

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA STROJNÍ**



PRŮMYSLOVÉ ŘÍDICÍ SYSTÉMY

prof. Dr. Ing. Petr Novák

Ostrava 2013

© prof. Dr. Ing. Petr Novák

© Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

ISBN 978-80-248-3032-2



Tento studijní materiál vznikl za finanční podpory Evropského sociálního fondu (ESF) a rozpočtu České republiky v rámci řešení projektu: CZ.1.07/2.2.00/15.0463, MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD

OBSAH

1	KOMUNIKACE-PRŮMYSLOVÉ SBĚRNICE.....	3
1.1	Úvod	4
1.2	Sériová rozhraní RS 422 a 485.....	4
1.2.1	Provedení linky rozhraní RS422 a RS485	4
1.3	Sběrníkový systém Profibus	8
1.3.1	Topologie sítě	8
1.4	CAN.....	8
1.4.1	Přednosti sběrnice CAN.....	9
1.5	Cvičení.....	9
2	LITERATURA	11



1 KOMUNIKACE-PRŮMYSLOVÉ SBĚRNICE



OBSAH KAPITOLY:

Úvod

Potřeba komunikace v řízení

Druhy základních průmyslových sběrnic

Jejich vlastnosti



MOTIVACE:

Cílem této přednášky je přehledově seznámit posluchače s problematikou komunikace v oblasti IPC a případně v jeho vazbě na jiné automatizační a řídicí prvky (PLC atp.).

Budete umět:

- popsat základní vlastnosti sběrnice/rozhraní RS-485,
- vybrat vhodný modul/kartu pro zajištění požadovaného rozhraní pro vaši aplikaci.

Rovněž si doplníte odbornou terminologii z této oblasti.



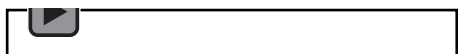
1.1 ÚVOD

Důležitým prvkem moderních řešení v průmyslové automatizaci je komunikace. Zejména v posledních letech vzrůstá obliba decentralizovaného řízení a s tím souvisí potřeba komunikace. Ta může být buď drátová (včetně optických kabelů) nebo bezdrátová. V oblasti průmyslové komunikace existuje velké množství rozhraní a protokolů, některé z nich se staly defakto celosvětovým standardem, řada z nich má firemní charakter.

Mezi nejstarší, ale stále používané, sériová rozhraní patří RS232, RS422 a RS485. Pro průmyslová nasazení patří dále ProfiBus, CAN a další. Také se stále více prosazuje průmyslový Ethernet. Zmiňme, že existuje také řada „poddruhů“ výše zmíněných sběrnic (např. CANopen), lišící se některými specifickými vlastnostmi – např. schopností pracovat v prostředí s nebezpečím výbuchu atp.



Audio 1.1 Úvod



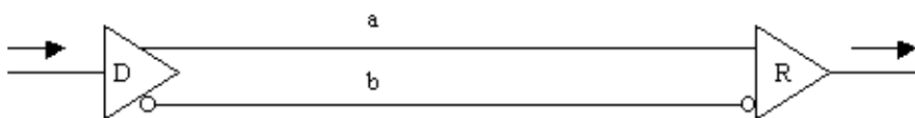
1.2 SÉRIOVÁ ROZHRAŇÍ RS 422 A 485

Průmyslová sériová datová komunikace po RS-485 a RS-422 patří již dlouhodobě stále k základům datové komunikace a jejích služeb využívá i většina různých průmyslových sběrnic (např. PROFIBUS-DP, MODBUS atd.).

Tento typ rozhraní vznikl na základě požadavků:

- zvýšit komunikační rychlost mezi datovými zařízeními (na cca 10Mbps),
- zvýšit jeho odolnost vůči rušení,
- a zvětšit komunikační vzdálenost (dosah).

Pro přenos dat na větší vzdálenosti je vhodné použít linku rozhraní RS485 nebo RS422. Vodiče mohou být vedeny až na vzdálenost 1200m (vodiče s kapacitou do 65pF/m) a lze je větvit. Každý ze signálů linky je přenášen po dvojici vodičů, nejlépe v provedení twistový pár. Vodiče označované a a b 1 jsou vysílačem buzeny v protifázi a přijímač vyhodnocuje jejich napěťový rozdíl. Tímto principem se odstraní součtové (aditivní) rušení.



Obr. 1 Přenos jednoho signálu po lince rozhraní RS485 nebo RS422. D je vysílač, R je přijímač.

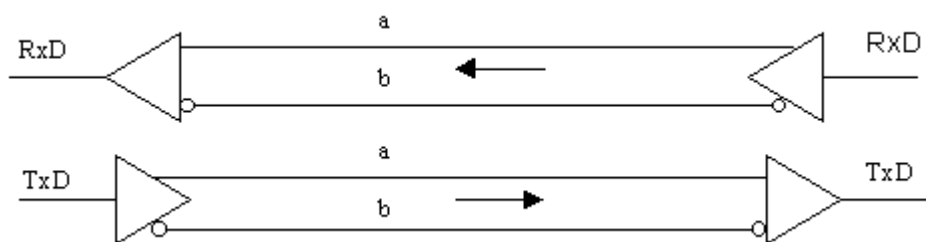
Z toho vyplývá i základní doporučení pro provedení linky rozhraní RS485 nebo RS422 – není-li k dispozici kroucený („twistový“) pár vodičů, je třeba použít alespoň tak vedené vodiče, aby se do obou indukovaly poruchy shodně.

1.2.1 Provedení linky rozhraní RS422 a RS485

Provedení obou linek je na Obr. 2 a Obr. 3. Jak již bylo uvedeno, obě linky přenášejí pouze data a nepoužívají žádné řídicí signály.

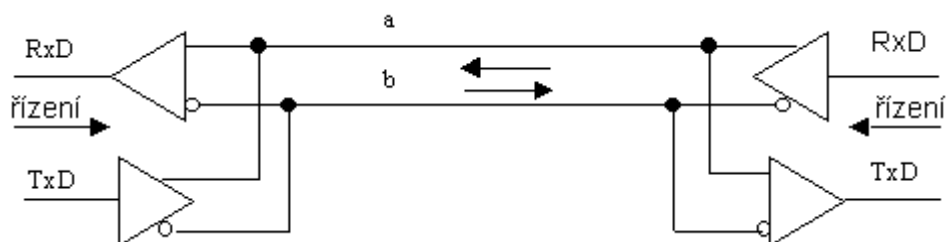
¹ Firma Advantech používá značení Data+ pro a, respektive Data- pro b.





Obr. 2 Provedení nevětvivé linky RS422

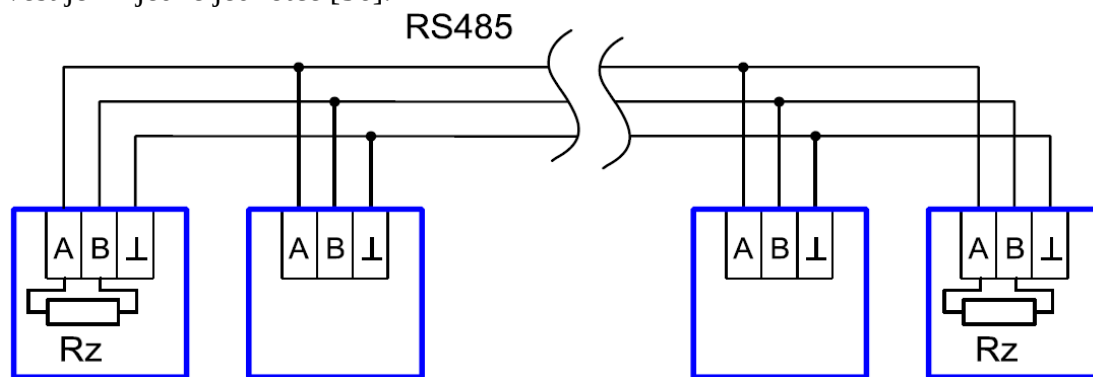
Linka rozhraní RS422 používá jeden pár vodičů pro signál RxD a druhý pro signál TxD. Z toho vyplývá, že použijeme-li rozhraní RS422 k prodloužení přenosové vzdálenosti místo třívodičového RS232C (RxD, TxD, GND) – viz Obr. 2, **nic se nemusí na způsobu komunikace měnit a není tedy třeba ani zásah do stávajícího software.**



Obr. 3 Provedení nevětvivé linky RS485.

Rozhraní RS485 nejčastěji používá jeden pár vodičů pro oba směry toku dat (v zapojení jedna kroucená dvoulinka). Je tedy třeba směr komunikace přepínat a to může být problém zvláště v případech, kdy s touto možností stávající software nepočítá. Přepínání směru komunikace jistě bude vyřešeno u zařízení, které obsahuje standardně linku RS485.

Síť RS485 musí mít liniovou strukturu se dvěma koncovými jednotkami, ostatní (průběžné) jednotky musí být připojeny k této linii ideálně bez odboček, přičemž případné odbočky z hlavní linie k průběžným jednotkám nesmí být delší než 3 m. Každá odbočka (T segment) smí vést jen k jedné jednotce [36].

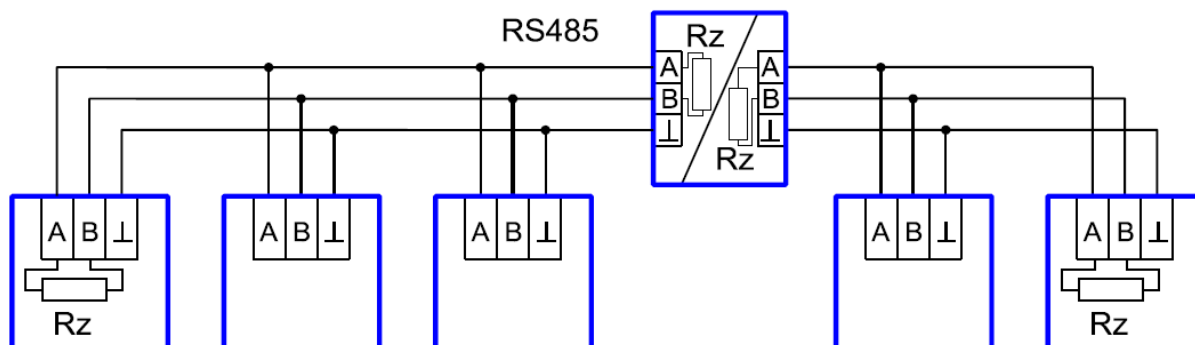


Obr. 4 Spojení více jednotek prostřednictvím RS485 do sítě

U koncových jednotek je nutno zapojit zakončovací odpory – viz obrázek.

V případě potřeby prodloužení komunikačního vedení na větší standardní vzdálenost než 1200 m. nebo potřebě zapojit více2 jednotek do sítě RS485 než je (typicky) 32, případně při požadavku galvanicky od sebe části sítě oddělit, musí se použít tzv. opakováče.

² Počet jednotek na síti závisí na použitém protokolu (omezení SW) a na technických parametrech připojených jednotek (omezení HW). Obvykle platí, že na jednom segmentu může být připojeno maximálně 32 jednotek (omezení HW). Tento počet je dán technickými



Obr. 5 Zapojení opakovače do topologie RS485.(Všimněte si ukončovacích odporů R_z – jejich bližší popis a význam viz odborná literatura.)

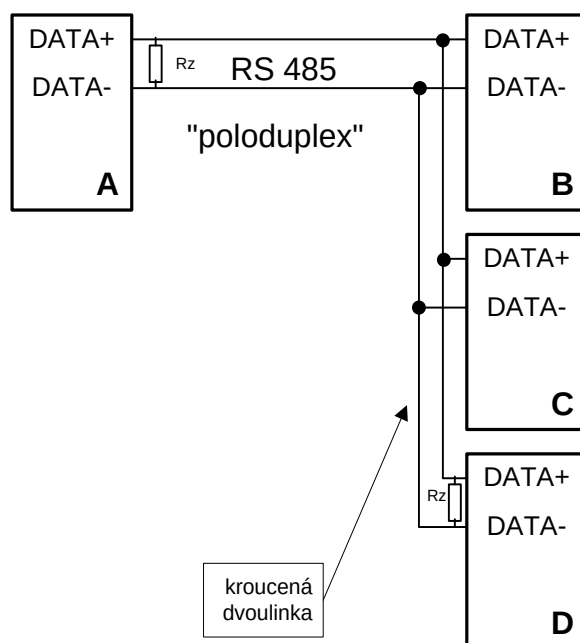
Typickým příkladem takového řešení jsou moduly ADAM4520 a ADAM4521. Modul ADAM4520 zajišťuje převod RS 232C na RS 422 a RS 485, ADAM4521 opačným směrem.



Obr. 6 ADAM-4521 RS232 na RS-422/RS-485 (vlevo) a USB na RS232/RS-422/RS-485 (vpravo)

parametry budičů linky RS485, použitých v daných jednotkách. Existují speciální budiče, kterých může být na jednom segmentu 64, 128 nebo 256.





Obr. 7 Příklad vícebodového poloduplexního zapojení zařízení pomocí RS485. (Pro označení linek použito značení podle rodiny modulů ADAM4000)

Základní zásady používání linky RS485 jsou [36]:

- Maximální délka jednoho segmentu bez opakovacího je 1200 m při rychlosti 0 – 19200 Bd. Pro vyšší rychlosti délka úměrně klesá, viz kapitola „2.1 Komunikační rychlost“.
- Maximální počet zařízení připojených na jeden segment je typicky 32 (toto číslo je závislé na
- technickém provedení dané jednotky). Při větším počtu zařízení je nutno rozdělit síť pomocí
- opakovacích na více segmentů.
- Maximální vzdálenost modulu od průběžného vedení (délka T segmentu) je 3 m.
- Na koncových stanicích je nutno zapojovat zakončovací rezistory o velikosti 120 Ω a rezistory pro definici klidových stavů.
- Zakončovací rezistory nesmí být zapojeny na průběžných stanicích.
- Pokud je linka RS485 vedena mimo jeden bleskosvodný systém je nutno ji chránit vhodnou přepětovou ochranou.
- Kabel musí být stíněný kroucený pár o průřezu žíly 0,35 .. 0,8 mm² s impedancí blízkou 120 Ω .
- Stínění kabelu se připojuje na svorku stínění konektoru linky RS485 a pouze v jednom bodě segmentu se spojuje se svorkou PE rozváděče (přímé uzemnění).
- V ostatních přípojních bodech se stínění spojuje se svorkou PE rozváděče přes bleskojistku (nepřímé uzemnění).
- Při problémech s komunikací v důsledku silného rušení je vhodné systém instalovat do
- kovového rozváděče a silné zdroje rušení (např. frekvenční měniče) instalovat mimo tento rozváděč.



1.3 SBĚRNICOVÝ SYSTÉM PROFIBUS

Celosvětově nejrozšířenější procesní sběrnice

Obecně je sběrnice PROFIBUS (PROcess Field BUS) určen pro nižší až střední rozsah komunikační výkonnosti. Přenosovým médiem je stíněná kroucená dvoulinka (standard RS 485) nebo optický kabel (skleněná nebo plastová vlákna). Přenosová rychlost je až 12 Mbit/s. PROFIBUS je průmyslová sběrnice používána při automatizaci výrobních linek a řízení výroby. Mezi nejrozšířenější varianty komunikačního protokolu PROFIBUS patří PROFIBUS DP a PROFIBUS PA.

- **PROFIBUS DP** najdeme ve většině zařízení průmyslové automatizace, výrobních linkách a CNC strojích, kde jsou do této sběrnice připojeny řídicí automaty, frekvenční měniče, vzdálené periferie IO, operátorské panely apod. Kabel pro PROFIBUS DP je tvořen dvěma vodiči (červený/zelený), které zajišťují datový přenos o různých rychlostech (např. 500kB, 1,5Mb, 3Mb, 6Mb, 12Mb). Zařízení připojená do sběrnice PROFIBUS DP mají svoje vlastní napájení.
- **PROFIBUS PA** se používá v procesní automatizaci a najdeme ho spíše v petrochemických provozech, kde se sbírají data z velkých vzdáleností, kde není kladen důraz na rychlost čtení/zápis hodnoty, kde je výbušné prostředí apod. Na rozdíl od PROFIBUS DP je protokol PROFIBUS PA přenášén pouze jednou rychlostí 31,25kb a po stejných vodičích je zároveň napájeno připojené zařízení PROFIBUS PA.

Pro správnou funkci sítě PROFIBUS a její bezproblémový chod je třeba při její instalaci a provozu dodržovat následující pravidla instalace:

1.3.1 Topologie sítě

PROFIBUS je založen na komunikačním standardu RS485, který spojuje stanice buď lineárně nebo do hvězdice. Nejčastěji se používá lineární spojení, tzn. stanice jsou propojené PROFIBUS kabelem jedna za druhou a síť je na obou koncích zakončena zapnutými odpory. Různé rychlosti sítě PROFIBUS jsou omezeny maximální délkou jednoho segmentu. Pokud instalace vyžaduje větší délku segmentu, je třeba použít repeater (opakovač). Doporučené délky segmentu PROFIBUS pro všechny rychlosti najdete v následující tabulce.

Rychlost sítě PROFIBUS	Maximální délka segmentu
9.6 kbit/s	1000 m
19.2 kbit/s	1000 m
45.45 kbit/s	1000 m
93.75 kbit/s	1000 m
187.5 kbit/s	1000 m
500 kbit/s	400 m
1500 kbit/s	200 m
3000 kbit/s	100 m
6000 kbit/s	100 m
12000 kbit/s	100 m

1.4 CAN

CAN je sériový komunikační protokol, který umožňuje efektivně provádět distribuované řízení systémů v reálném čase s přenosovou rychlostí do 1 Mbit/s a vysokým stupněm zabezpečení přenosu proti chybám. Jedná se o protokol typu multi-master, kde každý uzel sběrnice může být master a řídit tak chování jiných uzlů. Není tedy nutné řídit celou síť z jednoho "nádřazeného" uzlu, což přináší zjednodušení řízení a zvyšuje spolehlivost (při poruše



jednoho uzlu může zbytek sítě pracovat dál). Pro řízení přístupu k médiu je použita sběrnice s náhodným přístupem, která řeší kolize na základě prioritního rozhodování. Po sběrnici probíhá komunikace mezi dvěma uzly pomocí zpráv (datová zpráva a žádost o data), management sítě (signalizace chyb, pozastavení komunikace) je zajištěn pomocí dvou speciálních zpráv (chybové zprávy a zprávy o přetížení).

CAN (Controller Area Network) se během posledních dvaceti let stala velice rozšířenou průmyslovou sběrnici. Vděčí za to především aplikační oblasti automobilového průmyslu, pro který byla původně firmou Bosch vyvinuta. Od svého vzniku se tato sběrnice rozšířila téměř do všech oblastí průmyslu, včetně aplikací se značnými nároky na synchronní přenos dat s rychlou odezvou – např. v robotice. Výhodou sběrnice CAN je flexibilita v přenosových rychlostech a dosahu (podobně jako u rozhraní RS485). Výsledkem je kompatibilita v připojení zařízení od různých výrobců na sběrnici (podobně jako u PROFIBUSu). CAN patří k průmyslovým komunikačním sítím označovaným jako provozní sběrnice, fieldbus.

CAN je velmi vhodná pro propojení inteligentních senzorů a akčních členů. Komunikující zařízení může být jednočipový mikropočítač, IPC, PLC apod. Toto zařízení řídí celou připojovanou stanici.

Chybí obrázek

Obr. 8 Blokové schéma stanice připojené ke sběrnici CAN

1.4.1 Přednosti sběrnice CAN

Mezi výhody rozhodující o jejím nasazování patří zejména:

- na rozdíl od rozhraní typu RS232C/422/485 jde o protokol,
- lze jednoduše nahradit za stávající RS232C/422/485 i v nejjednodušších aplikacích a je prakticky na stejné cenové úrovni [16],
- v současnosti HW podpora i u běžných mikrokontrolérů (např. ARM7),
- vysoká spolehlivost – použitý síťový protokol detekuje a opravuje případné přenosové chyby, zabezpečení zpráv je provedeno pomocí několika mechanismů (např. CRC), které jsou v činnosti současně.

V současné době se také používají dvě standardizované varianty CAN (její aplikační vrstvy EN 50325): DeviceNet a CANopen. DeviceNet je optimalizována pro průmyslovou automatizaci, CANopen ocení spíše výrobci vestavných systémů a řídicích systémů strojů.

V oblasti IPC je možné pro realizaci CAN rozhraní použít řadu specializovaných karet nebo modulů (např. USB/CAN). **V každém případě lze doporučit při výběru konzultovat vzájemnou kompatibilitu.**

Například firma Advantech nabízí konvertor ADAM4525 rozhraní RS232C na rozhraní sběrnice CAN a opakovací ADAM4515. Nebo modul I-7565 firmy icpdas realizuje konverzi USB/CAN. Pomocí těchto modulů lze realizovat jednoduchým způsobem přístup na tuto sběrnici pomocí standardního IPC (vybaveného pouze rozhraním RS232C/422/485).

1.5 CVIČENÍ

Samostatná práce:

Řídicí systém na bázi průmyslového PC vybavený pouze USB rozhraním a volným PCI slotem má komunikovat se staršími typy jednotek s rozhraním RS-232, dále s moduly komunikujícími s CAN a RS485 rozhraním. Navrhněte vhodné řešení.

Návod: Pro zvýšení spolehlivosti dejte přednost řešení s galvanickým oddělením

Přednáškový text se vztahuje k těmto otázkám.



Stavebnice pro dálkový a distribuovaný sběr dat, distribuované systémy řízení.

Kontrolní otázky:

1. V čem spočívá zvýšená odolnost RS-485 oproti např. RS-232 rozhraní?
2. Vyjmenujte průmyslové komunikační sběrnice.
3. Jaké jsou parametry těchto sběrnic?
4. K čemu slouží opakovač?
5. K čemu je určen PROFIBUS PA?
6. Pro jaké průmyslové odvětví byla sběrnice CAN v prvopočátku určena?



2 LITERATURA

- [1] Advantech *ADAM 4000 Series User's Manual*. (Uživatelský manuál Advantech), Taiwan: Advantech, 1997.
- [2] PC/104 consortium - <http://www.pc104.org>
- [3] <http://www.pc104.com>
- [4] <http://www.rtd.com>
- [5] VOJÁČEK, A.: Základní typy jednodeskových počítačů - Embedded SBC (<http://automatizace.hw.cz/plc-automaty/ART305-zakladni-typy-jednodeskovych-pocitacu--embedded-sbc.html>)
- [6] <http://www.acrosser.com>
- [7] <http://www.icpamerica.com>
- [8] <http://www.ieiworld.com/>
- [9] <http://www.adlinktech.com/>
- [10] <http://www.icpdas.com>
- [11] <http://www.kotlin.cz/>
- [12] <http://www.opto22.com>
- [13] http://www.uzimex.cz/soubory/20090529_ads50-10_cz.pdf
- [14] Screw Terminal Boards for PC based I/O Boards (Daughter Boards) (http://www.icpdas.com/products/DAQ/pc_based/pc_based_io.htm#4)
- [15] Pololu1186: (<http://www.pololu.com/catalog/product/1186%20target=>)
- [16] SG-3011: (<http://www.icpdas.com/products/DAQ/signal/sg-3011.htm>)
- [17] National Instruments: *Measuring Strain with Strain Gages – tutorial*. (<http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/3642>)
- [18] Advantech *PCL-812PG, Enhanced Multi-Lab Card*. (manuál k multifunkční kartě PCL-812-PG), Taiwan: Advantech, 1994, 173 p.
- [19] Sigma-delta converters: (<http://www.numerix-dsp.com/appsnotes/APR8-sigma-delta.pdf>)
- [20] katalog Sick/Stegmann – irc senzor DKS40 (<http://www.compel.ru/pdf/SICK/DKS40.pdf>)
- [21] VRBA, K. a kol.: *Teorie vzájemného převodu analogového a číslicového signálu*. Skriptum VUT Brno, 131 s., 2006
- [22] Advantech *PCL-818L User's Manual*. (Uživatelský manuál), Taiwan: Advantech, 1995.
- [23] <http://www.omegaoptics.com/Technology%20-%20Backplane.asp>
- [24] ICP *Icp – Design & Manufacture* (katalog). Taiwan: ICP, 2010.
- [25] NOVÁK, P. a NOSKIEVIČ, P. a KLEN, P. Řídicí systém pódiových stolů ve Smetanově síni v Obecním domě v Praze. In *XX.Seminář ASŘ 97- Počítače v měření, diagnostice a řízení, mechatronika*“ (sborník). Ostrava: VŠB-TUO, 1997, s. 36/1-7, ISBN 80-02-01153-8.
- [26] NOVÁK, P. Řídicí systém automatického řízení pohybu navařovací hubice při renovaci exponovaných míst kolejnic navařováním. In *XX.Seminář ASŘ 97- Počítače v měření, diagnostice a řízení, mechatronika*“ (sborník). Ostrava: VŠB-TUO, 1997, s. 24/1-3, ISBN 80-02-01153-8.



- [27] ŽÁČEK, J. Elektromagnetická kompatibilita a projektování elektrotechnických systémů. In *Automatizace* (časopis), 1998, č. 1, s. 10-16.
- [28] Mite: (<http://www.mite.cz>)
- [29] FIREMNÍ ČLÁNEK. Měření teploty v silech. In *Automa* (časopis) 1999, č. 5-6, s.32.
- [30] wikipedia: http://cs.wikipedia.org/wiki/A/D_p%C5%99evodn%C3%ADk
- [31] Vaughan, J.: *Application of B&K Equipment to Strain Measurements*. Bruel&Kjaer, Dánsko 1975
- [32] KLABOCH, L.: *Experimentální metody*. Skriptum fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT Praha, 1982.
- [33] HÁZE, J. a spol. *Teorie vzájemného převodu analogového a číslicového signálu*. (skriptum). FEKT VUT V Brně, 139 s., 2010.
- [34] ŠTEFAN, R. Měřicí karty – jak správně vybírat. Au *Automa* (časopis) 2004, č.7, s.32.
- [35] ICP DAS PCI-1202/1602/1800/1802 Hardware User's Manual, 101 s., 2007
- [36] Amit *Zásady používání RS485* www.amit.cz

Internet

<http://nudaq.com/>

<http://www.icpdas.com.tw/>

<http://www.advantech.com/>

<http://axiomtek.com/>

<http://czech.ni.com/>

<http://www.omega.com/>

<http://www.tedia.cz/>

