

**UNIVERZITA PARDUBICE**  
Fakulta elektrotechniky a informatiky

**ŘÍZENÍ A OVLÁDÁNÍ CHYTRÉHO DOMU POMOCÍ  
PROGRAMOVATELNÉHO LOGICKÉHO AUTOMATU**

Filip Jech

Bakalářská práce

2018

Univerzita Pardubice  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Akademický rok: 2017/2018

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Filip Jech**  
Osobní číslo: **I14400**  
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**  
Studijní obor: **Řízení procesů**  
Název tématu: **Řízení a ovládání chytrého domu pomocí programovatelného logického automatu**  
Zadávající katedra: **Katedra řízení procesů**

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

Cílem bakalářské práce je vytvořit aplikaci, která umožní dálkové ovládání SmartHouse pomocí sekvenčního řízení PLC a webserveru od firmy TECO. V práci je řešeno logické ovládání garážových vrat, regulace všech pokojových teplot se zaznamenáváním hodnot, ovládání světel v místnosti, ovládání vstupní brány pro vjezd vozidel, ovládání venkovního nočního osvětlení v závislosti na východu a západu slunce a sepnutí kamery na pohybové čidlo. Realizace bude probíhat pomocí platformy Mosaic.

Teoretická část: popis principů logického řízení, popis rodiny PLC a příslušenství firmy TECO. Praktická část: dokumentace k řešení projektu, algoritmický popis návrhu řídicích a ovládacích algoritmů, diskuse k hardwarovému provedení projektu, vyhodnocení funkčnosti a uživatelské přívětivosti.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

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

Seznam odborné literatury:

**BALÁTĚ, J. Automatické řízení. Praha: BEN, 2003. 654 s. ISBN 80-7300-020-2.**

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

Mozaic uživatelská příručka, dostupné z:

<http://www.tecomat.com/kategorie-26-ke-stazeni.html>

Vedoucí bakalářské práce:

**doc. Ing. Petr Doležel, Ph.D.**

Katedra řízení procesů

Datum zadání bakalářské práce:

**6. prosince 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce:


**11. května 2018**



L.S.

  
Ing. Zdeněk Němec, Ph.D.

děkan

  
Ing. Daniel Honc, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 12. prosince 2017

## **Prohlášení**

Prohlašuji:

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

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

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. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 22. 4. 2018

Filip Jech

### **Poděkování**

Rád bych poděkoval panu Janu Hübnerovi za možnost odladění, a hlavně realizaci mé praktické části z tohoto vypracovaného produktu. Další poděkování bych chtěl věnovat panu doc. Ing. Petrovi Doleželovi, Ph.D., za cenné informace a rady.

V Pardubicích dne 22. 4. 2018

Filip Jech

## **ANOTACE**

*Výsledek této práce bude aplikace, která slouží k dálkovému ovládnání a řízení rodinného domu z web rozhraní od firmy TECO. V práci je řešeno logické ovládnání garážových vrat, regulace všech pokojových teplot se zaznamenáváním hodnot, ovládnání světel v místnosti, ovládnání vstupní brány pro vjezd vozidel, ovládnání venkovního nočního osvětlení v závislosti na východu a západu slunce a sepnutí kamery na pohybové čidlo.*

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

*Inteligentní dům, Teco, PLC automat, RFox.*

## **TITLE**

*SMART HOUSE CONTROL USING PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER*

## **ANNOTATION**

*The result of this work is the application that is used for the remote control of the management of the house from the web interface from TECO.*

*The paper dealt with logic control garage doors, the regulation of room temperatures to the recording values, controlling lights in the room, operated entrance gate for vehicles to drive, control of outdoor night lighting according to sunrise sunset switch cameras for the motion sensor.*

## **KEYWORDS**

*SmartHouse, PLC automatic, RFox, Teco.*

## Obsah

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| Seznam zkratk a značek .....                     | 10 |
| Seznam symbolů proměnných veličin a funkcí ..... | 12 |
| Seznam ilustrací .....                           | 13 |
| Seznam tabulek .....                             | 14 |
| 1 TEORETICKÁ ČÁST.....                           | 16 |
| 1.1 Inteligentní dům .....                       | 16 |
| 2 Programovatelný automat .....                  | 17 |
| 2.1 Struktura PLC .....                          | 17 |
| 2.2 Rozdělení PLC .....                          | 18 |
| 2.2.1 Kompaktní PLC .....                        | 18 |
| 2.2.2 Modulární PLC .....                        | 19 |
| 2.3 Vykonávání programu.....                     | 19 |
| 2.4 Typy PLC TECO a.s. ....                      | 20 |
| 2.5 Struktura systému Foxtrot.....               | 20 |
| 2.6 PLC Tecomat Foxtrot – TXN 1006 .....         | 22 |
| 2.7 Komunikační rozhraní CH1 .....               | 22 |
| 2.8 Komunikační rozhraní CH2 .....               | 23 |
| 2.9 Sběrnice RFox.....                           | 23 |
| 2.10 Rozhraní RS-458 .....                       | 24 |
| 2.11 Submodel MR-0114.....                       | 25 |
| 3 Vývojové prostředí Mosaic .....                | 26 |
| 3.1 Datové typy .....                            | 26 |
| 3.2 Pracovní prostředí .....                     | 28 |
| 3.2.1 Přehled nástrojů .....                     | 28 |
| 3.2.2 Automatické generování.....                | 28 |
| 3.2.3 Automatické grafické generování.....       | 29 |

|       |                                             |    |
|-------|---------------------------------------------|----|
| 3.2.4 | Nástroje pro řízení projektu.....           | 29 |
| 3.2.5 | Nástroje pro ladění a simulaci.....         | 29 |
| 3.2.6 | Nastavení adresy a typu PLC .....           | 30 |
| 3.2.7 | I/O nastavení .....                         | 30 |
| 3.2.8 | IEC manažer .....                           | 31 |
| 3.2.9 | WebMaker .....                              | 31 |
| 3.3   | Programovací jazyky.....                    | 32 |
| 3.3.1 | Jazyk seznam instrukcí IL .....             | 32 |
| 3.3.2 | Jazyk strukturovaného textu ST.....         | 32 |
| 3.3.3 | Jazyk příčkového diagramu LD.....           | 33 |
| 3.3.4 | Jazyk funkčního blokového diagramu FBD..... | 33 |
| 3.3.5 | Jazyk sekvenční funkční diagramu SFC.....   | 34 |
| 4     | Ovládání domu .....                         | 35 |
| 4.1   | Připojení do sítě .....                     | 35 |
| 4.2   | Přímé zapojení kabelů ETHERNET .....        | 35 |
| 4.3   | Křížené zapojení kabelů ETHERNET .....      | 35 |
| 5     | Služba TecoRoute .....                      | 36 |
| 5.1   | Princip .....                               | 36 |
| 5.2   | Účet pro službu TecoRoute.....              | 36 |
| 5.3   | Správce účtu.....                           | 37 |
| 5.4   | Úprava přístupu a práv .....                | 37 |
| 5.5   | Vytvoření skupiny.....                      | 38 |
| 5.6   | Připojení PLC ke službě TecoRoute .....     | 38 |
| 6     | Praktická část realizace SmartHouse.....    | 39 |
| 6.1   | Půdorys – Přízemí .....                     | 39 |
| 6.2   | Půdorys – Patro .....                       | 41 |

|       |                                              |    |
|-------|----------------------------------------------|----|
| 6.3   | Nastavení PLC .....                          | 42 |
| 6.4   | Mosaic .....                                 | 49 |
| 6.4.1 | WebMaker .....                               | 50 |
| 6.4.2 | Datalogger .....                             | 52 |
| 6.5   | Vytápění a regulace místností .....          | 53 |
| 6.6   | Osvětlení .....                              | 55 |
| 6.7   | Garážový systém .....                        | 55 |
| 6.8   | Kamery .....                                 | 58 |
| 6.9   | Vize realizace .....                         | 58 |
| 7     | Závěr .....                                  | 61 |
|       | CITACE A ODKAZY NA POUŽITOU LITERATURU ..... | 62 |

## SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

|        |                                                                                                                    |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3D     | Three-dimensional space (Trojrozměrný prostor)                                                                     |
| CPU    | Central Processing Unit (Centrální procesorová jednotka)                                                           |
| DIČ    | Daňové Identifikační číslo                                                                                         |
| DIN    | Deutsche Industrie Norm (Německá průmyslová norma)                                                                 |
| EEPROM | Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory (Elektricky vymazatelná programovatelná paměť pouze pro čtení) |
| FAT32  | Factory Acceptance Test (Tovární ověřovací zkouška)                                                                |
| FBD    | Function Block Diagram (Diagram funkčních bloků)                                                                   |
| Gb/s   | Gigabits per second (Gigabity za sekundu)                                                                          |
| GB     | Gigabyte                                                                                                           |
| GHz    | Gigahertz                                                                                                          |
| GND    | GrouND (Uzemnění)                                                                                                  |
| HUB    | Hub (Rozbočovač)                                                                                                   |
| IČ     | Identifikační Číslo                                                                                                |
| IL     | Ilustration Linediagram                                                                                            |
| IP     | Internet Protocol (Internetový protokol)                                                                           |
| IT     | Information technology (Informační technologie)                                                                    |
| Kč     | Koruna česká                                                                                                       |
| LCD    | Liquid crystal display (Display z tekutých krystalů)                                                               |
| LD     | Ladder Diagram (Žebříčkový diagram)                                                                                |
| LED    | Light-Emitting Diode (světelná dioda)                                                                              |
| MMC    | MultiMediaCard (Multimediální karty)                                                                               |
| NTC    | Negative Temperature Coefficient (Záporný teplotní koeficient)                                                     |
| PC     | Personal computer (Osobní počítač)                                                                                 |
| PIR    | Pasiv Infra Red (Pasivní infračervené rozhraní)                                                                    |
| PLC    | Programmable Logic Controller (Programovatelný logický automat)                                                    |
| RAM    | Random-access memory (Paměť s náhodným přístupem)                                                                  |
| RD     | ReaD (Čtení)                                                                                                       |
| RFID   | Radio Frequency Identification (Identifikace frekvence radia)                                                      |
| RISC   | Reduced Instruction Set Computer (Počítač s redukovanou sadou instrukcí)                                           |
| SCADA  | Supervisor controlling and data acquisition (Systém pro průmyslové řízení a sběr dat)                              |

|       |                                                                                            |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| SD    | Secure Digital                                                                             |
| SDHC  | Secure digital High capacity                                                               |
| SDRAM | Synchronous Dynamic Random Access Memory (Synchronní dynamická paměť s náhodným přístupem) |
| SMA   | Specific Message Address (Specifická adresa zprávy)                                        |
| SSH   | Secure Shell (Zabezpečený terminál)                                                        |
| ST    | Structure Text (Strukturovaný text)                                                        |
| STP   | Shielded Twisted Pair (Stínění kroucený pár)                                               |
| TCP   | Transmission Control Protocol (Protokol kontroly přenosu)                                  |
| TD    | Time Delay (Časová prodleva)                                                               |
| TTL   | Tranzistorově tranzistorová logika                                                         |
| UDP   | User Datagram Protocol (Protokol uživatele datagramu)                                      |
| USB   | Universal Serial Bus (Univerzální sériová sběrnice)                                        |
| UTP   | Unshielded Twisted Pair (Nestínění kroucený pár)                                           |
| VAC   | Voltage Alternating Current (Napětí střídavého proudu)                                     |
| VDC   | Voltage Direct Current (Napětí stejnosměrného proudu)                                      |

## SEZNAM SYMBOLŮ PROMĚNNÝCH VELIČIN A FUNKCÍ

|      |                                         |
|------|-----------------------------------------|
| °C   | stupeň celsia                           |
| μm   | mikrometr                               |
| Bd   | baud rate, jednotka modulační rychlosti |
| Gb   | gigabit                                 |
| Km   | kilometr                                |
| kW   | kilowatt                                |
| mA   | miliampér                               |
| mHz  | milihertz                               |
| ms   | milisekunda                             |
| mW   | miliwatt                                |
| MB   | megabyte                                |
| Mb/s | megabit per second                      |
| MHz  | megahertz                               |
| Kb/s | kilobits per second                     |
| s    | sekunda, základní jednotka času         |
| TB   | terabyte                                |
| V    | volt, jednotka elektrického napětí      |
| VA   | voltampér                               |
| y    | závislá proměnná                        |
| x    | závislá proměnná                        |

## SEZNAM ILUSTRACÍ

|                                                          |                                        |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Obrázek 2.1 – Struktura PLC.....                         | 17                                     |
| Obrázek 2.2 – Vykonávání PLC .....                       | 19                                     |
| Obrázek 2.3 – Propojení RS-458 .....                     | 24                                     |
| Obrázek 3.2 – Rodové datové typy.....                    | 27                                     |
| Obrázek 3.1 – Elementární datové typy.....               | 27                                     |
| Obrázek 3.3 – Uživatelské datové typy .....              | 27                                     |
| Obrázek 3.4 – Strukturovaný text z SFD bloku.....        | 33                                     |
| Obrázek 3.5 – Sekvenční funkční diagram .....            | 34                                     |
| Obrázek 5.1 – Vizualizace TecoRoute .....                | 36                                     |
| Obrázek 6.1 – Vystavěné PLC s rozšiřujícími moduly ..... | 39                                     |
| Obrázek 6.2 – Půdorys přízemí.....                       | 41                                     |
| Obrázek 6.3 – Půdorys patra.....                         | 42                                     |
| Obrázek 6.4 – Nastavení síťového adaptéru PC .....       | 42                                     |
| Obrázek 6.5 – Nastavení sítě Mosaic.....                 | 43                                     |
| Obrázek 6.6 – Konfigurace HW .....                       | 43                                     |
| Obrázek 6.7 – Příslušenství k HW .....                   | 44                                     |
| Obrázek 6.8 – Výběr modulů.....                          | 44                                     |
| Obrázek 6.9 – Modul IR-1501 vstupy .....                 | 45                                     |
| Obrázek 6.10 – Modul IR-1064 analogové vstupy.....       | 45                                     |
| Obrázek 6.11 – Detekce a nastavení RF modulů.....        | 46                                     |
| Obrázek 6.12 – Nastavení vstupů a výstupů.....           | 47                                     |
| Obrázek 6.13 – Připojení ke službě TecoRoute.....        | 47                                     |
| Obrázek 6.14 – Nastavení Set PLC IP .....                | 48                                     |
| Obrázek 6.15 – Struktura softwaru v Mosaic .....         | 49                                     |
| Obrázek 6.16 – Výběr instance .....                      | 50                                     |
| Obrázek 6.17 – Výběr proměnné .....                      | 51                                     |
| Obrázek 6.18 – Přidání kolekce .....                     | 52                                     |
| Obrázek 6.19 – Přidání signálu.....                      | 52                                     |
| Obrázek 6.20 – Řízení tepelného čerpadla .....           | <b>Chyba! Záložka není definována.</b> |
| Obrázek 6.21 – Doplnující bloky tepelného čerpadla.....  | <b>Chyba! Záložka není definována.</b> |
| Obrázek 6.22 – Ovládání světla s časovým vypnutím.....   | 55                                     |
| Obrázek 6.23 – Ovládání brány a vrat .....               | <b>Chyba! Záložka není definována.</b> |

## **SEZNAM TABULEK**

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| Tabulka 2.1 – Vlastnosti a obsah PLC Tecoma Foxtrot ..... | 21 |
| Tabulka 2.2 – Přehled nastavení kanálů CH.....            | 23 |
| Tabulka 6.1 – Přehled místností v přízemí .....           | 40 |

## ÚVOD

Cílem této práce je vytvoření aplikace pro praktické řízení základních prvků inteligentního domu a jeho denní využití se záznamem naměřených i řídicích hodnot. Řídicími komponenty jsou například bezpečnostní systémy, ovládání topení, řízení vstupní brány, dveří, garážových vrat nebo ovládání osvětlení. Systém funguje za pomoci dostupných zařízení, která se připojí do lokální sítě nebo jsou svázána s řídicím systémem, který má přístup k internetu. Řešení je realizováno pomocí programu Mosaic od akciové společnosti Teco. Společnost v tomto odvětví působí nejintenzivněji ze všech, a to je také důvod, proč se o tuto firmu zajímám. Aplikace je vytvořena v grafickém nástroji a připojena přes službu, kterou společnost nabízí. Touto službou je docíleno dálkového ovládání, řízení, kontroly i samostatného vylepšování řídicího programu za chodu systému.

V teoretické části bude představen použitý PLC automat včetně struktury typu, popsány základní moduly a také hlavní rozdělení, dle kterých se řídicí systém určuje a vybírá do příslušných projektů. Pozornost bude dále zaměřena na základní typy sběrnic a komunikačních rozhraní, které budou použity k výslednému řešení. V další části dojde k seznámení s vývojovým prostředím Mosaic a jeho nástroji pro ulehčení práce, které z části generují zdrojové kódy. Pozornost je věnována i rozdělení programovacích jazyků, připojení PLC automatu do sítě a vysvětlení principu služby TecoRoute.

V praktické části se zaměřím na realizaci inteligentního domu. Jedna část je věnována základnímu nastavení PLC automatu, vstupních a výstupních svorek, připojení ke službě TecoRoute a vysvětlení řešení návrhu v nástroji WebMaker. Následující část je zaměřena na dílčí odvětví řízení domu pro jeho jednotlivé bloky.

# 1 TEORETICKÁ ČÁST

## 1.1 Inteligentní dům

Inteligentní dům pomáhá vlastníkov, správci i uživateli realizovat jejich vlastní představy o zajištění komfortu prostředí, bezpečnosti a zajistit tak příjemné řízení domu z dlouhodobého hlediska. V oblasti nákladů zajišťuje inteligentní dům značnou úsporu. Poprvé byl tento termín použit koncem 80. let minulého století v USA. Později toto označení převzali Japonci do konceptu integrace počítačových systémů k technologickému řízení budov, a to i po stránce telekomunikace a automatizace. (JOHNSON CONTROL INTERNATIONAL, 2002).

Hlavním účelem inteligentních budov je zvýšit komfort užívání pro obyvatele. Svou roli hrají i v zajištění automatizovaného vytápění a kontroly požadované teploty. Cílem je usnadnit provádění každodenních úkonů díky jejich ovládání přes chytrý telefon nebo tablet, což je výhodné i pro dálkové řízení domu z jakéhokoliv místa na této planetě.

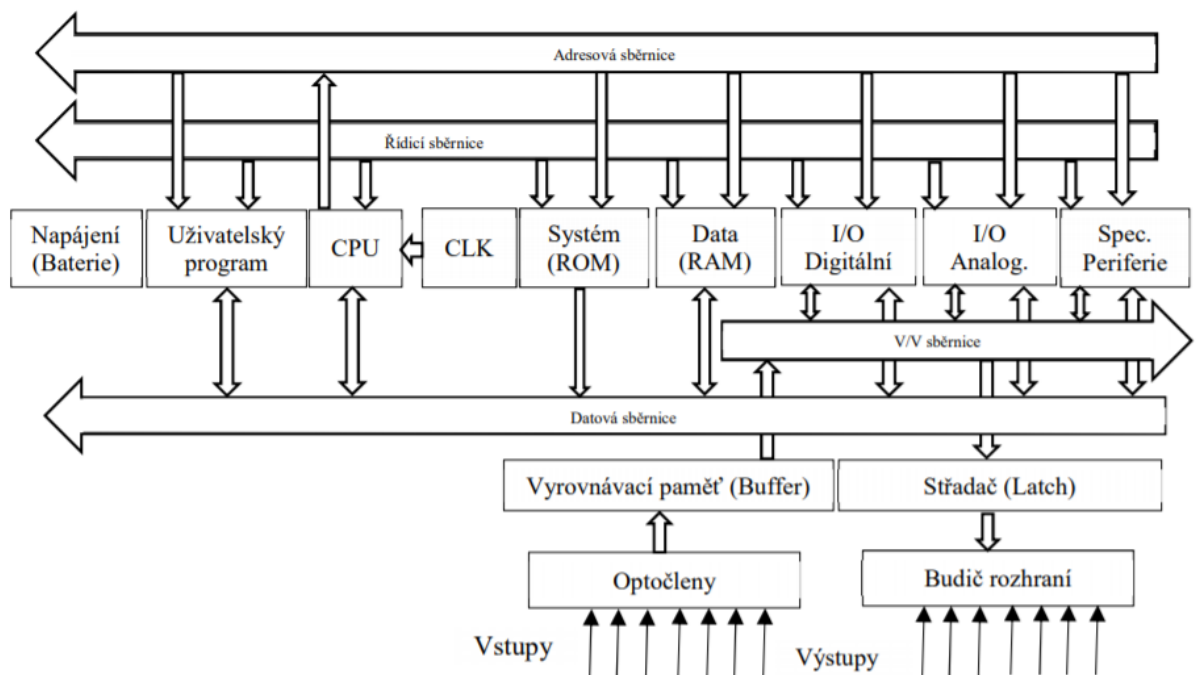
Toto téma je mi velmi blízké, a to z toho důvodu, že jsem realizoval software na naší novostavbě a viděl tak v reálu, v jaké míře nám zvyšuje domácí komfort. Díky němu máme o všem přehled, a to i bez naší přítomnosti. V případě propojení s kamerovým systémem lze dohlížet i na to, kdo se v domě momentálně nachází, případně lze kontrolovat určité prvky, zda fungují tak, jak jsme si je nadefinovali.

## 2 Programovatelný automat

Pro mnoho lidí pohybujících se v oboru elektrotechniky je spíše známa zkratka PLC než označení programovatelný automat. Zkratka PLC vznikla z anglického slova Programmable Logic Controller, což je možné přeložit právě jako programovatelný automat. Ve své podstatě je programovatelný automat velmi podobný standardnímu počítači. Hlavní rozdíl je v tom, že samotný program se vykonává cyklicky. Dále se pak od běžného počítače liší velikostí a hardwarovými požadavky.

### 2.1 Struktura PLC

Pro lepší představivost, jak řídicí jednotka funguje, připojuji níže znázornění blokové struktury PLC. Ta obsahuje datovou, adresovou, vstupní a výstupní sběrnici. O správný chod se stará CPU.



Obrázek 2.1 – Struktura PLC (Vinduška, 2017)

Jádrum centrální jednotky (CPU) je mikroprocesor, který se stará o plynulý chod PLC, a který řídí jeho činnost v cyklech. Paměti RAM a CMOS slouží jako operační paměť. Zaznamenávají vstupní a výstupní obrazy veličin a ukládají i data týkající se uživatelů. Analogové vstupy převádí veličiny do PLC. Ty se využívají především k propojení s teplotními

čidly neboli termočlánky, kde lze přímo ve vývojovém prostředí navolit, jaký typ čidla má být použit. Dle tohoto nastavení si PLC vstupní veličinu převádí.

Z hlediska ovládání akčních prvků, jako jsou například otáčky motoru, otevření servopohonu nebo ovládání frekvenčního měniče, mají analogové výstupy lepší potenciál. Digitální vstupy vyhodnocují pouze dva signály, a to například ze spínače, detektoru pohybu, nebo z koncových snímačů. Taktéž fungují i digitální výstupy, které mohou nabývat dvou hodnot pro ovládání zařízení. Výstupní signály bývají ve většině případů realizovány pomocí tranzistorů, nebo relé. Interface v tomto schématu představuje komunikační periférii, přes kterou se mohou rozšiřovat celé projekty o speciální moduly nebo se jedná o rozšíření vstupních a výstupních svorek pro rozsáhlejší ovládání a využití (VINDUŠKA, 2017).

## **2.2 Rozdělení PLC**

Dle použití a rozsáhlosti systému je možné PLC rozdělit na dva typy, a to kompaktní a modulární. Kompaktní řešení je vhodné pro menší řídicí systémy, jako jsou menší až střední projekty nebo budovy, protože mají menší kapacitu paměti. Modulární typ PLC je používán například v technologických a výrobních procesech. Je vhodný na větší projekty, se kterými souvisí velký sběr dat. Jak kompaktní, tak i modulární PLC má CPU přizpůsobenu rozhraní pro programování (TECO, 2010).

V následující podkapitole budou jednotlivé typy PLC blíže představeny.

### **2.2.1 Kompaktní PLC**

Jedná se o komplexní modul, který obsahuje nejen CPU, ale i určitý počet vstupních a výstupních digitálních či analogových periférií. Určité digitální vstupy dané výrobcem se používají jako čítače, měřiče frekvence nebo jako další komunikační rozhraní. Některá provedení tranzistorových výstupů se využívají pro šířkovou pulzní modulaci, jež je známa spíše pod zkratkou PWM (TECO, 2010).

Kompaktní CPU komunikuje přímo s potřebnými perifériemi, nemusí tedy používat řadič sběrnice, který je integrován v PLC. Díky tomu je zde i výhodnější cena. Celkově zlepšuje rychlost komunikace, která se pohybuje v řádu milisekund. Nevýhodou je skutečnost, že záleží na dodavateli, zda umožňuje rozšíření a připojení dalších periférií k CPU nebo je omezení na určitý počet rozšiřujících modulů. Se značným rozvojem IT roste také výroba kompaktních CPU se síťovými prostředky pro oblast automatizace, výrobních linek, vývojových procesů a

technologických postupů. Firma Teco a.s. rozlišuje modulární a kompaktní PLC označením Foxtrot a TC-700 (TECO, 2010).

### 2.2.2 Modulární PLC

Hlavní rozdíl modulárního PLC oproti kompaktnímu je ve využití rozšiřujících modulů v zásobníku, případně přímo v rozvaděči na DIN liště, kde musí být alespoň jeden modul CPU. Potom následují moduly za sebou v řadě, které jsou převážně určeny na sběr dat a řízení akčních členů. Nejčastější provedení je přizpůsobené ve stacku neboli zásobníku, který je určen pro libovolné osazení potřebných periférií a jejich snadné modifikování při změně nebo rozšíření řídicího systému. Jsou určeny až pro stovky rozšiřujících modulů. Předností modulárního PLC je možnost jeho rozšíření o různé periferie, jelikož se počítá s jeho využitím u velkých projektů, a s tím souvisí větší zpracování vstupních či výstupních signálů. I z toho důvodu je CPU u modulárního PLC vybaveno větší kapacitou paměti pro program i pro data.

### 2.3 Vykonávání programu

Obrázek 2.2 znázorňuje v režimu RUN, jak jednoduše program vykonává nahraný projekt. Program se vykonává v cyklech, většinou 1000 ms. Tento parametr lze měnit přímo v projektu. PLC tedy cyklicky čte ze vstupních svorek, poté provádí režii dle nahraných programů, a nakonec provede z výsledků zápis do výstupních svorek. Na obrázku je demonstrován celý postup (TECO, 2013).



Obrázek 2.2 – Vykonávání PLC (Teco, 2013)

## 2.4 Typy PLC TECO a.s.

Jak již bylo popsáno v předchozí kapitole, jedná se o kompaktní modul, který lze však dále rozšiřovat a může tak prakticky fungovat jako modulární PLC.

Řídicí systém je vybaven napájecími obvody, komunikačními sběrnicemi, I/O, rozhraním pro Ethernet a řadovými modely označenými CP-101x, které obsahují podsvícený znakový displej 4×20 znaků s tlačítky a dále identifikační i signalizační LED diody. Pro většinu řídicích systémů, s výjimkou modelu CP-1000, se pro ladění a naprogramování používá vývojové prostředí Mosaic.

Systém Foxtrot a sběrnice CIB jsou napájeny stejnosměrným napětím 24 VDC, nebo v případě zálohování akumulátory napětím 27,2 VDC. Použitý zdroj musí splňovat podmínky normy SELV. V případě napájení vyšším napětím musí být toto prováděno přímo z akumulátoru. Minimální výkon pro řídicí jednotku je 15 W, kde se nevyužívá sběrnice CIB. Napájíme-li další obvody přímo ze zdroje, a ne samostatně odděleným obvodem, musíme úměrně zvýšit výkon zdroje. Samostatný modul je chráněn interní elektronickou pojistkou. Je zde doporučeno předřadit externí pojistku, případně umístit přepětovou pojistku před napájecí modul (TECO, 2017).

Všechny základní moduly jsou vybaveny asynchronními sériovými kanály (CH1, CH2), rozhraním CIB, systémovým kanálem TCL2 a rozhraním ETHERNET. Každý sériový kanál i logický datový kanál LCH může být uveden do jednoho z komunikačních režimů. Kterýkoliv z kanálu CH1 až CH4 v režimu PC a ETHERNET může být využit k programování PLC, ale pouze jen jeden je povolen pro komunikaci v daném okamžiku (TECO, 2017).

## 2.5 Struktura systému Foxtrot

Základním modulem systému Foxtrot je CP-1000 a jeho vyšší varianty. Stručný přehled je v tabulce 2.1. Moduly jsou vytvořeny pro instalaci, kde část vstupů a výstupů řízené aplikace například pro regulaci budovy, připojíme na digitální a analogové svorky základních modulů Foxtrot, nejčastěji CP-1006 nebo CP-1008 (TECO, 2017).

Tabulka 2.1 – Vlastnosti a obsah PLC Tecoma Foxtrot

|                | AI        | DI | DI 230 V | HDO | AO | RO   | DO (SSR) | CIB |
|----------------|-----------|----|----------|-----|----|------|----------|-----|
| <b>CP-1000</b> | 4         |    | 1        | 1   |    | 2    |          | 2   |
| <b>CP-10x3</b> | 8         |    |          |     | 4  | 7    | 4 + 1    |     |
| <b>CP-10x4</b> | 4         |    |          |     |    | 6    |          | 1   |
| <b>CP-10x5</b> | 6         |    |          |     | 2  | 6    |          | 1   |
| <b>CP-10x6</b> | 13 + 1HSC |    |          | 1   | 2  | 10   | 2        | 1   |
| <b>CP-10x8</b> | 10 + 2    |    |          | 1   | 4  | 6(7) | 2 + 2    | 1   |

Snímané vstupy (nejčastěji teplota nebo náběžná hrana) a ovládané výstupy (regulace topení, spínání osvětlení, aktivace aktorů atd.) připojujeme na periferní moduly, které jsou připojeny k základnímu modulu Foxtrot jednou ze tří sběrnic (TECO, 2017).

První systémová sběrnice TCL2 má k dispozici omezený sortiment periferních modulů. Je jasně definovaná a přísně liniová. Moduly jsou vyráběny pouze na osazení DIN lišty. V domácnostech se nejčastěji tato sběrnice instaluje s využitím externích masterů CFox (CF-1141) a RFox (RF-1131). Své využití najde například při řízení kotlů s protokolem OpenTherm nebo pohonů Belimo s protokolem MP-Bus.

Další sběrnice CIB umožňuje největší rozšíření periferních prvků. Tyto periferní moduly se vyrábí v několika provedeních, a to na zeď, na DIN lištu, do instalačních krabic, či výrobků. Dodávané moduly jsou označovány pod souhrnným názvem CFox. (TECO, 2017).

Poslední sběrnicí je síť RFox, kde ve své podstatě není sběrnice k fyzické činnosti využita, ale prvky se logicky chovají jako sběrnice. Jedná se o bezdrátovou síť. Periferní bezdrátové moduly RFox jsou také k dispozici ve více mechanických provedeních – na DIN lištu (230VAC nebo 24VDC), do instalační krabice (bateriové nebo napájené z 230VAC) apod. Podrobný popis sběrnic RFox je uveden v kapitole 2.9 (TECO, 2017).

Systém Foxtrot představuje kompaktní modulární řídicí a regulační systém pro malé a střední aplikace, který je přizpůsoben k jednoduché adaptaci na DIN lištu do rozvaděčů. Jádro systémů tvoří 32 bitová jednotka s RISC procesorem s rychlostí 0,2 ms/1k operačních instrukcí. Systém disponuje rozšiřitelnou velkokapacitní pamětí, pomocí SD/SDHC/MMC karet, s vestavěným souborovým systémem typu FAT32, které slouží k ukládání webových stránek z aplikačních nástrojů programu Mosaic. Dále disponuje rychlým připojením Ethernetu (100Mb), v dnešní době standardní komunikací a k tomu ještě unikátní sběrnicí CIB, která otevírá svět nových možností k inteligentní elektroinstalaci. Pro další komunikaci je PLC

vybaveno vstupními a výstupními periferiemi, na které je přiveden signál v podobě binárního stavu true/false (1/0), nebo spojitého analogového signálu. Prvky této instalace spočívají v nové technologii bezdrátových modelů CFox a RFox. S nimi vzniká moderní systém distribuovaného řízení.

Bezdrátové modely můžeme rozdělit na senzory a aktory, kde senzory vyhodnocují naměřená data a vyhodnocují je nebo porovnávají s parametry aplikace. Aktory působí jako akční členové vykonávající dané parametry, tedy spínají či nastavují. Existují i speciální kombinované prvky, jenž obsahují senzory i aktory. Ty slouží k ovládání terminálu. Periferní moduly mohou být připojeny až do vzdálenosti 1700 metrů a připojují se k základnímu modulu systémových sběrnic s označením TCL2 (TECO, 2017).

## **2.6 PLC Tecomat Foxtrot – TXN 1006**

Jedná se o základní modul CP-1006 řídicího systému Foxtrot, který má shodné osazení I/O s modulem CP-1016. Je standardně přizpůsoben na DIN lištu. Jediný rozdíl najdeme na vrchní straně, kde u modulu CP-1006 je segmentový display pro identifikaci IP adresy a identifikační LED diody pro RUN/ERR stav. U pokročilejší verze CP-1016 je nahrazen malým displejem o velikosti 4×20 znaků a sedmi tlačítky pro interní ovládání, který zastává stejné funkce jako operátorský panel. Je zapojen jako samostatná periferie přes sběrnici TCL2. I ve vývojovém prostředí Mosaic je identifikován jako samostatná periferie (TECO a.s., 2017).

Centrální jednotka obsahuje svůj vlastní uživatelský program s danými funkcemi, bez kterých se řídicí systém neobejde. PLC musí tedy obsahovat řídicí systém, který obstarává důležité vlastnosti, jako například mapování, rozsah instrukčních souborů nebo rozsah paměťového prostoru a podobně (TECO, 2017).

## **2.7 Komunikační rozhraní CH1**

Sériové rozhraní je pevně osazeno RS232 bez galvanického rozhraní. To v podstatě znamená, že signály rozhraní jsou galvanicky spojeny s napájecím modulem. Rozhraní GND neboli zem je společná i pro sběrnici CIB a TCL2, zároveň i pro zápornou společnou svorku vstupů, jak digitálních, tak i analogových (TECO, 2013).

## 2.8 Komunikační rozhraní CH2

Rozmístění signálu na svorkách je k dispozici ve více variantách, a to dle provedení a typu řídicího systému. Zvolil jsem proto modul PLC Foxtrot CP-1006, který využívám ve své práci. Rozhraní je osazeno na svorkách D1 až D5, které podporují komunikaci RS-232 a RS-458, a jsou galvanicky odděleny od ostatních obvodů modulu (TECO, 2013).

Tabulka 2.2 znázorňuje všechny možné režimy, které lze nastavit.

Tabulka 2.2 – Přehled nastavení kanálů CH

| Režim | Typ protokolu             | Specifikace                      |
|-------|---------------------------|----------------------------------|
| PC    | EPSNET                    | Nadřazení systémový protokol     |
| PLC   | EPSNET-F                  | Sdílení dat v síti s PLC         |
| UNI   | UDP a TCP                 | Asynchronní Komunikace           |
| MPC   | EPSNET multimaster        | Výměna dat s podřízeným PLC      |
| MBD   | MODBUS (UDP, TCP)         | Komunikace s nadřízeným systémem |
| PFB   | PROFIBUS DP slave         | Připojení stanic                 |
| UDP   | Přídavné Vstupy a výstupy | Obsluha paralelních submodulů    |
| DSP   | PROFIBUS DP slave         | Realizace stanice                |
| CSJ   | CAN                       | Připojení sběrnice               |

## 2.9 Sběrnice RFox

Sběrnice RFox je založena na bezdrátové rádiové komunikaci v rámci všeobecného oprávnění využívání rádiového kmitočtu. Využívá bezlicenční rádiové pásmo 868 MHz.

RFox je založena na principu master–slave a je vždy tvořena jedním řídicím masterem, ke kterému se může připojit až 64 (slave) periferních modulů. Master je realizován a určen pro montáž na DIN lištu. Periferní moduly jsou přizpůsobeny v několika možnostech, buď pro výstavbu do instalace, na lištu do rozvaděče, nebo na ruční dálkové ovládání.

Vysílací výkon je cca 3,5 mW a systém je navržen tak, aby minimalizoval rádiovou komunikaci na minimum. Pro lepší využití má standardně k dispozici osm kanálů a kmitočtové pásmo v rozsahu g1 (886,000 – 886,600 MHz) (TECO, 2016).

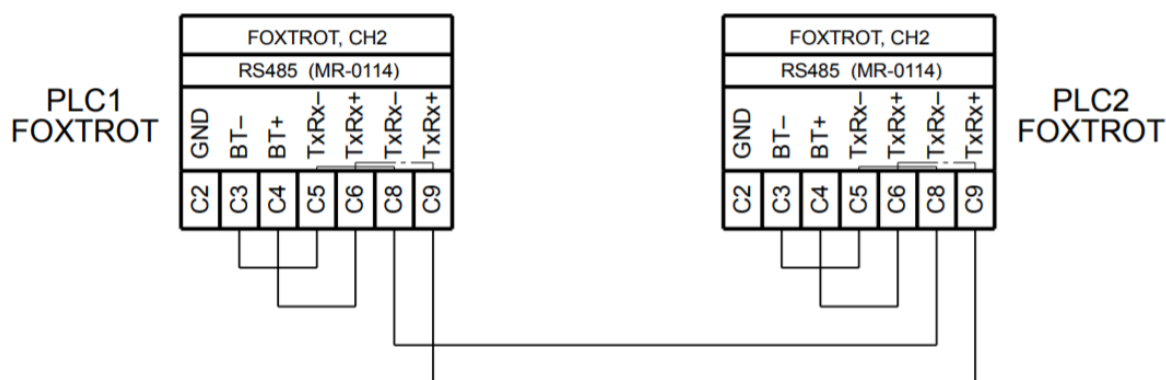
Komunikace pro RFox master a ostatní slave zařízení, je podporována topologií typu hvězda a mesh. Rozdíl v typu topologií spočívá v přímém a rozvětveném přístupu. V případě zapojení typu hvězdy jsou všechny periferní moduly pro komunikaci napřímo svázány k

masterovi. Typ topologie mesh má dosah jen na některé komunikační jednotky, které se chovají jako router. Router neboli směrovač je zařízení, které přijímá a přeposílá dál příchozí pakety od mastera. Tímto lze zvětšit komunikační rozsah mastera, ale počet rozšířených routerů je omezen maximálně na čtyři. Vyslaný paket nesmí přesáhnout pěti přeskoků, tím se totiž prodlužuje reakční doba mezi povelům a akcí. Každý přeskok zabírá určitou režii paketu, ten se zesílí a přepoše dál.

Síť RFox v provozu může využívat připojené periferní moduly jak v trvalém provozu, tak i moduly s přerušovaným provozem. Moduly trvale v provozu jsou schopné reagovat kdykoliv na pokyn mastera. V opačném případě jsou moduly přivedeny do režimu „spánku“ (sleep mode), ve kterém nereagují na povelů od mastera. Z režimu spánku může modul do aktivního režimu přejít na základě uživatelské akce: stisknutí tlačítka, aktivování bezpečnostního senzoru, nebo časové akce jako je například vypršení časové prodlevy či týdenního časového cyklu (TECO, 2016).

## 2.10 Rozhraní RS-458

Pro toto rozhraní se využívá submodel MR-0114, jehož podrobnější popis zapojení je možné vidět na níže uvedeném obrázku 2.3. Zde je propojení systému Foxtrot přes sběrnici CH2. Všechny svorky jsou galvanicky oddělené a impedance sběrnice je opatřena odporem 150 Ω.



Obrázek 2.3 – Propojení RS-458

V případě zapojení více systémů se zakončuje pouze poslední modul, a to na koncových svorkách (BT-, BT+). Pro modulární systémy TC700 a NS950 platí stejné sériové propojení, jako je uvedeno na obrázku při propojení dvou systémů Foxtrot. Nepatrný rozdíl je pouze v označení svorek, ale propojení je stejné (TECO, 2013).

## **2.11 Submodel MR-0114**

Primárně je submodel určen pro zajištění převodu TTL signálu přes rozhraní RS-458. Rozhraní je galvanicky oddělené pomocí vestavěného měniče, tedy není potřeba externího napájení. Pracuje v poloduplexním režimu, což umožňuje vícebodové připojení, a tím zajistí propojení více účastníků (TECO, 2013).

### 3 Vývojové prostředí Mosaic

Tento software je vyvíjen akciovou společností Teco a.s. Kolín a převážně určen pro tvorbu a ladění programů pro PLC automaty TECOMAT® a TECOREG®. Program je volně dostupný v plné verzi od roku 2000 a vyvíjen tak, aby byl shodný s mezinárodní normou IEC EN-61131-3, která definuje programovací jazyky pro PLC automaty. Umožňuje programovat všechny dodávané PLC od značky Teco. U starších řad se využívá mnemonického kódu v programu xPRO v prostředí MDOS. U nové generace Tecomat a Foxtrot se programují dle normy v textových (IL, ST) a grafických (FBD, LD, SCH) jazycích. Program v jazycích podle výše uvedené normy se skládá z elementů zvaných programové organizační jednotky, dále už jenom POU z anglického program organisation unit. Touto jednotkou je funkce, funkční bloky a nejvyšší jednotkou je program (TECO, 2013).

Jestliže nemáme hardwarový klíč, tak Mosaic běží ve verzi Lite, která umožňuje plné ovládání i simulaci PLC. Všechny nástroje, programy i knihovny jsou ve verzi Lite plně dostupné. Pro větší počet PLC je zapotřebí HW klíč, pro ovládání více vstupních a výstupních modulů, které si deklaruujeme v návrhu. Bez klíče nelze řídit a deklarovat větší skupiny I/O modulů (TECO, 2013).

MOSAIC je volně stažitelný a neustále se zlepšuje a vycházejí nové verze, především pro větší rozšíření funkcí, nástrojů a knihoven. Klade se důraz na zpětnou kompatibilitu, aby staré projekty nebyly odkázány na starší verze, a tudíž by byla nemožnost programování starších PLC v novém prostředí. Z důvodu, aby se mohlo dál rozšířit to, co už bylo kdysi vytvořené. Nyní je platforma k dispozici v pěti jazycích. Libovolně za chodu můžeme přepínat mezi jazyky (TECO, 2013).

Program je velmi intuitivní a je možné při psaní kombinovat jednotlivé druhy jazyků. Prostředí má integrovanou možnost používat knihovnu bloků a vytvářet vlastní uživatelské knihovny POU (TECO, 2013).

#### 3.1 Datové typy

Norma IEC 61 131-3 má jasně definované a rozříděné datové typy do tří kategorií. Obsahují tzv. předdefinované elementární datové typy (elementary data types). Jsou charakterizovány šířkou dat neboli počtem obsažených dat, pro který daný typ uvolní program příslušnou paměť. Data jsou omezená svou binární hodnotou, což popisuje jejich maximální rozsah. Přehled datových typů na obrázku 3.1 (TECO, 2007).

| Datový typ                   | Počáteční hodnota (Initial Value) |
|------------------------------|-----------------------------------|
| <b>BOOL, SINT, INT, DINT</b> | 0                                 |
| <b>USINT, UINT, UDINT</b>    | 0                                 |
| <b>BYTE, WORD, DWORD</b>     | 0                                 |
| <b>REAL, LREAL</b>           | 0.0                               |
| <b>TIME</b>                  | T#0s                              |
| <b>DATE</b>                  | D#1970-01-01                      |
| <b>TIME_OF_DAY</b>           | TOD#00:00:00                      |
| <b>DATE_AND_TIME</b>         | DT#1970-01-01-00:00:00            |
| <b>STRING</b>                | '' (prázdný string)               |

Obrázek 3.2 – Elementární datové typy (TECO, 2007)

Dále jsou definovány rodové datové typy (Generic data types), jejich přehled je znázorněn na obrázku 3.2. Hlavním rozdílem je, že nepoukazují sami na sebe, ale vyjadřují celou skupinu datových typů. Třídí skupiny proměnných do označených skupin typů se stejnými vlastnostmi (TECO, 2007).

| ANY                           |         |                     |                        |                                      |                |
|-------------------------------|---------|---------------------|------------------------|--------------------------------------|----------------|
| ANY_BIT                       | ANY_NUM |                     |                        | ANY_DATE                             | TIME<br>STRING |
| BOOL<br>BYTE<br>WORD<br>DWORD | ANY_INT |                     | ANY_REAL               | DATE<br>DATE_AND_TIME<br>TIME_OF_DAY |                |
|                               |         | INT<br>SINT<br>DINT | UINT<br>USINT<br>UDINT |                                      | REAL<br>LREAL  |

Obrázek 3.1 – Rodové datové typy (TECO, 2007)

Poslední mechanismus umožňuje vytvářet vlastní tzv. odvozené (uživatelské) datové typy (Derived data types), jak je možné vidět na obrázku 3.3. Jedná se o specifikovaná data deklarovaná výrobcem nebo uživatelem, a to většinou pomocí datové konstrukce TYPE...END\_TYPE. V rámci konstrukce se jednoznačně definuje, o jaký typ se jedná, jak se jmenuje, a jakou inicializační hodnotu obsahuje (TECO, 2007).

```

TYPE
  TMyINT      : INT;           // jednoduchy odvozeny datovy typ
  TRoomTemp  : REAL := 20.0; // nový datovy typ s inicializaci
  THomeTemp  : TRoomTemp;
  TPumpMode  : ( off, run, fault); // nový typ deklarovaný vyctem hodnot
END_TYPE

```

Obrázek 3.3 – Uživatelské datové typy (TECO, 2007)

## 3.2 Pracovní prostředí

K nezbytnému ladění uživatelského softwaru slouží programovací nástroje. V současné době se pro zlepšení komfortu využívají PC a notebooky s potřebným vývojovým prostředím. Ladění uživatelských programů se může uskutečnit i vzdáleně, a to v případě, že je tato možnost v nastavení povolena. To nám umožňuje jak monitorování proměnných, tak i krokování a trasování programu s možností měnit a nastavovat stavy aktuálních proměnných (TECO, 2010).

### 3.2.1 Přehled nástrojů

Při vytváření zdrojového kódu je k dispozici relativně dost nástrojů, které dokážou práci značně usnadnit. Samozřejmě je možné napsat zdrojový kód bez nástrojů, ale k tomu je zapotřebí, aby měl programátor dostatečné znalosti. I tak by bylo psaní zdrojového kódu zdouhavé. Právě z tohoto důvodu se vyvíjí nástroje, které nabízí programátorovi spoustu možností a ve výsledku tak při zadání daných parametrů lze generovat přímo zdrojový text. Některé dokonce pracují oboustranně, což umožňuje zapisovat jak v textové formě, tak i v grafické, a to nezávisle na sobě. Takový nalezneme i v programu Mosaic označený pojmem IEC manažer. Ostatní pracují pouze jednosměrně, tedy generují zdrojový text, jenž má atribut „Read only“, což znamená, že do vygenerovaného textu nelze zapisovat, ani jej nijak měnit (TECO, 2016).

### 3.2.2 Automatické generování

Velmi podstatným a užitečným nástrojem je **Manažer projektu**. V programu se dá vyvolat klávesovou zkratkou „ctrl+alt+F11“. Tento nástroj je primárně určen k definování typu PLC, jeho rozšíření, obecných funkcí SW, driverů pro komunikaci, vzájemnému propojení dat s moduly a dále také k nastavení mnoha dalších atributů jako je rychlost přenosu nebo typ spojení s PLC. Manažer projektu automaticky generuje část kódu programu s informacemi o konfiguraci systému (TECO, 2010).

Nastavení vstupů a výstupů je dalším důležitým nástrojem, který umožňuje popisovat vstupy neboli aliasy pro lepší odkazování a umožní tak během ladění projektu zafixovat hodnotu vstupu nebo výstupu do libovolného stavu a dále s ní pracovat. Jejím prostřednictvím lze i přiřadit pevné absolutní hodnoty na I/O (TECO, 2010).

Posledním z nejvýznamnějších nástrojů je **IEC manažer**. Již z názvu je patrné, za jakým účelem byl vytvořen. Slouží k organizaci a editaci položek v uživatelském programu

podle normy IEC 61 131-3. Otevírá se automaticky a je rozdělen do několika hlavních záložek, které jsou umístěny v levém panelu. Záložky jsou uspořádány do pěti částí, které obsahují POU, typy proměnných, globální proměnné, knihovny a konfiguraci (TECO, 2010).

### 3.2.3 Automatické grafické generování

**PIDMaker** slouží k snadné implementaci. Využívá se ke správě regulačních algoritmů a je vizuální nadstavbou nad PID a PIDMA instrukcemi PLC (TECO, 2010).

**PanelMaker** je určen k definování obsahu obrazovek pro textové operátorské panely. Tato funkce je dostupná jen tehdy, když je v nastavení parametrů panelů použití toho nástroje zaškrtnuto a v Manažeru projektu musí být textový panel ID-xx propojen k vybranému komunikačnímu kanálu (TECO, 2010).

**Grafický PanelMaker** představuje takřka totožný nástroj jako PanelMaker, jen s tím rozdílem, že se nejedná o textovou formu definovanou pro textové operátorské panely, ale o nástroj, který generuje soubory a popisky obrazovek pro obsluhu grafických panelů HMI. Opět musíme v manažeru projektu v příslušné záložce vybrat příslušný panel, například ID-17 (TECO, 2010).

### 3.2.4 Nástroje pro řízení projektu

Řízení projektu se zaměřuje na manipulaci s příslušnými soubory a specifickými částmi kódu neboli programu. V zásadě se jedná o tři kategorie – Skupiny projektů, Soubory projektů a Otevřené soubory. U **Skupiny projektů** se zobrazují všechna jména projektů a lze zde jednoduše přeskakovat mezi projekty. V druhé kategorii **Soubory v projektu** je k dispozici přehled všech souborů projektu a můžeme zde měnit jejich pořadí. Ručně je možné přesouvat, přidávat, či odebírat soubory v projektu. Obvykle jsou totiž do projektu souboru zařazeny automaticky jejich vygenerováním. Poslední nástroj **Otevřené soubory** zobrazuje seznam, typ a cestu k umístění otevřených souborů. Ve spodní polovině se zobrazuje seznam plovoucích oken, která se zrovna používají nebo jsou součástí projektu (TECO, 2010).

### 3.2.5 Nástroje pro ladění a simulaci

**POU Inspektor** je speciální režim okna editoru, který slouží jako základní náhled v případě, že je PLC uvedeno do režimu RUN. Zdrojový program je animován hodnotami aktuálních dat pro správné sledování zápisů funkcí (TECO, 2010).

**WebMaker** slouží k tvorbě XML stránek pro webový server. Své využití má přímo i v Mosaicu, kde umožňuje zobrazování a nastavování proměnných. Také slouží jako jednoduchá vizualizace při simulaci (TECO, 2010).

**GraphMaker** využívá až 16 proměnných z PLC znázorněných v grafickém zobrazení se závislostí na časovém formátu, který si zvolíme. Tento nástroj může pracovat ve dvou režimech – jako paměťový osciloskop, nebo logický a signálový analyzátor (TECO, 2010).

**Simulátor textových panelů (HMI)** slouží především k otestování operátorského panelu bez použití HW a k lepší vizualizaci při ladění. Doporučuje se nastavit funkci „Vždy nahore“ (TECO, 2010).

**Nástroj Panel** je určen pro semigrafické zobrazování. Je vhodný pro doladování projektů v simulaci. Pracuje jako jednoduchá vizualizace. Výhodou tohoto nástroje je jeho kompatibilita se staršími systémy. Pro nové algoritmy je k dispozici příjemnější nástroj WebMaker (TECO, 2010).

**Mapa uživatelských registrů** ukazuje přesné obsazení paměti uživatelskými registry. Umožňuje kontrolu případného překrytí proměnných (TECO, 2010).

### 3.2.6 Nastavení adresy a typu PLC

Základní nastavení se nám zobrazí po spuštění Manažera projektu. Slouží k fyzickému propojení PC a PLC. Můžeme si zvolit typ připojení, které umožní měnit specifické parametry, jako je adresa PLC nebo IP. Dále umožňuje volit komunikační rychlosti a timeouty nebo porty, na kterých má probíhat komunikace. Nastavení je optimalizované na druh připojení a dle toho nám program umožní nastavovat parametry, podle našich požadavků. Typů připojení je celkově pět. Přesněji se jedná o sériový port, USB, Ethernet, simulované PLC a TecoRoute (TECO, 2016).

### 3.2.7 I/O nastavení

Komplexní nastavení je implicitně otevřeno v plovoucím okně a má přiřazenu ikonu, kterou můžeme najít v hlavním okně, nebo přímo v konfigurátoru HW. Toto okno zobrazuje datovou strukturu periferních modulů nebo zobrazuje aktuální hodnoty všech proměnných. Jedná se přímo o nástroj pro nastavení V/V. Dále zde budou zdůrazněny jen ty nejvíce podstatné věci, ostatní méně využívané jsou podrobně popsány v odkazech firmy Teco a.s. na jejich webových stránkách. Za nejvíce užitečný lze označit sloupeček alias, který umožňuje popisovat jednotlivé proměnné u daných periferních modulů na vlastní jména (aliasy). Na ty se dá

odkazovat přímo v programu a díky tomu je mnohem jednodušší identifikace i celková práce s programem. Po zapsání aliasu se zobrazí čtvereček a za ním PUBLIC. Po zaškrtnutí této volby je povoleno exportování do souboru, jenž slouží pro vizualizační nástroje. Například software SCADA, který je v poslední době velmi známý a rozsáhlý. Nástroj umožňuje přepínání mezi periferními moduly, které jsou v horní liště zaznamenány formou záložek. V hlavním panelu máme možnost měnit hodnoty, jaké chceme, aby se hodnoty zobrazovaly. Jsou to klasické zkratky pro nejpoužívanější číselné soustavy (DEC, HEX, EXP, BIN, STR). Je tu možnost i pro ty nejnáročnější programátory, a tou je přímé nastavení absolutní adresy proměnné, případně délka proměnné v bytech. Vývojáři v Mosaicu mysleli i na toto, a tak vytvořili další nástroj pro vizualizaci, jak jsou data zapisována do paměti. Dává přehled o obsazení prostoru v PLC. Veškeré změny se provedou až po překladu programu a zapsáním od přiděleného automatu (TECO, 2010).

### **3.2.8 IEC manažer**

Manažer v podstatě reprezentuje stromový adresář našeho projektu a ulehčuje práci s ním. Hlavním využitím je nápomoc generování proměnných, datových typů, POU, konfigurovat úlohy v programu a přidávat nebo odebírat knihovny. Mimo toto ulehčení podporuje standardní úkony, jako jsou editování, ovládání, hledání a kopírování... Pro zkušenější návrháře projektu, a nebo domácího kutila, umožní horké klávesnice rychlejší realizaci a pohodlí při vytváření projektu (TECO, 2010).

### **3.2.9 WebMaker**

Vytváří XML stránky pro webový server v základních řídicích modulech, jenž umožňují realizaci tohoto nástroje a podporují jeho služby. V podstatě pracuje jako vizualizace projektu, slouží k zobrazování vybraných, a hlavně v programu povolených proměnných. Dále slouží také k nastavování a měnění parametrů proměnných na základě jejich nastavení. IFox Trot představuje další velmi užitečnou aplikaci vyvíjenou společností Teco a.s., díky které lze pohodlně ovládat naše zařízení. Je nově volně dostupná. Samozřejmostí je i velmi obohacená knihovna a popis v českém jazyce, který umožní a urychlí pochopení principu aplikace (TECO, 2010).

### 3.3 Programovací jazyky

Přehled a ustanovení programovacích jazyků je podrobně popsáno v mezinárodní normě IEC/EN 61131-3, která vznikla za začátku rozmachu PLC systémů. Důvodem jejího vzniku byla skutečnost, že výrobci měli různorodou syntaxi a zápis. Tato norma doporučuje pět programovacích jazyků. Tyto jazyky jsou přesně definované sémantikou a syntaxí. Jedná se o jazyky Ladder Diagram, Function Block Diagram, Instruction List, Structured Text, Sequential Chart (ZANDRŮVSVĚT, 2010).

Z počátku se jednalo především o programování kontaktních schémat a díky jednoduchosti zapojení se následně začaly velmi rozšiřovat možnosti programování. Rozšířily se především vstupní a výstupní signály, komunikační standardy a také velká řada rozšiřitelných modulů, které poskytují široké využití a ovládání složitějších systémů s velmi dobrou odezvou na řídicí jednotku. V další části bude jednotlivým jazykům věnována větší pozornost (KOCHANÍČEK, 2010).

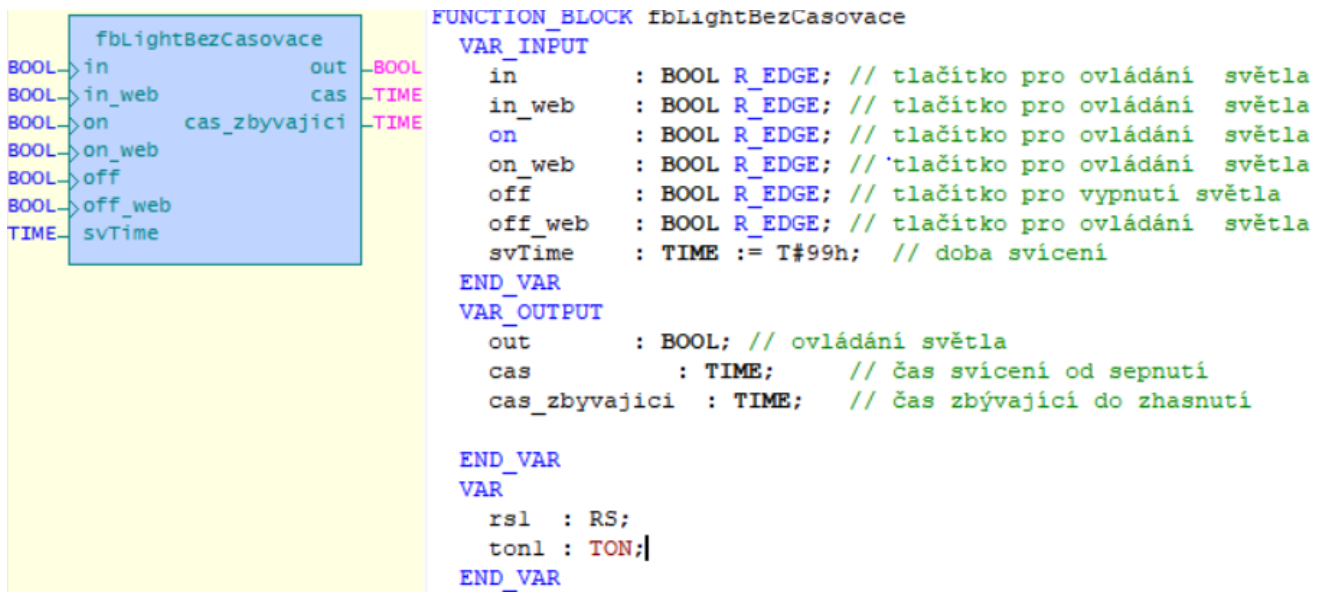
#### 3.3.1 Jazyk seznam instrukcí IL

Jedná se o textovou formu jazyka, která se nejvíce rozšířila po Evropě. Ovšem existuje řada výrobců a u každého je trochu jinak definován zápis s rozšířeným systémem, kde se mohou využít knihovny, které jsou výrobcem volně dostupné, ale i placené. Jedná se o jinak definovaný zápis stejné logické operace. IL vykonává instrukce za sebou a každá z těchto instrukcí je na jednom řádku. Instrukce připomínají programování assembleru, od kterého jsou rozdílné popisy instrukcí a daný rozsah možností. V assembleru je možné daleko více ovládat a řídit hardwarové prvky nebo celé části zařízení. Firma Teco používá pět programovacích jazyků a ty jsou rozděleny do dvou kategorií, a to na grafické jazyky a textové jazyky (ZÁMEK, 2010).

#### 3.3.2 Jazyk strukturovaného textu ST

Základy tohoto jazyka se odvíjí od Pascalu a C. Obsahuje všechny podstatné prvky moderního programovacího jazyka. Volání, větvení, interní smyčky, návrat, přerušování, výběr a spousta dalších. Toto bylo definováno již dávno a celkově tak je 10 typů příkazů. Tyto příkazy mohou být vnořovány. Syntaxe povoluje dané příkazy a výrazy. Příkazy jsou odděleny středníkem a jeden řádek jich může obsahovat víc. Výraz je složen z operátorů a operandů. Operandy představují hodnoty konstantní, nebo proměnné, a mohou obsahovat funkci, či výraz.

Operátor je pro jazyk ST definován sedmi typy. Klasické násobení a dělení, dále negace a booleovské funkce AND, OR, XOR a NAND (KOCHANÍČEK, 2010).



Obrázek 3.4 – Strukturovaný text z SFD bloku

### 3.3.3 Jazyk příčkového diagramu LD

Je nejpopulárnějším programovacím jazykem. Nejedná se o textovou formu programovacího jazyka, ale logika se skládá ze svislých kolejnic, které představují napájení a svislými příčkami spojujeme logické větve či celé bloky větví. Jedna souvislá kolejnice představuje jeden funkční program. Struktura programu má napodobovat mechanické relé a čtení digramu probíhá většinou shora dolů a zleva doprava. Původ tohoto jazyka je v USA (KOCHANÍČEK, 2010).

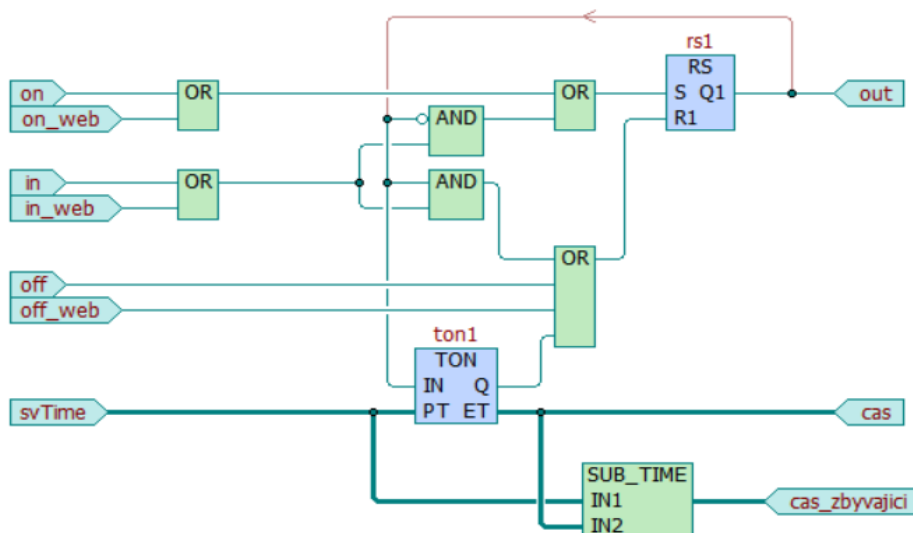
### 3.3.4 Jazyk funkčního blokového diagramu FBD

Druhým grafickým jazykem je FBD, který je velmi podobný elektronickým obvodovým diagramům. Program je tvořen bloky, které vyjadřují chování funkcí jako soubor vzájemně propojených grafických bloků a celých schémat. Jedná se o určitý systém prvků, který zpracovává a vyhodnocuje vstupní a výstupní signály. Ve velké míře postačí standardní funkční bloky. Mosaic nabízí velmi široké portfolio funkčních, výkonných, detekčních, časových a logických bloků ve svých volně dostupných knihovnách. S těmi si začátečník i pokročilý programátor vystačí. Možnost modifikace těchto funkčních bloků se rozšiřuje na mez kreativity a představivosti vývojáře (KOCHANÍČEK, 2010).

### 3.3.5 Jazyk sekvenční funkční diagramu SFC

Poslední zde zmíněný jazyk popisuje sekvenční chování řídicího programu. Je to poslední definovaný jazyk normou IEC/EN 61131-3. Jedná se o podobný systém jako u Petriho sítě. Od nich se liší pouze grafickou prezentací, která se ukládá do souboru výkonných řídicích prvků. Funkční diagram člení organizaci dle struktur a přehlednosti chování programu. Umožňuje rozložitelnost úloh. Diagram se skládá z postupných kroků, které jsou podmíněny podmínkami nebo přerušením a musí vyhodnotit jakýkoliv stav, než se posune na další část programu (KOCHANÍČEK, 2010).

Tohoto jazyka jsem využíval ve své práci, a proto jsem zde uvedl jeden příklad, viz obrázek 3.5.



Obrázek 3.5 – Sekvenční funkční diagram

## **4 Ovládání domu**

### **4.1 Připojení do sítě**

Základním a v dnešní době už standardním připojením modulu do sítě je pomocí rozhraní Ethernet. Každé fyzické rozhraní má až 6 logických datových kanálů, které jsou nezávislé na ostatních komunikačních PLC rozhráních a mohou být různě nastaveny. V režimu PC+ mohou být aktivní v jednom okamžiku pouze na jediném komunikačním kanále. Rozhraní PLC Foxtrot samo rozpozná, jestli je připojení křížené nebo přímé, a tím ulehčí spoustu práce. Systém automaticky rozpozná, o jaký typ připojení se jedná a přizpůsobí se mu. Rozhraní je standardně osazeno konektorem RJ-45, které odpovídá stanoveným normám (TECO, 2016).

### **4.2 Přímé zapojení kabelů ETHERNET**

Jedná se o nejběžnější zapojení určené především k propojení switchu a koncového zařízení, ať už se jedná o síťovou PC kartu, nebo PLC Foxtrot řídicí jednotku. Je i možné použít přímé propojení systému Foxtrot. Kabel je osazen na obou koncích konektorem RJ-45, ale jsou funkční pouze čtyři signály, ostatní kabely nejsou použity. Pokaždé musí být použity kroucené páry a jeden z nich musí být přesně určen pro daný tok dat, běžně používán pro rozhraní 10 Base-T.

Datové kabely se rozdělují na nestíněné (UDP) a stíněné (STP). Vyrábí se v několika velikostech a jsou označeny čísly tři až šest. Pro rozhraní 10 Base-T (10/100 Mbit/s Ethernet) je možné použít jakékoliv, ale doporučuje se minimálně pět kabelů (TECO, 2016).

### **4.3 Křížené zapojení kabelů ETHERNET**

Křížený kabel se používá převážně tam, kde jsou rovnocenná zařízení a jedná se o přímé připojení (např. HUB – HUB). Obecně se předpokládá, že člověk chce přímé zapojení, o křížené si v podstatě musí člověk přímo říct prodejci. Stejně tak jako u přímého zapojení je kabel osazen z obou stran konektorem RJ-45. V případě kříženého kabelu se využívá čtyř signálů, které se liší v propojení, kde jsou zkříženy navzájem kladné signály TD a RD a pochopitelně i záporné signály. Je nezbytné dodržet propojení jednoho krouceného páru pro jeden směr datového toku (TECO, 2016).

## 5 Služba TecoRoute

### 5.1 Princip

PLC řídicí modul musí být připojen k internetu. Veřejná IP adresa ani žádný dodatečný hardware (kromě routeru) není potřeba. Tím se PLC stává dostupným pro uživatele i programátora. Mosaic používá v tomto případě komunikaci TCP protokolu s cílovým portem 61682. Server služby TecoRoute „pouze“ přesměruje data z Mosaicu k cílovému PLC systému (TECO, 2016).



Obrázek 5.1 – Vizualizace TecoRoute (Teco, 2016)

### 5.2 Účet pro službu TecoRoute

Založení účtu pro službu TecoRoute je nutnou podmínkou pro vzdálené používání PLC automatu. Účet lze zřídit přímo na stránkách Tecomat, která dané účty spravuje a přenáší data, která službou de facto jen prochází. Server neukládá ani neanalyzuje tok dat. PLC systém je na lokální síti (LAN), tedy není dostupná z internetu, a tím se snižuje riziko napadení hackery. Pro založení účtu je nutné poskytnout primární údaje firmě Teco. Jedná se o údaje o společnosti, název včetně IČ a DIČ, sídlo společnosti, dále také údaje o správci účtu, jméno, příjmení, titul, e-mail a telefon na správce účtu. V posledním bodě se uvádí předpoklad používaných PLC. Počtu vzdáleně používaných systémů přes službu TecoRoute odpovídá také cena. Ceník je zaslán pomocí emailu, který funguje jako částečné bezpečnostní opatření, kde správce povolí přístup. Při novém založení je umožněn dvouměsíční přístup zdarma. Veškeré údaje slouží pouze pro potřeby portálu. Po vyplnění registračního formuláře obdrží uživatel informace na zadaný e-mail, který je uveden u správce účtu. Požadavek na registraci ke službě TecoRoute

musí schválit pracovník firmy Teco, který je správcem služby. Poté je účet aktivován a je možné jej začít využívat. Veškeré informace o aktivaci a vyplněných údajích jsou zaslány na e-mail. Správce aktivního účtu může přidat další osoby, které budou moci účet využívat a přidělí jim přihlašovací údaje, standardně jméno a heslo k účtu. Zároveň správce může definovat jména a hesla k PLC, ke kterým budou uživatelé moci přistupovat a používat je (TECO, 2016).

### **5.3 Správce účtu**

Činnost prováděná správcem účtu společnosti může být pouze na serveru TecoRoute, kde je možné získat informace o společnosti, skupině PLC, přehledu uživatelů a zařízeních PLC. Po rozkliknutí daného přehledu je možné zobrazit detail, jako např. omezení účtu, uživatele, či název společnosti (TECO, 2016).

### **5.4 Úprava přístupu a práv**

Je-li potřeba založit další PLC zařízení, která budou účet využívat, provede správce potřebná nastavení. Přesněji po kliknutí na danou ikonu vyskočí dialogové okno, kde je na výběr ze tří možností: Skupina PLC, Uživatel a Zařízení PLC. Při založení nového uživatele je správce povinen vyplnit položky, jako je přihlašovací jméno, heslo, uživatelská role a e-mail nového uživatele. Nově založený uživatel se následně objeví v přehledu uživatelů a je dále třeba mu přidělit přístupová práva k PLC. Uživateli se nastaví oprávnění na používání prohlížeče nebo Mosaicu, díky němuž může uživatel používat přidělené PLC, ovšem bez možnosti měnit software programu. Správce může zaregistrovat další PLC automaty, ale musí jim povinně přidělit přihlašovací jméno, heslo a v poslední řadě doplnit také typ modulu. K těmto povinným údajům lze přidat i popis zařízení, které slouží jako přihlašovací dialog webového prohlížeče. Nové PLC je automaticky přiřazeno pouze tomu, kdo jej registroval u správce. Aby příslušní uživatelé mohli využívat nové PLC v síti, musí správce přes službu TecoRoute přidělit povolené služby. Pro usnadnění práce, hlavně při větším počtu zařízení, se doporučuje vytvořit skupiny PLC pro dané využití nebo danou společnost či daný sektor vzdáleného řízení. Po přidání dalšího PLC do skupiny získávají přístup všichni uživatelé, kteří jsou registrovaní ve skupině. Po přidání dalšího uživatele do skupiny, dostane přístup ke všem zařízením v definované skupině (TECO, 2016).

## 5.5 Vytvoření skupiny

Nově vytvořená skupina se zobrazí v přehledu skupin. Kliknutím na řádek se probarví modře. Dále je třeba do skupiny přiřadit příslušné uživatele, kteří budou služby TecoRoute využívat. Zaškrtnutím se zvolí uživatel do skupiny nebo se přiřadí PLC. Kromě toho může správce uživateli přiřadit jednotlivé PLC, i když uživatel je již součástí nějaké jiné skupiny například „FBC\_House“. Na službě TecoRoute pod administrátorem lze vidět všechna PLC, která má k dispozici příslušný uživatel. Po kliknutí na vybraného uživatele se zobrazí, které PLC má k dispozici (TECO, 2016).

## 5.6 Připojení PLC ke službě TecoRoute

Aby PLC ke službě TecoRoute bylo dostupné, musí být připojené k internetu, a to přes router do domácí lokální sítě. Současně musí mít povolen TCP port 8080. PLC systém musí mít založen záznam na účtu TecoRoute. Nastavení přihlašovacích údajů v PLC lze provést buď programem SetPlcIP, nebo z aplikačního programu PLC s využitím knihovny TecoRouteLib (TECO, 2016).

Připojení přes komunikační jednotky SC-710x není podporováno. Upgrade firmwaru centrální jednotky systému Foxtrot na aktuální verzi lze provést programem Firmware Updater. U systému TC700 je nutné pro upgrade použít program FirmUp1C. Oba zmíněné programy lze najít na stránkách Tecoma. Nastavení údajů pro přihlášení PLC programem SetPlcIP od v1.2.0.28 umožňuje také nastavení přihlašovacích údajů ke službě TecoRoute (TECO, 2016).

## 6 Praktická část realizace SmartHouse

Prvním krokem byla instalace kompaktního řídicího modulu do rozvodné skříně a navržení typu použitých sběrnic. Zvolil jsem kombinaci dvou sběrnic CIB a TCL2. Dále byl pro potřebu vizualizace využit nástroj WebMaker, který je uživateli velmi žádán, protože do rozvodné skříně se uživatel po samotné realizaci prakticky vůbec nepotřebuje dostat, snad jen v případě nového rozšíření. Při využívání nových modulů RFox, různých přepínačů, či světel není potřeba zasahovat do instalace. Při rekonstrukci starších domů vnímám jako vhodné řešení využít bezdrátové moduly, čímž následně odpadá starost s rozvody kabelů a jejich montáží. Zároveň pro případ nouze mohou mít rozvedeny silové kabely. Bezdrátové moduly ušetří čas i z hlediska implementace nových prvků. Následujícím krokem je vystavení předřadných relátek, která jsou umísťována z bezpečnostních důvodů, a to kvůli případnému elektrickému výboji, přepětí či nečekanému zkratu. Rozvedení kabelů je popsáno ve zkratkách, viz obrázek 6.1. Značení je totožné se zapsáním do aliasů k příslušným svorkám, čímž je zajištěna lepší orientace v rozvodné skříně a usnadněna případná modifikace v budoucnosti.



Obrázek 6.1 – Vystavené PLC s rozšiřujícími moduly

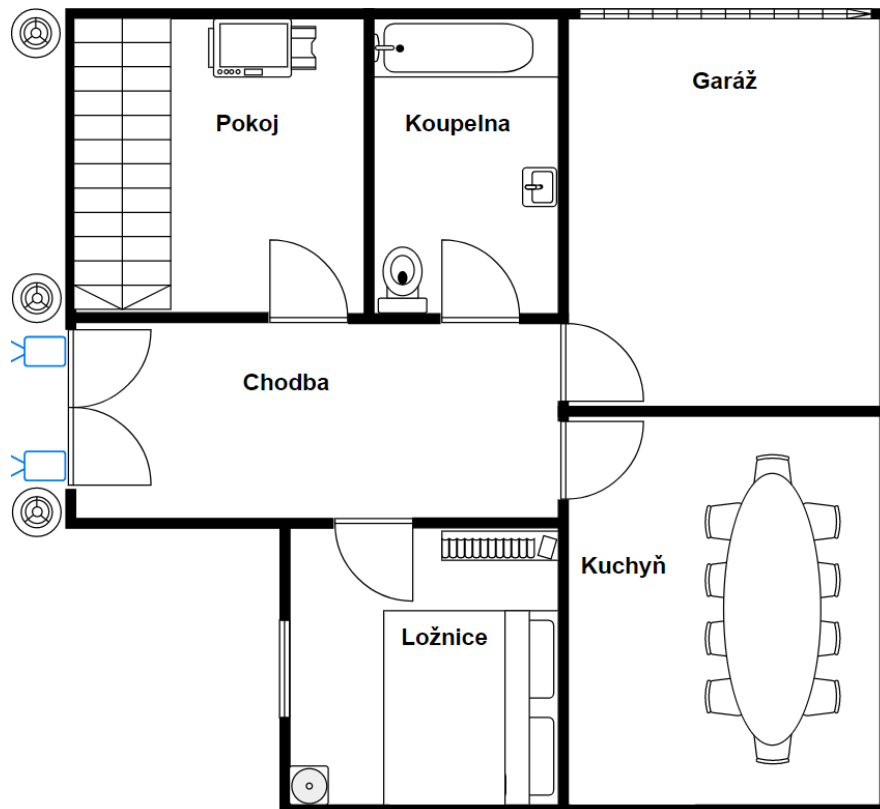
### 6.1 Půdorys – Přízemí

Na následujícím obrázku 6.2 je znázorněn půdorys budovy a popis daných místností v tabulce 6.1. Popis místností je popsán standardním hotelovým trojčíslem. Pro jasné pochopení je Pokoj označen číslem 206, Chodba 208 a Kuchyň 207. S tímto označením souvisí i ostatní dané komponenty nebo akční členy, jako jsou snímače teploty, senzory pohybu, nástěnné přepínače a termostatické hlavice.

Tabulka 6.1 – Přehled místností v přízemí

| <b>Přízemí</b> | <b>Koupelna</b> | <b>Garáž</b> | <b>Ložnice</b> | <b>Pokoj</b> | <b>Kuchyň</b> | <b>Chodba</b> |
|----------------|-----------------|--------------|----------------|--------------|---------------|---------------|
| Označení       | 203             | 204          | 205            | 206          | 207           | 208           |
| Osvětlení      | SW203           | SW204        | SW205          | SW206        | SW207         | SW208         |
| Tlačítko       | WS203           | WS204        | WS205          | WS206        | WS207         | WS208         |

V přízemí je osvětlení řešeno spínacím tlačítkem SW20x, nebo přímo z webu SW10y\_web, kde proměnné  $x$  a  $y$  představují pořadové číslo pro danou místnost. Platí to pro všechny ostatní použité prvky, moduly, senzory a aktory. Teplotní senzor Pt1000 byl využit pro snímání všech teplot pro dané místnosti. Pro ovládání teploty ze služby TecoRoute využívám bloku FB\_Heating, jenž je popsán níže v kapitole 6.5. V místnosti vstupní chodba je využito osvětlení typu PIR čidla, které spíná bez ohledu na okolní osvětlení, a to při detekci pohybu tepelného subjektu. Pro toto ovládání je využíván funkční blok FB\_DetekcePeople. Garážová vrata jsou namontována firmou AUTOGARD a ovládání bylo realizováno s lehkou úpravou dálkového ovladače, konkrétně přidáním koncového snímače. Kamerový systém jsem nemohl z finančního hlediska realizovat, a tak jsem v kapitole 6.9 uvedl návrh případného řešení. Okolo domu jsou libovolně rozmístěna světla, která se zapínají v závislosti na informacích ze stránky Yahoo Weather, za pomoci bloku fb\_weather. PLC automat ze získaných dat analyzuje strukturu a vybere žádanou proměnou datového typu, kterou lze nalézt v odpovídající knihovně. Proměnou uloží do okruhu světla a v daný čas provede akci a rozsvítí osvětlení. V nastavení je možné navolit rozsvícení, zda ihned, či se zpožděním, nebo se má pro efektivitu večerního osvětlení provádět opakovaná sekvence spínání. Toto nastavení je pouze na uživateli. WebMaker umožňuje různě spouštět předdefinované úkony, které si pro ovládání uživatel libovolně nastaví.



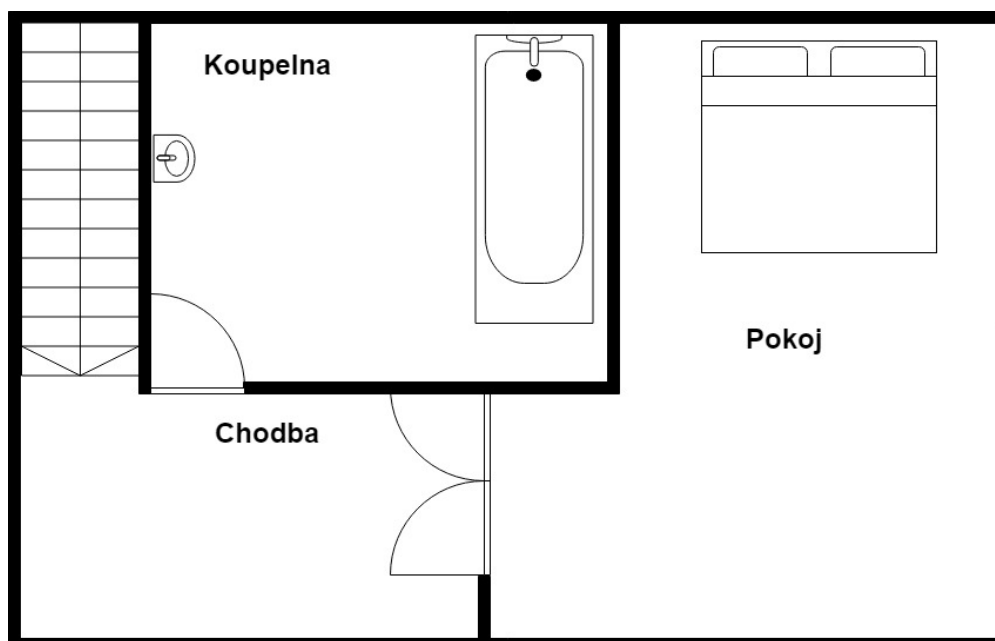
Obrázek 6.2 – Půdorys přízemí

## 6.2 Půdorys – Patro

Na uvedeném obrázku 6.3 je znázorněno první patro rodinného domu, pro které platí stejné očíslování, řádově tedy o sto více (30x). Pro upřesnění, blok Chodba je označena 302, a to pro veškeré komponenty. Další možností využití řídicího automatu jsou globální funkce. Jedná se o rozvinutější funkční bloky, které jsou navzájem provázané, a které reagují na speciální stavy, povely či příkazy. Globální funkcemi je myšleno ovládání nebo nastavení různých scén topení, osvětlení či centrálního vypnutí osvětlení. Například v létě využijeme scénu útlum, protože předpokládáme, že v letním období bude teplo, a nebudeme potřebovat tolik topit, a zároveň ušetříme náklady. Komfortní scénu vyžadujeme na podzim a přes celou dobu zimy. Všechny místnosti ve scénách si můžeme libovolně nastavit. Lze tak navolit, která má být aktivní, a v jakých časových intervalech, kdy se má zapnout topení atd.

Centrální ovládání osvětlení je nastaveno na tlačítku SW302, které při stisknutí rozsvítí chodbu. Při rychlém dvojitým stisknutí (tzv. dvojtisk) to vyhodnotí PLC tak, že zhasne všechna osvětlení v horním patře domu. Toto bylo navrženo pro kontrolu a pohodlí uživatele. Uživatel může zhasnutí světél zkontrolovat buď fyzicky, nebo přes tablet, či jiné zařízení, které má přístup na internet.

Tyto funkce je možno nastavit z web serveru. Náčrtky jsou využity pro vizualizaci v nástroji WebMaker.



Obrázek 6.3 – Půdorys patra

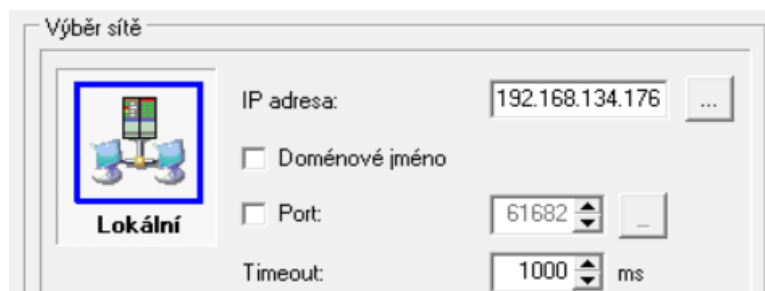
### 6.3 Nastavení PLC

Jako nejdůležitější lze označit potřebu spojit se s PLC automatem, abychom s ním mohli komunikovat a získávat zpětnou vazbu od přidružených modulů. Je to velmi potřebné pro nastavení a pojmenování aliasů vstupních a výstupních svorek. Jako zásadní nastavení je možné vnímat volbu druhu komunikace, tedy přes který kanál chceme PLC využít. Struktura Manažera Projektu je roztržena do šesti základních skupin. Přes tyto skupiny lze nastavit všechny možnosti a využití PLC automatu, což zajistí následnou realizaci připojení.

Jak je vidět na obrázku, musíme nastavit PC a PLC do stejné podsítě. Jinak PLC nebude komunikovat a bohužel pak není jiná možnost, jak se s ním spojit. Detailní nastavení je vidět na obrázcích 6.4 a 6.5.

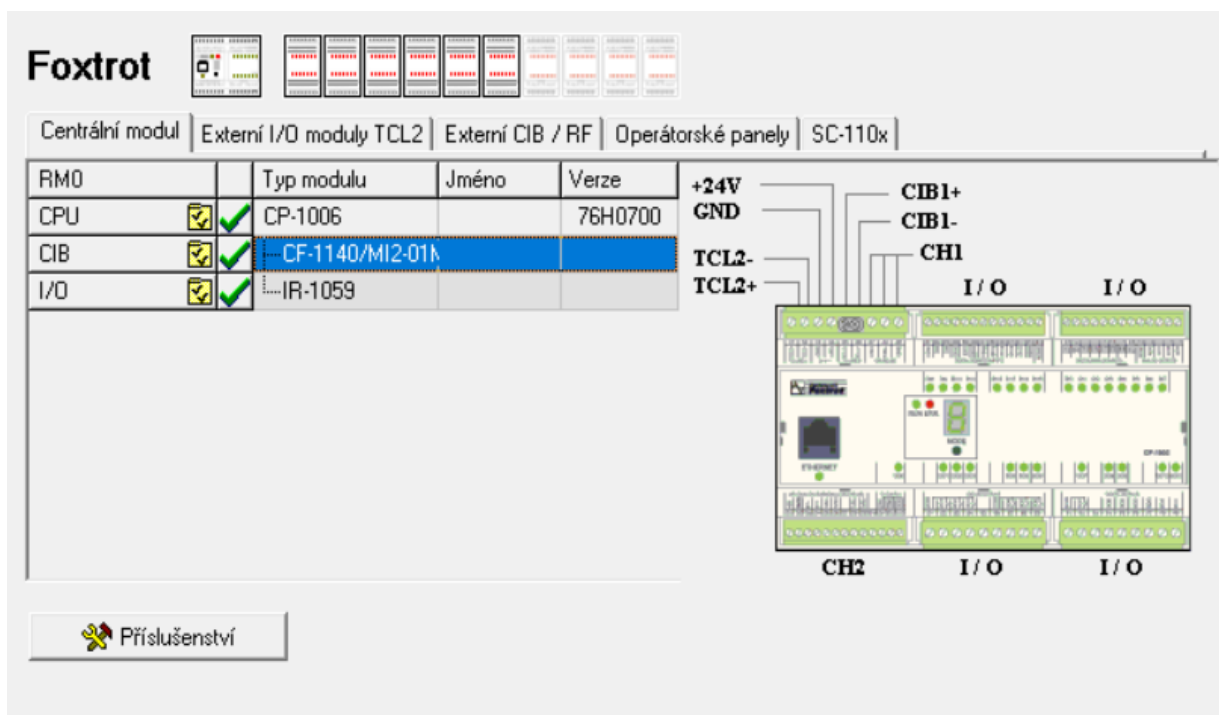
```
Ethernet adapter Ethernet:  
  
Connection-specific DNS Suffix . . . :  
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::6dcb:4c0f:9a3c:9e86%17  
IPv4 Address. . . . . : 192.168.134.1  
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0  
Default Gateway . . . . . :
```

Obrázek 6.4 – Nastavení síťového adaptéru PC



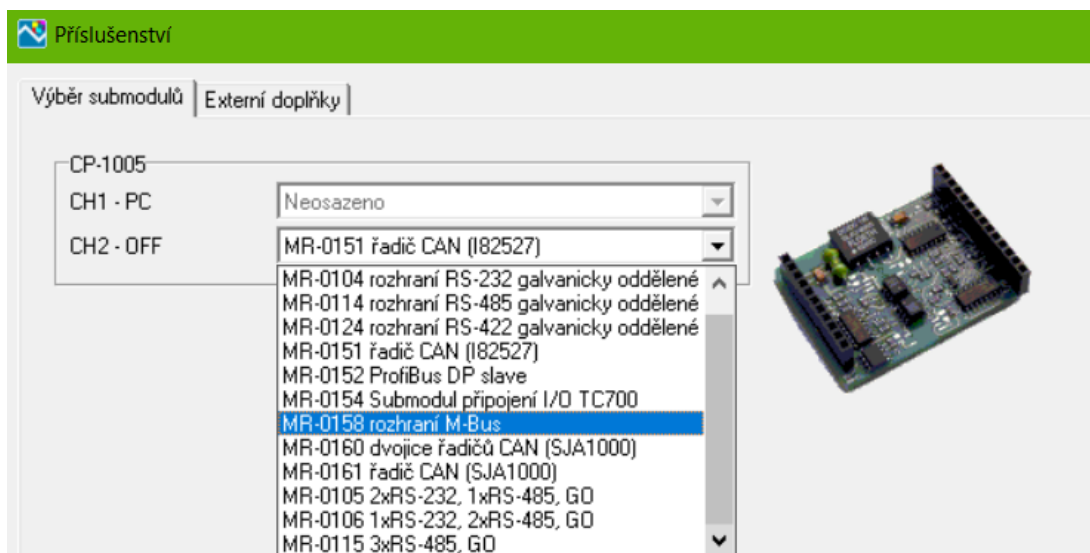
Obrázek 6.5 – Nastavení sítě Mosaic

Po správném připojení daného PLC, v našem případě Foxtrotu, je dalším krokem nastavení Externích I/O modulů, sériových komunikačních externích mastrů nebo operátorských panelů, pokud jsou rozšiřující moduly k dispozici. Ve většině případů je Foxtrot identifikuje a pouhým dvojklikem vyskočí dialogové okno s příslušným nastavením.



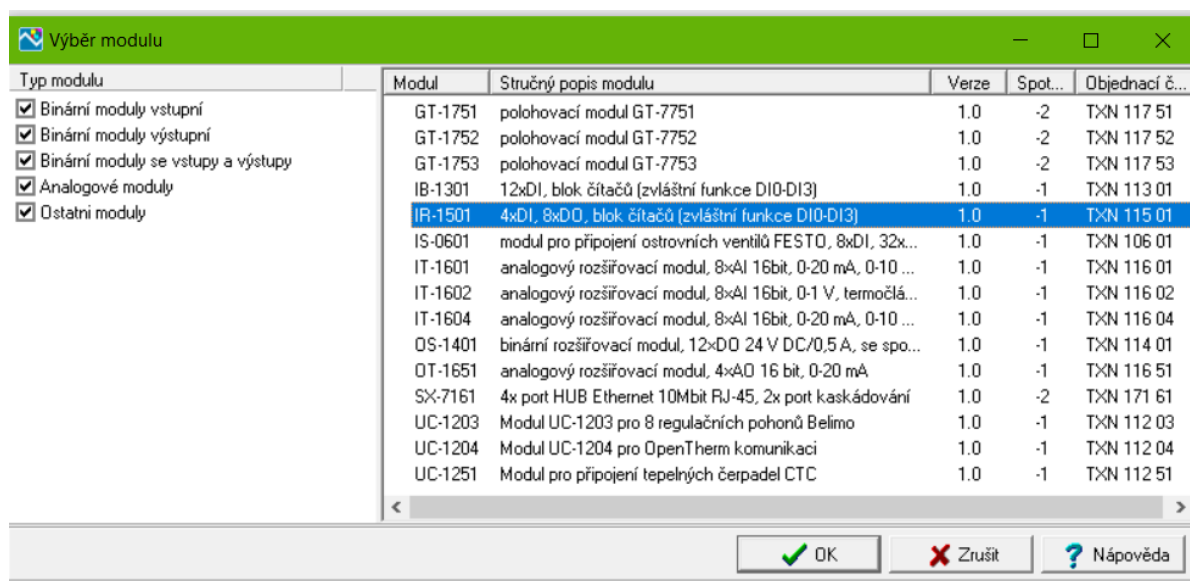
Obrázek 6.6 – Konfigurace HW

Po kliknutí v dolním levém rohu na tlačítko Příslušenství, se nám zobrazí nabídka, viz obrázek 6.7, čímž je možné rozšířit Foxtrot o další komunikační rozhraní pomocí široké řady submodulů.



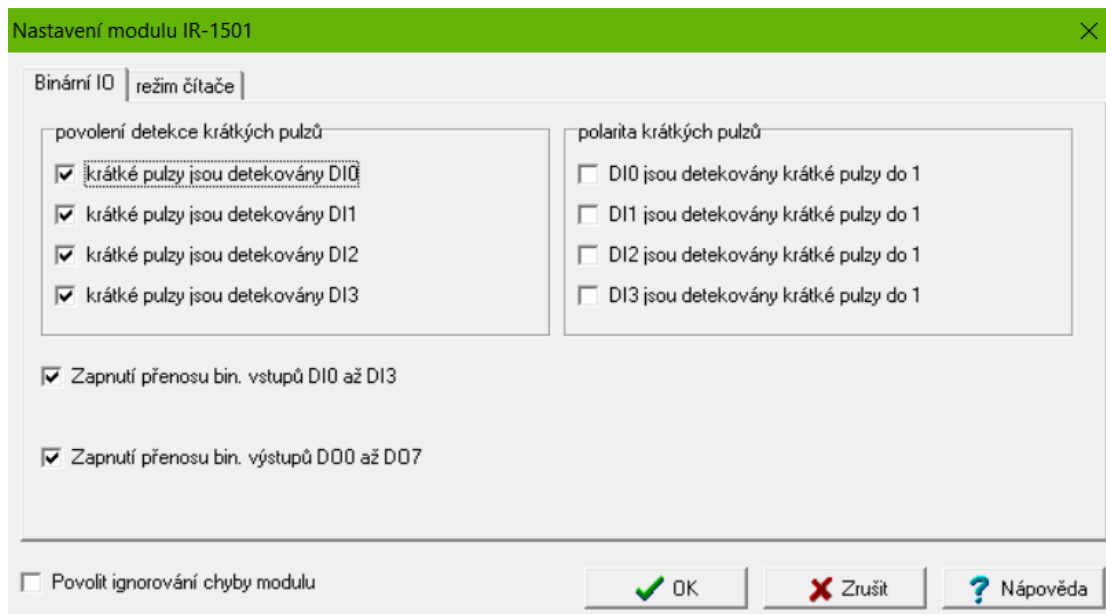
Obrázek 6.7 – Příslušenství k HW

Dvojkliknutím do sloupce Typ modulu vyskočí příslušné dialogové okno s kompletním seznamem submodulů, které lze využít. Pro náš návrh jsme nevyužili žádný submodel. Najdeme zde i stručný popis toho, co všechno modul obsahuje. To je možné vidět na obrázku 6.8.



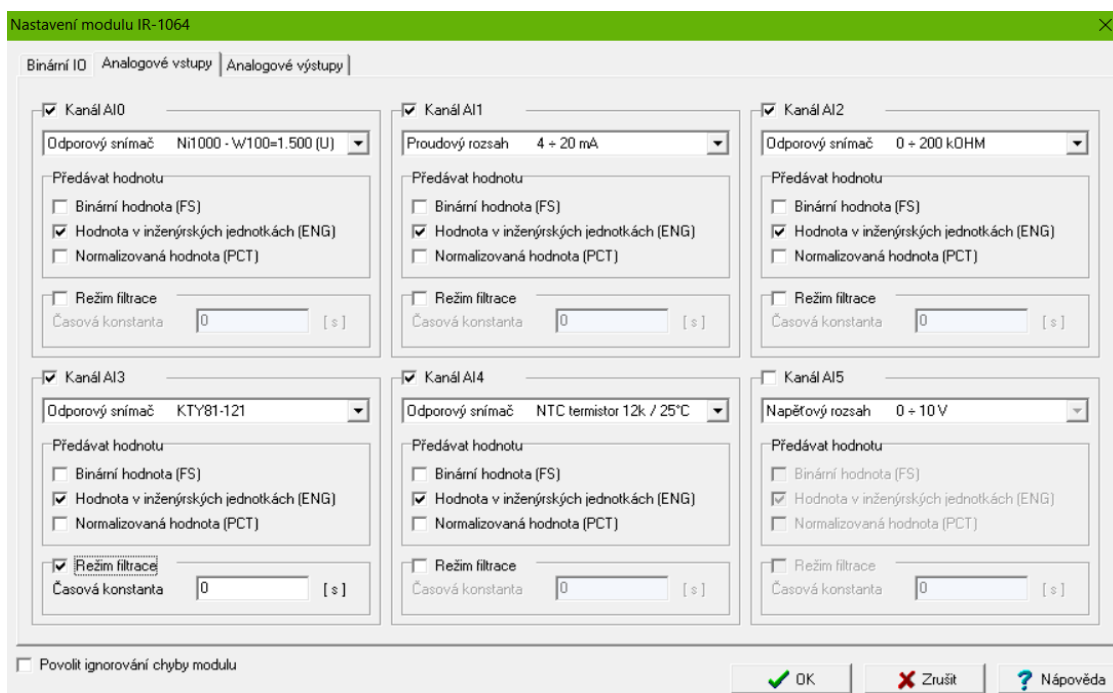
Obrázek 6.8 – Výběr modulů

Po rychlém dvojkliku na daný modul, který se do projektu přidal, je možné nastavit jeho defaultní možnosti. Na obrázku 6.9 lze vidět nastavení modulu IR-1501, u kterého můžeme povolit detekování krátkého pulzu nebo nastavit čítač na vstupní svorky.



Obrázek 6.9 – Modul IR-1501 vstupy

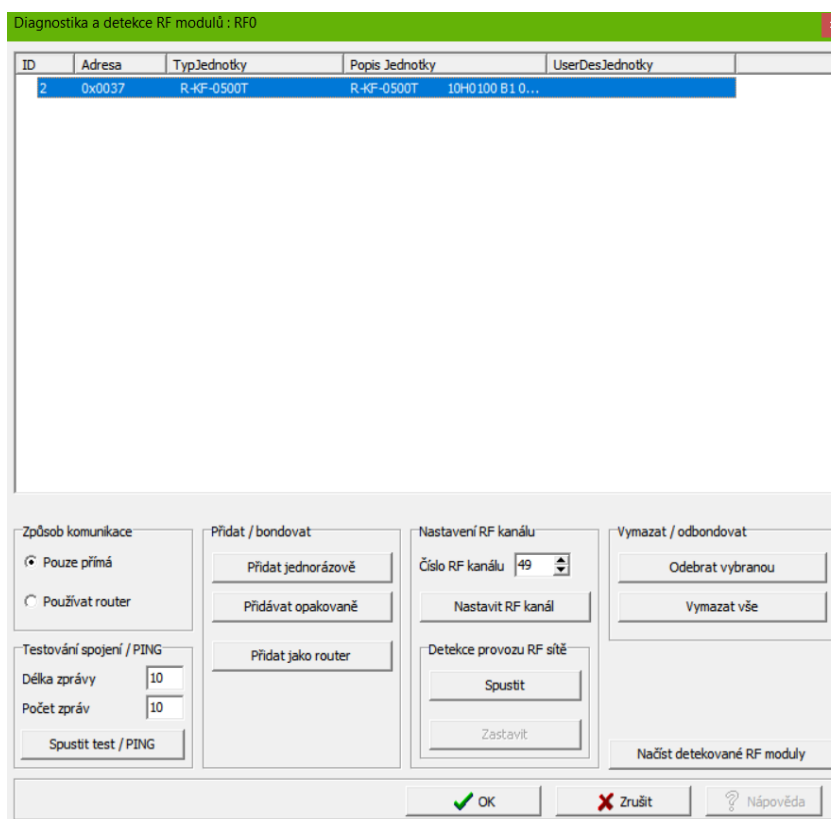
Modul IR-1064 disponuje analogovými vstupy, které mají z hlediska měření širší využití. Jak je vidět na obrázku 6.10, je možné nastavit vstupní analogový kanál na několik režimů, a to proudový rozsah  $0 \div 20$  mA, napěťový rozsah  $0 \div 10$  V, odporový rozsah  $0 \div 200$  K $\Omega$  nebo odporový snímač přesně definovaný například NTC termistor 12k/25 °C a také další možnosti, které modul podporuje.



Obrázek 6.10 – Modul IR-1064 analogové vstupy

Pro analogové výstupy už máme předdefinovaný rozsah  $0 \div 10$  V, ale je vhodné nastavit výstup blokování. Zde je možnost definovat stav, který se vyžaduje po restartování a lze zde tedy zmrazit výchozí stav, na kterém byl výstup nastaven, nebo inicializovat novou hodnotu.

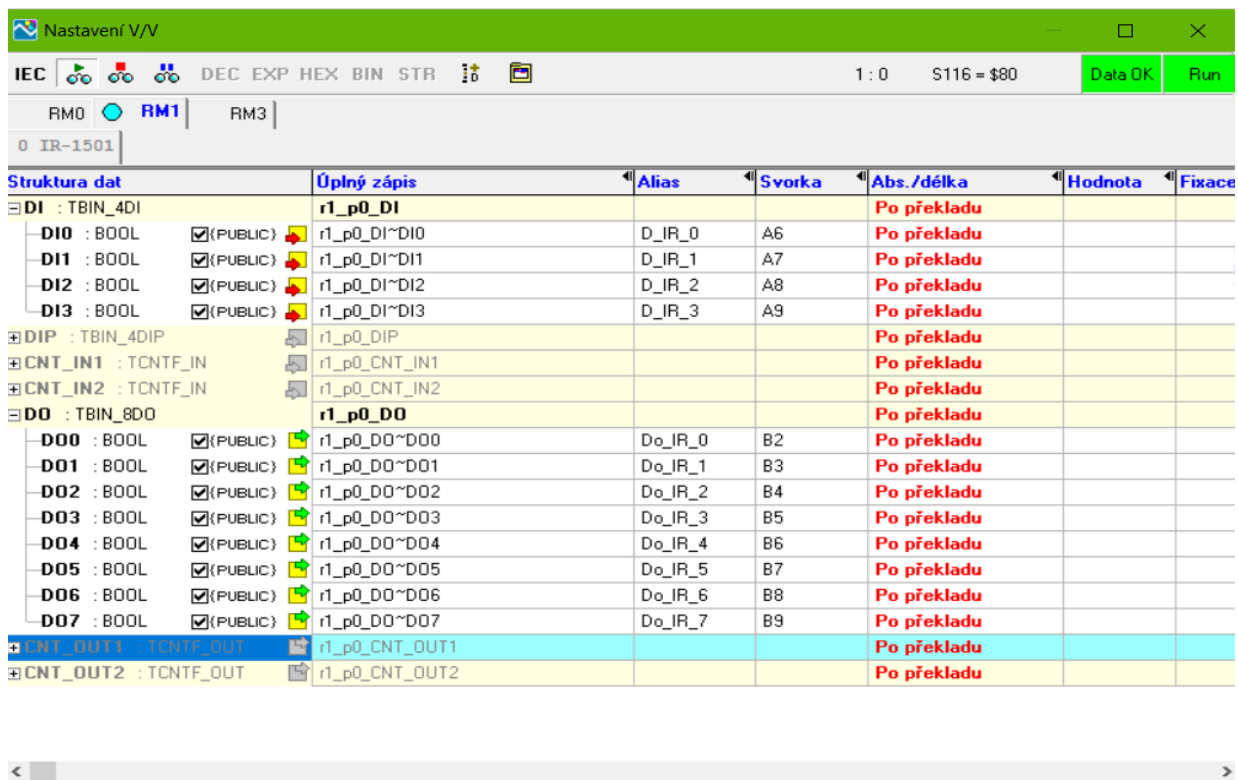
Posledním prvkem řešeným v této práci byla jednotka RF master, která obsahuje základní okno pro usnadnění práce. To samo detekuje, případně vyhledá zařízení a uživatel jenom upravuje parametry, popisuje RF jednotky a nastavuje základní vlastnosti. Viz obrázek 6.11.



Obrázek 6.11 – Detekce a nastavení RF modulů

Nyní jsou připojeny veškeré moduly a je možno přejít k pojmenování vstupních a výstupních svorek pomocí nástroje Nastavení V/V.

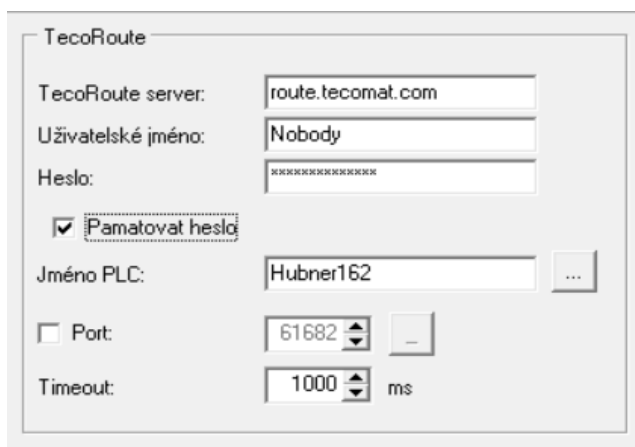
Dalším krokem je inicializace aliasů na příslušné svorky se stejným značením. S těmito aliasy se pak dále v programu pracuje a odkazuje se na ně. V levé části je vidět struktura dat příslušných modulů a jejich datový typ. Po zaškrtnutí kolonky s popisem {PUBLIC} se docílí toho, že daná svorka je přístupná z internetu a může ji uživatel ovládat přes službu TecoRoute. Toto se provede pro všechny moduly a svorky, které jsou navrženy pro ovládání domu.



Obrázek 6.12 – Nastavení vstupů a výstupů

Po úspěšném pojmenování potřebných svorek a jejich překladu nastává situace propojení Foxtroty do sítě přes službu TecoRoute. Přes webový prohlížeč je nutno se zaregistrovat a k této službě přihlásit. Postup byl již zmíněn v kapitole 5.2.

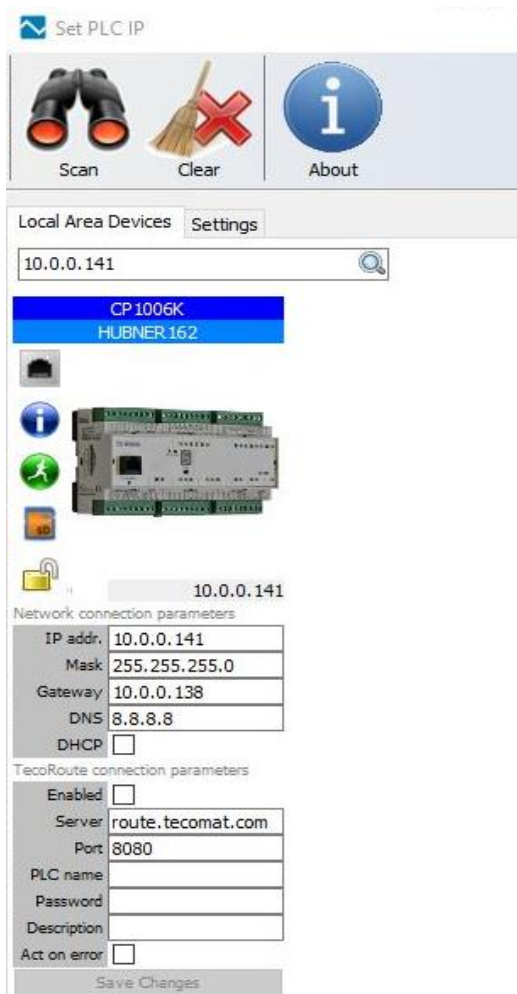
Po přihlášení do administrativního režimu na webovém portále, je nutno přidat PLC do seznamu PLC zařízení. Je možné zde vytvořit skupiny a uživatele, jak již bylo popsáno v kapitole 5. Vyplněním údajů o PLC, tedy především jeho označením, určením adresy a seriového čísla, se zobrazí zelená kolonka online. V tuto chvíli je možno přejít do programu



Obrázek 6.13 – Připojení ke službě TecoRoute

Mosaic a v Manažeru Projektu zvolit záložku Typ připojení. Zde můžeme zvolit z pěti možností TecoRoute. Na obrázku 6.13 jsou znázorněny údaje, které jsou vyžadovány.

Poté je třeba otevřít nástroj Set PLC IP, jenž je na obrázku 6.14. Zde je potřeba kliknout na tlačítko Scan, kdy po aktivaci nástroje dojde vyhledání připojeného PLC, jeho typu a dalších základních informací. Je zde také důležité nastavit výchozí bránu a údaje ke službě TecoRoute.



Obrázek 6.14 – Nastavení Set PLC IP

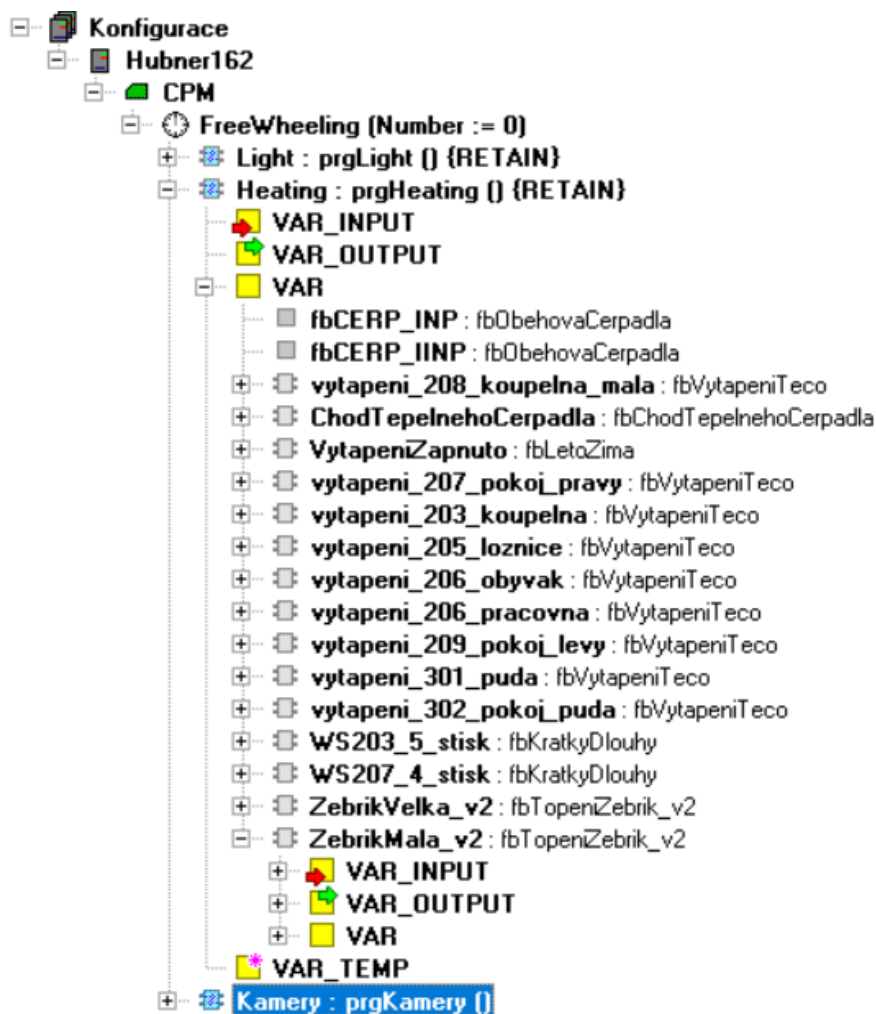
Tímto je PLC připojeno do místní sítě a může se k němu vzdáleně přistupovat, tedy v případě, že se v Manažeru Projektu zvolí políčko s názvem Povolit 'Online změny'. Díky tomuto nastavení je umožněno vzdálené ladění programu.

Nyní když komunikuje PLC a služba TecoRoute, je třeba dále dle svých potřeb nastavit WebMaker. Ten pracuje jako vizualizační nástroj. Disponuje mnoha možnostmi, které se mi všechny ani v tomto projektu nepodařilo využít. Na první stránce XML jsou využity obrázky a z nich jsou vytvořeny hypertextové odkazy. Tím je docíleno jednoduchého ovládání, které působí jako známé menu.

Služba TecoRoute je placená a z tohoto hlediska je variantou řešení, že PLC se nastaví do lokální sítě spolu s kamerami a ostatními zařízeními. PLC je tak v lokální síti, která je na veřejné adrese od poskytovatele internetu. Na domácím serveru je nastavena v NAT tabulce adresa s portem pro http službu, v tomto případě port 80. Na lokální adresu PLC se dá tedy dostat z veřejné sítě přes adresu poskytovatele s portem 80. Aby se mohl uživatel dostat do vizualizačního a ovládacího prostředí WebMaker, jenž běží v hardwaru PLC, musí zadat své přihlašovací údaje. Záznamy z dataloggeru se ukládají na externí paměťovou kartu.

## 6.4 Mosaic

Veškeré části programu navržené v programovacím jazyce SFC jsou vedeny do jednotného tvaru, aby bylo jasnější a snadnější se v navrženém bloku orientovat. Zároveň funguje jako strukturovaný postup. Tedy i pro uživatele, který začíná, je snadné se zorientovat, protože vidí logické kroky, jak na sebe navazují dle toho, jak byly dané funkční bloky



Obrázek 6.15 – Struktura softwaru v Mosaic

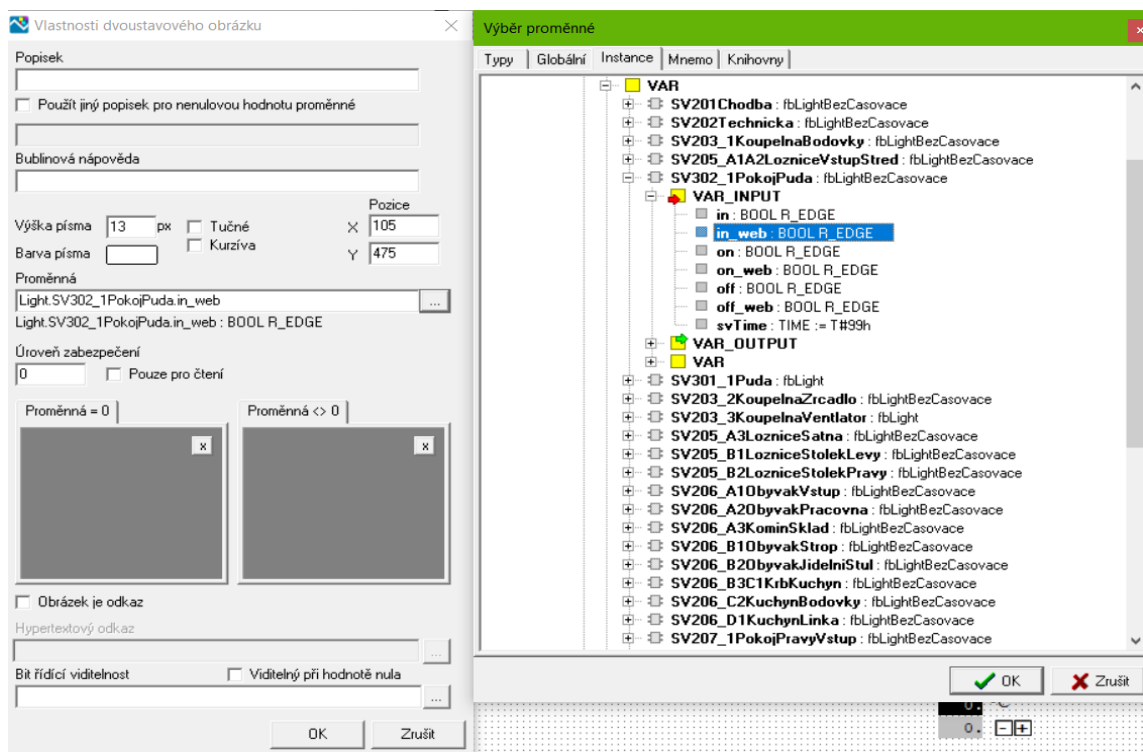
vytvořeny. Tyto postupy jsou dodržovány ve všech funkčních blocích. Z hlediska realizace, funguje daleko efektivněji, když se uživatel vrací k navrženému schématu po delší době. Na obrázku 6.15 je znázorněná celá struktura Mosaicu, kde jsou konfigurační soubory automaticky vygenerovány.

### 6.4.1 WebMaker

Vybrány zde jsou jen ty části z WebMakeru, které jsou v realizaci použity. Je zde popsána jejich funkce, základní ovládání a nastavení. Pro detailnější popis je vhodné stáhnout dokumentaci, v níž jsou veškeré možnosti využití a fungování vysvětleny.

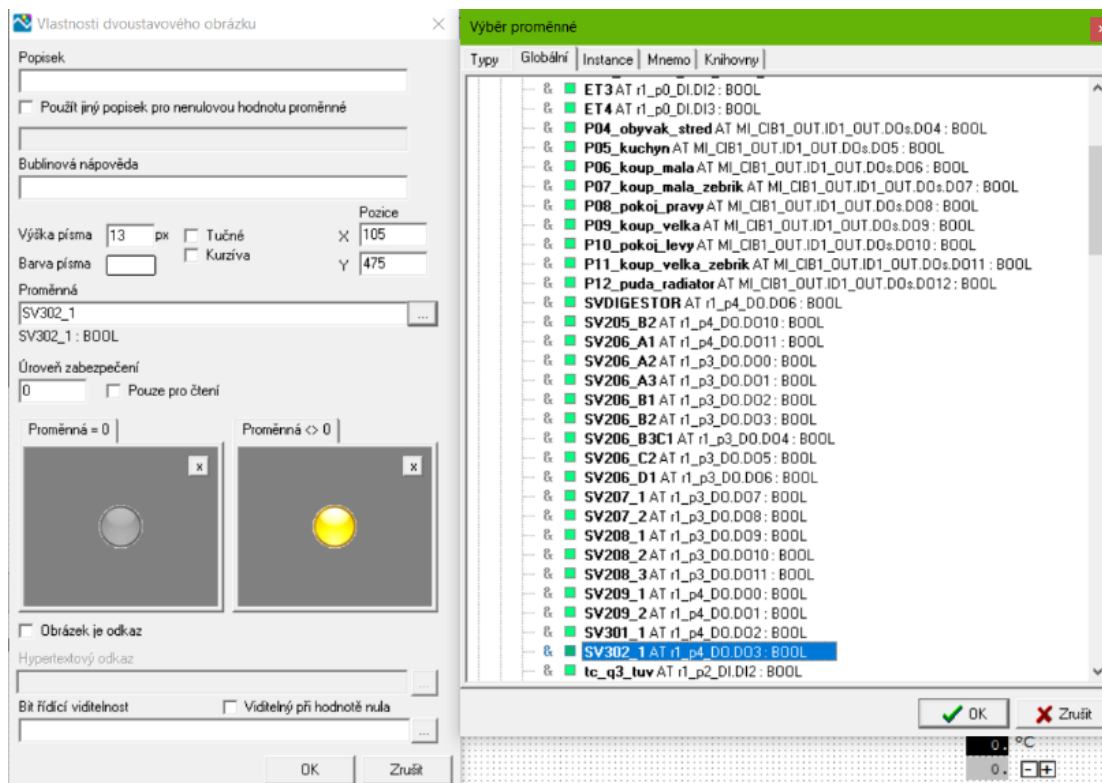
Pomocí tohoto nástroje je docíleno jednoduchého ovládání domu. Přitom není vytiženo PLC a nejsou využity všechny sběrnice. Potenciál PLC automatu není využit i přesto, že ovládá celý dům. Lepšího využití potenciálu by dosáhl například po zapojení celého sídliště, kdy s pomocí služby TecoRoute by pro každou bytovou jednotku byl přidělen účet.

Následující dva obrázky spolu úzce souvisí. Jeden je pro ovládání osvětlení při změně a druhý znázorňuje stav, v jakém se světlo nachází. První obrázek 6.16 znázorňuje v dialogovém okně Výběr proměnné, kde je zvolena záložka instance. Tato záložka zpřístupňuje veškeré proměnné definované ve funkčním bloku.



Obrázek 6.16 – Výběr instance

Druhý obrázek 6.17 je na pozadí o stejné velikosti jako předchozí objekt. Obsahuje dva rozdílné obrázky pro signalizaci osvětlení. V dialogovém okně s názvem záložky Globální je vybráno příslušné světlo, které je už fyzicky připojené na rozšiřujícím modulu a nabývá booleovské hodnoty.



Obrázek 6.17 – Výběr proměnné

Nejčastěji využívaným prvkem je **Dvoustavový obrázek**, který má mnoho užitečných vlastností. Využívá převážně třech řídicích vlastností. Proměnné, kde se nastaví příslušná hodnota, která se bude zobrazovat i ovládat. Položka pro zpřístupnění a ovládání viditelnosti objektů se řídí příslušnými bity, jenž zvolíme jako výchozí. Posledním je Hypertextový odkaz, kterým je realizováno základní odkazování na další vytvořené stránky ve WebMakeru.

**Zadávací pole** je využito pro zadávání reálných či časových hodnot, které jsou upřesněny formátem a počtem znaků, případně desetinou čárkou. **Statický text** je použit pro zobrazování aktivních částí. Takřka u všech se dá nastavit viditelnost podle řídicího bytu neboli proměnné. Posledním prvkem nástroje WebMaker je **Obraz z IP kamery**, kde ve vlastnostech je možnost zadat IP adresu na volně dostupnou kameru. Tím lze kontrolovat parkovací místa, či vchodové dveře. Přes tuto funkci pouze sledujeme dění na kameře.

## 6.4.2 Datalogger

Datalogger je velmi užitečným nástrojem pro zpětnou kontrolu, který je ovšem částečně omezen počtem kolekcí s měřicími signály. Maximální počet kolekcí je čtyři, přičemž jedna kolekce může obsahovat až 16 signálů. Kolekce jsou řazeny do třech částí, a to periodické, událostní a signálové.

Na obrázku 6.18 je znázorněn příklad periodické kolekce, kde je perioda nastavena na jednu minutu.

The screenshot shows the 'Základní popis' (Basic description) section with 'Jméno' (Name) set to 'Topení' and 'Popis' (Description) set to 'Sběr záznamů o teplotách (Měřených i regulovaných)'. The 'Informace o souboru' (File information) section includes 'Adresář' (Directory) set to 'Topení', 'Oddělovač sloupců' (Column separator) set to ':', and 'Desetinný oddělovač' (Decimal separator) set to '.'. The 'Podmínky založení nového souboru' (New file creation conditions) section has 'Max velikost' (Max size) set to 1 kB, 'Max položek' (Max items) set to 1, 'Max doba' (Max time) set to 00:00:01, and 'Pravidelnost' (Frequency) checked and set to 1. The 'Obecné signály' (General signals) section has 'Datum' (Date) checked and set to DATE, and 'Čas' (Time) checked and set to TIME. The 'Typ kolekce' (Collection type) section has 'Periodická' (Periodic) selected. The 'Perioda' (Period) is set to 00:01:00. The 'Debug mód' (Debug mode) checkbox is checked.

Obrázek 6.18 – Přidání kolekce

Na obrázku 6.19 jsou znázorněny vlastnosti signálu, kde je nastavena daná proměnná k zaznamenávání dat, podle kolekce na základě navrženého typu.

The screenshot shows the 'Základní popis' (Basic description) section with 'Jméno' (Name) set to 'T\_loznice' and 'Popis' (Description) set to 'teplota ložnice'. The 'Signal' section has 'Hlavička' (Header) set to 'T\_loznice' and 'Proměnná' (Variable) set to 'Heating\_vytaperi\_205\_loznice\_merena\_final'. The 'Formát' (Format) section has 'Počet znaků' (Number of characters) set to 3, 'Desetinná místa' (Decimal places) set to 1, and 'Vodící nuly' (Leading zeros) checked. The 'Formát celých čísel' (Integer format) section has 'Výchozí' (Default) selected. The 'Sledovat změny' (Track changes) section has a table with columns 'Událost' (Event), 'Hodnota' (Value), and 'Debug text'. The 'Sledovat úrovně' (Track levels) section has a table with columns 'Událost' (Event), 'Hodnota' (Value), 'Hystereze' (Hysteresis), and 'Debug text'. The 'Událost' column has three rows: 'Vysoká 3', 'Vysoká 2', 'Vysoká 1', 'Nízká 1', 'Nízká 2', 'Nízká 3'. The 'Hodnota' column has three rows: '0', '0', '0', '0', '0', '0'. The 'Hystereze' column has three rows: '0', '0', '0', '0', '0', '0'. The 'Debug text' column has three rows: '0', '0', '0', '0', '0', '0'. The '+Hod' column has three rows: '0', '0', '0', '0', '0', '0'.

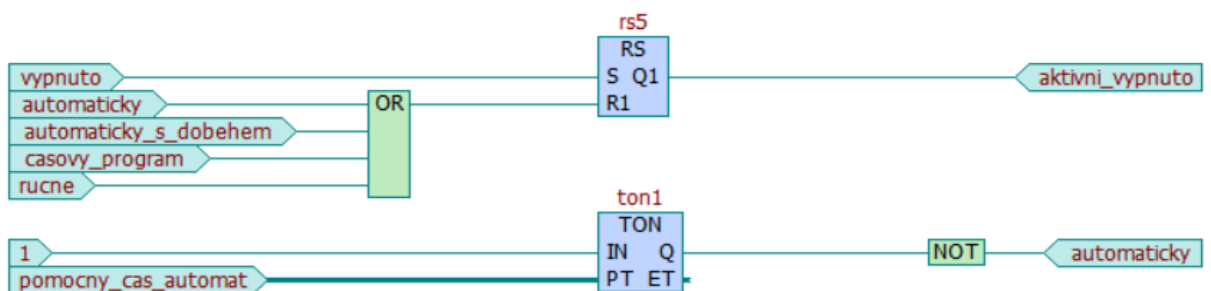
Obrázek 6.19 – Přidání signálu

## 6.5 Vytápění a regulace místností

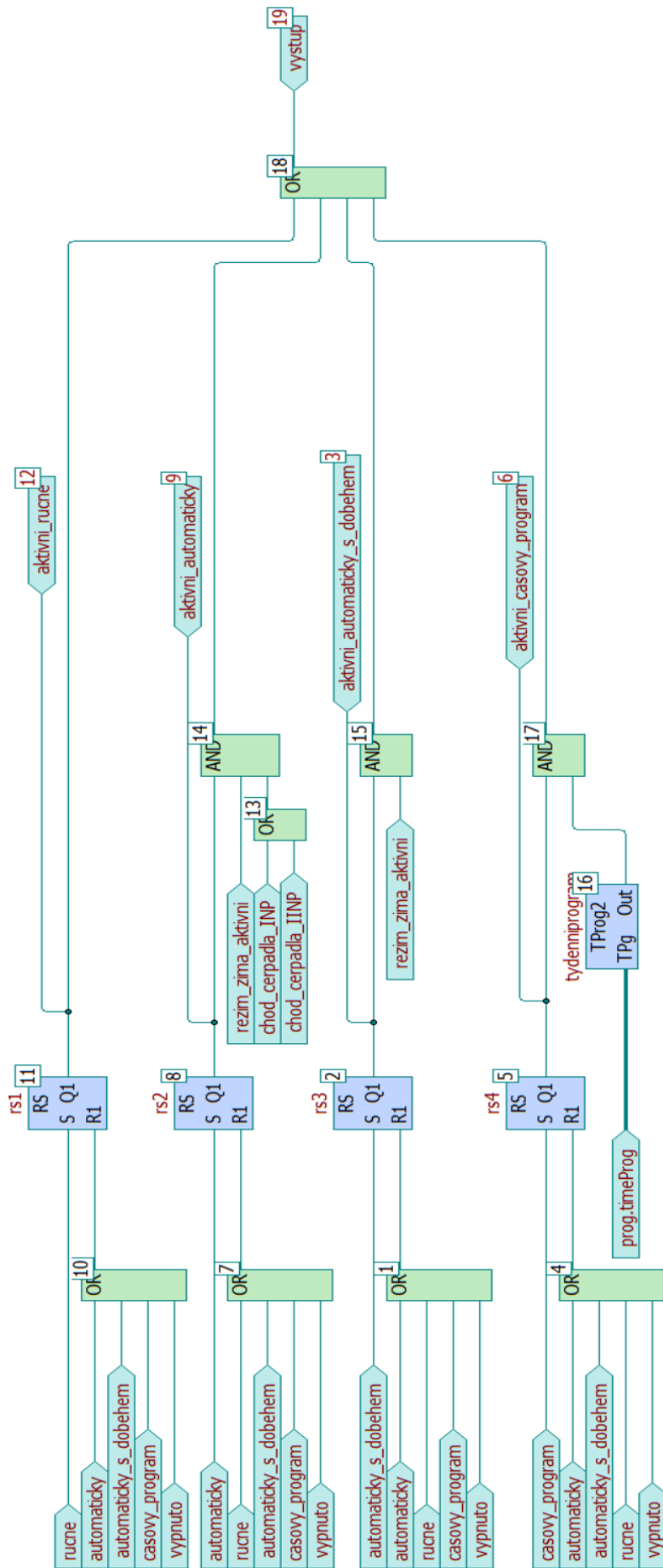
PLC rozpozná připojený senzor a jeho signály. V programu je však potřeba vybrat správný, příslušný teplotní senzor. V tomto případě je používána korekce 1 °C, není nutné měřit na setiny celsia, když ovládání teplot funguje spolehlivě. Výhodou použití Pt1000, nebo jiných měřících senzorů je, že se o ně nemusíme starat.

Na obrázku 6.21 je blok pro řízení tepelného čerpadla. Jak je z něj zřejmé, lze řízení rozdělit do čtyř hlavních větví, které jsou spolu vzájemně provázány. Tedy zde nemůže nastat situace, že by byly spuštěny dvě větve. O to se stará právě blok OR v první části a klopný obvod RS, který je pro každou větev. Výsledek je vždy stejný, a to zapnutí tepelného čerpadla. Větve dvě až čtyři jsou už podmíněny blokem AND, jenž zde slouží jako podmínka k zapnutí tepelného čerpadla. První větev slouží pro ruční ovládání. Druhá větev je podmíněna blokem číslo 18, kdy musí být aktivní alespoň jedno čerpadlo a zimní režim. Třetí větev je opět podmíněna zimním režimem a aktivním automatickým režimem s časovým doběhem. Poslední větev spíná tepelné čerpadlo podle časového programu.

K tomuto hlavní schématu, které řídí chod tepelného čerpadla, patří ještě obrázek 6.20, jenž je součástí celého schématu pro ovládání tepelného čerpadla. První část je pro signalizaci vypnutí. Když není žádná ze čtyř ovládacích větví aktivní, je signalizováno vypnutí. Druhá část je pro ochranu při restartu systému. Blok TON přidrží náběžnou hranou po dobu dvou sekund, aby se pokaždé, když se provede studený start, nastavil režim automaticky.



Obrázek 6.20 – Doplnující bloky tepelného čerpadla

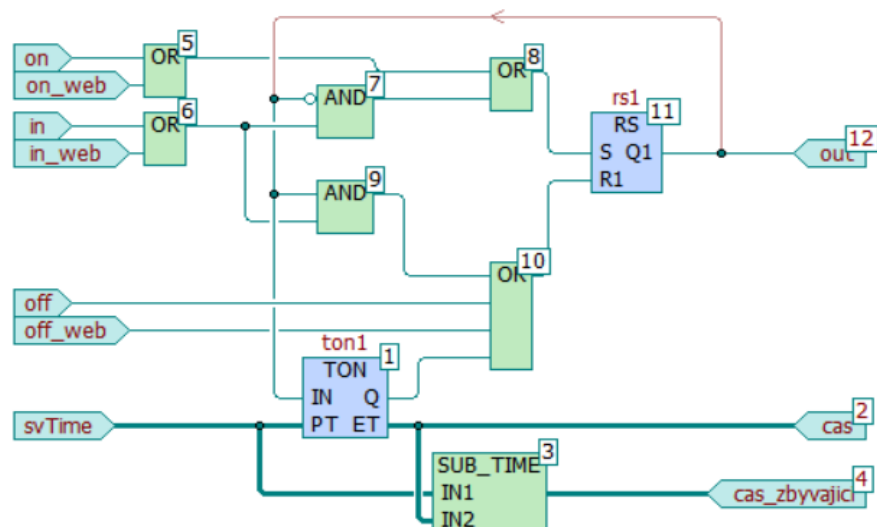


Obrázek 6.21 – Řízení tepelného čerpadla

## 6.6 Osvětlení

Vhodnou volbou v této realizaci bylo použito LED osvětlení a LED pásy, jelikož disponují velmi nízkým odběrem, ve srovnání s klasickými žárovkami. To přináší značnou úsporu energie. Další úsporou je omezení času běhu při nevypnutém osvětlení.

Pro venkovní osvětlení získáváme data z bloku fbWeather, který nám poskytuje časovou hodnotu východu a západu slunce. S těmi nadále pracujeme v bloku fbSunSet a ten na základě časové hodnoty zapíná venkovní osvětlení. Tento blok je zde pouze navrhnout, ale nebyl realizován. V příslušném bloku jsou uvedena řešení.



Obrázek 6.22 – Ovládání světla s časovým vypnutím

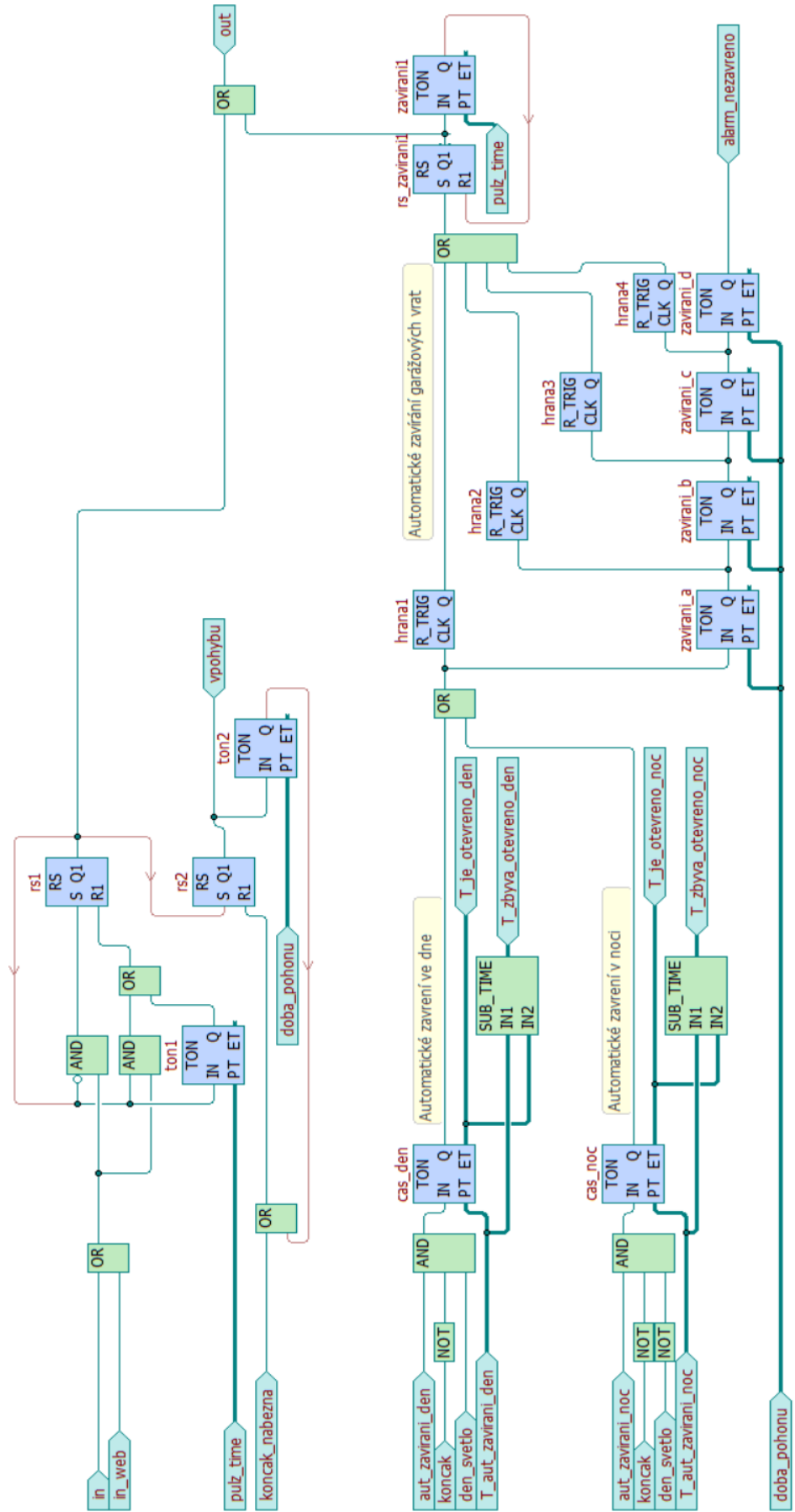
Výše uvedené schéma obsahuje sedm vstupních hodnot. Vstupy označené „on“ neustále zapínají a nijak více nezasahují do ovládání. Vstupy s označením „in“ zapínají a při opakovaném stisku vypínají osvětlení. Poslední vstupy označené „off“ fungují jako centrální vypnutí.

## 6.7 Garážový systém

Varianta by mohla být v zabudování čtecího systému na RFID čipy. Poté by se jenom nastavil čip a přidělilo se mu potřebné oprávnění. Vhodné by bylo zavést systém v celém objektu, a díky tomu by nebyl potřebný klíč k otevření. Stačil by pouhý náramkový RFID čip, nebo využití chytrého telefonu. V této práci je řešení buď manuální, anebo vzdálené přes nástroj WebMaker, kdy je potřeba připojení a přihlášení do sítě, aby se mohla vzdáleně otevřít nebo zavřít garážová vrata nebo příjezdová brána. Oba dva prvky jsou softwarově samostatné. PLC

automat zprostředkuje řídicí signál a nijak nezasahujeme do softwaru brány. Signál z PLC automatu je přiveden na dálkové ovládání brány, kde kontakt pro ovládání podrží delší dobu, aby to systém pro ovládání vrat stihl zaznamenat.

Na obrázku 6.23 jsou textové komentáře, které vyjadřují, co která část má na starosti. Ovládání brány se dělí do dvou hlavních částí podle bloku OR s označovacím číslem 32. V první části aktivuje signál, který přidrží kontakt na ovladači k otevření vrat. Přidržení je nastaveno vstupem pulz\_time. Vstup doba\_pohonu je vyměřená doba, za kterou se vykoná otevření nebo zavření vrat. Ve druhé části se na základě času automaticky zavírají vrata, a to jak ve dne, tak i v noci. Následující část se skládá ze čtyř bloků pro vyhodnocení náběžné hrany. Ty slouží k opatření stavu, aby nenastala situace, kdy se brána nachází uprostřed. Pro úplné zavření se musí vícekrát zmáčknout. V případě, kdy z nějakého důvodu k zavření nedojde, je zde nastaven výstup s názvem alarm\_nezavreno, který by v takovém případě odeslal uživateli zprávu.



Obrázek 6.23 – Ovládání brány a vrat

## 6.8 Kamery

Tento blok jsem ve své práci nebyl schopný z finančního hlediska zrealizovat, ale i tak jsem se snažil tuto problematiku vyřešit alespoň návrhem řešení v hlavním programu s názvem kamery. Dopracoval jsem se k návrhu dvou řešení. První možností je pořízení kamer od společnosti Teco a.s. a využít tak knihovnu, která je vytvořena právě pro práci s kamerami. Poté by bylo nutné je zapojit do příslušného switchu s PLC Tecoma a v projekt manažeru zvolit síť PLC a nastavit kamery. Ve fázi, kdy budou nastaveny kamery a probíhala by již komunikace mezi PLC a kamerou, bylo by možné využít bloků a jejich možností. Tím bychom si mohli vytvořit svůj funkční blok, který by byl propojený na PIR čidlo a při detekci pohybu neboli vstupním signálem by po dobu pěti minut začala příslušná kamera nahrávat na svoji integrovanou paměťovou kartu.

Druhou možností by bylo naistalovat kameru do lokální sítě, nezávisle na ostatních zařízeních a nechat ji volně dostupnou. Potom bychom si vzali IP adresu a do WebMakeru ji přes speciální funkci zadali. To by umožnilo sledování přes kameru, ale nebylo by však možné s ní nijak pracovat, respektive ji ovládat a manipulovat s ní.

## 6.9 Vize realizace

Cílem návrhu je odladění plně funkčního softwaru, který dokáže ovládat veškeré řídicí prvky základní pro komfortní chod celé domácnosti, jak tomu bylo doposud pomocí standardních tlakových ventilů a termostatů. Rekuperace vzduchu se řídila podle pocitu otevření okna. Ohřev vody zajišťoval celodenně zapnutý bojler.

Dále bych rád poukázal na možnosti tohoto návrhu, jak by se mohly dané prvky vylepšit a starat o samostatný chod domácnosti a docílit co největšího komfortu.

Z teoretického hlediska patří první možnost variantě samostatného parkování, kde by na dané místo, předem definované a příslušně označené zaparkovalo vozidlo před domem. Kamerový systém by rozpoznal podle poznávací značky, o jaký automobil se jedná a kam ho má uložit. Řešením by byly dvě varianty. Jedna možnost by obsahovala pohyblivé pásy, které by dovezly automobil do garáže a uložily na patřičné místo i s tím, že by celý systém měl kontrolu nad garážovými dveřmi, osvětlením, laserovými senzory, koncovými senzory, pojistnými prvky a kamerovým systémem. Jiné řešení této situace autonomního parkování spočívá s propojením elektromobilů. V dnešní době jsou tyto elektromobily velmi napřed oproti spalovacím a vznětovým automobilům, i když je pravdou, že hybridní motory s více řídicími jednotkami se elektromobilům přibližují. Daný elektromobil, který by dojel na předem

definované místo rodinného domu, by se mohl připojit na lokální síť, která je distribuována pro daný rodinný dům. Systém by vyhodnotil, že po vystoupení pasažérů může auto zaparkovat na své místo, kde by mělo k dispozici i svoji nabíjecí stanici, která by se postarala o vůz tak, aby bylo plně připraveno pro další jízdu. Uživatel by si mohl elektromobil přivolat např. pokynem z mobilního telefonu.

Z bezpečnostního hlediska bych uvítal několik synchronizovaných dronů, co by lítaly okolo domu a zaznamenávaly by určité pohyby okolo domu, identifikovaly vozidla před domem, a to tak v páru, aby se jeden nabíjel a ten druhý sledoval dění okolo domu a když by dosáhl nízké úrovně akumulátoru, tak by se vystřídal se svým protějškem, jenž dobíjí své akumulátory.

Uvítal bych koncept samostatně udržitelného domu, kde bych využíval všech možných prostředků, jak si vyrobit vlastní energii nebo ji nějakým možným způsobem dokázal využívat. Proto bych volil ideální horské prostředí poblíž stálého vodního zdroje a ten by mohl fungovat jako pitná i užitková voda, ale především jako zdroj elektrické energie pomocí vodní turbíny. Tuto energii bychom rovnou využívali na osvětlení nebo vytápění inteligentního domu a přebytečnou elektrickou energii bychom usměrnili a uložili v podobě akumulátoru. Tím by se stal dům soběstačnou jednotkou, která není závislá na distribuované elektřině. Při budování těchto inteligentních domů poblíž sebe by bylo další variantou vzájemné propojení těchto budov, které by mohly navzájem využívat veškeré zdroje. Tímto už to trochu směřuje k pojmu inteligentnímu městu neboli smartcity. Výběr místa je velmi zásadní, a proto jsem vybral horské prostředí, kde se dá předpokládat poměrně vyšší rychlost větru. Tím by bylo ideální vystavit poblíž domu (nemusí být přímo součástí domu) větrnou turbínu nebo celou řadu malých turbín vzájemně propojených a vystavených v nějakém průsmyku či údolí nebo i pouhá stěna na poli by byla funkční. Viděl jsem i návrh této soustavy na stěnách celých ploch budov. Soustava využívá převodu ozubených koleček mezi turbínami a její velkou výhodou je, že nemusí být nijak natáčeny, jelikož dokáže využívat vítr ke generování elektrického proudu z obou stran oproti standardním větrným elektrárnám.

Volba místa je velmi zásadním prvkem, když zvolíme ideální, existuje software, jak dlouho a kam dopadá sluneční světlo. Narážím na vystavění slunečních panelů na střechu, případně celého otočného a naklápěcího panelu. Tímto bychom se dostali k maximálnímu využití přírodních zdrojů, i když jich je ještě spousta, teď už jen mít výkonný řídicí systém, který bude pro toto navržen. Osobně bych velmi rád tyto myšlenky zrealizoval, ale vzhledem k časové tísní, a především náročnosti tohoto konceptu to bohužel momentálně není možné.

Vzhledem k expanznímu rozvoji informačních technologií, a s tím souvisejícímu rozmachu internetu, to již není úkol pro jedince, ale pro celý vývojářský tým.

Nedávno jsem viděl interaktivní kameru umístěnou v obývacím pokoji tak, aby mohla vidět ve svém zorném poli obyvatele domu, ty mohli tímto systémem ovládat svou domácnost gestikulací z běžného života. Jako je znám ukazováček přiložený na rty, jenž značí gesto, abychom byli potichu nebo se ztišili. Systém na toto gesto reaguje vypnutím reproduktorů.

Další možnost je moderní zabezpečovací systém, který podporuje otisky prstů, a především skenování 3D modelů obličeje. Domnívám se, že tímto směrem se vydá i společnost Teco a.s., případně bude alespoň s nějakou firmou, která se bude uvedeným systémem vyvíjet.

## 7 Závěr

Cílem práce bylo vytvořit dálkové ovládání inteligentního domu, které bude sloužit pro využití a optimalizace řízení domu, a to jak z hlediska úspory energie, tak přehlednosti chodu celé domácnosti. Firma Teco a.s. nabízí rozsáhlé podklady pro všechny svoje produkty, a to v českém jazyce. Dokumentace mi velmi pomohla při realizaci.

V praktické části se čtenář mohl blíže seznámit se základním nastavením PLC automatu, které jsou potřebné pro správný chod. Základními nastaveními WebMakeru a využití nástrojů pro ovládání domu. Celý řídicí systém je využit jen z části a zbytek je připraven na budoucí rozšiřování a řízení dalších částí. Domnívám se, že řídicí systém by byl schopen při maximálním osazení modulů řídit osvětlení nebo dodávání elektrické energie pro celé vesnice nebo menší města.

Z druhé stránky vidím velkou budoucnost například při využití Raspberry Pi 3, které je cenově více dostupné, a především disponuje malým rozměrem oproti standardnímu počítači. S tímto zařízením bychom také dokázali ovládat celý dům, ale po stránce programování je to už složitější, jelikož nemáme k tomu tak rozsáhlé a obsáhlé knihovny s českou dokumentací. Při menší realizaci, například ovládání světel, postačí chytré zásuvky a pro toto ovládání bychom nepotřebovali PLC automat, jen připojenou chytrou zásuvku v lokální síti.

V práci jsem se snažil obsáhnout všechny prvky, ale bylo to nad moje síly a hlavně znalosti, jelikož jich je opravdu hodně. V následné realizaci bych viděl cestu v zaměření se na kamery, které by detekovaly speciální gesta, na jejichž základě by prováděly dané úkony, příp. celé scény úkolů, jako je ztlumení osvětlení, nebo úplné zhasnutí na gesto tlesknutí dlaněmi. Naopak gesto modlení by bylo pokynem pro rozsvícení osvětlení. Možností by také dále bylo rozmístění reproduktorů s mikrofony, díky kterým by bylo umožněno hlasové ovládání jako je „hej google“ nebo „hej siri“. Realizace hlasového ovládání by však byla velmi obtížná, bylo by nezbytné vytvořit databázi s příkazy a systém by musel být schopen detekovat hlas a rozpoznat příkaz či celou frázi. Následně by poslal signál pro PLC, který by zadanou akci vykonal.

Závěrem bych rád poukázal na nově vytvořenou aplikaci IFox Trot od firmy Teco a.s., pro kterou byla vytvořena dokumentace pro ovládání inteligentního domu. Tato aplikace do budoucna bude podle mě daleko přívětivější než nástroj WebMaker.

## CITACE A ODKAZY NA POUŽITOU LITERATURU

- KLABAN, J. 2008. Inels a sbernice CIB – moderní systém inteligentní elektroinstalace. *Automa* [online]. [cit. 22. 4. 2018] Dostupné z: [http://automa.cz/cz/casopis-clanky/inels-a-sbernice-cib-moderni-system-inteligentni-elektroinstalace-2008\\_12\\_38218\\_6156/](http://automa.cz/cz/casopis-clanky/inels-a-sbernice-cib-moderni-system-inteligentni-elektroinstalace-2008_12_38218_6156/)
- KOCHANÍČEK, L. 2010. *Programovací jazyky pro PLC*. elektrotechnika [online]. [cit. 23. 4. 2018]. Dostupné z: <https://coptkm.cz/portal/?doc=3905>
- JOHNSON CONTROL INTERNATIONAL. 2002. *Inteligentní budovy (I)*. Inteligentní budovy [online]. [cit. 22. 4. 2018]. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/inteligentni-budovy/1143-inteligentni-budova-i>
- TECO. 2007. *Programování PLC podle normy IEC 61 131-3 v prostředí Mosaic* [online]. 10. vyd. Kolín. [cit. 22. 4. 2018]. Dostupné z: [https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=txv00321\\_01\\_mosaic\\_progiec\\_cz](https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=txv00321_01_mosaic_progiec_cz)
- TECO. 2010. *Začínáme v prostředí Mosaic* [online]. 8. vyd. Kolín. [cit. 22. 4. 2018]. Dostupné z: [https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=txv00320\\_01\\_mosaic\\_progstart\\_cz](https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=txv00320_01_mosaic_progstart_cz)
- TECO. 2013. *Nástroj WebMaker* [online]. 10. vyd. Kolín. [cit. 22. 4. 2018]. Dostupné z: [https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=txv00328\\_01\\_mosaic\\_webmaker\\_cz](https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=txv00328_01_mosaic_webmaker_cz)
- TECO. 2013. *Služba TecoRoute* [online]. 2. vyd. Kolín. [cit. 22. 4. 2018]. Dostupné z: [https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=txv00338\\_01\\_tecoroute\\_cz](https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=txv00338_01_tecoroute_cz)
- TECO. 2016. *Příručka projektování CFox, RFox a Foxtrot* [online]. 3. vyd. Kolín. [cit. 22. 4. 2018]. Dostupné z: [https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=txv00416\\_01\\_cfoxrfoxprojektovani\\_cz](https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=txv00416_01_cfoxrfoxprojektovani_cz)
- TECO. 2017. *PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY TECOMAT FOXTROT CP-1006, CP-1016, CP-1026, CP-1036* [online]. 7. vyd. Kolín. [cit. 22. 4. 2018]. Dostupné z: [https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=txv00436\\_01\\_foxtrot\\_cp\\_1006](https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=txv00436_01_foxtrot_cp_1006)
- VINDUŠKA, J. 2017. *ŘÍZENÍ HYDRAULICKO-PNEUMATICKÉ SOUSTAVY POMOCÍ PLC MODICON* [online]. Bakalářská práce. Univerzita Pardubice, Vedoucí: Daniel Honc. [cit. 23. 4. 2018]. Dostupné z: [http://dspace.upce.cz/bitstream/handle/10195/68106/VinduskaJ\\_RizeniSoustavy\\_DH\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.upce.cz/bitstream/handle/10195/68106/VinduskaJ_RizeniSoustavy_DH_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- ZANDRŮVSVĚT. 2005. *PLC – programovací jazyky* [online]. zandruvsvet.opatnet.cz. [cit. 23. 4. 2018]. Dostupné z: <http://www.zandruvsvet.opatnet.cz/view.php?cisloclanku=2005051001>
- ZÁMEK, F. 2010. *Lehký úvod do programování PLC v jazyce IL* [online]. Praha: České vysoké učení v Praze, Fakulta strojní. [cit. 22. 4. 2018]. Dostupné z: [http://vlab.fs.cvut.cz/navody/files/Uvod\\_programovani\\_PLC-IL.pdf](http://vlab.fs.cvut.cz/navody/files/Uvod_programovani_PLC-IL.pdf)

# **PŘÍLOHY**

**A - CD**

**Příloha k bakalářské práci**

**ŘÍZENÍ A OVLÁDÁNÍ CHYTRÉHO DOMU POMOCÍ  
PROGRAMOVATELNÉHO LOGICKÉHO AUTOMATU**

Filip Jech

**CD**

## **Obsah**

*(Formátování podle text práce)*

- 1 Text bakalářské práce ve formátu PDF
- 2 Archivační program pro ovládání inteligentního domu v prostředí Mosaic