

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

PLC automaty a jejich využití v praxi

bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Miloslav Linda, Ph.D.

Autor práce: Marek Častalovský

Praha 2016

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Marek Častalovský

Informační a řídicí technika v agropotravinářském komplexu

Název práce

PLC automaty a jejich využití v praxi

Název anglicky

PLC systems and their use in technology

Cíle práce

Cílem práce je provedení rozboru možností programování PLC systémů IFM electronic. Zvláště se zaměřením na Fieldbus rozhraní. Cílem je analýza možností komunikace s technologickým systémem protokolem TCP/IP a realizace rozhraní MMI.

Metodika

1. Úvod
2. Rozbor úlohy
3. Cíle práce
4. Řešení a výsledky práce
5. Závěr

Doporučený rozsah práce

45 stran, bez příloh

Klíčová slova

PLC, automatizace, rozhraní, komunikační protokol, MMI

Doporučené zdroje informací

ifm electronic, spol. s r. o., dokumentace, dostupné z: <http://www.ifm.com/ifmcz/web/mailstart.htm>
International standard IEC 61131 for programmable logic controllers

L. Šmejkal, M. Martinásková, PLC a automatizace, 1. Základní pojmy, úvod do programování, BEN, technická literatura, pp. 224, 2009, ISBN: 978-80-86056-58-6.

L. Šmejkal, PLC a automatizace, 2. Sekvenční logické systémy a základny fuzzy logiky, BEN, technická literatura, pp. 208, 2009, ISBN: 80-7300-087-3.

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Miloslav Linda, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra elektrotechniky a automatizace

Elektronicky schváleno dne 25. 3. 2015

prof. Ing. Jaromír Volf, DrSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 6. 2015

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 27. 03. 2016

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: PLC automaty a jejich využití v praxi vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si vědom že, na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

V Praze dne 20. 3. 2014

.....

Podpis autora

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Miloslavu Lindovi, Ph. D za jeho cenné rady a čas, který se mi ochotně věnoval.

PLC automaty a jejich využití v praxi

Abstrakt: Cílem této bakalářské práce byl rozbor PLC automatů a jejich použití v praxi. Text shrnuje základní technické parametry PLC automatů. V úvodu je probrána automatizace obecně. Nejvýznamnější část práce je věnována PLC automatům a jejich využití. Další část práce se zabývá jejich programováním. V následující kapitole jsou probráni významní výrobci PLC automatů. V další kapitole je probrána komunikace. Další kapitola se zabývá MMI rozhraním. Poslední kapitola se zabývá PLC IFM AC1357 a jeho komunikací.

Klíčová slova: PLC, automatizace, rozhraní, komunikační protokol, MMI

PLC systems and their use in technology

Summary: The objective of this Bachelor thesis was to analyze PLC and their application in practice. The text summarizes the basic technical parameters of the PLC. The introduction is focused to automation in general. The most important part is devoted to the PLC and their use. Another part deals with its programming. The following chapter discusses the major manufacturers of PLC. The next chapter is discussed communication. Another chapter deals with the MMI interface. The last chapter deals with IFM AC1357 PLC and its communications.

Key words: PLC, automation, interface, communication protocol, MMI

Obsah

1	Úvod.....	1
1.1	Řízení.....	1
1.2	Odůvodnění zavádění automatizace.....	3
1.3	Historie automatizace	4
1.4	Senzorika	5
1.5	Akční členy	7
2	Cíle práce	8
3	Vlastní zpracování.....	9
3.1	Základní informace o PLC automatech	9
3.1.1	Výhody a nevýhody PLC.....	9
3.1.2	Uspořádání PLC.....	10
3.1.3	Parametry PLC.....	12
3.1.4	Centralizovaný/decentralizovaný systém.....	14
3.1.5	Dělení PLC	14
3.1.6	Periferie.....	17
3.1.7	Bezpečnostní PLC.....	18
3.1.8	Vykonávání programu PLC.....	19
3.2	Programování.....	21
3.2.1	Standard IEC 61131.....	22
3.2.2	Programovací jazyky	23
3.2.3	Vývojové prostředí.....	26
3.2.4	Prvky programu.....	26
3.2.5	Datové typy.....	29

3.3	Výrobci PLC automatů.....	30
3.3.1	Teco.....	30
3.3.2	Siemens.....	31
3.3.3	IFM	31
3.4	Komunikace.....	32
3.4.1	CAN BUS.....	32
3.4.2	HPIB a GPIB	32
3.4.3	PROFIBUS	33
3.4.4	FIELDBUS.....	34
3.4.5	Průmyslový ETHERNET.....	35
3.5	Rozhraní MMI.....	37
3.6	PLC IFM AC1357	39
3.6.1	Komunikace prostřednictvím webového rozhraní	39
3.6.2	Komunikace pomocí program v jazyku C.....	40
4	Závěr	43
5	Seznam použitých zdrojů	44
6	Seznam obrázků.....	47

1 Úvod

Pojmem automatizace rozumíme použití samočinných řídicích systémů k řízení technologických zařízení a procesů obecně nazývaných řízené systémy. To znamená využití řídicích systémů, například PLC automatů nebo průmyslových počítačů, k řízení strojů výrobních procesů ve výrobě. [1]

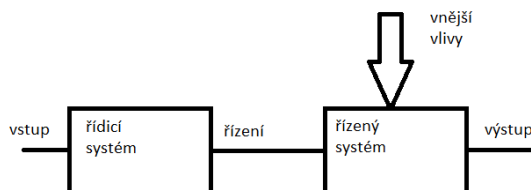
Teoretická disciplína zabývající se řízením je kybernetika. Ta se zabývá obecnými vlastnostmi a zákonitostmi v řízení biologických, technických a společenských systémech. Kybernetika se dělí na teoretickou a aplikovanou kybernetiku. [1]

1.1 Řízení

Řízení je základem automatizace. Řízení je působení na objekt tak, aby bylo dosaženo předepsaného cíle. V praxi je toho dosahováno tak, že řídicí systém působí akční veličinou na řízený systém. [1,2]

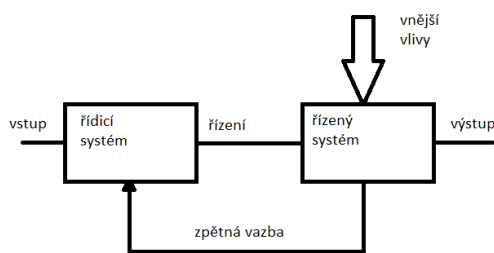
Řízení se dá rozdělit na ruční a automatické podle toho, jak ho provádíme. U automatického řízení rozlišujeme řízení přímé a nepřímé. U přímého řízení řídicí proces probíhá bez přívodu energie, například regulace hladiny plovákem, který přímo otvírá výpusť. Naopak nepřímé řízení probíhá s přívodem energie a působí na řízený systém prostřednictvím akčních prvků. Nepřímé řízení je dnes běžnější. [1,2,3]

Důležité hledisko pro dělení řízení je, zdali je výsledek řízení zpětně kontrolován nebo není. Podle toho rozdělujeme řízení na ovládání, regulaci a vyšší formy řízení. Ovládání je řízení bez zpětné vazby, na obrázku 1 je zobrazeno schéma ovládání. Řídicí systém tedy nemá zpětnou kontrolu o tom, co se děje v regulovaném systému. Na řízený systém mohou působit vnější vlivy a ty mohou jakkoliv rozhodit řízený systém. Proto není tento způsob řízení pro většinu aplikací vhodný. Regulace je řízení se zpětnou vazbou, na obrázku 2 je zobrazeno schéma regulace. To znamená, že řídicí systém má informace o stavu řízeného systému. Díky této informaci může měnit své působení na řízený systém, a tak dosáhnout optimálního stavu. [1,2,3]



Obrázek 1 Regulace

Zdroj: [1]



Obrázek 2 Ovládání

Zdroj: [1]

Vyšší formy řízení se dále dělí na optimální řízení, adaptivní řízení a umělou inteligenci. Optimální řízení je takové řízení, kdy systém dosáhne požadovaného stavu s minimem vynaložené energie, tedy s maximální účinností, nebo naopak v nejkratším možném čase. Řídicí systém je schopen vyhledat nejvýhodnější způsob působení a dosáhnout co nejlepšího chování řízeného systému v daných podmínkách. Adaptivní řízení je takové řízení, kdy řídicí systém je schopen měnit svoji strukturu, a tedy i své parametry. Tím řídicí systém zaručí optimální řízení při změnách parametrů řízeného systému. Řídicí systém s umělou inteligencí je nejvyšší stupeň řízení. Řídicí systém je schopen rozpoznávat předměty, jevy a analyzovat vztahy mezi nimi. Tak si vytváří modely okolí, dělá účelná rozhodnutí a předvídá jejich důsledky. [1,2,3]

Automatické řízení se dá rozdělit na logické, spojitě, diskrétní a fuzzy z pohledu technického uskutečnění. Nejjednodušší možností je logické řízení. Využívá se řízení dvouhodnotových veličin. Působení řídicího systému je takové, že má pouze dvě možnosti, a tím reguluje řízený systém. Příkladem je ventil, který je buď otevřen, nebo zavřen. Informace zpětné vazby má charakter dvouhodnotové veličiny. Příkladem je snímání výšky hladiny - hladina je nad výškou senzoru nebo pod ní. Dvouhodnotové veličiny jsou formálně vyjadřovány hodnotami 0 a 1. Spojité řízení je řízení, které spojitě nastavuje akční zásah. Zpětná vazba z řízeného systému je spojitá veličina proměnná v čase. Diskrétní řízení je důsledkem nasazení počítačů jako řídicích systémů. U řídicích počítačů, které nedovedou zpracovávat spojitý signál, je nutné

převádět spojitý signál na diskrétní. Diskrétní řídicí systémy vytvářejí vztahy mezi vstupy a výstupy jako vztah mezi posloupnostmi impulsů snímaných v daných vzorkovacích periodách. Mezi okamžiky vzorkování není zpětná vazba vyhodnocována, a tak akční veličina není měněna. U fuzzy řízení se místo na řízený systém zaměříme na člověka (tzv. experta), který umí řízený systém řídit. Takový člověk řídí soustavu na základě pravidel typu „ jestliže hladina trochu stoupá, otevři trochu odvod vody“. Toto řízení je vhodné pro řízení složitých řízených systémů, které dovedeme řídit, ale nedovedeme přesně popsat. [1,2,3]

1.2 Odůvodnění zavádění automatizace

Automatizace se do výrobního procesu zavádí z mnoha důvodů. Automatizace zabrání ohrožení pracovníka při nebezpečných pracích. Automatizace také osvobozuje pracovníka od práce v podmínkách ohrožujících lidské zdraví (vysoké teploty, prašnost apod.). Pracovníci díky automatizaci nemusejí vykonávat tolik fyzicky namáhavé práce. Tu za ně převezmou například manipulátory a další stroje. Stroje jsou ve vykonávání výrobních procesů rychlejší a přesnější než pracovníci. Tím je zaručena vyšší jakost výsledných výrobků. Automatizace umožňuje mnohem lepší přehled nad výrobními procesy, a tím usnadňuje i jejich řízení. Nasazení automaticky řízených strojů umožní snížit množství pracovníků ve výrobě, a tím snížit náklady na výrobu. Vzhledem k tomu, že stroje nepotřebují přestávky, se zvýší produktivita práce, a tím objem výroby. Automatizace má i své nevýhody, snižuje množství pracovních pozic a zvyšuje nároky na obsluhu strojů (vzdělání). Nákupní cena automatizovaných strojů je vyšší než ručně řízených. [1,2]

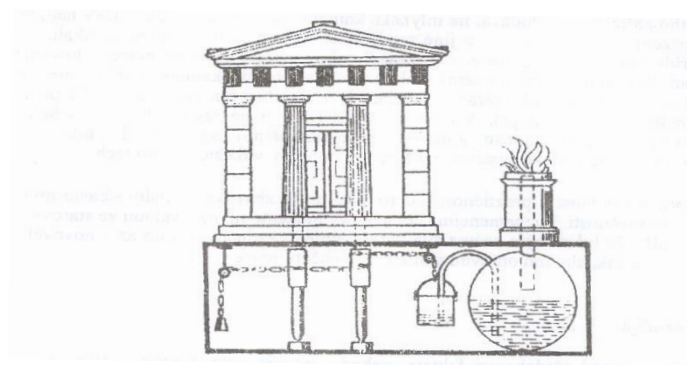
Z těchto důvodů vzniklo mnoho číslicově řízených strojů, dopravníků, manipulátorů a dalších. Například můžeme uvést obráběcí stroje, kde obsluha stroje pouze zadá výsledný tvar výrobku do počítače a příslušný software navrhne vhodnou souslednost jednotlivých operací. Tyto instrukce předá řídicímu prvku stroje a stroj vyrobí daný výrobek bez další účasti obsluhy na výrobě. Díky tomuto postupu stroj

produkuje méně zmetků a obsluha je mnohem méně fyzicky namáhána. Nevýhodou je v tomto případě potřeba větších a dražších strojů. [1,2]

Číslicově řízené stroje můžeme rozdělit na dvě skupiny, a to na plně automatické a polo automatické. Plně automatické stroje fungují tak, že jim dodáte materiál, zapnete je a ony vyrábějí výrobky, dokud mají materiál nebo nejsou vypnuty. Během výroby není potřeba žádné obsluhy stroje, řízení vše zvládne samo. Polo automatické stroje fungují tak, že při výrobě potřebují více či méně zásahů obsluhy. Množství zásahů je dáno složitostí procesu - co stroj vykonává a úrovní řídicího systému. [1,2]

1.3 Historie automatizace

Automatizace se poprvé objevila ve starověké Alexandrii kolem roku 200 př. n. l. u otevírání a zavírání velkých chrámových dveří, schéma tohoto principu je zobrazeno na obrázku 3. Po zapálení ohně se voda přeměnila v páru. Pára následně vytlačila vodu z bání do okovu ve tvaru vědra. Váha okovu tak převýšila váhu protizávaží a došlo k otevření dveří. Po vyhasnutí ohně voda otekla zpět do bání. V této době se objevila i další zařízení jako samotřas, který reguloval přísun zrna v mlýnech. [4]



Obrázek 3 Schéma otevírání dveří chrámu

Zdroj: http://uvp3d.cz/drtic/wp-content/uploads/2014/07/UvP_ELEKTRO_EL54_001.jpg

V roce 1588 popsal italský technik Ramellin vibrační podavač obilí, který je považován za první výrobní automat. Vyroben byl však až později. V roce 1801 byl sestrojen první automatický stroj, a to dopřádací stroj určený k předení tkaniny.

V dalších desetiletích došlo k rozvoji automatizace a začaly se objevovat poloautomatické revolverové soustruhy, papírenské stroje nebo zemědělské mlátičky. [4]

V roce 1914 automobilka Ford zavedla první montážní linku. Doba výroby automobilu tak klesla ze čtrnácti na šest hodin. Linka nebyla téměř vůbec automatizovaná, ale byl to potřebný krok k automatizovaným výrobním linkám. [4]

V roce 1928 se poprvé automaty uplatnily v automatické montáži v továrně v Milwaukee. V této době vznikaly nejrůznější automatické stroje. Většina z nich nebyla ještě plně automatická. V této době vzniklo několik teoretických prací, které popisovaly zákonitosti automatického řízení. [4]

Číslicově řízené stroje mají počátky v první polovině 20. století. Claud Shanon vytvořil základy principů NC strojů. V roce 1948 byl vyvinut systém řízení polohy vřetene obráběcího stroj řízeného počítačem. V roce 1954 byl zkonstruován první skutečný NC systém. [4]

V roce 1958 byl vytvořen programovací jazyk APT určený pro řízení CNC strojů. To byl začátek počítačem řízených strojů. Tím začal rozvoj CNC strojů, jaké známe dnes. [4]

1.4 Senzorika

V úvodu jsme si popsali, jak funguje řízení na teoretické úrovni. V praxi však řídicí i řízený systém mají reálnou podobu. V této kapitole probereme část řízeného systému. Senzorika slouží k získání informací pro zpětnou vazbu řídicímu systému, ale taky pro celkový přehled nad výrobními procesy. Pojem sensorika zahrnuje snímače nejrůznějších veličin, například polohy, pohybu, vlhkosti a mnoha dalších. Vzhledem k množství existujících snímačů se zaměříme na nejdůležitější. [5,8]

Mechanický snímač je jeden z nejstarších druhů snímačů. Princip funkčnosti je prostý, při jeho sepnutí spojí obvod, a tak řídicí systém ví, že došlo ke kontaktu. Jsou

určeny ke snímání koncových poloh u strojů i dopravníků. Jejich výhodou je jednoduchost snímače a i jeho instalace je jednoduchá. Stačí ho nainstalovat proti pohybu části stroje v koncové poloze. Když se do ní stroj dostane, je snímač sepnut a řízení stroje pozná, že pohyblivá část stroje je v koncové poloze. Po nainstalování do vhodné polohy není třeba žádné kalibrace. Vzhledem k jednoduchosti konstrukce se jedná o snímač s velkou životností a nízkou poruchovostí. [8]

Jedním z nejdůležitějších snímačů je indukční snímač. Jedná se o bezkontaktní snímač, na rozdíl od mechanického snímače. Spínač detekuje přiblížení na vzdálenost jednotek až desítek milimetrů. Jejich výhodou je schopnost pracovat v prašném prostředí. Protože nevyžadují přímý dotyk s předmětem, tak mohou detekovat i předměty ponořené v kapalinách, pokud kapalina neovlivňuje funkčnost snímače. To záleží na konkrétních snímačích a kapalinách. Dá se použít na detekování pohybu, dorazů, koncových poloh, ale i natočení a vyosení. Je vhodný pro detekování předmětů z kovových materiálů. Pro nekovové předměty je vhodnější kapacitní snímač. Senzor vyzařuje elektromagnetické pole, a pokud se do jeho blízkosti dostane kovový předmět, dojde k deformaci pole, a tím senzor rozpozná přiblížení předmětu. [5,8]

Dalším druhem snímačů jsou kapacitní snímače. Jedná se o bezkontaktní snímač, který na rozdíl od indukčního detekuje všechny materiály. Stejně jako induktivní snímač detekuje kovové předměty. Spínač detekuje přiblížení na vzdálenost jednotek až desítek milimetrů. Tato vzdálenost závisí na materiálu předmětu. Detekční vzdálenost je také ovlivněna teplotou prostředí, kde je snímač instalován. Dá se použít i na tekuté a sypké materiály, kde se také často používá. Uvnitř snímače je kotoučová elektroda uvnitř pouzdra. Vytvářejí tak kondenzátor základní kapacity. Když se detekovaný předmět přiblíží, změní se dielektrikum, a tak se změní základní kapacita, a tím senzor rozpozná přiblížení předmětu. [6,8]

Dalším druhem senzorů jsou senzory magnetické. Jedná se o bezkontaktní snímače. Oproti induktivním snímačům mohou detekovat na výrazně delší vzdálenost. Jejich další výhodou je použití magnetismu. Magnetické pole prochází všemi

nemagnetickými materiály, a tak umožňují detekovat předmět skrz nemagnetické kovové materiály, ale také dřevo nebo umělé materiály. [7,8]

Existuje mnoho dalších senzorů, ale jejich probrání by dalo na celou práci.

1.5 Akční členy

Akční členy jsou prvky, kterými řídicí systém reguluje řízený systém. Nejčastěji se jedná o pohony a regulační orgány. Pohony jsou tedy zařízení, které převádějí signály z řídicích systémů na výchylku konající požadovanou práci s požadovaným výkonem. Regulační orgány jsou zařízení pro ovládání toku hmoty nebo energie, tj. průtoku kapalin, plynů a par, také sypkých hmot, elektrického proudu a mnoha dalších. [8]

Z výše uvedeného vyplývá, že v praxi je používáno nepřeborné množství akčních prvků. Jejich provedení je různé, záleží na výrobci. [8]

2 Cíle práce

1. Přiblížení PLC automatu v hardwarové a softwarové rovině
2. Přiblížení problematiky programování PLC automatů
3. Přiblížení hlavních výrobců PLC automatů
4. Přiblížení komunikace PLC automatů
5. Přiblížení MMI rozhraní
6. Analýza komunikace PLC IFM AC1357 s technologickým systémem

3 Vlastní zpracování

V úvodní kapitole jsme si vysvětlili, co je to automatizace. Používali jsme pojem řídicí systém. V praxi je využíváno více řídicích systémů, a to PLC, průmyslové počítače a jiné regulátory. Každé z těchto řešení má svoje výhody a nevýhody a podle toho se v praxi používají. PLC má svojí výhodu ve svojí univerzálnosti, a také robustnosti a dalších. Díky tomu se jedná o velmi rozšířený řídicí systém, který bude přiblížen v této kapitole. [9,10]

3.1 Základní informace o PLC automatech

Zkratka PLC znamená Programmable Logic Controller, česky Programovatelný logický automat. PLC je relativně malý počítač v průmyslovém provedení řízený mikroprocesorem s vlastním operačním systémem, uzpůsobeným pro potřeby řešení automatizačních úloh v reálném čase s co nejkratší dobou odezvy. [9,10]

Vývoj PLC začal kolem roku 1960 v automobilce General Motors. Cílem bylo nahradit reléové řídicí systémy s pevnou logikou, tedy vyrobit řídicí systém, který se bude pružně přizpůsobovat výrobě. Proto v roce 1968 vyhlásila společnost GM soutěž na dodávku PLC. Vítězem soutěže se stala společnost Bedford Associates a v roce 1969 byl vyroben první PLC. Poté následovala další PL z produkce společnosti Allen Bradley. Tyto PLC určili směr dalšího vývoje. Poté následovali další PLC od dalších výrobců. [9,10]

3.1.1 Výhody a nevýhody PLC

PLC má mnoho výhod, kvůli kterým se využívá při řízení. První z nich je rychlá realizace. To znamená, že uživatel nemusí vyvíjet a ani nijak vyrábět řídicí systém. Pouze navrhne a zakoupí vhodnou sestavu modulů PLC pro danou aplikaci. Poté napíše a odladí program a následně vše realizuje a uvede do chodu. Další značnou výhodou je to, že PLC jsou navrženy na vysokou spolehlivost v prašných, vlhkých prostředích, které jsou ve výrobních prostředích. Jsou odolné proti rušení i poruchám, vyznačují se robustností a spolehlivostí. Většina PLC má vnitřní diagnostické funkce, které průběžně

kontrolují správnost funkce systému PLC. Některé Mikro PLC tuto diagnostiku mít nemusí. Pokud dojde k závadě, diagnostické funkce ji okamžitě odhalí. Pokud to dokážou, tak ji ošetří. Pokud to diagnostické funkce neumí, pomohou ji alespoň lokalizovat. [9,10]

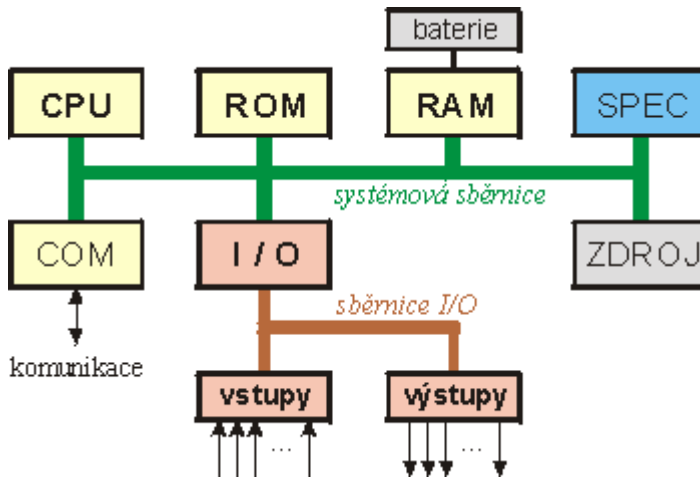
Nepříliš často se stává, že první varianta řešení řízení zůstane tou finální. Zde se projeví další velká výhoda PLC. Pouze stačí pozměnit program a PLC bude vykonávat jinou činnost, stále však s naprosto stejnou sestavou modulů PLC. Také se může stát, že činnost, kterou řídí PLC, se stane nepotřebnou pro výrobu, a tak bude zrušena. V tomto případě opět stačí vzít PLC a zapojit ho do jiné aplikace, napsat a odladit příslušný program. PLC bude fungovat v nové aplikaci v původní sestavě modulů nebo lehce pozměněné sestavě modulů. V obou případech vám nezůstane PLC nevyužité, nebo alespoň jeho části. [9,10]

Z výše uvedeného bychom si mohli myslet, že PLC mají jen samé výhody. To by byla chyba. První nevýhodou je delší odezva PLC. Ta je dána dobou průchodu programu. Závisí na rychlosti CPU a délce aktivní části programu. Obvykle nabývá hodnot jednotek až desítek milisekund. Pro běžné aplikace tato odezva nebývá problém. Je s ní však potřeba počítat, aby v některých případech nedošlo k problémům. Další nevýhodou je časová nespojitost zpracování. Algoritmus je vykonává cyklicky, vždy v daných okamžicích. Na toto je třeba dát si pozor při návrhu a programování. Mohlo by dojít například ke ztrátě krátkého impulzu. Další problém je v tom, že program je vykonáván v pořadí, v jakém je zapsán. Pokud toto pořadí neodpovídá „toku signálů“, může dojít k prodloužení odezvy PLC, nebo dokonce k chybám v řízení. Watchdog zde hlídá dobu cyklu. Pokud jeden cyklus trvá déle než je nejvyšší přípustná hodnota, Watchdog resetuje systém. [9,10]

3.1.2 Uspořádání PLC

PLC se skládá z několika částí. Hlavní částí je CPU, která se stará o základní běh PLC a vykonávání programu. Zde je výčet základních částí PLC. Není nutné, aby PLC obsahovalo všechny tyto části, nebo naopak může obsahovat i další. Pro lepší

představu vnitřního uspořádání je na obrázku 4 zobrazeno blokové schéma PLC. [10,11]



Obrázek 4 Blokové schéma PLC

Zdroj: https://eluc.kr-olomoucky.cz/uploads/images/11870/UC2_6472_obr1.gif

3.1.2.1 CPU

Česky procesorová jednotka, která se stará o samotný běh PLC. Je podobná procesoru obyčejného PC. Obsahuje procesor, který zajišťuje zpracovávání informací. Provádí tedy logické a numerické operace s údaji vstupních a pomocných proměnných uložených v paměti RAM. Základem každého PLC je CPU. [10,11]

3.1.2.2 Paměť RAM a ROM

Paměť RAM slouží k uložení uživatelského programu, podle kterého PLC pracuje. Jsou zde také uloženy hodnoty pomocných proměnných. Paměť ROM obsahuje systémové programy pro činnost PLC. Proto není uživateli přístupná a nijak do ní nemůže zasahovat. Každé PLC má paměť RAM a ROM. [10,11]

3.1.2.3 Vstupy a výstupy

Vstupy slouží k připojení snímačů a jiných prvků, které dodávají PLC informace. Můžeme je rozdělit na dvoustavové, analogové a pulsní. Dvoustavové jsou určeny pro

příjem dvoustavové informace. Dvoustavové vstupy bývají galvanicky oddělené, kvůli ochraně PLC. Analogové vstupy jsou určeny pro připojení snímačů, které dodávají spojitý signál. Pulsní vstupy jsou určeny pro připojení vysokofrekvenčních signálů. [10,11]

Výstupy můžeme znovu rozdělit na dvoustavové, analogové a pulsní. Výstupy jsou určeny především k připojení akčních členů. Dvoustavové výstupy slouží k připojení akčních členů, které jsou řízené dvoustavovou hodnotou. Naopak analogové výstupy slouží k připojení akčních členů, které jsou řízeny spojitým signálem. Pulsní výstupy jsou určeny pro vysílání vysokofrekvenčních signálů. [10,11]

Vstupy a výstupy mohou být integrované přímo v PLC nebo v provedení jako moduly. To záleží na provedení PLC. [10,11]

3.1.2.4 Komunikace

Tato část zajišťuje komunikaci PLC s okolím, např. po sériové lince, USB nebo Ethernetu. [10,11]

3.1.2.5 Další funkce

Do této části spadají speciální funkce, jako jsou hodiny, časovače, čítače, sekvenční registry, matematické funkce, popř. algoritmy pro regulace. [10,11]

3.1.2.6 Systémová sběrnice

Všechny části výše vyjmenované spolu musí komunikovat. O tuto komunikaci se stará právě systémová sběrnice. [10,11]

3.1.3 Parametry PLC

Systém PLC má stejně jako PC mnoho různých parametrů, podle kterých je můžeme mezi sebou srovnávat a podle kterých si vybereme vhodné PLC pro danou aplikaci. Parametrů je mnoho, a proto rozeberu jen ty základní. Další možné parametry

jsou například údaje o napájení, rozměry, provozní podmínky, pro které je PLC určeno, a mnoho dalších. [9,10]

3.1.3.1 Výkonnost PLC

Výkonnost se nejčastěji posuzuje podle doby vykonávání instrukcí. Obvyklé hodnoty pro výkonné systémy jsou v řádu jednotek mikrosekund na instrukci, výjimečně méně. U malých, méně výkonných systémů bývají časy řádově jednotky až desítky mikrosekund na instrukci. Tyto hodnoty jsou pro provádění nejzákladnějších logických instrukcí. Pro ostatní instrukce jsou tyto hodnoty mnohem vyšší. Například výrobce u PLC Panasonic FP7 udává 14 mikrosekund na jednu instrukci, výrobce TECOMAT NS950 udává dobu 13 mikrosekund pro řadu 2S, 60 mikrosekund pro řadu 1M. [9,10,12,13]

3.1.3.2 Počet vstupů a výstupů

Počet vstupů dvoustavových i analogových je dán výrobcem. PLC nemusí mít žádné vstupy ani výstupy přímo, ale mohou se připojovat jako rozšiřující modul. [9,10]

3.1.3.3 Sběrnice

Kromě vstupů a výstupů analogových i dvoustavových se k PLC mohou připojovat snímače a akční členy pomocí sběrnic. Problematika sběrnic bude probrána v pozdější kapitole. [9,10]

3.1.3.4 Robustnost

PLC jsou proto konstruovány tak, aby mohly pracovat i v nejobtížnějších provozních podmínkách v těsné návaznosti na řízený systém, což klade vysoké nároky na jejich odolnost vůči vlivům prostředí (teplota, vlhkost, prašnost, otřesy). Zvláštní důraz je kladen na velkou odolnost proti rušení. PLC určené do rozvaděčů mají horší krytí než PLC, které jsou určeny k provozu přímo u strojů, kde je vyšší vlhkost a prašnost. [9,10]

3.1.4 Centralizovaný/decentralizovaný systém

Dále popsané způsoby realizace sestavy PLC vždy závisí na konkrétních podmínkách nasazení řídicího systému (chemické provozy, těžké strojírenství, ale i objem a topologie signálových cest, konstrukční a realizační možnosti atd.). Není přesné pravidlo, jaká sestava PLC má být kde a kdy použita, vždy záleží na správné úvaze při projekci. V praxi se nejčastěji používá kombinace obojího. [9,10]

3.1.4.1 Centralizovaný systém

Centralizovaný systém představuje takové uspořádání řídicího systému, kdy jsou všechny signály technologie soustředěny do jednoho centrálního místa. Zpravidla se toto řešení používá v případech, kdy převážná část signálů vzniká nebo je použita v blízkosti PLC. Jedná se vlastně o hvězdicovou topologii. Komunikace s kterýmkoli senzorem i akčním členem je možná kdykoliv. Jako řídicí systém může být použito kompaktní PLC i modulární PLC. Při tomto zapojení nemusejí mít senzory ani akční členy žádnou vlastní inteligenci. [9,10]

3.1.4.2 Decentralizovaný systém

Decentrální systém využívá prostředky síťové komunikace. Nejčastěji používanými sběrnicemi pro decentralizovaný řídicí systém je Profibus a Profinet, obojí v metalickém, optickém nebo kombinovaném provedení. Není vyloučeno ani použití dvou různých sítí. Z hlediska instalace propojovacího kabelu je toto řešení úspornější, protože síťové kabely mají méně signálových vodičů oproti mnohožilovým kabelům pro rozšiřující rámy. Nevýhodou je, že každý senzor a akční člen připojený k sběrnici musí disponovat vlastní inteligencí. [9,10]

3.1.5 Dělení PLC

PLC můžeme rozdělit na tři druhy podle jejich provedení. Jsou to Mikro PLC, Kompaktní PLC a Modulární PLC. [9,10]

3.1.5.1 Mikro PLC

První druh PLC je Mikro PLC. Jsou nejmenší a nejlevnější kompaktní PLC. PLC modul je osazen pouze CPU a malým množstvím vstupů a výstupů, které jsou jen dvoustavové. Uživatelé nabízejí například šest dvoustavových vstupů a šest dvoustavových výstupů. Žádné další vstupy nebo výstupy už nejsou k dispozici. Pro lepší představu je na obrázku 5 vyobrazeno Mikro PLC od firmy Teco. Tento druh PLC není možné dodatečně rozšiřovat dalšími periferiemi. Programátorský komfort je zde redukován na nezbytné minimum. Jakékoliv komunikační možnosti obvykle chybějí. Cena se tak pohybuje pouze v jednotkách tisíců Kč. Vzhledem k těmto výhodám a nevýhodám se tyto PLC používají pro jednoduché aplikace. Nejčastější použití je tedy:

- Balicí systémy;
- Řízení klimatizace;
- Zabezpečovací systémy;

[9,10]



Obrázek 5 Mikro PLC

Zdroj: https://eluc.kr-olomoucky.cz/uploads/images/11888/UC2_6520_obr1.png

3.1.5.2 Kompaktní PLC

PLC je proveden tak, že v jednom modulu je integrována CPU a určitý počet dvoustavových vstupů a výstupů, případně i určitý počet analogových vstupů a výstupů. Pro lepší představu je na obrázku 6 vyobrazeno Kompaktní PLC od firmy Siemens. Přesná konfigurace se mění model od modelu. Výhodou kompaktních PLC bývá nejen cena, ale i rychlost přístupu k periferiím, protože tyto jsou přímo integrovány v PLC a signály nemusí procházet přes řadič sběrnice. Celkově se pak doba cyklu může pohybovat řádově v jednotkách milisekund. [9,10]

Nevýhodou kompaktních PLC ale může být to, že jsou určeny pro malé řídicí systémy, převážně jako centrální systém, tedy mají menší paměť pro program i data a některé typy není možno dále rozšířit dalšími periferiemi. Pokud je možno k PLC připojit periferní moduly, bývají shodné provedením jako pro modulární PLC. Je zde však omezení podle typu a výrobce na možný počet připojených modulů na jednotky až desítky periferních modulů oproti modulárním PLC, kde se počítá s připojením až stovek periferních modulů. [9,10]



Obrázek 6 Kompaktní PLC

Zdroj: https://eluc.kr-olomoucky.cz/uploads/images/11872/content_UC2_6490_obr1.jpg

3.1.5.3 Modulární PLC

Modulární PLC jsou tvořeny několika moduly sestavenými do jednoho celku, z čehož jeden modul musí být CPU a k němu připojené periferní moduly. V jednoduché sestavě centrálního systému jsou moduly periférií k CPU připojeny v jedné řadě, tedy těsně za sebou. Pro lepší představu je na obrázku 7 vyobrazeno modulární PLC od firmy Teco. Pro další potřeby, instalace více periferních modulů, je možno sestavu PLC realizovat s rozšiřujícím rámem nebo jako decentralizovaný systém. [9,10]

U modulárního systému je k CPU možno připojit různé periferní moduly, dvoustavové, analogové, s různými technologickými funkcemi, komunikačními schopnostmi atd., s různým počtem vstupů/výstupů i pro různá napětí. Protože modulární systém předpokládá zpracování většího počtu signálů, řádově s více jak desítkou modulů periférií, je CPU pro toto modulární systém vybaven větší kapacitou paměti pro program i data. [9,10]



Obrázek 7 Modulární PLC

Zdroj: http://www.tecomat.com/wpimages/fotoprod/TC700/TC700_set%20I.jpg

3.1.6 Periferie

Periferie je část PLC, která zprostředkovává spojení CPU s okolím, tedy s řízenou aplikací a signalizačními prvky, ale i dalšími s využitím elektrických signálů, které jsou v PLC zpracovávány, nebo signálů, které jsou na straně PLC generovány. [9,10]

Základní dělení periférií rozlišuje periferie podle směru toku signálu na vstupní a výstupní. Podle zpracovávaného signálu na dvoustavové a analogové. S rozvojem elektroniky, miniaturizace a nároků na další funkce a funkční možnosti PLC postupně vznikaly speciální periferie, jako jsou funkční moduly (např. pro polohování, regulaci) a komunikační moduly, speciální a další moduly periférií podle určení. [9,10]

Podle umístění periférií existují periferie integrované v kompaktních PLC, tedy takové, které tvoří s CPU jeden celek PLC a modulární periferie, které se v modulární výstavbě PLC k CPU připojují podle potřeby. [9,10]

3.1.7 Bezpečnostní PLC

Pro aplikace vyžadující bezpečnostní funkce se uplatňují a jsou požadovány bezpečnostní řídicí systémy s odpovídajícími CPU a perifériemi. Pro bezpečnostní systémy nebo jejich části platí omezení pro tvorbu programu, jsou povoleny pouze jednodušší funkce. Omezení se týká především cyklů a smyček. Je zde několik uplatnění, kde se užívá bezpečnostní PLC. Úrovně integrity bezpečnosti (Safety integrity level - SIL) je definována jako diskrétní úroveň pro stanovení požadavků integrity bezpečnosti. Dělí se na 4 úrovně, kde 4 je nejbezpečnější. Pro SIL 1 je hodnota střední pravděpodobnost nebezpečné poruchy plnit svou bezpečnostní funkci na vyžádání $\geq 10^{-5}$ až $<10^{-4}$ a hodnota střední pravděpodobnost chyby bezpečnostní funkce za hodinu je $\geq 10^{-9}$ až $<10^{-8}$. Pro SIL 2 je hodnota střední pravděpodobnost nebezpečné poruchy plnit svou bezpečnostní funkci na vyžádání $\geq 10^{-4}$ až $<10^{-3}$ a hodnota střední pravděpodobnost chyby bezpečnostní funkce za hodinu je $\geq 10^{-8}$ až $<10^{-7}$. Pro SIL 3 je hodnota střední pravděpodobnost nebezpečné poruchy plnit svou bezpečnostní funkci na vyžádání $\geq 10^{-3}$ až $<10^{-2}$ a hodnota střední pravděpodobnost chyby bezpečnostní funkce za hodinu je $\geq 10^{-7}$ až $<10^{-6}$. Pro SIL 4 je hodnota střední pravděpodobnost nebezpečné poruchy plnit svou bezpečnostní funkci na vyžádání $\geq 10^{-2}$ až $<10^{-1}$ a hodnota střední pravděpodobnost chyby bezpečnostní funkce za hodinu je $\geq 10^{-6}$ až $<10^{-5}$. [10]

3.1.7.1 Bezpečnostní systém

Bezpečnostní systém je tvořen speciálními moduly nezaměnitelnými s jinými. Často se používají samostatná bezpečnostní relé, která sama kontrolují bezpečnostní prvky (stop tlačítka, optické závory, dveře a kryty, nášlapné desky, prostorové senzory, dvojtlačítka, apod.) a zajišťují odpovídající reakci na vznik porušení bezpečného stavu nezávisle na PLC. Při stisku tlačítka nebo při jiném způsobu vytvoření signálu, na který má stroj zastavit, se odpojí celé zařízení od napájení. PLC obdrží pouze signál o vzniku situace. Bezpečnostní systémy se používají k ochraně zdraví osob ve výrobě. [10]

3.1.7.2 Poruchově bezpečný systém

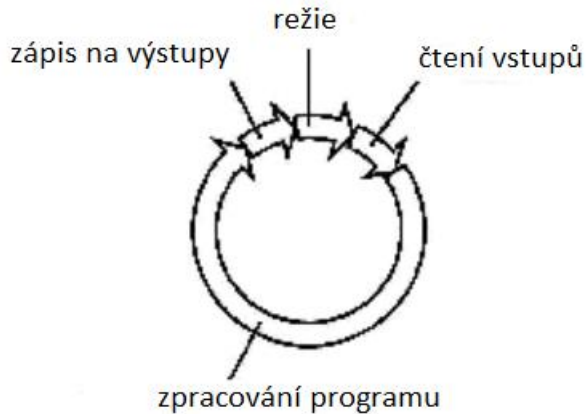
Poruchově bezpečný systém je již vždy tvořen dvěma samostatnými sestavami PLC, které jsou spolu vzájemně propojeny. Systém vyžaduje 2 speciální CPU, na kterých běží stejný uživatelský program. Tyto CPU mezi sebou komunikují a vyměňují si informace o stavu kontrolovaných vstupů a výstupů, které musí být shodné. Pokud některé CPU zjistí odchylku stavu na druhém CPU, trvajícím déle než je přípustná doba, obě CPU přejdou do STOP stavu. Signály bývají zdvojeny na snímačích nebo jsou rozvedeny vhodným způsobem pro danou aplikaci. [10]

3.1.7.3 Poruchově odolný systém

Poruchově odolný systém vyžaduje instalaci dvou shodných systémů PLC, s dvěma CPU a se shodným řídicím programem, které jsou vzájemně propojeny. Jedno PLC provádí normální řízení procesu, druhé PLC je záložní a provádí dohled a kontrolu nad první sestavou. Pokud dojde k poruše na prvním PLC, je toto PLC odstaveno a řízení přebírá záložní PLC. Tohoto systému se užívá v nepřerušitelných provozech, například ve výrobě a distribuci elektrické energie. [10]

3.1.8 Vykonávání programu PLC

Cyklus PLC je základním rysem zpracování řízení, algoritmu, kdy jsou jednotlivé příkazy vykonávány opakovaně v cyklu. Pro lepší představu cyklu PLC, je na obrázku 8 schéma tohoto cyklu. [9,10]



Obrázek 8 Schéma cyklu PLC

Zdroj: [9]

Prvním krokem na začátku každého cyklu je vykonání systémových operací v CPU, které uživatel nemá možnost ovlivnit. Jedná se o vnitřní kontrolu, komunikaci s programátorem a další. [9,10]

Následujícím krokem je načtení stavu všech dostupných vstupních signálů a uložení jejich stavů do paměti, která je označována jako obraz procesních vstupů. Pokud je pak v programu odkaz na nějaký vstupní signál, je jeho hodnota dosazena právě z tohoto obrazu vstupů. Toto ukládání stavu vstupů zajistí, aby během jednoho cyklu programu byla zajištěna jednoznačnost stavu vstupního signálu zejména u digitálních vstupů. V případě, že by se program během cyklu pokaždé dotazoval na právě aktuální stav vstupu, mohlo by dojít k situaci, že na začátku programu by byla hodnota určitého vstupu například „0“ a na konci programu opět „1“. To by samozřejmě vedlo k chybám v řízení. [9,10]

Po načtení stavu vstupních signálů je zahájeno zpracování programu, uloženého v paměťové oblasti vyhrazené pro program. Program je zpracováván shora dolů, jak je napsán programátorem. Během tohoto zpracování je určen výsledný stav výstupů. Pro chod programu se využívá pomocná paměť pro ukládání dočasných výsledků zpracování. Stavby signálů se nezapisují přímo do výstupních periférií, ale jsou ukládány

do paměti zvané obraz procesních výstupů. Důvod je stejný jako u vstupních signálů, a to zajištění jednoznačnosti stavu. [9,10]

Po dokončení programu je požadovaný stav výstupů zapsán na fyzické výstupy periférií. [9,10]

Watchdog je počítačová periferie, která resetuje systém při jeho zacyklení. K zacyklení systému může dojít v důsledku chyby v hardwaru nebo softwaru PLC. Program periodicky signalizuje watchdogu svůj chod. To se může dít např. zápisem servisního impulsu do watchdogu. Pokud systém určitý čas nesignalizuje chod (obvykle milisekundy až sekundy), pak watchdog způsobí reset systému. [14]

Výše uvedený popis, uvádějící načtení vstupů a zápis výstupů, má omezení v počtu signálů, které jsou zpracovávány. Důvodem je to, že v reálném čase nelze přesně v jednom okamžiku aktualizovat stovky až tisíce signálů. Uvedené je tedy možno považovat za reálné u malých, například kompaktních PLC. [9,10]

Pro větší, především modulární PLC, se používá řadič sběrnice, ke kterému jsou periférie připojeny. Jednotlivé periférie již mohou být od sebe více vzdáleny a i jejich množství je takové, že řízení toku dat již vyžaduje samostatnou řídicí logiku periférií. [9,10]

3.2 Programování

Program je soubor instrukcí, které jsou v PLC postupně vykonávány za účelem realizace požadovaného algoritmu řízení. Podle stavu vstupních signálů a požadavků operátora nastavují signály výstupní. Jednoduché automatizační úlohy vystačí se standardní binární logikou, časovači a čítači. Pro náročnější aplikace, jež vyžadují zpracování číselných hodnot a analogové signály, se používají systémy zvané PAC. PAC systémy jsou podobné PLC, ale disponují větším množstvím funkcí. V praxi se však PAC systémům říká PLC. [10,15]

3.2.1 Standard IEC 61131

Začátkem 90. let zahájila IEC (International Electrotechnical Commission) vývoj standardu pro systémově neutrální PLC. Tak vznikl standard IEC 61131. Tento standard vznikl pro zjednodušení problematiky PLC. Nejedná se ovšem o závaznou normu, ale jde pouze o doporučení pro výrobce. [10,15,16]

Standard IEC 61131 se dělí na více částí, a to:

- Část 1: Obecná část
- Část 2: Požadavky na technické vybavení a testy
- Část 3: Programovací jazyky
- Část 4: Návod pro uživatele
- Část 5: Komunikace

[10,15,16]

Nás v této kapitole zajímá část 3, která pojednává o systémově neutrálním programování. Na základě dosavadních zkušeností s tvorbou programů pro řízení byl standard IEC 61131-3 vytvořen tak, aby programové vybavení mělo následující vlastnosti:

- Nezávislost na technickém vybavení
- Možnost ladění ve fázi návrhu
- Jednotný programátorský přístup
- Strukturovanost a modularita

[10,15,16]

Nezávislost na technickém vybavení zabrání zbytečnému vývoji již hotového a odladěného programu. To nám sníží náklady na vývoj programů a také ho zkrátí.

[10,15,16]

Možnost ladění ve fázi návrhu nám může zrychlit i zlevnit vytváření programů, protože většinu chyb lze odstranit ještě před uvedením do provozu. Odstraňování chyb za provozu je náročnější. Chyby provozu, které se projeví až za chodu, mohou vést k poškození strojního zařízení. [10,15,16]

Jednotný programátorský přístup souvisí s požadavkem na vícenásobné použití již odladěného programu. Znovu přinese zkrácení doby potřebné k vytváření programů, ale také zkrátí dobu na přeškolení programátorů při přechodu na PLC jiného výrobce. Programátoři tak nemusejí být orientováni na PLC jednoho výrobce. [10,15,16]

Strukturovanost a modularita lépe odráží to, že řízení je často začleněno do složitějšího celku, který může obsahovat další podsystémy řízení apod. [10,15,16]

3.2.2 Programovací jazyky

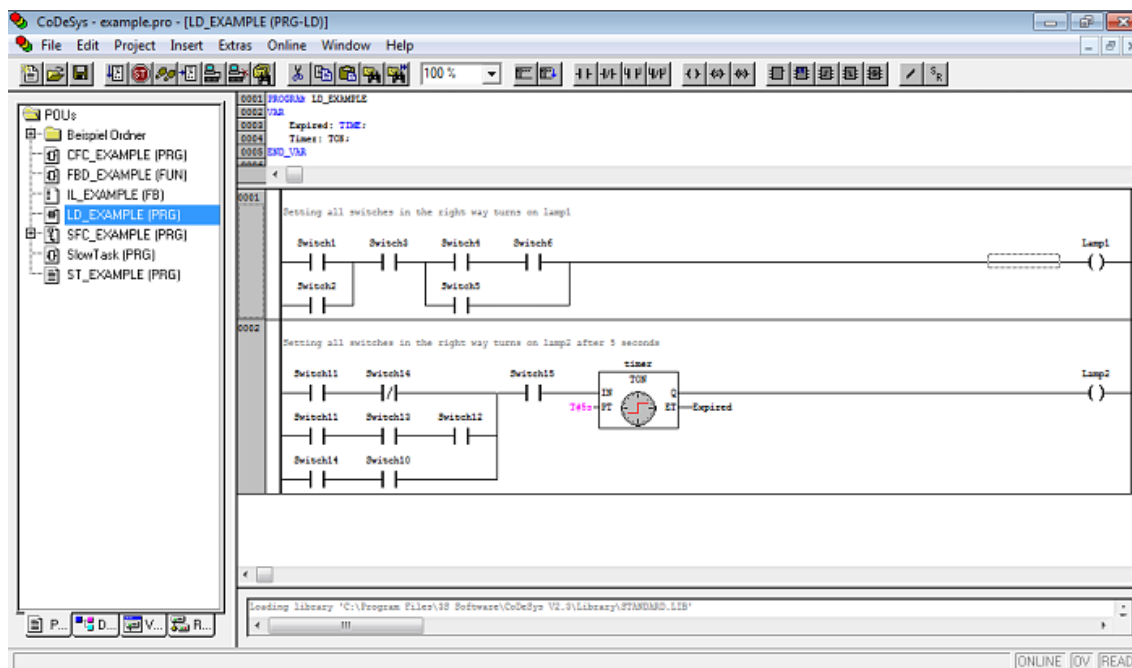
Standard IEC 61131-3 definuje 4 programovací jazyky a to Instructions List (IL), Ladder Diagram (LD), Function Block Diagram (FBD), Structured Text (ST). Jazyků existuje více, ale jsou pouze pro PLC jednoho výrobce. Výsledný programový kód pro PLC je ze zápisu daného jazyka kompilován do zápisu programu ve formě seznamu instrukcí. [10,15,16]

3.2.2.1 Instructions List

Jedná se o textový programovací jazyk. To znamená, že jednotlivé příkazy jsou zapisovány slovně. IL je obdobou assembleru u počítačů a je také strojově orientován. Každý příkaz jazyku odpovídá instrukci PLC. Seznam instrukcí je základním způsobem pro realizaci programu, tedy jedná se o nejnižší úroveň způsobu programování PLC je dostupný u všech PLC. Pomocí IL je možno použít veškeré instrukce, které jsou v CPU dostupné. [10,15,16]

3.2.2.2 Ladder Diagram

Jedná se o grafický jazyk. Zápis programu tedy probíhá ve formě schémat, podobných reléové logice. Na schématu jsou na levé straně vstupní signály, na straně pravé jsou výstupní signály. Pouze symboly znázorňující kontakty a cívky jsou zjednodušeny. Funkční bloky (časovače, čítače, ...) jsou zakreslovány jako obdélníkové značky s vepsaným názvem funkce. Pro lepší představu jak zápis vypadá, je na obrázku 9 ukázka programu v prostředí Codesys. Zápis LD může být proveden pomocí bloků stejných jako v případě FBD. LD se hodí spíše na jednodušší programy. Tento jazyk vychází z reléové logiky, tudíž je vhodný pro personál, který nezná tradiční programování. [10,15,16]



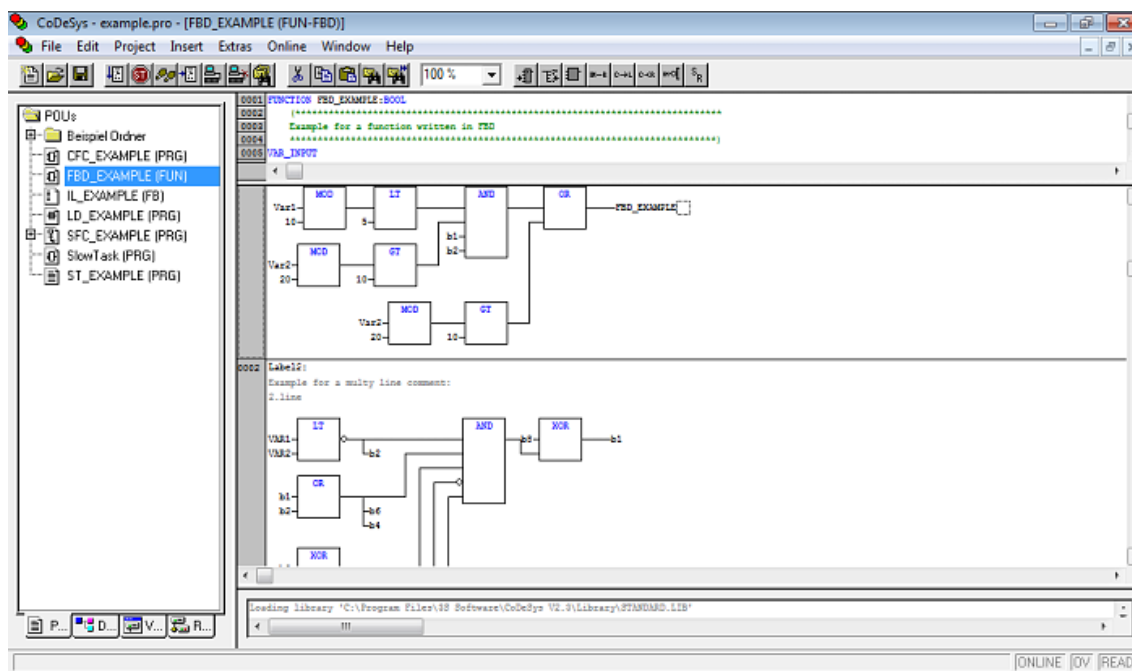
Obrázek 9 Ukázka jazyku LD

Zdroj: http://automatizace.hw.cz/files/images/image/smallrezim_LD.png

3.2.2.3 Function Block Diagram

Jedná se o grafický jazyk. Zápis programu tedy probíhá ve formě schémat tvořených bloky, které připomíná kreslení schémat s integrovanými obvody. Na levé straně jsou vstupní signály, na straně pravé jsou výstupní signály. Základní operace

popisuje obdélníkovými značkami. Výšky obdélníků jsou dány počtem vstupů a výstupů. Své značky mají i složitější funkční bloky (časovače, čítače, ...). Pro lepší představu jak zápis vypadá, je na obrázku 10 ukázka programu v prostředí Codesys. [10,15,16]



Obrázek 10 Ukázka jazyku FBD

Zdroj: http://automatizace.hw.cz/files/images/image/smallrezim_FBD.png

3.2.2.4 Structured Text

Jedná se o textový programovací jazyk. To znamená, že jednotlivé příkazy jsou zapisovány slovně. ST je obdobou vyšších programovacích jazyků pro PC, například Pascal nebo C. ST je určen pro složité programy. Zápis by byl složitý při použití ostatních programovacích jazyků. Vzhledem k podobnosti k Pascalu a C je jazyk oblíben u absolventů odborných škol, kteří mají obvykle zkušenosti s programováním právě s jazykem C nebo Pascalem. Zápis programu se provádí ve formě strukturovaného textu s použitím metod a způsobů vyššího programovacího jazyka včetně deklarací, podmínek, knihoven a dalších. [10,15,16]

3.2.3 Vývojové prostředí

Vývojové prostředí je software, který usnadňuje práci programátorů. Většina vývojových prostředí disponuje čtyřmi programovacími jazyky podle standardu IEC 61131-3. Může samozřejmě disponovat i dalšími jazyky, které jsou jen pro PLC daného výrobce. [10,15,16]

3.2.4 Prvky programu

Základní prvky programu umožňují tvorbu plnohodnotného programu pro PLC. Tyto prvky jsou funkčně primitivní, používají se ve všech typech PLC. Tyto prvky vytvářejí definovanou vazbu mezi jedním (minimálně) až několika vstupními proměnnými a výstupem funkce. Dají se rozdělit na základní a odvozené prvky. Také se dají rozdělit z pohledu druhu proměnné. [10,15,16]

3.2.4.1 Základní prvky pro binární proměnné

Existují čtyři základní funkce. Jedná se o logický součin, logický součet, exkluzivní součet a negaci. [10]

Logický součin (AND) je vazba mezi vstupy taková, že musejí být splněny všechny vstupní podmínky, aby na výstupu byla logická „1“. [10]

Logický součet (OR) je taková vazba, kde postačí splnění alespoň jedné vstupní podmínky, aby na výstupu byla logická „1“. [10]

Exkluzivní součet (XOR) je funkce, která kontroluje počet splněných vstupních podmínek. Pro lichý počet splněných vstupních podmínek má funkce na výstupu logickou „1“. V opačném případě má na výstupu logickou „0“. [10]

Poslední funkce je negace (NOT). Ta se využívá k negaci binární proměnné. Tedy pokud tedy má proměnná hodnotu „0“ na vstupu funkce, na výstupu funkce bude hodnota „1“ a obráceně. [10]

3.2.4.2 Odvozené prvky pro binární proměnné

Tyto funkce jsou odvozeny ze základních, a to jejich negací. Proto jsou zde znovu čtyři funkce. [10]

První funkcí je negace logického součinu (NAND). Tato funguje stejně jako AND, ale výstupní hodnota je znegována. [10]

Další funkcí je negace logického součtu (NOR). Tato funguje stejně jako OR, ale výstupní hodnota je znegována. [10]

Další funkcí je negace exkluzivního součtu (XNOR). Tato funguje stejně jako OR, ale výstupní hodnota je znegována. [10]

Poslední funkce je negace negace. Tato funkce nemá žádné praktické využití. [10]

3.2.4.3 Prvky pro proměnnou Integer

Součet je funkce, která sečte obě hodnoty na svém vstupu. Výsledná hodnota nesmí překročit maximální hodnotu cílové proměnné. [10]

Rozdíl je funkce, která odečte od první hodnoty hodnotu druhou. Výsledná hodnota nesmí překročit maximální hodnotu cílové proměnné. [10]

Součin je funkce, která vynásobí obě hodnoty na svém vstupu. Výsledná hodnota nesmí překročit maximální hodnotu cílové proměnné. [10]

Podíl je funkce, která podělí první hodnotu druhou hodnotou. Pokud bude výsledná hodnota uložena do datového typu Integer, bude se jedná o dělení se zbytkem. Výsledná hodnota nesmí překročit maximální hodnotu cílové proměnné. [10]

Funkce Modulo vrací zbytek po celočíselném dělení. [10]

3.2.4.4 Prvky pro proměnnou String

Funkce Length vrátí délku řetězce, výsledek je datového typu integer. [10]

Funkce Copy vrátí podřetězec z řetězce, od dané pozice, dlouhý daný počet znaků. [10]

Funkce Delete vymaže podřetězec z řetězce od dané pozice v dané délce znaků. [10]

Funkce Insert vloží řetězec do dalšího řetězce od dané pozice. [10]

Funkce Str převede číslo (libovolný číselný typ) na řetězec, který uloží do proměnné String. [10]

Funkce Val převede řetězec na číslo, pozice případného chybného znaku je vrácena v další proměnné. Bezchybný převod je signalizován nulou. [10]

3.2.4.5 Čítač

Čítač slouží k počítání impulsů signálů. Čítač poskytuje většinou výrobce PLC jako funkci pro zjednodušení práce programátora. Je samozřejmě možné řešit funkci čítání programem, je to ovšem složitější. [10]

3.2.4.6 Časovač

Časovač slouží k odměřování časových intervalů potřebných pro zpracování v programu. Časovač poskytuje většinou výrobce PLC jako funkci pro zjednodušení práce programátora. Je samozřejmě možné řešit funkci časování programem, je to ovšem složitější. [10]

3.2.4.7 Komparátor

Komparátor slouží k porovnání 2 vstupních signálů nebo proměnných. Je možné porovnávat pouze totožné nebo podobné datové typy. [10]

3.2.4.8 RS klopný obvod

Jedná se o funkci, která se chová jako RS klopný obvod. Vzhledem k funkci RS klopného obvodu se jedná o dvou vstupovou funkci. [10]

3.2.5 Datové typy

Abychom mohli v programu samotném pracovat s vstupními signály, ale i pomocnými proměnnými, je třeba mít více různých datových typů. Základní datové typy jsou samozřejmě definované standardem IEC 61131-3. [10]

První datový typ je nazýván BOOL. Jedná se o proměnnou, která je velká 1 bit a umožňuje hodnoty „0“ nebo „1“. Dá se tedy využít pro uložení hodnoty z dvoustavového vstupu nebo pro uložení výsledků programu, které mohou nabývat pouze dvou hodnot (vypnuto X zapnuto). [10]

Další datový typ je BYTE. Jeho velikost je 8 bitů. To znamená, že může nabývat hodnot 0 až 255 případně -128 až 127. Tento rozdíl je dán při deklaraci této proměnné. Do tohoto datového typu je možné zapisovat pouze celá čísla. Je vhodný pro ukládání malých čísel. [10]

Další datový typ je WORD. Jeho velikost je 16 bitů. To znamená, že může nabývat hodnot 0 až 65 535 případně -32 768 až 32 767. Tento rozdíl je dán při deklaraci této proměnné. Do tohoto datového typu je možné zapisovat pouze celá čísla. [10]

Další datový typ je INTEGER. Jeho velikost je 16 bitů. To znamená, že může nabývat hodnot -32 768 až 32 767. Nejvyšší bit zápisu je rezervován pro znaménko. Do tohoto datového typu je možné zapisovat pouze celá čísla. Existuje i UNSIGNED INTEGER, kde je všech 16 bitů užito na zápis samotného čísla, a tak může nabývat hodnot 0 až 65536. Dále existuje i DOUBLE INTEGER, který má velikost 32 bitů. Díky tomu může nabývat hodnot -2 147 483 648 až 2 147 483 647. Nejvyšší bit je opět

rezervován pro znaménko. Dále také existuje UNSIGNED DOUBLE INTEGER, který nabývá hodnot 0 až 4 294 967 295. [10]

Další datový typ je REAL. Ten je značně rozdílný od předchozích. Ve všech přechozích datových typech se hodnota zapsala přímo. Velikost REALu je 32 bitů. Nejvyšší bit je rezervován pro znaménko. Bity 23 až 30 jsou rezervované pro exponent a bity 0 až 22 jsou rezervované pro mantisu. Díky tomuto zápisu je možné zapisovat číslo, které má rozsah řádově $\pm 10^{+38}$. Nevýhodou je, že dochází k chybě vlivem zaokrouhlování, tedy výsledek může být odlišný od očekávaného matematického výsledku. Jedná se však o jediný datový typ, do kterého je možné zapisovat desetinná čísla. [10]

Standard dále definuje datový typ CHAR. Jeho velikost je 8 bitů a je užíván pro zápis znaků z ASCII tabulky. [10]

Dále existují datové typy TIME a DATE. Ty jsou určeny pro zápis času a data. [10]

Z předchozích datových typů existují i další složené datové typy. Příkladem je STRING, který je určen pro řetězce znaků z ASCII tabulky. [10]

3.3 Výrobci PLC automatů

Jak už bylo mnohokrát řečeno, tak PLC vyrábí mnoho výrobců. Mezi nejvýznamnější z nich řadíme: ABB, Allen-Bradley, B+R, Eberle, Festo, GE, H+B, Mitsubishi, Saia, Siemens a Teco. Pro bližší přiblížení jsem vybral 3 výrobce. Firmu Teco, protože se jedná o českou firmu. Firmu Siemens, protože její výrobky jsou velmi rozšířené. Škola disponuje PLC firmy IFM, a proto jsem ji vybral.[9]

3.3.1 Teco

Jedná se o českou firmu se sídlem v Kolíně. Mezi jejich výrobky patří modulární PLC řady TC700. Dále vyrábějí kompaktní PLC řady Foxtrot. Tyto PLC disponují sběrníci TCL2. Na ni lze připojit akční prvky, snímače i operátorské panely vyráběné výrobcem.

Firma také vyrábí značné množství snímačů a akčních prvků. Vývojové prostředí je Mosaic, které odpovídá standardu IEC 61131-3. [17]

3.3.2 Siemens

Jedná se o německou firmu se sídlem v Mnichově. Firma kromě automatizační techniky vyrábí mnoho dalších výrobků a poskytuje mnoho služeb. Firma nabízí v oblasti automatizace mnoho výrobků. První skupinou výrobků jsou Mikro PLC. Jedná se o řady výrobků Simatic S7 – 1200, Simatic S7 – 200 a logický modul LOGO. Další položkou mezi výrobky je řada Simatic ET 200, jedná se o modulární PLC určené k decentralizovanému řízení. Disponují několika sběrnici, a to Profibusem a Průmyslovým Ethernetem. Řada SINUMERIK je určena pro řízení CNC strojů a je tomu uzpůsobena. Firma také nabízí operátorské panely v širokém množství provedení. Také je k dispozici SCADA software pro PC. [18]

3.3.3 IFM

Jedná se o firmu se sídlem v Německu. Byla založena v roce 1969 jako rodinný podnik. Od té doby se rozrostla na velikost 5 200 pracovníků v 70 zemích. [19]

Firma nabízí značné množství snímačů, a to snímače pohybu, polohy a další. Firma také nabízí techniku pro průmyslové vidění, a to kamerové senzory. Firma také nabízí bezpečnostní relé, PLC a bezpečnostní senzory. V nabídce je možné najít modul Gateway. Je důsledně cenově optimalizován, aniž by bylo upuštěno od osvědčených předností kontroléru řady Controller E, jako je robustnost, kovový kryt, diagnostika. Řada kontrolérů typu Controller E, představující inteligentních modulů Gateway AS-i, které podporuje inteligentními PLC v rychlém zpracování signálů a v odlehčení nadřazeného řízení. Tyto Gatewaye podporují široké množství sběrnic. Řada EcomatMobile Basic jsou modulární PLC, určené k provozování v mobilních strojích, neboť mají lepší krytí. [19]

3.4 Komunikace

Sběrnice jsou užívány pro komunikaci mezi senzory, akčními členy a řídicími systémy nebo také mezi řídicími systémy a operátorskými panely. Sběrnice propojení umožňuje efektivní decentralizované řízení v reálném čase s vysokým stupněm spolehlivosti přenosu dat. [20]

3.4.1 CAN BUS

Sběrnice CAN (Controller Area Network) je sériová datová sběrnice, vyvinutá firmou Robert Bosch GmbH. Fyzická vrstva je podrobně definována normou ISO11898. Norma neomezuje maximální počet připojených uzlů na sběrnici, ale doporučuje se maximálně 30 uzlů. Maximální přenosová rychlost na sběrnici je při délce do 40 m až 1 Mb/s. Sběrnice může být i mnohem delší, ale rychlost pak výrazně klesá. [20]

Sběrnice CAN má definované tyto funkční vrstvy:

- vrstva objektů;
- transportní vrstva;
- fyzická vrstva;

Vrstva objektů a transportní vrstva zahrnují všechny služby a funkce spojové vrstvy referenčního modelu ISO/OSI. Vrstva objektů zajišťuje kompatibilitu s HW obsluhovaným prostřednictvím aplikační vrstvy. Také zajišťuje tok prioritních dat v reálném čase. Transportní vrstva má za úkol zajištění přenosu s minimalizací a signalizací chyb. Fyzická vrstva se stará o samotný přenos dat. [20]

3.4.2 HPIB a GPIB

Zkratka HPIB v sobě skrývá název firmy Hewlett-Packard Interface Bus, která tuto sběrnici vytvořila. Později byla tato sběrnice pojmenována sdružením Institute of Electrical and Electronic Engineers jako GPIB - General-Purpose Interface Bus.

Následně bylo publikováno doporučení IEEE.488. Doporučení IEEE.488.1 popisuje mechanické a elektrické vlastnosti rozhraní a také základní přenosové protokoly. [20]

Jde o paralelní sběrnici, která umožňuje propojení maximálně 15 přístrojů k jedné obousměrné sběrnici. Komunikační médium má 24 pinů. Délka sběrnice většinou nepřevyšuje 20 m. Sběrnici může být prodloužena zapojením opakovačů. Maximální teoretická přenosová rychlost je 1 MB/s, rychlosti dosahované v praxi jsou menší – 250 až 500 kB/s. [20]

3.4.3 PROFIBUS

Profibus je ve všech oblastech automatizačních procesů, a to řízení výrobního procesu, dopravní infrastruktury a výroby a spotřeby energií. Profibus již nenazýváme sběrnici, ale systémem sběrnic. V nižších vrstvách navazuje na senzorový systém AS-Interface. Ve vrstvě aplikační navazuje na systém ProfiNet umožňující přenos libovolných dat přes počítačové sítě. Profibus vychází z modelu ISO/OSI. [20]

Přenosová rychlost je až 12 Mibit/s v závislosti na délce a typu sítě v rozsahu 100 m až 1,2 km a použité technologie přenosu (optický přenos až desítky km). Pro zvýšení délky sítě, omezení šumu se používá Repeater. Sběrnice Profibus používá pro přenos dat RS-485, kde je možné připojit 128 prvků. Další možností je optické vlákno, kde je třeba převodníků na RS-485. [20]

Existují tři varianty komunikačního standardu Profibus:

- Profibus DP;
- Profibus FMS;
- ProfibusPA;

Profibus DP (Decentralized Periphery) je nejjednodušší a nejrozšířenější variantou Profibusu, určený pro rychlou komunikaci typu master-slave. Komunikačním médiem je RS-485 nebo optické vlákno při rychlosti až 12 Mbitů/s. [20]

Profibus FMS (Fieldbus Message Specification) nabízí komunikační standard pro komunikaci v různých prostředích s velkým množstvím služeb pro práci s daty. Komunikačním médiem je podobně jako u varianty Profibus DP RS-485 nebo optické vlákno, avšak rychlost je už nižší. [20]

Profibus PA (Process Automation) používá rozšířenou normu Profibus DP a je určen pro řízení pomalých procesů zvláště ve výbušném prostředí, protože odpovídá jiskrové bezpečnosti. Kvůli možnosti užití v tomto prostředí je použita i speciální fyzická vrstva, a to proudová smyčka podle standardu IEC 1158-2. Komunikující rychlost je 31,25 kbit/s. [20]

3.4.4 FIELDBUS

Sběrnice Fieldbus je hodně podobná sběrnici Profibus. Fieldbus vznikl ve snaze zpřehlednit oblasti sběrnic pro průmyslovou komunikaci. ProfiBus a FieldBus sdílejí některé standardy týkající se fyzické vrstvy. Hlavním cílem Fieldbusu je komunikační propojení nekompatibilních technických zařízení různých výrobců především v automatizačním a výrobním procesu. Vývojem Fieldbusu se zabývá nezisková organizace Fieldbus Foundation, která sdružuje významné výrobce z oblasti automatizační techniky a programového vybavení. [20]

Jedná se o sběrnici s poloduplexním přenosem určené ke komunikaci mezi senzory veličin a akčními členy a řídicími systémy. Zachovává základní výhody analogových komunikačních systémů s proudovou smyčkou 4 -20 mA. Díky tomu se instaluje s využitím původní kabeláže. Fieldbus napájí koncová zařízení po komunikačním vedení. Může být aplikována ve výbušném výrobním prostředí. Je možný obousměrný přenos více parametrů po páru vodičů. Sběrnice disponuje funkční diagnostikou připojených jednotek. [20]

V referenčním modelu ISO/OSI jsou ze sběrnice FieldBus zastoupeny pouze fyzická, linková a aplikační vrstva. Vlastní architektura je rozdělena do tří specifických vrstev:

- fyzická přenosová vrstva (fyzická vrstva);
- komunikační zásobník (spojová a aplikační vrstva);
- uživatelská vrstva;

Fyzická vrstva sběrnice obsahuje dvě varianty přenosu dat:

- varianta H1 - přenosová rychlost 31,25 kb/s, přenos informace na elementární úrovni, sběrnice topologie, odbočky bez zvláštních opatření do 1 m, maximálně 32 připojených zařízení, maximální délka sběrnice při použití stíněného krouceného páru 1 900 m;
- varianta H2 - přenosová rychlost 1 Mb/s a 2,5 Mb/s, rychlé automatizační procesy, maximálně 32 připojených zařízení, maximální délka sběrnice při použití stíněného krouceného páru 750 m (1 Mb/s) a 500 m (2,5 Mb/s);

Komunikační zásobník rozlišuje tři typy připojených zařízení:

- základní zařízení - senzory a akční členy;
- řídicí zařízení - funkce řadiče komunikace na sběrnici;
- přemostění - spojení dvou segmentů linky a také spojení linek variant H1 a H2;

Uživatelská vrstva není zahrnuta v ISO/OSI modelu. Fieldbus zajišťuje kompatibilitu zařízení různých výrobců. [20]

3.4.5 Průmyslový ETHERNET

Ethernet se úspěšně prosadil v lokálních sítích LAN. Od vzniku Ethernetu vzniklo více variant jeho fyzické vrstvy. Starší varianty užívaly koaxiální kabely s rychlostí 10 Mb/s. Novější varianty využívaly kroucenou dvojlinku s rychlostí 10, 100 a 1000 Mb/s. Také topologie se změnila ze sběrnice u koaxiálních kabelů na stromovou u kroucené dvojlinky. [21]

TCP/IP obsahuje sadu protokolů pro komunikaci v počítačové síti a je hlavním protokolem sítě Internet. Komunikační protokol jsou určitá pravidla, která určují

syntaxi a význam jednotlivých zpráv při komunikaci. Průmyslová sběrnice Ethernet je z rodiny sítí s architekturou NetLinx se společným protokolem CIP (Common Industry Protocol). Síť Ethernet IP (IP znamená Industrial Protocol) vychází a je vystavěna na celosvětově známé síti EtherNet s protokolem TCP/IP. [21]

Na rozdíl od běžného Ethernetu musí Průmyslový Ethernet splňovat další požadavky. Včasné a současné plnění požadavků jednotlivých komponent podílejících se na komunikaci. Musí minimalizovat kolísání doby odezvy. Všechny prvky na síti musejí mít stabilní operační systém, pokud nějaký mají. Odolnost proti vibracím, rázům a dalším mechanickým vlivům. Odolnost proti působení vlhkosti, prachu a jiných nečistot vyskytujících se ve výrobním prostředí (IP 67). [21]

Vzhledem k nekoordinovanému vývoji existuje dnes několik nekompatibilních realizací Průmyslového Ethernetu. [21]

3.4.5.1 PROFINET

Byl vyvinut organizací PNO (Profibus Nutzer/User Organization) s pomocí Siemensu v roce 2002. Profinet podporuje architekturu CBA, která umožňuje snadno a efektivně spravovat i složité decentralizované systémy. Přenosová rychlost je 10 Mb/s nebo 100 Mb/s. Může používat různá přenosová média, a to metalické, optické vodiče a WiFi. [21]

3.4.5.2 ETHERCAT

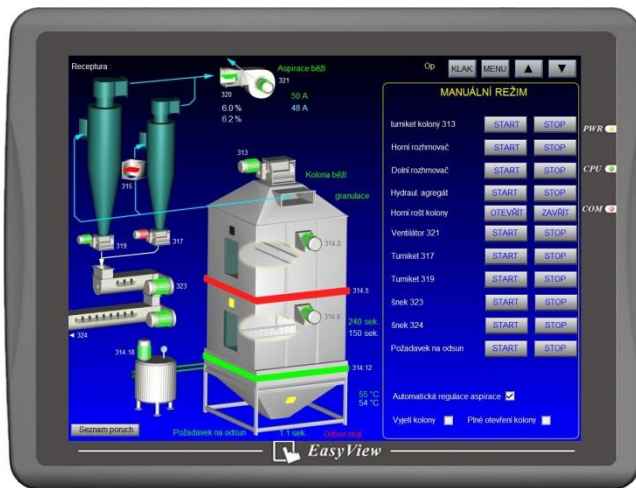
Byl vyvinut firmou Beckhoff v roce 2003. Využívá prstencovou topologii s užitím principu master/slave. Aplikační vrstva využívá model definovaný CAN sběrnici. [21]

3.4.5.3 ETHERNET Powerlink

Byl vyvinut rakouskou firmou Bernecker + Rainer (B&R) v roce 2002. Jejich cílem bylo vytvořit rychlou sběrnici s minimálním rozptylem časování telegramů. Výsledkem je sběrnice, která představuje optimální platformu pro sběr a distribuci dat. [21]

3.5 Rozhraní MMI

Rozhraní MMI (Man-Machine Interface) je operátorské rozhraní, které slouží k dohledu a ovládání procesů řízených PLC. Toto rozhraní může být realizováno více způsoby. Nejjednodušším je užití tlačítek a indikačních LED diod. Toto je použitelné pouze u jednodušších aplikací. Pro složitější aplikace jsou vhodné dotykové grafické displeje nebo displeje s klávesnicí nazývané operátorské panely. Ve většině aplikací uživatelského rozhraní je plně dostačující použití například klávesnice v kombinaci se znakovým LCD displejem. Pro lepší představu jak operátorský panel vypadá, je na obrázku 11 a 12 ukázka dotykového grafického displeje a displeje s tlačítky. [22]



Obrázek 11 Ukázka dotykového grafického displeje

Zdroj: http://www.tebis.cz/img/OPanel2_large.jpg



Obrázek 12 Ukázka displeje s tlačítky

Zdroj: <http://miniautomatizace.cz/wp-content/uploads/2012/10/kp300-basic-mono-all-colours-450.png>

Operátorský panel umožňuje dobrý přehled nad procesem. Na grafickém displeji je možné zobrazit mnoho informací, které jsou dobře pochopitelné. Například u dvoustavových prvků jejich značka může svítit červeně nebo zeleně („0“ nebo „1“), u ventilátorů může být animace jejich otáčení s údajem o otáčkách. Naopak ovládání akčních prvků je řešeno přepínačem u dvoustavových akčních prvků, například zavření/otevření ventilu. U ovládání například ventilátorů je možné zadávat přímo otáčky z klávesnice nebo je možné na displeji posunout „šoupátkem“, a tím měnit otáčky ventilátoru. [22]

Operátorské panely se k PLC připojují pomocí Ethernetu a dalších sběrnic. [22]

V praxi se nejčastěji používá kombinace tlačítek a displeje. Tlačítka jsou přítomna už jen proto, že bezpečnostní normy vyžadují hřibové tlačítko STOP. Také mohou být přítomny v případě, kdy pracovník obsluhující stroj používá rukavice, které by mu znesnadnily užívání dotykového displeje nebo klávesnice. Tato tlačítka obvykle stroj zapínají, vypínají a umožňují jen základní ovládání. Ovšem u těchto strojů najdete i klávesnici a displej. Ty slouží ke komplikovanějším nastavováním stroje, a také k přehledu na jeho procesy. [22]

Dohled nad aplikací může být řešen přímo přes počítač pomocí speciálního softwaru nazývaného SCADA. Zkratka SCADA znamená „Supervisory Control And Data Acquisition“, tedy „dispečerské řízení a sběr dat“. Jedná se o software, který běží na PC, které je propojené s PLC, jehož prostřednictvím je možné ovládat aplikaci řízenou PLC. Možnosti jsou podobné jako u operátorských panelů, ale celé ovládání bývá komfortnější. [23]

Existuje zvláštní skupina PLC nazývaná OPLC. Jedná se o kombinaci PLC a operátorského panelu. Toto řešení má své výhody i nevýhody. Mezi nevýhody patří především to, že PLC musí být umístěno tak, aby bylo dostupné pro pracovníky. To může vést k tomu, že PLC není přímo u aplikace, kterou řídí. Výhodou je jednodušší programování, neboť jak PLC, tak displej je programován v jednom prostředí a jejich provázání je snadnější. OPLC je také levnější než PLC a operátorský panel dohromady. Nejedná se o příliš rozšířené řešení a je jen několik výrobců OPLC. Největším z nich je firma Unitronics. [22]

3.6 PLC IFM AC1357

PLC AC1357 disponuje Ethernetem pro komunikaci s nadřazeným počítačem. Komunikačním protokolem je MODBUS. [24]

Pro jakoukoliv komunikaci prostřednictvím Ethernetu s PLC je prvně třeba v samotném PLC nastavit, že komunikace bude probíhat prostřednictvím Ethernetu a následně zvolit IP adresu zařízení. Poté je třeba připojit PLC do sítě kabelem Ethernet CAT5 s konektorem RJ45. Nyní je možné komunikovat s PLC prostřednictvím MODBUS protokolu. [24]

3.6.1 Komunikace prostřednictvím webového rozhraní

Do internetového prohlížeče zadáme IP adresu PLC a následně se zobrazí základní stránka, která je uložena v PLC. Ta nabízí několik možností, první z nich je update softwaru PLC. Další možnost je dodatečné nastavení komunikace. Další možností je systém. Pod touto položkou se nachází přístup k přehledu všech vstupů

a výstupů. Je možné nastavovat hodnoty výstupů prostřednictvím této stránky. Tento způsob komunikace je jednoduchý způsob, jak dohlížet nad vstupy a výstupy PLC. [24]

3.6.2 Komunikace pomocí program v jazyku C

K hodnotám vstupů a výstupů je možné přistupovat pomocí vlastního programu napsaného v programovacím jazyku C, ale i v dalších jazycích. Pro tuto komunikaci je třeba znát formát zprávy, prostřednictvím kterých je komunikováno s PLC a také adresu. Adresy mohou mít 2 různé formáty a to Modbus formát a IEC formát. [24]

Modbus adresa je šestnácti bitová. Pro samotné adresy je však využíváno pouze 8 bitů. Jedná se o bity 0 až 3 a 8 až 11, na ostatních bitech je „0“. Adresy se dělí na adresy pro vstupy a výstupy a na Master 1 a Master 2. Hodnoty adres pro vstupy pro Master 1 začínají hodnotou 4096 a končí hodnotou 4127. Hodnoty adres pro vstupy pro Master 2 začínají hodnotou 8192 a končí hodnotou 8223. Hodnota 4096 až 4111 označuje analogové vstupy pro Master 1 a hodnota 8192 až 8207 označuje analogové vstupy pro Master 2, hodnota 4112 až 4127 označuje dvoustavové vstupy pro Master 1 a hodnota 8208 až 8223 označuje dvoustavové vstupy pro Master 2. Výstupy pro Master 1 začínají hodnotou 4525 a končí hodnotou 4556. Výstupy pro Master 2 začínají hodnotou 8621 a končí hodnotou 8652. Hodnota 4525 až 4540 označuje analogové výstupy pro Master 1 a hodnota 8621 až 8636 označuje analogové výstupy pro Master 2, hodnota 4541 až 4556 označuje dvoustavové výstupy pro Master 1 a hodnota 8637 až 8652 označuje dvoustavové výstupy pro Master 2. Tyto adresy tedy odkazují na jednotlivé vstupy a výstupy. [24]

Adresování vstupů a výstupů může být také zajištěno IEC adresou. Ta má rozdílný formát od Modbus adresy. [24]

Pro dvoustavové vstupy a výstupy má následující formát. Formáty zprávy je následující: %X Y Z. Ž. Položka X rozhoduje, zdali se jedná o přístup k vstupu nebo výstupu. Pro přístup k vstupu je její obsah „I“ a pro výstup „Q“. Položka Y rozhoduje, jaký druh odpovědi je očekáván. Pokud položka Y obsahuje „B“ jedná se o byte, pokud

obsahuje „X“ jedná se o bit. Položka Z určuje, zdali se jedná o Master 1 nebo Master 2 a zdali se jedná o A nebo B slave. Pokud položka Z obsahuje „1“, tak odkazuje na S/A slave on master 1, pokud obsahuje „2“, tak odkazuje na S/A slave on master 2. Pokud položka Z obsahuje „11“, tak odkazuje na B slave on master 1, pokud obsahuje „21“, tak odkazuje na B slave on master 2. Položka Ž určuje daný vstup nebo výstup. Položka Ž nabývá hodnot 1 až 31 a tyto hodnoty odpovídají příslušným vstupům nebo výstupům. Z výše uvedeného vyplývá, že například adresa %IB1.1 odkazuje na vstup, umístěný na A slave on master 1 s pořadovým číslem 1. Tento dotaz navrátí hodnotu daného vstupu v datovém typu byte. [24]

Pro analogové vstupy má následující formát. Formát zprávy je %W X Y. Z . Ž. Položka W rozhoduje, zdali se jedná o přístup k vstupu nebo výstupu. Pro přístup k vstupu je její obsah „I“ a pro výstup „Q“. Položka X rozhoduje, jaký druh odpovědi je očekáván. Zde je pouze možnost „W“ pro Word. Položka Y rozhoduje, o který Master se jedná. Pokud je hodnota položky Y „21“ jedná se o Master 1, pokud je hodnota položka „22“ jedná se o Master 2. Položka Z určuje daný vstup nebo výstup. Položka Z nabývá hodnot 1 až 31 a tyto hodnoty odpovídají příslušným vstupům nebo výstupům. Položka Ž určuje, o jaký datový kanál se jedná. Nabývá hodnot 0 až 4. Hodnota „0“ odpovídá prvnímu kanálu S/A slave, hodnota „1“ odpovídá druhému kanálu S/A slave, hodnota „2“ odpovídá třetímu kanálu single slave nebo prvnímu kanálu B slave, hodnota „3“ odpovídá čtvrtému kanálu single slave nebo druhému kanálu B slave, hodnota „4“ je pro zjištění statusu. [24]

Poté co byly určeny adresy, může být napsán program, který bude komunikovat s PLC. Pro tento program bude zvolen jazyk C. Pro tento jazyk je vytvořena knihovna pro komunikaci pomocí protokolu Modbus. Tato knihovna není součástí vývojového prostředí a musí být do prostředí přidána. Tato knihovna disponuje schopností navázat spojení s PLC, načíst data na vstupu a výstupu, a také zapsat na výstup hodnotu zadanou v programu a následně ukončit komunikaci. Knihovna disponuje i dalšími funkcemi a to přibližně třiceti. [24,25]

Vzhledem k tomu, že je vše připraveno, tak je možné začít psát program samotný. Prvně je třeba nastavit, že komunikace bude probíhat po Ethernetu. Pro komunikaci je třeba zadat IP adresu PLC a následně vybrat příkaz co se má program vykonat. Pro čtení výstupu nebo stupu je zadána adresa vstupu nebo výstupu a určena proměnná, kam se má uložit hodnota vstupu nebo výstupu. Je třeba dodržet datový typ této proměnné, podle toho jaký datový typ byl vybrán při vyslání dotazu. Pokud chceme zapsat na výstup PLC vlastní hodnotu, tak vybereme příslušný příkaz a zadáme hodnotu v příslušném datovém typu. [24,25]

4 Závěr

Závěrem lze říci, že obecné nastínění problematiky PLC automatů a jejich využití v praxi, které byly cílem práce, se podařilo splnit. Text shrnuje základní problematiku PLC automatů a jejich programování. Za přínosný výsledek práce považuji detailní rozbor PLC automatů a jejich programování, protože neexistuje mnoho podobných podrobných rozborů v českém jazyce. Bakalářská práce může tedy sloužit jako učební pomůcka pro problematiku PLC automatů pro střední školy.

PLC automaty jsou v současné době velmi důležitou součástí nejen průmyslové výroby. Využitím PLC automatů mohou výrobci zefektivnit produkci, zamezit výrobě zmetků a v neposlední řadě také snížit provozní náklady. PLC automaty jsou v současné době velmi rozšířené, a dá se očekávat, že v blízké budoucnosti se budou rozšiřovat i do dalších oborů. Vývoj postupuje velmi rychle dopředu po hardwarové i softwarové stránce.

Cílem kapitoly věnující se MMI rozhraní bylo přiblížit, co je MMI rozhraní a jak funguje. Text tedy obsahuje základní informace o MMI rozhraní a pojednává o jeho využití v praxi. Nejedná se o nijak podrobný popis, ale pouze základní přiblížení.

Cílem kapitoly zabývající se PLC IFM AC1357 bylo rozebrat postup, jak komunikovat s PLC. Bylo tedy velmi podrobně rozebráno krok po kroku, jak navázat komunikaci a následně přenést potřebná data.

Práce by se dala rozšířit v oblasti komunikace. Protože cílem práce byl samotný PLC automat, tak nebylo tolik komunikaci věnováno tolik prostoru. Především nebyly rozebrány komunikační protokoly jednotlivých sběrnic, kvůli jejich složitosti. V textu byla pouze rozebrána fyzická část sběrnic a její specifikace.

5 Seznam použitých zdrojů

1. Švarc, Ivan. *Automatizace: automatické řízení*. 1. vydání. Brno: CERM, 2002. 198 s. ISBN 80-214-2087-1.
2. Šmejkal, Ladislav. *PLC a automatizace 2*. 1. vydání. Praha: BEN - technická literatura, 2005. 207 s. ISBN 80-7300-087-3.
3. Šulc, Bohumil. *Teorie automatického řízení II*. 1. vydání. Praha: České vysoké učení technické, 1992. 152 s. ISBN 80-01-00732-4.
4. Žáček Michal. *Historický vývoj automatizace? Poznejte 12 zásadních dat* [online]. Vystaveno 17. 03. 2015 [cit. 02.02.2016]. Dostupné z: <http://factoryautomation.cz/historicky-vyvoj-automatizace-poznejte-12-zasadnich-dat/>
5. Vojáček, Antonín. *Bezkontaktní indukční snímače přiblížení - obecný popis* [online]. Vystaveno 20. 11. 2014 [cit. 02.02.2016]. Dostupné z: <http://automatizace.hw.cz/komponenty-mereni-a-regulace/indukcni-snimace-priblizeni-obecny-popis.html>
6. Vojáček, Antonín. *Bezkontaktní kapacitní snímače přiblížení - obecný popis* [online]. Vystaveno 27. 11. 2014 [cit. 02.02.2016]. Dostupné z: <http://automatizace.hw.cz/komponenty-mereni-a-regulace/bezkontaktni-kapacitni-senzory-priblizeni-obecny-popis.html>
7. Vojáček, Antonín. *Magnetické senzory přiblížení* [online]. Vystaveno 29. 1. 2006 [cit. 04.02.2016]. Dostupné z: <http://automatizace.hw.cz/clanek/2006012901>
8. Beneš, Pavel et.al. *Automatizace a automatizační technika: Prostředky automatizační techniky*. 5. vydání. Brno: Computer Press, 2014. 304s. ISBN 978-80-251-3747-5
9. Šmejkal Ladislav, Martinásková Marie. *PLC a automatizace*. 1. vydání. Praha: BEN - technická literatura, 2009. 222 s. ISBN 80-86056-58-9
10. Anonym. *PLC automatizace* [online]. Vystaveno 8. 10. 2011 [cit. 20.02.2016]. Dostupné z: <http://www.plc-automatizace.cz/index.htm>
11. Zárýbnický, Tomáš. *Automatizace* [online]. Vystaveno 28. 8. 2015 [cit. 17.02.2016]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/968>

12. Blažek, Jaroslav. *Panasonic uvádí ekonomickou variantu výkonného PLC FP7* [online]. Vystaveno 5. 12. 2015 [cit. 1.03.2016]. Dostupné z: <http://www.blaia.cz/plc-automaty/panasonic-uvadi-ekonomickou-variantu-vykonneho-plc-fp7.html>
13. Mareš, Vlastimil. *NS 950 PRIMA* [online]. Vystaveno 2. 1. 2001 [cit. 1.03.2016]. Dostupné z: http://iat.fs.cvut.cz/109/files/DP/Mares_Vlastimil_DP2000_kyvadlo/hardware/ns_950_prima.htm
14. Anonym. *Watchdog timer* [online]. Vystaveno 12. 10. 2006 [cit. 1.03.2016]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Watchdog_timer
15. Zezulka, František. *PLC, IPC, DCS* [online]. Vystaveno 14. 10. 2008 [cit. 20.02.2016] Dostupné z: <http://www.uamt.feec.vutbr.cz/~zezulka/download/KPPA/PLC,%20IPC,%20DCS.pdf>
16. Kohout, Luděk. *Programování PLC podle normy v IEC 61131-3 v prostředí Mosaic* [online]. Vystaveno 1. 11. 2007 [cit. 20.02.2016] Dostupné z: http://www.edumat.cz/texty/Programovani_IEC61131-3.pdf
17. Teco a. s.. *Produkty* [online]. Vystaveno 5. 4. 2004 [cit. 25.02.2016] Dostupné z: <http://www.tecomat.com/kategorie-12-produkty.html>
18. Siemens s.r.o.. *Automatizace* [online]. Vystaveno 5. 4. 2004 [cit. 25.02.2016] Dostupné z: <http://www.siemens.com/entry/cz/cz/#product/2232820>
19. IFM electronic s.r.o.. *Průmyslové řídicí systémy* [online]. Vystaveno 5. 4. 2004 [cit. 25.02.2016] Dostupné z: <http://www.ifm.com/ifmcz/web/pmain/050.html>
20. Šponar, Radek. *Vlastnosti a užití průmyslových sběrnic* [online]. Vystaveno 5. 4. 2004 [cit. 25.02.2016] Dostupné z: <http://www.elektrorevue.cz/clanky/04019/index.html#kap3>
21. Anonym. *Průmyslový Ethernet* [online]. Vystaveno 13. 1. 2014 [cit. 25.02.2016] Dostupné z: <http://www.elektroprumysl.cz/automatizace-rizeni-a-regulace/prumyslovy-ethernet>

22. Anonym. *MMI rozhraní (Man-Machine Interface)* [online]. Vystaveno 13. 1. 2014 [cit. 29.02.2016] Dostupné z: <http://www.ryston.cz/vyvoj/clanky/39-mmi-rozhrani-man-machine-interface>
23. Anonym. *SCADA* [online]. Vystaveno 4. 10. 2010 [cit. 29.02.2016] Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/SCADA>
24. Anonym. *Supplementary device manual AS-i controllere with Ethernet programming interface* [online]. Vystaveno 1. 05. 2011 [cit. 20.03.2016] Dostupné z: <http://www.ifm.com/mounting/7390565UK.pdf>
25. Libmodbus.org. *Libmodbus* [online]. Vystaveno 1. 05. 2001 [cit. 20.3.2016] Dostupné z: <http://libmodbus.org/documentation/>

6 Seznam obrázků

Obrázek 1 Regulace	Obrázek 2 Ovládání	2
Obrázek 3 Schéma otevírání dveří chrámu.....		4
Obrázek 4 Blokové schéma PLC		11
Obrázek 5 Mikro PLC.....		15
Obrázek 6 Kompaktní PLC.....		16
Obrázek 7 Modulární PLC		17
Obrázek 8 Schéma cyklu PLC		20
Obrázek 9 Ukázka jazyku LD		24
Obrázek 10 Ukázka jazyku FBD		25
Obrázek 11 Ukázka dotykového grafického displeje		37
Obrázek 12 Ukázka displeje s tlačítky		38