



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta elektrotechnická
Katedra elektrotechnologie**

Vytvoření automatizovaného pracoviště se vzdáleným přístupem

Creation of an automated workplace with remote access

Bakalářská práce

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Studijní obor: Aplikovaná elektrotechnika

Vedoucí práce: Ing. Martin Kozák

Tereza Jeřábková

Praha 2020

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Jeřábková** Jméno: **Tereza** Osobní číslo: **468783**
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**
Zadávací katedra/ústav: **Katedra elektrotechnologie**
Studijní program: **Elektrotechnika, energetika a management**
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Vytvoření automatizovaného pracoviště se vzdáleným přístupem

Název bakalářské práce anglicky:

Creation an automated workplace with remote access

Pokyny pro vypracování:

1. Seznamte se s programovacím prostředím TIA portal.
2. Seznamte se s podporovanými typy programovacích jazyků Simatic PLC.
3. Připravte modelové automatizované pracoviště složené z PLC, HMI panelu, pohonu, IP kamery a LTE routeru.
4. Naprogramujte sestavu, aby sloužila jako univerzální ukázkové demo s automatickým a manuálním módem pro vzorové pracoviště se vzdáleným přístupem.

Seznam doporučené literatury:

1. Programming Guideline for S7-1200/S7-1500 (81318674), Norimberk, 2017.
2. Industrial Remote Communication Remote Networks SCALANCE M-800 (C79000-G8976-C409-06). Norimberk, 2019.
3. SINAMICS V90, SIMOTICS S-1FL6 (A5E37208830-006). Erlangen, 2018.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Martin Kozák, katedra elektrických pohonů a trakce FEL

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **11.02.2020**

Termín odevzdání bakalářské práce: **22.05.2020**

Platnost zadání bakalářské práce: **30.09.2021**

Ing. Martin Kozák
podpis vedoucí(ho) práce

podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Mgr. Petr Páta, Ph.D.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Studentka bere na vědomí, že je povinna vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studentky

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.“

V Praze dne 21. května 2020

.....

Tereza Jeřábková

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu práce Ing. Martinu Kozákovi, který mi poskytl námět této bakalářské práce a zároveň odborný dohled. Především děkuji za ochotné poskytnutí cenných rad a připomínek. Další poděkování patří také firmě Siemens, s.r.o. za poskytnutí zázemí a všech potřebných komponent k vytvoření této bakalářské práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá vytvořením automatizovaného pracoviště se vzdáleným přístupem. Úvodní část práce je věnována základům automatizace, programovacím jazykům PLC a představení portfolia řídicích systémů firmy Siemens. V druhé části této práce jsou představeny jednotlivé komponenty vytvářeného pracoviště a jejich konfigurace. Pro ukázkovou demo sestavu s pohonem byl napsán program pro PLC a vytvořeno uživatelské prostředí pro HMI panel, pomocí kterého se celý technologický proces ovládá a monitoruje.

Klíčová slova

PLC, HMI, LTE router, TIA Portal, automatizace, vzdálená správa

Abstract

This bachelor thesis focuses on the creation of an automated workplace with remote access. The introductory part of the work is devoted to the basics of automation, PLC programming languages and introduction to the portfolio of control systems from Siemens. The second part of this work presents the individual components of the created workplace and their configuration. A program for the PLC was written for a sample demo set with a drive and a user environment for the HMI panel was created, through which the entire technological process is controlled and monitored.

Key words

PLC, HMI, LTE router, TIA Portal, automation, remote access

Obsah

Úvod.....	8
1 Základy automatizace.....	9
1.1 Úvod do automatizace.....	9
1.2 PLC – Programovatelné logické automaty	9
1.2.1 Logické řízení.....	9
1.2.2 Použití a struktura	10
2 Programovací jazyky a tvorba uživatelského programu	11
2.1 LAD – Ladder Logic.....	12
2.2 FBD – Function Block Diagram	13
2.3 STL – Statement List	14
2.4 Ostatní	14
3 Typy Siemens PLC kontrolérů.....	14
3.1 Portfolio současných řídicích systémů SIMATIC	15
3.1.1 Základní řídicí systémy	15
3.1.2 Pokročilé řídicí systémy.....	16
3.1.3 Distribuované řídicí systémy.....	16
3.1.4 Softwarové řídicí systémy.....	17
4 Části demo sestavy.....	18
4.1 TIA Portal.....	18
4.2 Simatic S7-1500.....	20
4.2.1 Konfigurace.....	21
4.3 HMI panel	22
4.3.1 Konfigurace.....	22
4.4 Scalance M.....	27
4.4.1 Konfigurace.....	27
4.5 Napěťový zdroj	32
4.6 IP kamera	32
4.7 Pohon SINAMICS V90 a motor SIMOTICS S-1FL6	33
4.7.1 Konfigurace v SINAMICS V-ASSISTANT.....	33
4.7.2 Implementace pohonu a vytvoření Technologického objektu v TIA Portal	35
5 Závěr	36
6 Seznam obrázků	37
7 Zdroje.....	38
Přílohy	40

Úvod

Cílem této bakalářské práce je vytvoření automatizovaného pracoviště se vzdáleným přístupem pro potřeby zaměstnanců oddělení FA AS firmy Siemens, které umožní vzdálené testování a diagnostiku. Teoretická příprava bude rozdělena na základy automatizace, programovací jazyky a tvorbu uživatelského programu a typy Siemens PLC kontrolérů. Tyto kapitoly tak budou především přehledným úvodem k programovatelným logickým automatům firmy Siemens, který postupuje od úplných základů. Umožní proto dostatečné porozumění problematice a následnou bezproblémovou práci s tímto zařízením. Praktická část této práce bude zaměřena na samotné sestavení pracoviště, konfiguraci jednotlivých komponent a dokumentaci celého procesu. Posledním krokem bude naprogramování sestavy, aby sloužila jako univerzální ukázkové pracoviště se vzdáleným přístupem.

Práce bude náhledem do rozlehlého odvětví automatizace, které se v současné době pořád ještě rozvíjí. Jedním z důvodů, proč je automatizace stále aktuální téma, je neustálá poptávka po zefektivnění procesů, tedy úspoře času a peněz. Automatizace také mimo jiné umožňuje zvýšení bezpečnosti a nahrazení lidské síly nutné pro vykonávání fyzicky náročných nebo monotónních úkonů. Nynější trendy v automatizaci jsou spojené s konceptem průmyslu 4.0 (tzv. čtvrtá průmyslová revoluce). V budoucnu bude bezpochyby zajímavé sledovat vliv průmyslu 4.0 nejen na automatizaci, ale také například na trh práce, vzdělávací systém a další socioekonomické oblasti.

1 Základy automatizace

1.1 Úvod do automatizace

Přestože automatizace, tak jak ji známe dnes, se začala vyvíjet ve 20. století díky vynálezu relé, známky prvních pokusů o automatizaci se datují do starověku. Již Heron Alexandrijský¹ ve svém spise „O automatech“ popisuje několik automatických zařízení, jako například dveře chrámu, které se pomocí páry samočinně otvíraly, pohyblivé loutky nebo olejová lampa, do které se automaticky doléval olej. [2] Snaha automatizovat namáhavé nebo také například jednotvárné úkony je s lidstvem tedy od nepaměti.

Ovšem s průmyslovou revolucí, kdy došlo k významným změnám hospodářských sektorů, automatizace získala novou roli, a to zvyšování produktivity práce. Velkým posunem v oblasti automatizace byla již zmíněná reléová automatizace, a především nástup počítačů. Počítače se vyvíjely velmi dynamicky a podobu mezi prvními počítači a tím, co si pod tímto pojmem představujeme dnes, lze hledat jen těžko. Od prvních počítačů založených na elektronkách a tranzistorech, přes počítače s integrovanými obvody jsme se dostali k počítačům s mikroprocesory. Ty umožnily signifikantně zmenšit rozměry zařízení, zvýšit rychlost zpracování instrukcí nebo kupříkladu výrazně zvýšit kapacitu paměti. S postupným snížením ceny a zdokonalením výrobní technologie jsme dospěli do nynějšího stavu, kdy počítače ve všech možných podobách jsou neodmyslitelným prvkem nejen automatizace, ale také každodenního života. [5]

1.2 PLC – Programovatelné logické automaty

1.2.1 Logické řízení

Nedílnou součástí automatizace je logické řízení. Základem logického řízení je Booleova algebra, která pracuje s dvouhodnotovými veličinami, proto se logické řízení někdy označuje jako dvouhodnotové řízení. Logické řízení prošlo, podobně jako všechna odvětví technologie, poměrně dynamickým vývojem. Od původní realizace logických úloh pomocí relé, stykačů a koncových spínačů, přes TTL² obvody, až po programovatelné mikroprocesory. A právě zástupcem těchto zařízení je programovatelný logický automat (tj. PLC – Programmable Logical Controller). [1]

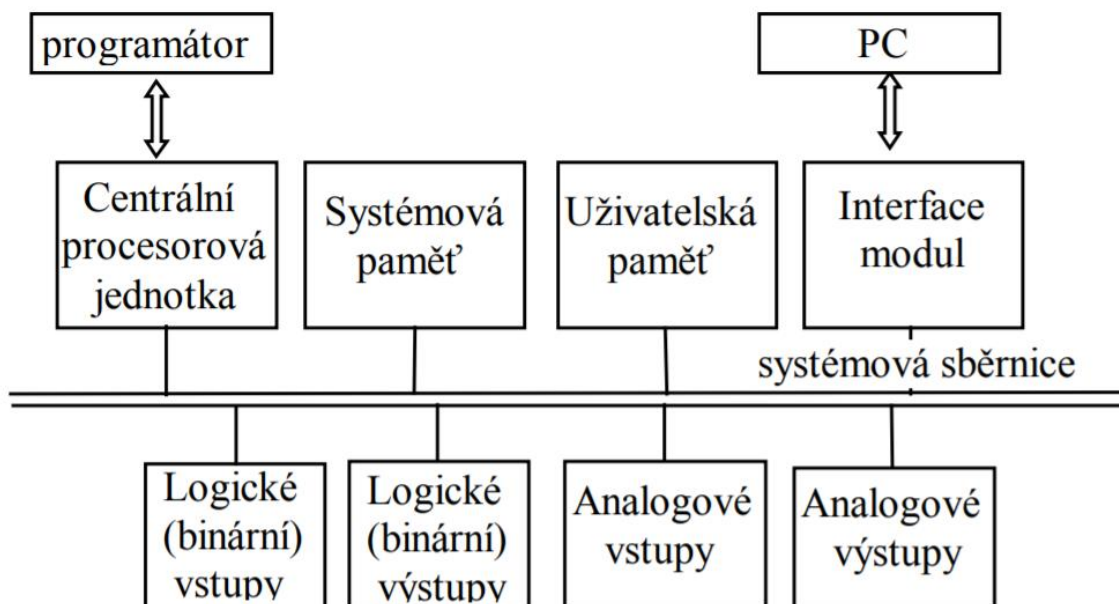
¹ Heron Alexandrijský (10–70 n. l.) – nejvýznamnější fyzik alexandrijského období

² TTL – tranzistorově-tranzistorová logika

1.2.2 Použití a struktura

Programovatelné logické automaty umožňují řízení technologických a průmyslových procesů. Možnosti těchto automatů se postupně tak rozšiřovaly, že v dnešní době se s jejich využitím můžeme setkat v mnoha různých oborech. Proto vzhledem k univerzálnosti použití programovatelných automatů je velmi obtížné blíže specifikovat oblasti jejich aplikace. Lze ale poznamenat, že na počátku rozvoje PLC systémů byl hlavním polem využití průmysl automobilový nebo například kosmonautika. [3]

Struktura jednotlivých programovatelných automatů se liší dle použití tak, aby co nejlépe splňovala zadanou úlohu, ovšem základní schéma zobrazuje Obrázek 1.



Obrázek 1 Schéma programovatelného logického automatu [3].

Ústřední částí PLC je centrální procesorová jednotka, tj. CPU – Central Processing Unit. CPU zajišťuje především realizaci programu, datovou výměnu mezi programem, systémem a paměťmi, zpracování přerušení a komunikaci s programátorem přes uživatelské rozhraní. Centrální procesorová jednotka poskytuje uživateli systémovou a uživatelskou paměť. Systémová paměť obsahuje čítače, časovače, registry a různé systémové proměnné, zatímco ta uživatelská slouží pro uložení PLC programu.

Další důležitou částí jsou vstupy a výstupy, ty mohou být buď binární, nebo analogové. Binární vstupy převádí signály z tlačítek, přepínačů a jiných dvoustavových snímačů hodnot na interní signály zpracovávané v PLC. Binární výstupy převádí výsledný signál vzniklý zpracováním

logických operací v programu na signál ovládající vnější technologie (např. relé, stykače, signálky nebo pneumatické a hydraulické převodníky). Analogové vstupy a výstupy umožňují práci se spojitými veličinami. Analogový vstup může například zpracovávat signál z teplotního nebo tlakového čidla a analogový výstup převádí digitální signál na signál analogový, který umožňuje například řízení rychlosti servopohonů³ a frekvenčních měničů. Systémová sběrnice zajišťuje propojení funkčních bloků a přenos dat mezi nimi. [3][4]

PLC může být modulární, tzn. skládá se z několika modulů sestavených do jednoho celku, nebo kompaktní, kdy se vše nachází v jednom jediném modulu.

2 Programovací jazyky a tvorba uživatelského programu

Jednotliví výrobci k programování PLC používají programovací jazyky, které si jsou sice navzájem velmi podobné, avšak ne zcela, a co je důležitější, není možná přenositelnost programů mezi programovatelnými automaty různých výrobců. Vzhledem k použitému PLC v této práci budou představeny pouze programovací jazyky pro PLC od firmy Siemens, a to LAD, FBD a STL. Výběr programovacího jazyka záleží na aplikaci, softwarovém vybavení pracoviště a také například na schopnostech a preferencích programátora.

Program pro centrální procesorovou jednotku je tvořen jednak operačním systémem a pak také uživatelským programem. Při tvorbě uživatelského programu se instrukce řadí do několika typů bloků kódu, kterými jsou organizační blok (OB), funkční blok (FB) a funkce (FC). Organizační blok reaguje na specifickou událost v CPU a může přerušit běh uživatelského programu. Základem programu je hlavní programovací blok (OB1) a jeho cyklické provádění. V programu mohou být ale další organizační bloky, které přerušují OB1 a vykonávají specifické funkce jako například úlohy při spouštění, přerušení a chybách. Funkční blok je podprogram, který je prováděn po zavolání jiným blokem kódu (OB, FB nebo FC). Volající blok jednak předá parametry funkčnímu bloku a zároveň určí specifický data blok (DB), který uchovává data pro toto konkrétní zavolání FB. Oproti tomu funkce je také podprogram, jenž je volán jiným blokem (OB, FB nebo FC), ale funkce neukládají data, tudíž nemají žádný přiřazený data blok, pouze data zpracují a předají výstupní hodnotu. Zmíněný data blok lze také v programu vytvořit pro správu proměnných, která je s data bloky o poznání přehlednější. [6]

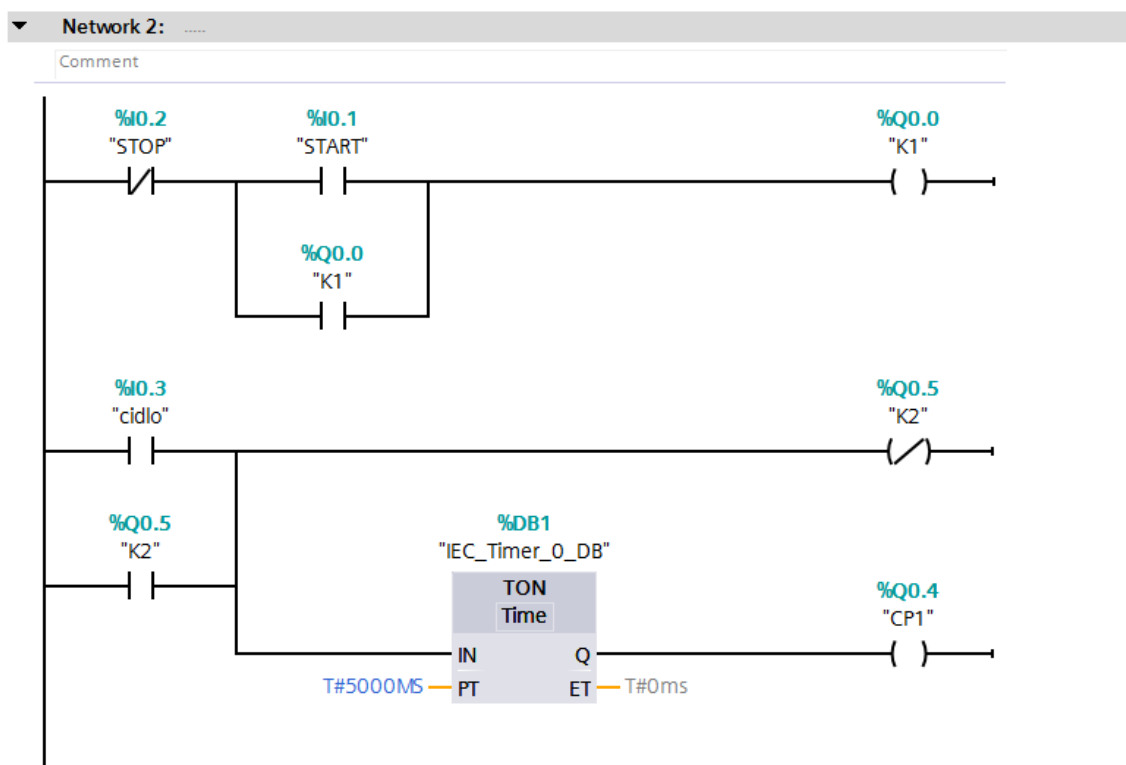
Vytvářený program může mít strukturu lineární nebo modulární, přičemž zvolená struktura záleží na požadavcích pro danou aplikaci. Lineární program vykonává instrukce jednu po druhé

³ Servopohon – pohon, který umožňuje nastavit přesnou polohu natočení osy (tj. slouží k řízení polohy)

a je pro něj typické, že se všechny nachází v jednom hlavním organizačním bloku určenému k cyklickému provádění. Modulární program volá k provádění specifických úkonů příslušný blok kódu. Komplikovaná automatizační úloha se tedy rozdělí do několika menších úloh, kterým odpovídají segmenty programu. [6]

2.1 LAD – Ladder Logic

Žebříčkový digram neboli LAD je graficky orientovaný jazyk, založený na konceptu liniových schémata elektrického zapojení běžně používaných v elektrotechnice. V čemž také spočívá pravděpodobně jeho největší výhoda, a to intuitivnost. Pro jazyk LAD je typické, že se skládá ze dvou svislých sběrnic, které jsou propojené vodorovnými větvemi obvodu.



Obrázek 2 Příklad žebříčkového diagramu.

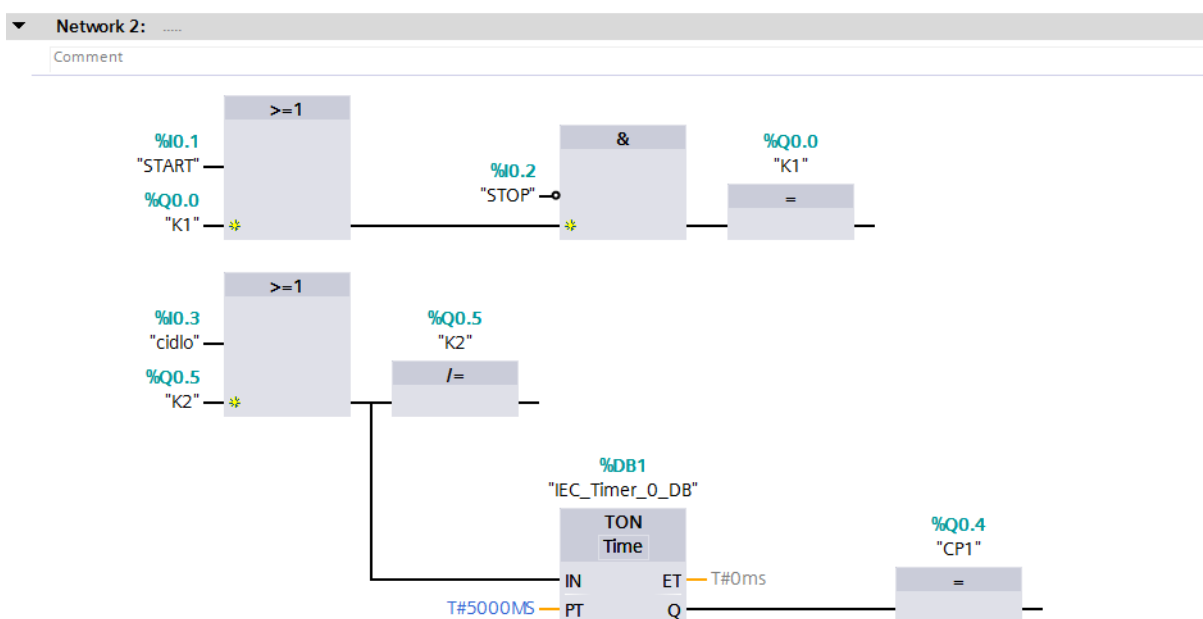
Základními programovými elementy jsou kontakty, cívky, Q bloky (bloky s výstupem Q), bloky s EN vstupem a ENO výstupem a bloky volání. Obrázek 2 ilustruje vzhled programovacího jazyka LAD v TIA Portalu.

V programovacím jazyku LAD lze kontakty realizovat kromě klasických spínacích (NO – Normally Open) a rozpínacích (NC – Normally Closed), také pomocí kontaktů reagujících na vzestupnou, nebo sestupnou hranu, popřípadě je možné použít kontakty s porovnávací funkcí. Princip jednoduché cívky v jazyku LAD spočívá v nastavování dané binární proměnné podle toho, zda cívkou teče proud, nebo ne. Podobně jako v případě kontaktů jazyk nabízí cívky

se speciálními funkcemi, jako například negující cívky nebo ovládání funkcí časovače a čítače. Q bloky realizují jednodušší funkce a mohou mít několik vstupů i výstupů. Příkladem takových funkcí jsou funkce čítače a časovače nebo paměťové funkce. Zpracování funkce bloků se vstupem EN je ovládáno přivedením signálu právě na vstup EN, přičemž výstup ENO signalizuje bezchybné provedení funkce. Máme-li zmínit některá použití tohoto programového elementu, lze uvést matematické funkce nebo funkce pro změnu datového typu. Bloky volání reprezentují volaný blok se všemi jeho vstupními a výstupními parametry. Po zpracování volaného bloku se pokračuje funkcí následující po bloku volání. [6]

2.2 FBD – Function Block Diagram

Diagram funkčních bloků je stejně jako jazyk LAD graficky orientovaný, TIA Portal navíc umožňuje jazyk vytvořeného programu mezi LAD a FBD volně přepínat. Základními elementy jsou podobně jako u LAD binární funkce, standardní bloky, Q bloky, bloky s EN vstupem a ENO výstupem a bloky volání. Rozdíl grafického znázornění funkcí v FBD oproti LAD je dobře viditelný na Obrázku 3, kde je znázorněna funkce stejná jako na Obrázku 2.



Obrázek 3 Příklad diagramu funkčních bloků.

Binární funkce jsou realizovány pomocí bloků AND, OR, XOR, negace nebo například bloky reagující na sestupnou nebo vzestupnou hranu. Příkladem funkcí standardních bloků je přiřazení, negace přiřazení, funkce časovače a čítače. Q bloky mají binární výstup Q a pomocí nich se realizují paměťové funkce, funkce čítače a časovače a vyhodnocení náběžné nebo sestupné hrany. Bloky se vstupem EN a výstupem ENO může provádět například funkce logické, aritmetické, matematické nebo funkce posunující (shift functions). [6]

2.3 STL – Statement List

Statement List je na rozdíl od LAD a FBD, kde instrukce byly reprezentovány graficky bloky, založen na textových instrukcích. Výhodou STL je tedy možnost realizace složitějších funkcí, které nejsou proveditelné pomocí FBD a LAD. Na druhou stranu tento jazyk již vyžaduje určité programátorské schopnosti. STL program se skládá z po sobě jdoucích STL instrukcí, které tvoří návěstí (jump label), operace, operand a případně i komentář. [6]

Network 1:			
Comment			
1	//Funkce AND		
2	A	"START"	%I0.1
3	A	"cidlo"	%I0.3
4	=	"stav3_nabuzeno"	%Q1.0
5	//Funkce OR		
6	O	"STOP"	%I0.2
7	O	"cidlo"	%I0.3
8	S	"K1"	%Q0.0
9			
10			

Obrázek 4 Příklad jazyka STL.

2.4 Ostatní

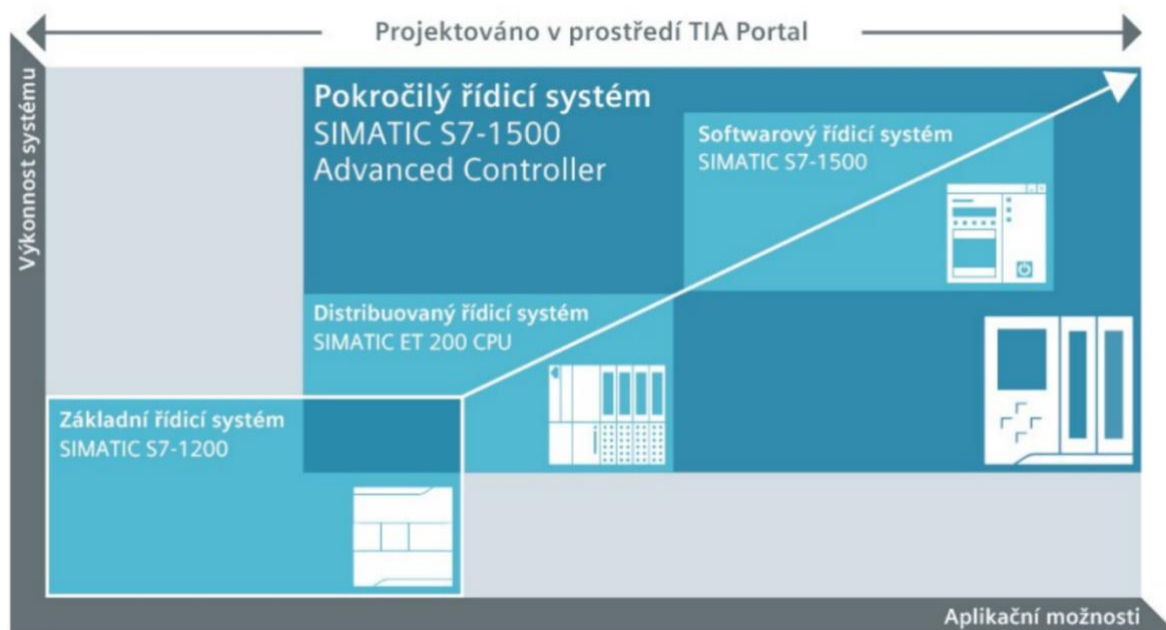
Siemens disponuje ještě dalšími PLC programovacími jazyky, a těmi jsou SCL – Structured Control Language a GRAPH – S7-GRAPH Sequential Control. Přičemž SCL je stejně jako STL založen na textových instrukcích a používá se především tam, kde je důležitá práce s daty. Programovací jazyk GRAPH je vhodný pro sekvenční programování, kdy se na následující krok přejde až po vykonání předchozího, a umožňuje podrobný a přehledný popis časových sekvencí chodu programu.

3 Typy Siemens PLC kontrolérů

V oblasti automatizace nabízí Siemens řídicí systémy SIMATIC. Od registrace této obchodní značky společností Siemens 2. dubna 1958 prošla tato řada produktů velkým vývojem. Prvním produktem byl řídicí obvod s germaniovými tranzistory SIMATIC G představený na strojírenském veletrhu v Paříži v roce 1958. Velkým zlomem byla třetí generace systému SIMATIC S3, která přinesla první programovatelný automat, a tedy i dosud nevídaně vysoký výpočetní výkon. Postupem času Siemens přichází s inženýrským softwarem pro zefektivnění tvorby a úpravy programů, zavedením grafického displeje, komunikačním standardem ProfiBus a ProfiNet nebo například panely HMI. Současná generace SIMATIC S7 nabízí základní, pokročilé, distribuované a softwarové řídicí jednotky. [7]

3.1 Portfolio současných řídicích systémů SIMATIC

Při volbě PLC pro danou automatizační úlohu je nutné zvážit velké množství faktorů. Základním parametrem je komplexnost zadané úlohy, dále je nutné zvážit nároky na výkon, možnosti propojení nebo kupříkladu prostorové možnosti zapojení. Proto výrobce nabízí několik variant řídicích systémů tak, aby vyhověly co možná nejvíce aplikacím. Základní návod pro výběr dobře ilustruje Obrázek 5.



Obrázek 5 Spektrum řídicích systémů SIMATIC podle aplikačních možností a výkonnosti [8].

3.1.1 Základní řídicí systémy

Pro automatizační úlohy malého až středně velkého rozsahu je určen SIMATIC S7-1200. Standardní modul je dostupný v pěti variantách, které se od sebe liší podle vybrané CPU ve velikosti paměti, počtu integrovaných vstupů a výstupů, počtu ethernetových portů, počtu čítačů a také v možnostech rozšíření. Zařízení S7-1200 je možné pořídit také ve verzi fail-safe a SIPLUS. SIPLUS S7-1200 je určen do náročnějších provozních podmínek jako jsou velmi nízké, nebo naopak vysoké teploty, vlhkost a obecně prostředí, která vyžadují vyšší mechanickou odolnost zařízení. Struktura fail-safe zařízení je založena na redundantních procesorech a pamětech, přičemž tato struktura je kontrolována dohlížecím systémem (watchdog). Fail-safe zařízení má zvýšenou funkční bezpečnost a zabezpečení proti úmyslnému útoku a je schopné, pokud nastane chyba, přejít do bezpečného stavu, kdy jsou výstupy uvedeny do předem definovaných stavů. [9] [18]

Pokud to aplikace vyžaduje, je možné systém SIMATIC S7-1200 rozšířit o přídavné signální moduly pro vstupy a výstupy, a to digitální i analogové, komunikační moduly pro možnost

komunikace přes různá rozhraní a technologické moduly, které umožňují specifické funkce jako například monitorování provozních stavů. [9]

3.1.2 Pokročilé řídicí systémy

Pokročilý řídicí systém SIMATIC S7-1500 je určen pro komplexní aplikace, jako je řízení výrobních procesů, a aplikační úlohy vyžadující rychlou odezvu systému a rychlé zpracování instrukce v procesoru. Do této skupiny patří také SIMATIC S7-300 a SIMATIC S7-400, což jsou pokročilé řídicí systémy předchozí generace, které jsou v současné době postupně nahrazovány systémy S7-1500, neboť tato nová architektura lépe umožňuje vyhovět současným požadavkům na manipulaci a výkon. [10] [11]

Podobně jako u S7-1200 lze podle dané aplikace vybrat procesorovou jednotku odpovídající výkonnostní třídy. Standardní moduly SIMATIC S7-1500, které jsou dostupné také ve fail-safe verzi, se tedy liší především ve velikosti paměti, rychlosti zpracování bitů v procesoru, počtu portů pro komunikaci po síti ProfiNet a možnostech propojení. V nabídce jsou také procesorové jednotky verze SIPLUS do náročných provozních podmínek, Compact s integrovanými vstupy a výstupy, Technology verze zaměřená zejména na speciální řízení elektrických pohonů, MFP-CPU (tj. Multifunctional platform CPU) umožňující použití programů napsaných v jazycích C nebo C++ a nakonec high-availability CPU. [12]

Řídicí systém mohou také tvořit signální moduly pro vstupy a výstupy, technologické moduly pro rychlé čítání a měření a také komunikační moduly, které rozšiřují komunikační možnosti systému. [8]

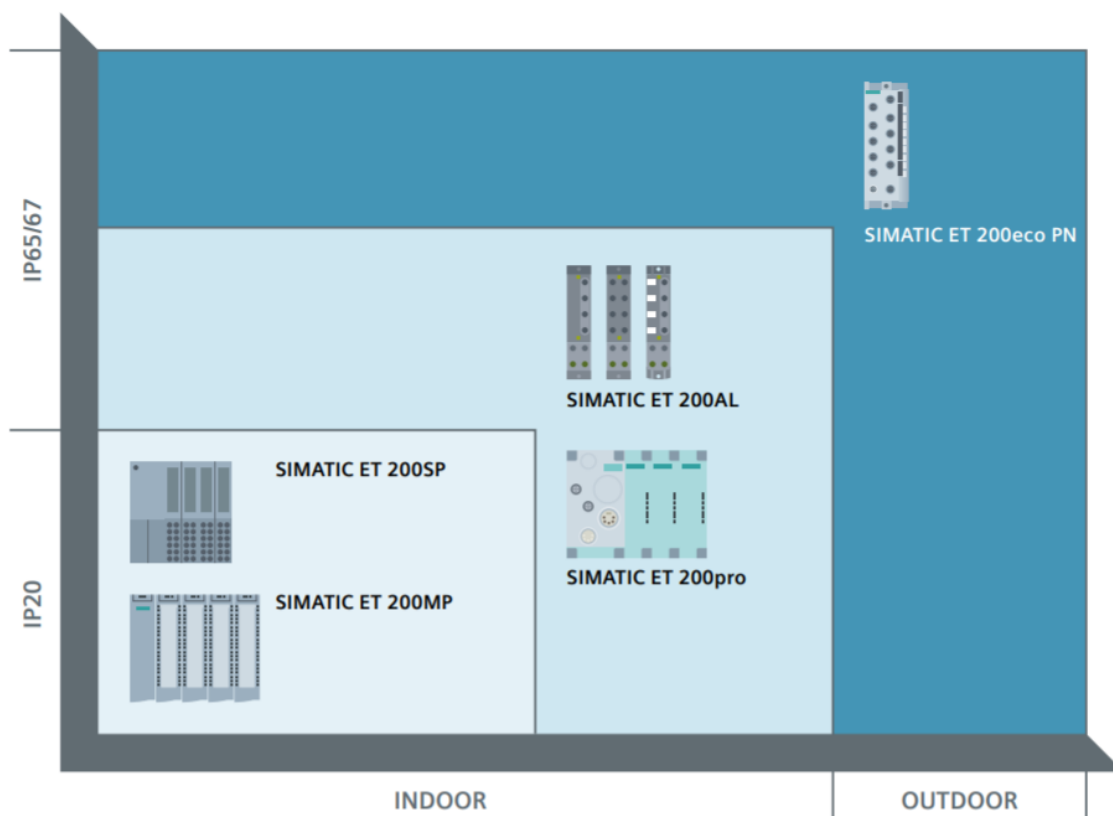
3.1.3 Distribuované řídicí systémy

Distribuované řídicí systémy se oproti centralizovanému řízení liší v tom, že mají několik řídicích počítačů, které jsou propojeny sběrnici. Často používanou strukturou je distribuované hierarchické řízení, kdy nad jednotlivými počítači je ještě nadřazený řídicí počítač. Výhodou distribuovaného systému je například to, že porucha na jedné distribuované jednotce nezpůsobí výpadek celého výrobního procesu. [14]

Společnost Siemens nabízí distribuované řídicí jednotky řady SIMATIC ET 200. Tyto jednotky jsou tedy vhodné pro technologické systémy s distribuovanou architekturou a pro aplikace s omezenými prostorovými možnostmi. Jednotky je možno umístit jak do rozvaděčové skříně, tak mimo ni, do bezprostřední blízkosti stroje nebo do náročnějšího prostředí. Pro umístění v rozvaděči je vhodný SIMATIC ET 200MP a SIMATIC ET 200SP, které mají stupeň krytí IP20. SIMATIC ET 200SP kombinuje SIMATIC S7-1500, neboť procesorová jednotka

se používá stejná jako u S7-1500, a design SIMATIC ET 200. ET 200MP je možné použít jednak jako centrální systém vstupů a výstupů (I/O systém) pro SIMATIC S7-1500, ale také jako distribuovaná jednotka připojená na ProfiNet. Mimo rozvaděč se používají SIMATIC ET 200AL, ET 200pro a ET 200eco PN, jelikož mají stupeň krytí IP65/67. SIMATIC ET 200AL je I/O systém vhodný především pro aplikace zahrnující pohyb. SIMATIC ET 200pro má širokou škálu modulů, a je proto vhodným zařízením do nejrůznějších aplikací vyžadujících umístění přímo u stroje a v náročnějších podmínkách. Centrální procesorové jednotky jsou založené na procesorových jednotkách SIMATIC S7-1500. SIMATIC ET 200eco PN je robustní blok vstupů a výstupů, který je díky odolnosti vůči vibracím, prachu, oleji a vlhkosti vhodný do velmi náročných podmínek a aplikací ve venkovním prostředí. [13]

Přehled zařízení řady SIMATIC ET 200 z hlediska ochrany krytí a aplikace venkovní (outdoor) nebo uvnitř budovy (indoor) zobrazuje Obrázek 6. Zařízení této řady jsou dostupná také ve fail-safe verzi.



Obrázek 6 Přehled zařízení řady SIMATIC ET 200 [13].

3.1.4 Softwarové řídicí systémy

Siemens také nabízí řadu softwarových automatů SIMATIC S7-1500. U softwarových automatů jsou všechny funkce klasického PLC nahrány na většinou industriální PC, který

disponuje o dost větším výpočetním výkonem, než jaké jsou možnosti programovatelných automatů. Současná verze softwarových SIMATIC S7-1500 běží nezávisle na operačním systému, tedy restart nebo dokonce kolaps operačního systému neovlivní vykonávání programu softwarového automatu. Tato softwarová verze PLC se tedy využívá v těch aplikacích, jež vyžadují práci s velkým objemem dat nebo již zmíněný velký výpočetní výkon. [15]

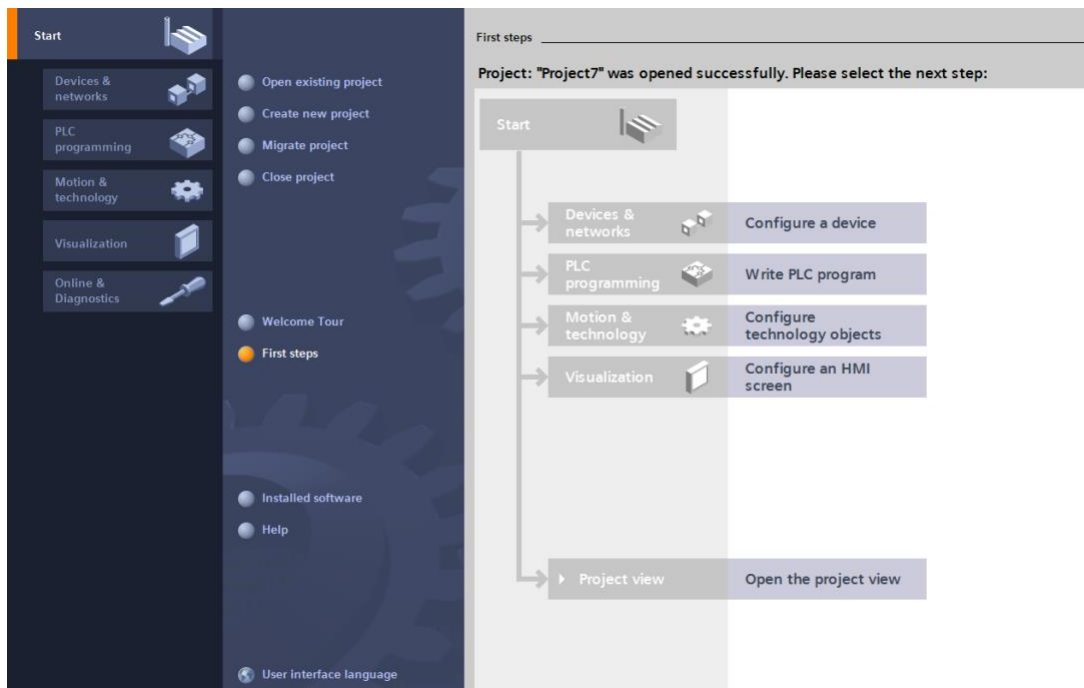
4 Části demo sestavy

Sestava vytvořená v rámci této bakalářské práce bude sloužit jako testovací a ukázková sestava se vzdáleným přístupem a primárně bude využívána zaměstnanci oddělení FA AS firmy Siemens, kterým umožní používat sestavu z domova, popřípadě od zákazníka. Samotné pracoviště se skládá z PLC, LTE routeru, HMI panelu, pohonu, IP kamery a napěťového zdroje. Všechny tyto komponenty a jejich konfigurace budou popsány v následujících kapitolách. Zároveň bude popsán softwarový nástroj TIA Portal, v kterém probíhá konfigurace většiny komponent sestavy.

4.1 TIA Portal

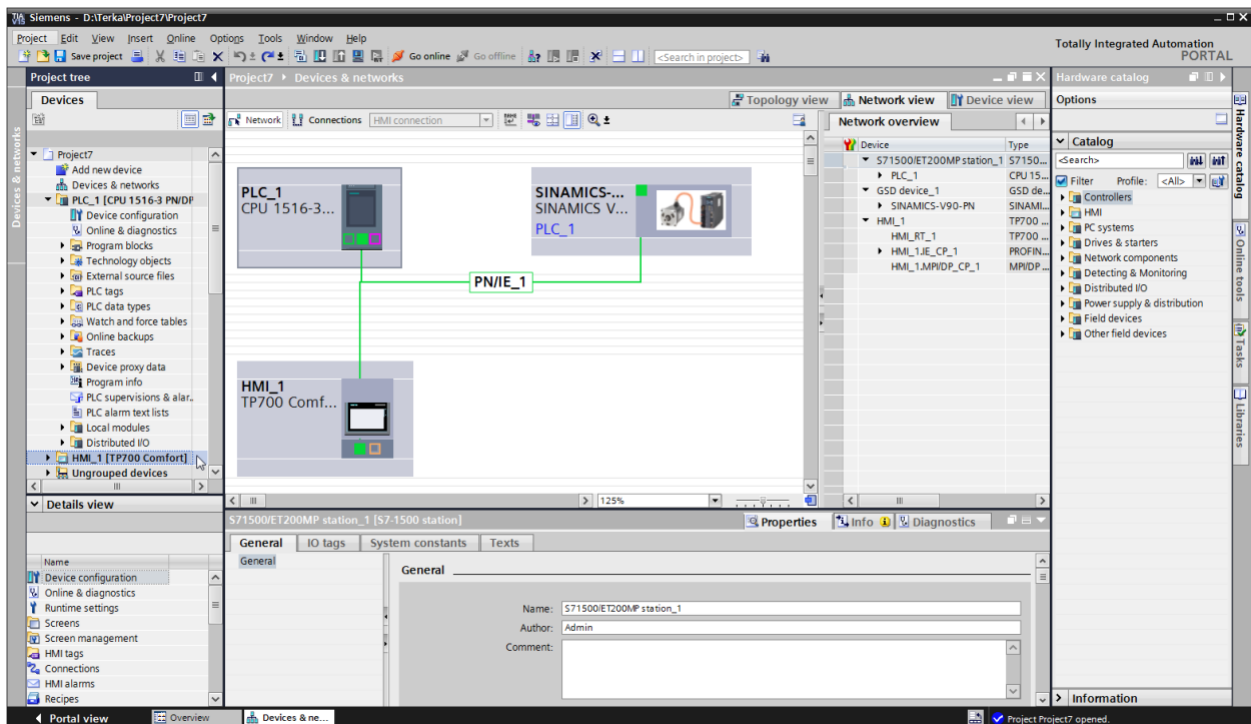
TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) je inženýrské prostředí, jehož nástroje pokrývají většinu procesu automatizace, od návrhu projektu po jeho provoz, monitorování a diagnostiku. Jak už tedy název napovídá TIA Portal integruje nejdůležitější části automatizačního projektu, tj. řídicí systémy, HMI systémy, pohony, napájecí systémy, řízení motorů a také řízení pohybu. TIA Portal disponuje několika softwarovými nástroji, pro tuto aplikaci jsou však nejdůležitější STEP 7, jenž umožňuje konfiguraci a programování PLC, a WinCC, což je vizualizační software pro HMI panely. Výhodou TIA Portalu je tedy v první řadě to, že je vše na jednom místě a prostředí nabízí poměrně velké možnosti simulace a diagnostiky. Naopak jako nevýhodu můžeme uvést fakt, že Microsoft Windows je jediný operační systém, s kterým je TIA Portal kompatibilní.

Vzhledem k tomu, jak rozsáhlý je TIA Portal a jeho možnosti, budou představeny pouze nejdůležitější prvky tohoto prostředí pro základní orientaci, zejména v kontextu této práce. Podrobnější informace lze nalézt jednak přímo v nápovědě TIA Portalu nebo například na webových stránkách Siemens Industry Support Online, kde se nachází nespočet manuálů, aplikačních příkladů, katalogů atd. V kapitole 2 již byly probrány typy bloků programu a programovací jazyky, následuje tedy popis samotného prostředí.



Obrázek 7 TIA Portal – Portal view.

Po spuštění programovacího prostředí a otevření nebo založení projektu se zobrazí úvodní obrazovka, tzv. *Portal view*, která celý projekt rozděluje do několika kroků, a to konfigurace zařízení, vytváření programu pro PLC, konfigurace technologických objektů a konfigurace HMI obrazovky. Toto rozdělení umožňuje dobrou orientaci v celém projektu, ovšem samotná tvorba a úprava jednotlivých částí projektu probíhá v záložce *Project view*.



Obrázek 8 TIA Portal – Project view.

V levé části programovacího prostředí je umístěna záložka *Project tree*, kde se nachází všechna zařízení použitá v projektu a zároveň k nim přiřazené potřebné nástroje. Jedním z prvních kroků po založení nového projektu je přidání zařízení, které lze provést několika způsoby. Prvním je přidat zařízení již v okně *Portal view* pomocí záložky *Devices & Networks*. Další možností je kliknutí na příkaz *Add new device* nacházející se v záložce *Project tree*, kdy se zobrazí dialogové okno, ve kterém se z katalogu vybere zařízení podle objednávacího čísla (*Article no.*). Pokud toto číslo neznáme, je v případě PLC možné z katalogu přidat do projektu *Unspecified CPU* a program při prvním připojení CPU specifikuje a tento údaj doplní. Přidat zařízení do projektu je také možné v záložce *Devices & networks*, což lze jednoduše provést přetáhnutím požadovaného zařízení z hardwarového katalogu nacházejícího se v pravé části obrazovky do karty *Topology view*, nebo *Network view*.

Jak ukazuje také Obrázek 8, v kartě *Network view* se zobrazuje fyzické propojení hardwaru komunikačními kabelem. Toto propojení lze jednoduše vytvořit myší, kdy se propojí označené porty jednotlivých zařízení. V kartě *Topology view* se propojení vytváří obdobně, ovšem je důležité respektovat skutečné použití portů, a to především pro isochronní komunikaci.

Co se týče orientace v programovacím prostředí, jsou také důležité karty *Properties*, *Info* a *Diagnostics* nacházející se ve spodní části obrazovky. Jejich obsah závisí na právě označeném objektu. Pro konfiguraci je obzvláště důležitá karta *Properties*, kde lze nastavit různé vlastnosti zařízení. V levém dolním rohu lze nalézt kartu *Details view*, která slouží k zobrazení obsahu záložky, aniž by bylo nutné danou záložku rozklikávat (viz Obrázek 8 a obsah záložky *HMI_1 [TP700 Comfort]*).

Poslední oblastí důležitou pro orientaci v prostředí je horní lišta standardního panelu nástrojů a pod ní se nacházející zkratkové ikony často používaných příkazů. Jde například o založení nového projektu, uložení projektu, kompilace programu, stahování programu do zařízení, spouštění a vypínání online režimu atd. Podrobně vysvětlený význam jednotlivých ikon lze nalézt v nápovědě programu.

4.2 Simatic S7-1500

Ústřední částí celého pracoviště je PLC Simatic S7-1500 s procesorovou jednotkou 1516-3 PN/DP s firmware verzí 1.8.1. Jak již bylo popsáno v kapitole 3.1.2, právě CPU udává parametry zařízení a je volena dle dané aplikace. Přehledné srovnání standardních CPU pro Simatic S7-1500 poskytuje Obrázek 9, odkud je také patrné, že zvolená procesorová jednotka je určena pro náročnější aplikace. Základními parametry jsou například integrovaná

paměť pro program, která činí 1 MB, paměť pro data je 5 MB. PLC je napájeno ze zdroje 24 V (DC) a disponuje displejem, třemi ProfiNet porty a také jedním Profibus konektorem. Tyto možnosti komunikace v označení CPU představují právě zkratky PN (ProfiNet) a DP (Profibus). Zařízení má pro ProfiNet porty dvě oddělené síťové karty, tedy jedna síťová karta má dva porty a druhá síťová karta port jeden, což znamená, že musí mít různé IP adresy. PLC je také nutné doplnit o paměťovou kartu pro ukládání programu SIMATIC Memory Card, která může mít velikost až 32 GB, přičemž v naší aplikaci je použita 2GB karta. [12]

Standard CPUs	CPU 1511-1 PN	CPU 1513-1 PN	CPU 1515-2 PN	CPU 1516-3 PN/DP	CPU 1517-3 PN/DP	CPU 1518-4 PN/DP
Use Case	Small to medium applications	Medium size applications	Medium to high end applications	Advanced applications and additional communication tasks	Demanding applications and additional communication tasks	High-performance applications and shortest possible response times
PN IO IRT (2 Port)	2 Port	2 Port	2 Port	2 Port	2 Port	2 Port
PN IO RT	-	-	1 Port	1 Port	1 Port	1 Port
PN (Gbit)	-	-	-	-	-	1 Port
Profibus DP	-	-	-	1 Interface	1 Interface	1 Interface
Program/Data memory	150 KB / 1 MB	300 KB / 1,5 MB	500 KB / 3 MB	1 MB / 5 MB	2 MB / 8 MB	4 MB / 20 MB
Bit-Performance	60 ns	40 ns	30 ns	10 ns	2 ns	1 ns
Max. number of connections	96	128	192	256	320	384
Number of motion control resources		800	2400	2400	10240	10240
Width	35 mm	35 mm	70 mm	70 mm	175 mm	175 mm

Obrázek 9 Srovnání procesorových jednotek Simatic S7-1500 [12].

4.2.1 Konfigurace

Před samotnou konfigurací v programovacím prostředí TIA Portal je potřeba připojit PLC k napájení a také vytvořit všechna potřebná propojení komunikačními kabely (tj. spojení s routerem, HMI a pohonem). Po otevření projektu, již v programovacím prostředí, je třeba zařízení přidat do projektu, v tomto případě pomocí příkazu *Add new device* (ovšem různé způsoby byly popsány v kapitole 4.1).

Tvorba programu probíhá v záložce *Program Blocks*, přičemž hlavní organizační blok má modulární strukturu a je tvořen dvěma funkčními bloky. Úloha byla tedy rozdělena na problematiku řízení pohonu (funkční blok *Rizeni_pohonu* [FB2]) a řízení simulace v HMI panelu (funkční blok *Simulace* [FB3]). Pro přehlednou správu proměnných byl vytvořen data blok obsahující veškeré proměnné použité v programu. Program je psaný v jazyce LAD a kromě základních instrukcí ze záložky katalogu Basic Instructions (např. spínací a rozpínací kontakty, jednoduché cívky, čítače, funkce násobení atd.) byly pro ovládání motoru použity

funkce z kategorie Motion Control (verze V2.0). Celý vytvořený program se nachází na příloženém CD (Příloha č. 1).

V průběhu tvorby programu je vhodné ověřovat správnost vytvořeného algoritmu. K tomu byla velice nápomocná funkce simulace, při které lze sledovat stavy proměnných přehledně přímo v záložce LAD diagramu programu a stavy jsou barevně signalizovány. Užitečná byla také funkce *Watch and force tables*, kde lze nastavit hodnoty proměnných a simulovat tak různé provozní stavy.

4.3 HMI panel

V této sestavě je k vizualizaci funkce automatizovaného pracoviště použit HMI panel TP700 Comfort. Tento panel zprostředkovává komunikaci mezi operátorem a řídicím systémem a dochází skrz něj ke sledování řízené technologie a zároveň k jejímu ovládní. TP700 Comfort je dotykový barevný operátorský panel s úhlopříčkou 7", dvěma porty pro ProfiNet komunikaci a jedním portem pro ProfiBus komunikaci.

Pro názornost demo sestavy byla vytvořena vizualizace znázorňující automatizované pracoviště. Jako příklad byla vybrána plnicí linka s dopravníkem poháněným jedním motorem. Úkolem tedy bylo vytvořit vizualizaci pracoviště, kde se nejprve prázdné láhve pomocí pásu posunou k plnicímu stroji, pakliže dojde k jejich naplnění, nastane jejich přesun k víčkovacímu stanovišti, a nakonec jsou hotové láhve dopraveny k odběrovému místu. Pracoviště má také automatický a manuální mód, mezi kterými lze libovolně přepínat. Podrobnější popis výsledného prostředí HMI panelu se nachází v následující kapitole.

4.3.1 Konfigurace

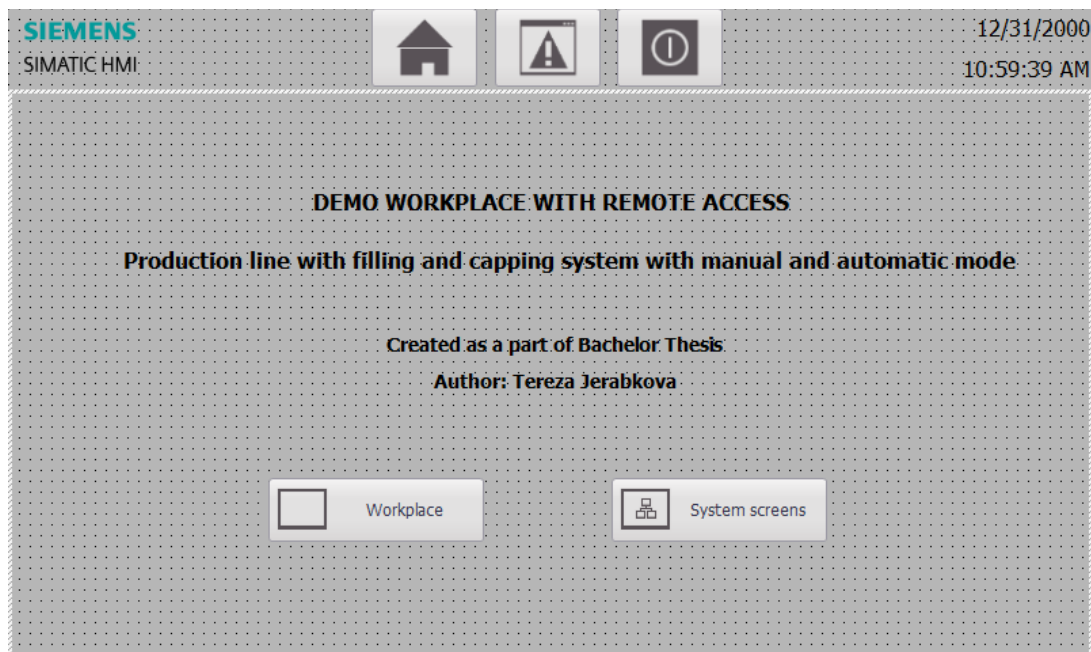
Hardwarová konfigurace panelu zahrnuje připojení k napěťovému zdroji a propojení s PLC ethernetovým kabelem. Jak již bylo zmíněno, vytváření vzhledu obrazovek panelu probíhá v prostředí TIA Portal. Zde je nejprve nutné, stejně jako u ostatních zařízení, přidat panel do projektu (postup byl stejný jako u PLC). Automaticky se zobrazí dialogové okno s průvodcem (HMI Device Wizard), kde lze například specifikovat propojení s PLC, rozvržení obrazovky, alarmy, systémové obrazovky atd. Tento nástroj je vhodný především v případě, kdy již víte, jak bude výsledný projekt vypadat a jaké jsou požadavky. Každopádně je důležité nezapomenout na vytvoření propojení v záložkách *Network view* a *Topology view*.

Prostředí v HMI panelu se skládá z domovské obrazovky (Root screen), obrazovky s pracovištěm (Workplace), obrazovky s náhledem z IP kamery (Camera view) a ze systémových obrazovek. V horní části displeje se nachází část společná pro všechny

obrazovky, tzv. *Permanent area*. Zde lze v pravé části nalézt čas a datum, v levé logo firmy Siemens a uprostřed tři tlačítka. Konkrétně první slouží k přechodu na domovskou obrazovku, druhé k zobrazení alarmů a třetí k ukončení aplikace.

- Root screen

Jde o domovskou obrazovku, která se zobrazí po zapnutí panelu. Obsahuje základní informace o projektu a umožňuje přístup k systémovým obrazovkám a obrazovce s vizualizací automatizovaného pracoviště.



Obrázek 10 Vzhled domovské obrazovky Root screen.

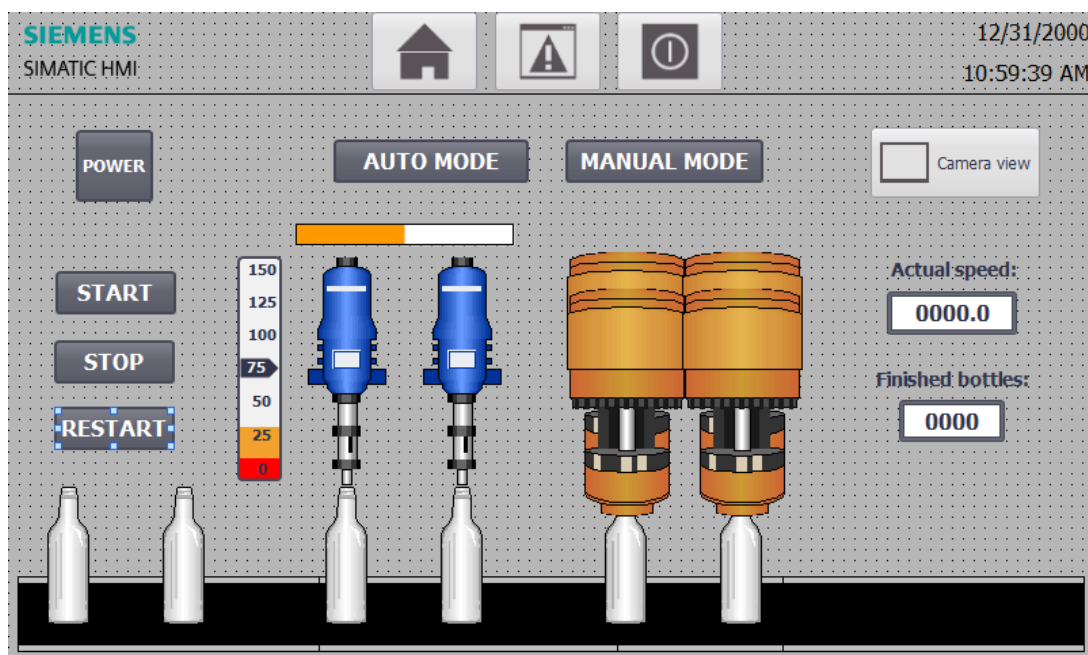
- Workplace

Obrazovka slouží k samotnému ovládnání a sledování pracoviště. Demo pracoviště funguje tak, že dopravníkový pás poháněný motorem v intervalech tří sekund střídavě stojí, nebo se naopak točí. V reálné aplikaci by byl interval zvolen technologem výroby tak, aby se láhve stíhaly přemísťovat mezi stanovišti a zároveň byl interval dostatečně dlouhý pro dokončení právě prováděného procesu.

Pro znázornění funkce pracoviště byly použity objekty ze složky WinCC graphics (konkrétní cesta k objektům je následující: WinCC graphics folder → Equipment → Industries [WMF] → Food). Do prostředí je lze stejně jako všechny ostatní objekty používané při tvorbě obrazovek jednoduše umístit přetáhnutím z katalogu. U jednotlivých objektů je možné na základě hodnoty přiřazeného tagu (proměnné) nastavit, kdy jsou viditelné, nebo například jak se pohybují. Pomocí těchto dvou funkcí byla vytvořena simulace reálného pracoviště, přičemž vše je řízeno

proměnnou čítače funkčního bloku Simulace. Pro plynulost simulace bylo nutné upravit délku cyklu, po kterém se obnovují hodnoty HMI tagů získané z PLC, tzv. Acquisition cycle. Tento parametr byl u většiny proměnných nastaven na hodnotu 100 ms (změnu lze provést v záložce *HMI tags*).

K ovládání pracoviště, v našem případě především motoru pohánějícího dopravníkový pás, slouží tlačítka POWER, START, STOP a RESTART v levé části obrazovky. Před spuštěním samotné linky je nutné přivést na pracoviště napětí, k čemuž slouží tlačítko POWER. V kartě *Events* je akci kliknutí na tlačítko přiřazena událost invertování bitu, spojená s tagem *Data_Blok_START_POWER*. S tlačítkem je také spojena animace, kdy se mění barva tlačítka podle hodnoty proměnné *START_POWER* a indikuje tak stav pracoviště. Tlačítko je zelené v případě, že bitová proměnná *START_POWER* má hodnotu 1, v opačném případě má tlačítko červenou barvu. S tlačítkem START je spojena proměnná *START_MOTION*, která spouští nejen technologický proces, ale také simulaci na obrazovce panelu. Podobně tlačítko STOP slouží k zastavení procesu i simulace a je spojeno s proměnnou STOP. Kliknutím na RESTART dojde jednak k restartování simulace, tj. právě probíhající proces je ukončen a linka se nastaví do původního stavu, který začíná prázdnými lahvemi umístěnými na začátku pásu, zároveň však dojde k vynulování ukazatele dokončených lahví, stav ukazatele zbývajících tekutiny v nádrži je nastaven na maximum a dojde k restartování pohonu. Funkce tlačítek START, STOP a RESTART jsou stejně jako u tlačítka POWER přiřazovány v kartě *Events*, kde lze také rozlišit, k jaké události dojde při stisknutí tlačítka a k jaké při uvolnění tlačítka.



Obrázek 11 Vzhled obrazovky Workplace.

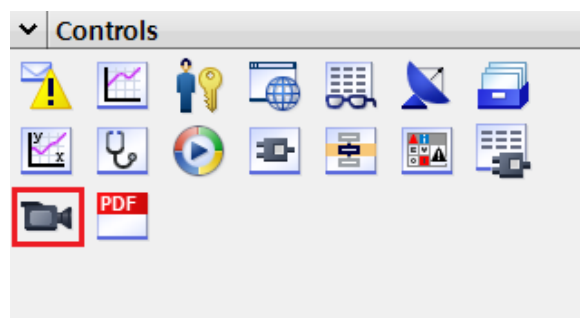
Dle zadání má pracoviště automatický a manuální mód. Při automatickém módu stačí pro spuštění procesu stisknutí tlačítka START a k pozastavení dojde pouze použitím tlačítka STOP. U manuálního módu proces probíhá pouze pokud je tlačítko START stisknuté, po jeho uvolnění se automaticky pozastaví. Přepínání mezi těmito režimy je možné pomocí tlačítek AUTO MODE a MANUAL MODE v horní části obrazovky. Při stisknutí tlačítka AUTO MODE je pomocí tagu Data_blok_MOD_PROVOZU nastaven bit proměnné MOD PROVOZU na 1, naopak při stisknutí MANUAL MODE je tato proměnná resetována na hodnotu 0.

Pro sledování pracoviště slouží ukazatel aktuální rychlosti a ukazatel počtu dokončených lahví v pravé části obrazovky. Nad plnicími přístroji je umístěn sloupcový ukazatel, který orientačně udává fázi naplnění lahví. Vedle plnicích přístrojů je také ukazatel stavu nádrže s plnicí tekutinou. Maximální hodnota tekutiny v nádrži tohoto ukázkového pracoviště je 150 litrů a vzhledem k tomu, že plněné láhve mají objem 1,5 litru, jedna nádrž vystačí na naplnění 100 lahví. Je zřejmé, že ve skutečné aplikaci by bylo nutné tyto parametry upravit podle skutečnosti. Také by u reálného pracoviště bylo potřeba jednotlivé výstupy namapovat k zařízením, tj. aby například při stisknutí tlačítka STOP došlo k přerušení plnění a celý systém byl tedy opravdu ovládán z HMI panelu atd.

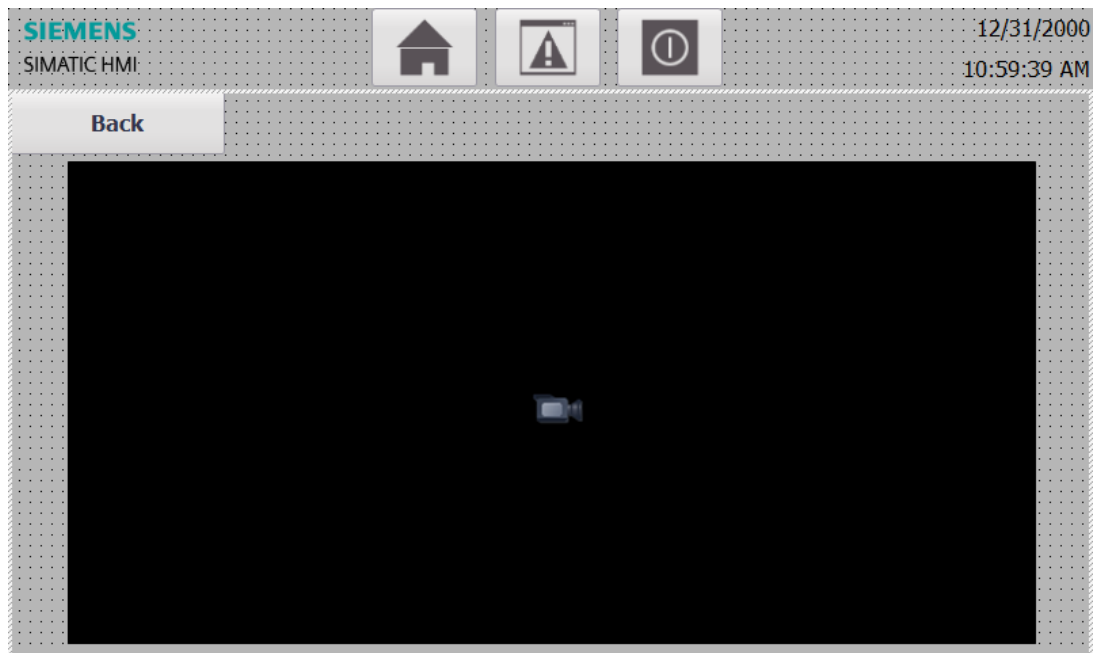
Poslední tlačítko této obrazovky umístěné v pravém horním rohu slouží k přechodu na obrazovku Camera view.

- Camera view

Obrazovka slouží ke sledování pracoviště pomocí náhledu z IP kamery, jež je součástí sestavy. V levém horním rohu se nachází tlačítko Back pro přechod zpět na obrazovku Workplace. Vložení obrazovky náhledu z kamery se provede jednoduše přetažením ze záložky katalogu *Controls*.



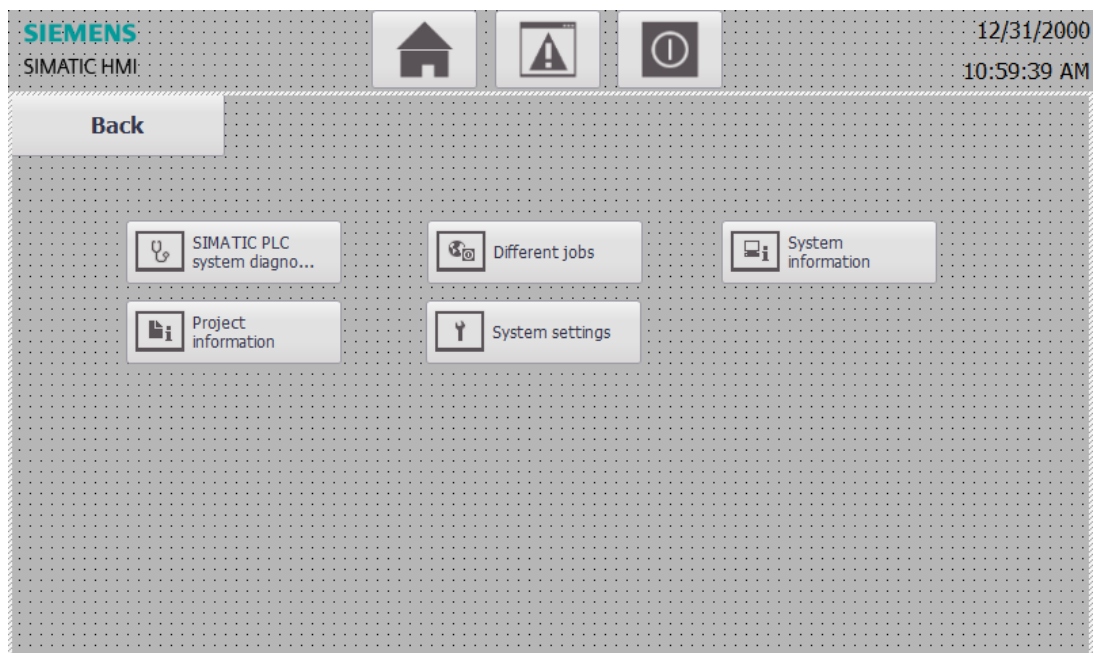
Obrázek 12 Ikona objektu Camera view v katalogu.



Obrázek 13 Vzhled obrazovky Camera view.

- Systémové obrazovky

Tato obrazovka obsahuje odkazy na další obrazovky, jako je například SIMATIC PLC systémová diagnostika, projektové informace, systémová nastavení atd. Vzhledem k tomu, že zde nebyly prováděny žádné úpravy, nepovažuji za nutné tyto obrazovky podrobněji popisovat.

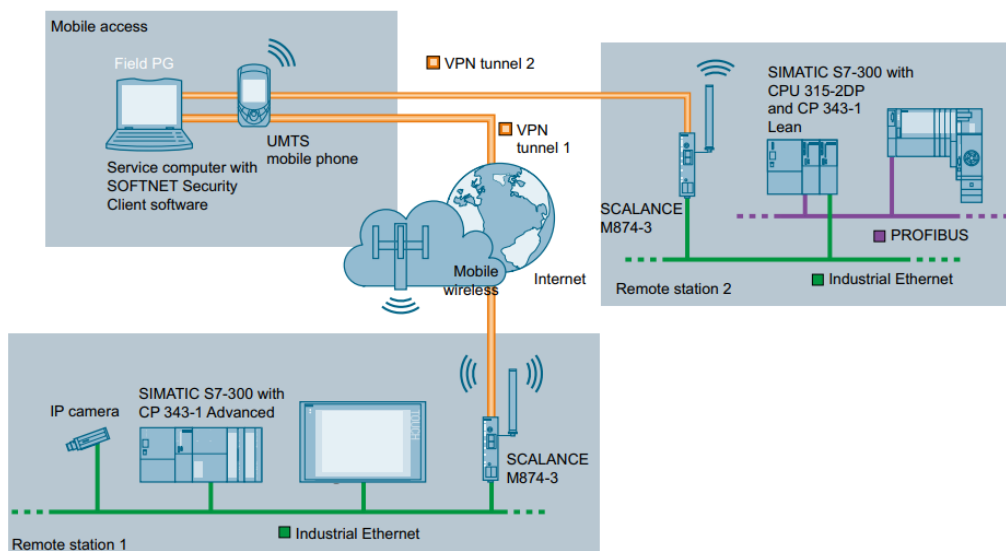


Obrázek 14 Vzhled obrazovky System screens.

4.4 Scalance M

Vzdálený přístup zajišťuje průmyslový router Scalance M876-4. Jde o bezdrátový router z řady Scalance M, který pro přenos dat používá celosvětově dostupné mobilní sítě (2G, 3G, 4G). Bezpečné VPN propojení s pracovištěm je zajištěno pomocí SINEMA Remote Connect serveru a k samotné konfiguraci a správě VPN spojení a přístupů uživatelů slouží platforma SINEMA Remote Connect a aplikace Sinema RC Client. Příklad aplikace vzdálené správy, a především propojení jednotlivých komponent dobře ilustruje Obrázek 15, přestože se od sestavy této bakalářské práce poněkud liší.

V našem případě použitý model Scalance M876-4 pro přenos dat využívá LTE síť, ke zprovoznění je tedy nutná SIM karta od libovolného mobilního operátora s aktivovanou službou mobilních dat. Součástí zařízení je také anténa, jejíž rozsah frekvencí je v případě LTE 800, 900, 1800, 2100 a 2600 MHz. [16]

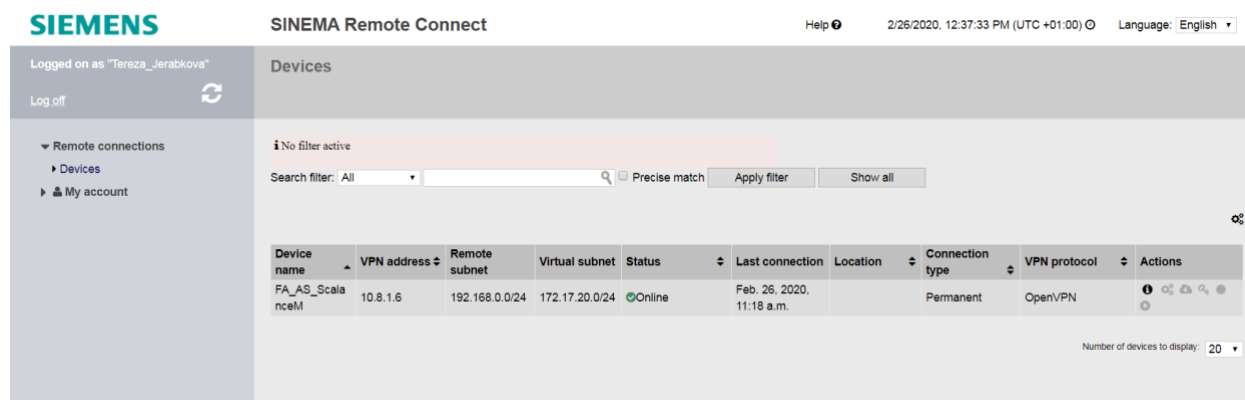


Obrázek 15 Příklad zapojení komponent vzdálené správy [17].

4.4.1 Konfigurace

Před samotnou softwarovou konfigurací je potřeba zařízení Scalance M876-4 připojit k napájení, připojit anténu a vložit SIM kartu aktivovanou pro použití přenosu dat. Jelikož VPN propojení je zprostředkováváno SINEMA RC serverem, nejprve je nutné od administrátora serveru získat přístup. Administrátorem byl vytvořen účet uživatele a bylo přiřazeno zařízení (FA_AS_ScalanceM) a skupina (FA_AS_Devices). K platformě SINEMA Remote Connect se lze dostat zadáním URL serveru (62.141.18.51:3443) do prohlížeče a přihlášením nebo skrz aplikaci SINEMA RC Client, která bude popsána později. Uživatelská práva, která jsou přiřazena administrátorem, umožňují nebo naopak zakazují přístup k nastavení serveru a správě

uživatelů. Uživatelé s přiřazenými uživatelskými právy tedy mohou spravovat skupiny vzdálených zařízení a skupiny uživatelů, tj. řídit přístup uživatelů k jednotlivým zařízením.



Obrázek 16 Prostředí SINEMA Remote Connect.

Vzhledem k účelu sestavy se zařízením Scalance M jsou uživatelská práva omezena na přístup k informacím o zařízení, jak napovídá jediná aktivní ikona v sekci Actions (viz Obrázek 16). Pro další konfiguraci ve webovém rozhraní zařízení jsou ze serveru SINEMA RC důležité údaje Device ID a Fingerprint. Po prvotním přihlášení do webového rozhraní zařízení Scalance M lze provést konfiguraci prostřednictvím Pomocníka (*Wizard*), jenž provede základní konfiguraci v několika krocích. Prvním krokem je nastavení IP adresy a masky podsítě, přičemž Scalance M má pevnou prvotní adresu (192.168.1.1) v továrním nastavení nebo po vyresetování modulu a lze ji změnit právě v tomto kroku. Konfigurace v kroku *Device* umožňuje identifikaci zařízení pojmenováním systému a zadáním lokace a kontaktu. V případě tohoto projektu není nutné vzhledem k malému rozsahu sestavy tuto konfiguraci provádět. V dalším kroku je nutno povolit mobilní rozhraní, vložit PIN SIM karty a vypnout funkci datového roamingu, který není v této aplikaci potřeba. Následující krok *Operator* specifikuje připojení do datové sítě operátora, přičemž v tomto případě u SIM karty od operátora T-Mobile bylo nutné manuálně zadat APN⁴ *internet.t-mobile.cz* a zaškrtnout box *Enabled*. V kroku *Time* byl k nastavení času použit NTP⁵ časový server *tik.cesnet.cz* a časová zóna +01:00 vůči UTC (koordinovanému světovému času). Posledním krokem, ve kterém byla prováděna konfigurace, je nastavení SINEMA RC. V kroku SINEMA RC je třeba zadat adresu serveru a číslo portu, dále již zmíněné údaje Fingerprint a Device ID ze serveru SINEMA RC, a nakonec heslo zařízení. V posledním kroku je důležité vše uložit tlačítkem *Set Values*. Prvotní konfiguraci ilustruje Obrázek 17 až Obrázek 20.

⁴ APN (anglicky Access Point Name) znamená jméno přístupového bodu na internet

⁵ NTP (anglicky Network Time Protocol) servery slouží pro synchronizaci času

Basic Wizard: IP Settings

IP	Device	SIM	Operator	Time	DDNS	SINEMA RC	Summary
----	--------	-----	----------	------	------	-----------	---------

Enter the IP address and the subnet mask via which the management is accessible. If the device is intended for communication with devices (diagnostics stations, e-mail servers etc.) in another subnet, also enter the IP address of the default gateway.

Internal (vlan1)

IP Address: 192.168.0.1

Subnet Mask: 255.255.255.0

Create new Gateway

IP Address: 0.0.0.0

Abort Next

Obrázek 17 Wizard – nastavení IP adresy.

Basic Wizard: PIN Settings

IP	Device	SIM	Operator	Time	DDNS	SINEMA RC	Summary
----	--------	-----	----------	------	------	-----------	---------

Here, you can enter the PIN of the SIM card and enable the mobile wireless interface. You also select the required mobile wireless network and authentication method. You will receive the parameters from your mobile wireless provider. If you enable 'Allow Data Roaming', the device automatically logs in to an available network if the specified network is unreachable.

Enable Mobile Network Interface

PIN:

PIN Confirmation:

Radio Mode: Auto

Authentication Method: Auto

Allow Data Roaming

Previous Abort Next

Obrázek 18 Wizard – nastavení mobilní sítě.

Basic Wizard: APN Settings

IP	Device	SIM	Operator	Time	DDNS	SINEMA RC	Summary
----	--------	-----	----------	------	------	-----------	---------

Here, you specify the access data for the AP. To use the required PLMNID, select the check box 'Enabled'. If this is not the case, enable 'Manual APN'. Enter the APN, user name and password. Some mobile wireless providers do not use access control with a password. In this case, leave the box empty. For easier handling there is a country and provider list under 'Interfaces > Mobile > Operator'.

PLMNID▼	Operator Name	APN	User Name	Password	Password Confirmation	Enabled
Manual		internet.t-mobile.cz				<input checked="" type="checkbox"/>
26207	O2	internet	guest	*****	*****	<input type="checkbox"/>
26203	Eplus	internet.eplus.de	guest	*****	*****	<input type="checkbox"/>
26202	Vodafone	web.vodafone.de	guest	*****	*****	<input type="checkbox"/>
26201	T-Mobile	internet.t-mobile	guest	*****	*****	<input type="checkbox"/>

Obrázek 19 Wizard – nastavení APN.

Basic Wizard: SINEMA Remote Connect

IP	Device	SIM	Operator	Time	DDNS	SINEMA RC	Summary
----	--------	-----	----------	------	------	-----------	---------

Here, you configure the access to the SINEMA RC server. With these settings, the device logs on to the server. The VPN tunnel between the device and the SINEMA RC server is established only after successful authentication. Depending on the configured communications relations and the security settings, the SINEMA RC server connects the individual VPN tunnels.

Enable SINEMA RC

Server Settings

SINEMA RC Address: 62.141.18.51

SINEMA RC Port: 3443

Server Verification

Verification Type:

Fingerprint: BF:8D:E0:FF:E8:47:72:4B:D

CA Certificate:

Device Credentials

Device ID: 256

Device Password: *****

Device Password Confirmation: *****

Optional Settings

Auto Firewall/NAT Rules

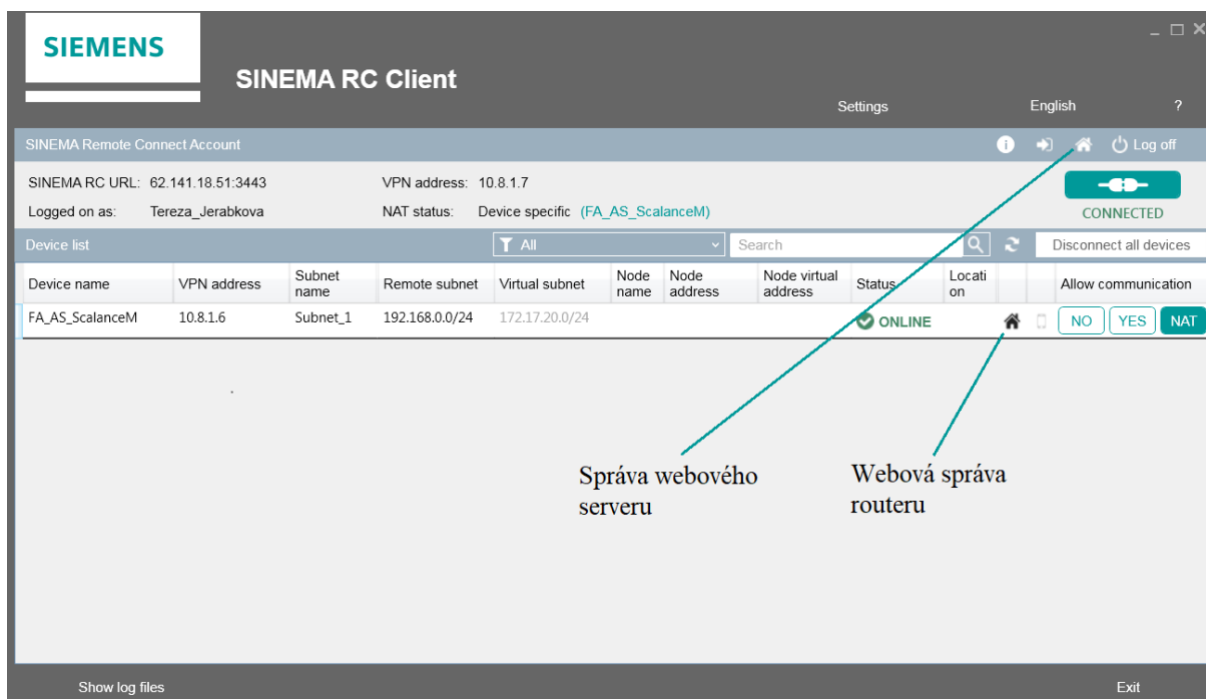
Type of connection:

Use Proxy:

Autoenrollment Interval [min]: 60

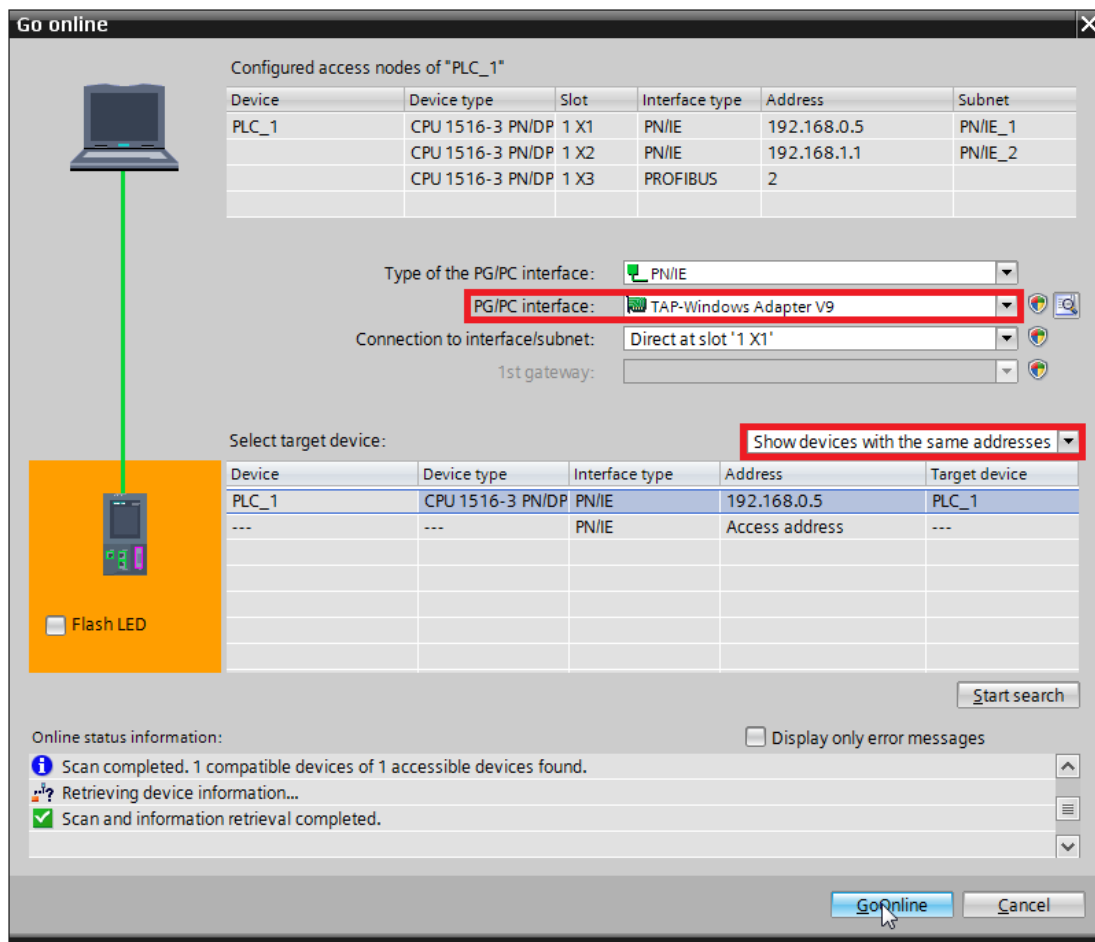
Obrázek 20 Wizard – nastavení SINEMA RC.

Aplikace SINEMA RC Client slouží k vybudování VPN tunelu ze servisního počítače. Po přihlášení, ke kterému je nutné zadat URL serveru včetně portu, jméno uživatele a heslo, se pokaždé stáhne aktuální seznam zařízení přiřazených danému uživateli. Kromě samotného vytvoření VPN spojení a tím tedy umožnění vzdáleného přístupu, lze pomocí SINEMA RC Client přejít na webové rozhraní Scalance M nebo také ke správě webového serveru SINEMA RC (viz Obrázek 21).



Obrázek 21 Prostředí aplikace SINEMA RC Client.

Po vytvoření VPN tunelu je pro samotnou práci se vzdáleným přístupem v prostředí TIA Portal důležité při připojování k zařízení správně zvolit parametr rozhraní *PG/PC interface* a filtr pro hledané zařízení *Select target device*. V našem případě je nutné, jak ukazuje Obrázek 22, zvolit rozhraní TAP-Windows Adapter V9 a ve filtru hledaného zařízení možnost ukázat zařízení se stejnou adresou. Ostatní volby parametru hledaného zařízení vyžadují LAN přístup a při pokusu o připojení by vyhledávání zařízení nic nenašlo a zahlásilo chybu.



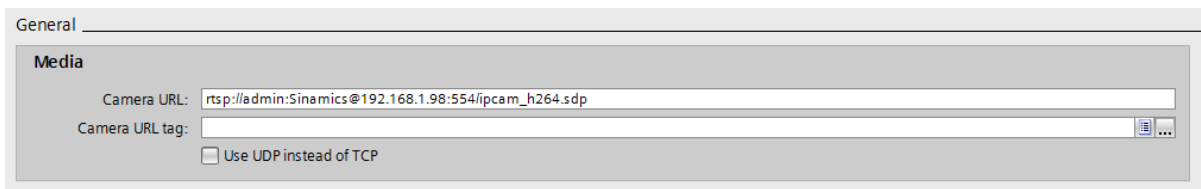
Obrázek 22 Vzdálený přístup v prostředí TIA Portal.

4.5 Napěťový zdroj

Nedílnou součástí sestavy je také napěťový zdroj. Zde je použit Simatic S7-300 PS307, který má na vstupu napětí 120 V nebo 230 V AC a na výstupu 24 V DC. Jak už název napovídá, jde o starší zdroj, který se v současné době již nevyrábí a byl nahrazen řadou napájecích zdrojů SITOP. Nicméně to v žádném případě nesnižuje jeho funkčnost a zdroj je tak vhodný pro pracoviště.

4.6 IP kamera

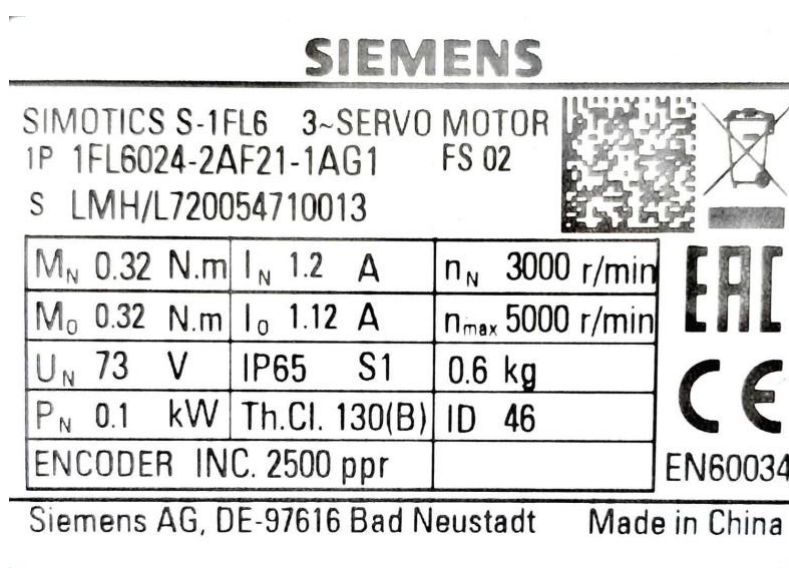
Monitorování pracoviště zajišťuje IP kamera Edimax IC-3116W. Kamera je napájena 12 V DC a kromě detekce pohybu je také schopná pracovat v nočním režimu. Po připojení kamery k počítači pomocí ethernetového kabelu lze po zadání IP adresy do webového prohlížeče a přihlášení měnit parametry kamery. V této aplikaci byla změněna pouze IP adresa kamery tak, aby po propojení s HMI panelem byla mezi nimi možná komunikace, tj. kamera a HMI panel byly ve stejné podsíti. Konfigurace v TIA Portal pak již byla poměrně jednoduchá. Stačilo v náhledu obrazovky Camera view označit objekt náhledu z kamery a v jeho parametrech zadat URL kamery, jak ukazuje Obrázek 23.



Obrázek 23 Nastavení parametru Camera URL objektu Camera view.

4.7 Pohon SINAMICS V90 a motor SIMOTICS S-1FL6

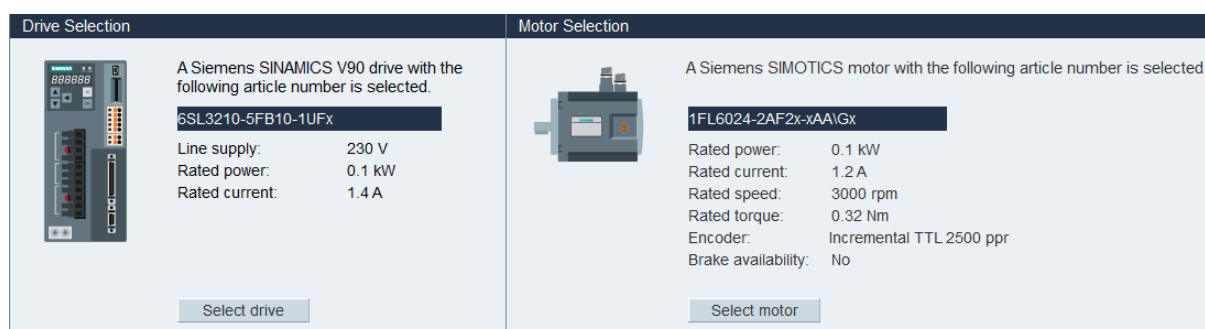
Automatizované pracoviště tvoří také pohon SINAMICS V90 a motor SIMOTICS S-1FL6. Jde o synchronní motor s permanentními magnety a jmenovitými otáčkami 3000 ot/min. Všechny ostatní důležité parametry se nachází na štítku motoru (viz Obrázek 24). Firmware měniče je verze 1.3.0. Pohon byl do sestavy přidán z důvodu rozšíření škály možností testování.



Obrázek 24 Štítek servomotoru SIMOTICS S-1FL6.

4.7.1 Konfigurace v SINAMICS V-ASSISTANT

Pro uvedení do provozu bylo nejprve nutné nainstalovat aplikaci SINAMICS V-ASSISTANT. Po založení nového projektu v této aplikaci je stěžejní správně zadat používané typy zařízení v záložce *Select drive* a *Select motor*.



Obrázek 25 Výběr použitého pohonu a motoru v aplikaci V-ASSISTANT.

Následuje výběr užívaného telegramu, což je v tomto případě Standard telegram 3. Volba telegramu ovlivňuje především používaná slova, která jsou použita při komunikaci pohon → PLC a PLC → pohon. Proto se telegram volí podle použitého motoru a jeho vlastností a dále dle aplikace, ke které má pohon sloužit. V našem případě byl zvolen telegram 3, protože se jedná o univerzální telegram používaný pro centrální řízení podporující isochronní komunikaci. V případě moderního centrálního řízení probíhá nastavení a řízení pohonu v PLC, v TIA Portalu se tak děje skrz Technologické objekty (TO), které přebírají veškerou komunikaci s měničem. Není tedy potřeba programovat bitovou komunikaci a systém má navíc zabudovanou diagnostiku a automaticky generuje alarmy. Oproti tomu při decentrálním řízení probíhá celé řízení v pohonu a PLC dává pokyny ke spuštění po bitech.

Selection of telegrams

The current telegram:

The process data (PZD) links are set up automatically in accordance with the PROFIdrive telegram number setting.

PZD structure and values

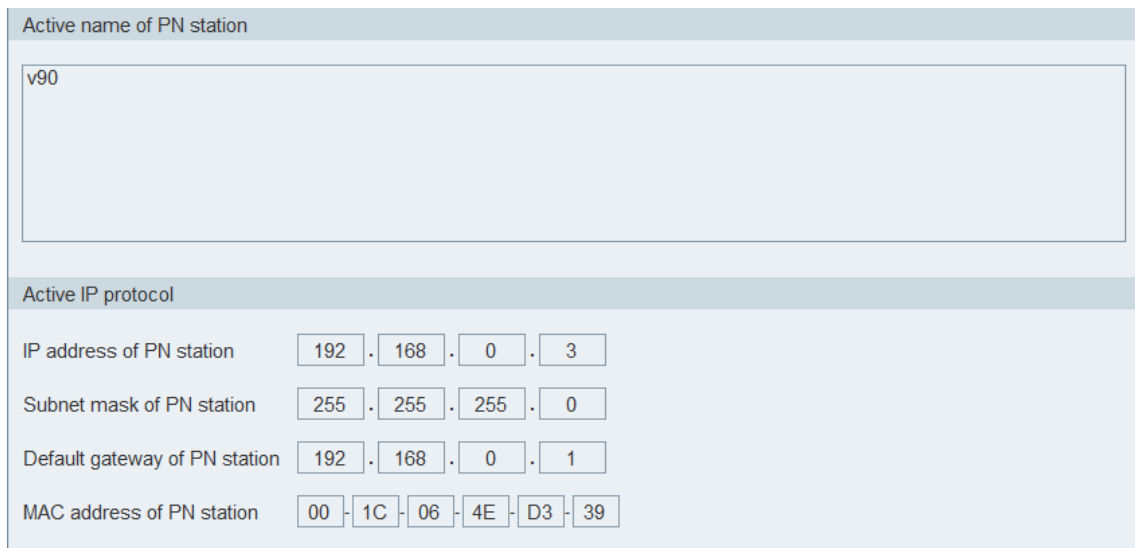
Receptive direction (PZD count=5):

Telegram	Description	Value
STW1	Control word 1	0000H
bit0	rising edge = ON (pulses can be enabled); 0 = OFF1 (b...	0
bit1	1 = No OFF2 (enable is possible); 0 = OFF2 (immediat...	0
bit2	1 = No OFF3 (enable possible); 0 = OFF3 (braking with...	0
bit3	1 = Enable operation (pulses can be enabled); 0 = Inhibi...	0
bit4	1 = Operating condition (the ramp-function generator ca...	0
bit5	1 = Continue ramp-function generator; 0 = Freeze ramp...	0
bit6	1 = Enable setpoint; 0 = Inhibit setpoint (set the ramp-fu...	0
bit7	rising edge= 1. Acknowledge faults	0
bit8	Reserved	0
bit9	Reserved	0
bit10	1 = Control via PLC	0
bit11	1 = Setpoint inversion	0
bit12	Reserved	0
bit13	Reserved	0
bit14	Reserved	0
bit15	Reserved	0

Obrázek 26 Výběr telegramu v aplikaci V-ASSISTANT.

Zmíněná isochronní komunikace (IRT) je založená na synchronizaci zařízení, kdy je začátek cyklu výměny dat udržován s vysokou přesností. IRT komunikace je tak velmi vhodná pro plynulé řízení pohybu. Příklad slova používaného telegramem 3 je kontrolní slovo STW1 a význam jednotlivých bitů ilustruje Obrázek 26.

V neposlední řadě je důležitá síťová konfigurace v záložce *Configure network*, kde se nastaví jméno ProfiNet zařízení, jeho IP adresa, maska podsítě, výchozí brána (v tomto případě je to IP adresa routeru) a MAC adresa, která se nachází na štítku pohonu.



Active name of PN station

v90

Active IP protocol

IP address of PN station 192 . 168 . 0 . 3

Subnet mask of PN station 255 . 255 . 255 . 0

Default gateway of PN station 192 . 168 . 0 . 1

MAC address of PN station 00 - 1C - 06 - 4E - D3 - 39

Obrázek 27 Síťová konfigurace v aplikaci V-ASSISTANT.

Pohon V90 také nabízí možnost optimalizace pomocí auto tuningu (automatické ladění regulátorů pohonu).

4.7.2 Implementace pohonu a vytvoření Technologického objektu v TIA Portal

Také v projektu v prostředí TIA Portal je nutné provést některá nastavení. Nejprve se po otevření záložky *Devices & Networks* v hardwarovém katalogu nalezne zařízení SINAMICS V90 PN V1.0 (cesta v katalogu je následující Other field devices → PROFINET IO → Drives → SIEMENS AG → SINAMICS) a přetažením se umístí do záložky *Network view*. V tomto okně také propojíme SINAMICS V90 a PLC, čímž se naznačí jejich fyzické spojení ProfiNet kabelem. Jejich reálné zapojení je dále nutné specifikovat v záložce *Topology view*, kde se upřesní použité porty. Tento krok je nutný při použití isochronní komunikace. Na závěr je nezbytné zvolit telegram, a to skrze okno *Device view*, kde lze nalézt Standard telegram 3 v katalogu ve složce *Submodules*. Jelikož k řízení pohonu budeme používat bloky PLC Open, pak je nutné nadefinovat technologický objekt. V záložce *Technology objects* přidáme nový objekt, přičemž ze složky *Motion Control* vybereme objekt *Speed Axis*. Zde je nutné opět provést konfiguraci (přiřadit správný pohon, nastavit komunikaci, mechanické parametry atd.) a také uvedení do provozu. Stejným způsobem by bylo možné definovat místo rychlostní osy osu polohovou. Jelikož je ale pohon pouze doplňujícím zařízením sestavy (jeho nastavení jde mimo jiné kdykoliv změnit), bude v ukázkovém příkladu použit pouze jako rychlostní osa.

5 Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo vytvoření automatizovaného pracoviště se vzdáleným přístupem. Nejprve bylo ovšem nutné představit problematiku automatizace a PLC zařízení. Práce je tedy rozdělena do dvou částí, teoretická příprava a vytvoření pracoviště. První tři kapitoly jsou věnovány úvodu do automatizace, představení programovacích jazyků a přehledu portfolia Siemens PLC kontrolérů. Programovací jazyky se mírně liší podle výrobce PLC, proto byly v této práci popsány vzhledem k použitým komponentům sestavy pouze programovací jazyky pro PLC firmy Siemens. Kapitola čtvrtá se pak zabývá samotnou tvorbou a konfigurací automatizovaného pracoviště.

V praktické části této bakalářské práce byla vytvořena sestava skládající se z PLC kontroléru, HMI panelu, LTE routeru, pohonu, napěťového zdroje a IP kamery. Pro funkci vzdálené správy bylo nejprve nutné získat přístup od administrátora serveru SINEMA RC a poté nakonfigurovat router Scalance M v jeho webovém rozhraní, což je v této práci podrobně popsáno. Poté již bylo možné pokračovat ve vytváření pracoviště také na dálku. Pro ilustraci funkce sestavy se vzdáleným přístupem byl v inženýrském nástroji TIA Portal vytvořen program pro ukázkové pracoviště. Program pro PLC byl napsán v programovacím jazyce LAD a řídí chování pohonu a vizualizaci v HMI panelu. Dále bylo vytvořeno grafické prostředí HMI panelu, pomocí kterého lze technologický proces ovládat a sledovat. Právě monitorování samotného pracoviště zajišťuje IP kamera. Součástí tvorby pracoviště byla také konfigurace pohonu v programu V-ASSISTANT, poté již bylo možné zařízení přidat do projektu v prostředí TIA Portal.

Výsledkem je tedy funkční testovací a ukázková sestava se vzdáleným přístupem, kterou budou moci využívat zaměstnanci oddělení FA AS firmy Siemens, např. při práci z domova. Tato práce může také sloužit jako návod na sestavení podobného pracoviště, vzhledem k poměrně podrobnému popisu konfigurace jednotlivých komponent sestavy. Může tak ušetřit spoustu času jinak stráveného studováním návodů a brožur. Co se týče osobního přínosu, nejvíce si vážím nabytých schopností s prací v nástroji TIA Portal a znalostí v oblasti řídicích systémů. Bakalářskou práci by bylo možné dále rozvíjet například v oblasti práce s pohonem, který byl v této práci použit pouze jako doplňující zařízení sestavy.

6 Seznam obrázků

Obrázek 1 Schéma programovatelného logického automatu [3].	10
Obrázek 2 Příklad žebříčkového diagramu.	12
Obrázek 3 Příklad diagramu funkčních bloků.	13
Obrázek 4 Příklad jazyka STL.	14
Obrázek 5 Spektrum řídicích systémů SIMATIC podle aplikačních možností a výkonnosti [8].	15
Obrázek 6 Přehled zařízení řady SIMATIC ET 200 [13].	17
Obrázek 7 TIA Portal – Portal view.	19
Obrázek 8 TIA Portal – Project view.	19
Obrázek 9 Srovnání procesorových jednotek Simatic S7-1500 [12].	21
Obrázek 10 Vzhled domovské obrazovky Root screen.	23
Obrázek 11 Vzhled obrazovky Workplace.	24
Obrázek 12 Ikona objektu Camera view v katalogu.	25
Obrázek 13 Vzhled obrazovky Camera view.	26
Obrázek 14 Vzhled obrazovky System screens.	26
Obrázek 15 Příklad zapojení komponent vzdálené správy [17].	27
Obrázek 16 Prostředí SINEMA Remote Connect.	28
Obrázek 17 Wizard – nastavení IP adresy.	29
Obrázek 18 Wizard – nastavení mobilní sítě.	29
Obrázek 19 Wizard – nastavení APN.	30
Obrázek 20 Wizard – nastavení SINEMA RC.	30
Obrázek 21 Prostředí aplikace SINEMA RC Client.	31
Obrázek 22 Vzdálený přístup v prostředí TIA Portal.	32
Obrázek 23 Nastavení parametru Camera URL objektu Camera view.	33
Obrázek 24 Štítek servomotoru SIMOTICS S-1FL6.	33
Obrázek 25 Výběr použitého pohonu a motoru v aplikaci V-ASSISTANT.	33
Obrázek 26 Výběr telegramu v aplikaci V-ASSISTANT.	34
Obrázek 27 Síťová konfigurace v aplikaci V-ASSISTANT.	35

7 Zdroje

- [1] KOBRLE, Pavel a Jiří PAVELKA. *Elektrické pohony a jejich řízení*. 3. přepracované vydání. V Praze: České vysoké učení technické, 2016. ISBN 978-80-01-06007-0.
- [2] REICHL, Jaroslav a Martin VŠETIČKA. Heron Alexandrijský. In: *Encyklopedie fyziky* [online]. 2012-03-08 [cit. 2019-10-18]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/1433-heron-alexandrijsky>
- [3] ŠVARC, Ivan. *Základy automatizace: Učební texty pro kombinovanou formu bakalářského studia* [online]. In: 2002, s. 26-28 [cit. 2019-10-21]. Dostupné z: http://matlab.fei.tuke.sk/zar/subory/literatura/ZakladyAutomatizace_SVARC.pdf
- [4] PLC - sestava. In: *PLC Automatizace* [online]. [cit. 2019-10-21]. Dostupné z: <http://plc-automatizace.cz/knihovna/plc/plc-hw-sestava.htm>
- [5] Historie automatizace. In: *PLC automatizace* [online]. [cit. 2019-10-29]. Dostupné z: <http://plc-automatizace.cz/knihovna/historie/historie-automatizace.htm>
- [6] BERGER, Hans. *Automating with SIMATIC S7-1500: Configuring, Programming and Testing with STEP 7 Professional*. Erlangen: Publicis Publishing, 2014. ISBN 978-3-89578-404-0.
- [7] 60 let bez absence – MSV a řídicí systém Siemens Simatic slaví 60. narozeniny. In: *Siemens Česká republika: Tiskové centrum* [online]. c1996-2019, 1. 10. 2018 [cit. 2019-11-05]. Dostupné z: <https://www.siemens.cz/press/60-let-bez-absence-msv-a-ridici-system-siemens-simatic-slavi-60-narozeniny>
- [8] PLCs: Řídicí systémy SIMATIC – chytré řešení pro vaše automatizační úlohy. *Siemens Česká republika* [online]. c1996-2019 [cit. 2019-11-05]. Dostupné z: <https://new.siemens.com/cz/cs/products/automation/systems/industrial/plc.html>
- [9] SIMATIC S7-1200. *Siemens Global* [online]. c1996-2019 [cit. 2019-11-07]. Dostupné z: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/s7-1200.html>
- [10] SIMATIC S7-400. *Siemens Global* [online]. c1996-2019 [cit. 2019-11-07]. Dostupné z: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/simatic-s7-400.html>
- [11] SIMATIC S7-1500. *Siemens Global* [online]. c1996-2019 [cit. 2019-11-07]. Dostupné z: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/simatic-s7-1500.html>
- [12] SIMATIC S7-1500 CPUs. *Siemens Global* [online]. c1996-2019 [cit. 2019-11-08]. Dostupné z: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/simatic-s7-1500/cpus.html>
- [13] SIMATIC ET 200 [online]. In: . Germany: Siemens AG 2017, 2017, s. 8 [cit. 2019-11-18]. Dostupné z: <https://c4b.gss.siemens.com/resources/images/articles/dffa-b10058-01-7600.pdf>
- [14] OTČENÁŠEK, M. *Distribované řídicí systémy a jejich využití v praxi*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2008. 61 s. Vedoucí semestrální práce Ing. Petr Baxant, Ph.D.

[15] *Be open and independent: SIMATIC S7-1500 Software Controller* [online]. Germany: Siemens AG 2017, 2017, (DFFA-B10006-03-7600), 8 [cit. 2019-11-19]. Dostupné z: <https://c4b.gss.siemens.com/resources/images/articles/dffa-b10006-03-7600.pdf>

[16] SIEMENS AG. *Remote networks: Easy remote access to machines and plants*. [s.l.]: Siemens AG, ©2018.

[17] SIEMENS AG. *SCALANCE M-800 Web Based Management 4 Configuration Manual*. In: *Industry Support Siemens* [online]. c2013-2019 [cit. 2020-02-10]. Dostupné z: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/635/109751635/att_1007110/v1/PH_SCALANCE-M8x-WBM_76.pdf

[18] ZEŽULKA, František. *Úvod do oblasti řídicích počítačů - Část 2* [online]. In: . s. 104 [cit. 2020-04-18]. Dostupné z: <http://www.uamt.feec.vutbr.cz/~zezulka/download/LAUP/bezp.pdf>

Přílohy

- Příloha č.1 – přiložené CD

Složka *Jerabkova_Tereza_BP* na přiloženém CD obsahuje soubory nutné ke spuštění vytvořeného programu pro ukázkovou sestavu. K samotnému otevření projektu je potřeba softwarový nástroj TIA Portal.