

Omakotitalon lämpötilojen seurantajärjestelmä antenniverkon kautta

Tatu Hyvärinen

TT3A

Porin Tekniikkaopisto

Sähköala/Tietotekniikka

7.5.2002

Sisällysluettelo

1 Johdanto	3
2 Järjestelmän rakenne	4
2.1 Sovitin.....	5
2.2 Anturit.....	6
2.2.1 Anturien suojaus kosteudelta	7
2.3 VGA-signaalin muutos komposiittivideoksi.....	8
2.4 RF-modulaattori.....	8
2.5 Anturien johdotus	9
3 Anturien luku tietokoneella	9
4 Järjestelmän valmistuskustannukset	10
5 Yhteenveto	11
6 Aiheeseen liittyviä Internet-sivuja	12
7 Lähdeluettelo.....	12

Liitteet

1 Johdanto

Ajatus lopputyön aiheesta heräsi jo vuonna 1999 luettuani aihetta koskevan artikkelin tietotekniikan alan Mikrobitti-aikakauslehestä (numero 3/99).

Lehdessä oli ohjeet lämpötila-anturien lukemiseen tietokoneella ja siihen vaadittavan sovittimen valmistukseen ja anturien kytkentään.

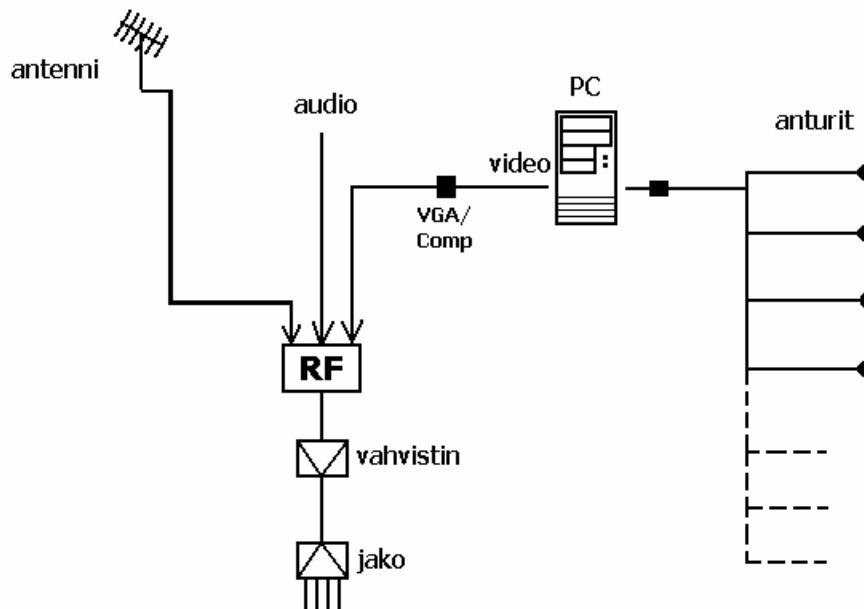
Minua kiinnosti ajatus siitä, että ei tarvitsisi kävellä aina saunaan katsomaan, onko siellä tarpeeksi lämmintä, vaan lämmön näkisi suoraan tietokoneen monitorilta. Samoin onnistuisi myös vaikka sisä- ja ulkolämpötilojen tarkastelu. Kehittelin ajatusta syksyn 2001 aikana ja suunnittelin omiin tarkoituksiini sopivan järjestelmän.

Ajattelin, että miten myös muut perheenjäsenet pääsisivät hyötymään järjestelmästä ja tarkastelemaan lämpötiloja istumatta tietokoneen ääressä.

Yksinkertainen tapa oli lähettää tietokoneen monitorisignaali keskusantenniverkkoa pitkin, jolloin kaikista televisioista voisi seurata lämpötiloja omalta kanavaltaan.

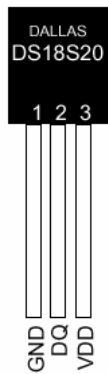
Suurta hyötyä arkielämään järjestelmästä ei kuitenkaan ole, koska kotitaloni on melko pieni (n. 170 m²), ja saunaan kävelisi nopeasti, ja ulkolämpömittareitakin on kolme kappaletta ympäri taloa. Tosin lukemat saadaan antureilla normaaleita mittareita tarkemmin, ja kuten huomasin, saunan mittari näytti kymmenen astetta liikaa. Enemmän järjestelmässä kiinnosti toimivan järjestelmän suunnittelu ja rakentaminen, ja mitä uutta mahdollisesti oppisin sitä tehdessä. Suurempia ongelmia kokematta rakensin järjestelmän vauhtiin päästyäni kevään aikana ehkä kuukaudessa. Täysin pysyvää järjestelyä en vielä ole siitä onnistunut tekemään, koska sille täytyisi pyhittää yksi tietokone, joka ehkä joskus tulevaisuudessa onnistuu.

2 Järjestelmän rakenne



Koko järjestelmän voi jakaa kahteen osaan: lämpötilan mittaukseen ja tiedon julkaisuun antennijärjestelmän kautta. Lämpötilan mittausjärjestelmä koostuu tietokoneeseen liitettävästä sovitimesta ja antureista. Tietokoneelta tulevaa VGA-signaalia ei sellaisenaan voi lähettää antenniverkkoon, vaan sitä täytyy ensin käsitellä. VGA-konverterti muuntaa sen komposiittivideoksi, jota RF-modulaattori kykenee vastaanottamaan. RF-modulaattori muuntaa (moduloi) signaalin taas radiotaajuuksille, joita televisiot kykenevät vastaanottamaan. Televisioon voi sitten yksinkertaisesti virittää yhden kanavan, jolla tietokoneen kuvaa voi tarkastella.

Käyttämässäni Triaxin RF-modulaattorissa on myös audiosisäntulot stereoäänelle, joten videon lisäksi voi moduloida myös ääntä, vaikka musiikkia tietokoneelta, radiosta tai CD-soittimesta, ettei televisiosta joudu katsomaan pelkkää äänetöntä kuvaa.



anturi



sovitin



ulkolämpöanturi

2.1 Sovitin

Lämpötilojen lukemiseen tietokoneella tarvitaan sovitin, jolla muunnetaan tietokoneen sarjaportin jännitteet antureille sopiviksi ja päinvastoin. Sovittimena tässä tapauksessa käytetään tietokoneen sarjaporttiin liitettävää sovitinta, jonka ohjelmat tunnistavat myös kaupallisena tuotteena tunnettuna DS9097E-mallisenä sovitimena. Se on yksinkertainen kytkentä, joka koostuu muutamasta vastuksesta ja diodista. Kytkentäkaava ja osaluettelo esitetään liitteessä 1. Jos sovitin tekee itse, sen saa mahdutettua vaikka sarjaporttiin liitettävän DB-9- tai DB-25-liittimen sisälle vaikka SMD-komponentteja käyttäen. Uusien koneiden sarjaporteissa käytetään vain DB-9-liittimiä, joten käytettäessä DB-25-liittimeen rakennettua sovitinta täytyy väliin hankkia DB-25/DB-9-sovitin. Liittimen sisään rakennettu sovitin käy hyvin, jos aikoo liittää siihen vain yhden anturin.

Jos antureita liitetään sovittimeen useita, ja lisää ehkä tulevaisuudessa, kannattaa tehdä ulkoinen sovitin tai liitäntäyksikkö, johon anturit liitetään liittimillä, ja sovitin itse liitetään koneeseen vaikka tavallisella sarjakaapelilla. Ulkoiseen sovittimeen kannattaa ostaa DB-9-urosrunkoliitin, koska tietokoneen sarjaportissa on naarasliitin, ja kaupasta saa lähinnä uros/naaras-sarjakaapeleita.

Valmistamassani sovittimessa anturien johdot liitetään 3,5 mm monoplugeilla. Muitakin vaihtoehtoja sovitinta valmistettaessa on, sopivimpina RCA- tai BNC-liittimet. Lähes mikä tahansa audio-, video- tai tietoliikenneliitinmalli käy. Esimerkiksi joissakin kaupallisissa sovittimissa käytetään puhelinpistokkaana tunnettua RJ11-liitintä.

2.2 Anturit

Järjestelmässä käytettiin Dallas Semiconductorin DS18S20-lämpötila-antureita, joilla voi mitata lämpötiloja -55 °C :sta $+125\text{ °C}$:een. Anturista on myös vanhempi malli DS1820, mutta molempien mallien kyljessä lukee DS1820. Anturista on myös piirilevyversio DS18S20Z.

Normaalisti lämpötilatieto siirtyy 9-bittisesti, mutta ohjelmallisesti tiedon voi lukea 13-bittisesti 1/32 celsiusasteen tarkkuudella. Käytännössä anturin tarkkuus on kuitenkin $\pm 0,5\text{ °C}$, joka riittää tavallisiin sisä- ja ulkolämpötilojen mittauksiin.

Anturi näyttää tavalliselta transistorilta (TO-92 kotelointi). Kuten edellisen sivun kuvasta näkyy, anturista lähtee kolme johdinta: GND, DQ ja VDD, joista GND (maa) ja VDD kytketään yhteen ja yhdistetään sovittimen maaliittimeen. DQ-johdin taas liitetään sovittimen data-liittimeen. Anturi toimii sovittimella ns. parasitiivivoimalla, jolloin erillistä virtalähdettä ei tarvita.

Tämä yksijohtiminen väylä, johon tarvitaan lisäksi vain vertailumaa, on Dallas Semiconductorin oma standardi, 1-Wire-väylä tai 1-Wire-microLAN. 1-Wire-väylään voi kytkeä myös muita siihen suunniteltuja komponentteja, mm. A/D-muuntimia, muistipiirejä, laskureita, kytkintransistoreita ja muita säähavaintoihin liittyviä laitteita, kuten esimerkiksi kosteus- ja tuulenvoimakkuusmittareita. Muita komponentteja käytettäessä joutuu ehkä käyttämään erilaista sovitinta.

Anturit liitetään sovittimeen rinnakkain, joten niitä voi kytkeä siihen periaatteessa rajattomasti. Jokaisella anturilla ja 1-wire-komponentilla on oma yksilöllinen 64-bittinen sarjanumero, joka luetaan ohjelmallisesti, jolloin käyttäjä tietää, mistä anturista/komponentista luettu tieto on peräisin.

Järjestelmää varten asennettiin neljä anturia: yksi sisälämpötilaa mittaamaan, toinen ulkolämpötilaa, kolmas saunaan ja neljäs lämmityspattereihin tulevan veden lämpötilaa mittaamaan pannuhuoneeseen. Sovittimeen jäi kaksi käyttämätöntä liitintä, joihin voi tulevaisuudessa liittää muita antureita.

Antureiden muistiin on tallennettu ala- ja ylärajat (1 °C tarkkuudella), jotka voidaan lukea ohjelmallisesti ja asettamaan hälytyksen, jos lämpötila ylittää tai alittaa nämä rajat. Näin voi tarkkailla pysyykö lämpötila käyttökohteessa halutuissa rajoissa.

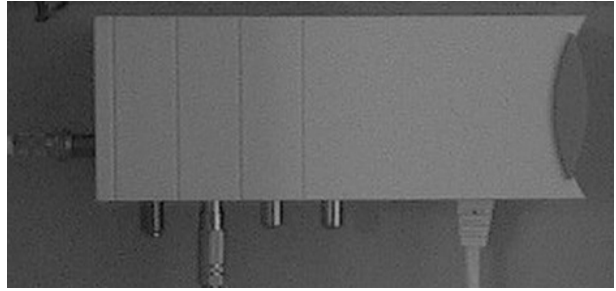
2.2.1 Anturien suojaus kosteudelta

Jos anturit viedään esim. ulkotiloihin, kannattaa ne suojata kosteudelta. Johtoliitokset voi laittaa vaikka kutistesukan sisälle ja anturi vielä suojata kerroksella epoksiliimaa. Myös ikkunalasien tiivistykseen käytettävä silikoni suojaa hyvin anturia kosteudelta.

Lisäksi anturin voi suojata laittamalla se johonkin pieneen koteloon, joka on hyvin lämpöä johtavaa materiaalia, kuten muovia, jolloin lämpötilan muuttuessa nopeasti anturin lukemat pitävät paikkansa. Jos kotelossa on kansi, siihen voi porata pienen reiän kaapelia varten. ja reiän ja kannen kiinnityksen voi vielä tiivistää vaikka epoksilla. Itse käytin tähän tarkoitukseen saunassa öljypolttimen öljysuuttimen muovista säilytyskotelo, ja ulos sijoittamani anturin laitoin edellisen öljypolttimen aikaisen lämpöanturia varten asennettuun rasiaan.



Askey Scan Converter



Triax A/V-modulaattori

2.3 VGA-signaalin muutos komposiittivideoksi

Koska ei ollut saatavissa RF-modulaattoria, joka moduloisi suoraan tietokoneen VGA-signaalia, täytyy se muuntaa ensin komposiittivideoksi. Tämä muutos onnistuu kätevästi esimerkiksi Askey Scan Converterilla tai muulla VGA/video-konvertterilla. Konvertterin voi tehdä myös itse.

Askey Scan Converter on sopivan pieni laite, joka ottaa käyttösähkön tietokoneen PS/2-portista ja VGA-signaalin saa ulos komposiitti- tai S-VHS-ulostulosta.

2.4 RF-modulaattori

Järjestelmässä käytetään Triaxin A/V RF-modulaattoria, joka muuntaa sille tulevan komposiittivideon ja analogisen äänisignaalin (stereo; vasen ja oikea äänikanava) radiotaajuuksille, samoille joilla televisiokanavia lähetetään. Triaxin RF-modulaattorilla voi lähettää UHF-kanavilla 21-69. Huomioitavaa on, ettei moduloitua kuvaa ja ääntä lähetetä samoilta kanavilta kuin ilmaitse tv-asemilta. Eurajoen tv-aseamalla lähetetään analogista ohjelmaa kanavilla 11 (VHF), 33, 36 ja 55 ja DigiTV:tä kanavilta 38, 45 ja 52. Jotteivät ohjelmat häiritse toisiaan, pitää niiden väliin jättää yksi kanava. RF-modulaattori asetettiin lähettämään kanavalla 25.

2.5 Anturien johdotus

Kaapelina käytettiin ohutta koaksiaalikaapelia (antennijohtoa), jolla saa parhaan häiriönpoiston. Sisä- ja ulkoseiniä pitkin kulkevat kaapelit kiinnitettiin seiniin TC-kiinnikkeillä.

Huoneesta, jossa tietokone ja siihen liitetty sovitin sijaitsevat, vedettiin johto ikkunan kautta ulos ja länsiseinällä sijaitsevaan koteloon, jossa aikaisemmin sijaitsi öljynpolttimen käyttämä ulkoanturi sijaitsi. Anturin asennettiin koteloon, ja koska siitä lähti pannuhuoneeseen sähköjohto vanhan anturin asennusten jäljiltä, ei sinne täytynyt vetää erillistä kaapelia. Sisäanturin asennettiin tietokonehuoneeseen. Yhteensä johtoa kului 23 metriä; 12 metriä saunaan, 8 metriä ulos.

3 Anturien luku tietokoneella

Antureiden lukuun löytyy Internetistä oikeastaan kaksi varsinaista ohjelmaa. Toinen on anturin valmistaja, Dallasin tekemä iButton-TMEX ja toinen Brian Lanen tekemä Digttemp. Digttemp on komentorivipohjainen ohjelma, joka on saatavissa DOSille, Windowsille ja Linuxille. Ainoana heikkoutena on että Digttempin DS18S20-antureita lukeva uusin versio Windowsille on maksullinen (\$10). Aiemmat versiot lukevat kunnolla vain DS1820-antureita. Linux-versio on täysin ilmainen ja sen lähdekoodi on vapaassa jakelussa.

IButton-TMEX on myös vapaassa jaossa C-lähdekoodeineen (Visual Basic – lähdekoodi ei ole). Se on graafinen ohjelma, joka toimii Windowsissa, ja pystyy kommunikoimaan useimpien 1-Wire-laitteiden kanssa. IButton-TMEX:in ainoa huono puoli on se, ettei siinä pysty nimeämään koneessa kiinni olevia antureita. Anturit tunnistetaan ohjelmassa sarjanumeron perusteella. Lähettäessäni tiedot antenniverkkoon, käynnistin HTML-tiedoston, jolla saa avautumaan ns. pop-up-ikkunoita. Nämä voi siirtää kunkin anturin lämpötilan lukuikkunan yläpuolelle, ja näin erottaa, mistä lämpötilasta missäkin on kysymys. (Käytetyt JavaScript/HTML-koodit liitteessä 2)

Lisäksi Internetistä löytää esimerkkejä ja lähdekoodeja, jos haluaa tehdä graafisia esityksiä lämpötilan muuttumisesta ajan funktiona.

4 Järjestelmän valmistuskustannukset

Järjestelmän voi jakaa kahteen osaan; toinen lukee lämpötilan ja toinen siirtää tiedon antenniverkkoa pitkin.

Anturit täytyy ostaa, mutta sovittimen voi valmistaa itse ja säästää jonkin verran rahaa. Suomesta sovittimia ei välttämättä edes saa, ja ulkomailta tilatessa saattaa tulla liikaa kuluja.

Valmistettaessa samanlainen sovitin kuin tässä työssä käytetty, osat maksavat suurin piirtein seuraavasti:

vastukset, diodit	1€
D9-urosrunkoliitin	1,50€
KoekytKentälevy	2€
kotelo, KGB-sarja "Eurobox"	3,20€
5 kpl 3.5 mm monoliittimiä	1€ (0,20€/kpl)
5 kpl 3.5 mm monojakkeja	1€ (0,20€/kpl)
M-F 1.8 m sarjakaapeli	8€

Hinnat eivät ole todellisia myyntihintoja, vain suuntaa antavia. Edellisen kokoonpanon yhteishinta on 17,70€. Jos tekee sovittimen suoraan DB-9- tai DB-25-liittimen (naaras) sisään, selviää jo alle kymmenellä eurolla. Lisäksi DS18S20-anturit maksavat kuutisen euroa kappaleelta. Suomessa niitä myy esimerkiksi Tietomyrsky Oy (tietomyrsky@tietomyrsky.fi). Lisäkuluja tulee myös käytettävästä kaapelista, kuten koaksiaalikaapelista, jota saanee alle euron metrihinnalla.

Työssä käytetty Triaxin RF-modulaattori maksoi noin 70 euroa ja VGA/Video-konvertterina käytetty Askey Scan Converter 90 euroa. Vaihtoehtoisesti voi käyttää tietokoneessa näytönohjainta, jossa on suora tv-ulostulo.

5 Yhteenveto

Kuten aikaisemmin mainitsin, tämä työ on räätälöity omiin käyttötarkoituksiini. Lämpötilojen lukuperiaatetta käyttämällä järjestelmästä voi muokata haluamansa kaltaisen. Lämpötiloja voi vaikka tarkastella lähiverkon kautta, Internetistä tai vaikka ohjelmoida järjestelmän lähettämään tekstiviestin kun sauna on valmis. Osaavampi ohjelmoija pystyy tekemään järjestelmälle vaikka millaisia käyttösovelluksia, kun lähdekoodia ja materiaalia löytyy Internetistä runsaasti.

Työn antennijärjestelmän osuutta voi soveltaa vaikka lähettämällä omaa televisio-ohjelmaa keskusantenniverkon kautta, valvontakameran kuvaa lähettämällä tms. Jos videolähteitä on useampia, voi tehdä yksinkertaisen videovaihtajan vaikka 555-ajastinpiiriä hyväksi käyttäen.

Itse ehkä niiden hieman yli sadan tunnin aikana, jotka kulutin järjestelmää suunnitellessani ja rakentaessani, opin lisää käytännön asennuksista ja jonkin verran aiheeseen liittyvästä teoriasta. Lisäksi monet kouluaikana opitut analogisen elektroniikan, antenni- ja digitaalitekniikan asiat tuli kerrattua työtä tehdessä.

6 Aiheeseen liittyviä Internet-sivuja

<http://www.dalsemi.com>

Dallas Semiconductorin, DS18S20-lämpötila-anturin valmistajan kotisivut

<http://www.brianlane.com/digitemp.php>

Ohjelmistot lämpötilojen lukemiseen DOS-, Windows- ja Linux-käyttöjärjestelmissä ja ohjeet sovittimen tekoon.

<http://tazen.oma.net/PTO/opinnayte.html>

Tämä opinnäytetyö alkuperäismuodossaan (Microsoft Word) ja työhön liittyvää materiaalia ja hyperlinkkejä.

<http://www.hut.fi/Misc/Electronics/circuits/vga2tv/index.html>

Tee-se-itse-henkilöille VGA/TV-konvertterin teko-ohjeita ja linkkejä.

<http://www.tietomyrsky.fi/>

Kouvolaalainen firma, joka myy DS18S20-antureita ja muuta digitaalelektroniikkaa

7 Lähdeluettelo

Kirjallisuus

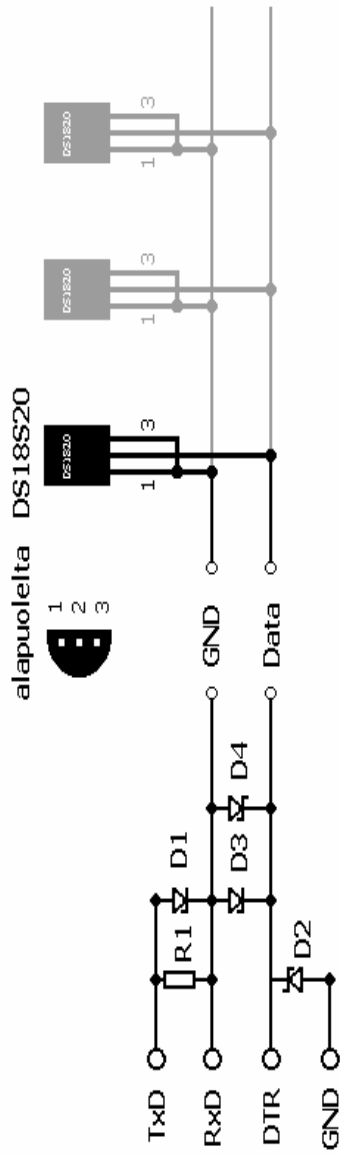
Koskinen, J., 1999, Mikrotietokonetekniikka. Sulautetut järjestelmät. 1.-2. painos. Keuruu: Otava.

Volotinen, V., 1998, Analoginen Elektroniikka. Komponentit ja peruskytkenät. 1.-2. Painos. Helsinki: WSOY.

Aikakauslehdet

Saarnela, M., 1999, Tee-se-itse. Lämpömittari mikeroon. Mikrobitti 3/99. Helsinki: Helsinki Media.

Sovittimen kytkentäkaavio ja anturien liittäminen



Tarvittavat osat

DB-9	DB-25		
TxD	3	R1	1 kΩ vastus
RxD	2	D1, D3	Schottkydiodi BAT85
DTR	4	D2	Zenerdiodi MTZJ3.9A 3,9 V 500 mW
GND	5	D4	Zenerdiodi BZX55C6V2 6,2 V

JavaScript/HTML-lähdekoodi

main.html

Avaa neljä otsikkoikkunaa.

```
<html>
<head>
<title></title>
<script language=JavaScript>

function inviteWin()
{
open('tiedosto1.html', 'ikkuna1',
'toolbar=0,location=0,directories=0,status=0,menubar=0,scrollbars=0,resizable=0,width=256,height=50
')
open('tiedosto2.html', 'ikkuna2',
'toolbar=0,location=0,directories=0,status=0,menubar=0,scrollbars=0,resizable=0,width=256,height=50
')
open('tiedosto3.html', 'ikkuna3',
'toolbar=0,location=0,directories=0,status=0,menubar=0,scrollbars=0,resizable=0,width=256,height=50
')
open('tiedosto4.html', 'ikkuna4',
'toolbar=0,location=0,directories=0,status=0,menubar=0,scrollbars=0,resizable=0,width=256,height=50
')
}

</script></head>
<body onload="inviteWin()"></body></html>
```