



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

Automatizace rodinných domů

Smart home systems

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Tomáš Koníček

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Miloš Hammer, CSc.

BRNO 2022

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automatizace a informatiky
Student: **Tomáš Koniček**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Aplikovaná informatika a řízení
Vedoucí práce: **doc. Ing. Miloš Hammer, CSc.**
Akademický rok: 2021/22

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:

Automatizace rodinných domů (smart home system)

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

V současné době se objevují nové řídicí systémy, ke kterým je možné připojit jakékoliv elektrické zařízení a poté je jednoduše ovládat pomocí dálkových ovladačů, dotykových panelů, tabletů či mobilních telefonů. Účelem je automatizovat a zjednodušit obsluhu instalovaných technologií rodinných domů na základě vzájemného propojení. Moderní řídicí systémy pohlídají spotřebu energií, bezpečnost domu a zajistí bezchybný chod domácností bez starostí a zbytečné námahy. Technologie jsou propojeny tak, aby byly jednoduše ovladatelné z domu či mimo něj. Lze tedy takto v rodinném domě ovládat světla, topení, klimatizaci, kamery, žaluzie, vrata, televizi, topení, alarm apod.

Cíle bakalářské práce:

Proveďte stručnou rešerši existujících řídicích systémů pro automatizaci budov.

Vyberte vhodný řídicí systém pro automatizaci rodinných domů a tento popište.

Uveďte reálný příklad řešení automatizace rodinného domu s vybraným řídicím systémem, tento příklad důkladně rozeberte z hlediska technického řešení a funkce. Pojedejte také o ekonomickém hledisku.

Formulujte vlastní doporučení pro využití popisované automatizace rodinných domů.

Seznam doporučené literatury:

GARLÍK, Bohumír. Technická zařízení budov-Elektrická instalace v budovách. 1. vydání. Praha: Česká technika-nakladatelství ČVUT Praha, 2017. 414 s. ISBN 978-80-01-06342-2.

DVOŘÁČEK, Karel. Elektrické instalace v bytové a občanské výstavbě. 7. aktualizované vydání. Pardubice IN-EL, spol. s r.o., 2019. 114 s. ISBN 978-80-87942-52-9.

VALEŠ, Miroslav. Inteligentní dům. 2. vydání. Brno: ERA vydavatelství, 2008. 124 s. ISBN 978-80-7386-137-3.

ABSTRAKT

V bakalářské práci byla řešena problematika chytrých domácností. Cílem bylo provést rešerši existujících systémů pro řízení chytrých domácností, obecně popsat jednotlivé části a funkce systému a vybrat jeden systém, rozebrat jeho komponenty, popsat funkčnost a možnosti zapojení a udělat návrh reálného řešení budovy. Pro tyto účely byl vybrán řídicí systém Crestron, používaný firmou Evenix s.r.o. Práce též okrajově pojednává o komunikačních protokolech běžně používaných v chytrých domácnostech dle platných standardů. V práci bylo zohledněno i ekonomické hledisko automatizace budov a porovnání cen mezi různými řídicími systémy, bylo vzneseno doporučení popsáního systému. Práce je zakončena závěrem.

ABSTRACT

The bachelor's thesis addressed the issue of smart home technology. The aim was to create researches of existing smart home control systems, generally describe the individual parts and their functions and choose one control system which will be described more in depth. We will also lay down a real situation draft of smart home application. The chosen system is american system Crestron. The thesis is also about a communication protocols ordinarily used in smart homes. At the end we will also discuss an economical viewpoint of smart homes followed by recommendation and conclusion.

KLÍČOVÁ SLOVA

chytrá domácnost, řídicí systém, automatizační prvky, komunikační protokoly, Crestron, Evenix s.r.o., uživatelské pohodlí, ekonomické zhodnocení

KEYWORDS

smart home, control system, automation element, communication protocols, Crestron, actuator, user comfort,



ÚSTAV AUTOMATIZACE
A INFORMATIKY



2022

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KONÍČEK, Tomáš. *Automatizace rodinných domů*, Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automatizace a informatiky, 2022, 48 s. Bakalářská práce. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Miloš Hammer, CSc.

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji panu doc. Ing. Miloši Hammerovi, CSc. za vedení při psaní bakalářské práce.
Poděkování také patří mé rodině a blízkým přátelům 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 20. 5. 2022

.....

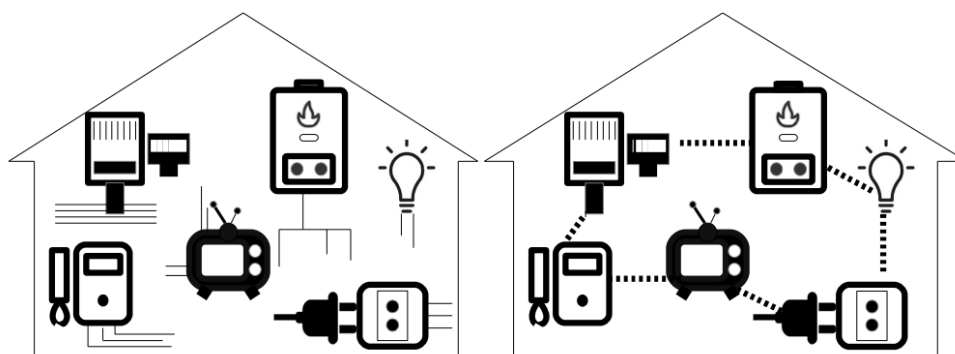
Tomáš Koníček

OBSAH

1	ÚVOD.....	13
2	PŘEHLED EXISTUJÍCÍCH ŘÍDICÍCH SYSTÉMŮ.....	15
2.1	Obečný popis	15
2.2	Základní hardwarové prvky	18
2.3	Popis vybraných řídicích systémů	22
2.4	Systém Loxone	22
2.5	Systém Crestron.....	23
2.6	Tuya	24
2.7	Systém Alexa (Amazon).....	24
2.8	Komunikační protokoly	25
3	POPIS A ROZBOR SYSTÉMU CRESTRON.....	27
4	REÁLNÝ PŘÍKLAD ŘEŠENÍ AUTOMATIZACE RODINNÉHO DOMU	31
5	EKONOMICKÉ HLEDISKO	37
6	DOPORUČENÍ.....	39
7	ZÁVĚR	41
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	43
9	SEZNAM ZKRATEK A OBRÁZKŮ	45
9.1	Seznam zkratek.....	45
9.2	Seznam obrázků.....	45

1 ÚVOD

Člověk běžně stráví velkou část svého života v budovách, ať už se jedná o domov, školní zařízení či pracovní prostředí. Každá z těchto budov byla navržena k plnění určitých požadavků a nároků člověka, a tudíž byla vybavená různými elektrickými spotřebiči a systémy, které pracují nezávisle na sobě a běžně jsou obsluhovány člověkem samostatně. Ve standardních situacích, jako třeba doma, nemůžeme používat ovladač k televizi k vypínání světel nebo vypínače světel k otevření garáže. A to z důvodu, protože každý tento systém funguje samostatně a není spojen komunikací s ostatními. Tuto skutečnost je ale možné změnit pomocí automatizační techniky, která dokáže propojit funkce rozdílných spotřebičů a dovolí uživateli do jisté míry řídit jejich funkci. Aplikací této techniky dokážeme více či méně udělat z účelových zařízení sofistikovanější a chytřejší systémy. Chytrá budova je tudíž tvořena spojením separátních elektrických systémů a instalací jako třeba klimatizací, meteostanic, vytápění, zabezpečovacích systémů v jeden větší nadsystém. Tato forma automatizace umožňuje uživateli pohodlněji ovládat systémy a přizpůsobovat je jeho požadavkům, což ve výsledku zvyšuje uživatelské pohodlí, ale také bezpečnost a v určitých aplikacích i ekonomickou hospodárnost. Tyto systémy nazýváme „Řídící systémy pro automatizaci budov“.



Obr. 1: Standardní elektrický systém oproti propojenému, chytrému systému [3]

Na trhu existuje spousta systémů s různým zaměřením, konektivitou a náročností instalace. Dalo by se uvažovat o úrovních či stupních automatizace v závislosti na reálném propojení systémů dohromady.

2 PŘEHLED EXISTUJÍCÍCH ŘÍDICÍCH SYSTÉMŮ

2.1 Obecný popis

Řízení chytrých domů a budov lze obecně rozdělit na několik kategorií z hlediska jejich vlivu na objekt. Lze uvažovat hlavní prvky jako uživatelské pohodlí, zabezpečení a úspory. Možnost ovládat tyto prvky byl a je hlavním hnacím pohonem vývoje systémů pro řízení. Bezpečnost budovy může být pro uživatele silným rozhodovacím kritériem pro či chytrou domácnost pořídit. Umožňuje mu to např. zvýšit bezpečnost dětí, když jsou doma bez dozoru rodičů. Úspory jsou dalším významným kritériem, které mohou díky inteligentnímu řízení předejít vyšším provozním nákladům domácnosti, jako například zabráněním klimatizování a současnému vyhřívání jedné místnosti, kde by mohlo docházet ke ztrátám energií. Zvýšení uživatelského pohodlí umožňuje ovládat dům i v případě, že se uživatel nachází v jiném státě. Zábavu může chytrý dům zprostředkovávat třeba skrze možnosti spouštět hudbu a měnit scény osvětlení.

Uživatelské pohodlí



Obr. 2: Ukázka funkcionalit systému Crestron

Ovládání chytré domácnosti je z pohledu uživatele velmi jednoduché a pohodlné. Vše je koncipováno tak, aby si uživatel jednoduchým kliknutím mohl nastavovat žádané parametry v budově a to i v případě, že se nachází daleko od objektu. To lze realizovat napojením chytré domácnosti na internetovou síť, kdy je pak možné dům ovládat přes aplikaci nainstalovanou v mobilním zařízení. Lze nastavovat jednoduché parametry jako třeba teplotu v místnosti, vypínat či zapínat světla, otevřít garáž v případě kdy má poštovní služba doručit nějakou zásilku atd., ale i složitější sekvence akcí, jako třeba ztlumení teploty, vypnutí světel a aktivování zabezpečovacího systému v případě, že

uživatel očekává, že se delší dobu bude nacházet mimo objekt. Lze také nastavovat časování, kdy třeba uživatel před příjezdem z dovolené nechá rozehrát saunu.

Tyto vlastnosti nepochybně zvyšují životní komfort obyvatelů domácnosti.

Zabezpečení

Pomocí inteligentních systémů a výstupů ze senzorů má uživatel větší přehled o tom, co se v domě děje. Může se jednat o kamerový systém, alarmy, senzory pohybu, požární snímače. To mu umožňuje dozvědět se v případě nestandardních situací o stavu domácnosti pomocí upozornění na mobilním telefonu. V případě neoprávněného vniknutí na pozemek je uživatel obeznámen a může podniknout aktivní kroky k zamezení škod, jako třeba kontaktování policie s detailním popisem pachatele, kterého pomocí záznamu z kamer může detailně popsat, nebo třeba rozsvítit světla v určité části domu a tím vystrašit pachatele.



Obr. 3: Koncové prvky zabezpečovacího systému

Uživateli to také nabízí možnost při odchodu poslední osoby z domu automaticky zapnout alarmový systém, vypnout topení, obeznámit ho, jestli někde nezůstaly otevřená okna, stáhnout žaluzie a třeba také náhodně zapínat a vypínat světla čímž může simulovat přítomnost osob v budově.

Kamerový systém lze rozšířit o možnost automatického rozpoznávání registrační značky automobilu pomocí analýzy obrazu. To umožňuje vykonat předem definované sekvence akcí v případě rozpoznání majitelovy registrační značky, jako třeba otevření vjezdové brány, garáže, rozsvícení světel.

Přístupový systém také umožňuje uživateli bezklíčový přístup do budovy a to mnoha způsoby. Mezi ně patří třeba otiskem prstu, zadáním číselného kódu, skenu obličeje, přiložením karty, mobilní aplikací nebo třeba kombinací výše zmíněných. Každý uživatel může mít unikátní kód, díky čemu ho systém rozpozná a může individuálně reagovat na různé uživatele.

Systém řízení domu může také obsahovat diagnostické nástroje, který průběžně zaznamenává měřené veličiny a ukládá je. Následně je může porovnávat s historickými daty a vyhodnocovat trend. Na základě trendu může indikovat reálný stav systému a to bezvadný stav, provozuschopný stav nebo poruchový stav. V případě velké naměřené odchylky od očekávané získané z abstraktního matematického modelu může systém vyhodnotit poruchový stav a obeznámit uživatele. Jako příklad můžeme uvést, že systém pomocí chytrého průtokoměru zjistí vysoký průtok vody, ale přitom nejsou v provozu žádné spotřebiče a tudíž varuje uživatele. Ten následně zkontroluje skrze kamerový systém stav objektu a může například zjistit prasklé potrubí ve sklepě. Tím může předejít vysokým škodám, které by mohly vzniknout například v důsledku jeho delší nepřítomnosti v objektu.

Úspory

V chytré domácnosti jsou díky systémově řešené elektroinstalaci vypínačům přiřazeny různé funkce. Jedním vypínačem lze ovládat více světel podle toho, jak si to uživatel v systému nadefinuje. Pokud uživatel odejde z místnosti, systém automaticky může vypnout světla a tím šetřit energii. Intenzitu světel lze regulovat pomocí PWM (pulzně šířkovou modulací) a přizpůsobovat tím osvětlení interiérů za různých venkovních světelných podmínek. Systém dokáže monitorovat a řídit spotřebu energií v domě. Systém si může volit, které zdroje energie bude pro vyhřívání využívat (teplovodní topení, rekuperační jednotka, elektrický přímotop).

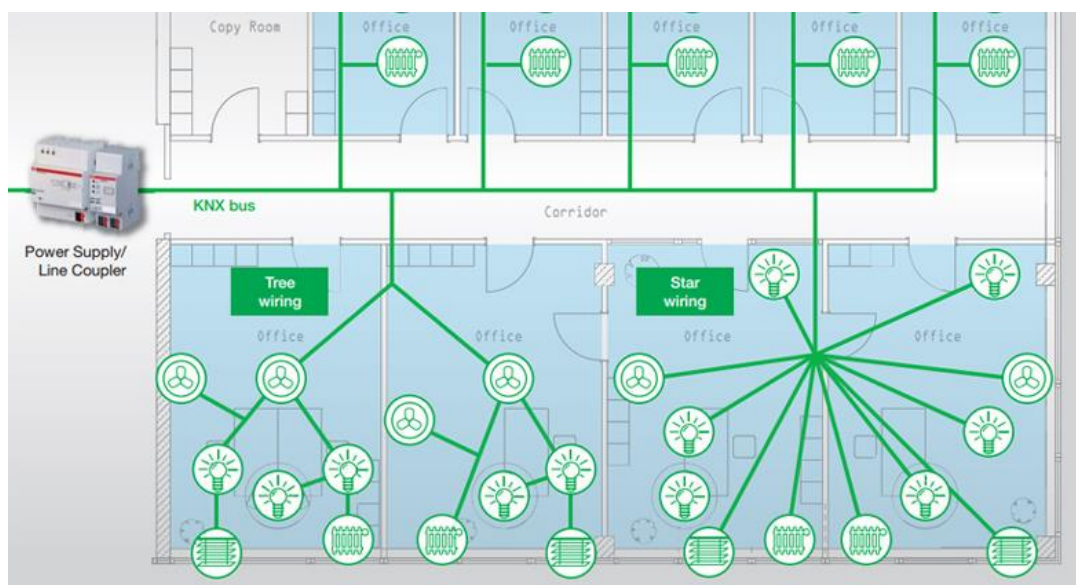
Díky meteostanici instalované na objektu dokáže systém pomocí předpovědi počasí a aktuálních dat volit nejlepší způsob dosažení žádaných parametrů. V případě deště je schopen zavřít střešní okna, podle denní doby a intenzity osvětlení v místnosti reguluje náklon rolet, aby minimalizoval přenos tepla slunečními paprsky do budovy. Lze také použít mléčná skla, která se aktivují přivedením proudu. Dále je systém schopen předejít kolizím, kdy nevytápí místnost v případě otevřených oken či dveří, nebo si hlídá, aby místnost nebyla zároveň vytápěna a chlazena. Vzhledem k jiným nárokům uživatelů se systém přizpůsobuje, aby zajistil danému uživateli teplotní pohodu. Systém dokáže předem upravovat teplotní podmínky na základě informací od uživatele. Největší úspory lze dosáhnout zoptimalizováním vyhřívání domu.

2.2 Základní hardwarové prvky

Chytrý dům je chytrým především proto, že je zde systém nad úrovní základní elektroinstalace a spotřebičů. Tenhle systém řídí jednotlivé prvky pomocí softwaru. Dům lze tedy řídit pouze natolik, nakolik je po hardwarové stránce propojen a vybaven. Proto si nyní řekneme základní hardwarové požadavky, které jsou nezbytné pro efektivní řízení.

Silové prvky

Silovými prvky myslíme především běžnou elektroinstalaci. Ta tvoří nezbytný základ pro fungování chytré domácnosti. Proto je nutné již od začátku koncipovat tak, aby tvořila s inteligentním řízením sladěný systém. Jejimi základními prvky jsou rozvaděče, elektrické rozvody, vypínače, světla, zásuvky, jističe a elektroměry. Běžně se světla a zásuvky se propojují v elektrických okruzích svedených do jističe pro daný okruh. To však neumožňuje řídit jednotlivé prvky, proto se chytré řízení používají jiné topologie. Jde především o sběrnicovou a hvězdicovou topologii.



Obr. 4: Topologie užívané v chytré domácnosti

Hvězdicová topologie je nejpoužívanější topologií v rodinných domech, a to z důvodu individuálního propojení k jednotlivým prvkům. Veškeré elektrické vedení je svedeno do centrálního prvku, který zajišťuje řízení (PLC).

Sběrnicová topologie je méně náročná na implementaci do stávající elektroinstalace. Spočívá v přivedení datového kabelu ke každému prvku zapojeného v okruhu, jenž jsou pak svedeny na centrální prvek (sběrnici). Nevýhodou je vyšší cena pramenící z nutnosti použití chytrých jednotlivých prvků (zásuvek, světel).

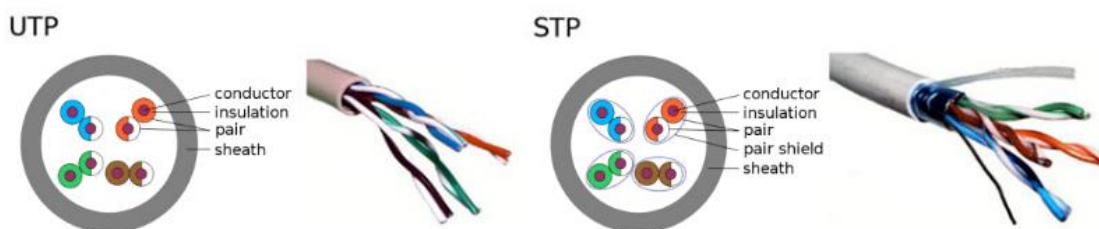
Lze také použít **hybridní topologie**, která je kompromisem dvou výše zmíněných topologií. Používá se zejména tam, kde je nárok na propojení velké množství inteligentních prvků, systémů či budov dohromady. Topologie budovy je pak řešena hvězdicově a spolu jsou jednotlivé budovy propojeny po sběrnici.

Datové prvky

Datové prvky jsou hlavním nosným médiem pro komunikaci mezi systémy v daném objektu. Z pohledu fyzické vrstvy je můžeme rozdělit na drátové a bezdrátové.

Drátové prvky

Jedná se především o strukturované kabeláže, které slouží k řízení jednotlivých zařízení a lze je použít také k přenosu audia a videa. Typicky se používá kroucená dvoulinka, která je hojně používána v počítačových sítích. Dělí se na nestíněnou kroucenou dvojlinku **UTP** a stíněnou kroucenou dvojlinku **STP**.



Obr. 5: Porovnání kabelu UTP a STP

Speciálním druhem drátových prvků jsou **optická vlákna**. Díky vysoké rychlosti přenosu jsou používány hlavně na stavbu páteřních komunikačních sítí. Odpadá zde i možnost elektromagnetického zarušení. Optická vlákna mají nízký útlum, což dovoluje přenosy na velkou vzdálenost. Lze je provozovat s velkou šířkou pásma.

Bezdrátové prvky

Hlavním zástupcem bezdrátových prvků je Wi-Fi, kterou popisuje standart IEEE 802.11. Výhodou tohoto řešení je především jeho flexibilita, kdy jej lze použít v hotových instalacích bez nutných zásahů. Aplikace je jednoduchá a rychlejší než použití drátového řešení. Nevýhodou pak může být zarušení a následné snížení spolehlivosti v případě, že je použito větší množství prvků zaráz. Další nevýhodou je také možnost odposlouchávání či zarušení.

Řídicí prvky

Řídicími prvky si můžeme v chytré domácnosti představit centrální řídicí prvek, který spojuje všechny subsystemy jako světla, klimatizaci, elektriku, žaluzie nebo také řídicí prvek výše zmíněných subsystemů. Centrálních řídicích prvků může být v systému více, jednotlivě můžou sdružovat skupiny zařízení podle jejich funkce. Třeba konkrétně zabezpečování atd. Na nižších vrstvách řídicím prvek může být PLC, který můžeme najít ve většině instalací. V systému slouží jako sběrnice signálů ze senzorů a díky velkému množství spínatelných výstupů také jako spínač zásuvek. Na vyšší úrovni se nachází centrální prvek, který sdružuje zařízení jako PLC a zprostředkovává komunikaci mezi nimi, protože nižší řídicí prvky (PLC) jsou spíše koncipovány na zpracování digitálních a analogových vstupů a výstupů. Tenhle prvek většinou není schopen zpracovávat nízkoúrovňové vstupně výstupní signály. Bývá vybaven komunikačním rozhraním Ethernet, wifi a také občas u starších systémů rozhraním RS-232.



Obr. 6: Ukázka reálného řídicího systému

Řídicí systémy je možné rozšiřovat o různé moduly, což dovoluje navýšit počet vstupních a výstupních portů. Většinou se jedná o separátní moduly, které se montují na DIN lištu vedle PLC. Tyto moduly jsou propojeny s centrálním řídicím prvkem nižší úrovně pomocí komunikačního rozhraní a jsou napájeny separátním zdrojem stejnosměrného napětí většinou 24 V.

Důležitým prvkem je také SCADA systém. Jedná se o software běžící na hlavním centrálním prvku zprostředkovávající dohled nad systémem. SCADA znamená v překladu „dispečerské řízení a sběr dat“. Běžně se s tímhle pojmem můžeme setkat v průmyslovém prostředí, kde tenhle systém umožňuje z centrálního pracoviště monitorovat a řídit zařízení a procesy. V chytrých domácnostech se používá v omezené verzi hlavně k sledování a řízení spotřeby elektrické energie, vytápění, ventilace atd.



Obr. 7: Použití systému SCADA v chytré domácnosti

2.3 Popis vybraných řídicích systémů

Na trhu existuje spousta systémů s různým zaměřením, konektivitou a náročností instalace. Dalo by se uvažovat o úrovních či stupních automatizace v závislosti na úrovni propojení systémů dohromady.

2.4 Systém Loxone



Obr. 8: Moduly systému Loxone

Jedná se o řídicí systém, který vznikl v roce 2009 a od té doby se velmi rychle rozvíjí. Vývoj hardwaru a softwaru probíhá v Rakousku. Oproti konkurenci jde o velmi vyspělý a propracovaný systém, který je skoro donekonečna škálovatelný, kdy jej lze rozšiřovat o různé moduly. Jejich záběr je přes rodinné domy přes hotely až po třeba fotbalové stadiony. Nevýhodou systému Loxone je nekompatibilita s ostatními systémy a protokoly, tudíž je zákazník limitován výběrem produktů. Další nevýhodou může být také vyšší cena, která je však podložena kvalitou.

2.5 Systém Crestron



Obr. 9: Systém Crestron

Crestron Electronics (nebo jednoduše Crestron), založená v roce 1968, je americká soukromě vlastněná nadnárodní společnost, výrobce a distributor audiovizuálního, automatizačního a integračního zařízení se sídlem v Rockleigh, New Jersey a má své pobočky v 70 zemích světa. Společnost navrhuje, vyrábí a distribuuje zařízení používaná k řízení technologií v komerčních audiovizuálních prostředích, jako jsou zasedací prostory, konferenční místnosti, učebny a posluchárny. CRESTRON je světovou jedničkou v oblasti řízení a distribuce audia a videa. Velice rychle si díky své univerzálnosti získal zákazníky po celém světě.

Společnost neprodává své produkty přímo. K prodeji produktů koncovým uživatelům využívá síť prodejců a integrátorů. Zařízení Crestron lze nalézt na univerzitách, vládních budovách, kostelech, zdravotnických zařízeních a rodinných domech po celém světě.

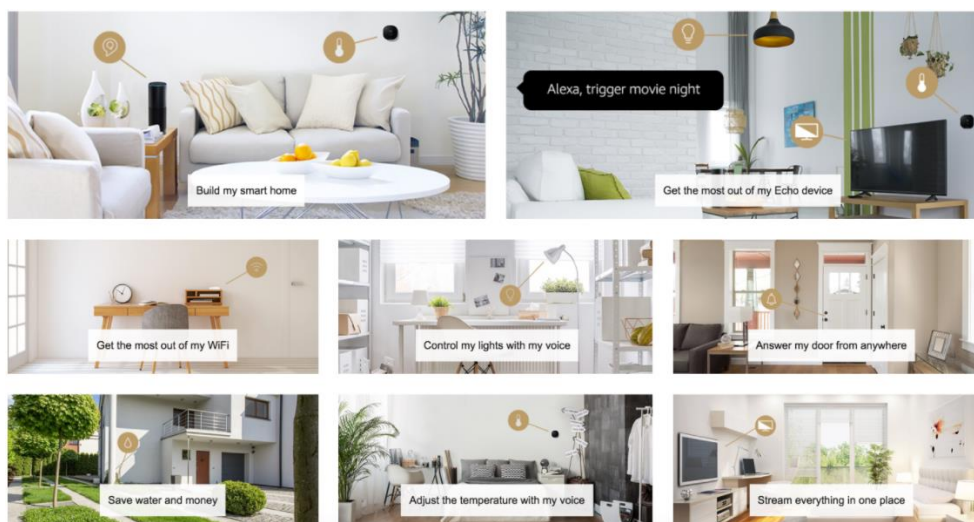
2.6 Tuya



Obr. 10: Ukázka systému Tuya

Systém Tuya je čínský systém chytrých domácností, který se snaží rozšířit své produkty po světě a udělat je dostupnějšími. Funguje skrze cloudovou platformu, která spojuje velké množství zařízení skrze internet věcí (IoT). Společnost Tuya smart se snaží o co největší kompatibilitu s ostatními značkami. Hlavními výhodami je nízká cena, vysoká dostupnost a kompatibilita a jednoduché ovládání. Tuya smart má 446000 registrovaných vývojářů v 200 zemích, kteří udržují systém v chodu a reagují velice rychle v případě objevení nějaké závady. Zařízení fungují na bezdrátové komunikaci přes protokol Wi-fi.

2.7 Systém Alexa (Amazon)

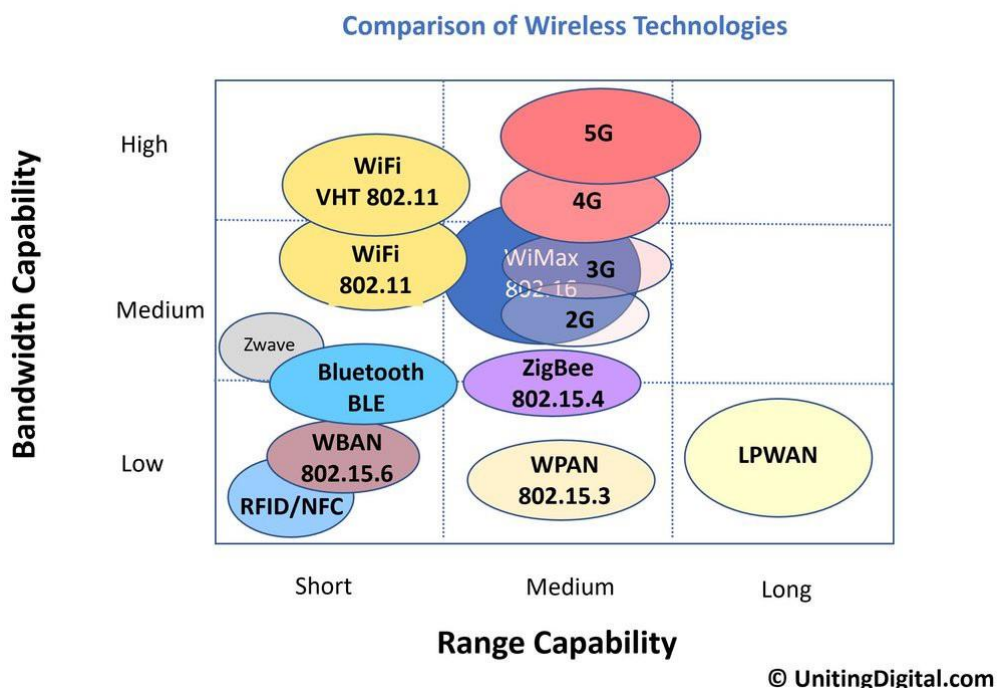


Obr. 11: Ukázka systému Alexa

Jde o vlastní řídicí systém druhé největší soukromé společnosti v Americe. Díky tomu je velmi rozšířený a dobře zdokumentovaný, což umožňuje jednoduše implementovat prvky

do domácnosti i lajkům. Jedná se o nejrozšířenější systém co se týká počtu prodejů. Mezi jeho silné stránky patří propracované hlasové ovládání skrze vlastní systém Alexa, který podporuje a plně funguje s osmi jazyky, jako například angličtina, němčina, španělština a indiština. Mezi hlavní automatizační produkty patří osvětlení, kamery, televize, termostaty, zásuvky... Jedná se tedy o systém zaměřující se na menší rodinné domy a apartmány.

2.8 Komunikační protokoly



Obr. 12: Porovnání komunikačních protokolů dle dosahu a šířky pásma

Protokoly na krátkou vzdálenost

Wi-fi – Díky tomuto protokolu lze připojit mobilní telefon k řídicímu systému a bezdrátově jej ovládat a konfigurovat. Jistou nevýhodou je možnost zarušení s ostatními zařízeními a také lehká napadnutelnost pomocí dostupných rušiček signálů. Standart wi-fi popisuje norma IEEE 802.11. Ke komunikaci využívá bezlicenčního pásma. To z něj dělá nejvíce rozšířený a oblíbený protokol, především díky nízké ceně a vysoké kompatibilitě. Lze jej aplikovat na velkou škálu zařízení

Zigbee – Jedná se o open source protokol, který propojuje jednotlivé zařízení v chytré domácnosti. V rámci šifrované komunikace dokáže bezpečně propojit zařízení různých výrobců a zároveň ponechat vzájemnou kompatibilitu. Komunikace probíhá ze zařízení tak, že signál „přeskakuje“ z jednoho zařízení na druhé, dokud nedosáhne centrální jednotky. Signál takhle dokáže „přeskočit“ až 8 krát. Jeho velikou výhodou je že dokáže zvládat až tisíce zařízení, což je důležité pro aplikace jako v hotelech, nemocnicích a

apartmánech. Komunikace přes Zigbee je nízkoenergetická a tudíž je vhodná pro malé zařízení napájené z akumulátorů, jako třeba venkovní osvětlení.

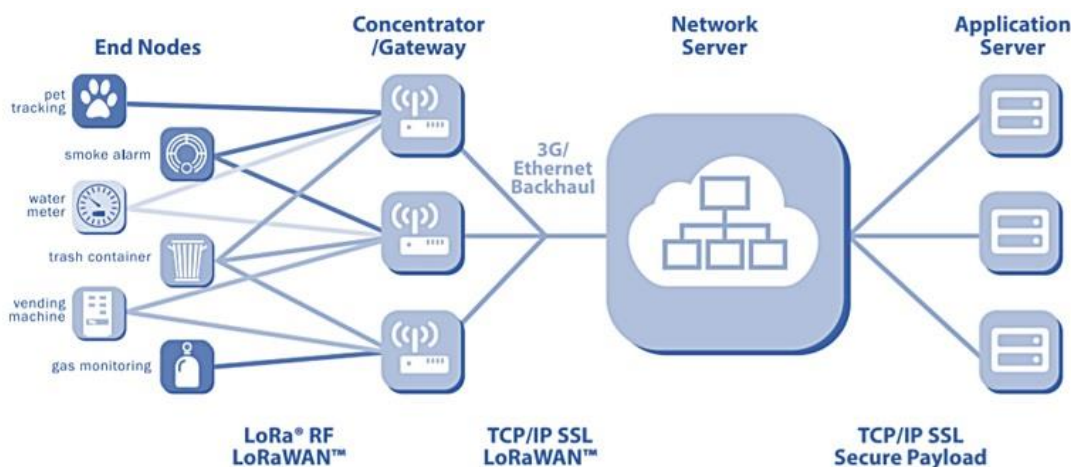
Z-wave- Díky komunikaci probíhající na jiné vlnové délce nedochází ke kolizím se signálem Wi-fi. Z-wave je oblíbený mezi amatéry, kde nachází uplatnění v zařízeních jako zámky, rolety a spínače světel. Dovoluje připojit až 232 zařízení s přeskokem signálu až přes 4 zařízení.

Protokoly na dlouhou vzdálenost (dosah přes 10 km)

Sigfox

Sigfox využívá patentovanou technologii, která umožňuje komunikaci pomocí pásma ISM (industrial, scientific a medical), které se v Evropě šíří na frekvenci 868 MHz a 902 MHz v USA. Sigfox používá signál s dlouhým dosahem, který volně prochází skrz pevné objekty, tzv. "ultra narrowband", a na jehož vyzařování je třeba jen málo energie. Tato síť patří mezi "Low-Power Wide-Area Network" sítě. Mezi hlavní přednosti sítě patří vysoká odolnost proti rušení, minimální možnost zneužití a levná pořizovací cena modulů pro připojení na Sigfox.

LoRa



Obr. 13: Schéma použití protokolu LoRa

je řešení pro bezdrátový přenos dat, jehož hlavním cílem je co nejnížší spotřeba energie a malý datový tok. vysílací výkon se pohybuje v řádu jednotek až desítek miliwattů. vysílání probíhá v kmitočtech 169 mHz, 433 mHz, 868 mHz a 915 mHz.

3 POPIS A ROZBOR SYSTÉMU CRESTRON

Řídicí systém Crestron



Obr. 14: Místa možné aplikace systému Crestron

CRESTRON je nejmodernější řídicí a automatizační systém na světě. Skládá se z hardwaru a softwaru. CRESTRON je určen pro řízení a automatizaci bez kompromisů. Je navržen pro efektivnější automatické řízení dílčích technologických celků s důrazem na spolehlivost a stabilitu. Systém lze libovolně inovovat a koncepčně rozvíjet dle dlouhodobých trendů moderní doby. Díky spolehlivosti, možnosti přizpůsobit se, rozšiřitelnosti a inovativnosti systému si CRESTRON získal popularitu po celém světě v nejrůznějších oblastech užití:

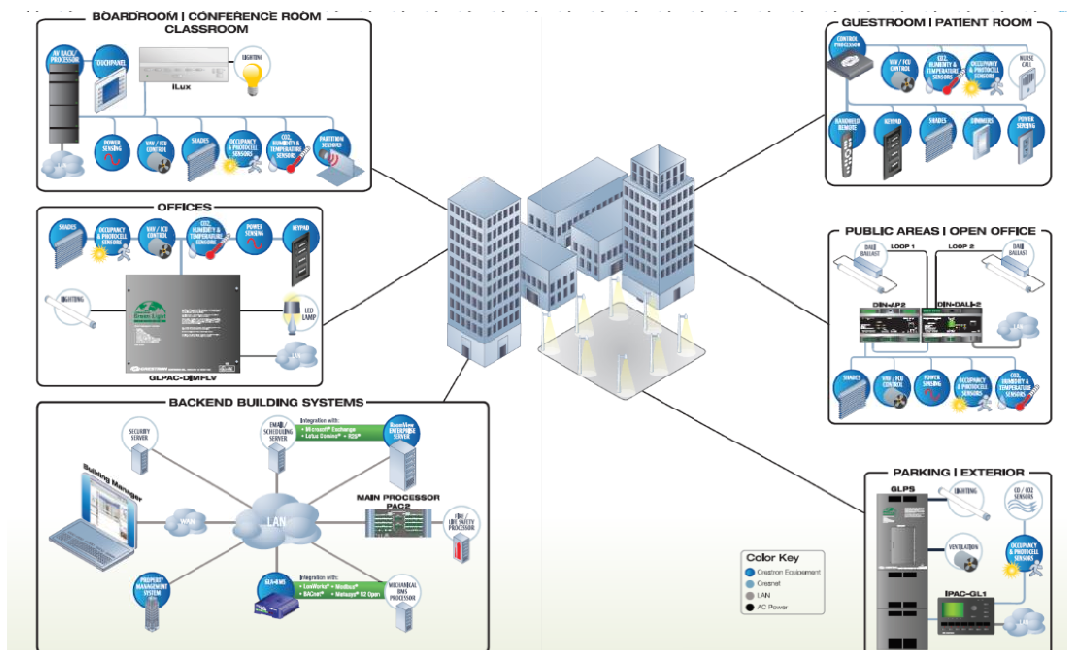
- | | |
|--------------|----------------------------------|
| - byty | - nemocnice |
| - firmy | - vláda a armáda |
| - domy | - stadiony a arény |
| - letiště | - dopravní prostředky |
| - hotely | - obchody a obchodní centra |
| - kostely | - sportovní a relaxační centra |
| - vzdělání | - kultura a společenská centra |
| - restaurace | - televizní a rozhlasové stanice |

CRESTRON je moderním sluhou a průvodcem v dnešní přetechnizované době. Pracuje na základě sdružování informací od připojených zařízení a systémů, tyto informace monitoruje, vyhodnocuje, zobrazuje a díky komplexní softwarové základně umí okamžitě reagovat tím, že spustí adekvátní proces nebo jejich sled, kterým přizpůsobí techniku aktuálně k daným podmínkám. Nadřazenou kontrolou nad technologiemi, dokáže systém

spolehlivě řídit nejsložitější procesy mezi nimi, reagovat na momentálně vzniklé situace a zároveň vizuálně na centrálním panelu, telefonicky nebo akusticky bez prodlení informovat o poruchách nebo chybách kontrolovaných podsystémů.

Řídicí systém CRESTRON monitoruje a zjednodušuje ovládání technologií, nabízí nadčasové řešení, bezpečí, komfort a pohodlí. CRESTRON je nejrozvinutější řídicí systém, který spojuje správu, monitoring a ovládání technologií:

- žaluzie
- vytápění
- osvětlení
- klimatizace
- komunikace
- kamerový systém
- měření a regulace
- docházkový systém
- zavlažovací systém
- protipožární systém
- bazénová technologie
- audio a video technika
- zabezpečovací systém
- distribuce audia a videa
- a další techniky a systémy komunikující přes komunikační porty LAN, RS232, RS485, RJ45, I/O a mnoho dalších...



Obr. 15: Oblasti říditelné systémem chytré automatizace

Dotykové ovládací panely CRESTRON

Touch Screens
and Remotes



Obr. 16: Uživatelské dotykové panely a ovladače

CRESTRON nabízí nepřehledné množství ovládacích panelů, drátových a bezdrátových dotykových ovladačů. Díky přehlednému a intuitivnímu grafickému rozhraní na dotykových panelech a ovladačích lze jednoduše ovládat chod připojených podsystémů jedním dotykem. Samozřejmostí je i možnost ovládání přes telefon, iPad, iPhone, Android, chytré hodinky...

Centrální řídicí jednotky CRESTRON



Obr. 17: Řídicí jednotky a moduly systému Crestron

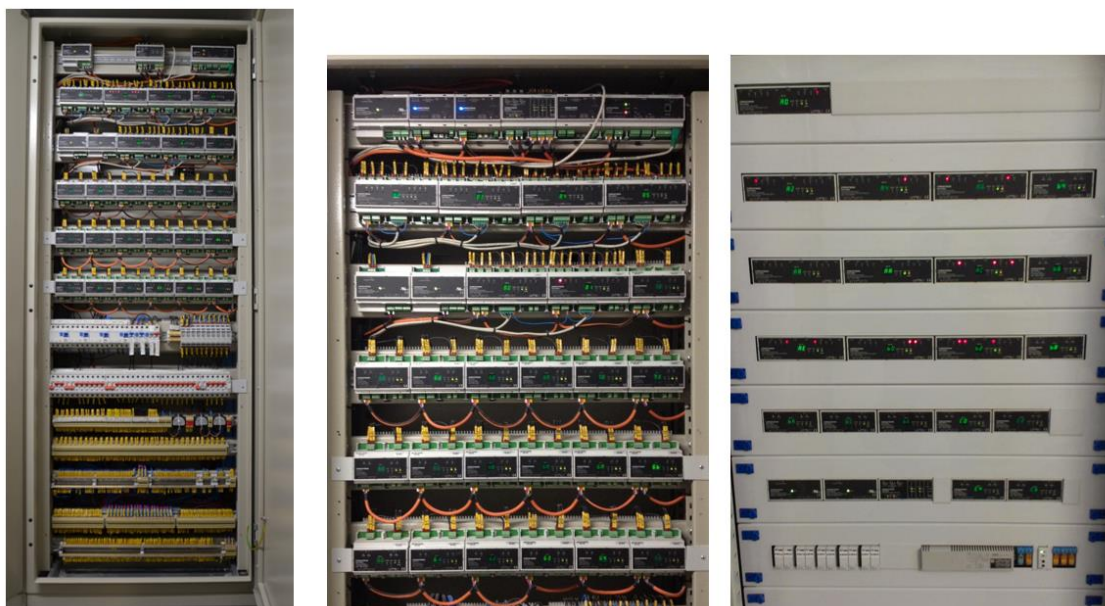
Srdcem celého systému CRESTRON jsou centrální řídicí jednotky. Typ centrály s odpovídající velikostí, výpočetním výkonem, počtem a druhy vstupů se volí adekvátně velikosti a účelu instalace. Některé centrály jsou tak malé, že se dají připojit na 4“ dotykový panel a následně tento komplet zabudovat do stěny. Další centrály jsou určeny k položení do nábytku a u ostatních je počítáno s instalací do 19 palcového racku. Větší centrální jednotky umožňují rozšíření o komunikační porty vložení karet do slotů, kterými jsou vybaveny.

DIN moduly CRESTRON

Aktivní DIN moduly jsou určeny k montáži do rozvaděčů na DIN lištu pro stmívání nebo spínání světel, LED, motorů a dalších silnoproudých komponent. Po osazení a zapojení modulů v rozvaděči lze odzkoušet jejich funkčnost manuálně tlačítky na čele modulu. CRESTRON disponuje také interface moduly na DIN jako komunikační rozhraní pro KNX, EIB a DALI.

Audio a video distribuce CRESTRON

Distribuce audia a videa je pro CRESTRON hračkou. Disponuje celou řadou přepínačů, rozbočovačů, scalerů, zesilovačů, tunerů, repeatrů, převodníků a další techniky k tomuto účelu určené. Možnosti distribuce Audia a Videa analogových i digitálních formátů jsou pro CRESTRON neomezené.



Obr. 18: Ukázka rozvaděče řídicího systému

4 REÁLNÝ PŘÍKLAD ŘEŠENÍ AUTOMATIZACE RODINNÉHO DOMU

CRESTRON je systém, ke kterému je možné připojit jakékoliv elektrické zařízení a poté jej jednoduše, jak jen to lze, ovládat z nejrůznějších ovladačů: tlačítkových nebo dotykových panelů (drátových nebo bezdrátových přenosných, na stůl, do zdi, či PC). Systém je vhodný instalovat do práce, domova, zábavního nebo relaxačního střediska pro jednoduchou obsluhu a úsporu energií. Mezi ovládaná zařízení patří vše, co je elektrické. Představte si to nepřeberné množství elektrických a elektronických systémů doplněných o velké množství literatury, různých ovladačů s displejem či firmy, která Vám je nainstaluje, poté zmizí v dáli a Vy pak stojíte a přemýšlíte kam jste odložil ten správný návod. Toho času, co strávíte nad nastavováním – člověk se stále učí, ale má se učit vše, když by raději volný čas strávil relaxací, pobytem s přáteli, rodinou nebo sportem?

Systém CRESTRON ještě není vyvinutý natolik, abyste přišli domů a vše ovládali pouze myšlenkami, ale už Vám dokáže připravit maximální pohodlí doby, která si o něj říká. Jakýkoliv elektronický přístroj nebo systém Vám nemá život znesnadňovat ale zjednodušit a zpříjemnit, ať už v práci, při zábavě či doma, proto přece na něj všude běží reklamy, mají ho sousedé, kolegové nebo jste si jej sám koupil.

Crestron je nad systém a víceúčelový stroj, ke kterému může být připojeno vše elektrické v domě a vy mu pak dáváte příkazy co a kdy dělat. Z jakéhokoliv místa po objektu můžete ovládat a sledovat třeba kde je jaká teplota, jestli děti spí nebo je zhasnuto, jak rostou záhonky, co dávají v televizi, kde je tchýně, kdo zvoní u branky a jestli je lednice plná. V případě poruchy nějakého zařízení (rolet, audio-videa, topení, zalévání ...) už nemusíte přemýšlet kam volat, protože Crestron dokáže, v jisté míře, chybu nalézt a určit, kdo musí přijet na opravu.

Možné aplikace inteligentního řízení

Inteligentním řídicím systémem Crestron je možno ovládat všechny elektricky napájené systémy jako jsou:

Světla

Všechno osvětlení v objektu je připojeno přes systém Crestron, uživatel tak může sledovat stav zapnutých či vypnutých světel v celém objektu i mimo něj a v případě potřeby tento stav měnit dle vlastního uvážení. Jednotlivé světelné okruhy lze zapojit na stmívací moduly a pak je možné upravovat i intenzitu osvětlení. Takto se dají přednastavit různé světelné scény a tím připravit pro vybrané místnosti (obývací pokoj, ložnice, pracovna, kino, sál, relaxační místnost ...) různé varianty nasvětlení (intenzity jednotlivých světel) jedním tlačítkem. Osvětlení domu může reagovat na různé podmínky (čidlo pohybu, venkovních světelných podmínek, času...) Intenzita osvětlení může mít

vrůstající či klesající tendenci v závislosti na venkovních světelných podmínkách (příjezdová cesta, chodníky, vstup...)



Obr. 19: Ovládání a monitoring komfortních funkcí v prostoru

Zatměnění

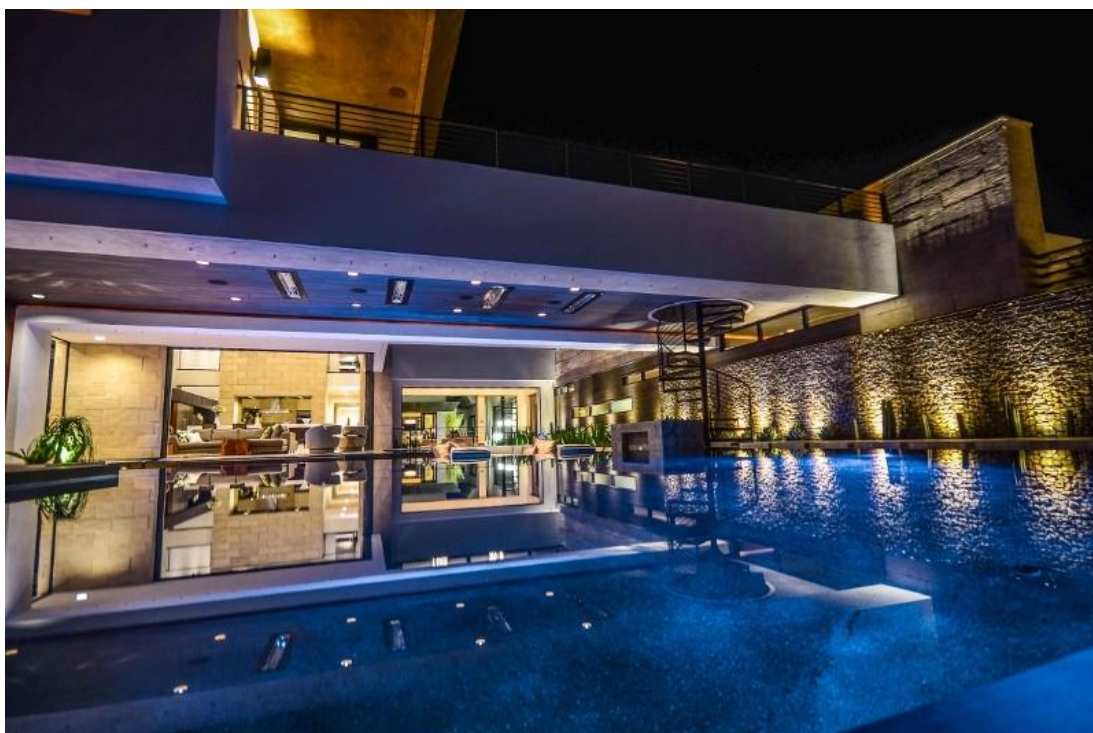
Systém Crestron po připojení na elektroinstalaci ovládá všechny elektrické motory v domě: žaluzie, záclony, závěsy, rolety, okna, dveře, dveřní zámky, vrata, brány, branky, aj. Ovládání je poté automatické (v závislosti na čase, počasí, roční době...) Uživatel má možnost manuálního otvírání a zavírání jednotlivých motorů nebo skupin přes tlačítka a vypínače daného zásuvkového programu nebo z jakéhokoli ovladače, dálkově také z telefonu nebo z internetu. Systém pak například dokáže při příjezdu nebo odjezdu z domu postupně zavírat garáž, vrata, rolety, žaluzie, okna celého domu.

Vytápění

Systém Crestron může nahradit řídicí jednotku topení, klimatizace, vzduchotechniky a s pomocí termostatů Crestron zobrazuje aktuální teplotu a vlhkost v jednotlivých teplotních zónách na dotykovém panelu a uživatel tak může jednoduše nastavovat teplotní křivky, proudění vzduchu a chlazení. Ovládání je dáno lokálně/zónově nebo centrálně z jednoho místa, popřípadě přes internet, telefon, PC či automaticky. Pomocí venkovních senzorů systém Crestron propočítává teplotní hystereze na základě počasí a ročním období. Například: v případě mrazu/sněhu zapne vytápění okapů a ráno včas před odchodem z domu rozmrazí chodníky nebo při připojení na EZS systém rozpozná otevření prostor (okna, dveře) a přestává v nich topit – vzniká tak úspora energie.

Bazén, sauna

Systém Crestron po připojení k řídicí jednotce bazénové technologie může přehřívát dopředu vodu, pouštět protiproud, zapínat filtrace, protiproud, víření, rozsvěcovat bazénové osvětlení, pouštět a přepínat hudbu do podvodních reproduktorů, zakrývat motoricky bazén, aj. U sauny lze ovládat osvětlení, zvuk, teplotu a vlhkost prostoru, též simulovat ovladač, dodávaný výrobcem a zobrazit stav sauny na ovladačích kdekoliv po domě, uživatel má tak možnost dopředu zapínat vytápění sauny i po telefonu (před příjezdem domů). Připojit lze i vířivku (whirlpool), simulovat všechny funkce od výrobce včetně napouštění vody.



Obr. 20: Řízený venkovní bazén s osvětlením

Zavlažování

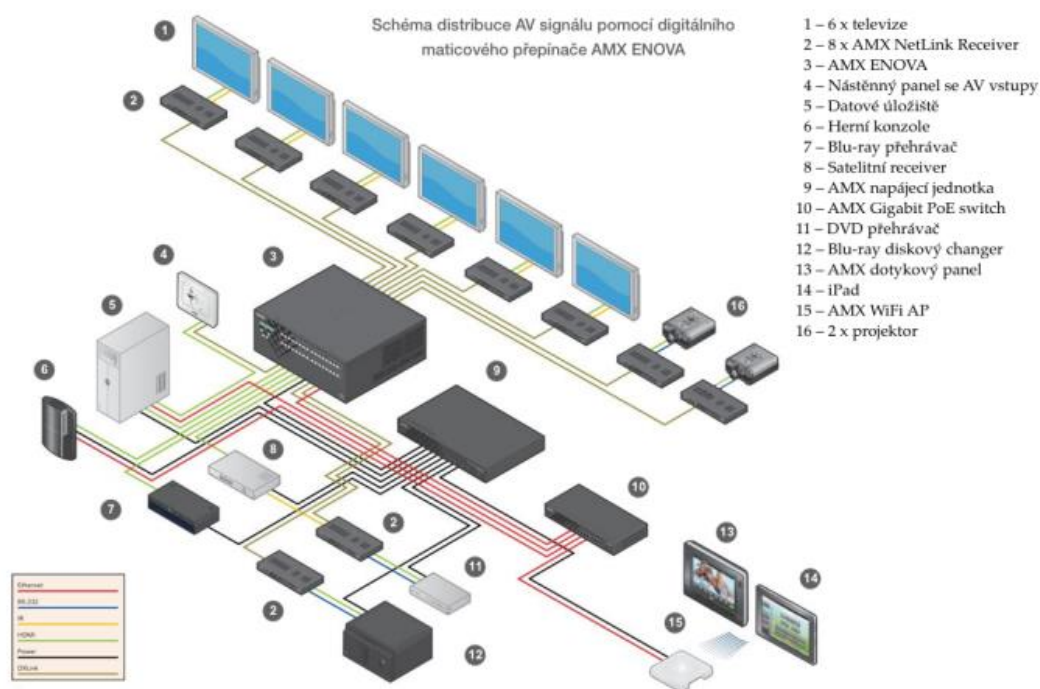
Systém Crestron ovládá všechny čerpadla a připojené trysky (může nahradit řídicí jednotku závlahy). Ovládání je poté plně automatické (v závislosti na času, venkovní teplotě, vlhkosti vzduchu a zeminy-v případě mokra deště či sněhu se nezavlažuje). Uživatel má také možnost manuálního sepnutí a vypnutí jednotlivých okruhů, naprogramování sekvencí z jakéhokoliv ovladače nebo dálkově z telefonu nebo internetu.



Obr. 21: Akční člen pro monitoring a řízení průtoku vody

Audio a video technika

Systém je napojen na všechny AV komponenty po domě : TV, PROJEKTOR, SAT, CD, BD, TUNER, Streamer, MIX_pult, EQUALIZER, ZESILOVAČ, RECEIVER, aj. Pomocí ovladačů spouští uživatel po stisku tlačítka tzv. makro funkce - audio techniky, která se sama spouští, přepíná a reguluje podle potřeby uživatele (například tlačítko MTV: spouští plátno, zapíná projektor, receiver, satelit a vše nastavuje na potřebný kanál či vstup, zároveň se stmívá osvětlení místnosti na nastavenou úroveň a zatahují se elektrické rolety nebo žaluzie). Domácí kino je tak připraveno jedním stiskem. Zvuk a obraz je možné rozvést kamkoliv po celém domě. Stejně tak i tzv. domovní vrátný (někdo zazvoní u branky a z reproduktorů po domě zazní ohlašovací tón), na dotykových panelech Crestron nebo TV aktivuje se obrazový i zvukový signál a uživatel může s návštěvníkem komunikovat kdekoli z dotykového panelu Crestron a následně mu otevřít branku či vjezd do domu.



Obr. 22: Schéma distribuce audio vizuálního signálu

Zabezpečení

EZS + EPS + KAMERY – elektronický zabezpečovací, protipožární a kamerový systém objektu je připojen k systému. Uživatel tak může sledovat např. z dotykového panelu nebo PC v půdorysném zobrazení domu a zahrady stav jednotlivých prostor, pohyb osob, časy vstupů do objektu atd. Může též zapínat a vypínat a nastavovat odkudkoliv (telefon, internet...) jednotlivé okruhy zabezpečení: zahrada, garáž, jednotlivé místnosti, plášťovou ochranu - noční režim aj. V případě Alarmu může systém rozsvěcovat osvětlení v napadených zónách, popřípadě uzavřít objekt elektronickými zámky, zatáhnout rolety nebo uvést do pohybu jiné systémy ochraňující život člověka (neprůstřelné štíty, betonové dveře atd.), nahrát videozáznam a přivolat hlídací službu. Veškerá činnost jednotlivých elektrických systémů je snadno pozorovatelná na panelu s půdorysným zobrazením pozemku či objektu samotného na pultu ochrany v dozorovém centru. Pokud je dům prázdný (rodinná dovolená...), systém simuluje přítomnost lidí: občas zapne AV techniku, rozsvěcuje místnosti, zatahuje žaluzie, rolety, aj. Objekt je přitom zabezpečen.



Obr. 23: Prvky zabezpečovacího systému napříč budovou

Po připojení všech elektrických zařízení přes inteligentní řídicí systém Crestron je dům plně automatický a nutnost nastavování jednotlivých událostí v závislosti na jiných ze strany uživatele je takřka nulová. Systém je plně modulární tzn. lze jakkoli obměňovat nebo doplňovat. V případě požadavku uživatele na doplnění nebo změnu funkce některého tlačítka v domě lze přidat tzv. skryté funkce (v případě nouze stiskem podrží jakékoli tlačítko déle než 10sec. a spustí se nouzový (ochranný režim). Zavolá o pomoc na pult ochrany a zabezpečí okolí domu a dům (uzamkne všechny dveře a zatáhne rolety...). V případě výpadku energie je systém napájen ze záložního zdroje UPS a informuje o tomto stavu správce či majitele. Po nastartování diesel agregátu (záložního zdroje), který začne do domu dodávat náhradní energii, systém blokuje zapínání různých el. spotřebičů v závislosti na jejich odběru el. energie tak aby požadovaná energie nepřevýšila energii dodávanou záložním zdrojem. Celý objekt lze jednoduše pozorovat přes PC nebo na dotykových panelech v domě nebo mimo něj, a tak vizuálně sledovat stav domu, v kterém se momentálně nachází – kde je otevřené okno, ventilace, dveře, kde se pohybují osoby, kde se svítí, kde jsou zatažené žaluzie, jaká je teplota bazénu, jaká je teplota v dané topné zóně, zda je zavřená brána, zamčené dveře, je-li momentálně zavlažováno, kolik parkovacích míst v garáži je volných atd. Tyto a další závislosti vyplývají z užívání domu a požadavků uživatele. Každá instalace je „šitá“ na míru dle použitých technologií v domě a speciálních přání uživatele.

5 EKONOMICKÉ HLEDISKO

Díky systémovému provedení lze v chytré domácnosti řídit a regulovat většinu zařízení a efektivně je provozovat. Tím lze obecně uspořit přibližně 20 % nákladů na vytápění, osvětlení a jiné energie. Do ekonomického zhodnocení by se také dal zahrnout komfort a bezpečnost, který chytrá domácnost přináší. Možnost ovládat dům na dálku a nechat připojené technologie vykonávat uživatelské rutiny může uživateli přinášet psychickou pohodu. Kdybychom se pokusili rozčlenit přidanou hodnotu systému chytrého řízení oproti běžné elektroinstalaci z hlediska jednotlivých funkcí podle jejich procentuální ceny, tak by se dalo obecně říct, že náklady na funkce spojené s uživatelským komfortem zastupují asi 25 % z přidané ceny oproti obyčejné elektroinstalaci. Náklady na zabezpečení, do čehož se pojí centrální zabezpečovací systém, kamery, infračervené brány atd., které umožňují uživateli sledovat a mít dům pod kontrolou představují přibližně 15 % z ceny. Technologie, které umožňují ovládat dům na dálku, sbírat data, přizpůsobovat chování domu a celkově dům řídit tvoří největší část investice a to asi 50 %.

Chce si to uvědomit, že tyto zvýšené náklady na pořízení chytré domácnosti se projeví v budoucnosti na vyšší prodejní ceně domu, protože nynějším trendem je běžná zařízení dělat chytrými, nastavitelnými a připojitelnými k mobilním telefonům a sítím. Z tohoto předpokladu tudíž vyplývá, že během blízké budoucnosti bude jistá forma chytré elektroinstalace domu běžným standardem a domy, které budou oplývat pouze silovou „starou“ elektroinstalací budou mít nižší prodejní cenu nebo hodnotu z důvodu nutnosti rekonstrukce rozvodů, z důvodu, aby se budova dostala na požadovanou úroveň, z čehož vyplývající nemalé náklady na rekonstrukci. V té době budou pravděpodobně stavěny již veškeré objekty, byť se základním, ale automatizačním systémem. Systém Crestron je koncipován tak, že jeho realizace počítá s trendem rozšiřování a připojování dalších chytrých zařízení do sítě.

6 DOPORUČENÍ

Návrh a realizace chytré domácnosti s sebou přináší mnoho technických výzev a problému. Vybrat vhodný systém pro řízení proto není jednoduché a je potřeba problematiku uchopit komplexně a daný problém si vymezit. V praxi se tak můžeme potýkat s požadavkem na automatizaci již fungující domácnosti, kde je nemožné použít některé systémy, aniž by byla potřeba provádět rozsáhlou rekonstrukci elektrické sítě. Od toho se poté odvíjí výběr nejvhodnějšího systému.

Mým doporučením pro realizaci systému řízení pro rodinné domy by byl systém Crestron, jelikož mě oslovila jeho vysoká kvalita zpracování a takřka neomezená možnost rozšiřování. Systém Crestron je na trhu automatizace již přes 30 let a za tu dobu prošel velkým vývojem co se týče technického provedení. V rodinném domě bych od chytrého řízení očekával hlavně spolehlivost, pohodlí a jednoduchou ovladatelnost, což systém Crestron splňuje. Vyznačuje se velkou integrovatelností a je možné k němu připojit mnoho zařízení od značek jako je Apple, Panasonic, LG atd. se kterými je kompatibilní. Díky tomu lze oproti konkurenci například ovládat audio a stereo už přímo v koncových zařízeních jako jsou televize a reproduktory přes datovou komunikaci po běžném UTP. Zde jsem zmínil několik bodů proč bych systém Crestron upřednostnil před jinými. Dalším důvodem, proč bych jej doporučil může být také to, že firma zabývající se tímto systémem sídlí v Brně, a to firma Evenix s.r.o. Tahle firma má se systémem Crestron 15 let praxe a zaměstnává proškolené a certifikované techniky.

7 ZÁVĚR

V předložené bakalářské práci se pojednává o popisu a návrhu systému automatického řízení budov. V úvodu práce jsem se seznámil s možnostmi, které chytré řízení přináší. Podrobněji jsem rozebral hlavní funkcionality systémů chytrého řízení, kde jsem ukázal, jak je lze používat a zmínil jsem se o možnostech propojení. Rozebral jsem oblasti jako úspory, zabezpečení a pohodlí, které chytrá domácnost přináší. Dále jsem popsal používané topologie systémů a jejich použití. Následně jsem provedl detailnější popis jednotlivých vrstev a běžně používaných hardwarových prvků a komunikačních protokolů

Dále jsem provedl stručnou rešerši existujících řídicích systémů, které se vyskytují na trhu. Ty jsem stručně popsal. Na základě zhodnocení vlastností systémů a jejich použitelnosti na rodinné domy bylo rozhodnuto si zvolit pro důkladnější popis systém Crestron, protože nás zaujal svou komplexností a možnostmi provedení. Tenhle systém jsem následně popsal a uvedl oblasti, kde ho lze aplikovat. Představili jsme také jeho řídicí moduly, audiovizuální převodníky a DIN moduly. Následoval důkladný popis funkcí systému a jejich technického provedení, což například zahrnovalo řízení světel, vytápění a audiovizuální techniky.

Součástí práce je i doporučení volby řídicího systému a ekonomické zhodnocení, kde se pojednává o úsporách chytrého řízení oproti konvenčním domům.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] GARLÍK, Bohumír. *Technická zařízení budov-Elektrická instalace v budovách*. 1. vydání. Praha: Česká technika-nakladatelství ČVUT Praha, 2017. 414 s. ISBN 978-80-01-06342-2.
- [2] DVOŘÁČEK, Karel. *Elektrické instalace v bytové a občanské výstavbě*. 7. aktualizované vydání. Pardubice IN-EL, spol. s.r.o., 2019. 114 s. ISBN 978-80-87942-52-9.
- [3] VALEŠ, Miroslav. *Inteligentní dům*. 2. vydání. Brno: ERA vydavatelství, 2008. 124 s. ISBN 978-80-7366-137-3.
- [4] ROUPEC, Jan. *Počítačové sítě*. Brno, 2013. Skripta. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automatizace a informatiky.
- [5] Firma Evenix s.r.o, Brno . *Technická dokumentace a další písemné podklady*. Brno, 2022.

9 SEZNAM ZKRATEK A OBRÁZKŮ

9.1 Seznam zkratk

PLC	Programovatelný logický automat
AV	Audio vizuální
UTP	<i>Unshielded twisted pair</i> – nestíněná kroucená dvojlinka
STP	<i>Shielded twisted pair</i> – stíněná kroucená dvojlinka
IoT	<i>Internet of things</i> - Internet věcí

9.2 Seznam obrázků

Obr. 1: Standartní elektrický systém oproti propojenému, chytrému systému.	13
Obr. 2: Ukázka funkcionalit systému Crestron	15
Obr. 3: Koncové prvky zabezpečovacího systému	16
Obr. 4: Topologie užívané v chytré domácnosti	18
Obr. 5: Porovnání kabelu UTP a STP	19
Obr. 6: Ukázka reálného řídicího systému.....	20
Obr. 7: Použití systému SCADA v chytré domácnosti	21
Obr. 8: Moduly systému Loxone	22
Obr. 9: Systém Crestron.....	23
Obr. 10: Ukázka systému Tuya.....	24
Obr. 11: Ukázka systému Alexa	24
Obr. 12: Porovnání komunikačních protokolů dle dosahu a šířky pásma	25
Obr. 13: Schéma použití protokolu LoRa	26
Obr. 14: Místa možné aplikace systému Crestron	27
Obr. 15: Oblasti říditelné systémem chytré automatizace	28
Obr. 16: Uživatelské dotykové panely a ovladače.....	29
Obr. 17: řídicí jednotky a moduly systému Crestron	29
Obr. 18: Ukázka rozvaděče řídicího systému	30
Obr. 19: Ovládání a monitoring komfortních funkcí v prostoru.....	32
Obr. 20: Řízený venkovní bazén s osvětlením.....	33
Obr. 21: Akční člen pro monitoring a řízení průtoku vody	34
Obr. 22: Schéma distribuce audio vizuálního signálu.....	35
Obr. 23: Prvky zabezpečovacího systému napříč budovou	36

Zdroje obrázků:

1. [3]
2. <https://www.evenix.cz>
3. [3]

4. <https://www.bemi.fi/key-benefits-of-knx-automation-for-commercial-and-industrial-buildings/>
5. [4]
6. Vlastní fotografie
7. <https://www.reliance-scada.com/cs/main>
8. <https://heat-home.cz/product/prednastavena-sada-loxone-pro-chytre-ovladani-topeni/>
9. <https://www.evenix.cz>
10. <https://www.smarttuya.cz/https://www.smarttuya.cz/wi-fi-gsm-alarm-system-tuya-android-ios-d13-htm-3>
11. https://www.google.com/search?q=amazon+alexa+smarthome&tbm=isch&ved=2ahUKEwiMgtO73OH3AhXNN-wKHWFuBXgQ2-cCegQIABAA&oq=amazon+alexa+smarthome&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECAAQQzoFCAAQgAQ6BggAEAcQHjoECAAQHjoECAAQE1DpBFjkEGDdEWgAcAB4AIABhQGIAaYJkgEDNC43mAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=BQ-BYsZrGs3vsAfh3JXABw&client=opera&hs=3DJ
12. <https://www.unitingdigital.com/articles/2018/10/26/an-overview-and-the-trends-of-wireless-communications-for-iot>
13. <https://talks.navixy.com/trends/lora-and-sigfox-overview-and-perspectives/>
14. <https://www.evenix.cz/firmy/>
15. <https://www.evenix.cz/firmy/>
16. <https://www.evenix.cz/reseni/>
17. <https://www.evenix.cz>
18. Vlastní fotografie
19. <https://www.evenix.cz/domacnosti/>
20. <https://www.evenix.cz/domacnosti/>
21. <https://www.evenix.cz/domacnosti/>
22. <https://docplayer.cz/68971524-Informatika-intelligentnich-domu-jaroslav-zacek-michal-janosek.html>
23. <https://smarthomeworks.com.au/2018/03/05/smart-home-security-for-beginners/>