

IoT-koulutuksen kehittäminen

Teollinen internet

Markus Bäcklund

Opinnäytetyö

Marraskuu 2016

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Bäcklund, Markus	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 6.11.2016
	Sivumäärä 27	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi IoT-koulutuksen kehittäminen		
Tutkinto-ohjelma Automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Seppo Rantapuska, Teppo Flyktman		
Toimeksiantaja(t) Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Veli-Matti Häkkinen		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Jyväskylän ammattikorkeakoululta toimeksiantona toteutettiin Internet of Things –koulutuksen kehittämisoppimateriaali.</p> <p>Oppimateriaalin käyttäjällä on oletettu olevan elektroniikan ja tietokoneen käytön perustaidot.</p> <p>Oppimateriaaliksi tuotettiin Raspberry Pi –mikrotietokoneella ja Arduino Uno –mikrokontrollerilla toteutettavat laboratoriotyöt. Ohjelmointi tehtiin käyttämällä Python-ohjelmointikieleen perustuvaa Arduinon omaa ohjelmointikieltä.</p> <p>Ensimmäinen laboratoriotyö sisälsi lämpötilan ja ilmankosteuden mittaamisen sekä näyttämisen laitteistoon kytkettävällä näytöllä.</p> <p>Toinen laboratoriotyö sisälsi DC-moottorinohjauksen mobiilisovelluksella. Moottorilla oli erillinen jännitelähtö, ja moottorin tilatietoa sekä sen lämpötilaa voidaan tarkkailla myös mobiilisovelluksen käyttöliittymästä, joka on toteutettu pilvipalveluna käyttämällä Blynk-sovellusta.</p> <p>Kaikki käytetyt ohjelmistot ja kirjastot ovat avoimen lähdekoodin lisenssillä varustettuja, joten tekijänoikeuksista ei tarvinnut huolehtia.</p> <p>Ohjeistus saatiin toteutettua mahdollisimman yksinkertaiseen muotoon, ja työn edetessä ongelmat saatiin ratkaistua omin neuvoin tutkimalla ja selvitysten kautta.</p> <p>Tuotettu materiaali antaa Jyväskylän ammattikorkeakoululle hyvän opetusmateriaalin teollisen internetin maailmasta, joka tekee tuloaan.</p>		
Avainsanat (asiasanat)		
IoT, Internet of Things, Raspberry Pi, Arduino, Blynk		

Author(s) Bäcklund, Markus	Type of publication Bachelor's thesis	Date 6.11.2016 Language of publication: Finnish
	Number of pages 27	Permission for web publication: x
Title of publication IoT learning environment		
Degree programme Degree programme in Automation Technology		
Supervisor(s) Rantapuska, Seppo ; Flyktman Teppo		
Assigned by JAMK University of Applied Sciences, Veli-Matti Häkkinen		
Abstract <p>The IoT learning environment was developed as an assignment given by JAMK University of Applied Sciences. The prerequisite for the use of the produced learning material is basic knowledge of electronics and computer skills.</p> <p>The learning material was produced as instructions for the laboratory work using a Raspberry Pi computer and an Arduino Uno microcontroller. The programming was implemented using Arduino's own programming language based on Python language. The first part of the laboratory work contained measuring temperature and humidity as well as displaying them on a display device attached to the equipment.</p> <p>The second part of the laboratory work contained controlling a DC motor using a mobile app. The motor has a separate power supply, and the status and its temperature can be monitored from the mobile app user interface executed as a cloud service using an application called Blynk.</p> <p>All the software and libraries used are open-source licensed, therefore copyright infringement was not an issue. The instructions were implemented in the simplest possible form, and any issues with the work were resolved with research and development.</p> <p>The produced material will supply JAMK University of Applied Sciences with a comprehensive learning material from the world of emerging industrial internet.</p>		
Keywords/tags (subjects) IoT, Internet of Things, Raspberry Pi, Arduino, Blynk		

Sisältö

1	Johdanto	4
2	Tekemällä oppiminen	4
3	Motiivi	5
4	Tietoperusta	6
5	Internet of Things (IoT)	6
	5.1 Laitteiden internet.....	9
	5.2 Teollinen internet tehostaa nykyistä toimintaa	10
	5.3 Päätösten tukeminen dataa hyödyntämällä	11
6	Käytettävä laitteisto ja ohjelmisto	11
	6.1 Arduino	12
	6.2 Raspberry Pi.....	14
	6.3 Blynk	16
7	Uuden oppimateriaalin tuottaminen.....	18
	7.1 Työn kulku	18
	7.2 Työ 1: Lämpötilan ja kosteuden mittaaminen	19
	7.3 Työ 2: DC-moottorin ohjaus mobiilisovelluksella.....	20
	7.4 Muutokset alkuperäiseen suunnitelmaan	22
8	Tulokset	22
9	Pohdinta.....	23
	Lähteet	24
	Liitteet	25
	Liite 1. Arduino Uno -mikrokontrollerin kytkentäkaavio	25
	Liite 2. Suomenkielinen työohje toteutetulle laboratoriotyölle	26

Liite 3. Instructions for the accomplished laboratory work.....27

Kuviot

Kuvio 1. Internet of Things.	8
Kuvio 2. Arduino Uno -mikrokontrolleri. (Wikipedia, 2016)	13
Kuvio 3. Raspberry Pi 3 Malli B. (Wikipedia, 2016)	15
Kuvio 4. Blynkin toimintaperiaate.	17
Kuvio 5. Lämpötila- ja kosteusmittauksen kytkentäkuva.....	19
Kuvio 6. Moottorinohjauksen kytkentäkuva.	20
Kuvio 7. Blynk-mobiilisovelluksen käyttöliittymä.	21

Taulukot

Taulukko 1. Teollisen internetin vaikutus toimintamalleihin.....	10
Taulukko 2. Raspberry Pi 3 Malli B tekniset tiedot.	16

1 Johdanto

Työn tavoitteena oli tuottaa Jyväskylän ammattikorkeakoululle uusia laboratoriotöitä IoT – oppimisen tueksi. Toimeksiantajan ja työn ohjaajien kanssa käydyissä suunnittelupalavereissa valittiin kaksi keskeistä osatavoitetta laboratoriotöille, joista ensimmäisessä suoritetaan lämpötilan ja kosteuden mittaaminen ja mittaustietojen näyttäminen. Toisessa osassa toteutetaan erillisellä jännitelähteellä toimivan DC-moottorin ohjaus käyttämällä mobiilisovellusta. Työssä käytetään Python-ohjelmointikieltä, jolla ohjelmoidaan haluttu toiminto käytettävälle laitteistolle. Tavoitteeksi asetettiin myös laboratoriotyöohjeiden laatiminen, joissa kuvaillaan yksityiskohtaisesti tarvittavat laitteistot, ohjelmistot ja oheismateriaalit sekä annetaan laboratoriotyön lähtötiedot. Tämän työn lähtökohtana on se, että tekemällä oppiminen on tehokkainta oppimista, joka myös motivoi opiskelijoita parhaiten.

2 Tekemällä oppiminen

Deweyn pragmatismiin perustuvana kasvatustilfilosofia, jossa painotetaan tiedon saavuttamista reflektoidun kokemuksen kautta ja käytäntöä merkityksen perustana (Wikipedia, 2014). Opiskelijan luonnollinen oppimiskyky käytännön ympäristössä mahdollistaa tekemällä oppimisen, ja opiskelija voi käytännössä kokeilla asioita ja epäonnistua. Aristoteleen mukaan asiat, jotka on opittava tekemään, opitaan vain tekemällä niitä pohjautuu ajatukseen, että tietoa saadaan kokemuksellisen toiminnan tuloksena. (Wikipedia, 2014)

Kokemusperäisestä tekemisestä opitaan uusia taitoja, sillä aluksi seurataan ammattilaisen esimerkkiä tai ratkaistaan ongelmaa virheen kautta. Oppiminen tapahtuu teorian soveltamisesta käytäntöön. Konkreettinen kokemus toimii pohjana havainnoille, joista alkaa kokemusperäinen oppiminen. Kokemus mahdollistaa reflektoinnin, ja yhdessä ne muodostavat oppimisen keskeiset tekijät. Varsinainen oppiminen tapahtuu tosin vasta, kun kokemukselle saadaan liitettyä jokin merkitys.

Tekemällä oppimisessa opettaja muuttuu rinnalla kulkijaksi. Tällöin ilmapiiri vaihtuu opettaja-oppilas -roolista kollegoiden väliseen rooliin, joka on yleisesti ottaen rennompia tilanne. Opettaja tarvittaessa opastaa ja auttaa (Vuorinen, 2005).

Käsitteenä tekemällä oppiminen vastaa humanistista ihmis- ja oppimiskäsitystä, johon kuuluu kokemuksellisen oppimisen periaate. Opiskelija on vastuussa omista ratkaisuisistaan ja hänen kokemuksensa ovat keskeisessä roolissa. Näin opiskelija pystyy itse vaikuttamaan valintoihinsa. (Purot.net, ei pvm)

3 Motiivi

Opinnäytetyön aihe annettiin Jyväskylän ammattikorkeakoululta. Aihe oli hyvin kiinnostava eikä aiempaa kokemusta Python-ohjelmoinnista löytynyt. Halusin työni kautta tuoda esiin mahdollisuuksia kokonaisuudessaan Internet of Things -teknologiasta, jonka käyttö tulee lisääntymään tulevaisuudessa. Teollisen internetin tuleminen on tämän hetken yksi puhutuimmista aiheista, ja olen oppinut aiheesta hyvin sekä tarkoitus on viedä oppimaani työelämään opiskelujeni päätyttyä. Oma ammatillinen osaamiseni automaattisesti parantui opeteltuani uutta ohjelmointikieltä.

Henkilökohtaisena tavoitteena oli myös opetella Python-ohjelmointikieltä, eli lähtötilanne oli sama kuin kenellä tahansa muulla opiskelijalla. Työn alkuvaihe sisälsi paljon tiedonhakua ja laitteiston opettelemista. Työn etenemisen myötä ohjelmointikieli ja laitteet avautuivat pikkuhiljaa.

Motiivina työlle oli se, että olen aina ollut kiinnostunut automaatioteknisistä ratkaisuista, joten tämä työ kiinnosti suurella määrällä, koska työssä laite- ja ohjelmointiteknikkaa käyttämällä voidaan toteuttaa todella yksinkertaisesti vaikkapa kotiautomaatiota erittäin edullisesti. Henkilökohtaisella tasolla olen suunnitellut erään toisen automaatio-sovelluksen laitetta, joka on helposti toteutettavissa tässä työssä käytetyillä laitteilla.

4 Tietoperusta

Opinnäytetyön pohjana on käytetty oikeastaan hyvin paljon aiemmin opittua.

Elektroniikan komponentit ja linux-ympäristö olivat aiemmista projekteista ja opinnoistani tuttuja, joten uutena asiana tuli opiskella vain Python-ohjelmointikieli.

Työssä on hyödynnetty internetistä löytyviä projekteja, joissa on toteutettu erilaisia kokonaisuuksia käyttäen samoja tai samankaltaisia laitteita kuin tässä työssä. Mitään täysin valmista kokonaisuutta ei ole käytetty, vaan toimintoja on otettu tähän työhön useasta eri projektista, joka mahdollisti parhaan oppimisväylän omasta mielestäni. Oma elektroniikan osaaminen edesauttoi muutaman toimintahäiriön korjaamisessa.

Lähdeaineistona on käytetty internetistä löytyvää materiaalia, sekä Arduino Uno -mikrokontrollerin aloituspaketissa mukana tullutta opaskirjaa.

5 Internet of Things (IoT)

Käsitteenä esineiden internet (engl. Internet of Things, lyhenne IoT) tarkoittaa internet-verkon laajentumista laitteisiin ja koneisiin, joita voidaan ohjata, mitata ja sensoroida internet-verkon yli. Käsitettä ehdotti ensimmäisen kerran Kevin Ashton vuonna 1999 (Wikipedia, 2016).

Määritelmä tarkoittaa fyysisiä laitteita, jotka pystyvät mittaamaan, kommunikoimaan ja toimimaan omien tulostensa perusteella älykkäästi. Tämä tarkoittaa sitä, että laitteilla on oltava antureita, ohjelmistoja ja tietoliikenneyhteys, että sensorit, koneet, prosessit ja palvelut, jotka tuottavat jatkuvasti tietoa, voidaan jalostaa työvaiheiden ennakoimisessa ja automatisoinnissa.

Verkottuneiksi laitteiksi voidaan ajatella vaikkapa sataman kontinkuljetusjärjestelmä, tuuligeneraattorin turbiini, auton tai lentokoneen moottori ja hitsauslaitteet. Suomalainen hitsauslaitteita ja -ohjelmistoja tarjoava [Kemppi](#) hyödyntää teollista internetiä muun muassa kytkemällä hitsauslaitteet pilvipalveluun, jonne välittyy kaikki tieto hitsausapahtumasta, kuten kohteen hitsaaja, työssä käytetyt asetukset ja lisäaineet. Ennen hitsausta hitsaajan tarvitsee vain skannata korttinsa viivakoodi, minkä jälkeen

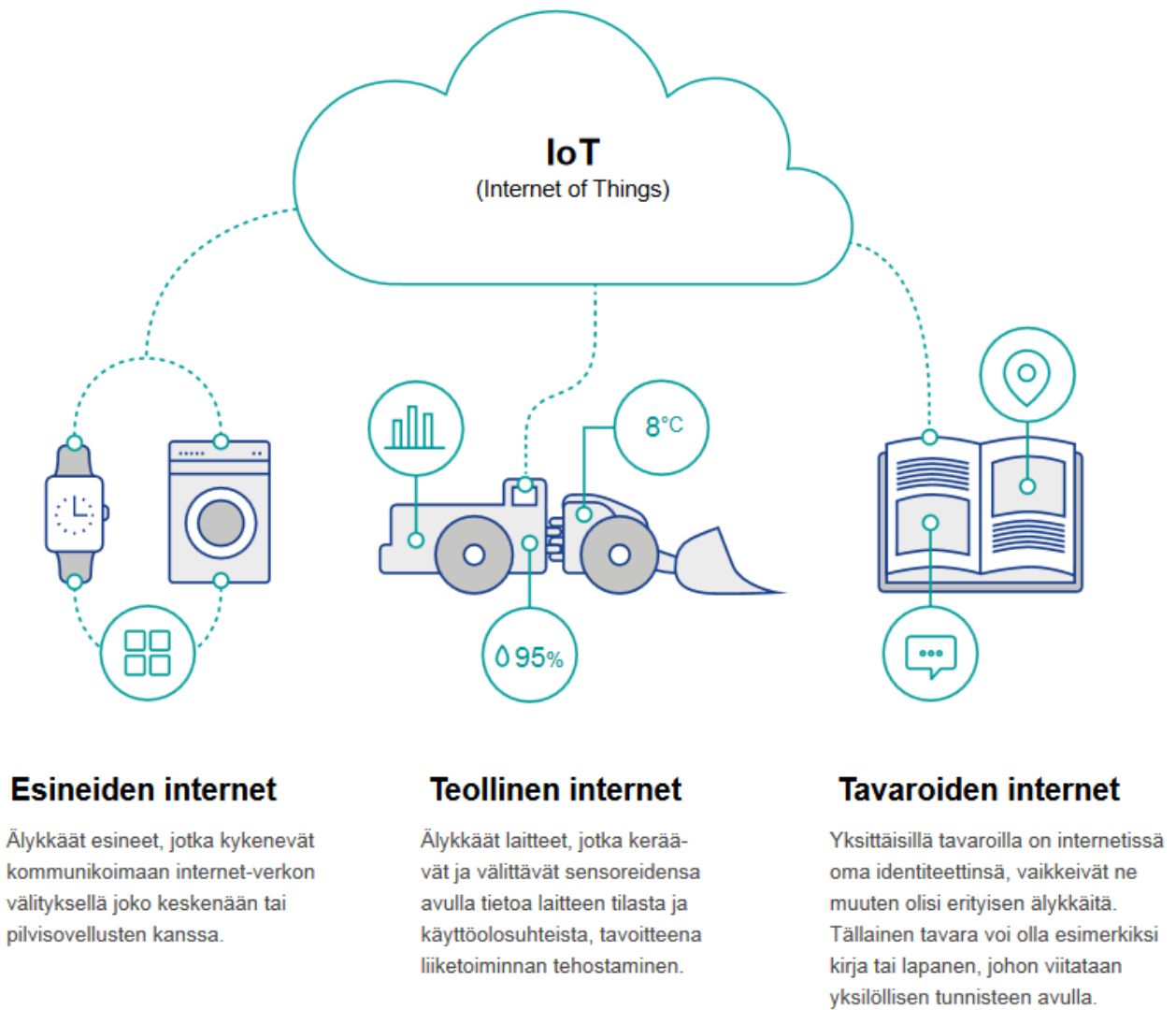
prosessista syntyvää dataa saadaan taltioitua yrityksen päätöksenteon tueksi tulevaisuuteen (Wikipedia, 2016).

Digitalisaatio ei tarkoita palveluiden sähköistämistä, vaan sitä, että kun yksi asia digitalisoituu, koko ekosysteemi ja arverkosto sen ympärillä muuttuu. Näin on käynyt esimerkiksi kirjojen, musiikin, kuvien, karttojen ja matkustamisen digitalisoitumisen myötä (Wikipedia, 2016).

Kun IoT:hen liittyy sanat teollisuuden internet, se tarkoittaa, että seuraavaksi digitalisaatioon siirtyy valmistava teollisuus. Jotta valmistava teollisuus pysyy elinkelpoisena, on kehitettävä jotain uutta ja innovatiivista. Tieto on jakanut teollisuuden toimintatavat kolmeen horisonttimalliin. Horisontti ykkösessä teollisuusyritykset keskittyvät ydintoimintaansa ja rakentaa uutta vanhan päälle. Horisontti kakkosessa yritykset tekevät kokonaan uusia tuotteita ja palveluita ja horisontti kolmosessa yritykset tekevät todella radikaaleja asioita. Esimerkki horisontti kolmosen toiminnasta voisi olla se, että isot nosturit korvataan pienten robottien armeijalla (Wikipedia, 2016).

Suomen yritysjohton mukaan vain murto-osa ymmärtää aidosti riittävällä tasolla teollista internetiä. Teollinen internet, Internet of Things -termi onkin viime aikoina ollut paljon esillä kaikkialla, ja sillä tavoitellaan globaalisti 1,9 biljoonan dollarin markkinaa vuonna 2020. Ennusteiden mukaan suomalaisten yritysten aktiivisesti rakentaman roolin myötä teollisen internetin alustojen ja ekosysteemien avaintoimijoina Suomeen voidaan saavuttaa jopa 12 miljardin euron suuruiset investoinnit ja 48000 uutta työpaikkaa (Quva, 2016).

[Gartner](#)in ennusteen mukaan tällä hetkellä internet-yhteyteen liitettyjä laitteita on 4,9 miljardia kappaletta, kun taas vuonna 2020 vastaava lukumäärä olisi jopa 25 miljardia laitetta. Kyseessä on digitaalinen liiketoiminta, joka yhdistää ihmiset, laitteet ja yritykset.



Kuvio 1. Internet of Things.

IoT eli Internet of Things on laaja termi, joka kattaa useita toisiinsa liittyviä teknologioita ja käsitteitä, jotka voidaan jaotella esineiden internetiksi, teolliseksi internetiksi ja asioiden internetiksi. Suomenkielisiä termejä käytetään usein rinnakkain ja niiden merkitykset vaihtelevat. Termien taustalta löytyvät kategoriat ovat kuitenkin jo melko vakiintuneita tarkasta nimityksestä riippumatta (Quva, 2016).

5.1 Laitteiden internet

Yksinkertaisesti IoT tarkoittaa internetin uudelleentulemistä esineiden kautta, joilla suoritetaan mittauksia, sensorointeja ja ohjauksia. Kilpailukyvyyn rakentamiseen suomalaisessa valmistavan teollisuuden yrityksessä ei riitä enää ensiluokkainen insinööriosaamisemme, vaan teollisen internetin voimakas nousu muuttaa kilpailuasetelmia ja pakottaa yritykset keskittymään toimintatapojen tarkasteluun käyttäen saatavilla olevaa räjähdysmäisesti kasvavaa tietoa. Digitalisaation osana teollinen internet tulee muuttamaan useimpien toimialojen toimintalogiikkaa seuraavina vuosina radikaalisti.

Teollisen internetin tuottama lisäarvo perustuu pitkälti sen avulla kerättyyn ja tuotettuun tietoon. Uuden liiketoiminnan mahdollisuudet riippuvat siitä, miten yritysten käytettävissä oleva tieto saadaan jalostettua helposti hyödynnettävään muotoon, ja kuinka automaattinen, reaaliaikainen analytiikka joka valitsee ja järjestää datan käytökelpoiseksi yritysten päätöksenteon tueksi saadaan luotua.

Tietoverkkojen avulla dataa voidaan välittää lähes reaaliaikaisesti. Kerättyä dataa voidaan analysoida ja käsitellä tehokkaammin, joka johtaa siihen, että tuotantoprosesseja ja -välineitä voidaan seurata ja hallita paremmin. Dataa voidaan käyttää kaikkien osapuolten hyväksi.









Teollisen internetin aika on nyt, sillä teknologian kehitys mahdollistaa tämänhetkisen rakentamisen ja käyttämisen kohtuuhintaisesti. Pohja on ollut jo olemassa, tulevaisuudessa yritykset voivat keskittyä viime vuosien aikana investoitujen mittausten tekemisen, datan keräämisen ja toiminnan seuraamisen viemisen seuraavalle tasolle prosessien ja liiketoiminnan hallinnassa ja operoinnissa globaalissa mittakaavassa (Quva, 2016).

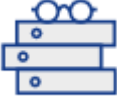



5.2 Teollinen internet tehostaa nykyistä toimintaa

Gartnerin teettämän tutkimuksen ”Etävalvonnan ja ohjauksen näkymät Suomessa” perusteella suomalaisista tai Suomessa toimivista teollisuusyrityksistä 72 % hyödyntää etävalvontaa tai etäohjausta liiketoiminnassaan. Teollisuusyrityksistä noin 40 % käyttää etädiagnostiikkaa, kun taas vastaavasti energia-, vesi-, ja jätehuollon tai terveydenhuollon laitteiden kohdalla luku on noin 65 %. Ensimmäinen tavoite teollisen internetin soveltamiselle on tehostaa nykyistä liiketoimintaa ja parantaa pääoman tehokasta käyttöä, joka vaikuttaa merkittävästi yrityksen kustannuksiin ja tasearvoon. Toisena tavoitteena on olemassa olevien tuotteiden ja palveluiden kehittäminen entistä älykkäämmiksi lisäämässä asiakasräätälöintiä ja parantamalla käytettävyyttä. Tämä johtaa nykyisen liiketoiminnan asiakasarvon nousuun, joka kasvattaa kannattavuutta ja liikevaihtoa.

Operatiivisesta toiminnasta saatavilla olevan tiedon kasvaessa ja sen hyödyntäminen toiminnan ohjaamiseen ja tehokkaampien laitteiden kehittämiseen antaa yritykselle tulevaisuudessa merkittävän kilpailutekijän. Liiketoiminnan arvoketjujen parantaminen mahdollistaa uusia ulottuvuuksia jokaiselle yritykselle (Quva, 2016).

Taulukko 1. Teollisen internetin vaikutus toimintamalleihin.

Hidasta ja kallista		Innovaatiot		Nopeaa ja kustannustehokasta
Heikkenee ja investoinnit Suomessa vähenevät		Kilpailukyky		Pysyy hyvänä ja Suomesta rakentuu houkutteleva investointikohte
Reaktiivinen		Palvelumalli		Proaktiivinen
Tarjotaan tuote jota huolletaan tarvittaessa		Tuotteet ja palvelut		Tuotetta päivitetään ja rikastetaan

Data huol- lon ja kunnossapi- don tukena		Datan rooli		Data on tietoa, josta voi syntyä uusia liiketoimintamal- leja
Hierarkkinen ja jäykkä		Johtamis- kulttuuri		Osallistava ja lä- pinäkyvä

5.3 Päätösten tukeminen dataa hyödyntämällä

Yrityksissä järjestelmät ja työkalut mahdollistavat reaaliaikaisen seurannan ja parametrien hälytysrajojen automaattisen valvonnan datan keräämisen myötä tuotantoprosesseista, laitteista ja kokoonpanoista. Tehdaslaitoksissa hyödynnetään tätä kerättyä dataa myös analysoinnissa, esimerkiksi tuotantopoikkeamien syiden selvittämisessä. Siitä huolimatta, että tehtaissa käytetään paljolti automatisoituja järjestelmiä, monesti datan kerääminen tapahtuu edelleen osittain manuaalisesti eikä näin ollen ole reaaliaikaista. Datan määrä kasvaa räjähdysmäisesti IoT-sovellusten lisääntyessä, mikä luo tarpeen Big Datan tallennus- ja käsittelytarpeelle, johon kehitetään parhaillaan ohjelmistopohjaisia ratkaisuja monen alan toimijan toimesta (Quva, 2016).

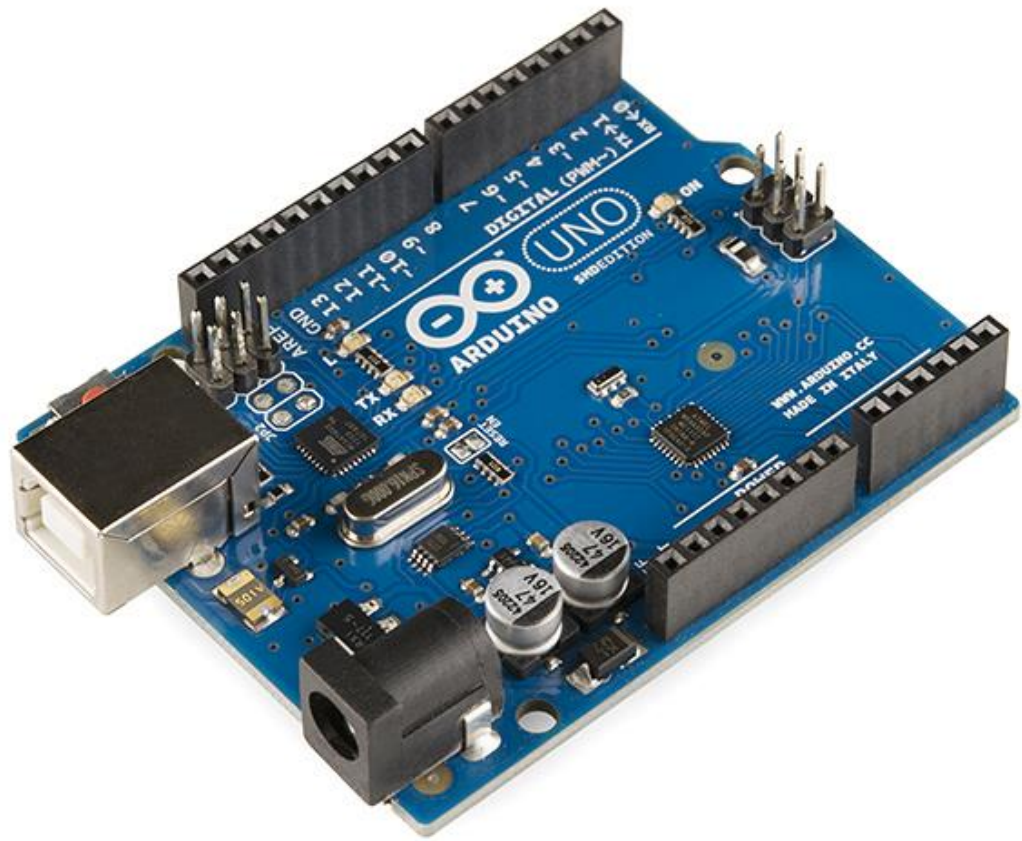
6 Käytettävä laitteisto ja ohjelmisto

Tässä luvussa kuvataan työssä käytettävä laitteisto ohjelmistoineen. Laitteistoksi valittiin Raspberry Pi ja Arduino Uno, sillä edullisuutensa ja monipuolisuutensa vuoksi niillä voidaan toteuttaa myös erittäin laajoja kokonaisuuksia. Raspberry Pi voidaan liittää internetiin ethernet-liitännän kautta, tai siihen voidaan kytkeä WiFi-tikku, jolloin se saadaan kytkettyä WLAN-verkkoon langattomasti. Raspberry Pi:n sähkönkulutus on niin pieni, että akkukäyttöiseen virtalähteeseen kytkettynä laitteistoa voidaan käyttää käytännössä missä vain ilman sähköverkkoa tai jopa liikenteessä. Arduino Uno on kytketty USB-kaapelilla suoraan Raspberry Pi:hin, josta se saa virtansa.

Blynk valittiin pilvipalveluksi internetistä löytyvien palveluiden vertailun jälkeen. Sen käyttöönoton ja käytön helppous johti palvelun valintaan. Blynkillä on omat palvelimensa internetissä, joilla voidaan pilvipalveluita käyttää. Halutessaan käyttäjä voi myös asentaa serverisovelluksen omaan käytössä olevalle palvelimelle.

6.1 Arduino

Arduino on avoimen lähdekoodin alusta helppokäyttöiselle laitteistolle ja ohjelmistolle. Arduino-piirit osaavat lukea tuloja (inputteja), esimerkiksi valon määrän tai lämpötilan mittausta, ja muuttaa ne lähdöksi (outputiksi), käynnistää moottorin, sytyttää LEDin tai julkaista jotain internetissä. Piirille voi kertoa halutun toiminnon käskyttämällä mikrokontrolleria. Tämä toteutetaan Arduinon omalla ohjelmointikielellä, joka perustuu Wiring-kehikseen (<http://wiring.org.co/>) ja C++-ohjelmointikieleen (<https://fi.wikipedia.org/wiki/C++>), sekä Arduino IDE -ohjelmistolla (Integrated Development Environment) joka perustuu Processing-ohjelmistoon (<https://processing.org/>).



Kuvio 2. Arduino Uno -mikrokontrolleri. (Wikipedia, 2016)

Arduino syntyi Ivrea Interaction Design –instituutissa tarjoten helpon työkalun nopealle prototyyppien luomiselle, ja se on suunniteltu opiskelijoille joilla ei ole aiempaa kokemusta elektroniikasta tai ohjelmoinnista. Arduinon levittyä ihmisten tietoisuuteen, piirejä kehitettiin sopeutumaan uusiin tarpeisiin ja haasteisiin, 8-bittisistä piireistä IoT-sovellutuksiin, puettaviin ympäristöihin, 3D-tulostuksiin ja sulautettuihin ympäristöihin. (Wikipedia, 2016)

Arduino-piirit ovat avoimella lähdekoodilla toimivia, joka mahdollistaa käyttäjien rakentelevan niistä omiin tarpeisiin soveltuvat kokonaisuudet. Ohjelmisto on myös avointa lähdekoodia. Arduino-laitteista on olemassa eri malleja, joissa on eroa EEPROM:n, keskusmuistin, Flash-muistin sekä digitaalisten ja analogisten pinnien määrissä. (Wikipedia, 2016)

Arduinon piirit ovat suhteellisen edullisia muihin mikrokontrollereihin verrattuna. Halvimman Arduino-moduulin voi koota itse, mutta valmiiksi kootun moduulin saa alle 50 dollarilla.

Arduinon ohjelmisto (Arduino IDE) toimii Windows-, Linux- ja Macintosh OSX –alustoilla. Yksinkertainen ja helppokäyttöinen ohjelmisto mahdollistaa aloitteleville ympäristön, mutta myös kehittyneemmille käyttäjille se tarjoaa työkalut laajempaa käyttöä varten. Ohjelmointikieltä voidaan laajentaa käyttämällä C++ kirjastoja, ja AVR-C –koodia voidaan lisätä myös Arduinon ohjelmiin. (Wikipedia, 2016)

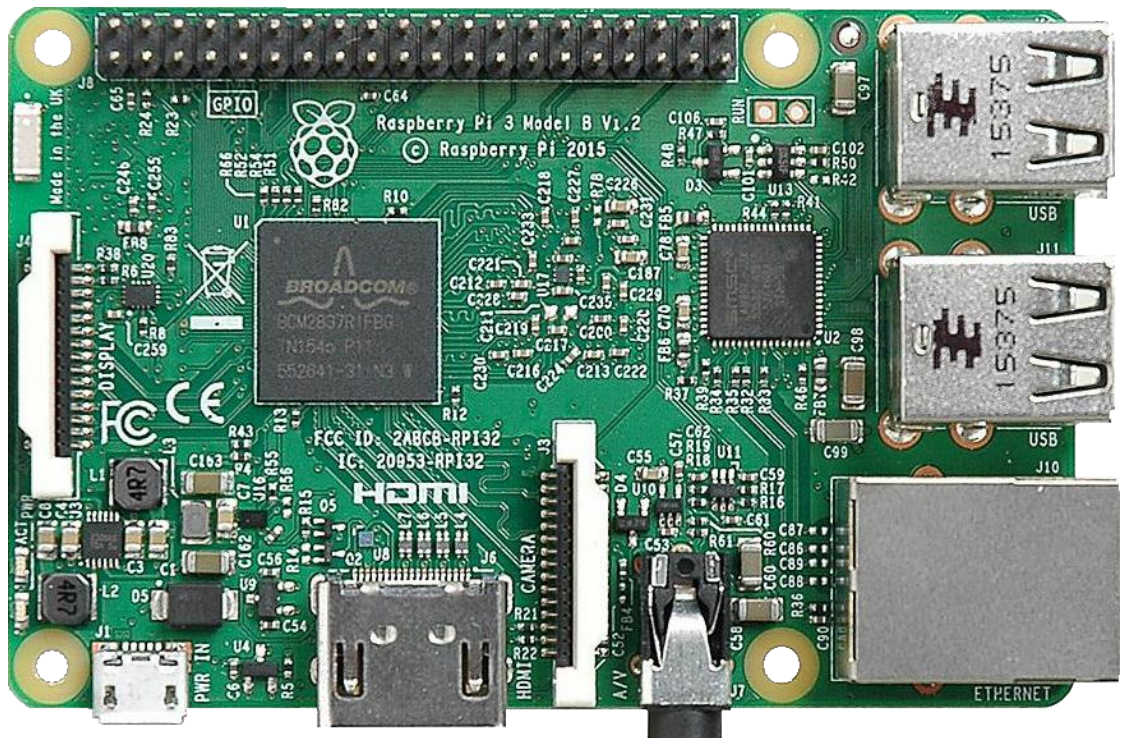
Liitteessä 1 on yksityiskohtainen Arduino Uno -mikrokontrollerin kytkentäkaavio.

6.2 Raspberry Pi

Raspberry Pi mahdollistaa kommunikoinnin ulkomaailman kanssa, ja sillä voidaan toteuttaa kaikenlaista sääasemista infrapunakameravalvontajärjestelmään asti.

Raspberry Pi Foundation on rekisteröity hyväntekeväisyysjärjestö, joka on perustettu Isonsa-Britanniassa. Järjestön tavoite on kehittää lasten ja aikuisten koulutusta, erityisesti tietotekniikan ja tietojenkäsittelyn puolella.

Raspberry Pi on edullinen, luottokortin kokoinen tietokone, jonka saa liitettyä näyttöön tai televisioon ja johon liitetään tavallinen hiiri ja näppäimistö. Se on kykenevä pienikokoinen laite, joka mahdollistaa kaikenikäisten opetella ohjelmointia esimerkiksi Scratch- ja Python-kielillä.



Kuvio 3. Raspberry Pi 3 Malli B. (Wikipedia, 2016)

Kaikissa malleissa on Broadcomin SoC-piiri (System on a Chip), joka sisältää ARM-yhteensopivan prosessorin (CPU) ja grafiikkasuorittimen (GPU, VideoCore IV). Prosessorin kellotaajuus vaihtelee mallista riippuen 700 MHz ja 1200 MHz välillä, ja keskusmuistin määrä vaihtelee 256 MB ja 1 GB välillä. SD-kortille on tallennettu käyttöjärjestelmä, ja laitteessa voidaan käyttää sekä SDHC että Micro-SDHC -muistikortteja. Useimmissa malleissa on yhdestä neljään USB-paikkaa, HDMI-liitin ja komposiittivideon ulostulo, sekä 3,5 mm kuulokeliitintä äänentoistoa varten. Laitteesta löytyy myös monikäyttöisiä sisääntuloja/ulostuloja (GPIO, general-purpose input/output), joita voidaan käyttää monipuolisesti eri käyttötarkoituksiin.

Taulukko 2. Raspberry Pi 3 Malli B tekniset tiedot.

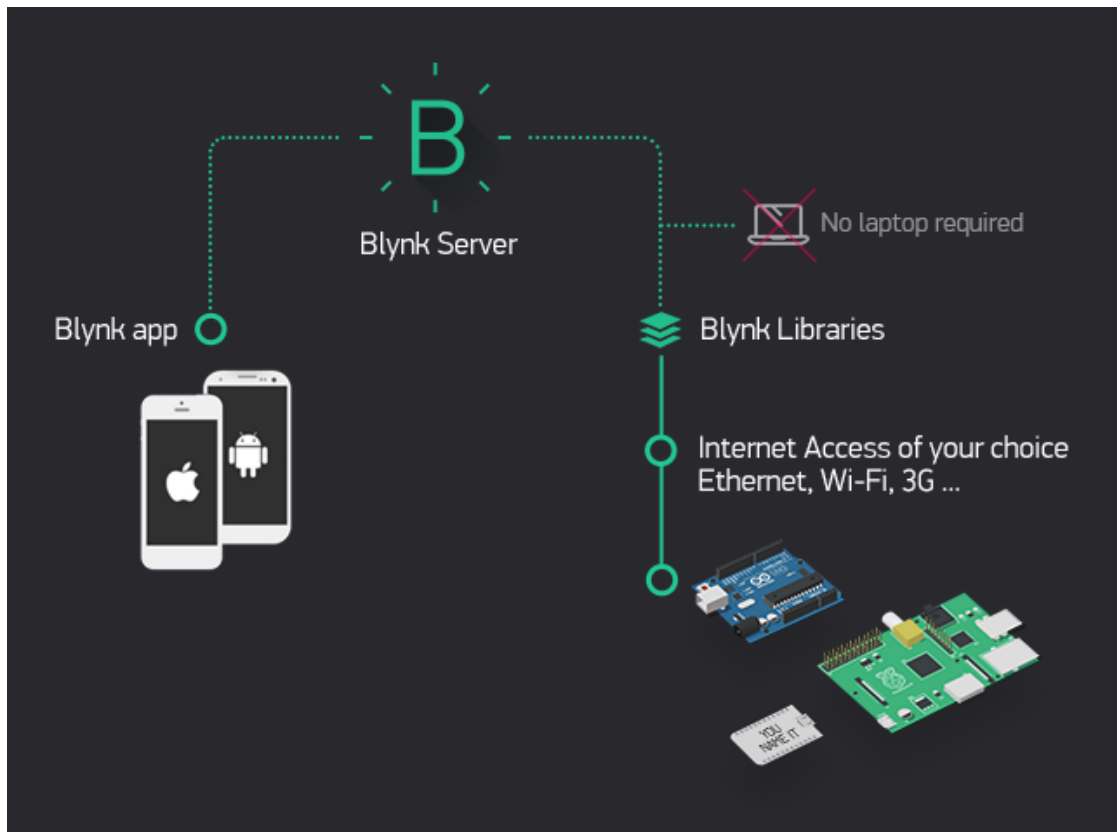
Käyttöjärjestelmät	Raspbian Ubuntu MATE Snabby Ubuntu Core Windows 10 IoT Core RISC OS Debian Arch Linux ARM
SoC-piiri	Broadcom BCM2837
CPU	1,2 GHz 32/64-bit 8-ytiminen ARM Cortex-A53
Keskusmuisti	1 GB LPDDR2 RAM @ 900 MHz
Tallennustila	Micro-SDHC-paikka
Grafiikka	Broadcom VideoCore IV @ 300 MHz & 400 MHz
Virta	800 mA (4 W)

6.3 Blynk

Blynk on mobiilikäyttöön tarkoitettu ohjelmisto, joka on suunniteltu IoT-laitteita varten. Sillä voidaan ohjata laitteita etänä, lukea dataa sensoreista, tallentaa dataa, ja näyttää dataa. (Blynk, ei pvm)

Alustassa on kolme komponenttia:

1. Blynk-sovellus, jolla voidaan toteuttaa käyttöliittymiä projekteihin.
2. Blynk-palvelin, jonka kautta yhteys kulkee mobiililaitteen ja käytettävän laitteiston välillä.
3. Blynk-kirjastot, jotka vaaditaan tiedonkulun mahdollistamiseksi sisään ja ulos kulkeville käskyille.



Kuvio 4. Blynkin toimintaperiaate.

Blynkillä voidaan toteuttaa samankaltaiset käyttöliittymät kaikille tuetuille laitteille. Yhdistäminen laitteistosta serverille voidaan toteuttaa verkkokaapelilla, WiFi-yhteydellä, bluetooth-yhteydellä, 3G-yhteydellä tai vaikkapa USB-yhteydellä. Sovelluksessa on valmiita työkaluja painonapeille, sensoreiden arvojen lukemiseen, LED-valot ja paljon muuta.

Sovelluksen avulla voidaan ohjata suoraan nastaa ilman erillistä ohjelmointia, ja sillä voidaan lähettää vaikka sähköpostia tai twiittejä. (Blynk, ei pvm)

Käytön aloittaminen on hyvin yksinkertaista ja nopeaa.

1. Laitteistoksi tarvitaan esimerkiksi Arduino, Raspberry Pi tai jokin vastaava.
2. Älypuhelin tai tabletti, jolla sovelluksen avulla voidaan ohjata laitteita.

7 Uuden oppimateriaalin tuottaminen

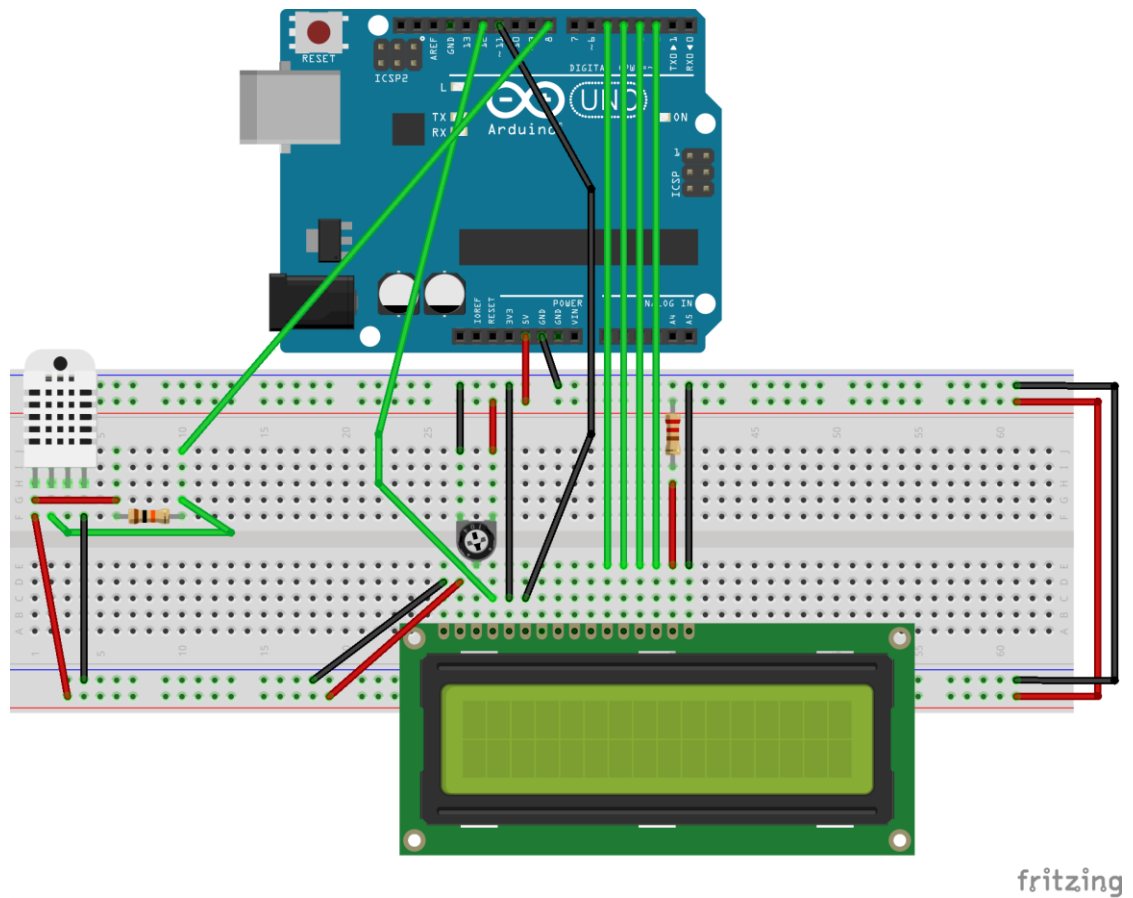
Työssä käytetään Arduino Uno -mikrokontrolleria ja Raspberry Pi -tietokonetta, sekä antureita, johtoja, ja muita erilaisia elektroniikan komponentteja. Arduino Uno -mikrokontrollerin aloituspakkauksessa tulee mukana reilusti erilaisia johtoja, vastuksia, diodeja, painonappeja ja paljon muuta, millä pääsee alkuun. Raspberry Pi -tietokoneen mukana ei tule mitään muuta kuin virtajohto, eikä se mitään muuta tarvitsekaan.

7.1 Työn kulku

Työ alkaa tarvittavien komponenttien kytkemisellä breadboardiin. Komponentteja kytkettäessä tulee huolehtia, että esimerkiksi lisävirtaa tarvitsevien laitteiden jännitteet pysyvät muun järjestelmän käytössä olevista jännitteistä erillään, sillä elektroniikkakomponentit ovat hyvin herkkiä rikkoutumaan ylijännitteen vuoksi. Tulee myös huolehtia siitä, että staattista sähköä ei pääse purkautumaan komponentteihin.

7.2 Työ 1: Lämpötilan ja kosteuden mittaaminen

Ensimmäisenä työssä toteutetaan seuraavanlainen kytkentä:

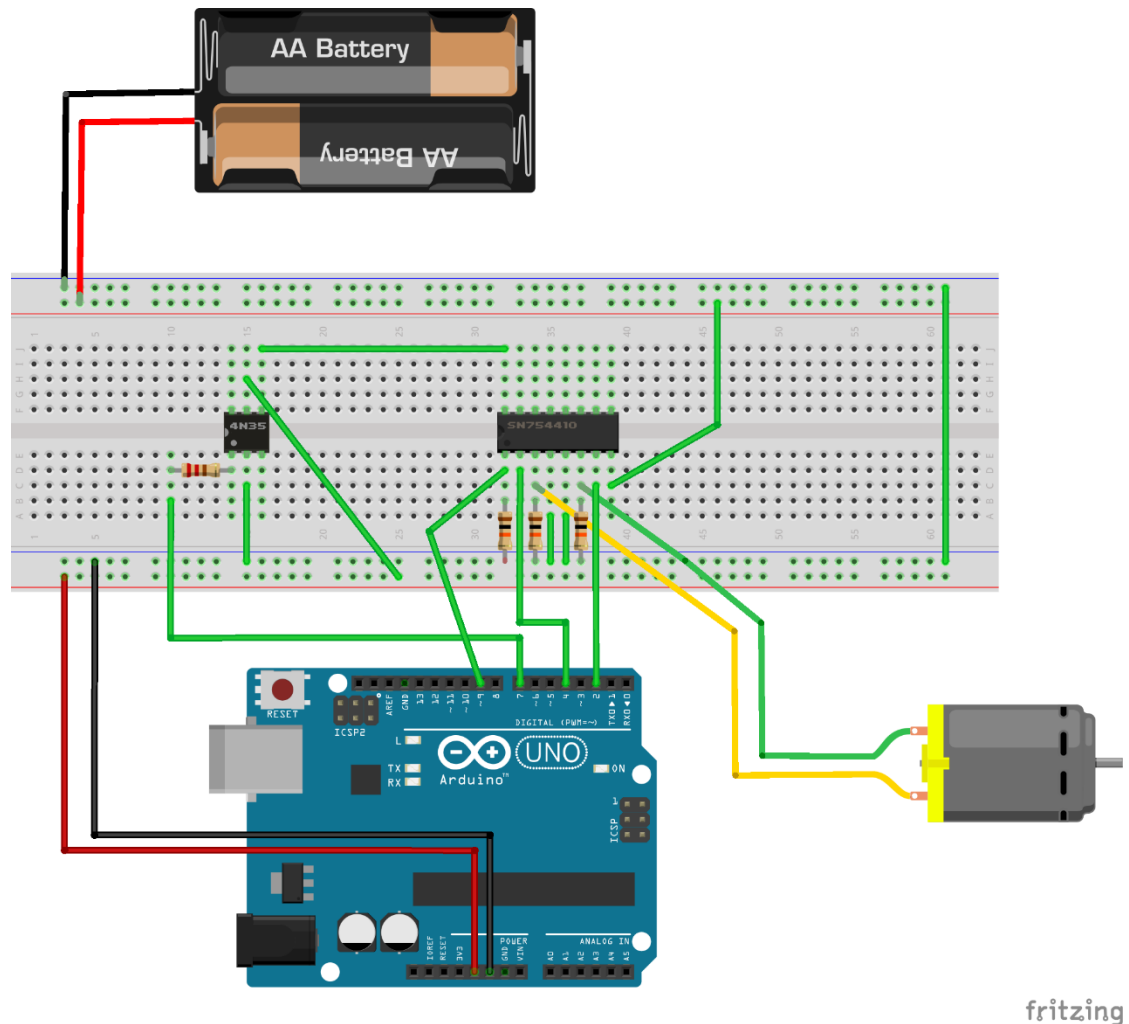


Kuvio 5. Lämpötila- ja kosteusmittauksen kytkentäkuva.

Liitteestä löytyy koodi, joka vaaditaan ohjelmointia varten sekä työssä tarvittavat komponentit ja muu ohjeistus. Koodin oikeellisuuden tarkistamisen jälkeen voidaan ohjelma lähettää Arduino Uno -mikrokontrollerille, jonka jälkeen DHT22 -sensorin mittaamat lämpötila- ja kosteusarvot välittyvät LCD-näytölle.

7.3 Työ 2: DC-moottorin ohjaus mobiilisovelluksella

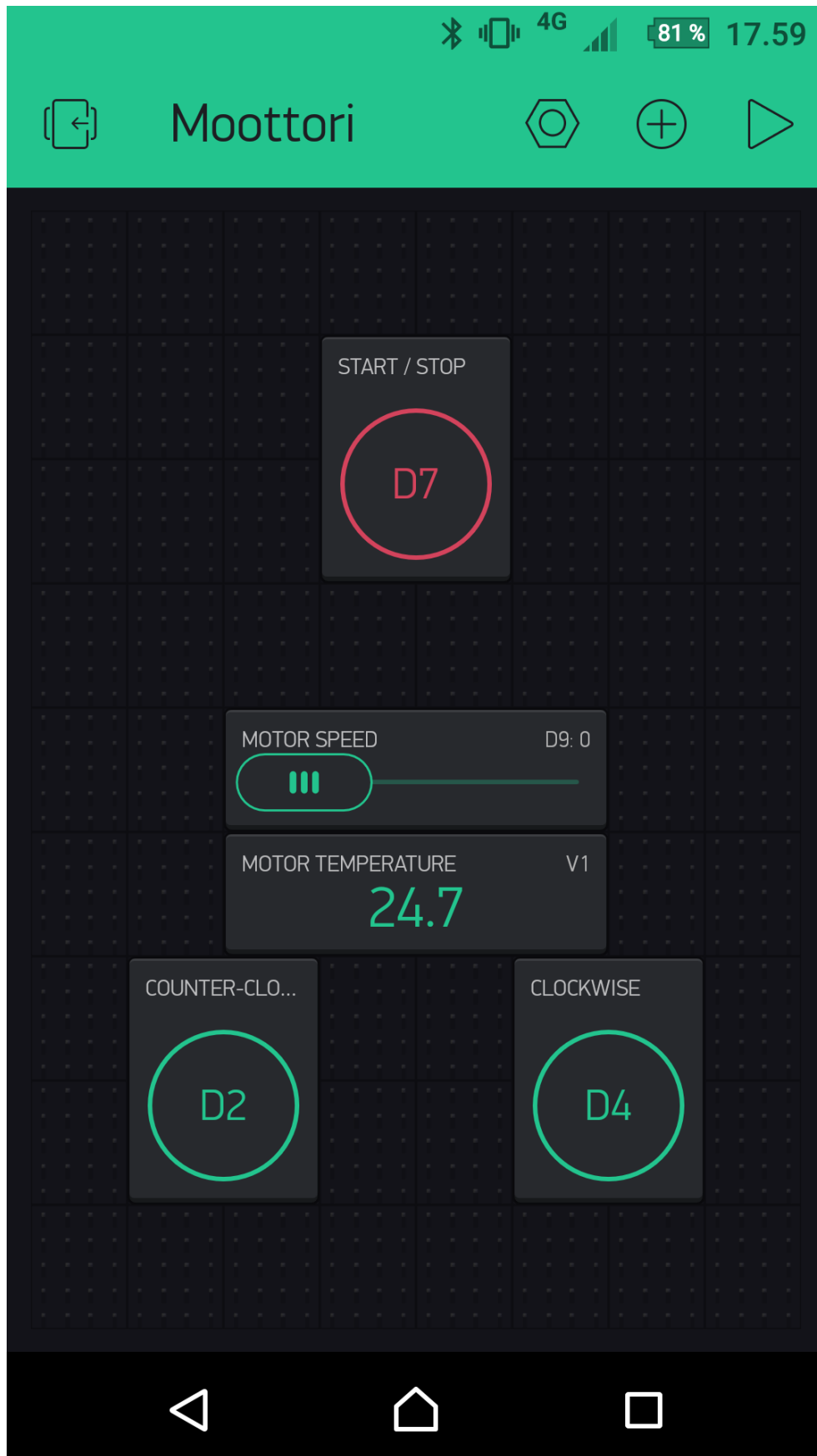
Työssä käytetään erillistä jännitelähdettä, jonka vuoksi tulee huolehtia siitä, että erillisen jännitelähteen +9V ja Arduino Unon käytössä oleva +5V jännitteet eivät mene sekaisin, sillä se voi aiheuttaa laitteiston vioittumisen.



Kuvio 6. Moottorinohjauksen kytkentäkuva.

Kytkentöjen jälkeen ladataan ja asennetaan ohjelmistot sekä tietokoneelle että mobiililaitteeseen. Liitteenä on työohjeessa selostettuna vaadittavat toimenpiteet.

Kaikkien kytkentöjen, asennusten ja yhdistämisten jälkeen voidaan mobiilisovelluksella ohjata laitteistoon kytkettyä DC-moottoria portaattomalla nopeudensäädöllä ja vaihtaa sen pyörimissuuntaa.



Kuvio 7. Blynk-mobiilisovelluksen käyttöliittymä.

7.4 Muutokset alkuperäiseen suunnitelmaan

Alun perin opinnäytetyön aloitusseminaarissa suunnitelmissa oli toteuttaa ensimmäinen työ siten, että siinä ei ole ollenkaan LCD-näyttöä, ja käytössä oli ainoastaan TMP35-lämpötilasensori. Työtä laajennettiin käyttämään LCD-näyttöä ja DHT22- lämpötila- ja kosteusanturia siksi, että työstä saatiin paljon käytännönläheisempi.

Toiseen työhön lisättiin myös lämpötilan lukeminen suoraan mobiilisovellukseen, koska käytännössä aina halutaan tietää, jos esimerkiksi isommassa mittakaavassa käytetyn moottorin lämpötila nousee liian korkeaksi. Tietyissä tapauksissa moottorin halutaan myös pysähtyvän. Tässä mittakaavassa ohjelmaan ei kirjoitettu koodia joka pysäyttäisi moottorin, sillä siinä ei näin pienillä laitteilla olisi mitään järkeä.

8 Tulokset

Tuloksena syntyi hyvin rakennettu oppimateriaali ja työohjeistus uudeksi laboratorio-työksi. Tavoitteet saavutettiin, sillä tuotettu materiaali on itse asiassa jopa laajempi, kuin alun perin opinnäytetyön aloituspalaverissa suunniteltiin. Työhön lisättiin LCD-näyttö, johon Python-ohjelmointikielellä ohjelmoidaan haluttu tuloste. Työohjeessa on pyritty huomioimaan mahdolliset ongelmatilanteet, joita työn edetessä voi tulla vastaan, mikäli käytössä oleva laitteisto ei ole täysin samaa kuin tehdyssä työssä. Ohjeistus on toteutettu mahdollisimman helpoksi, joka mahdollistaa kenen tahansa suorittavan laboratoriotyöt lähtökohdistaan huolimatta.

Työohjeeksi muodostui loppujen lopuksi 31-sivuinen ohje, joka voidaan ottaa suoraan käyttöön Jyväskylän ammattikorkeakoululla. Työohje on myös käännetty englanniksi, joten se voidaan antaa toteutettavaksi myös vaihto-opiskelijoille.

Työohje on testattu vaihto-opiskelijoiden toimesta. Työ annettiin heille laboratoriotyöksi toisen laboratoriotyön sijaan opettajien kanssa yhteistuumin. Aikaa työtä varten oli kaksi kertaa kolme tuntia, yhtenä kolmen tunnin ajanjaksona toinen työ, ja toisena ajanjaksona toinen työ. Ohjeistuksessa oli muutamia pieniä virheitä, mutta lopulta saivat varattuna aikana tehtyä työn kunnialla valmiiksi. Opiskelijoiden

kommentit olivat erittäin positiivisia; kummallakaan ei ollut aiempaa kokemusta laitteistosta, ja kokivat tämän ohjeistuksen avulla tutustumisen laitteistoon ja laitteiston ohjelmointiin helpoksi.

Työohjeita on korjattu vaihto-opiskelijoiden testauksen jälkeen, sillä ohjeistuksessa ei alun perin huomioitu kaikkia ongelmatilanteita, vaikka se oli tarkoitus. Testauksen aikana todentui työn ohjeistuksen oikeellisuus ja laboratoriotyöhön kuluva aika. Testausvaiheessa ilmeni myös muutama ongelma käytettävissä työkaluissa, ja ohjeistusta on sen perusteella parannettu.

9 Pohdinta

Kokonaisuudessaan työ oli erittäin mielenkiintoinen ja opettavainen. Koskaan ei olisi mielessäni edes käynyt, että tekisin joskus uutta oppimateriaalia opiskelijoille, saati sitten kotiautomaatioon soveltuvaa laitteistoa löytäväni näin edullisesti.

Materiaali aiheesta löytyy internetistä todella paljon, ja käytetyillä laitteilla voidaan hakemani tiedon mukaan rakentaa oikeastaan ihan mitä tahansa. Opiskelijoille tämä työ on todennäköisesti hyvin mielenkiintoinen ainakin aiheensa puolesta, sillä omalla alallani työssä käytetyistä laitteista puhutaan paljon, ja moni tekee erilaisia projekteja niillä.

Jatkokehitystä ajatellen työ tarjoaa hyvän pohjan, jonka päälle voidaan alkaa toteuttamaan helposti lisää projekteja käyttämällä jo asennettuja työkaluja ja liitännäisiä. Mobiilisovelluksen käytön helppous takaa myös laajennettavuuden helppouden.

Lähteet

Blynk. (ei pvm). *Blynkin ohjesivusto*. Noudettu osoitteesta Blynkin sivusto:

<http://docs.blynk.cc/>

Purot.net. (ei pvm). *Pedagoginen kehittäminen*. Noudettu osoitteesta Purot.netin

sivusto: http://pedagoginenkehittaminen.purot.net/learning_by_doing

Quva. (23. Lokakuu 2016). *Yritysjohdon opas IoT:n ja teollisen internetin*

hyödyntämiseen. Noudettu osoitteesta Quvan sivusto:

http://quva.fi/site/attachments/yritysjohdon_opas_IoT_ja_teollisen_internetin_hyodyntamiseen.pdf

Wikipedia. (2. Kesäkuu 2014). *Pragmatistinen kasvatustilfilosofia*. Noudettu osoitteesta

Wikipedian sivusto:

https://fi.wikipedia.org/wiki/Pragmatistinen_kasvatustilfilosofia

Wikipedia. (2. Kesäkuu 2014). *Pragmatistinen kasvatustilfilosofia*. Noudettu osoitteesta

Wikipedian sivusto:

https://fi.wikipedia.org/wiki/Pragmatistinen_kasvatustilfilosofia

Wikipedia. (26. Lokakuu 2016). *Arduino*. Noudettu osoitteesta Wikipedian sivusto:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino>

Wikipedia. (5. Marraskuu 2016). *Raspberry Pi*. Noudettu osoitteesta Wikipedian

sivusto: https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi

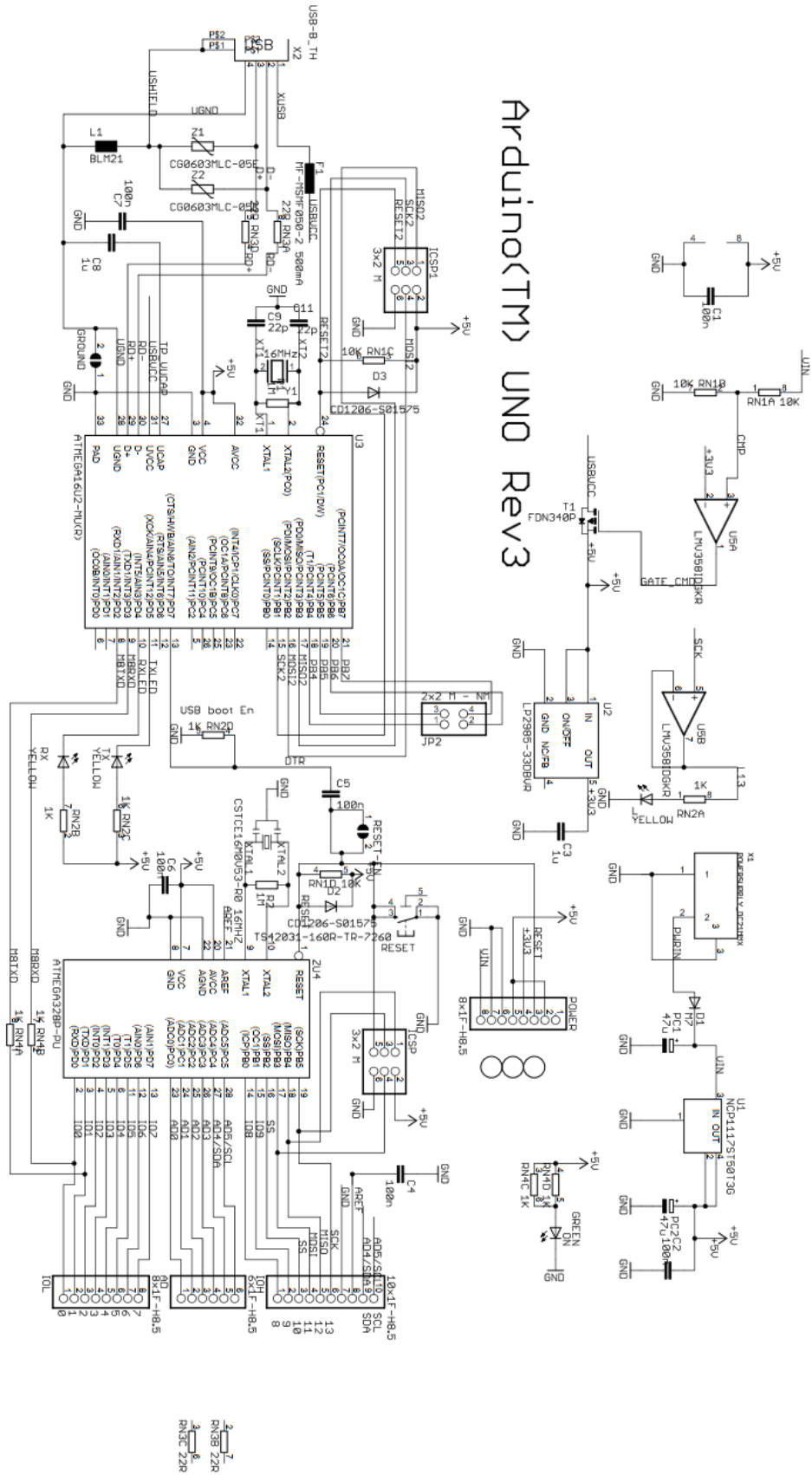
Wikipedia. (23. Lokakuu 2016). *Wikipedia*. Noudettu osoitteesta Esineiden internet:

https://fi.wikipedia.org/wiki/Esineiden_internet

Vuorinen, I. (2005). *Tuhat tapaa opettaa*. Kirjatalo Resurssi.

Liitteet

Liite 1. Arduino Uno -mikrokontrollerin kytkentäkaavio



Liite 2. Suomenkielinen työohje toteutetulle laboratoriotyölle

Ensimmäisessä työssä toteutetaan Raspberry Pi:llä ja Arduino Uno -mikrokontrollerilla lämpötilan ja kosteuden mittaaminen, ja tulokset näytetään laitteistoon liitetyllä näytöllä. Toisessa työssä toteutetaan samoilla laitteilla DC-moottorin ohjaus mobiilisovelluksella. Mobiilisovelluksena on käytetty Blynk-ohjelmistoa, jolla moottorin ohjaus tapahtuu pilvipalvelun kautta internet-yhteyden yli.

Raspberry Pi ja Arduino Uno ovat kytkettynä toisiinsa USB-kaapelilla, ja Arduino Uno kytketään leipälevyyn, johon kytketään myös muut työssä tarvittavat komponentit.

Ohjelmointi tapahtuu Arduino IDE -ohjelmalla, joka siirtää työssä asennettavien liitännäisten kautta tiedot Raspberry Pi:n kautta Arduino Uno -mikrokontrollerille. Ohjelmointikielenä on Arduinon oma kieli, joka perustuu Python-kieleen.

Erillisessä ohjeessa kerrotaan yksityiskohtaisemmin asennettavien ohjelmien, kirjastojen ja liitännäisten asentaminen ja käyttöönotto. Ohjeissa kerrotaan myös tarvittavat koodit ja kytkennät. Yksityiskohtainen ohjeistus varmistaa työn toteutettavuuden. Ohjeistuksessa on paneuduttu myös siihen, että kaikki tarvittavat ohjelmistot työtä varten saadaan asennettua.

Liite 3. Instructions for the accomplished laboratory work

The first lab work is to measure the temperature and humidity using Raspberry Pi and Arduino Uno -microcontroller, and displaying them on the attached display. The second lab work defines how to control a DC-motor using a mobile application. The mobile application used in this work is called Blynk, which allows the user to control the motor connected to a cloud service over the internet.

Raspberry Pi and Arduino Uno -microcontroller are connected to each other using a USB cable, and the Arduino Uno is connected to a breadboard where all the other components used in this work are also connected.

Programming is done with an application called Arduino IDE, which transfers the code through Raspberry Pi to the Arduino Uno using extensions that are installed during this work. The programming language is Arduinos own language, which is based on the Python language.

Separate more detailed laboratory work instructions define the needed applications, libraries and extensions to get the work done. They also define the wiring diagrams and the necessary code. Detailed instructions ensure the execution of the lab work. Instructions thoroughly will provide the details of the necessary applications, their installation and initialization.