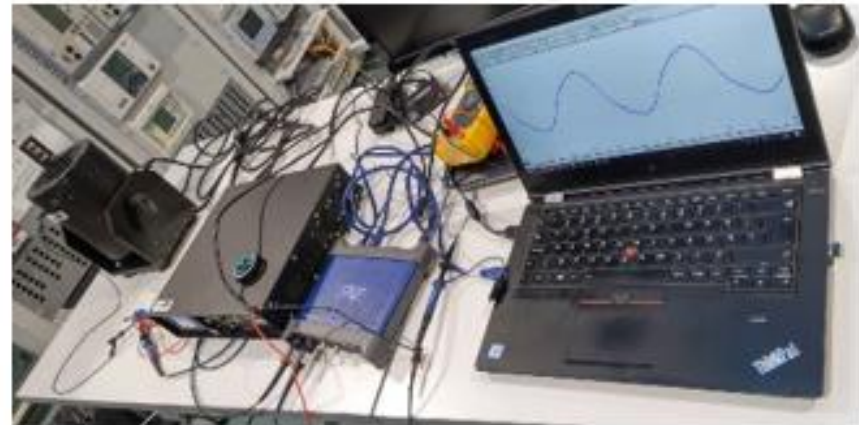
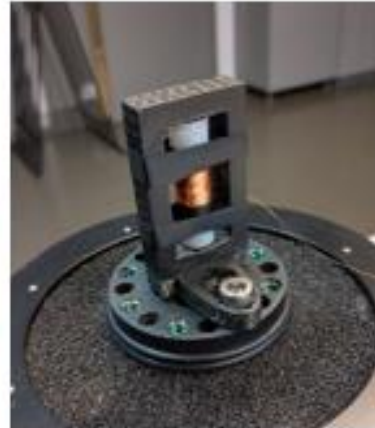


Energy for IoT and other electrical devices



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma



Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Österbottens förbund
Pohjanmaan liitto

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto



ABB

ENSTO



Tietolaite



VAISALA

Vaspec Oy



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Kehitetyt energiankeräystekniikat, elektroniikka ja langaton tiedonsiirto

Kehitetty viisi energiankeräystekniikkaa ja niihin liittyvä elektroniikka, mittaus ja langaton tiedonsiirto. Kaikkien menetelmien on todettu toimivan laboratorio-olosuhteissa. Lisäksi kenttäkokeissa on testattu induktiivista, kapasitiivista ja lämpösähköistä keräintä yhdessä elektroniikan ja langattoman tiedonsiirron kanssa. Laitteet toimivat myös kenttäkokeissa. Menetelmät vaativat kuitenkin vielä lisäkehitystä.

1. Induktiivinen energiankeräys + elektroniikka + langaton tiedonsiirto
2. Lämpösähköinen energiankeräys + elektroniikka + langaton tiedonsiirto
3. Kapasitiivinen energiankeräys + elektroniikka + langaton tiedonsiirto

(kenttäkokeissa häiriötä vähennettävä)

- *Toiminnallisuus todettu laboratorio- ja kenttäkokeissa*

4. Värähtelyenergiankeräys + elektroniikka + langaton tiedonsiirto

- *Valmiudet olemassa, toimii laboratorio-olosuhteissa*

5. Sähkökemiallinen energiankeräys + elektroniikka + langaton tiedonsiirto

- *Vaatii lisätutkimusta, toimii laboratorio-olosuhteissa*

Kapasitiivinen ja induktiivinen energiankeräys, elektroniikka ja langaton tiedonsiirto (bluetooth)

SÄHKÖKENTTÄ
Suur- ja keskijännitelinjat
Kapasitiivinen



ELEKTRONIIKKA
JA ENERGIAN
VARASTOINTI

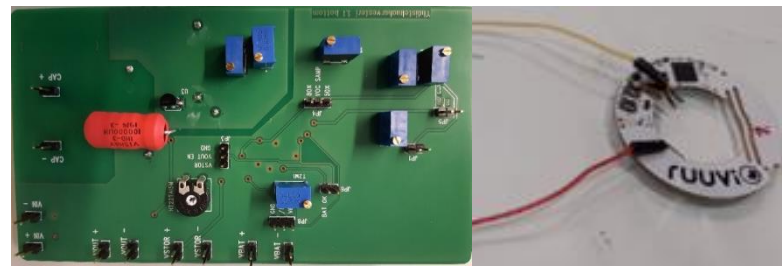
MITTAUKSET

- Lämpötila
- Värähtely
- Kiihtyvyyys
- Ilmanpaine
- Ilman kosteus

Datansiirto,
bluetooth



MAGNEETTIKENTTÄ
Pienjännitelinjat
Induktiivinen



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Mekaaninen värähtely, termosähköinen ja sähkökemiallinen energiankeräys, elektroniikka, mittaukset ja langaton tiedonsiirto (bluetooth)

MEKAANINEN
VÄRÄHTELY



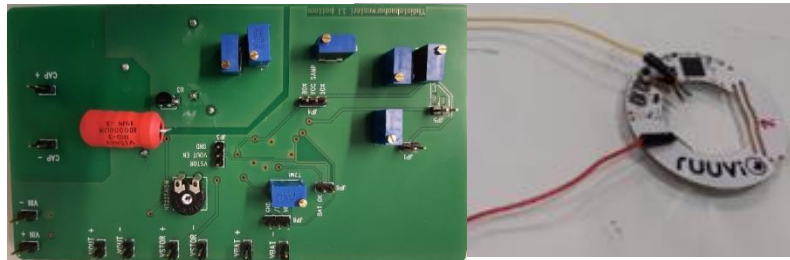
TERMOSÄHKÖINEN
Peltier - elementti



Sähkökemiallinen



ELEKTRONIIKKA
JA ENERGIAN
VARASTOINTI



MITTAUKSET

Lämpötila
Värähtely
Kiihtyvyyttä
Ilmanpaine
Ilman kosteus

Datansiirto,
bluetooth



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

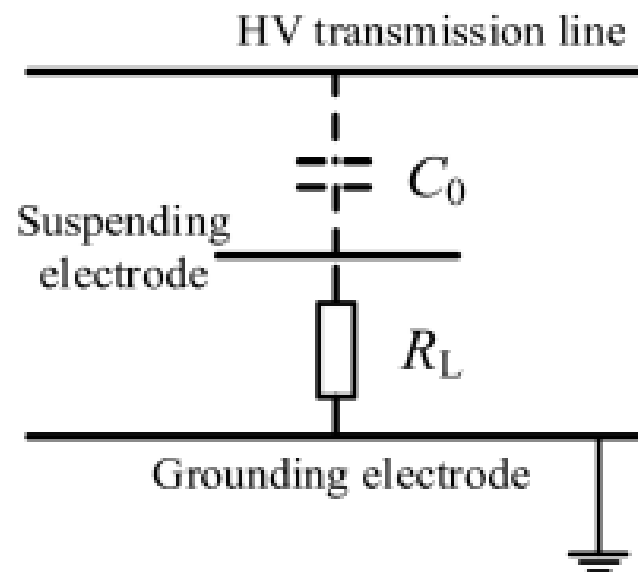
Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

5.6.2023

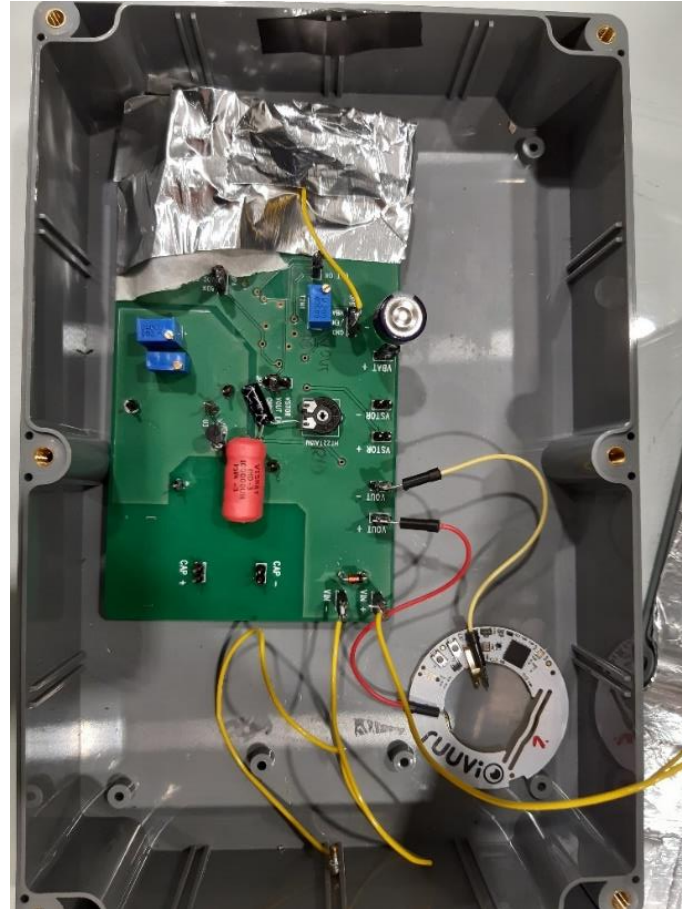
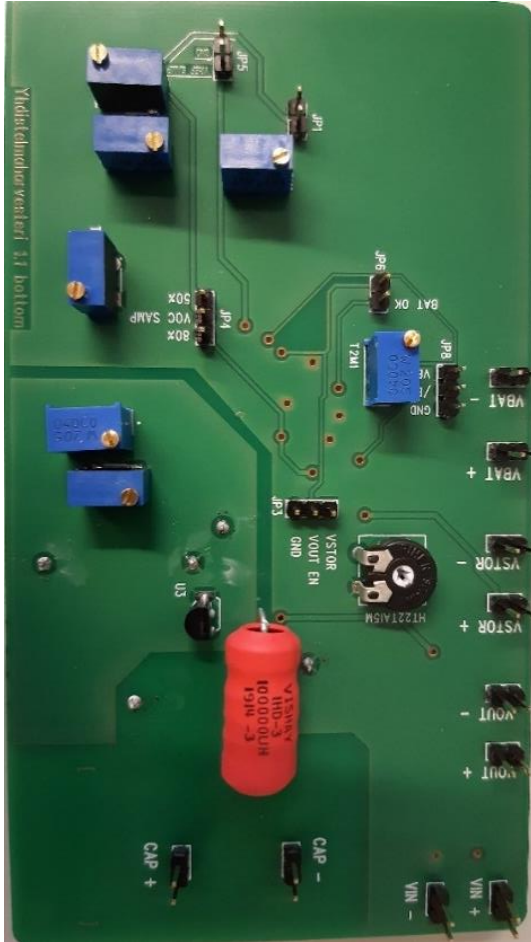
Kapasitiivinen energiankeräys ja elektroniikka



Kehitetyn kapasitiivisen energiankeräimen toimintaperiaate.

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

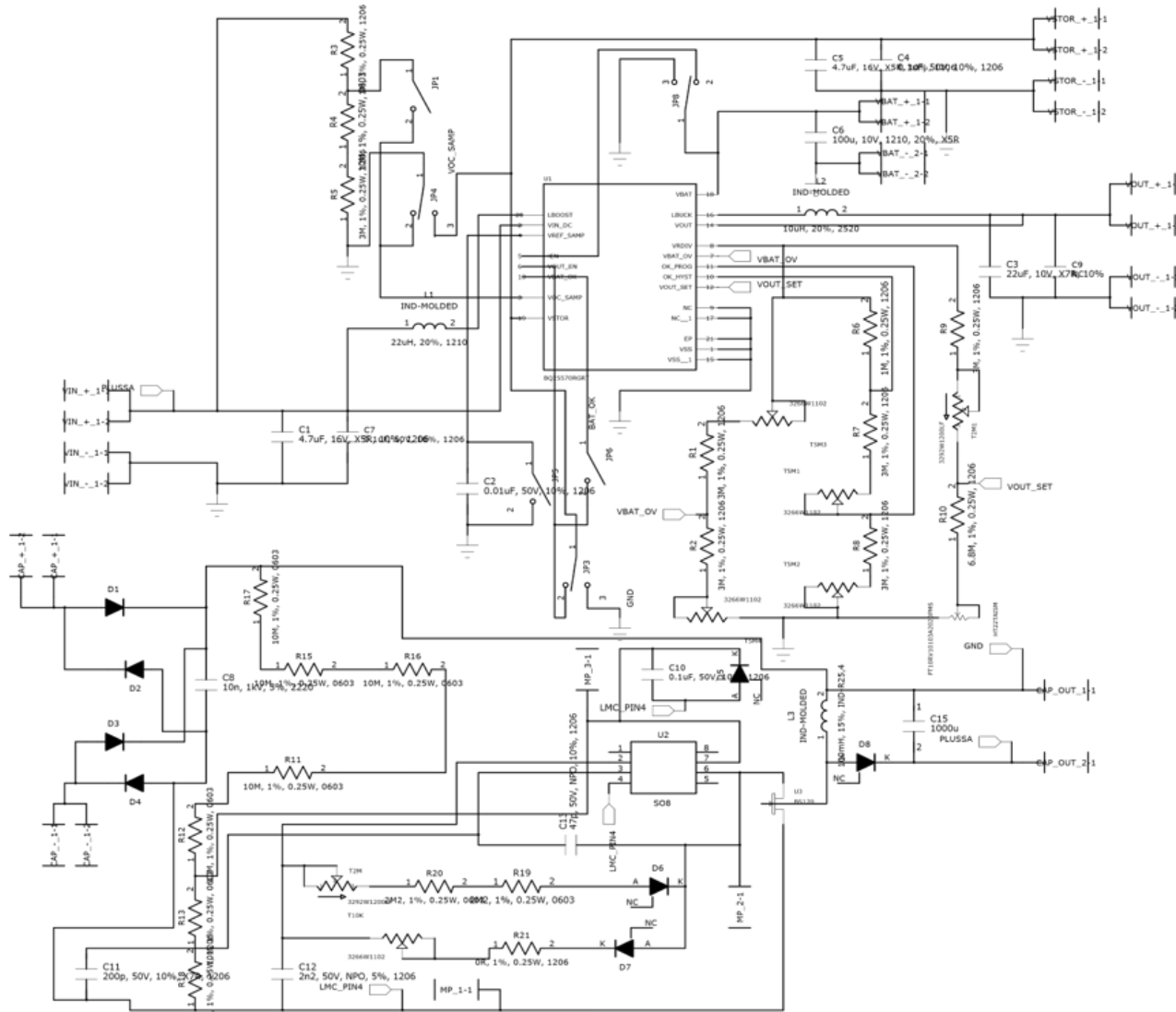
Elektroniikka



Kapasitiivisen kerääjän hakkuri ja energianohjauspiiri on yhdistetty yhdeksi kokonaiseksi piiriksi.

Piirillä on säätövastuksia, joilla voidaan muokata hakkurin ja energianohjauksen arvoja, esim. käynnistysjännitteen arvoa.

Elektroniikka

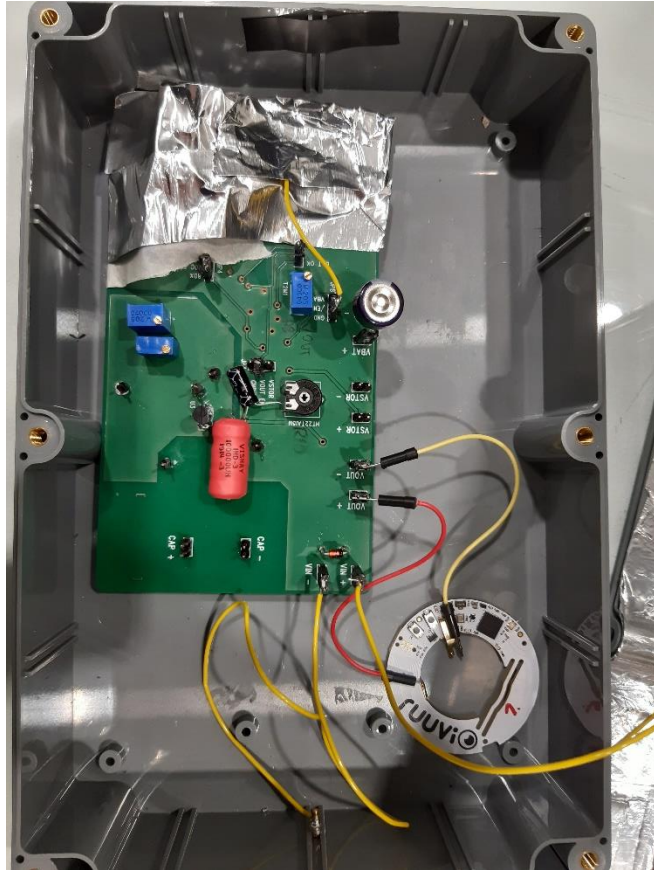
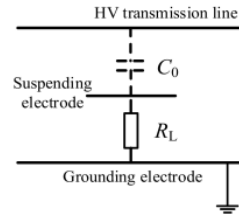


- Ylhäällä on TI:n piiri ja alhaalla on eteen liitetty kapasitiivinen keräin.
- Säätovastuksilla voidaan vaikuttaa piirin toimintaan.

Elektroniikka

- Mallina on käytetty ABB:n kapasitiivista keräintä ja siihen on liitetty Texas Instrumentin energian ohjauspiiri.
- Piirin vaatima jännite on 0,1 V ja virta 0,5 μA
- Säätoivastuksilla määritetään kuinka korkealle akun jännite ladataan ennen käynnistystä.
 - Kuinka alas annetaan laskea ennen katkaisua.
 - Tällä hetkellä käynnistys n. 3,7 V ja katkaisu n. 2,8 V
- Ruuvitag toimii 1,8 - 3,6 V
 - Maksimi virrankulutus 13mA ja keskimääräinen 60 μA

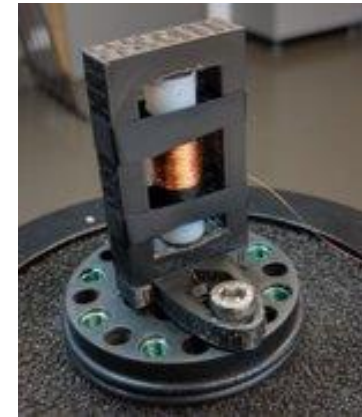
Elektroniikka



Termosähköinen



Induktiivinen



Värähtely



Sähkökemiallinen

- Kapasitiivinen harvesteri ja ohjauselektroniikka samalla piirilevyllä
- Voi käyttää muillakin harvestointimenetelmillä, lämpösähköinen, induktiivinen, sähkökemiallinen ja mekaaninen värähtely.

Kapasitiivisen keräimen laboratoriomittausten tulokset

Keskimääräinen kondensaattorin latausteho

Vaihejännite	11,5 kV
Ladattava kondensaattori	47 mF
Aika	45 s
Energian muutos ajassa	16 mJ
Keskimääräinen teho	0,37 mW

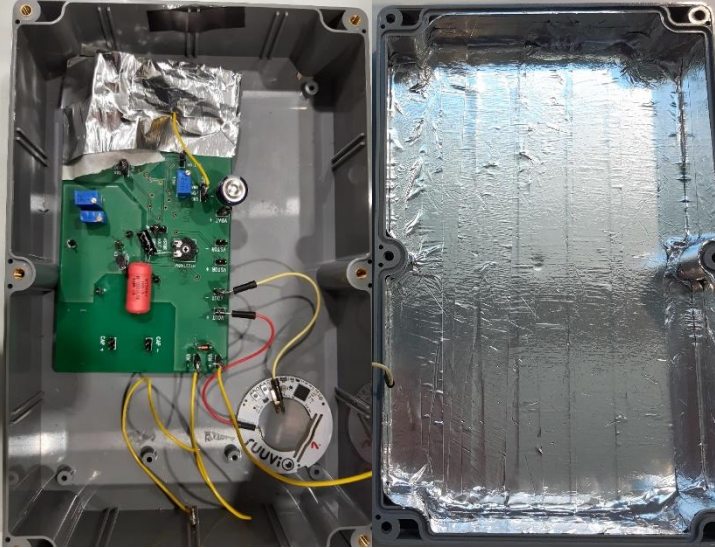
Vaihejännite	63,5 kV
Ladattava kondensaattori	47 mF
Aika	28s
Energian muutos ajassa	71,5mJ
Keskimääräinen teho	2.55 mW



Kuva koejärjestelystä:
Energiankeräin, elektroniikka ja mittaustagi koteloituna pöydällä ja maadoitettu. Mittauksissa käytetty Ruuvi Oy:n valmistamaa mittaustagia, joka lähettää mittaustiedot bluetoothilla vastaanottimeen.

- Jännitelinja noin 1,2 m kotelon yläpuolella

Kenttätestit Vaasan Sähköverkon Gerbyn sähköasemalla



1. Harvesteri ja mittalaitelähetin (RuuviTag)



2. Keräin 110 kV siirtolinjan tolpassa



3. Raspberry Pi vastaanottimen etäisyys harvesterista n.15 m



4. Vastaanotin (Raspberry Pi)

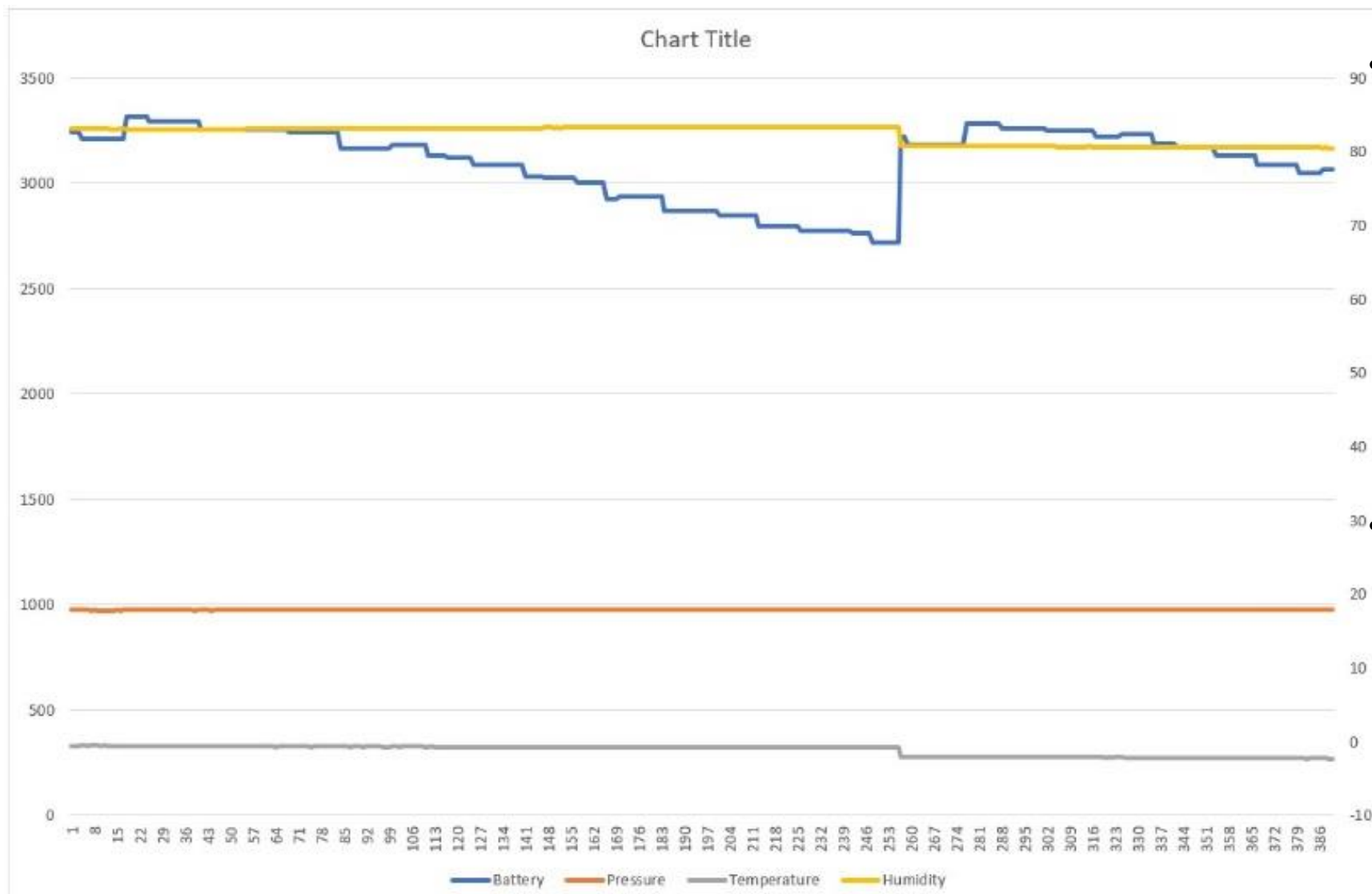
Huomioitavaa:

- Kotelon asentamista helpotettava ja toiminta voitava varmistaa ilman avaamista
- Voimakas sähkökenttä haittaa piirin ja RuuviTagin toimintaa
 - EMC suojausta parannettava
- Laitteen asento asemalla ei vastaa asentoa laboratoriossa.

Kenttätestit



- Kapasitiivinen keräin Vaasan Sähköverkon Gerbyn sähköasemalla
- Linjassa jatkuvasti 110 kV jännite



- Kapasitiivisella keräimellä saatiin kerättyä tehoa 110 kV:n linjasta riittävästi elektroniikan, mittaustagin ja langattoman tiedonsiirron (bluetooth) käynnistämiseen.
- Mittauksissa käytetty Ruuvi Oy:n valmistamaa mittaustagia, joka lähettää mittaustiedot bluetoothilla vastaanottimeen.

Kuvassa kerättyä mittausdataa Gerbyn sähköasemalla.

- Linjassa jatkuvasti 110 kV jännite

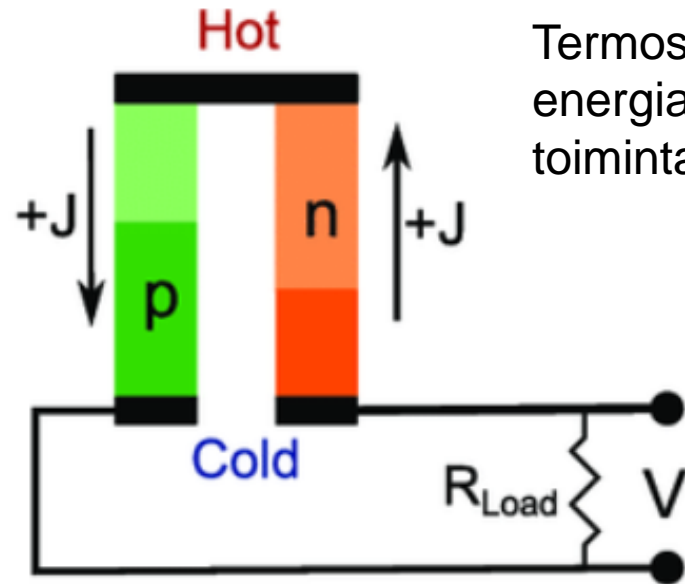
Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Lämpösähköinen energiankeräys

Lämpösähköisessä energiakeräyksessä käytetään Peltier-elementtiä, jolla sähköenergiaa saadaan lämpötilaeroista. Toiminta perustuu puolijohteisiin.



Termosähköisen energiakeräimen toimintaperiaate.



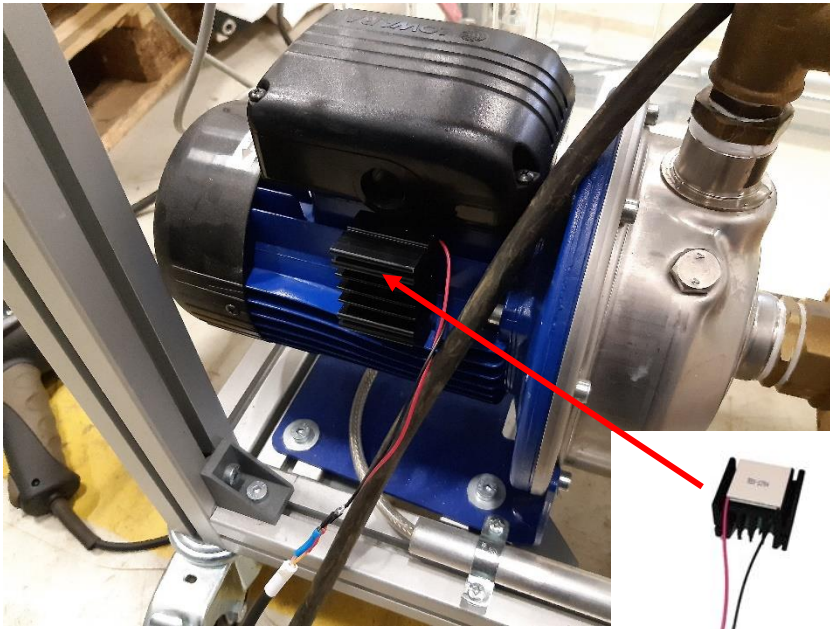
Peltier-elementti kiinnitettynä jäähdytys-elementtiin.

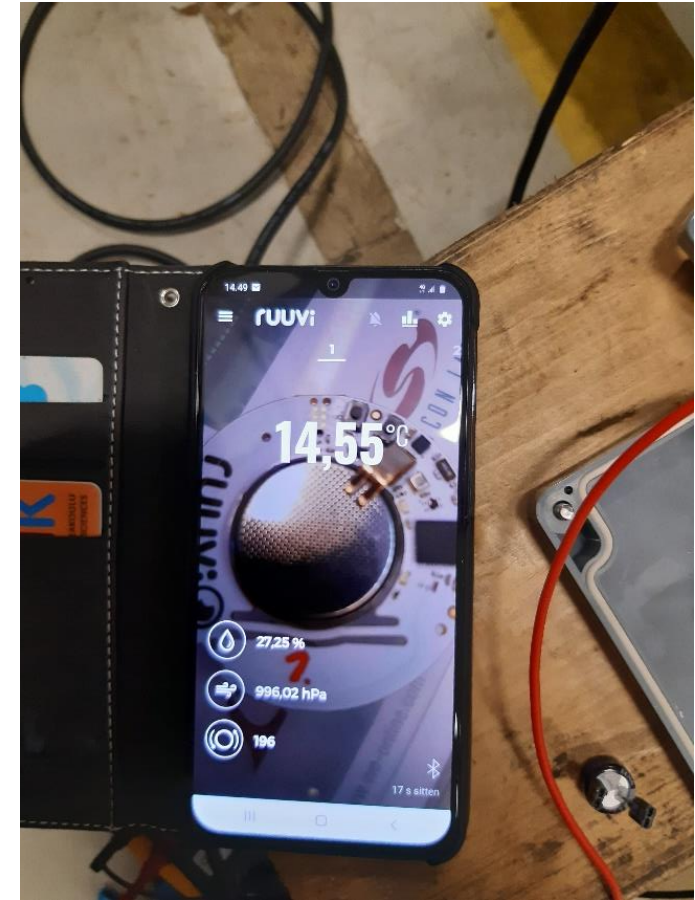
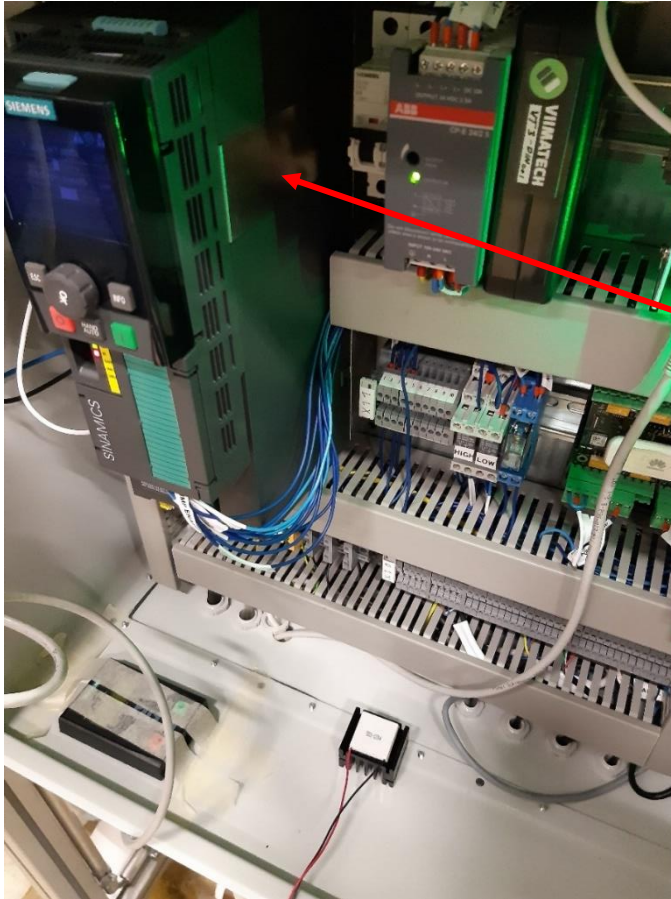


Kaupallinen peltier-elementti (30mm x 30 mm, 12 €/kpl).

Lämpösähköisen keräimen kenttäkokeet

- Toimivuutta testattu käytännössä Viimatechin pumppuaseman moottorin kyljessä
 - moottorin lämpötila noin 30-40 °C.
- Moottorin lämmöstä ja energiakeräimen lämpötilaerosta saatiin riittävästi energiaa elektroniikalle + mittaustagin käynnistykseen ja datan lähetykseen.

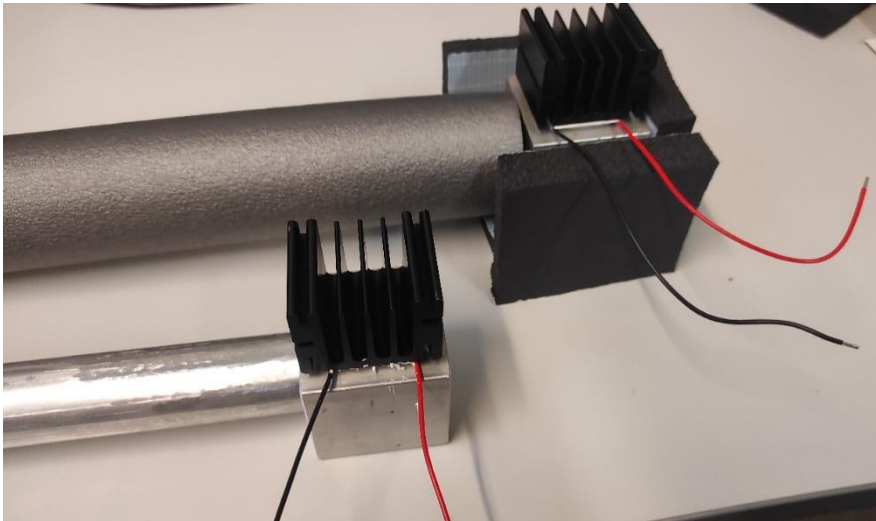




- Tehoa saatiin riittävästi elektroniikalle + mittaustagin käynnistykseen ja datan lähetykseen myös taajuusmuuttajan kyljestä

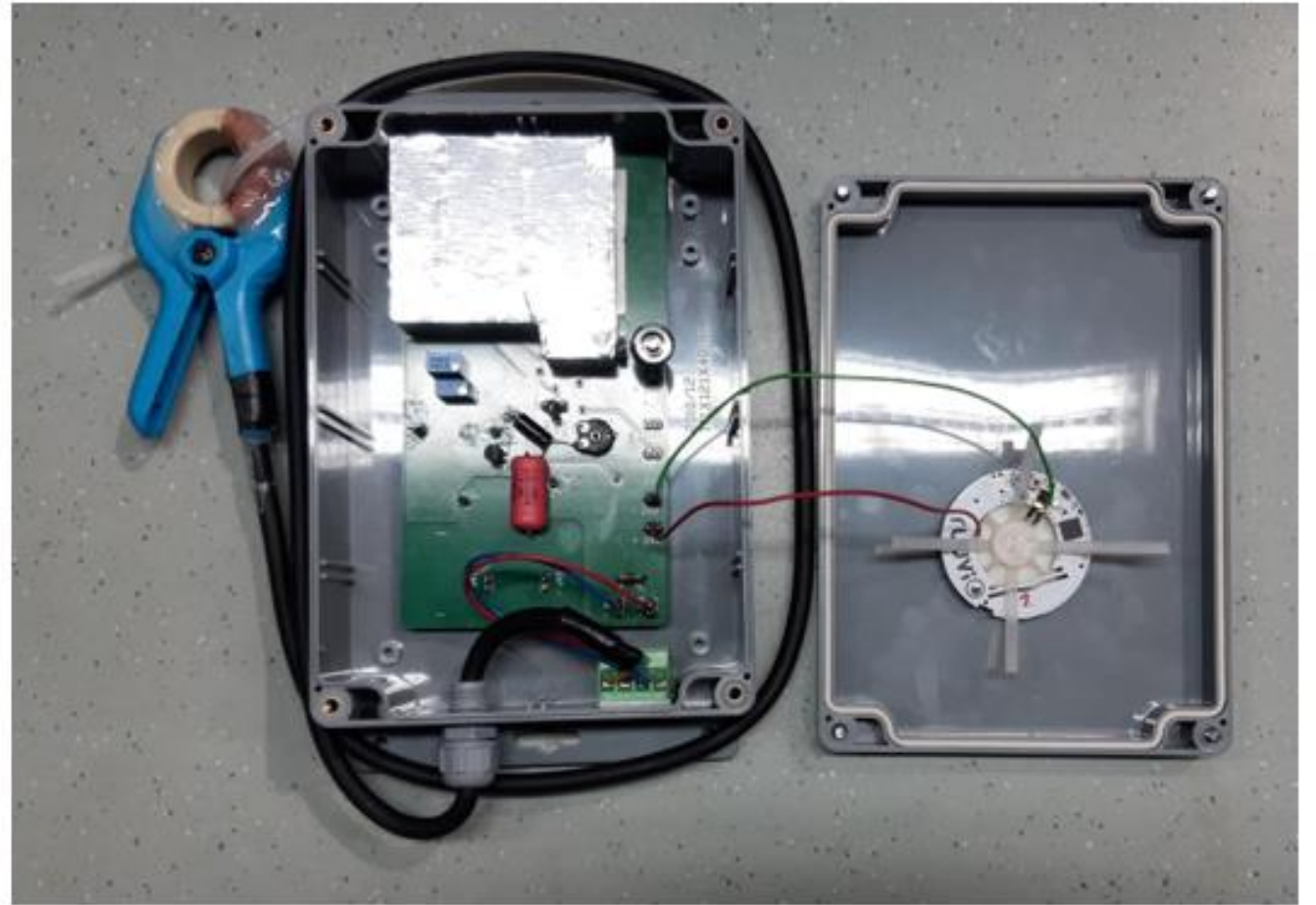
Lämpösähköisen keräimen kenttäkokeet maan lämmöstä

- Ulkomittauksia suoritettiin marraskuussa
- Mittauksissa 2kpl 50cm tankoja 2cm ja 1.5cm sekä 1m 2cm
- Lämpötila 45cm syvydessä +10°C, eristyksestä huolimatta peltierin molemmat puolet lähes samassa lämpötilassa
- Tullaan tekemään mittauksia pakkasella



Induktiivinen harvesteri

- Uusi yhdistelmä-harvesteri -piirilevy
- Suurilla virroilla havaittu häiriötä esimerkiksi Ruuvi-tägin ensimmäisessä käynnistymisessä
- Omatekoinen keräinpihti käynnistää keräyksen jo 1 A virralla ja kestää rikkomatta muuta elektroniikkaa ainakin 100 A



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

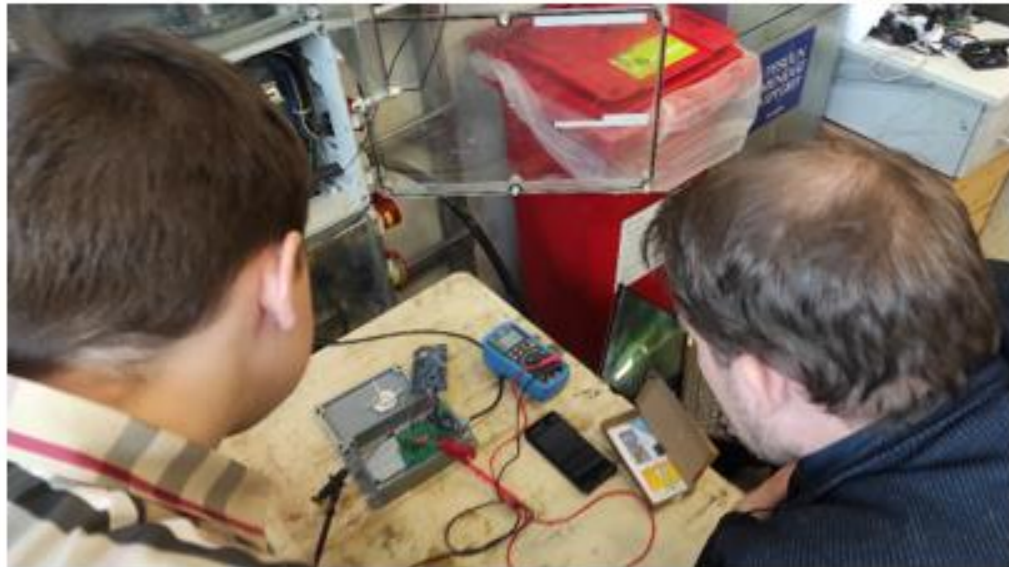
Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Induktiivinen harvesteri

- Prototestaus kentällä – ennen kenttätestejä todettu kelasta saatava teho
- Kentällä totesimme toiminnan moottorin virrasta
- Kerätyllä energialla saatiin jopa LTE-M –tekniikalla lähetettävä proto onnistuneesti lähettämään noin 1 kt viestipaketti puolen minuutin mittausten jälkeen.



- Energiavaranaston kasvattaminen helpottaa pakettien lähetyksen onnistumista
- Nyt kokeilussa oli 47 mF, 1F sekä 70 mAh LiPo

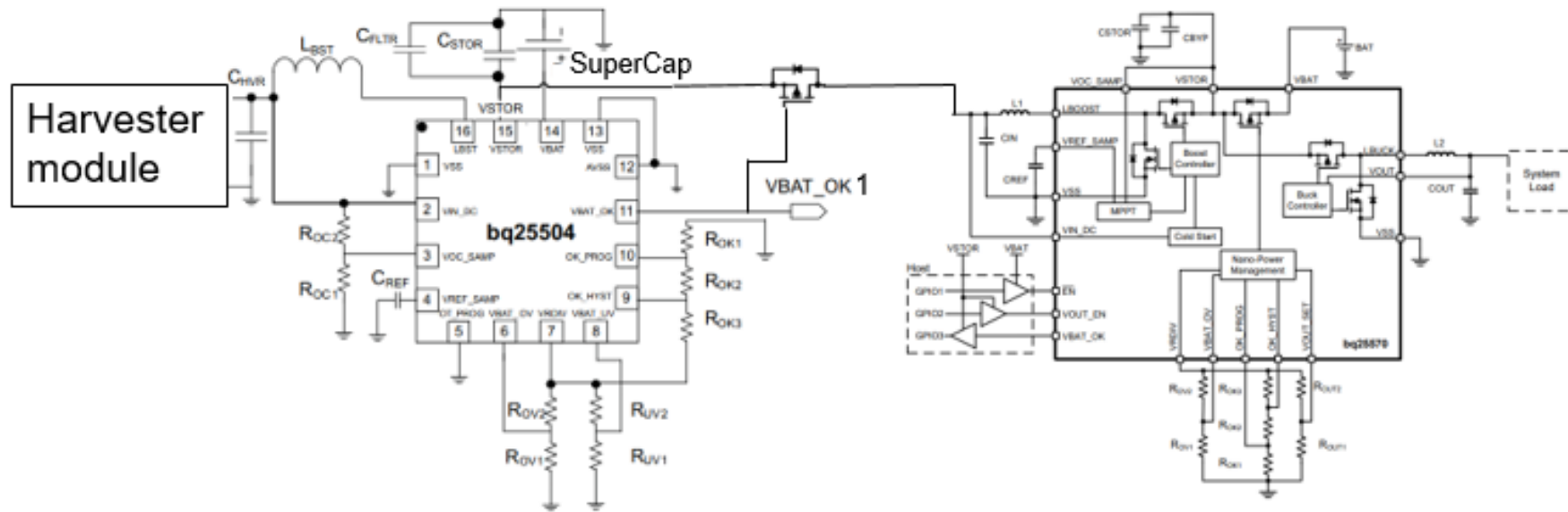
Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Energian keruupiirin superkondensaattorin maksimaalinen käyttö

Yhdistämällä 2 piiriä siten, että toisella kerätään energiaa superkondensaattoriin, ja toisella hyödynnetään sitä maksimaalisesti tarvittaessa.



Tässä lähinnä periaatekuva, jossa ensimmäinen piiri lataa konkan esim. 5V jännitteeseen, ja purkaa sen sitten tarvittaessa mahdollisimman alas (jopa 0,1V) Toinen piiri nostaa sen jännitteen taas vähintään 3,5 V:iin ja reguloi sen tarvittaessa sopivaksi (esim 3,3 V).
Kuvassa näkyvä akku on valinnainen, tai siinä voisi olla toinen isohko kondensaattori.

TI:n BQ25504 toimii kuten nyt käyttämämme BQ25570, mutta siinä on ainoastaan Boost (Step-Up) konverteri. BQ25570 sisältää lisäksi Buck (Step-Down) konverterin, jolla saadaan tarvittaessa reguloitu (ja muutenkin riittävän matala esim 3,3V) jännite elektroniikalle.

Induktiivisen energiankeräimen kenttäkokeet

Kenttäkokeet suoritettiin Viimatech Oy:n laitteistossa

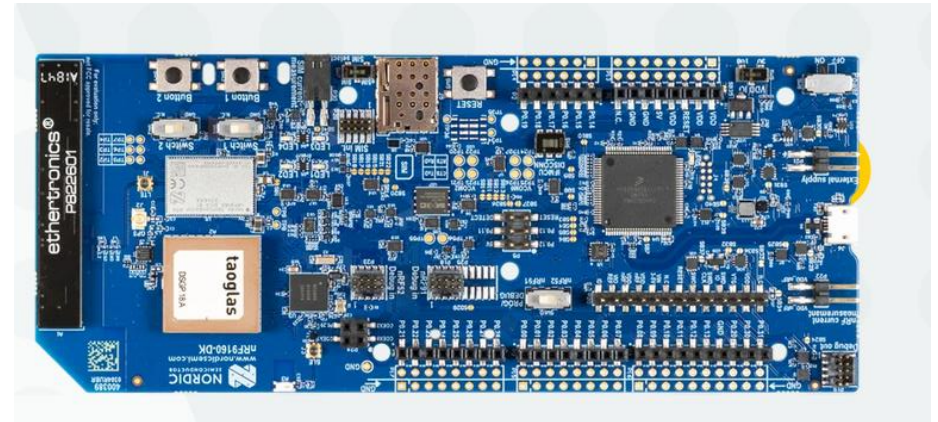
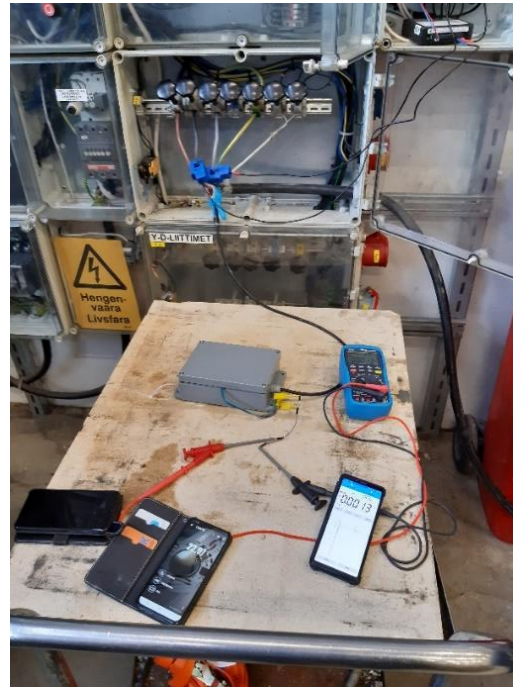
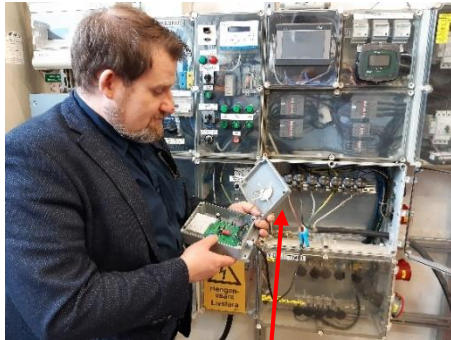


Energiankeräyslaitteiden testausta Viimatech Oy:ssä.

Datansiirto

Induktiivisella energiankeräyksellä saatiin tehoa riittävästi:

1. Käynnistämään ja ylläpitämään Viimatechillä tehdyissä mittauksissa nfr9160-kehitysalusta
 - Suuren taajuuden virran mittaus
 - LTE-M datayhteys ja datan lähetys
2. Käynnistämään Ruuvi-mittaustagi ja datan siirto bluetoothilla



nfr9160 kehitysalusta

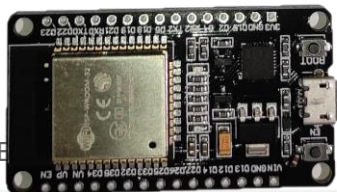
Induktiivinen pihtikeräin vaihejohdon ympärillä.

Mittausjärjestelyjä.

5.6.2023



Raspberry PI-vastaanotin



	A	B	C	D
1	Battery	Pressure	Temperat	Humidity
2	3355	994,34	18,77	20,52
3	3103	994,35	18,65	20,41
4	3103	994,35	18,6	20,21
5	3319	994,35	18,55	20,41
6	3319	994,36	18,49	20,43
7	3379	994,38	18,4	20,54
8	3349	994,39	18,35	20,51
9	3349	994,39	18,3	20,66
10	3355	994,4	18,21	20,68
11	3403	994,4	18,18	20,59
12	3403	994,4	18,14	20,46
13	3409	994,39	18,07	20,55
14	3451	994,39	18,04	20,68
15	3451	994,4	18,01	20,07
16	3385	994,4	17,98	20,14

Ruuvitagilta saatua dataa

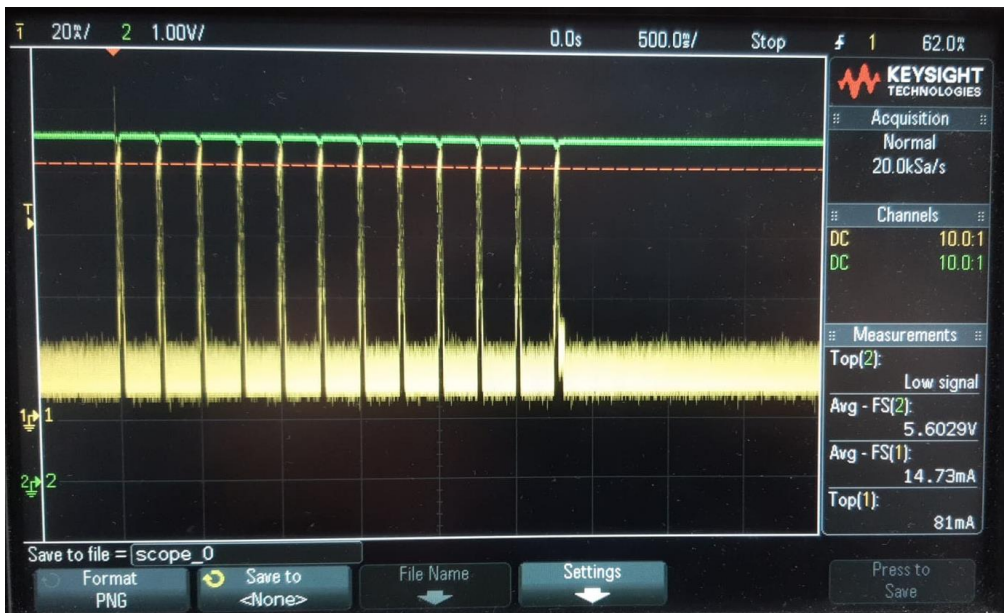


- LoRaWan yhteyksien käyttäminen otettu tutkittavaksi
 - Yhteys luotu, selvitetään käytännön asioita

Vaisalan sääasema WXT536

Tuomas Rauta

- Selvitetään liitettävyyttä käyttämiimme keräimiin ja lähettämiin
- Käynnistyy 3,6 V – mahdollista sähköistää
- Mittaa:
 - Lämpötila
 - Ilmankosteus
 - Sateen mittaus
 - Ilmanpaine
 - Tuulen nopeus ja suunta



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

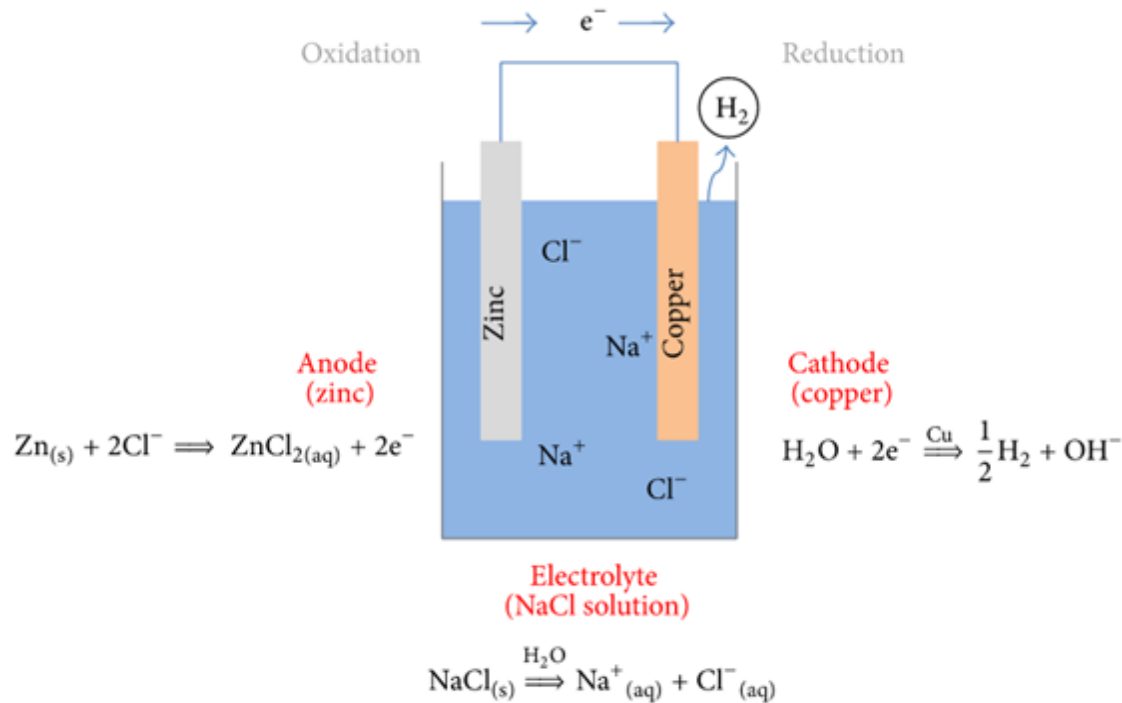
Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Sähkökemiallinen energiankeräys

Pekka Ruuskanen

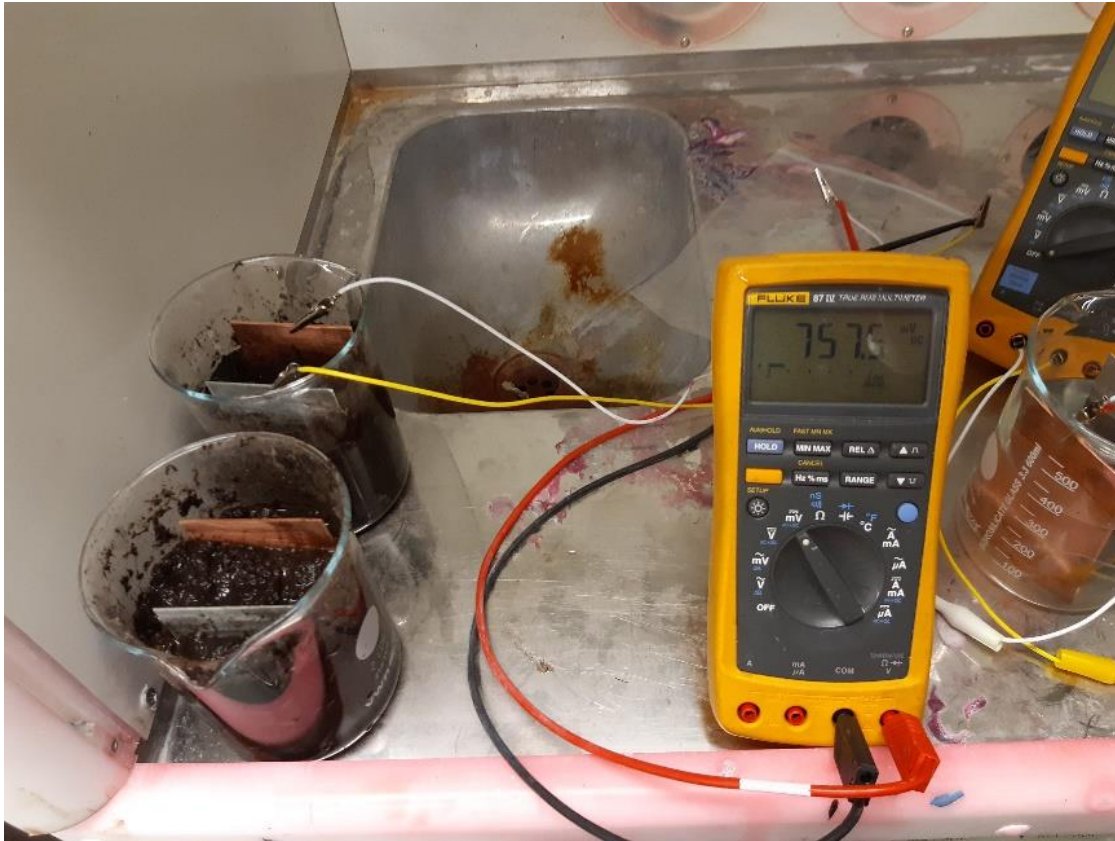


Sähkökemiallinen ilmiö esiintyy esimerkiksi metallien korroosiossa ja sitä hyödynnetään myös paristoissa.

Tutkimusryhmä on tehnyt keksintöilmoituksen sähkökemiallisen menetelmän käyttämisestä energiankeräämiseen.



Sähkökemiallinen pari.



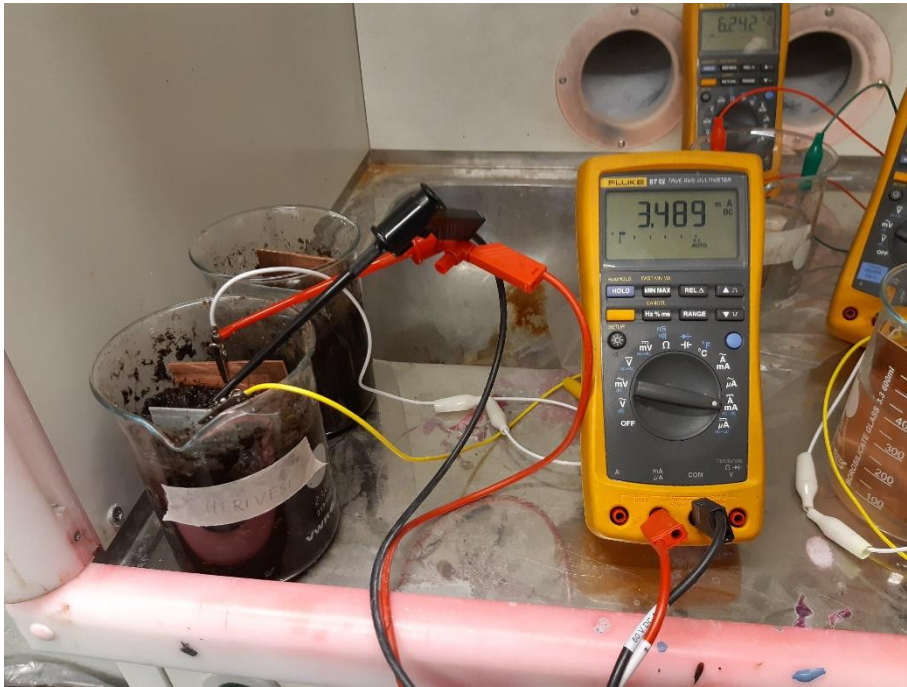
Koejärjestelyt:

- Zn ja Cu elektrodit
- Elektrolyttinä multa + vesi + NaCl
- Mitattu jännite elektrodien välillä 0,757 V



Koejärjestelyt:

- Zn ja Cu elektrodit
- Elektrolytti multa + merivesi
- Mitattu virta 3,489 mA

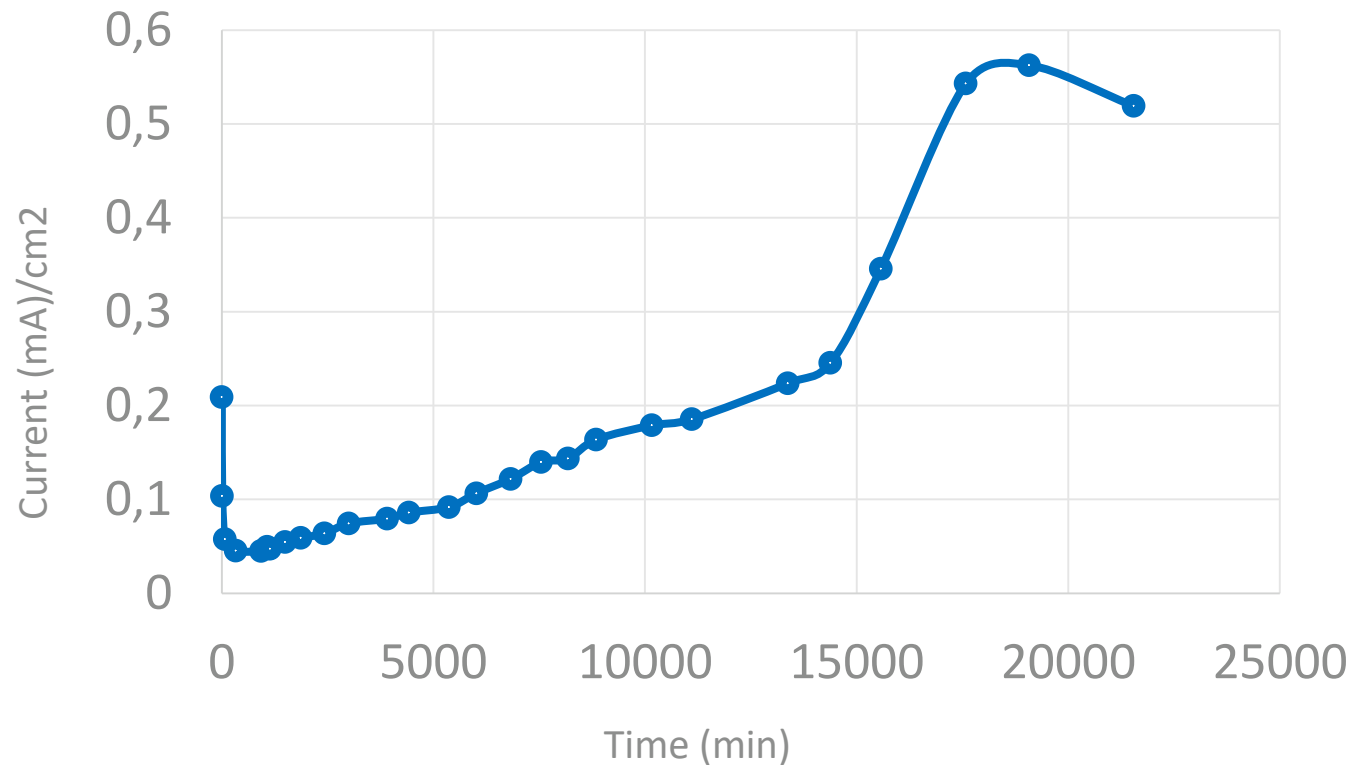


Koejärjestelyt:

- Zn ja Cu elektrodit
- Elektrolyytti multa+merivesi
- Mitattu virta 3,489 mA



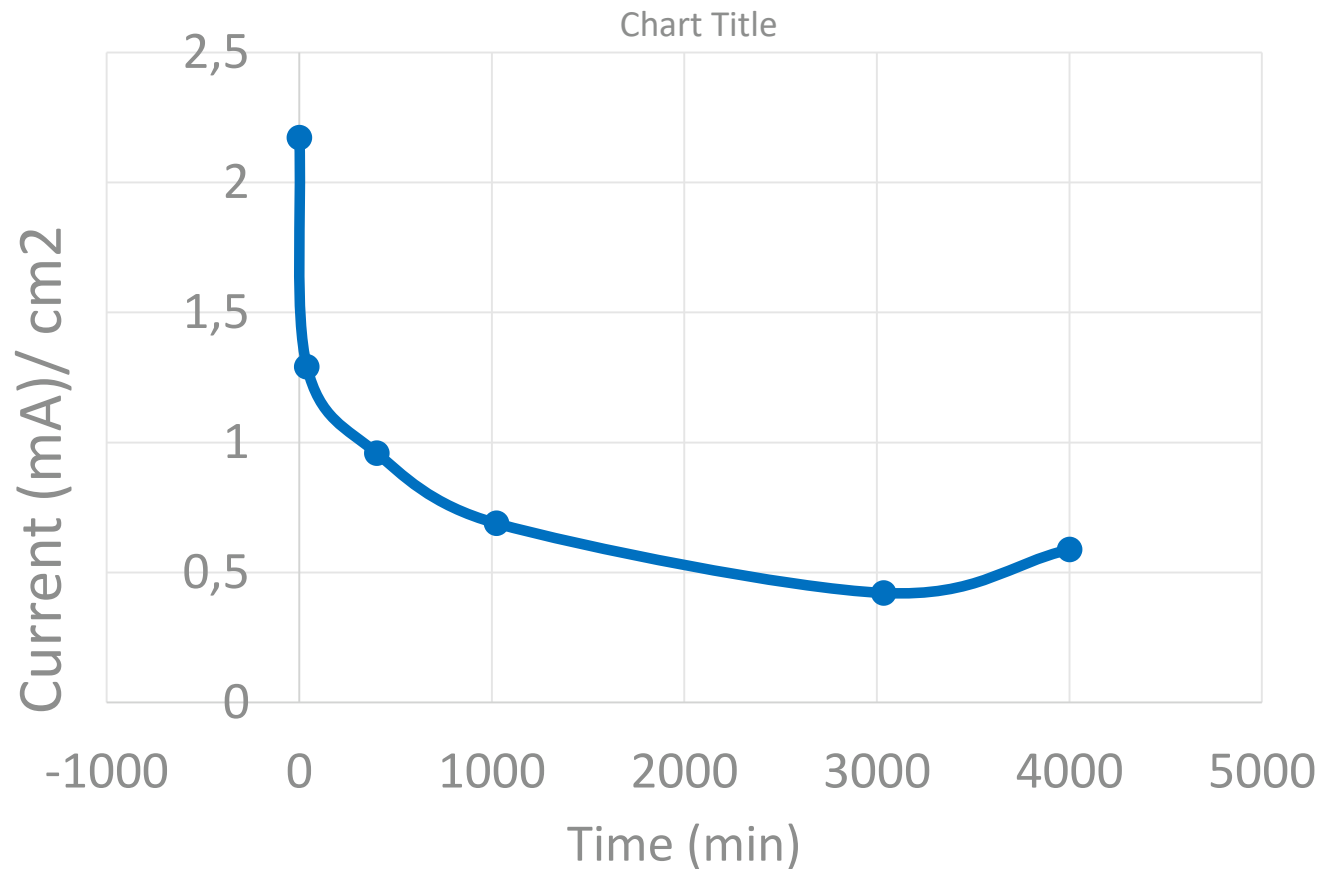
Sähkökemiallisella menetelmällä saadaan riittävästi tehoa elektroniikan, mittaustagin ja langattoman tiedonsiirron käynnistämiseen ja ylläpitämiseen.



Sähkökemiallisessa menetelmässä virran muodostus ajan funktiona.

- Elektrodit Zn ja Cu, elektrodien koko 36,5 cm²
- Elektrolyytti: vesi+NaCl+multa

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma



Sähkökemiallisessa menetelmässä virran muodostus ajan funktiona

- Elektrodit: rautapurkki ja Zn – liuska, jonka koko 3.7 cm²
- Elektrolyytti vesi+NaCl

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma



Elektrolyytti

Neste:

Sovelluksesta riippuen elektrolyytti voidaan valita ryhmistä:

- merivesi, järvivesi, jokivesi yms.
- prosessivesi teollisuuslaitoksissa (pumput, lämmönvaihtimet, kemian teollisuus, paperiteollisuus (näissä usein epäpuhtauksia, jotka ionisoituvat)

Nesteen ja kiinteän aineen seos

Sovelluksesta riippuen elektrolyyttimateriaali voidaan valita seuraavista ryhmistä:

- kostea sedimenttimateriaali meren tai järven pohjassa
- maaperä, multa, savi
- peltomaa
- yms erilaiset maa-ainekset

Sovellukset:

- kunnonvalvonta, maaperämittaukset, meren ja merenpohjan mittaukset, sonartekniikka....

Huomioitavaa:

- pitkäaikaiskestävyys
- elektrodien käyttöaika
- passivoituminen
- elektrolyyttimateriaalit

4. IoT

Peter Hellström, MERINOVA

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Selvitys 1:

IoT-osaamisen ja -palvelujen nykytilasta Technobothnialla

- Tausta ja aiemmat projektit
- Mitä on olemassa lähinnä Technobothnialla tällä hetkellä

Novialla, VAMK:lla ja yliopistolla

Selvitys 2:

Haastattelemalla oppilaitoksien sekä yritysten edustajia selvitetään

yritysten nykytilanne

- IoT alusta, IoT laitteet, itse kehitellyt sekä ostetut IoT laitteet, prosessin tarkkailu ja tuotekehitys

Tulevat tarpeet

- osaaminen, henkilöstä, tuotekehitys, yhteistyö

Yritysten visio

- miten yritykset näkevät IoT:n heillä tulevaisuudessa.

**IoT-osaamisen ja -palvelujen
nykytila Technobothnialla**

Smart Grid

VR/AR lab
Mallinnus,
Digital twin

Robotit
Tehdas
automaatio

lot.novia.fi

IoT laboratorio /
Energiatekniikka
laboratorio

Piirilevy
valmistus

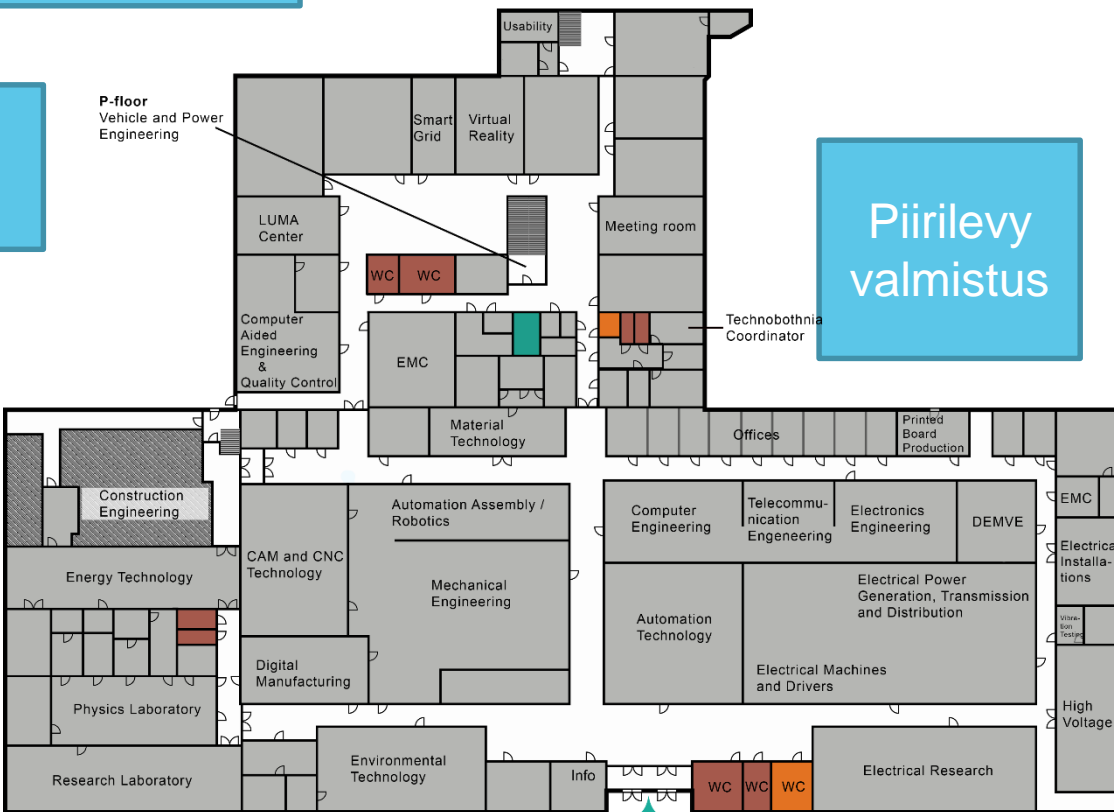
EMC
laboratori
o

"Utena"
laboratoriona?
DATA & IoT
Datan keräys,
käsittely, tallennus,
analytiikka sekä Ai

3D muovi
tulostus

Sähkötekniikka
ja automaatio
laboratorio

Korkeajännit
te laboratorio



7 Yhteenveto

Kehitetty viisi energiankeräystekniikkaa ja niihin liittyvä elektroniikka, mittaus ja langaton tiedonsiirto.

1. Induktiivinen energiankeräys + elektroniikka + langaton tiedonsiirto
2. Lämpösähköinen energiankeräys + elektroniikka + langaton tiedonsiirto
3. Kapasitiivinen energiankeräys + elektroniikka + langaton tiedonsiirto
(kenttäkokeissa häiriöitä vähennettävä)
- Toiminnallisuus todettu laboratorio- ja kenttäkokeissa
4. Värähtelyenergiankeräys + elektroniikka + langaton tiedonsiirto
- Valmiudet olemassa, toimii laboratorio-olosuhteissa
5. Sähkökemiallinen energiankeräys + elektroniikka + langaton tiedonsiirto
- Vaatii lisätutkimusta, toimii laboratorio-olosuhteissa

- IoT
- Kaupallistaminen

- Selvitetään mahdollisuuksia

