

UNIVERZITA PARDUBICE
Fakulta elektrotechniky a informatiky

PLC SIMATIC S – 1200 JAKO NÁSTROJ PRO SEKVENČNÍ ŘÍZENÍ

Martin Šácha

Bakalářská práce
2016

Univerzita Pardubice
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin Šácha**
Osobní číslo: **I13083**
Studijní program: **B2646 Informační technologie**
Studijní obor: **Řízení procesů**
Název tématu: **PLC Simatic S-1200 jako nástroj pro sekvenční řízení**
Zadávající katedra: **Katedra řízení procesů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Postup:

Cílem práce je návrh sekvenčního řízení vybrané soustavy (myčka automobilů, automatická pračka, pásový dopravník ...) pomocí PLC Siemens Simatic. Student nejprve vyrobí simulátor vybrané soustavy na platformě Arduino osazený buď displejem nebo soustavou diod pro vizualizaci stavů a následně navrhne vhodné sekvenční řízení pomocí PLC S-1200. Vizualizace celého procesu bude zobrazena na HMI panelu.

Teoretická část:

Popis zařízení problematiky sekvenčního řízení, popis PLC řady Simatic, popis platformy Arduino

Praktická část:

Vytvoření hardwarového simulátoru soustavy, návrh sekvenčního řízení, tvorba vizualizace na HMI panelu, testování návrhu, dokumentace k vytvořeným programům.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

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

Seznam odborné literatury:

KWASNIEWSKI, J. Programmable Logic Controllers. Cracow: ROMA-POL, 2002. ISBN 83-86320-45-1.

Arduino. Arduino.cc. [online]. 16.10.2015 [cit. 2015-10-16]. Dostupné z: <https://www.arduino.cc/>

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petr Doležel, Ph.D.

Katedra řízení procesů

Datum zadání bakalářské práce:

18. listopadu 2015

Termín odevzdání bakalářské práce: **13. května 2016**



prof. Ing. Simeon Karamazov, Dr.
děkan



L.S.



Ing. Daniel Honc, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 31. března 2016

Prohlášení

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 13. 5. 2016

Martin Šácha

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Petru Doleželovi, Ph.D. za pomoc při volbě tématu, následné cenné rady a ochotu při tvorbě této bakalářské práce.

V Pardubicích dne 13. 5. 2016

Martin Šácha

ANOTACE

Práce se zabývá platformou Arduino, programovatelnými logickými automaty řady Simatic a problematikou sekvenčního řízení. V práci je řešeno vytvoření hardwarového simulátoru myčky automobilů na platformě Arduino a následné sekvenční řízení pomocí PLC Simatic S - 1200, včetně vizualizace na HMI panelu.

KLÍČOVÁ SLOVA

PLC, Arduino, myčka automobilů, sekvenční řízení, HMI panel

TITLE

PLC SIMATIC S – 1200 AS TOOL FOR SEQUENTIAL CONTROL

ANNOTATION

A work is oriented to a Arduino platform and programmable logic controllers. It also deals with sequential control issues. Creation of a hardware simulator of car wash is solved using Arduino platform in this work. Then, there is solved a sequential control using PLC Simatic S – 1200 including visualization HMI panel.

KEYWORDS

PLC, Arduino, Car wash, Sequential control, HMI panel

Obsah

Seznam zkratek.....	9
Seznam značek (symbolů proměnných a funkcí).....	10
Seznam obrázků	11
Seznam tabulek.....	13
ÚVOD	14
1 AUTOMATICKÉ ŘÍZENÍ.....	15
1.1 LOGICKÉ ŘÍZENÍ.....	15
1.2 SEKVENČNÍ LOGICKÉ ŘÍZENÍ.....	16
2 SIMENS SIMATIC	18
2.1 PLC SIMATIC S7 – 1500.....	18
2.2 PLC SIMATIC S7 – 300.....	18
2.3 PLC SIMATIC S7 – 400.....	19
2.4 PLC SIMATIC S7 – 400h.....	19
2.5 PLC SIMATIC S7 – 200.....	20
2.6 PLC SIMATIC S7 – 1200.....	20
2.6.1 Možnosti rozšíření.....	22
2.6.2 HMI	23
3 TIA PORTAL	26
4 ARDUINO	27
4.1 TYPY DESEK	27
4.1.1 Arduino Mini	28
4.1.2 Ardino Micro	28
4.1.3 LilyPad Arduino	29
4.1.4 Arduino Fio	30
4.1.5 Arduino Uno.....	30
4.1.6 Arduino Yún.....	31
4.1.7 Arduino Mega2560.....	32
4.1.8 Arduino Due	32
4.1.9 Arduino Esplora	33
4.1.10 Arduino Robot.....	34
4.1.11 Arduino Intel Galileo.....	35
4.1.12 Arduino Tre	35

4.2	ARDUINO IDE	36
5	SIMULÁTOR MYČKY AUTOMOBILŮ	37
5.1	ZAPOJENÍ.....	38
5.2	ROZDÍL LOGIK	38
5.3	PROGRAM.....	39
6	NÁVRH SEKVENČNÍHO ŘÍZENÍ.....	43
6.1	ZAPOJENÍ.....	43
6.2	NASTAVENÍ TIA PORTALU V10.....	43
6.3	PROGRAM.....	44
7	NÁVRH VIZUALIZACE.....	46
7.1	ZAPOJENÍ.....	46
7.2	OPERAČNÍ PANEL A PROSTŘEDÍ TIA PORTAL.....	46
8	ZHODNOCENÍ	51
9	ZÁVĚR	52
	LITERATURA	53
	PŘÍLOHY	55

Seznam zkratek

PLC	Programmable Logic Controller (Programovatelný logický automat)
HMI	Human Machine Interface (Operátorský panel)
CPU	Central Processing Unit (Centrální procesorová jednotka)
TIA	Totally Integrated Automation (Zcela integrovaná automatizace)
SCADA	Supervisory control and data acquisition (Dispečerské řízení a sběr dat)
PC	Personal Computer (Osobní počítač)
USB	Universal Serial Bus (Univerzální sériová sběrnice)
HDMI	High-Definition Multi-media Interface Nekomprimovaný obrazový a zvukový signál v digitálním formátu
IP	Ingress Protection (Stupeň krytí)
LED	Light-Emitting Diode (Dioda emitující světlo)
VDC	Voltage Direct Current (Stejnoseměrné napětí)

Seznam značek (symbolů proměnných a funkcí)

U elektrické napětí, V

Seznam obrázků

Obr. 1.1 – Automatické řízení ovládací	15
Obr. 1.2 – Automatické řízení regulační.....	15
Obr. 2.1 – Popis modulu S7 – 200	20
Obr. 2.2 – Siemens Simatic S7 – 1200	21
Obr. 2.3 – Základní možnosti rozšíření	22
Obr. 2.4 – Přehled panelů SIMATIC HMI Basic	23
Obr. 2.5 – Přehled panelů SIMATIC HMI Comfort.....	24
Obr. 2.6 – Ukázka panelů SIMATIC HMI Key	24
Obr. 3.1 – Znázornění komplexnosti TIA portalu	26
Obr. 4.1 – Oficiální logo platformy Arduino.....	27
Obr. 4.2 – Arduino Mini	28
Obr. 4.3 – Arduino Micro	28
Obr. 4.4 – Arduino LilyPad	29
Obr. 4.5 – Arduino Fio.....	30
Obr. 4.6 – Arduino Uno	30
Obr. 4.7 – Arduino Yún	31
Obr. 4.8 – Arduino Mega2560.....	32
Obr. 4.9 – Arduino Due	32
Obr. 4.10 – Arduino Esplora.....	33
Obr. 4.11 – Arduino Robot	34
Obr. 4.12 – Arduino Intel Galileo.....	35
Obr. 4.13 – Arduino Tre	35
Obr. 5.1 – Zapojení magnetického relé.....	39
Obr. 5.2 – Vývojové prostředí Arduino IDE	39
Obr. 5.3 – Volba vývojové desky v programu Arduino IDE.....	40
Obr. 5.4 – Deklarace pinů.....	41
Obr. 5.5 – Pojmenování jednotlivých výstupů	41
Obr. 5.6 – Část programu simulátoru automyčky.....	42
Obr. 6.1 – Přidání PLC do prostředí TIA Portal	44
Obr. 6.2 – Čítače, které určují řídicí proměnou	45
Obr. 7.1 – Propojení PC, PLC a HMI přes switch.....	46
Obr. 7.2 – Přidání HMI do prostředí TIA Portal	47

Obr. 7.3 – Obrazovka s nastavením IP adresy PLC.....	48
Obr. 7.4 – Úvodní obrazovka.....	50
Obr. 7.5 – Vizualizační obrazovka základního mycího programu	50

Seznam tabulek

Tab. 1.1 – Označení logických veličin	16
Tab. 1.2 – Příklad pravdivostní tabulky sekvenčního obvodu.....	16
Tab. 5.1 – Přehled stavů automyčky	37
Tab. 5.2 – Čísla výstupů odpovídající indikujícím LED diodám	38
Tab. 6.1 – Přehled programů	43
Tab. 6.2 – Zapojení digitálních výstupů PLC do vstupů Arduina	43

ÚVOD

V dnešní době se v podstatě žádná automatizovaná výroba neobejde bez číslicových systémů, jako jsou právě PLC, a proto bych si rád v tomto směru rozšířil své znalosti. K programování PLC jsem se dostal již na střední škole a velice mě to oslovilo.

V práci bude řešena problematika sekvenčního řízení a popis platformy Arduino, pomocí které bude vytvořen simulátor myčky automobilů. Ten bude své stavy zobrazovat na připojené soustavě LED diod. Dále práce obsahuje popis PLC řady Simatic od firmy Siemens, neboť jedním PLC z této řady, konkrétně PLC S-1200, se bude řídit již zmíněný simulátor. Vizualizace celého procesu se bude zobrazovat na HMI panelu, na kterém bude možnost výběru ze dvou mycích programů myčky automobilů.

Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V první kapitole je popsáno automatické řízení, protože cíl práce je spojen se sekvenčním řízením. Kapitola druhá se zabývá PLC od firmy Siemens, řadou Simatic, včetně operačních panelů. Podrobněji je popsáno PLC Simatic S-1200, které bude v práci sekvenčně řídit simulátor. Samotné programování PLC a HMI panelu se provádí ve vývojovém prostředí TIA Portal, o kterém je zmínka ve třetí kapitole. Celá čtvrtá kapitola je věnována právě platformě Arduino, neboť celé řízení vizualizačních LED diod zajišťuje právě Arduino Mega2560.

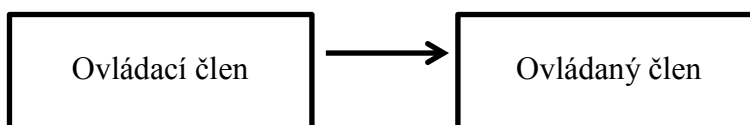
Praktická část obsahuje již samotný popis konkrétních postupů k dosažení cíle. V páté kapitole je řešeno vytvoření simulátoru myčky automobilů včetně popisu zapojení a samotného programu. Šestá kapitola obsahuje popis tvorby řídicí části, kterou zajišťuje již několikrát zmíněné PLC Simatic S-1200. Popis vytvoření vizualizace pomocí HMI panelu je uveden v sedmé kapitole.

1 AUTOMATICKÉ ŘÍZENÍ

Pojem řízení vyznačuje cílené působení řídicího členu na člen řízený. Pokud je řídicím členem člověk, jedná se o ruční řízení. V případě automatického řízení je řídicím členem již nějaké zařízení, například PLC. Automatické řízení se z hlediska funkce dělí na 3 základní skupiny:

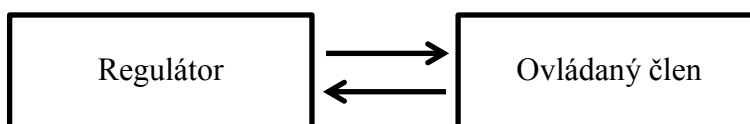
- automatické řízení ovládací,
- automatické řízení regulační,
- automatické řízení kybernetické (Miekisch, 2012).

Automatické řízení ovládací pouze vykonává přesně určenou posloupnost operací bez kontroly, zda byl zadaný úkol úspěšně dokončen. Nemá tedy žádnou zpětnou vazbu.



Obr. 1.1 – Automatické řízení ovládací

Oproti tomu automatické řízení regulační již zpětnou vazbu má. Obvykle ji zajišťují senzory, které sledují stav žádané veličiny a výsledek předávají ovládacímu členu, který se v tomto případě nazývá regulátor. Ten pak na základě těchto informací rozhodne o akčním zásahu.



Obr. 1.2 – Automatické řízení regulační

Kybernetické řízení již obsahuje i prvky umělé inteligence. Nejen že automaticky řídí a reguluje procesy, ale také se snaží najít optimální řešení daného problému.

1.1 LOGICKÉ ŘÍZENÍ

Logické řízení je cílená činnost, při níž se logickým obvodem zpracovávají informace o řízeném procesu a podle nich ovládají příslušná zařízení tak, aby se dosáhlo předepsaného cíle (Švarc, 2011).

Toto řízení pracuje na principu dvouhodnotových veličin. To znamená, že mohou nabývat pouze dvou možných hodnot, obvykle značené jako 0 a 1. Tyto hodnoty symbolizují dva protichůdné stavy.

Tab. 1.1 – Označení logických veličin

Matematicky	0	1
Obecně	L	H
Fyzikálně	VYPNUTO	ZAPNUTO
Slovní vyjádření	NE	ANO
Anglické vyjádření	F (False)	T (True)

Logické řízení je využíváno v úlohách, kdy se čeká na splnění určité podmínky, na jejímž základě je provedena předem definovaná operace. Například při sepnutí airbagu v automobilu. Čeká se na sepnutí senzoru pro detekci nárazu a na základě toho je vystřelen airbag. Dá se tedy říci, že u logického řízení je výstup ovládacího členu závislý pouze na kombinaci vstupů.

1.2 SEKVENČNÍ LOGICKÉ ŘÍZENÍ

Oproti logickému řízení je u sekvenčního řízení hodnota výstupu ovládacího členu závislá nejen na kombinaci vstupů, ale také na předešlém stavu. Je tedy třeba paměť předchozích stavů obvodu.

Tab. 1.2 – Příklad pravdivostní tabulky sekvenčního obvodu

Časové pořadí	A	B	Y
1.	0	0	0
2.	1	0	0
3.	0	1	1
4.	1	0	1

Z pravdivostní tabulky tab. 1.2 je vidět, že dvěma řádkům se stejnou kombinací vstupů odpovídají odlišné hodnoty výstupu. To je právě typické pro sekvenční logické obvody.

Výstup nezáleží pouze na kombinaci vstupních veličin, ale také na jejich časovém sledu (Švarc, 2011).

2 SIMENS SIMATIC

PLC řady Simatic od firmy Siemens jsou známy především pro svou spolehlivost, robustnost, snadnou rozšiřitelnost a pro své kompaktní rozměry. Již několik let jsou využívány v řadě aplikací v celém oboru průmyslové automatizace.

2. dubna 1958 byl název Simatic zaregistrován jako obchodní značka. Prvním prototypem tranzistorového kontroléru se stal takzvaný color Simatic.

V roce 1979 přišla firma Siemens s řadou Simatic S5, která zaznamenala skutečný průlom PLC v automatizaci a průmyslové výrobě.

O 17 let později představil Siemens svou novou koncepci, která spočívá v plně integrované automatizaci. Její hlavní myšlenkou je jednotná hardwarová i softwarová platforma pro libovolnou automatizační úlohu ve všech průmyslových odvětvích.

V souvislosti s touto koncepcí vzniká nová řada Simatic S7, která dodnes nabízí nejmodernější způsoby řešení technologických aplikací a je často nositelem inovací v celém oboru průmyslové automatizace. Tak jak se mění požadavky řešených úloh, jsou neustále vyvíjeny i nové řídicí prvky tak, aby co nejlépe vyhovovaly potřebám technologie, splňovaly náročné podmínky efektivního projektování a přitom respektovaly kontinuitu a pracovaly v souladu s již osvědčenými postupy a principy (Průmyslové automatizační systémy SIMATIC, 2016).

2.1 PLC SIMATIC S7 – 1500

Jedná se o nejnovější modulární PLC řady Simatic. Představuje především zvýšení výkonu a vylepšení praktické použitelnosti. Výkonnost je dána nejen vyšším výpočetním výkonem jednotlivých CPU, ale i podstatným zrychlením vnitřních sběrnic, které jsou až 40 krát rychlejší než u starších PLC S7 – 400.

2.2 PLC SIMATIC S7 – 300

Tento průmyslový řídicí systém je pro svou univerzálnost použitím nejprodávanějším řídicím systémem z celé nabídky firmy Siemens. Je určen pro realizaci automatizačních úloh středního rozsahu. Uživatel si může vybrat z několika typů CPU:

- Standartní CPU, slouží k řešení běžných automatizačních úloh.
- Kompaktní CPU, jsou cenově velmi výhodné, pokud si vystačíme s příslušným počtem vstupů a výstupů,

- Bezpečnostní CPU, používá se všude tam, kde je třeba zajistit co nejvyšší stupeň bezpečnosti obsluhy, výrobního zařízení, či okolního prostředí.
- Technologické CPU, je navrženo přímo pro řízení polohy či pohybu v několika osách současně.

2.3 PLC SIMATIC S7 – 400

Jedná se o nejvýkonnější programovatelný automat firmy Siemens, který slouží pro nejnáročnější automatizační úlohy. Jeho užití je typické například pro energetiku, farmacii, chemii, potravinářský průmysl apod. Nižší řady PLC předčí svou modularitou a výkonností. Charakteristickými vlastnostmi jsou:

- Multicomputing, což jednoduše znamená, že PLC obsahuje více než jeden procesor a jednotlivým úlohám je možno přiřadit samostatnou CPU. V režimu multicomputing pracují všechny CPU jako jedna, jestliže se jedna CPU zastaví, zastaví se současně i všechny ostatní.
- Izochronní režim je stručně řečeno časová synchronizace procesoru a vzdálených periférií po sběrnici, což umožňuje spolehlivou obsluhu i rychlých procesů.
- Možnost změny konfigurace za chodu umožňuje výměny modulů či změnu parametrů za provozu systému.

2.4 PLC SIMATIC S7 – 400H

Simatic S7 – 400H je programovatelný automat se dvěma H CPU stejného typu. V případě poruchy se provede přepnutí z masteru systému na záložní stanici. Je vhodný pro procesy s požadavkem na vysokou dostupnost (procesy s časem přepnutí kratším než 100 ms).

Kromě zvládnutí velkého množství vstupů jsou H CPU charakterizovány také vysokým výkonem. Obě H CPU jsou propojeny pomocí optického kabelu a takzvaných synchronizačních modulů, které jsou zasunuty přímo v CPU. To znamená, že neztrácíte pozici v racku a že komunikace mezi oběma CPU probíhá extrémně rychle. Synchronizační moduly mohou být vyměněny za běhu, pod napětím.

Metoda událostně řízené synchronizace umožňuje v případě poruchy rychlé přepnutí na redundantní CPU. Program se začíná zpracovávat přímo v bodě přerušení, bez ztráty jakékoliv informace nebo přerušení. Operační systém zajistí, aby všechny příkazy, které pokud by byly vykonávány nezávisle, by mohly způsobit různé stavy v obou systémech a

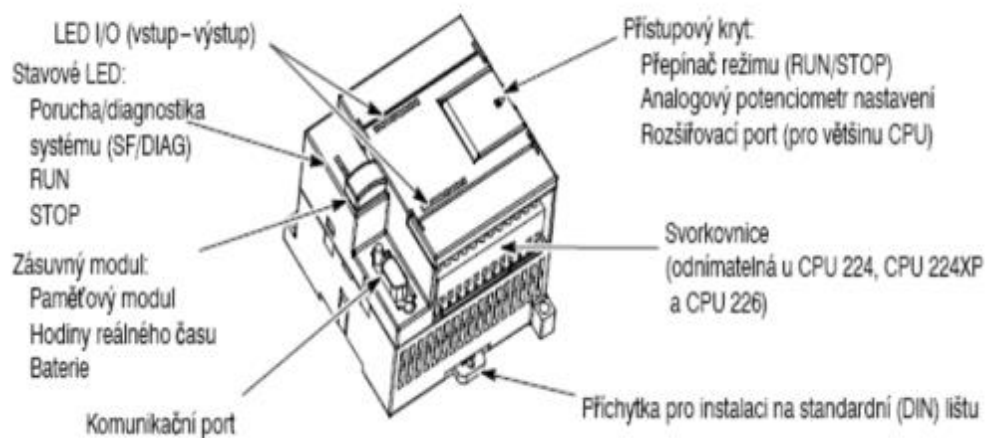
pracovat synchronně. Pro tuto funkčnost uživatel nemusí provádět žádné programování ani parametrování (PLC Simatic S7 – 400H, 2016).

2.5 PLC SIMATIC S7 – 200

Tato řada kompaktních programovatelných logických automatů je určena pro řízení jednoduchých aplikací. Vyznačuje se především malým, kompaktním designem a nízkou cenou.

Automat S7 – 200 disponuje nejen rozsáhlým instrukčním souborem, je vybaven i silnými komunikačními funkcemi. Pro zjednodušení programování jsou připraveni tzv. průvodci, kteří dokáží vygenerovat celé části programu dle požadavků programátora, např. pro nastavení PID regulátoru, komunikace nebo polohování.

Pro široké spektrum použitelnosti má tato řada velké množství rozšiřovacích modulů, včetně operátorských panelů, kterými lze přidat další funkce nebo pouze rozšířit počet vstupů a výstupů. Na obr. 2.1 je vidět popis PLC S7 – 200.



Obr. 2.1 – Popis modulu S7 – 200 (Popelka, 2007)

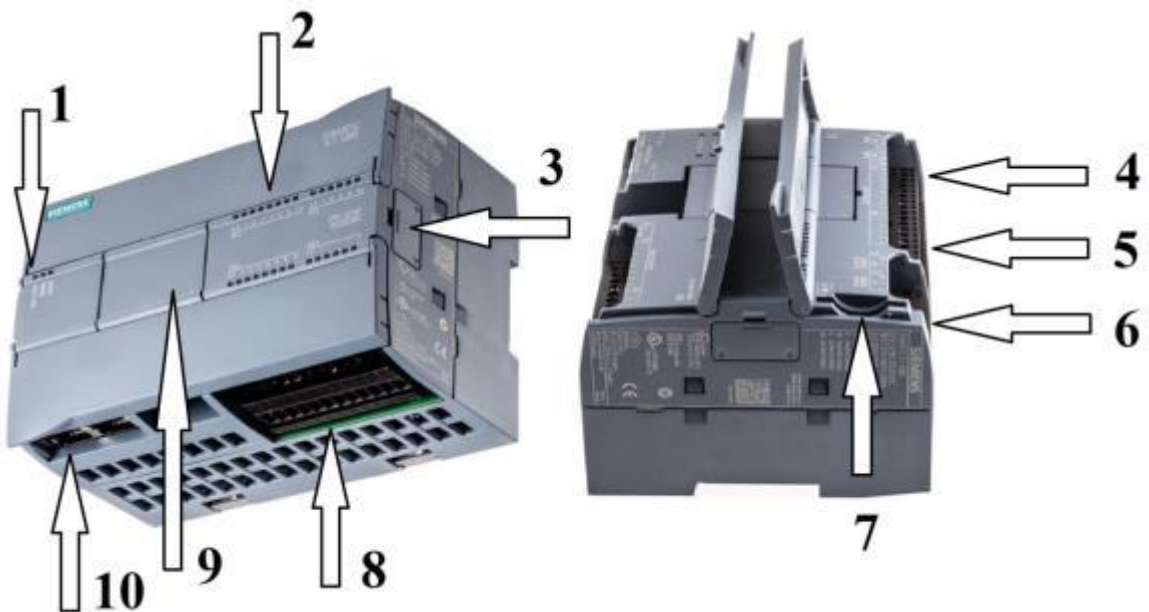
2.6 PLC SIMATIC S7 – 1200

Jedná se o kompaktní řídicí mikrosystémy z dílny Siemens, které jsou určeny pro řízení menších aplikací. Mezi jejich největší přednosti patří kompaktní rozměry snadná rozšiřitelnost pomocí modulů a široké spektrum použití. Je k dispozici jak ve standardních, tak v bezpečnostních verzích.

Uživatel si může vybrat ze čtyř typů základních jednotek, a to CPU 1211C, CPU 1212C, CPU 1214C a CPU 1215C.

Tyto typy se od sebe navzájem liší:

- fyzickými rozměry,
- uživatelskou paměť,
- počtem digitálních a analogových vstupů a výstupů,
- možností počtu připojení signálových modulů,
- počtem čítačů.



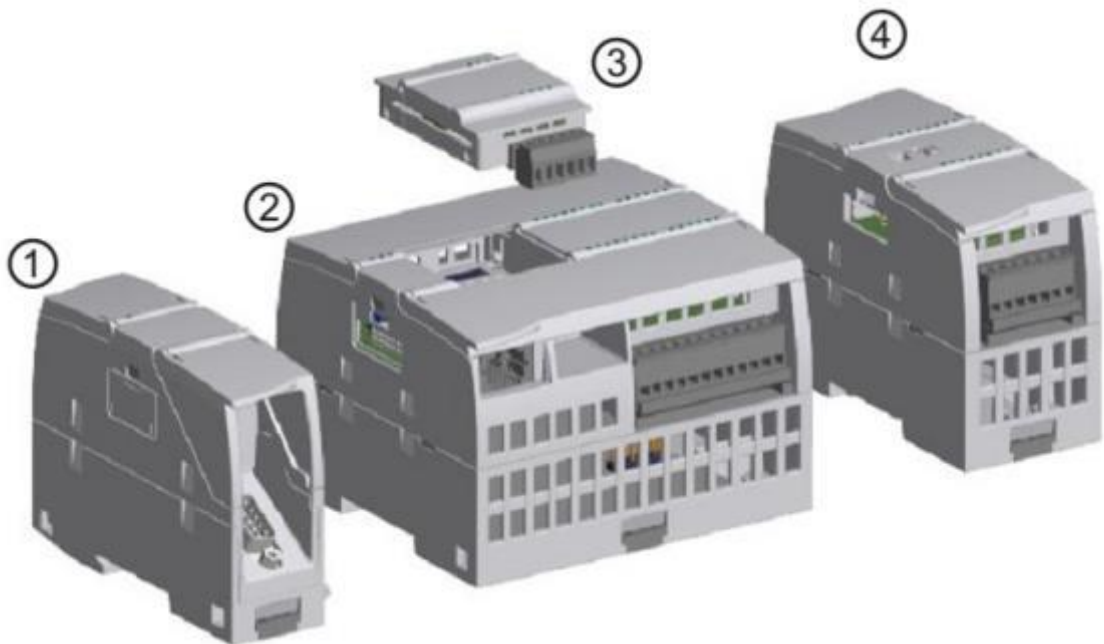
Obr. 2.2 – Siemens Simatic S7 – 1200 (RS: Elektronické komponenty, 2016)

- 1** Diody stavu CPU
- 2** Diody pro stav digitálních vstupů a výstupů
- 3** Snímatelný konektor pro připojení modulů
- 4** Napájecí konektor
- 5** Digitální vstupy
- 6** Analogové vstupy
- 7** Slot pro paměťovou kartu
- 8** Digitální výstupy
- 9** Konektor pro připojení signálové desky
- 10** Programovací rozhraní

2.6.1 Možnosti rozšíření

Počet vstupů a výstupů lze zvětšit nejenom připojením signálových modulů z pravé strany PLC, ale jsou k dispozici také tzv. signálové desky, které se jednoduše zepředu nasadí na CPU a poskytují rozhraní buď pro digitální vstupy, výstupy, nebo pro jeden analogový výstup (Rakušan, 2010).

Mezi základní signálové moduly tedy patří digitální vstupy a výstupy, analogové vstupy a výstupy, komunikační moduly s rozhraním RS – 232 nebo RS – 485 a také modul CSM 1277, což je jednoduchý neřízený přepínač pro síť Ethernet nebo Profinet se čtyřmi porty.



Obr. 2.3 – Základní možnosti rozšíření (S7-1200, 2016)

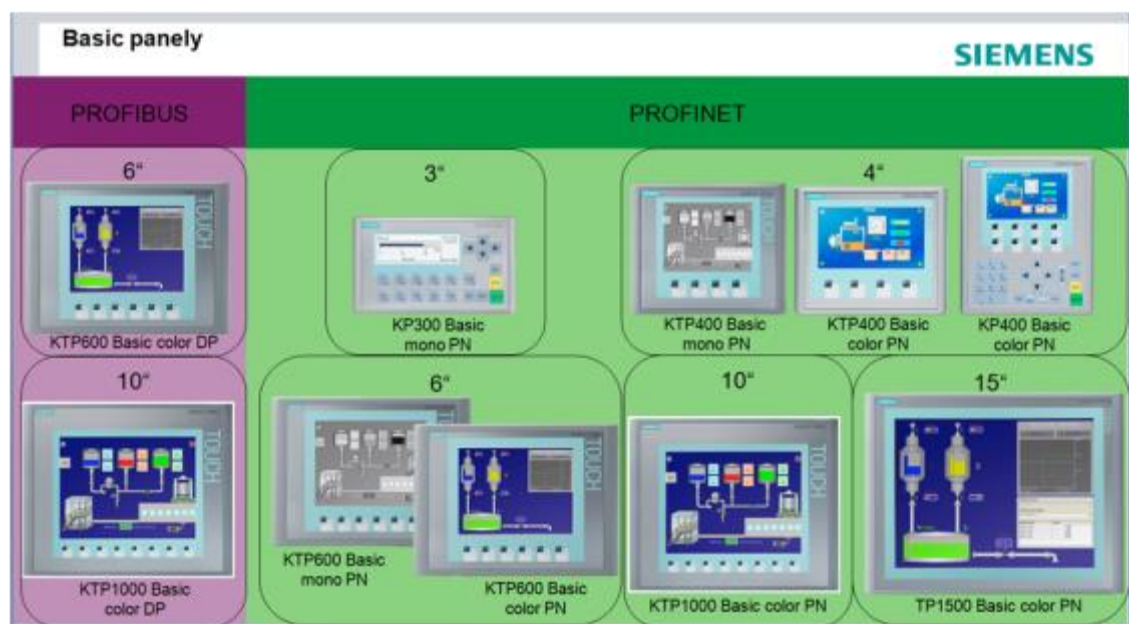
- 1** Komunikační modul
- 2** CPU
- 3** Signálový modul
- 4** Modul rozšiřující vstupy nebo výstupy

2.6.2 HMI

Firma Siemens nabízí kompletní spektrum systémů pro ovládání a vizualizaci označované jako SIMATIC HMI. Tyto systémy jsou nedílnou součástí produktů plně integrované automatizace. Uživatel si může vybrat z těchto kategorií panelů:

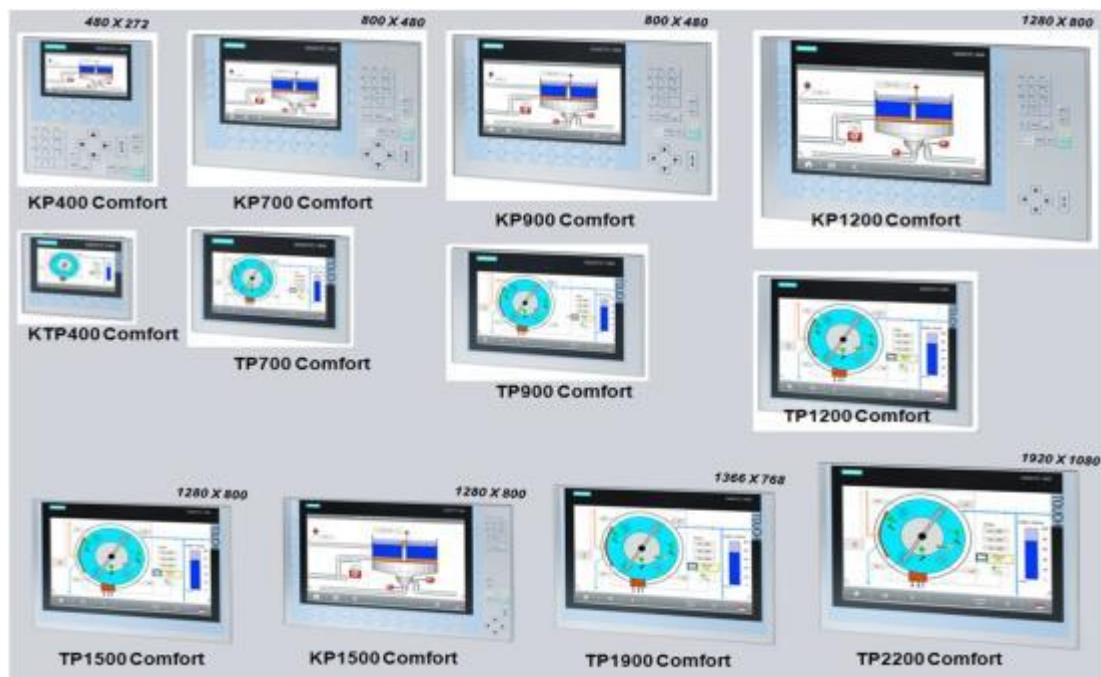
- basic,
- comfort,
- mobile,
- key.

Panely řady Simatic HMI Basic jsou obdobou textových panelů u řady Simatic S7 – 200. Jde o levné panely s krytím IP65, s dotykovým displejem a s vestavěným rozhraním Profinet. Jsou k dispozici s grafickým displejem s úhlopříčkou od 4 palců do 15 palců a uživatelům nabízejí dotykové ovládání a dotykové funkční klávesy. Přehled panelů řady Basic je na obr. 2.4 (Rakušan, 2010).



Obr. 2.4 – Přehled panelů SIMATIC HMI Basic (Standardní panely SIMATIC HMI, 2016)

Ovládací panely řady Comfort se vyznačují především vysoce kvalitním, širokoúhlým dotykovým displejem velikosti v rozmezí od 4 do 22 palců. Panely obsahují integrované kancelářské programy, jako je například webový prohlížeč, Adobe Acrobat, Microsoft Excel, Word a Media Player. Jedná se o opravdu výkonný operátorský panel s nejvyššími nároky. Přehled panelů řady Comfort lze vidět na obr. 2.5 (Standardní panely SIMATIC HMI, 2016).



Obr. 2.5 – Přehled panelů SIMATIC HMI Comfort (Standardní panely SIMATIC HMI, 2016)

Mobilní operátorské panely, jak již název napovídá lze připojit i bezdrátově k ovládaným procesům, což je jejich hlavní přednost. Vysoký stupeň krytí, malé rozměry, robustní konstrukce, díky které firma Siemens garantuje bezpečnou výšku pádu přístroje z 1,20 m, jej předurčují především pro práci v nejnáročnějších průmyslových prostředích.

Key panels, neboli tlačítkové panely představují především jednoduché ovládání. Tyto panely nabízí své uplatnění v úlohách vyžadující pouze přenos povelů operátora. Ukázka těchto panelů je na obr. 2.6 (Standardní panely SIMATIC HMI, 2016).



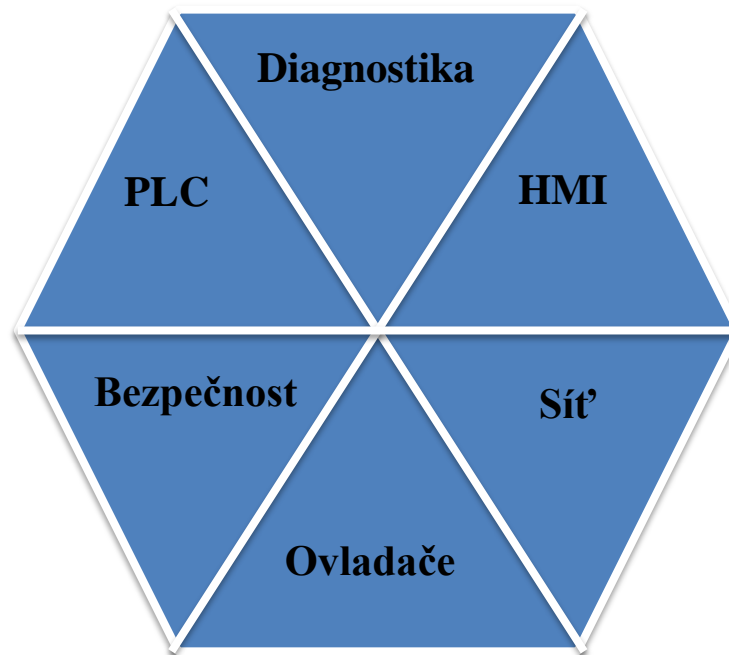
Obr. 2.6 – Ukázka panelů SIMATIC HMI Key (Human Machine Interface, 2016)

Výhodou je, že není nutné instalovat různé vývojové prostředí pro programování PLC a HMI, neboť obojí zvládne software TIA Portal, o kterém je více v následující kapitole.

3 TIA PORTAL

Totally Integrated Automation Portal, stručně TIA Portal je komplexní vývojové prostředí od firmy Siemens, které umožňuje vývoj uživatelských aplikací pro PLC i decentralní periferie, projektování panelů HMI, rozsáhlých vizualizací SCADA, síťových komponent a komunikačních prvků i konfigurace a uvádění pohonů do provozu (Totally Integrated Automation Portal, 2016).

Výhodou tohoto softwaru je, že jeho součástí je prostředí STEP 7, které je potřebné k programování PLC, tak i prostředí WinCC, v kterém se vytváří aplikace pro HMI panely. Uživatel má tak všechna potřebná data v jednom projektovém souboru. Komplexnost TIA Portalu je znázorněná na obr. 3.1.



Obr. 3.1 – Znázornění komplexnosti TIA portalu

4 ARDUINO

Vývoj prvního Arduina začal v roce 2005 v Itálii. Motivace k vytvoření byla celkem jednoduchá, tvůrci chtěli přijít na trh s jednoduchým a levným vývojovým setem pro studenty, kteří si nechtěli pořizovat, v té době rozšířené a drahé desky BASIC Stamp. Toto se jim podařilo a rozhodli se nabídnout ho celému světu (Voda, 2015).

V dnešní době existuje celá řada různých vývojových platforem, ale asi tou nejrozšířenější je právě platforma Arduino. Ta nabízí různé typy desek od méně výkonných a malých modelů až po kompletní soustavy obsahující USB, HDMI, Ethernet, či audio porty (Voda, 2015).

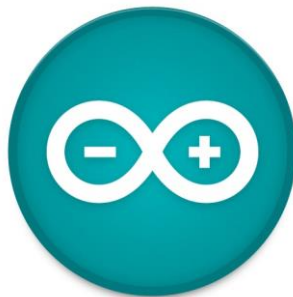
Arduino je otevřená elektronická platforma, založená na uživatelsky jednoduchém hardwaru a softwaru. Je to vlastně počítač, který pomocí různých senzorů dokáže vnímat vnější svět a reagovat na něj zvolenými způsoby.

Hlavní výhodou Arduino platformy je jednoduchost použití, obrovské množství kompatibilního hardwaru, nízká cena a především podpora obrovské komunity Arduino nadšenců. Díky této celosvětové skupině je možné nalézt návody téměř na cokoliv, od použití Arduina jako toustovače, přes stavbu 3D tiskárny a robota, až po jeho vyslání do vesmíru jako satelitu (Arduino.cz, 2014 - 2015).

4.1 TYPY DESEK

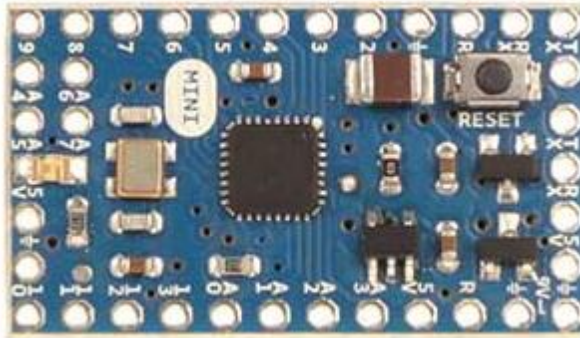
V této kapitole jsou představeny oficiální typy desek od firmy Arduino. Mimo těchto existuje ještě spousta neoficiálních, takzvaných klonů. Poznáme je podle toho, že mají často v názvu -duino, protože název Arduino je chráněný autorskými právy.

Každé Arduino je osazené procesorem od firmy Atmel. Desky se vyznačují jednotným zpracováním s převažující modrou barvou. Můžeme se setkat s označením desek, které mají za svým názvem ještě například Rev3, nebo R3. Jedná se o číslo verze dané desky, většinou se však změnilo jen rozvržení součástek, nebo design (Voda, 2015).



Obr. 4.1 – Oficiální logo platformy Arduino

4.1.1 Arduino Mini



Obr. 4.2 – Arduino Mini (Voda, 2015)

Jedná se o nejmenší oficiální verzi Arduina. Byla navržena pro aplikace, kde je potřeba řídicí deska s co nejmenšími rozměry. Díky splnění této podmínky postrádá USB port a je tedy nutné ji programovat pomocí externího USB 2 sériového převodníku. Běží na procesoru ATmega328 s taktem 16 MHz, takže nijak nezaostává za deskami větších rozměrů.

Absenci USB portu plně vynahradí deska Arduino Nano, která je, co se týče výbavy, téměř totožná, ale již obsahuje USB port. Díky tomu jsou její rozměry o něco větší. Výhodou však je, že odpadá nutnost mít společně s deskou ještě další programovací prostředek (Voda, 2015).

4.1.2 Arduino Micro

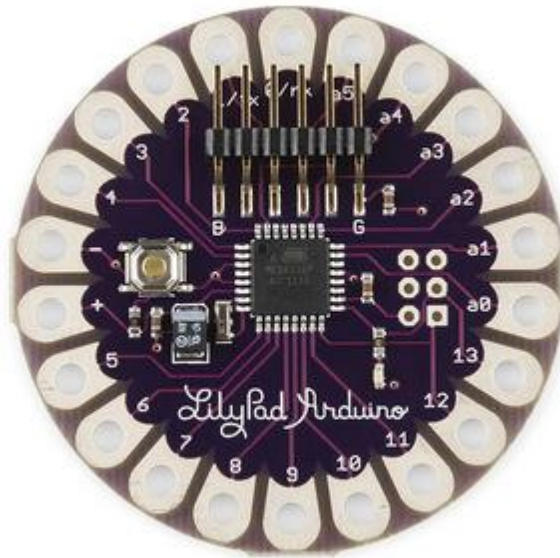


Obr. 4.3 – Arduino Micro (Voda, 2015)

Arduino Micro je jedna z desek, která obsahuje čip integrovanou podporu USB rozhraní. Tímto čipem je ATmega32u4. Odpadá tak nutnost použití externího převodníku. Díky tomu ho lze připojit k počítači jako myš, nebo klávesnici. Funkčně je shodná s deskou Arduino Leonardo, je ale přizpůsobená pro zasunutí do nepájivého kontaktního pole.

Pro její malé rozměry chybí externí napájecí konektor a místo klasického USB je použit micro USB konektor. Deska disponuje 20 digitálními vstupy a výstupy, z nichž 12 jich může být použito jako analogové. Arduino Micro je tedy deska vhodná především pokud si chceme vytvořit vlastní ovládací zařízení k počítači (Voda, 2015).

4.1.3 LilyPad Arduino

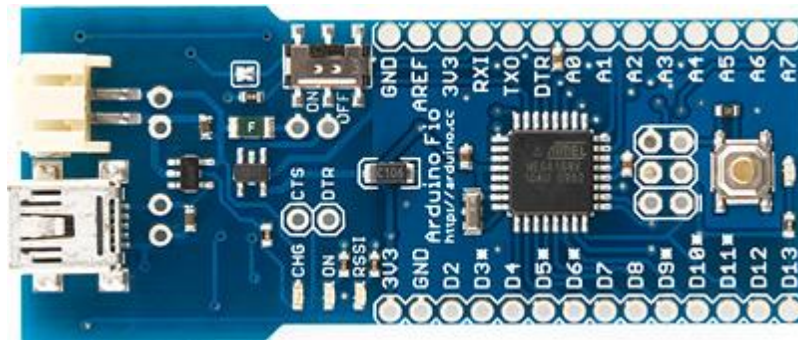


Obr. 4.4 – Arduino LilyPad (Voda, 2015)

Tato deska již na první pohled vybočuje z typického designu ostatních z rodiny Arduino. Je to dáno tím, že LilyPad je přizpůsobená k nošení na textilu. Existuje více provedení této desky, například s USB a čipem ATmega32u4, nebo bez USB ve verzi s ATmega328.

K dispozici je 14 digitálních a 6 analogových vstupů, nebo výstupů a 6 PWM výstupů. Pokud si chceme vytvořit například cyklistický dres s blinkry, je tato deska správnou volbou (Voda, 2015).

4.1.4 Arduino Fio



Obr. 4.5 – Arduino Fio (Voda, 2015)

Arduino Fio je koncipovaná tak, aby k ní bylo možné připojovat různé bezdrátové moduly. Srdcem je procesor ATmega328P, který běží na frekvenci 8MHz. Zajímavým parametrem této desky je napájecí napětí, které je z důvodu kompatibility s moduly sníženo z běžných 5 V na 3,3 V (Voda, 2015).

4.1.5 Arduino Uno



Obr. 4.6 – Arduino Uno (Voda, 2015)

Jedná se o desku, která je v současné době jedna z nejpoužívanějších. Je osazena procesorem ATmega328 a již klasickým USB portem. Z této základní desky vychází další dvě speciální, Arduino Ethernet a Arduino Bluetooth. Obě speciální desky mají totožnou výbavu jako základní Uno, ale v případě Arduina Ethernet najdeme místo USB portu Ethernet port a

v případě Arduina Bluetooth, jak již název napovídá, místo USB portu nalezneme Bluetooth modul.

Samostatná deska obsahuje 14 digitálních vstupů, či výstupů a 6 analogových. Nechybí ani konektor pro připojení externího napájení, resetovací tlačítko a jedna LED dioda, kterou je možné ovládat.

Na Arduino Uno navazuje deska Arduino Leonardo. Liší se jen použitým čipem, kterým je ATmega 32u4, jako například u Arduina Micro (Voda, 2015).

4.1.6 Arduino Yún



Obr. 4.7 – Arduino Yún (Voda, 2015)

Tento model také navazuje na Arduino Uno, ale pouze designem. Kromě již zmíněného čipu ATmega32u4, zde nalezneme druhý čip Atheros AR9331, na kterém může běžet odlehčená verze Linuxu, Linux Linino. Komunikaci mezi ATmegou, na které běží jádro Arduina a Atherosem zajišťuje takzvaný softwarový most.

Deska disponuje 20 digitálními vstupy/výstupy z nichž 7 může být použito jako analogové. Dále na desce najdeme micro USB i normální USB a Ethernet port pro připojení k síti (Voda, 2015).

4.1.7 Arduino Mega2560

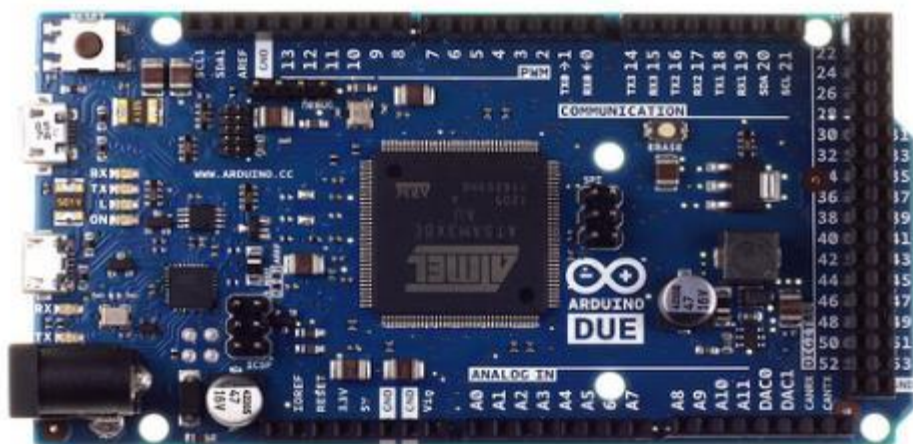


Obr. 4.8 – Arduino Mega2560 (Voda, 2015)

Jedná se v podstatě o prodlouženou verzi Arduina Uno. Toto zvětšení umožňuje použití většího mikrokontroléru, kterým je ATmega2560. Samostatná deska obsahuje 54 digitálních vstupů/výstupů a 16 analogových.

Tento model se hodí především pro aplikace, kde je zapotřebí vyššího výpočetního výkonu. Za zmínku stojí speciální deska, vyvinutá z této, Arduino Mega ADK, která je vybavená navíc jedním USB pro připojení zařízení s Androidem (Voda, 2015).

4.1.8 Arduino Due

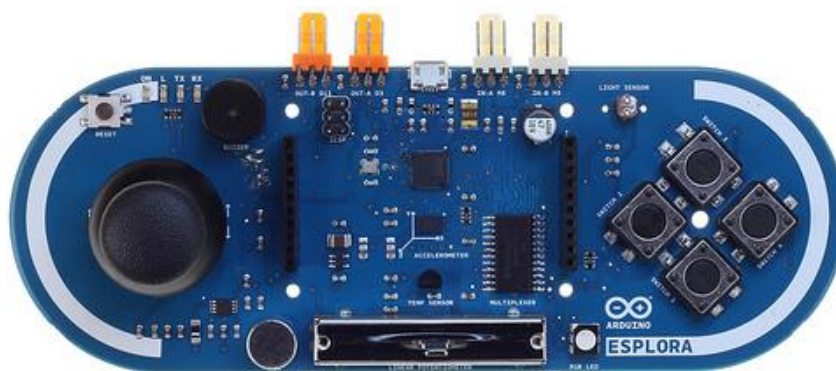


Obr. 4.9 – Arduino Due (Voda, 2015)

Arduino Due je následníkem desky Arduino Mega, ovšem obsahuje mnohem výkonnější čip, kterým je Atmel SAM3X8E. Běží totiž na frekvenci 84 MHz, což je 5 krát vyšší než u svého předchůdce.

Na desce nalezneme dva micro USB konektory. Jeden slouží k programování a druhý k připojení periférií. Arduino Due disponuje 54 digitálními vstupy/výstupy a 12 analogovými (Voda, 2015).

4.1.9 Arduino Esplora



Obr. 4.10 – Arduino Esplora

Tuto desku můžeme zařadit do kategorie hybridní. Na první pohled je patrná podobnost s herním ovladačem. Nasvědčuje tomu joystick na pravé straně a kosočtvercové uspořádání tlačítek na levé. Najdeme na ní také piezo měnič, teplotní senzor, mikrofon, světelný senzor, tříosý akcelerometr a piny pro připojení LCD displeje.

S tímto typem Arduina se dá vytvořit vlastní herní konzole. Jednoduchou komunikaci s PC zajišťuje opět procesor ATmega32u4 (Voda, 2015).

4.1.10 Arduino Robot



Obr. 4.11 – Arduino Robot (Arduino 2WD Robot, 2016)

Jak již název napovídá, jedná se o set, který je vhodný k vytvoření vlastního chytrého robota. Na rozdíl od ostatních modelů se nejedná pouze o desku, ale rovnou o celou aplikaci včetně senzorů a akčních členů.

Robot obsahuje dva mikrokontroléry na dvou samostatných deskách. Jedna z nich se stará o ovládání motorů a druhá přijímá data ze senzorů a rozhoduje o řízení robota. Každá z desek se dá samostatně programovat. Obě jsou osazeny čipem ATmega32u4 (Voda, 2015).

4.1.11 Arduino Intel Galileo



Obr. 4.12 – Arduino Intel Galileo (Voda, 2015)

Tento model je výsledkem spolupráce se společností Intel. Jedná se totiž o první desku, na které nalezneme čip Intel Quark SoC X1000. Tento procesor běží na frekvenci 400 MHz.

Na desce také najdeme dvě standardní USB, slot na paměťové karty micro SD, Ethernet port i mini-PC Express slot, který slouží pro připojení různých přídatných karet (Voda, 2015).

4.1.12 Arduino Tre



Obr. 4.13 – Arduino Tre (Lehrbaum, 2013)

V současné době je tato deska již hotová, ale stále testována. Jedná se o zatím nejvýkonnější typ. Model obsahuje stejně jako Arduino Yún dva procesory, jeden pro jádro Arduina a druhý pro Linux. Na desce také najdeme HDMI port, dva audio konektory, jeden USB port k programování a čtyři další k připojení různých zařízení. Z této výbavy je patrné, že Arduino Tre bude schopné konkurovat i menším počítačům (Handl, 2015).

4.2 ARDUINO IDE

Arduino IDE je integrované vývojové prostředí napsané v jazyce Java, které slouží k programování všech desek Arduino. Jedná se o otevřený software vzniklý z výukového prostředí Processing. To bylo mírně upraveno, byly přidány určité funkce a v neposlední řadě podpora jazyka Wiring. Prostředí je dostupné na operační systémy Windows, Linux i Mac OS X.

Arduino je možné programovat v jazyce C, nebo C++. Nejjednodušší je však použití již zmíněné knihovny Wiring. Ta je v současné době pro programování velmi rozšířená. Je tomu tak především pro její jednoduchost a dostupnost mnoha návodů, takže programování je na rozdíl od jiných platforem velice snadné. Díky její komplexnosti se o ní často mluví jako o samostatném programovacím jazyku (Voda, 2015).

5 SIMULÁTOR MYČKY AUTOMOBILŮ

Simulátor se skládá ze tří základních částí. Programovou a řídicí část zajišťuje Arduino Mega2560 a vizualizační obstarává soustava LED diod.

PLC komunikuje s myčkou pomocí čtyř signálových vodičů. Každý vodič představuje tedy jeden bit, který nabývá dvou hodnot, logické 1 nebo 0. Celkem můžeme dostat 2^4 , což je 16 kombinací bitů. Každá kombinace umožňuje přiřadit jeden stav myčky. Přehled kombinací bitů s přiřazenými stavy lze vidět v tab. 5.1. V prvním sloupečku je hodnota bitů v desítkové soustavě, v 2. až 5. sloupci jsou kombinace bitů s čísly vstupů Arduino a ostatní sloupce představují soustavu připojených LED diod v odpovídajících stavech. Červeně označené řádky jsou stavy, které nejsou definované. Pokud by takový stav nastal, rozsvítí se na desce signalizační led označená písmenem L.

Tab. 5.1 – Přehled stavů automyčky

Dec	Arduino in				Přip.	Prac.	Posun brány		Kartáče		Sušič	Oplach	Vosk	Pěna	Šampon
	5	4	3	2			vzad	vpřed	směr1	směr2					
0	0	0	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
2	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
3	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1
4	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
5	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
6	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
7	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
9	1	0	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10	1	0	1	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11	1	0	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12	1	1	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
13	1	1	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
14	1	1	1	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
15	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

5.1 ZAPOJENÍ

Příslušná čísla vstupů do Arduina lze vidět v tab. 5.1. Výstupy z PLC nejsou však zapojené přímo na vstup Arduina, o tom více v dalším oddíle 5.2.

V tabulce 5.2 jsou čísla výstupů, ke kterým je přes rezistor připojená LED dioda signalizující příslušný proces.

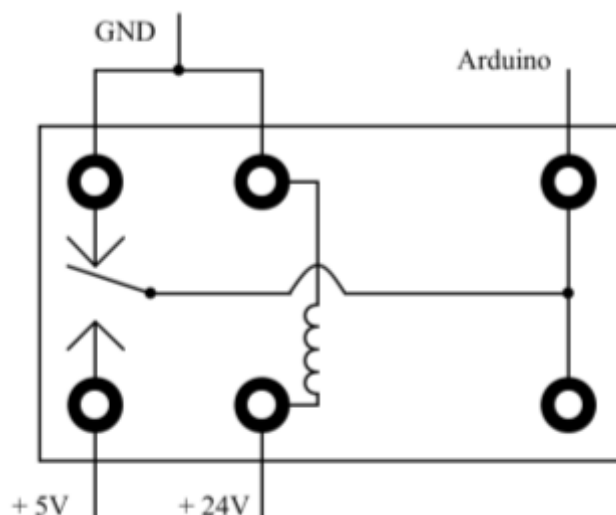
Tab. 5.2 – Čísla výstupů odpovídající indikujícím LED diodám

Číslo výstupu Arduina	Signalizace LED
22	Připravena
23	Pracuji
24	Pohyb brány vzad
25	Pohyb brány vpřed
26	Otáčení kartáčů směr 1
27	Otáčení kartáčů směr 2
28	Sušic
29	Trysky s vodou
30	Trysky s voskem
31	Trysky s pěnou
32	Trysky s šampónem

5.2 ROZDÍL LOGIK

Problémem v komunikaci PLC s Arduinem byl rozdíl napěťových logik. Zatímco PLC indikuje logickou 1 od 15 V do 24 V, tak Arduino od 2 V do 5 V. Pokud je tedy digitální výstup PLC nastaven na logickou hodnotu 1, napětí měřitelné na daném výstupu je 24 V.

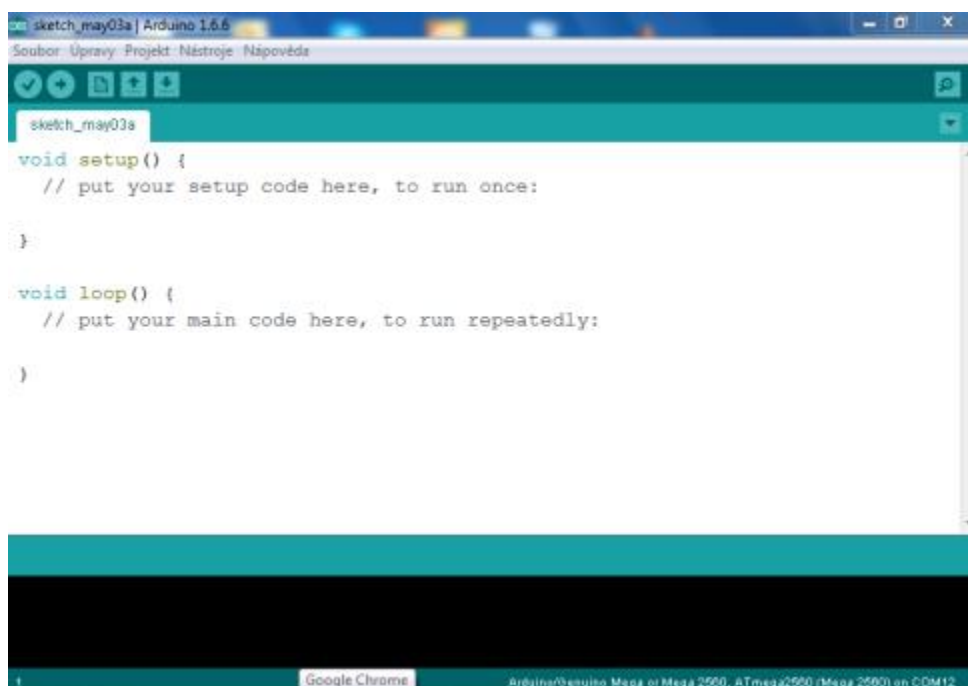
Tuto překážku jsem vyřešil jednoduchým způsobem a to tak, že jsem použil elektromagnetické relé, které je připojené přímo na výstup z PLC. Konkrétní zapojení relé je na obr. 5.1. Pokud se přivede na cívku relé jmenovité napětí, které je jak jinak než 24 V, vznikne magnetické pole a dojde k přitažení kotvy ke spínacímu kontaktu, na který je přivedeno již 5 V. Toto řešení jsem zvolil, protože se mi jevilo jako elegantní, levné a především dostačující, neboť vzhledem k mé aplikaci, nepotřebuji velkou rychlost spínání ani rozepínání.



Obr. 5.1 – Zapojení magnetického relé

5.3 PROGRAM

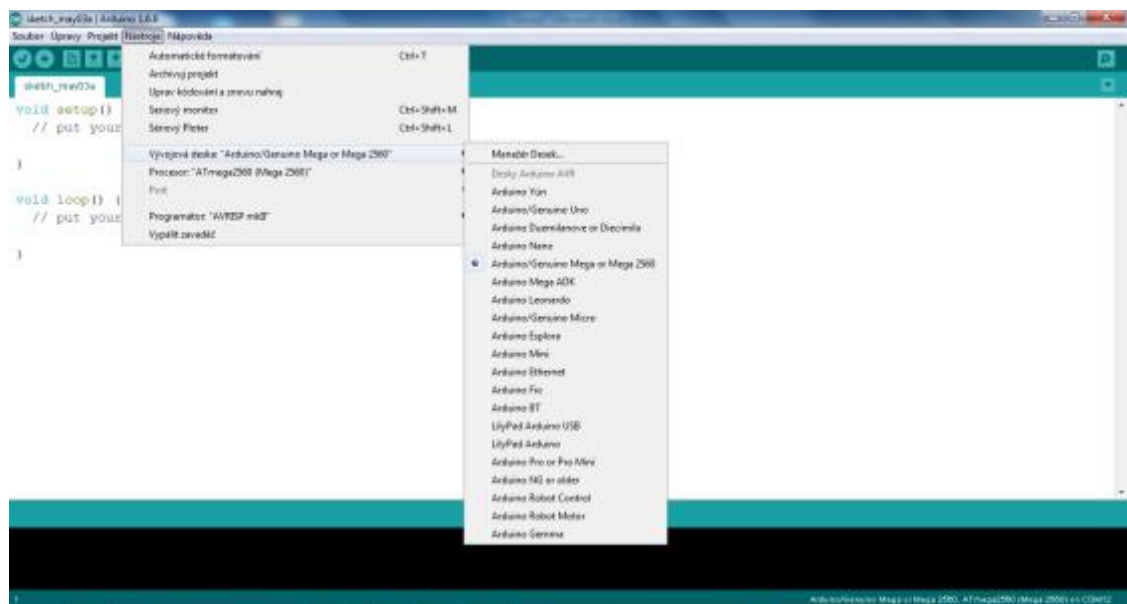
K programování desky Arduino Mega2560 se používá již zmíněný vývojový software Arduino IDE. Jedná se o otevřený software, takže jeho plnou verzi je možné bezplatně stáhnout z oficiálních webových stránek Arduina. Já jsem si stáhl verzi 1.6.6 pro Windows. Nejjednodušší je si stáhnout ZIP archiv, který stačí pouze rozbalit do vybrané složky a nemusí se nic instalovat. Poté už stačí v rozbaleném archivu spustit soubor Arduino.exe. Otevře se vývojové prostředí, které je na obr. 5.2.



Obr. 5.2 – Vývojové prostředí Arduino IDE

Po připojení desky přes USB kabel k počítači bylo nutné nainstalovat ovladače. Proveďte se to tak, že v nabídce Start přejdeme do okna Ovládací panely, tam otevřeme okno Správce zařízení a v něm najdeme připojené Arduino. Klikneme na něj pravým tlačítkem myši a otevřeme okno Vlastnosti. Zde na záložce ovladač klikneme na tlačítko aktualizovat ovladač a zvolíme možnost vyhledat ovladač v počítači a navedeme instalační program do složky drivers, kterou najdeme v rozbaleném archivu.

Po instalaci ovladačů desky jsem musel ještě nastavit prostředí Arduino IDE. Proveďte se to tak, že se otevře vpravo nahoře nabídka nástroje a v seznamu vývojových desek vybereme Arduino/Genuino Mega or Mega 2560 a procesor se zvolí ATmega2560. Zbývá ještě vybrat port, na který je deska připojená, většinou to bývá jediný port v seznamu. Tímto je nastavení dokončeno.



Obr. 5.3 – Volba vývojové desky v programu Arduino IDE

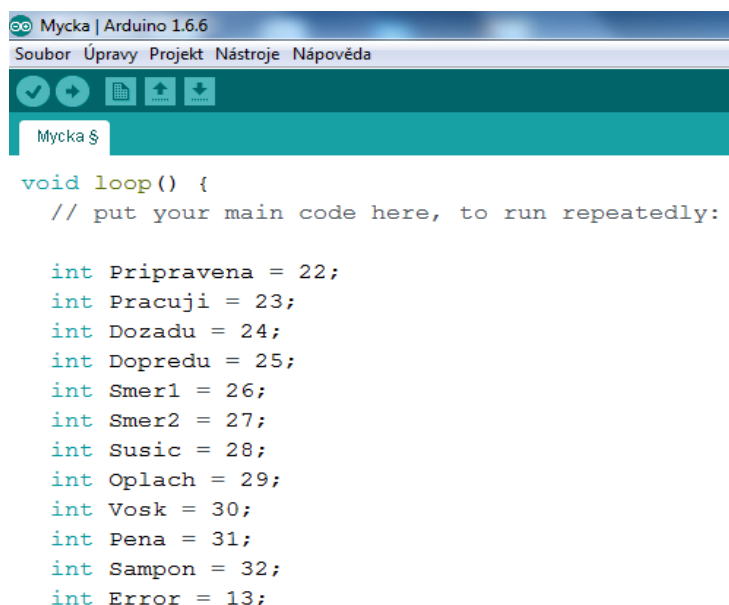
V prvním programu označeném jako *void setup()* se píše část kódu, která se provede pouze jednou. To znamená buď po připojení napájení, zmáčknutí tlačítka reset, nebo po nahrání programu do procesoru. V mé aplikaci jsem v této části kódu deklaroval u jednotlivých pinů, s kterými budu dále pracovat, jestli se jedná o vstup či výstup. Na obr. 5.4 je vidět, že piny číslo 2 – 5 jsou vstupy a piny 13 – 32 jsou deklarované jako výstupy.



```
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  pinMode(2, INPUT);
  pinMode(3, INPUT);
  pinMode(4, INPUT);
  pinMode(5, INPUT);
  pinMode(13, OUTPUT);
  pinMode(22, OUTPUT);
  pinMode(23, OUTPUT);
  pinMode(24, OUTPUT);
  pinMode(25, OUTPUT);
  pinMode(26, OUTPUT);
  pinMode(27, OUTPUT);
  pinMode(28, OUTPUT);
  pinMode(29, OUTPUT);
  pinMode(30, OUTPUT);
  pinMode(31, OUTPUT);
  pinMode(32, OUTPUT);
}
```

Obr. 5.4 – Deklarace pinů

V části označené jako *void loop()* se zapisuje část kódu, která bude vykonávána ve smyčce stále dokola, až do odpojení napájení. Abych si nemusel pomatovat čísla výstupů, které jsou připojené k jednotlivým signalizačním LED diodám, tak jsem si je nejprve pojmenoval, to lze vidět na obr. 5.5. Výstup číslo 13 je připojen k LED diodě, která je přímo na desce. Tuto diodu jsem využil jako signalizační pro označení nedefinovaných stavů.



```
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:

  int Pripravena = 22;
  int Pracuji = 23;
  int Dozadu = 24;
  int Dopredu = 25;
  int Smer1 = 26;
  int Smer2 = 27;
  int Susic = 28;
  int Oplach = 29;
  int Vosk = 30;
  int Pena = 31;
  int Sampon = 32;
  int Error = 13;
}
```

Obr. 5.5 – Pojmenování jednotlivých výstupů

Hlavní část programu obsahuje převodník binární hodnoty, která je dána kombinací logických stavů na vstupech, do desítkové soustavy. Tento převodník jsem řešil pomocí cyklu *for*, který v každém průchodu načte jeden vstup a podmínkou *if* rozhodne, jestli je na daném vstupu logická 1 nebo 0. Pokud je na aktuálním vstupu logická 1, tak se do proměnné *číslo* přičte výsledná hodnota výrazu 2^i , kde *i* je v prvním průchodu 0 a po každém průchodu se zvýší o 1, to se děje do doby, dokud je $i < 4$. Celkový počet průchodů v cyklu je tedy 4, což odpovídá počtu sledovaných vstupů. Pokud je na daném vstupu logická 0, pak se proměnná *číslo* nezmění.

Další část programu obsahuje příkaz *switch* neboli přepínač. Jedná se v podstatě o podmínku, kde se do parametru příkazu *switch* napíše název proměnné, kterou chceme vyhodnocovat. Příkaz *case* poté testuje, jestli je v zadané proměnné požadovaná hodnota, pokud ano, provede se následující část kódu. Cyklus *for* a část konstrukce *switch* je na obr. 5.6. Před nahráním programu do procesoru je možnost kód ověřit kliknutím na tlačítko Ověřit v horním panelu a následné nahrání se provede kliknutím na šipku hned vedle.

```
    cislo = 0;

    for(int i = 0; i < 4; i++){
        vstup = digitalRead(2+i);
        if(vstup == HIGH){

            cislo = cislo + (1 << i);
        }
        else{
            cislo = cislo + 0;
        }
    }
    switch (cislo){

        case 15:
            digitalWrite(Pripravena, HIGH);
            digitalWrite(Pracuji, LOW);
            digitalWrite(Dozadu, LOW);
            digitalWrite(Dopredu, LOW);
            digitalWrite(Smer1, LOW);
            digitalWrite(Smer2, LOW);
            digitalWrite(Susic, LOW);
            digitalWrite(Oplach, LOW);
            digitalWrite(Vosk, LOW);
            digitalWrite(Pena, LOW);
            digitalWrite(Sampon, LOW);
            digitalWrite(Error, LOW);
            break;

        case 1:
            digitalWrite(Pripravena, LOW);
            digitalWrite(Pracuji, HIGH);
            digitalWrite(Dozadu, HIGH);
```

Obr. 5.6 – Část programu simulátoru automyčky

6 NÁVRH SEKVENČNÍHO ŘÍZENÍ

Sekvenční řízení je realizováno pomocí PLC Simatic S7-1200. Uživatel si může vybrat ze dvou mycích programů myčky, základní a komfortní. Detail programů je v tab. 6.1.

Tab. 6.1 – Přehled programů

Pořadí	Základní	Komfortní
1	Mytí šampónem	Mytí vodou
2	Oplach vodou	Nanesení aktivní pěny
3	Nanesení vosku	Mytí šampónem
4	Sušení	Oplach vodou
5		Nanesení vosku
6		Sušení

6.1 ZAPOJENÍ

Propojení PLC s PC je velice jednoduché, stačí k tomu ethernetový kabel, který se zapojí do síťové karty PC a na druhé straně do programovacího rozhraní PLC. Dále je potřeba připojit napájení. PLC je třeba napájet 24 V stejnosměrnými. Napájení se zapojuje do svorkovnice označené jako 24 VDC. Zapojení konkrétních digitálních výstupů do vstupů Arduina je v tab. 6.2. Problém rozdílu napěťových logik byl řešen v kapitole 5.2. Důležité je připojit napájení i k modulu digitálních výstupů, jsou pro to určeny svorky označené 3L+ a 3M.

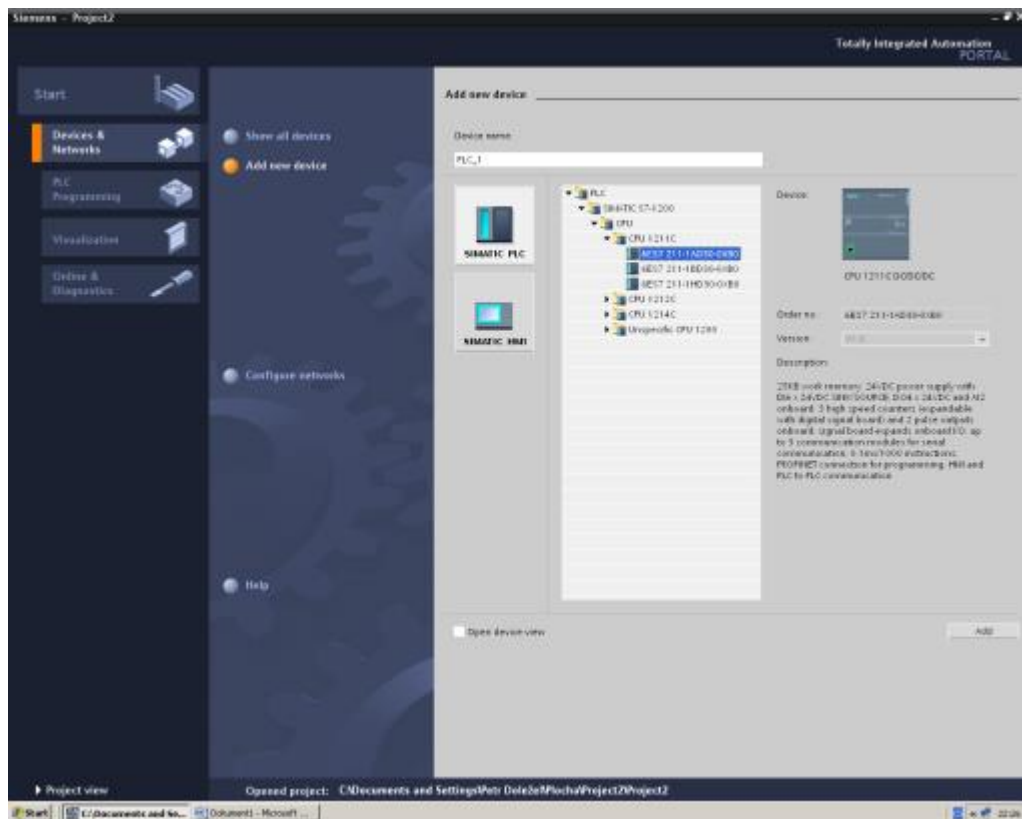
Tab. 6.2 – Zapojení digitálních výstupů PLC do vstupů Arduina

Výstup PLC	Vstup do Arduina
0	2
1	3
2	4
3	5

6.2 NASTAVENÍ TIA PORTALU V10

Po spuštění programu TIA Portal se zobrazí úvodní obrazovka prostředí, kde se vybere možnost Create new project. Na další obrazovce se zadá jméno projektu, umístění na disku, jméno autora a klikne se na tlačítko vytvořit projekt. Tímto se vytvořil nový projekt, který jsem si pojmenoval jako Mycka.

Do tohoto projektu je třeba přidat zařízení, s kterými se bude pracovat. Provede se to tak, že se klikne na záložku Devices & Networks a vybere se položka Add new device. Nejprve se vybere typ, v mém případě PLC Simatic S7-1200 s CPU 1211C a poté klikne na tlačítko Add. Přesný typ PLC je vidět na obr. 6.1.



Obr. 6.1 – Přidání PLC do prostředí TIA Portal

Nyní se již může přejít do prostředí Project view, provede se to buď kliknutím v levém dolním rohu obrazovky na Project view, nebo výběrem záložky na levé straně PLC Programming a dvojklikem na ikonu Main, což je hlavní blok programu. Pokud se zvolí druhá možnost, zobrazí se rovnou prostředí pro tvorbu konkrétního programu, ve kterém se pracuje v programovacím jazyce LAD, pokud první, je třeba ještě v levém panelu vybrat složku Program block a dvojklikem otevřít hlavní blok pojmenovaný jako Main.

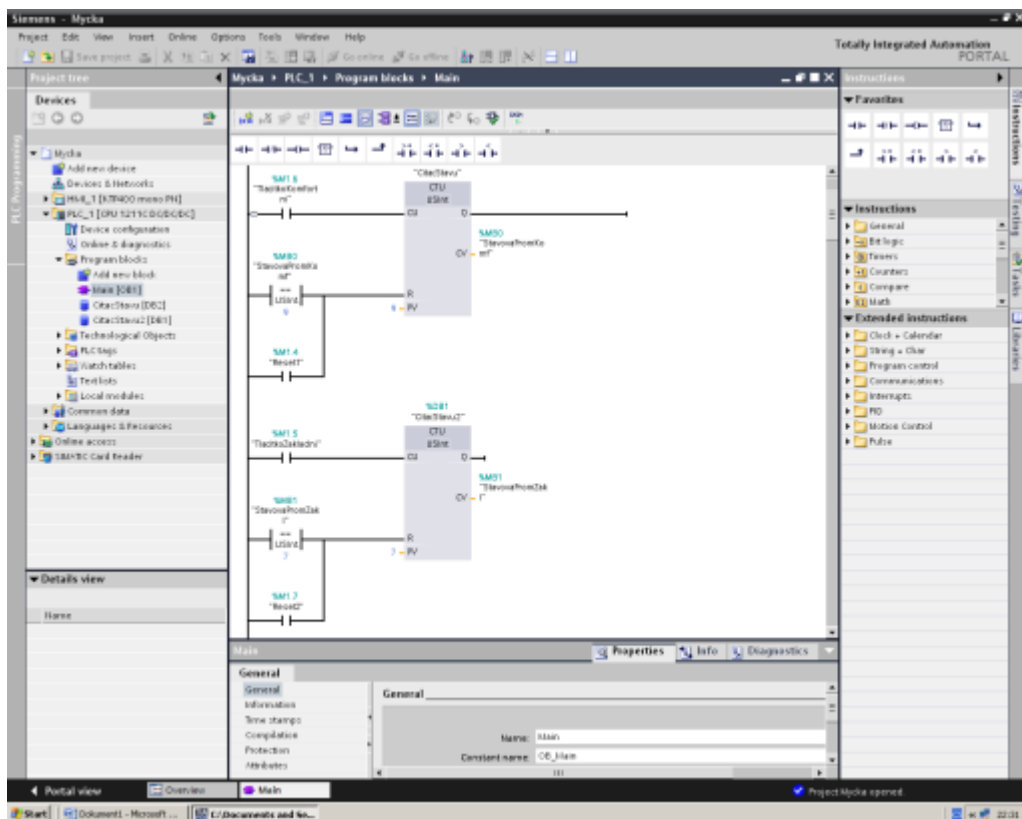
6.3 PROGRAM

Základ programu tvoří dva čítače, které určují řídicí proměnou jednotlivých programů, tyto čítače jsou zobrazené na obr. 6.2. Čítač pro program komfort má celkem 9 stavů a čítač

pro základní program myčky automobilů má pouze 7 stavů, po přetečení těchto hodnot se čítač resetuje a začíná od 0.

Přechod na následující stav řídí tlačítko koncové polohy, které symbolizuje reálný snímač v myčce, pokud tedy celá brána, na které jsou připevněné trysky, kartáče a sušič, dojde na konec automobilu, snímač se sepne a přejde se do následujícího stavu.

Dle stavové proměnné čítače se spínají nebo rozpínají definované digitální výstupy PLC.



Obr. 6.2 – Čítače, které určují řídicí proměnnou

Před nahráním do PLC se musí program nejprve zkompilovat, což se provede kliknutím pravým tlačítkem myši na program Main a vybere se položka Compile. Pro odeslání programu do PLC se provede opět pravý klik na program Main a vybere se položka Download to device. Program vyzve uživatele o potvrzení, že PLC přejde do režimu stop a následně se tlačítkem Load potvrdí nahrání programu do PLC. Poté je možné opět přejít do PLC módu run.

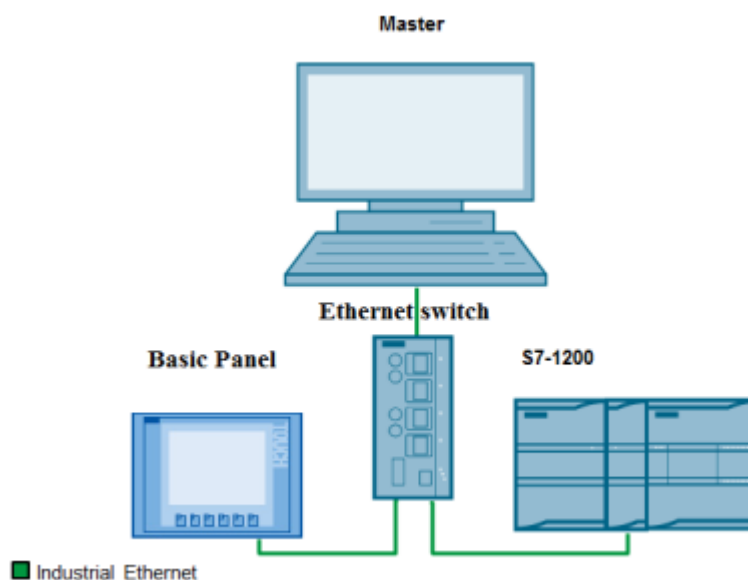
7 NÁVRH VIZUALIZACE

Vizualizace je realizována pomocí HMI panelu Simatic KTP400 z řady Basic. Jedná se o černobílý dotykový panel.

Panel obsahuje úvodní obrazovku, na které si může uživatel vybrat jeden ze dvou mycích programů, jedná se o již zmíněné programy standart a komfort.

7.1 ZAPOJENÍ

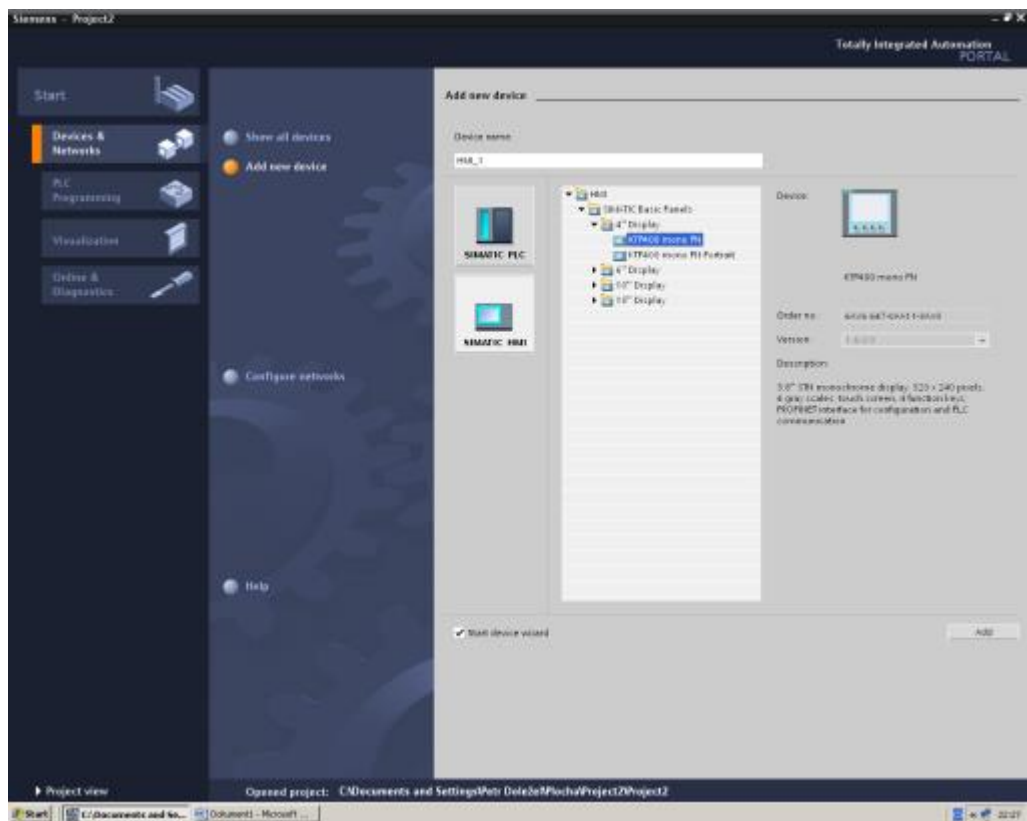
Zapojení panelu je opět jednoduché, stačí ho přes ethernetový kabel připojit přes switch k PC a PLC, to je vidět na obr. 7.1.



Obr. 7.1 – Propojení PC, PLC a HMI přes switch

7.2 OPERAČNÍ PANEL A PROSTŘEDÍ TIA PORTAL

Přidání daného operačního panelu do programu TIA Portal je totožné jako přidání PLC. Tlačítkem Portal view v levém dolním rohu se provede návrat do prostředí Portal view, ve kterém se vybere záložka v levé části obrazovky Device & Networks. Kliknutím na ikonu Add new device se otevře požadovaná nabídka přidání nového zařízení. Klikneme na ikonu SIMATIC HMI a vybereme typ HMI. V mé aplikaci používám 4 palcový displej označený jako KPT400 mono PN. Po vybrání požadovaného panelu se klikne na tlačítko Add a panel je připraven k užití v aktuálním projektu. Obrazovka pro výběr HMI je na obr. 7.2.

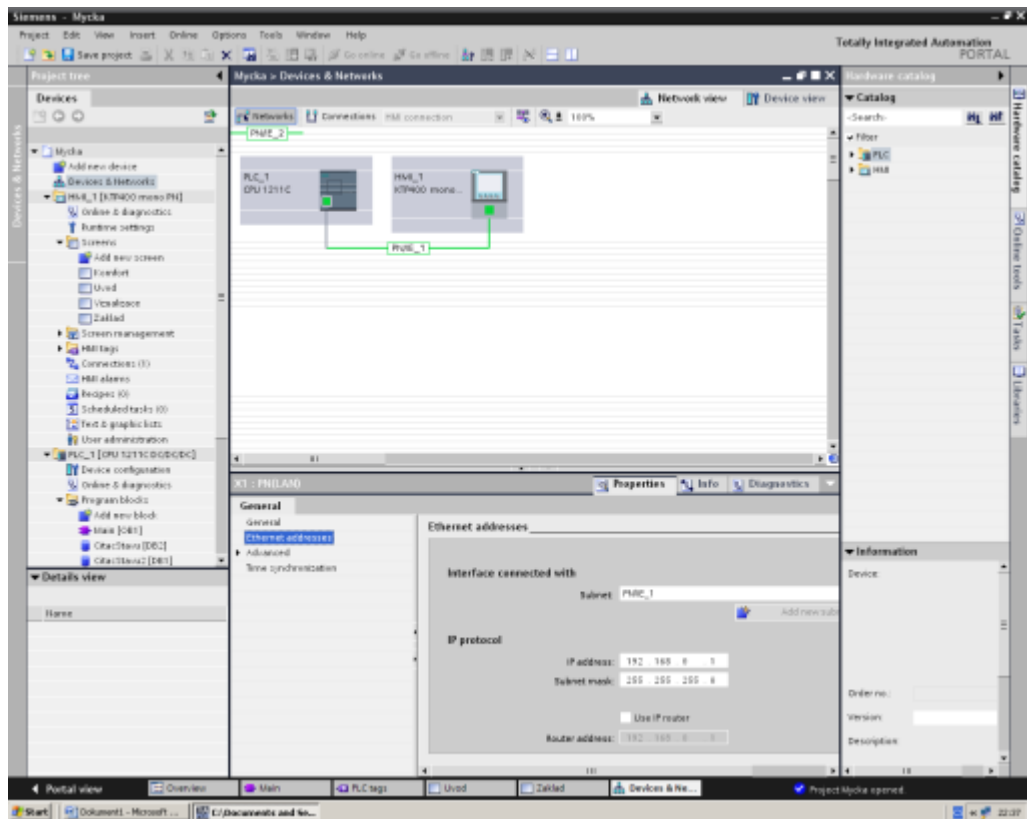


Obr. 7.2 – Přidání HMI do prostředí TIA Portal

Nyní již máme v projektu přidané PLC a HMI, program v tomto případě neumí zjistit IP adresu obou zařízení a je třeba ji nastavit ručně. Máme k tomu dvě možnosti, metodu pokus omyl, nebo využít program na zjištění IP adres připojených zařízení. Já zvolil druhou možnost.

Použil jsem k tomu program, Angry IP Scanner. Jedná se o rychlý a jednoduchý program, který během chvilky, odesláním příkazu ping, zjistí aktuálně připojená zařízení v síti. Program našel 3 připojená zařízení, jedno z nich byl, ale počítač, z kterého jsem program spouštěl, takže pak už nebylo těžké zjistit, která IP adresa patří PLC a která HMI.

Opět se přejde zpět do prostředí Project view. Přidělení IP adresy se provede v záložce Device & Networks, kde se zobrazí všechna přidaná zařízení v projektu. Klikneme na zelený čtverec na zařízení PLC, který symbolizuje síťový konektor. Ve spodní části obrazovky se otevře nabídka Properties, v které zvolíme volbu Ethernet addresses a do pole IP address zadáme zjištěnou adresu. Obrazovka s nastavením IP adresy je na obr. 7.3.



Obr. 7.3 – Obrazovka s nastavením IP adresy PLC

V seznamu Project tree se vybere přidané HMI a v záložce Screens se vytváří již konkrétní vizualizace. Obrazovka se jménem Uvod byla již vytvořena, pouze jsem si ji upravil a to tak, že jsem do ní přidal zobrazení data a času, textové pole a dvě tlačítka, pomocí nichž se provádí volba mycího programu. Po stisku tlačítka se přejde do vizualizační obrazovky vybraného programu, kde je pomocí textu zobrazován aktuální stav myčky automobilů. Návrh úvodní obrazovky v prostředí TIA Portal je na obr. 7.4 a vizualizační obrazovky základního mycího programu je na obr. 7.5.

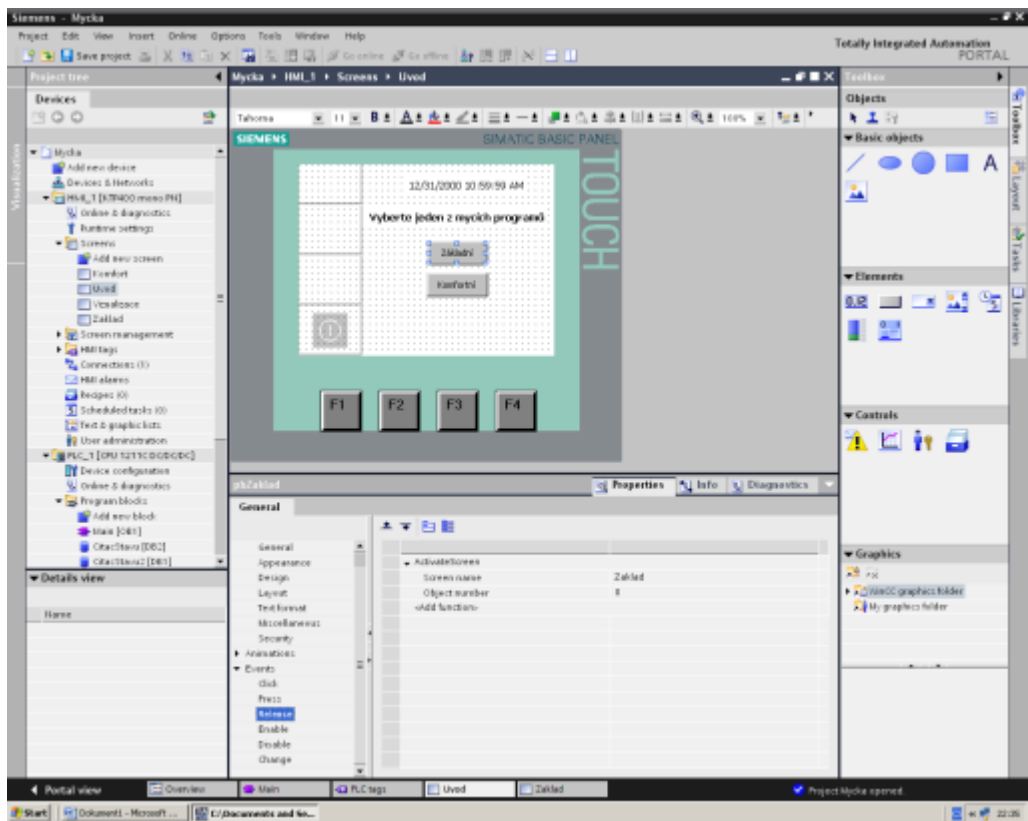
Přechod z úvodní obrazovky do vizualizace je řešen pomocí událostí. Po přidání tlačítka se ve spodní části obrazovky zobrazí nabídka Properties, kde se dají nastavit vlastnosti označeného tlačítka, například velikost a font textu, barvu, atd. Důležitá je ale nabídka Events, kde se dají nastavit události. Tlačítka pro volbu programu mají nastavenou událost nazvanou Release, což je uvolnění tlačítka, pokud se tedy uvolní tlačítko, tak se provede akce označená jako Activate screen, což znamená aktivace obrazovky. Activate screen má jako parametr Screen name, kde jsem zadal jméno obrazovky, na kterou chci po stisknutí tlačítka přejít.

Ve vizualizačních obrazovkách jsou dvě tlačítka. Tlačítko zpět a tlačítko koncová poloha. Po stisknutí tlačítka zpět, se opět pomocí akce Sctivate screen, zavolá zpět úvodní obrazovka. Pokud se tlačítko zpět stiskne v probíhajícímu programu, programový čítač se resetuje a mycí program se tím tedy ukončí.

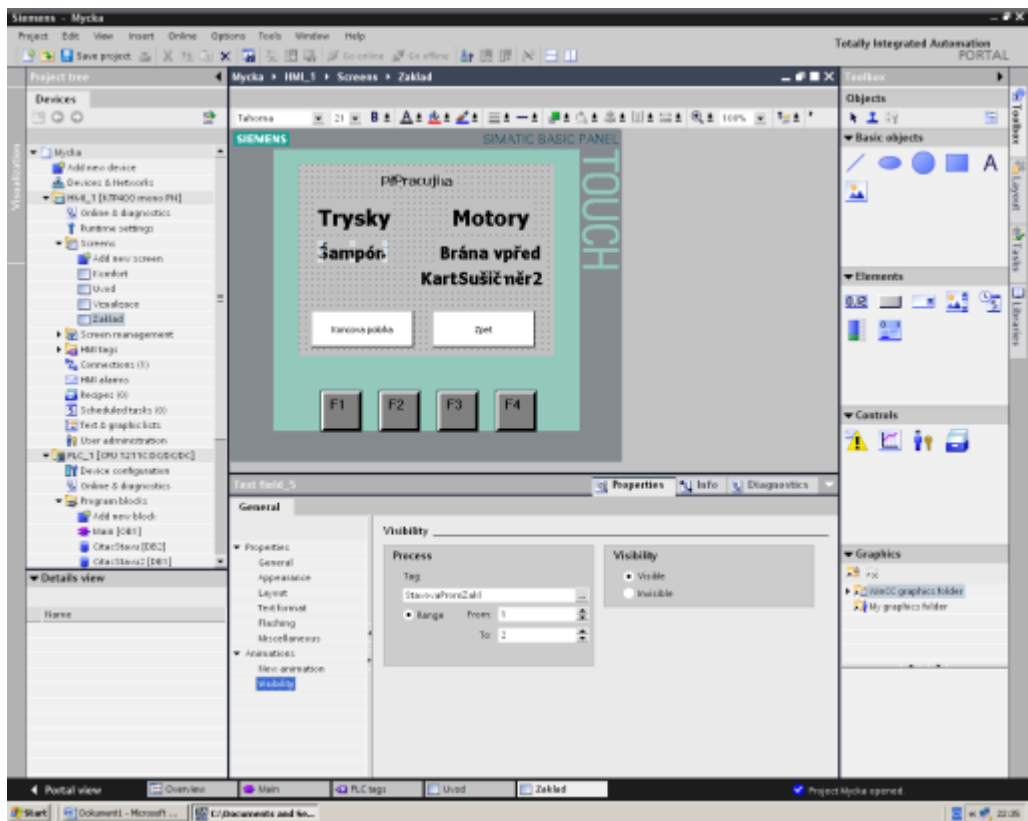
Tlačítko koncová poloha představuje senzor v myčce automobilů, který vyhodnotí, že portál dojel na konec auta. Po stisknutí tlačítka koncová poloha se stavová proměnná zvoleného programu zvýší o 1 a přejde se na další úkon. Toto je řešeno pomocí události Press a akce, která se vykoná po stisknutí tlačítka je označena jako Setbit While key pressed, tedy nastav bit, dokud je tlačítko stisknuto. Pomocí PLC tags jsou vizualizační objekty propojené s programovou částí.

Zobrazení právě probíhaného procesu je řešeno pomocí textových objektů, u kterých se nastaví opět v okně Properties, kde v záložce Animations je položka Visibility. Pomocí volby Tag se textový objekt propojí s příslušnou stavovou proměnou a volbou Range se nastaví rozsah hodnot řídicí proměnné, kdy má být objekt vidět.

Po vytvoření všech obrazovek se tlačítkem v horním panelu nahrají do HMI.



Obr. 7.4 – Úvodní obrazovka



Obr. 7.5 – Vizualizační obrazovka základního mycího programu

8 ZHODNOCENÍ

Realizované sekvenční řízení pomocí PLC Siemens Simatic S-1200 dokáže bez problémů řídit vytvořenou soustavu myčky automobilů. Pro zjednodušení je místo senzoru, který určí koncovou polohu automobilu použito tlačítko, které uživatel aktivuje z operačního panelu.

9 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout a realizovat sekvenční řízení pomocí PLC Siemens Simatic vybrané soustavy. Já jsem si vybral myčku automobilů, neboť to není zcela obvyklá soustava.

Díky této práci jsem se blíže seznámil s platformou Arduino a jejím programováním. Práce s Arduinem a programování v prostředí Arduino IDE byla velmi intuitivní. Platforma je velice oblíbená a rozšířená, díky tomu je k dispozici mnoho návodů a rad, včetně velmi dobře zpracované příručky Průvodce světem Arduina.

V programu jsem narazil pouze na jeden problém a to s funkcí *pow*, která umocňuje reálné číslo na zadanou mocninu. Problém byl v tom, že tato funkce vlivem nepřesného zaokrouhlování nepočítala korektně. Proto jsem ji nahradil operátorem bitového posunu vlevo, což v mé aplikaci vedlo ke stejnému cíli.

Realizace sekvenčního řízení pomocí PLC Siemens Simatic S-1200 byla bez větších problémů. Program TIA Portal pro mě byl novinkou, takže mi nějaký čas zabrala orientace v tomto prostředí, ke které mi pomohla velmi dobře zpracovaná nápověda.

Vytvořený model soustavy myčky automobilů by mohl být v budoucnu použit při výuce programování logických automatů. V rámci práce jsem si rozšířil své znalosti z programování PLC od firmy Siemens, která má velké zastoupení nejen v českém průmyslu.

LITERATURA

- Arduino 2WD Robot. 2016. *RobotShop* [online]. [cit. 2016-04-14]. Dostupné z: <http://www.robotshop.com/en/arduino-2wd-robot-north-american-plug.html>
- Arduino.cz: Webový Magazín O Arduinu A Elektronice*. 2015 [online]. [cit. 2016-03-31]. Dostupné z: <http://arduino.cz/>
- HANDL, A. 2015. Arduino TRE se brzy ocitne na trhu. *Arduino.cz: Webový magazín o Arduinu a elektronice* [online]. [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: <http://arduino.cz/arduino-tre-se-brzy-ocitne-na-trhu/>
- Human Machine Interface: Product families. 2016. *Artelectro: Partener Siemens* [online]. Constanta, [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://artelectro.ro/nou/en/produse/automatizari-industriale/interfata-om-masina/>
- LEHRBAUM, R. 2013. Arduino TRE SBC runs Linux on TI Sitara AM335x. *HackerBoards* [online]. [cit. 2016-04-14]. Dostupné z: <http://hackerboards.com/arduino-tre-sbc-runs-linux-on-arm/>
- MIEKISCH, J. 2012. *Základní pojmy řízení*. [online]. Opava, 2012 [cit. 2016-05-04]. Dostupné z: http://www.strojka.opava.cz/UserFiles/File/_sabloný/AUT_IV/VY_32_INOVACE_E-15-02.pdf
- PLC procesor řada S7-1200 analogový, digitální Ethernet montáž na lištu DIN, nástěnná montáž Siemens. 2016. *RS Components Sp. z o.o.* [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <http://cz.rs-online.com/web/p/plc-procesory/7697389/>
- PLC SIMATIC S7-400H. 2016. *Siemens Česká republika* [online]. Česká republika: s.r.o., [cit. 2016-03-24]. Dostupné z: <http://stest1.etnetera.cz/ad/current/index.php?vw=0&ctxnh=520f5ed1b2&ctxp=home>
- POPELKA, J. 2007. *Řídící systémy firmy Siemens a jejich využití v průmyslové automatizaci* [online]. Zlín, [cit. 2016-03-24]. Dostupné z: http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/4129/popelka_2007_dp.pdf?sequence=1. Diplomová práce. UTB ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky, Ústav automatizace a řídicí techniky. Vedoucí práce Radek Matušů.
- Průmyslové automatizační systémy SIMATIC. 2016. *Siemens Česká republika* [online]. Česká republika: s.r.o., [cit. 2016-03-24]. Dostupné z: <http://stest1.etnetera.cz/ad/current/index.php?vw=0&ctxnh=6ce260aa8e&ctxp=home>
- RAKUŠAN, O. 2010. Nová řada programovatelných automatů Simatic S7-1200. *Automa: Časopis pro automatizační techniku*. Děčín: FCC Public, **16**(11), 64–65. ISSN 1210-9592. Dostupné také z: <http://automa.cz/res/pdf/42326.pdf>
- RS: Elektronické komponenty*. 2016. Varšava: RS Components, [online]. [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: <http://cz.rs-online.com/web/>
- S7-1200. 2016. *HMK Automation & Drives Wiki* [online]. [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: <http://wiki.hmkdirect.com/mediawiki/index.php/S7-1200>
- Standardní panely SIMATIC HMI. 2016. *Siemens Česká republika* [online]. Siemens, [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://www.siemens.com/entry/cz/cz/>
- ŠVARC, I. 2011. *Automatické řízení*. Vyd. 2. Brno: Akademické nakladatelství CERM, ISBN 978-80-214-4398-3.

Totally Integrated Automation Portal. 2016. *Siemens Česká republika* [online]. Česká republika: s.r.o., [cit. 2016-03-24]. Dostupné z:
<http://stest1.etnetera.cz/ad/current/index.php?vw=0&ctxnh=2416f2e791&ctxp=home&cpa ge=2>

VODA, Z. 2015. *Průvodce světem Arduina*. Bučovice: Martin Stříž, ISBN 978-80-87106-90-7.

PŘÍLOHY

A – CD

Příloha bakalářské práci
PLC Simatic S – 1200 jako nástroj pro sekvenční řízení
Martin Šácha

CD

Obsah

- 1 Text bakalářské práce ve formátu PDF
- 2 Úplný zdrojový kód zkonstruovaného simulátoru myčky automobilů
- 3 Řídící a vizualizační část zkonstruovaného simulátoru v prostředí TIA Portal