

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tietotekniikan koulutusohjelma
Tietokonetekniikka

Tutkintotyö

Jouni Sukanen

KAUKO-OHJATTAVA A/V-JAKAJA

Työn ohjaaja
Tampere 2008

Yliopettaja Kai Poutanen

Tekijä:	Jouni Sukanen
Työn nimi:	Kauko-ohjattava A/V-jakaja
Päivämäärä:	21.3.2008
Sivumäärä:	25 sivua ja 6 liitesivua
Hakusanat:	PIC16F84, mikrokontrolleri, Infrapuna, IrDA
Koulutusohjelma:	Tietotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto:	Tietokonetekniikka
Työn valvoja:	Yliopettaja Kai Poutanen
<p>Tarkoituksena oli suunnitella ja rakentaa prototyyppi kaukosäädöllä toimivasta SCART-jakajasta. SCART-kaapeli on yleinen standardi Euroopassa kuva- ja äänisignaalien välittämiseen ääni- ja kuvalähteestä päätelaitteelle. Kaukosäädöllä toimiva jakaja voidaan jakaa kahteen osaan: kaukosäädinyksikköön ja vastaanotinyksikköön, johon tulevat myös SCART-liittimet. Kaukosäädin ja vastaanotin käyttävät kommunikointiin infrapunaa. Infrapunasignaali lähetetään siihen suunnitellulla LEDillä, ja kantoaallon taajuus on 38 kHz. Kantoaalto tuotetaan PIC16F84-mikrokontrollerilla, jota varten tehtiin ohjelma ja ladattiin se PIC-piirille. Kantoaalto yhdistetään koodattuun dataan NANDilla. Koodattu data tuotetaan Holtek HT-12E -piirillä. HT-12E -piiri on valmis koodaamiseen suunniteltu tuote, joten sitä käytettäessä ei tarvita kovin paljoa tietoa itse piirin toimintaperiaatteesta. NANDilta signaali menee lähetinkytkennälle, jossa sijaitsee infrapunaledi. Vastaanotinyksikössä on infrapunasensori, joka poistaa signaalista 38 kHz:n kantoaallon ja välittää koodatun signaalin vastaanottokytkenälle. Vastaanottokytkeä välittää tiedon Holtek HT-12D -piirille. HT-12D -piiri dekodaa signaalin ja ohjaa transistoreilla releitä, joihin on kytketty SCART-liittimet. Vastaanotinyksikössä on kaksi SCART-tuloa ja yksi SCART-lähtö. Holtek-piirit sallisivat neljä SCART-lähdettä.</p>	

Author:	Jouni Sukanen
Work label:	Remote controlled A/V-diplexer
Date:	21.3.2008
Number of pages:	25 pages and 6 appendix pages
Keywords:	PIC16F84, microcontroller, Infrared, IrDA
Education programme:	Information Technology
Line:	Computer engineering
Work supervisor:	Supervising Teacher Kai Poutanen
<p>The idea was to design and build a prototype working with remote controlled A/V-diplexer. SCART cable is the general standard in Europe for video- and audio signal transportation from audio- and video source to the terminal. Remote controlled diplexer can be divided to two parts: transmitter and receiver, which contains the SCART connectors. The transmitter and receiver uses infrared for communication. Infrared signal is being transmitted via special designed LED and the carrier wave frequency is 38 kHz. The carrier wave is being generated with PIC16F84 microcontroller, which had to be programmed and flashed before use. The carrier wave is added with NAND to an encoded data, which is produced with Holtek's HT-12E chip. HT-12E chip is ready for encoding straight from the box and it's easy to use without really knowing what it does. Signal travels from NAND to transmitter circuitry, which includes the infrared LED. Receiver Unit has an infrared sensor, which removes the carrier wave from the signal and passes it on to receiver circuitry. Receiver circuitry passes it on to the decoder. Decoder is Holtek's HT-12D chip, which decodes the signal and directs the relays via transistors. Relays are connected to the SCART connectors. There are two SCART connectors on the receiver for input purpose and one SCART for output. Holtek's chips would allow four SCART inputs with current design, but requires more space and money.</p>	

ALKUSANAT

Tein tutkintotyöni ilokseni ja surukseni. Valitsin aiheen läheltä harrastusta, joka oli kotiteatterin rakentaminen ”järkevällä” hinta–hyöty-suhteella. Työn suunnittelu- ja rakennuspaikkana toimivat Tampereen ammattikorkeakoulun ATK-luokat, tietotekniikan laboratorion tilat ja oma kotini. Työn tekemiseen kulunutta aikaa on vaikea mitata, koska projekti ei ole ollut kokoaikaa työn alla. Aika piti jakaa muiden projektien ja työn kanssa, eikä tutkintotyön tekeminen ollut priorisoinnissa niin korkealla, kuin olisi ehkä pitänyt. Haluan kiittää Kai Poutasta ja muita opettajia työn tarkastuksesta, hyvistä neuvoista ja ohjauksesta mikropiirien parissa, luennoilla sekä tutkintotyötä tehdessäni.

Tampereella 21.3.2008

Jouni Sukanen

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	i
ABSTRACT	ii
ALKUSANAT	iii
SISÄLLYSLUETTELO	iv
KÄYTETYT LYHENTEET	v
1 JOHDANTO	1
2 KAUKOSÄÄDINYKSIKKÖ	2
2.1 PIC16F84	2
2.1.1 PIC-piirien valmistaja	2
2.1.2 PIC16F84-piirin ominaisuuksia	2
2.1.3 PIC16F84:n ohjelmointi	4
2.2 Holtek HT-12E	8
2.3 KytKentä ja käytetyt komponentit	11
3 VASTAANOTINYKSIKKÖ	13
3.1 Holtek HT-12D	13
3.2 KytKentä ja käytetyt komponentit	16
3.3 SCART-liitin	20
3.4 RGB-signaali	21
4 YHTEENVETO	23
LÄHTEET	
LIITTEET	

KÄYTETYT LYHENTEET

SCART	“Syndicat des Constructeurs d'Appareils Radiorécepteurs et Téléviseurs” on Euroopassa käytössä oleva liitännästandardi.
PIC	”Programmable Intelligent Computer” tai ”Peripheral Interface Controller” on mikrokontrollerituoteperhe.
LED	“Light Emitting Diode” on puolijohdekomponentti, joka lähettää valoa virran kulkiessa siitä läpi.
Flash	Puolijohdemuisti, jonka voi sähköisesti tyhjentää ja uudelleenohjelmoida.
EEPROM	”Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory” on myös sähköisesti tyhjennettävä ja ohjelmoitava muisti.
Koodaus	Prosessi jossa muutetaan informaatiota alkuperäisestä muodosta toiseen.
Dekoodaus	Prosessi jossa muunnetaan koodattu informaatio alkuperäiseen muotoon.

1 JOHDANTO

Televisiovastaanottimessa on usein liian vähän liittimiä yhä lisääntyvää oheislaitemäärää varten. Televisioon on mahdollista kytkeä monentyyppisiä laitteita, mutta onneksi näille yhteistä ovat liittimet. SCART-liittimen kautta voidaan viedä kuva sekä ääni, ja se on yleinen liitännä televisiossa ja oheislaitteissa. SCART on myös usein ainoa liitin, jonka kautta voidaan viedä hyvälaatuista kuvasignaalia. SCART-liittimiä on silti esimerkiksi televisiossa vain yksi tai parhaimmillaan kolme, joten ne eivät riitä sellaiselle, jolla on monia laitteita televisioon kytkettäväksi. Tähän ongelmaan löytyy ratkaisuna SCART-jakaja, jolla voidaan muuttaa television yksi liitin moneksi. Jakajat ovat kuitenkin yleensä yksinkertaisia, eivätkä aina edes salli signaalilähteen valitsemista, vaan kaikki ovat rinnan kytkettyjä. Jos ohjelmalähteen voi valita, on se mentävä jakajalle usein itse tekemään, eikä mitään kaukosäädöllä toimivaa ratkaisua saa halvalla.

2 KAUKOSÄÄDINYKSIKKÖ

Kaukosäädinyksiköllä valitaan SCART-jakajassa oleva lähde. Kaukosäädin käyttää hyväkseen infrapunatekniikkaa signaalin välittämiseen.

2.1 PIC16F84

PIC-piiriä käytetään tässä työssä tuottamaan 38 kHz:n kantaalto. Infrapunavastaanotin tarvitsee 38 kHz:n taajuutta käyttävän signaalin.

2.1.1 PIC-piirien valmistaja

Microchip Technology Inc. perustettiin General Instruments -yhtiön osastosta, joka valmisti erilaisia elektronisia komponentteja. Alun perin osasto kehitti ohjelmoitavia piirejä, joita kutsuttiin nimellä PIC (Peripheral Interface Controllers). Jostain syystä General Instruments päätti, että puolijohdeosasto ei ole omistamisen arvoinen, vaan myi tämän tehtaineen päivineen sijoittajille, jotka nimesivät yhtiönsä Microchip Technologyksi. PIC-piireistä tulikin Microchip -yhtiön päätuote. Microchipin piirit olivat aluksi alkeellisia kilpailijoihin nähden, mutta myivät silti hyvin hintansa ja yksinkertaisuutensa ansiosta ja antoivat Microchip -yhtiölle mahdollisuuden kehittää uusia piirejä, joissa oli paremmat ominaisuudet. Yhtiön vahvuutena ovat erityisesti 8-bittiset mikrokontrollerit, ja se onkin tänä päivänä toiseksi suurin 8-bittisten piirien valmistaja./1/

Nykyään PIC-piirisarja sisältää useita erikokoisia piirejä 8-jalkaisista aina 64-jalkaisiin asti, joissa on eri ominaisuuksia muun muassa muistin tyyppin ja koon mukaan. Kaikille piireille yhteistä on kuitenkin ohjelmointikieli./1/

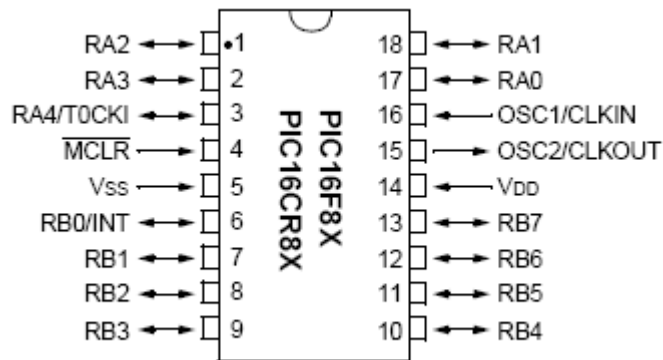
2.1.2 PIC16F84-piirin ominaisuuksia

PIC16F84-piiri on 8-bittinen ja 18-jalkainen mikrokontrolleri, jossa on yksi kilotavu sisäistä flash- tai EEPROM-muistia, niistä flash-muisti voidaan kirjoittaa ja pyyhkiä 1 000 kertaa ja EEPROM-muisti 10 000 000 kertaa. Piirin yleisin käyttöjännite on viisi volttia,

mutta se toimii myös 2...6 voltin jännitteillä. Piiri on myös varustettu niin sanotulla ”sleep”-tilalla, jossa se kuluttaa normaalia vähemmän virtaa./2/, /3/

PIC16F84 käyttää hyväkseen ”Harvard”-arkkitehtuuria. Tällä arkkitehtuurilla ohjelmaan ja dataan on pääsy eri muisteista, joten laitteella on ohjelman muistiväylä ja datan muistiväylä. Tämä parantaa kaistanleveyttä verrattuna ”von Neumann”-arkkitehtuuriin, jossa ohjelma ja data haetaan samasta muistista saman väylän kautta./3/

Kuvassa 1 on PIC16F84-piirin nastajärjestys ja nimet. Taulukossa 1 on nimien selitteet työssä käytetyille nastoille.



Kuva 1 PIC16F84-piirin nastajärjestys /3/

Taulukko 1 Käytetyt nastat ja niiden selitteet

Nastan nimi:	Selite:
$\overline{\text{MCLR}}$	Master Clear (reset) - aktiivinen tila = 0
V_{SS}	Maa (Ground)
RA1	Kaksisuuntainen I/O portti (PORTA)
OSC1/CLKIN	Ulkoinen kellosignaali sisään
OSC2/CLKOUT	Ulkoinen kellosignaali ulos
V_{DD}	Käyttäjännite 2-6 V

2.1.3 PIC16F84:n ohjelmointi

Kaikille PIC-piireille on yhteinen käskykanta. PIC-piirien käyttämälle kielelle on saatavilla kääntäjiä, joista osa on maksullisia. Yleisin on maksuton Microchipin kehittämä MPLAB-kääntäjä. MPLAB on helppokäyttöinen ja moderni kääntäjä, jossa on myös ohjelasimulaattori. MPLAB-ohjelmaan voi myös liittää ohjelmointilaitteen, ohjelmointilaitteet kuitenkin ovat maksullisia.

PIC-piirin ohjelmointi on helppoa, kun tuntee käskykannan. Käskyjä on yhteensä 37, joista ei yleensä tarvita kuin muutamaa. Käsitellyt käskyt ovat taulukossa 2. Numeeriset arvot voidaan ilmaista MPLAB-ohjelmassa binääreinä muodossa b'01001001', heksadesimaaleina muodossa 04h, tai normaaleina kymmenjärjestelmän numeroina./4/

Taulukko 2 Käytetyt ohjelmointikäskyt

Käsky	Toiminto	Esimerkki
BSF	Kirjoitetaan 1 jonkin rekisterin johonkin bittiin.	BSF 84h, 5
BCF	Kirjoitetaan 0 jonkin rekisterin johonkin bittiin.	BCF 84h, 5
MOVLW	Kirjoitetaan W-rekisteriin jokin luku.	MOVLW 5
MOVWF	W-rekisterin sisältö siirretään johonkin muistipaikkaan.	MOVWF 84h
GOTO	Siirrytään koodissa ennalta määrättyyn paikkaan.	GOTO alku
EQU	Asetetaan muistipaikalle ymmärrettävämpi nimi.	Status EQU 3h
NOP	Odottaa yhden käskyjakson, ei tapahdu muuta toimintoa.	NOP

PIC-piireissä on rekisteri, joka on jaettu kahteen pankkiin, joita kutsutaan nimillä Bank 0 ja Bank 1, mikä näkyy kuvassa 2.

File Address			File Address
00h	INDF ⁽¹⁾	INDF ⁽¹⁾	80h
01h	TMR0	OPTION	81h
02h	PCL	PCL	82h
03h	STATUS	STATUS	83h
04h	FSR	FSR	84h
05h	PORTA	TRISA	85h
06h	PORTB	TRISB	86h
07h		PCON	87h
08h	ADCON0	ADCON1	88h
09h	ADRES	ADRES	89h
0Ah	PCLATH	PCLATH	8Ah
0Bh	INTCON	INTCON	8Bh
0Ch			8Ch
	General Purpose Register	General Purpose Register	
		Mapped in Bank 0 ⁽²⁾	
4Fh			CFh
50h			D0h
7Fh			FFh
	Bank 0	Bank 1	

Unimplemented data memory locations, read as '0'.
Note 1: Not a physical register.
Note 2: These locations are unimplemented in Bank 1. Any access to these locations will access the corresponding Bank 0 register.

Kuva 2 Bank-rekisterialueet /5/

Bank 1:tä käytetään PIC-piirin kontrollointiin, esimerkiksi kun halutaan määrittellä, mitkä nastat porteissa ovat lähtöjä ja mitkä tuloja. Bank 0:aa käytetään datan muokkaukseen, kun halutaan määrittellä onko bitti lähtöportissa yksi vai nolla.

Yleisimmin käytetyt rekisterit Bank 1:ssä ovat STATUS, TRISA ja TRISB. STATUS-rekisteristä määritetään, ollaanko Bank 0:ssa vai Bank 1:ssä. TRISAA käytetään, kun halutaan määritellä, mitkä nastat Portissa A ovat lähtöjä ja mitkä tuloja. TRISB:tä käytetään samaan, mutta Portille B./4/

Haluttaessa siirtyä pankista toiseen se kerrotaan STATUS-rekisterille. Tämä tehdään siten, että muutetaan viides bitti ykköseksi tai nollaksi osoitteessa 03h, joka on STATUS-rekisterin osoite. Loogisesti nollabitti STATUS-rekisterissä tarkoittaa Bank 0:aa ja ykkösbitti Bank 1:stä./4/

TRISA- ja TRISB-rekisterit sijaitsevat osoitteissa 85h ja 86h. Muutettaessa portin nastaa lähdöksi tai tuloksi, annetaan nastoille arvo nolla tai yksi. Nollabitti tarkoittaa lähtöä ja ykkösbitti tuloa. Esimerkiksi Portissa A on viisi nastaa, joiden nimet ovat RA0...RA4. Bittien numerointi menee samoin, kuin nastojen numerointi, eli RA4-nastan bitti on 4, kun taas RA2-nastan numero on 2. Esimerkiksi kun asetetaan nasta RA1 lähdöksi ja muut tuloiksi, kirjoitetaan binäärikoodi 00010 osoitteeseen 85h. Samalla tavalla toimii TRISB./4/

Kun nasta RA1 on määritetty lähdöksi, pitää määrittää, onko nastan jännitetaso ykkönen vai nolla. Kätevimmin tämä käy yhdelle nastalle BSF-käskyllä, joka asettaa automaattisesti ykköseksi sille annetun osoitteen bitin. BCF-käsky vastaavasti asettaa nollaksi sille annetun osoitteen bitin./4/

W-rekisteri on eräänlainen väliaikaismuisti, jonne voi tallentaa haluamaansa tietoa, mutta sitä on myös käytettävä, kun käytetään TRISA- tai TRISB-rekistereitä, joten kaikki TRISA- tai TRISB-rekistereihin tallennettava tieto kulkee W-rekisterin kautta MOV-käskyillä./4/

Tässä on ohjelma 38 kHz:n taajuuden tuottamiseen PIC16F84-piirillä. Ohjelmasta on poistettu epäoleelliset kohdat, jotka kääntäjä lisäsi itse piirin ohjelmointia varten, mutta ei ensimmäistä riviä, koska sitä täytyi muokata. Alkuperäinen, lyhentämätön koodi on liitteenä 1.

```
__CONFIG __CP_OFF & __WDT_ON & __PWRTE_ON & __XT_OSC ← Alleviivattu osa lisätty ulkoista
oskillaattoria varten, muu on
kääntäjän itse lisäämää

PortA equ 05h ← Asetetaan Portille A ja Status-rekisterille nimet
Status equ 03h

Main: ← Pääohjelma alkaa

    bsf    Status,5 ← Siirrytään Bank 1:een asettamalla bitti 5 ykköseksi osoitteessa Status (03h)
    movlw  b'00000' ← Ladataan W-rekisteriin nollia
    movwf  85h ← Siirretään W-rekisterin sisältö TRISA rekisteriin muuttaen portit ulostuloiksi
    bcf    Status,5 ← Siirrytään takaisin Bank 0:aan asettamalla bitti 5 nolllaksi osoitteessa Status
(03h)

Alku  bsf    PortA,1 ← Asetetaan PortA (05h) osoitteessa bitti 1 ykköseksi, eli nasta 18

    nop    ← Odotetaan yksi käskyjakso, eli 1µs
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop ← Odotettu 12 µs

    bcf    PortA,1 ← Asetetaan PortA (05h) osoitteessa bitti 1 nolllaksi, eli nasta 18

    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop
    nop ← Odotettu taas 12 µs

    goto   Alku ← Palataan Alku osoittamaan kohtaan

end ← Ohjelman loppu, kääntäjä vaatii lopetuskäskyn
```

Yhden käskyn toteuttamiseen menee $1 \mu\text{s}$ aikaa, kun käytetään 40 MHz :n kidettä.

Laskemalla kaavan 1 mukaan saadaan selville että 38 kHz :n taajuudessa (f) jakson aika on noin $26 \mu\text{s}$, eli ohjelmoidaan nosta olemaan noin $13 \mu\text{s}$ nollassa ja viidessä voltissa vuorotellen, niin saadaan 38 kHz :n taajuutta.

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow T = \frac{1}{f} = \frac{1}{38\text{kHz}} = 26\mu\text{s} \quad (1)$$

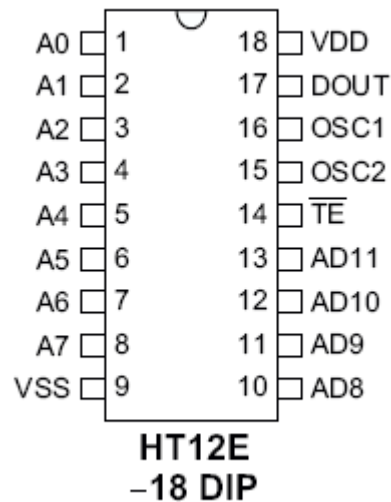
Ohjelma kopioidaan piirille Advantech Lab Tool-48 -ohjelmointilaitteella. Kuvassa 3 on oskilloskoopilla mitattu 16F84-piirin tuottama taajuus.



Kuva 3 16F84-piiriin tuottama 38 kHz :n taajuus

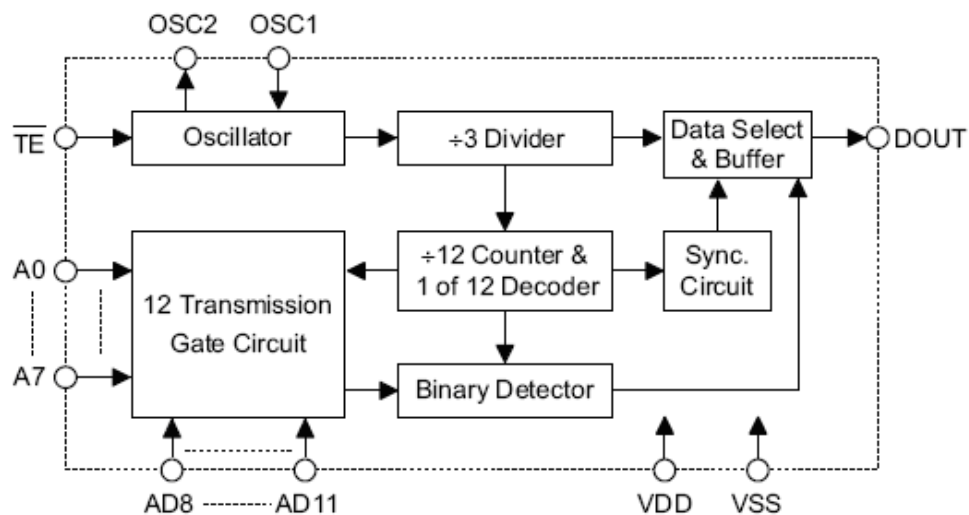
2.2 Holtek HT-12E

Kaukosäätimessä käytettiin signaali-informaation koodaamisessa Holtekin valmistamaa HT-12E -piiriä. HT-12E -piiri ei tuota itse kantoaaltoa, vaan se tuotetaan erikseen; sen sijaan HT-12A -piiri tuottaa myös kantoaallon.



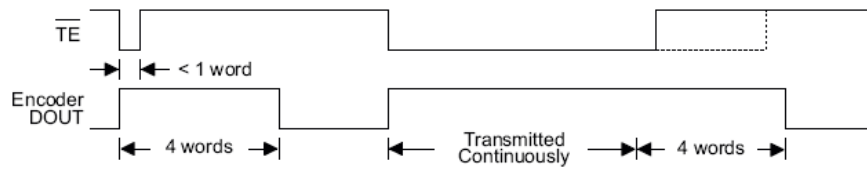
Kuva 4 HT-12E:n nastajärjestys /6/

HT-12E -piiri käyttää 5 V:n käyttöjännitettä. Piirissä on neljä tuloa datan lähettämistä varten AD8, AD9, AD10 ja AD11, joista käytetään AD11 ja AD10 (kuva 4). Nastat AD8 ja AD9 ovat kytkennässä aina maassa. OSC1- ja OSC2-nastojen välissä on 1,1 M Ω :n vastus. 1,1 M Ω :n vastuksella piiri värähtelee noin 3 kHz:n taajuudella. Värähtelytaajuutta voi myös muuttaa valitsemalla vastukselle eri arvo. Piirin lohkoakaavio on kuvassa 5.



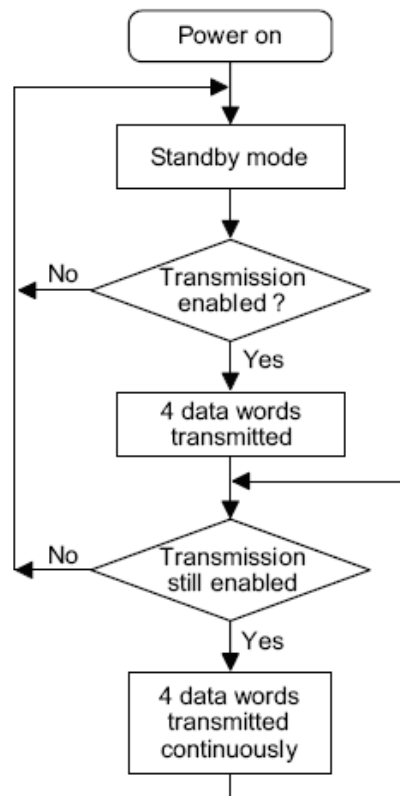
Kuva 5 HT-12E:n lohkoakaavio /6/

Kytettäessä Transmit Enable-nasta (\overline{TE}) maahan alkaa piiri lähettää sarjamuotoista signaalia DOUT-nastasta. HT-12E lähettää neljä tavua dataa aina kun \overline{TE} käy maassa. \overline{TE} -nastan ollessa maassa jatkuvasti, piiri myös lähettää jatkuvasti. \overline{TE} :n noustessa viiteen volttiin, lähetetään neljä tavua dataa loppuun, jolloin palataan valmiustilaan. Kuvassa 6 on ajoituskaavio ja kuvassa 7 lähettämiseen liittyvä vuokaavio. /6/



Transmission timing for the HT12E

Kuva 6 HT-12E:n ajoituskaavio /6/



Kuva 7 HT-12E:n vuokaavio /6/

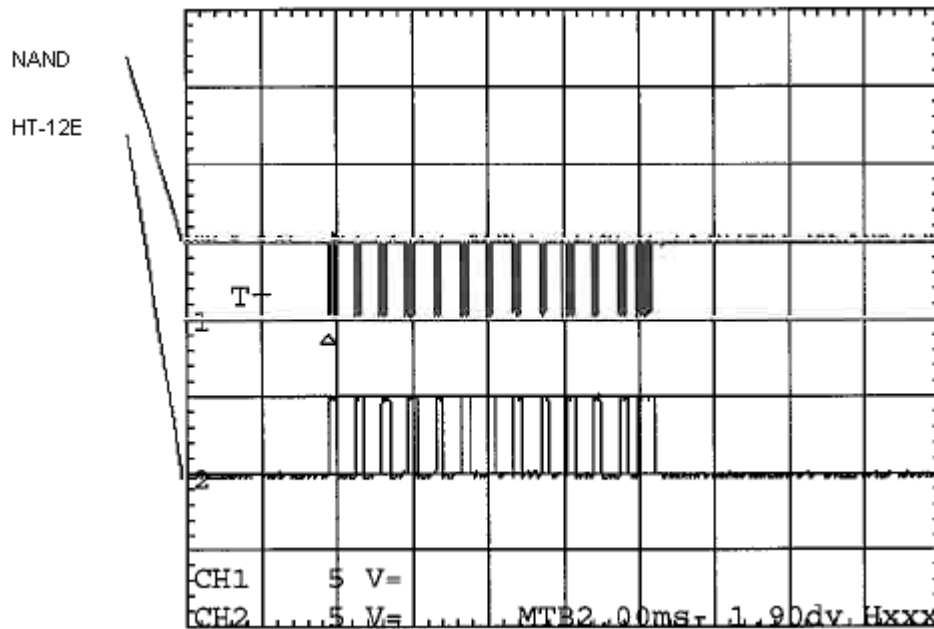
2.3 Kytkenä ja käytetyt komponentit

Taulukko 3 Lähetinkytkennässä käytetyt komponentit

Komponentti	Nimi/Arvo/Tyyppi
Mikrokontrolleri	Microchip PIC16F84
Kooderiipiiri	Holtek HT-12E
NAND	74HCT132
Kondensaattori	22 μ F, 2 x 33pF
Vastus	1,1M Ω , 330k Ω , 390 Ω
Transistori	PNP BC558
Kide	4 MHz
IrLed	Infrapunaledi

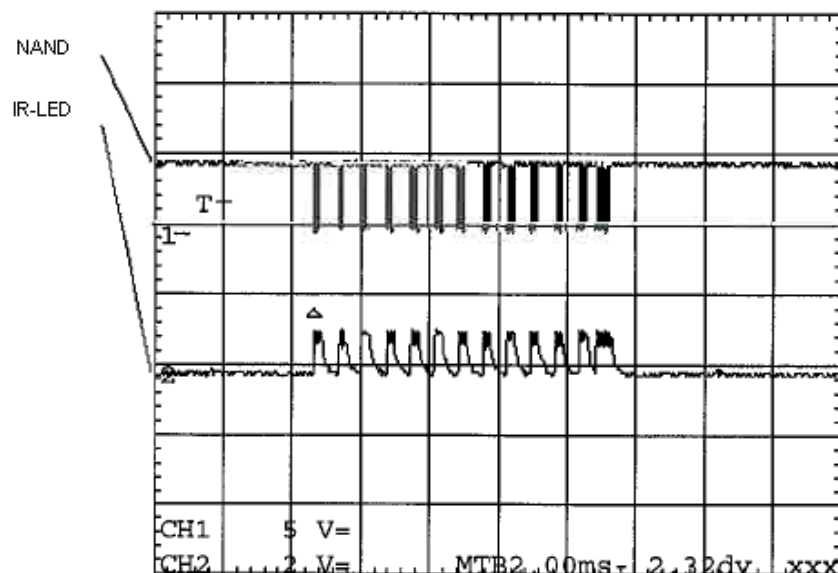
Taulukossa 3 on lueteltuna lähetinkytkennässä käytetyt komponentit ja niiden arvot. Kaukosäätimen kytkentäkaavio on liitteenä 2. 33 pF:n kondensaattorit toimivat yhdessä kiteen kanssa ja tuottavat 4 MHz:n taajuuden. HT-12E -nastojen osc1:n ja osc2:n välillä oleva 1,1 M Ω :n vastus määrittää piirille 3 kHz:n värähtelytaajuuden.

NAND-piiri summaa PIC-piiristä tulevan 38 kHz:n kantoaallon HT-12E:ltä tulevaan signaaliin. NAND-piiri ohjaa PNP-transistoria, joka antaa virtaa infrapunaledille. Kuvassa 8 on signaalit HT-12E - ja NAND-piiriltä.



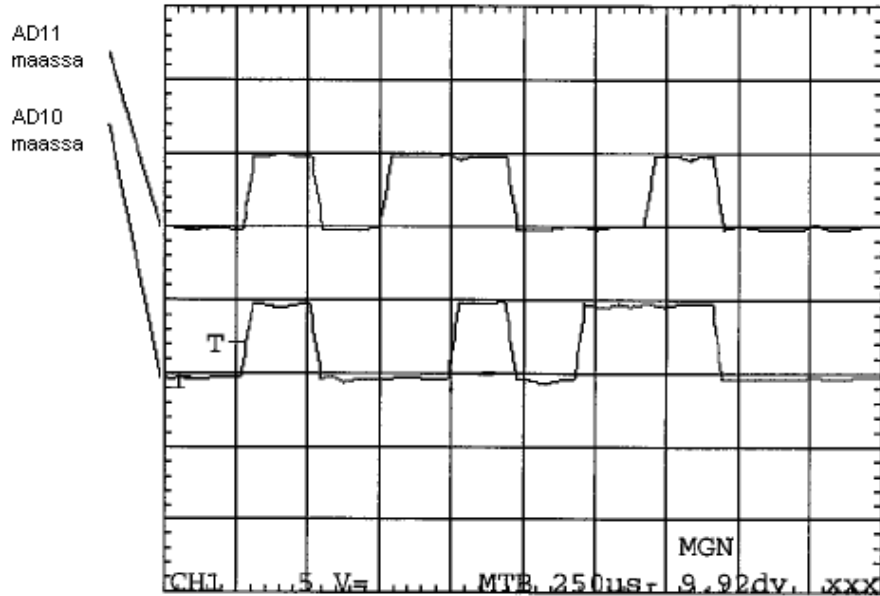
Kuva 8 NAND- ja HT-12E -piirien tuottamat signaalit

Jos HT-12E -piiriltä ei tule signaalia, NAND-piiri tuottaa vain tasaista viiden voltin jännitettä. NAND-piiriltä tuleva signaali invertoidaan transistorilla virran säästämiseksi, koska muuten infrapunaledi palaa kokoajan. Kuvasta 9 näkee NAND-piiriltä tulevan signaalin verrattuna IR-LEDin lähettämään signaaliin, joka on mitattu 390 Ω :n vastuksen ja IR-LEDin välistä.



Kuva 9 NAND-piirin tuottama signaali verrattuna IR-LEDin lähettämään signaaliin

Kaukosäätimestä voi valita kaksi erilaista signaalia lähetettäväksi, joilla valitaan SCART-lähde. Signaalit eroavat toisistaan vain kahden viimeisen pulssin osalta (kuva 10). Käytännössä vain toinen HT-12E -piirin AD11- tai AD10-nastoista on kytketty maahan. Käytetyllä kytkimellä ei ole mahdollista kytkeä molempia nastoja maahan samaan aikaan.



Kuva 10 HT-12E -piirillä tuotettavien signaalien ero kahden viimeisen pulssin osalta

3 VASTAANOTINYKSIKKÖ

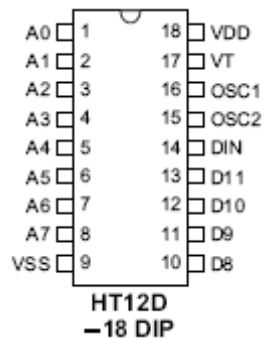
Vastaanotinyksikössä sijaitsee SCART-liittimet. SCART-tuloja on kaksi ja lähtöjä yksi. Pulssireleiden avulla A/V-signaalien läpivientiin ei tarvitse käyttäjännitettä, ainoastaan A/V-lähteen vaihtamiseen.

3.1 Holtek HT-12D

HT-12D on myös Holtekin valmistama piiri, joka on suunniteltu dekodamaan signaali-informaatiota, joka on koodattu HT-12A - tai HT-12E -piirillä. HT-12D -piirissä on neljä lähtöä, samoin kuin HT-12E -piirissä on neljä tuloa. HT-12E -piirin tulot ja HT-12D -piirin lähdöt ovat samassa tilassa, aina kun suoritetaan onnistunut lähetys ja vastaanotto. Onnistuneesta vastaanotosta kertoo HT-12D -piirissä VT-nasta, joka on 1-tilassa

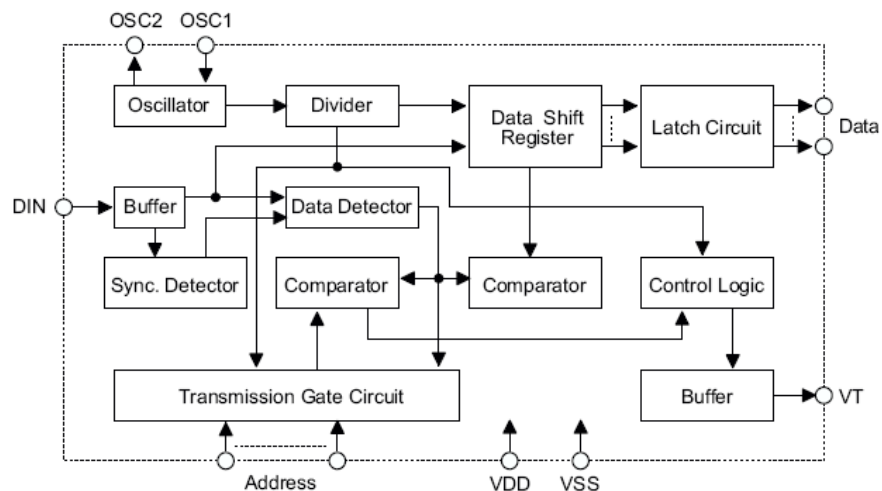
seuraavaan epäonnistuneeseen vastaanottoon asti, tai kun signaalia ei enää tule.

Käytännössä VT-nasta on vain vähän aikaa 1-tilassa. Lähdöt pysyvät kuitenkin tilassaan seuraavaan muutokseen asti epäonnistuneesta vastaanotosta tai signaalin jatkuvuudesta riippumatta. Kuvassa 11 on piirin HT-12D:n nastajärjestys./7/

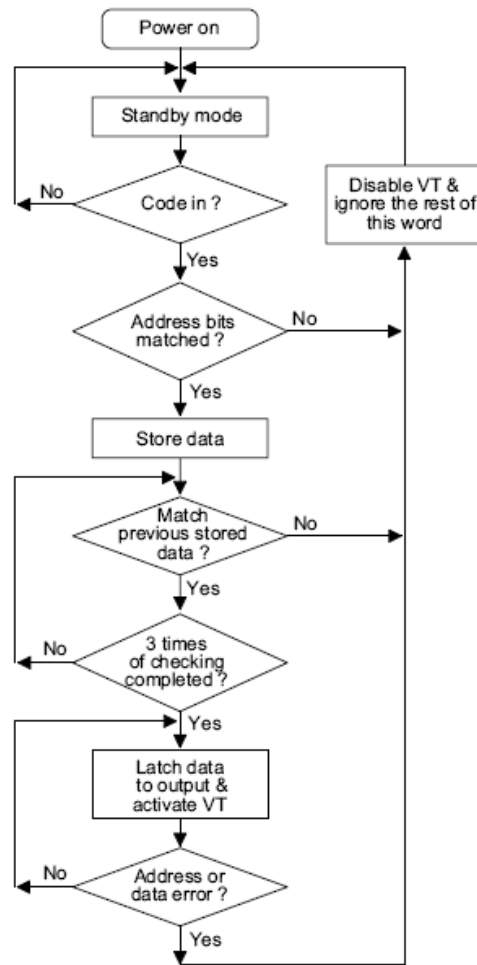


Kuva 11 HT-12D:n nastajärjestys /7/

Kun nastojen OSC1 ja OSC2 väliin kytketään viiden voltin käyttöjännitteellä 51 kΩ:n vastus, piiri värähtelee noin 150 kHz:n taajuudella. HT-12E -piiriltä tuleva signaali vastaanotetaan DIN-nastaan. Kuvassa 12 on piirin lohkokaavio ja kuvassa 13 on piirin vuokaavio./7/

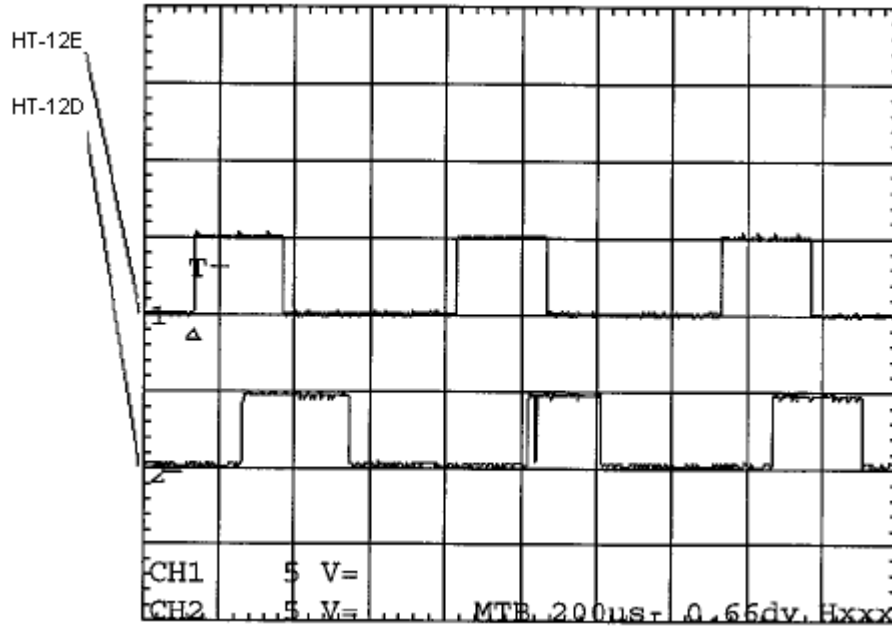


Kuva 12 HT-12D-piirin lohkokaavio /7/



Kuva 13 HT-12D:n vuokaavio /7/

Kuvassa 14 näkyy, että HT-12E - ja HT-12D -piirien signaaleissa on vaihe-ero. Vaihe-ero johtuu PNA4602M infrapunavastaanottimen aiheuttamasta viiveestä, kun tämä poistaa signaalista 38 kHz:n kantoaallon. Kantiaallossa on myös jonkin verran venymää, mutta HT-12D kuitenkin ymmärtää signaalia pienestä vääristymisestä huolimatta.



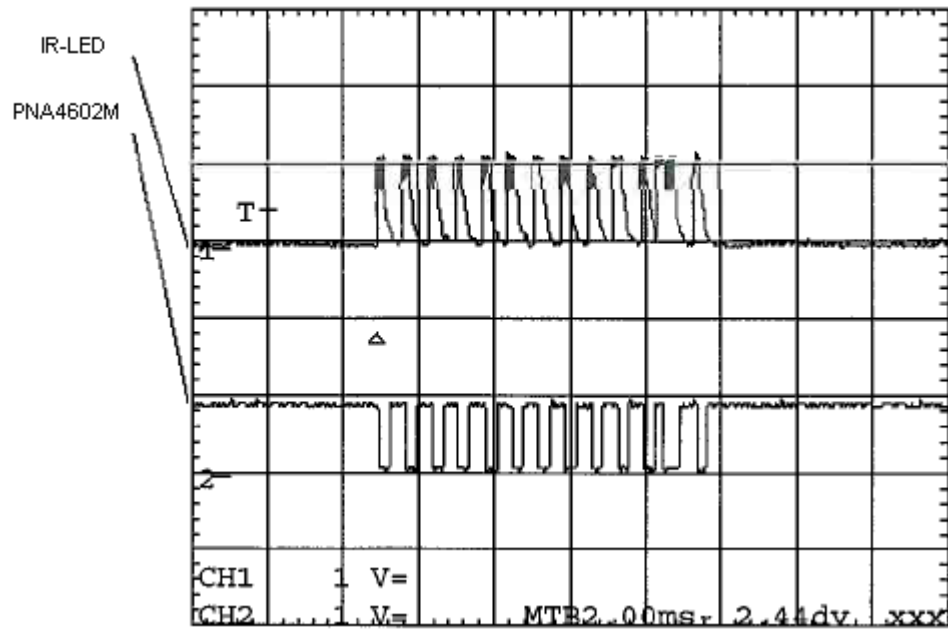
Kuva 14 HT-12E:n DOUT-nastasta ja HT-12D:n DIN-nastasta mitatut signaalit

3.2 Kytkenä ja käytetyt komponentit

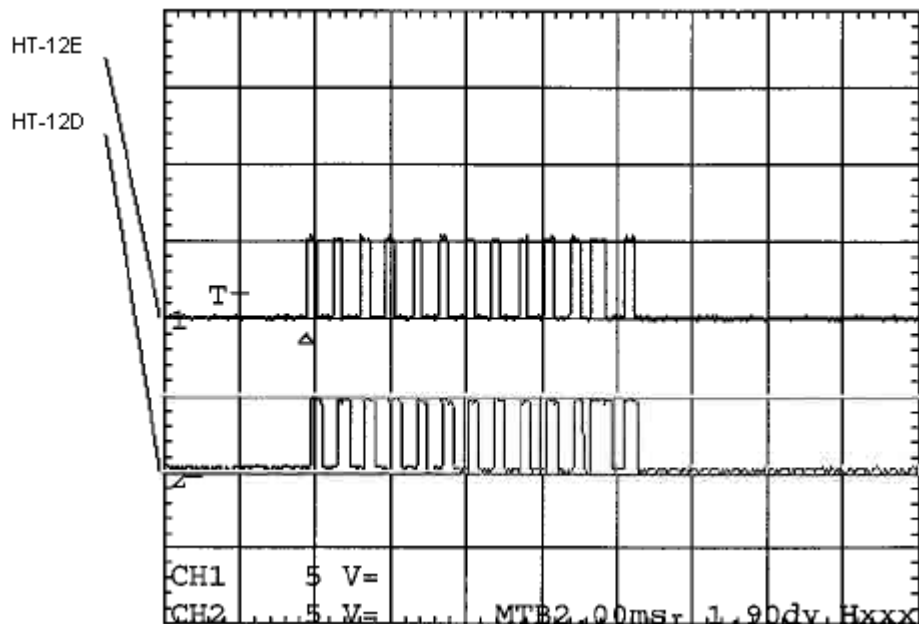
Taulukko 4 Vastaanotinkytkennässä käytetyt komponentit

Komponentti	Nimi/Arvo/Tyyppi
IR-vastaanotin	Panasonic PNA4602M
Dekooderipiiri	Holtek HT-12D
Pulssirele	4 x NAIS TQ2-L2-9V
SCART-liitin	2 x Naaras, Uros
Vastus	5 x 1 k Ω , 51 k Ω , 10 k Ω
Transistori	5 x NPN 2N3904

Taulukossa 4 on lueteltuna kytkennässä käytetyt komponentit. Kytkenäkaavio on liitteenä 3. Infrapunavastaanotin PNA4602M vastaanottaa lähettimeltä tulevan signaalin ja poistaa siitä 38 kHz:n kantaallon, ennen kuin se pääsee HT-12D -piirille (kuva 15).



Kuva 15 PNA4602M poistaa 38 kHz:n kanta-aallon IR-LEDin lähettämästä signaalista



Kuva 16 Signaalit HT-12E -piirin lähdöstä ja HT-12D -piirin tulosta

PNA4602M:n lähdöstä signaali on edelleen invertoitu. Jotta HT-12D -piiri ymmärtäisi signaalia, se täytyy jälleen invertoida. Kuvassa 16 on signaalit HT-12E -piirin lähdöstä ja HT-12D -piirin tulosta.

Kun lähettimestä tuleva tieto saadaan purettua, nousee jompikumpi HT-12D -piirin D11- tai D12-nastoista viiteen volttiin, toisen jäädessä nolnaan. Samalla VT-nastan jännite nousee hetkeksi viiteen volttiin, jolloin transistorit Q2 ja Q3 alkavat johtaa. Transistorien Q4 ja Q5 johtavuus taas riippuu Q2:n ja Q3:n tiloista. Transistoreilla ohjataan TQ2-L2-9V pulssireleitä, jotka yhdistävät SCART-liittimet.

TQ2-L2-9V releitä ei voi kiinnittää suoraan HT-12D -piiriin, vaikka piirin lähdöistä saisikin releiden tarvittavat yhdeksän volttia. Yksi rele kuitenkin vaatii noin 22 mA virtaa vaihtaakseen tilaansa. Kun releitä on neljä, HT-12D ei pystyisi antamaan kaikille tarvittavaa virtamäärää. Siksi pulssireleillä on oma jännitelähde./8/

Pulssireleet yhdistävät RGB- ja stereoääni-nastat SCART-liittimien välillä, mutta maanastoja ei ole yhdistetty releillä, vaan ne ovat yhdessä jatkuvasti. SCART_DEST on SCART-liitin, joka tulee näyttöpäätteeseen kiinni ja SCART1 ja SCART2 ovat liittimiä, joihin liitetään lähdelaitteita, kuten DVD-toistin. Maajohtimet ovat kaikissa samat, mutta tämä ei kuitenkaan päde johtimiin, joissa kuljetetaan signaalia. Taulukossa 5 on lueteltuna, mitkä nastat pitää yhdistää mihinkin liittimiin. Ensimmäisenä ovat välttämättömimmät nastat, eli komposiitti-kuva ja monoääni, sitten RGB-tasoinen kuva, komposiitti-kuva ja stereoääni ja lopuksi kaikki.

Taulukko 5 SCART-liittimien kytkentäohje

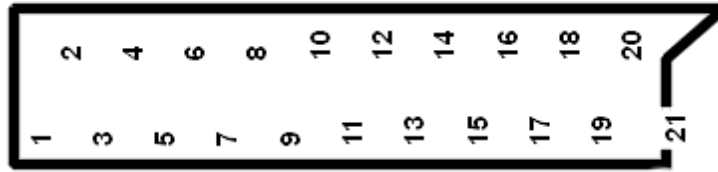
		Lähde	Nasta #	Kohde	Nasta #
Komposiitti	ja Mono	Ääni vasen ulos	3	Ääni oikea + vasen sisään	2 + 6
		Ääni maa	4	Ääni maa	4
		Komposiitti ulos	19	Komposiitti sisään	20
		Komposiitti maa	17	Komposiitti maa	17
		Maa	21	Maa	21
RGB + komposiitti	ja Stereo	Ääni oikea ulos	1	Ääni oikea sisään	2
		Ääni vasen ulos	3	Ääni vasen sisään	6
		Ääni maa	4	Ääni maa	4
		Sininen	7	Sininen	7
		Sininen maa	5	Sininen maa	5
		Vihreä	11	Vihreä	11
		Vihreä maa	9	Vihreä maa	9
		Punainen	15	Punainen	15
		Punainen maa	13	Punainen maa	13
		RGB kontrolli	16	RGB kontrolli	16
		RGB kontrolli maa	18	RGB kontrolli maa	18
		Komposiitti ulos	19	Komposiitti sisään	20
		Komposiitti maa	17	Komposiitti maa	17
		Maa	21	Maa	21
Kaikki		Ääni oikea ulos	1	Ääni oikea sisään	2
		Ääni vasen ulos	3	Ääni vasen sisään	6
		Ääni maa	4	Ääni maa	4
		Sininen	7	Sininen	7
		Sininen maa	5	Sininen maa	5
		Vihreä	11	Vihreä	11
		Vihreä maa	9	Vihreä maa	9
		Punainen	15	Punainen	15
		Punainen maa	13	Punainen maa	13
		RGB kontrolli	16	RGB kontrolli	16
		RGB kontrolli maa	18	RGB kontrolli maa	18
		Komposiitti ulos	19	Komposiitti sisään	20
		Komposiitti maa	17	Komposiitti maa	17
		Funktion valinta	8	Funktion valinta	8
		Data 1	12	Data 1	12
		Data 2	10	Data 2	10
		Data maa	14	Data maa	14
Maa	21	Maa	21		

3.3 SCART-liitin

SCART-liitin, tai toiselta nimeltään Paritel- tai EURO-liitin, ei ole sidottu minkään tietyn signaalin kuljettamiseen, vaan sitä pitkin voivat kulkea RGB, S-Video ja komposiitti, siinä sivussa vielä äänetkin, tosin kaikki analogisena. Komposiitti on oltava aina, koska sen avulla saadaan peruskuva aikaiseksi ja se toimii myös tahdistussignaalina RGB:lle. Kuvassa 17 on SCART-liittimen nastajärjestys ja taulukossa 6 on RGB:n nastojen selitteet.

Taulukko 6 RGB liittimen nastojen selitteet /9/

PIN	FUNCTION	SIGNAL LEVEL	IMPED- ANCE
1	Audio Right Out	0.5V _{RMS}	<1k Ω
2	Audio Right In	0.5V _{RMS}	>10k Ω
3	Audio Left Out	0.5V _{RMS}	<1k Ω
4	Audio Ground		
5	Blue Ground		
6	Audio Left In	0.5V _{RMS}	>10k Ω
7	Blue	0.7V	75 Ω
8	Function Select	9.5V-12V = AV Mode 5V-8V = Widescreen 0V-2V = TV Mode	>10k Ω
9	Green Ground		
10	Data 2		
11	Green	0.7V	75 Ω
12	Data 1		
13	Red Ground		
14	Data Ground		
15	Red	0.7V	75 Ω
16	RGB Control	1V-3V = RGB, 0V-0.4V = Composite	75 Ω
17	Video Ground		
18	RGB Control Ground		
19	Composite Video Out	1V	75 Ω
20	Composite Video In	1V	75 Ω
21	Safety Ground		



Kuva 17 SCART-liittimen nastajärjestys /10/

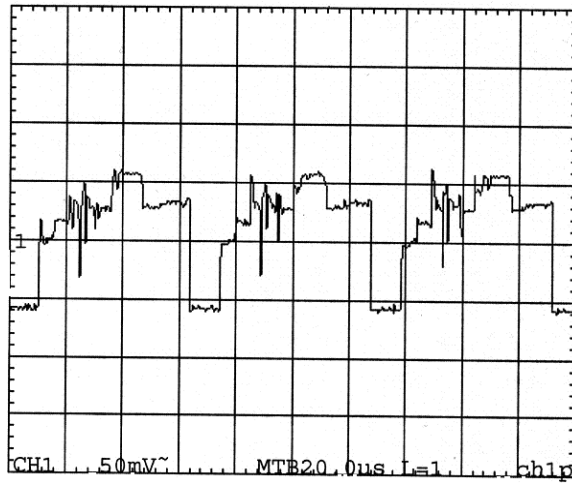
Kytentäkaaviossa on yhdistettynä sininen (7), punainen (15), vihreä (11) ja näiden maa nastat (5, 9, 13), sekä komposiitit (19, 20) ja näiden maa (17). Lisäksi on kytkettynä RGB kontrolli (16) ja tämän maa (18) sekä funktion valinta (8) ja yleinen maa (21).

3.4 RGB-signaali

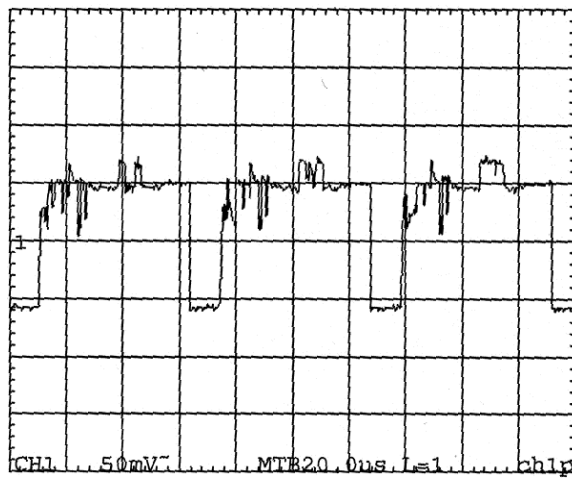
RGB:ssä (Red, sync-on-Green ja Blue) kaikki signaalit menevät omissa johtimissaan, joita on siis kolme ja joissain tapauksissa neljä (RGSB), mikäli synkronointisignaali on oma kaapeli. High Endissä, kuten tietokoneen monitorissa, kaapeleita on viisi (RGBHV). RGBHV:ssä synkronointisignaali on korvattu kahdella erillisellä synkronointisignaaliilla, jotka ovat vaaka- ja pystytasossa. RGB on tarkoitettu pääasiassa Euroopan markkinoille./11/

Oskilloskooppikuvista 18, 19 ja 20 näkee signaalien samankaltaisuuden.

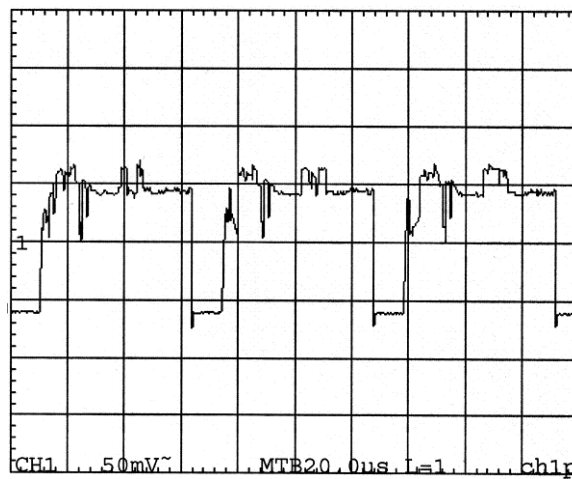
Tahdistussignaalinä RGB:ssä yleensä käytetään vihreää signaalia, tai sitten erillistä signaalia, kuten komposiittisignaalista. Kuvat on otettu SCART-kaapelin kautta viedystä RGB-signaalista.



Kuva 18 RGB:n R-signaali



Kuva 19 RGB:n G-signaali



Kuva 20 RGB:n B-signaali

4 YHTEENVETO

Tarkoituksena oli rakentaa kaukosäädöllä toimiva SCART-jakaja, koska SCART-liittimet loppuvat TV:stä tai muusta päätteestä aina kesken. Työn yksittäinen, aikaa vievin osa oli PIC16F84:n ohjelmointi. Onneksi internetissä on paljon ohjelmointiohjeita, jopa suomeksi. Eniten ongelmia aiheuttivat puhtaat huomiovirheet, kuten piiriltä puuttuva käyttöjännite. Seuraavaan kytkentään parannettavaa on esimerkiksi kytkennän tiivistämisessä, virransäästössä ja muussa vähemmälle huomiolle jääneessä asiassa. Myös jonkinlainen kotelo olisi hyvä käyttöön tulevalle jakajalle ja kaukosäätimelle. Työtä tehdessä oli paljon opittavaa ja yhtenä kriteerinä olikin, että työ sisältää mikrokontrollerin, jonka joutuu itse ohjelmoimaan. Kuva kaukosäätimen prototyypistä on liitteenä 4 ja vastaanottimen liitteenä 5.

LÄHTEET

1. Microchip [www-sivu]. [viitattu 31.1.2008] www.microchip.com
2. PIC16F84 piiristä [www-sivu]. [viitattu 31.1.2008]
<http://koti.mbnet.fi/matjarv/elektron/pic/>
3. PIC16F84-datalehti [sähköinen dokumentti]. [viitattu 31.1.2008]
http://www.tranzistoare.ro/datasheets/2300/189381_DS.pdf
4. PIC tutorial [www-sivu]. [viitattu 31.1.2008]
<http://www.mstracey.btinternet.co.uk/pictutorial/picmain.htm>
5. PIC databank [www-sivu]. [viitattu 31.1.2008]
<http://img248.imageshack.us/img248/21/picregistermapqf9.gif>
6. HT-12E-datalehti [sähköinen dokumentti]. [viitattu 31.1.2008]
http://www.holtek.com.tw/pdf/consumer/2_12ev110.pdf
7. HT-12D-datalehti [sähköinen dokumentti]. [viitattu 31.1.2008]
http://www.holtek.com.tw/pdf/consumer/2_12dv110.pdf
8. NAIS-datalehti [sähköinen dokumentti]. [viitattu 31.1.2008]
<http://www.datasheetarchive.com/pdf/3457337.pdf>
9. SCART kuva1 [www-sivu]. [viitattu 4.11.2007]
<http://www.gameland.gr/geoanas/images/scart2.gif>
10. SCART kuva2 [www-sivu]. [viitattu 4.11.2007]
<http://www.gameland.gr/geoanas/images/scart.gif>
11. RGB [sähköinen dokumentti]. [viitattu 31.1.2008]
<http://www.intersil.com/data/an/an9513.pdf>

LIITTEET

- Liite 1. PIC ohjelmakoodi, pituus 2 sivua
- Liite 2. Kaukosäätimen kytkentäkaavio, pituus 1 sivu
- Liite 3. Vastaanottimen kytkentäkaavio, pituus 1 sivu
- Liite 4. Kaukosäädinprototyypin kuva, pituus 1 sivu
- Liite 5. Vastaanotinprototyypin kuva, pituus 1 sivu

```

;*****
;
;   Filename:      carrier.asm
;   Date:          2.10.2007
;   File Version:  1.0
;
;   Author:       Jouni Sukanen
;
;*****
;*****
;
;   Notes: Carrier koodi
;
;*****
;*****

list      p=16F84          ; list directive to define processor
#include <p16F84.inc>      ; processor specific variable definitions

__CONFIG  _CP_OFF & _WDT_ON & _PWRTE_ON & _XT_OSC

; '_CONFIG' directive is used to embed configuration data within .asm file.
; The labels following the directive are located in the respective .inc file.
; See respective data sheet for additional information on configuration word.

;***** VARIABLE DEFINITIONS
w_temp      EQU      0x0C          ; variable used for context saving
status_temp EQU      0x0D          ; variable used for context saving

;*****
RESET_VECTOR CODE 0x000          ; processor reset vector
            goto    Main          ; go to beginning of program

ISR         CODE 0x004          ; interrupt vector location
            goto    Interrupt      ; go to the interrupt location

MAIN_PROGRAM CODE

Interrupt:
    movwf    w_temp              ; save off current W register contents
    movf    STATUS,w            ; move status register into W register
    movwf   status_temp         ; save off contents of STATUS register
    movwf   status_temp,w       ; retrieve copy of STATUS register
    movwf   STATUS               ; restore pre-isr STATUS register contents
    swapf   w_temp,f            ; restore pre-isr W register contents
    swapf   w_temp,w            ; restore pre-isr W register contents
    retfie                          ; return from interrupt

;-----Asetetaan vakiot-----

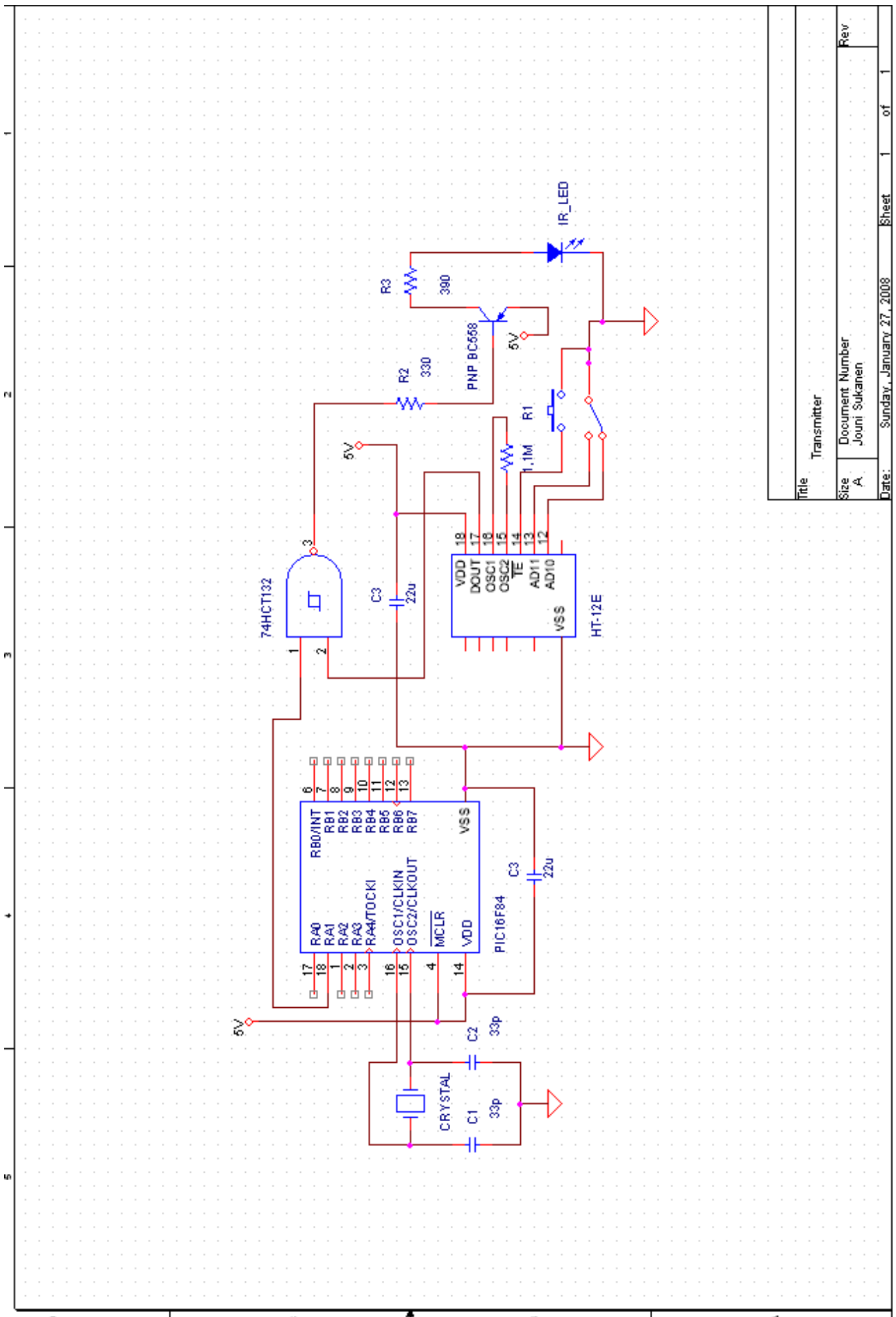
PortA equ 05h          ; port A equate
Status equ 03h         ; Status equate

;-----

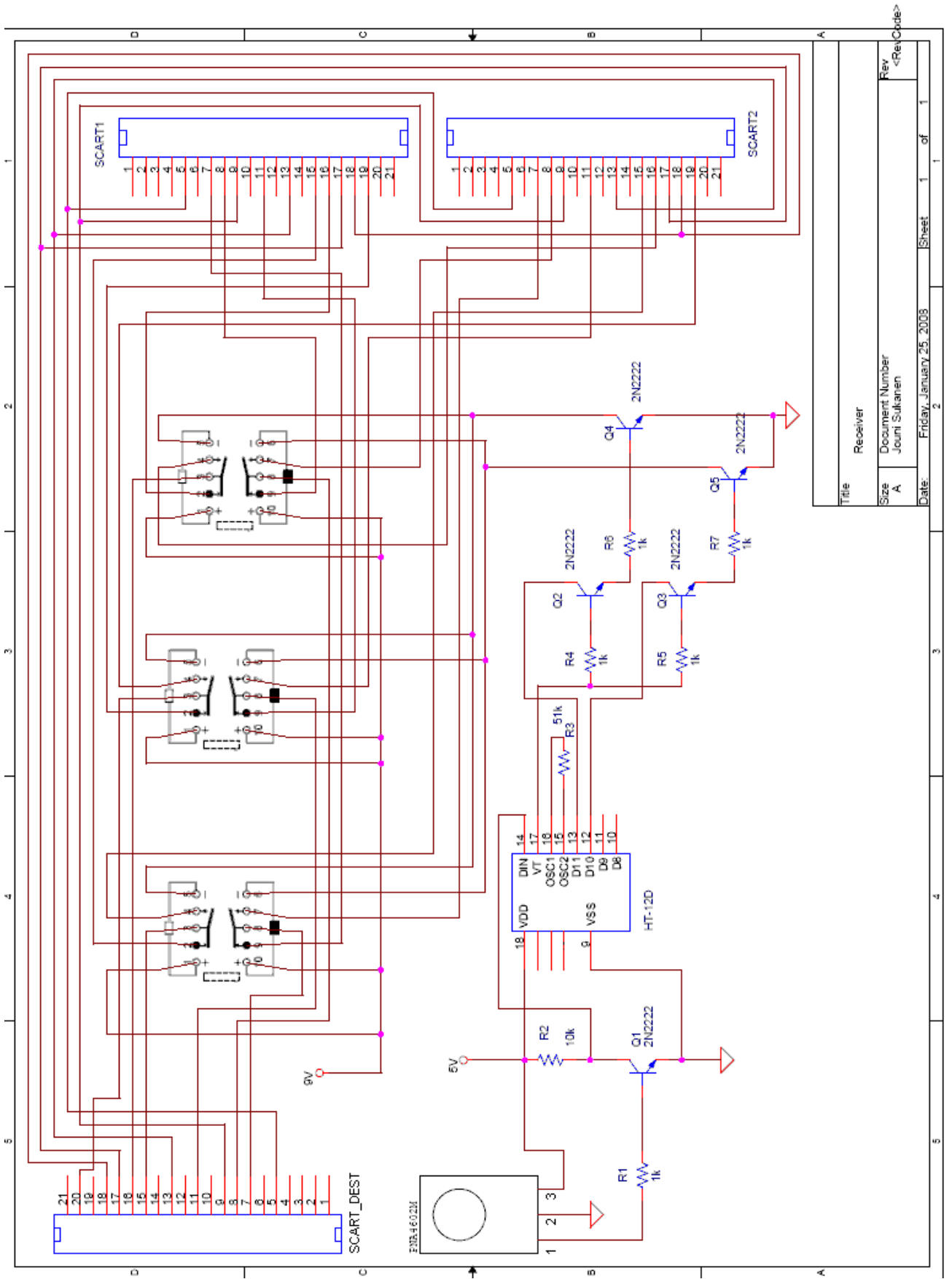
Main:

;-----Asetetaan A portit ulostuloksi.-----
    bsf    Status,5      ; siirry bank 1:een

```

Title		Transmitter	
Size	A	Document Number	Jouni Sukenen
Date:	Sunday, January 27, 2008	Sheet	1 of 1
Rev			



Title		Receiver
Size	Document Number	Jouko Sulkunen
A	Rev	<Rev/Code>
Date:	Friday, January 25, 2008	Sheet 1 of 1

