

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	ČÍTAČE A ČASOVAČE	3
1.1	Úvod	4
1.2	Čítač	4
1.3	Časovač	6
1.4	Cvičení.....	9
2	LITERATURA	13



1 ČÍTAČE A ČASOVAČE



OBSAH KAPITOLY:

Úvod

Čítač

Časovač

Příklady aplikací

Zadání k řešení



MOTIVACE:

Cílem této přednášky je seznámit posluchače s obvody typu čítač a časovač. Ty se používají pro čítání pulsů, včetně inkrementálních senzorů a pro generování pulzních a časových signálů.

Budete umět:

- orientovat se v základních řešeních využívající čítače a časovače,
- rozumět základním vlastnostem a parametrům.

Rovněž si doplníte odbornou terminologii z této oblasti.



1.1 ÚVOD

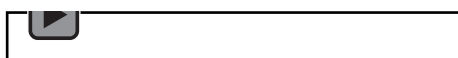
Čítače a časovače jsou dalším představitelem binárních vstupů a výstupů, mají však podstatně komplexnější charakter. Zde předpokládáme hardwarové čítače a časovače.

Čítač (counter), slouží k počítání pulsů přicházejících např. ze senzoru. Zpravidla je možno také určit, na jakou část pulsu má čítač reagovat – čelo, nebo tyl. Čítač je také charakterizován svou kapacitou, respektive počtem bitů. Tato kapacita určuje, do jak velkého čísla může počítat, respektive inkrementovat svůj obsah o jedničku (ten nemusí být nutně na počátku nulový).

Časovač (timer) slouží ke generování pulzního signálu, kterým může být ovládán další subsystém. Může se např. jednat o generování PWM signálu, řízení otáček/polohy pohonu s krokovým motorem, případně pouze generovat signál o určitém kmitočtu.



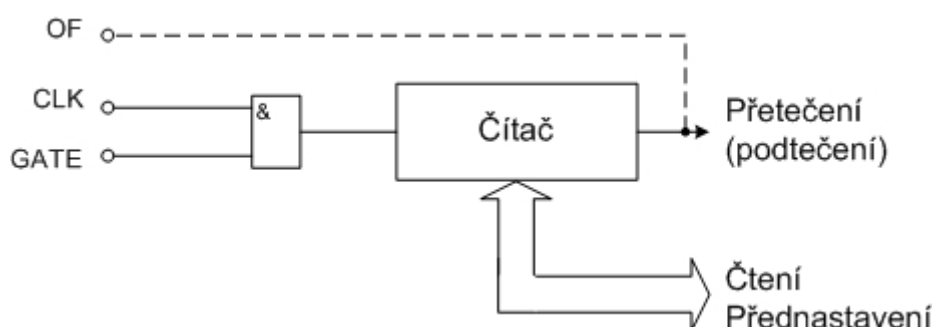
Audio 1.1 Úvod



1.2 ČÍTAČ

Čítač (counter), slouží k počítání pulsů přicházejících např. ze senzoru. Zpravidla je možno také určit, na jakou část pulsu má čítač reagovat – čelo, nebo tyl. Čítač je také charakterizován svou kapacitou, respektive počtem bitů. Tato kapacita určuje, do jak velkého čísla může počítat, respektive inkrementovat svůj obsah o jedničku (ten nemusí být nutně na počátku nulový).

Při překročení maximální kapacity čítače – jak už bylo řečeno, je dána počtem bitů – dojde k jeho tzv. „přetečení“. Toto přetečení způsobí vynulování čítače (ten začíná čítat opět od nuly). Vlastní přetečení (jedná se o HW signál) může být dále přivedeno (připojeno) na čítací vstup dalšího čítače. Tímto způsobem je možné čítače tzv. řetězit (zapojit do kaskády) a zvyšovat tak jejich celkovou kapacitu. Např. zapojením dvou 16bitových čítačů – každý o kapacitě $2^{16}=65536$, získáme kapacitu $2^{32}=4294967296 = (4,29.10^9)$ atd.

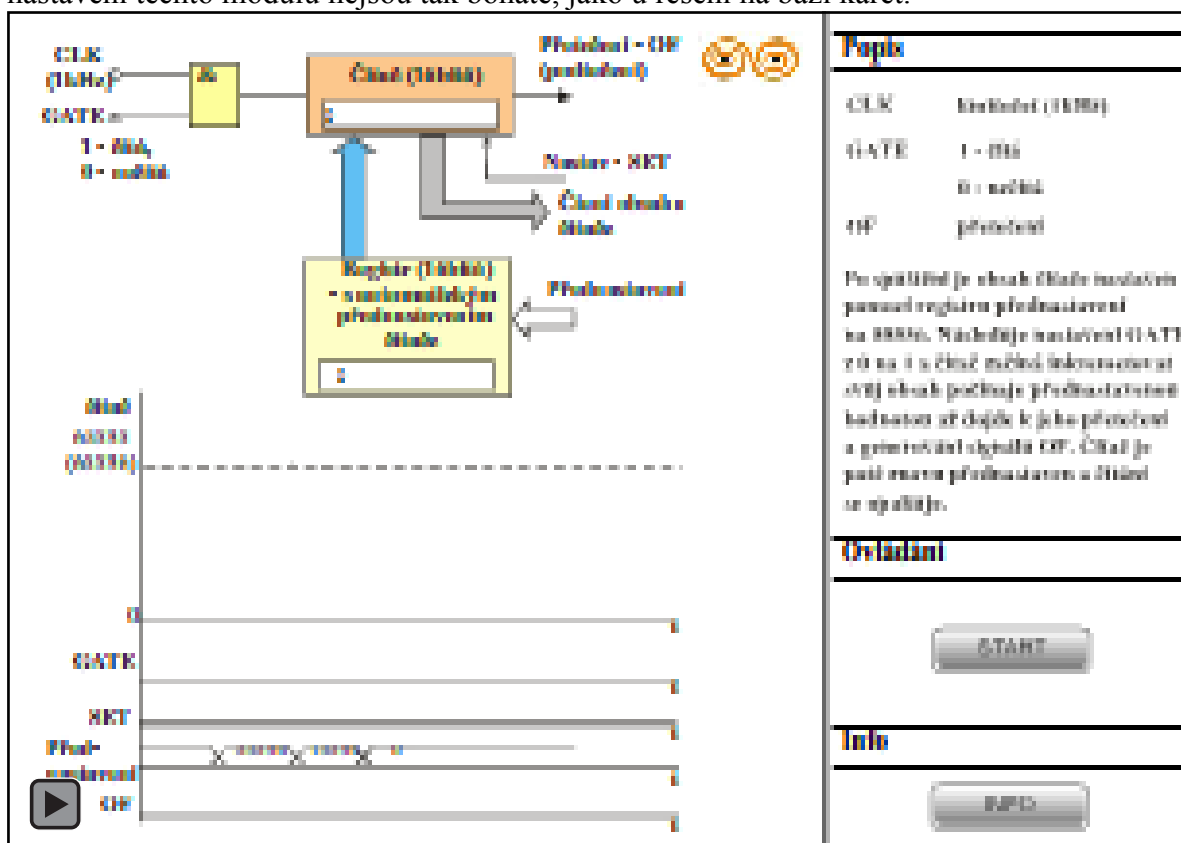


Obr.1 Blokové schéma zapojení čítače – „counter“. Popis v textu.

¹ Protože je počítáno i s nulou, maximální obsažené číslo je 65535 ! Celkem 65536 hodnot.



NuDAM-7080 atd. musíme vzít v úvahu, že případná odezva na událost přetečení – dáno komunikací po sériové sběrnici – bude delší. Také jsme zde – zpravidla – omezení možností čítače řadit do kaskády, kapacitou čítače a maximální vstupní frekvencí. Rovněž možnosti nastavení těchto modulů nejsou tak bohaté, jako u řešení na bázi karet.



Animace 1.2 Čítání čítače, jeho ovládání signálem GATE, při přetečení generováno „přetečení“.

1.3 ČASOVAČ

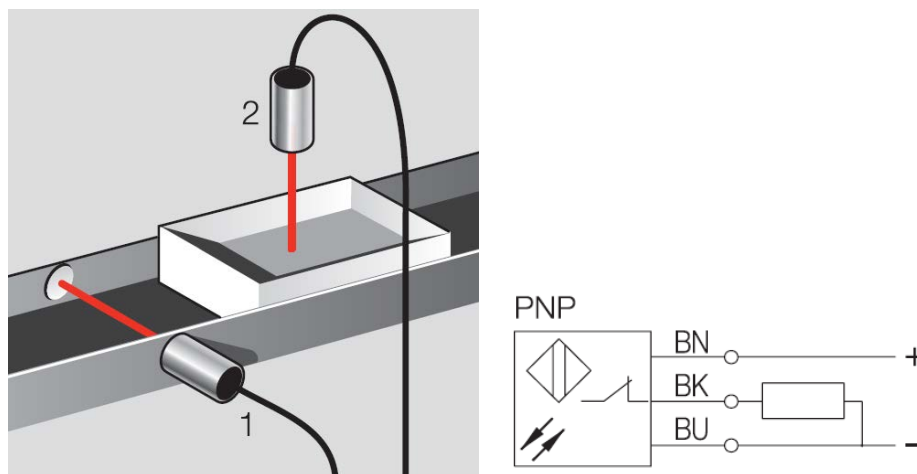
Časovač (timer) slouží ke generování pulzního signálu, kterým může být ovládán další subsystém. Může se např. jednat o generování PWM signálu, řízení otáček/polohy pohonu s krokovým motorem, případně pouze generovat signál o určitém kmitočtu. Obvodové zapojení je v podstatě opačné než u čítače – výstupem je zde vývod označený na Obr.1 „OF“ – Over Flow (přetečení), nebo též Out.

Důležitá poznámka:

Čítače/časovače bývají často součástí měřicích multifunkčních karet, kde jsou některé z nich určeny pro ovládání/automatizaci měření A/D převodníkem. Zde pak mohou generovat spouštění měření v předem nastavených intervalech atp. Tyto čítače/časovače nejsou proto zpravidla dostupné pro jiné použití.

Zadání: Pomocí optické závory počítejme počet výrobků na dopravním páse a vizuálně signalizujte načítání určitého (zvoleného) počtu.

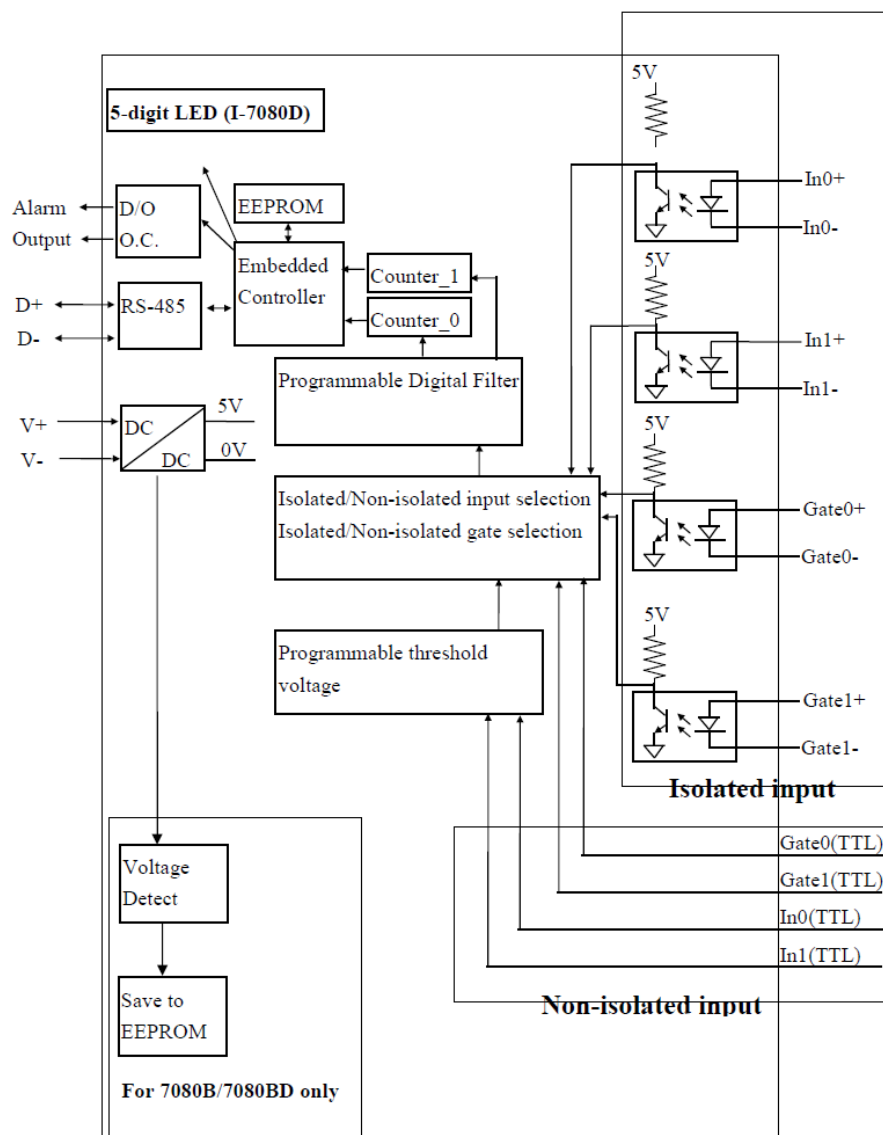




Obr.2 Příklad použití reflexní optické závory BOS 08M-PO-PR10-03 PNP Spínání na světlo.

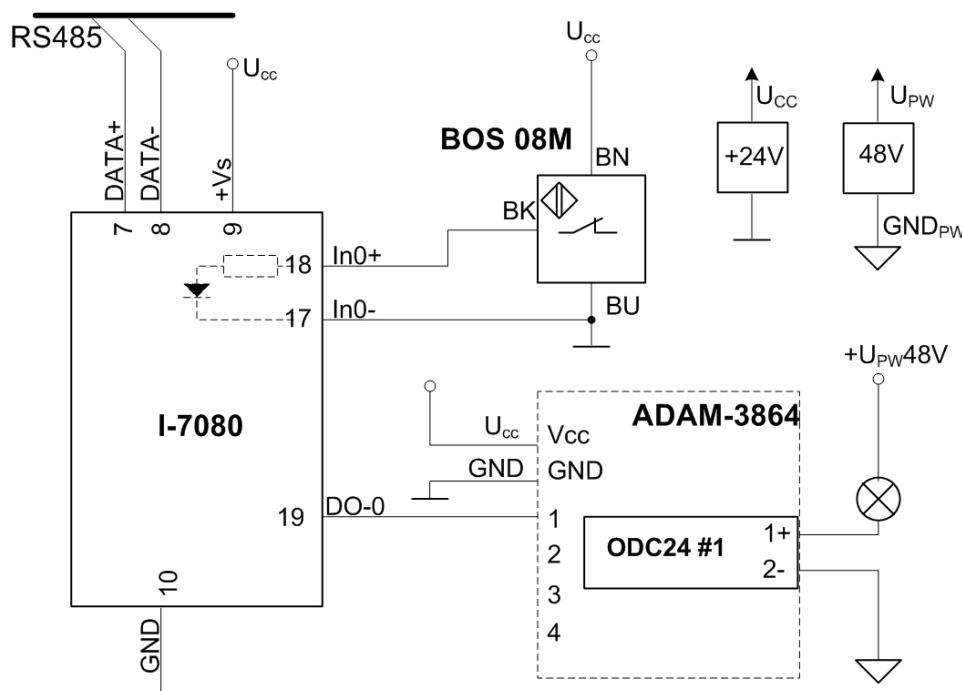
Řešení: Jedná se o velice častý případ z praxe, kdy potřebujeme počítat (měřit) pulzní signál představovaný detekcí předmětu (polohy) vhodným senzorem. Zde použijeme optoelektronický senzor - reflexní optickou závoru BOS 08M-P0-PR10-03 PNP, výrobce Balluff. Zvolený typ rozpíná na „světlo“, tedy je sepnut, v případě, že je světelný paprsek přerušen. Výstup tohoto senzoru připojíme na čítačový vstup. Vzhledem k jednoduchosti a předpokládaným nízkým nárokům na vstupní kmitočet zvolíme modul distribuovaných DIO – např. I-7080 (výrobce ICP_DAS). Použitím tohoto modulu také vyřešíme problém napěťových úrovní mezi senzorem a vstupem čítače, který bychom museli řešit v případě použití zásuvné PC karty s čítačovým(i) vstupem. Ty totiž bývají – zpravidla – v úrovních TTL.

Zvolený modul I-7080 má tyto parametry: dva nezávislé přednastavitelné 32bitové čítače, optoizolované (log0: 0-1V, log1 3,5-30V) /neizolované vstupy, funkce časovače, nastavitelný alarm. Tento alarm – výstup D/O viz Obr.3 představuje logický výstup, který se po načítání určité hodnoty automaticky nastaví (na danou logickou úroveň). Tuto vlastnost využijeme pro optickou vizualizaci načítání určitého počtu tím, že tímto výstupem sepneme informační kontrolku (žárovku). Modul I-7080 umožňuje také – v rámci konfigurace – potlačit vliv řídicího vstupu gate, takže ho zde nebudeme ošetřovat (čítač bude tedy trvale čítat).



Obr.3 Blokové schéma zapojení I-7080 – modulu čítačů.

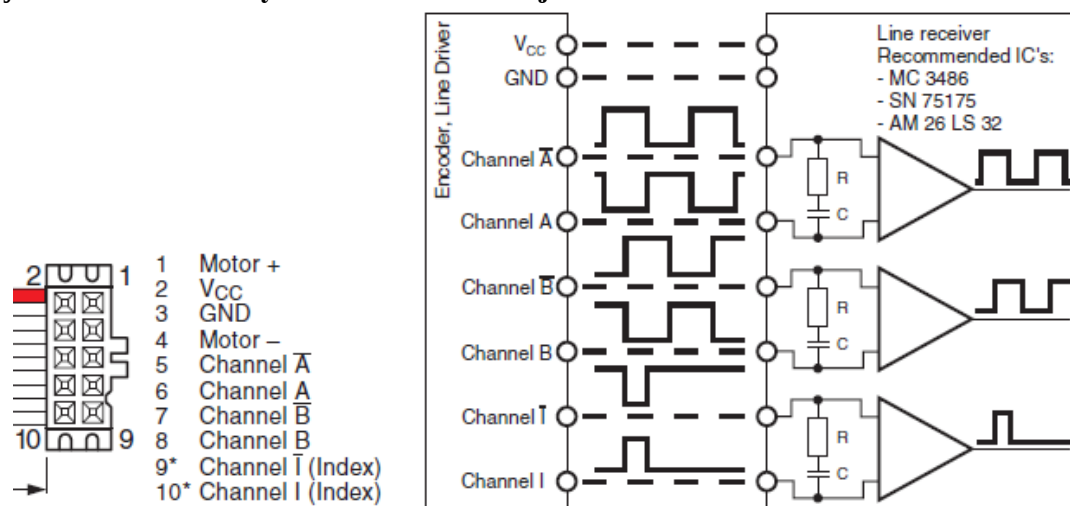
Popis zapojení – výstup optozávory BOS 08 (vodič BK) je přiveden na otoizolovaný vstup čítače č.0 In0+ modulu i-7080 – viz Obr. 4. Druhá část optoizolovaného vstupu je připojena na zem (GND). Výstup alarmu DO-0 je typu otevřený kolektor, ale má maximální proudovou zatížitelnost 30mA, což je nedostatečné pro spínání vizualizačního světla. Proto je tímto výstupem spínáno SSR – modul ODC24, který je osazen v montážní desce ADAM-3864 (nebo obdobné). Všimněme si, že modul I-7080 i senzor BOS 08M jsou napájeny ze stejného zdroje napětí. Není zde tedy realizováno důsledné optooddělení ale pouze přizpůsobení logických úrovní.



Obr. 4 Schéma zapojení pro čítání pulsů senzoru BOS 08M a spínání vizualizačního světla.

1.4 CVIČENÍ

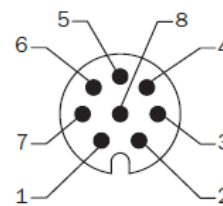
Zadání: Měřte otáčky motoru. Motor je vybaven inkrementálním senzorem. Připojte tento senzor do řídicího systému a řiďte otáčky motoru prostřednictvím PWM signálu přivedeným na PWM vstup jeho řídicí jednotky. V návrhu zohledněte požadavek na vysokou frekvenci akčních zásahů – jedná se o rychlý víceosý systém, cca 100Hz a podporu zvýšení rozlišení inkrementálního senzoru dekodováním v režimu X4. Jako inkrementální senzor je použit 3kanálový DKS40 s 256 pulsy/otáčku a rozdílovými TTL výstupy. Napájení senzoru je +5V, zapojení viz Obr. 6 a **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů..**



Obr. 5 Zapojení konektoru a propojovací schéma inkrementálního senzoru Maxon MR 228177.

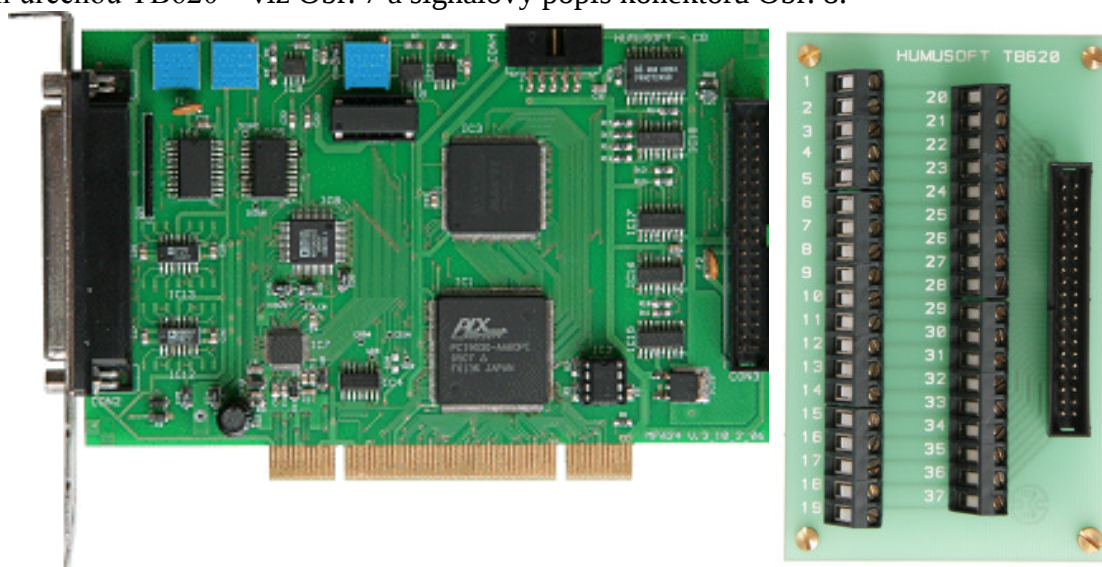


8-Pin, M12 connector	Core colour	Signal OC	Signal TTL, HTL	Explanation
1	Brown	N. C. ³⁾	$\bar{A}$	Signal line
2	White	A	A	Signal line
3	Black	N. C. ³⁾	$\bar{B}$	Signal line
4	Pink	B	B	Signal line
5	Yellow	N. C. ³⁾	$\bar{Z}$	Signal line
6	Lilac	Z	Z	Signal line
7	Blue	GND	GND	Ground connection
8	Red	+U _S	+U _S	Power supply ¹⁾



Obr. 6 Zapojení konektoru inkrementálního senzoru Sick/Stegmann DKS40.

Řešení: Ze zadání plyne, že systém má být schopen provádět dekodování kvadrurního signálu inkrementálního senzoru otáček (polohy) IRC v režimu X4 (4násobné zvýšení rozlišení počtu pulsů na otáčku) a akční zásahy v řádu stovek hertz. Nemůžeme zde tedy použít modulů distribuovaných vstupů a výstupů s ohledem na jejich nižší přenosovou rychlost. Použijeme zde tedy řešení založené na zásuvné kartě obsahující kvadrurní dekodér (dekodéry) a časovače – pro generování PWM signálu každé osy. (Další možností by bylo použití specializované karty přímo určené pro řízení pohonů, i víceosých.). Zvolme dostupnou kartu MF624 českého výrobce Humusoft, která mimo AIO a DIO disponuje 4 vstupy inkrementálních snímačů (SE nebo DIFF) a příslušnými kvadrurními dekodéry i v X4 režimu, dále obsahuje čtyři 32bitové čítače/časovače, vše na úrovních TTL. Splňuje tedy naše požadavky – zvládne zpracovat až 4 osy. Jako dceřinou desku – svorkovnici – použijeme k ní určenou TB620 – viz Obr. 7 a signálový popis konektoru Obr. 8.



Obr. 7 Karta MF624 a svorkovnice TB620 výrobce Humusoft. V čele karty je X1 a v zadu X2 konektor.

² Pátý časovač je používán vnitřními obvody karty – podrobnosti viz manuál.



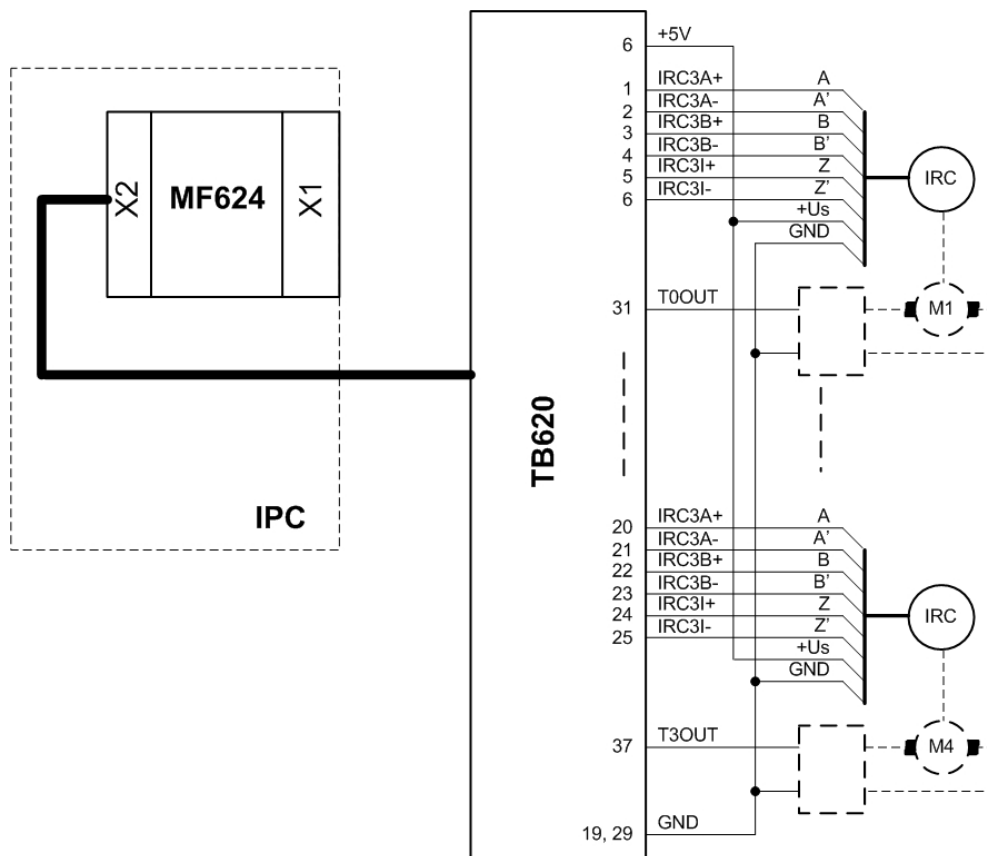
IRC0A+	1	20	IRC3A+
IRC0A-	2	21	IRC3A-
IRC0B+	3	22	IRC3B+
IRC0B-	4	23	IRC3B-
IRC0I+	5	24	IRC3I+
IRC0I-	6	25	IRC3I-
IRC1A+	7	26	TRIG
IRC1A-	8	27	
IRC1B+	9	28	+5V
IRC1B-	10	29	GND
IRC1I+	11	30	T0IN
IRC1I-	12	31	T0OUT
IRC2A+	13	32	T1IN
IRC2A-	14	33	T1OUT
IRC2B+	15	34	T2IN
IRC2B-	16	35	T2OUT
IRC2I+	17	36	T3IN
IRC2I-	18	37	T3OUT
GND	19		

Obr. 8 Zapojení konektoru X2 karty MF624.(Jedná se o výstupní konektor redukce.)

Popis zapojení:

Jednotlivé kanály IRC senzoru jsou k dispozici v rozdílovém tvaru (A-A', atd.). Připojeny jsou vždy na příslušné vstupy kvadrurního dekodéru na kartě MF624, respektive předřazené svorkovnice TB620. Kvadrurní signály jsou A a B, nulový puls je označen Z. Ve schématu jsou zakresleny první a čtvrtý senzor. Řídicí jednotka motoru – označena čárkovaně – je ovládána pulzním signálem (PWM), generovaným kartou na výstupu TnOUT, kde n je číslo časovače. Karta MF624 obsahuje ještě analogové vstupy a výstupy (AIO) a digitální vstupy a výstupy (DIO). Tyto signály jsou vyvedeny na konektoru X1 a je možné je v aplikaci také použít. Bližší informace, včetně SW podpory karty MF624 lze nalézt na stránkách výrobce Humusoft.





Obr.9 Napojení až 4 inkrementálních senzorů na kartu MF624 a řízení motorů pomocí PWM (kresleno čárkovaně). TB620 – svorkovnice, kabel je součástí dodávky.

Samostatná práce:

Upravte výše uvedené zapojení pro připojení inkrementálních senzorů, které nemají rozdílové (diferenciální) výstupní signály ale pouze se společnou zemí (SE). Prostudujte manuál karty MF624.

Přednáškový text se vztahuje k těmto otázkám.

Časovače a čítače, zpracování signálů IRC senzorů.

Kontrolní otázky:

1. Jaký je rozdíl mezi čítačem a časovačem?
2. Předpokládejme, že pomocí čítače potřebujeme měřit délku pulsu. Co musíme zohlednit při volbě kmitočtu (hodinového kmitočtu) přivedeného na vstup CLK?
3. Jaký význam má kaskádové zapojení čítačů?
4. Co je to přetečení čítače? K čemu se využívá?
5. Co znamená, že čítač/časovač je přednastavitelný?
6. Kolika bitový čítač musíme použít, chceme-li jím po dobu 10 sekund čítat pulsní signál o frekvenci 2,54 MHz?



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/>

