



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMATIZACE A INFORMATIKY

INSTITUTE OF AUTOMATION AND COMPUTER SCIENCE

NÁVRH AUTOMATIZOVANÉHO TERÁRIA

DESIGN OF AUTOMATED TERRARIUM

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Dominik Heczko

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Mgr. Monika Dosoudilová, Ph.D.

BRNO 2020

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automatizace a informatiky
Student: **Dominik Heczko**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce: **Mgr. Monika Dosoudilová, Ph.D.**
Akademický rok: 2019/20

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Návrh automatizovaného terária

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Návrh automaticky regulovaného terária a jeho simulace v prostředí LOGO! Soft Comfort.

Cíle bakalářské práce:

Úvod do teorie logického řízení.

Seznámení s vývojovým prostředím LOGO! Soft Comfort.

Výběr plaza a nastudování jeho potřeb.

Návrh automatizovaného terária a jeho simulace pomocí logického modulu LOGO! firmy Siemens.

Seznam doporučené literatury:

ŠVARC, I., MATOUŠEK, R., ŠEDA, M., VÍTEČKOVÁ, M.: Automatické řízení

LOGO! Manuál - osmé vydání. Siemens s.r.o., 07/2005. Dostupné z

http://stest1.etnetera.cz/ad/current/content/data_files/automatizacni_systemy/mikrosystemy/logo/zakladni_pristroje/manual_logo_0ba5_2005_cz.pdf.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Radomil Matoušek, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Práce se zabývá návrhem terária pro chov užovky červené. Toto terárium bude automatizováno pomocí programovatelného automatu Siemens LOGO!. Hlavní náplní práce je návrh terária samotného včetně popisu koncepce, volby komponent a rozboru řídicího programu. K tomu bylo použito základů teorie logického řízení a programování v jazyku funkčních bloků. Následně byl systém automatizace terária sestaven a testován v reálných podmínkách.

ABSTRACT

The thesis deals with the design of automated terrarium for breeding corn snake. The terrarium will be automated using programmable logic controller Siemens LOGO!. The design of the terrarium, including a description of the concept, selection of components and description of the control program is the main goal of the presented work. The basic theory of logical control and FBD programming were used for our purpose. The automation system was constructed and tested in real conditions finally.

KLÍČOVÁ SLOVA

automatizované terárium, logické obvody, Siemens LOGO!, PLC, FBD

KEYWORDS

automated terrarium, logic circuits, Siemens LOGO!, PLC, FBD

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HECZKO, Dominik. *Návrh automatizovaného terária*, Brno, 2020. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automatizace a informatiky.

PODĚKOVÁNÍ

Zde bych chtěl poděkovat paní Mgr. Monice Dosoudilové, Ph.D., za vedení této práce, za všechny konzultace, rady a připomínky.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Mgr. Moniky Dosoudilové, Ph.D., a s použitím literatury uvedené v seznamu literatury.

V Brně dne 25. 6. 2020

.....

Dominik Heczko

OBSAH

1	ÚVOD.....	15
2	ÚVOD DO LOGICKÉHO ŘÍZENÍ.....	17
2.1	Booleova algebra	17
2.2	Minimalizace	18
2.3	Typy logických obvodů	20
3	SIEMENS LOGO!	21
3.1	Lokální programování.....	21
3.2	Programování v prostředí LOGO!Soft Comfort.....	24
4	TERÁRIA	29
4.1	Výroba terárií.....	29
4.2	Výběr plaza a jeho potřeby.....	30
5	NÁVRH AUTOMATIZOVANÉHO TERÁRIA	31
5.1	Požadavky	31
5.2	Koncepce	31
5.3	Volba komponent.....	33
5.4	Program pro PLC.....	37
5.5	Realizace a testování.....	42
5.6	Cenová kalkulace.....	45
6	ZÁVĚR.....	47
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	49
8	SEZNAM ZKRATEK, OBRÁZKŮ A TABULEK.....	51
9	SEZNAM PŘÍLOH.....	53

1 ÚVOD

Automatizace se v současné době dotýká mnoha oblastí lidského života. Jedná se o proces, který snižuje, případně eliminuje potřebu přítomnosti člověka při vykonávání určité činnosti. Ve velké míře se automatizace uplatňuje nejen v průmyslu. V současné době se stále častěji automatizují i činnosti každodenního lidského života. Automatizací rutinních činností potřebných v domácnosti je možné jak ušetřit čas, který může být využit na jiné činnosti, tak získat určitou nezávislost například při plánování času mimo domov.

Cílem této práce je navržení terária pro chov užovky červené, automatizovaného pomocí programovatelného logického modulu LOGO! firmy Siemens. Ten v teráriu řídí teplotu, osvětlení a výměnu vody.

Rešeršní část práce je rozdělena na tři části. První se věnuje úvodu do logického řízení, Booleově algebře a minimalizaci. Druhá část se zabývá moduly LOGO! a možnostmi jejich programování. Třetí část se stručně věnuje teráriím a popisu potřeb užovky červené.

Následuje praktická část, která se zabývá samotným návrhem terária a systému jeho automatizace. Je zde popsána koncepce terária, uvedeno schéma zapojení, zdůvodněna volba komponent a navržen řídicí program. Systém automatizace terária byl následně sestaven a testován v reálných podmínkách. V závěru je uvedena cenová kalkulace tohoto systému.

2 ÚVOD DO LOGICKÉHO ŘÍZENÍ

Logické řízení je činnost, při které logický obvod zpracovává informace o daném řízeném procesu, podle kterých ovládá patřičná zařízení za účelem dosažení požadovaného výsledku. Logický obvod je pak fyzikální systém sestavený z logických členů vzájemně propojených logickými veličinami. Tyto veličiny v našem případě nabývají dvou hodnot, které zapisujeme jako 1 a 0. Používají se však i mnohé jiné zápisy, například Ano-Ne, True-False, High-Low a další. [1]

Na těchto veličinách je založena logická algebra, což je soustava pravidel popisující vztahy mezi logickými proměnnými – logické operace. Této algebře se v případě dvouhodnotových logických veličin říká také Booleova algebra. Logická funkce je definována jako přiřazení hodnot logická 1, nebo logická 0 logické proměnné y ke kombinacím hodnot nezávislých proměnných x_1, x_2, \dots, x_n . [1]

2.1 Booleova algebra

Booleova algebra je logická algebra vytvořená v 19. století anglickým matematikem Georgem Booleem (1815-1864). [2] Jejím základem jsou tři logické funkce, a to negace, konjunkce a disjunkce, jež mají následující význam:

Negace je funkce jedné proměnné, která přiřazuje závislé proměnné y vždy hodnotu opačnou, než má nezávislá proměnná x .

Konjunkce (logický součin, AND) je funkce dvou (a více) proměnných. Závislé proměnné y přiřadí hodnotu logická 1 v případě, že obě (resp. všechny) proměnné x_1, x_2 mají hodnotu logická 1. Ve zbylých případech nabývá y hodnotu logická 0.

Disjunkce (logický součet, OR) je také funkce dvou (a více) proměnných. Hodnotu logická 1 přiřadí proměnné y ve všech případech, kdy alespoň jedna z proměnných x_1, x_2 má hodnotu logická 1.

Zápis těchto funkcí ve formě algebraických výrazů a jejich pravdivostní tabulky jsou v tab. 2.1. [1]

Funkce	Negace	Konjunkce	Disjunkce																																				
Algebraický výraz	$y = \bar{x}$	$y = x_1 \cdot x_2$	$y = x_1 + x_2$																																				
Pravdivostní tabulka	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>x</td> <td>y</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </table>	x	y	0	1	1	0	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>x_1</td> <td>x_2</td> <td>y</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </table>	x_1	x_2	y	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>x_1</td> <td>x_2</td> <td>y</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </table>	x_1	x_2	y	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
x	y																																						
0	1																																						
1	0																																						
x_1	x_2	y																																					
0	0	0																																					
0	1	0																																					
1	0	0																																					
1	1	1																																					
x_1	x_2	y																																					
0	0	0																																					
0	1	1																																					
1	0	1																																					
1	1	1																																					

Tab. 2.1: Funkce negace, konjunkce a disjunkce [1]

Z výše uvedených tří základních funkcí (negace, konjunkce, disjunkce) jsou složeny zákony Booleovy algebry, které umožňují upravování, zjednodušování a minimalizování logických funkcí. Tyto zákony jsou popsány rovnicemi v tab. 2.2. [1]

Zákon vyloučeného třetího	$x + \bar{x} = 1$	
Zákon logického rozporu	$x \cdot \bar{x} = 0$	
Zákon dvojité negace	$\bar{\bar{x}} = x$	
Zákony opakování	$x + x = x$	$x \cdot x = x$
Komutativní zákony	$x_1 + x_2 = x_2 + x_1$	$x_1 \cdot x_2 = x_2 \cdot x_1$
Asociativní zákony	$x_1 + (x_2 + x_3) = x_1 + x_2 + x_3$	$x_1 \cdot (x_2 \cdot x_3) = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$
Distributivní zákony	$x_1 \cdot (x_2 + x_3) = x_1 \cdot x_2 + x_1 \cdot x_3$	$x_1 + x_2 \cdot x_3 = (x_1 + x_2) \cdot (x_1 + x_3)$
Absorpční zákony	$x_1 + x_1 \cdot x_2 = x_1$	$x_1 \cdot (x_1 + x_2) = x_1$
	$x_1 + \bar{x}_1 \cdot x_2 = x_1 + x_2$	$x_1 \cdot (\bar{x}_1 + x_2) = x_1 \cdot x_2$
Zákony neutrálnosti 0 a 1	$0 + x = x$	$x \cdot 1 = x$
Zákony agresivnosti 0 a 1	$1 + x = 1$	$x \cdot 0 = 0$
De Morganovy zákony	$\overline{x_1 + x_2} = \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2$	$\overline{x_1 \cdot x_2} = \bar{x}_1 + \bar{x}_2$

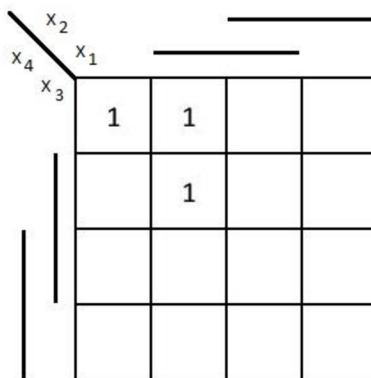
Tab. 2.2: Zákony Booleovy algebry [1]

2.2 Minimalizace

Smyslem minimalizace je vyjádřit danou funkci co nejmenším počtem logických funkcí. Díky tomu je na její sestavení třeba nejmenší počet logických prvků a zrealizování daného obvodu je nejjednodušší a nejekonomičtější. Pro minimalizaci logické funkce existuje mnoho metod. V následujících řádcích bude pojednáno o dvou z nich. [1]

První metodou je algebraická minimalizace. Tato metoda spočívá v postupné aplikaci zákonů Booleovy algebry (tab. 2.2), dokud není dosaženo co nejjednodušší formy. Tato metoda je však příliš pracná a není zaručeno, že daný získaný výraz je skutečně minimální. Z těchto důvodů není metoda vhodná pro složitější funkce s větším množstvím proměnných. [1]

Druhou metodou je minimalizace pomocí Karnaughovy mapy. Navrhl ji v roce 1953 americký matematik Maurice Karnaugh (*1924). Mapa je tabulka, o takovém počtu buněk, kolik je kombinací proměnných dané funkce. Pro funkci s n proměnnými tedy bude potřeba mapa s 2^n buňkami. Sousední buňky (políčka) se v Karnaughově mapě liší hodnotou jedné proměnné. Nejčastější označení řádku nebo sloupce, ve kterém se hodnota příslušné proměnné rovná jedné, je svislou nebo vodorovnou čarou na okraji mapy (viz obr. 2.1). V řádku (nebo sloupci), který takto označen není, nabývá daná proměnná hodnotu nula. Zápis funkce do Karnaughovy mapy spočívá ve vepsání funkčních hodnot (tedy hodnot závislé proměnné y) do příslušných políček. Pro přehlednost se zapisují pouze hodnoty 1, hodnoty 0 se nepíší. [1]



Obr. 2.1: Příklad Karnaughovy mapy pro čtyři proměnné

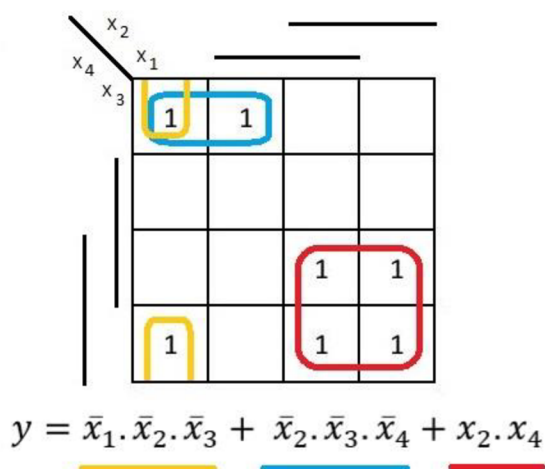
Minimalizace pomocí Karnaughovy mapy spočívá v nalezení algebraického tvaru rovnice následujícím postupem:

Sdružíme sousední políčka s funkční hodnotou 1 do skupin o velikosti 2^x ($x \in \mathbf{N}^0$). Pro danou skupinu zapíšeme funkci jako logický součin daných proměnných x , pokud v oblasti nabývají hodnoty 1, nebo jejich negací, pokud nabývají hodnoty 0. Pokud jsou v oblasti zastoupeny s hodnotou 0 i 1, pak je v zápisu vynecháme. [1]

Sdružování políček se musí držet následujících pravidel:

- Všechny jedničky v mapě musí být zakroužkovány (žádná nesmí být vynechána).
- Každá jednička může být součástí více skupin.
- Přednost mají větší skupiny před menšími.
- Je třeba usilovat o co nejmenší počet skupin.
- Sousední jsou i protilehlé kraje mapy.

Na obr. 2.2 je znázorněna minimalizace s využitím výše uvedených pravidel. Barevně jsou označeny části funkce příslušející jednotlivým skupinám. [1]



Obr. 2.2: Minimalizace pomocí Karnaughovy mapy

2.3 Typy logických obvodů

Logické obvody se rozdělují na dvě základní skupiny – kombinační a sekvenční. Kombinační obvody jsou logické obvody, u nichž je funkční hodnota určena jednoznačně podle hodnot vstupních proměnných, tedy nezávisí na předchozím stavu. [1]

U sekvenčních obvodů pak funkční hodnota závisí nejen na vstupních proměnných, ale i na předchozím stavu jejich předchozích kombinací. Tyto obvody se dále dělí na synchronní, kde je každá změna řízena synchronizačními impulsy, které zajišťují provedení změn všech proměnných ve stejný časový okamžik, a asynchronní, kde jsou změny prováděny podle změn vstupních proměnných. [1]

Sekvenční obvody jsou oproti kombinačním vybaveny paměťovou částí, která si uchovává předchozí hodnoty proměnných. Řešení takovýchto úloh poté spočívá v rozšíření pravdivostní tabulky o sloupec předchozích hodnot proměnných. Následná minimalizace již pak probíhá jako u standardního kombinačního obvodu. [1]

x_1	x_2	y_p	y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

Tab. 2.3: Příklad pravdivostní tabulky sekvenčního obvodu

Příklad pravdivostní tabulky sekvenčního logického obvodu je v tab. 2.3. x_1 a x_2 jsou zde vstupní proměnné, y_p je předchozí hodnota výstupní proměnné. Oproti pravdivostní tabulce kombinačního obvodu byla rozšířena o sloupec s proměnnou y_p . Tato proměnná se zde chová stejně jako vstupní proměnné.

3 SIEMENS LOGO!

Základní modul LOGO! je programovatelný automat od společnosti Siemens, který spojuje:

- Řízení
- Ovládací panel s podsvíceným displejem
- Rozhraní pro rozšiřovací moduly
- Předprogramované základní funkce
- Časovače
- Digitální a analogové příznaky
- Vstupy a výstupy podle typu zařízení



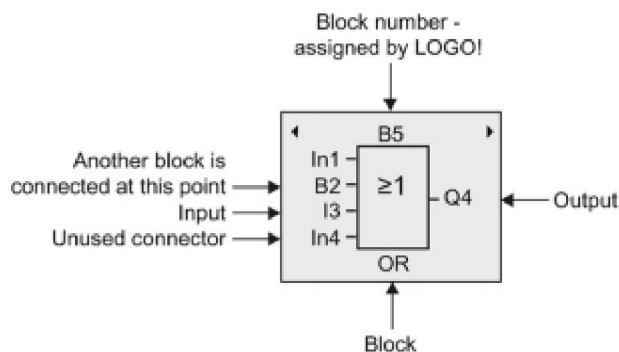
Obr. 3.1: Základní modul LOGO! 8 [4]

Základní moduly LOGO! se vyrábí ve dvou provedeních, a to bez displeje a s displejem (obr. 3.1). Samy o sobě mají 8 digitálních vstupů (u některých typů mohou být 4 vstupy použity i jako analogové) a 4 digitální výstupy – tranzistorové, nebo reléové. Základní moduly mohou být rozšířeny o další vstupy a výstupy rozšiřovacími moduly. Například modulem LOGO! DM8, který má 4 digitální vstupy a 4 digitální výstupy, nebo LOGO! DM16, které má 8 vstupů a 8 výstupů. Základní moduly, které jsou vybaveny displejem a ovládacím panelem (tlačítka), lze programovat jak lokálně, tak pomocí softwaru LOGO!Soft Comfort. [3]

3.1 Lokální programování

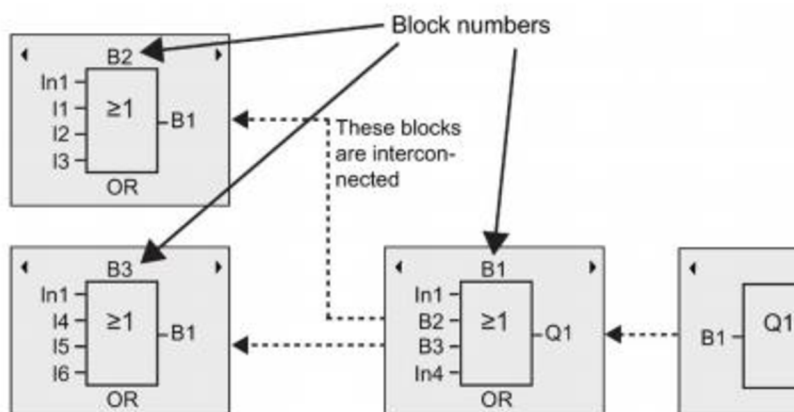
Lokální programování probíhá přímo na konkrétním modulu bez nutnosti jeho připojení k externím zařízením (například k počítači). Tento způsob je vhodný spíše pro kratší programy, z důvodu omezených zobrazovacích možností displeje a horšího ovládání, a tedy vyšší náročnosti.

Programování se provádí graficky vkládáním a spojováním bloků. Tyto bloky představují funkce, které jsou použity na převedení vstupní informace na výstupní. Možnosti nejsou omezeny jen na základní logické funkce (AND, OR atd), ale nalezneme zde i mnoho funkcí speciálních, například funkci pulzního relé, spínacích hodin a další. Na displeji lze v jednom okamžiku zobrazit pouze jeden blok. [3] Znárodnění a popis bloku zobrazeného na displeji je na obrázku 3.2.



Obr. 3.2: Zobrazení bloku na displeji [5]

Po vložení bloku do programu je tento blok automaticky označen číslem a písmenem (B jsou funkční bloky, Q výstupy a I vstupy). Toto označení se zobrazuje nad blokem a slouží k lepší orientaci v programu a k propojování bloků mezi sebou. Lze tak ke vstupu aktuálního bloku připojit téměř jakýkoliv jiný blok. [3] Propojování je znázorněno na obrázku 3.3. Blok B1 zde má na vstupy připojeny bloky B2 a B3 a výstup má připojen na Q1.



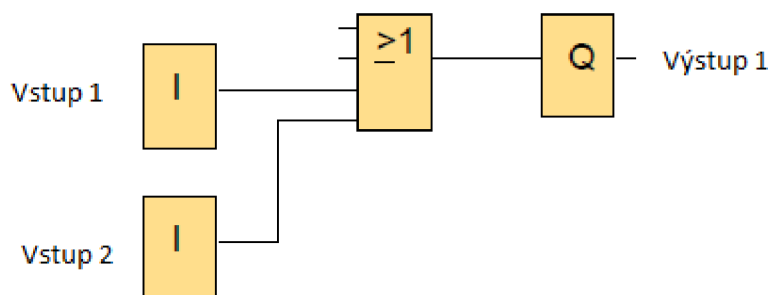
Obr. 3.3: Propojování bloků v LOGO! [5]

Před vlastním vytvářením programu v LOGO! je vhodné si nejprve nakreslit blokové schéma. LOGO! totiž může ukládat jen programy, které jsou celé a v nichž se nevyskytují chyby. Navíc schéma usnadní orientaci v programu na displeji. [3]

Program je třeba vytvářet postupováním od výstupu ke vstupu, jelikož výstup je možné připojit na několik vstupů, ale není možné připojit jeden vstup na několik výstupů. [3]

Příklad tvorby programu v modulu LOGO!

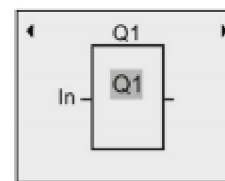
V následujících bodech bude popsáno vložení programu podle schématu na obrázku 3.4.



Obr. 3.4: Schéma vzorového programu

1. Mějme jednoduchý program, jehož blokové schéma jsme si zakreslili na papír (obr. 3.4) a který chceme vložit do základního modulu LOGO!

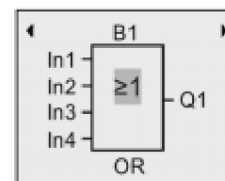
2. Na počátku programování LOGO! vloží blok s označením Q1 (obr. 3.5), což znamená digitální výstup 1. Toto je blok, který jsme chtěli vložit, tudíž se posuneme šipkou vlevo a stiskneme OK pro editaci jeho vstupu.



Obr. 3.5: Výstup Q1 [5]

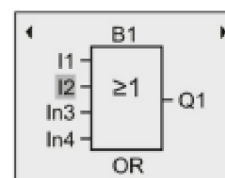
3. Pro změnu parametru vstupu listujeme šipkami nahoru a dolů, dokud nenajdeme možnost GF, což jsou základní funkce (SF jsou speciální funkce). Poté potvrdíme stiskem OK.

4. LOGO! vloží a zobrazí blok B1 (číslo si poznamenáme do schématu na papíru). Kurzor se nachází na typu bloku, stiskneme OK pro jeho editaci. Pohybujeme se šipkami nahoru nebo dolů, dokud nenalezneme typ OR (obr. 3.6). Ten potvrdíme stiskem OK.



Obr. 3.6: Blok B1 [5]

5. Šipkou doleva se přesuneme na úpravu vstupů. Když se kurzor nachází na položce In1, stiskneme OK a listujeme šipkami nahoru a dolů, dokud se nezobrazí I1, což označuje kategorii digitálních vstupů. Stiskem šipky doprava se můžeme přesunout na výběr čísla vstupu. Jelikož již máme vybrán vstup I1, potvrdíme výběr klávesou OK. Poté přesuneme kurzor na položku In2 a obdobným způsobem zde nastavíme digitální vstup I2. (Obr. 3.7)



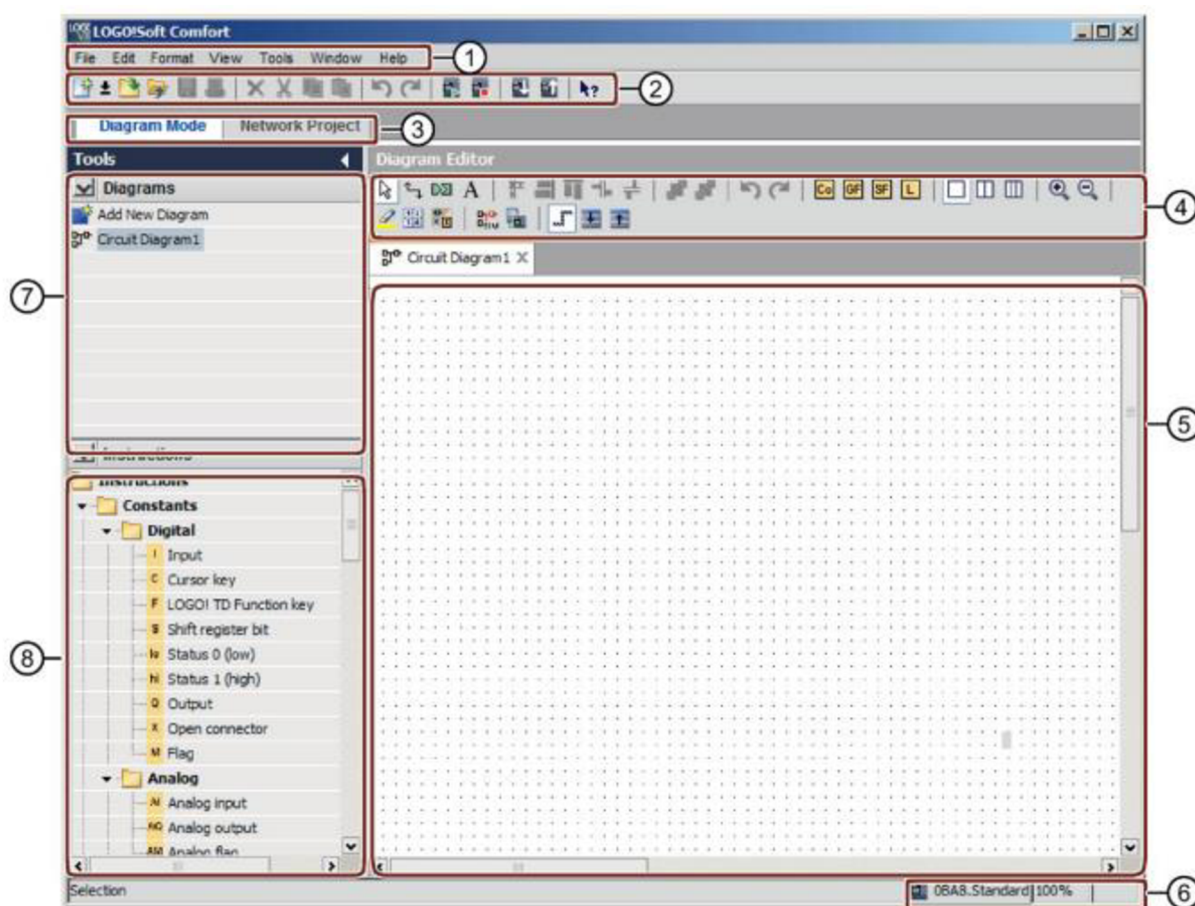
Obr. 3.7: Nastavení vstupů [5]

6. Program je nyní hotov. Prohlédnout jej můžeme šipkami vpravo a vlevo, programovací mód poté opustíme klávesou ESC.

3.2 Programování v prostředí LOGO!Soft Comfort

LOGO!Soft Comfort je software společnosti Siemens, ve kterém lze vytvářet, simulovat a nahrávat programy pro moduly LOGO!. Pro vytváření programů nabízí tři způsoby: diagramy funkčních bloků (FBD), diagramy kontaktních schémat (LAD) a diagramy UDF – User-defined function. [6] Primárním způsobem je vytváření programu pomocí funkčních bloků. Tímto způsobem se také bude tato práce zabývat dále. Všechny obrázky použité v kapitole 3.2 kromě obr. 3.8 pochází z programu LOGO!Soft Comfort.

Programování základních modulů LOGO! v prostředí LOGO!Soft Comfort je výrazně jednodušší a přehlednější, než tomu bylo u lokálního programování. Na obrazovce je velký editor pro vytváření programu (oblast 5 na obrázku 3.8), seznam všech dostupných funkcí je vlevo (oblast 8 na obrázku 3.8). Další možností zobrazení nabídky funkcí je kliknutí na jednu ze žlutých ikon v oblasti 4, které zobrazí nabídku pod editorem. „Co“ zobrazí kontakty a konektory, „GF“ základní funkce, „SF“ speciální funkce a „L“ zobrazí datový log.

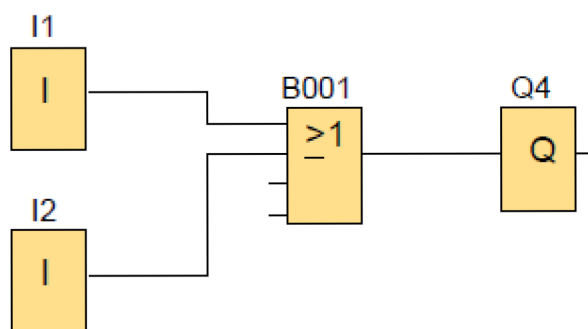


Obr. 3.8: Prostředí LOGO!Soft Comfort [6]

Program se vytváří přetahováním funkcí do prostoru programu pomocí myši. Druhým způsobem vkládání je kliknutí na daný typ bloku v nabídce a jeho umístění v editoru kliknutím na zvolené místo. Vstupy a výstupy se poté propojují tažením pomocí myši. Dvojitým kliknutím levým tlačítkem na blok v programu se otevře okno, ve kterém lze danému bloku nastavit parametry (pokud to podporuje).

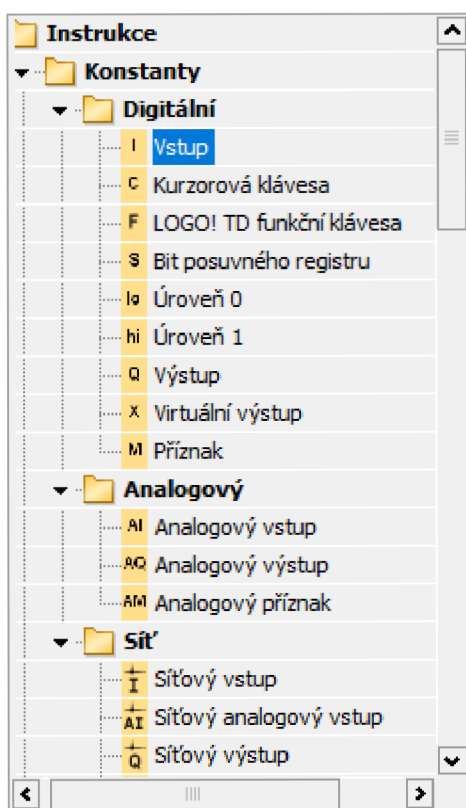
Příklad tvorby programu v prostředí LOGO!Soft Comfort

Níže následuje postup tvorby jednoduchého programu podle schématu na obrázku 3.9.



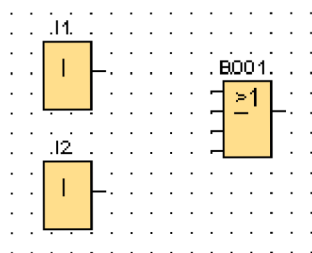
Obr. 3.9: Schéma vzorového programu

1. Po spuštění LOGO!Soft Comfort klikneme na Soubor -> Nový -> Diagram funkčních bloků (FBD). Na obrazovce se otevře prázdný list editoru pro vytvoření programu.
2. Z nabídky funkcí vybereme položku vstup (obrázek 3.10). A umístíme ji na plochu editoru.



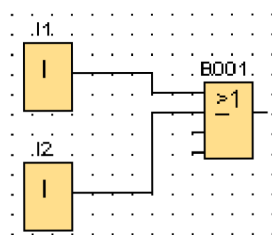
Obr. 3.10: Nabídka funkcí

3. Obdobně umístíme i druhý vstup a poté základní funkci OR (obrázek 3.11).



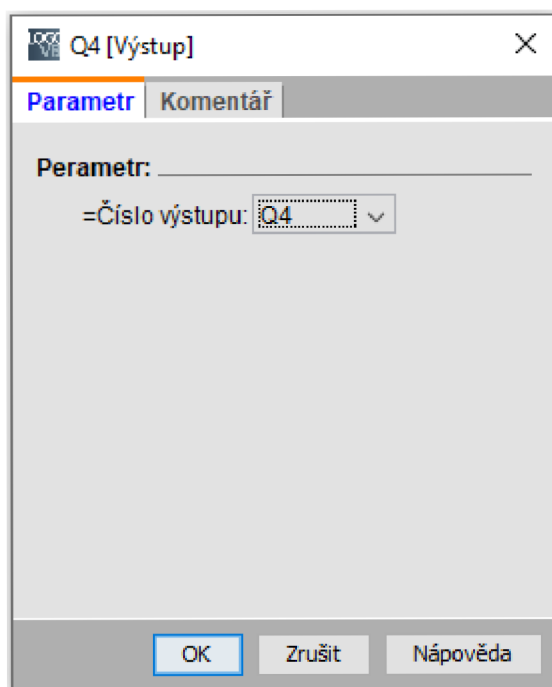
Obr. 3.11: Umístěné bloky v editoru

4. Nyní propojíme bloky mezi sebou. Toho dosáhneme tažením výstupu bloku I1 na vstup bloku B001. Stejný postup provedeme i pro blok I2 (obrázek 3.12).



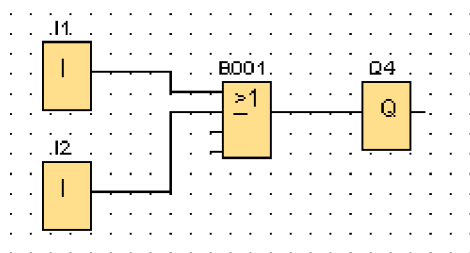
Obr. 3.12: Propojené bloky v editoru

5. Dále vložíme blok výstup. Dvakrát na něj klikneme, čímž se otevře okno, ve kterém lze upravit parametry tohoto bloku. Zde upravíme parametr číslo výstupu na Q4 (obrázek 3.13).



Obr. 3.13: Úprava parametrů bloku

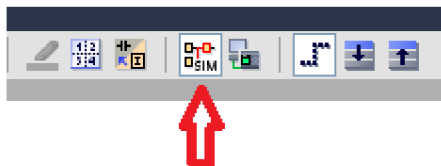
6. V posledním kroku blok Q4 propojíme s blokem B001 (obrázek 3.14).



Obr. 3.14: Výsledný program

Simulace programu v prostředí LOGO!Soft Comfort

Velmi užitečnou funkcí v prostředí LOGO!Soft Comfort je možnost simulace programu. Tento režim se zapíná ikonou (zvýrazněno na obrázku 3.15) v nabídce nad editorem (oblast 4 na obrázku 3.8) nebo stisknutím klávesy F3.



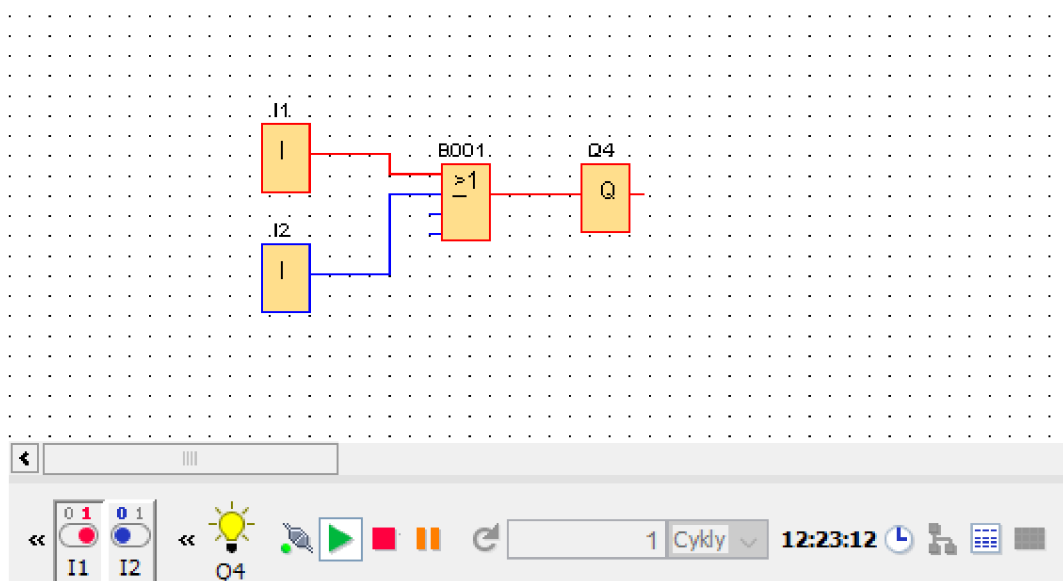
Obr. 3.15: Ikona režimu simulace

Po zapnutí režimu simulace se pod editorem zobrazí lišta (obr. 3.16) s následujícími ikonami:

- Ikona (spínač) pro ovládání jednotlivých vstupů
- Ikona (žárovka) zobrazující stav výstupu
- Ikona simulující výpadek napájení
- Ikony ovládání simulace
- Ikony nastavení času
- Ikona datové tabulky



Obr. 3.16: Lišta simulace

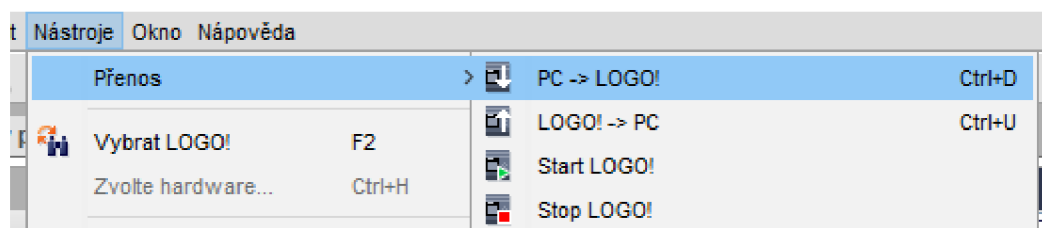


Obr. 3.17: Zvýraznění v režimu simulace

V režimu simulace se všechny části programu, na nichž je logická 1, zvýrazní červenou barvou. Části, na kterých je logická 0, zůstávají v barvě modré. (Obr. 3.17)

Nahrání programu do základního modulu LOGO!

Hotový program je možné nahrát do základního modulu LOGO! kliknutím na Nástroje -> Přenos -> PC -> LOGO! (obr. 3.18), kliknutím na ikonu PC -> LOGO! nebo klávesovou zkratkou Ctrl + D.



Obr. 3.18: Nahrání programu do LOGO!

4 TERÁRIA

Terárium je nádrž, klec nebo zasklená část místnosti určená k chovu a pozorování suchozemských živočichů. [7] Většinou má tvar kvádrů a použitými materiály mohou být sklo, plast, dřevo, pletivo, plech apod. Nejčastější je kombinace skla s pletivem. [8] Příklad skleněného terária pro chov hada je na obrázku 4.1.



Obr. 4.1: Terárium [9]

4.1 Výroba terárií

Terária jsou vyráběna jak sériově (např. značky Hagen, Diversa, Repti Planet a jiné), tak na zakázku – mnoho zverimexů nabízí výrobu terária na míru. Ceny se liší podle provedení, lze však říct, že většinou se cena základních komerčně vyráběných skleněných terárií ve tvaru kvádrů bez dalšího vybavení pohybuje v rozmezí 10-20 Kč na 1 litr objemu daného terária (květen 2020).

Mnozí chovatelé si také svá terária vyrábějí sami, čímž lze dosáhnout výrazné finanční úspory.

4.2 Výběr plaza a jeho potřeby

V této práci bude navrženo terárium pro užovku červenou (obr. 4.2).



Obr. 4.2: Užovka červená [10]

Jedná se o nenáročného plaza původem z jihovýchodu USA, kde volně žije. V přírodě dává přednost životu na zemi, mnoho času tráví také pod zemí, kde odpočívá, nebo prolézá nory shánějíc potravu. Živí se hlodavci a jejich mláďaty, přičemž kořist dusí zaživa a následně polyká. Dožívá se 12-15 let. [8]

V zajetí jsou užovky chovány v teráriích. Přibližně 100 cm dlouhého jedince lze chovat v teráriu ve tvaru kvádrů o délce 60 cm, šířce 30 cm a výšce 50 cm. Pro větrání se doporučuje nahradit pletivem jednu polovinu boční stěny protilehlé ke zdroji tepla. Teplota by se v teráriu měla pohybovat přes den v rozmezí 28-31 °C. V noci by měla poklesnout, avšak tak, aby zůstala nad 20 °C. Svítit je potřeba 12-14 hodin denně podle ročního období. Dostatečnou vlhkost v teráriu zajistí miska s vodou, která bude zároveň hadovi sloužit k pití nebo k odpočinku. Vodu je nutno měnit jednou denně. Dospělý jedinec užovky červené se krmí jednou za 7-14 dní. Za potravu mu slouží myši, případně jiní hlodavci. [8]

5 NÁVRH AUTOMATIZOVANÉHO TERÁRIA

5.1 Požadavky

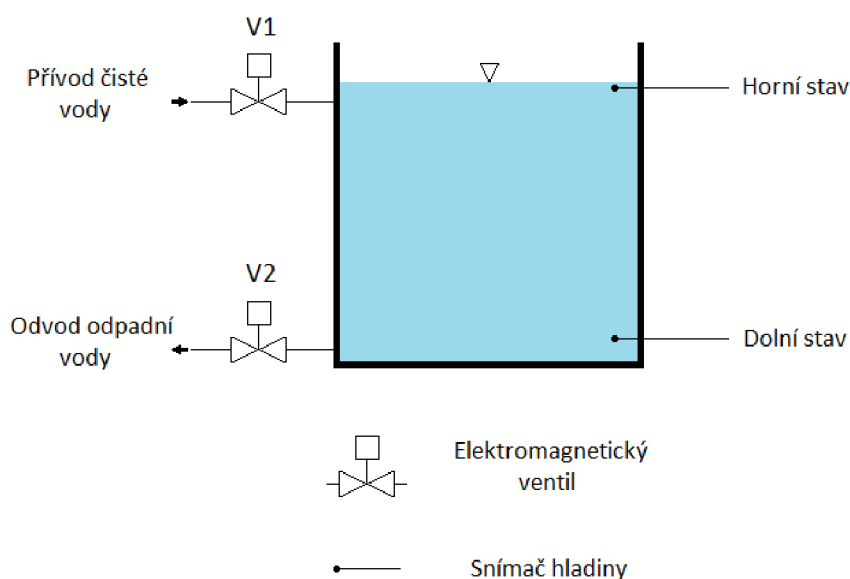
Terárium navrhované v této práci bude pro užovku červenou. Řízeno bude programovatelným automatem LOGO! od firmy Siemens. V souladu s potřebami plaza popsanými v kapitole 4.2 jsou na řízení terária kladeny následující požadavky:

- Udržování teploty během dne v rozmezí 29-31 °C, v noci pak nad 20 °C
- Svícení 12 až 14 hodin denně podle roční doby
- Výměna vody v nádrži jednou denně

5.2 Koncepce

Systém automatizace je navržen pro umístění do terária o délce 70 cm, šířce 50 cm a výšce 50 cm. Řízen je základním modulem LOGO! 0BA8. Jelikož samotný základní modul nepodporuje měření teploty, bylo nutno systém vybavit rozšiřujícím modulem AM2 RTD, který zpracovává údaje z teplotního senzoru. Ten je umístěn blízko země, aby snímal teplotu vzduchu, ve kterém se plaz pohybuje. Udržování teploty je řešeno topnou podložkou, která je přilepena ke dnu terária a zajišťuje, aby teplota v teráriu neklesla pod nastavenou mez. Pro případ, že by se teplota dostala příliš vysoko (například vlivem přímého slunečního záření), jsou v teráriu i ventilátory, které by dovnitř začaly vhánět chladnější vzduch z okolí.

Vodu plazovi zajišťuje nádrž (schéma na obr. 5.1). Pro výměnu vody jsou instalovány dva elektromagnetické ventily (jeden pro vypuštění nádrže a druhý pro její napuštění).



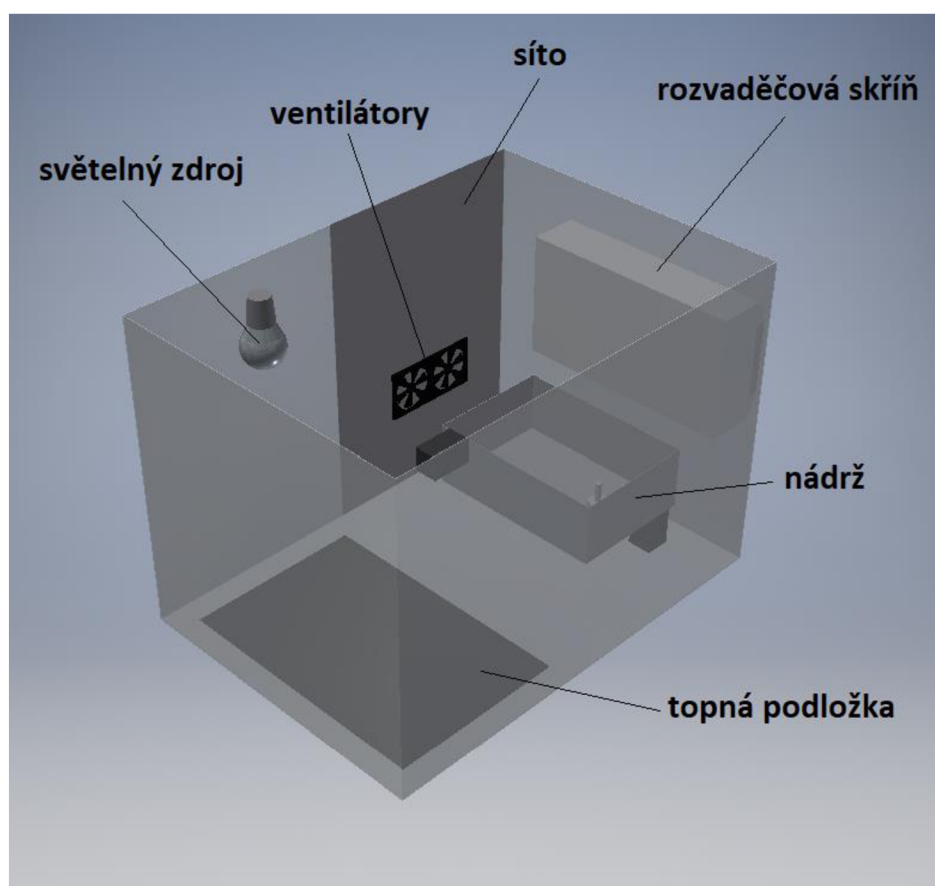
Obr. 5.1: Nádrž na vodu

Informaci o stavu hladiny v nádrži získávají dva hladinové snímače – jeden pro horní stav a druhý pro stav dolní. Jako zdroj světla je v teráriu použita LED zářivka.

Zapojení všech výše uvedených komponent k modulu LOGO! vyžaduje celkem pět reléových výstupů. Jelikož základní modul má jen čtyři, bylo by vhodné doplnit jej rozšiřujícím modulem DM8, který nabízí další čtyři reléové výstupy. Dostupnějším řešením však bylo použití druhého základního modulu LOGO!. Tento byl pak propojen s hlavním modulem v režimu master/slave.

Všechny moduly LOGO! včetně zdroje jsou umístěny v rozvaděčové skříni, která se nachází na vnější straně boční stěny terária. Díky tomu jsou pro případné opravy, úpravy nebo nahrání softwaru přístupné bez zasahování do životního prostoru plazy v teráriu.

Vzhled terária a umístění komponent v něm jsou znázorněny ve vizualizaci na obr. 5.2.

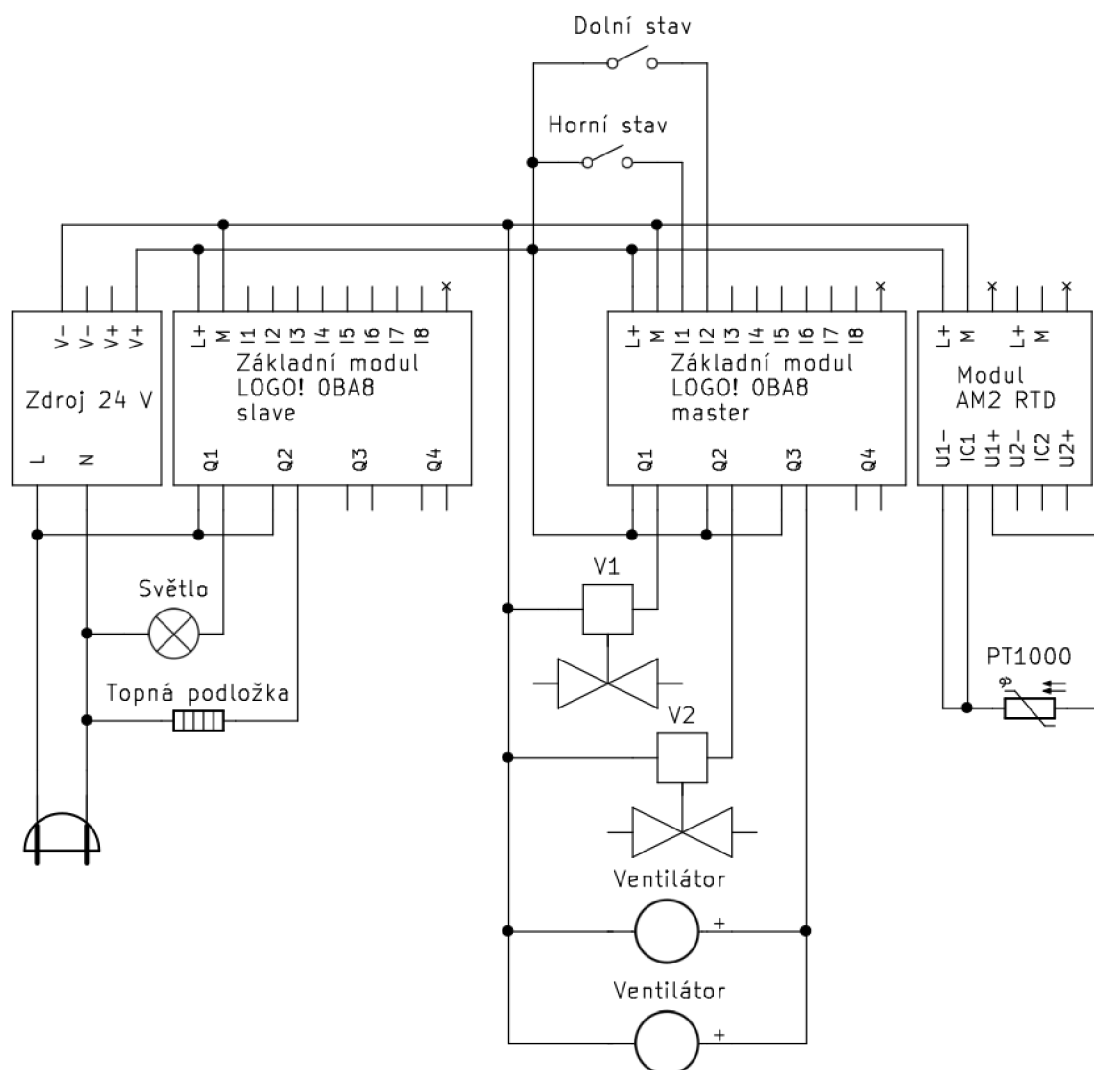


Obr. 5.2: Vizualizace terária

Kvůli zjednodušení nejsou ve vizualizaci zobrazeny hadice pro vodu ani kabely. Také nejsou pro přehlednost vyobrazeny dekorace, kryty a horní víko terária, které je nutné kvůli možnému úniku plazy.

Stěny, dno i horní kryt terária jsou ze skleněných tabulí. Polovina zadní stěny je vytvořena ze síta, aby docházelo k přirozené cirkulaci vzduchu. Na dně je 3-5 cm vysoká vrstva terarijního substrátu, jež plazovi simuluje povrch v přirozeném prostředí. Terárium může být vybaveno libovolnými dekoracemi.

Na obrázku 5.3 následuje elektrické schéma zapojení komponent terária.



Obr. 5.3: Elektrické schéma

Zapojení je napájeno ze sítě střídavým napětím 230 V. Toto napětí vyžaduje topná podložka, svítidlo a napájecí zdroj. Ostatní spotřebiče pracují se stejnosměrným napětím 24 V, které je dodáváno napájecím zdrojem.

Základní moduly LOGO! jsou vzájemně propojeny síťovým kabelem s koncovkami RJ-45. Rozšiřující modul AM2 RTD je připojen k hlavnímu základnímu modulu (master).

5.3 Volba komponent

Napájecí zdroj

Na napájecí zdroj byly kladeny požadavky, aby byl při 24 V schopen dodat proud alespoň 2,5 A a aby byl umístitelný na DIN lištu společně s moduly LOGO!.

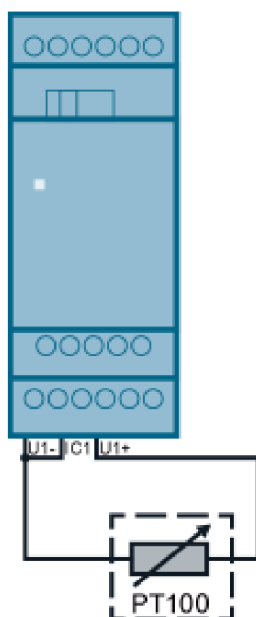
Zvolen byl spínaný zdroj MEAN WELL HDR-100-24 (obr. 5.4), který je schopen trvale dodávat proud až 3,83 A. Důvodem pro volbu tohoto typu byla jak snadná dostupnost, tak především kompaktní rozměry, které jsou velmi podobné rozměrům základního modulu LOGO!.



Obr. 5.4: Mean Well HDR-100-24 [11]

Teplotní senzor

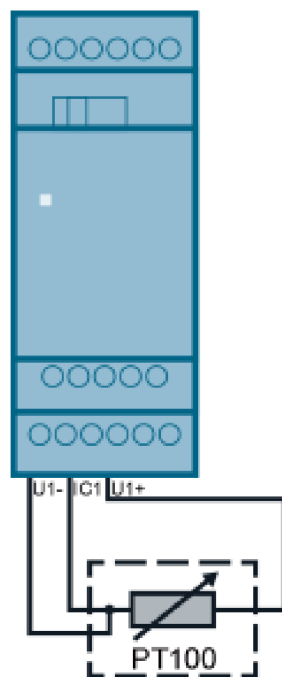
Siemens LOGO! podporuje měření teploty s rozšiřujícím modulem AM2 RTD, se kterým jsou kompatibilní teplotní čidla PT100 a PT1000. Z těchto bylo zvoleno čidlo PT1000 z důvodu vyšší citlivosti na změnu teploty.



Obr. 5.5: Zapojení teplotního čidla pomocí dvou vodičů [12]

Zapojení tohoto čidla do modulu AM2 RTD je možné dvěma způsoby. Prvním z nich je zapojení pomocí dvou vodičů. Schéma tohoto zapojení je na obrázku 5.5. Tento způsob s sebou nese chybu měření způsobenou odporem přívodních vodičů.

Z tohoto důvodu byl zvolen druhý způsob – zapojení pomocí tří vodičů (obrázek 5.6). V tomto zapojení je odpor přívodních vodičů kompenzován a neovlivňuje tak výsledek měření. [12]



Obr. 5.6: Zapojení teplotního čidla pomocí tří vodičů [12]

Topná podložka

Pro topení v teráriu byla zvolena topná podložka Repti Zoo SHM20 o výkonu 20 W. Tato podložka o rozměrech 42x28 cm má z dolní strany samolepicí fólii, která umožňuje podložku přilepit na vnější stranu dna terária.

Ventilátor

Vzhledem ke své snadné dostupnosti a nízké ceně byly pro nucenou ventilaci v teráriu zvoleny dva stejnosměrné bezkartáčové ventilátory SUNON EE80252S1-000U-A99. Tyto ventilátory o průměru 80 mm mají příkon 1,8 W při jmenovitém napětí 24 V.

LED zářivka

Jako světelný zdroj byla vybrána LED zářivka se závitem E27 napájená síťovým napětím 230 V. Konkrétně byl použit typ LZV-024 od výrobce Vigan. Oproti žárovce má toto řešení výhodu jak v řádově vyšší životnosti, tak v tom, že LED zářivka neprodukuje tolik tepla, které by mohlo přehřívat vnitřní prostor terária.

Elektromagnetický ventil

Pro výměnu vody v nádrži bylo nutné použít dva elektricky ovládané ventily. Jednou možností by bylo použití solenoidového ventilu. Tento však pro své otevření vyžaduje určitý rozdíl tlaku mezi vstupem a výstupem, proto by jeho použití připadalo v úvahu pouze pro napouštění nádrže, kdyby byl připojen k vodovodnímu řádu (nebo jinému systému s dostatečným tlakem).

Oproti tomu přímo ovládaný ventil nepotřebuje ke svému otevření žádný rozdíl tlaku mezi vstupem a výstupem. Je tedy vhodný jak pro vypouštění nádrže v teráriu, tak pro její napouštění například z kbelíku s vodou – v obou případech je totiž rozdíl tlaku mezi vstupem a výstupem zavřeného ventilu velmi malý. Nevýhodou však je potřeba vyššího příkonu.

Jak pro napouštění, tak pro vypouštění nádrže byl zvolen přímo ovládaný elektromagnetický ventil FSA M-1/2-24-C (obrázek 5.7). Jedná se o ventil s příkonem 20 W při napětí 24 V.



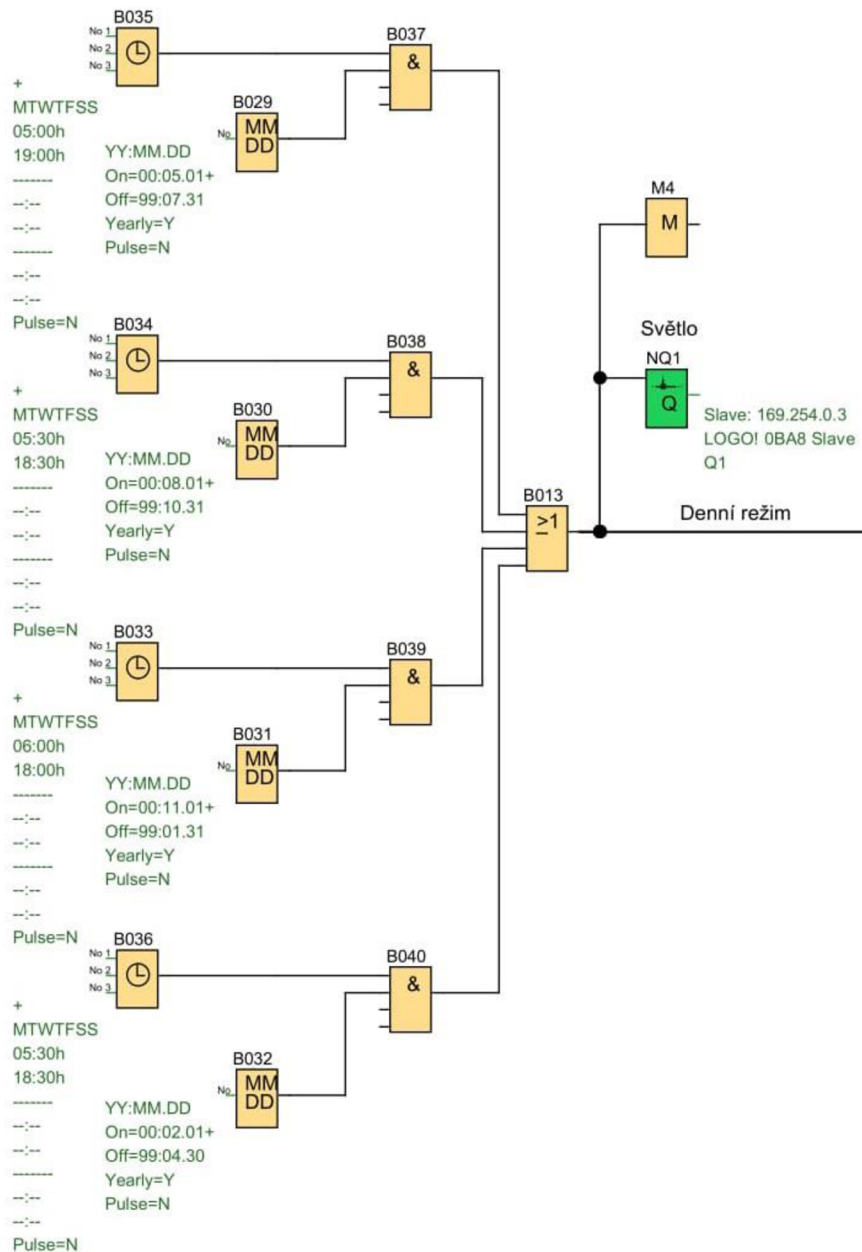
Obr. 5.7: Elektromagnetický ventil FSA M-1/2-24-C [13]

Hladinový spínač

Pro měření výšky hladiny byly použity dva kusy hladinového spínače ZP5210. Jedná se o svisle montovaný plovákový spínač, který je schopen spínat proud až 0,5 A. Jeden spínač je použit pro zjištění dolního stavu hladiny (nádrž vypuštěná), druhý je použit pro zjištění horního stavu hladiny (nádrž plně napuštěná).

5.4 Program pro PLC

Blokové schéma programu, který je nahrán v hlavním základním modulu LOGO! (master), je připojeno v příloze 1. Pro účely popisu bylo schéma rozděleno do čtyř oblastí, které budou popsány zvlášť.



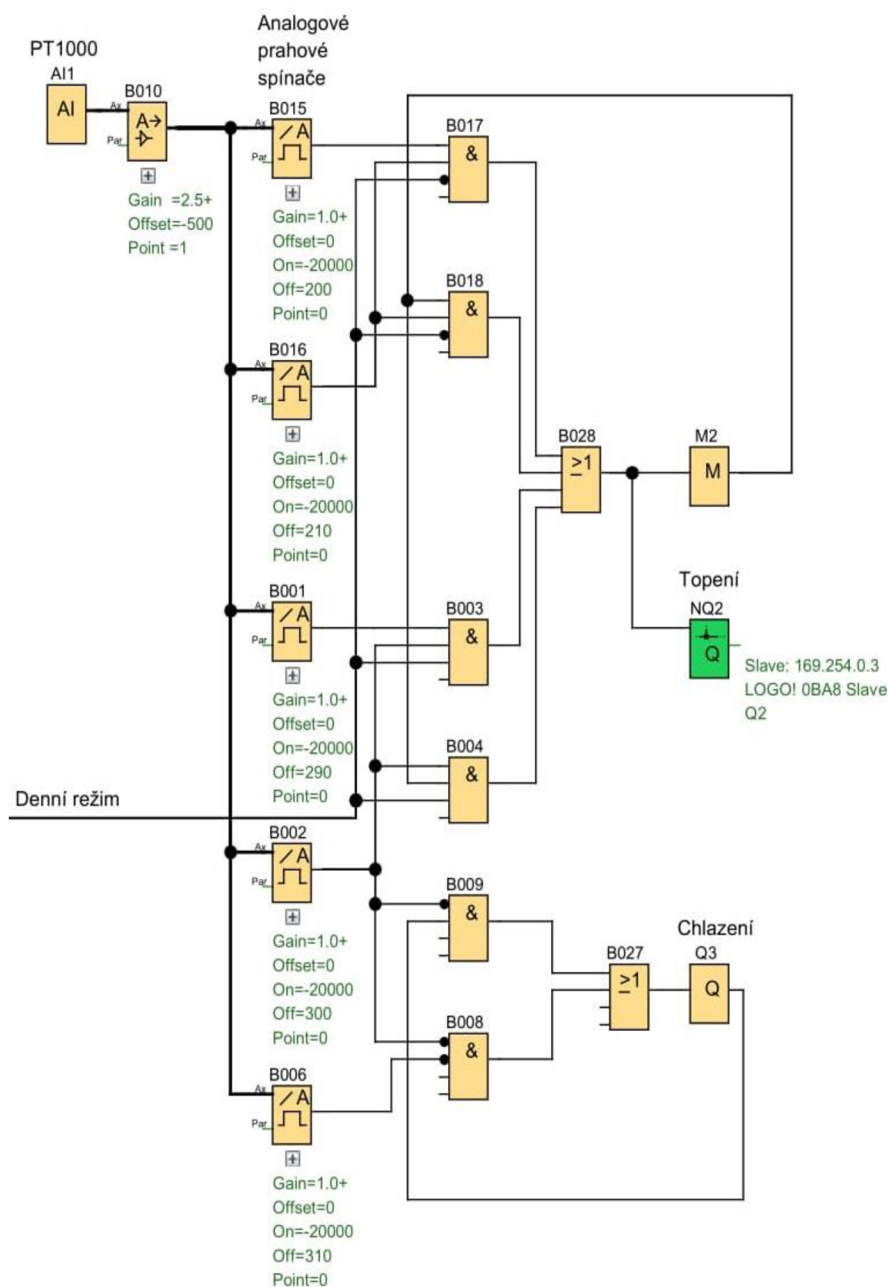
Obr. 5.8: Oblast 1

Na obrázku 5.8 je zobrazena oblast 1. Tato oblast určuje, zda je terárium v denním, nebo v nočním režimu. K tomu zde slouží bloky „roční spínací hodiny“ (B029 až B032) a „týdenní spínací hodiny“ (B033 až B036). Roční spínací hodiny rozdělují rok na čtyři úseky, týdenní spínací hodiny pak nastavují každému úseku, v jaký čas v něm denní režim začne a v jaký čas skončí. V tabulce 5.1 následuje seznam úseků a doby trvání denního režimu v nich.

Úsek roku	Denní režim
1. května – 31. července	5:00 – 19:00
1. srpna – 31. října	5:30 – 18:30
1. listopadu – 31. ledna	6:00 – 18:00
1. února – 30. dubna	5:30 – 18:30

Tab. 5.1: Denní režim v průběhu roku

Během denního režimu se v terárii svítí, což zajišťuje blok NQ1. Tento spíná výstup Q1 na základním modulu LOGO!, který je v režimu slave vůči hlavnímu modulu. Blok M4 je příznak, který slouží k umožnění rekurze v programu a k načtení stavu denního režimu pro možnost jeho zobrazení na displeji (viz oblast 4).



Obr. 5.9: Oblast 2

V oblasti 2 (obrázek 5.9) řídí sekvenční obvody teplotu v teráriu. Jako vstupní proměnné jim slouží proměnná určující denní režim (přichází z oblasti 1) a analogové prahové spínače. Ty pracují v závislosti na analogové hodnotě teploty měřené na teplotním čidle PT1000 (blok AI1). V defaultním stavu jsou spínače sepnuty (na výstupu mají logickou 1) a vypínají nad teplotou, na kterou jsou jednotlivě nastaveny (20, 21, 29, 30 a 31 °C).

Během denního režimu se zapíná topení při poklesu teploty pod 29 °C a vypíná při dosažení 30 °C. V nočním režimu se pak topení zapíná při poklesu pod 20 °C a vypíná při dosažení 21 °C. Chlazení (ventilátory) se jak v denním, tak v nočním režimu spouští při překročení 31 °C. Vypíná se při poklesu pod 30 °C.

Oblast 3 (obrázek 5.10) je nezávislá na zbytku programu. V této oblasti se spouští a řídí výměna vody v nádrži pomocí sekvenčního logického obvodu. Pravdivostní tabulka tohoto obvodu je v tabulce 5.2.

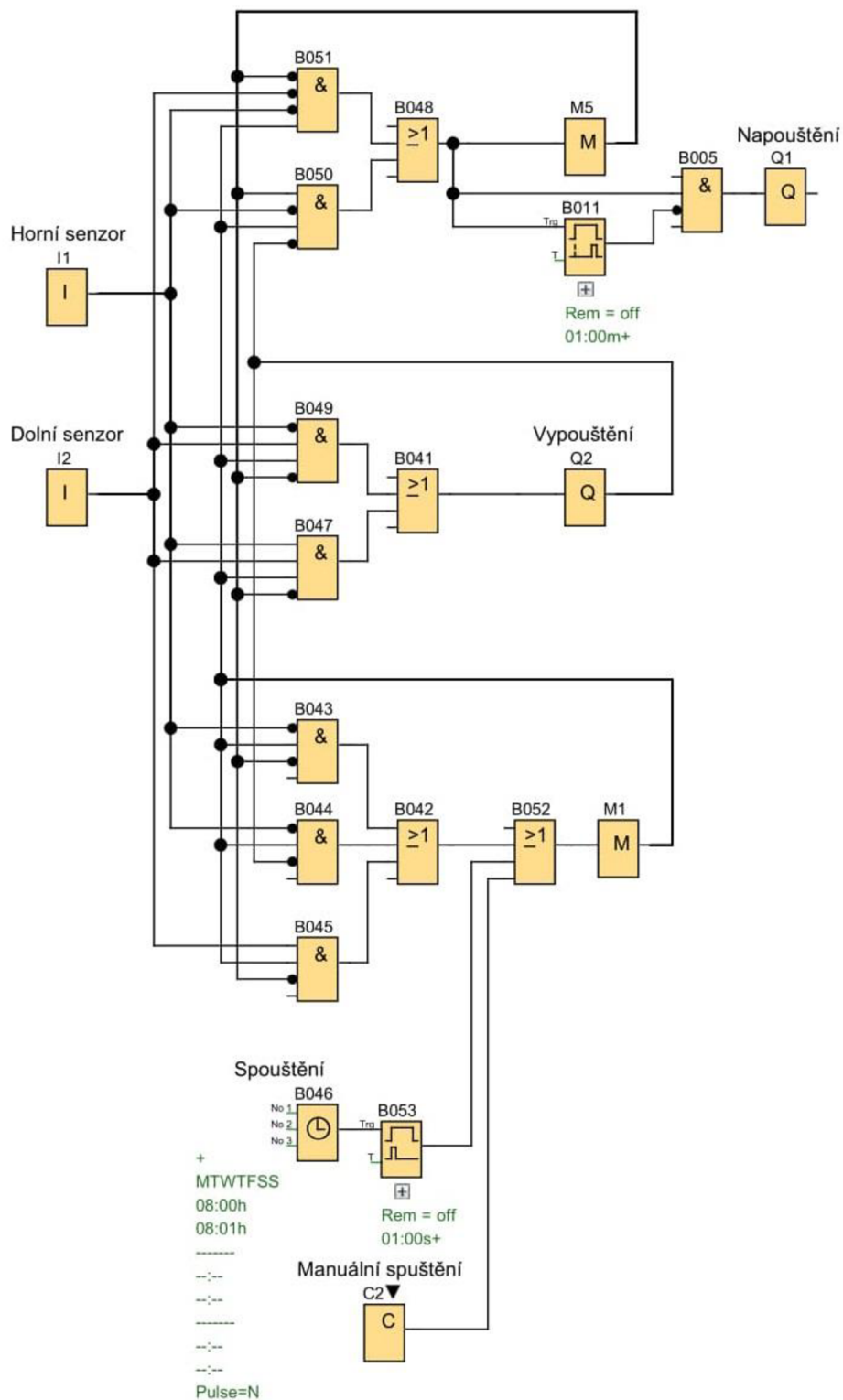
Hodnoty senzorů		Předchozí hodnoty			Výstupní hodnoty		
I_1	I_2	P_{Q1}	P_{Q2}	P_{M1}	Q_1	Q_2	M_1
0	0	0	0	1	1	0	1
0	0	0	1	1	1	0	1
0	1	0	X	1	0	1	1
0	X	1	0	1	1	0	1
1	1	0	X	1	0	1	1

Tab. 5.2: Pravdivostní tabulka výměny vody

X v tabulce znamená, že na logické hodnotě dané proměnné nezáleží. I_1 je hodnota horního hladinového senzoru a I_2 hodnota dolního hladinového senzoru. P_{Q1} , P_{Q2} a P_{M1} jsou předchozí hodnoty bloků Q_1 , Q_2 a M_1 . Q_1 je ventil pro napouštění a Q_2 ventil pro vypouštění. M_1 je příznak simulující výstup obvodu, jenž však není nikam zapojen, ale slouží jen pro rekurzi v obvodu samotném pro jeho vypnutí. Přivedením krátkého impulsu logické 1 na tuto část obvodu se výměna vody uvede v činnost. Po naplnění nádrže čistou vodou se na tomto výstupu objeví logická 0, čímž se obvod vypne a zabrání se tím opakování celého postupu výměny.

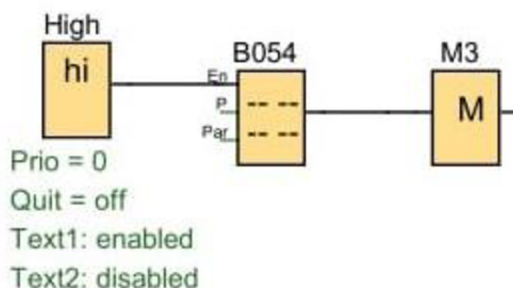
Ochrana proti poruše hladinového snímače je řešena bloky B011 a B005. Tato část obvodu způsobí vypnutí napouštěcího ventilu v případě, že by byl otevřen déle než jednu minutu, což by mohlo nastat při zaseknutí plovákového snímače. Toto opatření velmi omezí škody, které by mohly vzniknout, pokud by si uživatel úniku vody včas nevšiml.

Blok B046 slouží k automatickému spuštění procesu výměny vody každý den v 8:00. Tento proces lze spustit také ručně, a to tlačítkem šipky dolů na základním modulu LOGO!. Toto v programu zajistí blok C2.



Obr. 5.10: Oblast 3

Poslední částí řídicího programu je oblast 4 (obrázek 5.11). Tato oblast zobrazuje informace na displeji základního modulu LOGO!



Obr. 5.11: Oblast 4

Zobrazení zajišťuje blok B054. Aby se informace zobrazovaly trvale, je na jeho vstup přivedena trvalá hodnota logické 1. Příznak M3 je na jeho výstupu z toho důvodu, že v prostředí LOGO!Soft Comfort musí mít všechny funkční bloky zapojené výstupy. Uspořádání informací zobrazovaných na displeji je znázorněno na obrázku 5.12.

			2	0	2	0	-	0	6	-	1	7				
			W	e			1	1	:	0	2					
							3	1	.	8	°C					
			C	h	l	a	z	e	n	i	T	o	p	e	n	i
			V	o	d	a					S	v	e	t	l	o

Obr. 5.12: Zobrazení informací na displeji

Na prvním řádku se zobrazuje datum. Pod ním se nachází anglická zkratka dne v týdnu a čas. Na třetím řádku je vypsána teplota v teráriu. V dolní části displeje se zobrazují názvy aktuálně běžících procesů.

Nápis „Chlazení“ se zobrazuje, pokud na výstupu Q3 (oblast 2) je hodnota logické 1. „Topení“ je zobrazeno, pokud je logická 1 na příznaku M2 (oblast 2). „Voda“ se zobrazuje, pokud běží proces výměny vody, a tedy je logická 1 na příznaku M1 (oblast 3). Pokud je logická 1 na příznaku M4 (denní režim, v teráriu se svítí), zobrazuje se na displeji nápis „Světlo“.

5.5 Realizace a testování

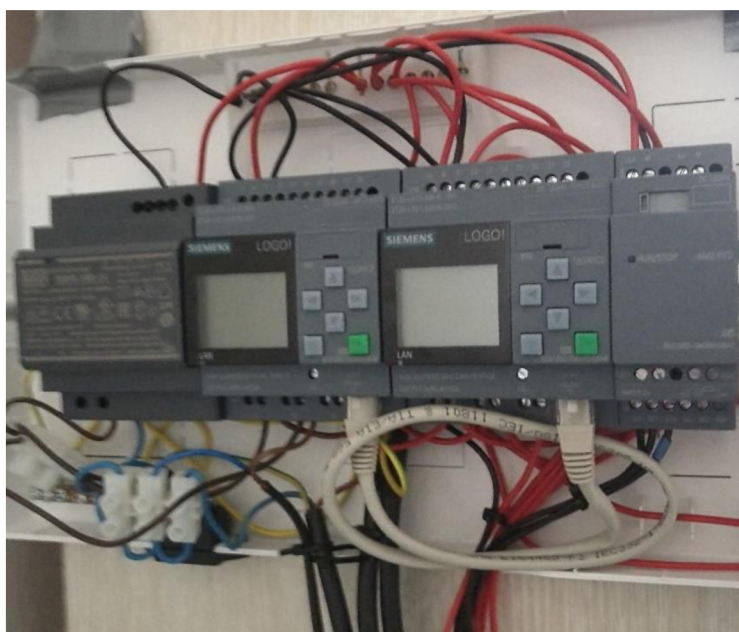
Pro testování byl systém automatizace sestaven. Z důvodu nedostupnosti vhodného terária byl testován ve skříňce o rozměrech terária velmi podobných, která měla stěny z dřevotřísky.

Všechny moduly LOGO! i s napájecím zdrojem byly umístěny na DIN lištu do plastové rozvaděčové skříňe (rozvodnice) o velikosti 16 modulů. Díky tomu je tak většina obvodu zakrytá a mimo rozvodnici vedou pouze přívodní kabely k sensorům a spotřebičům. Obsah rozvodnice je chráněn vůči prachu a nečistotám a je tímto řešením zvýšeno i estetické hledisko. Rozvodnice je opatřena dvířky, které umožňují snadný přístup k ovládacím panelům modulů LOGO! (obrázek 5.13).



Obr. 5.13: Pohled na moduly LOGO!

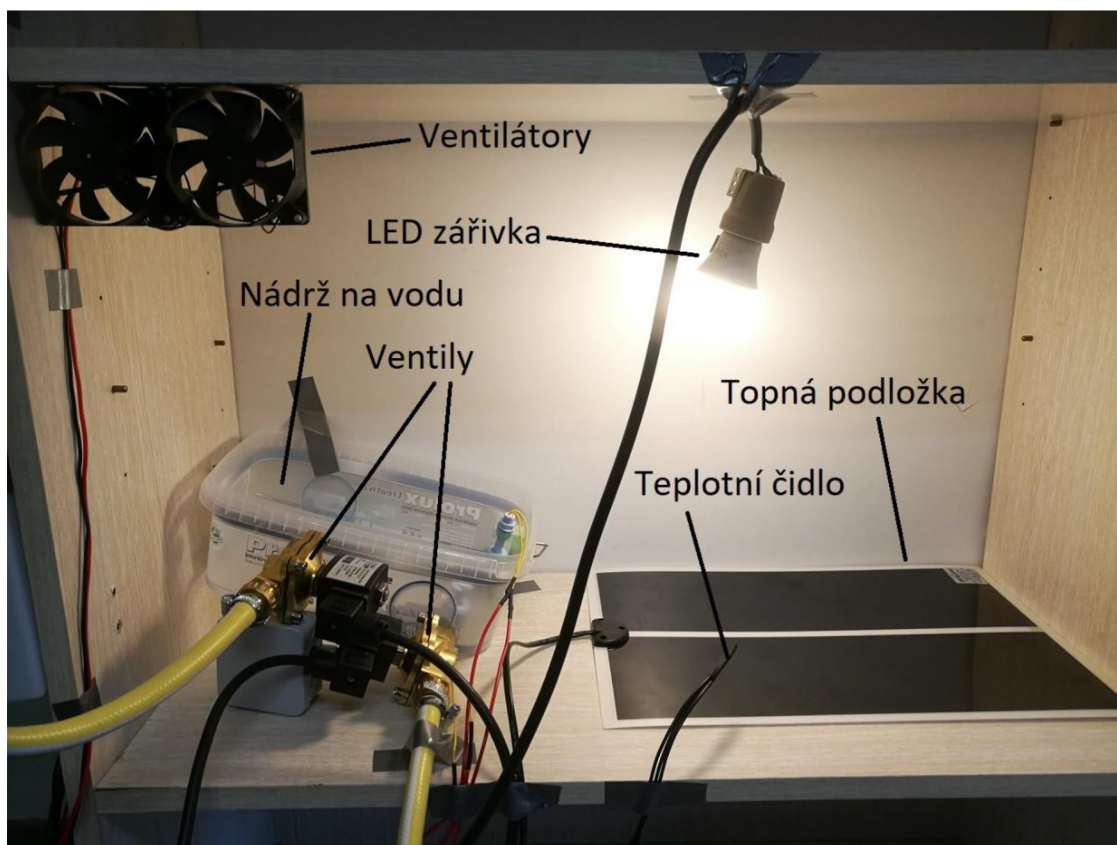
Umístění komponent na DIN liště v rozvodnici je zachyceno na obrázku 5.14.



Obr. 5.14: Umístění komponent na DIN liště

Z důvodu ochrany proti vytržení napájecího kabelu byla rozvodnice opatřena síťovým napájecím konektorem C14. Základní moduly jsou propojeny síťovým kabelem s koncovkami RJ-45. Ostatní vodiče v rozvodnici jsou napojeny pomocí svorkovnic.

Pohled do testovacího prostoru je zachycen na obrázku 5.15.



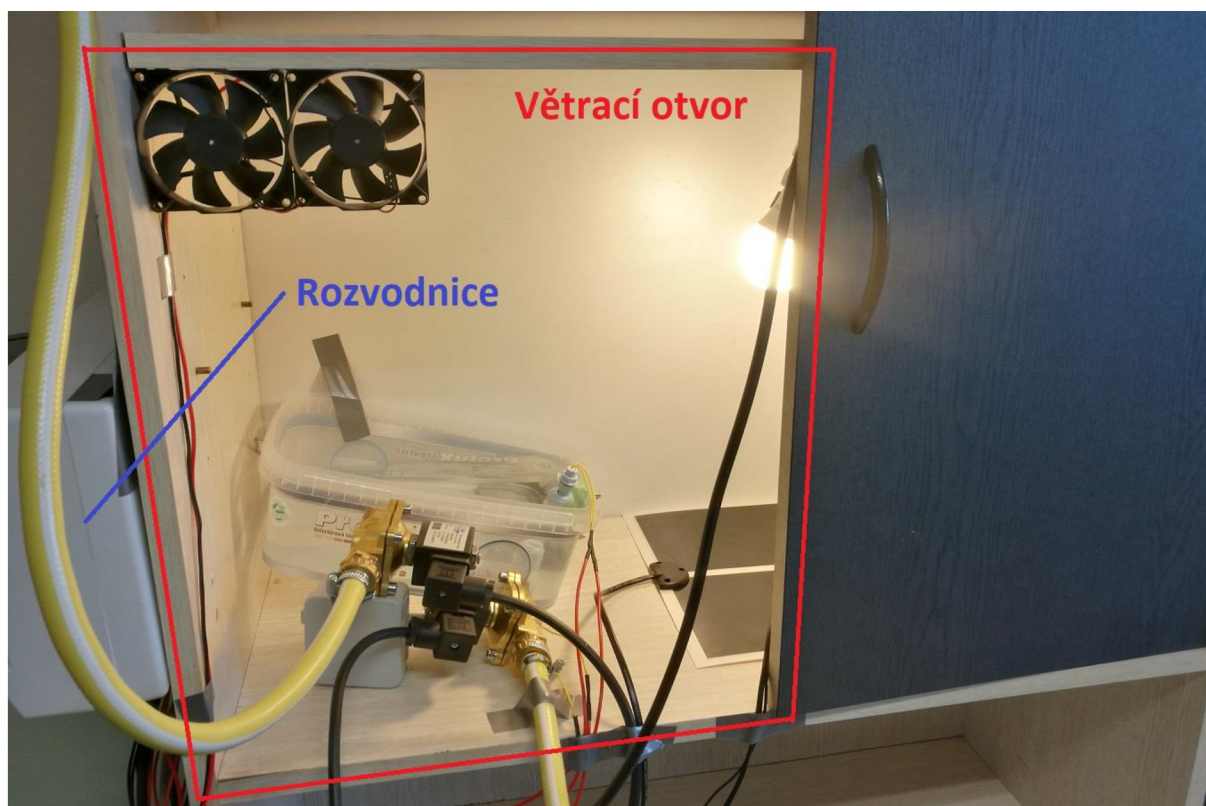
Obr. 5.15: Testovací prostor

Topná podložka byla umístěna na dno testovacího prostoru. V případě umístění do skleněného terária by byla přilepena ke spodní straně dna, kde by byla chráněna vůči políti a vůči poškození chovaným plazem. Teplotní čidlo je umístěno přibližně 5 cm nad dno.

Jako nádrž na vodu byl použit kbelík o objemu 2 l. K němu byly připevněny elektromagnetické ventily pro napouštění a vypouštění vody a hladinové spínače ke snímání stavu hladiny. Pro umístění v teráriu by bylo nutné hladinové spínače zabezpečit například sítím a přepážkou, aby nedošlo k jejich ovlivnění plazem, a tím k přetečení nádrže při napouštění. Nádrž je nakloněná, aby při vypouštění došlo k odtečení co největšího objemu vody. Toto by bylo možné lépe vyřešit zapuštěním výpustného otvoru a snímače dolního stavu hladiny pod úroveň dna ve zbytku nádrže.

Jako větrací otvor byla ponechána otevřená polovina jedné stěny. Do rohu tohoto otvoru byly umístěny ventilátory. Jsou jím pak také vedeny hadice s vodou a kabely k jednotlivým komponentám. V případě terária by byl otvor uzavřen pletivem, které umožní proudění vzduchu, ale zabráni chovanému plazovi v úniku. Veškeré vodiče v teráriu by bylo vhodné

opatřit kryty, aby nedošlo k jejich poškození a úrazu plaza elektrickým proudem. Vnější pohled na testovací prostor následuje na obrázku 5.16.



Obr. 5.16: Vnější pohled na testovací prostor

Testování

Nejprve byl testován samotný program v režimu simulace v prostředí LOGO!Soft Comfort. Poté, co bylo zjištěno, že vykazuje očekávané chování, byl nahrán do hlavního základního modulu a systém byl testován jako celek.

Proces výměny vody fungoval v pořádku. Jako zdroj vody byl použit kbelík s vodou umístěný o 1 m výše, než byl ventil.

Umístěním misky s vroucí vodou do testovacího prostoru bylo simulováno přehřátí. Ventilátory spínaly vždy, když teplota dosáhla 31 °C a vypínaly po ochlazení pod 30 °C, což trvalo řádově vteřiny. Teplotní senzor reagoval dostatečně pružně.

Bylo zjištěno, že v místnosti s teplotou 26 °C byla topná podložka schopná vytopit testovací prostor na 29 °C. Tato teplota je pro plaza postačující, nicméně při umístění terária v chladnějších místnostech by ani jí nemuselo být dosaženo. Toto by bylo možné vyřešit zmenšením větracího otvoru nebo instalováním výkonnější topné podložky.

5.6 Cenová kalkulace

V tabulce 5.3 jsou rozepsány náklady na realizaci systému automatizace pro terárium.

Položka	Počet kusů	Jednotková cena (Kč, vč DPH)	Celková cena (Kč, vč DPH)
Základní modul LOGO! 0BA8	2	3 307	6 614
Rozšiřující modul AM2 RTD	1	2 491	2 491
Elektromagnetický ventil FSA M-1/2-24-C	2	999	1 998
Napájecí zdroj HDR-100-24	1	729	729
Rozvodnice 16 modulů	1	399	399
Topná podložka Repti Zoo 20 W	1	345	345
Hladinový spínač ZP5210	2	99	198
Ventilátor EE80252S1-000U-A99	2	85	170
Teplotní čidlo PT1000	1	84	84
LED zářivka	1	39	39
Ostatní	-	-	900
Celkem:			13 967

Tab. 5.3: Náklady na realizaci

Pod položkou „Ostatní“ jsou zahrnuty kabely, přípojovací prvky pro ventily a další drobný materiál.

Náklady na realizaci systému by byly nižší přibližně o 1 600 Kč, pokud by byl místo druhého základního modulu použit rozšiřující modul DM8. Pro toto řešení by bylo nutné upravit nastavení výstupů v řídicím programu.

6 ZÁVĚR

Hlavním cílem práce bylo navržení automatizovaného terária, které je řízeno modulem Siemens LOGO!. Ten v teráriu řídí osvětlení, teplotu a automatickou výměnu vody. K návrhu bylo využito znalostí teorie logického řízení a programování v jazyku funkčních bloků. Těmito oblastmi se zabývá rešeršní část práce.

V kapitole druhé byl věnován prostor logické algebře, minimalizaci a objasnění dvou základních skupin logických obvodů: kombinačních a sekvenčních. Třetí kapitola se zabývá základními moduly Siemens LOGO!, jejich lokálním programováním a přiblížením prostředí LOGO!Soft Comfort. Kapitola čtvrtá je věnována teráriím a popisu potřeb zvoleného plaza – užovky červené.

V praktické části bylo navrženo automatizované terárium. Této části je v práci věnována pátá kapitola. Jsou v ní uvedeny požadavky na řízení terária, představen jeho návrh, popsány použité komponenty, včetně zdůvodnění jejich výběru, a po částech popsán řídicí program pro PLC. Program byl nejprve testován v prostředí LOGO!Soft Comfort, poté byl systém automatizace terária sestaven a testován v reálných podmínkách.

Testování bylo zdařilé a ukázalo, že terárium je schopno zajistit užovce červené její potřeby. V chladnějších prostorách by však bylo vhodné opatřit terárium výkonnější topnou podložkou nebo zmenšit větrací otvor (kap. 5.5).

Náklady na stavbu systému automatizace byly 13 967 Kč. Tato částka by se dala mírně snížit volbou jiných komponent (viz kap. 5.6).

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ŠVARC, Ivan. *Automatické řízení*. Vyd. 2. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011. ISBN 978-80-214-4398-3.
- [2] George Boole. *Encyclopædia Britannica* [online]. Encyclopædia Britannica, 2019 [cit. 2020-02-27]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/biography/George-Boole>
- [3] *LOGO! Manuál – osmé vydání*. 2005.
- [4] Logo Basic Modules. In: Siemens [online]. [cit. 2020-03-20]. Dostupné z: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:9cc57b4c-82ca-43da-af72-2e3405457833/width:640/quality:high/version:1558092003/logo--basic-modules.png>
- [5] *LOGO! Manual* [online]. 2019 [cit. 2020-04-05]. Dostupné z: https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/109741041/logo_system_manual_en-US_en-US.pdf
- [6] *LOGO!Soft Comfort Online Help*. Siemens [online]. 2017 [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/807/100782807/att_924632/v1/Help_en-US_en-US.pdf
- [7] Význam slova terárium. *Lidový slovník pro chalupáře* [online]. [cit. 2020-05-13]. Dostupné z: <https://lidovyslovník.cz/index.php?dotaz=ter%Elrium>
- [8] VELENSKÁ, Nataša. *Užovka červená*. Rudná u Prahy: Robimaus, 2016. ISBN 978-80-903-3571-4.
- [9] Pořízení terária a hada samotného. Užovka černá čtyřpruhá [online]. [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://uzovka-cerna-ctyrpruha.webnode.cz/porizeni-teraria>
- [10] MALCOVÁ, Andrea. *16 důvodů proč si (ne)pořizovat užovku červenou*. Vše pro zvířátka [online]. [cit. 2020-05-14]. Dostupné z: <https://vse-pro-zviratka.cz/uzovka-cervena/>
- [11] MEAN WELL HDR-100-24 zdroj na DIN lištu. *Discomp* [online]. [cit. 2020-06-16]. Dostupné z: https://www.discomp.cz/mean-well-hdr-100-24-zdroj-na-din-listu_d87712.html
- [12] How do you connect a PT100 sensor to the LOGO! analog expansion module AM2 PT100 or AM2 RTD? *Industry Online Support* [online]. [cit. 2020-06-16]. Dostupné z: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/23671451/how-do-you-connect-a-pt100-sensor-to-the-logo!-analog-expansion-module-am2-pt100-or-am2-rtd-?dti=0&lc=en-WW>
- [13] Magnetventil Messing NC 1/2" 24V DC 0-10 bar Viton. *FSA-Valve* [online]. [cit. 2020-06-16]. Dostupné z: <https://fsa-valve.com/shop/magnetventile/messing/456/magnetventil-messing-nc-1/2-24v-dc-0-10-bar-viton?c=44>

8 SEZNAM ZKRATEK, OBRÁZKŮ A TABULEK

Zkratky

FBD	Function Block Diagram
LAD	Ladder Diagram
PLC	Programmable Logic Controller
UDF	User-Defined Function

Seznam obrázků

Obr. 2.1: Příklad Karnaugovy mapy pro čtyři proměnné.....	19
Obr. 2.2: Minimalizace pomocí Karnaugovy mapy	19
Obr. 3.1: Základní modul LOGO! 8 [4]	21
Obr. 3.2: Zobrazení bloku na displeji [5]	22
Obr. 3.3: Propojování bloků v LOGO! [5].....	22
Obr. 3.4: Schéma vzorového programu.....	23
Obr. 3.5: Výstup Q1 [5].....	23
Obr. 3.6: Blok B1 [5].....	23
Obr. 3.7: Nastavení vstupů [5]	23
Obr. 3.8: Prostředí LOGO!Soft Comfort [6]	24
Obr. 3.9: Schéma vzorového programu.....	25
Obr. 3.10: Nabídka funkcí	25
Obr. 3.11: Umístěné bloky v editoru	26
Obr. 3.12: Propojené bloky v editoru	26
Obr. 3.13: Úprava parametrů bloku.....	26
Obr. 3.14: Výsledný program	27
Obr. 3.15: Ikona režimu simulace	27
Obr. 3.16: Lišta simulace.....	27
Obr. 3.17: Zvýraznění v režimu simulace.....	28
Obr. 3.18: Nahrání programu do LOGO!	28
Obr. 4.1: Terárium [9]	29
Obr. 4.2: Užovka červená [10].....	30
Obr. 5.1: Nádrž na vodu	31
Obr. 5.2: Vizualizace terária	32
Obr. 5.3: Elektrické schéma.....	33
Obr. 5.4: Mean Well HDR-100-24 [11]	34
Obr. 5.5: Zapojení teplotního čidla pomocí dvou vodičů [12]	34
Obr. 5.6: Zapojení teplotního čidla pomocí tří vodičů [12].....	35
Obr. 5.7: Elektromagnetický ventil FSA M-1/2-24-C [13]	36
Obr. 5.8: Oblast 1	37
Obr. 5.9: Oblast 2	38
Obr. 5.10: Oblast 3	40
Obr. 5.11: Oblast 4	41

Obr. 5.12: Zobrazení informací na displeji.....	41
Obr. 5.13: Pohled na moduly LOGO!	42
Obr. 5.14: Umístění komponent na DIN liště.....	42
Obr. 5.15: Testovací prostor	43
Obr. 5.16: Vnější pohled na testovací prostor.....	44

Seznam tabulek

Tab. 2.1: Funkce negace, konjunkce a disjunkce [1]	17
Tab. 2.2: Zákony Booleovy algebry [1].....	18
Tab. 2.3: Příklad pravdivostní tabulky sekvenčního obvodu.....	20
Tab. 5.1: Denní režim v průběhu roku.....	38
Tab. 5.2: Pravdivostní tabulka výměny vody	39
Tab. 5.3: Náklady na realizaci.....	45

9 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Blokové schéma řídicího programu

Příloha 2 – Elektronická příloha – Řídicí program ve formátu LSC

PŘÍLOHY

Příloha 1 – blokové schéma řídicího programu

