

Elektroniikan Suvi 09

Juha Kirsi 0604927
Antti Makkonen 0604906
Teemu Partanen 0704795
Ryhmä 12

Kevään 2009 yhteisprojektin
loppuraportti

22.5.2009

Sisällys

1. JOHDANTO	2 -
1.1. TYÖN TAUSTA.....	- 2 -
1.2. TAVOITE	- 2 -
1.3. PROJEKTIOORGANISAATIO	- 2 -
1.4. TYÖN KUVAUS	- 3 -
2. JÄRJESTELMÄN LOHKOKAAVIO JA OHJELMAN VUOKAAVIO	4 -
3. OHJELMISTO	5 -
3.1. OHJELMALISTAUS	- 5 -
4. ELEKTRONIIKKA	6 -
4.1. PIIRIKAAVIO.....	- 6 -
4.2. KÄYTETYT KOMONENTIT	- 7 -
4.3. ELEKTRONIIKASSA KÄYTETTYJÄ RATKAISUJA	- 7 -
5. JÄRJESTELMÄN TESTAUS	8 -
6. KÄYTTÄJÄN OPAS	8 -
6.1. VIRRANKULUTUS	- 8 -
6.2. LIITÄNTÄRAJAPINNAT.....	- 8 -
7. TYÖKALUT	9 -
8. YHTEENVETO JA KOMMENTIT	9 -
Kuvat	
Kuva 1 Prosessoripiirin testausta	- 16 -
Kuva 2 Pohjaratkaisu	- 16 -
Kuva 3 Tuunaamaton kotelo	- 16 -
Kuva 4 Tuunattu kotelo.....	- 16 -
Kuva 5 Kaunis kuolema.....	- 16 -
Kaaviot	
kaavio 1 järjestelmäkaavio.....	- 4 -
kaavio 2 Ohjelmistokaavio.....	- 5 -
kaavio 3 Prosessoripiirin kaavio	- 6 -
kaavio 4 prosessorilevyn kaavio	- 7 -
kaavio 5 Ensimmäisen H-Sillan piirikaavio.....	- 15 -
Taulukot	
Taulukko 1 komponentit	- 7 -
Liitteet	
Liite 1 Pääohjelma Main.c	- 10 -
Liite 2 Moottorinohjauskoodin testiversio.....	- 13 -
Liite 3 Ensimmäisen H-Sillan piirikaavio.....	- 15 -
Liite 4 Kuvia	- 16 -

1. Johdanto

Tämän loppuraportin tarkoituksena on selventää mitä kaikkea on jouduttu tekemään, tutkimaan ja selvittämään projektin läpiviemiseksi. Projektin parissa on kevään mittaan uhrattu satoja tunteja miestyövoimaa, joka olisi voitu käyttää opiskelijariennoissa tai perheen parissa. Monesti työpäivät venyivät elektroniikan parissa iltaan asti. Viime hetkillä pakettia laitettiin kasaan sormet veressä ja kunnianhimosta humaltuneena.

1.1. Työn tausta

Saimme tehtäväksemme suunnitella ja toteuttaa kevään 2009 aikana eri kursseihin liittyvän Suvi 09 –projektin. Kurssit joihin työ liittyi, olivat Elektroniikan komponentit ja piirit, Sulautettujen järjestelmien ohjelmointi ja Tietotekniikan suomi. Projektista riitti jokaiselle jotakin; Yhden vastuulla oli elektroniikan suunnittelu, toisella ohjelmointi ja kolmannella projektin dokumentointi. Tarkoituksen oli kuitenkin tehdä yhdessä töitä, jotta loppukeväästä startti-viivalla olisi toimiva robotti ja tietäisimme kuinka se on sinne asti päässyt.

1.2. Tavoite

Tavoitteena oli saada robotti lähtöviivalle ja päästä voittajana maaliin. Taistelulisassa tavoitteena oli olla tarpeeksi vikkellä, jottei jäädä kenenkään vasaran alle.

1.3. Projektioorganisaatio

Projektin toteutuksesta vastasivat:

Juha Kirsi	dokumentointi- ja ohjelmointivastaava
Antti Makkonen	laite- ja teollisuusvakoiluvastaava
Teemu Partanen	laitevastaava

Jokainen ryhmän jäsen vastaa oman alueensa kehittämisestä ja tutkimisesta. Työ tehdään kuitenkin ryhmänä, joten kaikki auttavat ja tarvittaessa osallistuvat kunkin alueen toteuttamiseen.

Projektin ohjausryhmä:

Anssi Ikonen
Kimmo Saurén
Pasi Lankinen

Projektin asettaja/asiakas
Antti Piironen

1.4. Työn kuvaus

Työn tarkoituksena oli luoda tiikerin ketteryydellä varustettu kauko-ohjattava talonmurskaaja. Kyseessä on robotti jota ohjataan 2.4GHz:n taajuudella toimivalla vastaanottimella. Robotin kykyjä mittattiin kiihdytyskilpailussa, tuning-kilpailussa, sekä robottisodassa. Aseet olivat sallittuja ja meidän robottimme sisälsi hieman yllättäin finaalissa (meillekin) salaisen asean; savuverhon.

Alusta lähtien olimme päätyneet ratkaisuun, jossa pyrkisimme mahdollisimman yksinkertaiseen ja vikkelään robottiin. Ei siis ylimääräisiä toimintoja kuten aseita tms. Antti löysikin netistä vuokaavion bipolaaritransistoreihin perustuvaan H-Siltaan, jonka opettajien kommenttien perusteella olisi pitänyt toimia erinomaisesti. Virran hyötysuhteen olisi pitänyt olla parempi kuin yleisemmin käytetyissä mosfet –ratkaisuissa.

Ongelmaksi tässä kuitenkin muodostui ilmeisesti invertterien vuotama virta, emmekä saaneet piiriä toimimaan tarpeeksi ajoissa, joten päätimme ulkoistaa kyseisen piirin. Saimmekin toiselta ryhmältä toimivaksi luullun ratkaisun, joka ei sitten kuitenkaan pakittanut. Tarkemmin tutkittuna osoittautui että pakki toimi hetken aikaa, kunnes se poltti toisen FET parin piiriltä.

Ongelma onneksi korjaantui melko järeillä diodeilla, jotka hankittiin jälkikäteen.

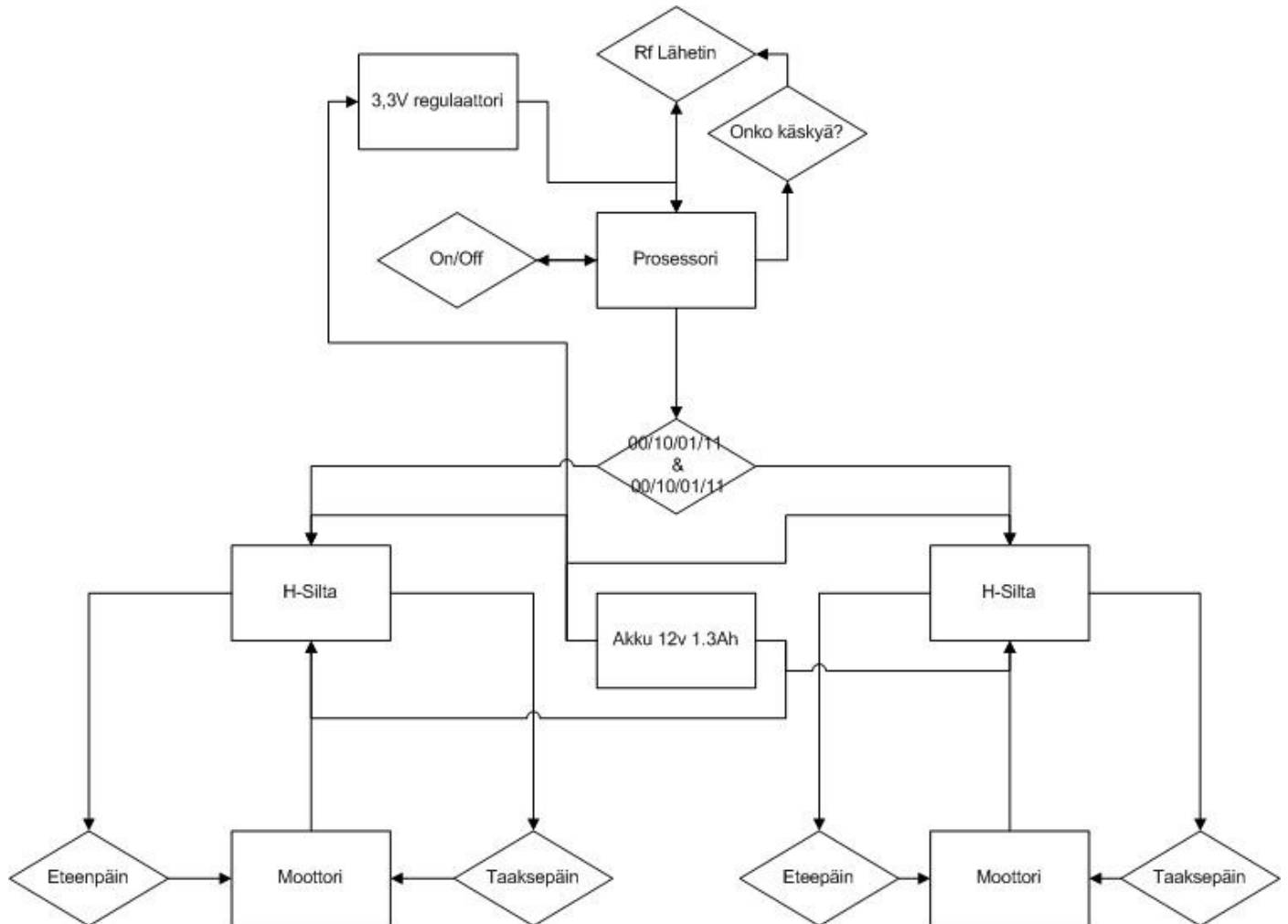
Ohjelmiston kanssa ei ollut mitään suuria vaikeuksia saatuaamme hieman opastusta. Ensimmäisessä kisassa tosin jouduimme pitämään ohjainta väärinpäin jotta auto kulki eteenpäin, myöskin kääntyminen tapahtui käänteisesti. Se oli onneksi helppo korjata koodiin.

Lopullinen robotti alkoi hahmottua Teemun tehtyä siihen metallinen kotelo. Tässä vaiheessa rupesimme jo ahkerasti testaamaan robottia, vaikkakin H-siltojen kestävyys suhteen oli pieniä epäilyksiä. Epäilyimme olivat tässä vaiheessa melko turhia, sillä H-sillat kestivät siedettävän hyvin. Ongelmaksi muodostui koulun tarjoamat moottorit. Toisen moottorin kierrosnopeudet putoivat jossakin vaiheessa ratkaisevasti ja kesti hetken ennen kuin monen purkamisen ja kasaamisen jälkeen ymmärsimme vian olevan alennusvaihteiston laakereissa.

Loppukisassa otimme huonommasta moottorista laakerit pois ja se toimikin surullisen kauniiseen savuun saakka kiitettävästi. Loppusodassa ongelmia tuotti myös mystiset oikosulut prosessoripiirissä, jotka hyvin todennäköisesti johtuivat RF-piirin liitäntäjohdosta. Mitä tästä opimme? Kuumaliima, kuumaliimaa ja lisää kuumaliimaa. Myös sähköteippiä saa käyttää, jos haluaa välttää on/off kytkimeen kärehtäneet RF-antennit.

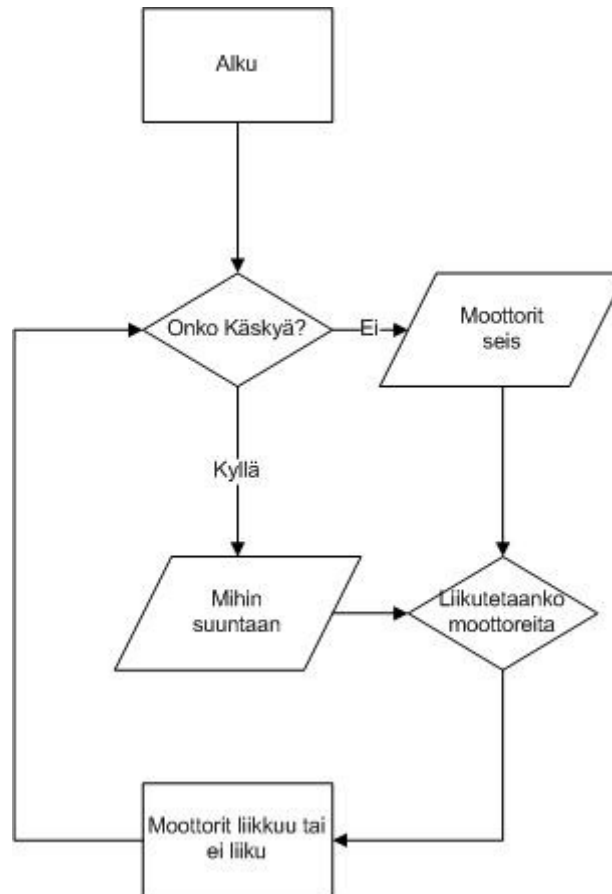
2. Järjestelmän lohkokaavio ja ohjelman vuokaavio

Järjestelmän lohkokaavio:



kaavio 1 järjestelmäkaavio

Ohjelmistovuokaavio:



kaavio 2 Ohjelmistokaavio

3. Ohjelmisto

3.1. Ohjelmalistaus

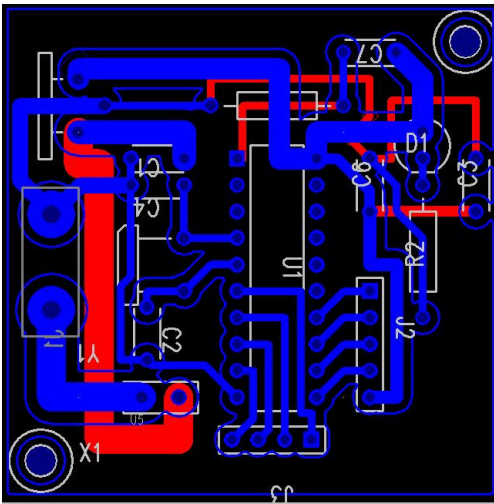
Kommentoitu ohjelmalistaus löytyy liitteistä

4.2. Käytetyt komponentit

2	P FET IRF9630	H-Silta (yhden)	Fetti, virran suunnan asettamiseen
2	N FET IRL530	H-Silta (yhden)	Fetti, virran suunnan asettamiseen
2	2N2219A	H-Silta (yhden)	Transistori
2	5,6k Ω	H-Silta (yhden)	Vastus
2	2,2k Ω	H-Silta (yhden)	Vastus
4	1 μ F	Prosessoripiiri	kondensaattori
2	33pF	Prosessoripiiri	kondensaattori
1	100k Ω	Prosessoripiiri	Vastus
1	333 Ω	Prosessoripiiri	Vastus
1	LM117	Prosessoripiiri	Regulaattori
1	Xtal	Prosessoripiiri	CRYSTAL FREQUENCY, 20MHZ kello
1	kytkin	Prosessoripiiri	On/off vipu
1	LED	Prosessoripiiri	merkkivalo jos on virtaa
1	AT89S2051	Prosessoripiiri	Prosessori

Taulukko 1 komponentit

4.3. Elektroniikassa käytettyjä ratkaisuja



kaavio 4 prosessorilevyn kaavio

Prosessoripiirilevyn suunnittelussa on sovellettu piirilevyt - opintojakson luennoilta saatua tietoa. Järjestelmälle annettiin virtaa koulun tarjoamalla 12V:n lyijyhyytelökakulla. Liittimistä jännite ohjataan eteenpäin 3,3V:n regulaattorin läpi mikrokontrollerille ja rf-piirille. Moottoreille ohjautuva 12V:n jännite syötetään H-Sillale suoraan akusta. Tämän jännitteen avulla moottorit pyörivät, jos niin halutaan. Suunta määrittyy prosessorin antaman ohjausvirran mukaan joka avaa tarvittavat fetit ja saa virran kiertämään haluttuun suuntaan.

5. Järjestelmän testaus

Järjestelmän testauksessa käytettiin prosessorin osalta apuna erityistä testikoodia, joka kävi läpi kaikki mahdolliset tilayhdistelmät mitä haluttiin tuottaa portteihin. Tiloja tarkkailtiin LED-valojen avulla. Testiohjelmistokoodi tarkemmin liitteenä.

Elektroniikan testauksessa kytke ja kokeile periaatetta. Ensin yhdestä virtalähteen ulostulosta käyttäjännite ja sen jälkeen kahdesta muusta ulostulosta ohjausvirtaa. Kytkeä toimi jos moottori pyöri. Vasta viime metreillä saimme testit siihen vaiheeseen, että pystyimme testaamaan ohjelman toimivuutta oikealla raudalla. Varsinaiset lopputestit suoritettiin sitten kisoissa, joiden lomassa löytyikin roima kasa ongelmia, lähinnä elektroniikasta, mm. mystisiä oikosulkuja.

Myöskin koulun tarjoamien bilteman vakio moottoreiden testausta tuli suoritettua, ne kun tuppasivat leviämään vähän väliä. Viimeinen etappi ajettiin testimielessä niin, että toisesta moottorista puuttuivat pystylaakerit kokonaan. Näin moottori ei jäänyt enää jumiin, kuten se oli aikaisemmin jatkuvasti tehnyt. Sivuoireena tästä, se lähti hieman viiveellä liikkellään, mikä antoi haastetta ohjattavuuteen. Tämä saattoi myös osaltaan vaikuttaa elektroniikan hajoamiseen lopulta.

6. Käyttäjän opas

”Aja!” – Niin yksinkertaista se on. Laitteeseen tarvitsee vain kytkeä akku kiinni, kytkeä prosessoriin virta kytkimestä, ja liittää kaukoajaimen akut. Käyttäjälle jää huolehdittavaksi vain tiellä pysyminen.

6.1. Virrankulutus

Varsinaisia virrankulustestejä ei suoritettu johtuen laitteelle asetetuista kestävyysvaatimuksista. Pisin koitus akkukestolle oli robottisodan 3 x 2min, josta laite suoriutui loistavasti. Testausvaiheessa pääsimme noin 10min kestävyysjaksoittaisessa rasituksessa. Laitteen elektroniikka ei tarvinnut erillistä akustoa. Moottorit ja elektroniikka käytti samaa koulun tarjoamaa akkua. Viimeiseksi päiväksi lisäsimme laitteeseen tuulettimet H-siltojen reunoille lisäämään piirin kestävyttä ja näille laitettiin omat akut.

6.2. Liitäntäraja- pinnat

Liitäntäraja- pintoja laitteesta löytyy lähinnä jännitteiden kytkemistä varten. Sekä kahdet ohjaussignaalin kytkentää varten. Toinen rf-ltä prosessoriin ja toinen prosessorilta H-silloille. Jännitteet jaettiin sokeripalarivillä tarvittaviin paikkoihin, jonne ne kytkettiin ruuviliittimillä. Ohjaussignaali- johdot kiinnitettiin kantapaloihin pikaliittimillä.

7. Työkalut

Projektin toteutuksessa käytettiin seuraavia työkaluja:

- PADS Logic 2005
 - o Piirikaavioiden suunnittelu
- PADS Layout 2005
 - o Piirilevyn suunnittelu
- DEV-C++
 - o Ohjelmiston suunnittelu
- Small Device C Compiler
 - o Ohjelmiston kääntäminen 2051 alustalle
- Microsoft Office (Word 2003, Visio 2007)
 - o Dokumentaation toteutus
- Mikrokontrollerin ohjelmointilaite
 - o Atmel 2051:n ohjelmointiin
- Laboratoriotyökalut
 - o Piirilevyjyrsin & Boardmaster-ohjelma
 - o Juottimet
 - o Yleiset komponentit (Vastukset, diodi, kondensaattorit)
- Testauslaitteet (oskilloskooppi, laboratoriovirtalähteet)
- Henkilökohtaiset ja koulun PC:t
- Nokia E51
 - o Kuvaukselliset toimenpiteet

8. Yhteenveto ja kommentit

Työ oli uskomattoman mielenkiintoinen, rasittava, haastava, hauska ja opettavainen. Projektin käytettyä aikaa on erittäin hankala arvioida. Laskettuna yhteen kaikki tunnit jotka liittyivät projektiin, sekä itsenäisesti käytetty aika, uskoisin projektiin kuluneen muutamia satoja miestyötunteja.

Kuten aina, myös tässä projektissa aikataulut paukkuivat. Työt olisi pitänyt aloittaa aikaisemmin ja yrittää ylläpitää kehityksen tahtia. Lopulta saimme kuitenkin työn melkein valmiiksi ja pääsimme sijoituksille. Voimme sanoa olevamme erittäin tyytyväisiä projektin lopputulokseen.

22.5.2009

Liite 1 Pääohjelma Main.c

```
/*  
** Suvi 2009 - Taistelurobotti  
** ON/OFF moottoriohjaus 2051:lle, radioversio  
**  
** http://robots.freehostia.com/  
** http://www.8052.com/tut8051  
**  
http://www.csee.umbc.edu/courses/undergraduate/CMSC391/summer04/burt/chipReports/2051Microcont  
roller.html  
** http://sdcc.sourceforge.net/doc/sdccman.html/node70.html  
***/  
  
#include "at89x51.h"  
#include "cc2500_if.h"  
/** määritellään prosessorin portit ohjaussignaaleja varten **/  
#define MOOTTORI_VASEN_SUUNTA P3_2  
#define MOOTTORI_VASEN_NOPEUS P3_3  
#define MOOTTORI_OIKEA_SUUNTA P3_4  
#define MOOTTORI_OIKEA_NOPEUS P3_5  
/**määritetään kanava, jolta vastaanotetaan komentoja **/  
#define KANAVA 12  
  
/** määritellään mitä lähettimeltä saatavat heksaluvut tarkoittavat **/  
#define ETEENPAIN 0x40  
  
#define TAAKSEPAIN 0x10  
#define VASEMMALLE 0x20  
#define OIKEALLE 0x08  
  
/*  
  
void tarkista_input(void);  
void moottorit(volatile char vasen,volatile char oikea);  
  
void main() {  
    CC_initCC2500();  
        CC_selectChannel(KANAVA);  
        CC_startRx();  
        /** alustetaan moottorit noltilaan ettei laite karkaa kun virrat kytketään**/  
        moottorit(0,0);  
  
    while(1) { tarkista_input(); }  
}
```

```
void tarkista_input() {
    unsigned char length = 1;
    unsigned char rxBuffer[1];

    if(CC_rf_getRxPacket(rxBuffer, &length)) {
        /**jos saatu hekka vastaa määrittelyä ETEENPÄIN, moottorit tilaan 1**/
        if (rxBuffer[0] == ETEENPAIN) { moottorit(1,1); }

        /**jos saatu hekka vastaa määrittelyä TAAKSEPÄIN, moottorit tilaan -1**/
        else if (rxBuffer[0] == TAAKSEPAIN) { moottorit(-1,-1); }
        /**jos saatu hekka vastaa määrittelyä VASEMMALLE, moottorit tilaan 1 ja -1**/
        else if (rxBuffer[0] == VASEMMALLE) { moottorit(1,-1); }
        /**jos saatu hekka vastaa määrittelyä OIKEALLE, moottorit tilaan -1 ja 1**/
        else if (rxBuffer[0] == OIKEALLE) { moottorit(-1,1); }
        /** muuten moottorit pysyvät tilassa 0 ja 0 **/
        else { moottorit(0,0); }
    }
}

void moottorit(volatile char vasen,volatile char oikea) {
    /** Jos vasen = 1 moottori pyörii eteenpäin **/
    if (vasen > 0) {

        MOOTTORI_VASEN_SUUNTA = 0;
        MOOTTORI_VASEN_NOPEUS = 1;
    }
    /** jos vasen = -1 moottori pyörii taaksepäin**/
    else if (vasen < 0) {
        MOOTTORI_VASEN_SUUNTA = 1;
        MOOTTORI_VASEN_NOPEUS = 0;
    }
    /** Jos vasen = 0 moottori ei pyöri**/
    else {

        MOOTTORI_VASEN_SUUNTA = 0;
        MOOTTORI_VASEN_NOPEUS = 0;
    }
    /** Jos oikea = 1 moottori pyörii eteenpäin **/
    if (oikea > 0) {

        MOOTTORI_OIKEA_SUUNTA = 0;
        MOOTTORI_OIKEA_NOPEUS = 1;
    }
    /** jos oikea = -1 moottori pyörii taaksepäin**/
    else if (oikea < 0) {
```

22.5.2009

```
MOOTTORI_OIKEA_SUUNTA = 1;
MOOTTORI_OIKEA_NOPEUS = 0;
}
    /** Jos oikea = 0 moottori ei pyöri**/
else {

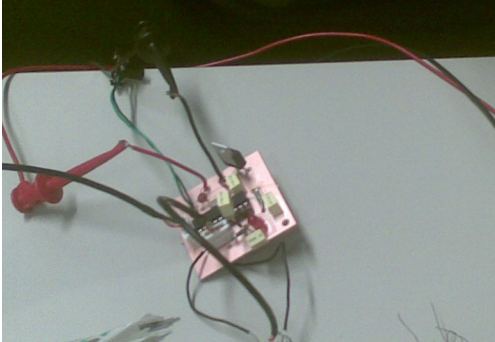
    MOOTTORI_OIKEA_SUUNTA = 0;
    MOOTTORI_OIKEA_NOPEUS = 0;
}
}
```

Liite 2 Moottorinohjaukoodin testiversio

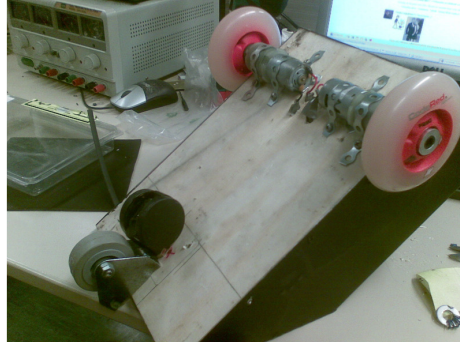
```
/*  
** Suvi 2009 - Taistelurobotti  
** ON/OFF moottorinohjaus 2051:lle, radioversio  
**  
** http://robots.freehostia.com/  
** http://www.8052.com/tut8051  
**  
http://www.csee.umbc.edu/courses/undergraduate/CMSC391/summer04/burt/chipReports/2051Microcont  
roller.html  
** http://sdcc.sourceforge.net/doc/sdccman.html/node70.html  
***/  
  
#include "at89x51.h"  
#include "cc2500_if.h"  
  
#define MOOTTORI_VASEN_SUUNTA P3_2  
#define MOOTTORI_VASEN_NOPEUS P3_3  
#define MOOTTORI_OIKEA_SUUNTA P3_4  
#define MOOTTORI_OIKEA_NOPEUS P3_5  
  
#define KANAVA 5  
  
#define ETEENPAIN 0x40  
#define TAAKSEPAIN 0x10  
#define VASEMMALLE 0x20  
#define OIKEALLE 0x08  
  
/*  
  
void tarkista_input(void);  
void moottorit(volatile char vasen,volatile char oikea);  
  
/**käydään läpi kaikki mahdolliset tilat**/  
void main() {  
    while(1) {  
        moottorit(0,0);  
        moottorit(1,0);  
        moottorit(-1,0);  
        moottorit(0,0);  
        moottorit(0,1);  
        moottorit(0,-1);  
        moottorit(0,0);  
        moottorit(1,1);  
        moottorit(-1,-1);  
    }  
}
```

```
        }  
    }  
  
void moottorit(volatile char vasen,volatile char oikea) {  
    int i;  
    if (vasen > 0) {  
        MOOTTORI_VASEN_SUUNTA = 1;  
        MOOTTORI_VASEN_NOPEUS = 0;  
    }  
    else if (vasen < 0) {  
        MOOTTORI_VASEN_SUUNTA = 0;  
        MOOTTORI_VASEN_NOPEUS = 0;  
    }  
    else {  
        MOOTTORI_VASEN_SUUNTA = 1;  
        MOOTTORI_VASEN_NOPEUS = 1;  
    }  
  
    if (oikea > 0) {  
        MOOTTORI_OIKEA_SUUNTA = 1;  
        MOOTTORI_OIKEA_NOPEUS = 0;  
    }  
    else if (oikea < 0) {  
        MOOTTORI_OIKEA_SUUNTA = 0;  
        MOOTTORI_OIKEA_NOPEUS = 0;  
    }  
    else {  
        MOOTTORI_OIKEA_SUUNTA = 1;  
        MOOTTORI_OIKEA_NOPEUS = 1;  
    }  
  
        /**asetetaan viive**/  
        for(i=0;i<2;i++) { delay(60000); }  
    }
```


Liite 4 Kuvia



Kuva 1 Proessoripiirin testausta



Kuva 2 Pohjaratkaisu



Kuva 3 Tuunaamaton kotelo



Kuva 4 Tuunattu kotelo



Kuva 5 Kaunis kuolema