



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

INOVACE LABORATORNÍ ÚLOHY SYSTÉMOVÉ INSTALACE FOXTROT

UPGRADE OF THE LABORATORY TASK OF FOXTROT SYSTEM INSTALLATION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

František Macíček

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Daniel Janík

BRNO 2022

Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika**

Ústav elektroenergetiky

Student: František Macíček

ID: 221245

Ročník: 3

Akademický rok: 2021/22

NÁZEV TÉMATU:

Inovace laboratorní úlohy systémové instalace Foxtrot

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Charakteristika a technologie systému Foxtrot
2. Návrh funkcionality úlohy a výběr HW prvků
3. Výroba laboratorních přípravků
4. Zapojení a programování systémové instalace
5. Zpracování laboratorního návodu pro účel výuky

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího závěrečné práce

Termín zadání: 7.2.2022

Termín odevzdání: 31.5.2022

Vedoucí práce: Ing. Daniel Janík

prof. Ing. Petr Toman, Ph.D.
předseda rady studijního programu

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá systémem Tecu Foxtrot a jeho použitím v laboratorní úloze předmětu Projektování silových a datových rozvodů. Je dělena na dvě části. V teoretické části jsou popsány prvky systému Tecu Foxtrot, které budou použity v praktické části. Praktická část se zabývá návrhem a realizací laboratorního návodu.

Klíčová slova

Teco a.s., PLC, elektroinstalace, Foxtrot, systém, sběrnice, laboratorní návod.

Abstract

The bachelor work deals with the Tecu Foxtrot system and its use in the laboratory task of the subject Design of power and data distribution. It is divided into two parts. The theoretical part describes the elements of the Tecu Foxtrot system, which will be part of the practical part. The practical part deals with the design and implementation of laboratory instructions.

Keywords

Teco a.s., PLC, electrical installation, Foxtrot, systém, bus, laboratory instructions.

Bibliografická citace

MACÍČEK, František. *Inovace laboratorní úlohy systémové instalace Foxtrot* [online]. Brno, 2022 [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/142362>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektroenergetiky. Vedoucí práce Daniel Janík.

Prohlášení autora o původnosti díla

Jméno a příjmení studenta:	František Macíček
VUT ID studenta:	221245
Typ práce:	Bakalářská práce
Akademický rok:	2021/22
Téma závěrečné práce:	Inovace laboratorní úlohy systémové instalace Foxtrot

Prohlašuji, že svou závěrečnou práci jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucí/ho závěrečné práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené závěrečné práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této závěrečné práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne: 31. května 2022

podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Danielu Janíkovi za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce. Také bych chtěl poděkovat své přítelkyni, rodině, kamarádům za podporu.

V Brně dne: 31. května 2022

podpis autora

Obsah

SEZNAM OBRÁZKŮ	9
SEZNAM TABULEK.....	10
1. ÚVOD.....	11
2. CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI TECO A. S.	12
2.1 SYSTÉM TECOMAT FOXTROT	12
2.1.1 Centrální jednotka CP-1000.....	13
2.1.2 Napájecí zdroj DR-60-24.....	14
2.1.3 Komunikační modul RF master RF-1131	15
2.1.4 Stmívací modul C-DM-0006M-ULED	16
2.1.5 Spínací modul C-HM-1121M.....	18
2.1.6 Spínací modul C-RM-1109M.....	19
2.1.7 Elektroměr C-EM-0401M-P035.....	20
2.1.8 Centrální jednotka CP-2000.....	21
2.1.9 Základní jednotka CP-2090.11NSNN.50	22
2.1.10 Programovací prostředí Mosaic	23
3. KOMUNIKACE SE SYSTÉMEM FOXTROT.....	25
3.1 KOMUNIKACE SE ZÁKLADNÍ JEDNOTKOU CP-2000	25
3.2 SBĚRNICE CIB.....	25
3.2.1 Požadavky sběrnice CIB	26
3.3 SBĚRNICE TCL 2	26
3.4 SBĚRNICE RFOX.....	26
3.5 SLUŽBA TECOROUTE	26
4. MOŽNÉ NÁVRHY PRO LABORATORNÍ NÁVODY	28
4.1 PRVNÍ NÁVRH LABORATORNÍ ÚLOHY	28
4.2 DRUHÝ NÁVRH LABORATORNÍ ÚLOHY	29
5. PRAKTICKÁ ČÁST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	30
5.1 NÁVRH ČELNÍHO PANELU PŘÍPRAVKU	30
5.2 REALIZACE PŘÍPRAVKU LABORATORNÍ ÚLOHY	31
5.3 NÁVRH FUNKCÍ SYSTÉMU TECO FOXTROT	31
5.4 POSTUP ZAPOJENÍ LABORATORNÍ ÚLOHY.....	33
5.5 PŘÍPRAVA PŘED PROGRAMOVÁNÍ	35
5.5.1 Vytvoření nové skupiny projektů.....	35
5.5.2 Nastavení IP adresy centrální jednotky	36
5.5.3 Nahrání licence do centrální jednotky.....	36
5.5.4 Vytvoření hardwarové konfigurace v prostředí Mosaic.....	37
5.6 PROGRAMOVÁNÍ	40
5.6.1 Zkouška nastavení hardwarové konfigurace.....	40
5.6.2 Program „Spinani.LD“	41
5.6.3 Program „Zaluzie.LD“	41
5.6.4 Program „TopeníChlazení.LD“	42
5.6.5 Program „LEDpas_spin.LD“	43

5.6.6	Program „LEDpas_stmiv.LD“	44
5.6.7	Program „LEDpas_tep_chrom.LD“	45
5.6.8	Nastavení integrovaného LCD displeje	46
5.6.9	Vytvoření ovládání přes WebMaker	47
6.	ZÁVĚR.....	49
	LITERATURA.....	50
	SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	52
	SEZNAM PŘÍLOH.....	54

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 2.1 Schéma zapojení CP-1000 [3]	13
Obrázek 2.2 Schéma zapojení CP-1000 (zapojení se záložním zdrojem) [3]	14
Obrázek 2.3 Čelní pohled na napájecí zdroj DR-60-24 [4].....	15
Obrázek 2.4 Čelní pohled na komunikační modul RF master RF-1131 [5].....	16
Obrázek 2.5 Připojení modulu RF-1131 k PLC Tecomat Foxtrot[5].....	16
Obrázek 2.6 Schéma zapojení stmívacího modulu C-DM-0006M-ULED (stmívání LED svítidel) [6]	17
Obrázek 2.7 Schéma zapojení stmívacího modulu C-DM-0006M-ULED (stmívání LED pásků) [6]	18
Obrázek 2.8 Schéma zapojení spínacího modulu C-HM-1121M [7].....	19
Obrázek 2.9 Schéma zapojení spínacího modulu C-RM-1109M [8].....	20
Obrázek 2.10 Schéma zapojení elektroměru C-EM-0401M-P035 [9].....	21
Obrázek 2.11 Schéma zapojení CP-2000 [13]	22
Obrázek 2.12 Schéma zapojení CP-2090 [14]	23
Obrázek 5.1 Ukázka navrhnuté šablony z programu Inkscape	30
Obrázek 5.2 Čelní pohled na přípravek základní jednotky CP-2000	31
Obrázek 5.3 Schéma zapojení ukázkové verze	34
Obrázek 5.4 Zapojená ukázková úloha na montážním panelu	35
Obrázek 5.5 Aplikační profily základní jednotky CP-2000 – nahraná licence	37
Obrázek 5.6 Přidání periferních modulů na CIB sběrnici	38
Obrázek 5.7 Názvy vstupů levého CIB tlačítka	39
Obrázek 5.8 Názvy vstupů pravého CIB tlačítka	39
Obrázek 5.9 Názvy výstupů stmívacího modulu	39
Obrázek 5.10 Názvy výstupů spínacího modulu.....	40
Obrázek 5.11 Ukázka jednoduchého programu	40
Obrázek 5.12 Ukázka programu „Spínání.LD“	41
Obrázek 5.13 Ukázka programu „Žaluzie.LD“ – ovládání jedné žaluzie	42
Obrázek 5.14 Ukázka programu „Žaluzie.LD“ – funkce STOP	42
Obrázek 5.15 Ukázka programu „TopeniChlazení.LD“ – funkce STOP.....	43
Obrázek 5.16 Ukázka programu „LEDpas_spin.LD“	44
Obrázek 5.17 Ukázka programu „LEDpas_stmiv.LD“ – ovládání červené barvy.....	44
Obrázek 5.18 Ukázka programu „LEDpas_stmiv.LD“ – funkce „STOP“	45
Obrázek 5.19 Ukázka programu „LEDpas_tep_chrom.LD“	45
Obrázek 5.20 Nastavení proměnné – měření výkonu	46
Obrázek 5.21 Náhled na integrovaný LCD displej	46
Obrázek 5.22 Náhled čelního panelu WebMaker – ovládání spínání, žaluzií a funkce „stop tlačítko“	47
Obrázek 5.23 Náhled čelního panelu WebMaker – ovládání LED pásků a funkce „stop tlačítko“	48
Obrázek 5.24 Vlastnosti dvoustavového obázku – proměnná „stop_tlacitko“	48

SEZNAM TABULEK

2.1	Tabulka použitých modulů a základní parametry	12
5.1	Tabulka použitých funkcí ukázkové verze	33
5.2	Tabulka periferních modulů	38

1. ÚVOD

V dnešní době jde automatizovat jakýkoli výrobní proces. Mezi velké výhody automatizace patří například zlepšení kvality vyrobeného produktu, nižší potřebné náklady, zlepšení přesnosti výrobku, ale také možnost nepřetržitého provozu bez pracovní síly člověka.

Každý program je vytvořen v PC, podle zadání požadavků pro daný problém. Tento program je přesunut do zařízení, které ovládá dílčí části jako například dopravní pásy ve výrobě, robotické ruky v průmyslu. Zařízení nazýváme PLC (programovatelný logický automat).

Člověk se s automatizací nejčastěji setkává u budov, kde chytré automaty ovládají osvětlení, pomocí kamerových systémů kontrolují objekty, měří a řídí veličiny (měření a řízení podlahového topení v rodinném domě, měření atmosférického tlaků atd.). Také domácí elektrospotřebiče (pračky mikrovlnné trouby, sušičky, ledničky atd.) obsahují nějakou formu PLC, která ovládá příslušné funkce.

Cílem bakalářské práce je seznámit studenty s možnostmi využití systému v praxi, zapojení a naprogramování jednotky v prostředí Mosaic a odzkoušení funkcí.

Teoretická část bakalářské práce se zabývá systémem Tecno Fox Trot, kde jsou popsány jednotlivé moduly této technologie, tedy jak jednotlivé moduly fungují, komunikace se základní jednotkou a využití v praxi.

V práci jsou uvedeny dva návrhy na laboratorní úlohu. Jedná se o krátký popis daného návrhu a blokové schéma zapojení. Každý z těchto návrhů obsahuje základní modul systému Tecno Fox Trot. Ostatní přídatné moduly se mírně liší.

Další část bakalářské práce – praktická část navazuje na teoretickou část. Popisuje postup návrhu a realizaci laboratorních návodů. Jsou zde použity moduly systému Tecno Fox Trot, které jsou popsány v teoretické části.

Součástí bakalářské práce jsou dva laboratorní návody, které se liší časovou náročností. V laboratorních návodech jsou uvedeny detailní postupy, které popisují, jak dané moduly zapojit a jak vytvořit program v programovém prostředí Mosaic. Dále je zde uveden postup k ověření funkcí tohoto návodu.

2. CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI TECO A. S.

Kolínská společnost Teco a. s. je česká společnost založena v roce 1993 z divize průmyslové automatizace společnost TESLA Kolín. Řídicí systémy se člení do kategorie PLC, které jsou vyráběny a testovány podle mezinárodně platných a uznávaných pravidel ČSN EN 61 131, což zaručuje efektivní řízení a automatizaci veškerých komponentů v každém oboru. [1]

2.1 Systém Tecomat Foxtrot

Tecomat Foxtrot se řadí mezi řídicí a regulační systémy, které je možné aplikovat na DIN lišty do rozvaděčů a rozvodnic. Produkt Tecomat Foxtrot je tedy kompaktně modulární a díky své výkonné procesorové jednotce může komunikovat se světem. Promyšlený systém vstupních a výstupních periférií může být označen jako řídicí systém “nové generace“, který lze použít pro různá odvětví průmyslu (např.: galvanizační linky, chemické linky, řízení budov, ovládání vzduchotechniky, kotlů, klimatizace, vizualizace, bazénové technologie, inteligentní budovy atd.). [2]

V tabulce 2.1 jsou zobrazeny moduly a jejich základní parametry, které se mohou použít v praktické části. V druhém sloupci jsou napsány analogové vstupy/výstupy, v dalším sloupci digitální vstupy/výstupy. Ve čtvrtém sloupci je počet modulů na DIN liště. V posledním sloupci jsou ostatní funkce daného modulu, zejména komunikační prostředky.

Tabulka 2.1 Tabulka použitých modulů a základní parametry

Název, typ	AI/AO	DI/DO	Počet modulů na DIN liště	Ostatní
Centrální jednotka CP-1000	4/0	6/2	9	Ethernet, RS-232, 2x sériový kanál, TCL2, 2x CIB
Centrální jednotka CP-2000	4/0	7/2	9	2x Ethernet, RS-232, 4x sér. kanál, USB, TCL2, 2x CIB
Komunikační modul RF-1131	-	-	1	TCL2, sběrnice RFox
Stmívací modul C-DM-0006M-ULED	0/6	0/0	5	CIB
Spínací modul C-HM-1121M	3/2	8/19	9	CIB
Spínací modul C-HM-1109M	3/1	8/8	6	CIB
Elektroměr C-EM-0401M-P035	-	-	6	CIB, 4x napěťové vstupy, 4x proudové vstupy

2.1.1 Centrální jednotka CP-1000

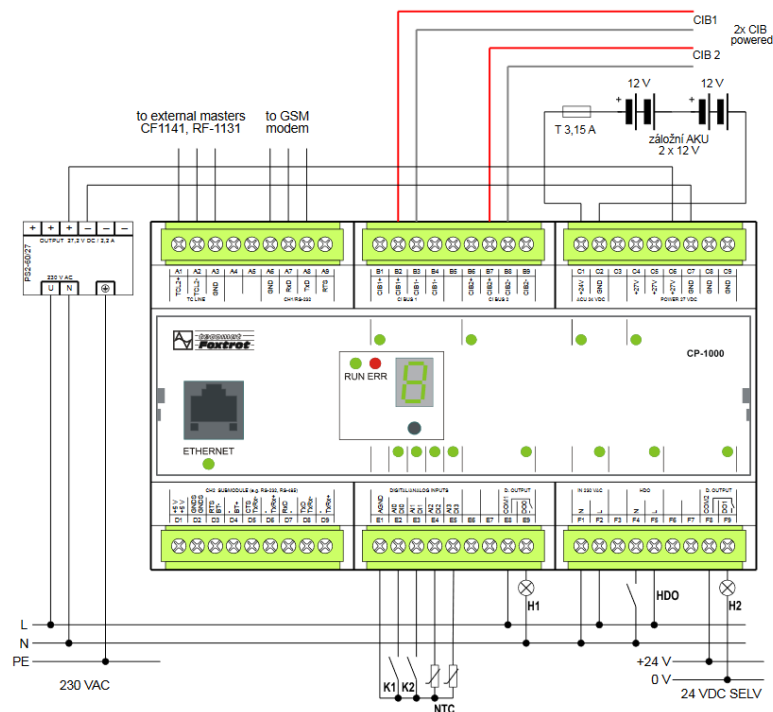
Centrální jednotka CP-1000, je jeden ze základních modulů pro programovatelné automaty výrobku Foxtrot. Jeho čtyři výstupy lze použít jak analogově, tak binárně. Centrální jednotka, která se nachází v modulu CP-1000 je řady K. Tato řada K se využívá zejména u aplikací s vysokým výkonem.

Pro uchovávání dat (programy, tabulky, uživatelská data, DataBox a registry) je využívána zálohovaná paměť CMOS RAM. Aby bylo dosaženo zvětšení vnitřní paměti, je modul vybaven slotem MMC/SD/SDHC pro paměťové karty.

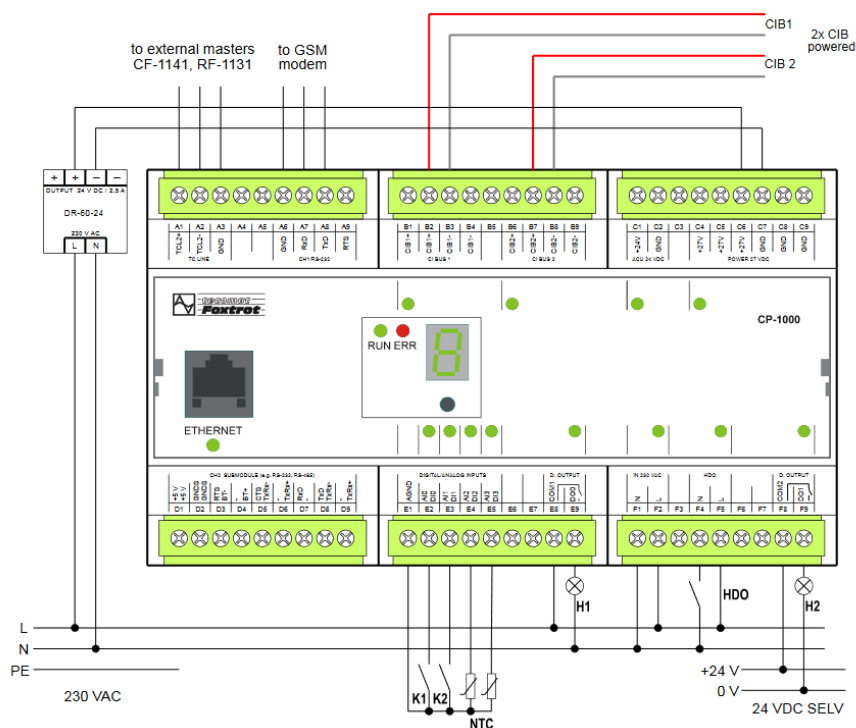
Základní jednotka dále obsahuje obvod reálného času, dva sériové kanály (pevné rozhraní RS-232 a volné pozice pro volitelné submoduly), dále rozhraní Ethernet, které je připojeno přes síťový konektor RJ-45.

Pro komunikaci a připojení externích periférií slouží komunikační kanály (rozhraní CIB). Aby byl dosažen větší počet I/O systému je nutné použít systémové rozhraní TCL2.

Na obrázku 1.2 lze vidět schéma zapojení základní jednotky bez záložního zdroje. Na obrázku 1.1 je centrální jednotka zapojena s záložním napájením pro případ výpadku elektrické energie. Výroba a podpora první generace byla ukončena a byly nahrazeny druhou generací. [3]



Obrázek 2.1 Schéma zapojení CP-1000 [3]



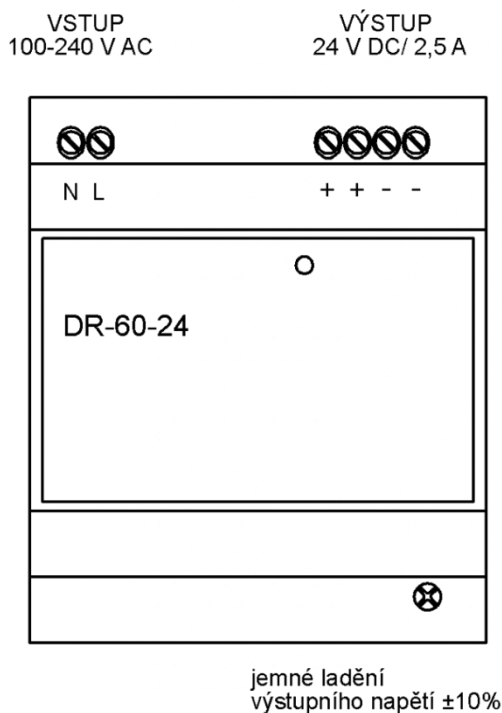
Obrázek 2.2 Schéma zapojení CP-1000 (zapojení se záložním zdrojem) [3]

2.1.2 Napájecí zdroj DR-60-24

Spínaný napájecí zdroj DR-60-24 je používán jako napájení řídicích modulů pro systém Tecomat Foxtrot. Pro napájení slouží síťové napětí o hodnotě 230 VAC (lze použít také jakékoli jiné napájecí napětí o hodnotě v rozmezí 100 až 240 VAC), které transformuje na 24 VDC. Modul nemusí být nijak externě chlazen. Pro ochranu zdroje je třeba vstup ošetřit proti přepětím. Maximální hodnota zapínacího proudu může být až 36 A (maximálně po dobu 30 ms). Před zdroj se doporučuje předřadit tavná pojistka F 3,15 A, která rovněž ochrání prvky zdroje. Napájecí zdroj se řadí mezi bezpečnostní transformátory a spadá do kategorie zdrojů SELV (zdroje s malým bezpečným napětím). Modul je modulární a lze jej umístit na DIN lištu. Podobným typem je zdroj DR-60-12, který se používá např. pro napájení čipů, nebo LED pásků.

Spínaný zdroj má dvě vstupní svorky pro napájecí napětí a dále čtyři výstupní napěťové svorky (dvě svorky kladné polarity a dvě záporné polarity). Tyto vstupy/výstupy lze vidět na obrázku 1.3. Pro regulaci výstupního napětí slouží trimr ve spodní části modulu, kterým lze ladit napětí až o $\pm 10\%$ z jmenovité hodnoty napětí.

Do praktického zapojení lze použít i jiné napájecí zdroje od jiných výrobců, ale musí mít výstupní napětí 24 VDC. [4]



Obrázek 2.3 Čelní pohled na napájecí zdroj DR-60-24 [4]

2.1.3 Komunikační modul RF master RF-1131

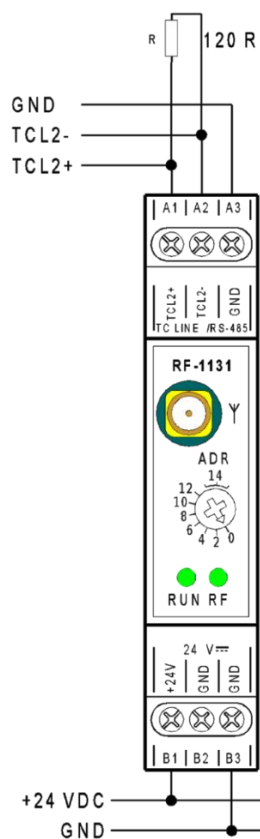
Externí modul, RF master komunikuje s periferními moduly a data, která získá pošle po sběrnici TCL2 k nadřazenému modulu, tedy do základního modulu systému Tecomat Foxtrot. K základní jednotce se doplňující modul připojí pomocí svorek A1, A2 a A3 (komunikační svorky). Díky sběrnici TCL2 dokáže jeden RF master komunikovat až se 64 koncovými zařízeními (centrální jednotka CP – 1000 dokáže komunikovat až se 4 externími RF mastery). Napájení modulu je obdobné, jako u jiných modulů, tedy 24 VDC.

Linku je potřeba impedančně přizpůsobit. Na straně základní jednotky je zakončení provedeno uvnitř PLC. Na straně externího modulu je linka zakončena pomocí zakončovacího členu KB-0290 (TXN 102 90, 12 Ω). Je-li na sběrnici připojeno více RX masterů, zakončení se provádí až na posledním prvku.

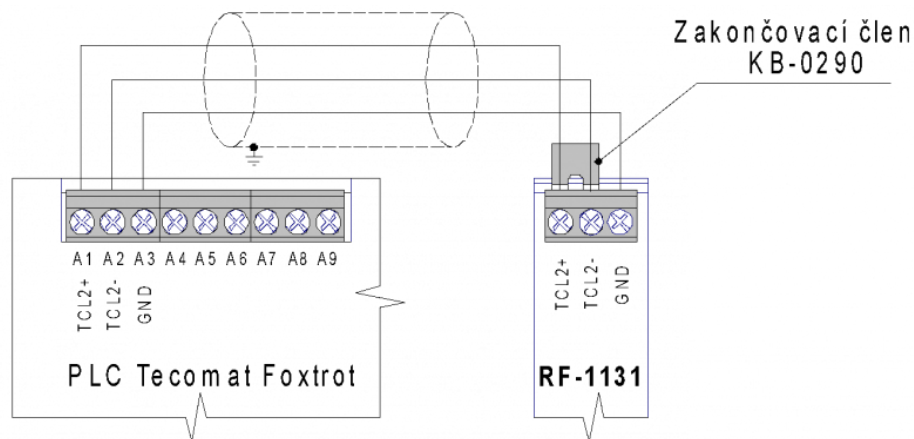
Na čelním panelu, který lze vidět na obrázku 1.4 jsou umístěny dvě indikační zelené LED diody (RUN a FR). Pokud RUN LED pravidelně bliká, je master v režimu RUN. Problikává-li RF LED zeleně, signalizuje provoz na sběrnici.

RF master potřebuje pro svou funkci anténu, která se připojí na modul (pomocí konektoru SMA). Lze ji umístit i mimo rozvodnou skříň pomocí stíněného kabelu.

Na obrázku 1.5 lze vidět zapojení RF masteru se základní jednotkou pomocí tří vodičů, které jsou stíněny proti rušení okolních vlivů. [5]



Obrázek 2.4 Čelní pohled na komunikační modul RF master RF-1131 [5]



Obrázek 2.5 Připojení modulu RF-1131 k PLC Tecomat Foxtrot[5]

2.1.4 Stmívací modul C-DM-0006M-ULED

Rozšiřující šestikanálový stmívač C-DM-0006M-ULED slouží pro ovládání LED pásků. Obsahuje 6 analogových výstupů a každý kanál je možné ovládat zvlášť, a to se stmívacím rozsahem 0 – 100 %.

Výstupní napětí pro LED pásky je v rozsahu 12 VDC nebo 24 VDC. Napájecí napětí pro LED svítidla je poskytnuto z externího zdroje. Zatížitelnost všech výstupních kanálů

je možné maximálně do 24 A. Modul lze použít pro dvoukanálové ovládání RGB pásku, nebo pro dvoukanálové ovládání teploty chromatičnosti bílého osvětlení. [6]

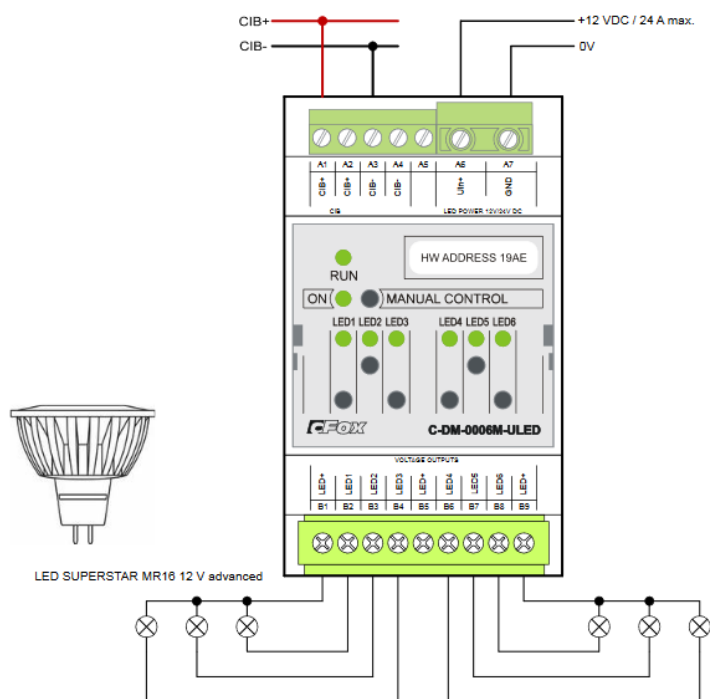
Každý LED výstup má LED indikaci, která při detekci zkratu začne blikat. Stmívací jednotka je vybaven manuálním ovládáním přes tlačítka na čelní straně modulu. Jednotlivé výstupy jsou chráněny proti zkratu. Pokud dojde k přehřátí modulu dojde k automatickému odpojení všech výstupů.

K základní jednotce je připojen pomocí dvou vodičové sběrnice CIB. Připojením modulu k sběrnici CIB nebo k externímu zdroji dojde k rozsvícení zelené LED. Komunikace jednotky je znázorněna pravidelným blikáním LED.

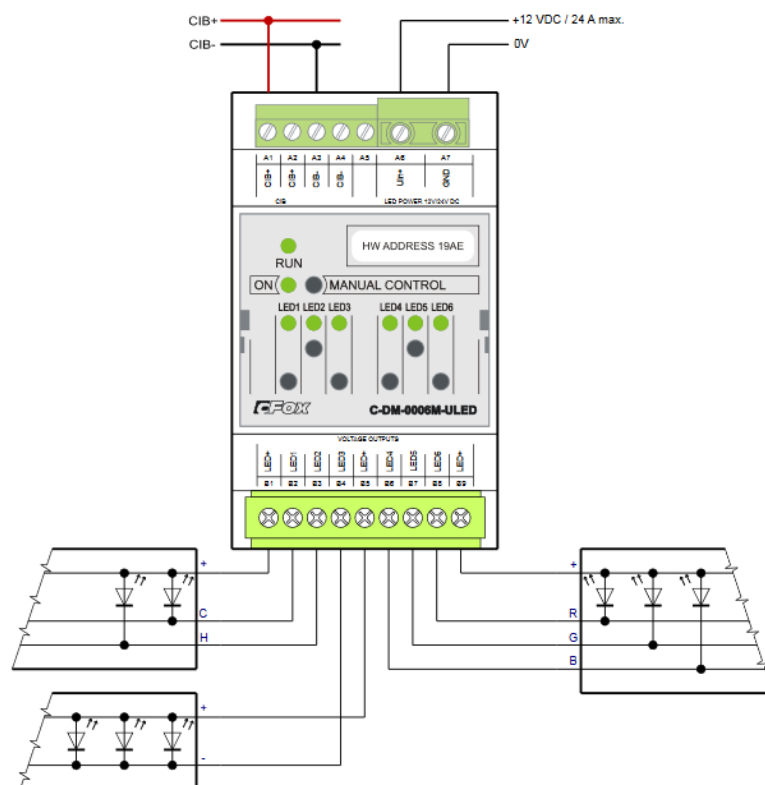
Modul se připevňuje jako ostatní moduly na DIN lištu (např. do rozvodné skříně).

Na obrázku 1.6 je znázorněno jak zapojit 6 svítidel, aby byla možná regulace výkonů. [6]

Na obrázku 1.7 je nakreslen příklad, jak zapojit modul pro ovládání LED pásků. [6]



Obrázek 2.6 Schéma zapojení stmívacího modulu C-DM-0006M-ULED (stmívání LED svítidel) [6]



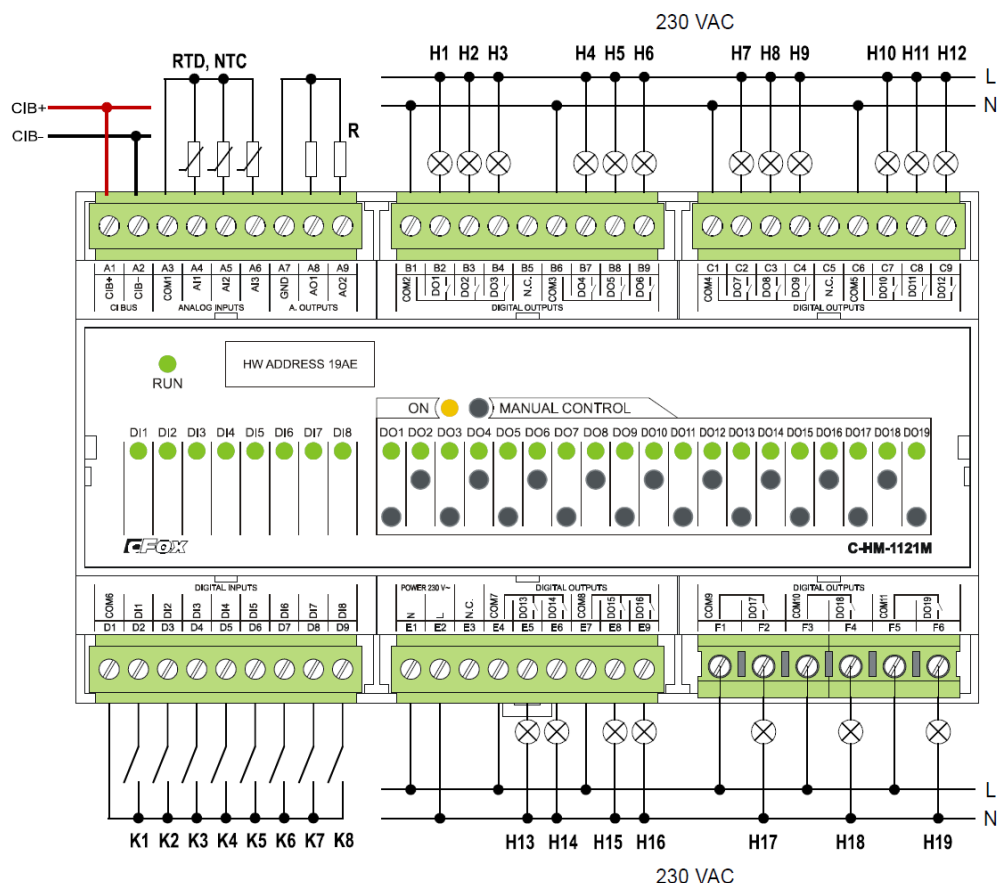
Obrázek 2.7 Schéma zapojení stmívacího modulu C-DM-0006M-ULED (stmívání LED pásků) [6]

2.1.5 Spínací modul C-HM-1121M

Spínací modul C-HM-1121M slouží pro spínání a rozepínání kontaktů. Prvek C-HM-1121M je vhodnější pro objekty s většími požadavky. Modul disponuje celkem 32 vstupy a výstupy. Se základní jednotkou komunikuje prostřednictvím dvou vodičové sběrnice CIB. Kvůli pokrytí vyššího odběru není modul napájen 24 VDC, jako u jiných modulů systému Foxtrot, ale je napájen síťovým napětím 230 VAC s maximálním odběrem 60 mA. [7]

Jednotka je vybavena třemi relé (trvalé zatížení 16 A), které lze použít například pro spínané transformátory, LED světelné zdroje. Zbýlých 29 výstupů jsou mají hodnotu spínaného proudu pouze 3 A (min. 100 mA).

Každý vstup a výstup je na čelním panelu vybaven LED indikací, a také tlačítky pro ruční ovládání každého výstupu zvlášť. Příklad zapojení je znázorněn na obrázku 1.8. [7]



Obrázek 2.8 Schéma zapojení spínacího modulu C-HM-1121M [7]

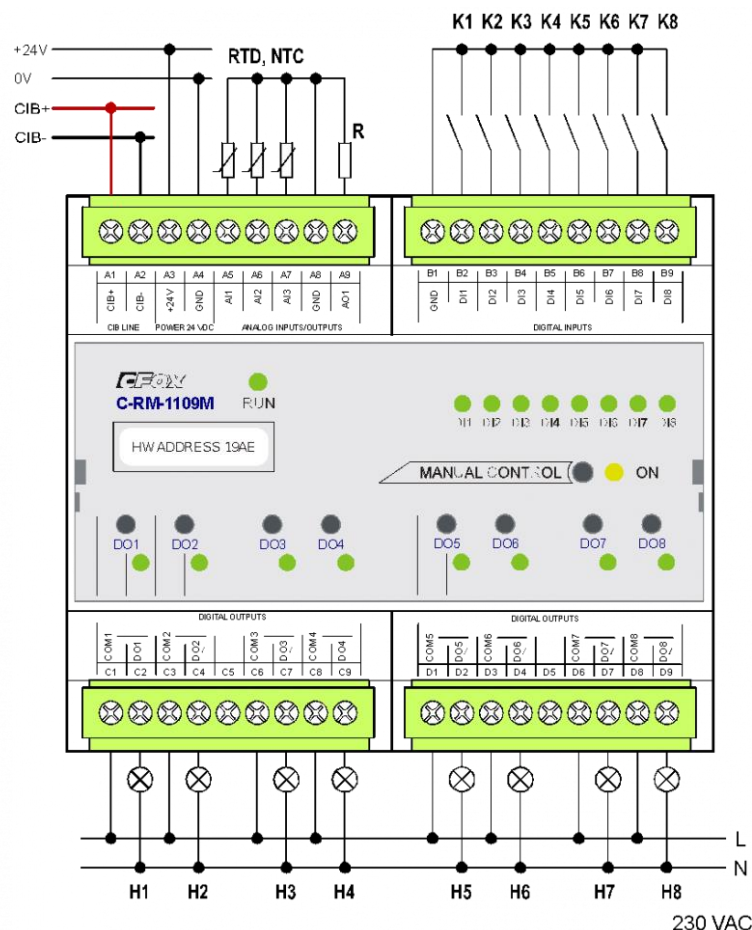
2.1.6 Spínací modul C-RM-1109M

Doplňkový modul C-RM-1109M je obdobný jako spínací modul C-HM-1121M. Obsahuje osm binárních výstupů pro připojení výstupních zařízení. Čtyři výstupy mají spínací proud až 16 A při napětí až 440 VAC a zbylé čtyři výstupy dokáží sepnout proud max. 10 A při napětí 250 VAC. Releové výstupy se spínacím proudem 16 A lze použít pro spínání zásuvkových okruhů v rodinném domě. Binární výstupy s menším spínacím proudem 10 A lze použít pro spínání světelných okruhů v domovní elektroinstalaci.

Osm binárních vstupů lze použít pro připojení spínacích kontaktů (např. mechanické tlačítko).

Dále obsahuje tři analogové vstupy pro připojení odporových čidel a jeden napěťový analogový výstup (0 až 12 V).

Pro komunikaci se systémem se modul propojí přes dvoužilovou sběrnici CIB. Možnost zapojení je zobrazeno na obrázku 1.9. Napájení modulu je zajištěno prostřednictvím sběrnice CIB nebo jej lze napájet také externě z napájecího zdroje. [8]



Obrázek 2.9 Schéma zapojení spínacího modulu C-RM-1109M [8]

2.1.7 Elektroměr C-EM-0401M-P035

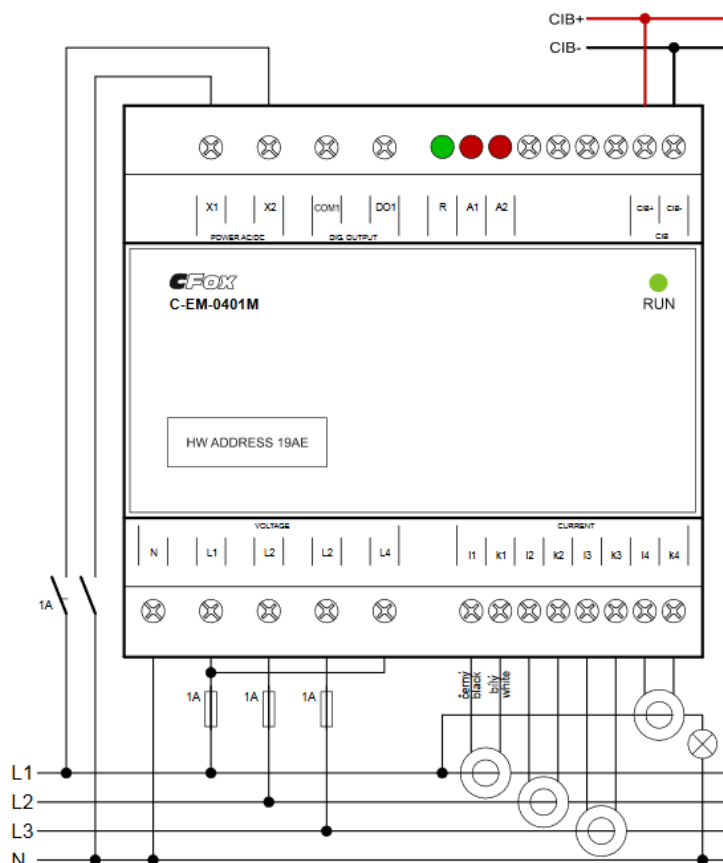
Elektroměr nebo také kvalitoměr, je vhodné použít tam, kde zákazník potřebuje znát odebírány výkon. Jedná se zejména o hotelové pokoje, byty v pronájmu, ale také jednotlivé stroje na automatické lince.

Modul je vybaven čtyřmi napěťovými vstupy, čtyřmi proudovými vstupy a jedním releovým výstupem. Pro měření proudu ve fázích je nutné připojit na proudové vstupy externí průvlekové měřicí proudové transformátory.

Pokud je elektroměr připojen ke sběrnici CIB, rozsvítí se zelená LED. Je-li zahájena komunikace se základní jednotkou, zelená LED začne pravidelně blikat.

Elektroměr se montuje na DIN lištu do rozvodné skříně spolu s dalšími prvky systému Tecofot.

Pro měření napětí a proudů v každé fázi lze použít schéma zapojení na obrázku 1.10. [9]



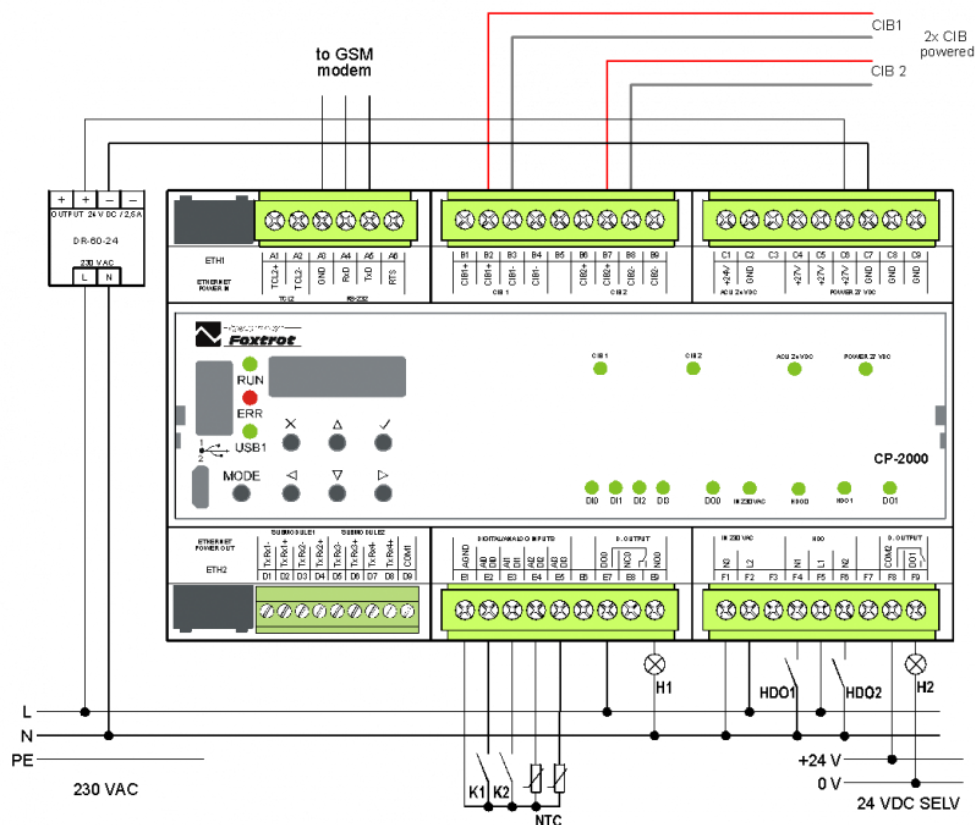
Obrázek 2.10 Schéma zapojení elektroměru C-EM-0401M-P035 [9]

2.1.8 Centrální jednotka CP-2000

Základní jednotka CP-2000 je nový programovatelný automat, představující novou generaci systému Tecomat Foxtrot 2. Jako u centrální jednotky CP – 1000 se jedná o malé kompaktní zařízení, u kterého je možnost modulárního rozšíření. Systém je uzavřen v plastovém pouzdře, aby nevzniklo poškození vnitřní elektroniky. Jedná se o vylepšení původního modulu. Jednotka se taktéž montuje na DIN lištu, která je normalizována normou ČSN 50022. [10]

Oproti předchůdci CP-1000 je nová jednotka kompletně přepracována ve všech směrech. Nový procesor s architekturou ARM zvýšil desetkrát rychlost instrukcí. Také vnitřní paměť pro aplikační program se zvýšila z původních 192 kB na 1 MB. Jednotka obsahuje interní disk o velikosti 128 MB. Velikost souborového systému je dále možné zvětšit flash pamětí nebo pomocí micro SD karty. Jednotka disponuje plnou kompatibilitou se službou Teco Route. Počet proměnných na jedné webové stránce se zvýšil. Pro snížení rizika kybernetické hrozby, rozšířila společnost základní modul o sady IP protokolů, především o protokol https (verze protokolu zajišťující bezpečnost pro přenos dat mezi webem a prohlížečem). Zákazník si může zakoupit jednak variantu s vestavěným WiFi adaptérem, nebo s vestavěným LTE modemem, který slouží pro přímé připojení modemu s mobilním operátorem. [11] [12]

Asi největší viditelná změna se nachází na čelní straně modulu, kde velkou část zabírá integrovaný OLED displej o velikosti 4x20 znaků a 6 tlačítek pro ovládání displeje. Displej se rozsvítí po dobu 60 minut stiskem jakýmkoli tlačítkem, poté zhasne. Pokud se objeví závažná chyba, tak se displej aktivuje. Délku 60 minut, lze změnit v uživatelském programu. Zapojení základní jednotky CP-2000 i se zdrojem napětí lze vidět na obrázku 1.11. [11] [13]



Obrázek 2.11 Schéma zapojení CP-2000 [13]

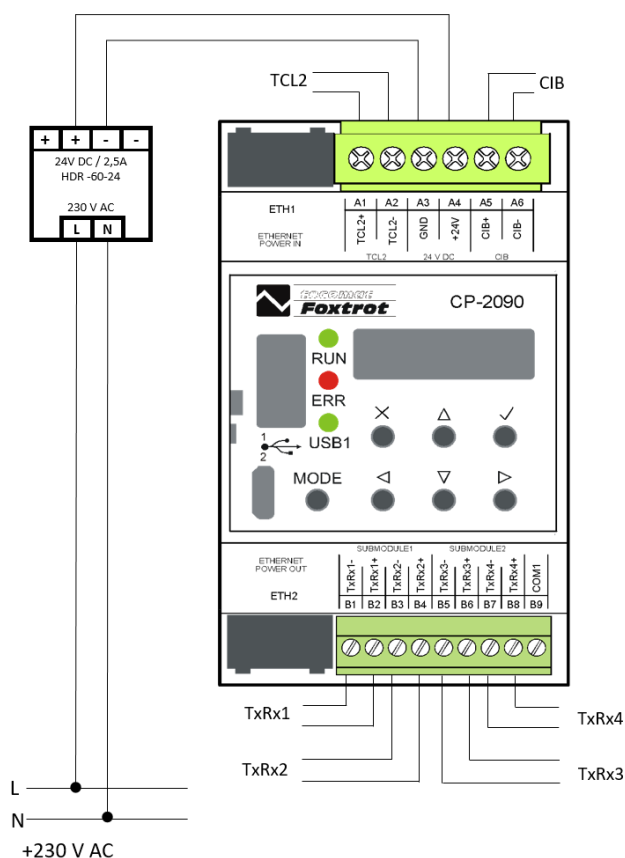
2.1.9 Základní jednotka CP-2090.11NSNN.50

Základní jednotka CP-2090 patří mezi nejmenší základní jednotky systému Teco FoxTrot 2. Ve srovnání s jednotkou CP-2000 má méně vstupů a výstupů, proto zabírá na DIN liště pouze šíři 3 moduly.

Jednotku lze rozšířit jako ostatní základní jednotky prostřednictvím rozšiřovacích sběrnic (TCL2 a CIB).

Na čelním panelu se nachází USB A, pro připojení Flash paměti nebo WiFi adaptéru. Pod USB A se nachází USB micro na programování PLC automatu. Modul obsahuje sloty pro až 4 volitelná sériová rozhraní. Pro manuální ovládání slouží sedm tlačítek umístěných na čelním panelu. Pro zobrazení dané instrukce slouží malý OLED displej.

Modul je vybaven novým mikroprocesorem s pamětí 1 MB pro nahrání uživatelského programu. Neobsahuje obvod reálného času. Napájecí napětí je 24 VDC s maximálním příkonem 10 W. Pro ochranu modulu před přetížení slouží vratná pojistka. [14]



Obrázek 2.12 Schéma zapojení CP-2090 [14]

2.1.10 Programovací prostředí Mosaic

Vývojové prostředí Mosaic slouží k programování logických systémů Tecomat od společnosti Teco a. s. Jedná se tedy o komunikaci se základní jednotkou a programátorem, který nastaví systém podle potřeb.

U nové generace systému se programuje podle normy IEC EN 61131-3 v grafických jazycích LD a FBD a v textových jazycích IL a ST.

Programování podle výše uvedené normy se skládá z elementů (POU – programové organizační jednotky), které jsou funkční bloky, funkce. Dalším způsobem je grafické programování, které je jednoduché. Pro výběr kontaktů nebo funkčních bloků se používá nástrojová lišta, která se nachází na ploše v programu Mosaic. Pokud je v POU zvolen daný programovací jazyk, nelze jej už v průběhu programování změnit.

V jazykovém prostředí lze použít IEC asistenta, který pomáhá dokončit rozepsané konstrukce nebo umožňuje vkládat proměnné. Ve vytvořeném projektu lze psát každý program v jiném programovacím jazyce.

Pro vytvoření programů je možné využít integrované knihovny bloků, které jsou součástí programu Mosaic. Programové prostředí nabízí možnost si vytvořit i vlastní knihovny. [15]

3. KOMUNIKACE SE SYSTÉMEM FOXTROT

Tato kapitola vysvětluje, jak může probíhat komunikace mezi jednotlivými komponentami systému Teco Foxtrot a komunikace systému s okolím. Komunikace je důležitá jednak k naprogramování PLC automatu, ale také ke kontrole výstupních dat.

3.1 Komunikace se základní jednotkou CP-2000

Centrální jednotka CP-2000 je vybavena dvěma nezávislými rozhraními Ethernet o maximální přenosové rychlosti 10/100 Mb. Jako další rozhraní může modul obsahovat WLAN pro bezdrátovou komunikaci WiFi nebo LTE komunikující pomocí GSM sítě.

Pro sériovou komunikaci s jinými moduly lze základní modul rozšířit dvěma submoduly, které obsahují až 2 kanály s rozhraním RS-232 nebo RS-485. Při použití submodulu se dvěma sériovými kanály může základní modul obsahovat až 4 sériové kanály. Připojením pomocného modulu SC-11xx na sběrnici TCL2 se zvětší počet až o 6 sériových kanálů. [16]

3.2 Sběrnice CIB

Jedná se o dvou vodičovou sběrnici, kde je vlastní komunikace namodulována na napájecím napětí, tedy na stejnosměrném napětí. O napájení sběrnice se stará zdroj stejnosměrného napětí, který je připojen na sběrnici. Tento napájecí zdroj lze použít i jako zdroj napětí nejen pro sběrnici, ale taky pro další moduly systému Foxtrot. Svorky s napětím 27,2 VDC nebo 24 VDC musí být připojeny na sběrnici přes oddělovací obvody, které jsou součástí buď základní jednotky (např. CP-1000, Cp-2000), nebo jsou připojeny externě pomocí oddělovacího modulu C-BS-001M.

Pomocí sběrnice CIB je možné napájet také i ostatní prvky systému Foxtrot se stejným napájecím napětím. Je ovšem nezbytné dbát na maximální odběr všech napájených jednotek, aby nedošlo k překročení tolerance napájecího napětí.

Hodnota tolerance jmenovitého napětí je dána výrobcem. Pokud není sběrnice zálohována, pak se jedná o napájecí napětí 27,2 VDC s tolerancí +10 % a -25 %. Sběrnice bez zálohy má napájecí napětí 24 VDC s tolerancí +25 % a -15%. Aby byla dodržena tato tolerance, nesmí být master připojeny k jednotce ve větší vzdálenosti než 500 m. Pokud by nebyla dodržena tato maximální vzdálenost, vznikaly by na masteru úbytky napětí a modul by nemusel správně fungovat.

Mezi jednotlivými jednotkami lze sběrnici CIB propojit libovolným dvou vodičovým kabelem s dostatečným průřezem. Výrobce doporučuje použít kabel s krouceným stíněným párem průřezem žil nejméně 0,6 mm² (lépe 0,8 mm²). Z dostupných kabelů se jedná například o J-Y(St)Y1x2x0,8, nebo YCYM 2x2x0,8. Typ kabelu, průřez, nebo topologií je důležité volit podle počtu instalovaných modulů systému Foxtrot. [17]

3.2.1 Požadavky sběrnice CIB

Mezi výhody sběrnice CIB patří libovolná topologie (zapojení do hvězdy, linie, možnost odbočky). Nesmí se ovšem zapojit do kruhu. Funkci sběrnice by mohly také ohrozit silové kabely s napětím 230 VAC, proto se doporučuje umístit dvouvodičový kabel mimo dosah účinku silového kabelu. Sběrnici je nutné pokaždé realizovat a navrhovat tak, aby splňovala podmínky zdroje SEVL a PELV. Aby byla dodržena příslušná tolerance napětí je nutné provést výpočet úbytků napětí na kabelech. Pro větší bezpečnost je nutné zohlednit galvanické propojení vstupních a výstupních obvodů všech sběrniceových prvků (kromě obvodů nízkého napětí). Při kompletaci sběrnice nesmí být chybně zapojené stínění. [18]

3.3 Sběrnice TCL 2

Periferní moduly musí být zapojeny jeden za druhým, tedy do série. U TCL2 nelze provést odbočku a konce sběrnice musí být zakončeny zakončovacím odporem 120 Ω , nebo modulem KB-0290. Základní modul je vybaven zakončovacím odporem.

Na jednu sběrnici TCL2 může být připojeno maximálně 6 komunikačních modulů, 4 operátorské moduly, 4 externí master moduly a 10 periferních modulů.

Prvky jsou propojeny metalickým kabelem, ale lze je propojit také optickým kabelem. Při použití optického kabelu je nutné použít převodník (KB-0552). Použití optického kabelu má výhodu galvanického oddělení. Přes optický kabel nelze napájet ostatní moduly, musí být napájeny z jiného zdroje. [19]

3.4 Sběrnice RFox

Sběrnice RFox funguje bezdrátově na rádiovém pásmu 868 MHz. K tomuto pásmu není potřeba vlastnit žádnou licenci, ani žádné další povolení.

Pro chod sběrnice je potřeba připojit do obvodu jeden řídicí master modul, který umožní připojit se až 64 podřízených modulů.

Modul se připevňuje na DIN lištu v rozvodné skříni. [20]

3.5 Služba TecoRoute

TecoRoute slouží k propojení se systémovou jednotkou Foxtrot přes internet. Pro dálkové připojení je nezbytné, aby jednotka byla připojena k internetu. Dodatečný hardware ani veřejná adresa není potřeba, stačí jen router. Služba umožní tedy přístup, jak koncovému zákazníkovi, tak programátorovi, který program naprogramoval. Tato výhoda umožní nejen programátorovi ovládat a ladit systém ze svého domova, ale také ušetří čas, který by musel strávit na cestě k zákazníkovi. Majitel systému se může kdekoli na světě připojit ke svému systému Foxtrot a kontrolovat jej kdykoli a kdekoli na světě. Přístup nezávisí na změně internetového dodavatele, nebo změně routeru. [21]

PLC se chová jako běžný PC, tedy připojí se do lokální sítě u uživatele. Uživatel, nebo programátor nastaví síťové a přihlašovací údaje do PLC, aby se mohl systém připojit na server TecoRoute. Tímto krokem se systém zviditelní a je možné provádět změny v systému z programovacího prostředí Mosaic.

Společnost integrovala tuto funkci do všech PLC. Tuto službu si Tecomat a.s. účtuje měsíčně v závislosti na množství připojených PLC do sítě. [21]

4. MOŽNÉ NÁVRHY PRO LABORATORNÍ NÁVODY

Tato kapitola se zabývá problematikou návrhu laboratorní úlohy. Jsou zde navrženy a stručně popsány dva návrhy. Z těchto dvou návrhů se následně vybere podle požadovaných funkcí jeden, který bude detailněji popsán a následně zrealizován.

Oba návrhy mají společné prvky, a to základní jednotku z druhé řady systému Teco Foxtrot, jistič prvek B10A, napájecí zdroj na 24 VDC, stmívací modul C-DM-0006M-ULED a ovládacích tlačítek RFox. Dále je zde použit elektroměr C-EM-0401M-P035, spínací moduly C-HM-1109M a C-HM-1121M, výstupní zařízení (topná tělesa, kontrolky, žárovky, LED pásy).

4.1 První návrh laboratorní úlohy

První návrh se vyznačuje přidáním elektroměru C-EM-0401M-P035, který má na svém vstupu připojený proudový transformátor pro měření odebíraného proudu celého systému. Pro spínání výstupních zařízení (například svítidel, žaluzií, spínání zásuvkových okruhů) slouží spínací modul C-HM-1109M. Výstupy se budou spínat pomocí drátových ovladačů.

První drátové tlačítko TL1 ovládá první RGB pásek. Při krátkém stisku horního hmatníku levé klapky lze RGB pásek zapnout. Při krátkém stisknutí spodní části levé klapky dojde k vypnutí RGB pásku. Intenzitu osvětlení lze měnit dlouhým stiskem příslušné klapky K přepínání barev slouží pravá strana ovladače. Přepnutí barev (červená, modrá, zelená) lze dosáhnout krátkým stiskem pravé horní či dolní klapky. Změnu barvy v opačném pořadí lze rovněž uskutečnit stiskem pravé spodní klapky.

Druhé tlačítko TL2 slouží k ovládání druhého RGB pásku obdobným principem jako u prvního RGB pásku.

Třetí tlačítko TL3 ovládá dvě svítidla a ovládání žaluzií. Krátkým stiskem horního hmatníku pravé klapky lze zapnout první svítidlo. Opětovným krátkým stiskem lze toto svítidlo vypnout. Pro ovládání druhého svítidla slouží obdobně spodní hmatník pravé klapky, jako u prvního svítidla. Levá klapka slouží k ovládání žaluzií. Při krátkém stisku dojde k vyjetí žaluzie do horní polohy. K zatažení žaluzie do dolní polohy dojde při stisku levého dolního hmatníku klapky. Manuální ovládání žaluzií lze dosáhnout dlouhým stiskem.

Jednoklapková tlačítka s označením K1 až K4 slouží ke spínání čtyřem vývodům SP1 až SP4. Při prvním stisku dojde k zapnutí vývodu. Po opětovném stisku dojde k odpojení vývodu od napájení.

Tento návrh může napodobit samostatnou bytovou jednotku s monitorováním odebírané energie.

V příloze A lze vidět schéma zapojení jednotlivých prvků.

4.2 Druhý návrh laboratorní úlohy

Druhý návrh je obdobný jako první, jen neobsahuje elektroměr pro měření odebírané energie. Nejsou zde ovládány RGB pásy, ale jen ovládání LED pásu jedné barvy. Spínací modul C-HM-1109M je nahrazen spínacím prvkem C-HM-1121M, který obsahuje větší počet spínacích výstupů. Pro realizaci lze použít jen část těchto digitálních výstupů kvůli omezeným možnostem počtu tlačítek a výstupních periférii.

K ovládání prvního LED pásu slouží tlačítko TL1. Levá horní klapka slouží pro zapnutí LED pásu. Dolní levá klapka slouží k vypnutí LED pásu. Pravou horní klapkou lze zvýšit intenzitu osvětlení. Pravou dolní klapkou lze snížit intenzitu osvětlení. Po vypnutí LED pásu si PLC zapamatuje posledně nastavenou intenzitu osvětlení. Při opětovném zapnutí LED pásu se pásek rozsvítí na posledně nastavenou hodnotu intenzity osvětlení.

Druhý LED pásek se ovládá tlačítkem TL2 obdobně jako u prvního LED pásu.

Tlačítko TL3 slouží k ovládání teploty v místnosti a k ovládání brány. Při krátkém stisku horní levé klapky dojde k sepnutí výstupu TOP. na 5 vteřin. Chlazení má simulovat výstup CHLAZ., který lze ovládat krátkým stiskem levé spodní klapky. Levá strana slouží pro ovládání brány. Při krátkém stisku pravé horní klapky se brána zavře. Pro otevření brány slouží pravá spodní klapka.

Pro ovládání svítidla SV1 a SV2 slouží tlačítko K1 a K2. Při stisku tlačítka se svítidlo rozsvítí a po opětovném stisku se svítidlo zhasne.

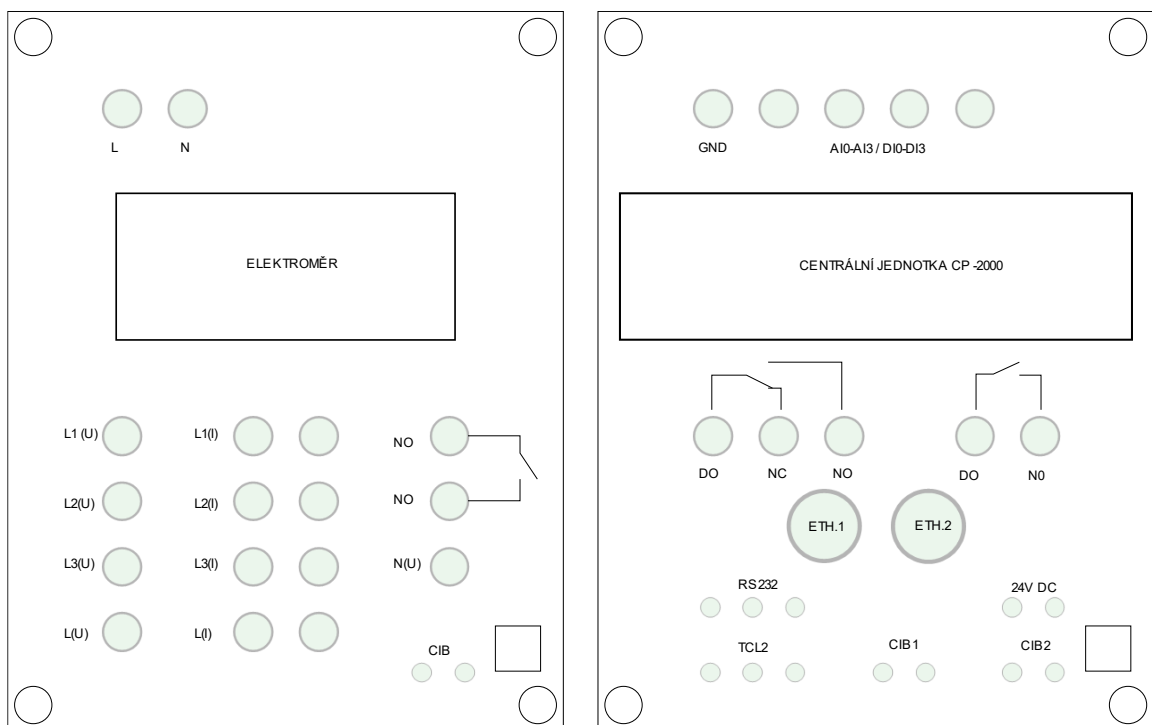
Schéma zapojení lze vidět v příloze B.

5. PRAKTICKÁ ČÁST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tato kapitola popisuje postup během praktické části bakalářské práce při výrobě přípravků pro laboratorní návody. Využívá teoretické znalosti z předešlých kapitol bakalářské práce (kapitola 4).

5.1 Návrh čelního panelu přípravku

Aby bylo možné vyrobit přípravek pro laboratorní úlohu bylo nutné vytvořit nejprve návrh a až poté zahájit realizaci. Návrh, tedy šablona byla vytvořena v programu Inkscape. Program Inkscape je editor, který je využíván pro úpravu vektorové grafiky například diagramy, grafy, ilustrace nebo složitější obrazce. [22]

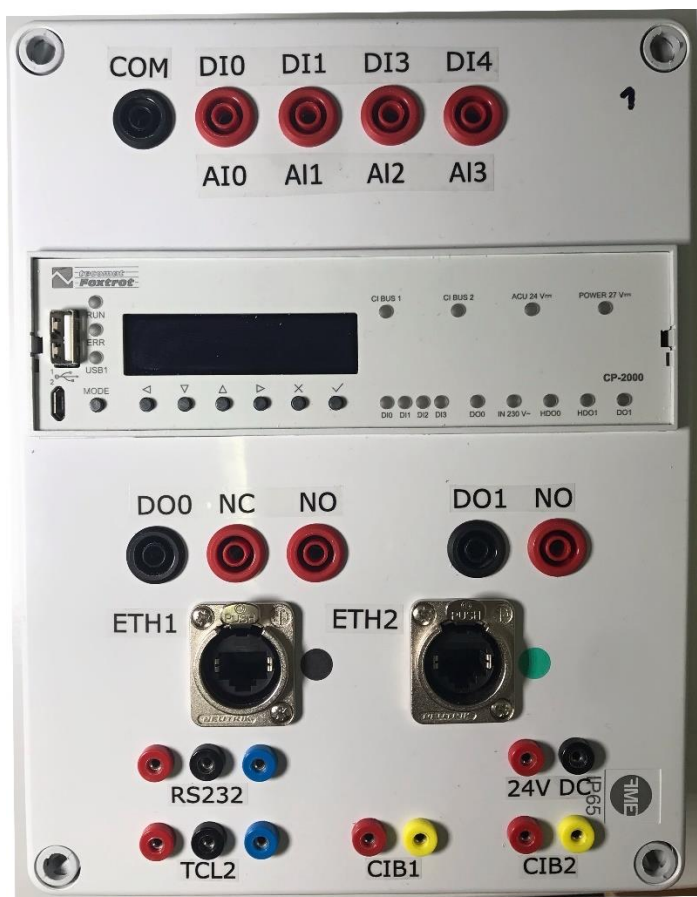


Obrázek 5.1 Ukázka navrhnuté šablony z programu Inkscape

V programu byl vytvořen nejprve rámeček půdorysu plastové krabičky. Rozměry krabičky byly dány výrobcem. Poté se na vytvořený půdorys vytvořil čelní panel, kde se rozmístily jednotlivé vstupní a výstupní svorky a nakreslil se montážní otvor pro daný modul. Aby se šablona mohla použít, muselo se dbát na velikosti krabičky a svorek. Při návrhu se také dbalo na estetickou úpravu. Jakmile byla šablona hotová, vytiskla se a zahájila se realizace přípravků. Na obrázku č. 5.1 lze vidět příklad vytvořené šablony.

5.2 Realizace přípravku laboratorní úlohy

Po dokončení šablony čelního panelu začala samotná výroba přípravku. Vyrobená šablona se přilepila na krabičku (výrobce Famatel-CZ s.r.o. různé velikosti). Dále se pomocí stojanové vrtačky vyvrtaly díry. Také se udělal otvor pro modul. Po zhotovení děr se namontovaly vstupní a výstupní svorky pro jednotlivé piny modulu. Aby bylo možné přichytit modul do krabičky, musela se připevnit DIN lišta, na kterou se prvek připevnil. Vodičem CY-1,5 se spojila svorkovnice modulu se svorkami na čelním panelu. Pro umístění do vertikální polohy se na záda krabičky namontovaly dva šroubky, které se zavěsí do plechové mřížky na laboratorním pracovišti. Na obrázku č. 5.2 je ukázka hotového přípravku centrální jednotky.



Obrázek 5.2 Čelní pohled na přípravek základní jednotky CP-2000

5.3 Návrh funkcí systému Teco Foxtrot

Teco Foxtrot nabízí velmi rozsáhlou škálu funkcí (viz kapitola 2). V laboratorním návodu nelze ukázat všechny tyto možnosti, proto byl vybrán jen malý zlomek.

Navrhnuté funkce pro laboratorní úlohu se týkají hlavně ovládání domovní elektroinstalace. Jedná se o spínání výstupních zařízení pomocí vstupního tlačítka

(ovládání žaluzií, kontrolek, žárovek, topení a chlazení, LED pásku atd.) nebo také monitorování aktuálních hodnot (aktuální výkon celého systému). Pozorované hodnoty (datum, čas, měřený aktuální výkon, nebo také text) lze zobrazit na integrovaném displeji na centrální jednotce CP-2000.

Vybrané funkce lze ovládat pomocí hardwarových tlačítek od společnosti Teco a.s., které pracují po komunikační sběrnici CIB. K rozšíření digitálních vstupů byla zvolena tlačítka řady Tango od firmy ABB.

Změna jasu LED pásků se může nastavovat přes mobilní telefony, tablety nebo internetový prohlížeč prostřednictvím funkce WebMaker.

V uvedené tabulce níže lze vidět souhrn jednotlivých vstupů (tlačítka a ovládání pomocí WebMakeru), výstupů, popřípadě jakou bude mít daný vstup přiřazenou funkci.

Během návrhu funkcí se muselo také dbát na časový rozsah vyučovací hodiny. Laboratorní úloha je rozdělena na tři části.

První verzi laboratorního návodu by měl zvládnout student ve dvou vyučovacích hodin. Obsahuje základní funkce jako například spínání digitálního výstupu (ovládání žárovky, topení a chlazení, popřípadě možnost vypnutí všech instrukcí pomocí „stop tlačítka“).

Druhá verze je rozšíření první verze. K první verzi byly přidány další funkce, jakou je ovládání LED pásků a možnost ovládání přes WebMaker. Druhá verze slouží pro tříhodinovou vyučovací výuku, aby se druhá verze zvětšila a studenti si mohli vyzkoušet i jiné funkce, které nejsou součástí první verze.

Třetí verze tzv. „ukázková verze“ je nejobsáhlejší verzí. Obsahuje všechny funkce, které jsou shrnuty v tabulce 1. Kvůli velkému obsahu možností ovládaných prvků nelze v časovém rozsahu tří hodin stihnout tyto moduly zapojit podle schématu a následně naprogramovat. Úplná verze úlohy bude sloužit pro představení možností systému Teco Foxtrot a nebude se používat ve výuce.

Tabulka 5.1 Tabulka použitých funkcí ukázkové verze

Ovládání pomocí hardwarové části			
Název tlačítka	Pól/strana tlačítka	Funkce	Poznámka
Tango č. 1	-	Ovládání světelné kontrolky	Slouží pro zapnutí i vypnutí
Tango č. 2	-	Ovládání žárovky	Slouží pro zapnutí i vypnutí
Tango č. 3	-	„Stop“ tlačítko	Vypne všechny výstupy + žaluzie sjedou do spodní polohy
Tango č. 4	Levá klapka tlačítka	Ovládání bílé barvy z RGBW pásku	Zapínání bílé barvy z RGBW pásku
	Pravá klapka tlačítka	Ovládání bílé barvy z RGBW pásku	Vypínání bílé barvy z RGBW pásku
Tlačítko CIB č.1	Levá horní klapka	Ovládání topení	Slouží pro zapnutí i vypnutí topení
	Levá spodní klapka	Ovládání chlazení	Slouží pro zapnutí i vypnutí topení
Tlačítko CIB č.2	Levá horní klapka	Ovládání žaluzií č. 1	Při stisku vyjedou žaluzie č.1 do horní polohy
	Levá spodní klapka	Ovládání žaluzií č. 1	Při stisku sjedou žaluzie č.1 do spodní polohy
	Pravá horní klapka	Ovládání žaluzií č. 2	Při stisku vyjedou žaluzie č.2 do horní polohy
	Pravá spodní klapka	Ovládání žaluzií č. 2	Při stisku sjedou žaluzie č.2 do spodní polohy
Ovládání pomocí prostředí Mosaic – WebMaker			
Ovládání jasu červené barvy z RGBW pásku			
Ovládání jasu zelené barvy z RGBW pásku			
Ovládání jasu modré barvy z RGBW pásku			
„Stop“ tlačítko			
Pomocí WebMakeru lze ovládat také všechny prvky z hardwarové části			
Ostatní funkce			
Zobrazení na integrovaném displeji – čas, datum, aktuální výkon topného tělesa a zobrazení celkového výkonu úlohy			
Možnost připojení druhého reostatu do paralelní větve k prvnímu reostatu pomocí stykače			
Použití elektroměru (měření aktuálního výkonu reostatů a celkového aktuálního výkonu)			

5.4 Postup zapojení laboratorní úlohy

Na uvedeném schématu (obrázek 5.3) lze vidět, jak jsou rozmístěny jednotlivé přípravky na montážním panelu. Podle uvedeného schématu lze zapojit třetí variantu laboratorní úlohy.

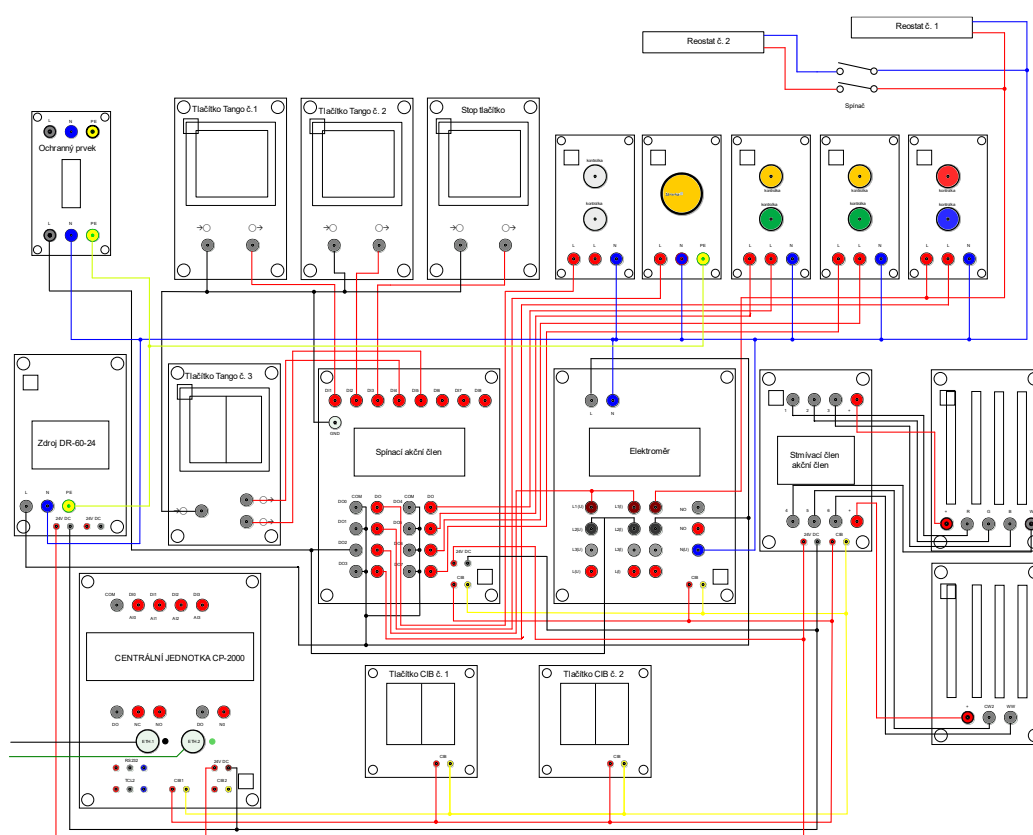
Je zde uvedeno také barevné značení vodičů. Propojení silové části se provádí pomocí černého (fázového vodiče – trvale pod napětím), modrého (nulového vodiče), červeného (fázového vodiče – pod napětím jen při spínání) a zelenožlutého (ochranného vodiče) vodiče CY-1.5. Slaboproudý rozvod obsahuje rozvod CIB sběrnice a rozvod napájecího napětí 24 VDC. Pro připojení CIB sběrnice byly použity červené a žluté vodiče CY-0.25. K připojení napájení ze zdroje k modulu se použily červené a černé vodiče CY-0.25. Aby nedošlo k poškození přípravků nesmělo dojít k přepólování.

Propojení centrální jednotky s PC je zajištěno kabelem UTP kategorie 6 s nalisovanými koncovkami RJ-45.

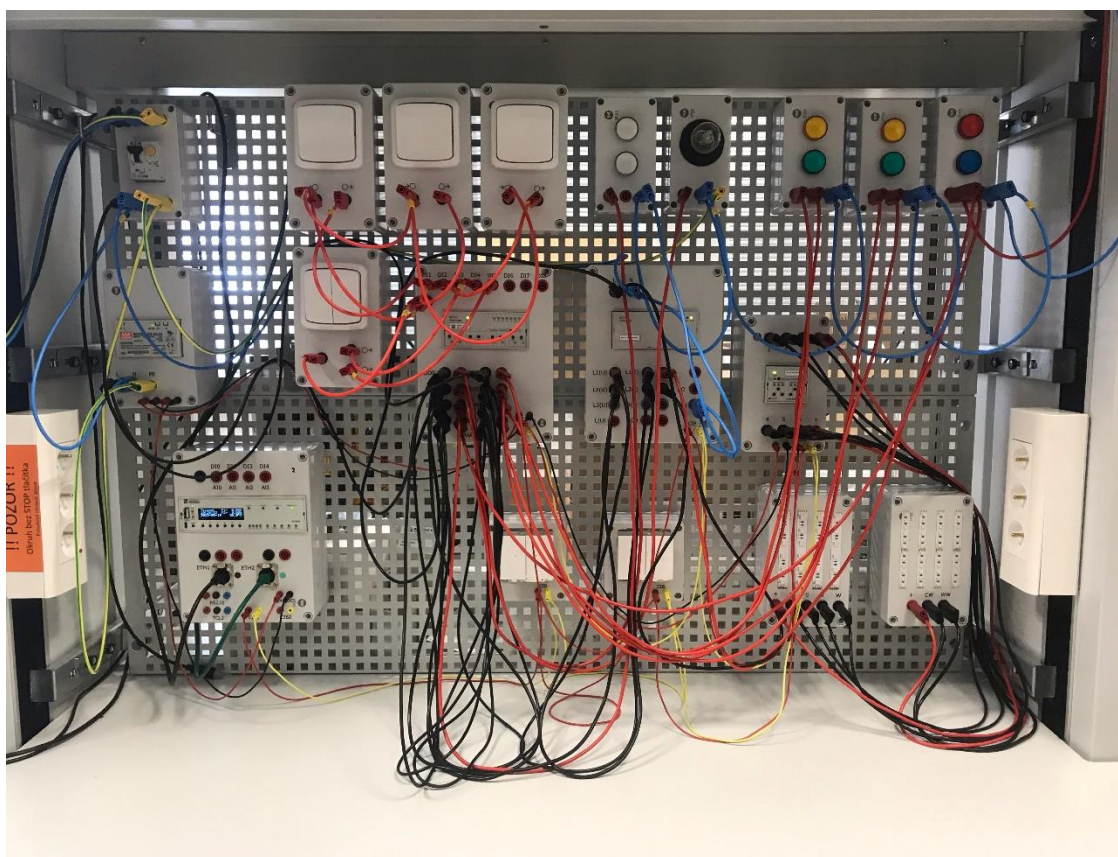
Aby se nezaměnily silnoproudé a slaboproudé okruhy, byly použity dva typy svorek. Menší svorky jsou určeny pro slaboproudý rozvod a větší svorky pro silnoproudý okruh. Silnoproudé svorky nejde zaměnit se slaboproudými svorkami. Tato blokáce byla požitá, aby nedošlo k chybnému připojení a k porušení modulů napětím 230 VAC.

Kvůli napětí 230 VAC, které je nebezpečné pro člověka, je celá úloha zapojena přes ochranný prvek – jistič s proudovým chráničem.

Jakmile se úloha zapojila podle uvedeného schématu, bylo nutné odzkoušet funkčnost zapojení. Po správném zapojení a zapnutí obvodu se na každém modulu musely rozsvítit zelené LED kontrolky. Na obrázku 5.4 je zapojena ukázková laboratorní úloha.



Obrázek 5.3 Schéma zapojení ukázkové verze



Obrázek 5.4 Zapojená ukázková úloha na montážním panelu

5.5 Příprava před programování

Následující kapitoly popisují základní nastavení hardwarové konfiguraci centrální jednotky a jednotlivých modulů. Při nesprávném nastavení by centrální jednotka a přídatné jednotky nekomunikovaly s PC.

5.5.1 Vytvoření nové skupiny projektů

Po otevření programového prostředí Mosaic se zobrazí informační okno, které se potvrdí tlačítkem „OK“. Vytvoření nové skupiny projektů se provede stisknutím ikonky



Dalším krokem je pojmenovat skupinu projektů například názvem Laboratorní úloha CP-2000 a potvrdit tlačítkem „OK“.

V dalším zobrazeném okně „Výběr konfiguračního nástroje“ se vybere možnost „I/O Configurator pro řady: Foxtrot 2, Foxtrot“ a napíše se zde jméno nového projektu například „Úloha pro CP-2000“.

Potvrzením nového názvu projektu se zobrazí okno „Deklarace programové organizační jednotky“, kde se napíše jméno programu (například: Zaluzie, LEDpas_spin,

Spinani, LEDpas_stmiv, LEDpas_tep_chrom, TopeniChlazení) a vybere se programovací jazyk LD a nastavení se potvrdí tlačítkem OK.



V posledním kroku se zvolí jméno instance programu (například: ZaluzieProg, LEDpas_spinProg, SpinaniProg, LEDpas_stmivProg, LEDpas_tep_chromProg, TopeniChlazeníProg) a potvrdí se tlačítkem „OK“.

V případě vytvoření nových projektů se nový program vytvoří cestou „Soubor“-„Nový“-„Program – nová POU“.

5.5.2 Nastavení IP adresy centrální jednotky

Každá ústřední jednotka má svou vlastní IP adresu, proto bylo potřebné nastavit každou jednotku zvlášť. IP adresu bylo možné zjistit z integrovaného displeje centrální jednotky v režimu „Halt“. Pro zjištění IP adresy se muselo na čelním panelu centrální jednotky stisknout dvakrát tlačítko „dolů“ na okénko s názvem „ETH1“, kde se zobrazilo IP adresa a maska sítě. Aby byla komunikace možná, bylo nezbytné v nastavení síťové karty v počítači nastavit IP adresu ve stejné síti jako port ETH1 centrální jednotky.

Nově nastavená IP adresa se uložila a následně se zkontrolovala komunikace v prostředí Mosaic, a to v nastavení „Manažer projektu“ v záložce „Typ připojení“, kde se zatrhl možnost „Ethernet“ a potvrdilo ikonkou „Připojit“.

Kontrola se provedla levým kliknutím na šedou kolonku , kde se stisklo na možnost „Zapnout komunikaci“. Při správném nastavení se ukáže .

Port ETH2 slouží pro připojení internetu a je zde nastaveno automatické přidělení IP adresy přes DHCP.

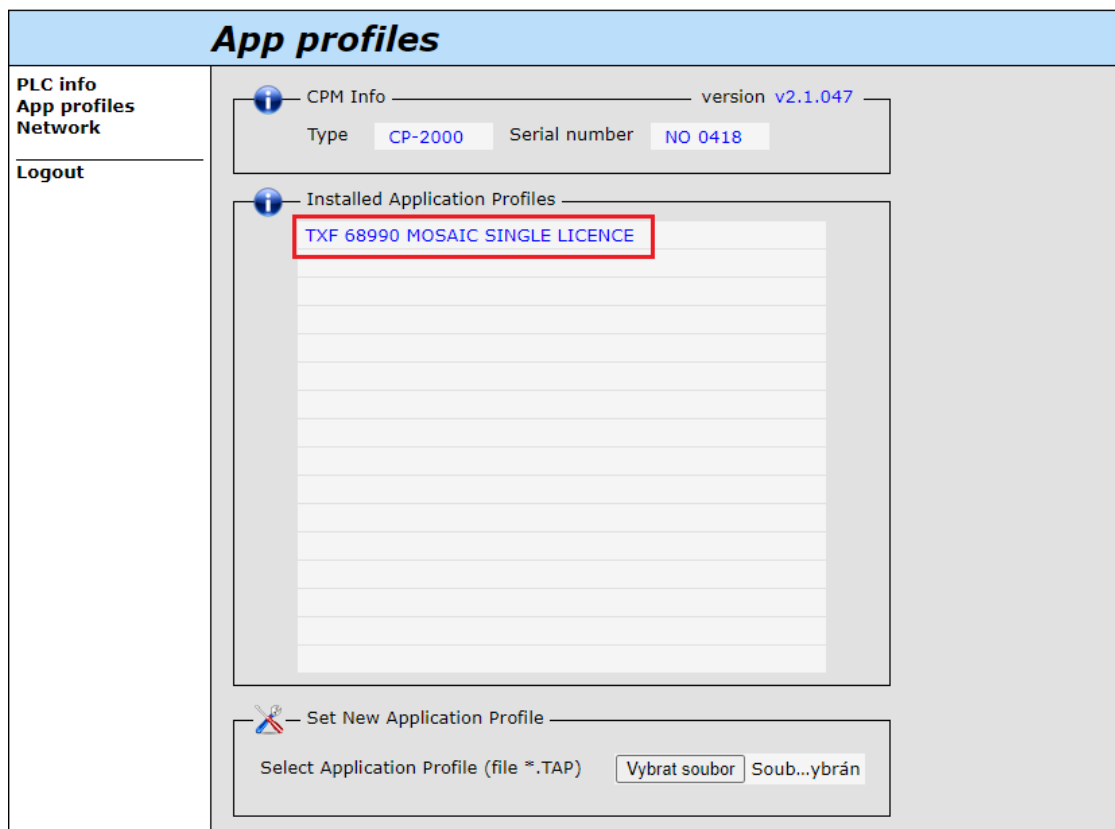
5.5.3 Nahrání licence do centrální jednotky

Aplikační profil je vlastně licence, která je potřebná pro správný chod programů a některých knihoven určených pro systém Tecofox. Dodavatel dodává PLC bez aplikačních profilů, proto bylo nutné objednat u dodavatele zvlášť. Při zakoupení práv k základní jednotce bylo nutné přiložit k objednávce výrobní číslo a typ centrální jednotky. Pokud je zakoupeno PLC zároveň s licencí, pak je zpravidla tento aplikační profil nahrán výrobcem do PLC.

Není-li si programátor jistý, že základní jednotka nemá nahranou licenci, může si tuto informaci zkontrolovat několika způsoby. Existují tři možné kontroly, a to pomocí programovacího prostředí Mosaic, přes web rozhraní s využitím prohlížeče anebo je také možné přečíst tuto informaci z integrovaného LCD displeje na čelním panelu PLC (lze přečíst, pokud PLC je dodáván s integrovaným LCD displejem).


V případě dvou kusů centrálních jednotek pro laboratorní úlohy nebyla licence součástí objednávky, a proto se licence musela nahrát zvlášť přes aplikační profil.

K nahrání licence bylo potřebné nejprve zobrazit přes web server stránku „app profiles“. Na stránku se lze dostat zadáním IP adresy centrální jednotky a názvem stránky (např. <http://192.168.134.176/syswww/inde.xml>). Po načtení stránky se zobrazil přihlašovací dialog, kde se zadalo uživatelské jméno a heslo pro přístup do jednotky. Tyto přihlašovací údaje bylo možné zjistit a změnit pomocí ovládací lišty WebMakeru. Po úspěšném přihlášení se do aplikačního profilu zvolila pomocí ikony „Vybrat soubor“ patřičná licence, která se následně nahrála do PLC. Úspěšně nahraná licence se zobrazila v tabulce „instalované aplikační profily“ (viz. obrázek 5.5). [23]



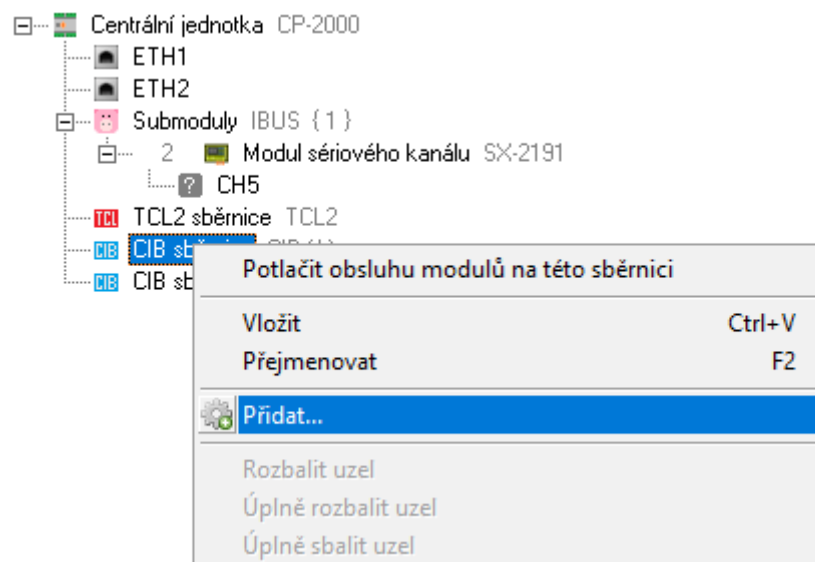
Obrázek 5.5 Aplikační profily základní jednotky CP-2000 – nahraná licence

5.5.4 Vytvoření hardwarové konfigurace v prostředí Mosaic

Po nahrání licence do základní jednotky, bylo potřebné nastavit v prostředí Mosaic připojenou základní jednotku a přídavné moduly. V pravé části obrazovky v okně „I/O Configurator“ se pomocí ikonky  („Založit novou konfiguraci“) zvolila z nabídky nejprve základní jednotka CP-2000.

Zvolením centrální jednotky vyskočilo okno „Konfigurace“, kde se provedlo základní nastavení. V záložce „Vlastnosti“ se zatrhnou „Vstupy/Výstupy“ a položka „Displej“. V druhé záložce „Procesní data“ šly nastavit názvy použitých vstupů/výstupů, ale protože se žádné nepoužily stisklo se na tlačítko „Uložit“.

Aby bylo možné naprogramovat a použít přídavné moduly komunikující přes CIB sběrnici, bylo nutné navolit a nastavit jejich adresy (každý modul má tuto adresu napsanou na čelním panelu, kromě CIB tlačítek, které to mají napsané na zadní straně). Toto nastavení se navolilo pravým kliknutím na položku „CIB sběrnice CIB (A)“ a kliklo se na „Přidat...“ (viz obrázek 5.6). Pro každý prvek se musí přidávací proces zopakovat.



Obrázek 5.6 Přidání periferních modulů na CIB sběrnici

Otevřelo se okno „Zvolte zařízení“ a v záložce „Standart“ se zvolil připojený prvek. Seznam zvolených prvků na CIB sběrnici lze vidět v tabulce 5.2. Stisknutím tlačítka „Pokračovat“, vyskočilo okno, kde se navolila adresa (v levé části okna) a názvy vstupů/vstupů.

Tabulka 5.2 Tabulka periferních modulů

Název modulu	Typ modulu	Adresa
Levé CIB tlačítko	C-WS-0400R-Obzor	D87C
Pravé CIB tlačítko	C-WS-0400R-Obzor	D87E
Spínací akční člen	C-RM-1109M	0C0E
Elektroměr	C-EM-0401M	F659
Stmívací akční člen	C-DM-0006M-ULED	6622

U CIB tlačítek se v záložce „Vlastnosti“ zatrhl políčko „Interní teploměr“. V záložce „Procesní data“ se nastavil název tlačítka a názvy jednotlivých výstupů, které jsou zobrazeny na obrázku 5.7.

r4144_p0_IN : TCIB_C_WS_0400R		Leve_CIB_tlacitko_IN
DI : TCIB_CWS4LO_BTN		
UP1 : BOOL		levCIBtlac_leva_up
DOWN1 : BOOL		levCIBtlac_leva_down
UP2 : BOOL		levCIBtlac_prava_up
DOWN2 : BOOL		levCIBtlac_prava_down

Obrázek 5.7 Názvy vstupů levého CIB tlačítka

Pro pravé tlačítko bude nastavení obdobné (viz obrázek 5.8).

r4144_p1_IN : TCIB_C_WS_0400R		Prave_CIB_tlacitko_IN
DI : TCIB_CWS4LO_BTN		
UP1 : BOOL		pravCIBtlac_leva_up
DOWN1 : BOOL		pravCIBtlac_leva_down
UP2 : BOOL		pravCIBtlac_prava_up
DOWN2 : BOOL		pravCIBtlac_prava_down

Obrázek 5.8 Názvy vstupů pravého CIB tlačítka

V nastavení stmívacího modulu bylo potřeba vložit adresu, povolit výstupy a poté je nastavit (názvy výstupů jsou zobrazeny na obrázku 5.9).

r4144_p2_OUT : TCIB_C_DM_0006M		
LEDa : TCIB_CDM_LEDa		
LED1 : REAL		LED1
ramp1 : USINT		
LED2 : REAL		LED2
ramp2 : USINT		
LED3 : REAL		LED3
ramp3 : USINT		
LEDb : TCIB_CDM_LEDb		
LED4 : REAL		LED4
ramp4 : USINT		
LED5 : REAL		LED5
ramp5 : USINT		
LED6 : REAL		LED6
ramp6 : USINT		

Obrázek 5.9 Názvy výstupů stmívacího modulu

U nastavení parametrů elektroměru se vložila jen jeho adresa a potvrdilo stisknutím „Uložit“.

U spínacího členu bylo nutné pro rychlejší programování nastavit názvy vstupů a výstupů. Tyto zvolené názvy lze vidět na obrázku 5.10.

r4144_p4_IN: TCIB_C_RM_1109M		Spinaci_ak_den_IN
DIS: TCIB_CRM1109M_DIS		
DI: TCIB_CRM1109M_DI		
DI1: BOOL		tango1
DI2: BOOL		tango2
DI3: BOOL		stop_tlacitko
DI4: BOOL		tango4_leva
DI5: BOOL		tango4_prava
DI6: BOOL		
DI7: BOOL		
DI8: BOOL		
CLICK: TCIB_CRM1109M_CL		
PRESS: TCIB_CRM1109M_PF		
STAT: TCIB_CRM1109M_STAT		
AI1: REAL		
AI2: REAL		
AI3: REAL		
r4144_p4_OUT: TCIB_C_RM_1109M		Spinaci_ak_den_OUT
DOs: TCIB_DO8		
DO1: BOOL		spinani1
DO2: BOOL		spinani2
DO3: BOOL		topeni
DO4: BOOL		klimatizace
DO5: BOOL		Zaluzie1_DOWN
DO6: BOOL		Zaluzie1_UP
DO7: BOOL		Zaluzie2_DOWN
DO8: BOOL		Zaluzie2_UP



Obrázek 5.10 Názvy výstupů spínacího modulu

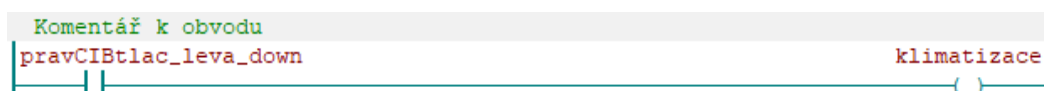
5.6 Programování

Následující kapitoly se zabývají programováním v prostředí Mosaic. V každé podkapitole je ukázáno schéma funkčních bloků a popis funkce. Všechny naprogramované obvody jsou přiloženy v příloze C.

5.6.1 Zkouška nastavení hardwarové konfigurace

Před zahájením programování dílčích funkcí se musela vyzkoušet hardwarová konfigurace centrální jednotky.

Vytvořil se jednoduchý program (viz obrázek 5.11) a nechal se přeložit kliknutím na . Přeložení se potvrdilo kliknutím na „OK“ a poté se program nahrál do jednotky stisknutím na . Vyskočilo zobrazovací okno „Nastavit režim RUN“, kde se zvolí možnost „Ano“. Následně se zobrazilo zobrazovací okno „Restart PLC“, kde se zvolí typ restartu kliknutím na možnost „Studený“.



Obrázek 5.11 Ukázka jednoduchého programu

Jakmile se program nahrál do jednotky, pozadí změnilo barvu na světle modrou a nahraný program se dozkoušel stisknutím pravým CIB tlačítkem levou spodní klapkou. Při stisknutí se rozsvítila modrá kontrolka.

5.6.2 Program „Spinani.LD“

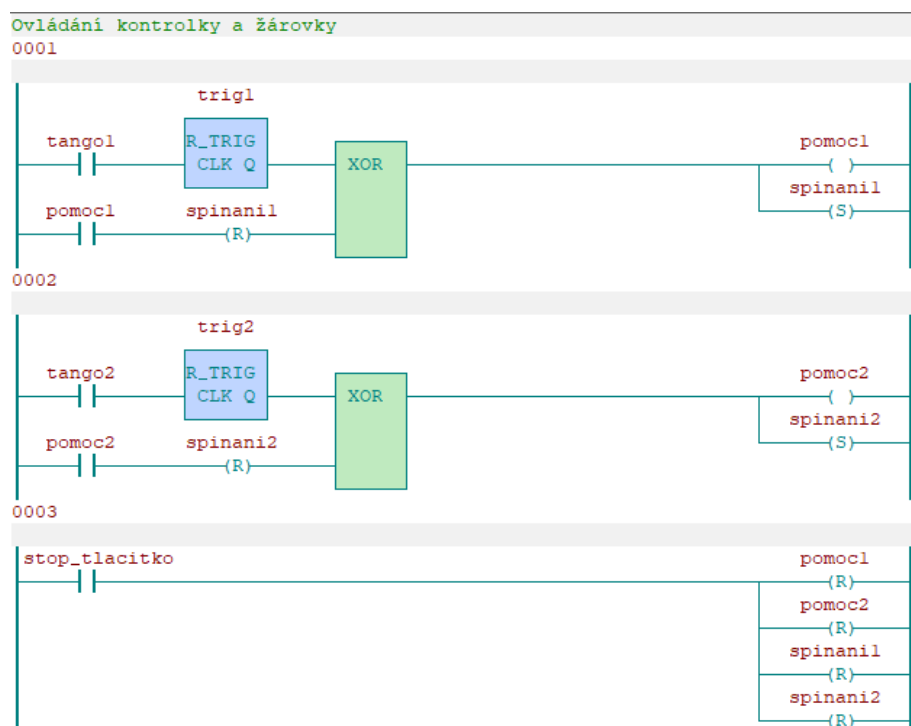
Po odzkoušení jednoduchého programu se obvod odstranil a začaly se programovat jednotlivé funkce (uvedené v tabulce 5.1).

Programem „Spínání“ lze ovládat zapínání/vypínání bílé kontrolky a žárovky. Na uvedeném obrázku 5.12 je zobrazeno schéma zapojení funkčních bloků.

Při stisknutí tlačítka „tango1“ dojde k zapnutí výstupu „spinani1“, na kterém je připojená kontrolka. Po opětovném stisknutí tlačítka dojde k vypnutí kontrolky.

Při stisknutí tlačítka „tango2“ dojde k zapnutí výstupu „spinani2“, na kterém je připojená žárovka. Po opětovném stisknutí tlačítka dojde k vypnutí žárovky.

Pokud se stiskne „stop_tlacitko“, dojde k vypnutí obou výstupů.

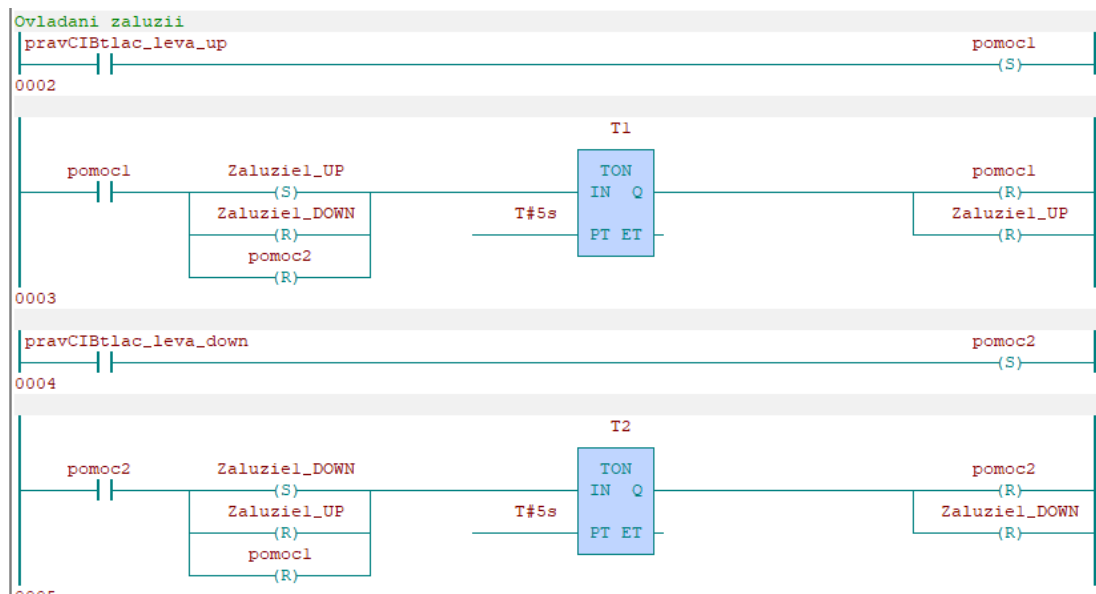


Obrázek 5.12 Ukázka programu „Spínání.LD“

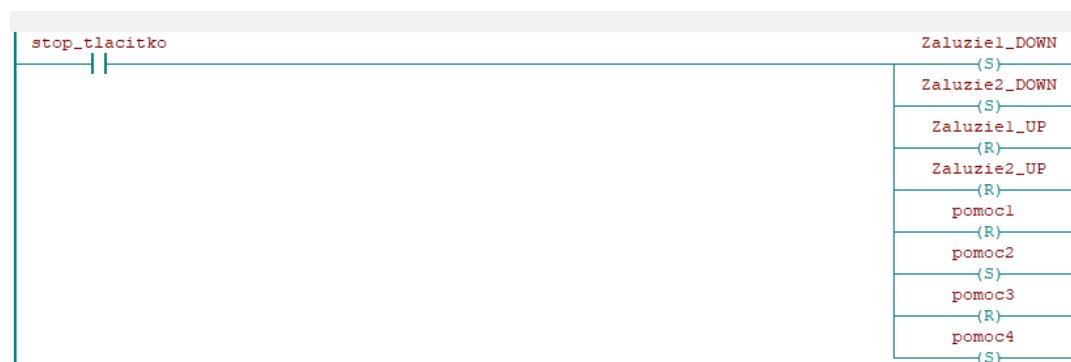
5.6.3 Program „Zaluzie.LD“

Program „Zaluzie“ obsahuje ovládání pro dvojce žaluzie.

Na obrázku 5.13 je vidět schéma funkčních bloků pro jednu žaluzie. Stisknutí tlačítka „pravCIBtlac_leva_up“ vyjede žaluzie nahoru (kvůli absenci dorazového čidla, je v programu přidán časovač, který je nastaven na 5 sekund). Tlačítkem „pravCIBtlac_leva_down“ se žaluzie spustí do dolní polohy (rovněž pomocí boxu „TON“ je zde nastaven čas na 5 sekund).



Obrázek 5.13 Ukázka programu „Zaluzie.LD“ – ovládání jedné žaluzie



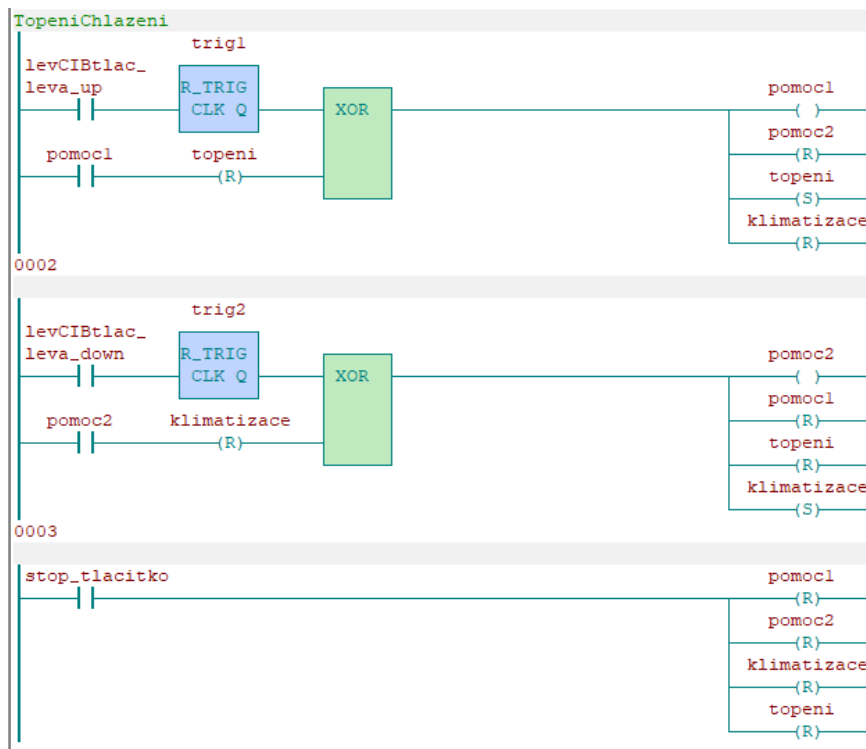
Obrázek 5.14 Ukázka programu „Zaluzie.LD“ – funkce STOP

Při stisknutí tlačítka „stop_tlacitko“ se žaluzie spustí do spodní polohy. V programu je zahrnuta podmínka, která při stisknutí tlačítka „STOP“ přeruší chod žaluzií a žaluzie začnou sjíždět dolů (5 s).

Ukázka programu „STOP“ je zobrazena na obrázku 5.14.

5.6.4 Program „TopeníChlazení.LD“

Program má simulovat topení a chlazení v rodinném domě. Místo termostatu, který spíná větev spínání a chlazení, zde byla použita tlačítka. Při stisku tlačítka „levCIBtlac_leva_up“ se zapne výstup „topení“. Při zapnutí topení se rozsvítí červená kontrolka a k ní připojený paralelně reostat.



Obrázek 5.15 Ukázka programu „TopeniChlazení.LD“ – funkce STOP

Při stisknutí tlačítka „levCIBtlac_leva_down“ dojde k vypnutí topení a zapne se chlazení – „klimatizace“. Rozsvítí se modrá kontrolka, která svítí do doby, než se stejným tlačítkem nevypne. Jelikož je v programu ochranná podmínka proti současnému chodu topení a chlazení, lze chlazení vypnout také zapnutím topení.

Na obrázku 5.15 je uvedeno funkční schéma programu „TopeniChlazení“.

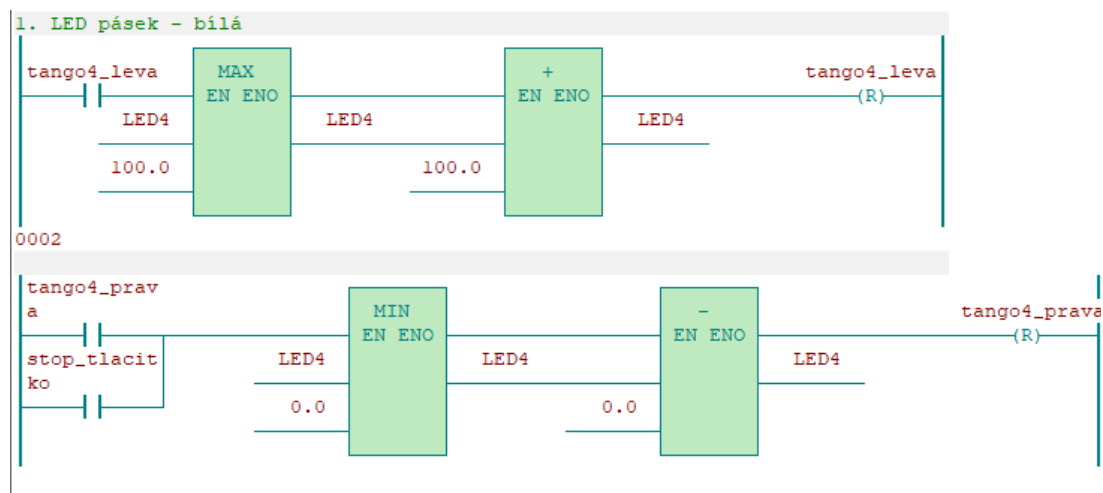
5.6.5 Program „LEDpas_spin.LD“

Do úlohy byly zapojeny dva LED pásy. První RGBW LED pásek má čtyři vstupy a druhý LED pásek, na kterém lze měnit teplotu chromatičnosti.

Programem „LEDpas_spin“ jde ovládat pouze bílou barvu z prvního LED pásku. Při stisknutí tlačítka „tango4_leva“ se nastaví hodnota výstupu na 100 a na LED pásku se rozsvítí bílá barva na 100 % výkonu. Stisknutím tlačítka „tango4prava“ se nastaví hodnota výstupu na hodnotu 0 a bílá barva LED pásku se vypne.

Je zde také funkce „STOP“, která se zapne tlačítkem „stop_tlacitko“.

Zbylé vstupy LED pásků jsou zahrnuty v kapitolech 5.6.6 a 5.6.7.

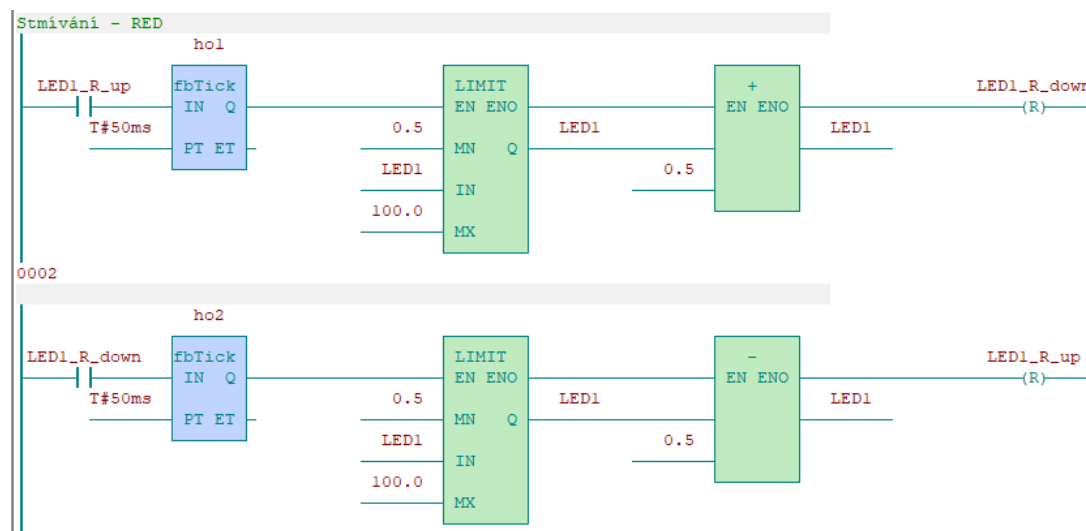


Obrázek 5.16 Ukázka programu „LEDpas_spin.LD“

5.6.6 Program „LEDpas_stmiv.LD“

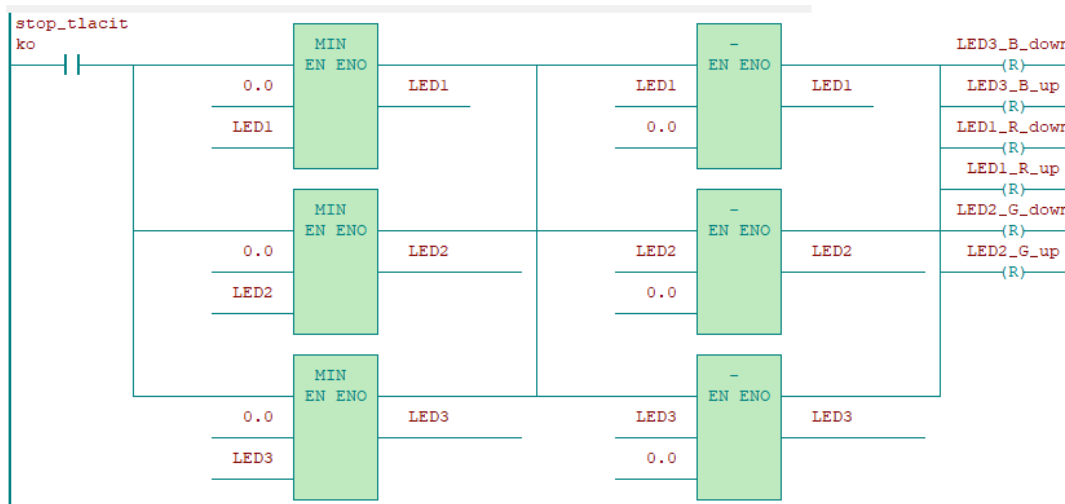
Každou barvu (červená, zelená a modrá) lze ovládat zvlášť. Jejich jas nelze ovládat přes fyzické tlačítko, ale jen přes funkci WebMaker (viz kapitola 5.6.9). Stisknutím globální proměnné „LED1_R_up“ se k výstupní hodnotě přičte číslo 0.5. Při nastavení hodnoty 0 je barva LED pásku vypnutá a při hodnotě 100 svítí barva LED pásku na 100 % výkonu.

Na obrázku 5.17 je ukázka ovládání červené barvy. Ovládání zelené a modré barvy je obdobné.



Obrázek 5.17 Ukázka programu „LEDpas_stmiv.LD“ – ovládání červené barvy

Na obrázku 5.18 je zobrazeno schéma programu funkce „STOP“. Chod činnosti „STOP“ funguje na stejném principu jako při snižování jasu s tím rozdílem, že se výstupní hodnota nesnižuje krokem 0.5, ale nastaví se rovnou na hodnotu 0.

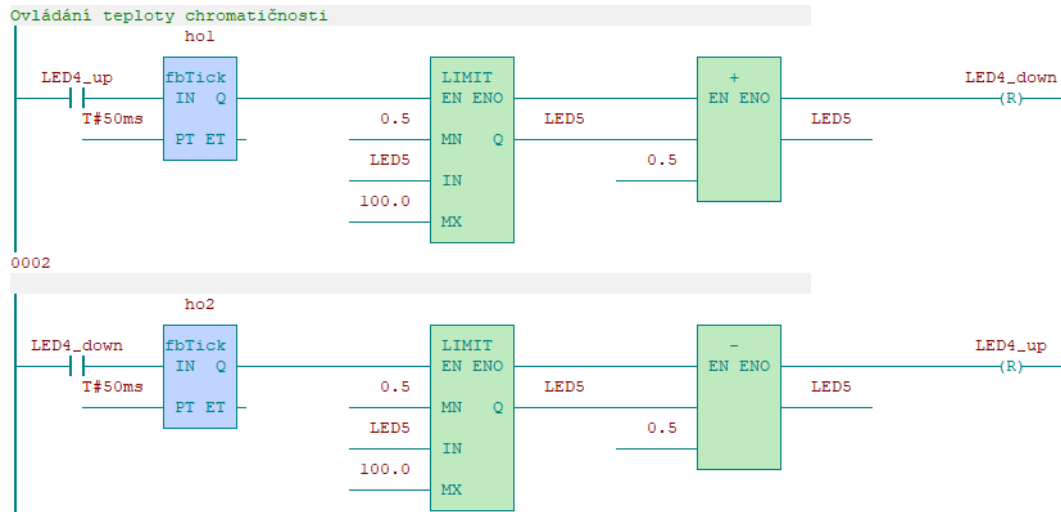


Obrázek 5.18 Ukázka programu „LEDpas_stmiv.LD“ – funkce „STOP“

5.6.7 Program „LEDpas_tep_chrom.LD“

Princip ovládání teploty chromatičnosti je stejný, jako u ovládání jasu barev u RGBW LED pásku. Pomocí globální proměnné „LED4_up“ se přičítá k výstupní hodnotě hodnota „0.5“. Aby se výstupní hodnota zmenšila je zapotřebí pomocí WebMakeru tuto globální proměnnou zapnout.

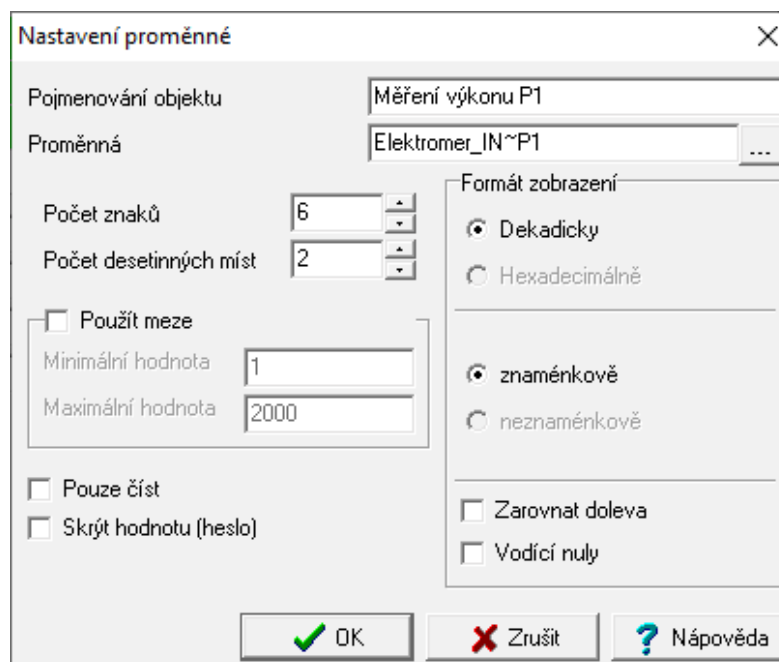
Na obrázku 5.13 je zobrazeno schéma LD diagramu na ovládání studené barvy.



Obrázek 5.19 Ukázka programu „LEDpas_tep_chrom.LD“

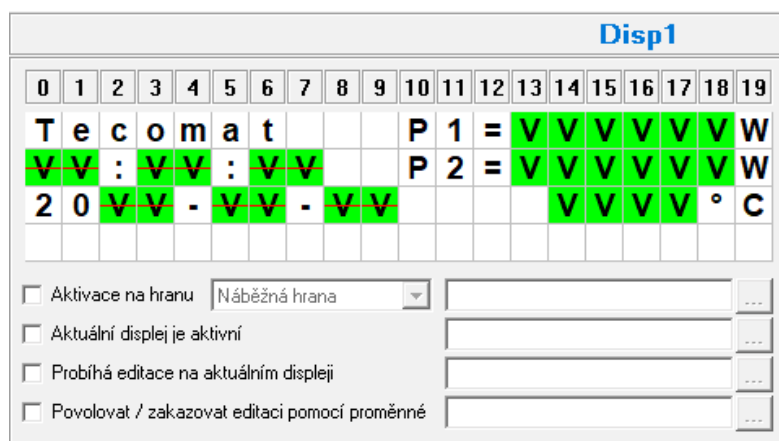
5.6.8 Nastavení integrovaného LCD displeje

Elektroměr měří dvě hodnoty aktuálního výkonu a ty se zobrazují na integrovaném displeji na čelním panelu centrální jednotky CP-2000.



Obrázek 5.20 Nastavení proměnné – měření výkonu

Rozmístění LCD displeje se nastavuje přes ikonku „PanelMaker“, kde se zvolila záložka „Centrální jednotka“. Otevřelo se okno, ve kterém se kliklo levým tlačítkem na nadpis „START“ a zobrazil se náhled na LCD displej. Tovární nastavení obsahuje nadpis „Tecomat“ s aktuálním časem a datumem. Tyto proměnné a text se posunul na pravou stranu displeje a přidaly se dvě měřené proměnné, kde se nastavily parametry zobrazovaného čísla (viz obrázek 5.19).



Obrázek 5.21 Náhled na integrovaný LCD displej

Před vloženou proměnnou hodnotou se vložil text „P1=“ a „P2=“ a za proměnnou se vložil znak „W“ (jednotka měřené veličiny).

Pod zobrazovanými aktuálními výkony se vložila proměnná teploty, která se měří z integrovaného čidla CIB tlačítka (název proměnné - „teplota“).

Náhled nastavení zobrazovacího okna displeje lze vidět na obrázku 5.20.

5.6.9 Vytvoření ovládání přes WebMaker

Součástí ukázkové verze laboratorní úlohy je také ovládání funkcí přes WebMaker. Slouží nejen pro ovládání naprogramovaných vstupů a výstupů, ale také pro zobrazení aktuálního stavu proměnné (například, zdali žárovka svítí, nebo je vypnutá).



Obrázek 5.22 Náhled čelního panelu WebMaker – ovládání spínání, žaluzií a funkce „stop tlačítko“

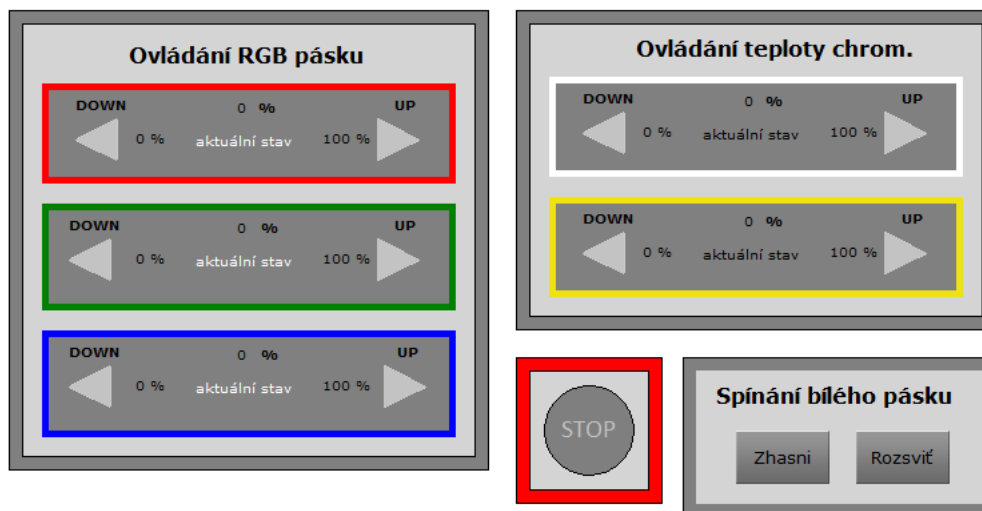
Pro ovládání vstupní proměnné byly použité tzv. dvoustavové obrázky. V nastavení vlastnostech obrázku se zvolil popisec obrázku (tlačítka), proměnná, jakou má tlačítko ovládat a zobrazovací obrázky při hodnotě proměnné „log. 0“ a „log. 1“ (na obrázku 5.23 je uveden příklad nastavení funkce „stop_tlacitko“).

Při hodnotě „log. 1“ se obrázek přepne do druhého zvoleného obrázku a tím uživatel pozná změnu proměnné, což je důležité při vzdáleném ovládání.

Na obrázku 5.21 je náhled čelního panelu WebMakeru, kde se ovládají žaluzie, spínání žárovky a kontrolky, ovládání topení a chlazení a „stop“ tlačítko. Kliknutím na tlačítko „stop“ se vypnou všechny funkce z obou panelů WebMakeru a zároveň sjedou žaluzie do spodní polohy.

Na obrázku 5.22 lze vidět ovládání LED pásků. Stisknutím na tlačítko „DOWN“ se začne odečítat hodnota „0.5“ a daná barva bude slábnout. Při stisknutí tlačítka „UP“ se k výstupní hodnotě bude přičítat hodnota „0.5“ a patřičná barva bude sílit (viz kapitola 5.6.6).

Rozsvícení bílé barvy lze tlačítkem „Rozsviť“ a zhasnutí tlačítkem „Zhasni“ (viz kapitola 5.6.5). Při rozsvícení bílé barvy na LED pásku se změní šedé pozadí na bílé pozadí („signalizace rozsvícení“).



Obrázek 5.23 Náhled čelního panelu WebMaker – ovládání LED pásků a funkce „stop tlačítko“



Obrázek 5.24 Vlastnosti dvoustavového obázku – proměnná „stop_tlacitko“

6. ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce je seznámit studenty se systémem Teco Foxtrot a vystihnout informace k daným prvkům, které si mohou ve výuce sami zapojit a naprogramovat.

Bakalářská práce se skládá ze dvou hlavních částí. První část je teoretická část a druhá část je zaměřena na realizaci přípravků.

Teoretická část popisuje informace k jednotlivým prvkům. V této části je také uvedeno, jak lze moduly propojit se základní jednotkou a mezi sebou. Dále je představena technologie, která má přiblížit, jaké má možnosti člověk komunikovat s celým systémem. Jedná se o řízení drátové, nebo bezdrátové (služba TecoRoute).

Součástí teoretické části jsou dva návrhy laboratorního návrhu. Je zde popsán rozbor každého návrhu. Návrhy se od sebe mírně liší. Jedná se o použití rozdílných prvků, ale také jejich funkce, či použití v praxi. Pro uskutečnění jednoho ze dvou návrhů je zajímavější první návrh. Je zde přidán elektroměr, který měří odebíranou energii daného systému. Pro praktickou část byl upraven první návrh, který se stal konečnou verzí ukázkové laboratorní úlohy.

Praktická část bakalářské práce se zabývá realizací přípravků pro laboratorní úlohy systému Teco Foxtrot. Nejprve je zde popsán postup, jak probíhaly přípravy před naprogramováním systému Teco Foxtrot. Nejprve je zde uveden návrh pro ukázkovou verzi, kde je uveden návrh čelního panelu přípravku, kde se musel brát v potaz počet použitých vstupů a výstupů. V realizaci přípravku je uveden postup, jakým bylo postupování při výrobě. Přípravky byly smontovány v dílně Ústavu elektroenergetiky. Během výroby došlo ke komplikaci, která byla následně vyřešena (jednalo se o posunutí namontovaných svorek dál od modulu, aby bylo možné smontovat spodní a horní část plastové krabičky, pokud by se tak neučinilo, mohlo by dojít k porušení izolace vodičů). V dalších kapitolách praktické části se popisuje návrh funkcí, postup zapojení podle uvedeného schématu, naprogramování centrální jednotky, vytvoření hardwarové konfigurace v prostředí Mosaic). Je zde také uveden postup programování.

Aby se mohl laboratorní návod použít ve výuce, bylo nutné odzkoušet časovou náročnost v laboratoři. Během testu se úloha zapojila, naprogramovala a rozpojila.

V příloze bakalářské práce je přiložen návod pro laboratorní úlohu pro dvouhodinovou verzi a tříhodinovou verzi.

LITERATURA

- [1] ICESTUDIO.CZ, 2017. O společnosti Teco a.s. - TECO - Automatizace. *Tecomat.cz* [online] [cit. 2021-12-23]. Dostupné z: <https://www.tecomat.cz/about-us/about-company/>
- [2] ICESTUDIO.CZ, 2017. PLC Tecomat Foxtrot - TECO - Automatizace. *Tecomat.cz* [online] [cit. 2021-12-23]. Dostupné z: <https://www.tecomat.cz/products/cat/cz/plc-tecomat-foxtrot-3/>
- [3] ICESTUDIO.CZ, 2016. CP-1000 - Foxtrot 1 - Základní moduly / Teco Catalog. *Tecomat.cz* [online] [cit. 2021-12-23]. Dostupné t: <https://catalog.tecomat.cz/produkt/cp-1000#description>
- [4] ICESTUDIO.CZ, 2020. Napájecí zdroj DR-60-24 - Foxtrot základní moduly / Teco Wiki. *Tecomat.cz* [online] [cit. 2021-12-23]. Dostupné z: <https://wiki.tecomat.cz/clanek/212-napajeci-zdroj-dr-60-24>
- [5] ICESTUDIO.CZ, 2020. RF master RF-1131 - RFox / Teco Wiki. *Tecomat.cz* [online] [cit. 2021-12-23]. Dostupné z: <https://wiki.tecomat.cz/clanek/323-rf-master-rf-1131>
- [6] ICESTUDIO.CZ, 2017. C-DM-0006M-ULED - CFox - Moduly na DIN lištu / Teco Catalog. *Tecomat.cz* [online] [cit. 2021-12-23]. Dostupné z: <https://catalog.tecomat.cz/produkt/c-dm-0006m-uled#description>
- [7] ICESTUDIO.CZ, 2012. C-HM-1121M - CFox - Moduly na DIN lištu / Teco Catalog. *Tecomat.cz* [online] [cit. 2021-12-23]. Dostupné z: <https://catalog.tecomat.cz/produkt/c-hm-1121m#description>
- [8] ICESTUDIO.CZ, 2020. C-RM-1109M - Moduly na CIB / Teco Wiki. *Tecomat.cz* [online] [cit. 2021-12-23]. Dostupné z: <https://wiki.tecomat.cz/clanek/14128-c-rm-1109m>
- [9] ICESTUDIO.CZ, 2021. C-EM-0401M-P035 - CFox - Moduly na DIN lištu / Teco Catalog. *Tecomat.cz* [online] [cit. 2021-12-23]. Dostupné z: <https://catalog.tecomat.cz/produkt/c-em-0401m-p035>
- [10] TECO A. S., 2021. *PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY TECOMAT FOXTROT CP-2000* [online] [cit. 2021-12-23]. Dostupné z: https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=txv00455_01_foxtrot2_cp-2000_u02_c
- [11] RESIDIT S.R.O, 2021. Tecomat Foxtrot 2 posiluje v oblasti kyberbezpečnosti - Časopis Elektro - Odborné časopisy. *Odbornecasopisy.cz* [online] [cit. 2021-12-27]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/tecomat-foxtrot-2-posiluje-v-oblasti-kyberbezpecnosti--17087>
- [12] MIOWEB, 2021. Co je https | Mioweb slovníček webových pojmů. *Mioweb* [online] [cit. 2021-12-27]. Dostupné z: <https://www.mioweb.cz/slovnicek/https/>

- [13] ICESTUDIO.CZ, 2020. CP-2000 - Foxtrot základní moduly / Teco Wiki. *Tecomat.cz* [online] [cit. 2021-12-27]. Dostupné z: <https://wiki.tecomat.cz/clanek/cp-2000>
- [14] ICESTUDIO.CZ, 2018. CP-2090.11NSNN.50 - Foxtrot 2 - Základní moduly / Teco Catalog. *Tecomat.cz* [online] [cit. 2021-12-27]. Dostupné z: https://catalog.tecomat.cz/produkt/cp-209011nsnn_50#description
- [15] ICESTUDIO.CZ, 2021. Mosaic - pro vývoj PLC programu dle standardu IEC 61131-3 - TECO - Automatizace. *Tecomat.cz* [online] [cit. 2022-01-20]. Dostupné z: <https://www.tecomat.cz/ke-stazeni/software/mosaic/>
- [16] TECO A. S., 2021. *PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY TECOMAT FOXTROT CP-2000* [online] [cit. 2021-12-27]. Dostupné z: https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=txv00455_01_foxtrot2_cp-2000_u02_c
- [17] ICESTUDIO.CZ, 2020. Sběrnice CIB – zásady projektování a instalace - CIB / Teco Wiki. *Tecomat.cz* [online] [cit. 2021-12-28]. Dostupné z: <https://wiki.tecomat.cz/clanek/31-sbernice-cib-zasady-projektovani-a-instalace>
- [18] ICESTUDIO.CZ, 2020. Vlastnosti sběrnice CIB - CIB / Teco Wiki. *Tecomat.cz* [online] [cit. 2021-12-28]. Dostupné z: <https://wiki.tecomat.cz/clanek/311-vlastnosti-sbernice-cib>
- [19] ICESTUDIO.CZ, 2020. Sběrnice TCL2 – zásady projektování a instalace - TCL2 / Teco Wiki. *Tecomat.cz* [online] [cit. 2021-12-28]. Dostupné z: <https://wiki.tecomat.cz/clanek/33-sbernice-tcl2-zasady-projektovani-a-instalace>
- [20] ICESTUDIO.CZ, 2020. Sběrnice RFox – zásady projektování a instalace - RFox / Teco Wiki. *Tecomat.cz* [online] [cit. 2021-12-28]. Dostupné z: <https://wiki.tecomat.cz/clanek/32-sbernice-rfox-zasady-projektovani-a-instalace>
- [21] DATA.COMPUTER, 2014. *Komunikační služba pro řídicí a regulační systémy Služba TecoRoute* [online] [cit. 2021-12-28]. Dostupné z: https://data.computerworld.cz/file/it_produkt_2014/ITprodukt-22a.pdf
- [22] INKSCAPE.ORG, 2022. Inkscape 1.1.2. *Stahuj.cz* [online] [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: https://www.stahuj.cz/grafika_a_design/tvorba_grafiky/vektorove_editory/inkscape/
- [23] ICESTUDIO.CZ, 2017. Aplikační profil - nástroj pro řízené licencování aplikačních programů v Tecomatech - TECO - Automatizace. *Tecomat.cz* [online] [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://www.tecomat.cz/ke-stazeni/prirucky/prirucky-sw/aplikacni-profil/>

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratky:

ARM	z anglického Acorn RISC Machine
CCT	z anglického Correlated Color Temperature
CIB	z anglického Common Installation Bus
CY	jednožilový drát s měděným jádrem s PVC izolací
ČSN	Česká technická norma
DHCP	z anglického Dynamic Host Configuration Protocol
DIN	z německého Deutsche Industrie Norm
EN	Evropský standart
FEKT	Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
GSM	z anglického Global System for Mobile Communication
J-Y(St)Y	měděný protipožární kabel se stíněnou folií a PVC izolací
LD	programovací jazyk příčkového diagramu
LED	z anglického Light-Emitting Diode
LTE	z anglického Long Term Evolution
OLED	z anglického Organic Light-Emitting Diode
PC	z anglického Personal Computer
PELV	z anglického Protective Extra Low Voltage
PLC	z anglického Programmable Logic Controller
POU	z anglického Program Organisation Unit
RGB	z anglického RedGreenBlue
RUN	spouštění prováděcího programu
SD	z anglického Secure Digital
SELV	z anglického Safety Extra Low Voltage
UTP	z anglického Unshielded Twisted Pair
VAC	střídavé napětí
VDC	stejnoseměrné napětí
VUT	Vysoké učení technické v Brně
WiFi	z anglického Wireless Fidelity
WLAN	z anglického Wireless Local Area Network
YCYM	měděný sběrníkový kabel s PVC izolací

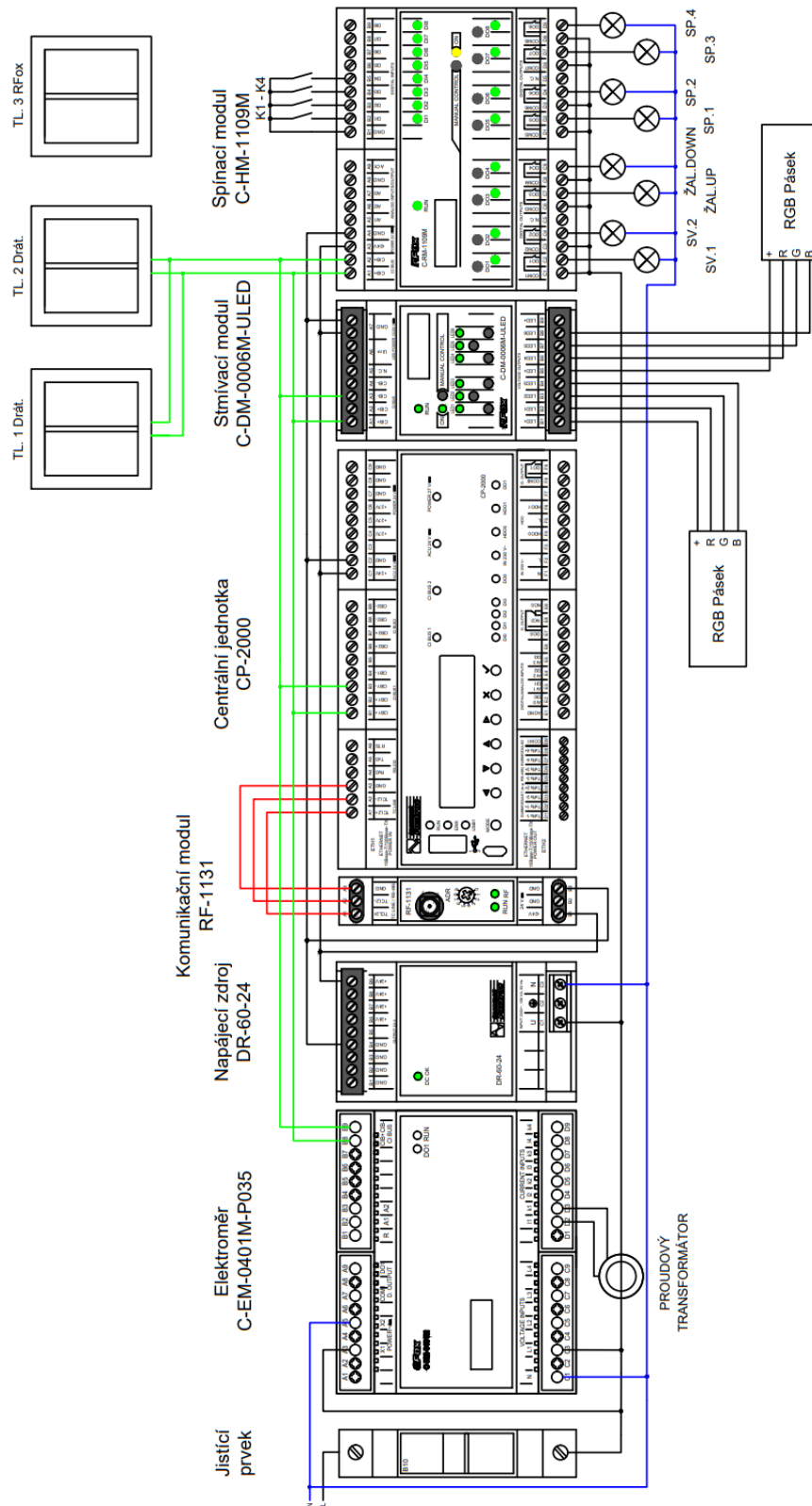
Symboly:

A	ampér
kB	kilobyte
MB	megabyte
MHz	megahertz
m	metr
mm	milimetr
ms	milisekunda
s	sekunda
V	volt
W	watt
Ω	ohm

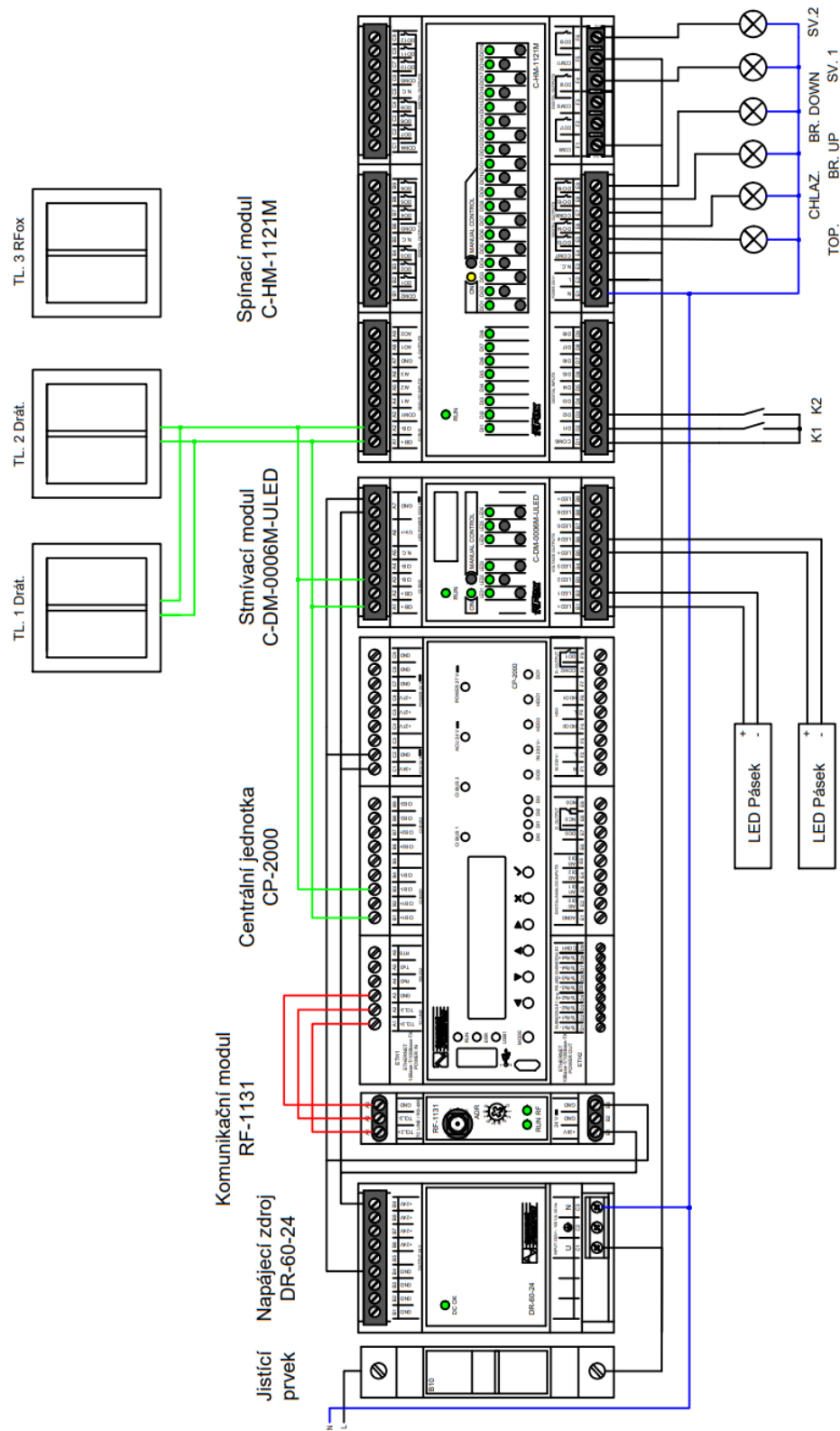
SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA A - 1. NÁVRH LABORATORNÍ ÚLOHY	55
PŘÍLOHA B - 2. NÁVRH LABORATORNÍ ÚLOHY	56
PŘÍLOHA C - VYTVOŘENÉ OBVODY V PROSTŘEDÍ MOSAIC	57
PŘÍLOHA D - NÁVOD PRO LABORATORNÍ ÚLOHU – KRATŠÍ VERZE	63
PŘÍLOHA E - NÁVOD PRO LABORATORNÍ ÚLOHU – DELŠÍ VERZE.....	75

Příloha A - 1. Návrh laboratorní úlohy

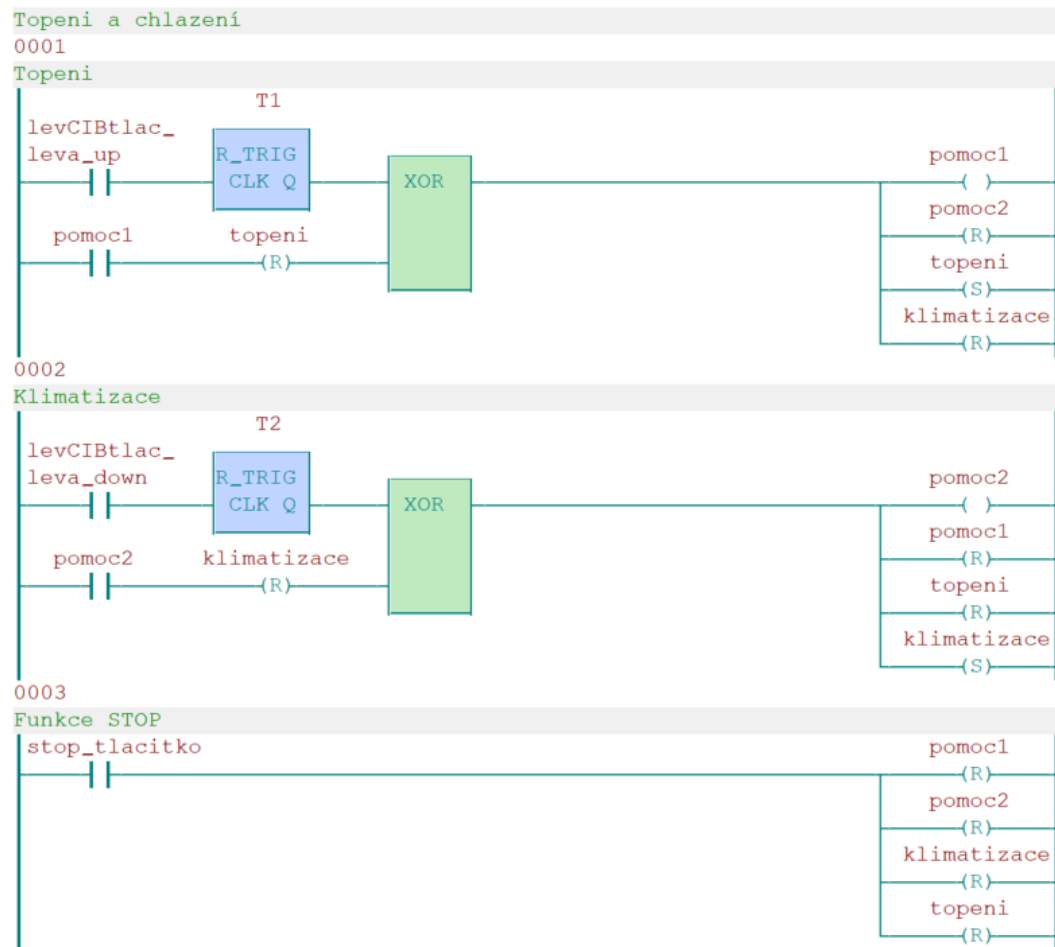


Příloha B - 2. Návrh laboratorní úlohy

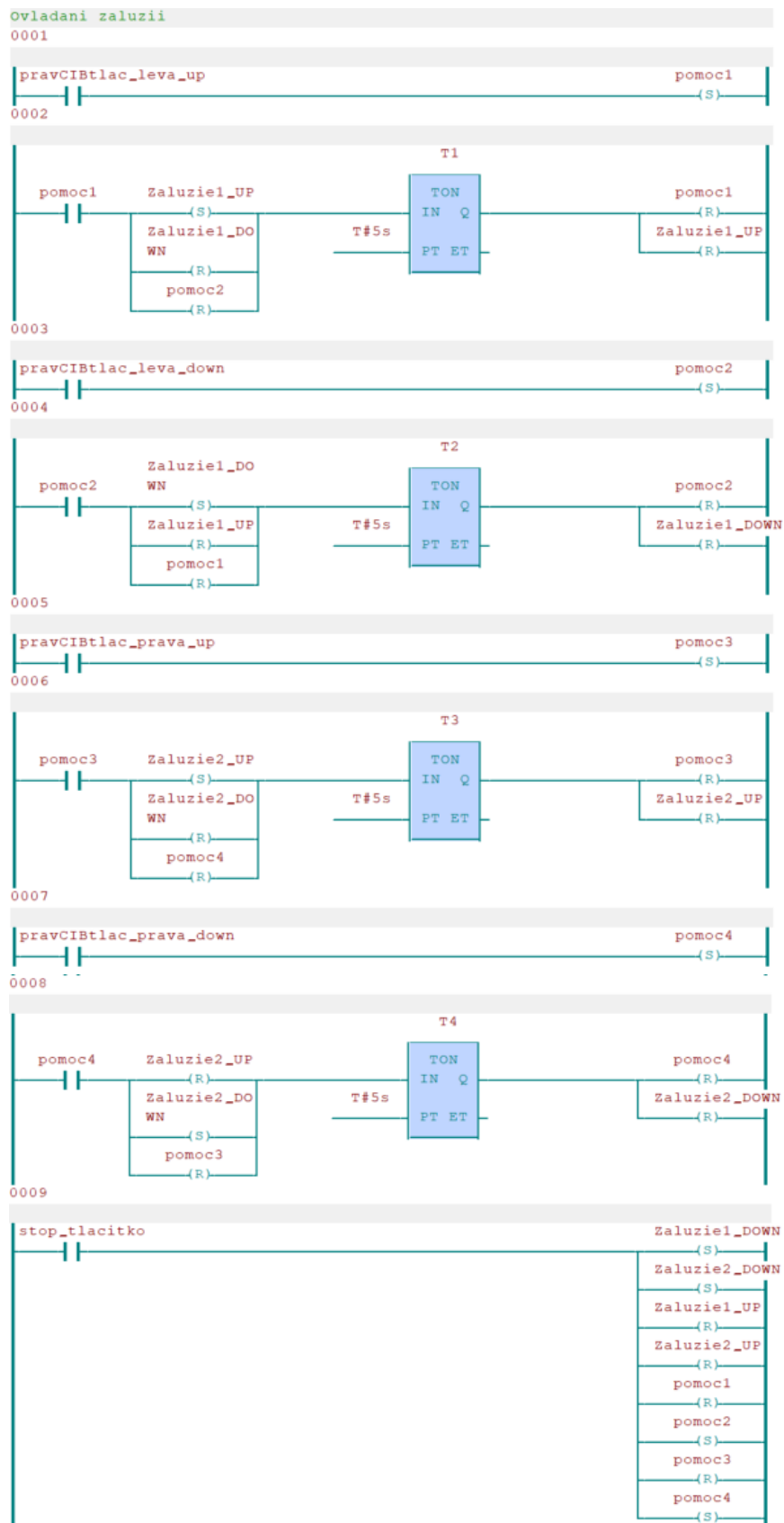


Příloha C - Vytvořené obvody v prostředí Mosaic

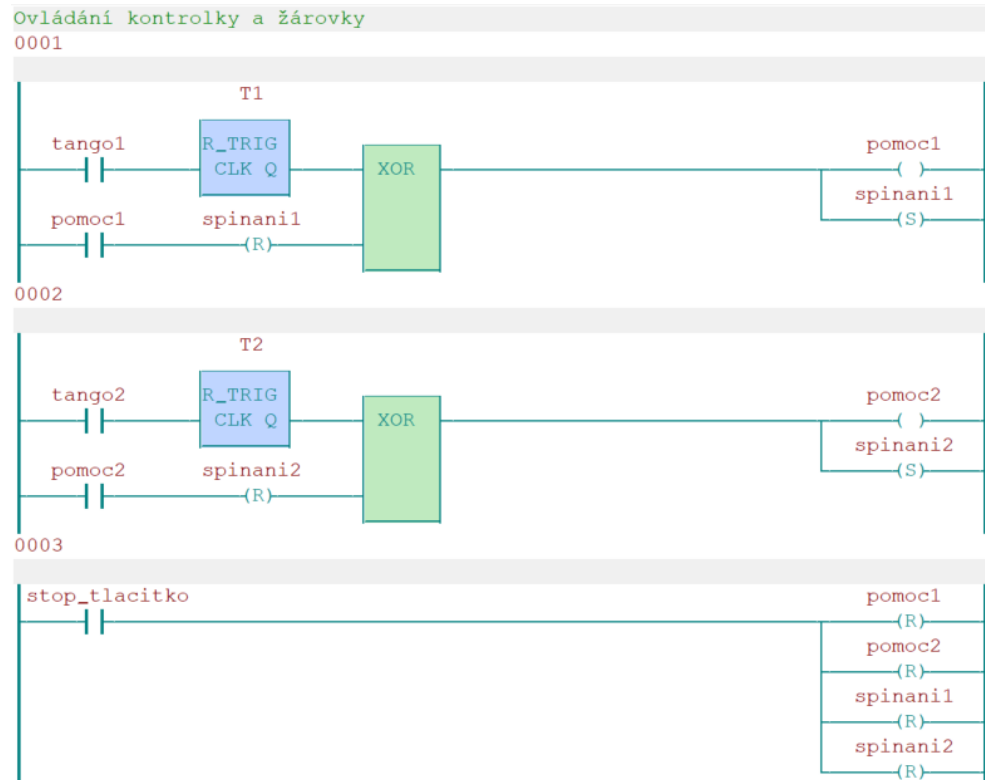
Vytvořený ovládací obvod programu „TopeniChlazení.LD“ v prostředí Mosaic:



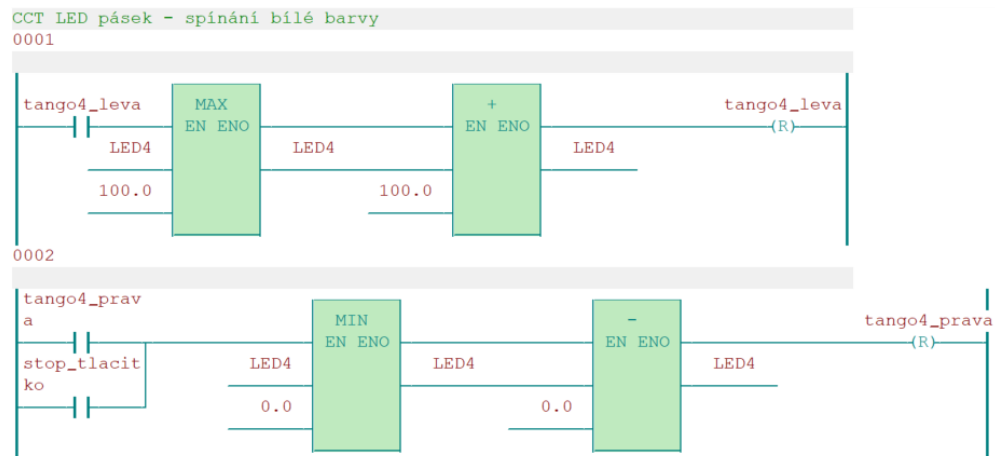
Vytvořený ovládací obvod programu „Zaluzie.LD“ v prostředí Mosaic:



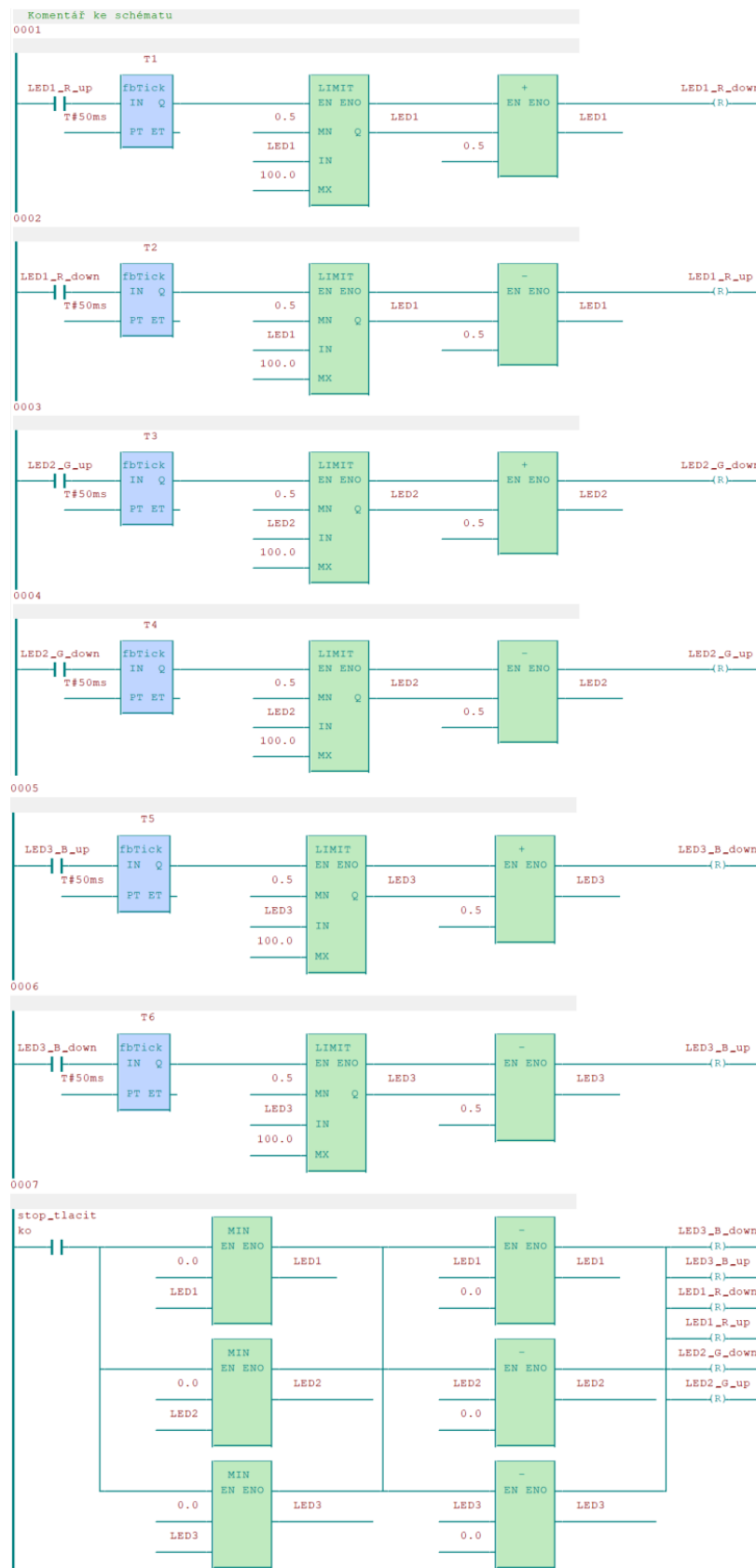
Vytvořený ovládací obvod programu „Spinani.LD“ v prostředí Mosaic:



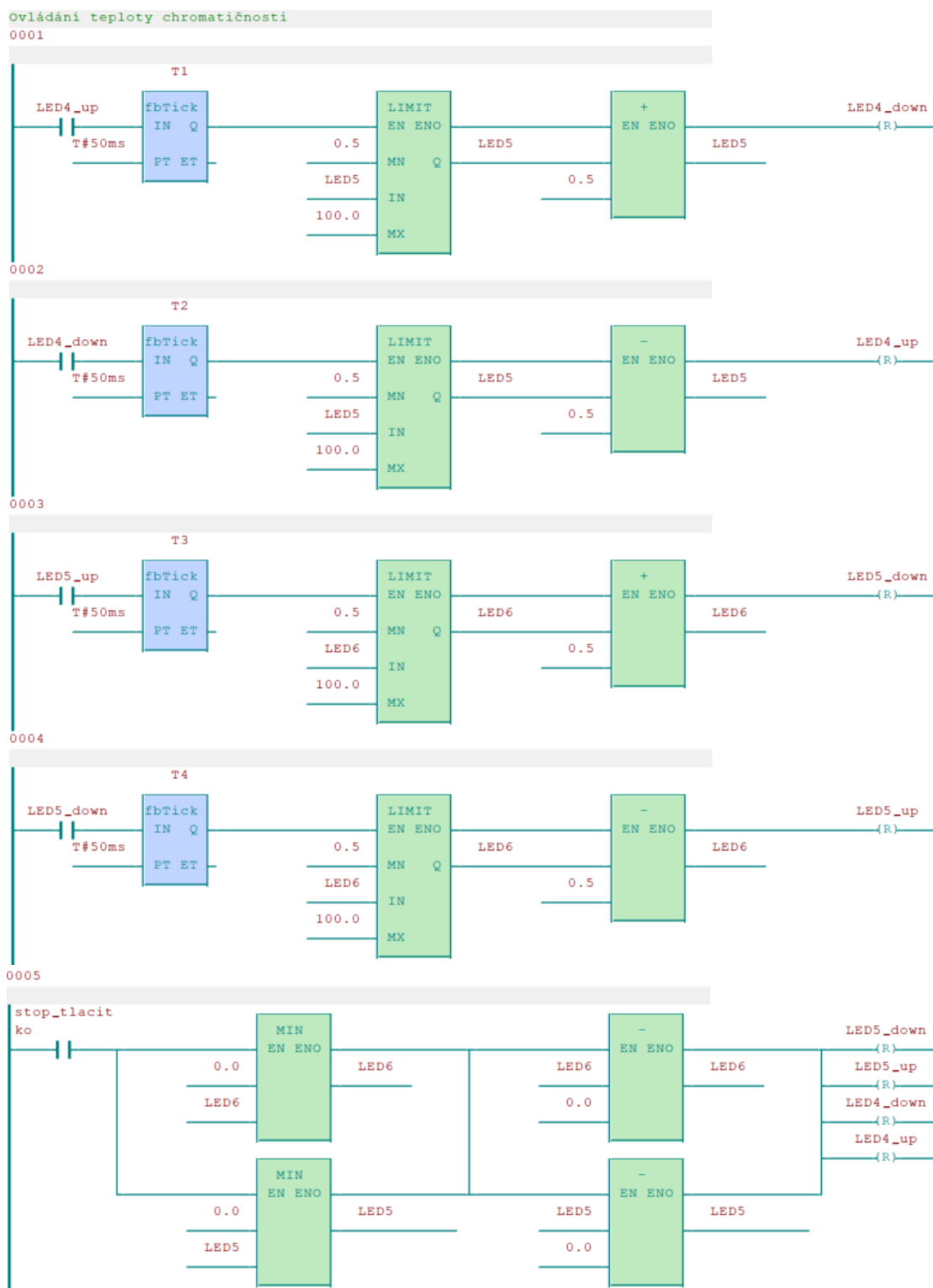
Vytvořený ovládací obvod programu „LEDpas_spin.LD“ v prostředí Mosaic:



Vytvořený ovládací obvod programu „LEDpas_stmiv.LD“ v prostředí Mosaic:



Vytvořený ovládací obvod programu „LEDpas_tep_chrom.LD“ v prostředí Mosaic:



Příloha D - Návod pro laboratorní úlohu – kratší verze

SEZNAM OBRÁZKŮ PRO PŘÍLOHU D

Obrázek 1.1 Schéma zapojení laboratorní úlohy	67
Obrázek 1.2 Popis prostředí Mosaic	68
Obrázek 1.3 Výběr proměnné	70
Obrázek 1.4 Vložená proměnná	70
Obrázek 1.5 Vložená proměnná	70
Obrázek 1.6 Nastavení časovače „T1“	71
Obrázek 1.7 Obvod pro žaluzie do vrchní polohy	71
Obrázek 1.8 Obvod pro žaluzie do spodní polohy	72
Obrázek 1.9 Obvod pro ovládání žárovky – vložení „XOR“	73
Obrázek 1.10 Obvod pro ovládání žárovky - neúplné	73
Obrázek 1.11 Obvod pro ovládání žárovky – úplné	73
Obrázek 1.12 Funkce pro ovládání topení	74

SEZNAM TABULEK PRO PŘÍLOHU D

1.1	Tabulka použitých funkcí laboratorní úlohy	66
1.2	Tabulka použitých funkcí laboratorní úlohy	68
1.3	Tabulka vstupů a výstupů pro žaluzie č.1	69
1.4	Tabulka vstupů a výstupů pro žaluzie č.2	72
1.5	Tabulka vstupů a výstupů pro ovládání žárovky	72
1.6	Tabulka vstupů a výstupů pro ovládání topení a klimatizaci	74

1. LABORATORNÍ ÚLOHA Č.2: ZÁKLADNÍ OVLÁDÁNÍ SYSTÉMU FOXTROT

1.1 Zadání

Zapojíme přípravky na laboratorním panelu podle schématu (uvedené na obrázku 1.1). Ve vývojovém prostředí Mosaic naprogramujeme jednoduché funkce systému Teco Foxtrot. Jednotlivé programy budeme programovat v programovém jazyku – LD (příčkový diagram).

Pomocí tlačítka řady Tango budeme řídit ovládání žárovky. Při prvním stisknutí se žárovka rozsvítí a při opětovném zmáčknutí žárovka zhasne.

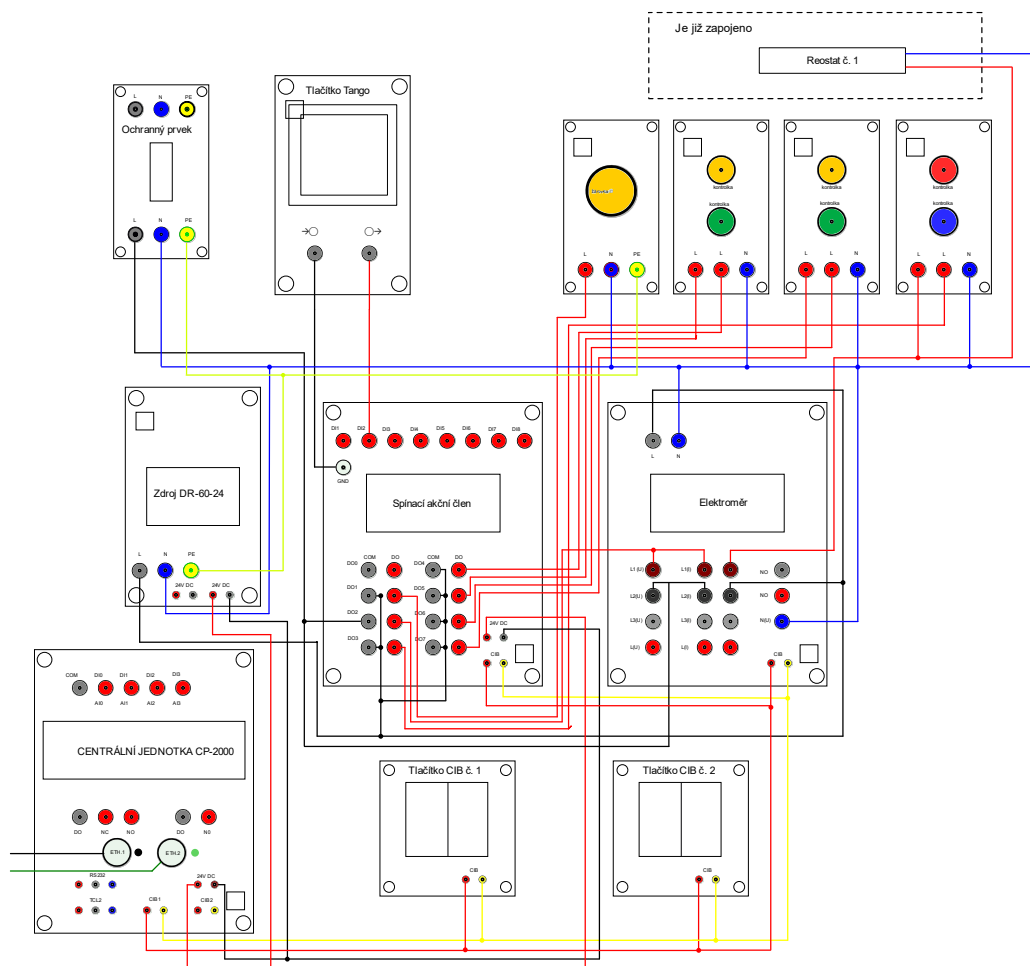
Prvním CIB tlačítkem budeme ovládat topení a klimatizaci (budou simulovat dvě kontrolky – červená pro topení a modrá pro klimatizaci). Při stisknutí levé horní klapky se nám zapne topení a opětovným stisknutím se topení vypne. Klimatizaci budeme ovládat levou spodní klapkou. Při opětovném stisknutí se klimatizace vypne. Do programu musíme zavést podmínku, aby nešlo zapnout topení a klimatizace současně.

Druhým tlačítkem komunikujícím přes CIB sběrnici budeme ovládat dvoje žaluzie (levou stranou první žaluzie a pravou stranou druhé žaluzie). Při stisknutí horní klapky vyjede žaluzie do horní polohy a při stisku spodní klapky tlačítka sjede žaluzie do spodní polohy. Dorazy čidel budeme simulovat pomocí časovače nastaveným na 5 s.

V následující tabulce 1.1 jsou shrnuty všechny použité funkce a k nim přiřazené jednotlivé vstupy a výstupy.

Tabulka 1.1 Tabulka použitých funkcí laboratorní úlohy

Ovládání pomocí hardwarové části			
Název tlačítka	Pól/strana tlačítka	Funkce	Poznámka
Tango č. 2	-	Ovládání žárovky	Slouží pro zapnutí i vypnutí
Tlačítko CIB č.1	Levá horní klapka	Ovládání topení	Slouží pro zapnutí i vypnutí topení
	Levá spodní klapka	Ovládání klimatizace	Slouží pro zapnutí i vypnutí klimatizace
Tlačítko CIB č.2	Levá horní klapka	Ovládání žaluzie č. 1	Při stisku vyjedou žaluzie č.1 do horní polohy
	Levá spodní klapka	Ovládání žaluzie č. 1	Při stisku sjedou žaluzie č.1 do spodní polohy
	Pravá horní klapka	Ovládání žaluzie č. 2	Při stisku vyjedou žaluzie č.2 do horní polohy
	Pravá spodní klapka	Ovládání žaluzie č. 2	Při stisku sjedou žaluzie č.2 do spodní polohy
Ostatní funkce			
Zobrazení na integrovaném displeji – čas, datum, aktuální výkon žárovky a ostatních přístrojů			



Obrázek 1.1 Schéma zapojení laboratorní úlohy

1.2 Teoretický úvod

Systém Tecomat Foxtrot

Tecomat Foxtrot se řadí mezi řídicí a regulační systémy, které je možné aplikovat na DIN lišty do rozvaděčů a rozvodnic. Produkt Tecomat Foxtrot je tedy kompaktně modulární a díky své výkonné procesorové jednotce může komunikovat se světem. Promyšlený systém vstupních a výstupních periférií může být označen jako řídicí systém “nové generace”, který lze použít pro různá odvětví průmyslu (např.: galvanizační linky, chemické linky, řízení budov, ovládání vzduchotechniky, kotlů, klimatizace, vizualizace, bazénové technologie, inteligentní budovy atd.). [2]

Vývojové prostředí Mosaic

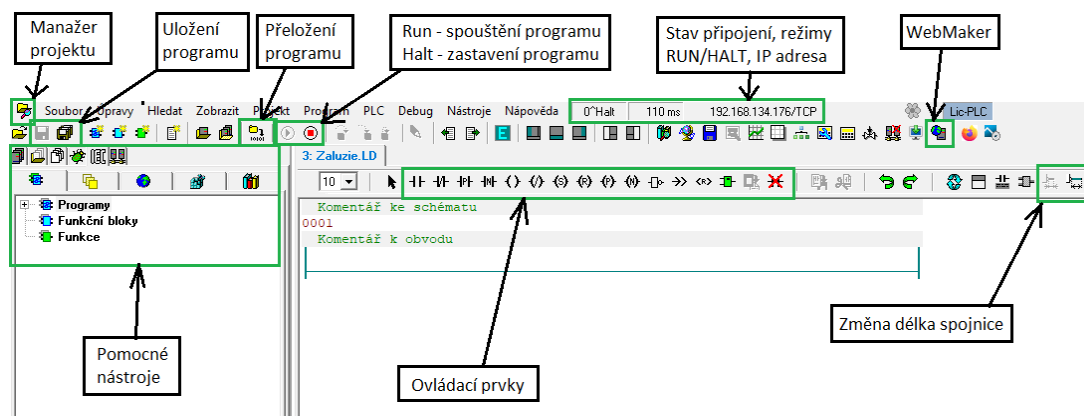
Vývojové prostředí Mosaic slouží k programování logických systémů Tecomat od společnosti Teco a. s. Jedná se tedy o komunikaci se základní jednotkou a programátorem, který nastaví systém podle potřeb uživatele.

U nové generace systému se programuje podle normy IEC EN 61131-3 v grafických jazycích LD a FBD a v textových jazycích IL a ST.

Programování podle výše uvedené normy se skládá z elementů (POU – programové organizační jednotky), které jsou funkční bloky, funkce. Dalším způsobem je grafické



programování, které je jednoduché. Pro výběr kontaktů nebo funkčních bloků se používá nástrojová lišta, která se nachází na ploše v programu Mosaic. Ve vytvořeném projektu lze psát každý program v jiném programovacím jazyce. [15]

Na obrázku 1.2 je popis hlavních nástrojů prostředí Mosaic.








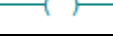

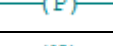
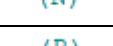
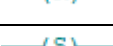
Obrázek 1.2 Popis prostředí Mosaic

Programovací jazyk LD

Příčkový diagram je tvořen počáteční a koncovou sběrnici, mezi kterými se vkládají ovládací funkce. Přidání nového prvku do obvodu je nejprve potřeba vybrat ovládací prvek a poté vybrat místo vložení. Připojení prvku do série se provede kliknutím na značku . Připojení prvku k jinému prvku paralelně se klikne na značku . LD editor používá mnoho ovládacích prvků. V tabulce 1.2 jsou graficky uvedeny všechny typy prvků a jejich popis funkce, které nabízí nabídka v prostředí Mosaic.

V úloze budeme používat jen prvky „Kontakt“, „Výstup“, „Reset“ a „Set“.

Tabulka 1.2 Tabulka použitých funkcí laboratorní úlohy

Ovládací prvek	Popis funkce
	Kontakt (sériový/paralelní)
	Negovaný kontakt (sériový/paralelní)
	Kontakt hranově pozitivní (sériový/paralelní)
	Kontakt hranově negativní (sériový/paralelní)
	Výstup (uložení proměnné)
	Negovaný výstup
	Hranově pozitivní výstup
	Hranově negativní výstup
	Reset (rozepnutí kontaktů)
	Set (sepnutí kontaktů)

1.3 Postup řešení

Přípravky propojíme mezi sebou podle uvedeného schématu (obrázek 1.1). Nejprve zapojíme slaboproudou část obvodu (CIB sběrnici a napájení 24 VDC). Dále spojíme silové svorky podle uvedeného schématu. Červený vodič používáme pro spínanou fázi, černý vodič pro trvalou fázi, modrý vodič pro nulový vodič a zelenožlutý vodič pro ochranné spojení. Datový kabel pro „Ethernet 1“ je barevně odlišen a na centrální jednotce je vstup barevně označen.

Zapojení si necháme zkontrolovat vyučujícím.

a) Ovládání žaluzií

Pomocí pravého CIB tlačítka budeme ovládat pohyb žaluzií. Levou stranou budeme ovládat jedny žaluzie a pravou stranu CIB tlačítka budeme ovládat druhé žaluzie. Stisknutí horní klapky tlačítka se žaluzie vyjede do horní polohy. Při stisknutí spodní klapky žaluzie sjede do dolní polohy. Doraz žaluzie budeme simulovat časovačem s hodnotou 5 s. Aby žaluzie nejely do horní a dolní polohy současně, je v obvodu zahrnuta podmínka.

V tabulce 1.3 jsou uvedeny názvy vstupních a výstupních proměnných pro žaluzie.




Tabulka 1.3 Tabulka vstupů a výstupů pro žaluzie č.1

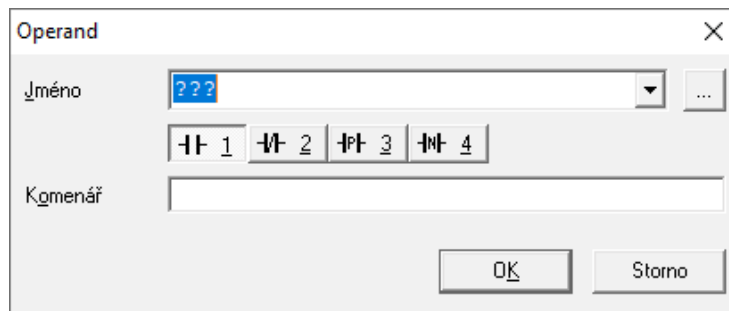
Vstup:		Výstup		Funkce:
pravCIBtlac_leva_up	UP1	DO6	Zaluzie1_UP	Žaluzie sjedou nahoru (čas 5 s).
pravCIBtlac_leva_down	DOWN1	DO5	Zaluzie1_DOWN	Žaluzie sjedou dolů (čas 5 s).

Po otevření programového prostředí Mosaic se zobrazí informační okno, které potvrdíme tlačítkem „OK“. Otevře se okno „Otevřít – Projekt/Skupinu projektů“, kde vybereme ve sloupečku „Skupina“ projekt s názvem „Podklad_lab_úloha_CP-2000-1“, nebo projekt s názvem „Podklad_lab_úloha_CP-2000-2“ (sdělí vyučující).

V levé horní části prostředí klikneme na „Soubor“, kde vybereme „Nový“, a poté „Program – nová POU“. Zobrazí se okno „deklarace programové organizační jednotky“, kde napíšeme jméno programu „Zaluzie“ a zatrhneme „LD“. Potvrzením tlačítka „OK“ se zobrazí okno „Definice instance programu“, kde vložíme název „ZaluzieProg“ a potvrdíme stisknutím „OK“.

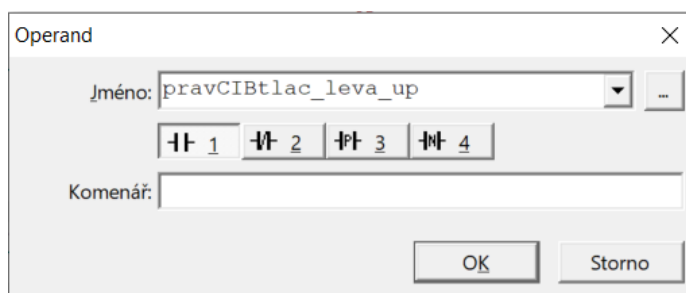
Nyní máme založený nový program a můžeme začít psát samotný program. Program musí být v režimu HALT.

Vybereme spínací kontakt  a vložíme jej na první řádek kliknutím na červenou značku . Zobrazí se okno „Operand“ (obrázek 1.3), kde klikneme na ikonku  a v záložce „I/O“ zvolíme záložku „VAR_GLOBAL_INPUT“. Poté najdeme vstupní proměnnou „pravCIBtlac_leva_up“ a potvrdíme stisknutím na „OK“. Proměnnou můžeme napsat také ručně, ale musíme si dát pozor na správný zápis proměnné.




Obrázek 1.3 Výběr proměnné

Nyní máme vloženou proměnnou (obrázek 1.4) a potvrdíme stisknutím „OK“.



Obrázek 1.4 Vložená proměnná


Poté vložíme na konec řádku značku „Set“ , kterou pojmenujeme „pomoc1“ a potvrdíme tlačítkem „OK“. Zobrazí se okno „Definice proměnné“, které potvrdíme tlačítkem „OK“.

První řádek programu „Zaluzie“ je zobrazen na obrázku 1.5.

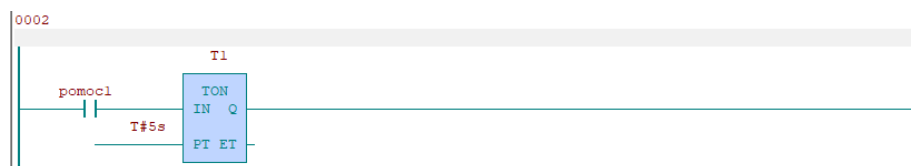


Obrázek 1.5 Vložená proměnná

Nyní klikneme pravým tlačítkem myši na první řádek a vybereme možnost „Vytvořit obvod za“.

Na druhý řádek vložíme spínací kontakt a přiřadíme proměnnou „pomoc1“. Za spínací kontakt vložíme časovač TON. Kliknutím na ikonku  vybereme ze „skupiny POU“ záložku „Čítače/časovače“ a v ní klikneme na „TON“. Zobrazí okno „Definice proměnné“, kde napíšeme název časovače „T1“ a potvrdíme tlačítkem „OK“.

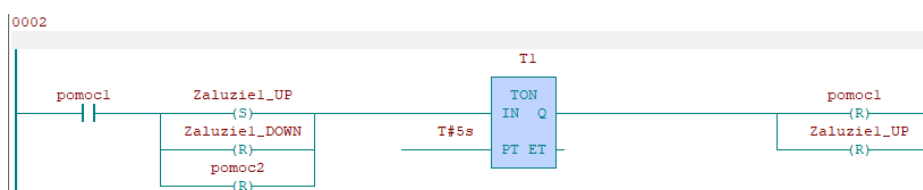
Nyní nastavíme časovač na 5 s. Čas zvolíme dvojklikem na vstup „PT“, kde napíšeme „T#5s“ a potvrdíme tlačítkem „OK“. Nyní máme nastavený časovač se vstupním kontaktem (obrázek 1.6).



Obrázek 1.6 Nastavení časovače „T1“

Dále mezi vstupní kontakt a časovač vložíme tři paralelní větve. Pro větev „Set“ je název proměnné „Zaluziel_UP“, pro větev „Reset“ je název proměnné „Zaluziel_DOWN“ a pro třetí větev „Reset“ je název „pomoc2“.

Za časovač „T1“ vložíme značku „Reset“ s názvem proměnné „pomoc1“ a k ní paralelně připojenou značku „Reset“ s názvem proměnné „Zaluziel_UP“. Naprogramovaný řádek vidíme na obrázku 1.7.



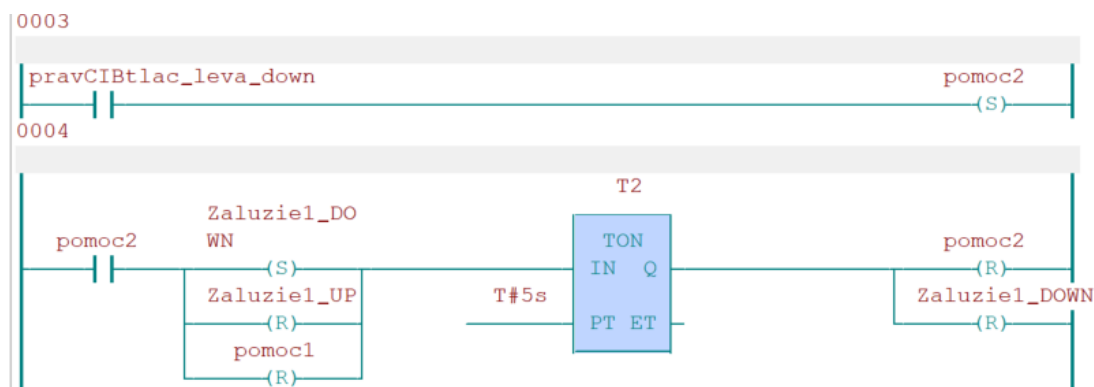
Obrázek 1.7 Obvod pro žaluzie do vrchní polohy

Nyní máme naprogramovaný obvod pro výjezd žaluzie. V další části naprogramujeme program pro sjezd žaluzie.

Vytvoříme další obvod pomocí „Vytvořit obvod za“ a vložíme zde spínací kontakt s proměnnou „pravCIBtlac_leva_down“. Do série vložíme značku „Set“ s názvem proměnné „pomoc2“.

Dále vytvoříme další obvod, který bude podobný jako na obrázku 1.7.

Na začátek obvodu vložíme spínací kontakt s proměnnou „pomoc2“ a za ním časovač TON s názvem „T2“. Opět nastavíme časování na 5 s (příkazem „T#5s“). Mezi časovačem „T2“ a spínacím kontaktem vložíme tři paralelní větve. První větev „Set“ s proměnnou „Zaluziel_DOWN“, druhá větev „Reset“ s proměnnou „Zaluziel_UP“ a třetí větev typu „Set“ s proměnnou „pomoc1“. Za časovač „T2“ vložíme dvě větve „Reset“ s proměnnými „pomoc2“ a „Zaluziel_Down“. Celý obvod pro ovládání žaluzie do spodní pozice je zobrazen na obrázku 1.8.





Obrázek 1.8 Obvod pro žaluzie do spodní polohy

Obvod pro ovládání druhých žaluzií si studenti vytvoří sami stejným postupem jak pro první žaluzie. V tabulce 1.4 jsou uvedené názvy vstupních a výstupních proměnných.

Tabulka 1.4 Tabulka vstupů a výstupů pro žaluzie č.2

Vstup:		Výstup		Funkce:
pravCIBtlac_prava_up	UP2	DO8	Zaluzie2_UP	Žaluzie vyjedou nahoru (čas 5 s).
pravCIBtlac_leva_down	DOWN2	DO7	Zaluzie2_DOWN	Žaluzie sjedou nahoru (čas 5 s).

Nyní celý obvod zkontrolujeme stisknutím na tlačítko  „Přeložit vše“. Zobrazené okno potvrdíme kliknutím na „OK“. Poté pomocí ikony  uvedeme program do stavu „RUN“ a pomocí CIB tlačítek (viz tabulka 1.4 a 1.3) celý program odzkoušíme.

b) Ovládání žárovky


Pomocí tlačítka „tango2“ budeme ovládat (funkci zapínání a vypínání) žárovky. Při stisknutí tlačítka se výstupní prvek rozsvítí a při opětovném stisknutí prvek zhasne.

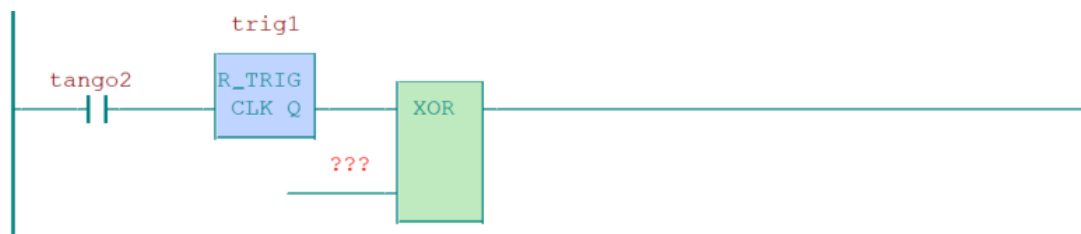
Založíme nový program, otevřeme „Soubor“ → „Nový“ → „Program“ → „Nová POU“. Program pojmenujeme „Spinani“ a jméno instance programu „SpinaniProg“.

Vstupy a výstupy pro ovládání žárovky jsou v následující tabulce 1.5.

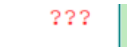
Tabulka 1.5 Tabulka vstupů a výstupů pro ovládání žárovky

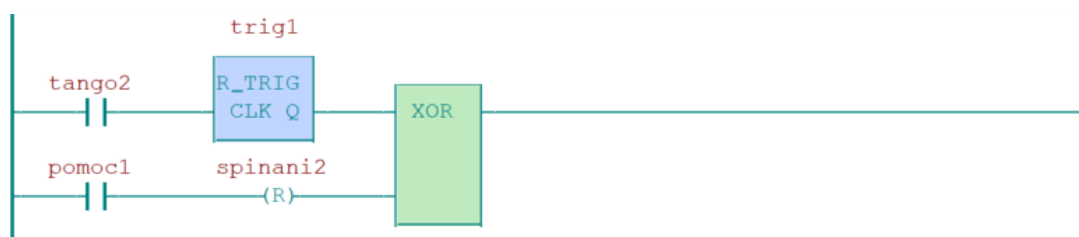
Vstup:		Výstup		Funkce:
tango2	DI2	DO2	spinani2	Ovládání žárovky

Nejprve vložíme vstupní kontakt s proměnnou „tango2“. Za vstupním kontaktem vložíme blok pro vytvoření nástupní hrany. Klikneme tedy na , kde vybereme ze skupiny POU „Čítače/časovače“ a zvolíme „R_Trig“. Kliknutím na tlačítko „OK“ se zobrazí okno „Definice proměnné“, kde napíšeme název „trig1“. Za boxem „trig1“ vložíme logickou funkci „XOR“, kterou najdeme ve skupině „Logické“. Máme obvod na obrázku 1.9.



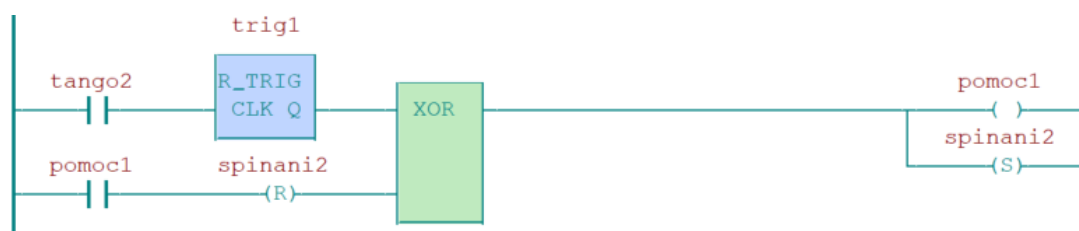
Obrázek 1.9 Obvod pro ovládání žárovky – vložení „XOR“

Na vstup funkce „XOR“ vložíme spínací kontakt kliknutím na . Název proměnné bude „pomoc1“. Mezi „pomoc1“ a „XOR“ vložíme větev „Reset“ s názvem proměnné „spinani2“. Máme tedy obvod na obrázku 1.10.



Obrázek 1.10 Obvod pro ovládání žárovky - neúplné

Na výstup „XOR“ vložíme paralelní větve. Jednu větev s proměnnou „pomoc1“ a druhou „Set“ s proměnnou „spinani2“. Celý obvod je vidět na obrázku 1.11.



Obrázek 1.11 Obvod pro ovládání žárovky – úplné

Následně odzkoušíme funkci žárovky obdobným způsobem provedeme kontrolu programu jako při kontrole programu „Zaluzie“.

c) Ovládání topení a klimatizace

Princip ovládání topení a klimatizace je stejný jako u spínání. Jedním tlačítkem lze zapínat i vypínat topení. Rovněž u ovládání klimatizace, kde se také ovládá jedním tlačítkem zapínání i vypínání klimatizace.

Aby nedošlo k současnému chodu topení a klimatizace, je proto v obvodu zahrnuta podmínka.

K ovládání topení a klimatizace použijeme levé tlačítko. Horní klapka je určena pro topení a spodní klapka pro klimatizaci.

V uvedené tabulce 1.6 jsou uvedeny vstupní a výstupní proměnné pro ovládání topení a klimatizaci.

Tabulka 1.6 Tabulka vstupů a výstupů pro ovládání topení a klimatizaci

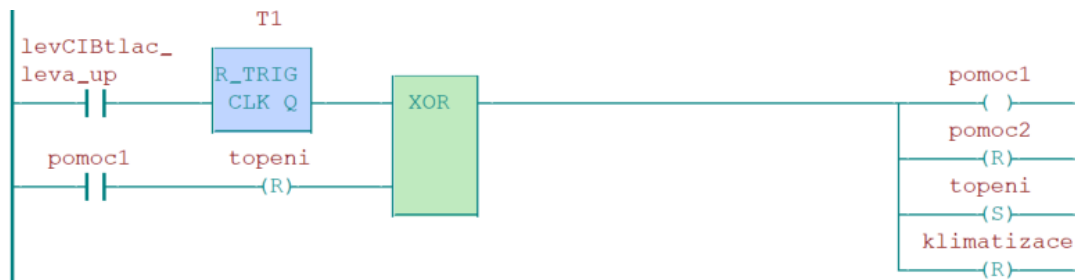
Vstup:		Výstup		Funkce:
levCIBtlac_leva_up	UP1	DO3	topeni	Ovládání topení
levCIBtlac_leva_down	DOWN1	DO4	klimatizace	Ovládání klimatizace

Založíme nový projekt „TopeniChlazení“ s názvem instance programu „TopeniChlazenProg“.

Nejprve vložíme spínací kontakt „levCIBtlac_leva_up“, za něj „R_Trig“ s názvem bloku „T1“. Za „T1“ vložíme do série matematickou funkci „XOR“. Na vstup funkce „XOR“ vložíme spínací kontakt „pomoc1“ a značku „Reset“ s proměnnou „topeni“. Na výstup funkce „XOR“ vložíme čtyři paralelní větve. První větev s proměnnou „pomoc1“, větev „Reset“ s proměnnou „pomoc2“, větev „Set“ s proměnnou „topeni“ a větev „Reset“ s proměnnou „klimatizace“ (podmínka, která nedovolí současně zapnout topení a klimatizaci).

Celý obvod pro ovládání topení je uveden na obrázku 1.12.

Obvod pro ovládání klimatizace si studenti naprogramují sami (obvod pro ovládání klimatizace je podobný jako pro topení).



Obrázek 1.12 Funkce pro ovládání topení

Následně odzkoušíme všechny naprogramované funkce.

Příloha E - Návod pro laboratorní úlohu – delší verze

SEZNAM OBRÁZKŮ PRO PŘÍLOHU E

Obrázek 1.1 Schéma zapojení laboratorní úlohy	78
Obrázek 1.2 Popis prostředí Mosaic	80
Obrázek 1.3 Výběr proměnné	82
Obrázek 1.4 Vložená proměnná	82
Obrázek 1.5 Vložená proměnná	83
Obrázek 1.6 Nastavení časovače „T1“	83
Obrázek 1.7 Obvod pro žaluzie do vrchní polohy	83
Obrázek 1.8 Obvod pro žaluzie do spodní polohy	84
Obrázek 1.9 Obvod pro žaluzie do spodní polohy	85
Obrázek 1.10 Obvod pro ovládání kontrolky – vložení „XOR“	85
Obrázek 1.11 Obvod pro ovládání kontrolky - neúplné	86
Obrázek 1.12 Obvod pro ovládání kontrolky	86
Obrázek 1.13 Funkce „STOP“ – žárovka a kontrolka	86
Obrázek 1.14 Funkce pro ovládání topení	87
Obrázek 1.15 Výběr „Kontext proměnné“	88
Obrázek 1.16 Vložení periodického časovače	89
Obrázek 1.17 Výběr vstupu „EN“ a „ENO“	89
Obrázek 1.18 Nastavení funkce „LIMIT“	89
Obrázek 1.19 Obvod pro zvýšení intenzity osvětlení – červená barva	90
Obrázek 1.20 Obvod pro snížení intenzity osvětlení – červená barva	90
Obrázek 1.21 Funkce „STOP“ – Vypnutí RGB LED pásku	91
Obrázek 1.22 Obvod pro zvýšení intenzity osvětlení – studená bílá barva	91
Obrázek 1.23 Obvod pro snížení intenzity osvětlení – studená bílá barva	92
Obrázek 1.24 Funkce „STOP“ – Vypnutí CCT LED pásku	92
Obrázek 1.25 Ovládání LED pásků přes WebMaker – přiřazení proměnných	93
Obrázek 1.26 Ovládání LED pásků přes WebMaker – přiřazení proměnných	93
Obrázek 1.27 Nastavení přístupu	94

SEZNAM TABULEK PRO PŘÍLOHU E

1.1	Tabulka použitých funkcí laboratorní úlohy	79
1.2	Tabulka použitých funkcí laboratorní úlohy	81
1.3	Tabulka vstupů a výstupů pro žaluzie č.1	81
1.4	Tabulka vstupů a výstupů pro žaluzie č.2	84
1.5	Tabulka vstupů a výstupů pro ovládání kontrolky a žárovky	85
1.6	Tabulka vstupů a výstupů pro ovládání topení a klimatizaci	87
1.7	Tabulka vstupů a výstupů pro ovládání RGB a CCT LED pásy	88

1. LABORATORNÍ ÚLOHA Č.2: ROZŠÍŘENÉ OVLÁDÁNÍ SYSTÉMU FOXTROT

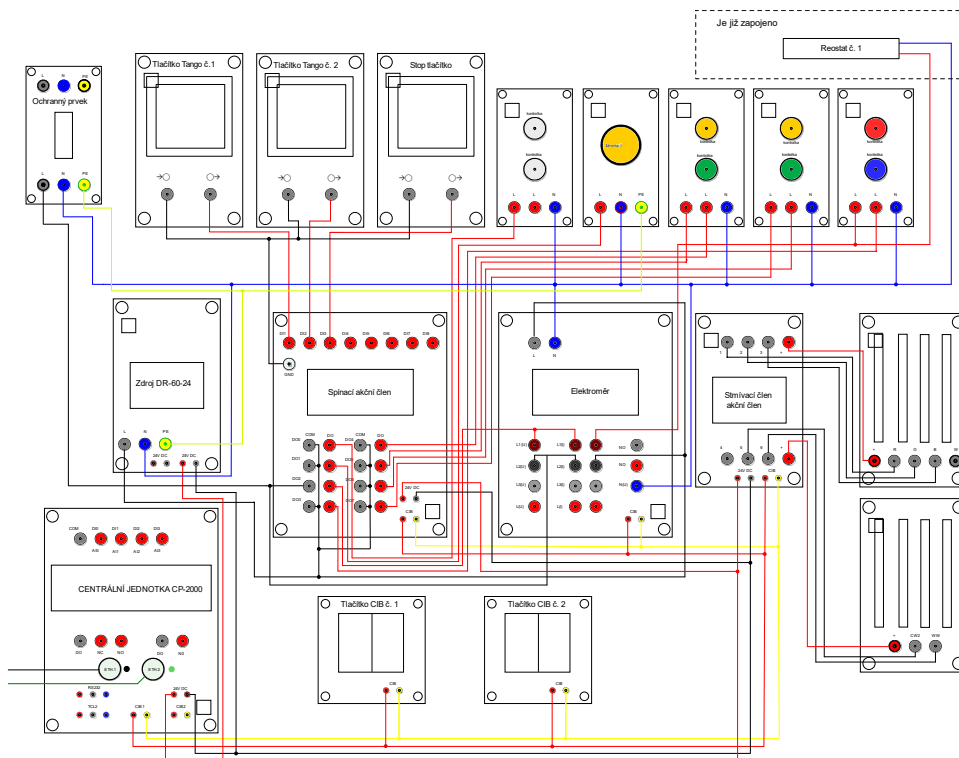
1.1 Zadání

Zapojíme přípravky na laboratorním panelu podle schématu (uvedené na obrázku 1.1). Ve vývojovém prostředí Mosaic naprogramujeme jednoduché funkce systému Teco Foxtrot. Jednotlivé programy budeme programovat v programovém jazyku – LD (příčkový diagram).

Pomocí tlačítka řady Tango budeme řídit ovládání žárovky. Při prvním stisknutí se žárovka rozsvítí a při opětovném zmáčknutí žárovka zhasne.

Prvním CIB tlačítkem budeme ovládat topení a klimatizaci (budou simulovat dvě kontrolky – červená pro topení a modrá pro klimatizaci). Při stisknutí levé horní klapky se nám zapne topení a opětovným stisknutím se topení vypne. Klimatizaci budeme ovládat levou spodní klapkou. Při opětovném stisknutí se klimatizace vypne. Do programu musíme zavést podmínku, aby nešlo zapnout topení a klimatizace současně.

Druhým tlačítkem komunikující přes CIB sběrnici budeme ovládat dvoje žaluzie (levou stranou první žaluzie a pravou stranou druhé žaluzie). Při stisknutí horní klapky vyjede žaluzie do horní polohy a při stisku spodní klapky tlačítka sjede žaluzie do spodní polohy. Dorazy čidel budeme simulovat pomocí časovače nastaveným na 5 s.



Obrázek 1.1 Schéma zapojení laboratorní úlohy

V následující tabulce 1.1 jsou shrnuty všechny použité funkce a k nim přiřazené jednotlivé vstupy a výstupy.

Tabulka 1.1 Tabulka použitých funkcí laboratorní úlohy

Ovládání pomocí hardwarové části			
Název tlačítka	Pól/strana tlačítka	Funkce	Poznámka
Tango č. 1	-	Ovládání světelné kontrolky	Slouží pro zapnutí i vypnutí
Tango č. 2	-	Ovládání žárovky	Slouží pro zapnutí i vypnutí
Tango č. 3	-	„Stop“ tlačítko	Vypne všechny výstupy + žaluzie sjedou do spodní polohy
Tlačítko CIB č.1	Levá horní klapka	Ovládání topení	Slouží pro zapnutí i vypnutí topení
	Levá spodní klapka	Ovládání chlazení	Slouží pro zapnutí i vypnutí topení
Tlačítko CIB č.2	Levá horní klapka	Ovládání žaluzií č. 1	Při stisku vyjedou žaluzie č.1 do horní polohy
	Levá spodní klapka	Ovládání žaluzií č. 1	Při stisku sjedou žaluzie č.1 do spodní polohy
	Pravá horní klapka	Ovládání žaluzií č. 2	Při stisku vyjedou žaluzie č.2 do horní polohy
	Pravá spodní klapka	Ovládání žaluzií č. 2	Při stisku sjedou žaluzie č.2 do spodní polohy
Ovládání pomocí prostředí Mosaic – WebMaker			
Ovládání jasu červené barvy z RGBW pásku			
Ovládání jasu zelené barvy z RGBW pásku			
Ovládání jasu modré barvy z RGBW pásku			
„Stop“ tlačítko			
Ostatní funkce			
Zobrazení na integrovaném displeji – čas, datum, aktuální výkon žárovky a ostatních přístrojů			

1.2 Teoretický úvod

Systém Tecomat Foxtrot

Tecomat Foxtrot se řadí mezi řídicí a regulační systémy, které je možné aplikovat na DIN lišty do rozvaděčů a rozvodnic. Produkt Tecomat Foxtrot je tedy kompaktně modulární a díky své výkonné procesorové jednotce může komunikovat se světem. Promyšlený systém vstupních a výstupních periférií může být označen jako řídicí systém “nové generace“, který lze použít pro různá odvětví průmyslu (např.: galvanizační linky, chemické linky, řízení budov, ovládání vzduchotechniky, kotlů, klimatizace, vizualizace, bazénové technologie, inteligentní budovy atd.). [2]

WebMaker

WebMaker je nástroj od společnosti Teco a.s., který slouží pro vytváření webových stránek produktům systémům Tecomat. Pomocí WebMakeru je možné využít nástroj pro vizualizaci v Mosaicu a ovládat systém na dálku přes zařízení připojené k internetu.

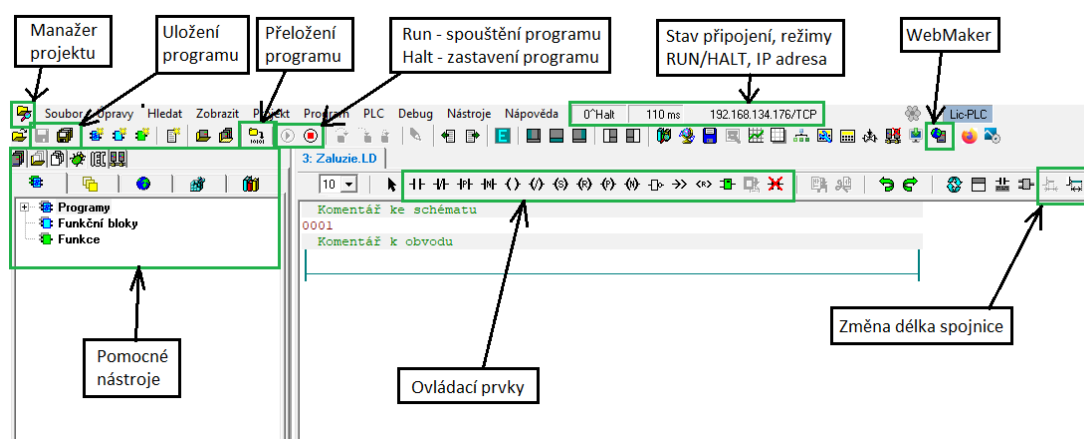
Vývojové prostředí Mosaic

Vývojové prostředí Mosaic slouží k programování logických systémů Tecomat od společnosti Teco a. s. Jedná se tedy o komunikaci se základní jednotkou a programátorem, který nastaví systém podle potřeb uživatele.

U nové generace systému se programuje podle normy IEC EN 61131-3 v grafických jazycích LD a FBD a v textových jazycích IL a ST.



Programování podle výše uvedené normy se skládá z elementů (POU – programové organizační jednotky), které jsou funkční bloky, funkce. Dalším způsobem je grafické programování, které je jednoduché. Pro výběr kontaktů nebo funkčních bloků se používá nástrojová lišta, která se nachází na ploše v programu Mosaic. Ve vytvořeném projektu lze psát každý program v jiném programovacím jazyce. [15]

Na obrázku 1.2 je popis hlavních nástrojů prostředí Mosaic.







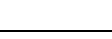
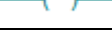
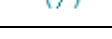
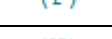
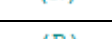
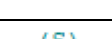
Obrázek 1.2 Popis prostředí Mosaic

Programovací jazyk LD

Příčkový diagram je tvořen počáteční a koncovou sběrnici, mezi kterými se vkládají ovládací funkce. Přidání nového prvku do obvodu je nejprve potřeba vybrat ovládací prvek a poté vybrat místo vložení. Připojení prvku do série se uskuteční kliknutím na značku . Připojení prvku k jinému prvku paralelně se klikne na značku . LD editor používá mnoho ovládacích prvků. V tabulce 1.2 jsou graficky uvedené všechny typy prvků a jejich popis funkce, které nabízí nabídka v prostředí Mosaic.

V úloze budeme používat jen prvky „Kontakt“, „Výstup“, „Reset“ a „Set“.

Tabulka 1.2 Tabulka použitých funkcí laboratorní úlohy

Ovládací prvek	Popis funkce
	Kontakt (sériový/paralelní)
	Negovaný kontakt (sériový/paralelní)
	Kontakt hranově pozitivní (sériový/paralelní)
	Kontakt hranově negativní (sériový/paralelní)
	Výstup (uložení proměnné)
	Negovaný výstup
	Hranově pozitivní výstup
	Hranově negativní výstup
	Reset (rozeptnutí kontaktů)
	Set (sepnutí kontaktů)

1.3 Postup řešení

Přípravky propojíme mezi sebou podle uvedeného schématu na obrázku. Nejprve zapojíme slaboproudou část obvodu (CIB sběrnici a napájení 24 VDC). Dále spojíme silové svorky podle uvedeného schématu. Červený vodič používáme pro spínanou fázi, černý vodič pro trvalou fázi, modrý vodič pro nulový vodič a zelenožlutý vodič pro ochranné spojení. Datový kabel pro „Ethernet 1“ a „Ethernet 2“ jsou barevně odlišeny a na centrální jednotce jsou vstupy barevně označeny.

Zapojení si necháme zkontrolovat vyučujícím.

b) Ovládání žaluzií

Pomocí pravého CIB tlačítka budeme ovládat pohyb žaluzií. Levou stranou budeme ovládat jedny žaluzie a pravou stranu tlačítka budeme ovládat druhé žaluzie. Stisknutí horní klapky tlačítka se žaluzie vyjede do horní polohy. Při stisknutí spodní klapky žaluzie sjede do dolní polohy. Doraz žaluzie budeme simulovat časovačem s hodnotou 5 s. Aby žaluzie nejela do horní a dolní polohy současně, je v obvodu zahrnuta podmínka.

V tabulce 1.3 jsou uvedeny názvy vstupních a výstupních proměnných pro žaluzie.




Tabulka 1.3 Tabulka vstupů a výstupů pro žaluzie č.1

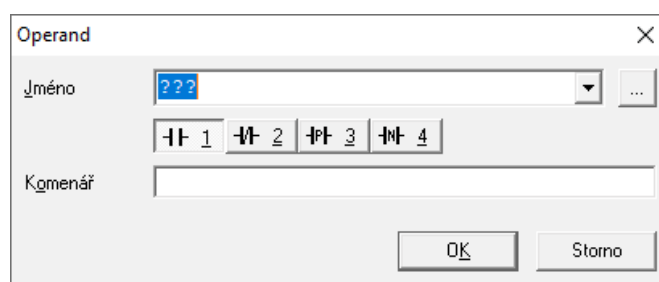
Vstup:		Výstup		Funkce:
pravCIBtlac_leva_up	UP1	DO6	Zaluzie1_UP	Žaluzie sjedou nahoru (čas 5 s).
pravCIBtlac_leva_down	DOWN1	DO5	Zaluzie1_DOWN	Žaluzie sjedou dolů (čas 5 s).
stop_tlacitko	DI3	-		Žaluzie sjedou dolů (čas 5 s).

Po otevření programového prostředí Mosaic se zobrazí informační okno, které potvrdíme tlačítkem „OK“. Otevře se okno „Otevřít – Projekt/Skupinu projektů“, kde vybereme ve sloupečku „Skupina“ projekt s názvem „Podklad_lab_úloha_CP-2000-1“, nebo projekt s názvem „Podklad_lab_úloha_CP-2000-2“ (sdělí vyučující).

V levé horní části prostředí klikneme na „Soubor“, kde vybereme „Nový“, a poté „Program – nová POU“. Zobrazí se okno „deklarace programové organizační jednotky“, kde napíšeme jméno programu „Zaluzie“ a zatrhneme „LD“. Potvrzením tlačítka „OK“ se zobrazí okno „Definice instance programu“, kde vložíme název „ZaluzieProg“ a potvrdíme stisknutím „OK“.

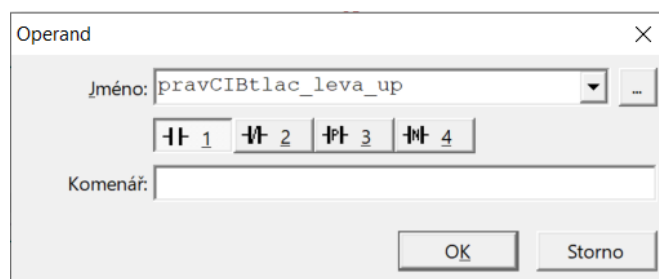
Nyní máme založený nový program a můžeme začít psát samotný program. Program musí být v režimu HALT.

Vybereme spínací kontakt  a vložíme jej na první řádek kliknutím na červenou značku . Zobrazí se okno „Operand“ (obrázek 1.3), kde klikneme na ikonku  a v záložce „I/O“ zvolíme záložku „VAR_GLOBAL_INPUT“. Poté najdeme vstupní proměnnou „pravCIBtlac_leva_up“ a potvrdíme stisknutím na „OK“. Proměnnou můžeme také napsat také ručně, ale musíme si dát pozor na správný zápis proměnné.




Obrázek 1.3 Výběr proměnné

Nyní máme vloženou proměnnou (obrázek 1.4) a potvrdíme stisknutím „OK“.



Obrázek 1.4 Vložená proměnná


Poté vložíme na konec řádku značku „Set“ , kterou pojmenujeme „pomoc1“ a potvrdíme tlačítkem „OK“. Zobrazí se okno „Definice proměnné“, které potvrdíme tlačítkem „OK“.

První řádek programu „Zaluzie“ je zobrazen na obrázku 1.5.

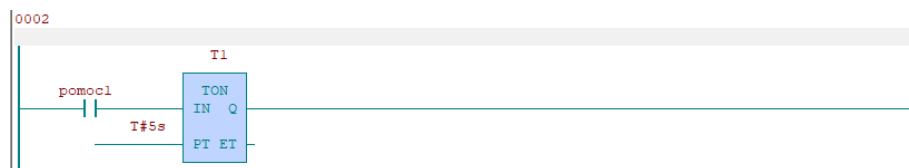


Obrázek 1.5 Vložená proměnná

Nyní klikneme pravým tlačítkem myši na první řádek a vybereme možnost „Vytvořit obvod za“.

Na druhý řádek vložíme spínací kontakt a přiřadíme proměnnou „pomoc1“. Za spínací kontakt vložíme časovač TON. Kliknutím na ikonku  vybereme ze „skupiny POU“ záložku „Čítače/časovače“ a v ní klikneme na „TON“. Zobrazí okno „Definice proměnné“, kde napíšeme název časovače „T1“ a potvrdíme tlačítkem „OK“.

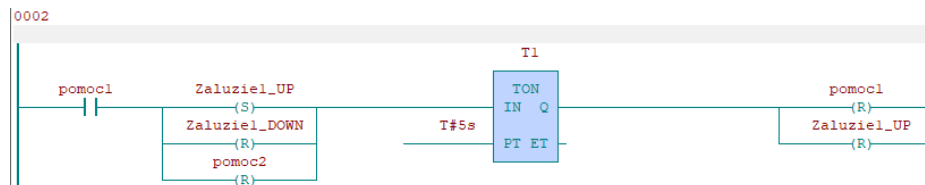
Nyní nastavíme časovač na 5 s. Čas zvolíme dvojklikem na vstup „PT“, kde napíšeme „T#5s“ a potvrdíme tlačítkem „OK“. Nyní máme nastavený časovač se vstupním kontaktem (obrázek 1.6).



Obrázek 1.6 Nastavení časovače „T1“

Dále mezi vstupní kontakt a časovač vložíme tři paralelní větve. Pro větev „Set“ je název proměnné „Zaluziel_UP“, pro větev „Reset“ je název proměnné „Zaluziel_DOWN“ a pro třetí větev „Reset“ je název „pomoc2“.

Za časovač „T1“ vložíme značky „Reset“ s názvem proměnné „pomoc1“ a k ní paralelně připojenou větev „Reset“ s názvem proměnné „Zaluziel_UP“. Naprogramovaný řádek vidíme na obrázku 1.7.



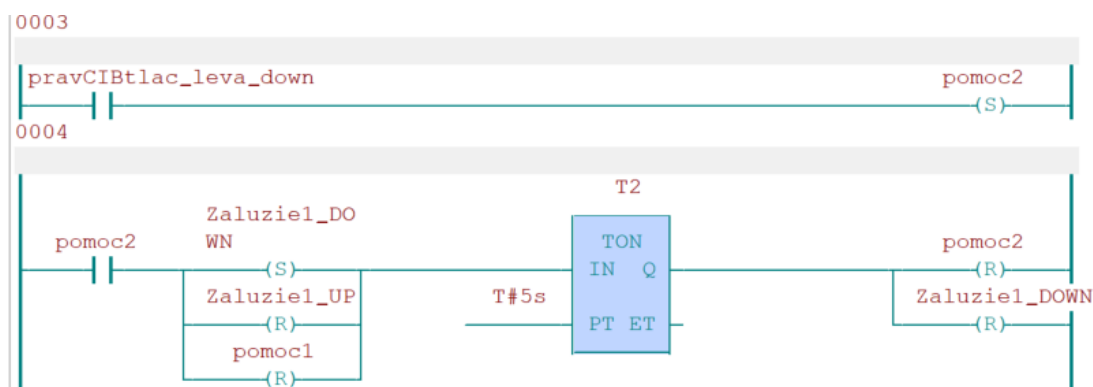
Obrázek 1.7 Obvod pro žaluzie do vrchní polohy

Nyní máme naprogramovaný obvod pro výjezd žaluzie. V další části naprogramujeme program pro sjezd žaluzie.

Vytvoříme další obvod pomocí „Vytvořit obvod za“ a vložíme zde spínací kontakt s proměnnou „pravCIBtlac_leva_down“. Do série vložíme značku „Set“ s názvem proměnné „pomoc2“.

Dále vytvoříme další obvod, který bude obdobný jako obrázek 1.7.

Na začátek obvodu vložíme spínací kontakt s proměnnou „pomoc2“ a za ním časovač TON s názvem „T2“. Opět nastavíme časování na 5 s (příkazem „T#5s“). Mezi časovačem „T2“ a spínacím kontaktem vložíme tři paralelní větve. První větev „Set“ s proměnnou „Zaluziel_DOWN“, druhá větev „Reset“ s proměnnou „Zaluziel_UP“ a třetí větev typu „Set“ s proměnnou „pomoc1“. Za časovač „T2“ vložíme dvě větve „Reset“ s proměnnými „pomoc2“ a „Zaluziel_Down“. Celý obvod pro ovládání žaluzie do dolní polohy je zobrazen na obrázku 1.8.



Obrázek 1.8 Obvod pro žaluzie do spodní polohy

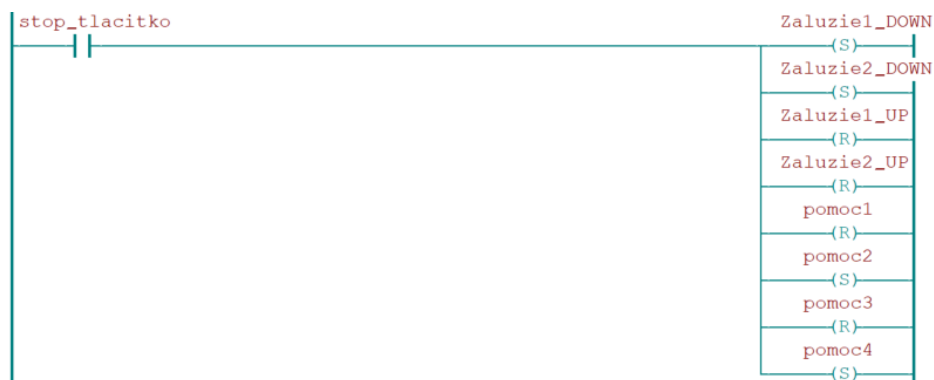
Obvod pro druhé žaluzie vytvořte sami stejným postupem jak pro první žaluzie. V tabulce 1.4 jsou uvedené názvy vstupních a výstupních proměnných.

Tabulka 1.4 Tabulka vstupů a výstupů pro žaluzie č.2



Vstup:		Výstup		Funkce:
pravCIBtlac_prava_up	UP2	DO8	Zaluzie2_UP	Žaluzie vyjedou nahoru (čas 5 s).
pravCIBtlac_leva_down	DOWN2	DO7	Zaluzie2_DOWN	Žaluzie sjedou nahoru (čas 5 s).
stop_tlacitko	DI3	-		Žaluzie sjedou dolů (čas 5 s).

Funkce „STOP“ má vypnout veškeré zapnuté obvody v programu a zároveň žaluzie sjedou do spodní polohy.

Pro vytvoření funkce „STOP“, vložíme nový řádek pomocí „Vytvořit obvod za“, kde vložíme spínací kontakt s názvem „stop_tlacitko“. Za něj vložíme čtyři paralelní větve „Set“ s proměnnými „Zaluziel_DOWN“, „Zaluziel2_DOWN“, „pomoc2“ a „pomoc4“. K nim vložíme další čtyři větve „Reset“ s proměnnými „Zaluziel_UP“, „Zaluziel2_UP“, „pomoc1“ a „pomoc3“. Celý obvod funkce „STOP“ je zobrazen na obrázku 1.9.



Obrázek 1.9 Obvod pro žaluzie do spodní polohy [6]

Nyní celý obvod zkontrolujeme stisknutím na tlačítko  „Přeložit vše“. Zobrazené okno potvrdíme a klikneme na tlačítko „OK“. Poté pomocí ikony  uvedeme program do stavu „RUN“ a pomocí CIB tlačítek (viz tabulka 1.4) celý program odzkoušíme.

d) Ovládání žárovky a kontrolky


Pomocí tlačítek „tango1“ a „tango2“ budeme ovládat (funkci zapínání a vypínání) žárovku a kontrolku. Při stisknutí tlačítka se výstupní prvek rozsvítí a při opětovném stisknutí prvek zhasne.

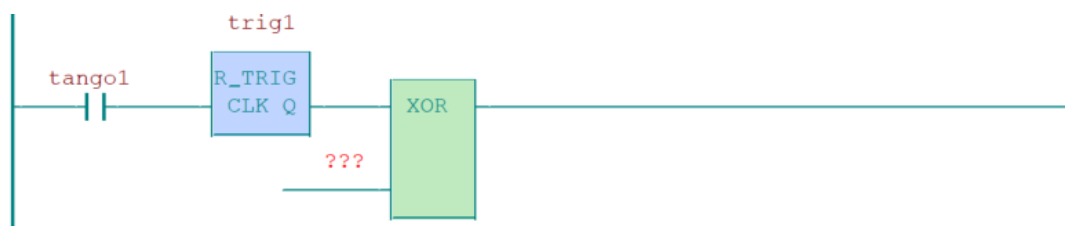
Založíme nový program, otevřeme „Soubor“ → „Nový“ → „Program“ → „Nová POU“. Program pojmenujeme „Spinani“ a jméno instance programu „SpinaniProg“.

Vstupy a výstupy pro ovládání žárovky a kontrolky jsou v následující tabulce 1.5.

Tabulka 1.5 Tabulka vstupů a výstupů pro ovládání kontrolky a žárovky

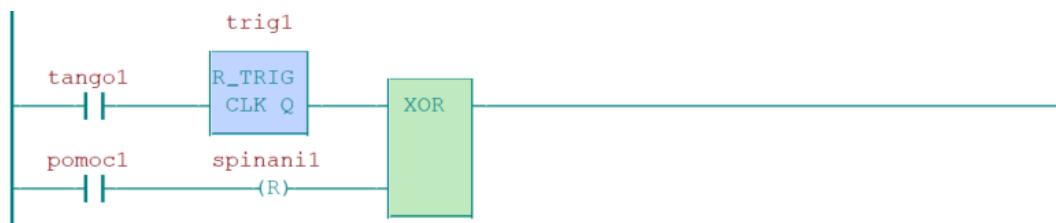
Vstup:		Výstup		Funkce:
tango1	DI1	DO1	spinani1	Ovládání kontrolky
tango2	DI2	DO2	spinani2	Ovládání žárovky
stop_tlacitko	DI3	-		Vypnutí žárovky a kontrolky

Nejprve vložíme vstupní kontakt s proměnnou „tango1“. Za vstupním kontaktem vložíme blok pro vytvoření nástupní hrany. Klikneme tedy na , kde vybereme ze skupiny POU „Čítače/časovače“ a zvolíme „R_Trig“. Kliknutím na tlačítko „OK“ se zobrazí okno „Definice proměnné“, kde napíšeme název „trig1“. Za boxem „trig1“ vložíme logickou funkci „XOR“, kterou najdeme ve skupině „Logické“. Máme obvod na obrázku 1.10.



Obrázek 1.10 Obvod pro ovládání kontrolky – vložení „XOR“ [6]

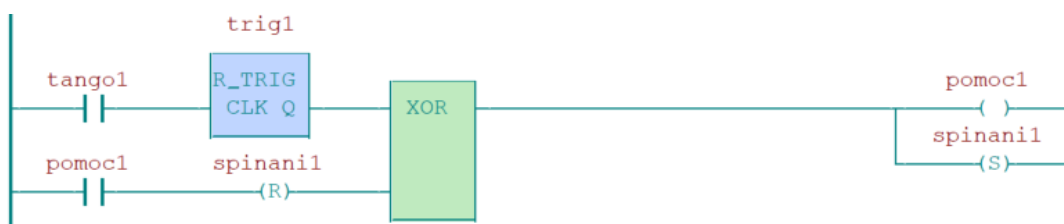
Na vstup funkce „XOR“ vložíme spínací kontakt kliknutím na ???. Název proměnné bude „pomoc1“. Mezi „pomoc1“ a „XOR“ vložíme značku „Reset“ s názvem proměnné „spinani1“. Máme tedy obvod na obrázku 1.11.



Obrázek 1.11 Obvod pro ovládání kontrolky - neúplné

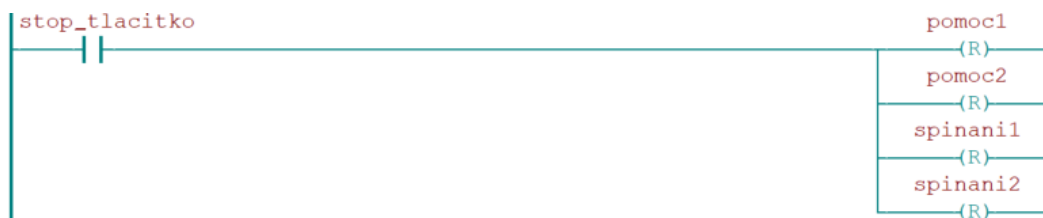
Na výstup „XOR“ vložíme paralelní větve. Jednu větev s proměnnou „pomoc1“ a druhou větev „Set“ s proměnnou „spinani1“. Celý obvod je vidět na obrázku 1.12.

Princip obvodu pro spínání žárovky je obdobný jako u spínání kontrolky. U ovládání žárovky použijeme vstupní a výstupní proměnné z výše uvedené tabulky 1.5. Pomocná proměnná zde bude „pomoc2“.



Obrázek 1.12 Obvod pro ovládání kontrolky

Pro funkci „STOP“ vytvoříme nový obvod. Obvod musí být schopný vypnout kontrolku a žárovku. Spínacím kontaktem „stop_tlacitko“ nastavíme všechny výstupy do vypnutého stavu. Použijeme tedy čtyři větve „Reset“ s proměnnými „pomoc1“, „pomoc2“, „spinani1“ a „spinani2“. Celý obvod pro funkci „STOP“ vidíme na obrázku 1.13.



Obrázek 1.13 Funkce „STOP“ – žárovka a kontrolka

Následně odzkoušíme funkci spínání kontrolky a žárovky obdobným způsobem jako u kontroly programu „Zaluzie“.

e) Ovládání topení a klimatizace

Princip ovládání topení a klimatizace je stejný jako u spínání. Jedním tlačítkem lze zapínat i vypínat topení. Rovněž u ovládání klimatizace, kde se také ovládá jedním tlačítkem zapínání i vypínání klimatizace.

Aby nedošlo k současnému chodu topení a klimatizace, je proto v obvodu zahrnuta podmínka.

K ovládání topení a klimatizace použijeme levé tlačítko. Horní klapka je určena pro topení a dolní klapka pro klimatizaci.

V uvedené tabulce 1.6 jsou uvedeny vstupní a výstupní proměnné pro ovládání topení a klimatizaci.

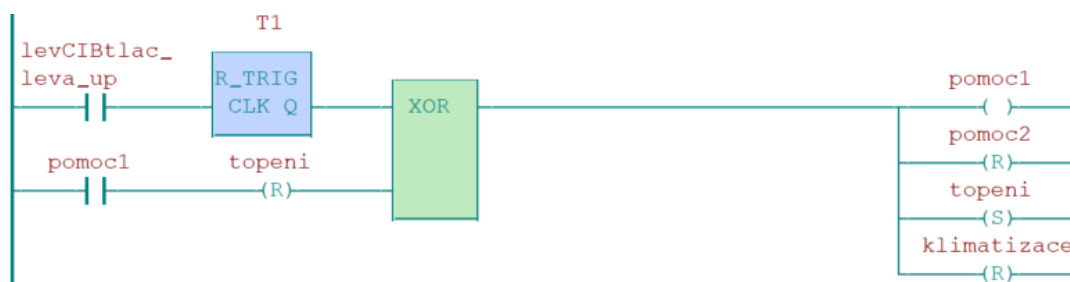
Tabulka 1.6 Tabulka vstupů a výstupů pro ovládání topení a klimatizaci

Vstup:		Výstup		Funkce:
levCIBtlac_leva_up	UP1	DO3	topeni	Ovládání topení
levCIBtlac_leva_down	DOWN1	DO4	klimatizace	Ovládání klimatizace
stop_tlacitko	DI3	-		Vypnutí topení a klimatizace

Založíme nový projekt „TopeniChlazení“ s názvem instance programu „TopeniChlazenProg“.

Nejprve vložíme spínací kontakt „levCIBtlac_leva_up“, za něj „R_Trig“ s názvem bloku „T1“. Za „T1“ vložíme do série matematickou funkci „XOR“. Na vstup vložíme spínací kontakt „pomoc1“ a větev „Reset“ s proměnnou „topeni“. Na výstup „XOR“ vložíme čtyři paralelní větve. První větev s proměnnou „pomoc1“, větev „Reset“ s proměnnou „pomoc2“, větev „Set“ s proměnnou „topeni“ a větev „Reset“ s proměnnou „klimatizace“ (podmínka, která nedovolí současně zapnout topení a klimatizaci).

Celý obvod pro ovládání topení je uveden na obrázku 1.14.



Obrázek 1.14 Funkce pro ovládání topení

Obvod pro ovládání klimatizace a funkci „STOP“ studenti naprogramují sami. Obvod pro ovládání klimatizace je podobný jako pro topení. Funkce „STOP“ je obdobná jako u ovládání kontrolky a žárovky (všechny výstupy a pomocné proměnné je potřeba nastavit do stavu „log. 0“).

Následně odzkoušíme naprogramované funkce.

f) Ovládání LED pásků

LED pásky budeme ovládat přes webové stránky. Pro tvorbu webových stránek použijeme nástroj WebMaker, který nastavíme v další kapitole.

Nejprve vytvoříme programy, kde přiřadíme vstupní proměnné k výstupním proměnným. Ovládání LED pásků se dělí na dva programy psané v jazyce LD.

První program bude sloužit k regulaci intenzity RGB LED pásku (tři regulovatelné kanály – jeden kanál pro jednu barvu RGB LED pásku).

Druhý program bude sloužit k regulaci intenzity a teploty chromatičnosti (dva regulovatelné kanály).

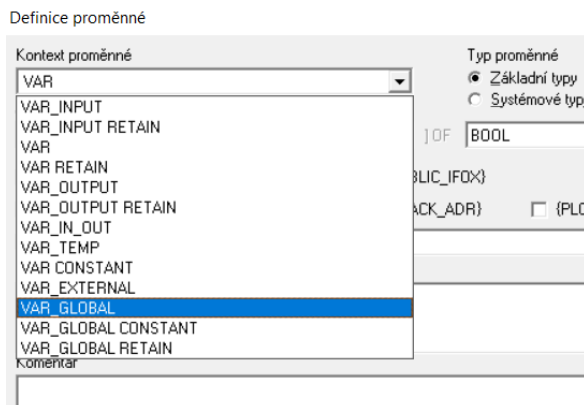
Seznam vstupů a výstupů je uveden v následující tabulce 1.7.

Tabulka 1.7 Tabulka vstupů a výstupů pro ovládání RGB a CCT LED pásky

Vstup:		Výstup	Funkce:
LED1_R_up	VAR_GLOBAL	LED1	Zesílení kanálu LED1
LED1_R_down		LED1	Stmívání kanálu LED1
LED2_G_up		LED2	Zesílení kanálu LED2
LED2_G_down		LED2	Stmívání kanálu LED2
LED3_B_up		LED3	Zesílení kanálu LED3
LED3_B_down		LED3	Stmívání kanálu LED3
LED4_up		LED5	Zesílení kanálu LED5
LED4_down		LED5	Stmívání kanálu LED5
LED5_up		LED6	Zesílení kanálu LED5
LED5_down		LED6	Stmívání kanálu LED5
stop_tlacitko	DI3	-	Vypnutí žárovky a kontrolky

Nejprve založíme program pro ovládání stmívání RGB LED pásku. Název programu zvolíme „LEDpas_stmiv“ a jméno instance programu pojmenujeme „LEDpas_stmivProg“.

Nejprve vložíme vstupní kontakt se vstupní proměnnou „LED1_R_up“. Při otevření okna „Definice proměnné“ (obrázek 1.15), vybereme „Kontext proměnné“ na možnost „VAR_GLOBAL“. Poté potvrdíme tlačítkem „OK“.



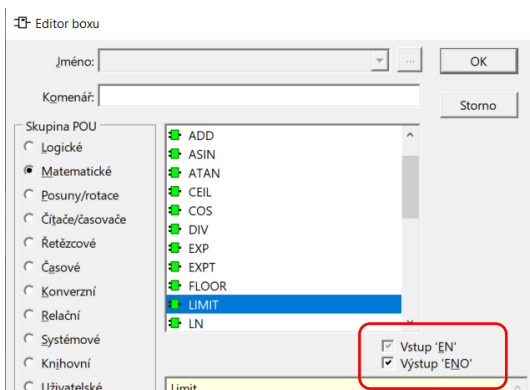
Obrázek 1.15 Výběr „Kontext proměnné“

The diagram shows a square wave pulse labeled `LED1_R_up`. The pulse has a period of 50ms, indicated by the label `T#50ms`. The pulse is labeled `T1` and has a width of 50ms.

Obrázek 1.16 Vložení periodického časovače

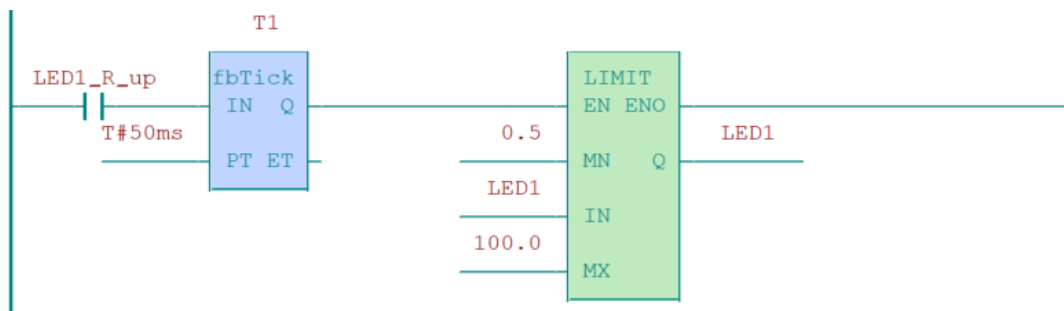
Dále vložíme funkci „LIMIT“ pro nastavení rozsahu vstupní proměnné (minimální hodnota 0.5 a maximální hodnota 100.0). Funkci nalezneme ve skupině „Matematické“.

Při výběru funkcí zatrhneme možnosti „EN“ a „ENO“ (viz obrázek 1.17) a potvrdíme tlačítkem „OK“.



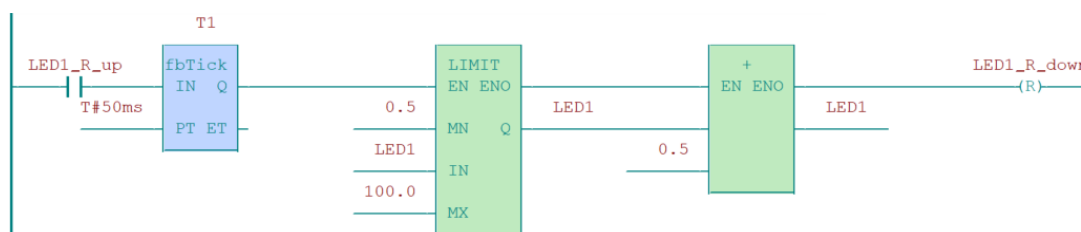
Obrázek 1.17 Výběr vstupu „EN“ a „ENO“

Na svorku „IN“ vložíme výstupní proměnnou „LED1“ a na svorku „Q“ rovněž „LED1“ (viz obrázek 1.18).



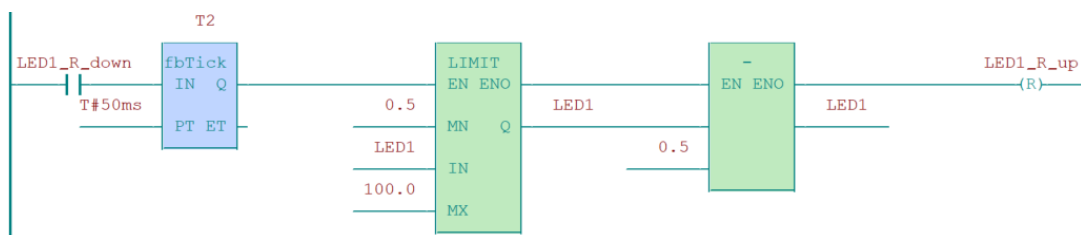
Obrázek 1.18 Nastavení funkce „LIMIT“

Za funkci „LIMIT“ vložíme funkci „ADD“, která nám bude přičítat hodnotu 0.5. Funkci nalezneme ve skupině „Matematické“. Při výběru funkce „ADD“ zatrhneme možnosti „EN“ a „ENO“. Za funkci vložíme větev s proměnnou „LED1_R_down“. Celý obvod pro zvýšení intenzity osvětlení červené barvy RGB LED pásku je vidět na obrázku 1.19.



Obrázek 1.19 Obvod pro zvýšení intenzity osvětlení – červená barva

Obvod pro snížení intenzity osvětlení je podobný, jako u zvyšování intenzity osvětlení. Místo funkce „ADD“ vložíme funkci „SUB“ (nesmíme zapomenout zatrhnout možnosti „EN“ a „ENO“), která sníží výstupní proměnnou o hodnotu 0.5. Celý obvod pro snížení intenzity osvětlení je ukázán na obrázku 1.20.



Obrázek 1.20 Obvod pro snížení intenzity osvětlení – červená barva

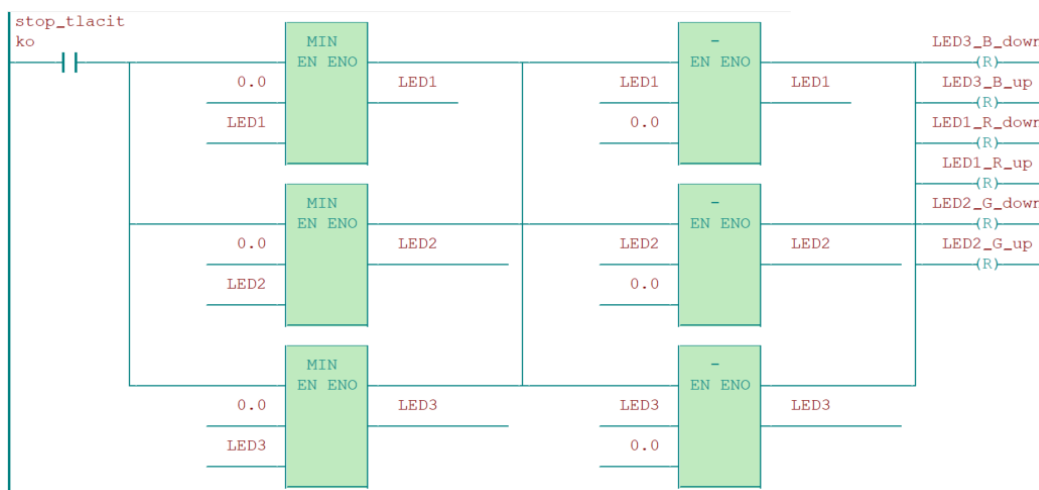
Obvody pro ovládání zelené a modré barvy udělají studenti sami. Použijí vstupní a výstupní proměnné z tabulky 1.7.

Dalším krokem je naprogramovat funkci „STOP“. Funkce „STOP“ funguje na principu nastavení výstupní hodnoty proměnné na hodnotu 0.

Založíme nový obvod a vložíme spínací kontakt s proměnnou „stop_tlacitko“. Za vstupním tlačítkem budou zapojené tři paralelně funkce „MIN“. Na vstupní svorky první funkce nastavíme hodnotu 0.0 a výstupní proměnnou „LED1“. Na výstupní svorku funkce „MIN“ vložíme proměnnou „LED1“. Druhá funkce bude pracovat s proměnnou „LED2“ a třetí funkce „LED3“.

Za funkce „MIN“ vložíme tři paralelně zapojené funkce „SUB“, které nastavíme obdobně jako funkce „MIN“. Na výstup obvodu připojíme šest paralelních větví „Reset“. Názvy proměnných jsou „LED1_R_down“, „LED1_R_up“, „LED2_G_down“, „LED2_G_up“, „LED3_B_down“ a „LED3_B_up“.

Celý obvod funkce „STOP“ je ukázán na obrázku 1.21.



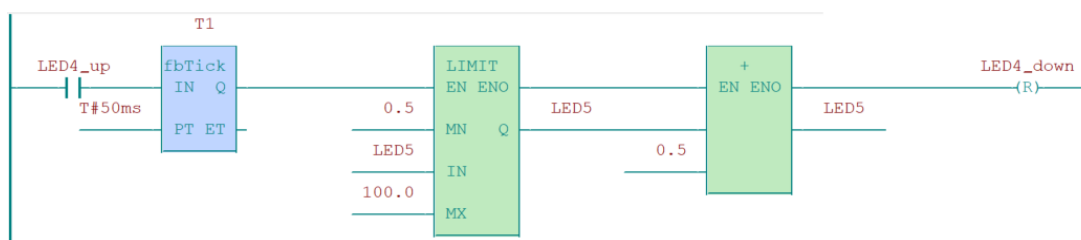
Obrázek 1.21 Funkce „STOP“ – Vypnutí RGB LED pásku

Druhá část ovládání LED pásků je ovládání teploty chromatičnosti CCT LED páskem. Program funguje na stejném principu jako ovládání RGB LED pásku.

Založíme nový program s názvem „LEDpas_tep_chrom“. Název instance programu bude „LEDpas_tep_chromProg“.

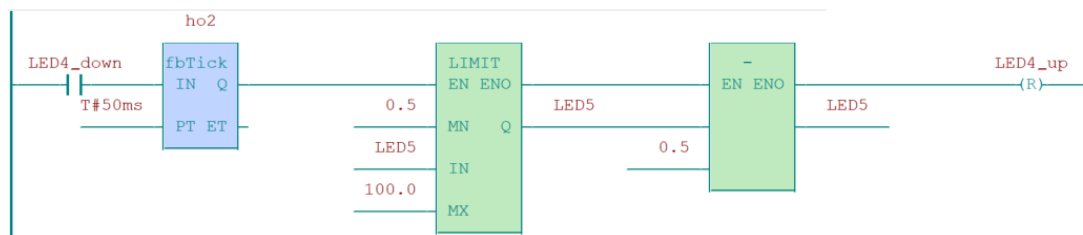
Vložíme spínací kontakt s proměnnou „LED4_up“ (nesmíme zapomenout zvolit možnost „VAR_GLOBAL“). Do série se spínacím kontaktem vložíme periodický časovač se jménem „T1“ se vstupní hodnotou „T#50ms“. Za „T1“ vložíme funkci „LIMIT“ pro nastavení rozsahu vstupní proměnné (minimální hodnota 0.5 a maximální hodnota 100.0). Funkci nalezneme ve skupině „Matematické“. Při výběru funkce zatrhneme možnosti „EN“ a „ENO“ a potvrdíme tlačítkem „OK“.

Za funkci „LIMIT“ vložíme funkci „ADD“, která nám bude přičítat hodnotu 0.5. Funkci nalezneme ve skupině „Matematické“. Při výběru funkce zatrhneme vstup „EN“ a výstup „ENO“. Za funkci „ADD“ vložíme větev s proměnnou „LED4_down“. Celý obvod pro zvýšení intenzity osvětlení studené bílé barvy CCT LED pásku je vidět na obrázku 1.22.



Obrázek 1.22 Obvod pro zvýšení intenzity osvětlení – studená bílá barva

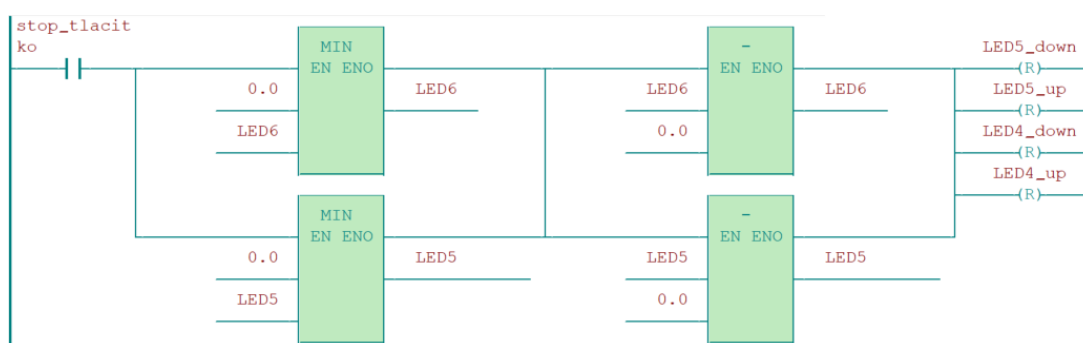
Obvod pro snížení hodnoty proměnné „LED5“ (snížení intenzity) je ukázán na obrázku 1.23



Obrázek 1.23 Obvod pro snížení intenzity osvětlení – studená bílá barva


Obvod pro ovládání teplé barvy si studenti vytvoří sami. Princip je obdobný jako u ovládání RGB LED pásku.


Funkci „STOP“ studenti naprogramují také sami. Obvod funkce „STOP“ se skládá ze stejných prvků jako u programu „LEDpas_stmiv“. Celé schéma obvodu je ukázán na obrázku 1.24.





Obrázek 1.24 Funkce „STOP“ – Vypnutí CCT LED pásku

Webové stránky pro ovládání funkcí jsou již připraveny. Nastavíme vstupní a výstupní proměnné k jednotlivým objektům.

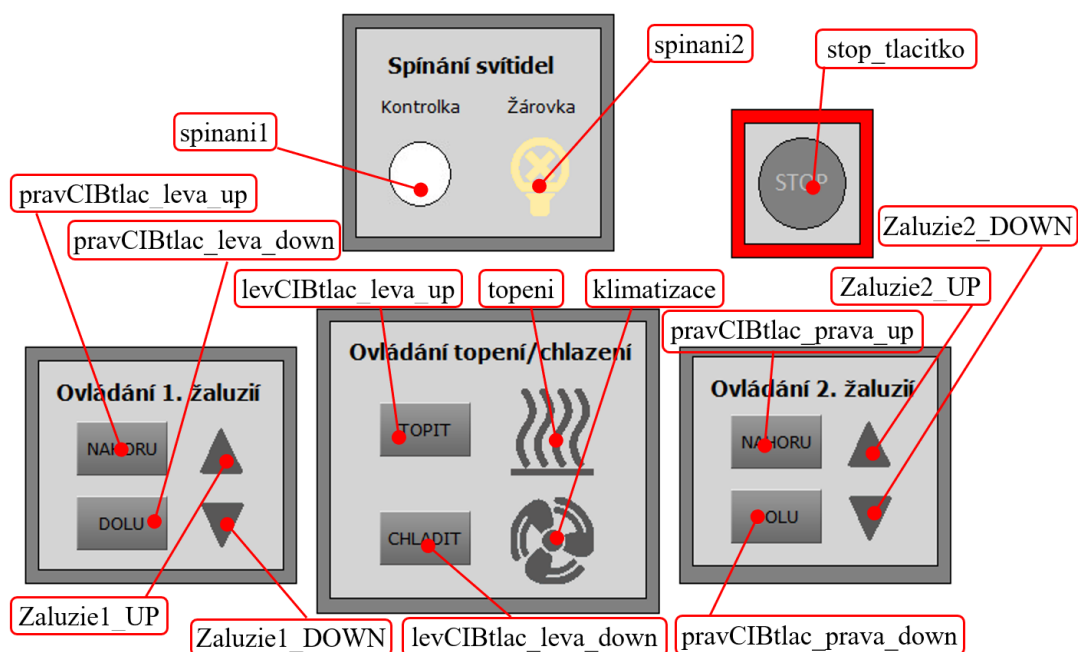
V horní liště klikneme na ikonku , kde máme nachystané webové stránky pro ovládání námi naprogramované funkce.

Webové stránky se skládají ze dvou ovládacích panelů. Z prvního panelu budeme ovládat kontrolku, žárovku, topení a klimatizaci, žaluzie a funkci „STOP“. Druhým panelem budeme ovládat intenzitu osvětlení LED pásků. Přepnutí z prvního panelu na druhý se provede v levé části prostředí Mosaic, kde je nabídka panelů. Kliknutím na znaménko „+“ ( **Lab_úloha**) se nám otevře nabídka dvou panelů („Spínání“ a „Ovládání LED pásků“).

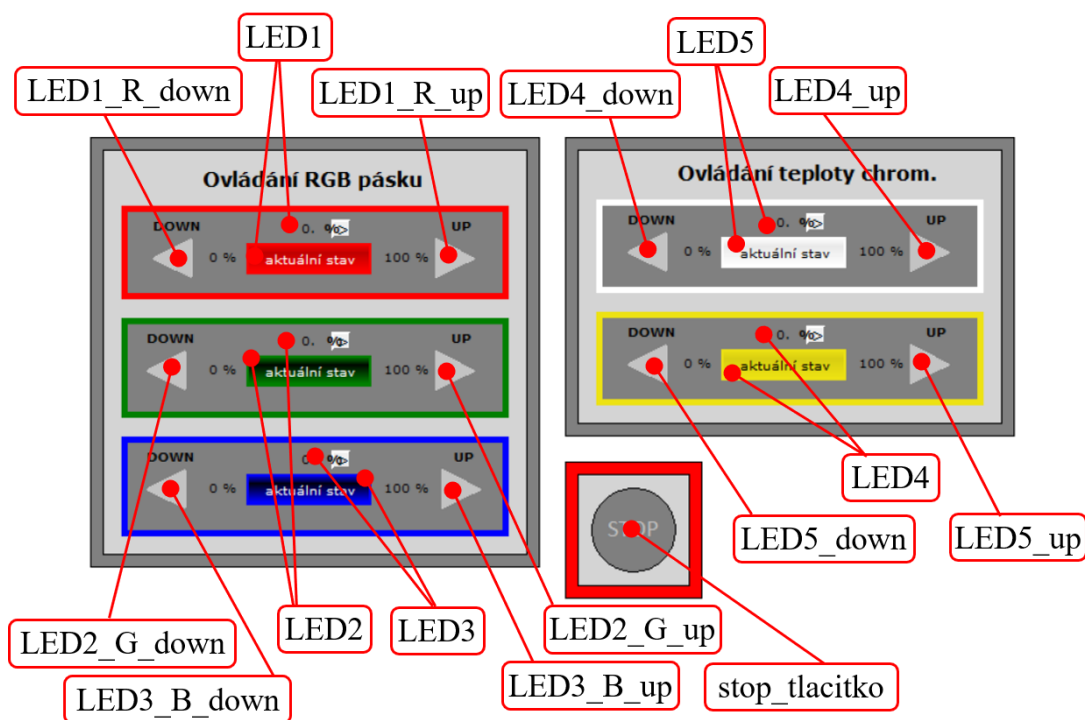
Nejprve nastavíme ovládání pro spínání, tedy přiřadíme proměnné hodnoty k jednotlivým ovládacím prvkům.

Klikneme dvakrát na ikonu žárovky . Zobrazí se okno „Vlastnosti dvoustavového obrázku“, kde nastavíme proměnnou. Proměnnou můžeme vyhledat kliknutím  a cestou „I/O“ → “VAR_GLOBAL_OUTPUT” → „spinani1“ (proměnnou můžeme napsat také ručně). Pokud nenapišeme správně proměnnou, nezobrazí se **spinani1 : BOOL**.


Poté potvrdíme kliknutím na tlačítko „OK“. Podobným způsobem nastavíme zbylé vstupní a výstupní prvky, které vidíme na obrázcích 1.25 a 1.26.

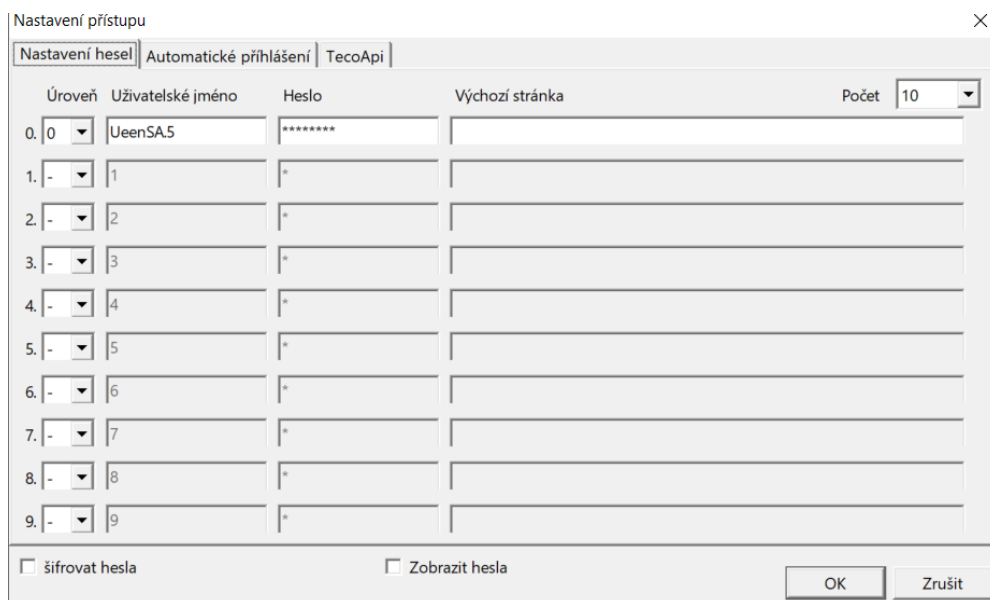


Obrázek 1.25 Ovládání LED pásků přes WebMaker – přiřazení proměných



Obrázek 1.26 Ovládání LED pásků přes WebMaker – přiřazení proměných

Jakmile přiřadíme ke každému prvku proměnnou, musíme nastavit k webovým stránkám. V nástroji WebMaker klikneme na ikonu  a zobrazí se okno „Nastavení přístupu“ (viz obrázek 1.27). V prvním řádku zvolíme úroveň „0“ a do kolonky „Uživatelské jméno“ napíšeme „UeenSA.5“. Do kolonky „Heslo“ napíšeme rovněž „UeenSA.5“ a potvrdíme tlačítkem „OK“.







	Úroveň	Uživatelské jméno	Heslo	Výchozí stránka
0.	0	UeenSA.5	*****	
1.	-	1	*	
2.	-	2	*	
3.	-	3	*	
4.	-	4	*	
5.	-	5	*	
6.	-	6	*	
7.	-	7	*	
8.	-	8	*	
9.	-	9	*	

☐ šifrovat hesla ☐ Zobrazit hesla

OK Zrušit

Obrázek 1.27 Nastavení přístupu

Poté zkompilejeme webové stránky pomocí ikony  (vygeneruje XML kód) a následně kliknutím na ikonu  uložíme projekt.

Po uložení projektu musíme zkontrolovat program před možnými chybami, a to kliknutím na ikonu . Zobrazí se okno, kde se zobrazí informace o chybách. Zavřeme jej tlačítkem „OK“. Po kontrole můžeme program nahrát do PLC pomocí ikony .

Jakmile program nahrajeme do PLC, můžeme jednotlivé funkce odzkoušet přes mobilní telefon, nebo jiný přístroj, kterým se lze připojit na internetový prohlížeč. Do vyhledavače prohlížeče zadáme IP adresu PLC. Jakmile se načtou webové stránky, tak se přihlásíme (obrázek 1.27).