



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

KOTIAUTOMAATIO & RASPBERRY PI

Sami Leppänen

Opinnäytetyö
Marraskuu 2017
Tietotekniikan koulutusohjelma
Tietoliikennetekniikka ja tietoverkot



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tietotekniikka
Tietoliikennetekniikka ja tietoverkot

LEPPÄNEN, SAMI:
Kotiautomaatio & Raspberry Pi

Opinnäytetyö 26 sivua, joista liitteitä 3 sivua
Marraskuu 2017

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutustua kotiautomaatioon ja sen mahdollisuuksiin käytännön tasolla. Työn edetessä huomattiin järjestelmän hyödyt sekä monipuolisuus ja päätettiin, että sitä tullaan kehittämään ja hyödyntämään myös opinnäytetyön ulkopuolella. Järjestelmän sydämenä käytettiin Raspberry Pi 3 -minitietokonetta, johon asennettiin Home Assistant -kotiautomaatio-ohjelmisto.

Ongelmia aiheutti tiettyjen komponenttien saatavuus, vähäinen kokemus Linux-käyttöjärjestelmistä ja kauko-ohjattavien pistorasioiden rf-signaalin kopiointi.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in ICT Engineering
Telecommunication and Networks

LEPPÄNEN, SAMI:

Home Automation & Raspberry Pi

Bachelor's thesis 26 pages, appendices 3 pages
November 2017

The objective of this thesis was to get acquainted with home automation and its possibilities at a practical level. As the work progressed, the advantages and the versatility of the system were noted and it was decided that it will be developed and utilized outside the thesis. The heart of the system was the Raspberry Pi 3 mini-computer, which included the Home Assistant home automation software.

Problems were caused by the availability of certain components, low experience of Linux operating systems, and the copying of rf signal from remote-controlled sockets.

Key words: raspberry pi, home automation, home assistant

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	VALMISTELU	8
	2.1 Kotiautomaatio-ohjelmia.....	8
	2.2 Home Assistant.....	8
	2.3 Kotiautomaatiolaitteita ja tekniikoita	9
	2.4 Sensorit ja muut laitteet	10
	2.5 Raspberry Pi	10
	2.6 Amica NodeMCU.....	12
	2.7 Sonoff RF	12
3	ASENTAMINEN	13
	3.1 Hassbianin asennus.....	13
	3.2 Asetukset, YAML, käyttö	13
	3.3 Lämpötila- ja kosteussensori DTH11	14
	3.4 IR-ohjaus	14
	3.5 Kauko-ohjattavat pistorasiat	16
	3.6 Multisensori.....	18
	3.7 Herätyskelloautomaatio	18
	3.8 Valoautomaatio	19
	3.9 Puheohjaus.....	19
4	TULEVAISUUDEN SUUNNITELMIA	20
	LÄHTEET.....	21
	LIITTEET	24
	Liite 1. Yhteenveto laitteista ja yhteysmuodoista	24
	Liite 2. Esimerkki Home Assistantin käyttöliittymästä.....	25

LYHENTEET JA TERMIT

1-Wire	kaksijohtiminen sarjaväyläratkaisu
ADC	Analog-to-digital converter / analogia-digitaalimuunnin
Amica NodeMCU	ESP8266-wifi-piiriin pohjautuva kehitysalusta
Audacity	avoimen lähdekoodin digitaalinen äänieditori
ASK	Amplitude-shift keying / yksi amplitudimoduloinnin muodoista
BLE	Bluetooth Low Energy
Cozify	kotimainen kotiautomaatitotuote
DNS	Domain Name Service / nimipalvelin
fat client	asiakasohjelma-serveri-arkkitehtuurissa tietokone joka mahdollistaa laajan käytettävyyden serveristä riippumatta
firmware	laiteohjelmisto
GPIO	General Purpose I/O / yleiskäyttöinen I/O-portti
HDMI	High Definition Multimedia Interface / digitaalinen liitäntästandardi näyttölaitteille
IoT	Internet of Things / esineiden internet
IC	Inter-Integrated Circuit / sarjaväylä
IR	Infrared / infrapuna
LDR	Light Dependent Resistor / vastus jonka resistanssi muuttuu valoisuuden mukaan
LED	Light Emitting Diode
MCU	Micro Controller Unit / mikrokontrolleri
MHz	Megahertz
NodeMCU	eLua-pohjainen firmware ESP8266-kehitysalustalle
OOK	On-off keying / yksinkertaisin ASK-modulointimuoto
OS	Operating system / käyttöjärjestelmä
PIR	Passive Infrared / passiivinen infrapuna
PuTTY	avoimen lähdekoodin SSH ja telnet client
Python	ohjelmointikieli
PWM	Pulse-Width Modulation / pulssinleveysmodulaatio
RF	Radio Frequency / radiotaajuus
RTL-SDR	RTL2832U-mikrosiruun pohjautuva RF-vastaanotin, jota voidaan käyttää ohjelmistoradiona.

SD	Secure Digital -muistikortti
SDR	Software Defined Radio / ohjelmistoradio
SFTP	Secure File Transfer Protocol
Sonoff	ESP8266-piiriin pohjautuva wifi-kytkin
SSH	Secure Shell
USB	Universal Serial Bus / sarjaväyläarkkitehtuuri
vlan	virtual local area network / virtuaalilähiverkko
WinSCP	Win Secure Copy
WLAN	Wireless Local Area Network / langaton lähiverkko
YAML	YAML Ain't Markup Language / merkintäkieli
Zigbee	langaton tiedonsiirtostandardi
Z-Wave	langaton tiedonsiirtostandardi

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutustua kotiautomaatioon ja käydä käytännön tasolla läpi toteuttaminen. Päätaavoite on selventää itselle mitä kotiautomaatio on ja toteuttaa jokin omaa arkea helpottava automaatio. Lisäksi käydään pintapuolin läpi muutamia eri yhteysstardardeja, joita käytetään kotiautomaatioissa.

Työ toteutettiin Raspberry Pi -minitietokoneella koska sellainen oli entuudestaan hankittuna ja käyttö tuttua. Kotiautomaatio-ohjelmaksi valittiin Home Assistant. Kotiautomaatiomarkkinoille on päässyt myös kotimainen tuote Cozify Hub.

Tavoitteena

- saada jonkinlainen käsitys yleisesti kotiautomaatiosta
- hyödyntää Raspberry Pi -minitietokonetta
- toteuttaa Raspberry Pi:lla ohjaus kauko-ohjattaville pistorasioille
- toteuttaa herätyskello jolla voi ohjata valaisinta ja soittaa musiikkia
- saada Home Assistantilta viestejä puhelimeen ennalta määrätyissä tilanteissa
- toteuttaa IR-ohjaus Jamolle ja TV:lle
- toteuttaa jokin toiminto IR:lla Raspberry Pi:lle
- toteuttaa multisensori ESP8266-kehitysalustalla
- toteuttaa puheohjaus Amazon Echo Dot -älykaiuttimella
- toteuttaa yhteys ulkoverkosta (testattu mutta poistettu käytöstä)
- vaihtaa Sonoff-kytkimen firmware ja toteuttaa sen ohjaus MQTT:llä

Tavoitteisiin päästiin hyvin ja niitä keksittiin työn edetessä lisää kun Home Assistantin mahdollisuudet alkoivat valjeta ja nälkä kasvoi syödessä.

2 VALMISTELU

Aluksi täytyi selvittää mitä vaihtoehtoja oli laite- ja ohjelmapuolella automaatiojärjestelmän alustaksi. Laitteeksi valikoitui automaattisesti Raspberry Pi - tietokone, koska sellainen oli jo hankittuna.

2.1 Kotiautomaatio-ohjelmia

Kotiautomaatio-ohjelmaa valittaessa kriteereinä oli avoin lähdekoodi ja mahdollisuus asentaa Raspberry Pi:lle (myöhemmin RasPi). Ehdokkaina oli Calaos, Domoticz, Home Assistant ja OpenHAB. Päätös tehtiin oikeastaan kahden ohjelman välillä: Domoticz ja Home Assistant. Foorumeilta luetun ja ohjeiden määrän perusteella päädyttiin Home Assistantiin (myöhemmin HA).

2.2 Home Assistant

Ensimmäinen versio HA:sta julkaistiin vuonna 2013 Paulus Schoutsenin toimesta. HA on avointa lähdekoodia ja pyörii Python 3 -koodin päällä. Yksi HA:n keskeisimmistä kehityslähtökohdista oli toiminta paikallisesti pilven sijaan. Järjestelmän ei haluttu olevan riippuvainen internet-yhteydestä. HA:sta on olemassa valmis image Raspberry Pi -tietokoneelle (Hassbian) jonka pohjana on Raspbian. Raspbian taas on Debianiin pohjautuva Raspberry Pi -tietokoneelle optimoitu käyttöjärjestelmä. HA:n voi asentaa myös mm. Windowsille, Linuxille ja OS X:lle. Hassbianin rinnalle on tullut Hass.io-versio Home Assistant -asennuksesta, joka pohjautuu resinOS-käyttöjärjestelmään sekä Docker-virtualisointitekniikkaan. HA:n kehitys menee kirjoitushetkellä versiossa 0.52 joten käyttäjäystävällisyys esimerkiksi automaatioita tehdessä on vielä melko alkeellisella tasolla peruskäyttäjää ajatellen. Aloitushetkellä kaikki konfiguroinnit tuli tehdä YAML-tiedostoja muokkaamalla, mutta versiossa 0.51 HA:iin lisättiin automation editor. Editoria pystyy käyttämään HA:n käyttöliittymästä, mutta se on vielä keskeneräinen eikä sillä pysty tekemään kaikkea mitä YAML-tiedostojen muokkaamisella pystyy.

2.3 Kotiautomaatiolaitteita ja tekniikoita

Amazon Echo & Google Home

Molemmat ovat älykaiuttimia. Amazonin älykäs henkilökohtainen avustaja on Alexa ja Googlen on Google Assistant. Näillä voi puheella ohjata esimerkiksi valoja tai musiikin toistoa. Molemmissa on tuettuina WLAN-taajuudet 2,4 GHz ja 5 GHz sekä Bluetooth. Bluetooth-yhteyttä voi käyttää esimerkiksi musiikin soittamiseen erillisellä kaiuttimella.

Cozify Hub

Suomessa kehitetty kotiautomaatiokeskusyksikkö. Käyttö tapahtuu älypuhelimella tai tabletilla (Android ja iOS). Tuetut tekniikat WLAN, BLE, ZigBee, 433 MHz ja Z-Wave (hardware ready). Osa toiminnoista on vielä hieman "kehitysvaiheessa" kuten Z-Wave. Hinta on noin 240 €. Automaatioiden luonti tapahtuu sovelluksen avulla, joten se on helpompaa kuin HA:ssa.

Zigbee

Pienen virrankulutuksen, pienen tiedonsiirtonopeuden ja pienen kantaman langaton tiedonsiirtotekniikka. Euroopassa käytössä oleva taajuus on 2,4 GHz. Käytössä muun muassa valaisintuotteissa Philips Hue, Osram Lightify ja Ikea Trådfri (ZigBee Light Link). Pienen virrankulutuksen ansiosta laitteiden paristot voivat kestää muutamia vuosia. Mesh-verkko jossa voi olla jopa 65 000 laitetta. Käyttää AES-128-salausta.

Z-Wave

Langaton tiedonsiirtotekniikka joka on kehitetty pääasiassa kotiautomaatiota varten. Käyttötaajuus on alle 1 GHz jolloin ruuhkautunut 2,4 GHz kaista ei aiheuta häiriötä. Euroopassa käytössä oleva taajuus on 868,42 MHz. Mesh-verkko jossa voi olla 232 laitetta. Käyttää AES-128-salausta.

433 MHz

Yksinkertainen langaton tiedonsiirtotekniikka, joka käyttää OOK/ASK-modulointia. Binäärinen data esitetään lähettämällä kantoaaltoa tietyn pituisina pätkinä ja lähetysten väleissä on tietyn pituiset viiveet. Ehkäpä yleisin OOK-modulaatiota käyttävä tekniikka on morsetus.

MQTT (Message Queue Telemetry Transport)

Kevyt viestintäprotokolla joka toimii julkaise-tilaa-periaatteella (publish-subscribe). MQTT mahdollistaa laitteen lähettää (julkaista/publish) tietoa tietystä aiheesta (topic) serverille joka toimii MQTT-välittäjänä (broker). Tämän jälkeen broker lähettää vastaanottamansa tiedon kyseiseen aiheeseen tilaajille (subscribe).

2.4 Sensorit ja muut laitteet

Lopulta käytettävissä oli seuraavat välineet

- Raspberry Pi 1, 2 ja 3
- Chromecast-videostriimauslaite
- Chromecast Audio -äänistriimauslaite x2
- IR-lähetinvastaanotin (itse rakennettu)
- 433 MHz RF-lähetin ja -vastaanotin
- 433 MHz kauko-ohjattava pistorasia x2 (Nexa EYCR-2300)
- 433 MHz kaukosäädin (Nexa NEYCT-705)
- 433 MHz himmenninvastaanotin (Nexa WMR-252)
- DHT11-lämpötila- ja kosteusanturi
- virtalähteitä, kaapeleita ja microSD-kortteja
- Ikea Trådfri-tukiasema, -kaukosäädin ja -lamppu x4
- Amica NodeMCU ESP8266 ESP-12E -kehitysalusta x4
- Sonoff RF Wi-Fi smart switch x2
- PIR-sensori
- LDR-valovastus
- DHT11-kosteus- ja lämpötila-anturi
- Amazon Echo Dot -älykaiutin

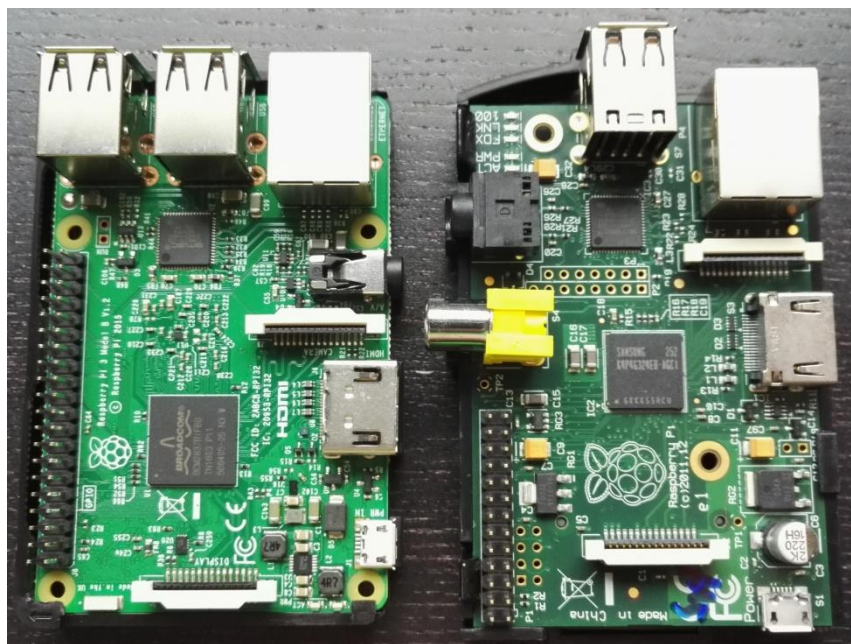
2.5 Raspberry Pi

Yksipiirilevyinen tietokone joka alunperin suunniteltiin tietotekniikan opetukseen kouluissa ja kehittyvissä maissa. Sen on kehittänyt britannialainen Raspberry Pi Foundation. RasPi:sta on tehty useampikin eri malli, jotka eroavat toisistaan piirilevyn koolla, liitännöillä ja tehoilla. Työssä käytettiin alunperin RasPi:sta mallia 2. Myöhemmin hankittiin RasPi 3 kauko-ohjattavien pistorasioiden ongelmien selvittämiseksi ja HA siirrettiin siihen. Kuvassa 1 näkyy kahden eri RasPi-version

liitännät. RasPi 3:sta löytyy Ethernet, 4x USB, 3,5 plug, HDMI, micro-USB, microSD, liitännät näytölle ja kameralle sekä GPIO-pinnit. Lisäksi siihen on aikaisemmista versioista poiketen integroituna WLAN ja BLE. Käyttöjärjestelmä on microSD-kortilla, joten vaihto käyttöjärjestelmästä toiseen onnistuu nopeasti. Tämä mahdollistaa monipuolisen ja mielekkään harrastelun jo yhdellä RasPilla. Kortin vaihdolla RasPi:n rooli voi vaihtua esimerkiksi kotiteatterista sääasemaksi. RasPi soveltuu ohjelmoinnin opetteluun hyvin koska GPIO-pinnien ansiosta perinteisen ”Hello world” -tekstin sijaan voidaan vaikkapa syyttää led-valoja. Monimutkaisempina esimerkkinä RasPi:n ohjelmointimahdollisuuksista mainittakoon peliohjaimella ohjattava robotti.

RasPi:lla on tehty todella paljon erilaisia projekteja ja netistä löytyy valtava määrä ohjeita ja ideoita niin töihin kuin ongelmatilanteisiin. Itse olen käyttänyt RasPi:a kokeilumielessä:

- FM-lähettimenä
- pelikonsolina
- kotiteatterina
- selaimella ohjattavana musiikkisoittimena
- tietokoneena
- kotiautomaatiojärjestelmänä



Kuva 1: Raspberry Pi 3 ja 1

2.6 Amica NodeMCU

NodeMCU Development Kit 1.0 on kehitysalusta, joka pohjautuu Espressif Systemsin kehittämään ESP8266-wifi-piiriin. Kehitysalustaan on integroitu GPIO, PWM, I²C, 1-Wire ja ADC. Lisäksi alustaan on integroitu myös CP2102-piiri, joka toimii USB-UART-siltana. Tämä mahdollistaa koodin latauksen suoraan micro-USB-liittimen kautta. Lisäksi piirilevyyn on valmiiksi juotettu jalat, joten kytkentöjen tekeminen onnistuu myös ilman juottamista. Flash-muistia on 4 Mt ja työmuistia on 128 kt. Koodin lataamiseen käytettiin avoimen lähdekoodin Arduino IDE -ohjelmaa. Yhtä Amica NodeMCU:ta käytettiin myöhemmin multisensoriin ja yhtä lämpö- sekä kosteusmittariin.

2.7 Sonoff RF

ESP8266-piiriin pohjautuva langattomasti ohjattava rele. RF-malli sisältää myös 433 MHz vastaanottimen, joten sitä voidaan ohjata wifin lisäksi myös sillä. Firmwareksi vaihdettiin Sonoff-Tasmota. Firmwaren lataus tapahtuu neljän kontaktin kautta USBtoTTL-adapterin avulla. Pinnit ovat käyttöjännite, maa, lähetys ja vastaanotto. Sonoff kytketään suoraan verkkovirtaan ja se ohjaa ainoastaan vaihetta. Sonoff:n ohjaus lisättiin HA:iin MQTT Switch -komponentin avulla. HA näkee Sonoff:n tilan toisin kuin 433 MHz komponenttien, joten esimerkiksi RasPi:n uudelleenkäynnistyksen jälkeen Sonoff:n tila näkyy oikein HA:ssa.

3 ASENTAMINEN

Käyttöjärjestelmästä riippuen täytyy koneelle asentaa joitain ohjelmia HA:n asentamista ja asetusten muokkaamista varten. Tämän työn teossa käytettiin Windows-käyttöjärjestelmää ja seuraavia ohjelmia käyttötarkoituksineen:

- Win32DiskImager / imagen kirjoittamiseen microSD-kortille
- PuTTY / SSH-yhteyden luomiseen RasPi:in
- WinSCP / tiedostojen helpompaan selailuun RasPi:lla
- Notepad++ / konfiguraatitiedostojen muokkaamiseen
- SDSharp / RTL-SDR:llä rf-signaalin vastaanottamiseen ja tallentamiseen
- Audacity / tallennetun rf-signaalin analysointiin
- Chrome / HA:n käyttöön ja testaukseen
- Arduino IDE / koodin lataamiseen ESP8266-kehitysalustalle ja Sonoff-kytkimelle

3.1 Hassbianin asennus

Hassbianin asentaminen tapahtui samalla tavalla kuin muidenkin käyttöjärjestelmien asennus RasPi:lle. Ensin ladataan image (levykuva), kirjoitetaan se microSD-kortille esimerkiksi Win32DiskImager-ohjelmalla, kytketään verkkoyhteys ja virrat päälle. Mikäli RasPi:lla on yhteys internettiin päivitetään HA:n uusimpaan versioon automaattisesti. Tässä menee muutamia minutteja. Tämän jälkeen mennään selaimella osoitteeseen <http://hassbian.local:8123> ja nähdään Home Assistantin graafinen käyttöliittymä.

3.2 Asetukset, YAML, käyttö

Asennuksen jälkeen otettiin SSH-yhteys PuTTY:lla ja laajennettiin tiedostojärjestelmä, vaihdettiin alueasetuksia, muokattiin wifi-asetuksia sekä vaihdettiin salasana. HA:n kaikki asetukset on tallennettu konfiguraatitiedostoihin, jotka on kirjoitettu YAML-merkintäkielellä. Näitä tiedostoja muokkaamalla saadaan esimerkiksi lisättyä kytkimiä tai sensoreita HA:han. HA:han on kirjoitushetkellä yli 700 valmista komponenttia/sensoria. Alkuasetuksilla HA:ssa on auringon liikkeistä kertova sensori

sekä säästä kertova symboli. Lisäksi discovery on aktiivisena, joten verkossa olevat Chromecastit näkyvät myös. Asetustiedostoihin pääsee käsiksi esimerkiksi WinSCP-ohjelmalla, mutta on suositeltavaa tehdä RasPi:lle myös Samba-jako. Tämä siksi että varsinkin aluksi konfiguraatiodostoihin täytyy päästä käsiksi useasti ja uudelleenkäynnistyksen jälkeen.

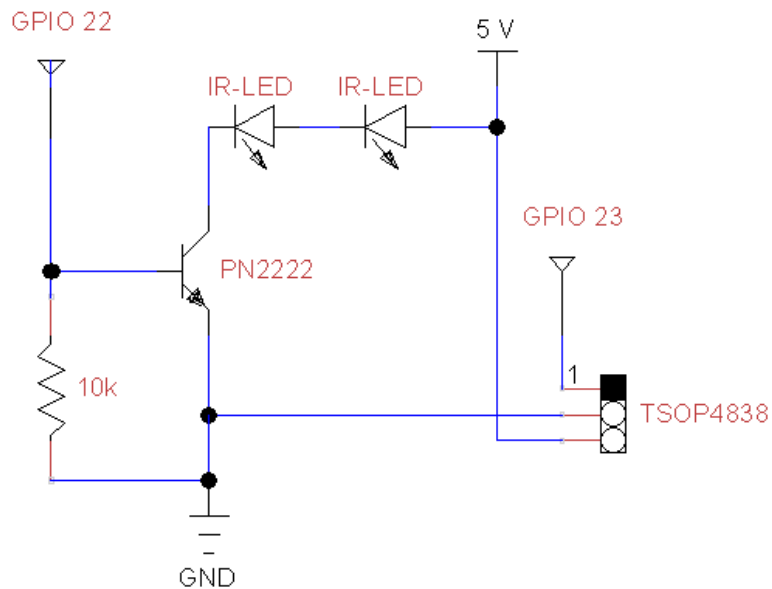
3.3 Lämpötila- ja kosteussensori DTH11

Hankittiin DTH11-sensori ja liitettiin se osaksi HA-järjestelmää koekytkentälevyn ja johtojen avulla. DTH11 on kalibroitu lämpötila- ja kosteussensori, jossa on digitaalinen ulostulo. Mittaustarkkuus 25°C asteessa suhteellisen kosteuden mittaamisessa on $\pm 5\%$ ja lämpötilan mittaamisessa $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sensorin liitännät ovat maa, käyttöjännite ja signaali. Käyttöjänniteksi käy 3,3 - 5,5 V tasajännitettä. Sensorin kanssa piirilevyllä on valmiiksi juotettu 10k Ω vastus. Sensoria varten ei tarvinnut koodata ollenkaan vaan HA:sta löytyi komento (komponentti) suoraan. Sensorin tietoja ei meinattu saada näkyviin, mutta se johtui RasPi:n GPIO-pinnien on epäloogisesta nimeämistä. Kytkennän tarkistamisen jälkeen lämpötila- ja kosteustiedot näkyivät oikein. Myöhemmin DHT11-sensori lisättiin multisensoriin. Tulevaisuudessa tullaan hankkimaan DTH22-sensori koska sen tarkkuus on parempi.

3.4 IR-ohjaus

Haluttiin toteuttaa myös infrapunaohjaus koska käytössä olevat kaiuttimet eivät ota muuta ohjausta vastaan. Samalla tehtiin ohjaus myös TV:lle. Ohjeet IR-lähetin-vastaanottimen rakentamiseen löytyi sivulta <http://alexba.in/blog/2013/06/08/open-source-universal-remote-parts-and-pictures/>. Osat haettiin Elektorista ja Bebekistä, mutta täysin vastaavia ei ollut saatavilla. Kun koekytkentä ja koodipuoli oli hoidettu päästiin testaamaan. Yritettäessä opettaa kaukosäätimestä koodeja RasPi:lle ei saatu mitään järkevää näkyviin. Tarkistettiin kytkentä ja todettiin IR-vastaanottimen jalkajärjestyksen olevan toinen kuin oletettiin. Kytkennän muuttamisen jälkeen saatiin ruudulle jo lupaavan näköistä koodia. Sitten yritettiin lähetykseltä ja katsottiin reagoiko TV tai kaiuttimet. Kumpaakaan ei saatu ohjattua opetelluilla koodeilla. Kameralla tarkistettiin, että ir-ledit paloivat lähetyksen aikana. Päätettiin tilata eBaysta

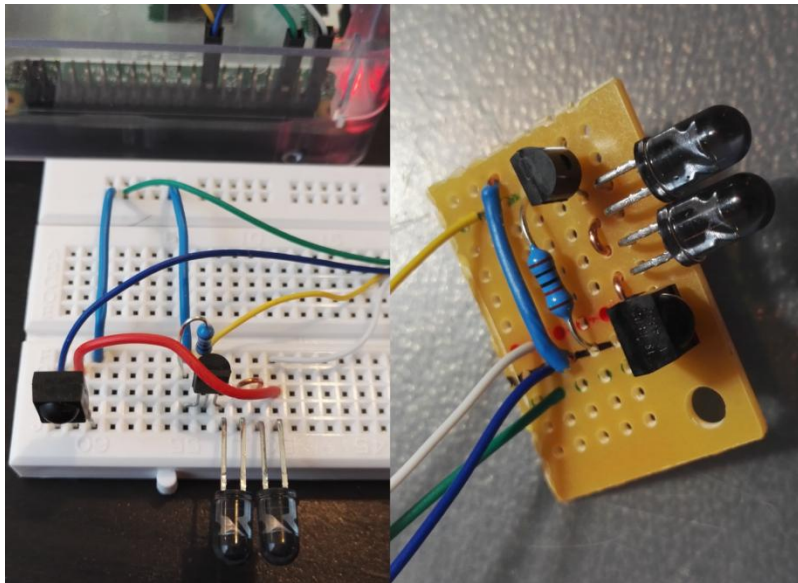
IR-vastaanottimia, transistoreita, kytkentälevyjä ja johtoja. Uuden IR-vastaanottimen kytkemisen jälkeen opeteltavat koodit näyttivät aivan erilaisilta. Uudet koodit toimivat sekä TV:n että kaiuttimien ohjauksessa. Opetettiin tarvittavat koodit RasPi:lle ja lisättiin ne HA:iin. Kaiuttimien ohjaus lisättiin HA:n etusivulle sekä herätyskelloautomaatioon (jäljempänä).



Kuva : IR-lähetin-vastaanottimen kytkentäkaavio

Käytetyt komponentit:

- TSOP4838 IR-vastaanotin
- PN2222 transistori
- IR-LED x2
- 10 k Ω vastus
- kytkentälankoja
- koekytkentälevy



Kuva 2: IR-kytkentä koekytkentälevyllä ja lopullinen kytkentä

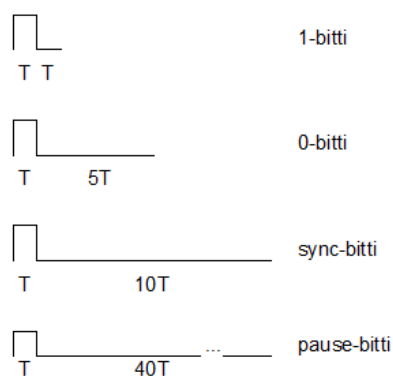
Lisättiin IR-ohjaus myös toisinpäin eli RasPi:a pystytään ohjaamaan kaukosäätimellä. Opetettiin kaukosäätimen painikkeet RasPi:lle ja liitettiin ne triggereiksi automaatioihin, jotka vaihtavat nettiradiokanavia.

3.5 Kauko-ohjattavat pistorasiat

Mietittiin mikä tekniikka valitaan sensoreita ja kauko-ohjattavia pistorasioita silmällä pitäen. Valittavien tekniikoiden joukossa oli Zigbee, Z-Wave, 433 MHz ja WLAN. Saatavuuden ja hinnan takia päädyttiin 433 MHz tekniikkaan. Pistorasioiden ohjauksen toteuttamiseen löytyi hyvä video ohjeineen ja tilattiin superheterodyne-lähetin ja vastaanotin eBaysta. Nexan kaukokäyttörasioita valittaessa päädyttiin vaihtoehtoon, jossa kaukosäätimessä on useampi koodi (tulevaisuutta varten). Kaukosäätimen malli NEYCT-705 ja pistorasian malli EYCR-2300. Käyttötaajuus on 433,92 MHz.

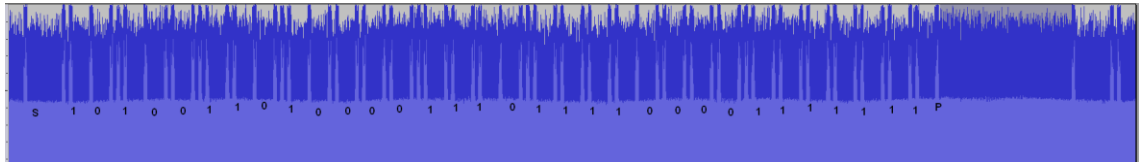
Osien saavuttua tehtiin testikytkentä koekytkentälevylle, otettiin yhteys RasPi:in PuTTY:lla ja asennettiin tarvittavat ohjelmat. Ajettiin skripti jonka tarkoitus on haistella RF-signaaleja ja painettiin kaukosäätimen näppäimiä. Tuolloin piti ruudulle tulla useita samanlaisia rivejä merkiksi kaukosäätimen vastaanotetusta signaalista, mutta ruudulle ilmestyvissä riveissä ei ollut mitään loogisuutta. Ilmestyneet rivit olivat siis häiriöitä. Testattiin toisilla kauko-ohjattavilla pistorasioilla varmuuden vuoksi, mutta tulos oli sama. Luettiin neuvoja foorumeilta ja videoiden kommentteista. Testattiin

kuulokeviritelmällä ja lopulta oskilloskoopilla, ettei vastaanottimen datapinni ole mykkä kun kaukosäätimen nappeja painellaan. Testattiin erilaisia antennoja, virtalähteitä, RasPi 3:sta, toista vastaanotinta ja juotettuja johtoja. Tiedettiin että pistorasioiden käyttämän modulaation pitäisi olla OOK/ASK-modulointia. Lopulta löytyi sivusto, jossa oltiin painittu vastaavanlaisen ongelman kanssa ja päädytty kiertämään ongelma RTL-SDR:llä. Virittäydettiin SDRSharpilla oikealle taajuudelle ja tallennettiin kaukosäätimen signaalit wav-formaatissa. Avattiin wav-tiedosto Audacity-ohjelmalla ja mitattiin signaalin viiveitä. Audacityssä ei ole mahdollista mitata suoraan aikaa kun puhutaan hyvin lyhyistä ajoista vaan mittaus piti suorittaa näytteinä. Näytteenottotaajuutena käytössä oli 2,4 Mhz joten viiveet saatiin muutettua ajaksi kaavalla $t = \frac{1}{f} * n$ jossa f on näytteenottotaajuus ja n on näytteiden lukumäärä. Viiveet täsmäsivät sivulla <http://tech.jolowe.se/home-automation-rf-protocols/> esitettyihin signaaleihin, joten pystyttiin hyödyntämään sivuston tietoja. Nyt saatiin varmistettua miten esitetään 0, 1, synkronointi ja tauko. Bittien koodaus on toteutettu siten että jokaista loogista bittiä kohden lähetetään kaksi fyysistä bittiä. Toinen lähetetty bitti on inversio ensimmäisestä bitistä: '1' → '10' ja '0' → '01'. Esimerkiksi jos halutaan lähettää loogiset bitit 1010 niin fyysisesti lähetetään 10011001.



Kuva 3: Bittien esitys (T=250μs)

Dekoodattiin signaali käsin Audacityssä bitti kerrallaan. Yritettiin lähettää desimaalimuotoon muutettua signaalia alkuperäisen ohjeen mukaan Raspberry Pi RF Switch -komponentin avulla mutta kauko-ohjattava pistorasia ei reagoinut. Sitten löydettiin sivulta <http://www.instructables.com/id/Super-Simple-Raspberry-Pi-433MHz-Home-Automation/> lupaava python-koodi ja muokattiin sitä omaa signaalia vastaavaksi mm. viiveiden osalta. Testattiin PuTTY:llä ja TOIMI! Lisättiin ohjaus HA:iin ja herätyskello-automaatioon.



Kuva 4: RF-signaalin "dekoodaus" käsin

3.6 Multisensori

Amica NodeMCU -kehitysalustat ja PIR-sensori saapuivat. Kytettiin PIR-sensori ja DHT11-sensori kytkentäohdoilla kehitysalustoihin. Ladattiin <https://github.com/bruhautomation/ESP-MQTT-JSON-Multisensor> sivulta löytyvä koodi kehitysalustoihin micro-USB-kaapelilla Arduino IDE -ohjelman avulla. Koodi mahdollistaa myös RGB-ledin ja valoanturin hyödyntämisen, mutta niille ei nähty tarvetta. Koodiin piti muuttaa WLAN:n SSID ja salausavain, MQTT brokerin IP-osoite, käyttäjänimi ja salasana sekä MQTT topicit. HA:han piti lisätä MQTT-komponentti ja siihen lisätä tarvittavat tiedot. Tämän jälkeen piti vielä lisätä HA:n sensoreihin PIR-, kosteus- ja lämpötilasensori. Sensoreille osoitettiin MQTT topicit, jotka vastasivat ESP8266-kehitysalustoille määritettyjä topicia. Eli tässä tilanteessa multisensori toimii julkaisijana, HA toimii tilaajana ja RasPi välittäjänä. Multisensorin liiketunnistusta käytettiin myöhemmin käytävävalojen automaatiassa.

3.7 Herätyskelloautomaatio

Haluttiin luoda automaatio ja kokeilla sen toimintaa. Foorumilta löytyi ohjeet yksinkertaisen herätyskellon luontiin. YAML-konfiguraatio muokattiin omaan järjestelmään sopivaksi. Herätysajan lisäksi pystytään liukukytkimellä valitsemaan herätys joka päivä tai maanantaista perjantaihin. YAML-konfiguraatio löytyy osoitteesta <https://community.home-assistant.io/t/creating-a-alarm-clock/410>. Herätyskellon automaatioon lisättiin Chromecast Audion, kaiuttimien ja kauko-ohjattavan pistorasian ohjaukset. Herätyskellon soidessa Chromecast Audio käynnistyy, asettaa äänenvoimakkuuden puoleen ja alkaa soittaa nettiradiota, kaiuttimet käynnistyvät ja äänenvoimakkuus lasketaan ensin minimiin josta se pykälittäin

nostetaan asetetulle tasolle sekä himmenninvastaanottimeen kytketty makuuhuoneen kattovalo syttyy. Lisäksi käytävävalot syttyvät täydellä kirkkaudella.

3.8 Valoautomaatio

Multisensorin liiketunnistusta hyödynnettiin käytävävalojen automaatiassa. Triggerinä käytettiin sensorilta tulevaa viestiä "motion detected" ja ehtona kello 22.30 - 6.00 välillä. Paloajaksi asetettiin 2 minuuttia hetkestä kun liikkeen havaitseminen lakkaa. Lisäksi ainoastaan vessaa lähinnä oleva valo syttyy ja matalalla kirkkaudella. Vessaan asennettiin lisävalo, joka syttyy käytävävalon kanssa samaan aikaan ja samalla kirkkaudella. Tämän automaation kehityspäätös oli öiset vessakäynnit lapsitaloudessa. Multisensori sijoitettiin lähelle vessanovea koska liiketunnistuksen kantama on vain noin 2 metriä. Myöhemmin lisättiin HA:iin kytkin, jolla valoautomaatio voidaan kytkeä tarvittaessa pois päältä.

Koristevalot kytkettiin kauko-ohjattavaan pistorasiaan ja luotiin automaatio, joka sytyttää valot auringon laskettua ja sammuttaa auringon noustua.

3.9 Puheohjaus

Alun perin puheohjausta testattiin asentamalla Alexa RasPi:lle. Alexa on Amazonin kehittämä puheella ohjattava älykäs henkilökohtainen avustaja. Sitä voi pyytää esimerkiksi soittamaan musiikkia tai asettamaan muistutuksia. Myöhemmin hankittiin Amazon Echo Dot -älykaiutin puheohjausta varten. HA:sta aktivoitiin Emulated Hue Bridge -komponentti, jolloin esimerkiksi HA:n komponentit kuten kytkimet ja valot näkyvät Alexalle Hue-valoina. Komponenteille tulee keksiä Hue-nimet, joilla ne näkyvät Alexan asetuksissa. Samoja nimiä käytetään kun komponentteja halutaan kytkeä päälle tai pois päältä. Esimerkkinä komento, jolla kytketään light-niminen valo päälle: "Alexa turn light on". Alexa toimii toistaiseksi vain englannin ja saksan kielellä. Amazon ei ainakaan vielä toimita Echoa Suomeen, joten se tilattiin USA:sta.

4 TULEVAISUUDEN SUUNNITELMIA

Ajatuksia uusista ominaisuuksista tuli koko työn ajan. Tavoitteita lisättiin ja komponentteja hankittiin lisää. Ideoita tuli kuitenkin siinä määrin, että monta piti jättää tämän opinnäytetyön ulkopuolelle. Osa ideoista tullaan lisäämään HA:n tulevaisuudessa ja osaa tullaan testaamaan mielenkiinnosta.

- yhteys ulkoverkosta
- turvakamera
- VPN
- IR- ja RF-toimintojen ulkoistaminen RasPi:lta ESP8266-piireille
- siirto Hassbianista Hass.ioon
- paikallaolotunnistus
- kotiautomaatiojärjestelmälle oma vlan
- RasPi:n ohjaus RF-signaalilla
- puheohjauksen kehittäminen

LÄHTEET

434 MHz Remote Outlet Sniffing (idea RTL-SDR:n käyttöön) Luettu 30.3.2017.
<https://create.arduino.cc/projecthub/wgbartley/434-mhz-remote-outlet-sniffing-f2b7b8>

Home Automation – RF Protocols (signaalin dekodeeraamiseen apua) Luettu 30.3.2017.
<http://tech.jolowe.se/home-automation-rf-protocols/>

Super Simple Raspberry Pi 433MHz Home Automation (koodi jota muokkaamalla saatiin lähetettyä haluttu signaali) Luettu 30.3.2017.
<http://www.instructables.com/id/Super-Simple-Raspberry-Pi-433MHz-Home-Automation/>

The Cheapest Tech - \$6 DIY Internet of Things Smart Outlets (ohjevideo kauko-ohjattavien pistorasioiden ohjaukseen) Luettu 12.2.2017.
<https://www.youtube.com/watch?v=5UUazFbK-Hg>

BRUH Automation -Youtube-kanava (useita videoita joista saatu ohjeita kaikkeen HA:iin liittyvään) Luettu 12.2.2017.
<https://www.youtube.com/channel/UCLecVrux63S6aYiErxdy4w>

bruhautomation/ESP-MQTT-JSON-Multisensor - Github. Luettu 12.2.2017.
<https://github.com/bruhautomation/ESP-MQTT-JSON-Multisensor>

Hassbian image. Luettu 12.2.2017.
<https://github.com/home-assistant/pi-gen/releases/latest>

Home Assistant Forum. Luettu 12.2.2017.
<https://community.home-assistant.io/>

Installing Hassbian. Luettu 12.2.2017.
<https://home-assistant.io/docs/hassbian/installation/>

5 open source home automation tools. Luettu 11.4.2017.
<https://opensource.com/life/16/3/5-open-source-home-automation-tools>

Raspberry Pi Home Assistant Quick Start Guide. Luettu 5.2.2017.
<http://www.bruhautomation.com/single-post/2016/09/20/Home-Assistant-Quick-Start-Guide>

Setting Up LIRC on the RaspberryPi. Luettu 31.3.2017.
<http://alexba.in/blog/2013/01/06/setting-up-lirc-on-the-raspberrypi/>

Open Source Universal Remote - Parts & Pictures. Luettu 31.3.2017
<http://alexba.in/blog/2013/06/08/open-source-universal-remote-parts-and-pictures/>

ha-alarmclock - GitHub. Luettu 31.3.2017.
<https://github.com/master-kenobi/ha-alarmclock>

Creating a alarm clock - Home Assistant Forum. Luettu 31.3.2017.
<https://community.home-assistant.io/t/creating-a-alarm-clock/>

Raspberry Pi - Wikipedia. Luettu 31.3.2017.
https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi

Temperature and Humidity Module DHT11 Product Manual. Luettu 22.5.2017.
<http://wiki.seeedstudio.com/images/3/31/DHT11.pdf>

YAML - Wikipedia. Luettu 22.5.2017.
<https://en.wikipedia.org/wiki/YAML>

MQTT - Wikipedia. Luettu 7.6.2017.
<https://en.wikipedia.org/wiki/MQTT>

MQTT (MQ Telemetry Transport). Luettu 7.6.2017.
<http://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/MQTT-MQ-Telemetry-Transport>

NodeMCU - Wikipedia. Luettu 12.6.2017.
<https://en.wikipedia.org/wiki/NodeMCU>

NodeMCU. Luettu 12.6.2017.
http://www.esp8266.com/wiki/doku.php?id=nodemcu#devkit_10

NodeMCU. Luettu 12.6.2017.
http://nodemcu.com/index_en.html

zigbee - Wikipedia. Luettu 7.6.2017.
<https://en.wikipedia.org/wiki/Zigbee>

zigbee Light Link. Luettu 7.6.2017.
<http://www.zigbee.org/zigbee-for-developers/applicationstandards/zigbee-light-link/>

Z-Wave. Luettu 7.6.2017.
<https://en.wikipedia.org/wiki/Z-Wave>

About Z-Wave Technology. Luettu 7.6.2017.
http://z-wavealliance.org/about_z-wave_technology/

Cozify. Luettu 7.6.2017.
<https://tuki.cozify.fi/support/home>

ESP MQTT JSON Multisensor - GitHub. Luettu 12.6.2017.
<https://github.com/bruhautomation/ESP-MQTT-JSON-Multisensor>

Amazon Alexa - Wikipedia. Luettu 7.8.2017.
https://en.wikipedia.org/wiki/Amazon_Alexa

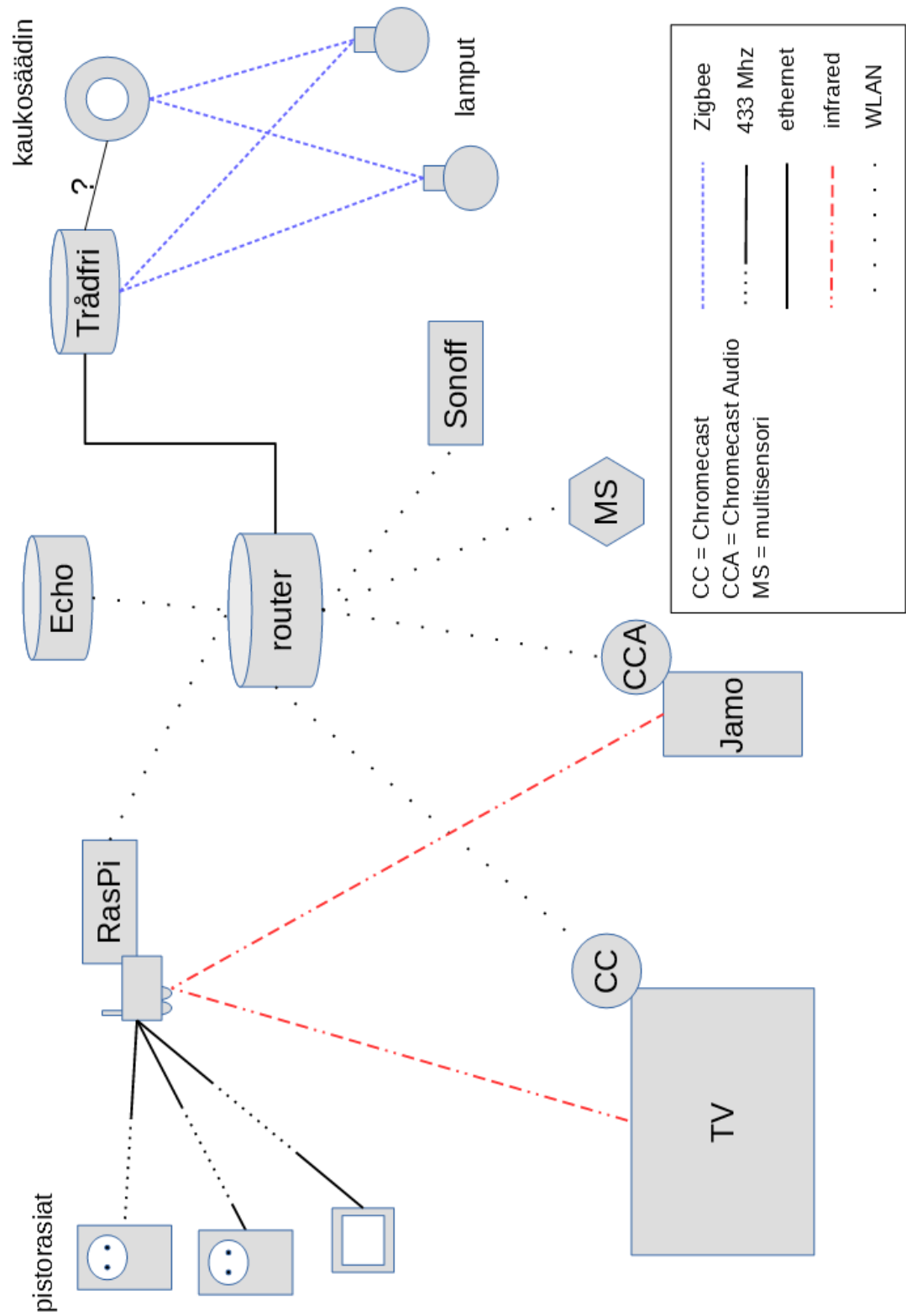
Samba - Wikipedia. Luettu 22.8.2017.
[https://en.wikipedia.org/wiki/Samba_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Samba_(software))

ZigBee, Z-Wave, Thread and WeMo: What's the Difference? - tom's guide. Luettu
6.9.2017.

<https://www.tomsguide.com/us/smart-home-wireless-network-primer,news-21085.html>

LIITTEET

Liite 1. Yhteenvedo laitteista ja yhteysmuodoista



Liite 2. Esimerkki Home Assistantin käyttöliittymästä

The screenshot displays the Home Assistant interface with a blue header bar containing a menu icon, the text "Home Assistant", and a microphone icon. Below the header is a navigation bar with icons for Home, Security, Media, and Clock. The main content area features a weather widget at the top showing "Sun" and "CPU 47.77°C". Below this are four control panels:

- Jamo:** A list of controls including On/Off, AUX1, AUX2, Optical, Mute, Volume +, and Volume -, each with an "ACTIVATE" button.
- TV:** A list of controls including On/Off, Source, Channel +, Channel -, Mute, Volume +, and Volume -, each with an "ACTIVATE" button.
- 433 MHz:** A list of controls including Pallovalot, Tuuletin, Makuuhuone, Sonoff_1, and test, with various activation and toggle options.
- Trådfri:** A list of controls including Eteisvalo 1, Eteisvalo 2, Vessa, and Night Mode, each with a toggle switch.

The screenshot displays the Home Assistant interface with a blue header bar containing a menu icon, the text "Home Assistant", and a microphone icon. Below the header is a navigation bar with icons for Home, Security, Media, and Clock. The main content area features three panels:

- Sensor Node 1:** A list of sensors including SN1 PIR (status: standby) and Valoautomaatio (status: ON).
- Sensor Node 2:** A list of sensors including SN1 Temperature (23.0 °C) and SN1 Humidity (30.0 %).
- Keli:** A list of weather-related sensors including Symbol (4), Temperature out (12.8 °C), Humidity out (89.4 %), Wind speed (6.1 m/s), Wind direction (280.5 °), and Pressure (1006.4 hPa).

