

UNIVERZA V LJUBLJANI
Fakulteta za elektrotehniko

Davorin Vuga

HOTELSKI SISTEM KRMILJENJA KLIMA NAPRAV

DIPLOMSKO DELO VISOKOŠOLSKEGA STROKOVNEGA ŠTUDIJA

Mentor: doc. dr. Boštjan Murovec

Ljubljana, 2010

Zahvala

V ozadju dela, ki ga berete, se skriva veliko zgodb, prilog, izkušenj, prehojenih poti, smeha in razočaranj ter veliko oseb, ki so mi stale ob strani in me vzpodbujale.

Zato se v prvi vrsti zahvaljujem staršema, ki sta mi omogočila nepozabna študijska leta, me podpirala in zaupala, tako v študiju kot v vsakdanjem življenju.

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Boštjanu Murovcu za dragocene nasvete, ki so pomembno sooblikovali predstavljeno delo.

Hvala sodelavcema v podjetju Legada d.o.o. za vso izkazano pomoč pri delu.

Navsezadnje se zahvaljujem družini in prijateljem, ki mi izkazujejo vsakdanje zaupanje in me podpirajo pri osebnih uspehih. Posebna zahvala gre Mojci, ki me je naučila, da se preproste stvari počne na enostaven način.

Povzetek

Zahvaljujoč pospešenemu razvoju na področju krmilnikov in centralno nadzornih sistemov je danes praktično možno razviti najrazličnejše aplikacije in sisteme. Ker sta skrb za okolje in varčevanje z energijo prisotna na vsakem koraku, je to še toliko večja spodbuda tako za razvijalce in ponudnike kot tudi za investitorje, da vgrajujejo sisteme, ki to omogočajo.

Predstavljeno diplomsko delo opisuje izdelavo in postavitve hotelskega sistema za centralizirano upravljanje split klima naprav (SKN). V obravnavanem sistemu je izvedena avtomatizacija klasične hotelske sobe, ki ji je dodana funkcija upravljanja SKN. V ta namen je v vsaki hotelski sobi vgrajen distribuiran krmilni modul (DKM), ki je preko komunikacije povezan na programabilni logični krmilnik (PLK).

Centralno nadzorni sistem SCADA je nameščen na osebni računalnik in izmenjuje podatke s PLK-jem. Ta omogoča nadzor, spremljanje in prikaz delovanja procesov hotelske sobe, alarmiranje in prikaz zgodovine podatkov. Poleg omenjenega služi SCADA tudi upravljanju sistema kontrole dostopa, ki je prav tako del DKM.

Diplomsko delo je vsebinsko razdeljeno na štiri dele. V prvem delu so opisana izhodišča in pričakovanja naročnika. Pregledali smo rešitve ponudnikov tovrstnih sistemov. V drugem delu je predstavljeno IR valovanje kot način komunikacije med napravami. Predstavljeni so načini modulacije signala IR in najpogostejše uporabljeni protokoli. Razložena je razlika med IR protokoli za upravljanje avdio/video naprav in split klima naprav.

Kakšna je prednost modulov, ki medsebojno komunicirajo, in kako te module upravlja centralno nadzorni sistem, je predstavljeno v tretjem delu. Četrty del opisuje izdelavo in postavitev zgoraj omenjenega hotelskega sistema, ki ga je izvedlo slovensko podjetje Legada z italijanskim proizvajalcem opreme za avtomatizacijo zgradb - podjetjem Sinthesi in njihovo družino produktov PICnet.

Ključne besede: IR sporočilo, split klima naprava, centralno nadzorni sistem, distribuiran krmilni modul, hotelska soba.

Abstract

Nowadays, it is possible to practically develop different applications and systems according to accelerated development at the area of control and central control systems. The systems that enable this are even bigger stimulation for researchers, offerers, and investors because care for environment and saving energy is present at every step of the process.

The diploma thesis describes the making and placing of a hotel system for central managing of split air conditioner devices (SAC). The automation of a classic hotel room with added function of managing SAC has been executed in the system we are dealing with. The function of distributive control module (DCM) has been built in every hotel room which is connected to programmable logical control (PLC).

Central supervisor control system SCADA is placed in computers and it exchanges the data with PLC. It enables the control, observation, and review of working processes of a hotel room, alarming, and history of data presentation. Beside the mentioned, the SCADA system serves as a direction of the system of the access control which is also a part of DCM.

The content of the diploma thesis has been divided into four parts. The starting points and expectations of the subscriber have been described in the first part. We have surveyed the solutions of offerers of such systems. IR undulation has been presented in the second part as a way of communication among the devices. The ways of modulation of the signal IR and the most frequently used protocols have been presented. The difference between the IR protocols for managing the audio/video devices and split air conditioners is explained.

The advantage of modules that have mutual communication and how these modules are managed by central supervisory system is presented in the third part of the thesis. The fourth part describes making and setting up of the above mentioned hotel system which has been done by the Slovenian company Legada with the Italian manufacturer of the equipment for the automation of buildings – the company Sinthesi and their family of products PICnet.

KEY WORDS: IR message, an air conditioner, a supervisor control system, a module for distributed control, a hotel room.

VSEBINA

1. UVOD	1
2. OBSTOJEČE MOŽNOSTI	5
2.1 IZHODIŠČA	5
2.2 STANJE NA TRGU	5
2.4 IZBIRA NAJPRIMERNEJŠE REŠITVE V OKVIRU IZHODIŠČ	8
2.4.1 Rešitev A: izklop napajanja notranje enote klima naprave	8
2.4.2 Rešitev B: integracija IR modula z modulom hotelske sobe	9
2.5 ODLOČITEV	9
3. PREDSTAVITEV IR KOMUNIKACIJE	11
3.1 OPIS ELEKTROMAGNETNEGA VALOVANJA	12
3.2 OPIS INFRARDEČEGA VALOVANJA (SEVANJE)	13
3.3 OPIS INFRARDEČEGA VALOVANJA V KOMUNIKACIJAH	15
3.3.1 Zgodovina daljinskega upravljalnika	15
3.3.2 Osnovni princip IR komunikacije	16
3.3.3 IR Oddajnik	18
3.3.4 IR Sprejemnik	19
4. NAČINI MODULACIJE SIGNALA IR	21
4.1 PULZNO DOLŽINSKA MODULACIJA	22
4.2 PULZNO ŠIRINSKA MODULACIJA	22
4.3 DVO-FAZNO KODIRANJE	23
5. IR PROTOKOLI ZA UPRAVLJANJE AVDIO/VIDEO NAPRAV	25
5.1 PROTOKOL RC-5	25
5.2 PROTOKOL RC-6	26
5.3 PROTOKOL SIRC	26
5.4 NEC PROTOKOL	27
5.5 ZAPIS IR SPOROČIL	28
6. IR PROTOKOLI ZA UPRAVLJANJE SPLIT KLIMA NAPRAV	31
7. DISTRIBUIRANI KRMILNI MODULI, KI KOMUNICIRAJO PO BUS-U	33
8. CENTRALNO NADZORNI SISTEMI (CNS)	37
9. OPIS SPLIT KLIMATSKIH NAPRAV	41
10. OPIS REŠITVE	43
10.1 POTEK DELA	45
10.1.1 Izdelava nove projektne dokumentacije	46
10.1.2 Implementacija IR sporočila SKM v DKM za upravljanje sobe	47
10.1.2.1 Vizualizacija IR sporočil s pomočjo osciloskopa	47
10.1.2.2 Branje IR sporočil s pomočjo računalnika	47
10.1.2.3 Razčlenitev paketov in zlogov IR sporočila	48
10.1.2.4 Izdelava IR enkoderja	50

10.1.2.4.1	Program IR enkoderja	52
10.1.2.4.1.1	Inicializacija spremenljivk in parametrov prenosa IR sporočila....	52
10.1.2.4.1.2	Sestava posameznih zlogov sporočila.....	53
10.1.2.4.1.3	Pošiljanje IR sporočila	54
10.1.3	Testiranje pošiljanja sporočil	57
10.1.4	Izdelava programa za PLK.....	57
10.1.5	Izdelava programa za SCADO.....	58
10.1.6	Testiranje celotnega HS	58
10.1.7	Šolanje in predaja naročniku.....	59
10.2	UPORABLJENA STROJNA OPREMA	59
10.2.1	Vmesnik med PLK in človekom.....	60
10.2.2	Programabilni logični krmilnik – PLK	60
10.2.3	DKM za upravljanje hotelske sobe	62
10.2.3.1	IR oddajnik za upravljanje SKN	65
10.2.3.2	Čitalec kartic	66
10.2.3.3	Odložišče kartic.....	66
10.2.4.3	Upravljavski panel	67
10.2.4	DKM za regulacijo svetlobnega toka.....	67
10.2.5	Programator kartic.....	69
10.3	UPORABLJENA PROGRAMSKA OPREMA	69
10.3.1	Programska oprema za upravljalni nivo – SCADA	69
10.3.1.1	Programsko orodje XVision.....	69
10.3.1.2	Izdelava SCADE v XVision	71
10.3.1.2.1	Definicija blokov v komunikacijskem gonilniku.....	71
10.3.1.2.2	Definicija spremenljivk v SCADA bazi podatkov.....	72
10.3.1.2.3	Izdelava grafičnega vmesnika za upravljanje sob.....	74
10.3.2	Programska oprema za avtomatizacijski nivo – PLK.....	78
10.3.2.1	Izdelava programa za PLK v PNLink-u.....	78
10.3.2.2	Izdelava programa za PLK-PN v PNLink-u	78
11.	IZBOLJŠAVE	87
12.	ZAKLJUČEK.....	89
PRILOGA A:	ELEKTRO NAČRTI	91
PRILOGA B:	OPIS REGISTROV	97
PRILOGA C:	SEZNAM KRATIC IN IZRAZOV	101
LITERATURA.....		103

SEZNAM SLIK

Slika 1: Primer samoučnega IR web vmesnika proizvajalca IRtrans	6
Slika 2: Sistem za nadzor porabe energije, ki preko web vmesnikov upravlja SKN-je	7
Slika 3: Graf prikazuje zakupljeno električno moč (roza črta) in porabljeno energijo z vklopljenim	8
Slika 4: Predstavitev IR komunikacije	11
Slika 5: Elektromagnetni spekter	13
Slika 6: Način, kako je William Herschel v začetku 19. stoletja ugotovil dodatno	13
Slika 9: Signal pred in po modulaciji	17
Slika 10: Poenostavljena shema IR oddajnika in sprejemnika	18
Slika 11: Blokovni diagram IR sprejemnika	19
Slika 12: IR sprejemnik	20
Slika 13: Pulzno dolžinska modulacija (PDM)	22
Slika 14: Pulzno širinska modulacija (PWM)	22
Slika 15: Dvo-fazno kodiranje	23
Slika 16: Protokol RC-5	25
Slika 17: SIRC protokol	26
Slika 18: NEC protokol	27
Slika 19: Primer grafičnega zapisa IR sporočila (NEC protokol)	28
Slika 20: Pulzno dolžinska modulacija (uporablja jo NEC protokol)	30
Slika 21: Primer inteligentne inštalacije, ki dela na BUS-u	34
Slika 22: Topologije povezovanje inteligentnih modulov	35
Slika 23: Povezava med CNS in ostalimi napravami oz. aplikacijami	37
Slika 24: Trije nivoji upravljanja stavb po standardu CEN/TC 247	38
Slika 25: Delovanje split klimatske naprave	41
Slika 26: Osnovni zaslon SCADA aplikacije hotelskega sistema	43
Slika 27: Povezave med enotami HS	44
Slika 28: Koraki za izdelavo rešitve B (predstavljene v poglavju 2.4.2)	46
Slika 29: Postopki implementacije IR sporočil iz daljince SKN v DKM za upravljanje hotelske sobe	47
Slika 30: IR sprejemnik in prilagoditveno vezje za priklop na vrata RS-232	48
Slika 31: Grafična predstavitev IR sporočila	48
Slika 32: Bločna shema DKM za upravljanje hotelske sobe	50
Slika 33: Fotografija modula PN SPLIT	51
Slika 34: Razvrstitev priključnih sponk (levo) in pregled lastnosti (desno) mikrokrmilnika PIC16F628 iz družine Microchip	51
Slika 35: Diagram poteka sestavljanja IR sporočila	53
Slika 36: Enostaven PWM blokovni diagram	54

Slika 37: Primer časovnega poteka PWM-ja	54
Slika 38: PWM izhodni signal.....	54
Slika 39: Shema krmilnega modula PN MASTER 1RD (kratica PLK-PN).....	60
Slika 40: Poenostavljena shema DKM za upravljanje hotelske sobe	63
Slika 41: IR oddajnik.....	65
Slika 42: Omejitev pri postavitvi IR oddajnika	65
Slika 43: Čitalec kartic	66
Slika 44: Odložišče kartic.....	66
Slika 45: Upravljavski panel	67
Slika 46: Shema povezav modula PN DIM.....	68
Slika 47: Programator kartic.....	69
Slika 48: Arhitekturna zasnova SCADE aplikacije XVision	70
Slika 49: Razvojno okolje v XVisionu se imenuje XEditor	70
Slika 50: Gonilnik PICnet	
Slika 51: Blok gonilnika	
Slika 52: Parametri gonilnika	72
Slika 53: Baza podatkov (spremenljivk) v realnem času v XVisionu	73
Slika 54: Definicijo spremenljivke tipa DI.....	73
Slika 55: Način določanja naslova spremenljivke za gonilnik PICnet	73
Slika 56: Struktura ekranov SCADE za HS	74
Slika 57: Struktura osnovnega ekrana SCADA aplikacije hotelskega sistema (HS)	75
Slika 58: Povečana oznaka pregleda hotelske sobe v osnovnem ekranu.....	75
Slika 59: Podekran hotelske sobe	76
Slika 60: Podekran sistemske nastavitve	76
Slika 61: Podekran upravljanje in nadzor kontrole dostopa	77

SEZNAM TABEL

Tabela 1: Delitev velikostnih redov spektra infrardeče svetlobe	14
Tabela 2: Zapis in pomen zlogov IR sporočila Toshiba nega daljinca WH-L04SE	48
Tabela 3: Seštevek potrebnih bitov za prenos IR sporočila	49
Tabela 4: Vrednost ločljivosti pri različnih frekvencah PWM-ja	55
Tabela 5: Poraba električnega toka pri 24 V enosmerni napetosti,	62
Tabela 6: Opis funkcij posameznih digitalnih vhodov	64
Tabela 7: Opis funkcij posameznih izhodov	64
Tabela 8: Funkcije posameznih digitalnih vhodov	68
Tabela 9: Funkcije posameznih analognih izhodov	68

SEZNAM ENAČB

Enačba 1: Izračun števila period (utripov) nosilne frekvence IR sporočila	30
Enačba 2: Enačba za izračun vrednosti za PR2 register oz. periode PWM-ja	55
Enačba 3: Enačba za izračun Duty Cycle.....	56

SEZNAM IZSEKOV

Izsek 1: Definicija parametrov komunikacije	52
Izsek 2: Nastavitev PWM registrov	56
Izsek 3: Nastavitve registrov, ki se izvedejo samo ob zagonu krmilnika.....	81
Izsek 4: Makro funkcija za komunikacijo SCADA – PLK – DKM.....	81
Izsek 5: Klicanje makroja Digiterm	81
Izsek 6: Makro Digiterm	82
Izsek 7: Izvrševanje funkcije preklopa režima ogrevanja oz. hlajenja.....	83
Izsek 8: Prvi korak funkcije preklopa režima ogrevanja oz. hlajenja.....	83
Izsek 9: Drugi korak funkcije preklopa režima ogrevanja oz. hlajenja.....	85
Izsek 10: Tretji korak funkcije preklopa režima ogrevanja oz. hlajenja	85

1. Uvod

Osnovna projektna naloga

Na vstopni točki v bovško kotlino ob največjem slovenskem slapu Boka (144 m), se je investitor PKG d.o.o. v sodelovanju z občino Bovec odločil graditi turistični objekt, ki naj bi v štirih nadstropjih ponujal cca. 6000 m² uporabne površine. Pod isto streho želijo ponujati vse od storitve športne agencije, turistične točke, bara, restavracije in recepcije s hotelskim sobami. Predvidenih je dvajset hotelskih sob, od tega šetnajst standardnih sob in 4 nadstandardni apartmaji oz. suiti.

V osnovni projektni nalogi, pri kateri smo sodelovali pri projektiranju, je bil zahtevan centralno nadzorni sistem (v nadaljevanju CNS). Ta naj bi združeval: sistem upravljanja hotelskih sob, sistem kontrole dostopa, upravljanje in nadzor kotlovnice, distribuiran sistem ozvočenja z možnostjo integracije na požarni sistem, IP video-nadzorni sistem. Poleg omenjenega je bil zasnovan lasten TV sistem s tremi internimi TV kanali za informacije in oglasna sporočila.

Avtomatizacija klasične hotelske sobe

Podrobneje bomo funkcije hotelske sobe predstavili kasneje, zato sedaj opišemo samo glavne značilnosti avtomatizacije klasične hotelske sobe. Poglavitni namen avtomatizacije hotelske sobe je varčevanje z energijo. Varčevanje dosežemo z nadzorovanjem in upravljanjem sistemov v hotelskih sobah. Nadzor in upravljanje se vrši lokalno v sami sobi, kakor tudi preko CNS. S tem želimo doseči dvoje, največje udobje za gosta ter sočasno največji možni nadzor nad porabo energije.

Klasična rešitev sistema hotelskih sob predstavlja sistem, kjer so v vsaki hotelski sobi vgrajeni krmilni moduli, ki so preko BUS linije povezani na računalnik, na katerem je naložena CNS aplikacija oz. SCADA [1]. V hotelski sobi se energija porablja za ogrevanje/hlajenje, za razsvetljavo in za ostale močnostne porabnike (sušilnik las, ventilator v kopalnici, TV, hladilnik ...).

Naloga krmilnega modula je upravljati s sistemi hotelske sobe, z namenom doseči udobje pri gostu in skrbeti za nadzor nad porabo energije. Če gosta v sobi ni, sistem samodejno zmanjša (poveča) zeleno temperaturo ogrevanja (hlajenja) in izklopi vse močnostne

porabnike, razen hladilnika. Ko gost odpre okno, sistem izklopi ogrevanje/hlajenje in tako dalje.

Kot naprave za ogrevanje/hlajenje so v klasični hotelski sobi največkrat uporabljeni radiatorji v kombinaciji s konvektorjem. Upravljanje je relativno enostavno in rešitve v ta namen so že preizkušene. V tem smislu ponujajo proizvajalci avtomatizacije hotelskih sistemov različne rešitve, ki se medsebojno bistveno ne razlikujejo.

Sprememba osnovne projektne naloge

Investitor se je po posvetovanju s svojimi nadzorniki odločil, da predviden dvocevni konvektorski sistem zamenja s sistemom split klima naprav (v nadaljevanju SKN). Jeziček na tehtnici v prid split klima sistemu je najverjetneje pretehtala nižja začetna investicija in lokacija objekta (severno primorska), kjer v poletnem obdobju praktično ni potrebe po hlajenju.

Razlika v smislu upravljanja med SKN in konvektorskim sistemom je ta, da se konvektorski sistem upravlja preko močnostnih izhodov na krmilnem modulu, medtem ko SKN omogoča upravljanje le preko IR daljinskega upravljalnika. Krmilnih modulov v ta namen proizvajalci SKN ne ponujajo. Z upravljanjem teh še nismo imeli nikakršnih izkušenj. Nekaj izkušenj smo imeli z upravljanjem A/V naprav preko IR komunikacije, kar pa ni isto.

Sprememba projekta ni pomenila le zamenjave konvektorskega sistema s split klima napravo, ki se upravlja po principu klasične hotelske sobe, pač pa je s seboj prinesla tudi druge spremembe. Inštalacija je bila namreč že položena po osnovnem projektu, tako da ni bilo možno zamenjati predvidene opreme z morebitno ustrežnejšo, ker bi morali ponovno izdelati projekt in spremeniti inštalacijo.

Izbran model SKN ni omogočal centralnega upravljanja. Potrebno je bilo iskat rešitev znotraj obstoječe opreme in zanjo že predvideno inštalacijo. Arhitekti so nas še posvarili, da ima objekt svojstven arhitekturni slog, ki daje navdih bovške hiše. Želeli so, da bi bili moduli za upravljanje SKN čim manjši, da ne bi kazili občutka udobnosti in sproščenosti.

Bili smo postavljeni pred izziv - zadovoljiti investitorja in biti pri tem inovativni. Biti inovativni pomeni biti prvi, hkrati po to prinaša določeno tveganje. Ampak kdor ne tvega ... Brez oklevanja smo sprejeli izziv!

Predstavljeno diplomsko delo opisuje izvedbo naprednega hotelskega sistema za upravljanje hotelskih sob in kontrole dostopa. Njegova posebnost je, da upravlja SKN, katere je možno upravljati le s pošiljanjem IR sporočil oz. ukazov. Ta rešitev je za hotele neobičajna, saj je bila dosedanja praksa v hotelskih objektih vgrajevanje tro-hitrostnih konvektorjev, ki jih je enostavno upravljati preko relejskih izhodov.

2. Obstoječe možnosti

2.1 Izhodišča

1. Izhodišče: že položena inštalacija po BUS kablu (4 žilni vodnik)

Ko se je investitor odločil, da zamenja konvektorje s klima napravami, je bila kabelska inštalacija že položena za upravljanje konvektorskega sistema. Inštalacija je predvidevala v vsaki hotelski sobi krmilni modul, ki je preko BUS-a povezan na centralni računalnik, na katerem je naložena SCADA aplikacija.

2. Izhodišče: že izbrane in vgrajene klima naprave

Da dela na objektu ne bi zastala, se je moral investitor ob zamenjavi konvektorskega sistema s split klima napravami (v nadaljevanju SKN) hitro odločiti in izbrati tip SKN. Odločil se je za »multisplit napravo« (v nadaljevanju MSKN), kar pomeni, da lahko do štiri notranje enote priklopimo na eno zunanjo enoto.

Ob zgoraj omenjenih izhodiščih smo iskali rešitev, ki bi investitorju kljub vsemu omogočila upravljanje hotelske sobe preko CNS-a. Glavna težava je bila, da proizvajalci hotelskih sistemov ne ponujajo upravljanje SKN kot del hotelske sobe, ker gre za dokaj neobičajno rešitev. Namreč, hoteli, kamor se običajno vgrajujejo sistemi SKN, so manjši hoteli, za katere se navadno ne razmišlja o postavitvi CNS. Prevladuje mnenje, da tak sistem zanje ni potreben, vendar se njegova odsotnost občutno pozna vsak mesec pri plačevanju višjega računa za električno energijo.

Naslednjo težavo je predstavljalo upravljanje MSKN. Te za razliko od samostojnega sistema, ki ga sestavlja ena notranja in ena zunanja enota, sestavlja multisplit sistem več notranjih enot. Vse notranje enote morajo delovati vzajemno oz. imeti nastavljen enak režim, sicer gre sistem v napako in posledično ne deluje. Naša rešitev mora zagotoviti, da ne bo prihajalo do navzkrižnih situacij.

2.2 Stanje na trgu

Pri iskanju ustrezne rešitve smo težili k uporabi že obstoječe inštalacije oz. jo ustrezno kombinirati z brezžičnimi povezavami. Iskanje smo omejili na poizvedovanje po svetovnem

spletu, a smo presenečeno ugotovili, da celo vodilni proizvajalci s področja avtomatizacije zgradb ne ponujajo niti rešitev za upravljanje SKN, niti sistemov za upravljanje hotelske sobe s SKN.

Rešitev za centralizirano upravljanje A/V naprav preko IR sporočil je neprimerno več. Največ proizvajalcev ponuja tako imenovane samoučeče IR module (web vmesnike), ki delujejo po LAN mreži oz. internetu. V osnovi so to moduli, ki so namenjeni upravljanju A/V naprav, zato proizvajalci ne zagotavljajo, da bi lahko delovali tudi s SKN. Navadno imajo te naprave že izdelan enostaven grafični vmesnik, preko katerega s pošiljanjem ASCII ukazov po protokolu TCP/IP upravljamo A/V naprave (Slika 1).

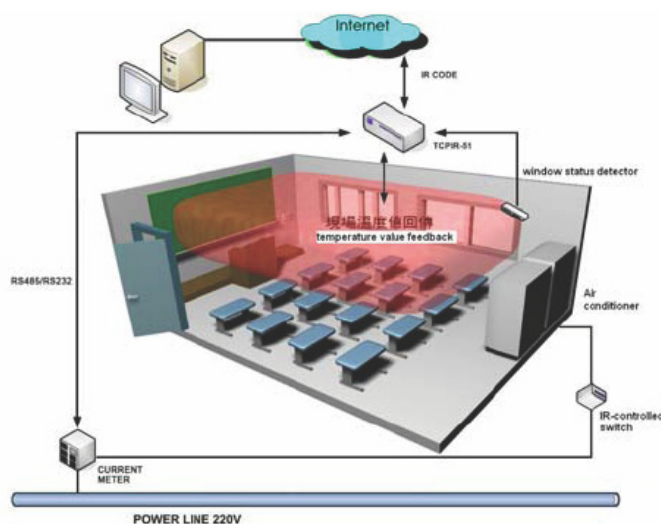


Slika 1: Primer samoučečega IR web vmesnika proizvajalca IRtrans

Modulov za upravljanje SKN je bistveno manj. Neko ameriško podjetje ponuja razmeroma enostavno napravo, ki si lahko zapomni dva IR sporočila iz daljinskega upravljalnika za SKN, to sta ukaza za vklop in izklop. Deluje tako, da preko senzorja gibanja prepozna, če je oseba v prostoru, in na podlagi tega vklopi SKN in obratno. Spet drug proizvajalec ponuja prav tako enostavno napravo za upravljanje SKN, ki jo je možno priklopiti na analogno telefonsko linijo in preko poziva vklopiti/izklopiti napravo.

Tema je izredno zanimiva tudi pri tako imenovanih »domačih mojstrih elektronike«. Ti si preko forumov izmenjujejo izkušnje s poskušanjem upravljanja SKN. Tu pa tam se najde kdo, ki je dovolj vztrajen in mu to tudi uspe.

Iz najdenega po spletu velja izpostaviti primer uspešnega razvojnega projekta tajvanske univerze za elektrotehniko (Department of Electrical Engineering, National United University, Miao-Li, Taiwan). Razvili so web vmesnik [2], ki preko IR sporočil upravlja SKN-je (Slika 2).

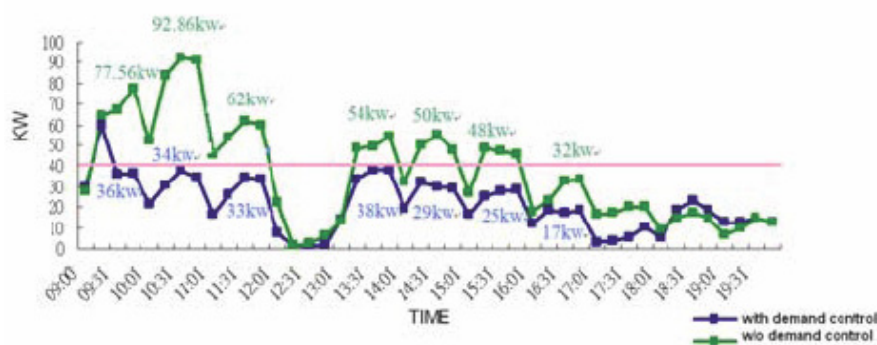


Slika 2: Sistem za nadzor porabe energije, ki preko web vmesnikov upravlja SKN-je

Gre za distribuiran sistem modulov, ki v 28 učilnicah upravlja 56 SKN. Vse skupaj je povezano na CNS za nadzor porabe energije. Posamezen modul omogoča priklop temperaturnega tipala, senzorja odprtosti okna in serijsko povezavo za komunikacijo z merilnikom porabe. Na ta način se zbrani podatki pošiljajo na CNS preko LAN mreže; možno je tudi iz CNS-ja pošiljat ukaze, ki preko IR sporočil upravlja SKN.

Preko IR sporočil je možno na SKN spreminjati želeno temperaturo in režim delovanja. Podatki se iz merilnika porabe pošljejo CNS-u, ta pa jih shrani za kasnejšo obdelavo. Podatki o porabi so uporabni predvsem zato, da CNS spremlja trenutno porabo električne energije. V primeru, da bi trenutna poraba celotne zgradbe preseгла zakupljeno moč, CNS samodejno spremeni režim delovanja iz hlajenja v prezračevanje. Tako se električni tok na posamezni napravi iz 10 A – 12 A (v hlajenju) zmanjša na 0,5 A – 1,0 A (v prezračevanju) (Slika 3). Posledica takšnega nadzora zagotavlja lastniku objekta, da trenutna električna moč ne preseže zakupljene moči in s tem posledično plačevanje pogodbenih kazni. CNS dodatno omogoča, da upravljaivec zgradbe v posamezni učilnici nastavi urnik delovanja in želeno temperaturo, ko je ta zasedena ter tako še dodatno privarčuje na energiji.

Rezultati testiranja in spremljanja sistema za nadzor energije preko spletnih vmesnikov so pokazali, da vsak distribuiran modul pripomore k privarčevanju 250 € na letnem računu za električno energijo. Če to pomnožimo s 56 moduli, ki jih takšen sistem upravlja, ugotovimo da tako pripravljen sistem letno privarčuje 14 000 €.



Slika 3: Graf prikazuje zakupljeno električno moč (roza črta) in porabljenno energijo z vklopljenim sistemom za nadzor porabe energije (modra črta) in brez njega (zeleni črta).

2.4 Izbira najprimernejše rešitve v okviru izhodišč

Brez nadgradnje že položene inštalacije in morebiti tudi zamenjave MSKN s skupno zunanjo enoto, ki bi zadoščala pokrivanju vseh hotelskih sob, ni možno izvesti sistema z obstoječimi rešitvami, ki jih ponuja tržišče. Poleg tega zgoraj opisane rešitve niso primerne za upravljanje hotelske sobe, kajti v hotelski sobi so poleg SKN še ostali segmenti upravljanja. Tako smo opustili razmišljanje, da bi osnovno opremo nadomestili. Osredotočili smo se na iskanje rešitve znotraj obstoječe opreme. Pri tem smo prišli do dveh rešitev.

2.4.1 Rešitev A: izklop napajanja notranje enote klima naprave

Ena izmed možnih in enostavnih rešitev je, da bi posamezni notranji klima enoti (vgrajeni v hotelski sobi) prekinili napajanje. Zato bi lahko uporabili izhode, ki so bili predvideni za upravljanje konvektorja, s čimer bi dobili le delni nadzor nad klimatsko napravo. Preko CNS-a bi tako ugotovili le, če notranja enota klima sistema v posamezni hotelski sobi deluje ali ne.

Vprašanje, ki se pri tem odpira, je, kaj naj naredimo z daljinskim upravljalnikom za klima napravo? Ga pustimo gostu ali ne? Če ga pustimo gostu v sobi, si bo ta lahko sam nastavljal željeno temperaturo in hitrost ventilatorja. To je dobro. A bi bilo dobro tudi, če bi si gost nastavljal režim delovanja klima naprave: gretje, hlajenje, razvlaževanje? Tako bi obstajala možnost, da bi ta nastavljal režim, ki ni enak režimom na ostalih notranjih enotah. S tem bi posledično sistem šel v napako in bi sobe, ki uporabljajo isto zunanjo enoto ostale brez ogrevanja oz. hlajenja.

2.4.2 Rešitev B: integracija IR modula z modulom hotelske sobe

Druga možna rešitev je kompleksnejša. Ideja je integracija modula za pošiljanje IR sporočil v modul za upravljanje hotelske sobe. Modul upravljanja hotelske sobe PN DIGITERM (proizvajalca Sinthesi) je del široke palete modulov, ki delujejo po istem komunikacijskem protokolu PICNET na principu BUS-a. Eden izmed modulov družine PICNET je tudi modul PN IR TX, ki je zasnovan za pošiljanje IR sporočil oz. ukazov na avdio/video (v nadaljevanju A/V) naprave. Gre za samoučeči modul v katerega shranimo IR sporočilo poljubne A/V naprave, ki ga na zahtevo krmilnika modul odda.

Kot pišemo v poglavju 6, se zapis IR sporočil razlikuje med A/V napravami in SKN v dolžini zapisa. Ker IR sporočilo za SKN vsebuje več informacij, je to sporočilo bistveno daljše od IR sporočil za A/V naprave. V ta namen je bilo potrebno modul PN IR TX ustrezno dodelati, da lahko ta pomni in oddaja daljša IR sporočila. Vse skupaj je bilo potrebno še prilagoditi funkcijam upravljanja hotelske sobe in vgraditi v zato primerno ohišje.

2.5 Odločitev

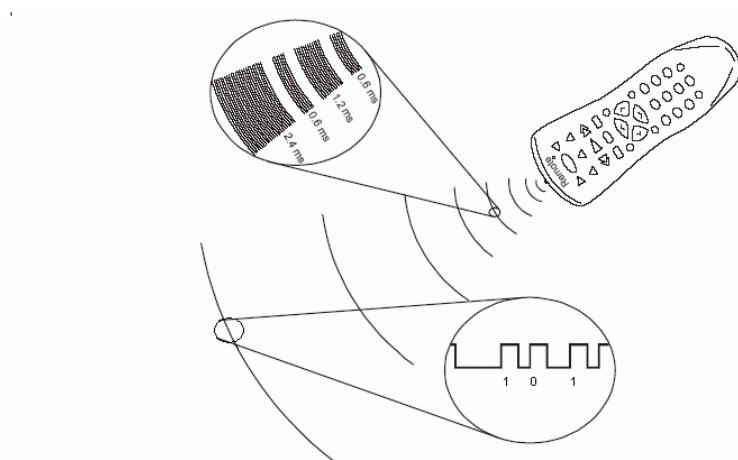
Obe rešitvi zadovoljujeta okvir izhodišč, ki smo jih predstavili v poglavju 2.1. Razlikujeta se le po tehnični izvedbi - rešitev A je enostavnejša v smislu izvedbe, a le delno upravlja SKN. Druga slabost pa je, da omogoča navzkrižne situacije pri izbiranju režima, zaradi česar bi lahko zunanja klima enota šla v napako. Rešitev B je zahtevnejša, ker je potrebno samoučeči IR oddajni modul vgraditi v modul za upravljanje hotelske sobe. Njeno prednost vidimo v tem, da bi se takšen sistem v osnovi obnašal kot klasični sistem hotelske sobe, s to razliko, da bi namesto konvektorja, preko IR sporočil upravljal SKN.

Ker Rešitev A le polovično upraviči smisel CNS-a in pričakovanje investitorja, da ima popoln nadzor na hotelsko sobo, je bila končna odločitev za rešitev B več kot upravičena in predvsem primernejša.

3. Predstavitev IR komunikacije

Dandanes si ne moremo predstavljati televizorja, DVD predvajalnika, multi-medijske naprave, klima split sistema, dvoriščnih vrat, itd. brez daljinskega upravljalnika (v nadaljevanju: DU). Upravljanje naprav na daljavo, ne da bi bili nanje povezani, se nam zdi tako vsakdanje, da uporabnik ob nakupu novega aparata, ki ga upravlja preko DU, nima niti potrebe, da bi zanj prebral navodila. Ključ uspeha za množično uporabo DU je, da se ne kvarijo in so enostavni za uporabo.

Če je do nedavnega veljalo, da so DU namenjeni upravljanju ene naprave, postaja zdaj samoumevno, da z enim upravljalnikom upravljamo več naprav. Je pa zmotno verjeti, da je lahko vsak DU nadomestljiv z vsakim DU, kupljenim v trgovini. Predvsem se razlikujejo v načinu komunikacije (protokolu), ki jih DU podpirajo. DU uporabljajo infrardeči (v nadaljevanju: IR) spekter svetlobe za prenos ukaza od DU do naprave. Poenostavljeno bi lahko rekli, da je IR komunikacija podobna človeški komunikaciji. Najboljše se bosta razumela dva, ki govorita isti jezik. Podobno je z IR komunikacijo med napravami.



Slika 4: Predstavitev IR komunikacije

Enostavnost upravljanja je ena glavnih prednosti IR načina komuniciranja z napravami. Dovolj je že, da imamo ob sebi DU in že lahko preko njega upravljamo oddaljeno napravo. Sisteme IR komunikacije odlikuje nizka lastna poraba energije in cena izdelave IR oddajno/sprejemnih vezij (že od 5 € - 10 € za oddajno in sprejemno vezje) ter preprosta izdelava. Pomembna odlika IR sistemov je tudi njihova zanesljivost delovanja.

IR sistemi imajo tudi omejitve. O delovanju oz. uspešnosti prenosa IR signala govorimo, ko sta oddajnik in sprejemnik v vidnem polju. Ovire, kot so ljudje, zidovi in rastline povzročijo prekinitev signala. Ob naštetih omejitvah je pomembna razdalja (do 10 m) med sprejemnikom in oddajnikom. Dejavniki, kot so direktna sončna svetloba, dež, megla, prah in onesnaženost, vplivajo na kakovost prenosa. Prav tako fluorescentne luči, določeni elektronski balasti za razsvetljavo in plazma zasloni povzročijo motnje, ki vplivajo na prenos IR signala. Da bi se izognili motnjam, ki jih povzročijo elektronske naprave, je potrebna pozornost pri izbiri letih. Izbrati je potrebno take, kjer je vpliv motnje izven frekvenčnega območja 36 kHz - 40 kHz (najpogosteje uporabljeno frekvenčno območje za IR komunikacijo) [3].

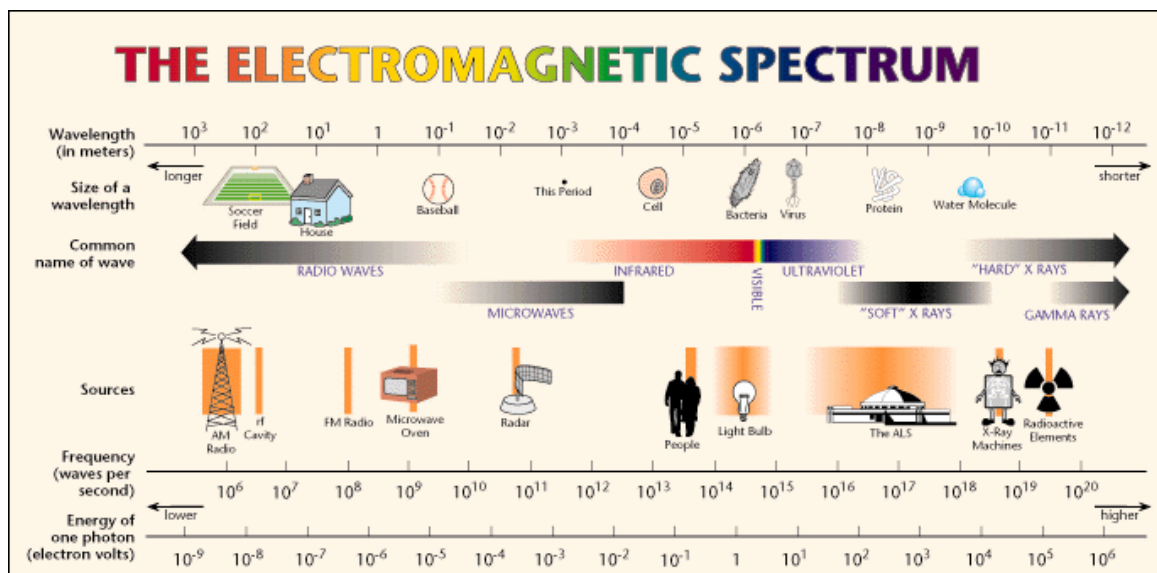
3.1 Opis elektromagnetnega valovanja

Elektromagnetno valovanje je valovanje električnega in magnetnega polja. Električno in magnetno polje valujeta v smeri pravokotno eno na drugo in vzdržujeta druga drugo. V prostoru se elektromagnetno valovanje širi s hitrostjo svetlobe v smeri, pravokotni na smer električnega in magnetnega polja. Elektromagnetno valovanje prenaša energijo, pri čemer je polovica te shranjena v električnem polju, druga polovica pa v magnetnem polju. Elektromagnetno valovanje z valovnimi dolžinami med 400 nm in 700 nm zaznavamo kot svetlobo [4].

Kadar opisujemo elektromagnetno valovanje kot valovanje, ga opišemo s hitrostjo razširjanja (ki je enaka hitrosti svetlobe) ter valovno dolžino ali frekvenco. Ko pa ga opisujemo kot curek delcev, pa podamo njihovo energijo E ; to pa Planckova zveza povezuje s frekvenco ν , $E = h\nu$. Pri tem je h Planckova konstanta $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ Js = $4.13566733(10) \times 10^{-15}$ eV, c pa hitrost svetlobe v vakuumu $c = 299,792,458$ m/s [4].

$$f = \frac{c}{\lambda}, \quad \text{or} \quad f = \frac{E}{h}, \quad \text{or} \quad E = \frac{hc}{\lambda},$$

Glede na valovno dolžino delimo elektromagnetno valovanje na radijske valove, mikrovalove, infrardeče valovanje, svetlobo, ultravijolično valovanje, rentgenske žarke in žarke gama (Slika 5).

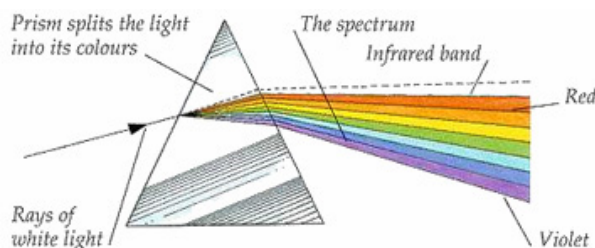


Slika 5: Elektromagnetni spekter

Če elektromagnetno valovanje v vidnem delu spektra osvetljuje nek predmet, naše oko zazna mešanico valovanj z različnimi valovnimi dolžinami, kar vidni center v naših možganih interpretira kot različne barvne odtenke različnih svetlosti [4].

3.2 Opis infrardečega valovanja (sevanje)

Odkritje infrardečega sevanja pripisujemo Sir Williamu Herschel, amaterskemu astronomu iz začetka 19. stoletja. Odkril ga je medtem, ko je s prizmo lomil sončno svetlobo in s termometrom na drugi strani prizme (Slika 6), meril temperaturo različnih barv vidnega spektra. Herschel je ugotovil, da se temperatura na termometru povečuje, ko se iz modre približuje rdeči barvi. Ko je ponesreči postavljaj svoj termometer zunaj območja rdečega vidnega spektra je zaznal dodatno povečanje temperature. Herschel je to nevidno svetlobo poimenoval infrardečo (IR), kar z drugimi besedami pomeni manj rdečo [7].



Slika 6: Način, kako je William Herschel v začetku 19. stoletja ugotovil dodatno povečanje temperature zunaj območja rdečega vidnega spektra

Infrardeče sevanje označuje elektromagnetno valovanje z valovnimi dolžinami daljšimi (frekvenca nižja) od valovnih dolžin vidne svetlobe, a krajšimi (frekvenca višja) od mikrovalovnega valovanja. Latinska predpona infra pomeni pod in označuje, da je frekvenca infrardečega valovanja pod frekvenco rdeče svetlobe, ta pa ima v spektru vidne svetlobe najnižjo frekvenco. Območje valovnih dolžin infrardečega valovanja sega prek treh velikostnih redov (IR-A, IR-B, IR-C) – od 700 nm do 1 mm [5], [6]. Podrobneje so velikostni redi prikazani v spodnji tabeli, kjer so poleg delitve velikostnih redov infrardeče svetlobe predstavljene še valovne dolžine posameznih območij in področij njihove uporabe.

oznaka	DIN oznaka	opis oznake	valovna dolžina [μm]	področje uporabe
NIR	IR-A	bližnje infrardeče območje (ang.: near infrared)	0.7 – 1.4	daljinski upravljalniki, telekomunikacije z optična vlakni
SWIR	IR-B	kratkovalovno infrardeče območje (angl.: short wavelength IR)	1.4 – 3	
MWIR	IR-C	srednjevalovno infrardeče območje (ang.: mid wavelength IR)	3 – 8	
LWIR	IR-C	dolgovalovno infrardeče območje (ang.: long wavelength IR)	8 – 15	
FIR	IR-C	daljno infrardeče območje (ang.: far infrared)	15 – 1000	infrardeče savne, za pospeševanje rasti rastlin, čisti onesnažen zrak, v porodnišnicah za gretje novorojenčkov, zdravljenje poškodovanih športnikov, za spodbujanje rasti novih las.

Tabela 1: Delitev velikostnih redov spektra infrardeče svetlobe

Področja uporabe

Široko področje valovnih dolžin, omogoča prav tako široko področje uporabe.

Nočno gledanje

V opremi za nočno gledanje se infrardeča svetloba uporablja v primeru, da ni dovolj vidne svetlobe za prikaz predmeta. Sevanje predmetov se spremeni v sliko na zaslonu tako, da so bolj vroči predmeti prikazani svetlejši.

Termografija

Infrardeče sevanje se uporablja za oddaljeno oz. brezkontaktno merjenje temperature objektov. Temu pravimo termografija ali pirometrija, naprave za merjene pa imenujemo pirometri.

Gretje

S pomočjo infrardečih žarkov segrevamo živila. Infrardeče savne postajajo vse bolj priljubljene in zamenjujejo klasične oblike savn. Infrardeče gretje uporabljajo tudi v porodnišnicah za gretje novorojenčkov. V letalih srečamo infrardeče gretje za odstranjevanje ledu z letalskih kril.

Spektroskopija

V kemiji se uporablja pri spektroskopiji, kjer z infrardečim sevanjem raziskujejo sestavo organskih spojin.

Zdravljenje

V medicini je uporaba infrardeče svetlobe v naglem vzponu, saj skoraj dnevno prihajajo nove ugotovitve o njeni uporabnosti. Nekateri jo imenujejo kot toploto z zdravilnim učinkom.

Komunikacije

V komunikacijah se infrardeča svetloba uporablja za prenos podatkov na kratke razdalje [5], kar bomo podrobneje predstavili v nadaljevanju [6, 8, 9].

3.3 Opis infrardečega valovanja v komunikacijah

3.3.1 Zgodovina daljinskega upravljalnika

Enega prvih primerov daljinskega upravljanja je leta 1898 razvil Nikola Tesla. Poimenoval ga je metoda za upravljanje mehanizmov premikanja vozil (ang. Method of an Apparatus for Controlling Mechanism of Moving Vehicle or Vehicles). Istega leta je na sejmu predstavil radijsko vodeno plovilo, ki ga je imenoval Teleautomaton.

Leta 1903 je Leonardo Torres Queveda izumil in predstavil prvi daljinski upravljalnik. Poimenoval ga je Telekino. Gre za neke vrste robota, ki izvaja ukaze, ki jih prenašajo elektromagnetni valovi. Torresu tako pripisujejo pionirstvo na področju daljinskega upravljanja in s tem začetek obdobja daljinskega upravljalnika (DU).

Ob koncu tretjega desetletja 20. stoletja so številni izdelovalci radiev in televizij ponujali DU le za določene modele višjega cenovnega razreda. Ti so bili prek dolgih žic povezani z upravljalniki. Leta 1939 je proizvajalec radijskih naprav Philco kot prvi predstavil brezžični

DU za naprave zabavne elektronike. Poimenoval ga je Mystery Control (Slika 7). To je bil brezžični DU, ki se je napajal na baterije. Z njim so kupci upravljali Philco-tove radijske in radijske-ploščne naprave.



Slika 7: Philco Mystery Control 1939):

- prvi brezžični upravljalnik,
- namenjen je bil upravljanju radio-ploščne naprave.



Slika 8: Zenith Space Command (1956):

- prvi brezžični upravljalnik za televizijo,
- priročna oblika, ki jo poznamo še danes.

Leta 1956 je Robert Adler razvil prvi DU za upravljanje televizije in ga poimenoval Zenith Space Commander (Slika 8). Ta je za prenos uporabljal ultrazvok, zaradi česar je postal moteč za pse in tudi za nekatere ljudi, ki slišijo zvok visokih frekvenc. Do težav je prihajalo tudi, ker so določene naprave, kot je ksilofon, prav tako oddajale zvoke v območju ultrazvočnih frekvenc. Oblika upravljalnika je bila bistveno prijaznejša za rokovanje od Philco-vega modela Mystery Control in jo kot tako poznamo še danes [10].

Ob vstopu v 21. stoletje je postalo daljinsko upravljanje naprav nekaj samoumevnega. Razvile so se različne tehnologije, ki omogočajo daljinsko upravljanje in povezovanje najrazličnejših naprav. Infrardeče valovanje je postalo priljubljen način upravljanja najrazličnejših naprav v dosegu do 10 m. Na ta način se upravlja osebne računalnike, multimedijske naprave, telefone, tiskalnike, igralne konzole, klimatske naprave, fotoaparate, elektronske organizatorje, robote in drugo. Odlike, zaradi katerih se je infrardeča komunikacija ohranila, kot način prenosa, so predvsem v zanesljivem delovanju, nizki ceni izdelave in preprostosti uporabe. Zato ni presenetljivo, da DU uvrščamo v skupino najzanesljivejših naprav.

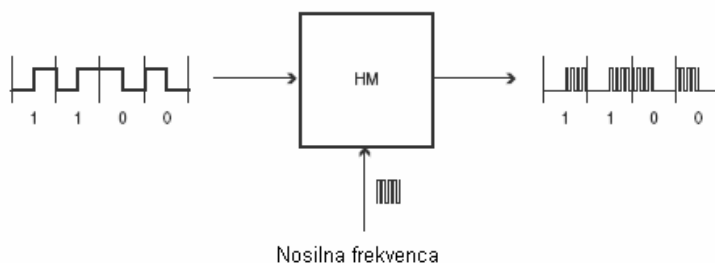
3.3.2 Osnovni princip IR komunikacije

IR svetloba se obnaša praktično enako kot običajna svetloba, z razliko, da je ta del barvnega spektra človeku neviden. To je eden od razlogov, da se IR uporablja za področje daljinskega upravljanja. Če IR svetlobe človeško oko ne vidi, to še ne pomeni, da ga ne moremo zaznati.

Če kamero na prenosnem telefonu usmerimo v oddajno IR LED na DU, lahko ugotovimo, če ta dela ali ne. Pri delujočem IR oddajniku bi opazili utripanje bele svetlobe na IR LED.

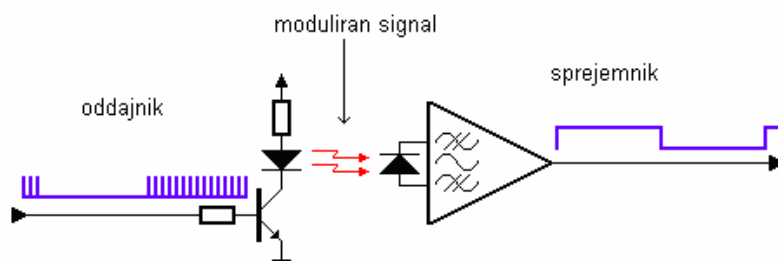
Slabost IR valovanja, kot medija prenosa sporočila, je predvsem ta, da imamo v domačih okoljih veliko izvorov IR valovanj. Praktično vse, kar ustvarja toploto, ustvarja tudi IR valovanje: sonce, človeško telo, skodelica čaja, luči ... Kot smo že omenili, vsi izvori IR svetlobe vplivajo na zanesljivost prenosa sporočila od oddajnika proti sprejemniku. Zato je potrebno uvesti dodatne ukrepe kot zagotovitev, da se IR sporočilo uspešno prenese.

Modulacija je odgovor na to, kako v prostoru motenj različnih IR virov uspešno prenesemo IR sporočilo od oddajnika do sprejemnika. Na ta način ločimo koristno sporočilo, ki ga pošilja IR oddajnik, od ostalih virov IR valovanja. S pomočjo modulacije poslan IR signal prekinjamo na določeni visoki frekvenci (Slika 9). Tej frekvenci pravimo nosilna oz. prenosna frekvenca (ang. carrier frequency). Na isto frekvenco je nastavljen tudi sprejemnik, ki je na ta način sinhroniziran z oddajnikom in posledično imun na vse ostale vire IR svetlobe. Kot nosilna frekvenca se uporablja frekvenca v področju od 30 kHz do 60 kHz. Najpogosteje uporabljene frekvence pri IR modulaciji so 36 kHz, 38 kHz in 40 kHz.



Slika 9: Signal pred in po modulaciji

Napravi, ki oddaja elektromagnetne valove za pošiljanje sporočil, pravimo v komunikaciji oddajnik (ang. transmitter). Napravi, ki sprejema sporočila pa sprejemnik (ang. receiver). Na naslednji sliki (Slika 10) je prikazana poenostavljena shema IR oddajnika in sprejemnika. Prikazan je tudi moduliran prenosni signal na oddajniku, ki je na strani sprejemnika demoduliran.



Slika 10: Poenostavljena shema IR oddajnika in sprejemnika

Kot pri ostali serijski komunikaciji tudi pri IR komunikaciji navadno govorimo o znakih in presledkih. Presledek je mirovno stanje oddajnika, takrat ne oddaja IR svetlobe. Ko oddajnik odda znak, pomeni, da je oddajnik poslal moduliran signal v obliki IR svetlobe, ki izmenjuje utripa med logično 1 in logično 0 na nosilni modulirani frekvenci. Na sprejemni strani je presledek na izhodu predstavljen z logično 1, medtem ko je znak na izhodu sprejemnika predstavljen z logično 0. Pravimo tudi, da je mirovno stanje sprejemnika stanje, v katerem je sprejemnik večino časa, predstavljeno z logično 1, kar je ravno obratno kot pri oddajniku.

Razmerje med logičnimi 1 in logičnimi 0 je odvisno predvsem od protokola po katerem poteka komunikacija. Več o protokolih v poglavju 5 [11], [12].

3.3.3 IR Oddajnik

Najpogosteje se kot IR oddajnik uporablja naprava, imenovana daljinski upravljalnik (DU), ki je baterijsko napajana in ima tipke, preko katerih upravljamo oddaljeno napravo. Pogovorno IR oddajniku pravimo tudi daljinec. Zanj je znano, da porabi zelo malo energije, saj jo troši le takrat, ko je tipka na DU pritisnjena, sicer je v stanju mirovanja. V osnovi ima DU v sebi elektronsko vezje, ki je prilagojeno protokolu upravljanja naprave. Zahvaljujoč razvoju mikrokrmilnikov in nizki lastni porabi se te vse pogosteje vgrajujejo v DU, ki lahko podpirajo različne protokole. To omogoča, da lahko z enim DU upravljamo različne naprave.

Kot izvor nosilne frekvence za modulacijo signala se kvarčni kristali zelo redko uporabljajo. Ti so sicer točni, vendar so hkrati zelo občutljivi na fizične poškodbe, npr. padec z mize, ki so pogosti pri DU. Kljub slabši natančnosti so zato keramični resonatorji boljša izbira. Ti lahko prenesejo večje udarce in padce.

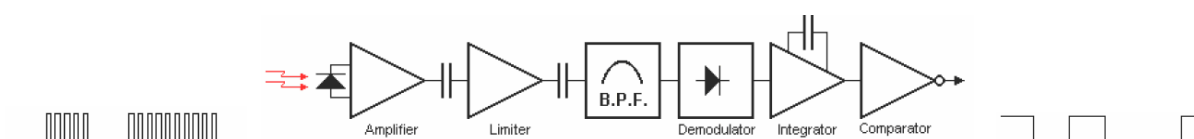
Najpomembnejši element IR oddajnika je IR LED dioda. Te porabijo od nekaj 30 mA do preko 1A električnega toka. Razvijalci IR oddajnikov morajo tako sklepati kompromis med

porabo energije, ki je shranjena v bateriji, in največjo razdaljo, s katere lahko še zanesljivo upravljamo napravo.

Zaradi različnih potreb oz. namembnosti, obstajajo različni tipi IR LED. Tako nam proizvajalci podajajo različne parametre, kot so: valovna dolžina, za katero je IR LED namenjena, usmerjenost oz. kot oddajanja IR svetlobe, svetlobno izhodno moč, delovno napetost in celo barvo leče LED. Primer enostavnega IR oddajnika je prikazan na prejšnji sliki (Slika 10).

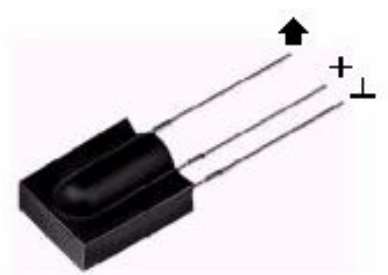
3.3.4 IR Sprejemnik

Pri IR komunikaciji se sprejem sporočila vrši s foto diodo, ki je občutljiva na IR svetlobo in reagira na vse IR signale v bližini valovne dolžine, za katero je izdelana (od 750 nm do 1150 nm). Kot IR sprejemnik je razvit poseben elektrotehniški element (Slika 12), ki v sebi skriva več elektrotehniških blokov (Slika 11). Na tržišču obstajajo različni IR sprejemniki. Razlikujejo se predvsem po modulirani frekvenci, za katero je IR sprejemnik namenjen in valovno dolžino na katero reagirajo.



Slika 11: Blokovni diagram IR sprejemnika

Infrardeč signal oz. sporočilo generira tok v foto diodi. Izmenična komponenta toka potuje skozi transimpedančni ojačevalnik, ki pretvori tok v napetost. Ta vsebuje tudi pasovni filter, ki omeji občutljivost sprejemnika na $\pm 5\%$ frekvence sprejemnika. Nato potuje signal skozi omejevalnik oz. AGC (ang. Automatic Gain Control), s katerim dosežemo konstantno raven signala ne glede na oddaljenost oddajnika od sprejemnika. Tako obdelana izmenična komponenta signala pride do BPF (ang. Band Pass Filter), nastavljenega na modulirano frekvenco IR oddajnika. V tem delu se IR sprejemniki medsebojno bistveno razlikujejo. Kajti ravno signali, ki so blizu modulirane frekvence, filter BPF prepusti, medtem ko se signali drugih frekvenc na njem oslabijo oz. blokirajo. Zadnji trije bloki so demodulator, integrator in komparator. Njihov namen je ugotoviti, ali je v sporočilu prisotna modulirana frekvenca. Če je ta prisotna, se izhod postavi na logično 0, v obratnem primeru je v stanju mirovanja postavljen na logično 1. Pri tem je naloga demodulatorja, da moduliran signal na nosilni frekvenci zglati in samo (nižje frekvence) sporočilo ostane [12], [14].



Slika 12: IR sprejemnik v praksi

4. Načini modulacije signala IR

Pri modulaciji IR signala se uporabljajo sledeči načini modulacije:

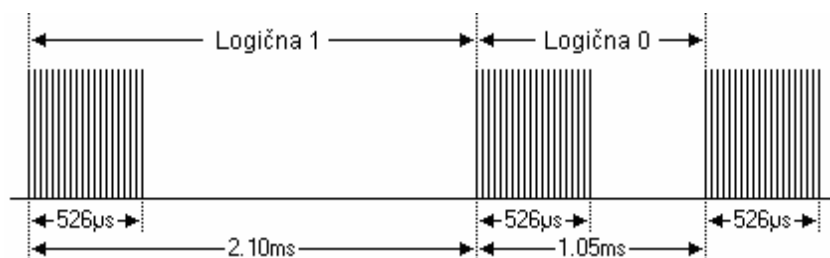
- Pulzno dolžinska modulacija (ang. Pulse-Distance Modulation),
- Pulzno širinska modulacija (ang. Pulse-Width Modulation),
- Dvo-fazno kodiranje (ang. Bi-Phase (Manchester) Coding),
- Pulzno pozicinirano kodiranje (ang. Pulse Position Coding),
- Pulzno kodna modulacija (ang. Pulse Code Modulation).

V nadaljevanju bomo predstavili samo prve tri načine modulacije, ki so v svetu najbolj razširjene.

Opis in predstavitev osnovnih izrazov:

- Bit pri IR - je osnovna in najmanjša enota informacije. En bit predstavlja informacijo zapisa logične 1 ali logične 0. Odvisno od uporabljenega tipa IR modulacije sta logična 1 in logična 0 predstavljeni s predpisanim razmerjem trajanja pulza in pavze.
- Pulz pri IR (ang. carrier) - visoko stanje na oddajniku oz. nizko stanje na sprejemniku. Pulz je sestavljen iz niza pravokotnih signalov, moduliranih na nosilni frekvenci. Trajanje pulza je lahko različno, odvisno je od tipa modulacije.
- Pavza ali premor pri IR (ang. space) - nizko stanje na oddajniku oz. visoko stanje na sprejemniku. V času pavze oddajna LED miruje, ne utripa. Trajanje pavze je lahko različno, odvisno je od tipa modulacije.
- Osnovna širina T pri IR - trajanje bitov je opredeljeno kot mnogokratnik osnovne širine T . Ta je različna za vsak tip modulacije.
- Dutty Cycle pri IR - opisuje razmerje med pulzom in pavzo pravokotnega signala nosilne frekvence. Pri nosilni frekvenci 38 kHz je perioda dolga 1/38000 kHz oz. 26,3 μ s. Pri 50 % Dutty Cycle-om pomeni, da tako visoko (pulz) kot nizko (pavza) stanje trajata 13,15 μ s. Medtem, ko 100 % Dutty Cycle pomeni, da visoko stanje traja ves čas periode, tako da nizkega stanja praktično ni.

4.1 Pulzno dolžinska modulacija

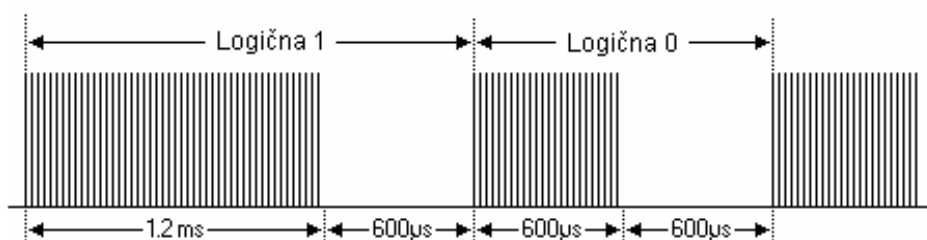


Slika 13: Pulzno dolžinska modulacija (PDM)

Kot lahko razberemo iz slike 13, je pri pulzno dolžinski modulaciji čas trajanja pulza, ki je moduliran na nosilni frekvenci, konstanten. Dolžina trajanja, ko pulz nastopi, pa do naslednjega pulza, nosi informacijo o tem ali gre za preneseno logično 1 ali logično 0. Za to obliko modulacije je značilna znatno daljša dolžina trajanja pulza (4x) za prenos logične 1 kot za prenos logične 0. Najprej se prenese najmanj uteženi bit (v nadaljevanju LSB), potem pa vsi biti do najbolj uteženega bita (v nadaljevanju MSB).

Če držimo tipko na DU za daljši čas, se najprej pošlje sporočilo, nato se po določenem času pošljejo pulzi, ki sporočajo, da je tipka še vedno pritisnjena. Različni proizvajalci uporabljajo različne dolžine trajanja pulzov. Priporočljiv duty cycle je 1/4 ali 1/3.

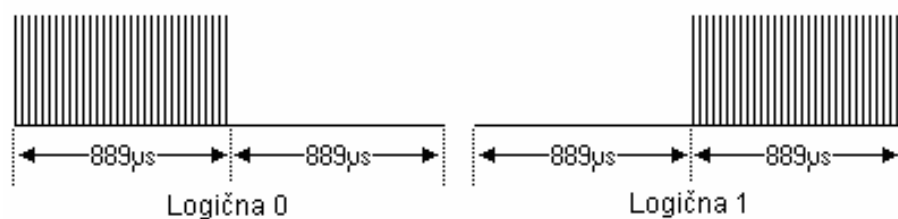
4.2 Pulzno širinska modulacija



Slika 14: Pulzno širinska modulacija (PWM)

Pri tej obliki modulacije je pomembna dolžina pulza, ki je moduliran na nosilni frekvenci (Slika 14). Daljšemu trajanju pulza, približno 1,2 ms, pripišemo logično 1, krajšemu trajanju pulza, približno 0,6 ms, pa logično 0. Med pulzi je pavza približno 0,6 ms. Tudi pri tej obliki modulacije se najprej prenese LSB, nato vsi biti do MSB bita. Priporočljiv duty cycle je 1/4 ali 1/3.

4.3 Dvo-fazno kodiranje



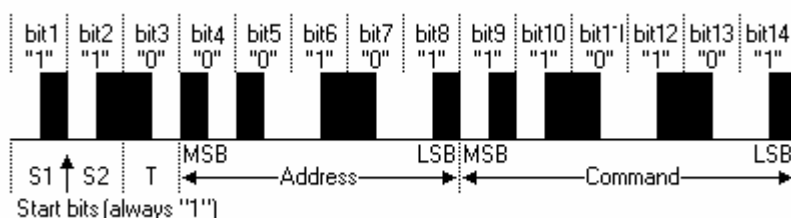
Slika 15: Dvo-fazno kodiranje

Tej obliki modulacije pravimo tudi kodiranje Manchester. Tudi tokrat so pulzi predstavljeni oz. modulirani s pomočjo nosilne frekvence. Vsi biti imajo enako dolžino, ta je približno $1,778\text{ ms}$, kjer predstavlja polovico časa pulz, moduliran na nosilni frekvenci (Slika 15). Bit logične 1 je predstavljen s pulzom v drugi polovici trajanja, bit logične 0 pa predstavlja pulz v prvi polovici trajanja bita. Priporočljivo razmerje med pulzom in pavzo pravokotnega signala nosilne frekvence (ang. duty cycle) je $1/4$ ali $1/3$ nosilne frekvence, s čimer je zagotovljena minimalna poraba energije.

5. IR Protokoli za upravljanje avdio/video naprav

Različni proizvajalci avdio/video naprav (A/V) uporabljajo različne protokole za prenos IR sporočila; celo med različnimi izdelki istega proizvajalca srečamo različne protokole. S časom se izkažejo tudi pomanjkljivosti uporabljenih protokolov, tako da jih razvijalci venomer dopolnjujejo. Protokoli se med seboj razlikujejo po načinih uporabljenih modulacij in načinih kodiranja sporočila. V nadaljevanju bomo predstavili nekaj razširjenih protokolov.

5.1 Protokol RC-5



Slika 16: Protokol RC-5

Protokol RC-5 je razvilo podjetje Philips in je zaradi široke uporabnosti in poceni izdelave sprejemno oddajnega vezja verjetno najbolj razširjen protokol na področju modelarstva. Razvili so ga v začetku 80-ih let dvajsetega stoletja in ga deset let kasneje dopolnili z različico RC-5x. Protokol predvideva 2048 različnih sporočil, od katerih omogoča 32 različnih naslovov oz. naprav, za posamezen naslov pa je predvidenih do 64 ukazov. Poslano sporočilo (Slika 16) je sestavljeno iz 14 bitov: definirano je z 2 štartnima bitoma, 1 toggle bit (spreminja svoje stanje vsakič, ko je nova tipka pritisnjena), 5 bitov za naslov in 6 bitov za ukaz.

Če je tipka na daljincu pritisnjena dlje časa, se sporočilo ponovi čez 114 ms, merjeno od štartnega bita do štartnega bita, in se ponavlja vse dokler tipke ne spustimo. Toggle bit pa ostane za čas ponovitve v enakem stanju in se šele ob naslednjem pritisku na tipko spremeni glede na prejšnje stanje.

Lastnosti:

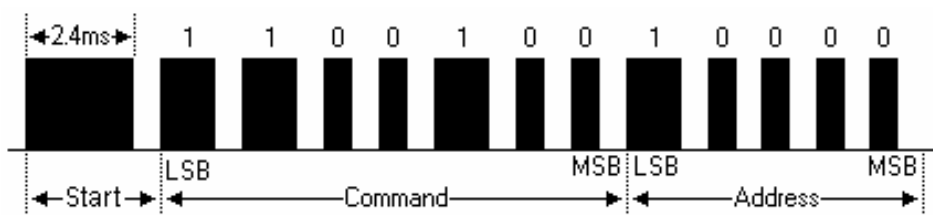
- dvo-fazno kodiranje (Bi-phase coding, Manchester coding),
- nosilna frekvenca 36 kHz,

- 14 bitno sporočilo (2 start bit, 1 toggle bit, 5 bitov za naslov, 6 bitov za ukaz),
- osnovna širina $T = 0,890 \text{ ms}$,
- konstantno trajanje bita $1,778 \text{ ms}$ (pulz in pavza: 64 ciklov na 36 kHz),
- MSB se prenese prvi.

5.2 Protokol RC-6

Protokol RC-6 je naslednik protokola RC-5. Tudi tega je razvilo podjetje Philips. Od predhodnika se razlikuje po tem, da lahko zahvaljujoč 8 bitnim naslovom upravljamo do 256 naprav (prej 32) in z 8 bitnim ukazom vsako napravo upravljamo z do 256 ukazi (prej 64). Nosilna frekvenca je ostala 36 kHz in uporablja dvo-fazno kodiranje (ang. Bi-phase coding).

5.3 Protokol SIRC



Slika 17: SIRC protokol

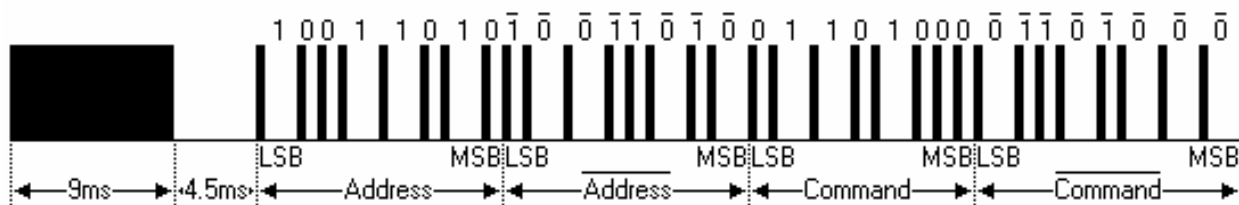
Protokol SIRC je razvilo podjetje SONY. Zasnovan je na osnovi pulzno-širinske modulacije (PWM) z nosilno frekvenco 40 kHz. Obstajajo različne variacije protokola glede na dolžino prenesenega sporočila, ki predvidevajo 12, 15 ali 20 bitov dolgo sporočilo. Najpogosteje uporabljena različica je 12 bitna, kjer je prvih 7 bitov predvidenih za ukaz, naslednjih 5 bitov pa za naslov naprave, ki jo upravljamo. Pri tem protokolu so pomembni časi trajanja pulza, ki so mnogokratniki $0,6 \text{ ms}$ oz. osnovne širine T . Poslano sporočilo (Slika 17) se začne s štartnim pulzom, dolgim $4T$ ($2,4 \text{ ms}$). Nato mu sledi 7 bitni ukaz in 5 bitni naslov.

Če je tipka na daljincu pritisnjena dlje časa, se sporočilo ponovi čez 45 ms , merjeno od štartnega bita do štartnega bita, in se ponavlja vse dokler je tipka pritisnjena.

Lastnosti:

- pulzno širinska modulacija (ang. Pulse-Width Modulation),
- nosilna frekvenca 40 kHz,
- 12, 15 ali 20 bitne različice protokola,
- 5 bitni naslov in 7 bitni ukaz (pri 12 bitni različici protokola),
- osnovna širina $T = 0,6$ ms,
- trajanje bita 1,2 ms (48 pulzov) za logično 1 in 0,6 ms (24 pulzov) za logično 0,
- LSB se prenese prvi.

5.4 NEC protokol



Slika 18: NEC protokol

Razvijalci NEC protokola niso natančno znani, saj namreč obstajajo zelo podobni protokoli pod skupnim imenom Japanese Format, ki jih uporablja večina japonskih proizvajalcev zabavne elektronike. Za NEC protokol je značilna pulzno dolžinska modulacija (ang. Pulse-Distance Modulation) in dvojno podajanje ukaza in naslova naprave, ki jo upravljamo. Dvojno podajanje je uvedeno zaradi preverjanja in je predstavljeno z negacijo prvotnega ukaza in naslova. Tako imamo v osnovni različici protokola predvidenih 8 bitov za naslov, s čimer upravljamo do 256 naprav, in 8 bitov za 256 različnih ukazov.

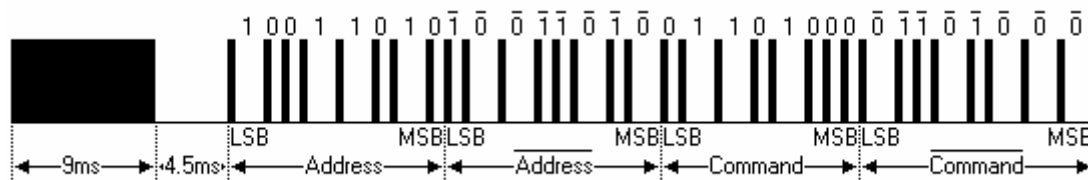
Obstaja razširjena različica NEC protokola, ki predvideva 16 bitov za naslov oz. upravljanje do 65 536 naprav. Dodatnih 8 bitov se pri tej različici zagotovi tako, da odpade dodatno preverjanje naslova, preverjanje ukaza pa ostane. Poslano sporočilo (Slika 18) se začne s štartnim pulzom, dolgim 9 ms, ki mu sledi 4,5 ms pavze. Nato mu sledijo naslov in ukaz, ki se zaradi preverjanja preneseta dvakrat. Sporočilo je poslano samo enkrat, četudi je tipka na daljincu pritisnjena dlje časa. V tem primeru se vsakih 110 ms, gledano od štartnega pulza, pošlje niz pulzov, ki sprejemniku povedo, da se sporočilo ponavlja.

Lastnosti:

- pulzno dolžinska modulacija (ang. Pulse-Distance Modulation),
- nosilna frekvenca 38 kHz,
- štartnemu bitu sledi 4 zloge dolgo sporočilo,
- 8 bitov za naslov in 8 bitov za ukaz,
- zaradi zanesljivosti se naslov in ukaz pošljeta dvakrat,
- osnovna širina $T = 0,560$ ms,
- trajanje bita 2,5 ms za logično 1 in 1,2 ms za logično 0,
- LSB se prenese prvi.

5.5 Zapis IR sporočil

IR sporočilo je možno zapisati na več načinov. Poznamo grafični (vizualni) in informacijski (digitalni) zapis sporočila. Grafični zapis sporočila (Slika 19) je uporaben predvsem v fazi načrtovanja in testiranja IR vezij, medtem ko je informacijski zapis uporaben v mikrokrmilniškem jeziku za zapis sporočila in njegovo predvajanje.



Slika 19: Primer grafičnega zapisa IR sporočila (NEC protokol)

Grafični zapis sporočila smo uporabili v poglavjih, kjer smo predstavljali tip A/V protokolov. Ta predstavlja časovnico, na kateri so predstavljeni pravokotni signali, ki predstavljajo pulze na modulirani frekvenci, in pavze, ki te pulze povezujejo.

Informacijski oz. digitalni zapis se uporablja predvsem v mikrokrmilniškem svetu. Vsako sporočilo je sestavljeno iz štartnega bita, pavze, naslova in ukaza. Oblika zapisa je lahko predstavljena v dvojiškem (binarnem), osmiškem, desetiškem ali šestnajstiškem (heksadecimalnem) številskem sistemu. V praksi se zaradi lepše preglednosti uporabljata predvsem desetiški in šestnajstiški številski sistem.

Informacijski oz. digitalen zapis IR sporočila je lahko predstavljen na dva načina: kot niz logičnih enk in ničel ali kot število period (utripov) nosilne frekvence. Pri prvi obliki mora oddajno vezje izračunati, koliko utripov naredi IR LED, medtem ko je pri drugi obliki to že določeno z načinom zapisa.

Primer predstavitve IR sporočila z nizom logičnih enk in ničel.

- IR zapis NEC kode v binarni obliki:
10011010 01100101 01101000 10010111.
- IR zapis NEC kode v šestnajstiški obliki:
9A 65 68 97.

Primer predstavitve IR sporočila s številom period nosilne frekvence.

- IR zapis zgornje NEC kode (samo prvih osmih bitov)
»0156 0171« »0015 0040« »0015 0015« »0015 0015« »0015 0040«
»0015 0040« »0015 0015« »0015 0040« »0015 0015«

Kot primer razčlenimo prvi del IR sporočila, kjer pretvorimo šestnajstiško (heksadecimalno) obliko zapisa v število period nosilne frekvence oz. v čas trajanja pulza in pavze. Kot smo že zapisali, NEC protokol uporablja pulzno dolžinsko modulacijo za kodiranje sporočila. Torej se vsak prvi del bita začne s pulzom, ki mu sledi pavza. Nosilna frekvenca je 38 kHz.

- Opisani primer predstavlja opis štartnega bita »0156 0171«.
 $0x156 \text{ (hex)} = 342 \text{ (dec)} = 342 \text{ (utripov) period nosilne frekvence}$
 $342 \text{ period pri } 38 \text{ kHz} = 9 \text{ ms pulza}$

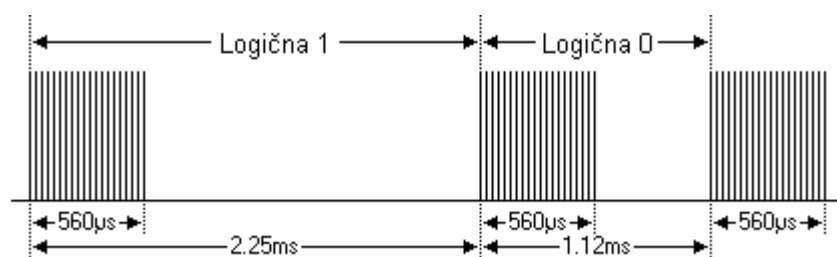
 $0x171 \text{ (hex)} = 171 \text{ (dec)} = 171 \text{ period nosilne frekvence}$
 $171 \text{ period pri } 38 \text{ kHz} = 4,5 \text{ ms pavze}$
- Opisani primer predstavlja opis bita logične 1 »0015 0040«.
 $0x15 \text{ (hex)} = 21 \text{ (dec)} = 21 \text{ (utripov) period nosilne frekvence}$
 $21 \text{ period pri } 38 \text{ kHz} = 0,560 \text{ ms pulza}$

 $0x40 \text{ (hex)} = 64 \text{ (dec)} = 64 \text{ period nosilne frekvence}$
 $64 \text{ period pri } 38 \text{ kHz} = 1,69 \text{ ms pavze}$

- Opisani primer predstavlja opis bita logične 0 »0015 0015«.
- 0x15 (hex) = 21 (dec) = 21 (utripov) period nosilne frekvence
 21 period pri 38 kHz = 0,560 ms pulza

0x15 (hex) = 21 (dec) = 21 period nosilne frekvence
 21 period pri 38 kHz = 0,560 ms pavze

Slika 20 prikazuje pulzno dolžinsko modulacijo (ang. Pulse-Distance Modulation), ki jo uporablja NEC protokol. Vsak pulz je dolg 0,560 ms in ga sestavljajo signali (približno 21 period), modulirani na nosilni frekvenci 38 kHz. Bit logične 1 potrebuje 2,25 ms za prenos, medtem ko bit logične 0 potrebuje le polovico tega časa 1,125 ms [17, 18].



Slika 20: Pulzno dolžinska modulacija (uporablja jo NEC protokol)

Spodnja enačba predstavlja preračun števila utripov v odvisnosti od časa trajanja pulza oz. pavze na nosilni frekvenci.

$$N_{pn} = \frac{t_p}{T_n} \quad T_n = \frac{1}{f_n}$$

N_{pn} ...število period (utripov) nosilne frekvence

t_ptrajanje pulza (logične 1(0), štartnega (stop) bita) [s]

T_nnosilna perioda modulirane frekvence[s]

f_nnosilna frekvenca [Hz]

Enačba 1: Izračun števila period (utripov) nosilne frekvence IR sporočila

6. IR protokoli za upravljanje split klima naprav

Tako kot proizvajalci A/V naprav tudi proizvajalci SKN uporabljajo različne protokole za prenos IR sporočil. Z razliko od prvih, kjer so se uveljavili določeni standardni protokoli, se na področju upravljanja SKN to še ni zgodilo. Obstajajo redki primeri, kjer proizvajalci SKN uporabljajo standardne protokole A/V naprav, v splošnem pa proizvajalci SKN uporabljajo eno ali več različic lastno razvitih protokolov. Eden izmed razlogov, da proizvajalci SKN ne uporabljajo že znanih A/V protokolov, je predvsem dejstvo, da je IR sporočilo pri SKN bistveno daljše kot pri A/V napravah. V nekaterih primerih je to dolgo več kot 20 ali celo 25 zlogov, kar je bistveno več kot omogočajo standardni protokoli za A/V naprave.

Kljub vsemu si proizvajalci SKN niso belili glav pri izumljanju IR načina kodiranja sporočila. Osnove so si sposodili kar iz IR protokolov A/V naprav. IR sporočilo je prav tako modulirano na nosilni frekvenci okrog 38 kHz, sestavljeno je iz začetnega bita, ki mu sledi naslov naprave, nato pa ukaz. Tudi predstavitev logične 1 in logične 0 je, kot pri IR A/V protokolih, določena s tipom izbrane modulacije.

7. Distribuirani krmilni moduli, ki komunicirajo po BUS-u

Funkcionalno ločeni sistemi oz. tehnološke inštalacije zgradb so se do nedavnega projektirali tako, da je vsak imel ločeno in neodvisno ožičenje, kar je posledično pripeljalo do večjih stroškov in manjše fleksibilnosti same inštalacije v primeru naknadnih sprememb ali dograditev objekta. Tehnologija, znana pod imenom inteligentna inštalacija, narekuje nove metode projektiranja, ki nam omogoča enostavno avtomatizacijo in integracijo nepogrešljivih funkcionalnosti nadzora in upravljanja bivalnih, poslovnih in industrijskih objektov. Te funkcionalnosti se nanašajo predvsem na sisteme ogrevanja, hlajenja in prezračevanja, optimizacijo porabe energentov, vse segmente varovanja, razsvetljave, nadzora tehnoloških procesov ter zvočne in video sisteme. Sistem digitalne komunikacije po BUS nam omogoča izmenjavo informacij med različnimi elementi sistema v realnem času.

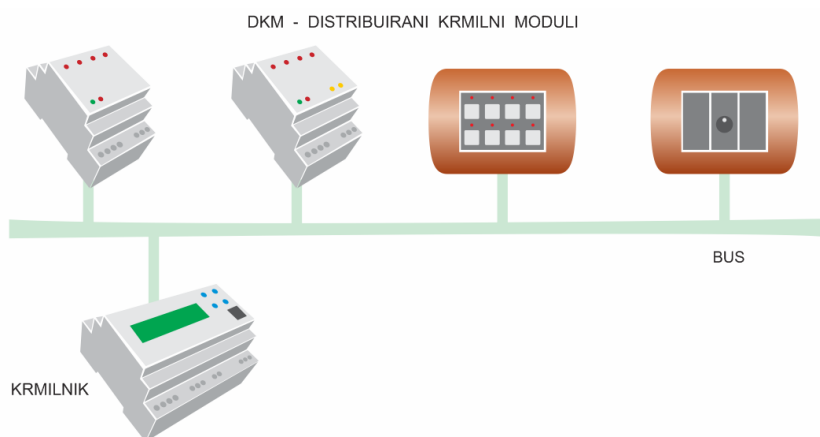
Tako so podjetja in organizacije, ki delujejo na področju avtomatike zgradb, razvile standarde oz. protokole, ki povezujejo vhodno / izhodne elemente - module. Ti vhodno / izhodni moduli so prilagojeni montaži v elektro omare, kakor tudi v manjše podometne doze. Kljub temu da vsako podjetje skuša vsiliti svoj protokol komunikacije, obstajajo različne organizacije, ki skrbijo za uveljavitev globalnega protokola. Tako se skuša v Evropi uveljaviti predvsem protokol Konnex oz. bolje poznan kot EIB, v ZDA in drugod po svetu pa se uveljavljata predvsem protokola LonWorks in BACnet. Kot eden izmed najstarejših uveljavljenih komunikacijskih protokolov, ki je bil razvit za potrebo industrije, se še dandanes uporablja Modbus, ki velja za univerzalni protokol povezovanja različnih naprav in sistemov.

Pogovorno se inteligentni inštalaciji pravi tudi inštalacija, ki dela po BUS-u. Sam izraz BUS izhaja iz računalniškega jezika in opisuje prenos podatkov med računalniškimi komponentami oz. računalniki. Podoben prenos podatkov poteka med moduli inteligentne inštalacije. Najenostavneje bi prenos podatkov po BUS opisali na primeru avtobusa. Kot avtobus prevažata potnike, se v računalniškem smislu preko BUS-a prenašajo podatki oz. sporočila v digitalni obliki med inteligentni moduli. Ti komunicirajo med sabo z neko definirano hitrostjo (ang. baud rate), kjer za povezavo z razliko od avtobusa, ki uporablja cesto, BUS prenaša podatke po povezovalnih vodnikih.

Da bi bil promet čimbolj urejen in ne bi prihajalo do zastojev, so se uveljavili komunikacijski protokoli, ki definirajo način prometa po BUS-u. S povezovanjem vhodno / izhodnih točk

sistema dobimo sistem, kjer lahko z enega mesta nadzorujemo oddaljene sisteme ter naprave. Takšno centralno upravljanje se izkaže še posebej primerno, če imamo veliko zgradbo ali velik sistem. Dodatna prednost inteligentne inštalacije pred klasično je, da lahko kadarkoli katerikoli vhodno / izhodni točki vzajemno povežemo in tako le-ti postaneta soodvisni in obratno. To dosežemo brez sprememb na inštalaciji.

Pri inteligentni inštalaciji sta mreži moči in komunikacij popolnoma ločeni. Tako so močnostne linije speljane samo do močnostnih porabnikov, komunikacijske linije oz. BUS pa povezuje le module pametne inštalacije (Slika 21).



Slika 21: Primer inteligentne inštalacije, ki dela na BUS-u

Elementi pametne inštalacije imajo v sebi vgrajeno elektroniko, ki jo imenujemo BCU (ang. Bus Coupling Unit), ki analogne in diskretne signale pretvori v jezik BUS-a in obratno. Preko BCU so moduli vključeni v pametno inštalacijo, kjer se med sabo sporazumevajo oz. komunicirajo.

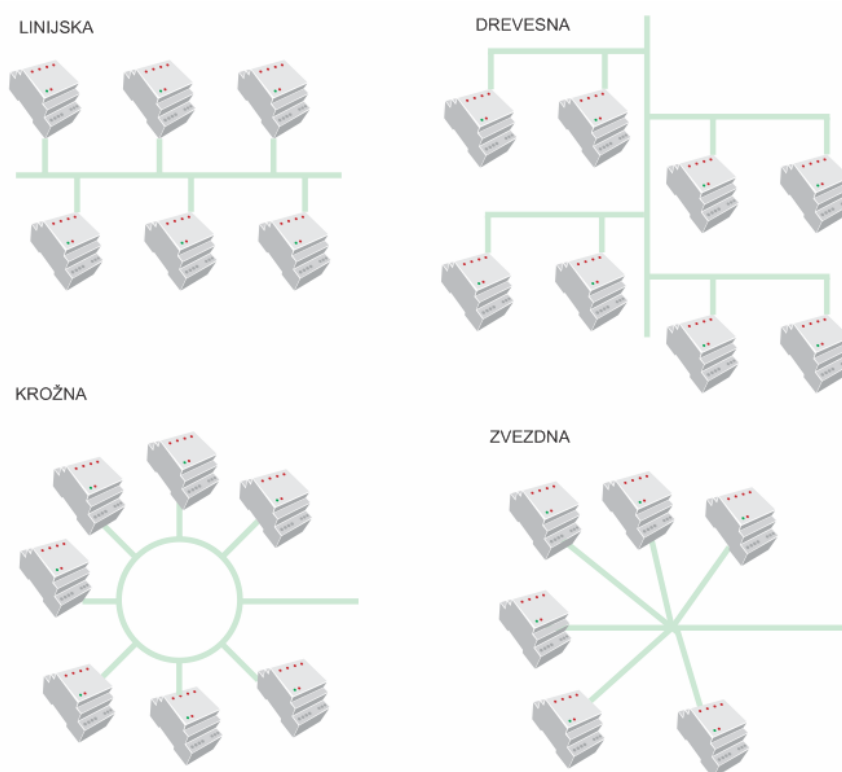
Da lahko moduli med seboj komunicirajo, potrebuje vsak modul pametne inštalacije svojo identifikacijsko številko oz. ime, ki ga loči od ostalih. Da je komunikacija med moduli usklajena skrbi krmilnik.

Notranjost BCU se od proizvajalca do proizvajalca razlikuje. V osnovi pa lahko za vse povzamemo, da jih sestavljajo spodnji elementi:

- mikroprocesor,
- ROM z naloženim sistemom za komunikacijo in upravljanje naprave,
- EEPROM, v katerem se vzdržujejo stanja naprave, tudi ko napetost izpade,
- RAM, v katerega se nalagajo sporočila.

Moduli inteligentne inštalacije so medsebojno povezani in priklopljeni na krmilni modul (krmilnik), ki ima predvsem nalogo, da usklajuje komunikacijo med njimi. Navadno je v krmilniku shranjen tudi program oz. logika delovanja posameznih modulov. Način povezave posameznih modulov v inteligentno mrežo je različen od proizvajalca do proizvajalca oz. od komunikacijskega protokola, ki ga ta uporablja. Temu pogosto pravimo tudi najnižji nivo komunikacije. V višjih nivojih je možno med medsebojno povezati tudi krmilnike različnih sistemov, oz. na najvišjem nivoju pa je možno sisteme povezati v centralno nadzorni sistem.

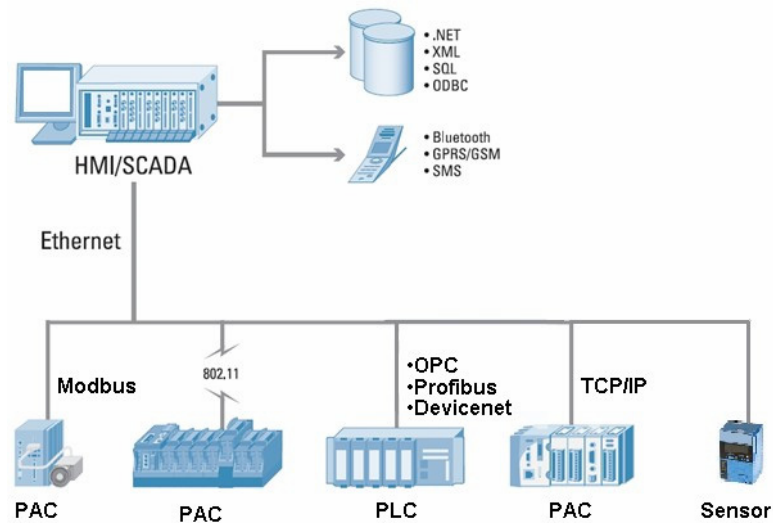
Možnih je več načinov topologij povezovanja oz. izvedbe inteligentne inštalacije. Te se razlikujejo od uporabljenega komunikacijskega protokola posamezne naprave in proizvajalca. V osnovi poznamo: linijsko, drevesno, zvezdno in krožno povezovanje modulov.



Slika 22: Topologije povezovanje inteligentnih modulov

8. Centralno nadzorni sistemi (CNS)

Centralni nadzorni sistem (v nadaljevanju CNS) je sistem upravljanja zgradbe, ki zajema njeno celotno avtomatizacijo in krmiljenje. Predstavlja povezovalni člen vseh podsistemov v skupno točko (Slika 23), od koder je omogočen nadzor in upravljanje nad vsemi priključenimi napravami [19, str. 1]. Najvišji nivo CNS so računalniške aplikacije, katerih namen je upravljanje in nadzor različnih sistemov, ki so nanje priključeni. Glavne odlike CNS sistemov so zanesljivost, enostavno upravljanje, podrobno spremljanje, analize in optimizacije procesov.



Slika 23: Povezava med CNS in ostalimi napravami oz. aplikacijami

Lastniki in upravljalci zgradb se za vgradnjo CNS odločajo predvsem zato, ker jim omogoča enostavnejši nadzor in beleženje želenih parametrov enega ali več sistemov ter podsistemov. Na tak način lahko upravljalci s pregledom zgodovine v obliki grafov ali tabel, spremljajo funkcije sistemov in jih po potrebi spreminjajo oz. optimizirajo [19].

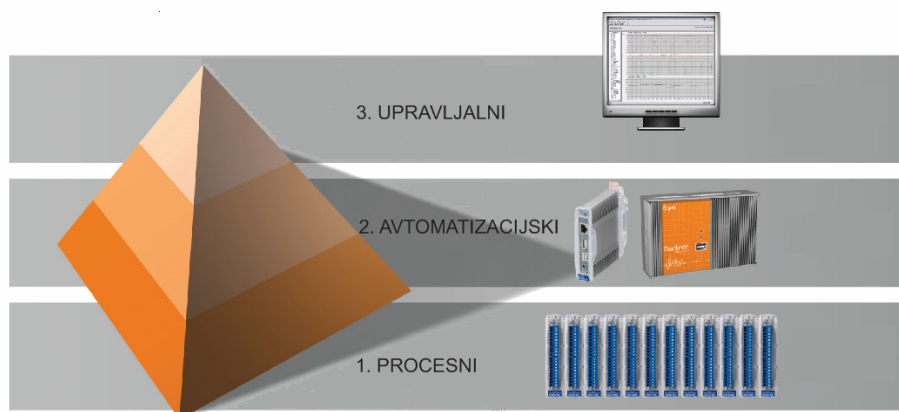
CNS običajno zajema (pod)sisteme:

- sistem ogrevanja, hlajenja, prezračevanja,
- sistem razsvetljave,
- sistem zastorov (žaluzije, zaves, markize),
- sistem distribucije električne moči,
- požarni sistem,
- protivlomni sistem,
- sistem kontrole dostopa,

- video-nadzorni sistem,
- sistem za nadzor dvigal,
- bazenske sisteme.

Po standardu CEN/TC 247 Avtomatizacija, regulacija in upravljanje stavb (ang. Building automation, controls and building management) [36], delimo upravljanje zgradbe na tri segmente oz. nivoje upravljanja (Slika 24):

- **1. procesni nivo** (najnižji nivo, kjer so povezani vhodno/izhodni moduli),
- **2. avtomatizacijski nivo** (nivo za procesne funkcije iz procesnega nivoja),
- **3. upravljalni nivo** (najvišji nivo v zgradbah, navadno je to računalniška aplikacija, ki zajema vse podsisteme).



Slika 24: Trije nivoji upravljanja stavb po standardu CEN/TC 247

Da CNS deluje, je potrebna tako strojna, kot programska oprema. K strojni opremi spadajo krmilniki, centralne enote, vhodno/izhodni moduli, komunikacijski pretvorniki, prikazovalniki, računalniki ... K programski opremi sodijo programi, ki so del avtomatizacijskega nivoja, navadno so naloženi v krmilnikih oz. centralah, in programi na najvišjih nivojih, ki so del računalniških aplikacij.

Komunikacijski protokoli in kompatibilnost

Pri izbiri strojne opreme je pomembno, da je ta združljiva s programsko opremo. To pomeni, da so komunikacijski protokoli med posameznimi nivoji upravljanja usklajeni. Na tržišču obstaja veliko različnih komunikacijskih protokolov. Obstajajo standardni (uveljavljeni) komunikacijski protokoli, ki jih podpirajo različni proizvajalci bodisi strojne bodisi programske opreme.

Poleg uveljavljenih standardnih protokolov obstajajo še lastni protokoli, ki jih imajo praktično vsi proizvajalci opreme. Razlogov, da proizvajalci kljub široki paleti že uveljavljenih protokolov razvijajo lastne protokole, je več. Eden je, da za vsakim uveljavljenim protokolom stoji organizacija, ki si lasti licenco nad protokolom in temu primerno zahteva neke vrste kotizacijo. S tem želijo proizvajalci imeti vpliv na ceno elementov na trgu in zmanjšujejo možnost konkurence.

Ostali razlogi za razvoj lastnega komunikacijskega protokola so neodvisnost proizvajalcev od organizacij in želja proizvajalcev, da njihova oprema na najnižjem nivoju ni kompatibilna z ostalo opremo. Kljub temu, da na najnižjem procesnem nivoju oprema komunicira le po lastnem protokolu, se na višje protokole povezuje preko ustreznih pretvornikov.

Med standardne oz. uveljavljene komunikacijske protokole štejemo: Modbus, LonWorks, BACnet, EIB/KNX, OPC, DeviceNet, SOAP, XML ...

SCADA

Računalniška aplikacija predstavlja najvišjo raven CNS. Danes se kot aplikacija za upravljanje CNS-ov največkrat uporablja SCADA (ang. Supervisory, Control and Data Acquisition). Ta predstavlja programsko orodje za zajem in obdelavo podatkov. Večina SCADA sistemov komunicira s PLK, procesnimi krmilniki in ostalimi napravami za pridobivanje podatkov, z uporabo enostavnih podatkovnih struktur.

Sistemi SCADA omogočajo veliko odprtost sistema, saj se lahko podatki zajemajo iz različnih virov, se nato ustrezno obdelajo in nato koristijo za ugotovitev morebitne izboljšave posameznih podsistemov. Sodobni sistemi SCADA imajo možnost povezave z raznovrstno programsko opremo. Ta odprtost sistemov je posledica dejstva, da vsa sodobna avtomatizacija teži k vse večji povezanosti sistemov med seboj.

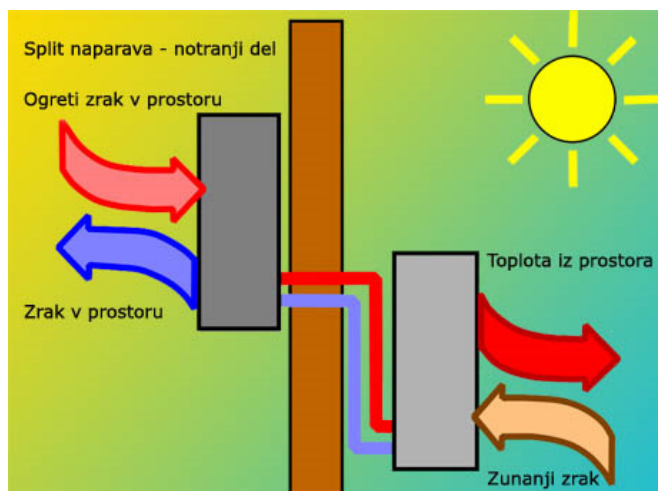
V tuji literaturi lahko v povezavi s CNS in SCADA srečamo tudi izraza HMI in GUI. Izraz HMI (ang. Human Machine Interface) je kratica za vse vmesnike med človekom in neko napravo. Preko njih lahko uporabnik nadzira oz. se sporazumeva z napravo. Sem spadajo različne tipkovnice, paneli, daljinski upravljalniki, računalniške aplikacije. Izraz GUI (ang. Graphical User Interface) je kratica za grafični uporabniški vmesnik. Lahko bi rekli, da je le del družine HMI naprav. GUI z razliko od HMI vmesnikov opisuje le tisto družino

vmesnikov, ki ljudem omogočajo, da preko grafičnih vmesnikov upravljajo naprave (telefoni, dlančniki, prenosni MP3 predvajalniki, računalniške aplikacije ...).

9. Opis split klimatskih naprav

Split klima naprava (v nadaljevanju SKN) je naprava z ločenim notranjim delom (lahko tudi več notranjih delov) in zunanjim delom, ki sta (so) med seboj povezani z napeljavo. Med seboj morajo biti povezani z električno napeljavo in cevmi, v katerih se pretaka hladilni plin. V zunanji enoti se nahaja hladilni kompresor in ventilator z rešetko, ki se med delovanjem segreva. Notranje enote imajo vgrajen hladilnik in ventilator, ki hladen zrak (lahko tudi topel, če ima vgrajeno toplotno črpalko) pošilja v prostor.

SKN poleti odvzema toploto v prostoru (notranjosti) in jo oddaja okolici - torej segreva zunanji zrak. Pozimi ima SKN sposobnost, da odvzema toploto okolici pri nižji temperaturi (zunanji hladen zrak do najnižje temperature -15°C) in jo črpa - oddaja v notranji prostor pri višji temperaturi. Pri tem porabi samo električno energijo za črpanje toplote, ne pa tudi za segrevanje, kot je to na primer pri grelnikih. Izkoristek take naprave je definiran kot razmerje med proizvedeno toplotno (hladilno) energijo in za to porabljeno električno energijo. Giblje se od 2 do 5, kar pomeni, da za 1 kW vložene električne energije, dobimo do 5 kW toplotne (hladilne) energije [20].



Slika 25: Delovanje split klimatske naprave

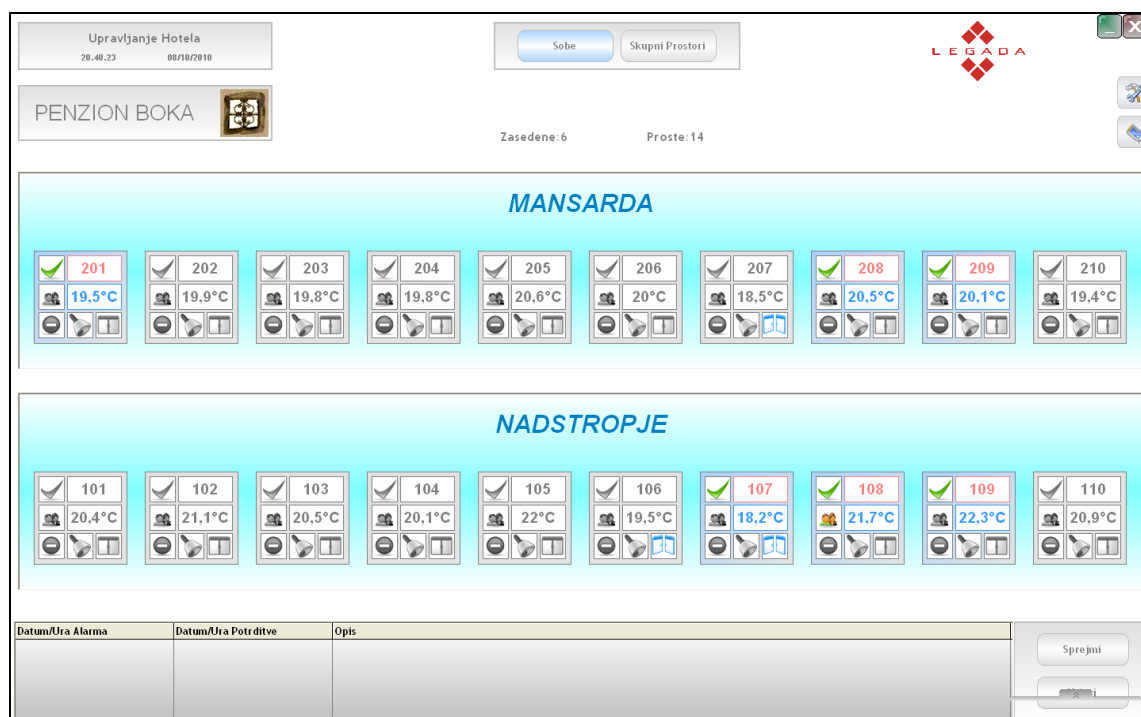
Za upravljanje SKN se najpogosteje uporabljajo IR daljinski upravljalniki. Proizvajalci klimatskih naprav se odločajo za ta način upravljanja predvsem zaradi nizke cene izdelave takšnega vmesnika in izredno zanesljivega delovanja. Določeni proizvajalci ponujajo tudi možnost upravljanja klima naprave preko žične komunikacije, s programirljivim tedenskim

termostatom oz. časovnikom. Tovrstne rešitve upravljanja SKN so bolj redke in jih proizvajalci ponujajo le za višje cenovne razrede SKN oz. za tiste, kjer je na skupno zunanjo enoto povezanih več notranjih enot (MSKN).

Kompleksnih rešitev upravljanja večjega števila klima enot proizvajalci ne ponujajo. Glavni razlogi so, da so klimatske naprave namenjene široki potrošnji in se zaradi cenovne upravičenosti vgrajujejo v razmeroma majhne, zaključene bivalne in poslovne prostore. V primeru potrebe po večjem številu enot in skupnem upravljanju le-teh je smotrnejše razmišljati o skupni zunanji enoti (na primer toplotna črpalka večjih moči) in distribuiranem konvektorskem sistemu.

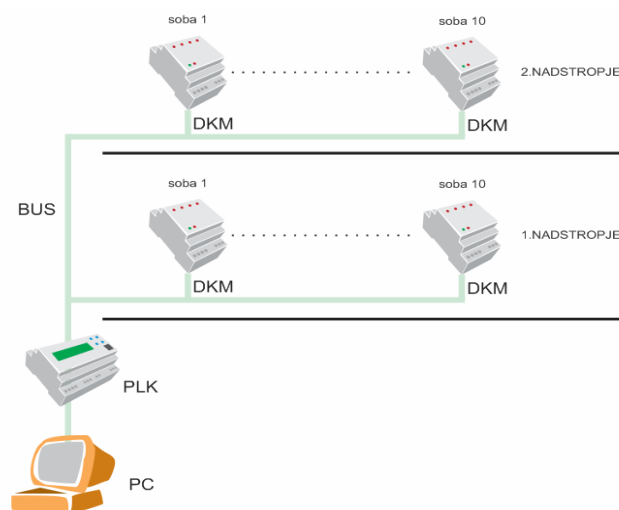
10. Opis rešitve

Želja vsakega poslovnega subjekta je skrbno načrtovati in voditi delovne procese z namenom ohranjanja oz. povečevanja dobička. Zato se upravljalci poslovnih subjektov poslužujejo različnih prijemov, med drugim tudi optimizacije delovnih procesov in skrbnega upravljanja s stroški poslovanja. V ta namen so razvili različne sisteme in aplikacije. Dandanes skorajda ni poslovnega procesa, v katerem ne srečamo tovrstnih sistemov. Primer takšnih sistemov so inteligentni transportni sistemi v pristaniščih, daljinski nadzori vodohramov, upravljanje proizvodnih linij, sistemi upravljanja hotela (Slika 26) ... Slednje bomo kot primer dobre prakse v nadaljevanju podrobneje predstavili.



Slika 26: Osnovni zaslon SCADA aplikacije hotelskega sistema

Želja upravljalca oz. lastnika hotela je poenostavljeno upravljanje najrazličnejših podsistemov, nadzor stroškov in optimalno upravljanje s poslovnimi procesi. Spodaj opisan računalniško voden sistem, ki bazira na SCADA aplikaciji, omogoča prav to. Predstavljen hotelski sistem (v nadaljevanju HS) omogoča, da lahko upravljalavec hotela z enega mesta preko SCADA aplikacije nadzoruje vse ključne hotelske sisteme (Slika 1), od upravljanja hotelskih sob do integracije na hotelski informacijski sistem, preko katerega se vodijo rezervacije in izdajajo računi. Na ta način je dosežena najvišja raven integracije hotelskih poslovnih procesov, ki upravljavcu pomaga pri vsakodnevnih opravilih.



Slika 27: Povezave med enotami HS

Sam HS se po standardu »CEN/TC 247 Avtomatizacija, regulacija in upravljanje stavb« [36] v smislu upravljanja deli na tri nivoje:

- **1. Procesni nivo** (najnižji nivo, kjer so povezani vhodno/izhodni moduli posamezne hotelske sobe oz. DKM),
- **2. Avtomatizacijski nivo** (krmilniški nivo, kjer se izvajajo procesne funkcije iz procesnega nivoja oz. PLK),
- **3. Upravljalni nivo** (najvišji nivo, SCADA aplikacija).

HS omogoča centralni nadzor nad porabo energije posamezne sobe, upravljanje sistema kontrole pristopa in vodenje rezervacij. V sobah so vgrajeni DKM, ki so preko štirižilnega BUS kabla povezani s krmilnikom. Naloga DKM je, da preko vhodov pridobiva podatke o dogajanju v sobi, preko izhodov pa izvede potrebno akcijo. Kako se izhodi na DKM postavijo (se vklopijo ali izklopijo) je odvisno od programa, ki je zapisan v posameznem DKM.

Vhodni podatki na DKM so temperaturno tipalo, stikalo za zaznavanje odprtosti okna, modul zaznavanje prisotnosti gosta, upravljalni panel za nastavljanje temperature, SOS tipka v kopalnici in klasične tipke v sobi. Preko izhodov lahko DKM upravlja razsvetljava, napajanje sobe, SKN in radiator. Vsa stanja vhodov in izhodov se preko štirižilnega kabla po PICnet protokolu prenesejo na krmilnik. Ta ima dve nalogi. Prva je, da bdi nad izvajanjem programov posameznih DKM in ob morebitni napaki ustrezno reagira. Druga, nič manj pomembna naloga je, da kot vmesni člen povezuje procesni nivo oz. DKM z upravljalnim nivojem oz. SCADO.

Računalniška aplikacija SCADA predstavlja enostaven in pregleden grafični vmesnik med HS in uporabnikom oz. upravljavcem (Slika 1). Uporabnik lahko preko računalniške miške upravlja celoten HS. Da je sistem prijaznejši za uporabo, so namenoma izdelani grafični objekti dovolj veliki, da je možno te upravljati tudi preko primernih zaslonov, občutljivih na dotik.

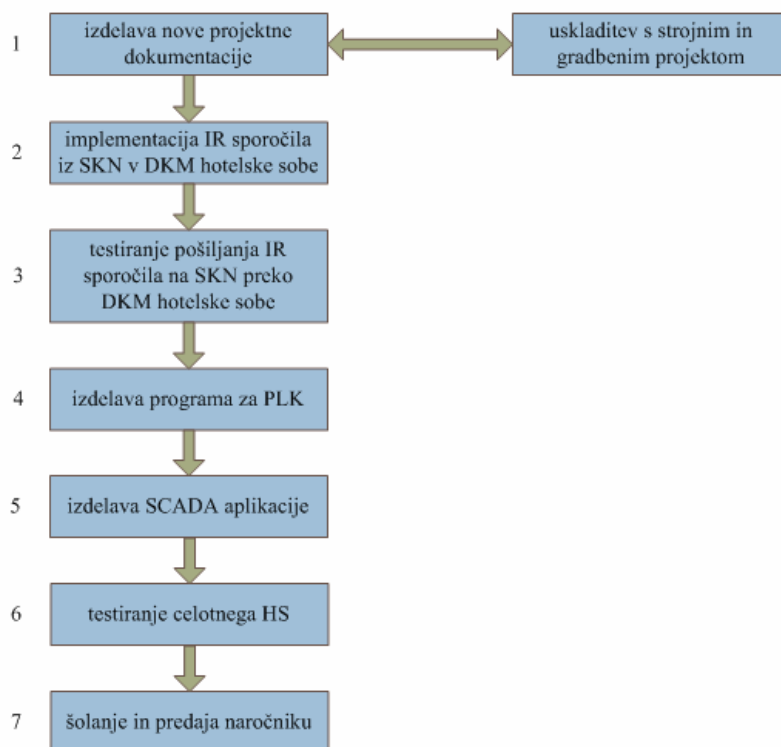
Sistem je poleg enostavnega upravljanja zasnovan predvsem z namenom varčevanja energije. Na žalost so redki tisti posamezniki, ki, kadar doma odprejo okno, izklopijo ogrevanje oz. hlajenje, ali izklopijo razsvetljavo, ko je ne potrebujejo. Hotelski gost ni izjema. Ker sobo plača, ne vidi potrebe po tem, da bi ogrevanje izklopil, četudi ima odprto okno. Lahko se zgodi, da gost pozabi zapreti okno in se odpravi iz sobe.

In prav tu se DKM izkaže, saj skrbno nadzira dogajanje v sobi: misli namesto gosta, služi pa lastniku hotela. Preko modula, ki mu pravimo odložišče kartic, DKM spremlja, ali je gost v sobi ali ne. V primeru, da gosta v sobi ni, modul spremeni zeleno temperaturo sobe na reducirano temperaturo. Reducirana temperatura pomeni, da se v zimskem času zelena temperatura sobe ob gostovi odsotnosti zniža, v poletnem času pa ustrezno zviša.

Posebnost predstavljenega HS pri upravljanju temperature je, da imajo sobe vgrajene SKN, katere je možno upravljati le preko IR sporočil. V ta namen je v vsaki sobi na DKM priklopljen IR oddajnik, preko katerega se pošiljajo ukazi na SKN. V režimu gretja (zimski čas) se delovanje sobe nekoliko razlikuje od režima hlajenja. Kot vira za ogrevanje sobe sta uporabljena tako SKN in radiator. Skladno z željo investitorja smo kot primaren vir ogrevanja določili radiator, kot dodaten vir pa SKN. Sistem je nastavljen tako, da skuša najprej sobo ogreti z radiatorji; v kolikor to ne uspe, se po določenem času vklopi še SKN.

10.1 Potek dela

V poglavju 2.1 smo predstavili izhodišča: že položena inštalacija po prvotnem projektu in zamenjava konvektorjev s SKN. V tem smislu je investitor pričakoval minimalno poseganje v spremembo električnega projekta, hkrati pa je želel, da ima dogajanje v sobah, vključno s SKN, pod nadzorom. Ker je upravljanje SKN možno le s pošiljanjem IR sporočil, smo na željo investitorja to funkcijo vgradili v DKM za upravljanje sobe.

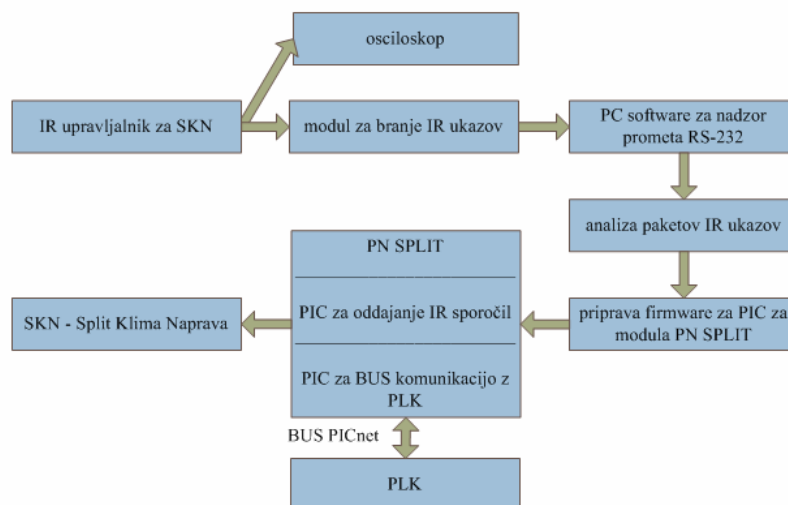


Slika 28: Koraki za izdelavo rešitve B (predstavljene v poglavju 2.4.2)

10.1.1 Izdelava nove projektne dokumentacije

V okviru zahtev po minimalni spremembi ožičenja izbrana rešitev zahteva le dodatno ožičenje do IR oddajnih modulov, ki so nameščeni nasproti vsake notranje enote SKN. Pri tem je bilo potrebno najti ustrezno mesto za namestitev IR oddajnika. Odmik usmeritve IR oddajnika zaradi zanesljivega prenosa ne sme presegati več kot 60° glede na SKN in hkrati mora ta biti oddaljen od SKN manj kot 5 metrov. Upoštevati je bilo potrebno tudi vire interferenc ostalih naprav (luč, radiator, sončna svetloba ...), ki jih srečamo v hotelski sobi.

10.1.2 Implementacija IR sporočila SKM v DKM za upravljanje sobe



Slika 29: Postopki implementacije IR sporočil iz daljinca SKN v DKM za upravljanje hotelske sobe

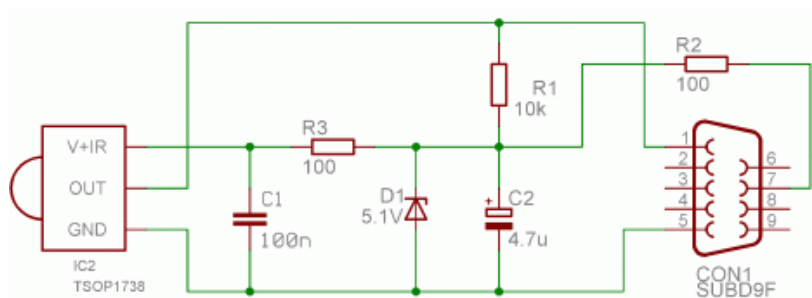
Zgornja slika (Slika 29) opisuje postopke implementacije IR sporočil, ki so potrebni da iz pripadajočega daljinskega upravljalnika SKN, preberemo IR sporočila in jih v obliki firmware naložimo v DKM za upravljanje hotelske sobe. Posamezne postopke bomo podrobneje predstavili v naslednjih poglavjih.

10.1.2.1 Vizualizacija IR sporočil s pomočjo osciloskopa

Vse se začne z vizualizacijo oddanega IR signala. Pri tem si pomagamo z IR sprejemnikom oz. foto diodo in osciloskopom. V tej fazi smo skušali ugotoviti osnovne parametre IR sporočila, kot so: število poslanih bitov, morebitne pavze med sporočili (če je sporočil več) in nosilno frekvenco, na katero je IR sporočilo modulirano.

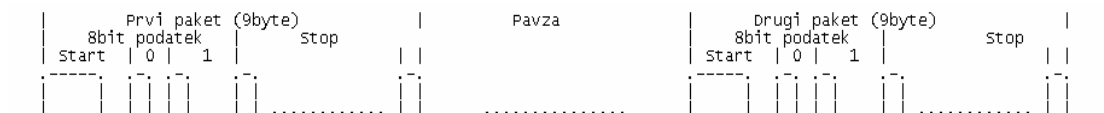
10.1.2.2 Branje IR sporočil s pomočjo računalnika

Sledi korak, kjer IR sprejemnik preko prilagoditvenega vezja (Slika 30) priklopimo na računalnik preko vrat RS-232. S pomočjo računalniške aplikacije, ki nadzira promet na serijskih vratih, smo prebrali IR sporočila in tako dobili grafičen (Slika 31) ter numeričen zapis v heksadecimalni obliki (Tabela 2).



Slika 30: IR sprejemnik in prilagoditveno vezje za priklop na vrata RS-232

Na ta način smo skušali posneti različne nastavitve IR daljince SKN kot so: režim delovanja, želena temperatura, hitrost ventilatorja. S tem pridobimo bazo podatkov različnih IR sporočil, iz katere skušamo ugotoviti pomen posameznih zlogov.



Slika 31: Grafična predstavitev IR sporočila

zlog	1	2	3	4	5	6	7	8	9		1	2	3	4	5	6	7	8	9	pomen IR sporočila za SKN
F2	0D	03	FC	01	50	07	00	56			F2	0D	03	FC	01	50	07	00	56	izklop (z osnovnimi nastavitvami)
F2	0D	03	FC	01	50	00	00	51			F2	0D	03	FC	01	50	00	00	51	vklop (z osnovnimi nastavitvami)
F2	0D	03	FC	01	50	44	00	15			F2	0D	03	FC	01	50	44	00	15	vklop: režim ventilacije, hitrost 1
F2	0D	03	FC	01	50	64	00	35			F2	0D	03	FC	01	50	64	00	35	vklop: režim ventilacije, hitrost 2
F2	0D	03	FC	01	70	02	00	73			F2	0D	03	FC	01	70	02	00	73	vklop: režim razvlaževanje, 24°C, avtomatska hitrost
F2	0D	03	FC	01	50	81	00	D0			F2	0D	03	FC	01	50	81	00	D0	vklop: režim hlajenja, 22°C, hitrost 3
F2	0D	03	FC	01	80	C3	00	42			F2	0D	03	FC	01	80	C3	00	42	vklop: režim greja, 25°C, hitrost 5

Tabela 2: Zapis in pomen zlogov IR sporočila Toshiba daljinca WH-L04SE

10.1.2.3 Razčlenitev paketov in zlogov IR sporočila

Za izbran tip daljince smo ugotovili naslednje:

- vsako IR sporočilo je sestavljeno iz 2 paketov po 9 zlogov, ločenima s pavzo 5,4 ms,
- zadnji zlog vsakega paketa predstavlja seštevek (ang. checksum) posameznega paketa oz. seštevek vseh zlogov,
- drugi paket sporočila je ponovitev prvega,
- parametri prenosa IR sporočila daljinca Toshiba model WH-L04SE:
 - Število prenesenih bitov: 295
 - Nosilna frekvenca: 38 kHz
 - Duty Cycle: 50%
 - Število paketov: 1 (drugi paket je ponovitev prvega)
 - Štartni bit: ON = 4,40 ms, OFF = 4,40 ms
 - Stop bit: 610 μs

- Pavza bit: OFF = 5,4 ms
- Bit logična 1: ON = 610 μs, OFF = 1540 μs
- Bit logična 0: ON = 610 μs, OFF = 460 μs
- Število ponovitev: 1
- Pavza med ponovitvami: 5,4 ms

		potrebnih bitov za prenos	razlaga
paket 1	Štartni bit	2	visoko in nizko stanje
	Naslov + ukaz	144	9x8x2=144 (šteto je tako stanje »logične 1« in »logične 0«)
	Stop bit	1	
pavza		1	
paket 2	Štartni bit	2	visoko in nizko stanje
	Naslov + ukaz	144	9x8x2=144 (šteto je tako stanje »logične 1« in »logične 0«)
	Stop bit	1	
skupaj		295	

Tabela 3: Seštevek potrebnih bitov za prenos IR sporočila

Skupno število bitov, potrebnih za prenos našega IR sporočila je 295, kar je podrobneje razvidno iz zgornje tabele 3.

IR sporočilo je sestavljeno iz 9 zlogov, od katerih je prvih pet (1 - 5) predvidenih za opis naprave in se ne spreminjajo, zadnji štirje (6 - 9) pa predstavljajo ukaz.

Zlog 6 predstavlja želeno temperaturo v stopinjah z odmikom od 17 °C. Pri tem je potrebno poudariti, da je temperatura zapisana v Nibble HI 6 zloga oz. zgornji 4 biti predstavljajo zapis temperature. Spodnji štirje biti oz. Nibble LO nimajo pomena in so predstavljeni z 0x00.

Primer zapisa zelene temperature v »Nibble HI«: 0x00=17 °C ,

0x10=18 °C ... 0xD0=30 °C.

Zlog 7 predstavlja zapis hitrosti ventilatorja in režim delovanja. Od tega je zapis hitrosti v Nibble HI, režim delovanja pa v Nibble LO.

Primer zapisa hitrosti v »Nibble HI«:

0x00=Avtomatska izbira hitrosti,

0x40=1.hitrost, 0x60=2.hitrost, ...

0xC0=5.hitrost.

Primer zapisa režima v »Nibble LO«:

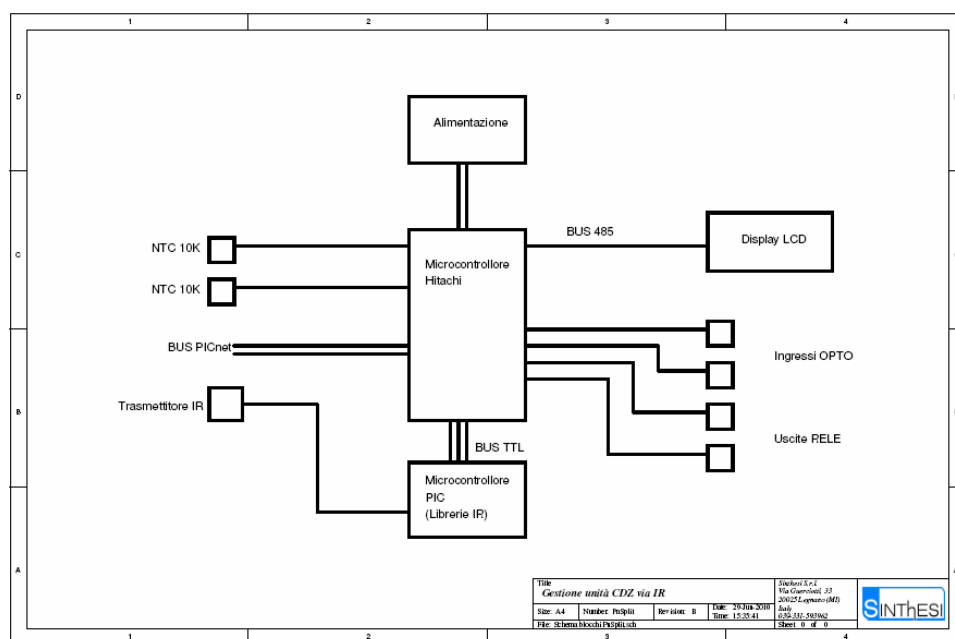
0x00=Avtomatska izbira režima,
0x01=Hlajenje, 0x02=Razvlaževanje,
0x03=Ogrevanje, 0x04=Ventilacija,
0x07=Izklop.

Zlog 8 ne predstavlja nikakršnega zapisa oz. ukaza in je predstavljen z 0x00.

Zlog 9 predstavlja seštevek (ang. checksum) prvih 8 zlogov sporočila in služi sprejemniku za preverjanje prenesenega ukaza.

10.1.2.4 Izdelava IR enkoderja

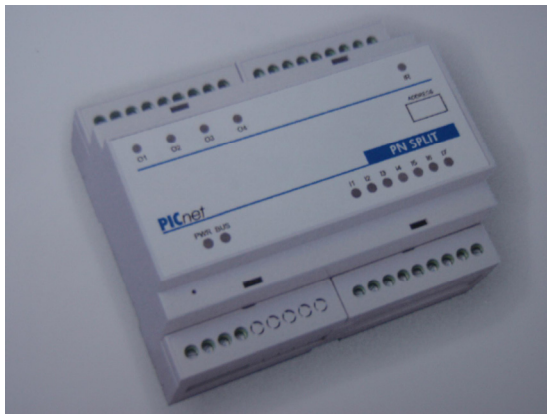
IR enkoder sestavi posamezne zloge IR sporočila v ustrezen paket in ga preko IR oddajnika pošlje SKN. Sama beseda enkoder pomeni napravo, vezje, pretvornik, računalniški program, algoritem ali osebo, ki pretvarja informacijo iz ene oblike ali kode v drugo obliko ali kodo [22]. V našem primeru je to program v mikrokrmilniku PIC, ki ima na svojem izhodu RB3 priključeno oddajno IR LED (Slika 32).



Slika 32: Bločna shema DKM za upravljanje hotelske sobe

Kot mikrokrmilnik za pošiljanje IR sporočil je uporabljen Microchip-ov PIC16F628A. Ta je preko BUS TTL povezan z DKM za upravljanje hotelske sobe, ki je preko RS-485 vmesnika, po protokolu PICnet, povezan na CNS. Mikrokrmilnik za pošiljanje IR sporočil in

mikrokrmilnik za upravljanje DKM hotelske sobe, sta vgrajena v kompaktno ohišje (Slika 33), primerno za vgradnjo na din letev v elektro razdelilni omari.



Slika 33: Fotografija modula PN SPLIT

PIC16F628A (v nadaljevanju samo PIC) je vsestransko uporaben 18 pinski, 8 bitni mikrokrmilnik (Slika 34). Odlikuje ga ugodno razmerje med ceno in možnostmi, ki jih ponuja. Temelji na flash pomnilniku in napredni RISC arhitekturi. Črka F v oznaki označuje, da ima mikrokrmilnik bliskovni (ang. flash) programski pomnilnik. Zahvaljujoč ločenemu podatkovnemu in programskemu pomnilniku harvardske arhitekture, lahko CPE (centralo procesna enota) dostopa do 14 bitnih ukazov in 8 bitnih podatkov v enem ukaznem ciklu. PIC 16F628 pozna 35 zbirniških ukazov [24].

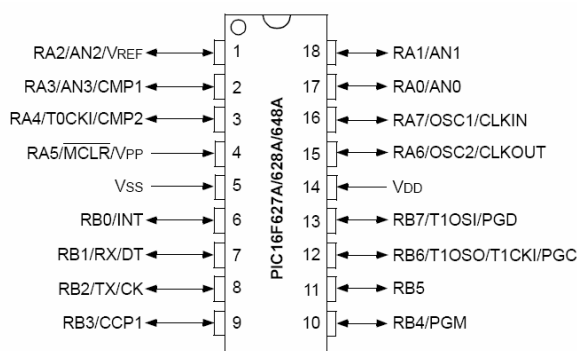


TABLE 1-1: PIC16F627A/628A/648A FAMILY OF DEVICES

		PIC16F627A	PIC16F628A	PIC16F648A
Clock	Maximum Frequency of Operation (MHz)	20	20	20
	Flash Program Memory (words)	1024	2048	4096
Memory	RAM Data Memory (bytes)	224	224	256
	EEPROM Data Memory (bytes)	128	128	256
	Timer module(s)	TMR0, TMR1, TMR2	TMR0, TMR1, TMR2	TMR0, TMR1, TMR2
Peripherals	Comparator(s)	2	2	2
	Capture/Compare/PWM modules	1	1	1
	Serial Communications	USART	USART	USART
	Internal Voltage Reference	Yes	Yes	Yes
Features	Interrupt Sources	10	10	10
	I/O Pins	16	16	16
	Voltage Range (Volts)	3.0-5.5	3.0-5.5	3.0-5.5
	Brown-out Reset	Yes	Yes	Yes
	Packages	18-pin DIP, SOIC, 20-pin SSOP, 28-pin QFN	18-pin DIP, SOIC, 20-pin SSOP, 28-pin QFN	18-pin DIP, SOIC, 20-pin SSOP, 28-pin QFN

Slika 34: Razvrstitev priključnih sponk (levo) in pregled lastnosti (desno) mikrokrmilnika PIC16F628 iz družine Microchip

Izmed številnih prednosti je za nas pomembna funkcija CCP (ang. Capture, Compare, PWM) v povezavi z vhodno/izhodno sponko RB3/CCP1. Ta namreč lahko deluje (odvisno od nastavitve) v treh režimih: vzorčevalni (ang. Capture), primerjalni (ang. Compare) in pulzno

širinsko modulacijski - PWM. Za nas je najpomembnejši PWM režim, kjer s pomočjo internega časovnika TMR2 ustvarimo periodične pulze z do 10 bitno resolucijo. Temu pravimo tudi strojni (ang. hardware) PWM. Tako ustvarjeni pulzi predstavljajo nosilno frekvenco za generiranje IR sporočila.

Program v PIC predstavlja enkoder IR sporočil za upravljanje SKN hotelske sobe. Preko vodila BUS TTL je PIC povezan z mikrokrmilnikom, ki upravlja hotelsko sobo.

10.1.2.4.1 Program IR enkoderja

Program IR enkoderja je razdeljen je na tri dele:

- inicializacija spremenljivk in parametrov,
- sestava posameznih zlogov IR sporočila,
- pošiljanje IR sporočila.

Pri opisovanju posameznih funkcij, bomo predstavili le pomembnejše programske izseke. Sporočilo se na SKN pošlje, ko se spremeni kateri izmed naslednjih parametrov:

- hitrost ventilatorja,
- režim delovanja,
- zelena temperatura.

10.1.2.4.1.1 Inicializacija spremenljivk in parametrov prenosa IR sporočila

```
;--- Parametri prenosa IR sporočila za Toshiba daljinc WH-L04SE ---  
;  
; Nosilna frekvenca: 38 kHz --> perioda 26,3 us  
; 1 perioda = 26,3 us, @ 10 MHz, (MAX --> 26,3 x 255 = 6,710 ms)  
;  
;Start bit: ON=4,40 ms, OFF=4,40 ms  
;Stop bit:  ON=610 us  
;One bit:   ON=610 us,  OFF=1540 us  
;Zero bit:  ON=610 us,  OFF=460 us  
;Pause:     OFF=5,4 ms  
;-----  
#define TIMEBITSTART1_HIT 167 ;cakanje 4,39 us,  namesto 4.40 us  
#define TIMEBITSTART0_HIT 167 ;cakanje 4,39 us,  namesto 4.40 us  
#define TIMEBITSTOP_HIT   23  ;cakanje 604,9 us,  namesto 610 us  
#define TIMEBITONE1_HIT   23  ;cakanje 604,9 us,  namesto 610 us  
#define TIMEBITONE0_HIT   59  ;cakanje 1552,6 us, namesto 1540 us  
#define TIMEBITZERO1_HIT  23  ;cakanje 604,9 us,  namesto 610 us  
#define TIMEBITZERO0_HIT  17  ;cakanje 447,3 us,  namesto 460 us
```

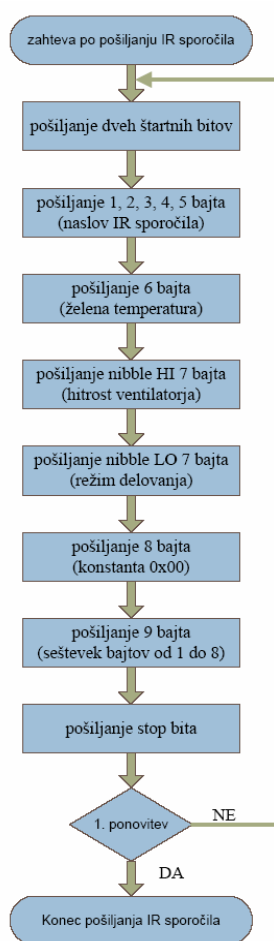
Izsek 1: Definicija parametrov komunikacije

Kot smo omenili v poglavju 4, sta logična 1 in logična 0 pri IR komunikaciji predstavljeni s predpisanim razmerjem trajanja pulza in pavze. Posamezen pulz je sestavljen iz niza

pravokotnih signalov, moduliranih na nosilni frekvenci. Ker ima izbran PIC HW PWM, smo posamezen zapis bitov pretvorili v število period na nosilni frekvenci. Ker je v našem primeru nosilna frekvenca IR sporočila 38 kHz, lahko z enačbo 1 izračunamo trajanje posamezne periode, ki je približno 26,3 μ s. To hkrati predstavlja najmanjši zapis PWM oz. eno periodo pravokotnega signala. Najdaljši niz pravokotnih signalov je pri 8 bitnem podatku predstavljen z 255 periodami oz. v skupnem trajanju period v dolžini 6,70 ms.

10.1.2.4.1.2 Sestava posameznih zlogov sporočila

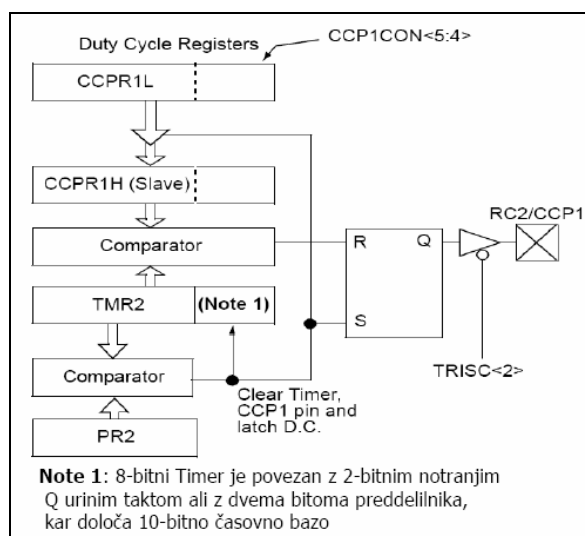
Ob spremembi hitrosti ventilatorja, režima delovanja ali želene temperature se izvede zahteva za pošiljanje IR sporočila. Pri tem se glede na trenutne želene nastavitve sestavi IR sporočilo (glej poglavje 10.1.2.3). To je sestavljeno iz štartnega bita, 9 zlogov za naslov in ukaz, stop bita, pavzo in ponovno štartnega bita, 9 zlogov za naslov in ukaz in stop bita (Slika 31). Posamezni biti: bodisi štartni bodisi stop bit, kakor tudi biti zlogov so predstavljeni z določenim številom period pravokotnega signala nosilne frekvence.



Slika 35: Diagram poteka sestavljanja IR sporočila

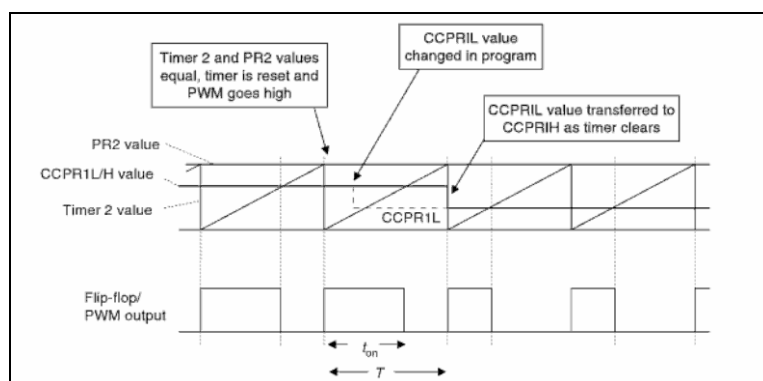
10.1.2.4.1.3 Pošiljanje IR sporočila

PWM modul PIC-a je ključen pri pošiljanju sporočila, zato ga podrobneje opišimo.

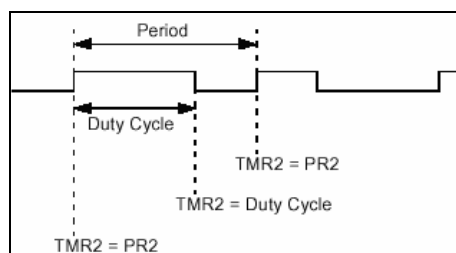


Slika 36: Enostaven PWM blokovni diagram

PWM režim delovanja omogoča, da na izhodu strojno generiramo pulzno širinske signale z nastavljenno širino pulzov (ang.: Duty Cycle) z največ 10 bitno resolucijo in izbrano dolžine periode oz. frekvence.



Slika 37: Primer časovnega poteka PWM-ja



Slika 38: PWM izhodni signal

Z vpisom v PR2 register določamo časovno bazo TMR2 (Timer 2). TMR2 je prosto tekoči časovnik, ki ga poganja oscilator. V našem primeru gre za 10 MHz oscilator. Primerjalnik (ang.: comparator) primerja vrednost TMR2 z vrednostjo v registru PR2. Kot sta vrednost v TMR2 in PR2 enaki, primerjalnik resetira časovnik TMR2 in postavi SET na Flip-Flop-u, čigar izhod gre v visoko stanje (Slika 36, Slika 37). S spodnjo formulo se določi PWM perioda.

$$T_{\text{PWM}} = (\text{PR2} + 1) \cdot \text{Timer2_input_clock_period}$$

$$T_{\text{PWM}} = (\text{PR2} + 1) \cdot T_{\text{OSC}} \cdot 4 \cdot \text{TMR2_prescale}$$

$$\text{PR2} = \left(\frac{F_{\text{OSC}}}{4 \cdot F_{\text{PWM}} \cdot \text{TMR2_prescale}} \right) - 1$$

Enačba 2: Enačba za izračun vrednosti za PR2 register oz. periode PWM-ja

Frekvenco PWM (ki je obratna vrednost od PWM periode) lahko izbiramo od 1,22 kHz do nekaj 100 kHz, pri čemer se zmanjša ločljivost nastavitve širine pulza pod 10 bitov, če je frekvenca večja od 20 kHz (Tabela 4).

PWM frekvenca	1.22 kHz	4.88 kHz	19.53 kHz	78.12kHz	156.3 kHz	208.3 kHz
Vrednost preddelilnika (1, 4, 16)	16	4	1	1	1	1
PR2 vrednost	0xFFh	0xFFh	0xFFh	0x3Fh	0x1Fh	0x17h
Največja ločljivost (biti)	10	10	10	8	7	5.5

Tabela 4: Vrednost ločljivosti pri različnih frekvencah PWM-ja

Ko imamo tako določeno periodo PWM-ja, moramo določiti še čas trajanje pulza oz. širino pulza. Pri tem igra pomembno vlogo drugi primerjalnik, ki primerja vrednost časovnika TMR2 z registrom CCPR1H. Ko vrednost TMR2 preseže vrednost v registru CCPR1H, postavi RESET na Flip-Flop-u, čigar izhod gre v nizko stanje (Slika 37). Na opisani način določimo čas trajanja pulza. Če želimo spreminjati čas trajanja pulza, to storimo tako, da vpišemo vrednost v register CCPR1L (Slika 36, Slika 37). Nova vrednost se prenese v register CCPR1H šele ob koncu cikla PWM.

Blokovni diagram (Slika 36) je dejansko bolj kompleksen, kot smo opisali. Ta predvideva namreč 10 bitno resolucijo za Duty Cycle, 8 bitna resolucija je dosežena samo ob uporabi CCPR1L registra. V ta namen se poleg registra CCPR1L, uporabljata še 2 bita iz registra CCP1CON (CCP1CON <5:4>). Od tega je zgornjih osem bitov (DC1B9:DC1B2) zapisanih v CCPR1L registru, spodnja dva bita (DC1B1:DC1B0) pa v 5 in 4 bitu registra CCP1CON.

$$\text{PWM_DutyCycle} = (\text{CCPR1L} : \text{CCP1CON} \langle 5:4 \rangle) \cdot T_{\text{OSC}} \cdot \text{TMR2_prescale}$$

$$\text{CCPR1L} : \text{CCP1CON} \langle 5:4 \rangle = \frac{\text{PWM_DutyCycle}}{T_{\text{OSC}} \cdot \text{TMR2_prescale}}$$

Enačba 3: Enačba za izračun Duty Cycle

```

;--- Nastavitev PWM registrov -----
;
; Fosc = 10 MHz
; Fpwm = 37878,79 Hz (Zelena : 38000 Hz)
; Duty Cycle = 50%
; Resolucija = 8 bitna
; T Prescaler= 1
;
;
; PR2 = b(01000001), d(65)
; T2CON = b(00000100), d(4)
; CCPR1L = b(00100000), d(32)
; CCP1CON = b(00111100), d(60)

```

Izsek 2: *Nastavitev PWM registrov*

Kljub temu da uporabljamo HW PWM, moramo v za-to prirejene registre vpisati vrednosti, ki bodo določili pravokotno obliko želenega PWM signala.

Za določitev periode PWM-ja moramo v register PR2 vpisati ustrezno vrednost, ki jo dobimo z enačbo Enačba 2:

$$T_{\text{osc}} = 10 \text{ MHz}$$

$$\text{TMR2 Prescale} = 1$$

$$F_{\text{pwm}} = 38 \text{ kHz}$$

$$PR2 = \left(\frac{F_{\text{osc}}}{4 \cdot F_{\text{PWM}} \cdot \text{TMR2_prescale}} \right) - 1 = \left(\frac{10 \text{ Mhz}}{4 \cdot 38 \text{ kHz} \cdot 1} \right) - 1 = 65$$

Za določitev trajanja pulza (ang. Duty Cycle) moramo vpisati vrednost v register CCPR1L in v bita 5:4 v registru CCP1CON. Pomagamo si z enačbo 3.

$$\text{PWM Duty Cycle} = 50 \cdot 26,31 \mu\text{s} = 13,16 \mu\text{s}$$

$$\text{CCPR1L} : \text{CCP1CON} \langle 5:4 \rangle = \frac{\text{PWM_DutyCycle}}{T_{\text{OSC}} \cdot \text{TMR2_prescale}} = \frac{13,16 \mu\text{s}}{0,1 \mu\text{s} \cdot 1} = 131$$

Desetiško 131_{10} pretvorimo v 10 bitno binarno obliko in dobimo 0010000011_2 , od katerih je zgornjih 8 bitov naloženih v register CCPR1L (0010000_2), spodnja 2 bita pa sta naložena v register CCP1CON v bita 5 in 4 ($xxx11xxx_2$).

10.1.3 Testiranje pošiljanja sporočil

S testiranjem smo skušali ugotoviti, ali je generiramo IR sporočilo enako, kot ga generira pripadajoči daljinec SKN. To smo najprej ugotavljali s pomočjo osciloskopa in računalnika. Postopek je enak postopku vizualizacije vlakov pulzov IR sporočila, opisanem v poglavju 10.1.2.1. Ugotavljali smo, ali je nosilna frekvenca ustrezna, ali sta ustrezno predstavljena štartni in stop bit, ali se prenesejo vsi zlogi, ali se sporočilo ustrezno ponovi ...

Ko smo se prepričali, da naše vezje generira enaka sporočila kot daljinec, smo napravo preizkusili tudi s SKN. Prvi test je pokazal, da se ob prenizki nastavi nastavitvi trajanja pulza (Duty Cycle manj kot 25 %), sporočilo nezanesljivo prenese, kar pomeni, da SKN sporočila ne prepozna. Ob tej ugotovitvi smo Duty Cycle poviševali na 50%, kjer smo ugotovili, da se IR sporočila zanesljivo prenašajo. Da SKN IR sporočila pravilno razume, je bilo potrebno testirati vse možne kombinacije, od različnih režimov delovanja, temperature in hitrosti ventilatorja.

10.1.4 Izdelava programa za PLK

Kljub temu, da večino funkcij hotelske sobe izvršuje in opravlja DKM hotelske sobe, je le-ta podrejen PLK oz. krmilniku. Naloga slednjega je povezovati posamezne DKM-je iz procesnega nivoja z nadzornim računalnikom v upravljalnem nivoju. Sam PLK spada v avtomatizacijski nivo, kjer izvršuje funkcije, ki mu jih narekuje nadzorni računalnik in jih po BUS pošilja na DKM. Tako PLK predstavlja ključni element pri integraciji CNS. V našem primeru je za PLK izbran Sinthesi-jev krmilniški modul z oznako PN MASTER (v nadaljevanju PLK). Program zanj je pisan v strukturnem tekstu (ang. Structured Text, kratica ST) in zajema funkcijo preklopa gretja-hlajenja, funkcijo prioritete vklopa radiatorja ali SKN, prenos spremenljivk iz PLK na PC in obratno, nastavitve parametrov za DKM hotelskih sob. Več o posameznih funkcijah in programu za PLK je opisano v poglavju 10.3.2.

10.1.5 Izdelava programa za SCADO

Najvišji nivo upravljanja HS predstavlja računalniška aplikacija, ki jo imenujemo SCADA. Ta je naložena na tako imenovanem nadzornem računalniku in predstavlja vmesnik med uporabnikom in avtomatiko. V našem primeru smo izbrali programsko orodje XVision podjetja Crickets Automation. Sama aplikacija omogoča razvijanje poljubnih SCADA aplikacij preko grafičnih orodij ali skript, pisanih v Visual Basic-u. S tem orodjem je bila razvita namenska aplikacija za upravljanje HS. Preko nje lahko tako uporabnik (receptor, skrbnik hotela, ...) pregleduje stanja in spreminja nastavitve posamezne hotelske sobe, sobo označi kot rezervirano, gostu izda inteligentno hotelsko kartico za odpiranje raznih prehodov, izvede preklon režima gretja-hlajenja ... Več o posameznih funkcijah in poteku izdelave SCADA aplikacije je opisano v poglavju 10.3.

10.1.6 Testiranje celotnega HS

Testiranje celotnega HS je mogoče le ob dokončani vgradnji vseh elementov in podsistemov. Kljub temu da so funkcije hotelskih sob enake, je bilo potrebno testirati vsako sobo ločeno. Pri tem smo ugotavljali pravilnost izvedene elektro-inštalacije. Povedano drugače, preverjali smo, ali so bili na posamezen DKM hotelske sobe ustrezno priključeni vhodi in izhodi. Nadalje smo preverjali, če se na SCADO iz hotelske sobe prenašajo ustrezna stanja (okno odprto, gost v sobi, SOS tipka potegnjena ...), če sistem kontrole dostopa v povezavi s hotelsko sobo pravilno deluje. Prav tako smo preverjali obremenitve napajalnikov (24 V DC), ki napajajo DKM-je in ugotavljali, ali so padci na posameznih linijah v skladu z minimalnimi zahtevami, ki jih še dopušča proizvajalec (spodnja meja za delovanje je 18 V DC). Ker se preko napajalnega dela DKM napajajo tudi električne ključavnice hotelskih sob, je bilo potrebno zagotoviti delovanje teh tudi ob morebitnem izpadu mrežne napetosti. V ta namen napajalnike vzporedno napajamo preko UPS baterij, ki morajo zagotoviti nemoteno delovanje HS za čas najmanj ene ure od izpada mrežne napetosti.

Navsezadnje je bilo potrebno testirati delovanje SKN preko HS. To je bil prvi pravi test, kjer smo laboratorijsko znanje preverili v praksi. Ker SKN ob prejemu IR sporočila zapiska, je relativno enostavno ugotoviti, ali je prišlo do IR prenosa. Težje je bilo ugotavljati, ali je poslano IR sporočilo bilo ustrezno sestavljeno in imelo pravi pomen. Test je pokazal, da so bila laboratorijska dela uspešna.

Naslednji korak je bil, da smo uskladili preklap režima ogrevanje-hlajenje, saj za MSKN namreč veljajo posebni postopki, če želimo, da je preklap uspešno izveden (poglavje 2.1). Uskladiti pa smo morali tudi delovanje v režimu gretja med radiatorjem in SKN. Glede na to, da smo prvi test HS izvajali v poletni sezoni, smo test usklajenega delovanja med radiatorjem in SKM izvedli nekaj mesecev kasneje. Pri tem smo ugotovili, da je razlika v ogrevanju, glede na vir samega ogrevanja, velika.

Če prostor ogrevamo s SKN se ta hitro segreje, se pa žal ob prenehanju vrtenja ventilatorja tudi hitro ohladi. Ko prostor segrevamo z radiatorjem, je pa ravno obratno. Na vse skupaj vpliva tudi zunanja temperatura, saj MSKN z nižanjem zunanje temperature učinkovitost pada. Tako smo ob posvetu strojnih strokovnjakov izdelali logiko usklajenega delovanja, kjer prostor primarno ogrevamo z radiatorjem, kateremu čez določen čas kot pomoč dodamo še SKN. Sama logika bi lahko bila še boljša, če bi v HS imeli vključeno tudi zunanje temperaturno tipalo ...

10.1.7 Šolanje in predaja naročniku

Pri šolanju smo uporabnika poučili o načinu uporabe HS. Pri tem ni bilo pomembno le, da smo uporabnika spoznali s sistemom. Naša želja je bila, da spozna HS dovolj dobro, da lahko izkoristi vse njegove prednosti in tako skrbno upravlja s stroški poslovanja, kar je eden izmed namenov investiranja v tak sistem. Ko je bilo ustno podajanje znanja končano, smo uporabniku v pisni obliki predali navodila za uporabo in vzdrževanje sistema in vso potrebno tehnično dokumentacijo.

10.2 Uporabljena strojna oprema

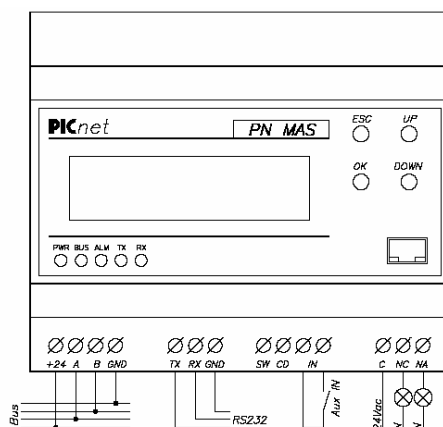
V nadaljevanju je predstavljena uporabljena strojna oprema. Čeprav izraz strojna oprema izhaja iz računalniškega žargona, kjer ta opisuje le materialne dele računalnika, jo bomo mi predstavili širše. Predstavili jo bomo, kot strojno opremo, vključno z računalnikom in vso krmilniško opremo, ki je potrebna za vzpostavitev sodobnega HS. Naj spomnimo, da je bila ena izmed zahtev investitorja, da se izbere takšna oprema, ki omogoča vzpostavitev HS z možnostjo upravljanja MSKN na že položeno inštalacijo (poglavje 2.1). Zahvaljujoč rešitvi, da se v DKM hotelske sobe vgradi še mikrokrmilnik z IR oddajnikom za upravljanje SKN, je ostala osnovna struktura HS nespremenjena, torej takšna, kot če bi upravljali konvektorje.

10.2.1 Vmesnik med PLK in človekom

Osebni računalnik predstavlja vmesnik med predstavljenim sistemom in njegovim uporabnikom. V našem primeru teče na njem operacijski sistem Microsoft Windows XP. Računalnik ima dvoje vrat RS-232, ena za komunikacijo s PLK-jem, druga za komunikacijo s programatorjem kartic. Računalnik je preko RJ-45 priključka povezan na internetno omrežje, ki se uporablja izključno za daljinski dostop ter s tem lažjo in prijaznejšo pomoč uporabniku. SCADA aplikacija je sicer prilagojena za delo preko zaslona občutljivega na dotik (ang.: Touch screen), vendar se je v našem primeru je investitor kljub temu odločil za klasičen LCD monitor velikosti 19 palcev. Tako uporabnik upravlja SCADO z miško in tipkovnico. Da je zagotovljeno nemoteno delo v recepciji, tudi ko zmanjka električne energije, je računalnik priključen na sistem brezprekinitvenega napajanja UPS (ang.: Unlimited Power Supply).

10.2.2 Programabilni logični krmilnik – PLK

PLK je ključni element pri HS, saj povezuje DKM-je iz procesnega nivoja z računalnikom na upravljalnem nivoju. Uporaba PLK sicer izhaja iz industrijskih okolij, jih pa zaradi zanesljivosti in univerzalnosti čedalje več srečujemo tudi v bivalnih objektih. Omogočajo programirano delovanje, kar pomeni, da je delovanje PLK določeno s programom, ki ga lahko kadarkoli poljubno spremenimo. V osnovi je PLK mikrokrmilnik, ki preko vhodov sprejema stanja iz okolice, preko izhodov pa nanjo vpliva. Preko komunikacijskih protokolov lahko sočasno komunicira z različnimi napravami. V našem primeru je bil izbran PLK iz družine PICnet PN MASTER 1RD (v nadaljevanju PLK-PN), ki lahko upravlja do 32 DKM. Ta je po velikosti najmanjši PLK v družini PICnet. Največji PLK iz te družine je PN MASTER 3RD, ki omogoča upravljanje do 250 DKM. To je hkrati tudi edina razlika med PLK iz PICnet družine. Modul PLK-PN je namenjen vgradnji na DIN letev direktno v elektro omari, kjer zavzame 6 DIN modulov (širina 6 inštalacijskih odklopnikov oz. avtomatskih varovalk).



Slika 39: Shema krmilnega modula PN MASTER 1RD (kratica PLK-PN)

Modul PLK-PN ima en digitalen vhod, dva digitalna izhoda, dvojce komunikacijskih vrat (RS-232, RS-485) ter uporabniški panel s tipkami za upravljanje le-tega. Vrata RS-232 služijo za povezavo z računalnikom. Preko njega je možno iz računalnika na PLK-PN naložiti program. Medtem ko se program na PLK-PN izvaja, služijo ta vrata za komunikacijo s SCADO. Ob uporabi klasičnega telefonskega kabla dovoljuje standard RS-232 dolžino 15 m med PLK in računalnikom. V našem primeru je PLK-PN vgrajen v neposredno bližino računalnika, tako da dolžina kabla ne presega 2 m. Hitrost prenosa je nastavljena na 38 400 bps, sicer pa jo lahko nastavimo v območju od 1200 do 57 600 bps.

Vrata RS-485 služijo za povezavo z DKM-ji s hitrostjo od 5000 bps do 62 500 bps. V našem primeru je ta nastavljena na 57 600 bps. Največja dovoljena razdalja med PLK-PN in DKM ne sme presegati 1200 metrov. Dolžina najdaljšega kraka v HS ne presega 200 metrov. V primeru večjih razdalj si lahko pomagamo z repetitorji ali s komunikacijskimi pretvorniki. Poleg PLK-PN ima DKM tudi vrata RS-485, preko katerih so povezani v mrežo, ki ji pravimo BUS PICnet ali krajše BUS. BUS PICnet označuje protokol komunikacije med moduli iz družine PICnet. Ta za komunikacijo potrebuje 2 žili, ki sta medsebojno opleteni, sam protokol pa je izpeljanka iz zelo znanega industrijskega protokola Modbus.

Topologija mreže BUS PICnet omogoča poljubno povezovanje med DKM. Lahko izberemo od linijske, drevesne, zvezdne, krožne vezave do poljubne kombinacije vezav (Slika 22). Povezovalni kabel, torej kabel za BUS PICnet, ki je določen s strani proizvajalca, ima 2 para žil in sicer 2 x 1,0 mm² za napajanje (24 V DC) in 2 x 0,5 mm² za komunikacijo. Pri izbiri ustreznega kabla je pomembna kapacitivnost kabla, ki na kilometer ne sme presegati 50 nF.

PLK-PN deluje na enosmerni napetosti 24 V. V HS so za zagotavljanje ustreznih napetostnih nivojev vgrajeni trije vzporedno vezani napajalniki. Posamezen napajalnik zagotavlja 5 A električnega toka pri enosmerni napetosti 24 V, trije napajalniki skupaj torej zmorejo 15 A. Napajalniki so distribuirano vgrajeni po objektu, s čimer se zagotovi stabilnejši napetostni nivo in posledično manjše padce krmilne napetosti na BUS liniji.

Tabela 5 prikazuje seštevek porabe enosmernega toka na 24 V enosmerni napetosti, ki je potreben za napajanje krmilniškega dela HS. Največja teoretična skupna poraba je 10,25 A, kar predstavlja primer, ko so obremenjeni vsi DKM (aktivirani vsi izhodi, operatorski panel je osvetljen, ...) in hkrati aktivirane še vse električne ključavnice.

	oznaka elementa	opis elementa	min. poraba toka [v mA pri 24 V DC]	max. poraba toka [v mA pri 24 V DC]	število elementov	najmanjša skupna poraba [v mA pri 24 V DC]	največja skupna poraba [v mA pri 24 V DC]
1.	PN Master 1RD	PLK-PN	55	80	1	55	80
2.	PN Badge +	Programator kartic	25	70	1	25	70
3.	PN DIM	DKM - regulacija luči	15	125	4	60	500
4.	PN SPLIT	DKM - hotelske sobe	120	220	20	2400	4400
5.	PN Badge D	Čitalec kartic	25	70	20	500	1400
6.	PN EK	Električna ključavnica	0	190	20	0	3800
	SKUPAJ					3040	10250

Tabela 5: Poraba električnega toka pri 24 V enosmerni napetosti,
za potrebe napajanja krmilnega dela HS

Najmanjša poraba električnega toka za HS je 3 A, ki hkrati predstavlja porabo sistema v mirovanju, to je v stanju, v katerem je sistem največ časa. Kljub vsemu bi lahko nekdo rekel, da so trije napajalniki nepotrebni, a meritve so pokazale, da je distribuirano napajanje boljše, saj pripomore k stabilnejšemu napetostnemu nivoju po celotni napajalni liniji. Hkrati pa večje število napajalnikov zagotavlja neko rezervo, redundanco napajanja, saj bi v sili sistem deloval tudi že samo z enim napajalnikom, če bi dva napajalnika odpovedala. Ob splošno znani predpostavki, da je najšibkejši člen v smislu okvar v svetu avtomatizacije prav napajalnik, predstavlja redundanca napajanja še dodatno mero zanesljivosti delovanja. Dodaten razlog za uporabo distribuiranega napajanja je tudi, da si napajalniki razdelijo obremenitev, tako da so obremenjeni manj, kot če bi imeli samo enega oz. dva. Manjša obremenitev posledično doprinese daljšo življenjsko dobo.

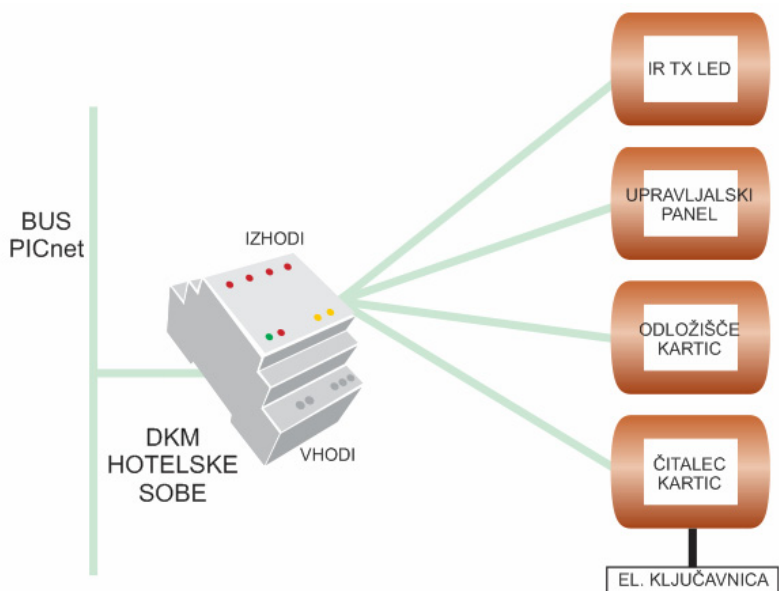
Ker napajalni sistem napaja še električne ključavnice, ki so vgrajene v vrata hotelskih sob, je potrebno zagotoviti nemoteno delovanje le-teh tudi v primeru izpada mrežne napetosti. V ta namen so napajalniki napajani preko UPS mreže. Tako ima gost zagotovljen nemoten vstop v sobo tudi ob krajšem izpadu električne energije. Test izpada električne energije je pokazal, da je s pomočjo UPS bilo zagotovljeno napajanje krmilniškega sistema še več kot dve uri po izpadu le-te.

10.2.3 DKM za upravljanje hotelske sobe

DKM je kratica za distribuiran krmilni modul. To predstavlja modul, ki je fizično oddaljen od PLK, z njim pa komunicira po BUS. Vsak DKM ima bodisi vhode bodisi izhode ali kar oboje. Poleg vhodno-izhodnih sponk ima modul tudi sponke za komunikacijo in napajanje. Modul se napaja direktno preko BUS kabla, torej deluje na enosmerni napetosti 24 V. Dodelitev prostega naslova od 1 do 250 izvedemo preko ustrezne programske opreme na računalniku, ali preko panela na PLK-PN. V ta namen ima vsak DKM iz družine PICnet mikro tipko, ki jo

na kratko pritisnemo, kadar dodeljujemo modulu ustrezen naslov, ali ko želimo prebrati že dodeljen trenutni naslov modula.

Za krmiljenje hotelske sobe ima vsak proizvajalec strojne opreme, ki se ukvarja z avtomatizacijo objektov, razvit namenski modul za potrebe krmiljenja hotelske sobe. V našem primeru gre prav tako za modul hotelske sobe, s to bistveno razliko, da lahko preko IR oddajnika upravlja SKN. V nadaljevanju bomo predstavili DKM, ki predstavlja bistvo našega diplomskega dela. Gre za modul, ki je del družine PICnet s komercialno oznako PN SPLIT (Slika 33). V vsaki hotelski sobi je vgrajen po eden, vsi skupaj pa so preko BUS povezani s PLK-PN. Vseh skupaj je v sistemu dvajset, poenostavljeno shemo DKM za upravljanje hotelske sobe prikazuje spodnja slika (Slika 40).



Slika 40: Poenostavljena shema DKM za upravljanje hotelske sobe

Podrobnejša shema povezav modula PN SPLIT je predstavljena v prilogi A. Modul PN SPLIT je namenjen vgradnji na DIN letev direktno v elektro omaro, kjer zavzame 6 DIN modulov (širina 6 inštalacijskih odklopnikov oz. avtomatskih varovalk). Ostale periferne naprave (operatorski panel, odložišče in čitalec kartic, temperaturno tipalo in IR oddajnik) se vgrajujejo v tri-modulne pravokotne podometne doze, ki postajajo standardne in uspešen nadomestek okroglim nemškim dozam. To je tudi ena izmed prednosti produktov družine PICnet, saj je oprema kompatibilna z različnimi proizvajalci stikalne opreme, kot so Vimar, BTicino, Gewiss, Ave in drugi. S tem poenotimo videz vgrajenih perifernih naprav s klasično nadometno opremo (stikala, tipke, vtičnice ...).

PN SPLIT je kombiniran vhodno-izhodni modul, ki na BUS zaseda en naslov (od 1 do 250) in se tako nedvoumno loči od ostalih modulov, priklopljenih na BUS. Modul ima poleg vhodov in izhodov priklopljene še periferne enote kot so: IR oddajnik, operatorski panel, odložišče in čitalec kartic (Slika 40).

Modul omogoča priklop največ sedmih digitalnih in največ dveh analognih vhodov. Slednja sta namenjena priklopu dveh NTC temperaturnih tipal.

vhodi	opis vhoda	funkcija vhoda
1	potezna SOS tipka v kopalnici	prenos alarma na recepcijo
2	mikrostikalo na oknih	detekcija odprtega okna
3	odložišče kartic	detekcija gosta v sobi
4	mikrostikalo na vratih	detekcija odprtih vrat
5	tipka za vkljudnostno luč	vklop/Izklop luči v predprostoru
6	rezerva	prosto programabilen
7	rezerva	prosto programabilen

Tabela 6: Opis funkcij posameznih digitalnih vhodov

Poleg vhodov modul PN SPLIT omogoča priklop do 4 digitalnih izhodov in poseben izhod za IR oddajnik. Digitalni oz. močnostni izhodi omogočajo priklop naprav, katerih priključna moč ne sme presegati 920 W po posameznem izhodu (4 A, 230 V AC). Izhodi so v mirovnem stanju razklenjeni, kar pomeni, da je izhod v aktivnem stanju, ko je rele na posameznem izhodu sklenjen.

izhodi	opis izhoda	funkcija izhoda
1	vljudnostna luč na hodniku	vklop/Izklop luči v predprostoru
2	kontaktor za sekundarno napajanje	izklop porabnikov ob izhodu gosta iz sobe
3	ventil za radiator v sobi	regulacija radiatorja v sobi
4	ventil za radiator v kopalnici	regulacija radiatorja v kopalnici

Tabela 7: Opis funkcij posameznih izhodov

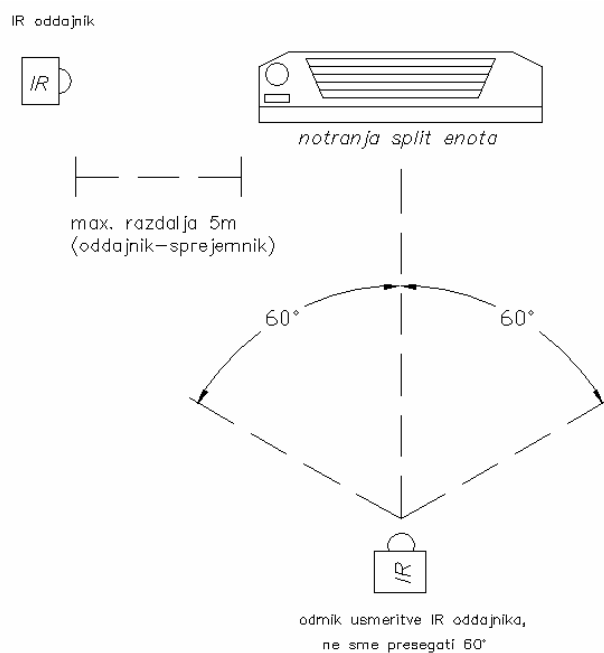
Kot večina DKM iz družine PICnet tudi modul PN SPLIT omogoča dva načina delovanja. Lahko deluje kot samostojni modul, neodvisen od PLK-PN, ali kot klasični vhodno-izhodni modul, ki je v celoti upravljan iz PLK-PN. V primeru, da deluje kot samostojni modul, ni odvisen od PLK-PN in za delovanje potrebuje le ustrezno napajanje. V primeru, da deluje kot vhodno-izhodni modul, se njegovi izhodi, tudi tisti na perifernih napravah, upravljajo na zahtevo iz PLK-PN. Več o nastavitvi delovanja in možnostih programiranja podaja poglavje 10.3.2.

10.2.3.1 IR oddajnik za upravljanje SKN



Slika 41: IR oddajnik

Posebnost modula PN SPLIT je sponka za priklop IR LED oddajnika, preko katerega upravljamo SKN. Ta mora biti postavljen največ 5 metrov od SKN, odmik usmeritve IR LED napram notranji split enoti pa ne sme presegati več kot 60° (Slika 42). Vgrajen je v pravokotno podometno dozo, kjer zaseda en modul (Slika 41).



Slika 42: Omejitev pri postavitvi IR oddajnika

10.2.3.2 Čitalec kartic



Slika 43: Čitalec kartic

Čitalec kartic z oznako PN BADGE D je periferna naprava, priklopljena direktno na DKM za upravljanje hotelske sobe. Vgrajen je v pravokotno dozo pred vrati hotelske sobe in preko UTP kabla povezan z DKM sobe. Njegova naloga je, da prebere kartico gosta in aktivira rele za električno ključavnico. Rele električno ključavnico aktivira le tistemu gostu, kateremu je dovoljen vstop v sobo. Poleg gostov lahko v sobo vstopi tudi vzdrževalno osebje, kot sta čistilka in hišnik. Vsak prehod v sobo je zabeležen na računalniku v recepciji. Čitalec kartice ima še 4 signalne LED, ki sporočajo stanja hotelske sobe, kot so: gost v sobi, ne moti, alarm v sobi, okno odprto.

10.2.3.3 Odložišče kartic



Slika 44: Odložišče kartic

Odložišče kartic z oznako PN BIN je periferna naprava, ki je prav tako priklopljena na DKM za upravljanje hotelske sobe. Vgrajeno je v pravokotno dozo takoj ob vstopu v hotelsko sobo. Naloga slednjega je, da ob vstavitvi veljavne kartice sporoči DKM za upravljanje hotelske sobe, da je gost ali vzdrževalno osebje v sobi. DKM posledično aktivira sekundarno napajanje sobe, vklopi vljudnostno razsvetljavo in preklopi iz reducirane temperature na želeno gostovo temperaturo. Pomembna lastnost modula PN BIN oz. odložišča kartic je prepoznavanje veljavnosti kartice, tako da gost takšnega odložišča ne more prelisičiti, kar je problem pri mnogih podobnih modulih ostalih proizvajalcev.

10.2.4.3 Upravljavski panel

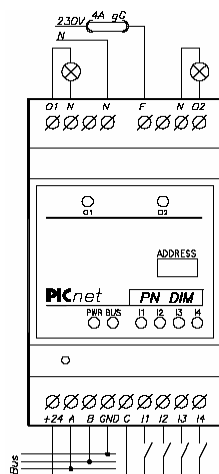


Slika 45: Upravljavski panel

Upravljavski panel z oznako PN PANEL D je periferna naprava, ki je prav tako kot ostale, priklopljena direktno na DKM za upravljanje hotelske sobe. Vgrajen je v pravokotno dozo v osrednjem delu hotelske sobe in z UTP kablom povezan z DKM sobe. Njegova osnovna naloga je, da gostu omogoči upravljanje SKN. Preko tipk si lahko gost nastavi želeno temperaturo, izbere hitrost ventilacije ali SKN izklopi. Dodatna tipka »ne moti«, gostu omogoča, da sporoči svojo zasebnost, ki je vidna kot eno izmed stanj na čitalcu kartic pred vrati hotelske sobe, kakor tudi na nadzornem računalniku na recepciji. Predstavlja sodoben nadomestek za kartice »ne moti«, ki jo gost tradicionalno obesiti na zunanjo kljuko hotelsko sobe.

10.2.4 DKM za regulacijo svetlobnega toka

Prav tako kot DKM za upravljanje hotelske sobe, je tudi DKM za regulacijo svetlobnega toka distribuiran krmilni modul, ki je fizično oddaljen od PLK-PN. Penzion Boka ima 20 sob os tega 16 sodobno opremljenih sob in 4 suite. Beseda suit označuje večje hotelske sobe, namenjene najzahtevnejšim gostom. Kot del dodatnega razkošja, ki ga suita gostu ponuja, je tudi ta, da lahko gost sam ustvari želeni ambient s pomočjo regulacije svetlobnega toka, pogovorno bi temu rekli z dimanjem luči. V ta namen je izbran modul iz družine PICnet z oznako PN DIM, ki je vgrajen v vsako suite sobo. Gre za kombiniran vhodno-izhodni modul, ki na BUS zaseda en naslov (od 1 do 250) in ga tako nedvoumno loči od ostalih modulov, priklopljenih na BUS. Modul PN DIM (Slika 46) je namenjen vgradnji na DIN letev direktno v elektro omaro, kjer zasede 3 DIN module (širina 3 inštalacijskih odklopnikov oz. avtomatskih varovalk).



Slika 46: Shema povezav modula PN DIM

Modul PN DIM na dveh izhodih regulira bremena s funkcijo regulacije svetlobnega toka. Z dvema izhodoma, ki vključujeta filtre proti motnjam, krmilimo dve svetlobni telesi oz. luči. Izhodi imajo skupno referenčno napetost, ki je lahko različna in neodvisna od napetosti sistema. Modul ima štiri vhode, ki so v osnovi namenjeni tipkam za regulacijo svetlobnega toka, lahko pa jih uporabimo kot navadne vhode krmilniškega sistema. Za DKM regulacijo svetlobnega toka veljajo enake zahteve po napajanju kot za DKM za upravljanje hotelske sobe. Tudi način dodeljevanja naslova je enak.

vhodi	opis vhoda	funkcija vhoda
1	tipka 1 - Izhod 1, gor	regulacija izhoda 1, poljubno
2	tipka 2 - Izhod 1, dol	regulacija izhoda 1, poljubno
3	tipka 3 - Izhod 2, gor	regulacija izhoda 2, poljubno
4	tipka 4 - Izhod 2, dol	regulacija izhoda 2, poljubno

Tabela 8: Funkcije posameznih digitalnih vhodov

izhodi	opis izhoda	funkcija izhoda
1	izhod 1	regulacija luči oz. uporovnega bremena
2	izhod 2	regulacija luči oz. uporovnega bremena

Tabela 9: Funkcije posameznih analognih izhodov

Prav tako kot modul za upravljanje hotelske sobe ima tudi modul PN DIM dva načina delovanja. Lahko deluje kot samostojni modul, neodvisen od PLK-PN, ali pa deluje kot vhodno-izhodni modul, ki ga upravlja PLK-PN. V načinu delovanja kot samostojni modul se obnaša kot navaden regulator za luči. Preko prvega in drugega vhoda (tipk) upravlja s prvim izhodom, preko tretjega in četrtega vhoda (tipk), pa upravlja z drugim izhodom.

10.2.5 Programator kartic



Slika 47: Programator kartic

Kot programator kartic je izbran modul iz družine PICnet in sicer modul z oznako PN BADGE +. Ta za delovanje prav tako potrebuje napajanje (24 V DC). Preko vrat RS-232 je povezan z računalnikom na recepciji. Fizično je modul vgrajen v pravokotno dozo v receptorskem pultu, od koder receptor gostu ob prihodu izda kartico.

10.3 Uporabljena Programska oprema

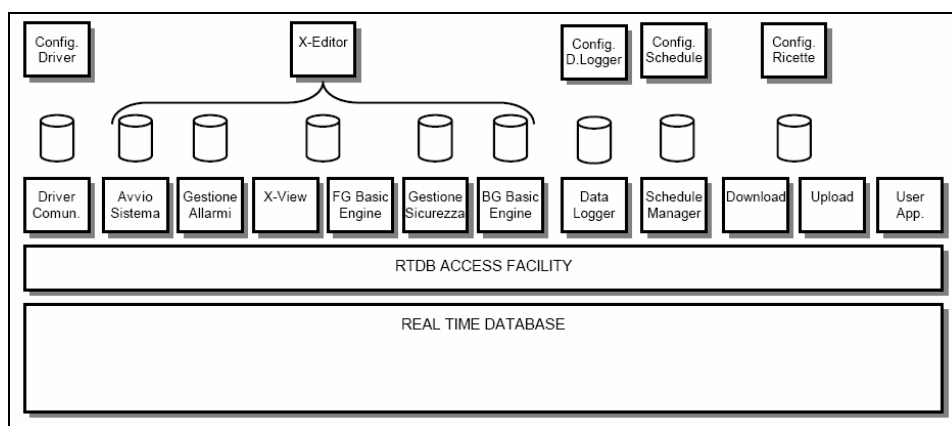
V nadaljevanju je predstavljena uporabljena programska oprema, ki je potrebna za postavitev HS. Zaradi lažje predstavitve bomo to razdelili po nivojih upravljanja.

10.3.1 Programska oprema za upravljalni nivo – SCADA

Najlažje bi SCADO predstavili kot vmesni člen med CNS-om in človekom (poglavje 8). V našem primeru je SCADA aplikacija, ki je naložena na računalniku v recepciji. Preko vrat RS-232 računalnik komunicira s PLK-PN. SCADA primarno služi receptorju in vzdrževalnemu osebju v Penzionu Boka. Preko nje lahko receptor vpogleda v stanja hotelskih sob ali gostu ob prihodu izda kartico za dostop do sob in skupnih prostorov.

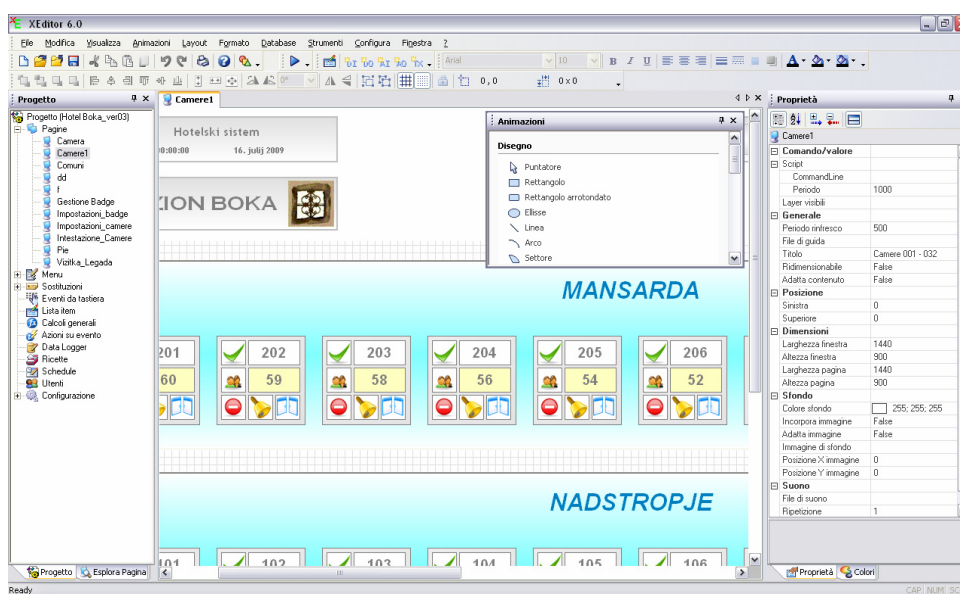
10.3.1.1 Programsko orodje XVision

XVision je programsko orodje namenjeno programiranju oz. izdelavi SCADA/HMI aplikacij, ki deluje na operacijskih sistemih družine Microsoft. Izdeluje ga italijansko podjetje Crickets Automation. Omogoča grafično in programsko izdelavo posameznih uporabniških oken oz. aplikacij. Zasnovano je na modularni arhitekturi (Slika 48). Ta omogoča, da ob slučaju izpada enega modula, celoten sistem (sicer okrnjen) deluje dalje. Prav tako je možno enostavno dodajanje novih modulov, brez bojazni, da bi zmanjšali zanesljivost že delujočih modulov.



Slika 48: Arhitekturna zasnova SCADA aplikacije XVision

XVision se ponaša z močnim urejevalnikom skript, ki izhajajo iz VisualBasic 6 ali VBA. Preko skript se lahko povezuje na serverje OLE (ActiveX) in na DLL (Dynamic Link Library). Skripti so razdeljeni na tri nivoje in sicer: skript projekta, skript strani in skript objekta. Navzven se preko gonilnikov (ang. driver) povezuje na različne komunikacijske protokole. Poleg gonilnikov uporablja tudi tehnologijo OPC (ang: OLE for Process Control), kjer lahko dostopamo kot odjemalec (ang. client) ali kot strežnik (ang. server). S tem je zagotovljena povezljivost z najrazličnejšimi proizvajalci in opremami na tržišču. Grafični vmesnik je vektorski. Ta omogoča risanje objektov z uporabo osnovnih geometričnih oblik, kot so krogi, pravokotniki, elipse, ... Zahvaljujoč programiranju posameznega objekta preko skript XVision omogoča izdelavo prilagojenih naprednih grafičnih objektov za izvajanje najkompleksnejših funkcij.



Slika 49: Razvojno okolje v XVisionu se imenuje XEditor

Osnovne lastnosti [33]:

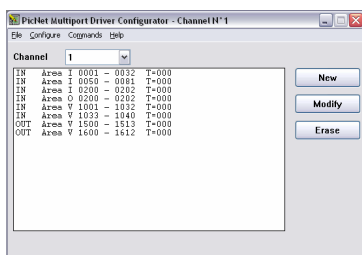
- visoko zmogljiva baza podatkov v realnem času,
- razvijanje v grafičnem ali okolju urejevalnika (VisualBasic 6 ali VBA),
- knjižnice naprednih grafičnih simbolov,
- animacije objektov v povezavi z dogodki,
- skript v treh nivojih: skript objekta, skript strani, skript objektov,
- povezovanje kot strežnik ali odjemalec (upravljanje SCADA aplikacije iz več mest),
- komunikacijski gonilniki za večino naprav na tržišču,
- OPC: odjemalec, strežnik,
- hranjenje podatkov v različnih formatih preko ODBC vmesnika,
- kreiranje poljubnih grafov,
- nivojsko upravljanje uporabnikov,
- beleženje sistemskih dogodkov,
- možnost enostavnega računanja brez pisanja programa,
- akcije, ki se izvedejo s pomočjo tipkovnice (ang. key action),
- akcije, ki se izvedejo glede na dogodke (ang. event action),
- možnost izdelave večjezične aplikacije (ang. multilanguage),
- shranjevanje in nalaganje receptov,
- napredni urniki (po posameznih mesecih, z določanjem praznikov ...),
- izdelava enostavnih poročil (ang. report),
- podpora za ekrane občutljive na dotik (ang. touch screen),
- integriran sistem za registracijo in poročanje o izpadih strojev (ang. downtime monitor),
- obveščanje napak in dogodkov preko SMS, e-mail, FAX, telefona,
- povezljivost na ostale aplikacije preko SDK, API, ActiveX, ODBC

10.3.1.2 Izdelava SCADE v XVision

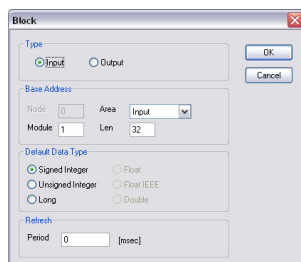
10.3.1.2.1 Definicija blokov v komunikacijskem gonilniku

Izmed nabora komunikacijskih gonilnikov, ki služijo za komunikacijo med SCADO XVision in ostalimi napravami, je razvit gonilnik, ki komunicira s PLK družine PICnet. Imenuje se PICnet Driver in ima možnost komunikacije tako preko vrat RS-232, kakor tudi preko

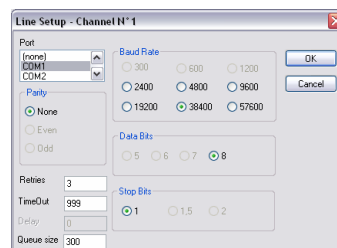
mrežnih vrat (ang. ethernet port) po protokolu TCP/IP. Gonilnik omogoča komunikacijo z do 9 PLK-PN na SCADO. Ker imamo v našem primeru PLK-PN v bližini računalnika, smo izbrali gonilnik, ki komunicira preko serijske komunikacije (Slika 52).



Slika 50: Gonilnik PICnet



Slika 51: Blok gonilnika



Slika 52: Parametri gonilnika

Gonilnik je izdelan tako, da je potrebno definirati blok spremenljivk, ki ga želimo iz PLK-PN prenašati na SCADO (Slika 50). Blok spremenljivk označuje začetni in končni naslov spremenljivk v krmilniku (Slika 51). Ker se vsak blok spremenljivk prenaša kot svoj paket, je priporočena zgornja meja 32 spremenljivk v posameznem bloku. Vsak blok spremenljivk je definiran, bodisi kot blok za vhodne (iz PLK proti SCADI), bodisi kot blok za izhodne (iz SCADA proti PLK) spremenljivke SCADA. Posameznemu bloku definiramo čas osveževanja v milisekundah (ms). V primeru, da imamo nastavljen čas osveževanja 1000 ms, to pomeni, da se vsakih 1000 ms, torej vsako sekundo, celoten blok in s tem vse spremenljivke v njem osvežijo (Slika 51). Poleg opisanega osveževanja se izhodni bloki osvežijo tudi dodatno, kadar se ena ali več spremenljivk, ki je v bloku na SCADI, točneje v njeni bazi podatkov, spremeni. Kar pomeni, da se vsakič, ko na SCADI spremenimo želeno temperaturo, njena vrednost iz baze podatkov prenese v ustrezen blok gonilnika in zahteva njegovo takojšnjo osvežitev.

10.3.1.2.2 Definicija spremenljivk v SCADA bazi podatkov

Ko imamo tako definirane bloke v komunikacijskem gonilniku, definiramo oz. vnašamo spremenljivke v SCADA bazo spremenljivk, natančneje v tako imenovano bazo podatkov v realnem času (Slika 53). Pri tem ločimo pet osnovnih delitev spremenljivk: analogni vhod (AI), analogni izhod (AO), digitalni vhod (DI), digitalni izhod (DO) in tekst (TX).

Nome Item	Tipo	Descrizione	Dispositivo	Indirizzo	Valore
ALLWC_C001	DI	Alarm Kopalnica Soba 107	PIC	1:1:01:11	0
ALLWC_C002	DI	Alarm Kopalnica Soba 106	PIC	1:1:02:11	0
ALLWC_C003	DI	Alarm Kopalnica Soba 108	PIC	1:1:03:11	0
ALLWC_C004	DI	Alarm Kopalnica Soba 105	PIC	1:1:04:11	0
ALLWC_C005	DI	Alarm Kopalnica Soba 109	PIC	1:1:05:11	0
ALLWC_C006	DI	Alarm Kopalnica Soba 104	PIC	1:1:06:11	0
ALLWC_C007	DI	Alarm Kopalnica Soba 110	PIC	1:1:07:11	0
ALLWC_C008	DI	Alarm Kopalnica Soba 103	PIC	1:1:08:11	0
ALLWC_C009	DI	Alarm Kopalnica Soba 102	PIC	1:1:09:11	0
ALLWC_C010	DI	Alarm Kopalnica Soba 101	PIC	1:1:10:11	0
ALLWC_C051	DI	Alarm Kopalnica Soba 207	PIC	1:1:51:11	0
ALLWC_C052	DI	Alarm Kopalnica Soba 206	PIC	1:1:52:11	0
ALLWC_C053	DI	Alarm Kopalnica Soba 208	PIC	1:1:53:11	0
ALLWC_C054	DI	Alarm Kopalnica Soba 205	PIC	1:1:54:11	0
ALLWC_C055	DI	Alarm Kopalnica Soba 209	PIC	1:1:55:11	0
ALLWC_C056	DI	Alarm Kopalnica Soba 204	PIC	1:1:56:11	0
ALLWC_C057	DI	Alarm Kopalnica Soba 210	PIC	1:1:57:11	0
ALLWC_C058	DI	Alarm Kopalnica Soba 203	PIC	1:1:58:11	0
ALLWC_C059	DI	Alarm Kopalnica Soba 202	PIC	1:1:59:11	0
ALLWC_C060	DI	Alarm Kopalnica Soba 201	PIC	1:1:60:11	0

Slika 53: Baza podatkov (spremenljivk) v realnem času v XVisionu

Slika 54: Definicijo spremenljivke tipa DI

Spremenljivka je lahko lokalna, ali se navezuje na krmilnik. V kolikor spremenljivka predstavlja neko vrednost iz (ali za) PLK-PN, mora biti povezana z ustreznim gonilnikom, v našem primeru je to PICnet Driver. Pri tem moramo določiti pot ali naslov spremenljivke v gonilniku. Na sliki 55 je predstavljen način določanja naslova spremenljivke za gonilnik PICnet.

Naslov = <PORT> : <PODROČJE> : <NASLOV V PLK> : <FORMAT ZAPISA>

PORT, definira številko (0 ... 9) serijskega porta, na katerega je priklopljen PLK.

PODROČJE, definira področje spremenljivke (I = vhod, O = Izhod, V = Virtualna).

NASLOV V PLK-PN, definira naslov spremenljivke v krmilniku (0 ... 2500).

FORMAT ZAPISA, definira format vrednost (I=prednačeno celo število, U=neprednačeno celo število, L=dolgo prednačeno celo število).

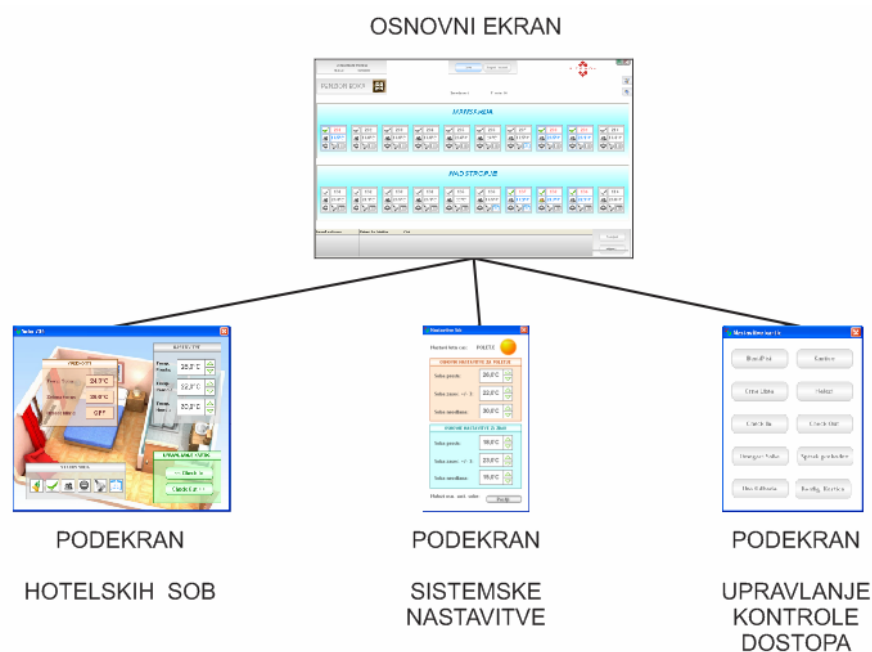
Slika 55: Način določanja naslova spremenljivke za gonilnik PICnet

Spremenljivke tipa DI (digitalni vhod) lahko definiramo tudi kot alarmna stanja. Pri tem določimo, kdaj se ta prožijo (ob prehodu na visoko stanje ali obratno). Na ta način so definirane vse spremenljivke, ki predstavljajo alarmna stanja, kot so: izpad napajalnika, izpad napetosti, izpad modula, SOS tipka v kopalnici. Tako se na primer ob potegu SOS tipke v

kopalnici na SCADI dvigne rdeče alarmno okno, ki receptorja opozarja, da nekdo iz točno opisane sobe potrebuje pomoč.

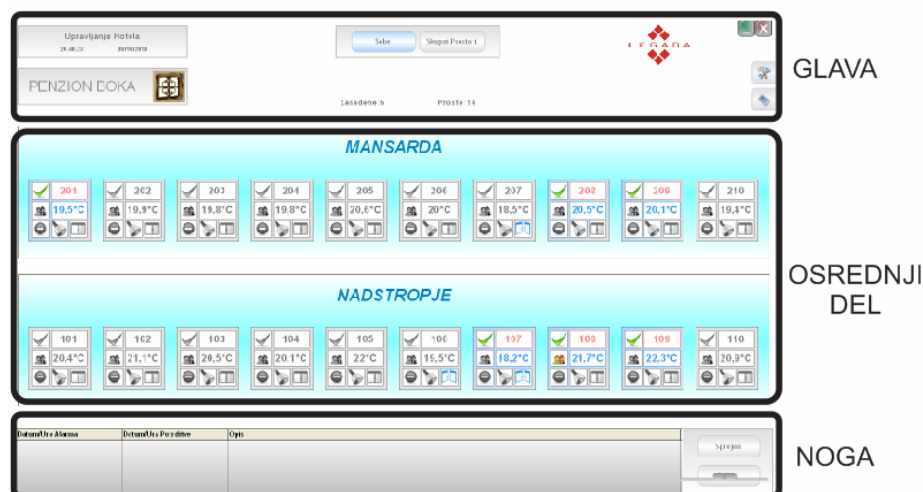
10.3.1.2.3 Izdelava grafičnega vmesnika za upravljanje sob

Naslednji korak pri izdelavi SCADE je izdelava grafičnega vmesnika oz. ekranov z neko vsebino, preko katere lahko uporabnik upravlja in nadzira hotelski sistem. Pri tem se programsko orodje XVision izkaže v njegovi najboljši luči, saj razvijalcu na enostaven in pregleden način omogoča izdelavo enostavnih in tudi kompleksnejših ekranov.



Slika 56: Struktura ekranov SCADE za HS

Da bi bila struktura ekranov enostavna in prijazna do uporabnika, smo se odločili za takšno, ki jo sestavlja osnovni ekran in trije pod ekran (Slika 56). Osnovni ekran je tisti ekran, iz katerega je možno dostopati do podekranov. Razdeljen je na tri dele: iz zgornjega dela (glave), spodnjega dela (noge) in osrednjega dela (Slika 57).



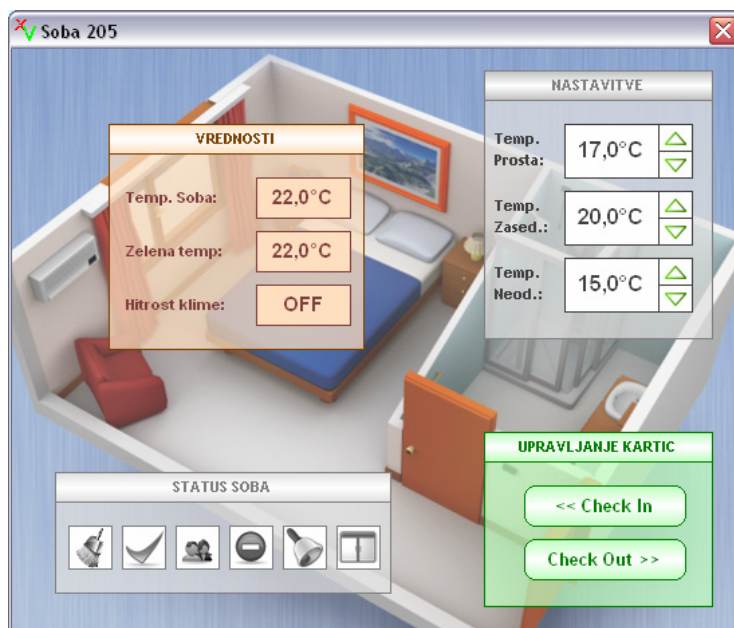
Slika 57: Struktura osnovnega ekrana SCADA aplikacije hotelskega sistema (HS)

V zgornjem delu osnovnega ekrana so predstavljeni osnovni podatki o sistemu z uro in datumom ter z dvema sistemskima tipkama za dostop do podekrana nastavitve in podekrana za upravljanje kartic. Spodnji del ekrana predstavlja pregled trenutnih alarmov in napak v HS. Osrednji, grafično in površinsko največji del osnovnega ekrana, je namenjen nadzorni predstavitvi vseh hotelskih sob z njihovimi osnovnimi stanji.



Slika 58: Povečana oznaka pregleda hotelske sobe v osnovnem ekranu

Pregled hotelskih sob sestavljajo posamezni okvirji, v katerih je predstavljena oznaka sobe (Slika 57). Iz povečane oznake sobe (Slika 58) razberemo, da so predstavljena še nekatera stanja kot: soba oddana, gost v sobi, ne moti, alarm v kopalnici, okno odprto in trenutna temperatura sobe. S klikom na posamezni okvir, ki označuje hotelsko sobo, se nam odpre podekran hotelske sobe, kjer je hotelska soba še nazorneje predstavljena (Slika 59).



Slika 59: Podekran hotelske sobe

Preko podekrana hotelske sobe lahko poleg statusov, ki smo jih prej omenili, nastavimo zelene temperature sobe ob različnih dogodkih (ko soba ni oddana, ko gosta ni v sobi, ko gost prvič vstopi v sobo). Dodatno imamo v podekranu hotelske sobe še tipki Check In in Check Out. Preko tipke Check In receptor gostu sprogramira kartico, ki jo čitalec kartic prepozna in odpre vrata gostove hotelske sobe. Ob odhodu receptor preko tipke Check Out resetira čitalec in s tem onemogoči, da bi ta kartica še naprej odpirala vrata hotelske sobe. Seveda je ob ponovnem programiranju to spet mogoče.

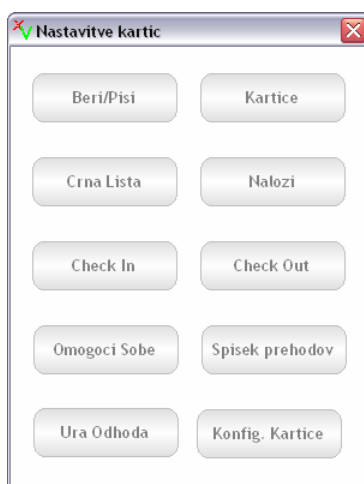


Slika 60: Podekran sistemske nastavitve

Podekran sistemske nastavitve je ključen pri upravljanju z varčevanjem energije in s tem posledično s prihranki. Na njem nastavimo želene temperature, ki jih hotelska soba prevzame ob različnih dogodkih. Hotelska soba je iz vidika želene temperature obravnavana skozi tri različne dogodke, ko je soba prosta (soba je oddana, vendar gosta ni v njej), ko je soba zasedena (soba je oddana in gost je v njej) in ko soba ni oddana. Z ustrezno nastavitvijo zelenih temperatur za različne dogodke dosežemo, da se zelena temperatura sobe spreminja (poleti se zviša, pozimi se zniža), kar direktno vpliva na varčevanje z energijo.

Primer varčevanja energije s spremembo nastavljene temperature:

Smo v poletni sezoni. Gost je v hotelski sobi in ima nastavljeno temperaturo 22°C. Ob 8:00 gost sobo zapusti in pri tem vzame kartico iz odložišča. DKM hotelske sobe zazna, da je gost sobo zapil in pošlje na SKN IR ukaz za spremembo nastavljene temperature na 26°C. Nova temperatura je referenčna, vse dokler se gost v sobo ne vrne oz. receptor sobe ne označi, kot neoddano.



Slika 61: Podekran upravljanje in nadzor kontrole dostopa

Receptor gostu najenostavneje sprogramira kartico s pomočjo podekrana hotelske sobe. Zato podekran za upravljanje in nadzor kontrole dostopa temu primarno ni namenjen. Namenjen je pregledu veljavnih in neveljavnih kartic v sistemu, dodeljevanju posebnih kartic za vzdrževalno osebje hotela, pregled spiska prehodov in s tem odpiranj vrat na izbranih čitalcih, nastavitve ure odhoda gostov ...

10.3.2 Programska oprema za avtomatizacijski nivo – PLK

10.3.2.1 Izdelava programa za PLK v PNLink-u

PNLink je programsko orodje, namenjeno programiranju krmilnikov proizvajalca Sinthesi oz. družini produktov PICnet. Preko PNLink-a je možno definirati relacije, ki povezujejo vhode z izhodi na DKM. Razne relacije so združene v programu, ki se preko serijskih vrat naložijo v PLK-PN, in se nenehno izvajajo v realnem času. Programska struktura in programski jezik za programiranje sta edinstvena in podobna okrnjenemu programiranju v strukturnemu tekstu, ki spada med višje programske jezike, podobne Pascal-u ali C-ju.

PNLink omogoča:

- vnos, urejanje in shranjevanje programov,
- prevod programa oz. preverjanje pravilnosti napisanih stavkov in funkcij,
- prenos programa v PLK,
- sprotno spremljanje delovanja programa in
- spremljanje in spreminjanje stanj spremenljivk v PLK-ju.

Posebnosti programskega jezika v PNLink-u:

- število spremenljivk je 2500,
- tip spremenljivk: I (vhodne), O (izhodne), V (variable, lokalna spremenljivka),
- označevanje digitalnih spremenljivk: Zx.y (Z označuje tip spremenljivke, x označuje naslov DKM-ja oz. lokalno spremenljivko, y pa zaporedno številko vhoda/izhoda/bita),
- označevanje analognih spremenljivk: Zx (Z označuje tip spremenljivke, x označuje naslov DKM-ja oz. lokalno spremenljivko),
- samo IF krmilni stavek,
- možnost izdelave makro funkcij in
- velik nabor že pred pripravljenih funkcij (časovniki, PID regulatorji, histereze, urniki, števci, dim funkcija za luči, ...).

10.3.2.2 Izdelava programa za PLK-PN v PNLink-u

Kljub temu da večino funkcij hotelske sobe opravlja posamezen DKM, je vseeno potrebno izdelati program za PLK-PN. V njem so definirane osnovne nastavitve posameznih DKM in potrebne funkcije, da lahko DKM upravljamo preko SCADE.

Program v PLK-ju je razdeljen na štiri sklope:

- definicija spremenljivk,
- definicija lokalnega delovanja posameznega DKM,
- makro funkcija za komunikacijo SCADA – PLK – DKM in
- preklop režima ogrevanja – hlajenja.

Definicija spremenljivk

Definicija spremenljivk je potrebna zato, da nekemu naslovu spremenljivk (od 1 do 2500) v PLK-ju določimo razumljivejši opis. Struktura stavka za definicijo se začne z oznako DEFINE, sledi ji ime spremenljivke, kateri sledi še naslov v krmilniku oz. vhod – izhod na DKM.

1. Primer definicije lokalne spremenljivke »PC_Force_Temp« na naslovu V1506

DEFINE PC_Force_Temp V1506

2. Primer definicije izhodne spremenljivke »O_Ligh_Dim_102« na DKM z naslovom I1

DEFINE O_LIGH_DIM_102 O11:A

3. Primer definicije konstante »REG_SEASON« z vrednostjo 10

DEFINE REG_SEASON 10

Definicija lokalnega delovanja posameznega DKM-ja

DKM družine PICnet lahko delujejo centralno ali lokalno. Pri centralnem delovanju so izhodi odvisni od programa v PLK, medtem ko so pri lokalnem delovanju izhodi odvisni od programa, naloženega v DKM. Slednji je prirejen potrebam delovanja posameznega DKM in je že tovarniško pred-naložen, potrebno ga je le konfigurirati preko PLK-PN. Z vplivom v registre DKM lahko izberemo nam primeren način delovanja in celo določimo, kako naj se izhodi DKM obnašajo v primeru izpada komunikacije s krmilnikom.

V registre vpisujemo preko programskih funkcij tipa SETPAR, iz registrov pa beremo preko funkcij tipa READ.

Sintaksa funkcije SETPAR:

SETPAR[naslov, register, vrednost];

naslov: naslov DKM-ja

register: označuje naslov registra, ki ga želimo nastaviti

vrednost: vrednost registra, ki jo želimo nastaviti, lahko je tudi spremenljivka

Funkcija SETPAR se izvrši ob zagonu PLK, med delovanjem se ponovi samo takrat, ko se parameter »vrednost« spremeni.

Primer:

SETPAR[10, 8, 22];

V zgoraj opisanem primeru se v register 8, modula (DKM) z naslovom 10, vpiše vrednost 22. Nastavitev v register 8 se vpiše samo enkrat, to je ob zagonu PLK.

Primer:

SETPAR[10, 8, V22];

V zgoraj opisanem primeru se v register 8, modula (DKM) z naslovom 10, vpiše vrednost spremenljivke V22. Ta nastavitev se izvede ob zagonu PLK in se ponovi vsakič, ko se je vrednost spremenljivke spremeni.

V našem HS uporabljamo dva tipa DKM, to sta DKM za upravljanje hotelske sobe in DKM za upravljanje svetlobnega toka. Oba modula delujeta lokalno. Navezujoč se na temo diplomskega dela, bomo opisali le nastavitve registrov DKM za upravljanje hotelske sobe.

DKM za upravljanje hotelske sobe (modul PN SPLIT), lahko deluje tudi lokalno in se ga kot takšnega največkrat uporablja, saj ima v sebi že naložen program, ki v veliki meri pokriva potrebe za upravljanje hotelske sobe. Da je modul PN SPLIT res vsestransko uporaben, govori že sam po sebi podatek, da ima modul preko 100 registrov, preko katerih določimo (konfiguriramo) najrazličnejše kombinacije delovanja.

Spodaj je predstavljen izsek programa (Izsek 3), kjer je so nastavitve registrov, ki se izvajajo samo ob zagonu krmilnika. V SETPAR funkciji vrednost 0 na mestu naslova DKM označuje, da je to ukaz, ki velja za vse DKM na PICnet mreži.

```

//DKM za upravljanje hotelske sobe
//Firstscan registri – izvajajo se samo ob zagonu PLK-ja

IF [Start]
    SETPAR[0, 12, 30]; // Čas vklopa vljudnostne luči (v sekundah)
    SETPAR[0, 16, 60]; // Čas zakasnitve izklopa ogr./hlaj. po odprtju okna (v sekundah)
    SETPAR[0, 13, 45]; // Čas zakasnitve izklopa sekundarnega napajanja (v sekundah)
    SETPAR[0, 41, 1]; // Vljudnostna luč je tudi luč sobe
    SETPAR[0, 42, 1]; // 5 digitalni vhod služi za upravljanje vljudnostne luči
    SETPAR[0, 18, 0]; // Upoštevaj okensko mikrostikalo za izklop ogr./hlaj.
    SETPAR[0, 19, 1]; // Ne upoštevaj vratnega mikrostikala za izklop ogr./hlaj.
    SETPAR[0, 49, 1]; // Čitalec kartic je vgrajen
    SETPAR[0, 79, 1]; // Čitalec kartic ima enak naslov kot DKM
    SETPAR[0, 50, 80]; // Čas vklopa releja ključavnice (v desetinkah sekunde)
    SETPAR[0, 38, 3]; // Najvišja dovoljena hitrost ventilatorja je 3 hitrost
    SETPAR[0, 183, 3]; // Izbira naloženega IR protokola oz. daljinca
ENDIF

```

Izsek 3: Nastavitve registrov, ki se izvedejo samo ob zagonu krmilnika

Nadalje je predstavljen izsek programa (Izsek 4), kjer so nastavitve registrov, ki se izvedejo tako ob zagonu krmilnika, kakor tudi kasneje ob spremembi vrednosti oz. zadnjega parametra v funkciji SETPAR. V SETPAR funkciji spremenljivka Address na mestu naslova DKM označuje, da je ukaz narejen v funkciji makroja in se ob izvajanju v spremenljivko vpisuje ustrezna vrednost naslova.

```

MACRO Dettaglio (ind)
    SETPAR[Address, 7, PC_Occ-30]; // spodnja nastavitev zelene temperature
    SETPAR[Address, 6, PC_Occ+30]; // zgornja nastavitev zelene temperature
    SETPAR[Address, 8, PC_Eco]; // zelena temperatura sobe, ko gosta ni v njej
    SETPAR[Address, 9, PC_Free]; // zelena temperatura sobe, ko ta ni oddana
    SETPAR[Address, 34, PC_Force]; // upoštevaj vsiljeno temperatura iz SCADA
    SETPAR[Address, 21, 0, Reset_WC]; // resetiraj bit za alarm v kopalnici
    SETPAR[Address, 32, 1, Reset_Clean]; // postavi bita »čista soba«

```

Izsek 4: Makro funkcija za komunikacijo SCADA – PLK – DKM

Kljub temu da DKM za upravljanje hotelske sobe deluje avtonomno, je potrebno delo PLK-PN za povezovanje stanja in vrednosti med DKM in SCADO. V ta namen je izdelan Makro, ki počne prav to. Sledi izsek klicanja funkcije makro (Izsek 5), kjer so v obliki spremenljivk podani vhodni parametri za makro. Vsaka soba ima svoj klic funkcije makroja.

```

Digiterm (DKM_001, Occupied_001, Reader_001);

//DKM_001, označuje naslov »1« DKM-ja hotelske sobe
//Occupied_001, označuje da je soba na SCADI označena kot zasedena
//Reader_001, označuje zadnjo prebrano kartico na tem DKM-ju

```

Izsek 5: Klicanje makroja Digiterm

```

//-----
// Makro funkcija za komunikacijo SCADA – PLK - DKM
//-----

MACRO Digiterm (Address, M_Occupied, Ctrl_Acc)
{
    DECL(IAddress:C);
    INIT M_Occupied = ON;
    SETSLAVE(OAddress.14)=OFF; // Ob izpadu komunikacije s PLK, je soba obnaša kot oddana

    OAddress.14=!M_Occupied & (STEP_CHANGE_SEASON != 0) ; //zasedena, tudi ko je v
    teku preklap ogr./hlaj.

    SETPAR[Address,REG_ROOM_CLEAN,0,IAddress.3]; //resetiram bit soba čista
    SETPAR[Address,REG_FORCE_ROOM_THRESHOLD,0,!IAddress.3]; //izklopim
    vsiljeno temperaturo

    vAppSP = Read[Address,REG_ROOM_REF_THRESHOLD]; //preberem želeno temperaturo
    vAppTemp = Read[Address,REG_ROOM_TEMP]; //preberem trenutno temperaturo sobe
    vAppFcSpeed = Read[Address,REG_DPL_SPEED]; //preberem trenutno hitrost SKN

    OAddress.6 = !IST[vAppTemp, vAppSP-5, vAppSP+5] & (OAddress.10) & (!IAddress.13) &
    (vAppFcSpeed != 0); // histereza za upravljanje radiatorja

    SetPar[Address, REG_IRTX_DISABLE_IR, 1*(!TMR[vTimeDelayActivationSplit, 100,
    OAddress.6, Off]) & OAddress.10 & (STEP_CHANGE_SEASON == 0)]; //v gretju SKN
    vklopim šele po tem, ko radiatorju ni uspelo sobe ogret

    IF[(Seq_Lett==Address)]
        Temp_Appoggio = Read[Address,REG_ROOM_TEMP];
        If[(Ctrl_Acc == 0)];
            vAppValidCode = Read[Address, REG_BDG_LAST_CODE_WAS_VALID];
            If[vAppValidCode.1]
                Ctrl_Acc = READ[Address, 52];
            EndIf
        EndIf
    ENDIF
}

```

Izsek 6: Makro Digiterm

Preklap režima ogrevanja – hlajenja

Kot smo že pisali v prvih poglavjih, je za ogrevanje - hlajenje uporabljen sistem multi split klima naprav oz. MSKN. To pomeni, da morajo imeti vse notranje enote, ki so vezane na skupno zunanjo enoto, nastavljen isti režim delovanja. Da ne bi prihajalo do navzkrižnih situacij, igra preklap režima ogrevanja – hlajenja zelo pomembno vlogo. Funkcija preklopa režima je del programa v PLK-PN in se izvede samo v primeru, ko uporabnik (vzdrževalec objekta) preko SCADA zahteva menjavo režima in velja za vse MSKN, torej za celoten objekt.

```

////////////////////////////////////
//      MENJAVA REŽIMA SUMMER / WINTER
////////////////////////////////////

Change_Season_S = SHOT[10,Summer] |((Force_Season | Start)& Leto);
Change_Season_W = SHOT[10,!Summer] |((Force_Season | Start)&!Leto);
Change_Season = SR[Change_Season_S | Change_Season_W, Change_Season];

If[Change_Season]                                // start preklp ogrevanja hlajenja
    STEP_CHANGE_SEASON = 1;
EndIf

```

Izsek 7: Izvrševanje funkcije preklopa režima ogrevanja oz. hlajenja

Funkcija preklopa režima se izvaja po korakih. Prvi korak nastopi šele, ko uporabnik preko SCADA v pod ekranu sistemske nastavitve, pritisne gumb preklp režima (Izsek 7).

```

// STEP_CHANGE_SEASON JE 0
//      Vse normalno
SETPAR[0,REG_ENABLE_SET_PRESENCE,1*(STEP_CHANGE_SEASON != 0)]; // vpišem samo ob
preklopu Ogrevanja Hlajenja
SETPAR[0,REG_FREE_ROOM_SPEED,1*(STEP_CHANGE_SEASON == 0)]; // izklopim SKN
samo med menjavanje ogr./hlja
If[(STEP_CHANGE_SEASON == 0)]
    Trig = Off; // trigger x globalni bit za sobo
EndIf

// STEP_CHANGE_SEASON = 1
// Start preklopa ogrevanja / hlajenja
TIME_ALL_CLIMA_OFF = TMR[300,0,(STEP_CHANGE_SEASON == 1),Off]; // Čas izklopa PN SPLIT

If[(STEP_CHANGE_SEASON == 1)]
    ODigi_C101.15 = Off; // daljinsko postavi, da gosta ni v sobi
    ODigi_C102.15 = Off;
    ODigi_C103.15 = Off;
    ODigi_C104.15 = Off;
    ODigi_C105.15 = Off;
    ODigi_C106.15 = Off;
    ODigi_C107.15 = Off;
    ODigi_C108.15 = Off;
    ODigi_C109.15 = Off;
    ODigi_C110.15 = Off;
    ODigi_C201.15 = Off;
    ODigi_C202.15 = Off;
    ODigi_C203.15 = Off;
    ODigi_C204.15 = Off;
    ODigi_C205.15 = Off;
    ODigi_C206.15 = Off;
    ODigi_C207.15 = Off;
    ODigi_C208.15 = Off;
    ODigi_C209.15 = Off;
    ODigi_C210.15 = Off;

    If[TIME_ALL_CLIMA_OFF]
        STEP_CHANGE_SEASON = 2; // pojdi na naslednji korak
    EndIf
EndIf

```

Izsek 8: Prvi korak funkcije preklopa režima ogrevanja oz. hlajenja

V prvem koraku preklopa režima izklopimo vse notranje enote SKN in počakamo 30 sekund, z namenom da se zagotovo vse notranje enote izklopijo (Izsek 8).

```
// STEP_CHANGE_SEASON = 2
TIME_ALL_SET_SEASON = TMR[300,0,(STEP_CHANGE_SEASON == 2), Off];
If[(STEP_CHANGE_SEASON == 2)]
    If[!Summer]
        ODigi_C101.10 = On;           // postavi ogrevanje
        ODigi_C102.10 = On;
        ODigi_C103.10 = On;
        ODigi_C104.10 = On;
        ODigi_C105.10 = On;
        ODigi_C106.10 = On;
        ODigi_C107.10 = On;
        ODigi_C108.10 = On;
        ODigi_C109.10 = On;
        ODigi_C110.10 = On;
        ODigi_C201.10 = On;
        ODigi_C202.10 = On;
        ODigi_C203.10 = On;
        ODigi_C204.10 = On;
        ODigi_C205.10 = On;
        ODigi_C206.10 = On;
        ODigi_C207.10 = On;
        ODigi_C208.10 = On;
        ODigi_C209.10 = On;
        ODigi_C210.10 = On;
        PC_Occ = Def_Occ_I;           // Postavi osnovne nastavitve
        PC_Eco = Def_Eco_I;
        PC_Free = Def_Free_I;
        Trig = !Trig;                // posodobi nastavitve
    EndIf

    If[Summer]
        ODigi_C101.10 = Off;         // postavi hlajenje
        ODigi_C102.10 = Off;
        ODigi_C103.10 = Off;
        ODigi_C104.10 = Off;
        ODigi_C105.10 = Off;
        ODigi_C106.10 = Off;
        ODigi_C107.10 = Off;
        ODigi_C108.10 = Off;
        ODigi_C109.10 = Off;
        ODigi_C110.10 = Off;
        ODigi_C201.10 = Off;
        ODigi_C202.10 = Off;
        ODigi_C203.10 = Off;
        ODigi_C204.10 = Off;
        ODigi_C205.10 = Off;
        ODigi_C206.10 = Off;
        ODigi_C207.10 = Off;
        ODigi_C208.10 = Off;
        ODigi_C209.10 = Off;
        ODigi_C210.10 = Off;
        PC_Occ = Def_Occ_H;           // Postavi osnovne nastavitve
        PC_Eco = Def_Eco_H;
        PC_Free = Def_Free_H;
        Trig = !Trig;                // postavi hlajenje
    EndIf
EndIf
```

```

If[TIME_ALL_SET_SEASON]
    STEP_CHANGE_SEASON = 3;           // pojdi na naslednji korak
EndIf
EndIf

```

Izsek 9: Drugi korak funkcije preklopa režima ogrevanja oz. hlajenja

V drugem koraku preklopa režima vpišemo v vse DKM novo stanje ogrevanja oz. hlajenja. Pri tem vpišemo še osnovne nastavitve temperatur, ko je v sobi gost, ko v sobi ni gosta in ko soba ni oddana (Izsek 9).

```

//MACRO ResumeSplit(p_num, p_N_Term)
ResumeSplit(05, Digi_C101);
ResumeSplit (05, Digi_C102);
ResumeSplit(04, Digi_C103);
ResumeSplit(05, Digi_C104);
ResumeSplit(04, Digi_C105);
ResumeSplit(04, Digi_C106);
ResumeSplit(04, Digi_C107);
ResumeSplit(04, Digi_C108);
ResumeSplit(05, Digi_C109);
ResumeSplit(04, Digi_C110);
ResumeSplit(05, Digi_C201);
ResumeSplit(05, Digi_C202);
ResumeSplit(05, Digi_C203);
ResumeSplit(05, Digi_C204);
ResumeSplit(05, Digi_C205);
ResumeSplit(05, Digi_C206);
ResumeSplit(05, Digi_C207);
ResumeSplit(05, Digi_C208);
ResumeSplit(05, Digi_C209);
ResumeSplit(05, Digi_C210);

CLOCK_REFRESH_CDZ = PWM[10,1200,(STEP_CHANGE_SEASON > 2)];
TRIG_REFRESH_CDZ = SR[CLOCK_REFRESH_CDZ, TRIG_REFRESH_CDZ];
If[TRIG_REFRESH_CDZ]
    STEP_CHANGE_SEASON = STEP_CHANGE_SEASON +1;
EndIf

If[(STEP_CHANGE_SEASON > 5)]
    STEP_CHANGE_SEASON = 0;
EndIf

MACRO ResumeSplit (p_num, p_N_Term)
{
    SetPar[p_N_Term,REG_FREE_ROOM_SPEED, 1, (STEP_CHANGE_SEASON == p_num)]; //
    ponovno zaženem split, tako da mu vsilim prvo hitrost
}

```

Izsek 10: Tretji korak funkcije preklopa režima ogrevanja oz. hlajenja

V zadnjem, tretjem koraku, preko funkcije makro ponovno vklopimo posamezne SKN. Ker zunanja enota MSKN združuje več notranjih enot, vklopimo najprej eno notranjo enoto, čez 120 sekund pa še vse ostale. To je bila hkrati zahteva monterja Toshiba'skih MSKN za izvedbo preklopa ogrevanja - hlajenja, saj na tak način ne more prihajati do navzkrižnih situacij.

11. Izboljšave

Zmotno je mišljenje, da je izdelek ali sistem tako dober, da ga ni mogoče izboljšati. Vse je možno izboljšati in dopolniti. Predstavljen sistem za upravljanje SKN v hotelskem objektu ni v tem smislu nobena izjema. Ob pisanju diplomskega dela opisan sistem deluje že dobro leto dni in zadovoljuje investitorjeva pričakovanja, kar je sicer zelo pomembno, a možnosti izboljšav vendarle obstajajo.

Dogradnja zunanjega temperaturnega tipala

Z dogradnjo zunanjega temperaturnega tipala bi sistem razpolagal s pomembno informacijo, ki bi jo lahko uporabljal kot referenco pri izbiri režima ogrevanja - hlajenja. Tako bi v odvisnosti zunanje temperature sistem sam izvedel generalni preklop med ogrevanjem - hlajenjem. Nadalje bi lahko v režimu gretja sistem izbral primernejši vir ogrevanja: samo radiator, samo SKN, radiator in SKN (kot pomožen vir) ali SKN in radiator (kot pomožen vir). Prav tako bi lahko spodnjo in zgornjo mejo nastavljanja želene temperature na operatorskem panelu hotelske sobe omejili v odvisnosti od zunanje temperature.

Upravljanje SKN v skupnih prostorih (v jedilnici, recepciji, baru, sejni sobi, trgovini)

Opisan sistem upravlja le s SKN v hotelskih sobah, čeprav so v hotelskem objektu še ostale SKN, ki se upravljajo le preko daljinskega upravljalnika. Tudi te bi bilo smiselno centralizirano upravljati - delovale bi lahko glede na prednastavljene urnike ali na senzorje prisotnosti.

Nadziranje konične moči

Konična moč je največja moč, pri kateri v določenem obdobju končni odjemalec odjema električno energijo iz omrežja, oziroma jo elektroenergetski sistem dobavlja v omrežje. Prekoračenje pogodbene konične moči prinaša pogodbene kazni. V ta namen bi lahko preko merilnika energije preklapljali režim klima naprav z namenom omejevanja konične moči in posledično plačevanja visokih pogodbenih kazni. Nepomembno pa ni niti dejstvo, da s takšnim ukrepom še dodatno pripomoremo k manjšemu onesnaževanju in obremenitvi okolja.

12. Zaključek

V diplomskem delu je predstavljen hotelski sistem, ki centralizirano upravlja s split klima napravami v hotelskih sobah. Naprave je moč upravljati preko distribuiranih krmilnih modulov vgrajenih v hotelskih sobah, ki so preko krmilnika povezani na računalnik. Moduli omogočajo pošiljanje IR sporočil in s tem nadomeščajo daljinske upravljalnike za SKN, kar je njihova posebnost pred ostalimi konkurenčnimi produkti. Posebnost predstavljenih distribuiranih krmilnih modulov je tudi ta, da lahko ti delujejo neodvisno od krmilnika, saj je program za IR sporočila naložen v modulu samem.

Poglavitni namen upravljanja SKN je varčevanje z energijo. Najenostavneje je to izvedljivo s prekinitvijo napajanja naprave. Gre za razmeroma enostavno rešitev, ki vsekakor ni primerna za SKN, ki se ob vrnitvi napajanja samodejno ne zaženejo, nekateri proizvajalci celo prepovedujejo izklapljanje naprave na ta način. Poleg tega na omenjen način ni možno vplivati na želeno temperaturo naprave. Tako je popolno upravljanje SKN možno le s pošiljanjem IR sporočil, pa naj bo to preko daljinskega upravljalnika ali preko predstavljenega modula. Le za najvišje družine produktov imajo proizvajalci SKN pripravljene rešitve povezovanja in centraliziranega upravljanja le-teh. V osnovi so to samostojni sistemi, ki jih ni možno integrirati z ostalimi napravami ali sistemi.

Split klima naprave so že od nekdaj veljale za cenovno dostopen vir hlajenja prostorov in objektov, saj za svojo vgradnjo ne potrebujejo večjih posegov v objekt. Z razvojem toplotnih črpalk so te postale vse bolj zanimiv vir tudi za ogrevanje. Te omogočajo sprotno dograjevanje na objekt, tako smo priča stavbam, ki jih namesto fasad krasijo škatlam podobne naprave. Te se navadno upravljajo lokalno preko daljinskih upravljalnikov, tako da upravljaivec objekta nima nadzora nad napravami.

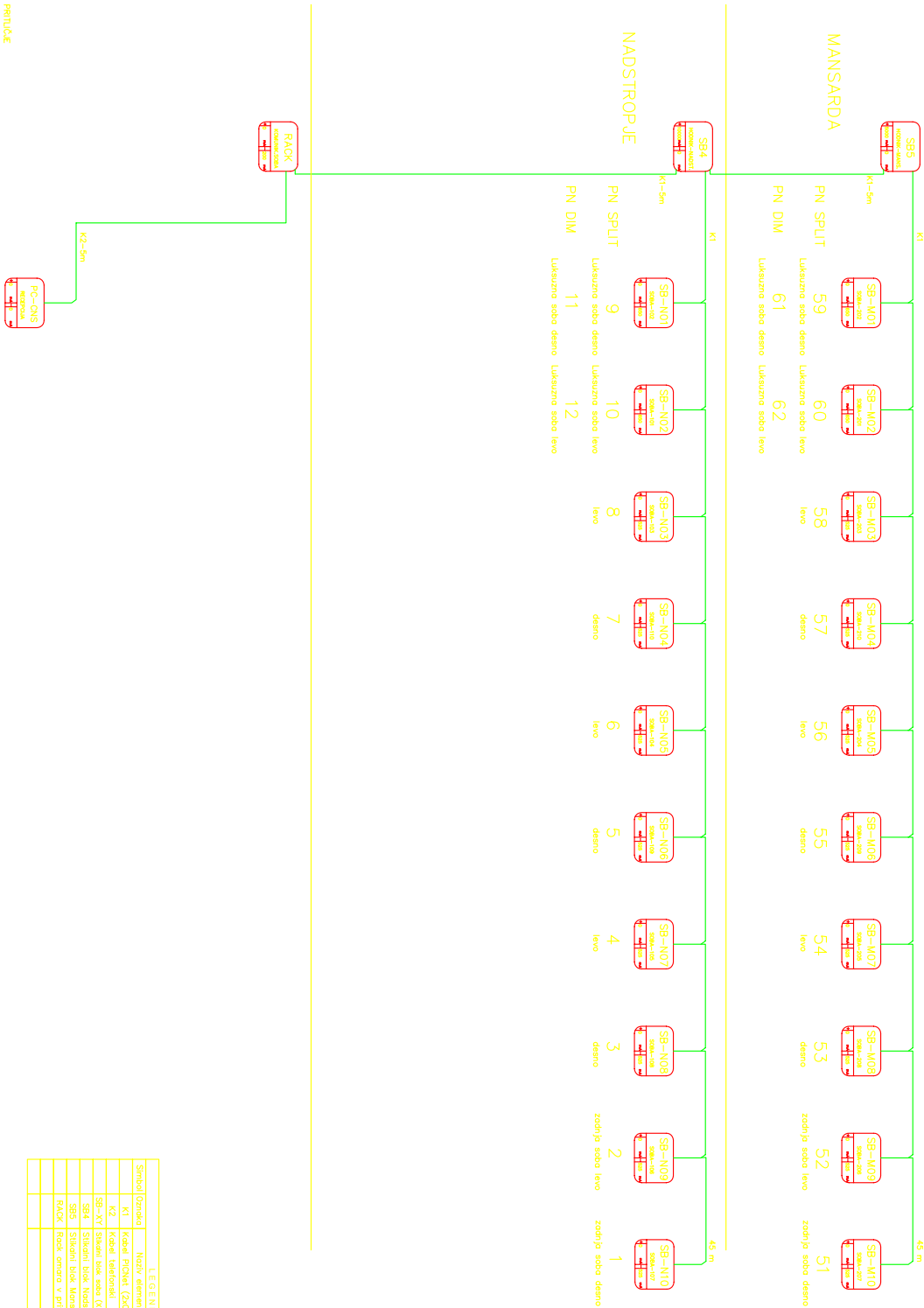
Centralizirano upravljanje split klima naprav v praksi še ni zaživelo, ali bolje rečeno, še ni bilo sistema, ki bi to počel. Pri eni ali dveh SKN namreč ni potrebe, da bi jih centralizirano upravljali. Drugače pa je, če imamo v objektu več takšnih naprav, kjer se vzajemnost med sistemih še kako obrestuje. Še bolj se centralizirano upravljanje izkaže primerno, če ne celo nujno, v poslovnih in komercialnih objektih, kjer uporabniki niso plačniki energije za ogrevanje-hlajenje. Primeri takšnih objektov so: pisarne, trgovine, zdravstvene ustanove,

izobraževalne ustanove, hoteli, itd.. Lahko bi posplošili, da čim večji je objekt, tem večja je potreba po centralnem upravljanju tega.

V času pisanja diplomskega dela deluje omenjen sistem že dobro leto dni znotraj zastavljenih okvirjev, brez prekinitev, kar dokazuje dobre uporabljene rešitve in ustrezno izbrano opremo.

PRILOGA A: Elektro načrti

SCHEMA AVTOMATIZACIJE OBJEKTA

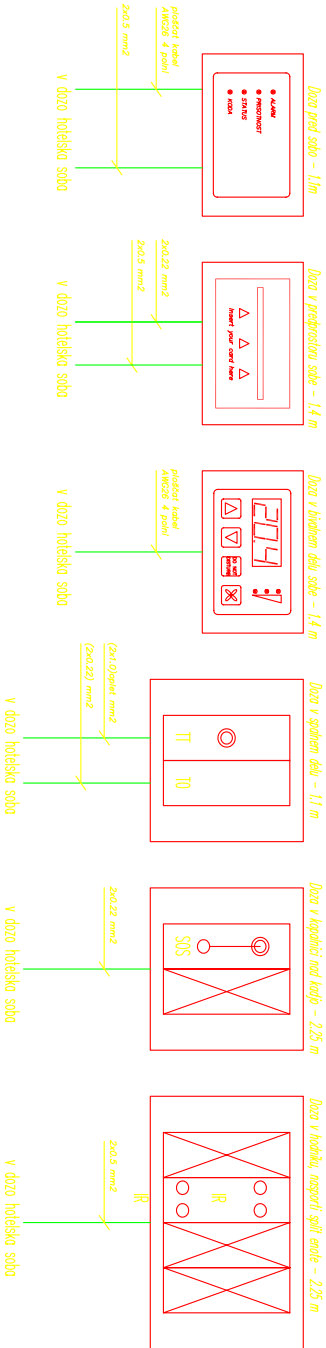


[illegible]

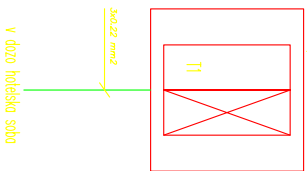
The diagram illustrates the electrical wiring for a lighting fixture. It shows a power supply (PE, N, K1/2) connected to a switch (K1) and a light fixture (M2). The switch is controlled by a remote control (T1). The light fixture is connected to a 24V power source (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, AA, AB, AC, AD, AE, AF, AG, AH, AI, AJ, AK, AL, AM, AN, AO, AP, AQ, AR, AS, AT, AU, AV, AW, AX, AY, AZ, BA, BB, BC, BD, BE, BF, BG, BH, BI, BJ, BK, BL, BM, BN, BO, BP, BQ, BR, BS, BT, BU, BV, BW, BX, BY, BZ, CA, CB, CC, CD, CE, CF, CG, CH, CI, CJ, CK, CL, CM, CN, CO, CP, CQ, CR, CS, CT, CU, CV, CW, CX, CY, CZ, DA, DB, DC, DD, DE, DF, DG, DH, DI, DJ, DK, DL, DM, DN, DO, DP, DQ, DR, DS, DT, DU, DV, DW, DX, DY, DZ, EA, EB, EC, ED, EE, EF, EG, EH, EI, EJ, EK, EL, EM, EN, EO, EP, EQ, ER, ES, ET, EU, EV, EW, EX, EY, EZ, FA, FB, FC, FD, FE, FF, FG, FH, FI, FJ, FK, FL, FM, FN, FO, FP, FQ, FR, FS, FT, FU, FV, FW, FX, FY, FZ, GA, GB, GC, GD, GE, GF, GG, GH, GI, GJ, GK, GL, GM, GN, GO, GP, GQ, GR, GS, GT, GU, GV, GW, GX, GY, GZ, HA, HB, HC, HD, HE, HF, HG, HH, HI, HJ, HK, HL, HM, HN, HO, HP, HQ, HR, HS, HT, HU, HV, HW, HX, HY, HZ, IA, IB, IC, ID, IE, IF, IG, IH, II, IJ, IK, IL, IM, IN, IO, IP, IQ, IR, IS, IT, IU, IV, IW, IX, IY, IZ, JA, JB, JC, JD, JE, JF, JG, JH, JI, JJ, JK, JL, JM, JN, JO, JP, JQ, JR, JS, JT, JU, JV, JW, JX, JY, JZ, KA, KB, KC, KD, KE, KF, KG, KH, KI, KJ, KL, KM, KN, KO, KP, KQ, KR, KS, KT, KU, KV, KW, KX, KY, KZ, LA, LB, LC, LD, LE, LF, LG, LH, LI, LJ, LK, LL, LM, LN, LO, LP, LQ, LR, LS, LT, LU, LV, LW, LX, LY, LZ, MA, MB, MC, MD, ME, MF, MG, MH, MI, MJ, MK, ML, MM, MN, MO, MP, MQ, MR, MS, MT, MU, MV, MW, MX, MY, MZ, NA, NB, NC, ND, NE, NF, NG, NH, NI, NJ, NK, NL, NM, NN, NO, NP, NQ, NR, NS, NT, NU, NV, NW, NX, NY, NZ, OA, OB, OC, OD, OE, OF, OG, OH, OI, OJ, OK, OL, OM, ON, OO, OP, OQ, OR, OS, OT, OU, OV, OW, OX, OY, OZ, PA, PB, PC, PD, PE, PF, PG, PH, PI, PJ, PK, PL, PM, PN, PO, PP, PQ, PR, PS, PT, PU, PV, PW, PX, PY, PZ, QA, QB, QC, QD, QE, QF, QG, QH, QI, QJ, QK, QL, QM, QN, QO, QP, QQ, QR, QS, QT, QU, QV, QW, QX, QY, QZ, RA, RB, RC, RD, RE, RF, RG, RH, RI, RJ, RK, RL, RM, RN, RO, RP, RQ, RR, RS, RT, RU, RV, RW, RX, RY, RZ, SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, SH, SI, SJ, SK, SL, SM, SN, SO, SP, SQ, SR, SS, ST, SU, SV, SW, SX, SY, SZ, TA, TB, TC, TD, TE, TF, TG, TH, TI, TJ, TK, TL, TM, TN, TO, TP, TQ, TR, TS, TT, TU, TV, TW, TX, TY, TZ, UA, UB, UC, UD, UE, UF, UG, UH, UI, UJ, UK, UL, UM, UN, UO, UP, UQ, UR, US, UT, UY, UZ, VA, VB, VC, VD, VE, VF, VG, VH, VI, VJ, VK, VL, VM, VN, VO, VP, VQ, VR, VS, VT, VU, VV, VW, VX, VY, VZ, WA, WB, WC, WD, WE, WF, WG, WH, WI, WJ, WK, WL, WM, WN, WO, WP, WQ, WR, WS, WT, WU, WV, WW, WX, WY, WZ, XA, XB, XC, XD, XE, XF, XG, XH, XI, XJ, XK, XL, XM, XN, XO, XP, XQ, XR, XS, XT, XU, XV, XW, XX, XY, XZ, YA, YB, YC, YD, YE, YF, YG, YH, YI, YJ, YK, YL, YM, YN, YO, YP, YQ, YR, YS, YT, YU, YV, YW, YX, YY, YZ, ZA, ZB, ZC, ZD, ZE, ZF, ZG, ZH, ZI, ZJ, ZK, ZL, ZM, ZN, ZO, ZP, ZQ, ZR, ZS, ZT, ZU, ZV, ZW, ZX, ZY, ZZ).

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

SB-X XX



iii) Soma za klesane soke
Doba v splošnem delu - 1,1 m



OPOMBE!!!

– Višina se meri od končanega tlaka

	Investitor:	Načrt:		ENOPOLNA SHEMA HOTELSKE SOBE		Št. pr.: BA 2009–06	Listov: 5	Št. lista: 1
	Objekt:	Hotel BOKA	Projektant:	LEGADA d.o.o.	Merilo 1:X	Datum: 17.11.2010	List: 4	

PRILOGA B: Opis registrov

Registri za upravljanje PN SPLIT

Naslov registra	Opis registra	Upravljanje	Območje	Osnovna vrednost
1	Trenutna temperatura sobe [0.1 °C]	Branje	0-500	--
2	Želena temperatura soba [0.1 °C]	Branje/Pisanje	50-350	--
3	Trenutna temperatura kopalnice [0.1 °C]	Branje	0-500	--
4	Analogni izhod – A kanal	Branje/Pisanje	0-255	0
5	Analogni izhod – B kanal	Branje/Pisanje	0-255	0
6	Zgornja omejitev želente temperature sobe [0.1 °C]	Branje/Pisanje	50-350	350
7	Spodnja omejitev želente temperature sobe [0.1 °C]	Branje/Pisanje	50-350	50
8	Želena temperatura, ko gosta ni v sobi [0.1 °C]	Branje/Pisanje	0-500	170
9	Želena temperatura, ko soba ni v oddana [0.1 °C]	Branje/Pisanje	0-500	150
12	Čas vklopa vljudnostne luči [sec]	Branje/Pisanje	0-255	30
13	Čas držanja vklopa sekundarnega napajanja, po izhodu gosta iz sobe [sec]	Branje/Pisanje	0-255	60
14	Negativni Offset temperature sobe [0.1 °C]	Branje/Pisanje	0-100	0
15	Negativni Offset temperature kopalnice [0.1 °C]	Branje/Pisanje	0-100	0
16	Čas zakasnitve izklopa ventilatorja, po odprtju okna [sec]	Branje/Pisanje	0-255	60
17	Čas zakasnitve izklopa ventilatorja, po odprtju vrat [sec]	Branje/Pisanje	0-255	120
18	Upravljanja vhoda za okensko mikrostikalo	Branje/Pisanje	0: upoštevaj 1: izključi	0
19	Upravljanja vhoda za vratno mikrostikalo	Branje/Pisanje	0: upoštevaj 1: izključi	1
20	Izberi rhode (visoke, nizke)	Branje/Pisanje	0-255 1: aktiven visok	245=vhodi 2 in 4 aktivni nizki
22	Vključi vsiljeno hitrost ventilatorja	Branje/Pisanje	0: izključi 1: vključi	0
23	Vsiljena hitrost ventilatorja	Branje/Pisanje	0-3	0
25	Upoštevaj želeno temperaturo kopalnice ločeno od zelene temperature sobe	Branje/Pisanje	0: različna 1: enaka	1
26	Želena temperatura kopalnice [0.1 °C]	Branje/Pisanje	0-500	18
27	Upoštevaj mikrostikala oken in vrat za termoregulacijo kopalnice	Branje/Pisanje	0: upoštevaj 1: neupoštevaj	0
28	Na panelu v sobi, prikaži višjo želeno temperaturo od nastavljene (Offset) [0.1 °C]	Branje/Pisanje	0-100	0
29	Način prikaza na panelu sobe	Branje/Pisanje	0: prikaži uro 1: prikaži temperaturo °C,	0

			3: prikaži temperaturo v °F	
30	Izbrana hitrost ventilatorja na panelu sobe	Branje/Pisanje	0-3	1
31	Prisotnost panela v sobi	Branje/Pisanje	1: panel prisoten 0: panel odsoten	0
33	Omogoči dodatno želeno temperaturo	Branje/Pisanje	0: ne omogoči 1: omogoči	0
34	Dodatna želeno temperatura [0.1 °C]	Branje/Pisanje	0-500	--
37	Trenutna hitrost ventilatorja	Branje	0-3	--
38	Najvišja nastavljena hitrost ventilatorja	Branje/Pisanje	0-3	3
39	Branje stanja relejskih izhodov 1-7	Branje	0: OFF 1: ON	--
40	Sprožanje alarma ob trenutni temperaturi sobe, ki je nižja od 5°C in višja od 40°C	Branje	0: ni alarma 1: alarm soba 2: alarm kopal. 3: alarm obe	--
41	Nastavitev vljudnostne luči	Branje/Pisanje	0: samo vljudno. 1: tudi luč sobe	0
42	Delovanje digitalnega vhoda št. 5 z registrom št. 41	Branje/Pisanje	1: kot trigger 0: kot stikalo	1
47	Prisotnost gosta na daljavo	Branje/Pisanje	0: vključi 1: izključi	0
48	Nastavitev prisotnosti gosta (z registrom št. 47, ko gre na »1«)	Branje/Pisanje	0: gost prisoten 1: gost odsoten	--
56	Spodnja histereza za regulacijo temperature [0.1 °C]	Branje/Pisanje	0-50	3
57	Zgornja histereza za regulacijo temperature [0.1 °C]	Branje/Pisanje	0-50	3
58	Osvetlitev panela sobe	Branje/Pisanje	0: vedno sveti 1: izklop po času	0
59	Zamik izklopa panela sobe po pritisku na tipke [ms]	Branje/Pisanje	0-300.000	5.000
60	Dnevna osvetlitev panela	Branje/Pisanje	20(min) - 1023(max)	1.023
61	Nočna osvetlitev panela	Branje/Pisanje	20(min) - 1023(max)	50
62	Omejitev vpisa zelene temperature	Branje/Pisanje	0: ni omejitve 1: upoštevaj registre št. 6-7	0
63	Čas filtriranja digitalnih vhodov [ms]	Branje/Pisanje	0-65.000	40
77	Ročno posatavljanje digitalnih izhodov Ox.4 - Ox.7	Branje/Pisanje	0: izključen 1: vključen	01111000b

Registri za upravljanje PN BADGE D

Naslov registra	Opis registra	Upravljanje	Območje	Osnovna vrednost
46	Statusi LED na panelu pred sobo: Bit 1 = zelena LED Bit 2 = rdeča LED Bit 3 = rumena LED Bit 4 = tipka zvonček Bit 5 = utripanje zelene LED Bit 6 = utripanje rdeče LED Bit 7 = utripanje rumene LED Bit 8 = dolgo utripanje rumene LED	Branje/Pisanje	0: ni aktiven 1: aktiven	1000 0000b
49	Upravljanje PN BADGE D	Branje/Pisanje	0: izključi 1: vključi	0
50	Čas vklopa releja ključavnice (v desetinkah sekunde)	Branje/Pisanje	0-100	15
51	Omogoči upravljanje glede na skupine kartic	Branje/Pisanje	0: ne omogoči 1: omogoči skupine bit 1-8: skupina 1-8	255
52	Koda zadnje prebrane kartice	Branje	0-65534	--
53	Veljavnost zadnje prebrane kartice	Branje	0: ni veljavna 1: veljavna	--
55	Brisanje kod kartic	Pisanje	1: zbriši kode	--
74	Skupina zadnje prebrane kartice	Branje	1-8	--

Upravljanje izhodov na PN SPLIT (x označuje naslov DKM)

Fizični izhodi		
	Izhod št. 1 (1 = ON)	Ni na voljo
	Izhod št. 2 (1 = ON)	Ni na voljo
	Izhod št. 3 (1 = ON)	Ni na voljo
Vljudnostna luč	Izhod št. 4 (1 = ON)	Ox.4
Sekundarno napajanje sobe	Izhod št. 5 (1 = ON)	Ox.5
Ventil radiatorja za sobo	Izhod št. 6 (1 = ON)	Ox.6
Ventil radiatorja za kopalnico	Izhod št. 7 (1 = ON)	Ox.7

Logični izhodi		
Vstop gosta	Izhod št. 9 (1 = gost vstopil)	Ox.9
Leto/Zima	Izhod št. 10 (0 = Leto, 1 = Zima)	Ox.10
Soba neoddana	Izhod št. 14 (1 = soba neoddana)	Ox.14
Gost v sobi	Izhod št. 15 (1 = gost v sobi)	Ox.15

Upravljanje vhodov na PN SPLIT (x označuje naslov DKM)

Fizični vhodi		
Alarm SOS tipka v kopalnici	Vhod št. 1	Ix.1
Mikrostikalo na oknu	Vhod št. 2	Ix.2
Odložišče kartic	Vhod št. 3	Ix.3
Mikrostikalo na vratih	Vhod št. 4	Ix.4
Prosti vhod	Vhod št. 5	Ix.5
Prosti vhod	Vhod št. 6	Ix.6
Prosti vhod	Vhod št. 7	Ix.7

Logični vhodi		
Branje statusa ne moti	Vhod št. 9	Ix.9
Branje statusa čista soba	Vhod št. 10	Ix.10
Branje statusa alarm v kopalnici	Vhod št. 11	Ix.11
Branje statusa neoddana / oddana	Vhod št. 12	Ix.12
Branje statusa odprto okno, vrata	Vhod št. 13	Ix.13
Branje statusa dan / noč	Vhod št. 16	Ix.16

PRILOGA C: Seznam kratic in izrazov

CNS	Centralno Nadzorni Sistem
daljinski upravljalnik	naprava za daljinsko upravljanje naprav, navadno preko IR sporočil
DKM	Distribuiran Krmilni Modul, je modul ki je preko komunikacije povezan v sistem upravljanja.
DU	Daljinski Upravljalnik
zlog	slovenski izraz za angleško besedo byte, ki v računalništvu predstavlja enoto za količino podatkov.
HS	Hotelski Sistem za centralizirano upravljanje hotelskih sob
IR	infrardeče valovanje (ang. InfraRed)
KSS	Klima Split Sistem
LSB	ang. Least Significant Bit oz. najmanj pomemben bit
MIPS	opisuje procesorsko hitrost (ang: Mega Instructions per second)
MSB	ang. Most Significant Bit oz. najpomembnejši bit
MSKN	Multi Split Klima Naprava
PIC	Programmable Interface Controller oz. programabilni krmilniški vmesnik družine Microchip
PICnet	Komunikacijski protokol, ki povezuje DKM podjetja Sinthesi.
PLK	kratica za: Programabilni Logični Krmilnik (ang. PLC)
PLK-PN	kratica za: krmilnik družine PICnet z oznako PN MASTER 1RD, ki je uporabljen v opisani rešitvi za HS
PN 4I2OA	Modul za regulacijo svetlobnega toka. Deluje po protokolu PICnet.
PN IRTX	Modul za pošiljanje IR sporočil na A/V naprave, ki deluje na protokolu PICnet
PN DIGITERM	Modul za upravljanje klasične hotelske sobe. Deluje po protokolu PICnet (soba s konvektorjem oz. radiatorjem)
PN MASTER	Krmilni modul za upravljanje DKM, ki delujejo na protokolu PICnet.
PN SPLIT	Modul za upravljanje hotelske sobe, ki deluje na protokolu PICnet (soba s SKN oz. radiatorjem)

SCADA

ang. Supervisory Control and Data Acquisition, nadzor
upravljanja in zajem podatkov

SKN

Spit Klima Naprava

Literatura

- [1] Axel Daneels, Wayne Salter: What is SCADA?, 2000
<http://ref.web.cern.ch/ref/CERN/CNL/2000/003/scada>
- [2] Yu-Chi Wu, Bo-Sen Chang: Development of a web-based infrared remote control system for energy management
<http://www.aedie.org/11chlie-papers/145-Yu-Chi.pdf>
- [3] mag. Marko Podberšič, Reševanje EMC problematike CPU modula, 2001
<http://gtk.hopto.org:8089/Porocilo1.pdf>
- [4] Wikipedia: Elektromagnetno valovanje
http://sl.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetno_valovanje
- [5] Wikipedia: Infrardeče valovanje
http://sl.wikipedia.org/wiki/Infrarde%C4%8De_valovanje
- [6] Wikipedia: Infrared
<http://en.wikipedia.org/wiki/Infrared>
- [7] Infrared Theory: History of Infrared
<http://www.optotherm.com/infrared-history.htm>
- [8] Nasa: The infrared
<http://science.hq.nasa.gov/kids/imagers/ems/infrared.html>
- [9] Infrared Applications
http://www.experiencefestival.com/a/Infrared_-_Applications/id/1504480
- [10] Wikipedia: Remote control, History
http://en.wikipedia.org/wiki/Remote_control
- [11] Robotmaker: Principles of infrared communication & Infrared Remote Control
http://www.robotmaker.co.uk/IRCF/principles_of_infrared.htm
- [12] SB-Projects: IR Remote Control Theory
<http://www.sbprojects.com/knowledge/ir/ir.htm>
- [13] Wikipedia: Oddajnik
<http://sl.wikipedia.org/wiki/Oddajnik>
- [14] Vishay, IR Receiver Modules for Remote Control Systems
<http://www.vishay.com/docs/81732/tsop348.pdf>
- [15] SB-Projects: Philips RC-5 Protocol
<http://www.sbprojects.com/knowledge/ir/rc5.htm>

- [16] SB-Projects: Sony SIRC Protocol
<http://www.sbprojects.com/knowledge/ir/sirc.htm>
- [17] SB-Projects: NEC Protocol
<http://www.sbprojects.com/knowledge/ir/nec.htm>
- [18] Syncblaste: Getting to grips with IR
http://www.syncblaster.com/getting_to_grips_with_IR.html
- [19] Andrej Roškarič, Projektiranje in izvedba Centralnih Nadzornih Sistemov v zgradbah
http://www.feniks-pro.com/pdf/clanek_projektiranje.pdf
- [20] O klimatizaciji in delovanju klimatskih naprav
<http://www.klimatiziran.si/klimatizacija.html>
- [21] Hubert Požarnik: Prihodnost napredka, 1999
- [22] Wikipedia: Encoder
<http://en.wikipedia.org/wiki/Encoder>
- [23] Leon Blažič: Osnove programiranja PIC16FXXX družine mikrokontrolerjev, 2002
- [24] Microchip: PIC16F627A/628A/648A Data Sheet, 2005
- [25] FRI navodilo: Uvod v programiranje v zbirnem jeziku
http://lgm.fri.uni-lj.si/PA/ZBIRNI_JEZIK/HTML/index.html
- [26] Microchip: Compare/Capture/PWM (CCP) - PICmicro Mid-Range MCU Family
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/31014a.pdf>
- [27] Microchip: PIC microcontroller CCP and ECCP tips 'n tricks
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/chapter%203.pdf>
- [28] Tim Wilmshurst: Designing Embedded Systems with PIC Microcontrollers: Principles and Applications, 2007
- [29] Sinhtesi: Manuale di programmazione sistema PICNet, 2007
- [30] Sinhtesi: Manuale di installazione sistema PICNet, 2007
- [31] Sinthesi: Regs PNDigiTerm, 2009
- [32] Crickets Automation: Manuale Sistema Base, 2007
- [33] Crickets Automation: XVision sistem overview, 2008
- [34] B. Murovec, P. Šuhel: Industrijska elektronika elementi, 2005
- [35] B. Murovec: Laboratorijske vaje - Elektronika v avtomatiki, Elektronika z digitalno tehniko, 2009
- [36] Standards on building automation and controls, CEN/TC 247, Building Automation, Controls and Building Management

Opomba:

Dostopnost spletnih virov preverjena oktobra 2010.

Izjava

Izjavljam, da sem diplomsko delo izdelal samostojno pod vodstvom mentorja doc. dr. Boštjana Murovca. Izkazano pomoč drugih sodelavcev sem v celoti navedel v zahvali.

Izola, november 2010

Davorin Vuga

