

Řešení konkurenčního přístupu řídicího HW k řízenému laboratornímu modelu

Bc. Jan Riedl, Bc. Martin Cahyna, Ing. Pavel Trnka PhDr.

ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav přístrojové a řídicí techniky, Technická 4, 166 07 Praha 6, Česká republika

Abstrakt

Tato práce se zabývá možnostmi řešení konkurenčního přístupu dvou řídicích HW k jednomu řízenému laboratornímu modelu. Podstatou práce je směřování výstupních řídicích signálů z PLC a měřicí karty do laboratorního modelu, a naopak v případě zpětné vazby. Úlohu zpracováváme v rámci skupiny diplomových prací zabývajících se modernizací laboratoře automatického řízení ústavu přístrojové a řídicí techniky.

Klíčová slova: Konkurenční přístup; PLC; Přepínač; Relé; Analogový přepínač; Signál

1. Úvod

Konkurenční přístup zde chápeme tak, že řídicí signály vstupují do laboratorního modelu (dále LM) buď z programovatelného logického automatu (dále PLC), nebo měřicí karty (dále MK), která je připojena k laboratornímu počítači.

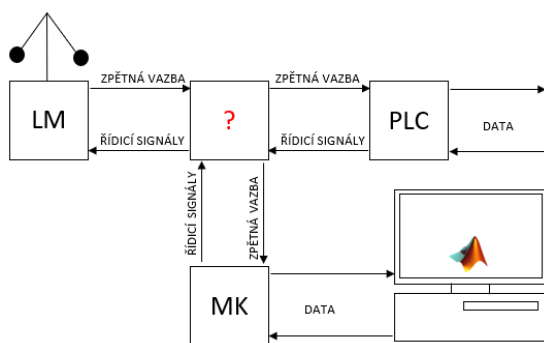
Laboratoř automatického řízení (místnost 111 budovy Fakulty strojní ČVUT v Praze) je určena primárně studentům předmětů Automatické řízení (dále AŘ) a Identifikace dynamických systémů (dále IDS).

Předmět AŘ je základní kurz pro studenty všech specializací fakulty strojní. Při laboratorních cvičení se studenti seznamují s tím, jak vypadá automatizace v praxi. K tomu využívají PLC, které se naučí programovat pro potřeby logického řízení, seřizování regulátorů a měření frekvenčních charakteristik.

Předmět IDS je určen pro studenty navazujícího magisterského studia, kde se v rámci semestrální práce zaměří na modelování systému (v prostředí Matlab Simulink), který identifikují. K této identifikaci využívají MK.

Cílem tohoto příspěvku je porovnat možná řešení.

2. Blokové schéma zapojení



Obr. 1. Blokové schéma zapojení laboratorní úlohy. (Otazníkem je označeno zařízení pro řešení konkurenčního přístupu.)

Hlavními komponenty dle blokového schématu jsou:

- PLC Tecomat Foxtrot CP-1013
- MK LabJack U3-HV
- Laboratorní PC
- LM (laboratorní model)
- Zařízení (označeno „?“), které řeší konkurenční přístup PLC a MK k LM

3. Typy přenášených signálů

3.1. Digitální signály

Tyto signály budou využity v logickém řízení, tj. stavy „zapnuto“ a „vypnuto“. V prvním případě půjde o TTL nebo CMOS logiku, jejichž napěťové úrovně jsou definovány v Tabulkách 1 a 2. [1]

Tabulka 1. Napěťové úrovně TTL logiky

Logická „0“	$0 \div 0,8 \text{ V}$
Logická „1“	$2 \div 5 \text{ V}$
Zakázaný stav	$0,8 \div 2 \text{ V}$

Tabulka 2. Napěťové úrovně CMOS logiky ($V_{cc} = 5\text{V}$)

Logická „0“	$0 \div 1,5 \text{ V}$
Logická „1“	$3,5 \div 5 \text{ V}$
Zakázaný stav	$1,5 \div 3,5 \text{ V}$

V dalším případě půjde o binární řídicí signál, jehož úrovně jsou dány výstupními napětími digitálních výstupů PLC, které lze nakonfigurovat včetně zakázaného stavu.

Zakázaný stav je pásmo neurčitosti, kde není určeno, o jakou úroveň se jedná. Zavádí se z toho důvodu, že nejsme schopni vytvořit signál bez šumu.

3.2. Analogové signály

Tyto signály budou využívány v ostatních případech laboratorních úloh, tj. při identifikaci, nastavování parametrů regulátorů, měření frekvenčních vlastností atd.

Analogové řídicí signály jsou ve formě proudové nebo napěťové úrovně. Unifikované úrovně jsou definovány dle evropských norem, viz Tabulka 3. [2]

Tabulka 3. Unifikované úrovně analogových signálů

Napěťový signál	0 až +10 V
	0 až +5 V
Proudový signál	4 až 20 mA

3.3. Signály pro řízení krokového motoru

PLC, které bude využíváno k řešení diplomových prací disponuje 2 x 2 digitálními výstupy pro ovládání krokových motorů. Tyto výstupy přímo ovládají cívky krokového motoru PLC používá pro jejich ovládání vstupní parametry, jimiž jsou směr otáčení a frekvence (hodinový signál). [3]

4. Způsoby přepínání v průmyslových aplikacích

V této kapitole budou popsány 3 základní typy přepínání využívané v průmyslových aplikacích.

4.1. Ruční přepínání

Pro přímé přepínání se například využívají páčkové, kolébkové nebo otočné přepínače. Tyto přepínače v kombinaci se signálovými kontrolkami používají na ovládacích panelech nebo operátorských pracovištích, zejména pak jako HMI (Human Machine Interface). Principem je přímé přesměrování signálu mezi dvěma cestami.



Obr. 2. Ilustrační foto vačkového otočného přepínače. (Převzato z [4].)

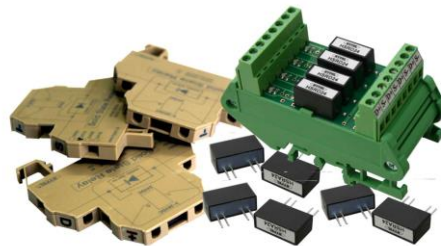
4.2. Relé

Systém relé je dodnes hojně využíván. Jeho princip spočívá v tom, že po průchodu proudem cívkou se vytvoří magnetické pole, jehož přitažlivá síla přitáhne kontakt do polohy sepnuto nebo rozepnuto. Relé se rozdělují dle typu kontaktů (NO – Normally Open, NC – Normally Close), dle funkce (SPST – Single Pole Single Throw, DPDT – Double Pole Double Throw atd.), dle elektrických parametrů (jmenovité napětí a proud cívky, aj.), atd.

Výhodou je jednoduchost použití, robustnost, vyšší spínané proudy (desítky ampér), odolnost proti rušení, možnost nepřímého ovládání.

Nevýhodou je trvalý odběr proudu v sepnutém stavu, nízká frekvence spínání (nelze použít PWM), životnost, hlučnost.

Cena relé má veliký rozsah. Začíná řádově na desítkách korun a končí v řádech tisíců. Záleží na tom, jaký účel má plnit, kde má být umístěno, jakého výrobce si zvolíme, dále jestli chceme jednotlivé relé nebo reléový modul.



Obr. 3. Ilustrační foto sortimentu relé (Převzato z [5].)

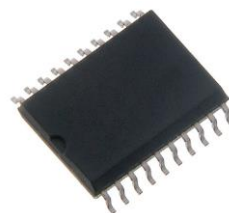
4.3. Analogový přepínač

Analogový přepínač funguje podobně jako relé: když na řídicí vstup přivede napětí úrovně log. 1, dojde k přepnutí kontaktu. Tento typ přepínání se používá i v IT jako ethernetový přepínač, přepínání dvou nebo více rozhraní atd. Rozdělení je podobné jako u relé (typ kontaktů, funkce, elektrické parametry atd.).

Výhodou jsou malé rozměry (SMD nebo DIP integrovaný obvod), možnost přepínání signálů s rozdílem napětí 40 V a proudem až 30 mA (což je vhodné pro proudovou smyčku).

Nevýhodou je nutnost použít napájení integrovaného obvodu, které je závislé na spínaném napětí.

Vlivem vyšší frekvence přepínaného signálu může dojít k zeslabení či zkrácení signálu. [6]



Obr. 4. Ilustrační foto pouzdra analogového přepínače. (Převzato z [7].)

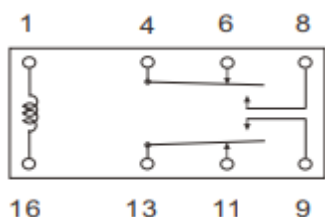
5. Zvolený typ přepínání

Pro realizaci byly zvoleny dvě varianty návrhu řešení přepínání řídicích signálů, a to přepínání pomocí relé a přepínání pomocí analogového přepínače. V rámci diplomové práce budou realizovány a testovány prototypy podle obou uvedených variant.

5.1. Prototyp s relé

Pro laboratorní účely a konkrétně pro funkci přepínání signálů je vyhovující, dle typu kontaktů, relé xxDT. Relé přepínače se vyrábějí i s více kontakty a cena relé se tím může zvýšit. Optimum mezi cenou a počtem kontaktů je relé typu DPDT (dva přepínací kontakty), i za cenu toho, že jich bude více.

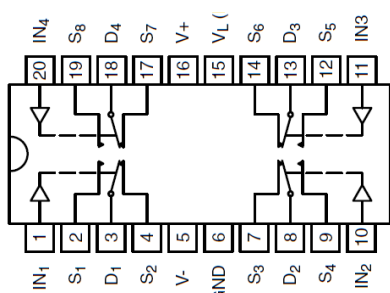
Všechna relé budou ovládána pomocí PLC jedním společným řídicím signálem, jehož napětí digitálního výstupu je 24 VDC a lze ho zatížit proudem až 1 A. Dle těchto parametrů jsme vybrali relé RS-24, které má jmenovité napětí cívky U_n 24VDC a jmenovitý proud cívky I_n 7 mA. Minimální napětí pro sepnutí je 19,2 V (80 % U_n) a maximální pro rozepnutí 1,2 V (5 % U_n). Tento typ byl záměrně vybrán pro instalaci na tištěný spoj. [8]



Obr. 5. Relé RS-24. (Převzato z [8].)

5.2. Prototyp s analogovým přepínačem

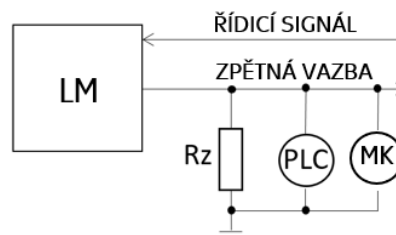
Velmi důležitým kritériem pro návrh přepínače tohoto typu je spínané napětí, které je omezeno napájecím napětím. Je nutno tedy vybírat integrovaný obvod z hlediska přepínaného rozsahu, který budeme uvažovat ± 10 V nebo 0 až 24 V. Dle požadavků jsme zvolili analogový přepínač DG333ALDQ-T1-E3, který má rozsah napájecího napětí maximálně 44 V. Lze ho napájet jednoduchým napětím 5V až 40V, nebo symetrickým či asymetrickým napětím (dáno rozsahem 44 V). Typ kontaktů je SPDT, ale vnitřní uspořádání je 4xSPDT. Jedním integrovaným obvodem lze přepínat 4 signály najednou. [6]



Obr. 6. Analogový přepínač DG333ALDQ-T1-E3. (Převzato z [6].)

6. Zpětná vazba

Zpětnou vazbou se rozumí odezva laboratorního modelu. Jedná se o signály od senzorů a tlačítek. Tyto signály nebudou přepínány, ale snímány jak PLC, tak MK najednou.



Obr. 7. Blokové schéma zapojení zpětné vazby

Způsob snímání zpětné vazby bude realizován dle Obr. 7, kde R_z je zátěžný odpor. Z principu jde o měření napětí na R_z . Hodnota tohoto odporu může být pro každý snímač různá, ale většinou jde řádově o stovky ohmů.

7. Závěr

Cílem této práce je zvolit způsob přepínání, který je vhodný pro konkurenční přístup dvou zařízení, tedy PLC a měřící karty. Výsledkem bude zařízení (modul) pro možnost vzdáleného přepínání mezi řídicími signály obou zdrojů analogových či digitálních signálů. Nebude tedy využit princip ručního přepínání, ale v případě nouzového přepnutí přímo v laboratoři bude k dispozici tlačítko pro přepnutí. Zbývají tedy možnosti realizace s relé a analogovými přepínači. Přepínací modul bude přepínat 4 analogové a 8 digitálních signálů.

V případě prototypu s relé je zapotřebí použít na jeden přepínací modul dvou relé pro analogové signály a 4 relé pro digitální signály. V případě prototypu s analogovým přepínačem vystačí jeden integrovaný obvod pro analogové signály a dva integrované obvody pro digitální signály.

Čenově vychází 6 kusů relé na 180 Kč (30kč/kus) a 3 kusy analogových přepínačů na 240 Kč (80kč/ks). Cena verze s analogovým přepínačem se může několikanásobně zvýšit vzhledem k tomu, že bude zapotřebí započítat napájecí zdroj.

Kritéria pro výsledný výběr z obou prototypů přepínacích modulů budou především: cena, výroba a náročnost instalace.

Literatura

- [1] *OBVODY TTL a CMOS. Úvod*. [Online]. Š. Sedláková. [Cit. 22.3.2019]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/3953428-Obvody-ttl-a-cmos-uvod.html>.
- [2] *Voltage Signal Systems*. [Online]. M. Stutz. [Cit. 21.3.2019]. Dostupné z: <https://www.allaboutcircuits.com/textbook/direct-current/chpt-9/voltage-signal-systems/>
- [3] *PLC Tecomat Foxtrot – základní moduly*. [Online] Katalogový list Tecomat Foxtrot řady 1003, 1013. [Cit. 21.3.2019]. Dostupné z: <https://www.tecomat.cz/download/get/foxtrot-cz-cp-1003/94/>
- [4] *KRAUS & NAIMER CAD11A543/GBA001EF Otočný spínač*. [Online]. Katalog. [Cit. 22.3.2019]. Dostupné z: <http://www.viola.cz/produkty/cad11a543-gba001ef-otocny-spinac-12-pozice-600-v-6-a-rotacni-knoflik-311-5105>

- [5] *Polovodičová relé*. [Online]. [Cit. 22.3.2019]. Dostupné z: <http://www.hypel.cz/polovodicova-rele>
- [6] *Precision Quad SPDT Analog Switch*. [Online]. Katalogový list VISHAY DG333ALDQ-T1-E3. [Cit. 22.3.2019]. Dostupné z: <http://www.vishay.com/docs/70803/dg333a.pdf>
- [7] *MAX333AEWP+ - Analogový přepínač*. [Online]. [Cit. 22.3.2019]. Dostupné z: <https://www.distrelec.cz/cs/analogovy-prepinac-integrovaný-obvod-so-20w-maxim-max333aewp/p/17331424>
- [8] *RS SERIES*. [Online]. Katalogový list RAYEX ELEC. RS-24. [Cit. 22.3.2019]. Dostupné z: <https://www.tme.eu/cz/Document/Oa81d2f7ef43eafd75e22387348f2671/RS-SERIES.pdf>