

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Přírodovědecká fakulta

Bakalářská práce

# **Tvorba materiálů pro laboratorní úlohy z robotiky a automatizace**

**Jiří Štangl**

Školitel: Ing. Ladislav Ptáček

**České Budějovice 2014**

#### Bibliografické údaje

Štangl J. ,2014: Tvorba materiálů pro laboratorní úlohy z robotiky a automatizace [Creation of materials for laboratory tasks of robotics and automation, Bc. Thesis, in Czech] – 32p, Faculty of Science, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

#### Anotace

Bakalářská práce se zabývá pojmem „programovatelný automat“. Historie PLC a značky Simatic, výrobci automatizační techniky, jednotlivé způsoby programování a vnitřní uspořádání PA jsou obsahem první části. Ve druhé části se pojednává o komponentech sestavy řídicí jednotky Simatic, dotykového panelu a dvou robotů (ruky a dopravníkového pásu). Touto sestavou je realizováno pět laboratorních úloh s klíčem k jejich řešení a celkovým zhodnocením v poslední části práce.

#### Annotation

The bachelor thesis deals with the concept of „programmable logic controller“. History of PLC and brand Simatic, manufacturers of automation technology, individual ways of programming and internal configuration of the PLC are content of the first part. The second part discusses the component of the assembly of Simatic control unit, touchscreen panel and two robots (hand and conveyor belt). This assembly realizes five laboratory tasks with a solution key and overall assessment in the last part of the thesis.

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Přírodovědeckou fakultou - elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Rankově 20. 4. 2014

.....  
Jiří Štangl

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat panu Ing. Ladislavu Ptáčkovi za vedení mé bakalářské práce, panu Janu Urbánkovi za rady při řešení technických problémů a mému otci, Jiřímu Štanglovi, za pomoc s výrobou dřevěné konstrukce.

# Obsah

|  |    |
|--|----|
| Seznam zkratek .....                               | 1  |
| 1. Úvod .....                                      | 2  |
| 2. Teorie .....                                    | 3  |
| 2.1. Historie programovatelných automatů PLC ..... | 3  |
| 2.2. Výrobci automatizační techniky .....          | 3  |
| 2.3. Programování PLC .....                        | 4  |
| 2.4. Historie značky SIMATIC .....                 | 8  |
| 2.5. Vnitřní uspořádání PLC .....                  | 10 |
| 3. Popis sestavy .....                             | 13 |
| 3.1. Pásový dopravník .....                        | 13 |
| 3.2. Robotická ruka .....                          | 14 |
| 3.3. Řídící jednotka .....                         | 14 |
| 3.4. Panel .....                                   | 15 |
| 4. Blokové schéma .....                            | 17 |
| 5. Konkrétní zapojení .....                        | 19 |
| Legenda: .....                                     | 20 |
| 6. Úlohy .....                                     | 21 |
| Úloha 1 - zadání .....                             | 21 |
| Úloha 1 – klíč .....                               | 22 |
| Úloha 2 – zadání .....                             | 23 |
| Úloha 2 – klíč .....                               | 24 |
| Úloha 3 – zadání .....                             | 25 |
| Úloha 3 – klíč .....                               | 26 |
| Úloha 4 – zadání .....                             | 27 |
| Úloha 4 – klíč .....                               | 28 |
| Úloha 5 – zadání .....                             | 29 |
| Úloha 5 – klíč .....                               | 30 |
| 7. Závěr .....                                     | 31 |
| 8. Seznam použité literatury .....                 | 32 |
| Přílohy .....                                      | 1  |

## Seznam zkratek

|                |  |
|----------------|--|
| <b>PLC</b>     | programmable logic controller- programovatelný logický automat |
| <b>I/O</b>     | in/out – vstup/výstup  |
| <b>PA</b>      | programovatelný automat  |
| <b>ČKD</b>     | Českomoravská Kolben Daněk                                     |
| <b>SFC</b>     | sequential function chart - jazyk sekvenčních funkčních grafů  |
| <b>GRAFSET</b> | metoda kroků a přechodů  |
| <b>IL</b>      | instruction list - posloupnost instrukcí                       |
| <b>LD</b>      | ladder diagram - jazyk reléových schémat                       |
| <b>CFC</b>     | continuous function chart - volně propojované bloky            |
| <b>FBD</b>     | function block diagram - jazyk logických schémat               |
| <b>ST</b>      | structured text - strukturovaný text                           |
| <b>TIA</b>     | Totally Integrated Automation- plně integrovaná automatizace   |
| <b>CPU</b>     | Central processing unit- procesor                              |
| <b>A/D</b>     | analogově/digitální  |
| <b>D/A</b>     | digitálně/analogový  |
| <b>HMI</b>     | human-machine interface – rozhraní člověk-stroj                |
| <b>PC</b>      | osobní počítač   |
| <b>DC</b>      | stejnoseměrný  |
| <b>ŘJ</b>      | řídící jednotka  |
| <b>RTU</b>     | Remote terminal unit   |

## 1. Úvod

Cílem práce je sestavení a oživení sestavy počítače, programovatelného automatu (PLC) a robotů: Dopravníkový pás a robotická ruka. Na této sestavě bude sestaveno pět úloh. Ty budou pokrývat různě obtížné spektrum činností s využitím jak digitálních I/O tak analogových I/O. Spolu s úlohami budou připraveny výukové materiály (postupy, šablony na měření) pro každé cvičení.

## 2. Teorie

### 2.1. Historie programovatelných automatů PLC

Programovatelné automaty - PA (PLC-Programmable Logic Controller) jsou v provozu přibližně 40 let. Jejich univerzálnost podporuje norma IEC 61131-3, která popisuje jazyk programování a postup práce s PLC.

Vidina použití počítačů v automatizaci je téměř stejně stará jako počítače samotné. Koncem 50. let minulého století probíhaly první pokusy o konstrukci počítačů schopných pracovat spolehlivě v reálném čase. Ovšem o jejich masovém zapojení do automatizace se dalo uvažovat až v letech sedmdesátých, kdy se staly dostatečně spolehlivé a rozšířené. „*Stále však šlo o etapu pokusů a ověřování*“ [1]. Podle tehdejšího průzkumu, ústavem INORGA, bylo až 60% automatizačních systémů řízenými počítačem nefungujících. Od té doby však počet úspěšných pokusů rostl spolu se spolehlivostí, výkonem a rozšířením působení počítačů ve světě.

Tyto speciální počítače byly uplatněny v technice, založené na řízení typu ANO-NE. Univerzální počítačové systémy se nepoužívaly kvůli jejich vysoké ceně a zbytečné složitosti, kterou tyto automatizační obvody nepotřebovaly. I v našem státě vzniklo několik takových úspěšných projektů - např. počítač PPC4, vyrobený v ČKD. Jak postupoval vývoj, univerzální počítače zlevňovaly, postupně nahrazovaly jednoúčelové systémy, až v průběhu 80. let dosáhl vývoj stavu srovnatelného s dnešní úrovní a pro programovatelné automaty se ustálilo označení PLC. Mezi hlavní výrobce patřila firma Motorola s analogovými i digitálními obvody, dodávanými v provedení vhodném do rozvaděčů v průmyslovém prostředí. [1]

### 2.2. Výrobci automatizační techniky

Mezi výrobce automatizační techniky patří firmy Siemens s výrobky Simatic nebo starší LOGO!, Honeywell, ABB, Mitsubishi se svým automatem MELSEC, AutoCont Control Systems, IFM electronics, Omron, Rockwell automation nebo české společnosti TECO a ORBIT MERRET, která se teprve nedávno rozhodla vstoupit na trh s vlastním PLC-OMC 8000.

Dále firmy Crouzet, Samson, Yokogava, GE digital energy - vlastníci např. několik televizních stanic v Americe, bank a výroba programovatelných automatů je pouze jedno odvětví této miliardové společnosti; Pilz, Contec, Omega - nabízené jednotky jsou menších rozměrů, avšak jsou vybaveny jednoduchým grafickým displejem a větším množstvím funkčních kláves; B&R Industrie-Elektronik, Pro-face, Lenze, Sigmatek, Wago, Beckhoff, Allen-Bradley, Bosch Rexroth - jejich Indralogic XLC je dodáván se softwarem, specializujícím se v první řadě na objektově orientované programování; Yaskawa-produkty této společnosti



MEMOCON GL120/GL130 se vyznačují velkou rychlostí a flexibilitou a to jak v malých, tak i ve velkých aplikacích; Eaton Count Control Product - vyrábějící PLC XV102 s integrovaným HMI dotykovým panelem, Panasonic, Schneider electric, Leroy Automation, Vipa se svými Micro-PLC, vhodnými svým kompaktním designem pro malé aplikace. A mnoho dalších.

Pro naprogramování PLC používají společnosti většinou svůj software. Např. Siemens - Step 7 Basic, Mitsubishi - Medoc, TECO-SG2. I když existuje řada softwarů, samotné způsoby psaní programu jsou sjednocené normou IEC 1131-3, proto není těžké zorientovat se v každém, pokud má uživatel zkušenost alespoň s jedním z nich.

### 2.3. Programování PLC

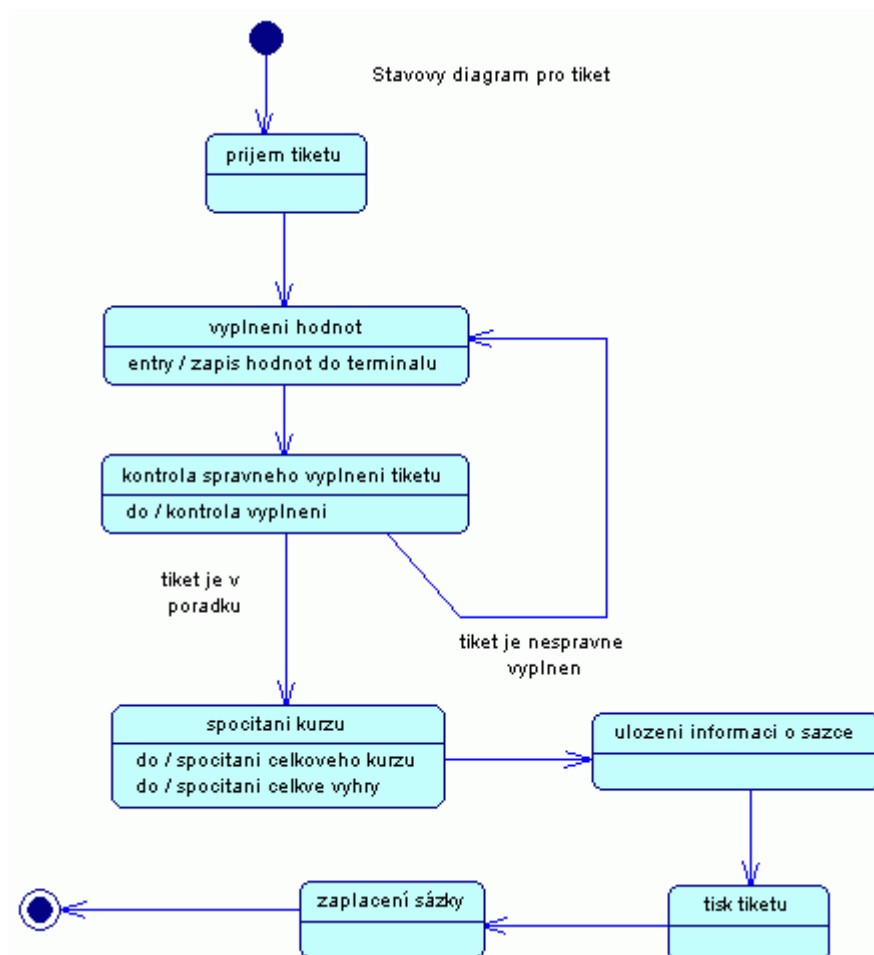
Automatizované ovládání vzniklo jako náhrada reléové logiky, která byla v 60. letech postupně nahrazena polovodičovými logickými obvody. Tomu odpovídal i programovací jazyk automatu, který měl jen několik příkazů (8 nebo 16), což odpovídalo spínacímu a rozpínacímu kontaktu, sériovému a paralelnímu řazení, cívce, paměti, čítači a časovači. Problémy tomuto vcelku jednoduchému ovládání přinášelo velké množství proměnných, jenž program zesložitovaly a zneřehledňovaly. Bylo potřeba vyvinout způsob jak testovat a simulovat algoritmy, obsahující tak velké množství dat. Stačilo několik jednoduchých úprav hardwaru, aby vznikl nástroj pro řešení požadovaných úkolů, který nepotřeboval operační systém reálného času nebo objektové programování. Tak se programování PLC odtrhlo od hlavního vývoje počítačů, do kterého se znovu začleňuje až v posledních několika letech.

K programování PLC stačilo liniové schéma reléové sítě, které bylo možné již od 70. let převést na logické rovnice a vytvořit tak automatu software, na který byl projektant zvyklý. V této době vznikl objev Petriho sítě - matematický aparát pro zkoumání vztahů mezi procesy, který měl pro programování PA zásadní význam (vychází z něj programovací způsob GRAFCET). Tato metoda však byla vzata na vědomí až v polovině 90. let jako jazyk sekvenčních funkčních grafů (SFC).

Myšlenka SFC neboli metody stavů a přechodů, tkví ve zjednodušení systému na jednotlivé, lépe řešitelné, moduly, přičemž platí, že rozložení na elementární moduly je opět základní systém. Díky rozdělení vznikne několik subsystémů s vlastním chováním. Pokud by byl některý z nich složitý, lze ho opět zjednodušit rozdělením na ještě menší systémy. Studium chování těchto modulů zobrazuje stavový diagram (obr. 1, str. 5).

Stavový diagram je osvědčený způsob pro popis algoritmů, doporučovaný pro popis mechanik ovládání. Jeho nevýhodou je povinnost zkoumání všech

možných přechodů mezi stavy a kvůli tomu vznikající chaos v přehledu jejich vzájemné koordinace. Metoda stavů a přechodů není optimální pro počítačovou implementaci, neboť struktura algoritmu stavového diagramu se zásadně liší od řešení onoho algoritmu, které by přinesl zkušený analytik a programátor.

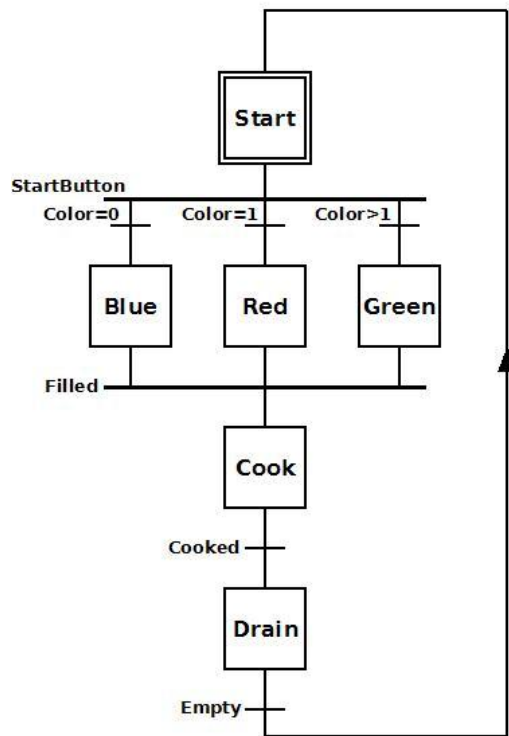


obr. 1 Příklad stavového diagramu pro podání sázkového tiketu [3]

Dalším způsobem programování, navazující na stavovou dekompozici, je metoda kroků a přechodů (GRAF CET)(viz. obr. 2, str. 6). Tato metoda vyhovuje lépe ovládacímu algoritmu. Ovládání se rozdělí na jednotlivé, na sebe navazující, procesy nebo procesy probíhající současně. Zmíněné procesy v každém modulu pracují pouze s proměnnými, které samy v daném čase ovlivňují. Díky této orientaci se algoritmus soustředí v každém časovém okamžiku pouze na aktivní kroky, tím si šetří práci s ošetřováním aktivního stavu a všech jeho přechodů.

I když je tento způsob v praxi efektivní, má některé nedostatky. Mezi zásadní patří, že metoda připouští větvení procesů při splnění určitých podmínek, které nemusejí být disjunktní, což ale může způsobit chybu funkce, proto je na tvůrci algoritmu, aby dodržel podmínku disjunktnosti větvení. Další nevýhodou metody GRAFCET je nemožnost použití cyklů kvůli vznikajícímu omezení jejího vyjadřování.

I přes tyto důležité nedostatky je však metoda kroků a přechodů výborným grafickým pomocníkem pro algoritmizaci ovládání úloh.



obr. 2 Příklad metody GRAFCET [4]

Tyto metody používají k popisu struktury značky stavů, přechodů a větvení. Chování v každém stavu je možné popsat některým z programovacích jazyků nebo dalším podgrafem. Obtížné pro tyto způsoby řešení úkolu bývá vyhodnocení posloupnosti tlačítek a zásahů obsluhy. [2]

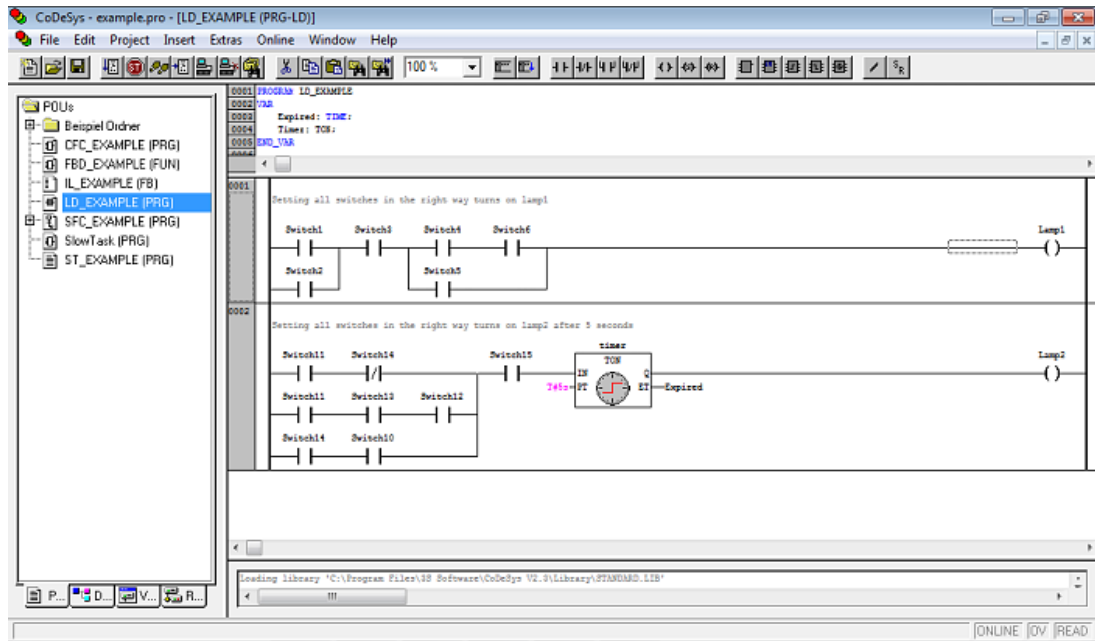
Podle mezinárodní normy IEC 1131-3 se rozlišují další způsoby programování:

### 1. Posloupnost instrukcí-IL

Strojově orientovaný jazyk, podobný assembleru-složen z posloupnosti základních instrukcí jednotlivých operací a operandy. Programátor má naprostou kontrolu nad optimalizací programu bez zbytečností, ovšem pro složitější aplikace je zápis nepřehledný a zdlouhavý.

### 2. Liniová nebo reléová schémata-LD (obr. 3, str. 7)

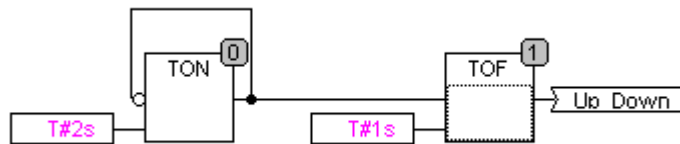
Grafický jazyk se základními logickými operacemi (NAND, NOR, XOR, kterými lze realizovat další funkce, např. AND), znázorněnými v posloupnosti vzájemně propojených ovládacích a výstupních prvků spolu se složitějšími funkcemi (časovač, čítač, ...). To vše zabalené v přehledné, jednoduché podobě funkčních bloků, které rozumí i uživatelé - neprogramátoři. Výhodou je velká přehlednost, která se však ztrácí se složitostí programu.



obr. 3 Příklad liniového schématu [5]

### 3. Volně propojované bloky-CFC (obr. 4)

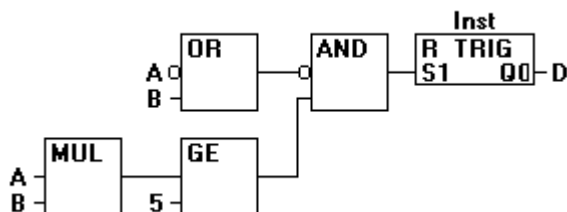
Vhodné pro elektrotechniky, zvyklé propojovat k sobě jednotlivé prvky podle klasických elektrických schémat. Dobré pro programy, které zpracovávají současně analogový i digitální signál. Pro menší programy je CFC velmi přehledné, snadno se sleduje tok signálu i realizují zpětné vazby. Ve složitějších zápisech ale vzniká nepřehlednost.



obr. 4 Příklad CFC [5]

### 4. Jazyk logických schémat-FBD (obr. 5, str. 8)

Zápis programu se provádí ve funkčních blocích, stejně jako u CFC se propojují bloky s různými funkcemi za sebou. Chybí však volná programovací plocha, vše se organizuje do řádků, podobně jako u LD, jen se využívá klasických značek AND, OR apod., takže mizí „reléový“ zápis logických funkcí.



obr. 5 Příklad FBD [5]

## 5. Strukturovaný text-ST

Programovací jazyk vyšší úrovně, jako například Pascal nebo C. Jedna instrukce ST tedy obsahuje celou posloupnost instrukcí v IL zápisu. Použití tohoto jazyka je vhodné tam, kde se programují složitější aritmetické vzorce a kde pracujeme s bloky a databázemi - snadno se realizují podmínkové smyčky s indexací paměti. Nevýhodou je malá přehlednost logických operací a nutnost znát příkazy pro zápis programu.

Program PLC se vykonává cyklicky, ovšem na rozdíl od jiných programovatelných systémů se obsluha nemusí starat o navrácení programu z konce na začátek - zajistí to sám systémový program. Naopak dlouhé setrvání v programovém cyklu je chybou, kterou systém ohlašuje.

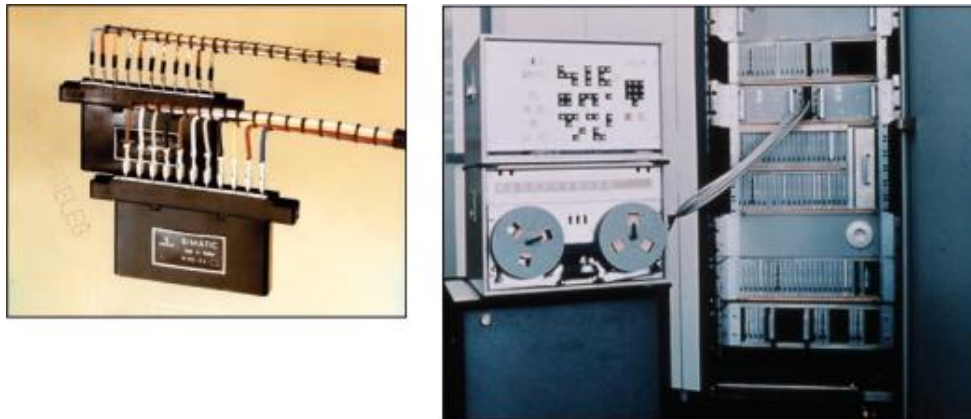
V každé otočce cyklu se nejprve aktualizují hodnoty vstupů a výstupů, časové údaje pro časovače a další režijní úkony, poté je řízení předáno první instrukci vlastního programu.

## 2.4. Historie značky SIMATIC

V polovině 50. let minulého století došlo k objevení přelomové součástky - tranzistoru. Odborníkům bylo jasné, jaký potenciál tento vynález má. To poznala i firma Siemens, která byla schopna roku 1955 vyrobit své první řídicí obvody s germaniovými tranzistory (obr. 6, str. 9). O 3 roky později, 2. 4. 1958, byl název Simatic registrován jako obchodní značka. Vznikl první Simatic s označením G, který byl zpočátku omezen pouze na práci s logickými funkcemi, později sloužil i jako čítač. Roku 1964 se v tranzistorech místo germania začal uplatňovat více tepelně stabilní křemík. Tato změna přinesla Simatic řady N, H a P.

Na konci 70. let nastal pro firmu Siemens konkurenční boj o zákazníky. Trh se stával nasycený výrobky, které ostatní firmy nabízely za nižší ceny, v lepší kvalitě nebo s více funkcemi. Výrobci se snažili o snadnější konstrukci a také začali využívat k realizaci procesů počítačové systémy.

V 70. letech vznikl nový typ řídicí jednotky, která k realizaci procesů místo drátů používala program, uložený v paměti. Pro tuto jednotku se ustálilo označení PLC. [6]



**obr. 6 Dva samostatné bloky prvých obvodů s germaniovými tranzistory (vlevo) a Simatic G (vpravo), uvedené na strojírenském veletrhu v Paříži roku 1958 [6]**

Úspěch programovatelných automatů Simatic přinesl až roku 1979 strojírenský veletrh v Hannoveru, na kterém byla představena řada S5. Pokrok k jednoduššímu programování přineslo zavedení grafických programovacích metod a displejů do automatizační techniky. Dále byly vzneseny požadavky na zmenšení objemu kabeláže a na přenos údajů do jednotek v ucelených blocích. Proto vznikly distribuované vstupy/výstupy (I/O) a technika průmyslových komunikačních sběrnic.

V roce 1996 uvedla firma Siemens na tiskové konferenci v Rotterdamu koncept plně integrované automatizace (TIA), které v současné době zajišťují horizontální (logistické operace od dodání materiálu do výroby až po expedici) i vertikální (úrovně automatizační pyramidy v podniku) integraci. Současně Siemens oznámil zapojení svých prostředků, schopných řídit spojitě i nespojitě veličiny díky automatům Simatic řady S7. Řízení spojitých (analogových) veličin se stalo průkopnickým činem, který vyplnil technickou mezeru pro řízení spojitě výroby programovatelným automatem.

Dnešní PLC zařízení se staví odolná prachu, vlhkosti a vhodná do venkovního prostředí. Spolu s nezastavitelnou miniaturizací zařízení, která zvládají čím dál více funkcí, jsou vstupy/výstupy schopny předzpracovávat data i provádět řízení v otevřené smyčce. Roku 2000 představil Siemens koncept integrované bezpečnosti, který kombinuje v jednom automatizačním systému řídicí a bezpečnostní prvky.

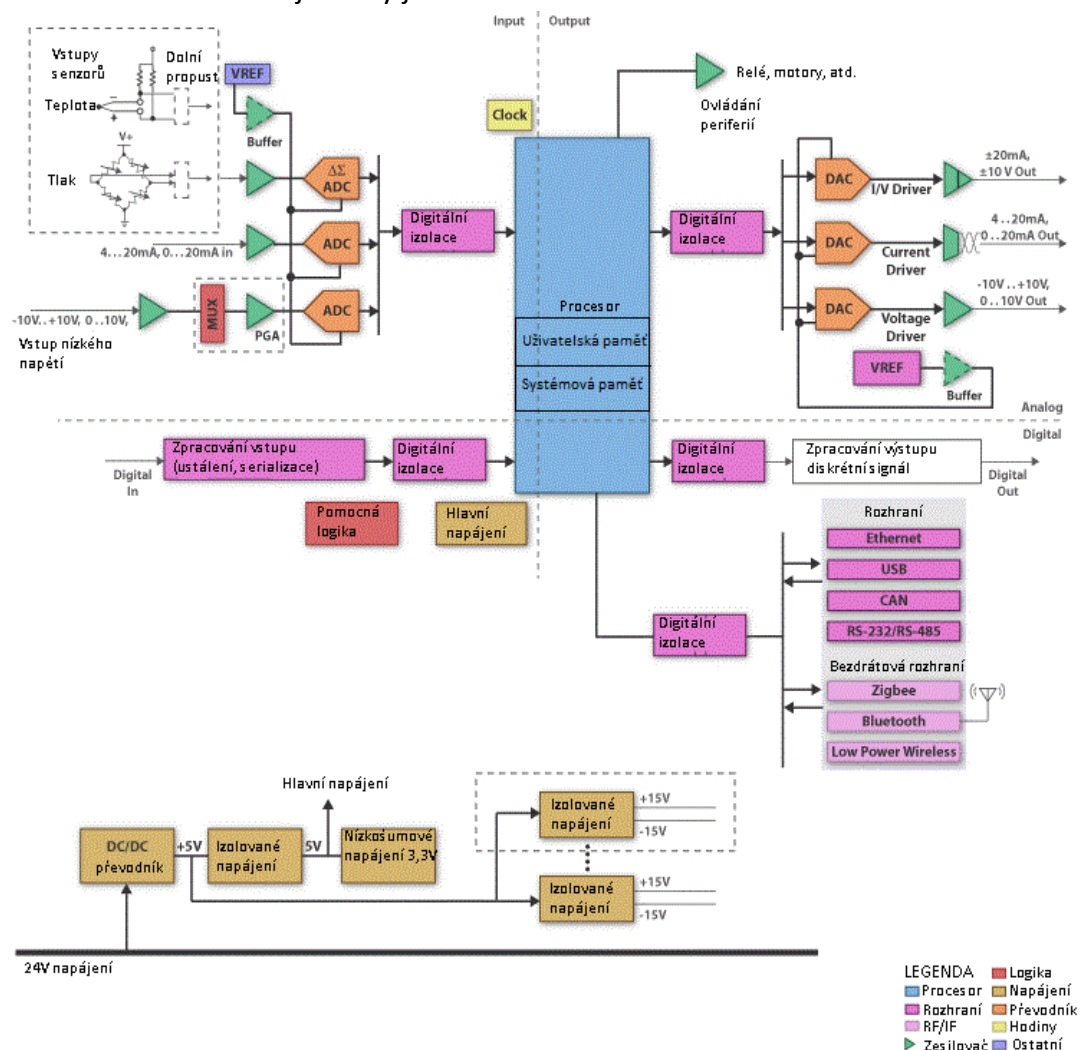
Od nového tisíciletí je v průmyslu běžnou záležitostí vyrábět individuální produkty po kusech o různých vlastnostech, dle přání zákazníka, jako například automobily. Díky tomu jsou výroby také schopny dodávat trhu mnohem rychleji nové výrobky a být tak rychlejší než konkurence. Testování těchto výrobků lze provádět pomocí virtuálních modelů a tím vylepšovat jejich vlastnosti.

Simulační nástroje jsou schopny virtuálně vytvořit celou továrnu, uvnitř které lze nasimulovat celý výrobní proces od dodávky materiálu, přes jednotlivé procesní operace, až po expedici hotového výrobku. Je tedy možné sladit veškeré systémy a výrobní kroky, aniž by továrna vůbec existovala. Těmto simulacím se říká digitální továrny (digital factory), jež v roce 2004 začaly automobilky používat jako první.

Roku 2008 představila firma Siemens na strojírenském veletrhu v Hannoveru inovace Simaticu, zahrnující síť pro komunikaci Profinet, koncept automatizace a funkční bezpečnosti (Embedded Automation and safety) i novou verzi softwaru pro vývoj digitálních továren.

## 2.5. Vnitřní uspořádání PLC

Blokové schéma řídicí jednotky je zobrazeno na obr. 11



obr. 11: Blokové schéma PLC [9]

PLC lze podle von Neumannovy architektury označit za počítač, neboť obsahuje procesor, oddělenou paměť, periferie (vstupy a výstupy) a zpracovává instrukce sekvenčně.

### Popis jednotlivých součástí:

**Procesor (CPU)** – mozek celého programovatelného automatu, který vykonává program, uložený v paměti a udává výkonnost jednotky. PLC může mít i více než jeden procesor, takové obvody se nazývají koprocesory, jež slouží k předvýpočtům a tím zvyšují rychlost probíhajících operací.

Výrobci si však přesné parametry CPU, hodin nebo rychlosti sběrnic nechávají pro sebe. Vlastnost, která se u procesoru udává je operační rychlost-čas zpracování 1000 aritmeticko-logických operací. Její velikost bývá řádově 0,1-10 ms. [10]

**Paměť** – je rozdělena na dvě části:

1. Uživatelská paměť-zde je uložen uživatelský program. Dříve se používaly paměti typu EPROM (mazatelná UV zářením) a EEPROM (elektricky mazatelná), které jsou ještě nyní občas k vidění u přístrojů, kde se data přepisují velmi málo nebo vůbec. V dnešní době jsou PLC vybaveny paměťmi typu FLASH, mající výhodu v rychlosti čtení i zápisu a hlavně je není třeba smazat celé, např. kvůli úpravě programu, jako dřívější typy. Velikost uživatelské paměti bývá od řádově KB až do několika MB. Některá PLC dovolují provádět program i z paměťových karet.

2. Systémová paměť-v této části jsou uloženy systémové registry (- obsahují hodnoty a proměnné systému, nedoporučuje se do této části zasahovat), uživatelské registry (- proměnné uživatelského programu pro čítače, časovače, atd. Po studeném restartu jsou všechny vynulovány) a např. hodiny reálného času. Systémová paměť musí být typu RAM (na adresu každého paměťového místa lze dosáhnout za přibližně stejný čas).

Čtení z obou částí paměti je řízeno **hodinami**.

**Digitální vstupy a výstupy** – Na vstupní svorky se přivádí signál s hodnotami logické 0 nebo logické 1 (spínače, optické závory a další dvouhodnotové prvky). Na výstupech se buď objeví napětí („tranzistorové výstupy“) nebo dojde k jejich sepnutí vůči společnému pólu („reléové výstupy“). Zapojují se do nich akční členy (relé, motory...), mající dva stavy, říditelné napětím.

Velikost napětí se pohybuje v rozsahu 12, 24, 48 V stejnosměrných nebo 24, 48, 115, 230 V střídavých.

Všechny vstupy a výstupy jsou galvanicky odděleny (**digitální izolace**) po 16 nebo 32 pinech na vstupu a 8, 16 pinech na výstupu, což přispívá k lepšímu potlačení vniku rušivých signálů do systému.



**Analogové vstupy a výstupy** - oproti digitálním veličinám, které mají diskrétní hodnoty log0 a log1, nám analogová technika dovoluje přijímat a dávat na výstup spojité signály. Tzn. zpracování signálu měřiče teploty, vlhkosti, atd. a vysílání, umožňující např. plynulý rozběh nebo dobrzdění motoru.

Stejně jako u digitálních vstupů a výstupů jsou i analogové galvanicky odděleny pro potlačení rušení.

Každý analogový signál však musí být pomocí **A/D převodníku** převeden na číselnou hodnotu, se kterou PLC dokáže pracovat. Na výstupu je zase číselná hodnota převedena **D/A převodníkem** na spojitou veličinu.

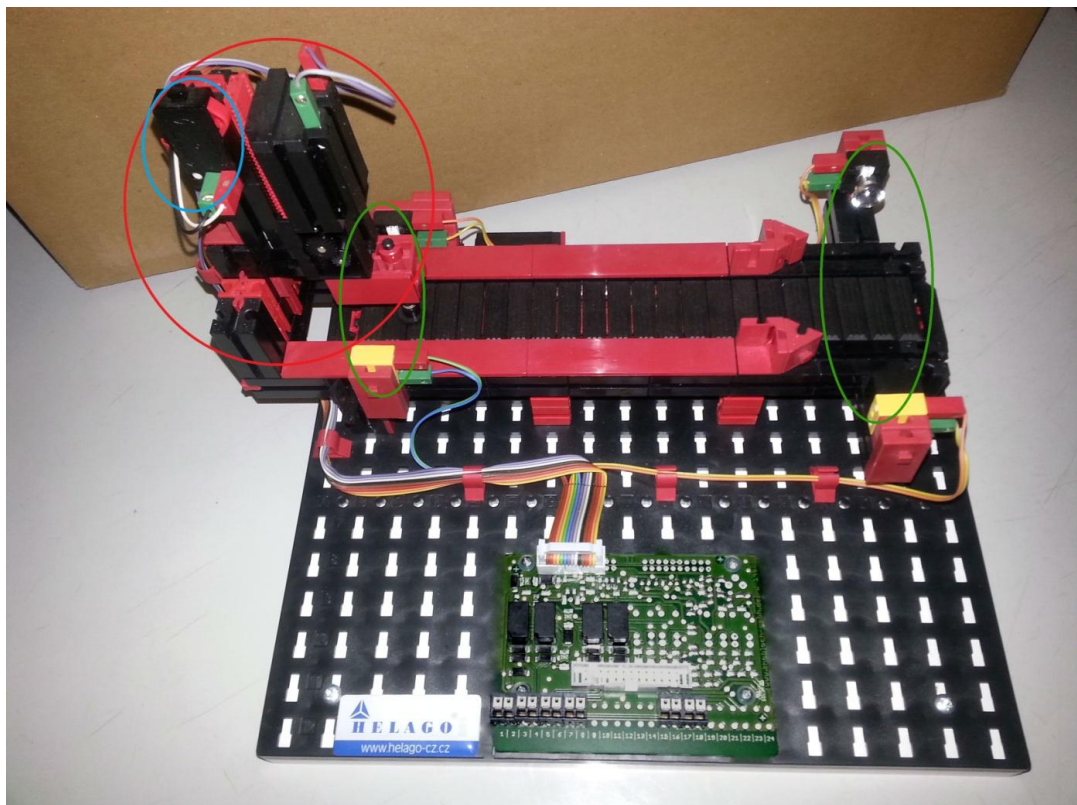
**Rozhraní** – Slouží ke komunikaci PLC s HMI panelem, s dalšími systémy nebo pro vzdálený přístup. Rozhraní Ethernet, používané ve většině PLC může sloužit i ke spojení s PC, tak mohou vzniknout distribuované systémy. V rozsáhlých provozech je žádoucí vytvořit plně propojenou síť všech PLC tak, aby bylo možné provádět jejich řízení centrálně.

### 3. Popis sestavy

Řízená sestava se skládá z robotického pásového dopravníku (obr. 7), robotické ruky (obr. 8, str. 10), řídicí jednotky (obr. 9, str. 11) a panelu (obr. 10, str. 12). Oba roboty dodala firma Helago, řídicí jednotku s panelem společnost Siemens.

#### 3.1. Pásový dopravník

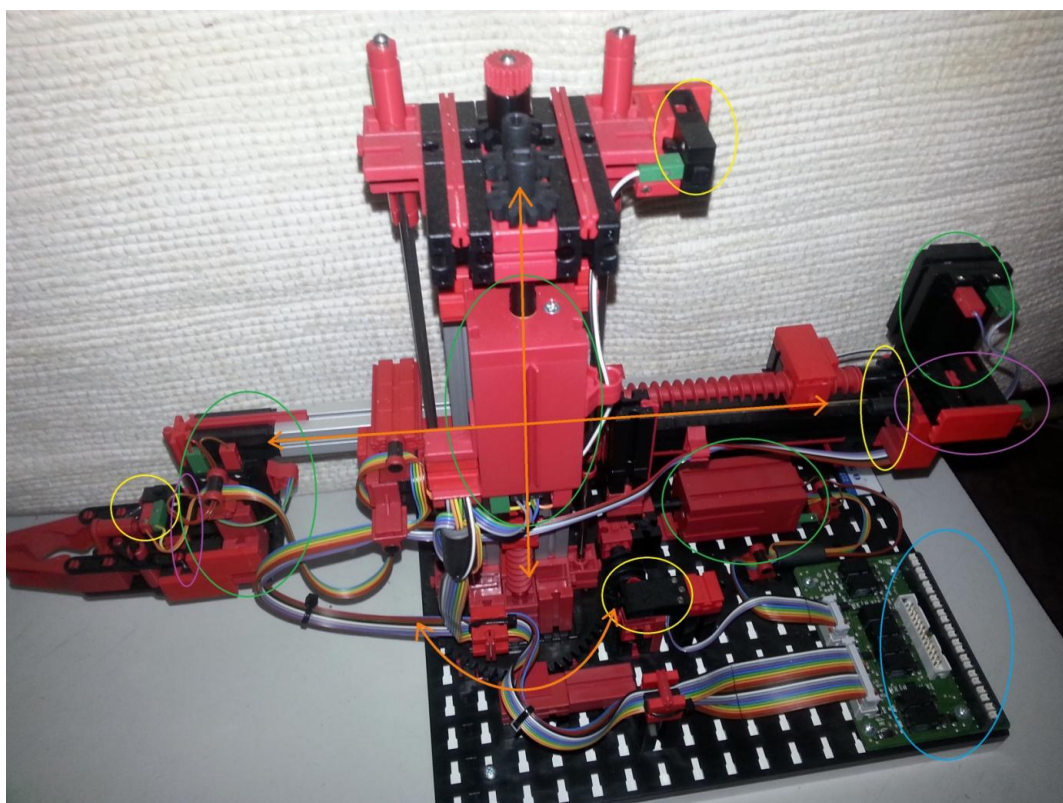
Obsahuje dvě fototranzistorová optická čidla a obráběcí stanici. Samotný pás je poháněn DC motorem se zpětným chodem, stejně tak i obráběcí stanice. Robot má 4 digitální vstupy, 4 výstupy a 2 koncové spínače. Napájen je stejnosměrným napětím 24 V. Veškeré vstupy, výstupy i napájení jsou osazeny na 26 pinový konektor na plošném spoji, který je uzpůsoben i k použití drátů bez nutnosti konektoru. Celý model je připevněn na dřevěné desce.



obr. 7: Pásový dopravník (optická čidla-zeleně, obráběcí stanice-červeně, pozice koncového spínače-modře)

### 3.2. Robotická ruka

Ruka je schopna pohybu ve třech osách (viz. obr. 8). Pohyb v každé ose je ovládán vlastním DC motorem s obousměrným chodem. Čtvrtý motor umožňuje uchopovací manévr ruky. Robot dále obsahuje 4 koncové spínače, 2 pulzní senzory pro měření dráhy, 8 digitálních vstupů a 8 výstupů. Vstupy, výstupy a napájení, které činí 24 V DC, jsou vyvedeny, stejně jako u pásového dopravníku, na plošný spoj. Model je uchyten na dřevěné desce.



obr. 8 Robotická ruka (motory-zeleně, 24 pinový konektor s vyvedením na dráty-modře, směry pohybu-šipky, koncové spínače-žlutě, pulzní senzory-fialově)

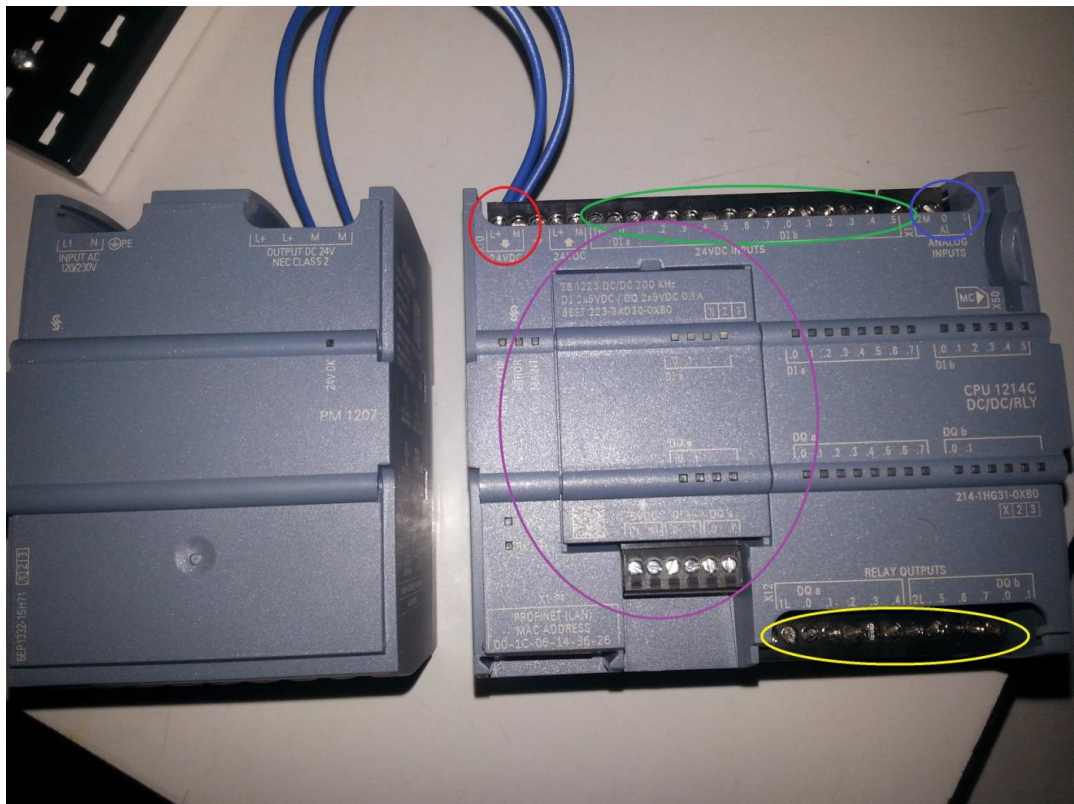
### 3.3. Řídící jednotka

Jako řídicí jednotka je použit PLC automat od firmy Siemens – Simatic S7-1200. Součástí ŘJ je napájecí zdroj a signální modul, který rozšiřuje počet vstupů a výstupů. Dále je k dispozici 50 KB integrované operační paměti, 2 MB load paměti a 2 KB zálohovací paměti.

PLC může komunikovat až se třemi typy modulů. První možností je modul Profibus Master and Slave, díky kterému může S7-1200 vystupovat na síti jako Master a komunikovat s dalšími až 16 zařízeními Slave. Tento modul je použit pro spojení s panelem.

Další možnost komunikace se realizuje pomocí karty Profibus Slave, díky které lze komunikovat s Master zařízením.

Poslední možností je typ komunikace Point to Point, kterou podporují moduly RS232 a RS485. S použitím knihoven softwaru Step 7 Basic, lze realizovat komunikaci přes protokoly Modbus RTU a USS protokol.



obr. 9: Simatic S7-1200 (napájecí zdroj-vlevo, napájení 24 V-červeně, digitální vstupy-zeleně, analogové vstupy-modře, reléové výstupy-žlutě, rozšiřující modul s analogovými výstupy-fialově)

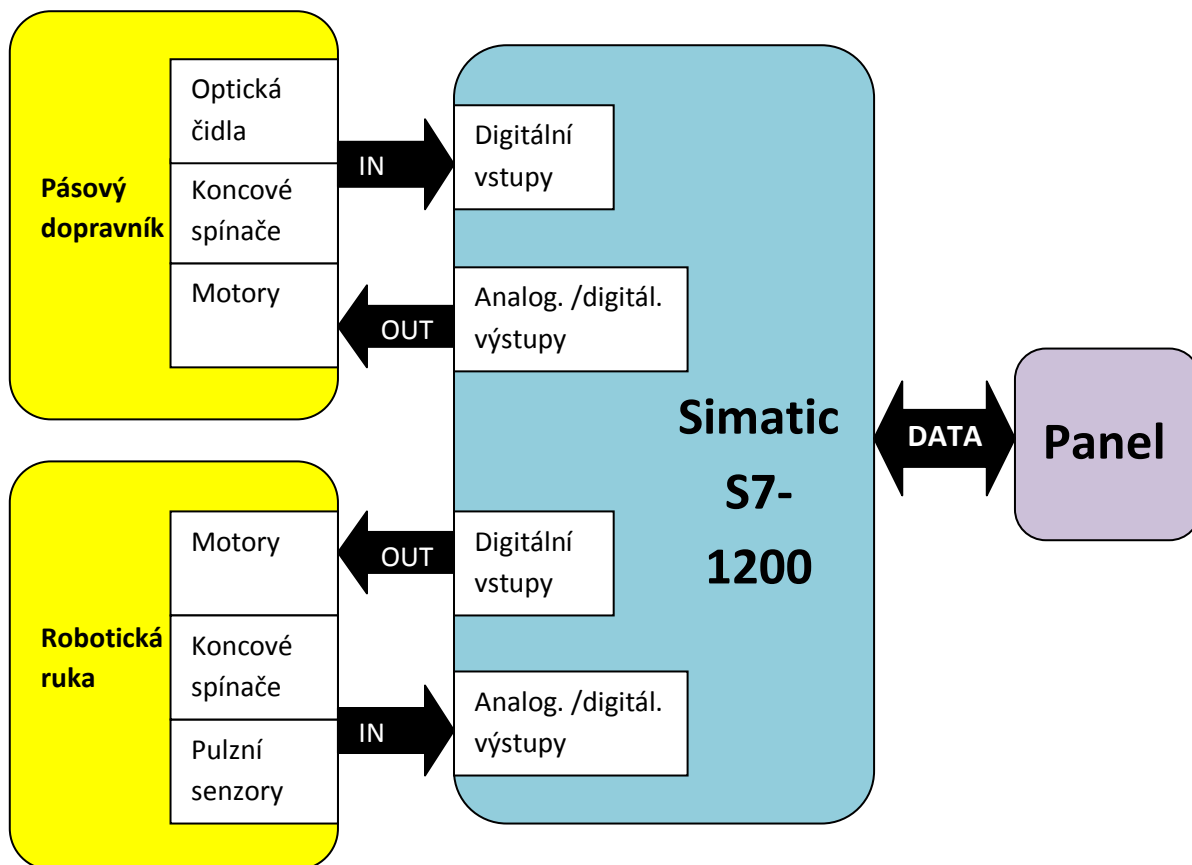
### 3.4. Panel

Barevný dotykový panel od firmy Siemens. Pracuje s 256 barvami a nabízí možnost nastavit si libovolně 8 funkčních kláves pod 10,4 palcovým displejem s rozlišením 640x480 pixelů. Panel je uzpůsoben především k práci s PLC jednotkou Simatic S7-1200, ale funguje i s dalšími automaty. Konfigurace se provádí softwarem Win CC Basic. Podporováno je 32 světových jazyků (včetně CZ/SK) a komunikace s řídicí jednotkou je realizována přes rozhraní Ethernet.



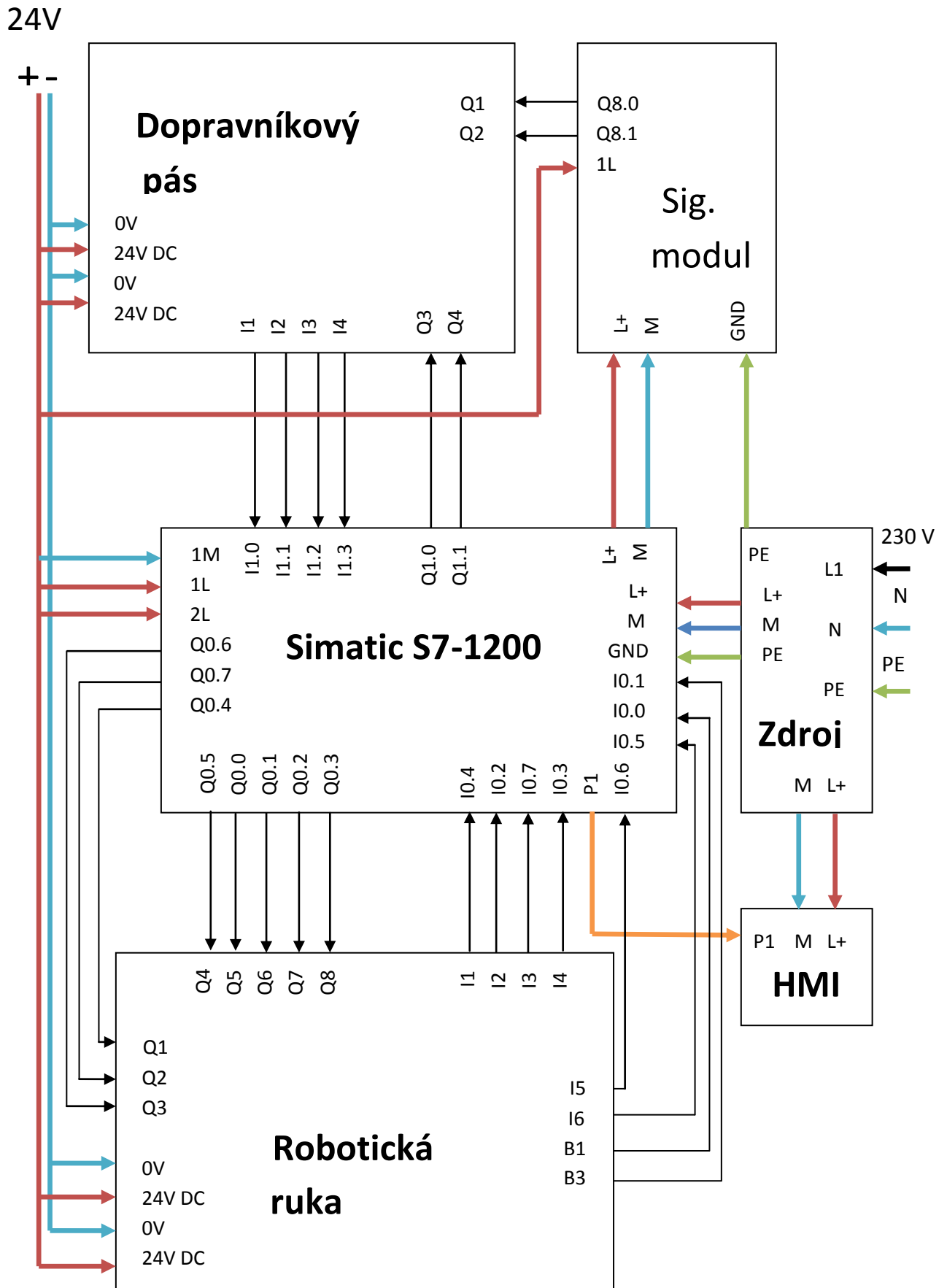
obr. 10: Panel Siemens KTP 1000 Basic color PN

## 4. Blokové schéma



Řídící jednotka Simatic S7-1200 zpracovává signály přijaté z robotické ruky a pásového dopravníku. Na základě těchto vstupních hodnot vyšle PLC signály na výstupy pro další procesy. Např. pokud optické čidlo jedoucího pásového dopravníku zaznamená přítomnost výrobku u obráběcí stanice, řídicí jednotka vyhodnotí situaci, zastaví pohyb pásu a vydá signál motorům obráběcí stanice k činnosti. I pro tuto úlohu však musí automat vyhodnotit situaci. Pokud by nebyl sepnutý horní koncový spínač obráběcí stanice, pás by se neměl vůbec rozjet, neboť by mohlo dojít k naražení výrobku do obráběcí stanice a to by mělo v ostrém výrobním procesu neblahé následky. Pro sledování stavu procesů a hlášení chyb komunikuje PLC s panelem, díky kterému se může např. celý výrobní proces pozastavit, provést ručně některé úkony nebo opět celou výrobu nastartovat. Vše záleží na jeho nastavení.

## 5. Konkrétní zapojení





## Legenda:

| ROBOT | Kontakt PLC | Kontakt ROBOT | Funkce                                |
|-------|-------------|---------------|---------------------------------------|
| Ruka  | I0.0        | B1            | Enkodér motoru pohonu vzhůru          |
|       | I0.1        | B3            | Enkodér motoru otáčení                |
|       | I0.2        | I2            | Čítač pulzů uchopovače                |
|       | I0.3        | I4            | Čítač pulzů pohybu vpřed/vzad         |
|       | I0.4        | I1            | Koncový spínač uchopovače             |
|       | I0.5        | I6            | Koncový spínač otáčení                |
|       | I0.6        | I5            | Koncový spínač zvedání                |
|       | I0.7        | I3            | Koncový spínač pohybu vzad            |
|       | Q0.0        | Q5            | Motor pohybu dolů                     |
|       | Q0.1        | Q6            | Motor pohybu nahoru                   |
|       | Q0.2        | Q7            | Motor otáčení vpravo                  |
|       | Q0.3        | Q8            | Motor otáčení vlevo                   |
|       | Q0.4        | Q3            | Motor pohybu vpřed                    |
|       | Q0.5        | Q4            | Motor pohybu vzad                     |
|       | Q0.6        | Q1            | Motor otevírání uchopovače            |
|       | Q0.7        | Q2            | Motor zavírání uchopovače             |
|       | Pás         | I1.0          | I1                                    |
| I1.1  |             | I2            | Fototranzistor u obráběcí stanice     |
| I1.2  |             | I3            | Horní koncový spínač obráběcí stanice |
| I1.3  |             | I4            | Dolní koncový spínač obráběcí stanice |
| Q1.0  |             | Q3            | Motor pohybu obráběcí stanice vzhůru  |
| Q1.1  |             | Q4            | Motor pohybu obráběcí stanice dolů    |
| Q8.0  |             | Q1            | Motor pohybu pásu vpřed               |
| Q8.1  |             | Q2            | Motor pohybu pásu vzad                |
|       | P1          | -             | Komunikace přes PROFINET (LAN)        |

## 6. Úlohy

### Úloha 1 - zadání

První úloha slouží k základnímu seznámení studentů s programovatelným automatem Simatic S7-1200 a softwaru pro jeho programování STEP 7 Basic V12.

- 1) Vytvořte program, který:
  - a) rozpohybuje dopravníkový pás, pokud optické čidlo pro vstup zaznamená těleso na vstupu
  - b) vypne pohyb pásu, pokud těleso dorazí k optickému čidlu pod obráběcí stanicí.
- 2) Modifikujte úlohu tak, aby se pohyb pásu po kontaktu tělesa s koncovým optickým čidlem nezastavil, ale otočil se jeho směr.

Další modifikace mohou být realizovány přidáním čítačů, časovačů, SET a RESET výstupy, atd.

Cílem této úlohy je seznámit studenta s prostředím softwaru STEP 7, kde si vyzkouší základní programování v jazyce reléových schémat. Naučí se zapojení základního vstupu a výstupu, rozdíl mezi sériovými, paralelními, negovanými, R, S, případně práci s čítači a časovači.

## Úloha 1 – klíč

- 1) Po spuštění portálu TIA vytvoříme nový projekt.
  
- 2) Pokud se nám nezobrazí mezi jednotkami naše PLC, přidáme jej jako nové zařízení. (Nejjednodušší cestou je výběr Unspecified CPU 1200. Po načtení projektového prostředí klikneme na detect v oranžovém rámečku. Pokud je PLC napájeno a připojeno k PC, mělo by být nalezeno.)
  
- 3) Programování zahájíme poklikáním na „Main“ v Program blocks.
  
- 4) Instrukce přetahujeme do jednotlivých Networků. (Pro lepší představu začátečníků je čára v každém Networku 24V napětí.)
  
- 5) Adresy vstupů/výstupů prvků v programu lze přidat ručně nebo přetažením myši do okna Device configuration.

### Základní zapojení vstupu a výstupu pro pásový dopravník:

- a) Rozpínací kontakt pro vstupní opt. čidlo, protože pokud mezi ním není překážka, na výstupu je logická 1.
  
- b) K tomuto kontaktu do série spínací kontakt koncového čidla, sloužící pro zastavení pohybu pásu.
  
- c) Do série přijde výstup pohybu dopravníku vpřed. (Protože by se pás zastavil ihned po opuštění tělesa dráhy vstupního optického čidla, je nutné přidat paralelně výstup pohybu dopravníku vpřed, jako spínací kontakt. Tím zajistíme, že se pohyb pásu zastaví, až když těleso dorazí na koncové optické čidlo)

Toto celé představuje Network 1.

- d) Obdobně naprogramujeme pohyb tělesa zpátky.

Nyní se bude zboží na páse pohybovat sem a tam mezi optickými čidly.

## Úloha 2 – zadání

Vytvořte program, díky kterému dáte do pohybu dopravníkový pás včetně jeho obráběcí stanice.

- 1) Po zjištění tělesa na vstupu se rozjede pás. Zastaví se na koncovém opt. čidle
- 2) Obráběcí stanice sjede dolů a zase vyjede nahoru
- 3) Pás se rozjede zpět.

Snažte se ošetřit všechny možné nenadálé situace, jako zaseknuté zboží v průběhu dopravy; obráběcí stanice v dolní poloze při pohybu pásu atd.

Student se naučí přemýšlet nad řešením úlohy podobně jako u průmyslové linky, kdy je třeba předpokládat chyby nejen strojů, ale i pracovníků. Dále si vyzkouší práci s časovači a R S prvky.

## Úloha 2 – klíč

- 1) Vytvoříme nový projekt a přidáme PLC
- 2) Pokud není sepnutý horní koncový spínač obráběcí stanice, musíme zajistit pohyb motoru vzhůru, než spínač sepne
- 3) Když zboží přeruší optické čidlo vstupu, rozjede se pás až k druhému čidlu
- 4) Po doražení do stanice a sjetí obráběče dolů musíme pomocí časovače nastavit 1000 ms pauzu.
  - a) Časovač nalezneme ve složce Timer operations, vybereme TON.
  - b) Do vstupu PT napíšeme 1000
  - c) na výstup Q zařadíme SET místa v paměti, např M0.0
- 5) Po načítání 1000ms se bude pás pohybovat zpět na vstup. K tomu využijeme M0.0, které má nyní hodnotu 1
- 6) Po přerušení první fotozávory RESETujeme M0.0, tím se pás zastaví. Také resetujeme časovač
- 7) Pro ošetření zaseknutí zboží na páse vložíme další časovač, který bude čítat vždy při pohybu pásu. Stačí 10s, na výstup dáme paměťové místo M0.1
- 8) Rozpínací kontakt M0.1 dáme do pohybu vpřed i vzad, aby po jeho SETU pohyb ustal
- 9) Dále použijeme hodnotu 1 kontaktu M0.1 k resetování časovače stání ve stanici a M0.0

## Úloha 3 – zadání

Vytvořte program, který oživí robotickou ruku.

- 1) Ruka přenesení těleso z jednoho bodu do druhého za použití pohybů všemi směry, které robot poskytuje.
- 2) Je nutné využít čítače pulzů pro zadání vzdáleností k ujetí, neboť koncové spínače jsou u robota jen v jednom směru každého pohybu. (Časovače nejsou šťastné řešení)
- 3) Tuto úlohu uchovejte, bude potřeba v následující úloze

Tip: Počítání pulzů je třeba softwarově zapnout.

Tip 2: Než budete programovat, zjistěte počty pulzů každého pohybu od koncových spínačů.

Student se naučí provádět složitější programování, práci s čítači, enkodéry motorů a využívat větší potenciál řídicí jednotky.

## Úloha 3 – klíč

- 1) V novém projektu aktivujeme HSC 1 a HSC 2 ve vlastnostech PLC
- 2) K výstupu enkodéru motoru dáme čítač pulzů a pomocí např. některého koncového spínače načítáme pulzy v každém směru od koncových spínačů až k požadované vzdálenosti pohybu
- 3) Zjištěné hodnoty se použijí pro vytvoření čítačů pulzů ke každému pohybu. (hodnota PV)
- 4) Reset (R) vstup nastavíme každému čítači jako koncový spínač ve směru pohybu
- 5) Použijeme místo v paměti, např. M0.0 k tomu, aby se spustili všechny pohyby směrem ke koncovým spínačům (protože je M0.0=0, musí jít o rozpínací kontakty)
- 6) Vytvoříme network, který po dokončení pohybů ke koncovým spínačům, kromě otevírání ruky, vloží hodnotu 1 do M0.0 (SET)
- 7) Nyní vytvoříme networky s pohyby do vzdáleností, které udávají čítače (např. rozpínací kontakt s názvem příslušného čítače s koncovkou .QU)
- 8) Po dokončení pohybů pro sebrání tělesa-všechny hodnoty čítačů .QU jsou 1, sevrže ruka těleso
- 9) Dočítání zavírání použijeme k resetu M0.0 a zároveň setu M0.1
- 10) M0.1 spustí otáčení vlevo, dokud čítač otáčení nedočítá
- 11) Vytvoříme další pohyb dolů, který se spustí po dokončení otáčení a pohybu vzhůru (kvůli resetu čítače dolů). K pohybu dolů nastavíme také druhý čítač dolů, který jej zastaví.
- 12) Po dokončení čítání druhého čítače dolů otevřeme ruku

## Úloha 4 – zadání

Naprogramujte HMI (dotykový panel) KTP 1000 pro předchozí úlohu.

Kreativnosti se meze nekladou, ovšem pozor na přehlednost.

Úloha by měla obsahovat startovací tlačítko, indikátory, animace nebo nějaké ukazatele čítaných pulzů.

Student se naučí práci s dotykovým panelem, jeho programování a propojování s programem.



## Úloha 4 – klíč

- 1) V TIA portálu přidáme HMI panel podobně jako PLC v úloze 1
  - a) Add new device
  - b) HMI
  - c) desetipalcový display KTP 1000 PN
- 2) V průvodci připojení PLC connections vybereme naši ŘJ
- 3) Nastavíme záležitosti jako barva pozadí panelu, počet přístupných obrazovek, polohu funkčních kláves, atd.
- 4) Po dokončení základního nastavení definujeme, co bude na jednotlivých obrazovkách
- 5) Přidání tlačítka:
  - a) V Toolboxu vybereme Button a přetáhneme jej, kam potřebujeme.
  - b) Dáme mu jméno a hlavní vlastnosti v menu properties
  - c) Animaci přidáme v menu Animations, kde lze nastavit např. blikání
- 6) Pro Start tlačítko musíme nejprve ke všem počátečním pohybům robota v hlavním programu přidat nový kontakt M0.2
- 7) Poté v menu Events tlačítka v HMI přidáme funkci SetBit při zmáčnutí (press) a vybereme kontakt M0.2
- 8) Podobně lze přidat animace objektů podle časovače nebo čítače pulzů

## Úloha 5 – zadání

Vytvořte kompletní sestavu, obsahující všechny komponenty použité v předchozích úlohách.

- 1) Ruka zdvihne těleso ze stolu, dá jej na dopravníkový pás.
- 2) Po páse těleso doputuje k obráběcí stanici, kde bude obrobena.
- 3) Následně bude těleso dopraveno zpět na stůl
- 4) Na dotykovém panelu bude možno pozorovat postup úlohy, případně i ručně řídit pohyby linky.

Student se naučí pracovat se sestavou podobně jako ve výrobních podmínkách

## Úloha 5 – klíč

! Pohyby je dobré řešit přes paměťová místa. Zmínění jednoho pohybu vícekrát než jednou zapříčiní, že PLC vůbec daný pohyb vykonávat nebude

- 1) Vytvoříme program totožný jako v úloze 2 pro dopravníkový pás
- 2) Aktivujeme HSC stejně jako v úloze 3 pro robotickou ruku
- 3) Podobně jako v úloze 3 napíšeme networky pro pohyb ruky ke všem koncovým spínačům
  - a) Vytvoříme čítače pro pohyby jako v úloze 3 (doporučuji přiřadit zpoždovací časovač pro otáčivý pohyb k pásu aby se zamezilo možnému sražení s pásem)
  - b) Každý koncový spínač resetuje counter pro daný pohyb
  - c) Sepnutí všech koncových spínačů zapříčiní set místa v paměti (REFERENCE)
- 4)
  - a) REFERENCE rozpohybuje ruku na souřadnice zvolené hodnotami čítačů vlevo a dolů
  - b) Chapadlo uchopí výrobek jakmile dočítají oba čítače
  - c) Po dočítání i čítače chapadla resetujeme REFERENCE a setneme nové místo v paměti (VÝROBEK CHYCEN)
  - d) Rozpínací kontakt k tomuto místu dáme k pohybu vzad a otevírání chapadla, tím docílíme, že se chapadlo neotevře a rameno, které chceme vpřed, nebude couvat, přičemž ruka dorazí nad dopravníkový pás
- 5) VÝROBEK CHYCEN
  - a) V sérii s horním koncovým spínačem setne místo v paměti VRCH
  - b) V sérii s rozpínacím REFERENCE a VRCH po dočítání čítače na pás a pohybu k pásu otevře chapadlo
  - c) Koncový spínač otevření v sérii s OBROBENO (z úlohy 2) setne místo v paměti ZBOŽÍ
  - d) ZBOŽÍ přiřadíme do networku pohybu pásu vpřed po přerušení opt. čidla
- 6) Proběhne obrobění na páse, které také setne OBROBENO
  - a) Po přerušení čidla příjmu sjede ruka k pásu a zboží vezme
  - b) Dokončení čítání zavírání setne HOTOVO
  - c) rozpínací HOTOVO přidáme do networku s pohybem pásu vzad a do reference k pohybu vpravo a zavírání chapadla
- 7) HOTOVO
  - a) S horním koncovým spínačem setne REFERENCE, resetne VÝROBEK CHYCEN
  - b) Po dočítání čítačů pro pohyb dolů a vlevo otevře chapadlo
  - c) Po otevření ještě resetuje REFERENCE
- 8) Podobně jako v předchozí úloze propojíme program s dotykovým panelem

## 7. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo vytvořit pět různě složitých laboratorních úloh s programovatelným automatem Simatic S7-1200, dvěma roboty a dotykovým panelem. Klíč k úlohám není jediné řešení. Jedná se o postupy vytvořené v rámci této práce. Lze předpokládat, že přístup každého studenta k řešení problému může být odlišný s ohledem na jeho zkušenosti, předchozí znalosti programování apod. Celá sestava nabízí velký prostor pro rozšiřování úloh. Např. pro pokročilejší studenty bude vhodné připravit úlohy se složitějším analogovým řízením apod.

Všechny úlohy jsou psány v jazyce reléových schémat, se kterým se sice pracuje poměrně jednoduše, avšak podle očekávání se staly složitější úlohy (3 a 5) nepřehlednými. Stejně jako u každého programování delších programů, ani zde nedoporučuji delší časové prodlevy v práci. Špatně se navazuje na předchozí myšlenky. Psaní komentářů k networkům považuji za nutnost! Nejen, že se lépe pokračuje v práci, ale hledání chyb je také jednodušší.

Výhodou při řešení technických problémů je relativně bohatá technická podpora na fórech firmy Siemens, která samozřejmě nedokáže poradit se vším, ale alespoň částečně navést. Nevýhoda těchto fór může pro někoho být nutná znalost technické angličtiny, popřípadě němčiny.

Samotní roboti od společnosti Helago mi přijdou předražení vzhledem ke kvalitě zpracování a s porovnáním cen od jiných prodejců stejných výrobků firmy Fishertechnik je rozdíl cen v řádech tisíců korun. Dopravníkový pás bylo nutné zaslat na reklamaci z důvodu prokluzování pohonu, ale poslali jej zpátky jako v pořádku, i když stále klouže. U robotické ruky občas některý z pohonů také nepracuje, jak by měl. Datasheet k robotům je velmi stručný s malým množstvím informací. Dokonce samotné Helago nebylo schopno říci hodnoty log0 a log1 fototranzistorů dopravníkového pásu a považovalo obyčejné motory za krokové.

Z těchto důvodů by stálo za pokus zakoupit roboty od jiného dodavatele, případně vyzkoušet i jiného výrobce. Bohužel na českém trhu jsou ceny robotů vysoké a Helago vychází jako nejlepší. Zajímavé z hlediska robotiky by mohly být i stavebnice LEGO MindStorms, kdy je možné postaveného robota ovládat i pomocí chytrého telefonu, což by bylo pro studenty jistě lákavé.

## 8. Seznam použité literatury

- [1] CENDELÍN Jiří. *Historie programovatelných automatů a jejich současné efektivní použití*. [cit. 26. 10. 2013]  
<[http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=28831](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=28831)>
- [2] KOVÁŘ Josef, PROKOPOVÁ Zuzana, ŠMEJKAL Ladislav. *Programování PLC*. [cit. 25. 10. 2013]  
<[www.spszl.cz/modules/wfdonloads/visit.php?cid=103&lid=1001](http://www.spszl.cz/modules/wfdonloads/visit.php?cid=103&lid=1001)>
- [3] Obrázek *Stavový diagram pro tiket*. [cit. 25. 10. 2013]  
<[http://web.sks.cz/prace/TIPUJ/obr/stavovy\\_diagram.gif](http://web.sks.cz/prace/TIPUJ/obr/stavovy_diagram.gif)>
- [4] Obrázek *Indexed Jump (JMPI) Diagram*. [cit. 27. 10. 2013]  
<[http://forum.hosteng.com/wndm/HTMLHelp1/Instruction\\_Set/Images/mtxsoft\\_jmpi\\_example\\_grafcet.jpg](http://forum.hosteng.com/wndm/HTMLHelp1/Instruction_Set/Images/mtxsoft_jmpi_example_grafcet.jpg)>
- [5] VOJÁČEK Antonín. *Programovací režimy pro PLC dle IEC 61131-3 (CoDeSys)*. [cit. 27. 10. 2013]  
<<http://automatizace.hw.cz/programovaci-rezimy-pro-plc-dle-iec-611313-codesys>>
- [6] Siemens. *Padesát let značky Simatic*. AUTOMA 8-9/2008. [cit. 28. 10. 2013]  
<<http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/37740.pdf>>
- [7] *Řídicí systém Simatic S7-1200*. [cit. 19. 11. 2013]  
<<http://stest1.etnetera.cz/ad/current/index.php?ctxnh=5dc8474325>>
- [8] *Simatic HMI KTP1000 Basic color*. [cit. 20. 11. 2013]  
<<http://www.automation.siemens.com/redirects/404-1.htm?url=http://www.automation.siemens.com/mcms/human-machine-interface/en/operator-interfaces/basic-panel/simatic-hmi-ktp1000-basic-color/Pages/Default.aspx>>
- [9] *Block Diagram PLC*. [cit. 15. 12. 2013]  
<<http://mahruf-plc.blogspot.cz/2008/11/block-diagram-plc.html>>
- [10] MARTINÁSKOVÁ Marie, ŠMEJKAL Ladislav. *Řízení programovatelnými automaty*. Praha: ČVUT, 1998, 160 S.

# Přílohy

## Seznam příloh:

|  |   |
|--|---|
| Fotografie sestavy Simatic ve dřevěné zástavbě-zepředu ..... | 2 |
| Fotografie sestavy Simatic ve dřevěné zástavbě-zezadu .....  | 3 |
| Část programu úlohy 4 .....                                  | 4 |
| Ukázka simulace dotykového panelu .....                      | 5 |

**Příloha CD:** Funkční programy k jednotlivým úlohám, psaných jazykem reléových schémat v softwaru Simatic STEP7 V12



**Příloha 1: Fotografie sestavy Simatic ve dřevěné zástavbě-zepředu**



**Příloha 2: Fotografie sestavy Simatic ve dřevěné zástavbě-zezadu**



Siemens - tretí úloha

Project Edit View Insert Online Options Tools Window Help

Save project Go online Go offline

treti\_uloha > PLC\_1 [CPU 1214C DC/DCRly] > Program blocks > Main [OB1]

PLC programming

Interface

| Name                     | Data type | Comment |
|--------------------------|-----------|---------|
| %M0.0<br>"nulovac"       |           |         |
| %M0.4<br>"start"         |           |         |
| "koncak_chapadi0"        |           |         |
| "counter_dolu".<br>QU    |           |         |
| "counter_otaceni".<br>QU |           |         |
| %Q0.6<br>"ruka_otevrit"  |           |         |

Network 4: ....

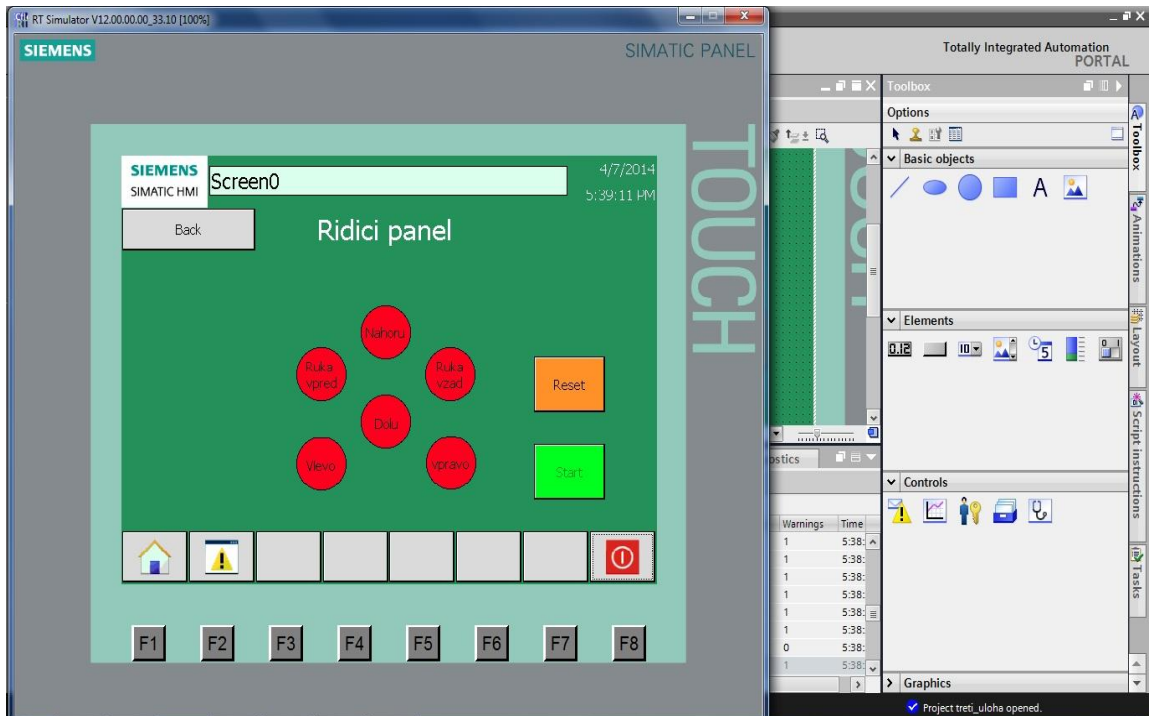
pohyb vzhuru

Network 5: ....

bloky k vynulovani counteru z referencnich poloh

Portal view Overview Main (OB1)

Příloha 3: Část programu úlohy 4



**Příloha 4: Ukázka simulace dotykového panelu**