



Lauri Jona

Törmäysanturi trukkeihin

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Ajoneuvotekniikka

Insinööriyö

17.4.2023

Tiivistelmä

Tekijä:	Lauri Joonas
Otsikko:	Törmäysanturi trukkeihin
Sivumäärä:	25 sivua + 6 liitettä
Aika:	17.4.2023
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Ajoneuvotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Autosähkötekniikka
Ohjaajat:	Lehtori Pasi Oikarinen, Metropolia AMK Tekninen tuki Sami Mustonen, Rotator Oy

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on toimia dokumentaationa anturointijärjestelmälle, jonka pohjana on Trackunit-yksikkö ja anturina MEMS-kiihtyvyyssanturi. Työn tilaaja on Rotator Oy.

Työn teoriaosuudessa käydään läpi projektiin mahdolliset kiihtyvyyssanturit ja mikrokontrollerit. Lisäksi teoriaosuudessa käsitellään Trackunit-yksikön toimintaa, dynaamista mittausta, järjestelmän signaalien käsittelyä ja tiedonsiirtoa. Työssä kerrotaan, kuinka projekti kehittyi ja mitkä olivat sen vaiheet siihen asti, että se on päätyttyä käyttöön trukkeihin.

Avainsanat: törmäysanturi, kiihtyvyyssanturi, MEMS, Trackunit

Abstract

Author: Lauri Joonas
Title: Shock sensor for forklifts
Number of Pages: 25 pages + 6 appendices
Date: 17 April 2023

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Automotive Engineering
Professional Major: Automotive Electronics Engineering
Supervisors: Senior Lecturer Pasi Oikarinen, Metropolia UAS
Technical support Sami Mustonen Rotator Oy

This thesis is a documentation of a sensor system which is based on Trackunit device and has a MEMS accelerometer. The customer of thesis is Rotator Oy.

Possibilities of accelerometers and microcontrollers are reviewed in the theory section. In addition, the theory part discusses the operation of the Trackunit device, dynamic measurement, signal processing and data transfer. The thesis describes how the project developed and what the stages were until it ended up being used in forklifts.

Keywords: Shock sensor, accelerometer, MEMS, Trackunit

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Komponentit ja niiden toiminta	2
2.1	Kiihtyvyyssanturit	2
2.1.1	MEMS-anturi	3
2.1.2	Pietsosähköinen kiihtyvyyssanturi	4
2.1.3	Pietsyresistiivinen kiihtyvyyssanturi	4
2.1.4	Kapasitiivinen kiihtyvyyssanturi	5
2.2	Dynaamisen kiihtyvyyden mittaus	5
2.3	Signaalin käsittely	5
2.4	Trackunit	7
2.5	Mikrokontrollerit ja tietokoneet	9
2.5.1	Raspberry Pi	9
2.5.2	Arduino	9
2.5.3	Arduino Nano IoT	9
2.5.4	Ohjelmointi	10
2.5.5	Tämän projektin ohjelmointi	11
2.6	Tiedonsiirto	13
3	Projektin kehittyminen	13
3.1	Järjestelmän testaus koekytkenvälle	13
3.2	Komponenttien valinta	15
3.2.1	Järjestelmän alustan valinta	15
3.2.2	Anturin valinta	15
3.3	Äänimerkki, kaukosäädin RF-piiri	16
3.4	Kytkenä	19
3.5	Asennus trukkiin	19
3.6	Törmäysrajojen haku ja asettaminen	21
4	Järjestelmä käytössä	22
5	Kehityskohteet	24
5.1	Valmistamisen ja asennuksen yksinkertaistaminen	24

5.2 Kotelointi ja vesitiiviys	24
6 Yhteenveto	24
Lähteet	26

Liitteet

Liite 1: LSM6DSL-kiihtyvyyssanturin datalehti

Liite 2: SRD-05VDC-SL-C-releen datalehti

Liite 3: RFM210LCF-vastaanotin moduulin datalehti

Liite 4: PUK-151-kaukosäätimen datalehti

Liite 5: KytKentäkaavio

Liite 6: Piirilevy

Lyhenteet

- IoT: *Internet of Things*. Esineiden tai asioiden internet.
- MEMS: *Micro-electromechanical Systems*. Mikro-elektromekaaninen systeemi.
- RC: *Resistor-Capacitor*. Vastus-kondensaattori.
- RL: *Resistor-Induktor*. Vastus-induktori.
- IDE: *Integrated Development Environment*. Integroitu kehitysympäristö.
- GSM: *Global System for Mobile*. Matkapuhelinverkko.
- LTE M1: *Long Term Evolution, category M1*. Laajakaistaisen internetyhteyden käyttöön suunniteltu langaton tiedonsiirtotekniikka.
- NB: *NarrowBand*. Kapeakaista.
- SMS: *Short Message Service*. Tavallinen tekstiviesti.
- RF: *Radio Frequency*. Radiotaajuus.
- AD: *Analog to digital*. Analogisesta digitaaliseksi.
- DA: *Digital to analog*. Digitaalisesta analogiseksi.
- DSP: *Digital signal processing*. Digitaalinen signaalin käsittely.

1 Johdanto

Tämän insinööriyön tilaaja on Rotator Oy. Yritys myy, huoltaa ja vuokraa muun muassa erilaisia työkoneita ja työkaluja. Yrityksen työkoneilla, pääasiassa trukeilla on työskennelty työturvallisuutta ja trukkien kuntoa laiminlyöden. Näihin ongelmiin etsittiin ratkaisua ja päädyttiin järjestelmään, joka antaisi tietoa trukin kunnosta ja mahdollisista törmäyksistä. Tämä ratkaisu on järjestelmä, joka sisältää törmäysanturina toimivan kiihtyvyyssanturin. Törmäysanturointi mahdollistaa työkoneen paikannuksen, törmäyksien jäämisen muistiin ja niiden kuittauksen. Törmäysanturijärjestelmällä haetaan turvallisempaa työskentelyä työkoneilla ja sitä, etteivät koneita käyttäisi henkilöt, joilla ei siihen ole lupaa. Tämä työ on dokumentaatio siitä, miten anturointijärjestelmä toimii ja on rakennettu. Projektin suunnittelusta ja toteutuksesta ovat vastanneet Sami Mustonen ja Pasi Kemppainen.

Työkoneissa käytettävien törmäysantureiden tulee kyetä tunnistamaan huomattavasti voimakkaampia törmäyksiä kuin vaikka henkilöautojen. Tästä johtuen tarjonta antureista oli suppea ja markkinoilla oli tarjolla vain yksi anturointi. Yritys luuli kyseisen anturoinnin soveltuvan kyseiseen tarkoitukseen, mutta se ei toiminut halutulla tavalla, joten anturointi ja sen ympärillä oleva järjestelmä piti kehittää itse. Anturointi on rakennettu Arduino Nano IoT -alustan ympärille, ja törmäyksiä mitataan kiihtyvyyssanturilla. Tämä järjestelmä toimii yhdessä Trackunit-yksikön kanssa ja tätä kautta saadaan tietoa työkoneen tilasta esimerkiksi puhelimeen.

Sen lisäksi, että Rotator haluaa trukkeihinsa törmäysanturoinnin turvallisuustekijäksi, järjestelmä voi myös päätyä myyntiin. Koska tällaista järjestelmää ei ole tarjolla markkinoilla, on sille suuri kysyntä. Asiakkaita ovat muut työkoneita vuokraavat yritykset, sekä yritykset, jotka työskentelevät trukkien kanssa.

2 Komponentit ja niiden toiminta

2.1 Kiihtyvyyssanturit

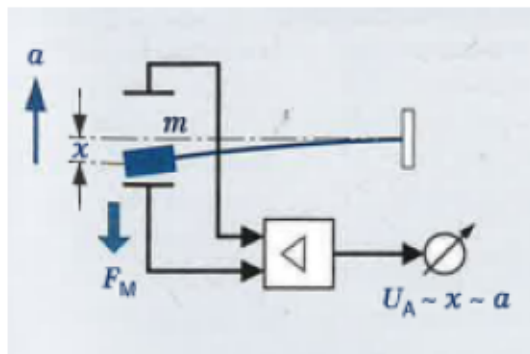
Kiihtyvyyssanturit mittaavat voimaa F , joka syntyy, kun massa m vaikuttaa kiihtyvyyttä a . Näistä koostuu Newtonin toinen laki, johon perustuu kiihtyvyyssanturin toiminta:

$$F = m \times a$$

Monesti kiihtyvyyssanturin toiminta perustuu siirtymän tai matkan mittaamiseen. Tällaisen kiihtyvyyssanturin toimintaperiaate on esitetty kuvassa 1. Siinä on jousen päässä oleva massa m , joka siirtyy, kun jousen päässä olevaan massaan vaikuttaa voima F_m . Kuvassa 1 a on mitattu kiihtyvyys, x on sijainnin muutos ja U_a on anturin ulostulojännite.

Kiihtyvyysoimaa kuvataan yksilöllä G ja sitä mitataan kolmelta akselilta: x , y ja z . Kiihtyvyyden arvo voi olla positiivinen tai negatiivinen riippuen siitä, mihin suuntaan anturi on kohdistettu ja minne suuntaan kiihtyvyys kohdistuu. Puotamiskiihtyvyys eli maan vetovoima vaikuttaa aina kiihtyvyyssanturiin. Puotamiskiihtyvyyden arvo on $9,81 \text{ m/s}^2$. (Dietsche 2009: 69.)

Ajoneuvojen parissa kiihtyvyyssantureita on hyödynnetty muun muassa ajonhallintajärjestelmissä ja turvalaitteiden ohjauksessa. Kiihtyvyyssantureita voidaan tarvita myös ajoneuvon alustan säätämiseen. (Juhala ym. 2005: 176.)



Kuva 1. Siirtymää mittaava kiihtyvyyssanturi (Dietsche 2009: 69).

2.1.1 MEMS-anturi

Törmäysanturiprojektin kiihtyvyyssanturiksi valikoitui pienikokoinen MEMS-anturi. Anturi on vain pikkurillin pään kokoinen. MEMS:n ensimmäinen kirjain M tulee sanasta mikro. Tavoitteena on siis tehdä pienikokoisia sähköisiä, mekaanisia tai kolmiulotteisia rakenteita kiekolle menetelmillä, joita on käytetty mikropiirien valmistuksessa tai niiden kehittämisessä. MEMS-anturi on liike- eli inertia-anturi, ja se voi mitata kiihtyvyyttä, kallistusta tai pyörimisliikettä. Anturiin on liitetty analysointi- ja tietojenkäsittely-yksiköt, jotka voivat muun muassa sisältää AD-muuntimen ja suodattimen.

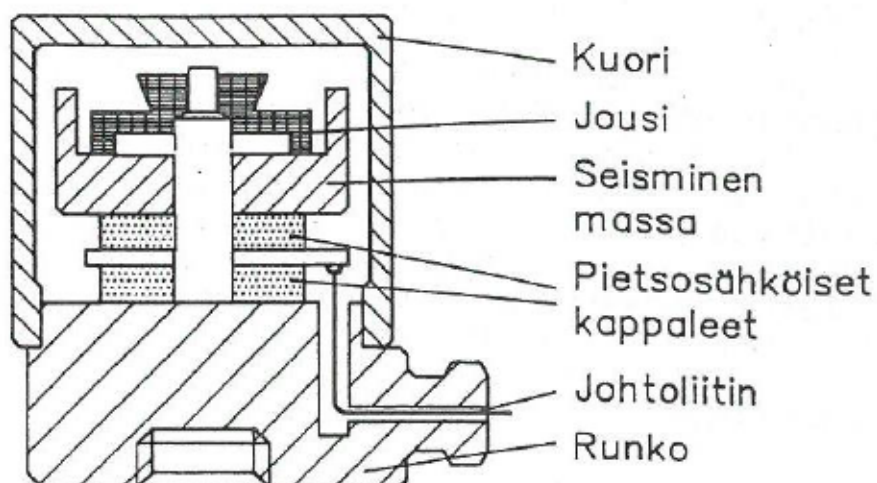
Anturin tärkein materiaali on pii, koska piillä on todella hyvät mekaaniset ominaisuudet. Piistä on tehty anturiin yksi tai useampia massoja, jotka ovat ripustettuina myös piistä tehtyyn jouseen. Kun anturiin kohdistuu ulkoista voimaa, se aiheuttaa massojen liikkumisen, ja se liike mitataan sähköisesti, jolloin saadaan jokin suure. Mittaustarkkuus on parantunut anturin ja sen komponenttien mittojen pienentyessä. Tämä johtuu siitä, että sähköiset ja mekaaniset voimat ovat kytkeytyneet vahvemmin toisiinsa pienissä dimensioissa. Kaksi seuraavaa kirjainta EM johtuvatkin sanoista Electro-Mechanical.

Kuitenkin kaikkien pintojen välillä on sähkökenttiä, ja niinpä myös miniatyyrisissä antureissa on ei-toivottuja sähkökenttiä. Näitä voi kuitenkin ehkäistä ja pienentää tavoittelemalla leveitä ja paksuja eristevälejä yhdistämällä piitä ja lasieristettä. Viimeinen kirjain S tulee sanasta Systems. Se tarkoittaa sitä, että

MEMS on systeemi, joka on yhdistynyt monista eri teknologioista. (Murata 2021.)

2.1.2 Pietsosähköinen kiihtyvyyssanturi

Pietsosähköisessä anturissa mittauskomponenttina on kiteinen lyijy-zirkonium-titanaatti tai kvartsi. Mittauskomponentit on esitetty kuvassa 2 pietsosähköisinä kappaleina. Kun sen muoto muuttuu, se luo sähkövarauksen. Kiihtyvyyssanturiin vaikuttaa ympäristön lämpötila. Tämä kiihtyvyyssanturi tarvitsee myös esivahvistuksen, joka voidaan toteuttaa jännite- tai varausvahvistimella. Anturi ei myöskään sovellu hyvin langattomiin järjestelmiin. Pietsosähköinen anturi soveltuu myös paremmin teollisuuden sovellutuksiin. (Suontakanen 2019: 10.)



Kuva 2. Pietsosähköisen kiihtyvyyssanturin rakenne (Suontakanen 2019: 9).

2.1.3 Pietsoresistiivinen kiihtyvyyssanturi

Tämä anturityyppi hyödyntää pietsoresistiivistä ilmiötä ja mittaa resistanssin muutosta. Mittarin sisäinen pietsoresistiivinen materiaali muuttaa muotoa, kun siihen kohdistuu ulkoinen voima ja siitä seuraa resistanssin muutos. Kiihtyvyyssanturissa on integroitu vastaanotin, joka vastaanottaa sähkösignaalin, joka

on syntynyt resistanssin muutoksesta. Pietsoresistiivinen kiihtyvyyssanturi ei siedä lämpötilan muutoksia ympäristössä. (Suontakanen 2019: 11.)

2.1.4 Kapasitiivinen kiihtyvyyssanturi

Kapasitiivinen kiihtyvyyssanturi mittaa nimensä mukaisesti kapasitanssin muutosta. Kondensaattorin kapasitanssi saadaan seuraavasta kaavasta (Dietsche 2018: 95):

$$C = \frac{q}{\Delta V}$$

Kaavassa C on kapasitanssi, q on sähkövaraus ja ΔV on potentiaaliero. Kapasitanssia mitataan yksikössä F , joka on faradi. Anturin toiminta perustuu jousilla asetetun massan sijoittamiseen. Jousen toisessa päässä on massa ja toinen on kiinnitetty kondensaattorin koteloon. Kun jousen päässä oleva massa liikkuu kohti kondensaattorin toista elektrodia, sen kapasitanssi muuttuu. MEMS-anturin toiminta perustuu kapasitanssiin. Kapasitiiviset kiihtyvyyssanturit ovat tarkkoja ja niitä on yksinkertaista ja halpaa valmistaa. (Suontakanen 2019: 11.)

2.2 Dynaamisen kiihtyvyyden mittaaminen

Dynaamista kiihtyvyyttä aiheuttaa isku, liike, tärähdys tai värinä. Edellä mainituilla tekijöillä on alhainen taajuus ja alhainen amplitudin värähtely, joka on maksimissaan vain muutamia kymmeniä hertsejä.

2.3 Signaalin käsittely

Digitaalinen signaalin käsittely (DSP) sisältää tyypillisesti kolme vaihetta. Ensimmäisenä on AD-muunnos. AD-muunnoksessa analoginen signaali muunnetaan digitaalseksi ja diskreettiaikaiseksi signaaliksi. Toisena on signaalin muokaus eli suodatus. Kolmantena vaiheena on D/A-muunnos, jossa digitaalinen signaali muutetaan takaisin analogiseksi. (Huttunen 2005: 2.)

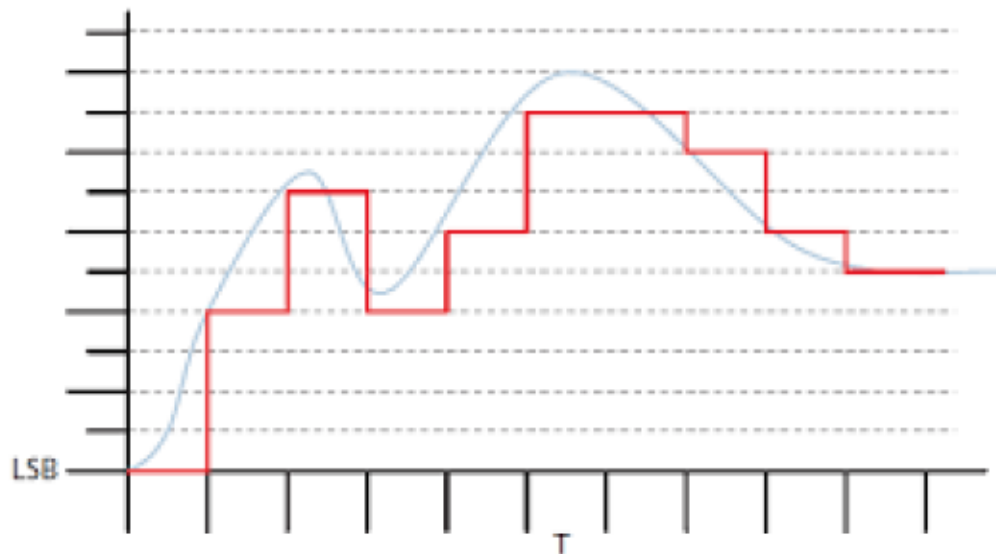
Käytettävän kiihtyvyyssanturin syöttöjännite on analoginen, mutta ulostulojännitteen tulee olla digitaalinen. Signaali pitää siis muuttaa analogisesta digitaalseksi. Tämä muunnos on esitetty kuvassa 3. Sininen signaali on analoginen ja punainen signaali on digitaalinen. Tämän muutoksen tekeminen onnistuu AD-muuntimella. Analoginen signaali sisältää aina kohinaa. Kohinan takia järjestelmän on mahdotonta erottaa signaalista, onko se hyötysignaalia vai kohinaa. Tässä projektissa AD-muunnin on integroituna mikrokontrolleriin.

Projektissa testatun aiemman ADXL345-kiihtyvyyssanturin signaalia yritettiin suodattaa. Signaalin suodattamisella haettiin luotettavuutta ja yritettiin päästä eroon virheellisistä törmäyksistä. Siinä ei kuitenkaan onnistuttu ja projektissa päädyttiin kokeilemaan toista kiihtyvyyssanturia. Projektissa käytettävän LSM6DSL-kiihtyvyyssanturin signaali ei tarvitse suodattamista toimiakseen halutulla tavalla.

Signaalin suodattamisen tavoitteena on saada vastaanotettu signaali mahdollisimman hyödylliseen muotoon sovellutuksen kannalta. Suodattaminen on esimerkiksi kohinan poistoa signaalista tai mielenkiintoisten piirteiden erottelua signaalista. Suodatus voidaan tehdä esimerkiksi tietokoneella. Suodattimia voidaan jaotella muun muassa analogisiin tai digitaalisiin sekä aktiivisiin tai passiivisiin suodattimiin.

Alipäästösuodatin on suodatin, joka suodattaa signaalista korkeataajuiset signaalit ja päästää läpi matalataajuiset signaalit. Sen toiminta perustuu siihen, kuinka paljon virtaa kondensaattorin läpi kulkee. Jos läpi kulkevaa virtaa on vähän, ei jännitehäviö vastuksen yli ole suuri, ja silloin signaali ei suodatu paljoa. Alipäästösuodattimia voi olla erillisinä piireinä, tai sitten ne voidaan ohjelmoida esimerkiksi Arduinoon syötettävään ohjelmaan. Jos alipäästösuodatin rakennetaan erillisenä piirinä, se voidaan tehdä kytkemällä vastus sarjaan joko kondensaattorin tai induktorin kanssa. Jos vastus on kytketty sarjaan kondensaattorin kanssa, on kyse RC-piiristä. Jos taas vastus on kytketty sarjaan induktorin kanssa, on kyse RL-piiristä. Kun alipäästösuodatin on rakennettu käyttäen elektronisia komponentteja, on kyse analogisesta suodattimesta, jos suodatin

on tehty tietokoneella, se on digitaalinen suodatin. Digitaalinen alipäästösuodatin perustuu laskutoimituksiin esimerkiksi Arduinon ohjelmassa. (Fmuser 2020.)



Kuva 3. A/D-muunnos (Väisänen 2010: 9).

2.4 Trackunit

Trackunit on työkoneen vuokraajalle sekä käyttäjälle suunniteltu työkalu. Käytännössä Trackunit yhdistää koneen ja käyttäjän kuljettajan tunnistuksella. Kuljettajan tunnistuksen avulla konetta ei pääse käyttämään kukaan muu, jolla ei ole oikeutta siihen. Tämä tekee koneiden käytöstä turvallisempaa ja mahdollistaa käytön valvomisen. Trackunit myös seuraa koneen sijaintia, joka on mahdollista saada selville reaaliajassa.

Trackunitista saadaan selville koneen huoltohistoria ja laite ilmoittaa myös koneen tulevat huollot. Huoltojen seuraaminen on tärkeää, koska silloin kone kestää pidemmän aikaa kunnossa ja kun tiedetään seuraavan huollon ajankohta, voidaan ajoittaa työt tai koneen vaihto sen mukaan. Muissa Trackunitin kaltaisissa seurantalaitteissa ei ole huoltohistorian mahdollisuutta, ja siksi Trackunit on valikoitunut Rotatorin käyttöön.

Rotator käyttää työkoneissaan Trackunit TU600-5 -yksikköä (kuva 4). Kyseinen Trackunit-malli on tarkoitettu vain ajoneuvokäyttöön. Laitteessa on sisään rakennettu kolmen akselin kiihtyvyyssanturi törmäysanturina. Anturi lähettää laitteelle signaalin, jos kiihtyvyyssanturi kirjaa törmäyksen tai iskun koneessa. Kun Trackunit on kerran asennettu, ei sitä voi enää sammuttaa, vaan se nukkuu, kun konetta ei käytetä. Trackunit herää joko ajastetusta herätyksestä tai kirjattusta törmäyksestä. Laitteen sisäänrakennettu törmäysanturi ei kuitenkaan soveltunut Rotatorin törmäysanturiksi, sillä se kykeni mittaamaan törmäyksien voimakkuutta vain 2 G:hen saakka. Rotatorin koneiden törmäyksien voimakkuudet ylittivät aina tuon rajan.



Kuva 4. Trackunit TU600-5 -yksikkö trukissa.

TU600-5-yksikössä on vaihdettavia osia vain akku ja SIM-kortti. Yksikössä on neljä input-liitäntää ja yksi output-liitäntä. Yksikköä on mahdollista käyttää 12–48 voltin järjestelmissä.

2.5 Mikrokontrollerit ja tietokoneet

2.5.1 Raspberry Pi

Raspberry Pi on elektroniikkakomponenttien valmistaja. Raspberry Pi valmistaa lukuisia erilaisia pienikokoisia tietokoneita varustettuna yhdellä piirilevyllä, joissa on Linuxin käyttöjärjestelmä. Raspberry Pi:ssä on kuitenkin mahdollista käyttää muitakin käyttöjärjestelmiä, kuten Windowsia. Lisäksi Raspberry Pi valmistaa yhtä mikrokontrollerimallia, jonka nimi on Raspberry Pi Pico. Jotta Pi Picolla voidaan käyttää jotain fyysistä esinettä halutulla tavalla, siihen pitää kirjoittaa ohjelma. Pi Picoa voidaan ohjelmoida C-kielillä ja Micropythonilla. Myös Arduinon omassa kehitysympäristössä on mahdollista kirjoittaa Pi Picoon ohjelma, josta se sitten siirretään Pi Picoon.

2.5.2 Arduino

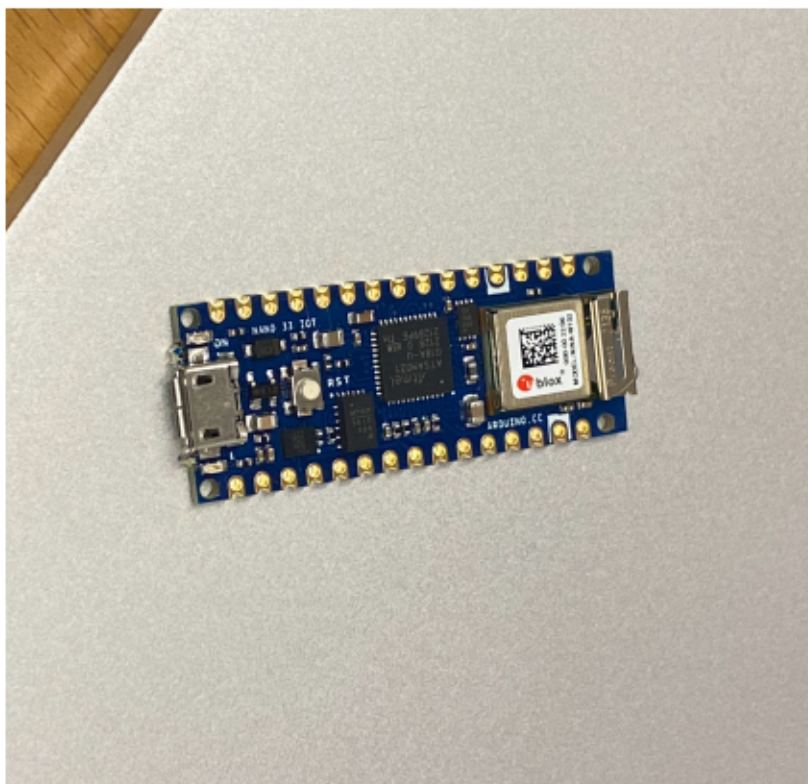
Arduino on mikro-ohjain ja elektroniikka-alusta sekä ohjelmointiympäristö, joka perustuu avoimeen laitteistoon. Arduino-laitteisto koostuu avoimen lähdekoodin piirilevystä, mikroprosessorista ja eri pinneistä, joita ovat muun muassa tulo- ja lähtöpinnit sekä fyysisten esineiden, esimerkiksi ledien ja antureiden pinnit. Virta piirilevylle tulee ulkoisen virtalähteen tai USB:n kautta, josta puolestaan saadaan tarvittava virta muille käytettäville laitteille.

Jotta Arduinolla voidaan käyttää jotain fyysistä esinettä halutulla tavalla, Arduinon pitää kirjoittaa koodi. Arduinon ohjelmistokomponentti on avoimen lähdekoodin ja vastaa C++-kieltä. Arduinolla on oma kehitysympäristö (IDE) koodin kirjoittamiseen ja kääntämiseen. IDE:stä koodi voidaan ladata Arduinolle.

2.5.3 Arduino Nano IoT

Arduino Nano IoT on Arduino mikro-ohjain (kuva 5), joka hyödyntää esineiden tai asioiden internetiä. Esineiden tai asioiden internet -tekniikka on sitä, että laitteita voidaan kytkeä Internet-verkkoon. Arduino Nano IoT käyttää WiFiä ja

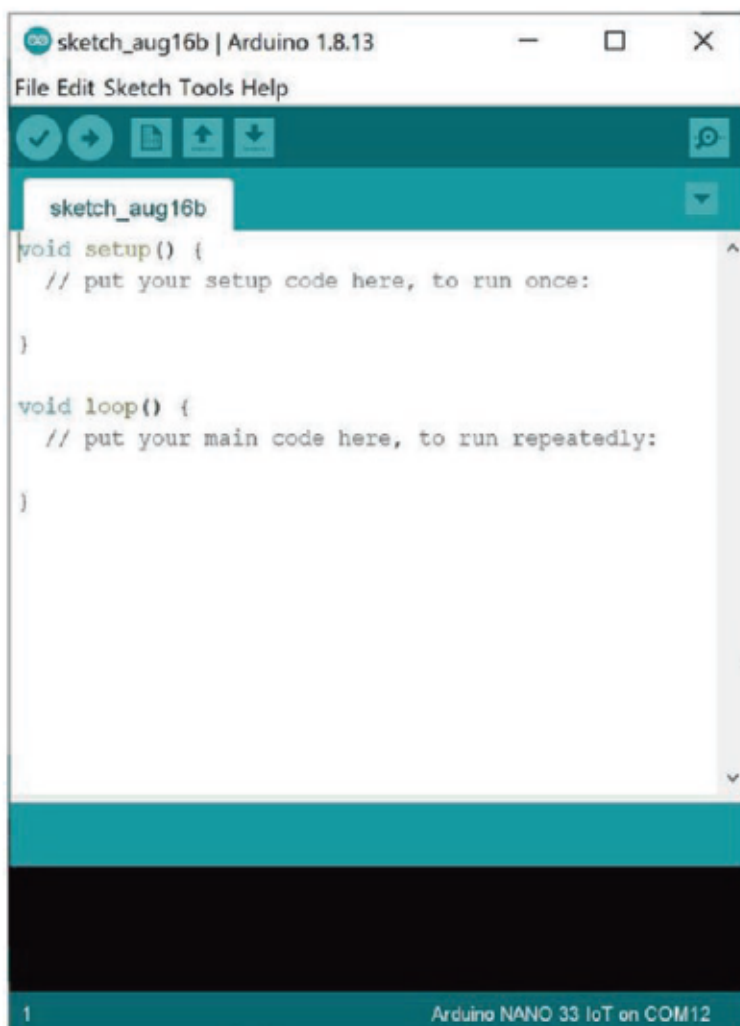
Bluetoothia liittyäkseen verkkoon. WiFin avulla päästään internettiin ja Bluetoothia käytetään kommunikointiin toisen laitteen kanssa, joka on lyhyen matkan päässä. Arduino Nano IoT antaa signaalin Trackunitin inputiin numero 3. Arduino Nano IoT käyttää C- tai C++-ohjelmointikieltä.



Kuva 5. Arduino Nano IoT -mikro-ohjain.

2.5.4 Ohjelmointi

Ohjelma kirjoitetaan tietokoneelle ladatussa IDE-ohjelmassa. Kuvassa 6 on esitetty IDE-ohjelma. Arduino pitää yhdistää tietokoneeseen USB-johdolla. Kun Arduino on yhdistetty tietokoneeseen, voidaan aloittaa ohjelman kirjoittaminen. Internetissä on tarjolla paljon esimerkkejä ja valmiita ohjelmia, joita voi käyttää. Usein valmiita ohjelmia voi käyttää niin sanotusti pohjina ja niitä voi joutua muokkaamaan, jotta ne sopivat omaan käyttötarkoitukseen. Arduinolla on myös yksi oma malliohjelma valmiina IDE:ssä. Tämä ohjelma vilkuttaa Arduinon sisäänrakennettua lediä. Kun ohjelma on valmis ja se toimii halutulla tavalla, se tallennetaan ja ajetaan Arduinon.



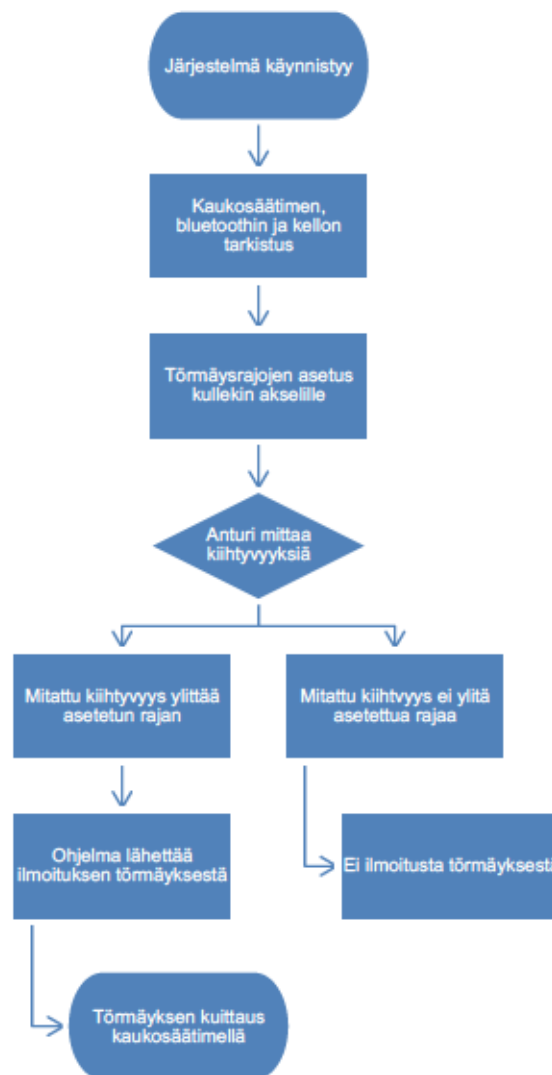
Kuva 6. Esimerkki ohjelman kirjoittamisesta (Agus 2021: 6).

2.5.5 Tämän projektin ohjelmointi

Tämän projektin ohjelma sisältää pääpiirteissä viisi vaihetta. Ensimmäiseksi määritetään niin sanottu nolatilanne. Nollatilanne tarkoittaa sitä, että putoamis- kiihtyvyys suhteutetaan kiihtyvyyssanturin mittaamaan kiihtyvyyteen. Ohjelma tekee tämän jokaiselle kolmelle akselille. Toiseksi ohjelma lukee anturia ja vertaa mitattuja kiihtyvyyksiä asetettuihin törmäysrajoihin. Jos tässä kohtaa jokin raja ylittyy, tallennetaan kyseinen törmäys muistiin. Seuraavaksi ohjelma tunnistaa ja lukee järjestelmään asennetun kaukosäätimen. Jos trukilla on törmätty ja sen jälkeen virrat katkeavat, törmäys pysyy muistissa ja niin sanotusti päällä,

kunnes se on kuitattu kaukosäätimestä. Alla olevan kuvan 7. vuokaaviossa on havainnollistettu, miten ohjelma toimii.

Törmäyksen kuittaamiseen on myös mahdollista asettaa niin sanottu aikaraja, jolloin se kuittaantuu. Aikaraja oli järjestelmän testivaiheessa käytössä, mutta tällä hetkellä se ei ole käytössä, koska asiakas ei halunnut sitä. Aikaraja on mahdollista ottaa käyttöön lisäämällä se ohjelmaan.



Kuva 7. Vuokaavio Arduinin ohjelmasta.

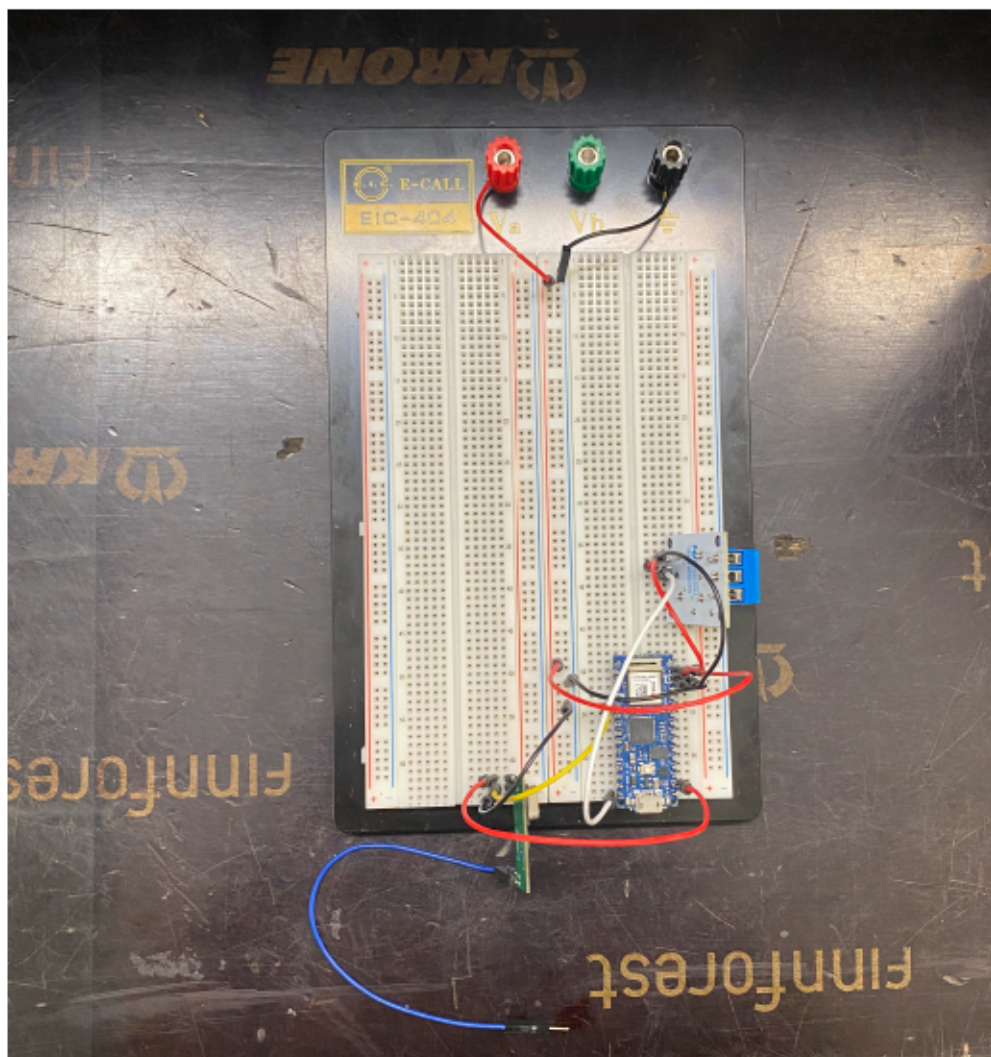
2.6 Tiedonsiirto

Projektissa Arduino ja Trackunit käyttävät langatonta tiedonsiirtoa. Törmäysanturin mittaama törmäys tulee signaalina Arduinolle. Arduinolta tieto törmäyksestä siirtyy piuhan välityksellä Trackunitille. Työnjohtaja saa tiedon törmäyksestä puhelimeensa Trackunitin kautta. Trackunit lähettää puhelimeen viestillä haluttuja tietoja. Viesti on mahdollista lähettää GSM-, LTE M1- tai NB IOT - SMS-tekstiviestinä. Tässä projektissa käytetään 3G- ja 4G-verkkojen GSM-viestejä. Trackunitissa on perinteinen SIM-kortti. Bluetoothia käytetään yksikön asetuksien asettamiseen. Asetuksia ovat muun muassa yksikön nimi, törmäysrajat ja hälytysaika. Törmäysrajat on mahdollista myös asettaa usb-johdon välityksellä.

3 Projektin kehittyminen

3.1 Järjestelmän testaus koekytkentälevylle

Järjestelmää ja mahdollisia käytettäviä komponentteja testattiin koekytkentälevyllä (engl. breadboard/protoboard). Koekytkentälevy mahdollistaa komponenttien ja järjestelmän väliaikaisen testaamisen ja kytkentöjen suunnittelun. Mahdolliset ja tarvittavat muutokset on helppo suorittaa koska koekytkentälevyllä millekään komponentille ei tarvitse tehdä pysyviä liitoksia, kuten juotoksia. Koekytkentälevyllä on reikiä, jotka ovat kytkettynä toisiinsa. Komponenttien navat ja johtojen päät painetaan reikiin, joissa on kontaktipinta.



Kuva 8. Projektissa käytetty koekytentälevy.

Kuvassa 8 olevassa koekytentälevyssä syöttöjännite tulee punaiseen napaan ja maadoitus mustaan napaan. Syöttöjännite ja maadoitus ovat kytkettynä niille tarkoitettuun linjaan (engl. bus strip). Käytettävät komponentit kytketään niille tarkoitetuille paikoille (engl. terminal strip). Syöttöjännitteen ja maadoituksen linjan reiät ovat kytketty toisiinsa pystysuunnassa, kun taas komponenteille tarkoitettut reiät ovat kytketty toisiinsa vaakasuunnassa kuvasta katsottuna. Komponenteille syöttöjännite ja maadoitus otetaan lyhyillä johtokytkennoillä eli hypylangoilla.

3.2 Komponenttien valinta

3.2.1 Järjestelmän alustan valinta

Projektissa päädyttiin käyttämään Arduino Nano IoT -mikrokontrolleria alustana, jonka ympärille järjestelmä rakennettiin. Arduino Nano IoT -mikrokontrolleriin päädyttiin, koska se on yksinkertainen, sillä on alhainen virrankulutus ja edullinen hinta. Kuitenkin eniten päätökseen vaikutti se, että valittua kiihtyvyyssanturia pystyi käyttämään suoraan mikrokontrollerilla, sen pieni koko ja langaton tiedonsiirto.

Muina vaihtoehtoina harkittiin Raspberry Pin tuotteita. Raspberry Pin tietokoneet ja mikrokontrollerit eivät kuitenkaan valikoituneet projektiin, koska ne ovat järeitä ja vaatisivat erilliset piirit tiedonsiirrolle. Raspberry Pin tietokoneet olivat liian suurikokoisia tähän projektiin. Erilliset piirit tiedonsiirtoa varten olisivat taas lisänneet vioittumismahdollisuuksia ja nostaneet kustannuksia.

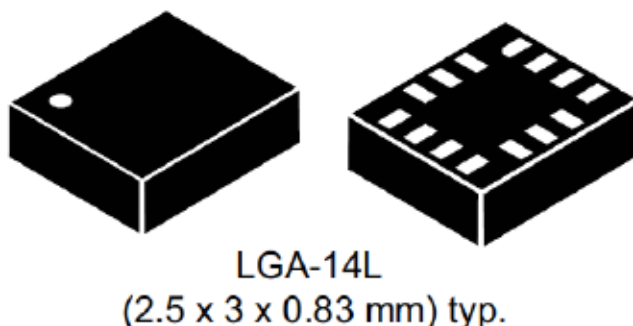
3.2.2 Anturin valinta

Anturin valinnassa tärkeimmät tekijät ovat mitattavan kohteen ympäristöolosuhteet, anturin herkkyys ja taajuusvaste. Ympäristöolosuhteiden vaikuttavia tekijöitä ovat sähkömagneettiset häiriöt, lämpötila ja kosteus. Edellä mainittujen tekijöiden lisäksi myös tila, jossa anturi on vaikuttaa mahdolliseen kaapelointiin, kiinnitystapaan ja kokoon. (Tuomi 2020: 27.)

Pietsosähköinen kiihtyvyyssanturi ei valikoitunut projektiin, koska se tarvitsee esivahvistuksen ja sen vahvuudet ovat teollisissa sovellutuksissa (Dietsche 2009: 147). Koska projektin kiihtyvyyssanturin tulee toimia myös ulkokäytössä, pietsoresistiivinen kiihtyvyyssanturi karsiutui pois, sillä se ei siedä lämpötilan muutoksia ympäristössä. Pietsoresistiivinen kiihtyvyyssanturi oli myös kallis vaihtoehto. (Uusiteknologia 2020.)

Projektiin kokeiltiin kolmea eri MEMS-anturia. Anturit olivat malleiltaan LSM6DSL, MMA8452 ja ADXL345, ja näistä valikoitui LSM6DSL (kuva 9).

Keskimmäisessä anturissa oli monimutkaisin kytkentä, jonka johdosta kustannukset nousivat liikaa. Viimeinen anturi oli testeissä epäluotettava ja antoi virheellisiä lukemia. Siksi kaksi jälkimmäistä anturia eivät valikoituneet. MEMS-anturi valikoitui projektiin siksi, että se on pienikokoinen (kuva 8), halpa ja yleisin kiihtyvyyssanturityyppi. Myös yksi suuri syy MEMS-anturin käyttöön oli mahdollisuus käyttää sitä suoraan piirikortilla, tässä projektissa siis suoraan Arduinolla.

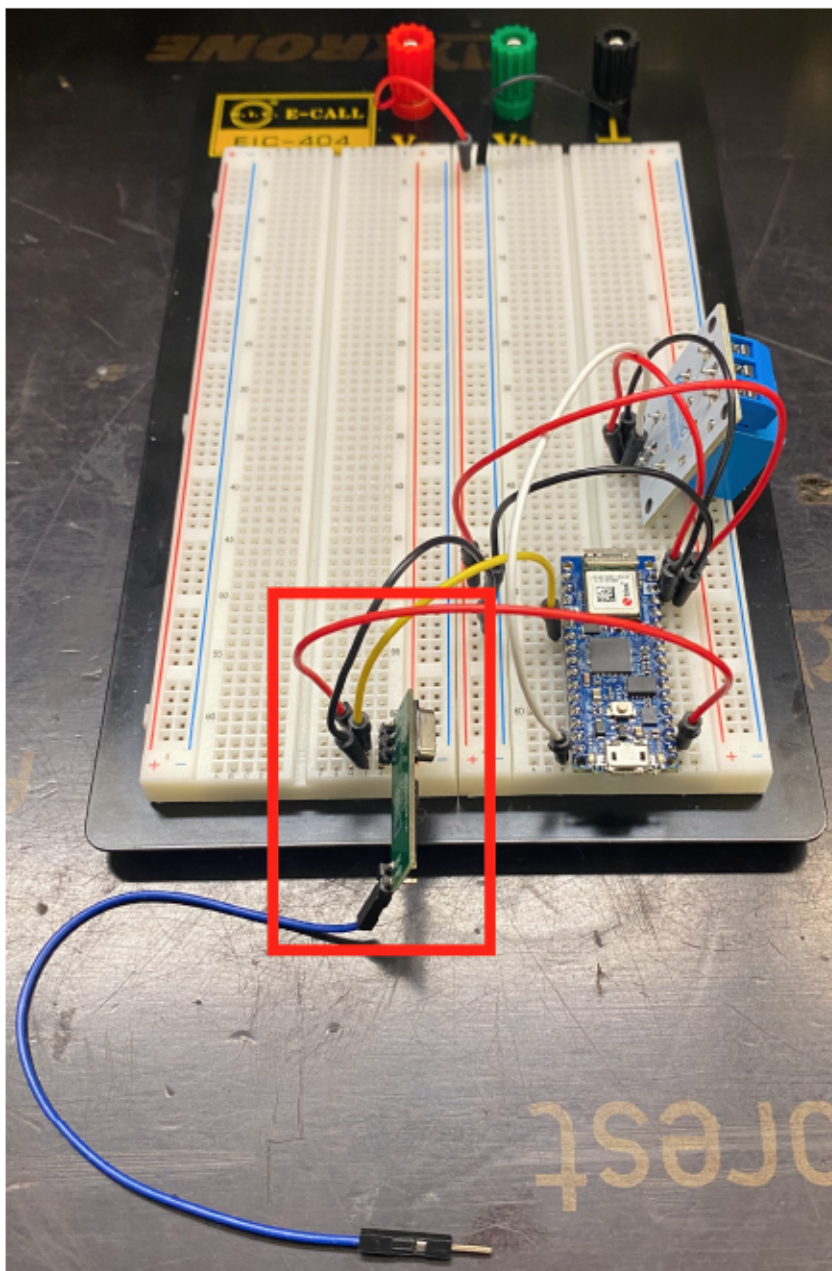


Kuva 9. Havainnekuva LSM6DSL-kiihtyvyyssanturista. Kuvassa esitetty anturin koko.

3.3 Äänimerkki, kaukosäädin RF-piiri

Järjestelmän testausvaiheen jälkeen havaittiin, että toimiva indikaattori törmäykselle olisi äänimerkki. Äänimerkki aktivoituu törmäyksestä, ja työnjohtaja voi kuitata sen. Aiemmin vastaavana törmäyksen indikaattorina toimi trukin sammuminen, mutta tästä luovuttiin, koska se ei ollut tarpeeksi turvallista. Äänimerkin aktivoituminen mahdollistaa sen, että trukki voidaan siirtää turvalliseen paikkaan, pois törmäyspaikalta. Äänimerkkiä ei voi kuitata mistä vain, vaan kuittaajan tulee olla tarpeeksi lähellä truckia. Tällä menettelyllä haetaan sitä, että kuittaaja tarkastaisi koneen törmäyksen jälkeen, ennen kuin se otettaisiin uudestaan käyttöön. Äänimerkki ja kaukosäädin vaativat RF-piirin toimiakseen halutulla tavalla. Kun Trackunit lähettää tiedon törmäyksestä, samalla aktivoituu äänimerkki. Äänimerkinä toimii Partcolta hankittu elektromagneettinen summeri, ja se saa virran releen kautta. Summerista syntyvä ääni on voimakkuudeltaan 90 desibeliä.

Kaukosäädin toimii RF-piirissä, joka on kytketty Arduinoon. RF-piiri koostuu piirilevystä ja vaatii toimiakseen halutulla tavalla antennin ja signaalin. Kuvassa 10 antennina on sininen johto, ja se on todella lyhyt verrattuna realistiseen anteniin. Lopullinen antenni on vastaava, mutta pidempi.



Kuva 10. RF-piiri ja sen antenni koekytkentälevyllä kytkettynä.

Järjestelmä onnistuttiin toteuttamaan käyttämällä seitsemää komponenttia. Lopulliset komponentit ovat

- Arduino Nano IoT -mikro-ohjain
- LSM6DSL-kiihtyvyyssanturi
- SRD-05VDC-SL-C-rele
- elektromagneettinen sumneri johdoilla
- RFM210LCFW-vastaanotinmoduuli
- PUK-151-kaukosäädin
- piirilevy.

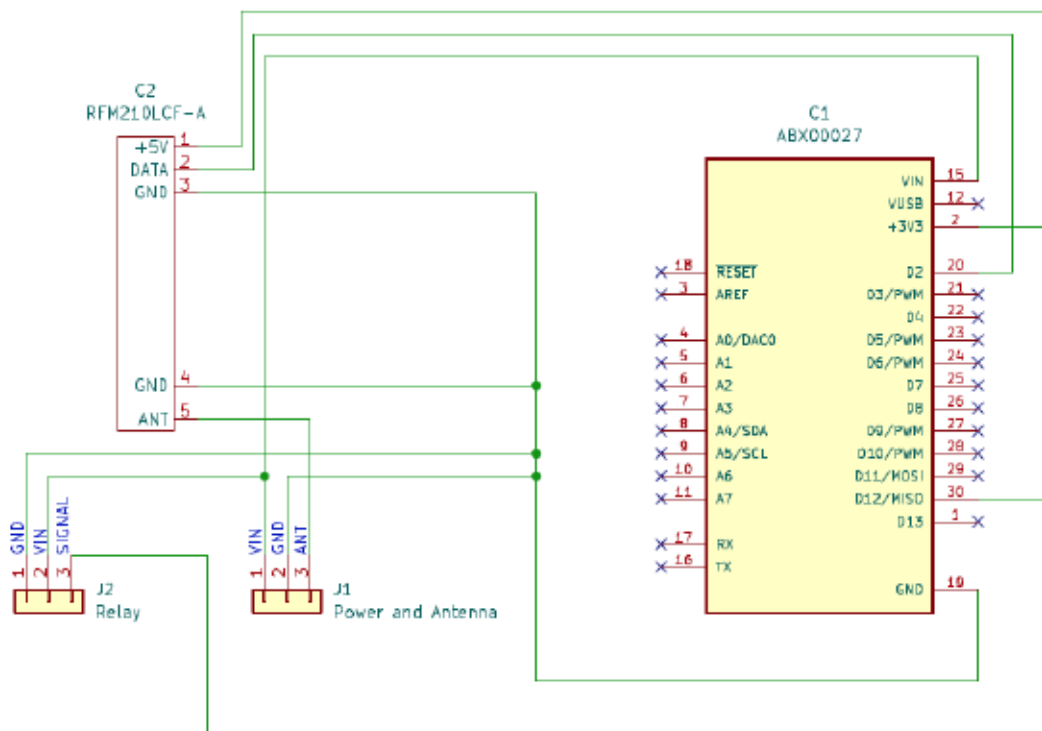
Kuvassa 11 näkyy, miten komponentit ovat järjestelmän kotelon sisällä. Kyseinen rele valikoitui projektiin siksi, että niitä oli helposti saatavilla sekä se oli edullinen ja yksinkertainen.



Kuva 11. Komponentit kytkettynä piirilevyllä kotelon sisällä.

3.4 KytKentä

Lopullisessa versiossa ei ole hyppylankakytkentöjä, mutta muuten kytkennät eivät muutu. Järjestelmä tarvitsee syöttöjännitteen ja maadoituksen. Syöttöjännite ja maadoitus tulevat Arduinolle ja sen kautta rele ja kiihtyvyyssanturi saavat syöttöjännitteen ja maadoituksen. Rele tarvitsee lisäksi signaalin. Kuvassa 12 on esitetty järjestelmän kytkentäkaavio, jonka on suunnitellut Pasi Kempainen.



Kuva 12. Järjestelmän kytkentäkaavio, Pasi Kempainen, Taion Oy.

3.5 Asennus trukkiin

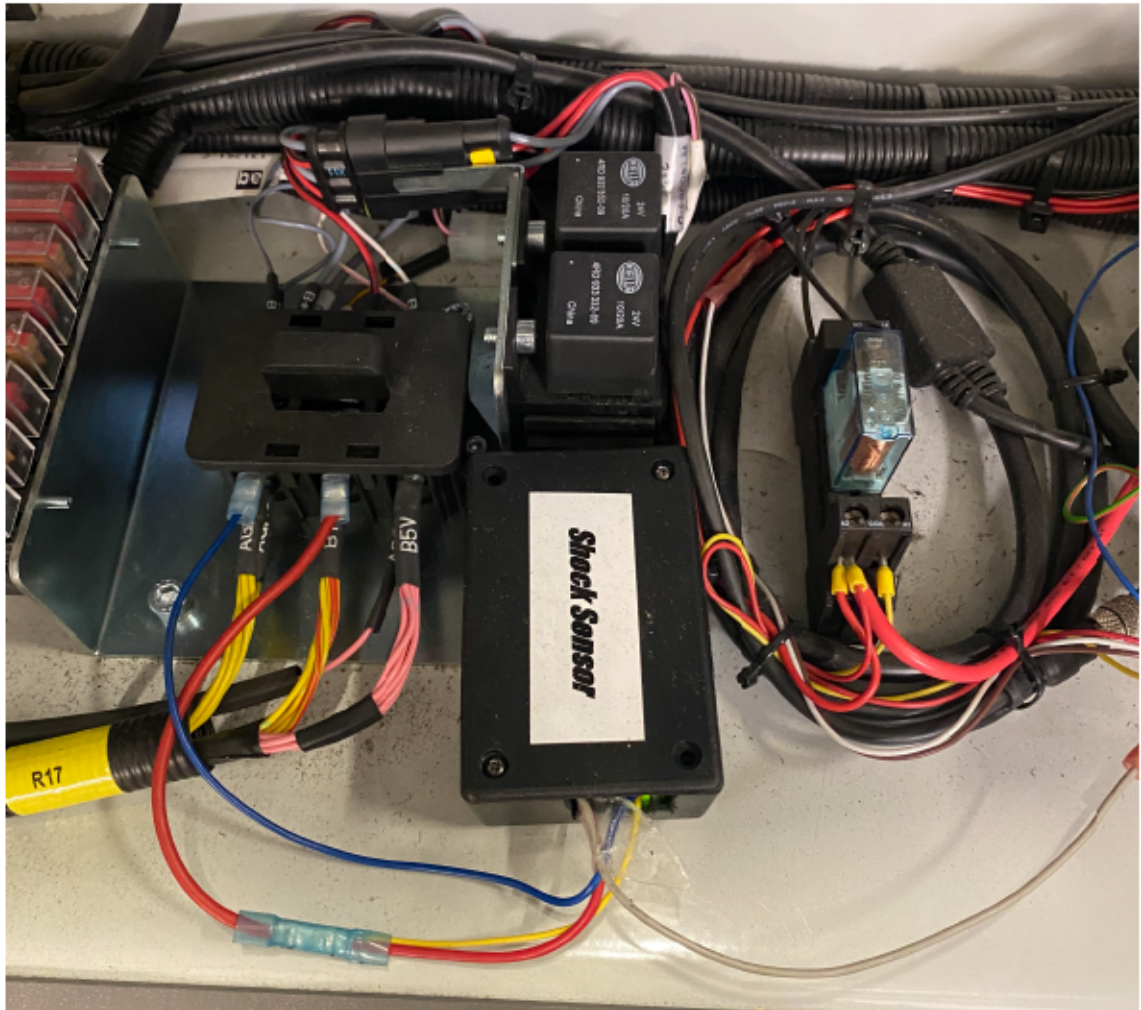
Kotelo, jonka sisällä järjestelmä ja anturi on, asennetaan trukin runkoon. Kun asennus tehdään runkoon eikä esimerkiksi korirakenteisiin, vältetään ylimääräisiä värähtelyjä ja suojataan järjestelmää esimerkiksi irtoamiselta. Runkoon asennuksella tavoitellaan siis sitä, että mitatut arvot olisivat mahdollisimman luotettavia. Kyseisessä trukissa anturointijärjestelmä on asennettu

hallintalaitteiden alla olevan kotelon sisään, mistä pääsee käsiksi runkoon. Asennus on esitetty kuvassa 14. Paikka on hyvä siksi, että kotelo suojaa järjestelmää liialta, pölyltä ja hetkellisesti vedeltä. Kotelossa sijaitsee trukin sähköjärjestelmä, joten kytkentä oli luonteva toteuttaa.

Anturointijärjestelmän kiinnitysmenetelmäksi valittiin pikakiinnitys. Kotelo, jonka sisällä anturointijärjestelmä on, kiinnitettiin trukin runkoon Wurthin liimattavalla tarranauhalla. Tarranauha on esitetty kuvassa 13. Tarranauha on nopea kiinnitysvaihtoehto ja tarvittaessa irrotettavissa, mutta silti tarpeeksi kestävä ja tukeva vaihtoehto. Vaihtoehtoisia kiinnitysmenetelmiä olisivat olleet ruuvi- tai magneettikiinnitys. Myös mehiläisvaha tai liimaus olisivat käyneet kiinnityksiksi, mutta silloin irrotus olisi ollut työläämpää.



Kuva 13. Tarranauha, jota käytetään kiinnitykseen.



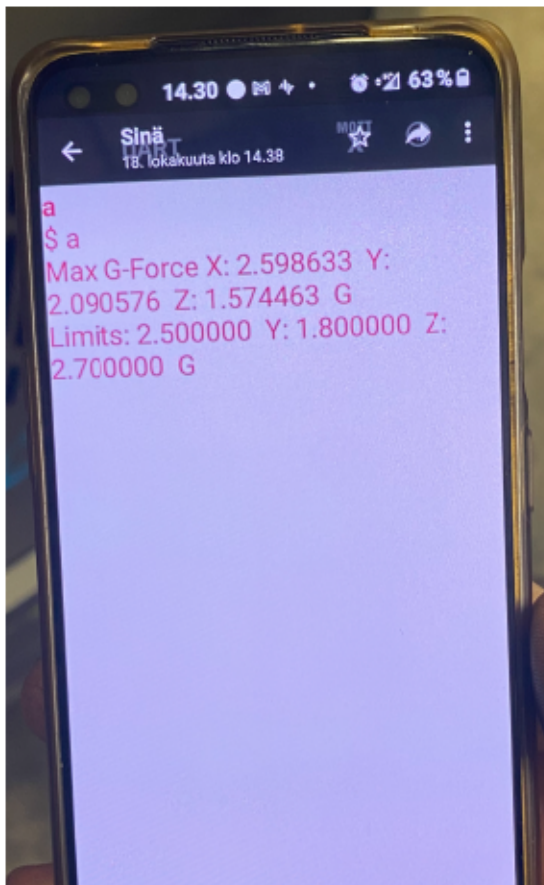
Kuva 14. Järjestelmä trukissa paikallaan.

3.6 Törmäysrajojen haku ja asettaminen

Jokaiselle trukkimallille pitää etsiä sopivat rajat mitatuille kiihtyvyyksille. Tarkoituksena on etsiä normaalista työkäytöstä syntyvät korkeimmat kiihtyvyydet ja asettaa rajat niihin. Nämä rajat etsitään jokaiselle kolmelle akselille erikseen. Rajojen haku vaatii noin tunnin mittaisen koeajon. Jokaisella trukkityyppillä on eri arvot, koska esimerkiksi kolmipyöräisellä trukilla syntyy suurempia kiihtyvyyksiä, kuin nelipyöräisellä trukilla. Rajojen hakuun vaikuttaa myös ajoympäristö, jossa kyseisellä trukilla työskennellään. Havaittiin esimerkiksi, että lastauslaitureilla ajettavilla trukeilla syntyy kovempia tärähdyksiä, joista syntyy suurempia kiihtyvyyksiä.

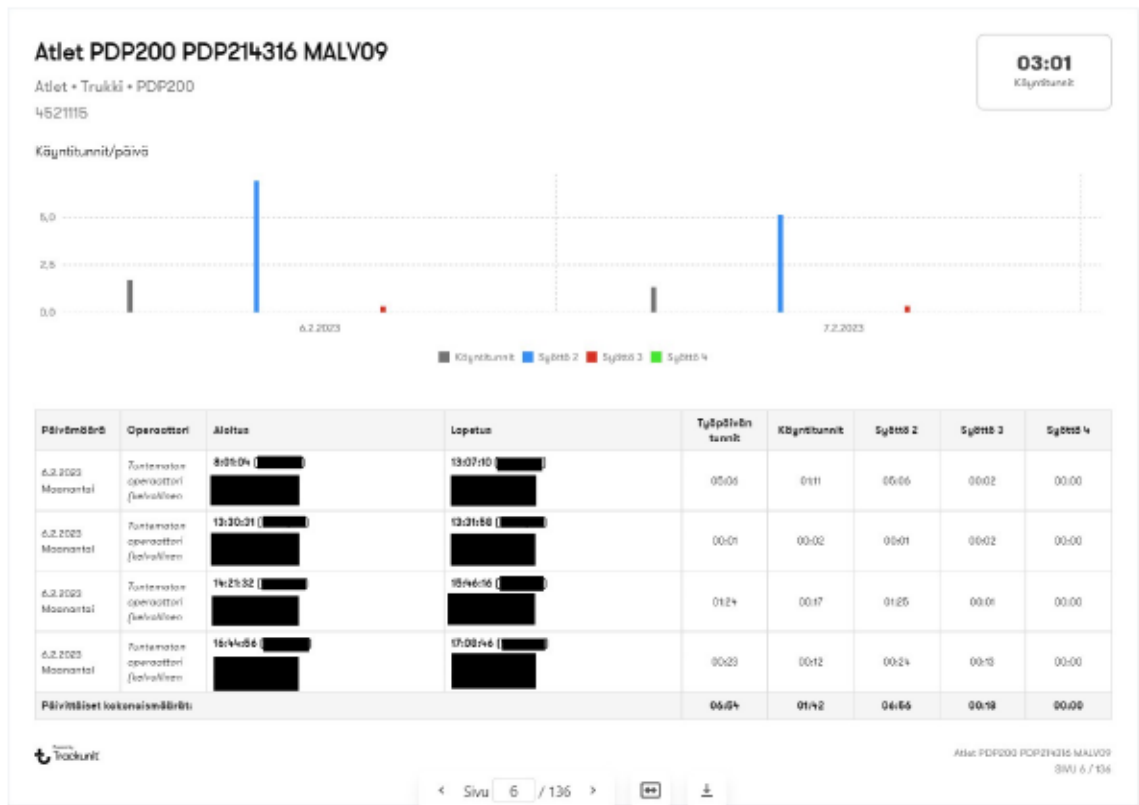
4 Järjestelmä käytössä

Kuvassa 15 on esitettyä törmäyksen voimat, jotka ovat luettu Bluetoothin kautta. Törmäyksestä on tullut ilmoitus sähköpostiin (kuva 17), mutta sähköpostista ei näe törmäyksen voimia. Kun törmäys luetaan Bluetoothin kautta, siitä selviää kullekin akselille kohdistuneet voimat sekä kullekin akselille asetetut rajat mitatuille kiihtyvyyksille.



Kuva 15. Törmäyksen voimat luettuna puhelimella.

Kuvassa 16 on esitetty Trackunitin törmäysraportti. Kuvasta 16 käy ilmi, että yhdellä trukilla on yhden päivän aikana törmätty neljä kertaa. Raportista on piilotettu kuljettajan eli operaattorin nimi. Lisäksi kuvista 16 ja 17 on peitetty yrityksen tiedot, jolla kyseinen trukki on ollut käytössä.



Kuva 16. Törmäysraportti.

Hälytys syötöstä - Syöttö 3: PDP200 PDP236130 AULV06

Hälytys syötöstä on lauennut.

Hälytysraportti	7.2.2023 17.19.01
Nimi	Törmäyshälytys [redacted]
Yksiköt	PDP200 PDP236130 AULV06
Tyyppi	Hälytys syötöstä - Syöttö 3
Tunnit	346
Osoite	[redacted] [redacted] Suomi
	Google Maps

Tämä sähköpostiosoite on automatisoitu ilmoituksen Trackunit järjestelmästä. Älä vastaa tähän sähköpostiin.

Kuva 17. Trackunitin lähettämä törmäyshälytys.

5 Kehityskohteet

5.1 Valmistamisen ja asennuksen yksinkertaistaminen

Valmistusta pyritään tulevaisuudessa yksinkertaistamaan uudella piirilevyllä, joka olisi koteloon ruuvattava. Piirilevyssä olisi myös Arduinolle jalka sekä merkinnät kolvauksille. Näillä parannuksilla pyritään helpottamaan ja nopeuttamaan työtä. Asennusta pyritään yksinkertaistamaan ja nopeuttamaan valmiilla liittimillä ja samanlaisilla kotelolla järjestelmille. Valmiit liittimet takaisivat sen, että kaikki järjestelmät olisivat samanlaisia.

5.2 Kotelointi ja vesitiiviys

Järjestelmä on väliaikaisesti koteloitu Partcon koteloon. Kotelo ei ole vesitiivis, mutta johtojen ulostulo on toteutettu läpivientikumeilla, joten järjestelmä on roiskevesisuoja. On mahdollista, että tulevaisuudessa kotelo mallinnetaan itse. Vesitiiviys olisi mahdollista tehdä esimerkiksi valamalla järjestelmä hartsiin. Sisäkäytössä olevien koneiden järjestelmien ei tarvitsisi olla vesitiiviitä, mutta jos konetta käytetään myös ulkona vesitiiviys olisi tärkeää. Jos kaikki järjestelmät olisivat vesitiiviitä, niitä voisi tarvittaessa vaihtaa koneesta toiseen ja kaikkia järjestelmiä voisi käyttää kaikissa koneissa. Trackunit-yksikkö on vesitiivis ja sillä on IP-68-luokitus.

6 Yhteenveto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli olla kattava dokumentaatio siitä, mitä törmäysanturiprojektissa on tehty, miksi on tehty ja miten on tehty. Työn tehtävänä on toimia manuaalina ja esitelmänä anturointijärjestelmälle. Työ onnistuu avaamaan anturointijärjestelmän teorian ja perusteet. Lisäksi siinä käydään läpi, miten projekti kehittyi ja mitä projektiin tulisi tulevaisuudessa.

Työn aikana syntynyt törmäysanturi oli onnistunut ja päätyi heti asiakkaalle käyttöön. Koneisiin asennettu anturointi vaikuttaa halutulla tavalla asiakkaiden

ajokäyttäytymiseen. Trukeilla törmääminen ja vaarallinen ajaminen on vähentynyt. Anturointijärjestelmästä on saatu haluttu turvallisuustekijä.

Projekti pyrittiin toteuttamaan käyttämällä komponentteja, jotka ovat mahdollisimman yksinkertaisia ja edullisia, mutta silti luotettavia. Tässä tavoitteessa onnistuttiin hyvin, ja järjestelmä toimii halutulla tavalla. Järjestelmä mittaa ajossa ja törmäyksissä syntyviä kiihtyvyyksiä ja raportoi niistä langattomasti silloin, kun asetetut rajat ylittyvät. Mahdollisesti tulevaisuudessa järjestelmä on yrityksellä myös myynnissä.

Lähteet

AD-muunnin. Verkkoaineisto. Hutasu. <<https://www.hutasu.net/elektronikka/teoriaa/ad-muunnin/>>. Päivitetty 10.12.2017. Luettu 9.1.2023.

Analoginen signaali. Verkkoaineisto. Hutasu. <<https://www.hutasu.net/elektronikka/teoriaa/analoginen-signaali/>>. Päivitetty 10.12.2017. Luettu 9.1.2023.

Avoin lähdekoodi ja ohjelmat. Verkkoaineisto. Tampereen yliopiston kirjasto. <<https://libguides.tuni.fi/tutkimusaineistojen-hallinta/lahdekoodi>>. Päivitetty 12.12.2022. Luettu 29.11.2022.

Bauer, Horst (toim.). 2003. Autoteknillinen taskukirja. Helsinki: Robert Bosch GmbH.

Dietsche, Karl-Heinz. 2009. Autojen anturit. Helsinki: Robert Bosch GmbH.

Dietsche, Karl-Heinz. 2018. Automotive Handbook. Karlsruhe: Robert Bosch GmbH.

Esineiden internet. Verkkoaineisto. Logistiikan maailma. <<https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/digitalisaatio/esineiden-internet/>>. Luettu 28.11.2022.

Huttunen, Heikki. 2005. Signaalinkäsittelyn menetelmät. Verkkoaineisto. Tampereen teknillinen yliopisto. <<http://www.tekniikka.oamk.fi/tl-lab/signaalinkasittely/johdatus/Moniste1.pdf>>. Luettu 26.1.2023.

Kurniawan, Agus. 2021. Beginning Arduino Nano 33 IoT. E-kirja. Apress.

Langaton versio Raspberry Pi Pico -ohjainkortista. Verkkoaineisto. Uusiteknologia. <<https://www.uusiteknologia.fi/2022/07/05/langaton-versio-raspberry-pi-ohjainkortista/>>. 5.7.2022. Luettu 5.2.2023.

Mihin tarkoituksiin kannattaa käyttää kiihtyvyyssmittareita? Verkkoaineisto. Uusiteknologia. <<https://www.uusiteknologia.fi/2020/11/05/mihin-tarkoituksiin-kannattaa-kayttaa-kiihtyvyyssmittareita/>>. 5.11.2020. Luettu 3.11.2022.

Mikä on alipäästösuodin? Verkkoaineisto. Fmuser. <<https://fi.fmuser.net/content/?6857.html>>. 18.5.2020. Luettu 20.2.2023.

Juhala, Matti; Lehtinen, Arto; Suominen, Matti & Tammi, Kari. 2005. Moottorialan sähköoppi. Helsinki: Autoalan koulutuskeskus.

SLO-Trukkitarjous. 21.5.2021. Yrityksen sisäinen dokumentti. Rotator Oy.

Suontakanen, Joni. 2019. Ultra-prototyyppiajoneuvon ohutlevyrungon mittaajärjestelmä. Insinööriyö. Oulun Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Theresa Schousek. 2018. The Art of Assembly Language Programming Using PIC® Technology. E-kirja. Core Fundamentals.

Torkkeli, Altti. 2021. Pikkusormen pään kokoon puristettu MEMS-anturi kykenee atomitason mittaustarkkuuteen. Verkkoaineisto. Murata. <<https://muratafinland.com/blog/pikkusormen-paan-kokoon-puristettu-mems-anturi-kykenee-atomitason-mittaustarkkuuteen/>>. 23.3.2021. Luettu 3.11.2022.

Trackunit – moderni tapa käyttää koneita. Verkkoaineisto. <<https://www.renta.fi/trackunit-moderni-tapa-kayttaa-koneita/>>. Luettu 3.12.2022>.

TU600-X Technical Manual. Verkkoaineisto. <<https://fccid.io/ZMF-TU600/User-Manual/User-Manual-4594115.pdf>>. Päivitetty 1.12.2019. Luettu 3.12.2022.

Tuomi, Arto. 2020. Kapasitiivisen MEMS-kiihtyvyyssanturin käyttö ja standardisointi kunnonvalvonnan värähtelymittauksissa. Diplomityö. Oulun yliopisto. Joulutika.

Väisänen, Timo. 2010. Actel Fusion -piirin suorituskyvyn selvittäminen. Insinööri-
rityö. Kajaanin ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

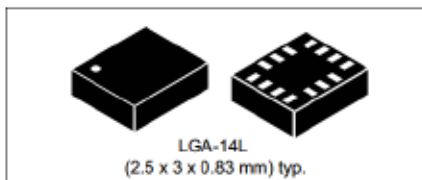
LSM6DSL-kiihtyvyyssanturin datalehti



LSM6DSL

iNEMO inertial module:
always-on 3D accelerometer and 3D gyroscope

Datasheet - production data



Features

- Power consumption: 0.4 mA in combo normal mode and 0.65 mA in combo high-performance mode
- "Always-on" experience with low power consumption for both accelerometer and gyroscope
- Smart FIFO up to 4 kbyte based on features set
- Android M compliant
- Hard, soft ironing for external magnetic sensor corrections
- $\pm 2/\pm 4/\pm 8/\pm 16$ g full scale
- $\pm 125/\pm 250/\pm 500/\pm 1000/\pm 2000$ dps full scale
- Analog supply voltage: 1.71 V to 3.6 V
- Independent I/Os supply (1.62 V)
- Compact footprint, 2.5 mm x 3 mm x 0.83 mm
- SPI & I²C serial interface with main processor data synchronization feature
- Pedometer, step detector and step counter
- Significant motion and tilt function
- Standard interrupts: free-fall, wakeup, 6D/4D orientation, click and double-click
- Embedded temperature sensor
- ECOPACK[®], RoHS and "Green" compliant

Applications

- Motion tracking and gesture detection
- Collecting sensor data
- Indoor navigation
- IoT and connected devices
- Intelligent power saving for handheld devices
- Vibration monitoring and compensation

Description

The LSM6DSL is a system-in-package featuring a 3D digital accelerometer and a 3D digital gyroscope performing at 0.65 mA in high-performance mode and enabling always-on low-power features for an optimal motion experience for the consumer.

The LSM6DSL supports main OS requirements, offering real, virtual and batch sensors with 4 kbyte for dynamic data batching.

ST's family of MEMS sensor modules leverages the robust and mature manufacturing processes already used for the production of micromachined accelerometers and gyroscopes.

The various sensing elements are manufactured using specialized micromachining processes, while the IC interfaces are developed using CMOS technology that allows the design of a dedicated circuit which is trimmed to better match the characteristics of the sensing element.

The LSM6DSL has a full-scale acceleration range of $\pm 2/\pm 4/\pm 8/\pm 16$ g and an angular rate range of $\pm 125/\pm 250/\pm 500/\pm 1000/\pm 2000$ dps.

High robustness to mechanical shock makes the LSM6DSL the preferred choice of system designers for the creation and manufacturing of reliable products.

The LSM6DSL is available in a plastic land grid array (LGA) package.

Table 1. Device summary

Part number	Temp. range [°C]	Package	Packing
LSM6DSL	-40 to +85	LGA-14L (2.5x3x0.83mm)	Tray
LSM6DSLTR	-40 to +85		Tape & Reel

SRD-05VDC-SL-C-releen datalehti

Rele SRD-05VDC-SL-C, 5V DC/250V AC 10A Rele SRD-05VDC-SL-C, 5V DC/250V AC 10A

Tuotekoodi: AM1190

Tuotevaihtoehdot:

Tuotteen parametrit:

Jännite: 5V DC
Kattavuus: IP65
Max. kytkentävirta: 10A
Max. kytkentäjännite: 250V AC /30V DC



Tuotteen kuvaus:

Täysin koteloitu rele, jossa on teollisuuslaatuinen korkeavirtainen kytkentäkosketin.

Kosketintyyppi: kytkentäSuurin kosketusvirta: 10ASuurin kosketinjännite: 250V AC / 30V DC
Virtankulutus: 0.36WKelan vastus: 70ΩKelan jännite: 5V

Mitat: 15.5 x 19.1 x 15.3mm



RFM210LCF-vastaanotinmoduulin datalehti

HOPERF

RFM210LCF/ RFM210LCF-A

ASK/OOK Wireless Receiver Module

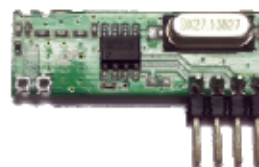
Model No.: RFM210LCF/RFM210LCF-A

1. General Information

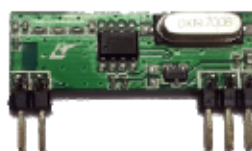
RFM210LCF/RFM210LCF-A is a ASK/OOK wireless data receiver, ultra low power consumption, high sensitivity, long distance communication, cost-effective ASK/OOK RF receiver module, suitable for ISM band wireless applications.

It has the characteristics of good anti-interference and high reliability, and it cannot be affected the working distance even in the situation of complex interference environment.

The Module is provided by two versions base on 315MHz and 433.92MHz, both of them support 1~5kbps data rate. Users only need to attach a simple data decoding circuit to achieve the development of wireless products easily.



RFM210LCF



RFM210LCF-A

2. Features

- Comply with FCC and ETSI
- Strong anti-interference ability, suitable for complex interference environment
- Receiving Sensibility: -114dBm
- Working Frequency:315MHz, 433.92MHz
- Supply Voltage Range:1.8V-3.6V (RFM210LCF) ;4.5V-5.5V (RFM210LCF-A)
- Working Current:3.9mA
- Sleeping Current:≤1uA
- Data Rate:1-5 kbps

3. Application

- Remote Entrance Guard
- Battery Car Security System
- Remote Socket
- Remote Doorbell

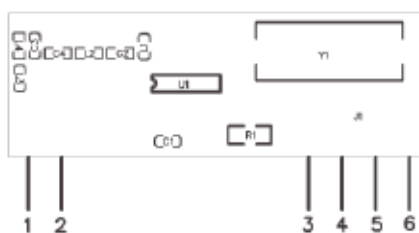
HOPERF

RFM210LCF/ RFM210LCF-A

- Wireless Data Transmission
- Wireless Lighting Control
- Remote Control Toys
- Remote Control Home Appliances
- Wireless Alarming & Security System

4. Pin definition

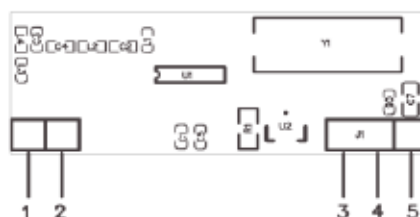
RFM210LCF



1. ANT 2. GND 3. SDN 4. VCC 5. DATA 6. GND

Pin	Name	Function
1	ANT	Antenna Input
2	GND	Ground
3	SDN	Shutdown Logic Control Input
4	VCC	Positive power
5	DATA	Data Output
6	GND	Ground

RFM210LCF-A



1. ANT 2. GND 3. GND 4. DATA 5. VCC

HOPERF

RFM210LCF/ RFM210LCF-A

Pin	Name	Function
1	ANT	Antenna Input
2	GND	Ground
3	GND	Ground
4	DATA	Data Output
5	VCC	Positive power

5. Electrical Characteristics

RFM210LCF

Testing Conditions: DC 3.3V / 25°C

Parameter	Label	Status	MIN.	Typical Value	MAX.	Unit
Frequency Range	Fc	Model: RFM210LCF-315D		315		MHz
		Model: RFM210LCF-433D		433.92		MHz
Modulation				ASK/OOK		
Sensibility		1 Kbps		-114		dBm
Data Rate	DR		1	3.3	5	Kbps
Receiver Bandwidth				330		KHz
Supply Voltage			1.8	3.3	3.6	V
Working Current		433.92MHZ		3.8	4.2	mA
Sleeping Current					1	uA
Image Rejection	IMR			30		dB
Working Temperature			-40		+85	°C

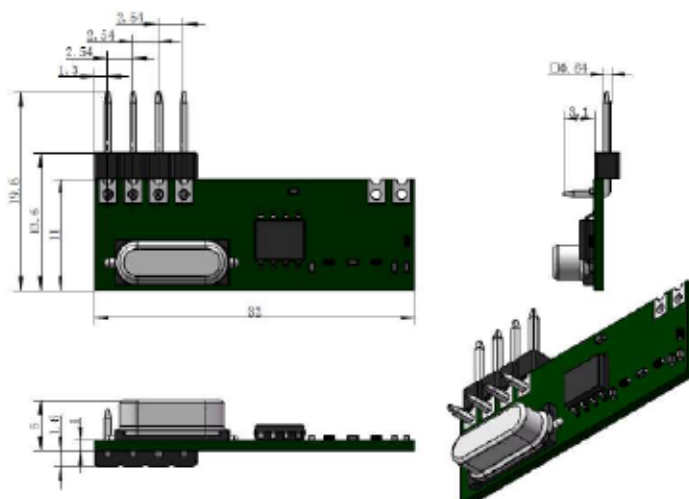
RFM210LCF-A

Testing Conditions: DC 5V / 25°C

Parameter	Label	Status	MIN.	Typical Value	MAX.	Unit
Frequency Range	Fc	Model: RFM210LCF-315D-A		315		MHz
		Model: RFM210LCF-433D-A		433.92		MHz
Modulation				ASK/OOK		
Sensibility		1Kbps		-114		dBm
Data Rate	DR		1	3.3	5	Kbps
Receiver Bandwidth				330		KHz
Supply Voltage			4.5	5	5.5	V
Working Current		433.92MHZ		3.8	4.2	mA
Sleeping Current					1	uA
Image Rejection	IMR			30		dB
Working Temperature			-40		+85	°C

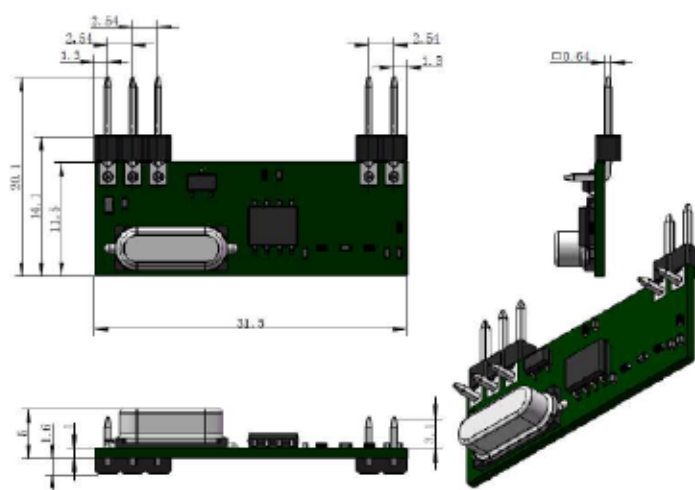
6. Dimensions Diagram

RFM210LCF



Unit: mm

RFM210LCF-A



Unit: mm



RFM210LCF/ RFM210LCF-A

7. Ordering information

Module P/N	Frequency	Voltage	Sleeping
RFM210LCF-315D	315MHz	1.8-3.6V	Y
RFM210LCF-433D	433MHz	1.8-3.6V	Y
RFM210LCF-315D-A	315MHz	4.5-5.5V	N
RFM210LCF-433D-A	433MHz	4.5-5.5V	N

<p>HOPE MICROELECTRONICS CO.,LTD Add:2/F,Building3,pingshan Private Enterprise science and Technology Park,xili Town,Nanshan District, Tel: 86-755-82973805 Fax: 86-755-82973550 Email: sales@hoperf.com Website: http://www.hoperf.com http://www.hoperf.cn</p>	<p>This document may contain preliminary information and is subject to change by Hope Microelectronics without notice. Hope Microelectronics assumes no responsibility or liability for any use of the information contained herein. Nothing in this document shall operate as an express or implied license or indemnity under the intellectual property rights of Hope Microelectronics or third parties. The products described in this document are not intended for use in implantation or other direct life support applications where malfunction may result in the direct physical harm or injury to persons. NO WARRANTIES OF ANY KIND, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MECHANABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, ARE OFFERED IN THIS DOCUMENT.</p>
--	--

PUK-151 -kaukosäätimen datalehti



Pilot 1, 2-klawiszowy

PUK-151

PUK-152

Instrukcja

Piloty przewidziane są do współpracy z urządzeniami produkcji GORKE Electronic należącymi do serii SA.

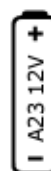


PARAMETRY TECHNICZNE

częstotliwość	433,92 MHz
kodowanie	kod zmienny
ilość klawiszy	1, 2
moc nadawcza	≤+7 dBm
zasilanie	1 x bateria alkaliczna A23 12V
temperatura pracy	-10 ÷ +55 °C
wilgotność (max)	93 ± 3 %
wymiar	57×33×12 mm
kolor	czarny
współpraca	odbiorniki serii SA
zasięgi pracy	
odbiornik z modulem H1 (np. RSU)	180 m
odbiornik z modulem H2 (np. OPC)	360 m
masa	28 g

Cechy

duży zasięg, wytrzymała obudowa z przesuwaną klapką zabezpieczającą klawisze, klawisze o wyczuwalnym kształcie i wyraźnym skoku, największy zasięg w małych pilotach



Wymiana baterii

1. wykręcić wkręt znajdujący się w dolnej części obudowy pilota i otworzyć obudowę
2. wyjąć i odłożyć zużytą baterię
3. włożyć nową baterię zwracając uwagę na ułożenie zgodne z rysunkiem powyżej
4. sprawdzić działanie przez naciśnięcie przełączników
5. założyć ostatnie oczko zawieszki na plastikowy słupek w podstawie obudowy
6. nałożyć górną część obudowy i skrócić obudowę wkrętem
7. ponownie sprawdzić działanie pilota

Zastosowanie: *zdalne sterowanie* pracą urządzeń elektrycznych podłączonych do wyśń odbiornika np.: brama wjazdowa, brama garażowa, szlaban, rolety, żaluzje, zamki elektromagnetyczne, oświetlenie, pompy, klimatyzacja itp. W *systemach alarmowych*: załącz/wyłącz system lub strefę, czas na wyjście, jako przycisk antypanadowy, itp.

Transmisja radiowa oparta jest na kodzie zmiennym, który zapewnia wysokie bezpieczeństwo użytkowania oraz odporność na sygnały radiowe pochodzące z innych urządzeń. Każdy nadajnik posiada swój indywidualny kod. Odbiornik reaguje tylko na te transmisje, które pochodzą z nadajników zaprogramowanych do jego pamięci. Pilot może być zaprogramowany do nieograniczonej ilości odbiorników.

Sposób programowania opisany jest w instrukcji urządzeń odbiorczych. Do współpracy z jednym odbiornikiem mogą być stosowane różne typy pilotów.

Podawane zasięgi dotyczą przestrzeni otwartej, bez przeszkód, kiedy odbiornik i pilot "się widzą". Jeżeli pomiędzy odbiornikiem a nadajnikiem znajdują się przeszkody, należy przewidzieć zmniejszenie zasięgu pracy odpowiednio dla:

- drewna i gipsu o 5-20%
- cegły o 20-40%
- betonu zbrojonego o 40-80%

Przy dużej ilości przeszkód zalecamy stosowanie retransmitera. Przy przeszkodach metalowych stosowanie systemów radiowych nie jest zalecane lub należy rozważyć zainstalowanie modułu WLC-201, który pozwala na ominięcie tego typu przeszkód.

Brak świecenia się diody w czasie naciskania klawisza pilota albo znaczące zmniejszenie się dotychczasowych zasięgów może oznaczać potrzebę wymiany baterii. Przy współpracy pilota z odbiornikami Identyfikacyjnymi (IDO-04/99, IDO-1000) niski stan baterii pilota jest sygnalizowany po stronie odbiornika.



W przypadku niewłaściwego posługiwania się baterią lub zastosowania innej baterii niż wskazana przez producenta może zachodzić niebezpieczeństwo eksplozji. Podczas wymiany baterii należy zachować szczególną ostrożność w tym przestrzegać biegunowości baterii.

Nie wolno doprowadzić do zwarcia baterii, jej perforacji lub innych uszkodzeń. Nie wolno używać baterii uszkodzonych i wyeksploatowanych, które należy niezwłocznie wymienić na wolne od wad. Baterii nie wolno ładować.

Producent urządzenia nie ponosi odpowiedzialności za skutki niewłaściwego obchodzenia się z bateriami.

Zużyte baterie nie mogą być umieszczane z innymi odpadami, lecz należy je przekazać do zbierającego zużyte baterie lub do miejsca odbioru (ustawa „O bateriach i akumulatorach”).



Firma GORKE Electronic Sp. z o.o. oświadcza, że wyroby: PUK-142; PUK-144; PUK-151; PUK-152; PUK-303 są zgodne z zasadniczymi wymaganiami oraz innymi stosownymi postanowieniami Dyrektyw 2014/53/UE oraz 2011/65/EU. Deklaracja zgodności dostępna jest na stronie www.gorke.com.pl



Niniejszy produkt został oznaczony znajdującym się obok symbolem co informuje, że po zakończeniu eksploatacji nie może on być umieszczany łącznie z innymi odpadami lecz musi być przekazany do punktu zbierania zużytego sprzętu w celu właściwej jego utylizacji i odzysku surowców. Tym samym podejmowane są środki pozwalające zapobiegać negatywnym skutkom dla środowiska i zdrowia ludzi mogącym wystąpić przy niewłaściwym traktowaniu odpadów. Punkty zbierania prowadzone są m.in. przez gminne jednostki organizacyjne prowadzące działalność w zakresie odbierania odpadów.

GORKE Electronic Sp. z o.o.

43-200 Pszczyna
ul. Staromiejska 31b

tel. 32 326 30 70
biuro@gorke.com.pl

Piirilevy

