

IoT & 5G

5G-VERKOT TUOVAT
MIKRO-OPERAATTORIT

IoT-kortit ja
tietoturva

Tuotekehittäjän
oskilloskoopit

Komentosarjakielet
sulautettuihin

SUOMI TUTKII

YLI 65 € TILAUS:
MAKSUTON TOIMITUS
DIGIKEY.FI



LISTA: MESSUT JA TAPAHTUMAT

Mahdollistamme innovaationsiTM

Konseptista tuotantoonTM

YLI 1 300 000
TUOTETTA
VARASTOSSA

0800 115 281
DIGIKEY.FI

YLI 65 € TILAUS:
**MAKSUTON
TOIMITUS!**

Digi-Key[®]
ELECTRONICS

4,8 MILJOONAA OSAA NETISSÄ | YLI 650 ALANSA JOHTAVAA TOIMITTAJAA | 100 % VALTUUTETTU JÄLLEENMYYJÄ

*Kaikkiin alle 65 €:n tilauksiin lisätään toimitusmaksu 18,00 €. Kaikki toimitukset lähetetään UPS:llä, toimitus 1-3 päivässä (määränpäästä riippuen). Ei käsittelymaksuja. Kaikki hinnat on ilmoitettu euroissa ja niihin sisältyy tullimaksut. Jos tästä maksusta on poikettava tuotteen painon tai erityisten olosuhteiden vuoksi, asiakkaaseen otetaan yhteys ennen toimituksen lähetystä. Digi-Key on kaikkien toimittajiensa valtuutettu jakelija. Uusia tuotteita lisätään päivittäin. © 2016 Digi-Key Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA

ecia
MEMBER

ecs
member

CEDM

PÄIVITTÄIN + VIIKOITTAIN + LEHTENÄ



www.uusiteknologia.fi



Teollinen internet ja 5G tuovat uudet liiketoimintamallit. Lue sivulta 20 kuinka Oulun yliopiston CWC:n tutkijat ovat mukana 5G-kehityksessä. Tässä lehdessä myös laaja IoT-osuus sivuilla 26-40.

20 SUOMI TUTKII: 5G tuo mikro-operaattorit

Viidennen sukupolven matkaviestinverkkojen uskotaan synnyttävän uudenlaista liiketoimintaa IoT-järjestelmistä paikallisiin mikro-operaattoreihin. Lue tietopaketti kehitteillä olevasta 5G:stä ja IoT-ratkaisuista. Sivut 20-24

9 Suomi testaamaan robottilaivoja

Liikennevirasto Trafi tukee robottilaivojen testipilotin toteutusta, myös Suomessa. Vastaavia kokeiluja on käynnissä eri puolilla maailmaa.

10 JOT ja Okmetic kiinalaisille

Suomalainen piikiekkovalmistaja Okmetic ja Veikko Lesosen tuotantotekniikkaa tekevä JOT Automaatio myydään kiinalaisille. Työpaikkojen luvataan säästävän Suomessa.

Nykyaikainen oskilloskooppi on kuin tietokone, jota ohjataan kosketusnäytöltä ja uusimmissa jopa sormielein. **Sivu 41.**

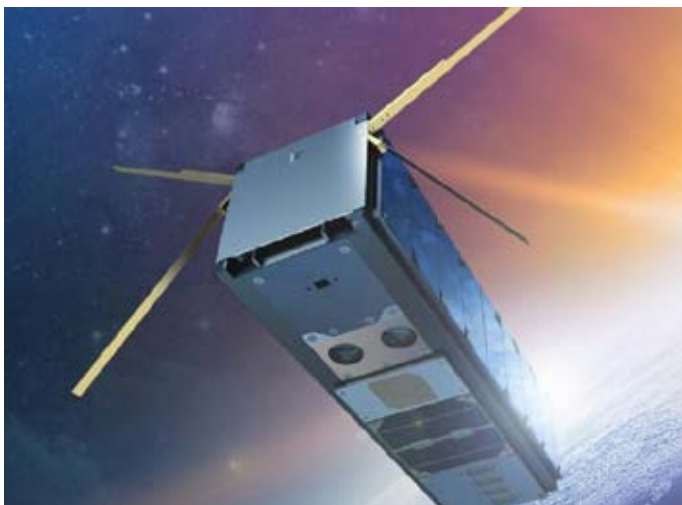


11 Suomalaisyritys piensatelliitteihin

Reaktor ja Aalto-yliopiston satelliittitiimi perustavat yrityksen, joka keskittyy piensatelliitteihin. Tavoitteena on luoda avaruusliiketoiminnasta uutta vientiteollisuutta Suomeen.

12 Hiukkasongelmia 3D-tulostuksessa

Työtehoseura selvitti 3D-tulostimien hiukkas päästöjä. Kunnon ilmanvaihto ja kotelointi ovatkin tarpeen. Alue kiinnostaa, sillä ensimmäisillä 3D-tulostusmessuihin Vantaalla tutustui yli tuhat kiinnostunutta.



Pienikokoiset minisatelliitit tuovat avaruustekniikan soveltamisen aivan uudelle tasolle. Suomeen ollaan perustamassa piensatelliittien kehittämiseen uutta yritystä. Lisää aiheesta luettavissa sivulta 11.



Nokia on edelleen Suomen suurin patenttija, mutta myös muut uuden teknologian yritykset kuten Suunto ovat aktiivisia tuotekehityksessään. Yrityksen urheilukellot tehdään Vantaan tehtaalla. Lisää alkaen sivulta 14.

18 Teknologiaavienti haraa edelleen

Teknolohiateollisuuden vienti takkusi edelleen alkuvuodesta, vaikka myös ilonaiheita voi löytää. Tilausmäärät ovat myös nousussa, mutta silti liian pieniä nostaakseen Suomen investointilamasta.

26 IoT-kehitys liikkeelle koejärjestelmillä

Teollisen internetin laitteissa on vähintään yksi mikro-ohjain tai muu suoritin. Siksi halpa koe kortti antureineen ja langattomine yhteyksineen on hyvä lähtökohta IoT-toteutukselle.

32 Mittaamalla IoT-akut kestävät pidempään

Langattomien IoT-antureiden ongelma on rajallinen akkuteho. Avuksi tarvitaan uusia mittauskeinoja, kertoo Keysightin Carlo Canzian artikkelissaan.

36 IoT-tietoturva on ratkaistavissa

Teollisen internetin maailmassa tietojen pitää liikkua koneilta koneille suojatusti ja tietoturvan pitää olla kunnossa. Siihen on olemassa jo käytännön ratkaisuja.

41 Tuotekehittäjän huippuskoopit

Oskilloskooppi on edelleen elektroniikkaa ja tietoliikennejärjestelmiä kehittävän hyödyllisin perustyökalu. Lue miten huipputasen oskilloskoopit toimivat ja mitä on tarjolla.

46 Kommentosarjakielen sulautettuihin

Uusissa sulautetuissa ratkaisuissa Linux suosittu käyttöjärjestelmä. C-koodin optimoinnin sijasta on usein helpompi käyttää työkaluna erilaisia komentosarjakieliä.

50 Kankaisiin antureita ja vuorovaikutteisuutta

Uudet sähköä johtavat materiaalit, nanotekniikka ja joustavat elektroniikka integroituvat saumattomasti kankaiden rakenteisiin. Suomalainen Leelu kehittää jo vuorovaikutteisia tekstiilituotteita.

52 Suomi tutkii

Tekes jatkaa omia ohjelmiaan ja projekti kohtaisia rahoitustaan Shok-yhtiöille. Listasimme tärkeimmät tiedot Tekes-ohjelmista ja Shok-yhtiöistä.

54 Kaikki tärkeimmät teknologiamessut

Messutapahtumia riittää edelleen lähes entiseen tahtiin Tässä tiedot yli 25 messusta lähikuukausista ensi vuodelle. Tämä kannattaa tulostaa suunnittelua varten.



IoT-liitäntöjen kehittämiseen on tarjolla kymmeniä korttituotteita. Lisää sivulta 38 alkaen.

VAKIOT

6 Pääkirjoitus, Jari Peltoniemi

17 Kolumni, Jyrki Penttinen

55 Uutuudet, Veijo Hänninen

62 Digidigi

63 Tulossa

Suomi tarvitsee uutta teknologiaa

Uusimman teknologian hyödyntäminen on tarpeellinen keino kehittää suomalaista yhteiskuntaa. Suomalainen vientivetoinen teollisuus tarvitsee uusinta tekniikkaa ja lisää tutkimusta ja tuotekehitystä.

Suomessa tehdään nykyisin aiempaa vähemmän tuotteita, mutta moni muualla valmistettava laite tai järjestelmä suunnitellaan ja tuotannollistetaan Suomessa. Ja erikoislaitteet ja koneet valmistetaan vielä Suomessa.

Uuden tekemisen robotiikka, digitaalisuus, IoT ja teollinen internet ovat toimivia keinoja kehittää uusia vientituotteita tai tehostaa omaa toimintaamme. Teollisessa murroksessa Suomi tarvitsee radikaalejakin päätöksiä tutkimuspanostuksissa.

Uuden kehittämisestä ei silti kannataisi leikata vaan panostaa lisää. Leikkausten värittämässä tilanteessa ehdotus innovaatioasetelistä on toimiva kiihoke pienille ja keski suurille yrityksille ostaa tutkimusta. Innovaatioasetelit toisivat myös kaivattua tutkittavaa kotimaisille tutkimuslaitoksille ja korkeakouluille.

Uuden tutkiminen ja tuotekehitys tarvitsevat aina oikeita yhteistyötahoja. Siihen kansalliset ja EU:n tasoiset tutkimusohjelmat tarjoavat loistavan paikan verkottua. Nyt kun strategisten huippuosaamisen keskittymien rahoitus on muuttumassa, niistä ovat jäämässä jäljelle Fimecc & Digile, Clic ja Salwe. Tulevaisuudessa yhtiöt hakevat rahoitusta muiden tutkimustahojen tapaan projektikohtaisesti.

Suomessa ei ole ollut vuosiin suomenkielistä uuden tekniikan kehittäjiin keskittyvää ammattilehteä. Nyt sellainen on edessäsi, vieläpä Snellmanin eli suomalaisuuden päivänä (12.5.). Uusiteknologia.fi ilmestyy aikakauslehden lisäksi kaikissa muissakin median muodoissa aina netistä someen ja tapahtumista uuden tekniikan workshoppeihin.

Ilmoittajille Uusiteknologia.fi tarjoaa uuden tietokanavan suomalaisiin suunnittelijoihin, komponenttien, laitteiden, ohjelmien ja materiaalien hankkijoihin. Siksi nyt kannattaa tulla mukaan. Nostetaan Suomi nousuun - uusimman teknologian avulla.

Jari Peltoniemi



1. vuosikerta, 1-2x vuodessa

TOIMITUS

Päätoimittaja Jari Peltoniemi

Puhelin: (09) 428 93214

Sähköposti:
jari.peltoniemi@uusiteknologia.fi

Toimitustyöryhmä:

Krister Wikström, elektroniikka,
sulautetut ja mittaus
Tomi Engdahl, ohjelmointi ja
tietoturva

Veijo Hänninen, tuotteet ja
nanobitit.fi

Jari Peltoniemi, toteutus ja
sähköiset palvelut

Sähköposti:
toimitus@uusiteknologia.fi

Internet:
www.uusiteknologia.fi

MEDIAMYYNTI

Teknologiamediat Oy

Puhelin: (09) 428 93214

Sähköposti:
ilmoitukset@uusiteknologia.fi
media@uusiteknologia.fi

LÄHETÄ TIETOA

Uusiteknologia.fi ottaa vastaan mielellään tiedotteita ja kuvia uuden teknologian yrityksistä ja tuotteista toimitukselliseen käyttöön.

Uusiteknologia.fi ei vastaa tilaamattoman materiaalin säilyttämisestä tai palauttamisesta. Tarjottua tai tilattua aineistoa voidaan käyttää sähköisissä ja painetuissa lukutuotteissa. Uusiteknologia.fi ei voi vastata artikkelien virheellömyydestä, mutta pyrkii niissä suureen luotettavuuteen.

JULKAISU

Uusiteknologia.fi on julkaistu verkossa sähköisenä näköislehtenä Issuu- ja pdf-muodoissa.
ISSN 2343-1571

JULKAISIJA

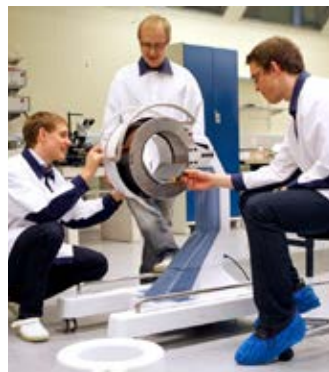
TEKNOLOGIAMEDIAT oy

Innovaatioaseteli käynnistäisi tutkimuskoneen

Hallitus on päättänyt toteuttaa koekielun uudenlaisesta innovaatio- ja palvelusetelistä osana yrittäjyyspakkettia.

Innovaatio- ja palvelusetelillä mikro- ja pk-yritysten voivat hankkia tutkimus- ja tuotekehityspalveluita tutkimuslaitoksista tai korkeakouluista.

Yritys voisi saada valtiolta setelin, jolla se voi ostaa tutkimus- ja kehittämispalveluita korkeakoululta tai tutkimuslaitokselta.



Kuva: Aalto-yliopisto

Seteli olisi arvoltaan noin 5 000 euroa, joten se voi toimia vain sytykkeenä tutkimustoiminnan aktivoimiseen.

Ammattikorkeakoulujen rehtorit odottavat innovaatioasetelin tuovan heille lisämahdollisuuksia.

Tutkimustoiminnan kasvattamiseen on pyritty myös Tekesin palkkatuella, mutta kaikki uudet keinot kannattaa käyttää kotimaisen tutkimuskoneen käynnistämiseen.

mouser.com

The Newest Products for Your Newest Designs®



The widest selection of the newest products.

Over 4 million products from over 500 manufacturers.

Authorised distributor of semiconductors
and electronic components for design engineers.



**MOUSER
ELECTRONICS**

KUTSU

Arrow
Global Village

IoT
SUMMIT

2016

Arrow IoT Summit tuo yhteen yritykset,
huippupuhujat ja asiantuntijat 19.5.2016.



Koko IoT-ekosysteemi saman katon alla.

Osallistuminen on maksutonta ilmoittautuneille.

IoT Summit (Internet of Things) tuo yhteen yritykset,
huippupuhujat ja asiantuntijat keskustelemaan ja
kehittämään esineiden internetiä Suomessa.

Kaikki IoT:sta kerralla

Varmista paikkasi yhdessä vuoden merkittävimmistä tapahtumista liiketoimintasi kannalta. Liity ekosysteemiin, joka kokoaa yhteen seminaareja, huippupuhujia ja guruja sekä yli 40 alan toimijaa. Arrow IoT Summit tarjoaa ainutlaatuisen tilaisuuden tutustua uusimpiin teknologioihin ja ratkaisuihin sekä Suomen kovimpiin IoT-osaajiin.

Arrow IoT Summit 2016

Torstaina 19.5.2016 klo 8–22

Rantasipi Airport Congress Center, Vantaa

Ilmoittaudu: www.iotsummit.fi

Marc Jadoul

Market Development
Director
Nokia



Greg Peake

Industrial Applications
Manager, Texas Instruments



Rami Avidan

Managing
Director IoT
Tele2 Group



Huipputason puhujia

Tapahtumassa esiintyy useita kiinnostavia puhujia, kuten Nokia Oyj:n IoT liiketoiminnasta vastaava **Marc Jadoul**.

Saat näkemyksen mm. siitä, miten tietoturva huomioidaan IoT-ratkaisuissa. Osallistu ja kartoita kaikki toimijat kätevästi yhdestä paikasta. Tervetuloa!

Koko päivä täynnä vankkaa ohjelmaa, huippupuhujia ja verkostoitumista – veloituksetta*.
Lue lisää ja ilmoittaudu: www.iotsummit.fi

*Tapahtumaan osallistuminen edellyttää ilmoittautumista.



Suomi testaamaan robottialuksia

Merenkulussa automaatio on ollut ohjauksissa ja konejärjestelmissä jo arkipäivää, mutta tulevaisuudessa uutta tulevat olemaan kuvan Roll-Roycen tyyliset etäohjatut tai kokonaan automaattisesti liikkuvat alukset. Trafi ilmoitti huhtikuussa tukevasa testipilotin toteutusta Suomeen.

Eri puolilla maailmaa on jo käynnissä useita kokeiluja etäohjattujen tai automaattisesti ohjautuvien alusten kehittämiseksi. Nyt vastavia kokeiluja halutaan Suomeen. ”Meillä Suomessa on käynnissä Rolls Roycen vetämä AAWA-hanke, jonka toteutusta Trafikin tukee. Haluamme mahdollistaa muutkin tällaiset kokeilut, jos ja kun kiinnostuneita ilmaantuu”, lupasi pääjohtaja Kari Wihlman Trafikin Meri2016-seminaarissa.

Seuraava suuri kehitystrendi merenkulussa onkin digitaalisaation laaja hyödyntäminen. Alue on tärkeä, sillä meriliikenne on yksi Suomen kilpailukuvun keskeisistä tekijöistä. Pysyäkseen kilpailukykyisenä meriteollisuuden on kehitettävä tuotteitaan ja pystyttävä luomaan uusia innovaatioita.

Meriteollisuuden toimialajärjestö tiivistävät tutkimusyhteistyötään Aalto-yliopiston kanssa. Myös muissa yliopistoissa tehdään laajalti

tutkimusta aina arktisesta tekniikasta kuvan etäohjattaviin rahtialuksiin asti.

Hyvä esimerkki on Tampereen yliopiston TAUCHI-tutkimuskeskus, joka on tehnyt tutkimuskeskus VTT:n kanssa visioyhteistyötä Rolls-Roycen miehittämättömien rahtilaivojen etäohjauksesta. Yksi aktiivisimpia on ollut Suomessakin toimiva Rolls-Royce.

Rolls-Roycen mukaan lähitulevaisuudessa pienet 7–14-henkiset miehistöt valvovat ja ohjaavat eri puolilla maailmaa autonomisesti liikkuvia laivoja. Miehistöt valvovat aluksia ja niiden ympäristöä interaktiivisten älynäyttöjen, puheentunnistusjärjestelmien, hologrammien ja valvontalennokkien avulla.

Ensimmäisiä autonomisten alusten demonstraatioita on luvassa jo tällä vuosikymmenellä. Tehokas etäohjauskeskus on oleellinen osa suunnitelmaa rakentaa autonomisia, etäohjattavia laivoja. Yrityk-

sen tavoitteena on rakentaa tämän vuosikymmenen loppuun mennessä kaupallinen koealus etänä valvottavasta autonomisesta laivasta.

”Kartoitamme keinoja, joilla maissa työskentelevät miehistöt voisivat saada ohjauskeskuksen välityksellä hyvän tuntuman siitä, mitä merellä tapahtuu”, kertoo Iiro Lindborg Suomen Rolls-Roycesta. Etäohjauksessa tavoitellaan todellista ohjaustuntemusta. ”Jos esimerkiksi nykymekaanikko voi kuulemalla tietää moottorinsa tilan, niin etäohjauskeskuksessa olisi hyvä pystyä samaan”, sanoo erikoistutkija Mikael Wahlström VTT:ltä.

Autonomisesti toimiva laiva ei tee ihmistä tarpeettomaksi, toisin kuin joskus väitetään, sanoo VTT:n johtava tukija Eija Kaasinen. ”Miehittämättömiä aluksia on tarkkailtava ja ohjattava, mikä tarkoittaa uudenlaisia töitä, tehtäviä, työkaluja ja työympäristöjä”, Kaasinen taustoitaa muutosta.

PKC siirtymässä elektroniikan yhteisyritykseen

PKC Group neuvottelee elektroniikkaliiketoimintojen siirtämisestä yhteisyritykseen aasialaisen sopimusvalmistajan kanssa. Vielä nimeämätön yritys on tulossa yhtiön enemmistöomistajaksi. Yrityksellä on kokemusta erityisesti terveydenhuollon laitteiden sopimusvalmistuksesta. Yhteisyritys on tarkoitus PKC:n mukaan saada toimintaan ensi vuoden ensimmäisellä neljänneksellä.



Pienkoptereita laivojen päästömittauksiin

Laivojen kiristyviin mustan hiilen päästö määräyksiin on varauduttava entistä paremmin. Uusien mitausmenetelmien lisäksi Suomessa kokeillaan myös pienoiskoptereita ympäristöpäästöjen mittaamiseen. Uusien keinojen kehittämisessä ovat mukana suomalaisyritysten lisäksi VTT, Ilmatieteen laitos, Turun ja Tampereen teknillinen yliopisto.

Arrow paikkaa IoT Summitilla

Mittaus & testaus -näyttely ja toukokuuksi suunniteltu Reset-tapahtuma peruuntuvat. Niiden poisjääntiä korvaa Arrowin uusi IoT Summit, joka järjestetään 19. toukokuuta Rantasipi-hotellissa lähellä Helsinki-Vantaan lentoasamaa. Mukana on viitisenkymmentä Arrowin päämiestä tuotteineen ja laaja seminaaritarjonta.

Nokia tukee Suomen tutkimusta

Nokia lahjoittaa suomalaisille yliopistoille yli kaksi miljoonaa euroa ja ilmoittaa jatkavansa tiivistä tutkimusyhteistyötä yliopistojen kanssa. Yrityksen tutkimus- ja tuotekehitykseen kohdistuvien leikkausten takia Nokian uskotaan leikkaavan myös Suomen tutkimuspanostuksiaan.



IoT-kehittäjä Bittiumin kehitysjohtajaksi

Oululainen Bittium (entinen EB, Elektrobit) on nimitänyt IoT-kehityksestä vastanneen DI Sami Kotka-juuren koko yrityksen liiketoiminnan kehittämiseksi vastaavaksi johtajaksi. DI Klaus Mäntysaari on nimetty Bittiumin Connectivity Solutions -tuote- ja palvelualueen johtajaksi.

Forssalaiselektroniikkaa taivaalle

Forssalainen DA-Designin elektroniikkaa oli mukana Euroopan avaruusjärjestön Sentinel-1B -tutkasatelliitissa, joka laukaistiin avaruuteen Kouroun avaruuskeskuksesta. Sojuz-raketissa oli mukana myös kolme minisatelliittia.



Suomi aloittaa ohjelmointiopetuksen

Suomessa ohjelmoinnin opetus tulossa alakouluissa käyttöön seuraavan lukuvuoden alkaessa syksyllä 2016. Nyt Suomalainen Tabletkoulu yhdistää voimansa hollantilaisen ohjelmointikustantaja Bomberbotin kanssa oppimateriaalien tuottamiseksi.

JOT Automation uusiin käsiin

Oululainen elektroniikan tuotantolaitteita valmistava Jot Automation siirtyy kiinalaiselle Wuxi Lead Intelligent Equipment CO., LTD:lle. JOT:n perustaja Veikko Lesonen myy yrityksen jo toistamiseen. Edellisen keran JOT myytiin vuonna 2002 yhteen oululaisen Elektrobitin kanssa.



Suomalaiskiekot siirtyivät kiinalaisomistukseen

Vantaalla piikiekoja valmistava Okmetic siirtyy kiinalaisomistukseen. National Silicon Industry (NSI) on on tehnyt tarjouksen ja Okmeticin suurimmat omistajat ovat hyväksyneet jo kaupan. Okmetic on keskittynyt anturi- ja muihin erikoissovellusten piikiekkoihin.



3D-tulostin erikoiskäyttöön

Planmeca on kehittänyt 3D-tulostimen hammaslaboratorioille ja -klinikoille.

Planmeca'n Creo-3D-tulostin käyttää Texas Instrumenssin videoheittimiin kehittämää DLP-peilipiiritekniikkaa (Digital Light Processing). Tulostimella voidaan valmistaa esineitä UV-valolla kovettavasta hartsista.

”3D-tulostus on kasvava tulevaisuuden ala, joka auttaa hammaslaboratorioita ja klinikoita laajentamaan tuotantokapasiteettiaan ja tehostamaan toimintaansa”, toteaa Jukka Kanerva, Planmeca'n

hoitokone- ja CAD/CAM-divisioonan johtaja.

3D-tulostimella voidaan tehdä hammasmallien ja purentakiskojen lisäksi leikkausohjureita. Tulevaisuudessa käyttösovellukset laajenevat ja yrityksen mukaan tulostinta voidaan käyttää muidenkin tarkkuutta vaativiin hammashoitovälineiden, kuten väliaikaisten paikkojen ja ortodontisten mallien valmistamiseen.



Sähköisistä hyötyajoneuvoista uusi vientivaltti

Tekesin viime vuonna päättyneessä EVE-ohjelman ECV (Electric Commercial Vehicles) -osuudessa luotiin perustaa sähköisten hyötyajoneuvojen kehittämiseksi. Suomessa valmistetaan sähköbussien lisäksi laajassa mitassa työkoneita ja erikoisajoneuvoja.

Vientiin on tarjolla myös sähköajoneuvojen komponentteja. Esimerkkeinä potentiaalisista vientituotteista ovat täyssähköiset Linkkerin kaupunkibussit, Kalmarin konttilukit ja Visedon voimalinjaratkaisut.

”Suomalaisen työkonealan kone-, komponentti- ja huoltoliiketoiminnan kotimarkkinat ovat erittäin rajalliset tuotantoon nähden”, toteaa ECV-verkoston koordinaattori, projektipäällikkö Mikko Pihlatie VTT:ltä.

VTT:n lisäksi mukana tutkimuslaitoksen lisäksi muun muassa Helsingin seudun liikenne, Linkker, Transdev, Visedo, Cargotec, Espoon kaupunki, sekä Aalto-yliopisto, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Tampereen teknillinen yliopisto ja Vaasan yliopisto.

ABB otti IoT:n ja anturit käyttöön



Helsingin lisäksi ABB:llä on toinen valvontakeskus Billingstadissa Norjassa. Niistä voidaan muodostaa yhteys yli 600 alukseen. Uusia vastaavanlaisia keskuksia on suunnitteilla Aasiaan ja Yhdysvaltoihin vuoden 2016 aikana.

ABB on perustanut Helsingin Vuosaaren laivojen etävalvontakeskuksen (Integrated Operations Center), josta pilvipalveluiden avulla voidaan etänä valvoa kaikilla maailman merillä kulkevia aluksia. Uusi keskus on käytännön esimerkki teollista internetin hyödyntämisestä

laivoissa.

Keskus on suorassa yhteydessä myös laivanomistajien maatoimintoihin ja tukee ongelmatilanteissa, kunnossapidon suunnittelussa ja alusten suorituskäytön vertailussa. Uusi keskus palvelee niin matkustaja-, rahti- kuin jäissä kulkevia

aluksia.

Alusten anturit ja ohjelmistot lähettävät satelliittiyhteyden kautta tietoja laitteista ja suorituskäytöstä. Pilvipalveluiden kautta kerättyyn dataan yhdistetään myös manuaalisesti kerätty kunnonvalvonnan tieto.

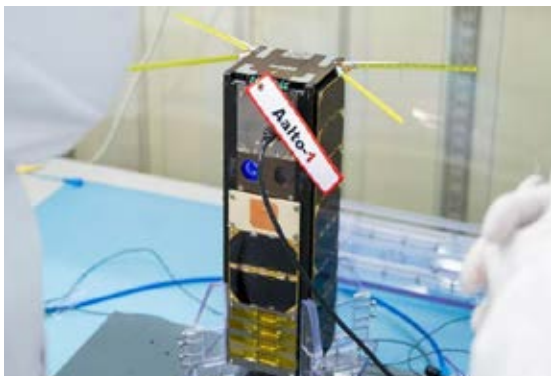
Aallon innovaatoritehdas esittää

Perinteinen Aalto-yliopiston opiskelijoiden tuotekehityskurssin tulokset esitellään Espoon Otaniemessä toukokuun 20. päivä. Opiskelijat ovat ideoineet, koodanneet, sahanneet ja hikoilleet syksystä lähtien yritysten asettamien tuotekehityshaasteiden parissa. Esille tulee bioajan traktori ja antureiden kalibrointijärjestelmä.



Tuotesuunnittelukurssin viime vuoden opiskelijoita projekteineen. Kuva: Aino Huovio / Aalto-yliopisto.

Suomi tekemään piensatelliitteja



Piensatelliittien kysyntä on kasvanut viime vuosien aikana räjähdysmäisesti ja avaruustekniikan uudet käyttökohteet tuovat liiketoimintaa Suomeen.

Reaktor ja Aalto-yliopiston satelliittitiimi perustavat uuden yrityksen, joka keskittyy uudenlaisiin piensatelliitteihin. Tavoitteena on luoda avaruusliiketoiminnasta uutta vientiteollisuutta Suomeen.

Uuden yrityksen avulla Reaktor pystyy ohjelmistokehityksen lisäksi myös rakentamaan satelliitin alusta loppuun asti. Reaktor Space Lab Oy keskittyy pienikokoisten satelliittien suunnitteluun, rakentamiseen ja testaamiseen.

”Nyt liitymme niiden harvojen toimijoiden joukkoon, jotka voivat valmistaa satelliitin alusta loppuun asti”, sanoo Reaktorin satelliittitoiminnosta vastaava johtaja Juha-Matti Liukkonen.

Aalto-1-satelliitin kehittänyt tiimi on mukana uudessa yrityksessä. Uuden yrityksen johdossa aloittaa tohtoriopiskelija Tuomas Tikka, jonka mukaan pienien nanosatelliittien kaupallistaminen on Suomen kannalta merkittävä asia.

IoT-anturit käyttöön

Vuokrayhtiö VVO kokeilee Digitan kanssa vuokra-asuntojen lämpötila- ja kosteustiedon keräämistä uusimman LoRa-anturiverkon avulla. Pilotinjakson jälkeen antureita lisätään mahdollisesti myös muihin kohteisiin. Paristokäyttöisiä antureita on helppo asentaa eikä keskusyksiköitä tarvita. Paristot kestävät useita vuosia, joten kiinnityksen jälkeen anturit voi käytännössä unohtaa,

Tuotanto palaa Eurooppaan

Konesalibuumi ja logistiikka kannustavat valmistamaan palvelinmikroja lähempänä markkinoita. Kiinalainen Lenovo ilmoitti toukokuussa siirtävänsä x86-palvelinten tuotantoaan Kiinasta Unkariin. Lenovon valmistuskumppani on Flextronicsille, jonka tehtaalla Särvarissa tuotanto käynnistyy tulevana kesänä.

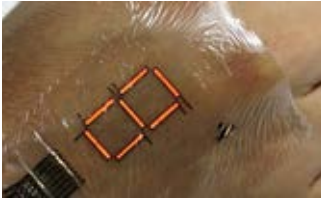
Qt sai nimekkäitä omistajia

Vuosikymmen sitten Microcell-käynnäköyrityksellään kohauttanut Jyrki Hallikainen on suurin yksittäinen henkilöomistaja entisessä Nokian Qt-alustaa hallinnoivassa Qt Group Oy:ssä. Pörssiin noteeratun yrityksen muita omistajia ovat Ingmanin kehitysyhtiö ja eläkevakuutusyhtiö Ilmarinen.



Oululaisten radiot talviolympialaisiin

Oulun yliopiston Centre for Wireless Communications (CWC) on valittu toteuttamaan ja demonstroimaan 5G-mobiiliteknologioita Korean talviolympialaisten yhteydessä vuonna 2018 PyeongChangissa. Suomalaisten roolina on kehittää tarvittavat 5G-radiotekniset ja integroida ne osaksi koeverkkoa.



Iholle ledejä ja oled-näyttöjä

Elektroniikan integrointi ihmiskseen lääketieteeseen ja urheilijoiden käyttöön kiinnostaa ympäri maailmaa. Tokion yliopiston tutkijat ovat nyt kehittäneet ohuen kahden mikrometrin joustavan suojakerroksen, johon voidaan valmistaa ultraohuita ja joustavia näyttöjä ja muita elektroniikkarakenteita.

Kevyempiä ja pienempiä muuntajia

Sandia National Laboratoriesin tutkijat ovat kehittäneet uuden keinon tehdä magneettista materiaalia. Uusista ominaisuuksista johtuen uudenlaiset rautanitridimuuntajat voidaan tehdä paljon kompakteimmiksi ja kevyemmiksi kuin perinteiset muuntajat, ja paremmalla tehon käsittelykyvyllä ja hyötysuhteella. Ne toimisivat pelkällä ilmajäähdytyksellä.

Valo tuo petahertsien nopeudet

Yhä nopeampaan elektroniikkaan pyrittäessä tutkijat hakevat apua valosta. Uusimmat mittaustulokset antavat jopa viitteitä, että elektroniikka ja fotonikka voisivat toimia petahertsien nopeuksilla. Esimerkiksi äskettäin keksittiin uusi tapa mitata ilmiötä ja tultiin kehittäneeksi uusia laiterakenteita nanomittakaavan optoelektronikalle, kuten vain kymmenen nanometriä paksun valoilmalaimen.

Yksisuuntainen Wifi säästäisi energiaa

Washingtonin yliopiston tutkijat ovat luoneet passiivisia Wifi-verkoyhteyksiä, jotka kuluttavat tuhat kertaa vähemmän tehoa kuin nykyiset energiatehokkaat langattomat ratkaisut. Tosin järjestelmä on yksisuuntainen, mutta tekniikkaa voitaisiin käyttää esimerkiksi tulevaisuuden IoT-anturiratkaisuihin.

Lisää: www.nanobitteja.fi



Kuva: CES2015

Hiukkaspäästöjä 3D-tulostimista

Pöytämallisten 3D-tulostimien käytössä pitää huolehtia ilmanvaihdesta, arvioidaan Työterveyslaitoksen, Aalto-yliopiston ja Helsingin yliopiston selvityksessä.

Tulostamisessa vapautuu uusimpien tulosten perusteella nanohiukkaspäästöjä, joiden leviämistä huoneilmaan on syytä rajoittaa. Silloin tällöin tulostaminen ei ole tutkijoiden mukaan kovin haitallista, mutta siellä, missä ihmiset altistuvat päästöille päivittäin, altistuminen olisi hyvä tunnistaa ja pyrkiä vähentämään sitä.

”Altistumista voi vähentää hankkimalla koteloidun tulostimen, jonka suunnittelussa päästöjen hallinta on otettu huomioon, välttämällä oleskelua samassa tilassa kuin tulostin tai varmimmin johtamalla

päästöt pois huoneilmasta”, kertoo erikoistutkija Anna-Kaisa Viitanen Työterveyslaitoksesta.

Lämpötilan nosto lisää hiukkaspäästöjä- Työterveyslaitoksen tutkijat mittasivat pöytämallisen FDM-tulostimen eli pursotinlaitteen tuottamia päästöjä kahden pientulostimissa yleisimmän muoviseoksen, ABS:n ja PLA:n, kanssa.

”ABS-muovin tulostaminen pöytäkäyttöisellä tulostimella aiheutti nanohiukkaspäästöjä, joiden leviämistä huoneilmaan olisi hyvä rajoittaa”, Viitanen tiivistää. Siksi tulostin olisi hyvä sijoittaa tilaan, missä

ei oleskella jatkuvasti. Myös tulos- tusmateriaalien kanssa kannattaa olla tarkkana ja käyttää vain kuhunkin käyttötarkoitukseen suunniteltuja muoveja, muistuttavat tutkijat.

Työterveyslaitos, Aalto-yliopisto ja Helsingin yliopisto tutkivat pientulostinten käytöstä syntyviä hiukkas- ja kaasupäästöjä osana laajempaa, työympäristöjen 3D-tulostamiseen keskittyvää hanketta. Tulostustyöhön liittyvä ohjeistus työntekijöille valmistuu viimeistään ensi syksynä. Kokonaisuudessaan hanke valmistuu vuoden 2016 loppuun mennessä.

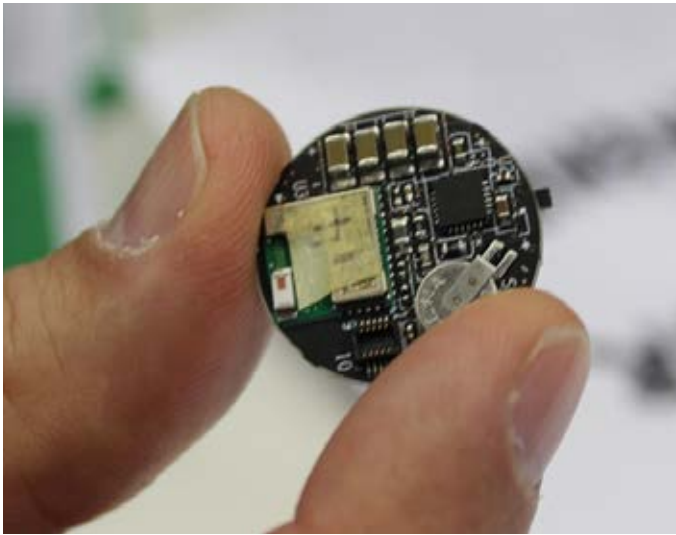
Kiinteä e-SIM tulee älyantureihin



DNA toimittaa Enevon jäteastioiden IoT-järjestelmään M2M-moduuleita, joissa on kiinteät e-SIM-kortit. Jätekeräysastioihin asennetut ja mobiiliverkkoon kytkeytyvät anturit kertovat milloin säiliön tyhjennykselle on tarvetta.

Enevon rokasäiliöön kiinnitettävä laite sisältää M2M-modeemin lisäksi lämpötila-anturin, kiihtyvyyssanturin ja toimintoanturin. Niiden avulla järjestelmä ennustaa astioiden täyttymistä ja laatii jätehuoltoautoille reittisuositukset.

Suomalainen Enevo on yksi käytetyimmistä esimerkeistä IoT-tekniikan soveltajista. Siksi yritys kiinnostaa myös matkapuhelinoperaattoreita. Tulevaisuudessa IoT-alue tuo operaattoreille uutta bisnestä.



Jarrutellaako Suomessa IoT-soveltamista?

Suomalaisyritykset eivät saa pakoilla IoT:n muutoksia ja uudistuksia, vaan niiden on ryhdyttävä IoT-kokeiluihin, patistaa suomalainen ohjelmistoyritys Solita.

IoT tulee muuttamaan ihmisten arjen sekä yritysten toimintamallit merkittäväällä tavalla tulevina vuosina. Yritys on julkistanut selvityksen suomalaisten yritysten suunnitelmista hyödyntää IoT:ta ja teollista internetiä. Sen mukaan suomalainen yritysmaailma on puhunut viime vuodet ahkerasti datasta ja teollisesta internetistä, mutta silti yritykset ovat enimmäkseen lähtökuopissa.

Ongelmana on ollut Solitan raportin mukaan vanha laitekanta, riskien välttely, standardien, visionäärisyyden sekä muutosjohtajien puute, jotka jarruttavat Solitan IoT-ra-

portin mukaan liikkeelle lähdössä.

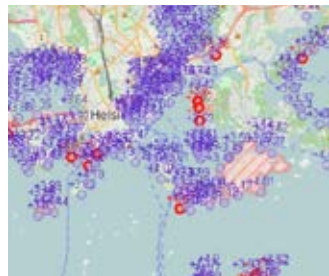
”Monessa yrityksessä ollaan jo aika sinut sen kanssa, että IoT tuo muutoksia. Sen sijaan ei vielä ymmärretä tai olla valmiita sisäistämään sitä, että se vaikuttaa myös johtamiseen, budjetteihin, rahoitukseen ja niin edelleen, Solitan Ossi Lindroos sanoo.

Aihe hänen mukaansa tunnustetaan, mutta puutteita on sen hahmottamisessa, että IoT vaatii myös kokeiluja, joustavuutta ja epäonnistumisen sietoa. Kukaan tuskin kiistää muutoksen tärkeyttä, mutta usein arjessa ollaan aika haluttomia muuttamaan. Lindroos lataa.

Korkeista aalloista varoittava anturijärjestelmä Helsinkiin

Helsingin kaupunki ja Ilmatieteen laitos perustavat Suomenlinnan tuntumaan kiinteän aallonkorkeuden mittausaseman. Suomenlinnan edustalle lasketaan ensi viikolla aaltopoiju Buli, jonka antureiden kautta voidaan luoda myös korkeasta aallokosta varoittava hälytysjärjestelmä laivaliikenteen käyttöön.

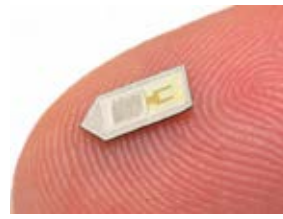
Antureita sisältävän aaltopoijun käyttöönotto on jatkoa kiinteistöviraston tilaamalle ja Ilmatieteen laitoksen toteuttamalle aaltoilututkimushankkeelle. Aiemmat aaltopoijut mittasivat aallonkorkeuksia vuosina 2012–2014 muun muas-



sa Hernesaaren, Östersundomin, Kruunuvuorenrannan ja Espoon Pirsaaaren edustalla.

Bulin keräämät aaltoilutiedot tulevat yleisesti saataville avoimen datan rajapinnan kautta. Data löytyy toukokuun aikana osoitteesta geotekniikka.fi

Liukenevia bioantureita elimistöön



Illinoisin yliopistossa Yhdysvalloissa on kehitetty bioantureita, jotka liukenevat harmittomasti pois kehon omiin nesteisiin. Anturit tukevat magnesiumkalvoihin perustuvaan MEMS-tekniikkaan ja erittäin ohuisiin lehtisiin nanohuukoista piitä, jotka ovat luonnostaan biohajoavia.

Bioanturi tunnistaa flunssan nopeasti

Hongkongilaisen polyteknisen yliopiston tutkijat ovat kehittäneet nanoteknisen bioanturin flunssaviruksen havaitsemiseen. Bioanturi perustuu luminesenssitekniikkaan. Teknologiaa voidaan käyttää laajemminkin havaitsemaan erilaisia viruksia ja tutkijoiden seuraava tavoite on kehittää matriisi, jolla voi havaita useita

Tehokkaampi akkuratkaisu sähköautoihin

Australialaisen Wollongongin (UOW) yliopiston tutkijat ovat kehittäneet hapen ja litiumin välistä kemiallista reaktiota parantavan akkurakenteen. Tutkijat ovat toteuttaneet kolmiulotteisen elektrodin, joka on valmistettu nikkelikobolttioksidista. Niistä muodostettuun rakenteeseen on suuria ja pieniä huokosia ja tunneleita, paljolti kuten sienessä.

Virtsasta sähköä polttokennolla

Virtsalla toimiva polttokenno voi tarjota lähitulevaisuudessa keinon tuottaa sähköä varsin pienin kustannuksin. Englantilaisen Bathin yliopiston tutkijat ovat tuottaneet pienikokoisen prototyypin, joka tuottaa mikrobien avulla virtsasta sähköä. Tutkijoiden mukaan yksittäisen laitteen kustannukset olisivat vain 1–2 puntaa.



Vähävirtaisia MRAM-muisteja

Hollantilaisen Eindhoven teknisen yliopiston tutkijat ovat löytäneet näppärän tavan keventää MRAM-muisteihin liittyvää tehonkulutusta. He pystyvät kääntämään muistin magneettista bittiä nopeammin ja vähemmällä teholla. Normaalisti tähän käytetään sähkövirtaa, joka sisältää halutun spinsuunnan mukaisia elektroneja.

Ensimmäinen mustetransistori

Pennsylvanian yliopiston tutkijat ovat onnistuneen valmistamaan ensimmäisen kokonaan musteista tuotetun transistorin. Tutkijaryhmä käytti nanokiteisiin perustuvaa neljää erilaista mustetta: johdin (hopea), eriste (alumiinioksididi), puolijohde (kadmiumselenidi) ja johdin yhdistettynä seostukseen (hopeaa ja indiumia).



Juotos syntyy ilman lämpöä

Parikymmentä vuotta sitten Iowan osavaltionyliopistossa kehitettiin lyijytöntä juottamista. Nyt samaisessa paikassa kehitetään Yhdysvaltain energiaministeriön Ames-laboratorion kanssa juotostekniikkaa, jossa ei tarvita lainkaan lämpöä. Tutkijat ovat ideoineet uuden tavan tuottaa mikrokokoisia nestemetallihiukkasia, joita voidaan käyttää ilman lämpöä tapahtuvaan juottamiseen.

Lisää: www.nanobitteja.fi

Nanotekniikalla mikroakkuja IoT-antureihin

Aalto-yliopistossa on kehitetty uudenlainen menetelmä tehdä aiempaa tehokkaampia mikroakkuja. Käytössä on ALD-atomi- ja MLD-molekyylikerroskasvustekniikat. Aallon tutkijat ovat kehittäneet sähkökemiallisesti aktiivisia orgaanisia, ohuita litiumelektrodiakalvoja, joita käyttäen voidaan tehdä aiempaa tehokkaampia mikroakkuja.



Optoelektroniikan kehittäjä palkittiin

Pitkän linjan puolijohdeteknologian kehittäjä, emeritusprofessori Markus Pessa saa vuoden 2016 Suomalaisen Tiedekatemiaan Kunnia-palkinnon. Pessa toimi yli 30 vuoden ajan Tampereen teknillisen yliopiston fysiikan professorina. Hänen johdolla Tampereen ORC-keskuksesta kehittyi yhdeksi merkittävimmistä yliopistollisista optoelektroniikan tutkimuskeskuksesta Euroopassa.

Laserkeilauksella palanut kirkko takaisin

Uusin laserkeilantekniikka voi tuoda takaisin palaneen Ylivieskan kirkon. Kirkko laserkeilattiin kaksi vuotta sitten. Olemassa olevien tiedostojen avulla kirkko voitaisiin rakentaa uudestaan. Siitä on ensin tekeillä virtuaalimalli lähikuukausien aikana. Rakennusten skannaamisen lisäksi laserkeilaus taipuu moneen muuhunkin tehtävään, sanoo ammattikorkeakoulu Centrian lehtori Mikko Himanka.

Innovaatiopalkinnot kemiassa jaettiin

Kemianteollisuuden vuoden 2016 Innovaatiopalkinnon saivat Åbo Akademin tutkijaryhmä, jonka kehittämät uuden sukupolven palonestoaineita sekä UPM nanoselluloosa-hydrogeelistä.



Suomen suurin aurinkovoimala käynnistyi

Suomen suurin aurinkovoimala otettiin käyttöön torstaina Helsingin Kivikossa. Helenin aurinkovoimalassa on lähes 3000 aurinkopaneelia. Helenin aurinkovoimalat – Kivikko ja vuosi sitten käynnistynyt Suvilahti – yltävät teholtaan yli megawattiin.

Uuden aurinkovoimalan lähes 3000 aurinkopaneelia asennettiin talven ja kevään kuluessa Kivikon hiihtohallin katolle, ja ne kaikki

tuottavat yhtiön tiedotteen mukaan nyt sähköä. Uuden aurinkovoimalan teho on noin 850 kWp. Voimalan vuosituotanto yltää noin 700 megawattituntiin, mikä vastaa noin 350 kerrostalokaksion vuosikulutusta.

Yhden paneelin teho on 285 wattia, ja se tuottaa parhaimmillaan 25 energiansäästölamputta verran sähköä. Kivikon aurinkopaneelit myydään nimikkopaneelina. ”Jos Kivi-

kon aurinkopaneelit myydään loppuun, rakennamme kolmannen voimalan samalla periaatteella”, sanoo projektinjohtaja Atte Kallio. Vireillä on hänen mukaansa myös täysin uusia tuote- ja palvelumalleja.

Olellainen osa aurinkovoimalaa on megawattation -aurinkoasema, jossa paneelien tuottama tasavirta muutetaan vaihtovirraksi ja edelleen 20 000 voltin jännitteeseen jakeluverkkoa varten.

Suomi tehtiä patentteja - Nokialle eniten

Suomalaisille yrityksille myönnettyjen patenttien määrä kasvoi viime vuonna Euroopan patenttiviraston mukaan ennätyksellisesti. Kasvu oli suurin kymmeneen vuoteen. Suurimmat patenttoijat olivat Suomesta odotetusti Nokia, Kone ja UPM-Kymmene, mutta muutkin tulivat hyvin perästä.

Euroopan patenttiviraston (EPO) suomalaisille yrityksille ja tutkijoille myöntämien patenttien määrä kasvoi viime vuonna 17,5 prosenttia. Niitä myönnettiin viime vuonna yhteensä 744 kappaletta. Kasvu oli suurinta kymmeneen vuoteen, mutta samalla huolestuttavaa oli, että jätettyjen patenttihakemusten määrä Suomesta laski 8,3 prosenttia.

Suomessa aktiivisin patentinhakija oli viime vuonna Nokia 866 hakemuksella vaikka kännykkäyksikön myynti laski edellisen vuoden 986 hakemuksesta. Kone oli

toisena 121:lla, UPM-Kymmene 53:lla, Outotec 50:llä ja Wärtsilä 45:llä.

Listan ykkönen Nokia oli maailmanlistalla EPO-patenteissa jopa kuudenneksi aktiivisin hakija digitaalisessa viestinnässä. Koko vuoden 2015 aikana Euroopan patenttivirastolta haettiin yhteensä 160 000 patenttia, jossa on 4,8 prosenttia kasvua. Suomi oli kaikista hakija-

maista patenttien määrällä mitattuna 13. suurin.

Yrityksistä Philips jätti eniten EPO-patenttihakemuksia – perässään tulivat korealaiset Samsung ja LG, kiinalainen Huawei ja saksalainen Siemens. Top 10 -kärkeen mahtui neljä yhtiötä Euroopasta, kolme Yhdysvalloista, kaksi Koreasta ja yksi Kiinasta. Nokia oli listan sijalla 18.



Nokian vanavedessä muutkin teknologian yritykset ovat ahkeria patenttoijia. Hyvä esimerkki on Suunto, jonka urheilu- ja retkeilykellot suunnitellaan ja valmistetaan Suomessa.



Suomi siirtyy teräväpiirtoon odotettua nopeammin

Suomalaiset televisiotoimivat haluavat Yleisradion mukaan aikais-
taa siirtymistä peruslaatusista an-
tenni-tv-lähetyksistä teräväpiirto-
eli HD-lähetyksiin. Samalla perus-
laatuset eli SD-lähetykset päättyi-
sivät jo vuonna 2020.

Aikataulun nopeuttaminen tar-
koittaisi, että Suomessa siirryttäisiin
kokonaan HD-lähetyksiin vuoden
2020 maaliskuussa. Aiemmissa
suunnitelmissa kaavailtu siirtymä-
vuosi oli 2026. Yle siirtyy antenni-
verkoissa HD-lähetyksiin vuonna
2020 alan yhteisen tahtotilan mu-
kaisesti. Jo nyt yrityksen kaapeli-
lähetykset ovat olleet HD-tasoisia.

Teräväpiirtoon siirryttäessä Suo-
men antennitaloudet tarvitsevat uu-
den HD-vastaanottimen. Näitä ovat
T2-viritinillä varustettu televisio

tai T2-digisovitin. Jo nyt suuressa
osassa suomalaisia kotitalouksia
katsotaan televisiolähetyksiä terä-
väpiirtona.

Yle on tarjonnut kanaviaan väli-
tettäväksi HD-muodossa vuodesta
2011 ja tekee tv-ohjelmatuotanton-
sa jo nyt lähes täysin HD-tasoi-
seksi. Myös kaikilla kaupallisilla toi-
mijoilla on jo omat HD-kanavansa.
Myös verkossa olevat elokuvakana-
vat ovat HD-tasoisia.

Television peruskanavien
DVB-T-jakeluteknikka korvataan
taajuuksia tehokkaammin käyt-
tävällä DVB-T2-jakeluteknikalla.
Se mahdollistaa HD-kanavien
jakelun maanpäällisessä verkos-
sa. Samalla MPEG-2-pakkaustek-
niikka korvataan tehokkaammalla
MPEG-4-pakkaustekniikalla.

Suomalainen terveysteknologia käy kaupaksi

Suomalaisen terveysteknologian
vienti jatkaa vahvalla kasvu-ural-
la. Alan vienti ylsi viime vuonna
uuteen ennätykseen, 1,92 miljard-
iin euroon. Mukaan mahtuu niin
kuvauslaitteita kuin elektroniikalla
ryyditettyjä hammashoitoyksiköitä-
kin. Tutkimus- ja ohjelmistotoimin-
ta tulee vielä kasvaneen laiteviennin
päälle.

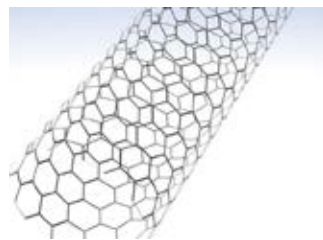
Viimeisten 20 vuoden aikana
suomalaisen terveysteknologian
vienti on viisinkertaistunut ja kaup-
pataseen ylijäämä kymmenkertaist-
unut. Terveysteknologia on jo nyt
Suomen suurin korkean teknolo-
gian vientiala.

Terveysteknologia teki ennätyk-
sen myös kauppataseella mitattuna.
Sen ylijäämä nousi viime vuonna
896 miljoonaan euroon. Eniten, 16
prosenttia, kasvoi laboratoriodiag-
nosttiikka (In vitro), jonka vienti oli
ensimmäisen kerran yli 500 miljo-
naa euroa.



Hiilinanoputket avuksi superkondensaattoreihin

Superkondensaattoreihin saadaan li-
sää kapasiteettia hiilinanoputkilla.
Oulun yliopiston Anne-Riikka Rauti-
on väitöskirjan mukaan hiilinanoput-
kien ominaiskapasitanssia voidaan
nostamaan kasvattamalla putkien
ominaispinta-alaa yksinkertaisella
hapetusreaktiolla.



Kuva: IBM

Ohuita grafeenikomponentteja helpommin

Aalto-yliopiston tutkijat ovat onnistuneet valmistamaan erittäin lupaavan säh-
köä johtavan komponentin yhdistämällä grafeenin ja toisen 2D-materiaalin,
gallium-seleenin tavalla, jota puolijohdevalmistuksessa kutsutaan heteroli-
itokseksi. Tulokset julkaistiin äskettäin Advanced Materials -tiedejulkaisussa.

Uusi akkumateriaalien valmistustekniikka

Itä-Suomen yliopistossa Kuopiossa on kehitetty uusi litium-ioni-akkujen
materiaalien valmistusmenetelmä. Siinä on voitu tuottaa litiumtitanaattia
ja litiumrautasfaattia samassa kaasufaasiprosessissa. Valitettavasti uudet
materiaalit ovat huonosti sähköä johtavia, mutta ongelma voidaan ratkaista
tuottamalla materiaaleja nanokokoisina hiukkasina tai muokkaamalla niiden
koostumusta lisäaineilla.

Ennätysmatala lämpötila nanoelektroniikkaan

Nanoelektronisen laitteen elektronien lämpötilan laskeminen muuttaman as-
teen tuhannesosan päähän absoluuttisesta nollapisteestä. VTT, Lancasterin
yliopisto ja suomalainen Aivon Oy:stä onnistuivat jäähdyttämään piisirun
elektronit kylmemmiksi kuin kukaan aiemmin. VTT tutkii jo BlueFors Cryo-
genics -yrityksen kanssa kaupallistamismahdollisuuksia.

Suomalaiskeksintö kvanttietokoneiden kehittämiseen



Aalto-yliopiston tutkijat ovat tehneet läpimur-
ron, joka voi edistää supertehokkaiden kvantti-
tietokoneiden kehitystä. Mikko Möttösen joh-
tama tutkijaryhmä on onnistunut siirtämään
lämpöä tehokkaasti kymmenentuhatta kertaa
pidemmälle kuin koskaan aikaisemmin.

Kuva: Heikka Valja

Kirjoittamista tutkittiin optisilla liiketunnistimilla

Aalto-yliopiston tutkijat selvittivät optisten liikeantureiden avulla kolmen-
kymmenen eri-ikäisen ja taidoiltaan eritasoisen henkilön näppäimistönkäyt-
töä. Samanlaisia liiketunnistimia käytetään ammattimaisessa elokuvanteossa.

Nanojäähdytystä tulevaisuuden tietokoneisiin

Aalto-yliopiston tutkijat ovat kehittäneet nanotekniikalla pienikokoisen jääh-
dytyslaitteen, joka voi auttaa esimerkiksi tulevaisuuden tietokoneiden toteu-
tuksessa. Tutkimus ei olisi ollut mahdollista ilman Aalto-yliopiston kylmäla-
boratoriossa saavutettavia olosuhteita.

Parempaa tietoturvaa älyantureihin

Matkaviestinnän viides sukupolvi on tuloillaan vahvasti esineiden maailmaan. IoT-antureiden käyttö vaatii samalla uusia entistä kehittyneempiä turvallisuusratkaisuja. Tulevaisuudessa anturiverkot sisältävät pian miljardeja laitteita, joiden oma tietoturva ei tule aina olemaan kaikkein paras.

Tietoliikennealan toimijat testaavat parhaillaan 5G:n kandidaattitekniologioita useissa koeverkoissa. Vuosi 2016 on erityisen tärkeä, sillä rinnakkain tapahtuva 5G:n standardointi hyötyy näistä lukuisista teoria- ja käytännön kokemuksista.

Olemme jo kuulleet runsaasti uutisia 5G:n käyttöönottosuunnitelmista, ja viestit antavat ymmärtää, että 5G voi olla kaupallisessa valmiudessa jo vuoden 2018 kieppeillä. Operaattorit, laitevalmistajat, tutkimusryhmät ja muut asiaan vihkiytyneet kehittävät ratkaisuja samalla, kun 5G-standardit alkavat valmistua.

Saamme odotella oikeita kaupallisia 5G-ratkaisuja vielä tovin, mutta 5G-valmiudella varustettuja verkkoja tullaan näkemään esivaiheessa ennen kuin ITU:n 5G-vaatimukset tulevat valmiiksi.

Sopiva verkko esineiden internetille

Kehitteillä olevan 5G-tekniikan ideana on tarjota huomattavasti tehokkaampia datanopeuksia sekä toimia energiatehokkaana esineiden ja asioiden Internetin (IoT, Internet of Things) alustana.

5G:n korkean tason ideana on tarjota entistä paremman kapasiteetin ja datansiirtonopeuden lisäksi energiatehokas alusta erittäin suurelle määrälle päätelaitteita, ml. koneiden väliset M2M-yhteydet (Machine to Machine).

Yleisesti arvioidaan, että markkinoille ilmestyy muutaman vuoden sisällä miljardeja IoT-laitteita, jotka saattavat kommunikoida aktiivisesti keskenään ja Internetin kautta. Näitä ovat esimerkiksi Internet-kytketyt ja itsenäisesti ohjaavat ajoneuvot, terveydenhuollon laitteet ja monet kodinkoneet.

5G toimii esineiden internetille varsin loogisena pohjana niin lisensoituilla kuin lisensoimattomilla taajuuskaistoilla, ml. laajennetut taajuusalueet erityisesti yli 5 GHz:llä.

5G tekniikka mahdollistaa erityisen hyvän energiahyötysuhteen esineiden internetin antureille, mikä soveltuu hyvin yksinkertaisille ja pienitehoisille IoT-laitteille. 5G:n avulla ne

saadaan toimimaan laajalla alueella ja toimimaan jopa vuosien ajaksi ilman tarvetta huoltotoimiin tai akkujen vaihtoa.

IoT-laitteiden käyttövarmuuden ja suojauksen vaatimukset ovat siten tärkeässä osassa samoin kuin akkuteknologian kehitys. Entistä pienemmät IoT-laitteet kuten älykkäät M2M-sensorit ja puettavat kuluttajalaitteet vaativat myös yhä pienempiä elektroniikkakomponentteja.

Mikäli laite sisältää SIM-kortin, nykyisen fyysisesti siirrettävän korttimallin lisäksi pienois-laitteet hyötyvät pienemmistä, kiinteästi asennettavista eli laitteen piirilevylle juotettavista, suojaelementin sisältävistä tilaajakomponenteista (eSIM/eUICC).

Vaikka nämä laitteistopohjaiset tilaajakomponentit mahdollistavat parhaan tietoturvan fyysisiä hakkerointiyrityksiä vastaan, voidaan olettaa, että markkinoille ilmestyy myös yksinkertaisille IoT-laitteille sopivia ohjelmistopohjaisia ratkaisuja kuten HCE (Host Card Emulation).

Myös prosessorin integroidut ratkaisut kuten TEE (Trusted Execution Environment) voivat kasvattaa merkitystään 5G:n myötä. Kaiken kaikkiaan voidaan olettaa, että IoT-laitteiden tilaajatietojen turvaratkaisut sisältävät 5G-aikakaudella monia käytännön yhdistelmiä.

Kyberhyökkäyksiin kannattaa silti varautua

Esineiden internet tulee olemaan krakkereiden ja tietoturvaa tekevien kiinnostuksen kohteena heti kun IoT-laitekanta laajenee tarpeeksi kiinnostavaksi. Oletettavaa on onneksi, että tulevaisuuden 5G-verkot päivitetään tukemaan laajempaa tietoturvasoa kuin aiemmat järjestelmät. Nykyisissä on keskitytty lähinnä radiopääsyverkon suojaamiseen.

Trendinä saattaa olla suojauksen laajentamisen myös päästä-päähän-linkkiin siten, että se sisältää verkkotoimintojen virtualisoinnin. 5G

”bittiputkena” voi siten olla huomattavasti kehittyneempi suojausltaan aiempiin verkkoihin verrattuna. Varsinkin edullisten IoT-laitteiden suojaus tulee muuttumaan perinteisestä siirrettävistä SIM-korteista kiinteisiin piiriratkaisuihin.

Pienimpien kiinteästi asennettavien SIM-komponenttien pinta-ala on vain murto-osa tällä hetkellä pienimmästä 4FF-kokoluokan siirrettävästä SIM-kortista, joten se mahtuu hyvin minia-

tyyrlaitteisiin.

Kiinteiden suojaelementtien tilaajahallintaa (subscription management) on kehitteillä uudistettuja menetelmiä radiorajapinnan yli, ja 5G soveltuu hyvin niiden pääsymenetelmäksi laajalla palvelualueella.

Kehittyvien M2M- ja IoT-laitteiden, sovellusten ja palveluiden myötä markkinoille ilmestyy myös uusia teknologioita ja protokollia, kuten OMA:n LightweightM2M ja CoAP tukemaan jo olemassa olevia ratkaisuja, ja tuleva 5G on yksi loogisimmista alustoista huolehtimaan uudesta ympäristöstä yhdessä sen kanssa toimivien vanhempien matkaviestintätekniikoiden kanssa.

On oletettavaa, että 5G-aikakaudella tilaajati-tojen päivitys on huomattavasti nykyistä dynaamisempaa. Nännemme pian käytännön ratkaisuja, joilla voidaan mahdollistaa lähes reaaliaikainen tilaajati-tojen ja palvelevien operaattoreiden siirto eri laitteiden välillä erityisesti kiinteisiin suojaelementteihin pohjautuen.

Nykyiset puettavat ja muut mukana kuljetettavat älylaitteet antavat esimakua laitetyyppien kehityksestä, mutta näemme myös pian täysin uuden tyyppisiä IoT-ratkaisuja niin M2M-liikennöinnissä kuin kuluttajalaitteisiin integroituina järjestelminä.

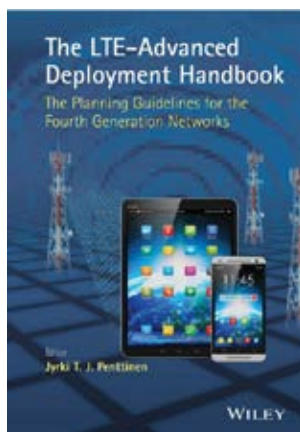
IoT-laitteiden suojaus on siten ensisijaisen tärkeää, koska viattoman näköisten laitteiden avulla voidaan pahimmassa tapauksessa päästä niihin kytkettyihin järjestelmiin käsiksi. 5G vastaa omalta osaltaan tähän haasteeseen, vaikka käytännön ratkaisut ovatkin vielä tällä hetkellä työn alla.



Artikkelin kirjoittaja Tkt Jyrki Penttinen toimii Giesecke & Devrientin IoT-or-

ganisaatiossa Yhdysvalloissa. Aiemmin hän on ollut operaattoreiden ja laitevalmistajien palveluksessa Suomessa, Espanjassa, Meksikossa ja Yhdysvalloissa. Penttinen on myös tunnettu luennoija ja tietokirjailija. Hän kirjoitti vuosia myös Prosessori-lehteen uusista matkapuhelin- ja mobiilitelevisiotekniikoista.

Jyrki Penttisen uusin kirja on yhdysvaltalaisen Wiley-kustantamon julkaisema The LTE-Advanced Deployment Handbook (2016), Ensi kesäksi hän valmistelee uusinta kirjaansa, The Wireless Communications Security – The Solutions for Internet of Things.



Vienti haraa edelleen



Kuva: Konecranes

Teknologiateollisuus ei näytä saavan kasvusta kiinni. Teknologiateollisuuden liikevaihto laski edelleen alkuvuonna viime vuoteen nähden edelleen eikä tilauskehitys lupaa kasvua, vaikka yritykset tekevät parhaansa kilpailukykyä eteen. Suomen kilpailukykyä olisi parannettava ja tutkimukseen satsattava.

Maailmantalouden kasvu on hidastunut kolmen prosentin tasolle. Epävarmuus tulevasta kehityksestä on suurta. Yritykset tekevät hartiavoimin töitä parantaakseen omaa kilpailukykyään, mutta heikkojen talousnäkömien oloissa myös suomalaisen toimintaympäristön kilpailuvyön merkitys korostuu.

”Odotamme edelleen valtion toimia yritysten toimintaympäristön kuntoon laittamiseksi”, sanoi toukokuun alussa Teknologiateollisuuden toimitusjohtajan Jorma Turunen. Kovin paljon keinoja muita keinoja kuin sisäinen devalvaatio ei

hallituksella kuitenkaan ole. Tutkimukseen kannattaisi kuitenkin investoida.

Liikevaihto laski edelleen

Teknologiateollisuuden liikevaihto väheni viime vuonna hieman verrattuna vuoteen 2014. Liikevaihtoa kertyi noin 66 miljardia euroa, mutta Nokian kännykkäaikaan ei kannattaisikaan haikailla niin vuoden 2008 liikevaihto oli 86 miljardia euroa. Tämän vuoden tammikuussa liikevaihto oli viisi prosenttia pienempi kuin vuosi sitten samaan aikaan.

Teknologiateollisuuden tilaus-

kantatiedustelussa mukana olevat alan yritykset Suomessa saivat uusia tilauksia tammi-maaliskuussa euromääräisesti saman verran kuin vastaavalla ajanjaksolla vuonna 2015, mutta 16 prosenttia vähemmän kuin edeltävällä vuosineljänneksellä loka-joulukuussa.

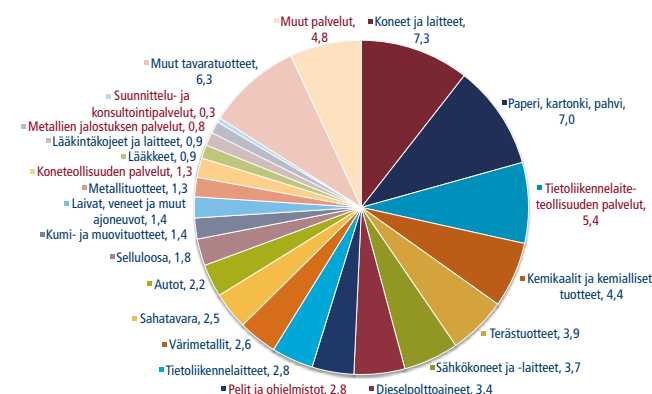
Tilauksien arvo oli maaliskuun lopussa 17 prosenttia suurempi kuin samaan aikaan vuonna 2015, mutta kaksi prosenttia pienempi kuin joulukuun lopussa. Tilauksien kasvu koostuu ennen kaikkea aikaisemmin saaduista suurista laivatilauksista.

Yritysten investoinnit ovat kehittyneet Suomessa huolestuttavan heikosti vuoden 2008 jälkeen. Suomi on jäänyt selvästi jälkeen muiden tärkeiden kilpailijamaiden kehityksestä. Yritysten investoinnit Suomessa ovat alemmat kuin poistot.

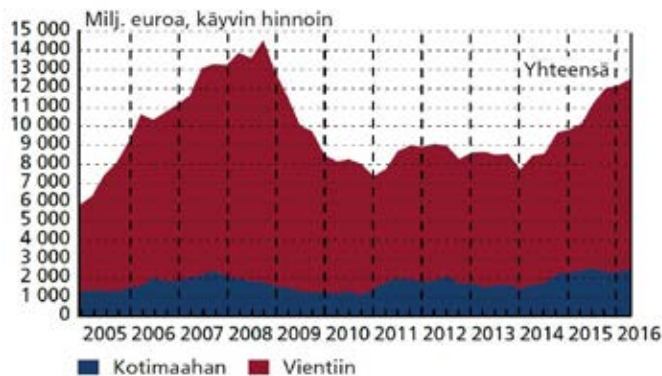
OECD:n kokoamien tilastojen mukaan yritysten kiinteät investoinnit lisääntyivät tänä vuonna hieman Suomessakin, mutta jäivät vielä lähes 10 prosenttia alemmalle tasolle kuin vuonna 2005. Vuodesta 2008 pudotusta on peräti neljännes. Kiinteillä investoinneilla tarkoitetaan yritysten tuotannollisia investointe-



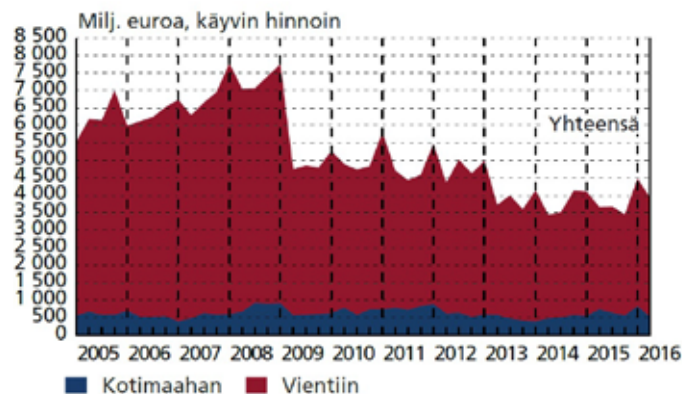
Teknologiateollisuuden eri toimialojen liikevaihto 2005-2016/1.
Technology Industry turnover in Finland.
Lähde/Source: Tilastokeskus.



Palvelut täydentävät Suomen vientipalettia.
Services complement Finland's export palette.
Lähde/Source: Tullihallitus, Tilastokeskus.



Kone- ja metallituoteteollisuuden tilauskanta. Value of Order Books in the mechanical and machine engineering in Finland. Lähde/Source: Teknologiateollisuus The Federation of Finnish Technology Industries Finland.



Elektroniikka- ja sähköteollisuuden tilauskanta. Value of Order Books in the Electronics and Electrotechnical Industry in Finland. Lähde/Source: Teknologiateollisuus The Federation of Finnish Technology Industries

ja sekä ohjelmistohankintoja.

Vientisektorin eli käytännössä teollisuuden tuotantokapasiteetti on pudonnut kaikkiaan noin 20 prosenttia verrattuna vuoteen 2008. Vaikka kysynnässä tapahtuisi merkittävä käänne parempaan, nyt käytössä oleva tuotantokapasiteetti ei mahdollista sellaista tuotantoa ja vientiä, joka meillä oli vielä vuonna 2008.

”Investointeja on saatava liikkeelle. Se on välttämätöntä, jotta Suomeen syntyy kasvua ja työpaikkoja”, sanoo Teknologiateollisuuden toimitusjohtaja Turunen.

Tutkimuspuoli ei voi hyvin

Investointien vähäisyydellä on kääntöpuolensa. Yritysten investoinnit ovat Suomessa alemmat kuin poistot. Yritysten pääomia kuuluu siis nopeammin kuin uutta investoidaan. Pääomien kuluminen tarkoittaa tässä vertailussa sekä kiinteitä investointeja että tutkimus- ja kehittämisinvestointeja.

Suomen talousongelmat johtuvat viennin tasopudotuksesta ja sen aiheuttamista kerrannaisvaikutuksista koko kansantaloudessa. Vientisektorin eli käytännössä teollisuuden tuotantokapasiteetti on pudonnut

kaikkiaan noin 20 prosenttia verrattuna vuoteen 2008.

Vaikka kysynnässä tapahtuisi merkittävä käänne parempaan, nyt käytössä oleva tuotantokapasiteetti ei mahdollista sellaista tuotantoa ja vientiä, joka meillä oli vielä vuonna 2008. Paluu vuoden 2008 tilanteeseen edellyttäisi merkittävästi lisää yritysten investointeja.

Investointien muodot voivat olla esimerkiksi uuden tuotannon perustamista, automaation ja robotiikan lisääntymistä tai digitaalisuuden laajaa-alasta hyödyntämistä sekä tutkimus- ja tuotekehitysinvestointeja. Siinä jo vuosia sitten ideoitu Innovaatioseteli pk-yrityksille voisi varmistaa VTT:n ja korkeakoulujen tutkimustoiminna jatkumisen.

Palvelut täydentävät Suomen vientipalettia

Suomen tavaravienti koostuu nykyisin varsin monenlaisista tuotteista. Tavaravientiämme täydentävät palvelut, joita ei aina edes ymmärretä palveluiksi.

Palveluita ovat muun muassa tietoliikennelaiteteollisuuden palvelut, pelit ja erilaiset muut ohjelmistot sekä koneteollisuuden

ja muiden alojen huoltopalvelut. Suunnittelu- ja konsultointipalveluilla on myös merkityksensä osana vientisektoria.

Suuryritysten palveluvienniksi lasketaan mukaan rojaltilut, lisenssimaksut ja vastaavat voitot, joita yrityksemme ansaitsevat ulkomailla olevissa tytäryrityksissään. Näissä erityisesti Nokia oli takavuosina iso palveluviejä ja nykyisessäkin tilanteessa Nokia Technologiesin kautta yritys saa runsaasti patenttituottoja.

Uudet tilaukset viimevuotisella tasolla

Teknologiateollisuuden yritysten saamat uudet tilaukset olivat tammi-maaliskuussa samalla tasolla kuin vastaavalla ajanjaksolla vuonna 2015, mutta selvästi alemmalla tasolla kuin loka-joulukuussa.

Tilaukanta supistui hieman alkuvuoden aikana, mutta oli maaliskuun lopussa lähes viidenneksen viimevuotisesta suurempi. Vuoden 2014 alun jälkeen toteutunut tilaukannan kasvu koostuu ennen kaikkea aiemmin saaduista suurista laivatilauksista. Ne jaksottuvat aina vuoteen 2020,

Alan yritysten saamat tarjous-

pyynnöt olivat alkuvuonna kasvusuunnassa. Markkinatilanne on aiempaa aktiivisempi kaikilla teknologiateollisuuden toimialoilla.

Teknologiateollisuuden tilaukantanatiedustelussa mukana olevat alan yritykset Suomessa saivat uusia tilauksia tammi-maaliskuussa euromääräisesti saman verran kuin vastaavalla ajanjaksolla vuonna 2015, mutta 16 prosenttia vähemmän kuin edeltävällä vuosineljänneksellä loka-joulukuussa.

Yrityksistä 51 prosenttia raportoi uusien vähentyneen loka-joulukuun jälkeen, 44 prosenttia lisääntyneen ja viisi prosenttia pysyneen ennallaan. Tilaukannan arvo oli maaliskuun lopussa 17 prosenttia suurempi kuin samaan aikaan vuonna 2015, mutta kaksi prosenttia pienempi kuin joulukuun lopussa. Yrityksistä 52 prosenttia raportoi tilaukannansa vahvistuneen joulukuun jälkeen, 38 prosenttia pienentyneen ja 10 prosenttia pysyneen ennallaan.

Viime kuukausien tilauskehityksen perusteella teknologiateollisuuden yritysten liikevaihdon arvioidaan olevan keväällä samalla tai hieman alemmalla tasolla kuin viime vuonna vastaavaan aikaan.

Lähde: Artikkelin perustuu Teknologiateollisuuden Talousnäkymät 2/2016 -selvitykseen.

New orders at last year's level in Finland

The turnover of technology industry companies in Finland fell slightly from 2014 to 2015, amounting to some EUR 66 billion.

In 2008, prior to the financial crisis, the corresponding figure was EUR 86 billion. In January of this year, turnover was five per cent lower than twelve months earlier.

The level of new orders received by technology industry companies

between January and March remained at the same level as in the corresponding period in 2015, but significantly lower than in the preceding quarter.

Order books contracted slightly in early 2016, but were almost 20 per cent higher at the end of March than in 2015.

Industry companies reported growth in the number of calls for ten-

ders in early 2016. The market situation in all technology industry sectors had revived a little.

Judging from order trends in recent months, the turnover of technology industry companies is expected to remain at the same or a slightly lower level in the spring of 2016 than in the corresponding period last year.

UT Linkkipankki

Linkkipankin kautta voit lukea Teknologiateollisuuden uusimman näkymät selvityksen. Mukana ovat linkit myös viimeisimpiin Tullin ja Tilastokeskuksen tilastoraportteihin.

Mikro-operaattorit va

Viidennen sukupolven (5G) matkaviestinverkkojen uskotaan synnyttävän uudenlaista liiketoimintaa laitteiden internetistä paikallisiin mikro-operaattoreihin. Piensoluverkkojen rakentamista pitäisi helpottaa paikallisten taajuuslupien avulla.

UT MARJA MATINMIKKO
MATTI LATVA-AHO

Tulevaisuudessa digitaalisuuden edellytyksenä on käyttötilanteiden asettamien paikallisten vaatimusten kustannustehokas toteutus. Esimerkiksi sairaalat, kauppakeskukset, oppilaitokset, teollisuuslaitokset, joukkoliikenteen solmukohdat ja tapahtuma-areenat muodostavat hyvin erilaiset toimintaympäristöt

langattomalle tiedonsiirrolle.

Vaatimukset datanopeuksille, viiveille, luotettavuudelle, liikkuvuudelle ja palveltaville käyttäjämäärille ovat kasvussa ja vaihtelevat suuresti eri toimialojen (Kuva 1) sovelluskohteista riippuen.

Nämä vaatteet aiheuttavat uusia vaatimuksia matkaviestinverkkojen kehitykselle.

Yhteistä käyttökohteille on kas-

va kysyntä erityisesti sisätiloissa. Samalla uusien rakennusten tiukentuneet energiatehokkuusvaatimukset ovat heikentäneet matkaviestimien sisätilojen kuuluvuutta vaimennusten takia.

Kolme suurta – paikalliset tarpeet

Suomen matkaviestinmarkkinat ovat kolmen suuren teleoperaatto-

rin hallinnassa. Kaikkien operaattoreiden liiketoimintamallit keskittyvät varsin samanlaisten palveluiden tarjoamiseen käyttäjille eikä palvelutarjonnassa ole suuria eroja.

Suuret investoinnit infrastruktuuriin ja rajallinen taajuuslupien saatavuus ovat johtaneet tilanteeseen, jossa nykyisten operaattoreiden markkina-asema on vahvistunut eikä tilaa uusille toimijoille ole tullut.

Euroopan tasolla suurten operaattoreiden markkinavoima on kasvanut entisestään alan fuusioiden myötä. Aikaisemmin operaattoreiden liiketoimintamalleissa rea-



uhdittavat

gointinopeus eri käyttökohteiden yksilöllisiin tarpeisiin ei ole ollut tärkeää.

Paikallisten viestintätarpeiden uskotaan tulevaisuudessa korostuvat samalla kun vaatimukset palveluiden luotettavuudelle, laadulle, joustavuudelle, viiveettömyydelle, tietoturvalle ja käyttäjätiheydelle kasvavat. Niitä ei voida täyttää nykyverkkojen ja operaattoreiden liiketoimintamallien avulla.

Tarvetta paikallisille taajuusluville

Eri toimialojen erilaiset käyttökohteet ja vaatimukset nousevat

yhä keskeisimmiksi tulevaisuuden mobiilimarkkinoilla. Uusien räätälöityjen langattomien palveluiden tarjontaa rajoittaa kuitenkin taajuuslupien rajallinen saatavuus.

Vuoden 2013 tehdyn 800 MHz:n taajuushuutokaupan jälkeen seuraavat taajuusluvut tulevat jakoon 700 MHz:n taajuusalueella tämän vuoden lopussa. Ongelmana on kuitenkin, ettei taajuuksia riitä monelle toimijalla ja uusien haastajien on vaikea nousta suurten operaattorin rinnalle.

Erityisesti sisätalaiton rakentaminen on haastavaa. Nykyinen lain-säädäntö mahdollistaa tukiasemien

sijoittamisen toisen omistamaan tai hallitsemaan rakennukseen, mutta menettelytapa jossa kaikki kolme operaattoria rakentaisivat oman sisätalaverkon, on kallista.

Erillisiä taajuuslupia sisäpeiton parantamiseen ei ole vielä saatavilla ja lisensioimattomien taajuuksien laajamittainen käyttö johtaisi niiden ruuhkautumiseen ja alhaiseen palvelunlaatuun.

Täysimittainen uusien mahdollisuuksien hyödyntäminen vaatisi piensoluverkkojen rakentamisen helpottamista uusien paikallisten taajuuslupien avulla.

5G-verkot ja taajuudet

5G-verkkojen tutkimus- ja kehitystyö on käynnissä. Operaattoreiden ja teollisuuden visioissa uudet 5G-verkot koostuvat sekä 4G-verkkojen kehitysversiona että korkeilla taajuuksilla toimivista uusista ilmarajapinnoista ja verkkoarkkitehtuureista.

Euroopan komission rahoittama 5G-tutkimustoiminta Horisontti 2020 -ohjelmassa on järjestetty 5G Public Private Partnership (5GPPP) -sateenvarjon alle. Suomessa 5G tutkimusta ja kehitystä vauhdittaa Tekesin 5thGear ohjelma.

5G-tekniikan standardointi on aloitettu 3GPP:ssä ja regulointi televiestintäliitto ITU:ssa. Lähivuo-det ratkaisevat 5G-verkkojen ominaisuudet. Aikataulu on esitetty kuvassa 2.

Kansainvälisen televiestintäliitto ITU käyttää 5G-kehityksestä termiä IMT-2020. Järjestö määrittelee vuosien 2016-2017 aikana vaatimukset suorituskyvylle sekä 5G-ilmarajapintojen arviointikriteerit ja -menetelmät.

Ehdotukset 5G-järjestelmistä odotetaan valmistuvan vuonna 2018, minkä jälkeen ulkopuoliset arviointiryhmät arvioivat ehdotukset ja uudet spesifikaatiot valmistuisivat vuonna 2020. Valmistelutyö kansainvälisille 5G-taajuuspäätöksille on käynnissä ITU:ssa vuoden 2019 seuraavaa radiokonferenssia varten.

5G tuo merkittäviä muutoksia

Aiemmin matkaviestinverkkojen kehitystä ja kasvavia taajuustarpeita perusteltiin jatkuvalla datamäärän kasvulla, mutta tämän rinnalla on alettu puhua eri käyttötarpeiden

asettamista erilaisista tiukentuvista vaatimuksista.

5G mahdollistaa aikanaan tehokkaan langattoman laajakaistan lisäksi erittäin pienet siirtoviiveet esimerkiksi reaaliaikaiseen kontrolliin sekä suuren luotettavuuden esimerkiksi kriittisten infrastruktuurien hallintaan.

Verkkoteknologian osalta verkon toiminnallisuuden virtualisointi mahdollistaa tarvittavan verkkokapasiteetin vuokraamisen suurten laiteinvestointien sijasta.

Laskenta- ja tallennuskapasiteetin tulo lähemmäs käyttäjää avaa myös uusia mahdollisuuksia. Taajuuksissa siirrytään nykyisten taajuuksien lisäksi millimetrialto-tekniologioihin, jolloin yhteyksien etäisyydet putoavat merkittävästi erityisesti sisätiloissa.

Käytännössä sisätilojen matkaviestinverkot ovat ns. ultratiheitä, jolloin jokaisessa huoneessa ja käytävässä tulee olla omat piensolutukiasemansa.

Tällä hetkellä taajuusvalmistelutyö keskittyy korkeisiin taajuuksiin, joiden käyttöönoton käytännön haasteita joudutaan ratkomaan 5G tutkimuksessa. Etuna näille korkeille taajuuksille on suurten kaistanleveyksien saatavuus.

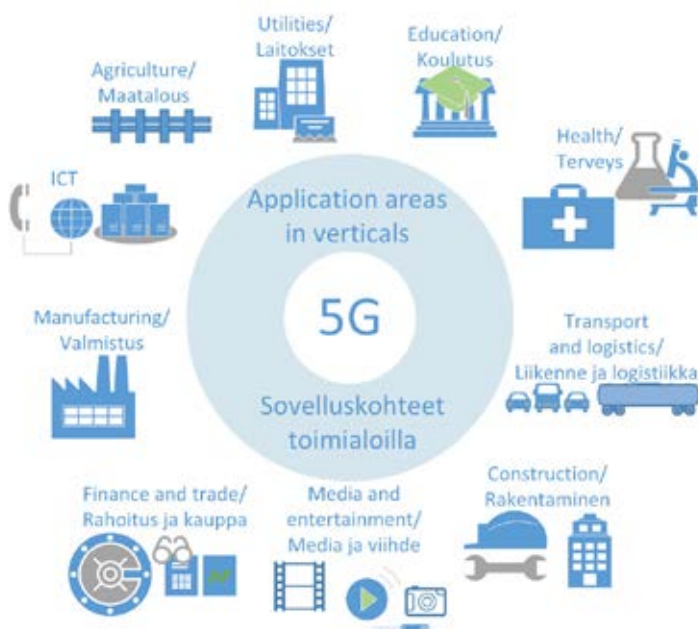
Teknisten haasteiden lisäksi muutosta tarvitaan taajuusregulointiin, kun päätetään, miten korkeiden taajuuksien taajuusluvut jaetaan. Nykyiset matkaviestintoi-mluvat on Suomessa huutokaupattu ja lupahdoissa on edellytetty koko maan kattavia korkeita peittovaatimuksia, mikä ei sovellu korkeille taajuuksille.

Millä mallilla taajuudet?

5G kehityksessä matkaviestinoperaattorit peräänkuuluttavat nykyisen lisensiointimallin jatkamista. Se tarjoaa häiriöttömät toimintaolosuhteet mutta rajoittaa samalla uusien kilpailevien toimijoiden tuloa markkinoille.

Korkeiden taajuuksien etene-misominaisuudet rajoittavat kanta-maa. Se puolestaan vaikeuttaa koko maan kattavan peittoalueen rakentamista järkevillä tukiasemamäärillä, mutta samalla helpottaa häiriön-hallintaa.

Uusien 5G-taajuuksien lisäksi tärkeä osa on nykyisten matkaves-tinnän taajuuksien käyttöönotto. Tätä on hidastanut taajuuksilla tällä



Kuva 1. 5G-sovelluskohteet eri toimialoilla.
Figure 1. 5G application areas in different verticals.

hetkellä toimivien järjestelmien jatkon turvaaminen.

Taajuuksien yhteiskäyttö on kuitenkin tulossa asteittain. Esimerkiksi 2,3 ja 3,5 gigahertsin taajuusalueet osoitettiin matkaviestintään vuoden 2007 radiokokouksessa, mutta niiden käyttöönottoa on hidastanut nykyisten järjestelmien jatkon turvaaminen.

Euroopassa taajuuksien lisensoitua yhteiskäyttöä edistetään Euroopan komission Licensed Shared

Access (LSA) regulointimallilla. Sen standardointi- ja regulointityö luo pohjan 2,3 gigahertzin taajuusalueen käyttöönotolle suojaten nykyisin siellä tällä hetkellä toimivat järjestelmät.

Yhdysvallat on avaamassa 3,5 gigahertzin taajuusalueen kolmitasoiselle yhteiskäyttömallille, jossa nykyiset järjestelmät suojataan ja uudet toimijat pääsevät markkinoille paikallisten käyttöoikeuksien avulla.

Yhteiskäyttömalli tehostaa taajuuksien käyttöä entisestään ja avaa markkinaa kilpailulle. Yhteiskäyttö edellyttää tehokasta häiriöiden hallintaa ja uusia mekanismeja paikallisten taajuuksilisenssien jakoon.

Muutos liiketoiminnan ekosysteemin

2G-verkoissa maankattavat puhe- ja tekstiviestipalvelut muodostivat operaattoreiden liiketoiminnan ytimen. 3G-verkot toivat mukanaan mobiilidatayhteydet ja erilaiset palveluntarjoajat.

Maailmalla kokeiltiin taajuushuutokauppoja, jotka rajoittivat operaattorikentän toimijat niihin, joilla oli varaa hankkia kalliit lisenssit. Suomessa kolmen operaattorin markkina-asema mobiili-merkkinoilla vahvistui pitkien toimilupakausien myötä.

4G-verkkojen LTE-teknologia ja uudet taajuudet ovat mahdollistaneet maankattavien nopeiden internet-yhteyksien tarjonnan, mutta liiketoimintaekosysteemin toimijakenttä on pysynyt ennallaan. Suomessa taajuushuutokauppojen myötä nykyiset operaattorit vahvistivat markkina-asemia jopa 20 vuoden toimilupakausien myötä. Maailmalla toimijoiden joukko on kaventunut suurten fuusioiden kautta sekä operaattori- että laitevalmistajapuolella.

5G:n uskotaan radikaalisti muuttavan mobiilisektorin liiketoimintajajoinnoinnissa sekä toimijoiden rooleja (ks. kuva 3).

Taajuusreguloinnin rooli on keskeinen liiketoimintaekosysteemin muodostumisessa, koska se sääntelee markkinoillepääsyä.

5G-taajuuslupien jakoprosessi on avoin kysymys, mikä tulee muokkaamaan pelikenttää.

Regulaation muutos kohti paikallisten taajuuksilisenssien jakoa on suuri askel paikallisen toiminnan mahdollistamiseen, joka avaa oven uusille toimijoille.

Yhdysvalloissa 3,5 GHz taajuusalueelle käyttöön tuleva kolmitasoinen malli mahdollistaa lyhyempien paikallisten lisenssien jakamisen.

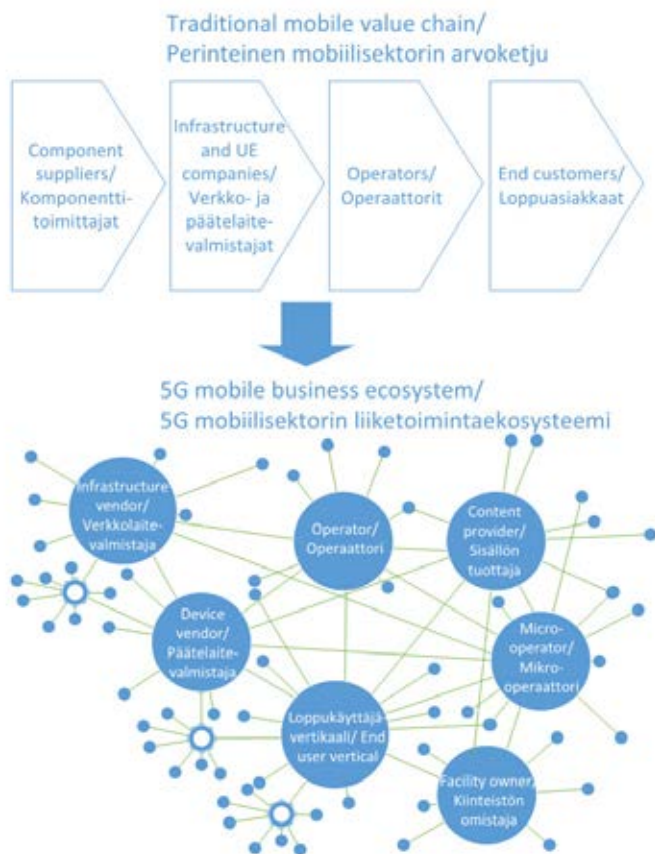
Euroopassa paikalliset lisenssit ajankohtaisia

Kiinteistöjen täysimittainen digitaalisatio edellyttää vallitseviin käytäntöihin ja operatorikeskeisiin liiketoimintamalleihin uudistuksia. Näin siksi, ettei sisätilapeiton rakentaminen tule olemaan halpaa.

Operaattorilla itsellään ei ole kannustimia rakentaa verkkoja ainakaan nopealla aikataululla. Toisaalta kiinteistönomistajan intresseissä on, että kenen tahansa operaattorin asiakkaat pääsevät jouhevasti ja edullisesti kiinteistön älykkääseen verkkoon. Näin häntä voi-



Kuva 2. 5G-kehityksen aikataulu.
Figure 2. Timeframe for 5G development.



Kuva 3. Liiketoimintaekosysteemin muutos kohti 5G-verkkoja.
Figure 3. Business ecosystem evolution towards 5G networks.

daan kyseisessä tilassa tehokkaasti palvelu.

Monesti myös palvelutarjoama riippuu voimakkaasti kiinteistön paikasta ja luonteesta: sairaalassa, lentokentällä, urheiluareenalla, ja oppilaitoksessa on oma varmasti ihan omanlaisensa palvelutarjoama yleisen internetsisällön lisäksi.

Jos kiinteistön omistaja/haltija on osa langattoman yhteyksien arvoketjua, tulee tämä muuttamaan vallitsevia liiketoimintamalleja. Tarkoittaako se uusien lisäarvoa tuottavan toimijaverkoston synty- mistä nykyyoperaattoreiden rinnalle vai jotain muuta, riippuu myös taa- juusregulaatiosta.

Regulaation kehitys kohti pai- kallisia lisensoijia madaltaisi si- joittajien kynnystä lähteä nopeasti mukaan 5G verkkojen ja sovellus- ten kehittämiseen, jolloin digitaali- saatio etenisi vauhdilla markkina- ehtoisesti.

Mobiili- ja internet-maailmo- jen yhdentymisen on merkittävästi muuttanut liiketoimintalogiikkoja. Totutut lainalaisuudet eivät enää päde jakamistaloudessa ("sharing economy"), jossa toisen omista- mia resursseja voidaan hyödyntää omaan liiketoimintaan kaikkia osa-

puolia hyödyttävällä tavalla.

5G luo pohjaa jakamistalouden kehitykselle matkaviestinmarkki- noilla. Uudet asiakkaat tulevat eri toimialoilta, joilla on hyvin erilaiset käyttötapauskohdaiset langattoman tiedonsiirron vaatimukset.

Nykyverkot eivät kykene vastaa- maan niihin kustannustehokkaasti. Esimerkiksi verkon omistaminen ei ole kynnyskysymys, kun kapa- siteettia voi vuokrata tarpeen mu- kaan. Uusien skaalautuvien liike- toimintamallien kehitys on silloin avainasemassa.

"Mikro-operaattorit" uutena toimijana

Uusien paikallisten taajuuslisens- sien ja 5G-verkkojen kehityk- sen myötä matkaviestinmarkkinat avautuvat uusille toimijoille. Pien- soluverkkojen rakentaminen eri toi- mialojen tarpeisiin tarvitsee kette- rän toimijan.

Kehitys vauhdittaisi paikallisiin käyttökohteisiin räätälöityjen verk- koyhteyksien ja niihin liittyvien palveluiden tarjontaa. Tämä loisi tarpeen uudelle mikro-operaatto- rien roolille (micro operator, uO), joka kykenee nopeasti ja kustan- nustehokkaasti tarjoamaan erikois-

tuneita langattomia palveluja.

Uudet mikro-operaattorit raken- tavat sisätilojen piensoluverkkoja yhteistyössä kiinteistön omistajan kanssa ja voivat tarjota kapasiteet- tia nykyisille operaattoreille.

Virtuaalioperaattoreista poike- ten mikro-operaattoreilla on oma tietoliikenneinfrastruktuuri, jonka tarvittavat osat se rakentaa itse tai vuokraa paikallisen tarpeen mu- kaisesti.

Radioverkon osalta mikro-ope-

raattorin toiminta perustuu paikal- lisiin taajuuslisensseihin, joiden saaminen riippuu taajuusregulaati- on kehityksestä kohti 5G-verkkoja.

Mikro-operaattoreiden tulo mo- biilimarkkinoille korostaa kiinteis- tön omistajan roolin merkitystä, koska käyttökohteen mukaisesti räätälöity langaton verkko voi tar- jota alustan paikallisten ja erikois- tuneiden palveluiden tarjoamiselle.

Paikallisten palveluiden kehi- tyksessä voidaan hyödyntää sekä

Langattoman datan käyttö kasvaa

Viestintäviraston uusimman toimialakatsauksen mukaan matkaviestinver- koissa siirrettiin Suomessa tietoa vuonna 2015 yhteensä noin 630 000 tera- tavua, mikä oli 93 prosenttia edellisvuotta enemmän.

Kasvu on kiihtynyt tasaisesti vuosina 2012-2015. Suomalaiset käyttivät viime vuonna mobiilidataa keskimäärin 9,5 gigatavua kuukaudessa.

Vaikka matkaviestinverkon liittymien kasvu on lähes pysähtynyt 9,46 miljoonaan liittymään, mobiililiittymistä pelkästään datan siirtoon käytet- tyjen liittymien lukumäärä kasvoi vuoden 2015 aikana 110 000 liittymällä.

Näiden lisäksi Suomessa oli vuoden 2015 lopussa 1,1 miljoonaa matka- viestinverkon koneliittymää (machine-to-machine, M2M), missä oli kasvua seitsemän prosenttia edellisvuodesta. Tällä sektorilla on odotettavissa seu- raava suuri kasvuaalto teollisen internetin myötä.

Matkaviestinmarkkinat ovat muutoksen alla uuden viidennen sukupolven (5G) matkaviestinverkkojen kehityksen myötä. Tällä hetkellä Suomen mo- biilimarkkinoita hallitsevat kolme suurta operaattoria, joiden lisäksi muiden osuus mobiililiittymistä on vain prosentti.

5G:n uskotaan synnyttävän uutta liiketoimintaa eri aloilla, kunhan taa- juusregulaatio mahdollistaa teknologian nopean täysimittaisen käyttööno- ton.

Suomi tutkii ja pilotoi

Suomen toimintamallin erityispiirre on eri toimijoiden saaminen samaan pöytään Tekesin hankkeiden kautta. Koko liiketoimintaekosysteemin ym- märtäminen on mahdollista eri toimijoiden aktiivisen osallistumisen kaut- ta. Lisäksi taajuuslupien nopea saaminen kokeilukäyttöön on vauhdittanut testiverkkojen rakentamista.

Tekesin Trial – Kognitiivisen radion ja verkon kokeilu ympäristö 2011- 2014 -ohjelma teki Suomesta kansainvälisesti kiinnostavan langattoman tiedonsiirron kokeiluympäristön.

Erityisesti taajuuksien yhteiskäyttökokeiluissa Suomen yhteistyömalli, jossa tiiviissä yhteistyössä elinkeinoelämän, tutkimusorganisaatioiden ja julkisten toimijoiden kanssa on kokeiltu uutta teknologiaa nopeilla sykleil- lä hyödyntämällä todellisia matkaviestinjärjestelmiä.

Lainsäädännön tavoitteena on mahdollistaa kokeilut ja taajuuslupien saanti kokeilukäyttöön on toteutunut nopeasti. Se tekee Suomesta kansain- välisesti houkuttelevan kokeiluympäristön. Hyvä esimerkki toimivasta yh- teistyöstä on Suomessa vuonna 2013 tehty maailman ensimmäinen Licen- sed Shared Access (LSA) -kokeilu. Siinä LTE-verkkoa varten lainattiin lan- gattomien kameroiden käytössä olevaa 2,3 gigahertzin taajuutta.

Suomen langattoman tietoliikenteen menestyksellä kokeilujen sarja jat- kuu Tekesin 5thGear-ohjelmassa (2014-2019). Sen avulla 5G testiverkkojen rakentaminen on vauhdissa kohti niiden kaupallista hyödyntämistä.

Suomessa tehty kokeilut niin teknologian, liiketoimintamallien että taa- juusreguloinnin osalta voivat johtaa uusiin avauksiin. Ne vauhdittavat digi- taalisaatiota Suomessa ja samalla edistetään innovaatiotoimintaa ja tulos- ten kaupallistamista. Se tukee myös suomalaisen tietoliikenteen osaamisen säilymistä.



Kuva 4. Oulun yliopiston 5G-testiverkon makrosolun masto.
Figure 4. Macro cell tower in 5G test network at University of Oulu, Finland.

mikro-operaattorin radioverkosta keräämää tai asiakkailta kerättyä dataa uusien palveluiden kehittämiseen ja tarjontaan.

Ilman mikro-operaattoreita ja paikallisia lisenssejä nykyoperaattoreiden markkinadominanssi voi-

si johtaa kehitykseen, jossa uuden teknologian käyttöönotto voi hidastua ja hintataso kohota todellisen kilpailun vähentyessä.

Lisensioimattomien taajuuksien laajamittainen käyttö eri toimialojen tiedonsiirtotarpeiden täyttäm-



Kuva 5. Oulun yliopiston 5G-testiverkon piensolutukiasema.
Figure 5. Small cell base station in 5G test network at University of Oulu, Finland.

miseen voi johtaa puolestaan taajuuksien ruuhkautumiseen, minkä vuoksi käyttökohteiden tiukentamiseen vaatimuksiin ei kyetä vastaamaan.

Artikkelin kirjoittaja TkT Marja Matinmikko tutkii 5G-järjestelmiä poikkitieteellisesti liiketoiminta-, regulointi- ja teknologianäkökulmista. Hän on taajuuksien yhteiskäytön asiantuntija.

Dr.Sc. Marja Matinmikko conducts multi-disciplinary research on 5G systems from business, regulation and technology viewpoints. She is an expert on spectrum sharing.

Prof. Matti Latva-aho johtaa Ou-

lun yliopiston CWC tutkimusyksikön 5G tutkimusta. Hänen ansionsa huomioitiin vuoden 2015 Nokia Säätiön tunnustuspalkinnolla.

Prof. Matti Latva-aho leads 5G systems research at Centre for Wireless Communications, University of Oulu. His contributions to the field were recognized by Nokia Foundation Award in 2015.

UT Linkkipankki

Linkkipankin kautta voit tutustua Oulussa tehtävään 5G-kehitykseen. Mukana on kirjallisuuslinkkejä ja linkkejä alan muihin toimijoihin.

5G - new local micro-operators

Future digitized society depends heavily on timely availability of high quality wireless connectivity which is current dominated by mobile network operators (MNOs).

Fast large scale deployment of digital services across industry verticals and public sector calls for complementary business models that offer mobile connectivity to meet the ever increasing case specific local needs of different verticals.

Emerging 5G networks with virtualized network functions and higher carrier frequencies facilitate the emergence of new stakeholder roles in 5G business ecosystem for developing new business models to address specific local service needs.

Opening the competition landscape with changes in regulatory policies to issue new local licenses in 5G

could incentivize new players for investments.

5G developments could open the door for new local micro-operators (uO) to provide rapid development cycles for future service provisioning. Micro-operators could build small cell communication infrastructure in collaboration with real-estate owners and offer local context related services and content to customers which could be the different verticals.

Opposite to virtual operators, micro-operators have own infrastructure to support any MNO customers for efficient local service delivery. They would benefit the major MNOs by offering them indoor capacity in high traffic demand areas.

Finland can pioneer the 5G development with iterative trial development to showcase and validate new

technology, business models and regulatory concept by bringing together key stakeholders of the 5G business ecosystem.

University of Oulu's 5G research covers future radio access, radio access network optimization and management, antennas and propagation, baseband algorithms, radio transceivers, 5G test network, vertical applications, and business models.

Research on future business models, vertical applications, and test networks is carried out in JoiNtMaCS, 5GTN and CORE++ projects in Tekes 5thGear program with close collaboration with industry.

JoiNtMaCS project depicts the 5G business ecosystem and develops new business models for 5G in collaboration with researchers from US in WiFIUS virtual institute.

Contact information:

Centre for Wireless Communications (CWC), University of Oulu
marja.matinmikko@ee.oulu.fi
matti.latva-aho@ee.oulu.fi
ari.pouttu@ee.oulu.fi

Oulu Business School
petri.ahokangas@oulu.fi.

Web links:

5G research at CWC:
<http://www.5gcwc.com/>

Tekes 5thGear program:
<http://www.tekes.fi/5thGear>

5GTN project: <http://5gtn.fi/>

WiFIUS virtual institute:
<http://www.wifi.us.org/>

If your 5G idea works here...



it will work here.



50,000 football fans streaming live-action mobile video. All at once.

Soon it will be reality. A world connected as never before. Always on. Amazingly fast. Massive traffic. Instant information. That's the promise of 5G. New spectrum. New waveforms. Millimeter-waves. Massive MIMO. More. Keysight offers the world's first 5G simulation, design and test environment able to emulate your real-world 5G wireless thesis. With deep expertise to help you tackle 5G risk and complexity. So you can go from 5G ideas to 5G reality faster.

HARDWARE + SOFTWARE + PEOPLE = 5G INSIGHTS

5G Get the latest app notes,
white papers and tutorials
www.keysight.com/find/5G-Insight

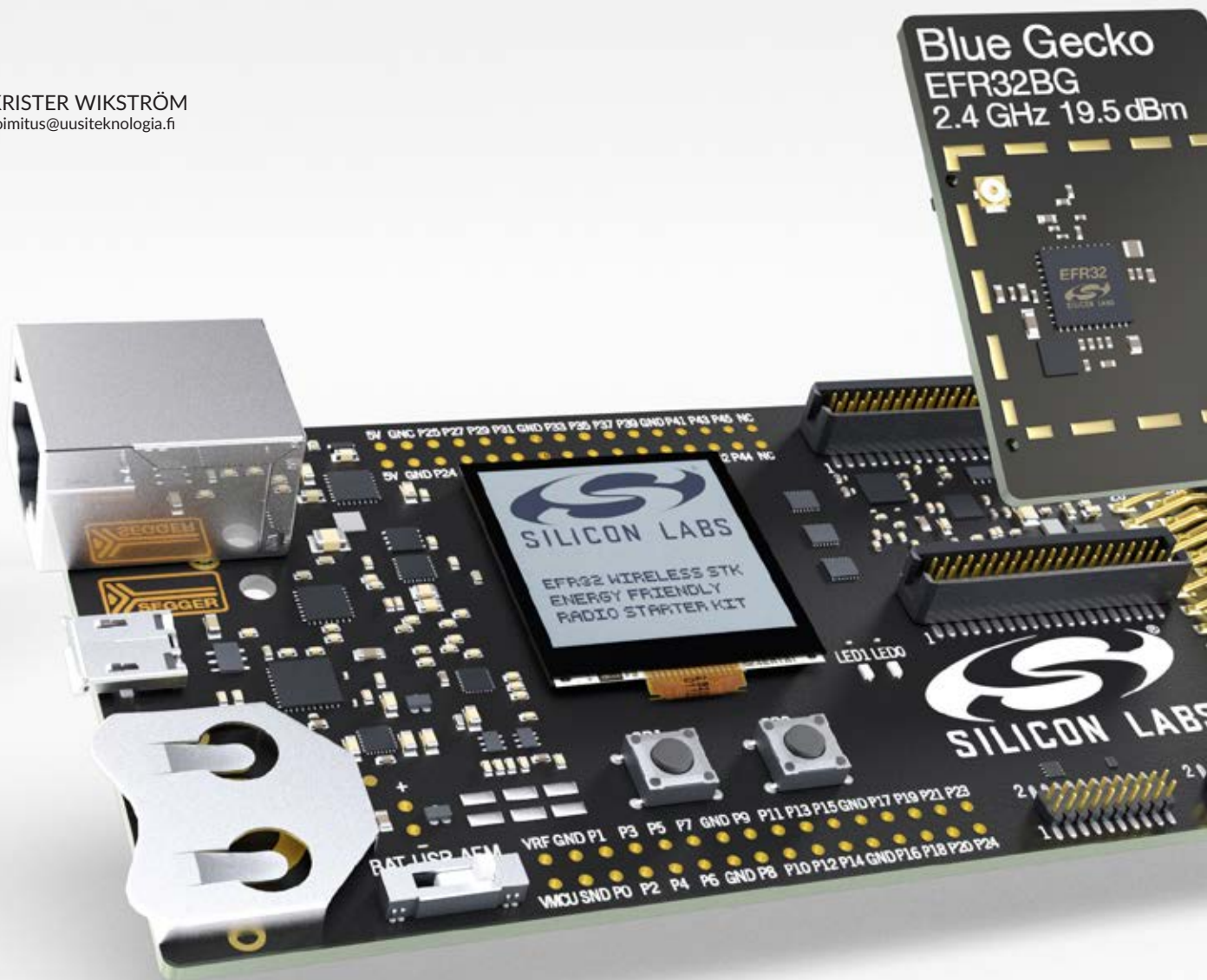
Finland 0800 523 252.

© Keysight Technologies, Inc. 2016



Unlocking Measurement Insights

Agilent's Electronic Measurement Group is now **Keysight Technologies**.



Kuva: Silicon Labs

IoT-liitännäkortit kehityk

Toellisen internetin liiketoiminnallinen potentiaali arvioidaan yleisesti hyvin suureksi, mikä innostaa yrityksiä, yhteisöjä ja yksittäisiä suunnittelijoitakin kehittämään laitteita ja sovelluksia moniin eri tarkoituksiin. Tämä on puolestaan inspiroinut muita yrityksiä tarjoamaan alati kasvavan valikoiman laitealustoja ja prosessorikortteja, apuvälineitä ja työkaluja prototyyppien nopeaan toteutukseen ja sovellusten ohjelmointiin. Katsastimme tämän alueen uusimmat ja mielenkiintoisimmat tuotteet.

Vaikka teollisen internetin laitteet ovat monikirjava joukko, niissä on kuitenkin erinäisiä yhteisiä piirteitä. Jokaisessa laitteessa on vähintään yksi mikro-ohjain tai muu suoritin. Useimmissa laitteissa on joukko antureita, joko suoraan laitteeseen integroituna tai langattoman yhteyden kautta. Laitteessa tarvitaan myös internet-yhteys, se-

kin useimmiten langattomana.

Pelkillä mikro-ohjain- tai muulla suoritinkortilla ei vielä rakenneta teollisessa internetissä toimivaa laitetta, vaan lisäksi tarvitaan erinäisiä muita rakenneosia tapauksesta riippuen. Lähes kaikissa laitteissa tarvitaan käyttöliittymä ainakin toimintojen konfigurointia varten. Käyttöliittymä on nykyisin yhä useammin nettiselainpohjainen ja pilvessä toimiva, itse laitteessa välttämättä ole muuta kuin muutama painike ja merkkivalo.

Laitteen varsinaisia toimintoja varten mikro-ohjaimen tulee liittää antureita ja toimilaitteita. Yleisimpiä toimilaitteita on rele- tai puolijohdekytkin. Joissakin sovelluksissa tarvitaan myös moottorinohjausta. Antureilla on hyvin tärkeä, monesti jopa päärooli teollisen internetin sovelluksissa. Monet verkkoon liitetyt laitteet ovat itse asiassa pelkkiä antureita, ja kukaquinkin jokaisessa laitteessa on

vähintään yksi anturi. Eniten käytettyjä ovat lämpötila- ja kosteusanturit, muita yleisiä tyyppieitä ovat

liikeanturit, paineanturit, erilaisten kaasujen ilmaisimet ja magneettikenttää mittaavat anturit.



Kiinalainen SeedStudio tarjoaa modulaarista Grove-rakennussarjaa, johon kuuluu suuri joukko antureita ja toimilaitteita sekä sovitinkortit lähes kaikille käytössä oleville prosessorialustoille. Kuvassa sovitinkortti Texas Instrumentsin LaunchPad-kokeilukortille. Kaikki Grove-palikat noudattavat open source-periaatetta.

The Grove system from SeedStudio includes a variety of sensors and actuators that can be plugged into adapter cards for rapid prototyping. The picture shows an adapter for the LaunchPad boards from Texas Instruments.

seen

Langattomat yhteydet teollisessa internetissä

Jokainen teollisen internetin laite tarvitsee tietenkin yhteyden nettiin. Lisäksi laitteessa voi olla yhteydet

Pienikokoinen MKR1000 on uusimpia Arduino-kortteja; tavaramerkkikiistojen vuoksi Arduino myydään Euroopassa Genuino-nimisinä. MKR1000 perustuu Atmelin moduuliin ATSAMW25, jossa on mikro-ohjain ARM Cortex-M0+. Modulissa on Atmelin radiopiiri WILC3000, joka toimii sekä WiFi- että Bluetooth-verkoissa. The MKR1000 is a new, small size Arduino board (sold under the brand name Genuino in Europe) based on the ATSAMW25 module from Atmel. This module includes WiFi and Bluetooth connections).

paikallisiin anturiverkkoihin ja toimilaitteisiin. Teolliseen internetiin liitetyn laitemäärän odotetaan kasvavan niin suureksi että vain langattomat yhteydet tulevat käytännössä kyseeseen, joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta. Langattomat yhteydet voidaan pystyttää nopeasti ja helposti, kun taas siirtojohtojen vetäminen on paljon hankalampaa etenkin jälkiasennuksissa.

Varsinaista nettiyhteyttä varten on tällä hetkellä useimmiten tarjolla vain perinteinen TCP/IP-pro-



Arduino 101 perustuu Intelin Curie-moduuliin (kuvassa vasemmalla), jossa on 32-bittinen Quark-mikro-ohjain, Bluetooth Low Energy-yhteys ja liikeanturi kiihtyvyyksien mittaamiseen kolmen akselin suunnassa sekä lineaarisessa liikkeessä että pyörimisliikkeessä.

The Arduino 101 (Genuino in Europe) is based on the Intel Curie module shown on the left side of the picture. The Curie module includes Bluetooth Low Energy networking and a three-axis accelerometer and gyroscope.

tokollaan perustuva Ethernet- tai WiFi-yhteys. Uusia, keskenään kilpailevia vaihtoehtoja kehitetään hyvin aktiivisesti ja vanhojakin standardeja päivitetään uusilla ominaisuuksilla.

Suurin osa teolliseen internetiin liitetyistä laitteista ei tarvitse laajaa kaistaa ja suurta siirtonopeutta, sen sijaan suuri siirtoetäisyys on usein tärkeä ominaisuus. Esimerkiksi WiFi-yhteyden ominaisuudet ovat juuri päinvastaiset, siirtonopeus on suuri mutta yhteysväli melko pieni. WiFi-yhteydelle on tällä hetkellä tarjolla kaksi kilpailevaa vaihtoehtoa: ranskalainen SigFox ja amerikkalaisen mikropiirivalmistajan Semtechin kehittämä LoRa. Muitakin vaihtoehtoja on tulossa, mutta niissä on tällä hetkellä standar-

disointityö vielä keskeneräinen.

Julkisia SigFox-verkkoja on käytettävissä Ranskassa ja naapurimaissa, Suomeen mahdollisesti avattavasta verkosta viritellään suunnitelmia, mutta aikataulusta ei ole tietoa. LoRa on Suomessa edennyt pitemmälle, kun verkko-operaattori Digita aikoo ottaa koekäyttöön LoRa-verkon pääkaupunkiseudulla. Espoolainen suunnittelutalo Espotel on ollut aktiivinen LoRa-verkkoratkaisujen kehittäjänä ja on pystyttänyt kaikille avoimen tukiaseman toimitalonsa katolle.

Nettiyhteyden lisäksi teollisen internetin laitteissa tarvitaan usein paikallisia langattomia yhteyksiä. Niihin voi käyttää jo pitkään käytössä olleita radioverkkoja kuten Bluetooth, Zigbee ja ZWave, jossain määrin myös WiFi-verkkoa. Tällä alueella uusinta ovat mesh-tyyppiset verkot, joilla saadaan laajempi peittoalue kuin muilla verkkotopologioilla kun verkon solmut reittivät reunoihin olevien solmujen sanomia. Zigbee-verkossa on alun alkaen ollut mahdollisuus mesh-topologiaan, uudempi mesh-verkko on Thread, myös Bluetooth-verkoon kehitetään mesh-vaihtoehtoa.

Valinnan varaa mikro-ohjainpiireissä ja kortteissa

Teollisen internetin sovelluksiin ja laitteisiin on käytettävissä sangen runsaslukuinen valikoima mikro-ohjaimia ja järjestelmäpiirejä kahdeksanbittisistä aina kolmekymmentäkaksibittisiin. ARM-pohjaiset piirit ovat tässä selkeässä johtoase-

NodeMCU



Wemos D1



Kiinassa suunniteltu järjestelmäpiiri ESP8266 on herättänyt suurta innostusta lukuisissa yhteisöprojekteissa erittäin edullisesta hinnastaan johtuen. Kuvassa vasemmalla näkyvän NodeMCU-kortin voi hankkia noin viiden euron hinnalla, Oikealla näkyvä kortti on toiminnaltaan sama, mutta noudattaa Arduinon mekaanista formaattia.

Due to its low price, the ESP8266 SoC has attracted much interest in many maker communities. On the left is the NodeMCU board, whereas the other board uses the standard Arduino form factor.

massa, kuten niin monella muullakin osa-alueella. Kahdeksanbittisissä piireissä Atmelin AVR omaa laajimman käyttäjäkunnan, mistä saa kiittää Italiassa kehitettyjä Ar-

duino-kortteja. Kahdeksanbittisten mikro-ohjainpiirien vanha klassikko 8051 on edelleen yllättävän hyvissä voimissa, toisin kuin muut saman aikakauden piirit. Intel kehitti

mainitun piirin MCS-51-nimellä vuonna 1980.

Luku sinänsä ovat järjestelmäpiirit, joissa on mikro-ohjain ja radiolähetin/vastaanotin samalla sirulla. Näiden piirien suurimpia valmistajia ovat Texas Instruments, Silicon Labs, Atmel ja Cypress, mutta pienemmilläkin valmistajilla kuten norjalainen Nordic Semiconductor on mielenkiintoisia RF-järjestelmäpiirejä.

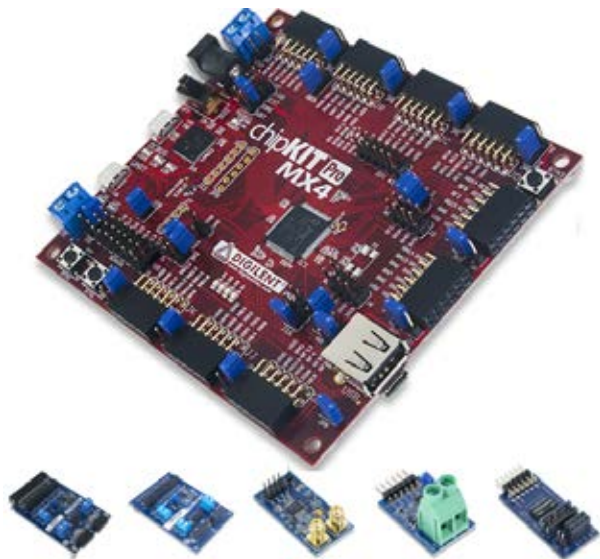
Prototyyppien rakentamiseen soveltuvista korteista on ylenpalttisen runsas tarjonta, alkaen pienistä, hinnaltaan edullisista korteista, joissa useimmiten on Wifi-liitäntä tai Bluetooth-liitäntä. Monet tällaiset krtit on toteutettu jollakin RF-järjestelmäpiirillä, kuten esimerkiksi WiPy. Mainitussa kortissa käytetään Texas Instrumentsin piiriä CC3200, jossa on samalla sirulla WiFi-radio ja varsin suorituskykyinen mikro-ohjain ARM Cortex-M4. Arduino MKR1000 on pienikokoinen kortti, joka perustuu

Atmelin ATSAMW25-moduuliin, jossa mikro-ohjain on ARM Cortex-M0+. Kortin erikoisuus on sekä WiFi- että Bluetooth-yhteys yhdellä radiopiirillä (Atmel WILC3000).

Netin lukuisissa yhteisöprojekteissa suurta innostusta ovat herättäneet ESP8266-järjestelmäpiiriin perustuvat kortit kuten NodeMCU, jonka voi hankkia noin viiden euron hinnalla. Kiinassa kehitetyssä ja valmistetussa ESP8266-piirissä on samalla sirulla kolmekymmentäkaksibittinen Tensilica-prosessori ja WiFi-radio.

Jokainen varteenotettava piirivalmistaja tarjoaa suunnittelijoille vähintään kokeilukortteja, mutta suuret valmistajat kuten Texas Instruments ja STMicroelectronics ovat menneet askeleen pitemmälle tarjoamalla kokonaisiä ”ekosysteemejä” suunnittelijoiden käyttöön. Teaxs Instrumentsilla on LaunchPad-niminen korttisarja, ja STMicroelectronicsilla taas Nucleo-korttisarja.

Intelin x86-arkkitehtuuri on jää-



Amerikkalainen Digilent tarjoaa erilaisia PIC32-mikro-ohjaimen perustuvia alustoja, kuvassa Chipkit MX4. Kortin reunalla näkyviin liittämiin voi liittää Pmod-yksiköitä, joita on noin seitsemänkymmentä erilaista, joihin kuuluu antureita, toimilaitteita ja näyttöjä. Kortin alapuolella näkyy muutamia esimerkkejä.

Anturiverkot tulevat IoT-ratkai



STMicroelectronics esitteli LoRa-anturiverkoratkaisuaan, joka perustuu saksalaisen Semtechin piirisarjaan. Samaa piirisarjaa käyttää LoRa-ratkaisussa myös Microchip. Semtech is one of the LoRa sensor network manufacturers.

Yksittäisiä antureita on varsin helppo liittää teolliseen internettiin. Tarjolla on monenlaisia lyhyen kantaman langattomia yhteyksiä, joista eniten käytettyjä ovat 2,4 gigahertsin alueella toimivat WiFi ja Blue-

tooth. Prototyyppien toteuttamiseen soveltuvia pieniä kortteja on runsaasti tarjolla kumpaankin verkkoon tai samalla kortilla voi päästä molempiin (esimerkiksi Arduino MKR1000).

Kun antureita on paljon, ne kannattaa organisoida anturiverkoksi, josta antureilta tuleva tieto siirretään internettiin yhdyskäytävän (internet gateway) kautta. Yhdyskäytävä muuntaa anturiverkossa käy-

tetyn sanomaformaatin internetissä käytettyyn IP-muotoon.

Anturiverkoissa avainkysymyksiä ovat suurin mahdollinen yhteysetäisyys ja pienin mahdollinen tehonkulutus. Pientä tehonkulutusta tarvitaan, kun anturit usein toimivat pienellä nappiparistolla, josta sähköä tulee riittävä vuosikausia, jopa yli kymmenen vuotta. Lähettäminen kuluttaa eniten energiaa, joten monet anturit voivat olla pitkiä aikoja lepotilassa ja herätä lähettämään tietoja vain lyhyen hetken silloin ja tällöin. Toinen käyttökelpoinen vaihtoehto on kerätä tarvittava energia ympäristöstä eri muodoissa, mistä malliesimerkkinä Saksassa kehitetty EnOcean-verkko ja siirto-protokolla.

Yhteysetäisyys kasvaa kun lähetysteho ja vastaanottimen herkkyys kasvavat. Kumpakaakaan ei valitettavasti voi kasvattaa rajattomasti. Suuri lähetysteho on ristiriidassa pienen tehonkulutuksen kanssa, ja joka tapauksessa kaikissa langattomissa standardeissa viranomaisten määräykset asettavat lähetysteholle ylärajan. Vastaanotinpuolella ylenmääräinen herkkyys altistaa yhtey-

nyt aika paljon ARM-arkkitehtuurin jalkoihin sulautetuissa järjestelmissä ja mobiililaitteissa, ja sama kohdalo hämmättää myös teollisen internetin sovelluksissa. Intel ei kuitenkaan ole heittänyt pyyhettä kehään, vaan tarjoaa prototyyppien rakentamiseen muutamia mielenkiintoisia tuotteita. Monet näistä pohjautuvat Intelin kolmekymmentäkaksibittiseen Quark-mikro-ohjaimeen. Intelin Curie on peukalon pään kokoinen moduuli, jossa Quark-piirin lisäksi on Bluetooth-yhteys ja kolmiakseliset liikeanturit lineaarista ja pyörimisliikettä varten. Curie on erityisesti suunnattu päälle puettaviin laitteisiin kuten älykellot, mutta se on käytettävissä myös Arduino 101-kortilla.

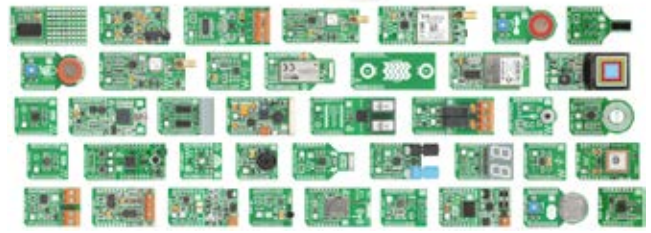
Intel tarjoaa teollisen internetin laitteisiin myös Edison-nimistä modulia, jossa on Quark-mikro-ohjain ja Intelin x86-arkkitehtuuria edustava kahden ytimen Atom-suoritin. Modulissa on sekä Wifi- että Bluetooth-yhteydet.

Rakennussarjoista joustavasti monenlaisia kokoonpanoja

Teollisen internetin ja muidenkin sulautettujen järjestelmien prototyyppien nopeaan toteutukseen on tarjolla modulaarisia rakennussarjoja, joita voi nopeasti rakentaa monenlaisia kokoonpanoja ilman elektroniikkasuunnittelua, pelkäämällä yhdistämällä palikoita toisiinsa.

Italiassa 2000-luvun alussa kehitettyä Arduino-järjestelmää voi syystä pitää modulaaristen kokoonpanojen esikuvana. Aikaisemminkin oli (ja on vieläkin) tarjolla modulaarisia järjestelmiä kuten PC/104, mutta Arduinot ovat aivan omaa luokkaansa mitä tulee edulliseen hintaan ja erilaisten liitäntäyksiköiden lukumäärään.

Arduinon menestykseen on huomattavasti vaikuttanut se, että koko projekti toteutettiin open source-periaatteella. Tämä innosti lukemattomat suunnittelijat kehittämään omia



Serbian pääkaupungissa Belgradissa toimiva MikroElektronika on kehittänyt ehkä kaikkein laajamittaisimman protorakennussarjan. Ylimpänä kuvassa emolevy, joka voidaan kalustaa alhaalla näkyvillä moduleilla, joita on tarjolla noin sataviisikymmentä erilaista.

The Serbian company MikroElektronika offers one of the most extensive prototyping systems consisting of a motherboard and approximately 150 different sensor and actuator modules.

Arduino-versioita ja etenkin lisäkortteja toimintojen laajentamiseen. ”Virallisia” ja epävirallisia proses-

sori- ja lisäkortteja on tarjolla selälaiset määrät että kukaan ei voi olla perillä niistä kaikista. Netissä on si-

isuihin

den häiriöille, kun voimakkaat ulkoiset radiosignaalit aiheuttavat ristimodulaatiota ja muuta säröä vastaanottimessa.

Anturiverkoissa ja muissakin radioverkoissa tärkeä kysymys on verkon topologia. Yleisin topologia on tähtimäinen, jossa yksi laite on verkon isäntä ja muut laitteet ’orjia’, jotka ovat yhteydessä vain isäntään eivätkä suoraan toisiinsa. Suurin siirtoetäisyys käytetyllä RF-tekniikalla ratkaisee silloin kuinka suuren alueen anturiverkko voi kattaa, kun tähtimäisellä verkolla halutaan laaja peittoalue verkossa voidaan käyttää jotakin pitkän etäisyyden siirtotekniikkaa kuten matkapuhelinverkon mobiililaajakaistaa. Tämän etuna on suuri siirtonopeus, haittana taas käyttömaksut ja suuri virrankulutus. Tähtimäisessä verkossa toinen käyttökelpoinen vaihtoehto on yksityinen LoRaWAN-verkko, jossa päästään jopa kahdenkymmenen kilometrin siirtoetäisyyksiin pienellä tehonkulutuksella. Amerikkalainen Libelium tarjoaa tällä tekniikalla toteutettuja anturiverkon solmuja ja muitakin osia nimellä Waspmodte. Libeliumin tuotevalikoimaan

kuuluvat myös palikat WiFi-, Bluetooth- ja SigFox-pohjaisten anturiverkkojen rakentamiseksi.

Mesh-tyyppisellä verkolla voidaan periaatteessa kattaa laajempi alue kuin tähtimäisellä verkolla vaikka siirtoetäisyys olisikin melko vaatimaton. Mesh-verkossa lähellä keskustaa eli yhdyskäytävää sijaitsevat ’tavalliset’ solmut reitittävät verkon reunoilla sijaitsevien solmujen liikennettä. Silloin tarvitaan ainoastaan niin suuri siirtoetäisyys että saadaan yhteys lähimpään solmuun.

IEEE 802.15.4-standardin mukaiseen radiorajapintaan perustuva ZigBee on alusta alkaen tarjonnut mahdollisuuden mesh-verkkoon. Käytettävissä on myös uudempi julkinen meshverkkostandardi Thread. Kotiautomaatiosovelluksissa paljon käytetty Z-Wave on myös mesh-tyyppinen. Mesh-topologian edut on havaittu muuallakin, mielenkiintoisin kehitystyö on meneillään Bluetooth-standardissa. Myös yksityiset yritykset ovat kehittäneet omia kaupallisia mesh-protokollia, esimerkkinä Tampereella toimiva Wirepas, jonka Pino-protokolla on



Espotel esitteli Teknologia’15-messuilla LoRa-anturiverkkoaan. Finnish company Espotel demonstrated their LoRa sensor network solution.

menestynyt hyvin laajoissa etäluetavien sähkömittareiden verkoissa.

Bluetooth ja erityisesti sen Low energy-versio (Bluetooth Low Energy, BLE) on monella tapaa sopiva anturiverkoksi, alkaen nimensä mukaisesta pienestä tehonkulutuksesta. Siirtoetäisyys on kuitenkin sangen vaatimaton, enintään satoja metrejä. Parannusta on kuitenkin tulossa, uudessa standardiversiossa etäisyys kaksinkertaistuu entisellä tehonkulutuksella. Tämän lisäksi Bluetooth-standardia kehittävä organisaation suunnitelmissa on vuonna 2016 julkaista Bluetooth Mesh (BLE-Mesh) lisäyksenä nykyiseen standardiin. Muutamat yritykset kuten esimerkiksi Mindtree

pyrkivät etulyöntiasemaan kehittämällä jo tässä vaiheessa oman yrityksen BLE-Mesh-verkosta. Myös piirivalmistajat käyvät kuumina, esimerkiksi NXP kehittää piirejä BLE Mesh-verkkoon.

Toinen mielekiintoinen Bluetooth-uutuus on mahdollisuus käyttää IPv6-standardin mukaista sanomarakennetta Bluetooth-verkossa (6Lo-BLE-määrittely). Tässä on sama idea kuin nykyisissä IEEE 802.15.4-verkoissa käytetyssä 6LoPAN-sanomaprotokollassa; yhdyskäytävän ohjelmointi on yksinkertaisempaa kun sanomat tarvitsevat vain vähän muokkausta siirrettäessä internettiin.



Myös Intel haluaa mukaan teollisen internetin laitteisiin ja projektien rakenteluun. Kuvassa pinon päällimmäisenä Intel Edison, jossa on Atom-suoritin ja Intelin kolmekymmentäkaksibittinen Quark-mikro-ohjain. Punaiset laajennuskortit on kehittänyt amerikkalainen Sparkfun.

A modular system based on the Intel Edison (on top of the stack) and expansion modules developed by Sparkfun.

vusto Arduino Shield List (shield-list.org), joka parhaansa mukaan yrittää pitää kirjaa tarjolla olevista Arduino-lisäkorteista. Luettelossa on tällä hetkellä 317 korttia lajiteltuna sataankahteeneenkymmeneen viiteen valmistajaan, ja tarkistusta on odottomassa 518 kortin jono. Kaikkia kortteja ei välttämättä voi yhdessä liittää samaan mikro-oh-

jainalustaan, mainittu nettisivusto kertoo kunkin kortin kohdalla mitä Arduino-alustan signaaleja kortti käyttää. Tämän perusteella voi siten arvioida yhteensopivuuksia.

Arduinoilla pääsee siten hyvin nopeasti liikkeelle, varsinkin kun netistä löytyy paljon esimerkkiprojekteja mitä erilaisimpien laitteiden toteuttamiseen.. Alkuperäinen At-

misen rakennussarjan prototyyppien toteutukseen. Sarjaan kuuluu suuri joukko antureita ja toimilaitteita sekä sovitinkortti useiden muiden valmistajien mikro-ohjain- ja prosessorialustoille, muun muassa Texas Instrumentsin LaunchPad-kokeilukorttijärjestelmälle ja

melin kahdeksanbittinen AVR-mikro-ohjain ei tosin ole kovinkaan suorituskykyinen, mutta tarjolla on myös kolmekymmentäkaksibittisiä ARM-piireillä toteutettuja Arduino-kortteja.

Kiinalainen SeeedStudio on kehittänyt mielenkiintoisen Grove-ni-



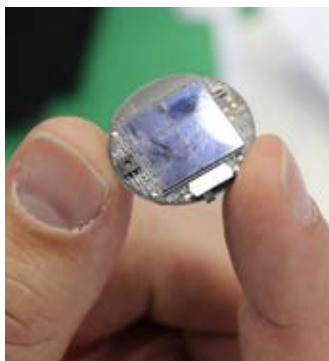
Taiwanilainen Advantech on toteuttanut pienikokoisen IoT-kortin, joka soveltuu M2.COM-ratkaisuun, jossa ovat mukana Advantechin lisäksi ARM, Bosch Sensortec, Sensirion and Texas Instruments.

Advantech along with ARM, Bosch Sensortec, Sensirion and Texas Instruments (TI) have a new Internet of Things (IoT) sensor platform called M2.COM.

Taulukko: Esimerkkejä IoT-järjestelmäpiireistä

Piiri	Valmistaja	Suoritin	Sisäinen muisti flash/SRAM (tavuja)	Radio
ATSAMR21G18A	Atmel	ARM Cortex-M0	256K/64K	802.15.4
ATmega256RFR2	Atmel	AVR	256K/32K	802.15.4
MKW24D512VHA5	Freescale	ARM Cortex-M4	512K/64K	802.15.4
MC12311	Freescale	HC08	32K/2K	315 – 960 MHz
CC3200	Texas Instruments	ARM Cortex-M4	SRAM 256K, ulkoinen flash	802.11 b/g/n (WiFi)
CC2650	Texas Instruments	ARM Cortex-M3	128K/20K	Monistandardi ⁽¹⁾
CC430	Texas instruments	MSP430	32K/4K	433 MHz ja 868 MHz
EZR32WG	Silicon Labs	ARM Cortex-M4	256K/32K	142 – 1050 MHz
Si1060	Silicon Labs	8051	64K/4K	142 – 1050 MHz
Blue Gecko-perhe	Silicon Labs	ARM Cortex-M4	256K/32K	Bluetooth v4.2
PSoC4 BLE	Cypress	ARM Cortex-M0	128K/16K	Bluetooth v4
nRF51822	Nordic Semiconductor	ARM Cortex-M0	256K/32K	Bluetooth v4
MT7688	Mediatek	MIPS24KEc	256K DRAM, ulkoinen flash	802.11 b/g/n (WiFi)
ESP8266	Espressif	Tensilica Xtensa	SRAM 32K+80K, ulkoinen flash	802.11 b/g/n (WiFi)

1. Bluetooth Smart ja 802.15.4 (ZigBee, ZigBee RF4CE, 6LoWPAN)



Pienimmillään IoT-yksikkö voi olla tätä luokkaa. Tässä moduulissa on erikoisuutena moduuliin kiinnitetyt aurinkokennot.

IoT cards can be even as small as this module with solar panels.

suosituille Raspberry Pi ja Beagle Bone Black "Linux-korteille". Sovitinkortissa ja antureissa on standardoidut liittimet ja valitut palikat liitetään lyhyillä välikaapeleilla.

Serbian pääkaupungissa Belgradissa toimiva MikroElektronika on kehittänyt ehkä kaikkein laajimman ja monipuolisimman kehitysjärjestelmän protolaitteiden rakenteluun. Sarjaan kuuluu emolevy, jossa on standardoitu väylä erilaisten lisämoduulien liittämiseen. Emolevyjä on tarjolla monilla erilaisilla mikro-ohjaimilla, muun muassa Microchipin kahdeksan. ja kuusitoistabittiset piirit, kahdeksanbittinen mikro-ohjain 8051 (vanha klassikko) ja tietenkin monet ARM-pohjaiset mikro-ohjaimet Emolevyllä kiinnitettäviä lisämoduuleja on tällä hetkellä yli sata-viisikymmentä erilaista.

Amerikkalainen Digilent tarjoaa modulaarista järjestelmää, jossa on erilaisia mikro-ohjainkortteja sekä niihin liitettäviä Pmod-nimisiä yksiköitä. Korteissa käytetään Microchipin PIC32-mikro-ohjainta, jossa on kolmekymmentäkaksibittinen MIPS-suoritin. Tällä hetkellä on tarjolla noin seitsemänkymmentä Pmod-liitäntäyksikköä, joihin kuuluu erilaisia antureita, toimilaitteita ja näyttöjä. Sovellusten ohjelmointiin voi käyttää muun muassa National Instrumentsin LabVIEW-työkalua.

Texas Instruments tarjoaa prototyyppien rakentamiseen ja kokeiluun LaunchPad-nimisiä mikro-ohjainkortteja, joissa on standardoitu liitäntä toimintojen laajentamiseksi Boosterpack-korteilla. LaunchPad-kortteja on tarjolla erilaisilla ARM Cortex-perheen mi-

kro-ohjaimilla, mutta myös Texas Instrumentsin omilla mikro-ohjaimilla kuten kuusitoistabittinen, vähän sähköä kuluttava MSP430- ja kolmenkymmentäkaksibittinen

STMicroelectronicsilla on samantapainen Nucleo-niminen korttijärjestelmä. Nucleo-korteissa on Arduino-yhteensopivat liittimet, siten erittäin laaja Arduino-lisäkorttien valikoima on käytettävissä prototyyppien rakentamiseen. STMicroelectronicsilla on myös kattava valikoima omia lisäkortteja Nucleo-järjestelmään.

Artikkelin kirjoittaja Krister Wikström on kokenut elektroniikkasuunnittelija, jolla on noin kolmenkymmenen vuoden kokemus teollisuudessa ja neljäntoista vuoden kokemus elektroniikan ja tietokone-tekniikan opetuksesta Metropolia ammattikorkeakoulussa. Hän on erikoistunut sulautettuihin järjestelmiin, anturiverkkoihin ja teollisen internetin sovelluksiin. Hän on aktiivinen kirjoittaja ja kouluttaja,

Wireless IoT cards

Due to its very big commercial potential the Internet of Things has inspired the development of microcontrollers and platforms for rapid prototyping, as well as the development of new wireless standards, and upgrading of well-established, existing standards. In this article we survey the most interesting new tools and developments in the IoT field.

Krister Wikström is an experienced electronics designer with 30+ industry experience and 14 years of experience in teaching electronics and computer engineering. His main area of interest is embedded systems, sensor networks and the Internet of Things.

UT Linkkipankki

Linkkipankin kautta löydät tietoa artikkelissa esitellyistä liitäntäkorteista. Mukana on myös linkit anturiverkkojen toteuttajien sivustoille.

UUSINTA TEKNOLOGIAA JA INNOVAATIOITA



- ▶ NETTI
- ▶ SOME
- ▶ UUTISKIRJEET
- ▶ LEHDET
- ▶ KOULUTUS
- ▶ KONSULTOINTI

UUSITEKNOLOGIA.fi
UUEDET TEKNIikat - TUTKIMUS - TUOTEKEHITYS - INNOVAATIOT - PROTOT - PALVELUT

www.uusiteknologia.fi





Mittaamalla akut kestävätkä pidempään

Langattomat ratkaisut yleistyvät IoT-ratkaisujen kautta, mutta teollisuudessa ongelmana on rajallinen akkuteho. Avuksi tarvitaan uusia mittaustekniikoita, kertoo Keysightin Carlo Canzian artikkelissaan.

UT CARLO CANZIAN
Keysight

Langattomien antureiden avulla saadaan hyvin tietoa ympäristöolosuhteiden tai teollisten laitosten ja koneistojen tarkkailussa. Niiden käyttö lisääntyy lähivuosina räjähdysmäisesti, kun esineiden internet (IoT) ja teollisen internetin ratkaisut yleistyvät. Esineiden internetistä tulee totta vasta kun antureiden paristojen käyttöaikaa voidaan pidentää riittävästi.

Langattomien anturien käyttöä rajoittaa kuitenkin niiden kyky toimia kohtuullisen pitkän ajan. Kun langattoman anturin toiminta on täysin pariston varassa, siitä tulee pariston tyhjentymässä täysin turha.

Paristokäyttöisten langattomien sensorien suunnitteluun liittyy monenlaisia haasteita, kun laitteelle yritetään saada kohtuullisen pitkä käyttöaika.

Tyypillisesti pitempää käyttöä pyritään hakemaan rajoittamalla kohteen energiankäyttö vain tietyn toiminnon ajalle, jonka jälkeen laite siirtyy lepotilaan. Langattoman anturin käyttö voidaan jaksottaa erilaisiin tiloihin, joista kukin vaatii tietyn virtamäärän tietyn ajanjaksona. Käytännössä tämä on toteutettu niin, että käyttöjakso määritetään mahdollisimman lyhyeksi ja lepojakso mahdollisimman pitkäksi.

Yleisiä toimintotiloja ovat:

- Laitteen herätys, mittaus ja tiedon muokkaus viestimutoon.
- RF-vahvistimen käynnistäminen, viestin välittäminen ja RF-vahvistimen sammuttaminen.
- Kaksisuuntaisissa antureissa (lähetys ja vastaanotto): herätys, vastaanottimen käynnistys, tiedon vastaanotto ja käsittely, viestitiin reagointi ja sammuttaminen.

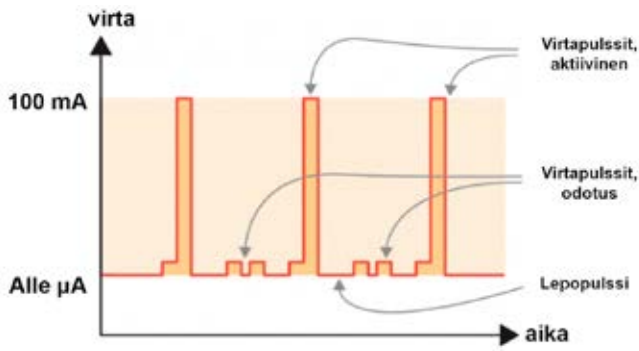
Helpoin keino käyttöajan pidentämiselle olisi käyttää isompaa, suuri kapasiteettista paristoa. Aina se ei ole mahdollista, koska antureiden halutaan olevan pienikokoisia. Piiriteknikalla niissä voi silti olla melkoisesti suoritustehoa suurien tietomäärien lähettämiseen, älykaiden toimintojen ja analyysien tekemiseen. Siksi odotukset voivat olla ristiriidassa helpoimman ratkaisutavan kanssa.

Miten arvioida pariston kestämistä?

Uusien IoT-järjestelmien suunnittelutyössä on aina tehtävä ensin kompromisseja ja löydettävä tasapaino pariston ulkomittojen ja halutun langattoman anturin toiminnallisuuden välillä. Vain näin voidaan saada pienellä paristolla aikaan halutut toiminnot ja paristokin olisi vaihdettava mahdollisimman harvoin.

Uuden anturin optimointiprosessissa on ensin selvitettävä energiantarve. Laitteen toiminnan määrittämistä varten kerätään tietoa energiankulutuksesta. Jokaisella paristolla on tietty teoreettinen energiamäärä, joka ilmaistaan wattitunteina (Wh), ja kapasiteetti, joka ilmaistaan ampeeritunteina (Ah).

Kun laitteen virrantarve on tiedossa, sen perusteella voidaan laskea pariston käyttöaika. Pariston käyttöaika (tuntia) = pariston kapasiteetti (Wh) / keskimääräinen



Typillisen langattoman IoT-anturin virrankulutus aktiivisena, herätys- ja lepotilassa. Virrankulutus vaihtelee eri tilanteissa alle µA:sta 100 mA:an, jolloin suhdeluku on 1:1 000 000.

Toiminto	Virrat	Kesto
Lähetys	20-100 mA	1-100 ms
Aktiivinen	100 µA - 10 mA	10 - 100 ms
Lepotila	500 nA - 50 µA	100 ms - min

Taulukko. Tyypilliset langattoman IoT-anturien virrankulutukset ja kestot.

virrankulutus (W)

Pariston energia riippuu myös jännitteestä (V) ja kapasiteetista (Ah). Jännitearvo on pariston purkauskäyrän keskiarvo, joka määritetään empiirisesti pariston energian ja kapasiteetin mukaan. Näin ollen pariston käyttöaika voidaan määrittää myös seuraavalla kaavalla:

Pariston käyttöaika (tuntia) = pariston kapasiteetti (Ah) / keskimääräinen virrankulutus (A)

Todellisessa käytössä pariston käyttöaika on yleensä laskennallista arvoa lyhyempi. Usein puhutaankin pariston huonosta laadusta, mutta tietyn paristotyyppin kapasiteetti voi vaihdella 5–10 prosenttia. Suuret paristovalmistajat tarjoavat yksityiskohtaisia teknisiä tietoja paristojen todellisesta käyttöajasta.

Usein varovaisia kapasiteetti-arvioita käyttämälläkin pariston käyttöikä jää arvioitua lyhyemmäksi. Laite lakkaa toimimasta ennen aikojaan, joten miksi näin tapahtuu? Onko energiankulutus arvioitu väärin vai onko muitakin mahdollisuuksia. Sitä käsitellään artikkelissa seuraavaksi.

Langattomissa antureissa kuten muissakin paristokäyttöisissä laitteissa energiaa säästetään siten, että laitteen apuvirtapiirit ovat käytössä vain tarvittaessa.

Laite suunnitellaankin olemaan suuren osan ajasta lepotilassa, jolloin virrankulutus on pieni. Lepotilassa vain reaaliaikakello on käytössä. Laite herää suorittamaan mittauksia

tietyin väliajoin. Tämän jälkeen tieto välitetään vastaanottimelle.

Vaihtelevan virrankulutuksen mittaongelmat

Uusien antureiden kanssa perinteisin virranmittausmenetelmä on hyödyntää digitaaliyleismittarin virtamittaritoimintoa. Vaikka nykyaikaisten digitaaliyleismittareiden virranmittaustarkkuus on hyvä, ne eivät sovellu kovin hyvin vaihtelevan virrankulutuksen mittaamiseen. Yleismittarin mittaukset tehdään kiinteillä mitta-alueilla ja pysyvillä signaalitasoilla.

Yleismittari voidaan kytkeä mittaustilanteessa sarjaan paris-

ton ja laitteen välille. Lukemissa nähdään ajoittain heittoa anturin käyttöjakson ja jopa lähetystilan yhteydessä. Yleismittareissa on useita erilaisia mitta-alueita, ja automaattisen mitta-aluevalinnan pitäisi osata valita sopivin mitta-alue ja antaa näin tarkin mahdollinen tulos.

Digitaaliyleismittari ei ole ihan teellinen ratkaisu uusien älyantureiden kanssa. Automaattinen mitta-aluevalinta ja mittaustulosten arviointi kestävät turhankin pitkään. Automaattisen mitta-aluevalinnan kesto on usein 10 - 100 ms, joka on pidempi kuin varsinainen lähetystai aktiivitilan kesto. Tästä syystä automaattinen mitta-aluevalinta joudutaan poistamaan käytöstä ja käyttäjän on valittava sopivin mitta-alue manuaalisesti.

Digitaaliyleismittari tekee mittauksen asettamalla piiriin shunttivastuksen ja mittaamalla jännitepudotuksen vastuksen yli. Heikkovirta mitataan yleensä valitsemalla matala mitta-alue suuriarvoisella vastuksella, ja vastaavasti suurivirta mitataan tehdään valitsemalla korkea mitta-alue pieniarvoisella vastuksella.

Jännitepudotuksesta käytetään joskus termiä haittajännite. Jännitepudotuksesta johtuen langattoman anturin saama jännite laskee. Lepotilan virrankulutuksen mittauksessa tarkimmissa matalissa mitta-alueissa virtapiikkien aikana voi esiintyä haittajännite, joka voi jopa aiheuttaa laitteen nollauksen.

Käytännössä on tehtävä komp-

romisseja ja käytettävä korkeaa mitta-alueita, joka pitää laitteen toiminnassa virtapiikkien aikana. Tällöin laite kestää huippuvirran ja lepotilan virrankulutus voidaan mitata, mutta kompromissilla on myös haittansa.

Koska offset-virhe määritetään täydelle mitta-alueelle, se vaikuttaa merkittävästi heikkovirtatasojen mittaustuloksiin. Virhevaikutus voi olla 0,005 % virhe mitta-alueella 100 mA = 5 µA, mikä vastaa 50 % virhettä 10 µA:lla tai 500 % virhettä 1-µA virtatasolla.

Koska laitteen virrankulutus on suurimman osan ajasta tällä tasolla, virheellä on erittäin suuri vaikutus pariston käyttöaika-arvioon. Kun anturin heikkovirrankulutus on mitattu lepotilassa, tämän jälkeen mitataan aktiivi- ja lähetystilojen pulssit. Mittauksissa on huomioitava sekä virrankulutustaso että aika, jonka anturi on kyseisellä tasolla.

Oskilloskoopit soveltuvat erinomaisesti signaali muutosten mittaamiseen, mutta IoT-antureilla virrankulutus mitataan kymmeniä milliampeereina. Monet tällä hetkellä saatavissa olevat mittapääät soveltuvat tähän huonosti rajallisen herkkyytensä ja signaalin ryöminän takia.

Hyvissä pihtimittapäissä pohjakohina on 2,5-mA rms, ja nol-lakompensointi on tehtävä usein. Ne mittaavat sähkökenttää langasta, joten herkkyyden lisäämiseksi langalta on otettava mitta-alue useita kertoja, jolloin magneettikenttä ja lukema voimistuvat ja mitta-alue hel-



Paristokäyttöisten laitteiden mittaamiseen on kehitetty erikoisratkaisuja. Kuvassa Keysightin SMU-mittausyksiköitä, jotka soveltuvat esimerkiksi IoT-antureiden lisäksi älypuhelimien, tablettien, autojen ohjausyksiköiden tai sirusarjojen analysointiin.



Artikkelin Keysightin N6705B akkutestauksissa käytetty DC-tehoanalysaattori varustettuna mittausmoduuleilla N6781A ja 14585A.

pottuu.

Tällä menetelmällä saadaan kuitenkin käsitys toiminnon virtapulsseista ja siirtoajasta. Myös aktiivi- ja lähetystilassa virrankulutustaso vaihtelee aaltomaisesti. Keskimääräisen virrankulutuksen laskemiseksi aaltomuoto on siirrettävä sovellukseen ja kaikki mittauspisteet integroitava.

Oskilloskoopit mittaavat tehokkaasti myös yksittäisiä purskeita. Mittauksesta tulee kuitenkin moni-

mutkaisempaa silloin, kun halutaan selvittää, montako kertaa anturi aktivoituu tietyn ajanjakson aikana ja kuinka usein se lähettää lähetyspurskeen.

Oskilloskoopit suoriutuvat lyhyen aikavälin mittauksista hyvin, mutta anturin käyttösykli voi olla pituudeltaan minuutteja tai jopa useita tunteja, jolloin tiedon sieppaus ja mittaus voi olla vaikeaa.

Artikkelin kirjoittaja on Carlo Canziani, joka toimii mittaus- ja testuslaitteita valmistavan Keysightin teknisessä tuessa. Artikkelin on julkaistu aiemmin nimellä "IoT Wireless Sensors and the Problem of Short Battery Life". Lisää aiheesta voi lukea Keysightin nettisivulta www.keysight.com/find/N6781A-EU

IoT Wireless Sensors and the Problem of Short Battery Life

Wireless sensors are going to introduce huge changes to monitoring environmental parameters and industrial installations. Today, sensor installation and wiring constraints block widespread adoption. With battery-powered devices, the Internet of Things can become a true reality -- as soon as sensor battery life becomes long enough to overcome

users' concerns.

For years, engineers have struggled with measurements related to the run time of battery-powered devices. Test setups involving oscilloscopes, DMMs, power supplies, current probes and current shunts are complex, and they are not able to show details of dynamic current usage.

New patented seamless current

ranging technology combined with a long-term high-resolution data logger help engineers visualize current drain from nA to A in one pass to unlock insights and deliver exceptional battery life in wireless sensors and other battery-powered devices. More: www.keysight.com/find/N6781A-EU

UT Linkkipankki

Lisää uusista IoT-antureiden ja muun elektroniikan mittamisesta Uusiteknologian linkkipankin osoitteiden kautta.

Käytännön virtamittaukset

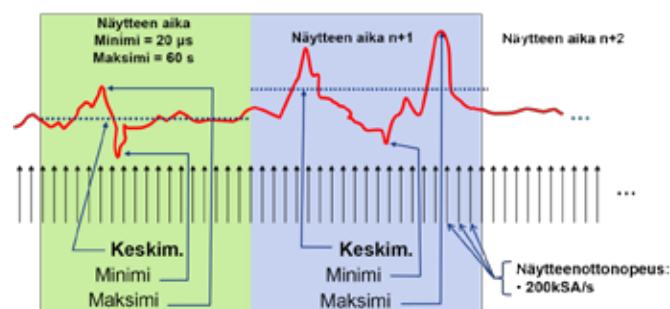
Paristokäyttöisten laitteiden tehonkulutukseen mittauksiin liittyviä ongelmia on yritetty ratkaista jo vuosia. Testauksessa on käytetty oskilloskooppeja, digitaaliylemittareita, virranlähteitä, virtakoettimia ja shunttivastuksia, mutta nämä monimutkaiset laitteistot eivät pysty näyttämään tietoja vaihtelevasta virrankulutuksesta.

Perinteiset mittausratkaisut eivätkä tarjoa IoT-laitteiden pariston virrankulutuksen optimointiin ja tarkistukseen tarvittavaa mittaustarkkuutta. Nyt tarjolle on tuotu erikoisratkaisuja, joiden avulla voidaan saada paljon tietoa suunnitteluun.

Tässä esitellään IoT-laitteiden virtamittauksia Keysightin uusien SMU-yksiköiden avulla. Paristojen virrankulutusanalyysiin on

N6781-mittausyksikkö, jota voidaan käyttää moduulivirtalähde Keysight N6700 tai N6705 -tasasähkötehoanalysaattorin kanssa.

Keysightin paristonkulutusta analysoivilla N6785A SMU-yksiköillä voidaan mitata virtaa nanoampeereista kahdeksaan ampeeriin asti. Mittausyksikkö tarjoaa virrankulutusanalyysin yhdellä näytöllä, jossa on kaikki tarvittavat tiedot virranku-



Kuva 3: Dataloggerilla näytteet integroidaan peräkkäisiin näytteenottojaksoihin. Kaikki näytteet tallentuvat. Jokaiselle näytejaksolle on myös saatavilla minimi- ja maksimiarvot.

lutuksesta ja energiahävikistä

SMU-yksiköissä on Keysightin kehittämä ja patentoima saumaton (portaaton) aluevalinta ja pitkän aikavälin tiedonkeruumahdollisuus. Saumattoman alueenvaihdon avulla mittausaluetta voidaan vaihtaa ja pitää silti antojännite tasaisena.

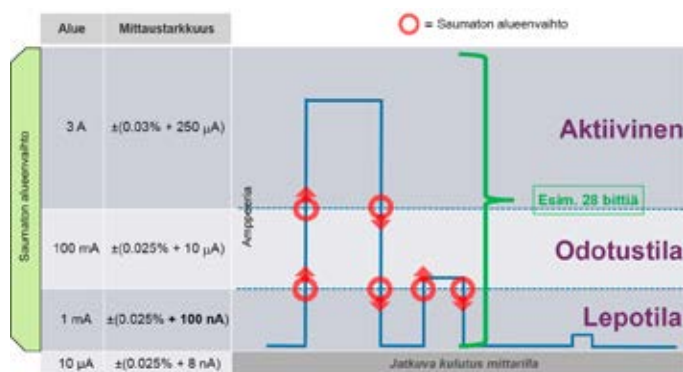
Uuden saumattoman aluevalinnan avulla virtapiikkejä voidaan mitata niin isoilla virroilla kuin pienilläkin virroilla. Esimerkiksi lepotilan virrankulutusta voidaan mitata 1-mA FS -alueella offset-virhearvolla 100 nanoampeeria.

Pieni offset-virhearvo (100-nA offset-virhearvo vastaa 10 % / 1 µA tai 1 % / 10 µA), joka on moninkertaisesti parempi kuin perinteisellä digitaaliylemittarilla. Portaaton mittausaluevalinta mittaa yhdessä

kahden digitoijan kanssa jännitettä ja virtaa samanaikaisella näytteenotolla nopeudella 200 kSa/s (5-µs aikaresoluutio).

Digitoidut mittaukset saadaan kerättyä kahden sekunnin ajalta, ja ne voidaan näyttää täydellä aikaresoluutiolla ja suhteessa pidemmän ajan alhaisella resoluutiolla. Pitkän aikavälin mittauksissa Keysight N6705B modulaarisen tasasähkötehoanalysaattorin sisäinen dataloggeri integroi 200-kSa/s mittaukset käyttäjän määrittämällä integrointijaksolla (20 µs - 60 sekuntia) tallentaen kaikki näytteet myös integrointijaksojen väliltä.

Koska dataloggeri tallentaa tietoa aukottomasti, kaikki näytteet osuvat jollekin integrointijaksolle eikä näytteitä häviä. Dataloggerin avulla



Kuva 2: Keysightin SMU-yksikön mittausalueet eri virrankulutustasoilla. Käytössä on saumaton (portaaton) alueenvaihto.

PÄIVITTÄIN + VIIKOITTAIN + LEHTENÄ



www.uusiteknologia.fi

suunnittelijat voivat tehdä langattoman anturin virta- ja energiankulutusmittauksia jopa tuhannen tunnin ajanjaksolla.

Lepotilan virrankulutus voidaan mitata helposti kohdistamalla ilmaisimet ja lukemalla näyttöarvot. Kuvassa 4 näkyvä mittausta on otettu kerralla pitkän ajanjakson aikana, jolloin saadaan kokonaiskuva virrankulutuksesta sekä tarkka lepotilan virtalukema (599 nA).

Vieritys- ja zoomaustoiminnoilla virrankulutusta ja aikajaksoja voidaan tarkastella tehotasokohtaisesti. Näin voidaan tunnistaa ja mitata yksityiskohtia, joita perinteiset mit-

taustyökalut eivät näe. Tästä hyvänä esimerkkinä ovat kuvassa 4 näkyvät ”????”-tunnisteella merkityt jälkipulssit.

Sovelluksesta ilmeni, että laitteen virrankulutuksessa on ~90 μ A piikkejä, joiden kesto on 500 ms keskimääräisellä 3,3 μ A virralla. Kun tämä lisätään lepotilan virrankulutukseen 599 nA, kulutus on yhteensä 730 nA, joka on 22 % odotettua suurempi. Tällainen yllätys voi olla yksi syy sille, miksi arvioitu energiatarve jää alakanttiin ja pariston käyttöikä on odotettua lyhyempi.

Näistä yksityiskohdista on merkittävää hyötyä langattomien antu-



Kuva 4: Mitattu virrankulutus 200 sekunnin aikana antaa jo uutta tietoa laitteen vaihtelevasta virrankulutuksesta.



Kuva 5: Keysightin 14585A -sovelluksella voidaan mitata energiaa suoraan jouleina.

reiden virrankäytön optimoinnissa. Tieto siitä, kuinka paljon energiaa yhden paketin lähettämiseen vaaditaan, helpottaa käyttäjäkokemuksen ja virrankulutuksen yhteensovittamista.

Mittaustulos kertoo myös, kannattaako tieto lähettää yhden, viiden vai kymmenen sekunnin välein. Suunnittelijat voivat mittaustulosten perusteella arvioida pariston kulutuksen avulla laitteen vaihdon tarpeet ja mittausten tekemiseen ei kulu liikaa aikaa.

Keysightin 14585A hallinta- ja analyysisovelluksella voidaan mitata energiaa myös suoraan jouleina. Se saadaan selville lähettämällä esimerkiksi paketti (ks. kuva 5) ja tallenta-

malla se liipaistulla mittauksella.

Joulearvot ovat hyödyllistä tietoa pariston käyttöiän arvioinnissa, sillä jokaisella toiminnolla on tietty energiamäärä. Laitteen toimintaa voidaan myös vertailla joulea/lähetetyt bitit -arvolla. Silti käytännössä suunnittelijat käyttävät joulearvoja harvoin, sillä ne on laskettava jännitteen, virran ja ajan perusteella.

Joulearvoista on erityistä hyötyä, jos käytössä on kaksi digitoijaa jännitteen ja virran samanaikaiselle näytteenotolle. Se voidaan toteuttaa pistemäisinä. Joulearvo voidaan lukea helposti ilmaisimien välistä, ja suunnittelutyössä voidaan hyödyntää myös joulea/lähetetty bitti -arvoa.

Salaus ja tietoturva IoT-ratkaisuissa



Kuva: Netcontrol

Netcon 100 on sähköjakeluverkon automaation älykäs ala-asema. Netcon 100 smart platform for distribution automation.

UT TOMI ENGDAHL
toimitus@uusiteknologia.fi

Suomessa on monia automaatiojärjestelmiä, joita lähes kuka tahansa voisi päästä ohjaamaan, jos tietää laitteen IP-verkko-osoitteen tai se on helposti selvitettävissä. Ja maailmanlaajuisesti verkossa on laitteita, joissa ei ole lainkaan varsinaista käyttäjän tunnistusta tai niissä käytetään valmistajien antamia oletus-salasanoja.

Paljon suojaamattomia IoT-laitteita

Suomen Kyberturvallisuuskeskuksen keväällä 2015 tekemässä verkkojen tietoturvakartoituksessa löytyi tuhansia suojaamattomia Internetiin liitettyjä automaatiolaitteita. Määrä ei ollut edes vähentynyt, vaikka selvitys tehtiin nyt jo toista kertaa.

Verkkoon liitetään enemmän

helposti haavoittuvaa elektroniikkaa. Teollisuuden lisäksi internetin lisäksi myös kuluttajalaitteiden IoT-järjestelmien kehittäjien pitää olla paremmin perillä, miten tietoturva ja tietoliikenne toteutetaan.

Turvallisuuden parantaminen edellyttää langattoman viestinnän, automaation ja käytettävyyden osaamista. Tietoturvan varmistamisen tulisi koskea digitaalisessa maailmassa kaikkia.

Mahdollisuus ja uhka

Keskustelu teollisen internetin ja esineiden internetin (Internet of Things, IoT) toteutuksista käy vilkkaana. Innostus on nousussa, mutta samalla pitää huolehtia tietoturvasta. Siinä Suomella on hyvät mahdollisuudet, koska meillä on monissa yrityksissä laajaa osaamista.

Arjen kybermaailman uhkaku-

Mitä voisi tapahtua, jos ulkopuolinen saisi luettua keräämäsi datan tai pääsisi kiinni teollisuuslaitoksen järjestelmiin. Siksi teollisen internetin maailmassa koneilta koneille tietojen pitää liikkua suojatusti ja tietoturvan pitää olla kunnossa.

vat liittyvät infrastruktuuriin (sähkö-, vesi-, ja tietoliikenneverkot; ruokalogistiikka), liikenteeseen (kulkuneuvojen älytekniikat, liikenteen ohjaus) ja asuminen (kodin automaatio). Esineiden internetissä verkkoon liitetyt anturit ja automaatiojärjestelmät arkipäiväistyvät, mutta edellyttävät samalla kattavaa, luotettavaa ja helposti käytettävää tietoturvaa.

Siinä missä perinteiset tietoturvauhat kohdistuvat ensisijaisesti tietoon, niin teollisen internetin ratkaisuissa voidaan pahimmillaan aiheuttaa aineellista vahinkoa ja saattaa ihmisiä hengenvaaraan.

Verkkoon liitetään entistä enemmän helposti haavoittuvaa teollisuusautomaatiota, kiinteistöautomaatiota, turvatekniikkaa, sairaalatekniikkaa sekä sähkön, lämmön ja veden jakelua ohjaavia järjestelmiä.

Pitkin vuotta on voitu lukea uutisista esille tulleista ja toteutuneista tietoturvauhista. Pari vuotta sitten tehtiin Saksassa kyberhyökkäys terästehtaan automaatiojärjestel-

mään. Viime joulukuussa tehtiin Ukrainan sähköverkkoa vastaan tietoturvaisku.

Autotkaan eivät ole suojaassa. Heinäkuussa 2015 tutkijat esittelivät Yhdysvalloissa, miten Jeepin Cherokee-auto pystyttiin ottamaan etäohjaus netin välityksellä. Chrysler joutui kutsumaan 1,4 miljoonaa autoa ohjelmistopäivitykseen.

Vaikuttaa siltä, että tähän asti on selvitty pelkällä tuurilla, mutta taustalla on myös, että tietokoneita lukuun ottamatta monia laitteita suunnitellaan vasta nyt kytkettäväksi verkkoon.

Teollinen internet on uusi iskusana

Teollinen internet ei ole asiana uusi, sillä verkkoihin kytkettyjä laitteita ja järjestelmiä on ollut jo parin vuosikymmenen ajan. SCADA/M2M-maailma on tehnyt vastaavia asioita kuin nyt tehdään IoT:ssä omissa suljetuissa verkoissaan.

Teollisen internetin ratkaisut voidaan jakaa koneohjauksiin ja valvontajärjestelmiin liittyvistä



Oululaisen Tosiboxin Lock 200 tarjoaa suojatun VPN-yhteyden automaatiojärjestelmän ja tietokoneen välille. Yhteyden tunnistusavain on USB-tikulla. Tosibox Lock 200 secures connection to automation systems with VPN.



Shodan hakukone löytää kaikki Internetiin kytketyt laitteet. Se voi olla internetin pelottavin hakukone, koska harva Internetiin kytketty IoT-laite pysyy siltä salassa. Kannattaa käyttää harkiten ja vain omien kohteiden testaamiseen. Shodan search engine finds almost all devices connected to Internet.

SCADA/M2M (Supervisory Control And Data Acquisition tai Machine-to-Machine) -perusteisiin toteutuksiin sekä uudempiin IoT-ratkaisuihin ja niiden yhdistelmiin.

Teollinen Internet on tänä päivänä sateenvarjotermi, jonka alle mahtuu bisnesnäkökulmien lisäksi laaja joukko erilaisia tekniikoita. Yhdistävänä tekijöinä näille kaikille on TCP/IP-protokollan hyödyntäminen tiedonsiirrossa.

Monet IoT-ratkaisut perustuvat paljolti Internet-maailman perustekniikoihin. Siksi niissä käytetään paljon protokollia, jotka eivät ole täysin turvallisia.

Tällaisia ovat esimerkiksi HTTP, FTP, Telnet, Modbus TCP sekä suurin osa etäsarjaporttiprotokollista. Niitä kannattaa käyttää vain Internetistä luotettavasti erotetussa

verkossa.

Tyypillinen teollisuuden Internet-ratkaisu sisältää sekä TCP/IP:tä käyttäviä osia sekä osia joissa sitä vielä käytetään. Tietoturvallisuuden kannalta TCP/IP:tä käyttävät osat ovat keskeisessä asemassa, mutta muitakaan osia ei voida jättää kokonaan huomiotta.

Monimutkaisia kokonaisuuksia

Monet uudet teollisen Internetin järjestelmät ovat tai tulevat olemaan luonteeltaan laajoja maantieteellisesti hajautettuja järjestelmiä. Erona SCADA/M2M-maailman on, että nyt sovelluksia ajetaan TCP/IP-verkossa.

Teollisuuden verkoissa käytetään vielä paljon turvattomia protokollia, jotka eivät sovellu sellai-

senaan avoimeen Internetiin. Ne eivät tyypillisesti tarjoa itsessään salausta tai vahvaa tunnistusta.

Perinteisesti TCP/IP:n päällä ajettavat SCADA-järjestelmien kaukokäyttöprotokollat eivät ole suoraan sopivia laajaan teolliseen Internetiin. Perinteinen käytäntö, jossa SCADA järjestelmän valvomo avaa yhteyden kentällä olevaan laitteeseen, on verkkoteknisesti ja tietoturvamielessä haastava Internetissä.

Uusien tietoturvatekniikoiden käyttöönotto liittyy myös monia isojakin haasteita. Laitteista tulee helposti monimutkaisia ja laitteiden suorituskyvystä osa menee suojaustekniikoiden pyörittämiseen. Monimutkaisuus tarkoittaa myös usein suurempaa riskiä, että joku asia voi mennä pieleen.

Salausohjelmistojä pitää aika ajoin päivittää nopeasti, jos salaustekniikoista ja niiden toteutuksista löytyy tietoturva-aukkoja. Jos järjestelmien ohjelmistojä päivitetään verkon yli, pitää päivitys tehdä mahdollisimman turvallisesti. Teollisen Internetin ratkaisuihin liittyy edelleen paljon muitakin haasteita. Esimerkiksi miten pitää tiedot turvassa niin itse laitteessa, siirrettäessä niitä verkon yli pilvipalveluun sekä säilöä niitä turvallisesti verkon pilvipalvelussa.

Palvelinestohyökkäykset ovat edelleen riski, koska IoT-laitteita vastaan voidaan hyökätä tai niitä voidaan käyttää muita järjestelmiä vastaan hyökkäämiseen.

Haavoittuvaa IoT-laitetta voi-

daan käyttää reittinä yrityksen verkkoon hyökkäämiseen. Siksi niiden keskitetty valvonta on välttämätöntä. Edelleen teollisen verkon paras suojaus olisi käyttää laitteita Internetistä erotetussa verkossa.

Koska tämä ei ole enää pian kokonaan mahdollista, tarvitaan palomureja jokaiselle laitteelle tai sisään rakennettuna jokaiseen laitteeseen. Siirtyminen uuteen IoT-maailmaan ei tapahdu hetkessä, sillä teollisuuden tietoverkoissa on vielä pitkään eri ikäisiä laitteita, jotka pitäisi kaikki saada turvallisesti osaksi modernia teollista IoT-verkkoa.

Kuluttajatuotteissa myös turvallisuusongelmia

Monen tavallisten kuluttajien IoT-tuotteen kohdalla tietoturva-asiat tuntuvat unohtuvan markkinoille tuonnissa. Tyypillisiä tietoturvaongelmia ovat heikosti suojatut tietoliikenneprotokollat ja tunnetuilla oletussalasanoilla varustetut hallintaliittymät.

Markkinoilta on löydetty jo heikosti suojattuja IoT-tuotteita. Esimerkiksi Helsingissä tammikuussa 2016 pidetyssä hakkeritapahtumassa Disobeyssä esiteltiin langaton Uni-Elektran valmistamaa SilverCres-wifi-pistorasiaa SWS-A1, jonka yhteydet olivat heikosti suojattuja.

Myös suosittua Universal Plug and Play (UpnP) protokollaa käytävissä laitteissa tieturvasuoja on sen verran yksinkertainen, että harrastajat ovat selvittäneet protokollan ja julkaisseet siihen sopivia omia ohjelmia.

Suuria haasteita edelleen

Teollisen Internetin ratkaisuihin liittyy edelleen haasteita. Esimerkiksi miten pitää tiedot turvassa niin itse laitteessa, siirrettäessä niitä verkon yli pilvipalveluun sekä säilöä niitä turvallisesti verkon pilvipalvelussa. Palvelinestohyökkäykset ovat edelleen riski, koska IoT-laitteita vastaan voidaan hyökätä tai niitä voidaan käyttää muita järjestelmiä vastaan hyökkäämiseen.

Haavoittuvaa IoT-laitetta voidaan käyttää reittinä yrityksen verkkoon hyökkäämiseen. Siksi niiden keskitetty valvonta on välttämätöntä. Edelleen teollisen verkon paras suojaus olisi käyttää

laitteita Internetistä erotetussa verkossa. Koska tämä ei ole enää pian kokonaan mahdollista, tarvitaan palomureja jokaiselle laitteelle tai sisään rakennettuna jokaiseen laitteeseen.

Käytännön ratkaisuihin suojaamattomat teollisuusprotokollat kuljetetaan verkossa salattuna VPN-yhteyden yli. Palomuri on käytössä myös VPN-yhteyden sisäiselle liikenteelle.

Turvallinen tiedostojen siirto SCP:llä ja konsoliyhteydet SSH:lla voivat korvata vanhat turvattomat FTP- ja Telnet-yhteydet. Kun verkko rakennetaan tällä tavoin, voidaan toimia turvallisesti, vaikka tehtaan sisäverkko ei olisikaan täysin irrotettu Internetistä.

Siirtyminen uuteen IoT-maailmaan ei tapahdu hetkessä, sillä teollisuuden tietoverkoissa on vielä pitkään eri ikäisiä laitteita. Vanhemmissa laitteissa ei aina ole mitään sisäänrakennettuja turvaominaisuuksia.

Tällaisen vanhemman laitteen voi silti kytkeä turvallisesti verkkoon, jos verkon ja laitteen väliin asennetaan erillinen tietoliikennöintilaitte.

Tietoliikennelaite tarjoaa VPN-tunnelin, joka välittää datan turvallisesti esimerkiksi ohjelmoitavan automaatiologiikan ja valvomon välillä.

Vanhat automaatioprotokollat voidaan näin suojata kuljettamalla ne salatun tiedonsiirtokanavan yli. Tyypillisessä Internetin yli toteutetussa VPN-ratkaisussa etälaitte avaa VPN-putken palvelimelle ja valvomo saa palvelimen kautta turvallisen etäyhteyden kenttälaitteeseen.

Parantamiseen monta tapaa

Kun IoT-laitteen tietoliikenteen turvallisuutta halutaan parantaa, tulee turvattomat protokollat korvata turvallisemmilla protokollilla tai käyttää niitä ainoastaan VPN-yhteyden yli. Lisäksi laitteissa olevissa ohjelmistoissa olevat tietoliikenneprotokollat tulee toteuttaa niin, että niissä ei ole tunnettuja turvallisuusaukkoja, ja ohjelmisto tulee olla helposti päivitettävissä silloin kun sellaisia aukkoja tulee esille.

Jos Internetiin kytketty laite ohjaa jotain kriittistä toimintaa, tulee varsinaista verkkoliikennettä käsittelevä osa ja kriittistä toimintaa

hoitava osa olla luotettavasti erotettu toistaan.

Esimerkiksi erilliset prosessit eri tehtäville, virtualisointi tai jopa omat erilliset prosessorit eri tehtäville. Uusia järjestelmiä suunniteltaessa ja vanhoja päivitettäessä turvattomista protokollista kannattaa hankkiutua eroon korvaamalla ne turvallisemmilla ratkaisulla.

Monelle vanhalle turvattomalle Internet-protokollalle on olemassa nykyisin laajassa käytössä uudemmat turvallisemmilla tunnistuksen ja salauksen tarjoavilla tietoliikenneprotokollilla.

Esimerkiksi web-selauksessa perinteisen tiedot selväkielisenä kuljettavan HTTP-protokollan tilalla käytetään yhä enemmän palvelimen tunnistuksen ja liikenteen salauksen tarjoava HTTPS-protokolla. Telnet- ja FTP-palvelut kannattaa korvata SSH- ja SCP-protokollilla, jotka tarjoavat luotettavan tunnistuksen ja tiedon salauksen.

Jos käytössä olevaa protokollaa ei voi vaihtaa, paras tapa on suojata Internetin yli kulkeva liikenne joko VPN (Virtual Private Network) -tekniikalla tai vastaa-

valla. VPN-yhteys on mahdollista toteuttaa joko ulkoisella VPN-laitteella tai ohjelmallisesti omassa laitteessa.

Sopivia teknisiä ratkaisuita VPN-yhteyden toteuttamiseen laitteessa ovat esimerkiksi IPsec ja OpenVPN. Myös SSH:ta on mahdollista käyttää turvallisen konsoliyhteyden lisäksi myös muun liikenteen suojaukseen.

Kannattaa pitää mielessä, että VPN-tekniikat tyypillisesti lisäävät jonkin verran verkkoliikenteen määrää ja monet niistä ovat arkoja verkkoyhteyden laadulle. Jos haluat käyttää VPN-tekniikkaa hitaan tai muuten epävarman yhteyden yli, kannattaa tekniikan valinnassa olla todella tarkkana.

Kolmas lähestymistapa on protokollamuuntimella varustetun välityspalvelimen käyttäminen järjestelmän ja Internetin välissä. Siinä protokollamuunnin liikennöi sisäverkossa perinteisillä protokollilla esimerkiksi automaatiojärjestelmän kanssa ja välittää turvallisella protokollalla Internetin kautta tiedot pilvipalvelun.

Protokollamuuntimella voidaan rakentaa turvallinen ja vain haluttua tietoa haluttuun suuntaan välittävä ratkaisu. Protokollamuunnoksen toteuttaminen vaatii protokol-laosaamista ja erikoisohjelmistoa sekä myös paljon tapauskohtaista määrittelyä ja testaamista.

Salaaminen turvaa tiedon

Salaaminen on yksi keskeinen tiedon suojaamisen keino. Kryptografiaa käytetään moneen eri tarkoitukseen kuten tiedon salaamiseen, eheyden varmistamiseen sekä pääsynhallintaan.

Viestiliikenteessä tietoa voidaan suojata erikseen linkkikerroksella (kuten WLAN verkkojen WPA2), siirtokerroksella (kuten esimerkiksi IPsec) ja sovelluskerroksella (kuten PGP). Käytetyn salausmenetelmän turvallisuus riippuu vahvasti valituista salausalgoritmeista ja käytettyjen avaimien pituudesta.

TLS (Transport Layer Security) ja SSL (Secure Sockets Layer) ovat tietoliikennesyhteyskäytäntöjä, joiden avulla sovellukset voivat olla tietojen salaukseen perustuvassa suojatussa yhteydessä Internetin välityksellä.

Transport Layer Security (TLS) on nykyisin eniten käytetty salaus-

protokolla, jolla voidaan suojata Internet-sovellusten tietoliikenne IP-verkkojen yli.

Tavallisin käyttötapa on suojata WWW-sivujen siirtoa HTTP-protokollalla, mutta sillä voi suojata myös esimerkiksi WebSocket (wss://), FTP ja MQTT protokollien liikennettä. Myös tunnettu avoimen lähdekoodin OpenVPN ohjelmisto hyödyntää TLS-salaus-tekniikkaa.

Transport Layer Security (TLS) on peruseriaatteiltaan yksinkertainen, toteutukseltaan monimutkainen (suuri joukko salausmenetelmiä joiden käytöstä neuvotellaan) – oikein käytettynä TLS 1.0 ja uudemmat ovat kohtuullisen turvallisia.

TLS-tekniikkaa edeltäjä Secure Sockets Layer (SSL) ei voi pitää enää turvallisena. Uusin TLS-versio 1.2 määrittellään standardissa RFC 5246.

Suojatussa webselauksessa (HTTPS) TLS-palvelu muodostaa käyttäjän ja palvelun välille ”tunnelin”, jossa tieto on salattu.

TLS-tekniikalla salatussa web selauksessa (HTTPS) turvallisuus perustuu varmenteisiin, joita myöntävät varmennusyritykset (CA) – varmenne varmentaa palvelimen oikeellisuuden.

Yhteyden avaamisen yhteydessä julkisen avaimen menetelmää ja varmenteita hyödyntäen avataan yhteys turvallisesti (esimerkiksi 2048 tai 4096 bittinen RSA-avain) – yhteyden avaamisen jälkeen datan siirrossa hyödynnetään symmetrisestä salaukseen (esimerkiksi 256 bittinen AES).

Kannattaa huomioda, että TLS-protokolla mahdollistaa useita erilaisia kryptografisia menetelmiä ja niiden parametreja tietoliikenteen luottamuksellisuuden, eheyden ja autenttisyyden takaamiseen.

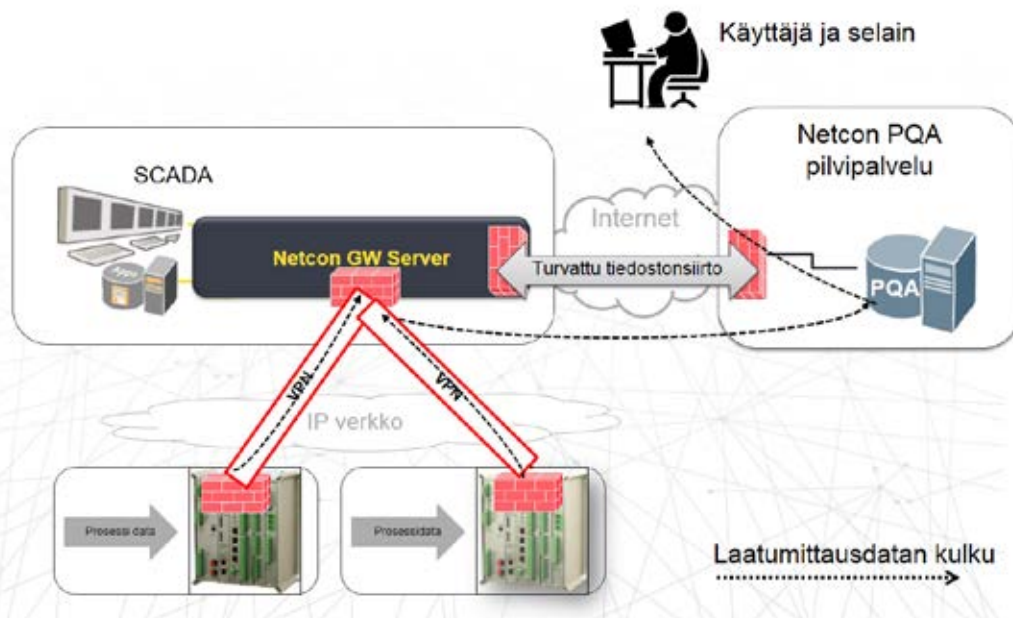
Käytetyt menetelmät sovitetaan viestinnän osapuolten kesken heidän suositustensa perusteella. TLS-protokollasta on olemassa useita erilaisia toteutuksia. Turvallisuuden kannalta on oleellista käyttää uusinta versiota valitusta TLS-toteutuksesta. Lisäksi tulee käyttää sellaisia järjestelmäasetuksia, että huonoja salaustekniikoita ei voi joutua vahingossa käyttöön.

Ohjelmistot kuntoon

Tietoliikenteen salauksen ja tun-



Netcontrollin Netcon GW502-iM on tietoliikennedyöskäytävä ja protokollamuunnin. Siinä on VPN, palomuri, etähallinta ja protokollamuunninohjelmisto. Netcontrol GW502-iM provides firewall, VPN and protocol conversion.



Sähkönlaadun mittaustiedon kerääminen ja analysointi. Secure collection and analysis of electrical power quality data.

nistuksien lisäksi laitteiden tietoliikenneprotokollien pitää olla huolellisesti toteutettuja ja testattuja, jotta niistä ei löydy tietoturva-aukkoja.

IoT-laitteissa olevien ohjelmistot on suunniteltava päivitettäväksi, koska yleisestikin käytetyistä Internet-tietoliikenteen ohjelmistoista löytyy jatkuvasti eri tasoisia tietoturvaongelmia.

Internetin tieturvatekniikat kehittyvät vauhdikkaasti, kun nyt käytössä olevista protokollista ja niitä toteuttavista ohjelmista ja protokollista löytyy aukkoja, joten laitteisiin tarvitaan usein varmasti turvallinen etäpäivitettävyys ja mahdollisuus keskitettyyn hallintaan – vastaavasti kuin PC-koneisiin ja älypuhelimisiin.

IoT-laitteen verkkoon näkyvä hyökkäyspinta kannattaa pyrkiä minimoimaan käyttämällä apuna esimerkiksi käyttöjärjestelmätason palomuurilla, joka päästää läpi ainoastaan välttämättömän liikenteen tunnetuista osoitteista ja torjuu kaiken muun.

Hyvin moneen IoT-laitteeseen sopii tilallinen palomuri, joka päästää läpi ainoastaan ne paketit jotka kuuluvat IoT-laitteen suunnasta palvelimelle avuttuihin yhteyksiin.

Lisäksi ohjelmoitavaa palomuuria voi käyttää erilaisen verkkohyökkäysten torjumiseen tilanteissa, jossa laitteesta on löytynyt tunnettu haavoittuvuus, mutta sen ohjelmistoa ei pystytä syystä tai toisesta heti päivittämään. Sulau-

tetuissa Linux laitteissa palomuri on helposti toteutettavissa iptables/Netfilter-tekniikalla.

IoT-laitteen ohjelmisto kannattaa suunnitella sellaiseksi, että se osaa tallentaa tietoa erilaisista järjestelmän tapahtumista, esimerkiksi onnistuneista ja epäonnistuneista tietoliikenteen yhteydenottoyrityksistä.

Ideaalitapauksessa tieto kaikesta normaalista toiminnasta poikkeavasta talletetaan tieto paikallisen tapahtumalistan ja lähetetään tieto myös keskitetyn valvonnan palvelinkoneelle.

Keskitetyllä valvonnalla on helppo tunnistaa alkavia verkkohyökkäyksiä aikaisessa vaiheessa. Sulautetussa Linux laitteessa tapahtumien tallennus ja lähetys voidaan tehdä helposti hyödyntämällä syslog-ng-palvelua.

Turvallisuusvaatimukset kasvavat

Tietoturva-vaatimusten taso IoT-järjestelmille on jatkuvasti kasvamassa koska järjestelmät monimutkaistuvat ja niitä sovelletaan yhä vaativampiin kohteisiin. Esineiden internetissä verkkoon liitetyt anturit ja automaatiojärjestelmät arkipäiväistyvät – edellyttävät kattavaa, luotettavaa ja käytettävää tietoturvaa.

Raudanlujan tietoturvan tarve on jo tunnistettu pilvidatakeskuksissa – niissä sovelluksissa, joissa pilvilaskennasta tulee sumulaskentaa (sovellus voi pyöriä missä tahansa), nämä turvallisuusvaatimukset

laajenevat solmuihin ja lopulta julkiseen verkkoon.

Toisaalta Internetissä on, ja tulee olemaan vielä pitkään, suuri joukko laitteita joissa on eri tasoisia tietoturva-aukkoja. Sen tilanteen kanssa pitää osata toimia. Tietoturva-uutisia kannattaa seurata aktiivisesti. Havaituista mahdollisista ongelmista kannattaa tehdä riskiarviointi – mitkä vakavat ja todennäköiset riskit kyseistä ongelmasta aiheutuvat.

Tee riskiarvon perustella päätös tarvittavista toimenpiteistä. Riskiarviota varten täytyy olla tiedossa tarkkaan mitä protokollia, salaustekniikoita ja ohjelmistoversioita järjestelmässäsi on käytössä.

Tietoturvan tason testaamista voi ostaa palveluna useilta tietoturva-palveluita tarjoavalta yritykseltä tai tehdä itse, jos omaa tarvittavan osaamisen.

Hyviä työkaluja verkkotietoturvan testaukseen ovat muun muassa Wireshark, Kali Linux ja Metasploit Framework.

Wireshark on yksi parhaimmista työkaluista verkko-liikenteen analysointiin. Wiresharkin avulla voit selvittää esimerkiksi, millaista liikennettä verkossasi liikkuu.

Hakukone Shodan saattaa olla internetin pelottavin hakukone, koska se etsii Internetiin kytkettyjä laitteita. Harva Internetiin kytketty laite pysyy siltä salassa. Kannattaa tarkistaa, mitä hallinnassasi olevia tai toimittamiasi laitteita se löytää, ja miettiä miten tulos vastaa oletuksiasi.

Kali Linux on tekniseen rikostutkintaan ja hyökkäystestaukseen eli penetraatiotestaukseen suunniteltu Linux-jakelu. Se sisältää paljon tietoturvaa ja sen testaamiseen liittyviä ohjelmia.

Metasploit Framework on hakerointiväline, jolla voi testata erilaisten järjestelmien murtovarmuutta. Ole tarkkana, että testaat vain järjestelmiä, joita sinulla on lupa testata, koska luvaton haavoittuvuustestaus voidaan helposti tulkita tietomurron yritykseksi.

IPv6 uhka vai mahdollisuus?

Nykyinen Internet toimii suurimalta osaltaan vielä IPv4-protokollalla, mutta sen IP-osoiteavaruus on loppumassa. Siksi IPv4 version rinnalla käytetään yhä laajenevassa määrin sen seuraajaksi kehitettyä IPv6 protokollaa.

IPv6:n suurin ero IPv4:ään on osoitteen pituus ja osoiteavaruuden laajuus (128 bittia). IPv6 tarjoaa myös Internetin tietoturva-arkkitehtuuri IPsec:n suojaamaan yhteyksiä salakuuntelulta ja väärinkäytöksiltä. Mukana on myös Mobile IPv6, joka mahdollistaa Inter-

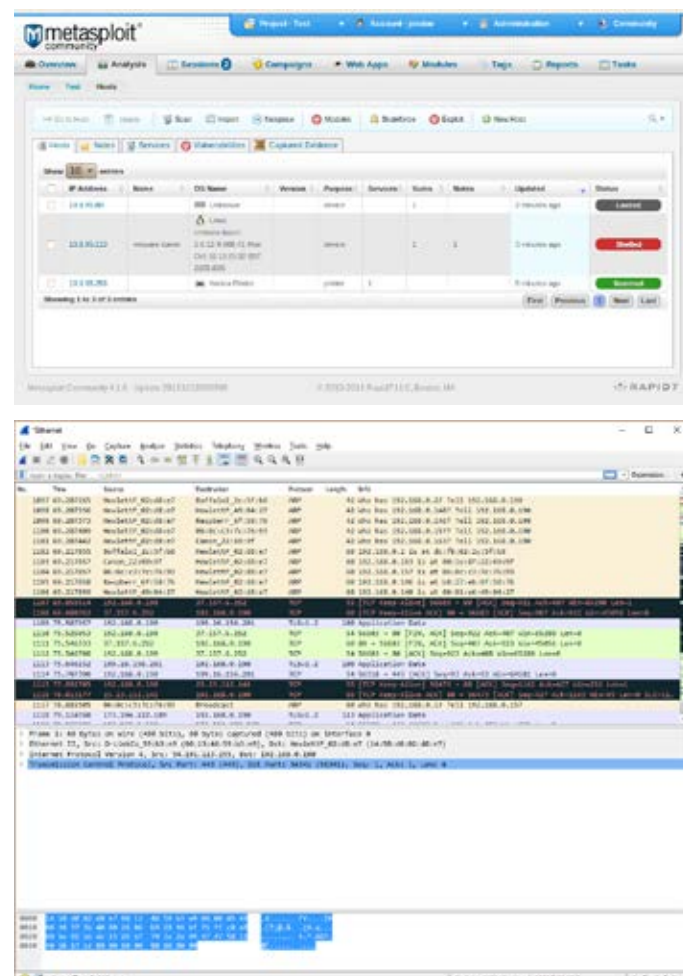
How to implement security in the IoT

Cryptography and information security are very important things that should be properly implemented in industrial Internet of things systems (IIoT). Today's Internet has a large number of connected devices with poor security, this includes connected cars, home automation devices and industrial automation systems. Improving security of IIoT requires knowledge on communications protocols, wireless communications, automation and usability expertise. This article is an overview on what needs

to be considered when building IIoT systems that should be safe.

Article writer Tomi Engdahl works as Design Engineer in Netcontrol Oy. His duties related to product development, especially in embedded Linux, telecommunications and security technologies. He has presented talk "Salaus ja tietoturva teollisen internetin ratkaisuissa" on IIoT security at Teknologia 2015 fair. Tomi Engdahl writes to blog targeted for electronics enthusiasts at www.epa-norona.net.

Nimi	Tyyppi	Kuvaus	Lisää
FreeS/WAN	VPN	IPSEC tietoturvan toteutus Linuxille	http://www.freeswan.org/
OpenVPN	VPN	Avoimeen lähdekoodiin perustuva hyvä VPN-ohjelmisto	https://openvpn.net/
OpenSSL	Ohjelmointikirjasto	Laajasti käytetty avoimen lähdekoodin toteutus SSL- ja TLS-protokollista	https://www.openssl.org/
Wireshark	Analysointiohjelmisto	Yksi edistyneimmistä verkkoprotokollien analysointiohjelmista	https://www.wireshark.org/
nmap	Analysointiohjelmisto	Suosittu porttiskanneri tietoturvan tarkastamiseen	https://nmap.org/
Kali Linux	Analysointiohjelmisto	Penetraatiotestaukseen suunniteltu Linux jakelu.	https://www.kali.org/
Metasploit	Analysointiohjelmisto	Erilaisten järjestelmien murtovarmuuden testausohjelmisto	https://www.metasploit.com/
Shodan	Hakupalvelu	Internetiin liitettyjen laitteiden hakunone	https://www.shodan.io/
Rsyslog	Lokien käsittely	Rsyslogin avulla voidaan keskittää sovelluksien ja laitteiden lähettämiä lokiviestejä	http://www.rsyslog.com/
Syslog-ng	Lokien käsittely	Syslog-ng avulla voidaan keskittää sovelluksien ja laitteiden lähettämiä lokiviestejä	https://syslog-ng.org/
iptables	Palomuuuri	Linux-kernelin sisäänrakennetun palomuurin, netfilterin käyttöliittymä.	https://fi.wikipedia.org/wiki/Iptables



Metasploit on murtovarmuuden testausohjelmisto ja Wireshark yksi edistyneimmistä verkkoprotokollien analysointiohjelmista. Metasploit and Wireshark are very software for security testing.

net-laitteiden liikkumisen verkosta toiseen ilman, että yhteydet katkeavat.

Uusi IPv6 tarjoaa uusien tietoturvaominaisuuksien lisäksi myös uusia haasteita. Uuden protokollan käyttöönotossa ensimmäisenä hankaluutena yleensä esille tulee puutteellinen IPV6-tuki laitteissa ja operaattoreilla.

Tietoturvan osalta IPsec tarjoaa sisään rakennettua suojattua tiedonsiirtoa (verrattavissa VPN-tekniikoihin), mutta tuo omia haasteitakin. Koska IPv6 ei ole ollut laajassa käytössä pitkää aikaa, monella tietoturvaihmisellä siitä selvästi heikompi kokemus kuin IPv4:n tietoturvasta.

IPv6-verkon tietoturva pitää rakentaa eri periaatteilla kuin IPv4 verkossa, esimerkiksi IPv6:lla ei voida käyttää perinteistä NAT-palomuuria, joka on ollut monen IPv4-käyttäjän turvana. Lisäksi IPv6 monet liikenteen tunnelointitekniikat mahdollistaa uudenlaisia hyökkäysreittejä.

IPv6 tietoturva ei ole samanlaista kuin IPv4:lla. Kun protokollan versio vaihtuu, pitää tietoturvakin ajatella uudelleen ja toteuttaa eri tavoin.

Näyttää, että siirtymäajasta tulee pitkä, jonka takia joudutaan käyt-

tämään rinnakkain sekä IPv4- että IPv6 protokollia.

IPv4-laiteita tulee olemaan julkisessa verkossa ainakin vielä kymmenen vuotta ja suljetuissa järjestelmissä paljon pidempään. Tämä tarkoittaa, että monessa laitteessa tulee olla edelleen varsin pitkään tuki sekä IPv4- että IPv6 protokollille.

Artikkelin kirjoittaja Tomi Engdahl toimii Netcontrol Oy:ssä tuotekehitysinsinöörinä. Hänen työtehtävät liittyvät tuotekehitykseen, erityisesti sulautettuun Linuxiin, tietoliikenne- ja tietoturvatekniikoihin. Hän on aktiivinen nettikirjoittelija ja hänen artikkeleitaan on julkaistu Prosessori- ja Tietokone-lehdissä. Hän julkaisee omaa blogiaan elektroniikan harrastajille, www.epanorama.net.

UT Linkkipankki

UT-lehden linkkipankissa on artikkeliin liittyen IoT-tekniikkaa ja -tietoturvaa esitteleviä yritysten ja järjestöjen sivustoja. Mukana on linkki myös kirjoittajan Teknologia15-tapahtumassa pitämän IoT-tietoturvaesityksen materiaaleihin.

Tuotekehityksen huippuskoopit



Oskilloskooppi on edelleen elektroniikkaa ja tietoliikennejärjestelmiä kehittävän hyödyllisin perustyökalu. Miten nykyaikainen oskilloskooppi toimii ja millaisia ovat tunnetuimpien valmistajien huippumallit.



KRISTER WIKSTRÖM
toimitus@uusiteknologia.fi

Tuotteena oskilloskoopit ovat käyneet läpi pitkän tien. Aluksi ne perustuivat katodisädeputkeen, jonka saksalainen Karl Ferdinand Braun keksi yli sata vuotta sitten. Niissä oskilloskooppi piirsi sig-

naalin aaltomuodon suoraan kuvaputken pinnalle. Näitä ”analogisia” oskilloskooppeja valmistetaan yhä edelleen, mutta valtaosa nykyisistä oskilloskoopeista on digitaalisia muistioskilloskooppeja.

Digitaaliset oskilloskoopit

Digitaaliset oskilloskoopit tarjoavat monia etuja analogisiin oskilloskooppeihin verrattuna, mutta samalla niiden käyttö ja soveltaminen on analogisia monimutkaisempaa ja eräiden mielestä jopa vaikeaselkoisempaa.

Jokaisessa digitaalisen muisti-oskilloskoopissa on näytteenotto-piiri, analogia-digitaalimuunnin ja tiedonkeruumuisti, johon signaalinäytteet tallennetaan lukuarvoina.

Ne myös vaikuttavat ratkaisevasti oskilloskoopin ominaisuuksiin, joista tärkeimmät ovat kaistanleveys, näytteenottotaajuus ja muistin koko. Niiden hyvyys puolestaan vaikuttaa eniten laitteiden hintaan.

Elektroniikassa kellotaajuudet ja signaalien kaistanleveys kasvavat jatkuvasti, joten mittauslaitteiden tulee pysyä mukana kehityksessä. Nopea analogia-digitaalimuunnin on siten yksi tärkeimpiä elementtejä digitaalisessa oskilloskoopissa.

A/D-muuntimen näytteenottotaajuus määrää oskilloskoopin erottelukyvyn vaaka- eli aika-asteikolla. Esimerkiksi yhden gigahertsin näytteenottotaajuudella näytteen aikaväli on yksi nanosekunti.

Suuri näytteenottotaajuus on erityisen tärkeä, kun halutaan tutkia nopeita kertaluontoisia ilmiöitä eli transienteja.

Pystyakselilla erottelukyvyn määrää A/D-muuntimen bittimäärä. Signaalin aaltomuoto voidaan piirtää sitä tarkemmin, mitä enemmän bittejä näytteissä on. Siksi

logiikka-analysaattoreissa riittää yhden bitin tarkkuus, koska siellä kiinnostaa vain onko signaali binäärinen nolla vai ykkönen. Kahdeksanbittisillä näytteillä taas voidaan esittää 256 eri signaalin arvoa.

Oskilloskoopeissa tarkkaillaan analogisia signaaleja, joten pystytuuntaista tarkkuutta pitää olla enemmän kuin logiikka-analysaattoreissa. Käytännössä digitaalisoskilloskoopeissa bittimäärät vaihtelevat 8-16 bittiin.

Kaikissa A/D-muuntimissa näytteenottotaajuus ja bittimäärä ovat ristiriidassa keskenään, siten näytteenottotaajuuden kasvaessa muuntimen bittimäärä eli tarkkuus huononevat.

Nopeille, mutta tarkkoille A/D-muuntimille on kysyntää erityisesti tietoliikennelaitteissa. Siksi piirivalmistajat ovat vastanneet tähän kehittämällä aina vain parempia muuntimia, tällä hetkellä on tarjolla 16-bittinen muunnin, jossa näytteenottotaajuus on yksi gigahertsi.

Yhden gigahertsin näytteenottotaajuus ei kuitenkaan riitä huipputason oskilloskooppien valmistajille, jotka ovat joutuneet siksi kehittämään itse omaan käyttöön vieläkin nopeampia piirejä. Piiteknikka ei enää useinkaan riitä, joten esimerkiksi entinen Agilent eli nykyinen Keysight valmistaa oskilloskoopejaan varten omia indiumfosfidipohjaisia mikropiirejä.

Erilaisia toimintaperiaatteita



Rohde & Schwarzin huippumalli RTO2000:ssa on neljän gigahertsin kaista ja kanavakohtainen näytetaajuus 10 gigahertsia. Laitteessa on muokattava käyttöliittymä. The RTO2000 is the top performing scope family from Rohde & Schwarz, with 10 GHz sample rate and 4 GHz analog bandwidth for each measurement channel.



Perinteisten digiskoopien lisäksi tarjolle on USB-väylän kautta kytkettäviä mittausyksiköitä. Laajemmissa testausjärjestelmissä voidaan käyttää National Instrumentsin PXI-mittauskehikkoa. In addition to traditional benchtop models, oscilloscopes are also available in small boxes for USB connection to PCs or in digitizer cards to large test systems as here National Instruments PXI rack.



Teledyne LeCroyn oskilloskoopissa WaveScan-toiminto hakee tiedonkeruumuistista annetun kriteerin mukaisen kohdan ja näyttää sen suurennettuna kuvaruudussa. Toiminto on tarpeen esimerkiksi transienttiallyksissä.

Search functions such as LeCroy Wavescan are useful for finding a specific point in a stored waveform.

Digitaaliskoopin perusarkkitehtuurina voi pitää rakennetta, jossa otto-liittämään tuleva signaali ensin vahvistetaan tai vaimennetaan, jonka jälkeen analogia-digitaalimuunnin muuttaa jännitearvot lukuarvoiksi.

Lukuarvot tallennetaan tietojenkeruumuistiin, jonka jälkeen oskilloskoopin prosessori käsittelee niitä ja esittää ne laitteen rasterinäytöllä. Tästä arkkitehtuurista käytetään usein nimitystä ”reaaliaikainen”.

Tällaisella oskilloskoopilla voidaan mitata kertaluonteisia transientti-ilmiöitä, mikäli laitteessa on riittävän nopea A/D-muunnin ja muistipiirit. Nyrkkisääntönä voi pitää, että näytetaajuuden tulee olla viisinkertainen oskilloskoopin kaistanleveyteen nähden.

Reaaliaika-oskilloskoopin yksi heikkous on siinä, että kunkin liipaisun jälkeen laitteen prosessorin tulee käsitellä kertyneet signaali-

näytteet ja formatoida näytettävä aaltomuoto. Tämä vie oman aikansa, eikä oskilloskooppi käsitteilyn aikana ole valmis uuteen liipaisuun. Signaalissa esiintyvät muutokset jäävät havaitsematta, mikäli ne osuvat ajankohtaan jolloin prosessorin työ on vielä kesken.

Amerikkalaisen oskilloskooppi-valmistaja Tektronixin vuosikymmeniä sitten kehittämä ”digitaalinen fosfori” (Digital Phosphor) edustaa enemmän rinnakkaismuotoista arkkitehtuuria.

Siinä signaalinäytteet tallennetaan jatkuvasti, laitteen prosessorista riippumatta muistiin, jossa kukin muistipaikka vastaa tiettyä pistettä näytön kuvapinnalla. Samalla lasketaan, kuinka usein kuhunkin muistipaikkaan kirjoitetaan.

Näytössä piste esitetään sitä kirkkaampana mitä useammin näyte on kirjoitettu muistiin. Siten näyttö jäljittelee katodisädeputken



Tektronixin DPO/MSO70000-perhe edustaa valmistajan suorituskykyisintä laitteistoa, jossa on mallista riippuen 33 gigahertsin kaistanleveys ja 100 gigahertsin näytteenottotaajuus kahdella kanavalla. Neljällä kanavalla näytteenottotaajuus puolittuu. MSO-malleissa on lisäksi 16-kanavan logiikka-analysaattori ja neljä analogista mittauskanavaa.

The Tektronix DPO/MSO70000 is the manufacturer's top performance benchtop oscilloscope family with up to 100 GHz sample rate and 33 GHz analog bandwidth.



Tektronixin P7700 aktiivimitapäässä puskurivahvistin on integroitu mittapään kärki-osaan, jolla saavutetaan jopa 20 gigahertsin kaistaleveys. In order to achieve the best bandwidth, the Tektronix P7700 active probe integrates an amplifier in the probe tip.

jälkiloistoa, mistä arkkitehtuuri on saanut nimensä. Samanlaisesta menetelmästä eräät valmistajat, kuten Siglent käyttää nimitystä "Super Phosphor".

"Näytteenotto-oskilloskooppi" (sampling scope) on puolestaan nimitys rakenteelle, jossa otollitännästä lukien ensimmäisenä on erillinen, nopea näytteenottopiiri. Muut lohkot ovat samat kuin perusarkkitehtuurissa.

Näissä oskilloskoopeissa näytteenotossa signaalin spektri laskostuu eli siirtyy alaspäin taajuudessa, jolloin tullaan toimeen pienemmän kaistanleveyden omaavilla vahvistimilla ja hitaammilla analogia-digitaalimuuntimella ja muistipiireillä, jotka molemmat laskevat laitekustannuksia.

Laitteiden A/D-muuntimen nopeus ei riitä ottamaan tarpeeksi

näytteitä yhden jakson aikana, joten seuraavilla jaksolla otetaan lisää näytteitä eri kohdista signaalia.

Riittävän monen jakson jälkeen oskilloskooppien prosessori voi koota alkuperäisen signaalin eri jaksolla tallennetuista näytteistä. Menetelmä toimii tosin vain jaksollisilla signaaleilla, transienttien analyysiin tarvitaan reaaliaikainen ja kalliimpi oskilloskooppi. Näytteenotto-oskilloskooppi on selvästi edullisempi kuin saman kaistanleveyden omaava reaaliaikainen oskilloskooppi.

Kaikki alkaa liipaisusta

Liipaisun idea oli ratkaisevan tärkeä "keksintö" oskilloskooppien kehityksessä. Aluksi tämä tarkoitti sitä, että katodisädeputken elektronisäteen vaakasuuntainen pyyh-

käisy käynnistyi, kun signaalijännite ylitti tai alitti asetetun jännite-tason.

Ilman liipaisua aaltomuodon kuva ei pysy paikallaan vaan vaeltaa edes takaisin kuvapinnalla. Digitaalisissa oskilloskoopeissa liipaisu on paljon monimutkaisempi ja monipuolisempi asia. Liipaisukriteereitä voi olla kymmeniä erilaisia, joista voidaan muodostaa loogisia yhtälöitä. Liipaisu tapahtuu, kun ehdot täyttyvät.

Digitaalisissa oskilloskoopeissa ei myöskään ole "pyyhkäisyä" kuten analogisissa oskilloskoopeissa. Signaalinäytteet vain tallennetaan muistiin ja muistin täytyessä vanhimmat näytteet korvataan uudemmilla.

Muistin sisältö ilmentää signaalin aaltomuotoa tietyssä aikavälissä. "Liipaisu" merkitsee tietyn kohdan aikajanalla, johon oskilloskoo-



Keysightin Infiniium DSAZ634A on valmistajan ykkösmalleja, jossa yhdellä tai kahdella kanavalla mitattaessa päästään 63 gigahertsin kaistanleveyteen ja 160 gigahertsin näytetaajuuteen. Neljällä kanavalla mitattaessa lukuarvot puolittuvat.

The Keysight Infiniium DSAZ634A is the company's top performing oscilloscope model, with up to 63 GHz sample rate and 160 GHz analog bandwidth.

pin näyttö keskitetään.

Digitaalinen oskilloskooppi voi näyttää myös liipaisua edeltävät aaltomuodot, kun taas analogisissa oskilloskoopeissa kuvapinnalla näkyy vain liipaisun jälkeinen jännite ajan funktiona.

Huippuluokan oskilloskoopeissa tietojenkeruumuistin koko voi olla yli miljoona näytettä. Muistiin tallennettua aaltomuotoa voi selata ajassa eteen- ja taaksepäin.

Tietyn kohdan löytymistä helpottamaan oskilloskoopeissa on hakuohjelma (esimerkiksi Teledyne LeCroy WaveScan), joka nopeasti löytää asetettujen hakukriteerin mukaisen kohdan ja näyttää sen kuvaruudulla.

Monenlaisia analyysejä

Digitaalipiirin ja erityisesti suorituskykyisten prosessoripiirin kehitys on tuonut digitaalisiin os-



Teledyne Lecroy:n Wavescan 8000 erikoisuus on sormieleet kosketusohjauksessa. Lecroy WaveRunner 8000 oscilloscopes add one touch gesture control to new model.



Valmistaja Malli	Analoginen kaistanleveys	Näytetaajuus per kanava	Tiedon- keruumuisti	Näyttö	Liitännät	Sisäinen tietokone
Keysight Infiniium DSO-Z 634A 	63 GHz	80 GHz	2 giganäytettä, 8 bittiä per näyte	15,4 tuuman väri- näyttö, 1024x768 kuva- pistettä	RS232-sarjaliitäntä, rinnakkaisportti, PS/2-näppäimistölii- tääntä, USB 2.0 ja 3.1, DisplayPort ulkoiselle monitorille	64-bit Windows 7, Intel i5-3550S neliydinsuoritin, RAM 16 gigatavua
Rohde & Schwarz RTO2000 	4 Ghz	10 GHz	2 giganäytettä, 8 bittiä per näyte	12,1 tuuman väri- näyttö, 1280x800 kuva- pistettä	Ethernet 1000BaseT, 2xUSB3.1, 2xUSB2.0, DVI ja DisplayPort ul- koiselle monitorille	
Teledyne LeCroy Wavemaster 8 Zi 	30 GHz	40 GHz	256 meganäytettä, 8 bittiä per näyte	15,3 tuuman väri- näyttö, 1280x768 kuva- pistettä	Ethernet 1000BaseT, 4xUSB3.0, 2xUSB2.0, DisplayPort ulkoiselle monitorille	64-bit Windows 7, Intel Core i7- 4770S neliydin- suoritin, RAM 32 gigatavua max.
Tektronix DPO72004 	23 GHz	50 GHz	500 giganäytettä per kanava, 8 bittiä per näyte	12,1 tuuman väri- näyttö, 1024x768 kuva- pistettä	Ethernet 1000BaseT, 2xUSB3.0, 4xUSB2.0, GPIO, PS/2-näppäi- mistöliitäntä, eSATA-liitäntä ulkois- sille massamuisteille	64-bit Windows 7, Intel Core i7-2600 neliydinsuoritin, RAM 16 gigatavua max.

Esimerkkejä digitaalisten oskilloskooppien huippumallien ominaisuuksista. Huom. Kaikki ovat nelikanavaisia, kahdella kanavalla näytetaajuus ja tiedonkeruumuisti kaksinkertaistuvat

Halvemmallakin voi selvitä

Edullisuus on tietenkin aina suhteellinen käsite, koska oskilloskooppeissa hintahaarukka on hyvin, hyvin leveä. Oskilloskoopin voi hankkia hyvinkin halvalla, mutta ammattikäyttöön tarkoitettujen tutkimuslaitteiden hinnat lähestyvät puolta miljoonaa euroa.

Siksi ei ole oikeastaan ihme, että yhden huippuskoopin aktiivimittapään hinnalla voisi hankkia tusinan ”halpis-skooppeja”. Tosin suurim-

pien valmistajienkaan kaikki mallit eivät toki ole huippuhintaisia, vaan tuotevalikoimasta löytyy myös halvempia malleja.

Hyvä esimerkki laajasta mallistosta on esimerkiksi suurten valmistajien kastiin noussut Rohde & Schwarz, joka on vuodesta 2014 lähtien myynyt aiemmin Hamegin-nimellä suunniteltuja tuotteita omalla merkkillään.

Samalla se tarjoaa valmistajalle mahdollisuuden tuoda huippus-

kooppien ominaisuuksia vuosien varrella myös perustason oskilloskooppeihin.

Ulkoisesti hintaluokka ei välttämättä näy ensi silmäyksellä, koska halvemminkin malleissa on nykyisin nestekidetyyppinen värinäyttö ja samanlaiset painikkeet ja säätönupit kuin kalliimmissa.

Nykyaikaisilla tehokkailla mikro-ohjaimilla perusmalleissakin voidaan toteuttaa monipuoliset käyttöliittymät ja analyysitoimin-

not. Lisäksi monet aiemmin analogiapiireillä toteutetut toiminnot voidaan nykyisin paremmin ja edullisemmin toteuttaa digitaalisella signaalinkäsittelyllä laitteen prosessorissa.

Hyvänä esimerkkinä on monien perustason oskilloskooppien spektrianalyysi. Kun tiedonkeruumuistiin on ensin tallennettu riittävä määrä signaalin lukuarvoja, niistä voidaan Fourier-muunnosta käyttäen laskea spektriavot.

Miten eroavat

Hintaero näkyy kalliimpien mallien laajakaistaisissa vahvistimissa sekä näytteenottopiireissä ja analogia-digitaaliimuuntimissa. Koska markkinoiden peruskomponentit eivät useinkaan riitä, oskilloskooppi valmistajat ovat ryhtyneet suunnittelemaan ja teettämään omia mikropiirejä. Tämä on niin kallista että vain suurimmilla valmistajilla on siihen mahdollisuus.

Pienemmät valmistajat joutuvat tyytymään yleisesti myytäviin mikropiireihin, joten eroa syntyy helposti. Onneksi yleisesti saatavat A/D-digitaaliimuuntimet ovat



Kiinalaiselta Rigolilta on julkistettu uusi 100 MHz:n DG100Z-malli, mutta valmistajalla on myös DS4000-perhe, jossa on gigan kaistanleveys.

Rigols latest model bandwidth is 100 MHz DG100Z and DS4000 model bandwidth is 1 GHz.

killoskooppeihin paljon uusia analyysointitoimia, jollaiset eivät tulisi kyseeseen analogisissa oskilloskooppeissa. Kun signaali on tallennettu muistiin lukuarvoina, voidaan oskilloskoopin prosessorilla laskea, jos jonkinlaisia signaalien ominaisuuksia kuvaavia suureita.

Digioskilloskooppien signaalien analyysi ja tulosten näyttö eivät ole samalla tavalla ”reaaliaikaisia” kuin näyttötoiminto, joten mittauksen laskutoimitukset voidaan suorittaa vähän hitaammallakin prosessorilla, kunhan signaalinäytteet on ensin tallennettu muistiin.

Nopeudesta ei toki ole haittaa, mutta monissa huippuluokan oskilloskooppeissa on sisäänrakennettu tavallinen Windows-PC, joka hoitaa käyttöliittymän ja analyysit. USB-liitäntäisissä oskilloskooppeissa mittausyksiköt ovat erillisessä kotelossa ja oskilloskoopin käyttöliittymä- ja analyysitoiminnot on toteutettu erillisellä tietokoneella.

Perinteisten PC-suorittimien lisäksi oskilloskooppeissa käytetään 32-bitin ARM Cortex-M- tai Cortex-A-perheiden prosessoreja, jotka tarjoavat riittävästi tehoa suhteessa hintaan ja virrankulutukseen.

Oskilloskooppeissa on vakiona jo kymmeniä erilaisia analyysejä, mukaan lukien spektrianalyysi, joka saadaan näkyviin laskemalla signaalinäytteistä Fourier-muunnos.

Pulssimuotoisista signaaleista voidaan laskea amplitudi, nousu- ja laskuaika, pulssisuhde, värinä (jitter) jne. Sinimuotoisista signaaleista voidaan laskea esimerkiksi taajuus, huippuarvo, keskiarvo ja tehollisarvo.

Kalliimman hintaluokan laitteissa on sarjamuotoisten signaalien, muun muassa I2C ja USB, dekodaus ja analyysi, esimerkiksi

silmäkuvion näyttö. Niihin on tarjolla ohjelmallisesti erilaisia lisäosuuksia.

Radiotaajuisten signaalien ja langattomien siirtoprotokollien analyysikin on moniin huippumalleihin tarjolla.

Artikkelin kirjoittaja Krister Wikström kokenut elektroniikkasuunnittelija. Hänellä on noin kolmenkymmenen vuoden kokemus

teollisuudessa ja neljäntoista vuoden kokemus elektroniikan ja tietokonetekniikan opetuksesta Metropolia-ammattikorkeakoulussa.

Wikström on erikoistunut sulautettuihin järjestelmiin, anturiverkkoihin ja teollisen internetin sovelluksiin. Hän on aktiivinen asiantuntijakirjoittaja, jonka juttuja julkaistaan säännöllisesti alan lehdissä ja hän on suosittu kouluttaja workshoppeissa ja seminaareissa.

UT Linkkipankki

Uusiteknologia.fi linkkipankin kautta pääset katsomaan artikkelissa esiteltujen mallien tarkempia tietoja. Mukana on myös linkit valmistajien sovel-lusohjeisiin, joiden avulla on helpompi tutustua oskilloskooppien tekniikkoihin ja erityisesti niiden käyttämiseen.

Top models of oscilloscope manufacturers for developers

The oscilloscope remains the most useful and versatile of all test instruments for electronics development.

Oscilloscope manufacturers are constantly improving the specifications of their instruments and developing ever more powerful analysis functions.

In this article we find out how modern digital storage oscilloscopes work and look at the features available in the top models of the four leading oscilloscope ma-

nufacturers.

The author is an experienced electronics designer with 30+ industry experience and 14 years of experience in teaching electronics and computer engineering in Metropolia University of Applied Sciences.

His main area of interest is embedded systems, sensor networks and the Internet of Things.

He is an active writer with technical articles published regularly in Finnish publications.



Alle tuhat euroa maksava Siglent SDS1202X-S on esimerkki perustason oskilloskoopista, jossa on myös digitaaliseen taajuussynteisiin perustuva funktiogeneraattori. Kaistaleveys on 200 megahertsiä ja näytetaajuus gigahertsi. Laitteessa on myös 36 analyysointitoimintoa.

The Siglent SDS1202X-S oscilloscope includes a function generator and provides relatively good specifications at a low price.

kehittyneet parempaan suuntaan, joten ero jää varsin pieneksi.

Yksi tämän hetken nopeimmista, kaikille tarjolla olevista A/D-muunninpiireistä on Texas Instrumentsin ADS54J60. Siinä on samalla piisirulla kaksi muunninta, joissa näytteenottotaajuus on yksi gigahertsi ja tarkkuus kuusitoista bittiä. Myös Linear Technologyltä tulee vuosittain entistä nopeampia piirejä.

Tiedonkeruumuisti on toinen kallis yksikkö. Mitä suurempi on

oskilloskoopin näytetaajuus, sitä nopeampia muistipiirejä tarvitaan.

Staattiset RAM-piirit ovat tämän hetken markkinoiden nopeimpia muisteja, mutta niiden kapasiteetti eli bittien määrä piiriä kohti ole samaa luokkaa kuin flash- ja DRAM-piireissä. SRAM-ratkaisulla muistipiirejä tarvitaan paljon, ja tiedonkeruumuistin koko onkin yksi suurimpia eroja ero kalliimpien ja halvempien oskilloskooppien välillä.

UUSINTA TEKNOLOGIAA JA INNOVAATIOITA



UUSITEKNOLOGIA.fi
UUDET TEKNIKAT • TUTKIMUS • TUOTEKEHITYS • INNOVAATIOT • PROTOT • PALVELUT

Komentosarjakielen helpottavat sulautetuissa

Uusissa sulautetuissa ratkaisuissa Linux suosittu valinta, mutta C-koodin optimoinnin sijasta Linux-sovelluksissa voisi olla helpompi hyödyntää erilaisia komentosarjakieliä.



TOMI ENGDAHL
toimitus@uusiteknologia.fi

Nykyisin sulautetussa järjestelmässä löytyy tyypillisesti sen verran muistia ja prosessoritehoa, että sovelluskehitystäkin kannattaisi miettiä uudelleen. Työläiseen C-koodin optimoinnin sijasta on monesti järkevää ottaa käyttöön työkaluja, joilla ohjelmistokehitys onnistuu nopeammin ja helpommin.

Eräs varteenotettava tekniikka tähän ovat erilaiset komentosarjakielen kasetit. Mutta ensiksi vilkaisu perinteisiin työkaluihin, joita käytetään edelleen laajalti sulautettujen järjestelmien toteutuksissa.

Niillä syntyy luotettavia järjestelmiä, mutta asiakaskohtaisten muutosten (laajempien kuin mitä alun perin oli suunniteltu mahdolliseksi konfiguroinnilla) on raskasta ja monimutkaista.

Komentosarjakielen apuun

Kun sulautetusta järjestelmästä halutaan helposti muokattava ja kehitettävä, kannattaa harkita kannat-

taisiko sulautettuun järjestelmään käyttää muita ohjelmointikieliä. Ne on tehty tietynlaisiin sovelluksiin ja ovat siksi niissä yleiskieliä helpokäyttöisempiä.

Yksi hyvä ratkaisu esimerkiksi Linux-järjestelmissä, on että osa järjestelmän toiminnoista on C-ohjelman sijasta toteutettu komentosarjakielillä (skriptikielen). Ne ovat Linux- ja Unix-palvelimien vakio työkaluja, joilla ylläpitäjät automatisoivat eri tehtäviä ja joita muuttamalla voidaan säädellä käyttöjärjestelmän toimintaa.

Komentosarjakieli on nykyisin monesti yleistetty tarkoittamaan kaikkia kieliä, joilla on helppoa suorittaa käyttöjärjestelmässä toimintoja ilman ohjelman kääntämistä. Toimintojen muokkaamisen voidaan tehdä yksinkertaisesti komentosarjatiekkeitä muokkaamalla, eikä koko ohjelmistoa tarvitse kääntää uudelleen.

Skriptikielistä on tulossa synonyymi myös tulkittavalle ohjelmointikielille. Niillä on tyypillistä, että ne tulkitaan koneen ymmärtämään muotoon vasta suoritusvai-

heessa osa kerrallaan. Se tekee niistä hitaampia, mutta kirjoittaminen ja testaaminen ovat helpompaa.

Skriptikielillä ohjelmien muokkaaminen ja testaaminen voi tehdä lyhyissä sykleissä ja nopeasti. Esimerkiksi sulautetussa Linux-alustassa olevaan komentoriviohjelmaa voi helposti muokata joko kohdelaitteessa pyörivällä tekstieditorilla tai verkon yli esimerkiksi WinSCP-työkalun tarjoamalla editorilla.

Sovelluksia helpommin

Komentosarjakielen ovat työkalu, olla voidaan toteuttaa esimerkiksi Web-käyttöliittymä helpommin kuin C/C++-kielellä koodaamalla. Esimerkiksi monia nettisivuja ohjelmoidaan PHP:llä ja Pythonilla, koska käyttöliittymän saa toteutettua paljon helpommin kuin omalla C-koodilla.

Valitsemalla sopivan komentosarjakielen voi sovelluksen tekemisestä tehdä nopeampaa ja helpompaa. Monissa komentosarjakielistä on valmiina tai lisäominaisuuksina saatavissa monia korkean tason ominaisuuksia. Niitä ovat erilaisten datarakenteiden käsittely, helppo liittyminen tietokantoihin ja HTTP-protokollan tuki. Näin sovellusta tehdessä voi toimia pitkälle korkeammalla abstraktiotasolla kuin C-koodaamisessa.

Käyttämällä korkeamman tason kieltä C/C++:n sijasta tulee ohjelmoijasta selvästi tuottavampi. Esimerkiksi Pythonista on sanottu, että ohjelmoija voi olla sen kanssa kymmenen kertaa tuottavampi kuin Javaa tai sata kertaa tuottavampi kuin C-kielellä.

Paremmat tuottavuuden hintana on usein, että laitteisto vaatii lisää suorituskykyä ja suoritusvoimaa. Päätöksen tekeminen on erilainen miljoonittain valmistettavassa kuluttajatuotteessa ja erikoissovelluksiin tehtävissä ammattituotteissa.

Sulautetun Linuxin yleistymisen ja sulautettujen järjestelmien muisti- ja prosessoriresurssien kasvaminen on tehnyt monista komentosarjakielistä hyvin varteenotettavia työkaluja sulautettuihin järjestelmiin. Kirjoittaja itse on käyttänyt sulautettujen Linux-järjestelmien kanssa onnistuneesti esimerkiksi Bash-, AWK-, PHP-, Python- ja Lua-komentosarjakieliä.

Komentosarjakielistä osa on tarkoitettu laajoihin järjestelmiin, mutta osa niistä sopii myös pieniin sulautettuihin ympäristöihin. Komentokielistä esimerkiksi Lua ja Python voi käyttää suhteellisen pienissäkin 32-bittisissä järjestelmissä.

Komentosarjakielen kuluttavat paljon enemmän koodia ja prosessoriaikaa kuin C:llä tehdyt sovelluk-

set. Silti komentosarjakielillä tehdyt sovellukset eivät ole kohtuuttoman hitaita.

Vaikka normaali peruskoodi toimisi kohtuullisen hitaasti, monet muut tapahtuma hyvinkin tehokkaasti tai ne voidaan toteuttaa sopivalla algoritmilla. Esimerkkeinä tästä ovat esimerkiksi tehokkaat merkkijonojen käsittelyrutiinit (Regex) sekä tehokkaat suurten data-määrien tietorakenteet kuten assosiatiiviset taulukot ja helppo liittyminen erilaisiin tietokantoihin.

Komentosarjakielillä voidaan tehdä nopeasti sovelluksia ja liittää niitä yhteen, kun järjestelmän muissa osissa on sopivat rajapinnat. Sellainen on esimerkiksi tilanne, jossa järjestelmän pääohjelma kutsuu ulkoista komentoriviohjelmaa. Tai jos järjestelmän komponentit ovat erillisiä ohjelmia, joita ajetaan komentoriviltä halutussa järjestyksessä tai tiedonvaihto tapahtuu tiedostojärjestelmän kautta.

Myös verkkorajapinnat, kuten TCP/UDP-socket sekä REST ovat sopivia rajapintoja tiedon välittämiseen komentosarjakielisen ohjelman ja järjestelmän välillä. Jotkin komentosarjakielistä on suunniteltu sellaiseksi, että ne on helppo liittää kiinteäksi osaksi C-kielillä tehtyä sovellusta.

Linuxin perustyökalu Bash avuksi

Avoimien käyttöjärjestelmien Gnu Bash (sanoista Bourne again shell) on GNU-projektin POSIX-yhteensopiva komentotulkki. Se on oletuskomentotulkki myös useimmissa Linux-jakeluissa. Komentorivi-

komennot ovat Linux-maailman luonnollinen kieli.

Komentotiedostojen (skriptien) voima piilee automatisoinnissa. Shell-skriptit ovat kokoelma Linux-komentoja jotka on talletettu tiedostoon (alkuun tunniste ja ajo-oikeudet kuntoon). Skriptitiedoston tekeminen on varsin yksinkertaista – tarvitset vain tekstieditorin niiden luomiseen.

Yksinkertaisissa Bash-skripteissä voidaan käyttää tavallisia komentorivikomentoja, jotka suoritetaan annetussa järjestyksessä samaan tapaan kuin konsolista annetut komennot. Perinteisesti Linxeissa erilaisten järjestelmäpalveluiden hallinta on tehty bash-kielillä toteutettujen init-skriptien avulla.

Bash sisältää konsoli-komentojen suorittamisen lisäksi laajan kokoelman muista ohjelmointikielistä tuttuja ohjelmointirakenteita (if, for, aliohjelmat, regex jne.). Bash on Turing-yhteensopiva eli sillä voi tehdä kaikki ne asiat, joita tietokoneella voi ylipäätään tehdä.

Mikä tahansa Linuxissa konsolista hoidettava tehtävä onnistuu bashilla helposti. Niillä asetetaan ympäristömuuttujia, tehdään monimutkaisia ja toistuvia tehtäviä, ohjataan järjestelmän käynnistymistä.

Jos Bash-komentojen puhti loppuu kesken tai toiminnon tekeminen menee liikaa aikaa, voidaan avuksi ottaa Linuxin vakiotyökalut. Niitä ovat osaksi Bash-skriptiä laittavat awk, sed, grep ja curl. Niillä asetetaan ympäristömuuttujia, tehdään monimutkaisia ja toistuvia tehtäviä, ohjataan järjestelmän käynnistymistä.



Raspberry Pi kortilla (Pi 2 tai Pi 3) voidaan ajaa kaikilla artikkelissa esitellyillä kielillä tehtyjä sovelluksia.

Raspberry Pi board can run all scripting languages mentioned in the article.

Komentojonot ovat tehokas työkalu Linux ympäristöön, toimit siten palvelimessa tai sulautetussa järjestelmässä. Mikä tahansa tehtävä Linuxissa hoidettavissa konsolista. Bash on vakiona lähes kaikissa Linux-jakeluissa ja toiminto on tulossa myös Windows 10 -käyttöjärjestelmään.

Toki on muitakin komentotulkkeja kuin Bash. Yksi niistä on Busybox, joka on eräänlainen yksinkertaistettu versio Linuxin komentojonoympäristöstä. Sitä käytetään monissa kevyissä sulautetuissa Linuxeissa.

Lua integroituu osaksi sovellusta

Skriptikielistä Lua on kevyt ja kooltaan pieni, joka kehitettiin alkuaan lähinnä ohjelmien helppoon laajentamiseen, mutta sillä voi myös tehdä laajempiakin kokonaisuuksia. Luan nimi tulee portugalilaisesta, joka tarkoittaa kuuta.

Luaa käytetään paljon erilaisissa sovellusohjelmissa (esim. VLC, Lightroom) ja tietokonepelien sisäisenä skriptikielenä. Myös sulautetut kehittäjien tuntema verkkoliikenteen-analysiohjelma, Wireshark tukee laajennusten tekemistä Lua-skripteillä.

Lua on proseduraalinen kieli, mutta se tukee myös funktionaalista ohjelmoinnista ja olio-ohjelmoinnista tunnettuja ominaisuuksia.

Lua on tehty yhdistettäväksi helposti muihin ohjelmointikieliin. Siinä on rajapinta, jota voi käyttää C- ja C++-ohjelmointikielillä. Kieli on julkaistu MIT-lisenssin alla, joka sallii vapaan käytön jopa kaupallisiin tarkoituksiin.

Lua-koodia ajetaan virtuaalikoneessa.

Luan koodin voi kääntää virtuaalikoneen binääreiksi, mutta yleisin tapa on, että ajoympäristö huoleh-

Taulukko: Komentosarjakielten vertailu.

Kieli	Tyyppi	Perinteinen sovellusalue	Sulautetussa sopii parhaiten	Sulautettuihin liittyviä käytösimerkkejä	Lisätietoa
PHP	Olio ja proseduraalinen	Web sivujen palvelinpää	Web käyttöliittymä		http://php.net/
TCL	Listapohjainen kieli	Prototyyppi, graafiset käyttöliittymät (Tcl/Tk)		Cisco IoT, F5 Networks, Etlinux	https://www.tcl.tk/
JavaScript	Oliopohjainen	Web palveluiden selainpää, mobiilisovellukset	Web käyttöliittymä	Sulautettu Node.js web palvelin Raspberry Pi tai BeagleBone, sulautetun laitteen selainkäyttöliittymä, IoT laitteen mobiilisovellus	https://www.javascript.com/ https://nodejs.org/en/
Lua	Proseduraalinen mutta sisältää funktionaalisuutta ja oliotukea	Ohjelmistojen laajentaminen	IoT sovellus ja käyttöliittymä	NodeMCU, OpenWRT, VLC, Wireshark	https://www.lua.org/
Python	Oliopohjainen, proseduraalinen, funktionaalinen	Linux-skriptit, Web-palvelut, Tieteellinen laskenta	IoT sovellus Raspberry Pi alustalla	Telit M2M/IoT moduulit, Raspberry Pi, laboratoriomittalaitteiden ohjaus ja datan visualisointi	https://www.python.org/ https://micropython.org/
Bash	Konsolikomentoja, proseduraalinen	Linux komentotulkki	Ohjelmien yhteen liimaaminen	Sulautettu Linux	https://www.gnu.org/software/bash/

tii lähdekoodin kääntämisestä tarvittaessa käynnistyksen yhteydessä.

Lua-kieltä voi käyttää sulaute-
tuissa järjestelmissä sovellusten
laajentamiseen. Esimerkiksi suurin osa OpenWRT Linux -alustan web-käyttöliittymästä on toteutettu Lua:lla (LuCI). IoT-ratkaisuihin on tarjolla avoimen lähdekoodin NodeMCU.

TCL on suosittu tietoliikenteessä

TCL (Tool Command Language) on yksinkertainen tulkettava ohjelmointikieli, jota käytetään nopeiden prototyyppien luomiseen, ohjelmien komentosarjakielenä, graafisissa käyttöliittymissä ja testauksessa.

Jokainen Tcl:n komento on lista, jossa ensimmäiseksi on aina käsky ja sitä seuraavat argumentit. Kielen rakenteet ovat komentoja ja kaiken voi dynaamisesti määritellä tai korvata uudella. Kaikkea voidaan käsitellä merkkijonona.

TCL-tulkkia voidaan laajentaa kirjoittamalla uusia komentoja C-kielillä ja linkittämällä ne yhteen. Tulkki voidaan laittaa myös toimimaan yhdessä jollain muulla kielellä toimivan erillisen ohjelman kanssa.

TCL-kielen suurin merkitys on ollut aiemmin, että grafiikkakirjasto Tk on kirjoitettu tukemaan sitä. Nykyisin Tcl-kieltä käytetään myös sulautetuissa järjestelmissä kuten Ciscn reitittimien käyttöjärjestel-

mässä. TCL sopii myös pienempiin sulautettuihin järjestelmiin, koska esimerkiksi Netlinux-jakelu hyödyntää TCL-kieltä.

Python tulkkaa monipuolisesti

Python on varsin monipuolinen, tulkettava ohjelmointikieli, jolla kirjoitetut ohjelmat ovat valmiita ajettaviksi välittömästi. Pythonia ajetaan useimmiten tavukoodina Javan tapaan.

Python on objekti-orientoitunut ja strukturoitu ohjelmointikieli. Sitä pidetään yleisesti helppona oppia lähinnä kielen yksinkertaisen syntaksin ja korkean tason tietorakenteiden takia. Monet suosittelevat Pythonia myös ensimmäiseksi ohjelmointikieleksi ja sitä käytetäänkin laajalti ohjelmoinnin opetuksessa.

Pythonia voidaan käyttää myös komentoriviltä ajettavissa skripteissä, mutta sitä käytetään myös laajalti tieteellisessä laskennassa ja grafiikassa sekä verkkosivustojen ohjelmointikielenä (Django). Esimerkiksi Google käyttää Pythonia sisäisenä ohjelmointikielenä.

Pythoniin saadaan laajennusten avulla myös tuki muihin ohjelmointitapoihin. Sitä voidaan laajentaa C- ja C++-ohjelmointikielillä. Pythonin voi sisällyttää myös C- ja C++-kielisiin ohjelmiin skriptikielenä.

Python löytyy vakiona useim-

mista Linux-jakeluista ja se on yksi suosittu Raspberry Pi -suoritinkortin suositelluista ohjelmointikielistä. Pieniin sovelluksiin on tarjolla MicroPython, joka on karsittu versio eikä se sisällä esimerkiksi Pythonin laajaa peruskirjastoa.

MicroPython on suunniteltu toimimaan suojaan mikro-ohjaimessa ilman käyttöjärjestelmää. Sopivia laitteistoalustoja ovat esimerkiksi pyboard ja ESP8266. Italialainen Telit valmistaa myös Pythonia tukevia M2M/IoT-moduuleita.

Käyttöliittymiin PHP

PHP (lyhenne sanoista PHP: Hypertext Preprocessor) on monelle tuttu nettisivuja tehneille. Se ohjelmointikieli, jota käytetäänkin laajalti dynaamisten web-sivujen luomisessa.

PHP:tä käytetään yleisimmin upotettuna HTML-sivujen koodin sisälle niin, että web-palvelin suorittaa aloitus- ja lopetustunnisteiden <?php ja >? välisen koodin, ja palauttaa lopputuloksen selaimelle.

PHP on komentosarjakieli, jossa ohjelmakoodi tulkitaan vasta suorituvaiheessa. Ohjelmointikielen lisäksi PHP-ympäristössä on laaja luokkakirjasto.

Luokkakirjastoja on eri toiminta-alueille kuten merkkijonojen ja päivämäärien käsittelyyn, HTTP-protokollalle, eri tiedostotyyppien muokkaukseen ja tietokannoille.

PHP 5 versiosta lähtien kieli on

tukenut myös olio-ohjelmointia ja sisältänyt sisäänrakennetun tietokantamootorin (SQLite). Sulautetussa ympäristössä PHP soveltuu web-käyttöliittymän tekemiseen. PHP:llä voi toteuttaa myös komentoriviltä ajettavia erillisiä ohjelmia.

JavaScript sopii

JavaScript oliopohjainen komentokieli. JavaScript on pääasiassa Web-ympäristössä käytettävä dynaaminen komentosarjakieli. JavaScriptin tärkein sovellus on ollut pitkään mahdollisuus lisätä Web-sivuille dynaamista toiminnallisuutta. JavaScriptillä voidaan luoda valikoita, ääniä ja muita vuorovaikutteisia ominaisuuksia.

JavaScript yhdistettynä HTML5 tekniikkoihin tarjoaa monia mahdollisuuksia näyttävien käyttöliittymien toteutukseen. Suurin osa käyttöliittymän toiminnoista hoidetaan käyttäjän selaimessa, ja sulautetulta laitteelta haetaan vain muuttuva data, esimerkiksi AJAX- ja WebSocket tekniikoilla.

Kaikki yleiset web-selaimet tukevat JavaScriptiä, eikä sen käyttämiseen tarvita erillisiä asennustoimia.

Web-selaimelle lähetettävä JavaScript-koodi kirjoitetaan suoraan sivuille HTML-koodin kanssa, joten koodaamiseen tarvitaan vain editori ja koodia ei tarvitse kääntää mitenkään. Selain suorittaa koodin ja tulos on nähtävillä heti vir-

Perinteiset työkalukielet

C- ja C++ -kielet ovat perinteikkäitä ohjelmointikieliä, jota voi käyttää monilla alustoilla ja lukuisissa käyttöjärjestelmissä.

C ja C++

1990-luvulta lähtien myös C++ on tullut suosituksi sulautetuissa järjestelmissä. Useiden arvioiden mukaan reilusti yli 90 prosenttia nykyisin käytössä olevista sulautetuista järjestelmistä on toteutettu näillä kielillä.

C on rakenteiltaan melko yksinkertainen ohjelmointikieli, jonka merkittävimmät käyttöalueet ovat käyttöjärjestelmien ja sulautettujen järjestelmien ohjelmointi. Sillä on kirjoitettu valtaosa Unix-käyttöjärjestelmästä ja sittemmin myös Li-

nuxista, Windowsista ja lukuisista muista käyttöjärjestelmistä. C on edelleen yksi suosituimmista ohjelmointikielistä, varsinkin laitteistoläheisessä ohjelmoinnissa.

C++ muistuttaa ulkoisesti hyvin paljon C:tä, ja jotkut näkevätkin sen vain laajennettuna C-kielenä, koska sitä voi käyttää pitkälle C:n tapaan, ja valtaosa C-ohjelmista kääntyykin myös C++-kääntäjällä hyvin pienin muutoksin.

C++ toi mukaan olio-ohjelmointiin ja geneerisyyteen liittyviä ominaisuuksia sekä standardikirjaston, jotka kannustavat erilaiseen ohjelmointitapaan kuin C:ssä.

C++ kieltä on pidetty usein ras-
kaana pieniin sulautettuihin järjestelmiin, mutta oikein käytettynä

C++ toimii ilman ongelmia. Esimerkiksi suosittu Arduino-korttien ohjelmointikieli pohjautuu C++ kieleen ja toimii jopa pienellä 8-bittisellä AVR:n mikro-ohjaimella.

Isoissa projekteissa C ja C++ kielten ongelma on tarvittava koodimäärä, jonka luominen on hidasta ja virhealtista. Ne ovat näkyneet viime aikoina monen verkkoon liitetyn laitteen tietoturvaongelmina.

Javallakin tehdään sulautettuja

Sunin kehittämä Java on laaja ohjelmistoalusta, joka rakentuu oliopohjaisesta laitteistoriippumattomasta ohjelmointikielistä sekä ajoympäristöstä virtuaalikoneineen ja luokkakirjastoineen. Java pyörii periaat-

teessa millä tahansa alustalla, jolle on saatavissa Java-virtuaalikone ja oikeat kirjastot.

Java-kielen 1990-luvun lopulla saavuttaman suuren suosion takana ovat laitteistoriippumattomuuden lisäksi kielen helposti omaksuttava C++:tä läheisesti muistuttava kielioppi. Java on ollut suosittu opetuskieli ohjelmoinnin opetuksessa.

Java kieliset ohjelmat käännetään tavukoodiksi, joka suoritetaan virtuaalikoneessa. Javaa markkinoitiin ensin selainkäyttöön, mutta vasta palvelinkäyttö ja kännykkäsovellukset toivat kielen laajalti käyttöön.

Oracle yrittää markkinoida Javaa nyt myös IoT-sovelluksiin.

Sulautettujen järjestelmien ohjelmointiin Java-versioista sopii parhaiten Java Platform, Micro Edition eli Java ME (edelliseltä nimeltään J2ME): Esimerkiksi Java 8 ME tukee minimissään 192 kilotavua



Englantilainen MicroPython pyboard v1.1 soveltuu skriptikielen ohjelmoinnin kokeiluihin.

MicroPython pyboard a small embedded Python environment.

heineen. Skriptejä voidaan sijoittaa head- ja body-elementteihin, upottaa tiedostona tai kirjoittaa erilliseen tiedostoon.

JavaScriptin nykymuoto on dynaamisesti tyytety, tulkittava oliopohjainen komentosarjakieli, jonka syntaksi perustuu löyhästi C-ohjelmointikielen. JavaScript on heikosti tyytety kieli, koska siinä muuttujille ei määritellä tietotyyppiä.

Kannattaa silti muistaa, että JavaScriptillä ei ole juuri mitään tekemistä Java-ohjelmointikielen kanssa, vaikka niiden syntaksi näyttääkin hieman samalta. Tyypillinen JavaScript-ohjelma toimii aina tapahtumapohjaisesti.

JavaScriptin käyttöalue on vuo-

sien aikana laajentunut nettisivuilta muihinkin sovelluksiin.

JavaScriptillä voi toteuttaa nykyisin esimerkiksi mobiilisovelluksia tai sitä voidaan hyödyntää web-palvelimissa. Esimerkiksi Node.js on avoimen lähdekoodin kehitysympäristö, jossa hyödynnetään JavaScriptiä.

Node.js suunniteltiin alkuaan skaalautuvien web-palveluiden tapahtumapohjaiseksi alustaksi. Node.js ajaa palvelimissa JavaScript koodia Googlen V8-moottorilla. Node.js tarjoaa työkalut, joiden avulla on helppo rakentaa muokattavia Web-palvelimia (haluttu sivuosoite ja suoraan määrittelemääsi JavaScript funktiota). Node.js:n paketoitinsysteemi npm on eräs

laajimmista ja nopeiden kasvavista avoimen lähdekoodin ekosysteemeistä

JavaScriptin käyttö sulautetuissa ratkaisuissa on vasta alullaan. Node.js on yleistymässä, koska se on standardoitu, tapahtumapohjainen ja nopea koodata.

JavaScript toimii kaikenlaisissa ympäristöissä niin esimerkiksi samaa IoT-koodia voi hyödyntää muissakin järjestelmän osissa. Korteista JavaScriptiä tukevat harrastajienkin hyödyntämät Raspberry Pi ja BeagleBone eri versioineen. Muita tuettuja alustoja ovat Espruino, Tessel2 ja Kinoma Create. Esimerkiksi JXCore on pienimpiin sulautettuihin IoT-laitteisiin suunnattu alusta, joka perustuu JavaScriptiin ja Node.js :ään.

Valitsemisen vaikeus

Ohjelmointikielien valinta on oikeita työkaluja, joista kannattaa valita aina tehtävään sopivin. Silti tuskin kukaan ammattilainen pystyy opiskelemaan kaikkia kieliä, mutta kannattaa silti ainakin tutustua komentosarjakieliin. Niiden käyttö sulautetuissa sovelluksissa on kasvamassa ja niistä voi olla todellista hyötyä lopputulokselle.

Ohjelmointikielen valintakriteereitä voivat olla esimerkiksi kielen sopivuus sovellukseen, suorituskyky, työkalut, luotettavuus ja tietoturva sekä vaadittavat järjestelmäresurssit. Myös omaa osaamista ja

aiemman koodin käyttömahdollisuutta kannattaa miettiä.

PC-maailman tuleminen ja Linux vaikuttavat entistä voimallisemmin myös sulautettuun kehittämiseen. Samalla sulautettujen kehittämiseen kannattaa ottaa mukaan perinteisten työkalujen lisäksi myös uusia yleisohjelmoinnista tuttuja työkaluja.

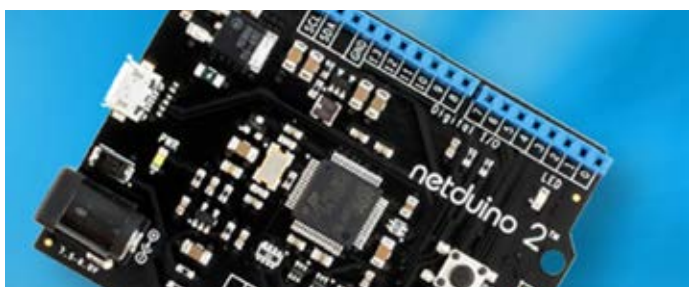
Artikkelin kirjoittaja Tomi Engdahl toimii Netcontrol Oy:ssä tuotekehitysinsinöörinä.

Scripting languages

Linux is a popular OS in modern embedded applications and it is a very suitable environment for applications written using scripting languages. This article gives an overview on using scripting languages for embedded applications. You can read more on this topic at www.epanorama.net

UT Linkkipankki

Linkkipankin kautta voit hakea lisää tietoa sulautettujen ohjelmistokehityksestä ja eri kielistä. Mukana on linkit myös artikkelin omiin ohjelmistoalueen kirjoituksiin ePanorama-sivulta.



Arduino-tyylinen Netduino toimitetaan Microsoftin .NET Micro Frameworkin kanssa.

Netduino board is almost like Arduino but runs .NET Micro Framework code.

RAM-muistia ja megatavu ROM/Flash-muistia.

Java 8 ME:tä voidaan käyttää esimerkiksi ARM11/Linux-perusteisessa Raspberry Pi Model B -kortissa tai vastaavassa Qualcomin IoT-ratkaisussa.

Toinen paljon käytetty sulautettu Java-alusta on maksu- ja SIM-korteissa käytetty Java Card. Myös Android-sovelluskehitys tehdään

pääasiassa Java-kielillä.

Java voi olla sulautettujen kehittäjälle harkinnan arvoinen työkalu, jos kohdejärjestelmästä löytyy tarpeeksi laiteresursseja ja sille saa tarvittavan Java-virtuaalikoneen.

Javalla koodausyksi koodin muuttaminen, kääntäminen ja siirtäminen kohdejärjestelmään on samaa tasoa C-kielen kanssa. Kannattaa silti muistaa, että Java-alustan

(virtuaalikone ja kirjastot) käyttöä ei ole rajattu pelkästään Java-ohjelmointikielen, vaan esimerkiksi Python-, Ruby- ja Scheme-kielille on kääntäjiä, jotka tuottavat Java-tavukoodia.

Microsoftin C#

C# (englanninkielinen lausunta: C sharp) on Microsoft-yhtiön .NET-konseptia varten kehittämä ohjelmointikieli. Se pyrkii yhdistämään C++:n tehokkuuden ja Java-kielen helppokäyttöisyyteen.

Kielenä C# on vahvasti tyytety ja oliopohjainen. C# mahdollistaa myös funktionaalisen ohjelmoinnin. Se on oppinut Javalta virtuaalikoneajattelua, eli ohjelmakoodi käännetään virtuaalikoneessa ajettavaksi tavukoodiksi.

NET-ympäristön käyttäminen voi olla järkevää sellaisissa sulautetuissa sovelluksissa, joissa käyttö-

järjestelmänä on käytössä jo Windows-versio. Esimerkiksi monissa verkotetuissa digiboksissa pyörii Windows CE -käyttöjärjestelmä ja C# -kielellä tehdyt ohjelmasovellukset.

IoT-sovelluksiin Microsoft tarjoaa pienikokoista Raspberry Pi 2 -korttia ja siihen Windows 10 IoT Core -käyttöjärjestelmää.

Täydelliset .NET Framework-paketti (yli 10 megatavua) lisäksi on kevyisiin sulautettuihin järjestelmiin tarkoitettu .NET Micro Framework. Se toimii pienemmällä resursseilla, kuten ARM:n suorittimella ja 256 kilon Flash- ja 64 kilon RAM-muistilla.

Kortteina on tarjolla muun muassa paljon Arduino-kortteja muistutettava Netduino, joka toimitetaan .NET Micro Frameworkin kanssa. Toinen.NET-alustaa hyödyntävä kortti on Intelin Galileo-IoT-tuote.

Kankaisiin antureita ja vuorovaikutteisuutta

Vuorovaikutteiset tekstiilit eivät ole enää uusi tutkimuskohde, mutta uudet sähköä johtavat materiaalit, nanotekniikka ja joustavat elektroniikkaratkaisut voidaan nykyisin jo integroida saumattomasti kankaiden rakenteisiin. Suomalainen LeeLuu kehittää uudenlaisia vuorovaikutteisia tekstiilituotteita.

UT Emmi Pouta
emmi@leeluu.fi

Tekstiilien parissa tapahtuva kehitys näkyy myös markkinoiden kasvussa: vuorovaikutteisten tekstiilien markkinat kasvavat kiihtyvää vauhtia.

Kansainvälisen tekstiilijärjestö IFAI:n (Industrial Fabrics Association International) mukaan vuosien 2011-15 keskimääräinen vuosittainen kasvu oli noin 18 prosentti. Uusissa ennusteissa povataan jopa 33,6 prosentin kertyvää vuotuista kasvuprosenttia vuosien 2015-2020. Markkinoiden arvo kipuausi vuoteen 2020 mennessä 4,72 miljardiin dollariin.

Suurimmat markkinat liittyvät nyt ajoneuvoihin, turvallisuus- ja sotilaallisiin sovelluksiin sekä rakennuttamiseen. Niiden perässä tulevat kovassa kasvussa olevat urheilu- ja kuntoilualueet sekä muodin ja terveydenhuollon sovellukset.

Tekniikkaa tutkitaan

Tuotekehityksen fokus on antureiden ja virtapiirien sulauttamisessa puettaviin tekstiileihin. Niiden avulla voidaan toteuttaa muun muassa elintoimintojen ja urheiluvoimien mittaaminen, tarkkailu ja seuranta muun elektroniikan avulla.

Toisena kehityksen kohteena ovat erityisesti puettavissa sovelluksissa käytettäviin tekstiilimateriaaleihin integroitavat virtalähteet ja joustava kehon liikkeisiin mukautuva elektroniikka.

Tiedonsiirtoratkaisusta vähän tehoa kuluttava Bluetooth Low-Energy on kiinnostava tapa liittää antureita ja tarkkailulaitteita tekstiilisovelluksissa.

Suomalaisyritys panostaa vuorovaikutteisuuteen

Suomalainen start-up-yritys LeeLuu Labs on erikoistunut vuorovai-



Ensimmäisiä kudottuja testejä anturirakenteesta.
The first woven samples of the sensor structure

kutteisiin tekstiileihin. ensimmäinen tuote on lapsille suunnattu pehmeä yövalo. Tuotetta kehittäessään yrityksen suunnittelijat kysyivät lapsilta, kuinka he toivoisivat yövaloa käytettävän. Toiveista syntyi puristamalla, halaamalla tai silittämällä kontrolloitava unikaveri. Yrityksen juuret ovat Aalto-yliopiston muotoilun laitoksella.

Kankaaseen kudottujen käyttöliittymien mahdollisuuksia ovat kartoittaneet myös suuremmatkin alan toimijat. Hyvä esimerkki on verkkojätti Googlen Project Jacquard, jossa kerroti kudottujen vuorovaikutteisten tekstiilien olevan yrityksen fokuksessa. Google esitteli viime kesänä teolliseen kudontaprosessiin soveltuvan kosketusta aistivan kudotun anturirakenteen.

Oma anturirakenne

LeeLuu Labs on kehittänyt omaa anturirakennettaan kudontatekniikan mahdollisuuksista ponnistaen. Yritys on hakenut uusia keinoja usei-

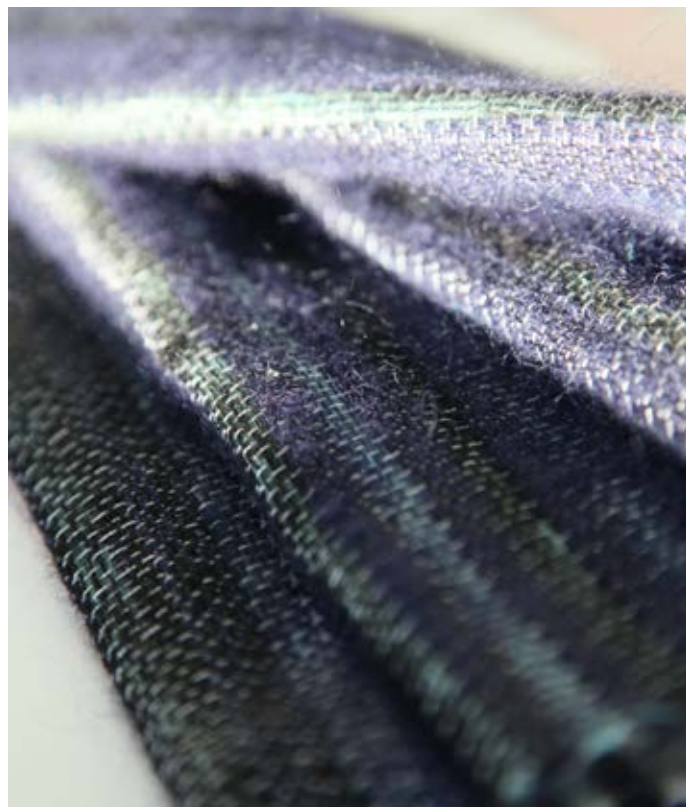
den kangaskerrosten yhtäaikaan kutomiseen, jonka ansiosta ratkaisut ovat uniikkeja kilpailijoihin verrattuna. Yritys on jättänyt kehitystytään myös patenttihakemuksen viime kesänä.

Tekstiilimateriaaleihin integroidua anturitekniikkaa yritys kehittää käyttäjän tarpeista lähtien. Sen sijaan, että yritys hyödyntäisi uusinta tekniikkaa tuotteiden lähtökohtana, käyttöliittymä määrittää ihmisten luonnollisen käyttäytymisen perusteella.

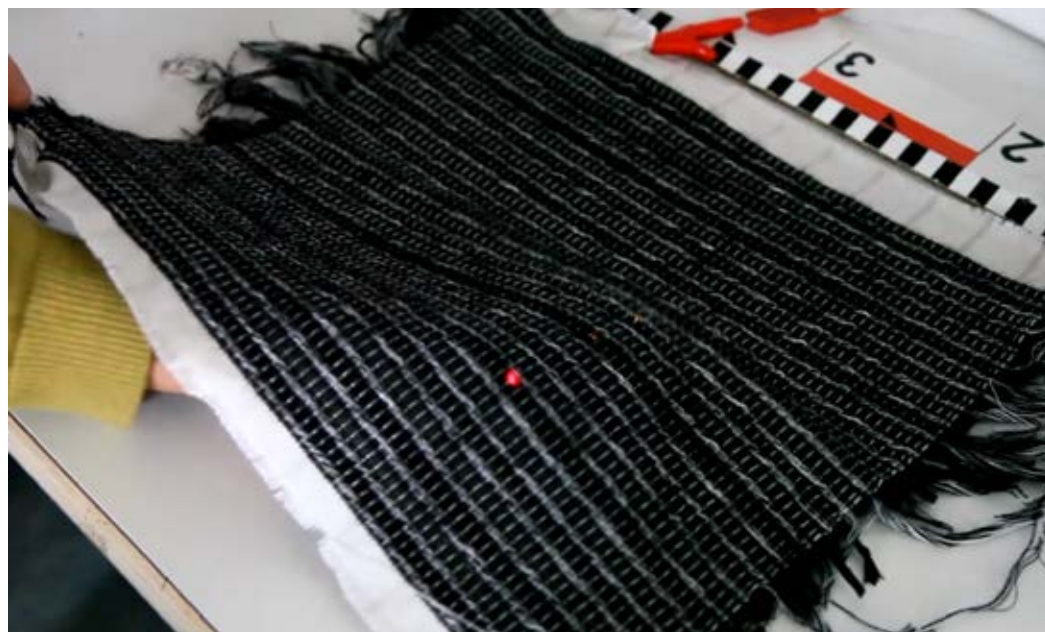
Hyvä esimerkki on yrityksen lapsille suunnattu yövalo, jota varten kehitettiin oma "silittysanturi", eli tekstiilianhuri, joka tunnistaa käden silittävän liikkeen. Valon kirkkautta silittämällä säätelemään lapsi myös käden liikkeellään rauhoittaa valaisevaa unikaveria.

Voidaan soveltaa muuallakin

Unilelu on yrityksen ensimmäinen tuote kosketuksella ohjattavia, peh-



Anturikankaan ensimmäinen kudottu prototyyppi.
The first sample of the woven sensor fabric.



Kudottuun kankaaseen integroidut led-valot ja niitä ohjaava prosessori.
Woven fabric sample with integrated led lights and processor.

Smart textile sensors and interfaces from Finland

The smart fabrics market is growing rapidly worldwide. There is a high focus in the research and development community on textiles with integrated electronic sensors and circuitry. One issue for the development of interactive textiles is the lack of components directly suitable for textile-method based manufacturing.

Finnish startup LeeLuu Labs first product is a soft, "cuddle-controlled" nightlight with integrated textile sensors. Nightlight is the company's first step towards soft user interfaces. The nightlight lights up when a child interacts with it through touch.

Patent is pending for LeeLuu Labs' own textile sensor technology: the woven capacitive sensor can sense touch and pressure at the same time by utilizing woven multilayered structures that make the technology unique.

LeeLuu Labs is also researching new methods to integrate electrical components into the structure of woven fabric, by developing wire components with multiple connection points that can be woven into the structure of the fabric. Read more: www.leeluu.fi

meitä käyttöliittymiä, mutta muitakin tuoteideoita on jo kehitteillä. LeeLuun kehittämä anturirakenne soveltuu muihinkin erityisesti kudottuihin tekstiileihin.

LeeLuun antureita voidaan tulevaisuudessa kutoa sähköä johtavia lankoja käyttäen niin vaatetuksessa kuin huonekaluissakin käytettäviin kankaisiin. Pinta-ala ja resoluutio voidaan määrittellä tarpeen mukaan.

Kapasitiivinen anturirakenne tunnistaa kosketuksen ja painalluksen, ja sen avulla voidaan tunnistaa muun muassa erityyppisiä käden liikkeitä.

Artikkelin kirjoittaja Emmi Pouta on yksi LeeLuu Labs Oy:n perustajista. Pouta vastaa yrityksessä interaktiivisten tekstiilien suunnittelijana yrityksen vuorovaikutteisiin tekstiiliteknologioihin liittyvästä tutkimuksesta ja kehityksestä.

UT Linkkipankki

Linkkipankin kautta löydät lisää tietoa älytekstiileistä. Mukana on kirjoittajan kongressiesitelmää ja selosteita. Mukana on myös linkki yrityksen Indiegogo-kampanjan sivulle.

Suomi tutkii



Kuva: Tekes

Uuden teknologian ja innovaatioiden kehittämisessä Tekesin rooli on tehtyjen taloudellisten leikkaustenkin jälkeen edelleen keskeinen. Tekes rahoittaa omien ohjelmien lisäksi yritys- ja korkeakoulu-maailman projekteja. Jäljelle jäävien strategisen huippuosaamisen keskittymien rahoitus siirtyy projekti-kohtaiseksi.



JARI PELTONIEMI
toimitus@uusiteknologia.fi

Projektirahoitukseen Tekesillä on tänä vuonna noin 550 miljoonaa euroa, jonka avulla pystytään toteuttamaan runsaat 2 000 tutkimus- ja kehitysprojektia. Tekesillä on asiakkaina vuosittain noin 3 000 yritystä ja 50 yliopistoa, korkeakoulua ja tutkimuslaitosta.

Suomen vahvuuksia ovat olleet jo vuosia innovatiivisuus ja osaaminen, erityisesti ICT-osaaminen. Nokian kännykkäpuolen ongelmat

eivät saisi heikentää alueen osaamista. Silti hallitus on leikannut erityisesti Tekesin rahoitusta.

Tekesin pääjohtaja Pekka Soini arvioi viime vuonna leikkausten tultua julki, että Suomi itse heikentää vahvuuksiaan ja antaa etumatkaa kilpailijamailleen.

Leikkausten kohdistuminen Tekesin rahoitusvaltuuksiin hämmentää edelleen yrityksiä ja tutkimusmaailmaa. Ovathan Tekesin ohjelmat tarjonneet toimivan alustan yritysten ja tutkijoiden yhteistyölle. Leikkaukset osuvat nyt kipeimmin

juuri yliopistoihin ja julkisiin tutkimuslaitoksiin. Vaarana on, että tutkimuskone hyttyy kokonaan.

Suuret yritykset ovat Soinin mukaan edelleen verkostovetureita ja osaamisen luoja, kun startupit rohkean kasvun siemeniä ja pk-yritykset ketteriä kansainvälistäjiä.

Soinin mukaan innovaatio- ja tutkimukseen syntynyt aukko kannattaisikin korjata ripeästi ennen kuin se pääsee aiheuttamaan vahinkoa elinkeinoelämän kasvulle ja kilpailukyville.

Tekesin ohjelmia

Tekesin omien ohjelmien määrää vähennettiin aikanaan voimakkaasti, kun Strategisen huippuosaamisen keskittymät (SHOK) perustettiin. Tällöin haluttiin kohdentaa tutkimusvalintoja lähemmäksi yrityksiä ja käytännön tutkimustoimintaa.

Tekesin ohjelmia on kuitenkin jatkettu ja niistä monet ovat olleet tarpeen omien alojensa verkottajana. Esimerkiksi ilman sähköajoneuvo-ohjelmaa Suomessa ei välttämättä olisi panostettu yhtä voimakkaasti julkisen liikenteen sähköistämiseen.

Myös tietoliikenteen 5thGear-ohjelma tuo mukanaan osaamista, joka varmistaa Suomen

pysymisen mobiiliteknikan ykkösmaana.

Parhaimmat shokeista jatkavat

Kaikkiaan erillisiä tutkimusyhtiöitä perustettiin kuusi, mutta kaikkien osalta toiminta ei mennyt aivan toivottuun tahtiin. Tekes oli rahoittaja, mutta kukin SHOK-keskittymä on itsenäinen osakeyhtiö, jonka omistajat ovat keskeiset yritykset, yliopistot ja tutkimuslaitokset.

Vuoden 2015 hallitusohjelma leikkasi Tekesin Shokeille antamaa tukea. SHOK-ohjelmien suora rahoitus ajetaan vaiheittain alas.

SHOK-toimijoista rakennusalan RYM:n toiminta loppuu, mutta muut jatkavat joko itsellisinä tai toisiin Shok-yhtiöihin yhdistettynä.

Hyvä esimerkki toimineesta Shokista on koneteknologian Fimecc, joka aikoo jatkaa toimintaansa IT-alueen Digilen kanssa. Uuden yrityksen nimeksi on tulossa Dimecc.

Toinen uusi Shok-yhtiö on bio- ja puhtaan energian Clic, joka syntyi, kun Clean Oy ja Fibic-klusteri yhdistyivät. Kolmas, terveysalueen Salve jatkaa.

Shok-yhtiöt ovat kuitenkin itsenäisiä toimijoita, jotka ovat saaneet toimintaansa suoraa rahoitusta Te-



Kuva: Fimecc

Fimecc oli esillä "We Digitalize Your Business" -teemalla Hannoverin teollisuusmessuilla huhtikuun lopulla. Mukana oli parikymmentä yritystä ja pääteemana teollinen internet.

Syntyvä yritys tulee vaikuttamaan erittäin voimallisesti teollisuutemme koko tutkimustoiminnan kasvuun ja teollisuuden digitalisointumiseen kaikilla tasoilla.

Rym Oy - rakentaminen
Lopettaa toimintansa
www.rym.fi

Linkkipankin kautta pääset katsomaan myös ketkä saivat viime vuonna eniten Tekesin tutkimusrahoitusta.

Despite cutbacks, the role of the Finnish Funding Agency for Innovation (Tekes) is still vital for development of new technology and innovation. Tekes is funding its own programs as well as corporate and university projects. The direct public funding for Strategic Centres for Science, Technology and Innovation (SHOK) will be run down. You can read more about this topic also on Tekes website www.tekes.fi/en/ or on Academy of Finland website www.aka.fi/en/.

LISÄÄ: www.tekes.fi/ohjelmat-ja-palvelut



JARI PELTONIEMI
toimitus@uusiteknologia.fi

Messutapahtumia riittää edelleen lähes entiseen tahtiin. Tässä on tärkeimpiä uuden teknologia messuja ja kongresseja lähikuukausista ensi vuodelle.

Teknologia messuja on edelleen runsaasti. Varsinkin Saksassa järjestetään monet teollisuuden erikoismessut Hannoverin Industrialista Münchenin Electronica-tapahtumaan. Saksan messukaupungeista Nürnberg on erikoistunut pienempiin tekniikan erikoistapahtumiin. Yksi suosituimmista on joka vuotinen Embedded World helmikuussa.

Iso-Britannia on menettänyt kansainvälistä statustaan tekniikan messuissa, mutta silti siellä järjestetään edelleen joiden erikoisalueiden tärkeimpiä kongresseja ja näyttelyitä. Suurin tarjonta on kuitenkin Yhdysvalloissa, jossa isojen kulutuselektronikan CES-tapahtuman lisäksi on kapeampia näyttötekniikan tai tietyn piiri- ja teknologiavalmistajan omia kehittäjä tapahtumia.

Suomessa viime vuodet ovat olleet monien tapahtumien osalta laskevien kävijämäärien värittämiä. Poikkeuksena Tampereen messujen Alihankinta, joka näyttää pitävän kävijänsä vuodesta toiseen. Suomessa saadaan olla toisaalta tyytyväisiä kävijälukuihin, jos niitä vertaa esimerkiksi vastaaviin erikoismessuihin Ruotsissa.

Viime aikoina teollinen internet on ollut monen tapahtumajärjestäjien huulilla. Tosin kohderyhmä on usein ollut yritysjohto ja käytännön järjestelmiä kehittäville tapahtumia

on ollut harvemmassa.

Onneksi Arrow järjestää runsaan viikon päästä 19.toukokuuta Helsinki-Vantaa lentoaseman läheisyydessä olevassa hotellissa IoT Summit -tapahtuman. Mukana on laaja seminaaritarjonta ja kymmeniä komponentti- ja järjestelmätoimittajia.

Loppuvuodesta tuttujen Tampereen Alihankinnan lisäksi Jyväskylän messujen Tekniikka tulee olemaan monelle kehittäjälle tärkeimpiä messuja. Sen sijaan elokuun Mittaus & testaus jää tänä vuonna sivuun.

Uusien tapahtumien tuonti ny-

kyloissa voi olla vaikeaa. Suomen messut peruutti toukokuulle suunnitellun automaatiotapahtuman, mutta maaliskuussa Vantaalla järjestetty yli tuhannen kävijän Nordic 3D Expo -näyttely oli piristävä poikkeus. Tapahtumaa suunnitellaan myös ensi vuodeksi.

Kesän jälkeen Euroopassa järjestetään monet tärkeät viihde-elektronikan tapahtumat. Berliinissä kuluttajien IFA ja Amsterdamissa yleisradio-ammattilaisten IBC. Suomessa kulutuselektronikkaa on esillä Hifi-messuilla ja Digi Expossa. Marraskuussa järjestetään Mün-

chenissä elektronikan suunnittelijoille suunnattu Electronica. Tapahtuma vuorottelee tuotantotekniikan Productronican kanssa vuorovuosina.

UT Linkkipankki

Lisää messu- ja kongressitapahtumia löydät linkkipankin kautta. Päivitämme listaa koko ajan. Jos tiedät uuden tapahtuman niin vinkkaa siitä osoitteella toimitus@uusiteknologia.fi

TOUKOKUU 2016

19.5. Arrow IoT Summit, Helsinki-Vantaa
25.-26.5. Pohjoinen teollisuus, Oulu

KESÄKU 2016

21.-24.6. Automatica, München

SYYSKUU 2016

2.-7.9. IFA, kulutuselektronikka, Berlin
7.-9.9. Turvallisuus, Jyväskylä
7.-9.9. Hifi-messut, Helsinki
7.-11.9. Valo, Helsinki
8.-13.9. IBC, yleisradiotekniikka, Amsterdam
13.-15.9. EuroSafety, Tampere
27.-29.9. Alihankinta, Tampere

MARRASKUU 2016

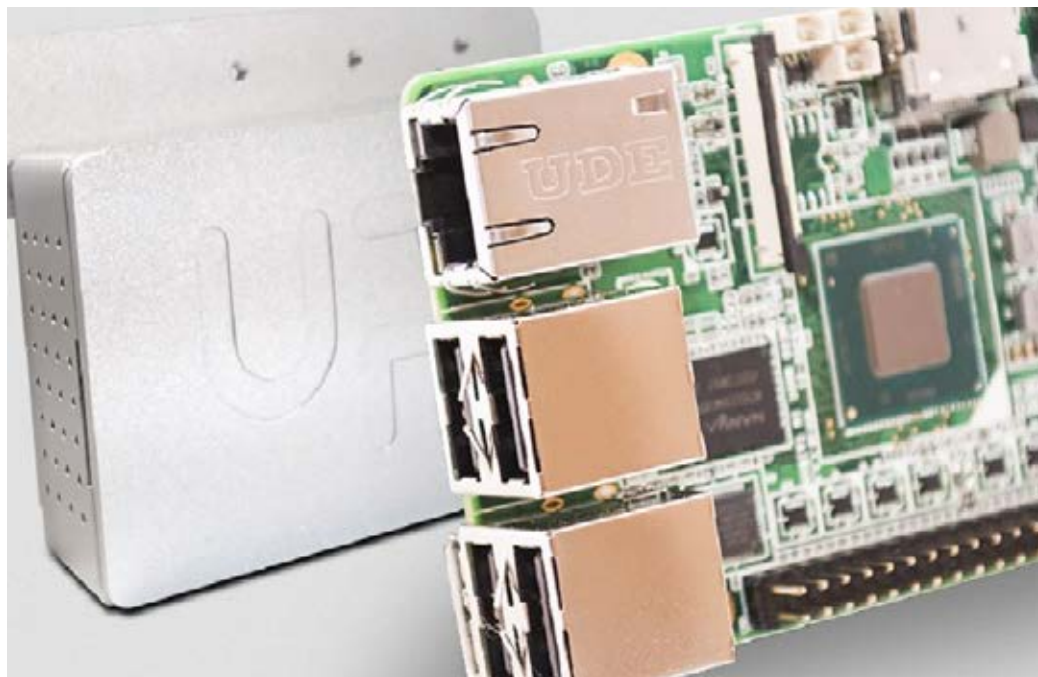
1.-3.11. Tekniikka2016, Jyväskylä
2.-3.11. Kyberturvallisuus, Jyväskylä

MARRASKUU 2016

4.-6.11. Digiexpo, Helsinki
8.-11.11. Electronica2016, München
22.-24.11. SPS(IP/Drives) 2016, Nürnberg
30.11.-1.12. Slush, Helsinki

VUOSI 2017

5.-8.1. Consumer Electronics Show CES, Las Vegas
11.1-13.1. eHealth, Helsinki
25.-26.1. Verkosto, Tampere
27.2-2.3. Mobile World, Bacerlona
8.3.-9.3. Elektronik, Göteborg
14.-16.3. Embedded World, Nürnberg
20.-24.3. Cebit, Hannover
24.-28.4. Hannover messe, Hannover
26.-29.6. Laser Photonics, München
26.-28.9. Alihankinta, Tampere
10.-12.10. Teknologia, Helsinki
10.-13.11. Productronica, München



Netin komponentti- kauppias laajentaa

Amerikkalainen komponenttikauppias Mouser kertoi Embedded World -messuilla saaneensa käyttöön huippunykyaikaisen varastolaajennuksen.

Uutta tilaa tulee yli 23 000 neliötä. Varaston koko pinta-ala kasvaa 46 000 neliöön.

Uusi varasto sijaitsee pääkonttorin vierellä Dallasin Mansfieldissä Texasissa. Mouser toimittaa elektroniikan komponentteja varastosta yli 170 maahan maailmassa.

Powerbox osti teholähdeyrityksiä

Ruotsalainen teholähdevalmistaja Powerbox ostaa saksalaisen teholähdevalmistaja Eplaxin. Vuonna 1964 Vero-nimellä perustetun Eplaxista Powerbox saa kaupalla lisää suunnitteluosaamista. Muutamaa viikkoa aiemmin Powerbox sopi myös hollantilaisen Power Technicsin liiketoimintojen oston. Yrityksillä on ollut jo aiemmin yhteistyötä.

Huawei hakee kuvanlaatua tuplaoptiikalla

Kiinalaisen Huaweiin uusi Android-kännykkä P9 on varustettu tuplakameralla. Uutuus on kehitetty yhteistyössä optiikkaosaja Leican kanssa.

Kaksoiskameraratkaisun ansioista uutuspuhelimen kyky pitäisi olla hämärässä myös huippuluokkaa. Kamerakennojen tarkkuus on 12 megapikseliä.



Pikkukorttiin Windows 10 tai Linux

Korttivalmistaja Aaeon on tuomassa Emutexin ja Intelin kanssa uuden tuotealustan, joka perustuu pieneen luottokortinkokoiseen suoritinkorttiin ja käyttöjärjestelmissä Linuxiin tai Windows kymppiin. Ensimmäiset kortit ovat jo myynnissä ja toimitukset alkaneet.

Taiwanilainen Aaeon julkisti Nürnbergin sulautetun tekniikan tapahtumassa pari viikkoa sitten ensimmäisen UP-yhteensopivan IoT-kortin. Se tukeutuu Hollannissa toimivaan UP-yhteisöön, jonka nettisivulta voi tilata kortin ilman veroja 89 euron hintaan.

Aaeonin valmistaman UP-kor-

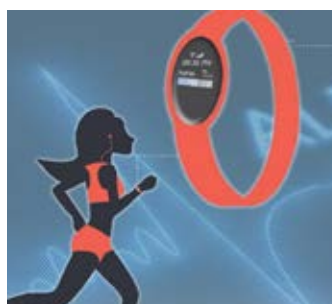
tin perustana on Intel Atom x5 Z8350-prosessori. Se tukee Androidin ja Linuxin lisäksi Windows 10-käyttöjärjestelmää. Kortilla on useita IO-liitäntöjä ja 40 nastainen laajennuskorttiväylä. Muistia on maksimissaan neljän gigatavua (DRAM3) ja HDMI-näytönohjaajan tukee 4K-videota.

Asus-konserniin kuuluva Aaeon liittyi helmikuun alussa UP-yhteisön lisäksi Microsoftin Azure Certified Internet of Things (IoT) -tukijaksi. Azuren kautta yritys tarjoaa asiakkailleen Microsoftin IoT-viritettyä pilvipalveluita.

www.aaeon.com/en

www.up-community.org

Jatkuva HRM-mittaus tulee urheilukelloihin



Piirivalmistajat Ambiq ja PixArt ovat tuomassa ratkaisua sydänyöntien jatkuvaan seurantaan, joka kuluttaa sähköä selvästi nykyisiä tekniikoita vähemmän. Piirivalmistaja Ambiq ja PixArtin ratkaisu kuluttaa

sähköä selvästi nykyisiä tekniikoita vähemmän.

Piirivalmistajat Ambiq ja PixArt ovat tuomassa ratkaisua sydänyöntien jatkuvaan seurantaan, joka kuluttaa sähköä selvästi nykyisiä tekniikoita vähemmän.

Siinä missä sykeä nykytekniikalla mitataan lähinnä lyhyen aikaa kuten urheilusuorituksen ajan, niin Ambiq mainostaa mittauksen tapahtuvan koko ajan. Siihen on päästy hyödyntämällä yrityksen vähävirtaista suoritinpiiriä ja yhteistyöyritys PixArtin CMOS-anturikennoa.

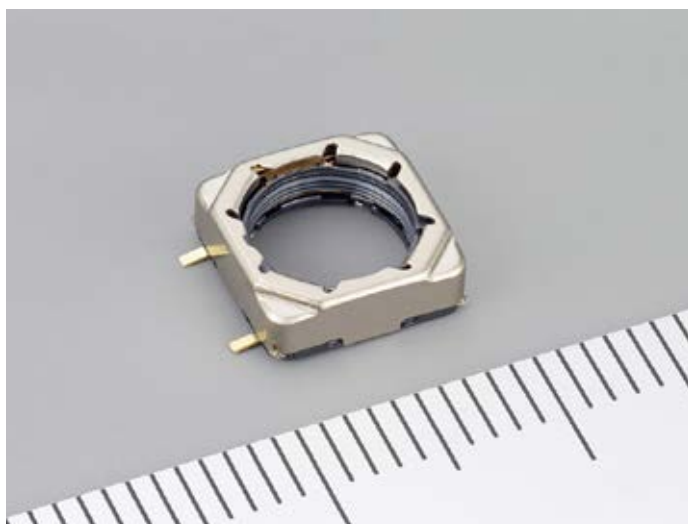
Uuden Ambiqin piirisarjan vir-

rankutus on 350 mikroampeeria. Piirisarja perustuu yrityksen Apollo ARM M4 -suorintyttimeen ja PixArtin 800X CMOS-anturiin.

PixArtin mittausanturi hyödyntää mittauksessa (photoplethysmogram) PPG-tekniikkaa. Siinä anturi lähettää ledivalonsäteitä käyttäjän ihoon ja mittaa heijastuvan vasteen muutoksen, jonka pulssi valtimon veren virtauksessa aiheuttaa.

Ambiq tarjoaa tuotekehityksen tarpeisiin kehityskortin, jossa on Ambiq Micro-ohjaimen lisäksi myös PixArtin CMOS-anturikenno.

www.ambiqmicro.com



Nopea tarkennus kameranlinssille

Japanilainen ALPS on kehittänyt kännykkäkameroihin ATMC1Z9-toimilaitteen, jonka avulla voidaan toteuttaa automaattitarkennus kännykkäkameroihin.

ALPS:n kaksisuuntainen toimilaitte on tarkoitettu uusille 13 megapikselin kameroille (objektiivin koko: M6.5).

Uusi toimilaitte asettaa linssin alkuasennon useimmiten käytetylle polttovälille ja säätötarkennus tehdään liikuttamalla linssiä kyseisestä kohdasta eteen tai taaksepäin. Tämä

lyhentää linssin säätöetäisyyttä ja mahdollistaa nopean keskittämisen.

Toimilaitteen mitat ovat 8,5 x 8,5 x 2,8 millimetriä ja sen profiili on yksi ohuin alalla.

Virrankulutus 220 mikrometrin ylöspäin suuntautuneelle liikkeelle on 90 milliampeeria.

Alle 30 mikrometrin paluuliikkeille se on 20 milliampeeria. Linssin kallistus linssin ajon aikana on alle kymmenesosa astetta.

www.alps.com



Dokumentointi osaksi suunnittelua

Altium piirisuunnittelun dokumentaatio-ohjelma Draftsman tarjoaa piirilevysuunnittelijoille yhtenäisen dokumentaation ratkaisun. Se tukeutuu valmistajan uusimpaan Altium Designer 16.1-suunnitteluohjelmaan.

Uusi Draftsman tuottaa dokumentoinnin ja on muokattavissa Altium Designer 16.1:n piirustusnäytteen, dokumentointimallineen ja täysin valmiine mallirakenteineen dokumentoinnin työnkulkuun.

Draftsman linkittyy suoraan suunnittelijan piirilevydataan, jonka avulla voi luoda ja päivittää dokumentaatiota suoraan suunnittelun työtilasta ilman ulkopuolisia ohjelmia.

www.altium.com

Langaton tiedonkeruulaite

HBM on tuonut tarjolle etäohjattavan tiedonkeruulaiteen QuantumX CX22B-W, jossa on langaton yhteys 4G- tai Wifi-tekniikoilla. Käyttöalueita ovat etävalvontaan tarkoitetut tuotantojärjestelmät ja tiedonkeruu kenttäolosuhteissa. CX22B-W on suunniteltu toimimaan itsenäisesti ilman tietokonetta.

QuantumX CX22B-W -tiedonkeruulaite integroituu yrityksen QuantumX-sarjaan. Uusi tiedonkeruulaiteella voidaan kerätä tietoa mekaanisista, sähköisistä tai termisistä suureista. Näytteenotto nopeus voi olla viisi meganäytettä sekunnissa.

Uuden tuotteen liitettävyyden parantunut ja sitä voidaan käyttää useimpien antureiden kanssa. Niitä voivat olla digitaaliset ja analogiset signaalit, GPS, CAN ja video. Ne voidaan synkronoida ja niiden tietoja voidaan kerätä samanaikaisesti.

Uusi tiedonkeruulaite on käytövalmis suoraan hyllystä. Integroidun Catman-ohjelmiston avulla mittauksia voidaan valvoa, analysoida ja hallita internetin kautta käyttämällä 4G- tai Wifi-yhteyttä.

www.hbm.com



Kaksoislukittu liitin rankkaan käyttöön

Rankkojen käyttöolojen sovellukset vaativat vielä varmempaa mekaanista kontaktia liitettyjen komponenttien välillä. Erni Electronics kehittänyt vaikeiden olosuhteiden SMC 1,27-liittimien tekniikkaa.

Pintaliitettävää johdin-levyä on parannettu. Hyväksi havaittu suunnittelu kaksipuolisesta prässätyksestä ja muokatuista jousikosketuksista tarjoaa edelleenluotettavan sähköisen kytkennä.

Liittimen SMC Secure Lock -versiot on suunnattu erityisesti in-

terterin tarpeisiin sähkö- ja hybridi-autoissa. Tehostetut ja tiiviisti kiinnitettävät liittimet mahdollistavat väljemmät järjestelmätoleranssit ja helpomman liittämisen. Liittimen lukitusta on myös parannettu.

Liittimen uuden rakenteen avulla käyttäjä saa tunnistettavan ja kuuluttavan palautteen siitä, että kontakti on varmistettu. Lisäohjaimin on varmistettu ettei kontaktit vaurioidu liittämisen aikana. Irrottamiseen on oma työkalu.

www.erni.com



Sulautettu LXI-palvelin etämittauksiin

Spectrumin on esitellyt LXI-instrumentteihinsa Ethernet-pohjaisten moduulien, jonka avulla mittaussykli voi toimia joko itsenäisesti tai lähiverkon kautta osana laajempaa järjestelmää.

Embedded Server DN2.xxx-Emb voidaan liittää yrityksen LXI-instrumentteihin, jota on kaikkiaan yli 30 versiota. Uudessa laajennuksessa on suorittimen ja muistin lisäksi myös SSD-puolijohdelevy.

DigitizerNetbox soveltuu erityisesti datan pitkäaikaiseen keruu-

seen ja valvonnan ratkaisuihin. Se voidaan ohjelmoida lähettämään ilmoitusviestejä tai tekemään hälytyksiä lähiverkon kautta. Laitteen keräämät voidaan ohjelmoida myös purkamaan tallentamansa mittaus-tiedot heti, kun se on kytketty uudelleen verkkoon.

DigitizerNetbox-sarjan tuotteet toimitetaan Spectrumin SBench 6 Professional -version ohjelmistolla.

www.spectrum-instrumentation.com



Tehokkaampia moottoriohjauksia

Renesas Electronics on uudistanut 32-bittisten mikro-ohjaimien (MCU) valikoimaansa RX24T-tuotesarjalla, joka on suunnattu teollisuuden, toimistolaitteiden ja kodinkoneiden moottoriohjauksiin.

Tukeutumalla yhtiön RXv2 CPU-ytimeen, uudet MCU:t tuottavat kaksinkertaista suorituskäytävää edeltävään RX23T:en nähden. Edelleen ne vaativat 30 prosenttia vähemmän kehitysaikaa ja niihin on lisätty lisäkäsäkyä, jotka on suunniteltu parantamaan kohdelaitteidensa suorituskäytävää ja energiatehokkuutta.

Uusi tuote kokoonpano koostuu yhteensä kuudesta uudesta piiristä, joilla on piirin sisäistä flash-muistia 128 – 256 kilotavua.

RX24T sarjan piirit mahdollistavat myös samanaikaisen invertteriohjauksen useille moottoreille yhdellä sirulla ja ne sopivat parhaiten kestoprojektien vaihtovirta (PMAC) moottoreiden käyttöön.

hin erilaisissa sovelluksissa. Nämä moottorit tunnetaan myös harjattomina tasavirtamoottoreina (BLDC).

Uusi tuotesarja tarjoaa suorituskäytävää jopa 160 DMIP:iä ja sisältää myös erikoistuneita analogiatointoja, jotka on optimoitu taajuusmuuttajien piirilevyn komponenttimäärää vähentämään. Niissä on lisäksi laajennettu aritmeettisten ja moottoriohjauksen oheistoimintoja edeltävään RX23T:en nähden.

Uusien moottorijärjestelmien kehittäminen nopeasti kasvaville markkinoille vaatii lyhyitä sovellusten kehitysvaiheita ja erityisosaamista. Renesas aikoo toimittaa 24-voltin moottorien ohjauksen evaluointipaketin, joka voi tukea sekä yhden moottorin ohjausta RX23T- ja usean moottorin ohjausta RX24T-tuotesarjan mikro-ohjaimilla.

www.renesas.eu

Sormiele navigoinnin avuksi

Perinteinen kosketusnäyttö ei ole kaikissa sovelluksissa yhtä kätevä kuin kännykkää käytettäessä. Siruvalmistaja Microchip on kehittänyt kapasitiivisen 2D-tekniikan lisäksi nyt myös 3D-eleohjauksen.

Microchipin 2D/3D Touch and Gesture Development Kit -paketti antaa suunnittelijoille pääsyn 2D- ja 3D GestIC- anturitekologiaan.

Piireinä on PCAP-ohjain MTCH6303:n ja 3D-eleohjauksen MGC3130. Tekniikka mahdollistaa käden ja sormen eleiden seurannan näytön pinnalta sekä enintään 20 senttimetrin etäisyydeltä.

GestIC-tekniikka hyödyntää Hidden Markov Models -malleja, joilla sormieleet voidaan yli 95 prosent-

tisesti tunnistaa. 3D-eleohjauksen MTCH6303 tarjoaa multi-touch -koordinaatit viiden sormen skannauselle nopeudella 100 hertsia. Lisäksi siihen on integroitu usean sormen pintaeiden tuki, joka voidaan integroida erilaisiin käyttöjärjestelmiin ja sulautettuihin ratkaisuihin.

Ohjauspaketin avulla suunnittelijat voivat nopeuttaa 2D-monisormikosketuksen tai 3D-eletunnistuksen tuonti. Parametointi, diagnostiikka ja valinnaiset asetukset tehdään vapaasti ladattavan graafisen käyttöliittymän avulla. Kehityspaketissa on koepiiriin lisäksi läpinäkyvä kahdeksan tuuman kosketusanturi.

www.microchip.com

Nopeisiin kuituverkkoihin testausvälineitä



Keysight Technologies tuo 5/100/400 gigabitin optisia verkkoja varten moduulirakenteiset N1092X DCA-M-sarjan oskilloskoopit.

Uutta ovat aiempaa matalampi kohina ja värinä, jotka mahdollistavat mittaukset pienitehoisista, suurten datanopeuksien NRZ- ja PAM-4-laitteista.

Uusien N1092X-sarjan oskilloskooppien FlexDCA-käyttöliittymä on samanlainen kuin 86100D DCA-X oskilloskoopissa.

Ratkaisun ansiosta nykylaitteet voidaan korvata helposti uusilla nopeammilla ratkaisulla, jotka vievät lisäksi aiempaa vähemmän tilaa ja omaavat aiempaa paremman herkkyyden.

Keysightin oskilloskoopin lisäksi uusia optisia mittaussyksiköitä voi operoida kannettavan mikron avulla.

Keysightin N1092X-oskilloskooppi-sarja on saatavana kolmena mallina. N1092A:ssa on yksi optinen kanava, N1092B:ssä kaksi ja N1092D:ssä neljä optista kanavaa.

Laitteiden kanavat ovat kalibroitu jo valmiiksi alan standardin vaatimuksien testeihin 20 – 28 Gb/s nopeuksilla. Uutuudet soveltuvat referenssivastaanottimiksi ja ne tukevat yksi- ja monimuotokuituja ja niissä käytettyjä aallonpituksia.

www.keysight.com



EtherCAT-ohjainpiirejä antureihin

Saksalainen Infineon on tuonut EtherCAT-yhteensopivan XMC4300 mikro-ohjainperheen. Uutta sarjaa voidaan käyttää esimerkiksi teollisuuden toimilaitteissa ja antureissa. Infineonin ohjainpiirisarja XNC4300 on kehitetty kustannuserkkiin teollisiin sovelluksiin, joilla on myös suuria vaatimuksia suunnittelun joustavuuteen, liitettävyyteen ja reaaliaikaiseen suorituskäytävään osalta. Valmistajalla on aiemmin julkaistu XMC4800-ohjainpiirit raskaampiin sovelluksiin.

Uuden XMC4300-sarjan piiriin lämpötila-alueet ulottuvat 85 ja 125 Celsius-asteeseen. Ne ovat LQFP-100 koteloidut ja ovat pinneiltään ja koodiltaan vastaavat kuin XMC4800-sarjassa. Ohjainpiirien kehitysalustaksi Infineon tarjoaa XMC4300 Relax EtherCAT Kit -tuotetta ja muita kehitystyökaluja. XMC4300 Relax EtherCAT Kit -kehityssarja sisältää XMC4300-kortin ja debuggerin sekä tuen EtherCAT-, CAN-solmille ja USB-liitäntälle.

www.infineon.com



Seitsemän eri väriä ledimoduulilla

Kalifornialainen LED Engin tuo tarjolle maailman ensimmäisen seitsemän värin suuritehoisen lediyksikön, joka on tarkoitettu yksittäiseksi valolähteeksi. Kokoa ratkaisulla 7 x 7 millimetriä.

LED Enginin LZ7-04MU00 -lediratkaisu mahdollistaa uudenlaisen näyttämöiden tai muiden erikoistilojen valaistussuunnittelun. Uuden lediratkaisun avulla voidaan tuottaa tehokkaita valovaikutuksia yli koko värikirjon.

Uudenlainen RGBW-emitteri sisältää fosfori-muunnatut meripihkan, syaanin ja violetin sirut anta-

massa monipuolisia väriefektejä. Meripihkan sävyksen lisäksi syaani täyttää sinisen ja vihreän välissä olevan spektrikuilun ja violetti mahdollistaa mustan tai rapean valkoisia valotehosteita.

Litteälinninen LZ7-emitterin pohjan ala on 7 x 7 millimetriä. Se sisältää seitsemän yksilöllisesti osoitettavaa sirua, jotka on koottu 3,8 milliselle valoa emittoivalle pinnalle ja päällystetty tasaisella lasilinssillä.

Moduulin ohut rakenne tarkoittaa, että suuntausoptiikka voi olla mahdollisimman lähellä sirua mak-

simoimassa liitännän tehokkuutta.

Lämpöratkaisu on yrityksen oma. Alustan lämpövastus on 1,4 °C/W ja se haihduttaa jopa 20 wattia tehokkaasti. Yksittäisiä RGBW siruja voidaan sen vuoksi ajaa, yksi kerrallaan maksimilla 1,5 ampeerin virralla.

Perusratkaisujen lisäksi ratkaisussa voidaan ajaa keltaista, syaania tai violetta sirua yksitellen maksimissaan yhdellä ampeerilla. Kolmannessa moduulin toimintatilassa, kaikki osuuksia voidaan ajaa samanaikaisesti 850 milliampeerilla.

www.ledengin.com



Langattoman latauksen piiri

Linear Technologyn LTC4123 on 30 milliwattinen langattoman latauksen vastaanotinpiiri sekä vakiovirta/vakiojännitteinen lineaarinen laturi pienilaitteiden NiMH-akuille. Sovellusalueita ovat kuulolaitteiden lisäksi muut puettavan elektronikan sovellukset. Linear Technologyn LTC4123 mahdollistaa täysin koteloitujen tuotteiden latauksen samalla kun poistaa liittimet pienikokoista, esimerkiksi kuulolaitteista ja vastaavista ihmisen keholle tulevista laitteista. linearkuulolaitelataus.

Piirin avulla voi myös ladata NiMH-akkuja, joita käytetään esimerkiksi liikkuvissa tai pyörivissä laitteissa. Yhdistetty laturi- ja tehonhallintapiiri sopii kokonsa puolesta (2 x 2 DFN) myös älykorteihin ja kuntoilun laitteisiin

www.linear.com

Yhdellä piirillä USB-C pysyy aina päällä



Pienikokoisten laitteiden USB-liitännät tarvitsevat jatkuvaa päällä oloa. Nyt ratkaisun voi toteuttaa Maximin Integrated Productsin yhden sirun Buck-tyyppisellä muuntimella.

Monissa USB-aitteissa edellytetään pienjännitesyötön järjestelmän antamaan C-tyypin porttiosajaimille välttämätöntä käyttötehoa. Siihen Maxim on tuonut yhden sirun MAX77596-muuntimen, jossa on erittäin pieni tehonkulutus.

Piirin Power Deliveryn (PD) -jän-

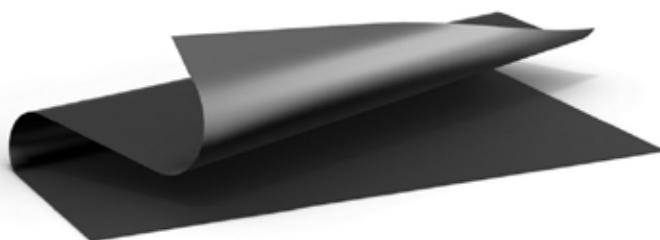
nitealuetta (5 – 20V) hyödyntävissä laitteissa voidaan luoda piirin avulla aina päällä olevaa (1,8/3,3/5.0V) syöttöjännitettä 3,5 voltista 24 volttiin.

MAX77596 step-down muuntimella voidaan reguloida perinteistä 5 voltin USB-tehoa tai 20 voltia ylemmälle PD-alueelle.

Uusi muunnin voi tukea maksimissaan 300 milliampeerin tasavirtakuormia. Siinä on oikosulku- ja lämpösuoja sekä 6.67 millisekunnin sisäinen pehmeäkäynnistys minimoimassa kytkentävirrasäystä.

Piiri on paketoitu TDFN-koteloon ja siitä on tarjolla kiinteät 3.3 ja 5 voltin versiot sekä säädettävään maööo, jonka avulla lähtöjännite voidaan ohjella vastusjakajan avulla välillä 1 – 10 voltia.

www.maximintegrated.com



Ohutta lämmönsiirtokalvoa

Panasonic on kehittänyt erittäin ohuen jäähdytyksen lämmönsiirtoon soveltuvan grafiikkamateriaalin. Kalvon paksuus on vain 10-200 mikrometriä. Materiaalin tiheys on parhaimmillaan vain kymmenesosa kuparin tai kolmannes alumiinin tiheydestä.

Japanilainen Panasonic esittelee uutta LDPGS- (Low Density Pyrolytic Graphite Sheet) grafiikkamateriaalia seuraavana askeleena yhtiön Pyrolytic Highly Oriented Graphite Sheet (PGS) lämmönsiirtoeristimen tuotevalikoimaan.

Kyseessä on maailman ohuin termien ratkaisu, jolla on myös markkinoiden suurin lämmönjohtavuus. Parhaimmillaan lämmönjohtavuus

on 1950 W/mK, joka on viisi kertaa suurempi kuin kuparilla ja jopa kahdeksankertainen alumiiniin verrattuna.

Panasonicin LDPGS-kalvo (Low Density Pyrolytic Graphite Sheet) on taipuisaa ja sitä voidaan leikata muotoon. Näin voidaan toteuttaa lämmönsiirto kohteissa, joissa ei ole suuremman tilaa tai ei haluta kasvattaa laitteen painoa.

Panasonicin LDPGS grafiittiarkki koostuu kaksiulotteisista hiilimatriiseista. Kalvo hajauttaa ja siirtää lämpöä tehokkaasti pitkin Z-suuntaa.

<http://eu.industrial.panasonic.com>

Virtuaalinen mittauslaboratorio kannettavaan



National Instruments tuo aiempaa suorituskykyisemmän mallin VirtualBench -laitteistostaan. Kannettavan mikron tai iPadin avulla laitteistosta syntyy mukana kulkeva mittauslaboratorio.

Ohjelmistopohjaisessa VirtualBench all-in-one-instrumentissa yhdistyy useita mittauslaitteita. Siinä on sekasignaali- ja digitaaliskopio, funktiogeneraattori, digitaalinen

yleismittari, ohjelmoitava tasavirtalähde ja digitaalinen I/O-yksikkö.

Laitteen uuden version 350 MHz kaistanleveys, neljä analogista kanavaa ja Ethernet-liitäntä tarjoavat lisätoimintoja insinööreille karakterisoida ja testata uusia suunnitelmia tai automatisoituja testausjärjestelmiä.

Ohjelmoitava tehollisuus antaa kolme ampeeria kuudella voltilla

ja kahdella muulla annolla enintään yhden ampeerin +25 ja -25 voltteilla.

Laitte toimii PC-koneiden lisäksi iPadilla. Ethernetin lisäksi USB- ja WiFi-verkkojen yhteydet mahdollistavat helposti myös hajautetut mittaukset. Järjestelmä integroituu saumattomasti yhteen yrityksen LabVIEW-järjestelmän suunnitteluohjelmiston kanssa.

<http://finland.ni.com>



Kokoa elektroniikkakotelo netissä

Phoenix Contact on esitellyt Housing select 2.0 -konfiguraattorin omien laiteratkaisujen kokoamiseen. Palvelu tukee reaaliaikaista 3D-visualisointia. Palvelussa kattaa yrityksen ME- ja ME-MAX-koteloherheet ja sitä voi käyttää PC-koneiden lisäksi mobiililaitteilla (Apple iOS ja Android).

Palvelussa valitaan ensin kotelo ja lisätään sopiva liitäntäteknikka. Valinnat tehdään graafisesti raahaamalla. Oman ratkaisun voi listata lopuksi osaluettelona tai siirtää Phoenix Contactin tilauspalveluun.

www.phoenixcontact.fi



Uuden luokan DCW-analyysaattori

Keysightin CX3300-sarjan uutuusanalyysaattori sopii kehittäjille, jotka kamppailevat laitteiden nopeiden virtamittauksien parissa ja pyrkivät vähentämään piirikytkentöjen virrankulutusta.

Karakterisoida kehittyneitä laitteita ja evaluoida pienen tehonkäytön piiriratkaisuja ovat haastavia tehtäviä; ne vaativat mittauksia nopeista yli megahertsin ja matalan alle mikroampeerin dynaamisesta virrasta.

Keysightin CX3300 Device Current Waveform Analyzer -analyysaattorin avulla voidaan mitata transientivirtoja vaikka pulssin leveys on alle 100 nanosekuntia. Nykyisillä menetelmillä mittauksia häiritsevät suuri kohina, jännitehäviöt, rajallinen dy-

naamiikka-alue tai kaistanleveys.

Uusi CX3300 tarjoaa laajakajaiset ja matalatasoiset virtojen aaltomuotojen mittaukset. Siinä on 14- tai 16-bitin laajuisten mitta-alueet, joiden samalla laitteella voidaan tehdä varsin monenlaisia mittauksia. Kaistanleveys on maksimissaan 200 MHz ja näytteenottonopeus 1 GSa/s.

Analyysaattorissa on 14,1-tuuman WXGA-tasoinen monikosketusnäyttö ja erikoisohjelmistot virta-aaltomuotojen mittauksiin ja analyysiin. Mittauspää on kehitetty tarkkoihin virtojen aaltomuotojen mittauksiin. Ne tukevat dynaamisia virtamittauksia kymmenestä ampeerista aina sataan pikoampeeriin.

www.keysight.fi

Tehokas kuumailmatyökalu

Sievert on esitellyt uuden ammattikäyttöön tarkoitetun kuumailmapuhaltimen DW 3000:n, jossa on tehokas ilmanvirtaus verrattuna muihin vastaavanlaisiin työkaluihin.

Puhallustehoja on kolme. Lämpötilaksi voidaan säätää 100–600 Celsius-astetta. Laite soveltuu esimerkiksi pinnoiteasennuksiin, muovin hitsaukseen ja muoviosien korjaamiseen.

Uusi DW 3000 on aiemmasta DW 2000:n kehitetty versio, joka on sisältä uudistettu kokonaan. Sievert DW 3000:n työlämpötila säädetään kahvan plus- ja miinuspainikkeilla.

Käytössä oleva todellinen lämpötila näkyy ledinäytössä. Näyttö osoittaa myös, milloin lämpöelementti on aika vaihtaa. Laite painaa 810 grammaa. Kuumailmapuhaltimeen on tarjolla laaja valikoima suuttimia ja lisätyökaluja.

Työkalun suorittaman jännitemittauksen avulla voidaan myös tarkistaa työkalulle tuleva jännite. Jos jännite on liian alhainen tai liian korkea, työkalu antaa varoituksen.

www.sievert.se

www.sievert.fi

Mittausasema kannettavassa

PicoScope on esitellyt uusia oskilloskooppimalleja 2000-sarjaansa. Tarjolla on useita kaistanleveysversioita kahdesta neljään kanavaisina sekä sekasignaali-versioita, joissa on mukana logiikka-analyysaattorikanavia.

Laitteissa on kaikissa vakiona spektrianalyysaattori, funktiogeneraattori, mielivaltaisen aaltomuodon generaattori ja sarjaväylän analyysaattori. PicoScope 2000A malliston 2- ja 4-kanavaiset ovat suunnattu käytännön vianhakuun huoltomiehille, kouluttajille, opiskelijoille ja harrastelijoille.

Esimerkiksi 2205A MSO mallissa on kaksi analogista ja 16 digitaalista kanavaa.

PicoScope 2000-sarjan mallit liitetään USB-kaapelilla mikroon tai tablettitietokoneeseen. Tarjolla on PicoScope 6 -ohjelmisto, jossa on hiiri- ja kosketusohjatus käyttöliittymän lisäksi useita lisätoimintoja.

www.picotech.com

Tekniikka 2016

Automaatio, Tuotantoteknologia, Teollinen Internet

Jyväskylän Paviljonki 1.-3.11.2016

VUODEN TÄRKEIN AUTOMAATION, TUOTANTO- TEKNOLOGIAN JA TEOLLISEN INTERNETIN TAPAHTUMA.



STARTUP PITCHING

Uusia Startup tuote- ja palveluideoita esittelevien yritysten ja organisaatioiden pop-up näyttelyalue ja puhujalava, jolla näytteilleasettajana voit käydä tekemässä vaikutuksen kuulijoihin ruudikkaalla 5 minuutin esityksellä.

AVAIMET KÄTEEN -PAKETTI alk. 450 € + alv.

Messut on suunnattu kaikille automaatiosta ja tuotantoteknologiasta vastaaville päättäjille, asiantuntijoille, suunnittelijoille ja käyttäjille. Messujen ytimen muodostavat tuotantoprosessien mittaamisen, analysoinnin, ohjauksen ja säädön järjestelmät ja palvelut sekä digitaalisuuden edellyttämät uudet teknologiset ratkaisut.

Tekniikka 2016 -messut ovat jälleen erinomainen paikka tavata asiakkaita, solmia uusia kontakteja sekä esitellä tuotteita, ratkaisuja ja asiantuntemustanne.

MESSUJEN PÄÄTUOTERYHMÄT:

- Kappaletavara-automaatio
- Prosessiautomaatio
- Tuotantoteknologia
- Teollinen internet
- Hydraulikka, pneumatiikka
- Koneenrakentamisen tuotteet ja palvelut
- Turvatekniikka

Rinnakkaisnäyttelynä Kyberturvallisuus 2.-3.11.2016.

MAKSIMOI NÄKYVYYTESI MESSUILLA JA VARAA OMA NÄYTTELYOSASTO HYVISSÄ AJOIN.

Harri Mäkinen
Myyntipäällikkö, näyttelyn johtaja
Puh. 014 334 0053, 050 410 0841
harri.makinen@jklmessut.fi



www.tekniikkamessut.fi

Jyväskylän Messut Oy | puh. 014 334 0000
Lutakonaukio 12 | 40100 Jyväskylä

JYVÄSKYLÄN
MESSUT

Pikkukortti taipuu moneen

Maailmalla on rakennettu kymmeniä tuhansia sovelluksia Raspberry-pikkukorttiin perusten, mutta tarjolla on monia muitakin opiskelijan tai asiantuntijaharrastajan kukkarolle sopivia suoritinkortteja. Suomessa alkaa ensi lukukaudella peruskoulussa ohjelmointiopetus, mutta britit aikovat BBC:n voimin kouluttaa omalla mikro:bit-kortillaan saarivaltion kaikki peruskoulun seitsemänsien luokkien oppilaat.

Miljoona koululaista on liittymässä Britanniassa yleisradioyhtiö BBC:n teemaohjelmaan, jossa houkutelaa uuden teknologian kehittämiseen. Brittien yleisradioyhtiö British Broadcasting Company (BBC) jakaa useiden yhteistyöorganisaatioiden kanssa uudenlaista micro:bit -koekorttia kaikille seitsemännen luokan 11-12-vuotiaille oppilaille Isossa-Britanniassa. Kortin lisäksi BBC lähettää siihen liittyvää mikro:bit -televisio-ohjelmaa.

BBC:n kanssa on mukana 31 kaupallista ja yleishyödyllistä organisaatiota piirivalmistajista komponenttijakelijoihin ja säätiöihin.

Mukana ovat muun muassa ARM, Barclays, element14, Lancaster University, Microsoft, Nordic Semiconductor, NXP Semiconductors, Samsung, Technology Will Save Us ja Wellcome Trust.

BBC ei ole ensimmäistä kertaa toteuttamassa uuteen teknologiaan liittyvää koulutusprojektia. Vanhimmat muistavat varmaan 80-luvulla BBC Mirco-tietokoneen ja siihen liittyneen mikrotietokoneen opetusohjelmat. Pitäisikö brittiprojektin innostamana aloittaa Suomessa vastaava koulutusohjelma IoT-teemalla?

Siihen olisi nyt hyvä tilaisuus,

Pikkukortit soveltuvat moneen tehtävään. Kuvassa yhdeksän dollarin C.H.I.P.-kortilla toteutettu VR-silmikko.

kun Suomenkin peruskouluissa alkaa kesän jälkeen ohjelmointiopetus. Suomessa koululaisten vastaavaa elektroniikan kehitysprojektiä on ideoinut ARM:n IoT-toiminnasta vastaava Zach Shelby. Suomessa Yleisradion ja muiden tahojen kannattaisi innostua hänen ideoista.

Robotteja Suomessa on jo kouluissa ohjelmoitu, mutta seuraavaksi voitaisiin panostaa esineiden internettiin ja IoT-ratkaisujen koodaamiseen. Varsinkin kun peruskouluissa on alkamassa ensi lukukaudella ohjelmointikoulutus, johon esineiden

internet voisi tuoda koodaamiseen uudenlaista motivaatiota.

Lisää tietoa aiheesta: Uusiteknologia.fi/linkkipankki



BBC:n Micro:bit perustuu ARM-suorittimeen.

Jakelijat tykkäävät vauhdista

Elektroniikan komponenttijakelijat ovat tykättyneitä nopeisiin autoihin. Digikey hyödynsi pari vuotta sitten urheiluauto Corvettea markkinoinnissaan. Nyt kilpaileva Mouser kertoi sponsoroivansa liitinvalmistaja Lemon kans-



sa belgialaisen Rebellion Racing -LeMans-tallia. Ja kiinnostaa nopeat rauta-autot myös suomalaisia, sillä ainakin yhden suomalaisen komponenttijakelijayrityksen toimitusjohtaja ajaa rata-ajaja varsin vakavissaan.

Rekka tuli kylään - Nokia kiittää

Piirivalmistaja NXP toi huhtikuussa Nokian kampusalueelle Karakallioon IoT-tekniikkaa esittelevän näyttelyrekan. Futuristisesti muotoiltu näyttelyrekka on kiertänyt maailmaa tiuhaan tahtiin.

Kymmenien uutuuspiirien ja asiakasprojektien joukossa oli rekassa esillä enteellisesti myös ranskalaisen Withingsin terveystekniikkaa. Rekan vierailupäivänä Nokia ilmoitti ostavansa samaisen yrityksen teknologiayksikkönsä.



10X Nokia

Nyt kun Nokia on taas paremmassa haassa, on hyvä hetki katsastaa mitä yrityksestä on vuosien varrella kirjoitettu. Tässä kymmenen Nokiaa tai siihen liittyvää kirjaa. Niiden kautta voit tutustua tarkemmin kautta aikojen Suomen suurimpaan teollisuustarinaan ja muihinkin alueen tekijöihin.

- Nokia historia, Jussi Häikiö, Edita 2011, virallinen, 3 osaa + 1 tiivistelmä
- Kari Kairamo – kohtalona Nokia, Matti Saari, Gummerrus, 2000
- Suomen elektroniikan menestystarina, Mikko Koivusalo, Celesta Systmes, 2001
- Nokia Saga, Marco Mäkinen, Gummerrus 1995, pakkari
- Miksi Nokia, Tarmo Lemola, Raimo Lovio, WSOY 1996, tutkimus
- Nokia Network, Jyrki Ali-Yrkkä, Taloustieto/Etla 2001, tutkimus
- Uusi Nokia - käsikirjoitus, Risku Juhani, Divalo Oy Differ Books 2010, häätähuuto, verkossa päivitetty 2013-versio
- Nokian jalokivi, Martin Sandelin ja Juha Partanen, Mediakasvo 2015, DX200-tarina
- Nokian mahdoton mahalasku, Merita Vilen ja Risto Rumpunen, Moimediä 2014, työntekijänäkemys
- The Smart Device, Johannes Vaananen, Jane Gossling, Branko Balsic, Createspace 2016, suomalaisen "iPhonen" tarina

Lisää Nokia-kirjoja löytyy osoitteesta Uusiteknologia.fi/linkkipankki

Kuva: Rolls-Royce



Suomi testaamaan robottiliikennettä

Suomessa halutaan olla eturivissä testaamassa itsestään ajavia ajoneuvoja. Pohjoisessa on rakenteilla testialue ja myös Etelä-Suomeen on tulossa robottiautojen kokeilualue. Uusimpana Trafi haluaa testata kauko-ohjattavia rahoituksia.

Kuva: Qualcomm



Mobiiliohjelmoinnin uudet keinot

Esineiden internet tarvitsee pilvipalveluiden lisäksi koko ajan mukana kulkevan käyttöliittymän. IoT-laitteiden toteuttajien on hyvä opiskella myös mobiiliohjelmoinnin uusimmat ratkaisut.

Tuotekehittäjän palvelut

Alkuaan jo tähän lehteen lupaamamme artikkeli tuotekehittäjille tarkoitetuista tutkimus- ja testauspalveluista ilmestyy marraskuun numerossa. Nyt sinulla on hyvästi aikaa antaa toimitukselle vinkki palveluista, joita itse olet menestyksellä hyödyntänyt.



Älykkäät koneohjaukset

Älykkäiden ratkaisujen hyödyntäminen vaatii koneiden ohjaukseen lisää elektroniikkaa. Kaikkea ei kannata tehdä itse, koska tarjolla on valmiina monia osia ohjauskeskuksesta antureihin ja ohjelmistoihin.

Kuva: Beckhoff



Kuva: Tesla

Uudet akkuratkaisut avuksi

Sähköautot yleistyvät nopeitten Suomessa joukkoliikennevälineissä. Jos valtiovalta ottaa käyttöön Saksasta ja Norjasta tutut tuet niin myös henkilösähköautojen määrä lähtee kasvuun Suomessa. Lisäpönttä voi tuoda älykäs sähköverkko, jossa akkuja voidaan käyttää aurinko- ja tuulivoimailoiden sähkön varastointiin.

Suomi tutkii – tietopaketti

Suomalainen tutkimusrahoitus on muutoksen kourissa, kun strategisten huippuosaamisen keskittymien suora Tekes-rahoitus loppuu. Marraskuun numerossa esittelemme meneillään olevien Tekesin ohjelmien lisäksi toimintaansa jatkavien tutkimuskeskittymien projekteja.

Kuva: Rohde & Schwarz



Kannettavat oskilloskoopit ja analysointorit

Tutkimuslaboratorion järeää mitauslaitetta ei aina jaksaa raahata mukaan, joten tarvitaan helpommin mukaan otettava laitteisto. Suoritusarvoista ei silti haluta säästellä, joten kyse on valmistajien kannettavien huippumalleista.

KOTISIVUJEN UUSI SUOMENKIELINEN AIKAKAUSI THIS IS SICK

Sensor Intelligence.

Halusimme helpottaa asiakkaidemme elämää. Suomensimme kaikki kotisivumme ja niiden takana olevan tuotetiedon. Perusasetuksena on aina suomen kieli, mutta sivun yläreunasta voi valita myös optiona ruotsin tai englannin kielen. Tuotteiden haku on helppoa ja myös vertailu. Mukana ovat myös videot ja sovellusesimerkit. Sivusto myös muistaa katsotut tuotteet ja tilaaminenkin onnistuu. Löydä helposti oikea ratkaisu www.sick.fi

The screenshot shows the SICK website homepage in Finnish. At the top is a blue navigation bar with links: TUOTTEET, TOIMIALAT, PALVELUT, MESSUT JA TAPAHTUMAT, DOWNLOAD-ALUE, KNOW HOW, and MY SICK. Below this is a hero section featuring a monitor displaying the website's main page. The main page has a blue background with a network diagram and the text: "LÖYDÄ HELPOSTI OIKEA RATKAISU. LÖYDÄ KOTISIVUJEMME UUDET OMAISUUDET." To the right of the monitor is the URL www.sick.fi in large orange letters. Below the hero section are three main categories: "Tuotteet" (Products), "Teollisuudenalat" (Industrial sectors), and "Messut" (Events). Each category has a sub-section with a list of items and a "Lue lisää" (Read more) button. The "Tuotteet" section lists "Uudet tuotteet", "Tuotevalikoima", and "Lisätarvikkeet". The "Teollisuudenalat" section lists "Pakkaukset", "Varasto- ja kuljetinjärjestelmät", and "Voimalaitos". The "Messut" section lists "Koulutukset", "SICK asiakaslehdet", "Yritysesittely", "Sosiaalinen media", and "Videot". At the bottom, there is a row of four SICK sensors: S300 Advanced, S300 Mini Remote, S300 Mini Standard, and S3000 Advanced. On the right side of the bottom row is a "GREAT PLACE TO WORK" logo for Finland 2016.