN CK1029. Použitý otočný přepínač je na obr.6.2.2.



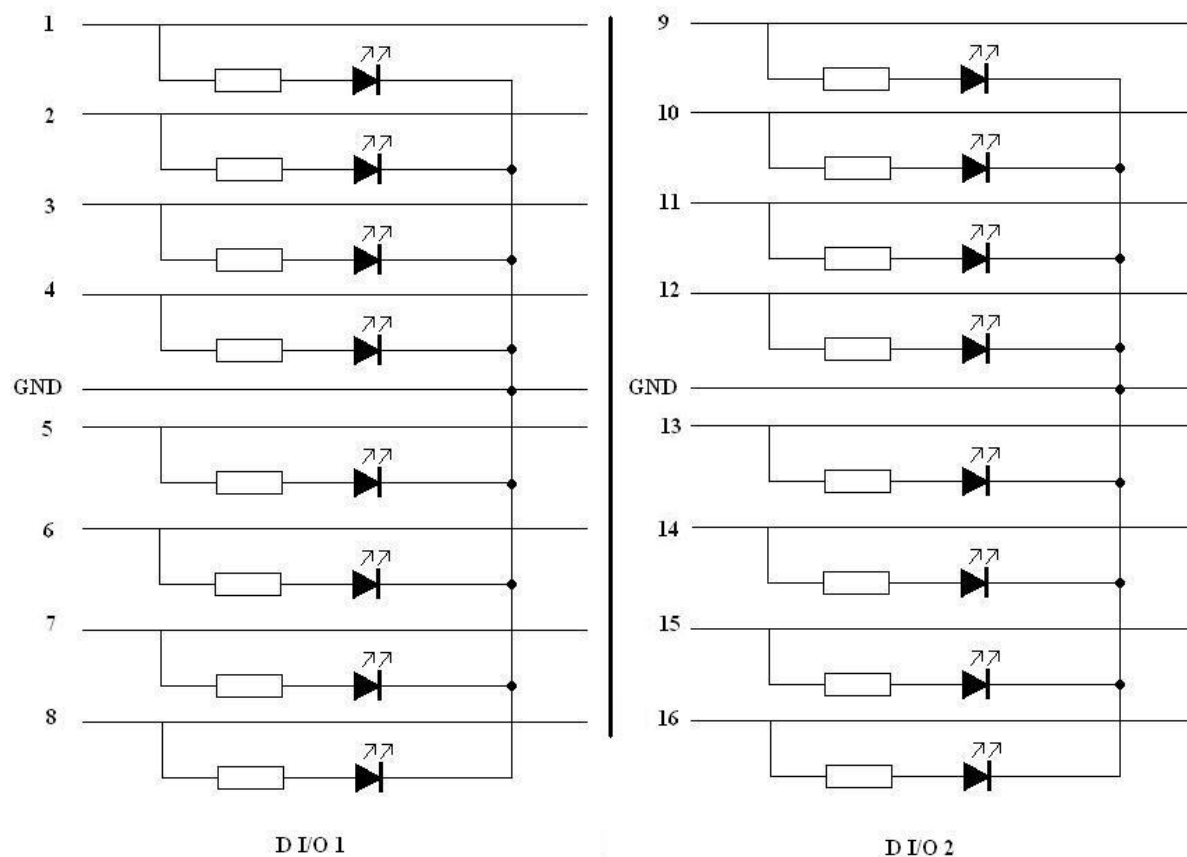
Obr.6.2.2 Otočný přepínač LORLIN CK1029 [8].

6.2.3 Multimetr

Multimetr, který byl pro tuto část navrhnut, je klasický komerční multimetr značky Düwi 07974. Jeho volba závisela na schopnosti měřit elektrické napětí a také na jeho rozměrech. Jelikož multimetr bylo potřeba umístit do předem zvolené krabičky, díky jeho malým rozměrům byl pro tento účel ideální.

6.3 Návrh zapojení digitálních vstupů a výstupů

Pro digitální vstupy a výstupy bylo použito konektorů cannon 9, který obsahuje devět pinů z nichž jeden je určený pro uzemnění. Na ostatních osmi se indikovala logická úroveň pomocí červených nízkopříkonových světelných diod. V tomto případě bylo potřeba indikovat šestnáct digitálních vstupů a výstupů, proto bylo použito dvou konektorů cannon 9.



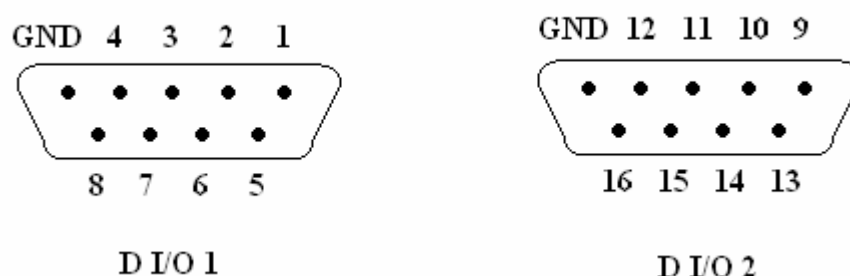
Obr. 6.3 Schéma zapojení digitálních vstupů a výstupů.

6.4 Návrh součástek potřebných pro digitální část rozhraní

6.4.1 Konektory

6.4.1.1 Zapojení konektorů

Na zařízení je umístěno celkem čtyř samic konektorů cannon 9. Dva z těchto konektorů jsou popsány číslicemi, které odpovídají číslicím uvedených u světelných diod.



Obr. 6.4.1.1 Konektory cannon 9 s označením příslušného pinu.

6.4.2 Diody

Bylo použito šestnácti červených svítících nízkopříkonových diod, které dosahují plné svítivosti již při 2 mA.



Obr.6.4.1.2 Nízkopříkonová svítící dioda [8].

6.4.3 Odpor

Odpor byly navrženy tak, aby na digitálním vedení vznikaly co nejmenší, zanedbatelné ztráty. Zároveň nesměl být odpor navržen tak, aby zabránil rozsvícení diody. To by nastalo v případě kdyby byl elektrický proud procházející diodou menší než 2 mA. Předpokládalo se že jedna z logických úrovní má hodnotu +10 V. Z těchto předpokladů byl podle Ohmova zákona navržen elektrický odpor 5 KΩ.

$$R = \frac{U}{I} \qquad R = \frac{10}{0,002} \qquad R = 5000 \, \Omega$$

7. Realizace rozhraní

Pro realizaci rozhraní byla navržena černá plastová krabička o rozměrech 12,5 x 25 x 5 cm (šířka, délka, výška). Na její spodní vnitřní část byla umístěna pracovní pájivá deska s pájivými body, která sloužila k propojování a umístění potřebných součástek. Na horní část krabičky byly umístěny konektory cinch do panelu, přepínač, svítivé diody a multimetr. Na stranách byly poté umístěny konektory cannon 9. Veškeré spoje které byly potřebné k realizaci zapojení jsou provedeny zvonkovým drátem.



Obr.7. Zhotovené univerzální rozhraní měřících karet.

8. Závěr

Bakalářská práce se zabývá návrhem a realizací stavového rozhraní pro měřicí karty a standardní rozhraní PC. V úvodní části jsme se seznámili s principy činnosti standardních rozhraní PC, což jsou paralelní port LPT a RS-232, které jsou v dnešní době nahrazovány jinými rozhraními. Další část je zaměřena na měřicí karty, kterým bude pomůckou výsledný produkt této práce. Měřicí karty se staly běžnou součástí automatických měřicích systémů. Při menších požadavcích velmi dobře poslouží jako náhrada měřicích přístrojů vyšších nároků (digitální multimetr, osciloskop, měřič vibrací atd.) i průmyslových převodníků [9].

Poslední část bakalářské práce je zaměřena na návrh rozhraní. V této části jsou uvedena zapojení a potřebné součástky pro realizaci rozhraní.

9. Seznam použité literatury

[1] Vlach Jaroslav, Počítačová rozhraní - obecný popis LPT portu, BEN, 2000.

[2] <http://lpt.hw.cz>

[3] Burkhard Kainka, Využití rozhraní PC pod Windows, HEL, 2000.

[4] Hans-Joachim Bernát, Využití LPT portu pod Windows 95/98, HEL, 2000.

[5] <http://www.hw-server.com/rs232>

[6] http://www.lammertbies.nl/comm/info/RS-232_specs.html

[7] <http://www.automatizace.cz/>

[8] <http://www.tme.cz/katalog>

[9] <http://www.odbornecasopisy.cz/automa/2004/au070432.htm>

10. Seznam tabulek

Tab 2.2 Přiřazení pinů D-Type 25 pin konektoru paralelní portu [2].

Tab.3.1.1.a Zapojení konektorů Cannon 25 [5].

Tab.3.1.1.b Zapojení konektorů Cannon 9 [5].

Tab.3.1.1.c Zapojení konektorů RJ45 [5].

Tab.3.2 Signály RS-232 [5].

Tab.3.3.1 Datové signály [6].

Tab. 3.4.2 Maximální délka vedení [5].

11. Seznam obrázků

Obr. 2.2 Přiřazení signálů LPT portu 25 pinovému D-SUB konektoru [2].

Obr. 2.3 Definice napěťových úrovní pro TTL (vstupní napětí- input voltage, výstupní napětí - output voltage) [2].

Obr. 3.1.1.a Cannon 25 - Samec v PC [5].

Obr. 3.1.1.b Cannon 9 – Samec v PC [5].

Obr. 3.1.1.c RJ45 [5].

Obr. 3.3.1 Napěťové úrovně RS-232 [6].

Obr. 4 Ukázka zásuvné multifunkční měřicí karty [7].

Obr. 4.1.2 Blokové schéma univerzální měřicí desky[7].

Obr. 5.1 Schéma zapojení voltmetru.

Obr. 5.2 Schéma zapojení indikace stavu logické hodnoty.

Obr. 6.1 Schéma zapojení analogových vstupů a výstupu na voltmetr.

Obr.6.2.1 Konektor cinch [8].

Obr.6.2.2 Otočný přepínač LORLIN CK1029 [8].

Obr. 6.3 Schéma zapojení digitálních vstupů a výstupů.

Obr. 6.4.1.1 Konektory cannon 9 s označením příslušného pinu.

Obr.6.4.1.2 Nízkopříkonová svítící dioda [8].

Obr.7. Zhotovené univerzální rozhraní měřících karet.