

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ**

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

**VYUŽITÍ MODERNÍCH INTELIGENTNÍCH
ELEKTROINSTALACÍ PRO OSVĚTLENÍ
BUDOV**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. TOMÁŠ HLINECKÝ

BRNO 2009

LICENČNÍ SMLOUVA
POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Bc. Tomáš Hlinecký

Bytem: Hajany č.5

Narozen/a (datum a místo): 8.11.1984 v Brně

(dále jen „autor“)

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií,

se sídlem Údolní 244/53, 602 00 Brno,

jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.

(dále jen „nabyvatel“)

Čl. 1

Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

disertační práce

diplomová práce

bakalářská práce

jiná práce, jejíž druh je specifikován jako

(dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: Využití moderních inteligentních elektroinstalací při osvětlení budov

Vedoucí/ školitel VŠKP: Ing. Petr Baxant, Ph.D.

Ústav: Ústav elektroenergetiky

Datum obhajoby VŠKP: 15.6.2009

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v :

tištěné formě – počet exemplářů 1

elektronické formě – počet exemplářů 1

* hodící se zaškrtněte

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

Článek 2

Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
 - ihned po uzavření této smlouvy
 - 1 rok po uzavření této smlouvy
 - 3 roky po uzavření této smlouvy
 - 5 let po uzavření této smlouvy
 - 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

Článek 3

Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne:

.....

Nabyvatel

.....

Autor

Bibliografická citace práce:

HLINECKÝ, T. Využití moderních inteligentních elektroinstalací pro osvětlení budov. Diplomová práce. Brno: Ústav elektroenergetiky FEKT VUT v Brně, 2009, 80 stran.

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu.

Zároveň bych na tomto místě chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Petru Baxantovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky k mé práci, poskytnutou literaturu a svým rodičům za podporu během celé doby mého studia.

.....



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

**Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
Ústav elektroenergetiky**

Diplomová práce

Využití moderních inteligentních elektroinstalací pro osvětlení budov

Bc. Tomáš Hlinecký

vedoucí: Ing. Petr Baxant, Ph.D.

Ústav elektroenergetiky, FEKT VUT v Brně, 2009

Brno



BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**Faculty of Electrical Engineering and Communication
Department of Electrical Power Engineering**

Master's Thesis

Use of modern inteligent wiring for building lighting

by

Bc. Tomáš Hlinecký

Supervisor: Ing. Petr Baxant, Ph.D.

Brno University of Technology, 2009

Brno

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá problematikou moderní inteligentní elektroinstalace jako takové, přičemž uvádí její přednosti před klasickou elektroinstalací. Zabývá se využitím a vlastnostmi prvků moderních elektroinstalací pro regulaci, spínání a řízení osvětlení. První část práce je věnována světelným zdrojům a možnostem řízení výkonů jednotlivých světelných zdrojů. Druhá část práce pojednává o možnostech využití radiofrekvenčních systémů jak v novostavbách, tak při rekonstrukcích. V další části práce je popsána možnost využití sběrníkových systémů pro ovládání osvětlení v rámci systémové techniky budov se zaměřením na řídicí systém Nikobus. Poslední část práce je zaměřena na samotné technicko-ekonomické zhodnocení inteligentních elektroinstalací od různých výrobců dle zvolených kritérií.

Klíčová slova: moderní inteligentní elektroinstalace; řízení osvětlení; světelný zdroj; řízení výkonů světelných zdrojů; radiofrekvenční systém; sběrníkový systém

ABSTRACT

This diploma thesis concerns with problematic of modern intelligent wiring systems in buildings, meanwhile presents their advantages against old classical wiring systems. Also deals with utilization and properties of modern components for regulation, switching and light controlling. The first part deals with light sources and possible ways how to control the power of individual luminary sources. The second part discuss about utilization of radio-frequency systems in new buildings and also in reconstructions. In the next part is described a possibility of bus system for controlling building illumination scope with focusing to control system Nikobus. The last part is concerned on technical-economical evaluation of intelligent wiring systems by various manufacturers according to specific requirements.

Key words: modern intelligent wiring system; controlling of illumination; light source; power controlling of light sources; radio-frequency system; bus system

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 2-1 Principy fázového řízení [4].....</i>	<i>20</i>
<i>Obr. 2-2 Závislost zatížitelnosti stmívače na okolní teplotě [4]</i>	<i>22</i>
<i>Obr. 2-3 Spínání svítidla ze tří míst se stmíváním z jednoho místa [5].....</i>	<i>25</i>
<i>Obr. 2-4 Krátkocestný stmívač s tlačítkovými ovladači pro plnohodnotné ovládání z více míst [5]</i>	<i>26</i>
<i>Obr. 2-5 Stmívání soustavy zářivkového osvětlení analogovým stmívačem [6].....</i>	<i>31</i>
<i>Obr. 2-6 Vysokofrekvenční stmívatelný elektronický předřadník [44]</i>	<i>33</i>
<i>Obr. 2-7 Nízkofrekvenční stmívatelný elektronický předřadník [44]</i>	<i>34</i>
<i>Obr. 2-8 Názorný přehled zařízení pro stmívání různých světelných zdrojů [44].....</i>	<i>34</i>
<i>Obr. 3-1 Spínací aktor [9]</i>	<i>38</i>
<i>Obr. 3-2 Stmívací aktor [9]</i>	<i>39</i>
<i>Obr. 3-3 Roletový aktor [9]</i>	<i>39</i>
<i>Obr. 3-4 Pokojový termostat [9].....</i>	<i>40</i>
<i>Obr. 3-5 Home manager [9].....</i>	<i>42</i>
<i>Obr. 3-6 Room manager [9]</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 4-1 Schematické znázornění sběrnice RS422</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 4-2 Schematické znázornění sběrnice RS485</i>	<i>48</i>
<i>Obr. 4-3 Připojení zařízení ke sběrnici M-Bus.....</i>	<i>48</i>
<i>Obr. 4-4 Náčrt kabelu používaného ve sběrnících KNX/EIB [31]</i>	<i>49</i>
<i>Obr. 4-5 Náčrt možného větvení sběrnice KNX/EIB [31]</i>	<i>49</i>
<i>Obr. 4-6 PC-Link [11]</i>	<i>55</i>
<i>Obr. 4-7 Zapojení prvku PC-Link [11].....</i>	<i>55</i>
<i>Obr. 4-8 PC-Logic [11].....</i>	<i>56</i>
<i>Obr. 5-1 Struktura systému a sběrnic [20]</i>	<i>60</i>
<i>Obr. 5-2 Hybridní systém [25].....</i>	<i>63</i>
<i>Obr. 5-3 Struktura sítě prvků KNX</i>	<i>68</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 5-1 Cenové zhodnocení systému XComfort</i>	<i>59</i>
<i>Tab. 5-2 Cenové zhodnocení systému Ego-n</i>	<i>62</i>
<i>Tab. 5-3 Cenové zhodnocení systému Nikobus</i>	<i>65</i>
<i>Tab. 5-4 Cenové zhodnocení systému iNELS.....</i>	<i>67</i>
<i>Tab. 5-5 Cenové zhodnocení systému KNX/EIB.....</i>	<i>70</i>
<i>Tab. 5-6 Cenové zhodnocení systému WAGO-I/O.....</i>	<i>73</i>
<i>Tab. 5-7 Technicko-ekonomické zhodnocení</i>	<i>73</i>

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

senzor	zpracuje fyzikální veličinu a vyšle příslušný telegram na aktor
spínací aktor	přijímá, zpracovává, vykonává povely a spíná spotřebiče
stmívací aktor	slouží pro stmívání žárovek a elektronických transformátorů
žaluziový aktor	slouží pro ovládání žaluzií
pokojový termostat	slouží pro měření teploty v místnostech
dvojitě binární vstupy	slouží pro ovládací povely z klasických spínačů
Home Manager RF	centrální řídicí jednotka s komfortními funkcemi
TV jednotka	modul pro zobrazení a pohodlné ovládání Home Manageru na televizní obrazovce
dvojitě teplotní vstupy	pro měření teploty externími senzory
rozhraní RS-232	pro parametrizaci systému v komfortním režimu
routing	směrování radiofrekvenčního signálu
DALI	(Digital Addressable Lighting Interface) digitální adresovatelné rozhraní pro osvětlení
EIB	(European Installation Bus) evropská instalační sběrnice
adresa fyzická	označení účastníka sběrnice v podobě číselného kódu
adresa skupinová	označení obsluhované skupiny (funkce) v podobě číselného kódu
datová sběrnice	kroucený dvou párový kabel sloužící k přenosu dat
DSI	sběrnice pro ovládání osvětlovací techniky
elektronický předřadník	elektronický přístroj, který rozsvěcí a napájí zářivku
routek	vazební člen mezi jednotlivými úseky sběrnice
repeater	sběrnicový zesilovač
centralizovaný systém	veškeré vodiče senzorů i akčních členů jsou svedeny do centrální jednotky
decentralizovaný systém	na sběrnici jsou napojeny různé prvky
RF systém	radiofrekvenční systém
AC	(alternating current) střídavý proud
IR přijímač	infračervený přijímač

OBSAH

1 ÚVOD	15
2 ZDROJE SVĚTLA.....	16
2.1 ŽÁROVKY	17
2.1.1 ŽÁROVKY	17
2.1.2 REFLEKTOROVÉ ŽÁROVKY	17
2.1.3 HALOGENOVÉ ŽÁROVKY.....	17
2.1.4 ZÁŘIVKY	17
2.1.5 ZÁŘIVKY KOMPAKTNÍ S INTEGROVANÝMI PŘEDŘADNÍKY	18
2.1.6 ELEKTRONICKÉ SPÍNAČE.....	18
2.1.7 MOŽNÉ ZPŮSOBY ŘÍZENÍ INTENZITY OSVĚTLENÍ	19
2.1.8 PRINCIPY FÁZOVÉHO ŘÍZENÍ	20
2.1.9 STMÍVATELNÉ PŘEDŘADNÍKY	21
2.1.10 ZÁKLADNÍ PARAMETRY STMÍVAČŮ	22
2.1.11 CHARAKTER ZÁTĚŽE.....	23
2.1.12 KOMBINOVANÉ SPÍNAČE R, L, C.....	24
2.1.13 OVLÁDÁNÍ STMÍVAČŮ V KLASICKÝCH ELEKTROINSTALACÍCH	24
2.1.14 STMÍVÁNÍ KRÁTKOCESTNÝMI STMÍVAČI	25
2.1.15 STMÍVÁNÍ ŽÁROVEK A HALOGENOVÝCH ŽÁROVEK NA SÍŤOVÉ NAPĚTÍ	26
2.1.16 STMÍVÁNÍ HALOGENOVÝCH ŽÁROVEK NA MALÉ NAPĚTÍ 12 A 24V	27
2.1.17 INDUKČNÍ TRANSFORMÁTORY	28
2.1.18 ELEKTRONICKÉ TRANSFORMÁTORY	29
2.1.19 STMÍVÁNÍ ZÁŘIVEK A KOMPAKTNÍCH ZÁŘIVEK.....	30
2.1.20 VYSOKOFREKVENČNÍ PŘEDŘADNÍKY	32
2.1.21 NÍZKOFREKVENČNÍ PŘEDŘADNÍKY	33
2.1.22 STMÍVÁNÍ VYSOKOTLAKÝCH VÝBOJEK	34
3 RADIOFREKVENČNÍ SYSTÉM	35
3.1 VYUŽITÍ RADIOFREKVENČNÍHO SYSTÉMU	35
3.2 KOMPONENTY RF SYSTÉMU.....	36
3.3 SENZOR	37
3.3.1 TLAČÍTKOVÉ SPÍNAČE.....	37
3.4 AKTORY	37
3.4.1 SPÍNACÍ AKTOR	38
3.4.2 STMÍVACÍ AKTOR	38
3.4.3 ROLETOVÝ AKTOR	39
3.5 POKOJOVÝ TERMOSTAT	40
3.6 DVOJITÉ BINÁRNÍ VSTUPY	40
3.7 RUČNÍ DÁLKOVÝ OVLADAČ	41
3.8 HOME MANAGER RF	41
3.9 ROOM MANAGER	42
3.10 ADRESOVÁNÍ.....	44
3.11 MONTÁŽ RF SYSTÉMU	44
3.11.1 NASTAVENÍ V „ZÁKLADNÍM REŽIMU“	45
3.11.2 NASTAVENÍ V „KOMFORTNÍM REŽIMU“	45
3.12 ROUTING (SMĚROVÁNÍ RF SIGNÁLU)	45

4 SBĚRNICOVÉ SYSTÉMY	47
4.1 DATOVÉ SBĚRNICE	47
4.1.1 SBĚRNICE RS422, RS485	47
4.1.2 SBĚRNICE M-BUS	48
4.1.3 SBĚRNICE KNX/EIB	48
4.2 INVESTICE NA SBĚRNICOVÉ SYSTÉMY	50
4.3 EKONOMIKA PROVOZU SBĚRNICOVÝCH SYSTÉMŮ	50
4.4 ZPŮSOBY ŘÍZENÍ.....	52
4.5 SBĚRNICOVÝ SYSTÉM NIKOBUS	53
4.5.1 PC-LINK.....	55
4.5.2 PC-LOGIC	56
4.5.3 SOFTWARE NIKOBUS	56
5 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	57
5.1 POŽADAVKY NA ELEKTROINSTALACI.....	57
5.2 ELEKTROINSTALACE POMOCÍ SYSTÉMU XCOMFORT	57
5.3 ELEKTROINSTALACE POMOCÍ SYSTÉMU EGO-N.....	60
5.4 ELEKTROINSTALACE POMOCÍ SYSTÉMU NIKOBUS.....	63
5.5 ELEKTROINSTALACE POMOCÍ SYSTÉMU INELS.....	65
5.6 ELEKTROINSTALACE POMOCÍ SYSTÉMU KNX/EIB.....	67
5.7 ELEKTROINSTALACE POMOCÍ SYSTÉMU SYNCO LIVING.....	70
5.8 ELEKTROINSTALACE POMOCÍ SYSTÉMU WAGO-I/O-SYSTÉM	71
6 ZÁVĚR.....	74
7 POUŽITÁ LITERATURA	76

1 ÚVOD

Problematikou moderních inteligentních elektroinstalací jako jsou radiofrekvenční systémy, nebo sběrníkové systémy se odborná česká literatura moc nezabývá. Technologie jednotlivých prvků v moderních elektroinstalacích a software pro tyto prvky bývá interním tajemstvím firem a potřebné informace jsou jen těžko dostupné. Nejdostupnější je internet a odborné časopisy. Firemní katalogy jsou spíše určeny pro obchodní účely. Bližší informace lze dostat na různých školeních firem, pořádaných pro odbornou veřejnost. Problematika moderních elektroinstalací je v současné době velmi aktuální a potenciální uživatelé postrádají dostatek přehledných informací, pomocí kterých by se mohli rozhodnout, zda upřednostnit moderní elektroinstalaci před klasickou.

Úkolem této práce je popsat a zhodnotit funkce a vlastnosti moderních elektroinstalací, jejich prvků a systémů, v nichž tyto prvky pracují a vhodnost jejich využití pro osvětlení budov. Práce má pojednat o možnostech zapojení jednotlivých komponent do systému moderních inteligentních soustav a popsat využití radiofrekvenčních systémů, jejich možnosti instalace, využití u novostaveb a také při rekonstrukcích. Dále má vyhodnotit funkce a vlastnosti sběrníkových systémů díky stále vyšším nárokům investorů na komfort, bezpečnost a úsporu energie. Cílem práce je popsat funkčnost různých moderních inteligentních elektroinstalací a zhodnotit je z technického a ekonomického hlediska.

Jako první bude nutné nashromáždit co nejvíce podkladů k danému tématu diplomové práce. Největším zdrojem informací by měly být internetové stránky firem zabývajících se problematikou moderních inteligentních elektroinstalací, jako jsou Moeller, ABB, Elko EP, Siemens, Schneider Electric, Wago. Poté bude nutné vyžádat si katalogy na dané téma od již jmenovaných firem. Ale největší přínos by měly být osobní konzultace a rozhovory se zástupci a odborníky firem (Moeller, ABB, Elko EP, Schneider Electric).

První část bude obsahovat principy a funkce světelných zdrojů ze získané literatury. Dále bude uveden popis řízení různých zátěží elektronickými předřadníky, a popis principů a technologií jak radiofrekvenčních systémů tak i systémů sběrníkových. Poslední částí bude ekonomické zhodnocení zmíněných elektroinstalací různých výrobců a také popsání jejich výhod a nevýhod.

2 ZDROJE SVĚTLA

Zdroje světla, které jsou dnes k dispozici, se rozlišují jednak podle toho, k jakému účelu jsou vytvořeny, jednak podle vlastností, jako jsou barva a množství světla. Na atomární nebo molekulární úrovni je však princip vzniku světla u všech zdrojů podobný. Například v žárovce, která stále ještě nejčastěji slouží k domácímu osvětlení, vzniká světlo zahřátím wolframového drátu – tedy stejným tepelným způsobem jako ve slunci.

- světlo se dá soustředit na plošku o velikosti několika nanometrů (miliontin milimetru) – s touto přesností můžeme pomocí světla i měřit,
- se světlem lze dosáhnout nejkratších impulsů, kratších než jedna femtosekunda – miliontina miliardtiny sekundy (10^{-15} s),
- světlo lze snadno využít k přenosu informací na dálku. Jediným tenkým skleněným vláknem mohou být přenášeny terabity, tedy miliony megabitů za sekundu,
- člověk tyto vlastnosti využívá – světlo utváří náš život.

Světlo je elektromagnetická vlna. Pro člověka je viditelné s vlnovými délkami zhruba od 400 do 700 nanometrů – od fialového světla až k červenému. Necháme-li dopadat světlo na hranol, můžeme díky lomu světla vidět barevné spektrum. Červené, zelené a modré světlo můžeme naopak zase smísit. Náš mozek vnímá tuto směs barev jako „bílé světlo“. To je základem zobrazovacích technologií [1].

Důležitým prvkem k dosažení zrakové pohody v bytě a jeho zázemí je správně navržený systém umělého osvětlení v jednotlivých místnostech. Důležité při tom je, aby navržené umělé osvětlení plnilo požadavky na zrakovou pohodu a zrakový výkon, ale aby byla minimalizována spotřeba elektřiny pro toto osvětlení.

Návrh osvětlovací soustavy a jejího typu (přímá, nepřímá, smíšená) je z hlediska úspor velmi důležitý a může znamenat i několikanásobné zvýšení spotřeby elektřiny při zajištění srovnatelného komfortu uživatelů. V bytě musí zásadně vycházet ze zařizovacího projektu místností.

Z hlediska energetických úspor je rozhodující používání účinných zdrojů světla, neboť poměr mezi spotřebou elektřiny pro stejnou úroveň osvětlení je u žárovek přibližně 4x vyšší než u zářivek. Důležitým parametrem výběru světelného zdroje je měrný výkon, udávaný jako lm/W, který vyjadřuje účinnost přeměny elektřiny ve světlo. Pro použití světelného zdroje k osvětlování interiérů s trvalým pobytem osob je však nutno dosáhnout určité „kvality světla“ zdroje, vyjádřené indexem podání barev, který by měl být větší než 80. V současné době připadají pro osvětlování interiérů v úvahu prakticky pouze žárovky a zářivky [1].

2.1 Žárovky

2.1.1 Žárovky

Standardní žárovky a reflektorové žárovky jsou nejznámější, nejrozšířenější a nejméně hospodárné zdroje světla s nejnižší hodnotou měrného výkonu – pouhých 8 až 18 lm/W. Na světlo se tak přemění jen 3 – 5% spotřebované energie, zbytek je většinou ztrátové teplo. Střední doba života je jen 800 – 1000 hodin a navíc silně závisí na kolísání napětí sítě. Výhodou žárovek zůstává nízká pořizovací cena [2].

2.1.2 Reflektorové žárovky

Reflektorové žárovky se používají pro místní zvýraznění, tedy jako světelný akcent. Platí pro ně to, co pro standardní žárovky. Jsou označovány písmenem R a číslem, udávající průměr reflektoru v milimetrech (např. R63). Typ volíme obvykle podle vzdálenosti osvětlovaného předmětu. Výrobci nabízejí reflektorové žárovky i s barevným světlem. S ohledem na vysokou spotřebu energie se instalace žárovek hodí nejvíce v místech s krátkodobým, spíše nepravidelným svícením [2].

2.1.3 Halogenové žárovky

Ve srovnání se standardní žárovkou vykazují standardní trubicové halogenové žárovky v průměru dvojnásobnou životnost. Mají také vyšší měrný výkon (14 – 20 lm/W). Halogenové žárovky se při jejím osazování nesmíme dotknout holou rukou. Pokud se tak stane, musíme žárovku před zapnutím umýt čistým lihem. Látky obsažené v potu dokáží porušit povrch žárovky ve velmi krátké době a může dojít k explozivnímu prasknutí baňky. Osvětlovací systémy s halogenovými žárovkami jsou navrhovány jako doplňkové bodové osvětlení, pro optické zdůraznění detailu. Není vhodné s nimi osvětlovat plošně kvůli jejich nízké účinnosti.

Zdánlivá „neškodnost“ těchto osvětlovacích systémů může vést k závažným haváriím při nerespektování skutečnosti, že i miniaturní svítidla pro halogenové žárovky 12V i 230V jsou významnými tepelnými zdroji. Teplo ze svítidel může způsobit poškození vlastních zařízení, rušení funkcí jiných zařízení či jejich nadměrnou zátěž [2].

2.1.4 Zářivky

Výhodou zářivky je vysoká účinnost, tedy poměrně malá spotřeba energie při značném výkonu. Avšak spektrální složení některých druhů zářivek je ale takové, že světlo je vnímáno jako studené a nelze v něm dobře rozlišovat barevné odstíny. Kromě toho relativně pomalé blikání zářivky při kmitočtu 50Hz může nepříznivě ovlivňovat vyšší nervovou činnost. Známe také fakt, že v prostorech kde se pracuje s rychle rotujícími předměty, toto blikání způsobuje nežádoucí stroboskopický efekt. V blikajícím světle se někdy zdá, že rotující součástka se zastavila nebo že se otáčí podstatně pomaleji než ve skutečnosti. V běžných svítidlech se

zářivkové trubice zahřívají, až na teplotu 80°C, což má vliv na 30% pokles výkonu a až 30% zvýšení spotřeby. Vyšší teplota má však vliv i na barevnost vyzařovaného světla, proto je těžké dosáhnout s běžnými zdroji světla optimálních podmínek.

Bodové zdroje světla vytvářejí příliš ostré stíny, což může poněkud zkreslovat zrakový vjem. Navíc vznikají velké kontrasty jasu mezi osvětlenými a zastíněnými plochami a to může být příčinou tzv. oslnění sukcesivním kontrastem (při následných pohledech do míst s výrazně odlišným jasem). Proto považují za správné používat raději plošné než bodové světelné zdroje.

Zářivky patří k účinným zdrojům světla (měrný výkon je 40 až 106 lm/W) a ve srovnání se standardní žárovkou spotřebují pro vyprodukování stejného množství světla jen asi 15 – 25% elektřiny. Výhodou zářivek je také jejich nízká povrchová teplota svítící části zdroje ve srovnání se žárovkami. Nevýhodou oproti klasickým žárovkám je pomalejší náběh na plný výkon.

Kompaktní zářivky s oddělenými předřadníky se vyrábějí ve třech hlavních typech:

- se zabudovaným startérem - dvoukolíkové,
- bez zabudovaného startéru – čtyřkolíkové malé (průměr trubice 7 – 9mm),
- bez zabudovaného startéru – čtyřkolíkové velké (průměr trubice 16mm).

Jsou vhodné pro osvětlení všech druhů vnitřních prostorů. Provozují se zejména s elektronickými předřadníky. Výhodou odděleného předřadníku jsou menší rozměry světelného zdroje. Kompaktní zářivky bez zabudovaného zapalovače lze používat i v obvodech s regulovaným světelným tokem. Další výhodou je to, že při výměně postačí vyměnit pouze trubici s patičí, což je podstatně levnější než kompaktní zářivka [2].

2.1.5 Zářivky kompaktní s integrovanými předřadníky

Elektronický předřadník a zářivka tvoří jeden celek. Vyrábějí se jak se závitem E27, tak se závitem E14 a lze je přímo namontovat do objímek stávajících svítidel. Problém může být větší rozměr svítící části zdroje, který se do svítidla nemusí vejít. Měrný výkon a životnost je obdobná jako u zářivek. Mezi další výhody kompaktních zářivek s integrovaným předřadníkem patří snížená citlivost vůči častému zapínání a necitlivost vůči změnám napájecího napětí. Díky vyšší pracovní frekvenci (řádově desítky kHz) nevytvářejí nebezpečný stroboskopický efekt [3].

2.1.6 Elektronické spínače

Základním problémem při použití tyristorových spínačů je spolehlivost tyristorů, která závisí zcela podstatně na dodržení mezních technických parametrů. Na rozdíl od kontaktních stykačů i malé překročení mezního blokovacího napětí, proudu nebo rychlosti jeho mezního povoleného nárůstu (dI/dt) může znamenat jeho okamžité zničení. Dvojnásob to platí v kompenzačních systémech, kde spínanou zátěž tvoří kondenzátor. I nepatrná odchylka od harmonického průběhu napětí může způsobit několikanásobné překročení mezních parametrů.

V počátku rozvoje průmyslových technologií výroby výkonových polovodičových součástek byla regulace intenzity osvětlení nejenže nákladnou, ale také jen výjimečně používanou technikou. Regulace byla používána pro žárovkové světelné zdroje, zpravidla plynulou změnou napětí. Regulaci obstarávaly buďto regulační autotransformátory, anebo v sérii zapojené proměnné odporů (reostaty). Takováto technika byla nejen investičně, ale i prostorově velmi náročnou, nehledě na energetické ztráty na sériových odporech. Proto byla užívána ve filmové a divadelní sféře, jen výjimečně v jiných oblastech. Pouze pro energeticky vysoce náročné aplikace se využívalo řízených rtuťových usměrňovačů s fázovým řízením. V 60. letech 20. století se již staly běžnými nejdříve tyristory, jen o málo později triaky. Rozměrově malé polovodičové spínací prvky, se stále se snižujícími ztrátami, umožnily využití jednoduchého principu fázového řízení k energeticky úspornému a cenově dostupnému stmívání v prakticky každé elektrické instalaci, včetně instalací domovních a bytových [3].

Jednoduchost základního zapojení vedla k hojným amatérským návodům ke zhotovení, protože průmyslová výroba kompletních stmívačů se u nás rozběhla teprve ve druhé polovině 70. let. Amatérské konstrukce ale neměly prakticky žádnou šanci na širší využití. Při fázovém řízení jsou generovány vyšší harmonické ve velmi širokém frekvenčním spektru. Harmonické nižších řádů se výrazně podílí na deformaci harmonického průběhu síťového napětí, zatímco harmonické vyšších řádů (až do stovek MHz) dokáží spolehlivě rušit příjem rozhlasového i televizního vysílání v okruhu několika desítek, někdy až stovek metrů od tohoto přístroje. Zabezpečit skutečně vyhovující odrušení je amatérsky značně problematické. Zavádění výroby elektronických spínačů si vynutilo zrychlení trvalého procesu mezinárodní normalizace, zabývajícího se elektromagnetickou kompatibilitou. Má-li být jakýkoliv elektronický elektroinstalační přístroj schválen pro použití podle platných evropských norem, musí vyhovět nejen zkouškám elektrické bezpečnosti, ale i zkouškám ověřujícím elektromagnetickou kompatibilitu, tedy jeho bezpečnost z hlediska generování rušivých signálů a současně i odolnosti vůči rušení [3].

2.1.7 Možné způsoby řízení intenzity osvětlení

V běžné elektrické instalaci u nás používáme jmenovitého střídavého napětí 230V, 50Hz. Pro změnu svítivosti světelného zdroje musíme dosáhnout změny efektivní hodnoty jím procházejícího proudu.

Toho lze dosáhnout v zásadě třemi způsoby:

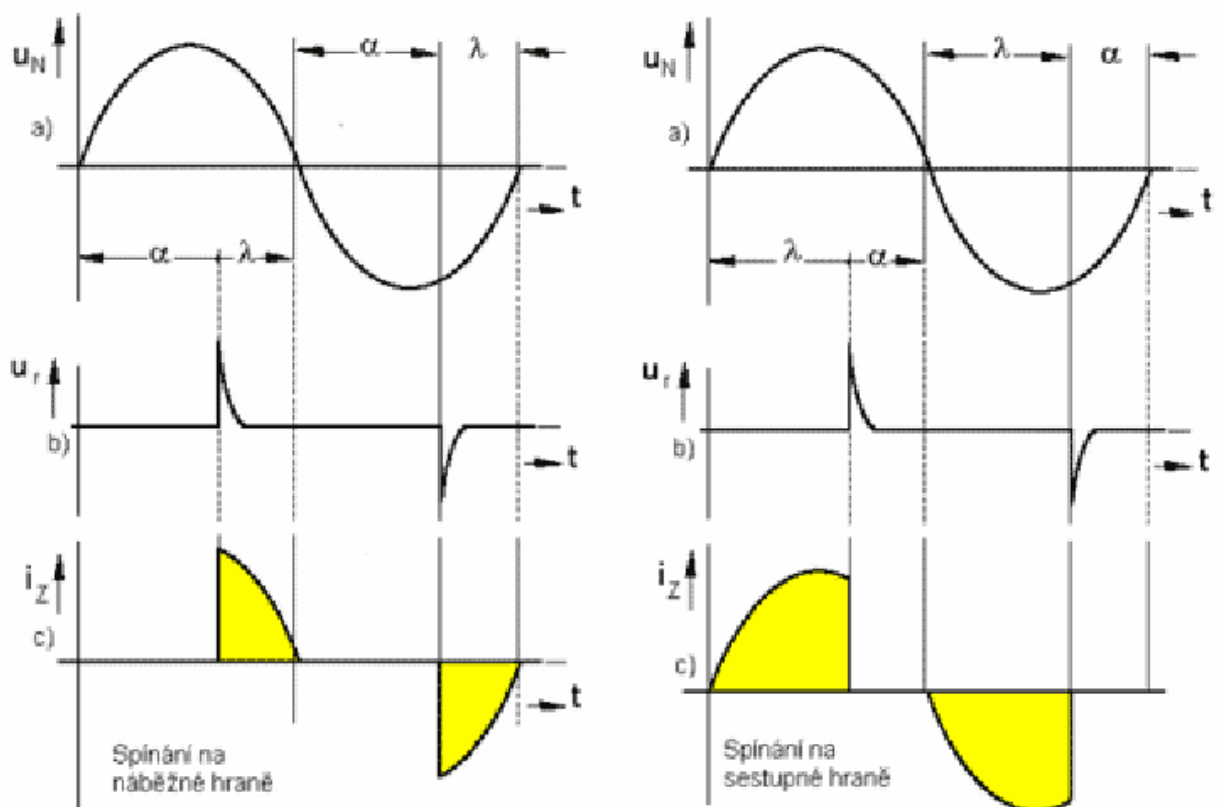
- změnou amplitudy harmonického proudu,
- střídavým propouštěním a zadržováním vždy několika půlvln,
- změnou tvaru (deformací) střídavého proudu.

Změny amplitudy lze dosáhnout například již zpočátku zmíněnými způsoby (regulační transformátory, sériové reostaty). Využitelné elektronické regulátory, založené na změně amplitudy v širokých mezích, se prozatím nepodařilo úspěšně zkonstruovat. Regulací založenou na střídavém propuštění a zadržování vždy několika po sobě jdoucích celých půlvln, při

proměnném poměru jejich počtu, lze regulovat příkon spotřebičů, u nichž takovýto střídavý chod nepůsobí praktické problémy. To může být například u elektrotepelných spotřebičů, u nich je obvyklá poměrně vysoká tepelná setrvačnost. Takovýto princip je ale zcela nepoužitelný pro řízení osvětlení. Docházelo by totiž k osvětlování různě dlouhými světelnými záblesky. Proto se rozšířilo fázové řízení, které má ale nepříjemné vedlejší účinky. Deformuje původně harmonický průběh napětí, a tak produkuje nadměrné množství vyšších harmonických. Tím se ale zvyšují nároky na odrušení. Evropské normy proto také omezují fázovou regulaci jen na předem vymezené případy. Důsledkem je určování nejvyššího podílu výkonu spotřebičů s fázovou regulací vzhledem k celkovému instalovanému výkonu v daném objektu [4].

Deformace harmonického průběhu napájecího napětí lze dosáhnout v zásadě dvěma cestami:

- fázovým řízením na náběžné hraně,
- fázovým řízením na sestupné hraně.



Obr. 2-1 Principy fázového řízení [4]

2.1.8 Principy fázového řízení

V obou případech je na vstupu stmívače harmonické napětí podle grafu a). V závislosti na potřebném výstupním napětí generuje řídicí obvod spínací pulsy b) tak, aby jedna část půlvlny

(úhel λ) byla zadržena, takže proud bude zátěží procházet jen po dobu otevření (úhel λ) – viz graf c). V obou případech se úhel otevření λ může měnit prakticky od 0° do 180° v každé půlčlenně. Při spínání na náběžné hraně se polovodičový ventil otevírá v každé půlčlenně spínacím impulsem a vypíná při průchodu nulou, zatímco při spínání na sestupné hraně se ventil otevírá při průchodu nulou a vypíná spínacím pulsem. Spínání na náběžné hraně je běžným způsobem fázového řízení, používá se pro stmívání žárovek na 230V anebo u primárních vinutí transformátorů pro žárovky malého napětí. Běžné je i pro řízení otáček motorků ventilátorů, vrtaček a podobně. U induktivních zátěží ani jiného způsobu řízení nelze použít. Při využití elektronických transformátorů pro napájení žárovek malého napětí je nezbytné použití spínání na sestupné hraně. Při volbě stmívače je tedy nutné znát charakter zátěže. Ve společném zatěžovacím obvodu totiž nelze směšovat elektronické a klasické transformátory.

2.1.9 Stmívatelné předřadníky

V mnoha místnostech je plného osvětlení zapotřebí jen občas. Speciálně u práce s obrazovkou, při prezentacích atd. stačí často zlomek normálně běžných intenzit osvětlení. Digitálními předřadníky se dá kdykoliv individuálně a podle potřeby nastavit intenzita a tím i spotřeba energie. Možné úspory energie se ve srovnání s konvenčními předřadníky pohybují mezi 20 a 90 %.

Digitální předřadník má tyto vlastnosti:

- stabilní provoz zářivek bez kmitání,
- rozsah stmívání 1 popř. 3 – 100% nominálního světelného toku,
- start zářivky na jakoukoli nastavenou hodnotu,
- velká životnost zářivek,
- úspora energie až 90% vůči konvenčnímu předřadníku,
- odolnost vůči výkyvům napětí a rušení ze sítě,
- dají se stmívat klasickými tlačítkovými spínači,
- digitální řídicí vstup nezávislý na polaritě,
- velká životnost předřadníku cca 50 000h,
- přípustná teplotní oblast $+10^\circ\text{C}$ až $+60^\circ\text{C}$,
- využití pro všechny důležité typy zářivek T16, T26 a kompaktní zářivky TC-L, TC-DEL, TC-TEL.

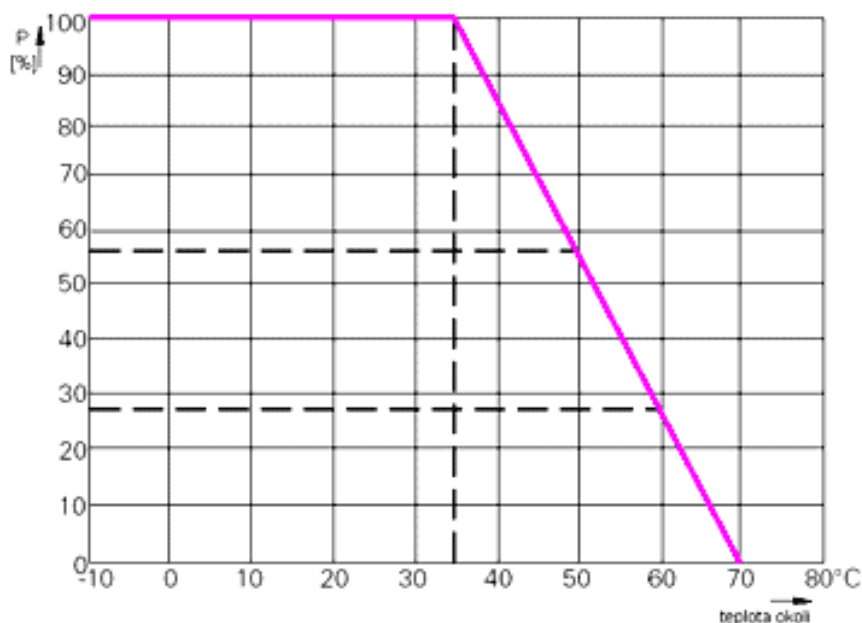
Digitálně stmívatelné předřadníky mohou vyhodnocovat jak protokol DSI tak nový průmyslový standard, protokol DALI (digital adressable lighting interface). DALI poskytuje vedle 64 jednotlivých adres a 16 skupinových adres i 16 světelných scén, které se dají přímo přiřadit k příslušnému předřadníku. Tyto systémy mají výhodu zpětného hlášení chyby o závadě zářivky [4].

2.1.10 Základní parametry stmívačů

Všechny základní parametry jsou běžně uváděny v katalogové dokumentaci i v průvodních materiálech dodávaných přístrojů (v návodech k montáži a použití). Jmenovité napětí je udáváno na 230V, při kmitočtu 50Hz. Znamená to, že spolehlivá činnost přístroje musí být zpravidla zajištěna i při kolísání napětí v síti do $\pm 10\%$.

Dalším údajem je maximální zátěž ve VA nebo W. Velikost této zátěže platí pro běžný rozsah teplot okolí (rovněž udávaný výrobcem).

Má-li být stmívač provozován při vyšších okolních teplotách, musí dojít k redukci zátěže v závislosti na absolutní hodnotě provozní teploty. Jestliže je udávána horní hranice okolní teploty například 35°C , pak při okolní teplotě 50°C je nutné snížit zatížení téměř na polovinu jmenovité hodnoty.



Obr. 2-2 Závislost zatížitelnosti stmívače na okolní teplotě [4]

Každý stmívač obsahuje výkonový spínací prvek (triak). U běžných stmívačů pro montáž do zapuštěných elektroinstalačních krabic (se jmenovitým výkonem kolem 500W) se výkonová ztráta na triaku pohybuje kolem 2W [4]. Z celkového energetického hlediska se jedná o nevýznamnou ztrátu, ale z hlediska samotného přístroje to znamená vývin tepla, které je nutné odvést. Běžná montáž stmívače podle montážního návodu se provádí do co nejhlubší krabice o průměru alespoň 60mm. U nás je stále ještě používanější průměr krabic 68mm, tedy s vnitřním povrchem dostatečně velkým pro odvádění tepla přenosem do stavební konstrukce. V tomto případě pak není nutné uvažovat o opatřeních pro zlepšení odvodu tepla. Pokud by však došlo ke koncentraci několika stmívačů do společného prostoru (do krabic vedle sebe, v horším případě nad sebou, v nejhorším případě do rastru), je již nutné počítat se zhoršeným odvodem tepla, a tedy se snížením zatížitelnosti jednotlivých přístrojů.

V případě použití rozváděčových konstrukcí stmívačů je prověření tepelných poměrů zcela nezbytné. Výrobci rozváděčů běžně udávají, pro jakou výkonovou ztrátu je ta která skříň koncipována. Podle výpočtových pravidel, daných mezinárodními normami, se určí maximální počet konkrétních přístrojů (každý jistič, každý další rozváděčový přístroj má výrobcem udávanou tepelnou ztrátu). Každý rozváděč by měl mít doložen výpočet tepelných ztrát a jeho soulad s použitou skříní. Při vyšších počtech stmívačů v rozváděčích je nutné důsledně dodržovat i mnohé další pokyny pro způsob montáže, jakými mohou být minimální vzdálenosti mezi jednotlivými přístroji (vzduchové mezery pro zlepšení chladících poměrů). Rozváděče se stmívači musí být umístěny tak, aby přirozené chlazení nedovolilo nárůst teploty nad přípustnou mez. V opačném případě je již nezbytné doplnit nucené chlazení. Dříve bývaly instalační stmívače opatřeny nadproudovou a zkratovou ochranou pomocí rychlé tavné trubičkové pojistky. Moderní koncepce stmívačů již tento prvek nepoužívají, jsou vybaveny elektronickými nadproudovými i zkratovými ochranami v kombinaci s ochranou tepelnou. V žádném případě tak nemůže dojít ke zničení triaku. Při přetížení (ať již nadproudem nebo teplem) elektronická ochrana odpojí zátěž. Po poklesu teploty triaku naběhne stmívač do běžného provozního režimu. Pokud se v praxi setkáme se střídavým samočinným zhášením a rozsvěcováním stmívaného okruhu, můžeme si být téměř jisti, že se jedná o nesprávně vyřešené stmívání – o projevující se tepelné problémy. V případě zkratu elektronická ochrana odpojí zátěž, celý obvod je pak nutné restartovat krátkým odpojením od napájení (např. jističem). Je tomu tak z důvodu vytvoření prostoru pro odstranění příčin zkratu [4].

Dalším důležitým parametrem je minimální zátěž, při které ještě stmívač spolehlivě pracuje. Při použití nižších zátěží již přístroj nemusí reagovat vždy správně (funkce může být například zpožděna), anebo dokonce vůbec nefunguje. Běžné je udávat rozsah zátěží, například 60VA/W – 600VA/W. Velmi důležitým parametrem je již zmíněný charakter zátěže, pro který je stmívač určen. Nejjednodušší konstrukce bývají jen pro žárovkovou zátěž (klasické nebo halogenové žárovky 230V), případně i s možností regulace primárního vinutí klasických (vinutých) transformátorů pro obvykle halogenové žárovky malého napětí. Náročnější koncepce dovolují použití pro stmívání halogenových žárovek malého napětí napájených elektronickými transformátory. Zatím nejmodernějšími jsou stmívače univerzální, s mikroprocesorovým řízením provozu, které samočinně nastavují režim činnosti (spínání na náběžné nebo sestupné hraně) podle charakteru zátěže. Samostatnou kapitolu tvoří stmívače pro zářivkovou zátěž. Triak v nich obsažený zabezpečuje silové spínání zátěže, ale regulace je svěřena stmívatelnému elektronickému předřadníku, zabudovanému ve svítidle namísto předřadníku klasického. Předřadník, a tedy i stmívač, může být pro analogové řízení stejnosměrným napětím 0–10V nebo pro digitální řízení.

2.1.11 Charakter zátěže

Velmi důležitým parametrem je charakter zátěže, pro který je stmívač určen. Nejjednodušší konstrukce bývají jen pro odporovou zátěž, a to buď pro klasické žárovky nebo halogenové žárovky 230V, případně i s možností regulace primárního vinutí klasických transformátorů pro

halogenové žárovky malého napětí. Náročnější koncepce dovolují použití pro stmívání halogenových žárovek malého napětí napájených elektronickými transformátory.

Moderní univerzální stmívače s mikroprocesorovým řízením provozu samočinně nastavují režim činnosti (spínání na náběžné, nebo sestupné hraně) podle charakteru zátěže. Také nesmíme opomenout stmívače pro zářivkovou zátěž. Obsahují triak, který zabezpečuje silové spínání zátěže. Avšak regulace se provádí stmívatelným elektronickým předřadníkem, zabudovaným ve svítidle, namísto předřadníku klasického.

2.1.12 Kombinované spínače R, L, C

Používají se pro řízení intenzity osvětlení všech stmívatelných zátěží s výjimkou zářivek. Univerzální modulový stmívač může řídit výkon pomocí spínacích tranzistorů místo triaků. To umožňuje řídit výkon fázovým řízením úhlu zapnutí nebo úhlu vypnutí. Při fázovém řízení úhlu zapnutí se tranzistor sepne v úhlu mezi 0 a π a vypne při průchodu proudu nulou. Tento způsob řízení je vhodný pro indukční zátěž (indukční transformátory). Při fázovém řízení úhlu vypnutí se tranzistor sepne při průchodu proudu nulou a vypne se při větším fázovém úhlu. Tento způsob řízení je vhodný pro:

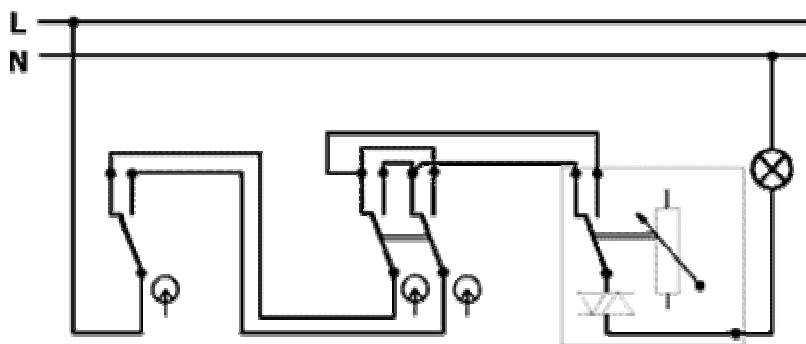
- zátěž (elektronické transformátory stmívatelné napětím 230V),
- odporovou zátěž,
- smíšenou zátěž (kapacitní, odporovou a indukční), připojenou na stejný stmívač.

Přechodové jevy jsou potlačeny elektronicky, proto jsou tyto stmívače úplně tiché a o 30% lehčí než „klasické“ stmívače s tlumivkami. Elektronické řízení umožňuje elektronickou ochranu stmívače:

- při zkratu,
- při přetížení,
- při přepětí.

2.1.13 Ovládání stmívačů v klasických elektroinstalacích

Použití potenciometrů v řídicích obvodech triaků elektronických regulátorů vedlo v minulosti k téměř výhradnímu ovládání otočnými prvky. Otočné ovládání se ukázalo jednoznačně výhodnějším – ovládací hřídel potenciometru mohla být snadno mechanicky svázána se silovým spínačem, obvykle v řazení 6. To umožnilo spínání světelného obvodu ze dvou i více míst přidavnými spínači řazení 6 a 7, i když regulace intenzity osvětlení byla možná jen z jednoho místa, a to z místa s namontovaným elektronickým regulátorem. Schéma takového zapojení je na obr. 2-3 [5].



Obr. 2-3 Spínání svítidla ze tří míst se stmíváním z jednoho místa [5]

Spínání stmívaného okruhu svítidel z více míst je již určitým zvýšením pohodlí při obsluze, ale nutnost regulace jen z jednoho místa přece jen nezaručuje dostatečný komfort. Chceme-li také regulovat osvětlení z dalších míst, je nutné použít přídatných elektronických jednotek s otočným ovládáním [5]. To ovšem vede ke značnému zvýšení ceny celého systému, přičemž musíme počítat s omezením počtu těchto přídatných jednotek. Proto byly vyvinuty stmívače s dotykovým anebo tzv. krátkocestným řízením provozu. V současnosti převažují stmívače s krátkocestným řízením.

2.1.14 Stmívání krátkocestnými stmívači

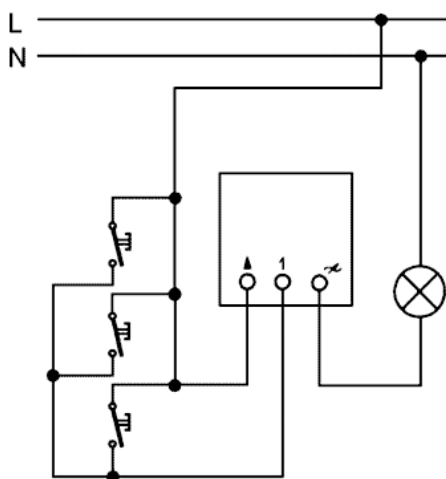
Moderní krátkocestné stmívače pro montáž do elektroinstalačních krabic jsou koncipovány stavebnicově, stejně jako ostatní domovní elektroinstalační přístroje. Jedním konstrukčním celkem je vlastní stmívač, druhým ovládací díl obsahující kontaktní řídicí části. Stavebnicová koncepce potom dovoluje využít tentýž elektronický přístroj s obdobnými ovládacími nastavbami v různých designech, nebo také s různými ovládacími nastavbami, jako jsou snímače pohybu nebo snímače infračerveného záření pro dálkové ovládání. Všechny komponenty však musí být od téhož výrobce.

Ovládací ploška stmívače dovoluje menší pohyb, postačující pro sepnutí mikrospínačů s krátkou přepínací dráhou. Tyto spínače jsou určeny pro spínání řídicích napětí, které jsou součástí řídicího elektronického obvodu triaku. Pro spínací funkci stmívače nejsou použity klasické spínače s přepínací dráhou minimálně 3mm, kterými byly vybaveny otočné stmívače, a které zajistily bezpečné oddělení od síťového napětí. Výstup krátkocestného stmívače je i po vypnutí neustále připojen k síťovému napětí přes impedanci triaku v uzavřeném stavu, protože pro činnost řídicích elektronických obvodů krátkocestného přístroje je nezbytná stálá přítomnost napájecího napětí.

Jednoduchý řídicí obvod triaku, v základním zapojení sestávajícího z potenciometru a diaku, je v krátkocestném stmívači nahrazen složitějšími elektronickými obvody, využívajícími řízení obvodu krátkocestným spínačem spínaným pomocným napětím. V závislosti na době sepnutí reaguje řídicí obvod triaku různým způsobem. Časově omezený, krátký stisk ovladače

zabezpečí zapnutí nebo vypnutí přístroje, delším stiskem se plynule reguluje. Krátkocestné stmívače si pamatují nastavení osvětlení před vypnutím. Po opětovném zapnutí krátkým impulzem je samočinně nastavena tato intenzita [5]. Po výpadku síťového napětí se přístroj nastaví do polohy vypnuto. Současně se vymaže vnitřní paměť, takže po krátkém zapínacím stisku ovladače nabíhá na plnou intenzitu.

Použitý způsob ovládání řídicího obvodu triaku jednoduchými elektromechanickými spínači dovoluje využití přídavného ovládání běžnými elektroinstalačními tlačítkovými ovladači, připojenými paralelně ke krátkocestným spínačům. Pak je možné plnohodnotné ovládání stmívačů z libovolného počtu míst tlačítkovými ovladači. Krátkými stisky bude stmívač zapínat a vypínat, dlouhými stisky zajistíme potřebnou regulaci. Jako zdroje pomocného napětí se opět využívá síťového napájení. Příklad zapojení stmívaného okruhu se spínáním i stmíváním z několika míst je na Obr. 2-4 [5].



Obr. 2-4 Krátkocestný stmívač s tlačítkovými ovladači pro plnohodnotné ovládání z více míst [5]

Řídicí obvod stmívače bývá stále častěji vybaven mikroprocesorem, jehož úkolem může být i testování okruhu zátěže a následná volba spínacího režimu. Takovéto stmívače jsou schopny zvolit režim spínání na náběžné nebo sestupné hraně podle použitého typu zátěže. Pro zátěž tvořenou klasickými žárovkami, halogenovými žárovkami na napětí 230V, anebo primárními vinutími transformátorů pro napájení halogenových žárovek malého napětí, pracuje stmívač s fázovým řízením se spínáním na náběžné hraně. Pokud je zátěž tvořena elektronickými transformátory pro halogenové žárovky malého napětí, mikroprocesor zabezpečí potřebné spínání na sestupné hraně. To ovšem znamená, že ve společném zatěžovacím obvodu nesmí být klasické i elektronické transformátory.

2.1.15 Stmívání žárovek a halogenových žárovek na síťové napětí

Tyto zdroje jsou velmi vhodné pro regulaci osvětlení, protože se regulují nejsnadněji. Mění se u nich teplota žhavené wolframové spirály. Elektronické regulátory žárovek jsou

nejjednodušší, tvoří je fázově řízený triak. Změna světelného toku je provedena změnou nastavení otočného potenciometru. Zapnutí a vypnutí lze realizovat i z dalšího místa, ale regulace je možná jen z místa, kde je potenciometr. První elektronické stmívače byly určeny jen pro regulaci žárovek a halogenových žárovek na síťové napětí.

Novější stmívače jsou dotykové, spínají se krátkým dotykem na kovovou plošku. Delší dobou přidržení se mění úroveň osvětlení. Dotykové stmívače si v paměti uchovávají nastavenou úroveň před vypnutím a po opětovném zapnutí se automaticky nastaví poslední úroveň osvětlení. Stmívače se zabudovaným přijímačem mohou pracovat i s dálkovým ovládáním. Výhodou je plynulá regulace.

Výrobce udává u stmívačů minimální hodnoty zátěže. Například při použití stmívače s minimální hodnotou zátěže 50W, se žárovkou 40W nemusí stmívač fungovat správně nebo vůbec. Všichni hlavní výrobci spínačů pro domovní instalace nabízejí stmívače pro zmiňované světelné zdroje v základní řadě zpravidla od 300 do 1 000W. Regulátory se montují do běžných instalačních krabic.

V některých instalacích se vyskytuje potřeba stmívat nedělitelnou zátěž překračující možné zatížení jednoho stmívače umístěného v elektroinstalační krabici. V takovém případě lze vytvořit sestavu modulových přístrojů v rozváděči dovolující stmívat nedělitelnou zátěž až 3kW. Přitom základním modulem je stmívač konstruovaný jako řídicí jednotka se zatížitelností kolem 500W.

Kvůli oteplení vlastního regulátoru se nedoporučuje zbytečně překračovat výkon 600W na jeden regulační prvek. Je-li nezbytný větší regulovaný výkon, např. u velkých lustrů, je vhodné řešit instalaci podřízenou výkonovou jednotkou umístěnou v rozváděči nebo rozdělit regulaci na několik okruhů [3].

Je nutné rozlišovat regulátory pro standardní žárovky na síťové napětí, a halogenové žárovky na síťové napětí. Halogenová žárovka má totiž při startu menší odpor vlákna než běžné žárovky, a proto je nutné vždy použít regulátor určený pro tento druh světelných zdrojů.

Výhody:

- úspora elektrické energie a návratnost investice,
- snadná instalace regulátorů,
- velký estetický efekt v interiéru.

2.1.16 Stmívání halogenových žárovek na malé napětí 12 a 24V

Halogenové žárovky v posledních deseti letech instaluje do svých produktů velké množství výrobců svítidel. Kromě původního použití např. v projektorech se tyto světelné zdroje prosadily ve dvou základních podobách:

- jako reflektorová halogenová žárovka (zpravidla s dichroickým integrovaným reflektorem),

- halogenová žárovka v základní řadě 5 až 50W. Jsou vhodné pro regulaci, v některých případech je regulace dokonce nutná.

S rozšířením halogenových žárovek na malé napětí vznikají problémy při jejich spínání. Je nutné počítat s vyšší hodnotou výkonu vlastního regulátoru oproti hodnotě výkonu všech žárovek (+20% při použití transformátorů a +5% při použití elektronického transformátoru).

Výhody:

- velká svítivost a dobré podání barev osvětleného prostředí,
- široké využití ve všech běžných prostředích, protože se pracuje s bezpečným napětím.

Je zde nutné použít regulátor určený pro stmívání zdrojů napájených indukčními, nebo elektronickými transformátory [3].

2.1.17 Indukční transformátory

Jsou zpravidla navinuty na toroidním jádru složeném z transformátorových plechů, a vyrábějí se ve výkonech od 50 do 1 000VA. Účinník bývá od 0,7 do 0,85 [6].

Od transformátoru jsou požadovány tyto dvě vlastnosti:

- dvojitá izolace,
- jištění proti zkratu přímo na transformátoru.

Správné tolerance transformovaného napětí a dobré mechanické provedení jsou samozřejmé.

Výhody:

- nízká cena,
- při práci na fázovém napětí (230V) vyloučení vzniku 3. a 5. harmonické (při rozložení do tří fází je takovéto zapojení možné pouze do hvězdy),
- snadná regulace,
- malá poruchovost,
- provozní bezpečnost (lze použít pro napájení bazénových světel apod.).

Nevýhody:

- velká hmotnost,
- oteplení.

2.1.18 Elektronické transformátory

Při masovém rozšíření elektronických transformátorů v osvětlování systémů na malé napětí nastal jejich velký rozmach. Přesto se doporučuje při jeho volbě, zaměřit se na renomované výrobce, vybavené patřičnými certifikáty [3].

Principem zmiňovaného transformátoru je středofrekvenční měnič. Primární síťové napětí se nejdříve usměrní. Poté se v oscilačním obvodu rozkmitá na frekvenci kolem 30kHz a na feritovém transformátoru se transformuje na pracovní napětí, zpravidla 12V.

Směrem zpět k primární straně se musí přístroj vybavit kvalitní filtrací proti vyšším harmonickým kmitočtům. Většina výrobců těchto komponent nabízí regulovatelnou verzi, která je určena pro stmívání světelných systémů. Přístroje jsou běžně dostupné do výkonu 150W.

Výhody:

- malá hmotnost,
- malé rozměry,
- snadná regulace (přístroj musí být na regulaci konstruován, protože ne každý elektronický transformátor lze stmívat).

Nevýhody:

- obvykle nelze spojit sekundární části transformátoru paralelně,
- omezení výkonu na přibližně 150W na jeden přístroj,
- vždy vznikají vyšší harmonické kmitočty.

Výhody osvětlovacích soustav na malé napětí:

- při správné konstrukci vysoká bezpečnost (pracujeme s bezpečným napětím),
- velká variabilita při návrhu světelných systémů,
- velká nabídka svítidel a světelných zdrojů.

Nevýhody osvětlovacích soustav na malé napětí:

- nutná elektroinstalace řádně dimenzovaná na příslušné proudy tekoucí vedením na sekundární straně transformátoru.

Při napájení větší skupiny halogenových žárovek z jednoho zdroje je třeba:

- rozvod vedení vést paprskovitě,
- správně dimenzovat napájecí vodiče,

- nevytvářet zbytečně dlouhé sekce paprsků vedení,
- nepoužívat hořlavé materiály,
- montovat pouze transformátory s patřičnými certifikáty.

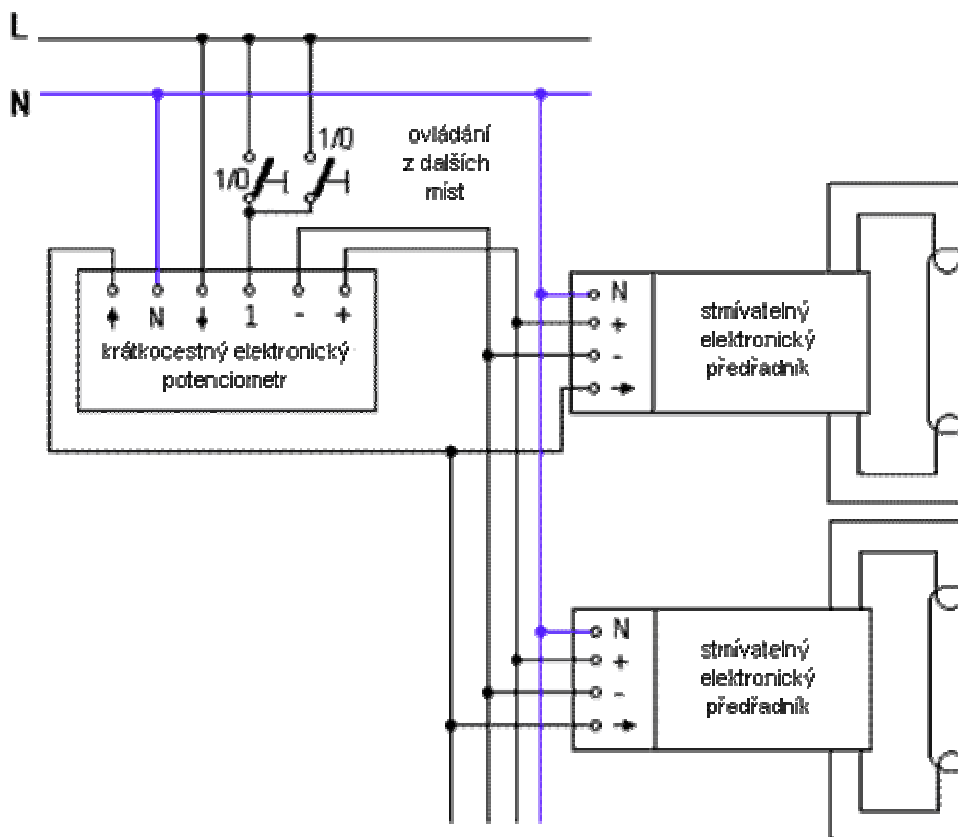
Při použití transformátorů pro napájení žárovek malého napětí je nezbytné pamatovat i na jejich vlastní spotřebu. Bude-li stmívač konstruován pro jmenovitou zátěž 500VA, je nutné počítat se ztrátami v klasickém transformátoru ve výši kolem 20%, tedy 100VA. Pro osvětlování je potom možné využít halogenových žárovek malého napětí s příkonem nejvýše do 400VA. Elektronické transformátory jsou sice dražší, zato jejich vlastní spotřeba se pohybuje nejvýše kolem 5% jmenovitého výkonu stmívače. U téhož stmívače (určeného pro univerzální provoz) je pak možné použít halogenových žárovek malého napětí s příkonem až 475VA, nebo lze odvodit 15% úspory energie při využití elektronických transformátorů oproti klasickým, vinutým transformátorům [5].

2.1.19 Stmívání zářivek a kompaktních zářivek

Poněkud problematická je plynulá regulace zářivkového osvětlení. Starší koncepce stmívačů umožňovala stmívání běžných zářivek při paralelním zapojení ztrátové zátěže tvořené odporem nebo žárovkou. Takový způsob regulace intenzity osvětlení je ale neekonomický, proto byl nahrazen technicky dokonalejším a poněkud nákladnějším způsobem.

Zářivková svítidla musí být vybavena stmívatelnými elektronickými předřadníky s řídicím vstupem 10V DC. Elektronický regulátor není potom stmívačem, ale spíše elektronickým potenciometrem. Na jeho řídicím výstupu je totiž plynule proměnné řídicí napětí od 0 do 10V. Druhý výstup je určen pro spínání zátěže. Elektronický stmívatelný předřadník zabudovaný ve svítidle je propojen s regulačním elektronickým potenciometrem třemi vodiči, další dva vodiče jsou potřebné pro jeho napájení. I tady je možné jednoduše dosáhnout plnohodnotného ovládní z potřebného počtu míst jednoduchým propojením přídatných tlačítkových ovladačů.

Zářivkové stmívače jsou schopny spínat a stmívat celé soustavy zářivkových svítidel, z nichž každé musí být vybaveno vlastním stmívatelným elektronickým předřadníkem. Vyrábí se i předřadníky pro dva zářivkové zdroje. Příklad zapojení analogového zářivkového stmívače je na obr. 2-5.



Obr. 2-5 Stmívání soustavy zářivkového osvětlení analogovým stmívačem [6]

Podobně jako u stmívačů pro žárovky jsou i zářivkové stmívače konstruovány jako otočné nebo krátkocestné. Činnost přístroje je rozdělena do dvou funkcí. Stmívání zajišťuje proměnné vstupní stejnosměrné napětí stmívatelných předřadníků. Jeden stmívač může ovládat i celou řadu paralelně zapojených stmívatelných elektronických předřadníků.

Vstupní proud řídicího obvodu jednoho předřadníku obvykle bývá kolem 1mA. Bude-li maximální výstupní proud zářivkového stmívače 50mA, může být řízeno současně až 50 kusů těchto předřadníků. Stmívač ale obsahuje i spínač, buď elektronický nebo s elektromechanickým relé, který je dimenzovaný na určitý jmenovitý proud. Počet připojených svítidel bude také záviset na jejich celkovém jmenovitém zatěžovacím proudu. Pokud by tento proud překročil jmenovitý proud stmívače, můžeme jeho hodnotu zvýšit použitím přídatného výkonového relé pro spínání vyšší zátěže.

Při rostoucích cenách elektrické energie jsou nejvýhodnější osvětlovací systémy s lineárními zářivkami, a to jak z hlediska spotřeby, životnosti i jejich ceny. Pokrok v technologii výroby zajišťuje širokou nabídku těchto světelných zdrojů.

Druhou skupinou lineárních zářivek jsou zářivky třípásmové. Při jejich koupi je možné vybrat požadovanou teplotu chromatičnosti světla. Cena těchto komponent oproti klasickým zářivkám je asi dvojnásobná, zato třípásmové zářivky mají oproti standardním delší život, a o 20% větší světelný tok [6].

Stále oblíbenější jsou dnes tzv. kompaktní zářivky. Lze je rozdělit na dvě skupiny. Do první skupiny patří ty, které mají integrovaný elektronický předřadník. Ačkoliv jsou někdy

označovány jako „stmívatelné předřadníky“, je ověřeno, že při použití regulátorů pracujících na principu změny napájecího napětí (amplitudových) lze měnit velikost světelného toku pouze v rozmezí od 100 do 30%. Tento systém regulace nelze považovat za zcela ekonomicky výhodný z toho důvodu, že může být ovlivněna bezporuchová činnost elektronických prvků předřadníku a následná škoda je vyšší než dosažení úspory [3]. Také je nutno počítat s tím, že kompaktní zářivky potřebují určitou dobu i na to, aby se dostaly do správného provozního stavu. Tato doba je asi 2–5minut.

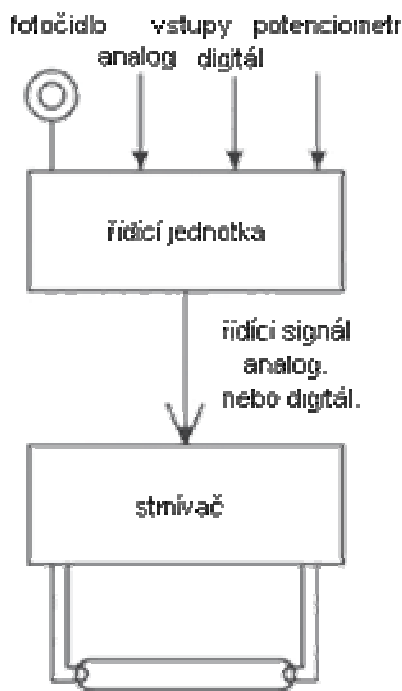
Všechny ostatní případy patří do druhé skupiny včetně použití lineárních zářivek napojených na externí elektronické předřadníky, které jsou převážně označovány PC-A (Power Control-Automatic) a regulují se buď stejnosměrným napětím 0–10V, nebo pomocí střídavého napětí 0–230V. Nejnovější generací elektronických předřadníků jsou digitálně regulovatelné předřadníky. Většinou bývají doplněny o řízení úrovně osvětlení i podle intenzity denního světla.

Oba tyto případy regulace světelného toku však potřebují doplnění rozvodů o další signální vodiče. Pro stmívání je třeba, aby tyto zdroje měly vyvedeny oba vývody katod. Výrobci totiž nabízejí uvedené zářivky s integrovaným startérem, a proto není běžně možné použít je ve stmívacích systémech.

Elektronickým stmívatelným systémům pro zářivky je v současné době zaslouženě věnována stále větší pozornost. Elektronické předřadníky, které většinou jsou nedílnou součástí svítidla a nahrazují tlumivku a startér, se vyrábějí ve velkých sériích, čímž prudce klesla jejich cena. V poslední době se jejich největší výrobci sjednocují na způsobu ovládání těchto předřadníků. Stmívatelné elektronické předřadníky lze podle funkce rozdělit na vysokofrekvenční předřadníky a nízkofrekvenční předřadníky.

2.1.20 Vysokofrekvenční předřadníky

Vysokofrekvenční předřadník pracuje na pracovní frekvenci asi 30kHz. Tím je zaručeno, že světelný zdroj svítí trvale. Svítidla vybavená těmito komponentami jsou velmi oblíbená při aplikacích zejména v kancelářích a všude tam, kde jsou kladeny zvýšené požadavky na zrakový výkon. Odpadá stroboskopický jev, interference počítačových monitorů; celkově jde o velmi dobrý systém, v němž se spojily výhody zářivkového osvětlení s vlastnostmi teplotních světelných zdrojů a s požadavky na ně kladenými.



Obr. 2-6 Vysokofrekvenční stmívatelný elektronický předřadník [44]

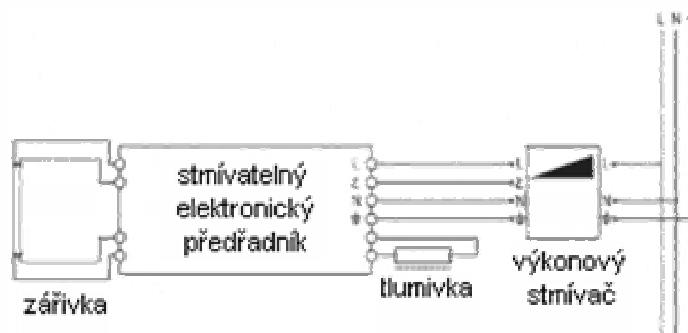
Výhody těchto systémů lze shrnout takto:

- konstantní výkon světelného zdroje po celou dobu jeho životnosti,
- spojitě stmívání 100 – 1% (resp. 30%),
- logaritmická křivka stmívání,
- stálost světelného toku i při změnách napětí 198V – 264V,
- „teplý start“ zářivky při častém spínání,
- spolehlivý start v rozmezí teplot -25 až +60°C,
- provoz zářivky i při 1% světelného toku,
- plné elektrické řízení zářivky,
- možnost zpětného hlášení poruch.

2.1.21 Nízkofrekvenční předřadníky

Nízkofrekvenční předřadník pracuje s předžhavenými katodami zářivek na pracovní frekvenci 50Hz. Rozsah stmívání je od 100 do 1%, tedy v plném pracovním rozsahu světelných zdrojů. Ovládá se běžnými stmívači pro stmívání standardních žárovek.

Tento typ předřadníku je možné použít ve všech běžných svítidlech, oblíbené jsou hlavně ve scénickém osvětlení, protože proces regulace z nuly do libovolné polohy proběhne bez záblesku světelného zdroje.

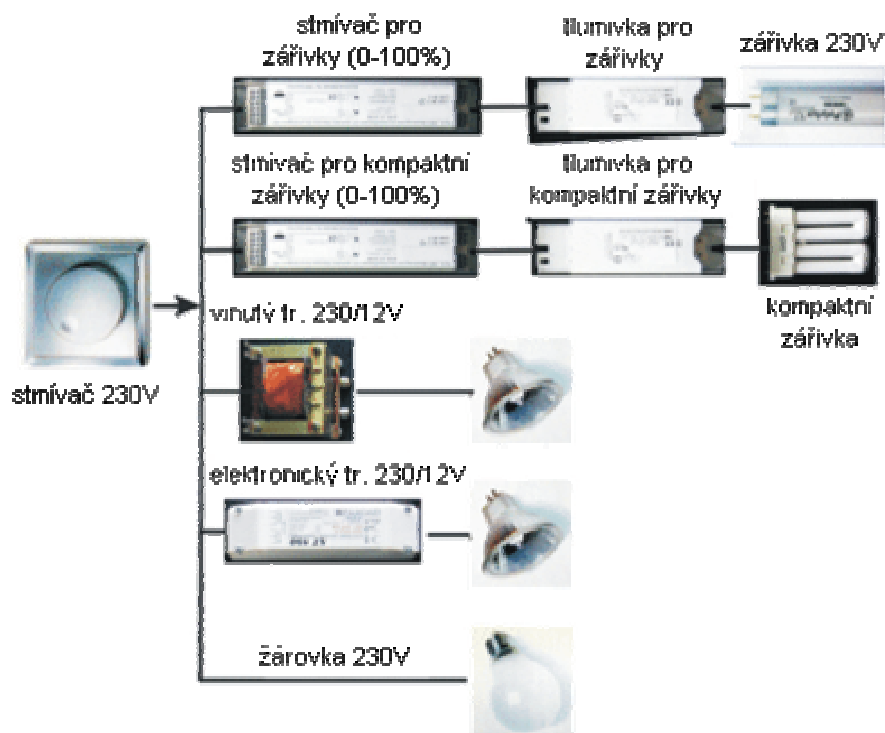


Obr. 2-7 Nízkofrekvenční stmívatelný elektronický předřadník [44]

2.1.22 Stmívání vysokotlakých výbojek

V posledních letech bylo v České republice představeno několik aplikací, v nichž byl tento systém použit. Vysokotlaký výboj je možné regulovat a výrobci stmívacích systémů nabízejí komponenty, s jejichž pomocí lze tento fyzikální problém řešit.

Jestliže v předešlých případech bylo možné uvažovat o komerčním masovém zavedení regulátorů světelných zdrojů, zde je třeba postupovat s jistou rozvahou. Není mnoho výrobců, kteří nabízejí opravdu spolehlivý systém pro regulaci výbojek. Zatím to jsou systémy velmi drahé a je třeba velmi seriózně kalkulovat návratnost investice [6].



Obr. 2-8 Názorný přehled zařízení pro stmívání různých světelných zdrojů [44]

3 RADIOFREKVENČNÍ SYSTÉM

System moderní elektrické instalace zajišťuje pohodlí uživatelů. Pohodlné spínání či stmívání osvětlení, komfortní řízení vytápění, ovládání žaluzií, rolet nebo garážových vrat a ostatních spotřebičů dálkovým ovladačem nebo bezdrátovými nástěnnými tlačítky. Dále je možnost centrálního vypnutí osvětlení a vybraných elektrospotřebičů např. při odchodu z domu či ložnice nebo funkci simulace přítomnosti v domě, pokud jsme právě na dovolené. Velmi zajímavé je využití světelných scén, kdy se naprogramují různé kombinace intenzity osvětlení jednotlivých svítidel v místnosti – např. pro sledování televize, čtení knihy, posezení s přáteli. Před příjezdem domů můžeme komunikovat s domem pomocí mobilního telefonu a na dálku si tak zajistit příjemnou pohodu – aktivovat vytápění na komfortní teplotu, případně zapnout saunu.

3.1 Využití radiofrekvenčního systému

Tento systém je uzpůsoben pro rekonstrukce malých objektů – rodinných domů, bytů a kanceláří menších firem. Základní požadavky při vývoji tohoto systému byly:

- pouze jeden systém pro ovládání osvětlení, žaluzií a vytápění,
- rychlá a jednoduchá instalace včetně programování,
- jen malé zásahy do současných rozvodů,
- inteligentní řízení budovy s využitím centrálních funkcí,
- možnost řídit alternativní zdroje energie, např. sluneční kolektory,
- flexibilita při rozšíření systému,
- stejný design se zásuvkami 230V, DATA, AUDIO, TV, SAT a ostatními přístroji.

Nejpříjemnějším způsobem přenosu ovládacích povelů se ukázal být rádiový přenos signálů mezi přístroji. V minulosti širšímu využití radiofrekvenčního ovládání v praxi bránilo několik překážek, zejména jeho nespolehlivost, daná množstvím jiných ovládaní na stejné frekvenci (tzv. rádiový smog), dále dosah vysílačů, bezpečnost ovládání a v neposlední řadě i vliv vyzařování na člověka [7].

Radiofrekvenční (RF) systém byl vyvinut tak že:

- přenos zpráv je řešen obousměrně: senzor čeká na potvrzení příjmu zprávy – povelu aktorem, jinak zprávu automaticky opakuje,
- použitá frekvence 868,3MHz je schválena k používání pouze pro automatizaci budov. Nemůže tedy nastat zahlcení přiděleného kmitočtového pásma jinými rádiovými zařízeními (vysílačky, dálková ovládání automobilů apod.),
- dosah přístrojů je dán výkonem vysílače, který je omezen normou. V praxi to znamená dosah ve volném prostoru asi 100m a v budově 30m – standardně přes

dvě zdi a jeden strop. Pro zvýšení dosahu je RF systém vybaven směrováním (routing). Tato funkce umožňuje předávání zpráv mezi přístroji. Proto je dosah systému téměř neomezený,

- vzájemné ovlivňování sousedních instalací je znemožněno způsobem programování systému a zadáním hesla v tzv. komfortním režimu,
- vzhledem k obousměrné komunikaci vysílače nezahlcují kmitočtové pásmo: senzor vyšle jednu zprávu – povel a čeká na potvrzení o přijetí aktorem. Po potvrzení přijetí zprávy se vysílače odmlčí. Vyzařovaný výkon je přitom 150 až 200 násobně menší než u mobilního telefonu. To je zanedbatelná hodnota pro škodlivý vliv na člověka (mimo vysílání povelu jsou vysílače pasivní).

Systém se využívá hlavně při rekonstrukci budov a v budovách při požadavku rychlé montáže, bez nutnosti uložení komplikovaných kabelových rozvodů (např. pro montované domy, sruby, panelové domy). Je určen pro rozšíření již existujících elektroinstalací, ale rovněž pro řešení problematiky řízení inteligentních budov v novostavbách [8].

Jednoduchost montáže a minimální nároky na úpravu vedení v podstatě zkracují dobu potřebnou na rekonstrukci elektroinstalace. Technika montáže umožňuje změnit klasickou elektroinstalaci na inteligentní bez přerušení používání objektu. Vše může být realizováno za přijatelných cenových podmínek, pod úrovní cen sběrníkových systémů.

V podstatě to znamená opravu a vymalování místností, následné umístění nábytku a zařízení. Až poté přijde na řadu rozmístění spínačů pro ovládání spotřebičů – bez rizika, že spínač bude schovaný za skříní. Úloha spínání, např. osvětlení zahrady z ložnice může být řešena i později.

K šíření informací se využívá elektromagnetické vlny. Většinou se používá frekvenční modulace, případně impulsní modulace.

Výhodou tohoto způsobu přenosu informace je, že nevyžaduje kladení kabelových spojů, a je tudíž vhodný spíše k implementaci do stávajících rozvodů, případně tam, kde není možný rentabilní zásah do stavební části objektu (např. historické budovy).

Nevýhodou je možnost rušení signálu, případně možnost vniknutí do systému cizí osobou.

3.2 Komponenty RF systému

- **spínací aktor** - pro spínání spotřebičů do 8A/230V,
- **stmívací aktor** – pro stmívání žárovek a elektronických transformátorů do 250VA/230V,
- **žaluziový aktor** – pro ovládání žaluzií 2x6A/230V,
- **tlačítkové spínače** – jednoduché a dvojnásobné,
- **pokojevý termostat** – měření teploty v místnostech,

- **dvojité binární vstupy** – pro ovládací povely z klasických spínačů apod.,
- **ruční dálkový ovladač** – pro snadné ovládání systému,
- **Home Manager RF** – centrální řídicí jednotka s komfortními funkcemi,
- **TV jednotka** – modul pro zobrazení a pohodlné ovládání Home Manageru na televizní obrazovce,
- **dvojité teplotní vstupy** – měření teploty externími senzory,
- **rozhraní RS-232** – pro parametrizaci systému v komfortním režimu.

3.3 Senzor

Svým vzhledem se neliší od klasického spínače a pro uživatele se jeví i jeho funkce obdobná: stiskem tlačítka se rozsvítí nebo zhasne světlo. Senzor ale vykonává jen část tohoto úkonu: při stisku vysílá zprávu, že se má „něco“ zapnout nebo vypnout [9].

3.3.1 Tlačítkové spínače

Slouží pro ovládání spínání, stmívání případně řízení rolet dvěma nebo čtyřmi body nástěnného tlačítka, přičemž daná funkce je určena až výběrem aktoru. Tlačítko se naprogramuje k aktorům v základním režimu pouze jeho stisknutím, v komfortním režimu lze vyhodnotit i krátký a dlouhý stisk tlačítka. Jsou to bateriová nástěnná tlačítka, upozornění na vybitou baterii se projeví blikáním osvětlení při stisku tlačítka.

3.4 Aktory

Jsou to vlastně výkonové spínače, které přijímají zprávu od libovolných senzorů a při požadavku připojí spotřebič ke zdroji energie (spínají nebo stmívají osvětlení, ovládají rolety, vytápění apod.). To je největší výhoda moderní elektroinstalace. Lze tak libovolně definovat, jakým vypínačem bude spotřebič ovládán. Uvedené požadavky je možné kdykoliv při parametrizaci systému změnit. Realizace dalších, komplikovanějších požadavků uživatele, jako jsou logické funkce, vizualizace apod., závisí na možnostech konkrétního systému. Moderní systémy pro automatizaci budov fungují na sběrnicovém principu: všechny senzory a aktory jsou paralelně propojeny datovou sběrnicí, po které jsou přenášeny zprávy – ovládací povely od senzorů k aktorům. Přitom sběrnice může být kladena v souběhu se silovým vedením. Nespornou výhodou těchto systémů jsou pokročilé možnosti ovládání, spolehlivá komunikace mezi prvky systému a možnost změny parametrů (přeprogramování) systému. Sběrnicové systémy se zavádějí v novostavbách a při rekonstrukcích, kdy se počítá s výměnou celé elektroinstalace a s instalací sběrnice. Nutná je výměna již existujícího rozváděče za podstatně větší [9].

3.4.1 Spínací aktor

Spínací aktor je určený pro ovládání osvětlení a spínání elektrických spotřebičů o výkonu max. 1800W, stykačů nebo řízení vytápění a klimatizace, ovládání termoelektrických pohonů radiátorů nebo podlahového topení apod. Má výstup 230V AC/8A. Přijímá signály z RF senzorů - nástěnných tlačítek, dálkových ovladačů, teplotních senzorů a termostatů, binárních vstupů, detektorů pohybu, Room/Home Manageru. Aktory jsou určeny pro montáž do instalačních krabic pro zapuštěnou či nástěnnou montáž nebo přímo ke spotřebičům (do krytů lamp, koncových elektrických spotřebičů, zásuvek 230V). Může se na nich manuálně nastavit jejich program při uvádění do provozu, popřípadě jej manuálně změnit. Každý aktor může být ovládán až 15 senzory s různými funkcemi. V instalacích s indukčními zátěžemi (tlumivky zářivek, vinuté transformátory, ventilátory...) je nezbytné použít RC členy, příp. přepět'ové ochrany [9].



Obr. 3-1 Spínací aktor [9]

3.4.2 Stmívací aktor

Stmívací aktor je určený pro stmívání osvětlení a nastavení libovolné intenzity světelných zdrojů. Funkce stmívače je dvojí, krátký stisk senzoru značí ZAP/VYP, dlouhým stiskem ovládáme stmívání. V komfortním režimu nám umožňují vytváření světelných scén, dále funkci pozvolného startu osvětlení při zapnutí. Využití mají pouze pro stmívání odporové zátěže jako jsou žárovky a halogeny na 230V, nebo stmívání elektronických transformátorů pro halogenky na 12V, což je kapacitní zátěž. Nelze je použít pro indukční zátěž. Má v sobě integrovanou ochranu proti tepelnému přetížení a při zkratu. Není vhodný pro indukční zátěž (transformátory pro žárovky na malé napětí) [9].



Obr. 3-2 Stmívací aktor [9]

3.4.3 Roletový aktor

Určen pro ovládání elektrických pohonů 230V, rolet, žaluzií, markýz, příjezdových bran a garážových vrat, které jsou řízeny ve dvou směrech a jsou vybaveny zabudovaným koncovým spínačem. Přes oddělovací relé lze rovněž spínat stejnosměrné motory a pohony na malé napětí, např. motory vnitřních žaluzií, střešních oken, světelných krastlíků apod. Je možné jejich využití v kombinaci s povětrnostní nebo dešťovou automatikou jako bezpečnostní funkce, tzn. při dešti nebo silném větru se automaticky zatáhnou rolety do bezpečné pozice a zablokuje se místní ovládání tlačítek pro ruční ovládání po dobu deště. Po obnovení povětrnostních podmínek je ovládání tlačítky opět povoleno. Mají integrovanou ochranu proti tepelnému přetížení a ochranu zpoždění 0,5s při změně směru [9].



Obr. 3-3 Roletový aktor [9]

3.5 Pokojový termostat

Pokojový termostat měří teplotu a vysílá naměřenou teplotu v místnosti v rozsahu od 0°C do +40°C jako spínací povel pro aktivaci aktorů, nebo hodnotu měřené teploty pro Room/Home Manager [9]. Instalace se provádí do každé místnosti budovy při požadavku regulace zónového vytápění. Termostat se instaluje na zeď bez instalační krabice pouhým lepením nebo přišroubováním. Požadovaná teplota se nastavuje kolečkem $\pm 3^\circ\text{C}$ (standardní nastavení v základním režimu je v poloze 0 = 21°C, v komfortním režimu lze tuto hodnotu včetně nastavení hystereze a offsetu teploty programem MRF libovolně přizpůsobit požadavkům uživatele). Teplotní rozsah měření je od 0°C až do +40°C, přesnost měření je $\pm 0,5^\circ\text{C}$ bez časových funkcí (v komfortním režimu pro časové nastavení použijte Room/Home Manager). Termostat je napájen bateriemi 3V, typ AAA 2x1,5 V LR03. Životnost baterií je uváděna cca 5 - 7 let dle četnosti měření teploty.



Obr. 3-4 Pokojový termostat [9]

3.6 Dvojité binární vstupy

Používají se pro začlenění klasických spínačů a senzorů do radiofrekvenčního systému, jako jsou okenní a dveřní kontakty, detektory přítomnosti, kouře, zaplavení, senzory rozbití skla, kontakty stykačů atd.

Okenní kontakty se používají pro vyhodnocení stavu otevřených/zavřených oken, dveří, případně signalizace polohy různých zařízení. Pro začlenění do RF systému se beznapěťový signál z okenního kontaktu přivede na bateriový dvojitý binární vstup pro připojení až dvou kontaktů. Zapínací kontakt – v poloze kontaktu u magnetu (okno je zavřené) je kontakt sepnut. Kontakt nelze připojit na napětí 230V [9].

PIR detektor pohybu využívá dva kanály, kanál A (pro osvětlení) vyšle spínací příkaz v závislosti na pohybu, okolní intenzitě osvětlení a době zpožděného vypnutí (volitelně 30s až 30min). Kanál B (pro bezpečnostní funkce) vyšle spínací příkaz vždy při zachycení pohybu nezávisle na intenzitě osvětlení a době zpožděného vypnutí (kanál B je aktivovaný cca na 145s). PIR senzor monitoruje zachycené impulzy při pohybu a spínací signály pro další využití v radiofrekvenčního systému vysílá až po překročení přednastaveného počtu impulzů. Tím je

zabráněno nežádoucímu sepnutí osvětlení, může být nastaveno pro oba kanály současně. Přístroj je napájen buď dvěma bateriemi AAA nebo ze zdroje alternativního napájení 230V AC.

3.7 Ruční dálkový ovladač

Pro pohodlné ovládání všech funkcí systému (spínání, stmívání, ovládání rolet apod.). Lze u nich rozlišovat krátký a dlouhý stisk tlačítka, přičemž k tlačítkům lze přidat až 12 ovládaných spotřebičů. Upozornění na vybitou baterii se projeví blikáním osvětlení při stisku tlačítka. Ovladače jsou vybaveny LED diodami pro signalizaci stisknutí tlačítka, příjem telegramu a sepnutí cílového aktoru [9].

3.8 Home Manager RF

Neposkytují-li standardní komponenty systému dostatečný komfort pro bydlení, nebo je-li v domě (bytě) počítáno s využitím alternativních zdrojů energie a náročnými požadavky na řízení vytápění, je vhodné systém rozšířit o tuto řídicí a zobrazovací jednotku. Home Manager obsahuje řadu funkcí – spínací hodiny, logické operace, světelné scény, vizualizaci hodnot, centrální ovládání, zvukové a vizualizační alarmy, komplexní řízení vytápění pro každou místnost zvlášť (v závislosti na vnější teplotě, různé vytápěcí křivky, spínací hodiny...), dálkové ovládání telefonem apod. Home Manager je centrální řídicí a zobrazovací jednotka pro moderní elektroinstalace, umožňující komplexní řízení procesů, jako je spínání nebo stmívání osvětlení, řízení žaluzií, komfortní regulace vytápění nebo klimatizace, příprava TUV, solárních kolektorů... Home Manager je schopen přijímat a vysílat radiofrekvenční signály do libovolných zařízení, které je součástí radiofrekvenčního systému: senzory – nástěnná tlačítka, dálkové ovladače, detektory pohybu, binární vstupy, teplotní senzory a spínací, stmívací, analogové nebo roletové aktory, zajišťující ovládání spotřebičů. Zobrazení hodnot provozních stavů, spotřeby energií, provozních hodin a ostatních informací na displeji až v 6 obrazovkách (50 řádků v jedné obrazovce). Ovládací panel s tlačítky nové piezo-technologie, podsvícení LED diodami. Home Manager umožňuje časové, teplotní, logické a jiné komfortní funkce (spínací hodiny, čítače, souhrnná hlášení, textové zprávy, světelné scény atd.). Jednodenní, týdenní nebo dovolenkový režim uživatelsky nastavitelných časových funkcí. Možnost využití logických funkcí (NEBO, A, PLUS, MINUS, NÁSOBIT, DĚLIT, MINIMUM, MAXIMUM, MENŠÍ, VĚTŠÍ, STEJNÉ, SOUČET, STŘEDNÍ HODNOTA ...). Ekvitermní regulace vytápění pomocí nastavitelných vytápěcích křivek. Lokální ovládání otopných těles nebo podlahového vytápění termoelektrickými ventily 230V AC (spínací nebo stmívací aktor). Možné i spojitě řízení senzorů hlavice analogovým aktorem. Možnost řízení směšovacích ventilů a čerpadel, kaskádové řízení kotlů. Příprava TUV a zařízení solárních kolektorů, jakož i kotle s logickými jednotkami. HM umožňuje nastavit uživatelské programy individuálně v každé místnosti (obývací pokoj, kuchyň, ložnice, dětský pokoj...) z jednoho místa. To zajišťuje úsporu energie na vytápění až 30%, protože každá místnost je vytápěna pouze v době jejího využívání. Možnost simulace přítomnosti osob v budově v době nepřítomnosti (automatické zapínání osvětlení, vytahování

nebo zatahování rolet apod.). Možnost dálkové konfigurace a ovládání systému s dotazováním na stavy a hodnoty teplot přes GSM modem (alternativně modem pro pevnou telefonní síť), včetně změny nastavení a konfigurace systému, případně přenos zpráv SMS. Archivace vybraných dat až 10 000 hodnot do paměti, Home Manager umožňuje sledování historie. Akustický a vizuální alarm na displeji (krátký, střední nebo dlouhý zvukový tón). Zálohování dat při výpadku napájecího napětí baterií 3V, typ CR2032. Montáž do krabice pro zapuštěnou montáž. Home Manager je vybaven konektorem pro připojení RS - 232 pro parametrizaci jednotky. Konektor se instaluje do stěnové zásuvky, ke které je připojen PC nebo GSM modem [9].



Obr. 3-5 Home manager [9]

3.9 Room Manager

Room Manager je malá zobrazovací a řídicí jednotka, která řídí funkce moderní elektroinstalace, např. vytápění (i podlahové) nebo chlazení v jednotlivých místnostech, větrání, spínání spotřebičů a osvětlení, ovládání žaluzií apod. Room Manager komunikuje se všemi přístroji systému RF. Moderní technologie ovládacích tlačítek s dotykovým kolečkem pro výběr funkcí z menu přístroje umožňuje uživateli jednoduché místní ovládání a nastavení všech parametrů (např. časových funkcí, teplot apod.). Podsvícený grafický displej zaručuje jednoduché a výrazné zobrazení nejdůležitějších informací pro uživatele. Přístroj se instaluje na omítku na PVC základnu, kterou lze alternativně instalovat na instalační krabici 55 nebo 68mm. Přístroj je napájen síťovým napětím 230V AC. Řízení vytápění/chlazení nezávisle až pro tři místnosti, uživatelsky volitelný týdenní časový program nastavení teplot a vytápěcích režimů pro každou místnost s možností využití tří okenních kontaktů. Jeden senzor teploty integrovaný v Room Manageru (možnost připojení dalších dvou externích senzorů pro dvě místnosti). Možnost bezdrátového připojení senzoru teploty pro měření venkovní teploty, zobrazení v samostatné obrazovce s minimálními a maximálními teplotami a aktuálním trendem vývoje

oteplení. Komfortní ovládání a výběr funkcí v uživatelsky příjemném menu senzorem inovativní technologie, tzv. dotykovým kolečkem. Integrované 4 tlačítkové senzory (dvě dvoubodová tlačítka) s podsvícením červenou LED diodou pro libovolné využití, např. spínání, stmívání... Zobrazení hodnot a provozních stavů na grafickém displeji s modrým podsvícením až v 10 obrazovkách, možnost uživatelského a servisního nastavení parametrů (menu v jazykové verzi čeština, němčina, angličtina a jiné). Možnost zobrazení stavů až 10 senzorů - binárních či analogových hodnot (např. tlačítka, PIR-detektor pohybu, binární vstupy, dálkový ovládač, termostaty) včetně zobrazení stavu baterií senzorů s upozorněním na vybitou baterii. Možnost manuálního ovládání až 10 výstupů, v případě lokálního ovládání aktoru tlačítkem zobrazení stavu aktoru na displeji Rom Manageru pouze v přímém dosahu. Dvě světelné scény (volitelné). Lokální nebo skupinové ovládání až 3 skupin rolet s týdenními časovými programy a manuálním/automatickým řízením. Třítýdenní časové programy s manuálním/automatickým řízením např. pro spínání osvětlení a spotřebičů, dále 1 týdenní časový program pro ventilátory. Jedna obrazovka datum + čas, automatická změna zimního a letního času. Dovolenkové funkce - simulace přítomnosti (volitelná). Tři logické vazby pro binární hodnoty s funkcemi A/ NEBO. Přístup pro nastavení servisních funkcí může být chráněn heslem. Komunikace s Home Managerem nebo dalšími Room Managery. Synchronizace času/data může být řízena z Home Manageru. Kompletní parametrizace a nastavení funkcí Room Manageru prostřednictvím RS - 232. Update software Room Manageru pro integraci např. nových výrobků přes IR komunikační port. Napájení ze sítě 230V AC [9].



Obr. 3-6 Room manager [9]

3.10 Adresování

Obousměrný přenos zpráv mezi jednotlivými přístroji se uskutečňuje na frekvenci 433,92MHz (výkon 10mW); 868,3MHz. V České republice smí být používán na základě generální licence č. GL-30/R/2000 kmitočtů 868,0 – 868,6MHz o výkonu do 25mW ERP. Na této frekvenci je povoleno vysílání jen v 1% celkové doby, čímž se snižuje možnost vzájemné interference na minimum - rušení okolních vysílacích zařízení, které vysílají na stejné frekvenci. Radiový přenos (RF = Radio Frequency) - bezdrátový - plně specifikovaný standardem KNX umožňuje bezdrátovou komunikaci kódovanou systémem FSK (Frequency Shift Keying), jednosměrný nebo poloduplexní obousměrný přenos dat rychlostí 32kbit/s a metodou přístupu CSMA. Médium na úrovni linkové vrstvy je specifikováno standardem CEN TC294 for metering, aby bylo schopné sdílet různé hardwarové platformy. RF přenos pak splňuje ERC doporučení ERC/REC 70-03 and ETSI European Standard ETS 300-220.

Vysokou spolehlivost RF systému zajišťuje vzájemné potvrzení dat s možností zabezpečení instalace heslem. Vliv okolních vysílačů je vyloučen adresováním RF přístrojů, které jako součást svého přenosového protokolu vysílají svůj identifikační kód [9]. Tento způsob zajišťuje jednoznačnou funkci přístrojů. Dosah radiového signálu v budově je závislý na:

- stavebním provedení budovy,
- použitých stavebních materiálech,
- správném umístění přístrojů,
- použitím způsobu programování RF komponentů.

Dosah RF signálu uvnitř budovy je 30 až 50m. Toto v praxi představuje prostupnost RF signálu pře dvě zdi nebo jeden strop. Je-li potřebná vzdálenost mezi senzorem a aktorem větší, můžeme dosah signálu zvětšit v komfortním režimu. Informace může být potom přenášena použitím routingu ostatními aktory téměř na libovolnou vzdálenost.

3.11 Montáž RF systému

Prvním krokem při montáži je připojení aktorů do standardních instalačních krabic (pro zapuštěnou montáž) nebo přímo do krytů spotřebičů apod. Aktory jsou napájeny ze sítě 230V AC a spotřebiče se připojí na spínané – stmívatelné výstupy aktorů.

Následně se montují senzory. Konstrukce senzorů (nástěnná tlačítka, termostaty, binární vstupy) umožňuje jejich montáž na libovolný povrch – nejčastěji přímo na stěnu. Sensory jsou napájeny s maximální uváděnou životností přibližně deset let [8].

V instalaci se nepoužívají žádné komponenty, které se montují do rozváděče. To při rekonstrukci zpravidla dovozuje zachovat původní rozváděč, vyhovuje-li ovšem novým normám a předpisům.

3.11.1 Nastavení v „Základním režimu“

Základní funkce RF systému lze nastavit (parametrizovat) pomocí malého šroubováku. Na aktoru se stiskne programovací tlačítko, přitom se rozsvítí LED a připojené osvětlení. Následně se stiskne příslušný senzor, popř. všechny senzory, kterými se má ovládat spínání příslušného spotřebiče. Opětovným stiskem programovacího tlačítka na aktoru se ukončí programování. Ovládání spotřebiče je od této chvíle naprogramováno, a to bez sekání a změny kabelového vedení.

3.11.2 Nastavení v „Komfortním režimu“

Jsou-li požadovány pokročilejší funkce řízení budovy (inteligentní elektroinstalace), k parametrizaci se využije notebook nebo kapesní počítač PDA k rozhraní RS-232/RF. Což je softwarová aplikace pro nastavení RF systému umožňující naskenovat instalované komponenty do notebooku (nebo PC). Přístroje lze pro lepší přehled pojmenovat (např. „vypínač světlo kuchyně“). Systém se jednoduše naprogramuje – např. funkce spínání mezi senzorem a aktorem se vyznačí spojením čarou obou komponent. K podrobnému nastavení každého prvku systému lze využít nabídku funkcí – menu. Po skončení programování se nové parametry vyšlou do komponent, uloží se do paměti přístrojů [8].

Programováním pomocí notebooku se systém uvede do komfortního režimu. V tomto režimu je důležité zaslat heslo. Přitom se naprogramovaná aplikace chrání proti nežádoucímu ovládání (soused nám nemůže spínat komponenty) a aktivuje se směrovací (routing) pro zvýšení dosahu komunikace mezi aktory. Po naprogramování je systém schopen plnit většinu úloh kladených na inteligentní budovy:

- světelné scény,
- centrální ovládání,
- základní funkce vytápění,
- ovládání žaluzií, rolet, bran a markýz,
- součinnost s jinými systémy (alarm, EPS atd.).

3.12 Routing (směrování RF signálu)

Pokud je dosah signálu nedostačující (např. oceloplechová rozvodnice je instalovaná ve směru vysílání signálu, nebo vzdálenost mezi tlačítkem „senzorem“ a aktorem je příliš velká), uskuteční se přenos signálu do příslušného aktoru nejbližšími sousedními aktory. Tyto aktory přeberou RF signál včetně adres z tlačítek a signál předávají dalším aktorům. Tento přenos signálu se nazývá routing a je funkční pouze při nastavení RF systému do komfortního režimu.

Všechny komponenty uchovávají vlastní název přístroje včetně vlastní aplikace v interní paměti, což dovoluje načíst aktuální kompletní konfiguraci systému přímo do PC a není nutná

archivace původního souboru. V případě chybné komunikace mezi komponenty RF systému při přerušení cesty (např. porucha akтору, výpadek síťového napájení apod.), systém automaticky najde jinou vyhovující optimální cestu pro přenos RF signálu [9].

Prostup radiofrekvenčních signálů různými materiály:

<u>Popis překážky v šíření signálu</u>	<u>útlum</u>
cihlová zeď 30cm	60 až 90%
dřevěná konstrukce se dvěma sádrokartonovými deskami	80 až 95%
vyztužený beton 20cm	20 až 60%
kovové přepážky (rozvaděč)	0 až 10%
běžné sklo 5mm	70 až 90%
izolační sklo 5mm s pokovením	30 až 60%
plasty 5mm	80 až 95%

4 SBĚRNICOVÉ SYSTÉMY

4.1 Datové sběrnice

Datová sběrnice (BUS) je jeden či více vodičů, které slouží k propojení několika zařízení. Sběrnice, které se používají v průmyslových aplikacích, ať už jsou to sběrnice pro řízení technologických a výrobních zařízení, nebo sběrnice pro ovládání domovních instalací, se musí vyznačovat především spolehlivostí, vysokou odolností proti rušení a zároveň jednoduchostí provedení [14].

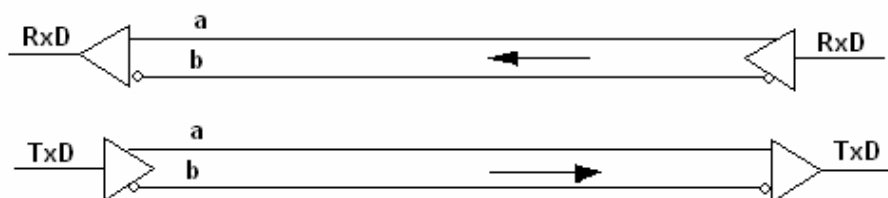
Mezi nejpoužívanější typy průmyslových sběrnic v rámci elektroinstalace budov patří:

- RS422, RS485,
- M-Bus,
- KNX/EIB.

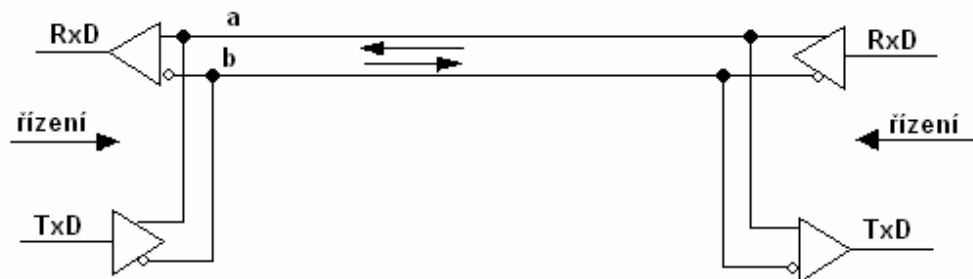
4.1.1 Sběrnice RS422, RS485

Jsou to sběrnice, které se používají většinou pro propojení dvou zařízení. Komunikační protokol vychází z počítačové sběrnice RS-232 (sériový port PC) a v podstatě pro ni tvoří pouze přenosovou cestu. Na rozhraní RS-232 se připojí převodník na RS-422(485), který místo napěťových úrovní -12V až +12V použije tzv. proudovou smyčku. Pro komunikaci se používá jeden pár vodičů – data se posílají v jeden okamžik pouze jedním směrem (poloduplexní RS-485), nebo dva páry vodičů – data se v jeden okamžik přijímají i posílají (duplexní RS-422).

V rámci jednoho páru vodičů teče proud jedním vodičem k druhému zařízení a druhým vodičem se vrací zpět. Případné rušení se projeví kladným impulsem na jedné straně a záporným na straně druhé, takže se mezi sebou navzájem vyruší. Podobný princip se využívá i u jiných přenosových sběrnic (například i u Ethernetu) [13]. Maximální vzdálenost propojení je do 1600m.



Obr. 4-1 Schematické znázornění sběrnice RS422

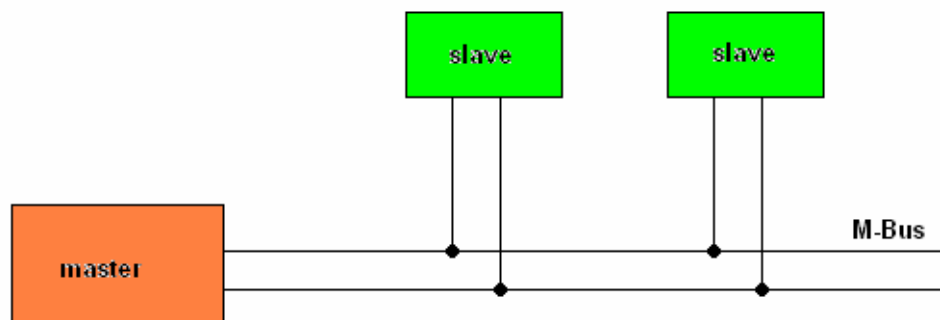


Obr. 4-2 Schematické znázornění sběrnice RS485

4.1.2 Sběrnice M-BUS

Tato sběrnice se velmi často využívá v aplikacích dálkového měření a sběru dat. Používá se dvouvodičové vedení, kterým lze zároveň napájet podřízená zařízení [13].

U této sběrnice se používá jedno zařízení typu master. Toto zařízení řídí komunikaci, respektive oslovuje jednotlivé zařízení typu slave, které pouze odpovídají.

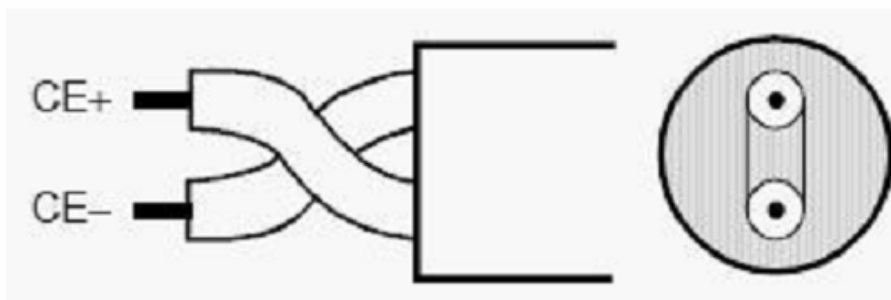


Obr. 4-3 Připojení zařízení ke sběrnici M-Bus

4.1.3 Sběrnice KNX/EIB

Sběrnice KNX v podstatě sdružuje několik standardů, které se používají především při řízení elektroinstalace v budovách.

Pro komunikaci se používá dvouvodičové vedení, které umožňuje i napájení podřízených zařízení. Tyto vodiče jsou v kabelu zkrouceny (kroucená dvojlinka).

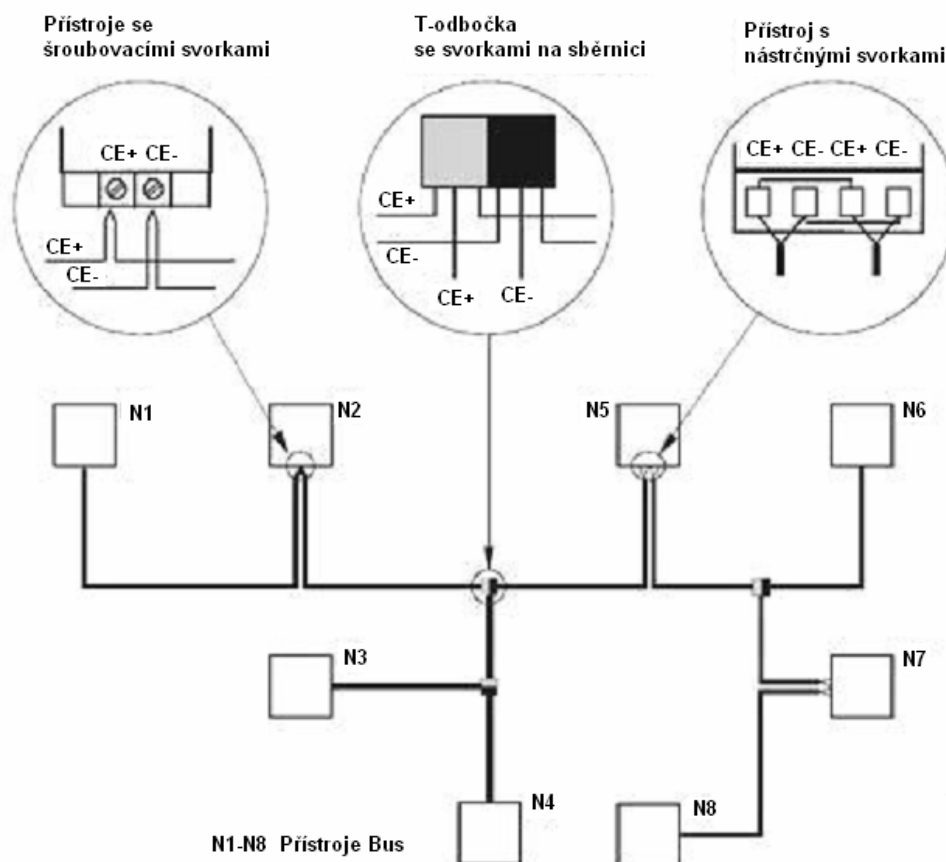


Obr. 4-4 Náčrt kabelu používaného ve sběrnicích KNX/EIB [31]

I když pro komunikaci se používají pouze dva vodiče, pro vlastní instalaci se používají většinou dvou párové kabely (jeden pár tvoří v podstatě rezervu). Maximální vzdálenost komunikujících zařízení je 600m.

U této sběrnice se může v podstatě použít libovolná topologie (propojení) jednotlivých prvků (sběrnicová, hvězdicová). Jediné zakázané propojení je do kruhu [14].

Vedení je možno klást i v souběhu se silovým vedením. Pro komunikaci se používá úroveň 24V. Tato sběrnice díky své univerzálnosti a modularitě patří mezi nejrozšířenější.



Obr. 4-5 Náčrt možného větvení sběrnice KNX/EIB [31]

4.2 Investice na sběrnicové systémy

Mezi náklady na instalaci je nutné započítat cenu kvalitního projektu nejlépe od spolehlivého a zkušeného projektanta. Pozornost je nutné věnovat také výběru provádějící firmy. Samozřejmostí pro zhotovení elektrické instalace je dodržení všech bezpečnostních i technických norem. Dalším důležitým hlediskem jsou požadavky na komfort a celkový estetický vzhled instalace. Současné moderní technologie umožňují posuzovat každý dům nebo objekt komplexně. Tím je dána možnost využít jeden společný systém pro řízení všech funkcí v celém domě. Velkou výhodou tohoto přístupu je možnost využívat mnoha přístrojů pro současné řízení více funkcí. Například prostorový termostat může současně řídit funkci topení i klimatizace, čímž se zabrání současnému provozu obou systémů ve stejném prostoru. Taková instalace je ekonomicky méně náročná. Okenní kontakt může současně fungovat pro otevírání okna při automatickém větrání a současně pro blokování pohybu žaluzií.

Každý zákazník má možnost si vybrat z velmi rozsáhlé nabídky jak výtvarného řešení krytů přístrojů, tak jejich barevného provedení a použitého materiálu. Výběr konkrétního typu a počtu přístrojů se značnou měrou podílí na celkových nákladech. Použití moderních prvků elektroinstalace je účelné, pokud vyšší poskytovaný komfort máme v úmyslu využít. Přitom není podstatné, jestli bude hned od počátku provozu instalována kompletní nabídka, nebo jestli bude dobudována postupně. Projekt ale musí s touto možností předem počítat, aby nedocházelo ke zbytečnému prodražování. Efektivita provozu instalace s jediným řídicím systémem v našich klimatických podmínkách představuje úsporu provozních nákladů přibližně 10 až 20%.

4.3 Ekonomika provozu sběrnicových systémů

Není-li provoz systémů zabezpečujících kvalitu prostředí v moderních budovách optimalizovaný z hlediska spotřeby energií, může být výsledkem značné zvýšení provozních nákladů. Určité úspory lze skutečně dosáhnout vhodnou organizací práce a časovým rozvrhem aktivity pracovišť a doby provozu energeticky náročných spotřebičů. K efektivnímu řešení této problematiky je však nezbytná technická podpora integrovaného řídicího systému budovy. K dosažení úspor energie u jednotlivých technologických zařízení budovy je možné využívat například těchto funkcí řídicího systému:

- vzájemné vazby v řízení vytápění a chlazení,
- řízení výkonu zdrojů tepla a chladu podle okamžitého odběru, respektovat časově proměnné požadavky na jejich výkon,
- řízení vnitřního klimatu budovy s ohledem na vnější povětrnostní podmínky,
- aplikaci časových programů pro řízení osvětlení chodeb a schodišť, automatická regulace osvětlení podle intenzity denního světla,
- vytvoření více světelných okruhů v daném prostoru tak, aby mimo hlavní provozní dobu bylo možné prostřednictvím řídicího systému snížit úroveň osvětlení.

K důležitým funkcím řídicího systému budovy patří sledování hodnoty technického maxima, smluvně dohodnutého s dodavatelem elektrické energie. Systém zabezpečuje neustálé dodržování této hodnoty. Systém porovnává ve stanovených časových krocích (řádově desítky sekund) skutečnou a ideální spotřebu a při překročení přípustné hodnoty odpojí podle předem definované tabulky priorit některý ze spotřebičů. Regulační algoritmy umožňují odpínání zátěží nejen podle okamžité spotřeby, ale také podle jejího trendu. Priority při odpojování zátěží mohou být trvale definovány, nebo může být použito cyklicky se obměňujícího pořadí v jednotlivých časových intervalech, případně mohou být oba způsoby kombinovány.

Nezbytnou podmínkou k efektivnímu řízení energetického hospodářství je spolupráce provozovatele objektu a majitele objektu. Proto je potřeba klást velký důraz na zajištění správné údržby, a to již od samého počátku provozování budovy. V systému jsou rozlišeny dva typy servisních činností: preventivní pravidelné prohlídky a vyžádané servisní zásahy (neplánované, zpravidla vyvolané poruchou či cizím zaviněním). Systém sestavuje časové plány preventivní údržby.

Pracovní prostředí uživatelů budovy je charakterizováno parametry jako jsou teplota, vlhkost a kvalita vzduchu, osvětlení pracovního místa, hluk, přístup k telefonním a datovým službám, vyloučení nebezpečí požáru nebo přítomnosti cizích osob a podobně.

Jedním z klíčových parametrů, které vytvářejí komfortní pracovní prostředí, je i osvětlení. Úkolem systémů řízení osvětlení moderních budov je proto plnit individuální a proměnlivé požadavky jednotlivých osob na způsob a kvalitu osvětlení jejich pracovního místa. Ve stávajících objektech jsou pro osvětlování využívány především zářivkové zdroje, ovšem v převážné míře se ztrátovými klasickými předřadníky. V nových a rekonstruovaných objektech jsou již obvykle energeticky náročné předřadníky nahrazeny elektronickými předřadníky. Při stejném způsobu provozování osvětlovací soustavy tak dochází až ke 30% úsporám elektrické energie, samozřejmě při poněkud zvýšených investičních nákladech. Nejvyšší části úspor (kolem 30%) lze dosáhnout nasazením stmívatelných elektronických předřadníků (analogových nebo digitálních) zapojených v obvodech řízení na stálé osvětlení, dalších až 10% úspor přinese přídatné nasazení snímačů přítomnosti. Při dosažení dostačující úrovně přirozeného osvětlení může být umělé osvětlení vypnuto, anebo pouze snížena intenzita na technické minimum. A pokud je objekt vybaven elektricky ovládanými žaluziemi, je snadným úkolem provázat jejich samočinné řízení také s řízením osvětlovací soustavy. Především v místnostech, do nichž během pracovní doby zasahuje přímé sluneční záření, je takováto provázanost ekonomicky přínosná.

V současné době se začíná v budovách s vyšším standardem uplatňovat komplexní řešení spojující regulaci osvětlení a ochranu proti oslnění v jednotlivých místnostech budovy tak, aby v nich bylo dosaženo optimálního osvětlení pracoviště při maximálním využití denního světla. Osvětlení chodeb, schodišť a ostatních komunikací, které bývá rozděleno do okruhů odpovídajících členění budovy, může být automaticky ovládáno řídicím systémem budovy podle definovaných časových programů a s návazností na úroveň denního světla, programy úspory energie nebo funkci zabezpečovacího či přístupového systému. Pro dokonalé samočinné řízení

žaluzií, vytápění a osvětlování ve společném systému je nutné mít k dispozici co nejpřesněji stanovenou vzájemnou polohu slunce a objektu.

V oblasti vytápění se jedná např. o rozdělení topných větví tak, aby bylo možné je samostatně regulovat podle pracovního režimu v jednotlivých částech budovy a dodávku tepla pro jednotlivé uživatele také měřit pro případné účtování skutečné spotřeby.

Pro nasazení domovní automatizace je z hlediska úspor efektivní oblast regulace tepelné pohody. Regulace teplot se odráží na celkové energetické bilanci objektu v řádech několika desítek procent. Systém musí být schopen zajistit optimální klima dle momentální obsazenosti budovy, provozního režimu atd. Toto se děje např. pomocí detektorů pohybu osob na základě informací z přístupového systému, nebo podle časových rozvrhů na základě aktivace a deaktivace bezpečnostního zařízení.

V případě dlouhodobější neobsazenosti objektu (např. dovolená) je nastavován útlum výrazně vyšší, ovšem při zohlednění delšího času potřebného k návratu na běžný provozní stav. Vytápění či chlazení je dále téměř blokováno při otevřených oknech. Stav výplní obvodového pláště je registrován pomocí okenních kontaktů a tuto informaci lze využít nejen pro regulaci tepelné pohody, ale také k dalším funkcím. V případě elektromotorických servopohonů okenních křídel jsou okna zavírána automaticky. Inteligentní automatizační systém zajišťuje rovněž ovládání protislunečních ochran (především žaluzie a markýzy), které jsou aktivovány jen na fasádě momentálně zatěžované slunečním zářením, ovšem při zachování maximálně možného průniku denního světla pro zajištění optimálních světelných podmínek. Lamely žaluzií jsou tedy přesně natáčeny podle aktuální výšky slunce nad horizontem. Zábrany proti slunečním paprskům musí navíc reagovat i na příliš vysokou rychlost větru, která by mohla vést k jejich poškození nebo zničení. Inteligentní systém může navíc také vyřazovat z provozu klimatizaci v případě, že uživatel nedodrží předepsané zastiňování fasád. Obvyklou nabídkou bývá také integrace ovládání umělého světla do systémů řízení budov. V závislosti na přítomnosti či pohybu osob se jedná dle potřeb o spínání či stmívání - např. pomocí lokálního tlačítka, centrálním povel, dle časového rozvrhu nebo hlídáním konstantní úrovně osvětlení.

4.4 Způsoby řízení

Existují dva základní typy řízení sběrníkových systémů:

- centralizované,
- decentralizované.

Kombinací centralizovaných a decentralizovaných systémů získáme smíšené systémy, tzv. částečně decentralizované systémy. Sběrnice je použita pouze na straně ovládacích prvků (senzorů), tím se odstraňují největší problémy při zapojování ovládacích prvků (spínačů) v klasických instalacích. Systém využívá tři základní typy řídicích jednotek, kterými v systému mohou být spínací a stmívací jednotky (ovládají až 12 světelných, resp. zásuvkových okruhů), dále roletová jednotka (ovládá až 6 motorových okruhů – každý se dvěma motory pro dva

směry). Do řídicích jednotek se tedy sbíhají silové vodiče od jednotlivých světelných okruhů nebo svítidel, případně spínaných zásuvek 230V a jeden sběrniceový kabel od sběrniceových tlačítek, umístěných v jednotlivých místnostech domu. Toto řešení je velmi praktické, protože instalace tohoto typu ani vyšší univerzálnost nevyžaduje.

Pokud chceme porovnat jednotlivé systémy, je nutné říci, že plně centralizované systémy se pro inteligentní elektroinstalace prakticky nepoužívají. Tento způsob řízení patří již mezi technicky zastaralé, protože byly vyvinuty pouze pro řízení jediné případně omezeného počtu řízených funkcí. Bylo nutné používat samostatné řídicí jednotky pro řízení, například jedné pro osvětlení, druhé pro vytápění, třetí pro žaluzie atd. Mimo to byla pouze ve výjimečných případech využita celá kapacita řídicí jednotky. Další nevýhodou těchto centralizovaných systémů je nemožnost podávání zpětných hlášení od akčních členů až ke snímačům. Centrální jednotka sice může obdržet hlášení o uskutečnění požadovaného příkazu, ale již je neodešle ke snímači. Ten tedy nemůže indikovat vykonání požadované akce. Zpětná kontrola je v mnoha případech velmi důležitá. A to především u systémů, kdy není na první pohled zřejmý momentální stav obvodu (podlahové vytápění, apod.).

Během doby se vyskytla potřeba řízení provozu různých funkcí i s možností zpětného hlášení, vizualizace, protokolování událostí. Potřeba systému, který by bylo možné používat v malých i velkých objektech a který by připouštěl stavebnicový, postupný způsob výstavby. Tyto skutečnosti vedly k intenzivní práci na systémově odlišné soustavě.

Bylo nutné zcela změnit způsob komunikace mezi jednotlivými účastníky (snímači, akčními členy a dalšími prvky systémové instalace). Zásadním krokem zde bylo opuštění koncepce s centrální řídicí jednotkou. Znamenalo to vybavit každý prvek na sběrnici, který má komunikovat s dalšími prvky na téže sběrnici, malou řídicí jednotkou. Tato řídicí jednotka musí být schopna řídit k ní přiřazené snímací elementy nebo silová ovládací zařízení a současně si vyměňovat potřebné informace s dalšími prvky. Bylo nutné vypracovat také software, jehož pomocí se programovaly nejen parametry jednotlivých přístrojů, ale i vzájemná komunikace. Následně tedy proběhly práce na vytvoření nového softwaru, nebo komunikačních rozhraní, která dovolí komunikaci mezi výrobky patřícími do různých systémů i v dílčích částech jediné elektrické instalace.

4.5 Sběrniceový systém Nikobus

Nikobus je sběrniceový systém inteligentní elektroinstalace, který byl vyvinut pro soukromou bytovou výstavbu a omezuje se na funkce, potřebné v této oblasti (maximálně 256 senzorů). Programování a nastavování je snadné a pro jednoduché systémy nevyžaduje PC ani jiné programovací přístroje. V systému Nikobus se posílají čisté příkazy zapnout/vypnout, žádné komplikované datové příkazy. Je to cenově výhodný částečně decentralizovaný ovládací systém, při kterém jsou všechny výstupy napojené přímo na centrální spínání a žaluziové jednotky nebo stmívací jednotky a stmívače. Sběrnice (bus) umožňuje výměnu dat mezi jednotlivými přístroji, které jsou součástí elektrické instalace. Tvoří ji obvykle pár vodičů (kroucená dvojlanka), na

kteře jsou připojeny jednotlivé ovládací, řídicí a řízené prvky. Sběrnice má za úkol cíleně přenášet informace mezi jednotlivými prvky instalace, které jsou na ni paralelně napojeny. Podle nadeřinované adresy mezi přijímačem a vysílačem lze teoreticky komunikovat mezi libovolnými přístroji inteligentní instalace. Všechny přístroje, které jsou součástí elektrické instalace, lze rozdělit do tří funkčních skupin, na senzory, aktory a systémové přístroje.

Senzory jsou přístroje, které reagují na události v systému, jako je například sepnutí spínače, změna sledované veličiny (teplota, tlak, vlhkost ap.). Jakékoliv změny v systému jsou senzory hlášeny na sběrnici. K sensorům patří tlačítkové spínače, binární vstupy, infračervené (IR) přijímače, termostaty, detektory pohybu, požární hlásiče ap. Další skupinu přístrojů tvoří aktory, které zajišťují provedení určité operace jako důsledek změny v systému. Po stlačení tlačítka se rozsvítí světlo, po poklesu teploty v místnosti se zapne vytápění a podobně. Mezi aktory patří především výkonové spínače, binární výstupy a stmívače. Třetí skupinu tvoří systémové přístroje a komponenty, které vytváří infrastrukturu systému a zajišťují jeho základní funkce. Mezi systémové přístroje patří sběrnice napáječe (zdroje napětí), vazební členy mezi jednotlivými úseky sběrnice (router), sběrnice zesilovače (repeater), logické automaty a řadiče, rozhraní pro připojení počítačů nebo modemu.

Abychom si mohli názorně ukázat hlavní výhody instalace provedené sběrnice způsobem v porovnání s instalací realizovanou s klasickým zařízením, povšimněme si následujících bodů hovořících ve prospěch modernějších instalací:

- úspora vodičů, materiálu a energie,
- jednodušší a pohodlnější instalace,
- menší počet vodičů snižuje vzájemné oteplení a riziko požáru,
- flexibilita při změně konfigurace prvků instalace i s ohledem na budoucí rozšíření,
- zpětná odezva od řízených prvků (přínos k diagnostice, snadná údržba),
- možnost vizualizace a přímého řízení pomocí počítače.

Existují dva základní typy sběrnice systémů: centralizované a decentralizované. Stupeň centralizace závisí na počtu lokalit inteligentních prvků, odpovídajících za řídicí a monitorovací funkce. Hybridní systémy (smíšené systémy) jsou kombinací centralizovaných a decentralizovaných systémů [11].

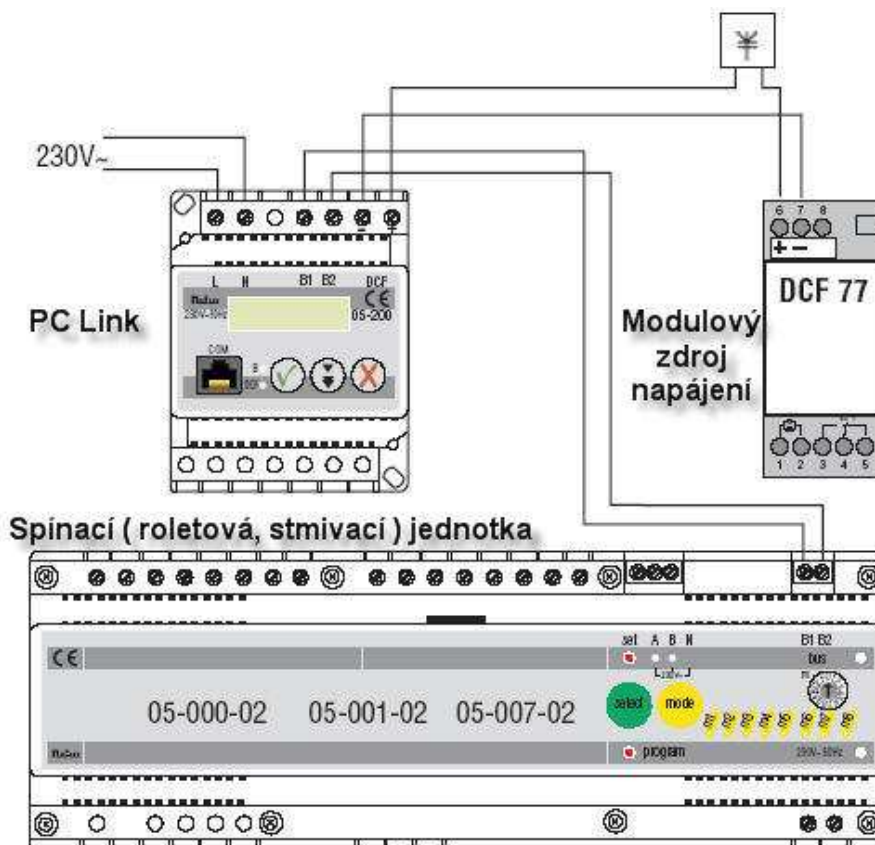
Podle tohoto dělení patří systém Nikobus k prostředí s částečně decentralizovaným řízením. Sběrnice je použita na straně vstupů, kde se v klasických instalacích vyskytují obvykle největší problémy při zapojování ovládacích prvků. Na straně výstupů je systém členěn na jednotky, přičemž každá spínací a stmívací jednotka může ovládat až 12 světelných okruhů, žaluziová jednotka může ovládat až 6 motorických okruhů. Spínací anebo stmívací jednotka se v topologii jeví jako hybridní jednotka, protože se k ní sbíhají vodiče jednotlivých světelných okruhů nebo svítidel na jednotlivých podlažích, v částech rodinného domu a podobně. Zde se však většinou ani vyšší stupeň variability nepožaduje.

4.5.1 PC-LINK

Jednotka PC-LINK slouží pro programování systému Nikobus a to v místě instalace nebo dálkově pomocí telefonního modemu. Jednotka se konfiguruje pomocí počítače se softwarem Nikobus. Pro dálkovou parametrizaci všech funkcí systému Nikobus (spínání, stmívání, ovládání rolet, žaluzií,...) se používá telefonní modem a konfiguruje se prostřednictvím počítače. Modem musí být kompatibilní s typem Hayes. Po parametrizaci může být počítač následně odpojen za předpokladu, že v systému nebudou použity časové funkce a nebude třeba dálková parametrizace. PC-LINK umožňuje funkci náhodné simulace přítomnosti osob, časové funkce a kalendářové funkce [10].



Obr. 4-6 PC-Link [11]



Obr. 4-7 Zapojení prvku PC-Link [11]

Při dálkovém ovládní přes modem musí být modem připojený na PC-Link. Doporučuje se faxmodem US Robotics 56k. Potřebné jsou tedy dva modemy: jeden na straně programátora a druhý na straně zákazníka. Oba musí být nainstalované v předstihu.

4.5.2 PC-LOGIC

Jednotka PC-Logic umožňuje zpracování velkého množství logických operací, které je možné přizpůsobit různým podmínkám. PC-Logic má 6 digitálních vstupů pro externí připojení kontaktů spínačů, senzorů deště, vlhkosti, rozbití skla, detektorů kouře, rychlost a směr větru apod. PC-Logic se konfiguruje pomocí počítače softwarem Nikobus, který může být následně odpojen. Umožňuje naprogramovat celou Nikobus instalaci prostřednictvím propojení Windows-PC s nainstalovanou Nikobus-softwarovou aplikací a zařízení Nikobus. PC-Logic umožňuje určit podmínky integrování logických propojení (OR, AND...), s kterými můžeme vybrat mezi různými senzory a šesti logickými vstupy [10].



Obr. 4-8 PC-Logic [11]

4.5.3 Software Nikobus

Software Nikobus se používá pro programování jednotek: PC-Link, PC-Logic a Audio-Link. Má intuitivní strukturu ovládní, přičemž chyby při programování jsou vyloučené. Software umožňuje tisk naprogramované aplikace včetně rozpisek typů přístrojů, umístění přístrojů v instalaci objektu, centrálních skupinových funkcí. Při programování prostřednictvím softwaru Nikobus není třeba vyplňovat programovací listy. Software je distribuován zdarma společně s jednotkami PC-Link a PC-Logic nebo je dostupný ke stažení na internetu. Aktualizované verze se pravidelně objevují na internetových stránkách. Software je dostupný v anglickém, německém a francouzském jazyce. Je možné stáhnout jazykový update pro češtinu i slovenštinu. Parametrizaci všech funkcí systému Nikobus (spínání, stmívání ovládní rolet, žaluzií,...) je možné provést vždy také bez použití počítače a softwaru přímo na řídicích jednotkách Nikobus pomocí „malého šroubováku“.

5 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Cílem této kapitoly je porovnat produkty domovní elektroinstalace, a to jak klasické elektroinstalace, tak i řízení RF-systémy a sběrníkovými systémy. Systém bude instalován do novostavby rodinného domu. Dům má jedno patro s pokojem, ložnicí, pracovnou, jídelnu spojenou s kuchyní, obývacím pokojem, koupelnou, toaletou a komorou.

5.1 Požadavky na elektroinstalaci

Řízení osvětlení:

- Celkový počet světelných okruhů:
 - z toho řízených On/Off: 12
 - stmívaných: 3
- Možnost připojení DALI svítidel
- Časové programy/rozvrhy
- Počet tlačítek

Řízení teploty a vytápění:

- Lokální řízení teploty v místnostech: 8 termohlavic
- Centrální řízení vytápění

Řízení žaluzií – počet: 10

Centrální řízení:

- Vypnutí jedním tlačítkem všech uvedených systémů

Vizualizace a řízení pomocí PC/PDA přes internet a možnost konfigurace systému z PC.

5.2 Elektroinstalace pomocí systému XComfort

XComfort je uzavřený systém firmy Moeller pro domovní automatizaci pracující na principu bezdrátové komunikace mezi jednotlivými prvky systému. Komunikace probíhá na frekvenci 868,3MHz, jež je vyhrazena pro elektroinstalaci budov, což zajišťuje minimální rušení od jiných rádiově ovládaných spotřebičů. Průměrný dosah od vysílače k aktoru činí jeden strop a dvě stěny. Pokud se aktor nachází mimo dosah vysílače, pak přichází na řadu směrováním signálu tzv. „routing“. To znamená, že vysílač emituje signál do všech aktorů a vysílačů ve svém okolí a signál takto k požadovanému aktoru doputuje (mezilehlé prvky tedy signál předávají dále). Tímto se odstraní nevýhoda omezeného dosahu signálu a systém tak je de facto nezávislý na velikosti objektu. Systém XComfort zvládá všechny požadované funkce: automatizace

vytápění, klimatizace, nastavení rolet či žaluzií, garážových vrat, brány nebo řízení osvětlení včetně jeho stmívání. Systém domovní automatizace XComfort se skládá z prvků dvou základních druhů:

Vysílače signálu – bezdrátové vypínače (vysoká životnost baterie až 10 let), dálkové ovládání, centrální řídicí jednotky „HOME MANAGER“ či „ROOM MANAGER“, PC se speciálním interface. „HOME MANAGER“ a „ROOM MANAGER“ jsou jednotky pro složitější či automatické řízení – dokáží přijímat informace o teplotě, intenzitě osvětlení apod. a na základě toho řídit úsporně a optimálně vytápění, osvětlení atd.

Aktory – přijímače příkazů napojené na spotřebiče, svítidla atd., jež po příjmu signálu z vysílače provedou zadaný příkaz (vypnout/zapnout spotřebič apod.). Základní funkce aktorů:

- zapnout/vypnout spotřebič (i zásuvky),
- stmívat/postupně rozsvěcovat svítidla,
- ovládat motorové aplikace.

Jeden aktor může být ovládán více vysílači a jeden vysílač může ovládat více aktorů – lze tedy realizovat tzv. „Goodbye tlačítko“. Instalace vysílačů ve formě vypínačů spočívá v nalepení na libovolné místo pomocí oboustranné lepicí fólie. Aktor lze umístit přímo do spotřebiče, do rozvodové skříně či ho navázat na již instalovanou elektroinstalaci. Programování pro malé projekty (několik vysílačů a aktorů) je jednoduché a děje se pomocí šroubováku. Složitější a komplexnější systém, kde je i řízení vytápění či prvky jako „HOME MANAGER“ atd. se konfiguruje pomocí speciálního software na PC. K systému je také možné připojit GSM jednotku a rodinný dům ovládat pomocí mobilního telefonu či si nechávat zasílat SMS zprávy o situaci v domě. Taktéž je možno správu systému provádět přes vizualizaci pro PC/PDA připojených na internet nebo i přes „touchpanel“. Pomocí protokolu RS-232 lze celý systém napojit k nadřazenému systému řízení.

Vypracováno za použití zdrojů - [11], [12], [16], [17], [18].

Vhodné použití:

Díky výše zmíněným vlastnostem (bezdrátová komunikace, jednoduchá instalace vysílačů i aktorů) je tento systém vhodný pro rekonstrukce objektů, kde není možno nebo je obtížné, instalovat nové kabelové cesty. Zároveň je i dobrým řešením pro novostavby.

Výhody:

- jednoduchá instalace,
- rychlá montáž,

- pro malé projekty jednoduché programování,
- velký uživatelský komfort,
- odpadá nutnost stavebních zásahů do objektu, pokládání kabelů atd.

Nevýhody:

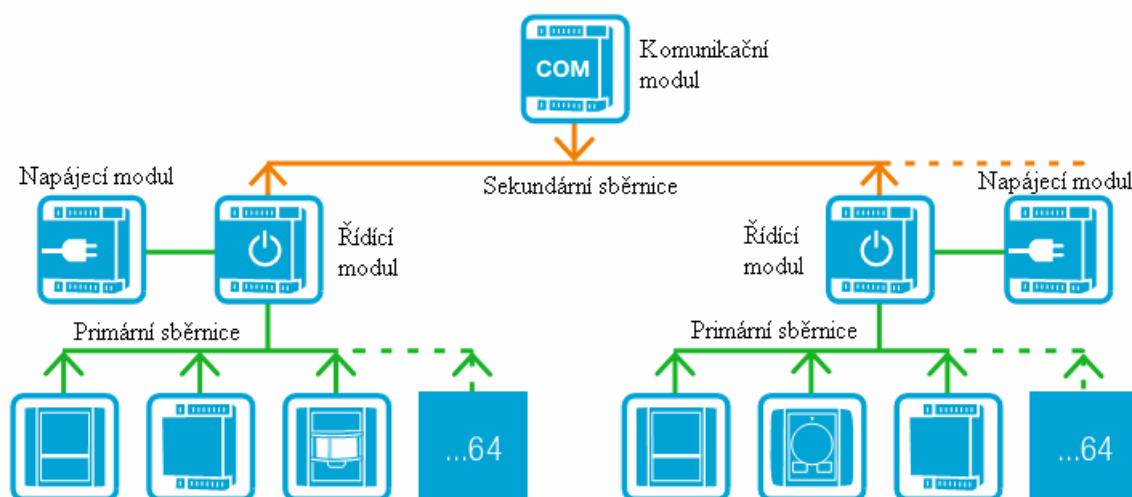
Nevýhodou tohoto systému je na prvním místě cena. Dle výrobce začíná cena systému inteligentní elektroinstalace XComfort na 1,3 násobku ceny klasické elektroinstalace (ušetří se sice za pokládání kabelů a vlastní kabely, ale bezdrátové technologie jsou vždy dražší). Proto lze asi těžko XComfort nasadit v nejlevnějších a nejčastěji stavěných rodinných domech. Ovšem ukázalo se, že cena takovou nevýhodou ve skutečnosti nebude, protože rozpočet je srovnatelný s konkurenčními kabelovými systémy. Další podstatnou nevýhodou je uzavřenost systému pro další výrobce a použití pouze vlastních komponent. Je to otázka především do budoucna, co se stane, až firma Moeller přejde na jiný systém, čím pak nahradit komponenty XComfort. Například u KNX/EIB toto nehrozí díky otevřenosti systému a množství výrobců prvků. Další nevýhodou tohoto bezdrátového systému je to, že je určen pouze pro montáž ve vnitřních prostorech. Není určen pro instalaci ve vlhkých a venkovních prostorech a dále do kovových rozvaděčů či kovových krytů.

kód	název	MJ	cena / MJ	celkem bez DPH
MOEL265623	RF Spínací aktor 8 A/230 VAC	12,0 ks	1328,54	15 942,48 Kč
MOEL240697	RF Analogový aktor 0/10 VDC, napájení 230 VAC	3,0 ks	1853,28	5 559,84 Kč
MOEL999201162	Převodník signálu 0/10 V na DALI, napájení 230 VAC	3,0 ks	4517,37	13 552,11 Kč
MOEL265641	RF Tlačítko jednoduché (2 tlač. body), baterie 3 V	20,0 ks	1439,10	28 782,00 Kč
MOEL118786	RF Room Manager (bílý), napájení 230 VAC	3,0 ks	6044,22	18 132,66 Kč
MOEL118781	RF Pokojový termostat 0-40°C, baterie 2x AAA	4,0 ks	1474,20	5 896,80 Kč
MOEL118782	RF Pokojový termostat 0-40°C s vlhkoměrem 10-95%	1,0 ks	1737,45	1 737,45 Kč
MOEL240694	RF Spínací aktor 8 A/230 VAC, bezpotenciálový výstup	8,0 ks	1328,54	10 628,32 Kč
MOEL240696	RF Roletový aktor 6 A/230 VAC s bezpečnostními funkcemi	10,0 ks	1776,94	17 769,40 Kč
MOEL265641	RF Tlačítko jednoduché (2 tlač. body), baterie 3 V	5,0 ks	1439,10	7 195,50 Kč
MOEL265642	RF Tlačítko dvojitě (4 tlač. body), baterie 3 V	1,0 ks	1516,32	1 516,32 Kč
MOEL268314	DaVti Nikobus kryt (2x1/2)	1,0 ks	117,59	117,59 Kč
MOEL268361	DaVti 1rámeček	1,0 ks	68,45	68,45 Kč
MOEL104928	RF Komunikační a vizualizační interface, USB	1,0 ks	1894,53	1 894,53 Kč
MOEL999201204	Licence pro vizualizační sw Homeputer Standard (99 dat. bodů)	1,0 ks	3458,23	3 458,23 Kč
MOEL999201206	Licence pro Homeputer Webserver sw	1,0 ks	2580,73	2 580,73 Kč
Celková cena bez DPH -			(BRUTTO)	134 832,41 Kč

Tab. 5-1 Cenové zhodnocení systému XComfort

5.3 Elektroinstalace pomocí systému Ego-n

Ego-n je sběrnicový centralizovaný systém domovní automatizace firmy ABB Elektro-Praga. Pro komunikaci mezi prvky systému se využívá speciální čtyřžilový kabel (2 vodiče pro přenos dat, 2 vodiče pro napájení prvků systému). Topologie sběrnic je lineární a v systému se rozlišují dva typy sběrnic (viz Obr.5-1):



Obr. 5-1 Struktura systému a sběrnic [20]

Primární sběrnice:

Na primární sběrnici jsou napojeny vstupy (snímače, spínače), výstupy/akční členy a vždy řídicí modul (centralizovaný systém) s napájecím modulem. Řídicí modul zabezpečuje komunikaci mezi prvky primární sběrnice, mezi primární a sekundární sběrnicí a mezi dalšími řídicími jednotkami. Každá primární sběrnice může mít připojeno nejvýše 64 prvků. Její délka je max. 700m.

Sekundární sběrnice:

Sekundární sběrnice slouží k propojení řídicích modulů jednotlivých primárních sběrnic a jejich spojení s různými I/O moduly (input/output = vstup/výstup) jako jsou komunikační modul TCP/IP (zároveň napájí sekundární sběrnici a je jejím nezbytným prvkem), GSM modul, modul bezdrátové komunikace či modul logických funkcí. K sekundární sběrnici může být připojeno maximálně 8 řídicích modulů, takže systém obsahuje nejvýše 512 připojených prvků. Její maximální délka činí 2000m.

Každý prvek na primární i sekundární sběrnici má své jedinečné registrační číslo, které je uloženo ve vyjímatelné paměťové kartě (při poruše prvku stačí vyměnit prvek a vložit původní kartu). Vlastní komunikace probíhá tak, že sepne-li se například vstup (spínač, informace z termostatu o změně teploty atd.), pak se odešle na sběrnici právě toto registrační číslo. Výstupy/akční členy naslouchají provozu na sběrnici a pokud se na sběrnici objeví shodné číslo

s tím, co mají uloženo ve své paměti, pak provedou připravenou akci. Systém Ego-n existuje ve dvou úrovních (Basic a Plus), které se liší rozsahem, funkcionalitou instalace a programováním:

Basic:

Instalace s jedním řídicím modulem a bez využití rozšiřujících modulů jako je GSM. Programovat lze bez počítače v tzv. „tlačítkovém módu“.

Plus:

Instalace s více řídicími moduly nebo s využitím rozšiřujících modulů (GSM, logické funkce, RF, vizualizace) tedy s připojenou sekundární sběrnici. Takový systém je již nutno konfigurovat pomocí PC připojeného ke komunikačnímu modulu programem „Ego-n Asistent“.

Funkce systému Ego-n:

- řízení osvětlení včetně stmívání a s možností světelných scén,
- ovládání libovolných spotřebičů,
- ovládání žaluzií, markýz, střešních oken, garážových vrat,
- řízení vytápění, větrání, chlazení a klimatizace dle místností, ročních období i aktuálních podmínek (osvětlení, teplota, otevření okna, déšť),
- do systému lze zapojit různé druhy snímačů včetně detektorů pohybu,
- detekce vnitřního i venkovního pohybu,
- vzájemná spolupráce všech komponent systému k optimalizaci chodu a úsporám elektrické energie,
- lze doplnit o bezdrátové spínače,
- možnost propojení s bezpečnostním systémem,
- vizualizace a řízení (vzdálené) pomocí GSM/SMS, PC, PDA,
- simulace přítomnosti – žaluzie, svítidla atd. s možností podání SMS zprávy o narušení objektu,
- použití i ve venkovním prostředí – kropení trávníku, péče o bazén atd.,
- centrální i individuální řízení,
- mimo tradiční ovládání k dispozici i dálkové a bezdrátové ovládání.

Vhodné použití:

Tento produkt je vhodný především pro novostavby, protože je v základní konfiguraci realizován pomocí kabelových rozvodů. Systém lze ovšem dovybavit bezdrátovým přenosem informací (pouze spínače), takže ho lze použít i pro rekonstrukce objektů (ovšem přidání bezdrátového přenosu zvyšuje cenu).

Vypracováno za použití zdrojů - [19], [20], [21], [22], [23].

Výhody:

- na rozdíl od XComfort je Ego-n určen i pro venkovní prostředí (zalévání trávníku atd.),
- vysoký uživatelský komfort a rozsah funkcí (programovatelnost, logické funkce, GSM, detektor pohybu...),
- dokáže uspořit výdaje za energii,
- jednodušší projekty se jednoduše programují bez použití PC,
- jednoduchá náhrada vadných prvků novými – vyměnitelné paměťové karty s veškerým nastavením prvku.

Nevýhody:

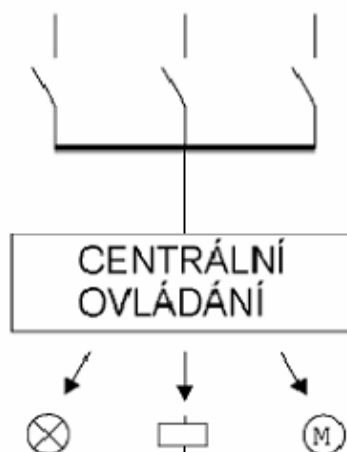
Stejně jako u XComfort i systém Ego-n používá jen svoje komponenty (snímače, ovládací prvky, kabeláž), tedy ty od firmy ABB. Jedná se opět o uzavřený systém, což představuje potenciální problémy v budoucnosti a také značí menší výběr prvků než u otevřeného systému (například KNX/EIB). Složitější projekt je nutné nastavit pomocí speciálního software pro PC. Nevýhodou je i centralizovanost systému – pokud dojde k poruše řídicího modulu, potom komunikace mezi vstupy a výstupy nefunguje.

kód	název	MJ	cena / MJ	celkem bez DPH
3270-C16100	Modul řídicí (Ego-n)	1,0 ks	6552,70	6 552,70 Kč
3270-C16900	Modul napájecí (Ego-n)	1,0 ks	3426,58	3 426,58 Kč
3270-C16200	Modul komunikační (Ego-n)	1,0 ks	7826,04	7 826,04 Kč
3271E-A28900 01	Snímač tlačítkový Ego-n, jednonásobný	20,0 ks	1180,35	23 607,00 Kč
3274E-A58200 01	Termostat prostorový Ego-n	8,0 ks	1380,65	11 045,20 Kč
3270-C87100	Modul spínací 8x10A (Ego-n)	2,0 ks	3755,64	7 511,28 Kč
3270-C67400	Modul žaluziový (Ego-n)	2,0 ks	4399,47	8 798,94 Kč
3270-C17900	Modul stmívací (Ego-n)	3,0 ks	3426,58	10 279,74 Kč
3270-C67600	Modul spínací pro termohlavice (Ego-n)	2,0 ks	4106,17	8 212,34 Kč
KSE224	Kabel sběrnice (Ego-n, 100m)	2,0 ks	1230,42	2 460,84 Kč
Celková cena bez DPH -			(BRUTTO)	89 720,66 Kč

Tab. 5-2 Cenové zhodnocení systému Ego-n

5.4 Elektroinstalace pomocí systému Nikobus

Nikobus je hybridní sběrniceový systém domovní automatizace firmy Moeller, který je kabelovou obdobou bezdrátového systému XComfort. V mnoha ohledech je tedy podobný s XComfort (programování, senzory x aktory...). Hybridní neboli částečně decentralizovaný systém znamená, že vstupy (senzory) jsou napojeny na sběrnici, zatímco výstupy jsou hvězdicově připojeny na řídicí jednotku – viz Obr. 5-2.



Obr. 5-2 Hybridní systém [25]

Komunikace probíhá po společné sběrnici, kroucené dvojlince (maximální délka 1000m), na kterou jsou připojeny všechny senzory (ovládací prvky) a centrální ovládání (s aktory), které si po ní vyměňují informace. Přesněji řečeno systém Nikobus tvoří 2 základní typy prvků:

- sběrniceová tlačítka, sběrniceové nebo modulové převodníky Nikobus – senzory,
- řídicí jednotky pro spínání, ovládání rolet a žaluzií, stmívání osvětlení, ke kterým se připojují silová vedení ke spotřebičům - aktory.

Základní prvky systému jsou tedy řídicí jednotky Nikobus (spínací, žaluziové, stmívací, roletové jednotky...), ke kterým lze prostřednictvím výše zmíněné sběrnice připojit na straně senzorů sběrniceová tlačítka, termostaty, detektory pohybu, binární vstupy, RF či IR přijímač pro dálkové ovládání, soumrakové snímače atd. Ke každé jednotce Nikobus může být připojeno maximálně 256 senzorů. K systému lze také napojit GSM modem a pomocí SMS kontrolovat stav systému a ovládat 10 spotřebičů. Programování/konfigurace instalace se pro menší projekty stejně jako u XComfort provádí bez použití PC pouze pomocí šroubováku. U větších projektů je třeba systém nakonfigurovat pomocí speciálního programu „Nikobus v 2.2“.

Vypracováno za použití zdrojů - [11], [24], [25], [27].

Funkce systému Nikobus:

- ovládání osvětlení (včetně DALI svítidel) a libovolných spotřebičů,
- stmívání osvětlení a vytváření světelných scén,
- rolety, žaluzie, markýzy, brány a garážová vrata,
- vytápění, větrání a chlazení,
- logické ovládání a časové funkce,
- simulace přítomnosti,
- zónové ozvučení místností – Allegretto,
- spolupráce s přístupovými, bezpečnostními a jinými systémy (EZS, EPS...).

Vhodné použití:

Vzhledem k tomu, že tento systém používá téměř výhradně kabelové rozvody, tak je vhodný pro novostavby, anebo rekonstrukce objektů, kde není problém s instalací nových rozvodů do stěn atd.

Výhody:

Pro malé instalace je jednoduše programovatelný – pouze pomocí malého šroubováku. Lze dovybavit bezdrátovými spínači. Moeller tento systém vyvíjí již delší dobu, takže byly odstraněny všechny závažné chyby a komponenty jsou neustále vylepšovány.

Nevýhody:

Nikobus má opět velkou nevýhodu v tom, že se jedná o uzavřený systém. Stejně jako Egon se jedná v základu o systém založený na přenosu dat přes kabelové vedení. Je oproti jiným o něco jednodušší a nenabízí tak velký komfort jako některé jiné systémy domovní automatizace.

kód	název	MJ		cena / MJ	celkem bez DPH
MOEL268263	Nikobus PC-LINK	1,0	ks	12478,05	12 478,05 Kč
MOEL262585	Nikobus spínací jednotka 12x10 A	1,0	ks	11977,88	11 977,88 Kč
MOEL283310	Nikobus MINI stmívací jednotka 4x0/10 V	1,0	ks	4756,05	4 756,05 Kč
MOEL999201162	Převodník signálu 0/10 V na DALI, napájení 230 VAC	3,0	ks	4517,37	13 552,11 Kč
MOEL234280	Nikobus 2b. sběrnice tlačítko	20,0	ks	642,33	12 846,60 Kč
MOEL283209	Nikobus MINI spínací jednotka 4x10 A	2,0	ks	4440,15	8 880,30 Kč
MOEL293265	DaVti Nikobus termostat + Nikobus aktor	8,0	ks	4010,18	32 081,44 Kč
MOEL262589	Nikobus žaluziová jednotka 6x2x10 A	2,0	ks	9863,10	19 726,20 Kč
MOEL234280	Nikobus 2b. sběrnice tlačítko	5,0	ks	642,33	3 211,65 Kč
MOEL234282	Nikobus 4b. sběrnice tlačítko	3,0	ks	838,02	2 514,06 Kč
MOEL234282	Nikobus 4b. sběrnice tlačítko	1,0	ks	838,02	838,02 Kč
MOEL107367	Nikobus sběr. vysokor. kabel 2x2x0,8 mm, balení 100 m	2,0	ks	2407,86	4 815,72 Kč
Celková cena bez DPH -				(BRUTTO)	127 678,08 Kč

Tab. 5-3 Cenové zhodnocení systému Nikobus

5.5 Elektroinstalace pomocí systému iNELS

iNELS je český sběrnice centralizovaný systém inteligentní elektroinstalace založený na sběrnících CAN a CIB (instalace po 2 drátech). Pro složitější systémy jsou využity i PLC Foxtrot firmy TECOMAT a technologie TCP/IP.

Vlastnosti, funkce a možnosti systému:

- řízení vytápění a klimatizace manuálně nebo i v závislosti na počasí,
- řízení svítidel včetně stmívání, světelných scén, svícení na základě intenzity osvětlení, pohybu či času,
- řízení rolet, markýz, garážových vrat,
- alarm a zabezpečovací systém, včetně hlídání vzniku požáru (senzory kouře, únik plynu),
- ovládání spotřebičů v závislosti na čase, teplotě atd.,
- centrální ovládání,
- simulace přítomnosti pomocí světel a rolet,
- vizualizace (SCADA) a vzdálený přístup přes internet, PDA, PC,
- řízení pomocí GSM/SMS,
- ovládání přes jednotku s dotykovým displejem,
- ovládání hlasem – SOPHY,
- časové programy,

- bezdrátové dálkové ovládání (IR) i tlačítkové ovladače (RF),
- zabezpečení vlastního automatizačního systému heslem či kartou,
- integrace mnoha druhů senzorů: pohybové senzory, senzory rozbití oken, meteorologické senzory atd.,
- hlídání pohybu dětí – „babysitting“,
- možnost propojení s jinými systémy – technologie RS232, RS485, MODBUS, LON,
- programování i ovládání systému pomocí nástroje „INELS Designer and Manager“,
- několik tříd řešení dle rozsahu projektu – od částečných řešení k automatizaci komplexů budov. Nejmenší projekty mohou obsahovat maximálně 64 zařízení iNELS, rozsáhlé projekty 544 i více.

Vhodné použití:

Vhodné použití představují hlavně novostavby vzhledem k charakteru systému (kabelová sběrnice). Nicméně je možno připojit k systému i bezdrátové ovladače, ale bezdrátová technologie není hlavním nosným médiem.

Vypracováno za použití zdrojů - [28], [29], [30].

Výhody:

- plně sběrniceová struktura (CAN CIB) vede k ušetření na kabeláži i jednodušší instalaci,
- relativně komfortní řešení,
- vzdálená správa systému přes PC i internet,
- velký rozsah možností využití včetně zabezpečení,
- možnost ovládat hlasem, což je vhodné i pro handicapované osoby,
- několik tříd systému dle velikosti budovy,
- možnost napojení na další systémy jako LON,
- spolupráce s firmou TECOMAT – HW, SCADA, OPC server.

Nevýhody:

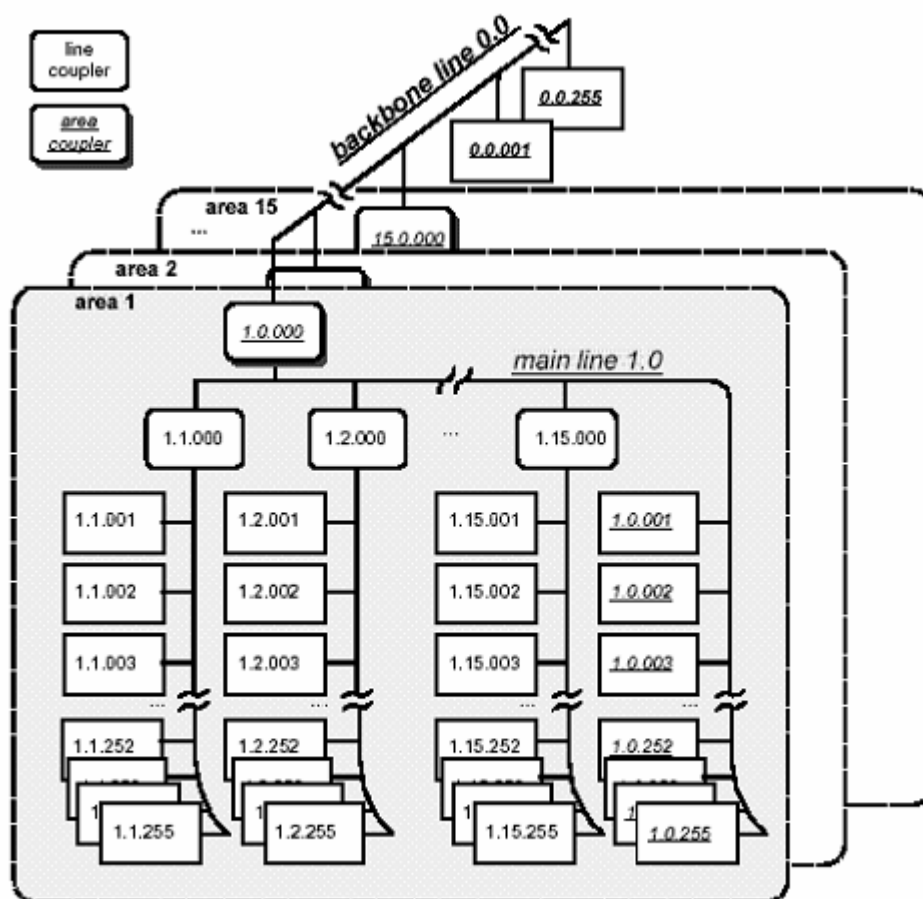
- ryze kabelový systém,
- uzavřený systém,
- relativně mladá česká firma ve velké konkurenci nadnárodních podniků Moeller, ABB atd..

kód	název	MJ	cena / MJ	celkem bez DPH
CU2-01M	Centrální jednotka	1,0 ks	10270,13	10 270,13 Kč
BPS2-02M	Oddělovací modul	1,0 ks	1377,00	1 377,00 Kč
SA2-04M	Spínací čtyřkanálová jednotka	3,0 ks	3213,00	9 639,00 Kč
SA2-02M	Spínací dvoukanálová jednotka	10,0 ks	2673,68	26 736,80 Kč
DA2-22M	Stmívací dvoukanálová jednotka	3,0 ks	4056,42	12 169,26 Kč
WSB2-20	Skupinový ovladač	1,0 ks	1101,60	1 101,60 Kč
WSB2-40	Skupinový ovladač	20,0 ks	1365,53	27 310,60 Kč
IART2-1	Prostorový termoregulátor - analog	8,0 ks	2122,88	16 983,04 Kč
PS50/27	Napájecí zdroj - spínaný	1,0 ks	4303,13	4 303,13 Kč
Celková cena bez DPH -			(BRUTTO)	109 890,56 Kč

Tab. 5-4 Cenové zhodnocení systému iNELS

5.6 Elektroinstalace pomocí systému KNX/EIB

Konnex Bus neboli KNX je komplexní otevřený systém pro řízení inteligentních budov a domácností, který splňuje normy EN50090 a ISO/IEC 14543. KNX vznikl spojením systémů/sběrnic EIB (European Installation Bus), BatiBUS a EHS (European Home System). Tímto systémem se dnes zabývá přes 100 firem – mimo výše uvedené to jsou například i firmy Buderus, Viessmann (oboje vytápění) nebo WAGO. KNX/EIB je v současné době jednou z nejdůležitějších (ne-li nejvýznamnější) technologií automatizace budov v Evropě (Německo, Velká Británie atd.). Z technologického hlediska se jedná o decentralizovaný distribuovaný sběrníkový systém (základ tedy tvoří sběrnice, na kterou jsou napojeny různé prvky). Každý prvek připojený na sběrnici má unikátní fyzickou 16-ti bitovou adresu, která slouží k jeho identifikaci. Ve své paměti obsahuje prvek program, jež určuje jeho chování. Program lze konfigurovat pomocí software „ETS 3.0“ pro PC (připojení k instalaci přes RS-232, USB či TCP/IP). Jak bylo výše naznačeno, prvky mezi sebou komunikují přes sběrnici, skrze kterou si mezi sebou posílají data a tzv. telegramy s instrukcemi k akcím. Opět se zde objevuje dělení prvků na senzory a aktory. Senzory jsou prvky, které poskytují vstupní informace do systému. Například: spínač, teplotní čidlo, termoregulátor, pohybový senzor, dešťový senzor atd. Aktory jsou prvky, které provádějí nějakou akci, vykonávají povely. Nejčastěji se umísťují do rozvaděče. Například: spínací, stmívací aktory pro svítidla, žaluziové jednotky atd. Vzhledem k programovatelnosti prvků a jejich spojení skrz sběrnici, lze libovolný aktor ovládat libovolným senzorem. Celkově může instalace obsahovat teoreticky až 65536 prvků. Síť prvků tvořící KNX systém je rozdělena na tři úrovně – viz Obr.5-3. Nejvyšší úroveň je páteřní/centrální linka s 15 hlavními linkami, které představují střední úroveň. Na každou hlavní linku může být připojeno nejvýše 15 linií tvořící spodní úroveň - podsíť. Na jednu linku spodní linie je možno připojit nejvýše 256 prvků/zařízení. Mezi úrovněmi lze definovat až 15 zón (obsahují části různých úrovní).



Obr. 5-3 Struktura sítě prvků KNX

Pro realizaci sběrnice se používá několik druhů médií:

- kroucená dvojlinka/“twisted pair“ neboli nízkonapěťový kabel (24V, metalický vodič), což je nejpoužívanější varianta,
- vysokonapěťový síťový napájecí kabel /„powerline“ (230V, metalický vodič),
- bezdrátový rádiový přenos,
- infračervený bezdrátový přenos,
- média založená na IP komunikaci – Ethernet, Bluetooth, Wi-Fi, FireWire.

U metalických vodičů lze kabel sběrnice vést libovolným způsobem (kromě kruhové topologie). To znamená, že lze použít topologii linií-sběrnice, hvězdicovou nebo stromovou. Maximální velikost sítě (metalické vodiče) je 1000m a maximální vzdálenost mezi připojenými zařízeními je 700m.

Vypracováno za použití zdrojů - [31], [32], [33], [34], [35], [36], [37], [38], [39].

Nabízené funkce, možnosti a použití systému:

- komplexní řízení a automatizace budov,
- řízení osvětlení včetně stmívání,
- řízení vytápění,
- řízení zastíňovacích prvků (rolety, žaluzie, markýzy),
- řízení různých celků jako je bazén, sauna, chladicí jednotky, zavlažování, klimatizace....,
- připojení k počítačové síti (TCP/IP), vzdálená správa, ovládání a vizualizace,
- simulace přítomnosti v domě,
- zabezpečovací zařízení,
- protipožární ochrana,
- HMI, touchpanely...

Vhodné použití:

KNX/EIB se vzhledem k výše popsaným vlastnostem hodí pro novostavby i rekonstrukce. Vhodný je tento systém i pro venkovní použití. Tento systém se hodí prakticky pro každý projekt a instalaci.

Výhody:

Největší výhodou tohoto systému je jeho otevřenost. Tím, že více než 100 firem pro tuto sběrnici vyvíjí komponenty, vzniká obrovská rozmanitost (přes 4000 různých zařízení pro KNX instalace). Velkým kladem, který konkurence často postrádá, je možnost využití různých druhů médií (pro realizaci sběrnice). Možná, že ještě větší výhodou než je otevřenost systému, je fakt, že je systém postaven na principu sběrnice a distribuované inteligence (každý prvek obsahuje svoji aplikaci definující chování). To znamená, že se nemusí od každého senzoru a aktoru vést samostatné vodiče do rozvaděče, ale všemi se protáhne jediná sdílená sběrnice, což ušetří mnoho prostředků. KNX/EIB má velmi rozmanité možnosti použití, nejedná se o úzce specializovanou domovní automatizaci.

Nevýhody:

Vzhledem k rozsáhlým možnostem systému je zde, oproti jednodušším úzce specializovaným automatizacím, složitější návrh a programování instalace/projektu. Asi největším záporem celého systému je velmi vysoká cena instalací v porovnání s konkurencí.

kód	název	MJ	cena / MJ	celkem bez DPH
SV/S 30.640.5	Řadový napájecí zdroj 30V, 640mA	1,0 ks	9424,80	9 424,80 Kč
DR/S 4.1	Řadová tlumivka, 30V, 640mA	1,0 ks	1412,99	1 412,99 Kč
US/E 1	Vestavná přepěťová ochrana	2,0 ks	1585,33	3 170,66 Kč
SA/S 12.16.1	Řadový binární výstup, 16 A, 12násobný	1,0 ks	14247,36	14 247,36 Kč
SA/S 4.16.1	Řadový binární výstup 16A, 4násobný	1,0 ks	9310,24	9 310,24 Kč
6197/12-500	Stmívací akční člen 4x 210 W/V·A	1,0 ks	13219,20	13 219,20 Kč
JA/S 4.230.1M	Řadový žaluziový akční člen, 4násobný, 230V, s man. spínáním	3,0 ks	9020,40	27 061,20 Kč
JA/S 8.230.1M	Řadový žaluziový akční člen, 8násobný, 230V, s man. spínáním	1,0 ks	16759,01	16 759,01 Kč
VAA/A 6.24.1	Řadový akční člen pohonu hlavice ventilů, 6nás., 230/24 V AC	1,0 ks	6047,54	6 047,54 Kč
DG/S 1.1	KNX/DALI rozhraní jednonásobné, řadové	1,0 ks	15101,23	15 101,23 Kč
6120 U-102-500	Sběrníková spojka pod omítku	10,0 ks	2350,08	23 500,80 Kč
US/U 2.2	2násobné univerzální rozhraní pro zapuštěnou montáž	6,0 ks	1479,58	8 877,48 Kč
US/U 4.2	4násobné univerzální rozhraní pro zapuštěnou montáž	1,0 ks	2651,68	2 651,68 Kč
6327-79	TRITON-sním/displ/termst 5nás.v barvách impuls	1,0 ks	9467,89	9 467,89 Kč
6327-79	TRITON-sním/displ/termst 5nás.v barvách impuls	1,0 ks	9467,89	9 467,89 Kč
6326-79-101	TRITON-sním/displ/termst 3nás.v barvách impuls	8,0 ks	6536,16	52 289,28 Kč
3558-A91342	Přístroj tlač. ovládače zapínacího, řaz. 1/0, 1/0S, 1/0So	10,0 ks	96,95	969,50 Kč
3558E-A00651 33	Kryt spínače jednoduchý s přídržnou deskou a mezirámečkem	10,0 ks	86,17	861,70 Kč
3901F-A00110 33	Rámeček jednonásobný	10,0 ks	53,86	538,60 Kč
2-D42-00-101	Hlavice ovládací termoelektrická, 24V	8,0 ks	1145,67	9 165,36 Kč
8-K23-59-132	Adaptér k ovl. hlavici ventilu topení (chlazení) (VA 80-01)	8,0 ks	42,60	340,80 Kč
8136-0-0002	Panel Busch-Comfort	1,0 ks	73675,01	73 675,01 Kč
8136-0-0004	Rámeček vzhledový pro panel Busch-Comfort	1,0 ks	6802,51	6 802,51 Kč
8136-0-0019	Krabice zapuštěná pro panel ComfortTouch	1,0 ks	1615,68	1 615,68 Kč
2CDG110061R0011	IP Převodník, MDRC	1,0 ks	14511,75	14 511,75 Kč
KSK224	Sběrníkový kabel YCYM2x2x0,8 - kotouč 100m	4,0 ks	1684,23	6 736,92 Kč
Celková cena bez DPH -			(BRUTTO)	337 227,08 Kč

Tab. 5-5 Cenové zhodnocení systému KNX/EIB

5.7 Elektroinstalace pomocí systému Synco living

Synco Living je zcela nový (novinka z roku 2007) bezdrátový centralizovaný systém (centrální jednotka bezdrátově sbírá data ze senzorů a ovládá aktory) firmy Siemens, který vychází z KNX/EIB respektive z části zabývající se bezdrátovou RF komunikací. Produkt je zaměřen primárně na řízení teploty, ale umožňuje i ovládání dalších klasických úloh domovní automatizace (regulace topení, světel, žaluzií, rolet, ohřev teplé vody, detekce kouře, řízení přes GSM, časové plány atd.). Navíc lze k systému připojit či ho spojit s dalšími KNX přístroji. Zajímavostí je, že centrální jednotka obsahuje meteorologickou stanici (ve spojení se správným čidlem), která zpracovává i týdenní průběhy tlaků atd. Vypracováno za použití zdrojů - [34], [40].

Vhodné použití:

Vzhledem k tomu, že základem Synco Living je bezdrátová komunikace, tak je velmi vhodný pro novostavby a hlavně pro citlivé rekonstrukce objektů. Dále zde nebude systém rozebírán, neboť se jedná de facto pouze o aplikaci standardu KNX jak je již popsáno v kapitole 5.6 a také firma Siemens odmítla poskytnout cenovou kalkulaci.

Výhody:

- aplikace bezdrátové KNX komunikace,
- možnost napojení dalších KNX/EIB přístrojů,
- bezdrátový systém – výhody instalace,
- firma Siemens realizovala několik ukázkových domů s tímto systémem v ČR,
- integrovaná meteorologická stanice.

Nevýhody:

- bezdrátový systém KNX znamená vyšší cenu,
- primárně zaměřen na řízení teploty,
- novinka na trhu.

5.8 Elektroinstalace pomocí systému WAGO-I/O-systém

Vhodné použití:

Vzhledem k tomu, že se jedná o ryze kabelový systém, je vhodné použití tohoto systému především u novostaveb. Možné je využití i v rekonstrukcích, pokud není problém s ukládáním vodičů.

Výhody:

- jedná se o otevřený systém (až na jednotku PLC WAGO), lze tedy použít komponenty libovolného výrobce. Navíc nejsou použity (až na sběrnici DALI) žádné speciální technologie. Tudiž rozbitá komponenta se může nahradit jinou od rozdílného výrobce bez nutnosti cokoli přenastavovat. Tato rozmanitost se také odráží na ceně komponent. WAGO-I/O-systém nabízí levnou automatizaci se standardními komponentami, které se používají i v klasické elektroinstalaci,

- další výhodou je především univerzalita systému a nezávislost na konkrétním projektu/domu,
- je orientován na zákazníka s nízkou znalostí informačních systémů. Je zde kladen důraz na to, aby systém dokázal ovládat a nastavit každý, kdo umí ovládat internetový prohlížeč,
- velkou výhodou je, že PLC obsahuje uvnitř webserver (v základní sestavě, takže není třeba nic přikupovat na rozdíl od jiných výrobců), na kterém běží konfigurační a ovládací vizualizace. Takže po připojení PLC k počítačové síti si stačí jen otevřít ve webovém prohlížeči příslušnou stránku a velmi jednoduše může uživatel celou automatizaci konfigurovat a ovládat (přes PC, PDA, mobilní telefon a to i přes WiFi). Konfigurovat lze systém i jinou cestou než webovým prohlížečem. Je to možné vizualizací a to pomocí přímého vytvoření a nahrání konfiguračních souborů do PLC přes FTP,
- v neposlední řadě je výhodou integrace sběrnice DALI a neustálá možnost přidávat nové funkčnosti,
- při výpadku napájení se dokáže systém sám zotavit a fungovat jako před výpadkem,
- oproti konkurenci představuje tento systém zcela nový přístup, spojující systém univerzální domovní automatizace a systému řízení budov pomocí PLC s programem „na tělo“ budově.

Nevýhody:

- jedná se o plně centralizovaný systém, s čehož plyne, že veškeré vodiče od senzorů (spínačů atd.) i akčních členů jsou svedeny do centrální jednotky, která vše řídí a je obvykle umístěna v rozvaděči. Tuto jednotku tvoří PLC WAGO a její výpadek znamená kompletní nefunkčnost celého systému,
- „nesběrníkovost“ systému - nutnost svádět všechny vodiče od všech senzorů a akčních členů do jednoho místa (PLC v rozvaděči), což značí mnoho kabeláže. Tato nevýhoda je ale částečně odbourána možností sběrníkového připojení svítidel (DALI sběrnice),
- celkově jednodušší a méně komfortní systém, což souvisí s nízkou cenou,
- čistě kabelový systém.

Vypracováno za použití zdrojů - [41], [42], [43].

kód	název	MJ	cena / MJ	celkem bez DPH
WAGO750-841	Ethernet TCP/IP 10/100Mbit/s	1,0 ks	18822,38	18 822,38 Kč
WAGO750-430	8 binárních vstupů 24VDC 0,3ms	5,0 ks	2258,55	11 292,75 Kč
WAGO750-530	8 binárních výstupů 24VDC 0,5A	6,0 ks	2548,13	15 288,78 Kč
WAGO750-461/000-003	2 analog. vstupy, odporové senzory Pt1000	2,0 ks	9300,83	18 601,66 Kč
WAGO750-641	DALI/DSI Master	1,0 ks	7934,63	7 934,63 Kč
WAGO750-600	zakončovací modul	1,0 ks	547,83	547,83 Kč
WAGO787-612	Spínaný napájecí zdroj 230VAC/24VDC, 2,5A	1,0 ks	3548,61	3 548,61 Kč
WAGO288-895	Převodník DC/DC 24/18V 400mA	1,0 ks	4129,17	4 129,17 Kč
WAGO788-354	Relé s patiči DC24V/250VAC 16A	12,0 ks	340,90	4 090,80 Kč
WAGO788-304	Relé s patiči DC24V/250VAC 16A	20,0 ks	215,17	4 303,40 Kč
WAGO788-113	Propojovací můstek 788	32,0 ks	13,97	447,04 Kč
WAGO210-112	DIN 35x7,5mm tloušťka 1mm, děrovaná, délka 2m	1,0 ks	164,55	164,55 Kč
WAGO821-104	Sada svorek	1,0 sada	1441,21	1 441,21 Kč
WAGO2003-7641	NT/L/PE, 2,5mm ²	5,0 ks	62,59	312,95 Kč
Celková cena bez DPH -			(BRUTTO)	90 925,76 Kč

Tab. 5-6 Cenové zhodnocení systému WAGO-I/O

Technicko-ekonomické zhodnocení provedené multikriteriální analýzou. Zabývá se hodnocením všech zde popsaných systémů podle několika kritérií, přičemž největší váha je kladena na cenu jednotlivých systémů.

POŘADÍ	1	2	3	4	5	6
PRODUKT	Ego-n	Wago-I/O	KNX/EIB	Nikobus	iNELS	XComfort
CELKOVÉ HODNOCENÍ	75,7	74,45	61,1	60,35	59,55	41,5
CENA (35%)	100	98	26	70	82	67
OTEVŘENÝ SYSTÉM (10%)	0	50	100	0	0	0
DECENTRALIZOVANÝ SYSTÉM (5%)	0	0	100	50	0	0
VENKOVNÍ VYUŽITÍ (10%)	100	100	100	100	100	0
VYUŽITÍ V MALÝCH NOVOSTAVBÁCH (15%)	84	87	37	93	78	75
VYUŽITÍ VE VELKÝCH OBJEKTECH (20%)	81	49	100	32	36	9
VYUŽITÍ PRO REKONSTRUKCE (5%)	38	46	29	60	39	100

Tab. 5-7 Technicko-ekonomické zhodnocení

6 ZÁVĚR

V této práci byla rozebrána problematika moderních inteligentních elektroinstalací dle bodů zadané osnovy. Kvalitního a regulovatelného osvětlení můžeme dosáhnout správným návrhem osvětlovací soustavy, ale také využitím denního světla. Jelikož regulace osvětlení je velice důležitá pro vykonávání různých činností a také pro světelnou pohodu, byly v první kapitole práce probrány způsoby regulace osvětlení pro různé druhy světelných zdrojů.

V další kapitole bylo zhodnoceno využití radiofrekvenčního systému. Je uzpůsoben pro rekonstrukce malých objektů jako jsou rodinné domy, byty a kanceláře malých firem. V podstatě to znamená opravu a vymalování místností, následné umístění nábytku a zařízení. Až poté přijde na řadu rozmístění spínačů pro ovládání spotřebičů – bez rizika, že spínač bude schovaný za skříní. Přenos zpráv je řešen obousměrně tak, že senzor čeká na potvrzení příjmu zprávy aktorem, jinak povel opakuje. Tímto nemůže dojít ke ztrátě povelu. Radiofrekvenční systém využívá frekvenci 868,3MHz schválenou pouze pro automatizaci budov, proto nemůže nastat zahlcení kmitočtového pásma. Dosah přístrojů se v budovách pohybuje jen okolo 30m, ale snižuje se překážkami jako jsou zdi a stropy. Proto byl pro zvýšení dosahu systém vybaven směrováním, a takto je dosah mezi přístroji téměř neomezený.

Vzhledem k tomu, že je technicky možné propojení sběrnicových systémů řízení osvětlení s ostatními systémy v budovách, byla další část práce věnována sběrnicovým systémům, převážně systému Nikobus. Systém Nikobus je sběrnicový systém zastřešen standardem EIB, který byl vyvinut pro soukromou bytovou výstavbu a omezuje se na funkce, potřebné v této oblasti. Systém Nikobus nepotřebuje pro svou činnost vnější software. Pokud chceme porovnat jednotlivé systémy, je nutné říci, že plně centralizované systémy se pro inteligentní elektroinstalace prakticky nepoužívají. Tento způsob řízení patří již mezi technicky zastaralé, protože byly vyvinuty pouze pro řízení jediné případně omezeného počtu řízených funkcí. To znamená vybavit každý prvek na sběrnici, který má komunikovat s dalšími prvky na téže sběrnici, malou řídicí jednotkou. Tato řídicí jednotka musí být schopna řídit k němu přiřazené snímací elementy nebo silová ovládací zařízení a současně si vyměňovat potřebné informace s dalšími prvky.

Značná pozornost byla zaměřena na technicko-ekonomické zhodnocení moderních inteligentních elektroinstalací. Byly dány kritéria která by měly všechny systémy splňovat a u každého systému byla vypracována cenová kalkulace na navrhovaný systém. Při porovnání funkcí vyšel nejhůře radiofrekvenční systém XComfort od Moellera. Jeho využití je hlavně při rekonstrukcích, nebo drobných úpravách bytů nebo domů. Tento systém je totiž dosti drahý a nepřináší nijak velký komfort.

Systémy Ego-n, Wago-I/O, Nikobus a iNELS jsou navrženy pro trh s nejlevnějšími a se středně cenově náročnými novostavbami rodinných domů. Mají nahradit klasickou elektroinstalaci inteligentním komfortnějším řešením. Nevýhodou pro větší využívání inteligentních elektroinstalací na tomto trhu jsou poměrně vysoké prvotní investiční náklady. Návratnost investice je ale velmi rychlá, kolem čtyř let a úspora na energii je až 30 procent. Z pohledu ceny hardwaru je systém Wago-I/O spolu se systémem Ego-n nejvýhodnější, avšak u této instalace této automatizace budou podstatně vyšší náklady na kabeláž, než u ostatních

systémů. Na druhé straně u systému Ego-n jeho cena v poslední době značně klesla. Další v porovnání v čisté ceně za hardware je systém iNELS a za ním systém Nikobus. K ceně hardwaru je ale u skutečné realizace nutno ještě připočítat cenu za programování a software. Uživatel si také může velmi jednoduché instalace programovat sám, čímž ušetří.

Do velkých budov a náročných automatizací se nejvíce hodí systém KNX/EIB, který je sice nejdražší, ale má nejširší možné využití. Jeho předností je komfort, decentralizovanost a otevřenost systému. Cena programování a softwaru může činit někdy až 60 procent ceny automatizace. Naprogramování a nastavení zvolených režimů nám u tohoto systému umožňuje software, který je v dnešní době na takové úrovni, že není těžké nakonfigurovat systém na komfortní režim, nebo na ekonomický režim.

Práce se zabývá využitím a vlastnostmi prvků moderních elektroinstalací pro regulaci, spínání a řízení osvětlení. Popisuje možnosti řízení různých světelných zdrojů moderními prvky. Nabízí přehlednější a snadnější pohled na systémy moderních inteligentních elektroinstalací. Dále také poukazuje na princip radiofrekvenčního systému a jeho využití hlavně pro rekonstrukce budov. Poukazuje na rozdíly různých systémů a výrobců. Tato práce má informovat o možnostech, kladech a záporech využití jak radiofrekvenčních systémů, tak i systémů sběrníkových. Jsou zde uvedeny nejpoužívanější sběrníkové systémy u nás a popsány jejich výhody a nevýhody. Také je zde uvedeno celkové zhodnocení moderních inteligentních elektroinstalací.

Dalším postupem by byl návrh automatizace malého ukázkového domu jedním ze zde uvedených systémů. Jeho realizace a ukázka minimálně základních funkcí moderních inteligentních elektroinstalací jako je spínání, stmívání, ovládání žaluzií, lokální řízení topení termohlavicemi, centrální řízení teploty, ukázka různých časových programů, vypnutí celého domu jedním tlačítkem a simulace přítomnosti.

7 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] *Světlo: Fascination of light: co je světlo?* [online]. c2009 [citováno 12.10.2008]. Dostupný z WWW: <http://www.fascination-of-light.net/campaign-cz/vystava/co-je-svetlo/spektrum-svetla/view?set_language=cs>
- [2] *MOLNER, L.: Czechdesign: Umělé osvětlení v obytných prostorech (1)* [online]. c2003 [citováno 18.10.2008]. Dostupný z WWW: <<http://www.czechdesign.cz/index.php?status=c&clanek=11&lang=1>>
- [3] *PLCH, J.: Električka: Osvětlování a regulace osvětlení* [on line]. c2003 [citováno 1.11.2008]. Dostupný z WWW: <<http://električka.cz/data/clanky/clanek.2005-03-30.0265467649/view?searchterm=regulace%20osv%C4%9Btlen%C3%AD>>
- [4] *KUNC, J.: Električka: Stmívání (1)* [on line]. c2004 [citováno 15.11.2008]. Dostupný z WWW: <http://električka.cz/data/clanky/stm1_040209/view?searchterm=Stm%C3%ADv%C3%A1n%C3%AD>
- [5] *KUNC, J.: Električka: Stmívání (2) v... klasických i systémových instalacích EIB* [on line]. c2004 [citováno 23.11.2008]. Dostupný z WWW: <<http://električka.cz/data/clanky/stpk040221/view?searchterm=Stm%C3%ADv%C3%A1n%C3%AD>>
- [6] *VÁŠA, M.: Světlo: Stručný pohled na regulaci osvětlení* [on line]. c2005 [citováno 6.12.2008]. Dostupný z WWW: <<http://www.automa.cz/svetlo/index.htm>>
- [7] *PÁVEK, J.: Odborné časopisy: Bezpečnostní funkce moderní elektroinstalace* [citováno on line]. c2008 [13.11.2008]. Dostupný z WWW: <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=37469>
- [8] *Moeller: Moeller Elektronika: Chytrý člověk staví chytrý dům.* c2006 [citováno 15.12.2008]. Dostupný z CD.
- [9] *Moeller: Moeller Elektronika: Xcomfort projekční podpora.* c2008 [citováno 18.12.2008]. Dostupný z CD.
- [10] *Moeller: Moeller Elektronika: Domovní elektroinstalace Xcomfort 2008.* c2008 [citováno 20.11.2008]. Dostupný z firemního katalogu Moeller.

- [11] *Moeller: Moeller Elektronika: Katalog Nikobus 2006-2007 new.* c2006 [18.2.2009]. <http://www.moeller.cz/produkty-domovni_instalace-system_xcomfort-30?view=tiskoviny&view_id=265>
- [12] *XComfort: Moeller Elektronika: Zkuste to bez drátů.* c2007 [citováno 23.2.2009]. <<http://www.xcomfort.cz>>
- [13] *Schneider – electric: Schneider – electric: Řídící systémy budov 2008.* c2008 [citováno 1.12.2008]. Dostupný z firemního katalogu Schneider – electric.
- [14] *Wikipedie: Otevřená encyklopedie: RS-485* [online]. c2008 [citováno 8. 2. 2009]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=RS-485&oldid=3447182>>
- [15] *Moeller: Moeller Elektronika: Inteligentní elektroinstalace budov* [on-line]. c2004 [citováno 8. 2. 2009] Dostupný z WWW: <http://www.moeller.cz/produkty-domovni_instalace-system_xcomfort-nikobus?view=tiskoviny&view_id=43>
- [16] *MICHAL, J.: D-mansion: XComfort – Klasická elektroinstalace.* [on line]. c2007 [citováno 15. 2. 2009] Dostupný z WWW: <http://www.d-mansion.cz/d-mansion/article_info.php?articles_id=41&osCsid=91a7bb0d8e71d38d732805cb2daa70a7>
- [17] *MICHAL, J.: D-mansion: XComfort – Inteligentní elektroinstalace bez drátů.* [on line]. c2007 [citováno 21. 2. 2009] Dostupný z WWW: <http://www.d-mansion.cz/d-mansion/article_info.php?articles_id=42&osCsid=91a7bb0d8e71d38d732805cb2daa70a7>
- [18] *Moeller: Moeller Elektronika: Katalog 2005-2006 RF systém Xcomfort.* [on line]. c2005 [citováno 22. 2. 2009] Dostupný z WWW: <http://www.moeller.cz/produkty-domovni_instalace-system_xcomfort-radiofrekvencni_syst em?view=tiskoviny &view_id=88>
- [19] *ABB-EPJ: ABB: Instalační manuál Ego-n.* [on line]. c2009 [citováno 6. 3. 2009] Dostupný z WWW: <<http://www.abb-epj.cz/document.asp?thema=8929>>
- [20] *ABB-EPJ: ABB: Snímače tlačítkové* [on line]. c2008 [citováno 7. 3. 2009] Dostupný z WWW: <<http://www.abb-epj.cz/index.asp?thema=8944>>
- [21] *ABB-EPJ: ABB: Vzorový rozpočet elektroinstalace Ego-n pro RD* [on line]. c2008 [citováno 8. 3. 2009] Dostupný z WWW: <<http://www.abb-epj.cz/viewDocument.asp?document=4364&type>>

- [22] *ABB-EPJ: ABB: Prospekt Ego-n inteligentní elektroinstalace* [on line]. c2008 [citováno 18. 3. 2009] Dostupný z WWW: <<http://www.abb-epj.cz/viewDocument.asp?document=4205&type>>
- [23] *ABB-EPJ: ABB: Instalační manuál Ego-n* [on line]. c2008 [citováno 20. 3. 2009] Dostupný z WWW: <<http://www.abb-epj.cz/viewDocument.asp?document=4418&type>>
- [24] *MICHAL, J.: D-mansion: XComfort – Sběrníkový systém Nikobus* [on line]. c2007 [citováno 24. 3. 2009] Dostupný z WWW: <http://www.d-mansion.cz/d-mansion/articleinfo.php?articles_id=43&osCsid=91a7bb0d8e71d38d732805cb2daa70a7>
- [25] *Moeller: Moeller Elektronika: Inteligentní elektroinstalace budov - systém NIKOBUS - uživatelský manuál v. 1.0* [on line]. c2008 [citováno 24. 3. 2009] Dostupný z WWW: <<http://www.moeller.cz/pdf/manual%20nikobus.pdf>>
- [26] *Moeller: Moeller Elektronika: Instalační manuál Nikobus* [on line]. c2008 [citováno 25. 3. 2009] Dostupný z WWW: <<http://www.moeller.cz/pdf/manual%20nikobus.pdf>>
- [27] *Moeller: Moeller Elektronika: Katalog Nikobus 2007-2008* [on line]. c2008 [citováno 26. 3. 2009] Dostupný z WWW: <http://www.moeller.cz/pdf/katalog%20Nikobus%202006-2007_NEW.pdf>
- [28] *iNELS: Elko EP: iNELS - Inteligentní a komfortní elektroinstalace* [on line]. c2009 [citováno 27. 3. 2009] Dostupný z WWW: <http://www.inels.cz/index.php?sekce=ke_stazeni&akce=show&id=17>
- [29] *iNELS: Elko EP: iNELS v praxi 2009* [on line]. c2008 [citováno 27. 3. 2009] Dostupný z WWW: <http://www.inels.cz/index.php?sekce=ke_stazeni&akce=show&id=17>
- [30] *iNELS: Elko EP: Brožura – Inteligentní a komfortní elektroinstalace* [on line]. c2008 [citováno 28. 3. 2009] Dostupný z WWW: <http://www.elkoep.cz/data/downloads/inteligentni_komfortni_elektroinstalace.pdf>
- [31] *KNX: KNX Association: RS232 requirements - 1* [on line]. c2002 [citováno 1. 4. 2009] Dostupný z WWW: <<http://www.knx.org/downloads-support/downloads/>>
- [32] *ABB-EPJ: ABB: Systémové řízení komerčních budov.* [on line]. c2006 [citováno 3. 4. 2009] Dostupný z WWW: <<http://www.abb-epj.cz/document.asp?thema=5817>>

- [33] *Tastsensor-Modul "KNX Standard": Jung: Tastsensor Standard* [on line]. c2005 [citováno 6. 4. 2009] Dostupný z WWW: <http://www.jung.de/s/22_4317/page/modules/downloads/?part=2&term=knx&key=&page=3&slice=9>
- [34] *Siemens: Siemens: Synco living – bezdrátový systém automatizace domácnosti.* [on line]. c2008 [citováno 9. 4. 2009] Dostupný z WWW: <<http://www.siemens.cz/siemjet/cz/home/microsite/Main/39510.jet>>
- [35] *Vojáček, A.: Automatizace.HW: Sběrnice KNX pro řízení budov – 1.část* [on line]. c2006 [citováno 10. 4. 2009] Dostupný z WWW: <<http://www.automatizace.hw.cz/mereni-a-regulace/ART251-sbernice-knx-pro-rizeni-budov--1cast.html>>
- [36] *Vojáček, A.: Automatizace.HW: Sběrnice KNX pro řízení budov – 2.část – kabely, propojení a EIB* [on line]. c2006 [citováno 10. 4. 2009] Dostupný z WWW: <<http://www.automatizace.hw.cz/mereni-a-regulace/ART251-sbernice-knx-pro-rizeni-budov--2cast--kabely-propojeni-a-eib.html>>
- [37] *Pošvice, S.: KNX Technik: Popis KNX/EIB – 1.část* [on line]. c2008 [citováno 13. 4. 2009] Dostupný z WWW: <<http://www.knxtechnik.cz/knx/popis01.html>>
- [38] *Pošvice, S.: KNX Technik: Popis KNX/EIB – 2.část* [on line]. c2008 [citováno 13. 4. 2009] Dostupný z WWW: <<http://www.knxtechnik.cz/knx/popis02.html>>
- [39] *Pošvice, S.: KNX Technik: Popis KNX/EIB – 3.část* [on line]. c2008 [citováno 13. 4. 2009] Dostupný z WWW: <<http://www.knxtechnik.cz/knx/popis03.html>>
- [40] *Siemens: Siemens: Synco living – komunikace KNX* [on line]. c2006 [citováno 16. 4. 2009] Dostupný z WWW: <[http://www.siemens.cz/siemjetstorage/files/36672_N2708cz\\$Synco_living\\$KNX\\$komunikace.pdf](http://www.siemens.cz/siemjetstorage/files/36672_N2708cz$Synco_living$KNX$komunikace.pdf)>
- [41] *DALI: DALI AG: DALI manual.* [on line]. c2002 [citováno 17. 4. 2009] Dostupný z WWW: <http://www.dali-ag.org/c/manual_gb.pdf>
- [42] *Dolejš, O.: ElektriKa: WAGO-I/O-SYSTÉM 750* [on line]. c2005 [citováno 22. 4. 2009] Dostupný z WWW: <<http://elektriKa.cz/data/clanky/wago-wago-i-o-system-750/view>>
- [43] *Dolejš, O.: Odborné časopisy: WAGO-I/O-SYSTÉM 750 rozsáhlé možnosti použití* [on line]. c2008 [citováno 22. 4. 2009] Dostupný z WWW: <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=30368>

-
- [44] VÁŠA, M.: *Světlo: Stručný pohled na regulaci osvětlení* [on line]. Světlo c2008 [citováno 26. 4. 2009] Dostupný z WWW:
<http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=22953>