

Antti Jaara

**MAKSIMAALINEN HAPENOTTOKYKY JA RFID/NFC-RATKAISU
NÄYTTÖPANEELIIN**

MAKSIMAALINEN HAPENOTTOKYKY JA RFID/NFC-RATKAISU NÄYTTÖPANEELIIN

Antti Jaara
Opinnäytetyö
Kevät 2017
Tietotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan koulutusohjelma, hyvinvointiteknologia

Tekijä: Antti Jaara

Opinnäytetyön nimi: Maksimaalinen hapenottokyky ja RFID/NFC-ratkaisu näyttöpaneeliin

Työn ohjaajat: Kaisa Orajärvi, Timo Vainio

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2017

Sivumäärä: 10 + 2 liitettä

Tämä opinnäytetyö tehtiin koosteopinnäytetyönä, ja se koostuu kahdesta eri osasta. Ensimmäinen 5 opintopisteen laajuinen osa valmistui keväällä 2015, ja toinen 10 opintopisteen laajuinen osa keväällä 2017. Ensimmäinen osa käsittelee maksimaalista hapenottokykyä ja toinen osa tuoteprojektin yhteydessä tehtyä RFID/NFC-ratkaisua näyttöpaneeliin.

Ensimmäisessä osassa selvitetään maksimaalisen hapenottokyvyn toimintaa ja siihen vaikuttavia asioita. Lisäksi tutkitaan sen harjoittelua ja käydään läpi eri mittaustekniikoita. Aihe antoi hyvän käsityksen ihmisen hengityselinten toiminnasta, ja erilaisista mittaustekniikoista. Ensimmäisen osan aiheesta ei voitu jatkaa siihen sopivan yrityksen löytämisestä aiheutuneiden ongelmien vuoksi.

Opinnäytetyön toisessa osassa kartoitetaan RFID/NFC-tunnistusta varten eri vaihtoehtoja vastaanottimista ja antenneista. Opinnäytetyö tehtiin Mikronix Oy:lle osana heidän meneillään ollutta tuoteprojektia. Työn tavoitteena on verifioida ratkaisun konsepti toimivuuden todentamiseksi, vertailla vaihtoehtoja ja tehdä suositus soveltuvimmasta ratkaisusta.

Työn tuloksena saatu ratkaisu otettiin käyttöön yrityksen toimesta, ja tulee olemaan osana tuhansia kuntosalilaitteita. Toisen osan aihe antoi mahdollisuuden olla osana hyvinvointiteknologian tuotekehitysprojektia, ja samalla saatiin tutustua etätunnistukseen käytettävään etulukutekniikkaan.

Asiasanat: RFID, NFC, henkilön tunnistus, testaus, hapenottokyky

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree programme in Information Technology and Telecommunication, Medical Engineering

Author: Antti Jaara

Title of thesis: VO2 max and RFID/NFC solution for a display panel

Supervisors: Kaisa Orajärvi, Timo Vainio

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2017

Pages: 10 + 2 appendices

This thesis was made in two separate parts. First part consists of 5 credits, and the second one of 10 credits. These parts were made in the spring of 2015 and in the spring of 2017. First part scratches the surface of VO2 max and the second part is about finding a solution for a RFID/NFC based user identification.

First part is about studying VO2 max, finding how it works and what are the things that affect it. In addition research is made how to train it, and what are the techniques of measuring it. Subject gave a good understanding on how the human respiratory system works, and what are the differences between measurement techniques.

In the second part research is conducted to find different solutions for a RFID/NFC based user identification. The goal was to find a suitable reader and an antenna for a company called Mikronix to be used in their project. Functionality of the concept had to be verified and recommendation on the most suitable solution had to be given. As a result of the work, the offered solution was taken into use by the company, and will be part of thousands of gym equipments.

Keywords: RFID, NFC, person identification, testing, VO2 max

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	6
2 ENSIMMÄISEN OSAN ESITTELY	7
3 TOISEN OSAN ESITTELY	8
4 YHTEENVETO	9
LIITTEET	10

1 JOHDANTO

Tietotekniikan koulutusohjelmassa olleen kokeilun mahdollistamana tämä opinnäytetyö on tehty kahdessa osassa, joista ensimmäinen on 5 opintopisteen ja toinen kymmenen opintopisteen laajuinen. Työn osat ovat valmistuneet vuosina 2015 ja 2017.

Ensimmäinen osa käsittelee maksimaalisen hapenottokyvyn teoriaa, josta käydään läpi sen toimintaa ja siihen vaikuttavia asioita. Lisäksi tutustutaan maksimaalisen hapenottokyvyn harjoitteluun sekä erilaisiin mittaustekniikoihin. Aiheen valinta tapahtui itseäni kiinnostavan aihealueen ja siitä mahdollisesti helposti saatavan jatkoaiheen vuoksi. Jatkoaiheeseen sopivan yrityksen löytäminen osoittautui kuitenkin liian haasteelliseksi Oulun alueelta, eikä aiheesta siten pystynyt jatkamaan.

Opinnäytetyön toinen osa käsittelee RFID/NFC-ratkaisua näyttöpaneeliin. Aiheen tarjosi Mikronix Oy, joka työn tekemisen aikaan teki tuotekehitysprojektia kokkolalaiselle kuntosalilaitteita valmistavalla HURille. Työn tarkoituksena oli löytää toimiva ratkaisu etälukutekniikalla toimivaan henkilöntunnistukseen. Käyttöympäristön tuomien haasteiden myötä piti löytää oikeanlainen lukija ja antenni. Tavoitteena oli verifioida konseptin toimivuuden todentamiseksi, sekä tehdä suositus soveltuvimmasta ratkaisusta.

2 ENSIMMÄISEN OSAN ESITTELY

Työn ensimmäisessä osassa käsitellään maksimaalista hapenottokykyä, sen toimintaa ja siihen vaikuttavia asioita. Työssä myös perehdytään hapenottokyvyn harjoittelun vaikutusta ihmisen kehoon ja tutkitaan sen eri mittaustekniikoita. Tavoitteena oli ymmärtää maksimaalisen hapenottokyvyn toiminta syvällisesti.

Työssä mennään laajalti biologian alueella, sillä aiheen tekninen puoli esimerkiksi mittausten osalta oli määrä käsitellä seuraavissa osissa. Työssä käydään läpi ihmisen hengityksen toimintaa ja sen muutoksia rasituksen yhteydessä sekä seurataan muun muassa hapen matkaa ilmasta lihaksiin aina energian tuotantoon asti.

Työn seurauksena maksimaalisen hapenottokyvyn todettiin olevan laaja käsite, ja sen toimintaan vaikuttavien asioiden määrä oli huomattava. Tutuksi työn aikana tuli ihmisen anatomia sekä erilaiset mittaustekniikat ja niiden erot. Ensimmäisenä kosketuksena opinnäytetyön tekemiseen tämä työ onnistui hyvin, ja sen ansiosta opittiin paljon esimerkiksi kirjoittamisesta ja tiedon hankinnasta.

3 TOISEN OSAN ESITTELY

Työn toinen osa käsittelee etätunnistustekniikalla henkilön tunnistamiseen käytettävää RFID/NFC-ratkaisua. Mikronix Oy tarvitsi heidän tuoteprojektiinsa RFID/NFC-ratkaisun, joka pystyi vastaamaan käyttöympäristön tuomiin haasteisiin ja samalla täyttämään järjestelmän vaatimukset. Tarkoituksena oli kartoittaa vastaanottimia ja antenneja sekä tehdä ehdotus soveltuvimmasta ratkaisusta. Tavoitteena oli löytää pieneen tilaan menevä ratkaisu ja verifioida konsepti toimivuuden todentamiseksi.

Työssä käydään läpi etätunnistustekniikan teoriaa ja tutustutaan kahteen lukijaan tarkemmin. Lukijoiden toiminta ja testaus käydään tarkasti läpi, sekä kerrotaan johtopäätöksiä edeltänyt ajatuksen kulku. Työn tuloksena saatu ehdotus otettiin käyttöön osaksi yrityksen tuoteprojektia.

Työn alussa asetetut tavoitteet täyttyivät suurimmalta osin, mutta esimerkiksi alkuperäisiin toiveisiin antennin mitoista ei päästy. Tämä johtui kesken työn vaihtuneista järjestelmän vaatimuksista sekä aikataulusta. Etälukutekniikan tekninen toteutus ja sen erilaiset sovellutukset tulivat tutuiksi, ja matkaan tarttui myös hyödyllistä osaamista esimerkiksi tuotekehitysprojektin tekemisestä.

4 YHTEENVETO

Opinnäytetyö tehtiin koosteopinnäytetyönä kahdessa osassa. Osat valmistuivat vuoden 2015 ja 2017 keväällä ja olivat laajuudeltaan 5 ja 10 opintopistettä. Ensimmäinen osa oli puhtaasti teoriapainotteinen, ja toisessa osassa päästiin tekemään myös testausta ja tutkimusta. Kokonaisuudesta tuli aiheiden vaihtumisen takia hieman epämääräinen, mutta se antoi samalla mahdollisuuden tutustua tarkemmin useampaan aiheeseen.

Osaopinnäytetöinä tehtävä opinnäytetyö on mielestäni osittain onnistunut konsepti, jota on helppo lähteä tekemään verrattuna yhteen isoon työhön. Ensimmäinen osa tuli ehkä liian nopeaa eteen jo toisen opiskeluvuoden jälkeen, eikä siihen osannut suhtautua tarpeen vaatimalla tavalla. Lisäksi sopivan aiheen löytäminen opiskeluiden varhaisessa vaiheessa tuntui vaikealta, jonka seurauksena töiden aiheet vaihtelivat. Lopulta pienien esteiden ylittäminen tuntui helpommalta yhteen isoon verrattuna, joskin kokeilu on sittemmin otettu pois käytöstä.

Työn aikana pääsi soveltamaan opiskeluiden aikana opittuja taitoja sekä oppimaan uutta käytännön tekemisellä. Työn aiheiden suhteen kävi hyvä onni, sillä ne olivat kummatkin hyvin mielenkiintoisia ja tekivät työn tekemisestä mielekäästä. Insinöörityönä työ oli kokonaisuudessaan onnistunut, ja työn toiseen osaan kulminoitui hyvin neljän vuoden aikana kertynyt oppi.

LIITTEET

Liite 1 Maksimaalinen hapenottokyky

Liite 2 RFID/NFC-ratkaisu näyttöpaneeliin

Antti Jaara

MAKSIMAALINEN HAPENOTTOKYKY

MAKSIMAALINEN HAPENOTTOKYKY

Antti Jaara
Opinnäytetyö, osa 1
Kevät 2015
Tietotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

SISÄLLYS

SISÄLLYS	3
SANASTO	4
2 JOHDANTO	5
3 HAPENOTTOKYKY	6
3.1 Toiminta	6
3.2 Vaikuttavat asiat	9
4 HARJOITTELUN VAIKUTUS	10
5 MITTAAMINEN	11
6 YHTEENVETO	12
LÄHTEET	13

SANASTO

ATP	Adenosiinitrifosfaatti, yhdiste, joka on solujen pääasiallinen energianlähde.
ADP	Adenosiinidifosfaatti, yhdiste, josta syntyy ATP:ta.
Diastolinen paine	Veren alapaine
Inspiraatio	Sisäänhengitys
Respiraatio	Hengitys
Systolinen paine	Veren yläpaine
Vitaalikapasiteetti	Ilmamäärä, jonka ihminen pystyy hengittämään ulos kerralla.
VO ₂ max	Maksimaalinen hapenottokyky, ilmaisee maksimimäärän, minkä keho voi kuljettaa happea kerralla. (ml/kg/min)

1 JOHDANTO

Hapenottokyky kertoo ihmisen kyvystä kuljettaa happea lihaksille. Hapen siirtämisen hengitysilmaasta lihaksiin suorittaa hengitys- ja verenkiertoelimistö. Sitä mukaa kun ihmisen raskustaso kasvaa, lihakset vaativat enemmän happea. Kun hapenottokyky saavuttaa maksimaalisen tason ja raskitus jatkuu, alkavat lihakset saada energiaa pilkkomalla orgaanisia aineita, kuten hiilihydraatteja tai glukooseja. Sivuaineena syntyy maitohappoa, joka pysäyttää kyseisen prosessin.

Tämän työn tarkoituksena on selvittää maksimaalisen hapenottokyvyn toimintaa ja siihen vaikuttavia asioita sekä hapenottokyvyn harjoittelun vaikutusta ihmisen kehoon. Lisäksi tutkitaan hapenottokyvyn mittaustekniikoita.

Hapenottokykyä voidaan mitata joko laboratoriossa, tai sen voi arvioida raskutuksen ja sykkeen välisestä suhteesta. Maksimaalinen hapenottokyky ilmaistaan usein ihmisen painoon suhteutettuna (ml/kg/min). Hapenottokykyyn vaikuttavat muun muassa ikä, sukupuoli ja ilman happipitoisuus. (1.)

2 HAPENOTTOKYKY

Hapenottokyvyllä tarkoitetaan ihmisen kehon kykyä kuljettaa happea lihaksille sekä lihasten kykyä käyttää happea energiantuotantoon. Maksimaalinen hapenottokyky on hengitys- ja verenkiertoelimistön kuntomittari, joka ilmaisee maksimimäärän, jonka keho voi kuljettaa happea kerralla. Periaatteessa maksimaalinen hapenotto kertoo, kuinka hyvin ihminen kestää räsitusta.

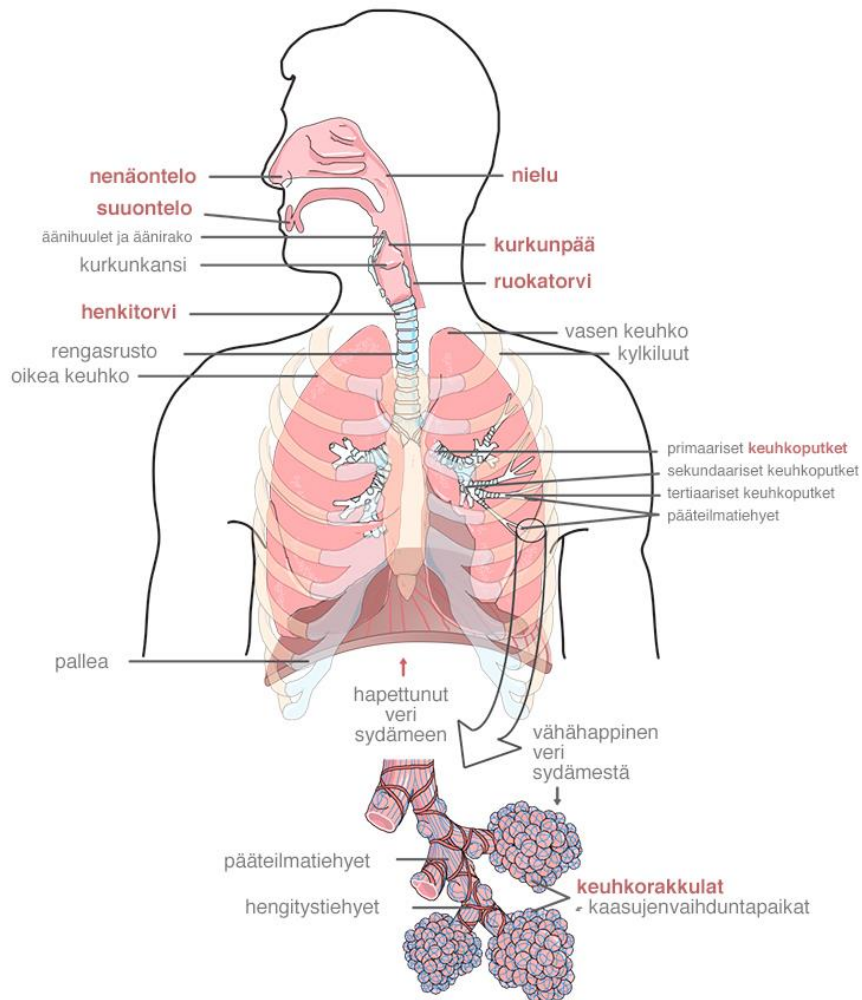
Hapenottokykyä voidaan ilmaista joko litroina minuutissa (l/min), tai kehon painoon suhteutettuna millilitraa kiloa kohden minuutissa (ml/kg/min). Edellä mainittu kertoo kuinka paljon happea keho voi kuluttaa minuutissa, ja jälkimmäinen suhteuttaa hapenottokyvyn painokiloihin. Painoon suhteutettuna se kertoo muun muassa ihmisen kestävyyskunnosta. Maksimaalisesta hapenotosta voidaan käyttää lyhennettä VO₂max. (1.)

2.1 Hapenottokyvyn toiminta

Hengittämisellä eli respiraatiolla tarkoitetaan kaikkia ilman ja solujen välillä suoritettavaa kaasujen vaihdon vaihteita.

Hengitys alkaa inspiraatiolla eli sisäänhengityksellä, joka tapahtuu levon aikana nenäontelon kautta. Ilma kostuu ja lämpenee ruumiinlämpöiseksi nenän limakalvon ansiosta. Tämä suojaa nenäkarvojen ohella keuhkoja infektioilta ja jäähtymiseltä. Mikäli nenäontelon kautta saatu ilma ei riitä kattamaan ihmisen hapentarvetta, käytetään suuonteloa. Suuontelon käyttö voi johtua rasituksesta tai siitä, että nenäontelo on sairauden seurauksena tukossa. Suuontelon kautta hengitettyä ilmaa pidetään yleisesti epäterveellisempänä, koska se ei kulje limakalvon

kautta ja on siten käsittelemätöntä. Sisäänhengitys käynnistyy rintakehän laajenemisella, joka saadaan aikaan pääosin pallean avulla. (2.) (Kuva 1.)



Kuva 1. Ihmisen hengitysteiden anatomia. 8. Teva Respiratory 2014. Hengityselinten anatomia [viitattu 23.4.2015]. Saatavissa: <http://www.teva-respiratory.fi/asthma-and-copd/test-respiratory-system>

Hengityksessä ilma kulkee keuhkoihin ja keuhkoista pois ja tarkemmin sitä kutsutaan keuhkotuuletukseksi. Ilma siirtyy ilmanpaineen avulla joko keuhkorakkuloihin tai niistä pois. Keuhkoihin mennessään ilma kulkeutuu keuhkorakkuloihin

eli alveoleihin. Alveoleita voi olla yhteensä jopa 500 miljoonaa, ja niitä ympäröi tiheä hiussuoniverkosto. Happi siirtyy alveoleista 0,0007 mm paksun seinämän läpi vereen, ja verestä siirtyy saman seinämän läpi hiilidioksidia. Hiilidioksidi siirtyy keuhkoista uloshengityksen avulla ilmaan. Uloshengitys on passiivista, eli siihen ei tarvita lihastyötä. Rasituksessa passiivinen uloshengitys ei enää riitä, kun ihmisen on lisättävä hengitystiheyttä. Uloshengitys muuttuu aktiiviseksi, kun muun muassa kylkivälilihakset nopeuttavat rintaontelon pienenemistä. (2.)

Vereen siirtyessään happi joko liukenee vereen, tai sitoutuu hemoglobiiniin. Hemoglobiini on veren punasolussa oleva proteiini, ja sen happikykyisyysaste voi olla 100 %. Merkittävä osa (98,5 %) hapesta sitoutuu hemoglobiiniin, joten vereen liunneen hapen määrä siis riippuu suurilta osin punasolujen hemoglobiinimäärästä. 1 g hemoglobiinia sitoo noin 1,34 millilitraa happea, ja hyvät viitearvot hemoglobiinin määrään veressä ovat miehillä 134–167 g/l ja naisilla 117–155 g/l. Hemoglobiini vapauttaa hapen verenkierrosta soluihin energian tuottoa varten. (2.)

ATP eli adenosiinitrifosfaatti on ihmisen solujen pääasiallinen energianlähde. ATP reagoi veden kanssa, minkä seurauksena syntyy ADP:a, epäorgaanista fosfaattia ja energiaa. Lihassolut käyttävät ATP:n muodostamiseen normaalisti happea, mutta ne kykenevät myös valmistamaan sitä lyhyitä aikoja mikäli happea ei ole saatavilla. Hapellisessa eli aerobisessa energiantuotannossa ATP:ta syntyy soluhengityksessä, jossa solut pilkkovat muun muassa rasvoja ja hiilihydraatteja. Ilman happea tapahtuva eli anaerobinen energiantuotanto otetaan käyttöön, mikäli hapen saanti lihakseen ehtyy. Solut pilkkovat hiilihydraatteja, joista vapautuu palorypälehappoa sekä koentsyymiä. Tätä reaktiota kutsutaan glykolyysiksi, ja sen seurauksena syntyy ATP:ta. Ilman happea palorypälehappomolekyylit muuttuvat maitohapoiksi, jotka estävät lihakseen kertyessään glykolyysin jatkumisen. Aerobinen energiantuotanto on keholle edullisempaa ja se tuottaa enemmän ATP:ta.(2)

2.2 Vaikuttavat asiat

Kolme tekijää määrittelevät paljonko happea kuljetetaan kudoksiin: veren hemoglobiinipitoisuus, hemoglobiinin happikylläisyysaste ja sydämen minuuttilavuus. Näihin kolmeen taas vaikuttavat useat tekijät, kuten ikä, sukupuoli, liikunnan määrä ja geeniperimä.

Ihmisen hapenottokyvyn on huomattu laskevan noin 1 % per vuosi 25 vuoden iän jälkeen, mutta aktiivisesti urheilua harrastamalla laskua voi hidastaa jopa puolella. Miehillä maksimaalinen hapenottokyky on yleisesti noin 10–20 % suurempi kuin naisten. Ero selittyy miesten suuremmalla lihasmassalla ja hemoglobiinipitoisuudella sekä pienemmällä rasvaprosentilla. (3.)

Maksimaalisen hapenottokyvyn on oltava sitä suurempi, mitä enemmän lihaksia ihminen rasittaa samaan aikaan. Tästä syystä esimerkiksi hiihtoa harrastavilla on usein kaikista korkeimmat arvot testeissä. Alppihiittäjien testituloksien arvot selittyvät myös korkeasta ilmanpaineesta, johon he ovat tottuneet. Mitä korkeammalla ollaan merenpinnasta, sitä vähemmän ilmassa on happea. Ihmisen keho sopeutuu hapen vähyyteen nostamalla hemoglobiinia, ja pyrkii siten saamaan lihaksille kuljetetun hapen määrän pysymään samana.

Geeniperimän ohella esimerkiksi tupakointi tai erilaiset sairaudet voivat heikentää hapen kulkemista keuhkoista lihaksiin. Tupakan sisältämä hiilimonoksidi, eli häkä voi syrjäyttää hemoglobiinin kuljettaman hapen kokonaan. Heikentynyt kaasujen vaihto alveolin ja veren välillä aiheuttaa valtimoveren happikylläisyyden vähenemistä ja tämä on suoraan verrannollinen maksimaaliseen hapenottokykyyn. 1 %:n väheneminen valtimoveren happikylläisyydessä vastaa noin 2 %:n vähenemistä maksimaalisessa hapenottokyvyssä. Hyväkuntoisella ihmisellä valtimoveren happikylläisyys voi pienentyä eniten sydämen suuren minuuttilavuuden ansiosta, sillä keuhkoissa tapahtuvaan diffuusioon käytettävissä oleva aika on silloin lyhyt. (4.)

3 HARJOITTELUN VAIKUTUS

Liikunta edellyttää hapenkuljetusjärjestelmän toiminnan nopeutumista, sillä lihakset tarvitsevat energiaa toimiakseen. Tarpeeksi usein toistuttuaan liikunta aiheuttaa toimintakykyä ja terveyttä edistäviä vaikutuksia. Vaikutuksia ilmenee muun muassa energiavarastoissa, hermostossa ja hormonaalisen järjestelmän toiminoissa. (5.)

Rasitus lisää lihasten hapen ja ravintoaineiden tarvetta ja tätä varten sydän voi lisätä pumpaamaansa verimäärään jopa kuusinkertaiseksi. Lihasten verenkierto lisääntyy esimerkiksi suoliston ja munuaisten kustannuksella. Rasituksessa olevien lihasten läheisyydessä olevat pienet valtimot laajenevat kohonneen verenpaineen ja aineenvaihdunnan säätelyn vuoksi. Lihakset voivat myös lisätä ottamansa hapen määrää verestä noin nelinkertaisesti. (3.)

Harjoittelulla voidaan parantaa maksimaalista hapenottokykyä huomattavasti. Säännöllinen liikunnan harrastaminen lisää sydämen pumpaamaa veren määrää, mikä ilmenee muun muassa leposykkeen laskemisena. Sydämen ei tarvitse tehdä niin paljon töitä, kun kerralla pumpattava määrä on suurempi. Myös verenkierto hyötyy liikunnasta, sillä systolinen ja diastolinen verenpaine laskee sekä veren kyky kuljettaa happea parantuu. Täten lihakselle on tarjolla enemmän happea pienemmällä työmäärällä, jonka ansiosta maksimaalinen hapenottokyky nousee.

Keuhkojen toiminta on tärkeä osa ihmisen hapenottokykyä, mutta liikunnalla ei saada aikaan merkittäviä muutoksia niihin. Vitaalikapasiteettia, eli ilmamäärää jonka ihminen pystyy hengittämään ulos kerralla, voidaan erittäin tehokkaan harjoittelun avulla nostaa. Ihmisen vitaalikapasiteetti muovautuu jo nuorena, jolloin tehdyllä harjoittelulla on suuri merkitys. (6.)

4 MITTAAMINEN

Maksimaalista hapenottokykyä verrataan usein suorasti ihmisen kestävyyskuntoon, ja siksi sen mittaamiseksi on kehitetty useita erilaisia testejä. Tarkimman tuloksen saa laboratoriossa tehtävällä hengityskaasujen mittauksella, jossa testattavalle puetaan hengityskaasuanalysaattori. Hengityskaasuanalysaattori perustuu uloshengitetyn ilman analysoimiseen, ja sen mahdollistaa hengitetyn ilman vakiointi. Kalliin, aikaa vievän ja vaikeasti toteutettavan testin lisäksi on kehitetty myös helpompia epäsuorasti mittaavia testejä. (7.)

Epäsuorasti mitattavat testit perustuvat tehdyn työn ja sykkeen väliseen suhteeseen, ja niiden etuna on helppous, hinta ja turvallisuus. Hyvä esimerkki epäsuorasta mittausmenetelmästä on UKK-kävelytesti, jossa testattava kävelee mahdollisimman nopeasti 2 kilometrin pituisen matkan. Tulos lasketaan kuluneen ajan, painoindeksin ja testin lopussa mitatun sykkeen mukaan. (4)

Muina kestävyyskunnan mittareina toimivat muun muassa 12-minuutin Cooper testi ja Polarin kehittämä Non exercise -testi, jossa testihenkilön täytyy vain maata sängyllä liikkumatta. Maksimaalisen hapenottokyvyn ja kestävyyskunnan eri testien tuloksia on vaikea arvioida keskenään, sillä tulokset voivat vaihdella. Liikuntaa harrastavan kannattaakin seurata kehitystään käyttämällä samaa testiä.

5 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena ja tavoitteena oli selvittää maksimaalisen hapenottokyvyn toimintaa, siihen vaikuttavia asioita, hapenottokyvyn harjoittelun vaikutusta sekä tutkia eri mittaustekniikoita.

Maksimaalisen hapenottokyvyn todettiin olevan laaja käsite, ja siihen vaikuttavien asioiden määrä oli huomattava. Työn aikana opittiin paljon opinnäytetyön kirjoittamisesta, tiedon hankinnasta, lähdekriittisyydestä sekä itsekurista. Lisäksi tulivat ihmisen anatomia sekä erilaiset mittaustekniikat ja niiden erot. Lopuksi työn voisi todeta olleen onnistunut, sillä tavoitteisiin päästiin ja matkalla opittiin paljon uutta.

6 LÄHTEET

1. Kutinlahti, Eija 2012. Maksimaalinen hapenottokyky kestävyyskunnan mittarina. Terveyskirjasto. Saatavissa: http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk01038 Hakupäivä: 17.4.2015.
2. Sand, Olav - Sjaastad, Oystein V. - Haug, Egil - Bjålie, Jan G - Toverud, Kari C. 2007. Ihminen – Fysiologia ja anatomia. 8. painos. Sanoma Pro Oy.
3. Kiilavuori, Kai 2014. Liikunnan vaikutukset sydän- ja verenkiertojärjestelmään. Kustannus Oy Duodecim. Saatavissa: http://www.ebm-guidelines.com/dtk/syd/avaa?p_artikkeli=syd00013#s2 Hakupäivä: 17.4.2015
4. Tikkanen, Heikki 2005. Keuhkosairaudet ja liikunta. Liikuntalääketiede. 3. uudistettu painos. Duodecim Oy.
5. Vuori, Ilkka 2005. Liikunta, kunto ja terveys. Liikuntalääketiede. 3. uudistettu painos. Duodecim Oy
6. Aalto, Riku 2005. Kuntoilijan käsikirja. Docendo Finland Oy.
7. Paananen, Aatu – Pura, Anni – Reppanen, Krista 2011. Hapenottokyvyn arviointimenetelmien vertailu. Opinnäytetyö Turun ammattikorkeakoulu. Saatavissa: http://www.firstbeat.fi/userData/firstbeat/tiedostolataukset/Paananen_Aatu_Pura_Anni_Reppanen_Krista_2011.pdf Hakupäivä: 23.4.2015.
8. Teva Respiratory 2014. Hengityselinten anatomia [viitattu 23.4.2015]. Saatavissa: <http://www.teva-respiratory.fi/asthma-and-copd/test-respiratory-system>

Antti Jaara

RFID/NFC-RATKAISU NÄYTTÖPANEELIIN

RFID/NFC-RATKAISU NÄYTTÖPANEELIIN

Antti Jaara
Opinnäytetyö, osa 2 + 3
Kevät 2017
Tietotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

SISÄLLYS

SISÄLLYS	3
SANASTO	4
1 JOHDANTO	5
2 VAATIMUKSET	6
3 ETÄLUKUTEKNIikka	8
3.1 RFID	8
3.2 NFC	9
3.3 Antennit	10
3.4 Tunnisteet	10
3.5 UART	11
4 TYÖN KULKU	13
4.1 SL013-lukijan testaus	14
4.2 TWN3 Mini Reader-lukijan testaus	17
5 YHTEENVETO	20
LÄHTEET	21

SANASTO

HUR	Suomalainen ikääntyville kuntoilulaitteita valmistava yritys.
NFC	Near Field Communication, RFID-tekniikkaa hyödyntävää lähiviestintää.
RFID	Radio Frequency Identification, radiotaajuinen etätunnistus.
SAM	Secure Access Module, lisätoiminto lukijassa, joka parantaa suojaustasoa.
TTL	Transistor Transistor Logic, digitaalelektronikan logiikkamalli.
UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter, sarjaliikennepiiri.

1 JOHDANTO

Kokkolalainen yritys HUR uudistaa kuntoutuslaitteidensa laitearkkitehtuurin ja näyttöyksikön. HUR valmistaa paineilmatekniikkaan perustuvia kuntoilulaitteita ikääntyneille. Laitteet sisältävät tietokoneohjatun harjoittelujärjestelmän, joka mittaa muun muassa kehitystä ja toimintakykyä.

Työn alla on integroitu ratkaisu, jossa käyttäjän tunnistus tapahtuu RFID/NFC-lukijan avulla noin 2–5 senttimetrin etäisyydeltä. Tunnistus rakennetaan näyttöyksikön etupaneelin takapinnalle tilaltaan rajoitetulle alueelle. Työn tarkoituksena on löytää sopiva vastaanotin ja antenni, joka mahtuvat rajoitettuun tilaan ja vastaa samalla järjestelmän vaatimuksiin. Opinnäytetyö tehdään Mikronixille, joka tekee kyseistä tuoteprojektia HURille. Työ toteutetaan HURin laatimien vaatimuksien mukaan, joita ovat muun muassa toimintataajuus ja tuki tietyille tunnistetyypeille.

Työn tavoitteena on kartoittaa eri vaihtoehtoja RFID/NFC-vastaanottimista ja antenneista, verifioida konsepti toimivuuden todentamiseksi sekä vertailla ja esittää suositus soveltuvimmasta ratkaisusta.

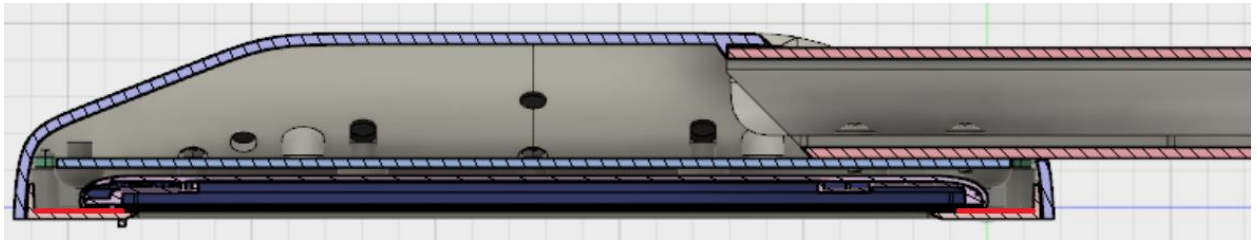
Mahdollisena haasteena rajoitetun tilan kanssa tulee olemaan ympäristö, johon antenni sijoitetaan, sillä muun muassa metallin läheisyys voi aiheuttaa lukuhäiriöitä. Aiheena radiotaajuinen etätunnistus ei ole tekniseltä toteutukseltaan tekijälle ennestään tuttu, vaikka se tuleekin jo vastaan jokapäiväisessä elämässä. Lisäksi työn aloitukselle on kiireinen aikataulu.

2 VAATIMUKSET

HURin vaatimukset RFID (Radio Frequency Identification) -ratkaisun suhteen olivat alun alkaen hyvin yksinkertaiset, joskin haastavat. Lukija tuli mahdollistaa näyttöyksikön kotelon sisään, ja antennin tuli olla kotelon etupuolella. Taajuusalueena tuli käyttää vapaasti käytössä olevaa korkeataajuutta 13,56 MHz, ja lukuetaisyys sai olla kahdesta viiteen senttimetriä. Kustannuksien puolesta yhden lukijan hinnaksi toivottiin enintään noin 20 euroa. Lisäksi lukijan tuli tukea tiettyjä tunnistetyyppejä, joita olivat ISO14443 A/B, MiFaren 4- tai 7-bittiset tunnisteet sekä kaikki neljä NFC (Near Field Communication) -tunnistetyyppejä. Lopulta tunnistevaatimukset todettiin riittämättömäksi esimerkiksi Japanin markkinoille, joten listaan lisättiin Felica ja NTAG21x.

RFID-lukijan antennin tuli olla ulkoinen, sillä lukija oli mahdotonta mahdollistaa samaan tilaan antennin kanssa. Tilattaessa lukijan ilman integroitua antennia moni valmistaja antaa mukaan lukijalle valmiiksi sovitettun ulkoisen antennin. Moni antenni on kuitenkin liian suuri työn vaatimukseen nähden, joten antenni joudutaan vaihtamaan pienempään. Esimerkiksi niin sanottu stämpäntantenni olisi tarpeeksi pieni, sillä se on nimensä mukaisesti noin postimerkin kokoinen. Tämä vaatisi kuitenkin antennin sovituksen esimerkiksi impedanssin osalta, jonka suorittamiseen tarvitaan spesialisoitua laitteistoa.

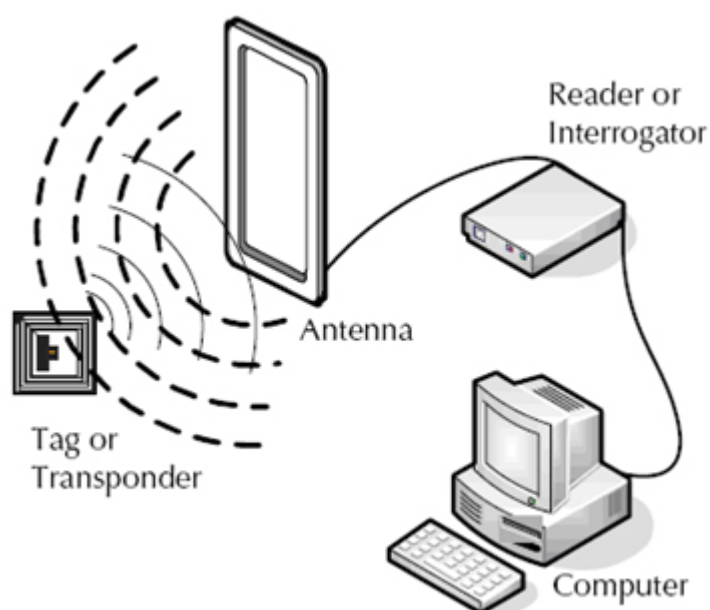
Alun perin antennille annettiin tilaa 30 mm x 50 mm, jonka lisäksi sen paksuus oli minimoitava, ideaalisesti 0,2–0,4 millimetriin. Ensimmäiseksi antenni oltiin sijoittamassa näyttöpaneelin yläosaan kotelon etuosaan, jonka jälkeen HURin ehdotuksesta antennille voitiin saada lisää tilaa vaihtamalla paikka ylhäältä alas. Paikat havainnollistettu punaisilla viivoilla kuvassa 1. Lisäksi annettiin mahdollisuus saada lisää tilaa lisäämällä ulkonevappatti koteloon.



KUVA 1. Display Case (1)

3 ETÄLUKUTEKNIikka

Etälukutekniikka on teknologiaa, jonka avulla tiedonsiirtoa voidaan tehdä langattomasti. Sen avulla yritykset voivat säästää aikaa ja kustannuksia esimerkiksi materiaaleissa, sekä helpottaa ihmisten jokapäiväistä elämää. Esineiden internet mahdollistaa reaaliaikaisen kanssakäymisen erilaisten anturien kanssa. Kuvassa 2 on tyypillinen etälukutekniikkaa käyttävä systeemi.



KUVA 2. How RFID works. (2)

3.1 RFID

RFID eli radiotaajuinen etätunnistus on nimitys tekniikalle, jota käytetään muun muassa tuotteiden ja asioiden havainnointiin tai tunnistamiseen. (3.) RFID on siis periaatteessa nykyajan paranneltu versio viivakoodista.

RFID perustuu tiedon siirtämiseen langattomasti radioaaltojen avulla. Yksinkertaistettuna RFID-systeemi koostuu lukijasta, sen antennista ja tagista, eli tunnisteesta, jotka kaikki toimivat samalla taajuudella. Lukija tuottaa antennin kautta sähkömagneettista säteilyä tietyllä taajuudella, joka saavutettuaan passiivisen tunnisteeseen, antaa sille tarpeeksi virtaa

vastata. Antenni myös vastaanottaa mahdollisen tiedon, mikä tunnisteeseen on tallennettu. (4, s. 19.)

Yleisimmin käytettyjä taajuusalueita RFID-järjestelmille on kolme, joiden käyttö riippuu sovellustarkoituksesta. Pidempi aallonpituus mahdollistaa esimerkiksi esteiden kiertämisen, mutta vaatii enemmän virtaa kuin lyhyempi aallonpituus. Nämä kolme eri taajuusalueita on käyty läpi taulukossa 1, jossa lukuetaisyydet ovat suuntaa antavia, sillä ne riippuvat paljolti käytettävästä tunnisteesta. (5, s. 7.)

TAULUKKO 1. Taajuusalueet.

Taajuusalue	Lukuetaisyys
9–135 KHz (LF)	5 cm
13,553–15,567 MHz (HF)	2 cm – 1 m
860–930 MHz (UHF)	1–100 m

3.2 NFC

NFC eli lähiviestintä on teknologia, joka hyödyntää RFID-tekniikkaa. Se on kehitellympi versio RFID:stä, joka käyttää ainoastaan 13,56 MHz:n taajuutta. NFC-laite voi toimia sekä lukijana että tunnisteena, joka mahdollistaa kaksisuuntaisen viestinnän esimerkiksi tiedonsiirtoa varten. (6.)

NFC vaatii etäisyydeksi sen käyttötaajuuden takia yleensä noin parin senttimetrin matkan, joka puolestaan tekee siitä turvallisemman käyttöä. Tekniikkaa käytetäänkin jo laajalti esimerkiksi maksutapahtumissa sen turvallisuuden takia. Nokia, Phillips ja Sony perustivat aikoinaan NFC Foorumin, jonka tavoitteena on ollut edistää NFC-teknologiaa ja standardoida sen käyttöä. (7.)

3.3 Antennit

Antennin rooli tässä työssä on hyvin keskeinen, sillä se pitkälti määrittää systeemin toimivuuden. Lisäksi antennille on varattu hyvin pieni tila, ja ympäristö, johon se sijoitetaan, ei ole otollinen häiriöiden kannalta. Antennin koko vaikuttaa huomattavasti sen toimintaan. Kokoa pienennettäessä kärsii moni antennin ominaisuus, kuten kaistanleveys, radioaaltojen vahvuus ja polarisaation säilyvyys. (8.)

RFID-lukijoiden antennien tehtävänä on yhdessä tunnisteen antennin kanssa lukea tunnisteen sisältämä tieto. Lukijan antenni muuntaa elektronisen jännitteen sähkömagneettiseksi aalloiksi ja säteilee ne avaruuteen. Antennit voidaan jakaa kahteen ryhmään, suunta-antenneihin ja ympärisäteileviin antenneihin. (9.)

Impedanssi on elektronisen komponentin resistanssi vaihtovirtaan, joka mitataan ohmeissa. Antennin impedanssin täytyy olla sama kuin muun järjestelmän, jotta ne pystyvät toimiaan yhdessä. Tämän vuoksi minkä tahansa antennin liittäminen RFID-lukijaan ei onnistu, vaan antenni täytyy sovittaa lukijaan.

3.4 Tunnisteet

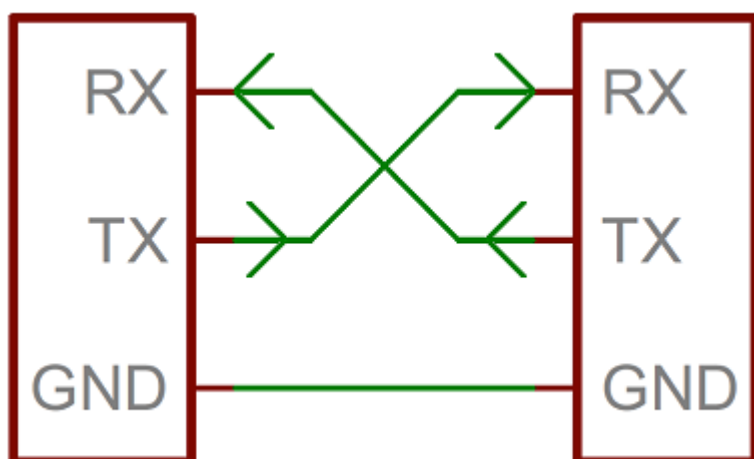
Tunnisteet voidaan jakaa kolmeen ryhmään; aktiivinen, puolipassiivinen ja passiivinen. Aktiivisella tunnisteella on oma virtalähde, jonka avulla voidaan saavuttaa jopa yhden kilometrin lukuetaisyys. Lisäksi aktiiviseen tunnisteeseen mahtuu sen koon puolesta paljon enemmän tietoa. Puolipassiivisilla on myös oma virtalähde, mutta se silti käyttää lukijan lähettämiä radioaaltoja kommunikoidakseen lukijan kanssa. Virtalähde mahdollistaa kuitenkin suuremman toimintasäteen. Passiivinen tunniste ei sisällä omaa virtalähdettä, joten siinä on yleisesti pieni lukuetaisyys. Pienen koon vuoksi siinä on myös vähän tallennustilaa, joka sisältää usein vain tunnisteelle ominaisen UID:n. (User Identification) (4, s. 39.) Tässä työssä keskitytään passiivisiin tunnisteisiin, sillä ne soveltuvat käyttötarkoitukseen parhaiten, ovat kustannuksiltaan halvimpia ja ovat yleisimmin käytössä.

Passiiviset tunnisteet koostuvat tavallisesti mikrosirusta ja antennista. Siruun on tallennettu tunnisteelle ominainen tieto sekä logiikka, miten sen tulee käyttäytyä lukijan läheisyydessä ollessaan. Antennin tehtävänä on kerätä virtaa lukijan lähettämistä radioaaltoista tunnisteiden aktivoimiseksi ja lähettää sirun sisältämä tieto lukijalle.

Erlaisia tunnistetyyppejä on olemassa suuri määrä, sillä monet yritykset ovat kehitelleet omia tunnisteita. Erot huomaavat helposti tunnisteita varten kehitetyistä standardeista, jotka määrittelevät muun muassa lähetysprotokollan. Näitä standardeja on esimerkiksi Mifaren enimmälti käyttämät ISO14443A ja ISO14443B sekä ISO18092, jota käyttää vaikkapa Sonyn kehittämä FeliCa.

3.5 UART

Lukijan kommunikointi tietokoneen kanssa tapahtuu käyttämällä UART-väylää. UART (Universal Asynchronous Receiver and Transmitter) mahdollistaa asynkronisen sarjaliikenteen lukijan ja systeemin välillä, ja toimii välittäjänä rinnakkais- ja sarjamoitoisten liitännöiden tiedonsiirrossa. Tällä tavoin tiedonsiirto lukijan ja tietokoneen välillä tapahtuu kahden sarjajohtimen avulla, joista toinen lähettää ja toinen vastaanottaa. Nämä kaksi sarjajohtinta ovat nimeltään TX ja RX, jotka vastoin monien käsitystä täytyy kytkeä ristiin kuvan 3 osoittamalla tavalla. (10.)



KUVA 3. Serial bus pinning (10)

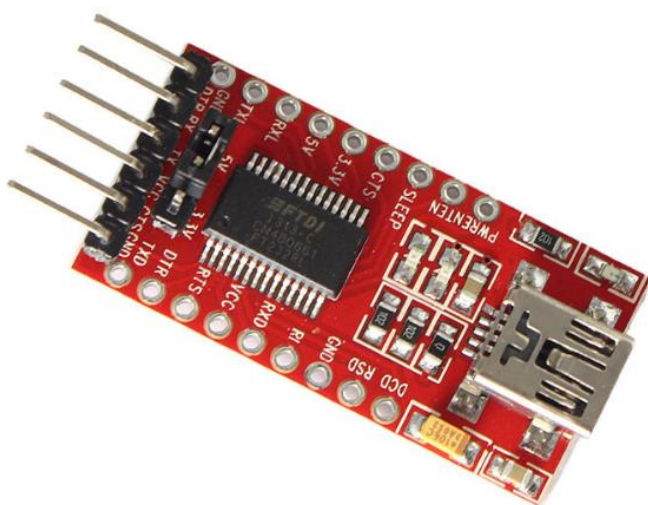
UART lähettää yhden bitin kerrallaan ennalta määritetyllä tiedonsiirtonopeudella, jonka yksikkönä toimii bit/s (bps, bits per second). Yleensä tiedonsiirtonopeutena toimii 9600 bit/s, mutta se voi vaihdella laitekohtaisesti. Tärkeää tiedonsiirtonopeutta valittaessa on, että keskustelevat laitteet käyttävät kumpikin samaa nopeutta. Eri nopeuksilla toimivat laitteet voivat tulkita tiedon väärin tai hävittää sen kokonaan. Pienet erot nopeuksissa ei kuitenkaan haittaa, sillä asynkroniset sarjayhteydet lisäävät jokaisen tavuun aloitus- ja lopetusbitit, joiden avulla vastaanottaja osaa synkronoida datan.

Yleensä yksinkertaiset piirit keskustelevat keskenään käyttäen TTL (transistor-transistor logic) -tasoa. Tätä käyttävät useimmat RFID-lukijat, sillä se on helppo lisätä sulautettuihin järjestelmiin ja lyhyet välimatkat eivät aiheuta sille tyypillisiä jännitehäviöitä. (10.)

4 TYÖN KULKU

Työn tekeminen alkoi suuntaviivojen sopimisella ja suunnitelman tekemisellä. Mikronix halusi saada heidän jo valmiiksi tilaamansa moduulin verifioitua kahden viikon sisällä. Suhteellisen vieraaseen aiheeseen perehtyminen tuli tehdä nopeasti ja lukija lukemaan tunnisteita sen käyttöympäristössä. Työkaluja verifioimiseen ja testaukseen oli Windows-tietokone, Arduino, USB–TTL-adapteri sekä kytkentätarpeet. Lisäksi lukijoiden testaukseen oli saatavilla HURin käytössä olleita Mifaren tunnisteita.

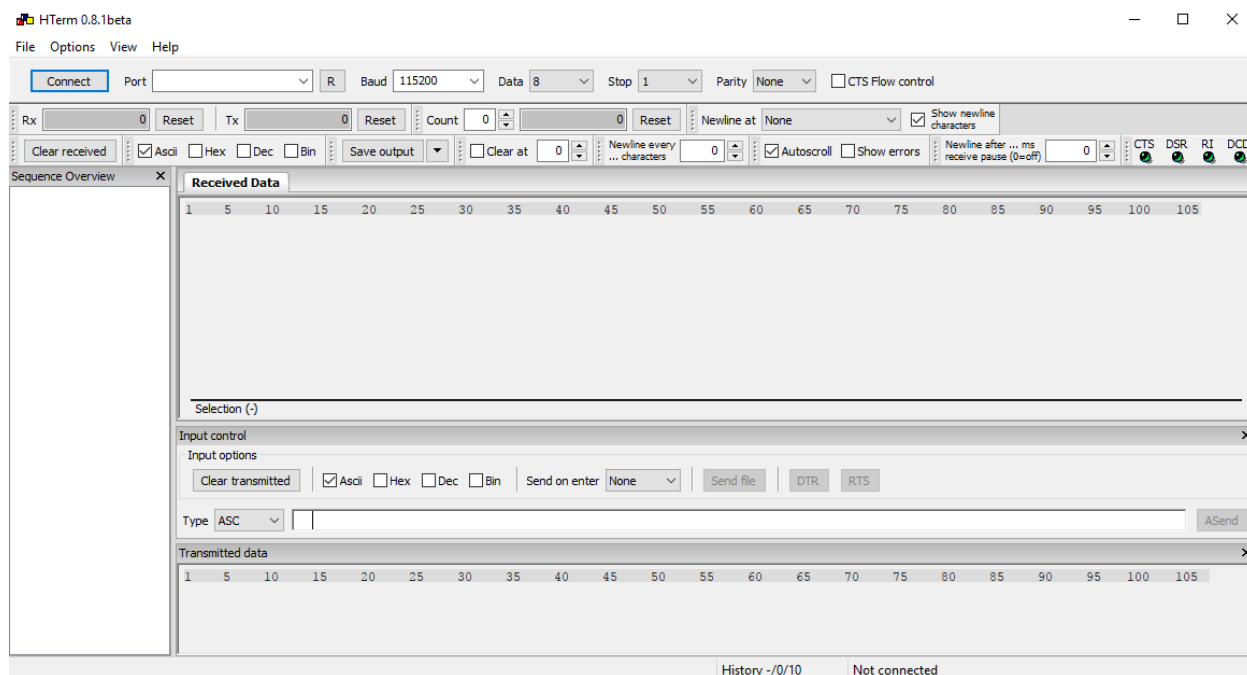
Opiskeluiden aikana tutuksi tullut Arduino tuntui luontevalta valinnalta saada lukija testattua, mutta vanhentuneiden kirjastojen koonti osoittautui liian haastavaksi. Toisena vaihtoehtona toimi FTDI:n valmistama USB–TTL-adapteri (kuva 4), jonka avulla lukijaa voitiin käyttää tietokoneella sarjaportin kautta.



KUVA 4. FT232RL 3.3V 5.5V FTDI USB to TTL Serial Adapter Module for Arduino Mini Port. (11)

Sarjaportin kautta kulkevaa liikennettä voidaan hallinnoida tietokoneella terminaaliohjelman avulla, joita on tarjolla useita erilaisia. Oikeanlaisen terminaaliohjelman löytäminen

voi tuntua haastavalta, sillä jo ensimmäiseltä Googlen hakusivulta löytyy kuusi eri ohjelmaa. Pari köykäistä ohjelmaa läpi käytyäni päädyin kollegan suosituksesta käyttämään HTerm-ohjelmaa (kuva 5), joka sisälsi tarvittavat ominaisuudet ja oli helppo käyttää. Ohjelmasta pystyy valitsemaan muun muassa käytettävän baudinopeuden tai missä muodossa dataa lähetetään ja vastaanotetaan.



KUVA 5. HTerm-ohjelman käyttöliittymä. (12)

4.1 SL013-lukijan testaus

Valmiiksi tilattu lukija oli kiinalaisen Stronglink Technologyn valmistama SL013, jonka mukana tuli halkaisijaltaan 40 millimetrin valmiiksi sovitettu ulkoinen antenni. Tavoitteena oli saada konsepti verifioitua kyseisellä lukijalla mahdollisimman nopeasti. Tämä vaati lukijan läpikotaisen opiskelun, jotta sillä päästäisiin lukemaan tunnisteita sen tulevassa käyttöympäristössä ja todentamaan konseptin toimivuus.

SL013 on pienikokoinen ja käytön opittuaan helppokäyttöinen lukija, joka tukee Mifaren 1k- ja 4k-tunnisteita. Siitä lähtee kahdeksan pinniä, joista neljä menee ulkoiseen anteniin ja loput sitä ohjaavaan systeemiin. Pinnien roolit ovat lueteltuna kuvassa 6.

PIN	SYMBOL	TYPE	DESCRIPTION
1	RX	Input	Receiver Input: Pin for the received RF signal
2	TVSS	PWR	Transmitter Ground: supplies the output stage of TX1 and TX2
15	TXD	Output	Serial output port
16	RXD	Input	Serial input port
17	VCC	PWR	Power Supply
18	GND	PWR	Ground
31	TX2	Output	Transmitter 2: delivers the modulated 13.56 MHz energy carrier
32	TX1	Output	Transmitter 1: delivers the modulated 13.56 MHz energy carrier

KUVA 6. Pinning information. (13)

Tietoliikenteen lukija hoitaa tavumuodossa, ja sekä lähtevät että tulevat tavut ovat heksadesimaalisessa formaatissa melkein identtiset yhtä poikkeusta lukuun ottamatta. Yksi tavu sisältää otsikon, tavun pituuden, käskyn ja tarkistussumman. Lukijalta systeemin takaisin tuleva tavu sisältää lisäksi käskyn tilakentän, joka on joko 0xFF tai 0x00, joista ensimmäinen osoittaa komennon olevan virheellinen ja jälkimmäinen sen olevan onnistunut. Kommunikaation formaatti ja kenttien sijoitukset näkyvät tarkemmin kuvassa 7. Viestintä parametreina lukija käyttää 8-bittistä UART-sarjaliikennettä 19 200 bit/s:n nopeudella. (13.)

Host to SL013:

Header	Len	Command	Data	Checksum
--------	-----	---------	------	----------

Header: Communication header, 2 byte.

From host to module: 0xAABB.

Len: Byte length counting from Command to Checksum inclusively, 1 byte.

Command: Command, 1 byte.

Data: Data, variable length depends on the command type.

Checksum: Exclusive ORed result from Len to Data inclusively, 1 byte.

SL013 to Host:

Header	Len	Command	Status	Data	Checksum
--------	-----	---------	--------	------	----------

Header: Communication header, 2 byte.

From module to host: 0xAABB

Len: Byte length counting from Command to Checksum inclusively, 1 byte.

Command: Command, 1 byte.

Status: Command status, 1 byte

0x00 = succeed, 0xFF = fault

Data: Data, variable length depends on the command type.

Checksum: Exclusive ORed result from Len to Data inclusively, 1 byte.

KUVA 7. Communication format. (13)

Allekirjoittaneen epäluottamus omiin kytkentöihin hidasti hieman lukijan verifiointia ja testausta. RX pinni täytyi liittää TX pinniin, mikä tuntui väärältä aluksi, mutta oli loppujen lopuksi hyvin loogista. Kytkentöjen ja lukijan toimivuus tarkastettiin vielä oskilloskoopin avulla, jonka seurauksena virityksen toimimattomuus saatiin rajattua terminaaliohjelmaan. Edellä mainitun HTerm-ohjelman avulla lukijan kanssa päästiin viimein kommunikoimaan onnistuneesti.

Testattaessa lukijaa sen käyttöympäristössä huomattiin, että taustalla olevan metallin läheisyys aiheutti antennin signaalin katoamisen melkein kokonaan. Metalliin oli mahdollista ja tässä tapauksessa melkein pakollista tehdä käytettävän antennin kokoinen läpivienti. Jo parin senttimetrin erotus metallista paransi signaalin laatua huomattavasti ja antenni toimi moitteettomasti. Käytävissä olevia tunnisteita saatiin luettua ilman esteitä noin neljän senttimetrin päästä, mikä tuntui olevan täysin riittävä etäisyys. Lukijasta sain kaikin puolin hyvän vaikutelman käytön ja hankintakustannusten perusteella.

Näyttöpaneelin koteloä oltiin jo alkamassa muokkaamaan, jotta mukana tullut antenni voitaisiin mahduttaa sinne. Tässä vaiheessa mukaan astui kuitenkin lisää tukivaatimuksia tunnistetuille, joihin SL013 ei pystynyt vastaamaan ja lukija jouduttiin hylkäämään. Muita jäljelle jääneitä potentiaalisia vaihtoehtoja oli HURin edellisessä näyttöpaneelissa käyttämä ACR122T USB Token NFC Reader, Stronglinkin SL060 ja erinäisiä Promagin valmistamia RFID-moduuleita. Näitä karsittiin muun muassa puutteellisen tunnistetuen tai integroidusta antennista johtuvan liian suuren koon vuoksi. USB-liitännäisen lukijan käyttäminen osoittautui myös ongelmalliseksi liian kalliin kaapelointiratkaisun vuoksi. Lisäksi oli vaikeaa löytää järkevän hintaisia lukijoita, sillä yksittäisen lukijan hinta saattoi useassa tapauksessa hoidella 100 euron paremmalla puolen.

4.2 TWN3 Mini Reader -lukijan testaus

Lopulta lukuisten hakukonesivujen selaamisen jälkeen silmään osui saksalaisen Elatecin sivut. Yrityksen tuotteista löytyi TWN3 Mini Reader, joka sisälsi uusiin vaatimukseen vastaavan tunnistetuen ja hieman enemmänkin. Yhteydenoton jälkeen selvisi, että lukijan hinta sopisi budjettiin ja mallikappaleet saapuivat noin viikon sisällä. Lukijan koko herätti hieman kysymyksiä, sillä se sisälsi integroidun antennin mutta sen todettiin mahtuvan koteloon sisään lisäämällä pienen patin koteloon. Todettiin myös, että kuvassa 8 näkyvät piikkirimat tarvittaisiin vain toisella puolella sen sisältämien meille turhien ominaisuuksien takia.



KUVA 8. TWN3 Mini Reader. (14)

TWN3 Mini Reader on integroidun antennin huomioon ottaen hyvinkin pieni lukija, ja optimaalisen koon lukijalta vie pois ainoastaan ulkonevat piikkirimat. Tunnistetuki lukijassa oli erittäin kattava, mikä puolestaan mahdollistaa asiakkaiden omien tunnisteidien käytön ympäri maailman. Tunnisteet lueteltuna kuvassa 9.

ISO14443A	ISO14443B	ISO18092
MIFARE <ul style="list-style-type: none"> - Classic 1k, 4k - DESFire EV1 - Mini - Plus S, X - Pro X - SmartMX - Ultralight - Ultralight C Legic Advant ¹ SLE44R35 SLE66Rxx	Calypso CEPAS Moneo SRI512, SRT512, SRI4K, SRIX4K Inside Contactless PicoPass ¹ HID ICLASS ¹	FeliCa ¹ NFC

KUVA 9. Supported transponders. (14)

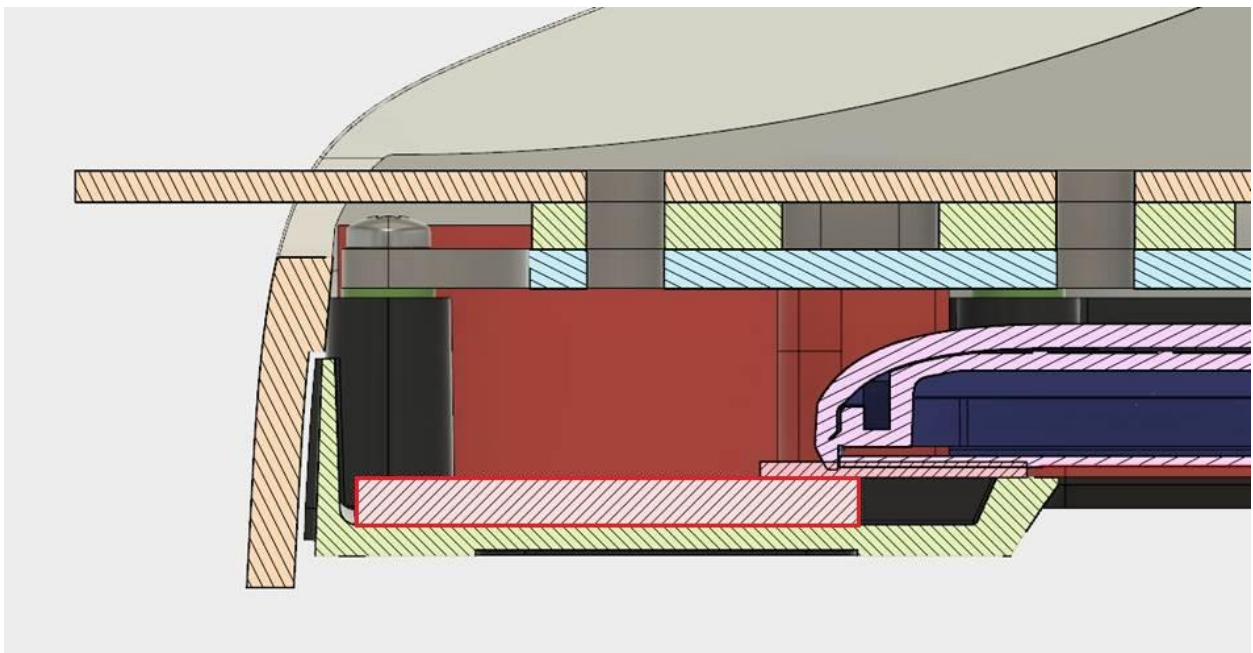
Lukijasta lähti yhteensä 16 pinniä, joista tässä tapauksessa tarvittiin ainoastaan neljä; RX, TX, GND ja VCC. Kaikki nämä neljä pinniä sijaitsivat samalla puolella vierekkäin, mikä osaltaan helpottaa kaapelointia ja mahdollistaa toisen puolen piikkiriman poistamisen kokonaan tilan säästämiseksi. Loput pinneistä sisälsi toiminnot muun muassa SAM (Secure Access Module) -suojaukseen, jota käytetään muun muassa lähimaksukorteissa. Osa pinneistä oli myös vapaasti käyttäjän ohjelmoitavissa. (14.)

Viestintään lukija käyttää heksadesimaalimuodossa olevia tavuja oletusarvoisesti 9 600 bit/s nopeudella, mutta nopeutta on mahdollista nostaa jopa 115 200 bit/s. Aina kun lukijan käynnistää se menee automaattisesti jatkuvaan lukemistilaan, jolloin se skannaa koko ajan tunnisteita ja tulostaa niiden UID:n. Lukija myös vastaanottaa tässä tilassa mahdollisia komentoja mitä käyttäjä antaa. (14.)

Kun mallikappaleet saapuivat, saatiin lukijaa testattua jo saman päivän aikana valmiina olevan testiympäristön ja ennalta lukijaan tutustumisen ansiosta. Testaus sujui pääpiirteittäin onnistuneesti, eikä lukuhäiriöitä esiintynyt luettaessa tunnisteita lukijan ollessa sille suunnitellussa ympäristössä. Lukuetaisyys oli tunnisteesta riippuen noin 3–4 senttimetriä.

Ainoaksi ongelmaksi tämän lukijan kanssa muodostui alun perin poistettavaksi suunniteltu piikkirima, jota valmistaja ei suostunutkaan poistamaan mahdollisien ongelmien takia testauksen yhteydessä. Vaihtoehtoisesti valmistaja ehdotti eri versiota lukijasta, jossa ei ollut liittimiä ollenkaan vaan ne tulisi lisätä lukijaan itse. Poistaminen kuitenkin tulee olemaan helpompaa kuin lisääminen ja mahdollisesti myös kustannuksia ajatellen halvempaa. Vielä on kuitenkin epäselvää tullaanko piikkirima poistamaan lopullisessa versiossa, vai mahtuuko lukija poikittain sille varattuun tilaan. Lukijan kaapelointi on helposti tehtävissä nelipinnisellä female-female-kytkentäkaapelilla, joka kestää mahdollisen tärinän ja on halpa vaihtoehto.

Kuvassa 10 näkyy lukijan lopullinen paikka näyttökotelon sisällä. Lukijan fyysisen koon vuoksi jouduttiin tekemään näyttökoteloon kuvassakin näkyvä ulkoneva patti lisätilan luomiseksi. Kiinnitys koteloon tapahtuu käyttämällä kaksipuolista tarraa.



KUVA 10. RFID-kuva. (15)

5 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli löytää HURin uuden sukupolven näyttöyksikköön toimiva RFID/NFC-ratkaisu, joka vastaa järjestelmän vaatimuksiin ja mahtuu rajoitettuun tilaan.

Työstä saadut tulokset olivat lupaavia ja sopiva lukija, joka vastaa HURin odotuksia, löytyi. Ehdotuksenani ollut TWN3 Mini Reader otettiin käyttöön Mikronixin tekemään kehitystyöhön ja se tulee olemaan osa lopullista tuotetta. Alussa asetetut tavoitteet tulivat suurimmalta osin täytettyä, eikä matkalla ollut mahdottomia ongelmia. Aivan alkuperäisiin toivomuksiin esimerkiksi antennin mitoista ei päästy, joskin se johtui myös osaltaan lisääntyneistä vaatimuksista.

Työn aikana vaihtuneet vaatimukset toivat sinällään lisähaastetta työn tekemiselle, mutta olivat silti välttämättömiä järjestelmän kannalta. Uudet vaatimukset takaavat, että järjestelmä ei vanhene heti lähivuosina ja esimerkiksi Japaniin ei tarvitse tehdä Applen lailla omaa tuotetta. HURin joustaminen näyttökotelon mallissa ja myötäily esimerkiksi lukijan lopullisessa sijoituksessa helpotti kuitenkin tekemistä.

Yhtenä huomiona tuli todettua, että kustomoitujen RFID-ratkaisujen alalle ei juurikaan ole tungosta. Valmiita ratkaisuja löytyy runsaasti, mutta niitä ei olla valmiita muuttamaan asiakkaan toivomusten mukaisesti. Yrityksiltä toivoisi varsinkin antennissa olevan erilaisia valmiiksi lukijaan sovitettuja vaihtoehtoja.

Kaiken kaikkiaan työ oli mielenkiintoinen ja palkitseva toteuttaa. Yrityksen tarjoamat puitteet työn tekemiselle olivat suotuisat ja tukea tekemiseen sai aina tarvittaessa. Aihealueena radiotaajuinen etätunnistus oli kiehtova, eikä siihen perehtyessä tarvinnut turhautua materiaalin puutteeseen. Kuitenkin esimerkiksi tarkistussummien kohdalla osaamisessa on ehkä jopa ymmärrettävästi vielä parantamisen varaa. Tietoa löytyi erittäin paljon tekniselle alalle ominaisesti englannin kielellä, jonka kääntäminen eritoten teknillisten termien kohdalla oli välillä vaativaa.

LÄHTEET

1. Ronkainen, Jukka 2017. Re: Mikronix projects status. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Antti Jaara. 6.3.2017.
2. How RFID works. 2017. Bar Code Graphics, Inc. Saatavissa: <http://www.epc-rfid.info/rfid>. Hakupäivä 22.5.2017.
3. Mitä on RFID? 2016. RFID Lab Finland ry. Saatavissa: <http://www.rfidlab.fi/rfid-tekno-logia/mita-on-rfid/>. Hakupäivä 11.5.2017.
4. Sweeney II, Patrick J. 2005. RFID for Dummies. Wiley Publishing, Inc.
5. Brown, Dennis E. 2007. RFID Implementation. McGraw-Hill Education.
6. Chandler Nathan. 2012. What's the difference between RFID and NFC?. HowStuffWorks.com. Saatavissa: <http://electronics.howstuffworks.com/difference-between-rfid-and-nfc.htm> Hakupäivä 12.5.2017.
7. Pihkala, Juhani. NFC-tekniikkaa. Saatavissa: <http://nfc-tunniste.weebly.com/nfc-tekniikkaa.html>. Hakupäivä 12.5.2017.
8. Skrivervik, A.K. – Zürcher, J.-F. – Staub, O. – Mosig, J.R. 2001. PCS Antenna Design: The Challenge of Miniaturization. IEEE Antennas and Propagation Magazine, Vol 43, Nro. 4. S. 12-13. Saatavissa: <http://morse.colorado.edu/~timxb/5520/ho/skrivAntenna.pdf>. Hakupäivä 11.5.2017.
9. Männistö, Jukka. Antenni ja säteilykuvio. Saatavissa: <http://people.uta.fi/~tnjuma/Antenni.pdf>. Hakupäivä 11.5.2017.
10. Serial Communication. 2012. Sparkfun. Saatavissa: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/serial-communication>. Hakupäivä 11.5.2017.

11. FT232RL 3.3V 5.5V FTDI USB to TTL Serial Adapter Module for Arduino Mini Port. 2017. Ebay. Saatavissa: <http://www.ebay.com/itm/FT232RL-3-3V-5-5V-FTDI-USB-to-TTL-Serial-Adapter-Module-for-Arduino-Mini-Port-/381374421597>. Hakupäivä 12.5.2017.
12. Hammer, Tobias 2008. HTerm (lataustiedostot). Der.Hammer.Info. Saatavissa: <http://www.der-hammer.info/terminal/>. -> Download Windows. Hakupäivä 22.5.2017.
13. SL013 User Manual. 2011. StrongLink. Saatavissa: <http://www.stronglink-rfid.com/download/SL013-User-Manual.pdf>. Hakupäivä 11.5.2017.
14. Transponder Reader MIFARE NFC Technical Manual. 2014. Elatec. Saatavissa: <https://www.elatec-rfid.com/en/download-center/> -> DevPack107. Hakupäivä 11.5.2017.
15. Juusti, Riikka 2017. Re: RFID-kuva. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Antti Jaara. 16.5.2017.