



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMATIZACE A INFORMATIKY

INSTITUTE OF AUTOMATION AND COMPUTER SCIENCE

INTELIGENTNÍ DOMÁCNOST NA BÁZI LOXONE

SMART HOME BASED ON LOXONE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Vitalij Karnatov

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Mgr. Monika Dosoudilová, Ph.D.

BRNO 2023

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automatizace a informatiky
Student: **Vitalij Karnatov**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Aplikovaná informatika a řízení
Vedoucí práce: **Mgr. Monika Dosoudilová, Ph.D.**
Akademický rok: 2022/23

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

Inteligentní domácnost na bázi Loxone

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

V dnešní době chce každý šetřit, ale taky si užívat komfortu a výhod moderních technologií. Pokročilá automatizace toto umožňuje. Díky ní je možné ovládat osvětlení, elektroinstalaci, termostaty a současně se díky automatizované domácnosti můžeme cítit bezpečně. Loxone je jedním ze systémů, který se o pohodlnější a bezpečnější bydlení postará.

Cíle bakalářské práce:

Představa chytré domácnosti v podobě rešerše dostupných technologií na našem trhu.
Co nabízí Loxone pro domácnosti a jak funguje automatizace pomocí tohoto systému.
Návrh a realizace projektu inteligentní domácnosti pomocí elektroinstalace Loxone.
Vlastní programování s využitím softwaru Loxone.
Srovnání Loxone s dalšími technologiemi.

Seznam doporučené literatury:

GARLÍK, Bohumír. Inteligentní budovy. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2012. ISBN 9788073004408.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2022/23

V Brně, dne

L. S.

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

doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

V této práci byla řešena problematika inteligentní domácnosti. Cílem práce bylo popsat a vysvětlit pojem inteligentní domácnost, provést rešerši dostupných systémů na našem trhu a prostřednictvím systému Loxone blíže popsat principy a fungování inteligentní domácnosti. Dále práce popisuje návrh a realizaci inteligentní domácnosti prostřednictvím systému Loxone a její konfiguraci v softwaru Loxone Config. Práce okrajově pojednává o komunikačních protokolech používaných systémy inteligentních domácností, jejich historickém vývoji a srovnává inteligentní a konvenční domácnost.

ABSTRACT

In this thesis, the issue of intelligent home was addressed. The aim of the work was to describe and explain the concept of smart home, to conduct a research of available systems on our market and to describe the principles and functioning of smart home through the Loxone system. Furthermore, the thesis describes the design and implementation of a intelligent home through the Loxone system and its configuration in the Loxone Config software. The thesis marginally discusses the communication protocols used by smart home systems, the historical development and compares intelligent and conventional home.

KLÍČOVÁ SLOVA

Inteligentní domácnost, chytrá domácnost, komunikační protokoly, Loxone, Miniserver, Loxone Config

KEYWORDS

Intelligent home, smart home, communication protocols, Loxone, Miniserver, Loxone Config



2023

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KARNATOV, Vitalij. *Inteligentní domácnost na bázi Loxone*. Brno, 2023. Dostupné také z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/149587>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automatizace a informatiky. Vedoucí práce Monika Dosoudilová.

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji paní Mgr. Monice Dosoudilové, Ph.D. za vedení při psaní bakalářské práce a panu Ing. Richardu Horákovi za trpělivost a cenné zkušenosti při realizaci. Poděkování také patří mé rodině za pomoc a podporu během studia.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, vypracoval jsem ji samostatně pod vedením vedoucího práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury.

Jako autor uvedené práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následku porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestně právních důsledků.

V Brně dne 26. 5. 2023

.....

Karnatov Vitalij

OBSAH

1	ÚVOD.....	13
2	POPIS A VÝVOJ INTELIGENTNÍ DOMÁCNOSTI	15
2.1	Chytrá a inteligentní domácnost	15
2.2	Srovnání ovládání konvenční a inteligentní domácnosti	16
2.3	Historický vývoj	17
2.4	Připojení a komunikační protokoly	19
2.4.1	Drátové připojení	19
2.4.2	Bezdrátové připojení.....	21
2.5	Popis vybraných systémů	22
2.5.1	Systém xComfort.....	22
2.5.2	Systém iNELS	23
2.5.3	Systém Loxone	24
3	AUTOMATIZACE PROSTŘEDNICTVÍM SYSTÉMU LOXONE	25
3.1	Komunikační technologie Loxone.....	25
3.2	Miniserver.....	26
3.3	Extension	27
3.4	Ovládání systému	28
3.5	Osvětlení	29
3.6	Stínění	30
3.7	Vytápění a vnitřní klima	31
3.8	Přístup a zabezpečení.....	32
3.9	Multimédia a zábava.....	33
3.10	Software a programování Loxone	34
4	VYTVOŘENÍ PROJEKTU A JEHO REALIZACE.....	35
4.1	Řešení realizace	36
4.2	Zásuvky	37
4.3	Osvětlení	38
4.4	Vnitřní klima.....	39
4.5	Zabezpečení	42
5	ZÁVĚR	43
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	45
	SEZNAM ZKRATEK	47
	SEZNAM PŘÍLOH.....	49

1 ÚVOD

V svém domě stráví člověk velkou část života. Takový dům je vybaven množstvím elektrických zařízení a systémů, které zajišťují ideální podmínky pro bydlení a pohodlí. Většinou tato zařízení pracují nezávisle na sobě a je potřeba je ovládat samostatně. S narůstající potřebou mít v domě stále více zařízení se také zvyšuje množství úkonů a času, který s jejich obsluhou strávíme. To vše se ale mění s propojením těchto zařízení a systémů do jednoho většího nadsystému. Z obyčejného domu, kde většina spotřebičů a elektrických zařízení sloužila pouze svému účelu se stává chytrý dům, kde spolu tato zařízení vzájemně komunikují a z jednoduchých účelových zařízení se stávají chytřejší prvky. Chytrý dům je tedy dům, ve kterém spolu elektrické spotřebiče a zařízení vzájemně komunikují a vytváří společně systém, který uživateli usnadňuje ovládání, zvyšuje bezpečnost a je ekonomicky úsporný. V chytrém domě je celý systém spojen s centrální jednotkou, která přijímá informace a na jejich základě, tento systém ovládá. Chytrý dům můžeme přirovnat k lidskému organismu, kde funkci centrální jednotky zastává mozek a jednotlivá zařízení jsou nervová zakončení. Co kdyby ale takový dům nepotřeboval ke svému fungování žádný nebo jen minimální zásah ze strany uživatele? Představme si takový systém, který aktivně sbírá data a na jejich základě se učí a dokáže predikovat veškeré aspekty bydlení – to je inteligentní dům, další evoluční stupeň chytrého domu. Kromě vývoje a technologií, které inteligentní dům využívá, bude v této práci prostřednictvím systému Loxone vysvětleno jeho fungování, ovládání a konfigurace.

2 POPIS A VÝVOJ INTELIGENTNÍ DOMÁCNOSTI

V této kapitole budou definovány pojmy inteligentní a chytrá domácnost, srovnání s konvenční domácností v rámci ovládání a komunikace a jejich historický vývoj. Dále budou představeny tři systémy pro inteligentní domácnosti.

2.1 Chytrá a inteligentní domácnost

Ačkoliv se na první pohled může zdát, že pojmy inteligentní a chytrá domácnost jsou synonyma, z technického hlediska tomu tak úplně není. Protože spolu tyto dva pojmy úzce souvisí, je potřeba si je definovat.

Chytrá domácnost

Nebo také chytrý dům (z anglického „smart house“), je určitá míra automatizace domácnosti, jejímž cílem je zajistit bezpečnější a pohodlnější bydlení. Technicky se jedná o systém vzájemně komunikujících elektrických zařízení (spotřebiče, senzory, aktory), které jsou ovládány prostřednictvím centrální jednotky. Kromě zvýšeného bezpečí a komfortu, zvyšuje systém chytré domácnosti energetickou účinnost domu a tím pádem je v porovnání s konvenčním domem ekonomicky hospodárnější. Chytrý dům je připojený k síti a je možné ho ovládat pomocí chytrého telefonu a jiných síťových zařízení. Systém chytré domácnosti zahrnuje automatizaci osvětlení, vytápění, chlazení, větrání, vnitřní a vnějšího bezpečnostního systému, nebo třeba zábavy v podobě audiosystému a multimédií.

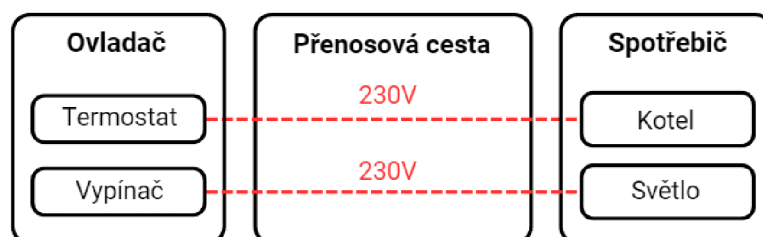
Inteligentní domácnost

Nebo také inteligentní dům, je pokračování vývoje chytré domácnosti. Systém chytrého domu je obecně konfigurován uživatelem a tato konfigurace se s časem nemění. Pokud se změní podmínky a požadavky uživatele, je potřeba do konfigurace (tj. program domácnosti) zasáhnout a změnit ji dle aktuálních požadavků. Naproti tomu systém inteligentní domácnosti, od svého prvního spuštění sbírá data o chování a preferencích svého uživatele a na jejich základě prostřednictvím komponent strojového učení a prediktivní technologie přizpůsobuje program domácnosti, aby co nejvíce odpovídal aktuálním požadavkům. Čím déle je systém inteligentní domácnosti vystaven rutinně svého uživatele, tím lépe dokáže reagovat na jeho požadavky. Cílem takové inteligentní domácnosti je naučit se životní styl uživatele a optimalizovat její fungování s ohledem na pohodlí, bezpečí a úsporu energie.

Inteligentní a chytrá domácnost jsou tedy různé stupně domácí automatizace. I když je inteligentní domácnost na začátku svého vývoje, většina dnes používaných systémů pro chytré domácnosti v sobě mají implementovanou jistou úroveň takové inteligence.

2.2 Srovnání ovládání konvenční a inteligentní domácnosti

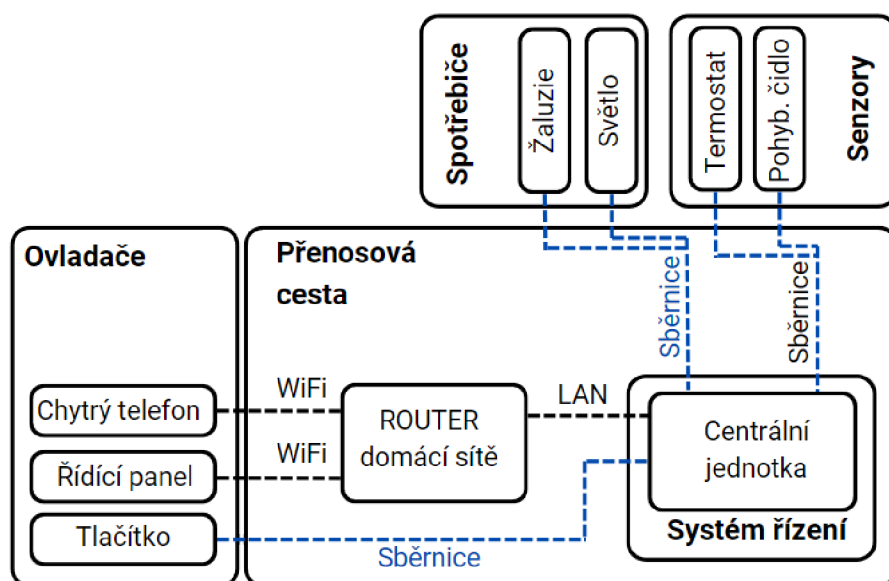
Konvenční domácnost je založená na klasické domovní elektroinstalaci. Ovladače slouží pouze k ovládání jednoho spotřebiče a nejsou mezi nimi definované žádné vazby. Signál je přenášen přímým spínáním napájecího napětí. Další způsob ovládání je prostřednictvím senzorů (zejména termostatů), které na základě stavů prostředí ovládají dané elektrické zařízení. [1]



Obr. 1: Schéma klasické elektroinstalace (vlastní zpracování)

Příkladem může být ovládání světla prostřednictvím sepnutí vypínače, nebo ovládání vytápění a chlazení na základě údajů z termostatu (viz obr. 2).

Inteligentní domácnost je mnohem více automatizovaný systém. Automatizovány jsou veškeré elektrické systémy (osvětlení, rolety, vytápění a chlazení) a senzory a společně tvoří jednotný nadsystém. Inteligentní domácnost lze ovládat jak ovladači, tak senzory prostřednictvím centrální jednotky. Centrální jednotka je hardwarový prvek, ve kterém jsou uloženy jednotlivé naprogramované vazby mezi senzory a spotřebiči. Signál se přenáší po jasně definovaném rozhraní, v digitální podobě, signálově oddělené od napájecího napětí. [1]



Obr. 2: Schéma systému inteligentní domácnosti (vlastní zpracování)

2.3 Historický vývoj

Automatizace domácností prožívá svůj největší rozkvět. Neustálý vývoj nových technologií umožňuje vytvářet stále dostupnější systémy řešení inteligentních domácností. Domácí automatizace by nemohla existovat bez elektrických zařízení a spotřebičů. Ty se začaly vyvíjet již na počátku 20. století. Za zmínku stojí třeba první přenosný elektrický vysavač z roku 1905 nebo elektrická pračka z roku 1907. [2]

Za vůbec první chytrou domácnost by se dal považovat Push-Button Manor (doslova „panství na tlačítko“) v americkém Michiganu z roku 1950. V tomto domě se záclony ovládaly dálkovým ovládáním a okna se automaticky zavírala podle počasí. Při otevření šuplíku nočního stolku, se zapnula lampička a v kuchyni stál mlýnek na kávu poháněný větrem. Celý tento systém byl ovládán prostřednictvím velkého množství relé, spínačů a termostatů a byl propojen více než 2000 metry kabeláže. [2]

V roce 1957 se pak objevil další chytrý dům, tentokrát jako expozice v Disneylandu. Atrakce pojmenovaná „Monsanto Home of the Future“ vznikla ve spolupráci s firmou Monsanto Plastic a měla představovat bydlení za 30 let, tedy v roce 1987. Většina domácího vybavení i dům samotný byly vyrobeny z plastu, v domě se nacházel interkom nebo chytrý dřez, který se dokázal výškově přizpůsobit uživateli. [3]



Obr. 3: Monsanto Home of the Future [13]

O několik let později, v roce 1966 sestrojil americký inženýr Jim Sutherland pro svůj dům počítačový systém ECHO IV (Electronic Computing Home Operator). Tento masivní počítač vážil 360 kg a byl prvním skutečně inteligentním domácím zařízením: monitoroval klima v domácnosti, ovládal televizní kanály a anténu, a plnil užitečné funkce jako sledování výdajů domácnosti, záznamy v kalendáři a poskytoval aktuální předpověď počasí. [2]

Rok 1975 byl pro vývoj chytrých domácností zásadní. V tomto roce vznikl průmyslový standard X10, který umožňuje domácím zařízením komunikovat (pro účely domácí automatizace) po elektrickém vedení. Technologie X10 se dodnes používá v některých starších zařízeních pro domácí automatizaci. [2]

Nedostatek technologií a vhodných spotřebičů brzdily vývoj domácí automatizace. V roce 1984 americká National Association of Home Builders poprvé oficiálně použila pojem „smart home“. Ve stejném roce také společnost Apple představila revoluční produkt Macintosh – osobní počítač s grafickým rozhraním. Právě rozvoj počítačů, digitálního zpracování obrazu a zvuku a programovatelných termostatů v 80. letech byl hnací silou pro rozvoj chytrých domácností. [3]

V roce 1989 v Tokiu vznikla další podoba chytrého domu – TRON Intelligent House. Již ve své době byl dům velmi inovativní. Místnosti byly vybaveny senzory teploty a vlhkosti, které přenášely aktuální data do systému domu. To umožňovalo ovládat topení nebo klimatizaci. Okna se otvírala a zavírala v závislosti na počasí. Dům byl vybaven vlastním audiosystémem s ovládáním hlasitosti. Automatizován byl i systém osvětlení, který se přizpůsoboval aktuálním potřebám. Celý tento systém byl ovládán prostřednictvím 1000 mikroprocesorů. [4]

V roce 1999 představil prostřednictvím šesti-minutového videa svou vizi chytré domácnosti Microsoft. Tato domácnost měla být ovládána prostřednictvím kapesního počítače Pocket PC a pomocí hlasu. Systém měl ovládat zámky, osvětlení, vytápění, komunikaci s hosty nebo třeba pomocí čárových kódů vytvářet nákupní seznamy. Co se technologií týče, Microsoft skutečně předpověděl, jakým směrem, se bude vývoj chytrého bydlení dále rozvíjet. V roce 2005 pak Microsoft v Praze otevřel digitální Superbyt. Tento byt fungoval na základě operačního systému Windows XP a Windows Media Center. Systém Xcomfort pak bezdrátově ovládal topení, osvětlení, multimédia a další prvky bydlení. [3]

Od roku 2011 vznikaly další zařízení, které významně přispěly k vývoji domácí automatizace: bezdrátový termostat od Nest Labs, první chytrá žárovka ovládaná pomocí chytrého telefonu od společnosti Philips nebo první chytré domovní zámky. [2]

Současné systémy pro inteligentní domácnost lze podle typu komunikace rozdělit drátové a bezdrátové (některé systémy umožňují jejich kombinaci). Mezi nejznámější drátové systémy patří Loxone, Crestron Home, xComfort a iNELS. Nejznámějšími bezdrátovými systémy jsou naopak SmartThings od Samsungu, Apple HomeKit a Google Home. V posledních letech jsou do těchto systémů integrovány prvky učení a predikce a můžeme tak říct, že se již jedná o systémy inteligentní domácnosti.

2.4 Připojení a komunikační protokoly

Aby inteligentní domácnost fungovala, musí mezi sebou jednotlivé prvky systému vhodně komunikovat, předávat si data a signály. Aby se systém dokázal správně rozhodovat, potřebuje mít aktuální přehled o prostředí, potřebuje znát data o teplotě, vlhkosti, kvalitě ovzduší nebo třeba o poloze obyvatel. Toho lze docílit konečným počtem vhodných senzorů. Aby dům dokázal predikovat některé události, nebo se dokonce sám učit, potřebuje funkční systém sběru těchto dat. Komunikace musí být dostatečně rychlá a odolávat rušení. Způsob komunikace může být realizován přímo mezi zařízeními, přes sběrnici, přes centrální jednotku domácnosti, cloud nebo jejich kombinací. Podle způsobu, jakým jsou prvky v systému inteligentní domácnosti připojeny dělíme tyto systémy na drátové a bezdrátové.

2.4.1 Drátové připojení

Jednou z možností realizace komunikace je klasická drátová instalace – rozvedení kabeláže ke všem zařízením a senzorům. Ta má oproti bezdrátovému přenosu jednoznačně výhodu spolehlivosti a rychlosti přenosu dat. Jedná se o nejlepší řešení, pokud s inteligentní domácností počítáme od začátku stavby. Pro připojení senzorů k centrální jednotce se využívá kabel CAT7. Spínané světelné obvody, spínané zásuvky nebo žaluziové motory se realizují standartní kabeláží pro elektroinstalaci. K připojení audio prvků se pak používá dvojlinka.

Ethernet a CAT 7

Jedná se o hlavní komunikační metodu pro internetový provoz. Ethernet je drátový komunikační standard, který umožňuje velmi rychlé odesílání velkého množství dat. Ethernetová komunikace probíhá po fyzických kabelech CAT tvořených kroucenými páry vodičů. Omezení závisí na typu použité kabeláže a týká se maximální délky kabelu a rychlosti přenosu dat. CAT 7 je v dnešní době standart mezi kabely pro domácí automatizaci. Jedná se o gigabitový ethernetový kabel určený pro vysokorychlostní síť. Standartně umožňuje šířku pásma až 600 MHz a přenosovou rychlost 10 Gb/s. Na rozdíl od nižších kategorií, disponuje CAT 7 stíněním krouceného páru vodičů, které zajišťuje maximální odolnost vůči rušení. [5]

X10

Protokol X10 je nejstarším protokolem vyvinutým speciálně pro účely domácí automatizace. K přenosu signálů využívá elektrické rozvody v domácnosti a je poměrně omezený v množství dat, která může po vedení posílat. Ve srovnání s jinými možnostmi je také relativně pomalý, se znatelnou prodlevou mezi odesláním příkazu a reakcí zařízení. Protokol se stále používá v milionech produktů pro inteligentní domácnost, ale je pomalu nahrazován novějšími a schopnějšími technologiemi. [6]

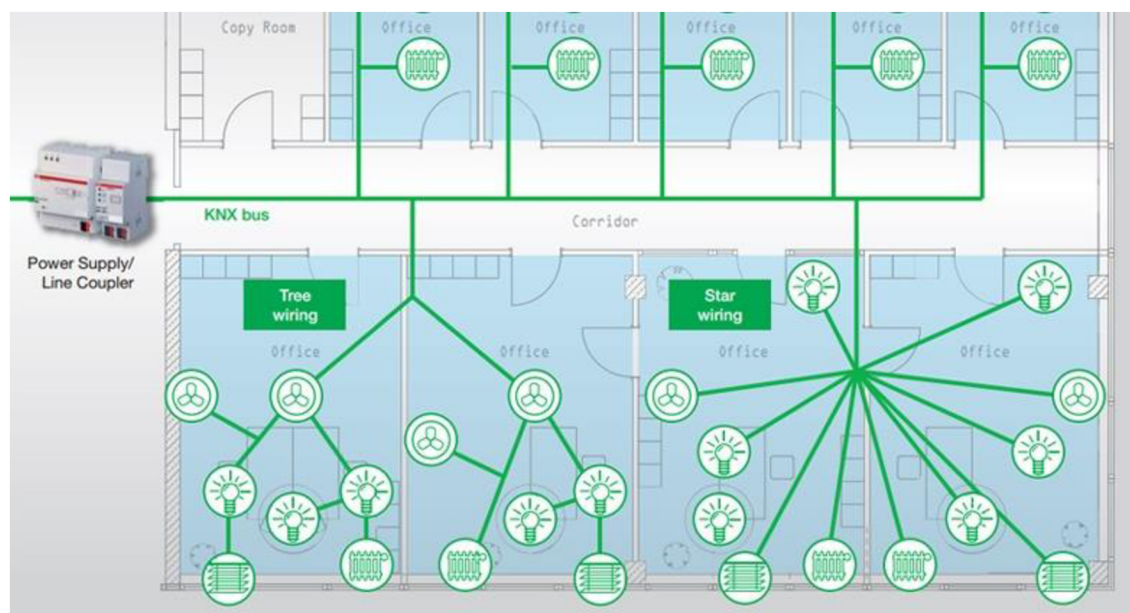
Topologie sítě

Aby bylo možné prvky inteligentní domácnosti správně řídit a sbírat potřebná data, je potřeba zvolit vhodnou síťovou topologii. Nejpoužívanější typy topologie pro účely domácí automatizace jsou sběrnice, hvězda a strom.

Sběrnicová topologie je navržena tak, že všechny prvky sítě (senzory, elektrická zařízení) jsou připojeny na jedno přenosové médium (sběrnici). Topologie je snadno rozšiřitelná. Je však omezená délkou kabelu a počtem připojitelných prvků. [7]

Hvězdicová topologie je uspořádání sítě, v němž je každý prvek individuálně připojen k centrální jednotce systému, která zajišťuje řízení. [7]

Stromová topologie je kombinací sběrnicové a hvězdicové topologie. Takový typ propojení se využívá tam, kde je potřeba připojit velké množství prvků. Můžeme si ji představit jako několik pokojů v domě, kde prvky v každém jednotlivém pokoji jsou zapojeny do hvězdy a každá taková hvězda je sběrnici připojena k centrální jednotce domu. [7]



Obr. 4: Schéma popsaných topologií sítě [14]

2.4.2 Bezdrátové připojení

Bezdrátový způsob připojení je svou povahou vhodný v již hotových objektech, rekonstrukcích nebo při rozšiřování stávajícího systému. Také, v poslední době velmi oblíbení hlasoví asistenti pro ovládání domácnosti, komunikují bezdrátově. Mezi nejznámější technologie bezdrátové komunikace patří:

Wi-Fi

Jedná se o nejrozšířenější počítačové sítě na světě. Wi-Fi je skupina bezdrátových síťových protokolů, které jsou založeny na standardech IEEE 802.11. Používají se pro místní síťové propojení zařízení, pro přístup k internetu, nebo komunikaci mezi zařízeními prostřednictvím rádiových vln. Připojení inteligentních zařízení prostřednictvím Wi-Fi se realizuje pomocí Bridge (most). Bridge je zařízení, které se připojí k routeru a dojde tak k propojení lokální sítě (LAN) s bezdrátovou. V praxi se pak bezdrátoví klienti chovají, jako kdyby byli připojeni k LAN kabelem. Takový klient může být například asistent pro hlasové ovládání inteligentní domácnosti. [6]

Z-Wave

System Z-Wave využívá rádiové frekvence v pásmu 908,42 MHz, které jsou nižší než u mnoha jiných běžně používaných bezdrátových zařízení, a jsou tak méně náchylné k rušení. Stejně jako mnoho jiných protokolů pro inteligentní domácnosti je i Z-Wave založen na technologii Mesh sítě, což znamená, že každé zařízení může předávat informace jiným zařízením, čímž se zvyšuje spolehlivost a rozšiřuje dosah sítě. Obrovská výhoda, kterou Z-Wave nabízí, je vynikající kompatibilita bez ohledu na to, kdo zařízení pro inteligentní domácnost vyrábí. Protokol využívá řídicí rozbočovač, který umožňuje snadnou konfiguraci a správu sítě chytrého domu. Rozbočovač se musí připojit ke směrovači Wi-Fi, aby umožnil přístup k zařízením Wi-Fi, jako jsou chytré telefony. [6]

Zigbee

ZigBee je další bezdrátový komunikační protokol pro chytré domácnosti, který se široce používá a je podporován velkým množstvím produktů pro chytré domácnosti. Používá bezdrátový standard 802.15.4 na rádiové frekvenci 2,4 GHz, což znamená, že může potenciálně docházet k rušení s 2,4GHz sítěmi Wi-Fi. ZigBee také využívá technologii Mesh sítě – každý prvek zapojený v Mesh síti se chová jako opakovač signálu. Jednou z hlavních předností ZigBee je jeho zabezpečení, protože bylo vytvořeno na základě šifrování používaného v bankách a jiných finančních institucích. Stejně jako Z-Wave využívá i ZigBee řídicí rozbočovač, který umožňuje snadnější konfiguraci a správu. [6]

2.5 Popis vybraných systémů

Jak již bylo zmíněno, systémy pro inteligentní domácnost se dají rozdělit na drátové a bezdrátové. Dále by se daly dělit podle úrovně automatizace v závislosti propojení jednotlivých systémů v domácnosti nebo podle konektivity se systémy třetích stran.

2.5.1 Systém xComfort

Systém xComfort od společnosti Eaton byl uveden na trh v roce 2003. Jedná se o bezdrátový systém pro inteligentní domácnosti, který pracuje v uzavřeném pásmu o frekvenci 868.3 MHz. Systém xComfort automatizuje ovládání osvětlení, stínění, vytápění, chlazení a zabezpečení domácnosti. Automatizace funguje prostřednictvím aktorů a senzorů. Aktory ovládají elektrickou zátěž v místě, kde jsou instalovány a jsou napájeny ze sítě. Sensory jsou napájeny z baterií, které je potřeba vyměňovat. Jednotlivé prvky se instalují do elektroinstalačních krabic ve stropě nebo na zdi (viz obr. 5). Protože je celý systém řízen prostřednictvím aktorů, není potřeba centrální jednotky. Inteligentní domácnost lze ovládat pomocí tlačítek, hlasově prostřednictvím virtuálního asistenta Amazon Alexa nebo mobilním telefonem a tabletem prostřednictvím jednotky xComfort Bridge. [8]



Obr. 5: Instalace aktoru xComfort [15]

Mezi hlavní výhody tohoto systému patří jednoduchá instalace, se kterou souvisí i postupná rozšiřitelnost celého systému. Nevýhodou může být vyšší cena a uživatelsky nepřívětivý konfigurační software.

2.5.2 Systém iNELS

Systém pro inteligentní domácnosti iNELS uvedla na trh v roce 2007 česká společnost Elko EP. Dnes existuje iNELS jako samostatná značka, která se kromě automatizace domů a bytů zaměřuje také na komplexní automatizaci hotelů a komerčních budov. Systém iNELS nabízí dvě varianty řešení automatizace: sběrníkový systém BUS a bezdrátový systém RF založený na uzavřeném pásmu 868 MHz. Obě varianty lze kombinovat (viz obr. 6) a jsou řízeny centrální jednotkou, která komunikuje s instalovanými prvky systému. Pomocí systémových jednotek lze centrální jednotku rozšiřovat o vstupy, výstupy a rozhraní. Automatizace osvětlení, stínění a vytápění je řešena prostřednictvím příslušných aktorů. Konfigurace systému pak probíhá prostřednictvím softwaru iNELS3 Designer & Manager. [9]



Obr. 6: Schéma systému iNELS [16]

Základním ovládacím prvkem tohoto systému je nástěnný ovladač pro ovládání několika prvků v místnosti a ovládací tlačítka. Dále lze systém ovládat pomocí chytrého telefonu a tabletu prostřednictvím iNELS aplikace, nebo pomocí hlasového asistenta. V porovnání se systémem xComfort je iNELS rozsáhlejším systémem, nabízí i drátový způsob komunikace a je cenově dostupnější.

2.5.3 Systém Loxone

Loxone Electronics GmbH je rakousko-německá firma, kterou v roce 2008 založili Thomas Moser a Martin Öller jako odpověď na absenci dostupného komplexního systému domácí automatizace na trhu. Zpočátku se společnost zabývala pouze automatizací rodinných domů a bytů, dnes se Loxone zaměřuje také na komerční budovy a průmyslovou automatizaci. V roce 2023 má Loxone na kontě více než 200 000 instalací ve 100 různých zemích. Systém Loxone nabízí drátové a bezdrátové řešení. Loxone je oproti své konkurenci velmi vyspělý a propracovaný systém, jak na straně hardwaru, tak i softwaru. Je snadno rozšiřitelný a díky možné kombinaci drátové a bezdrátové komunikace je vhodný pro každou realizaci. Na rozdíl od některých systémů inteligentní automatizace, jsou všechny informace a data ukládána lokálně a je tak zajištěna maximální ochrana soukromí. Navíc systém může fungovat i bez chytrého telefonu a připojení k internetu. Nevýhodou může být trochu vyšší cena, která je však podložena kvalitou a nižší kompatibilita se systémy od jiných výrobců. [10]



Obr. 7: Loxone Miniserver a Extensiony [17]

Základním ovládacím prvkem systému je centrální jednotka Miniserver (viz obr. 7). K rozšíření systému o další vstupy, výstupy a rozhraní slouží Extensiony. Extensiony jsou k centrální jednotce připojeny přes sběrniceovou technologii Link. Koncové prvky systému jsou k Miniserveru připojeny prostřednictvím technologie Tree (drátové připojení), nebo Air (bezdrátové připojení).

3 AUTOMATIZACE PROSTŘEDNICTVÍM SYSTÉMU LOXONE

V této kapitole budou detailně popsány způsoby a zařízení, prostřednictvím kterých systém Loxone vytváří inteligentní domácnost. Popsané principy obecně platí pro systémy od různých výrobců. S ohledem na praktickou část práce, bude především popsán drátový systém Loxone Tree. Okrajově budou popsány také prvky bezdrátového systému Loxone Air.

3.1 Komunikační technologie Loxone

Aby byla zajištěna komunikace mezi prvky systému a centrální jednotkou, je potřeba využít vhodnou komunikační technologii. Pro účely domácí automatizace vyvinul Loxone tři komunikační technologie: Link, Air a Tree. Pro drátovou instalaci využívá Loxone svůj Tree kabel.

Technologie Link je komunikační protokol, který Loxone využívá ke komunikaci Miniserveru s rozšiřujícími moduly. Za posledním modulem musí být připojen 120 ohmový rezistor, který slouží jako stop signál. [10]

Technologie Air pro bezdrátovou komunikaci je založena na rádiovém přenosu. Využívá technologii Mesh – každý prvek připojený k napájení zvyšuje stabilitu a celkový dosah systému. Všechny výrobky s touto technologií jsou vyvinuty s ohledem na co nejnižší spotřebu elektrické energie. Bezdrátová komunikace je plně šifrovaná a každé domácnosti je přiřazen vlastní šifrovací kód. [10]

Technologie Tree je drátová technologie vyvinutá pro snížení nároků na kabeláž a instalaci systému Loxone v budovách. Tato technologie umožňuje ušetřit až o 80 % méně kabeláže v porovnání s klasickým zapojením. Další výhodou je rychlost přenosu dat mezi zařízeními a centrální jednotkou. Prvky jsou zapojovány prostřednictvím TREE kabelu, který slouží pro napájení a komunikaci zároveň. V rámci topologie sítě lze využít hvězdu, linku, strom nebo sběrnici. [10]

Tree kabel

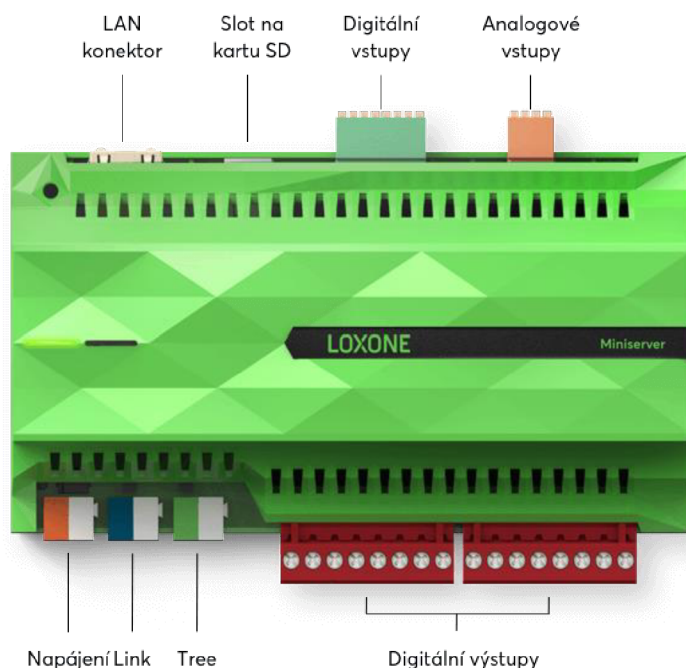
Tento kabel se využívá při instalaci Tree prvků, tedy prvků drátového systému. Tree kabel obsahuje 3 páry vodičů:

- $2 \times 1.5 \text{ mm}^2$ (oranžová/bílá) – napájení s vyšším výkonem (světla)
- $2 \times 0.6 \text{ mm}^2$ (oranžová/bílá) – napájení s nižším výkonem (tlačítka)
- $2 \times 0.6 \text{ mm}^2$ (zelená/bílá) – komunikace Tree zařízení

Instalace Tree prvků však není omezená jen tímto kabelem a lze použít i běžné elektroinstalační kabely. [10]

3.2 Miniserver

Miniserver je centrální jednotka, mozek celého Loxone systému. Díky datům, posbíraných ze senzorů teploty, pohybu, kvality vzduchu a údajů o čase a počasí se dokáže autonomně rozhodovat a snižuje tak počet úkonů vykonaných člověkem a nutných zásahů. Miniserver se instaluje na DIN lištu do domovního rozvaděče. Disponuje RJ-45 konektorem pro připojení k síti, 8 digitálními vstupy (24 V DC), 4 analogovými vstupy (0-10 V), 8 digitálními výstupy. Dále je v Miniserveru integrováno Link rozhraní, pro připojení až 30 Extensionů a Tree rozhraní pro připojení až 50 Tree zařízení. Operační systém a konfigurační program domácnosti se nacházejí na vyjímatelné průmyslové SD kartě. [11]



Obr. 8: Loxone Miniserver [11]

Kromě standardního provedení pro drátovou komunikaci je dostupná varianta Compact a GO. Miniserver Compact, je kompaktní provedení miniservu, které se díky integrované technologii hodí pro kombinaci drátové a bezdrátové komunikace. Třetí varianta, Miniserver GO, je centrální jednotka pro bezdrátovou komunikaci.

3.3 Extension

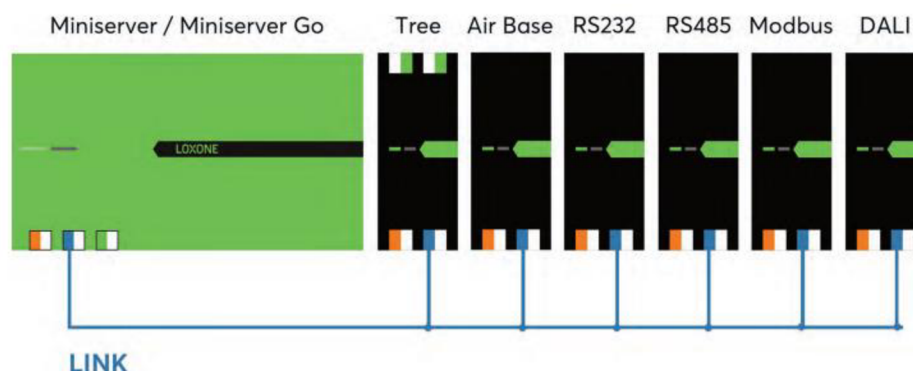
Jak již bylo zmíněno, Extension je modul pro rozšíření systému o další rozhraní. Spolu s Miniserverem je instalován v domovním rozvaděči. Jednotlivé Extensiony jsou k Miniserveru připojeny CAT 7 kabelem prostřednictvím rozhraní Link (viz obr. 9). Nejdůležitějšími moduly jsou Tree Extension, Air Base Extension a Relay Extension.

Tree Extension

Tento modul rozšiřuje celý systém o další 2 větve Tree rozhraní. Na každou z nich lze připojit 50 Tree zařízení a maximální délka kabelu pro jednu větev je 500 metrů. Při zapojování nesmí dojít k propojení levé a pravé větve. V praxi se pak využívá několik takových Extensionů a například pro každé patro v domě jedna větev. [11]

Air Base Extension

Modul rozšiřuje systém o bezdrátovou komunikaci Loxone Air. K jednomu modulu lze připojit až 128 Air zařízení. Každé takové zařízení slouží v bezdrátovém systému zároveň jako opakovač a zvyšuje dosah bezdrátové komunikace. Nevýhodou komunikace přes opakovače je časové zpoždění. Proto pokud zařízení komunikuje přes více než dva opakovače, doporučuje se přidat další Extension. [11]



Obr. 9: Schéma zapojení Extensionů a Miniserveru [10]

Relay Extension

Modul rozšiřuje systém o 14 relé s maximálním zatížením 16 A při 250 V AC pro spínání osvětlení, topení, nebo žaluzií. Modul je osazen bezpečnostní pojistkou – při překročení teploty 87 °C modul vypne všechny výstupy, dokud teplota neklesne na 72 °C. [11]

Další Extensiony

Bez výše popsaných modulů, by spolu jednotlivé prvky systému nemohly komunikovat a inteligentní domácnost by nefungovala. Dalo by se říct, že jde o základní rozšíření, bez kterých se neobejde žádná instalace. Existuje řada dalších rozšíření, která budou popsána na dalších stránkách této práce.

3.4 Ovládání systému

Způsob, jakým lze ovládat inteligentní domácnost, je klíčovým pro celý systém. Aby inteligentní domácnost zvyšovala pohodlí uživatele, musí být ovládání jednoduché a intuitivní. Systém Loxone lze kromě tlačítek, chytrého telefonu nebo tabletu, ovládat také pohybovými senzory.

Touch Tree

Tlačítko Touch Tree je programovatelný vypínač, který disponuje pěti dotykovými body pro ovládání osvětlení, stínění a audia. Loxone zavádí tzv. tlačítkový standart, kdy lze ovládání prostřednictvím jednotlivých dotykových bodů ještě rozšířit podle počtu stisknutí. Jedním stisknutím lze zapnout osvětlení, vytáhnout nebo zatáhnout rolety a ovládat hlasitost audia. Dvojitým stiskem lze osvětlení vypínat, nebo měnit zdroj audia. Trojstisk potom slouží pro aktivaci speciálních režimů (noční režim nebo aktivace alarmu při odchodu z domu). Tlačítko disponuje zvukovou odezvou a je vybaveno senzorem teploty a vlhkosti. [11]



Obr. 10: Tlačítko Touch Tree a jeho dotykové body [11]

Další varianty tlačítek jsou Touch Pure s integrovaným CO2 senzorem nebo Touch Pure Flex – individuálně konfigurovatelné tlačítko s 12 dotykovými body a maticovým LED displejem pro zobrazení důležitých hodnot a stavů. [11]

Loxone App

Prostřednictvím aplikace Loxone App lze systém ovládat mobilním telefonem, počítačem, tabletem nebo třeba s pomocí chytrých hodinek. Díky aplikaci má uživatel aktuální přehled o své domácnosti, i když se nachází na jiném místě a může do systému kdykoliv zasáhnout. Prostřednictvím aplikace lze sledovat aktuální stav senzorů a bezpečnostních zařízení. Aplikace uživatele informuje v případě poplachu a ukáže, o jakou hrozbu se jedná. V aplikaci lze měnit teplotu v místnosti, stínění nebo barevné nálady bez nutného zásahu do konfiguračního programu. [11]

3.5 Osvětlení

Osvětlení je důležitým prvkem domácí automatizace. Kromě toho že vytváří atmosféru domova, má správná intenzita a barva osvětlení vliv na zdraví a náladu člověka. Správná automatizace osvětlení také efektivně využívá elektrickou energii a je šetrnější k životnímu prostředí. Systém Loxone nabízí rozmanitý způsob automatizace osvětlení a jeho ovládání. Kromě ovládání osvětlení prostřednictvím tlačítka, zavádí ovládání pomocí pohybového senzoru. Pokud senzor v místnosti zaznamená pohyb, světla se automaticky rozsvítí. Kromě pohybu reaguje systém osvětlení také na přítomnost a hluk. Při opuštění místnosti, systém automaticky vypne osvětlení. Barva osvětlení ovlivňuje také produktivitu. Prostřednictvím RGBW osvětlení lze dosáhnout správné kombinace barev světla pro práci, nebo relaxaci. Regulace intenzity osvětlení je užitečné především v nočním režimu. Při aktivaci nočního režimu, systém spoléhá na detekci pohybu a zapíná pouze tlumené světlo, které umožní pohodlný pohyb po domě, aniž by vzbudil ostatní členy domácnosti. V nočním režimu může osvětlení, třeba blikáním, sloužit jako tichý domovní zvonek. Díky Extensionům lze do systému integrovat osvětlení s různým rozhraním (DALI, DMX a další). Níže budou popsány některé Loxone prvky pro osvětlení. [12]

Dimmer Extension je rozšiřující modul pro stmívání osvětlení. Díky tomuhle modulu lze stmívat jakákoliv běžná světla prostřednictvím 4 univerzálních stmívatelných kanálů. Dimmer dále obsahuje 8 digitálních vstupů pro připojení tlačítek. [11]

DMX Extension je rozšiřující modul pro inteligentní řízení LED světel s technologií DMX. DMX je protokol pro řízení dynamického barevného (RGB) a bílého osvětlení. Prostřednictvím jednoho modulu lze ovládat až 128 DMX kanálů. [11]

LED RGBW Tree je stmívatelné stropní světlo s integrovaným senzorem pohybu a jasu. Kromě klasické teplé a bílé barvy umožňuje barevné osvětlení. Senzor pohybu slouží zároveň jako prvek zabezpečení, v případě aktivace bezpečnostního systému. Samotné světlo tvoří 200 LED diod a jeho jas je srovnatelný s jasnem 130 W žárovky a hodí se do místností s rozlohou až 20 m². Stmívání je v porovnání s konvenčními stmívatelnými světly (DMX) jemnější a plynulejší. [11]

LED Spot RGBW Tree je stropní bodové stmívatelné světlo. Nabízí dva režimy osvětlení: difúzní (rozptýlené) barevné světlo s širokou škálou barev a přímé bílé osvětlení, které se hodí pro přesné osvětlení pracovní plochy. [11]

RGBW 24 V Dimmer je modul pro konfiguraci barevných scén LED RGBW osvětlení. Prostřednictvím tohoto modulu jsou ovládány výše zmíněná Loxone světla, nebo LED pásy. Pomocí modulu lze nastavovat intenzitu, barvu a sekvenci změny barev osvětlení. [11]

3.6 Stínění

Integrace stínící techniky (žaluzie, rolety, markýzy) do inteligentní domácnosti kromě zvýšení pohodlí také zefektivní systém vytápění a chlazení. V létě stínící technika zabrání přetopení, v zimě zase může maximálně využívat přirozené teplo ze slunce. Stínící techniku lze ovládat manuálně pomocí tlačítka, aplikace nebo ovládání zcela přenechat automatické. Ta může stínění ovládat na základě aktuální polohy slunce a teploty. Nakláněním roletových lamel umožní maximální chladící účinek, nebo propustnost světla, aniž by uživatele příliš oslňovalo. Stínění pracuje nepřetržitě celý den. Večer se stínění zatáhne pro navození soukromí a ideálních světelných podmínek pro kvalitní spánek, ráno stínící technika propouští světlo, aby bylo vstávání přirozenější. Systém dokáže správně manipulovat se stínící technikou i za nepříznivých podmínek (námraza, nebo silný vítr) aby nedošlo k jejímu poničení. [12]

Nano 2 Relay Tree je aktor pro ovládání stínící techniky. Je vybaven dvojicí 5A relé a podporuje automatickou detekci koncových poloh. Obsahuje 2 digitální výstupy, které lze ovládat nezávisle. Díky automatické detekci koncových poloh rozezná, kdy motor dojde na konec a systém pak vypočítá aktuální polohu stínění. Kromě stínící techniky lze tento aktor využít třeba pro spínání kotle. [11]

Meteostanice Tree je klíčový prvek pro sběr dat o aktuálním počasí a meteorologických podmínkách. Prostřednictvím meteostanice získává systém informace o rychlosti větru, teplotě, intenzitě slunečního světla a deště. Bouřky, silný vítr a vytvoření námrazy jsou nejčastějším důvodem poškození stínící techniky. Informace o teplotě a slunečním jasu přispívají ke správnému ovládání stínění a k maximálně efektivnímu využívání systému vytápění a chlazení. [11]

Dále bude uveden příklad scénáře, podle kterého může systém stínění v inteligentní domácnosti pracovat. Ráno se žaluzie pomalu otevírají a vpouští do domu světlo. Spolu se systémem osvětlení a multimédií zajišťují přirozené a příjemné vstávání. Dopoledne jsou žaluzie vytažené a dům využívá sluneční energii ke svému vytápění. Pokud hrozí přehřátí některého pokoje, systém jej automaticky zastíní. Odpoledne se v okolí domu zhorší povětrnostní podmínky. Systém na základě údajů z meteostanice situaci vyhodnotí a v případě potřeby vytáhne žaluzie do bezpečné polohy, aby nedošlo k jejich poničení. Večer systém stínění spolupracuje se systémem osvětlení a s jeho rozsvícením, dům zatáhne žaluzie pro maximální soukromí a ideální podmínky ke spánku. [11]

3.7 Vytápění a vnitřní klima

Vytápění a udržování komfortního klimatu v domácnosti jsou jedny z největších spotřebitelů energie. Vnitřní klima má zásadní vliv na celkový pocit komfortu. Integrací tepelného zdroje do inteligentního systému dochází k maximální efektivitě využívání energie a současné zachování ideálního klimatu v domácnosti. Prostřednictvím zónové regulace zajistí systém Loxone ideální teplotní podmínky v každé místnosti. Díky sensorům teploty integrovaných do tlačítek, není potřeba mít v každé místnosti termostat. Systém regulace teploty se neustále učí a přizpůsobuje se zvykům uživatele. Díky schopnosti učení se, systém sám vyhodnotí vnitřní a vnější podmínky a na základě předchozích zkušeností spouští vytápění tak, aby v místnosti byla vždy požadovaná teplota. Systém se postará o vytápění, i když je domácnost delší dobu opuštěná. S ohledem na minimální spotřebu energie udržuje optimální vnitřní klima tak, aby nedošlo k tvoření plísní nebo třeba k zamrznutí objektu. Tomu výrazně napomáhá inteligentní systém vzduchotechniky. Systém rekuperace (řízené větrání) zajistí čerstvý vzduch v domácnosti s minimální ztrátou tepla. S dosažením optimální teploty v domácnosti úzce souvisí systém stínící techniky a spolupráce topení a chlazení. [12]

Hlavice Tree je termostatická hlavice určená pro regulaci teploty v domácnosti. Kromě vytápění se hodí k regulaci chlazení a řízení větrání. Hlavici lze instalovat na radiátory nebo připojit v rozvaděči topení. [11]

Comfort Tree je senzor pro měření vlhkosti a hladiny CO₂ v místnosti. Aktuálně je již tento senzor plně nahraditelný tlačítkem Touch Pure, které ušetří místo na zdi a je cenově výhodnější. [11]

Modbus Extension rozšiřuje systém o rozhraní Modbus. Využívá se především pro čtení impulzů z čítačů pro plyn nebo elektřinu. Prostřednictvím tohoto rozšíření získává systém užitečná data pro inteligentní řízení spotřeby energie. [11]

RS485 Extension rozšiřuje systém o rozhraní RS485 pro přenos dat, které umožňuje do systému integrovat ventilační systémy, klimatizaci a jiné systémy s tímto rozhraním. [11]

3.8 Přístup a zabezpečení

Systémové zabezpečení chrání domácnost před jejím poničením, vloupáním do objektu a případné újmě na zdraví. Kromě detektorů kouře je v každém tlačítku integrován teplotní senzor. Tato kombinace je skvěle připravená na detekci požáru při jeho vzniku. Pokud je do systému připojena rekuperace, dojde k jejímu vypnutí, aby nedocházelo k šíření kouře. Záplavové senzory detekují únik vody a systém uzavře její přívod, aby nedošlo k vytopení domácnosti. Díky funkci Panika může uživatel kdykoliv spustit alarm pomocí stisknutí tlačítka. Senzory pohybu a okenní a dveřní kontakty reagují na nepovolené narušení. Objekt lze rozdělit do několika poplachových zón. Díky tomu lze například v noci plně zabezpečit pouze přízemí a pohodlně se pohybovat po horním patře, aniž by byl spuštěn alarm. Pokud je při detekci hrozby uživatel mimo svůj dům, systém ho upozorní prostřednictvím mobilní aplikace nebo telefonátem, díky funkci Loxone Caller. V inteligentním domě Loxone je zabezpečovací systém aktivován prostřednictvím funkce Opuštění domu: tlačítkem v místnosti s vchodem, ovladačem nebo v aplikaci. Bezpečnostní systém disponuje třemi stupni alarmu. První stupeň – tichý alarm prostřednictvím notifikace v aplikaci upozorní na možné nebezpečí. Druhý stupeň spustí akustický alarm v celém objektu. Třetí stupeň – optický alarm dá o nebezpečí vědět prostřednictvím vyjetí stínící techniky do horní polohy a blikání světel. V porovnání s konvenčním zabezpečením, kdy se při detekci hrozby spustí alarm, Loxone systém aktivuje celý dům. [12]

Okenní a dveřní kontakt, záplavový senzor, detektor kouře a alarmovou sirénu vyrábí Loxone pouze v bezdrátové variantě. S bezpečností souvisí také přístup do objektu. Díky NFC Code Touch a Intercomu je přístup jednoduchý a bezpečný zároveň.

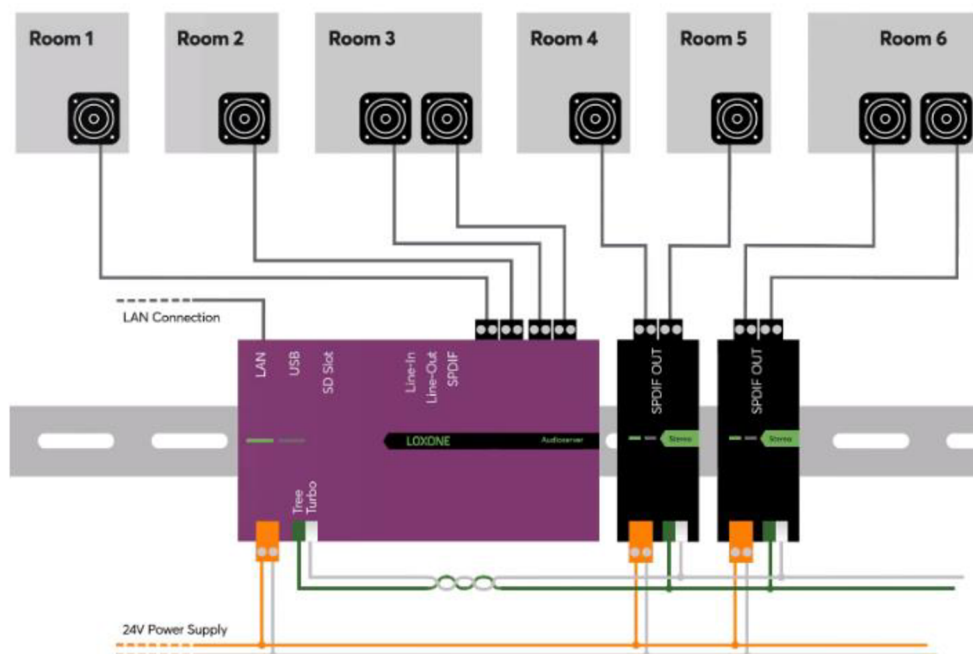
NFC Code Touch Tree je zařízení pro řešení bezpečného přístupu. NFC Code Touch je vybaven číselníkem pro zadávání přístupových kódů. V systému lze vytvořit libovolný počet takových kódů (například pro každého člena domácnosti) a nastavit jim funkci, nejen pro otevírání hlavního vchodu. Zařízení nabízí možnost časově omezených nebo jednorázových kódů. Kromě číselníku obsahuje zařízení také tlačítko domovního zvonku, čtečku šifrovaných NFC tagů výhradně od Loxone a stavové LED diody. Tlačítka na zařízení jsou vybavena nočním podsvícením. [11]

Intercom je přístupový prvek vybavený HD kamerou se 120° objektivem, kamerou a mikrofonom. Díky funkci Videovrátný lze prostřednictvím Loxone aplikace v chytrém telefonu pouštět do objektu návštěvy, i když nikdo není doma. [11]

3.9 Multimédia a zábava

Kromě zábavy a relaxace plní v inteligentní domácnosti multimédia i další funkce. Domácí audiosystém tak může například plnit funkci akustického alarmu v požadovaných poplachových zónách. Dále může sloužit jako budík nebo inteligentní zvonek, který může být v některých místnostech v určitou dobu odpojen. Díky převodu textu na řeč může inteligentní audiosystém v domácnosti upozorňovat obyvatele na některé události, například upozorní, že doprала pračka. Tato funkce je velmi užitečná v oblasti asistovaného bydlení. Díky Loxone Audioserveru a funkci Multiroom audio si uživatel může v jednotlivých místnostech pustit různou nebo stejnou hudbu. Kromě mobilní aplikace může být hudba ovládána tlačítkem nebo pohybových senzorů. Domácí audiosystém může také sloužit jako domovní zvonek, nebo třeba budík. [12]

Audioserver je základem audiosystému v domácnosti. Tato jednotka obsahuje 4 výstupy zesilovače pro připojení pasivních reproduktorů a Tree Turbo rozhraní pro připojení maximálně 10 Stereo Extensionů (viz obr. 11), které takto umožňují rozšířit systém o dalších 20 výstupů zesilovače. Audioserver podporuje spoustu hudebních formátů (MP3, FLAC, WMA a další) a umožňuje přehrávat hudbu ze sítě prostřednictvím mobilní aplikace, z USB média nebo SD karty. Audioserver podporuje technologie zrcadlení Spotify Connect a Apple AirPlay2. Instaluje se na DIN lištu do rozvaděče a s Miniserverem komunikuje prostřednictvím LAN kabelu. [11]



Obr. 11: Schéma připojení Audioserveru a Stereo Extensionu k jednotlivým místnostem [11]

3.10 Software a programování Loxone

Loxone Config je bezplatný software pro konfiguraci funkcí systému pro inteligentní domácnost. Mezi výrobci systémů pro automatizaci domácností, patří software od Loxone k těm nejpřívětivějším. Loxone Config obsahuje více než 100 předpřipravených funkčních bloků, které pokrývají veškeré funkce pro inteligentní domácnost: inteligentní automatické stínění a osvětlení, zónové řízení topení, ovládání multimédií a další. Software je pravidelně aktualizován a díky otevřené knihovně Loxone Library lze do systému prostřednictvím šablon a pluginů integrovat různé produkty třetích stran. Aby bylo samotné naprogramování funkcí systému inteligentní domácnosti jednoduché, rychlé a efektivní, nabízí se softwarová funkce Auto Config, která automaticky nakonfiguruje důležité funkce systému a vytvoří tak základní konfiguraci systému inteligentní domácnosti: ovládání osvětlení, automatizace stínící techniky, multimédia a vytápění. Dále se vytvoří základní zabezpečovací funkce jako ochrana proti bouři, požáru či úniku vody a alarm. Funkce také automaticky vytvoří vizualizaci pro chytrý telefon nebo tablet. Pro takovou automatickou konfiguraci je klíčové správné přiřazení jednotlivých prvků systému podle typu místnosti, ve které je daný prvek instalován. Systém Loxone rozlišuje tři typy místností: spánková, průchozí a obývací místnost. [11]

Spánková místnost

Typicky ložnice, nebo dětský pokoj. Auto Config se postará o vytvoření modulu budíku a propojí ho s ovládáním osvětlení a stínění. Dále vytvoří funkci nočního režimu, která po aktivaci v případě potřeby zajistí tlumené noční světlo. Stínící technika spojená s modulem budíku zajistí přirozené světlo při probuzení, a naopak tmu pro kvalitní spánek. Také se nastaví časy vytápění a komfortní teplota. [10]

Průchozí místnost

V místnostech jako je chodba nebo schodiště je potřeba podstatně kratší doba detekce pohybu. Pokud je v takové místnosti tlačítko, dojde k vytvoření funkce Opustit dům, která aktivuje bezpečnostní systém domu. [10]

Obývací místnost

V místnostech, kde se zdržují lidé, funkce nastaví optimální čas přítomnostního senzoru, vytápění a komfortní pokojovou teplotu. [10]

Tuhle základní konfiguraci systému lze dále rozšiřovat o užitečné funkce podle individuálních preferencí uživatele. Do programu domácnosti lze kdykoliv zasáhnout a nakonfigurovat si ho podle aktuálních požadavků. Pro správné odladění programu ještě před spuštěním slouží simulační režim Live View. Pomocí tohoto režimu lze otestovat konfiguraci a odstranit nedostatky ještě před nahráním programu na Miniserver. [11]

4 VYTVOŘENÍ PROJEKTU A JEHO REALIZACE

Cílem praktické části bylo vytvoření projektové dokumentace systému inteligentní domácnosti Loxone a následná realizace tohoto systému rodinného domu v obci Říčany u Prahy na ulici Olivova (viz obr. 12). Dům má zastavěnou plochu 85 m² a tři podlaží: suterén (1PP), přízemí (1NP) a první patro (2NP). Mým úkolem v tomto projektu byla, kromě vytvoření projektové dokumentace, konfigurace základních funkcí systému osvětlení a stínění.

Suterén

V suterénu je situován jeden vchod do domu, hospodářská místnost, ve které je umístěn hlavní domovní rozvaděč (RD), technická místnost, ve které je umístěn rozvaděč pro technologie Loxone (RLOX), jednotka rekuperace a vnitřní jednotka tepelného čerpadla, WC, chodba a schodiště do přízemí.

Přízemí

V přízemí je situován hlavní vchod do domu, zádveří, společenská místnost (obývací pokoj a kuchyně), hostinský pokoj (garsonka) se samostatnou koupelnou, ložnice se samostatnou koupelnou a schodiště do prvního patra.

První patro

V prvním patře se nachází chodba, čtyři dětské pokoje, koupelna a schodiště do pracovny.



Obr. 12: Fotografie popisovaného domu (vlastní fotografie)

Projektová dokumentace

V příloze č. 1 je obsažena projektová dokumentace výše popsaného projektu. Dokumentace sestává z těchto částí:

- Světelné rozvody
- Zásuvkové rozvody
- Rozvody Loxone Tree technologie
- Vývody technologií
- Datové zásuvky
- Konfigurační program domácnosti

4.1 Řešení realizace

V této kapitole bude popsáno, jakým způsobem byly realizovány jednotlivé oblasti inteligentní domácnosti, tj. osvětlení, vnitřní klima a stínění. Kromě technického řešení automatizace celého domu, bude popsána konfigurace jednotlivých oblastí prostřednictvím souvisejících funkčních bloků z programu domácnosti. Pozornost bude věnována především naprogramované konfiguraci systému osvětlení a stínění. Bezpečnostní systém projektu bude popsán okrajově, protože není součástí systému inteligentní domácnosti Loxone.

Použité Loxone prvky

Hardware pro řízení systému umístěný v rozvaděči v technické místnosti se skládá z:

- Miniserver
- Relay Extension
- Tree Extension
- RS485 Extension
- RGBW 24V Dimmer
- Nano 2 Relay

Kromě těchto prvků jsou v rozvaděči instalovány zdroje napětí pro tyto prvky. Použité prvky byly podrobně popsány v kapitole č. 3.

Všechny Loxone prvky (včetně počtu) jsou rozepsány v tabulce na obrázku č. 13. Dále je na obrázku vidět cena každého prvku a celková cena celého systému.

Seznam produktů

Ks	Č. p.	Popis	Cena za kus (netto)		Celkem
1	100011	RS485 Extension	Kč	4 635,84	Kč 4 635,84
2	100038	Relay Extension	Kč	8 448,00	Kč 16 896,00
1	100218	Tree Extension	Kč	2 724,48	Kč 2 724,48
21	100221	Touch Tree bílá	Kč	2 280,96	Kč 47 900,16
19	100225	Hlavice Tree	Kč	2 122,56	Kč 40 328,64
1	100239	RGBW 24V Dimmer Tree	Kč	1 974,72	Kč 1 974,72
1	100246	Meteostanice Tree	Kč	12 809,30	Kč 12 809,30
8	100276	Komfortní senzor Tree bílá	Kč	6 177,60	Kč 49 420,80
18	100288	Stropní LED světlo RGBW Tree bílá	Kč	7 592,64	Kč 136 667,52
7	100330	LED Spot RGBW Tree bílá	Kč	2 133,12	Kč 14 931,84
1	100335	Miniserver	Kč	16 399,70	Kč 16 399,70
12	100395	Nano 2 Relay Tree	Kč	2 407,68	Kč 28 892,16
2	100422	Senzor přítomnosti Tree bílá	Kč	2 460,48	Kč 4 920,96
Celkem bez DPH			Kč		378 502,12
+ DPH			21%	Kč	79 485,45
Celkem s DPH			Kč		457 987,57

Obr. 13: Tabulka použitých Loxone prvků

Z tabulky je zřejmé, že nejdražšími položkami, na kterých by se dalo ušetřit jsou stropní světla (LED RGBW Tree) s integrovaným senzorem pohybu a Komfortní (CO₂) senzor. Právě komfortní senzory lze již dnes nahradit tlačítky Touch Pure s integrovaným CO₂ senzorem. Originální světla lze nahradit např. vhodnými světly od jiných výrobců v kombinaci se samostatným pohybovým senzorem.

4.2 Zásuvky

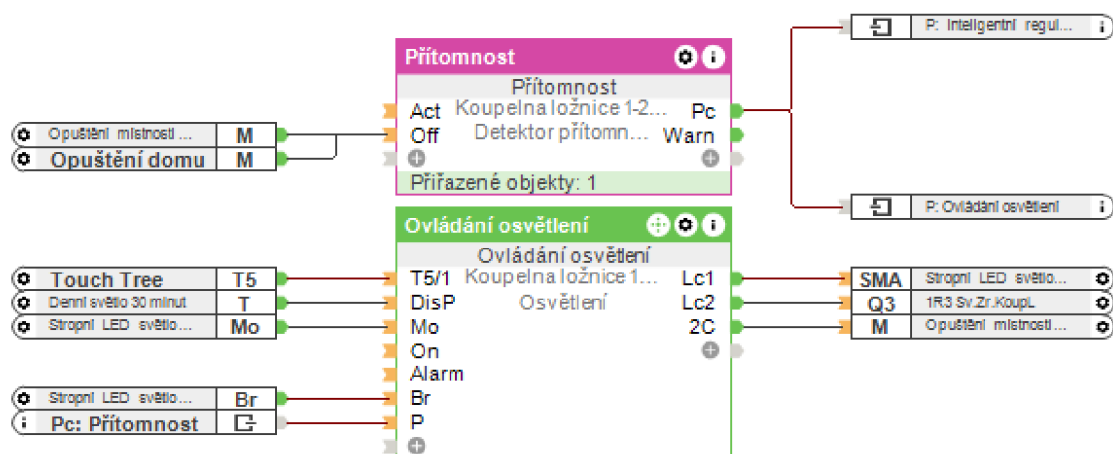
Zásuvkové rozvody byly realizovány stejným způsobem, jako při klasické elektroinstalaci. Pro zásuvkové okruhy byly použity kabely CYKY 3×2.5. Do každé koupelny je přivedena zásuvka pro elektrický topný žebřík, spínaná prostřednictvím ovládacího stykače. Kromě koupelny je stykačem ovládaný také zásuvkový okruh pro kuchyňskou linku.

Slaboproudé zásuvky – internet, resp. televizní signál byly po domě rozvedeny prostřednictvím kabelu UTP CAT 6, resp. koaxiálním kabelem.

4.3 Osvětlení

Hlavní osvětlení celého domu je řešeno prostřednictvím spínání Relay Extensionu od pohybových čidel integrovaných ve stropním světle Loxone LED RGBW TREE a tlačítek Loxone Touch Tree u vstupů do jednotlivých místností. Světla jsou připojena prostřednictvím ovládacího kabelu YSLY 5x1, z důvodu možnosti připojení i jiného než Loxone světla. Schodiště je osazeno orientačním osvětlením s 12 V DC napájením a na začátku každého patra jedním Loxone LED RGBW TREE světlem. Do tlačítek Touch Tree je prostřednictvím Tree kabelu a UTP CAT 7 přivedena sběrnice z Miniserveru a dále se větví a propojuje jednotlivé prvky v místnostech.

Dále bude popsán konfigurační program pro osvětlení koupelny. Do konfigurace osvětlení vstupují dva funkční bloky: Přítomnost a Ovládání osvětlení. Na levé straně funkčního bloku se nacházejí vstupy, na pravé straně výstupy. Na jednotlivé vstupy a výstupy se přiřazují reference. Reference jsou události, funkce a zařízení.

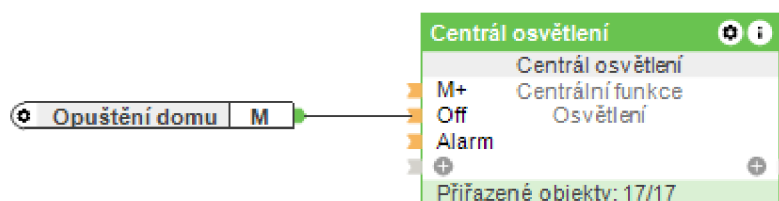


Obr. 14: Konfigurace osvětlení v koupelně (vlastní zdroje)

Funkční blok Přítomnost v sobě kombinuje zařízení (senzor pohybu a tlačítka) a logiky, které indikují přítomnost v místnosti. Každé kliknutí na tlačítko, nebo pohyb detekovaný senzorem aktivuje a prodlouží dobu přítomnosti. Přiřazení referencí *Opuštění domu* a *Opuštění místnosti* na vstupu (Off) uzamkne funkční blok. Na kombinovaný výstup přítomnosti (Pc) je kromě *Ovládání osvětlení* přiřazena reference funkčního bloku *Inteligentní regulace pokojové teploty*, pro který je blok přítomnosti také využit. Výstup (Pc) lze k funkčnímu bloku připojit přímo, nebo při jeho využití ve více blocích (náš případ) prostřednictvím příslušných referencí.

Funkční blok Ovládání osvětlení slouží ke konfiguraci osvětlení dané místnosti. Na vstup (T5/1) je připojeno tlačítko Touch Tree. Při jednom kliknutí na tlačítko se světlo zapne, při dvojkliku dojde k vypnutí osvětlení a vyslání impulsu na výstup (2C). Na vstupu (Mo) je připojen senzor pohybu integrovaný ve světle. Denní světlo 30 min na vstupu (DisP) vypne vstupy (P) a (Mo). V praxi to znamená, že v časovém intervalu 30 minut od východu slunce a 30 minut do západu slunce bude možné osvětlení v koupelně ovládat pouze prostřednictvím tlačítka Touch. Na vstup (P) je přivedena reference funkčního bloku Přítomnost. Na výstupy (Lc1) a (Lc2) jsou připojena světla v místnosti. Na vstup (Br) je přiveden senzor jasu integrovaný ve stropním světle. Pokud je jas v místnosti vyšší než 30 luxů, dojde k vypnutí řízení světla pomocí pohybu a přítomnosti.

Při konfiguraci osvětlení hraje důležitou roli správné nastavení parametrů funkčního bloku, zejména časových parametrů (Met) a (Moet). Časová hodnota parametru (Met) udává, za jakou dobu dojde k vypnutí osvětlení. Parametr (Moet) při zachycení pohybu prodlužuje časovou hodnotu parametru (Met).



Obr. 15: Funkční blok Centrál osvětlení (vlastní zdroje)

Jednotlivé funkční bloky osvětlení v celém domě jsou ovládány prostřednictvím funkčního bloku *Centrál osvětlení*, který se při opuštění domu postará o jejich vypnutí.

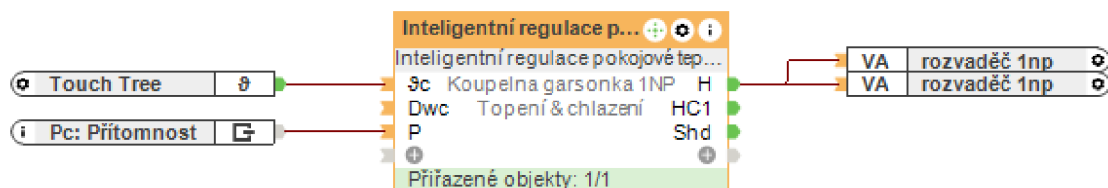
V místnostech, kde se spí je navíc nastavena centrální funkce Noční režim, která po aktivaci trojným kliknutím na Touch v dané místnosti deaktivuje senzory pohybu a spíná světla se sníženým jasem.

4.4 Vnitřní klima

Vytápění

Vytápění domu je řešeno podlahovým vodovodním topením ve spolupráci s tepelným čerpadlem (vzduch-voda). V jednotlivých koupelnách jsou instalovány elektrické topné žebříky, které jsou však ovládány mimo systém prostřednictvím ovládacích stykačů. K regulaci teplot v jednotlivých místnostech jsou v každém patře do rozvaděče topení umístěny termostatické hlavice Tree, které jsou k systému Loxone připojeny pomocí UTP CAT 7 kabelu. K řízení teploty slouží také integrovaný teplotní senzor v tlačítku Touch Tree.

Na obrázku č. 16 je ukázka konfigurace vytápění prostřednictvím termostatických hlavíc.



Obr. 16: Konfigurace teploty v koupelně (vlastní zdroje)

Funkční blok Inteligentní regulace teploty udržuje nastavenou komfortní teplotu v místnosti a automaticky přepíná mezi topením a chlazením. Aktuální teplota v místnosti snímaná senzorem teploty integrovaným v tlačítku Touch je připojena na vstup (9c). Reference bloku *Přítomnost* na vstupu (P) prodlouží časový parametr (Pet) pro udržování komfortní teploty, pokud je blok aktivní. Vstup (Dwc) umožňuje funkčnímu bloku reagovat na otevřená okna, pokud je instalovaný okenní kontakt. Na výstup (H) – topení, jsou připojeny termostatické hlavice pro danou místnost. Prostřednictvím výstupů (HC1), resp. (Shd) lze k bloku regulace připojit chlazení, resp. automatické stínění pro podporu chlazení. V tomto případě samotný blok nijak neovlivňuje zdroj vytápění, pouze reguluje vytápění prostřednictvím termostatických hlavíc. Parametr komfortní teploty pro koupelnu je nastaven na hodnotu 22.5 °C.

Po ukončení udržování komfortní teploty v místnosti, blok pro úsporu energie udržuje tzv. Eco teplotu, která je nižší, resp. vyšší pro vytápění, resp. pro chlazení.

Po připojení tepelného čerpadla do systému, budou jednotlivé bloky regulace teplot ovládány funkčním blokem *Ovládání klimatu*. Tento blok ovládá zdroje vytápění a chlazení na základě různých parametrů, např. dle aktuální ceny energií.

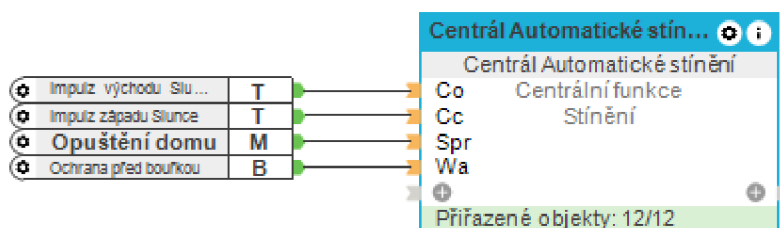
Rekuperace

Do systému je prostřednictvím TCP/IP protokolu domácí síť integrována také rekuperační jednotka Jablotron Futura. Každá obytná místnost je kromě tlačítka vybavena CO2 senzorem Tree Comfort. V závislosti na hladině oxidu uhličitého, pak systém prostřednictvím regulačních klapek na vzduchotechnickém potrubí reguluje množství odvedeného a přivedeného vzduchu do jednotlivých místností. Podrobná konfigurace systému rekuperace je obsažena v příloze č. 1.

Stínění

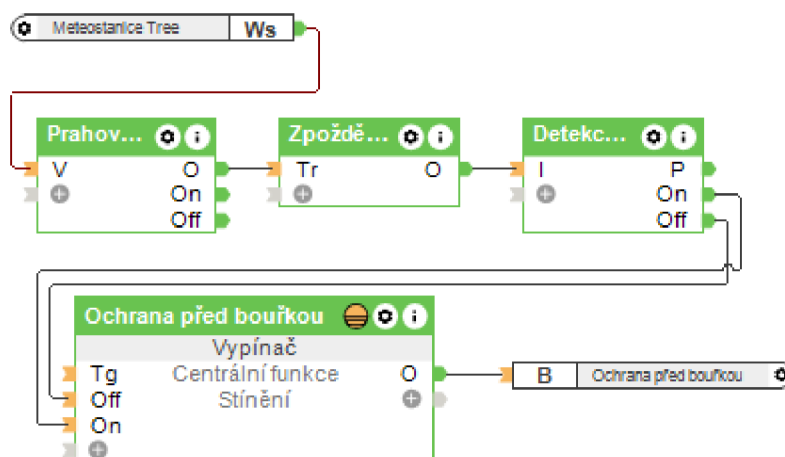
V domě je instalováno 12 venkovních žaluzií na oknech a dveřích, které lze ovládat tlačítkem v příslušné místnosti, chytrým telefonem nebo jejich ovládání ponechat v ruce automaty. Meteostanice instalovaná na střeše domu, předává do systému řízení užitečné informace. Motor žaluzií je ovládán prostřednictvím Nano 2 Relay aktorů umístěných v rozvaděči. Žaluzie jsou nakonfigurovány, aby se při východu slunce vytáhly a při západu zase zatáhly.

K ovládání všech prvků stínící techniky v domě slouží **funkční blok Centrál Automatické stínění** (viz obr. č. 17).



Obr. 17: Funkční blok Centrál Automatické stínění

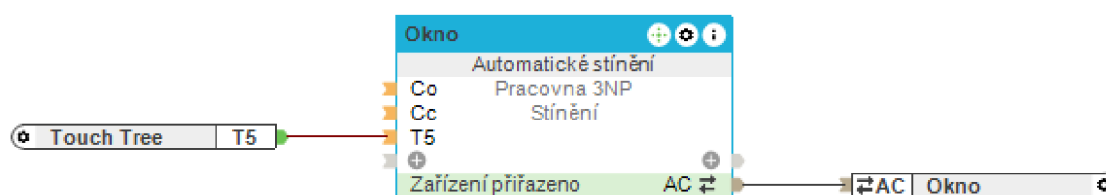
Reference na vstupu (Co) zajistí vytažení stínění při východu slunce, reference na vstupu (Cc) zajistí zatažení stínění při západu slunce. Východ a západ slunce se v tomto případě počítá v Miniserveru podle geografické polohy domu. Reference Opuštění domu na vstupu (Spr) nastaví stínící techniku zpět do automatického režimu řízeného podle polohy slunce. Vstup (Wa) nastaví stínící techniku v celém domě do bezpečné polohy a uzamkne blok. Tato funkce je využita při ochraně stínící techniky před poškozením silným větrem (před bouřkou).



Obr. 18: Konfigurace funkce Ochrana před bouřkou

Meteostanice odesílá aktuální rychlost větru do bloku *Prahový přepínač* na vstup (V). Pokud je hodnota rychlosti větru v rozmezí nastavených hodnot přepínače, je vyslán digitální signál na vstup (Tr) funkčního bloku *Zpoždění zapnutí*. Pokud nedojde do uplynutí doby zpožděvače zapnutí ke změně rychlosti větru, je signál poslán do funkčního bloku *Detekce hran*, který podle signálu 1, resp. 0 zapne, resp. vypne vypínač *Ochrana před bouřkou*, který je pomocí reference připojen na vstup bloku *Centrála automatického stínění* (viz obr. 17).

Stínící technika v jednotlivých místnostech je řízena pomocí funkčních bloků *Automatické stínění* (viz obr. 19), které jsou podskupinou funkčního bloku *Centrála Automatické stínění* na obrázku č. 17.



Obr. 19: Funkční blok Automatické stínění

Funkční blok Automatické stínění je na vstupu (T5) aktivován tlačítkem Touch. Podle dotykové plochy na tlačítku (dle tlačítkového standartu) je dostupná funkce úplného otevření, nebo zavření stínící techniky prostřednictvím inteligentního API konektoru na výstupu. API konektor prostřednictvím API rozhraní odesílá signál na Nano Relay Tree, který spíná otevírání a zavírání stínící techniky.

4.5 Zabezpečení

Pro zabezpečení objektu byl zvolen systém Jablotron JA-100. Okna jsou zabezpečena magnetickými kontakty. V domě jsou dále vhodně rozmístěna pohybová čidla a stropní detektory kouře. Ovládání bezpečnostního systému je umožněno prostřednictvím klávesnice u vstupních dveří, dálkového ovladače nebo vzdáleného přístupu. Pro budoucí možnou integraci do Loxone systému je v rozvaděči připraven RS485 Extension. Zabezpečovací systém Jablotron lze do konfigurace systému Loxone implementovat prostřednictvím funkčních bloků a vazeb z Loxone Library.

5 ZÁVĚR

Práce pojednává o popisu, návrhu a realizaci systému inteligentní domácnosti. V úvodu práce byl v souvislosti s chytrou domácností vymezen pojem inteligentní domácnost, její fungování v kontextu domovní elektroinstalace a historický vývoj. Dále byly systémy rozděleny podle připojení, popsány základní komunikační protokoly a stručnou rešerší byly představeny a srovnány možnosti systémů pro inteligentní domácnost dostupné na našem trhu. Prostřednictvím systému Loxone byla detailně popsána kompletní automatizace jednotlivých oblastí domácnosti: osvětlení, stínění, vytápění a vnitřní klima, zabezpečení, multimédia, ovládání systému a jeho naprogramování. Kromě toho byly představeny i jednotlivé hardwarové prvky tohoto systému a využívané technologie.

Hlavním cílem této práce byl návrh a realizace projektu inteligentní domácnosti pomocí systému Loxone a následné naprogramování vybraných oblastí. V práci byl představen reálný projekt inteligentní domácnosti a jeho návrh prostřednictvím související projektové dokumentace, která je obsažena v příloze č. 1. Byla provedena cenová kalkulace jednotlivých prvků systému a byly navrženy možné úpravy. Dále byly popsány jednotlivé oblasti projektu, do kterých byl systém inteligentní domácnosti implementován a jejich technické provedení. Prostřednictvím popisu částí konfiguračního programu pro jednotlivé oblasti projektu, byl vysvětlen způsob programování funkcí inteligentní domácnosti.

Systémy inteligentních domácností je dynamicky se rozvíjející téma, které nabízí spoustu zajímavých možností zpracování. Systém Loxone je na první pohled v souvislosti s konektivitou zařízení a systémů třetích stran poměrně uzavřený, což je jeho velký nedostatek. Díky softwaru Loxone Config a otevřené knihovně Loxone Library, však lze tento nedostatek stále více eliminovat a prostřednictvím vytváření nových bloků a funkcí integrovat do systému nová zařízení. Některé prvky v systému by se tak daly nahradit vhodnějšími po technické a ekonomické stránce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Chytrá domácnost a její vývoj. Slaboproudy.cz [online]. c2023 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://slaboproudy.cz/chytra-domacnost/>
- [2] The Definitive History Of Smart Home Devices. Smarthomepoint.com [online]. c2019–2023 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.smarthomepoint.com>
- [3] PRŮCHA, Jan, Chytré bydlení, inteligentní dům. Praha: InsightHome. 2012, [cit. 2023-05-26]. Dostupné na: <http://www.insighthome.eu/Chytre-bydleni/Chytre-bydleni.pdf>
- [4] House of Controversy: Technology: A new computer standard automates the TRON home with 1,000 microprocessors. Some American firms, however, are leery of Japanese intentions. Los Angeles Times [online]. c2023 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.latimes.com/archives/la-xpm-1990-07-02-fi-598-story.html>
- [5] Comparison of Home Automation Protocols – Which Protocol is Best?. Theiotpad.com [online]. c2022 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://theiotpad.com/home-automation-protocols/>
- [6] Understanding Smart Home Communication Protocols. Newegg.com [online]. c2000-2022 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.newegg.com/insider/understanding-smart-home-communication-protocols/>
- [7] Computer Network Topology: What It is and Types – javatpoint. Tutorials List – Javatpoint [online]. c2011-2021 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.javatpoint.com/computer-network-topologies>
- [8] Chytrý dům – Smart Home. Eaton.com [online]. c2023 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.eaton.com/cz/cs-cz/markets/residential/safe-smart-energy-efficient-homes/xcomfort/smart-home.html>
- [9] Inteligentní elektroinstalace • iNELS.cz. Inteligentní elektroinstalace • iNELS.cz [online]. c2023 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.inels.cz/domu>
- [10] Loxone Compendium. Loxone.com [online]. c2023 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: https://www.loxone.com/cscz/wp-content/uploads/sites/7/2022/10/Compendium_CZ.pdf
- [11] Profesionální chytrá domácnost i komerční objekt | Loxone. Loxone.com [online]. c2023 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/>
- [12] Řešení ovládání a automatizace domácnosti. Loxone.com [online]. c2023 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: https://www.loxone.com/cscz/wp-content/uploads/sites/7/2021/08/Loxone-domacnost-CZ_1_6_1_web-1.pdf
- [13] Monsanto House of the Future Opens at Disneyland. D23: The Official Disney Fan Club [online]. c2023 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://d23.com/this-day/monsanto-house-of-the-future-opens-at-disneyland-2/>
- [14] Key Benefits of KNX Automation for Commercial Buildings. BEMI Automation | BEMI Smart-Home [online]. c2022 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.bemi.fi/key-benefits-of-knx-automation-for-commercial-and-industrial-buildings/>

- [15] Chytrý dům EATON xComfort – Spínání a stmívání. Jsemchytrydum.cz [online]. c2023 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.jsemchytrydum.cz/funkce/spinani-a-stmivani>
- [16] Highlights 2022 News from iNELS & ELKO EP World. Elkoep.com [online]. c2023 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: https://www.elkoep.com/media/files/download/item/files-522/11_Highlights_2022.pdf
- [17] Miniserver – Inteligentné bývanie. Inteligentný dom – Inteligentné bývanie [online]. c2018 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://inteligentnebyvanie.com/produkt/miniserver/>

SEZNAM ZKRATEK

AC	Střídavé napětí
CO ₂	Oxid uhličitý
CYKY	Pevný silový kabel
DALI	Digitální komunikační protokol pro řízení osvětlení
DC	Stejnoseměrné napětí
DMX	Digitální komunikační protokol pro řízení LED osvětlení
FLAC	Otevřený bezztrátový zvukový kodek
HD	Rozlišení videa
LAN	Lokální počítačová síť
LED	Dioda emitující světlo
MP3	Ztrátový formát kódování audia
NFC	Rádiová bezdrátová komunikace na velmi krátkou vzdálenost
RGBW	Barevné osvětlení
RJ-45	Koncovka pro zapojení síťových kabelů
SD	Paměťové médium
USB	Univerzální sériová sběrnice
WMA	Zvukový kodek vyvinutý společností Microsoft
YSLY	Ovládací silový kabel

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 – Inteligentní elektroinstalace systému Loxone rodinného domu v Říčanech u Prahy

Výkresová část:

Půdorys 1.PP – Zásuvky, Světla, Technologie	1×A3
Půdorys 1.NP – Zásuvky, Světla, Technologie	1×A3
Půdorys 2.NP – Zásuvky, Světla, Technologie	1×A3
Půdorys 1.PP – Loxone Tree	1×A3
Půdorys 1.NP – Loxone Tree	1×A3
Půdorys 2.NP – Loxone Tree	1×A3
Půdorys 1.NP – Datové zásuvky	1×A3
Půdorys 2.NP – Datové zásuvky	1×A3

Programová část:

Loxone Config program	19×A3
-----------------------	-------