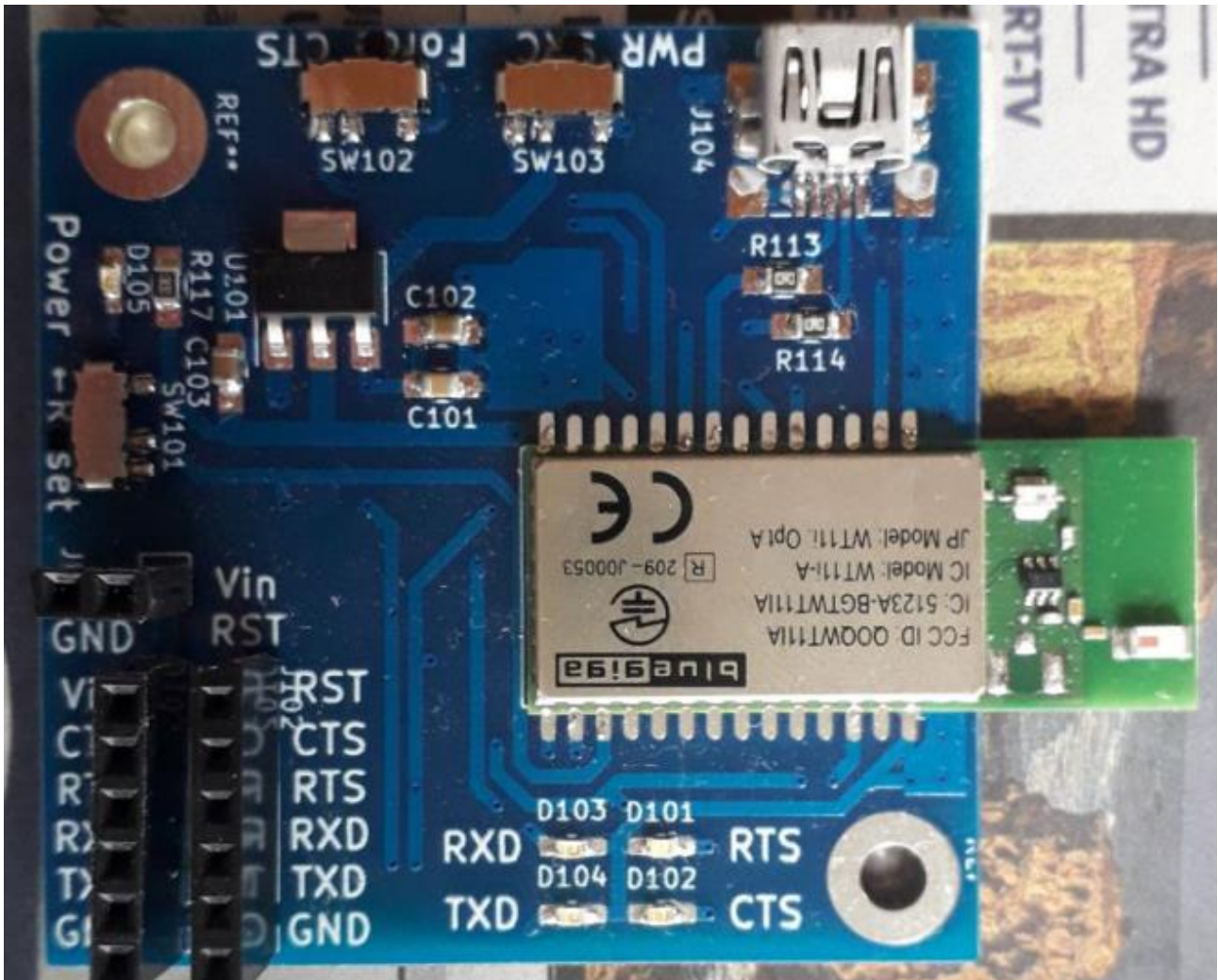


WT11i-A -breakoutin Arduino-pikaopas



Sisältö

1. Erittäin lyhyt alustus
 - a. Lyhyt kuvaus laitteen moodeista
2. Fyysiset kytkennät Arduinon kanssa
 - a. Koodi jolla pääsee liikkeelle Arduino UNOlla
 - b. PuTTY:n käyttäminen
 - c. Kännykän käyttäminen
3. Hyödyllisiä komentoja laitteen käyttämiseen
4. Datalehtien urleja

Liite 1: koodi Arduino UNOn ledin käskyttämiseen sarjaportin kautta

1. Erittäin lyhyt alustus

Arduinolla on käytössä sarjaportti, jota voi käyttää Serial-kirjaston avulla. Tässä tekstissä oletetaan, että osaat käyttää sitä vaikkapa Arduinon oman Serial Monitorin kanssa silloin, kun Arduino on kytketty tietokoneeseen USB-piuhalla. Monissa tapauksissa langaton yhteys olisi parempi. Tämän ohjeen

esittelemän Bluetooth-moduulin tarkoituksena on mahdollistaa langaton kommunikaatio Arduinon kanssa kuten USB-piuhan sarjaportilla.

Arduinon voi ohjelmoida reagoimaan näppäimistöltä samaansa tekstiin halutulla tavalla. Yksi esimerkki löytyy tämän ohjeen liitteestä 1. Ylläolevan kuvan esittämän vekottimen ideana on mahdollistaa tekstin vastaanotto ja palautteen antaminen kuten Arduinossa USB-piuhalla, mutta Bluetooth-yhteyden kautta.

Tämän ohjeen tarkoituksena on auttaa opiskelijoita pääsemään alkuun kuvan esittämän laitteen käytössä Arduinon kanssa. Laite koostuu BlueGigan WT11i-A Bluetooth-moduulista (isoin osa kuvassa), sekä muista osista, jotka mahdollistavat laitteen kytkennän suoraan Arduinon hyppylangoilla ilman muita lisätarvikkeita. Arduino käyttää 5 voltin logiikkaa, mutta WT11 käyttää 3.3 voltin logiikkaa. Tämän takia piirikortilla (sininen levy, jolla kaikki muut osat ovat) on WT11:sta lisäksi muita osia, jotka mm. muuntavat 5 voltin signaalit 3.3 voltin signaaleiksi ja toisinpäin.

Arduino käyttää fyysistä sarjaporttiaan tietokoneen kanssa kommunikointiin Serial-kirjaston kautta. Koska Arduino UNOn (ja sen kopioiden) ainoa fyysistä sarjaporttia käytetään tietokoneeseen menevään USB:iin, joudutaan käyttämään (tai kannattaa käyttää ainakin kehitysvaiheessa) Arduinon SoftwareSerial-kirjastoa, joka mahdollistaa ”virtuaalisen” sarjaportin käytön melkein samoilla komennoilla kuin Arduinon Serial-kirjaston käyttämisen, mutta eri pinneillä. Kuvassa oleva laite keskustelee Arduinon kanssa sarjaportilla laitteen (ei Arduinon) liittimen RXD- ja TXD- pinnien (kuvassa vasemmalla alhaalla) kautta.

Laitteen sarjaportin baud-rate on luultavasti 9600, tai mikä laitteessa olevassa teipissä lukee. **ÄLÄ MUUTA SITÄ AINAKAAN ILMAN ASSARIN SIUNAUSTA JA LÄSNÄOLOA!!!** Jos jotain menee pieleen (esim. unohdetaan, mikä laitteen uusi baud-rate on), WT11:sta ei saada enää yhteyttä ja piirikortille joudutaan juottamaan toinen WT11, mikä ei ole mukavaa puuhaa (tai halpaa).

Jos tarvitaan suurempaa baud-ratea, niin voidaan ottaa käyttöön Arduino Leonardo, jossa on saatavilla toinen fyysinen sarjaportti, jota voidaan käyttää samaan aikaan kuin USB:hen menevää sarjaporttia. Arduino Leonardon toista sarjaporttia käytetään Serial1 -luokan kautta samoilla komennoilla kuin Serial-luokkaa.

UNOlla on mahdollista käyttää samaa sarjaporttia kuin mikä menee tietokoneeseen jos tarvitaan suurempaa baud-ratea, mutta tämä hidastaa kehitystä huomattavasti: kun halutaan ladata uusi koodi UNOon niin pitää 1) irrottaa Bluetooth-moduuli 2) kytkeä USB-piuha ja ladata koodi UNOon kuten normaalisti 3) irrottaa USB-piuha UNOsta ja kytkeä Bluetooth-moduuli UNOon sekä 4) ottaa virta muualta kuin USB-piuhasta (esimerkiksi 7V virtalähteestä, näyttää kännykän laturilta).

Moduulia voi käyttää myös muiden laitteiden kuin Arduinon kanssa. Yhtenä esimerkkinä on pajalta löytyvät USB-sarjaportti-muuntimet, jotka muuntavat USB-yhteyden sarjaportiksi. Tämä lienee yksinkertaisin ja varmin tapa varmistaa, että moduuli toimii.

1.a. Lyhyt kuvaus laitteen moodeista

WT11:sta on kaksi moodia: komentomoodi ja lähetysmoodi. Kun WT11 käynnistyy (se saa virtaa), se aloittaa komentomoodissa. Kaavio moodeista löytyy kuvasta 2.

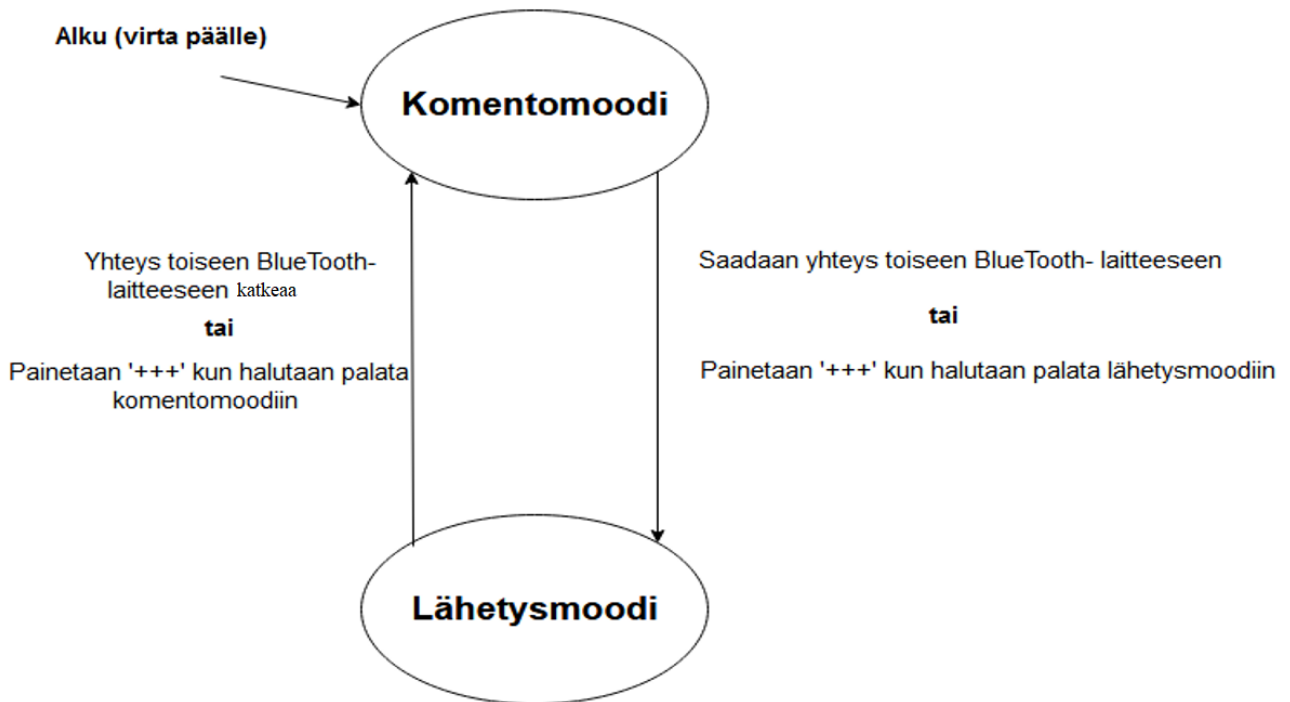
Komentomoodissa WT11:sta voi käskyttää eri komennoilla (joista tärkeimmät esitetään myöhemmin tässä lapussa). Myös sen asetuksia voi muuttaa. Mitään mitä tässä moodissa kirjoitetaan, ei vaikuta muihin laitteisiin mitenkään (yhteyden ottamista lukuun ottamatta). SoftwareSerial bugittaa hieman komentomoodissa: näytetty lähetetty komento näkyy usein väärin, mutta näyttää siitä huolimatta toimivan.

Lähetysmoodissa WT11 toimii kuten sarjaportti: se välittää kirjoitettuja kirjainmerkkejä eteenpäin toiseen laitteeseen, johon yhteys on muodostettu. Mikään, mitä tässä moodissa kirjoitetaan, ei vaikuta WT11:sta asetuksiin.

Komentomoodista siirrytään lähetysmoodiin, kun yhteys toiseen Bluetooth-laitteeseen saadaan muodostettua (ei väliä kumpi Bluetooth-laite tekee aloitteen).

Lähetysmoodista palataan komentomoodiin, kun yhteys toiseen Bluetooth-laitteeseen katkeaa tai painetaan '+++'.
'

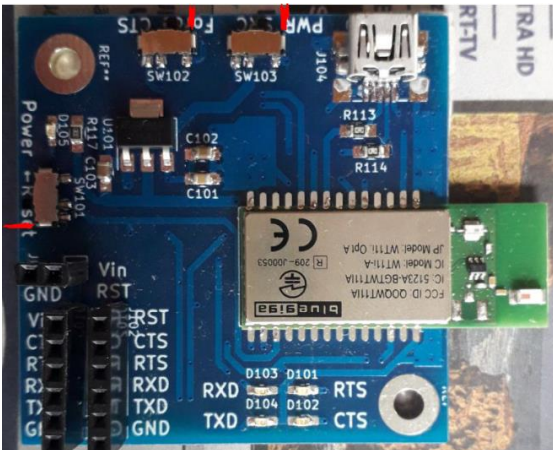
Komento '+++' on erikoiskomento, jolla voidaan siirtyä vapaasti moodien ilman, että yhteyttä tarvitsee erikseen katkaista ja aloittaa uudelleen. Jos yhteyttä toiseen laitteeseen ei ole tai se on katkaistu, komennon '+++' antaminen komentomoodissa ei tee mitään.



Kuva 2. Moodit ja siirtyminen niiden välillä.

2. Fyysiset kytkennät

Ensimmäiseksi kannattaa varmistua siitä, että moduulin vivut ovat oikeassa asennossa, kuten kuvassa 3. Vipujen pitää olla punaisten merkintöjen päissä. Toisin sanoen: kaikkien kolmen vivun asennon tulee olla lähimmästä reiästäan poispäin.



Kuva 3. Vipujen asennot

Moduulin kytkentä Arduinoon on yksinkertaista: se tehdään hyppylangoilla kuten kuvissa 4 ja 5. Koska kuvista on vaikeaa saada selvää, niin selvyuden vuoksi kannattaa katsoa alla olevia taulukoita joissa kerrotaan mitkä Arduinon pinnit pitää yhdistää mihinkin moduulin pinneihin. Jos olen tehnyt virheen moduulin RXD ja TXD -pinnien kanssa, niin näiden kahden pinnin piuhoja voi vaihdella keskenään ilman pelkoa minkään rikkoutumisesta. Ei vaan toimi, muttei mene rikki.

Taulukko 1: Arduino UNOn SoftwareSerialilla

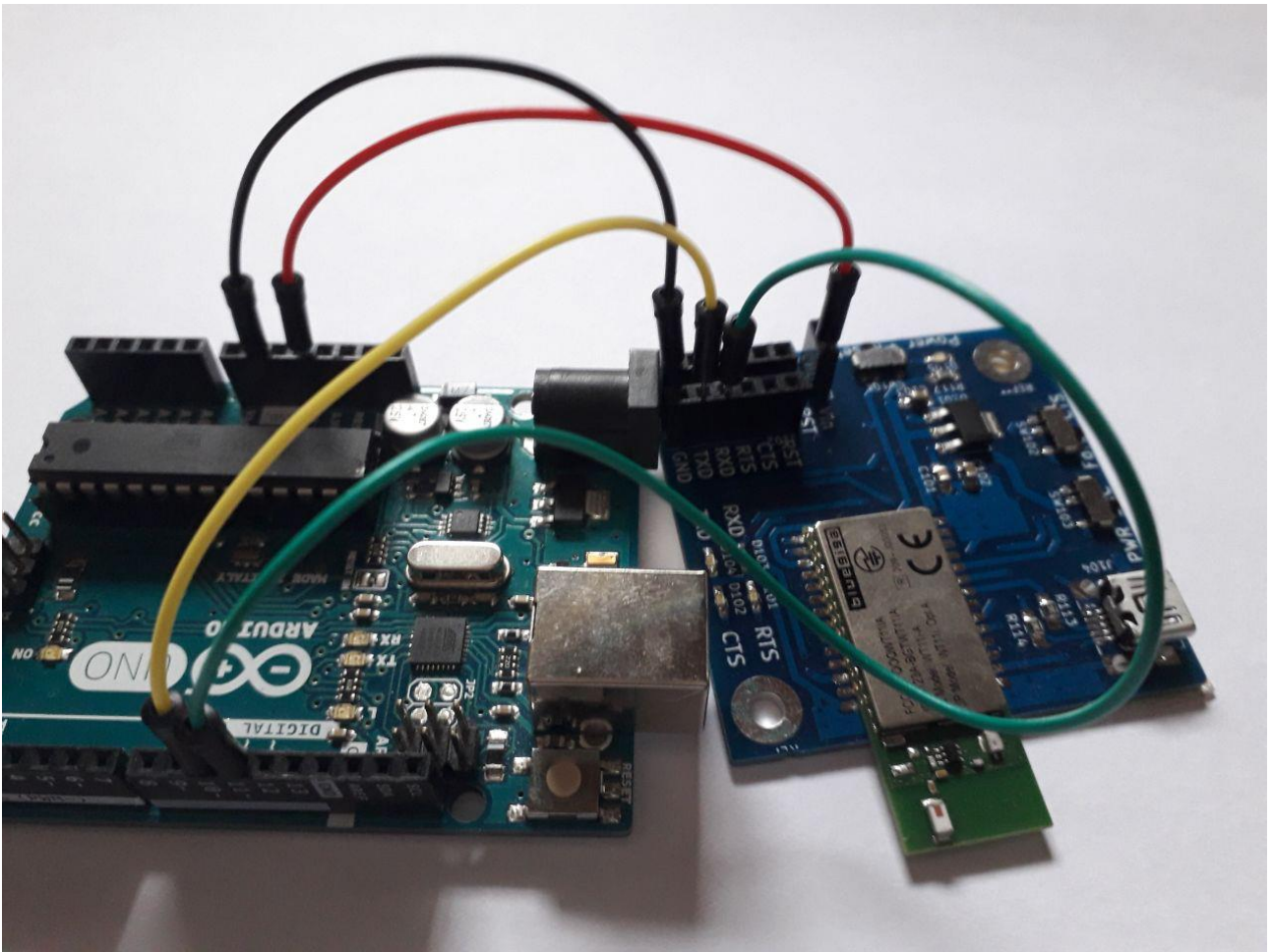
Arduino UNOn pinni SoftwareSerialilla	Bluetooth-moduulin pinni
5V	Vin
GND	GND
11	RXD
10	TXD

Taulukko 2: Arduino UNOn normaalilla sarjaportilla TAI Arduino Leonardo Serial1-kirjaston kanssa

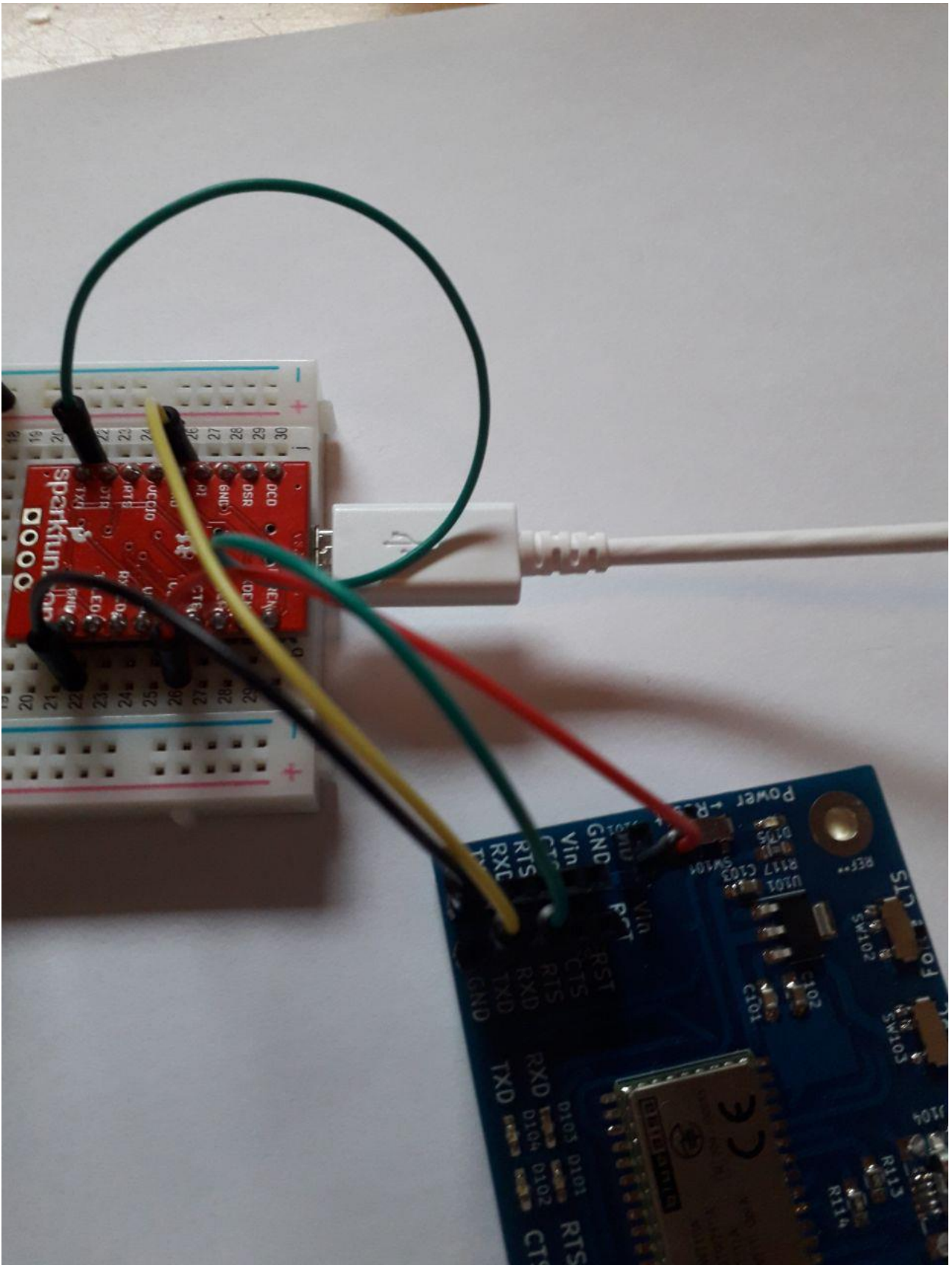
Arduino UNOn pinni normaalilla sarjaportilla TAI Arduino Leonardon pinni	Bluetooth-moduulin pinni
5V	Vin
GND	GND
1	RXD
0	TXD

Taulukko 3: USB-Serial muunnin:

USB-Serial muuntimen pinni	Bluetooth-moduulin pinni
3,3V	Vin
GND	GND
TXD	RXD
RXD	TXD



Kuva 4. Arduino UNO SoftwareSerialilla. HUOM: USB-piuha puuttuu



Kuva 5. USB-Serial muunnin

2.a. Koodi jolla saa käytettyä

Kun olet kytkenyt piuhat oikein, niin kopioi alla oleva koodi, liitä Arduinon koodausympäristöön, lataa Arduino UNOon kuten normaalisti, pistä Serial Monitor päälle. Tämän jälkeen voit esimerkiksi ottaa moduuliin Bluetooth-yhteyden kännykällä (kappale 2.c) ja chatata itsesi kanssa, tai aloittaa kokeilemaan kappaleessa 3 olevia komentoja Arduinon Serial Monitorilla.

Rivillä 6 kerrotaan mitä pinnejä aiotaan käyttää. Ei kannata muuttaa näitä.

Riveillä 8-18 pistetään sarjaportit päälle ja odotetaan varmuuden vuoksi.

Rivistä 19 eteenpäin sarjaportit välittävät kirjoitetut/vastaanotetut merkit toisilleen. Poikkeuksena komento '+++', jossa tapauksessa odotetaan sekunti, lähetetään kolme kertaa '+', ja odotetaan sekunti.

```
1  #include <SoftwareSerial.h>
2
3  String toBT;
4  char fromBT;
5
6  SoftwareSerial mySerial(10, 11); // RX, TX
7
8  void setup() {
9    // Open serial communications and wait for port to open:
10   Serial.begin(9600);
11   while (!Serial) {
12     ; // wait for serial port to connect. Needed for native USB port only
13   }
14   delay(500);
15   // set the data rate for the SoftwareSerial port
16   mySerial.begin(9600);
17   delay(500);
18 }
19
20 void loop() { // run over and over
21   if(Serial.available()){
22     toBT = Serial.readStringUntil('\n');
23
24     if(toBT == "+++")
25       {delay(1250);mySerial.write('+');mySerial.write('+');mySerial.write('+');delay(1250);toBT = "";}
26
27     else{
28       mySerial.println(toBT);toBT = "";}
29   }
30
31   while(mySerial.available())
32     {fromBT = mySerial.read();Serial.write(fromBT);}
33 }
```

Koodi kopioitu ennen muokkausta osoitteesta:

<https://www.arduino.cc/en/Tutorial/SoftwareSerialExample>

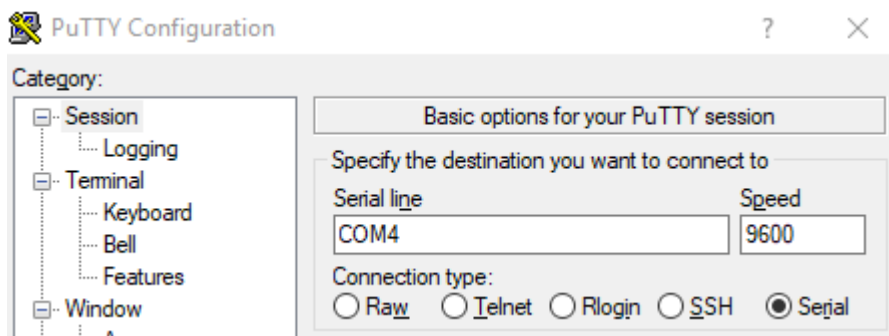
2.b. PuTTYn käyttäminen

Toinen ohjelma jota voit käyttää Windowsilla on PuTTY: 1) sammuta Arduinon Serial Monitor 2) avaa PuTTY 3) katso COM-portin numero Arduinon koodausympäristöstä (ks. kuva 6) 4) valitse PuTTYssä (ks. kuva 7) Connection typeksi Serial, nopeudeksi (baud-rateksi) oletettavasti 9600, ja COM-portti samaksi kuin Arduinossa 7) paina nappia Open PuTTYn ikkunan alaosassa.

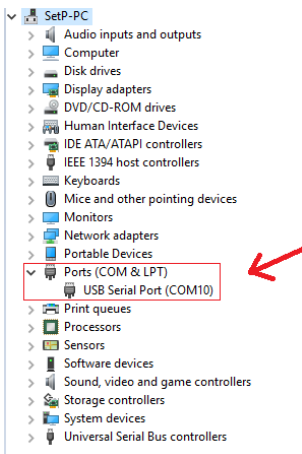
USB-Serial muuntimella voit ottaa COM-portin numeron selville Windowsissa Device Managerissa: irrottele ja uudelleenkytke muunninta ja katso mikä COM-portti muuttuu (ks. kuva 8)



Kuva 6. COM-portin katsominen Arduinossa



Kuva 7. PuTTYn asetukset

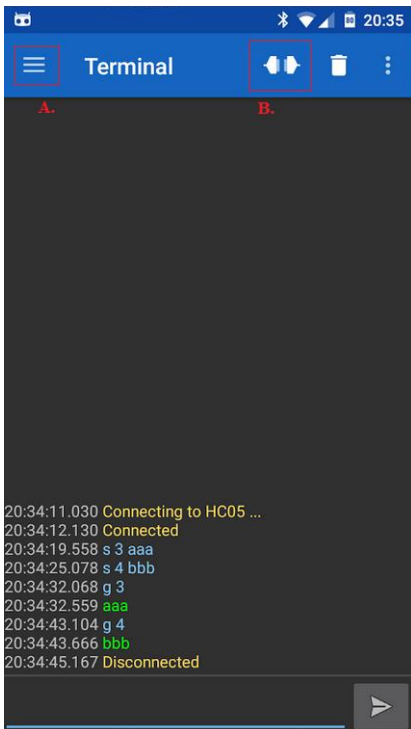


Kuva 8. Oikean COM-portin löytäminen Device Managerista

2.c. Kännykän käyttäminen

Yksi tapa testaila moduulia on ottaa siihen Bluetooth-yhteys kännykällä. Tähän tarvitaan seuraavaa:

- 1) Appi (ohjelma). Itse käytän Google Playsta hankittua Kai Morichin tekemää appia "Serial Bluetooth Terminal". Muitakin löytyy ja ne voivat toimia yhtä hyvin
- 2) Puhelin pitää parittaa moduulin kanssa kännykän Bluetooth-asetuksista, joissa kännykän Bluetooth kannattaa myös panna päälle. Jos kysyy PIN-koodia, niin se luultavasti on joko 0000 tai 1234
- 3) Kun puhelin ja moduuli on paritettu, otetaan siihen yhteys appissa, jonka jälkeen ryhdytään kirjoittelemaan ja katsomaan Serial Monitorista kun teksti ilmestyy tietokoneen ruudulle. Morichin appissa (kuva 9) tämä tapahtuu 1) painamalla vasemmassa yläkulmassa olevia kolmea viivaa (kuvassa A), 2) painamalla devices ja valitsemalla oikea laite 3) painamalla uudestaan kolmea viivaa, valitsemalla terminal 4) painamalla kahden johdon kuvaa (kuvassa B) ja 5) kirjoittamalla terminaaliin tavaraa



Kuva 9. Morichin appi

3. Hyödyllisiä komentoja laitteen käyttämiseen

HUOM: SoftwareSerial bugittaa hieman komentomoodissa: näytetty lähetetty komento näkyy usein väärin, mutta näyttää siitä huolimatta toimivan.

Tässä kappaleessa on listaus ja kuvaus hyödyllisistä komennoista ja vastaavista joita voi käyttää komentomoodissa. Alla on lista komennoista ja kuvaus niistä, myöhemmin joka esitetty komento kuvataan tarkemmin esimerkin kanssa.

MUISTA: ÄLÄ MUUTA LAITTEEN BAUD-RATEA JOS EI PAKKO!!!

Komento	Kuvaus	Esimerkkikomento
at	yhteyden tarkistaminen	at
info	kertoo infoa laitteesta ja IWRAPin version	info
set	kertoo laitteen asetukset	set
set bt name	asettaa laitteen nimen	set bt name uusinimi
set bt auth *	asettaa laitteen PIN-koodin	set bt auth * 0000
inquiry 5	näyttää muut näkyvät Bluetooth-laitteet	inquiry 5
inquiry 5 name	näyttää muut näkyvät Bluetooth-laitteet, ja niiden nimet	inquiry 5 name
call <osoite> 1101 rfcomm	luo yhteyden toiseen laitteeseen sarjaporttimoodissa	call 00:07:80:36:a6:5c 1101 rfcomm
+++	erikoiskomento moodin vaihtamiseen	<odota sekunti> paina näppäimistön keypadin '+'-näppäintä kolme kertaa nopeasti peräkkäin <odota sekunti>
close 0	katkaisee yhteyden	close 0
ring	ei komento, mutta kertoo että joku muu laite otti yhteyden	RING 0 00:07:80:36:a6:5c 1 RFCOMM
set control baud	muuttaa baudraten OLE VAROVAINEN!	set control baud 9600,8N1

Alla on esitetty samat komennot kuin yllä, mutta pitemmän selityksen kanssa.

Esimerkkikomento

Selitys

```
esimerkkikomento  
SAATU VASTAUS
```

Lisää selitystä

at

Komento yhteyden tarkastamiseen, vastaa OK, jos yhteys toimii

```
at  
OK
```

info

Kertoo infoa laitteesta (voi käyttää pitempänä yhteystestinä)

```
info  
WRAP THOR AI (4.0.0 build 317)  
Copyright (c) 2003-2010 Bluegig          AVRCP FTP PBAP PIO=0x00fc SSP SUBRATE VOLUME  
- BOCK3 version 317 (Apr 20 2010 16:44:21) (max acl/sco 7/1)  
- Bluetooth version 2.1, Power class 1  
- Loader 6297, firmware 6297 (56-bit encryption), native execution mode  
- up 0 days, 00:01, 0 connections (pool 1)  
  
READY.
```

set

Kertoo laitteen asetukset

```
set  
SET BT BDADDR 00:07:80:36:a6:69  
SET BT NAME testilauta  
SET BT CLASS 001f00  
SET BT AUTH * 0000  
SET BT IDENT BT:47 f000 4.0.0 Bluegiga iWRAP  
SET BT LAP 9e8b33  
SET BT PAGEMODE 4 2000 1  
SET BT PAIR ac:af:b9:e4:ef:5b 87acfc96938f9dbdcb2594e0469943fe  
SET BT ROLE 0 f 7d00  
SET BT SNIFF 0 20 1 8  
SET BT MTU 667  
SET CONTROL BAUD 115200,8n1  
SET CONTROL CD 00 0  
SET CONTROL ECHO 7  
SET CONTROL ESCAPE 43 00 1  
SET CONTROL GAIN 0 5  
SET CONTROL MSC DTE 00 00 00 00 00 00  
SET CONTROL PREAMP 1 1  
SET CONTROL READY 00  
SET PROFILE SPP Bluetooth Serial Port  
SET
```

Ylläolevasta vastauksesta meitä kiinnostaa lähinnä:

```
SET BT BDADDR 00:07:80:36:a6:69
```

joka kertoo laitteen Bluetooth-osoitteen

```
SET BT NAME testilauta
```

joka kertoo laitteen nimen (tässä tapauksessa "testilauta")

```
SET BT AUTH * 0000
```

joka kertoo laitteen PIN-numeron (tässä tapauksessa 0000), jota muut laitteet (esim. känny) voivat tarvita yhteyden luontiin

```
set bt name <uusinimi>
```

Muuttaa nimeä, jolla muut laitteet näkevät tämän laitteen

```
set bt name testilauta
```

Laitteen nimi on nyt "testilauta"

```
set bt auth * <4 numeroa>
```

Asettaa laitteen PIN-koodin

```
set bt auth * 0000
```

Laitteen PIN-koodi on nyt 0000

```
inquiry 5
```

Komento muiden Bluetooth-laitteiden etsintään.

```
inquiry 5
INQUIRY_PARTIAL 00:07:80:36:a6:5c 001f00
INQUIRY 1
INQUIRY 00:07:80:36:a6:5c 001f00
```

Tässä meitä kiinnostaa lähinnä toisen laitteen Bluetooth-osoite (tässä tapauksessa 00:07:80:36:a6:5c)

Vinkki 1: Jos et ole varma mikä laitteista on toinen oma laitteesi, johon haluat muodostaa yhteyden, ota siitä virta pois ja katso mitä laitteista ei löydy uudelleen.

Vinkki 2: Varmistu myös, että toinen laite, jonka haluat löytää, on asetettu asetuksissaan näkyväksi

```
inquiry 5 name
```

Komento muiden Bluetooth-laitteiden etsintään. Sama kuin edeltävä, mutta näyttää myös nimet (jos sellaiset on asetettuina), joista voi olla apua tunnistuksessa

```
inquiry 5 name
INQUIRY_PARTIAL 00:07:80:36:a6:69 001f00
INQUIRY 1
INQUIRY 00:07:80:36:a6:69 001f00
NAME 00:07:80:36:a6:69 "testilauta"
```

`call <osoite> 1101 rfcomm`

Muodostaa yhteyden toiseen Bluetooth-laitteeseen. "1101 rfcomm" loitsun lopussa kertoo, että halutaan käyttää sarjaporttimoodia.

<osoite> korvataan komennolla "inquiry 5" saadulla Bluetooth-osoitteella.

```
call 00:07:80:36:a6:5c 1101 rfcomm
CALL 0
CONNECT 0 RFCOMM 1
Puheet päälle!
No terve terve!
```

Komento annettiin ensimmäisellä rivillä. Kaksi seuraavaa riviä kertovat, että yhteyden muodostaminen onnistui. Viimeiset kaksi riviä ovat toisella laitteella kirjoitettua tekstiä.

+++

Tämä onkin hieman monimutkaisempi komento. Toimi seuraavasti:

<odota sekunti>

paina näppäimistön keypadin '+'-näppäintä kolme kertaa nopeasti peräkkäin

<odota sekunti>

```
READY.
at
OK
```

Ylläolevassa esimerkissä ensimmäisellä rivillä painettiin '+++', mutta sitä ei tulostunut. READY sen sijaan näyttää, että komento onnistui. Nyt kun tämän jälkeen kirjoitettiin "at", niin saatiin komentomoodin mukainen vastaus.

`close 0`

Katkaisee Bluetooth-yhteyden (mikäli sellainen on muodostettu)

```
close 0
NO CARRIER 0 ERROR 0
at
OK
```

Komento annettiin ensimmäisellä rivillä, saatiin palautteena toinen rivi, jonka jälkeen pysytään komentomoodissa, koska yhteys on katkaistu.

`ring`

Ei varsinainen komento, mutta WT11-A tulostaa tämän, kun siihen otetaan yhteys jollain muulla laitteella

```
RING 0 00:1a:7d:da:71:15 1 RFCOMM
EKA!
Heippa!
NO CARRIER 0 ERROR 0
```

Ylläolevassa esimerkissä WT11 tulosti itse ensimmäisen rivin, kun siihen otettiin yhteys toisella laitteella. Seuraavat kaksi riviä ovat tekstiä, mitä lähetettiin toisella laitteella tälle laitteelle. Lopuksi yhteys katkaistiin toisella laitteella.

Vinkki: Koska laite tulostaa ylläolevan kaltaisen rivin aina kun joku toinen laite ottaa siihen yhteyttä, oman koodisi tekstinkäsittelyssä voi olla hyödyllistä jättää R- tai RING- alkuiset rivit huomiotta.

set control baud

Muuttaa laitteen baud-ratea

OLE VAROVAINEN!

```
set control baud 9600,8N1
```

Tämän komennon jälkeen moduulin baud-rate on muutettu numeroksi, joka on ennen pilkkua. Pilkun jälkeen tuleva 8N1 kertoo, että ei pariteettibittiä ja yksi lopetusbitti. Älä käytä muita kuin 8N1:stä.

Baud-raten muuttaminen on varmintä tehdä USB-Serial muuntimen kanssa.

4. Datalehtien urleja

Koska tämä dokumentti on vain pikaopas, eikä todellakaan kata kaikkea mikä voi olla hyödyllistä tietää, niin alla on linkkejä datalehtiin. WT11 on fyysinen laite, ja IWRAP4 on sen ”käyttöjärjestelmä”

WT11 datalehti:

<https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/Murata%20PDFs/WT11.pdf>

IWRAP4 datalehti:

http://www.embeddedwirelessolutions.com/Data_Sheets/iWRAP4_User_Guide.pdf

IWRAP SPP profile application note

<https://www.silabs.com/documents/login/application-notes/AN990.pdf>

MUISTA: ÄLÄ MUUTA LAITTEEN BAUD-RATEA JOS EI PAKKO!!!

5. Liite 1: komentoja Arduino UNOn ledin komentamiseen sarjaportin kautta

Alla olevan koodinpätkän avulla voi komentaa Arduino UNOn lediä USB-piuhan sarjaportin kautta. Koodi tekee seuraavaa: Jos Arduino lukee kirjaimen '1', niin ledi pistetään päälle, ja jos Arduino lukee kirjaimen '0', niin ledi sammutetaan. Käyttö: uploadaa koodi Arduinoon, avaa serial monitor, kirjoittele nollia ja ykkösiä ja tarkkaile lediä. Harjoitus: voit muokata kyseistä koodia tottelemaan Bluetoothin kautta tulleita komentoja

```
int incomingByte = 0;
int ledPin = 13;

void setup(){
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop(){

  if (Serial.available() > 0) {
    //lue tavu:
    incomingByte = Serial.read();

    //katsotaan mitä luettiin:
    if(incomingByte == 49) { // ASCII-arvo 49 tarkoittaa merkkiä '1'
      digitalWrite(ledPin, HIGH);
    } else if(incomingByte == 48) { // ASCII-arvo 48 tarkoittaa merkkiä '0'
      digitalWrite(ledPin, LOW);
    }
  }
  delay(5);
}
```

Kopioitu härskisti sivulta:

<https://petrimaki.com/2013/04/28/reading-arduino-serial-ports-in-windows-7/>