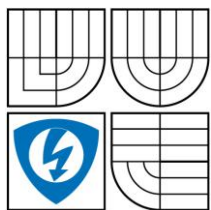


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ**
ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF CONTROL, MEASUREMENT AND INSTRUMENTATION

DECENTRALIZOVANÉ ŘÍZENÍ JEŘÁBU POMOCÍ PLC SIMATIC

DECENTRALIZED CONTROL OF A PORTAL CRANE BY MEANS OF PLC SIMATIC

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. JAN RIBKA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN PÁSEK, CSc.

BRNO 2008

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
The Faculty of Electrical Engineering and Communication
Department of Control, Measurement and Instrumentation

Decentralized Control of a Portal Crane by Means of PLC SIMATIC

THESIS

Specialisation of study: Cybernetics, Control and Measurement
Student: Bc. Jan Ribka
Supervisor: Ing. Jan Pásek, CSc.

Abstrakt:

Tato diplomová práce, nazvaná „Decentralizované řízení jeřábu pomocí PLC SIMATIC“, pojednává o celkovém návrhu decentralizovaného řídicího systému průmyslového procesu pomocí PLC SIMATIC. Koncepce tohoto systému je uvedena na modelu portálového jeřábu v úvodní kapitole.

Druhá kapitola je zaměřena na problematiku sítě PROFIBUS. Jsou zde popsány jednotlivé typy této sítě a způsob komunikace po nich.

Třetí kapitola se věnuje problematice sítě PROFINET (Industrial Ethernet), jednotlivými typy této sítě a způsobu komunikace.

Čtvrtá kapitola pojednává o komponentech firmy SIEMENS, které jsou zapotřebí k vytvoření požadovaného řídicího systému.

Pátá kapitola popisuje programové prostředí STEP 7 Simatic Manager, STEP 7 - Micro/WIN a WinCC flexible. Obsahuje také tvorbu projektu a komunikace po sítích.

V závěru práce je hodnoceno dosažení cílů práce, klady a zápory celkového řešení.

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
The Faculty of Electrical Engineering and Communication
Department of Control, Measurement and Instrumentation

Decentralized Control of a Portal Crane by Means of PLC SIMATIC

THESIS

Specialisation of study: Cybernetics, Control and Measurement
Student: Bc. Jan Ribka
Supervisor: Ing. Jan Pásek, CSc.

Abstract:

This master's thesis deals with a total concept of decentralized control system for process control by means of PLC SIMATIC. This concept is demonstrated on a model of a portal crane in the introductory chapter.

The second chapter is focused on industrial communication network PROFIBUS. Different types of this network and ways of communication are described.

The third chapter is concerned with industrial communication network PROFINET (Industrial Ethernet). Different types of this network and ways of communication techniques are described.

The next chapter presents components of Siemens company, which are necessary for creation of demanded control system.

The following part describes the programming facilities for STEP 7 programs - Simatic Manager, Micro/WIN and WinCC flexible. It contains creation of the control system including communications on the networks.

Klíčová slova

PLC, SCADA, PROFINET (Industrial Ethernet), PROFIBUS - DP,
Decentralizované řízení, Decentralizované periferie

Key words

PLC, SCADA, PROFINET (Industrial Ethernet), PROFIBUS - DP,
Decentralized control, Decentralized periphery

Bibliografická citace

RIBKA, Jan. *Decentralizované řízení jeřábu pomocí PLC SIMATIC*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2008. stran: 69, počet příloh: 2, Ing. Jan Pásek, CSc.

P r o h l á š e n í

„Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma „Decentralizované řízení jeřábu pomocí PLC SIMATIC“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.“

V Brně dne :

Podpis:

P o d ě k o v á n í

Tímto bych chtěl poděkovat všem, co se podíleli na vývoji mé diplomové práce, zejména vedoucímu práce Ing. Janu Páskovi, CSc. za cenné rady a připomínky při vypracovávání diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Radku Štohlovi, Ph.D. za cenné rady při ožiování komunikace a v neposlední řadě bych chtěl poděkovat rodině za podporu při studiu.

V Brně dne :

Podpis:

OBSAH

1. ÚVOD	11
1.1 POKYNY K VYPRACOVÁNÍ.....	11
2. PROFIBUS	14
2.1 VLASTNOSTI	14
2.2 ARCHITEKTURA PROTOKOLU PROFIBUS.....	15
2.3 STRUKTURA SÍTĚ S METODOU PŘÍSTUPU.....	15
2.4 PROFIBUS-DP, PA A FMS	17
2.4.1 PROFIBUS-DP (<i>Decentralized Periphery</i>).....	17
2.4.2 Přenosové technologie	18
2.4.3 Deterministická sběrniceová komunikace.....	18
2.4.4 Redundance.....	19
2.4.5 PROFIBUS FMS (<i>Fieldbus Message Specification</i>).....	19
2.4.6 PROFIBUS PA (<i>Process Automation</i>).....	19
2.4.7 PROFIBUS v prostorech s nebezpečím výbuchu	20
2.5 KOMUNIKACE SE STANDARDNÍMI PERIFERNÍMI ZAŘÍZENÍMI (DP)	21
2.6 POUŽITÍ EM 277 K PŘIPOJENÍ CPU S7-200 DO SÍTĚ JAKO DP SLAVE ..	22
2.6.1 Konfigurace.....	23
3. PROFINET	26
3.1 MODEL PROFINETU	27
3.2 STRUKTURA SÍTĚ PROFINET	28
3.3 KOMUNIKACE	29
3.4 PROFINET IO A CBA	31
3.4.1 PROFINET IO.....	31
3.4.2 PROFINET CBA	32
4. POUŽITÉ MODULY PLC SIEMENS	34
4.1 PLC S7-200.....	34
4.2 MODUL ANALOGOVÝCH VSTUPŮ/VÝSTUPŮ EM 235.....	35

4.3	PROFIBUS DP MODUL EM 277	35
4.4	PLC S7-300	37
4.4.1	<i>Standardní CPU</i>	38
4.4.2	<i>Kompaktní CPU</i>	38
4.4.3	<i>Bezpečnostní CPU (F-systémy)</i>	39
5.	PROGRAMOVÁNÍ A KONFIGURACE SPOJENÍ.....	40
5.1	PORTÁLOVÝ JEŘÁB – POPIS FUNKCE.....	40
5.2	POPIS ŘÍDICÍHO SYSTÉMU.....	41
5.2.1	<i>Konfigurace stanice master</i>	42
5.2.2	<i>Konfigurace stanice slave</i>	42
5.3	POPIS ŘÍDICÍHO PROGRAMU.....	43
5.3.1	<i>STEP 7 - Micro/WIN</i>	43
5.3.2	<i>Konfigurace slave (S7-200)</i>	44
5.3.3	<i>STEP 7 SIMATIC MANAGER</i>	48
5.3.4	<i>Nastavení komunikace PLC S7-200 a PLC S7-300 přes PROFIBUS - DP</i>	49
5.3.5	<i>Konfigurace masteru (S7-300)</i>	49
5.4	POPIS OVLÁDACÍHO A VIZUALIZAČNÍHO SOFTWARE.....	53
5.4.1	<i>Ovládání pomocí systému CDADA a jeho konfigurace</i>	54
6.	ZÁVĚR.....	68
7.	POUŽITÁ LITERATURA.....	69

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1 - Model sítě PROFIBUS	15
Obr. 2.2 - Princip přístupu k síti u sítě PROFIBUS	17
Obr. 2.3 - Deterministická sběrnicová komunikace na PROFIBUSU	19
Obr. 2.4 - Zapojení sběrnice PROFIBUS.....	20
Obr. 2.5 - Reprezentace aplikace PROFIBUSU v prostorech s nebezpečím výbuchu	21
Obr. 2.6 - Příklad V memory CPU 224 a oblasti I/O adres Profibus DP masteru	24
Obr. 3.1 - Runtime model PROFINETU	28
Obr. 3.2 - Real-time komunikační model.....	30
Obr. 3.3 - IRT komunikační model.....	31
Obr. 3.4 - PROFINET IO a CBA	33
Obr. 4.1 - Simatic S7-200 CPU 222.....	34
Obr. 4.2 - Analogová karta EM 235.....	35
Obr. 4.3 – Profibus DP modul EM 277.....	36
Obr. 4.4 - PLC S7-300	38
Obr. 5.1 – Konfigurace řídicího systému	41
Obr. 5.2 – Hlavní okno programu STEP 7 – Micro/WIN	44
Obr. 5.3 - Přepínač adres na modulu EM 277	45
Obr. 5.4 - Nastavení adresy pro příjem dat	46
Obr. 5.5 - Posílání a příjem dat	46
Obr. 5.6 – Hlavní okno programu STEP 7 SIMATIC Manager	48
Obr. 5.7 - Konfigurace propojení S7-200 a S7-300 přes PROFIBUS-DP.....	49
Obr. 5.8 - Hardwarový konfigurátor	50
Obr. 5.9 - Záložka modulu EM277	50
Obr. 5.10 - Nastavení adres pro příjem a odesílání dat.....	51
Obr. 5.11 - Nastavení offsetu ve V Memory.....	52
Obr. 5.12 – Hlavní okno programu WinCC flexible.....	54
Obr. 5.13 – Nastavení komunikace mezi systémem SCADA a PLC S7-300	55
Obr. 5.14 – Úvodní obrazovka programu	56

Obr. 5.15 – Hlavní menu programu	57
Obr. 5.16 – Výběr jeřábu.....	58
Obr. 5.17 – Náповěda k obrazovce Výběr jeřábu.....	59
Obr. 5.18 – Ovládání jeřábu.....	60
Obr. 5.19 – Náповěda k obrazovce Ovládání jeřábu	61
Obr. 5.20 – Vizualizace jeřábu.....	62
Obr. 5.21 – Ovládání motoru pro navíjení magnetu	63
Obr. 5.22 – Ovládání motoru pro posuv jezdce	64
Obr. 5.23 – Náповěda k obrazovce Vizualizace jeřábu	65
Obr. 5.24 – Počítadla cyklů.....	66
Obr. 5.25 – Poruchy	67

1. ÚVOD

V dnešní době se v automatizovaných průmyslových provozech stále více používají k řízení výrobní linky programovatelné automaty PLC. Komunikace mezi nimi, senzory a akčními členy ve velké míře probíhá pomocí sítě PROFIBUS. Za tímto účelem jsou tyto přístroje vybaveny potřebným komunikačním rozhraním a softwarově podpořeny standardním souborem GSD.

Pro výměnu informací mezi distribuovanými zařízeními a automatizačními systémy se používání převážně komunikační sítě PROFIBUS-DP a Industrial Ethernet (např. PROFINET u produktů firmy Siemens).

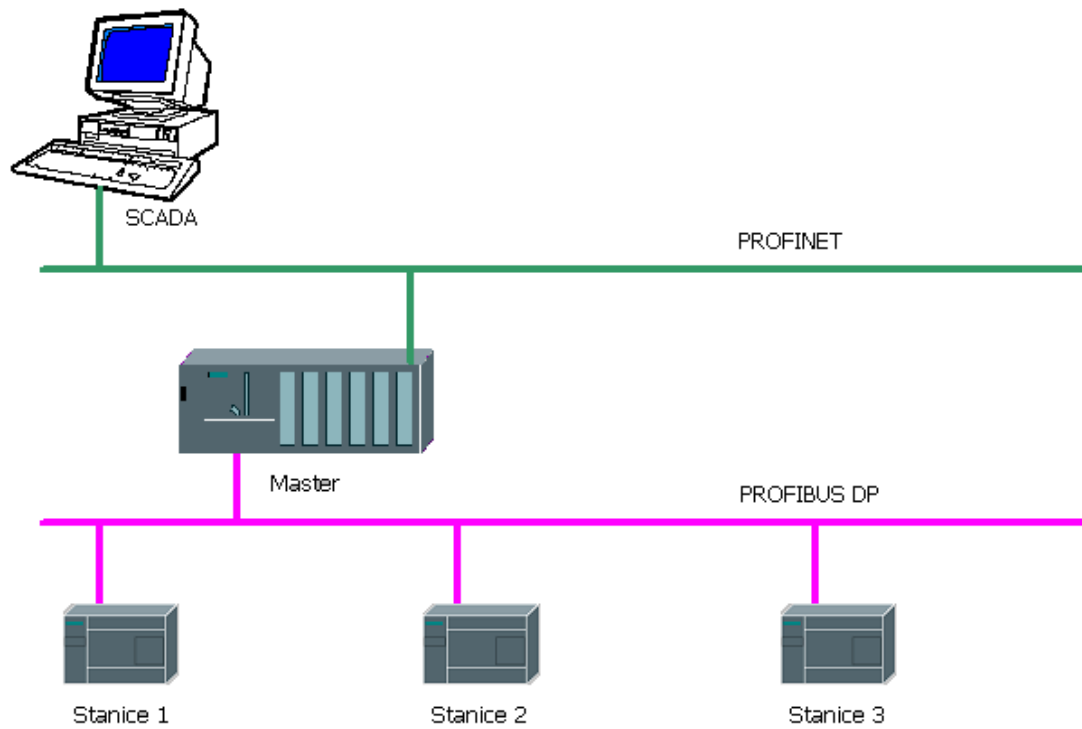
Záměr této práce vzešel z faktu, že laboratoř PLC Siemens na ÚAMT je vybavena modely portálových jeřábů distribuovaných na šesti pracovištích, a potřebou tyto jeřáby řídit ze vzdálené operátorské stanice (hypotetický velín) vybavené systémem WinCC. I/O signály každého jeřábu mají být ošetřeny decentralizovanou jednotkou (periférií).

Cílem této práce je vytvořit pomocí komunikace typu PROFINET a PROFIBUS distribuovaný řídicí systém skládající se ze dvou stanic vybavených PLC SIMATIC S7-200 a S7-300, které budou řídit modely jeřábů. Ovládání a vizualizace modelů bude probíhat z PC, na kterém je nainstalovaný systém WinCC (SCADA). PLC S7-200 slouží ke spínání I/O signálů a jemu bude nadřazeno PLC S7-300, na kterém poběží hlavní program a je k němu připojen PC pomocí sítě PROFINET.

1.1 POKYNY K VYPRACOVÁNÍ

Jedná se o návrh celkového řídicího systému průmyslového procesu. Tento řídicí systém je uveden na modelu portálového jeřábu. Cílem je vytvořit decentralizovaný řídicí systém s následujícími vlastnostmi:

- Řízeným objektem je technologický proces, sestávající se z několika geograficky distribuovaných výrobních uzlů (zde hypoteticky zastoupených několika portálovými jeřáby).
- Řízení bude probíhat podle uživatelského programu vytvořeného v PLC typu SIMATIC S7-315F-2DP, který zde představuje centrální stanici PLC.
- PLC řízení bude navrženo, jako distribuované tzn., že u každého výrobního uzlu bude periferní stanice vstupů a výstupů, připojena jako *slave* k centrálnímu PLC, který pracuje jako *master*. Jako komunikační síť pro tento účel bude použita síť PROFIBUS-DP. Jako periferní stanice budou použity malé PLC SIMATIC S7-200.
- Ovládací a vizualizační systém SCADA bude implementován na PC (operátorská stanice) a bude pro tento účel použit systém WinCC flexible. Komunikace mezi systémem SCADA a PLC SIMATIC S7-300 bude pomocí sítě PROFINET (Industrial Ethernet). Umístění operátorské stanice bude na „velínu“, odkud bude možno řídit a sledovat provoz všech výrobních uzlů (jednotlivých jeřábů).



Obr. 1.1 – Schéma zapojení decentralizované stanice

2. PROFIBUS

PROFIBUS (Process Field Bus) patří k nejrozšířenějším řešením v automatizaci, již déle než deset let, pro který jsou stále vyvíjeny nové specifikace a rozšíření, např. PROFIdrive pro řízení pohonů, přenos časových značek a PROFIsafe pro komunikaci vyhovující většině známých bezpečnostních požadavků. Obecně je sběrnice PROFIBUS určen pro nižší až střední rozsah komunikačních výkoností. Přenosovým médiem je stíněná kroucená dvojlinka (standard RS 485), nebo optický kabel (skleněná, nebo plastová vlákna). K dispozici je celá řada síťových komponent a systémových rozhraní pro komunikaci, jak mezi jednotlivými systémy SIMATIC, tak pro propojení s PC/PG.

Dnes je PROFIBUS využíván mnohými výrobci pro jejich zařízení. K dispozici je více než 3000 výrobků a produktů týkajících se sběrnice PROFIBUS. Většina z nich je certifikovaných, což zajišťuje spolehlivou součinnost zařízení od různých výrobců.

2.1 VLASTNOSTI

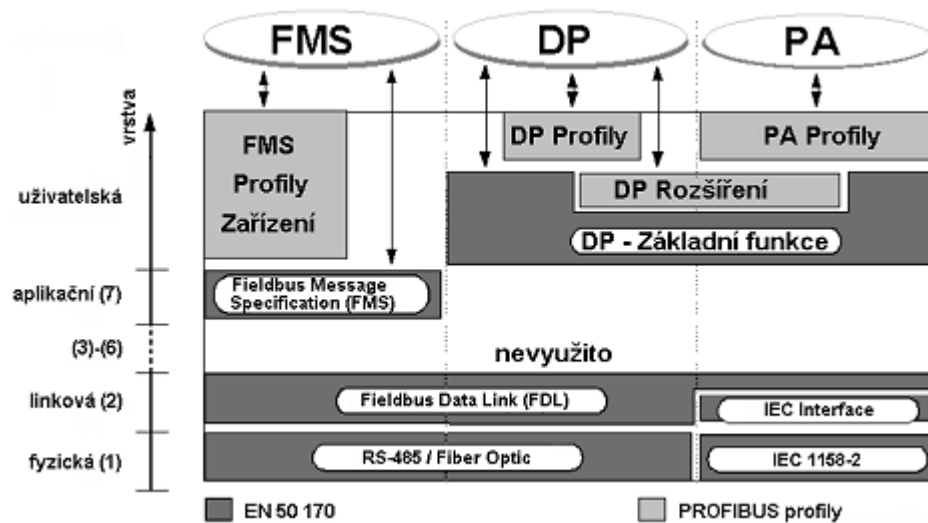
PROFIBUS je univerzální, otevřená provozní sběrnice, která dovoluje:

- rychlou komunikaci s inteligentními, distribuovanými I/O zařízeními (PROFIBUS-DP),
- komunikaci pro snímače a ovládací členy se zvýšenými požadavky na bezpečnost (PROFIBUS-PA).

PROFIBUS je jednoduchý a spolehlivý, může být použit v obou standardních prostředích a nebezpečných oblastech. Jako výsledek stavebnicových principů s vzájemně doplňujícími přenosovými technologiemi, rovnoměrný komunikační protokol s širokým okruhem aplikací specifických profilů (např. PA zařízení, PROFIdrive nebo PROFIsafe), je pouze provozní sběrnice, která může být použita ve výrobním a procesním průmyslovém odvětví.

2.2 ARCHITEKTURA PROTOKOLU PROFIBUS

Norma PROFIBUS, vychází z modelu ISO/OSI. V tomto modelu jsou přesně definované vrstvy, z kterých PROFIBUS používá fyzickou, linkovou a aplikační. [7]



Obr. 2.1 - Model sítě PROFIBUS

2.3 STRUKTURA SÍTĚ S METODOU PŘÍSTUPU

PROFIBUS specifikuje technické a funkční charakteristiky průmyslových komunikačních systémů, využívajících sériovou komunikaci od nejnižší úrovně decentralizovaných zařízení až po skupinovou úroveň. Definuje se *master* a *slave* zařízení. *Master* zařízení rozhoduje o komunikaci na sběrnici. Má-li právo na vysílání (token), může poslat zprávu bez externího požadavku. V PROFIBUS protokolu se takovéto zařízení nazývá *aktivní stanice*. *Slave* zařízení je periferní zařízení (I/O, ventily, pohony, převodníky, ...), které nemá práva na vysílání dat po sběrnici. Vysílat může pouze, pokud je o to požádán *masterem*, anebo, jedná-li se o potvrzení přijatých dat. V protokolu PROFIBUS se takovéto zařízení nazývá *pasivní stanice*. [7]

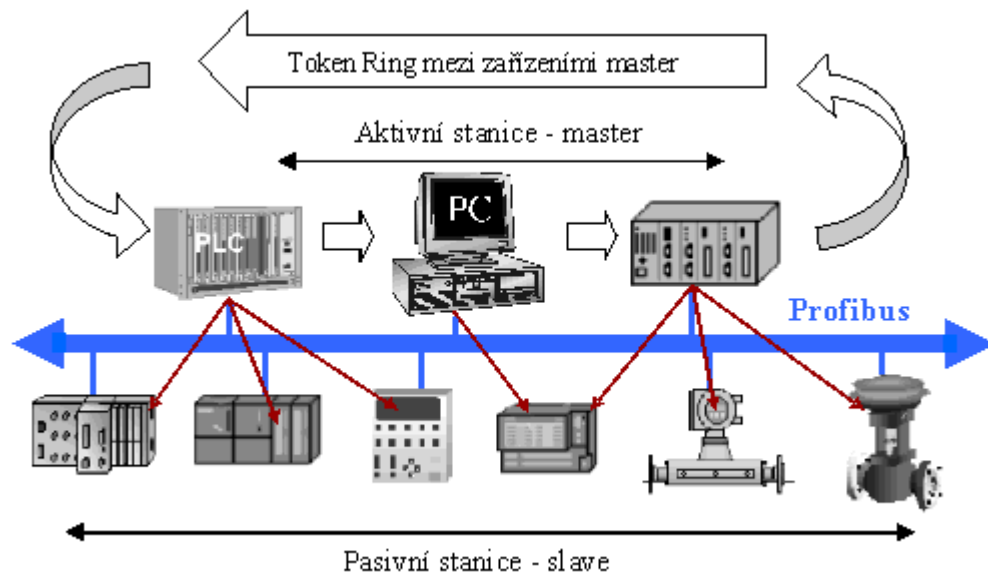
Jelikož na sběrnici nemůže současně vysílat více účastníků (následná kolize dat), musí být stanovena metoda řízení přístupu na sběrnici, která zajistí, kdy je které zařízení oprávněno vysílat na sběrnici. Musí být zajištěno, že v danou chvíli má právo na vysílání dat pouze jedno zařízení. U sítě PROFIBUS tato metoda vychází z následujících požadavků:

- u složitějších automatizačních zařízení musí být zajištěn dostatečný prostor na provádění jejich komunikačních úloh,
- co možná nejjednodušší a nejrychlejší cyklická výměna dat mezi automatizačním zařízením a jemu přiřazenými jednoduchými vstupně/výstupními zařízeními.

Jedním z možných řešení je použití kombinace dvou základních metod řízení přístupu na sběrnici:

- metoda token passing (předávání pověření v logickém kruhu) pro komunikaci mezi aktivními zařízeními,
- metoda *master-slave* (centrálně řízené dotazování) pro komunikaci mezi aktivním a jemu přidělenými zařízeními.

S použitím těchto metod přístupu lze implementovat systém s následující konfigurací: čistý *master - slave* systém; čistý *master - master* systém (token passing) nebo kombinace obou. [7]



Obr. 2.2 - Princip přístupu k síti u sítě PROFIBUS

2.4 PROFIBUS-DP, PA A FMS

V současné době existují tři varianty průmyslové sběrnice PROFIBUS, přičemž každá z nich je určena pro specifické použití.

2.4.1 PROFIBUS-DP (Decentralized Periphery)

Jedná se o nejjednodušší a nejrozšířenější variantu PROFIBUSU. Používá se jako sensor bus. Je určený pro rychlou komunikaci typu *master-slave*. Je vhodný zejména pro rychlý přenos signálů z procesu pomocí decentralizovaných periférií a odloučených I/O jednotek. Komunikačním médiem je buď kroucená dvojlinka (standard RS 485), nebo optické vlákno při rychlosti až 12 Mbitů/s. Vyznačuje se krátkou dobou odezvy (až 1 ms) a je zvláště vhodný pro přímou regulaci: [7]

- inteligentních provozních přístrojů (např. snímače, spouštěče motorů, pohony, analyzátoři, řízené procesy a ovládací panely),
- distribuovaných I/O (vzdálené I/O jako ET 200M, ET 200iSP nebo ET 200S).

2.4.2 Přenosové technologie

Sítě PROFIBUS-DP mohou být realizovány s následujícími přenosovými technologiemi podle IEC 61158 a IEC 61784: [7]

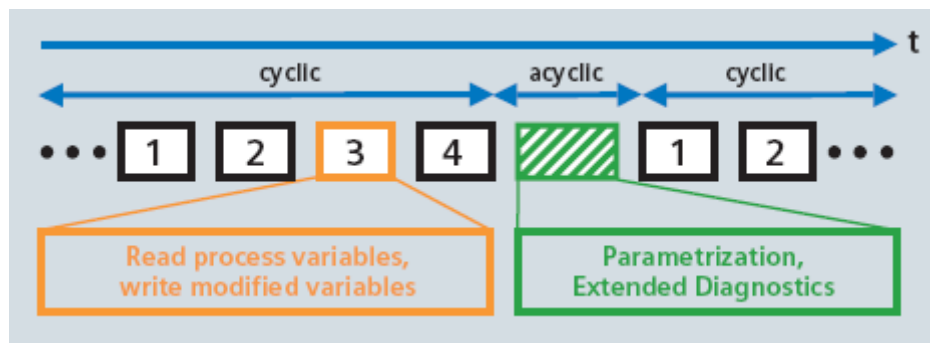
- RS 485: jednoduchá a cenově přístupná elektrická přenosová technologie na základě stíněného dvojvodičového kabelu. Elektrická síť PROFIBUS může být konfigurována s lineární nebo stromovou strukturou.
- RS 485-iS: skutečně bezpečná technologie elektrického přenosu pro prostory s nebezpečím výbuchu až do zóny 1, používající stíněný dvouvodičový kabel s přenosovou rychlostí 1,5 Mbit/s. Vyžaduje potlačení vazby RS 485 a RS 485-iS oddělovacím transformátorem (RS 485-iS coupler).
- Optické vlákno: technologie optického přenosu používá skleněné nebo plastové kabely. Pro rychlý přenos velkého objemu dat v prostředí s vysokou interferencí nebo pro dlouhé vzdálenosti. Maximální vzdálenost mezi dvěma optickými spoji může být 15 km.

2.4.3 Deterministická sběrníková komunikace

Charakteristický rys PROFIBUSU je jeho deterministický real-time cyklus sběrníkové komunikace vyplývající z použití *master/slave* principu, který zaručuje čas cyklu sběrnice a definuje doby odezvy účastníků na sběrnici. Toto je charakterizováno:

- cyklickým přenosem dat procesu,
- neperiodickým přenosem konfigurace, alarmu a diagnostickými daty.

Časové okno pro neperiodickou komunikaci je automaticky vyvoláno v průběhu konfigurace. Jestliže je množství dat větší než toto časové okno, neperiodická komunikace je přerušena mezi několika cykly.



Obr. 2.3 - Deterministická sběrniceová komunikace na PROFIBUSU

2.4.4 Redundance

PROFIBUS-DP může být také použit v redundantních architekturách. Distribuované I/O jako ET 200M nebo ET 200iSP, jsou připojeny přes dva moduly rozhraní, ke dvěma redundantním PROFIBUS-DP sítím, uvnitř automatizačního systému, odolného vůči chybám. Inteligentní provozní přístroje na PROFIBUS-PA jsou připojeny přes redundantní DP/PA coupler ke dvěma modulům rozhraní.

2.4.5 PROFIBUS FMS (Fieldbus Message Specification)

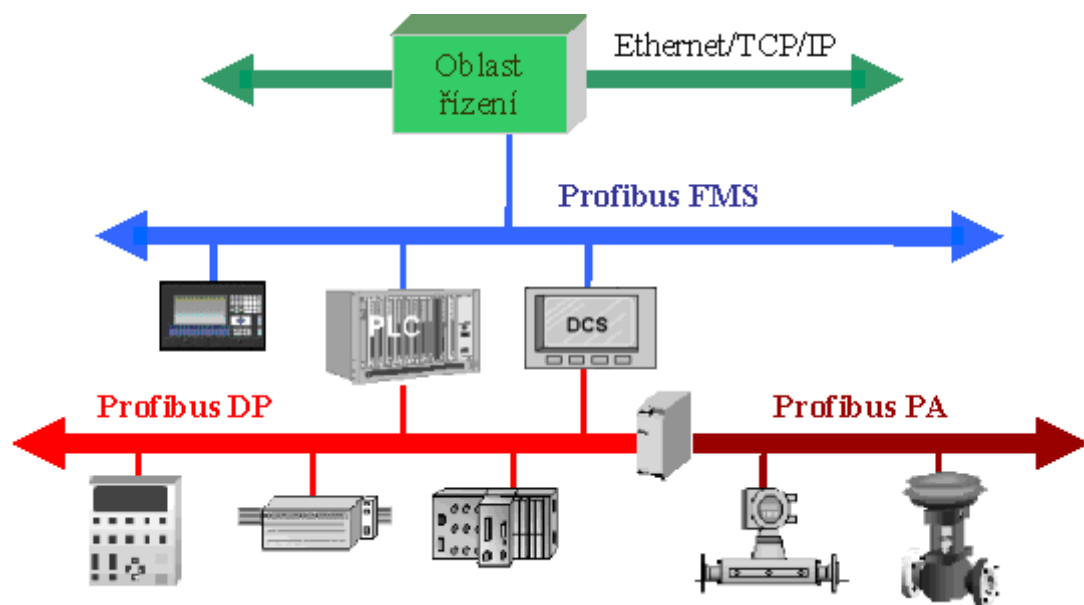
Patří do skupiny průmyslových sběrnic typu Fieldbus. Nabízí komunikační standard pro komunikaci v heterogenním prostředí a také velkou množinu služeb pro práci s daty, programy a alarmy. Komunikačním médiem je podobně jako u varianty PROFIBUS-DP buď kroucená dvojlinka (standard RS 485), nebo optické vlákno, avšak rychlost je už nižší. [7]

2.4.6 PROFIBUS PA (Process Automation)

Patří do skupiny průmyslových sběrnic typu Fieldbus. Používá rozšířenou normu PROFIBUS-DP a je určen pro řízení pomalých procesů, zvláště ve výbušném prostředí, neboť odpovídá jiskrové bezpečnosti. Aby bylo možné síť využívat v

tomto prostředí, je použita i speciální fyzická vrstva - proudová smyčka podle standardu IEC 1158-2 komunikující stálou rychlostí 31,25 kbit/s. [7]

PROFIBUS-PA, který povoluje simultánní přenos digitálních dat a napájení sběrnice pomocí dvojvodičového kabelu a MBP (Manchester Coded; Bus Power), je skutečně bezpečnou technologií přenosu, může být použit optimálně v procesním průmyslu pro přímé spojení k zařízením jako pneumatické pohony, elektromagnetické ventily, senzory a analyzátoři v prostředí do zóny 0 nebo 1. PROFIBUS-PA může být navržený s lineární nebo stromovou strukturou s dlouhými linkami (až do 120 m). DP/PA couplery nebo DP/PA linky jsou používány pro adaptaci rychlosti přenosu dat z PROFIBUS-DP do PROFIBUS-PA.

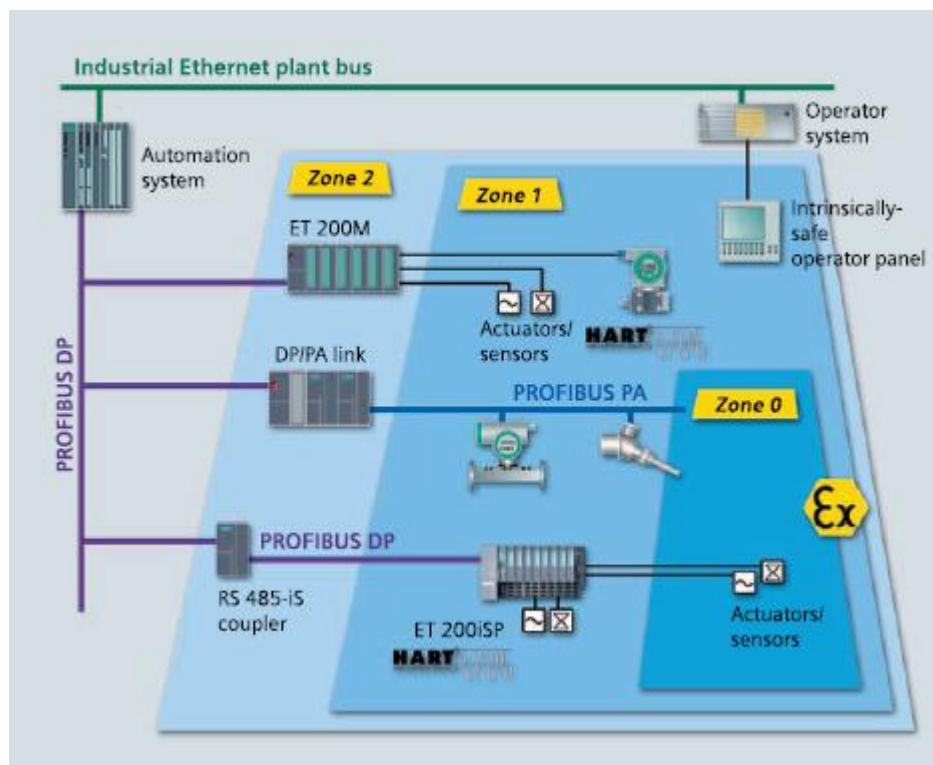


Obr. 2.4 - Zapojení sběrnice PROFIBUS

2.4.7 PROFIBUS v prostorech s nebezpečím výbuchu

Fyzická adaptace je nutná v případě použití PROFIBUSU v prostorech s nebezpečím výbuchu. Na druhou stranu, PROFIBUS protokol je identický ve všech operačních oblastech. Používáním elektrického RS 485 nebo optického přenosu, PROFIBUS-DP může být směřován použitím standardních technik do zóny 2. Je

možné umístit PROFIBUS-DP hlouběji do zóny 1 použitím oddělovacího transformátoru (RS 485-iS coupler) a RS 485-iS přenosové technologie. Skutečně bezpečný segment PROFIBUS-PA na výstupu DP/PA coupleru může být proto směrován přímo do zón 0 nebo 1.



Obr. 2.5 - Reprezentace aplikace PROFIBUSU v prostorech s nebezpečím výbuchu

2.5 KOMUNIKACE SE STANDARDNÍMI PERIFERNÍMI ZAŘÍZENÍMI (DP)

Standardní periférií v řešené diplomové práci bude modul EM 277, který slouží pro připojení vzdálené stanice PLC SIMATIC S7-200 k síti PROFIBUS-DP.

PROFIBUS DP (nebo DP Standard) je protokol pro dálkovou I/O komunikaci definovaný Evropským standardem EN 50170. Zařízení, která dodržují tento standard, jsou kompatibilní, i když jsou vyrobeny v jiných firmách. [2]

Profibus DP modul EM 277 má implementován DP standardní protokol definovaný pro zařízení *slave* v následujících standardech komunikačních protokolů:

- EN 50170 (PROFIBUS) popisuje přístup po sběrnici, přenosový protokol a specifikuje parametry přenosového média.
- EN 50170 (DP Standard) popisuje vysokorychlostní cyklickou výměnu dat mezi DP *master* a DP *slave*. Tento standard definuje postupy pro konfiguraci a přiřazení parametrů. Vysvětluje jak cyklická výměna dat distribuovaných I/O probíhá.

DP *master* je konfigurován tak, aby poznal adresy, typ zařízení *slave* a jakékoliv informace o přiřazení parametrů, které *slave* vyžaduje. *Master* obsahuje informace o tom, kde umístit data, která načte ze zařízení *slave*, a odkud získat data, která se budou zapisovat do *slave*. DP *master* stanovuje síť a potom inicializuje jeho DP *slave* zařízení. *Master* zapisuje informace o přiřazení parametrů a I/O konfiguraci do *slave*. Potom *master* přečte diagnostiky ze *slave*, aby ověřil, že DP *slave* akceptoval parametry a I/O konfiguraci. Potom *master* začne s výměnou I/O dat se *slave*. Při každé transakci se *slave* zapisuje *master* výstupy a čte vstupy. Mód výměny dat pokračuje do neurčita. Ostatní *masters* na síti mohou číst vstupy a výstupy *slave*, ale nemůžou do nich nic zapsat. [2]

2.6 POUŽITÍ EM 277 K PŘIPOJENÍ CPU S7-200 DO SÍTĚ JAKO DP SLAVE

Centrální procesor CPU automatu S7-200 může být připojen k PROFIBUS-DP síti pomocí modulu EM 277. Tento modul je připojen k CPU S7-200 pomocí sériové I/O sběrnice. Síť PROFIBUS je připojena k modulu EM 277 přes jeho DP komunikační port. Tento port pracuje na jakékoliv PROFIBUS přenosové rychlosti

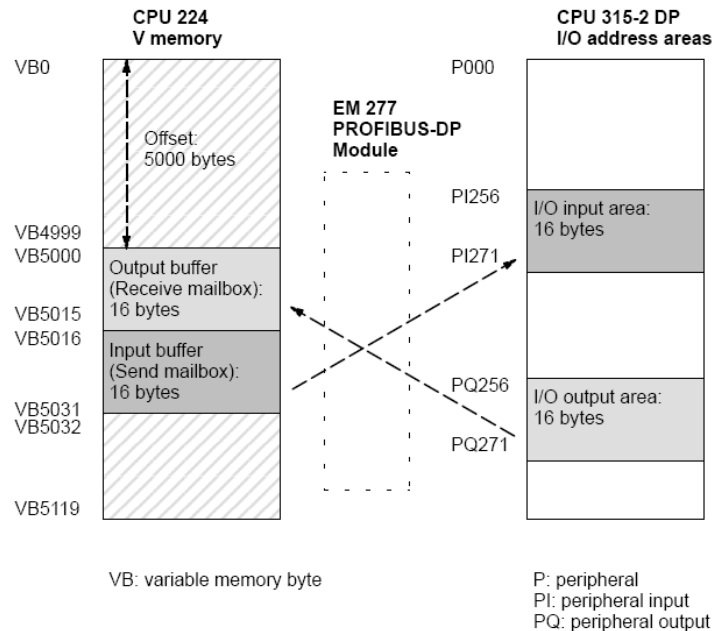
mezi 9600 baudů a 12 Mbaudů. Na rozdíl od mnoha DP zařízení, modul EM 277 nepřenáší pouze I/O data, ale také vstupy, hodnoty čítače, hodnoty časovače anebo jiné vypočítané hodnoty. Hodnoty je možné přenášet do zařízení *master* tak, že se data nejprve přenesou do V paměti CPU S7-200. [2]

DP port modulu EM 277 může být připojen k DP *masteru* v síti a přitom komunikovat jako MPI *slave* s jinými *mastery*, jako například SIMATIC programovatelná zařízení nebo CPU S7-300/S7-400 na stejné síti. [2]

2.6.1 Konfigurace

Abychom mohli použít EM 277 jako DP *slave*, musíme nastavit adresu stanice DP portu tak, aby souhlasila s adresou v konfiguraci *masteru*. Adresa stanice se nastavuje otočným přepínačem na modulu EM 277. Poté, co změním adresu na modulu, musíme vypnout a zapnout napájení CPU, protože k rozeznání nové adresy dojde až po opětovném zapnutí. [2]

Master vyměňuje data s každým modulem *slave* posíláním informace z jeho výstupní oblasti do vstupních zásobníků stanic *slave* (nazývané “Receive Mailbox“). Stanice *slave* odpovídá na zprávu vrácením vstupního zásobníku (nazývaný “Send mailbox“), který *master* uloží do vstupní oblasti. [2]



Obr. 2.6 - Příklad V memory CPU 224 a oblasti I/O adres Profibus DP masteru

PROFIBUS-DP modul EM 277 může být nakonfigurován DP *masterem* tak, aby přijímal výstupní data od zařízení *master* a vracel mu data vstupní. Zásobníky pro výstupní a vstupní data jsou umístěny ve variabilní paměti (V paměti) CPU S7-200. Když konfiguruje zařízení DP *master*, definujeme místo bytu v paměti V, kde má začínat zásobník pro výstupní data, jako součást informace o přiřazení parametrů pro EM 277. Definujeme i konfiguraci vstupů a výstupů jako množství výstupních dat, které se zapisují do CPU S7-200, a jako množství vstupních dat, která se vrací z CPU S7-200. EM 277 určuje velikost vstupního a výstupního zásobníku z konfigurace vstupů a výstupů. DP *master* zapisuje informace o přiřazení parametrů a konfiguraci vstupů a výstupů do modulu EM 277 PROFIBUS DP. Potom EM 277 přenáší do CPU S7-200 adresu a délku vstupních a výstupních dat v paměti V. [2]

Obrázek 2.6 ukazuje paměťový model V paměti v CPU 224 a oblast adres vstupů a výstupů CPU DP *master*. V tomto případě DP *master* definuje vstupní/výstupní konfiguraci 16 výstupních bytů a 16 vstupních bytů a offset v paměti 5000. Výstupní a vstupní zásobník v CPU 224 jsou oba 16 bytů dlouhé. Zásobník pro výstupní data začíná na V5000; vstupní zásobník následuje bezprostředně za výstupním a začíná na 5016. [2]

3. PROFINET

Ethernet byl původně navržen jako komunikační standard pro datovou výměnu v kancelářských aplikacích. Požadavky na průmyslovou komunikaci jsou ale daleko vyšší – zde se vyžaduje např. schopnost práce v reálném čase, determinismus, minimální kolísání, integrace distribuované přístrojové techniky, rychlé instalační metody atd. Právě těmto požadavkům vyhovuje nový, na výrobci nezávislý, komunikační standard PROFINET definovaný mezinárodní organizací PROFIBUS International. Do sítě PROFINET je možné bez problémů začlenit distribuovanou přístrojovou techniku různých výrobců. Projektování a tvorba distribuovaných automatizačních struktur jsou tedy efektivní a nezávislé na konkrétním dodavateli.

Základní rysy Profinetu:

- schopnost zajistit odezvu v reálném čase včetně izochronní komunikace se synchronizací pro aplikace řízení pohybu,
- začlenění distribuované přístrojové techniky a vzdálených I/O jednotek,
- návrh a instalace sítí v průmyslovém prostředí,
- efektivní tvorba distribuovaných projektů z komponent různých výrobců,
- využití TCP/IP a zavedených služeb IT pro jednoduchou správu a diagnostiku sítí včetně zabezpečení proti neoprávněnému přístupu,
- zajištění průmyslové bezpečnosti (failsafe),
- možnost začlenění stávajících projektů založených na jiných komunikačních sběrniciích (PROFIBUS, AS-Interface) prostřednictvím proxy jednotek.

3.1 MODEL PROFINETU

PROFINET Runtime model reprezentuje funkční celky, které jsou fyzicky přítomny v zařízení a přístupné z okolí pomocí definovaných rozhraní a metod. PhysicalDevice (PDev) reprezentuje hardware-počítače nebo PLC. Umožňuje přístup k síti pomocí IP adresy. Na každém zařízení existuje pouze jedno PhysicalDevice. PDev obsahuje alespoň jedno LogicalDevice (LDev), které je tvořeno softwarem (firmware), jako autonomní jednotka. Běžný poměr mezi PDev a LDev je 1:1, což znamená, že jeden softwarový program (nebo několik kooperativně pracujících programů) běží na jednom hardwaru. LDev nabízí běžně automatizační funkce, jako je identifikace nebo diagnostika zařízení. Slouží jako výchozí bod (objekt) pro přístup k RTAuto (Runtime Automation Object) objektům. RTAuto reprezentuje funkční výkonnou část zařízení (vstupy/výstupy).

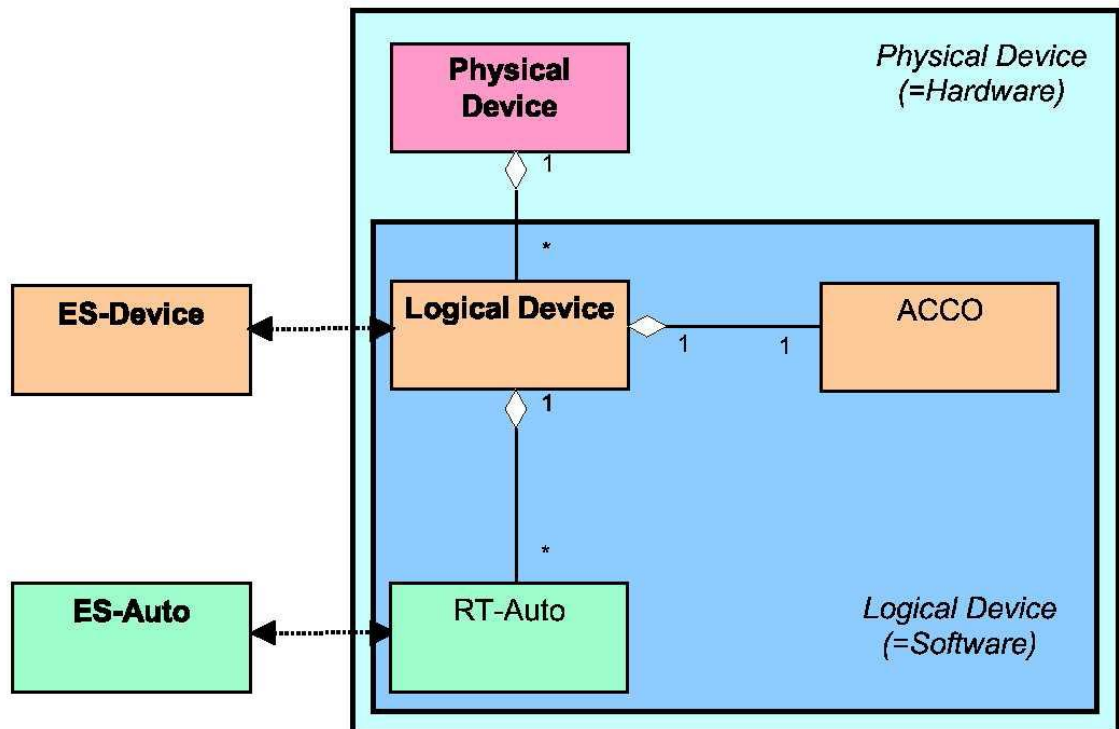
ACCO (Active Control Connection Object) objekt implementuje konfigurovatelná propojení mezi RTAuto objekty. Na jedno LDev zařízení připadá jeden ACCO objekt.

Každému RTAuto objektu v reálném zařízení odpovídá ES-Auto (Engineering System Automation Object - používá se pro propojování a přiřazování parametrů podle požadavků aplikace) objekt v návrhovém prostředí, LDev zařízení v době návrhu odpovídá ES-Device (Engineering System Device - objekt zařízení v inženýrském systému, představuje model zařízení v době návrhu). Díky této reprezentaci může návrh celého systému probíhat bez znalostí implementace konkrétního zařízení, návrhář jen definuje propojení mezi jednotlivými objekty. IP adresa PROFINET serveru jednoznačně identifikuje PDev zařízení, k LDev a k RTAuto objektům se přistupuje pomocí jednoznačného jména definovaného v rámci návrhu.

Logické zařízení se může nacházet v jednom z následujících stavů:

- Non Existent - zařízení není napájeno (neexistuje).
- Initializing - probíhá inicializace zařízení.
- Ready - zařízení je připraveno, výstupy RTAuto zařízení jsou v definované hodnotě.

- Operating - pracovní režim zařízení.
- Defect - nastala blíže nespecifikovaná chyba, je nutný vnější zásah.



Obr. 3.1 - Runtime model PROFINETU

3.2 STRUKTURA SÍTĚ PROFINET

Přenos po PROFINETU je zprostředkován elektricky, opticky, nebo bezdrátově rádiovými vlnami.

Nejpoužívanější vedení je elektrické vedení. Používá se konektor RJ 45 a symetrické, stíněné měděné vedení s dvěma kroucenými páry. Maximální rychlost přenosu je 100 Mbps / plný duplex a maximální délka segmentu může být 100m. Je to jednoduchá a cenově nenáročná varianta spojení.

Optické vedení se používá s konektorem SCRJ 45 nebo s konektorem BFOC. Pro konektor SCRJ 45 se používají mnohavidové kabely POF s maximální přenosovou rychlostí 100 Mbps / plný duplex a maximální délkou segmentu 50 m.

Dále se pro konektor SCRJ 45 používají kabely PCF a ty dosahují přenosové rychlosti také 100 Mbps / plný duplex, ale maximální délka segmentu může být 100 m.

Pro konektor BOFC se používají jednovláknové optické kabely s přenosovou rychlostí 100 Mbps / plný duplex a s délkou segmentu až 26 km.

Optické vedení se používá tam, kde jsou velké rozdíly v potenciálech. Jsou odolné proti elektromagnetickému vlnění a mají nízký útlum.

Bezdrátové spojení rádiovými vlnami se řídí normou IEEE 802.11. Maximální přenosová rychlost je 54 Mbps / poloviční duplex a maximální délka segmentu je 100 m. Sítě s bezdrátovým přenosem jsou více mobilní a jsou cenově nenáročné.

V síti je možné vytvářet topologie hvězda, kruh, strom nebo lineární strukturu se zařízením s dvěma integrovanými PROFINET porty. K propojení komponent, které nejsou vybaveny dvěma komunikačními porty, se používají přepínače (switch). Ty přijímaný signál přepojují jen do segmentu sítě, ve kterém se nachází požadovaný komunikační partner identifikovaný podle IP adresy. Segmenty, které nejsou na trase mezi dvěma komunikačními partnery, tak nejsou daty přenášenými mezi nimi omezovány. Je tak výrazně zvýšena celková propustnost sítě. PROFINET je tedy přepínaný Ethernet.

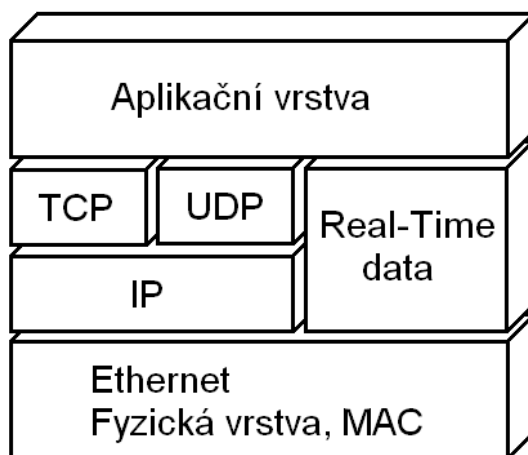
3.3 KOMUNIKACE

PROFINET používá odstupňovanou komunikační architekturu. Standardní mechanismy komunikace a informační technologie jako například OPC, XML, COM/DCOM mohou být nyní použity společně se standardními protokoly jako například UDP/TCP/IP v automatizačním průmyslu. [1]

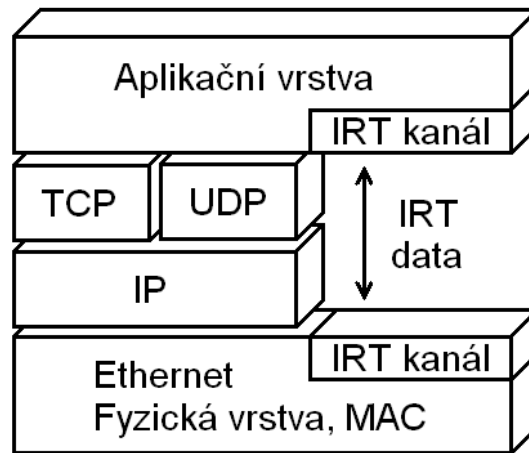
U PROFINETU rozlišujeme tři druhy komunikace:

- standardní komunikaci
- komunikace v reálném čase
- komunikaci v izochronním reálném čase

Standardní zprávy bez požadavků na přenos v reálném čase (*non real-time*) jsou přenášeny standardní cestou TCP/UDP/IP, zatímco druhý, paralelní kanál, obsahuje programové překlenutí (*SW by-pass*) vrstev 3 a 4 komunikačního zásobníku, takže lze dosáhnout dokonalejších vlastností reálného času. K jejich dalšímu vylepšení je u systému PROFINET redukována délka přenášeného bloku dat a je zaveden mechanismus prioritních slotů podle standardu IEEE 802.1p (až do priority 7 u komunikace v reálném čase). V systému PROFINET verze V3, známém jako PROFINET IRT (*Isochronous Real Time*) a určeném pro úlohy probíhající v reálném čase s tvrdými požadavky na dodržení doby odezvy a synchronizace, je pro vrstvy Ethernetu použit speciální hardware realizující hardwarové překlenutí vrstev TCP/IP (*HW by-pass*). Spolu s přepínanou sítí Ethernet dosahuje PROFINET V3 izochronnosti a je vhodný k řízení např. pohonů. Přenos běžných zpráv bez požadavků na přenos v reálném čase, včetně přístupu k internetu, je zajištěn paralelní cestou TCP/UDP/IP. [5]



Obr. 3.2 - Real-time komunikační model



Obr. 3.3 - IRT komunikační model

3.4 PROFINET IO A CBA

Celkově probíhá komunikace v systému PROFINET ve dvou módech. Prvním módem je tzv. PROFINET IO, určený k obsluze distribuovaných jednotek I/O (přenos v reálném čase a izochronní přenos). Druhý mód je označen PROFINET CBA (*Component Based Automation*), což je přenos zpráv prostřednictvím protokolů TCP/IP bez požadavku na doručení v reálném čase.

3.4.1 PROFINET IO

Používá se pro přímé připojení distribuovaných periférií přístrojů a zařízení v technologickém provozu k průmyslovému Ethernetu. Je zachován pohled uživatele na distribuované periferie, známý ze sítí PROFIBUS DP. Avšak na Ethernetu mají všichni účastníci stejná práva, proto je uspořádání *master - slave*, známé z PROFIBUS-DP, přeneseno do modelu poskytovatel – spotřebitel (provider – consumer). Poskytovatel je vysílací stanice, která vysílá data bez čekání na výzvu od komunikačního partnera. Spotřebitel data zpracovává. [6]

Přiřazení mezi poskytovateli a spotřebiteli je definováno při konfiguraci.

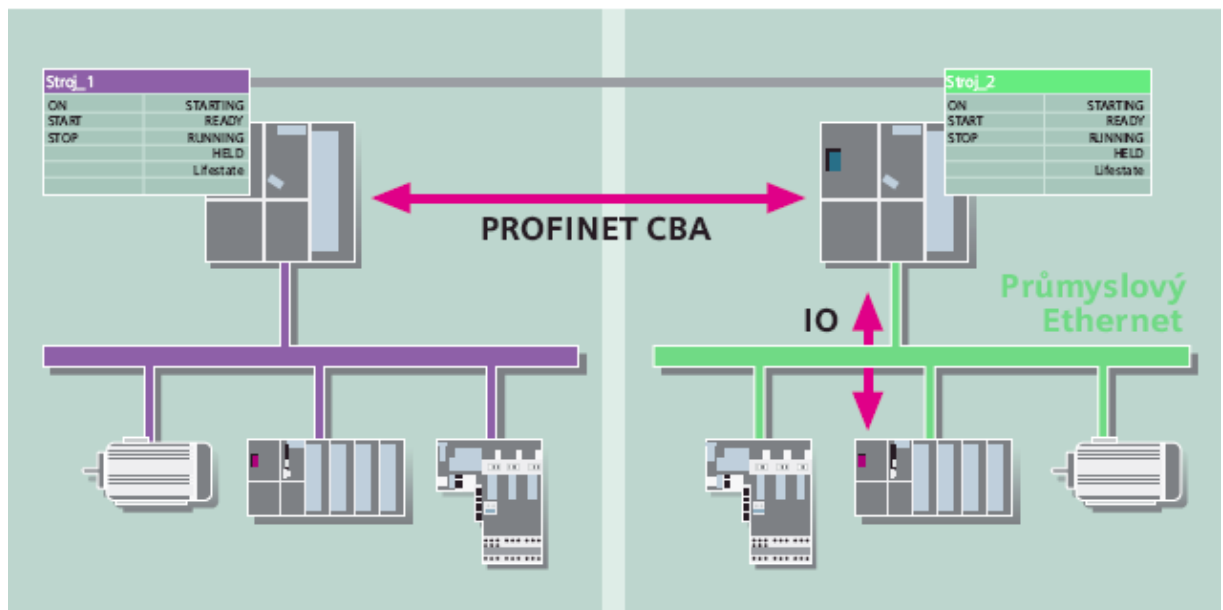
Typy zařízení v PROFINET IO

- IO Controller (řídící jednotka I/O – vstupů a výstupů): řídící jednotka, ve které je prováděn program automatu.
- IO Device (řízená jednotka I/O – vstupů a výstupů): distribuované jednotky v technologickém provozu, přidělené řídicí jednotce I/O.
- IO Supervisor (dohlížecí jednotka I/O): programovací jednotka nebo PC s funkcemi pro uvádění do provozu a s diagnostickými funkcemi, nebo jednotka pro operátorské rozhraní.

Řízená jednotka I/O snímá vstupní signály a vysílá je do řídicí jednotky I/O. Řídící jednotka tyto signály zpracovává a vysílá výstupy do řízené jednotky I/O.

3.4.2 PROFINET CBA

Automatizace založená na komponentech (CBA) umožňuje aplikovat modulární konstrukci i na automatizační techniku technologických zařízení a provozů. Komponenty neboli technologické moduly CBA sestávají z mechanických, elektrických a elektronických systémů včetně uživatelského softwaru. Tyto odladěné celky jsou reprezentovány pomocí softwarových komponent. Softwarové komponenty jsou chápány jako „zapouzdřené“, opakovaně použitelné softwarové funkce. Softwarové komponenty lze pružně kombinovat a pohotově opakovaně používat jako ucelené bloky, nezávisle na jejich vnitřním naprogramování. Komunikace mezi komponenty probíhá výlučně přes jejich rozhraní. Z vnějšku jsou na rozhraních přístupné jen ty proměnné, které jsou požadovány pro interakci s jinými komponentami. Automatizace založená na komponentech (CBA) je založena na standardu PROFINET. Standardní model pro projektování rozlišuje programování řídicí logiky individuálních inteligentních modulů, generování komponent a konfigurování komplexního technologického zařízení a provozu propojením jednotlivých komponent. [6]



Obr. 3.4 - PROFINET IO a CBA

Profinet CBA spojuje komponenty – odladěné technologické moduly a používá se spíše ke komunikaci mezi stroji (machine-machine communication). PROFINET IO spojuje automaty (PLC) s periferiemi a přístrojovou technikou. [6]

4. POUŽITÉ MODULY PLC SIEMENS

Pro řídicí systém řešený v této práci bude použit jako nadřazená stanice (*master*) PLC SIMATIC S7-300 a jako podřízená stanice (*slave*) PLC SIMATIC S7-200. V následujících odstavcích budou popsány moduly těchto PLC.

4.1 PLC S7-200

SIMATIC S7-200 je řada malých programovatelných logických automatů, které jsou určeny pro řízení jednoduchých aplikací. Disponuje nejen rozsáhlým instrukčním souborem, ale je vybaven i silnými komunikačními funkcemi.

Pro lepší splnění požadavků aplikace má řada S7-200 širokou škálu rozšiřovacích modulů. Těmito rozšiřovacími moduly můžeme do S7-200 přidat další funkce nebo rozšířit počet vstupů a výstupů.

Nejmenší CPU 221 a 222, které byly jako poslední z typové řady S7-200 inovovány, nyní obsahují stejné funkce jako výkonnější členové této skupiny - CPU 224, 226 a 224 XP. Uživatel tak nemusí CPU měnit při každé změně požadavků, záleží jen na velikosti požadované paměti a počtu vstupů a výstupů.



Obr. 4.1 - Simatic S7-200 CPU 222

4.2 MODUL ANALOGOVÝCH VSTUPŮ/VÝSTUPŮ EM 235

EM 235 analogový modul je úsporný, vysokorychlostní 12 bitový modul. Může převést analogový signál na odpovídající digitální hodnotu za 149 μ s. Poskytuje nezpracovanou digitální hodnotu (bez linearizace nebo filtrování), která odpovídá analogovému napětí nebo proudu. Protože to jsou vysokorychlostní moduly, mohou sledovat rychlé změny na analogovém vstupním signálu (zahrnující interní a externí šum).



Obr. 4.2 - Analogová karta EM 235

4.3 PROFIBUS DP MODUL EM 277

Profibus-DP modul EM 277 je velice všestranný komunikační modul. Může být použit pro spojení - S7-200 CPU (jako *slave*) do sítě PROFIBUS-DP

Na rozdíl od mnoha DP zařízení, EM 277 modul neposílá pouze I/O data. EM 277 přenáší data do a z bloku proměnné paměti definované v CPU S7-200. Toto dovoluje výměnu různých typů dat s *masterem* (vstupy, hodnoty čítačů, hodnoty časovačů, paměti dat, atd.). EM 277 může také být použit jako komunikační rozhraní ostatních MPI masterů, ať už je používán jako PROFIBUS-DP *slave*, nebo ne.

Příklady spojení : - S7-300/400 do S7-200 s použitím XGET/XPUT

- STEP 7-Micro/WIN a síťová karta (CP 5511) pro programování, monitorování, atd.
- TD 200 nebo TP 070 panely rozhraní obsluhy.

Povoleno je maximálně šest spojení, jedno spojení je rezervováno pro programátora a jedno pro ovládací panel. Ostatní čtyři spojení mohou být použity jakýmkoliv MPI *masterem*. Aby modul komunikoval s vícenásobnými *mastery*, všichni *masteři* musí komunikovat na stejné přenosové rychlosti.

- Omezení : - nemůže být použit pro komunikaci mezi S7-200 s použitím NETR/NETW,
- nemohou být použity pro Freeportovou komunikaci.



Obr. 4.3 – Profibus DP modul EM 277

4.4 PLC S7-300

S7-300 je nejprodávanějším řídicím systémem SIMATIC z celkové koncepce „*Plně integrované automatizace*“ (Totally Integrated Automation) s mnoha referenčními aplikacemi na celém světě a v různých oblastech průmyslu. SIMATIC S7-300 poskytuje univerzální automatizační platformu pro systémová řešení s hlavním důrazem na výrobní technologii. Tato platforma je optimálním řešením jak pro centralizovaná tak pro distribuovaná řešení.

SIMATIC S7-300 nabízí řešení pro nejrozmanitější automatizační úlohy v následujících oblastech:

- automobilový průmysl,
- výroba standardních strojů a zařízení,
- výroba jednoúčelových strojů a zařízení,
- sériová výroba strojů a zařízení (prakticky všechny druhy strojů), OEM,
- zpracování plastů,
- balicí průmysl,
- potravinářský a tabákový průmysl,
- vodárenství, výroba a rozvod el. energie a další.

Centrální procesory řady S7-300 používají zásuvné paměťové karty MMC (Micro Memory Card) fungující jako programové a datové paměti. Díky tomu nepotřebují zálohovací baterii a částečně tedy snižují náklady na údržbu. Na MMC lze uložit celý projekt včetně symboliky a komentářů, což umožňuje snazší údržbu (servisní zařízení pak nemusí obsahovat projekt).

MMC také usnadňují aktualizaci (update) programu. Dovolují přístup jak pro čtení, tak pro zápis za provozu, takže např. archivování měřených hodnot nebo zpracovávání receptur je mnohem snazší.



Obr. 4.4 - PLC S7-300

Jednotky CPU, jsou vyráběny v různých modifikacích dle požadavků a náročnosti řešené úlohy od standardních až po speciální.

4.4.1 Standardní CPU

V kategorii standardních CPU lze volit z několika typů. Všechny jednotky jsou standardně osazeny programovacím a komunikačními rozhraními MPI, v některých je zabudováno i rozhraní PROFIBUS (typy 315-2DP, 317-2DP, 318-2DP). Novým trendem v současné automatizaci je orientace na standard Ethernet i ve výrobních provozech. Tomu plně vyhovují nové CPU s integrovaným ethernetovým rozhraním (315-2PN/DP, 317-2PN/DP).

4.4.2 Kompaktní CPU

Jako kompaktní se označují CPU doplněné digitálními a analogovými I/O a nejčastěji vyžadovanými základními technologickými funkcemi jako rychlé čítání, měření frekvence, polohování a PID regulace. Všechny typy jsou standardně

vybaveny komunikačním rozhraním MPI. Výkonnější procesorové jednotky jsou pak doplněny ještě o rozhraní PROFIBUS (313C-2DP, 314C-2DP) nebo RS 422 / RS 485 (313C-2PtP, 314C-2PtP).

4.4.3 Bezpečnostní CPU (F-systémy)

Bezpečnostní systémy se používají všude tam, kde je třeba zajistit co nejvyšší stupeň bezpečnosti obsluhy, výrobního zařízení či okolního prostředí – např. je-li potřeba předejít nehodám a poškození zdraví či životního prostředí v důsledku poruchy. Uživatel může vytvářet bezpečnostní řídicí systémy v centrálním i distribuovaném provedení. Hlavním znakem je spojení standardní provozní automatizace a bezpečnostní techniky do jediného systému. To znamená, že po síti PROFIBUS-DP zde mezi centrálním řídicím systémem a distribuovanými moduly I/O probíhá nejen „běžná“ komunikace, ale také bezpečnostně orientovaná komunikace (použití profilu PROFIsafe) a není nutná žádná samostatná bezpečnostní komunikační linka.

5. PROGRAMOVÁNÍ A KONFIGURACE SPOJENÍ

5.1 PORTÁLOVÝ JEŘÁB – POPIS FUNKCE

Model portálového jeřábu je tvořen hliníkovou konstrukcí. Horní část obsahuje posuvný mechanismus, který je poháněn stejnosměrným nebo krokovým motorem. Na posuvném mechanismu je připevněn jezdec, na kterém je umístěn potenciometr, který snímá polohu ve směru X a snímač magnetu, pro snímání magnetu v horní poloze. Na horní části konstrukce jsou dále umístěny snímače, které snímají polohu v jednotlivých vzdálenostech. Pohyb magnetu zprostředkovává krokový motor, který je umístěný v pravé dolní části modelu. Poloha magnetu je snímána nespojitě impulsy pomocí spínače a kolečka se zářezy.

V pravé části modelu je umístěn panel s tlačítky a kontrolkami.

- Tlačítko START (zelené tlačítko na panelu) – stisknutím tohoto tlačítka se zapíná jeřáb. Po stisknutí se přivede napětí na snímače, motory a řídicí desku. Zapnutí jeřábu je indikováno signálem Model On.
- Tlačítko STOP (červené tlačítko na panelu) – po stisknutí tohoto tlačítka jsou motory, řídicí deska a snímače odpojeny od napájení.
- Tlačítko EMERGENCY STOP (červené bezpečnostní tlačítko na panelu) – dojde k odpojení prvků od napájení stejně jako u tlačítka STOP.

Model je dále vybaven bezpečnostním okruhem, aby se minimalizovalo riziko poškození modelu jeřábu zaviněné chybou programu. Je-li tento okruh aktivován, dojde k vypnutí jeřábu a odpojení prvků od napájecího napětí, stejně jako po stisku tlačítka STOP. Přehled všech použitých signálů (vstupů a výstupů) modelu jeřábu jsou uvedeny v příloze.

5.2.1 Konfigurace stanice master

Stanice *master* se skládá celkem ze sedmi komponent. V pořadí první je zdroj PS 307 5A, ten slouží k napájení celé stanice. Další modul je CPU 315F-2 DP. Zkratka F znamená, že jde o bezpečnostní modul a po síti PROFIBUS neprobíhá jen „běžná komunikace“, ale také bezpečnostně orientovaná komunikace. Toto CPU obsahuje také PROFIBUS-DP port, a proto není nutné přidávat další PROFIBUS-DP modul.

Další čtyři moduly jsou modul analogových vstupů AI6x16Bit, modul analogových výstupů AO4x12Bit, modul digitálních vstupů DI24xDC24V a modul digitálních výstupů DO10x24V/2A. Tyto moduly nejsou v úloze použity, protože čtení a zápis I/O signálů probíhá přes moduly stanic *slave*. Tyto moduly jsou zde uvedeny, protože jsou součástí stanice.

Poslední v řadě je Ethernetový modul DP 343-1 Advanced-IT. Ten slouží pro komunikaci stanice se systémem SCADA pomocí sítě PROFINET.

5.2.2 Konfigurace stanice slave

Stanice *slave* se skládá celkem ze tří komponent. První modul je CPU 222. CPU 222 obsahuje komunikační port MPI, ale neobsahuje port pro komunikaci přes PROFIBUS-DP, proto k němu musí být připojen modul EM 277, který slouží pro komunikaci stanice přes PROFIBUS-DP. Poslední v řadě je modul analogových vstupů a výstupů EM 235, který slouží pro spouštění motorů a snímání polohy. Tato stanice by dále mohla být rozšířená o modul digitálních vstupů/výstupů pro ovládání jeřábu pomocí tlačítek na panelu, ale k CPU 222 jdou připojit pouze dva přídatné moduly, proto toto rozšíření není možné.

Na síti PROFIBUS-DP jsou připojeny další stanice *slave*, které jsou na obrázku znázorněny tečkami.

5.3 POPIS ŘÍDÍCÍHO PROGRAMU

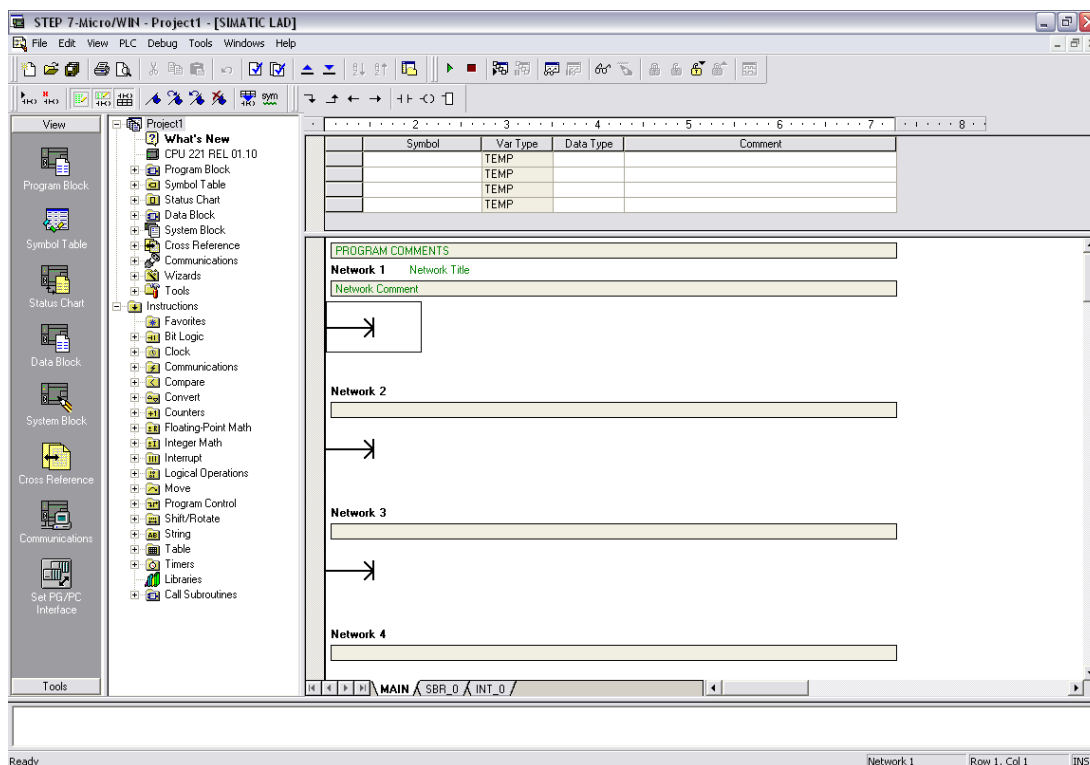
Pro vytvoření programu v nadřazené stanici S7-300 se použije jazyk STEP 7, implementovaný v programovacím prostředí Simatic Manager. Pro vytvoření programu v podřazené stanici S7-200 se použije programovací prostředí MicroWin.

5.3.1 STEP 7 - Micro/WIN

Step 7 – Micro/WIN je softwarový nástroj pro programování tzv. malých programovatelných automatů (Micro PLC). Nejnovější verze tohoto programu umožňuje pomocí wizardů programovat:

- regulace polohy (PTO/PWM),
- řízení polohy modulem EM 253,
- propojení vzdáleného zařízení pomocí modemu,
- komunikace pomocí Ethernetu,
- rozhraní AS,
- připojení k internetu,
- receptury,
- PID regulátory.

V step 7 – Micro/WIN lze programovat pomocí programovacích jazyků STL, LAD a FBD.



Obr. 5.2 – Hlavní okno programu STEP 7 – Micro/WIN

5.3.2 Konfigurace slave (S7-200)

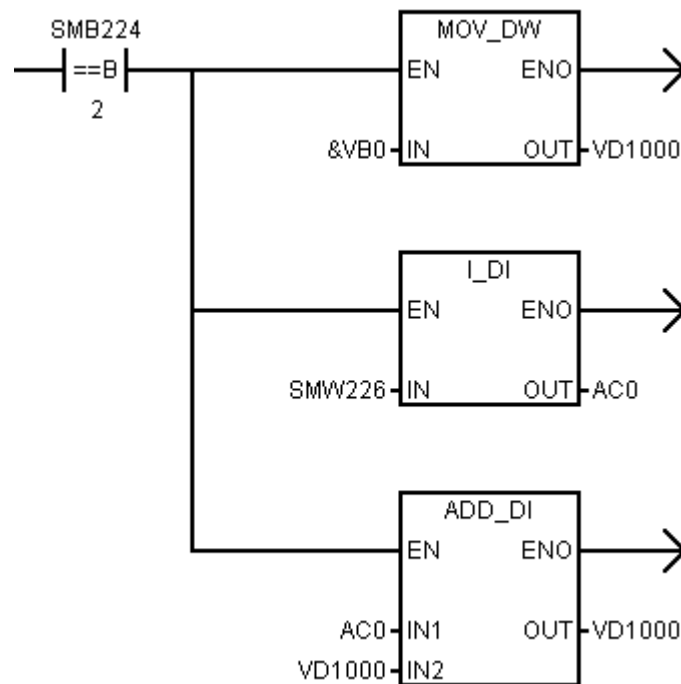
Nejprve musíme nastavit adresu PROFIBUS - DP na modulu EM 277. Před nastavením adresy musíme vypnout napájení modulu a otočením spodního přepínače adresy nastavíme přepínač tak, aby šipka ukazovala na požadované číslo, které značí adresu modulu. Adresa modulu je "3". Poté zapneme napájení modulu. Nově nastavenou adresu rozpozná PROFIBUS - DP až po zapnutí napájení.



Obr. 5.3 - Přepínač adres na modulu EM 277

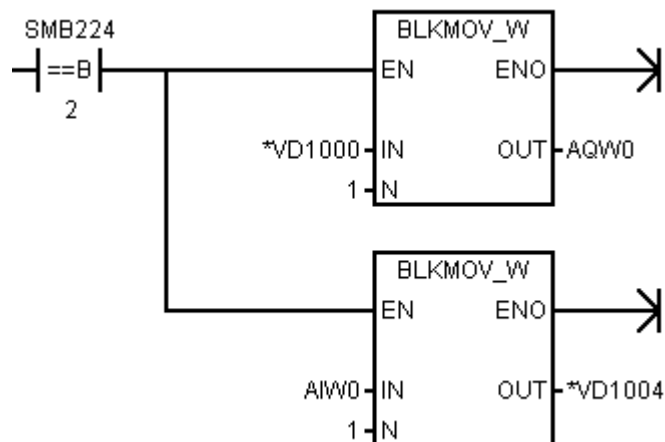
Pro datovou komunikaci mezi stanicemi master a slave musíme definovat adresové oblasti pro přijímání a odesílání dat na obou stranách. Toto se provádí ve stanici S7 - 200 pomocí STEP 7 - Micro/WIN a tyto adresové oblasti jsou uloženy v proměnné paměti.

Nastavení adresy pro příjem dat provedeme tak, že hodnotu offsetu přesuneme na počáteční adresu VD1000. Tímto offsetem nastavujeme hodnoty adres I/O pro S7 - 300. Takže je-li zde hodnota offsetu 0, tak hodnota adresy v S7 - 300 bude 56, což je počáteční adresa. Další offset bude o dva vyšší, protože chceme přesunout word a ten má dva byty, takže další I/O adresa bude 58. A dále k této adrese přičteme hodnotu offsetu, která je zadaná v hardwarovém konfigurátoru. Nastavení adresy pro odesílání dat probíhá podobně, akorát používáme adresu VD1004. Toto nastavení probíhá pouze v případě, je-li splněna počáteční podmínka, ta je splněna jen tehdy, probíhá-li komunikace mezi stanicemi.



Obr. 5.4 - Nastavení adresy pro příjem dat

Samotné posílání dat, probíhá tak, že přesuneme hodnotu analogového vstupu pomocí příkazu “BLKMOV_W” na adresu VD1004, ze které potom master čte. Příjem dat probíhá podobně jako odesílání, s tím že master zapíše hodnotu na uvedenou adresu a slave si ji přečte a pomocí funkce “BLKMOV_W” ji zapíše na analogový výstup.



Obr. 5.5 - Posílání a příjem dat

Další nastavení adres pro další vstupy a výstupy probíhá stejně, ale je zapotřebí změnit hodnotu offsetu a adresy, aby se data nepřepisovala.

Byly zvoleny následující datové oblasti:

Odesílání a příjem analogového vstupu a výstupu

- Oblast pro příjem S7-300: **PIW56**
- Oblast pro odeslání S7-300: **PQW56**
- Oblast pro příjem S7-200: **VD1000**
- Oblast pro odeslání S7-200: **VD1004**

Odesílání a příjem digitálních vstupů a výstupů 1

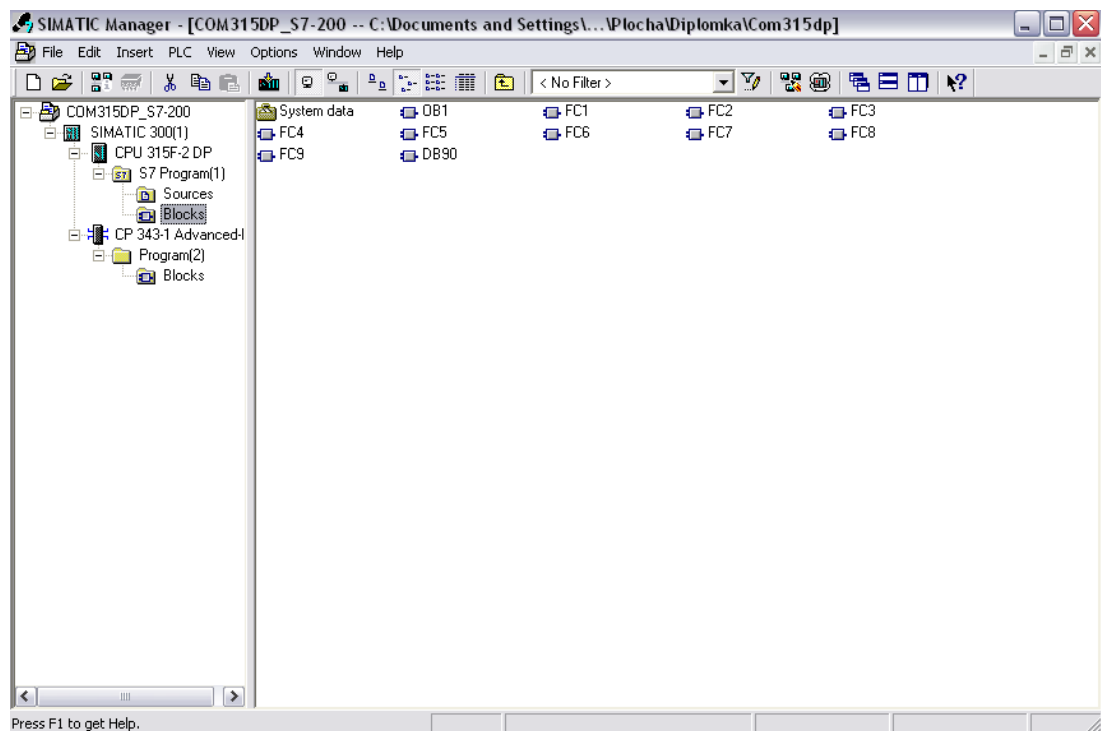
- Oblast pro příjem S7-300: **IB58**
- Oblast pro odeslání S7-300: **QB58**
- Oblast pro příjem S7-200: **VD1200**
- Oblast pro odeslání S7-200: **VD1204**

Při psaní programu v S7 - 300 (master) nemusíme používat žádné funkce pro komunikaci, protože slave se chová jako prodloužená periferie masteru. Musíme dávat pozor na to, abychom psali správně hodnoty proměnných, místo např. I0.0 (slave) musíme napsat I58.0 atd.

5.3.3 STEP 7 SIMATIC MANAGER

Step 7 SIMATIC Manager je softwarový nástroj k programování a konfigurování SIMATIC programovatelných logických automatů řady S7-300, S7-400, S5, H a PC stanic s širokým rozsahem funkcí:

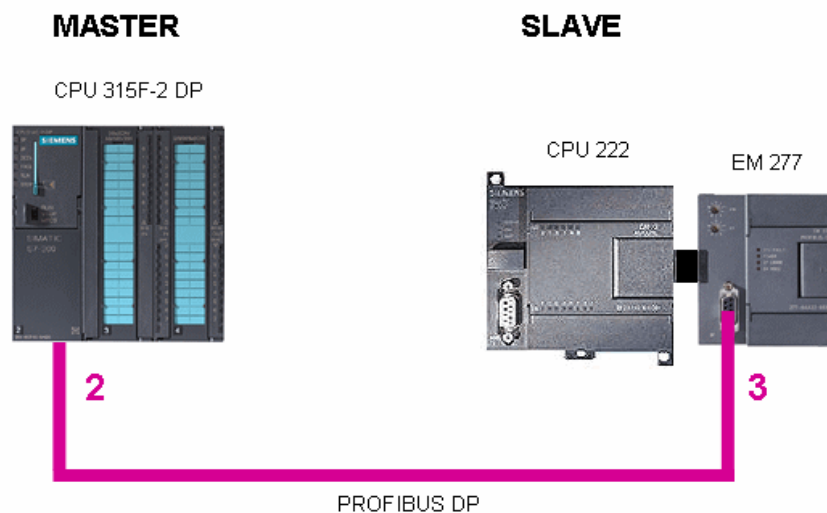
- může být rozšířen o nabídku softwarovými produkty v SIMATIC Industry Software
- možnost přiřazení parametrů funkčních modulů a komunikačních procesů
- zesilovací a multioperační módy
- globální datová komunikace
- událostmi řízený datový přenos používající komunikační funkční bloky



Obr. 5.6 – Hlavní okno programu STEP 7 SIMATIC Manager

5.3.4 Nastavení komunikace PLC S7-200 a PLC S7-300 přes PROFIBUS - DP

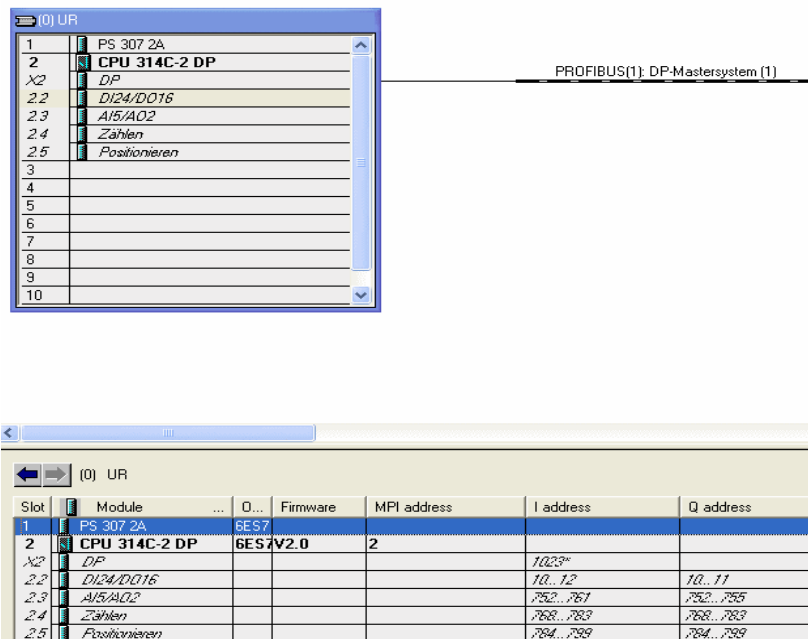
Konfigurace spojení mezi PLC S7-200 a S7-300 přes PROFIBUS - DP se provádí u S7-200 pomocí komunikační karty, v tomto případě je to modul EM 277 a u S7-300 pomocí procesoru, který podporuje DP komunikaci (CPU 315F-2 DP).



Obr. 5.7 - Konfigurace propojení S7-200 a S7-300 přes PROFIBUS-DP

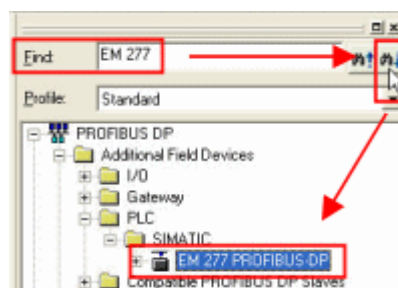
5.3.5 Konfigurace masteru (S7-300)

Nejprve musíme nastavit hardwarovou konfiguraci pro S7 - 300 v HW config. Vložíme zde zdroj, procesor, potřebné karty a vložíme PROFIBUS DP síť.



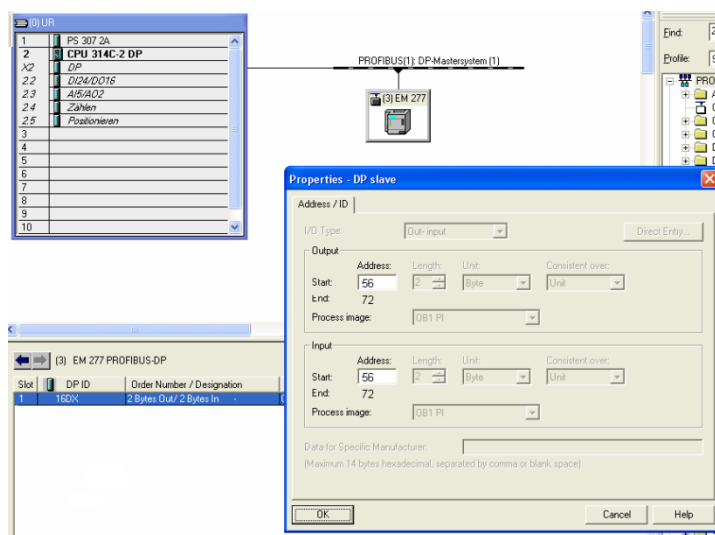
Obr. 5.8 - Hardwarový konfigurátor

Abychom mohli k PROFIBUS - DP síti připojit modul EM 277, musíme si nejdřív stáhnout GSD soubor, pomocí kterého tento modul přidáme do hardwarového katalogu, protože se zde, v základní verzi, nevyskytuje. Tento GSD soubor se jmenuje “ SIEM089.GSD“. V hardwarovém katalogu si najdeme modul EM 277 a přesuneme jej do segmentu PROFIBUS - DP a nastavíme adresu stanice. Adresa stanice je “3“. Protože budeme ovládat tři stanice s jeřáby, musíme modul EM 277 přesunout do segmentu PROFIBUS – DP celkem tři krát, ale pokaždé musíme nastavit jinou adresu.



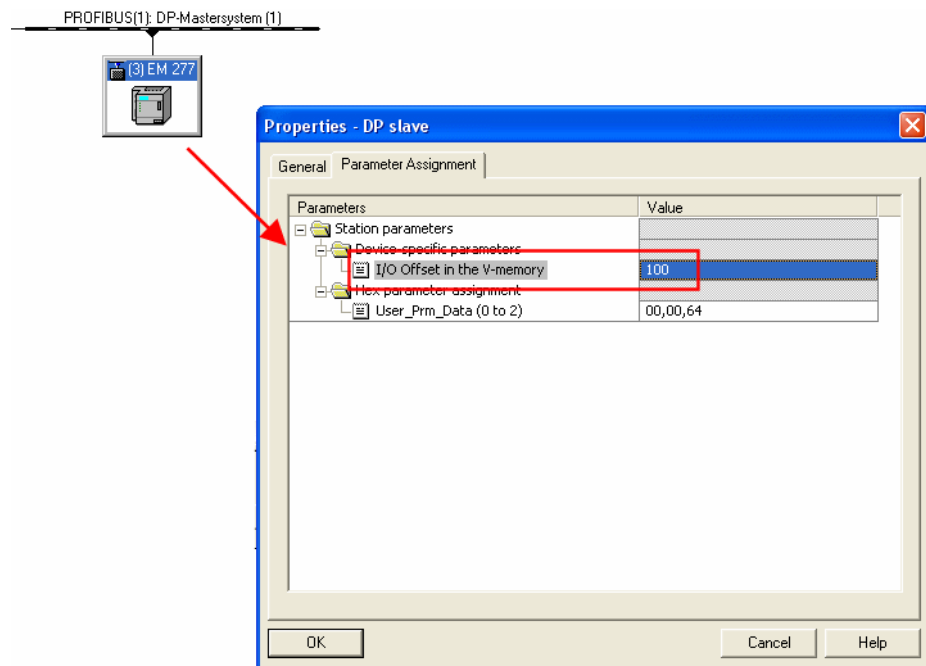
Obr. 5.9 - Záložka modulu EM277

Poté v hardwarovém katalogu rozbalíme záložku modulu EM 277 a najdeme vhodný I/O modul pro příjem a odesílání dat. V tomto případě je to modul 8 Words Out / 8 Words In. Dále musíme nastavit vhodně adresy pro příjem a odesílání, které se automaticky nastavili podle zvolené datové oblasti v S7 - 300. Stačí zadat pouze počáteční adresy a koncové adresy se automaticky zvolí podle I/O modulu pro komunikaci. Adresa I i adresa Q, začíná od hodnoty 56. Nastavení adres provedeme obdobně i pro zbylé dva moduly.



Obr. 5.10 - Nastavení adres pro příjem a odesílání dat

Pro nastavení offsetu ve V Memory musíme otevřít okno modulu EM 277 a v záložce I/O Offset in the V Memory nastavíme hodnotu offsetu na 100. Tento offset značí počáteční adresu přijímací oblasti. Systém automaticky připojí odesílací oblast za přijímací oblast, takže bychom ji neměli zadávat manuálně.



Obr. 5.11 - Nastavení offsetu ve V Memory

Provedeme “Save and compile“ hardwarové konfigurace a pokud proběhne bezchybně, můžeme konfiguraci nahrát do CPU.

5.4 POPIS OVLÁDACÍHO A VIZUALIZAČNÍHO SOFTWARE

Pro programování ovládacího a vizualizačního systému je použit program WinCC flexible. WinCC flexible je HMI software pro budoucí osvědčené strojově orientované automatizační koncepty s pohodlným a vysoce účinným inženýrstvím. WinCC flexible kombinuje následující výhody:

- přímé zacházení,
- průhlednost,
- flexibilita.

WinCC flexible se skládá z těchto komponent:

WinCC flexible strojírenský systém

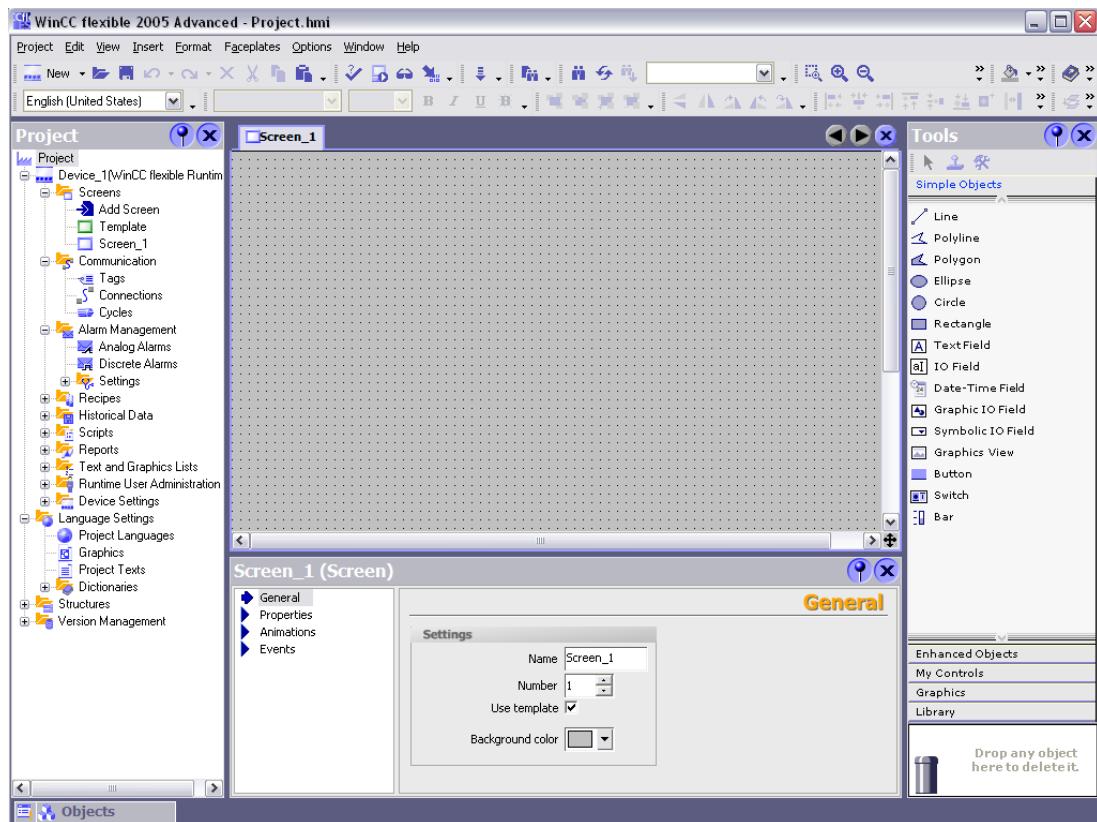
Tento systém je software pro zacházení se všemi základními konfiguračními úkoly. WinCC flexible určuje které HMI zařízení v SIMATIC HMI spektru může být konfigurováno.

WinCC flexible Runtime

WinCC flexible Runtime je software vizualizaci procesu. Projekt se vykonává v Runtime procesním módu.

WinCC flexible volby

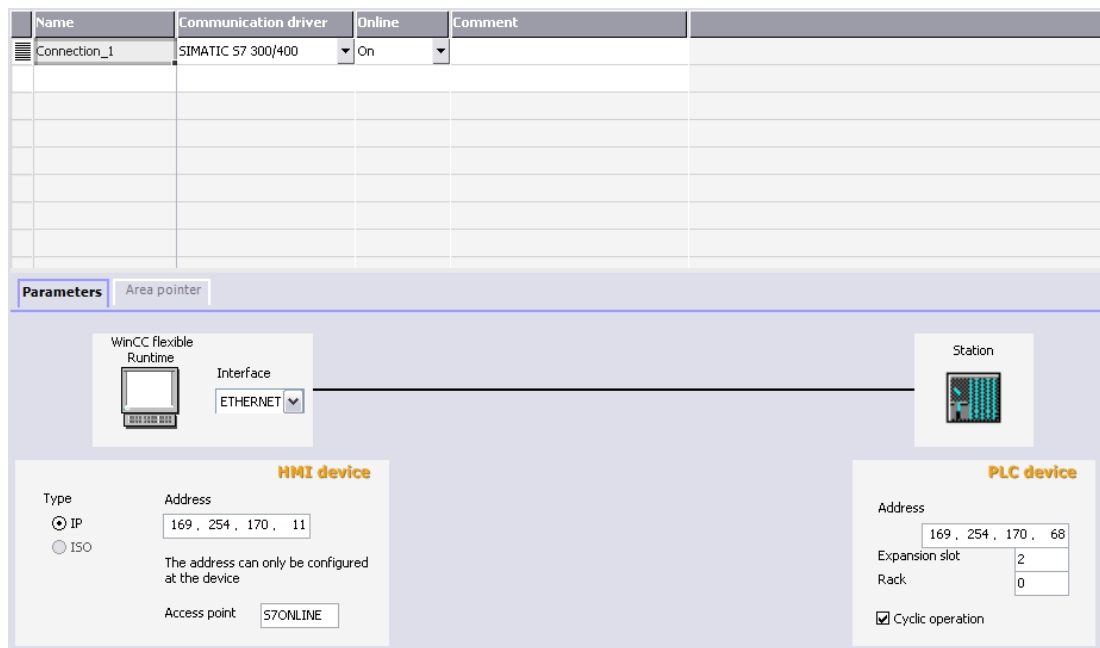
WinCC flexible volby dovolují rozšíření standardní funkčnosti WinCC flexible.



Obr. 5.12 – Hlavní okno programu WinCC flexible

5.4.1 Ovládání pomocí systému CDADA a jeho konfigurace

Nastavení komunikace mezi PC (SCADA) a PLC SIMATIC S7-300 se provádí na záložce „Connections“.



Obr. 5.13 – Nastavení komunikace mezi systémem SCADA a PLC S7-300

Nejprve musíme nastavit způsob komunikace. WinCC nabízí dva způsoby komunikace a to prostřednictvím MPI/DP a nebo pomocí Ethernetu. Nastavíme komunikaci pomocí Ethernetu a zadáme IP adresy jednotlivých stanic. U stanice PLC S7-300 ještě musíme nastavit Expansion slot a Rack.

Po spuštění Runtime se zobrazí úvodní obrazovka s názvem práce a po stisknutí tlačítka „Vstupte“ se objeví další obrazovka, na které je hlavní menu programu.

5:34:55 PM
5/23/2008

Diplomová práce na téma Decentralizované řízení jeřábu pomocí
PLC SIMATIC

Vypracoval Bc. Jan Ribka

Vstupte

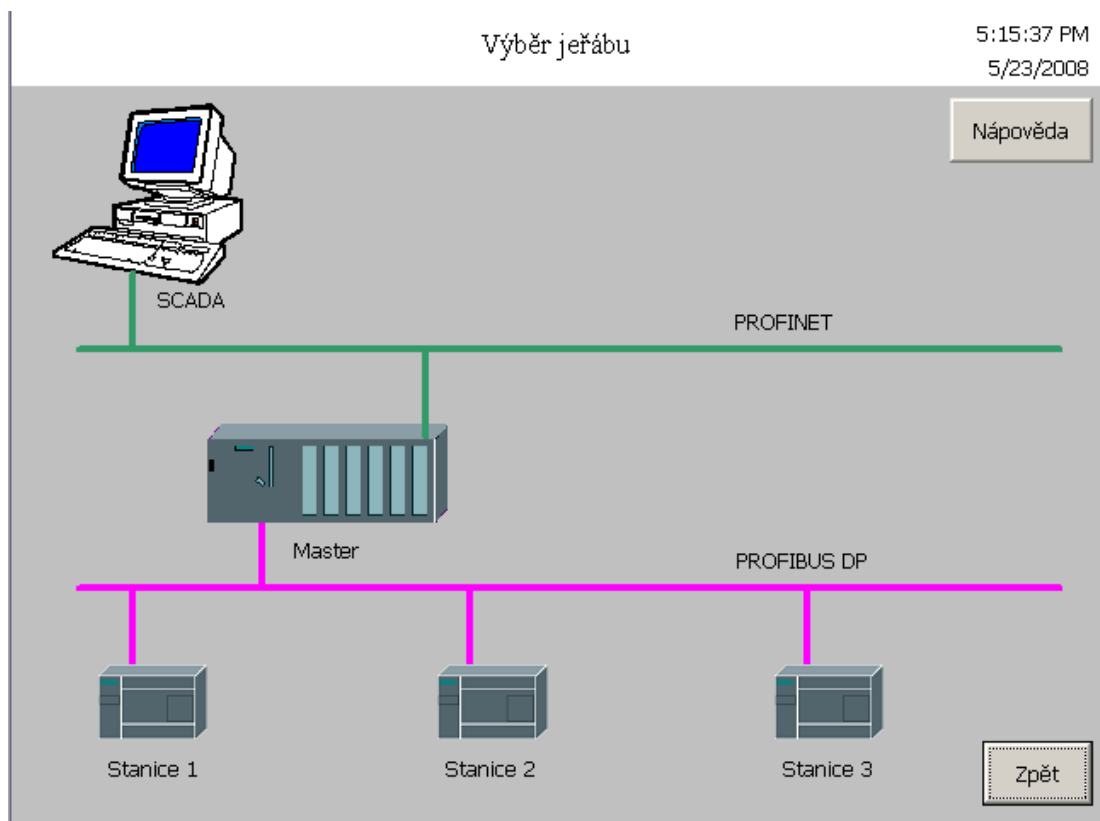
Obr. 5.14 – Úvodní obrazovka programu

V hlavním menu si můžeme vybírat z nabídek programu. K dispozici je „Výběr jeřábu“, „Ovládání jeřábu“, „Vizualizace jeřábu“, „Počítadlo cyklů“, „Zobrazení poruch“ a „Ukončení Runtime“.



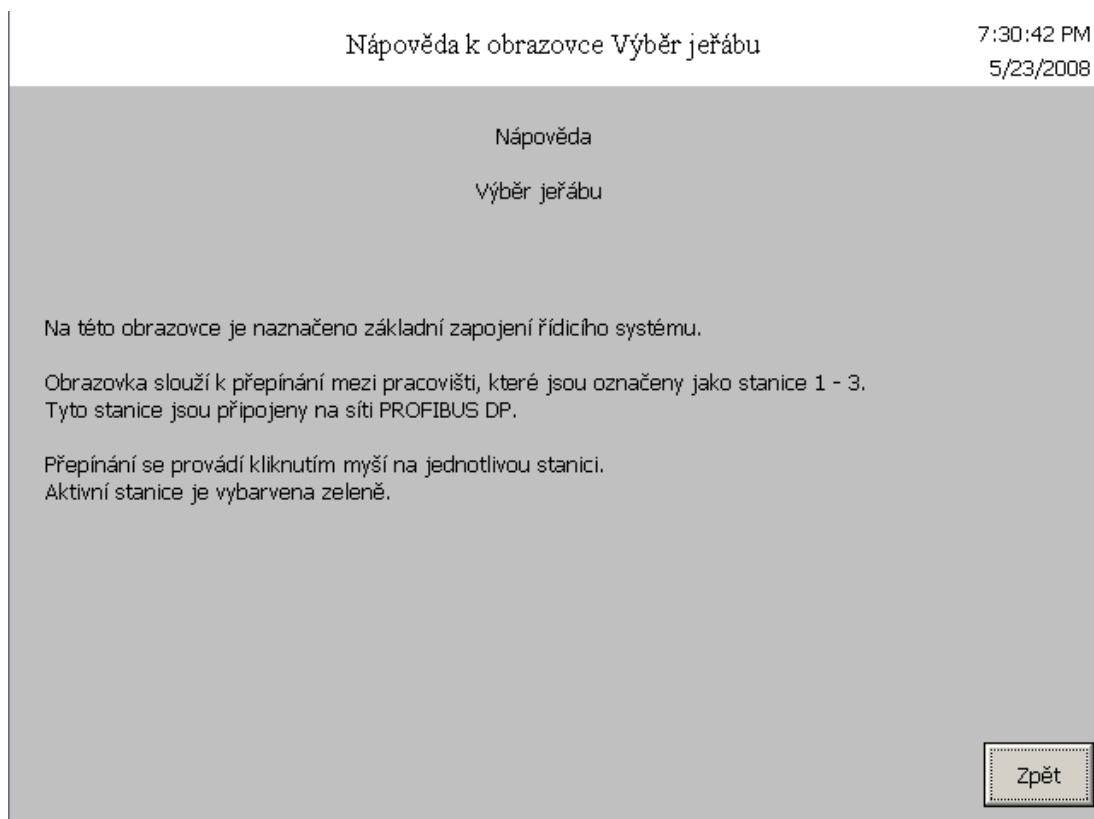
Obr. 5.15 – Hlavní menu programu

Po stisknutí tlačítka „Výběr jeřábu“ se přepneme do okna pro výběr jeřábu.



Obr. 5.16 – Výběr jeřábu

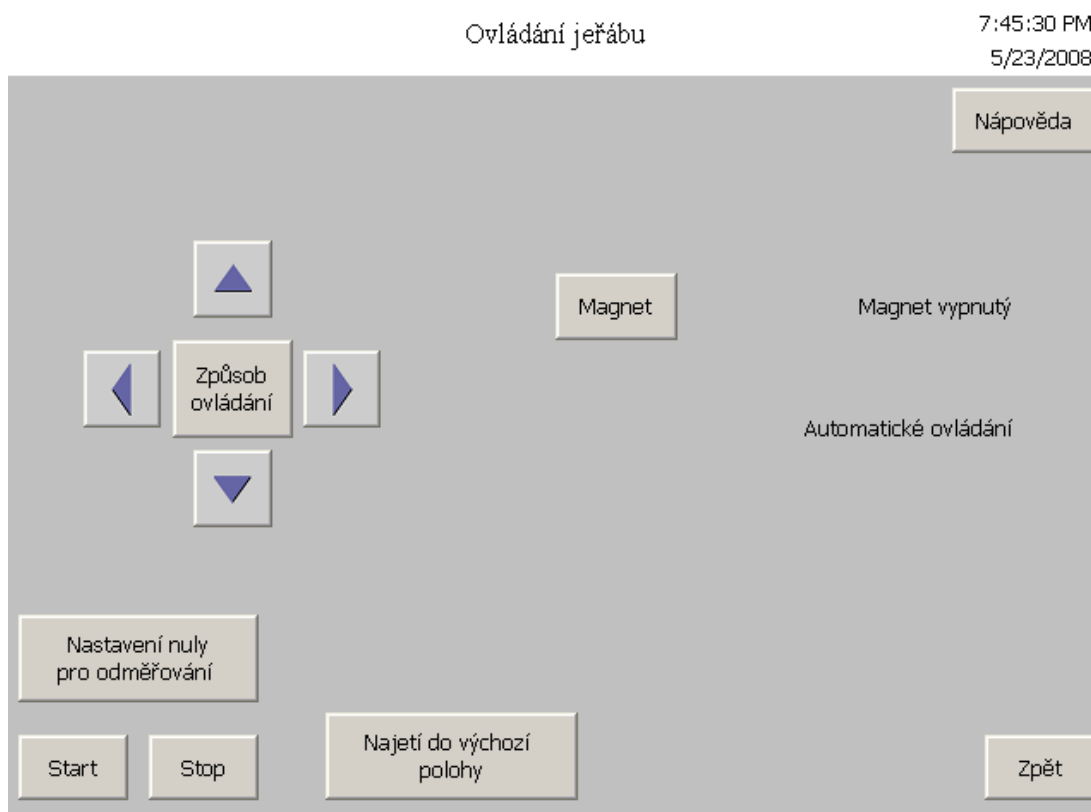
Na této obrazovce je naznačeno hlavní zapojení řídicího systému a kliknutí na jednotlivou stanici vybereme stanici, kterou budeme ovládat. Aktivní stanice se označí zeleným písmem. Dále je zde tlačítko zpět, kterým se vrátíme do hlavního menu. Po stisknutí tlačítka „Nápověda“ se zobrazí nápověda k tomuto oknu.



Obr. 5.17 – Nápověda k obrazovce Výběr jeřábu

Po stisknutí tlačítka „Zpět“ se vrátíme do okna pro výběr jeřábu.

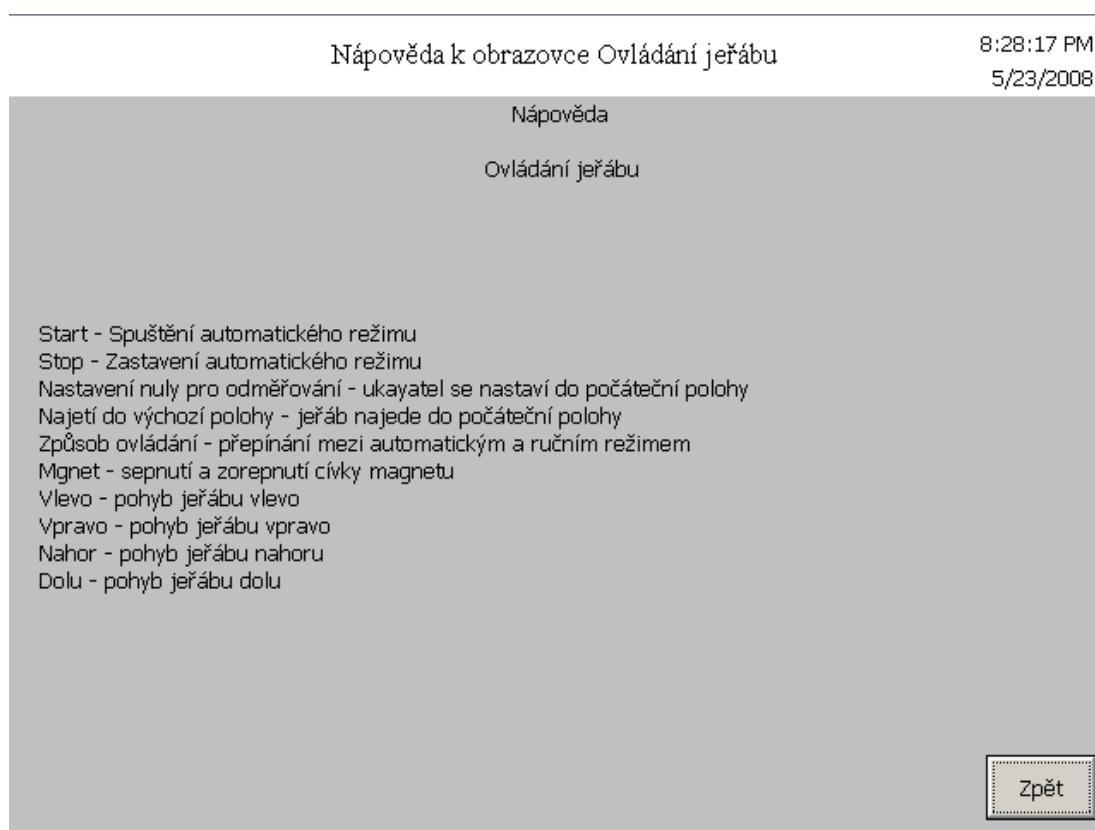
Další nabídkou je nabídka „Ovládání jeřábu“.



Obr. 5.18 – Ovládání jeřábu

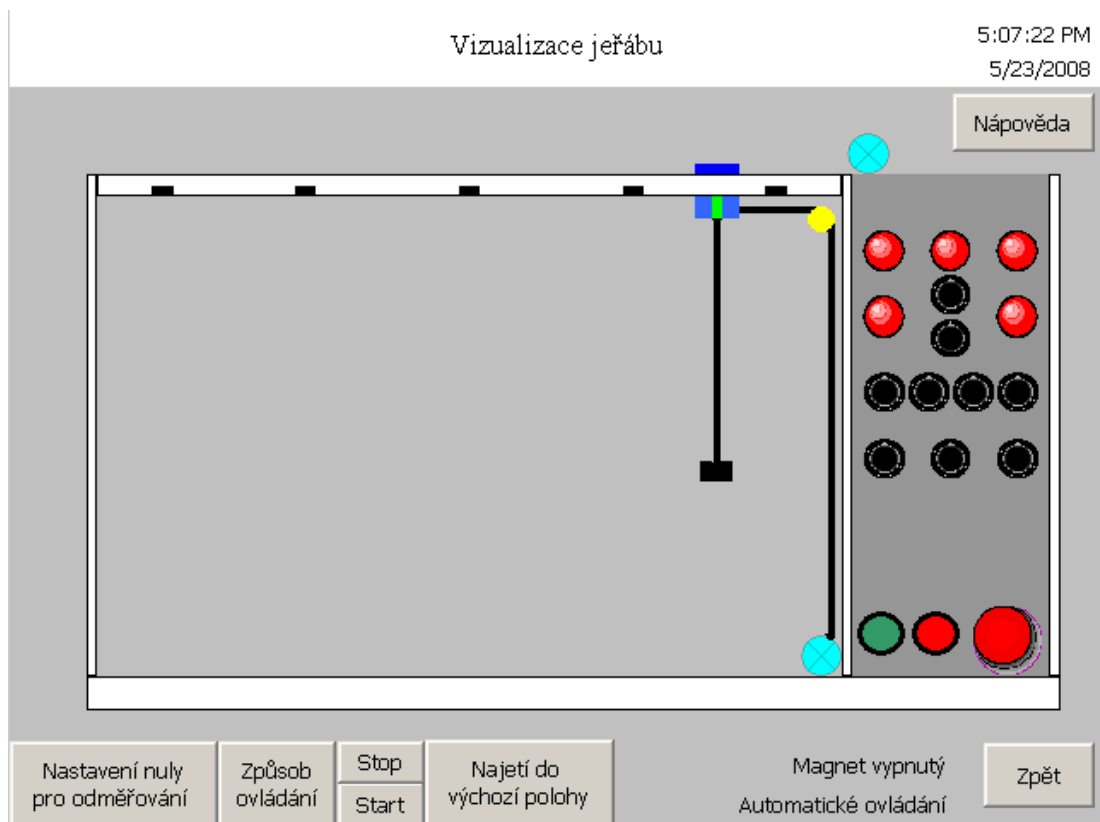
Na této obrazovce můžeme najít tlačítka „Start“, „Stop“, „Nastavení nuly pro odměřování“, „Najetí do výchozí polohy“, „Způsob ovládání“, „Magnet“ a tlačítka „Vlevo“, „Vpravo“, „Nahoru“ a „Dolu“. Dále jsou zde ukazatele režimů magnetu a způsobu ovládání. Tlačítka „Start“ a „Stop“ se spouští a zastavuje automatický režim. Najedeme-li jeřábem do výchozí polohy, to znamená, že jeřáb najede do krajní pravé polohy a magnet vyjede nahoru (tlačítko „Najetí do výchozí polohy“), zmáčkneme tlačítko „Nastavení nuly pro odměřování“ a ukazatel polohy jeřábu se nastaví do počáteční polohy. Tlačítkem „Magnet“ se aktivuje cívka, která přitáhne plechovku. Je-li cívka sepnutá nebo vypnutá je zobrazeno na pravé straně od tlačítka „Magnet“. Tlačítkem „Způsob ovládání“ se přepíná režim ovládání jeřábu a to buď ruční ovládání, nebo automatické ovládání. Způsob ovládání je zobrazen pod

ukazatelem režimu magnetu. Tlačítkem „Zpět“ se dostaneme do hlavního menu a tlačítkem nápověda se zobrazí nápověda k tomuto oknu.



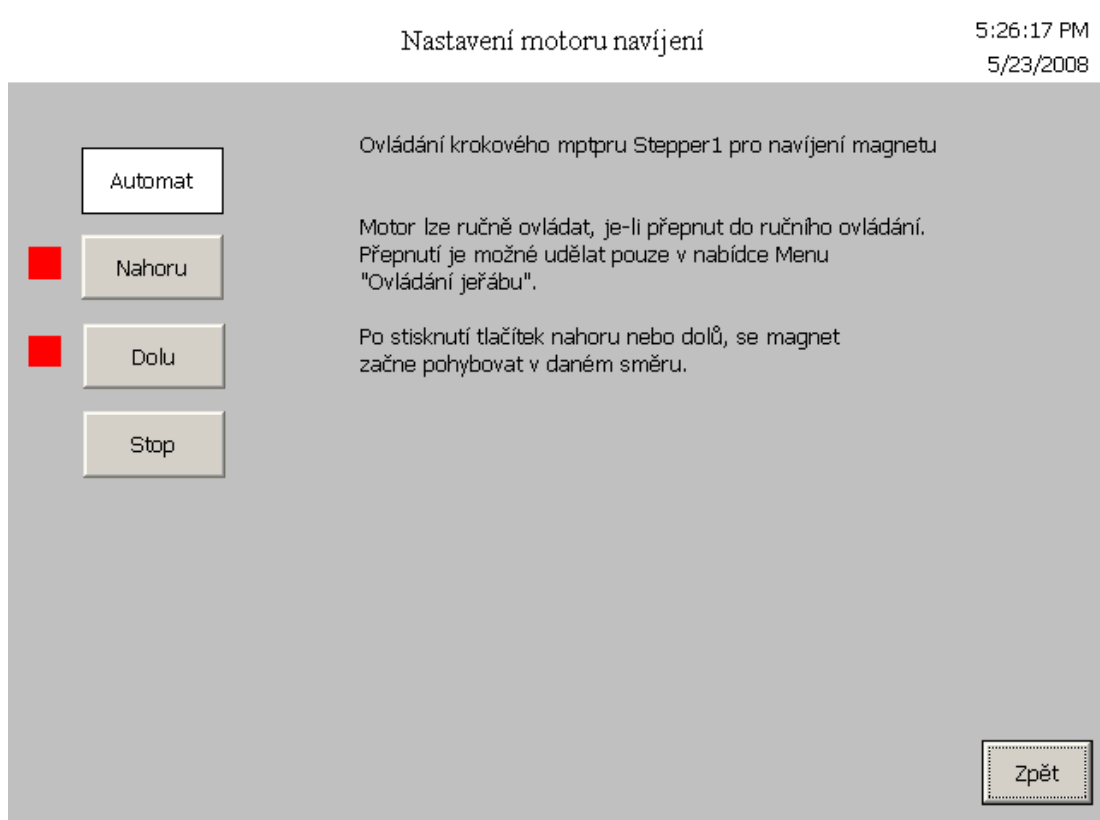
Obr. 5.19 – Nápověda k obrazovce Ovládání jeřábu

Další nabídkou v nabídce menu je „Vizualizace jeřábu“.



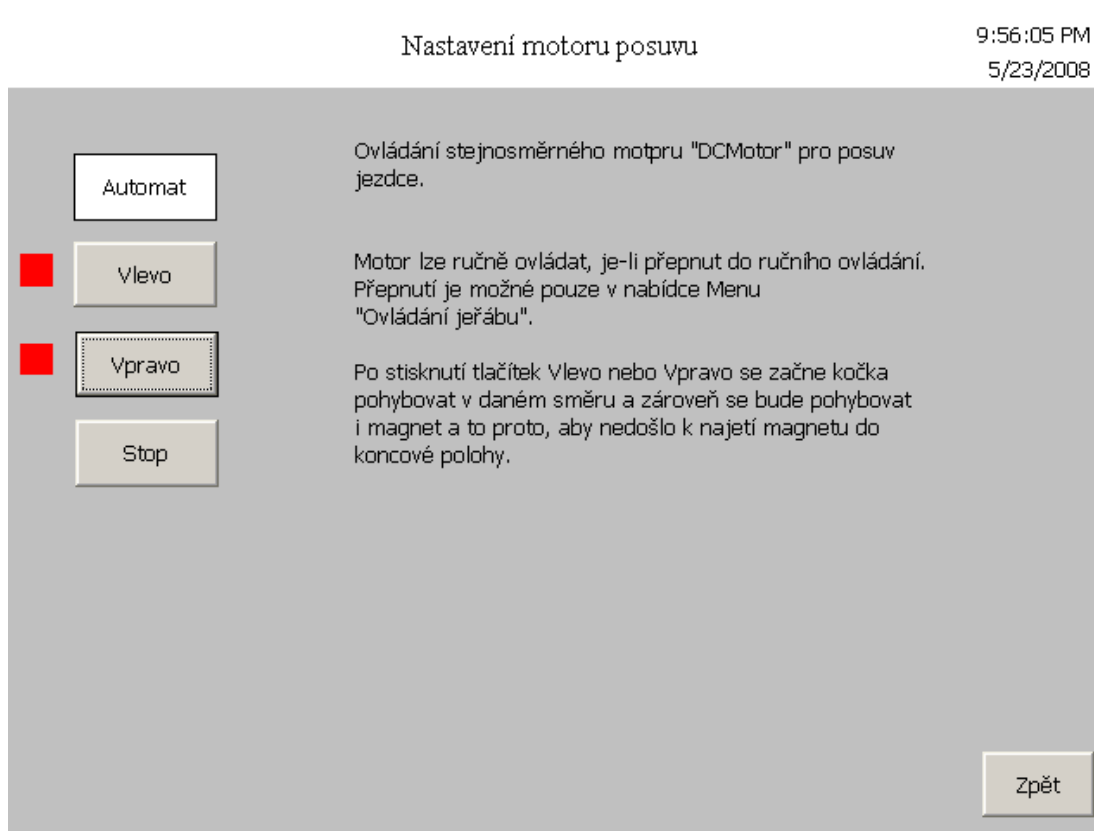
Obr. 5.20 – Vizualizace jeřábu

Tato obrazovka slouží k zobrazení pohybu jeřábu. Jsou zde taky některá tlačítka pro ovládání jeřábu. Nahoře na konstrukci jeřábu jsou snímače polohy a při najetí jezdce jeřábu se tyto snímače rozsvítí žlutě. Na jezdcu jeřábu je umístěn snímač horní polohy magnetu. Najede-li magnet do horní polohy, snímač se rozsvítí červeně, jinak svítí zelenou barvou. Na panelu s tlačítky vpravo dole jsou tlačítka „start“ (zelené) a „stop“ (červené), je-li jeřáb zapnutý, svítí tlačítko „start“, a je-li jeřáb vypnutý, svítí tlačítko „stop“. Dále jsou zde dva motory, spodní motor slouží pro navijení magnetu a horní motor je k posuvu jezdce jeřábu. Po kliknutí na motor se zobrazí okno, kde lze jednotlivý motor ovládat. Po stisknutí tlačítka „Zpět“ se dostaneme do hlavní nabídky a po stisknutí tlačítka „Nápověda“ se zobrazí nápověda k tomuto oknu.



Obr. 5.21 – Ovládání motoru pro navíjení magnetu

Tato obrazovka slouží k ovládání motoru pro navíjení magnetu. Aby bylo možno motor ovládat, musí být nastaveno ruční ovládání. Stisknutím tlačítka „Nahoru“ nebo „Dolu“ se začne magnet pohybovat v daném směru a zeleně se rozsvítí kontrolka vedle tlačítka. Tlačítkem „Stop“ se motor zastaví. Tlačítkem „Zpět“ se dostaneme zpět na okno „Vizualizace jeřábu“.

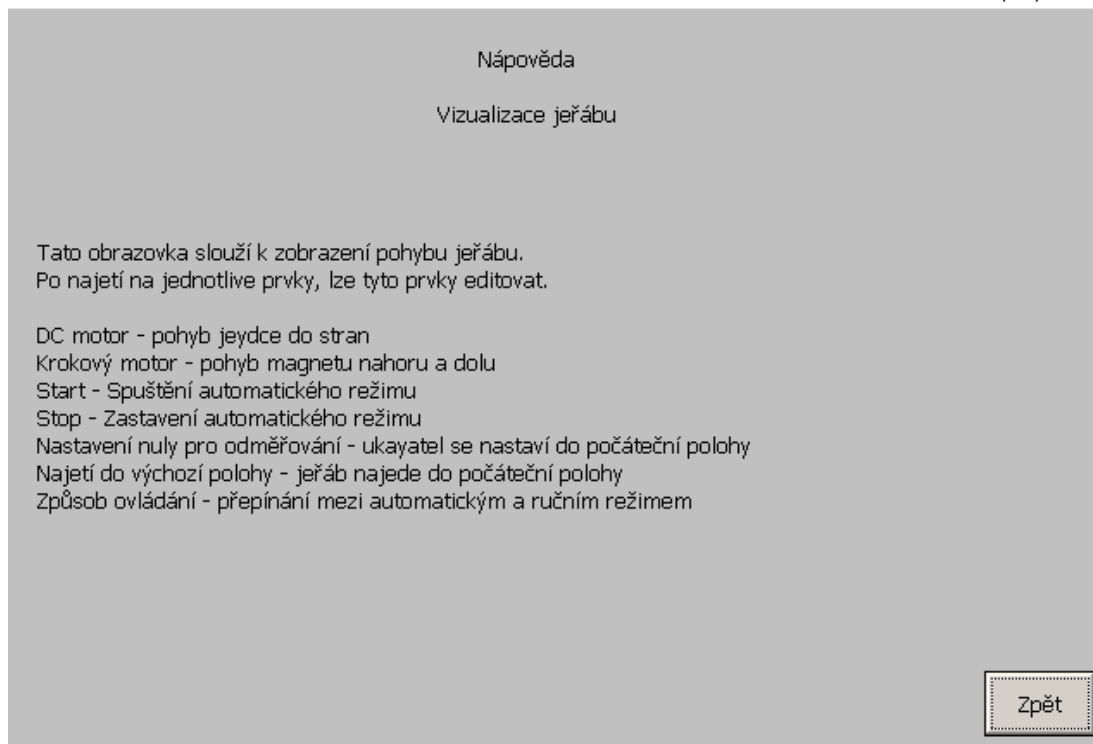


Obr. 5.22 – Ovládání motoru pro posuv jezdce

Tato obrazovka slouží k ovládání motoru pro posuv jezdce. Aby bylo možno motor ovládat, musí být nastaveno ruční ovládání. Stisknutím tlačítka „Vlevo“ nebo „Vpravo“ se začne magnet pohybovat v daném směru a zeleně se rozsvítí kontrolka vedle tlačítka. Tlačítkem „Stop“ se motor zastaví. Při posuvu jezde v daném směru se bude pohybovat i magnet a to proto, aby nedošlo k najetí magnetu do koncové polohy. Tlačítkem „Zpět“ se dostaneme zpět na okno „Vizualizace jeřábu“.

Nápověda k obrazovce Vizualizace jeřábu

10:07:19 PM
5/23/2008



Obr. 5.23 – Nápověda k obrazovce Vizualizace jeřábu

Tato obrazovka je nápověda k oknu „Vizualizace jeřábu“. Po stisknutí tlačítka „Zpět“ se vrátíme do okna pro vizualizaci jeřábu.

Další nabídka v nabídce menu je „Počítadlo cyklů“.

Počítadlo cyklů 5:19:04 PM
5/23/2008

Denní počítadlo	<input type="text" value="538"/>
	<input type="button" value="Reset počítadla"/>
Celkové počítadlo	<input type="text" value="10856"/>
	<input type="button" value="Reset počítadla"/>

Obr. 5.24 – Počítadla cyklů

Na této obrazovce jsou počítadla cyklů, která počítají počet přenesených plechovek. Jsou zde dvě počítadla a to denní a celkové. Denní počítadlo slouží k počítání přenesených plechovek za jeden den (za jednu směnu) a celkové počítadlo slouží k počítání plechovek, např. celkový počet kusů pro zakázku. Obě počítadla jdou vynulovat pomocí tlačítka „Reset počítadla“. Po stisknutí tlačítka „Zpět“ se dostaneme do hlavního menu.

Předposlední nabídka v hlavním menu je „Zobrazení poruch“.

Poruchy 5:22:22 PM
5/23/2008

Time	Date	Status	Text
Err 5:21:34 PM	5/23/2008	C	Porucha jeřábu

Obr. 5.25 – Poruchy

Najede-li jezdec jeřábu na krajní koncový spínač, najede-li magnet do horní polohy, nebo dojde-li ke stisknutí tlačítka stop, nebo emergency stop, zareaguje bezpečnostní okruh jeřábu a odpojí prvky jeřábu od napájecího napětí a jeřáb se vypne a v okně „Poruchy“ se zobrazí hlášení „Porucha jeřábu“. Po odstranění této poruchy, lze jeřáb opětovně zapnout a v okně se objeví hlášení „Jeřáb v provozu“.

Poslední nabídkou v nabídce menu je „Ukončení Runtime“. Po stisku tohoto tlačítka se ukončí cyklus a dojde k zavření okna Runtime.

6. ZÁVĚR

Cílem této práce bylo vytvořit návrh celkového řídicího systému průmyslového procesu pomocí komunikace PROFINET a PROFIBUS. Tento řídicí systém je uveden na modelu jeřábu a skládá se ze dvou stanic vybavených PLC SIMATIC S7-200 a S7-300.

Proces se sestává z několika distribuovaných výrobních uzlů zastoupených třemi portálovými jeřáby. Těmto třemi stanicím je nadřazená stanice, která se skládá z centrálního PLC S7-300, na kterém běží hlavní uživatelský program. PLC řízení je navrženo, jako distribuované tzn., že u každého výrobního uzlu je periferní stanice vstupů a výstupů, tyto stanice jsou připojeny jako *slave* k centrálnímu PLC. Jako komunikační síť pro komunikaci mezi stanicemi *master* a *slave* slouží síť PROFIBUS-DP. Ovládací a vizualizační systém SCADA je implementován na PC a pro komunikaci mezi PC a stanicí *master* je použita síť PROFINET.

Stěžejní část této práce bylo nastavit komunikaci mezi stanicemi S7-200 (*slave*) a S7-300 (*master*). Tuto komunikaci jsem nastavoval v prostředí STEP 7 – Micro/WIN a po menších problémech se mi ji podařilo nastavit. Dále jsem musel napsat program pro jeřáb, který má přenášet plechovky a to buď v automatickém provozu, nebo v ručním provozu. Tento program jsem psal v prostředí STEP 7 Simatic Manager. Vizualizaci jeřábu jsem dělal pomocí systému WinCC SCADA. Tomuto systému bych vytknul jednu věc, a to neschopnost pohybu vizualizační komponenty ve dvou osách najednou, což je u vizualizace jeřábu, který se může zároveň pohybovat jak v ose x, tak v ose y, dost důležitou věcí. I tento problém se mi však podařilo vyřešit a vizualizace jeřábu se pohybuje v obou směrech najednou.

Tato úloha se mi zdála v některých ohledech náročná, ale velice zajímavá a dost jsem se u vytváření této práce naučil. Myslím si, že řešení vizualizace by bylo lepší pomocí systémů In Touch nebo Control Web, a to z důvodů, o kterých jsem se již zmínil výše.

7. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] PROFINET *System description*. Systémový manuál firmy SIEMENS. 10/2006, A5E00298288-03
- [2] SIMATIC S7-200 *Programmable controller*. Systémový manuál firmy SIEMENS. 06/2004, A5E00307987-01
- [3] PROFIBUS - *Technologický přehled*. [online]. 03/2001 [cit. 17.04.2008] Dostupné z: <<http://www.profibus.sk/>>
- [4] *Průmyslový Ethernet VII – Přehled současných standardů* [online]. 2008 [cit. 01.05.2008] Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=36694>
- [5] PROFINET – *Standard pro průmyslový Ethernet v automatizaci*. [online]. 04/2005 [cit. 03.03.2008] Dostupné z: <http://www1.siemens.cz/ad/current/layers/data/downloads/c012kom/gSIMNet/downloads/Brozura_PROFINET_cz.pdf?PHPSESSID=69474f1b68e683699ecde3793f2b0415>
- [6] Průmyslové sítě – PROFIBUS. [cit. 04.03.2008] Dostupné z: <http://e-automatizace.vsb.cz/ebooks/ridici_systemy_akeni_cleny/S_Profibus.html#Nahoru>

PŘÍLOHA A

Označení signálu	Význam signálu
Model On	Model je zapnutý
K1	Digitální snímač polohy č. 1
K2	Digitální snímač polohy č. 2
K3	Digitální snímač polohy č. 3
K4	Digitální snímač polohy č. 4
K5	Digitální snímač polohy č. 5
K Up	Magnet v horní poloze
K Down	Impulzy = magnet v pohybu, neměnný signál = magnet stojí
POT	Analogový údaj o poloze (0 V – 10 V)
Magnet	Ovládání magnetu
Stepper2_En	Aktivace krokového motoru 2
Stepper2_Dir	Směr krokového motoru 2
Stepper2_Spd	Kroky krokového motoru 2 – 1 puls = 1 krok
DCMotor_Dir	Směr stejnosměrného motoru
DCMotor_Spd	Rychlost stejnosměrného motoru (0 V – 10 V)

Tab. A - Přehled použitých signálů jeřábu

PŘÍLOHA B

Touto přílohou je CD, které je vloženo v deskách diplomové práce.