

# **Vyhodnocování délky výrobků na výrobní lince pomocí programovatelného automatu**

Product Length Evaluation on Production Lines Using a  
Programmable Logic Controller

Bc. Jaroslav Dorňák



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
akademický rok: 2012/2013

# **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jaroslav Dorňák**  
Osobní číslo: **A11878**  
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**  
Forma studia: **kombinovaná**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerši na dané téma.
2. Prostudujte hardwarové i softwarové vlastnosti programovatelného automatu Simatic S7-1200.
3. Popište jednotlivé snímače a akční členy na výrobní lince včetně jejich propojení s programovatelným automatem.
4. Vytvořte programové vybavení umožňující automatické měření a vyhodnocování délky výrobků s možností identifikace výrobků pomocí čárového kódu a odesílání naměřených údajů do databázového systému.
5. Ověřte funkci programového vybavení na reálném zařízení.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **SIEMENS. SIMATIC S7-1200 Programmable controller System Manual [online]. 2012. Dostupné z: [www.siemens.com]**
2. **GOFTON, Peter W. Sériová komunikace. 1. vyd. Praha: Grada, 1994, 234 s. ISBN 80-716-9131-3.**
3. **HRUŠKA, František. Senzory v systémech informatiky a automatizace. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007, 177 s. ISBN 978-807-3186-302.**
4. **JEŽEK, Vladimír. Systémy automatické identifikace. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 1996. 124 s. ISBN 80-7169-282-4.**
5. **MARTINÁSKOVÁ, Marie a Ladislav ŠMEJKAL. Řízení programovatelnými automaty. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004, 160 s. ISBN 80-010-2925-5.**

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Petr Dostálek, Ph.D.**

Ústav automatizace a řídicí techniky


Datum zadání diplomové práce:

**8. února 2013**

Termín odevzdání diplomové práce:

**3. června 2013**

Ve Zlíně dne 8. února 2013

  
prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*děkan*



  
doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.  
*ředitel ústavu*

## ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce je návrh programu pro vyhodnocení délky výrobku na výrobní lince, k tomuto účelu je využit programovatelný automat od firmy Siemens konkrétně Simatic S7-1200.

V první části práce je zpracován úvod do programovatelných automatů a popsáno jak hardwarové, tak softwarové vybavení Simaticu S7-1200.

Praktická část se věnuje jednotlivým součástem řešené úlohy. Popisuje vlastnosti inkrementálního snímače, optické závory, signalizačního sloupku, čtečky čárových kódů a princip jejich využití při řešení úlohy odměřování. Závěr práce je věnován samotnému programu, konkrétně objasnění principu řešení odměřování.

Klíčová slova: PLC, Siemens, SIMATIC, CPU, S7-1200, Ethernet, TIA portal, inkrementální snímač, optická závora, signalizační sloupek, měření délky

## ABSTRACT

The aim of this master thesis is to propose a programme for evaluation of the actual length of a product on production line. Programmable logic controller from the Siemens company in particular the Simatic S7-1200 is used for this purpose.

In the first section of this paper the programmable logic controllers are introduced and the hardware and software equipment Simatic S7-1200 is described.

Practical part is dedicated to solving individual sections of the given problem. It describes the properties of incremental sensor, photo sensor, signal tower, barcode reader and the principle of their use to solve measurable task.

The last part of the work is dedicated to the programme itself in particular to clarify the principle of measurement solution.

Key words: PLC, Siemens, SIMATIC, CPU, S7-1200, Ethernet, TIA portal, incremental sensor, photocell, signal tower, length measurement

Úvodem chci poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Petrovi Dostálkovi, Ph.D. za jeho čas a odborné vedení. Současně bych chtěl poděkovat zaměstnancům firmy Simex Control s.r.o. za jejich spolupráci a cenné rady.

Také bych chtěl touto cestou poděkovat své rodině za podporu, která mi byla poskytována po celou dobu studia.

**Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

**Prohlašuji,**

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....  
podpis diplomanta

**OBSAH**

<b>ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>10</b>
<b>1 TRENDY V AUTOMATIZACI.....</b>	<b>11</b>
1.1 PROGRAMOVATELNÝ AUTOMAT .....	12
1.1.1 Kompaktní programovatelné automaty .....	14
1.1.2 Modulární programovatelné automaty .....	15
1.1.3 Cyklické zpracování programu programovatelného automatu.....	16
1.1.4 Výhody programovatelných automatu .....	17
1.1.5 Nevýhody programovatelných automatu.....	17
1.2 PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY SIEMENS.....	18
<b>2 SIEMENS SIMATIC S7-1200 (HARDWAROVÉ VLASTNOSTI) .....</b>	<b>19</b>
2.1 SIMATIC S7-1200 SIGNÁLNÍ DESKY .....	22
2.2 SIMATIC S7-1200 SIGNÁLNÍ MODULY .....	23
2.3 SIMATIC S7-1200 PŘÍSLUŠENSTVÍ.....	24
2.3.1 Paměťová karta .....	24
2.3.2 Napájecí modul .....	24
2.4 SIMATIC S7-1200 KOMUNIKACE .....	26
2.4.1 Komunikační moduly.....	26
2.4.2 PROFINET .....	26
2.4.3 PROFIBUS .....	27
<b>3 PROGRAMOVÁNÍ SIMATIC S7-1200.....</b>	<b>29</b>
3.1 SOFTWARE A HARDWAROVÉ POŽADAVKY PRO INSTALACI TIA PORTÁL .....	32
3.2 PROGRAMOVACÍ JAZYKY PRO SIMATIC S7-1200 .....	33
3.2.1 Ladder Diagram (LAD).....	33
3.2.2 Function Block Diagram FBD .....	34
3.2.3 Structured Control Language (SCL) .....	34
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>35</b>
<b>4 ŘEŠENÁ ÚLOHA .....</b>	<b>36</b>
4.1 POPIS ŘEŠENÉ ÚLOHY .....	36
<b>5 TECHNICKE VYBAVENÍ .....</b>	<b>38</b>
5.1 SIEMENS SIMATIC S7-1200 .....	38
5.2 INKREMENTÁLNÍ SNÍMAČE.....	39
5.2.1 Inkrementální rotační snímač typu SIN/COS.....	40
5.2.2 Inkrementální snímač IRC 300.....	41
5.2.2.1 Technické údaje .....	41
5.2.2.2 Montáž .....	42
5.2.2.3 Výstupní signály IRC 300.....	43

5.3	OPTICKÉ SNÍMAČE .....	44
5.3.1	Použití optických snímačů .....	44
5.3.2	Princip optické závory .....	45
5.3.3	Reflexní světelná závora W100 Laser .....	46
5.4	ČTEČKA ČÁROVÝCH KÓDŮ .....	47
5.4.1	Ruční čtečka čárových kódů .....	48
5.4.2	Ruční čtečka čárových kódů Intermec SR30 .....	48
5.5	SIGNALIZAČNÍ SLOUPEK .....	49
5.5.1	Signalizační sloupek Siemens 8WD4 .....	49
5.6	HARDWAROVÁ KONFIGURACE S7-1200 .....	50
<b>6</b>	<b>PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ .....</b>	<b>52</b>
6.1	PROGRAMOVÉ PROMĚNNÉ .....	53
6.2	PRINCIP ODMĚŘOVÁNÍ .....	54
6.3	PROGRAMOVÉ BLOKY PRO KOMUNIKACI .....	59
6.3.1	Sériová komunikace .....	59
6.3.2	Ethernetová komunikace .....	60
<b>7</b>	<b>PRAKTICKÉ OVĚŘENÍ FUNKCE .....</b>	<b>62</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>65</b>
	<b>ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ .....</b>	<b>66</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>67</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>70</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>72</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>74</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>75</b>



## ÚVOD

V minulosti byly programovatelné automaty navrženy jako přímá náhrada reléové logiky, tedy k řešení úloh logického řízení. V dnešní době jsou programovatelné automaty nejčastěji využívány pro řízení v automatizační technice a zvyšuje se jejich využití pro regulační úlohy, úlohy monitorování řízeného procesu.

Automatizační technika se neustále vyvíjí a s tím také rostou možnosti ve výběru jejich komponent pro řešení specifických úloh. Jejím cílem je samozřejmě zvýšení produktivity práce a tím vzniká požadavek na dostatečnou kontrolu vyrobených kusů.

Problém kontroly výrobků, který je třeba eliminovat, nejlépe zcela odstranit je ten, že výrobek, který se dostává ke koncovému zákazníkovi, neodpovídá jeho požadavkům. Dochází tedy k záměně výrobků při jejich výrobě a odhalení tohoto problému zákazníkem.

Touto problematikou se zabývá tato diplomová práce, tedy možností řešení toho problému, který je pro řadu firem velice nepříjemný.

Řešeným úkolem je zpracovat program, který bude schopen kontrolovat kusy na výrobní lince a to pomocí měření jejich délky. S využitím řídicího systému Simatic S7-1200, který patří mezi moderní mikrosystémy firmy Siemens. K programovatelnému automatu je připojena čtečka čárových kódů pro identifikaci výrobků, inkrementální snímač, optické závory pro odměřování a signalizační sloupek pro vyhodnocení měření.

Jde v podstatě o jednu z řady možností kontroly, kterou je možno provést pro řešení výše zmiňované problematiky.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 TRENDY V AUTOMATIZACI

Dnes není automatizace něčím unikátním, co je výsadou drahého komfortu rozsáhlých výrobních linek a náročných technologických procesů. Kvalitní a inteligentní řízení je dostupné i pro obyčejné stroje, pomocné mechanismy a technologická zařízení ve všech oborech. S inteligentní automatizační technikou se běžně setkáváme v "nevýrobní automatizaci", zejména v "malé energetice" a v technice budov (kde přináší značné úspory). Patrně nejrozšířenějšími řídicími systémy v průmyslové praxi jsou programovatelné automaty. [1,3]

V automatizaci se v současné době používá celá řada zařízení na bázi procesoru. Mezi ty základní patří:

- **Osobní počítače** - slouží obvykle v automatizovaných systémech jako standardně vybavení velínů a dispečerských pracovišť, ale i jako pracoviště pro servis a seřizování, pro monitorování technologického procesu a dokumentování jeho průběhu, pro sledování kvality, spotřeby energie a surovin, pro dokumentování přítomnosti a zásahů obsluhujících. Někdy se setkáváme s přímým řízením technologických procesů standardním PC, mnohdy umístěným přímo v technologii. V drsných průmyslových podmínkách však mnohdy selhává (bývá málo spolehlivý, je citlivý na rušení, a přepětí, nemá potřebnou životnost).
- **Průmyslové počítače (IPC, IC)** – modifikovaná konstrukce osobního počítače, která je přizpůsobena průmyslovým požadavkům. Někdy se používají při přímém řízených strojů a technologií, někdy jen v roli inteligentního operátorského panelu nebo komunikačního adaptéru. Problémem při jejich nasazování vysoká cena a také to, že některé ze zásadních nedostatků osobních počítačů platí i pro průmyslová PC.
- **Mikropočítačové systémy** – do této kategorie lze zařadit mikro kontroléry, jednodeskové počítače a podobné systémy. Jsou velice vhodné pro využití v určitých aplikacích, zejména jako vestavěné systémy při řízení přístrojů, strojů a celé řady elektronických výrobků.

- **Programovatelné automaty** – jsou velice vhodné pro řízení klasických průmyslových i ostatních úloh. Využití naleznou zejména tam, kde jsou vysoké nároky na spolehlivost řízení. V běžných automatizačních úlohách se tyto systémy v současnosti používají nejčastěji.
- **Speciální procesorové systémy** – do této skupiny lze zařadit systémy, které nezapadají do předchozích kategorií. Mohou to být například vysoce výkonné víceprocesorové systémy pro paralelní zpracování řídicích úloh apod. [1]

## 1.1 Programovatelný automat

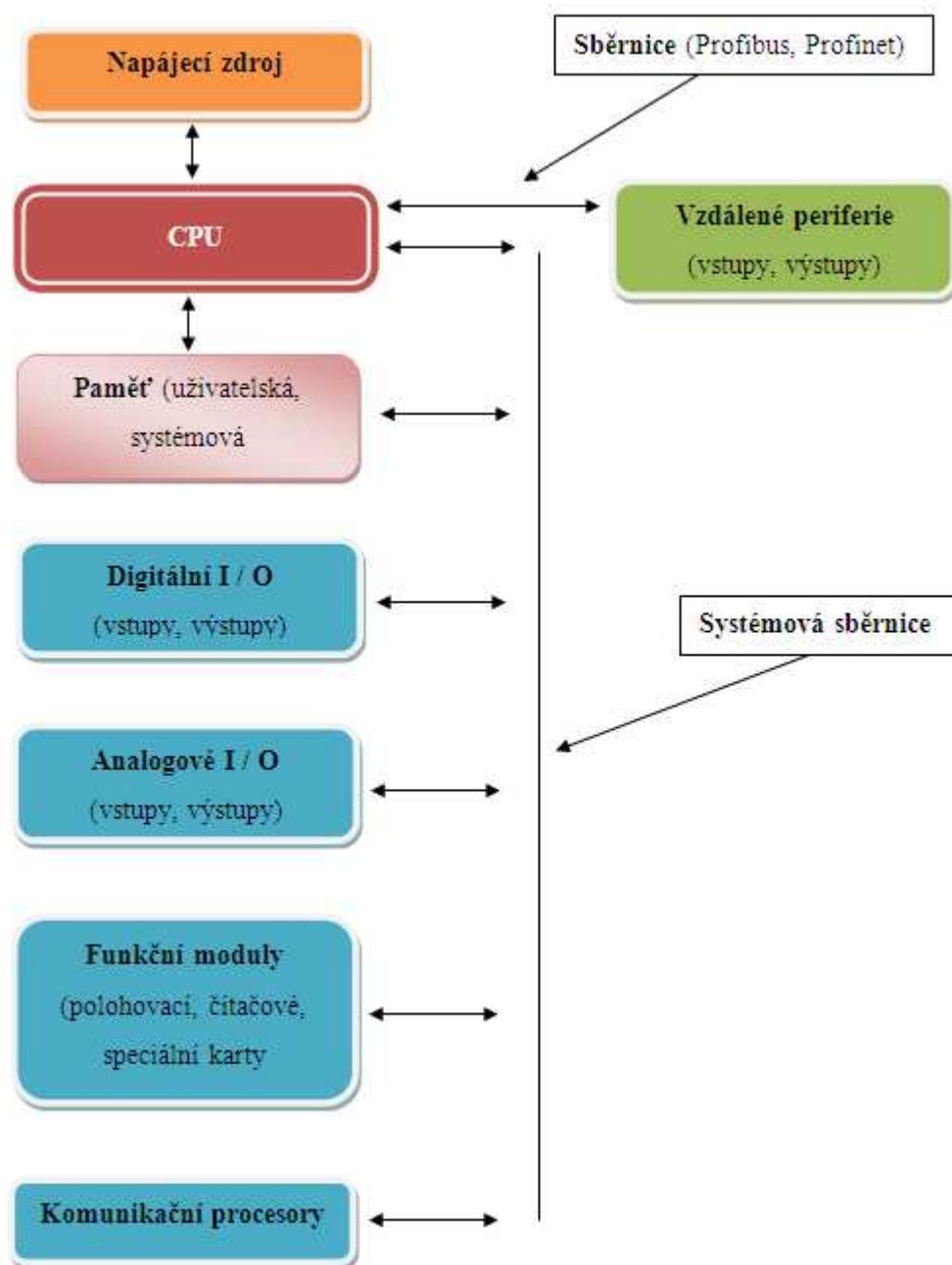
Programovatelný automat je uživatelsky programovatelný řídicí systém přizpůsobený pro řízení průmyslových a technologických procesů nebo strojů, mnohdy specializovaný na úlohy převážně logického typu (obzvláště u starších typů nebo u nejmenších systémů). Nejčastěji se označuje zkratkou PLC (Programmable Logic Controller), v německé literatuře se lze setkat s označením SPS (Speicherprogrammierbare Steuerung). Občas najdeme i označení PC (Programmable Controller). Česká zkratka, která se teprve začíná používat, je PA (Programovatelný automat). [1,2]

Původně byly programovatelné automaty navrženy k řešení úloh logického řízení, často jako přímá náhrada pevné reléové logiky. V současných aplikacích se však zvyšuje podíl úloh regulačního typu, úloh monitorování řízeného procesu.

Programovatelný automat se skládá z těchto jednotek:

- centrální procesorové jednotky (CPU),
- systémové paměti,
- uživatelské paměti,
- souboru vstupních a výstupních jednotek pro připojení řízeného systému (technologického procesu, výrobního stroje, výrobního zařízení, výroby)
- souboru komunikačních jednotek pro komunikaci se souřadnými i nadřazenými řídicími systémy.

Jednotlivé části programovatelného automatu jsou navzájem propojeny systémovou sběrnicí.



Obr. 1 Blokové schéma PLC

**Požadavky, které jsou kladeny na PLC:**

- robustnost
- spolehlivost

- kompaktnost
- diagnostika
- konfigurovatelnost

Z konstrukčního hlediska se programovatelné automaty dělí na kompaktní a modulární.

### 1.1.1 Kompaktní programovatelné automaty

Původně měly kompaktní automaty pevně danou konfiguraci integrovaných modulů a byly uschovány v jednom obalu. Systém, který v jednom celku obsahuje, jak CPU, integrované digitální/analogové vstupy/výstupy, tak komunikační jednotku. Jejich rozšiřitelnost je značně omezena.

Montují se přímo do výrobku, nebo do rozvaděče na DIN lištu. V dnešní době se i kompaktní automaty stávají modulárními z důvodu snahy o přizpůsobení programovatelných automatů daným aplikacím.

Využívají se pro aplikace malého rozsahu.



Obr. 2 Příklad kompaktního PLC

### 1.1.2 Modulární programovatelné automaty

U těchto systémů se na nosnou desku (lišta, rám) montují moduly (napájecí zdroj, CPU, moduly vstupů a výstupů, komunikační procesory, funkční moduly).

Kromě běžných funkcí, jako jsou digitální a analogové vstupní/výstupní jednotky zde bývá možnost volby dalších speciálních funkcí dle typu funkčního modulu (pro čítání, polohování, regulace). Další funkcí je možnost rozšíření pro nejrůznější typy komunikace.

Mezi výhody modulárního programovatelného automatu patří:

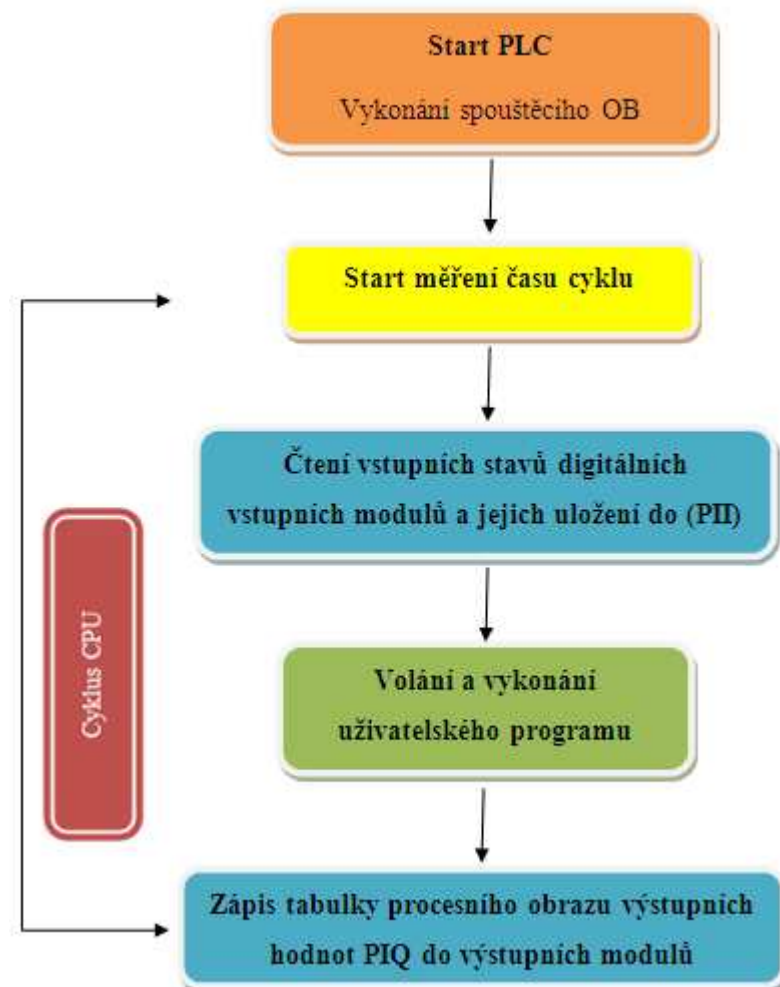
- vysoká rychlost
- kompaktní velikost
- komunikační možnosti
- velká kapacita paměti

Využívají se pro automatizační úlohy středního a velkého rozsahu.



Obr. 3 Příklad modulárního PLC

### 1.1.3 Cyklické zpracování programu programovatelného automatu



Obr. 4 Cyklické zpracování programu CPU

**Cyklická operace v CPU obsahuje tři hlavní části:**

- CPU kontroluje stavy vstupních signálů a zaktualizuje tabulku procesního obrazu vstupů.
- CPU vykoná uživatelský program s příslušnými instrukcemi.
- CPU zapíše hodnoty z tabulky procesního obrazu výstupů do výstupních modulů.



#### 1.1.4 Výhody programovatelných automatů

- rychlé přeprogramování úlohy
- rychlá realizace projektu
- možnost vystavění velké hierarchické struktury dle potřeby
- flexibilita (možnost projektování „na míru“)
- modularita (možnosti snadného rozšíření systému)
- hospodárnost (dostupná cena)
- jednoduché programování
- diagnostika (vestavěná diagnostika PLC)
- možnost využití vyšších programovacích jazyků
- možnost vizualizace dané aplikace
- spolehlivost
- odolnost
- velká nabídka systémů různých výrobců [2]

#### 1.1.5 Nevýhody programovatelných automatů

- prodloužení odezvy (doba, za kterou zareagují výstupy na změny na vstupech)
- nespojitost v čase
- postupnost zpracování [2]

## 1.2 Programovatelné automaty Siemens

Řídicí systémy SIMATIC jsou známy především svojí spolehlivostí a robustností. Již řadu let jsou stabilním prvkem nejrozličnějších technologií.

Své renomé si získala dnes už výběhová řada SIMATIC S5. Na ni úspěšně navázala řada SIMATIC S7, která dodnes nabízí nejmodernější způsoby řešení technologických aplikací a je často nositelem inovací v celém oboru průmyslové automatizace.

Tak jak se mění požadavky řešených úloh, jsou neustále vyvíjeny i nové řídicí prvky tak, aby co nejlépe vyhovovaly potřebám technologie, splňovaly náročné podmínky efektivního projektování a přitom respektovaly kontinuitu a pracovaly v souladu s již osvědčenými postupy a principy. [8]

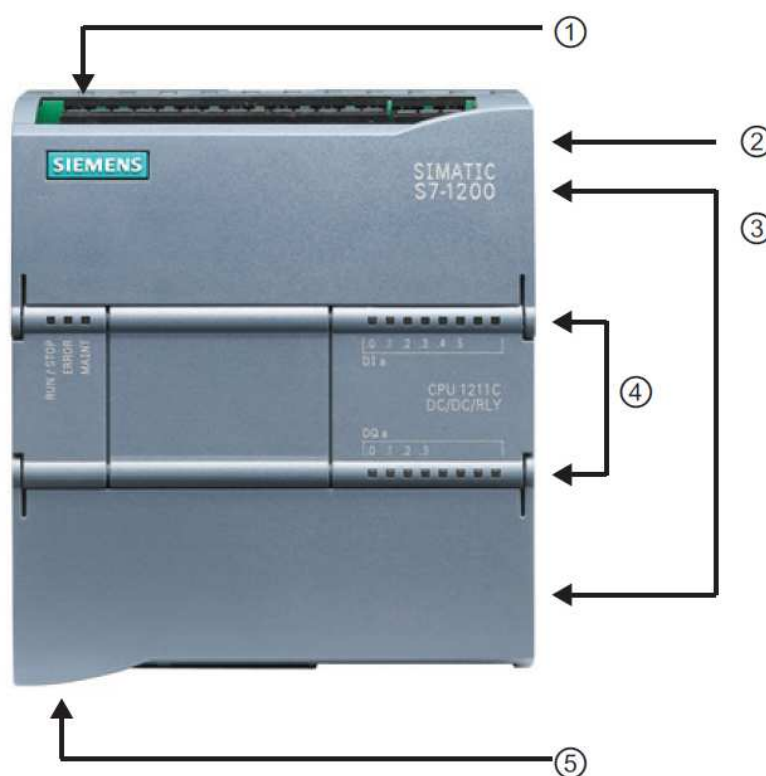


Obr. 5 Klasifikace programovatelných automatů firmy Siemens [7]

## 2 SIEMENS SIMATIC S7-1200 (HARDWAROVÉ VLASTNOSTI)

Simatic S7-1200 patří do skupiny takzvaných mikrosystémů, které představují řídicí prvky pro širokou možnost aplikací spodní části výkonostního spektra. Hlavní myšlenkou mikrosystémů je jednoduchost řešení, ovládání i programování.

Představuje kompaktní, modulární a moderní řídicí systém, který je možno využít v širokém spektru aplikací. Komunikační rozhraní splňuje ty nejvyšší požadavky na moderní průmyslovou komunikaci a celá řada vestavěných funkcí dělá toto PLC nedílnou součástí těch nejmodernějších automatizačních aplikací. [9]



Obr. 6 Základní pohled na Simatic S7-1200 [5]

1. Napájecí konektor
2. Slot pro paměťovou kartu (pod vrchními dvířky)
3. Odnímatelné konektory pro zadrátování (za dvířky)
4. Stavové LED diody pro integrované vstupy a výstupy na centrále
5. PROFINETový konektor (ve spodní části CPU)

PLC Simatic S7-1200 bylo uvedeno na trh jako nástupce úspěšné řady Simaticu S7-200, mikrosystému, který se na trhu objevuje od devadesátých let.

#### **Výhody modulárního mini-PLC S7-1200:**

- Nový škálovatelný design a flexibilní koncept, návrh pro chytrá a kompaktní řešení
- Integrované rozhraní PROFINET
  - pro programování, připojení HMI a CPU-CPU komunikace
- Výkonné, integrované technologické funkce
  - pro čítání, měření, řízení uzavřených smyček a řízení pohybu „motion control“
- Až o 30% menší rozměry oproti předchůdci (S7-200)
- Možnost instalace jak na standardní DIN lištu (35mm), tak na panel a to v horizontální i vertikální poloze
- Integrovaný webserver včetně uživatelských stránek [9]

Na obr. 7 máme přehled tří základních centrál Siemens Simatic S7-1200 spolu s tabulkou (Tab. 1) základních vlastností těchto CPU, týkajících se dostupných vstupů a výstupů a jejich rozšiřitelnosti.



Obr. 7 CPU S7-1200 (1211C, 1212C, 1214C) [7]

Tab. 1 Rozšiřitelnost CPU S7-1200 [5]

	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Integrované I/O			
Integrované digitální I/O	6 I / 4 O	8 I / 6 O	14 I / 10 O
Integrované analogové I/O	2 vstupy	2 vstupy	2 vstupy
Maximální počet I/O Dig.	14	82	284
Maximální počet I/O Ana.	3	19	67
Process Image	1024 Bytů pro vstupy / 1024 Bytů pro výstupy		
Rozšíření CPU			
Signální karty (SM)	ne	2	8
Komunik. Procesor (CP)	3	3	3
Signální modul (SB)	1	1	1

## 2.1 Simatic S7-1200 signální desky

Signální deska se používá pro jednoduché rozšíření konfigurace, pro přizpůsobení CPU pro danou aplikaci.

Výhody těchto signálních desek jsou:

- Rozšíření počtu vstupů / výstupů, jak digitálních, tak analogových (záleží na typu použité signální desky)
- Velikost CPU se tímto nemění, sestava zabírá stále stejné místo v rozvaděči [7]



Obr. 8 Simatic S7-1200 signální deska [6]

### Příklady signálních desek:

#### SB1223 DC / DC

Digitální vstupy / výstupy

DI 2 x 24 V DC 0.5A

DO 2 x 24 V DC 0.5A

#### SB 1232 AQ

Analogové výstupy

A0 1 x 12 bit

+ - 10 V DC / 0 – 20 mA

## 2.2 Simatic S7-1200 signální moduly

V závislosti na typu centrální procesorové jednotky rozlišujeme, kolik rozšiřujících signálních modulů je k sestavě možno připojit. (viz. vlastnosti CPU)

Například k CPU 1214 je možno připojit až 8 signálních modulů a jednu signální desku ke každé jednotce.

Počet vstupů a jejich parametry závisí na zvoleném signálním modulu (digitální, analogový). [6]



Obr. 9 Simatic S7-1200 signální moduly [6]

### Příklady signálních modulů:

#### SM 1234 AI / AQ

AI 4 x 13 bit  
+- 10V DC / 0-20 mA  
AO 2 x 14 bit  
+- 10V DC / 0-20 mA

#### SM 1223 DC / DC

DI 16 x 24V DC  
DQ 16x 24V DC 0,5A

## 2.3 Simatic S7-1200 příslušenství

### 2.3.1 Paměťová karta

- Pro přenos programu do několika jednotek CPU
- Pro aktualizaci firmware jednotek CPU, signálních modulů a komunikačních modulů

Na MMC (Micro Memory Card) kartě může být uloženo:

- Program
- Data
- Systémová data
- Soubory
- Projekt [7]



Obr. 10 Paměťová karta (MMC) [6]

### 2.3.2 Napájecí modul

#### PM 107

Vstup: 120/230 V AC 50 / 60 Hz, 1,2 / 0,7 A

Výstup: 24 V DC / 2.5 A





Obr. 11 Napájecí modul PM 107 [6]

### Kompaktní modul přepínače „SWITCH“

#### CSM 1277

4 x RJ 45 zástrčka 10 / 100 Mbit/s



Obr. 12 Switch CSM 1277 [6]

## 2.4 Simatic S7-1200 komunikace

Možnosti komunikace u Simaticu S7-1200 závisí na typu použitého komunikačního procesoru. Komunikace u S7-1200 splňuje dnešní automatizační požadavky (PROFINET, PROFIBUS atd.)

### 2.4.1 Komunikační moduly

Základní jednotku lze rozšířit až o tři komunikační moduly RS-232 nebo RS-485, které připojujeme z levé části CPU, pro sériovou komunikaci. Tyto moduly tedy umožňují uživatelem definovanou Point to Point komunikaci pro spojení kontroléru s různými zařízeními (například GSM modemy, RFID zařízení, tiskárny, čtečky čárových kódů).

### 2.4.2 PROFINET

Ethernet byl sám o sobě navržen jako komunikační standard pro datovou výměnu na úrovni kancelářských aplikací.

Požadavky na průmyslovou komunikaci jsou ale daleko vyšší, např. schopnost práce v reálném čase. Právě těmto požadavkům vyhovuje nový na výrobci nezávislý komunikační standard PROFINET definovaný mezinárodní organizací PROFIBUS International.

PROFINET je průmyslová sběrnice pro komunikaci mezi zařízeními v průmyslové automatizaci. Je postaven na základech ethernetu, tedy na základních osvědčených standardech IT (TCP / IP). Nabízí možnost komunikace v reálném čase pro specifické úlohy.

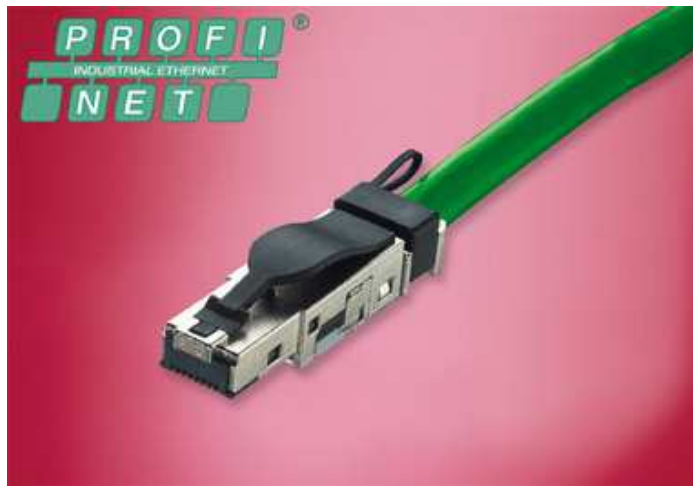
PROFINET rovněž nabízí integraci stávajících řešení na bázi průmyslových sběrnic PROFIBUS, INTERBUS, AS-Interface a tím zajišťuje plnou podporu, kontinuitu a ochranu všech dosavadních řešení.

PROFINET je tedy jednotný komunikační standard pro přenos dat z kancelářských aplikací až na úroveň jednotlivých výrobních provozů. [10]

Možnosti komunikace u S7-1200 jdou se současnými automatizačními trendy a tím je především využívání PROFINETU. Každá S7-1200 má tedy integrováno PROFINETové rozhraní přímo na centrále.

Toto rozhraní slouží:

- Pro programovací účely (není potřeba drahých převodníků)
- Ke komunikaci s dalšími programovatelnými automaty
- Pro spojení s decentralními (vzdálenými) periferiemi
- Ke komunikaci s OP (operátorský panel)



Obr. 13 PROFINET konektor [10]

### 2.4.3 PROFIBUS

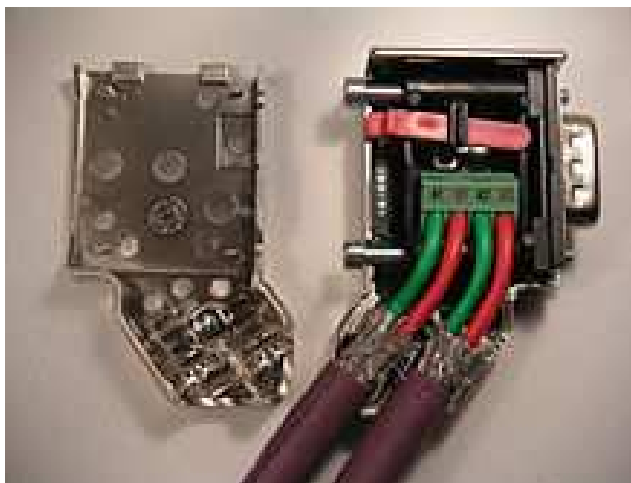
Světově nejrozšířenější sběrnice systém. Určen zejména pro automatizaci výrobních linek.

Jako přenosové médium na Profibusu se využívá:

- stíněná dvojlinka (standard RS485)
- optický kabel (skleněná nebo plastová vlákna)

Na profibusové síti (DP protokol) rozlišujeme zařízení dvojího typu a to zařízení typu MASTER (aktivní účastník) a zařízení typu SLAVE (pasivní účastník). Metody přístupu na sběrnici jsou dvojího typu a to metoda:

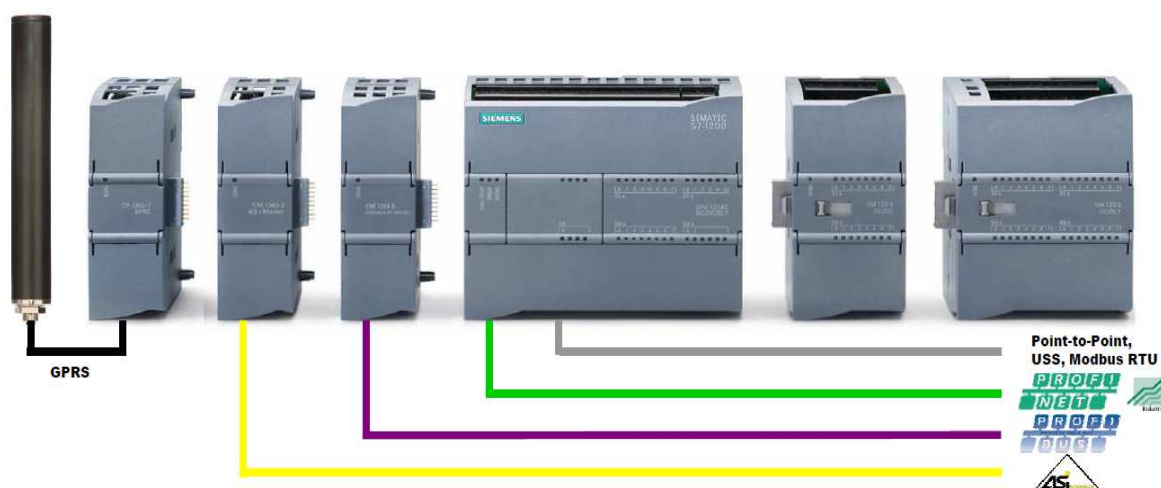
- Token passing (předávání tzv. komunikačního tokenu mezi zařízeními typu MASTER, zařízení s tímto tokenem má právo komunikovat na sběrnici)
- Metoda MASTER (PLC) – SLAVE (vzdálené I/O) pro komunikaci mezi aktivním a pasivním účastníkem na sběrnici



Obr. 14 PROFIBUS konektor

#### Varianty PROFIBUS:

- DP – určen pro cyklickou výměnu dat (master – slave komunikace)
- PA – využíván zejména ve výbušném prostředí pro řízení pomalých procesů
- FMS – komunikace v heterogenním prostředí pro práci s velkým množstvím dat



Obr. 15 Komunikační možnosti Simaticu S7-1200 [7]

### 3 PROGRAMOVÁNÍ SIMATIC S7-1200

Programování, konfigurace Simaticu S7-1200 se provádí s pomocí software TIA portal. TIA portal je softwarové prostředí s jednotným ovládáním z jediné plochy, tento software integruje:

- Vývoj uživatelských aplikací pro PLC a decentralní periferie
- Vývoj projektů HMI panelů
- Projektování rozsáhlých vizualizací SCADA
- Projektování síťových komponent a komunikačních prvků
- Parametrizace pohonů a jejich uvádění do provozu

To znamená nejen zrychlení tvorby uživatelských aplikací, ale i vyšší konzistenci dat napříč celým projektem a zároveň jednoduchou a transparentní strukturu celého řešení, která lze snadno měnit nebo doplňovat a která zjednodušuje diagnostiku v běžném provozu, tedy i údržbu a servis automatizační techniky. [11]

Systém je navržen tak, že s ním mohou snadno a efektivně pracovat jak úplní začátečníci, tak i zkušení uživatelé.

Na obrázku 16 vidíme, jaké funkce TIA portál sjednocuje, integruje do jednoho softwaru (diagnostika, PLC, safety funkce, pohony, HMI – vizualizace, programování).



Obr. 16 TIA portal (integrace) [11]

Vývojový software Simatic Step 7 představuje integrované softwarové prostředí pro tvorbu uživatelských programů pro PLC a panely řady Simatic HMI Basic. Verze Simatic Step 7 Basic V11.0 s integrovaným softwarem WinCC Basic podporuje uživatele nabídkou aplikačně orientovaných a intuitivně ovladatelných editorů.

Tyto editory nabízejí vysoký uživatelský komfort a umožňující rychlejší a přehlednější tvorbu programu. Vývojové prostředí umožňuje rozdělení jednotlivých částí programu na samostatná okna a práci na dvou monitorech.

Hlavní přínos softwaru spočívá v propojení programování PLC a HMI v jednom prostředí. Programátor již nemusí definovat zvlášť proměnné pro PLC a HMI, ale lze jednoduše přenést proměnnou z programu PLC rovnou programu HMI. [11]

Výhody tohoto softwaru:

- Přehledné grafické vývojové prostředí
  - rychlé a přehledné konfigurování zařízení a sítí, propojení jednotlivých komponent s využitím grafických editorů
- „Drag and Drop“
  - symbolické názvy mohou být přeneseny mezi programovým a vizualizačním editorem pouhým přetažením
- Propracovaný systém knihoven
  - programátor má možnost si uložit například jednotlivé tagy, bloky, nebo HMI obrazovky do knihoven pro pozdější využití
- Společná symbolika, sdílená data
  - v případě modifikace příslušné části projektu, je změna akceptována ve všech částech projektu kde se například daný symbol využívá

V TIA portálu je z důvodu produktivity možno zvolit ze dvou pohledů na automatizační projekt:

➤ Portálový pohled

Portálový pohled zajišťuje přístup ke všem projektovým komponentám

Úlohově-orientovaný pracovní mód.

Rychlejší spuštění projektu je způsobeno jednoduchým a intuitivním ovládáním.

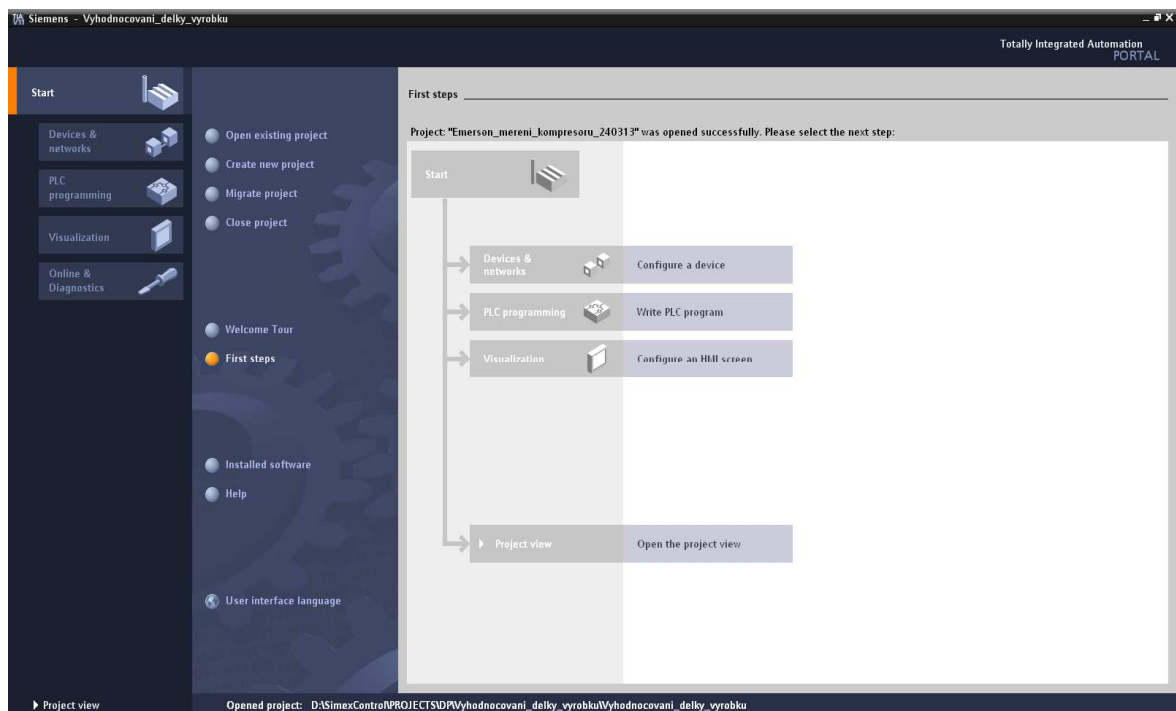
➤ Projektový pohled

Projektový pohled zobrazuje všechny projektové komponenty.

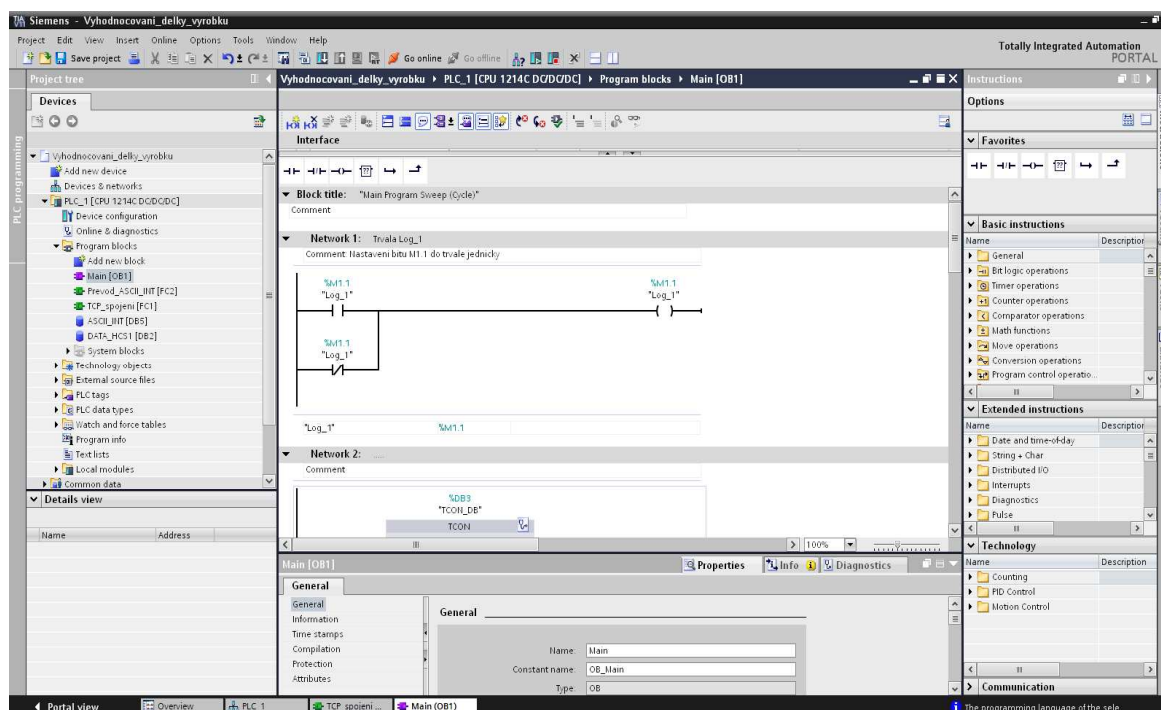
Jednoduchý přístup do zařízení a bloků.

Hierarchická struktura projektu.

Všechny editory, parametry a data jsou v jednom pohledu.



Obr. 17 Portálový pohled TIA portálu



Obr. 18 Projektový pohled

### 3.1 Softwarové a hardwarové požadavky pro instalaci TIA portál

Minimálním požadavkem pro operační software, kterým má být vybaven PC, na který chceme instalovat TIA portál je Microsoft Windows XP SP3 (Service pack).

Minimální hardwarové požadavky pro instalaci a bezproblémový chod softwaru jsou:

- Procesor - 2.0 GHZ CORE 2 DUO
- RAM - 1 GB (Windows XP), 2 GB (ostatní OS)
- Volná paměť (HDD) - 2 GB
- Grafická karta - 32 MB RAM
- Rozlišení displeje - 1024 x 768
- Síťové parametry - 10Mbit / s Ethernet
- Mechanika - DVD-ROM



## 3.2 Programovací jazyky pro Simatic S7-1200

V TIA portálu je několik programovacích jazyků, které mohou být použity v závislosti na potřebě a znalostech.

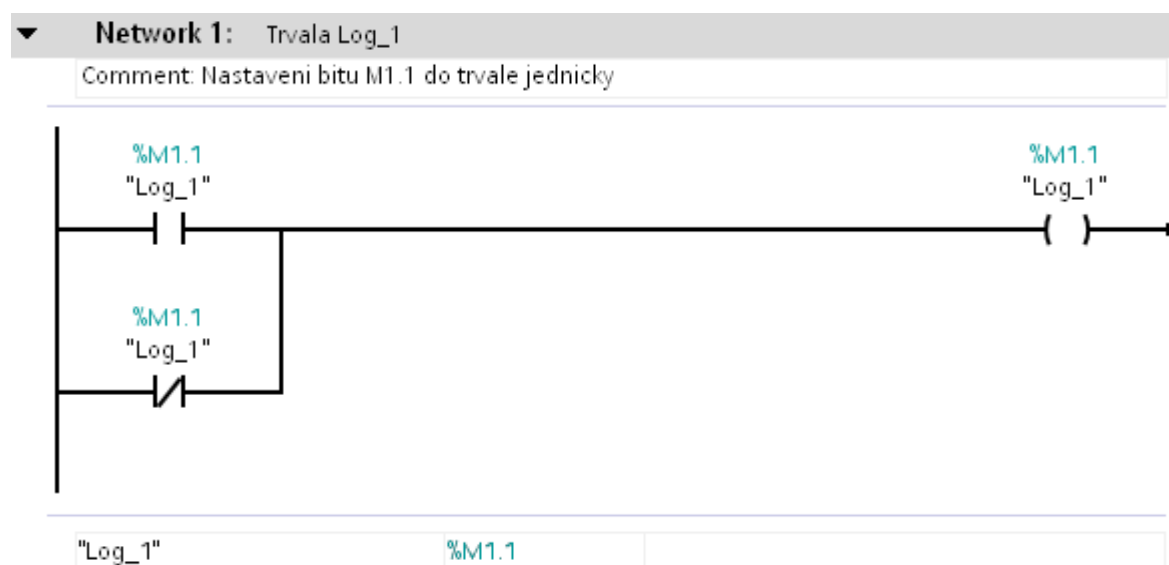
Programovací jazyky, které je možné využít pro programování Simaticu S7-1200 jsou:

- Základní jazyky Ladder Diagram a Function Block Diagram
- Rozšiřující SCL jazyk (dostupný od TIA portál V11 SP1)

Při dodržení určitých pravidel může být program vytvořen v jednom jazyce a pak konvertován do jiného programovacího jazyka. U S7-1200 toto platí pouze pro programovací jazyky LAD a FBD.

### 3.2.1 Ladder Diagram (LAD)

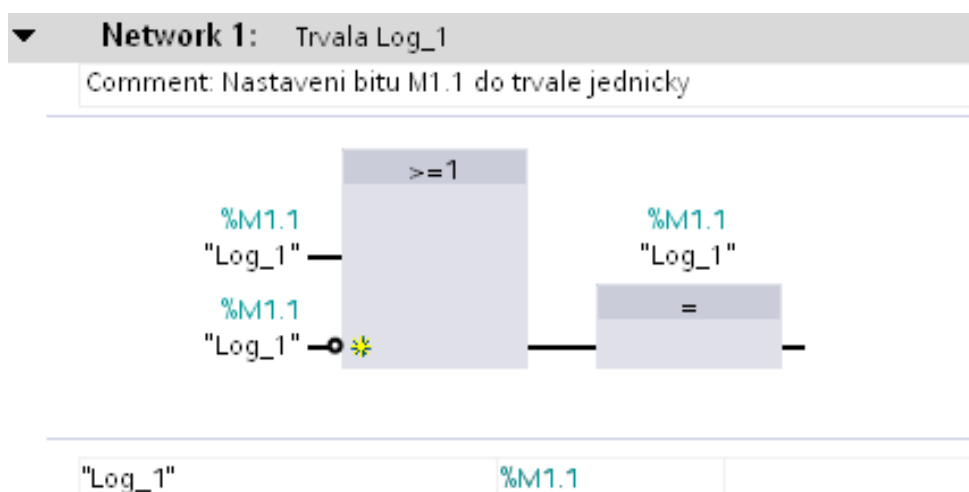
Kontaktní plán („Ladder Diagram“) je velmi podobný liniovému schématu. Jsou užívány symboly, jako např. kontakty. Tento programovací jazyk vyhovuje lidem, kteří navrhují a pracují s elektrickými schématy.



Obr. 19 LAD programovací jazyk

### 3.2.2 Function Block Diagram FBD

Diagram funkčních bloků („Function Block Diagram“) užívá „boxy“ pro jednotlivé funkce. Symbol v boxu označuje funkci (např. & --> logická operace AND). Tento programovací jazyk má výhodu, že s ním může pracovat i „ne-programátor“.



Obr. 20 FBD programovací jazyk

### 3.2.3 Structured Control Language (SCL)

SCL („Structured Control Language“) je textový jazyk na vysoké úrovni podobný PASCALu. Zjednodušuje programování matematických algoritmů a úkolů zpracování složitých dat na PLC.

SCL tedy umožňuje také to, že S7 PLC jsou užívány pro složitější úkoly, jako je zpětnovazební řízení nebo statistické vyhodnocení.

Hlavní výhodou SCL jazyku je jednoduché programování složitých algoritmů a zpracování složitých datových struktur.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 ŘEŠENÁ ÚLOHA

Úlohou řešeného příkladu je odměřování za pomoci inkrementálního snímače a dvou infračervených snímačů.

Požadavkem pro řešení úlohy je odměřování kusů na válečkovém dopravníku. Odměřování je zajištěno pomocí inkrementálního snímače zapojeného na vysokorychlostní čítač na vstup Simaticu S7-1200. Hardware je doplněn o dvě optické závory, pomocí kterých se spouští a ukončuje měření dílu.

Programová logika je řízena pomocí Simaticu S7-1200, na který je dále připojena čtečka čárových kódů sloužící k identifikaci výrobku. Čtečka je k Simaticu připojena přes sériový komunikační procesor CP1241 (RS232).

Navíc S7-1200 komunikuje s aplikací psanou v programu Visual Basic, které PLC zasílá potřebné informace a přijímá od ní informace zpět. Tato komunikace probíhá po ethernetovém rozhraní (podnikové síti). VB aplikace není součástí Diplomové práce.

### 4.1 Popis řešené úlohy

Čtečka čárového kódu sejme kód, kterým je označen každý kus na výrobní lince (je vytištěn na odnímatelné etiketě, která je na kus upevněna). Po sejmutí kódu dojde k odeslání čárového kódu po ethernetovém rozhraní na server.

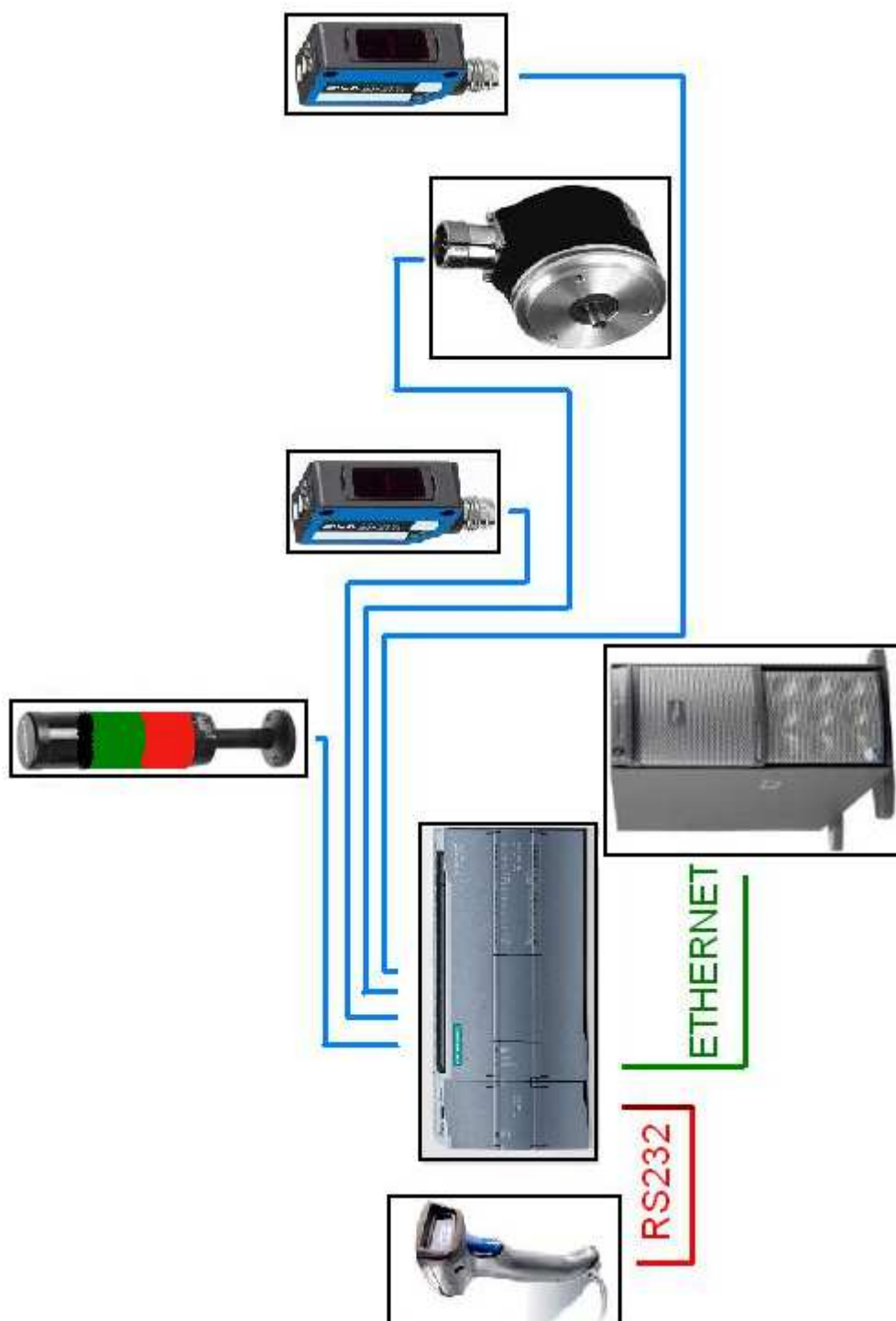
Na serveru běží VB aplikace, která podle čárového kódu vybere z databáze příslušné informace k danému výrobku. Aplikace zašle zpět do PLC informace (čárový kód, požadovaná délka, chybový kód), které obsahují mimo jiné požadovanou délku.

Když PLC obdrží tyto informace, rozbliká se maják v závislosti na kombinaci chybového kódu obdrženého z databáze (bliká zelený nebo červený maják = výrobek je nebo není v databázi). Rozblikání majáku dává informaci o tom, že data byla přijata a měření může být provedeno.

Dojde k samotnému měření, tedy výrobek přejede přes „měřicí zařízení“ a k vyhodnocení (porovnání) reálné délky s délkou přijatou, vyhodnocení měření a rozsvícení příslušného majáku (zelená – měření OK, červená – měření NOK).

Výsledky měření jsou opět odeslány do VB aplikace, která ukládá (loguje) výsledky měření do souboru na serveru.

Obrázek 21 zobrazuje blokovou strukturu řešené úlohy se všemi použitými komponentami a rozhraními.



Obr. 21 Blokové schéma řešené úlohy

## 5 TECHNICKÉ VYBAVENÍ

### 5.1 Siemens Simatic S7-1200

Pro řešení úlohy byl vybrán programovatelný automat firmy Siemens Simatic s7-1200 (**CPU 1214C DC/DC/DC**). Z důvodu dostačujících vlastností tohoto typu CPU pro řešenou úlohu.

Základní vlastnosti tohoto modelu:

- Pracovní paměť 50KB
- Napájecí napětí 24 VDC
- 14xDI 24 VDC (digitální vstupy), 10xDQ 24VDC (digitální výstupy), 2xAI (analogové vstupy),
- Možnost dalšího rozšíření I/O pomocí signální desky, připojení až 8 signálních modulů pro rozšíření I/O
- 6 vysokorychlostních čítačů, 2 pulzní výstupy
- Možnost připojení až 3 komunikačních modulů pro sériovou komunikaci
- 0,1ms / 1000 instrukcí
- Profinet rozhraní pro programování, HMI a PLC-PLC komunikaci [5]

Pro sériovou komunikaci je využit komunikační procesor (**CP 1241**):

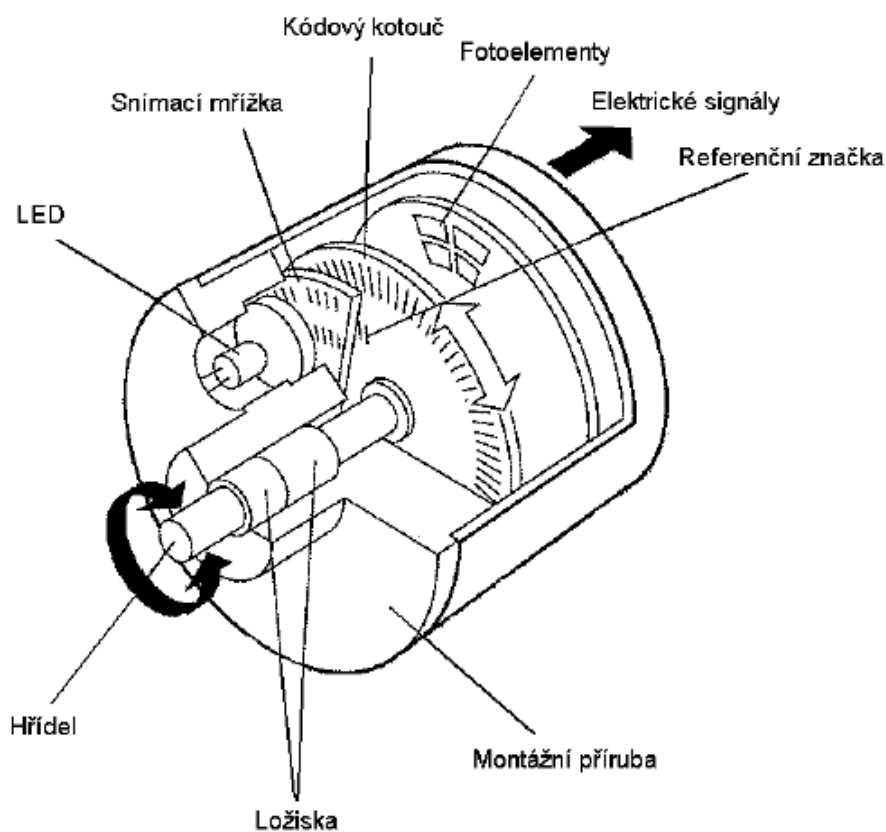
- Komunikační modul s RS232 rozhraním (9 pinový konektor) [5]



Obr. 22 CPU 1214C + komunikační procesor CP 1241 [7]

## 5.2 Inkrementální snímače

Princip těchto snímačů spočívá ve clonění světelného toku mezi zdrojem světla a fotocitlivými prvky. Pro zjištění informace o rychlosti otáčení stačí zjistit počet impulzů za určitý časový úsek. Pro zjištění směru otáčení je nutno použít rotující kotouč, který má dvě řady otvorů, které jsou vůči sobě posunuty o polovinu šířky otvoru. Pro zjištění úhlu natočení má rotující kotouč ještě jeden otvor, který je určen pro generování nulového impulsu. [12]

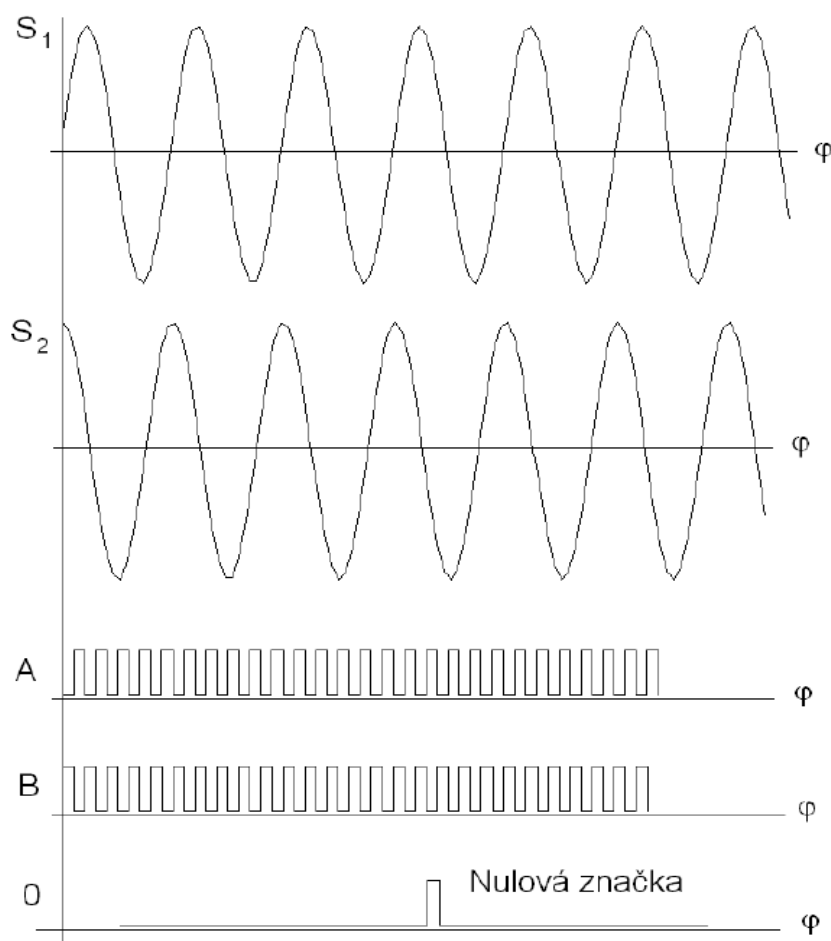


Obr. 23 Inkrementální snímač [12]

### 5.2.1 Inkrementální rotační snímač typu SIN/COS

Snímače tohoto typu mají na svém výstupu dva sinusové průběhy napětí, vzájemně oproti sobě posunuté o  $90^\circ$  elektrických, které jsou převáděny pomocí komparátorů na obdélníkové průběhy. Snímače umožňují zjistit rychlost otáčení, směr otáčení a úhel natočení hřídele vůči nulové značce.

Inkrementální rotační snímače používají čtyři mřížky pro vytváření dvou o  $90^\circ$  fázově elektricky posunutých obdélníkových průběhů signálu a navíc jednu mřížku pro referenční značku, tzv. nulový impuls, určující počátek otáčení; signál nulový impuls je generován pouze jednou za jednu otáčku. Čtyři pevné mřížky jsou vždy vůči sobě předsazeny o čtvrtinu dělicí periody a jsou paprskovité, aby odpovídaly rádiusu snímacího kotouče s mřížkami. [12]



Obr. 24 Inkrementální snímač typu SIN/COS [12]



### 5.2.2 Inkrementální snímač IRC 300

Inkrementální rotační snímače typu IRC s LED-diodou v osvětlovači a ve standardním průmyslovém provedení převádí rotační pohyb na elektrické signály pomocí fotoelektrického snímání rastrů dvou skleněných prvků (statoru a rotoru). Jsou určeny pro zprostředkování elektrické informace o vzájemné poloze dvou mechanických celků, úhlovému natočení nebo rotačních pohybů. Typické použití snímačů typu IRC je ve spojení s číslicovými indikacemi nebo řídicími systémy. S výhodou je lze použít i v jiných zařízeních kde je potřebná vysoká přesnost a spolehlivost odměřování. [13]

Pro danou úlohu je využit inkrementální snímač IRC 300/1000 od firmy LARM a. s., jehož parametry vyhovují dané úloze.

#### 5.2.2.1 Technické údaje

Otáčky	$10000 \text{ min}^{-1}$
Úhlové zrychlení	$40000 \text{ rad / s}^2$
Moment setrvačnosti mechanických částí	$20 \text{ g / cm}^2 \pm 10 \%$
Zatížení hřídele IRC (axiální / radiální)	20 N / 50 N max.
Krytí	IP65
Hmotnost IRC 300	0,25 kg max.
Vnější průměr hřídele	$\varnothing 6 \text{ mm}$

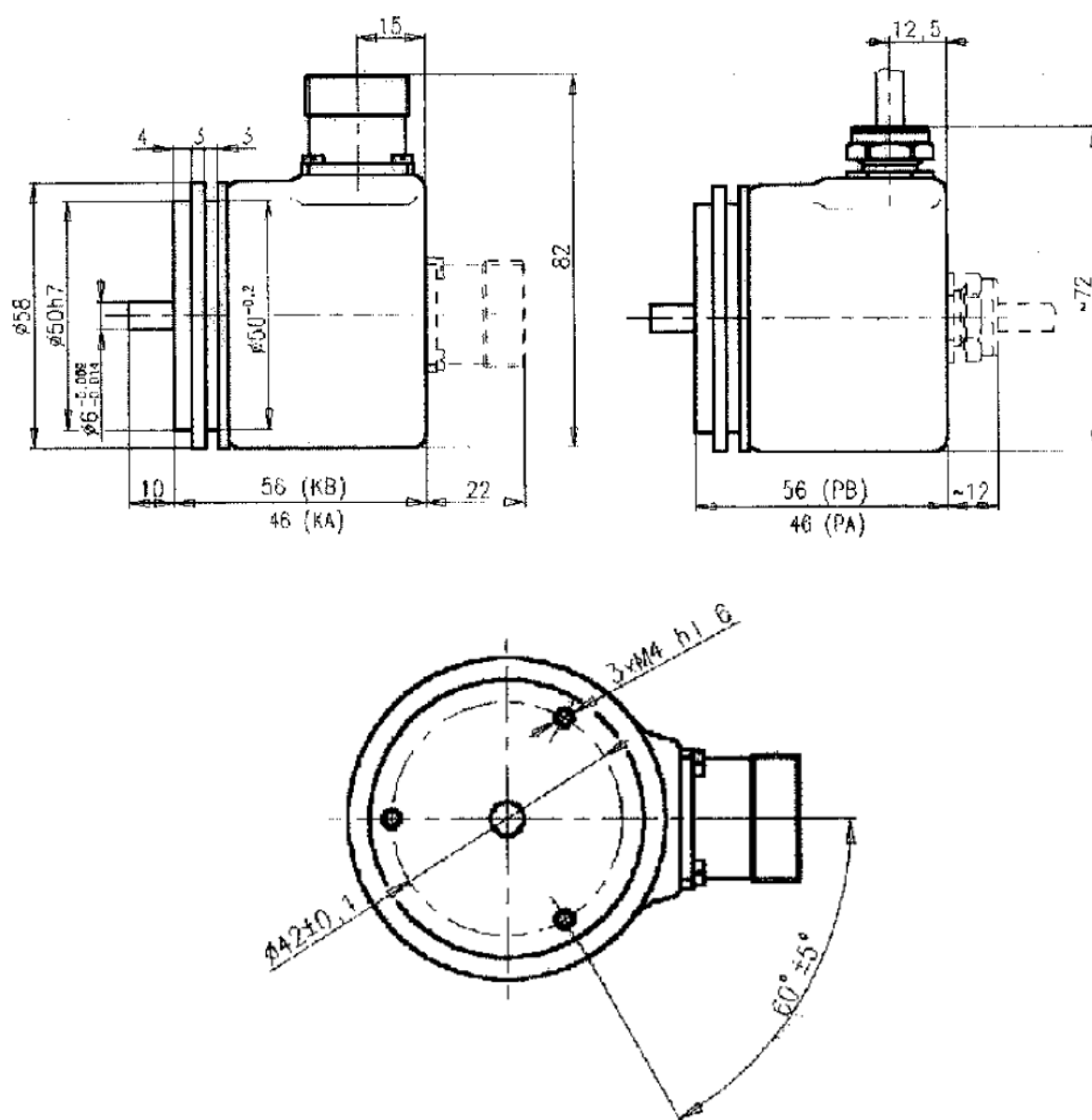


Obr. 25 IRC 300 od firmy LARM a. s. [13]

### 5.2.2.2 Montáž

Do příslušného zařízení se snímače IRC300-305 montují pomocí 3 šroubů M4 nebo pomocí drážky. Poloha hřídele je jednoznačně určena lícovaným průměrem 50h7 mm.

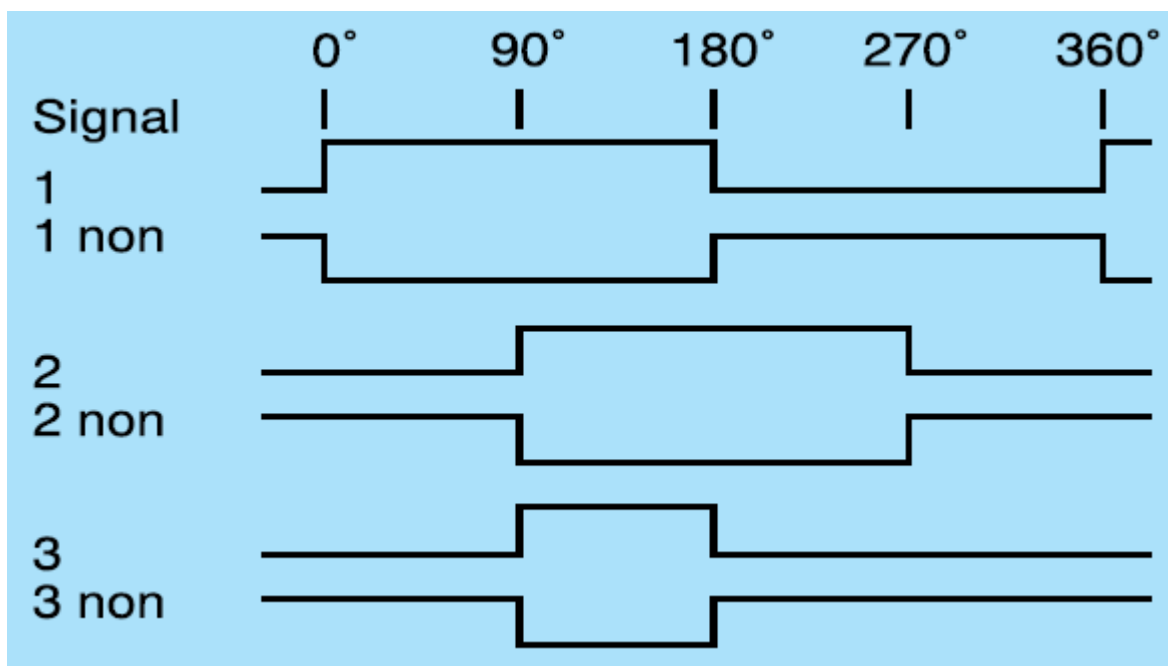
Vzhledem k použitým elektrostaticky citlivým součástkám je nutné připojovat snímače bez napětí a zachovávat pravidla pro práci s elektrostaticky citlivými zařízeními. [13]



Obr. 26 Rozměrové náčrtky IRC 300 [13]

### 5.2.2.3 Výstupní signály IRC 300

2 základní signály (1,2) posunuté o 90° elektrických, 1 nulový impulz (3) a jejich negace. Nad 100 kHz se nulový pulz nezaručuje.



Obr. 27 Výstupní signály IRC 300 [13]

### 5.3 Optické snímače

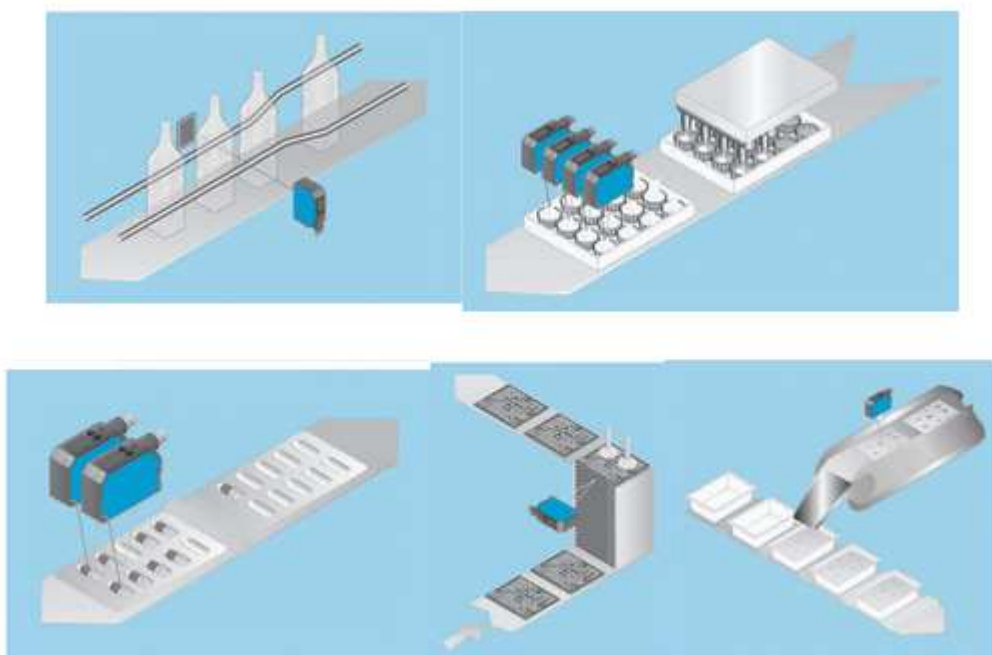
Optické senzory patří v dnešní době mezi nejpoužívanější snímače pro detekci různých typů objektů.

Pracují na principu vysílač – přijímač nebo snímače na odrazku. Důvodem jejich oblíbenosti je to, že jsou velmi necitlivé na proměnlivou barvu nebo tvar dílu. Je možno detekovat i vysoce transparentní materiály, rozlišovat stupeň transparentnosti, je možno detekovat i předměty kulového nebo válcového tvaru a předměty, které jsou obtížně polohovatelné.

Konstruktor tak nemusí přemýšlet nad výběrem správného typu nebo principu a vybere vhodný typ v podstatě jen podle snímací vzdálenosti. Speciální laserové typy jsou dostupné s různě fokusovaným paprskem a lze např. na délce 1 m detekovat objekty převyšující vztaznou úroveň o 1 mm nebo na vzdálenost cca 2 m detekovat přítomnost textilního vlákna (přetrhy na tkacích strojích). [14, 15]

#### 5.3.1 Použití optických snímačů

- Dnes již pro snímání a detekci polohy téměř libovolných materiálů (pro průhledné materiály jsou obvykle speciálně určené senzory)
- Detekce na vzdálenosti až desítek metrů
- Detekce obrovských i malých objektů
- Snímání pohybujících se předmětů i různých teplot
- Strojní průmysl - dopravníky, detekce posunu, kontrola kvality
- Montážní linky - nastavení pozice, počítání dílů
- Textilní stroje - zjišťování množství materiálu na odvíjené roli
- Potravinářský průmysl - např. zjišťování přítomnosti pečiva na výrobní lince, kontrola obsahu krabic, kontrola velikosti cukrářských výrobků
- Sledování a detekce otvorů ve výrobcích
- Kontrola velikosti předmětů
- Kontrola naplnění různých zásobníků
- Zjišťování chybných etiket atd. [15]



Obr. 28 Příklady použití optických senzorů přiblížení firmy SICK [15]

### 5.3.2 Princip optické závory

Princip těchto snímačů, jak je patrné z názvu, je spojený se světlem. Pracuje na principu detekce existence nebo měření intenzity paprsku světla dopadajícího na přijímací část senzoru. Zdroj paprsku může být buďto oddělen od přijímače (vysílač – přijímač), nebo je součástí jednoho celku (pouzdra) jak vysílač, tak přijímač. V druhém případě jde o reflexní čidla využívající pro odraz světla odrazky.

Samotný principem detekce přiblížení objektu je měření, nebo detekce množství odraženého světla dopadající zpět na optický detektor umístěný hned vedle vysílače. Konkrétně se měří úroveň amplitudy nebo světelný výkon a porovnává se s nastavenou, požadovanou hodnotou. To umožňuje nejen měřit vzdálenost, ale zpracovat jiné optické parametry jakou jsou kontrast a barva. [14, 15]



Obr. 29 Příklad využití optické závory [14]

### 5.3.3 Reflexní světelná závora W100 Laser

Pro danou úlohu byly vybrány dvě optické čidla od firmy SICK typu WL100L-F2131.

Jedná se o standardní snímač v miniaturním pouzdru, které se uchyťává pomocí montážních otvorů o závitu M3. Nastavení čidla (světlo / tma) se provádí pomocí otočného přepínače.



Obr. 30 WL100L-F2131 [19]

## 5.4 Čtečka čárových kódů

Patří do skupiny skenerů, mezi hardwarově vstupní zařízení (jedná se o zařízení, pomocí kterého PC nebo jiné zařízení pořizuje data), které dokáží převést fyzickou předlohu do předlohy digitální.

Dělí se podle typu skenovaného čárového kódu na 1D a 2D. Ke snímání využívají paprsku laseru nebo laserové diody. Mohou být v různých typech provedení, jako například ruční (tzv. pistole), nebo může jít o zabudovaný typ čtečky využívaný například v pokladnách obchodních řetězců.

Úkolem snímačů je rychle a bezchybně přečíst čárový kód a předat jeho obsah hostiteli. Tím může být běžný počítač, pokladna anebo jakékoliv zařízení podporující některé ze standardních průmyslových rozhraní. Připojení snímače k hostiteli může být realizováno kabelem anebo bezdrátově - obvykle technologií Bluetooth. Čtečky čárových kódů se dělí do několika skupin. [16, 17]

Z hlediska principu snímání dělíme snímače na:

- Laserové

Laserové snímače využívají technologie čtení jedním nebo více paprsky emitovanými laserovými diodami a jsou schopné číst čárové kódy i z větších vzdáleností.

- Digitální

Princip digitálních snímačů je stejný jako u digitálních fotoaparátů: kód se vyfotí a obrázek je poté integrovaným dekodérem dekodován. Výhodou je mnoha směrné čtení 1D i všech typů 2D kódů.

Z hlediska použití můžeme čtečky čárových kódů dělit například na:

- Ruční, pultové, stacionární, mobilní online / off-line čtečky

#### 5.4.1 Ruční čtečka čárových kódů

Ruční čtečky čárových kódů nalézají uplatnění v mnoha oborech, používají se ke čtení čárových kódů a to například v obchodech, ve skladech, v průmyslu u výrobních linek, na výdejních místech.

Čtečky dělíme z různých hledisek, například podle způsobu propojení s hostitelem (PC, pokladna, atd.). V dnešní době podporují čtečky více typů rozhraní, mezi které patří:

- Emulace klávesnice
- USB
- RS-232

Ruční čtečky čárových kódů se vyrábějí v různých provedeních. Záleží, v jakých podmínkách chceme čtečky využít. Vyrábějí se například čtečky do drsných průmyslových podmínek (odolné proti nárazům a nepříznivým vlivům počasí) využitelné zejména v průmyslové výrobě až po méně odolné čtečky. Čtečky se vyrábějí v provedení jako bezdrátové, nebo připojitelné kabelem. [16, 17]

#### 5.4.2 Ruční čtečka čárových kódů Intermec SR30

V dané aplikaci je využita ruční čtečka od firmy Intermec s označením SR30. Snímač je nastaven tak, že snímá trvale (stačí tedy přiložit kód do snímané oblasti).

Intermec SR30 je ruční čtečka čárového kódu, která je vybavena technologií VISTA (linear Imager) umožňující snímat i velmi poškozené čárové kódy ze vzdálenosti do 80cm. Podpora připojení pro Intermec počítače, PC, IBM terminály.

Intermec SR30 nabízí optimální kombinaci výkonu, odolnosti, ergonomie a výhodné investice pro využití v kancelářích a lehkém průmyslu.





Obr. 31 Intermec SR30 [20]

## 5.5 Signalizační sloupek

Signalizační sloupky a svítidla dávají obsluze informace o provozním stavu zařízení. Používají se v průmyslových automatizovaných technologiích jako návěstí provozních stavů strojních zařízení. Signalizační sloupek je tvořen montážním modulem a světelnými nebo akustickými signalizačními moduly různých barev a velikostí. Jednotlivé moduly se spojují sesazením a aretují pootočením, tím je zároveň zajištěno také vzájemné elektrické propojení modulů. Je možné si vybrat s modulů, které se montují do otvoru, upevnění dotažením centrální matice. Design a povrchová úprava zaručují optimální vyzařování světla do všech směrů. [18]

### 5.5.1 Signalizační sloupek Siemens 8WD4

- Průměr modulů 50 mm nebo 70 mm
- Světelné moduly se žárovkami nebo LED
- Trvalý svit, přerušovaný svit, záblesk

- Bzučák 85 dB, trvalý / přerušovaný tón, 8 tónová siréna 100 dB s regulací hlasitosti
- Adaptér pro připojení k AS-Interface
- Příslušenství pro vodorovnou a svislou montáž

Pro řešení úlohy je použit signalizační sloupek Siemens 8WD4 se dvěma signalizačními moduly (červený a zelený).

Signalizace majáku před měřením (na základě chybového kódu):

- bliká ČERVENĚ před měřením (naskenované sériové číslo není v databázi)
- bliká ZELENĚ před měřením (sériové číslo je v databázi, měření může proběhnout)

Signalizace po měření:

- svítí ZELENÁ / ČERVENÁ po měření (OK / NOK měření)



Obr. 32 Signalizační sloupky Siemens řady 8WD [18]

## 5.6 Hardwarová konfigurace S7-1200

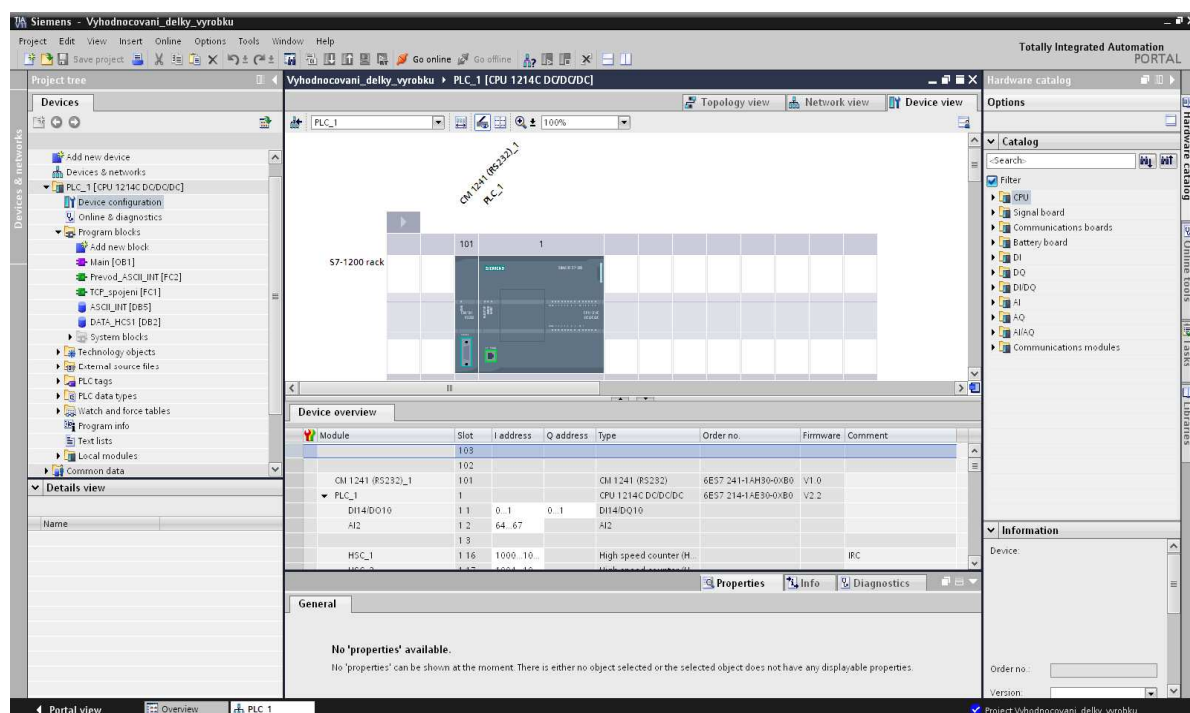
Hardwarová sestava PLC, se tedy skládá ze Simatic S7-1200 (CPU 1214C DC/DC/DC) a sériového komunikačního procesoru CP1241 (RS232).

Propojení použitých vstupů a výstupů:

- |                                      |               |        |
|--------------------------------------|---------------|--------|
| ➤ Optický snímač IR1                 | –             | I0.6   |
| ➤ Optický snímač IR2                 | –             | I0.7   |
| ➤ Inkrementální snímač IRC: stopa A  | –             | I0.0   |
|                                      | stopa B       | – I0.1 |
| ➤ Signalizační sloupek: zelený maják | –             | Q0.0   |
|                                      | červený maják | – Q0.3 |

Čtečka čárových kódů komunikuje s PLC po sériové lince a PLC na čtečku přistupuje pod identifikátorem komunikačního portu 260.

Ethernetová komunikace probíhá pomocí integrovaného ethernetového portu (RJ-45) na centrále a využívá standardních bloků z knihovny.



Obr. 33 Pohled na hardwarovou konfiguraci použitého PLC

Bližší informace o hardwarovém nastavení daných modulů jsou k nalezení v hardwarové konfiguraci vypracovaného projektu (Device configuration).

## 6 PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ

Celý program je rozdělen pro přehlednost do tří programových bloků a to na blok pro vyhodnocení měření, komunikaci, převod datových formátů (OB1, FC1, FC2). Pro práci s daty jsou vytvořeny dva datové bloky (DB1, DB2), které slouží pro strukturované ukládání proměnných.

Významy některých algoritmů si probereme v této kapitole, kompletní program je součástí projektu uloženého na příloženém CD, který je součástí diplomové práce.

Pro otevření projektu je potřeba mít na počítači nainstalovaný TIA portál verze 11 a vyšší.

The screenshot displays the Siemens TIA Portal interface. On the left is the 'Project tree' showing the hierarchy: PLC programming > PLC\_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] > Program blocks. The main area shows two windows for configuring data blocks.

**Window 1: DATA\_HSC1 [DB2]**

	Name	Data type	Start value
1	Static		
2	Aktualni_delka	Real	0.0
3	Namerena_delka	Real	0.0
4	Tolerance_delky	Real	4.0
5	Zadana_delka	Real	250.0
6	Prumer_kolecka	Real	80.0
7	Pocet_pulzu_JRC	Real	4000.0
8	Data_EN	Bool	true
9	EN_rev	Bool	true

**Window 2: ASCII\_INT [DB1]**

	Name	Data type	Start value	Ret
1	Static			
2	Prijate_data	Struct		
3	Zadana_h_string_P	String [10]		
4	Zadana_h_real	Real	0.0	
5	Namerena_h_real	Real	0.0	
6	Namerena_h_string	String [10]		
7	Namerena_h_character	Array [1..10] of Char		
8	Vysilani	Struct		
9	Naskenovane_SN_P	Array [1..14] of Char		
10	send	Char	'A'	

Obr. 34 Programové bloky a proměnné v DB

## 6.1 Programové proměnné

Všechny použité proměnné, které jsou využity v programu, jsou symbolicky pojmenovány pro jednodušší orientaci.

Import / Export tabulky symbolů je možné provést také do formátu xlsx. Je tedy možné tento exportovaný soubor otevřít v excelu a to pro účely dokumentace nebo editace tabulky symboliky.

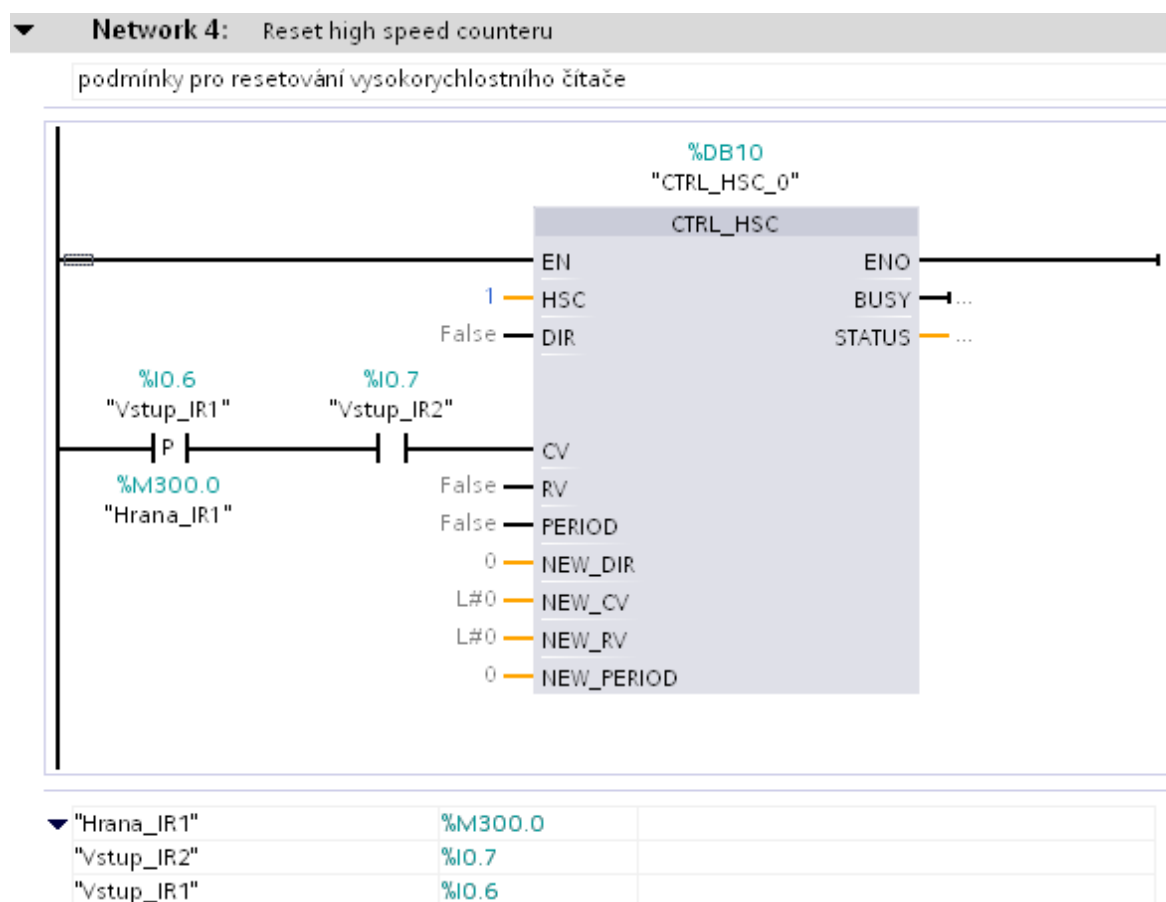
Tab. 2 Výpis proměnných programu

Name	Path	Data Type	Logical Address
Vstup_IR1	Default tag table	Bool	%I0.6
HSC1_Actual	Default tag table	DInt	%ID1000
Obvod_kolecka	Default tag table	Real	%MD10
Delka/pulz	Default tag table	Real	%MD14
Cerveny_majak	Default tag table	Bool	%Q0.3
Takt_1s	Default tag table	Bool	%M0.5
Zeleny_majak	Default tag table	Bool	%Q0.0
Prijata_nova_data_signalizace	Default tag table	Bool	%Q0.6
Hrana_IR1	Default tag table	Bool	%M300.0
Vstup_IR2	Default tag table	Bool	%I0.7
Hrana_IR2	Default tag table	Bool	%M200.1
Rozdil_delky	Default tag table	Real	%MD40
Posli_data	Default tag table	Bool	%M50.0
Pocet_kopirovanych_znaku	Default tag table	UInt	%MW400
OK	Default tag table	Bool	%M50.2
Prijata_nova_data	Default tag table	Bool	%M380.0
NOK	Default tag table	Bool	%M50.3
Log_1	Default tag table	Bool	%M1.1
Povoleni_signalizace	Default tag table	Bool	%M1.2
Nabazna_hrana_prijata_nova_data_RS232	Default tag table	Bool	%M1.6
Sestupna_hrana_prijata_nova_data_RS232	Default tag table	Bool	%M1.7
Delka_prijatych_dat_RS232	Default tag table	UInt	%MW220
Prijata_nova_data_RS232	Default tag table	Bool	%M1.4
Prijata_nova_data_RS232(1)	Default tag table	Bool	%M1.5
Signalizace_kus_OK	Default tag table	Bool	%M50.4
Signalizace_kus_NOK	Default tag table	Bool	%M50.5
Signalizace_ethernetove_komunikace	Default tag table	Bool	%Q0.7

## 6.2 Princip odměřování

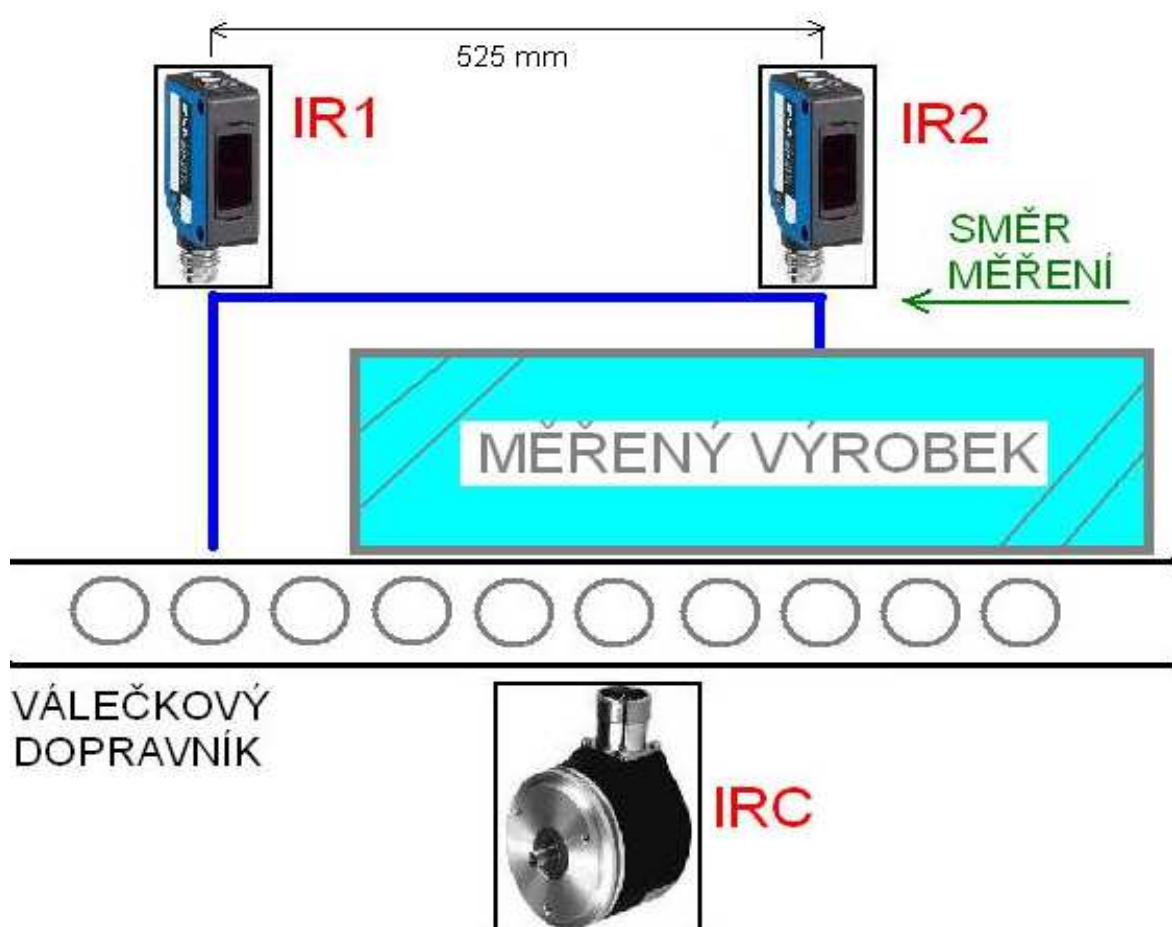
Princip odměřování výrobku na lince (válečkovém dopravníku) funguje tak, že:

- Měřený výrobek zastíní optický snímač označen IR2 (zapojen u S7-1200 na vstupu IO.7) a zároveň dojde k detekci náběžné hrany na snímači IR1 (vstup IO.6). V tomto okamžiku dochází ke smazání paměti čítače (hodnoty uložené v datové oblasti pro vysokorychlostní čítač, inkrementální snímač je připojen na vstupy IO.0 a IO.1).



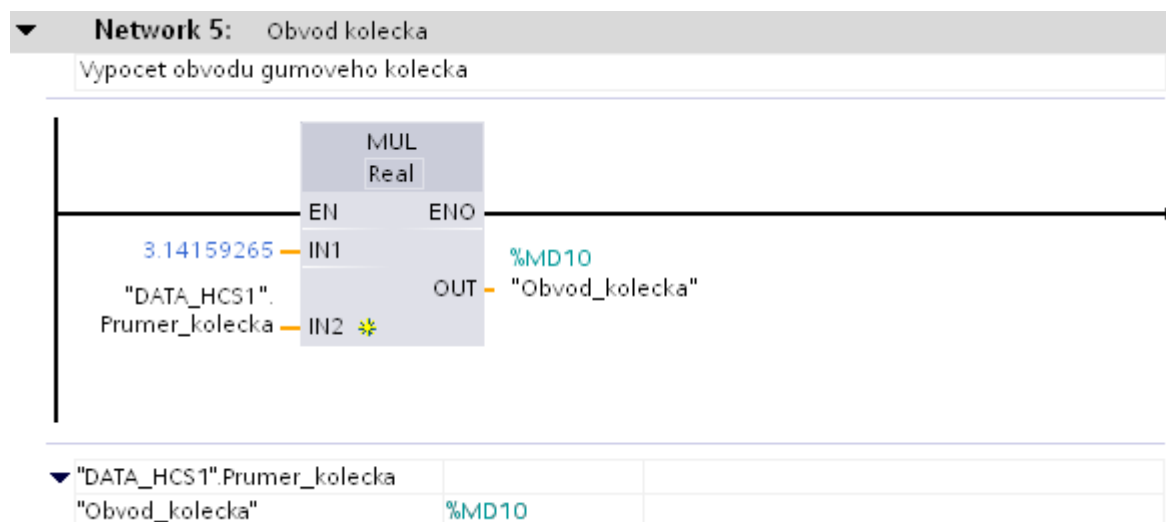
Obr. 35 Program - reset vysokorychlostního čítače

- Samotné měření tedy začíná od toho okamžiku, kdy dojde k vymazání vysokorychlostního čítače (tedy zastíněn snímač IR2 a náběžná hrana snímače IR1). Dochází k přičítání pulsů inkrementálního snímače, až do doby, kdy výrobek sjede z optického snímače IR2 (sestupná hrana na tomto snímači). V tento okamžik dojde k vyhodnocení měření a to z hodnot vypočítaných z pulzů (obr. 39), které posílá do PLC inkrementální snímač.



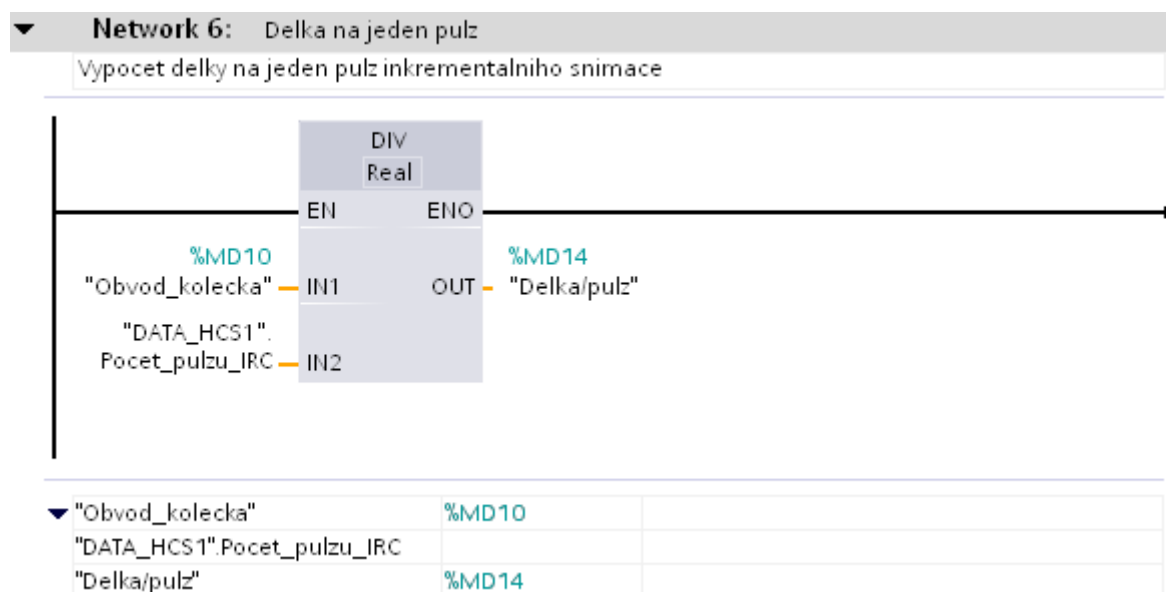
Obr. 36 Princip odměřování výrobku

- Podle průměru gumového kolečka, které je spojeno přes pružnou spojku s inkrementálním snímačem je vypočítán obvod tohoto kolečka.



Obr. 37 Program - výpočet obvodu

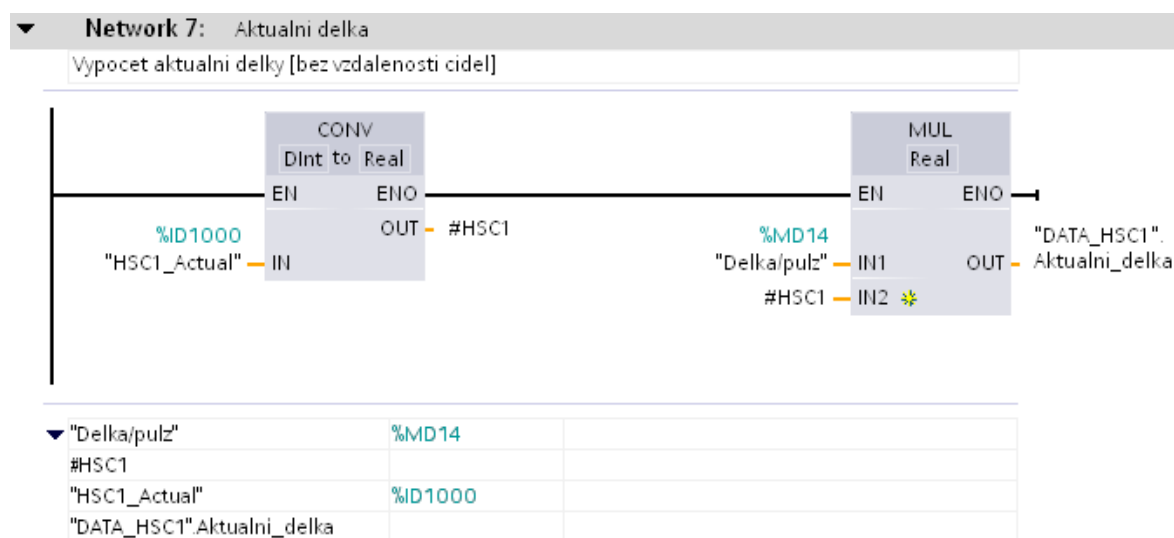
- Ze získaného obvodu a celkového počtu pulzů inkrementálního snímače, tedy jejich podílem získáme délku na jeden pulz.



Obr. 38 Program - délka na jeden pulz



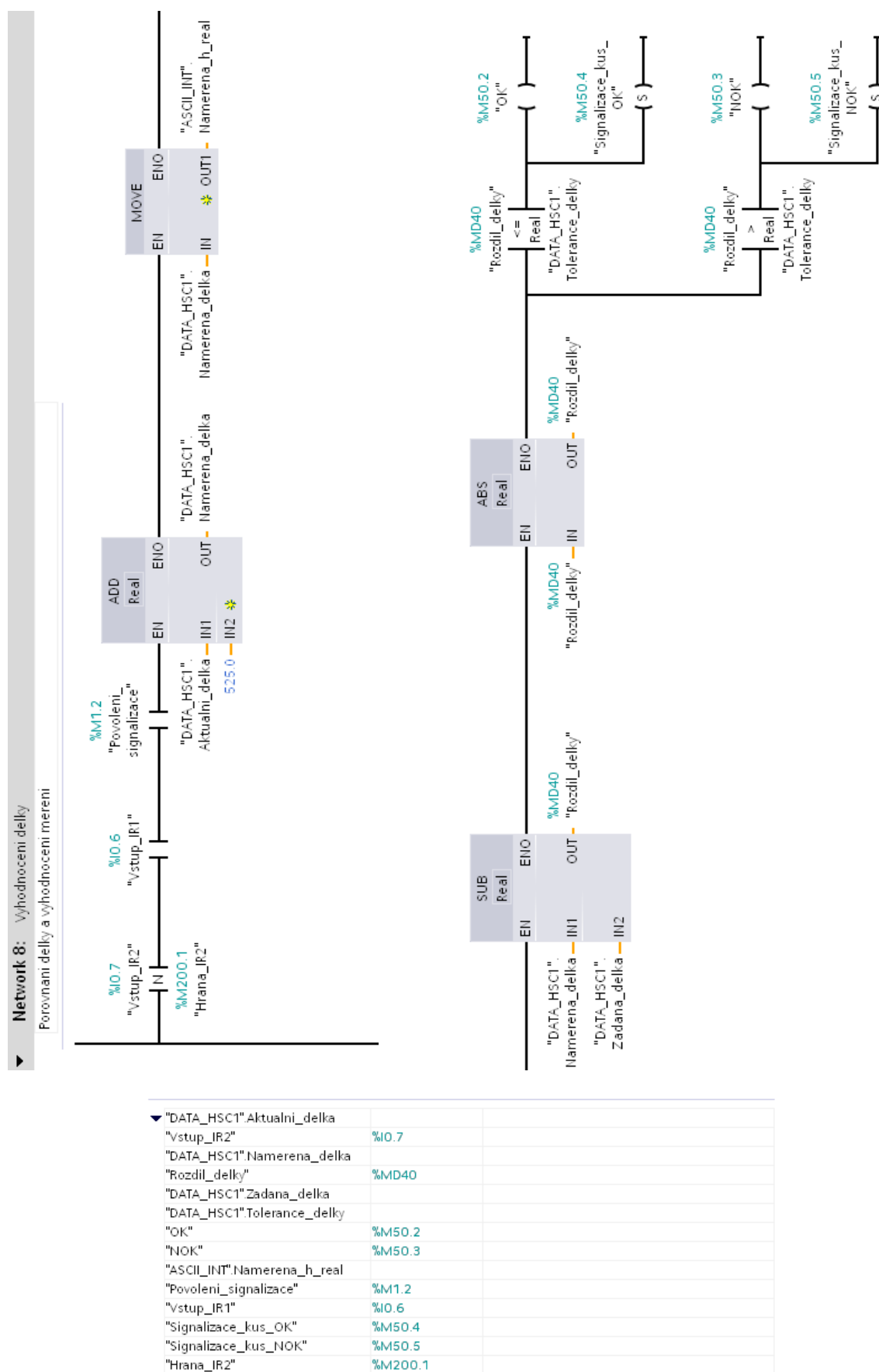
- Aktuální délku dostaneme z aktuální hodnoty vysokorychlostního čítače uloženou v ID1000, kterou je potřeba převést z formátu DInt (double-integer) do formátu Real (číslo s desetinou čárkou) a to z důvodu potřeby násobení s desetinným číslem, které představuje délku na jeden pulz.



Obr. 39 Program - zjištění aktuální délky

- Dále je k této hodnotě přičtena konstanta 525mm, která představuje vzdálenost mezi optickými snímači. Od naměřené délky je odečtena zadaná délka. Tento rozdíl převedeme na absolutní hodnotu, která je porovnávána se zadanou tolerancí (programová konstanta). Na základě porovnání je vyhodnoceno, jestli byl naměřen dobrý nebo špatný rozměr.

Tato část programu se vykonává, pokud je splněna podmínka – zastíněn snímač IR1 a je detekována sestupná hrana na snímači IR2. V tomto případě je měření vyhodnoceno (obr. 39).



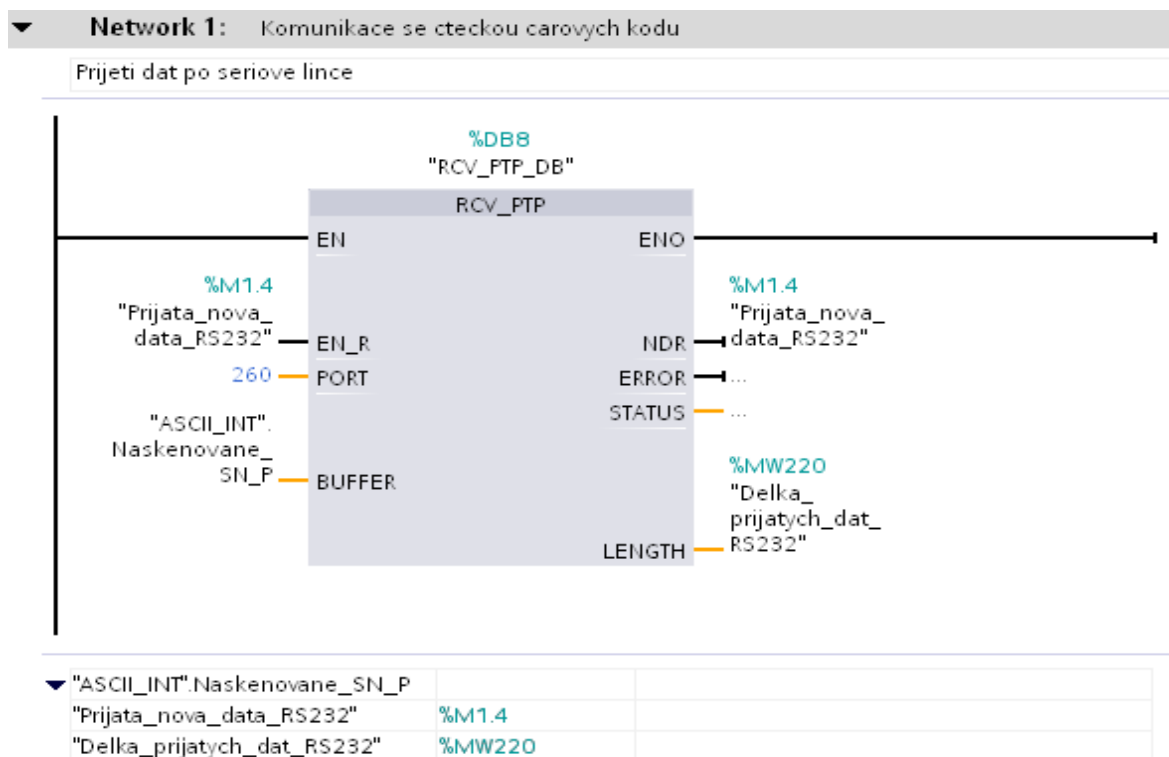
Obr. 40 Program - vyhodnocení délky

### 6.3 Programové bloky pro komunikaci

Pro komunikaci jsou využity standardní bloky z knihovny a to jak pro sériovou, tak pro ethernetovou komunikaci.

#### 6.3.1 Sériová komunikace

- Čtečka čárových kódů je nastavena tak, že cyklicky skenuje čárový kód. K načtení dat, přijatých po sériové lince, do příslušné paměťové oblasti (DB1) dochází, pokud jsou přijata nová data (obr. 41).
- Přijatá data jsou tedy uložena v datovém bloku a tato část DB je odeslána po ethernetovém rozhraní na server.
- Nastavení portu RS-232 musí být shodné jako nastavení čtečky
  - přenosová rychlost 9,6 kbps, parita žádná, 8 datových bitů, jeden stop bit, start zprávy na jakýkoli znak, koncový znak číslo 10 (ASCII) - nový řádek



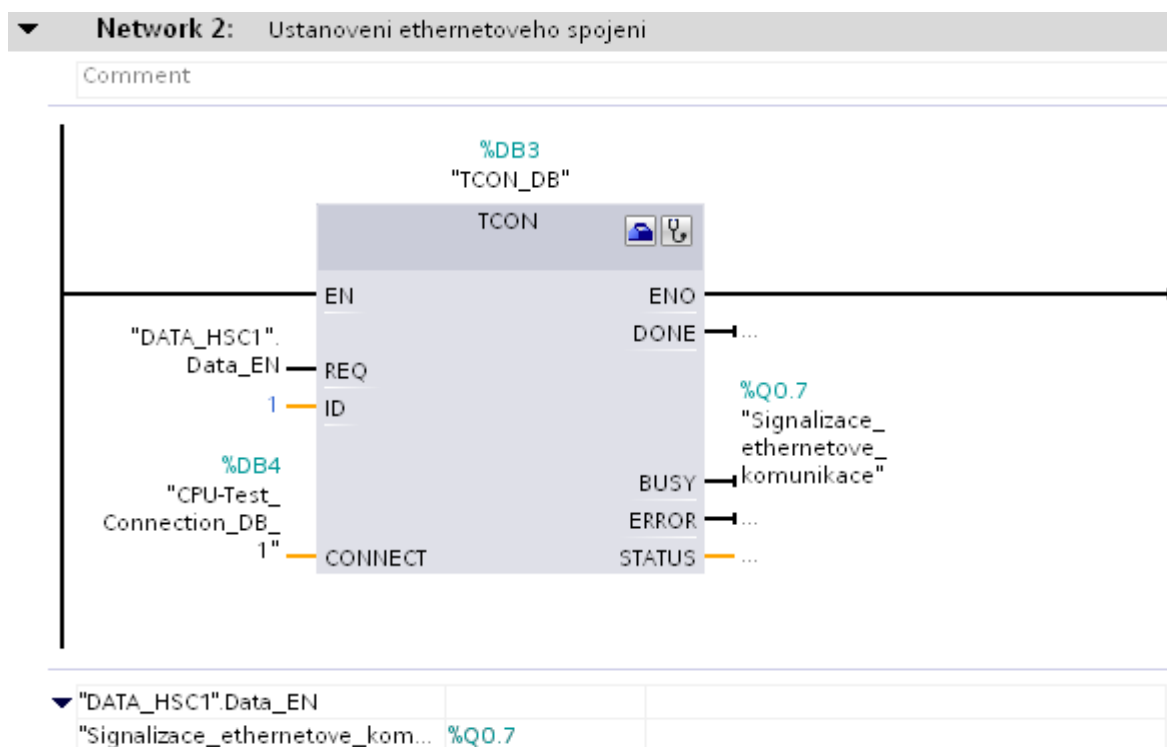
Obr. 41 Program - blok pro sériovou komunikaci

### 6.3.2 Ethernetová komunikace

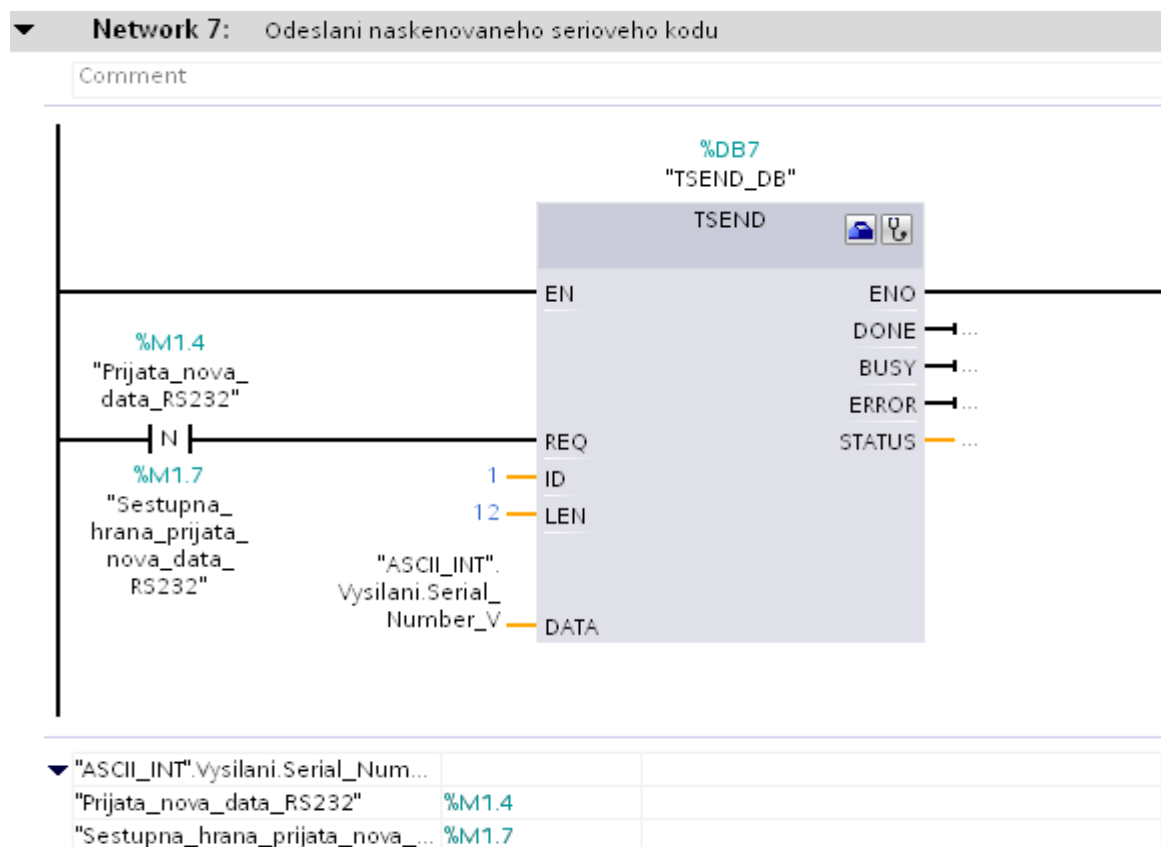
- Pomocí programového bloku TCON je nejprve nutno ustanovit spojení přes TCP protokol. Parametry spojení se nastavují ve vlastnostech tohoto programového bloku
- Po ustanovení spojení je možno využít bloky pro odesílání a příjem dat přes ethernet (obr. 43, 44)

Naskenované sériové číslo je tedy odesláno na server (obr. 43). Aplikace běžící na serveru ověří, zda je naskenované sériové číslo v databázi a pokud ano pošle do PLC příslušná data (sériové číslo, požadovanou délku, chybový kód pro rozblikání zeleného majáku). V případě že sériové číslo není v databázi nalezeno, server odešle do PLC sériové číslo, nulovou délku výrobku a chybový kód pro rozblikání červeného majáku. Data jsou uložena do určené paměťové oblasti DB (obr. 44).

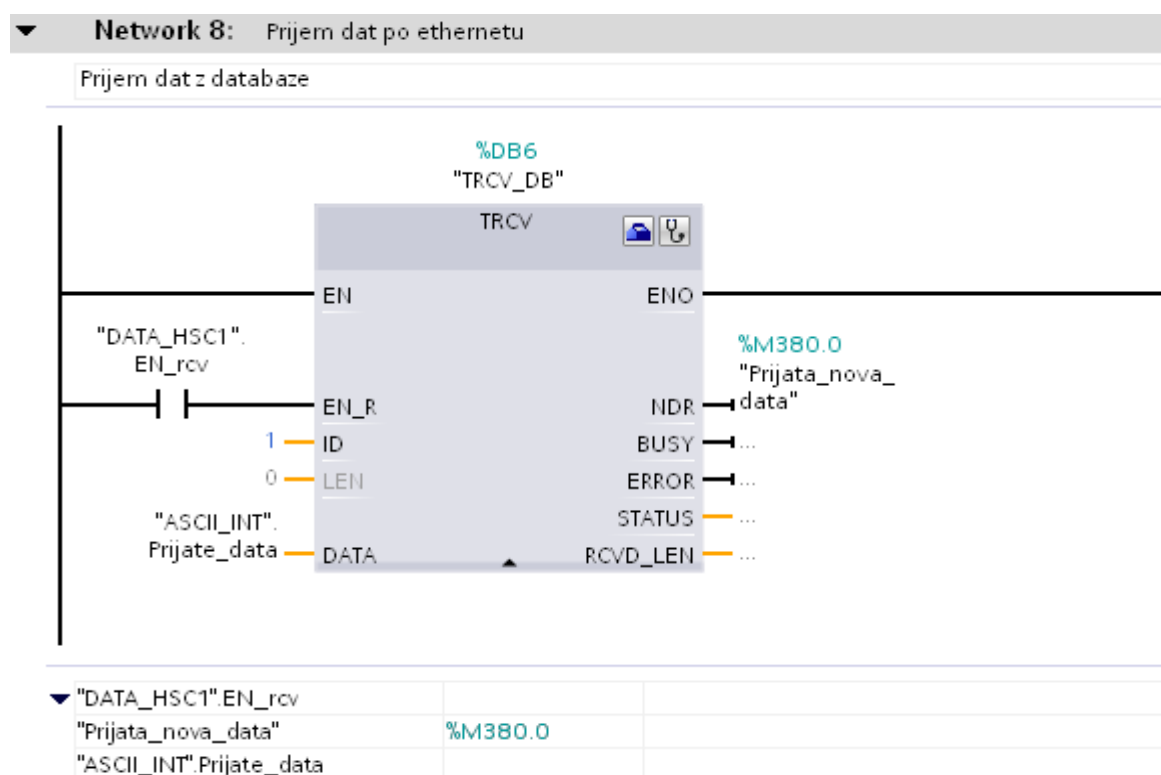
Dále jsou přijatá data zpracována v PLC (převod datových typů, vyhodnocení chybového kódu). Po vyhodnocení měření jsou vyhodnocená data (sériové číslo, žádaná hodnota, naměřená hodnota a výsledek měření) uložena v příslušném DB, převedena na ASCII znaky pro odeslání dat zpět na server a je rozsvícen příslušný maják.



Obr. 42 Program - ustanovení ethernetové komunikace



Obr. 43 Program - odesílání dat po ethernetu



Obr. 44 Program - příjem dat po ethernetu

## 7 PRAKTICKÉ OVĚŘENÍ FUNKCE

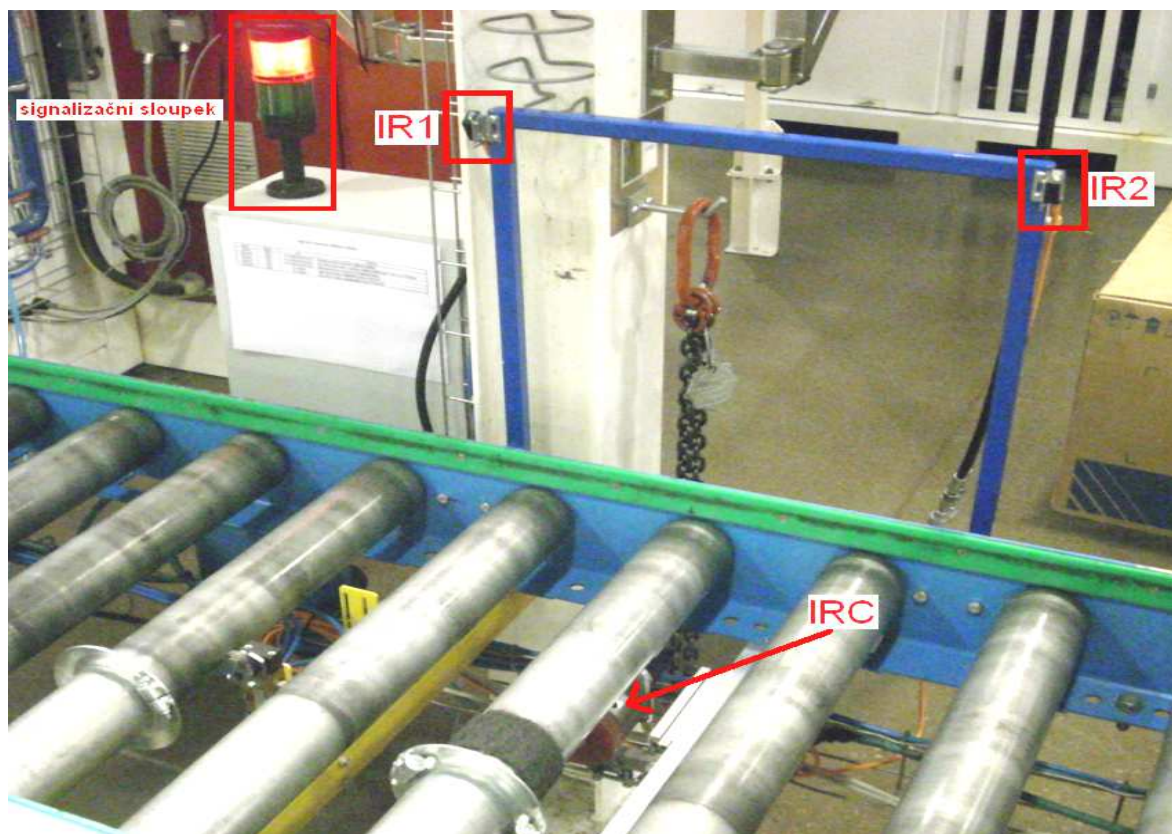
K praktickému ověření funkce došlo po nasazení výše zmiňované aplikace do provozu a to jejím otestováním.

V provozu se tato aplikace využívá pro odměřování kompresorů na válečkovém dopravníku.

- Zařízení je trvale zapnuto a měřicí cyklus se spouští pomocí naskenování čárového kódu.
- Kompresor je obsluhou ručně posunován po válečkovém dopravníku přes měřicí zařízení.

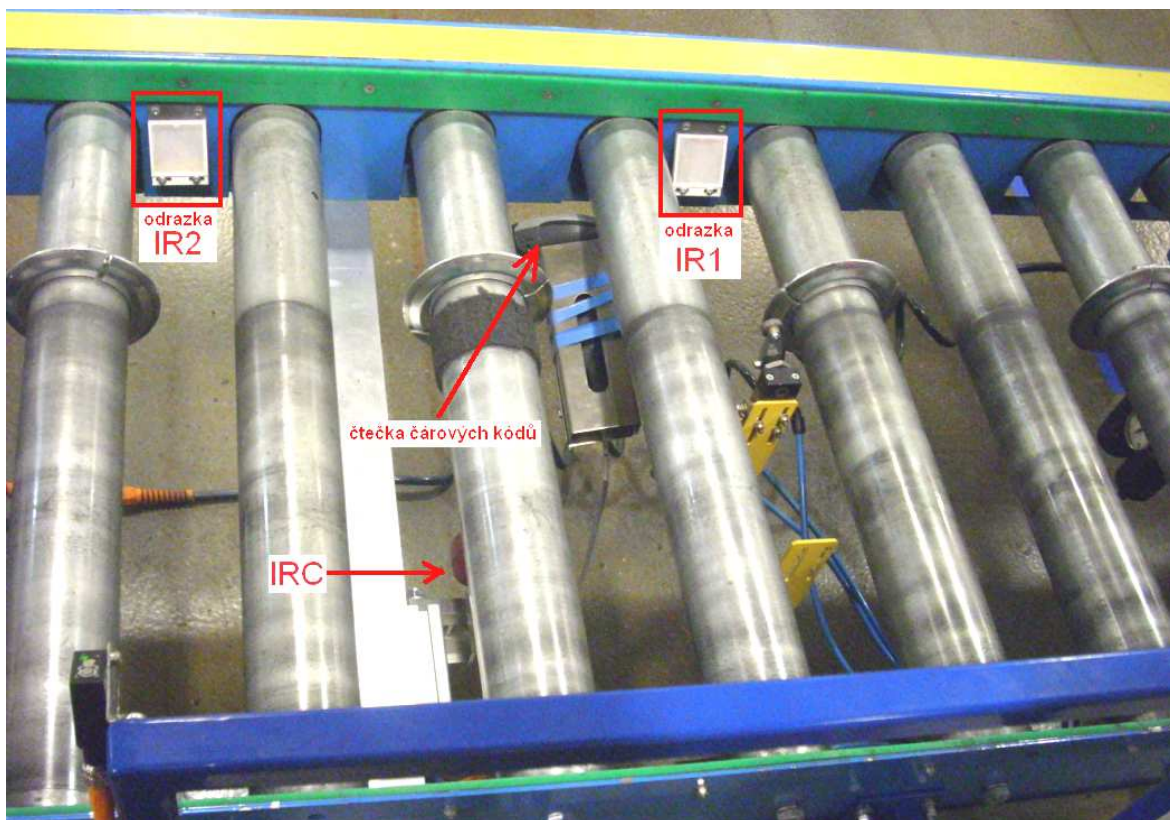
Při testování došlo k měření 50 ti kompresorů, kdy tolerance byla programově nastavena na  $\pm 2\text{mm}$ . Všechna tato měření proběhla v pořádku a nacházela se v této toleranci.

Poté došlo k předání zařízení do čtrnáctidenního zkušebního provozu, během této doby bylo měření dále sledováno a poté došlo k předání zařízení do trvalého provozu.

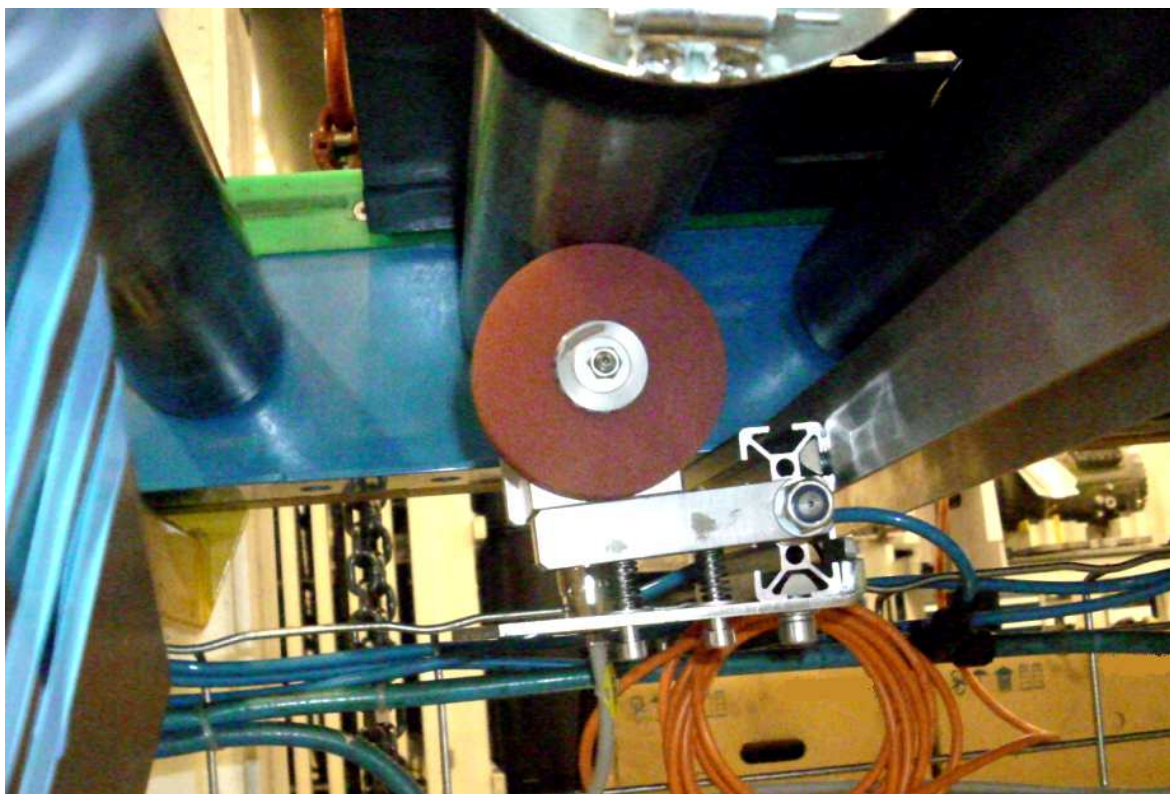


Obr. 45 Rozmístění komponentů na lince





Obr. 46 Rozmístění komponentů na lince (2. pohled)



Obr. 47 Uchycení inkrementálního snímače na válečkovém dopravníku



Obr. 48 Elektro rozvaděč



## ZÁVĚR

Diplomová práce je zaměřena na řešení programu kontroly výrobků na výrobní lince za pomoci programovatelného automatu z důvodu zamezení záměny výrobků dodávaných koncovým zákazníkům.

V první části se práce věnuje krátkému úvodu do programovatelných automatů se zmínkou o klasifikaci těchto zařízení firmy Siemens. K řešení úloze je využit programovatelný automat firmy Siemens Simatic S7-1200 a tak se mu také první část věnuje. A to jak z pohledu hardwarových možností, které máme při práci s tímto PLC, tak z pohledu softwarového vybavení. Tedy představení softwaru, který se pro práci a programování tohoto zařízení používá.

Druhá část této práce je zaměřena na konkrétní řešenou úlohu, tedy odměřování výrobků na výrobní lince. Popisuje zařízení, které jsou k tomuto účelu použity v dané úloze. Jde tedy o popis použitého programovatelného automatu, inkrementálního snímače, optických snímačů, čtečky čárových kódů a signalizačního zařízení.

Programovatelný automat je využit k vyhodnocování měření a ke komunikaci se serverem, respektive s aplikací na něm spuštěnou. Inkrementální snímač je využit k samotnému odměřování a to tak, že posílá do PLC impulzy na vstupy, na kterých je vysokorychlostní čítač. S těmito pulzy dále PLC pracuje a zpracovává je pro účel měření. Optická čidla udávají začátek a konec měřicí oblasti. Čtečka čárových kódů slouží k identifikaci výrobku, který se v daný okamžik vyskytuje na lince. O jednotlivých krocích měření a jeho výsledku informuje signalizační sloupek.

V poslední části je popsáno řešení dané úlohy a objasněn princip odměřování, tedy popis programu, který byl k tomuto účelu vytvořen. Celý program je obsažen na přiloženém médiu a je možné si ho detailně prohlédnout, včetně řešení komunikací mezi čtečkou čárových kódů, programovatelným automatem a mezi programovatelným automatem a serverem.

V praxi je tento způsob použit pro odměřování výrobků při výrobě kompresorů a jeho funkčnosti se dostalo kladné odezvy ze strany zákazníka. Jde o flexibilní řešení, lze ho tedy podle požadavků využít pro široké množství aplikací.

## ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The master thesis is focused on solving the programme to check products on production line to avoid their exchange leading to wrong products being delivered to end users with the help of programmable logic controller.

The first part of the master thesis is dedicated to short introduction to programmable logic controllers with reference of classification of these devices from the Siemens company. This part is mainly dedicated to the programmable logic controller Simatic S7-1200 from the Siemens company which is used to the solution of the problem. The hardware which is available with the PLC along with the software has been described. It describes on the software which is used for the purpose of the programming of the selected device.

The second part is focused on the solution of the specific problem which is the measurement of the products on the production line. It describes the devices which are used in this particular task. Therefore it is the description of the programmable logic controller, incremental sensor, photo sensors, barcode readers and signal tower.

The programmable logic controller is used to evaluate the measurements and to communicate with the application running on the server. The incremental sensor is used to measure by sending pulses to inputs in PLC where the high speed counter is placed. PLC is processing and evaluating the pulses in order to measure them. The photo sensors state the beginning and the end of the measurable area. The barcode reader is used to identify the product which is present on production line in the particular moment. The signal tower informs about the individual measurement steps and the final results.

The last part of the work describes the solution of the specific problem and explains the principle of the measurements description of the programme which was designed for this purpose. The detailed programme can be found included to offer indepth study including the solutions to communication between barcode reader, programmable logic controller and server.

This particular way is used in practice to measure products in production of compressors and their functionality was proved by satisfaction of the customers. It is flexible solution therefore it is possible to use it for wide range of applications.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KOZIOREK, Jiří a Libor CHROMČÁK. *Logické systémy řízení*. Ostrava: Ediční středisko VŠB – TUO, 2007. ISBN 978-80-248-1490-2.
- [2] ZEZULKA, František, Zdeněk BRADÁČ, Petr FIEDLER, Pavel KUČERA a Radek ŠTOHL. *Programovatelné automaty*. Brno: FEKT Vysoké učení technické v Brně, 2003.
- [3] KOVÁŘ, Josef, Zuzana PROKOPOVÁ a Ladislav ŠMEJKAL. *Programování PLC [online]*. [cit. 2013-05-23]. Dostupné z:  
[http://www.spszl.cz/soubory/plc/programovani\\_plc.pdf](http://www.spszl.cz/soubory/plc/programovani_plc.pdf)
- [4] MARTINÁSKOVÁ, Marie, Ing., ŠMEJKAL, Ladislav, Ing., CSc. *Řízení programovatelnými automaty. 1. vyd.* Praha: Vydavatelství ČVUT, 1998. 165 s. ISBN 80-01-01766-4.
- [5] SIEMENS AG. *Simatic S7, S7-1200 Programmable controller: System manual [online]*. 2012 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z:  
[http://www1.siemens.cz/ad/current/content/data\\_files/automatizacni\\_systemy/mikrosystemy/simatic\\_s71200/manual\\_s7-1200\\_2012-04\\_en.pdf](http://www1.siemens.cz/ad/current/content/data_files/automatizacni_systemy/mikrosystemy/simatic_s71200/manual_s7-1200_2012-04_en.pdf)
- [6] SIEMENS, s.r.o. *Simatic S7-1200: Souhra, která odlišuje [online]*. 2012 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z:  
[http://www1.siemens.cz/ad/current/content/data\\_files/automatizacni\\_systemy/mikrosystemy/simatic\\_s71200/brochure\\_s7-1200\\_2012\\_cz.pdf](http://www1.siemens.cz/ad/current/content/data_files/automatizacni_systemy/mikrosystemy/simatic_s71200/brochure_s7-1200_2012_cz.pdf)
- [7] RAKUŠAN, Ondřej. *STEP 7 Basic V11: s7-1200 firmware V2.0 [online]*. 2011 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z:

[http://www1.siemens.cz/ad/current/content/data\\_files/automatizacni\\_systemy/mikrosystemy/simatic\\_s71200/prez\\_s7-1200-step7-basic-fw2\\_2011\\_cz.pdf](http://www1.siemens.cz/ad/current/content/data_files/automatizacni_systemy/mikrosystemy/simatic_s71200/prez_s7-1200-step7-basic-fw2_2011_cz.pdf)

- [8] Průmyslové automatizační systémy SIMATIC. *Siemens Česká republika* [online]. 2013 [cit. 2013-05-23]. Dostupné z: <http://www1.siemens.cz/ad/current/index.php?vw=0&ctxnh=6ce260aa8e&ctxp=home>
- [9] Řídicí systém Simatic S7-1200. *Siemens Česká republika* [online]. 2013 [cit. 2013-05-23]. Dostupné z: <http://www1.siemens.cz/ad/current/index.php?vw=0&ctxnh=5dc8474325&ctxp=home>
- [10] PROFINET. *Siemens Česká republika* [online]. 2013 [cit. 2013-05-23]. Dostupné z: <http://www1.siemens.cz/ad/current/index.php?ctxnh=bae95e75f4&ctxp=home>
- [11] Totally Integrated Automation Portal. *Siemens Česká republika* [online]. 2013 [cit. 2013-05-23]. Dostupné z: <http://www1.siemens.cz/ad/current/index.php?ctxnh=2416f2e791&ctxp=home>
- [12] Snímače otáček a polohy. *Ústav mechatroniky a technické informatiky* [online]. 2010 [cit. 2013-05-23]. Dostupné z: [http://www.mti.tul.cz/files/svm/Snimace\\_polohy.pdf](http://www.mti.tul.cz/files/svm/Snimace_polohy.pdf)
- [13] Inkrementální rotační snímače IRC 300 až 325. *Larm a.s.: Optoelektronické snímače - inkrementální snímače - rotační snímače* [online]. 2010 [cit. 2013-05-23]. Dostupné z: [http://www.larm.cz/pages/larm\\_html\\_cz/irc\\_300-325.htm](http://www.larm.cz/pages/larm_html_cz/irc_300-325.htm)

- [14] Optické závory. *AJP - tech* [online]. 2013 [cit. 2013-05-23]. Dostupné z:  
<http://www.ajptech.cz/produkty/prumyslova-automatizace/baumer-senzory/snimace/fotoelektricke/opticke-zavory/>
- [15] Optické senzory přiblížení - obecný popis. VOJÁČEK, Antonín. *Automatizace.hw.cz* [online]. 2005 [cit. 2013-05-23]. Dostupné z:  
<http://automatizace.hw.cz/clanek/2005121901>
- [16] Ruční snímače čárových kódů. *Kodys* [online]. 2009 [cit. 2013-05-23]. Dostupné z: <http://www.kodys.cz/produkty/snimace-carovych-kodu/rucni-snimace-carovych-kodu.html>
- [17] Čárové kódy. *Kodys* [online]. 2009 [cit. 2013-05-23]. Dostupné z:  
<http://www.kodys.cz/carovy-kod.html>
- [18] Signalizační sloupky a svítidla. *Siemens Česká republika* [online]. 2013 [cit. 2013-05-23]. Dostupné z:  
<http://stest1.etnetera.cz/ad/current/index.php?ctxnh=b518ff63e6&ctxp=home>
- [19] Photoelectric sensors. *SICK Partner Portal* [online]. 2013 [cit. 2013-05-29]. Dostupné z:  
<https://www.mysick.com/eCat.aspx?go=DataSheet&Cat=Row&At=Fa&Cult=English&ProductID=52275>
- [20] SR30 Handheld Scanner. *Intermec* [online]. 2013 [cit. 2013-05-29]. Dostupné z:  
<https://www.mysick.com/eCat.aspx?go=DataSheet&Cat=Row&At=Fa&Cult=English&ProductID=52275>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

AC	Alternating current
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
AI / AQ	Analog input / output
AS - INTERFACE	Průmyslová sběrnice
CP	Communication processor
CPU	Central processing unit
CSM	Communications Support Module
DB	Data block
DC	Direct current
DI / DO	Digital input / output
DP	Decentralized periphery
FB	Function block
FBD	Function block diagram
FC	Function
GSM	Global System for Mobile Communications
HMI	Human machine interface
IR 1 / 2	Označení optické závory v programu
IRC	Inkrementální snímač
LAD	Ladder diagram
MMC	Micro memory card
OB	Organization block
PLC	Programmable logic controler
PM	Power module
PROFIBUS	Průmyslová sběrnice

---

PROFINET	Průmyslová sběrnice
RFID	Radio Frequency Identification
RJ - 45	Konektor pro zapojení síťových kabelů
RS - 232	Standard sériové komunikace
RS - 485	Standard sériové komunikace
SB	Signal board
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SCL	Structured control language
SM	Signal module
TCP	Transmission Control Protocol
TIA	Totally integrated automation
VB	Visual Basic

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1 Blokové schéma PLC .....	13
Obr. 2 Příklad kompaktního PLC .....	14
Obr. 3 Příklad modulárního PLC .....	15
Obr. 4 Cyklické zpracování programu CPU .....	16
Obr. 5 Klasifikace programovatelných automatů firmy Siemens [7] .....	18
Obr. 6 Základní pohled na Simatic S7-1200 [5] .....	19
Obr. 7 CPU S7-1200 (1211C, 1212C, 1214C) [7] .....	21
Obr. 8 Simatic S7-1200 signální deska [6] .....	22
Obr. 9 Simatic S7-1200 signální moduly [6] .....	23
Obr. 10 Paměťová karta (MMC) [6] .....	24
Obr. 11 Napájecí modul PM 107 [6] .....	25
Obr. 12 Switch CSM 1277 [6] .....	25
Obr. 13 PROFINET konektor [10] .....	27
Obr. 14 PROFIBUS konektor .....	28
Obr. 15 Komunikační možnosti Simaticu S7-1200 [7] .....	28
Obr. 16 TIA portal (integrace) [11] .....	29
Obr. 17 Portálový pohled TIA portálu .....	31
Obr. 18 Projektový pohled .....	32
Obr. 19 LAD programovací jazyk .....	33
Obr. 20 FBD programovací jazyk .....	34
Obr. 21 Blokové schéma řešení úlohy .....	37
Obr. 22 CPU 1214C + komunikační procesor CP 1241 [7] .....	38
Obr. 23 Inkrementální snímač [12] .....	39
Obr. 24 Inkrementální snímač typu SIN/COS [12] .....	40
Obr. 25 IRC 300 od firmy LARM a. s. [13] .....	41
Obr. 26 Rozměrové náčrtky IRC 300 [13] .....	42
Obr. 27 Výstupní signály IRC 300 [13] .....	43
Obr. 28 Příklad použití optických senzorů přiblížení firmy SICK [15] .....	45
Obr. 29 Příklad využití optické závory [14] .....	46
Obr. 30 WL100L-F2131 [19] .....	46
Obr. 31 Intermec SR30 [20] .....	49



Obr. 32 Signalizační sloupky Siemens řady 8WD [18] .....	50
Obr. 33 Pohled na hardwarovou konfiguraci použitého PLC .....	51
Obr. 34 Programové bloky a proměnné v DB.....	52
Obr. 35 Program - reset vysokorychlostního čítače .....	54
Obr. 36 Princip odměřování výrobku .....	55
Obr. 37 Program - výpočet obvodu.....	56
Obr. 38 Program - délka na jeden pulz .....	56
Obr. 39 Program - zjištění aktuální délky .....	57
Obr. 40 Program - vyhodnocení délky .....	58
Obr. 41 Program - blok pro sériovou komunikaci .....	59
Obr. 42 Program - ustanovení ethernetové komunikace .....	60
Obr. 43 Program - odesílání dat po ethernetu .....	61
Obr. 44 Program - příjem dat po ethernetu .....	61
Obr. 45 Rozmístění komponentů na lince .....	62
Obr. 46 Rozmístění komponentů na lince (2. pohled) .....	63
Obr. 47 Uchycení inkrementálního snímače na válečkovém dopravníku.....	63
Obr. 48 Elektro rozvaděč .....	64

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1 Rozšiřitelnost CPU S7-1200 [5] .....	21
Tab. 2 Výpis proměnných programu .....	53

## SEZNAM PŘÍLOH

P I - Elektronická verze diplomové práce včetně vytvořeného softwaru