

Blokové schéma struktury typického programovatelného automatu, tak jak je uvedeno na obr. 3.3, je třeba chápat jen jako možnou konfiguraci pro náročnou aplikaci. Skutečnou sestavu volí uživatel tak, aby co nejlépe přizpůsobil svůj PLC požadavkům řešené úlohy. V konkrétním případě mohou některé typy modulů chybět, jiné se mnohonásobně opakuji. V krajním případě může být PLC vystavěn jako čistě binární (logický) systém, s výhradním použitím dvouhodnotových vstupů a výstupů, nebo naopak jako výhradně analogový (regulátor, měřicí nebo monitorovací systém).

Mohou být zdůvodněné i sestavy čistě vstupní, kdy je PLC degradován na systém pro měření a předzpracování dat. PLC může například vyhodnocovat soubor analogových a binárních snímačů z monitorované technologie, analyzovat je nebo předávat nadřízenému PC. Může se specializovat jen na čítání impulsů z vysílacích elektroměrů, z impulzních průtokoměrů plynu, teplé a studené vody nebo z měřičů spotřebovaného tepla.

Obdobně může být PLC v roli čistě výstupního systému, například jako ovládač svíticích nebo padáčkových segmentových zobrazovačů, jako ovládač souboru pohonů nebo souboru elektrických spotřebičů a jiných akčních členů.

Existují i aplikace PLC bez fyzických vstupů a výstupů, kdy PLC funguje jen jako inteligentní a programovatelný komunikační adaptér (pro připojení „cizího systému“ do sítě PLC, pro připojení operátorských panelů, snímačů čárového kódu a jiných identifikačních prvků, vážících zařízení, jako ovládač tiskárny, rádiového nebo telefonního modemu pro dálkové ovládání, jako inteligentní převodník komunikačních rozhraní a adaptér mezi protokoly různých průmyslových sběrnic.

Nejmenší a nejlevnější kompaktní PLC systémy (mikro PLC) nabízejí uživateli pevnou sestavu vstupů a výstupů, obvykle jen binárních, například 6 binárních vstupů/6 binárních výstupů pro nejmenší systém, pro větší pak sestavy 4/4, 8/6, 8/8, 12/12, ... atd. Uživatel se v tomto případě může rozhodnout pro jeden typ systému, který již nemůže dodatečně rozšiřovat. Svým kompaktním provedením, malými rozměry a nízkou cenou (v jednotkách tisíc Kč) se mikro PLC řadí do kategorie „spotřebního materiálu“. Jejich funkční a programátorský komfort je obvykle redukován na nezbytné minimum, komunikační možnosti mnohdy chybějí.

Typickým použitím programovatelných automatů nejnižší kategorie (mikro PLC) je realizace logické výbavy jednoduchých strojů a mechanismu, která se tradičně řešila pevnou reléovou logikou. Vezmeme-li v úvahu ceny ovládacích prvků, relé, stykačů, časových relé a časových programátorů, pak je zřejmé, že použití mikro PLC je účelné již u nejprostších aplikací, kde nahrazuje „hrst relé“.

Ostatní PLC v kompaktním provedení nabízejí určitou, i když omezenou variabilitu ve volbě konfigurace. Uživatel může k základnímu modulu připojit jeden nebo několik přídatných modulů z omezeného sortimentu s pevnou kombinací vstupů a výstupů, např. modul s 8 binárními vstupy a 8 binárními výstupy (tranzistorovými nebo reléovými), modul rychlých čítačů, analo-

gový vstupní nebo výstupní modul, modul regulátoru apod. Některé kompaktní systémy se navíc vyznačují ještě vnitřní modulárníostí, kdy konfiguraci základního modulu lze sestavit osazením základní desky násuvnými moduly vhodného typu („piggyback“^{*)}).

Například TECOMAT NS-946 ve zkrácené verzi analogicky i nový TC600 (lze je zařadit do kategorie mikro PLC) si uživatel může objednat v sestavě 12 binárních vstupů/8 binárních výstupů (tranzistorových nebo reléových) nebo v sestavě regulátoru se 4 binárními a 4 analogovými vstupy a s 11 binárními výstupy (7 reléových + 4 tranzistorové). I zde zůstává uživateli k dispozici úplný programátorský a komunikační komfort (obr. 2.2).

Tecomat NS-946 ve standardní verzi je sice mechanicky řešen jako kompaktní PLC, ale variabilitu výstavby si nezadá s modulárním (obr. 3.1a). V binární sestavě může obsahovat až 28/16 nebo 20/24 binárních vstupů/výstupů, v kombinované sestavě může obsahovat ještě analogové vstupy a výstupy nebo přídatné komunikační kanály.

Nový kompaktní TECOMAT řady TC-600 je menší. Sestavu základního modulu lze zvolit v několika variantách od 12/8 binárních vstupů/výstupů do 20 binárních vstupů/výstupů, až po kombinaci se 16 binárními a 4 analogovými vstupy, a se 14 binárními a 4 analogovými výstupy. K dispozici jsou až 3 sériové komunikační kanály. Sestavu lze rozšířit připojením rozšiřovacího modulu se shodnými rozměry a možnostmi nebo polovičního modulu. Tak lze vytvořit sestavu až s 56/40 nebo 48/48 binárními vstupy nebo třeba s 20 analogovými vstupy.

Nejnižší adresované binární vstupy mohou vstupovat do rychlého čítače (do 30 kHz), případně vyhodnoceny jako signály přírůstkového snímače polohy (do 30 kHz) nebo může být měřena perioda a fáze jejich signálů (např. pro přifázování generátoru k síti) podrobnosti jsou [14, 22, 27, 28, 29, 30]

Nesrovnatelně větší volnost ve volbě konfigurace poskytují modulární programovatelné automaty. Například pro TECOMAT NS-950 (obr. 3.1a) lze do jedné ze čtyř variant plochého zadního rámu (v délkách 11", 13", 15" a 19") zasouvat libovolné moduly (typicky v počtu 4, 6, 8 a 11 modulů). U variant ALFA nebo RAPID může být jeden systém tvořen několika rámy (základní a rozšiřovací moduly). Rozšiřovací moduly mohou být připojeny na vzdálenosti stovek metrů. Místo rozšiřujících modulů mohou být připojeny podsystémy tvořené kteroukoliv z variant NS-950 RAPID, ALFA, MINI, PRIMA, případně NS-946, TC-500, TC-600 nebo TECOREG řady TR-100, TR-200, TR-300. Tak lze vytvářet různě strukturované distribuované systémy - např. podle obr. 1.2, obr. 1.3 a obr. 1.7.

Nahlédnutím do katalogů PLC od renomovaných výrobců zjistíme, že sortiment jejich modulů je úctyhodný. Například v nabídce pro TECOMAT NS 950 lze napočítat více než 80 položek (stav ke 30. 4. 1997), z toho 28 binárních, 8 analogových, 5 čítacích a polohovacích, 5 komunikačních modulů, 9 typů centrálních a expanzních jednotek, 9 typů komunikačních „piggybacků“ pro různá rozhraní, univerzální a inteligentní jednotky a k nim další „piggybacky“. Bohatá je i nabídka příslušenství: napájecí zdroje (10 typů), operátorské panely (2 z produkce Teco,

^{*)} Násuvné moduly („piggyback“ - viz obr. 3.4) bývají řešeny jako malý plošný spoj s jedním nebo několika integrovanými obvody a konektorem. Hovorově se označují jako „piggyback“ (snad v původním významu „přídavek“, „přívazek“). Výstižný a krátký český ekvivalent se zatím nevžil.

25 od UniOP, 4 od LAUER, 2 grafické terminály Pro-face s dotykovou obrazovkou), kabely, rozbočovací a svorkovací moduly, komunikační adaptéry, programové produkty a dokumentaci. Podrobnosti lze nalézt např. v [16, 18, 19, 22].

Binární vstupy a výstupy

Všechny binární vstupy pro TECOMATy jsou galvanicky oddělené a jsou uspořádány po 16 nebo 32 vstupech na modulu. Stejnosměrné vstupy jsou v rozsahu 5, 12, 24 a 48 V se společným vodičem pro napětí kladné nebo záporné polaroty (pro čidla s výstupním PNP nebo NPN tranzistorem). Střídavé vstupy mají rozsah 24, 48, 115 a 230 V. Existuje i modul stejnosměrných vstupů v bezjiskrovém provedení. Je určen pro snímání vstupů z výbušného prostředí, lze jej však využít i pro snímání hladiny s ponornými sondami.

Rovněž všechny binární výstupy jsou galvanicky oddělené, v provedení s relé, transistory PNP i NPN a s triaky. Jsou řešeny pro stejnosměrné i střídavé napájení, v rozpětí od 24 do 250 V. Galvanické oddělení významně přispívá k potlačení průniku rušivých signálů do systému ze strany vstupních a výstupních svorek.

V sortimentu je i kombinovaný modul binárních vstupů a výstupů (XH-04), který obsahuje 8/8 stejnosměrných binárních vstupů/výstupů 24 V. Může být využit na optimální doladění sestavy, ale především je určen k multiplexovanému buzení a snímání matice tlačítek do rozsahu 8 × 8 nebo až 16 pater plochých zadávacích přepínačů („contravesů“).

Sortiment binárních vstupních a výstupních modulů pokrývá požadavky nejrozumnější typů řízených objektů, snímačů a akčních členů, vychází vstříc potřebám a zvyklostem projektantů z různých oborů aplikací automatizační techniky (někdo raději pracuje se stejnosměrnými ovládacími obvody, jiný dává přednost střídavým).

Analogové moduly

Rovněž sortiment analogových modulů vyhovuje všem standardním požadavkům a dovoluje bezproblémové připojení běžně používaných snímačů a akčních členů. Například univerzální analogový modul IT-04 dovoluje připojit prakticky libovolné typy snímačů a převodníků a měřit napěťové nebo proudové signály v širokém rozsahu hodnot (8 vstupů proti společné nule nebo 4 diferenciální, ve čtyřech rozsazích: ±50 mV, 256 mV, 1 V, 10 V, 1 mA, 5 mA, 20 mA) a s rozlišením 12 bitů + znaménko (2 × 4096 hodnot). Obdobně jsou řešeny i univerzální analogové výstupní moduly.

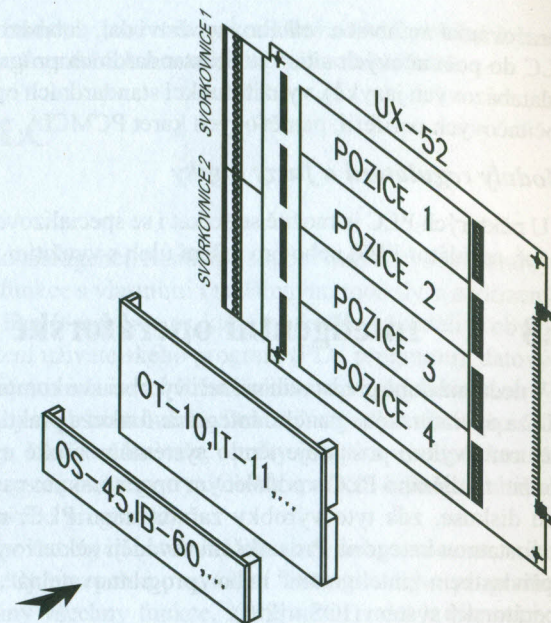
Existují však moduly specializované pro určité typy čidel, např. pro termočlánky (typu J, K, R, S, T, E, B, N), pro odporové teploměry (např. typu Pt100, Pt500, Ni100, Ni200, Ni500, Ni1000, Ni2000) ve čtyřvodičovém zapojení, s kompenzací teploty chladného konce termočlánku, s korekcí nelinearity a s odfiltrováním rušivé složky vstupních signálů, s převodem měřené veličiny na údaj ve fyzikálních jednotkách apod. U specializovaných modulů je poněkud potlačena univerzálnost, zato jsou optimálně přizpůsobeny svému určení a poskytují tak levnější a kvalitnější řešení (nižší cena, menší prostor nebo více komfortu). Analogové moduly s galvanickým oddělením dovolují zvýšit odolnost systému proti rušení, v některých situacích jsou principiálně nenahraditelné.

Některé analogové, univerzální a inteligentní moduly mají opět svou vnitřní modularitu a umožňují modifikovat svou funkci a konfiguraci vhodným osazením násuvných modulů („piggyback“) a optimálně doladit sestavu bez nadbytečných rezerv (viz obr. 3.4)

K dispozici jsou i přídavné multiplexní moduly (analogové i binární), které zmnožují počty vstupů (s minimálními náklady, ale za cenu prodloužení doby měření).

Obr. 3.4

Schematické znázornění možnosti osazení univerzální jednotky násuvnými moduly - „piggyback“ dvou rozměrů. Lze tak optimálně doladit konfiguraci PLC (zejména malých sestav), bez nutnosti zbytečných rezerv a s minimálními nároky na prostor.



Rychlé čítače a polohovací moduly

V sortimentu modulů pro TECOMAT NS-950 jsou i moduly pro rychlé čítání, pro měření polohy a pohybu přírůstkovými i absolutními snímači, pro nastavování polohy a řízení pohybu po naprogramované dráze. S jejich použitím lze vyhodnocovat rychlé sledy impulzů. Především nacházejí uplatnění při řešení úloh geometrického charakteru (měření úhlu a polohy, rychlosti a zrychlení, řízení pohybu po požadované dráze). PLC tak může realizovat obdobné úlohy, jako systémy CNC. To je významné zejména při řízení jednoúčelových strojů a pomocných mechanismů, kde je použití standardních CNC nevhodné a drahé (jsou určeny pro tradiční obráběcí a tvářecí stroje).

Speciální a inteligentní moduly

Významný je i sortiment komunikačních modulů, adaptérů a modemů pro různá rozhraní a různé typy přenosů. Jsou zde i přídavné paměťové moduly pro zálohování obsahu nebo rozšíření kapacity paměti pro uživatelský program a pro datové soubory, časový obvod pro informace o denním a kalendářním čase. Uživatel nepochybně ocení i různé typy svorkovnicových modulů a moduly rozbočovačů komunikačních kabelů, které usnadní provedení kabeláže.

Někteří výrobci dodávají i poněkud kuriozní moduly, např. Klöckner Moeller dodává pro svůj kompaktní PLC i modul pneumatických výstupů, z něhož místo vodičů vedou hadičky. Pneumatické ovládání má velký význam pro řadu technologií, zejména pro výbušné prostředí.

Počítačový modul

Někteří výrobci nabízejí v sortimentu modulů svého programovatelného automatu i počítačový modul, kompatibilní s PC. V něm lze standardními počítačovými prostředky řešit úlohy, které nejsou pro PLC typické, např. složité a rychlé výpočetní algoritmy, grafické a geometrické úlohy,

zpracování a archivace velkého množství dat, databázové úlohy, výkonné komunikace, napojení PLC do počítačových sítí, využití standardních programovacích jazyků (Pascal, C, grafických a databázových jazyků), využití funkcí standardních operačních systémů, připojení standardních počítačových periférií, paměťových karet PCMCIA, apod.

Moduly regulátorů a fuzzy logiky

U některých PLC je možné se setkat i se specializovanými moduly pro řešení regulačních úloh (např. regulátor PID) nebo pro řešení úloh s využitím fuzzy logiky a fuzzy regulace.

3.8 Inteligentní operátorské systémy

V nedávné době představili někteří výrobci své kompaktní výrobky, které v sobě sdružují funkce PLC a operátorského panelu. Integrace funkcí a praktické konstrukční provedení a výhodný poměr cena/výkon poskytuje těmto systémům široké možnosti uplatnění - a to i tam, kde bylo použití tradičního PLC s odděleným operátorským panelem dosud cenově nedostupné. Je otázkou diskuse, zda tyto výrobky zařadit mezi PLC, mezi operátorské panely, nebo zda tvoří samostatnou kategorii. Pro odlišení zavádějí někteří výrobci označení „pracovní stanice“, někdy s přívlastkem „inteligentní“ nebo „programovatelná“, zde je budeme nazývat jako inteligentní operátorský systém (IOS - [29]).

Na obr. 3.1c je uveden příklad provedení programovatelné stanice TECOMAT řady TC500. Integrovaný operátorský panel obsahuje dvouřádkový zobrazovač a 14 tlačítek. Konfiguraci lze volit ve stejném rozsahu, jako u TC600 (bez rozšiřovacího modulu). Je vybaven dvěma sériovými komunikačními kanály, možnosti programování, systémové služby a výpočetní výkon jsou stejné jako u nejvýkonnějšího z TECOMATu NS-950 RAPID (stejně možnosti má i kompaktní TC600 [22, 27, 29]).

3.9 Komunikační možnosti

Důležitou vlastností současných PLC systémů je schopnost komunikovat se vzdálenými moduly vstupů a výstupů, s podsystémy, se souřadnými i nadřizenými systémy, s operátorskými panely a s jinými inteligentními přístroji, s počítači a s jejich sítěmi, a tak vytvářet distribuované systémy.

3.10 Začlenění PLC do procesu

Na binární (dvouhodnotové vstupy) se připojují tlačítka, přepínače, koncové spínače a jiné snímače s dvouhodnotovým charakterem signálu (např. čidlo dotyku nebo přiblížení, dvouhodnotové snímače teploty, tlaku nebo hladiny). Binární výstupy, jsou určeny k buzení cívek relé, stykačů, elektromagnetických spojek, pneumatických a hydraulických převodníků (rozdávěčů), k ovládání signálů, ale i ke stupňovému řízení pohonů a frekvenčních měničů nebo k ovládání zobrazovačů.

Analogové vstupní a výstupní moduly zprostředkují kontakt programovatelného automatu se spojitým prostředím. K analogovým vstupům lze připojit například snímače teploty (obvykle odporové, polovodičové nebo termočlánky), snímače vlhkosti, tlaku, síly, hladiny, rychlosti, ale i většinu inteligentních přístrojů s analogovými výstupy, nebo třeba měřené napětí či výstup z potenciometru. Prostřednictvím analogových výstupů lze ovládat spojitě servopohony a frekvenční měniče, ale třeba i ručkové měřicí přístroje a jiné spojitě ovládané akční členy.

Rychlé čítače, odměřovací a polohovací moduly jsou určeny k měření a řízení polohy, k řízení dráhy a rychlosti pohyblivých částí strojů, dopravních a manipulačních mechanismů.

3.11 Programování PLC

Centrální jednotka

Poskytuje programovatelnému automatu inteligenci. Realizuje soubor instrukcí a systémových služeb, zajišťuje i základní komunikační funkce s vlastními i vzdálenými moduly, s nadřazeným systémem a s programovacím přístrojem. Paměťový prostor, který poskytuje uživateli je obvykle rozdělen na části. Prvá je určena pro uložení uživatelského programu (PLC programu), datových bloků a tabulek. Její obsah se zadává v edičním režimu a během vykonávání programu se obvykle nemění (u „TECOMAT“ se může měnit jen obsah tabulek). Druhá část je operační (zápisník). Jsou v ní lokalizovány uživatelské registry, čítače a časovače, obrazy vstupů a výstupů, komunikační, časové a jiné systémové proměnné (systémové registry). Obsah operační části se dynamicky mění působením uživatelského a systémového programu.

Centrální jednotky současných programovatelných automatů obsahují mikroprocesor, mikrořadič nebo specializovaný řadič, zaměřený na rychlé provádění instrukcí. Jeho programem (systémovým programem) jsou realizovány všechny funkce, které má uživatel k dispozici, tj. kompletní soubor instrukcí programovatelného automatu, jeho systémové služby, časové a komunikační funkce. Jen výjimečně a za omezujících podmínek zpřístupňují některé PLC uživatelům programování na úrovni instrukcí mikroprocesoru. Typické je použití instrukcí a příkazů jazyka programovatelného automatu, který je přizpůsoben převažujícím úlohám a způsobu myšlení typického uživatele a programátora PLC.

Soubor instrukcí PLC

Protože programovatelné automaty byly původně určeny k realizaci logických úloh a k náhradě pevné logiky, nechybějí v žádném PLC instrukce pro základní logické operace s bitovými operandy (sejmutí pravdivostní hodnoty adresovaného bitu, operace logického součtu a součinu, negace, výlučného součtu a jiných kombinačních logických funkcí, instrukce pro realizaci paměťových funkcí a klopných obvodů, pro zápis výsledku a mezivýsledku na adresované místo, ale i instrukce čítačů, časovačů, posuvných registrů, krokových řadičů a jiných funkčních bloků.

Současné PLC nabízejí instrukční soubor podstatně bohatší. (viz tab. 3.1, podrobnosti jsou v [15, 17 a 22]). V souboru instrukcí vyspělých PLC obvykle nechybí ani instrukce pro aritmetiku a operace s čísly (někdy jen nejzákladnější, např. sčítání, odčítání a porovnávání, jindy kompletní knihovny pro výpočty s pevnou nebo plovoucí řádovou čárkou), logické instrukce s číselnými operandy (paralelní operace s operandem v délce byte, slova nebo delším) a přenosy dat. Obvyklé jsou instrukce pro organizaci programu (např. skoky v programu, volání podprogramů a návraty).

Specializované instrukce

Některé PLC poskytují i velmi výkonné instrukce pro komplexní operace, např. pro realizaci regulátorů a jejich automatické seřizování, pro fuzzy logiku a fuzzy regulaci, pro operace s daty a s datovými strukturami, pro realizaci ucelených funkčních bloků, pro ukládání dat do zásobníků a záznamníků, pro podporu tvorby kultivovaného operátorského rozhraní a pro podporu komunikací. Tyto specializované instrukce usnadňují programování (nabízejí již hotové ucelené funkce nebo jejich „prefabrikáty“), zvyšují však i výpočetní výkon PLC.

Systémové služby

Jako systémové služby označujeme prostředky, které centrální PLC poskytuje nad rámec instrukčního souboru. Obvykle sem řadíme soubor systémových registrů, které obsluhuje systémový program. Například TECOMAT nastavuje po některých instrukcích příznaky v registrech S0 a S1, v S2 jsou signalizovány stavy systému, v S3 je uložena doba trvání minulého cyklu a v S4 pořadové číslo cyklu. V registrech S5 až S12 je předáván systémový čas a datum (soubor údajů v „lidských“ jednotkách: 0,01 s, 1 s, 1 min, 1 hod, den v týdnu a den v měsíci, měsíc, rok).

Jednotlivé bity v registru S13 jsou souborem periodických signálů, využitelných jako časové jednotky (s periodou 100 ms, 500 ms, 1 s, 10 s, 1 min, 10 min, 1 hod, 1 den a se souměrnou střídou 1 : 1), v S20 a S21 jsou uloženy impulzy od náběžných a sestupných hran těchto proměnných. V registrovém páru S14, 15 (slově SW14) je nepřerušovaně aktivován systémový časovač s jednotkou 100 ms, a analogicky ve slovech SW16 a SW18 pracují časovače s jednotkami 1 s a 10 s.

Další ze systémových registrů slouží pro ovládání komunikací, pro aktivaci uživatelských procesů, pro zobrazení kódu chyby a pro další údaje. Mezi systémové služby počítáme i systémovou podporu komunikací, obsluhu inteligentních modulů (systémových i periferních) realizaci a obsluhu čítačů a časovačů, multiprogramování a přerušení programu. Podrobnosti lze nalézt v [15, 17].

Výkonnost programovatelného automatu

se nejčastěji posuzuje podle doby vykonání instrukcí. Obvyklé hodnoty pro výkonné systémy jsou v řádu jednotek mikrosekund na instrukci, výjimečně méně (někdy se uvádějí doby na 1 000 instrukcí). U malých systémů bývají časy řádově jednotky až desítky mikrosekund na instrukci. Zde je třeba uvést, že toto hodnocení je mnohdy zavádějící. Uváděné časové údaje obvykle odpovídají jen nejzákladnějším logickým instrukcím. Doby ostatních instrukcí bývají mnohonásobně delší (často desetkrát i stokrát).

Výpočetní výkon PLC zvyšují instrukce, které realizují komplexní funkční bloky (krokové řadiče, aritmetické knihovny pro práci v pevné nebo v pohyblivé řádové čarce, PID regulátor, fuzzy regulátor, generátor funkcí) nebo dovolují efektivní zpracování souborů dat a datových struktur. Významnou pomoc představují systémové služby. Odezvu systému na kritické události zkracuje i možnost přerušení a multiprogramování.

Výkonnost stejného systému bude záviset na typu převažujících úloh a na prostředcích, které k tomu použijeme, na míře kvalifikovanosti programátora, jak výkonné instrukce a postupy použije a které ze systémových služeb využijeme.

Proto doporučujeme výkonnost PLC posuzovat nikoliv podle katalogových údajů, ale podle výsledků řešení reálných příkladů a typových úloh, zpracovaných kvalifikovaným programátorem.

3.12 Vykonávání programu PLC

Uživatelský program, cyklická aktivace.

Program PLC je posloupnost instrukcí a příkazů jazyka. Typickým režimem jeho aktivace je cyklické vykonávání v programové smyčce. Na rozdíl od jiných programovatelných systémů se programátor PLC nemusí starat o to, aby po konci programu vrátil jeho vykonávání opět na

začátek - zajistí to již systémový program. Naopak každé dlouhodobé setrvání programu v programové smyčce je „fatální chybou“ a systém jej hlásí jako „překročení doby cyklu“.

Cyklické vykonávání programu je schematicky znázorněno na obr. 3.5. Vždy po vykonání poslední instrukce uživatelského programu (např. E 0) je předáno řízení systémovému programu, který provede tzv. otočku cyklu. V ní nejprve aktualizuje hodnoty výstupů a vstupů: hodnoty uložené dosud v paměti jako obrazy výstupů (registry Y) přepíše do registrů výstupních periferních modulů a hodnoty ze vstupních modulů okopíruje do paměťových obrazů vstupů (registry X). Dále aktualizuje časové údaje pro časovače a systémové registry, ošetří komunikaci a provede ještě řadu režijních úkonů. Po otočce cyklu je opět předáno řízení první instrukci uživatelského programu (např. P 0)

Obr. 3.5

PLC program je vykonáván v cyklu. V jeho režijní části (v otočce cyklu) jsou nejprve na výstupy vyslány aktuálně vyčíslené hodnoty obrazů výstupů Y, pak jsou provedeny režijní operace systému, aktualizace systémových a časových proměnných, naplánována aktivace procesů pro další cyklus, ... apod.) a na závěr jsou sejmuty aktuální hodnoty fyzických vstupů, které jsou pro celý následující cyklus konzervovány, jako obrazy vstupů X.



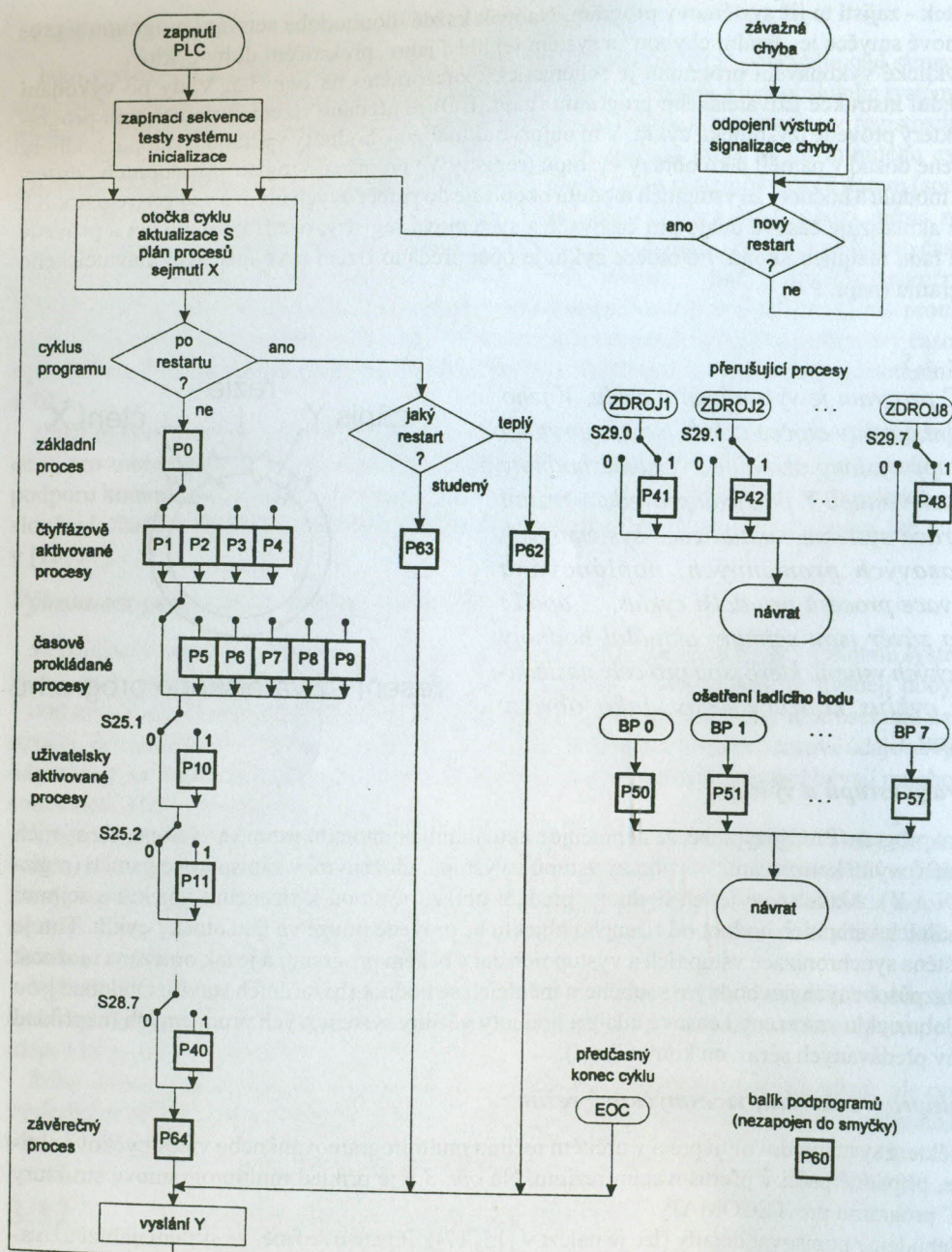
Obrazy vstupů a výstupů

Pro program PLC je typické, že nepracuje s aktuálními hodnotami vstupů a výstupů, ale s jejich „paměťovými konzervami“ - s obrazy vstupů a výstupů, uloženými v zápisníkové paměti (registry X a Y). Aktualizace jejich hodnot - předání obrazů výstupů k řízenému objektu a sejmutí aktuálních vstupních hodnot od řízeného objektu se provede pouze ve fázi otočky cyklu. Tím je zajištěna synchronizace vstupních a výstupních dat s během programu a je tak omezena možnost chyb způsobených nevhodným souběhem měnicích se hodnot (hazardních stavů). Obdobně jsou po dobu cyklu zmrazeny i časové údaje a hodnoty většiny systémových proměnných (například zpráv předávaných sériovou komunikací).

Multiprogramování, vícesmyčkový režim

Některé systémy dovolují práci v určitém režimu multiprogramování nebo vícesmyčkové aktivace, případně práci v přerušovacím režimu. Na obr. 3.6 je příklad multiprogramové struktury PLC programu pro TECOMATy.

Nebudeme popisovat detaily (lze je nalézt v [15, 17]). Pouze uvedme, že systém nabízí uživateli určitou „kostru“, soubor procesů P0 až P64, pro které jsou dána pevná pravidla aktivace. Proces P0 se aktivuje vždy po otočce cyklu (úvodní proces), P64 naopak vždy před otočkou (závěrečný proces), procesy P1, P2, P3, P4 se v aktivaci cyklicky střídají (čtyřfázové procesy), P5 až P9 se aktivují v časových prioritách (každých 0,4 s; 3,2 s; 25,6 s; 3,4 min a 27,2 min).



Obr. 3.6
Schéma multiprogramové aktivace procesů

O aktivaci procesů P10 až P40 (uživatelské procesy) rozhoduje programátor tím, jak nastaví hodnoty aktivačních bitových proměnných v systémových registrech S25 až S29. Procesy P62 a P63 se aktivují jednorázově po zapnutí nebo po restartu systému (inicializace při teplém a studeném restartu). Procesy P41 až P44 jsou aktivovány jako odezva na přerušující událost (interval 10 ms, změna hodnoty na přerušujícím vstupu, při zjištění méně závažné chyby v programu, podle stavu čítače vnějších událostí).

Je ponecháno na vůli programátora, jak dalece tuto strukturu aktivace procesů využije. Procesy, které nejsou vytvořeny, nebudou ani aktivovány. Pokud tedy všechny instrukce svého uživatelského programu zapíšeme do procesu P0 mezi instrukce (závorky procesů) P0 a E0, bude celý program aktivován v jediné nestrukturované programové smyčce. Nejsou-li vážné důvody pro složitější struktury, doporučujeme zůstat u tohoto nejjednoduššího způsobu aktivace.

3.13 Programovací jazyky PLC

K programování nabízejí PLC systémy specializované jazyky, původně navržené pro snadnou, názornou a účinnou realizaci logických funkcí. Jazyky systémů různých výrobců jsou podobné, nikoliv však stejné. Přímá přenositelnost programů mezi PLC různých výrobců není možná, daří se to obvykle jen mezi systémy téhož výrobce. Mezinárodní norma IEC 1131-3 sjednocuje programovací jazyky pro PLC. Kodifikuje čtyři typy jazyků [34, 35].

♦ jazyk mnemokódů

(„Instructions List“, „IL“, v německé terminologii „Anweisungslist“, „AWL“) je obdobou assembleru u počítačů (obr. 2.1a), a je také strojově orientován. To znamená, že každé instrukci PLC systému odpovídá stejně pojmenovaný příkaz jazyka. Jazyky mnemokódů poskytují i obvyklý „asemblerový komfort“, tj. aparát symbolického označení návěstí pro cíle skoků a volání, symbolická jména pro číselné hodnoty, pro pojmenování vstupních, výstupních a vnitřních proměnných a jiných objektů programu (datových bloků a tabulek, struktur a jejich prvků), pro automatické přidělování paměti pro uživatelské registry a pro jiné datové objekty, pro jejich inicializaci (zadání počátečního obsahu), pro zadávání číselných hodnot v různých číselných soustavách.

Tohoto typu je i jazyk xPRO, se kterým budeme v této učebnici pracovat. V našich podmínkách jsou jazyky mnemokódů poměrně často používány, zejména profesionálními programátory. Dovolují nejlépe přizpůsobit úlohu možnostem PLC a vytěžit maximum z jeho instrukčního souboru (viz [1, 13, 15, 17, 22]).

♦ jazyk kontaktních

(reléových) schémata, („Ladder Diagram“, „LD“, německy „Kontaktplan“, „KOP“ viz obr. 2.1b a obr. 3.7a) je grafický. Program se základními logickými operacemi zobrazuje ve formě obvyklé pro kreslení schémat při práci s reléovými a kontaktními prvky. Pouze symboly pro kontakty a cívky jsou zjednodušeny, aby mohly být vytvářeny semigraficky: spínací kontakty jako dvojice svislých čárek, rozpínací kontakt je navíc „přetržen“ lomítkem, cívky jsou označovány dvojicí závorek. Funkční bloky (např. čítače, časovače) jsou kresleny jako obdélníkové značky. Instrukce, které nemají svou analogii v kontaktní symbolice (a těch bývá většina) se obvykle zobrazují jako dvojice závorek nebo obdélníková značka s vepsaným mnemokódem instrukce.