

TUTKI, KEHITÄ JA TOTEUTA PROTOT

LAITE- JA PIIRILEVYJEN
SUUNNITTELU

SULAUTETUT
RATKAISUT JA FPGA

PIIRILEVY- JA
KOKOAMISPALVELUT



Nykyelektroniikan suunnittelukoulu

Uusimmalla älyelektroniikalla ja sulautetuilla mikroprosessoreilla voidaan toteuttaa entistä paremmin toimivia laitteita ja entistä pienempinä. Niissä voidaan hyödyntää uusimpia IT- ja tietoliikenneteknisiä ratkaisuja, joita on tarjolla aina piireistä moduuleihin ja valmisohjelmistoihin.

Tämä Uusiteknologia.fi:n erikoisnumero tarjoaa Sinulle ideoita ja käytännön tietoa uudenlaisten laitteiden kehittämiseen. Taustalla on alkuvuodesta 2023 julkaistu netin juttusarja, joka julkaistaan nyt sähköisenä näköislehtenä issuu- ja pdf-muodoissa. Näin voit myös tulostaa sen talteen paperille.

Artikkelisarjan kokoaja on Uusiteknologia.fi:n asiantuntijakirjoittaja Krister Wikström, jolla on useiden vuosikymmenien suunnittelukokemus elektroniikan kehittämisestä. Hän on erikoistunut sulautettuihin järjestelmiin, anturiverkkoihin ja teollisen internetin sovelluksiin.

Suunnittelukoulu-sarjaa tukevat myös Uusiteknologia.fi:n linkkipankin kautta löytyvät dokumentit ja yhteydet artikkelisarjan yrityksiin. Kannattaa lukea myös Uusiteknologia.fi-näköislehdet aiemmin ilmestyneet numerot, joissa on käyty läpi yksityiskohtaisesti elektroniikkalaitteiden suunnittelua ja erityisesti uusien IoT-laitteiden tietoturvaratkaisuja.

Designing modern electronics

A series of three articles in Finnish. New smarter electronics and embedded microprocessor solutions enable designing even better functioning devices. They can utilize the latest IT and wireless communications solutions, which are offered as various software and hardware modules. This new design e-magazine offers engineers practical information and ideas for the development of new types of devices, from design to final implementation.

Nykyelektroniikan suunnittelukoulu on julkaistu maaliskoukussa 2023 www.uusiteknologia.fi -sivustolla kolmiosaisena artikkelisarjana.

Nyt artikkelisarja julkaistaan helposti tulostettavassa pdf- ja issuu-e-lehtimuodossa. Artikkelisarjan kirjoittaja on Krister Wikström.

Kuvat: Valmistajat, Shutterstock ja Uusiteknologia.fi

Taitto: Adobe Indesign, Teknologiamediat Oy

Sähköposti: toimitus@uusiteknologia.fi

Internet: www.uusiteknologia.fi

ISSN 2343-1571

JULKAISIJA
TEKNOLOGIAMEDIAT oy

SUOMI - FINLAND - 2023

SISÄLTÖ

Osa 1. Tutki ja selvitä - markkinoista piiri- ja ohjelmistovalintoihin.....4

- Perusratkaisut ja mitä lisää?
- Nopeat protot ovat tärkeä loppukehitykselle
- Neljä esimerkkiä protoratkaisun kokoamiseen
- Modulaariset tietokonekortit protovaiheeseen ja tuotantoon
- Valmiit tehölähderatkaisut
- Ohjelmistot entistä isommalla sijalla
- Käyttöliittymät painikkeista kosketusohjauksiin

Osa 2. Kohti protoa piireistä moduuleihin ja ohjelmointiin.....11

- Piirilevyjen perusmateriaalit
- Monikerrospiirilevyt ja rakenteet
- Piirilevysuunnittelun työkalut ja suunnittelusäännöt
- Protojen kokoonpanopalvelut - myös verkosta
- Piirilevyn valmistus erillisenä prosessina

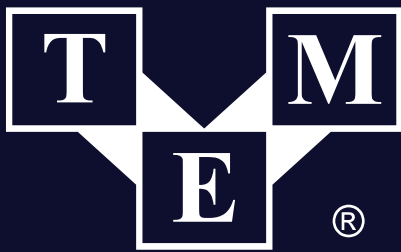
- Komponenttien ladonta
- Juottaminen
- Ohjelmistotyökalut
- FPGA-piireillä joustavuutta

Osa 3. Kotelointi, laitekokoonpano ja sertifiointit.....16

- Kotelointi ja jäähdytys
- Valmiskotelot vai itsetehdyt ruisku- ja painevalukotelot
- EU-direktiivit
- CE-merkki ja vaatimustenmukaisuus
- Akkreditoidut testauslaboratoriot
- Sertifiointi laitteille ja organisaatioille

Lisää tietoa

Artikkelisarjan linkit löytyvät www.uusiteknologia.fi/linkkipankki -osios-
ta. Lisäksi artikkelisarjaan liittyviä asioita löytyy myös Uusiteknologia.fi-lehden
aiemmissa numeroissa sekä Uusiteknologia.fi:n uutis- ja tuoteuutistarjonnassa.



Electronic Components

TRANSFER MULTISORT ELEKTRONIK

ELEKTRONIIKKAKOMPONENTTIEN
MAAILMANLAAJUINEN JAKELIJA

TAVARAN HYVÄ SAATAVUUS

NOPEA TOIMITUS



- Puolijohteet
- Sulautetut ja IoT-järjestelmät
- Optoelektroniikka
- Valonlähteet
- Passiiviset elementit
- Liittimet
- Sulakkeet ja suojat
- Kytkimet ja merkkivalot
- Äänilähteet
- Releet ja kontaktorit
- Muuntajat ja ytimet
- Puhaltimet, jäähdytys- ja järjestelmät
- Energialähteet
- Johdot ja kaapelit
- Mekaaniset elementit
- Kotelot
- Automaatio
- Pneumatiikka ja hydraulikka
- Työpajan varusteet
- Toimistolaitteet
- Auton äänilaitteet
- Tietokonetarvikkeet
- Robotiikka ja prototyyppien valmistus

TECH MASTER EVENTON maailmanlaajuinen tekniikan, robotiikan ja elektroniikan kokemus-, hanke- ja idea-alusta, joka on tarkoitettu:

- TME:n järjestämiä kilpailuja sekä meidän yhteistyökumppaneillemme,
- yli 16-vuotiaille nuorille, opiskelijoille ja aikuisille,
- neuvoja ja harkintoja asiantuntijoilta.

T.M.E. TECH
MASTER
EVENT

techmasterevent.com



tme.eu / tme.com

EN Łódź, Poland, +48 42 645 54 44, export@tme.eu
PL Łódź, Polska, +48 42 645 55 55, dso@tme.pl
UK Coleshill, Birmingham, United Kingdom, +44 167 579 00 26, office@tme-uk.eu
HU Budapest, Hungary, +36 1 220 67 56, tme@tme.hu
SK Žilina, Slovakia, +421 41 500 20 47, tme@tme.sk
CZ Ostrava, Czech Republic, +420 59 663 31 05, tme@tme.cz
RO Timișoara, Romania, +40 35 646 74 01, tme@tme.ro
DE Leipzig, Germany, +49 341 212 03 40, tme@tme-germany.de
ES Coslada, Madrid, Spain, +34 91 123 47 71, iberica@tme.eu
IT Grassobbio, Bergamo, Italy, +39 035 03 93 111, tme@tme-italia.it

IT Grassobbio, Bergamo, Italy, +39 035 03 93 111, tme@tme-italia.it
NL Eindhoven, Netherlands, +31 40 737 04 57, tme@tme-benelux.nl
CN Shenzhen, China, +86 755 8666 0094, tme@tme.cn
US Atlanta, USA, +1 (678) 691-2347, +1 (678) 691-5147, tme-us@tme.com

facebook.com/TME.eu instagram.com/tme.eu youtube.com/TMElectroniComponent
twitter.com/tme.eu tiktok.com/@tme.eu linkedin.com/company/1350565

Tutki - ideoi - kehitä - p

Älyelektroniikalla ja sulautetuilla mikroprosessoreilla voidaan toteuttaa entistä toimivempia laitteita ja entistä pienempinä. Niissä voidaan hyödyntää myös uusimpia IT- ja tietoliikennetarkaisuja, joita on tarjolla mikropiireistä laitemoduuleihin.



KRISTER WIKSTRÖM
toimitus@uusiteknologia.fi

Suunnittelun alussa on aina maailmaa mullistava tuoteidea tai hieman vähäisempi, mutta silti sen toteuttaminen on tänä päivänä selvästi aiempaa helpompaa, kun tarjolla on runsaasti erilaisia piiri- ja moduulitarkaisuja.

Idea voi olla oma tai jonkun muun neronleimaus, mutta kaupalliseen tuotteeseen on useimmiten pitkä matka, joka vaatii sekä resurs-

seja kuten rahaa ja paljon asiantuntemusta.

Tutki ja selvitä tarkasti

Ennen kuin poltetaan suuria rahasummia tuotteen kehitystyöhön, on syytä ensin viileän realistisesti ja ilman liiallista toiveajattelua arvioida aiotun tuotteen menestymisen mahdollisuudet.

Markkinatutkimus on usein hyvä paikka aloittaa. Harva tuoteidea on niin ainutlaatuinen tai vallankumo-

uksellinen että mitään vastaavaa ei olisi jo markkinoilla. Siten kilpailevia tuotteita tutkimalla voi paljon oppia esimerkiksi hinnoittelusta.

Ja tapauksesta riippuen voi olla tarpeen tutkia myös patenteja, muun muassa siksi että aiottu tuote ei satumoisin loukkaa kenenkään patenttioikeuksia.

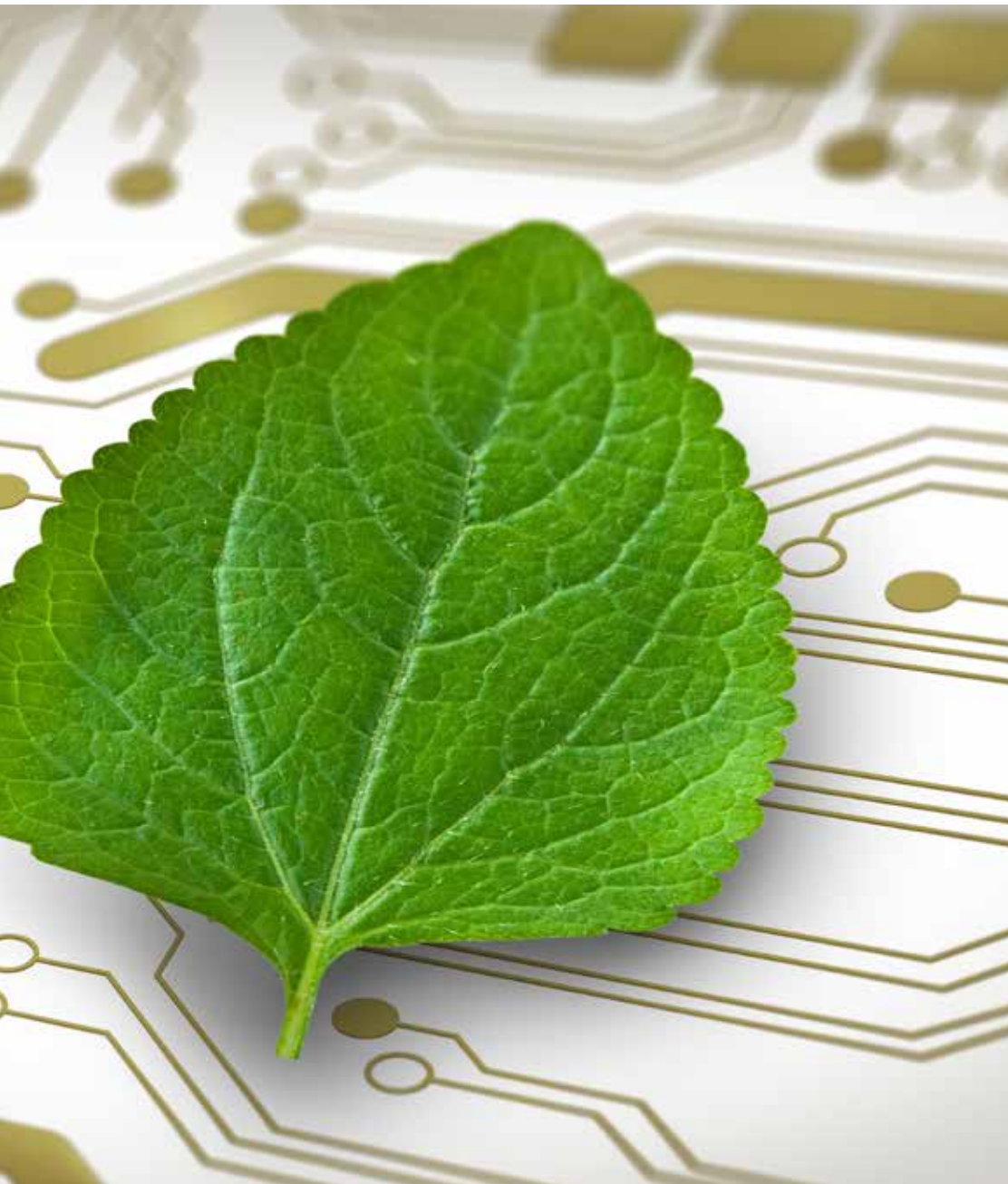
Perusteellinen selvitys voi olla sangen työlästä ja kallista johtuen myönnettyjen patenttien valtavasta määrästä ja vaikeaselkoisuudesta.

Oman tuotteen kehittäminen alusta loppuun vaatii aina suurimmat resurssit, kun taas suunnittelupalvelujen tarjoaminen on yksinkertaisempaa. Silloin toimeksiantaja vastaa hankalimpien kysymysten ratkaisuista ja suunnittelija voi pääosin keskittyä tekniikkaan.

Perusratkaisut ja mitä lisää?

Ennen kuin ryhdytään varsinaiseen suunnittelutyöhön, on syytä miettiä mitä ominaisuuksia ja toimintoja laitteeseen halutaan.

Teknisesti mahdollisuuksia ja vaihtoehtoja on helposti jopa liikaa. Lisäksi on syytä pitää jalat maassa ja jäitä hatussa eikä lisätä mitään pel-



protoa - toteuta

kästään siksi että se on mahdollista. Muuten kehitettävästä laitteesta voi tulla liian kallis liian monelle.

Sulautetuissa ratkaisussa on lähes aina mukana jonkinlainen prosessori tai mikro-ohjain. Esimerkiksi suositusta ARM-arkkitehtuurista on tarjolla sulautettuihin hyvin sopivat

Cortex-M- ja Cortex-A-perheet.

Vaikka suoritinydin voi olla samanlainen niin erot ilmenevät kun tarkastellaan muita piisirulle integroituja osuuksia.

Sulautettujen mikro-ohjaimille tunnusomaista on piisirulle integroidut liitännät ja muut yksiköt kuten

analogia/digitaalimuuntimet, ajastimet ja yhä useammin myös matalatehoinen radio-osa.

Perinteisessä mikroprosessorissa lisäosia ovat puolestaan grafiikkaprosessorit ja muistinhallintayksiköt (MMU, Memory Management Unit), jota tarvitaan kun halutaan hyödyntää esimerkiksi Linuxia ja Windowsia käyttöjärjestelmänä.

Mikro-ohjainsovelluksissa hyödynnetäänkin yleensä erikoistuneita reaaliaikakäyttöjärjestelmiä. Niitä on tarjolla sekä kaupallisina kuin ilmaisia, open source-periaatteen mukaisesti tarjottavina ratkaisuna.

Samalla kannattaa tosin aprikoida myös, tarvitaanko ylipäänsä käyttöjärjestelmää. Niiden suurin hyöty

tyypillisesti ilmenee vain sovelluksissa, joissa esiintyy paljon asynkronisia tapahtumia erilaisilla prioriteeteilla.

Nopeat protot tärkeitä

Jokaisessa tuotekehitysprojektissa on välttämätöntä toteuttaa yksi tai useampi prototyyppi ennen varsinaista massatuotantoa.

Heti alussa voi olla hyödyllistä rakentaa toiminnallinen prototyyppi, jossa on kutakuinkin samat toiminnot kuin lopullisessa laitteessa. Tällä voidaan testata tuoteidean toimivuus ja saada tarkempi kustannusarvio projektille.

Toiminnallisen prototyypin ei kuitenkaan tarvitse olla myöhemmin toteutettavan lopullisen prototyypin näköinen tai kokoinen, vaan tässä vaiheessa voidaan tyytyä karkeampaan, ei täysin viimeistelyyn rakenteeseen.

Toiminnallisen prototyypin voi rakentaa helpoiten valmiiden kokeilukorttien pohjalta. Kaikki mikro-ohjainpiirien valmistajat tarjoavat lähes puoli-ilmaisia kokeilukortteja, joissa on usein toiminnallisia yksiköitä kuten näyttö, painikkeita, antureita jne.

Näistä kokeilukorteista voi toteuttaa jos jonkinlaisia kokoonpanoja, mutta esimerkiksi anturin liittäminen kokeilukorttiin ei välttämättä ole aivan yksinkertaista. Onneksi netissä on tarjolla runsaasti suunnitteluapua ja esimerkkejä.

Niitä esitellään muun muassa netin Hackster-, Hackaday- ja Random Nerd Tutorials-sivustoilla. Linkit niihin löytyvät tämän jutun linkkipankkiosasta.

Neljä esimerkkiä protoratkaisun kokoamiseen

Markkinoilla on tarjolla myös protolaitteiden rakennussarjoja ja laajempia ekosysteemejä, joilla voidaan toteuttaa pientyyppinen prototyyppi jopa ilman omaa piirilevy-suunnittelua tai juottamista.

Näin korttiratkaisuihin sisältyy usein erilaisia prosessorikortteja tai mikro-ohjaimia ja antureita ja toimilaitteita kuten releiden ja sähkömoottoreiden ohjausyksiköitä.

Standardoitujen liitinjärjestelmän ansiosta niistä syntyvät kokoonpanot pienen harjoittelun jälkeen käden käänteessä. Sellainen on amerikkalaisen SparkFunin Qwiic, joka perustuu synkroniseen I2C-sarjali-

Elektroniikkalaitteen suunnittelun perusteet

- Idea ja taustoitus
- Piiri- ja moduulivalinnat
- Rakenne, näytöt, säätimet, kosketusohjaus?
- Liitännät, langalliset ja langattomat
- Sähkö: laturi, akut, aurinkokennot
- Paketointi, valmiskotelo vai oma?
- Protolaite
- Sertifiointi ja testaus

täntään ja nelinapaiseen liitimeen. Siinä on 3,3 voltin syöttöjännite ja maa eli nollapotentiaali sekä I2C-liitännän signaalit SDA (data) ja SCL (kello).

Yksiköt on ketjutettu toisiinsa ja liitännän signaalit ja syöttöjännite menevät siten jokaiseen yksikköön. Qwiic-liittimen ja johtimien kautta voidaan syöttää enintään 226 mA tasavirtaa liitetyille yksiköille. Vähän virtaa kuluttavat yksiköt eivät siten välttämättä tarvitse omaa teholähdettä.

Tarjolla on kaikkiaan jo yli sataa erilaista mikro-ohjainkorttia, näyttöä sekä antureita ja toimilaitteita. Lisäksi on palvelu nimeltään A La Carte (ALC), joka on automaattinen työkalu protokohitykseen. ALC tarjoaa eräänlaisen ohituskaistan Qwiic-pohjaisesta toiminnallisesta prototyypistä paremmin viimeistelyyn protoon.

SparkFunin ALC-nettiliittymässä käyttäjä valitsee haluamansa Qwiic-yksiköt ja yhdistää ne toisiinsa. Sen jälkeen ALC yhdistää erilliset yksiköt yhdelle piirilevyille.

Lopuksi SparkFun valmistaa ja toimittaa asiakkaalle halutun määrän hyvin viimeistelytyä protokappaleita. Niiden toimitusaika on 3–4 viikkoa ja kustannus riippuu siitä, mitä moduuleja protoon sisältyy. ALC:n käytöstä veloitetaan ensimmäisen tilauksen yhteydessä kertamaksu 949 dollaria.

Toinen nopeaan prototyyppien rakentamiseen on kiinalaisen Seeed Studio Grove, jonka perustana on nelinapainen liitin kuten Qwiic-järjestelmässä. Groven signaalit eivät ole yhteensopivia ja kaapeloinnin topologiakin on erilainen. Yksiköitä ei ketjuteta toisiinsa, vaan kukin yksikkö liitetään suoraan prototyypin mikro-ohjaimeen.

Kaikki Grove-liittimet ovat mekaanisesti samanlaisia keskenään, mutta signaalien osalta liittintyyppejä on neljä erilaista. Joissakin liittinrasioissa on I2C ja toisissa taas UART (asynkroninen sarjaliitäntä) ja vielä



Serbialainen Mikro tarjoaa satojen korttien mikro-ohjainpohjaisen protojen nopeaan toteutukseen. A very comprehensive rapid prototyping platform for microcontroller based systems, manufactured by the Serbian company Mikro.

joissakin analoginen jännite.

Siksi ennen liittämistä on tarkistettava, että signaalit ovat yhteensopivia mikro-ohjainpiirien kanssa.

Grove-järjestelmän moduulitarjonta on amerikkalaista Qwiic-järjestelmää selvästi laajempi. Erilaisia moduuleja on tarjolla lähes neljäsataa. Sen kanssa tosin kilpailee myös toinen kiinalainen Elecrow, jonka Crowtail-ratkaisu on rakenteeltaan hyvin samalainen kuin Groven tarjonta.

Neljäs ratkaisu protokohitykseen on serbialainen Mikroen ratkaisu. Sen protopalvelussa on paikat yli sadalle erilaisille mikro-ohjainmoduulille, jotka tukevat kaikkiaan yli kolmea tuhatta eri mikro-ohjainversiota.

Mukana on esimerkiksi laajalti hyödynnetyt perustason Microchipin PIC-mikro-ohjaimet, mutta myös laaja valikoima ARM:n tehokkaita Cortex-M- ja RISC-V-piirejä.

Belgradilaisen Mikroen protokorttialustan keskellä on paikka graafiselle nestekidenäytölle, joita on kuusitoista erilaista. Mikro-ohjaimeen voidaan kortin avulla liittää antureita, toimilaitteita ja paljon



Suoritinkorttien lisäksi tarvitaan myös erilaisia ohjelmistokehitysvälineistöä. When building prototypes, software tools are needed in addition to hardware such as processor cards. Source/ Lähde: Greenshills RISC-V.

muuta. Alustassa on paikkoja, joihin voi liittää Click-nimisiä pistoyksiköitä, joita on nyt lähes 1400 erilaista.

Modulaariset kortit protovaiheeseen ja tuotantovolyymeihin

Aikojen kuluessa on kehitetty useita “yhden kortin tietokoneita” (SBC, Single Board Computer), jossa piirilevyllä on tehollahdettua lukuun ottamatta kaikki tarvittavaa elektroniikkaa kuten prosessori, muistit ja erilaiset liitännät. Vaikka ensimmäiset PC-mikrot koostuivat väyläkorteista niin nykyisin perustason PC on yhä useammin integroitu yhdelle piirilevyille joitakin erikoiskortteja lukuunottamatta.

Sama kehitys johti sulautetuissa modulaaristen tietokonekorttien (COM, Computer-On-Module) esiinmarssiin varsinkin sulautetuissa järjestelmissä. COM-mo-

duleissa normaalin PC-emolevyn elektroniikka on toteutettu yhdellä piirilevyllä, lukuun ottamatta liittimiä (USB, HDMI, SATA, jne). Niiden sijaan moduulikortilla on yksi tai kaksi hyvin moninapaisista liitintä, johon on tuotu kaikki tarpeelliset ja käytettävissä olevat signaalit.

COM-moduuli tarvitsee myös alustalevyn, jossa on yhteensopiva moninapainen liitin sekä tavanomaiset tietokoneen tarvitsemat liittimet. Näin käytettynä COM-moduulia on syytä ajatella eräänlaisena “makrokomponenttina”, johon on integroitu mikropiirejä, passiivikomponentteja ja toimintoja. COM-kortit nopeuttavat prototyyppien rakentelua, mutta suurempi merkitys niillä kuitenkin on tuotannossa.

Prossessorikortteja voidaan toteuttaa myös hankkimalla tarvittavat komponentit, suunnittelemalla piirilevy ja hoitamalla tavalla tai toisella valmistuksen ja laadun-

Elektroniikkakehittäjän perustyökalut ja laitteet

- Oskilloskooppi + spektri yms.
- Logiikka-analysaattori
- Säädettyä tehollahde
- Juotinasema
- Työpiste ESD-suojaus
- Sulautettu kehitysympäristö
- Koekortteja
- Käsityökaluja ja materiaaleja

Yleisimmät prosessorit tai mikro-ohjaimet

- ARM Cortex-A, x86 (Intel ja AMD),
- ARM Cortex-A: paljon erilaisia järjestelmäpiirejä (SoC)
- Intel: Core i3, Core i5, Core i7, Celeron, Atom, Xenon
- AMD: Ryzen
- Mikro-ohjaimia: 32-bittiset ARM Cortex-M, RISC-V, MIPS (Microchip PIC32)
- 16-bittiset Microchip DSP-PIC
- 8-bittiset AVR, 80C51, Microchip PIC

varmistuksen. Tosin tämä vaatii jo runsaasti omaa osaamista ja kassaa. Oma korttiratkaisu voi osoittautua helposti luultua kalliimmaksi, sillä suunnittelussa tarvitaan paljon asiantuntemusta ja kokemusta. Lisäksi tarpeeksi matala kustannustaso voidaan saavuttaa vain suurella tuotantovolyymillä.

Kaupallisilla COM-korttien valmistajilla on suuret valmistussarjat ja keskinäinen kilpailu, joten hintatasokin voi olla edullinen vaikka kortilla olisikin joitakin ”tarpeettomia” ominaisuuksia. Näitä valmistajia ovat esimerkiksi saksalaiset Congatec ja Kontron sekä kiinalaiset Adlink ja ja Aaeon. Tarjolla on kolme ”virallista” COM-standardia: Qseven, SMARC ja COM Express.

Tarjonnassa uusien korttimoduulistandardi on OSM (Open Standards Module), jonka määrittely julkaisiin kaksi vuotta sitten. Se poikkeaa hieman muista kaupallisista korttimoduuleista siinä, että OSM-kortteja ei liitetä alustalevyille liittimellä, vaan juotetaan kiinni BGA-kotelon tapaan. OSM-moduulit ovat erittäin pieniä. Esimerkiksi pienin malli ”Zero” on kooltaan 30 x 15 mm eikä suurinkaan malli ”Large” ole kooltaan kuin 45 x 45 mm.

Näiden lisäksi on tarjolla myös hieman epävirallisempia ”standardeja” kuten Intel NUC, joka kehitettiin alkuun Intelin tarpeisiin. Myös suosituista Raspberry Pi-tietokoneista on tarjolla COM-tyyppinen moduuli, alkuperäisessä muodossaan SO-DIMM-muistikamman mekaanisen formaatin mukainen CM3. Uusin CM4 taas noudattaa paljolti COM-moduuleissa käytettyä ratkaisua, jossa moduuli liitetään alustalevyille kaksiosaisella, moninapaisella

liittimellä.

Teholähtderatkaisut oma lukunsa

Protoratkaisu tarvitse myös sähköenergiaa toimiakseen. Tarjolla on erilaisia ratkaisuja, mutta usein pienlaitteet saadaan toimimaan pienillä, enintään muutaman kymmenen voltin tasajännitteillä. Tai laite toteutetaan akuilla tai aurinkokennoilla.

Ainakaan pienemmissä hankkeissa omaa teholähdettä ei kannata suunnitella, koska tarjolla on valmiita teholähteitä monissa eri muodoissa. Teholähteiden valmistajat huolehtivat sähköturvallisuus- ja EMC-häiriövaatimusten mukaisuudesta. Perusvaihtoehdot ovat sisäinen vai ulkoinen teholähde, ja saako laite energiansa matalasta, enintään muutaman kymmenen voltin tasajännitteestä vai sähköverkon vaihtojännitteestä, jonka tehollisarvo Suomessa on noin 230 voltia, mutta esimerkiksi Yhdysvalloissa noin 115 voltia.

Esimerkiksi kiinalainen Meanwell on yksi merkittävimpiä valmistajia erityisesti pienemmän teholuokan teholähteissä. Suuruusluokaltaan kymmenen watin antotehoissa on tarjolla suoraan piirilevyille juotettavia moduuleja, erilaisille otto- ja antojännitteille, mukaan lukien 115-230 voltin vaihtojännite. Suuremmalle tehontarpeelle on tarjolla esimerkiksi DIN-kiskoon asennettavia teholähteitä sekä erillisiä koteloituita ja kotelottomia teholähteitä.

Pienissä mobiililaitteissa kuten kännykät akkukäyttöön suorastaan pakollinen, mutta saa koko ajan yhä enemmän jalansijaa enemmänkin tehoa tarvitsevista laitteista kuten monenlaiset sähkötyökalut.



Harrastajien suosimat Raspberry Pi CM4 ja CM3 kiinnostavat myös älysovellusten tekijöitä. On top is an image of the latest version (COM4) and on the bottom is the previous version COM3



Wellerin juotosasema tarjoaa monipuolisen juotospäiden valikoiman erilaisten komponenttien kiinnittämiseen. A soldering station is a worthwhile investment in addition to other hand tools and measuring instruments.

Litiumakuissa lähestulkoon standardiksi ovat muodostuneet sylinterimäiset kennot, jotka tunnetaan nimikkeellä ”18650”. Tämä viittaa kennon halkaisijaan 65 mm ja pituuteen 650 mm.

Yksittäisen kennon nimellisjännite on 3,7 voltia täyteen ladattuna ja energiasisältö on suuruusluokkaa 0,01 kWh. Yhdistämällä useita kennoja sarjaan ja rinnan voi rakentaa halutun jännitteen ja kapasiteetin omaavia akkuja.

Suurempia ja pienempiä kokoja on myös tarjolla sylinterimäisissä litiumkennoissa, mutta juuri 18650-kennot ovat kustannustehokkaita massatuotannosta ja valmistajien kilpailusta johtuen. Varsin monen

sähkötyökalun akkupaketit on toteutettu mainituilla kennoilla.

Useamman kennon akkupaketeissa tarvitaan elektroniikkaa ohjaamaan latausta ja huolehtimaan siitä että kaikkien kennojen lataustila on ja pysyy jokseenkin samalla tasolla ja vieläpä ilman yli- tai alilatausta. Myös akun lämpötilaa tulee valvoa sekä purettaessa että ladatessa.

Ohjelmistot entistä isommalla sijalla

Nykyaikainen elektroniikkalaitte on lähes aina sulautettu mikroprosessorituote, joten ohjelmistoalue on tärkeää myös laitekehityksessä. Samalla tärkeäksi nousee ohjelmistoalue käyttäjärjestelmävalinnoista käyttöliittymiin.

Tarjolle on tuotu aikojen kuluessa suorastaan ylenpalttinen joukko erilaisia ohjelmointikieliä, joista osa on sangen eksotisia, kuten esimerkiksi APL, jonka koodi on erittäin ”tii-

Yleisimmät käyttöjärjestelmät

- Työpöytäkäyttöjärjestelmät, mm. Windows, MacOS, Linux, ei mikro-ohjaimissa
- Kännykkäkäyttöjärjestelmät, mm. Android, iOS ja Linux
- FreeRTOS, Apache Mynewt, ja noin sata muuta RTOS-versiota
- Käyttöliittymät: pelkistetty tai graafinen, ja kaikkea siltä väliltä

vistä” tai helppolukuista kuin muinaisegyptiläiset hieroglyfit. Myös vanhimmat ohjelmointikielien kuten Algol ja Cobol ovat jo poistuneet käytöstä.

Symbolisella konekielellä eli assemblerilla koodaus on jäänyt myös pois käytöstä. Nykyään yksinkertaisissa mikro-ohjainsovelluksissa suositaan enimmäkseen C-kieltä tai Pythonia. Laajemmissa järjestelmissä C++ on kuitenkin paljon käytetty ohjelmointikieli.

Sulautetun ohjelmistokehittäjän perustyökalupakki on kehitysympäristö (IDE eli Integrated Development Environment). See kuuluu esimerkiksi työkaluna editori, joka näyttää käytetyn ohjelmointikielen avainsanat erilaisilla värikoodeilla. Muita työkaluja ovat ohjelmistoversioiden hallintatyökalu ja ohjelmistovirheiden löytämiseen käytetty debuggeri.

Sulautettuja kehitysympäristöjä on tarjolla suuri valikoima sekä kaupallisia (siis maksullisia) että maksuttomia. Mikro-ohjainpuolella

tunnetuimmat maksulliset työkalut ovat ruotsalainen IAR Systems ja saksalainen Keil.

Microsoftin Visual Studio työkalusta on saatavissa sekä maksullinen versio että maksuton Community Edition eli ”yhteisöversio”. Arduinon kehitysympäristö on hyvin suosittu ja kattaa suuren joukon mikro-ohjaimia.

Käyttöliittymät painikkeista kosketusohjauksiin

Kaikissa sulautetuissa laitteissa on aoltava jonkinlainen käyttöliittymä, joka yksinkertaisimmassa muodossa rakentuu yhdestä tai muutamasta ledimerkkivalosta ja painikkeista.

Sulautetuissakin yleistymässä ovat nykyisin graafiset käyttöpaneelit, jotka tarjoavat enemmän visuaalisuutta ja toimintoja kuin mitä muutamalla merkkivalolla saadaan aikaan. Esimerkiksi ARM Cortex-A-perheessä piisirulla on grafiikkaprosessori, jolla voi hyödyntää esimerkiksi Linux-tai Android-käyttöjärjestelmän graafista työpöytää ja käyttöliittymää.

Sen sijaan useimmista mikro-ohjaimista puuttuu grafiikkaprosessori eikä Linux-käyttöjärjestelmää tai muita sellaisia voi käyttää muistinhallintayksikön puuttuessa. Tästä



Kuvan OKW:n tyyppisten valmiskoteloiden lisäksi tarjolla on myös metallikoteloita ja DIN-kiskoon kiinnitettäviä versioita. Prototype implementation can be simplified by using standard enclosures available in a wide variety of formats.

huolimatta yksinkertaisinkin mikro-ohjain voidaan varsin helposti varustaa graafisella käyttöliittymällä ja kosketusnäytölläkin.

Muutamat yritykset, etunenässä kiinalainen Nextion ja australialainen 4D Systems tarjoavat myös ”älykkäitä” näyttöjä, joissa on sisäinen grafiikkaprosessori.

Liitäntä mikro-ohjaimen voi olla yksinkertainen sarjaliitäntä kuten SPI, jollainen on käytettävissä lähes jokaisessa mikro-ohjaimessa. Tai ellei ole, niin sarjaliitäntää voi ohjel-

mallisesti emuloida melkein millä tahansa liitäntänastalla.

Nextion, 4D ja muut tarjoavat suunnittelijalle maksuttoman editorin, jolla graafinen käyttöliittymä on helppo muotoilla ja konfiguroida.

Editorin kirjastossa on tyypillisesti tarjolla sekä staattisia että dynaamisia elementtejä, kuten pysyviä kuvia ja tekstejä sekä vaihtuvia lukuaroja ja graafeja. Kirjastosta poimitaan halutut elementit ja vedetään paikalleen kuvapinnalle.

UT Linkkipankki

Tähän artikkeliin ja koko artikkelisarjaan liittyvät lisätietolinkit löydät osoitteesta www.uusiteknologia.fi/linkkipankki. Mukana on artikkelissa mainittujen tuotteiden valmistajiin sekä linkkejä kirjoittajan aiempia sulautetun alueen artikkeleihin Uusiteknologia.fi-lehdissä vuosina 2016-2020 (LINKKI).

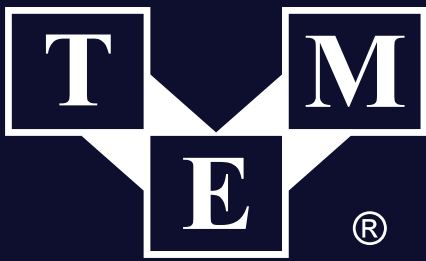
Designing modern embedded electronics

New smarter electronics and embedded microprocessor solutions enable designing even better functioning devices. They can utilize the latest IT and wireless communications solutions, which are offered as various software and hardware modules.

This new article series offers engineers practical information and ideas for the development of new types of devices, from design to final implementation. In the first article we present the most important and fundamental tasks and choices that should be considered before starting the actual design process. We also present in list form the alternatives available for the most important design considerations.

WWW.UUSITEKNOLOGIA.FI





Electronic Components

TRANSFER MULTISORT ELEKTRONIK

ELEKTRONIIKKAKOMPONENTTIEN
MAAILMANLAAJUINEN JAKELIJA

TAVARAN HYVÄ SAATAVUUS

NOPEA TOIMITUS



- Puolijohteet
- Sulautetut ja IoT-järjestelmät
- Optoelektroniikka
- Valonlähteet
- Passiiviset elementit
- Liittimet
- Sulakkeet ja suojat
- Kytkimet ja merkkivalot
- Äänilähteet
- Releet ja kontaktorit
- Muuntajat ja ytimet
- Puhaltimet, jäähdytys- ja järjestelmät
- Energialähteet
- Johdot ja kaapelit
- Mekaaniset elementit
- Kotelot
- Automaatio
- Pneumatiikka ja hydraulikka
- Työpajan varusteet
- Toimistolaitteet
- Auton äänilaitteet
- Tietokonetarvikkeet
- Robotiikka ja prototyyppien valmistus

TECH MASTER EVENTON maailmanlaajuinen tekniikan,
robotiikan ja elektroniikan kokemus-,
hanke- ja idea-alusta, joka on tarkoitettu:

- TME:n järjestämiä kilpailuja sekä meidän yhteistyökumppaneillemme,
- yli 16-vuotiaille nuorille, opiskelijoille ja aikuisille,
- neuvoja ja harkintoja asiantuntijoilta.

T.M.E. TECH
MASTER
EVENT

techmasterevent.com



tme.eu / tme.com

EN Łódź, Poland, +48 42 645 54 44, export@tme.eu
PL Łódź, Polska, +48 42 645 55 55, dso@tme.pl
UK Coleshill, Birmingham, United Kingdom, +44 167 579 00 26, office@tme-uk.eu
HU Budapest, Hungary, +36 1 220 67 56, tme@tme.hu
SK Žilina, Slovakia, +421 41 500 20 47, tme@tme.sk
CZ Ostrava, Czech Republic, +420 59 663 31 05, tme@tme.cz
RO Timișoara, Romania, +40 35 646 74 01, tme@tme.ro
DE Leipzig, Germany, +49 341 212 03 40, tme@tme-germany.de
ES Coslada, Madrid, Spain, +34 91 123 47 71, iberica@tme.eu
IT Grassobbio, Bergamo, Italy, +39 035 03 93 111, tme@tme-italia.it

IT Grassobbio, Bergamo, Italy, +39 035 03 93 111, tme@tme-italia.it
NL Eindhoven, Netherlands, +31 40 737 04 57, tme@tme-benelux.nl
CN Shenzhen, China, +86 755 8666 0094, tme@tme.cn
US Atlanta, USA, +1 (678) 691-2347, +1 (678) 691-5147, tme-us@tme.com

facebook.com/TME.eu instagram.com/tme.eu youtube.com/TMElectroniComponent
twitter.com/tme_eu tiktok.com/@tme.eu linkedin.com/company/1350565



Osa 2: Kohti protoa - komponenteista moduuleihin ja ohjelmointiin

UT KRISTER WIKSTRÖM
toimitus@uusiteknologia.fi

Älyelektroniikalla ja sulautetuilla mikroprosessoreilla voidaan toteuttaa entistä paremmin toimivia laitteita ja entistä pienempinä. Silti uudetkin laitteet rakentuvat yhdestä tai useammasta piirilevystä, joihin tarvittavat komponentit on juotettu ja kaapeloitu.

Uuden elektroniikkalaitteen kehitysprojektissa tehdään usein protoja liittämällä ensiksi valmiita tai puolivalmiita laitepalikoita toisiinsa johdoilla ilman piirilevyä. Jossakin vaiheessa tullaan silti aina pisteeseen että on suunniteltava laitteelle lopullisempi piirilevy, joka pitää sisällään myös

komponenttien väliset johtimet.

Komponentit ovat sinällään enemmän tai vähemmän yleiskäyttöisiä. Toisin sanoen, tiettyä mikropiiriä, vastusta, kondensaattoria jne. voi käyttää melkein missä tahansa laitteessa. Piirilevy taas on yksinomaan räätälöity tietylle laitteelle eikä sitä voi muualla käyttää. Jos projektissa vaikka aluksi on kasattu protoja liittämällä palikoita toisiinsa ulkoisilla johdoilla ilman piirilevyä, tullaan lopulta aina pisteeseen että on suunniteltava laitteelle oma ainutkertainen piirilevy.

Tätä silmällä pitäen on syytä tietää perusasiat piirilevyistä eli miten

niitä voidaan suunnitella, millaisin ohjelmin ja myös valmistaa. Aiempiin vuosikymmeniin nähden piirilevyjen tuottaminen on helpottunut, sillä tarjolla on runsaasti netin läpi toimivia piirilevy-yrityksiä.

Niiltä voi tilata joko yksittäisiä piirilevyjä todellisen tason protolaitteiden kokoamiseen, mutta myös aikanaan myös lopullisiin tuotteisiinkin.

Myös suomalaiset piirilevyvalmistajat ovat mukana ja varsinkin esikoisimmissa, esimerkiksi RF-alueen piirikorteissa kannattaa suosia suomalaisia tai ainakin pohjoismaisia toimittajia.

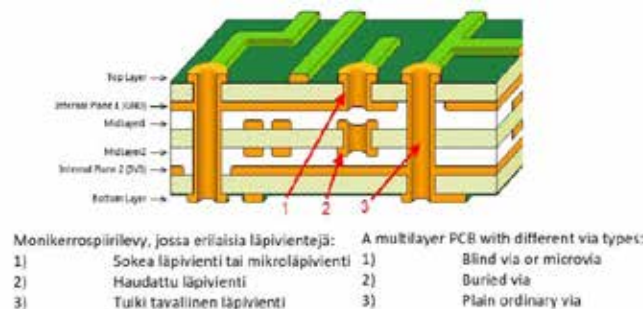
Piirilevyjen perusmateriaalit

Ensimmäisissä piirilevyissä – tosi hyvin kauan sitten – piirilevymateriaalina toimi fenolihartsilla kyllästetty paperi. Ne tunnettiin kaupallisella nimellä “pentinax”. Onneksi nykyisin ylivoimaisesti yleisin piirilevymateriaali on FR-4, joka koostuu epoksihartsilla kyllästetystä lasikuitukankaasta. FR-4 toimii useimmissa sovelluksissa, mutta tietyissä tapauksissa voi tarvetta olla muihinkin ratkaisuihin.

Tässä on taustatietoa erikoisempiin sovelluksiin ja F4:n soveltavuuteen:

Suurtaajuuspiireille FR-4-materiaalin käyttökelpoinen taajuusalue on 7 GHz ja yli 10 GHz taajuuksilla vähäähäviöisemmät materiaalit ovat yleensä tarpeen. Sellaisia valmistaa esimerkiksi amerikkalainen Rogers.

Tehoelektroniikassa tehotiheyden (häviöteho/laitteen tilavuus) kasvaessa jäähditys on yhä tärkeämpää. Ja koska FR-4 johtaa sinällään varsin huonosti lämpöä, Tarjolla on





Netin piirilevy-yritykset ovat laajentuneet tarjoamaan lähes kaiken mitä protojen teossa tarvitaan. Tässä ranskalaisen EMSFactoryn palveluvalikoima. This diagram shows the services available from the French company EMSFactory.

myös piirilevyjä, joiden ytimessä on alumiini- tai kuparilevy jäähdytyksen tehostamiseksi.

Taipuisat piirilevyt ovat entistä useammin tarpeen. Koska FR-4 on täysin jäykkä ja taipumaton materiaali, voidaan yksiköiden väliset liitännät ja johdotukset toteuttaa polyamidipohjaisilla taipuisilla piirilevyillä. Yleistä muun muassa järjestelmäkameroissa, joissa elektroniikka tyypillisesti joudutaan sijoittamaan kapeisiin rakoihin eri osien väliin eikä yhden levyn jäykkä ratkaisu juurikaan ole mahdollinen.

Monikerrospiirilevyt ja rakenteet

Perinteisillä piirilevyillä komponenttien väliset liitännät on toteutettu piirilevyn pinnassa kulkevilla kuparifolioilla. Levyllä voi olla kaksi pintaa, joista molempia voidaan käyttää johtovetoihin. Pinnalla kulkevat foliot eivät saa koskettaa toisiaan eikä ylittää toisiaan, joten johdot voivat kulkea pinnalta toiselle läpivientien kautta. Läpivienti on mekaanisesti tai muulla tavoin porattu reikä, jonka sisäpinta on päällystetty kuparilla.

Koska elektroniikkalaitteiden kooka on haluttu pienentää koko ajan niin se on vaikuttanut myös piirilevyjen rakenteisiin. Toimintoja on saatu pakattua piireille entistä enemmän, mutta samalla ne ovat tuoneet uusia vaatimuksia piirilevyille. Tässä muutamia ratkaisuja, joilla piirilevyn kokoa on saatu pienemmäksi:

Johdinvetojen minimileveys ja minimietäisyys toisistaan ja muista elementeistä.

Mitä enemmän kerroksia, sitä ti-

heämmin komponentit voi pakata. Koskee erityisesti "monijalkaisia" piirejä, esim. BGA-kotelossa voi olla lähes tuhat "jalkaa" (oikeammin tinapalloa).

Valmistajasta riippuen piirilevyllä voi olla useita kymmeniä johdotuskerroksia.

Läpiviennit: viime kädessä ratkaiseva seikka, ohuemmilla läpivienneillä jää enemmän tilaa johdinvetoille.

Erikoisläpiviennit kuten sokeat, umpinaiset ja osittaiset antavat vieläkin enemmän tilaa johdotukselle.

Vieläkin enemmän tilaa johdotukselle saadaan erityisillä läpivienneillä:

Sokea läpivienti (blind via) on reikä joka alkaa ulkopinnasta mutta päättyy johonkin sisäkerrokseen eikä mene koko levyn läpi.

Haudattu läpivienti (buried via).

Ne ovat sisäkerrosten välisiä läpivientejä, jotka eivät vie tilaa ulkopinnoilla

Mikroläpivienti (microvia), jossa pienikokoinen sokea läpivienti yhdistää vain yhden kerroksen molemmat pinnat.

Piirilevysuunnittelun työkalut

Piirilevyjen suunnitteluun käytetään Windows-, Linux- tai MacOS-tietokoneissa toimivia ohjelmistoja, joita on tarjolla useita kymmeniä kokonaan ilmaisista kymmenien tuhansien erikoisohjelmistoihin. Myös niiden ominaisuudet vaihtelevat hinnan mukaan, mutta ei aivan yhtä suoraviivaisesti. Rahalla saa, mutta ilmainen työkalukin voi olla jopa parempi kuin maksullinen.

Markkinoiden maksullisissa piirilevyjen työkaluohjelmistojen valmistajista erottuu tietty, neljän tuotteen ammattilaissarja: PADS, OrCAD, Cadence ja Altium. Lisäksi listaan voidaan liittää myös Zuken Cadstar. Lisäksi laajoissa pääosin isojen yritysten käyttämissä elektroniikan suunnittelujärjestelmissä, esimerkiksi Mentor (nykyisin Siemens) on piirisuunnittelun lisäksi myös piirilevyjen suunnitteluosudet.

Ilmaiset piirilevysuunnittelu työkalut ovat mielenkiintoisia, joita kannattaa myös miettiä ainakin pk-sektorin yrityksissä. Silti kannattaa muistaa, ettei ilmaisia lounaita tunnetusti ole. Esimerkiksi elektroniikan komponentit jakeluyritykset sponsoroivat tai tarjoavat piirilevyjen työkaluohjelmia. Näitä ovat esimerkiksi DesignSpark, jota

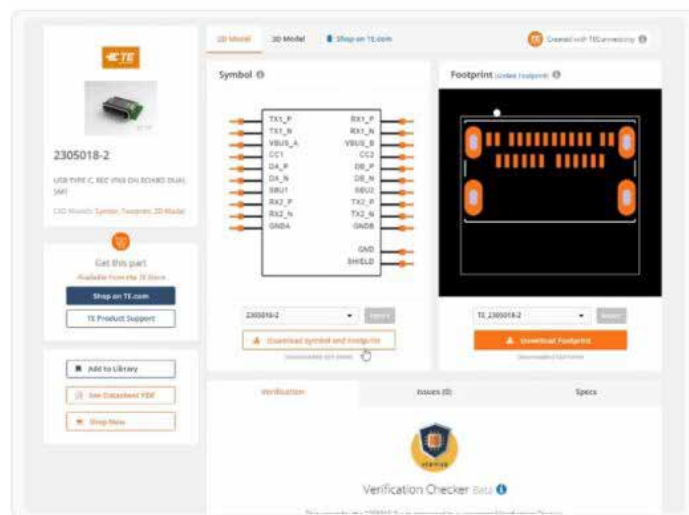
markkinoi komponenttijakelija RS Components. Toinen on on kiinalainen piirilevysuunnittelutyökalu EasyEDA, joka suosittelee piirejä LCSC luettelosta. Erikoisuutena se jopa tarjoaa piirilevyn valmistuksen ja prototyypin kokoonpanon kiinalaisen JLCPCB:n avulla.

Poikkeuksen ilmaistyökalujen tarjonnassa tekee KiCAD, joka on kokonaan riippumaton komponenttivalmistajista ja jakelijoista. Ohjelmaa kehittää vapaaehtoinen asiantuntijajoukko eri puolilla maailmaa. Työ on aktiivista ja päivityksiä julkaistaan usein. Lisäksi KiCAD sisältää monia ominaisuuksia, joita yleensä on vain maksullisissa työkaluissa, esimerkiksi suurtaajuuspiirien toteuttamistuki. Lisäksi sillä on netissä käyttäjien ylläpitämä neuvontapalvelu ja verkossa 600 sivuinen oppikirja KiCAD like a Pro ja videokurssi.

Piirilevyn suunnittelusäännöt

Ennen piirilevysuunnitteluun ryhtymistä tulee selvittää monia tärkeitä asioita, jotta suunniteltava piirilevy olisi myös valmistettavissa. Esimerkiksi piirilevyn suunnittelusäännöt löytyvät yleensä piirilevyvalmistajan dokumenteista tai valitun piirilevy-valmistajan nettisivuilta. Niissä on enimmäkseen kyse johdinvetojen minimileveysistä ja minimietäisyyksistä toisiin johtimiin, läpivienteihin ja muihin elementteihin.

Oman piirilevyn suunnittelu aloitetaan aina laatimalla työkalussa piirikaavio, josta ilmenee kaikki komponentit ja niiden väliset johtimet. Tämä on laitteen rakenteellinen ku-



Kuvan SnapEDA-sivustolta voi hakea veloituksetta hakea komponenttien määrittelyjä monen eri piirilevytyökalun hyväksymässä formaatissa.



vaus, joka sinällään kertoo hyvin vähän laitteen toiminnasta muun muassa siksi että toiminnalliset yksityiskohdat määritellään mikro-ohjaimen ohjelmistossa. Tämä puoli taas ei mitenkään ilmene piirikaaviosta.

Piirikaaviossa jokaista komponenttia vastaa graafinen symboli eli kuvio, jäänne ajalta ennen tietokoneita, jolloin piirustukset piirrettiin käsin piirustuspöydällä viivoittimella, tussilla ja muulla sellaisella. Amerikkalainen standardisointiorganisaatio JEDEC kehittää ja ylläpitää edelleen suurta joukkoa elektroniikan valmistukseen liittyviä standardeja kuten piirikaavioiden symbolit, passiivikomponenttien (esim. vastukset ja kondensaattorit) ja mikropiirien ja muiden puolijohdekomponenttien mekaaniset kotelot.

Piirikaaviosymbolin lisäksi kullekin komponentille on määriteltävä piirilevykuva (footprint), jossa on ainakin komponentin ääri viiva ja komponentin reiät, mikäli kyseessä on reikiin asennettava komponentti. Sellaisia ovat tyypillisesti liittimet ja releet kun taas pintaliitoskomponentit juotetaan suoraan piirilevyn pinnassa olevaan kuvioon, jossa on kuparitäplä jokaista "jalkaa" tai muunlaista liitännäspistettä varten.

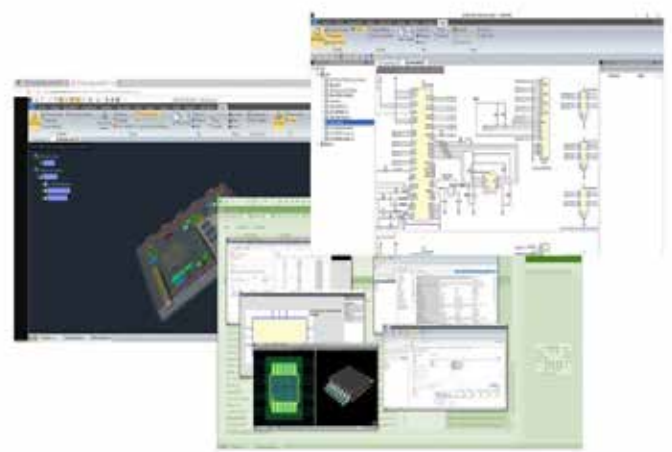
Hyvän piirilevytyökalun mukana tulee lisäksi enemmän tai vähemmän

kattava kirjasto jossa on valmiina komponenttien määritelmiä. Mutta olkoon kirjasto kuinka laaja hyvänsä, eteen tulee aina tilanteita että halutaan käyttää komponenttia, jota kirjastosta ei löydy. Piirilevytyökaluissa on toiminnot uusien komponenttien määrittelemiseksi, mutta niiden käyttö voi olla työlästä ja virhealtista. Jos komponenttien määrittelyssä on virheitä, on jokseenkin varma että proto ei toimi ja syyn selvittäminen voi olla hyvin, hyvin hankalaa.

Onneksi netistä löytyy parikin sivusto kuten SnapEDA ja Component SearchEngine, joilta voi hakea veloituksetta hakea komponenttien määrittelyjä monen eri piirilevytyökalun hyväksymässä formaatissa. Elektroniikassa tehdään erittäin paljon standardisointityötä, mutta juuri piirilevyn suunnittelutyökaluissa standardointi on aivan olematonta. Esimerkiksi yhdellä työkalulla laadittua piirikaaviota ei voi lukea millään muulla työkalulla, muutamaa poikkeusta lukuunottamatta. Esimerkiksi KiCAD osaa lukea harrastajien keskuudessa hyvin suosittu Eagle-työkalun tiedostoja.

Protojen kokoonpanopalvelut – myös verkosta

Kaiken suunnittelun jälkeen saavutaan aina lopulta tilanteeseen, jos-



Piirilevyn suunnitteluohjelma Zuken Cadstar, jonka lisäksi muita ammattilaisohjelmistoja tuottavat PADS, OrCAD, Cadence ja Altium sekä Siemensiin kuuluva Mentor.

sa proton fyysinen rakenne pitäisi tavalla tai toisella toteuttaa. Elektroniikkaprotoissa kyse on pääasiassa kolmesta työvaiheesta:

Piirilevyn valmistus erillisenä prosessina

Ladonta eli komponenttien sijoittaminen asianmukaisille paikoilleen piirilevyllä

Juottaminen, jolla komponentit varsinaisesti kiinnitetään piirilevyllä

Juottamiseen käytetään enimmäkseen pastaa, jota levitetään stensiiliä käyttäen piirilevyllä ennen komponenttien latomista. Sen jälkeen koko rakennelmaa lämmitetään niin että juotospasta sulaa noin kolmessa-

dan asteen lämpötilassa. Haasteena on lämmittää tarpeeksi juotosta varten, mutta ei liikaa että herkimät mikropiirit ehtivät vahingoittua. Komponenttien valmistajilla on omat ohjeensa koneellista juottamista varten.

Elektroniikkaproton kohtuuhintainen ja nopea kokoonpano on nykyään helpompaa kuin koskaan aikaisemmin. Kun muinaisina aikoina protoja rakenneltiin paljolti käsityönä jopa piirilevyä myöten, nykyään protojen kokoonpanossa käytetään samoja koneita (ladontakoneet ja juotuskoneet) kuin sarjatuotannosakin. Tämä on mahdollistanut yksittäistenkin protokappaleiden koh-

Yritykset, jotka tarjoavat piirilevyn valmistusta, ladontaa ym. protopalveluja						
Yritys	Maa	Piirilevyn tyyppi	Kerrokset	Läpiviennit	Muut palvelut	URL
PCBWay	Kiina	FR-4, RF-materiaalit, alumiiniydin, taipuisat (polyamidi), jne.	Max 60		CNC-koneistus, 3D-tulostus, piirilevyn suunnittelu	www.pcbway.com
Multi-CB	Saksa	Kuten edellä	Max 48, polyamidi-pohjaisissa 10 kerrosta	Kaikki mahdolliset, muun muassa mikroläpiviennit 75 µm		www.multi-circuit-boards.eu
Eurocircuits	Saksa	FR-4 ja RF-materiaalit (Rogers)	Max 16			www.eurocircuits.com/
Aisler	Saksa	FR-4	Max. 6		Voi käyttää KiCAD, Eagle, Fritzing ja monta muuta natiiviformaattia	aisler.net/
myProto	Belgia	FR-4, RF-materiaalit (Rogers), metalliydin				myproto.eu/
DeltaProto	Alankomaat		Max 8	Sokeat ja haudatut		www.deltaproto.com/
emsFactory	Ranska	FR4, CEM3, Rogers 4350B, metalliydin, taipuisat polyamidi-levyt	Max. 48	Sokeat ja haudatut, mikroläpiviennit 75 µm	Suunnittelu tilaus-työnä, protojen suojaalkaus (coating) tai valaminen muoviin (potting).	emsfactory.com/en/
JOPACO Electronics Oy	Suomi					www.jopaco.com



**Saksalainen Eurocircuits tarjoaa piirilevyjen valmistusta, ladontaa ja prototyypin kokoonpanoa. Tarjousta varten tulee lähettää osaluettelo ja piirilevyn tiedot KiCAD- tai Eagle-natiiviformaatis-
sa tai purettuna eri tiedostoiksi suunnittelutyökalun toiminnoilla. The German company Eurocir-
cuits offers PCB manufacturing and assembly services.**

tuuhintaisen ja ennen muuta nopean ja luotettavan kokoonpanon.

Verkon läpi toimivat piirilevy-yri-
tykset ovat laajentaneet palvelunsa
käsittämään lähes kaiken mitä pro-
tovalmistuksessa tarvitaan. Tässä
ranskalaisen EMSFactoryn palvelu-
valikoima. This diagram shows the
services available from the French
company EMSFactory.

Alle viikonkin toimitusajat ovat
rutiinia monilla yrityksillä. Kokoon-
panon lisäksi yritykset voivat tarjota
muitakin hyödyllisiä palveluja kuten
komponenttien hankintaa ja neuvon-
taa esimerkiksi komponenttien valin-
nassa. Komponenttien saatavuudessa
ja hinnoittelussa voi olla suuriakin
vaihteluja.

Kaikilla kokoonpanoa tarjoavilla
yrityksillä on selkeät nettisivut, joista
ilmenee tarjottavien piirilevyjen tär-
keimmät ominaisuudet kuten levyn
tyyppi. Kaikki yritykset voivat val-
mistaa FR-4-tyyppisiä monikerros-
levyjä.

Monet yritykset osaavat myös val-
mistaa erikoisempiakin levyjä kuten
RF-tekniikassa tarvittavia vähähävi-
öisiä levyjä Rogersin materiaaleista
sekä taipuisia, polyamidipohjaisia
levyjä ja metalliylimellä varustettuja
levyjä tehoelektroniikkaa varten.

Saksalainen Eurocircuits tarjoaa
piirilevyjen valmistusta, ladontaa ja
prototyypin kokoonpanoa. Tarjousta
varten tulee lähettää osaluettelo ja piirilevyn tiedot KiCAD- tai Eagle-natiiviformaatis-
sa tai purettuna eri tie-
dostoiksi suunnittelutyökalun toimin-
noilla. The German company Euro-

circuits offers PCB manufacturing
and assembly services.

Sivustoilta voi hyvin nopeasti
saada tarjoukset hinnasta ja toimi-
tusajasta kunhan ensin lähettää tar-
peelliset tiedot. Näistä tärkein on
osaluettelo ja eri piirilevykerrosten
ns. Gerber-tiedostot. Nämä ja mon-
net muutkin tiedostot voi tulostaa
piirilevyn suunnitteluohjelmasta.

Tulostaminen voi kuitenkin olla
työlästä ja virhealtista, mistä syys-
tä joillekin yrityksille voi sellaise-
naan lähettää

Ohjelmistotyökalut tarpeen

Nykyelektroniikan laitteissa alkaa
olla aina mukana yksi tai useam-
pi mikro-ohjain tai prosessoripiiri.
Siksi piirilevy- ja muun elekt-
roniikkasuunnittelun lisäksi tarvi-
taan ohjelmistokehitystä ja siihen
tarvittavia ohjelmistotyökaluja.
Siinä kirjoitetaan toiminnallinen
kuvaus jollakin ohjelmointikieläl-
lä, joita ovat esimerkiksi Python,
Javascript, C/C++ ja Java.

Sulautetuissa järjestelmissä ja
mikro-ohjaimissa perustyökalu
on sulautettu kehitysympäristö eli
IDE (Integrated Development En-
vironment). IDE on usean työka-
lun kokoelma, johon sisältyy ain-
akin editori tekstin muokkausta
varten, kääntäjä joka tekee ohjel-
mointikielen mukaisesta koodista
ajokelpoisen tiedoston.

Mukana voi myös olla debugge-
ri ohjelman toimivuuden ja koodin
virheettömyyden tarkistamiseksi

si. Työkalupakista voi myös löytyä
versioiden hallintatyökalu ja koko
joukko muitakin hyödyllisiä aputoi-
mintoja.

Tarjolla on sangen laaja kokoelma
eri valmistajien ohjelmistotyökaluja.
Näissä kuten muissakin työkaluissa
löytyy kaikkea täysin ilmaisista var-
sin kallisarvoisiin kaupallisiin tuot-
teisiin. Ilmaistyökaluissa käytetään
useimmiten open source-periaattee-
la kehitettyjä GNU-työkaluja.

Esimerkiksi GNU-kääntäjiä löy-
tyy noin seitsemällekympenelle
prosessoriarkkitehtuurille, vaikka
monet näistä eivät enää ole eiväk-
ä edes koskaan ole olleet laajasti
käytössä. Työkalujen käyttöliittymä
pohjautuvat usein IBM:n rahoitta-
maan Eclipse-projektiin, jonka ai-
kaansannokset IBM luovutti kaik-
kien käytettäväksi täysin veloituk-
setta.

IDE-tyyppisten työkalujen lisäk-
si ohjelmistoja voi kehittää lähes il-
man varsinaista koodausta erilaisilla
graafisilla työkaluilla. Yksi tunne-
tuimmista on amerikkalainen NI:n
LabView, joka on tarkoitettu mit-
tausautomaatiosovelluksiin NI:n
laitteistoa käyttäen. Toinen saman-
tapainen työkalu on Matlab, joka on
laaja-alaisempi ja yleiskäyttöisempi
eikä sidoksissa tietyn valmistajan
laitteisiin.

Mainitut työkalut ovat hyvin teh-
okkaita, mutta oppimiskäyrä on
sangen jyrkkä heti alussa ja lisenssi-
maksutkin ovat varsin korkeita.

FPGA-piirit tuovat joustavuutta

FPGA-piirit (Field Programmable
Gate Array) ovat erityinen digitaalipiirien tyyppi jossa joustavuus ja
mahdollisuus konfiguroida sekä
rakennetta että toimintaa poikkeaa
tavanomaisista piireistä.

Kaikista muista mikropiireistä
poiketen FPGA-piireissä sisäistä
rakennetta voidaan muuttaa sen-
kin jälkeen kun piiri on valmistettu
ja koteloitu.

Tarkemmin sanottuna kyse on
siitä, että piirillä olevien logiik-
kaelementtien (portit ja kiikut)
välisiä liitäntöjä voidaan muuttaa
ohjelmoimalla lukuisia kytkimiä.
Niitä voi olla miljoonia suurissa
FPGA-piireissä. Käyttäjät ei tieten-
kään voi erikseen määrittellä jokai-
sen kytkimen asentoa, se olisi ai-
van liian työlästä ja epähavainnol-
lista. Sen sijaan piirit “ohjelmoi-
daan” laatimalla tekstimuotoinen
kuvaus joko halutusta piirin raken-
teesta tai toiminnasta. Tätä varten
on tarjolla erityiset kielet VHDL ja
Verilog.

Toiminnallinen kuvaus voi
suuresti muistuttaa tavanomaisia
ohjelmointikieliä kuten C-kiel-
tä. Tässä pitäisi kuitenkin kääntää
ajatukset eri suuntaan. Kyse ei ole
samasta asiasta kuin mikro-ohjai-
men ohjelmointi, vaan kyse on ni-
menomaan rakenteen kuvauksesta,
vaikka ensin laadittaisiinkin piirille
toiminnallinen kuvaus. Se on aina
abstraktimpi kuin rakenteellinen
kuvaus, ja siten “helpompi” käyt-
täjän kannalta.

Periaatteessa tietty toiminto voi-
daan saada aikaan monilla eri ra-
kenteilla. Vaikka FPGA-piirille oli-
si aluksi kirjoitettu toiminnallinen
kuvaus, täytyy se aina “kääntää”
rakenteelliseksi kuvaukseksi. Tä-
hän tarvitaan logiikkasynteesityö-
kalua, jota voi pitää prosessorien
ohjelmoinnissa käytetyn kääntäjän
vastineena. FPGA-valmistajat tar-
joavat osin veloituksetta työkaluja
FPGA-piirien hyödyntämiseen.

Designing modern electronics

New smarter electronics and embedded microprocessor solutions enable designing even better functioning devices. They can utilize the latest IT and wireless communications solutions, which are offered as various software and hardware modules. When developing new electronic equipment, functional prototypes can be assembled quite rapidly simply by joining existing subsystems via cables and wires. But at some point it becomes necessary to produce a finished prototype suitable for mass production. Nowadays this is easier than ever before, thanks to many companies offering PCB production and assembly services. This the main focus for the 2nd part of our electronics design course.

UT Linkkipankki

Uusiteknologia-sivuston linkkipan-
kissa saat lisää tietoa artikkelisarjan
lisäksi aiempien Uusiteknologia.fi-leh-
tien linkkien kautta. Päivitämme link-
kejä myös myöhemmin uusilla.

**SEALED AND ROBUST
ENCLOSURES IN A WIDE
CHOICE OF SIZES**

FIBOX
Enclosing innovations



**HUNDREDS OF FIBOX PRODUCTS
AVAILABLE STRAIGHT FROM TME'S STOCK**

Transfer Multisort Elektronik Sp. z o.o.
Ustronna 41, 93-350 Łódź, Poland, export@tme.eu

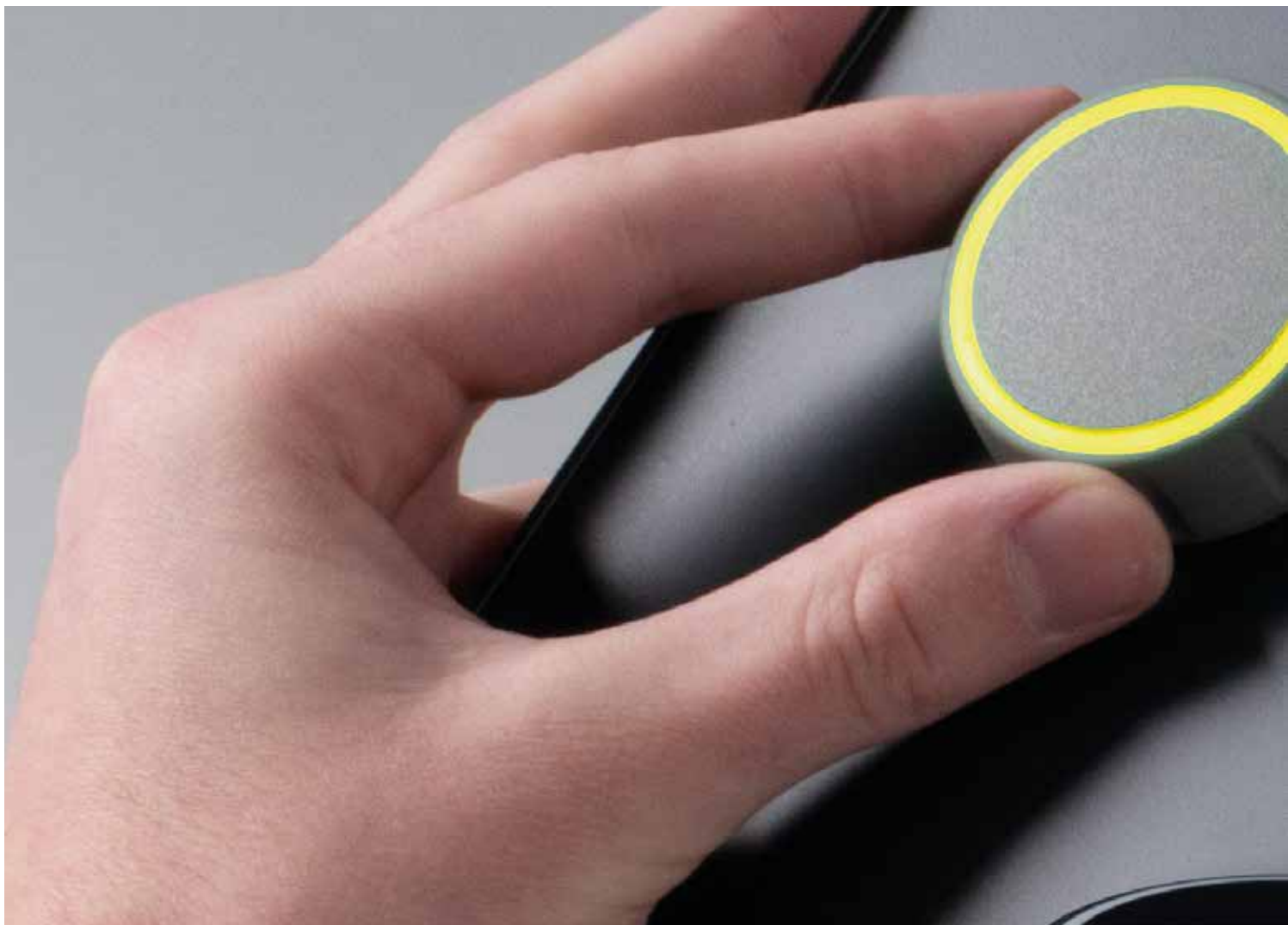
Find us on the most popular social media:



tme.eu

YOU NEED IT, WE HAVE IT!

■ ■ ■ ■ tme.com ■



Osa 3 - Kotelointi, kokoonpano ja s

Uusimmalla älyelektroniikalla ja sulautetuilla mikroprosessoreilla voidaan toteuttaa entistä paremmin toimivia laitteita ja entistä pienempinä. Kun tiukan suunnittelutyön kautta saatu aikaan jo toimiva ja tuotantokelpoinen prototyyppi, voidaan siirtyä jo varsinaiseen tuotteistamiseen ja serfiointien varmistamiseen.

UT KRISTER WIKSTRÖM
toimitus@uusiteknologia.fi

Uusi elektroniikkalaitte tulee suojata enemmän ja vähemmän kaikenlaiselta ympäristön haittavaikutuksilta kuten kosteudelta, pölyltä ja myös korroosiolta. Tätä varten laite tarvitsee suojakotelon, joka voi olla valmiskotelo tai uudelle tuotteelle kokonaan suunniteltu ja muotoiltu.

Koteloinnin lisäksi aikaa ja kustannuksia menee viranomaisten erilaisten turvallisuus-, terveys- ja ympäristövaatimusten täyttämiseen. Ennen niitä laitetta ei voi eikä saa tuoda myyntiin. Varsinkin kun vaatimustenmukaisuus on viime kädessä valmistajan vastuulla.

Elektroniikan suojaus ympäristön haittavaikutuksilta

Toimintaympäristöstä ja laitteen tyypistä riippuen kaikki sähkölaitteet ovat jossain määrin alttiita ulkopuolisille haittavaikutuksille. Varsinkin kun kaikki laitteet eivät ole tarkoitettu toimimaan yksinomaan kuivissa ja lämpimissä sisätiloissa, vaan toimintaympäristöt voivat vaihdella laajalla asteikolla normaaleista toimistoympäristöistä teollisuuden olosuhteisiin tai jopa avaruuden tyhjiöstä valtameren kilometrien syvyyteen.

Elektroniikkalaitteiden suojaus ympäristön vaikutuksilta kuvataan

yleisesti IP-luokittelun perusteella. IP (Ingress Protection) on kaksinumeroinen luku, joista ensimmäinen numero 1...6 määrittelee minkä kokoinen esine (kuten esimerkiksi ihmisen sormi) pääsee koskettamaan laitteen sisuskaluja.

Toinen IP-numero 1...8 taas määrittelee vesitiiviyyden. Mitä suurempi IP-luku, sitä paremmin suojattu laite on. Esimerkiksi IP68-luokan laite on täysin pölytiivis ja toimii veteen upotettuna ainakin ilmoitetun ajan ja ilmoitettuun syvyyteen saakka. Laitteiden IP-suojaluokitus ei ota kantaa siihen, millä menetelmällä tiettyyn suojausluokkaan voidaan päästä. Monenlaisia keinoja onkin aikojen kuluessa kehitelty erilaisia



Elektroniikan kapselointi muovimassaan. Electronics can be efficiently protected by embedding an entire board with components into a potting compound, typically a two-component epoxy resin.

ympäristöjä varten:

Suojalakkaus (conformal coating) on melko kevyt suojauskeino, jossa läpinäkyvä lakka ruiskutetaan tai sivellään piirilevyn ja siinä olevien



ertifioinnit



OKW:n valmiskotelo puettavaa- tai terveysteknologialaitteita varten elektroniikkaa varten. A standard case for wearable electronics, made by OKW.

lämpöä, vaikka tehonkulutuksen minimoimiseen kiinnitetäänkin paljon huomiota varsinkin akku- ja paristokäyttöisissä laitteissa.

Laitteen käyttämä sähköenergia muuttuu lopulta lähes kokonaan lämmöksi, minkä seurauksena laitteen sisäinen lämpötila jatkuvasti kohoaa ellei riittävässä määrin johdeta lämpöä pois laitteesta.

Kotelo suojaa sisällä olevaa elektroniikkaa sitä paremmin mitä tiiviimpi kotelo on. Toisaalta hyvin tiivis kotelo hankaloittaa jäähdytystä, riippuen jäähdytysmenetelmästä.

Periaatteessa lämpö ei jakaudu tasan elektroniikan eri osiin, vaan tietyt komponentit kuluttavat enemmän energiaa kuin muut ja lämpiävät siten enemmän. Prosessoripiirit ovat usein niitä eniten lämpiäviä osia.

Elektroniikkalaitteissa käytetään eniten ilmajäähdytystä, joka perustuu siihen, että laitteen sisäinen lämpötila on aina suurempi kuin ympäristön lämpötila. Viileä ympäristön ilma kiertää laitteen sisustan kautta ja lämpiää siinä.

Tiivis kotelo ei tässä menetelmäs-

sä tule kyseeseen, ilman on päästävä sisään ja ulos kotelosta. Ilman mukana laitteen sisään kulkeutuu valittavasti myös pölyä, josta osa kerääntyy laitteen sisään nurkkauksiin ja koloihin huonontaan lopulta ilmajäähdytyksen toimintaa.

Ilman kierrättämiseen tarvitaan tuuletin, joka on sitä äänekkäämpi mitä tehokkaampi jäähdytys on tarpeen. Tuuletin on myös osa, joka monesti vikaantuu ensimmäisenä. On siis monta hyvää syytä olla käyttämättä tuuletinta mikäli mahdollista. Tuuletinta valittaessa kannattaa tarkistaa mitensiten hyvin laakerit on pölysuojattu.

Valmiskoteloita valmistetaan sekä muovista että metallista (useimmiten alumiinista). Metallikotelo johtaa huomattavasti paremmin lämpöä kuin muovikotelo. Metallikotelo voi toimia itsessään toimia jäähdytys-elementtinä ja siirtää lämpöä komponenteista ympäröivään ilmaan. Kotelo voi silloin olla niin tiivis kuin tarvitaan eikä tuuletinta yleensä tarvita.

Metallikotelo vaimentaa radio-signaaleja huomattavasti enemmän kuin muovikotelo. Siksi metallikoteloissa voi olla tarpeen käyttää ulkoista antennia riittävän kantaman saavuttamiseksi langattomassa verkossa. Suosituimmille korteille kuten Raspberry Pi on saatavissa juuri kyseiselle kortille sovitettuja valmiskoteloita sekä muovista että alumiinista.

Mikroharrastajien hyödyntämä suorittimien ns. ylikellotus (overclocking) vie jäähdytyksen aivan ääriarjoille. Esimerkiksi koko

komponenttien päälle. Näin saadaan kohtalaisen hyvä suojaus erityisesti kosteutta ja korroosiota vastaan.

Kapselointi muovimassaan: astetta järeämpi suojaus kuin lakkaus. Koko elektroniikkayksikkö upotetaan sellaisenaan muoviin, joka lopuksi jäähmettyy ja tarjoaa sangen kattavan suojan. Ei paras ratkaisu jos myöhemmin on tarvetta tehdä korjauksia tai muutoksia. Eniten käytetty suojauskeino implanteissa eli ihmiskehon sisään sijoitettavissa

laitteissa kuten sydäntahdistin.

Riittävän tiivis kotelo: valmiita koteloja on runsaasti tarjolla lukuisilta valmistajilta monissa eri materiaaleissa. Itse muotoillun kotelonkin toteuttaminen on nykyään 3D-tulostuksen kehittymisen myötä paljon helpompaa kuin "silloin ennen".

Laitetekotelot elektroniikassa

Elektroniikassa ja sähkölaitteissa kehittyä aina toiminnan aikana hukka-

Yritys	Kotimaa	URL	Kotelon materiaali	Huomautuksia
Bopla	Saksa	www.bopla.de/en/	Muovi, alumiini (valettu tai pursotettu profiili)	Koteloihin voidaan lisätä muun muassa aukkoja liittimille, kosketusnäyttö ja kalvonäppäimistö.
OKW	Saksa	www.okw.com/en	Muovi ja alumiini	Myös erilaisia säätönuppeja.
Takachi	Japani	www.takachi-enclosure.com/	Muovi, alumiini, ruostumaton teräs	Muun muassa Raspberry Pi yhteensopivia koteloja
Fibox	Suomi	www.fibox.com/fi	Muovi	Myös laitekaapit

Muutamia tunnettuja valmiskoteloiden valmistajia. Koteloihin voidaan myös lisätä elementtejä kuten näppäimistö, painikkeita ja näyttöjä. Some well-known manufacturers of standard enclosures. All manufacturers offer customisation services by machining, adding elements such as pushbuttons, membrane keyboards and displays.



Suosituille Raspberry 4B-kortille on runsaasti kotelointivaihtoehtoja. Kuvan Takachin alumiinikotelo toimii laitteen jäähdytyselmenttinä eikä tuuletinta tarvita lainkaan. Aluminum heatsink cooling cases for Raspberry Pi 4B computer boards, made by Takachi in Japan.

emolevy voi olla upotettu nestetyppeen. Ammattielektroniikassa kannattaa kuitenkin tyytyä perinteisempiin jäähdytysratkaisuihin.

CE-merkki kertoo vaatimusten mukaisuuden

Nykyaikaiset sähkölaitteet ja monet muutkin laitteet voivat vikaantua tai muuten väärin toimiessaan aiheuttaa paljon vahinkoa. Kyse on siis kansalaisten turvallisuudesta, joka viime kädessä on monenlaisen viranomaisten ja virastojen vastuulla.

Viranomaiset ylläpitävät tuoteturvallisuutta valvomalla markkinoita ja tarjolla olevia tuotteita. Käytännössä viranomaisten resurssit eivät yleensä riitä aukottomaan valvontaan eikä varsinkaan tuotteiden vaatimusten mukaisuuden testaukseen. Käytännössä joudutaan tyytymään pistokekeisiin sekä kilpailijoiden tai käyttäjien mahdollisiin ilmoituksiin ongelmallisista tuotteista.

Toisaalta laitteen valmistaja on aina vastuussa laitteen vaatimusten mukaisuudesta. Tätä silmällä pitäen Euroopan unionin ja yhteismarkkinoiden alueella on määritelty CE-merkki, jonka merkitys ja liittyvät käytännöt on syytä ainakin pääpiirteissään tuntea jokaisessa yrityksessä, joka haluaa myydä omia tai muualla valmistettuja tuotteita unionin alueella.

CE-merkki on tuotteeseen tai tuotteen pakkaukseen kiinnitetty laatta tai tarra, joka kertoo käyttäjälle että tuote on kaikkien EU-vaatimusten mukainen ja turvallinen käyttää.

Laitos	URL	Tuotteet ja tuoteryhmät
Inspecta Tarkastus Oy	www.inspecta.com	Mittalaitedirektiivin (2014/32/EU) alaiset laitteet, esimerkiksi punnitus ja nestemäärien mittaus
Eurofins Electric & Electronics Finland Oy	https://www.eurofins.fi/expertservices	Lääkinnälliset laitteet, Bluetooth SIG-hyväksynyt, IP-luokituksen testaus
SGS Fimko Oy	www.sgs.fi	Radiolaitteet, EMC-yhteensopivuus, lääkitteelliset laitteet, mittalaitedirektiivin (2014/32/EU) alaiset laitteet

Suomessa toimivia elektroniikan ja sähkötekniikan testauslaitoksia jotka ovat päteviä testamaan tuotteiden vaatimustenmukaisuuden. Officially acknowledged and validated testing laboratories (i.e. Designated Bodies) authorized to perform conformity testing on electrical and electronics equipment.

CE-merkki on valmistajan vakuutus tai lupaus käyttäjälle että laite täyttää kaikki asianmukaiset vaatimukset, standardit ja normit.

CE-merkki ei tarkoita kuitenkaan, että viranomainen olisi tarkastanut laitteen, arvioinut vaatimusten mukaisuuden ja sen jälkeen laitteen antanut luvan CE-merkin käyttöön. Tuotteen valmistaja on yksin vastuussa siitä, että tuotteen ilmoitetaan olevan kaikkien vaatimusten mukainen.

Ennen CE-merkin kiinnittämistä valmistajan on syytä perusteellisesti ja luotettavasti varmistaa vaatimusten mukaisuus, mikä periaatteessa voi tapahtua kahdella eri tavalla:

Luotettavin tapa varmistaa vaatimusten mukaisuus on tuotteen testaaminen riippumattomassa vaatimustenmukaisuuden arviointilaitoksessa eli nk. ilmoitetussa laitoksessa (notified body). Mainittu testaus on pakollinen tietyille tuotteille.

Joillekin tuotteille riittää valmistajan oma arviointi tuotteen vaatimusten mukaisuudesta eikä ulkopuolisen laboratorion suorittamaa testa-

usta tarvita.

EU:n lainsäädännössä tuotteet on jaoteltu kahteenkymmeneen kuuteen ryhmään, joissa muun muassa määritellään onko ilmoitetun laitoksen suorittama testaus pakollinen. EU:n alueella toimivia ilmoitettuja laitoksia voi hakea Nando-tietokannasta (New Approach Notified and Designated Organisations) maakohtaisesti tai tuoteryhmäkohtaisesti.

Suomessa toimivia elektroniikan testauslaitoksia.

Nandoon on kerätty jäsenmaittain lajiteltuna kaikki EU:n ilmoitetut laitokset. Lisäksi tietokannassa on lueteltu kuusi EU:n ulkopuolista maata, joiden kanssa on kahdenvälisiä sopimuksia testauslaitosten pätevyyden tunnustamisesta. Tietokannasta löytyy tällä hetkellä 26 Suomessa toimivaa ilmoitettua laitosta.

Suurin osa Suomessa toimivista laitoksista on valtuutettu testaamaan rakennusteollisuuteen liittyviä asioita (construction equipment) ja pai-

nelaitteita (pressure equipment). Elektroniikkaan ja mittausteekniikkaan liittyviä testauksia varten löytyy tällä hetkellä kolme Suomessa toimivaa ilmoitettua laitosta. Muissa EU-maissa kuten Ruotsissa ja Saksassa on huomattavasti enemmän ilmoitettuja laitoksia.

Testauspalveluja tarvitseva yritys voi kuitenkin ryhtyä minkä tahansa ilmoitetun laitoksen asiakkaaksi. Kaikki ilmoitetut laitokset ovat ainakin periaatteessa yhtä päteviä mitä tulee arviointiin. Sen sijaan eroja voi olla yhteistyön sujuvuudessa ja palvelujen hinnoittelussa.

Muitakin sertifiointeja voidaan tarvita

CE-merkki periaatteessa kattaa kaiken mitä Euroopan Unioni on direktiiveissään säättänyt koskien kaikkien unionin alueella myytävien laitteiden rakennetta ja toimintaa. Direktiivejä on paljon ja niistä kumpuavia säädöksiä vielä enemmän kattaen jokseenkin kaikki toimialat, joissa ylipänsä esiintyy kaupallista toimintaa.



Valmiskoteloiden ei tarvitse olla aina muistia tai harmaita vaan ne voidaan maala vaikka jälkikäteen valmistajan muiden tuotteiden väreihin.
Kuva/Source: OKW.

CE-merkin kattavuus ei kuitenkaan ole täysin aukoton, ja joissakin tapauksissa voi olla tarpeen hakea sertifiointia muiltakin toimijoilta EU-direktiivien ja vaatimusten lisäksi. Tyypillinen esimerkki on Bluetooth, jokseenkin kaikista käytävistä ja PC-tietokoneista löytyvä langaton tiedonsiirtoteknologia ja standardi.

Vuonna 1998 perustettu Bluetooth SIG (Special Interest Group) hallinnoi ja valvoo teknologiaan liittyviä patentteja, tavaramerkkejä ja muita tekijänoikeuksiin liittyviä asioita. Tästä johtuen kaikki uudet Bluetooth-laitteet on testattava Bluetooth SIG:n hyväksymässä laitoksessa.

Suomessa Bluetooth SIG-sertifiointia ja monia muitakin hyväksyntätestauksia tarjoaa Eurofins

E&E. Ilman hyväksyttävästi läpäistystä testausta Bluetooth-laitetta ei saa mainostaa Bluetooth-yhteensopivaksi eikä myöskään käyttää Bluetooth-logoja.

Bluetoothiin lisäksi laajassa käytössä on monia muitakin langattoman tiedonsiirron teknologioita kuten Wi-Fi eli langaton Ethernet-pohjainen lähiverkko. Näitäkin standardeja ylläpitävät ja kehittävät monenlaiset yhteenliittymät, joiden puitteissa on tarjolla hyväksyntätestauksia uusille laitteille, esimerkiksi "Wi-Fi Certified". Mutta toisin kuin Bluetoothissa, muissa teknologioissa testaaminen ei yleensä ole pakollista, paitsi milloin CE-merkin puitteissa edellytetään testausta ilmoitettussa laitoksessa.



Eri valmistajien valmiskoteloida voidaan räätälöidä monin tavoin etulevypainatuksin ja painikkein. Several producers of standard enclosures offer customizing services. Here an example of a heavily customized case from Bopla.

Tietoturva entistä tärkeämpää

Nykyelektroniikan laitteet ovat pitkälti sulautettuja laitteita, joiden piirin ja muun rakenteen lisäksi tärkeällä sijalla on myös ohjelmistokoodi ja verkkoyhteydet. Samalla myös tietoturvan merkitys on korostunut, joten tietoturva on otettava huomioon jo laitesuunnittelun alkuvaiheessa. Uusiteknologia.fi:ssä on julkaistu useita alueen tekniikoita ja

ratkaisuja esitelletä uutisia ja artikkeleita. Löydät niihin linkit tämän 3.osan linkkipankkiosasta.

Nykyelektroniikan kolmiosaisen artikkelisarjan on koonnut Krister Wikström, jolla on vuosikymmenien kokemus elektroniikan suunnittelijana.

Designing modern electronics, a series of three articles

Designing a well functioning prototype suitable for mass production is a necessary but by no means the final step in the design process.

In the third part of our article series we discuss various methods that can be used to protect sensitive electronics from harmful effects by the environment, such as dust, corrosion and moisture ingress. This is usually achieved by some sort of enclosure. There are

numerous alternatives, each with different tradeoffs and making it difficult to achieve an optimum solution.

Another very serious concern are the many directives and regulations concerning selling goods on the EU Common Market.

Somewhat similar requirements also exist in other trading areas. Numerous and very detailed regulations make it difficult especially

for smaller enterprises to be certain that a specific device really fulfills all relevant regulations.

In any case, every device sold in the EU must have the CE mark affixed as a sign that the device conforms to all applicable regulations. This can be based simply on a manufacturers own evaluation, but for some devices mandatory testing is required by an officially acknowledged laboratory (designated body).

UT Linkkipankki

Artikkeliin liittyvät lisätietolinkit löydät osoitteesta www.uusiteknologia.fi/linkkipankki. Mukana on artikkelissa mainittujen tuotteiden valmistajiin, kotelovalmistajiin ja testauslaitoksiin sekä linkkejä kirjoittajan aiempiin artikkeleihin Uusiteknologia.fi-lehdissä vuosina 2016-2020.

VIELÄ EHDIT!

KAIKKI NUMEROT

NETISSÄ!

www.uusiteknologia.fi

