

VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA, STŘEDNÍ ŠKOLA
CENTRUM ODBORNÉ PŘÍPRAVY
SEZIMOVO ÚSTÍ



Absolventská práce

Řízení městské fontány v Sezimově Ústí

Sezimovo Ústí, 2012

Václav Pešek



ZADÁNÍ ABSOLVENTSKÉ PRÁCE

Student: **Václav Pešek**
Obor studia: 26-41-N/01 Elektrotechnika – mechatronické systémy
Název práce: **Řízení městské fontány v Sezimově Ústí**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte technický popis fontány v Sezimově Ústí s elektrickým schématem zapojení a s popisem použité technologie.
2. Realizujte řídicí software prostřednictvím vývojového prostředí DetStudio.
3. Realizujte řídicí vizualizační software technologie fontány prostřednictvím vývojového prostředí WiewDet.
4. Proveďte celkový finanční návrh řešení.
5. Absolventskou práci vypracujte problémově ve struktuře odpovídající vědecké práci.


Doporučená literatura:

- [1] ŠMEJKAL, L., A MARTINÁSKOVÁ, M., *PLC a automatizace*, 2007, ISBN 80-86056-58-9.
- [2] ŠMEJKAL, L., *PLC a automatizace 2*, 2005, ISBN 80-7300-0878-3.
- [3] KRÍŽ, M., *Příručka pro zkoušky elektrotechniků – požadavky na základní odbornou způsobilost*, 2006, ISBN 80-86230-40-6.
- [4] AMINI2(D), Návod k obsluze, verze 1.0.
- [5] ŠEDIVÝ, V., *Automatizace v praxi část 1 až 12*, IC COP.

Vedoucí práce: Ing. Václav Šedivý, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí
Odborný konzultant práce: Ing. Jiří Bumba, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí
Oponent práce: Ing. Alexej Salzman, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí

Datum zadání absolventské práce: **1.9.2011**

Datum odevzdání absolventské práce: **30.4.2012**


.....
Ing. Václav Šedivý
(vedoucí práce)




.....
Ing. František Kamlach
(ředitel školy)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou absolventskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu.

V Sezimově Ústí dne 18.4.2012



Podpis

Poděkování

Děkuji především vedoucímu mé absolventské práce Ing. Václavu Šedivému a Radku Velátovi (Správa města Sezimovo Ústí), kteří mi pomáhali při vytváření, za cenné rady a odborné vedení.

Současně děkuji panu řediteli a Správě města Sezimovo Ústí Jaroslavu Kupsovi za povolení vstupu do objektu technologie fontány.

Anotace

Předmětem absolventské práce je vyhotovení řízení fontány v Sezimově Ústí nám. Tomáše Bati. Řízení technologie je realizováno programovatelným automatem AMiNI2D od firmy AMiT s.r.o. a programováno ve vývojovém prostředí zvaném DetStudio. Dále k softwaru je realizováno řídicí vizualizační software fontány prostřednictvím vývojového prostředí ViewDet. Absolventská práce též obsahuje dle platné čs. legislativy technický popis fontány v Sezimově Ústí s elektrickým schématem zapojení a s popisem použité technologie. Nedílnou součástí práce je proveden celkový finanční návrh řešení.

Klíčová slova: Programovatelný automat, programové prostředí, AMiT, DetStudio, VieWDet, software, technický popis, elektrické schéma, technologie.

Annotation

The subject of this graduate final project is the control system of the fountain at Tomas Bata's square in Sezimovo Usti (in Czech Republic). The control of this technology is made by the programmable controller „AMiNI2D“ by AMIT Ltd. and is programmed in a development environment called „DetStudio“. There is also a fountain's controlling visual software made in development environment „ViewDet“. In accordance with Czech legal requirements, my graduate project includes the technical description of the fountain with its electronic schema of connection, this includes the description of technology used. Another important part of my project is its complete plan of financing solution.

Key words: programmable controller, programming environments, Amit, DetStudio, ViewDet, software, technical description, electrical diagram, technology.

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Technický popis fontány	3
2.1	Čerpadlo	4
2.2	Frekvenční měnič.....	6
2.3	Programovatelný automat	8
2.4	Filtrační nádoba	11
2.5	Uzavírací ventily.....	12
2.6	Otevírací ventil	13
2.7	Rozvodná souprava elektro	14
2.8	Čerpadlo na odčerpání vody z objektu.....	15
2.9	Elektrické schéma zapojení	15
3	Vytvoření řídicího softwaru	16
3.1	Komunikace.....	17
3.1.1	Nastavení síťové karty	17
3.1.2	Nastavení parametrů DetStudio.....	17
3.2	Vstupy a výstupy	19
3.3	Uživatelský program.....	19
3.3.1	Program střiku	20
3.3.2	Ostatní programy	24
3.4	Programování obrazovky	24
4	Vytvoření vizualizace	26
4.1	Komunikace.....	27
4.2	Scéna	27
5	Finanční návrh řešení	29
6	Závěr	30
7	Literatura	31
	Příloha A - Výkresová dokumentace	1
	Příloha B - Použitý software.....	4
	Příloha C - Obsah CD	5

Seznam použitých symbolů

Symbol	Význam	Jednotka
U	elektrický napětí	V
I	elektrický proud	A
R	elektrický odpor	Ω
P	elektrický výkon	W
t	čas	s
h	výška sání	m
Q_v	průtok kapaliny	m^3/min
p	tlak	bar
n_s	otáčky motoru	min^{-1}
f	frekvence přivedeného proudu	Hz
p	Počet pólových dvojic statoru	-

Seznam obrázků

Obrázek 2.1.1: Čerpadlo Maxi Delfino 20T (převzato z [09]).....	4
Obrázek 2.2.1: Frekvenční měnič Altivar 28 (převzato z [07]).....	6
Obrázek 2.3.1: Programovatelný automat AMiNI2D (převzato z [08]).....	8
Obrázek 2.3.2: Rozmístění konektorů a svorek AMiNI2D (převzato z [09]).....	9
Obrázek 2.4.1: Filtrační nádoba AZUR 560 mm	11
Obrázek 2.5.1: Uzavírací ventily	13
Obrázek 2.6.1: Otevírací ventil.....	13
Obrázek 2.7.1: Rozvodná souprava	14
Obrázek 3.1.1.1: Nastavení síťové karty DetStudio	17
Obrázek 3.1.2.1: Nastavení komunikace DetStudio	18
Obrázek 3.1.2.2: HW konfiguraci AMiNI2D.....	18
Obrázek 3.2.1: Nastavení AI0	19
Obrázek 3.3.1.1: Takt signálu.....	20
Obrázek 3.3.1.2: Základní logika programu střiku	20
Obrázek 3.3.1.3: Voltmetr.....	21
Obrázek 3.3.1.4: Graf programu A	22
Obrázek 3.3.1.5: Graf programu B	22
Obrázek 3.3.1.6: Graf programu C	23
Obrázek 3.3.1.7: Graf programu D	23
Obrázek 3.3.2.1: Základní logika ostatních programů.....	24
Obrázek 3.4.1: Obrazovka 1	24
Obrázek 3.4.2: Obrazovka 2	25
Obrázek 3.4.3: Obrazovka 3	25
Obrázek 4.1.1: Komunikace ViewDet	27
Obrázek 4.2.1: Virtuální scéna	28

1 Úvod

Fontány patří k nedílnému životu člověka ve městech a velkoměstech. Fontána je většinou kovová, nebo kamenná kašna, kde uprostřed stříká nebo teče voda. Tyto fontány můžou být doplněny různými druhy vodotrysek s doplněním různobarevného osvětlení.

Většinou se umísťují na frekventovaných místech, jaké jsou náměstí, parky, zámky a v zahradách. Zpříjemňují nám vzhled měst, ale také nám tam přinášejí kousek přírody. Toto má pozitivní vliv na cítění se obyvatelstva ve městech bezpečně a příjemně. Z historického hlediska jsou fontány přepychem a jakýmsi luxusem. Zapříčiňuje to skutečnost, že byl problém s dodávkou vody na určitá místa ve městech a že fontány potřebují mít natlakovanou vodu, aby mohla voda stříkat či téci. Před vynalezením čerpadla bylo zapotřebí uzavření vodního vedení s výškovým rozdílem hladin. Toto se dříve řešilo vodárenskými věžemi, kde přírodní vodu vháněla mlýnská kola ze vzdálených rybníků či jiných zdrojů vody. Nyní tlak vody řeší čerpadla s uzavřeným okruhem vody.

Dnešní fontány jsou chloubou měst a států. Dokonce i Česká Republika jednu takovou atrakci vlastní. Jedná se o Křižíkovu fontánu v Praze. Byla vytvořena Františkem Křižíkem v roce 1891. V té době vzbuzovala velkou pozornost tím, že byla elektricky osvětlená. Dnešní stav fontány vychází z rekonstrukce o sto let později. Kde je 3000 trysek. Všechna voda je poháněna 49 čerpadly. Tuto gigantičnost doplňuje 50 reflektorů, které umožňují krásnou hru světél s 1300 různobarevnými zdroji. Dnešní moderní technika nám umožňuje promítání obrazu na vodní clonu, laserové efekty a též možnost filmové projekce na vodní plochu. Kolem fontány vznikl amfiteátr, který pojme 6000 diváků. Celá tato scénérie dělá kulisu vážné hudbě, která je hrána živě. Těž i popovým hvězdám. Vážné hudbě dělá doprovod baletní vystoupení.

Při dnešním trendu uspokojit požadavky zadavatelů, je potřeba použít více čerpadel, která by měla být synchronizována s osvětlením. Z ekonomického a automatizovaného hlediska je nevhodnější použití programovatelného automatu (dále jen PLC). S těmito PLC se setkáváme každodenně. Například k řízení: vytápění rodinného domu, veřejného osvětlení, tepláren, plováren a mnoho dalších věcí. Proto mou motivací absolventské práce je osvojit si základy tohoto programování a konzultovat tuto problematiku s odborníky.

Hlavním cílem mé absolventské práce je vytvoření programu pro fontánu v Sezimově Ústí, kterou realizujeme s PLC AMINI2D. Aplikační program bude psán v DetStudiosu a vizualizace bude tvořena ve ViewDetu.

Dalším cílem je osvojit si programování PLC a získat důležité informace a kontakty z této problematiky od odborníků.

Tato práce je psána v Microsoft Wordu. Kapitola 2 shrnuje technický popis fontány v Sezimově Ústí. Kapitola 3 se zabývá tvorbou programu řídicího softwaru pro fontánu. Kapitola 4 popisuje vytvoření virtuální scény v softwaru ViewDet. V Kapitole 5 se zabývám celkovým finančním návrhem. Kde ceny jsou jen orientační a nezávazné. V příloze práce je výkresová dokumentace a použitý software. Další materiály jsou přiloženy na CD.

2 Technický popis fontány

V této kapitole se zabývám technickým popisem fontány. Popsané komponenty nám umožňují snadnější přehled v problematice řízení fontány a uspořádává nám základní vědomosti potřebné při programování řídicího softwaru a při vytváření vizualizace. Jsou zde popsány všechny komponenty s příslušnými technickými parametry.

Ve fontáně je uzavřený koloběh čisté vody, která dle požadavků teče či stříká do požadované hladiny. Pro stříkání do požadované hladiny potřebujeme určitý tlak vody, který nám vytváří čerpadlo. Čerpadlo je ovlivňováno frekvenčním měničem, který nám změnou své frekvence změní hladinu stříku.

Nejhlavnější komponent v tomto systému je řídicí prvek (PLC), který má za úkol řídit určité procesy v reálném čase a též hlídat správné fungování systému.

Systém též musí obsahovat přípustný a výpustný ventil vody. Přípustný ventil nám umožňuje připuštění vody do systému z externího zdroje čisté vody. Toto je velmi důležité za teplejšího počasí, kdy musíme počítat s přírodními vlivy jako je odpařování. Při nedostatku vody je riziko, že by čerpadlo běželo na prázdno. Toto by mohlo vést k nezvratnému poškození čerpadla. Ventil na odpuštění vody nám slouží pro odpuštění vody ze systému, který se hlavně užívá před příchodem zimy a při potřebné kontrole či výměně komponentů v systému fontány. Při nevhodném odpuštění vody před zimou, by mělo za následek zmrznutí vody v systému a tudíž definitivní zničení různých komponentů.

V technologii musí být koloběh čisté vody. Toto nám zajišťuje filtrační nádoba, která nám filtruje vodu. Při jeho poškození nebo při špatné funkci by mohlo dojít k ucpání trubek vedoucí vodu a to by vedlo ke zvýšení tlaku, který by mohl mít za následek deformaci trubek a zalití příslušného prostoru, kde se i nachází řídicí elektronika s přívodem elektrické energie. Proto jsou důležité periodické kontroly, abychom se vyhnuli těmto potížím.

Taktéž bychom měli brát zřetel, že se pohybujeme ve zvláště nebezpečném prostředí. V prostoru se totiž nachází elektrické napětí s koloběhem vody. Které by při zkratu poškodilo základní životní funkce člověka. Proto je nutné, aby systém byl jističen několika jističi.

2.1 Čerpadlo

Je to mechanický stroj, který vytváří tlak tekutiny. V našem případě slouží k vytvoření tlakového stříku vody do požadované výšky v reálném čase.

U této fontány byl vybrán typ Maxi Delfino 20T, který je navržen pro bazénové filtrační systémy. Jeho výkon je 1,50 kW. Tudíž dostačující. Čerpadlo obsahuje sběrný filtr za účelem neproniknutí nečistot do koloběhu vody. Kde též kontrolujeme stav hladiny vody v systému. Motor též obsahuje tepelnou pojistku proti přehřátí, která se nachází uvnitř vnutí.



Obrázek 2.1.1: Čerpadlo Maxi Delfino 20T (převzato z [09])

Při instalaci čerpadla je nezbytné, aby bylo co nejbližší k fontáně a též aby bylo na rovném, pevném povrchu a dostatečně vysoko, aby se zabránilo zaplavením podzemní vodou. Instalace by měla být prováděna do chráněných míst s dostačujícím odvětráváním.

Sací potrubí musí být pro správnou funkci dokonale utěsněno, aby do potrubí nevnikal nepotřebný vzduch. Taktéž sací potrubí musí mít minimálně stejný průměr jako sací hrdlo čerpadla.

Použité hadicové díly by měly být instalovány v odpovídající délce a průměru. Měli bychom se vyvarovat nadměrnému použití úhlových kolen. Hadice na sání a výtlak musí být řádně

přípevněny tak, aby na čerpadlo nepůsobily žádné tahové účinky. Všechny spojky s těsněním musí být vhodné pro plastické hmoty.

Elektrické připojení čerpadla může provádět pouze kvalifikovaný pracovník oboru elektro (Vyh 50 paragraf 5 a výšše, Sb. 1976) [01]. Do elektroinstalace je zapotřebí zapojit motorový jistič, který je nastaven na jmenovitou hodnotu čerpadla. Taktéž elektrický přívod může být vybaven proudovým chráničem s vypínacím bezpečnostním proudem 30 mA.

Před uvedením do provozu je potřebné, aby byl naplněn předfiltr do výše sacího hrdla vodou. A aby těsnící kroužek víka byl namazán silikonovou pastou. Namazání se taktéž musí obnovovat vždy po sejmutí víka. Poté je možno zapnout motor čerpadla. Čerpadlo začne nasávat. Doba nasávání je závislá na sací výšce a na vzdálenosti od fontány. Přiměřená nasávací doba je pět minut. Maximální sací výška je 1m.

V tabulce 2.1 jsou popsány technické parametry vybraného čerpadla, kde v levé části tabulky se nacházejí parametry a k nim jsou přiřazeny na druhé straně hodnoty.

Tab. 2.1: Technické parametry čerpadla

Parametr	Hodnota
Typ	Maxi Delfino 20T
Napájení	3x230/400 V
Proud	6,5/3,7 A
Výkon	1,50 kW,
Krytí motoru	IP 55
Otáčky	2 800 ot./min
Průtok	27 m ³ /h
Hlučnost	70 dB

2.2 Frekvenční měnič

Frekvenční měnič neboli měnič kmitočtu je zařízení, které slouží k přeměně elektrického proudu s určitým kmitočtem na elektrický proud s rozdílným kmitočtem.

Činnost asynchronního motoru (elektromotoru) je závislá na průchodu střídavého proudu vinutí statoru. Kde vzniká magnetické pole, které indukuje napětí rotoru. A tudíž vzniká proud, který vyvolává sílu otáčejícího rotoru. Otáčky točivého pole jsou závislé na počtu pólů motoru a kmitočtem napájecího napětí. Počet pólových dvojic nelze měnit. Takže nám zbývá jen změna frekvence pro otáčky motoru. Frekvenci měníme frekvenčním měničem podle vztahu

$$n_s = \frac{60 f}{p} [\text{min}^{-1}],$$

kde n_s jsou otáčky motoru [min^{-1}], f je frekvence přivedeného proudu [$\text{Hz} = \text{s}^{-1}$] a p značí počet pólových dvojic statoru. Tento vzorec je převzat [04].



Obrázek 2.2.1: Frekvenční měnič Altivar 28 (převzato z [07])

Do systému fontány je vybrán frekvenční měnič Altivar 28. Má velkou výhodu ve funkčnosti, ovládní, plus provozní teplota, která se pohybuje od -10°C do $+60^{\circ}\text{C}$. Tento měnič je právě určen pro otáčky čerpadla, které nám vyhovuje.

Tento měnič kmitočtu má síťový vypínač, potenciometr a přepínač pro spouštění a změnu směru otáček motoru.

Altivar 28 je dodáván v jednofázové verzi 230 V v rozsahu výkonů od 0,37 do 2,2 kW, třífázové verzi 3×230 V od 3 do 7,5 kW, nebo ve verzi 3×380 V -15% až 3×500 V $+10\%$ do 15 kW. Standardně tento produkt je vybavený vstupním vysokofrekvenčním odrušovacím filtrem.

Měnič je standardně vybaven konektorem RJ 45 s rozhraním RS-485, sloužící pro připojení modulu dálkového nastavování parametrů a monitorování provozu a osobního počítače. Altivar 28 obsahuje protokol Modbus RTU, který nám umožňuje na jeden PLC připojit až 31 měničů, bez použití jakéhokoliv příslušenství.

Tab. 2.1: Technické parametry frekvenčního měniče

Parametr	Hodnota
Typ	Altivar 28
Napájení	230/400/500
Výkon	0,37 až 15 kW
Řízení	U/f, SVC
Použití	++

U hodnot tohoto frekvenčního měniče jsou použita určitá značení jako U/f, které znamená skalární řízení. SVC je vektorové řízení bez zpětné vazby. A u použití ++ značí, že Altivar 28 je pro středně složité aplikace.

2.3 Programovatelný automat

Programovatelný automat (PLC – Programmable Logic Controllers) je průmyslový počítač, který je využíván v automatizaci. PLC se používá při řízení a regulaci procesů v reálném čase.

Pro řízení fontány je vybrán AMiNI2D od české firmy AMIT, kde je ideální poměr výkon k ceně produktu. Má malé rozměry a montáž je velice snadná. Velmi pozitivní je, že se dají snadno rozšiřovat vstupy a taktéž výstupy. Taktéž má standardní podporu komunikačního rozhraní a též vlastní podporu Ethernet.



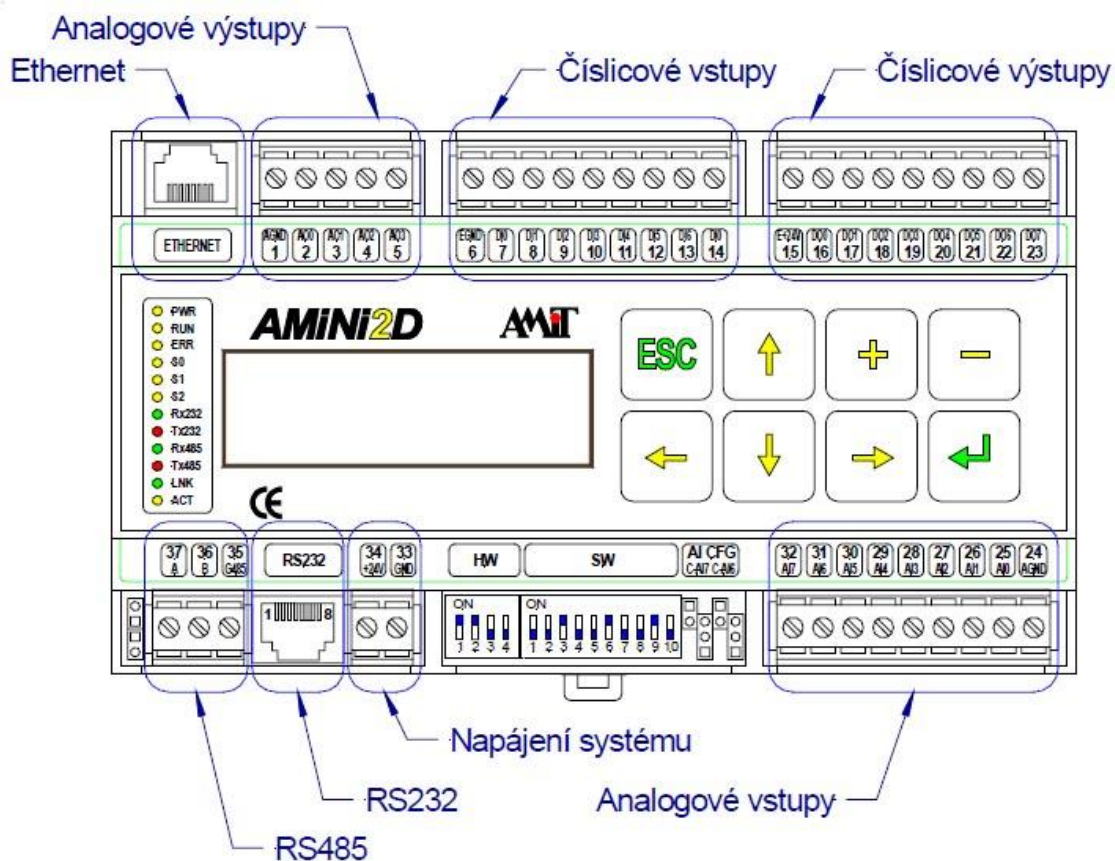
Obrázek 2.3.1: Programovatelný automat AMiNI2D (převzato z [08])

Systém AMiNI2D obsahuje tři komunikační linky. První je RS232 bez galvanického oddělení, které má konektor RJ45. Další se nazývá RS485, s galvanickým oddělením, vyvedeno na konektor se šroubovacími svorkami. Poslední komunikační link je Ethernet s konektor RJ45.

Tento automat má dva vstupy a dva výstupy. První je číslicový, druhý analogový. Označení těchto vstupů a výstupů najdeme v tabulce 2.2.1 pod tímto textem. V levé části tabulky se nacházejí názvy výstupů a to jsou: číslicový vstup, číslicový výstup, analogový vstup a analogový výstup. V pravé části tabulky je k nim přiřazeno jejich značení.

Tab. 2.2.1: Značení vstupů a výstupů

Název	Značení
Číslicové vstupy	DI0
Číslicové výstupy	DO0
Analogové vstupy	AI0
Analogové výstupy	AO0



Obrázek 2.3.2: Rozmístění konektorů a svorek AMiNI2D (převzato z [09])

Tab. 2.2.2: Technické parametry AMiNI2D

Parametr	Hodnota
CPU	SAB C167CR-LM
FLASH	512 KB
RAM	1024 KB

EEPROM	2 KB
Zálohování RAM	5 let bez napájení
Displej	4 × 20 znaků
Výška znaku	4 mm
Klávesnice	Osm tlačítek
Číslicové vstupy	8 × Logická 0 min. 0 V, max. 5 V Logická 1 min. 16 V, max. 30 V Typ vstupu 24 V ss / 24 V stř
Typ vstupu	24 V ss / 24 V stř
Galvanické oddělení	Ano, společně s DO
Pevnost galvanického oddělení	300 V
Číslicové výstupy	8 × Tranzistorové výstupy 24 V ss/0,3 A
Proud proudové ochrany	Typicky 1,5 A
Galvanické oddělení	Ano, společně s DI
Pevnost galvanického oddělení	300 V
Analogové vstupy	6 ×
Typ vstupu	Ni1000
Analogové vstupy	2 ×
Typ vstupu	0 .. 5 V/ 0 .. 10 V/0 .. 20 mA/Ni1000
Galvanické oddělení	Ne
Ochrana analogových vstupů	Diody + odpor 10 KΩ
Sériový komunikační kanál	RS232 - bez galv. oddělení RS485 □ s galv. oddělením 300 V
Rozhraní Ethernet	10 Mbps Řadič RTL8019AS
Mechanické provedení	Plastová krabička
Montáž	Na DIN lištu 35 mm
Krytí	IP20
Připojení signálů	roubovací konektory PA256 VE (5,08 mm)

Napájení	24 V ss ±20 %
Maximální odběr	24V 200 mA
Pracovní teplota	0 ÷ 50 °C
Skladovací teplota	-20 ÷ 70 °C
Maximální vlhkost	95 % nekondenzující
Váha	500 g
Rozměry	(š × v × h) 160 × 95 × 74 mm

2.4 Filtrační nádoba

Filtrační nádoba slouží k zachycení nečistot ve vodě. Může se jednat o hmyz ve vodě či jiná tělesa různých velikostí.

Ve fontáně je použita písková filtrace s přírodním principem filtrování, přes pískovou náplň. Tato metoda je jedinečná a velmi levná čistící metoda čištění vody. Dalším pozitivem je, že písková filtrace zachovává hladinu pH, čímž se nemusíme zabývat používáním čistící chemie. V našem případě byla vybrána filtrační nádoba AZUR 560 mm.



Obrázek 2.4.1: Filtrační nádoba AZUR 560 mm

Tab. 2.4: Technické parametry AZUR 560 mm

Parametr	Hodnota
Typ	AZUR 560 mm
Druh	Písková filtrace
Materiál	Polypropylen
Max. pracovní tlak	2 bar
Průtok	12 m ³ /hod
Množství písku	140 kg (není součástí)
Obsahuje	6-ti cestný top-ventil

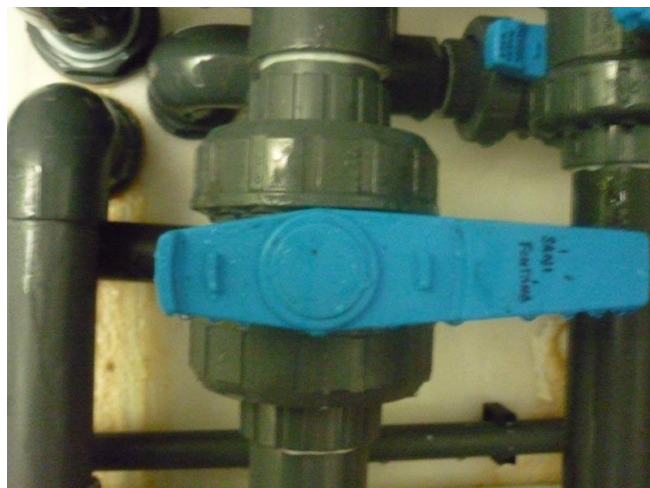
2.5 Uzavírací ventily

Uzavírací ventily jsou armatury k uzavření vody v trubkách. Slouží při případné výměně komponentů či při vypuštění vody z fontány na zimu. Aby voda definitivně nedeformovala určité komponenty. Ve fontáně se nacházejí čtyři ventily, které jsou popsány v tabulce 2.5. V levé části tabulky se nacházejí názvy ventilů a v pravé části je k nim přiřazeno jejich využití.

Ukázku jednoho ze čtyř uzavíracích ventilů lze vidět na obrázku 2.5.1. Tato fotka byla pořízena v zimním období, kdy tento ventil byl v poloze uzavírací.

Tab. 2.5: Názvy uzavíracích ventilů

Označení ventilu	Využití
Skimmer	Přepad u fontány
Výtlač	Od čerpadla
Výtlač filtr	Výpust' na zimu
Sání fontána	Do čerpadla



Obrázek 2.5.1: Uzavírací ventily

2.6 Otevírací ventil

Pro připuštění vody slouží automaticky ovladatelný ventil, který při nedostatku vody v systému fontány se automaticky otevře a připustí požadovaný objem vody.

Tento ventil je velice důležitá část fontány, protože při nedostatku koloběhu vody by nám začalo čerpadlo běžet naprázdno. A to by vedlo k definitivnímu zničení čerpadla.

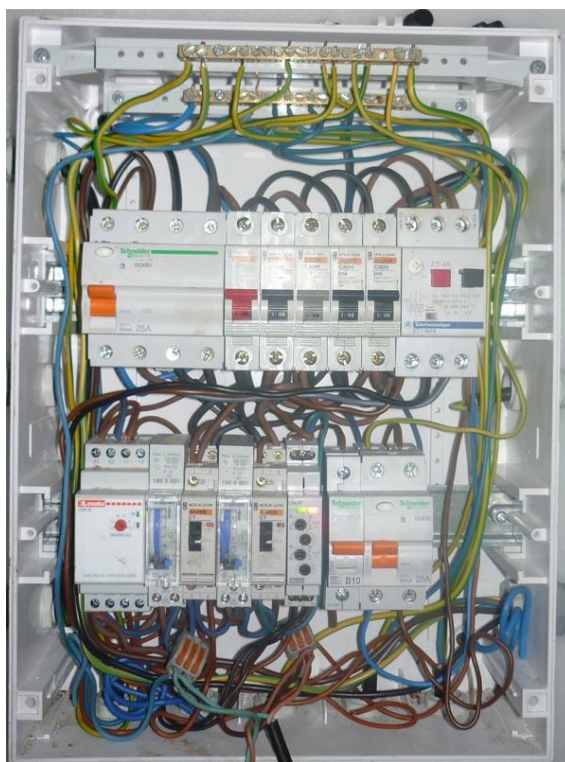


Obrázek 2.6.1: Otevírací ventil

2.7 Rozvodná souprava elektro

Každé elektrické zařízení je potřeba jistit proti nadměrnému elektrickému proudu (zkrat, přetížení), rozpojením elektrického obvodu. To nám zajišťuje bezpečnost pro obsluhu před možným elektrickým úrazem a též nám chrání elektrické zařízení před poškozením. Chráněné elektrické zařízení musí být jistěno pomocí jističe se správnou velikostí zkratového proudu, jmenovité napětí a vypínací charakteristiky.

Neboť elektrické zařízení se nachází ve zvláště nebezpečném prostředí (v podzemí), je potřeba, chránit elektrický obvod též proudovým chráničem, který nám odpojí obvod, když přitékající proud uniká mimo elektrický obvod (dotyk člověka, poškození izolace). Nás zajímá hodnota vypínacího proudu a čas za jaký je proudový chránič schopný odpojit zařízení od elektrické sítě.



Obrázek 2.7.1: Rozvodná souprava

2.8 Čerpadlo na odčerpání vody z objektu

Řídící objekt se nachází v podzemí, tudíž musíme počítat s prosáknutím a s kondenzací vody z okolí. Z těchto důvodů musíme použít čerpadlo, které při sepnutí čidla, odčerpá nežádoucí vodu z objektu.

2.9 Elektrické schéma zapojení

Elektrické schéma zapojení se skládá ze dvou výkresů. První výkres pojednává o napájení komponentů jako AMiNI2D, Altivar 28 a Maxi Delfino 20T. Na druhém výkresu jsou nakresleny vstupy a výstupy AMiNI2D. Tyto výkresy se nacházejí v příloze v odpovídající kvalitě a velikosti.

3 Vytvoření řídicího softwaru

V této kapitole se zabývám připojením AMiNI2D s PC a vytvořením softwaru v programu DetStudio od firmy Amit. K programování též patří vlastní odladění a odsimulování vytvořeného programu.



Pro odsimulování je zapotřebí mít zapojené vstupy a výstupy PLC. Pro demonstrování absolventské práce jsou výstupy a vstupy nahrazeny určitými komponenty. První změna je v zapojení frekvenčního měniče, který je vyměněný za voltmetr, mající stejné vstupní napětí. Další obměna je simulace, potřebná pro připuštění vody do vodního systému. Kde velikost vody simulujeme točením potenciometru R_1 a tím měníme konstantu k_1 , která při překročení hodnoty sepne ventil pro připuštění vody. Toto je signalizováno led diodou D_1 a při překročení konstanty se rozsvítí led dioda. Ta samá signalizace je použita pro čerpadlo, které má za úkol odpuštění vody z objektu. Točením potenciometru R_2 měníme konstantu k_2 a po překročení konstanty se rozsvítí led dioda D_2 .

Ve vytvořeném programu je nejdůležitější vyvolání taktu signálu. Tento takt se sčítá a při potřebném času se nastaví výstup AI0.0 do požadované hodnoty. Tudíž se na voltmetru zobrazí výstupní hodnota.

Velikost hladiny “stříku vody“ je rozdělená do 6 úrovní (0V, 2V, 4V, 6V, 8V, 10V). Tyto hladiny se nastavují do potřebných velikostí podle programu stříku. Program je rozdělen do čtyř úrovní (A, B, C, D), kde tyto úrovně programu na sebe postupně navazují. Při ukončení programu D se čítač vynuluje a začíná opět program A. Časová velikost programu stříku je 199 sekund.

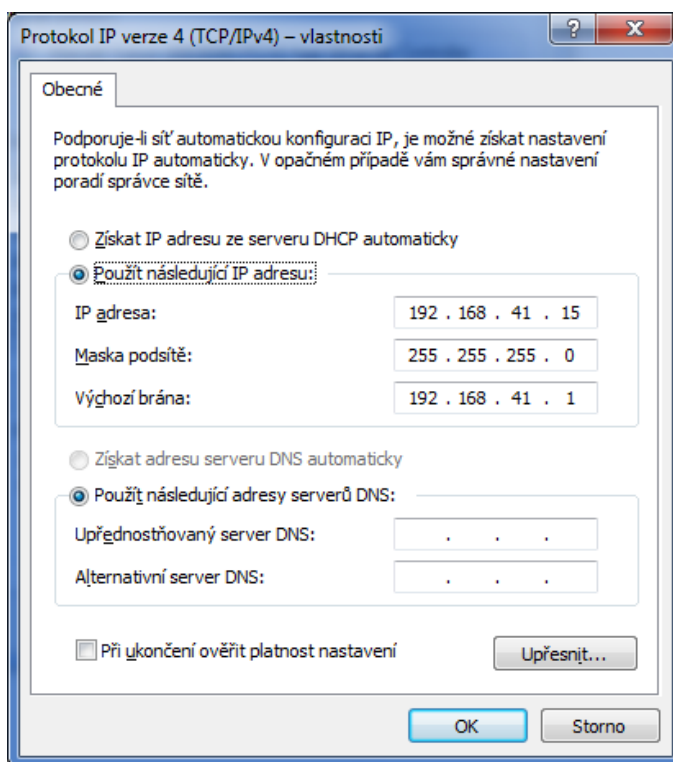
Při potřebě vynulování programu stříku nebo při potřebě vypnutí fontány, je naprogramován Spínačem 1, který má dvě polohy. Jeho dolní poloha nastavuje čítač taktu do nuly, a právě v této poloze se vynuluje program stříku. Při potřebě opětovného spuštění programu uvedeme spínač do jeho horní polohy.

3.1 Komunikace

Komunikace mezi PLC a PC bylo prováděno pomocí Ethernet rozhraní, které nám umožňuje identifikaci stanice, přenos programu a ladění uživatelského programu. Že AMiNI2D je na učebně zapojeno do datové sítě, musí se nastavit jak datové parametry v DetStudio, tak i nastavení síťové karty ve Windows. Tato bylo nastudováno z literatury [10].

3.1.1 Nastavení síťové karty

U síťové karty byla nastavena IP adresa, maska podsítě a výchozí brána.

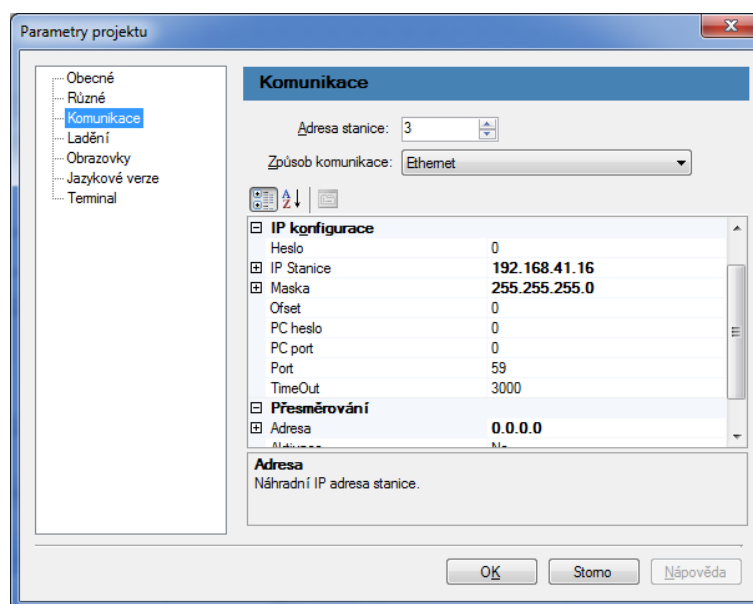


Obrázek 3.1.1: Nastavení síťové karty DetStudio

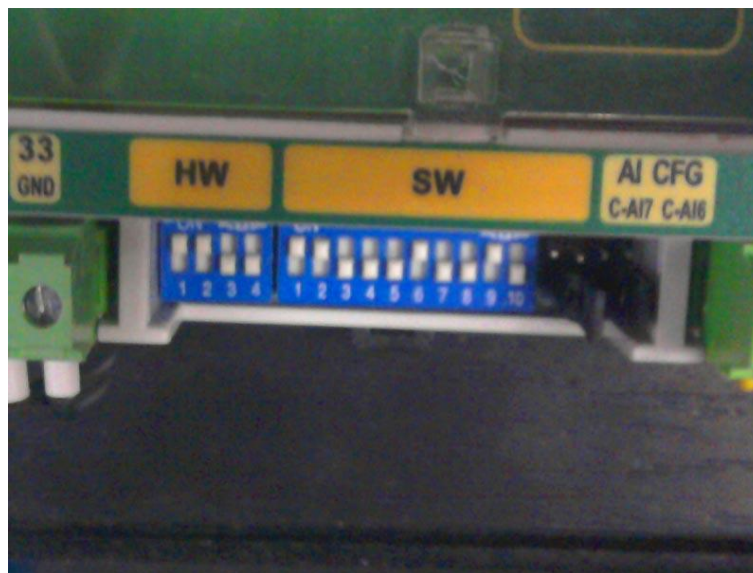
3.1.2 Nastavení parametrů DetStudio

Nastavení parametrů komunikace v DetStudio provedeme kliknutím na záložku „Přenos programu“. Kde vybereme položku „Nastavení komunikace“. Zde byla nastavena „IP

Stanice”, „Maska”, „Způsob komunikace” a „Adresa stanice”, která musí být totožná s nastavením přepínačů 1-5 na AMiNI2D. Která jsou na HW konfiguraci.



Obrázek 3.1.2: Nastavení komunikace DetStudio



Obrázek 3.1.3: HW konfiguraci AMiNI2D

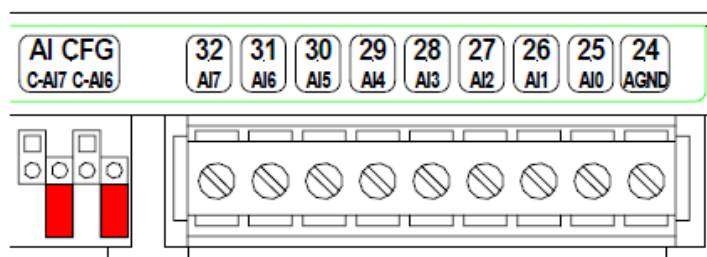
3.2 Vstupy a výstupy

Před vytvořením uživatelského programu je nutné si napřed uvědomit, kolik vstupů a výstupů bude program obsahovat, a kde se budou nacházet. Mé se nachází v tabulce pod tímhle textem.

Tab. 3.2: Názvy vstupů a výstupů

Typ	Komentář
DI0.0	Spínač fontány
DO0.0	Led 1 (Připust' vody)
DO0.1	Led 2 (Odčerpání vody z objektu)
AI0.0	Potenciometr 1 (Připust' vody)
AI0.1	Potenciometr 2 (Odčerpání vody z objektu)
AO0.0	Voltmetr

Při použití AI0 je nutné nastavit rozsah vstupu, který se nastavuje pomocí AI CFG, kde spojením pinů měníme konfiguraci. V mé práci bylo zapotřebí mít vstup v rozsahu 0-10V. Tuto konfiguraci můžeme vidět na obrázku pod tímto textem.



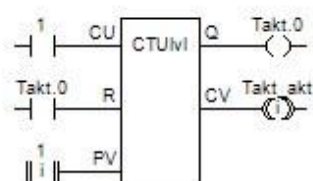
Obrázek 3.2.1: Nastavení AI0

3.3 Uživatelský program

Uživatelský program je rozdělen do dvou oddílů. V prvním oddílu je řešeno vlastní stříkání vody. A v druhém oddílu je řešeno připust' vody do vodního systému a odpust' vody z objektu. Pro vytvoření bylo nezbytné nastudovat literatura [05] a [06].

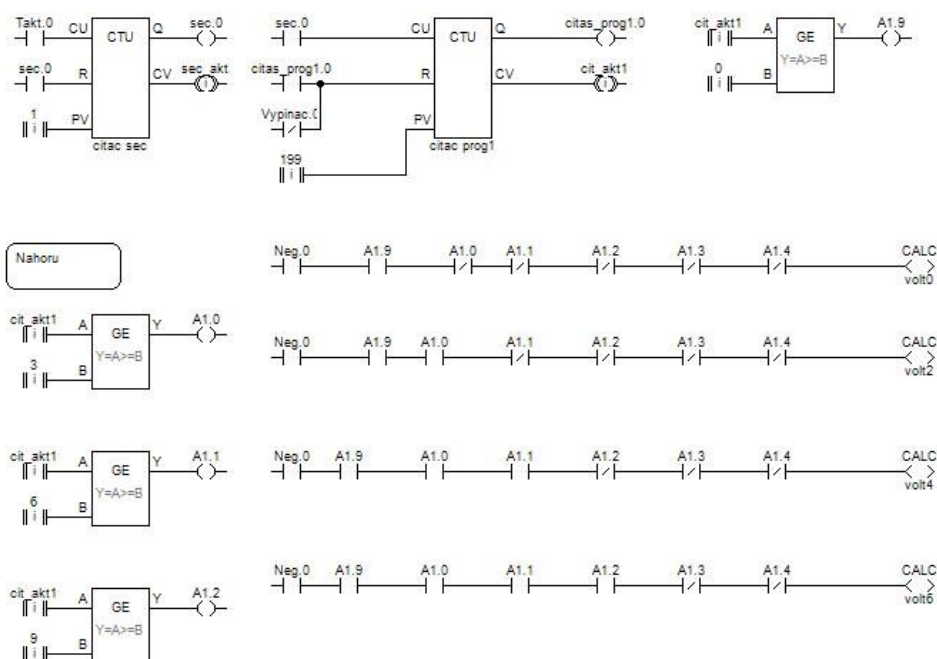
3.3.1 Program střiku

Jak bylo řečeno úvodem této kapitoly, uživatelský program se zabývá vytvořením taktu signálu. Tento takt se vytvoří tím, že se vytvoří nový proces s periodickým opakováním 500ms, kde dáme hladinový čítač a na povolující bit dáme logickou jedničku. Do porovnávací hodnoty dáme též logickou jedničku. A výstupní bit dáme na reset čítače. Tím vytvoříme impuls o délce 1s.



Obrázek 3.3.1: Takt signálu

Po vytvoření čítače musíme založit nový proces s větší periodou opakování než u vytvoření taktu. Dále vložíme čítač nahoru, který je nastaven, aby čítal do hodnoty konce programu střiku, tudíž do 199s. Poté se vloží porovnávače a základní logikou, pomocí logického násobení se vytvoří časový diagram. Kde v různých časových intervalech se nastavují různé voltové rozhraní na AO0.0.



Obrázek 3.3.2: Základní logika programu střiku

Na výstup AO0.0 se nastavuje šest úrovní (0V, 2V, 4V, 6V, 8V, 10V) měnicích se podle programu stříku v různých časových intervalech. Pro demonstrování funkčnosti je na výstup zapojen voltmetr se stejným napájecím rozhraním.



Obrázek 3.3.3: Voltmetr

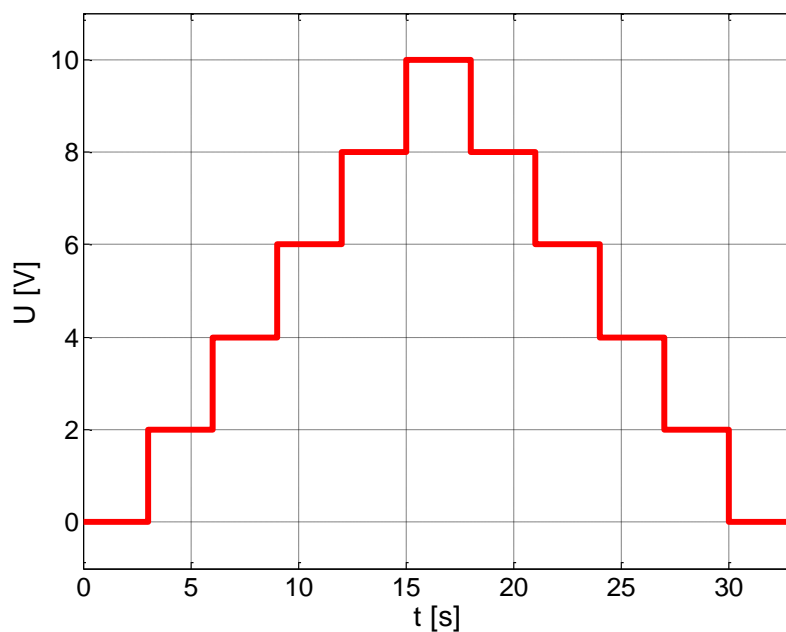
Hladiny stříku se nastavují do potřebných velikostí podle programu stříku. Tento program je rozdělen do čtyř úrovní (A, B, C, D). Program A začíná od 0 sekund (0s) a končí v 30s. Změna signálu je periodicky měněna za 3s. Na počátku programu signál pravidelně stoupá a při dosažení maximální úrovně stříku signál pravidelně vzestupně klesá, až do logické nuly (viz. Obrázek 3.3.1.4).

Program B navazuje na program A, tudíž začíná v čase 30s a jeho konec je v 74s. Odlišnost od předchozího programu je ve změně signálu, který se periodicky mění za 4s. Na začátku programu se nastaví hladina stříku do maximální hodnoty a postupně klesá do dvojky. Toto je zrcadleno na druhou stranu (viz. Obrázek 3.3.1.5).

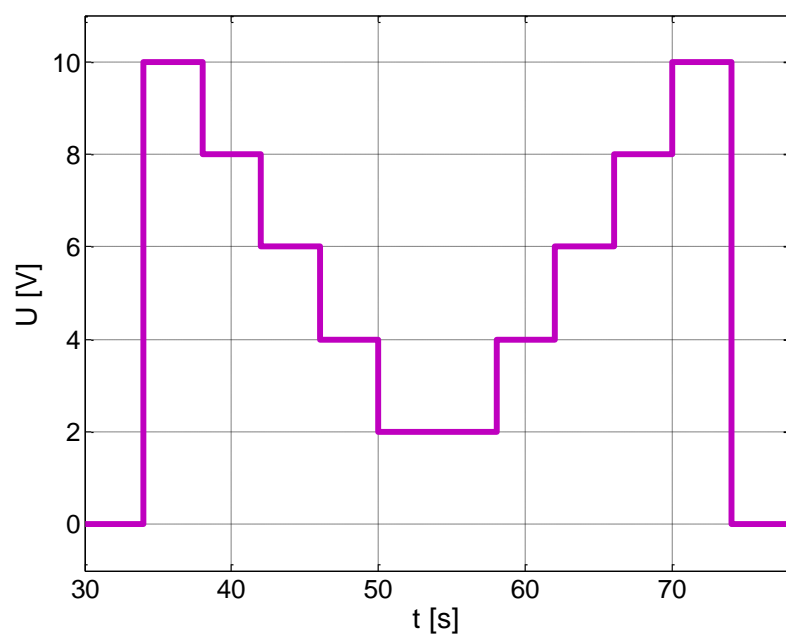
Dalším je program C, který má totožnou periodu velikosti změny signálu jako program A. Nejprve se nastaví signál do nejmenší hodnoty a postupně se navyšuje jeho velikost, až do maxima. Čas tohoto programu trvá až do 119s (viz. Obrázek 3.3.1.6).

Poslední program D je ze všech programů nejdelší. Změna signálu se periodicky mění po 3s. Hodnoty byly vybrány náhodou a poté byly zrcadleny na druhou stranu. Všechny hodnoty jsou odděleny logickou nulou. Při konci tohoto programu 199s se automaticky načte program A (viz. Obrázek 3.3.1.7).

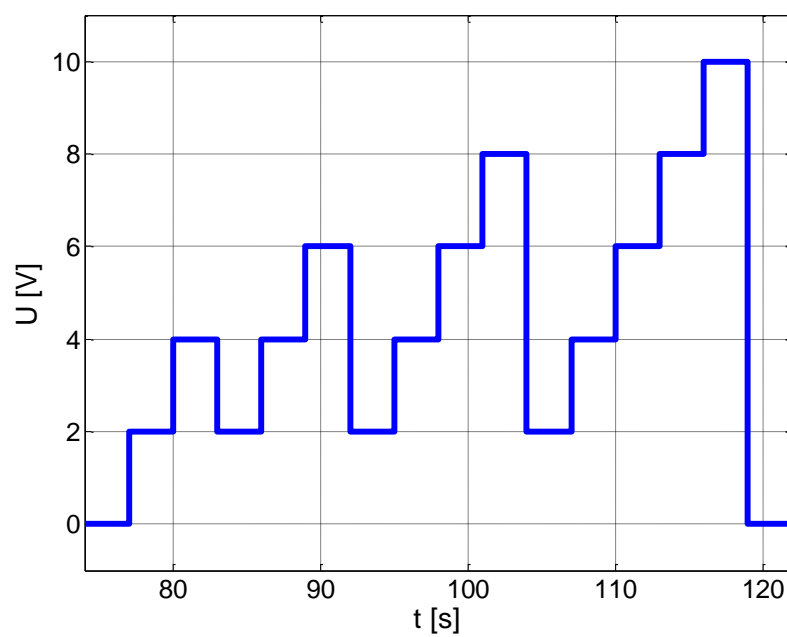
Všechny grafy programů byly vytvářeny v programu MATLAB, kde pro vytvoření bylo nezbytné prostudovat literaturu [02] a [03].



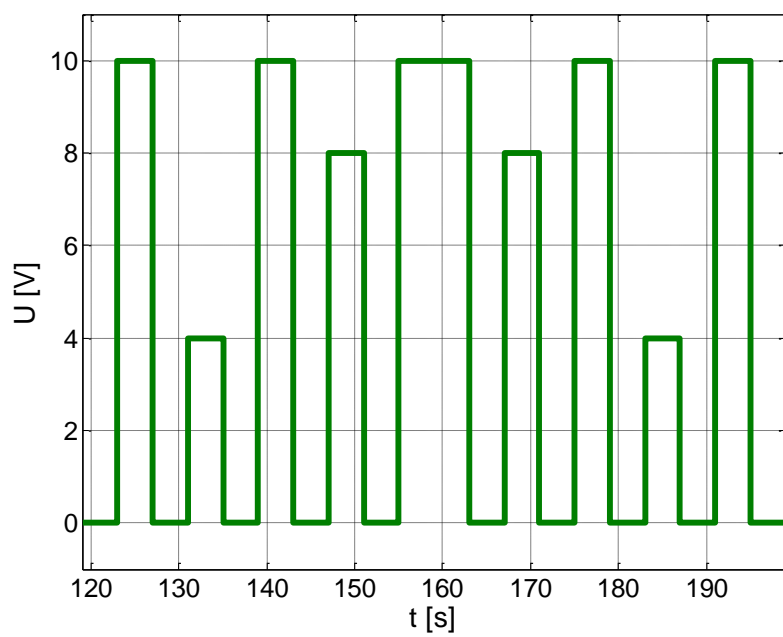
Obrázek 3.3.4: Graf programu A



Obrázek 3.3.5: Graf programu B



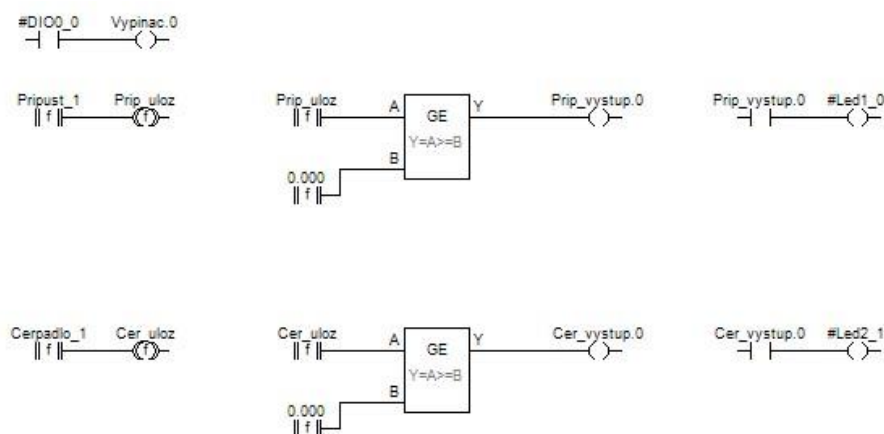
Obrázek 3.3.6: Graf programu C



Obrázek 3.3.7: Graf programu D

3.3.2 Ostatní programy

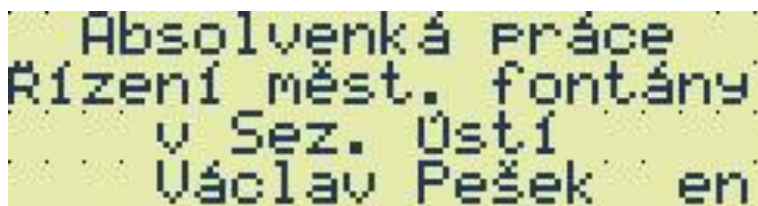
V uživatelském programu se zabýváme problémem připouštění vody do vodního systému a jejím odpuštěním z objektu. Pomocí potenciometrů simulujeme hladinu vody a po překročení určité hladiny se sepne digitální výstup, kde jsou zapojeny Led diody. Též se tu řeší restart programu stříku pomocí spínače. Jeho dolní poloha nastavuje čítač taktu do nuly a právě v této poloze se vynuluje program stříku. Při potřebě opětovného spuštění programu uvedeme spínač do jeho horní polohy.



Obrázek 3.3.8: Základní logika ostatních programů

3.4 Programování obrazovky

Na displeji se střídají tři různé obrazovky, které jsou přepínány pomocí klávesy Enter. Posloupnost těchto obrazovek je aritmetická a cirkulující. Na první obrazovce jsou informační údaje o absolventské práci. Po přepnutí na další obrazovku se objeví informace o čase programu, stavu programů a progressbar nám ukazuje výstupní napětí na AO0.0. Poslední obrazovka nás informuje o hodnotách spínače, připuštění vody, odčerpání vody z objektu a též nám zobrazuje čas programu.



Obrázek 3.4.1: Obrazovka 1

```
Prog.  A   B   C   D
      0   0   0   0
      2  4  6  8 10  Čas
      0
```

Obrázek 3.4.2: Obrazovka 2

```
Spínač      0
Připust vody 0
Odčerp. vody 0
Čas        0
```

Obrázek 3.4.3: Obrazovka 3

4 Vytvoření vizualizace

Vizualizace byla vytvořena pomocí softwaru ViewDet, což je rozšiřující a doplňující nástroj prostředí DetStudio. Používá se pro ladění, sledování aplikací a taktéž pro vizualizaci. Tento program umožňuje čtení i zápis databázových hodnot. Pro nechtěnou změnu proměnných a parametrů má ViewDet funkci zámeč.



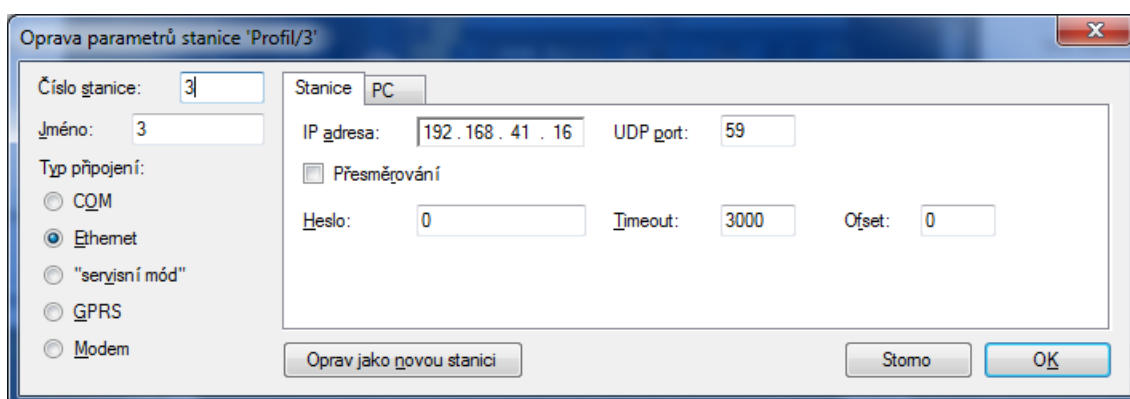
Při vytváření každé vizualizace je potřeba nejprve vytvořit nový projekt, kde se nastaví typ připojení a k němu potřebné parametry. V mém případě se jednalo o připojení přes Ethernet. Po úspěšném navázání komunikace lze pokračovat ve vytváření nové scény. Kde na pozadí této scény vložíme obrázek potřebné velikosti. Poté je zde možnost toto pozadí vycentrovat na střed obrazovky. Do takto připravené scény lze vkládat různý text. Tento text lze i upravovat. Pro vložení proměnné do scény je nejprve nutné načít tyto proměnné ze stanice. Při správném vložení a komunikaci se zobrazí požadovaná hodnota proměnné.

Má vizualizace obsahuje jen jednu scénu, kde dostaneme textové informace o jméně autora, název řízené technologie a informaci, že se jedná o absolventskou práci. Dále se tu nachází deset proměnných, které nám zobrazují stavy hladin čerpadla (0, 2, 4, 6, 8, 10), čas programu (0-199), stav odčerpání vody, stav připouštění vody, spínač a aktuální stav programů (A, B, C, D). Všechny tyto informace jsou potřebné pro správnou vizualizaci vytvořeného programu v DetStudio.

Tato kapitola se skládá ze dvou různých podkapitol. V první podkapitole se zabývám vlastní komunikací mezi programem ViewDet a PLC. Toto je velmi podobné jako v kapitole 4.1. V další podkapitole je popsáno vlastní vytvoření scény, kterou lze vidět na obrázku 4.2.1. Tato virtuální scéna je vytvořena v odsimulovaném prostředí. Tudíž lze na obrázku vidět reálné hodnoty vygenerované z PLC.

4.1 Komunikace

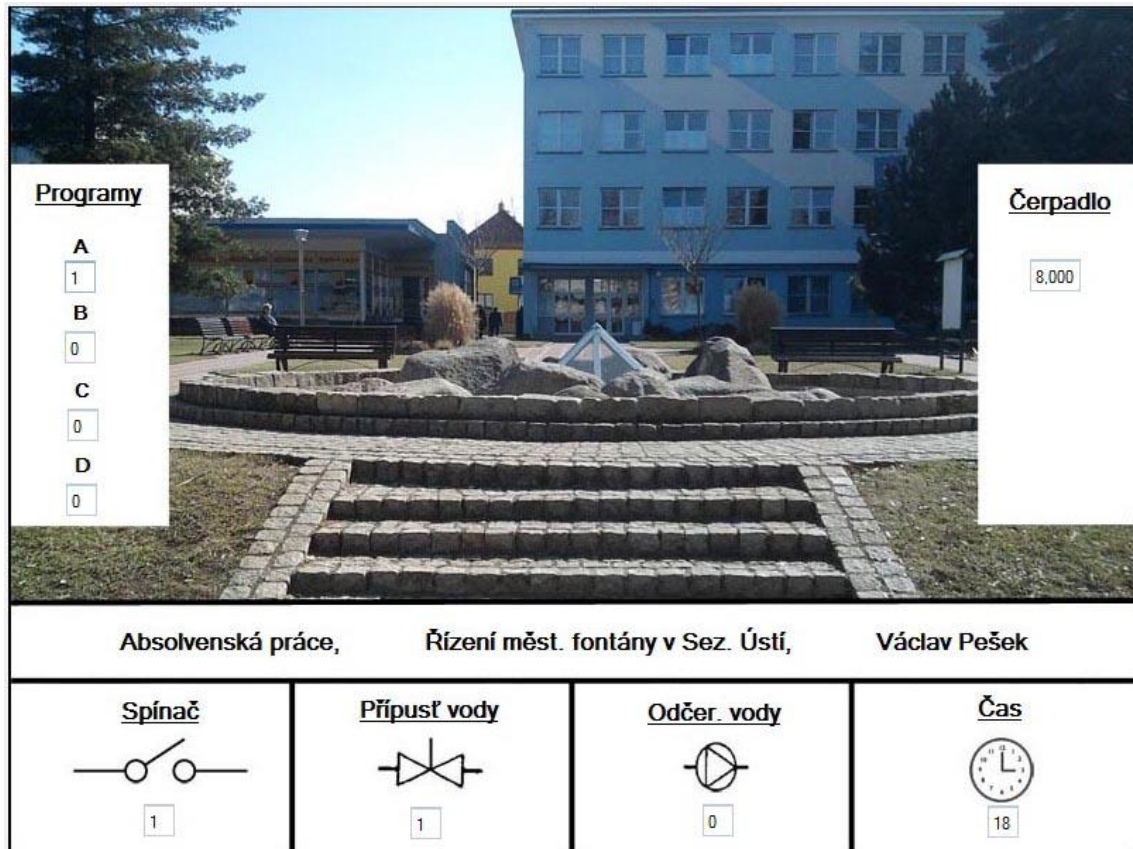
Jak bylo řečeno pro správné fungování programu ViewDet, je potřebné nastavit komunikace v programu a též i síťové karty. Nastavení síťové karty je totožné při nastavení komunikace v programu DetStudio. Nastavení komunikace ve ViewDet najdeme složku „Projekt“, kde otevřeme záložku „Stanice“. Zde bylo nastaveno číslo stanice, typ připojení Ethernet a IP adresa.



Obrázek 4.1.1: Komunikace ViewDet

4.2 Scéna

V programu ViewDet je vytvořena jedna vizualizační scéna, kde na pozadí této scény je fotka fontány v Sezimově Ústí. Jak bylo řečeno na začátku této kapitoly, jsou na pozadí vloženy textové informace, jako třeba jméno autora, název řízené technologie a informace, že se jedná o absolventskou práci. Dále se na pozadí nachází deset proměnných, které nám zobrazují stavy hladin čerpadla (0, 2, 4, 6, 8, 10), čas programu (0-199s), stav odčerpání vody, stav připuštění vody, spínač a aktuální stav programů (A, B, C, D). Všechny tyto informace jsou potřebné pro správnou vizualizaci vytvořeného programu v DetStudio.



Obrázek 4.2.1: Virtuální scéna

5 Finanční návrh řešení

V této kapitole se nachází celkový finanční návrh řešení. Ceny jsou jen orientační a nezávazné. Vše bylo diskutováno s vedoucím práce, kde tyto finanční hodnoty byly posuzovány i z odborného hlediska. Pro větší přesnost a pro rezervy byla každá hodnota zaokrouhlena směrem nahoru.

Typ	Přibližná cena bez DPH [Kč]
AMiNI2D	15 000
Altivar 28	4 000
El. ochrana	2 000
Kabeláž	10 000
Ostatní výdaje	5 000
Režie	3 850
Práce	12 500
Celkem	52 350

6 Závěr

V mé absolventské práci se podařilo splnit všechny požadavky zadání. Nejprve byla prozkoumána a vytvořena fotografická dokumentace městské fontány v Sezimově Ústí. Poté byl vypracován technický popis fontány s elektrickým schématem zapojení, který se skládá ze dvou výkresů, nacházející se v příloze. Výkresy byly zpracovány v odpovídající kvalitě a velikosti. Dalším krokem bylo vymyšlení a vyhotovení čtyř grafů programu stříku pro vlastní vytvoření řídicího softwaru pomocí DetStudio, kde nejdříve bylo nutno zhotovení taktu signálu jedné sekundy. Pomocí vytvořených grafů a základní programové logiky byl vytvořen program stříku. Během tvorby tohoto programu došlo k několika problémům, se kterými jsem se musel zabývat. Jednalo se třeba o navázání komunikace mezi PLC a PC, kde jsem se musel potýkat s nefunkční počítačovou sítí. Dále byl vytvořen program pro spínač, který má hlavní účel vyresetovat program stříku a další účel je pozastavit stříkání vody na nezbytně nutnou dobu. Taktéž jsem při vyhotovení programu musel brát zřetel na automatické připouštění vody do vodního systému a na vytvoření čerpadla pro odčerpání vody z objektu. Případná porucha, nebo natečení vody z okolí, by bez čerpadla mohla vést k zatopení objektu. Po vytvoření všech programů bylo nezbytně nutné je odsimulovat. Zjistil jsem, že v programu jsou menší i větší chyby, které bylo potřeba odladit. Následující úkol pro zhotovení absolventské práce bylo vyhotovení vizualizace v programu ViewDet. Do tohoto programu byl vložen obrázek a k němu byl vytvořen text a vloženy načtené proměnné z PLC. Takto vyhotovený ovládací software již umožňoval popsat vyhotovení této problematiky se závěrečným finančním návrhem řešení, který je jen orientační a nezávazný.

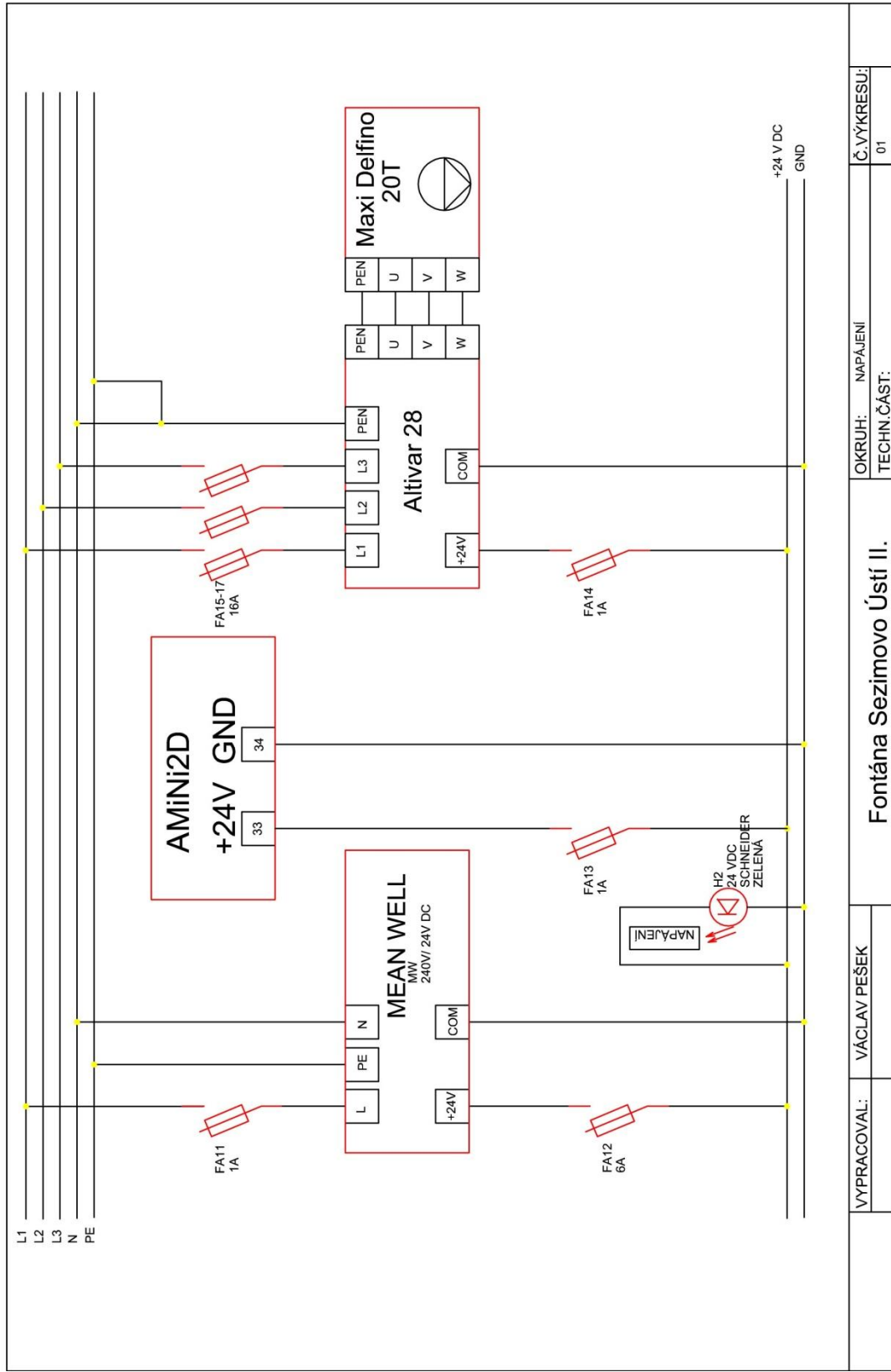
Takto vytvořená absolventská práce mi pomohla překonat počáteční nedůvěru a částečný odpor k problematice. Pomohla mi zdokonalit programování PLC v prostředí DetStudio a ViewDet. Zdokonalila mi též vědomosti v softwaru MATLAB, který jsem použil při vytváření grafů programu stříku, v programu Adobe Photoshopu při vytváření obrázku pro vizualizační scénu, AutoCADu kde bylo vyhotovení dvou elektrických výkresů. A v neposlední řadě jsem se zdokonalil v softwaru, pro editaci absolventské práce byl použit Microsoft Word.

7 Literatura

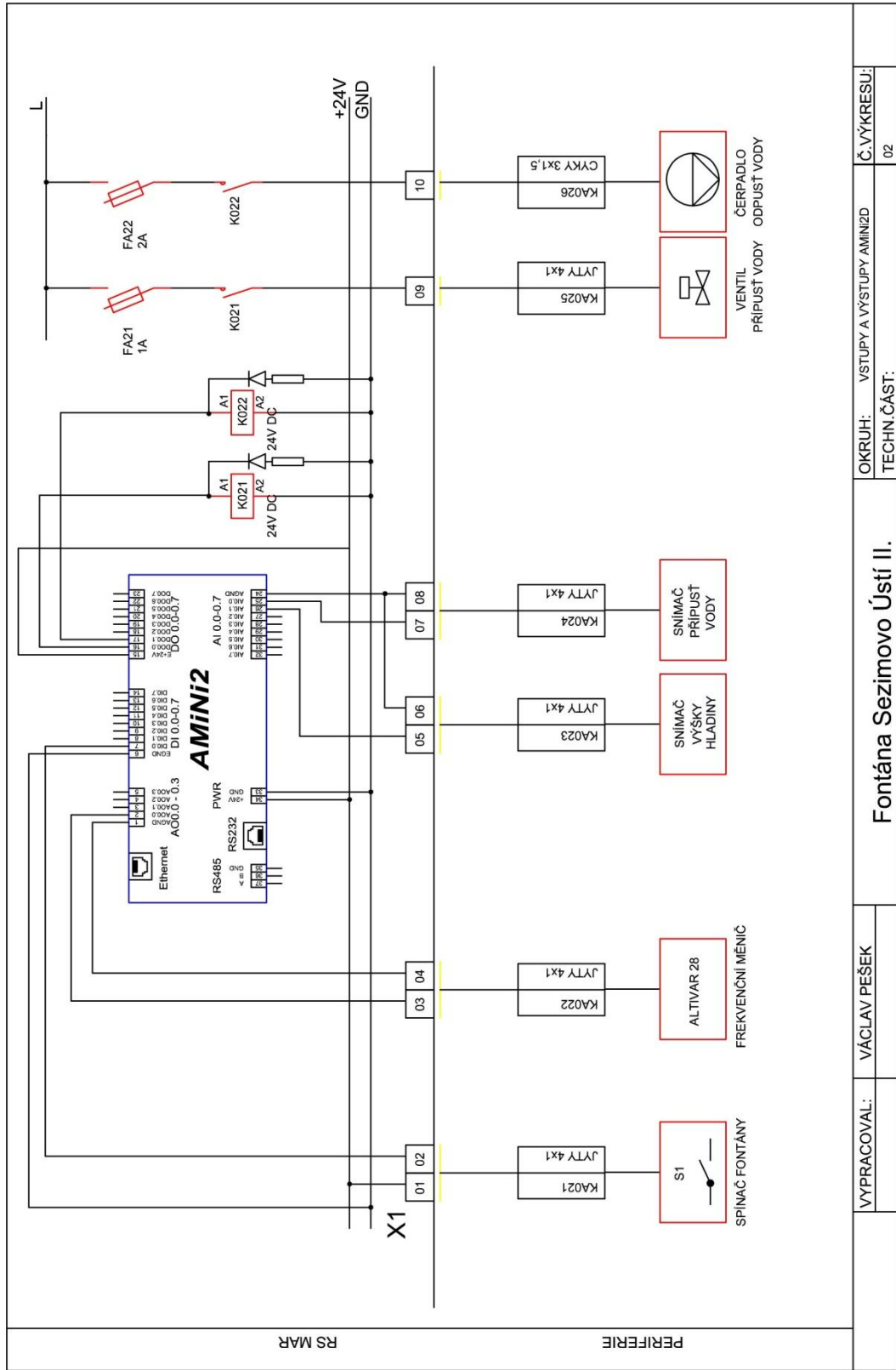
- [01] KRÍŽ, M. *Příručka pro zkoušky elektrotechniků*, Praha: IN-EL, 2006, ISBN 978-80-86230-50-4
- [02] KUPKA, L. *Matlab Simulink – úvod do používání*, Lanškroun: JS PRINT CZ, 2007. ISBN 978-80-239-8871-0
- [03] KUPKA, L., JANÁČEK J. *Matlab Simulink – řešené příklad*, Lanškroun: JS PRINT CZ, 2007. ISBN 978-80-239-9532-9
- [04] ŠEDIVÝ, V. *Automatizace v praxi – Frekvenční měniče*, Sezimovo Ústí, 2008. 11 s. Skripta pro 1. a 2. ročník technických oborů VOŠ. VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí
- [05] ŠEDIVÝ, V. *Programování řídicích systémů v reálném čase*, Sezimovo Ústí, 2008. 6 s. Skripta pro 1. a 2. ročník technických oborů VOŠ. VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí
- [06] ŠMEJKAL, L.; MARTINÁSKOVÁ, M. *PLC a automatizace*, Praha: BEN, 1999. ISBN 80-86056-58-9
- [07] *Altivar 28* [online]. Frankenthal, Germany: Reparatur und Wartung von industrieller Elektronik, [cit. 2012-02-2]. Dostupné na WWW: <<http://eu-reparaturen.de>>.
- [08] *AMiNi2D* [online]. Praha: AMiT, spol. s r.o., [cit. 2012-02-2]. Dostupné na WWW: <<http://www.amit.cz>>.
- [09] *Čerpadlo Maxi Delfino 20T* [online]. Ratíškovice: Macek a syn s.r.o., [cit. 2012-01-24]. Dostupné na WWW: <<http://eshop.macekasyn.cz>>.
- [10] *DetStudio* [online]. Praha: AMiT, spol. s r.o., [cit. 2012-02-22]. Dostupné na WWW: <<http://www.amit.cz>>.

Příloha A - Výkresová dokumentace

Ve výkresové dokumentaci se nachází dva výkresy. První výkres pojednává o napájení komponentů jako AMiNI2D, Altivar 28 a Maxi Delfino 20T. Na dalším výkrese jsou nakresleny vstupy a výstupy AMiNI2D. Tyto výkresy odpovídají potřebné kvalitě a velikosti (A4). Výkresy byly zhotoveny v programu AutoCad a jsou přiloženy na CD ve složce „Elektrické schéma AutoCad“.



VYPRACOVAL:	VÁCLAV PEŠEK	OKRUH:	NAPAJENÍ	Č.VÝKRESU:	01
			Fontána Sezimovo Ústí II.	TECHN.ČÁST:	



OKRUH:	VSTUPY A VÝSTUPY AMINIZD	Č. VÝKRESU:	02
	TECHN. ČÁST:		
Fontána Sezimovo Ústí II.			
VYPRACOVAL:	VÁCLAV PEŠEK		

Příloha B - Použité software

Adobe Photoshop	http://www.adobe.com/products/photoshop.html
AutoCad	http://www.autocadlt.cz/autocad
DetStudio	http://www.amit.cz/cz/products/param_sw.htm
Matlab	http://www.mathworks.com/products/matlab/
Microsoft Word	http://www.microsoft.com/cze/office/2007/
ViewDet	http://www.amit.cz/cz/products/servis_sw.htm

Příloha C - Obsah CD

K této práci je přiloženo CD s následující strukturou:

- Absolventská práce
- Dokumentace Amit
- Elektrické schéma AutoCad
- Řídící program DetStudio
- Vizualizace ViewDet