

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

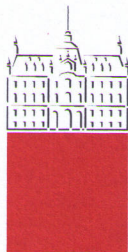
Rok Koren

**MOŽNOSTI IZVEDBE ODDALJENEGA
NADZORA TEMPERATURE**

DIPLOMSKO DELO
VISOKOŠOLSKEGA STROKOVNEGA ŠTUDIJA

Mentor: doc. dr. Mojca Ciglarič

Ljubljana, 2011



Št. naloge: 00547/2011

Datum: 05.04.2011

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogo:

Kandidat: **ROK KOREN**

Naslov: **MOŽNOSTI IZVEDBE ODDALJENEGA NADZORA TEMPERATURE
REMOTE TEMPERATURE CONTROL - IMPLEMENTATION OPTIONS**

Vrsta naloge: Diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija

Tematika naloge:

Opišite tipično konfiguracijo opreme postojanke v oddajni mreži izbranega radio televizijskega operaterja. Pojasnite, zakaj je pomemben temperaturni nadzor prostora za opremo in opišite posledice, ki jih ima lahko dvig temperature na višjo raven od predpisane. Nato preučite možnosti izvedbe oddaljenega nadzora temperature, osredotočite pa se na opremo ki je za na voljo. Izbrano različico implementirajte v praksi na pilotni postojanki. Opišite potrebne tehnologije in protokole ter konfiguracijo sistema in nazadnje kritično ovrednotite izvedbo.

Mentor:

doc. dr. Mojca Ciglarič

Dekan:

prof. dr. Nikolaj Zimic



IZJAVA O AVTORSTVU

diplomskega dela

Spodaj podpisani/-a Rok Koren

z vpisno številko 63030222

sem avtor/-ica diplomskega dela z naslovom:

MOŽNOSTI IZVEDBE ODDALJENEGA NADZORA TEMPERATURE

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- sem diplomsko delo izdelal/-a samostojno pod mentorstvom (naziv, ime in priimek)

doc. dr. Mojca Ciglarič

in somentorstvom (naziv, ime in priimek)

/

- so elektronska oblika diplomskega dela, naslov (slov., angl.), povzetek (slov., angl.) ter ključne besede (slov., angl.) identični s tiskano obliko diplomskega dela
- soglašam z javno objavo elektronske oblike diplomskega dela v zbirki »Dela FRI«.

V Ljubljani, dne 4.7.2011

Podpis avtorja/-ice: Rok Koren

Zahvala

Na prvem mestu se zahvaljujem mentorici doc. dr. Mojci Ciglarič, ki me je sprejela pod svoje mentorstvo in mi nudila vodenje in pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Posebna zahvala gre sodelavcu Franciju Suhadolniku, ker mi je omogočil in pomagal tehnično izpeljati nalogo.

Zahvaljujem se staršem za finančno in moralno podporo v času mojega izobraževanja.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD.....	1
1.1 Organizacijska enota oddajniki in zveze.....	1
1.2 Oddajniška točka Kuk in nameščena tehnologija	3
1.3 Tloris postojanke Kuk in razporeditev temperaturnih tipal	5
2 TEMPERATURNO TIPALO DS18B20.....	6
2.1 Opis temperaturnega tipala DS18B20	6
2.2 T - sense.....	7
2.3 Lastnosti pinov na členu T – Sense.....	7
2.4 Zunanje tipalo.....	8
2.5 Lastnosti in konfiguracija pinov na tipalu DS18B20 (Slika 5)	9
3. MODUL BARIONET 50	10
3.1 Opis	10
3.2 Zgradba modula Barionet50	11
3.3 Komunikacija s tipali.....	15
3.3.1 Fizična povezava	15
3.3.2 1-Wire protokol	15
4 ARP PROTOKOL.....	16
4.1 Tabela ARP	17
4.2 Ukazi	18
5 NASTAVITVE SPLETNEGA VMESNIK.....	20
5.1 Status naprave.....	20
5.2 Omrežne nastavitve	21
5.3 Nastavitve vmesnika zaporednih vrat.....	22
5.4 Preprosti protokol za upravljanje omrežja (Snm)	23
5.5 Temp.....	24
6 PROTOKOL SNMP	25
6.1 Opis	25
6.2 Verzije Snmp protokola [4].....	26
6.3 Relacija NMS/Agent	27
6.4 Ukazi	27

6.5 Informacijska baza podatkov (MIB)	29
6.6 OID.....	30
7.1 Shema ethernet prometa preko SDH omrežja in IP linkov	34
7.2 Topologija mrež.....	35
8 ZAJEM TEMPERATUR IZ NAPRAVE BARIONET50.....	37
8.1 Program za zajem temperatur iz Barionet50	37
8.2 Podatki iz zajema temperatur	39
8.3 Primer grafa zajetih temperatur	41
9 Zaključek.....	42
10 Viri in literatura.....	43

KAZALO SLIK

Slika 1 - Trenutno stanje oddajnih točk in mikrovalovnih zvez	2
Slika 2 - Tloris postojanke Kuk in razporeditev temperaturnih tipal v prostoru	5
Slika 3 - 64 bitna koda ROM (format zapisa 1 - wire protokola)	6
Slika 4 - Člen T - sense.....	7
Slika 5 - Pini na členu T - sense.....	8
Slika 6 - Lotanje in zaščita zunanje temperature tipala.....	9
Slika 7 - Pini na tipalu	9
Slika 8 - Barionet50.....	10
Slika 9 - Zgradba modula Barionet50.....	11
Slika 10 - Specifikacije usmernika	14
Slika 11 - Usmernik Moxa	14
Slika 12 - Grafični vmesnik naprave Barionet50	20
Slika 13 - Omrežne nastavitve	21
Slika 14 - Nastavitve za fizični vmesnik RS232/485	22
Slika 15 - Nastavitve za avtomatsko pošiljanje sporočil.....	23
Slika 16 - Prikaz 64 bitnih naslovov senzorjev	24
Slika 17 - Sloji protokolnega sklada TCP/IP	25
Slika 18 - Logična relacija med nadzorno postajo in nadzorovanim objektom.....	27
Slika 19 - Struktura SMI objektne drevesa.....	30
Slika 20 - Program IReasoning MIB Browser.....	31
Slika 21 - Niz števil OID.....	32
Slika 22 - Mikrovalovna povezava Ljubljana - Kuk	33
Slika 23 - Shema ethernet prometa preko SDH omrežja in IP linkov	34
Slika 24 - Graf izmerjenih temperatur	41

SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC

AC	Izmenični tok (Alternating Current)
ARP	Protokol za pridobivanje strojnih naslovov (Address Resolution Protocol)
CRC	Ciklično preverjanje redundance (Cyclic Redundancy Check)
DC	enosmerni tok (Direct Current)
DHCP	Protokol za dinamično konfiguracijo gostitelja (Dynamic Host Configuration Protocol)
DNS	Sistem domenskih imen (domain name system)
DVBt	Digitalna zemeljska radiodifuzija (Digital Video Broadcasting – Terrestrial)
FM	Frekvenčna modulacija (Frquency Modulation)
GND	Ozemljitev (Ground)
IP	Internetni protokol (Internet Protocil)
LED	Svetleča dioda (Light-Emitting Diode)
MAC	Krmiljenje dostopa do medija (Media Access Control)
MIB	Baza upraviteljskih informacij (Managment Information Base)
OID	Označevalnik objekta (Object Identifier)
OZ	Oddajniki in zveze (Transmitters and Communications)
SDH	Sinhrona digitalna hierarhija (Synchronous Digital Hierarchy)
SNMP	Protokol za preprosto upravljanje omrežja (Simple Network Manegment Protocol)
TCP	Protokol za krmiljenje prenosa (Transmission Control Protocol)
UTP	Neoklopljena parica (Unshielded Twisted Pair)
VC	Navidezni vsebnik (Virtual Container)
WEB	Splet (World Wide Web)

Povzetek

Ključne Besede: temperaturni senzor DS18B20, 1-Wire, Ethernet, modul Barionet50, SNMP, Perl, merjenje temperature.

Diplomsko delo opisuje zasnovu in realizacijo sistema za merjenje temperature ter njegovo povezavo v omrežje Ethernet. Predstavil bom tudi zajem in prikaz podatkov o temperaturi, ki je bistven za pravilno delovanje naprav na oddajniški postojanki Kuk.

Za merjenje temperature sem uporabili digitalni senzor **DS18B20**, ki je tovarniško umerjeno temperaturno tipalo in za komunikacijo z glavno napravo uporablja **1-wire** vodilo. Zaradi tega je bilo treba poiskati modul, ki ima 1-wire komunikacijski vmesnik ter ethernet komunikacijski vmesnik, da podatek lahko preko našega omrežja prenesemo v centralni strežnik. Uporabil sem modul **Barionet50**. Za prenos podatkov od Barionet50 do strežnika sem uporabil **SNMP protokol**. Napisal sem tudi programsko skrpito v **Perlu** za zajem podatkov preko SNMP protokola. Podatki se shranjujejo v datoteko v formatu CSV (comma separated values), ki jih lahko uvozimo v večino programov za obdelavo podatkov.

Abstract

Keywords: temperature sensor DS18B20, 1-Wire, Ethernet, modul Barionet50, SNMP, Perl, measuring temperature.

This diploma work describes the design and realization of system for measuring temperature and its connection to the Ethernet network. I will also present how to capture and display data temperature, which is essential for the proper functioning of the devices on transmitter location Kuk.

To measure the temperature I use a digital sensor DS18B20 that is factory-calibrated temperature sensor to communicate with the master device uses 1-wire bus. It was therefore necessary to find a module that has a 1-wire communication interface and Ethernet communication interface, that the data transmission can be through our media, in a central server. I've used the module Barionet50. To transfer data from the server Barionet50 I used the SNMP protocol. I've also written program in Perl for capturing data via SNMP protocol. This program is serving temperature data in CVS format, wich is ready to import into most data-processing program.

1 UVOD

V današnjih časih, ko je internet tako razširjen, skoraj vsaka profesionalna naprava vsebuje računalnik, ki zna komunicirati prek interneta. Ob hitrem tempu življenja si želimo imeti možnost oddaljenega dostopa in nadzora do različnih naprav ob vsakem času.

Za delovanje vse te tehnologije je zelo pomembno okolje, kjer so primerne temperature. Zlasti v centrih, kjer ni stalne človeške prisotnosti, je praktično, če tudi temperaturo lahko spremljamo na daljavo.

V diplomu bom opisal kako smo se na RTV Slovenija, v organizacijski enoti oddajniki in zveze, lotili reševanja problema spremljanja temperatur, konkretno na pilotni lokaciji Kuk.

1.1 Organizacijska enota oddajniki in zveze

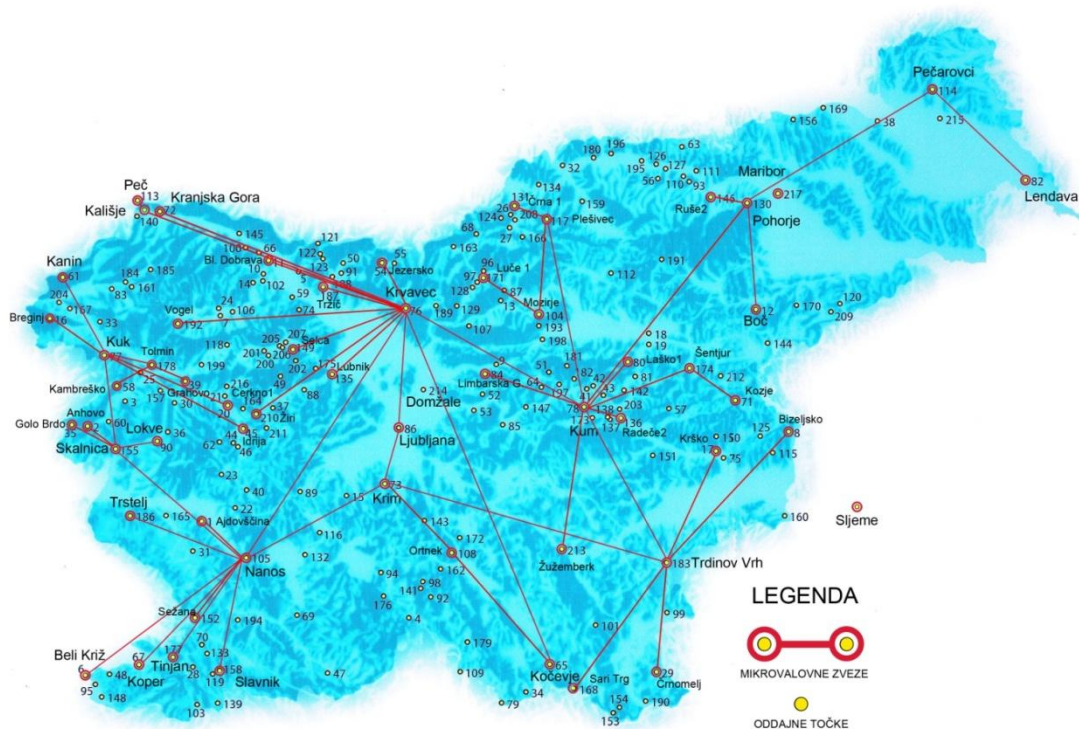
Organizacijska enota OZ – oddajniki in zveze je razdeljena na štiri sektorje:

SEKTOR RAZVOJ (skrbi za načrtovanje mrež oddajnikov in zvez ter za končno kontrolo naše storitve na terenu)

SEKTOR ODDAJNI CENTRI (vključuje vse oddajne centre s posadkami. V tem sektorju delujeta tudi skupni za antenske sisteme in energijo)

SEKTOR PODROČNI CENTRI (vključuje vse delovne skupine, ki skrbijo za obratovanje oddajno-pretvorniških točk brez stalne posadke)SEKTOR ZVEZE (vključuje vse delovne skupine, ki skrbijo za vse distribucijske, kontribucijske in funkcionalne zveze, začasne zveze ob raznih dogodkih ter skupino za nadzor mrež OZ)

Slovenija ima zelo razgibano konfiguracijo terena. Ne moremo jo pokriti z radijskimi in televizijskimi signali samo z večjih oddajnih centrov. Za pokrivanje države s signali SV, FM in TV ter za digitalno radiofuzijo je v uporabi 220 oddajnih točk. Število pa še narašča saj temeljimo k čim boljši pokritosti.



Slika 1 - Trenutno stanje oddajnih točk in mikrovalovnih zvez

V tem obdobju na novo vzpostavljamo mrežo DVB-t oddajnikov, pretvornikov in repetitorjev za prizemno televizijo. Postojanke so raztresene po vsej Sloveniji in velikokrat tudi na težko dostopnih mestih. Preden pride signal do naših televizijskih sprejemnikov je potrebno veliko tehnologije in znanja, kar pa zmeraj bolj zahtevnega gledalca ne zanima in zahteva nemoten sprejem. Sam sem se osredotočil na postojanko Kuk.

1.2 Oddajniška točka Kuk in nameščena tehnologija

Za predmet obravnave v diplomski nalogi sem izbral postojanko Kuk, kjer bom namestil sistem za merjenje in zajem temperature. To točko sem izbral, ker je ena najpomembnejših na severno primorskem pa tudi zaradi strateškega pomena - italijanske meje. Italijani slovijo po tem, da zaradi njihove slabe zakonodaje, prevzemajo naše kanale oz. frekvence. Vse to pomeni, da mora naša številna oprema delovati brezhibno, 24 ur na dan. Zato je zelo pomembno v kakšnih temperaturnih pogojih ta deluje.

Na točki imamo nameščeno naslednjo opremo:

- **DVB-t oddajnik**(500W), ki deluje v UHF standardu in oddaja programe iz MUX A. Struktura je modularna, z eno ojačevalno stopnjo in izhodnim filtrom. Omogočeno je popolno daljinsko delovanje preko TCP/IP mreže ter SNMP in GPRS mreže, lokalno preko TCP/IP in serijskih vmesnikov v skladu z IEC 864-1. Kontrolna logična enota vsebuje naslednje funkcije: avtomatska ali ročna kontrola naprave, izpis delovnih pogojev, alarmov, merjenje izhodne in reflektivne moči, ojačevalnega toka in napetosti, delovne moči, izhodno in reflektirano moč exciterja in napetost lokalnega oscilatorja.
- **DVB-t oddajnik** (250W) rezerva, ki se preklopi od izpadu primarnega oddajnika. Ima enake specifikacije kot primarni oddajnik, razlika je v moči in tem, da je primarni oddajnik vodno hlajen, ta pa zračno.
- **Analogni oddajnika**(2× 1 kW) predelan v digitalnega za oddajanje in zasedanje UHF kanala. Namenjen je izrecno za zaščito UHF kanala pred Italijani na zahodni meji. Oba oddajnika sta brez daljinskega nadzora.
- **FM oddajniki** (4×5kW) za radio SLO1, radio VAL 202, radio ARS in radio KOPER
- **FM oddajnik** (300W) – rezerva
Vsi oddajniki so brez daljinskega nadzora
- **tehnologija za linkovske povezave**
- **Napajalni sistem** za napajanje naših naprav, ki vsebuje 48VDC enosmerni napajalni sistem, razsmerniški – inverterski sistem 48VDC – 230VAC, baterije in distribucijo. Napajalni sistem vsebuje tudi kontrolno enoto SCU+, ki omogoča

lokalni in daljinski nadzor ter upravljanje z vsemi funkcijami in parametri napajalnega sistema. SCU+ enota omogoča priklop na ethernet omrežje preko vgrajenega vmesnika (konektor RJ-45). Naprava podpira protokola http in SNMP, ki omogočata daljinski nadzor in upravljanje naprave. [1]

Tu pa še gostujejo še komunikacijske naprave od Slovenske vojske ter podjetij Simobil, Tušmobil, Telekom, Norkring (operater drugega omrežja digitalne prizemne radiodifuzije (MUX B) namenjenega oddajanju komercialnih TV programov), Stelcom (ponudnik internetnih storitev), Elektro primorska ter radioamaterji. Vsi ti podnajemniki plačujejo najemnino za uporabo prostora in antenskega stolpa. Zato tudi zahtevajo pogoje za nemoteno in neprekinjeno delovanje. Vsaka minuta nenapovedanega izpada gre nam v škodo z manjšo najemnino in ugledom. Prav tako gledalci zahtevajo neprekinjeno oddajanje naših TV programov, saj ti vsak mesec plačujejo RTV naročnino.

Prav zato temeljimo k daljinskim nadzorom in nenehnim spremljanjem delovanja naših naprav, ter s tem zagotovimo čim manj izpadov in hitro posredovanje naših vzdrževalnih ekip ob okvarah.

Kot sem že omenil je za delovanje vseh teh naprav zelo pomembna temperatura okolja v katerem so nameščene. Velikokrat se je v praksi zgodilo, da je poleti odpovedala klima in se je začel prostor počasi segrevati. Prav tako velja za zimo in prekomerno ohlajanje. Starejše generacije oddajnikov nimajo daljinskih nadzorov, DVB-t oddajnika imata spletni vmesnik, vendar kar se tiče temperature lahko na daljavo odčitamo temperature modulatorja, frekvenčnega pretvornika navzgor (up converter) in močnostnega ojačevalnika (power amplifier) v samem oddajniku. Tu so še napajalni sistemi z zelo dragimi baterijami. Naše baterije so sicer prilagojene za delovanje pri višjih temperaturah. Pri temperaturi ambijenta 30°C, imajo življenjsko dobo 10 let. Vendar so tu še drugi napajalni sistemi in ta doba se pri slabih temperaturnih pogojih zelo skrajša. Prav tako se skrajša življenjska doba drugim napravam. Nekatere se ob pregretju same zaustavijo ali pa delujejo s polovično močjo, druge lahko prek daljinskega upravljanja zaustavimo ali zmanjšamo moč. Tako pride do nepotrebnih izpadov.

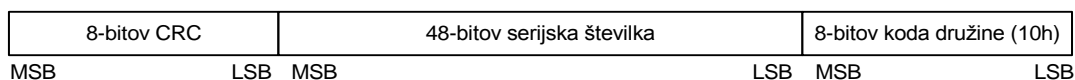
2 TEMPERATURNO TIPALO DS18B20

Ta tip tipala uporabljamo kot notranja tipala in kot zunanje tipalo. Razlika je v tem, da so notranja tipala nameščena v člen T – sense, zunanje pa je direktno priloženo na UTP kabel.

2.1 Opis temperaturnega tipala DS18B20

Digitalni senzor **DS18B20** je tovarniško umerjeno temperaturno tipalo, ki daje na izhodu številčno vrednost temperature v °C. Njegovo delovno območje je od -55 do +125 °C, v katerem ima točnost ±2 °C. V območju od -10 do +85 °C ima točnost meritve ±0,5 °C. Za komunikacijo z Barionet50, uporablja **1-wire** vodilo, ki potrebuje eno podatkovno linijo. Ima tudi možnost napajanja iz podatkovne linije (parasite power), kar skrči potrebno število linij za priklop senzorja na le dve žici (**GND** in **Data**), sicer pa potrebuje 3 žice (+, - napajanje ter **Data**). Vsak senzor ima tovarniško vgrajeno 64-bitno serijsko številko, ki omogoča identifikacijo (naslavljanje) posameznega senzorja, kadar imamo na vodilu več tipal. To je zelo smiselno in praktično, ko imamo na master napravi priključenih več tipal, ki so razporejeni po prostorih ali zunaj. Tako lahko vemo iz katerega senzorja so odčitani podatki. [2]

Spodnja slika prikazuje 64 bitni naslov, ki ga ima vpisan senzor.



Slika 3 - 64 bitna koda ROM (format zapisa 1 - wire protokola)

64 bitov pomnilnika **ROM**, ki hrani tovarniško zapečeno kodo senzorja je razdeljeno na tri dele. (Slika 3) Prvih 8 bitov kode vsebuje številko družine senzorja. Naslednjih 48 bitov vsebuje serijsko številko senzorja, zadnjih 8 bitov pa predstavlja **CRC** (Cyclic redundancy check) ciklično preverjanje redundance, izračunan iz gornjih 56 bitov, ki nam omogoča nadzor pravilnosti prenosa kode **ROM**.

2.2 T - sense

Notranja tipala so vgrajena v majhen člen (T - sense), ki uporablja kot element za zaznavanje temperature prav tako senzor DS18B20. (Slika) Z obeh dveh strani ima vgrajena konektorja rj45, ki omogočata povezavo tipal v vodilo s pomočjo običajnih ethernet kablov in konektorjev. V serijo lahko vežemo do 50 tipal.

Rj45 priključek je kompatibilen z RJ11 in 12 konektorji, kot tudi RJ45, kar omogoča uporabo cat5 kabla ali navadno telefonsko žico. To se izkaže za zelo ekonomično rešitev.



Slika 4 - Člen T - sense

2.3 Lastnosti pinov na členu T – Sense

Če za izvedbo vodila uporabimo standardne ethernet priključne kable, moramo na 1-wire vmesnik na Barionet50 modulu povezati žice prave barve in sicer: oranžno in modro-belo povežemo na G priključek vmesnika (maso), modro pa na 1W priključek vmesnika

Pin 1 = +5 volt return (pass through) : (+5V povratek (- pol) ; pass through pomeni, da ni povezan s tipalom, je povezan samo iz enega konektorja rj45 na drugega; gre samo skozi)

Pin 2 = +5 volts (Vdd) : (+5V napajanje tipal)

Pin 3 = Aux return (pass through) : (pomožni (rezervni) vod oz. priključek , povratni vod oz. minus (-) pol; ni povezan s tipalom (logično, saj ima tipalo samo 3 priključke)

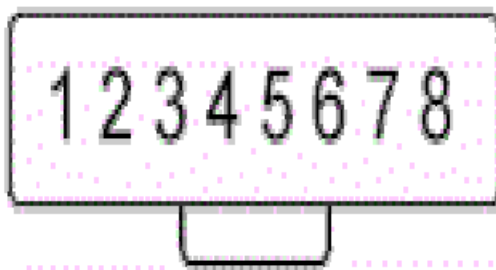
Pin 4 = 1-Wire® data : (podatkovna žila tipal)

Pin 5 = 1-Wire® return : (povratna podatkovna žila tipal; minus pol oz. gnd tipala; je skupna masa za podatkovno in +5V žilo)

Pin 6 = Aux (pass through) : (pomožni (rezervni) vod oz. priključek; ni povezan s tipalom; je povezan samo iz enega konektorja rj45 na drugega; gre samo skozi)

Pin 7 = +12 volts (pass through): (12V priključek, gre samo skozi oba konektorja mimo tipala ; namenjen je drugim napravam na vodilu, če bi obstajale)

Pin 8 = +12 volts return (pass through) : (12V priključek povratni vod, gre samo skozi oba konektorja mimo tipala)



Slika 5 - Pini na členu T - sense

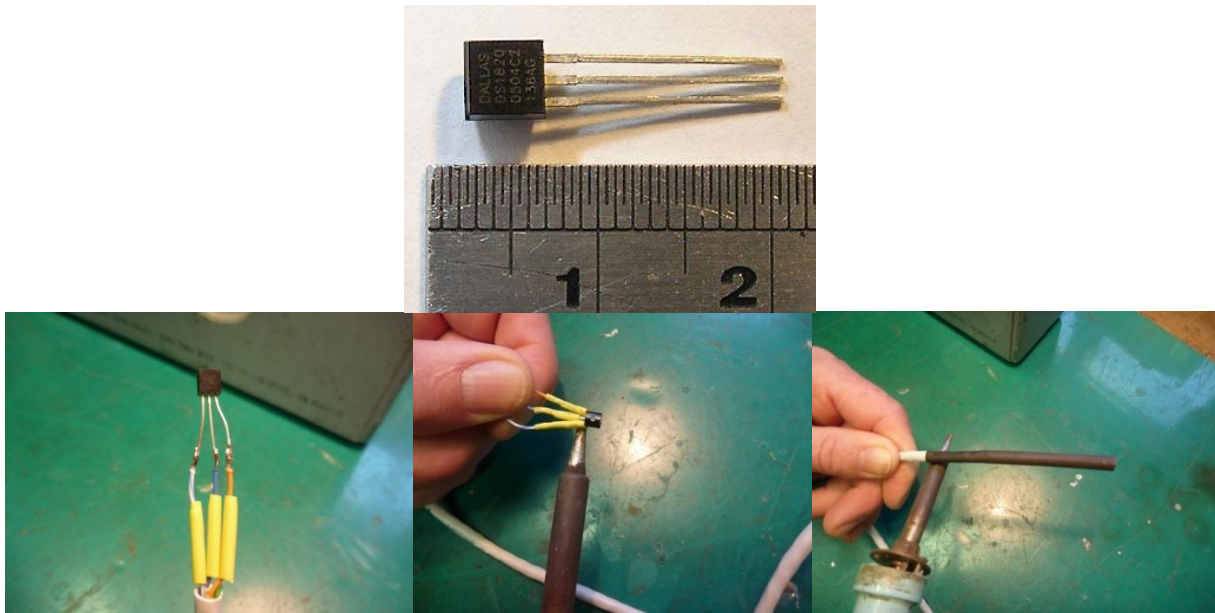
V primeru Barionet50, so tipala priključena na 1-wire fizični vmesnik, ki za napajanje slave naprav uporablja parasite power način napajanja. T-sense lahko priključimo na oba načina: trižično – normalno napajanje ali dvožično – parazitsko napajanje.

2.4 Zunanje tipalo

Temperaturo merimo tudi zunaj objekta. Glede na te temperaturne podatke, nastavimo moč klime in pretoka zraka v prostorih. Koristni pa so tudi za primerjavo s podatki notranjih temperatur. Če se zunanja temperatura poveča je normalno, da tudi v notranjih prostorih nekoliko narase. Tako vemo, da to še ni znak za alarm ampak le posledica segrevanja zunanje okolja.

Zunanje tipalo je enako kot notranje - DS18B20, razlika je v tem, da ga priložimo direktno na UTP kabel in izoliramo proti vlagi s pomočjo skrčne božirke. (Slika 4)

Na notranji strani kabla zunanjega tipala in med posameznimi notranjimi tipali zmontiramo ethernet priključek po pravilih običajnega mrežnega kabla ("1 na 1"). Dolžina vodila je nekje do 100 metrov, vendar je dejanska dolžina odvisna od motenj v okolici (realno 30-40m). Zunanje tipalo postavimo na severno stran objekta, da je čim manj izpostavljeno soncu.



Slika 6 - Lotanje in zaščita zunanjega temperaturnega tipala

2.5 Lastnosti in konfiguracija pinov na tipalu DS18B20 (Slika 5)



PIN (TO-92)	IME	FUNKCIJA
1	GND	Skupna masa
2	DQ	Podatkovni pin (1- wire priključek) Omogoča tudi »parazitno« napajanje tipala.
3	V _{DD}	+ napajalni priključek

Slika 7 - Pini na tipalu

3. MODUL BARIONET 50

3.1 Opis

Barionet 50 (Slika 8) je v programirljiv omrežni modul za povezovanje naprav na podlagi IP omrežja. Ima več funkcij: za analizador mreže Iskra predstavlja komunikacijski prehod med vodilom RS485 (modbus) in ethernet omrežjem; za temperaturna tipala deluje kot 1-wire master, ki ciklično zajema podatke iz tipal in jih preko SNMP protokola pošilja v nadzorni sistem. Poleg tega ima tudi 4 digitalne vhode in 4 relejske izhode, ki jih lahko nadzorujemo preko SNMP ali modbus protokola. Digitalne vhode lahko uporabimo za priključitev tipk ali brezpotencialnih kontaktov, relejske izhode pa za aktivacijo močnejših relejev, preklon motorjev.... [3]



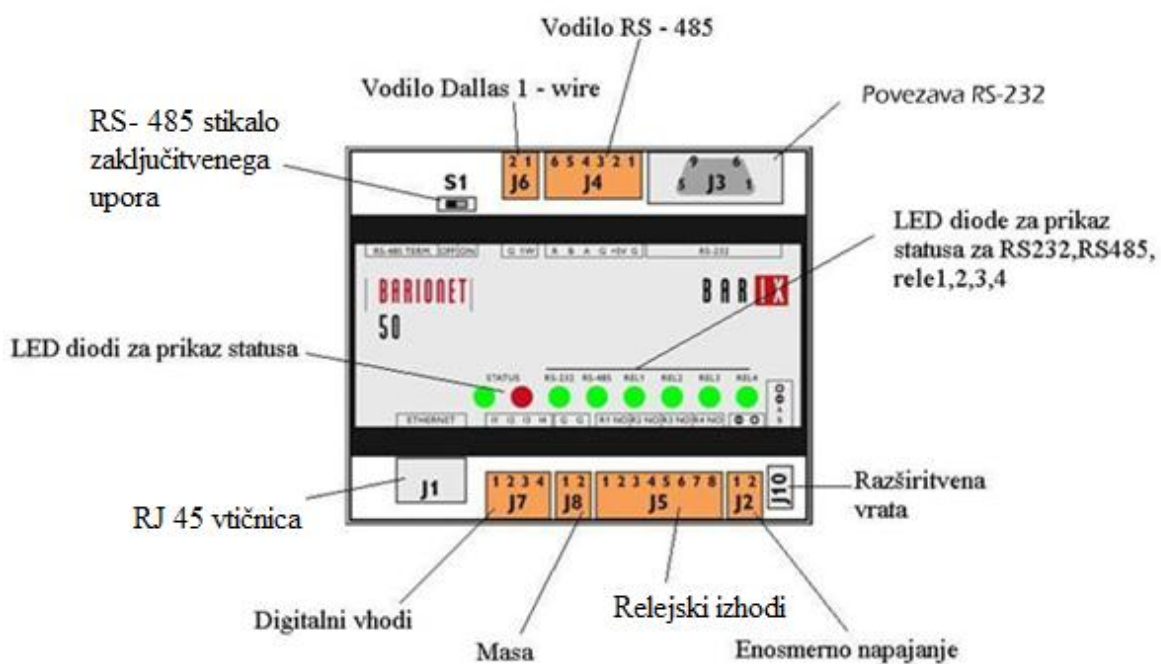
Slika 8 - Barionet50

Vsebuje tudi spletni vmesnik, ki omogoča vpogled osmih temperatur in stanje digitalnih vhodov/izhodov. Tu lahko nastavljamo omrežne parametre (IP naslov, omrežna maska, prehod), parametre za fizični vmesnik (RS 232 in RS 485), avtomatsko pošiljanje sporočil na nadzorni računalnik preko preprostega protokola za upravljanje omrežja (SNMP). Vidni so tudi 8-bajtni naslovi, osmih tipal, priključenih na vodilo.

Barionet50 ima naslednje fizične komunikacijske vmesnike: Ethernet, RS232; RS485, 1-Wire (Dallas); 4 digitalne vhode in 4 relejske izhode

Barionet50 podpira naslednje protokole: http, Modbus/tcp in SNMP (SNMP server – SNMP agent)

3.2 Zgradba modula Barionet50



Slika 9 - Zgradba modula Barionet50

RJ 45 VTIČNICA

Ethernet omrežni vmesnik Barionet50 je opremljen s standardno Ethernet 10/100MBit komunikacijo in postopkom izbire naprave, ki lahko v danem trenutku odda podatke v mrežo.

Napajanje preko omrežnega priključka (PoE), se ne izvaja, vendar je to lahko mogoče doseči z zunanjim adapterjem, ki razdeli Power iz Ethernet signala.

Dve LED diodi na RJ-45 vtičnici prikazujeta stanje omrežja:

- utripajoča oranžna lučka: Traffic (promet)
- zelena lučka: Link (povezava) je ok

ENOSMerno NAPAJanJE DC

Barionet ima enosmerno napajanje, ki ga priključimo na pin1(masa – GND)

in pin2 (enosmerno napajanje +9..30V)

Največja napetost je 30V . Višja napetost lahko poškoduje napravo.

KOMUNIKACIJSKI VMESNIKI:

- RS – 232

To je moški 9 pinski DTE priključek. Hitrost prenosa lahko nastavimo v spletnem vmesniku, med 300-230400 baudi, 1 ali 2 stop bita, format podatkov 8 bitov, brez paritete ter z ali brez strojne kontrole pretoka (RTS / CTS) ali XON / XOFF.

Utripajoča "RS-232 led dioda nam kaže dejavnost priključka.

.

- RS – 485

Vmesnik omogoča vzpostavitev vodila RS485 (2 žici), na katerega lahko priključimo do približno 250 naprav, pri čemer modul Barionet50 deluje kot master naprava na vodilu.

Barionet50 deluje kot komunikacijski prehod med vodilom RS485 (modbus) in ethernet omrežjem.

- DALLAS 1- WIRE

Dallas 1-Wire[®] vodilo je namenjeno priključitvi do 50 1-wire temperaturnih senzorjev ali drugih naprav, ki podpirajo ta protokol (1-wire Real Time ure, senzorji vlage, napetosti, ...) Druge 1-Wire naprave lahko priključimo na vodilo le, če implementiramo komunikacijo s programskim vmesnikom BCL.

Pin1 : masa

Pin2: data (podatki) + parazitno napajanje

DIGITALNI VHODI

Na voljo so štiri digitalni vhodi, ki so zasnovani kot stik na maso (služijo za priključitev gumbov ali relejnih izhodov). Da bi zagotovili zanesljivo stanje, je na vsakem vhodu vgrajen 27K Ohm pull-up upor. Če želimo aktivirati vhod, moramo z relejem, stikalom ali

gumbom narediti stik na maso. Vhodna napetost je omejena z 3.3V DC z Zener diodo (regulacijsko diodo), katero lahko ob večji prenapetosti pregori.

RELEJSKI IZHODI

Moč relejskega izhoda je omejena na 30 V DC in 0.5A maksimalno.

Indikatorji LED, ki so označeni od REL1 do REL4, se aktivirajo skupaj z relejem. Ko je rele aktiven nam sveti zelena led dioda.

MASA

Pin 1 : masa

Pin2 : masa

RAZŠIRITVENA VRATA

Priključek omogoča, da enostavno povežemo na Barionet50 dodatne razširitvene module, kot so BarixR6 in BarixIO12.

RS – 485 STIKALO ZAKLJUČITVENEGA UPORA

S stikalom vključimo med signalne vhode (A in B) zaključitveni upor. S tem povečamo zanesljivost vodila (neobčutljivost na motnje), hkrati pa povečamo obremenitev driverjev v priključenih napravah. V praksi se zaključitveni upor uporablja takrat, ko je vodilo daljše ali pa tam, kjer je izpostavljeno elektromagnetnim motnjam.


STATUSNA LED DIODA

Ko "PWR" LED dioda sveti, pomeni da je Barionet napajan, utripajoča "CPU" LED dioda pa prikazuje CPU dejavnost. [4]

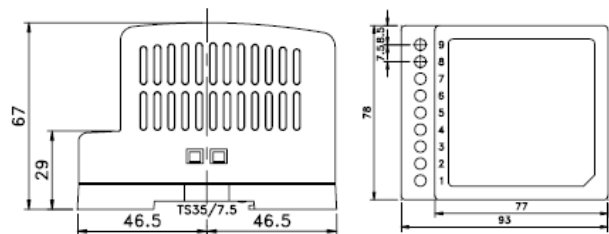
USMERNIK:

Preden lahko karkoli počnemo z napravo Barionet50 ji moramo zagotoviti napajanje. Uporabil sem usmernik MOXA DR-4524 (Slika 11), ki iz 220V izmenične napetosti, zagotovi 24V enosmerne napetosti.

TERMINAL PIN NO. ASSIGNMENTS

- PIN 1, 2 : AC INPUT
- PIN 3 : 
- PIN 4, 5 : DC OUTPUT -V
- PIN 6, 7 : DC OUTPUT +V
- PIN 8 : LED lit for DC OK
- PIN 9 : Voltage ADJ.

INSTALL DIN-Rail TS35/7.5 or TS35/15



Slika 10 - Specifikacije usmernika



Slika 11 - Usmernik Moxa

3.3 Komunikacija s tipali

1 – Wire bus sistem zahteva enega gospodarna (master device) in enega ali več sužnjev (slave device) na vodilu. Če je na vodilu le eden suženj, govorimo o »enotočkovnem« sistem (single-drop), če je na vodilu več sužnjev, govorimo o »večtočkovnem« sistem (multi-drop). Pobudnik vsake transakcije je gospodar (modul - BARIONET 50), sužnji (senzorji) pa se le odzivajo na ukaze gospodarja. Princip komunikacije je razdeljen na tri ravni:

- fizična povezava senzorjev in modula;
- transakcijska sekvenca;
- definicije signalov.

3.3.1 Fizična povezava

1-žilno vodilo (1 – **wire bus**) ima po definiciji le eno podatkovno linijo. Vsaka naprava (master ali slave) mora biti nanj priključena preko odprtega kolektorja (open drain) ali 3-stanjskega (3-state) priključka; to ji omogoča, da lahko sprosti podatkovno vodilo in omogoči komunikacijo drugi napravi. Podatkovni priključek senzorja **DS18B20** je tipa odprti kolektor (open drain).

3.3.2 1-Wire protokol

Ta protokol je razvilo podjetje Dallas Semiconductor v namen za komunikacijo z nekaterimi svojimi komponentami. Na začetku so bili to temperaturni senzorji, sedaj pa je na trgu na voljo še mnogo vezij, ki komunicirajo na podlagi 1-Wire protokolu. Ime 1-wire, je protokol dobil zato ker za priklop teh komponent, potrebujemo samo eno podatkovno linijo in dve napajalni.

4 ARP PROTOKOL

Če hočemo do naprave dostopati preko spletnega brskalnika, kar je naš cilj, ji moramo nastaviti IP naslov. Za nastavljanje IP naslova naprav obstaja več načinov: DHCP, BOOTP in seveda ročni na napravi.

Dejstvo je, da uporabniki nimajo vedno delujočega DHCP ali BOOTP strežnik pri sebi, in mnogo majhnih vgnezdjenih (embedded) naprav nima tipkovnice in zaslona. Zato so se domislili posebne "zvijače", ki jo po spletu opisujejo kot Directed ping ali Arp trick.

Jaz sem se odločil za uporabo protokola ARP (Address Resolution Protocol), ki je del protokolnega sklada TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol).

Protokol ARP je odgovoren za preslikavo internetnega naslova (IP) v pripadajoči "strojni" naslov MAC (Media Access Control). Ker ima vsak kos opreme unikaten naslov MAC, imajo vsi omrežni gradniki dva identifikacijska naslova: IP in MAC. Prvi trije bajti naslova MAC predstavljajo identifikacijo izdelovalca strojne opreme; tako na primer 00:02:55 označuje IBM Corporation. Krajevni strojni naslov najlažje odkrijemo z ukazom "ipconfig /all" (Windows) in "ifconfig" (Linux).

Povezovanje strojne opreme v omrežjih na najnižjem nivoju, temelji na strojnih naslovih, saj komunikacija deluje na fizični in podatkovno-povezovalni plasti referenčnega modela OSI. Preden se računalnik A lahko poveže z računalnikom B, mora internetni naslov slednjega torej najprej povezati (resolve) z njegovim naslovom MAC, to pa opravi protokol ARP. Nasprotno nalogo opravi RARP (Reverse Address Resolution Protocol), ki naslove MAC povezuje z naslovi IP. Slednjega v zadnjem času vse pogosteje zamenjujeta BOOTP (Bootstrap Protocol) in novejši DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol).

Vzpostavitev povezave med dvema računalnikoma poteka tako, da računalnik A (npr. 192.168.0.101) razprši paket ARP z zahtevo (ARP-Request): "Kdo ima IP 192.168.0.102? Sporoči na IP 192.168.39.101" na razprševalni (broadcast) naslov MAC FF:FF:FF:FF:FF:FF. Vse zahteve, ki so poslana na razprševalni naslov MAC, dosežejo vse računalnike v omrežju. Računalnik B (npr. 192.168.39.102) odgovori s paketkom (ARP-Reply), ki vsebuje njegov krajevni strojni naslov MAC. Prejeti odgovor nato računalnik A

začasno shrani v svoj predpomnilnik ARP (ARP cache). Računalnik, ki opravi zahtevano, bo tudi sam v svojo tabelo ARP shranil naslov IP in naslov MAC pošiljatelja. [5]

4.1 Tabela ARP

Tabela ARP je seznam naslovov IP in njihovih povezanih fizičnih naslovov MAC. Tabela ARP je shranjena v pomnilniku. Računalniku tako ni potrebno izvršiti zahteve ARP, če želi večkrat izvedeti za določen naslov IP, pogosto se poizveduje po naslovih strežnikov in usmerjevalnikov. Vsaka vknjižba vsebuje ne le naslov IP in naslov MAC, ampak tudi vrednost za Time to Live (TTL), ki določa kako dolgo vsaka vknjižba ostane v tabeli ARP. Običajno je ta vrednost 10 minut.

Tabela ARP vsebuje dva načina vknjižbe vnosa parov naslovov:

- dinamično (*angl. dynamic*),
- statično (*angl. static*).

Dinamična vknjižba se ustvari, kadarkoli računalnik pošlje ARP povpraševanje oziroma zahtevo in MAC naslov ni najden v tabeli ARP. ARP zahteva je razpršeno pošiljanje v lokalnem omrežju. Ko je naslov MAC zahteve naslova IP najden, to informacijo doda v tabelo ARP. Dinamična vknjižba v tabelo ARP je počiščena, ko poteče TTL. S tem se zagotavlja, da vnosi ustrezajo tekočemu stanju v omrežju.

Statična vknjižba služi enakemu namenu kot dinamična vknjižba, le narejena je ročno z orodjem za ARP. Običajno jo uporabljamo za vnos naslovov strežnikov in usmerjevalnikov.

4.2 Ukazi

arp -a (Pregleda lokalne tabele ARP in ugotovi kateri TCP/naslov IP pripada določenemu naslovu MAC)

Prikaže se izpis, ki bo nekaj podobnega kot je tale izpis:

```
Interface: 188.44.100.3 on Interface 2
internet Address      Physical Address      Type
188.44.100.2         aa-a0-c9-e4-bc-3c    dynamic
188.44.100.4         aa-a0-c0-aa-b1-25    dynamic
```

arp -g (Tudi pri ukazu arp -g se prikaže enak izpis)

arp -s (Tabele ARP ne uporabljamo samo za branje podatkov iz nje, ampak jo lahko jo lahko z orodjem za ARP tudi urejamo. Da dodamo vknjižbo oziroma podatek v tabelo ARP, uporabimo ukaz ARP in dodamo -s. Ta vknjižba oziroma podatek ostane v tabeli ARP, dokler je računalnik vključen. Tudi kadar mora biti paket poslan na določen naslov IP, ja le ta poslan avtomatično na naslov MAC) [6]

Na Barionet50 sem se priključil z križnim mrežnim kablom. Izbral sem si prost IP naslov za napravo.

V ukazni vrstici sem z uporabo Arp -s ukaza dosegel, da je moj PC in izbrani IP naslov (172.30.112.216) komuniciral z Barionet50 MAC naslovom (00-08-E1-01-3B-F8)

```
arp -s 172.30.112.216 00-08-E1-01-3B-F8
```

Zdaj moramo zagotoviti še, da Barionet "posluša" ta izbrani IP naslov z ukazom Telnet.

```
telnet 172.30.112.216 1
```

V primeru Barionet50 naprave namesto ping, koristijo TCP paket na portu 1.

Barionet bo sicer zavrnil povezavo na vratih 1 (ena) takoj, vendar bo na voljo za spletni dostop na IP naslovu, ki smo ga nastavili.

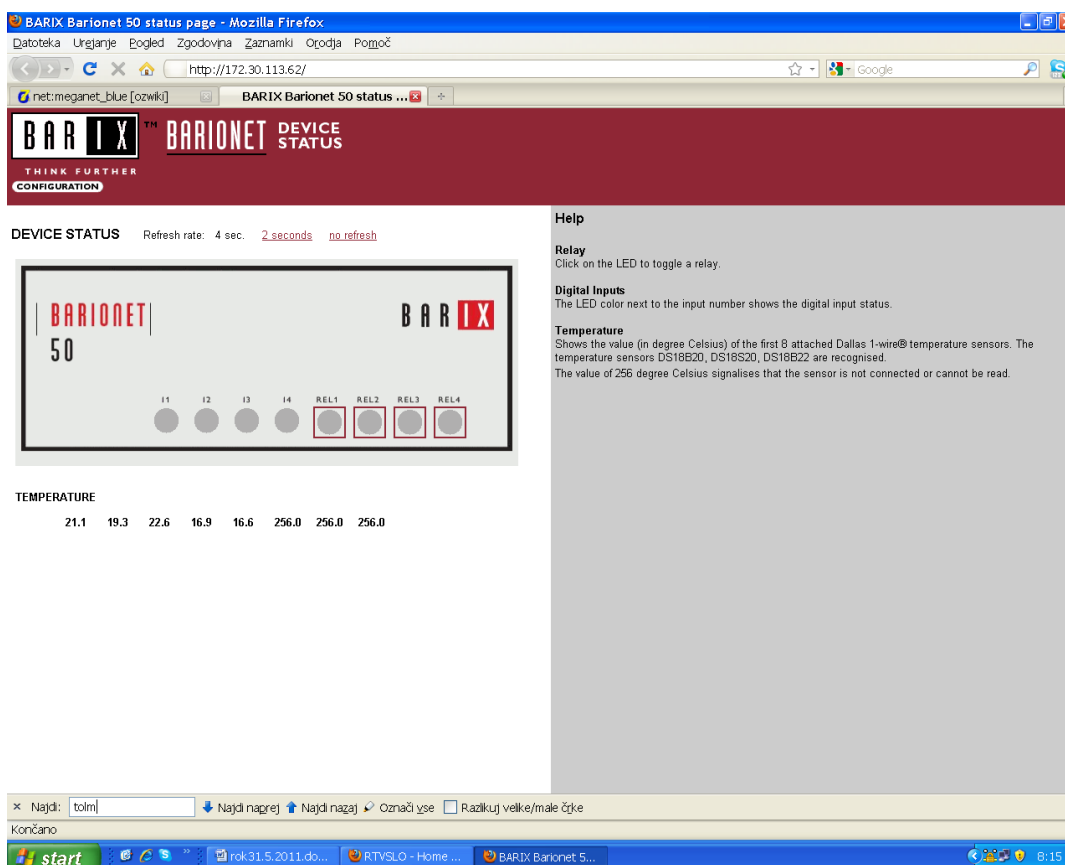
Z ukazom telnet 172.30.112.216 1 pošlje računalnik na barionet50 TCP/IP paket s ciljnim naslovom 172.30.112.216 in portom 1.

Ker smo predhodno napisali arp -s 172.30.112.216 00-08-E1-01-3B-F8 računalnik ve, da mora omenjeni TCP/IP paket poslati v ethernet paketu s ciljnim naslovom 00-08-E1-01-3B-F8 (mac naslov Barionet50) Ko Barionet50 le tega dobi ve, da si mora zapomniti svoj "novi" IP.

5 NASTAVITVE SPLETNEGA VMESNIK

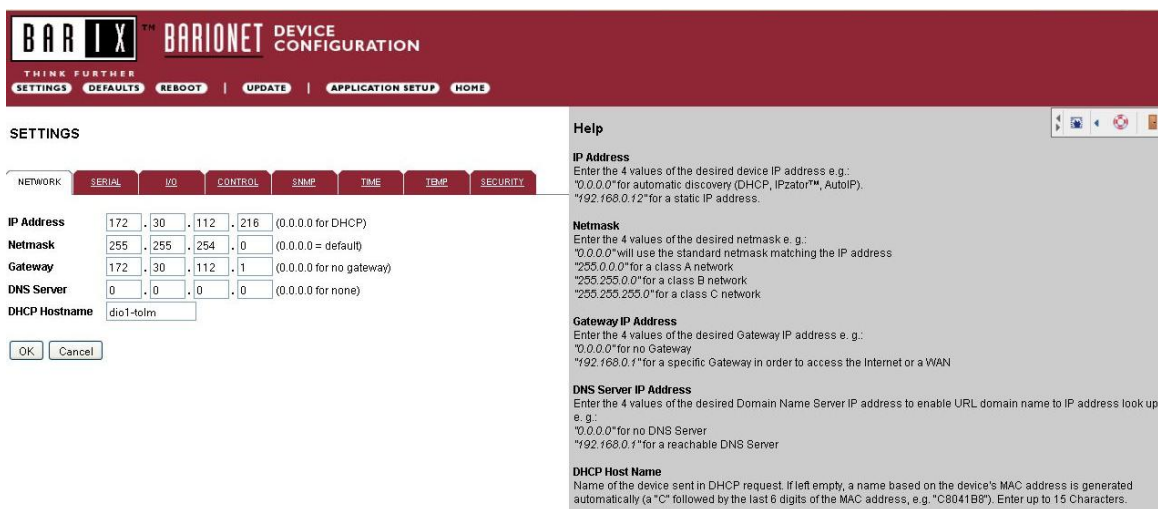
Sedaj, ko z začasnim IP naslovom dostopamo do naprave je treba nastaviti parametre kot so IP naslov, omrežna maska, prehod, DNS Server in DHCP ime gostitelja. Vstopna stran izgleda tako kot prikazuje Slika 12. Prikazuje se nam osem temperatur. Stanje se osvežuje na 2 ali 4 sekunde. Nad temperaturami so 4 aktivna polja s povezavami za vklop relejskih izhodov ter 4 lučke, ki predstavljajo stanje digitalnih vhodov.

5.1 Status naprave



Slika 12 - Grafični vmesnik naprave Barionet50

5.2 Omrežne nastavitve



Slika 13 - Omrežne nastavitve

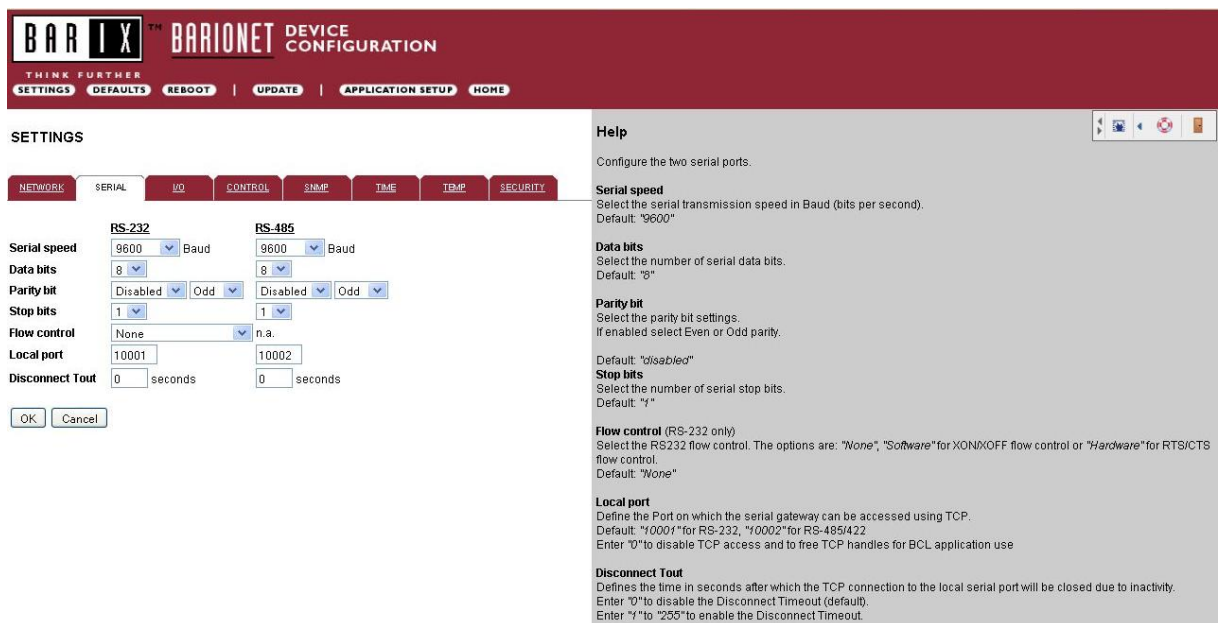
IP-naslov je številka, ki natančno določa računalnik v omrežju Internet. Kratica IP označuje Internet Protocol. Število je 32-bitno, za bolj pregleden prikaz je običajno zapisano s štirimi osembitnimi vrednostmi v desetiški obliki (172.30.112.216)

Prehod je skupek strojne in programske opreme, ki je potrebna za komunikacijo dveh tehnološko različnih omrežij. Zagotavlja pretvorbo protokolov iz ene omrežne arhitekture v drugo. Prehod uporabljamo kot vhod- izhodno točko pri povezovanju krajevnega omrežja z globalnim.

DNS je kratica za Domain Name System/Service/Server (sistem domenskih imen). TCP/IP računalniki uporabljajo naslove IP za identificiranje drug drugega, ljudje pa bolje delajo z imeni. Ponudnik ponuja omrežni sistem za omrežne vire in za reševanje njihovih imen v IP-naslove. Računalniki TCP/IP marsikdaj dostopajo do strežnikov DNS, da jim pošiljajo imena računalnikov do katerih želijo dostop. strežnik DNS komunicira z ostalimi strežniki DNS, da poišče naslov IP, ki je povezan z zahtevanimi imeni in jih pošlje nazaj k odjemalcu, ki je začel komunikacijo s ciljnim sistemom, ki uporablja ta naslov IP.

5.3 Nastavitve vmesnika zaporednih vrat

Pri tem zavijku nastavimo parametre za fizični vmesnik RS 232 in RS 485. Vsak vmesnik ima svoje komunikacijske nastavitve



Slika 14 - Nastavitve za fizični vmesnik RS232/485

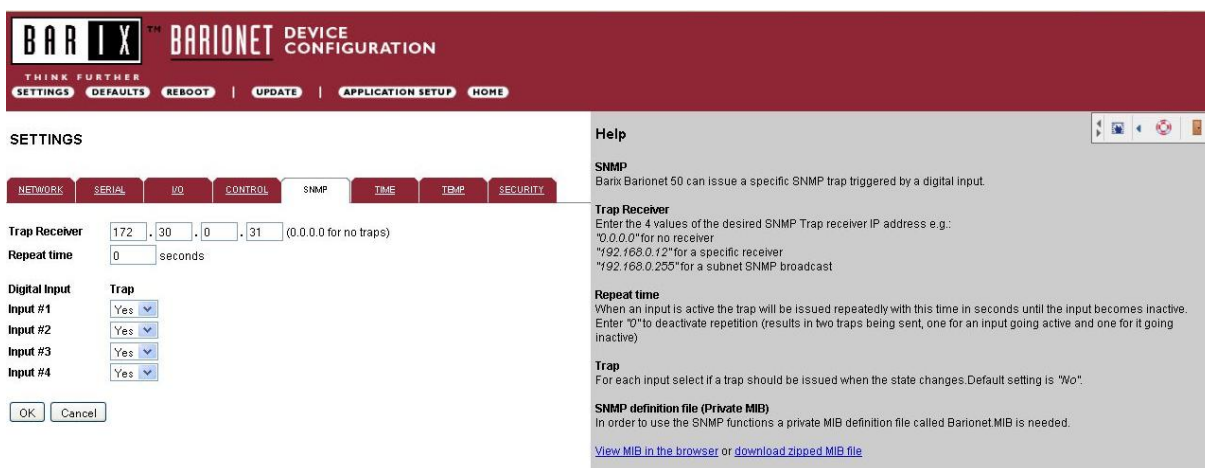
5.4 Preprosti protokol za upravljanje omrežja (Snmp)

Protokol SNMP (Simple Network Management Protocol) je protokol za upravljanje zapletenih omrežij TCP/IP. Ta omogoča skrbnikom upravljanje in konfiguriranje računalnikov v omrežju z osrednjega računalnika brez dodatne programske opreme. [7]

Tukaj nastavimo naslov, kjer bo Barionet50 avtomatsko pošiljal sporočila na nadzorni računalnik takrat, ko pride do spremembe na digitalnem vhodu.

Repeat time imamo nastavljeno na 0. To pomeni, da se sporočilo pošlje samo enkrat.

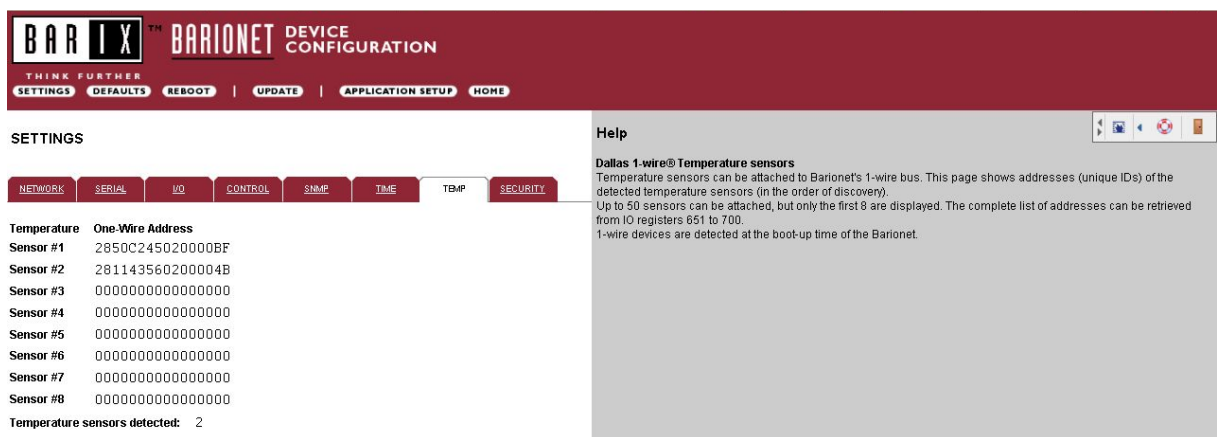
Lahko tudi izbiramo med štirimi digitalnimi vhodi, kjer za vsak vhod določimo ali se ob spremembi stanja pošlje avtomatsko sporočilo.



Slika 15 - Nastavitve za avtomatsko pošiljanje sporočil

5.5 Temp

Barionet 50 ob zagonu preskenira vodilo, da ugotovi, koliko temperaturnih tipal ima priključenih na vodilo. Originalni firmware podpira 50 tipal na 1-wire vodilu. Pod zavihkom Temp prikazuje 8 naslovov tipal (8 bajtni naslovi), ki jih ima Barionet50 priključene na vodilo, ostale pa so nam dostopne preko snmp in modbus protokola.



The screenshot shows the 'Barionet Device Configuration' web interface. The top navigation bar includes 'SETTINGS', 'DEFAULTS', 'REBOOT', 'UPDATE', 'APPLICATION SETUP', and 'HOME'. The 'SETTINGS' section is active, with sub-menus for 'NETWORK', 'SERIAL', 'I/O', 'CONTROL', 'SNMP', 'TIME', 'TEMP', and 'SECURITY'. The 'TEMP' sub-menu is selected, displaying a table of temperature sensors. The table has two columns: 'Temperature' and 'One-Wire Address'. The first sensor (Sensor #1) has the address 2850C245020000BF, while sensors #2 through #8 have all-zero addresses. Below the table, it states 'Temperature sensors detected: 2'. A 'Help' sidebar on the right explains that up to 50 sensors can be attached, but only the first 8 are displayed on this page.

Temperature	One-Wire Address
Sensor #1	2850C245020000BF
Sensor #2	281143560200004B
Sensor #3	0000000000000000
Sensor #4	0000000000000000
Sensor #5	0000000000000000
Sensor #6	0000000000000000
Sensor #7	0000000000000000
Sensor #8	0000000000000000

Temperature sensors detected: 2

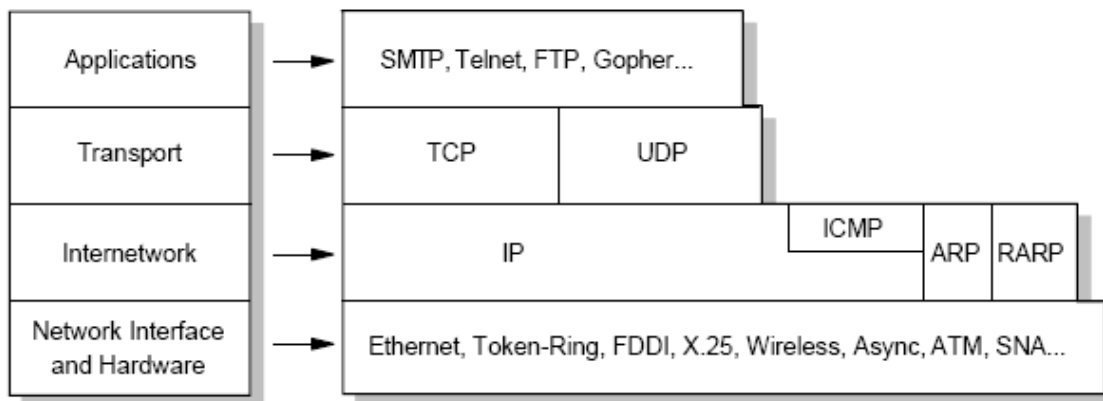
Help
Dallas 1-wire® Temperature sensors
Temperature sensors can be attached to Barionet's 1-wire bus. This page shows addresses (unique IDs) of the detected temperature sensors (in the order of discovery). Up to 50 sensors can be attached, but only the first 8 are displayed. The complete list of addresses can be retrieved from I/O registers 651 to 700. 1-wire devices are detected at the boot-up time of the Barionet.

Slika 16 - Prikaz 64 bitnih naslovov senzorjev

6 PROTOKOL SNMP

6.1 Opis

Edne od protokolov aplikacijskega sloja TCP/IP protokolnega sklada je tudi Simple Network Management Protocol (SNMP).



Slika 17 - Sloji protokolnega sklada TCP/IP

Protocol (SNMP) Protokol je bil predstavljen leta 1988 zaradi potrebe po standardizaciji nadzora in upravljanja IP naprav. Protokol nam omogoča nadziranje naprav, ki so povezana na omrežje. Njegova naloga je zbiranje in organiziranje informacij o omrežnih napravah, kar skrbniku mrežnega sistema omogoča lažje spremljanje delovanja sistema, lažje odkrivanje in reševanje napak itd. V tipičnem sistemu je večje število nadzorovanih naprav. Protokol je namenjen vsem mrežno povezljivim napravam, kar pa so v današnjem času skoraj vse profesionalne elektronske naprave.

Verzije protokola in RFC-ji

Standard je definiran v več RFCjih(Request for comment), ki so specifikacije za večino protokolov, ki obstajajo v IP domeni.

1065 – struktura in identifikacija nadzora

1066 – MIB

1067 – SNMP

6.2 Verzije Snmp protokola [4]

SNMP obstaja v treh verzijah, ki so opisane v naslednjih RFC publikacijah:

Verzija 1 (SNMPv1)

Definiran je v RFC 1157 in je popolni IETF standard. V tej verziji je varovanje povezave izvedeno s skupinami dostopa (community), kar pomeni, da potrebujemo za dostop da naprave le geslo.

Šibka lastnost te verzije je torej varnost saj lahko vsak, ki pozna geslo lahko dostopa do naprave. Obstajajo tri skupine dostopa: read-only, read-write in trap.

Verzija 2 (SNMPv2)

Zaradi raznoraznih nestrinjanj z varnostjo se v2 ne uporablja množično. Definiran v RFC 1441, 1452 – znano kot SNMPv2 ali v2p, vključuje popravke nad v1 in prinaša določene izboljšave na področju performans, varnosti in komunikaciji manager to manager.

Community based SNMPv2 ali SNMPv2c definiran v RFC 1901 in RFC 1908, z razliko prvotne verzije SNMPv2 ne vsebuje izboljšav v varnosti, ampak se sklicuje na avtentikacijo, kot jo ima SNMPv1 (community string), a vsebuje izboljšave v performansah v primerjavi z SNMPv1. User based SNMP ali SNMPv2u je definiran v RFC 1909 in RFC 1910. Ta verzija je vključuje varnost SNMPv2, ampak ne vsebuje kompleksnosti značilne za SNMPv2. Zmeda v SNMPv2 različicah vodijo v razvoj nove verzije 3.

Verzija 3 (SNMPv3)

SNMP se je reorganiziral z verzijo 3 (definira RFC 3411 in RFC 3418) in je postavil standard za SNMP. IETF (Internet Engineering Task Force) je postavil vse ostale verzije (v1, v2*) za preteklo. V praksi večina odjemalcev in master agentov podpira več SNMP različic. Najnovejše verzije SNMP protokola vsebujejo varnost prenosa podatkov, podporo za prenos velikih sporočil in zaščito podatkov (kodiranje podatkov) [8]

6.3 Relacija NMS/Agent

V svetu protokola SNMP obstajata dve vrsti entitet: menagerji in agenti. Menager je nadzorna postaja, na katerem teče programska oprema s katero lahko upravljamo naprave s podporo SNMP. Taka postaja se v literaturi imenuje Network Management Station (NMS), zato bom tudi v nadaljevanju uporabljali to kratico. Tako kot prikazuje slika je Agent nadzorovani objekt, do katerega dostopa NMS. Agenti SNMP pošiljajo nadzorne podatke nadzoranim napravam v obliki spremenljivk (npr. temperatura, spomin, sistemsko ime....) Gre za preprost odnos odjemalec – strežnik, kjer pa vlogo strežnika nosi agent, nadzorna postaja pa je seveda odjemalec. Agent je sposoben tudi samostojnega pošiljanja sporočil nadzorni postaji (trap).



Slika 18 - Logična relacija med nadzorno postajo in nadzorovanim objektom

6.4 Ukazi

Nadzorni sistem lahko zahteva informacije z uporabo ukazov GET, GETNEXT, WALK ali GETBULK protokola SNMP, lahko pa agent sam pošlje podatke (brez zahteve nadzornega

systema) z uporabo ukazov TRAP ali INFORM protokola SNMP. Z ukazom SET pa lahko upravljamo naprave oziroma izvajamo spremembe omrežne infrastrukture.

GET zahteva (Pridobi), se uporablja za pridobitev dela nadzorovanih informacij. NMS zahteva določen podatek od agenta, ki nam pove v kakšnem stanju je nadzorovana naprava. Agent sprejme ukaz in ga obdela. Če je agent uspešen v zbiranju podatkov pošlje get-response paket nazaj.

Primer pridobivanja podatka z zahtevo GET, iz naprave Barionet50, locirane na Kuku.

Razvidno je, da ima vsak podatek svoj naslov določen z OID.

```
koren@koren-laptop:~$ snmpget -v 1 -c public 172.30.112.216 .1.3.6.1.4.1.17491.1.1.2.1.2.601
SNMPv2-SMI::enterprises.17491.1.1.2.1.2.601 = INTEGER: 351
koren@koren-laptop:~$ snmpget -v 1 -c public 172.30.112.216 .1.3.6.1.4.1.17491.1.1.2.1.2.602
SNMPv2-SMI::enterprises.17491.1.1.2.1.2.602 = INTEGER: 267
koren@koren-laptop:~$ snmpget -v 1 -c public 172.30.112.216 .1.3.6.1.4.1.17491.1.1.2.1.2.603
SNMPv2-SMI::enterprises.17491.1.1.2.1.2.603 = INTEGER: 4096
koren@koren-laptop:~$ snmpget -v 1 -c public 172.30.112.216 .1.3.6.1.4.1.17491.1.1.2.1.2.604
SNMPv2-SMI::enterprises.17491.1.1.2.1.2.604 = INTEGER: 4096
koren@koren-laptop:~$
```

GETNEX zahteva (Pridobi naslednjega), se uporablja iterativno za zaporedno pridobivanje vrednosti naslednjega objekta v drevesu, določenega OID iz MIB-a.

WALK zahteva, nam izbruhne vse parametre na lokacijah v pomnilniku nadzorovane naprave. Barionet50 ima 1000 naslovov v pomnilniškem prostoru.

```
koren@koren-laptop:~$ snmpwalk -v 1 -c public 172.30.112.216 SNMPv2-
SMI::enterprises.17491.1.1.2.1.2
```

....

```
SNMPv2-SMI::enterprises.17491.1.1.2.1.2.595 = INTEGER: 0
SNMPv2-SMI::enterprises.17491.1.1.2.1.2.596 = INTEGER: 0
SNMPv2-SMI::enterprises.17491.1.1.2.1.2.597 = INTEGER: 0
SNMPv2-SMI::enterprises.17491.1.1.2.1.2.598 = INTEGER: 0
SNMPv2-SMI::enterprises.17491.1.1.2.1.2.599 = INTEGER: 0
SNMPv2-SMI::enterprises.17491.1.1.2.1.2.600 = INTEGER: 0
SNMPv2-SMI::enterprises.17491.1.1.2.1.2.601 = INTEGER: 344
SNMPv2-SMI::enterprises.17491.1.1.2.1.2.602 = INTEGER: 257
SNMPv2-SMI::enterprises.17491.1.1.2.1.2.603 = INTEGER: 4096
SNMPv2-SMI::enterprises.17491.1.1.2.1.2.604 = INTEGER: 4096
SNMPv2-SMI::enterprises.17491.1.1.2.1.2.605 = INTEGER: 4096
```

....

SET zahteva (Nastavi), se uporablja za spreminjanje parametrov nadzorovane naprave.

Ukaz omogoča konfiguracijo in kontrolo nadzorovane naprave

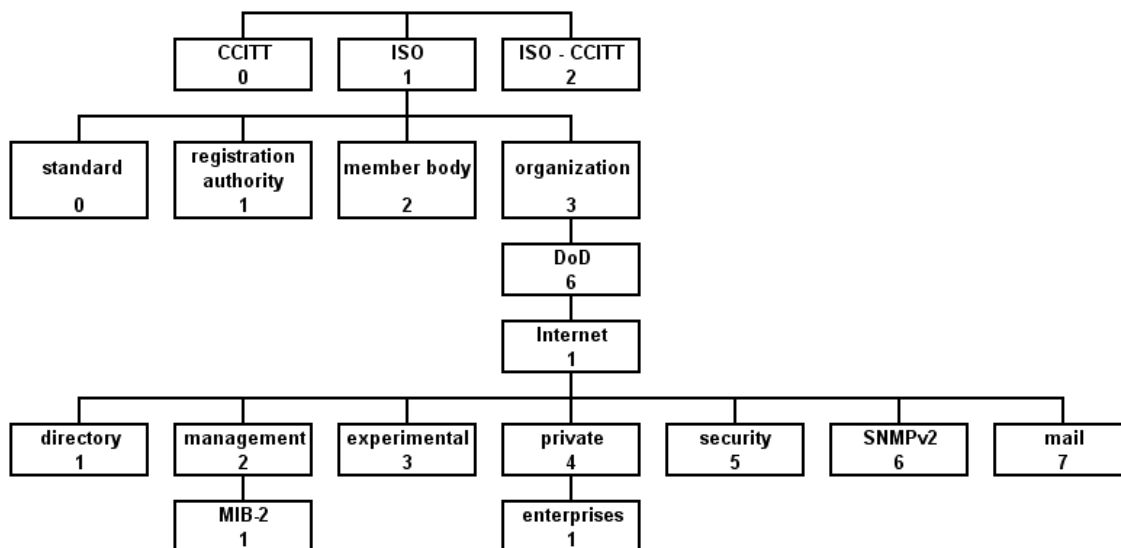
TRAP (Past) se uporabi za sporočanje alarmov ali drugih alarmnih dogodkov na nadzorovanih napravah. To sporočilo potuje v obratni smeri od zgoraj nastetih ukazov. Past ustvari agent in jo pošlje nadzorni postaji.

GETBULK zahteva (Masovno pridobivanje) (pri verziji SNMPv2 in SNMPv3), se uporablja za pridobitev več nadzorovanih podatkov, kot je naprimer tabela. Nastavljeni morata biti dve polji: polje non-repeaters, ki pove, da je lahko prejetih prvih n objektov z operacijo get-next in polje max-repetitions za pridobitev preostalih objektov.

INFORM (Obvestilo) (pri verziji SNMPv2 in SNMPv3) je podobna operaciji TRAP, vendar zahteva odgovor. Omogoča nam obveščanje med samimi upravljalnimi postajami. Ena upravljalna postaja obvesti drugo o nekem dogodku. Ta vrne potrditev. [9]

6.5 Informacijska baza podatkov (MIB)

Kot sem omenil agenti SNMP pošiljajo nadzorne podatke nadzornim napravam v obliki spremenljivk (v mojem primeru temperaturo) Če hočemo resneje uporabljati SNMP protokol, moramo spoznati SNMP MIB. Spremenljivke v okviru protokola SNMP so organizirane hierarhično, oziroma v drevesno strukturo, ki je podobna datotečnemu sistemu. (Slika 19) Organiziranost spremenljivk pa opisuje informacijska baza za upravljanje podatkov. Spremenljivke se procesirajo v eni podatkovni strukturi, imenovani MIB (Management Information Base)



Slika 19 - Struktura SMI objektnega drevesa

Hierarhija samega MIB-a se začne z brezimenskim korenem in nadaljuje se z posameznimi imeni različnih organizacij. Tak model omogoča nadzor nad vsemi nivoji OSI referenčnega modela, razširljivo do aplikacij kot do podatkovne baze, email,... [10]

6.6 OID

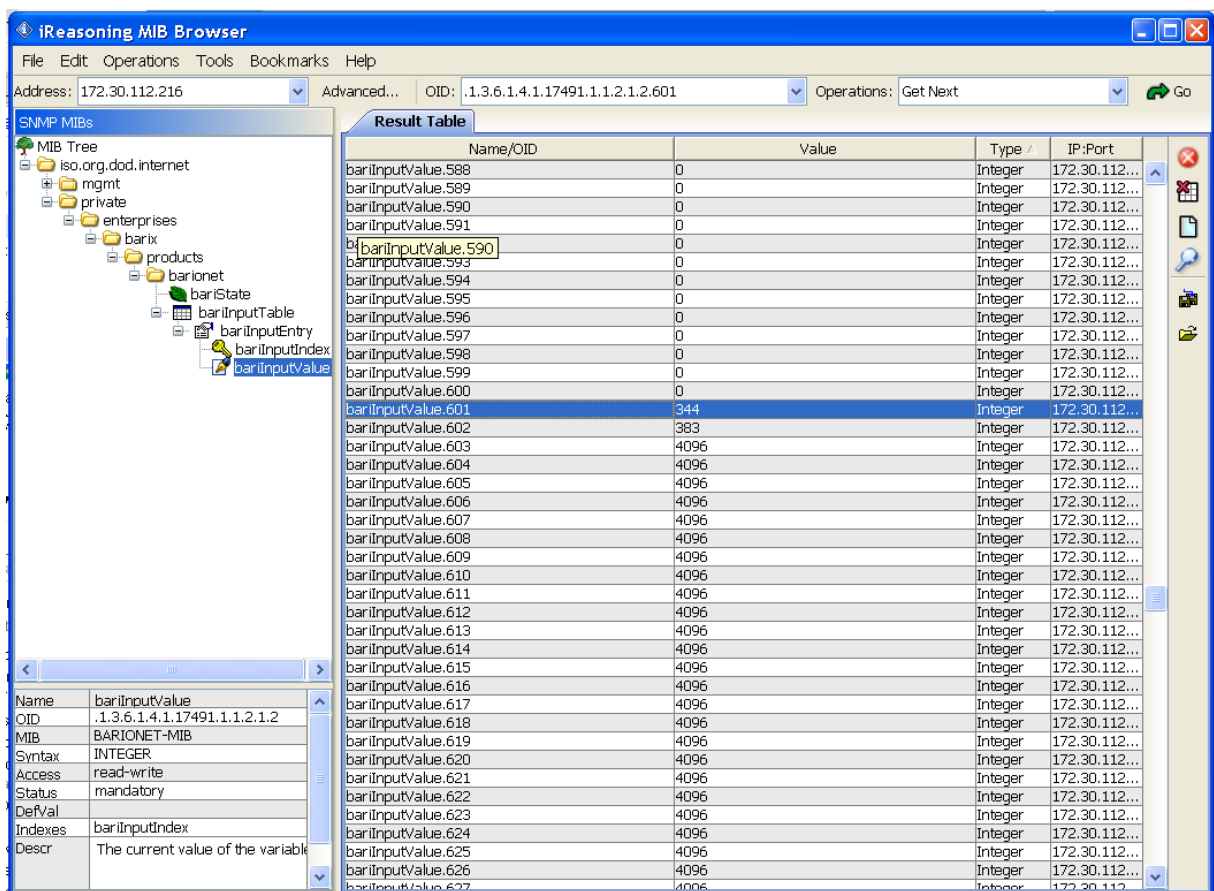
Nadzorovane naprave uporabljajo hierarhične imenske prostore – namespace, ki vsebujejo označevalnike objekta–OID (Object Identifier) Vsak OID določa spremenljivko, katero lahko beremo ali nastavimo preko SNMP protokola. OID nam pove edino možno pot do posameznega objekta v drevesu.

To se najbolj razumljivo vidi v brezplačnem programu iReasoning MIB brskalnik. (Slika 20) To je GUI aplikacija, ki omogoča ogled celotnega MIB drevesa. Omogoča nam tudi uporabo osnovnih SNMP orodij, kar nam omogoča ogled in nastavljanje vseh objektov.

Barionet50 nam omogoča, da v spletnem vmesniku pod zavihkom SNMP, shranimo njegovo MIB datoteko.

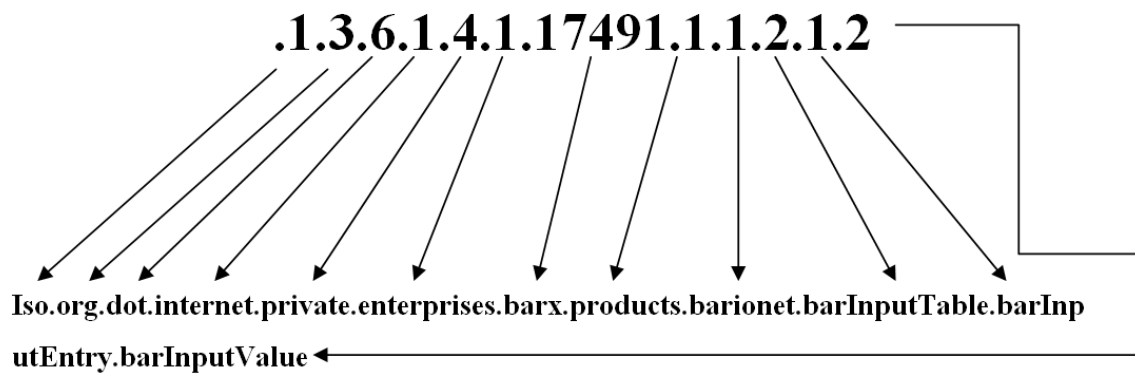
To datoteko odpremo v programu iReasoning MIB browser. Na sliki je lepo vidna drevesna struktura MIBa ter OID. Če se postavimo na zadnji zavihek (barInputValue) in izvedemo ukaz walk, se nam izpiše vseh 1000 lokacij v pomnilniku. Vrednosti temperatur so mapirane od pomnilniške lokacije 601 do 650.

Ker je register 16bitni, podatek temperature pa 12 bitni, ga moramo deliti z 16, da dobimo pravo temperaturo. (primer: $344 \div 16 = 21.5$) Če senzor ni prisoten je vrednost nastavljena na 4096



Slika 20 - Program IReasoning MIB Browser

Vsak objekt v drevesu je natančno definiran z tako imenovanim OID(object identifier) nizom številčk (Slika 21). OID nam pove edino možno pot do posameznega objekta v drevesu.



Slika 21 - Niz števil OID

Kot pri datotečnem sistemu se vrstni red bere od največje ravni ali korenine, do najnižje ravni ali lista, kjer so podatki.

Formalni jezik ASN.1

Za definiranje sintakse in načina kako se podatki kodirajo in pošiljajo med upravljalnimi postajami in agenti, uporabljamo formalen jezik ASN.1. Za konstruiranje sporočila moramo poznati podatkovne tipe, specificirane s formalnim jezikom ASN.1. Ti spadajo v dve kategoriji.

- **Primitivni podatkovni tipi:** Integer, Octet String, Null; Boolean, Object Identifier. ASN.1 podpira tudi združevanje primitivnih tipov v kompleksne podatkovne tipe.
- **Kompleksni podatkovni tipi:** Sequence je seznam podatkovnih polj. Vsako polje ima lahko drugačen podatkovni tip.

7 PRENOSNI MEDIJI

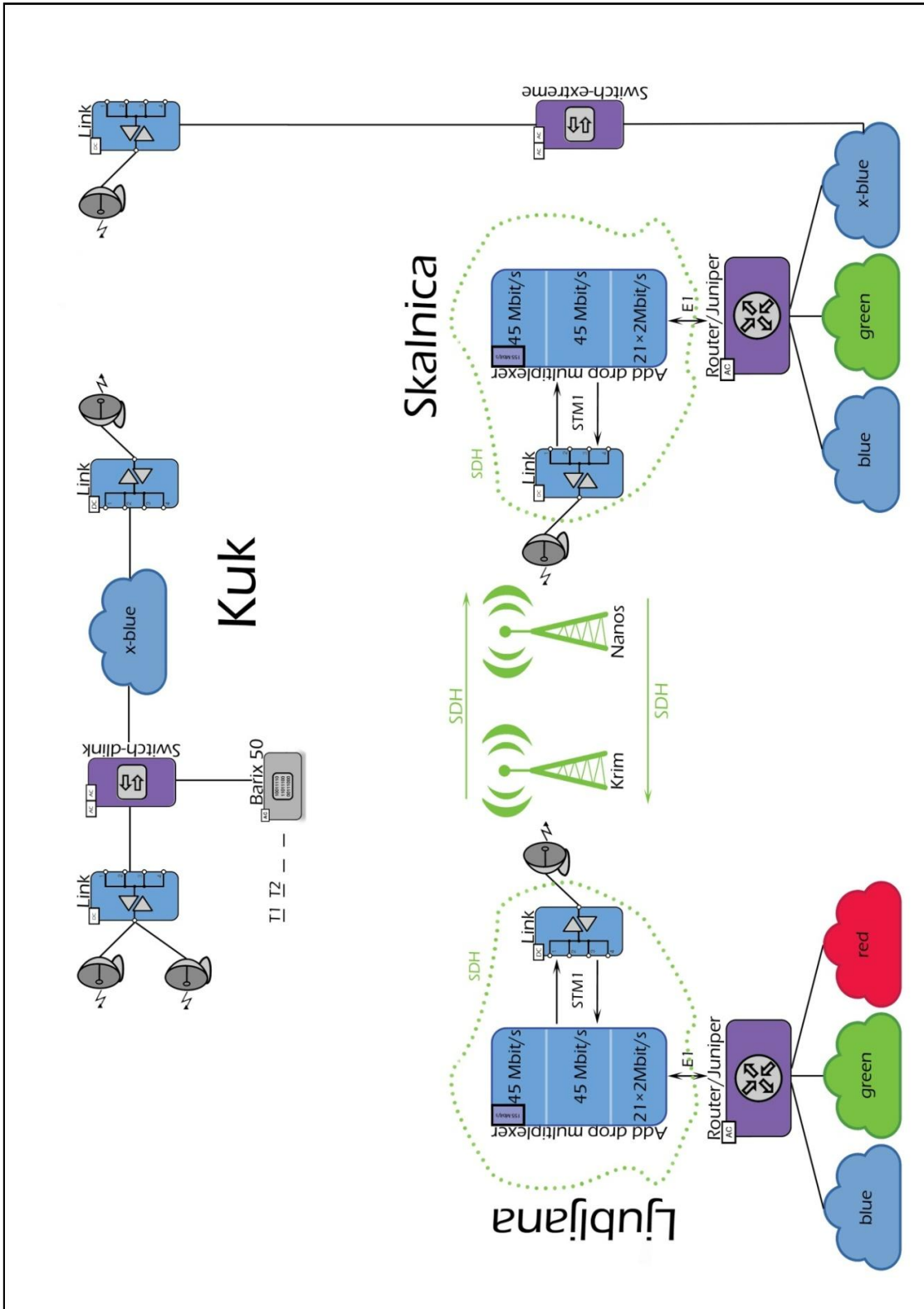
V tem poglavju vam bom predstavil kako se podatki, ki jih zajema Barionet50, prenesejo od oddajniške točke Kuk, do centra v Ljubljani. Ker ni direktne vidljivosti med tema dvema točkama, se Ethernet paketi prenašajo preko več lokacij. (Slika 22)



Slika 22 - Mikrovalovna povezava Ljubljana - Kuk

Prenosni mediji so mikrovalovne zveze. Uporabljamo dva standarda. Hrbtenično omrežje je zgrajeno kot SDH (155Mbit/s) sistem, končne postojanke pa nova generacija IP linkov (direktno mapiranje IP v radijski okvir). V SDH sistemu imamo celoten promet razdeljen v 2x45Mbit/s in 21x2Mbit/s. Eden 2Mbit/s dvosmeren promet je uporabljen za prenos IP nadzornega prometa. Ta promet je samo podaljšan do vseh končnih postojank z IP linki.

7.1 Shema ethernet prometa preko SDH omrežja in IP linkov



Slika 23 - Shema ethernet prometa preko SDH omrežja in IP linkov

7.2 Topologija mrež

MODRA MREŽA: V to omrežje so priključene naprave, ki jih upravljamo in nadzorujemo npr. *video kodirniki, TV/DVB-T oddajniki, RDS kodirniki itd.*. Promet med „zunanjim svetom“ - internet/intranet in modro mrežo je v celoti *blokiran*. Vse naprave imajo statične IP naslove. Za potrebe vzdrževanja je vključen DHCP strežnik, ki dodeljuje naslove iz naslovnega prostora 172.30.???.10-172.30.???.30.

- na vseh lokacijah, kjer je IP omrežje,

X- MODRA MREŽA: Nove IP zveze omogočajo neposredni prenos IP prometa in ni dodatnih routerjev na končnih lokacijah. Torej se podomrežja za nove zveze stekajo na že obstoječe routerje. Ker te zveze izhajajo iz lokacij, kjer že obstaja nadzorna [modra mreža](#), je potrebno omenjene nadzorne mreže pojmovno ločiti od obstoječih. Ker bolj modre od modre ni, je lahko le x-modra.

- tako jo označujemo izven hrbtničnega omrežja

ZELENA MREŽA: Omrežje lahko koristimo za dostop do naprav v modrem omrežju, za dostop do strežnikov in za dostop do interneta/intraneta. DHCP strežnik dodeljuje naslove iz naslovnega prostora 172.30.???.10-172.30.???.30. Vse ostale naslove je dovoljeno statično dodeliti.

-na vseh lokacijah, kjer so Juniper usmerjevalniki.

RDEČA MREŽA: Omrežje je namenjeno strežnikom in kontrolnim računalnikom npr. ozsrv, anec, snec itd.. Rdeča ali DMZ mreža je iz intraneta dostopna. Vse naprave imajo statične IP naslove. Za potrebe vzdrževanja je vključen DHCP strežnik, ki dodeljuje naslove iz naslovnega prostora 172.30.0.10-172.30.0.30.

- nahaja se v ljubljani v terminalu,

RUMENA MREŽA: Omrežje je namenjeno prenašanju DVB modulacije.

- na vseh lokacijah kjer so eXtreme stikala

Realizacija novega omrežja temelji na dokaj zmogljivih usmerjevalnikih tipa Juniper SSG-20, ki imajo 5 med seboj ločenih in neodvisnih vrat in možnost razširitve 1 ali 2 dvomegabitnimi (E1) vmesniki. Pri priključitvi usmernika je potrebno biti posebej pozoren, kajti vrata med seboj niso zamenljiva kot smo to navajeni iz običajnih stikal (switch-ov)

8 ZAJEM TEMPERATUR IZ NAPRAVE BARIONET50

Perl (Practical Extraction and Report Language) je programski jezik, ki je bil prvotno namenjen pregledovanju in obdelavi tekstovnih datotek ter ustvarjanju poročil iz pridobljenih podatkov, vendar danes ponuja veliko več. Je predvsem jezik za sisteme UNIX, zato je vgrajen v skoraj vse različice operacijskih sistemov UNIX in Linux. Ker domala vsi internetni strežniki delujejo na osnovi UNIX-a oz. Linux-a je Perl odlično orodje za obdelavo podatkov v Internetu v realnem času. Obstajajo tudi različice Perl-a, ki delujejo na sistemih Windows in Macintosh, čeprav je treba takoj priznati, da se v teh okoljih še ni popolnoma uveljavil. [11]

8.1 Program za zajem temperatur iz Barionet50

Če želimo zajete podatke naprej obdelovati, jih moramo iz Barionet50 prenesti v bolj primerno okolje. Zato potrebujemo namensko izdelan program. Ta program sem izdelal v programskem jeziku Perl.

Program je nameščen na računalniku z operacijskim sistemom Linux. V Linux operacijskem sistemu imamo orodje, ki omogoča časovno proženje izbranih ukazov, v našem primeru smo nastavili, da se perl skripta za zajem temperatur zažene vsako minuto. Podatki se zapisujejo v datoteko in sicer vsak zajem v novo vrstico.

```
#!/usr/bin/perl

use strict;          #zahteva perl interpreterju, da nas opozori, če uporabimo spremenljivko, ki je
nismo najavili z funkcijo "my"

my $ip = '172.30.113.62';          #definicija spremenljivke, ki vsebuje vrednost ip
my $filename = "/tmp/temp_barix.dat";          #definicija spremenljivke, ki vsebuje ime datoteke,
kamor bomo vpisovali vrednosti temperatur
my @tm = localtime;          #funkcija localtime vrne sistemski čas v obliki polja, ki vsebuje elemente:
sek, min, ure, dan, mesec, leto
my $timestamp = $tm[2].":".$tm[1].":".$tm[0].":".$tm[3].":".($tm[4]+1).":".($tm[5]+1900).":"; # v novo
spremenljivko z imenom timestamp zgradimo zapis časovne oznake

#-----

my $OIDt1 = '1.3.6.1.4.1.17491.3.2.1.1.2.601';          # OID vrednosti temperature 1
my $OIDt2 = '1.3.6.1.4.1.17491.3.2.1.1.2.602';          # OID vrednosti temperature 2
my $OIDt3 = '1.3.6.1.4.1.17491.3.2.1.1.2.603';          # OID vrednosti temperature 3
my $OIDt4 = '1.3.6.1.4.1.17491.3.2.1.1.2.604';          # OID vrednosti temperature 4
my $OIDt5 = '1.3.6.1.4.1.17491.3.2.1.1.2.605';          # OID vrednosti temperature 5

my $OIDid1 = '1.3.6.1.4.1.17491.3.2.1.1.2.651';          # OID 1-wire naslova temperature 1
my $OIDid2 = '1.3.6.1.4.1.17491.3.2.1.1.2.652';          # OID 1-wire naslova temperature 2
my $OIDid3 = '1.3.6.1.4.1.17491.3.2.1.1.2.653';          # OID 1-wire naslova temperature 3
my $OIDid4 = '1.3.6.1.4.1.17491.3.2.1.1.2.654';          # OID 1-wire naslova temperature 4
my $OIDid5 = '1.3.6.1.4.1.17491.3.2.1.1.2.655';          # OID 1-wire naslova temperature 5
```

sledi zagon ukaza "snmpget" v ukazni vrstici, ki preko IP omrežja zajame podatke iz barionet50 modula
ukazu snmpget sledijo s presledkom ločeni parametri ukaza, ki so:

```
# "-v 1" pomeni verzija SNMP protokola
# "-c public" pomeni community string oz. "geslo" za dostop do podatkov
# "-Ov -Oq" stikala, ki pomenita, v kakšni obliki naj program snmpget vrne rezultat
# $ip -> ip naslov barionet50 modula
# $OIDt1 $OIDid1 $OIDt2 $OIDid2 $OIDt3 $OIDid3 $OIDt4 $OIDid4 $OIDt5 $OIDid5 -> oid o znake
podatkov, ki jih želimo pridobiti

my @data = `snmpget -v 1 -c public -Ov -Oq $ip $OIDt1 $OIDid1 $OIDt2 $OIDid2 $OIDt3 $OIDid3
$OIDt4 $OIDid4 $OIDt5 $OIDid5`;

my $i = 0; # definiramo števec ponovitev for zanke
my $temps = ""; # spremenljivka, v kateri bomo oblikovali zapis za vrstico v datoteki
my $IDs = 'timestamp,'; # spremenljivka, v katero bomo pripravili zapis za 1. vrstico datoteke, ki bo
vsebovala številke temp. tipal

for ($i = 0; $i < 10; $i = $i + 2) { #for zanka, ki sortira pridobljene podatke; števec $i povečujemo za 2

    $data[$i] = $data[$i] / 16; # surovi podatek o temp delimo s 16
    $temps .= sprintf("%.1f", $data[$i]).','; # v spremenljivko $temp nanizamo temperature

# funkcija "sprintf" zaokroži vrednost temp na 1 decimarno mesto, nato podatek in vejico dodamo v
spremenljivko $temps

# uporabimo operator " .= ", ki pomeni: dodaj obstoječemu nizu znakov nov niz znakov
    $IDs .= sprintf("%.0f", $data[$i + 1]).','; # pripravimo še izpis naslovov senzorjev za zapis v prvo
vrstico datoteke: v spremenljivko $IDs nanizamo naslove

}

chop $temps; # funkcija pobriše zadnji znak v nizu (v našem primeru vejico)
chop $IDs; # enako za niz z naslovi
if (!-e $filename){ # if stavek preveri, ali obstaja datoteka z imenom, ki ga vsebuje spremenljivka
$filename

# če datoteka še ne obstaja, potem jo ustvari in v prvo vrstico zapiše naslove tipal
    open NOFILE, ">>", $filename; # funkcija open odpre datoteko; če ta še ne obstaja, jo
ustvari na novo
    print NOFILE "$IDs\n"; # funkcija print zapiše v FILE
    #print $IDs;
    close NOFILE; # zapremo datoteko
}

open STARFILE, ">>", $filename; #v obstoječo datoteko zapišemo vrstico z zajetimi podatki
print STARFILE "$timestamp$temps\n";
#print "$timestamp$temps\n ";
close STARFILE;
```

8.2 Podatki iz zajema temperatur

Podatki se shranjujejo v datoteko v formatu CSV (comma separated values), od koder jih lahko uvozimo v večino programov za obdelavo podatkov. Za naše potrebe jih uvažamo v excel v Excel, kjer izrisujemo grafe gibanja temperatur. Prva vrstica vsebuje naslove posameznih tipal, prvi stolpec pa vsebuje časovne znamke podatkov (kdaj je bil podatek zajet). Naslednji stolpci predstavljajo vrednosti temperatur na posameznih tipalih.

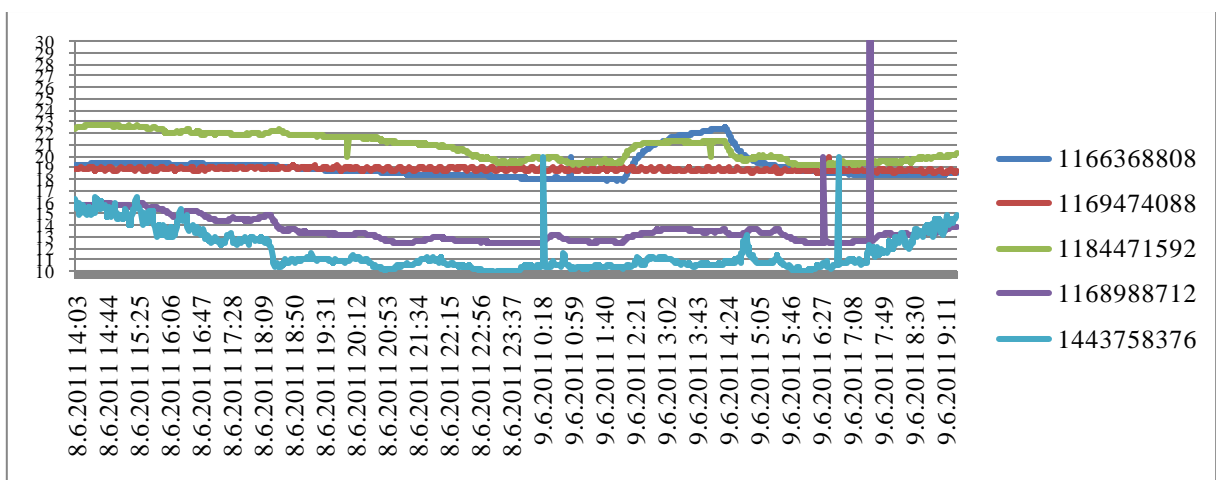
Primer podatkov v datoteki zajetih vrednosti

```
timestamp,1166368808,1169474088,1184471592,1168988712,1443758376  
14:3:1 8-6-2011;19.2,18.9,22.4,15.8,16.2  
14:4:1 8-6-2011;19.2,18.9,22.5,15.8,15.8  
14:5:1 8-6-2011;19.2,18.9,22.5,15.8,15.4  
14:6:1 8-6-2011;19.2,18.9,22.5,15.8,15.9  
14:7:1 8-6-2011;19.2,18.9,22.6,15.8,15.6  
14:8:1 8-6-2011;19.2,18.9,22.6,15.8,14.9  
14:9:1 8-6-2011;19.2,19.0,22.6,15.8,15.4  
14:10:1 8-6-2011;19.2,19.0,22.6,15.8,15.1  
14:11:1 8-6-2011;19.2,19.1,22.6,15.8,15.0  
14:12:1 8-6-2011;19.2,18.9,22.6,15.8,15.4  
14:13:1 8-6-2011;19.3,18.9,22.6,15.8,15.7  
14:14:1 8-6-2011;19.3,18.9,22.6,15.8,15.3  
14:15:1 8-6-2011;19.2,18.9,22.6,15.8,15.2  
14:16:1 8-6-2011;19.3,18.9,22.7,15.8,15.0  
14:17:1 8-6-2011;19.3,18.9,22.7,15.7,14.9  
14:18:1 8-6-2011;19.3,18.9,22.8,15.8,15.1  
14:19:1 8-6-2011;19.3,18.9,22.8,15.8,15.3  
14:20:1 8-6-2011;19.3,18.9,22.8,15.8,15.6  
14:21:1 8-6-2011;19.3,19.0,22.8,15.8,15.4  
14:22:1 8-6-2011;19.3,19.0,22.7,15.8,15.1  
14:23:1 8-6-2011;19.3,19.0,22.7,15.8,15.2  
14:24:1 8-6-2011;19.4,19.1,22.7,15.8,14.9  
14:25:1 8-6-2011;19.4,19.0,22.7,15.8,15.1  
14:26:1 8-6-2011;19.3,18.9,22.7,15.8,15.4  
14:27:1 8-6-2011;19.4,18.9,22.8,15.8,15.0  
14:28:1 8-6-2011;19.3,18.8,22.7,15.8,15.6  
14:29:1 8-6-2011;19.4,18.9,22.8,15.8,16.4  
14:30:1 8-6-2011;19.4,18.9,22.8,15.8,16.3  
14:31:1 8-6-2011;19.4,18.9,22.8,15.9,16.0  
14:32:1 8-6-2011;19.4,18.9,22.8,15.9,16.3  
14:33:1 8-6-2011;19.4,18.9,22.8,15.9,15.8  
14:34:1 8-6-2011;19.4,18.9,22.7,15.9,15.4  
14:35:1 8-6-2011;19.4,18.9,22.7,15.9,15.7  
14:36:1 8-6-2011;19.4,19.0,22.7,15.9,16.1  
14:37:1 8-6-2011;19.4,19.0,22.7,15.9,15.4
```

14:38:1 8-6-2011;19.4,18.9,22.7,15.9,15.6
14:39:1 8-6-2011;19.4,18.9,22.7,15.9,15.6
14:40:1 8-6-2011;19.4,18.9,22.8,15.9,15.6
14:41:1 8-6-2011;19.4,18.9,22.8,15.9,15.8
14:42:1 8-6-2011;19.4,18.8,22.8,15.9,15.7
14:43:1 8-6-2011;19.4,18.9,22.8,15.9,15.3
14:44:1 8-6-2011;19.4,18.9,22.8,15.9,14.8
14:45:1 8-6-2011;19.4,18.9,22.8,15.9,15.4
14:46:1 8-6-2011;19.4,18.9,22.8,15.9,15.2
14:47:1 8-6-2011;19.4,18.9,22.8,15.9,15.0
14:48:1 8-6-2011;19.4,19.0,22.8,15.8,15.6
14:49:1 8-6-2011;19.4,19.0,22.7,15.9,15.4
14:50:1 8-6-2011;19.4,19.0,22.7,15.9,14.8
14:51:1 8-6-2011;19.4,18.9,22.7,15.8,15.3
14:52:1 8-6-2011;19.4,18.8,22.6,15.8,15.1
14:53:1 8-6-2011;19.4,18.8,22.6,15.8,14.9
14:54:1 8-6-2011;19.4,18.8,22.6,15.8,15.9
14:55:1 8-6-2011;19.4,18.8,22.6,15.8,15.9
14:56:1 8-6-2011;19.4,18.8,22.7,15.8,15.2
14:57:1 8-6-2011;19.4,18.8,22.7,15.8,14.6
14:58:1 8-6-2011;19.4,18.8,22.7,15.8,15.0
14:59:1 8-6-2011;19.4,18.9,22.8,15.8,14.6

8.3 Primer grafa zajetih temperatur

Graf sem izrisal v programu Microsoft Excel 2007. (Slika 24). Na grafu so prikazane krivulje petih senzorjev. Po grafu vidimo, da so temperature v normalnem stanju. Visoke špice na grafu ponazarjajo izklop in ponoven vklop klime.



Slika 24 - Graf izmerjenih temperatur

9 Zaključek

Namen te diplomske naloge je bil, zasnovati univerzalni sistem za merjenje temperature, ki jo lahko nadzorujemo preko osebnega računalnika. Pri izbiri in nakupu modula smo morali biti pozorni na ceno in funkcionalnost naprave. Odločili smo se za Barionet 50, kar se je izkazalo za dobro potezo. Cena je pomembna zaradi tega, ker gre za veliko število naprav saj imamo čez 200 lokacij, katere želimo opremiti z modulom. Začeli smo z opremljanjem večjih in bolj pomembnih točk, kjer je več opreme in podnajemnikov. Do sedaj se je Barionet50 izkazal kot zanesljiva in robustna naprava. Tudi temperaturna tipala DS18B20, ki za komunikacijo z mikrokrmilnikom uporabljajo **1-wire** vodilo, so se izkazala za zanesljiva in odporna na elektromagnetna sevanja.

Tudi kot celota se je ta sistem nadzora temperatur se je izkazal zelo koristen in tudi zanesljiv, saj z njegovo pomočjo lahko ugotavljamo delovanje klimatskih naprav na postojankah oz. hitro opazimo motnje v delovanju hladilnih sistemov. S takim sistemom zajema smo opremili že 35 lokacij, podatke uvažamo v centralni nadzorni sistem, kjer se zbirajo tudi ostali podatki.

Nadaljni razvoj:

Na lokacijah smo začeli v razdelilne omarice vgrajevati analizatorje električne energije Iskra ter indikatorje prisotnosti faz (rele).

Analizatorji podpirajo tudi komunikacijo RS485. Tako bomo uporabili drugo funkcionalnost Barionet50. Uporabili ga bomo kot prehod med vodilom 485(modbus) in ethernet omrežjem, digitalne vhode pa bomo uporabili za priključitev indikatorja prisotnosti fáz. Tako bomo lahko nadzirali še električno energijo. (prisotnost faz, napetosti, tokove....) Prav podatki o energiji in temperaturi so osnovni podatki, ki jih moramo nadzirati za nemoteno delovanje naprav.

10 Viri in literatura

- [1] Peter Praprotnik, "Napajalni sistem RTV", Interna dokumentacija RTV Slovenija, november 2010
- [2] Maxim DS18B20, Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer. Dostopno prek <http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/DS18B20.pdf> (10.3.2011)
- [3] Barionet50. Dostopno prek http://www.barix.com/Barionet_50/1351/ (13.3.2011)
- [4] Barionet50, Product User Manual. Dostopno prek http://www.barix.com/downloads/file/Barionet_50_Manual_VB103_PDF/.../51/ (20.3.2011)
- [5] Edi Strosar, "ARP - Address Resolution Protocol - napadi in obramba"
revija Monitor, Oktober 2006
- [6] Pripomoček za address resolution protocol. Dostopno prek http://www.s-sers.mb.edus.si/gradiva/w3/omrezja/88_pripomocki/01_arp.html (1.4.2011)
- [7] **Simple Network Protocol, Wikipedia, The Free Encyclopedia. Dostopno prek http://en.wikipedia.org/wiki/Simple_Network_Management_Protocol (8.1.2011)**
- [8] **RFC 1157 - Simple Network Management Protocol (SNMP). Dostopno prek http://www.webnms.com/snmputilities/help/quick_tour/snmp_and_mib/snmpmib_versions_snmp.html (22.4.2011)**
- [9] SNMP Commands, IBM Director V5.20. Dostopno prek http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/director/v5r2/index.jsp?topic=/dirinfo_5.20/fqm0_r_dircmd_snmp_device_bundle.html (26.4.2011)
- [10] Fichier:SNMP.MIB-Tree.PNG, Wikipedia, The Free Encyclopedia. Dostopno prek <http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:SNMP.MIB-Tree.PNG> (2.5.2011)
- [11] The Perl Programming Language. Dostopno prek <http://perldoc.perl.org> (15.5.2011)