



Středoškolská technika 2012

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Analyzátor, minimalizátor kombinačních logických obvodů

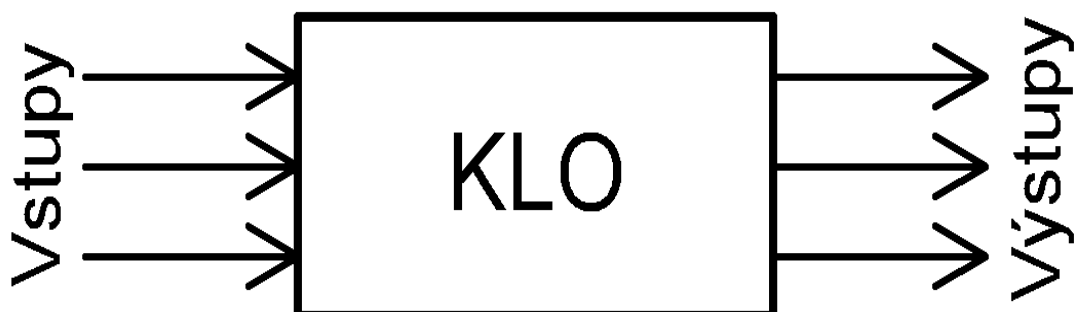
Petr Jašek, Pavel Král, Petr Koukolíček

SPŠ a VOŠ
Jana Palacha 1840, Kladno

1. Úvod

1.1. Kombinační logický obvod

Je takový obvod kdy výstupy z KLO jsou závislé pouze na kombinaci vstupů, nikoliv na čase. Vstupy zde mohou být tlačítka, koncové dorazy, snímače, ovladače, tlačítka START a STOP. Výstupy například elektromagnety nebo relátka. Výhodou tohoto obvodu je jednoduchost a tedy i nízká cena. Nevýhodou je že nedokáže odhalit chybu, tento obvod nemá zpětnou vazbu, proto se nejvíce používá pro jednoduché aplikace ovládacích obvodů.



Obr. 1: Obecné blokové schéma KLO

1.2. Tvorba logických funkcí

Abychom mohli sestavit logické funkce je zapotřebí splnit několik kroků. Nejdříve si určíme počet vstupů a výstupů. Poté přiřadíme vstupům a výstupům logickou 1 nebo logickou 0, dle katalogů či funkce členů, pro představu vstupy bývají snímače a výstupy akční členy např. elektromagnety. Dalším krokem je sestavení pravdivostní tabulky nebo stavové tabulky. U stavové tabulky je počet řádků závislý na pracovním cyklu zadané technologie a u pravdivostní tabulky je počet řádek dán počtem možných kombinací (tj. dvě na počet vstupů). Výstupy se přiřazují na základě konkrétního zadání. Po vyplnění tabulky navrheme pro jednotlivé výstupy logické funkce. Funkce navrhujeme z pravidla pro stavy, kdy se výstup rovná jedné. Tam kde byla u vstupu logická 1 je tento vstup bez negace, pokud byla na vstupu logická 0 je tento vstup negovaný. Mezi vstupy v jednom řádku se píše do rovnice logický součin (AND), mezi jednotlivými řádky se poté zapíše logický součet (OR).

1.3. Minimalizace

Použitím zákonů algebry logiky a pravidel pro zjednodušování funkcí Booleovy algebry, můžeme z daného schématu vyloučit ty prvky, které neovlivňují funkci a její logickou hodnotu.

Booleova algebra je algebraická struktura, která modeluje vlastnosti množinových a logických operací.

V našem případě a v případě Quine Mc Cluskeyho metody je použit jen jeden zákon a to vytýkání. Pokud je nějaký člen ve funkci bez negace a zároveň i negovaný jejich logický součet roven 1 a tedy vypadne.

Pro minimalizaci logických funkcí existuje více způsobů, pro naše potřeby jsme použili metodu Quine Mc Cluskey.

Postup minimalizace u této metody je následovný:

1. Nalezení množin všech implikantů
2. Výběr dvojic implikantů lišících se v jedné proměnné (tím se v podstatě uplatňuje zákon a pravidlo o vyloučení). Nepoužitelný implikant je implikant prostý.
3. Opakování kroku 2 pro implikanty získané v kroku 2, dokud nezískáme množinu implikantů z nichž je každý implikant prostý.
4. Sestavení tabulky pokrytí a získání minimální formy funkce

1.4. Způsob programování logických obvodů

Pro programování LO jsme v našem případě použili jazyk Hypel. V našem programu i na didaktickém panelu byl použit jazyk od společnosti Hypel Kladno. Při psaní programu se nejprve definují svorky vstupní a výstupní. Pokud chceme aby se vstupní svorka X0 jmenovala S1 uděláme jen toto: X0 # S1; a tento příkaz ukončíme středníkem. Pokud chceme aby se výstupní svorka Y0 jmenovala E1: Y0 # E1; a znovu ukončíme středníkem. Poté již pouze píšeme program který začíná příkazem if, poté se píše již zminimalizované logické funkce, příkladem může být toto: if S1' AND S2 AND S4' OR S2' AND S3 AND S4'. Po dopsání logických funkcí se použije příkaz THEN, tehdy je například svorka E1 = 1 což se запиše takto: THEN E1; a celý tento blok se ukončí ještě příkazem else, jinak, pokud není splněna podmínka je například E1 = 0 což bychom mohli zapsat takto: else E1';. V poslední řadě ukončíme celý if příkazem endif.

Syntaxi celého programu si lze prohlédnout na tomto případě:

```
symbol
//def.vstupu
X0 # S1;
X1 # S2;
X2 # S3;
X3 # S4;

//def. vystupu
Y0 # E1;
Y1 # E2;
Y2 # E3;

end

if S1' AND S2 AND S4' OR S2' AND S3 AND S4' → podmínka
THEN E1; → pokud je podmínka splněna E1 = 1
else E1'; → pokud je podmínka nesplněna E1 = 0
endif → ukončení podmínky
if S1' AND S2 AND S4' OR S1' AND S3' AND S4 → podmínka
THEN E2;
else E2';
endif → ukončení podmínky
if S1 AND S2' AND S3' OR S2' AND S3 AND S4' → podmínka
```

THEN E3;
else E3';
endif → ukončení podmínky
end → ukončení programu

1.5. Pneumatické mechanismy

Pro demonstraci navrženého programu jsme využily pneumatické pohony. Na těchto pohonech nás zaujala zejména ekologičnost a malá energetická náročnost. Princip činnosti pneumatického mechanismu spočívá v tom, že pneumatiky jsou poháněny tlakovou energií vzduchu. Výhody těchto pohonů jsou nízké provozní náklady, vysoká produktivita práce, jednou kompresorovou stanicí lze pohánět celou firmu, menší počet snadno ohebných hadic (menší nároky na pracovní prostor), ekologie a čistota, nejjiskří, je tedy možnost jich využívat ve výbušném prostředí, vzduch lze použít i jinak (lakování, chlazení). Nevýhody jsou vysoká poruchovost, stlačitelnost vzduchu (problém s přesnou aretací), hlučnost, možnost zalomení hadic, střední až nízké výkony, problémy s přesnou regulací, problémy s těsností.

Tyto pohony se dají použít jako pohony manipulátorů (montážních, balících a osazovacích linek), potravinářský, chemický, elektronický a automobilový průmysl také v lakovnách a dolech.

Kompresory, které pohánějí obvod, převádí mechanickou energii elektromotoru na tlakovou energii vzduchu. Kompresory pohánějí písty, které mohou být jednočinné nebo dvojčinné. Pokud se jedná o píst jednočinný, vzduch se přivádí pouze do jednoho otvoru a návrat pístu je realizován pružinou. Pokud se jedná o píst dvojčinný, přivádí se vzduch do dvou otvorů a má dvě stabilní polohy.

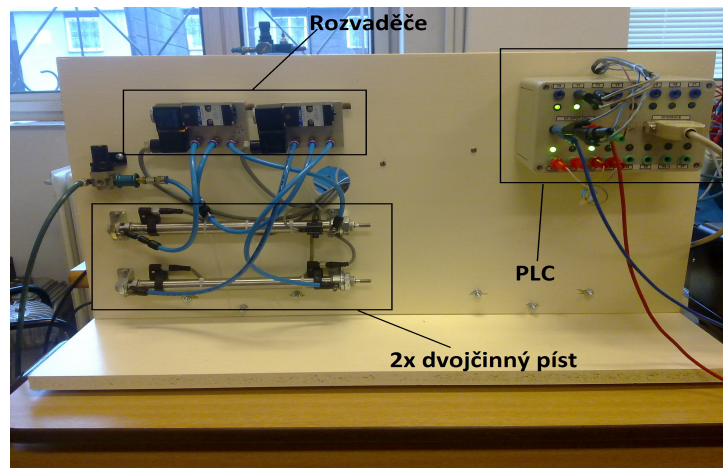
Řízení poloh pístů je realizováno rozvaděči. Rozvaděče můžeme dělit dle poloh na dvupolohové, třípolohové nebo čtyřpolohové. Dále je můžeme dělit dle počtu cest. Cesty se počítají podle vstupů a výstupů v jednom okně, nebo-li v jedné poloze. V našem případě jsou ovládány pneumaticky, ale lze je ovládat i jinak. Dále se rozvaděče dělí podle počtu stabilních poloh na monostabilní a bistabilní.

Bistabilní mají dvě stabilní polohy, tedy pokud chceme jednu nebo druhou polohu, musíme vpustit vzduch do strany, kde je poloha, kterou požadujeme. Monostabilní mají pouze jednu stabilní polohu danou pružinou, a pokud chceme nestabilní polohu, musíme vpouštět vzduch do strany nestabilní polohy.

2. Metodika

2.1. Návrh zkušebního panelu pneumatického mechanismu

Zkušební panel byl navrhnout pro ukázkou funkčnosti našeho programu. Panel je sestaven ze 2 desek, na jedné jsou komponenty a druhá slouží jako podstavec. Při výrobě byly použity prvky pneumatických mechanismů, 2 dvojčinné písky, 2 monostabilní rozvaděče, PLC Ally, 4 magnetické senzory, svorkovnice, 4 jednocestné regulovatelné škrťací ventily a pro napájení komponentů byl použit kompresor. Pro propojení jednotlivých komponentů byly použity hadice vhodné pro přenos tlaku vzduchu.



Obr. 2: Foto modelu s popsanými komponenty

2.2. Návrh našeho programu

Program pro vytvoření pravdivostní nebo stavové tabulky a následné minimalizace funkcí a výsledné vytvoření programu pro PLC jsme napsali v programovacím jazyce Java. Tento programovací jazyk jsme zvolili po důkladném zvážení určitých kritérií jako jsou: přenositelnost kódu, grafické uživatelské prostředí, množství programových knihoven a naší znalostí daného programovacího jazyka. Hlavním důvodem pro zvolení programovacího jazyka Java byla možnost využití grafického prvku JTable, který nám umožnil jednoduchou tvorbu pravdivostních nebo stavových tabulek.

Pro psaní programu jsme využili programovacího prostředí NetBeans, který velice usnadní programování např. kontrola napsaného kódu, debugger, nápověda, vytváření JAR balíků, spouštění programu atd.

Program komunikuje s uživatelem přes grafické uživatelské prostředí Java Swing, které je dobře pochopitelné a srozumitelné i pro laiky.

Daný uživatel si v programu nejprve vytvoří tabulku podle svých požadavků tj: počet vstupních a výstupních proměnných a počet řádků. Poté tabulku vyplní a zminimalizuje dané logické funkce. Po minimalizaci následuje vygenerování programu pro PLC, kde si uživatel může libovolně zvolit zapojení svorek PLC s ohledem na vstupní a výstupní proměnné.

Dále program nabízí uživateli různé možnosti estetické úpravy tabulky tj: změna názvu proměnných, barva pozadí, barva mřížky tabulky apod.

3. Výsledky

3.1. Využití programu pro ovládání panelu

Využití programu bude realizováno v hodinách cvičení z automatizační techniky a pr aut v rámci řešení konkrétních logických úloh.

3.2. Zadání demonstrační úlohy

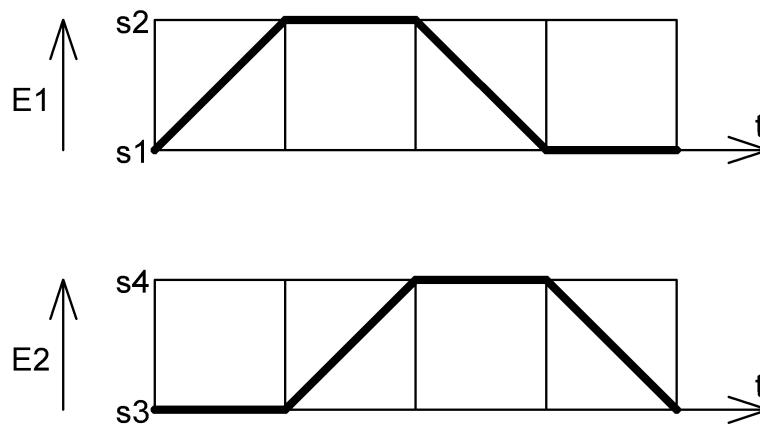
Navrhněte pneumatický mechanismus pro ovládání činnosti dvou dvojčinných pneumatických pístů. Písty se mají pohybovat podle zadaného pracovního cyklu. Obvod je z důvodu pružné změny programu ovládán pomocí PLC ALLY od firmy HYPEL Kladno.

- Úkoly:**
1. Nakreslete pneumatické schéma obvodu
 2. Určete počet vstupů a výstupů
 3. Přiřaďte jim hodnotu log.0 nebo 1
 4. Navrhněte stavovou tabulku
 5. Sestavte logické funkce
 6. Tyto funkce minimalizujte
 7. Nakreslete elektrické schéma zapojení obvodu
 8. Navrhněte program v prostředí HYPED 4 pro realizaci ovládání úlohy
 9. Ověřte správnost sestaveného programu na zkušebním výukovém modelu

Zadané hodnoty:

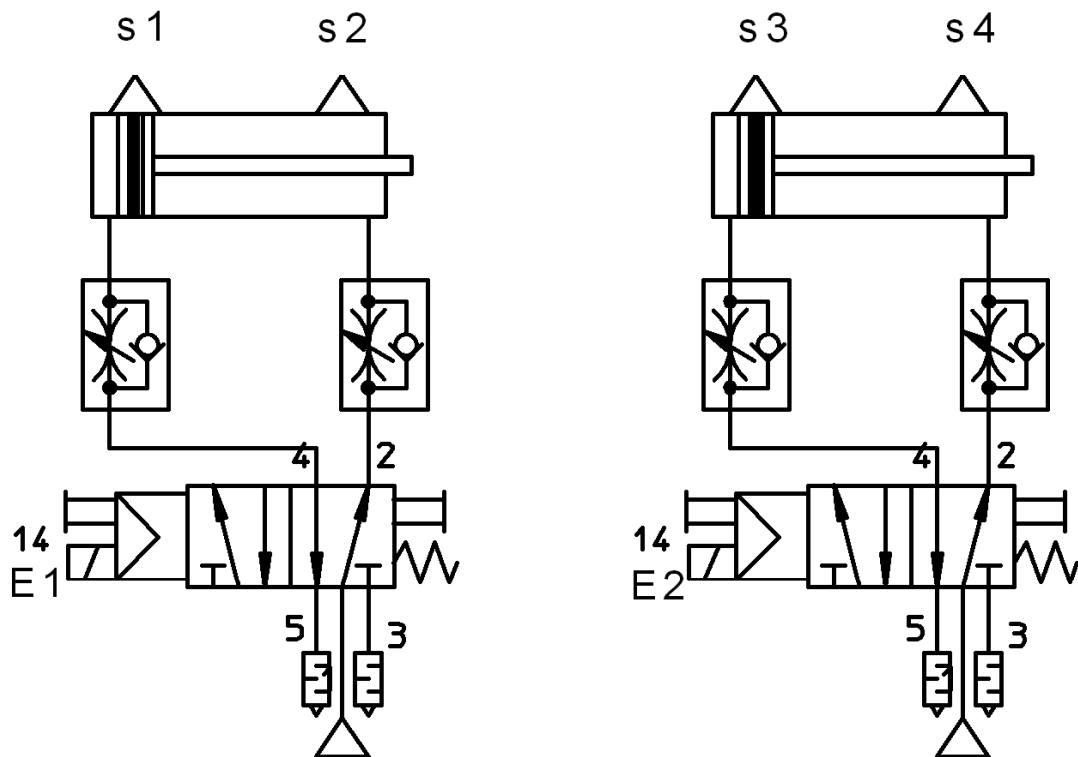
1. Rozvaděče : 1.píst je ovládán monostabilním rozvaděčem
- 2.píst je ovládán monostabilním rozvaděčem

2. Pracovní cyklus



Obr. 3: Zadaný pracovní cyklus

Vypracování:



Obr. 4: Pneumatické schéma obvodu

Počet vstupů a výstupů:

4 vstupy – magnetické senzory
2 výstupy – elektromagnety rozvaděčů

Přiřazení log 0 nebo log 1 vstupům a výstupům:

$s1 = 0 \ \& \ s2 = 0$ – mezistav
 $s1 = 1 \ \& \ s2 = 0$ – píst je zajetý
 $s1 = 0 \ \& \ s2 = 1$ – píst je vyjetý
 $E1 = 0$ – píst zajíždí nebo je zajetý
 $E1 = 1$ – píst vyjíždí, nebo je vyjetý

$s3 = 0 \ \& \ s4 = 0$ – mezistav
 $s3 = 1 \ \& \ s4 = 0$ – píst je zajetý
 $s3 = 0 \ \& \ s4 = 1$ – píst je vyjetý
 $E2 = 0$ – píst zajíždí nebo je zajetý
 $E2 = 1$ – píst vyjíždí, nebo je vyjetý

Stavová tabulka:

s1	s2	s3	s4	E1	E2
1	0	1	0	1	0
0	0	1	0	1	0
0	1	1	0	1	1
0	1	0	0	1	1
0	1	0	1	0	1
0	0	0	1	0	1
1	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0

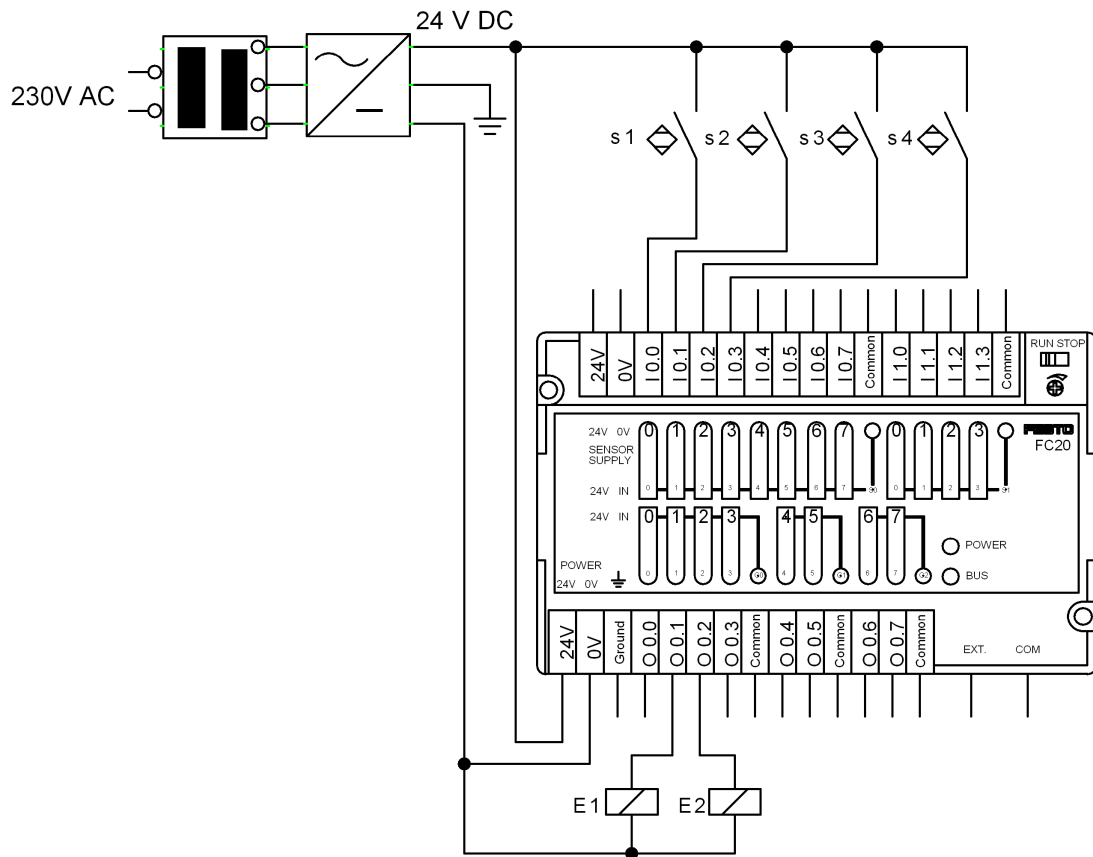
Obr. 5: Stavová tabulka

Nezminimalizované logické funkce:

$$E1 = s1 \bar{s}2 s3 \bar{s}4 + \bar{s}1 \bar{s}2 s3 \bar{s}4 + \bar{s}1 s2 s3 \bar{s}4 + \bar{s}1 s2 \bar{s}3 \bar{s}4$$
$$E2 = \bar{s}1 s2 s3 \bar{s}4 + \bar{s}1 s2 \bar{s}3 \bar{s}4 + \bar{s}1 s2 \bar{s}3 s4 + \bar{s}1 \bar{s}2 \bar{s}3 s4$$

Zminimalizované logické funkce:

$$E1 = s2's3s4' + s1's3s4' + s1's2s4'$$
$$E2 = s1's2s4' + s1's2s3' + s1's3's4$$



Obr. 6: Elektrické schéma obvodu

Program pro PLC (vygenerováno našim programem CLFAnalyzer):

```

/ program program
Symbol
// input terminal definition
X0 # s1;
X1 # s2;
X2 # s3;
X3 # s4;
// output terminal definition
Y1 # E1;
Y2 # E2;
end
if s2' AND s3 AND s4' OR s1' AND s3 AND s4' OR s1' AND s2 AND s4'
THEN E1;
ELSE E1';
ENDIF
if s1' AND s2 AND s4' OR s1' AND s2 AND s3' OR s1' AND s3' AND s4
THEN E2;
ELSE E2';
ENDIF
end

```

4. Závěr

Tato práce se stala názornou didaktickou pomůckou při výuce automatizační techniky a programovatelných automatů na SPŠ a VOŠ Kladno.

Student dostane slovní zadání kombinačního logického obvodu, určí počet vstupů a výstupů, vyplní pravdivostní nebo stavovou tabulku.

Navržený program dokáže z této tabulky analyzovat logickou funkci a pomocí QMC metody ji vypíše v minimálním tvaru. Takto sestavená funkce se potom přepíše do programu HYPED, který slouží pro ovládání průmyslového počítače (PLC) s názvem ALLY. Tento průmyslový počítač nám poskytla firma HYPEL Kladno sponzorským darem. Studenti rovněž vytvořili zkušební model pneumatického mechanismu, který je pomocí tohoto programu ovládán.

Tato práce usnadní názornost výkladu kombinačních logických obvodů a pneumatických mechanismů při výuce, zproduktivní výuku při řešení konkrétních úloh. Využije se rovněž při prezentacích na dnech otevřených dveří v rámci náboru žáků ZŠ na SPŠ obor Automatizační technika.

4.1 Soupis použité literatury:

4.1.1 Literatura

Dr. Ing. FRANTIŠEK OPLATEK A KOL. Automatizace a automatizační technika – automatické systémy ISBN 80-7226-249-1

Ing. FRANTIŠEK LSTIBŮREK Příklady z automatizační techniky NTL – nakladatelství technické literatury strany 160 - 168

Sešit z Automatizační techniky

4.1.2 Internetové stránky

Při tvorbě této práce byla použita pouze literatura.

4.2 Seznam Příloh

4.2.1 Ukázka zdrojového programu

4.2.2 Video