

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

VÝUKOVÝ PANEL INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE

Bc. Michal Jaroš

Diplomová práce

2021

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Michal Jaroš**
Osobní číslo: **D19489**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Elektrotechnické a elektronické systémy v dopravě**
Téma práce: **VÝUKOVÝ PANEL INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE**
Zadávací katedra: **Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě**

Zásady pro vypracování

Cílem diplomové práce je návrh a realizace výukového panelu inteligentní elektroinstalace, jenž bude obsahovat základní a rozšířené funkce potřebné v běžné domácnosti. Úkol diplomanta spočívá v definování funkčních požadavků, výběru vhodných komponent, fyzickém zapojení, výrobě panelu, návrhu a implementaci softwaru. Panel by měl sloužit jako model základní domácnosti využitelný pro demonstraci funkcionalit a reálného řešení.

Specifikace zařízení a úkoly diplomanta:

- *Seznámení se systémy inteligentních domácností*
- *Definování požadovaných funkcí (alespoň ovládní osvětlení, zásuvkových obvodů, termoregulace a ventilace)*
- *Výběr vhodných komponent na základě požadovaných funkcí*
- *Hardwarové zapojení v souladu s platnými předpisy*
- *Výroba panelu*
- *Tvorba a implementace SW*
- *Oořnění funkčnosti*

Rozsah pracovní zprávy:

Rozsah grafických prací:

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

Seznam doporučené literatury:

- *FORMÁNEK, Marian a Jana DOLEŽALOVÁ. BT53 – Elektrotechnická zařízení budov. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2014. Studijní opory pro studijní programy s prezenční formou studia. ISBN 978-80-214-4974-9.*
- *Inteligentní budovy: moderní technologie pro inženýry. Český Těšín: Trade Media International, 2013. ISSN 1805-501X.*
- *DVOŘÁČEK, Karel. Správná a bezpečná elektroinstalace. 6. vyd. V Brně: CPress, 2012. Stavíme. ISBN 978-80-264-0013-4.*

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Ondřej Sadílek, Ph.D.

Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě

Datum zadání diplomové práce: **21. ledna 2021**

Termín odevzdání diplomové práce: **17. května 2021**

L.S.

doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
děkan

Ing. Dušan Čermák, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 8. března 2021

Prohlášení autora

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

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

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 30.4.2021

Bc. Michal Jaroš

Poděkování

Chtěl bych poděkovat zejména vedoucímu této práce panu Ing. Ondřeji Sadílkovi, Ph.D za cenné rady, které významnou měrou přispěly k realizaci diplomové práce. Jsem též vděčný za vynaloženou ochotu při řešení vzniklých problémů, které se během koronavirové situace naskytly.

Anotace

Diplomová práce se zabývá návrhem a realizací výukového panelu inteligentní elektroinstalace. První část práce seznamuje s problematikou inteligentních elektroinstalací a obsahuje popis systémů iNELS a Foxtrot. Druhá část popisuje již samotný vývoj výukového panelu. V této části je detailně nastíněn postup realizace výukového panelu od definice požadovaných funkcí přes výběr vhodných komponent, dále jeho výroba, fyzické zapojení a následně návrh a implementace softwaru.

Klíčová slova

Inteligentní elektroinstalace, výukový panel, software Mosaic, systém iNELS

Title

INTELLIGENT ELECTRICAL INSTALLATION TRAINING PANEL

Annotation

This Master Thesis deals with the proposal and realization of intelligent electrical installation training panel. The first part of study describes problematics of intelligent electrical installation and contains the description of systems iNELS and Foxtrot. The second part of study describes own development of training panel. This section outlines in detail the procedure for implementing the training panel from the definition of the required functions, the choice of suitable components, its production, physical involvement and subsequently the design and implementation of the software.

Keywords

Intelligent electrical installation, training panel, software Mosaic, iNELS system

Obsah

ÚVOD	12
1 POPIS DRUHŮ ELEKTROINSTALACÍ	13
1.1 Konvenční elektroinstalace.....	13
1.2 Inteligentní elektroinstalace.....	14
1.3 Historie inteligentní instalace.....	15
1.4 Porovnání klasické a inteligentní instalace.....	16
Výhody klasické elektroinstalace.....	16
Nevýhody klasické elektroinstalace.....	17
Výhody inteligentní elektroinstalace.....	17
Nevýhody inteligentní elektroinstalace.....	18
1.5 Porovnání z hlediska finanční náročnosti.....	18
2 NORMALIZACE V OBLASTI ELEKTROINSTALACÍ	20
2.1 Normalizace konvenční elektroinstalace.....	20
2.2 Normalizace inteligentní elektroinstalace.....	23
3 STRUKTURA INTELIGENTNÍCH ELEKTROINSTALACÍ	25
3.1 Otevřené a uzavřené systémy.....	25
3.1.1 Otevřený systém.....	25
3.1.2 Uzavřený systém.....	25
3.2 Centralizované a decentralizované systémy.....	25
3.2.1 Centralizovaný systém.....	26
3.2.2 Decentralizovaný systém.....	26
3.2.3 Hybridní systém.....	26
3.3 Přenosová média.....	27
3.3.1 Sběrníkové vedení.....	27
3.3.2 Powerline 230 V.....	27
3.3.3 Ethernet.....	28
3.3.4 Optické vlákno.....	28
3.3.5 Bezdrátová rádiová sběrnice.....	28
3.4 Topologie sběrníkových vedení.....	29
3.4.1 Liniiová struktura.....	29
3.4.2 Hvězdicová struktura.....	29
3.4.3 Kruhová struktura.....	30
3.4.4 Stromová struktura.....	30
4 POPIS VYBRANÝCH SYSTÉMŮ INTELIGENTNÍCH INSTALACÍ	31

4.1	ABB-Free@home®	31
4.1.1	Řešení se sběrnicevým kabelem	32
4.1.2	Bezdrátové řešení.....	32
4.1.3	Uvedení do provozu.....	33
4.1.4	Prvky systému.....	33
4.2	iNELS firmy ELKO EP s.r.o.	34
4.2.1	Sběrnicevové řešení.....	35
4.2.2	Bezdrátové řešení iNELS RF Control	37
4.2.3	Uvedení do provozu.....	38
4.3	Tecomat Foxtrot od Teco a.s.	38
4.3.1	Struktura systému	40
	CIB sběrnice	40
	Systémová sběrnice TCL2.....	42
	Síť RFox	43
4.3.2	Uvedení do provozu.....	44
5	NÁVRH VÝUKOVÉHO PANELU INTELIGENTNÍ	
	ELEKTROINSTALACE.....	46
5.1	Definování požadovaných funkcí	46
5.1.1	Osvětlení	46
	Funkce 1- Spínání žárovky	46
	Funkce 2 - Spínání žárovky a ventilátoru.....	46
	Funkce 3 – Stmívání LED žárovky a LED pásku	47
	Funkce 4 - Světelné scény	47
	Funkce 5 – Central OFF	47
5.1.2	Roleta.....	47
5.1.3	Ventilace	48
5.1.4	Spotřebiče	48
	Spínaný spotřebič	48
	Bojler	48
5.1.5	Topení/Chlazení.....	48
5.1.6	Ovladače	49
5.1.7	Centrální ovládání.....	49
5.2	Prvky systému.....	49
5.2.1	Centrální jednotka CP-1000.....	50
5.2.2	Napájecí zdroj PS-100/iNELS	51

5.2.3	Stmívací dvoukanálový aktor DA2 – 22M.....	52
5.2.4	Spínací dvanáctikanálový aktor SA2-012M.....	54
5.2.5	Spínací čtyřkanálový aktor SA2-04M	55
5.2.6	Ovladač termohlavic HC2-01B/AC.....	56
5.2.7	Nástěnné ovladače s krátkocestným ovládním WBS2.....	57
5.3	Hardwarové zapojení	58
5.4	Výroba panelu.....	59
5.4.1	Rozmístění prvků na panelu	60
5.5	Programování systému FOXTROT	61
5.5.1	Realizace požadovaných funkcí.....	62
	Knihovna iControlLib	62
	Konfigurace PLC.....	63
	Osvětlení – Funkce 1 - Spínání žárovky.....	64
	Osvětlení – Funkce 2 - Spínání žárovky a ventilátoru.....	66
	Osvětlení – Funkce 3 – Stmívání LED žárovky a LED pásku:	67
	Osvětlení – Funkce 4 - Světelné scény	71
	Osvětlení – Funkce 5 – Central OFF	74
	Spotřebiče – Spínaný spotřebič	75
	Spotřebiče – Bojler	76
	Ventilace.....	77
	Roleta.....	79
	Topení/Chlazení	82
	Webové rozhraní.....	84
5.5.2	Implementace softwaru do PLC	85
	ZÁVĚR.....	86
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	87
	SEZNAM OBRÁZKŮ	90
	SEZNAM TABULEK.....	91
	SEZNAM PŘÍLOH.....	92

Seznam zkratk a značek

AC – Střídavý proud (Alternating Current)

BUS – Sběrnice

CAN – Komunikační sběrnice (Controller Area Network)

CIB – Instalační komunikační sběrnice (Common Installation Bus)

DALI – Sběrnice k řízení osvětlení (Digital Addressable Lighting Interface)

DC – Stejnoseměrný proud (Direct Current)

DMX – Protokol používaný k řízení osvětlení (Digital Multiplex)

EBM – Systémová komunikační sběrnice

EIB – Evropská instalační sběrnice (European Installation Bus)

EIBA – Sdružení firem v oblasti elektroinstalací (European Installation Bus Association)

EPS – Elektrická požární signalizace

ETH – Ethernet

ETS – Programovací prostředí (EIB Tool Software)

EZS – Elektronický zabezpečovací systém

FTP – Kabel stíněný fólií s kroucenými páry (Folied Twisted Pair)

GND – Uzemnění (Ground)

HDO – Hromadné dálkové ovládání

HW – Hardware

I/O – Vstup/výstup (input/output)

IP – Internetový protokol (Internet Protocol)

IR – Infračervené záření (Infrared)

KNX – Standard pro řízení budov (Konnex)

LAN – Lokální počítačová síť (Local Area Network)

LED – Elektroluminiscenční dioda (Light Emitting Diode)

LON – Průmyslová komunikační sběrnice (Local Operating Network)

M-BUS – Průmyslová sběrnice (Meter Bus)

NTC – Termistor s negativním teplotním koeficientem (Negative Temperature Coefficient)

PLC – Programovatelný automat (Programmable Logic Controller)

PVC – Polyvinylchlorid

RF – Radiofrekvenční (Radio Frequency)

RFIO – Komunikační protokol

SELV – Bezpečné malé napětí (Safety Extra Low Voltage)

STP – Kabel stíněný opletením s kroucenými páry (Shielded Twisted Pair)

TCL2 – Systémová komunikační sběrnice

TP – Kroucený pár (Twisted Pair)

USB – Sériová sběrnice (Universal Serial Bus)

UTP – Nestíněný kabel s kroucenými páry (Unshielded Twisted Pair)

WAN – Rozlehlá počítačová síť (Wide Area Network)

Úvod

V nynější době jsou moderní technologie součástí života každého z nás. Výjimkou mezi těmito moderními technologiemi nejsou ani elektroinstalace, jež se neustále vyvíjí a jsou na ně kladeny čím dál vyšší nároky. Jedná se především o zvýšení pohodlí a komfortu, úsporu energií, zabezpečení a možnost dodatečné změny realizace. Tyto požadavky je možné nejvhodněji splnit pomocí inteligentní elektroinstalace. První náznaky inteligentních elektroinstalací či spíše automatizovaného domu sahají až do 60. let minulého století. Tehdy se jednalo zejména o řízení vytápění a osvětlení za účelem snížení spotřeby energie. Od té doby prošla inteligentní instalace řadou modernizací, kdy neplní pouze požadavek na úsporu energie, ale plní stále větší množství požadavků, které jsou na elektroinstalace kladeny. V současné době se s inteligentní elektroinstalací setkáváme například ve vybavení pro rodinné domy, byty či administrativní budovy.

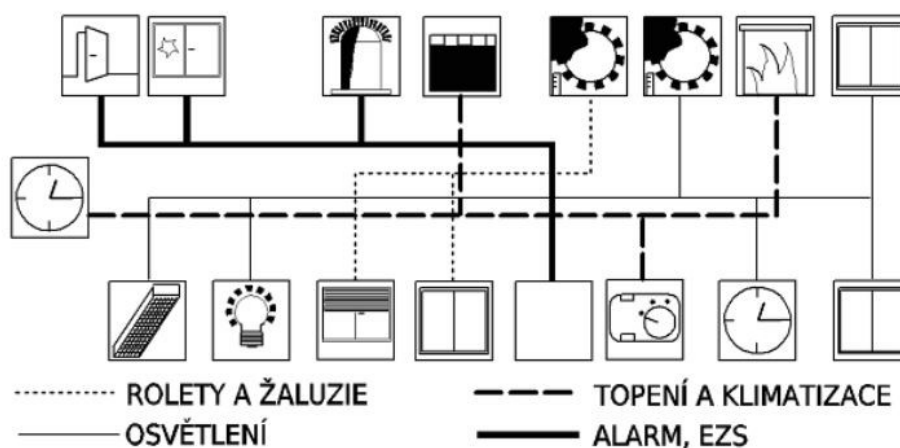
Cílem této práce je návrh a realizace výukového panelu inteligentní instalace. Pro tento účel byla vybrána inteligentní elektroinstalace iNELS II, jejíž základ tvoří centrální jednotka CP-1000 na bázi programovatelného automatu. Programovatelný automat je zařízení pro řízení průmyslových procesů. Centrální jednotku CP-1000 řadíme do programovatelných automatů Tecomat Foxtrot, které nachází své uplatnění v mnoha odvětvích průmyslové automatizace, tedy i v dopravě. Dnes jsou programovatelné automaty nedílnou součástí automatizace dopravy po celém světě. Programovatelné automaty Tecomat se aktivně využívají například pro monitorování základnových stanic systému GSM-R na české železniční infrastruktuře nebo pro řízení tunelů či dopravních značení na silniční síti.

Výukový panel bude sloužit jako model základní domácnosti využitelný pro demonstraci funkcionalit a reálného řešení, což umožní získávání základních znalostí o inteligentních elektroinstalacích. Taktéž může sloužit pro seznámení s programováním programovatelného automatu Foxtrot dle standardu IEC 61131-3 ve vývojovém prostředí Mosaic.

1 Popis druhů elektroinstalací

1.1 Konvenční elektroinstalace

Pod pojmem konvenční (klasická) elektroinstalace je uvažována taková instalace, která je realizována pouze pomocí silového vedení. Skládá se ze samostatných obvodů, mezi něž řadíme obvod pro osvětlení, obvod pro zásuvky, obvod pro rolety a žaluzie apod. S tímto řešením je možné se setkat prakticky všude ve světě. Při návrhu klasické instalace je počítáno pouze s jedním zadáním od zákazníka. Zapojení elektroinstalace je tedy pevné, a při požadavku na změnu funkce systému je nemožné vyhnout se změně celé realizace. Tím je myšlen zásah do původní instalace ve smyslu sekání do omítek, uložení nových kabelů a následná oprava. Tento zásah je poté velmi nákladný. Taktéž modifikace dosavadní elektroinstalace je velmi složitá. [1]



Obr. 1.1 Klasická elektroinstalace [2]

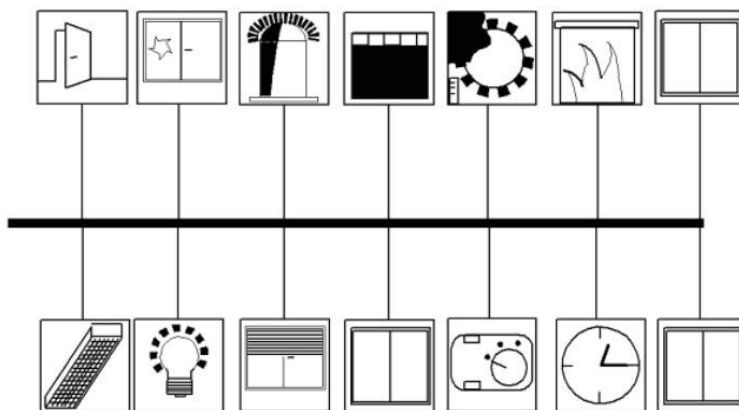
Z obr. 1.1 je zřejmé, že pro realizaci jednotlivých částí systému je zapotřebí samostatné vedení a pro každý řídicí systém samostatná komunikační síť. Jinými slovy lze říci, že jednotlivé prvky systému a obvody mezi sebou nedokáží komunikovat. Tento jev poté samozřejmě vede ke snížení komfortu pro zákazníka. Taktéž ovládání instalace dálkově je velmi problematické a je nutné se obejít bez komfortních funkcí, které by zajišťovaly například vypnutí více světelných okruhů jedním vypínačem apod. [1] [2]

V dnešní době je klasická instalace používána ve většině případů. Setkávat se s ní bude možné i nadále, a to především v případech, kde je užití inteligentní instalace zbytečně složité a především finančně nákladné. Rovněž výběr dodavatele a zhotovitele elektroinstalace je mnohem jednodušší u klasické elektroinstalace, jelikož existuje mnohem více živnostníků či specializovaných firem, kteří jsou schopni realizovat instalaci bez problémů. [2]

1.2 Inteligentní elektroinstalace

Pod pojmem inteligentní (systémová) elektroinstalace je možno si představit takový systém, jehož všechny prvky mezi sebou navzájem komunikují. Komunikace je umožněna pomocí metalického vedení. Zde se jedná o sběrniceový systém. V případě bezdrátového systému je komunikace založena na radiofrekvenčním signálu v bezlicenčním radiovém pásmu především 868 MHz (v EU). Vzájemnou komunikací je umožněno jednotlivé ovládání všech prvků přesně podle požadavků zákazníka. Při změně požadavků na systém není nutné zasahovat do fyzické instalace prvků a kabeláže. Ve většině případů postačí pouze opravit nebo změnit uživatelský program, což bývá velice rychlé a snadné. Tato vlastnost je velmi výhodná, jelikož změny v instalaci se zpravidla projevují až po dokončení stavby. Totéž platí i pro rozšíření systému. V případě bezdrátového systému se ušetří náklady spojené s novou kabeláží. [2]

V případě sběrniceového systému se používá tzv. instalační sběrnice. Instalační sběrnici tvoří dva vodiče, na které jsou připojeni tzv. účastníci sběrnice. Sběrnice slouží jak pro komunikaci mezi účastníky, tak i pro napájení jednotlivých účastníků. Pojmem účastníci jsou pojmenovány senzory (ovladač, senzor teploty, senzor intenzity osvětlení atd.) a akční členy, zkráceně aktory (žaluziový aktor, atd.). Sběrnice je napájena bezpečným malým napětím SELV. [3]



Obr. 1.2 Inteligentní elektroinstalace [2]

V této instalaci může být jakékoli zařízení ovládáno z mnoha míst, a proto zde nejsou používány klasické vypínače, nýbrž tlačítkové ovladače, které se po stisku vrací do původní polohy. Ovladače tudíž fyzicky nespínají daný obvod, ale přenáší informaci o sepnutí. U těchto ovladačů můžeme nastavit, aby reagovaly nejen na krátký, ale i na dlouhý stisk, což může být výhodné například pro stmívaná světla či pro ovládání žaluzií. Jeden ovladač může tudíž mít až 4 funkce. Jednotlivé funkce tlačítek se přiřadí až v programu, což je velmi

výhodné z hlediska projektování. Ovládání jednotlivého zařízení je možné nejen podle pokynů uživatele, ale rovněž na základě dalších parametrů (teplota, intenzita osvětlení, čas, přítomnost osob atd.). Samozřejmě je možné celou elektroinstalaci řídit i dálkově pomocí telefonu či tabletu. [3]

S inteligentní instalací se v dnešní době začínáme setkávat čím dál častěji. Své výhody uplatňuje především pro řízení větších budov, kde systémová instalace představuje komplexnější a přehlednější systém. Například pro stmívání více světelných okruhů v divadle je výhodnější použít systémovou instalaci na úkor té konvekční. Pro některé rozsáhlejší objekty se cena inteligentní instalace přibližuje konvenční a v některých případech je dokonce nižší. V poslední době se rozmáhá poptávka i po inteligentní instalaci v rodinných domech a bytech. Příklady funkčních subsystémů v inteligentním domě:

- řízení osvětlení a zásuvkových okruhů;
- vytápění, klimatizační systémy a větrání (rekuperační systémy);
- ovládání rolet, žaluzií a markýz;
- EZS, EPS, řízení přístupu;
- sledování spotřeby energie;
- centralizace automatických funkcí.

Propojením jednotlivých subsystémů a jejich řízením lze získat nejen zvýšení komfortu, ale také zvýšení bezpečí, a především úsporu energií.

1.3 Historie inteligentní instalace

Již na konci první poloviny 20. století byly snahy o rozšíření klasické instalace o moderní technologie. Tento jev úzce souvisel s vývojem výpočetní techniky. Počátky systémové instalace sahají do 60. let 20. století, kdy byl v Japonsku představen „Inteligentní dům“. Jednalo se o první dům, jehož veškeré funkce byly řízeny počítačem. Tehdy šlo spíše o ověření, zda je to vůbec možné, nicméně k uplatnění v praxi nedošlo. Důvod byl převážně ekonomický, jelikož cena dobového počítače byla příliš vysoká. [2]

Na počátku 70. let byly spuštěny projekty za účelem snížení spotřeby energií, především na vytápění budov, osvětlení atd. Důvodem byl prudký nárůst cen ropných produktů a energetická krize. Tato cesta přinesla kladné výsledky poměrně rychle. V polovině 70. let představili němečtí výrobci na mezinárodní konferenci v Praze kvalitnější otopné systémy a úspornější uspořádání elektroinstalace, což výrazně přispělo ke snížení spotřeby energií. Dosáhnout dalších úspor se povedlo díky rozvoji výpočetní techniky. Praxe prokázala, že použitím řídicího počítače zejména pro řízení vytápění klesla spotřeba energie

až o 30 % při stejném nebo vyšším komfortu. Nevýhodou této koncepce byla nutnost vysoké technické vybavenosti elektroinstalace, což mělo za následek zřetelně vyšší investiční náklady. Bylo též zapotřebí větší množství propojovacího vedení, což vedlo k větší náchylnosti na poruchy. Snížit spotřebu se dále podařilo použitím komunikační sběrnice. Jelikož přístroje spolu komunikovaly přes sběrnici, zjednodušilo se tím silové vedení. [2]

V roce 1987 založily firmy Siemens, Gira, Merten a Berker společnost Instabus Gemeinschaft. Tehdy se jednalo o zavedení jednotné koncepce inteligentní elektroinstalace, která měla za úkol vytvořit systém pro řízení a regulaci jednotlivých funkcí v budovách. Z důvodu vysokého zájmu evropských firem bylo zapotřebí vytvořit nadnárodní organizaci. Dne 8. května 1990 se firma Instabus Gemeinschaft spolu s dalšími firmami přeměnila na mezinárodní asociaci EIBA (European Installation Bus Association), která sídlila v Bruselu. V roce 1992 se na trh dostaly přístroje EIB a vývojové prostředí ETS. V roce 1997 vznikl standard Konnex (KNX), který vycházel ze tří evropských standardů BCI, EHSA a především EIB. Řada výrobců označuje své výrobky KNX nebo KNX/EIB. V roce 2003 byly standardy KNX začleněny do soustavy CENELEC (European Committee of Electrotechnical Standardization) jako soubor evropských norem EN 50090. [4]

V posledních letech inteligentní instalace prošla mnoha modernizacemi, kdy již není kladen důraz pouze na úsporu energie, ale rovněž na zabezpečení domu a zvýšení komfortu. Dnes jsou systémové instalace na takové úrovni, že ovládání může být založeno na více principech, jako například na principu zaznamenávání aktiv. Například regulace světel či topení se provádí z nashromážděných údajů od předešlých potřeb uživatele. Ovládání domu může být taktéž založené na okamžitém sledování polohy lidí (popřípadě věcí), a tedy řízení domu v reálném čase.

1.4 Porovnání klasické a inteligentní instalace

Výhody klasické elektroinstalace

- Finanční nenáročnost – konvenční instalace je vhodná pro jednodušší aplikace. V tomto případě je její cena razantně nižší než v případě systémové instalace. V případě rozsáhlejších aplikací už toto tvrzení neplatí.
- Jednoduchá realizace – platí pro případ menších instalací.
- Výběr dodavatele a zhotovitele elektroinstalace – na trhu se nachází mnohem více živnostníků či specializovaných firem.

Nevýhody klasické elektroinstalace

- Složitá realizace a nepřehlednost – platí pro případ složitějších instalací, při velkém množství obvodů.
- Finanční náročnost – platí pro případ složitějších instalací.
- Změny v realizaci – změna realizace znamená zásah do zapojení, a tudíž nárůst nákladů.
- Problém se vzájemným propojením – jedná se o vzájemnou komunikaci prvků mezi sebou pro zvýšení komfortu a úspory energie.

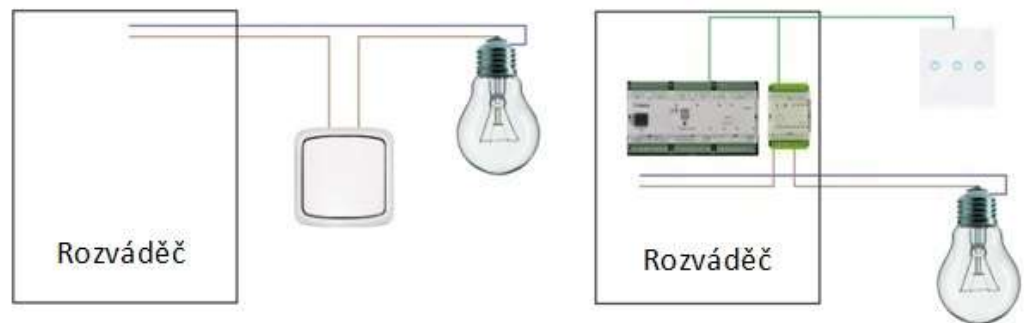
Výhody inteligentní elektroinstalace

- Komfort – v inteligentní domácnosti lze využít mnoho komfortních funkcí, jako je například regulace teploty či osvětlení podle potřeb uživatele. Dále lze při přehrávání filmu automaticky zatáhnout rolety, ztlumit osvětlení a mnoho dalších funkcí, které vedou k pohodlí pro uživatele. Ovládání domu je též možné ze vzdáleného místa (smartphone, počítač atd.).
- Úspora energie – nejvyšších úspor se dosáhne inteligentním řízením tepelných zdrojů. Taktéž regulací osvětlení lze získat úsporu energie až 10 %. Dále můžeme dosáhnout úspory časovými spínáními, sepnutím určitých spotřebičů při nižším tarifu elektroměru nebo i propojením a řízením jednotlivých subsystémů inteligentní domácnosti. S úsporou samozřejmě souvisí i ekologie, především při použití alternativních zdrojů energie, jako jsou například solární panely. [2]
- Zabezpečení – integrací zabezpečovacího zařízení do inteligentní domácnosti získá uživatel kontrolu nad celým objektem. Uživatel může sledovat kamerový systém, stavy různých snímačů a detektorů, signalizačních zařízení a podobně. Stejně tak lze i dálkově ovládat přístup do budovy či do jednotlivých prostor pomocí smartphonu nebo jiného zařízení s přístupem k internetu. Kombinací s jinými subsystémy inteligentní domácnosti lze dosáhnout různých užitečných funkcí, jako například automatického zakódování objektu, vypnutí světel a stažení žaluzií v případě opuštění objektu.
- Změny v elektroinstalaci – změna většinou znamená korekce programu, tedy není nutný stavební zásah.

Nevýhody inteligentní elektroinstalace

- Finanční náročnost – je zřejmá především při použití v jednoduchých aplikacích.
- Výběr dodavatele a zhotovitele elektroinstalace – stále se na našem trhu nachází poměrně málo firem, které by se inteligentní elektroinstalací zabývaly.

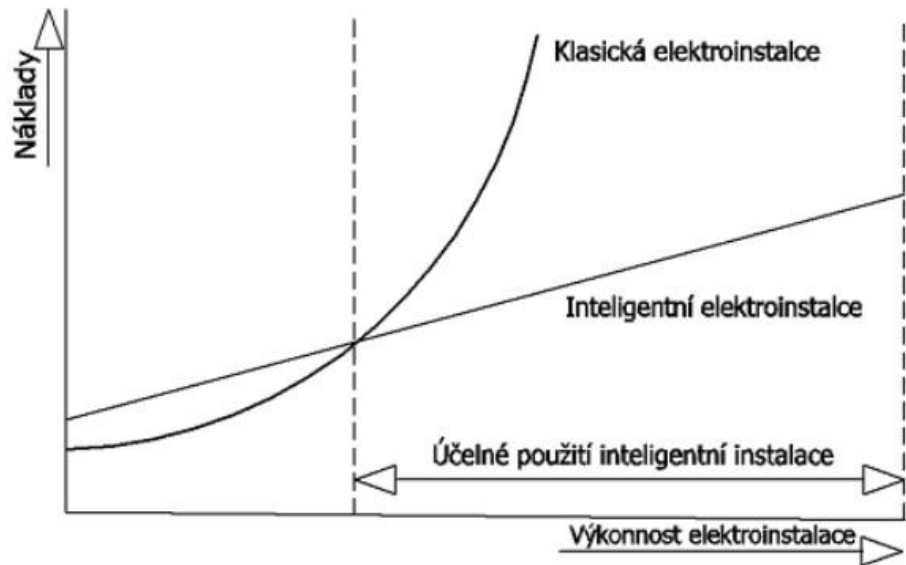
1.5 Porovnání z hlediska finanční náročnosti



Obr. 1.3 Ukázka spínání světelného okruhu

Na obr. 1.3 je uveden příklad světelného okruhu řešeného formou klasické i inteligentní realizace. V případě světelného okruhu, na který nejsou kladeny žádné specifické požadavky, jako např. dálkové ovládání a podobně, postačí realizace formou klasické instalace. Pomocí klasického řešení stačí použít samostatně jištěný přívodní silový kabel, který se přivede na vypínač. Dále je kabel veden rovnou na žárovku či jiný světelný zdroj. V druhém případě by bylo řešení značně složitější (obr. 1.3 vpravo). V případě centralizovaného systému je zapotřebí centrální modul, ve kterém je uložen uživatelský program. K němu je připojen inteligentní vypínač pomocí sběrnice, popřípadě ještě skrze jednotku vstupů. Centrální jednotka buď pomocí svého reléového výstupu nebo spínacího aktoru, který je připojený na sběrnici, spíná silové vedení. Na silovém vedení je připojen světelný zdroj. Jak je možné na první pohled vidět, inteligentní instalace těchto jednoduchých aplikací je složitější a finančně náročnější, neboť jen cena centrálního modulu se pohybuje klidně i přes deset tisíc korun českých. Na druhou stranu inteligentním ovládním osvětlení může klesnout spotřeba energie klidně o více než 10 %. Když se k inteligentnímu ovládním přidá topení, rolety atd., lze tím dosáhnout nezanedbatelných úspor, které do určité míry pokryjí pořizovací náklady.

Jak již bylo zmíněno, pořizovací náklady inteligentní instalace jsou poměrně vysoké. Přesto při určitém rozsahu a výkonnosti této instalace jsou pořizovací náklady cenově přijatelnější. Toto tvrzení vyobrazuje následující graf (obr. 1.4).



Obr. 1.4 Porovnání instalací z pohledu nákladů [2]

V obrázku je znázorněna závislost nákladů na výkonnosti elektroinstalace inteligentní a klasické. Lze z ní vypočítat, že realizace klasické elektroinstalace je levnější po určitou hodnotu výkonnosti a poté razantně převyšuje křivku inteligentní instalace.

2 Normalizace v oblasti elektroinstalací

2.1 Normalizace konvenční elektroinstalace

Návrh konvenční elektroinstalace je zpracován dle platných právních předpisů, tj. zákonů, nařízeních vlády a vyhlášek (zejména dle vyhlášky č. 268/2009 Sb. *O technických požadavcích na stavby* a vyhlášky č. 23/2008 Sb. *O technických podmínkách požární ochrany staveb*) a norem ČSN, vč. změn a oprav. Soupis těch nejdůležitějších je uveden níže:

ČSN 33 0010 ed.2. *Elektrická zařízení - Rozdělení a pojmy*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.

ČSN 33 0165 ed.2. *Značení vodičů barvami nebo číslicemi - Prováděcí ustanovení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.

ČSN 33 0166 ed.2. *Označování žil kabelů a ohebných šňůr*. Praha: Český normalizační institut, 2002.

ČSN 33 1310 ed.2. *Bezpečnostní požadavky na elektrické instalace a spotřebiče určené k užívání osobami bez elektrotechnické kvalifikace*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.

ČSN 33 1500. *Elektrotechnické předpisy - Revize elektrických zařízení*. Praha: Federální úřad pro normalizaci a měření, 1990.

ČSN 33 2000-1 ed.2. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.

ČSN 33 2000-4-41 ed.3. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.

ČSN 33 2000-4-42 ed.2. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-42: Bezpečnost - Ochrana před účinky tepla*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.

ČSN 33 2000-4-43 ed.2. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-43: Bezpečnost - Ochrana před nadproudy*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.

ČSN 33 2000-4-46 ed.3. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-46: Bezpečnost - Odpojování a spínání*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017.

ČSN 33 2000-5-51 ed.3. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení - Všeobecné předpisy*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.

ČSN 33 2000-5-52 ed.2. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení - Elektrická vedení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.

ČSN 33 2000-5-534 ed.2. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-53: Výběr a stavba elektrických zařízení - Odpojování, spínání a řízení - Oddíl 534: Přepětová ochranná zařízení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.

ČSN 33 2000-5-54 ed.3. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení - Uzemnění a ochranné vodiče*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.

ČSN 33 2000-5-559 ed.2. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-559: Výběr a stavba elektrických zařízení - Svítidla a světelná instalace*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.

ČSN 33 2000-6 ed.2. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 6: Revize*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017.

ČSN 33 2000-7-701 ed.2. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 7-701: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Prostory s vanou nebo sprchou*. Praha: Český normalizační institut, 2007.

ČSN 33 2000-7-714 ed.2. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 7-714: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Venkovní světelné instalace*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.

ČSN 33 2130 ed.3. *Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.

ČSN 33 2180. *Elektrotechnické předpisy ČSN - Připojování elektrických přístrojů a spotřebičů*. Praha: Federální úřad pro normalizaci a měření, 1979.

ČSN 33 2312 ed.2. *Elektrické instalace nízkého napětí - Elektrická zařízení v hořlavých látkách a na nich*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.

ČSN 33 3320 ed.2. *Elektrotechnické předpisy - Elektrické přípojky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.

ČSN 34 0350 ed.2. *Bezpečnostní požadavky na pohyblivé přívody a šňůrová vedení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.

ČSN 73 0802. *Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.

ČSN 73 0810. *Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.

ČSN 73 0833. *Požární bezpečnost staveb - Budovy pro bydlení a ubytování*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.

ČSN 73 0848. *Požární bezpečnost staveb - Kabelové rozvody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.

ČSN 73 6005. *Prostorové uspořádání sítí technického vybavení*. Praha: Český normalizační institut, 1994.

ČSN EN 50110-1 ed.3. *Obsluha a práce na elektrických zařízeních - Část 1: Obecné požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.

ČSN EN 50110-2 ed.2. *Obsluha a práce na elektrických zařízeních - Část 2: Národní dodatky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

ČSN EN 50274. *Rozváděče nn - Ochrana před úrazem elektrickým proudem - Ochrana před neúmyslným přímým dotykem nebezpečných živých částí*. Praha: Český normalizační institut, 2002.

ČSN EN 60038. *Jmenovitá napětí CENELEC*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.

ČSN EN 60445 ed.5. *Základní a bezpečnostní zásady pro rozhraní člověk - stroj, značení a identifikaci - Identifikace svorek předmětů, konců vodičů a vodičů*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.

ČSN EN 60529. *Stupně ochrany krytem (Krytí - IP kód)*. Praha: Federální úřad pro normalizaci a měření, 1993.

ČSN EN 61140 ed.3. *Ochrana před úrazem elektrickým proudem - Společná hlediska pro instalaci a zařízení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.

ČSN EN 61439-1 ed.2. *Rozváděče nízkého napětí - Část 1: Všeobecná ustanovení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.

ČSN EN 61439-3. *Rozváděče nízkého napětí - Část 3: Rozvodnice určené k provozování laiky (DBO)*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.

ČSN EN 62305-1 ed.2. *Ochrana před bleskem - Část 1: Obecné principy*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

ČSN EN 62305-2 ed.2. *Ochrana před bleskem - Část 2: Řízení rizika*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.

ČSN EN 62305-3 ed.2. *Ochrana před bleskem - Část 3: Hmotné škody na stavbách a ohrožení života*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.

ČSN EN 62305-4 ed.2. *Ochrana před bleskem - Část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

ČSN IEC 60050-826. *Mezinárodní elektrotechnický slovník - Část 826: Elektrické instalace*. Praha: Český normalizační institut, 2006

2.2 Normalizace inteligentní elektroinstalace

Návrh inteligentní elektroinstalace musí kromě právních předpisů a norem ČSN platných pro elektroinstalaci konvenčně splňovat níže uvedené normy ČSN:

ČSN 33 2000-4-444. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-444: Bezpečnost - Ochrana před napěťovým a elektromagnetickým rušením*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

ČSN 33 4000. *Elektrotechnické předpisy - Požadavky na odolnost sdělovacích zařízení proti přepětí a nadproudu*. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1987.

ČSN 33 4010. *Elektrotechnické předpisy - Ochrana sdělovacích vedení a zařízení proti přepětí a nadproudu atmosférického původu*. Praha: Federální úřad pro normalizaci a měření, 1989.

ČSN 34 2300 ed.2. *Předpisy pro vnitřní rozvody vedení elektronických komunikací*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.

ČSN EN 50090-1. *Elektronické systémy pro byty a budovy (HBES) - Část 1: Struktura normalizace*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

ČSN EN 50174-2 ed.3. *Informační technologie - Instalace kabelových rozvodů - Část 2: Projektová příprava a výstavba v budovách*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019.

ČSN EN 60950-1 ed.2. *Zařízení informační technologie - Bezpečnost - Část 1: Všeobecné požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2006.

ČSN EN 61508-1 ed.2. *Funkční bezpečnost elektrických /elektronických/ programovatelných elektronických systémů souvisejících s bezpečností - Část 1: Všeobecné požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

ČSN EN 62368-1. *Zařízení audio/video, informační a komunikační technologie - Část 1: Bezpečnostní požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.

3 Struktura inteligentních elektroinstalací

3.1 Otevřené a uzavřené systémy

3.1.1 Otevřený systém

Otevřený systém je založen na veřejně dostupném standardu. To znamená, že systém se může skládat ze zařízení nejen od jednoho, ale i více výrobců. Důležité je, aby produkty jiných výrobců komunikovaly prostřednictvím stejného standardu. To je zaručeno testem kompatibility se standardem, pro který je určen, ještě před uvedením výrobku na trh. Mezi zástupce této skupiny patří například systém EIB/KNX. [6]

Hlavními vlastnostmi jsou:

- možnost použít zařízení od více výrobců;
- veřejný komunikační protokol;
- veřejně dostupný software, často od více výrobců;
- nižší náklady na projekci, oživení a provoz;
- jednoduchá změna realizace, při změně požadavků;
- možnost výběru více firem – porovnání kvality a cen. [6]

3.1.2 Uzavřený systém

U uzavřených systémů není komunikační protokol veřejný. Není tedy možné použít zařízení od více výrobců. Mezi uzavřené systémy spadá například systém Nikobus. [6]

Vlastnosti následujícího systému jsou:

- zařízení pouze od jednoho výrobce, popřípadě od spolupracujících výrobců;
- neveřejný komunikační protokol;
- neveřejný software, případně veřejná zjednodušená verze, plná verze za poplatek;
- realizace přímo výrobcem, případně spolupracující firmy;
- složitá realizace po změně požadavků na systém – vysoké náklady;
- drahé rozšíření či oprava systému. [6]

3.2 Centralizované a decentralizované systémy

Na základě toho, zda jednotlivé prvky systému komunikují mezi sebou přímo nebo skrze centrální modul, rozlišujeme centralizovaný, decentralizovaný a hybridní systém.

3.2.1 Centralizovaný systém

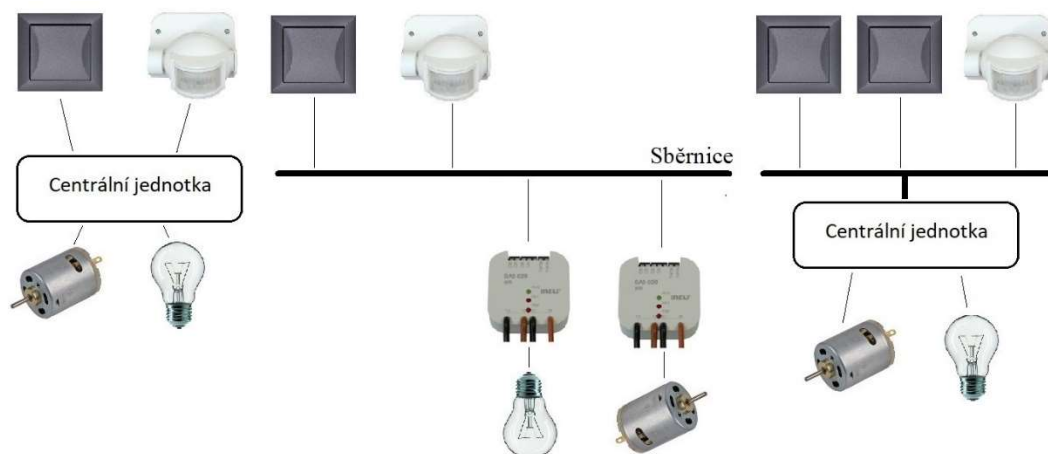
O centralizovaném systému je možné hovořit v případě, kdy je zapotřebí centrální modul. To znamená, že všechny senzory a aktory jsou propojeny s centrální řídicí jednotkou. Řídicí jednotka přijme na svých vstupech informace ze senzorů (ovladače, senzory pohybu, analogové senzory teploty apod.), provede uživatelský program a předá informace pomocí výstupu na aktory (relé, stmívače světel, žaluziový aktor apod.). K centrální jednotce jde ale připojit jen omezené množství prvků. Při poruše centrální jednotky dochází k nefunkčnosti celého systému. Představitelem tohoto systému je systém iNELS od ELKO EP s.r.o. nebo Foxtrot od Teco a.s. [2]

3.2.2 Decentralizovaný systém

U decentralizovaného systému má každý účastník (senzor, aktor) vlastní mikroprocesor s pamětí. Jednotliví účastníci mezi sebou komunikují pomocí sběrnice, tudíž není zapotřebí centrální řídicí modul. Tomuto systému se též říká stavebnicový, jelikož ho lze lehce rozšiřovat. Decentralizovaný systém je více vhodný pro rozsáhlejší budovy, jelikož by bylo zbytečně složité, aby byl každý prvek připojen k řídicí jednotce. Výhodou je tedy úspora kabeláže, jednoduchost řešení a následná realizace. Z pohledu bezpečnosti je tento systém výhodnější oproti centralizovanému, jelikož porucha některého prvku neznamená výpadek celého systému. Nevýhodou je pak vyšší cena inteligentních prvků. Díky prudkému rozvoji polovodičových součástek zažívá decentralizovaný systém v posledních desetiletích prudký rozvoj. Ve světě jsou u decentralizovaných systémů nejvíce využívány technologie LON nebo KNX/EIB. [2]

3.2.3 Hybridní systém

Tato koncepce spojuje obě předchozí. Senzory jsou připojeny na sběrnici, která je připojená k řídicí jednotce, zatímco aktory jsou připojeny hvězdicově k řídicí jednotce. Řídicí jednotka jednak ovládá výstupy, ale také řídí provoz na sběrnici. Zástupcem této koncepce je systém Nicobus od firmy Eaton. [2]



Obr. 3.1 Centralizovaný systém (vlevo), decentralizovaný systém (uprostřed), hybridní systém (vpravo)

3.3 Přenosová média

Pro přenos informací mezi jednotlivými prvky inteligentních instalací se nejčastěji používá kabelové vedení (sběrnice). V některých případech ale kabelové vedení není vhodné. V těchto případech se řeší přenos informace bezdrátově. Jednotlivé formy jsou rozebrány níže.

3.3.1 Sběrnicové vedení

Pro komunikaci mezi prvky slouží sběrnice, která je tvořena sdělovacím kabelem definovaných vlastností. Sběrnice je napájena bezpečným malým napětím SELV. Pro komunikaci a napájení většinou slouží jeden kroucený pár vodičů. Sběrnicový kabel většinou obsahuje dva kroucené páry vodičů, z nichž ten druhý pár slouží jako rezerva v případě poškození hlavního páru. Případně může být využit jako externí napájení prvků inteligentní instalace. V případě, kdy se předpokládá souběh sběrnice se silovým vedením, je doporučeno použít stíněné kabely. Příklady sběrnicových kabelů jsou J-Y(St)Y 2x2x0,8 nebo YCYM 2x2x0,8. Sběrnicového vedení využívají například systémy iNELS, KNX/EIB, Ego-n, Foxtrot atd. [6]

3.3.2 Powerline 230 V

Prvky inteligentní instalace spolu komunikují pomocí silového vedení nízkého napětí 230 V AC. Tento způsob je výhodný pro rozšíření systému. Powerline komunikace přináší výhodu z hlediska kabeláže, kdy není nutné samostatné vedení, tudíž není nutný stavební zásah a tím je realizace při porovnání s předchozí variantou jednodušší. Powerline využívají například systémy LON nebo EIB/KNX. [6]

3.3.3 Ethernet

Ethernet dříve zajišťoval vzájemné propojení prvků inteligentní domácnosti. Dnes slouží pro připojení centrální řídicí jednotky k síti LAN. Tím je možno ovládat domácnost přes internet z jakéhokoliv místa. Pro připojení Ethernetu je používán nestíněný kabel UTP, který obsahuje 4 kroucené páry. V případě, kdy je nutné zaručit větší odolnost proti rušení, tak se používá stíněný STP kabel, který obsahuje mezi kroucenými páry a pláštěm kabelu hliníkový obal. [6]

3.3.4 Optické vlákno

Optické vlákno je druh přenosového média, které je velmi odolné vůči rušení. Proto je možné optický kabel použít v prostředí s vysokým elektromagnetickým rušením. Tato technologie je také vhodná pro přenos dat na velké vzdálenosti. Optický kabel se skládá z jádra a pláště. Pro optická vlákna se používá především křemenné sklo nebo plast. Součástí optického přenosového systému je samozřejmě i zdroj světelného záření a detektor záření. Jako zdroj světelného záření slouží laserové diody nebo LED diody. Přesto, že optické vedení velmi často nahrazuje metalické vedení kvůli příznivým vlastnostem, má i své nevýhody, jako je vyšší cena, obtížná montáž a malá mechanická pevnost. [6]

3.3.5 Bezdrátová rádiová sběrnice

Komunikace je založena na radiofrekvenčním signálu v radiovém pásmu především 868 MHz (v EU). Jedná se o bezlicenční radiové pásmo, tudíž pro její provoz není nutné žádné speciální povolení. Dosah signálu je přibližně 300 m na volném prostranství a asi 30 m uvnitř budovy. Komunikační dosah je možné zvýšit použitím opakovačů (repeaterů). Je jich ale možné připojit jen omezené množství. Bezdrátová komunikace je z pohledu realizace velmi jednoduchá, jelikož není nutná kabeláž, a tedy i stavební zásah. Bezdrátová koncepce je vhodná pro rozšíření stávající instalace, ale i pro nové instalace, kde by bylo umístění metalického vedení složité. Zástupci bezdrátových systémů jsou např. X-Comfort od firmy Eaton, RF Control od firmy ELKO EP s.r.o. nebo Rfox firmy Teco a.s. [6]

Materiál	Prostupnost radiofrekvenčního signálu
Cihlové zdi	60-90 %
Dřevěné konstrukce se sádkartonovými deskami	80-95 %
Beton	20-60 %
Kovové přepážky (rozdávěče)	0-10 %
Běžné sklo	70-90 %
Izolační sklo s pokovením	30-60 %
Plast	80-95 %

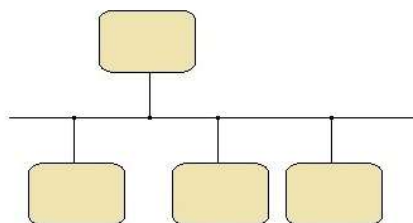
Tabulka 3.1 Prostupnost radiofrekvenčního signálu skrze různé materiály [6]

3.4 Topologie sběrnicevých vedení

Pod pojmem topologie sběrnicevého vedení se rozumí jakým způsobem jsou jednotliví účastníci připojeni na sběrnici. Mezi nejběžnější typy struktur řadíme struktury liniové, hvězdicové, kruhové a stromové. Typ nejvhodnější struktury pro daný systém udává výrobce.

3.4.1 Liniová struktura

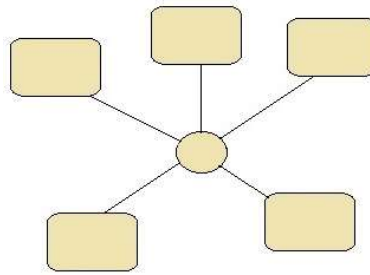
U této struktury jsou účastníci sběrnice zapojeni jeden za druhým v jedné linii bez odboček. Liniová struktura je rozšířená u malých systémů, protože je velmi jednoduchá, přehledná a úsporná po stránce kabeláže. Naopak v případě přerušení sběrnice dochází k nefunkčnosti prvků, které jsou za místem přerušení. [2]



Obr. 3.2 Liniová struktura

3.4.2 Hvězdicová struktura

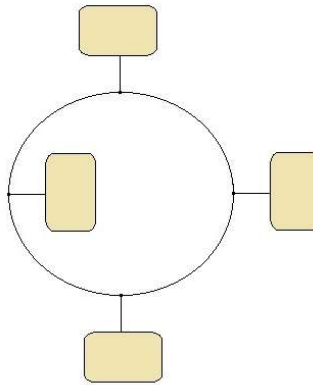
U hvězdicové struktury jsou všichni účastníci sběrnice připojeni do jednoho uzlu (např. svorkovnice nebo centrální jednotka). Struktura je přehledná a spolehlivá, jelikož výpadek jednoho prvku nevyvolá výpadek celého systému. Na druhou stranu by k výpadku celého systému došlo při poruše uzlu. Další nevýhodou je vyšší náročnost na propojovací kabeláž. [2]



Obr. 3.3 Struktura hvězda

3.4.3 Kruhová struktura

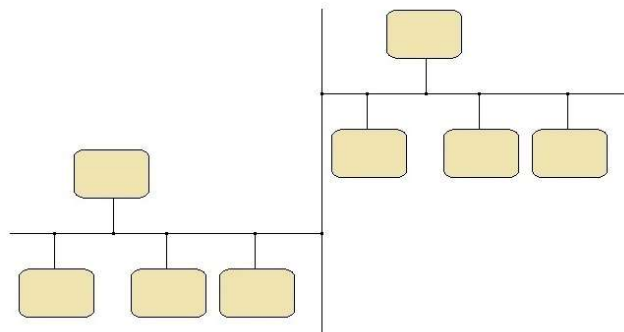
Kruhová struktura je v podstatě lineární, s tím rozdílem, že je sběrnice uzavřena do kruhu. To znamená, že každý uzel je připojen k dalším dvěma uzlům. Tato topologie neobsahuje žádný centrální prvek. Nevýhodou je výpadek sítě při poruše. [5]



Obr. 3.4 Kruhová struktura

3.4.4 Stromová struktura

Základem stromové struktury je hvězdicová struktura, která v sobě zahrnuje několik liniových nebo dalších hvězdicových struktur. Tato struktura je jednou z nejpoužívanějších. Výpadkem jedné větve nedojde k výpadku celého systému. [2]



Obr. 3.5 Stromová struktura

4 Popis vybraných systémů inteligentních instalací

Dříve nebyly inteligentní instalace tolik rozšířené a výběr byl velmi omezený. V dnešní době se na našem trhu nachází mnoho systémů, kterými lze inteligentní instalaci realizovat, a tudíž si zákazník může vybrat tu, která mu bude nejvíce vyhovovat a která přesně splní jeho požadavky. Byť se zde nachází mnoho firem, tak se jen malá část z nich zabývá i vývojem systému. Většina tuzemských firem poskytuje pouze montáže systému. V této části budou popsány vybrané systémy jako je Free@home® firmy ABB s.r.o., iNELS od firmy ELKO EP s.r.o. a Tecomat Foxtrot od firmy Teco a.s. Posledním dvěma zmíněným systémům bude věnována větší pozornost, jelikož přímo souvisí s praktickou částí této práce.

4.1 ABB-Free@home®

Systém ABB – Free@home® představuje inovativní řešení moderní instalace. Systém Free@home® nahrazuje systém Ego-n a je přímo určen pro řešení inteligentní instalace v rodinných domech či bytech. Systém nabízí mnoho funkcí, které lze v průběhu používání měnit dle potřeb zákazníka. [8]

Funkce systému jsou následující:

- řízení osvětlení (spínání, nastavování intenzity, barvy světla atd.);
- ovládání pohonu žaluzií, rolet, markýz;
- ovládání a regulace vytápění a chlazení, klimatizace;
- dveřní komunikace (propojení s ABB-Welcome či Welcome Midi);
- simulace přítomnosti;
- časové funkce;
- detekce pohybu;
- nastavování scén;
- centrální vypnutí;
- centrální ovládání pomocí 7“ dotykového panelu;
- možnost ovládání prostřednictvím internetového prohlížeče (na PC, smartphonu atd.). [8]

Nezbytnou součástí systému je systémový modul. Systémový modul slouží pro propojení systému s PC nebo mobilními zařízeními. Prostřednictvím systémového modulu lze systém nastavit. Přístroje v systému ABB-Free@home® se dají propojit jednak pomocí sběrnice kabelu, tak i bezdrátově. Dovolena je i kombinace obou variant. [9]

4.1.1 Řešení se sběrnice kabelem

V tomto případě jsou přístroje propojeny pomocí datové sběrnice, aby spolu mohly komunikovat. Systém ABB-Free@home® umožňuje dvě varianty řešení. Prvním způsobem je centralizovaný systém. Jde o princip, kdy se akční člen umísťuje u snímače a tvoří spolu jeden přístroj. Snímač a akční člen není třeba konfigurovat, jelikož jsou nastaveny z výroby. Tato koncepce se přibližuje konvenční instalaci, kde snímač přímo ovládá výstup (např. svítidlo). V druhém případě se ke snímačům vede pouze sběrnice vedení. Akční členy se instalují na DIN lištu do rozváděče. V tomto případě se jedná o centralizovaný způsob. Výhodou je nižší cena u akčních členů a jednoduchá instalace snímačů. Obě možnosti lze vzájemně kombinovat. Pro napájení systému se používá napájecí zdroj s jmenovitým proudem 640 mA. [9]

Sběrnice umožňuje využít téměř libovolnou topologii. Je možno použít lineární, stromovou, hvězdicovou topologii nebo jejich kombinaci. Nelze však uzavřít sběrnici do kruhu. Celková délka sběrnice vedení nesmí přesáhnout 1000 m. Vzdálenost mezi nejbližším účastníkem a napájecím zdrojem může být maximálně 350 m. Vzdálenost mezi dvěma nejbližšími přístroji na sběrnici nesmí být větší jak 700 m. K jedné sběrnici lze připojit maximálně 150 prvků. Každý přístroj včetně systémového modulu se počítá jako jeden prvek. Výjimku tvoří napájecí zdroj, který se jako prvek nepočítá. [9]

Na sběrnice kabel jsou kladeny určité požadavky, jako např. počet vodičů, průřez vodičů, izolační napětí atd. Vyhovujícími kabely jsou kabely YCYM 2x2x0,8 nebo J-Y(St)Y 2x2x0,8. Jelikož konstrukce sběrnice kabelu obsahuje stínění, lze kabel klást v souběhu se silovým vedením. [9]

4.1.2 Bezdrátové řešení

V případech, kdy není možné instalovat sběrnice kabely, lze využít bezdrátové řešení. Výhodou oproti sběrnice řešení je snadnější realizace. Jednoduše se vyjme starý vypínač a nahradí se za přístroj kombinující tlačítko a akční člen. Tlačítka s akčními členy jsou naprogramována z výroby, což zajišťuje jejich okamžitou funkčnost. Celý systém může obsahovat maximálně 150 prvků. Lze kombinovat sběrnice i bezsběrnice přístroje. V případě bezsběrnice systému není potřeba napájecí zdroj. Přístroje jsou napájeny přímo ze sítě 230 V AC. [9]

Komunikace je realizována pomocí radiového signálu WiFi o frekvenci 2,4 GHz, čímž se tento systém odlišuje od jiných bezdrátových systémů inteligentních instalací, které využívají frekvenci 868 MHz. Pásmo 2,4 GHz je v kmitočtovém rozsahu 2400 MHz až

2483 MHz. Pásmo je rozděleno na několik kanálů. Vhodným výběrem kanálu se lze vyhnout rušení od WLAN routerů, které vysílají v podobném kmitočtovém pásmu. [9]

Každá bezdrátová síť má omezený přenosový rozsah. U systému ABB-Free@home® je ve volném prostoru sice dosah až 100 m, ale toho v budově nikdy nedosáhneme. Přenosový rozsah se v budově pohybuje okolo 15-20 m v závislosti na konstrukci budovy. Pro zvýšení rozsahu na maximum využívá tento systém vícecestnou topologii. Princip této topologie spočívá v tom, že komunikace probíhá mezi všemi účastníky. Pokud jsou účastníci ve vzájemném dosahu, komunikují spolu přímo. Pokud tomu tak není, využívají ke komunikaci ostatní účastníky. [9]

4.1.3 Uvedení do provozu

Uvedení systému do provozu lze provést jedině pomocí systémového modulu a je nutné použít počítač nebo chytrý telefon či tablet. V případě počítače není nutný žádný externí software. Nastavení systému probíhá prostřednictvím internetového prohlížeče. V případě použití smartphonu nebo tabletu se dá systém nastavit pomocí aplikace ABB-free@home®. Aplikaci lze bezplatně stáhnout z Google Play nebo App Store. [9]

4.1.4 Prvky systémů

Systémové přístroje:

- systémový modul;
- napájecí zdroj;
- externí anténa;
- rozšiřující rozhraní s USB. [9]

Snímače (senzory):

- ovládací prvky;
- dotykové panely;
- binární vstupy;
- prostorové termostaty;
- snímače pohybu;
- meteorologická stanice. [9]

Akční členy (aktory):

- spínací a stmívací;
- žaluziové;
- topení;
- fanCoil. [9]

4.2 iNELS firmy ELKO EP s.r.o.

Česká firma ELKO EP s.r.o. byla založena roku 1993 zakladatelem Jiřím Konečným. Systém INELS uvedla na trh firma ELKO EP s.r.o. v roce 2006. Od té doby se systém neustále vyvíjel a prošel mnoha modernizacemi. První verze byla označována jako první generace. Druhá generace byla představena o dva roky později a přinesla mnoho změn. Systém iNELS II byl vyvinut jako společný produkt firmy Teco a.s. a ELKO EP. Nejzásadnější změnou bylo použití jiného typu sběrnice. Zatímco první generace používala sběrnici CAN, druhá generace používá sběrnici typu CIB. Vlastnosti sběrnice CIB jsou popsány v kapitole 4.3.1 CIB sběrnice. V druhé generaci se sjednotil software pro nastavení a konfiguraci systému. Software nese označení iDM. Po ukončení první etapy vývoje systému iNELS II skončila spolupráce s firmou Teco a.s., která do systému vložila centrální jednotku, dvouvodičovou sběrnici a parametrizační software. Od té doby šla společnost ELKO EP s.r.o. vlastní cestou až do podoby, kterou známe dnes. [6]

Systém iNELS spadá do skupiny centralizovaných systémů. Díky svým výhodným vlastnostem, jako je flexibilita a modularita, se dá využít téměř ve všech typech budov. Systém je vhodný pro ovládání bytů, rodinných domů, dále také pro rozsáhlejší aplikace pro hotely či jiné komerční nebo průmyslové budovy. Systém je samozřejmě možné ovládat centrálně pomocí jednoho zařízení nebo i vzdáleně pomocí aplikace ve smartphonu či tabletu. [6] [11]

Co lze řídit:

- osvětlení (spínání, nastavování intenzity a barvy světla atd.);
- pohony žaluzií, rolet nebo markýz;
- vytápění a klimatizace;
- interkom komunikace;
- spínání spotřebičů;
- kamery;
- meteostanice;
- garáž;
- měření energií;
- multimédia;
- zavlažování;
- ochrana majetku;
- bazénové technologie. [10]

System iNELS nabízí dvě varianty řešení – sběrnice a bezdrátové.

4.2.1 Sběrnice řešení

Sběrnice elektroinstalace je vhodná spíše pro novostavby nebo pro rekonstrukce, kdy není problém instalovat sběrnice kabeláž. Výhodou systému je možnost připojení zařízení třetích stran, jako jsou domácí spotřebiče, klimatizace atd. Další výhodou tohoto systému oproti bezdrátovému řešení je dosah systému, jelikož jedna instalace může obsahovat 18 x 50 m sběrnice. [11]

Jak již bylo řečeno, pro přenosové médium se používá datová sběrnice. Hlavou tohoto typu systému je centrální modul, který řídí komunikaci na sběrnici. V systému iNELS najdeme dva typy sběrnice – instalační a systémovou. Instalační sběrnice se označuje BUS a jsou na ni připojeny periferní moduly. Kabel instalační sběrnice musí splňovat určité požadavky. Je nutné použít kabel, který obsahuje kroucený pár vodičů, jehož žíly mají průměr dle výrobce doporučených 0,8 mm. Požadavky nejlépe splňuje kabel iNELS BUS Cable s rozměry AWG20 (průměr 0,8 mm a průřez 0,5 mm²) navržený speciálně pro systém iNELS. Samozřejmě je možné využít ekvivalentní kabely J-Y(St)Y 1x2x0,8 nebo J-Y(St)Y 2x2x0,8. Pro komunikaci a napájení stačí pouze jeden kroucený pár. Jestliže kabel obsahuje 2 kroucené páry, nelze využít druhý pár pro jiný segment BUS sběrnice. Vodiče se připojují na svorky BUS+ a BUS-. Pro zvýšení odolnosti proti rušení je výrobcem doporučováno držet odstup od silového vedení alespoň 30 cm. Pro obě sběrnice platí, že je zapotřebí při instalaci dodržet požadavky spjaté s mechanickými vlastnostmi kabelu. Dle výrobce je doporučována instalace sběrnice kabelů do elektroinstalační trubky. [11] [12]

Z hlediska topologie výrobce uvádí pouze jedno omezení, a to uzavření sběrnice do kruhu. Jinak lze použít libovolnou topologii. Vzhledem k úbytkům napětí na kabelu dosáhne maximální délka jedné větve instalační sběrnice 500 m. Na jednu větev BUS sběrnice může být připojeno maximálně 32 periferních modulů. Omezení plyne ze součtu jmenovitých hodnot proudu všech jednotek připojených na jednu větev sběrnice. Jednu větev můžeme zatížit maximálně proudem 1 A. Centrální jednotky CU3-01M a CU3-02M dovolují připojit dvě větve BUS sběrnice, z čehož vyplývá, že k jedné centrální jednotce lze připojit až 64 periferních modulů. V případě požadavku na větší odběr je možné využít oddělovač BPS3-01M se zatížením max. 3 A. V případě rozsáhlejšího systému můžeme k centrální jednotce připojit pomocí systémové sběrnice EBM externí mastery MI3-02M, které generují dvě větve instalační sběrnice. Celkem můžeme v řídicí jednotce připojit až 8 těchto externích

masterů. Celkem jsme tedy schopni do jednoho systému připojit až 256 (8 x 32) periferních jednotek. [11] [12]

Systémová sběrnice se označuje EBM a připojují se na ní systémové moduly jako externí master MI3-02M, DALI/DMX převodník EMDC-64M atd. Vodiče EBM se připojují na svorky EBM+ a EBM-. Jelikož se jedná v podstatě o komunikační rozhraní RS485, musíme dbát všech požadavků na instalaci RS485. Pro sběrnicevým kabel musíme použít kabel UTP, FTP nebo STP CAT5e a vyšší. Z hlediska rušení je nutné udržovat odstup od silového vedení alespoň 30 cm a snažit se vyhnout zařízením s vysokým vyzařováním. Z pohledu topologie výrobce nařizuje použít pouze liniovou strukturu. Odbočky jsou zakázané. Maximální délka sběrnice dosahuje 500 m. Sběrnici EBM je nutné zakončit na obou koncích rezistorem o jmenovité hodnotě odporu 120 Ω . Rezistor se zapojuje do svorek EBM+ a EBM-. [11] [12]

Systém iNELS je napájen stabilizovaným zdrojem 27 V DC s tolerancí -20 % a +10 %. Pro napájení systému je používán napájecí zdroj PS3-100. Výstupní napětí zdroje je galvanicky odděleno od sítě 230 V AC. Pro případ výpadku napájení lze zajistit trvalý chod celého systému pomocí externích akumulátorů, které se připojí k napájecímu zdroji. Kolik napájecích zdrojů použijeme, záleží na součtu jmenovitého proudu všech připojených modulů. [11] [12]

Prvky sběrnicevého systému jsou:

- systémové prvky – centrální jednotky, napájecí zdroje, externí master, externí sběrnice BUS s komunikací Ethernet, oddělovač sběrnice od napájecího zdroje, GSM komunikátor;
- spínací prvky – spínací aktory, roletový (žaluziový) aktor;
- stmívací prvky – stmívací aktory, stmívací aktor pro předřadníky, stmívací aktor pro LED zdroje, stmívací aktor pro LED (RGB) pásy;
- převodníky – převodník analog-digital, převodník digital-analog, aktor pro ovládání fancoilů;
- řízení osvětlení – převodník iNELS – DALI/DMX, kombinovaný detektor pohybu a intenzity osvětlení, senzor intenzity osvětlení;
- vstupní jednotky – jednotky binárních vstupů, jednotky teplotních vstupů;
- nástěnné jednotky a ovladače – ovládací jednotka s dotykovým displejem, nástěnné skleněné dotykové ovladače, nástěnné ovladače s krátkocestným ovládáním, nástěnná čtečka karet, nástěnná skleněná čtečka karet, digitální pokojový termoregulátor;

- multimédia – iNELS Touch Panel 10", přehrávač internetových rádií, multifunkční komunikační zařízení, server pro integraci třetích stran, převodník Ethernet-IR, převodník RS485/232 - iNELS;
- příslušenství – termopohony, interní anténa a externí anténa, teplotní senzory.

[11]

4.2.2 Bezdrátové řešení iNELS RF Control

Bezdrátová řešení instalace je vhodné především pro nové stavby nebo rekonstrukce, kdy není nutný zásah do původní instalace. Obecně se jedná o případy, kde není možné instalovat sběrníkovou kabeláž. Výhodou je oproti sběrníkovému řešení nižší cena a jednodušší realizace. Bezdrátovou instalaci můžeme také postupně rozšiřovat přidáním jednotlivých prvků. Na druhou stranu sběrníkové řešení nepodporuje všechny funkce (například ovládání domácích spotřebičů). Nevýhodou bezdrátového řešení je dosah systému, který závisí na dosahu radiových vln. [14]

Komunikace probíhá pomocí RFIO, RFIO2 protokolů firmy ELKO EP. Systém využívá frekvence 866–922 MHz (dle standardů / regulací v dané zemi). V Evropské unii systém pracuje na frekvenčním pásmu 868 MHz. Vysílací výkon RF modulu je 25 mW. RF moduly jsou přímo integrovány v jednotlivých prvcích. Komunikace může být jednosměrná, obousměrná nebo typu mesh. U topologie mesh je signál routován (přenášen) přes ostatní prvky. Ve volném prostoru je dosah systému 200 m. Uvnitř budovy této vzdálenosti nelze dosáhnout. Dosah radiofrekvenčních signálů závisí na prostupnosti jednotlivých materiálů, ze kterých je budova konstruována. Prostupnost některých materiálů určuje Tabulka 3.1. Pro zvýšení dosahu můžeme použít tzv. repeater (opakovač signálu), který přijme signál, zesílí ho a pošle dál. Výrobce doporučuje v systému použít max. 2 repeatery, aby nedocházelo ke zpoždění. Jeden opakovač dokáže routovat signál z 20 prvků. Z pohledu rušení je nutné dodržovat odstup prvků nebo systémových jednotek od ostatních vysílačů (např. WiFi) alespoň 1,5 m. Pro správnou funkci instalujeme prvky s odstupem alespoň 1 cm. Napojení prvků, ovladačů a systémových jednotek se zajišťuje ze sítě 230 V AC s tolerancí -15 % a +10 % nebo pomocí AA a AAA baterií. [13]

Prvky bezdrátového systému jsou:

- ovladače – tlačítkový nástěnný ovladač, dotykový skleněný ovladač, skleněný ovladač se stmívačem, 4 tlačítkový ovladač, dálkový ovladač s displejem;

- spínací prvky – multifunkční spínací prvky, spínací prvek pro rolety, žaluzie atd., spínací prvek se vstupy pro externí tlačítka, spínací prvek pro venkovní použití, spínaná zásuvka;
 - stmívané prvky – analogový regulátor, univerzální stmívače, stmívač pro LED (RGB) pásky, stmívaná zásuvka;
 - regulace teploty – systémový regulátor teploty, autonomní regulátor teploty, spínací prvek se vstupem pro teplotní senzor, teplotní senzory, bezdrátová termohlavice, termopohon;
 - převodníky – převodníky kontaktu;
 - detektory – hladinový senzor, sonda k hladinovému senzoru, záplavový detektor, detektor soumraku, kouřové detektory, okenní/dveřní detektor, pohybový detektor;
 - systémové prvky – ovládací dotykové jednotky, chytrá RF krabička (eLAN-RF), opakovač signálu (repeater);
 - měření energií – energy brána, převodník pulzů, proudový transformátor, LED senzor pro převodník pulzů, magnetický senzor pro převodník pulzů, magnetický senzor pro vodoměr pro převodník pulzů;
 - příslušenství – termopohony, interní anténa a externí anténa, teplotní senzory.
- [14]

4.2.3 Uvedení do provozu

V případě sběrnicevého systému se nastavení centrální jednotky, a tím i celého systému, provádí přes PC prostřednictvím konfiguračního softwaru iDM3 (iNELS3 Design & Manager). PC se připojuje k centrálnímu modulu skrze rozhraní Ethernet. V případě bezdrátového systému iNELS RF Control se celé nastavení dělí na 3 úrovně. První úroveň slouží pro přiřazení ovladače. V tomto případě se přiřazení provádí skrze programovací tlačítko přímo na prvku. Druhá úroveň slouží pro připojení systémového prvku (např. RF Touch). Postačí pouze přidání adresy prvku do systémové jednotky. V případě připojení eLAN – RF se připojení provádí skrze aplikaci na smartphone nebo pomocí webového rozhraní. Třetí úroveň zahrnuje připojení detektorů, které se provádí opět pomocí programovacího tlačítka. [13]

4.3 Tecomat Foxtrot od Teco a.s.

Již v roce 2007 byla k dispozici nová generace kompaktního PLC – Tecomat Foxtrot od firmy Teco a.s. Systém Tecomat Foxtrot je platný pro různé obory automatizace,

své uplatnění nalezne i v inteligentních instalacích. Systém Foxtrot se řadí mezi modulární systémy. Centrální jednotka má vlastnosti kompaktního systému, jelikož obsahuje vstupy a výstupy. Modularita systému spočívá v možnosti připojení periferních modulů pomocí systémové sběrnice (TCL2) nebo instalační sběrnice (CIB). Díky tomu lze systém použít pro všechny typy budov jako rodinné domy, hotely, restaurace i mnoho dalších. Velká výhoda systému spočívá v jeho otevřenosti. Skrze integrovaný Ethernet jsou data dostupná řadou standardizovaných protokolů. Foxtrot pak jako komunikační uzel může spojovat i řídit technologie vzdálené tisíce kilometrů. Systém je možné připojit i k dalším technologiím a zařízením jiných výrobců, které se v „chytrém“ domě mohou nacházet. Jedná se o homologované zabezpečovací systémy, kamerové systémy, přístupové systémy, tepelná čerpadla, plynové kotle, ventilační a rekuperační systémy, klimatizační jednotky, osvětlovací a žaluziové systémy, domácí spotřebiče a v neposlední řadě audiovizuální systémy. Systém obsahuje i komunikační převodníky pro čtení chytrých měřičů energií skrze M-BUS. Ovládat systém můžeme lokálně i vzdáleně odkudkoli přes internet nebo SMS zprávy. Lze využít celou řadu ovládacích prvků, jako jsou klasické či inteligentní vypínače, operátorské panely, tablety, smartphony i běžné telefony, TV obrazovka, PC i multimediální systémy jiných výrobců a jejich ovladače. Mimo sběrnicevého systému nabízí Foxtrot také řešení domácí automatizace pomocí bezdrátových prvků. [15]

Co systém umožňuje ovládat:

- světla a světelné scény;
- topení, klimatizace, ventilace a ohřev vody;
- žaluzie, rolety, markýzy;
- garážová vrata a brány;
- zavlažování zahrady;
- bazén, vířivka;
- bezpečnostní systém a řízení přístupu;
- kamerový systém;
- elektrické spotřebiče a zásuvky;
- smart metering (měření teplot, spotřeby energií, kvality vzduchu, osvětlení, rosení atd.);
- vzdálený přístup;
- propojení s multimediálními a jinými systémy. [15]

4.3.1 Struktura systému

Hlavním prvkem systému je základní modul (např. CP-1000). Jednotlivé základní moduly se od sebe vzájemně liší (např. počtem a typem vstupů a výstupů). Výběr vhodného základního modulu závisí na aplikaci. Vstupy a výstupy se připojují na periferní moduly, které jsou skrze sběrnici připojeny k základnímu modulu. Moduly mohou být připojeny pomocí instalační či systémové sběrnice nebo bezdrátově.

CIB sběrnice

Sběrnice CIB je určena pro připojení periferních modulů (CFox, případně iNELS) k centrálnímu modulu Foxtrot. CIB sběrnice zajišťuje nejen komunikaci, ale i napájení periferních modulů. Komunikace je typu Master/Slave, to znamená, že komunikaci řídí jeden centrální modul. Díky přenosové rychlosti 19,2 kb/s nepřekračuje odezva systému při plném zatížení 150 ms. Dvou vodičové provedení sběrnice zajišťuje snadnou instalaci. Je pouze důležité dodržet polaritu vodičů. Sběrnice dovoluje libovolnou topologii (lineární, stromová, hvězda), přičemž nesmí být uzavřena do kruhu. [7] [2]

Na jednu větev (ohrazenou jedním CIB masterem) může být připojeno maximálně 32 periferních modulů. Jednu větev můžeme maximálně zatížit proudem 1 A. V případě použití modulů s vyšším příkonem, které jsou napájeny ze sběrnice, klesá maximální počet připojitelných modulů na jednu větev. Je důležité, aby nebyl překročen maximální proud, který je daná konfigurace mastera schopna dodávat. Je-li potřeba více než 32 modulů, je možno použít centrální modul, který obsahuje 2 CIB mastery nebo lze systém rozšířit pomocí externích master modulů. K centrální jednotce lze připojit (přes sběrnici TCL2) maximálně 4 externí master moduly. Externí master modul obsahuje 2 CIB mastery. Celkově lze tedy připojit k jednomu centrálnímu modulu Foxtrot 10 sběrnic CIB. Tím lze dosáhnout nejen velkého množství připojených senzorů a aktorů, ale i rozsáhlosti celého systému. V takových případech se doporučuje zajistit vhodné rozložení modulů na jednotlivých sběrnicích, abychom některou z nich nepřetížili a další naopak výkonově nevyužili. Při návrhu je tedy nutné zohlednit příkony všech připojených periférií. Neznamená to ale, že za každou cenu musíme využít kapacitu jednotlivých sběrnic. Nejlépe tak necháme rezervu pro případ, kdyby se systém rozšiřoval nebo kdyby se měnila konfigurace systému. Vhodným výběrem modulů můžeme dosáhnout snížení zatížení sběrnice. Ne všechny periferní moduly se napájejí ze sběrnice. Některé moduly jsou napájeny ze sítě 230 V AC a některé pomocí externího zdroje 24 V DC a 27 V DC. Tudíž tyto prvky sběrnici nezatěžují a my tak můžeme na sběrnici připojit více prvků, aniž bychom sběrnici přetížili. [7]

Napájení systému Foxtrot, a tedy i sběrnice zajišťuje stabilizovaný zdroj stejnosměrného napětí (např. PS2-60/27). Jmenovité napětí napájení sběrnice se zálohováním je 27,2 V DC s tolerancí +10 %, -25 %, nebo bez zálohování 24 V DC s tolerancí +25 %, -15 %. Při výpadku napájení lze zajistit trvalý chod celého systému pomocí dvou olověných akumulátorů s kapacitou 1,3 až 17 Ah zapojených v sérii (2 x 12 V). Pro zálohované napájení 27,2 V DC je nutné použít zdroj, který je přímo určen pro nabíjení akumulátorů. Napájecí napětí ze zdroje musí být formou SELV. Tím pádem musí být SELV i všechny vstupní / výstupní obvody. U napájení modulů je nutné brát ohled na maximální odběr periferních modulů tak, aby byla ve všech místech instalace dodržena tolerance napájecí napětí sběrnice. Vzhledem k úbytkům napětí na sběrniovém kabelu je limitovaná délka sběrnice, tj. vzdálenost mastera od poledního modulu, přibližně na 500 m. [7]

Jako sběrnici CIB lze použít libovolný dvou vodičový kabel. Výrobce však doporučuje použít stíněný kabel s krouceným párem. Doporučený průměr žil je 0,6 mm, ideálně však 0,8 mm. Ideální kabely pro sběrnici CIB jsou J-Y(St)Y 1x2x0,8 nebo YCYM 2x2x0,8. [7]

Kabel J-Y(St)Y 1x2x0,8 můžeme použít v suchých a vlhkých prostorech, a to na omítku i pod ní. Venku lze uložit kabel pouze pod omítku. Izolace žil a vnějšího pláště je provedena na bázi PVC. Žíly jsou stočené do párů a ovinuté fólií. Stínění kabelu zaručuje plastová fólie kaširovaná hliníkem s měděným příložným drátem. Kabel zajišťuje odolnost proti rušení i při souběhu se silovým vedením. [7]

Počet párů	1
Průměr vodiče	0,8 mm
Průřez vodiče	0,5 mm ²
Odpor smyčky max.	73,2 Ω/km
Vnější průměr kabelu	6 mm
Minimální poloměr ohybu	10 x vnější průměr = 60 mm
Max. provozní napětí	300 V
Útlum kabelu	1,1 dB/km
Teplotní rozsah (pevné uložení)	-30 °C až +70 °C

Tabulka 4.1 Základní technické parametry kabelu J-Y(St)Y 1x2x0,8 [7]

Pro zvýšení odolnosti proti rušení doporučuje výrobce omezit souběh komunikačních kabelů s kabely silového vedení. Mezi kabely s binárními signály a kabely analogových měření s komunikačními linkami doporučuje výrobce zajistit odstup min. 15 cm. U venkovního vedení musíme zaručit odstup komunikačního kabelu od kabelů silového vedení, svodů hromosvodů a od dlouhých kovových předmětů. [7]

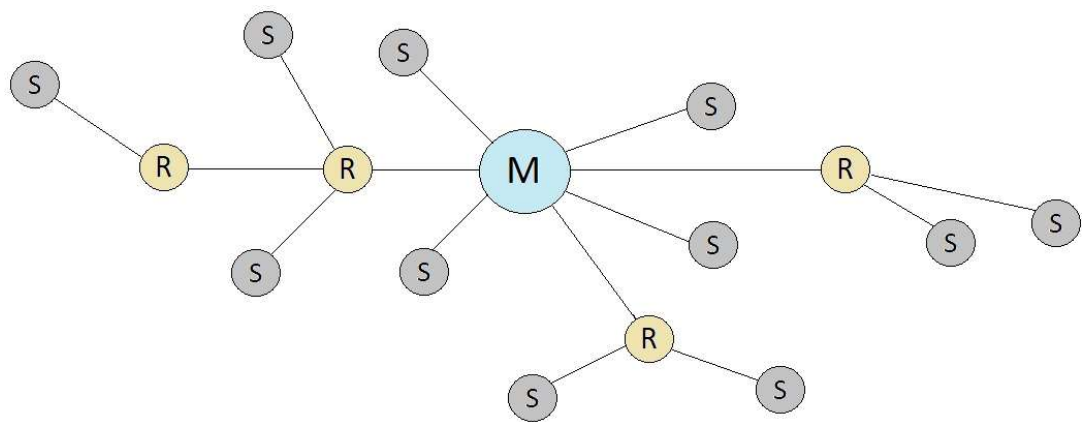
Pro zajištění a ochranu napájení sběrnice CIB se používá oddělovací modul, který zabezpečuje správné napájení jedné sběrnice. Oddělovací modul odděluje napájení od sběrnice CIB. V některých případech není oddělovací modul potřeba, jelikož existují centrální moduly, které mají integrované oddělovací obvody přímo v základním modulu (např. CP-1000). Výrobce zakazuje vkládání prvků mezi výstup zdroje a mastera CIB, aby nebyla ovlivněna indukčnost obvodu. Z hlediska jistění výrobce zakazuje použití DC jističů nebo jiné než předepsané přepět'ové ochrany. Naopak umožňuje použití tavné pojistky. Jelikož vstupy do modulů obsahují elektronické pojistky stejně tak jako výstupy zdrojů, není to potřeba. [7]

Systémová sběrnice TCL2

Periferní moduly se k centrálnímu modulu musí připojit sběrnicevým propojením. Propojení musí nutně splňovat liniovou topologii, tudíž moduly jsou propojeny sériově a nejsou povoleny odbočky. Centrální modul musí být zapojen na jednom konci sběrnice a na druhém konci musí být zapojen modul zakončení sběrnice (KB-0290). Místo tohoto modulu lze použít i zakončovací rezistor o jmenovité hodnotě 120Ω připojený mezi svorky TCL2+ a TCL2-. Na sběrnici TCL2 se připojují operátorské moduly, externí master moduly, komunikační moduly a speciální moduly (např. rozšiřující modul Foxtrot). Součet připojených modulů na TCL2 je omezen. Propojení je realizováno pomocí kabelu určeného pro sběrnici RS-485. V případě propojení s napájením periferního modulu se používá kabel komunikačního rozhraní RS-485 se dvěma kroucenými páry. Maximální délka tohoto propojení je maximálně 10 m. V případě sběrnice delší jak 10 m propojujeme pouze komunikační sběrnici bez napájení. V tomto případě se použije kabel pro RS-485 s jedním krouceným párem. Maximální délka této sběrnice dosahuje 400 m. Pro sběrnicevé vedení je nutné použít stíněný kabel. Stínění musíme připojit na hlavní zemní svorku, a to pouze na jednom konci kabelu. Mezi vyhovující kabely pro TCL2 sběrnici patří například STP kabely. Propojení může být uskutečněno i pomocí optického vedení nebo kombinací optického a metalického vedení. K optickému propojení se využívají standardní kabely ST-ST. Pro realizaci optického propojení musíme použít převodník na optické rozhraní (KB-0552). Pro napájení modulu musíme použít samostatný napájecí zdroj. Optické propojení přináší výhody jako galvanické oddělení nebo delší sběrnice. V tomto případě může být sběrnice dlouhá max. 1,7 km. [7]

Sít' RFox

Jedná se o bezdrátovou sběrnici, kde je komunikace založena na radiofrekvenčním signálu v bezlicenčním radiovém pásmu 868 MHz. Je možné využít 8 kanálů v pásmu od 868-868,6 MHz. Vysílací výkon se pohybuje okolo 3,5 mW (povolené maximum je 25 mW), což poskytuje vyšší životnost baterií u bateriově napájených modulů. Základ bezdrátového systému tvoří řídicí master sběrnice, který předává data do základního modulu skrze systémovou sběrnici TCL2. Případně může být master jako interní periferní modul některých centrálních jednotek. K jednomu RF masteru lze připojit až 64 periferních RF modulů. K základnímu modulu lze připojit až 4 externí RF mastery. Systém dovoluje použít topologie typu hvězda a mesh. [7]



Obr. 4.1 Topologie typu mesh

U hvězdicové topologie má RF master přímý komunikační dosah ke všem RF periferním modulům. U topologie typu mesh tomu tak není. V tomto případě má Master přímý komunikační dosah jen k některým periferním jednotkám. K periferním jednotkám, ke kterým nemá master přímý komunikační dosah, se dostane přes opakovače signálu (routery). Router zajišťuje příjem a přeposlání paketu dále. Paket se musí dostat k příjemci pomocí maximálně 5 přeskoků. Aby byla splněna tato podmínka, je možno v síti RFox použít maximálně 4 routery. V síti se mohou nacházet moduly s trvalým a s přerušovaným provozem. Moduly s trvalým provozem reagují na povely masteru hned. Většinou jsou tyto moduly trvale napájeny. Moduly s přerušovaným provozem nemusí reagovat na povely masteru hned, jelikož přechází do sleep módu. Ze sleep módu mohou přejít po vypršení časové prodlevy nebo na základě uživatelského podnětu. Tyto moduly jsou většinou napájeny baterií. [7]

4.3.2 Uvedení do provozu

Nastavení systému Foxtrot se provádí na PC pomocí vývojového prostředí Mosaic. PC se připojuje k centrálnímu modulu skrze rozhraní Ethernet. Mosaic je vývojový nástroj, který umožňuje tvorbu a odladění programu pro běžné ale i náročnější aplikace. Velkou výhodou Mosaicu je, že systém Foxtrot lze naprogramovat pomocí programovacích jazyků dle standardu IEC EN 61131-3. Mosaic umožňuje programovat i provádět diagnostiku dálkově. Verze Mosaicu závisí na HW klíči. Bez HW klíče funguje program v tzv. Lite verzi, která umožňuje tvorbu programu v omezené konfiguraci. Pro jednoduché aplikace v oblasti inteligentních domů můžeme Foxtrot parametrizovat i bez Mosaicu pomocí programu FoxTool. Výhodou tohoto programu je snadná parametrizace i bez znalosti programování.

[15]

Prvky systému Foxtrot:

- základní moduly – základní moduly Foxtrot, základní moduly Foxtrot2;
- rozšiřující moduly – modul s binárními vstupy, modul s binárními výstupy, modul s binárními vstupy a reléovými výstupy, moduly s analogovými vstupy a výstupy, modul s rychlými vstupy a výstupy, polohovací moduly, submoduly s paralelními I/O;
- komunikační moduly – komunikační submoduly, komunikační moduly RS-232/485 a CAN, komunikační moduly pro bezdrátový přenos, komunikační moduly MP-Bus a OpenTherm, GSM brána pro SMS komunikaci, modul optického propojení sběrnice TCL2, Ethernet switch 10/100 Mbit, komunikační modul M-bus;
- operátorské panely – nástěnné dotykové panely 7“, 10“, 15“, 22“, 32“, Grafické displeje s dotykovou obrazovkou 4,3“, 10“, operátorské panely;
- moduly CIB sběrnice na DIN lištu – externí master sběrnice CIB, oddělovací modul sběrnice CIB, modul binárních a kombinovaných vstupů, modul s polovodičovými výstupy pro krokové motory, modul kombinovaných vstupů/výstupů, modul kombinovaný se vstupy a reléovými výstupy, modul měření odporů střídavým proudem (kombinovaný s výstupy), modul reléových výstupů, modul reléových výstupů – aktorů osvětlení, modul ovládání žaluzií, modul kombinovaný se vstupy/výstupy a reléovými výstupy, moduly kombinovaných vstupů/výstupů, modul řízení LED pásků, modul přímého řízení výkonových LED 150/350/500/700 mA, modul univerzálního stmívače RLC 230 V/AC, modul na sběrnici CIB obsahující 64 senzorů teploty, modul

řízení stmívatelných elektronických předřadníků pro LED svítidla, převodník na sběrnici DALI, komunikační modul master sběrnice 1-Wire, měřicí převodník elektrických veličin 230V AC – elektroměr, modul pro ovládání nabíjení elektromobilu, moduly pro Battery Management, Fan Coil regulátor se spojitou regulací otáček ventilátoru;

- moduly CIB sběrnice vestavné – moduly kombinovaných vstupů/výstupů, modul IR rozhraní, snímač osvětlení, převodník na sběrnici DALI, modul připojení zabezpečovacích a přístupových detektorů, modul reléových výstupů, modul reléových výstupů – světelných aktorů, modul žaluziového aktoru, modul řízení adresovatelných RGB pásků, modul řízení ventilátorů inVENTer, nástěnné ovladače a senzory;
- senzory na CIB sběrnici – modul univerzálních analogových vstupů, moduly snímání měřičů energie a analogových vstupů, čidla teploty, senzory deště a slunečního záření, modul snímače venkovní teploty a osvětlení, modul čidla kvality vzduchu, proporcionální pohon radiátorového ventilu;
- Rfox moduly – komunikační modul RFox, bezdrátové moduly kombinovaných vstupů/výstupů, bezdrátové skupinové ovladače, přenosné ovladače, pokojový ovládací modul, proporcionální hlavice radiátorového ventilu, bezdrátový vstupní modul, bezdrátový výstupní modul, snímač teploty;
- napájecí moduly, přepět'ové ochrany – síťové napájecí zdroje dvouhladinové, Síťové napájecí zdroje 24 V DC jednohladinové, přepět'ová ochrana pro sběrnici CIB. [16] [17]

5 Návrh výukového panelu inteligentní elektroinstalace

Tato část práce je věnována vlastnímu návrhu panelu inteligentní instalace iNELS II. Postupně je nastíněna realizace panelu od definice požadovaných funkcí přes tvorbu SW až po výrobu panelu.

Hlavním cílem je návrh a realizace výukového panelu inteligentní instalace, který na půdě Dopravní fakulty Jana Pernera slouží k získávání základních znalostí o inteligentních instalacích v rámci výuky specializovaných předmětů. Zároveň může sloužit jako univerzální pomůcka pro výuku programování programovatelného automatu. V rámci diplomové práce se jedná o sběrníkové řešení inteligentní instalace iNELS II. Panel obsahuje základní a rozšířené funkce, jež mohou být instalovány v bytech či rodinných domech. Panel je vybaven konkrétními spotřebiči. V některém případě však nepůjde o spotřebiče, které se přímo v reálné aplikaci využívají, jelikož jejich implementace na panel by byla značně nepraktická. Panel obsahuje signalizační kontrolky, které signalizují stavy některých spotřebičů, jež nejsou na první pohled zcela zjevné. Ovládání jednotlivých funkcí zajišťují inteligentní ovladače. Jelikož je centrální jednotka připojená k wifi routeru, lze ji ovládat dálkově pomocí tabletu.

5.1 Definování požadovaných funkcí

V této části jsou vypsány požadované funkce, jež jsou kladeny na výstup této práce. Jelikož se jedná o výukový panel, obsahuje panel pouze vybrané funkce, které inteligentní elektroinstalace nabízí. Panel neobsahuje funkce, které by byly na panelu těžko simulovatelné. U každé funkce je uvedeno, co konkrétního zajišťuje, tedy jaký výstup se aktivuje a jakým způsobem se tento výstup ovládá.

5.1.1 Osvětlení

Funkce 1- Spínání žárovky

Pomocí nástěnného ovladače WSB2-20 je možné ovládat klasickou vláknovou žárovku. Ovladač pracuje v režimu klasického vypínače, kdy horní tlačítko aktivuje výstup a spodní deaktivuje. Jedná se o základní funkci inteligentní domácnosti, která svojí chytrostí nikterak nepřevyšuje instalaci konvenční.

Funkce 2 - Spínání žárovky a ventilátoru

Opět lze pomocí inteligentního ovladače WSB2-20 aktivovat klasickou vláknovou žárovku. Zapnutím ovladače dojde k aktivaci ventilátoru. Ovladač pracuje v režimu

klasického vypínače jako v předchozí funkci. Po stisknutí spodního tlačítka ovladače má ventilátor jednominutový doběh. Tato funkce je v reálné aplikaci určena například pro spínání světla a ventilátoru v koupelně či na toaletě. Tuto funkcionalitu v konvenční elektroinstalaci implementovat jde, avšak za současného použití časového spínače či složitějšího a dražšího ventilátoru.

Funkce 3 – Stmívání LED žárovky a LED pásku

Jedna polovina inteligentního ovladače WSB2-40 ovládá stmívatelnou LED žárovku. Krátkým stiskem horního tlačítka ovladače se žárovka rozsvítí na intenzitu osvětlení, na kterou byla nastavena při předchozím spuštění. Krátkým stiskem spodního tlačítka ovladače žárovka zhasne. Dlouhými stisky (více jak 750 ms) tlačítek lze nastavit intenzitu osvětlení v rozmezí 15-100 %. Pomocí druhé poloviny ovladače WSB2-40 je možné stmívat LED pásek. Funkčně pracuje stejně jako ta první, jen s tím rozdílem, že intenzitu osvětlení lze nastavit v rozmezí 20-100 %.

Funkce 4 - Světelné scény

Pro funkci světlených scén slouží inteligentní ovladač WSB2-40. Jedna polovina tohoto ovladače nastavuje světelnou scénu č. 1. Scéna se aktivuje stiskem horního tlačítka a deaktivuje stiskem spodního tlačítka. Při aktivaci této scény dojde k nastavení intenzity osvětlení LED pásku na 25 % a ke stažení rolety. Tato scéna je určena například pro večerní sledování televize. Druhá polovina inteligentního ovladače WSB2-40 nastavuje světelnou scénu č. 2. Scéna se aktivuje stiskem horního tlačítka a deaktivuje stiskem spodního tlačítka. Při aktivaci druhé světelné scény dojde k rozsvícení všech světelných zdrojů se 100 % intenzitou s výjimkou funkce, ve které se žárovka aktivuje společně s ventilátorem.

Funkce 5 – Central OFF

Krátkým stiskem nástěnného ovladače WSB2-20 je možné centrálně vypnout všechny světelné zdroje na panelu.

5.1.2 Roleta

Ovládání rolety zajišťuje inteligentní ovladač WSB2-20. Stiskem horního tlačítka ovladače dojde k aktivaci roletového pohonu směrem nahoru a stiskem spodního tlačítka dojde k aktivaci roletového pohonu směrem dolů. Přerušování pohybu rolety se zajistí stiskem jednoho z obou tlačítek. Pro tuto funkci byla na panel doplněna signalizace stavů rolety ve vrchní a spodní poloze.

5.1.3 Ventilace

V rámci této funkce je možné ovládat dva ventilátory pomocí nástěnného ovladače WSB2-20. Ovladač pracuje v režimu klasického vypínače, kdy horní tlačítko aktivuje ventilátory a spodní deaktivuje. Ventilátory se točí na opačnou stranu. Jeden ventilátor slouží pro simulaci přívodu čerstvého vzduchu z rekuperační jednotky a druhý pro odtažení použitého vzduchu do rekuperační jednotky. Funkce se dá tudíž využít například pro výměnu vzduchu s rekuperační jednotkou, kdy aktivaci ventilátorů zajišťuje snímač kvality vzduchu. Tento snímač na panelu však použit není.

5.1.4 Spotřebiče

Spínaný spotřebič

Inteligentní ovladač WSB2-20 byl dále použit pro ovládání zásuvky. Ovladač opět pracuje v klasickém režimu, kdy horní tlačítko aktivuje zásuvku a spodní deaktivuje. Tato funkce může být v reálné aplikaci použita například pro filtraci bazénu, u které se nevyžaduje nepřetržitý provoz. Pro kontrolu stavu byla na panel umístěna signalizační kontrolka, která se při aktivaci zásuvky rozsvítí.

Bojler

V tomto případě se jedná o časově ovládanou zásuvku. Zásuvka se spíná dle uživatelem nastaveného času. Tato funkce je vhodná například pro spínání ohřivačů vody při nízkém tarifu odběru elektrické energie. Požadovaný čas sepnutí lze nastavit pouze pomocí webového rozhraní. Stav sepnutí zásuvky je na panelu opět signalizován pomocí signalizační kontrolky, která se rozsvítí v případě aktivace zásuvky.

5.1.5 Topení/Chlazení

Tato funkce pracuje v jednom ze dvou režimů. Jedním z nich je režim s označením „auto“. V tomto režimu uživatel nastaví požadovanou teplotu v místnosti a modul inteligentní domácnosti zajistí pomocí otopné soustavy či klimatizační jednotky její dosažení. Přesnost teploty v místnosti závisí na nastaveném rozdílu mezi cílovou teplotou topení a chlazení. Defaultní hodnota je nastavena na rozdíl 5 °C. Pro příklad, uživatel nastaví hodnotu teploty v místnosti na 20 °C, regulátor topení aktivuje termohlavice radiátorů a teplota se zvyšuje. Po dosažení cílové hodnoty včetně hystereze se radiátory uzavřou. Pokud se teplota v místnosti dále zvyšuje (například vlivem slunečního záření), dojde k aktivaci klimatizace, pokud je překročena žádaná hodnota o 5 °C včetně hystereze. Regulátory jsou dvouhodnotové. Druhým režimem je manuální režim. V tomto režimu lze ovládat pouze

topení nebo pouze chlazení bez vzájemné závislosti. V obou případech je možné nastavit požadovanou teplotu. V případě aktivace topení dojde k sepnutí termohlavice pomocí aktoru HC2-01B/AC. V případě aktivace chlazení dojde k sepnutí ventilátoru. Měření aktuální teploty zajišťuje čidlo teploty integrované v jednom z ovladačů umístěných na panelu. Požadované teploty lze nastavit pouze pomocí webového rozhraní. Stav sepnutí topení je rovněž na panelu signalizován, a to rozsvícením signalizační kontrolky.

5.1.6 Ovladače

Jelikož inteligentní ovladače obsahují tlačítka, a tedy umožňují jen krátkodobou změnu stavu, je nutné indikovat stavy výstupu, které daný ovladač ovládá. Indikaci zajišťují LED diody integrované přímo v ovladači. Červená LED svítí, když je výstup ovládaný ovladačem aktivní. V opačném případě svítí zelená LED.

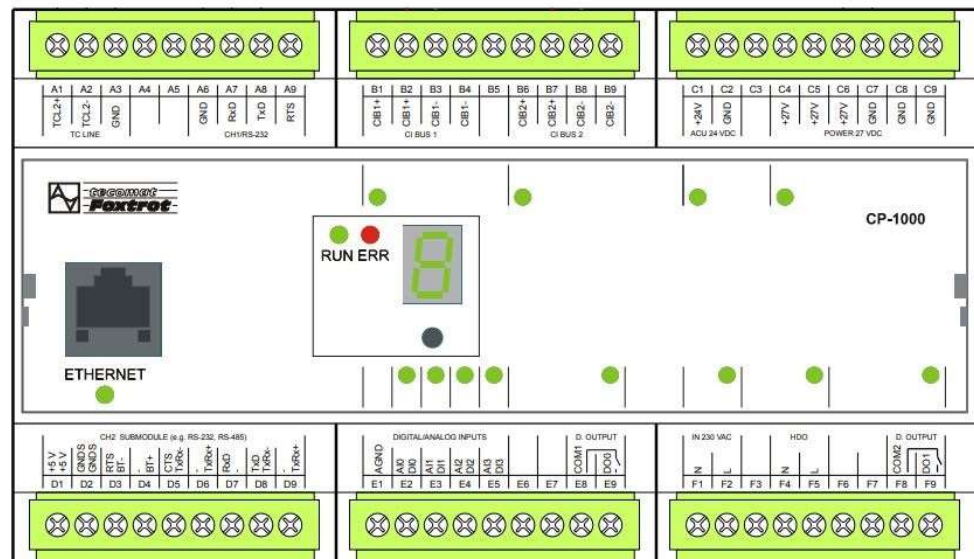
5.1.7 Centrální ovládání

Inteligentní elektroinstalaci lze centrálně ovládat pomocí tabletu přes webové rozhraní. Pomocí webového rozhraní lze ovládat všechny funkce, které panel nabízí ve fyzické formě. Funkci jednotlivých ovladačů zajišťují tlačítka a konkrétní stavy spotřebičů jsou signalizovány pomocí kontrolky. Ve webovém rozhraní je samozřejmě možné nastavovat požadovanou teplotu pro topení a chlazení a nastavit čas sepnutí a vypnutí pro bojler.

5.2 Prvky systému

V této části jsou popsány prvky sběrnicevého systému inteligentní elektroinstalace iNELS II, jež jsou vybrány pro realizaci panelu na základě požadovaných funkcí. Přesto, že je iNELS systém inteligentní elektroinstalace od firmy ELKO EP, systém iNELS II byl vyvinut podle smlouvy Teco a.s. - ELKO EP z roku 2007 jako společný produkt ELKO EP a Teco a.s. Většina vybraných prvků jsou produkty firmy ELKO EP. Jedinou výjimku tvoří centrální jednotka CP-1000, která patří do rodiny programovatelných automatů Tecomat Foxtrot firmy Teco a.s.

5.2.1 Centrální jednotka CP-1000



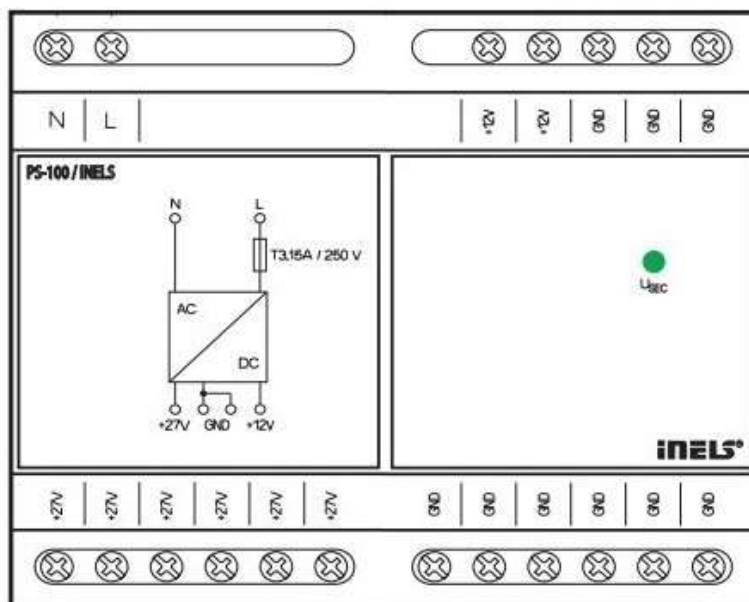
Obr. 5.1 Centrální jednotka CP-1000 [18]

- Centrální jednotka slouží pro řízení automatizace v nejrůznějších budovách a obytných objektech pro běžné i složitější úlohy.
- Základní modul je možné programovat v prostředí Mosaic nebo v prostředí FoxTool. Pro programování a komunikaci (LAN, WiFi, WAN, Internet) slouží rozhraní Ethernet (100 Mbit/s).
- Centrální jednotka obsahuje Web server, který umožňuje vytvořit web stránku libovolného připojeného řízeného objektu a kontrolovat tak stav objektu pomocí běžných internetových prohlížečů.
- Jednotka obsahuje paměť pro uživatelský program a tabulky 192 + 64 KB. Paměť lze rozšířit SD/SDHC/ MMC kartami.
- Napájení modulu se zajišťuje pomocí stabilizovaného zdroje 24 V DC. V případě zálohování systému je nutné použít zdroj 27,2 V DC, který je určen pro přímé nabíjení akumulátorů.
- Centrální jednotka obsahuje 4 univerzální vstupy, které mohou být konfigurovány jako analogové pro připojení teplotních snímačů Pt1000, Ni1000 nebo NTC termistoru 12 kΩ nebo jako bezpotenciálové binární vstupy. Dále obsahuje 2 binární vstupy 230 V AC pro připojení signálu HDO a monitoring sítě 230 V AC a 2 reléové výstupy 250 V AC/3 A.
- Jednotka obsahuje dva CIB mastery. Z toho vyplývá, že k centrální jednotce lze připojit 2x 32 periferních modulů CFox a iNELS v libovolné kombinaci a

v libovolném mechanickém provedení, přičemž každou sběrnici lze zatížit proudem max. 1 A.

- Dále lze na centrálním modulu najít jednu systémovou sběrnici TCL2 určenou pro připojení až 10 rozšiřovacích modulů, které zvyšují počet I/O prvků systému. Skrze TCL2 sběrnici lze připojit až 4 externí CIB mastery nebo RFox masterů pro bezdrátovou instalaci. Jednotlivé mastery lze kombinovat.
- Sériový kanál CH1 jednotky CP-1000 je pevně osazen rozhraním RS-232, např. pro připojení GSM modemu pro přímou komunikaci s mobilními telefony přes SMS zprávy.
- Další kanály CH2 až CH4 umožňují osazení volitelného submodulu komunikačního rozhraní (RS-232, RS-485, RS-422) nebo vstupů/výstupů podle potřeby.
- Na čelním panelu jednotky se nachází sedmsegmentový zobrazovač pro zobrazení režimů PLC a diagnostických hlášení. Čelní panel dále obsahuje tlačítko MODE pro zobrazení aktuálně nastavené IP adresy rozhraní Ethernet, konektor RJ-45 pro rozhraní Ethernet a indikační LED. Diody RUN a ERR indikují režim centrální jednotky. Dioda ETH indikuje stav rozhraní Ethernet. Zbývající diody indikují vybuzení vstupů a výstupů a stav napájení. [18]

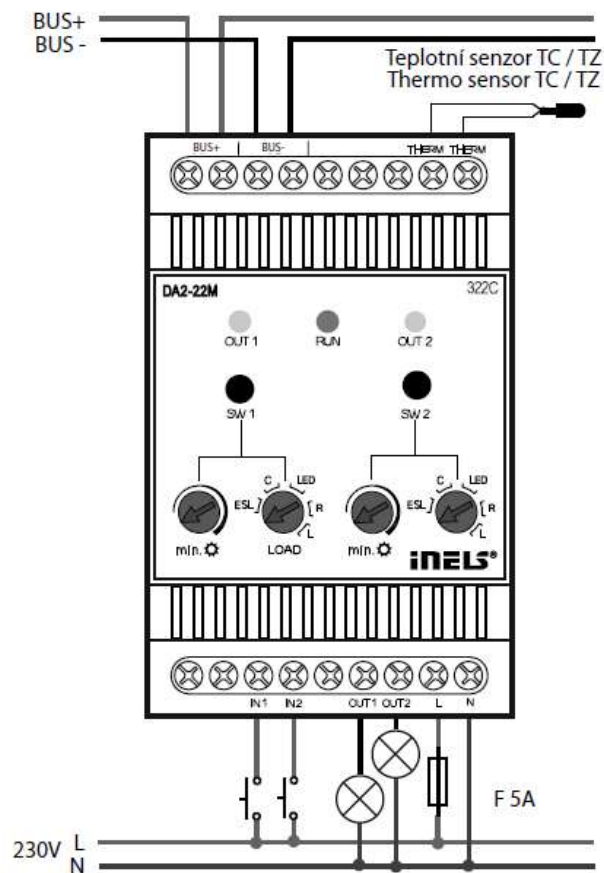
5.2.2 Napájecí zdroj PS-100/iNELS



Obr. 5.2 Napájecí zdroj PS-100 [19]

- Napájecí zdroj PS-100/iNELS slouží k napájení řídicích automatů v rámci inteligentní elektroinstalace iNELS.
- Jedná se o stabilizovaný zdroj s výkonem 100 W a výstupním stejnosměrným napětím 27 V DC a 12 V DC, které mají společnou svorku GND.
- Aktor zajišťuje galvanické oddělení výstupního napětí od sítě.
- Napájecí napětí zdroje je 230 V AC.
- Účinnost zdroje se pohybuje okolo 82 %.
- Jištění zdroje zajišťuje tavná pojistka T3.15 A/250 V AC.
- Zdroj obsahuje elektronickou pojistku proti zkratu, proudovému a teplotnímu přetížení.
- Výstupní proud pro zdroj 27 V DC nesmí překročit 3,7 A a pro zdroj 12 V DC 0,3 A.
- Napájecí modul je v provedení 6-MODUL a je určen pro montáž na DIN lištu do rozváděče. [19]

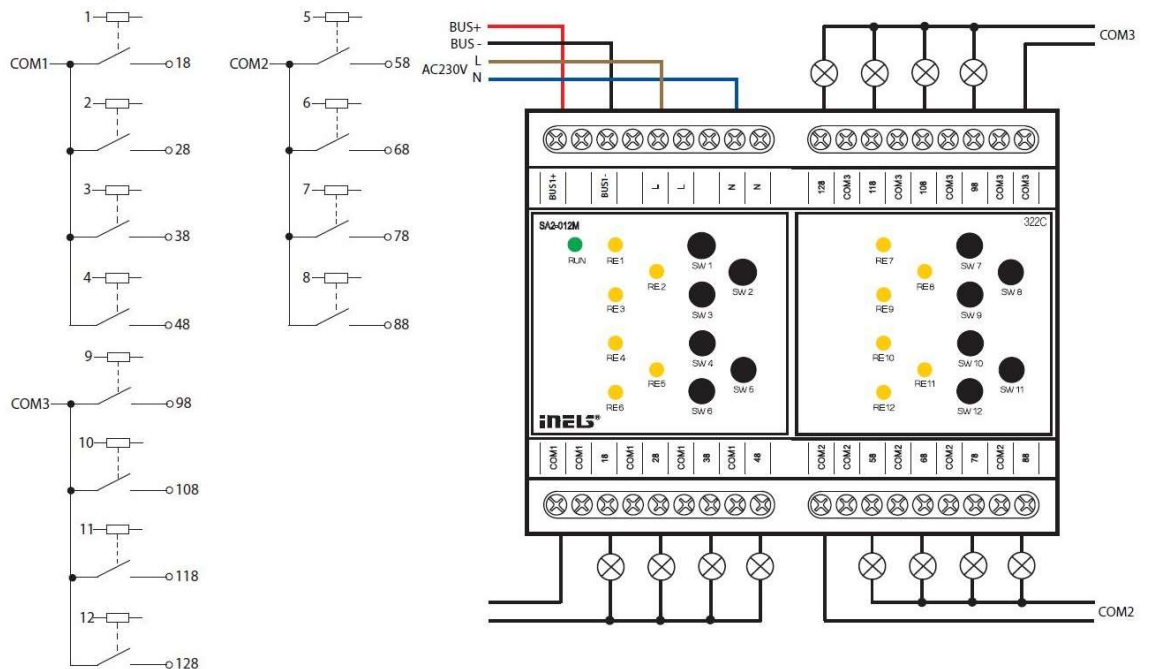
5.2.3 Stmívací dvoukanálový aktor DA2 – 22M



Obr. 5.3 Zapojení stmívacího aktoru DA2 – 22M [20]

- Stmívací dvoukanálový aktor slouží pro ovládání intenzity světla stmívatelných úsporných zářivek (ESL), LED žárovek a jiných světelných zdrojů (R, L, C zátěž) s napájením 230 V AC.
- Stmívací aktor může taktéž sloužit pro spínání spotřebičů.
- Stmívač v sobě integruje 2 binární vstupy, pomocí nichž lze připojit tlačítko, či vypínač 230 V AC.
- Aktor umožňuje měřit teplotu. Vstup THERM slouží pro připojení externího teplotního senzoru TC/TZ. Měřicí rozsah je od - 15 °C do + 35 °C s přesností 0,3 %.
- Typ světelného zdroje se nastavuje potenciometrem na přední straně přístroje, přičemž není dovoleno připojovat současně zátěže induktivního a kapacitního charakteru.
- Na předním panelu se nachází potenciometr pro nastavení minimálního jasu. Tím lze eliminovat blikání různých typů světelných zdrojů.
- Tlačítka na předním panelu slouží pro manuální sepnutí či vypnutí odpovídajícího výstupu.
- Napájení napětí aktoru je 27 V DC ze sběrnice CIB nebo BUS. Jmenovitý proud aktoru dosahuje 30 mA.
- Aktor obsahuje 2 polovodičově (MOSFET) řízené výstupy 230 V AC. Pro každý kanál je maximální výstupní výkon 400 VA při zátěži AC1.
- Modul zajišťuje galvanické oddělení mezi silovými výstupy a sběrníci.
- Modul v sobě integruje tepelnou ochranu, ochranu krátkodobého a dlouhodobého přetížení.
- Aktor se připojuje na instalační sběrnici CIB nebo BUS, která zajišťuje komunikaci a napájení jednotky.
- Modul DA2-22M je v provedení 3-MODUL a je určen pro montáž na DIN lištu do rozváděče. [20]

5.2.4 Spínací dvanáctikanálový aktor SA2-012M

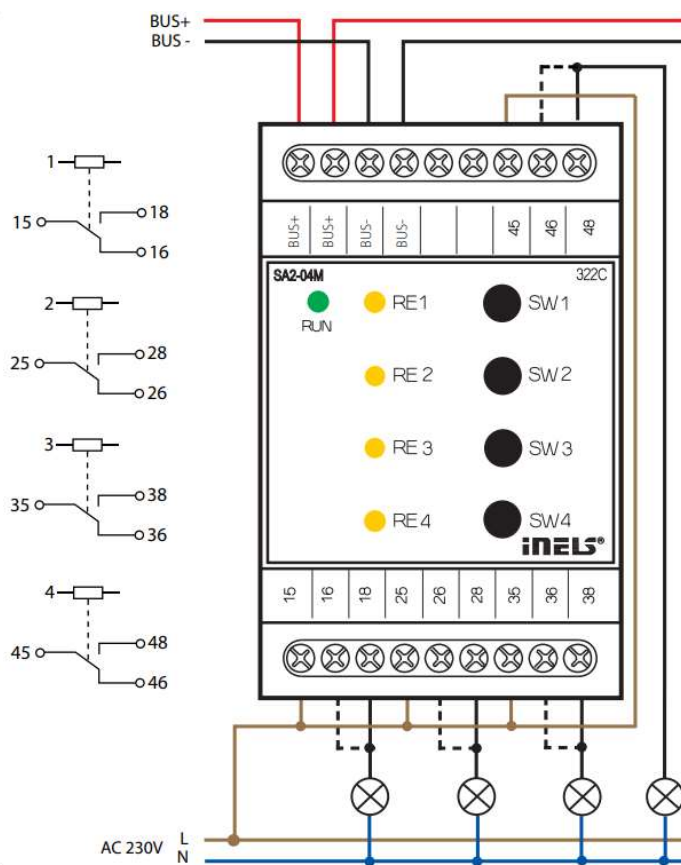


Obr. 5.4 Zapojení spínacího aktoru SA2-012M [21]

- Spínací dvanáctikanálový aktor slouží pro spínání nejrůznějších spotřebičů a zátěží.
- Tuto funkci zajišťuje 12 nezávislých relé se spínacím bezpotenciálovým kontaktem. Každá čtveřice relé spíná stejný potenciál.
- Jednotlivé výstupní kontakty jsou samostatně ovladatelné a adresovatelné.
- Aktor umožňuje spínat napětí 250 V AC nebo 30 V DC.
- Spínací proud kontaktu nesmí přesáhnout 8 A, přičemž jedna společná svorka může být zatížena maximálně 16 A.
- Maximální spínací výkon v případě spínání 250 V AC je 2000 VA AC1. U spínání 30 V DC je maximální spínací výkon 240 W DC.
- Napájecí napětí aktoru je 230 V AC. Jmenovitý proud aktoru dosahuje 50 mA.
- Aktor obsahuje kontakty AgSnO₂. V případě potřeby lze objednat aktor s kontakty AgNi.
- Na čelním panelu jsou umístěny LED diody, které signalizují stav jednotlivých výstupů.
- Pomocí tlačítek umístěných na čelním panelu lze manuálně spínat jednotlivé výstupy.
- Aktor se připojuje na instalační sběrnici CIB nebo BUS, která zajišťuje komunikaci jednotky.

- Modul SA2-012M je v provedení 6-MODUL a je určen pro montáž na DIN lištu do rozváděče. [21]

5.2.5 Spínací čtyřkanálový aktor SA2-04M



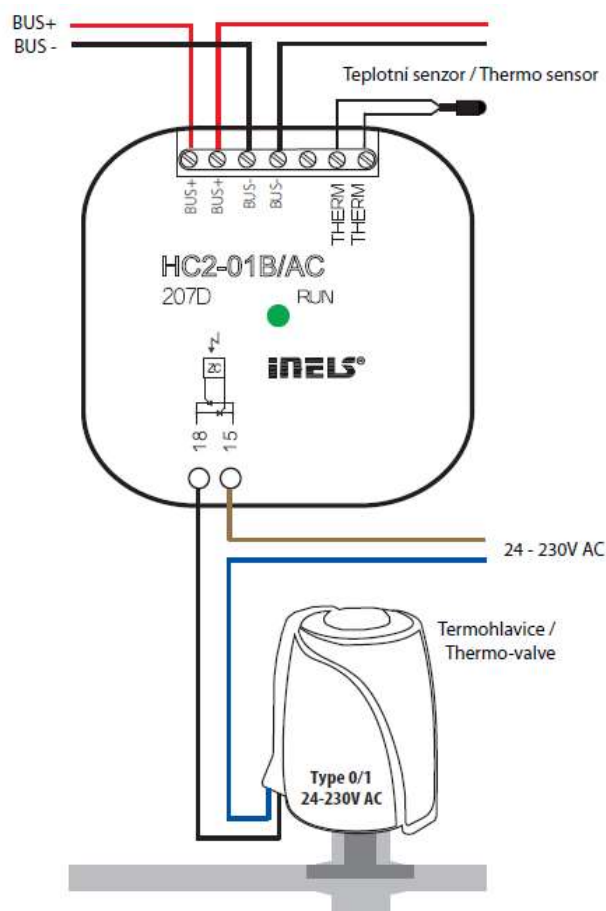
Obr. 5.5 Zapojení spínacího aktoru SA2-04M [22]

- Spínací čtyřkanálový aktor slouží pro spínání nejrůznějších spotřebičů a zátěží.
- Tuto funkci zajišťují 4 nezávislá relé s přepínacím bezpotenciálovým kontaktem.
- Jednotlivé výstupní kontakty jsou samostatně ovladatelné a adresovatelné.
- Aktor umožňuje spínat napětí 250 V AC nebo 24 V DC.
- Spínací proud kontaktu nesmí přesáhnout 16 A.
- Maximální spínací výkon v případě spínání 250 V AC je 4000 VA AC1. U spínání 24 V DC je maximální spínací výkon 384 W DC.
- Napájecí napětí aktoru je 27 V DC ze sběrnice CIB nebo BUS. Jmenovitý proud aktoru dosahuje 100 mA.
- Aktor obsahuje kontakty AgSnO₂. V případě potřeby lze objednat aktor s kontakty AgNi.

- Na čelním panelu jsou umístěny LED diody, které signalizují stav jednotlivých výstupů.
- Pomocí tlačítek umístěných na čelním panelu lze manuálně spínat jednotlivé výstupy.
- Aktor se připojuje na instalační sběrnici CIB nebo BUS, která zajišťuje komunikaci a napájení jednotky.
- Modul SA2-04M je v provedení 3-MODUL a je určen pro montáž na DIN lištu do rozváděče. [22]

5.2.6 Ovladač termohlavic HC2-01B/AC

- Jednotky HC2-01B zajišťují ovládání termohlavic radiátorů, ohřivačů a obecně tam, kde je potřeba ovládat topné médium.
- Za předpokladu, že nebude překročen maximální proud, lze jednotky použít i pro jiné zátěže.
- Jednotka slouží pro spínání dvouhodnotových termohlavic v rozsahu napětí 24–230 V AC.
- Spínaný proud nesmí překročit 0,15 A/230 V AC.
- Spínání zajišťuje tranzistorový výstup – Optomos relé.
- Aktor umožňuje měřit teplotu. Vstup THERM slouží pro připojení externího teplotního senzoru TC/TZ. Měřicí rozsah je od – 20 °C do + 100 °C s přesností 0,5 %.
- Napájecí napětí aktoru je 27 V DC ze sběrnice CIB nebo BUS. Jmenovitý proud aktoru dosahuje 20 mA.
- Jednotka zajišťuje galvanické oddělení mezi vnitřními obvody a výstupem.
- Aktor se připojuje na instalační sběrnici CIB nebo BUS, která zajišťuje komunikaci a napájení jednotky.
- Modul HC2-01B je určen pro montáž do instalační krabice. [23]



Obr. 5.6 Ovladač termohlavice HC2-01B/AC [23]

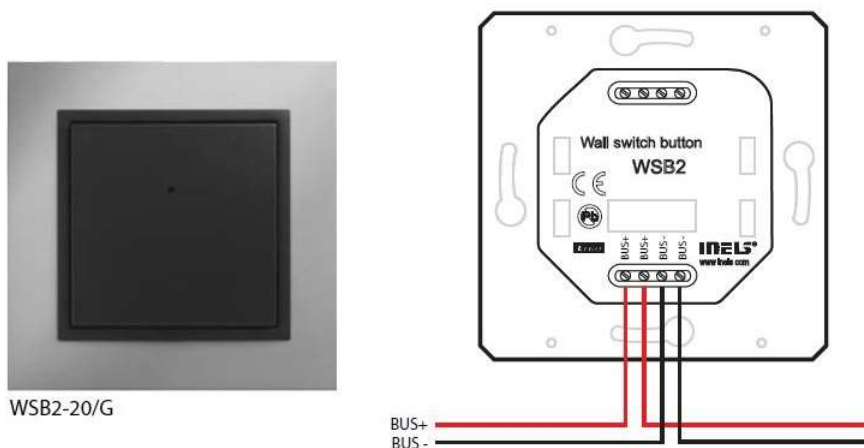
5.2.7 Nástěnné ovladače s krátkocestným ovládáním WBS2

- Nástěnný ovladač (senzor) s krátkocestným ovládáním slouží pro ovládání kteréhokoliv aktoru v instalaci. Zároveň je možné jedním tlačítkem ovládat několik spotřebičů zároveň.
- Každému tlačítku (kanálu) na ovladači lze přiřadit různou funkci nebo makro (sestavu funkcí).
- Ovladač v sobě integruje dvoubarevnou LED diodu, která umožňuje signalizovat jak stav ovládaného spotřebiče, tak i stav libovolného senzoru nebo aktoru v systému.
- Ovladače mohou být dvoukanálové (WSB2-20), čtyřkanálové (WSB2-40) a osmikanálové (WSB2-80).
- Varianty jsou v rozměru základního modulu vypínače 89*84 mm (výška*šířka) s výjimkou varianty WSB2-80. Ovladače se pak dají kombinovat s ostatními přístroji stejné řady do jednoho rámečku.
- Každý ovladač zajišťuje měření okolní teploty. Ovladač obsahuje vestavěný teplotní senzor NTC. Měřicí rozsah je od 0 °C do 55 °C s přesností 0,3 %.

- Velká výhoda spočívá v úspoře místa oproti standardním vypínačům. Například místo dlouhé řady 4 standardních vypínačů lze použít jeden skupinový ovladač WBS2-40.
- Napájecí napětí ovladače je 27 V DC ze sběrnice CIB nebo BUS. Jmenovitý proud dosahuje 25 mA.
- Ovladač se připojuje na instalační sběrnici CIB nebo BUS, která zajišťuje komunikaci a napájení jednotky.
- Nástěnný ovladač WSB2 je designově koncipován do řady přístrojů Elegant a LOGUS90 a je určen pro montáž do instalační krabice. [24]

Funkční režimy ovladače:

- vypínač – horním tlačítkem zapnout a spodním vypnout;
- tlačítko – jedním stiskem zapnout a druhým vypnout (impulzní relé);
- stmívač – krátké stisky slouží pro zapnutí a vypnutí, dlouhé stisky pro ovládání intenzity osvětlení;
- časový spínač – stiskem dojde k zapnutí a vypnutí se provede automaticky po uplynutí nastavené doby;
- nastavení světelné scény – jedním stiskem se například zatáhnou žaluzie, sepne TV a světlo se omezí na 30% intenzity. [24]



Obr. 5.7 Nástěnný ovladač WBS2 [24]

5.3 Hardwarové zapojení

Zapojení elektroinstalace bylo provedeno dle schématu uvedeného v příloze A a v souladu s platnými předpisy. Elektroinstalace je napájena z napěťové soustavy 1NPE~50 Hz 230 V/TN-S pomocí pohyblivého přívodu CYSY-J 3x2,5 mm². Z provozních důvodů

pro případ nouzového vypnutí či pro jakoukoliv jinou manipulaci je instalován hlavní vypínač ($I_n = 32 \text{ A}$).

V elektroinstalaci jsou použity následující druhy ochran:

- prostředky základní ochrany (ochrana před dotykem živých částí) - základní izolace živých částí, přepážky nebo kryty;
- prostředky ochrany při poruše (ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí) - dvojitá nebo zesílená izolace, automatické odpojení od zdroje.

Pro splnění požadavku ochrany automatického odpojení od zdroje byly použity jističe s charakteristikou B a zkratovou odolností $I_k = 6 \text{ kA}$. Použité jističe jsou uvedeny v této tabulce:

Jmenovitý proud jističe I_n [A]	Příslušný obvod
16	Spínaná zásuvka
16	Bojler
10	Světla
6	Napájení systému (napájecí zdroj PS-100, spínací aktor SA2-012M)
6	Termohlavice
4	Stmívací aktor DA2-22M

Tabulka 5.1 Použité jističe

Pro zapojení elektroinstalace byly použity vodiče CYA s průřezy odpovídajícími předpokládanému jmenovitému proudovému zatížení. Barvy vodičů odpovídají normám ČSN 33 0165 ed.2:2014 *Značení vodičů barvami nebo číslicemi – Prováděcí ustanovení* a ČSN EN 60445 ed.5:2018 *Základní a bezpečnostní zásady pro rozhraní člověk – stroj, označení a identifikaci – Identifikace svorek předmětů, konců vodičů a vodičů*. Pro účel CIB sběrnice byl použit kabel J-Y(St)Y 1x2x0,8.

5.4 Výroba panelu

Hlavním úkolem diplomové práce byla realizace výukového panelu inteligentní instalace. Fotografie již vyrobeného panelu lze najít v příloze C. Panel tvoří kompozitní hliníková deska o rozměrech 800*1200*3 mm (výška*šířka*hloubka). Kompozitní hliníková deska se skládá z polyuretanového jádra a hliníkových krycích vrstev, díky čemuž tyto desky dosahují vysoké pevnosti a životnosti. Deska byla upevněna na hliníkovou konstrukci složenou z hliníkových profilů hliníkového systému KOMBI 30. Konstrukce byla následně složena tak, aby zajišťovala svislou polohu desky a aby její čelní plocha odpovídala rozměrům panelu. Panel byl polepen navrženou fólií a opatřen ochrannou laminací

pro zvýšení odolnosti proti mechanickému poškození. Na fólii je vytištěno rozmístění středů jednotlivých prvků, popisky a loga. Grafické zpracování fólie tvoří přílohu B. Pro grafické zpracování fólie byl použit vektorový grafický editor Zoner Callisto. Poté byly do panelu vykrouženy všechny potřebné otvory pro prvky, které budou do panelu osazeny. Samozřejmě bylo nutné vyvrtat díry pro vodiče, které budou následně připojeny do aktorů a jističů nacházejících se na čelní straně panelu. Dále začalo osazování panelu jednotlivými komponenty. Po osazení panelu následovalo zapojení jednotlivých prvků a ověření funkčnosti.

5.4.1 Rozmístění prvků na panelu

Při pohledu na panel je patrné, že prvky pro ovládání inteligentní instalace (nástěnné ovladače a tablet) jsou situovány do pravé části panelu. Takovou část panelu si lze představit jako ovládací část, která slouží pouze pro ovládání inteligentní elektroinstalace. Tato část je přístupná osobám bez elektrotechnické kvalifikace (laik), což je v tomto případě zajištěno minimálním krytím v rámci ochrany před úrazem elektrickým proudem. V tomto případě je krytí elektrických zařízení dle vnějších vlivů dané normou ČSN 33 2000-5-51 ed.3.:2010 *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení – Všeobecné předpisy*, IP 20. Jak již bylo řečeno, v této části se nachází osm nástěnných ovladačů s krátkocestným ovládáním WBS2. Tyto ovladače byly umístěny do instalačních krabiček upevněných v předem vykroužených otvorech. Pod každým ovladačem se na desce nachází malý rámeček, do kterého lze nalepit štítek s popisem funkce konkrétního ovladače. To umožňuje změnit popis ovladače v případě změny jeho funkce. Dále lze v této části nalézt tablet, pomocí kterého je možné elektroinstalaci ovládat.

V levé části panelu se již vyskytují elektrická zařízení, která může obsluhovat nebo s nimi pracovat pouze osoba s elektrotechnickou kvalifikací (minimálně osoba znalá), a to z důvodu přístupných živých částí pod napětím. Uprostřed této části je umístěna DIN lišta. Na DIN liště se zleva nachází hlavní vypínač, jednotlivé jističe, napájecí zdroj PS-100/iNELS, centrální jednotka CP 1000, stmívací dvoukanálový aktor DA2-22M, spínací čtyřkanálový aktor SA2-04M, spínací dvanáctikanálový aktor SA2-012M. Ovladač termohlavic HC2-01B/AC je umístěn v přístrojové krabičce situované hned za DIN lištou. Tímto bylo zajištěno, že všechny sběrnicové aktory budou situovány přehledně v jedné ose. Všechny ostatní prvky (spotřebiče, signalizace) jsou umístěny pod nebo nad touto pomyslnou osou. Jak již bylo řečeno, panel z části obsahuje konkrétní spotřebiče. V některém případě však nejsou použity spotřebiče, které se v reálné instalaci využívají, a to z důvodu složitě

implementace na panel. Signalizace stavů některých spotřebičů, které nejsou na první pohled zcela zjevné, zajišťují signalizační kontrolky. Nad DIN lištou se nachází část pojmenovaná „Osvětlení“. Do této části byly umístěny všechny světelné zdroje včetně jednoho ventilátoru, který se spíná společně s žárovkou. LED pásek je umístěn v hliníkovém profilu, který byl přilepen nad název panelu. Tvar hliníkového profilu zajišťuje svícení LED pásku pod úhlem 45° pro nasvícení prostoru před panelem. Stmívatelný zdroj pro LED pásek byl přilepen na hliníkový profil z druhé strany desky. Vedle této části lze nalézt část označenou „Ventilace“. V této části jsou připevněny dva ventilátory nad sebou. Dále následuje část „Roleta“, v níž se nachází roletový pohon a dvě zelené signalizační kontrolky pro indikaci stavu, kdy se roleta nachází ve vrchní a kdy ve spodní poloze. Vlevo pod DIN lištou jsou situovány dvě zásuvky („Spínaný spotřebič“, „Bojler“). Obě zásuvky mají pod sebou signalizační kontrolku, která signalizuje stav sepnutí. Pro bojler byla zvolena červená kontrolka a pro spínaný spotřebič bílá. Vpravo od zásuvky se nachází termohlavice s termostatickým ventilem. Tato sekce nese název „Topení“. Taktéž termohlavice má svoji červenou signalizační kontrolku pro signalizaci stavu topení. Na posledním místě v dolní části panelu je situována sekce „Chlazení“. V této sekci se nachází ventilátor. Jako poslední prvek se na panelu nachází bílá signalizační kontrolka pro signalizaci panelu pod napětím a je situována nad hlavním vypínačem.

5.5 Programování systému FOXTROT

Obsahem této kapitoly je tvorba uživatelského programu pomocí vývojového prostředí Mosaic.

Mosaic je vývojový nástroj, který umožňuje tvorbu a parametrizaci programu nejen pro běžné, ale i náročnější aplikace. Programy jsou určeny pro programovatelné logické systémy (PLC) TECOMAT a TECOREG od firmy Teco a.s. Kolín. Prostředí programu Mosaic splňuje mezinárodní normu IEC EN-61131-3, která definuje strukturu programů a programovací jazyky pro programovatelné automaty. Pokud po nainstalování programu není přítomný HW klíč, Mosaic pracuje v tzv. Lite verzi, která umožňuje tvorbu programu v omezené konfiguraci. Ve verzi Lite jsou však k dispozici všechny nástroje, které Mosaic nabízí. [25]

Pro programování PLC je dnes stanoveno dle standardu IEC EN 61131-3 několik programovacích jazyků. Tyto programovací jazyky jsou určeny pro všechny PLC nezávisle na výrobcu. Každý jazyk je vhodný pro určitý typ aplikace a programátor jej může volit dle svého uvážení. Programovací jazyky se dělí do dvou základních kategorií. První kategorií

jsou textové jazyky, mezi něž patří Instruction List (IL) a Structured text (ST). Druhou kategorií jsou grafické programovací jazyky, mezi něž patří Ladder Diagram (LD), Function Block Diagram (FBD), Sequential Function Chart (SFC) a Continuous Flow Chart (CFC)) [25]

5.5.1 Realizace požadovaných funkcí

Pro úlohu inteligentní instalace byl vybrán grafický jazyk CFC, který umožňuje přehledně vyjádřit, jak program funguje, jak jsou propojeny vstupy a výstupy a jak jsou mezi ně začleněny jednotlivé bloky, které představují operace, co s těmi vstupy bude PLC provádět.

CFC je grafický jazyk, který se v podstatě vyvinul z jazyka FBD. CFC jazyk se stal velmi populární a rozšířený i přesto, že není adaptován normou IEC 61131-3. Programování spočívá ve výběru hotových funkčních bloků z knihoven, jejich umístění na plochu, nastavení parametrů vybraných bloků a navazování vazeb mezi jejich vstupy a výstupy. Na rozdíl od funkčních bloků jazyka FBD, které provádějí jen jednoduché matematické operace, funkční bloky jazyka CFC jsou zaměřeny na správu celých technologických celků. Výhoda spočívá v přehlednosti v případě jednodušších aplikací. [26]

Valná většina bloků, které byly při tvorbě programu použity, se nachází v knihovně iControlLib v2.0. Pomocí těchto funkčních bloků byl sestaven program, aby byly přesně splněny všechny požadavky kladené na výstup této práce.

Knihovna iControlLib

V knihovně iControlLib v2.0 (šesté vydání) najdeme funkční bloky, které jsou využitelné především v oblasti inteligentních domů. Funkční bloky v této knihovně jsou přizpůsobeny k ovládání pomocí webového rozhraní a aplikací (iFoxytrot, HomeKit atd.).

V knihovně jsou definovány tyto funkční bloky:

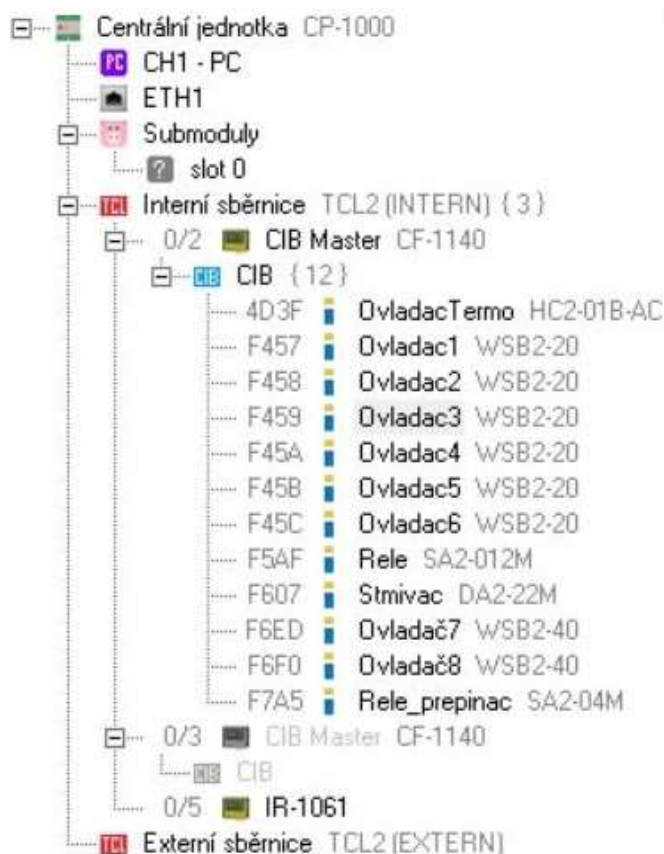
Funkční blok	Popis
fb_iAction	Zachycení požadavku na akci
fb_iButton	Zveřejnění tlačítka pro mobilní aplikaci
fb_iContact	Signalizace stavu kontaktu (proměnné typu BOOL) do mobilní aplikace
fb_iDimmer	Řízení stmívaného světla v rozsahu 0-100 %
fb_iDimmerLED	Řízení stmívaného LED světla v rozsahu 0-100 %
fb_iDimmerRGB	Řízení stmívaného RGB světla v rozsahu 0-100 %
fb_iDisplay_OnOff	Zobrazení BOOL hodnoty v aplikaci iFoxytrot
fb_iDisplay_Val	Zobrazení REAL hodnoty v aplikaci iFoxytrot

fb_iDisplay_Edit	Zobrazení a editace REAL hodnoty v aplikaci iFoxytrot
fb_iFan	Ovládání ventilátoru či obecného výstupu v rozsahu 0-100 %
fb_iJalousie	Ovládání žaluzií
fb_iLight	Řízení světla pomocí tlačítek
fb_iOpener	Řízení systémů pro otevírání dveří, bran, vrat nebo rolet
fb_iPublicEncoding	Zveřejnění kódování textů pro mobilní aplikace
fb_iRelay	Řízení relé (BOOL výstupu)
fb_iScene4	Nastavení max. 4 scén
fb_iScene8	Nastavení max. 8 scén
fb_iSensorCO	Vyhodnocení naměřených hodnot oxidu uhelnatého
fb_iSensorCO2	Vyhodnocení naměřených hodnot oxidu uhličitého
fb_iSensorLight	Měření intenzity osvětlení
fb_iSensorPIR	Připojení PIR čidla pro vyhodnocení přítomnosti osob
fb_iSensorSmoke	Vyhodnocení naměřených hodnot kouře
fb_iSensorTemp	Měření teploty
fb_iSocket	Ovládání zásuvky
fb_iThermostat_cool	Termostat pro chlazení
fb_iThermostat_heat	Termostat pro topení
fb_iThermostat_heatCool	Termostat pro topení a chlazení
fb_iTimeProgWeek	Řízení topení a chlazení podle týdenního časového programu
fb_iWebCamera	Zveřejnění webkamery do aplikace iFoxytrot
fb_iWebConf	Zveřejnění web stránky do aplikace iFoxytrot
fb_C_RC_0006R	Synchronizace dat s modulem C-RC-0006R
fb_Button1	Vyhodnocení krátkého a dlouhého stisku tlačítka
fb_RndPulse	Generátor náhodných pulzů
fb_JalAlarm	Vyhodnocení alarmů pro žaluzie
fb_TimeAction	Jednoduché časové ovládání

Tabulka 5.2 Funkční bloky knihovny iControlLib [27]

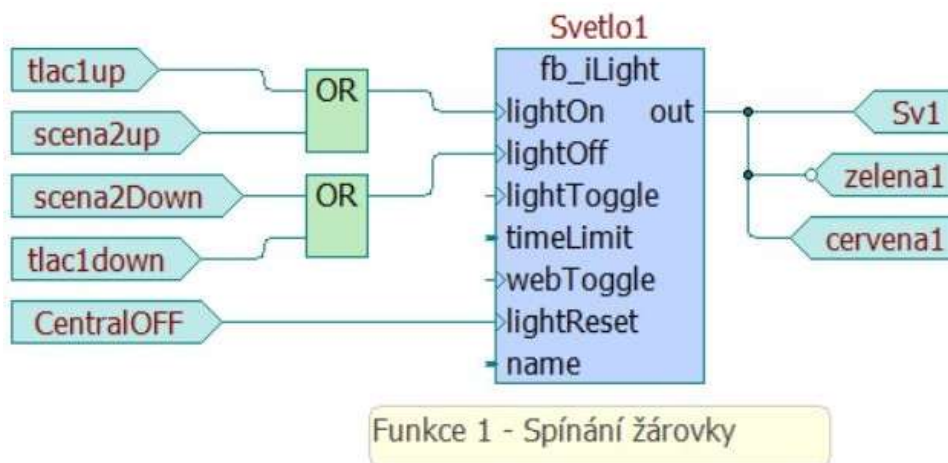
Konfigurace PLC

Sestavu PLC popisuje konfigurace periferních modulů. Konfigurace znamená řídicí systém, pro který je určen uživatelský program. Na obrázku 5.8 lze vidět sestavu PLC, jež je použita v této práci. Veškeré periferní moduly jsou připojeny na jedné sběrnici CIB ohraničené CIB Masterem CF-1140. U každého připojeného periferního modulu se nachází HW adresa, typové označení a vlastní jméno modulu. Za označením modulu se nachází barevné kolečko indukující stav komunikace centrální jednotky s periferním modulem.



Obr. 5.8 Sestava PLC CP-1000 s periferními moduly na sběrnici CIB

Osvětlení – Funkce 1 - Spínání žárovky



Obr. 5.9 Funkce 1 – Spínání žárovky

Jak je zřejmé z obrázku (obr. 5.8.), pro funkci spínání žárovky byl použit funkční blok fb_iLight.

Funkční blok fb_iLight slouží k řízení osvětlení pomocí tlačítek. Blok fb_iLight umožňuje ovládat světlo pomocí dvou tlačítek nebo pomocí jednoho tlačítka.

Pro dvoutlačítkové ovládání slouží vstupy **lightOn** a **lightOff**. Vstupem **lightOn** se světlo zapne a vstupem **lightOff** vypne. Jednotlačítkové ovládání světla zajišťuje vstup **lightToggle**. Vstup **lightToggle** pracuje jako přepínač, tudíž pokud svítí, tak ho zhasne, a pokud je zhasnuté, tak ho rozsvítí. Vstup **webToggle** slouží pro zapínání a vypínání světla z webového rozhraní. Tento vstup pracuje stejně jako **lightToggle**, tudíž jako přepínač. V případě, že má být ovládání z webové stránky povoleno, je nutné nastavit vstup **webToggle** na TRUE. Vstup **timeLimit** slouží pro nastavení doby svícení. V případě, že má hodnotu T#0s, nebude doba svícení omezena. Vstup **lightReset** slouží k centrálnímu vypnutí světla. Vstup **name** slouží pro pojmenování bloku v aplikaci iFoxy. Mimo vstupů **name** a **timeLimit** jsou všechny vstupy typu BOOL, které reagují na náběžnou hranu vstupního signálu. Vstup **name** je typu STRING a vstup **TimeLimit** je typu TIME. Výstup **out** zajišťuje ovládání světla. Jedná se o výstup datového typu BOOL. [27]

Aktivaci žárovky je možné vyvolat jak pomocí ovladače, tak pomocí scény č. 2. Žárovku lze samozřejmě ovládat z webové stránky. Vstupy a výstupy této funkce jsou uvedeny v následující tabulce:

Proměnná	Typ	Funkce
Vstupy		
tlac1up	BOOL	Obsahuje informaci o aktuálním stavu horního tlačítka ovladače č. 1.
scena2up	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci stavu scény č. 2.
scena2down	BOOL	Obsahuje informaci o deaktivaci scény č. 2.
tlac1down	BOOL	Obsahuje informaci o aktuálním stavu spodního tlačítka ovladače č. 1.
CentralOFF	BOOL	Obsahuje informaci zajišťující centrální vypnutí světel.
Výstupy		
Sv1	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci reléového výstupu č. 1 aktoru SA2-012M.
cervena1	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci červené LED na ovladači č. 1.
zelena1	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci zelené LED na ovladači č. 1.

Tabulka 5.3 Popis proměnných funkce „Spínání žárovky“

Osvětlení – Funkce 2 - Spínání žárovky a ventilátoru



Obr. 5.10 Funkce 2 – Spínání žárovky a ventilátoru

Pro funkci spínání žárovky společně s ventilátorem byl použit opět funkční blok `fb_iLight`, který principiálně pracuje jako v předchozí funkci. K tomuto bloku byl přidán funkční blok časovače TOF, který zajišťuje jedninutový doběh ventilátoru po stisknutí tlačítka `tlac2down`.

V okamžiku hodnoty `FALSE` na vstupu `IN` časovače TOF se začne zvětšovat aktuální hodnota časovače. Ve chvíli, kdy hodnota časovače dosáhne předvolby `PT`, bude na výstupu `Q` hodnota `TRUE`. Aktuální hodnota časovače se poté už nezvyšuje. Výstup `Q` se ve stavu `FALSE` nachází vždy, když se vstup `IN` nachází ve stavu `FALSE` a zároveň aktuální hodnota časovače je rovna hodnotě na vstupu `PT`. Princip funkce funkčního bloku `fb_iLight` je popsán v předchozí funkci. [29]

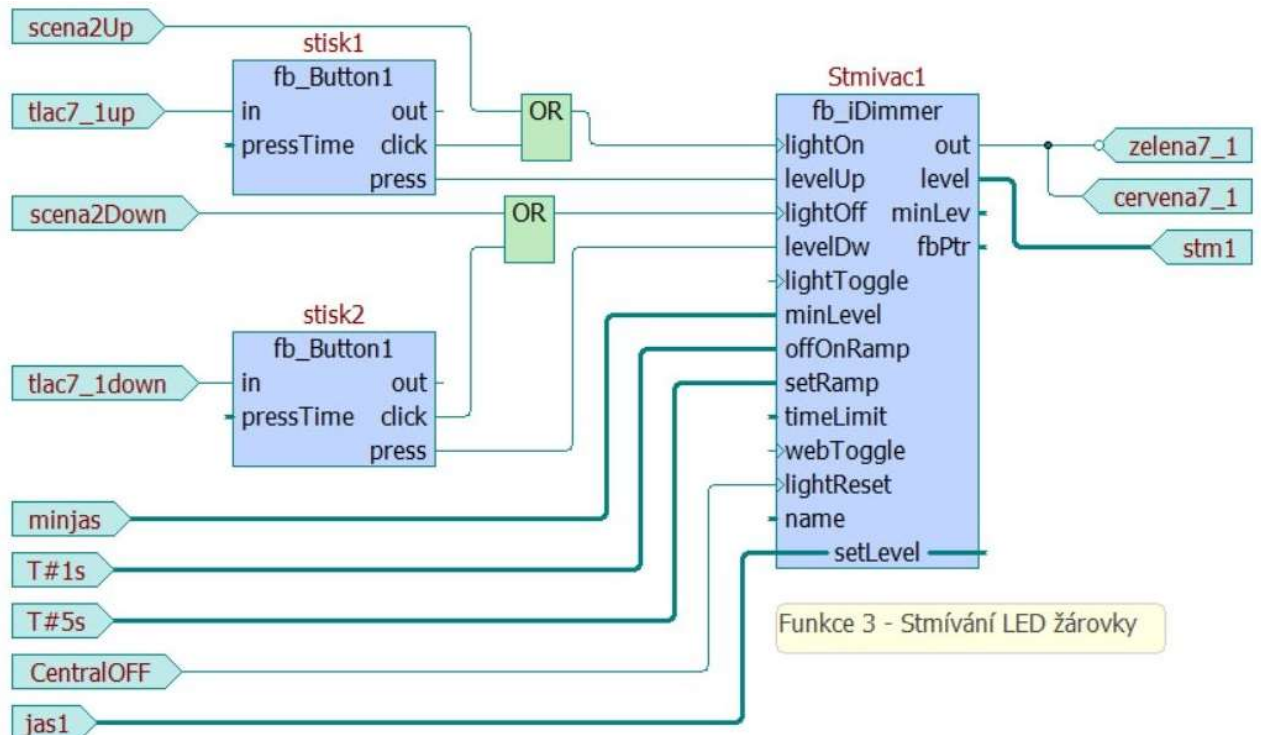
Aktivaci žárovky a ventilátoru je možné vyvolat jak pomocí ovladače, tak pomocí tlačítka na webové stránce. Vstupy a výstupy této funkce jsou uvedeny v následující tabulce:

Proměnná	Typ	Funkce
Vstupy		
<code>tlac2up</code>	BOOL	Obsahuje informaci o aktuálním stavu horního tlačítka ovladače č. 2.
<code>tlac2down</code>	BOOL	Obsahuje informaci o aktuálním stavu spodního tlačítka ovladače č. 2.
<code>CentralOFF</code>	BOOL	Obsahuje informaci zajišťující centrální vypnutí světel.
<code>T#60 s</code>	TIME	Čas předvolby časovače <code>PT</code> (60 s).
Výstupy		
<code>Sv2</code>	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci reléového výstupu č. 2 aktoru SA2-012M.
<code>Ven3</code>	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci reléového výstupu č. 11 aktoru SA2-012M.

cervena2	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci červené LED na ovladači č. 2.
zelena2	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci zelené LED na ovladači č. 2.

Tabulka 5.4 Popis proměnných funkce „Spínání žárovky a ventilátoru“

Osvětlení – Funkce 3 – Stmívání LED žárovky a LED pásku:



Obr. 5.11 Funkce 3 – Stmívání LED žárovky

Pro účel stmívání LED žárovky byl využit funkční blok `fb_iDimmer`. Funkční blok `fb_iDimmer` slouží k řízení stmívaného světla v rozsahu 0-100 %. Vstupem **lightOn** se světlo rozsvítí. Naopak **lightOff** se světlo vypne. Vstup **lightToggle** pracuje jako přepínač, tudíž pokud světlo svítí, tak ho zhasne a pokud je zhasnuté, tak ho rozsvítí. Všechny výše uvedené vstupy jsou typu BOOL a reagují na náběžnou hranu vstupního signálu. Vstupy **levelUp** a **levelDw** slouží pro nastavení úrovně, na kterou se světlo bude rozsvěcet. Vstupy jsou taktéž typu BOOL. Vstup **minLevel** je typu REAL a určuje minimální úroveň v procentech, ze které se zahájí rozsvícení světla. Defaultně má proměnná **minLevel** hodnotu 10 %. Vstup **offOnRamp** určuje dobu v sekundách, za kterou se světlo rozsvítí z **minLevel** na 100 % pro zapnutí a vypnutí světla. Defaultní hodnota proměnné **offOnRamp** je 5 s. Vstup **setRamp** určuje v sekundách dobu, za kterou se světlo rozsvítí z **minLevel** na 100 % pro změnu požadované úrovně. Defaultně má proměnná **setRamp** hodnotu 8 s. Vstup **timeLimit** slouží pro nastavení doby svícení. V případě, že má hodnotu T#0s, nebude doba svícení omezena. Poslední tři uvedené vstupy jsou datového typu TIME. Vstupem **webToggle** lze zapínat a

vypínat světlo z webového rozhraní. Vstup **lightReset** slouží k centrálnímu vypnutí světla. Oba vstupy jsou typu BOOL a reagují na náběžnou hranu vstupního signálu. Vstup **name** typu STRING slouží pro pojmenování bloku v aplikaci iFoxytrot. Výstup **out** je typu BOOL a v případě, že má hodnotu TRUE, signalizuje, že je světlo zapnuté. Výstup **level** udává aktuální hodnotu pro řízení světla (0-100 %). Vstup **minLev** je kopií vstupu **minLevel**. Oba tyto vstupy jsou typu REAL. Výstup **fbPtr** slouží jako pointer na funkční blok. Proměnná **setLevel** slouží k zapamatování poslední nastavené úrovně. [27]

Jelikož Mosaic neumožňuje rozlišit krátké a dlouhé stisky u ovladačů WSB2-20, bylo nutné do programu přidat funkční bloky fb_Button1. Funkční blok fb_Button1 je určen k vyhodnocení krátkých a dlouhých stisků tlačítka. Vstup **in** slouží pro připojení tlačítka. Jedná se o vstup datového typu BOOL. Vstup **pressTime** určuje dobu stisknutí, která je potřebná pro vyhodnocení dlouhého stisku. Jedná se o vstup datového typu TIME. Všechny výstupy funkčního bloku fb_Button1 jsou typu BOOL. Výstup **out** je kopií vstupu **in**. Jestliže dojde ke krátkému stisku, nastaví se výstup **click** na dobu jednoho cyklu PLC na hodnotu TRUE. Stisknutí bude považováno za krátký stisk v případě, že na vstupu **in** bude hodnota TRUE po kratší dobu, než udává **pressTime**. Defaultně má proměnná **pressTime** hodnotu 750 ms. Jestliže dojde ke dlouhému stisku, nastaví se výstup **press** na hodnotu TRUE. V tomto stavu setrvá až do okamžiku uvolnění tlačítka čili FALSE na vstupu **in**. Stisknutí bude považováno za dlouhý stisk v případě, že na vstupu **in** bude hodnota TRUE po delší dobu, než udává **pressTime**. [27]

Funkci stmívání LED žárovky lze vyvolat jak pomocí inteligentního ovladače, tak pomocí scény č. 2. V případě aktivní scény č. 2 se potlačí jakékoli jiné ovládání LED žárovky, tudíž inteligentní ovladač lze k ovládání využít až po ukončení světelné scény. Řízení stmívání je taktéž možné pomocí webového rozhraní. Vstupy a výstupy této funkce jsou uvedeny v následující tabulce:

Proměnná	Typ	Funkce
Vstupy		
scena2up	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci stavu scény č. 2.
tlac7_1up	BOOL	Obsahuje informaci o aktuálním stavu levého horního tlačítka ovladače č. 7.
scena2down	BOOL	Obsahuje informaci o deaktivaci scény č. 2.
tlac7_1down	BOOL	Obsahuje informaci o aktuálním stavu levého spodního tlačítka ovladače č. 7.
minjas	REAL	Minimální úroveň v procentech, ze které se zahájí rozsvícení LED žárovky (defaultní hodnota: 15.0).

T#1s	TIME	Čas, za který se světlo rozsvítí z minLevel na 100 % pro účel zapnutí a vypnutí světla (1 s).
T#5s	TIME	Čas, za který se světlo rozsvítí z minLevel na 100 % pro změnu požadované úrovně (5 s).
CentralOFF	BOOL	Obsahuje informaci zajišťující centrální vypnutí světel.
Výstupy		
stm1	REAL	Obsahuje informaci o aktivaci výstupu Out1 stmívacího aktoru DA2-22M.
zelena7_1	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci zelené LED levé půlky ovladače č. 7.
cervena7_1	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci červené LED levé půlky ovladače č. 7.
Vstup/výstup		
jas1	REAL	Úroveň, na kterou se má LED žárovka rozsvítit (defaultní hodnota: 100.0).

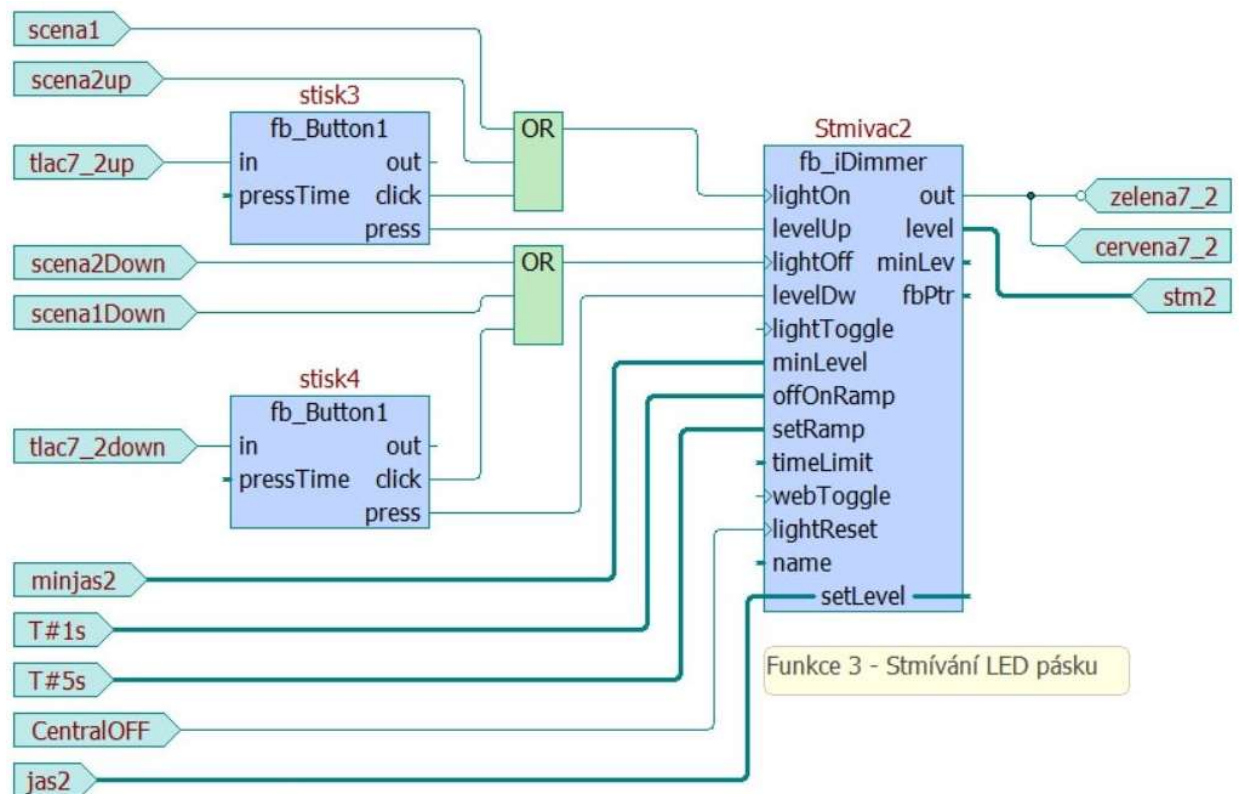
Tabulka 5.5 Popis proměnných funkce „Stmívání LED žárovky“

Pro účel stmívání LED pásku byl využit stejný funkční blok jako v předchozím případě fb_iDimmer. Činnost bloku je popsána v předchozí funkci. Stmívání LED pásku je možné vyvolat jak pomocí inteligentního ovladače, tak pomocí scény č. 1 i scény č. 2. LED žárovku lze samozřejmě ovládat z webové stránky. I v tomto případě platí, že při aktivní scéně není možné ovládat stmívání z webu nebo pomocí inteligentního ovladače. Vstupy a výstupy této funkce jsou uvedeny v následující tabulce:

Proměnná	Typ	Funkce
Vstupy		
scena2up	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci stavu scény č. 2.
scena1	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci stavu scény č. 1.
tlac7_2up	BOOL	Obsahuje informaci o aktuálním stavu pravého horního tlačítka ovladače č. 7.
scena2down	BOOL	Obsahuje informaci o deaktivaci scény č. 2.
scena1down	BOOL	Obsahuje informaci o deaktivaci scény č. 1.
tlac7_2down	BOOL	Obsahuje informaci o aktuálním stavu pravého spodního tlačítka ovladače č. 7.
minjas2	REAL	Minimální úroveň v procentech, ze které se zahájí rozsvícení LED pásek (defaultní hodnota: 15.0).
T#1s	TIME	Čas, za který se světlo rozsvítí z minLevel na 100 % pro účel zapnutí a vypnutí světla (1 s).
T#5s	TIME	Čas, za který se světlo rozsvítí z minLevel na 100 % pro změnu požadované úrovně (5 s).
CentralOFF	BOOL	Obsahuje informaci zajišťující centrální vypnutí světel.
Výstupy		
stm2	REAL	Obsahuje informaci o aktivaci výstupu Out2 stmívacího aktoru DA2-22M.

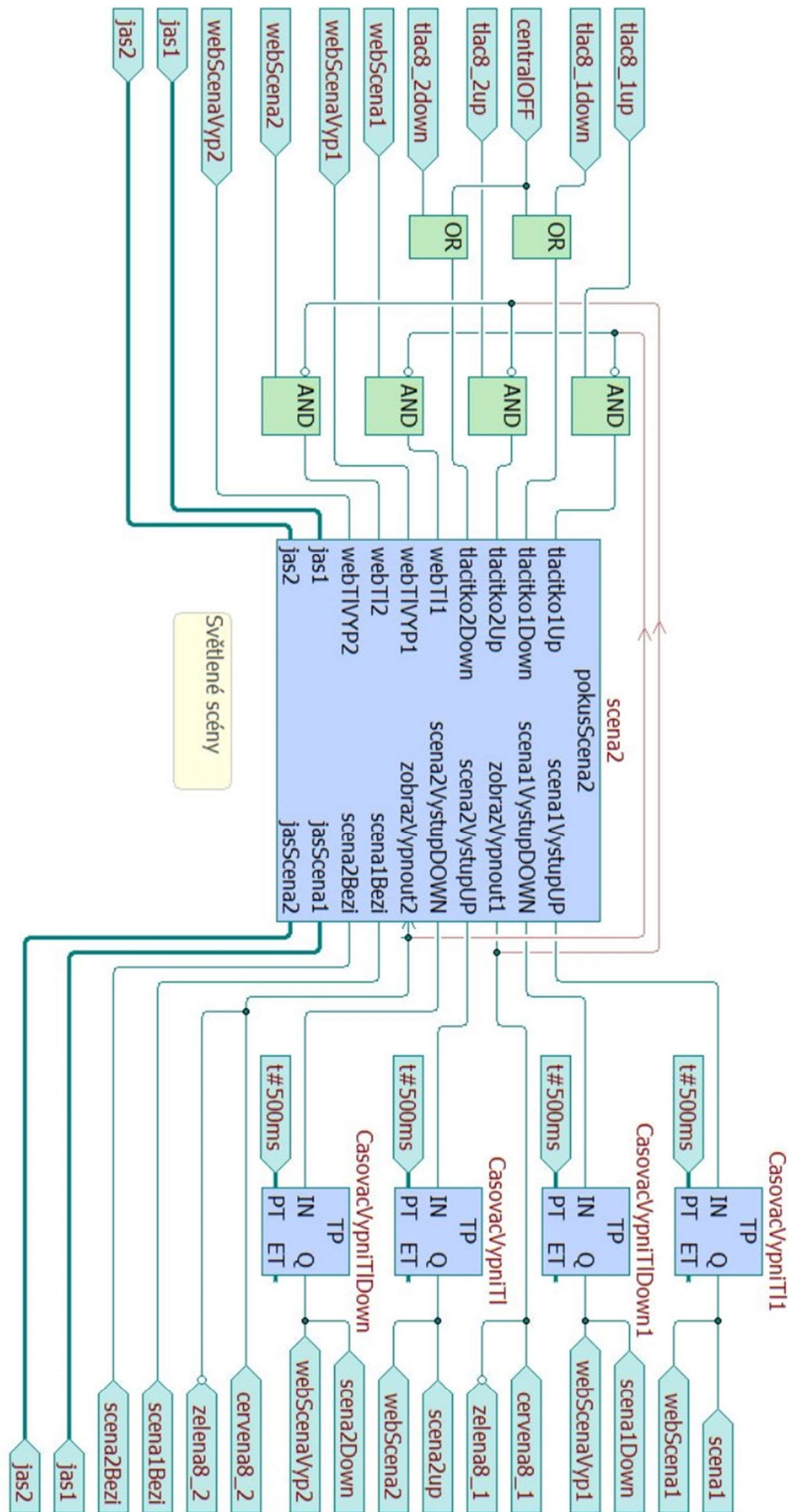
zelena7_2	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci zelené LED pravé půlky ovladače č. 7.
cervena7_2	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci červené LED pravé půlky ovladače č. 7.
Vstup/výstup		
jas2	REAL	Úroveň, na kterou se má LED pásek rozsvítit (defaultní hodnota: 100.0).

Tabulka 5.6 Popis proměnných funkce „Stmívání LED pásku“



Obr. 5.12 Funkce 3 – Stmívání LED pásku

Osvětlení – Funkce 4 - Světelné scény



Obr. 5.13 Funkce 4 – Světelné scény

Pro tento účel lze využít funkční bloky fb_iScene4 nebo fb_iScene8 z knihovny iControlLib. Jelikož je činnost těchto bloků přímo vázána na aplikaci iFoxy, nebyly do mého programu použity. Pro tuto funkci byl vytvořen blok pokusScena2, který slouží k ovládání dvou světelných scén, přesně dle požadavků uvedených v kapitole 5.1.1 Funkce 4 - Světelné scény.

Vstupem **Tlactitko1Up** se aktivuje scéna č. 1. Naopak vstup **Tlactitko1Down** scénu č. 1 deaktivuje. Vstupy **Tlactitko2Up** a **Tlactitko2Down** slouží pro aktivaci a deaktivaci scény č. 2. Vstupem **webTI1** je možné aktivovat scénu č. 1 pomocí webového rozhraní. Naopak vstupem **webTIVYP1** lze scénu č. 1 skrze webové rozhraní deaktivovat. Vstupy **webTI2** a **webTIVYP2** slouží pro aktivaci a deaktivaci scény č. 2 pomocí webového rozhraní. Všechny výše uvedené vstupy jsou datového typu BOOL a reagují na náběžnou hranu vstupního signálu. Vstup **jas1** slouží k zapamatování hodnoty jasu, na kterou se naposledy rozsvítil stmívač 1. Pro zapamatování hodnoty jasu, na kterou se naposledy rozsvítil stmívač 2, slouží vstup **jas2**. Obě tyto proměnné jsou datového typu REAL. Výstup **Scena1VystupUP** typu BOOL má hodnotu TRUE, jestliže byla detekovaná náběžná hrana na vstupu **Tlactitko1Up** nebo **webTI1**. Výstup **Scena1VystupDOWN** je taktéž typu BOOL a bude mít hodnotu TRUE v případě, že vstup **Tlactitko1Down** nebo **webTIVYP1** detekují náběžnou hranu signálu. Výstup **ZobrazVypnout1** slouží pro řízení tlačítka na aktivaci scény č. 1 na webovém rozhraní. Na tomto výstupu se objeví TRUE v případě aktivní scény č. 1. Výstup **Scena2VystupUP** je typu BOOL a má hodnotu TRUE, jestliže byla detekovaná náběžná hrana na vstupu **Tlactitko2Up** nebo **webTI2**. Výstup **Scena2VystupDOWN** je taktéž typu BOOL a bude mít hodnotu TRUE v případě, že vstup **Tlactitko2Down** nebo **webTIVYP2** detekují náběžnou hranu signálu. Výstup **ZobrazVypnout2** slouží pro řízení tlačítka na aktivaci scény č. 2 na webovém rozhraní. Na tomto výstupu se objeví TRUE v případě aktivní scény č. 2. Pro indikaci aktivní scény č. 1 slouží výstup **Scena1Bezi**, který je aktivní v případě aktivní scény č. 1. Výstup **Scena2Bezi** se chová stejně jako **Scena1Bezi**, ale indikuje stav scény č. 2. Oba tyto výstupy jsou typu BOOL. Pro nastavení konkrétní hodnoty jasu pro stmívač 2 slouží výstup **jasScena2**. V případě, že na vstup **Tlactitko1Up** nebo **webTI1** přijde náběžná hrana, uloží se hodnota vstupu **jas2** do paměti. Poté dojde k nastavení výstupu **JasScena2**, do které se uloží hodnota 25. Po příchodu náběžné hrany na vstup **Tlactitko1Down** nebo **webTIVYP1** se vezme hodnota jasu, která je uložena v paměti a zapíše se na výstup **JasScena2**. V případě, že nedojde k aktivaci scény č. 1, na výstupu **JasScena2** bude stejná hodnota jako na vstupu **jas2**. Výstup **JasScena2** je tedy typu REAL. Pro nastavení konkrétní hodnoty jasu pro stmívač 1 slouží výstup **jasScena1**. V případě, že na vstup

Tlactitko2Up nebo **webTl2** přijde náběžná hrana, uloží se hodnota vstupu **jas2** a **jas1** do paměti. Poté dojde k nastavení výstupů **JasScena2** a **JasScena1**, do kterých se uloží hodnota 100. Po příchodu náběžné hrany na vstup **Tlactitko1Down** nebo **webTIVYP1** se vezmou hodnoty jasu uložené v paměti a zapíše se na výstup **JasScena2** a **JasScena1**. Na výstup **JasScena2** se zapíše hodnota, která se do paměti uložila ze vstupu **jas2** a na výstup **JasScena1** se zapíše hodnota, která se do paměti uložila ze vstupu **jas1**. V případě, že nedojde k aktivaci scény č. 2, na výstupu **JasScena2** bude hodnota shodná jako na vstupu **jas2** a na výstupu **JasScena1** bude stejná hodnota jako na vstupu **jas1**. Výstup **JasScena1** je taktéž typu REAL.

Do programu byly vloženy některé základní logické funkce, které vylučují současnou aktivaci obou scén. Dále umožňují vypnutí scén pomocí funkce „Central OFF“. Dále byly v programu využity časovače TP, které slouží pro vygenerování pulzu dané šířky při příchodu náběžné hrany. Tento časovač pracuje tak, že výstup **Q** je nastaven na hodnotu TRUE v případě, že se na vstupu **IN** detekovala náběžná hrana a současně je hodnota **ET** menší než předvolba **PT**. V ostatních případech má výstup **Q** hodnotu FALSE. Aktuální hodnota časovače **ET** se začne zvětšovat, jakmile se na vstupu **IN** objeví hodnota TRUE a zvyšuje svoji hodnotu, dokud nedosáhne hodnoty předvolby **PT**. [29]

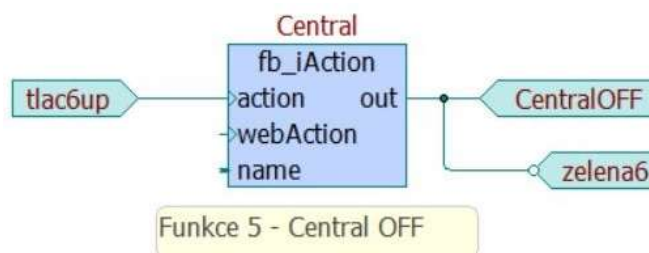
Aktivaci světelných scén je možné vyvolat jak pomocí ovladače, tak pomocí tlačítka na webové stránce. Scény nelze aktivovat současně, tedy příslušnou scénu lze aktivovat pouze v případě, že není aktivní druhá scéna. Vstupy a výstupy této funkce jsou uvedeny v následující tabulce:

Proměnná	Typ	Funkce
Vstupy		
tlac8_1up	BOOL	Obsahuje informaci o aktuálním stavu levého horního tlačítka ovladače č. 8.
tlac8_1down	BOOL	Obsahuje informaci o aktuálním stavu levého spodního tlačítka ovladače č. 8.
tlac8_2up	BOOL	Obsahuje informaci o aktuálním stavu pravého horního tlačítka ovladače č. 8.
tlac8_2down	BOOL	Obsahuje informaci o aktuálním stavu pravého spodního tlačítka ovladače č. 8.
CentralOFF	BOOL	Obsahuje informaci zajišťující centrální vypnutí světel.
webScena1	BOOL	Obsahuje informaci o aktuálním stavu webového tlačítka pro aktivaci scény č. 1.
webScenaVyp1	BOOL	Obsahuje informaci o aktuálním stavu webového tlačítka pro deaktivaci scény č. 1.
webScena2	BOOL	Obsahuje informaci o aktuálním stavu webového tlačítka pro aktivaci scény č. 2.

webScenaVyp2	BOOL	Obsahuje informaci o aktuálním stavu webového tlačítka pro deaktivaci scény č. 1.
Výstupy		
scena1	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci stavu scény č. 1.
webScena1	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci scény č. 1 pro webové rozhraní.
scena1Down	BOOL	Obsahuje informaci o deaktivaci scény č. 1.
webScenaVyp1	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci scény č. 1 pro webové rozhraní.
scena2up	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci stavu scény č. 2.
webScena2	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci scény č. 2 pro webové rozhraní.
scena2Down	BOOL	Obsahuje informaci o deaktivaci scény č. 2.
webScenaVyp2	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci scény č. 2 pro webové rozhraní.
scena1Bezi	BOOL	Obsahuje informaci o stavu scény č. 1.
scena2Bezi	BOOL	Obsahuje informaci o stavu scény č. 2.
zelena8_1	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci zelené LED levé půlky ovladače č. 8.
cervena8_1	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci červené LED levé půlky ovladače č. 8.
zelena8_2	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci zelené LED pravé půlky ovladače č. 8.
cervena8_2	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci červené LED pravé půlky ovladače č. 8.
Vstup/výstup		
jas1	REAL	Úroveň, na kterou se má LED žárovka rozsvítit (defaultní hodnota: 100.0).
jas2	REAL	Úroveň, na kterou se má LED pásek rozsvítit (defaultní hodnota: 100.0).

Tabulka 5.7 Popis proměnných funkce „Světelné scény“

Osvětlení – Funkce 5 – Central OFF



Obr. 5.14 Funkce 5 – Central OFF

Pro funkci centrálního zhasnutí všech světel na panelu byl použit funkční blok fb_iAction.

Funkční blok fb_iAction slouží k zachycení požadavku na nějakou akci. Pro připojení požadavků, které vznikají v PLC, je určen vstup **action**. Na tento vstup lze přivést například

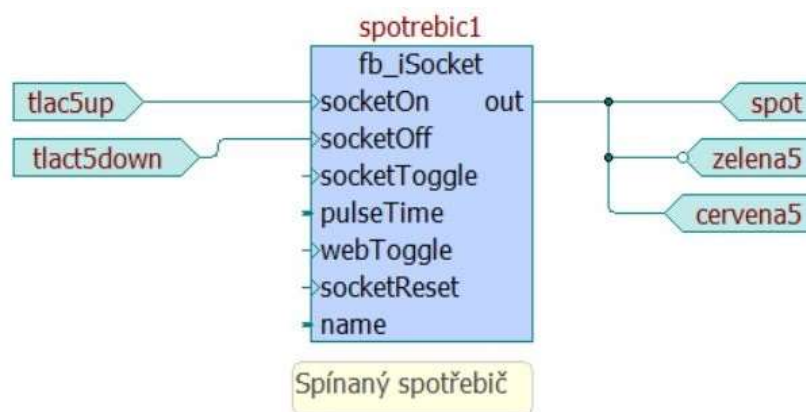
stisk tlačítka nebo nastavení BOOL proměnné v PLC programu na hodnotu TRUE. Vstup **webAction** zachytává požadavky přicházející z webového rozhraní. V případě, že chceme vyvolat akci přes webové rozhraní, musíme nastavit tuto proměnnou na TRUE. V případě vyvolání akce z externí aplikace (iFoxytrot atd.), musí aplikace nastavit hodnotu TRUE do proměnné **GTSAPI_ACTION_state**. K jmenování akce slouží vstup **name**. Vstupy **action**, **webAction**, **GTSAPI_ACTION_state** reagují na náběžnou hranu vstupního signálu a po ní jsou automaticky vynulovány. Náběžná hrana na kterémkoliv vstupu zaručí nastavení výstupu na TRUE na dobu jednoho cyklu PLC. [27]

Centrální zhasnutí všech světel je možné vyvolávat jak pomocí tlačítka na panelu, tak z webové stránky. Vstupy a výstupy této funkce jsou uvedeny v následující tabulce:

Proměnná	Typ	Funkce
Vstupy		
tlac6up	BOOL	Obsahuje informaci o aktuálním stavu horního tlačítka ovladače č. 6.
Výstupy		
CentralOFF	BOOL	Obsahuje informaci zajišťující centrální vypnutí světel.
zelena6	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci zelené LED na ovladači č. 6.

Tabulka 5.8 Popis proměnných funkce „Central OFF“

Spotřebiče – Spínaný spotřebič



Obr. 5.15 Spínaný spotřebič

Tato funkce v sobě zahrnuje spínání zásuvky. Pro tento účel slouží funkční blok **fb_iSocket**, který je přímo určen k řízení zásuvky. Princip činnosti bloku **fb_iSocket**:

Náběžná hrana přivedená na vstup **socketOn** zajišťuje sepnutí zásuvky. Náběžná hrana přivedená na vstup **socketOff** naopak zásuvku rozpíná. Vstupem **socketToggle** lze přepínat stav zásuvky. Vstup **webToggle** umožňuje ovládat zásuvku z webového rozhraní. Vstup principiálně pracuje stejně jako **socketToggle**, čili přepíná stav zásuvky. Vstup

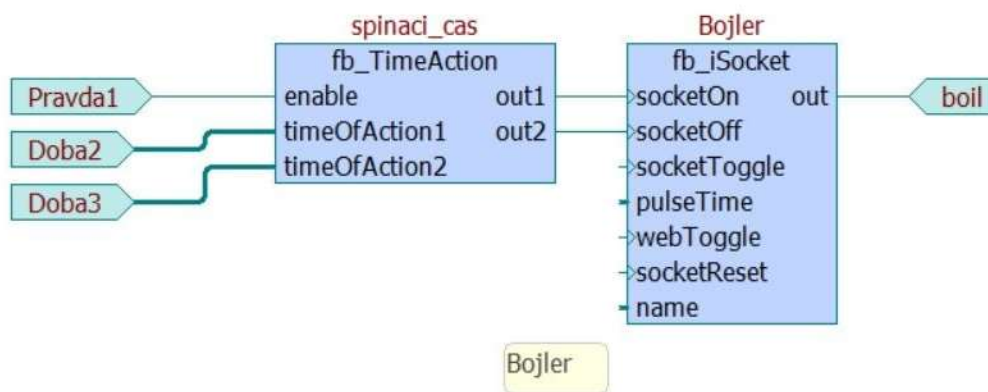
socketReset slouží k centrálnímu vypnutí zásuvky. Všechny výše uvedené vstupy jsou datového typu BOOL a reagují na náběžnou hranu vstupního signálu. Vstup **pulseTime** slouží pro nastavení doby sepnutí. V případě, že má hodnotu T#0 s, nebude doba sepnutí omezena. Vstup **name** je typu STRING a slouží pro pojmenování bloku v aplikaci iFoxytrot. Výstup **out** ovládá zásuvku. [27]

Aktivaci zásuvky je možné vyvolat jak pomocí ovladače, tak pomocí tlačítka na webové stránce. Vstupy a výstupy této funkce jsou uvedeny v následující tabulce:

Proměnná	Typ	Funkce
Vstupy		
tlac5up	BOOL	Obsahuje informaci o aktuálním stavu horního tlačítka ovladače č. 5.
tlac5down	BOOL	Obsahuje informaci o aktuálním stavu spodního tlačítka ovladače č. 5.
Výstupy		
spot	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci reléového výstupu č. 1 aktoru SA2-04M.
zelena5	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci zelené LED na ovladači č. 5.
cervena5	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci červené LED na ovladači č. 5.

Tabulka 5.9 Popis proměnných funkce „Spínaný spotřebič“

Spotřebiče – Bojler



Obr. 5.16 Bojler

Tato funkce v sobě zahrnuje časové ovládání zásuvky, proto byl pro tento účel použit opět funkční blok **fb_iSocket**. Princip činnosti bloku **fb_iSocket** je totožný jako v předchozí funkci. Pro časovou aktivaci zásuvky byla využita možnost funkčního bloku **fb_TimeAction**.

Funkční blok **fb_TimeAction** umožňuje vytvořit impulz v uživatelem zadaný čas. Vstup **enable** slouží k povolení akce celého bloku. V případě, že vstupu **enable** má hodnotu TRUE, jsou povoleny akce celého bloku. Vstup **enable** je tedy datového typu BOOL. Vstupy

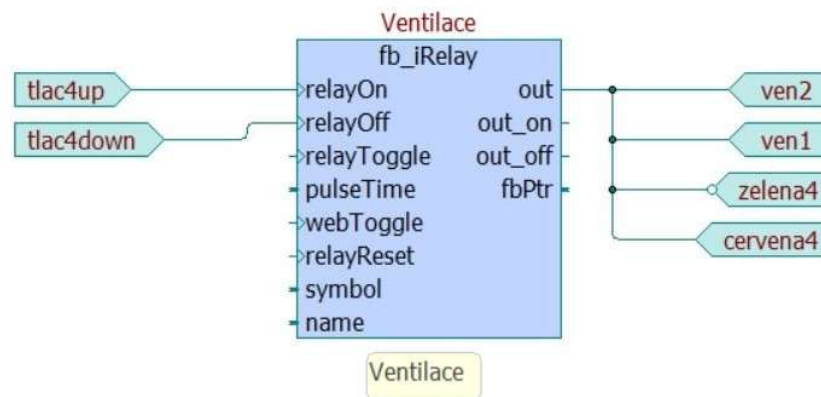
timeOfAction1 a **timeOfAction2** jsou typu TIME a slouží pro nastavení jednotlivých časů uživatelem. Jakmile vnitřní čas PLC dosáhne hodnoty zadané na vstup **timeOfAction1**, na výstup **out1** se zapíše 1. V tomto stavu setrvá po dobu jedné otočky programu. Vstup **timeOfAction2** pracuje stejně jako **timeOfAction1**, pouze řídí výstup **out2**. Čas 0:0 je nastaven jako mrtvá zóna. Když mají vstupy **timeOfAction** nastaven tento čas, nezpůsobí to aktivaci výstupu. Výstupy **out1** a **out2** jsou typu BOOL. [27]

Aktivaci zásuvky lze vyvolat pouze pomocí webového rozhraní. Vstupy a výstupy této funkce jsou uvedeny v následující tabulce:

Proměnná	Typ	Funkce
Vstupy		
Pravda1	BOOL	Povolení aktivace výstupů bloku fb_TimeAction (defaultní hodnota: TRUE).
Doba2	TIME	Čas aktivace zásuvky (defaultní hodnota: 09:12:00).
Doba3	TIME	Čas deaktivace zásuvky (defaultní hodnota: 09:13:00).
Výstupy		
boil	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci reléového výstupu č. 2 aktoru SA2-04M.

Tabulka 5.10 Popis proměnných funkce „Bojler“

Ventilace



Obr. 5.17 Ventilace

Jak je zřejmé z obrázku (Obr. 5.16), tak pro tuto funkci byl použit funkční blok **fb_iRelay**.

Funkční blok **fb_iRelay** slouží k řízení reléového výstupu. Náběžná hrana přivedená na vstup **relayOn** zajišťuje sepnutí relé. Náběžná hrana přivedená na vstup **relayOff** naopak rozpíná relé. Vstupem **relayToggle** lze relé přepínat. Vstup **webToggle** umožňuje ovládat relé z webového rozhraní. Vstup principiálně pracuje stejně jako **relayToggle**, čili přepíná relé.

Vstup **relayReset** je určen k centrálnímu vypnutí relé. Všechny výše uvedené vstupy jsou datového typu BOOL a reagují na náběžnou hranu vstupního signálu. Vstup **pulseTime** slouží pro nastavení doby sepnutí. V případě, že má hodnotu T#0s, nebude doba sepnutí omezena. Vstup **symbol** je datového typu UNIT a slouží pro kód ikony zobrazené v aplikaci iFoxytrot. Vstup **name** typu STRING slouží pro pojmenování bloku v aplikaci iFoxytrot. [27]

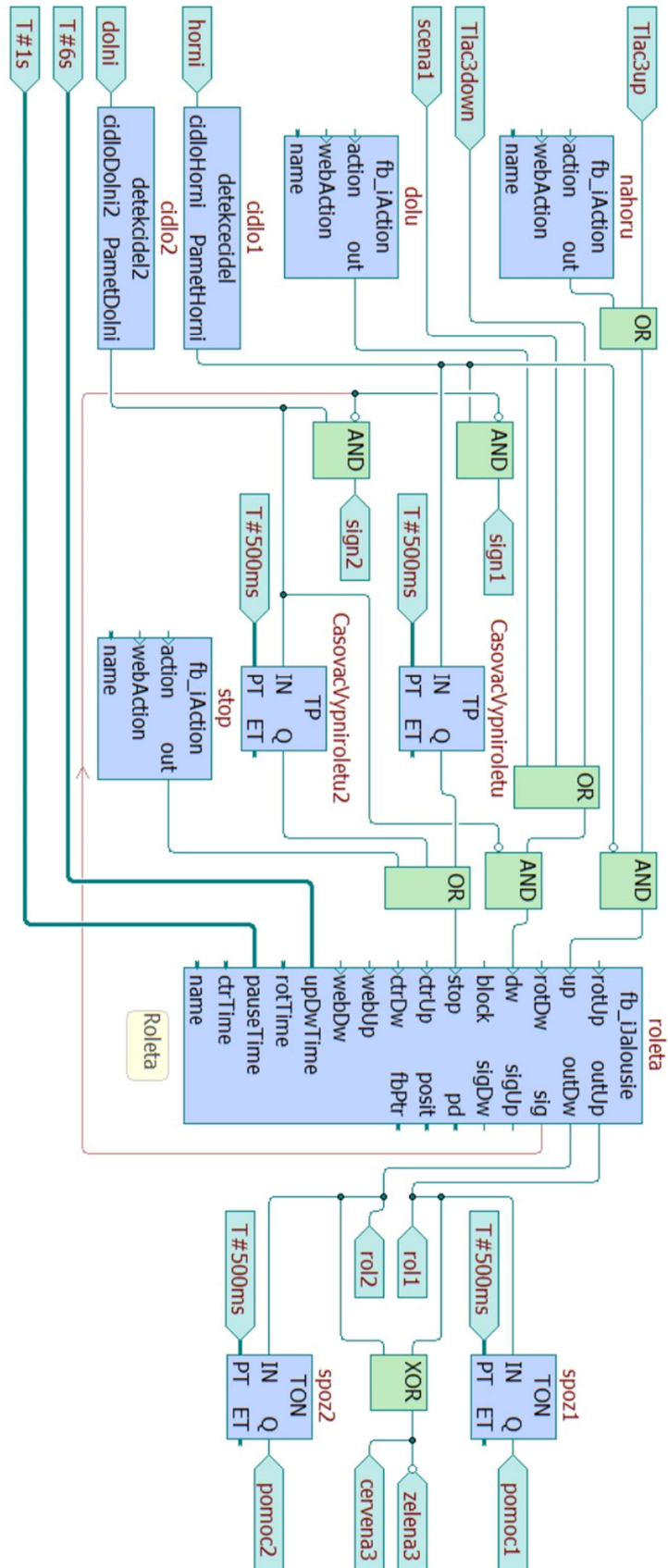
Výstup **out** ovládá relé. Výstup **out_on** generuje pulz při náběžné hraně **out**, čili při přechodu z 0 na 1. Naopak výstup **out_off** generuje pulz při sestupné hraně **out**. Všechny výše uvedené výstupy jsou typu BOOL. Výstup **fbPtr** je pointer na funkční blok.

Aktivaci ventilace lze vyvolat jak pomocí ovladače, tak pomocí tlačítka na webové stránce. Vstupy a výstupy této funkce jsou uvedeny v následující tabulce:

Proměnná	Typ	Funkce
Vstupy		
tlac4up	BOOL	Obsahuje informaci o aktuálním stavu horního tlačítka ovladače č. 4.
tlac4down	BOOL	Obsahuje informaci o aktuálním stavu spodního tlačítka ovladače č. 4.
Výstupy		
ven1	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci reléového výstupu č. 9 aktoru SA2-12M.
ven2	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci reléového výstupu č. 10 aktoru SA2-12M.
zelena4	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci zelené LED na ovladači č. 4.
cervena4	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci červené LED na ovladači č. 4.

Tabulka 5.11 Popis proměnných funkce „Ventilace“

Roleta



Obr. 5.18 Roleta

Pro realizaci funkce, která zajišťuje ovládání rolety, byl využit funkční blok `fb_iJalousie`, který slouží pro ovládání žaluzií bez zpětné vazby aktuální pozice. Funkční blok `fb_iJalousie` umožňuje žaluzii posunout o přednastavený krok, překlomit lamely žaluzie nebo aktivovat kompletní vytažení/stažení stínidla. [27]

Vstup `rotUp` zajišťuje posun stínidla směrem vzhůru o jeden krok, a naopak vstupem `rotDw` se aktivuje krok směrem dolů. Vstup `up` slouží pro spuštění procesu vytažení žaluzie a vstup `dw` slouží pro spuštění procesu stažení žaluzie. Požadavek na přerušení pohybu žaluzie lze vyvolat aktivací jednoho ze vstupů `rotUp`, `up`, `rotD` nebo `dw`. Vstup `stop` taktéž slouží k přerušení procesu vytažení/stažení stínidla. Tento vstup lze aktivovat i pomocí webového rozhraní nebo aplikace `iFoxytrot`. Vstup `block` umožňuje zablokování ovládacího rozhraní daného bloku po dobu přítomnosti hodnoty `TRUE` na tomto vstupu. Vstupy `ctrOpen` a `ctrClose` jsou určeny k připojení centrálního ovládání všech žaluzií. Vstupy `webUp` a `webDw` slouží pro spuštění procesu vytažení/stažení pomocí webového rozhraní. Všechny výše uvedené vstupy jsou typu `BOOL` a reagují na náběžnou hranu vstupního signálu (kromě vstupu `block`). Vstupem `upDwTime` se nastavuje čas pro kompletní pohyb (defaultně 20 s). Vstup `rotTime` slouží pro nastavení délky kroku (defaultně 0,5 s). Vstup `pauseTime` určuje prodlevu pro reverzaci směru pohybu použitého motoru (defaultně 1 s). Vstupem `ctrTime` je možné nastavit zpoždění rozběhu při aktivaci centrálního vytažení/stažení. Nastavením různých hodnot lze omezit velikost proudového rázu. Poslední čtyři výše uvedené vstupy jsou datového typu `TIME`. Vstup `name` typu `STRING` slouží pro pojmenování bloku v aplikaci `iFoxytrot`. [27]

Výstup `outUp` je aktivní v případě pohybu žaluzie nahoru. Naopak výstup `sigDw` má hodnotu `TRUE` při pohybu dolů. Výstup `sig` slouží k signalizaci chodu žaluzie. V případě, že se žaluzie nachází v horní poloze, je na vstupu `sigUp` hodnota `TRUE`. Když se žaluzie nachází v dolní poloze, objeví se na výstupu `sigDw` hodnota `TRUE`. Výše uvedené výstupy jsou typu `BOOL`. Výstup `pd` slouží jako signalizace doby impulzu pro natočení žaluzií. Výstup `posit` udává (v procentech) aktuální pozici žaluzie. Poslední dva uvedené výstupy jsou datového typu `USINT`. Výstup `fbPtr` slouží jako pointer na funkční blok. [27]

Na vstupy z koncových spínačů byly umístěny funkční bloky detekceidel a `detekcidel2`, které slouží pro správnou interpretaci stavů koncových spínačů. V případě, že přijde náběžná hranu na vstup `cidloHorni` bloku `detekceidel`, nastaví se výstup `PamethHorni` na `TRUE`. V tomto stavu výstup přetrvává do okamžiku, kdy výstupní proměnná `pomoc2` nastaví na `TRUE` a zároveň vstup `cidloHorni` je ve stavu `FALSE`. Funkční blok `detekcidel2` pracuje na stejném principu s rozdílem, že podmínku nastavení výstupu bloku na `FALSE` zajišťuje

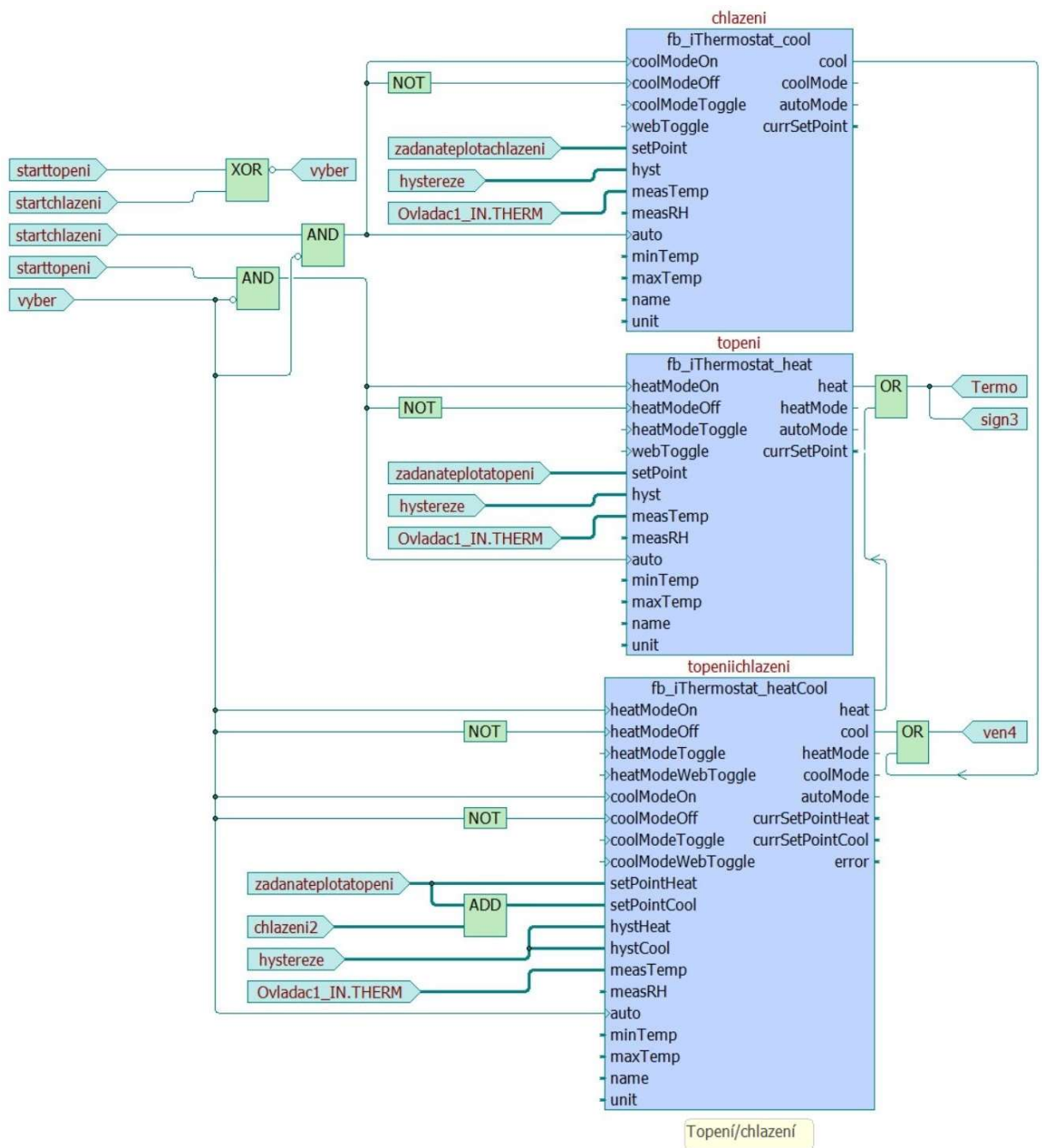
proměnná **pomoc1** a vstup **cidloDolni2**. Aby bylo možné ovládat roletu i přes webové rozhraní, byly do programu umístěny bloky fb_iAction. Pro dosažení správné funkčnosti této funkce byl doplněn program o základní logické funkce a časovače TP a TON.

Jak již bylo zmíněno, ovládání rolety je možné pomocí ovladače i pomocí webového rozhraní. Dále aktivací světlené scény č. 2 dojde ke stažení rolety. Vstupy a výstupy této funkce jsou uvedeny v následující tabulce

Proměnná	Typ	Funkce
Vstupy		
Tlac3up	BOOL	Obsahuje informaci o aktuálním stavu horního tlačítka ovladače č. 3.
Tlac3down	BOOL	Obsahuje informaci o aktuálním stavu spodního tlačítka ovladače č. 3.
scena1		Obsahuje informaci o aktivaci stavu scény č. 1.
Horni	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci koncového spínače horní polohy.
Dolni	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci koncového spínače spodní polohy.
T#50s	TIME	Čas pro kompletní pohyb (50 s).
T#1s	TIME	Prodleva před otočením směru (1 s).
Výstupy		
rol1	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci reléového výstupu č. 3 aktoru SA2-04M.
rol2	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci reléového výstupu č. 4 aktoru SA2-04M.
zelena3	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci zelené LED na ovladači č. 3.
cervena3	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci červené LED na ovladači č. 3.
sing1	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci reléového výstupu č. 7 aktoru SA2-12M.
sign2	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci reléového výstupu č. 6 aktoru SA2-12M.
pomoc1	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci roletového polohu směrem nahoru se zpožděním 500 ms.
Pomoc2	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci roletového polohu směrem dolů se zpožděním 500 ms.

Tabulka 5.12 Popis proměnných funkce „Roleta“

Topení/Chlazení



Obr. 5.19 Topení/chlazení

K realizaci funkce topení/chlazení jsou využity tři funkční bloky, které pracují na stejném principu.

Funkční blok `fb_iThermostat_heat` slouží k realizaci jednoduchého termostatu pro topení. Vstup `heatModeOn` je určen pro zapnutí topného režimu a vstup `heatModeOff` slouží k vypnutí topného režimu. Vstup `heatModeToggle` pracuje jako přepínač topného režimu. Vstup `webToggle` pracuje stejně `heatModeToggle` a slouží pro zapínání a vypínání topného režimu z webového rozhraní. Vstup `auto` slouží pro zapnutí auto režimu. Do

manuálního režimu řízení přechází blok, jakmile dojde ke korekci teploty pomocí aplikace např. iFoxytrot. Všechny výše uvedené vstupy jsou typu BOOL a reagují na náběžnou hranu vstupního signálu. Proměnná **setPoint** udává požadovanou teplotu pro topení, pokud termostat pracuje v auto režimu. Vstup **hyst** slouží pro nastavení hystereze spínání výstupu **heat**. Vstup **measTemp** slouží pro přivedení měřené teploty. Na základě této teploty je realizováno řízení. Vstup **measRH** slouží pro přivedení měřené relativní vlhkosti. Tato proměnná slouží k zobrazení v některé externí aplikaci, avšak na řízení nemá žádný vliv. Proměnné **minTemp** a **maxTemp** určují rozsah nastavitelných teplot v externí aplikaci. Posledních 6 výše uvedených vstupů jsou typu REAL. Vstup **name** typu STRING slouží pro pojmenování bloku v aplikaci iFoxytrot. Vstup **unit** je také typu STRING a umožňuje specifikovat fyzikální jednotku měřené teploty v aplikaci. Výstup **heat** má hodnotu TRUE v případě požadavku na zapnutí topení. Výstup **heatMode** signalizuje zapnutý topný režim. Výstup **autoMode** signalizuje zapnutý auto režim. Všechny výše uvedené výstupy jsou typu BOOL. Výstupní proměnná **currSetPoint** typu REAL udává aktuálně nastavenou požadovanou teplotu. V případě, že řízení probíhá v auto režimu, je hodnota této proměnné shodná s hodnotou proměnné **setPoint**. V případě manuálního režimu obsahuje tato proměnná cílovou teplotu po korekci. [27]

Funkční blok **fb_iThermostat_cool** slouží k realizaci jednoduchého termostatu pro chlazení. Blok pracuje stejně jako **fb_iThermostat_heat**. Funkční blok **fb_iThermostat_heatCool** slouží k realizaci jednoduchého termostatu pro chlazení a topení. Jedná se o kombinaci bloků **fb_iThermostat_heat** a **fb_iThermostat_cool**. Do programu bylo přidáno několik základních logických funkcí, které zajišťují přepínání režimů dle požadavků, jež jsou kladeny na tuto funkci. Požadavky na topení/chlazení jsou uvedeny v kapitole 5.1.5 Topení/Chlazení.

Přepínání mezi jednotlivými topnými režimy a nastavování požadovaných teplot bude možné pouze pomocí webového rozhraní. Vstupy a výstupy této funkce jsou uvedeny v následující tabulce:

Proměnná	Typ	Funkce
Vstupy		
Starttopeni	BOOL	Obsahuje informaci o aktuálním stavu webového tlačítka pro požadavek manuálního topení.
startchlazení	BOOL	Obsahuje informaci o aktuálním stavu webového tlačítka pro požadavek manuálního chlazení.
vyber	BOOL	Obsahuje informaci o výběru režimu auto/manual.
zadanteplotatopeni	REAL	Požadovaná teplota pro topení (defaultní hodnota: 25.0).

zadanateplotachlazení	REAL	Požadovaná teplota pro chlazení (defaultní hodnota: 30.0).
hystereze	REAL	Hystereze spínání výstupu (defaultní hodnota: 2.0).
Ovladac1_IN.THERM	REAL	Měřená teplota z teplotního senzoru.
chlazení2	REAL	Teploty chlazení v auto režimu (defaultní hodnota: 5.0).
Výstupy		
Termo	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci výstupu ovladače termohlavice HC2-01B/AC.
ven4	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci reléového výstupu č. 12 aktoru SA2-12M.
sign3	BOOL	Obsahuje informaci o aktivaci reléového výstupu č. 5 aktoru SA2-12M.

Tabulka 5.13 Popis proměnných funkce „Topení/chlazení“

Webové rozhraní

Pro vytvoření webové stránky, ze které lze inteligentní elektroinstalaci ovládat, byl použit nástroj WebMaker. WebMaker je nástroj, který umožňuje tvorbu webových stránek pro systémy Tecomat s webovým serverem. Aby bylo možné využít funkce webserveru v PLC, je zapotřebí paměťová karta, která slouží pro ukládání souborů webových stránek. Webové stránky jsou přístupné přes webový prohlížeč na IP adrese PLC. WebMaker lze využít jako vizualizaci pro parametrizace algoritmu v simulaci v MOSAICU. [28]

Grafické zpracování webové stránky naleznete v příloze D. Pro účel centrálního ovládání elektroinstalace z tabletu je nutné zadat adresu <http://192.168.134.176> do prohlížeče.

Po zadání je uživatel přesměrován na přihlašovací stránku s adresou <http://192.168.134.176/syswww/login.xml>. Po úspěšném vyplnění uživatelského jména (Admin) a hesla (Admin) dojde k přesměrování zpět na výchozí adresu, na které se otevře úvodní obrazovka, ve které lze nalézt výběrové menu. Výběrem příslušného tlačítka dojde k otevření karty s ovládáním konkrétní funkce. Celkově menu obsahuje 5 tlačítek. První karta označená „Osvětlení“ obsahuje všechna tlačítka pro ovládání světelných zdrojů na panelu. U tlačítek pro stmívání se nachází políčko pro zadání požadovaného jasu a ukazatel průběhu jasu. Druhá karta označená „Roleta“ v sobě zahrnuje tlačítka pro ovládání rolety a signalizace stavu rolety. Dále následuje karta „Ventilace a spotřebiče“, ve které se nachází tlačítko pro ovládání ventilace a tlačítko pro spínaný spotřebič. Pro ovládání bojleru slouží dvě okénka, do kterých se zadává čas ve formátu hh:mm:ss pro sepnutí a vypnutí bojleru. Pro indikaci stavu sepnutí bojleru slouží indikační kontrolka na kartě. Poslední karta „Topení/chlazení“ slouží pro nastavení požadovaných teplot topení/chlazení. V případě, že jde o automatický režim (defaultně), nachází se na kartě políčko pro zadání požadované

teploty pro automatický režim topení/chlazení. Na kartě se dále nachází tlačítko pro zapnutí manuálního režimu topení. V případě stisknutého tlačítka se objeví okénko pro zadání požadované teploty pro manuální režim topení. Dále je na kartě tlačítko pro zapnutí manuálního režimu chlazení. V případě stisknutého tlačítka se objeví okénko pro zadání požadované teploty pro manuální režim chlazení. Na kartě samozřejmě nechybí okénko s aktuální teplotou. Teploty lze zadávat v rozsahu (11–34 °C) s přesností na desetiny °C. Nechybí ani signalizace stavu topení a chlazení. Nad tlačítky se nachází nadpis, který se mění podle toho, jaký režim je aktivní. Poslední tlačítko v menu označené „Odhlásit se“ přesměruje stránku zpět na stránku s adresou <http://192.168.134.176/syswww/login.xml>. Jednotlivá tlačítka na webovém rozhraní obsahují LED kontrolku pro indikaci stavu sepnutí spotřebiče. U tlačítek, která přímo neovládají konkrétní spotřebič, indikuje menší LED kontrolka stisk tlačítka. Každá karta obsahuje zpětnou šipku v levém rohu obrazovky pro navrácení do výběrového menu. [28]

5.5.2 Implementace softwaru do PLC

K centrální jednotce byl připojen počítač pomocí síťového kabelu UTP s koncovkami RJ45. IP adresa centrální jednotky byla zjištěna podržením tlačítka „MODE“ na čelním panelu centrální jednotky (defaultně 192.168.134.176). V počítači bylo nutné nastavit pevnou IP adresu síťového adaptéru. Do kolonky IP adresa byla zapsána adresa 192.168.134.100. První tři trojčíslí jsou shodná s IP adresou centrální jednotky. Poslední trojčíslí může být libovolné v rozmezí 1-255 mimo 176. Do kolonky maska podsítě bylo vepsáno 255.255.255.0. Poté bylo nutné v prostředí Mosaic v manažeru projektu vybrat typ připojení na Ethernet a v bloku výběr sítě zvolit na lokální síť a vyplnit IP adresu adresou centrální jednotky. Nakonec byl pomocí tlačítka „RUN“ program odeslán do centrální jednotky.

Závěr

Diplomová práce s názvem Výukový panel inteligentní elektroinstalace se zabývá návrhem a realizací výukového panelu inteligentní elektroinstalace. Práce se skládá ze dvou dílčích částí – části teoretické a části praktické (realizační).

Teoretická část se zabývá seznámením se systémy inteligentních domácností a je rozdělena do čtyř hlavních oddílů. První oddíl stručně popisuje konvenční a inteligentní instalaci a jejich porovnání. Na ni navazuje část, která se zabývá normalizací obou instalací. V třetím a zároveň nejrozšířenějším oddílu teoretické části je detailně nastíněna struktura inteligentních instalací. Nachází se v ní následující témata: otevřené a uzavřené systémy, centralizované a decentralizované systémy, přenosová média a topologie sběrnicevého vedení. Závěr teoretické části se zabývá popisem vybraných systémů, jako je ABB-Free@home®, iNELS a Foxtrot, neboť poslední dva zmíněné systémy úzce souvisí s praktickou částí této práce.

Praktická část se věnuje vlastnímu návrhu panelu inteligentní instalace. Je v ní detailně nastíněn postup realizace panelu od definice požadovaných funkcí, přes výběr vhodných komponent na základě požadovaných funkcí, hardwarové zapojení v souladu s platnými předpisy, až po samotnou výrobu panelu. V této části nechybí ani tvorba softwaru, jež tvoří významnou část této praktické části.

V samotném závěru lze konstatovat, že cíl této práce byl naplněn a podařilo se vyrobit funkční výukový panel inteligentní elektroinstalace, který pracuje dle požadavků kladených na výstup této práce. Ovládání panelu je zajištěno jednak pomocí nástěnných ovladačů, ale také pomocí webového rozhraní. Jelikož se jedná o výukový panel, obsahuje pouze vybrané funkce, které lze na panelu simulovat. Jedná se o malou část funkcí, jež inteligentní elektroinstalace iNELS II nabízí. Panel lze do budoucna rozšířit o další aktory, a tím lze pokrýt větší rozsah funkcí. Taktéž je panel do jisté míry přizpůsoben měnit své funkce nebo jejich ovládání dle vlastního uvážení.

Seznam použité literatury

- [1] LUSKAČ, David. *Návrh inteligentní elektroinstalace NikoBus pro RD* [online]. Brno, 2015 [cit. 2020-09-12]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=103055. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií.
- [2] JUNGWIRTH, Jan. *Inteligentní elektroinstalace rodinného domu* [online]. Ostrava, 2014 [cit. 2020-09-12]. Dostupné z: https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/104088/JUN0018_FEI_B2648_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Bakalářská práce. Technická univerzita Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky.
- [3] VALOUCH, Vladimír. *Inteligentní a komfortní elektroinstalace: studijní text* [online]. 2015, s. 35-37 [cit. 2020-09-12]. Dostupné z: https://netv0.webnode.cz/_files/200000040-ca8facb89c/Studijn%C3%AD%20text%20IKE_1.pdf
- [4] JORDA, Martin. *Ekonomická efektivnost systémové elektroinstalace* [online]. 2009, Brno [cit. 2020-09-12]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=15666. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií.
- [5] HORENSKÝ, Martin. *Systémová elektroinstalace a její výkonová bilance* [online]. 2012, Brno [cit. 2020-09-12]. Dostupné z: <https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/11504/final-thesis.pdf?sequence=6&isAllowed=y>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií.
- [6] VALOUCH, Vladimír. *Inteligentní a komfortní elektroinstalace: studijní text* [online]. 2015, s. 66-80 [cit. 2020-09-12]. Dostupné z: https://netv0.webnode.cz/_files/200000040-ca8facb89c/Studijn%C3%AD%20text%20IKE_1.pdf
- [7] Teco a.s., *Příručka projektování CFox, RFox a Foftrot* [online]. Kolín, 2016, s. 113-128 [cit. 2020-09-12]. Dostupné z: https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=txv00416_01_cfoxrfoxprojektovani_cz
- [8] ABB-free@home. *ELIMA* [online]. Jičín: ELIMA ELEKTRO [cit. 2020-09-12]. Dostupné z: <https://www.elima.cz/sortiment/abb-elektro-praga/abb-free-at-home/>
- [9] ABB s.r.o., *Systémová příručka ABB-free@home®* [online]. 2020, s. 6-17 [cit. 2020-09-12]. Dostupné z: https://nizke-napeti.cz.abb.com/files/document/5875/files/Manual-ABB_FreeHome_systemova-prirucka.pdf
- [10] Smart Home. *INELS* [online]. Holešov: ELKO EP s.r.o [cit. 2020-09-12]. Dostupné z: <https://www.inels.cz/home>

- [11] ELKO EP s.r.o., *Sběrnicevá elektroinstalace. Technický katalog* [online]. Holešov, 2020, s. 4-23 [cit. 2020-09-12]. Dostupné z: https://www.elkoep.cz/media/files/download/item/files-149/11_sec_Sbernicova_elektroinstalace_2020_CZ_view.pdf
- [12] ELKO EP s.r.o., *CU3-01M, CU3-02M* [online]. Holešov, 2017 [cit. 2020-09-12]. Dostupné z: https://www.elkoep.cz/media/import/Elko/INELS-III/CU3-01M/CS/Manual_CU3-0xM.pdf
- [13] ELKO EP s.r.o., *Instalační manuál. iNELS RF Control* [online]. Holešov, s. 4-27 [cit. 2020-09-12]. Dostupné z: https://www.elkoep.cz/media/files/download/item/files-16/11_Instalacni_manual_print_version.pdf
- [14] ELKO EP s.r.o., *Bezdrátová elektroinstalace. Technický katalog* [online]. Holešov, 2020, s. 8-10 [cit. 2020-09-12]. Dostupné z: https://www.elkoep.cz/media/files/download/item/files-188/11_sec_Bezdr%C3%A1tov%C3%A1%20elektroinstalace_2020_CZ_view.pdf
- [15] Teco a.s., *Ovládej svůj dům. Brožura* [online]. Kolín, s. 1-9 [cit. 2020-09-12]. Dostupné z: https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=foxtrot_web_cz
- [16] Teco a.s., *Představení společnosti Teco a.s. Brožura* [online]. Kolín, s. 6-7 [cit. 2020-09-12]. Dostupné z: <https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=teco-introduction-cz-web>
- [17] Teco a.s., *Katalog produktů* [online]. Kolín, 2020 [cit. 2020-09-12]. Dostupné z: <https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=foxtrot-cz>
- [18] Teco a.s., *PLC Tecomat Foxtrot – základní moduly* [online]. Kolín [cit. 2021-01-15]. Dostupné z: <https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=foxtrot-cz-cp-1000>
- [19] ELKO EP s.r.o., *NÁVOD K OBSLUZE / MANUAL INSTRUCTIONS. PS-100/iNELS* [online]. Holešov [cit. 2021-01-15]. Dostupné z: https://eshop.elkoep.cz/documents/inels-ii/ps-100_inels/share_dokumentace/cs/manual_ps-100_inels_bus.pdf
- [20] ELKO EP s.r.o., *NÁVOD K OBSLUZE / MANUAL INSTRUCTIONS. DA2-22M* [online]. Holešov [cit. 2021-01-15]. Dostupné z: http://www.elkoep.de/fileadmin/produkty/Elko/INELS-II/DA2-22M/EN/Manual_DA2-22M_BUS.pdf
- [21] ELKO EP s.r.o., *NÁVOD K OBSLUZE / MANUAL INSTRUCTIONS. SA2-012M* [online]. Holešov [cit. 2021-01-15]. Dostupné z: http://www.lgssystem.cz/_files/lgssystem-1ef25c51a00700dcd2c737ed54c6a73f/manual_sa2_012m_cz_en.pdf
- [22] ELKO EP s.r.o., *NÁVOD K OBSLUZE / MANUAL INSTRUCTIONS. SA2-04M* [online]. Holešov [cit. 2021-01-15]. Dostupné z: https://eshop.elkoep.com/documents/inels-ii/sa2-04m/share_dokumentace/en/manual_sa2-04m_bus.pdf

- [23] ELKO EP s.r.o., *NÁVOD K OBSLUZE / MANUAL INSTRUCTIONS. HC2-01B/AC* [online]. Holešov [cit. 2021-01-15]. Dostupné z: https://eshop.elkoep.com/documents/inels-ii/hc2-01b/share_dokumentace/en/manual_hc2-01b_ac_bus.pdf
- [24] ELKO EP s.r.o., *NÁVOD K OBSLUZE / MANUAL INSTRUCTIONS. WSB2* [online]. Holešov [cit. 2021-01-15]. Dostupné z: https://eshop.elkoep.cz/documents/inels-ii/wsb2_g/share_dokumentace/cs/manual_wsb2_bus.pdf
- [25] Teco a.s., *ZAČÍNÁME V PROSTŘEDÍ MOSAIC* [online]. Kolín, 2010, s. 8-9 [cit. 2021-01-15]. Dostupné z: https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=txv00320_01_mosaic_progstart_cz
- [26] GRECHKA, Vladyslav. *Nástroj pro výuku programování PLC podle normy IEC EN 61131-3* [online]. Praha, 2019 [cit. 2021-01-15]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/83691/F2-BP-2019-Grechka-Vladyslav-Grechka.B.P.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní.
- [27] Teco a.s., *Knihovna iControlLib* [online]. Kolín, 2020 [cit. 2021-01-15]. Dostupné z: https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=txv00359_01_mosaic_iconrollib_cz
- [28] Teco a.s., *Nástroj WebMaker* [online]. Kolín, 2013 [cit. 2021-01-20]. Dostupné z: https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=txv00328_01_mosaic_webmaker_cz
- [29] Teco a.s., *Knihovny pro programování PLC Tecomat podle IEC 61 131-3* [online]. Kolín, 2006 [cit. 2021-01-20]. Dostupné z: https://www.tecomat.cz/uploads/files/DOCS/cze/TXV00322_01_Mosaic_STDLib_cz.pdf

Seznam obrázků

Obr. 1.1 Klasická elektroinstalace [2].....	13
Obr. 1.2 Inteligentní elektroinstalace [2]	14
Obr. 1.3 Ukázka spínání světelného okruhu	18
Obr. 1.4 Porovnání instalací z pohledu nákladů [2].....	19
Obr. 3.1 Centralizovaný systém (vlevo), decentralizovaný systém (uprostřed), hybridní systém (vpravo).....	27
Obr. 3.2 Liniová struktura.....	29
Obr. 3.3 Struktura hvězda	30
Obr. 3.4 Kruhová struktura	30
Obr. 3.5 Stromová struktura.....	30
Obr. 4.1 Topologie typu mesh	43
Obr. 5.1 Centrální jednotka CP-1000 [18].....	50
Obr. 5.2 Napájecí zdroj PS-100 [19].....	51
Obr. 5.3 Zapojení stmívacího aktoru DA2 – 22M [20]	52
Obr. 5.4 Zapojení spínacího aktoru SA2-012M [21]	54
Obr. 5.5 Zapojení spínacího aktoru SA2-04M [22]	55
Obr. 5.6 Ovladač termohlavic HC2-01B/AC [23]	57
Obr. 5.7 Nástěnný ovladač WBS2 [24].....	58
Obr. 5.8 Sestava PLC CP-1000 s periferními moduly na sběrnici CIB.....	64
Obr. 5.9 Funkce 1 – Spínání žárovky.....	64
Obr. 5.10 Funkce 2 – Spínání žárovky a ventilátoru	66
Obr. 5.11 Funkce 3 – Stmívání LED žárovky.....	67
Obr. 5.12 Funkce 3 – Stmívání LED pásku	70
Obr. 5.13 Funkce 4 – Světelné scény	71
Obr. 5.14 Funkce 5 – Central OFF.....	74
Obr. 5.15 Spínaný spotřebič.....	75
Obr. 5.16 Bojler	76
Obr. 5.17 Ventilace	77
Obr. 5.18 Roleta	79
Obr. 5.19 Topení/chlazení.....	82

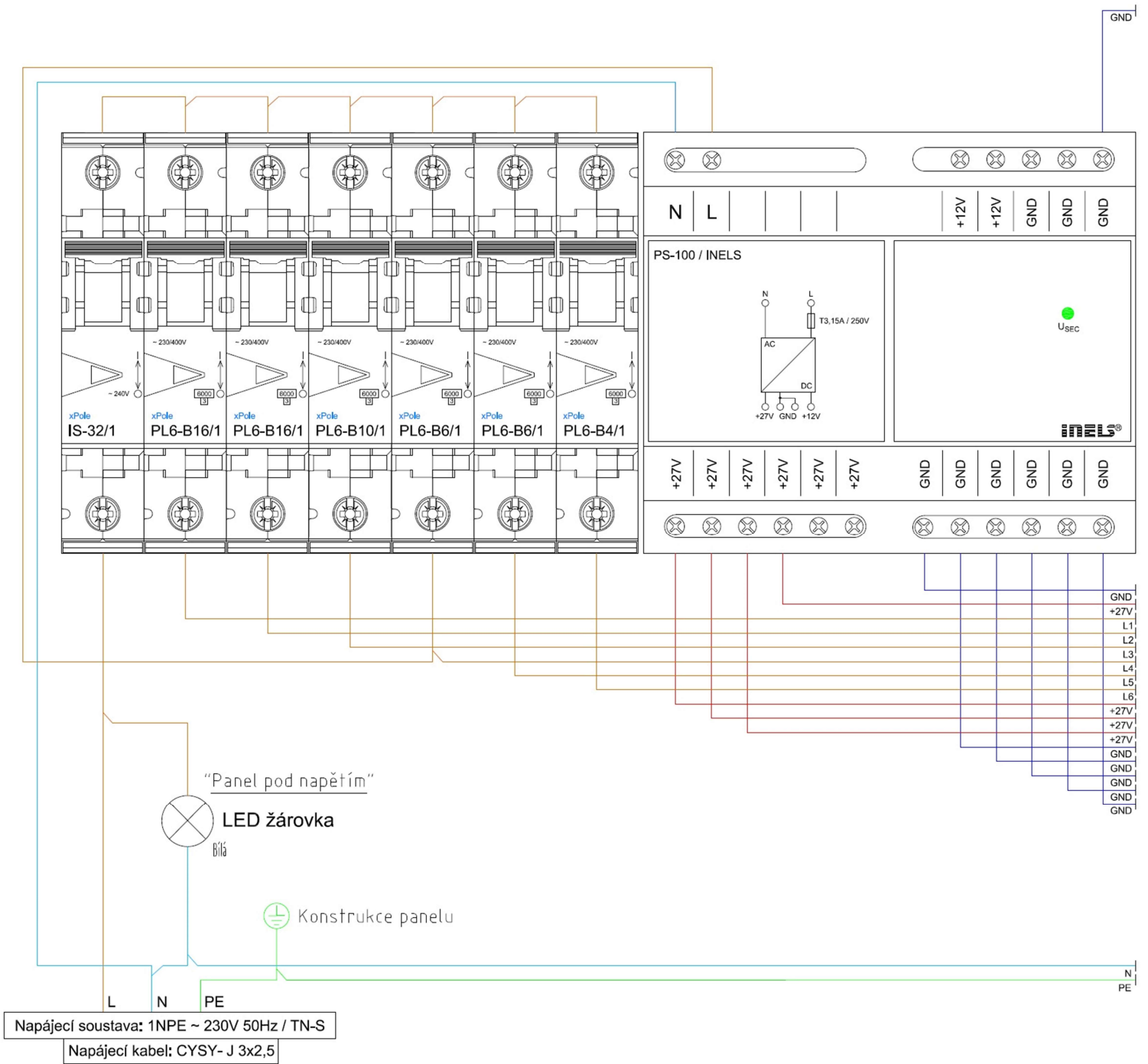
Seznam tabulek

Tabulka 3.1 Prostupnost radiofrekvenčního signálu skrze různé materiály [6].....	29
Tabulka 4.1 Základní technické parametry kabelu J-Y(St)Y 1x2x0,8 [7].....	41
Tabulka 5.1 Použité jističe	59
Tabulka 5.2 Funkční bloky knihovny iControlLib [27].....	63
Tabulka 5.3 Popis proměnných funkce „Spínání žárovky“	65
Tabulka 5.4 Popis proměnných funkce „Spínání žárovky a ventilátoru“	67
Tabulka 5.5 Popis proměnných funkce „Stmívání LED žárovky“	69
Tabulka 5.6 Popis proměnných funkce „Stmívání LED pásku“	70
Tabulka 5.7 Popis proměnných funkce „Světelné scény“	74
Tabulka 5.8 Popis proměnných funkce „Central OFF“	75
Tabulka 5.9 Popis proměnných funkce „Spínaný spotřebič“	76
Tabulka 5.10 Popis proměnných funkce „Bojler“	77
Tabulka 5.11 Popis proměnných funkce „Ventilace“	78
Tabulka 5.12 Popis proměnných funkce „Roleta“	81
Tabulka 5.13 Popis proměnných funkce „Topení/chlazení“	84

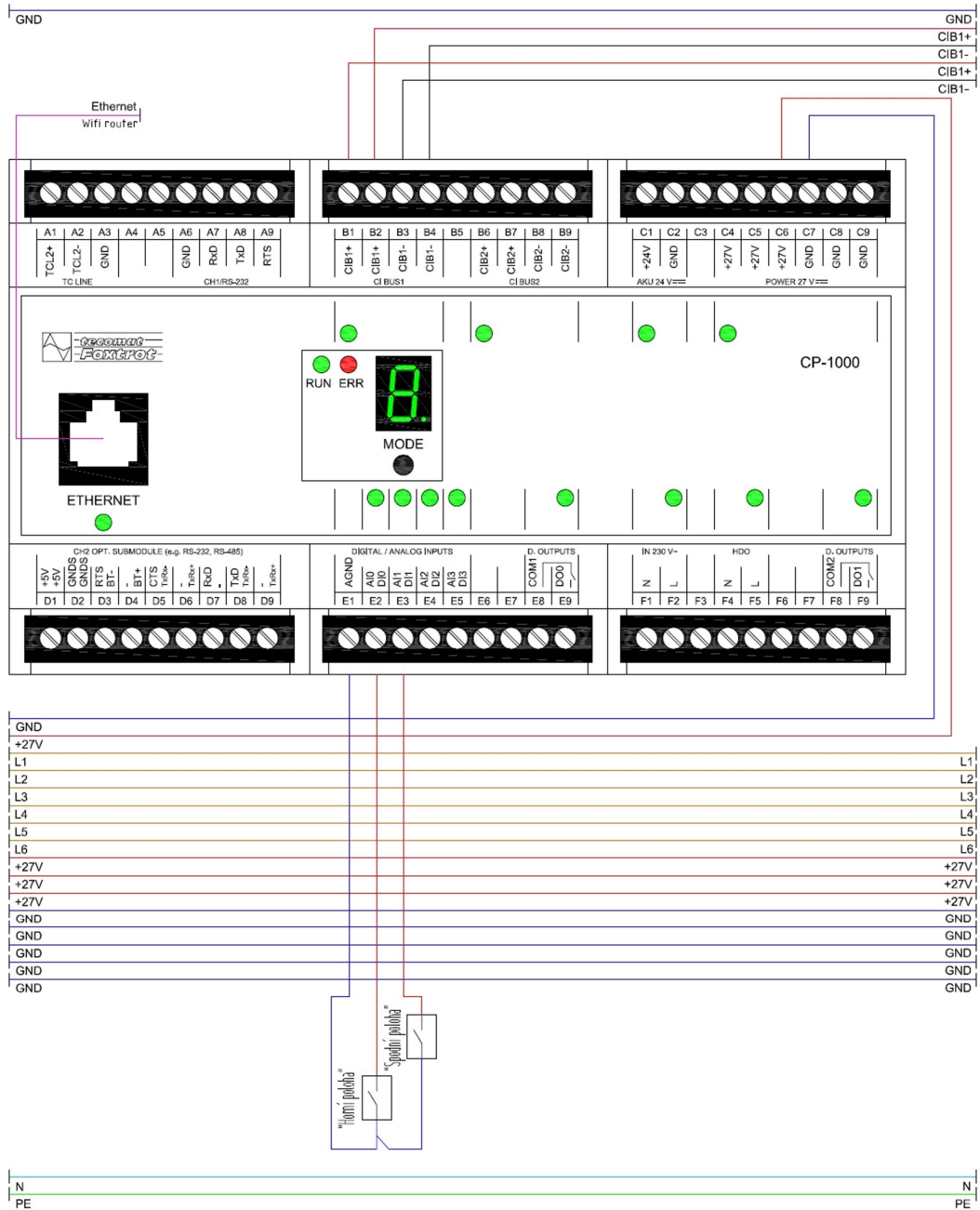
Seznam příloh

Příloha A Hardwarové zapojení panelu 1. část	93
Příloha A Hardwarové zapojení panelu 2. část	94
Příloha A Hardwarové zapojení panelu 3. část	95
Příloha A Hardwarové zapojení panelu 4. část	96
Příloha B Grafické zpracování fólie.....	97
Příloha C Výukový panel inteligentní instalace iNELS II – pohled zepředu	98
Příloha C Výukový panel inteligentní instalace iNELS II – pohled zezadu	99
Příloha D Webové rozhraní – karta „Menu“	100
Příloha D Webové rozhraní – karta „Ovládání osvětlení“	100
Příloha D Webové rozhraní – karta „Ovládání rolety“	101
Příloha D Webové rozhraní – karta „Ovládání spotřebičů“	101
Příloha D Webové rozhraní – karta „Topení/chlazení“	102

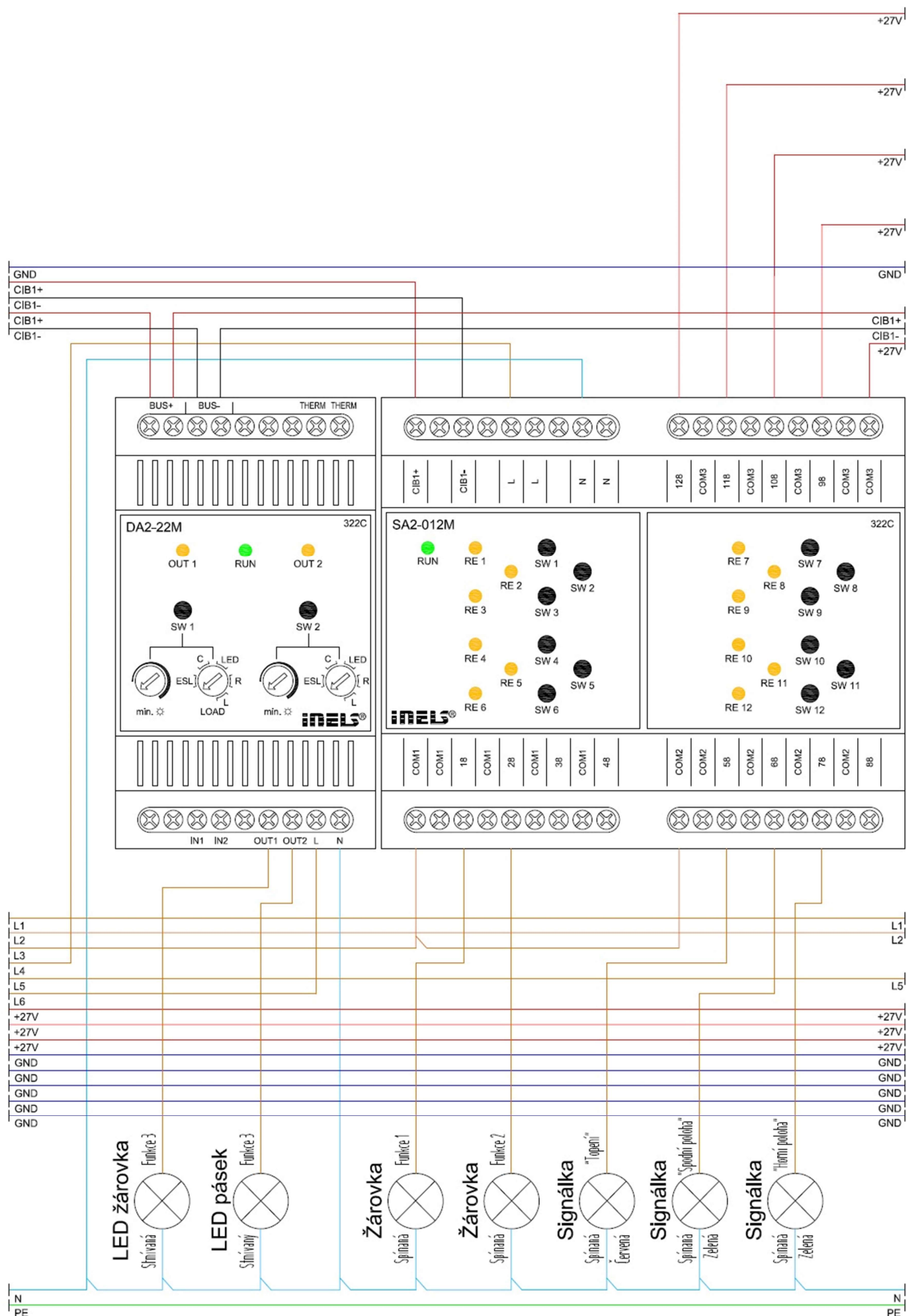
Příloha A – Hardwarové zapojení panelu



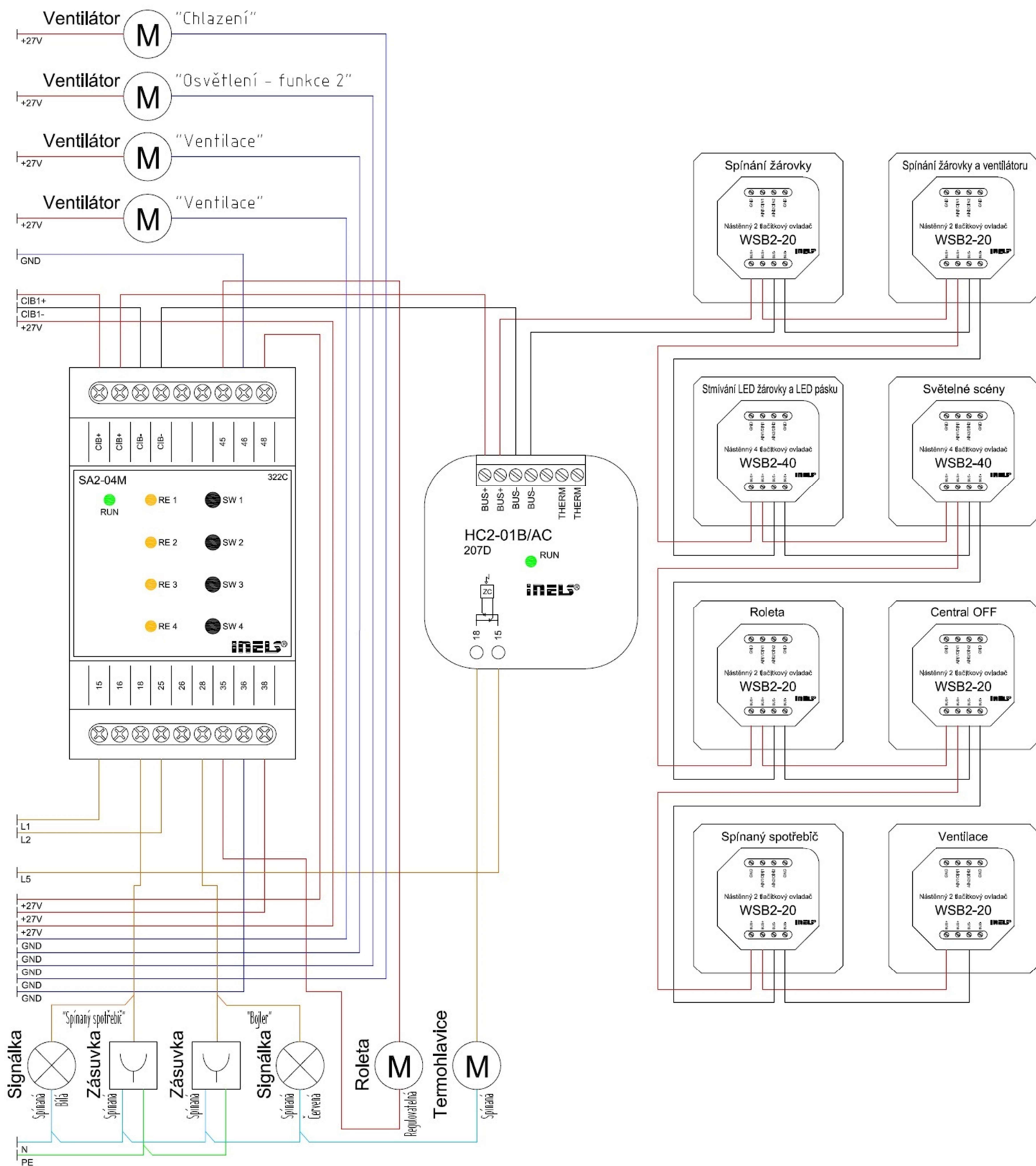
Příloha A Hardwarové zapojení panelu 1. část



Příloha A Hardwarové zapojení panelu 2. část



Příloha A Hardwarové zapojení panelu 3. část



Příloha A Hardwarové zapojení panelu 4. část

Příloha B – Grafické zpracování fólie



Příloha B Grafické zpracování fólie

Příloha C – Výukový panel inteligentní instalace iNELS II



Příloha C Výukový panel inteligentní instalace iNELS II – pohled zepředu



Příloha C Výukový panel inteligentní instalace iNELS II – pohled zezadu


Příloha D – Webové rozhraní




Příloha D Webové rozhraní – karta „Menu“




Příloha D Webové rozhraní – karta „Ovládání osvětlení“

 zpět


Ovládání rolety


Nahoru 


Zastavit

Dolů 

Stav rolety

Horní poloha 

Signalizace chodu 

Spodní poloha 

Příloha D Webové rozhraní – karta „Ovládání rolety“

 zpět

Ovládání spotřebičů

Ventilace **Zapnout** 

Spínaný spotřebič **Zapnout** 

Bojler

Nastavte čas spuštění 09:12:00 (hh:mm:ss)

Nastavte čas vypnutí 09:13:00 (hh:mm:ss)

Stav bojleru 

Příloha D Webové rozhraní – karta „Ovládání spotřebičů“



Topení/chlazení

Automatický režim

Zadejte požadovanou teplotu pro automatický režim 25.0 °C

Aktuální teplota v místnosti 0.0 °C

Stav topení

Stav chlazení

Zapnout režim topení

Zapnout režim chlazení

Příloha D Webové rozhraní – karta „Topení/chlazení“