

Energiaomavaraiset anturiverkot

Jari Keskinen, Jukka Vanhala, Matti Mäntysalo, Pekka Ruuskanen

Tampereen yliopisto, Informaatioteknologian ja viestinnän tiedekunta

Tulevaisuuden mittausjärjestelmät ovat enenevässä määrin hajautettuja. Kun mittausjärjestelmässä on suuri määrä eri paikoissa sijaitsevia komponentteja ja antureita, niiden johdotus on hankalaa tai jopa mahdotonta, jolloin sähkön tuonti anturille ja tiedonsiirto täytyy järjestää muutoin. Johdot ja niiden liitokset ovat kalliita ja ongelmallisia myös luotettavuuden kannalta. Siksi energiaomavaraiset anturit ja systeemit ovat kiinnostavia. Niiden energiankulutus voidaan saada pieneksi ja langattoman tiedonsiirron ansiosta sovelluskohteita voidaan löytää rakennuksista, koneista, kulkuvälineistä, elintoimintojen seurannasta ja ympäristön mittaamisesta. Uudet tekniikat energialähteiden, energian varastoinnin ja tiedonsiirron aloilla tekevät edulliset ja luotettavat energiaomavaraiset anturit ja mikrosysteemit mahdollisiksi.

Saasteettoman ja uusiutuvan energian kerääminen ympäristöstä eli energian louhinta tai harvestointi on tulossa entistä tärkeämmäksi, koska paikallinen energiantarve kasvaa. Esimerkiksi langaton tiedonsiirto, tietojenkäsittely, elektroniikka, esineiden internet (IoT), mittaustekniikat ja automaatio lisääntyvät jatkuvasti kiihtyvällä vauhdilla. Energiankeräämisellä katsotaankin olevan erittäin suuri kaupallinen potentiaali tulevaisuudessa.

Energiankeräystä käytettäessä antureille tuotetaan käyttöenergia ympäristössä kuten esimerkiksi valosta, värähtelystä, mekaanisesta liikkeestä, lämpötilaeroista ja RF-signaaleista. Tällä tavoin voidaan käyttää uusiutuvaa ja saasteetonta tai muuten hukkaan menevää energiaa anturien käyttövoimana. Teknologia on osittain uutta ja siihen on maailmanlaajuisesti jatkuvasti kasvavaa mielenkiintoa teollisuuden ja elinkeinoelämän piirissä. Tämä teknologia lisää yritysten kilpailukykyä tuomalla entistä parempia tuotteita markkinoille.

Käytettäessä paikallisesti saatavaa energiaa sähköjohtojen ja paristojen määrää voidaan vähentää ja laitteiden käytettävyyks paranee, mikä lisää tuotteiden kilpailukykyä. Laitteiden turvallisuus ja huoltovarmuus kasvavat, huoltokustannukset pienenevät, saadaan pienemmillä kustannuksilla enemmän tarpeellista informaatiota ja laitteiden käyttömukavuus lisääntyy. Kun kertakäyttöisiä vaihdettavia paristoja korvataan energian louhinnalla, ympäristön kuormitus vähenee merkittävästi ja säästetään raaka-aineissa. Tuotteisiin voidaan myös lisätä uutta toiminnallisuutta, jota kilpailijoiden on vaikea kopioida.

Anturin langattomuuden vaatima energiaomavaraisuus voidaan toteuttaa yksinkertaisimmillaan paristolla. Se saattaa olla paras ratkaisu, jos energiankulutus on pieni, antureita on kohtuullinen määrä ja ne sijaitsevat siten, että pariston vaihto on helppoa. Jos saatavilla on valoa tai muuta sähköksi muutettavissa olevaa energiaa, voidaan tätä energiaa kerätä ja käyttää tarvittavaan anturointiin ja tiedon lähettämiseen. Energiaa on harvoin käytössä jatkuvasti tai tehon tarve voi ylittää hetkellisen saatavan tehon määrän. Tällöin energiaa voidaan kerätä varastoon ja käyttää vasta sitä tarvittaessa. Varastointikomponentteina kyseeseen tulevat ladattavat akut ja superkondensaattorit. Valinta näiden välillä voidaan tehdä perustuen tarvittavaan energia- ja tehomäärään, hintaan, kestoikään ja ympäristöystävällisyyteen.

Tampereen yliopistossa on kehitetty pieniä, taipuisia ja ympäristöystävällisiä superkondensaattoreita. Superkondensaattoreissa energia varastoidaan sähkökenttään. Ne muistuttavat akkuja, mutta energian latautuminen ja purkautuminen eivät edellytä sähkökemiallisia reaktioita. Tämän ansiosta niiden tehotehoisuus, elinikä ja käyttökelpoinen lämpötila-alue voivat olla selvästi parempia kuin akuilla.

Koska energiaomavaraisten järjestelmien edullisuus on sovellusten laajamittaisen käytön kannalta oleellista, hyödyntävät Tampereen yliopiston superkondensaattorit edullisia materiaaleja ja valmistustekniikoita. Siksi komponenttien rakenteet on valittu niin, että niiden valmistaminen on mahdollista painotekniikalla. Materiaalivalinnoissa on otettu huomioon mahdollisuus kierrätykseen tai hävittämiseen polttamalla.

Superkondensaattorit valmistetaan kartonki- tai polymeerialustoille. Muina materiaaleina käytetään metallikalvoja, hiiltä, paperia, biopolymeeri kitosaania ja suolavettä. Joissakin tapauksissa sähkönjohtavuutta parannetaan hopeamusteella ja energiatehokkuutta johtavien polymeerien soveltamisella. Komponenttien pinta-ala on muutama neliösenttimetri ja paksuus alle millimetri. Valmistettujen superkondensaattorien varauskyky on selvästi suurempi kuin vastaavan kokoisilla perinteisillä kondensaattoreilla on saavutettavissa.

Superkondensaattoreita käytettäessä tarvitaan käytännössä aina varsinainen energialähde, jonka tuottamaa energiaa superkondensaattori varastoi. Varastoinnin lisäksi superkondensaattoria voi hyödyntää antamaan energiaa tehohuipuissa, joihin energiakeräin ei pysty vastaamaan.

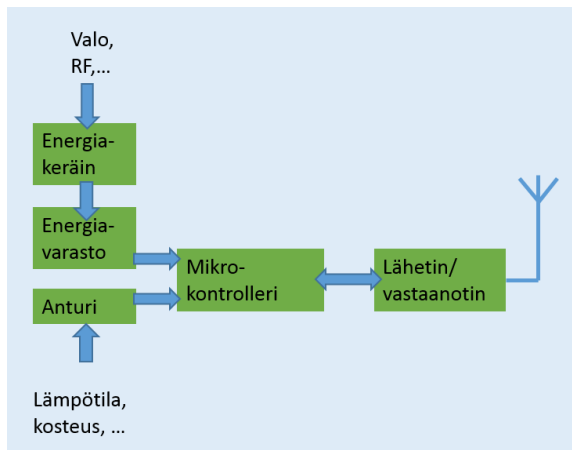
Pienet, ympäristöystävälliset energiavarastot yhdessä energiakeräimen kanssa voivat korvata akkuja ja paristoja ja siten ratkaista miljardien ongelmallisia materiaaleja sisältävien komponenttien aiheuttaman jäteongelman.

Tampereen yliopistossa on käynnissä sekä kansallisia että kansainvälisiä hankkeita, joissa tutkitaan ja kehitetään energiankeräystä ja -varastointia. Projekteissa on mukana myös teollisuusosapuolia. Valon, värähtelyn, mekaanisen liikkeen, lämpötilaerojen ja RF-signaalien energia muunnetaan sähkömagneettiseksi energiaksi. Tällä tavoin saadaan energiaa sensoreiden käyttövoimaksi. Kehitystyössä on mukana myös useita muita tutkimusosapuolia. Tieteellinen ja tekninen osaaminen siirretään kaupalliseen käyttöön teollisuuden tuotekehitysprojektien kautta.

Energiankeräys ja -varastointi on laaja-alainen tekniikan alue ja se voi tarjota uutta liiketoimintaa suurelle määrälle suomalaisia yrityksiä eri aloilla kuten raskaiden koneiden valmistus, kuljetusvälineet, sähkölaitteet, palveluliiketoiminta, kunnonvalvonta, mittaustekniikan valmistus, automaatiotekniikka, ICT, lääketieteelliset laitteet, hyvinvointitekniikka, kulutuselektroniikka ja turvallisuussovellukset.

Elektroniikan kehitys on tavattoman nopeaa. Laskenta ja tiedonsiirto ovat nopeutuneet ja halventuneet ratkaisevasti. Lisäksi myös niiden tehonkulutus on pienentynyt murto-osaan kymmenen vuoden takaisesta. Tämä tekee käytännössä mahdolliseksi energiaomavaraisten langattomien järjestelmien toteuttamisen teollisessa mittakaavassa eli IoT-tekniikoiden hyödyntämisen.

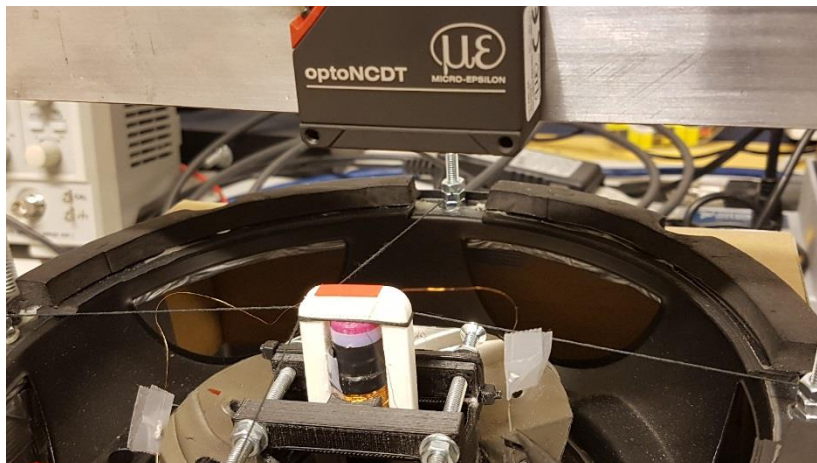
Anturitekniikka on kehittynyt samoin. Uusiin materiaaleihin ja epäsuoriin menetelmiin perustuva mittaaminen mahdollistaa datan keräämisen edullisemmin ja monipuolisemmin. Tekoäly ja koneoppiminen hyödyntävät kerättyä massiivista datajoukkoa antaen mahdollisuuden luoda uusia kunnossapidon ja valvonnan sovelluksia.



Energiaomavarainen anturi



Taipuisa superkondensaattori energiavarastoksi



Induktiivisen energiankeräyksen testilaite



Puettava langaton anturi biosignaalin mittaukseen