



Haidar Al-Sherifi

# RFID:HEN PERUSTUVA LUKKO

Tekniikka  
2015

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Haidar Al-Sherifi
Opinnäytetyön nimi	RFID-hen perustava lukko
Vuosi	2015
Kieli	suomi
Sivumäärä	27
Ohjaaja	Martti Mustonen

---

Työn tarkoituksena oli valmistaa oveen RFID:hen perustuva lukko. Kulutiedot tallennetaan ja nämä tiedot haetaan kun tarvitaan. Laitteen valmistus tehtiin Vaasan ammattikorkeakoululle.

Toteutuksessa käytettiin Raspberry PI:tä ja sen lisäksi RFID-lukijaa. Ohjelmointikielenä käytetään C-kieltä. Ohjelmointi tapahtui Raspberry Pi:llä, minne myös ohjelman tiedot tallennettiin.

Laitteesta on monenlaisia hyötyjä. Sitä käytetään ovien lukoissa, kuten kuntosalin tai hotellien ja esimerkiksi työntekijöiden aikojen ja kestojen tallentamiseen. Opinnäytetyön tein oman koulutuksen ja kokemuksen sekä kirjallisuuden ja ohjaavan opettajan avulla. Tätä laitetta voi kehittää ja markkinoida, koska sen käyttäminen on lisääntynyt viime aikoina.



## SISÄLLYS

### TIIVISTELMÄ

### ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	7
2	RASPBERRY PI LAITTEENA .....	8
	2.1 Historia.....	9
	2.2 Käyttöjärjestelmä .....	9
	2.3 RFID tekniikka.....	11
	2.4 ID-12LA RFID- lukija(125 KHz).....	13
	2.6 RFID USB Reader .....	14
	2.7 Alcad sähköinen lukko.....	16
	1.1 Rapberry Pi Model B + Koodaus.....	18
	1.2 C-Kieli.....	18
3	KÄYTÄNTÖ.....	19
	3.1 Yleiskuva .....	19
	3.2.2 Vaihe 2 .....	20
	3.2.3 Vaihe 3 .....	21
4	TESTAUS.....	26
5	YHEENVETO.....	27
	LÄHTEET.....	28

**KUVIOLUETTELO**

<b>Kuvio 1.</b>	Raspberry PI	s.	7
<b>Kuvio 2.</b>	Raspberry Pi Model B+	s.	8
<b>Kuvio 3.</b>	Raspbian käyttöjärjestelmä	s.	9
<b>Kuvio 4.</b>	ID-12LA RFID- lukija	s.	12
<b>Kuvio 5.</b>	ID-12LA	s.	13
<b>Kuvio 6.</b>	RFID USB Reader	s.	15
<b>Kuvio 7.</b>	Alcad-sähköinen lukko	s.	16
<b>Kuvio 8.</b>	Sähköinen lukko kytkentä kuva1	s.	16
<b>Kuvio 9.</b>	Sähköinen lukko kytkentä kuva2	s.	20
<b>Kuvio 10.</b>	GPIO pinnit	s.	20
<b>Kuvio11.</b>	Putty ohjelma	s.	21
<b>Kuvio 12.</b>	Lukkokytkentäkaavio	s.	22
<b>Kuvio 13.</b>	Koko laitteen kytkentäkaavio	s.	23
<b>Kuvio 14.</b>	Ohjelman rakenne	s.	24
<b>Kuvio 15.</b>	X1-terminaali testauksen aikana.	s.	26
<b>Kuvio 16.</b>	X1-terminaali, komento ”sudo ./rfidlukija.out”	s.	27

## 1 JOHDANTO

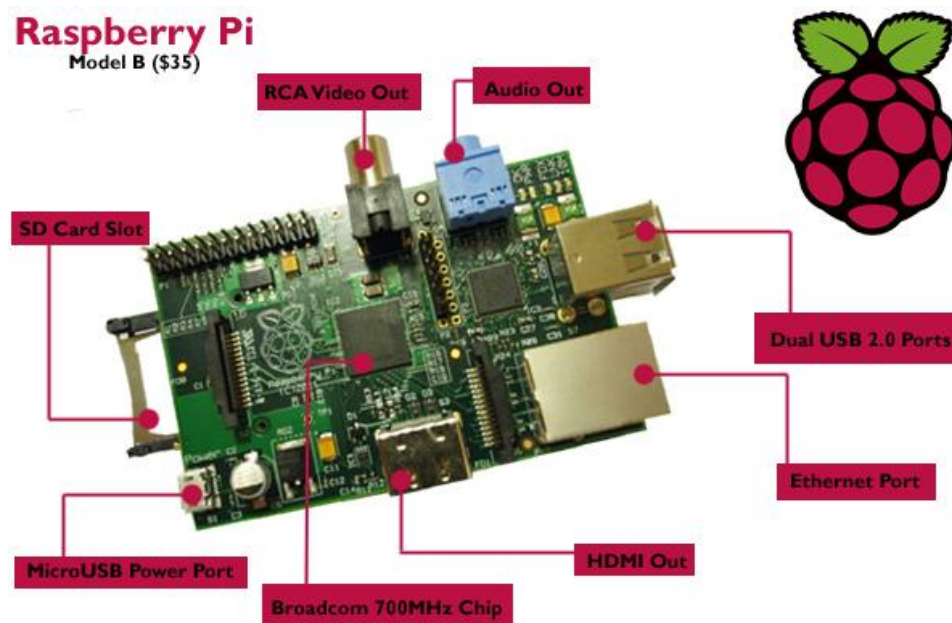
Tämän opinnäytetyön tavoite on valmistaa RFID:hen perustuva lukko. Idea syntyi keskustellessani opettaja Jukka Matilan kanssa. Mietin laitetta, jota on mahdollisuus valmistaa, kehittää sekä markkinoida. Opinnäytetyö tehtiin Vaasan ammattikorkeakoululle. Tätä laitetta voidaan käyttää esimerkiksi hotellien ja omakotitalojen lukoissa. On helppo seurata työntekijöiden tulo ja lähtöaikoja sekä työaika.

Opinnäytetyötä tein käyttäen omaa koulutusta, kirjallisuutta ja ohjaajan antamien ohjeiden avulla. Raspberry Pi on mukava käyttää ja olen ajatellut käyttää Raspberry Pi:tä myös mahdollisesti tulevissa projektissa.

Tulevaisuuden kannalta työ on hyvinkin hyödyllinen, koska tällaisten laitteiden käyttäminen on lisääntymässä koko ajan. Ne parantavat ja lisäävät turvallisuutta, koska vain kortin omistajalla on pääsy ovista. Tätä ideaa on aina mahdollisuus kehittää vielä paremmaksi.

## 2 RASPBERRY PI LAITTEENA

Raspberry Pi on pienikokoinen tietokone, jolla on yksi piirilevy (kuvio 1). Sen kehittäjä oli Raspberry Pi Foundation. Ensimmäinen malli julkaistiin neljänä versiona. Versiot olivat Model A, Model A+, Model B ja Model B+. Laitteiden hinnat vaihtelevat 25:sta 35 dollariin. Raspberry Pi käyttää Linuxin käyttöjärjestelmää. Pienessä tietokoneessa on 4- USB porttia, HDMI-portti ja SD kortti. Rapberry Pi:n on helppo päästä verkkoon Ethernet-portin kautta. Lisäksi on Audio Out, RCA video Out. /1/



**Kuvio 1.** Raspberry Pi

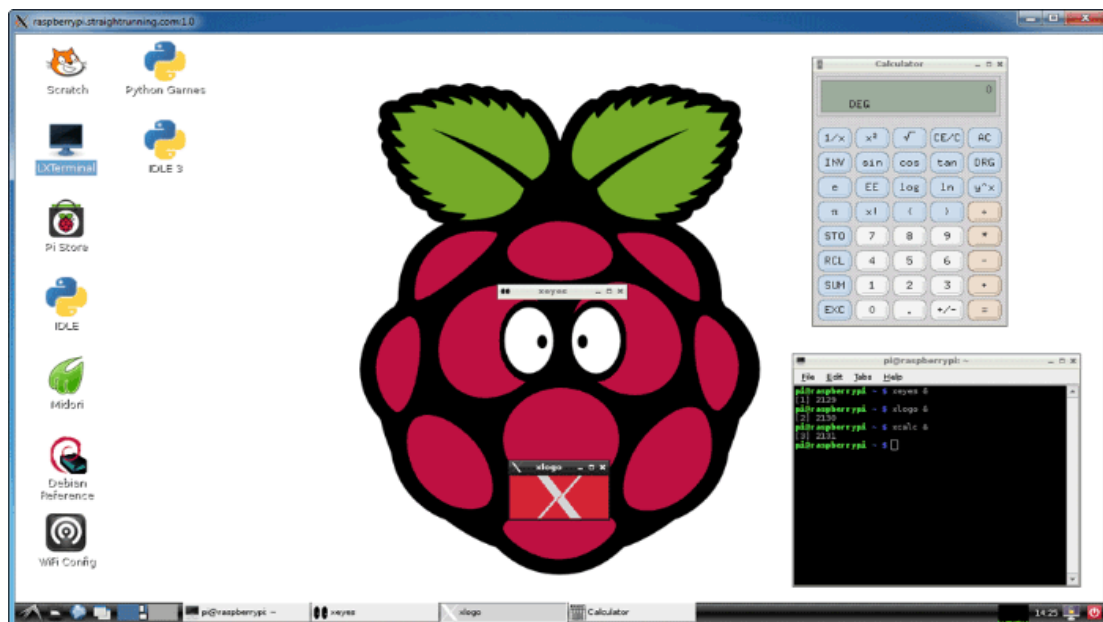
## 2.1 Historia

Raspberryn Pi:n idea syntyi, kun alettiin valmistaa edullisia tietokoneita lapsille vuonna 2006. Lapset voivat huoletta käyttää ja kokeilla Raspberry Pi:tä, ilman pelkoa siitä, että rikkovat kalliin laitteen.

Vuosina 2006–2008 suunniteltiin laitteesta useita versioita. Vuonna 2008 suunniteltiin tehokas ja edullisempi prosessori, joka tarjoaa enemmän ominaisuuksia. Tämän jälkeen jatkui Raspberryn Pi:n laitteen kehittäminen. /2/

## 2.2 Käyttöjärjestelmä

Raspberry Pi:lle on laaja valikoima eri Linux-pohjaisia kätköjärjestelmiä. Tätä työtä varten asensin Raspbian käyttöjärjestelmän (kuvio 2) Ohjelma on helposti ladattavissa internet-sivuilta esimerkiksi Raspberry Pi sivulta. (<https://www.raspberrypi.org/downloads/>). Ohjelma on ilmainen ja avoin. /2/

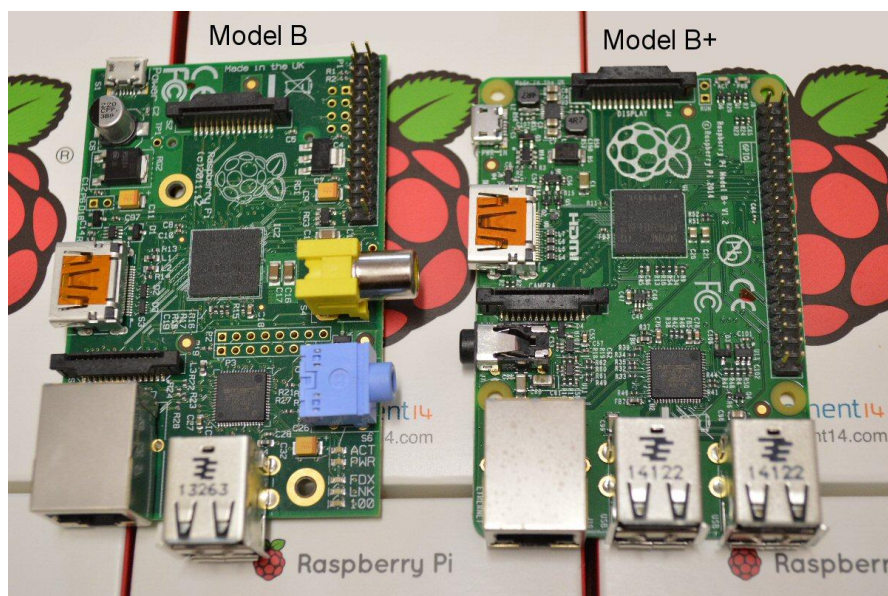


**Kuvio 2.** Raspbian käyttöjärjestelmä

Raspberry Pi B+ on viimeisin versio malleista. Se korvasi aiemmin julkaistun mallin B heinäkuussa 2014. Helmikuussa 2015 Korvattiin Raspberry Pi 2 Model

B. Uusiin ominaisuuksiin kuului muuan muassa 40 GPIO:ta aikaisemman 26 sijasta. /2/

B+ mallilla on kaksinkertainen määrä 4-USB portteja verrattuna malli B:hen, jolla on vain 2 porttia. SD-kortti korvattiin Micro SD-kortilla. B + malli toimii pienemmällä virralla(kuvio 3). Virran kulutus vähentyi noin 0.5W ja 1W välillä. Malli B+ sopii käytettäväksi esimerkiksi kouluissa ja hotelleissa. Se tarjoaa enemmän joustavuutta käyttäjille kuin kevyempi malli, joka vaatii vähemmän virtaa. /2/



**Kuvio 3.** Raspberry Model B+

### 2.3 RFID tekniikka

RFID eli Radio Frequency IDentification on radiotaajuinen etätunnistusmenetelmä tiedon etälukuun ja tallentamiseen. Tunnistus tapahtuu käyttäen RFID-tunnisteita. RFID tunniste tai saattomuisti on pieni laite, ja on mahdollista sisällyttää tuotteeseen valmistusvaiheessa tai liimata siihen jälkikäteen tarralla. /3/

Voidaan myös käyttää eläimiin, kun siru injektoidaan ihon alle tai kiinnitetään eläimeen korvalapulla. RFID-tunnisteet sisältävät antennin, jotta ne voi lähettää ja vastaanottaa radiotaajuisia kyselyitä RFID- lähetin-vastaanottimelta. /3/

RFID- muodostuu kahdesta peruskomponentista, joita ovat tag-lukija ja antenni, sekä tagissa, että lukijassa. RFID:tä voidaan käyttää moniin eri käyttötarkoituksiin kun vaihdetaan komponenttien tehoa, kokoa, antennimallia, toimintataajuutta ja tallennuskapasiteettia. RFID: n positiivinen asia on se, että se ei vaadi suoraa yhteyttä lukijan ja tagin välille. /3/

Tieto tallennetaan tagin mikrosiruun, mistä on yhteys tagin antenniin. Siru- ja antenni-yhdistelmää sanotaan RFID-tageiksi. Antennin kautta on mahdollisuus sirun tiedon välittämiseen RFID- lukijalle. Lukijan avulla muunnetaan sirulta siirretty radiosignaali digitaaliseen muotoon. Tämän jälkeen tiedot välitetään edelleen tietokoneelle missä niitä käsitellään. /3/

RFID- tunnisteet voivat olla kolmenlaisia joko aktiivisia, passiivisia tai puolipassiivisia. Passiivinen RFID- tunnistin toimii ilman omaa virtalähdettä. Laite vaati pienen sähkövirran, joka indusoituu antenniin saapuvasta radiotaajuisesta skannauksesta, ja sen avulla tunniste pystyy lähettämään eteenpäin tietoa. Virta ja hinta vaativat sen, että passiivisen RFID- tunnisteen vastaus on lyhyt, yleensä pelkkä ID-numero. Puolipassiivisella RFID tunnisteella on virtalahde, mutta ei

omaa lähetintä. Aktiiviset RFID-tunnisteet taas sisältävät virtalähteen. Niillä voi olla

yleensä pidempi kantomatka ja suurempi muisti kuin esimerkiksi passiivilla tunnisteilla. Niillä on kyky tallentaa lähetin-vastaanottimen lähettämät lisätiedot. Passiiviset ovat paljon edullisempia ja siksi suurin osa RFID-tunnisteista on passiivisia. Vuonna 2014 passiivisen tunnisteen hinta oli noin 0,25 euroa ja tavoite saada hinnat vielä alemmaksi noin 0,05 euroon. /3/

Nykyään käytetään yleisesti neljänlaisia RFID tunneista, jotka eroavat käytetyn radion perustella:

- Matalataajuustunnisteet (125-134 KHz)
- Korkeataajuustunnisteet (13,56 MHz)
- UHF-tunnisteet (868-956 MHz)
- Mikroaaltotunnisteet (2,45 GHz)

RFID- lukijalla on kolme eri tehtävää. Tehtävät ovat tuottaa tarvittava energia sähkömagneettisella kentällään passiiviselle tai puolipassiiviselle tunnisteele, tiedon lähettäminen ja vastaanottaa tunnisteen lähettämät tiedot sekä prosessoida ne. Lukuetaisyyteen vaikuttavat sekä lukijan että tunnisteen antennien koko ja tämän lisäksi lukijan lähettämän sähkömagneettisen kentän voimakkuus. Antennin koko riippuu ainoastaan siitä, miten pienenä tunniste halutaan pitää. Lukijan kentän voimakkuutta rajoitetaan yleensä maakohtaisesti. /3/

## 2.4 ID-12LA RFID- lukija(125 KHz)

RFID on johdoton ja kontaktiton radiotaajuustunnistus esineille, missä on RFID-tageja. ID-12LA on ID Innovationsin valmistama yksikertainen RFID lukija moduuli. Moduulissa on sisään rakennettu antenni (kuvio 4). Korttia luettaessa moduli lähettää yksilöllinen tunnisteen merkkijonona. /4/



**Kuvio 4.** ID-12LA RFID- lukija(125 KHz)

### **Omaisuuudet:**

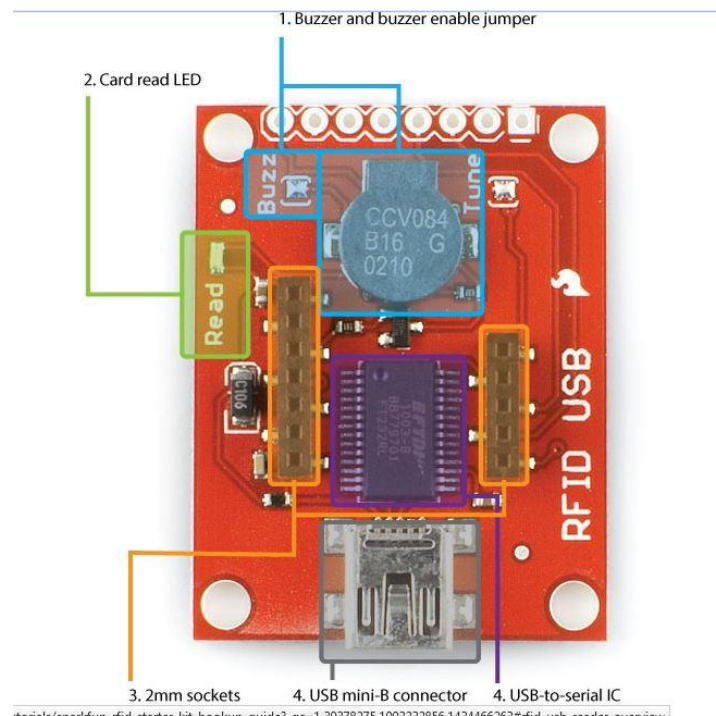
- 2.8 – 5V Käyttöjännite
- 125 KHz Lukutaajuus
- EM4001 64-bit RFID tag yhteensopiva
- 9600 bps TTL ja Rs232 lähdöt
- Magneettijuova emulaattori lähtö
- 120 mm lukualue



**Kuvio 5.** ID-2LA

## 2.6 RFID USB Reader

RFID USB- lukija on helppokäyttöinen. USB-sarjanumeron tukiasemia ovat ID 3LA, ID-12, ja ID-20LA lukijat (kuvio 5). Liitetään lukija ja USB kanta yhteen (kuvio 6). RFID USB lukija kytketään suoraan Raspberryin USB:n kautta. Tämän jälkeen asetetaan ID-12 moduulin päälle RFID-lukija. Kaikki riippuu käyttöjärjestelmästä, niitä voi olla monta. Esimerkiksi itse käytin Linux järjestelmää. Kun luetaan RFID-lukijakortti antaa virtaa lukkoon, silloin lukko avautuu. /4/



**Kuvio 6.** RFID USB Reader

Kuvassa olevat numerot tarkoittavat seuraavaa:

1. Buzzer, joka antaa merkkiäänän kun kortti luetaan.
2. Kortin lukijan LED
3. 2 mm rivivälillä pistorasiat, joihin liitetään RFID-moduulit(ID-12)
4. USB mini B-liitin
5. FTD123RL USB. Muuntaa moduulin TT-sarjaviestilähdöllä.

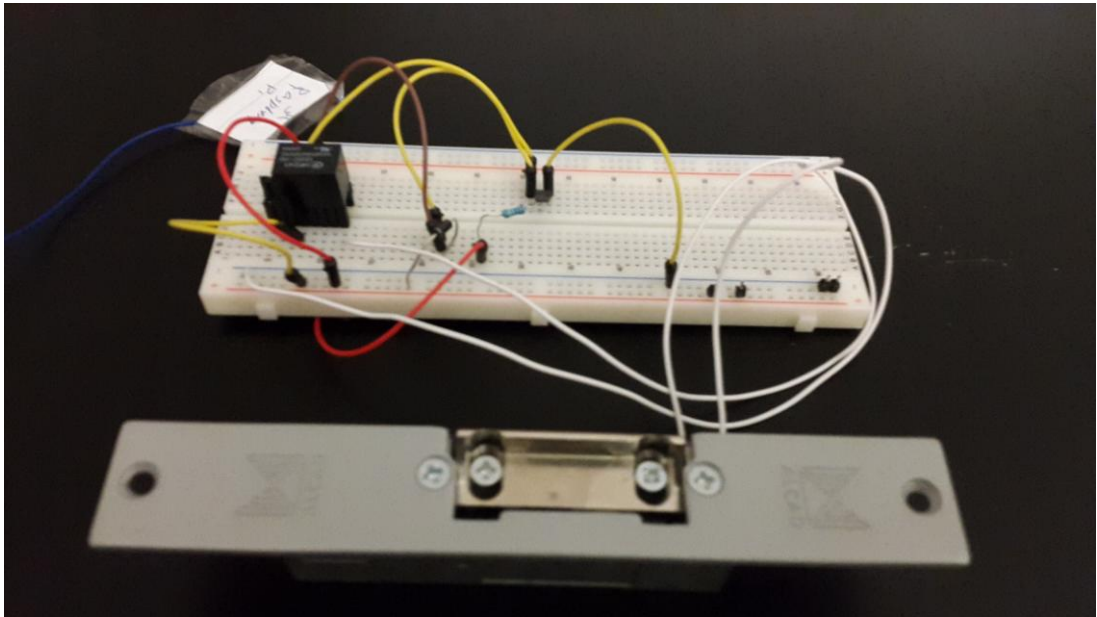
## 2.7 Alcad sähköinen lukko

Code: 9730000 | Type: ABR-001

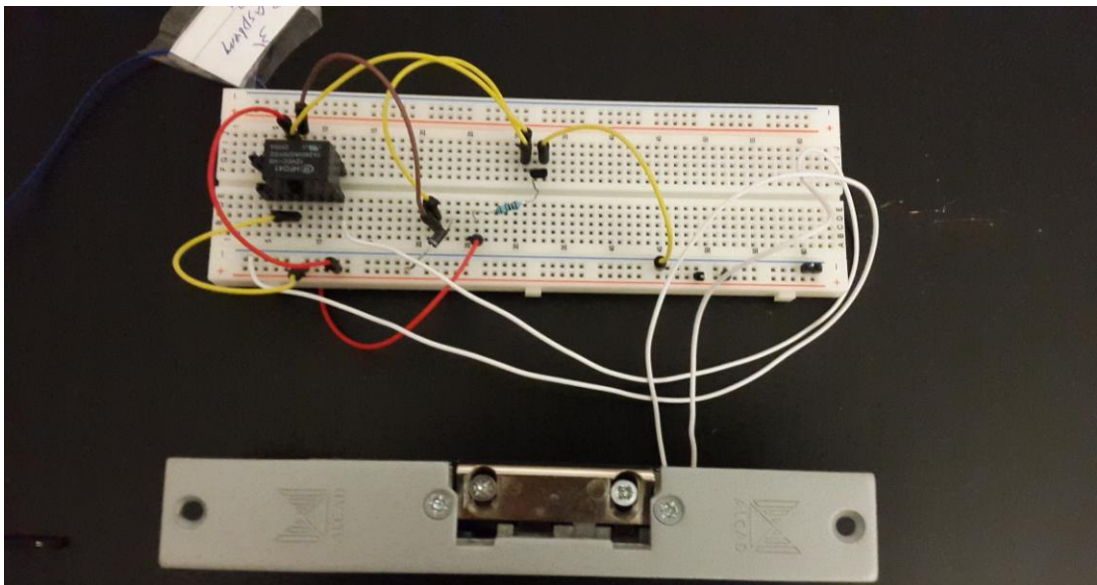


**Kuvio 7.** Alcad sähköinen lukko

Alcad on 12 V:n sähköinen lukko, joka on helppokäyttöinen. Kytetään lukko 12 V käyttöjännitteeseen ja Raspberryyn (kuvio 7-8). Tämän jälkeen luetaan RFID-kortti, silloin Raspberry antaa 5 V Jännitteen lukkoon ja ovi avautuu. /5/



**Kuvio 8.** Alcad-sähköinen lukko kytkentäkuva 1.



**Kuvio9.** Alcad-sähköinen lukko kytkentäkuva 2.

## **1.1 Raspberry Pi Model B + koodaus**

Raspberryissa on asennettu Linux ubuntu-käyttöjärjestelmä. C-kielillä on mahdollista tehdä ohjelma, joka ohjaa laitetta. Alussa ohjelmaa pitää lukea RFIDkortilta ja sitten tulostaa korttinumero. Kun luetaan kortti ohjelma antaa käskyn Raspberry:lle syöttää lähtöliittimeen virtaa. Virta kulkee lukkoon ja avaa sen. /6/

## **1.2 C-Kieli**

C-kieli on ohjelmointi, joka alkoi tulla tutuksi vuodesta 1970, silloin se kehitettiin UNI-käyttöjärjestelmää varten. C perustuu Ken Thompsonin Kehittämän B-kieleen. Alussa C-kieli tarkoitti pelkästään järjestelmäohjelmointia, mutta myöhemmin kehitettiin myös sovellusohjelmointikielenä. Nykyisin käytetään C-kieltä kaikissa järjestelmissä. /6/

## 3 KÄYTÄNTÖ

### 3.1 Yleiskuva

Tavoitteena on saada toteutetuksi sähköinen lukko, jolla voidaan hallita kulkuoikeuksia ja suorittaa kulunvalvontaa. On helppoa kulkea kun tarvitaan pelkkää korttia. Kun viedään kortti USB:n lukijakortin lähelle, silloin luku tapahtuu välittömästi ja lukko aukeaa

#### 3.1.1 Suunniteltu laitteen tekninen kuvaus

Päälaite on Raspberry Pi Model B. Lisäksi käytetään ID-12LA RFID –lukijaa ja Alcad-lukkoa. Kun luetaan kortti, mikäli avaimella on kulkuoikeus annetaan virtaa Raspberry:n IO liitynnän kautta lukolle, millä avataan tai suljetaan lukko. Toteutus tehdään C kielellä.

### 3.2 Toteutus

#### 3.2.1 Vaihe 1

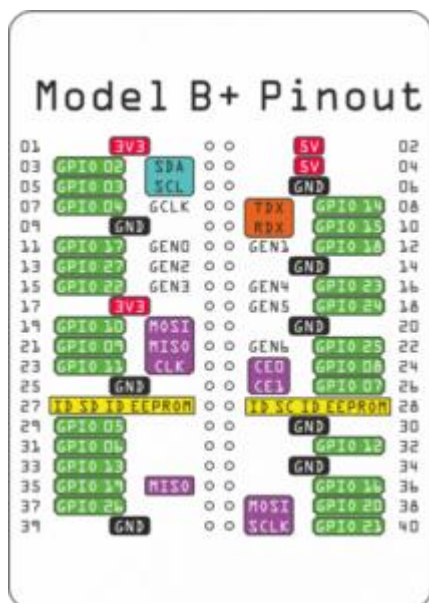
Aluksi piti asentaa käyttöjärjestelmä Raspberyyn. Ladattiin käyttöjärjestelmä SD-kortille. Tämä tehtiin PC-tietokoneella, SD-kortinlukija asennetaan MicroSD-muistikortin SD adapterissa. Se Formatoi muistikortin. Purettiin ladattu Ubuntu käyttöjärjestelmän muistikortille.

Asetettiin Micro SD Raspberyyn ja sitten kytkettiin näyttö, hiiri ja näppäimistö lisäksi Ethernet verkkokaapeli ja lopussa virta Micro USB:n kautta. Silloin kun virta on päällä Raspian käyttöjärjestelmä alkaa asentaamaan itseään. Asennus kesti noin 20 minuuttia. Sisään kirjaututtaessa avattiin graafinen käyttöjärjestelmä komennolla: ”startx”

### 3.2.2 Vaihe 2

Kun Raspberryn käyttöjärjestelmä oli valmis, kytkettiin RFID USB lukijakortti Raspberry:yn USB:n kaapelin kautta. Linuxin terminaali komennolla ”Sudo apt-get install minicom ttyUSB0” ja sitten komennolla ”Sudo minicom -b 9600 -D /dev/ ttyUSB0 ” Näillä komennoilla saatiin yhdistettyä RFID USB Reader Raspberyyn. Ohjelmoinnin kautta saatiin RFID USB toimimaan.

Raspberr:ssa on oltava GPIO-pinnit, sana tulee englannin kielestä sanoista general purpose input ja output. Niiden kautta tulee 5V jännite lukkoon. Pinnit, jossa on GPIO, on tarkoitettu yleiseen käyttöön. Pinnit voidaan asettaa ulosmenoksi tai sisäänmenoksi pinnoiksi. Jos halutaan asettaa sisäänmenoksi, voidaan testata, onko sen tila 0 eli alle 1.7 V, tai jos 1 pitäisi olla 1.7 tai yli 1.7 V. Ulosmenoksi asetetaan 3,3 V tai 5 V riippuen käyttötarkoituksesta. Itse asetin 5:iksi kun lukko tarvitsee 5 V jännitteen (Kuvio 10). /7/

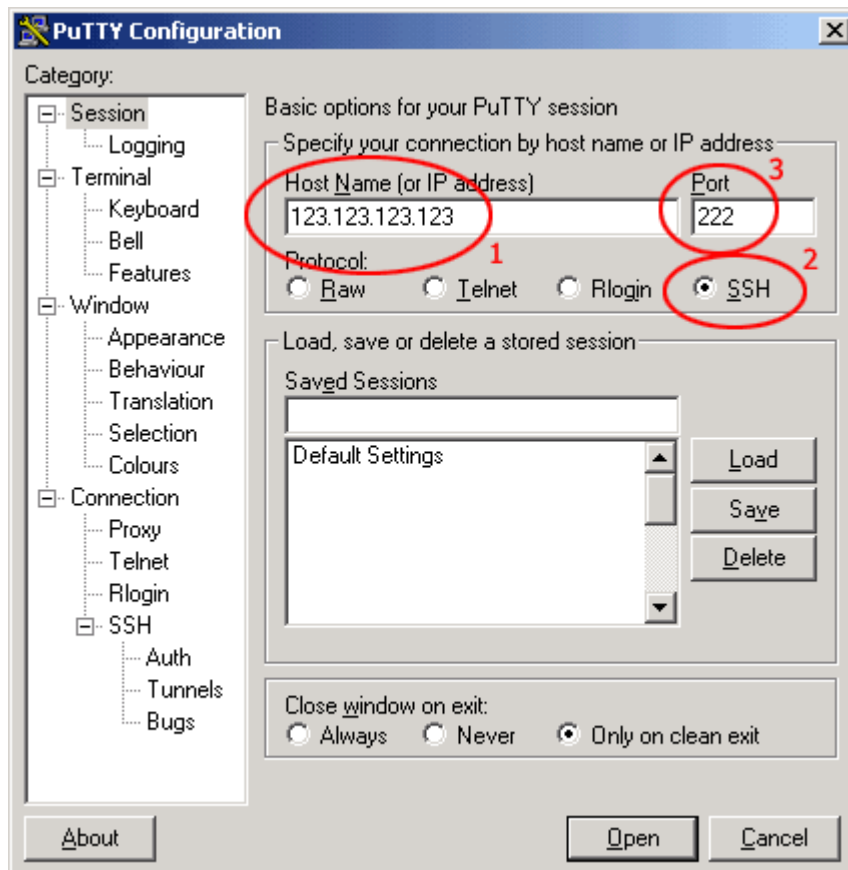


Kuvio 9. GPIO pinnit

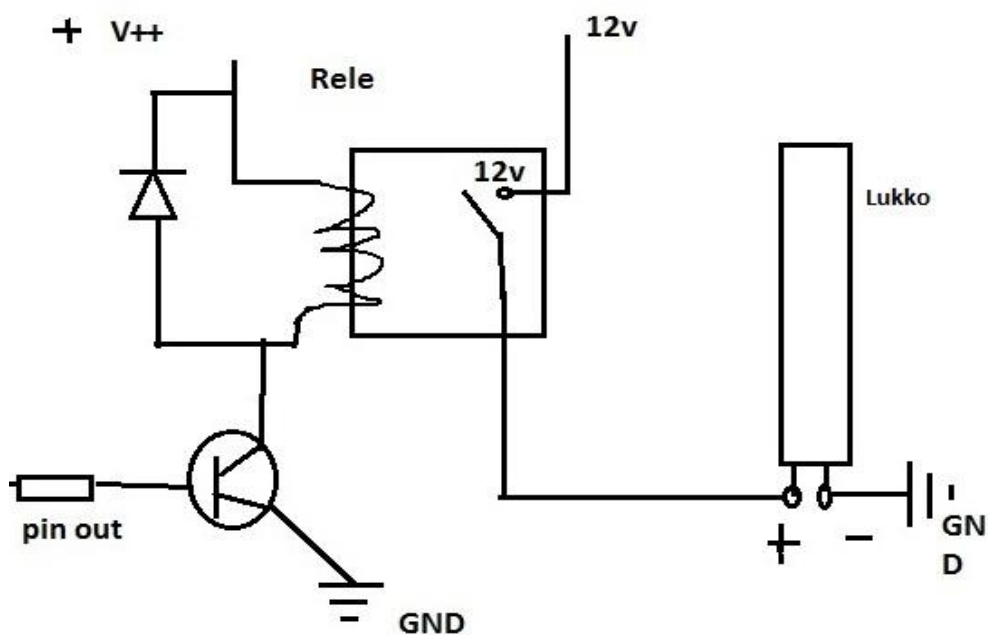
### 3.2.3 Vaihe 3

Alcad-elektroninen sähkölukko hankittiin valmiina, mutta sille olisi tehtävä oma kytkentä, jolla elektroninen lukko saatiin toimimaan. Kytkentää varten hankittiin diodi, resistanssi 2,5 k ohmi ja rele. Lukko toimii kun siihen kytketään 12 V käyttöjännite ja sen lisäksi kun ohjataan lukkoa 5 V releen kautta. Rele vetää 5 V, jota saatiin Raspberry:stä.

Putty on ilmainen ohjelmaa, jolla voi ottaa pääteyhteyksiä Windows-koneista muihin tietokoneisiin (kuvio 11). Se toimii yhdistämällä internet-yhteys. Putty on Telnetin ja SSH:n toteutus 32 bittisiin Windows ympäristöihin. Se on kooltaan pieni ohjelma eikä tarvitse asennusta. Riittää kun kopioi putty.exe ohjelman tietokoneelle. Pikakuvakkeen teko työpöydällä oli hyvin yksinkertaista eikä se vaatinut paljon mitään. Kun pikakuvake oli työpöydällä, sen jälkeen ohjelma on valmis käyttöön. Siihen kirjoitettiin kohtaan ”Host Name tai IP address” koneen Internet-nimi. Tämän jälkeen Valittiin protocol kohdasta vaihtoehto SSH ja lopuksi painettiin Open painekettä. Itse olin laittanut Raspberryn ”IP address”, silloin ohjelma pyysi Raspian käyttöjärjestelmän käyttäjänimeä ja salasanaa. /8/

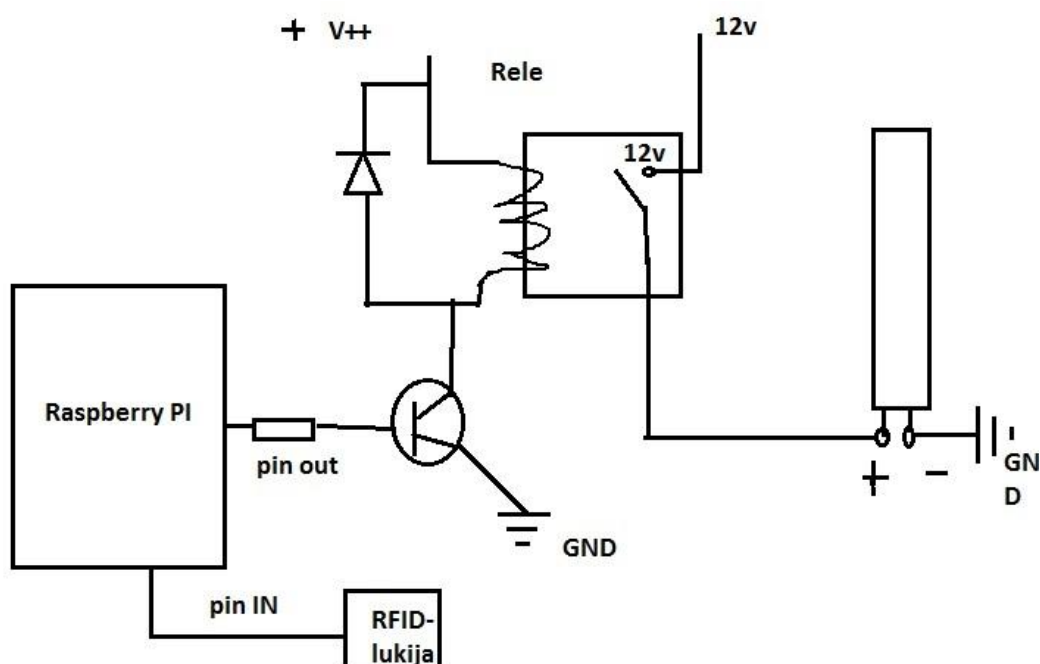


**Kuvio 10.** Putty-ohjelma



**Kuvio 12.** Lukkoyhtenäkaavio

Lukkoyhtenäkaaviossa näkyvä lukko ei toimi kunnolla ennen kuin se yhdistettiin Raspberryyn (kuvio 12). Lukon Raspberryyn yhdistämiseen tarvitaan rele, joka säätää sen toiminta, kun lukko alkaa saamaan virtaa Rasperrystä transistorin kautta releeseen ja tämän jälkeen releen kautta lukkoon. Ensin laboratoriossa lukkoa testattiin suoraan sähkövirtaan ilman, että välissä oli Raspberryyn Sen jälkeen kun näimme, että lukko toimii, jatkettiin kytkemällä se suoraan Raspberryyn.

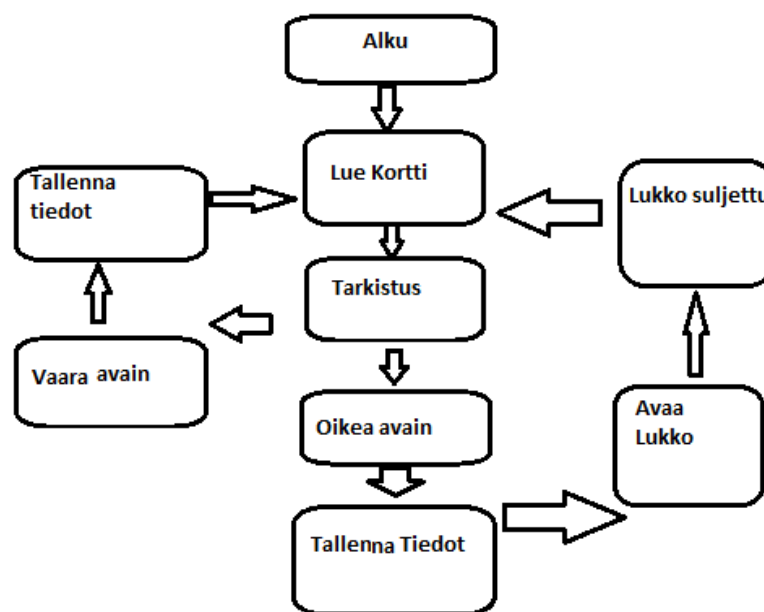


**Kuvio 13.** Koko laitteiden kytkentäkaavio

### 3.3.4 Koodaus

Tarkoituksena oli suunnitella ohjelma, joka pystyy lukemaan tiedot suoraan USB-lukijakortilta. Sen jälkeen verrataan kortin koodia, jos oikein, silloin avataan portti. RFID-lukko ohjelma avaa yhteyden RFID-lukijaan, ja alustaa tarvittavat muuttujat. Sen jälkeen ohjelma siirtyy ikuiseseen silmukkaan, missä on tilakone. Tilakoneen alkutila on alustettu koodissa, ja tilakone siirtyy ensimmäisenä LUE-tilaan, missä luetaan RFID-lukijan lukema avaintieto. Kun avaintieto on luettu, muutetaan tila ”TARKISTA ” tilaan, missä luettu avain tarkistetaan. Tarkistuksessa verrataan luettua avaintietoa oikeaan avaimeen, jos avain on sama, lukko avataan. Jos avain on väärä lukko ei avata. Kummasakin tapauksessa tapahtuma kirjoitetaan lokitiedostoon, log.txt. Jos avain on oikea, niin lukko avataan kahdeksi sekunniksi, sen jälkeen lukko suljetaan taas. Logi tiedostosta voi

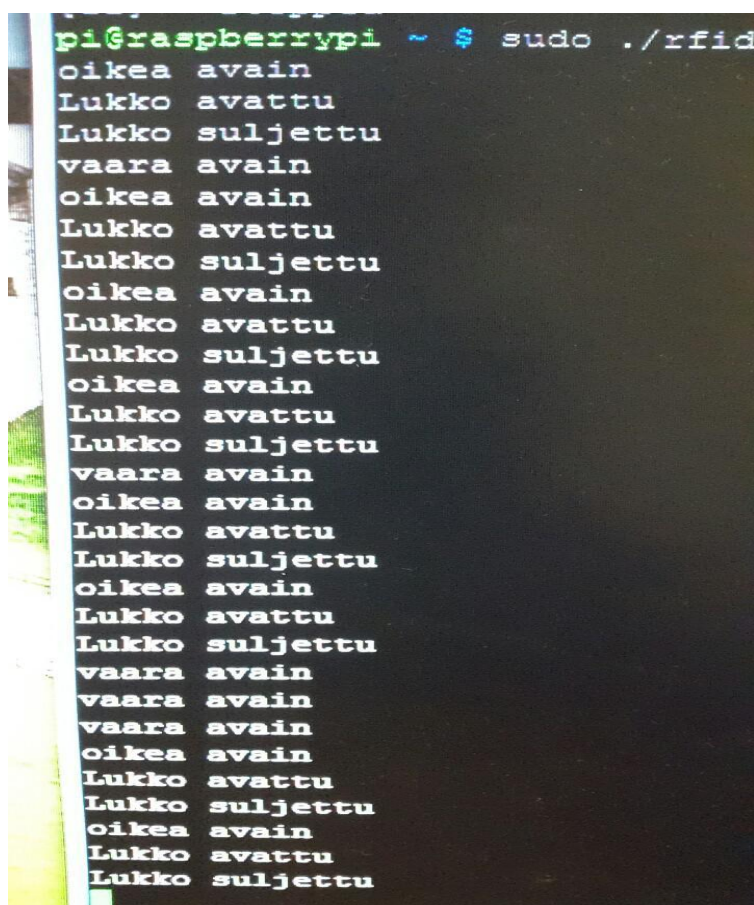
katsoa, millä avaimilla lukko on avattu tai yritetty avata (Kuvio 14) näkyy ohjelman rakenne.



**Kuvio14.** Ohjelman rakenne

## 4 TESTAUS

Kun kaikki laitteet on kytketty, Putty-ohjelman kautta yhdistetään raspian ja windows yhteen. Xl-terminaalissa kirjoitettiin komento: ”gcc -I/usr/local/include -L/usr/local/lib -lwiringPi rfidlukija.c -o rfid lukija.out”, silla komennolla käännettiin ohjelma ja sen jälkeen komennolla: ”sudo ./rfidlukija.out ” ajettiin ohjelma. Kun ohjelma toimii, tulostetaan Xl-terminaalissa ja tallennetaan tiedot (kuvio 15-16). Raspberry Pi model B+, lukee USB RFID-kortin, kun on oikeanlainen siihen tarkoitettu avain. Ohjelma antaa käskyn raspberryille, joka antaa virtaa 5 V output lukkoon, ja tämän vaiheen jälkeen avataan ovea, kun oikea avain on luettu. Mikäli kyseessä on väärä avain, lukko ei pysty lukemaan sitä eikä tällöin ovi aukea.



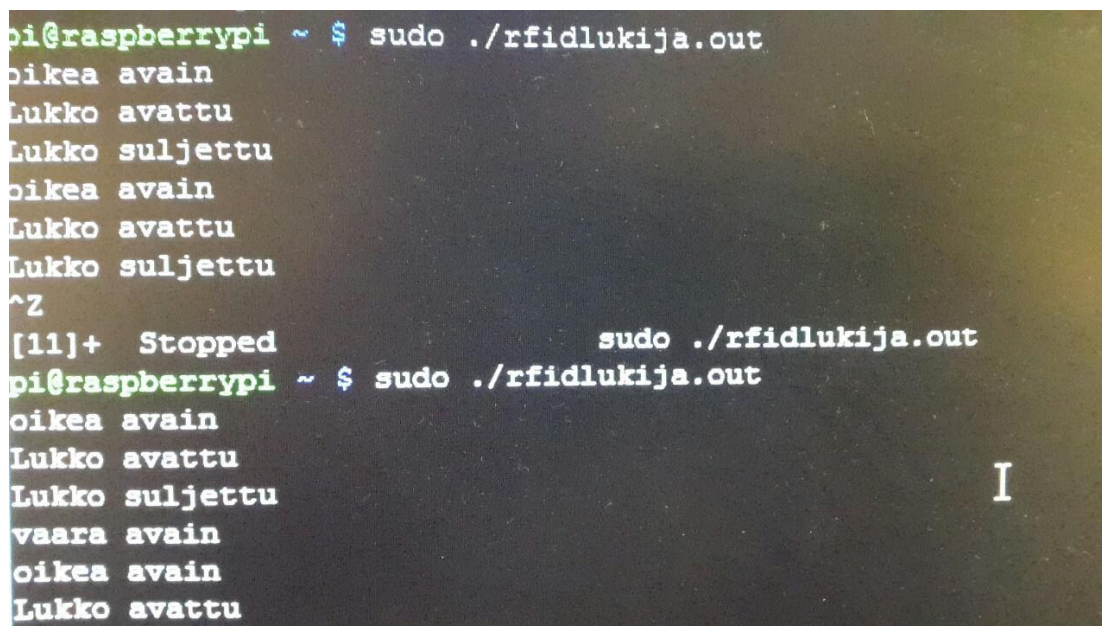
```
pi@raspberrypi ~ $ sudo ./rfid
oikea avain
Lukko avattu
Lukko suljettu
vaara avain
oikea avain
Lukko avattu
Lukko suljettu
oikea avain
Lukko avattu
Lukko suljettu
oikea avain
Lukko avattu
Lukko suljettu
vaara avain
oikea avain
Lukko avattu
Lukko suljettu
oikea avain
Lukko avattu
Lukko suljettu
vaara avain
vaara avain
vaara avain
oikea avain
Lukko avattu
Lukko suljettu
oikea avain
Lukko avattu
Lukko suljettu
```

**Kuvio15.** Xl-terminaali testauksen aikana.

## 5 YHEENVETO

Opinnäytetyön tavoite oli valmistaa RFID:hen perustuva lukko oveen. Työ mielestäni onnistui hyvin, sillä loppujen lopuksi saimme laitteen toimimaan. Laitetta on mahdollista kehittää sekä markkinoida.

Koko laitteen osat toimivat niin kuin oli suunniteltu ja testattu. Voidaan lisätä, että Raspberry Pi model B+, lukee USB-rfid-kortin, kun on oikea avain, jos se on väärä avain, se voi lähettää varoituksen laitteen omistajalle esimerkiksi, omaan puhelimeen tai tablettiin.



```
pi@raspberrypi ~ $ sudo ./rfidlukija.out
oikea avain
Lukko avattu
Lukko suljettu
oikea avain
Lukko avattu
Lukko suljettu
^Z
[11]+  Stopped                  sudo ./rfidlukija.out
pi@raspberrypi ~ $ sudo ./rfidlukija.out
oikea avain
Lukko avattu
Lukko suljettu
vaara avain
oikea avain
Lukko avattu
```

**Kuvio16.** Xl-terminaali, komento ”sudo ./rfidlukija.out” joka ajaa ohjelmaa.

## LÄHTEET

/1/ 2014. Raspberry Pi - Specs, Setup and Guide. Viitattu 19.8.2015.  
[http://www.trustedreviews.com/opinions/raspberry-pi\\_Page-2](http://www.trustedreviews.com/opinions/raspberry-pi_Page-2)

/2/ Raspberry Pi Foundation. 2013. Raspberry Pi 1 Model B+. Viitattu 23.08.2015. / <https://www.raspberrypi.org/about/>

/3/ ID 12LA RFID lukija Viitattu 22.8.2015.  
[https://learn.sparkfun.com/tutorials/sparkfun-rfid-starter-kit-hookup-guide?\\_ga=1.39378275.1993232856.1434466263](https://learn.sparkfun.com/tutorials/sparkfun-rfid-starter-kit-hookup-guide?_ga=1.39378275.1993232856.1434466263)

/4/ ID-12LA Viitattu 25.9.2015  
<http://www.hobbytronics.co.uk/rfid-reader-id12la>

/5/ Alcad Sähköinen lukko Viitattu 2.10.2015  
[http://www.alcad.net/en/products/access\\_control\\_system\\_catalogue\\_list.php?grupo=232&subgrupo=252](http://www.alcad.net/en/products/access_control_system_catalogue_list.php?grupo=232&subgrupo=252)

/6/ Raspberry Pi Koodaus Viitattu 12.10.2015  
<http://www.virtuaaliopetus.com/index.php/2012-11-20-02-57-03/at5-mikroprosessorikurssi/harjoitustehtavaet/kaeyttoejaerjestelmaen-asentaminen>

/7/ GPIO Pinnit Viitattu 15.10.2015  
<http://www.keytosmart.com/raspberry-pi-b-gpio-details-pinout/>

/8/ Putty 21.10. 2015. Viitattu

<http://putty.org.ru/articles/xming-with-raspberry-pi.html>