

**Emmi Kivi**

**Asiakaspäätteen valintapainikkeiden toteutus PICAXE -  
mikrokontrolleria hyödyntäen**

**Opinnäytetyö  
KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tietotekniikan koulutusohjelma  
Toukokuu 2012**

## TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

<b>Yksikkö</b> Ylivieska	<b>Aika</b> Toukokuu 2012	<b>Tekijä</b> Emmi Kivi
<b>Koulutusohjelma</b> Tietotekniikka		
<b>Työn nimi</b> ASIAKASPÄÄTTEEN VALINTAPAINIKKEIDEN TOTEUTUS PICAXE - MIKROKONTROLLERIA HYÖDYNTÄEN		
<b>Työn ohjaaja</b> Hannu Puomio		<b>Sivumäärä</b> 19 + 3
<b>Työelämäohjaaja</b> Ritva Saviluoto		
<p>Opinnäytetyön aiheena oli tehdä mikrokontrollerilla ohjattavat valintapainikkeet Kalajoen Meriluontokeskukseen tulevaan asiakaspääteeseen. Painikkeet toimivat asiakaspäätteen käyttäjää ohjaavana käyttöliittymänä.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli saada sarjaliikenne toimimaan mikrokontrollerin ja tietokoneen välillä. Työssä rakennettiin kytkimet, ja ne liitettiin LED -valojen kanssa mikrokontrollerille. Valintapainikkeiden LED -valot havainnollistavat tulevan käyttöliittymän etenemistä, ja kytkimet toimivat valintapainikkeina.</p> <p>Valintapainikkeet vaativat kaksi erillistä ohjelmakoodia. Koodit toteutettiin PICAXE Programming Editorilla, BASIC -ohjelmointikielellä. Toinen ohjelmakoodi määrittää sarjaliikenteen liikkumisen mikrokontrollerin output -portteihin liitettyjen LED -valojen ja tietokoneen välillä. Toinen ohjelmakoodi määrittää mikrokontrollerin input -portteihin liitettyjen kytkimien ja tietokoneen välistä sarjaliikennettä. Mikrokontrolleri ohjelmoitiin Logicator for PICAXE -ohjelmalla.</p> <p>Työn tuloksena syntyi toimiva ohjelmakoodi, jota voidaan hyödyntää Meriluontokeskukseen tulevassa käyttöliittymässä. Projektilevyille tehty kytkentä, joka sisälsi LED-valot ja kytkimet, on lopullisen version prototyyppi.</p>		

### Asiasanat

MAX232, mikrokontrolleri, PICAXE, RS-232, sarjamuotoinen tiedonsiirto

**ABSTRACT**

<b>CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</b>	<b>Date</b> April 2012	<b>Author</b> Emmi Kivi
<b>Degree programme</b> Information technology		
<b>Name of thesis</b> IMPLEMENTATION OF CUSTOMER TERMINAL CHOOSE-BUTTONS USING PICAXE -MICRONCONTROLLER		
<b>Instructor</b> Hannu Puomio		<b>Pages</b> 19 + 3
<b>Supervisor</b> Ritva Saviluoto		
<p>The subject of this thesis was to create microcontrolled choose-buttons for the upcoming customer terminal of Kalajoen Meriluontokeskus. The buttons serve as directive interface for the customer terminal.</p> <p>The objective of the thesis was to make serial transmission work between the microcontroller and the computer. In the project switches were built and attached to the microcontroller with LED -lights. The LED -lights of the choosing-buttons illustrate the progress of the upcoming interface and switches work as choosing-buttons.</p> <p>Two different program codes were required for the choosing buttons. The codes were realized using PICAXE Programming Editor basic language. One of the program codes determined the serial transmission between the LED -lights attached to the microcontroller's output -port and the computer. The other program codes determined the serial transmission between the switches attached to microcontroller's input-port and the computer. The microcontroller was programmed using Logicator for PICAXE –program.</p> <p>As a result of the thesis a working program code which can be exploited in the upcoming interface of Kalajoen Meriluontokeskus was created. The wiring with LED –lights and switched on the project board is the prototype of the finalized version.</p>		
<b>Key words</b> MAX232, microcontroller, PICAXE, RS-232, serial transmission		

## KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

ADM	Analogisesta digitaaliseen muuntaja
BASIC	Beginner's All purpose Symbolic Instruction Code, ohjelmointikieli
Bitti	Digitoidun tiedon määrä
Data	Siirrettävä tieto
Firmware	Sulautettu ohjelma
Input	Sisääntulo
LED	Light-Emitting Diode, valaisin
Linux	Käyttöjärjestelmä
MAX232	Jännitesovitin
MHz	Megahertsi
Mikrokontrolleri	Pieni ”tietokone”
Output	Ulostulo
PICAXE	Mikrokontrollerijärjestelmä
Pinni	Elektroniikkakomponentin jalka
RAM Random access memory	Keskusmuisti
TTL- logiikka	Transistor – transistor logic
USB	Universal Serial Bus, sarjamuotoinen väylä
RS-232	Tietoliikenneportti
Vcc	Virtalähteen positiivinen jännite
$\Omega$	Ohmi, sähkövastuksen yksikkö
$\mu\text{F}$	Mikrofaradi, kapasitanssin yksikkö

**TIIVISTELMÄ  
ABSTRACT  
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY  
SISÄLLYS**

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2 YLEISTÄ MIKROKONTROLLEREISTA JA KÄYTETYT LIITÄNTÄPIIRIT</b>	<b>2</b>
2.1 Mikrokontrollerit	2
2.2 PICAXE	3
2.3 PICAXE sarjaliikenne -ikkuna	5
2.4 PICAXE -mikrokontrolleri 18m2	6
2.5 Sarjapotti	6
2.6 Sarjamuotoinen siirto	7
2.7 Asynkroninen siirto	7
2.8 MAX232 ja TTL -logiikka	8
<b>3 KYTKENNÄT</b>	<b>9</b>
3.1 Kytkimet	10
3.2 LEDit	10
3.3 MAX232:n ja RS-232:n kytkentä	11
<b>4 OHJELMOINTI</b>	<b>13</b>
4.1 Kytkimet	13
4.2 LEDit	14
<b>5 ONGELMAT</b>	<b>16</b>
<b>6 TULOKSET JA POHDINTA</b>	<b>17</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>18</b>
<b>LIITTEET</b>	
LIITE 1. Järjestelmän lohkoakaavio	
LIITE 2. Ledit -ohjelmakoodi	
LIITE 3. Kytkimet -ohjelmakoodi	
<b>KUVIOT</b>	
KUVIO 1. PICAXE vuokaavio -ohjelmointi ja BASIC-osio	4
KUVIO 2. Logicator for PICAXE	4
KUVIO 3. PICAXE -sarjaliikenneikkuna	5
KUVIO 4. PICAXE 18m2 –mikrokontrolleri	6
KUVIO 5. Asynkroninen tiedonsiirto	7
KUVIO 6. MAX 232 -piirin toiminta	8
KUVIO 7. PICAXE CHI035A –projektilevy	9
KUVIO 8. Kytkimien kytkentä	10
KUVIO 9. Ledien kytkentä	10
KUVIO 10. MAX232-piirin kytkentä	11
KUVIO 11. RS232- liitin	12

## 1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena oli tehdä painonappi -ohjaus PICAXE -mikrokontrollerilla. Mikrokontrollerille tehtävä käyttöliittymä on osa suurempaa käyttöliittymäkokonaisuutta. Kalajoen Meriluontokeskukseen tulee asiakaspääteeseen käyttöliittymä, jolla käyttäjä voi valita haluamansa eläinhahmon. Ohjelma ottaa käyttäjistä kuvan webkameralla ja liittää käyttäjän kasvot eläinhahmon kasvojen tilalle. Käyttäjä saa halutessaan tulostaa kuvan ja ottaa sen muistoksi. Mikrokontrollerilla tehdyillä painonapeilla ohjataan käyttöliittymää. Asiakaspäätekoneessa käyttöjärjestelmänä on Linux.

Käyttöliittymänä toimii tietokoneen näppäimistö, viisi erillistä painonappia, sekä viisi kappaletta *Light-Emitting Diode (LED)*- merkinantovaloa. Lopullisessa käyttöliittymässä painonapit ja LED-valot yhdistetään. LED-valot havainnollistavat ohjelman etenemistä ja ovat osana kokonaisuutta, jossa käyttöliittymä ohjaa käyttäjää.

Ohjelma toimii mikrokontrolleriin liitettyä kytkintä painamalla, jolloin viesti siirtyy sarjamuotoisena tietokoneelle informoiden käyttäjää siitä, mitä kytkintä on painettu. Painonapeilla ohjataan esimerkiksi ”ota valokuva”-, tai ”tulosta”- valintoja.

Tässä työssä tutkittiin sarjamuotoisen datan lähettämistä ja vastaanottamista myös tietokoneen näppäimistön kautta. Tätä toimintaa on havainnollistamassa kuusi LED-merkinantovaloa. Esimerkiksi näppäimistön näppäin ”V” vilkuttaa kahta LEDiä.

Työssä käytettiin Windows -käyttöjärjestelmää. Mikrokontrolleri oli PICAXEn 18m2. Ohjelmointiympäristönä käytettiin PICAXEn *Programming Editoria* ja *Logicator for PICAXE*. Käyttöliittymän tehokkuutta parannettiin lisäämällä järjestelmään MAX 232 – sarjaliikennepiiri.

## 2 YLEISTÄ MIKROKONTROLLEREISTA JA KÄYTETYT LIITÄNTÄPIIRIT

Tässä luvussa kerrotaan työssä käytetyn tekniikan teoriaa. Mikrokontrollereista kerrotaan yleisesti, ja työssä käytetyn mikrokontrollerin ominaisuuksista kerrotaan tarkemmin. Lisäksi tutustutaan PICAXEn mikrokontrollerijärjestelmään, jolla työ toteutettiin. Sarjaporteista ja sarjaliikenteestä annetaan yleinen katsaus.

### 2.1 Mikrokontrollerit

Mikrokontrolleri on eräänlainen kevennetty yhdelle piisirulle rakennettu prosessori, eli sen toiminta on täysin käyttäjän ohjelmoitavassa. Mikrokontrollereita käytetään nykyisin yleisesti kodinkoneissa, viihde-elektronikassa ja teollisuuden ohjaus-, säätö- ja automaatioprosesseissa sekä kotitalouskoneissa, hälytysjärjestelmissä ja sairaalalaitteissa. (Majander & Ahdenkari 2002, 70; Step Systems Oy.)

Proessoreista poiketen kontrolleri sisältää muistin, mihin tarvittava ohjelma siirretään etukäteen. Logiikkapiireistä mikrokontrollerit poikkeavat siten, että ne eivät tee yhtä ennalta määrättyä toimintaa. Mikrokontrollerit voidaan ohjelmoida tietokoneen tapaan toimimaan halutulla tavalla. Muistin määrä vaihtelee kontrollerien välillä muutamasta sadasta tavusta useisiin kilotavuihin. Mikrokontrollerit sisältävät usein lisälaitteita, kuten AD-muuntimen, laskureita, ajastimia ja sarjaväyliä. (Majander & Ahdenkari 2002, 70; Step Systems Oy.)

Mikrokontrollerien käyttämisessä tuotesuunnittelussa saavutetaan useita etuja. Esimerkiksi järjestelmien luotettavuus kasvaa sekä erilaisten komponenttien varastomäärä pienenee. Tuotteiden kokoonpano yksinkertaistuu ja samalla tuotteiden koko pienenee. Mikrokontrollerien käytössä saavutetaan suurempi tuotteen muunneltavuus ja sovellettavuus, koska ominaisuudet on ohjelmoitu mikrokontrolleriin eikä rakennettu erilliselektronikan avulla. (Tiusanen 2001.)

Ohjelmoitava mikrokontrolleri liitetään tietokoneeseen. Sen jälkeen kun ohjelmointi on tehty, siirretään mikrokontrolleri rakennettuun laitteeseen. Mikrokontrollerilla voidaan

ohjata suoraan esimerkiksi LEDejä, siihen voidaan liittää kytkimiä ja erilaisia antureita Jos piirin toiminnassa havaitaan virhe tai toimintaa halutaan muuttaa, ohjelmoidaan yksinkertaisesti vain sama mikropiiri uudestaan. (Tiusanen 2001.)

Mikrokontrollereiden jalkamäärä vaihtelee kontrollerien ominaisuuksien mukaan. Osa jaloista on *input/output* -nastoja. *Input*- eli sisääntuloportit ottavat dataa vastaan, ja ulostuloportit lähettävät käskyjä. Sisääntuloportteja on analogisia ja digitaalisia. Analogiset portit ovat välttämättömiä yhdistäessä sensoreita robottiin. Ne tunnetaan myös analogisesta digitaaliseen muuttajana (ADM), jotka vastaanottavat analogista taajuutta ja muuttavat ne digitaalisiksi numeroiksi tiettyyn numeeriseen alueeseen. (Majander & Ahdenkari 2002, 70; Society of Robots)

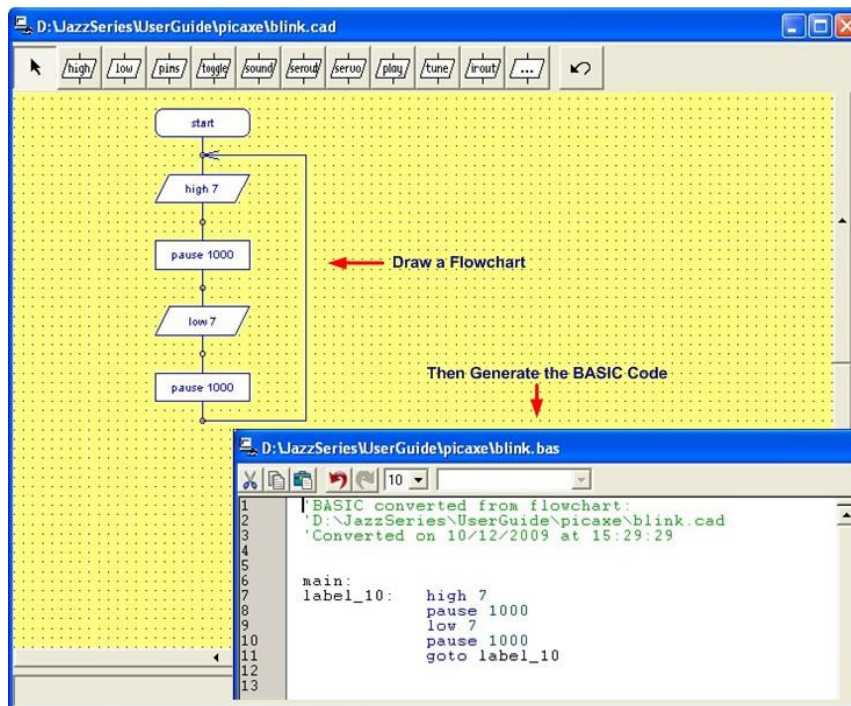
## 2.2 PICAXE

Alun perin PICAXE -mikrokontrollerijärjestelmä suunniteltiin opetusvälineiksi kouluille, mutta nykyisin PICAXEN käyttö on laajentunut ja sille löytyy satoja tuhansia harrastajia. Järjestelmän lähtökohtana on, että kallista ja erillistä ohjelmointilaitetta ei tarvita. (PICAXE Online verkkokauppa; Step Systems Oy.)

Rakennettavan laitteen piirilevyllä sijoitetaan mikrokontrolleri, joista laite kytketään tietokoneen sarjaporttiin USB -kaapelin tai sarjakaapelin avulla. Mikrokontrolleri voidaan ohjelmoida suoraan tietokoneelta. Ohjelmointiin tarvittavat ohjelmat voidaan ladata ilmaiseksi internetistä valmistajan kotisivuilta. (Step Systems Oy; Tiusanen.)

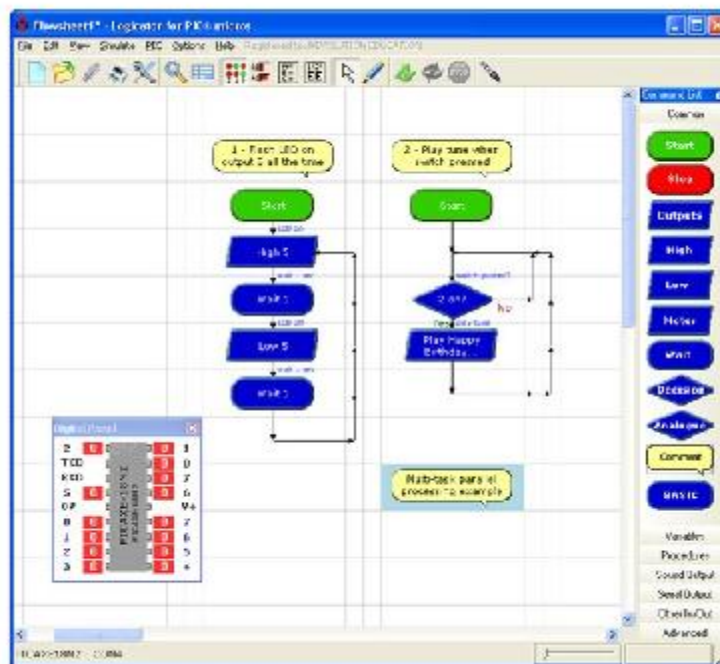
PICAXE -sirut ovat standardeja Microchip Pic -mikrokontrollereita, jotka ovat valmiiksi esiohjelmoitu *firmware* -koodilla. Ohjelmointikieli on pyritty tekemään mahdollisimman yksinkertaiseksi. PICAXE BASIC on helpompi oppia kuin perinteiset mikrokontrollerikielien C ja assembler. PICAXE -mikrokontrollerit voidaan ohjelmoida yli 100 000 kertaa. (PICAXE; PICAXE Online verkkokauppa.)





The PICAXE Programming Editor Flowchart

KUVIO 1. PICAXE vuokaavio -ohjelmointi ja BASIC -osio (Ermicroblog)



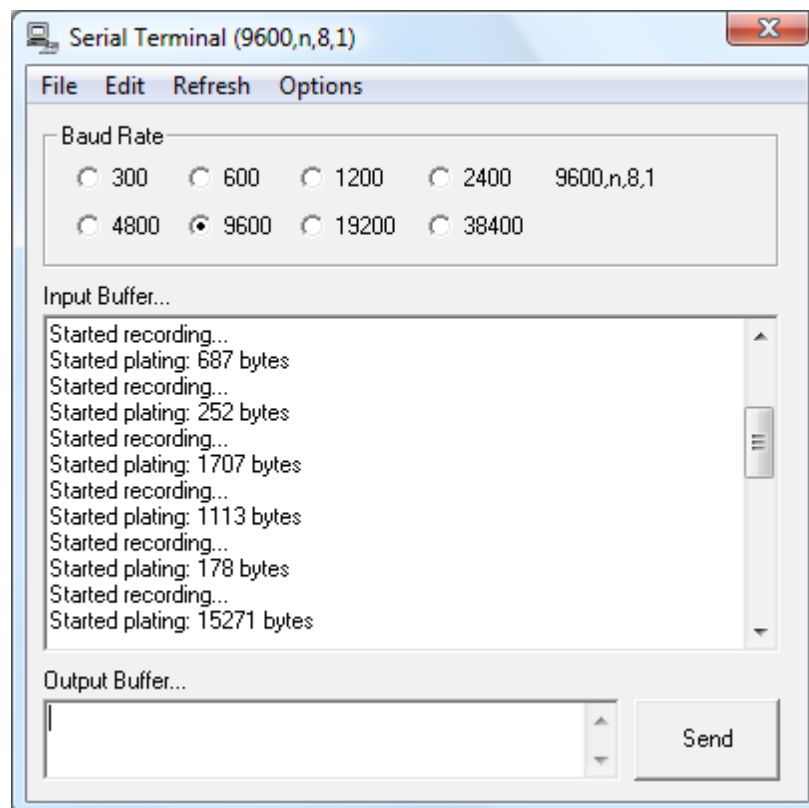
KUVIO 2. Logicator for PICAXE (PICAXE)

Tässä työssä ohjelmointiin käytettiin PICAXE *Programming Editoria* ja *Logicator for PICAXE*- ohjelmaa. *PICAXE Programming Editor* on Windows -sovellus ja on ilmainen PICAXE:n käyttäjille. Ohjelmalla pystyy luomaan ohjelmia mikrokontrollerille sekä

graafisesti vuokaaviolla että tekstuaalisesti BASIC -koodilla (KUVIO 1). *Logicator for PICAXE* -ohjelmalla (KUVIO 2) saadaan ajettua mikrokontrollerille jopa neljä erillisesti toimivaa ohjelmaa rinnakkain. Ohjelmien rinnakkain suorittaminen on tullut mahdolliseksi m2-piirien myötä.

### 2.3 PICAXE -sarjaliikenneikkuna

Työssä käytettiin datan vastaanotossa ja lähettämisessä PICAXEn omaa *Serial Terminal*-ohjelmaa. *Terminal* -ikkunassa (KUVIO 3) voidaan määrittää tiedonsiirtonopeus (Baud Rate). Ikkunan alaosaan kirjoitetaan lähtevä data (Output Buffer). Ikkunan yläosaan ilmestyy mahdollinen saapuva data (Input Buffer).

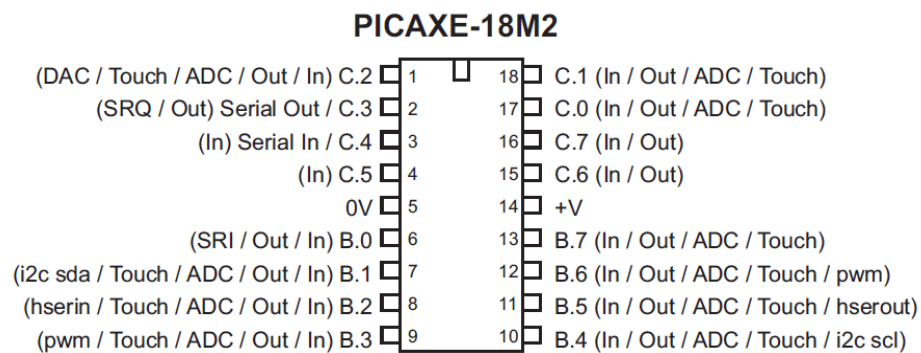


KUVIO 3. PICAXE Serial Terminal -ikkuna (BENRYVES 2008)

## 2.4 PICAXE -mikrokontrolleri 18m2

Työssä käytettiin mikrokontrolleri 18m2:sta (KUVIO 1). Mikrokontrollerissa muistikapasiteetti on 2048 bittiä ja RAM-muisti 256 bittiä. Maksimioperointinopeus on 32 megahertsiä (MHz). 18m2:ssa on 16 *input/output* -liitäntää. Mikrokontrolleri vaatii vähintään 1.8 voltia (V) jännitettä toimiakseen. (Revolution Education Ltd 2010.)

Vuonna 2010 ja 2011 ilmestyneiden PICAXEn m2-mallien myötä on tullut mahdolliseksi ajaa useampaa ohjelmaa rinnakkain suurilla nopeuksilla. Neljää tehtävää pystytään suorittamaan 16 Mhz nopeudella eli yhden tehtävän nopeus on tällöin 4 Mhz. 18m2 pystytään ajamaan jopa 4 BASIC -ohjelmaa yhtä aikaa. (Revolution Education Ltd 2010.)



KUVIO 4. PICAXE 18m2 -mikrokontrolleri (Revolution Education Ltd 2010)

## 2.5 Sarjaportti

Termiä sarjaportti käytetään, kun portit käyttävät asynkronista protokollaa. Nämä portit sisältävät tietokoneen RS232 -portit ja useiden sulautettujen järjestelmien sarjaportteja. Useimmat sarjaportit ovat kaksisuuntaisia: ne voivat lähettää ja vastaanottaa tietoja. Sarjaportti lähettää tietoja yksi bitti kerrallaan. Sulautetuissa järjestelmissä mikrokontrollerit voivat käyttää sarjaportteja kommunikoidakseen toisten sulautettujen järjestelmien tai tietokoneiden kanssa. (Axelson 2007.)

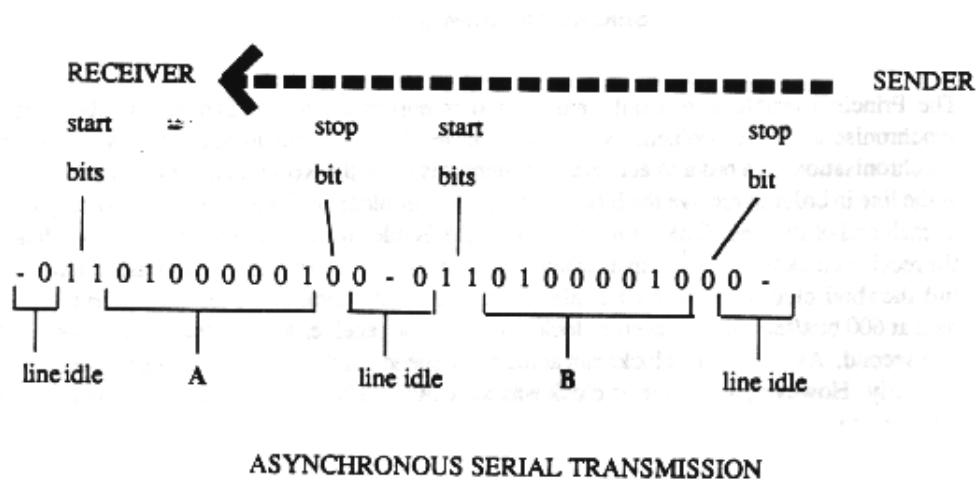
## 2.6 Sarjumuotoinen siirto

Sarjumuotoinen siirto perustuu siihen, että bitit siirretään peräkkäin yhdessä johtimessa. Yhtä johdinta käytetään siksi, että pitkillä yhteyksillä bitit saapuisivat eri johtimista vastaanottajalle eriaikaisesti ja tämä aiheuttaisi vastaanotossa ajastusongelmia.

Sarjaliikenneyhteydet voidaan jakaa kahteen tyyppiin sen perusteella, miten siirrettävät datalohkot voidaan erottaa ja yhdistää vastaanottopäässä. Näitä kahta tyyppiä kutsutaan asynkroniseksi - ja synkroniseksi siirroksi. (Tallinna Ülikool.)

## 2.7 Asynkroninen siirto

Asynkroniseksi eli tahdistamattomaksi yhteydeksi kutsutaan, kun jokainen datalohko (tai yksittäinen merkki) tunnustetaan alku- ja loppumerkkien perusteella. Asynkronisessa sarjaliikenteessä tavun alussa ja lopussa käytetään niin sanottuja erotinbittejä. Siirrettävät bitit saattavat saapua vastaanottopäähän eriaikaisesti ja vasta sitten, kun tietty bittiyhdistelmä on saapunut, tulkitaan lohko alkavaksi tai kokonaan saapuneeksi. (Tallinna Ülikool.)

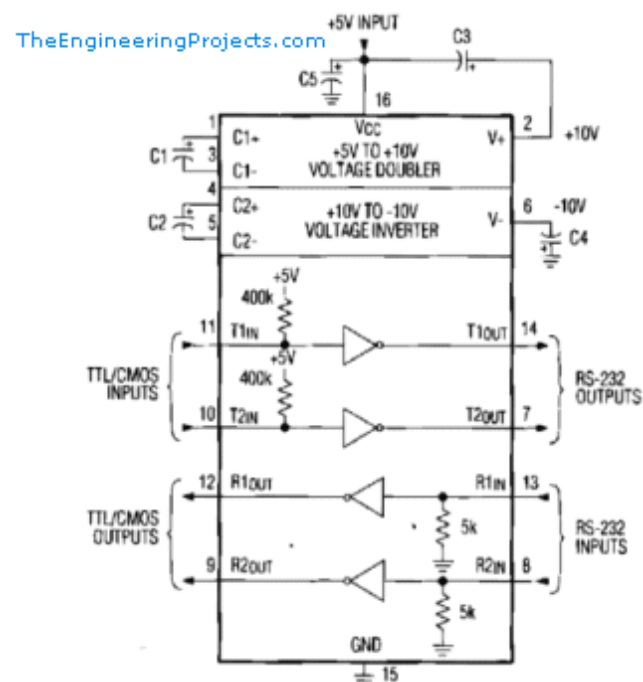


KUVIO 5. Asynkroninen tiedonsiirto (McMunn)

Asynkronista tiedonsiirtoa käyttäessä lähetettävän ja vastaanottavan on käytettävä samaa siirtonopeutta. Tiedonsiirrossa käytetään RS-232- tai nykyisin Universal Serial Bus (USB) -sarjaporttia. (Tallinna Ülikool.)

## 2.8 MAX232 ja TTL -logiikka

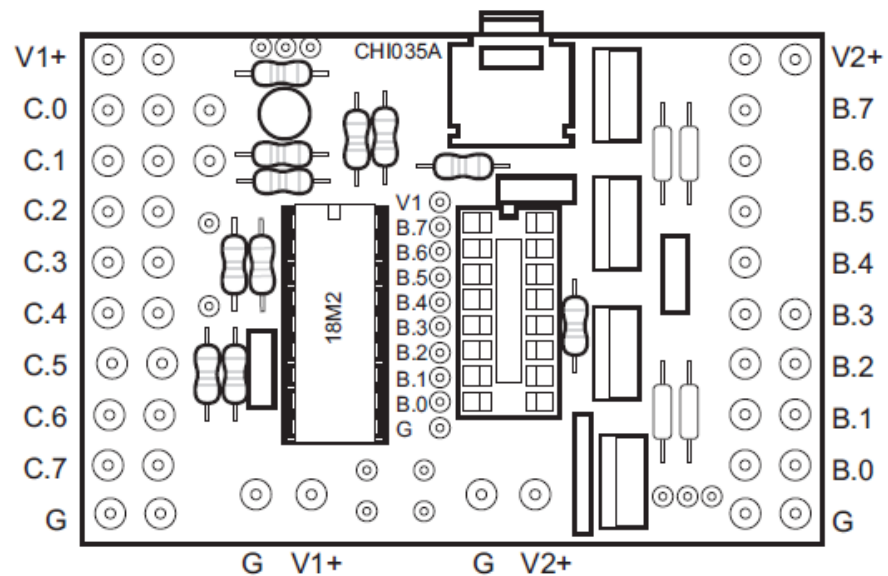
Mikrokontrollerit toimivat TTL-logiikalla. TTL -logiikan toimintaperiaate on se, että 0 vastaa 0 V ja 1 vastaa +5V. Tässä työssä TTL -tasoinen 0-5V:n signaali muutettiin sarjaportin jännitteelle sopivaksi MAX232 -jännitesovittimella. MAX232 asetetaan mikrokontrollerin ja sarjaportin väliin. Piiri muuntaa sen noin +10 V -10 V:ksi RS232-liitäntää varten. MAX 232:lle syötetään ulkoinen 5 V jännite. (The Engineering Projects.)



KUVIO 6. MAX232 -piirin toiminta (The Engineering Projects)

### 3 KYTKENNÄT

LEDeistä ja kytkimistä rakennettavat painonapit liitettiin PICAXEn projektilevyille. Työssä käytettiin PICAXEn CHI035A PICAXE-18 *High power board* -projektilevyä (KUVIO 5), jossa on valmiit liitännät sisään- ja ulostuloille sekä jännitteelle ja maalle. Projektilevyssä on 4 digitaalista ulostuloa B0-B4. Portit C0 ja C7, jotka ovat analogisia, pystytään muuttamaan koodin avulla digitaalisiksi. Kaikki portit vaativat 10 kilo-ohmin ( $k\Omega$ ) alasetovastuksen. (Revolution Education Ltd 2011.)



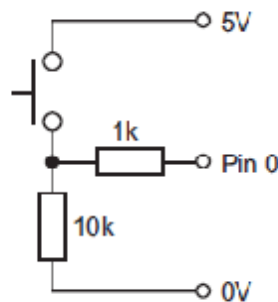
KUVIO 7. PICAXE CHI035A -projektilevy (Revolution Education Ltd 2011)

Sisääntuloportit ovat vasemmalla ja puskuroidut ulostulot oikealla (KUVIO 2). Suorat ei-puskuroidut B -porttilähdöt ovat projektilaudan keskellä, jotka voidaan yhdistää loogisen tason laitteisiin. (Revolution Education Ltd 2011.)

Projektilautaan voidaan kytkeä virta kolmella eri tavalla. 4.5 voltin patteri voidaan kytkeä sekä PICAXEEN ja ulostuloihin. Toinen tapa on asettaa kaksi erillistä patterinippua PICAXEEN ja ulostuloihin tai sitten 5 voltin paristo kytkettynä suoraan PICAXEen. Työssä käytettiin kolme 1.5 voltin paristoa suoraan kytkettynä projektilevyyn. 4.5 voltia on suositeltu jännite, mutta projektilevy toimii 3-5voltin jännitteellä. (Revolution Education Ltd 2011.)

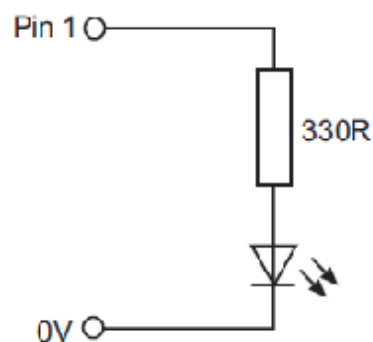
### 3.1 Kytkimet

Kytkimet liitettiin mikrokontrollerin sisääntuloihin C1, C6 ja C7 (KUVIO 7). Mikrokontrolleri 18m2:seen laitettiin testausvaiheessa vain kolme kytkintä, sillä yksi sisääntulopinni oli varattu MAX232- piirin *SerialIN*- johdolle. Kaksi *input* -pinniä on lisäksi varattuna ohjelmointiin. Maajohdosta kytkettiin 10k $\Omega$ :n alavetovastus ohjattavaan pinniin varmistamaan tuloliitäntä nollassa. Kytkimen ja sisääntulopinnin väliin tulee lisäksi 1k $\Omega$ :n vastus rajoittamaan virtaa (KUVA 8).



KUVIO 8. Kytkimen kytkentä (Revolution Education Ltd 2010)

### 3.2 LEDit

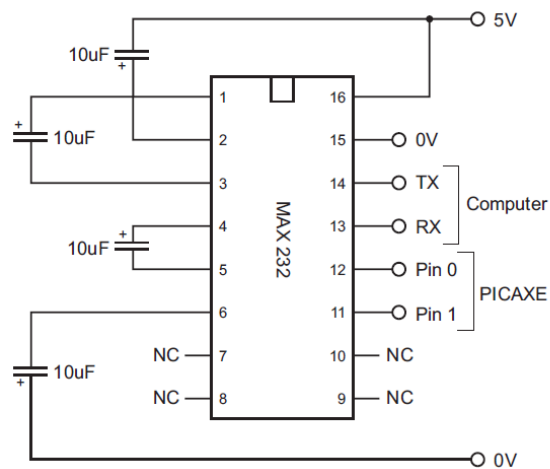


KUVIO 9. LEDin kytkentä (Revolution Education Ltd 2010)

LEDit kytkettiin projektilevyn pinneihin B.0-B.5(KUVIO 7). Virtaa rajoittamaan käytettiin 330 $\Omega$  vastusta (KUVIO 9). Mikrokontrollerien ulostulo antaa jännitettä 1.8 - 6 V. Tässä työssä ulostulojännite on 4.5 V, joka tulee järjestelmään liitetyistä pattereista.

### 3.3 MAX232:n ja RS-232:n kytkentä

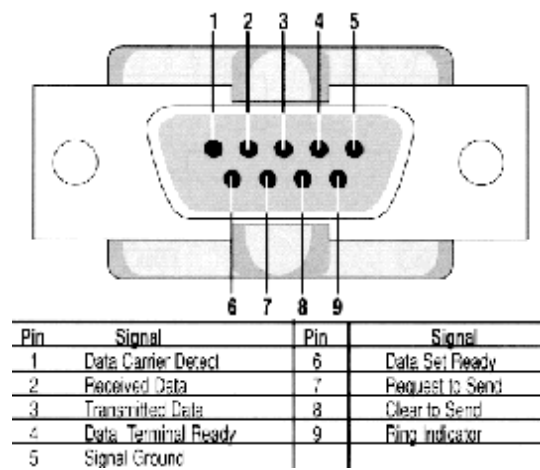
Max232-piiri ei ota käyttöjännitettä PICAXEn projektilevyllä, vaan siihen tulee kytkeä oma jännitelähde 5V. Piirin pinni 11 (KUVIO 10) tulee projektilevyn *SerOut* -porttiin C.1 ja 12 tulee *SerIN* C.0- porttiin (KUVIO 7), lähettämään ja vastaanottamaan dataa. MAX232 -piirin porttien 4 ja 5 sekä 1 ja 3 väleihin kytketään 10 $\mu$ F kondensaattori. Myös portteihin 6 ja 2 kytketään kondensaattorit. Kondensaattoreita käytetään jännitteen korottamiseen.



KUVIO 10. MAX232-piirin kytkentä (Revolution Education Ltd 2010)

Portit 14 ja 13 tulevat tietokoneeseen kytkettävään R-S232 -sarjaliitintään (KUVA 6). Portista 14 lähtevä johto tulee RS-232:n pinniin 2 vastaanottamaan dataa. Portista 13 johto tulee pinniin 3 lähettämään dataa. Piirissä on kaksi maajohtoa portit 6 ja 15, jotka yhdistetään samaan maahan. R-S232- liittimessä yhdistetään pinnit 6 ja 4. 3 pinnin ja 5 pinnin väliin kytketään 3k $\Omega$ :n vastus.





KUVIO 11. RS-232 -sarjaportti (ARC Electronic )

## 4 OHJELMOINTI

Painonappeille ohjelmia tehtiin kaksi. Toinen ohjelma sisältää sisääntulopinneihin liitettyjen kytkimien käskyt. Toinen ohjelma sisältää ulostulopinneihin määrättyjä käskyjä. Ohjelmakoodit ajettiin rinnakkain mikrokontrollerille *Logicator for Picaxe* -ohjelman avulla. Ohjelmakoodit löytyvät kokonaisina liitteistä (LIITE2, LIITE3).

### 4.1 Kytkimet

Käyttäjän painaessa kytkintä, mikrokontrolleri lähettää tietokoneelle viestin mitä kytkintä on painettu. Ohjelma sisältää pääohjelman ja kuusi aliohjelmaa.

Ohjelma aloitettiin määrittelemällä mikrokontrollerin malli; 18m2. Komento: #terminal 4800 avaa *Serial Terminal*- ikkunan (KUVIO 3) ja määrittää siirtonopeuden.

```
#picaxe 18m2;  
#terminal 4800;
```

Pääohjelma Mainissa määritetään pinnien alkuasetusarvoiksi 0. Painaessa kytkintä arvo muuttuu ykköseksi. Kytkimiä on yhteensä viisi. Ohjelma tulkitsee, mitä pinniä painettu ja missä on tapahtunut arvон muutos. Pinnistä riippuen siirrytään *if* -lauseella esimerkiksi aliohjelmaan tulosta1. Tulosta1 -aliohjelmassa tulostetaan *Serial Terminal* -ikkunaan, mitä kytkintä on painettu. Mikäli mitään kytkintä ei paineta, ohjelma pyörii *goto main* -komennolla niin kauan pääohjelmassa, kunnes pinnin arvo muuttuu.

```
Main:  
let pin0=0  
if pin0=1 then tulostus1  
goto main
```

*Sertxd*- komento tulostaa "S1" PICAXEn *Serial Terminal* -ikkunaan. *Goto main* -komento ohjaa takaisin pääohjelmaan.

```

tulostus1:
sertxd ("S1")
pause 200
goto main

```

## 4.2 LEDit

Käyttäjä syöttää tietokoneelta merkin mikrokontrollerille. Mikrokontrolleri sytyttää käyttäjän valitsemat LEDit.

*SerIn* -komento vastaanottaa mikrokontrolleriin annetun merkin tietokoneelta ja *SerOut* toistaa syötetyn merkin terminaaliin.

```

Main:
SerIn 0, N4800, b0
SerOut 7 N4800, (b0)

```

Jos annettu merkki on esimerkiksi "K", siirrytään *if* -lauseella keskeyta -aliohjelmaan. Muuttujille on määritelty kuusi eri arvoa (kirjainta).

```

if b0= "K" then gosub keskeyta

```

Keskeyta -aliohjelmassa vilkutetaan yhtä LEDiä. *For counter* -komennolla LEDiä vilkutetaan viisi kertaa puolen sekunnin välein. Tämän jälkeen LED -valo jää palamaan ja palataan takaisin aliohjelmaan.

```

keskeyta:
for counter1 = 1 to 5
high 3
pause 500
low 3
pause 500

```

**high 3**

**nextcounter1**

**goto main**

**sammuta:**

**low0,1,2,3,4,5**

**goto main**

Ledit - ohjelma sisältää kuusi erilaista aliohjelmaa. Keskeytä- ja sammuta- aliohjelmien lisäksi on hyväksy -, vilkuta -, tulosta - ja nollaa -aliohjelmat. Vilkuta -aliohjelmassa kaksi LEDiä vilkkuu puolen sekunnin välein viisi kertaa, jonka jälkeen palataan aliohjelmaan. Tulosta -aliohjelmassa palaa yksi LED. Nollaa - ja hyväksy -aliohjelmissa sytytetään yksi LED ja sen jälkeen palataan Main -pääohjelmaan. Ohjelma palaa aina aliohjelman suoritettua takaisin pääohjelmaan. LEDit saadaan sammutetuksi pääohjelmassa S-kirjaimella.

## 5 ONGELMAT

Ledi-ohjelmaa ajaessa mikrokontrollerille ilmeni ongelmia. Ohjelma toimi PICAXEn omalla simulaattorilla, mutta ei ajettaessa sitä mikrokontrollerille. Tähän tarvittiin MAX232 -jännitesovitin, jolla saatiin siirrettyä data sarjajamuodossa.

Kytkimien ohjelma toimi taas päinvastoin. Mikrokontrolleri suostui lähettämään dataa ohjelmointikaapelin kautta, mutta ei sarjakaapelin avulla. Asiaa mietittiin, että voiko ”*sertxd*”- komentoa käyttää pelkästään ohjelmointikaapelin kautta dataa lähetettäessä. *SerialIn*- komento ei kuitenkaan muuttanut tilannetta. Häiriöiden mahdollisuus demovaiheessa voi kuitenkin olla huomattava. Kaikki johdot eivät olleet samanpituisia, samoin liittimissä, ledeissä ja kytkimissä saattoi olla häiriötä tuottavia kiinnityksiä. Ongelma ilmeisesti korjaantuu, kun kytkennöistä valmistetaan piirilevy.

*Input*-porttien määrä on 18M2-piirille liian vähäinen. Vaikka ulostuloportit pystyvät muuttamaan ohjelmallisesti *input*-porteiksi, niin portteja ei ole riittävästi. Lopulliseen versioon kannattaa käyttää PICAXEn 20M2 -mikrokontrolleria, jossa on enemmän sisääntulo - ja ulostuloportteja. M2-mallit mahdollistavat ohjelmien rinnakkainajamisen mikrokontrollereille.

## 6 TULOKSET JA POHDINTA

Kokonaisuudessa opinnäytetyön lopputulos oli mielestäni onnistunut. Painonapit ja LED-valot toimivat täysin halutulla tavalla PICAXEn omalla simulaattorihjelmalla. Tästä seuraa johtopäätös, että ohjelmakoodi on toimiva. Kytkennät, painonapit ja johdotukset olivat protomalleja ja aiheuttivat testauksessa ajoittain häiriöitä.

Lopulliseen versioon pitää tehdä piirilevy, jossa kaikki komponentit ovat kiinteitä, jotta edellä mainitut häiriöt saadaan eliminoiduksi. PICAXEn projektilevyyn kannattaa lisätä kiinteä jännitelähde, koska mikrokontrolleri suorittaa ohjelmaa valmiustilassa taustalla koko ajan.

Tässä opinnäytetyössä saatuja tuloksia voidaan hyödyntää Meriluontokeskuksen asiakaspäätteellä. PICAXEn mikrokontrollerit ovat varmatoimisia. Tämän takia uskon, että lopullinen käyttöliittymä tulee olemaan kestävä ja helppokäyttöinen.

Työn tekeminen oli mukavaa ja sopivan haastavaa. Se tarjosi elektroniikan rakentelua sekä ohjelmointia. Työssä opin ymmärtämään enemmän sarjaliikenteestä ja mikrokontrollerien käytöstä. PICAXE -mikrokontrollerijärjestelmä on luotettava ja helposti opittava ympäristö.

## LÄHTEET

Arc Electronics. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.arcelect.com/rs232.htm> Luettu 23.4.2012

Axelsson, J. 2007. Serial Port Complete : COM Ports, USB Virtual COM Ports, and Ports for Embedded Systems .Toinen painos. Madison: Lakeview Research.

BENRYVES. 2008. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://benryves.com/journal/tags/PICAXE> Luettu 17.4.2012

Ermicroblog. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.ermicro.com/blog/?p=1334> . Luettu 3.5.2012

Majander, O. & Ahdenkari, J. (2002). Ohjelmoi oma mikrokontrolleri. Mikrobitti. 3/2002, 70–73.

McMunn J. CSYS Computing Studies Project. Www-dokumentti. Saatavissa: [http://www.kelso.scotborders.sch.uk/departments/computing/resources/projects/james\\_mcmunn/synas.htm](http://www.kelso.scotborders.sch.uk/departments/computing/resources/projects/james_mcmunn/synas.htm) Luettu 12.4.2012.

PICAXE. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.picaxe.com/What-Is-PICAXE>. Luettu 16.4.2012

PICAXE Online verkkokauppa. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://picaxe.shop.wosbee.com/PublishedService?file=page&pageID=18&freePage=269>. Luettu 19.4.2012.

Revolution Education Ltd. 2010. PICAXE-18M2 Information. Www-dokumentti. Saatavissa: [http://www.bristolwatch.com/picaxe/18m2\\_parts.PDF](http://www.bristolwatch.com/picaxe/18m2_parts.PDF). Luettu 18.4.2012.

Revolution Education Ltd. 2001. CHI035A PICAXE -18 HIGH POWER BOARD Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.picaxe.com/docs/chi035a.pdf>. Luettu 22.4.2012.

Revolution Education Ltd. 2010. Getting started. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.robotshop.com/content/PDF/section-1-getting-started-rs001.pdf> . Luettu 8.5.2012.

Revolution Education Ltd. 2010. MICROCONTROLLER INTERFACING CIRCUITS. Www-dokumentti. Saatavissa: [http://www.picaxe.com/docs/picaxe\\_manual3.pdf](http://www.picaxe.com/docs/picaxe_manual3.pdf) Luettu 10.4.2012.

Society of Robots. Www-dokumentti. Saatavissa: [http://www.societyofrobots.com/microcontroller\\_tutorial.shtml](http://www.societyofrobots.com/microcontroller_tutorial.shtml) Luettu 15.4.2012.

Step Systems Oy. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.stepsystems.fi/tuotteet/picaxe.php> . Luettu 15.4.2012.

Tallinna Ülikool. Www-dokumentti. Saatavissa:  
[:http://www.tlu.ee/~matsak/telecom/lasse/communication/sarjamuotoinen\\_siirto.html](http://www.tlu.ee/~matsak/telecom/lasse/communication/sarjamuotoinen_siirto.html).  
Luettu 22.4.2012.

The Engineering Projects. Www-dokumentti. Saatavissa:  
<http://www.theengineeringprojects.com/2012/01/serial-port-logic-converter-max232.html>.  
Luettu 18.4.2012.

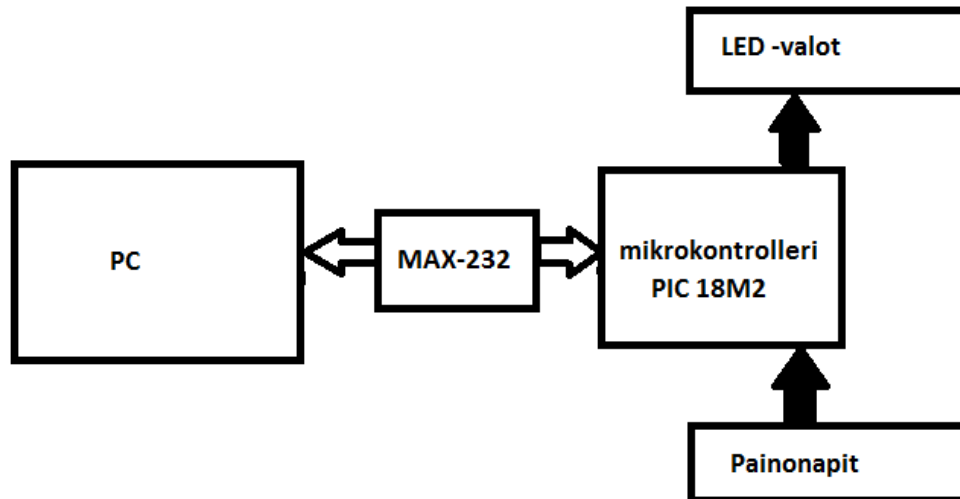
Tiusanen, T. 2001. Mikrokontrollereiden käyttö lisääntyy – suunnittele ja valmista itse omat mikropiirisi. Tekninen opettaja -lehti 26. Www-dokumentti. Saatavissa:  
<http://www.stepsystems.fi/pdf/tnop/tnop0201.pdf>. Luettu 6.5.2012.

Tiusanen, T. Mikrokontrollerit valtaavat alaa elektroniikan opetuksessa. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.stepsystems.fi/pdf/tnop/tnop0304.pdf> . Luettu 17.4.2012.



## LIITE 1

### Järjestelmän lohkokaavio



## LIITE 2

### Ledit -ohjelmakoodi

```
#picaxe 18m2      'Esittelee ohjelmoitavan piirin
#terminal 4800    'Avaa ja määrittää terminaalin siirtonopeuden
symbol counter1 = b1  'Laskuri1
symbol counter2=b2  'Laskuri2
```

```
main:
```

'Simuloitaessa ohjelmaa, kirjoitettava kirjain on laitettava lainausmerkkien väliin esim. "K"  
'Ohjelmoinnin jälkeen terminaaliohjelmassa riittää pelkkä K ilman lainausmerkkejä

```
SerIn 0, N4800, b0      'Vastaanottaa syötetyn merkin koneelta
SerOut 7, N4800, (b0)   'Toistaa syötetyn merkin
```

```
if b0= "K" then gosub keskeyta  'Jos annetaan merkki "K", siirrytään aliohjelmaan
"keskeytä"
if b0= "S" then gosub sammuta
  if b0= "H" then gosub hyväksy
  if b0= "V" then gosub vilkuta
  if b0= "T" then gosub tulosta
  if b0= "N" then gosub nollaa
```

```
goto main
```

```
keskeyta:
```

```
  for counter1 = 1 to 5      'Vilkutetaan lediä portissa 3, viisi kertaa
  high 3
  pause 500
  low 3
  pause 500
  high 3
  next counter1
goto main
```

```
hyväksy:
```

```
high 2      'Sytytetään ledit portissa 2 ja palataan pääohjelmaan
goto main
```

```
sammuta:
```

```
low 0,1,2,3,4,5      'Sammutetaan kaikki ledit
```

goto main

vilkuta:

```
for counter2 = 1 to 5      'Vilkutetaan ledejä porteissa 0 ja 4 viisi kertaa
high 0,4
pause 500
low 0,4
pause 500
high 0,4
next counter2
goto main
```

tulosta:

```
high 1      'Sytyteään led portissa 1 ja palataan pääohjelmaan
goto main
```

nollaa:

```
high 4      'Sytytetään led portissa 4 ja palataan pääohjelmaan
goto main
```

### LIITE 3

#### KYTKIMET -ohjelmakoodi

```
#picaxe 18m2 ; piirin esittely  
#terminal 4800 ; datan siirtonpeus sarjaliikenteelle
```

main:

```
let pin0=0          'asetetaan pinnin alkuarvoksi nolla  
let pin1=0  
let pin2=0  
let pin3=0  
if pin0=1 then tulostus1 'jos pinnin arvo muuttuu(kytöntä painetaan) siirrytään tulostus1  
if pin1=1 then tulostus2  
if pin2=1 then tulostus3  
if pin3=1 then tulostus4  
if pin4=1 then tulostus5  
goto main
```

tulostus1:

```
sertxd ("S1")      'tulostetaan terminaliin S1  
pause 200         'viive 2ms  
goto main         'palataan pähöjelmaan
```

tulostus2:

```
sertxd ("S2")  
pause 200  
goto main
```

tulostus3:

```
sertxd ("S3")  
pause 200  
goto main
```

tulostus4:

```
sertxd ("S4")  
pause 200  
goto main
```

tulostus5:

```
sertxd ("S5")  
pause 200  
goto main
```