



# **Automaattinen akkujentestausympäristö**

Matti Aalto

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2012  
Tietotekniikka  
Sulautetut järjestelmät ja elektroniikka  
Tampereen ammattikorkeakoulu

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tietotekniikan insinööri  
Sulautetut järjestelmät

Tekijä	MATTI AALTO
Työn nimi	Automaattinen akkujentestausympäristö
Sivumäärä	28
Valmistumisaika	24.04.2012
Työn valvoja	yliopettaja Mauri Inha
Työn ohjaaja	yliopettaja Mauri Inha

---

## TIIVISTELMÄ

Työssä kehitettiin automaattinen akkujentestausympäristö käyttäen LabVIEW -ohjelmaa ja sen kanssa toimivaa datankeruulaitetta, joka paremmin tunnetaan DAQ -nimisenä komponenttina. Yksinkertaisuudessaan tämä ympäristö toimii niin, että käyttäjä halutessaan voi testata ladattavaa akkua ja kytkeä sen DAQ:iin ja tietokoneelta käynnistää Labview:iin ohjelmoidun ohjelman, joka automaattisesti tekee testilatauksen akulle ja antaa tuloksen graafisena ja numeerisena. Käyttäjän täytyy myös antaa ohjearvot akusta, että kuinka suuri kapasiteetti on ja millaiset virta-arvot ovat.

Työn ensimmäisessä osiossa tehtiin mittalaitteen ja testausohjelmiston asennus, sekä määritettiin mittalaitteen parametrit. Tämän jälkeen suoritettiin graafisen ohjelmointiympäristön tutustuminen ja suunniteltiin latausympäristön sopiva visuaalinen malli käyttöliittymälle, jota on mahdollista muokata testausohjelman käyttäjän tarpeiden mukaan.

Toinen osio sisälsi graafisen ohjelmoinnin suunnittelun sellaiseen muotoon, mitä latausympäristö vaatii. Käyttäjä näkee ohjelmasta vain käyttöliittymäpuolen. Käyttöliittymä sisältää kaksi näyttöpäätettä ja kaksi eri liukusäädintä, joista määritellään alkuarvot testattavalle akulle.

Työn kolmas osio sisälsi valmiin ohjelman testauksen ja mitattujen jännite- ja virta-arvojen tarkistuksen. Tarkistuksessa käytettiin erillistä mittalaitetta. Ohjelmasta etsittiin virheitä LabVIEW:n highlight -toimintoa käyttäen.

Valmis mittalaite ja latausohjelmisto ovat valmiita asennattavaksi moniin eri käyttöympäristöihin ja kotelointi tehdään mittalaitteen käyttötarkoitukseen mukaan. Mittalaitetta ja latausohjelmistoa on mahdollista kehittää esimerkiksi valvontatarkoitukseen automaatiojärjestelmässä, jossa jänniteiden ja virta-arvojen suuruusluokat on mittalaitteelle sopivat.

---

Asiasanat: LabVIEW, DAQ, automaattisesti, testilataus, highlight -toiminto

TAMK University of Applied Sciences  
Engineer of computer technology  
Embedded systems

Writer	Matti Aalto
Thesis	Automatic Battery Test Environment
Pages	28
Graduation time	20.04.2012
Thesis Supervisor	Senior lecturer Mauri Inha
Co-operating Company	Tampere University of Applied Science

---

## ABSTRACT

Work to develop an automatic battery test environment using the LabVIEW program, and it works with data-collection device, which is better known under the name of DAQ component. Simplicity, this environment is so that the user wants to choose to test the rechargeable battery and connects to the data collection device and start the computer program, which automatically makes the test for battery charging and to provide a graphical and numerical results. The user must also give the reference values from the battery, the capacity of how much and what kind of current values there are.

The first part was to install a measuring device and testing-software , also determine the parameters for the measuring device. After this was getting to know of the graphical programming environment and design visual model for the charging environment user interface which is possible to re-configure for the needs of the user.

Part two contained the planning of the graphical programming in form what the charging environment requires. User only sees the user interface from the program. User interface include two display screen and two different sliders that define the initial values for the test battery.

Part three contained testing of the finished program and checking the measured voltage values and current values. Checking the measured values was used different measuring device. Labviews highlight function was used for searching errors from the program.

Finished measuring device and charging program are ready to assemble many different operating environment and the enclosure is made by use of the measuring device. Measuring device and charging program are possible to develop for example supervision task in the automation system which has proper voltage and current values for the measuring device.

---

Key words: LabVIEW, DAQ, automatic, test charge

## SISÄLLYSLUETTELO

Esipuhe.....	5
1 JOHDANTO .....	7
2 LABVIEW .....	8
2.1 Käyttöönotto.....	9
2.2 Ohjelmointi LabVIEW -ympäristössä.....	10
2.3 Tiedonkeruulaite .....	13
2.3.1 HÄTÄ-SEIS-kytkin .....	15
3 AKUT JA PARISTOT .....	17
3.1 Historia.....	17
3.2 Akkujen ominaisuudet .....	20
4 OHJELMASUUNNITELMA .....	22
4.1 Teoreettinen esitys .....	22
4.1.1 Toteutus.....	24
4.1.2 Ohjelmavirheiden esittely .....	24
5 POHDINTA .....	26
LÄHTEET .....	27
LIITTEET .....	27

## Esipuhe

Opinnäytetyön tarkoitus oli perehtyä graafiseen ohjelmointikieleen, sekä LabVIEW - ohjelmiston käyttöön. LabVIEW mahdolliset käyttökohteet ja ohjelmiston vieminen tarvittaviin käyttöpisteisiin.

Kiitän Tampereen ammattikorkeakoulua mittalaitteiston hankinnasta ja mahdollisuudesta tarjota työskentelytilat elektroniikan laboratorioissa. Haluan myös kiittää yliopettaja Mauri Inhaa teknisestä ja informatiivisesta tuesta.

Kiitän myös niitä, jotka auttoivat oikolukemisessa, sekä taustatukena ohjelman kokoonpanossa.

Tampereella huhtikuussa 2012

Matti Aalto

## 1 LYHENTEET JA TERMIT

DAQ	National Instrumentin valmistama tiedonkeruulaite
LabVIEW	National Instrumentin graafinen ohjelmointiympäristö
USB	Universal Serial Bus
TTL	Digitaalielektroniikan bipolaarinen logiikkaperhe
LVTTL	Matalajännitteinen TTL
CMOS	Kanavatransistoreihin perustuva mikropiiritekniikka
NiCd	Nikkeli-Kadmium tekniikka, jota käytetään akuissa
Li-FeS	Litium-Rauta-Fosfaatti tekniikka, jota käytetään akuissa

## 1 JOHDANTO

Paristojen käyttö nykyaikana on erittäin yleistä ja osalle ihmisistä itsestäänselvyys, että paristoja ja ladattavia akkuja käytetään, sekä tarvitaan jokapäiväisessä elektronisten laitteiden käytössä. Erityisesti kauko-ohjattaviksi tarkoitettuja laitteita ohjataan säätimillä ja nämä ovat yleensä langattomia ja toimivat paristoilla tai ladattavilla akuilla. Myös teollisuudessa, sekä liikenteessä suuremmat laitteet käyttävät varavirtalähteenä erityisesti akkuja. Yhteiskunta on koko ajan kehittymässä mm. ajoneuvojen suhteen sähköiseen versioon ja nämä eri ajoneuvot käyttävät standardinmukaisia akkuja virta- tai apuvirtalähteenä. Akut testataan valmistusvaiheessa erittäin huolellisesti, jotta ne saavat standardinmukaisen luokituksen ja hyväksynnän.

Akkujen testaus tapahtuu yleensä sähkölaboratorioissa ja muissa sähköturvallisissa työpisteissä. Tässä työssä kehitetään ympäristö, joka olisi mahdollista viedä teolliseen ympäristöön tai vastaavasti kotiin ihan tavallisille akkujen kuluttajille.

Työympäristön kehittäminen on toteutettu ja testattu Tampereen ammattikorkeakoulun sähkölaboratorioissa, sekä tavallisessa yksityisasunnossa. Työ tehtiin Tampereen Ammattikorkeakoululle.

## 2 LABVIEW

LabVIEW -ohjelma on National Instruments:in kehittämä ja se käyttää graafista ohjelmointikieltä. National Instruments muuttaa suunnittelijoiden ja tutkijoiden tapaa kehittää mittausta, automaatiota ja sulautettujen sovellusten järjestelmiä. National Instruments on kansainvälinen yritys ja sillä on laaja asiakaskunta.

Työympäristö on rakennettu LabVIEW -ohjelmalla, joka mahdollistaa analogisen tiedonsiirron digitaaliseen muotoon, sekä digitaalisesta analogiseen muotoon. Tämä mahdollistaa työympäristön viemisen tavallisen kuluttajan kotiin.

Käyttäjän ei tarvi todellisuudessa osata varsinaista ohjelmointikieltä, mutta sovelluksen käyttö ilman kunnollista perehtymistä on erittäin hankalaa ottaa käyttöön, sekä tuottaa omia sovelluksia.

Tiedonkeruulaite jota ohjataan LabVIEW -ohjelmalla on DAQ -laite mallia NI USB-6008. Laitteessa on 16 digitaalista ja 16 analogista porttia, joista 8 porttia on vastaanottavia ja toiset 8 ulostuloja. Laite kytketään USB -johdolla, jossa toisessa päässä on A -tyypin 1x4-nastainen urosliitin ja toisessa päässä on B -tyypin 1x4 nastainen urosliitin. Tarvittavat johdotukset portteihin on tehty kuparijohdolla. Lopullinen keruulaite laitetaan kotelon sisään, jotta mahdolliset johtojen sabotaasiyritykset saadaan eliminoitua, sekä laite tämän ansiosta pysyy sulautettuna järjestelmänä.

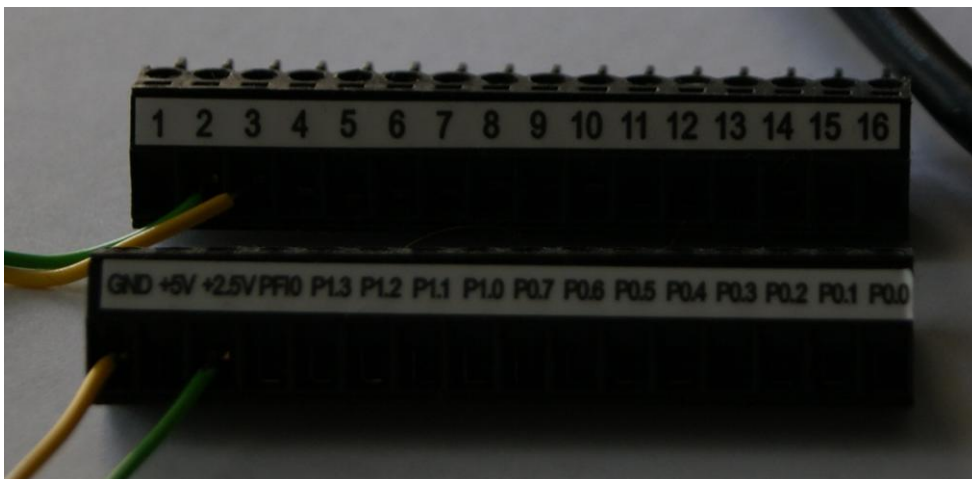


KUVIO 1. NI USB-6008





KUVIO 2. USB A/B -liittimet



KUVIO 3. Alarivi: Käyttäjännitteen lähdöt, sekä digitaaliset portit. Ylärivi: analogiset portit.

## 2.1 Käyttöönotto

LabVIEW asennetaan koneelle ja tiedonkeruulaite kytketään koneeseen ja valmis ohjelma otetaan käyttöön ohjelmavalikosta, jossa on valmiiden ohjelmien luettelo. Tämän jälkeen ruudulle tulee näkyviin paneeli, joka näyttää mittalaitteen paneelilta. Käyttäjä pystyy asettamaan akun kapasiteetin ja virta-arvon.

Testin jälkeen on mahdollista tallentaa tiedot testauksesta erilliseen muotoon, jos tuloksia haluaa tarkastella myöhemmin.

Paneelissa on myös STOP -kytkin, jos tulee ongelmia testauksen yhteydessä, niin ohjelma pystytään sammuttamaan nopeasti.

## **2.2 Ohjelmointi LabVIEW -ympäristössä**

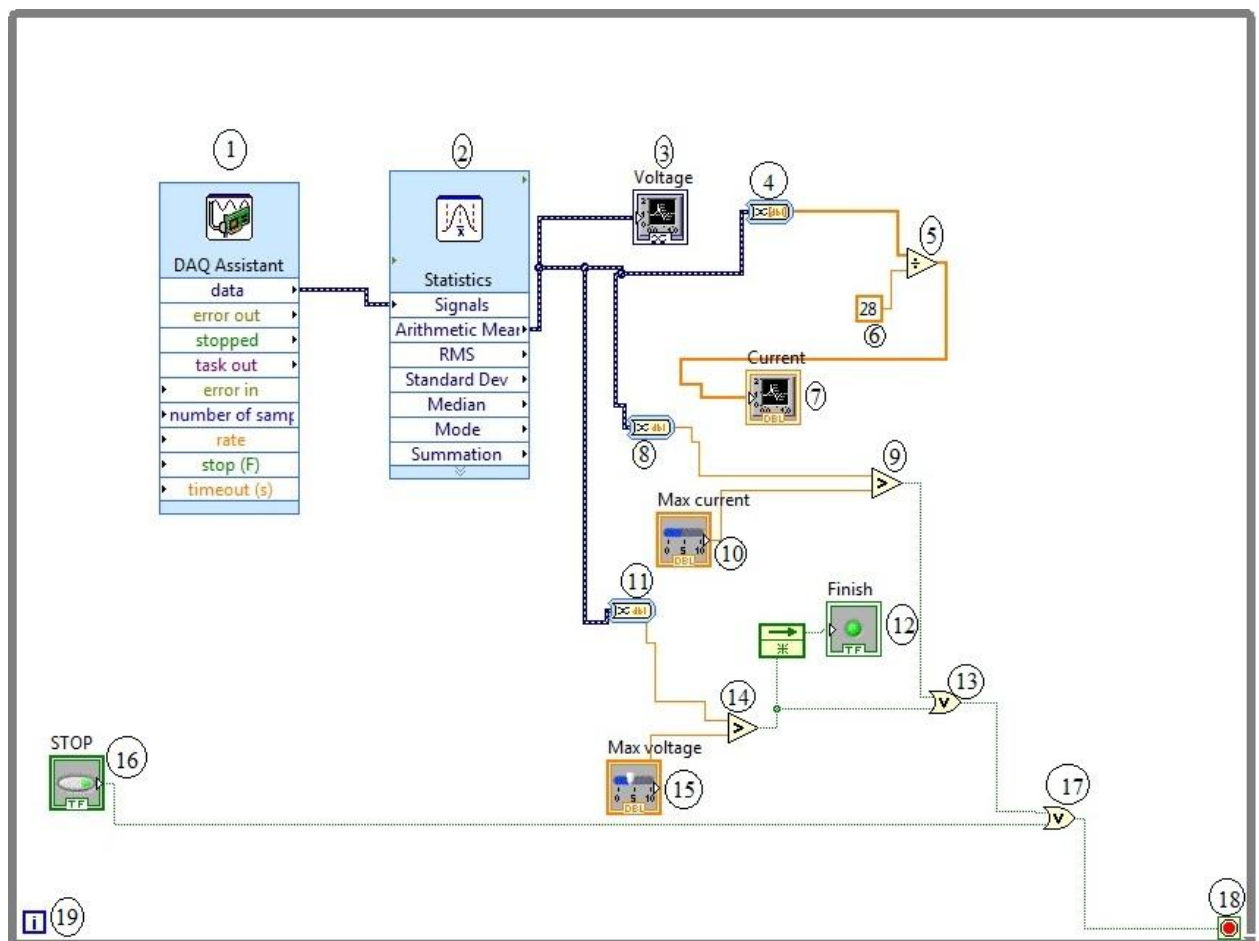
LabVIEW -ympäristössä on kaksi eri ohjelmointiympäristöä, joista toinen on käyttöliittymä- ja toinen on lohkokaavioympäristö. Käyttöliittymä on graafinen, eli otettaessa käyttöön uusia komponentteja käyttöliittymän tai sitten lohkokaaavion puolella, niin nämä molemmat ympäristöt kommunikoivat keskenään luoden tarvittavat komponentit omiin ympäristöihinsä aina, kun toiseen tehdään jotain uutta, jotta kyseinen ohjelma säilyttää toimivuutensa.

Todellisuudessa ohjelmakoodi suorituu taustalla ja käyttäjä näkee ohjelman kirjoittamaa ohjelmointikoodia ainoastaan graafisessa muodossa, kun komponentteja luodaan työympäristöön ja LabVIEW kirjoittaa kyseisten komponenttien ohjelmointikoodin taustalla ja kääntää sen reaaliajassa.

LabVIEW -ohjelmointiympäristössä on käytössä erittäin kattava komponenttikirjasto, jonka takia suunnittelijan tarvitsee ymmärtää mitä eri tietomuotoja käytettävät komponentit ymmärtävät. Ohjelmassa datan muoto on ilmaistu värikoodein, mutta se ei aina edellytä, että on luettu oikeanlaatuista tietoa, ennen kuin vasta silloin, kun ohjelma suoritetaan. Suorituksessa ei välttämättä ilmene ongelmia, mutta tuloksissa sen sijaan saattaa löytyä virheellisiä arvoja. Tästä johtuen on tärkeitä, että mitatut arvot tarkistetaan laskemalla ja eri mittalaitteistolla.

### **2.2.1 LabVIEW:n ohjelmointiympäristö**

Lohkokaavio -ympäristössä määritetään eri komponenttien ensisijainen funktio. Jotta ohjelma toimii, niin komponenttien keskinäinen kommunikointi ei saa olla vaillinaista, koska ohjelma ilmoittaa heti virheilmoituksilla, jos ohjelmoitu sovellus ei toimi oikein.

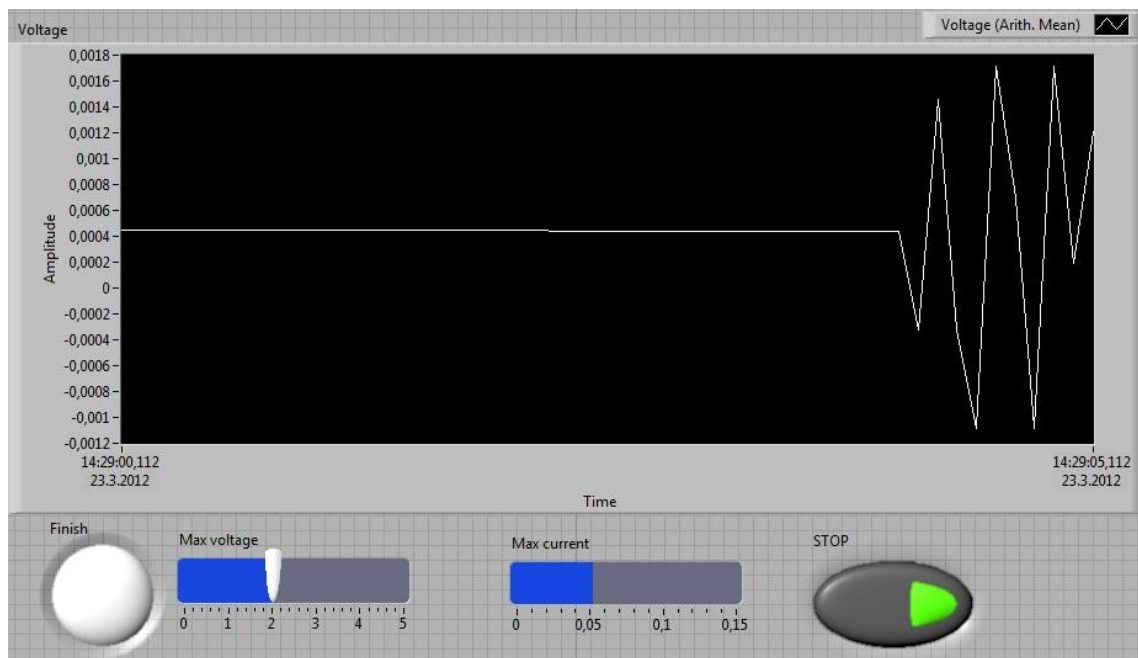


KUVIO 4. LabVIEW -lohkokaavio automaattisesta akkujen testausympäristöstä.

1. Tiedonkeruulaitteen lohko, jossa on mahdollisuus määrittellä kerääkö se tietoa vai asetetaanko se tuottamaan jotain signaalia.
2. Tilasto -komponentti, jolla on mahdollista määrittää kerätyistä datasta aritmeettinen keskiarvo, tehollisarvo, keskihajonta, mediaani ja summa, sekä asettaa omaehtoisia lausekkeita.
3. Graafinen näyttöpaneeli, joka näkyy käyttäjälle käyttöliittymän puolella ja siihen on mahdollista asettaa eri kuvaajien muodostus -tyyppettä, sekä konfiguroida mittayksiköitä.
- 4.(8) ja (11) Komponentti, jolla muutetaan datan formaattia, jotta seuraava komponentti (5) ymmärtää sille tulevaa dataa.
5. Virtuaalinen jakolaskun suorittaminen, jossa datan arvo jaetaan komponentin (6) arvolla. Kuvan tapauksessa tällä jakolaskulla on saatu selville virta-arvo.

6. Virtuaalinen vastus, joka on kuvan tapauksessa asetettu jakajaksi virtuaaliseen jakolaskuun.
7. Graafinen näyttöpaneeli (3), josta kuvan tapauksessa näkyy käyttöliittymän puolella mitatun datan virta-arvo.
8. Komponentit (4) ja (11)
9. Virtuaalinen komparaattori, joka tarkkailee kahta annettua arvoa ja päästää läpi 0 - bittiä niin kauan kunnes komponentilta (8) tuleva arvo ylittää komponentilta (10) tulevan arvon, jonka jälkeen se vaihtaa 0-bitin 1-bitiksi.
10. Virtuaalinen liukusäädin, jonka arvo säädetään käyttöliittymän puolella ja sillä asetetaan kuvan tapauksessa maksimi virta-arvo.
11. Komponentit (4) ja (8)
12. Indikaattori, joka ilmoittaa käyttöliittymän puolella, koska ohjelman ajo on suoritettu. Kuvan tapauksessa se ilmoittaa, kun haluttu jännitearvo on saavutettu, joka on asetettu komponentilla (15).
13. Virtuaalinen OR-komponentti, joka tarkkailee tulevaa dataa ja päästää 0-bittiä läpi, niin kauan kunnes kahdesta tulevasta datasta toinen on 1-bittiä, jonka jälkeen OR päästää läpi 1-bittiä.
14. Komponentti (9).
15. Virtuaalinen liukusäädin, jonka arvo säädetään käyttöliittymän puolella ja sillä asetetaan kuvan tapauksessa maksimi jännitearvo.
16. Virtuaalinen STOP-kytkin, joka näkyy käyttöliittymän puolella ja käytettävä silloin, jos käyttäjä haluaa lopettaa ohjelman ajon ennen kuin säädetty jännitearvo on saavutettu.
17. Komponentti (13).
18. While-loop:in STOP-komponentti, jonka ohjelma asettaa automaattisesti, kun while-loop muodostetaan ja komponentti(16) kytketään siihen.
19. Voidaan määrittää while-loopin ehtoja tuomalla niitä loopin ulkopuolelta.

Käyttöliittymä -ympäristössä tehdään käyttäjälle virtuaalinen toimintapaneeli, jossa voidaan antaa käyttäjän määrittellä joitakin parametrejä ennen ohjelman käynnistämistä tai ohjelman suorituksen aikana. Ohjelma käynnistetään tästä paneelistä ja jokaisessa loop -toiminnallisessa ohjelmassa LabVIEW ei anna ohjelman käynnistyä, ellei aseta STOP -kytkintä, joka pysäyttää ohjelman suorituksen.



KUVIO 5. LabVIEW -käyttöliittymä automaattisesta akkujentestausympäristöstä.

Ohjelmointiympäristönä LabVIEW on erittäin selkeä ja helppokäyttöinen ja verkosta saatavat opetusvideot, sekä ohjeet muilta käyttäjiltä ovat yksinkertaisia noudattaa ja toteuttaa. Graafisena ohjelmointiympäristönä LabVIEW toimii todella hyvin, jos vaan näkee vaivaa tutustuakseen demoihin, opetusvideoihin ja esimerkkisovelluksiin.

### 2.3 Tiedonkeruulaite

Analogiset sisäänmenot:

- Converter: peräkkäisiä likiarvoja
- Sisäänmenot: 8 epäsymmetristä, 4 ohjelmistolla ohjattavaa
- Resoluutio: 12 bittiä differentiaalisia, 11 bittiä epäsymmetrisiä
- Maksimi näytteenottotaajuus: 10 kilonäytettä/s
- AI FIFO: 512 tavua
- Kellon resoluutio: 41,67ns (24 MHz)
- Kellon tarkkuus: 110 % oikeasta näytteenottotaajuudesta

Tuloalue:

- Epäsymmetriset: +/-10 V
- Differentiaaliset: +/- 20/10/5/4/2,5/2/1,25/1 V

- Toimintajännite: +/-10 V
- Impedanssi: 144 kilo-ohmia
- Ylijännitesuoja +/-35

#### Analogiset lähdöt:

- Ulostulot: 2
- Resoluutio: 12 bittiä
- Max. päivitystaajuus: 150 Hz, ohjelmarajoitettu
- Lähtöjännite: 0-5 voltia
- Ulosmenoimpedanssi: 50 ohmia
- Lähtövirta: 5 mA
- Herätejännite 0 V
- Muutosnopeus 1 V/us
- Oikosulkuvirta 50 mA
- Absoluuttinen tarkkuus: 7 mV tyypillinen ja 36,4 mV koko skaalalla

#### Digitaaliset I/O

- P0.<0...7> : 8 linjaa
- P.<0...3> : 4 linjaa
- Suuntaohjaus: Jokainen kanava ohjelmoitavissa sisään/ulos -tuloksi
- Yhteensopivuus: TTL, LVTTL, CMOS
- Absoluuttinen max. toimintajännitealue: -0,5-5,8 V
- Ylösvetovastus: 4,7 kilo-ohmia - 5 V

#### Ulkoisen jännitelähde:

- +5 V ulosmeno(200 mA max.): +5 V tyypillinen, +4,85 V minimi
- +2,5 V ulosmeno(1 mA max.): +2,5 V tyypillinen
- +2,5 V tarkkuus: 0,25% max.
- Lämpötilariippuvuus: 50%/max. lämpötila (Celsius)

#### Tehovaatimukset (USB):

- 4.10-5.25 VDC: 80 mA tyypillinen, 500 mA maksimi
- USB keskeytys: 300 uA tyypillinen, 500 uA maksimi

Fyysiset ominaisuudet:

- Pituus: 8,18 cm
- Leveys: 8,51 cm
- Korkeus: 2,31 cm
- Paino: 84 g

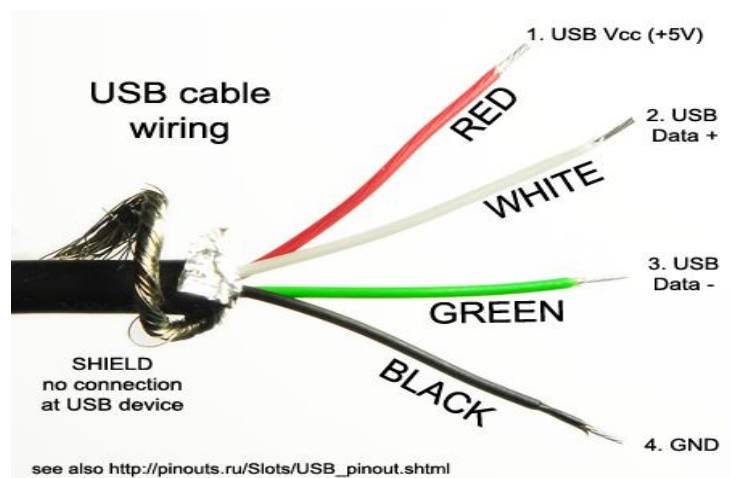
Pienen koon puolesta tiedonkeruulaite on mahdollista asentaa osaksi suurempaa järjestelmää, vaikka synkronoidusti muiden tiedonkeruulaitteiden kanssa, jotka keräävät erinlaisten sensoreiden avulla muunlaista tietoa./1/

### 2.3.1 HÄTÄ-SEIS-kytkin

Työssä käytetään DAQ -laitteen omaa jännitelähdettä akun testaamiseen, niin se on tehtävä fyysisellä konfiguraatiolla, koska LabVIEW:ssä ei ole ohjelmallisesti mahdollista toteuttaa kyseistä kytkintä, jotta laitteen toimivuuden kannalta se hankaloittaisi ohjelman käyttöä.

HÄTÄ-SEIS-kytkin kasataan ulkoisella kokoonpanolla USB-johdon yhteyteen.

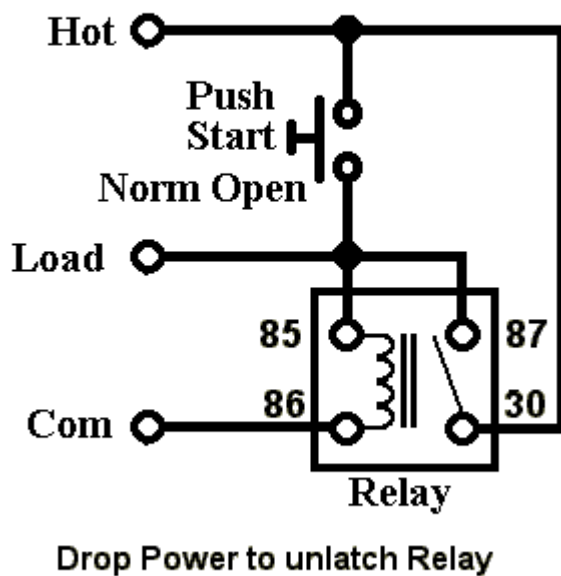
Aluksi on tarkistettava, että USB -johto irroitettu laitteesta täysin, sen jälkeen katkaistaan se virtakaapeli, johon kytkin ollaan asentamassa. Eristysjohdoista pitää kuoria 1 cm verran, sekä valkoisesta johdosta, että mustasta johdosta. Sitten nämä johdot kytketään erikseen ulkoiseen kytkimeen, jossa mustat johtimet kytketään samaan terminaaliin ja valkoiset johtimet samaan terminaaliin.



KUVIO 6. HÄTÄ-SEIS kytkimen johdotus.

Jotta yhteys laitteeseen ei katoa, niin on otettava 5 V rele, jonka toisiopuolelle kytketään yksi digitaalisista ulostuloista ja ensiöpuolelle USB -johdon Vcc-linja. Rele on varustettu solenoidilla, niin se toimii latching -releenä. Tämän konfiguraation ansiosta yhteys pysyy laitteeseen, mutta jännitelähtö saadaan sammutettua, jos testaustilanteessa tulee vaaratilanne.

### Latching Relay



KUVIO 7. Piirikaavio latching -releestä./5/

Latching-rele toimii sillä periaatteella, että kaksi kelaä ohjaa relettä, kun sähkövirta saavuttaa kelat, niin se muodostaa magneettikentän, joka häviää sen myötä kun sähkövirta ei kulje keloissa. Magneettinen kenttä muodostuu, koska magneettinen nauha on ripustettu kelojen väliin. Kun piiri muodostaa elektronisen pulssin keloille, niin se työntää kytkintä. Magneettinauha pysyy paikoillaan kunnes se saa magneettisen pulssin vastakkaiseen suuntaan, joka työntää kytkimen takaisin toiseen terminaaliin./8/



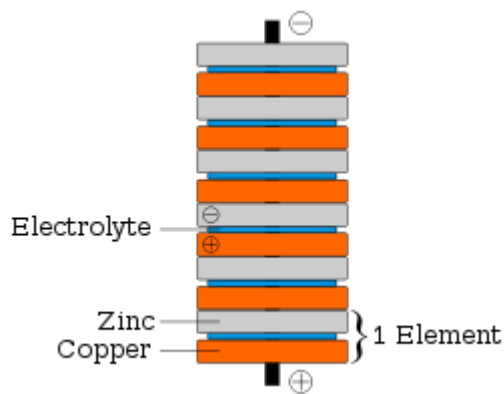
### 3 AKUT JA PARISTOT

Ladattavia akkuja ja paristoja on luokiteltu moniin eri kategorioihin. On koko-, virta-, jännite- ja tyyppiluokitus. Käyttötarkoituksia ladattaville akuille ja paristoille on langattoman tiedonsiirron ja eri laitteiden vähäisen virrankulutuksen myötä tullut yhä enemmän.

Paristo itsessään on laite, joka tuottaa kemiallisten reaktioiden johdosta sähköä.

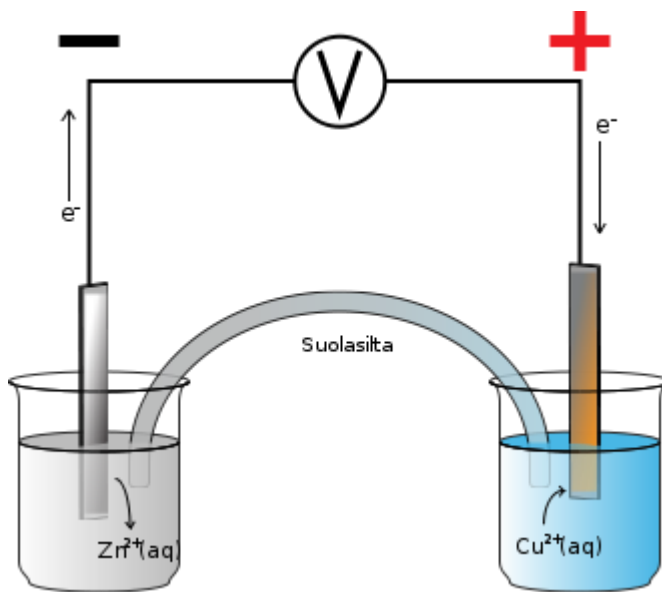
#### 3.1 Historia

Benjamin Franklin alkoi vuonna 1748 ensimmäisenä käyttämään sanaa "paristo", joka tarkoitti varauksellisten lasilautasten jonoa. Vuonna 1800 kehitettiin "Voltaic Pile" eli "Voltan patsas", joka oli ensimmäinen nestemäinen paristo, jolla pystyttiin kuljettamaan etäämmälle vakaasti tuotettavaa tasaista sähkövirtaa. Se koostui sinkki- ja kuparilevyistä joiden väliin oli sijoitettu kartonkia, joka oli kasteltu suolaliuoksessa.



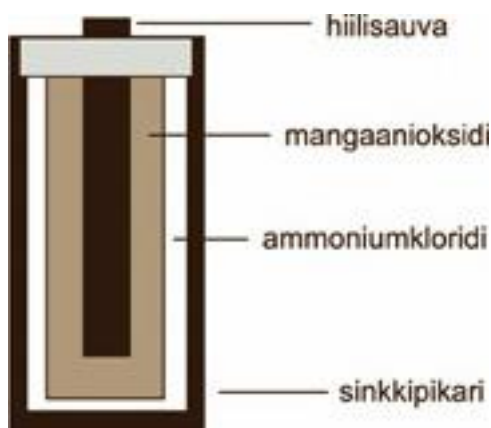
KUVIO 7. Voltan patsas./7/

Vuonna 1836 kehitettiin Daniellin kenno, joka koostui kupari- ja sinkkisulfaatista ja näihin upotetuista sinkki- ja kuparilevyistä, sekä niiden välille muodostetusta suolasillasta. Daniellin kenno pystyy tuottamaan 1,1 voltin jännitteen ja sitä käytettiin lennätimissä, puhelimissa ja ovikelloissa ja pysyi suosituimpana paristona yli sadan vuoden ajan. /2/



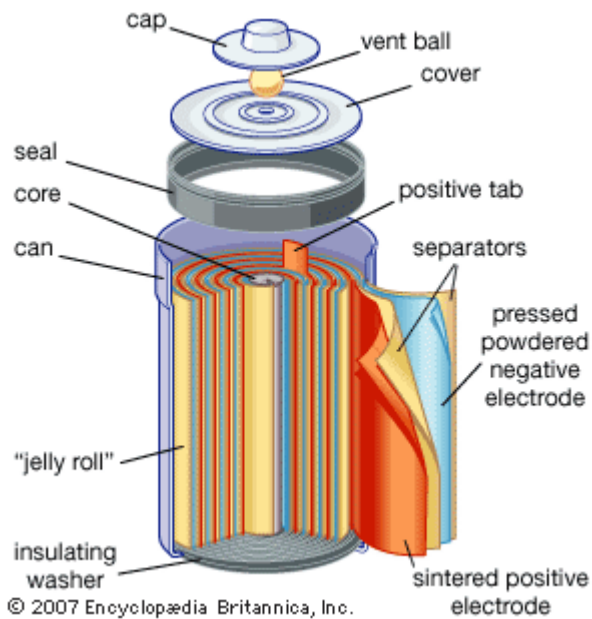
KUVIO 8. Daniellin kenno./6/

Vuonna 1859 ranskalainen keksijä Gaston Plante kehitti ensimmäisen ladattavan pariston, joka perustui lyijyakku -tekniikkaan, jota käytetään nykyäänkin autojen akuissa. Vuonna 1866 julkaistiin ensimmäinen hiilisinkki-paristo, joka aluksi oli nestemäinen, mutta sitä kehitettiin vielä lisää ja lopulta siitä muodostui ensimmäinen kuivakennoinen ladattava paristo, joka oli mahdollista siirtää tarvittaessa.



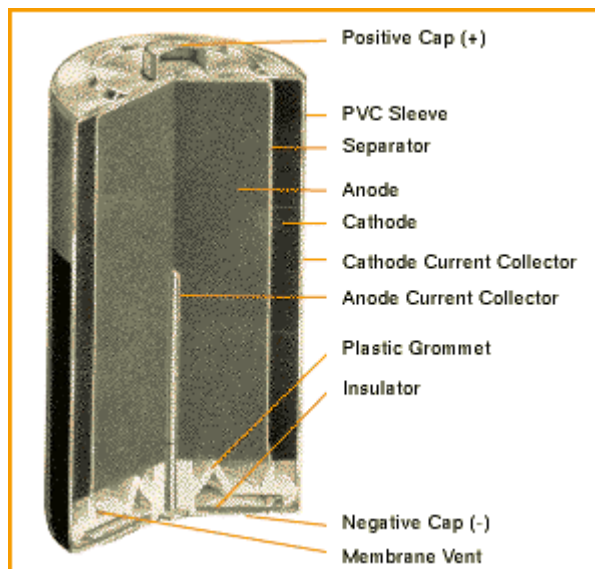
KUVIO 9. Hiili-sinkki-pariston rakenne./9/

Vuonna 1899 kehitettiin ensimmäinen ladattava nikkeli-kadmium -paristo. Nikkeli-kadmium -akku rakentuu niin, että akun positiivinen elektrodi on valmistettu nikkelihydroksidista ja negatiivinen elektrodi on valmistettu kadmiumista. Elektrolyytinä toimii kaliumhydroksidiliuos./2/,/3/



KUVIO 10. NiCd-pariston rakenne./10/

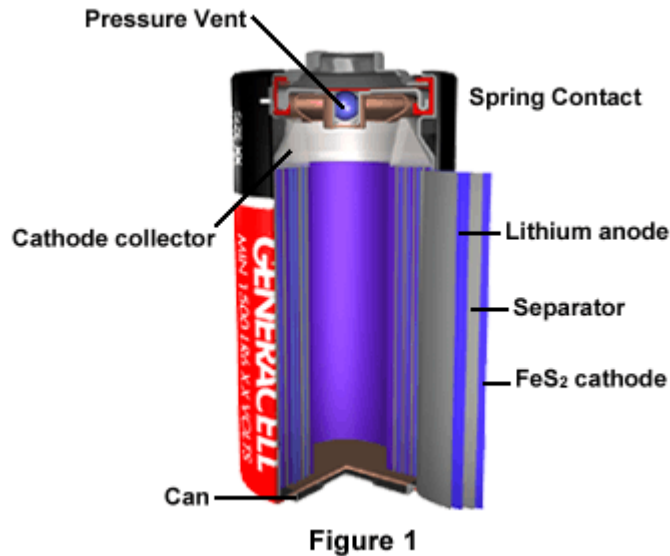
Vuonna 1901 Thomas Edison keksi alkali-pariston, jossa rauta toimi anodina ja katodina toimi nikkelioksidi. Ensimmäinen pienikokoinen alkali-paristo kehitettiin vuonna 1949.



KUVIO 11. Alkali-pariston rakenne./11/

Lithium-paristo kehitettiin 1960-luvun lopulla ja tähän tekniikkaan perustuvia paristoja ja akkuja on monia. Yhteensä eri lithium -tekniikkaa käyttävää akkua on 25 kappaletta. Yleisimpiä ovat: Li-ion ja Li-FeS. Li-FeS-akut on hyvin pitkälti korvanneet alkali-

paristot. Sony oli ensimmäinen, joka alkoi myymään niitä kotikäyttöön 1990-luvun alussa. /2/, /3/



KUVIO 12. Li-FeS<sub>2</sub>-pariston rakenne./12/

Paristojen rakenne on kehityksen alkuvaiheilta muuttunut suuresta hyvinkin pieneen kotelo -malliin, mutta muodoiltaan se on hyvinkin samankaltainen, jos vertaa Voltan patsaaseen, niin perusrakenne on säilynyt kapeana ympyrälieriönä. Lithium-akkujen, sekä ajoneuvoakkujen myötä niiden muotoa on pystytty kehittämään elektronisten laitteiden koteloinnin kannalta suotuisimmiksi. Vaikka muotoilussa on vapaampaa kehittää laitteelle persoonallisempaa ulkomuotoa, niin silti A-sarjan, eli sormiparistoina paremmin tunnetut paristot ja akut ovat yhä kuluttajille kaikista yleisimpiä hankintakohteita paristoja ostettaessa.

### 3.2 Akkujen ominaisuudet

Lyijyakun ominaisuudet:

- Kapasiteetti 2-500Ah
- Yhden lyijyparin nimellisjännite 2,1-2,2 V (12 V akussa 6 lyijyparia)
- Hetkellinen maksimi antovirta 800 A
- Hyötysuhde: 70-92%

Muuta tietoa:

- Yliladattuna räjähdysvaara

## NiCd -akun ominaisuudet:

- Jännite: 1,2 V
- Kestää paremmin väärinkäyttöä
- Voi ladata jopa 10-kertaisella virralla, mitä nimellisarvo on
- Antaa virtaa ääriolosuhteissa hyvin, kuten kylmässä ja on sen johdosta suosittu käyttökohde sähkötyökaluissa
- Hyötysuhde: 70-90%

## Lataus:

- Kestää jopa 800-1000 lataus-purkaus-jaksoa
- Kestää pikalatausta (1h)
- Kylmässä ladattava hitaasti (10h)
- Ensimmäiset käyttökerrat latausaika 24h

## Ni-MH -akun ominaisuudet:

- Jännite: 1,2 V
- Suuri kapasiteetti
- Matala virranantokyky ja suuri itsepurkaus
- n.20% akun latauksesta purkautuu itsestään kuukauden aikana
- Huono toimivuus ääriolosuhteissa (kylmyys)
- Hyötysuhde: 66%

## Lataus:

- Latausaika vähintään 1h
- lämpötila 10-45 celsiusta

## Li-ion -akun ominaisuudet

- Nimellisjännite korkea 2,3-3,7 voltia
- Arka kosteudelle
- Itsepurkaus n.5%/kk
- Käyttöikä n.2-3 vuotta, jos säilytetään hyvin
- Hyötysuhde: 99,9%

## Lataus:

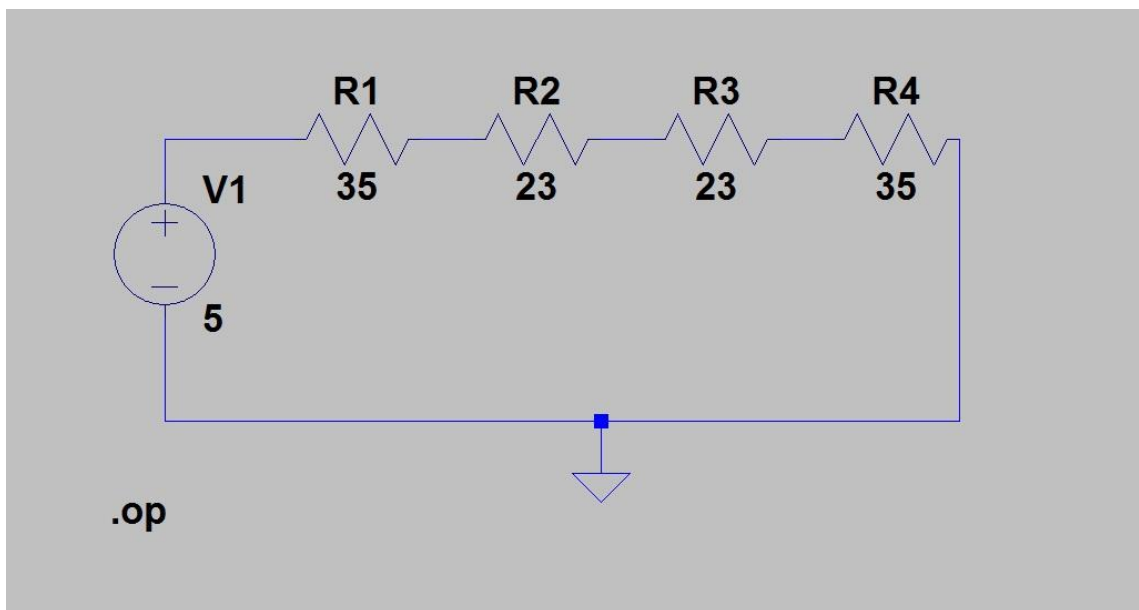
- Ei siedä ylilatausta
- Latausaika parhailaan alle 1h

## 4 OHJELMASUUNNITELMA

Automaattinen akkujentestausympäristö vaatii ohjelmistosuunnitelman, joka koostuu LabVIEW:llä muodostetusta osioista, joka ajetaan DAQ -laitteen NI-USB 6008:n , sekä ulkoisen vastusverkon avulla, joka määrittelee millä jännitteellä testattavaa akkua ladataan. Suunnitelma rakennettiin siltä pohjalta, että ulkoista vakiovirtalähdettä ei käytetä missään tilanteessa.

### 4.1 Teoreettinen esitys

Käyttäjät ottaa testattavan kohteen, jonka lähtötiedot ovat 3,5V/800mAh akku. Akku kytetään DAQ -laitteen jännitelähteeseen, joka tulee vastusverkon R1 ja R2 vastusten väliin, niin saadaan 3,5V latausjännite kohteelle.

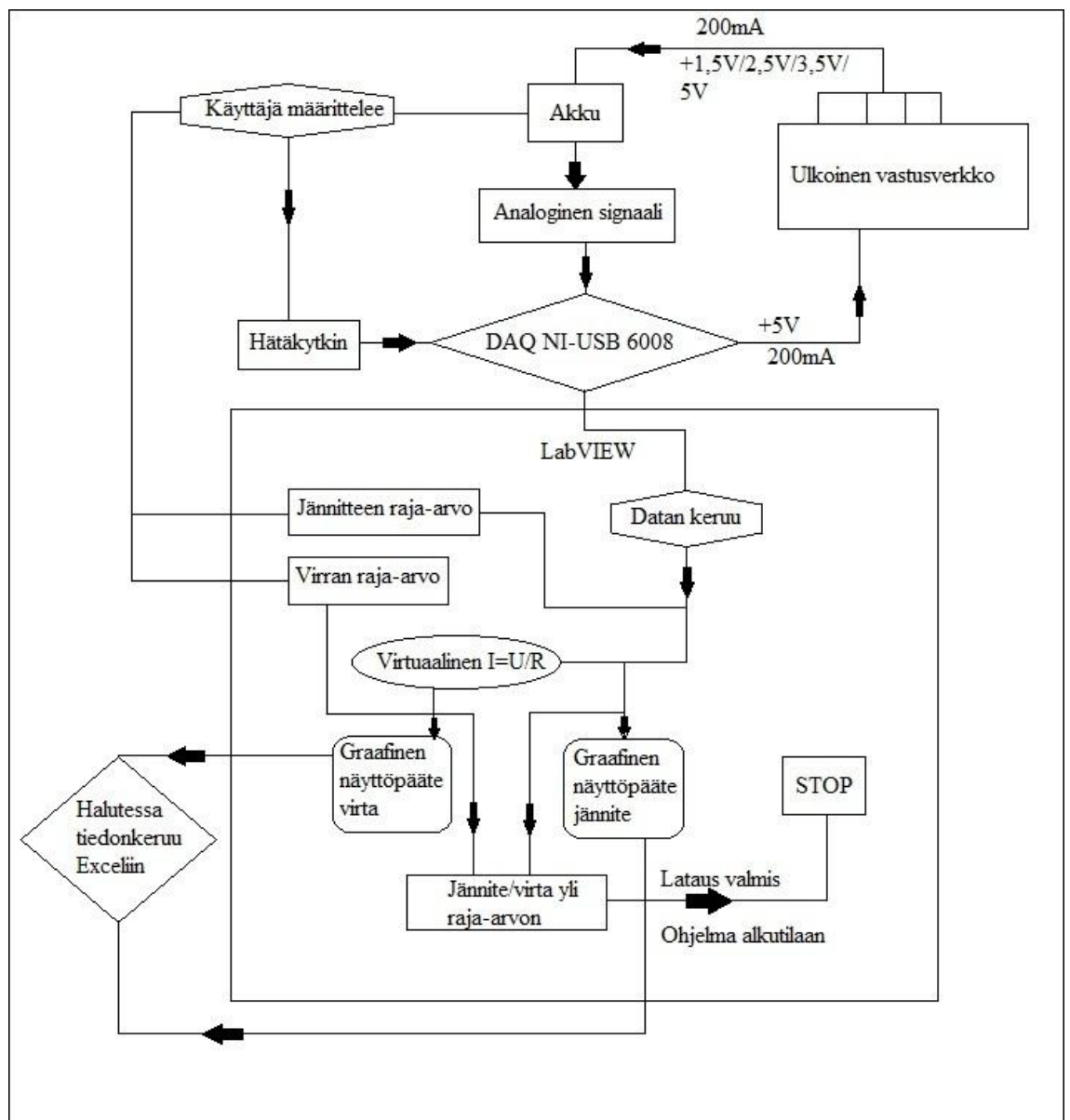


KUVIO 13. Suunnitelmassa käytettävä vastusverkko.

Tämän jälkeen käyttäjä avaa LabVIEW -ohjelman ja asettaa siihen oletusarvoksi 3,5V käyttöliittymästä ja asettaa virta-arvon 800mA. Ohjelman ajossa DAQ:in keräämästä datasta otetaan aritmeettinen keskiarvo ja tämä tieto ohjataan graafisille näyttöpäätteille, jotka näkyvät käyttöliittymän puolella mittalaitepaneelissa. Virtaa mitattaessa täytyy asettaa virtuaalinen jakolasku, jossa asetetaan ohjelman sisäinen vastus sopivaksi, joka

antaa oikean virta-arvon mitattaessa. Käyttäjän asettamat maksimi jännite- ja virta-arvot tarkistetaan ohjelmaa ajettaessa, niin kauan kuin ohjelma todentaa tavoitejännitteen olevan tarpeeksi korkea. Ohjelma sammuttaa itsensä ja jännitteen syötön, kun haluttu tavoitejännite on saavutettu.

Hätätilanteen sattuessa käyttäjälle on erikseen tehty fyysinen hätäkatkaisin, joka sammuttaa DAQ:in ja samalla jännitteen syötön.



1.

KUVIO 14. Ohjelmasuunnitelman lohkokaavio.

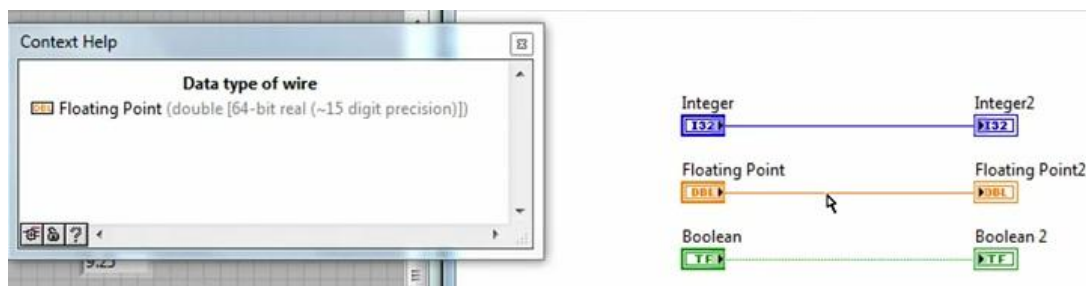
### 4.1.1 Toteutus

Ohjelma saatiin toimimaan halutulla tavalla, mutta ilman hätäkytkintä, joka vaati erillisin konfiguroinnin USB -kaapeliin. Testimittaus tehtiin tavalliselle 1,5 V/2700mAh Ni-MH -paristolle ja mittauksen jälkeen tulos todennettiin oikeaksi Fluke 79 III -mittalaitteella.

NI-USB 6008 on toimiva laite, mutta alhaisten virta- ja jännitearvojen takia ei sopivin. Tietenkin työssä piti olla erillinen vakiovirtalähde, sekä kuorma isommille akuille, jotta lataus pystyttäisiin suorittamaan oikein ja ohjelmistoa käytettäisiin ainoastaan mittalaitteistona.

### 4.1.2 Ohjelmavirheiden esittely

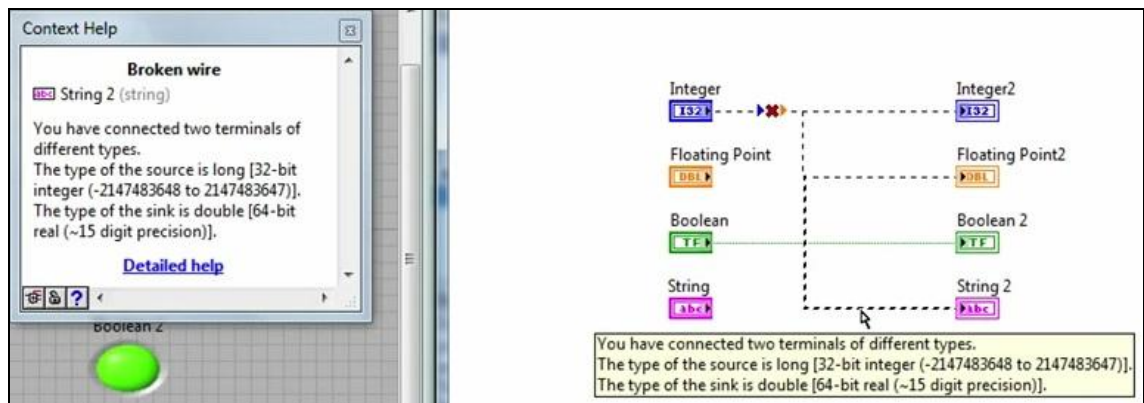
Jokaisessa kääntäjässä on debuggeri, joka tarkistaa ohjelmointikoodin toimivuuden. LabVIEW -ohjelmassa on myös mahdollista selvittää graafisen ohjelmointikoodin toimivuutta virheen tapahtuessa highliht- tai context help -toiminnoilla. Highlight -toiminto perustuu siihen, että ohjelmaa ajettaessa tämä toiminto antaa mahdollisuuden seurata käsky kerrallaan tiedon liikkumista lohkoavioympäristössä. Tämä toiminto helpottaa laajojen ohjelmakoodien seuraamista ja viallisen ohjelmakoodin paikantamista. Context help -toiminto on hyvä apuväline, jos ohjelmakoodissa siirtyy montaa tietotyyppiä ja ei ohjelmoija ei ole täysin varma, että mitä eri tietotyyppiä mikään komponentti tukee.



KUVIO 15. Context help toimii valmiin ohjelman indikaattorina ja antaa datan tyyppitietoja./13/



Kytkeessä STRING -tyyppistä tietoa BOOLEAN -tyyppiseen komponenttiin, niin tämä aiheuttaa virheen ohjelmassa. Context help:illä saadaan helposti selvitettyä syy, että mistä virhe johtui ja se neuvoo, että minkälaisen komponentin kyseinen tietotyyppi tarvitsee toimiakseen.



KUVIO 16. Context help kertoo, että miksi johdotus ei onnistu./13/

Kuvion (16) kaltainen virhe on hyvin tyypillinen LabVIEW -ohjelmointiympäristössä ja tavanomaisesti tuo korjataan niin, että vaihdetaan haluttu indikaattori sopivaksi kyseiselle tietotyypille.

Vaativimmissa ohjelmissa ongelmien ratkaisu ei kuitenkaan ole niin yksinkertaista kuten kuvion(16) virhe on, vaan voi joutua tekemään täysin oman ohjelman, jotta virhe pystytään välttämään.

## 5 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteet eivät täytyneet kokonaan, koska työssä alunperin piti kehittää testausympäristö, joka lataa ja purkaa akun ja käyttäjän itse ei täytyisi olla läsnä seuraamassa testausta. Kuitenkin onnistuminen tapahtui ohjelmiston osalta, että saatiin tehtyä ohjelma, joka tekee tarvittavat mittaukset testauskohteesta.

Ohjelma on hyvinkin yksinkertainen ja pienellä tutustumisella LabVIEW -ohjelmaan oppii tekemään helppoja ohjelmia ilman suurempia ongelmia. Laittevaatimuksiltaan LabVIEW on nykyaikainen, koska vanhempaan tietokonekokoonpanoon National Instrumentin komponenttien liittäminen vaatii kärsivällisyyttä.

Työn suunnitteluun kului paljon aikaa, koska tarvittavien tavoitteiden saavuttaminen vaati tarkkaa tutkimista ja näkökulmien vaihtoa.

Kehitysmahdollisuuksia sovellukselle on moneen eri suuntaan ja komponentteja lisäämällä voi helpottaa ohjelmoinnin monimutkaisuutta huomattavasti.

Hyvä kehitysmahdollisuus NI-USB 6008 -tiedonkeruulaitteelle on järjestelmät, joissa on tarvetta kerätä tietoa useista johtimista, koska laitteen pienen koon vuoksi sen asennusmahdollisuudet ovat monipuoliset ja vastaavasti useiden sisään- ja ulosmenojen ansiosta sillä saadaan kerättyä montaa eri suuretta.

Ominaisuuksiltaan tiedonkeruulaitteet ovat National Instrumentilla laadukkaita ja riittävän hyviä konfiguroitavaksi haastavempiinkin tehtäviin.

Tutustuessa eri yksityishenkilöiden verkkoon laittamiin laitteiden konfigurointiohjeisiin ymmärsin, että olen itse kovin vähän kokeillut laitteiston rajoja.

## LÄHTEET

1. National Instruments, NI-USB 6008 datasheet[online][viitattu 7.4.2010]  
<http://sine.ni.com/ds/app/doc/p/id/ds-218/lang/en>
2. About.com Inventors, History timeline of the battery [online][viitattu 2012]  
<http://inventors.about.com/od/bstartinventions/a/History-Of-The-Battery.htm>
3. Akkujen ominaisuudet, Akku [online][viitattu 30.01.2012]  
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Akku#Ominaisuudet>
4. How to wire an E-stop button [online]  
[http://www.ehow.com/how\\_8399929\\_wire-estop-button.html](http://www.ehow.com/how_8399929_wire-estop-button.html)
5. Latching relay, Electrical - Hyperaktive performance solutions [online][viitattu 31.05.2011] [http://www.the12volt.com/installbay/uploads/latching\\_relay\\_3.gif](http://www.the12volt.com/installbay/uploads/latching_relay_3.gif)
6. Danielin kenno [online][viitattu 05.07.2010]  
[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/98/Daniell\\_cell.svg/250px-Daniell\\_cell.svg.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/98/Daniell_cell.svg/250px-Daniell_cell.svg.png)
7. Voltan pylväs [online][viitattu 22.10.2010]  
[http://1.bp.blogspot.com/\\_VXG60Y5jU0g/TMJLEcH3w8I/AAAAAAAAABOg/gwfeFGcbguk/s400/voltaic-pile.JPG](http://1.bp.blogspot.com/_VXG60Y5jU0g/TMJLEcH3w8I/AAAAAAAAABOg/gwfeFGcbguk/s400/voltaic-pile.JPG)
8. Latching releen toiminta [online]  
[http://www.ehow.com/how-does\\_5002602\\_latching-relay-work.html](http://www.ehow.com/how-does_5002602_latching-relay-work.html)
9. Hiili-sinkki-pariston rakenne [online]  
[http://www2.edu.fi/astel/sisalto/kuvat3/pariston\\_rakenne.jpg](http://www2.edu.fi/astel/sisalto/kuvat3/pariston_rakenne.jpg)
10. NiCd-pariston rakenne [online]  
<http://www.ustudy.in/sites/default/files/images/nickel%20cadmium%20cell.gif>
11. Alkali-pariston rakenne [online]  
[http://www.daviddarling.info/images/alkaline\\_cell.gif](http://www.daviddarling.info/images/alkaline_cell.gif)
12. Li-FeS<sub>2</sub>-pariston rakenne [online][viitattu 28.01.2003]  
<http://micro.magnet.fsu.edu/electromag/electricity/images/batteries/lithium2.gif>
13. LabVIEW:n datatyypit [online][viitattu 12.07.2011]  
<http://zone.ni.com/wv/app/doc/p/id/wv-2209/upvisited/y>

## LIITTEET

### Liite 1. Automaattisen akkujentestausympäristön käyttöliittymä ja lohkoakaavio.

