

# ELEKTRONIK

# TIDNINGEN

NR 2  
FEBRUARI  
2016

SVERIGES  
ENDA  
ELEKTRONIK-  
MAGASIN  
FÖR PROFFS

Prenumerera  
kostnadsfritt!  
[etn.se/pren](http://etn.se/pren)

TEMA:  
KOMMUNIKATION

## MASSIV MIMO

Många små antenner som i samma tids- och frekvenslucka talar med en mängd terminaler kan öka yttäckning och spektrum-effektivitet i 5G-nätet. /10-12

ERICSSON:  
Prototyp  
på väg  
mot 5G  
/14-15



FÄLTCOM:  
M2M-räv  
surfar på  
IoT-vågen  
/16-17



Nya  
produkter  
varje dag

[DIGIKEY.SE/NEW](http://DIGIKEY.SE/NEW)

MAGASIN – WEBB – NYHETS BREV

# Bäst i klassen: Produkter i lager för omedelbar leverans

Källa: Distributor Evaluation Study, UBM Tech, maj 2015



ÖVER  
1 250 000  
PRODUKTER  
I LAGER



020-79 80 88  
**DIGIKEY.SE**



4,75 MILJONER KOMPONENTER ONLINE | MER ÄN 650 BRANSCHLEDANDE LEVERANTÖRER | 100 % AUKTORISERAD DISTRIBUTÖR

\*En fraktkostnad på 170 kr faktureras på alla beställningar på mindre än 615 kr. Alla beställningar skickas via UPS för leverans inom 1-3 dagar (beroende på slutdestination). Inga expeditiavgifter. Alla priser anges i svenska kronor inklusive skatter och avgifter. Om övervikt eller unika omständigheter skulle kräva avvikelser från denna avgift så kontaktas kunden innan leveransen skickas. Digi-Key är en auktoriserad distributör för alla leverantörspartners. Nya produkter varje dag. © 2016 Digi-Key Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA



# LEDAREN

## Vi sätter oss i världens största robot

**NÄR PERSONBILEN KOM**, omdanade den samhället i grunden. Den amerikanska kryptologen Bruce Schneier tror Internet of Things medför en minst lika stor omdaning. Vi måste förbereda oss om vi inte vill bli obehagligt överraskade.

IoT kommer att bli en gigantisk robot med armar och ögon överallt, och med en hjärna distribuerad över hela Internet.

**IDAG FINNS UPPKOPPLADE** termostater, lampor, kylskåp och bilar. Snart är alla maskiner vi interagerar med uppkopplade och ofta självstyrande.

Termostater sätter temperaturer. Våra bilar kommer att bli självkörande och rapportera sin position till andra självkörande bilar, som styr bort från trafikstockningar.

Människor kommer att behöva ingripa allt mer sällan. Maskinerna kommer själva att se, tänka och agera å våra vägnar. Tillsammans utgör dessa system en gigantisk robot som Bruce Schneier kallar The World Sized Web (WSW).

Tekniken i sig växer sakta fram kring oss. Men den kommer att ändra väsen med en ökande autonomi.

**I SLAGFÄLTET SER VI REDAN** drönare söka av terrängen och skjuta när ett förprogrammerat mål dyker upp. Idag måste skottet godkännas av en människa och autonoma robotar på slagfältet kan komma att dröja, men autonomi i fredliga sammanhang kommer att vara betydligt lättare att sälja in, tror Bruce Schneier.

Systemen kommer att förändra samhället på sätt som inte kan förutses – interaktionerna mellan olika aktörer, tillverkare och användare är för komplexa, särskilt när de autonoma systemen börjar att använda varandra på egen hand.

**DIMMAN I KRISTALLKULAN** är orsaken till att Bruce Schneier manar till handling. Tekniska förändringar är enkla att spå i jämförelse med de sociala förändringar de leder till, menar Bruce Schneier.

Det var lätt att förstå att bättre motorer skulle ge snabbare bilar, men inte lika lätt att spå omvandlingen till amerikanska förtortssamhällen.

Delar av WSW kommer att vara kontrollerat av myndigheter och stora företag. Men i det stora hela kommer beteendet av vara oförutsägbart när miljoner små autonoma processer börjar interagera.

**BRUCE SCHNEIER TYCKER INTE** vi ska lita på marknads-krafternas styrning. De planerar för kortsiktigt. Han anser att IoT kräver ett nytt departement i regeringen, för teknikpolicies. Det ska samla expertis och förmodligen också ha makt att reglera marknaden.

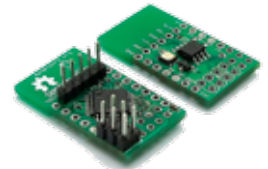
För eller senare kommer denna myndighet ändå att tvingas fram, tror Bruce Schneier. WSW byggs nu. Ju förr dess utveckling kan börja styras desto färre obehagliga överraskningar väntar oss i framtiden.

**JAN TÅNGRING**  
jan@etn.se

4

### Bygg ditt eget smarta hem

Smartahems-missionären Henrik Ekblad har startat ett forum för öppen hårdvara.



6



### Ladda ner SEE!

Ett bra sätt att förbereda sig för SEE-mässan är att ladda ner appen. Där hittar du bland annat utställare, hallplan och seminarier.

10

### Många antenner för robust och effektiv kommunikation

I Lund och Linköping arbetar forskare med att göra Massiv MIMO till en viktig komponent i 5G. Här finns i dag världens största testbädd för tekniken.



14



### Prototyp på väg mot 5G

Ericssons 5G-prototyp – liten som en kabinväska – ska användas för att testa lobstyrning och MIMO till flera användare. Den har 64 radiokanaler, dubbel mängd antennelement och arbetar på 15 GHz.

16

### Rutinerat M2M-företag surfar på IoT-vägen

Umeåföretaget Fältcom har levererat M2M- och molnbaserade lösningar i 15 år. Den erfarenheten har givit ett rejält försprång nu när andra just börjat tala om IoT.



18



### SEE Live Production:

### Inför körkort i elektronikindustrin!

Utveckling av elektronik kan i många stycken liknas med att framföra ett fordon i trafiken. I bägge fall behövs ett körkort, skiver Lars Wallin som är projektledare för Live Production på SEE-mässan.

22

### EXPERTARTIKEL: Thread: Trådlösa nät för IoT-åldern

Thread är ett protokoll för uppkopplade hem som kombinerar IP-adresserbarhet med meshnätetskompetens och låg effekt, skriver David Egan på Silicon Labs.

25



### EXPERTARTIKEL: LTE – framtiden för Internet of Things

Global tillgänglighet och nya releaser öppnar för billig IoT-trafik över LTE, skriver Jörg Köpp på Rohde & Schwarz.

28

### EXPERTARTIKEL: Wifi hittar lågeffektstillämpningar

Nyare wifi-kretsar och -moduler har klart lägre effektförbrukning än tidigare versioner. Josh Mickolio på Digi-Key skriver om hur dessa produkter kan användas för att nå bästa batteritid.

**ELEKTRONIK  
TIDNINGEN**

Utges av Elektroniktidningen Sverige AB

Adress: Folkungagatan 122, 4 tr, 116 30 Stockholm.

Telefon: 08-644 51 20 [www.etn.se](http://www.etn.se)

Bankgiro: 5456-3127 (annons) Bankgiro: 5589-8928 (prenumeration)

#### REDAKTION:

**Anna Wennberg** (ansv. utg.),  
**Per Henricsson**, **Jan Tångring**.

Grafisk formgivning och layout:  
Joakim Flink, TYPA  
jocke.flink@typa.se

Omslagsbild: Gunnar Menander

#### PRENUMERATION:

Webb: [etn.se](http://etn.se) / pren E-post: [pren@etn.se](mailto:pren@etn.se) Telefon: 08-644 51 20

#### ANNONSER:

**Anne-Charlotte Sparrvik**, 0734-17 10 99 E-post: [ac@etn.se](mailto:ac@etn.se)

#### INTERNATIONAL ADVERTISING:

Huson International Media  
Pacific Business Inc.

+1 408 879 6666 (USA)  
+81 336616138 (Japan)



**Anna Wennberg** bevakar analogt, opto och kommunikation, kraft, sensorer, distribution, medicinsk elektronik och minnen.

[anna@etn.se](mailto:anna@etn.se)  
0734-17 13 11



**Per Henricsson** bevakar test & mät, rf och kommunikation, produktion, FPGA, EDA och passiva komponenter.

[per@etn.se](mailto:per@etn.se)  
0734-17 13 03



**Jan Tångring** bevakar inbyggda system, mjukvara, processorer, kort och skärmar.

[jan@etn.se](mailto:jan@etn.se)  
0734-17 13 09



**Anne-Charlotte Sparrvik** säljer annonser.

[ac@etn.se](mailto:ac@etn.se)  
0734-17 10 99

© Elektroniktidningen 2016

Upplaga: 13 500 ex (exkl. emagasin)

Allt material lagras elektroniskt.

ISSN 1102-7495

Organ för SER, Svenska Elektro- och Dataingenjörers Riksförening, [www.ser.se](http://www.ser.se)

Tidningen trycks på miljövänligt papper hos Sörmlands Grafiska AB.

# Nytt forum för öppen hårdvara i smarta hem

## ■ IOT

**Hobbyister som bygger egna smarta hem har fått ett nytt forum. Det drivs av konsulten och smartahems-missionären Henrik Ekblad och föddes ur hans existerande forum för sensorer.**

– Det har börjat trilla fram en del kul projekt på Mysensors.org, och det blev lite för rörigt till slut, berättar Henrik Ekblad.

Du hittar det nya forumet på [www.openhardware.io](http://www.openhardware.io). Här finns idag drygt 20 projekt. Först ut var sensorkortet Sensebender Micro som levererades av dansken Thomas Bowman Mørch, en medlem i kärngänget kring Mysensors.org.

Sensebender Micro är ett minimalt AAA-batteridrivet Arduinokompatibelt kort med sigreringschip, fuktsensor, temperatursensor, 64 kbyte Flash/EEPROM, fem generella in- och utgångar, två analoga ingångar och I2C, och – sist men inte minst – en anslutning för det norska radiotransceivern Nordic NRF24L01+ som är vanligt förekommande på Mysensors.org

Just släktskapet mellan Openhardware.io och Mysensors.org syns i att den förra implementerar lösningar från den senare, det vill säga konstruktioner kring bland annat Arduino och den norska radiotransceivern.

På Openhardware.io finns allt från enkla mönsterkort till en väggmonterad liten textskärm från vilken du styr hemmets belysning, kompatibel i storlek med ett vanligt eluttag.



ANDREAS SUNDBERG

Några andra projekt är en Arduino-strömförsörjning, ett blankt mönsterkort för typiska Mysensors-komponenter och RGBW-styrning för analoga LED-remsor.

**EN RÖD TRÅD** i Henrik Ekblads gärning är att sänka tröskeln för hobbyister. Han vet själv hur det är eftersom hans egen kompetens är mjukvara. Han har en datavetareutbildning från Uppsala Universitet i botten.

– Jag kan fortfarande inte designa PCB:er, det får andra göra, erkänner han.

Mjukvaran hanterar han däremot omsorgsfullt. De flesta öppenhårdvaruprojekt drivs idag på Github, och Henrik Ekblad har elegant ordnat så att det går att importera projekt därifrån till Openhardware.io, och hålla det synkroniserat, bara genom att ange ett Github-konto.

Hans gamla forum Mysensors.org har vuxit ordentligt sedan år 2014 då Elektroniktidningen pratade med Henrik Ekblad senast, från 200 till 2 700 användare. Användarna är som förr hobbyister och kommer från hela jorden. En femtedel är från Sverige. USA och Holland är väl representerade.

**NYA TRENDER** bland smartahem-makers har börjat skönjas. För det första har säkerhet hamnat tydligare på dagordningen med stöd i komponenter och hårdvara. En orsak är större intresse för uppkoppling av hemmet på nätet och molnet.

Henrik Ekblad jobbar också med att ta fram en "social" molnplattform för sensorer där användare på smidiga sätt ska kunna koppla ihop och läsa av sina sensorer och ställon – en lekplats för dem som vill dela sina sensordata.

– Är du modig låter du dem styra dina ställon också.

Samtidigt skruvas processorkraften upp. Därmed blir

kryptering enklare. Och kärngänget på Mysensors.org funderar på att ta fram öppen hårdvara för på Atmels 32-bitars Arm-familj SAMD, kanske en gateway eller en kraftfullare version av Sensebender.

**EN KINESISK WIFI-MODUL** har på kort tid gjort succé bland makers. ESP8266 från Espressif har 32-bitars Tensilicaprocessor, 16 GPIO:er och stöds av Mysensors.org. Den är billig – sju dollar på Sparkfun – och finns bland annat i en trådlöst uppgraderbar LED-lampa.

Lön till brödfödan får Henrik Ekblad från sitt liv som konsult på det egna företaget Sensology. Just nu arbetar han med den företaget Drivec med en produkt som läser data från CAN-bussar i bussar för att diagnosticera fel.

Sajterna ger inte Henrik Ekblad några inkomster. Detsamma gäller kärngänget som nämns som sajten hemsida – Henrik Ekblad bara skrattar när Elektroniktidningen frågar om de har någon lön.

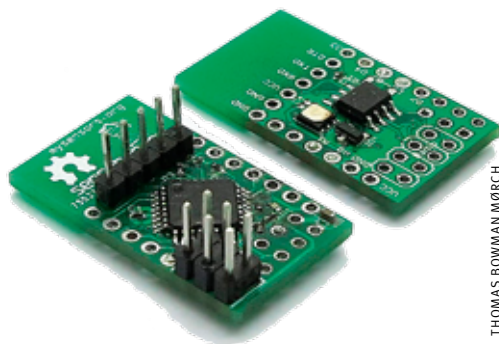
– Det är inte så lätt att få intäkter på open source.

Sensebender säljs till självkostnadspris. Några få dollar kom in via en Paypal-donationsknapp för några månader sedan. Lite affiliateaffärer via sajterna kan sägas täcka in kostnaden för att driva själva hårdvaran i sajten.

Henrik Ekblad planerar ytterligare funktioner för att bygga ännu mer av en snitslad bana mellan idé och färdig konstruktion: tryck på en knapp för att beställa tio exemplar av ett mönsterkort du ritat eller någon hårdvara du vill använda – så skickas en beställning och så får Mysensors kanske några kronor från affären. När molntjänsten blir klar kommer den att kräva ännu mer beräkningskraft.

– Den får jag väl betala själv.

**JAN TÅNGRING**  
jan@etn.se



THOMAS BOWMAN MØRCH



## Svenska SP Devices sålt

### ■ FLÄTA

**Brittiska e2v Technologies har köpt Linköpings-företaget SP Devices – vars kärnkompetens är en algoritm som höjer prestanda hos två eller fler sammanflätade AD-omvandlare – för 18 miljoner dollar.**

Hittills har halvledardelen av e2v Technologies främst serverat flyg- och försvarsindustrin, men framåt vill företaget bli starkare när det gäller signalbehandlingslösningar inom exempelvis industriell automation, hälso- och sjukvård, kommunikation och säkerhet.

**SP DEVICES** grundades 2004 av ett forskarteam från Linköpings universitet som även i fortsättningen kommer att driva verksamheten på plats i Linköping. Förra året omsatte företaget cirka 4,0 miljoner dollar.

– Vi tror oss kunna expandera vår verksamhet genom att utveckla signalpath-sub-



Steve Blair

system till våra kunder och SP Devices accelererar denna strategi genom ADC-kapacitet skyddad av egenutvecklad IP. Den passar utmärkt för våra dataomvandlare och jag är glad att välkomna SP Devices till vårt team, säger Steve Blair, vd på e2v, i ett pressmeddelande.

Initialt betalar e2v 14 miljoner dollar för SP Devices, men om satta tillväxtmål uppnås kommer ytterligare 4 miljoner dollar att utbetalas.

**ANNA WENNBERG**  
anna@etn.se

Fjolårets pristagare David Curtielles flankerad av SER:s Madeleine Bengtsson och Rickard Klinkert.



## FAKTA:

Det stora priset, SER Prize, tilldelas en individ eller en odelbar grupp av individer för en förtjänstfull ingenjörsgärning som fått sitt genombrott de senaste åren. Det andra priset, SER Junior Prize, tilldelas den teknolog eller doktorand som bedöms ha gjort årets bästa exjobb/avhandling. Priserna – 20 000 respektive 10 000 kronor samt ett fysiskt pris – delas ut i samband med SER:s årsmöte i maj 2016. I priset ingår också en prismiddag med delar av SER:s styrelse och andra.

## Nominera till SER-priset!

### ■ INNOVATION

För fjärde året i rad är det dags för SER Prize, ett pris som slår ett slag för smart och hållbar samhällsutveckling. Deadline för årets nomineringar är den 12 mars. Har du en favorit – någon annan eller dig själv – nominera direkt.

– Vi vill lyfta fram den viktiga roll som elektro- och dataingenjörer har i dagens samhälle. Och samtidigt belöna de ingenjörer som går i bräsch för hållbar utveckling.

Så lät det när SER, Svenska Elektro och Dataingenjörers Riksförening, introducerade SER

Prize och SER Junior Prize hösten 2012. I vår är det dags att utse en fjärde vinnare till respektive pris.

Så, vill du vara med och påverka vilken smart och hållbar ingenjörsgärning som bör prisas i år – då är det hög tid att nominera din favorit.

Alla som vill kan nominera.

Kanske är det du själv, din arbetsgrupp eller din kund som är värd att nomineras till priset – du avgör genom att gå in på någon av länkarna nedan och skriva en motivering.

Mer information på [www.ser.se](http://www.ser.se)

**ANNA WENNBERG**  
anna@etn.se

### BOPLA ALU

# Aluminiumkapslingar omdefinieras!

- Elegant förpackning av elektronik i riktigt tuffa förhållanden
- Innovativ och modern design
- Gångjärn som är en integrerad del av designen
- Robust och slagtålig, alla delar är tillverkade av metall
- Hög skyddsklass IP66/IP67/IP69
- För inomhus- och utomhusapplikationer.



**BOPLA – DIN  
KAPSLINGS-  
LEVERANTÖR!**



Miltronic AB  
Box 1022 · 611 29 Nyköping · Besök Kungshagsvägen 7  
Telefon 0155 777 00 · [www.miltronic.se](http://www.miltronic.se)



**MILTRONIC**

A Lapp Group Company



### ■ MÖTESPLATS

**Ett bra sätt att förbereda sig inför SEE-mässan i april i Kista är att ladda ner appen. Självklart finns den för både Android och iPhone.**

Alla utställare, hallplan, seminarieprogram, besöksregistrering och lite annat smått och gott som adressen, öppettider, parkering och kollektivtrafik finns samlat.



Ericssons forskningschef Sara Mazur med en av företagets 5G-prototyper.

## Ladda ner SEE!

Av appen framgår också att paneldebatten som följer direkt efter invigningen klockan elva handlar om den svenska innovationskraften.

Precis som för två år sedan debatteras vilka hot och möjligheter det finns för entreprenörer och uppfinnare som drömmer om att starta ett nytt storföretag. Även debattledaren är en repris från 2014 i form av journalisten Lennart Persson.

**TISDAGENS KEYNOTE** hålls av Ericssons forskningschef Sara Mazur. En inte allt för vild gissning är att hon kommer att prata om 5G, IoT och molnet.

Onsdagens keynote handlar om ABB-roboten Yumi (som finns på plats) och på torsdag är det Volvos självkörande bilar i Drive Me-projektet som avhandlas.

Andra dragplåster på mässan är den produktionslina som ska tillverka runt 200 kort med tillförlitlighet som ledstjärna. Det projektet leds av Lars Wallin.

I skrivande stund finns 145 utställare i appen, inklusive Elektroniktidningen.

SEE startar den 19 april och pågår under tre dagar.

PER HENRICSSON  
per@etn.se



## Träffa Yumi

### ■ ROBOT

**I julas hjälpte Yumi Media-markt med att slå in julklappar och hos Myfc monterar den tvåarmade roboten bränsleceller. Exakt vad den ska göra på SEE är inte klart men den kommer att stå i utställningen Showcase Sweden.**

– Det är riktigt roligt att vi får hit den, säger projektchefen Magnus Eriksson i en kommentar till Elektroniktidningen.

Yumi – "You and Me" – är en tvåarmad robot tänkt att arbeta

sida vid sida med människor. Den ofarliga roboten, utvecklad av ABB, kan röra sig med en så hög precision att den exempelvis kan trä en tråd i en nål.

Yumi är tänkt som en framtida jobbarkompis som kan hjälpa till vid montering av olika produkter, och som både kan känna och se. De mjuka vadderade armarna i kombination med beröringskänslig teknik gör roboten ofarlig att vistas vid och samarbeta med.

PER HENRICSSON  
per@etn.se

## Kraftforum kommer till SEE

### ■ KONFERENS

**För tre år sedan drog Kraftforum igång i Göteborg. Nu är det klart att konferensen vuxit sig så stark att det är dags för ett arrangemang i Stockholm. Konferensen går av stapeln på Kistamässan parallellt med SEE 2016, på öppningsdagen den 19 april.**

– Vi är verkligen glada över att vi lyckats etablera det här samarbetet med Kraftforum. Det är en högklassig och aktuell konferens och tillsammans skapar vi goda synergieffekter för våra respek-

tive besökarmålgrupper, säger Magnus Eriksson, projektchef för SEE-mässan.

I fjol arrangerades Kraftforum för tredje året i rad. Då tog konferensen steget från Ericssons lokaler på Lindholmen i Göteborg, till mässan Elektronik 2015.

Fram tills dess hade Kraftforum en mycket stark lokal anknytning till Västsverige – men redan då var dörrarna vidöppna för ytterligare expansion, vilken nu alltså är ett faktum.

– Intresset under dessa tre år har gått från 60 till 300 besökare vilket är väldigt roligt. Vi

ser verkligen fram emot att nu också starta upp nätverkandet i Stockholmsområdet, säger Martin Andréasson, en av initiativtagarna till Kraftforum.

**GRUNTANKEN** med Kraftforum är att vara en nätverksplats för alla som håller på med kraft och strömförsörjning och närliggande teknikområden från 400 mV till 400 kV. Hela iden är att ge konstruktörer, systemingenjörer, inköpare och forskare ett tillfälle att utbyta information över företagsgränser.

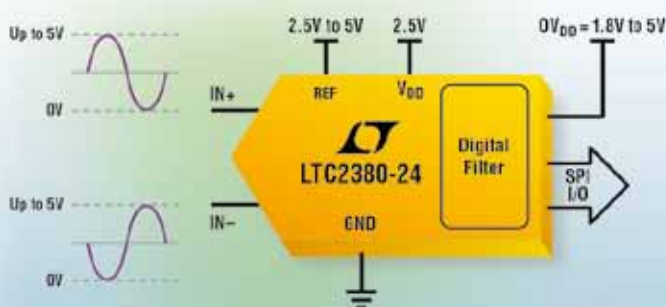
– Ett ingenjörssamarbete mel-

lan exempelvis Volvo och Ericsson främjar utvecklingen för båda företagen, de konkurrerar inte med sina produkter men har gemensamma utmaningar. Genom att utbyta erfarenheter kan problem lösas snabbare och alla bolagen kan utnyttja samma idéer i sin utveckling, säger Martin Andréasson.

Kraftforum i Stockholm pågår en dag, den 19 april. Här bjuds på seminarier och workshops där talare delar med sig av sin spetskompetens.

ANNA WENNBERG  
anna@etn.se

# 24-Bit 2Msps SAR ADC 145dB Dynamic Range



## Digital Averaging Filter Simplifies Interfacing to $\mu$ Processors

The LTC<sup>®</sup>2380-24 is a breakthrough no latency 24-bit 2Msps SAR ADC. An integrated digital filter reduces noise to achieve true 24-bit dynamic range. The LTC2380-24 features a unique digital interface, enabling results to be read with a slow serial clock, easing interfacing to microprocessors. The LTC2380-24 targets industrial and instrumentation applications requiring high dynamic range.

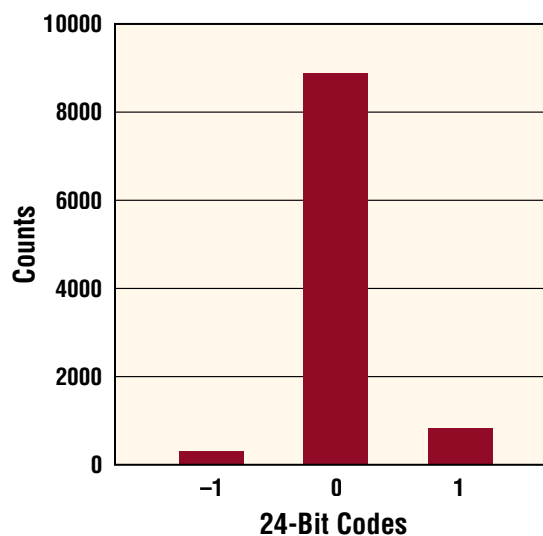
### Features

- Guaranteed 24-Bit No Missing Codes
- Integrated Digital Filter
- 101dB Dynamic Range (Typ) at 1.5Msps
- 145dB Dynamic Range (Typ) at 30.5sps
- $\pm 0.5$ ppm INL (Typ)
- -117dB THD (Typ) at  $f_{IN} = 2$ kHz
- Low Power: 28mW at 2Msps
- 50Hz/60Hz Rejection
- Single 2.5V Supply
- 16-Lead MSOP and 4mm  $\times$  3mm DFN Packages

[www.linear.com/product/LTC2380-24](http://www.linear.com/product/LTC2380-24)  
Tel. 08-623 16 00

LT, LT, LTC, LTM, Linear Technology and the Linear logo are registered trademarks of Linear Technology Corporation. All other trademarks are the property of their respective owners.

### DC Histogram 200nV<sub>RMS</sub> Noise at 30.5sps



## Ericsson vill se patentpool för IoT...

### ■ KOMMUNIKATION

**Telekomjätten Ericsson startar ett nytt forum för att licensiera patent inom IoT-området. Förhoppningen är att få med fler företag och på så sätt underlätta licensieringsförfarandet och därmed snabba på utvecklingen av IoT-marknaden.**

– Vi skapar den här marknadsplatsen efter att ha haft diskus-

sioner med spelare inom trådlös kommunikation och inom industriella vertikaler. Den här plattformen visar på Ericssons och mitt personliga engagemang i att skapa en lösning som gynnar alla parter i ekosystemet, säger Kasim Alfalahi som idag är patentchef på Ericsson.

Han lämnar den posten för att på heltid ägna sig åt det nya forumet för patent inom IoT.

Tanken med den nya plattformen är att underlätta för bland annat hårdvarutillverkare genom att det blir färre parter att förhandla med om patenträttigheter. Målgruppen är tillverkare av produkter för allt från självkörande bilar till konstbevattnings.

Det nya forumet har mandat att på egen hand licensiera pa-



**Kasim Alfalahi**

tenten och sedan fördela inkomsterna mellan ägarna.

Hur många patent som Ericsson bidrar med, eller vilka områden det gäller, framgår inte av dagens pressmeddelande. Det finns inte heller några andra företag med från start.

**PER HENRICSSON**  
per@etn.se

## ...och leder EU-projekt för sakernas Internet

### ■ FORSKNING

**Under tre år satsas årligen mellan 2,5 och 3 miljarder euro på ett EU-projekt som tar fram en standardplattform för Internet of Things och produkter på den.**

Projektet samlar drygt 50 forskare, utvecklare och industriexperter under tre år i Stockholm, Helsingfors och Milano. Leder projektet gör Francesco Militano, senior forskare på Ericsson.

– Vi arbetar med en generell horisontell plattform. Utmaningen är att hitta en lösning som omfattar alla möjligheter.

Enligt Francesco Militano byggs dagens IoT-plattformar isolerade från varandra, medan tillämpningsområdena för den

här plattformen ska kunna vara allt från flyg till hälsa och byggnadsautomation.

Projektet inleddes redan i höstas men i början av februari hade det en formell kickoff i Stockholm.

Partners i form av små och stora företag står för ungefär hälften av kostnaderna för projektet, som heter Active (Advanced Connectivity Platform for Vertical Segments).

Resten av pengarna kommer från EIT Digital, ett center på EU-organisationen EIT (European Institute of Innovation and Technology). EIT är en del av EU:s forskningsprogram Horizon 2020.

**JANTÅNGRING**  
jan@etn.se

#### PARTNERS I PROJEKTET ÄR:

- Ericsson, KTH SICS, Aifloo i Sverige.
- Universitetet i Aalto Universitetet i Tammerfors, Bittium, Safemove i Finland.
- Politecnico Milano, Engineering, Klunsys i Italien.

**Ericsson i EU-projekt om IoT – Svenska Aifloo är partner i projektet med sitt övervakningsarmband för ensamboende äldre och sjuka.**



MAGNUS ELGQUIST

## Mycronic köper tyska torn

### ■ PRODUKTION

**Maskritar- och ytmonteringsföretaget Mycronic köper 75 procent av sin mångåriga samarbetspartner Royotech Digitalelektronik i Tyskland. Företaget utvecklar mellanlagringstorn till ytmontageringslinor.**

– Vi får mer och mer kunder till tornen, även företag med riktigt stora volymer som inte nödvändigtvis använder våra maskiner, berättade Robert Göthner för Elektroniktidningen hösten 2013.

Det kan stå tre till fem torn

tätt intill en lina. Därmed slipper personalen gå till huvudlagret när det är dags att fylla på komponenter eller sätta in en ny komponent i ytmonteringsmaskinen. Om allt fungerar som det ska så rymmer tornen komponenter för upp till en veckas produktion.

– Vi har en japansk kund som köpte tio torn och de sparade in fyra personer.

Och den mest entusiastiska kunden har köpt 55 torn.

Mycronic har samarbetat med Royotech sedan 2008 och totalt finns det runt 1 000 torn runt om i världen.

Det svenska företaget står för distributionen i alla länder utom Tyskland och som en del av affären köper Mycronic även den tyska distributören Kognitec.

Royotech är ett privatägt bolag grundat 1991 av Peer Mietusch. Han behåller 25 procent av aktierna och kvarstår som vd.

Företaget omsatte 3,3 miljoner euro år 2014 varav Mycronic stod för merparten. Bolaget har 10 anställda. Kognitec grundades år 2013 av Peer Mietusch och omsatte drygt 0,6 miljoner euro år 2014.

**PER HENRICSSON**  
per@etn.se





Välkommen  
till Nordens största  
elektronik-  
mässa!

S.E.E.

SCANDINAVIAN  
**ELECTRONICS**  
EVENT

19–21 april 2016

**Kistamässan**


Kista Science City



En multiarena för inspiration,  
problemlösning och kunskap!


S.E.E. 2016 är laddad med innovativ kraft som för utvecklingen framåt. De ledande leverantörerna är på plats med nytänkande, intelligenta produkter och kreativa lösningar för den nordiska elektronikindustrin.

### Unik aktivitet!



**Live Production** – Två kompletta produktionslinor på mässgolvet med en test/utvärderingsfunktion inkl. röntgen och AOI samt tvätt/lackavdelning. Här tillverkas ca 400 kretskort av 2 olika typer med avancerade komponenter i olika varianter med stort fokus på tillförlitlighet och renhet. Allt under ledning av Bob Willis och Lars Wallin.



### Ny kunskap!



**Högklassigt program** – öppna seminarier med bl.a. det senaste inom Industri 4.0 och Internet of Things. Key-note speakers från bl.a. Ericsson, ABB, Volvo, m.fl.

### För fri entré...

▶▶▶ registrera dig på [www.see-event.se](http://www.see-event.se)



19–21 april 2016  
på Kistamässan!

Arrangörer:



**SVENSK  
ELEKTRONIK**



**Stockholmsmässan**

# Många antenner för robust och effektiv kommunikation

**En basstation bestyckad med en stor mängd små antenner som kommunicerar samtidigt – på samma frekvens och i samma tidsögonblick – med ett antal terminaler utan att de stör varandra. Det är basen i Massiv MIMO, en teknik som i framtiden kan öka spektrumeffektiviteten minst tio gånger, kanske upp till femtio gånger, främst i frekvensband under 6 GHz. Det menar forskare i Lund och Linköping som är med och driver utvecklingen med siktet inställt på att göra Massiv MIMO till en vital teknikkomponent i framtidens 5G-system.**

– Intresset för Massiv MIMO är stort just nu. Alla seriösa infrastrukturtillverkare investerar i tekniken som definitivt kommer i framtiden, säger Erik G. Larsson, chef för avdelningen Kommunikationssystem på Linköpings universitet.

Professor Erik G. Larsson fick upp ögonen för Massiv MIMO, eller MaMi som det brukar skrivas för enkelhetens skull, redan år 2009. Kort därefter drog han igång ett samarbete med forskarna i Lund.

– Vårt samarbete har blivit en megahit. Det har varit otroligt fruktbart tack vare att vi kompletterar varandra så väl, säger Erik G. Larsson.

**I LINKÖPING ARBETAR** forskarna med grundläggande fundamentala frågeställningar såsom kapacitetsanalys, design av protokoll, signalbehandling och taktiker som ska användas när terminaler initialt ska anslutas till nätverket.

Teamet i Lund fokuserar istället på algoritmdesign och på den experimentella verksamheten. Här har de byggt världens största testbädd

för realtidskommunikation som ska demonstrera att MaMi-konceptet inte bara är en skrivbordsprodukt, utan något som faktiskt fungerar i verkliga radioutbredningsmiljöer.

– Vi arbetar också tätt med Bell Labs, främst Thomas Marzetta, som anses vara uppfinnaren av MaMi. Det samarbetet har pågått sedan 2009 och varit otroligt givande, säger Erik G. Larsson.

Då, för sju år sedan, var de svenska forskarna bland de allra första i världen att titta på MaMi-konceptet. Idag tillhör de världsledarna inom ett forskningsområde som formligen exploderat i universitetsvärlden under de senaste åren.

Men vad är då MaMi? Faktum är att det inte finns någon vedertagen definition som alla i branschen står bakom. Men grunden är ändå att man har en basstation med väldigt många individuella antennportar, gärna uppåt 100. Alla dessa kommunicerar samtidigt – på samma bärvägsfrekvens och i samma tidslucka – med ett stort antal terminaler; det kan vara 10, 20 eller 30 terminaler. I



Erik G. Larsson



Fredrik Tufvesson

## 10 myter om MaMi

**Massiv MIMO (multiple-input multiple-output), MaMi, har identifierats som en viktig teknik för att kunna hantera den allt större datamängd som kommer att trafikera våra nät i framtiden. Men samtidigt som tekniken fått stor uppmärksamhet från kommunikationssektorn, är den rejält missförstådd och omgiven av en mängd falska påståenden.**

För att slå håll på alla rykten har docent Emil Björnson och professor Erik G. Larsson – båda från Linköpings universitet – skrivit

artikeln ”Massive MIMO: Ten Myths and One Critical Question” tillsammans med Thomas Marzetta, som arbetar på Bell Labs och anses vara mannen bakom MaMi.

Nedan förklaras de tio myterna från artikeln i en mycket kort version, medan den kritiska frågan tas upp i artikeln här bredvid.

**Myt 1: MaMi-teknik rymmer inte på mobilmaster.**

**Verklighet:** De stora gråa lådorna på dagens mobilmaster innehåller många tiotals antenner som sammankopplats för att

ge en fix riktverkan mot marken. MaMi kräver inte flera antenn-element utan använder de befintliga mer effektivt. Använder man traditionella mobilfrekvenser så går det att få in 100 antennportar på en A3-sida.

**Myt 2: MaMi fungerar bara i vissa utbredningsmiljöer.**

**Verklighet:** Praktiska kanalmåttningar bekräftar att tekniken fungerar lika bra i verkliga miljöer som i teoretiska.

**Myt 3: 4G-teknik kan förfinas för att stödja MaMi.**

**Verklighet:** Dagens mobilstandarder mäter de trådlösa kanalerna på ett sätt som bara fungerar med ett fåtal antenner. MaMi kräver ett helt annat sätt för kanalmåttning.

**Myt 4: MaMi behöver närmast oändligt många antenner.**

**Verklighet:** Den initiala teoretiska forskningen inom MaMi analyserade sådana system, men dagens forskning visar att hög prestanda uppnås med realistiskt antal antenner. Minst 50, men gärna 100.

Världens största testbädd för Massiv MIMO finns idag i Lund.



LUNDS UNIVERSITET

litteraturen kallas detta ofta för aggressiv spatiell multiplexering, och är ett rejält lyft för spektrumeffektiviteten.

– Generellt skulle jag säga att det bör vara mellan fyra och tio gånger fler antenner på basstationen än användare i en viss tids- och frekvenslucka, men tillämpningen avgör, säger Fredrik Tufvesson, professor i radiosystem på Lunds universitet.

**DET ÄR VISSLERLIGEN** vanligt att använda en stor mängd antenner i millimetervågssystem, där flera antenner används för lobformning och antennförstärkning. Men medan småceller och millimetervågor har en given plats i framtida 5G-system, så har de mycket korta våglängderna också nackdelar.

– Man kan inte bygga mobila bredbandsystem som har någon yttäckning i millimetervågsbandet. Där kan man bygga små celler

som erbjuder mycket hög kapacitet. Det kan vara inom- eller utomhus där man har väldigt tätt med terminaler som inte rör sig speciellt mycket, säger Erik G. Larsson.

Ytterligare nackdelar med högre frekvenser är att de inte tränger igenom material lika bra som radiovågor vid lägre frekvenser. Dessutom ställer dopplereffekten till problem när våglängden krymper. Från 2 GHz till 60 GHz ökar dopplereffekten med 30 gånger, något som i kommunikationssammanhang påverkar mobiliteten.

Vid lägre frekvenser, här under 6 GHz, har radiokanalen helt annat beteende och andra egenskaper än då frekvensen skjuter i höjden.

situationer mycket väl hantera 50 samtidigt aktiva användare.

**Myt 7: MaMi-basstationer kan inte kontakta inaktiva användare för den vet inte vart signalerna ska riktas.**

**Verklighet:** När det behövs så kan basstationen sprida sina signaler i alla riktningar, precis som i dagens mobilnät.

**Myt 8: MaMi kräver hög hårdvaruprecision.**

**Verklighet:** Ju fler antenner, desto lägre precision i elektroniken krävs vid varje enskild antenn. Visserligen krävs betydligt fler halvledarkretsar, men man kan komma undan med mycket enklare hårdvara än idag – förstärkare med lägre krav på lin-

järitet och utombandsstrålning, enklare filter och AD-omvandlare med mera – tack vara att MaMi i princip medelvärdesbildar bort distorsion från hårdvaran.

**Myt 9: Resursfördelningen blir alltför komplicerad.**

**Verklighet:** Till skillnad från dagens system så krävs ingen fördelning av tid och frekvens mellan användarna. Alla kan vara aktiva samtidigt och separeras i den rumsliga dimensionen. Detta förenklar ett flertal uppgifter, såsom effektreglering, jämfört med samtida existerande system.

**Myt 10: Beräkningskomplexiteten blir ohanterbar med så många antenner.**

**Verklighet:** De flesta beräk-

ningarna kan utföras separat för varje antenn och parallelliseras i hårdvaran, så kan man hantera en antenn så kan man hantera hundra.

Det är dessa som utnyttjas i MaMi-konceptet som de svenska forskargrupperna förespråkar och som gör att tekniken passar väl för yttäckande dynamiska realtidssystem.

– Jag skulle säga att den verkliga drivkraften bakom MaMi är spekumeffektivitet, det vill säga att kunna packa in mer data i ett givet frekvensband, och yttäckning, säger Erik G. Larsson.

Yttäckning, eller quality-of-service, är och ett mått på systemets robusthet. – Mitt favoritscenario är förorten. Där har man kanske några kilometer mellan basstationerna och verkligt många terminaler som samtidigt behöver skicka stora mängder data och som rör sig snabbt. Då är det svårt att uppnå yttäckning idag, säger Erik G. Larsson.

**OM EN BASSTATION** istället har hundra antenner så blir förutsättningarna annorlunda eftersom det hela tiden finns hundra signalvägar mellan terminal och basstation. Genom att MaMi-systemet multiplexar olika terminaler spatiellt kan basstationen rikta sin energi i rummet. Förmågan att rikta energin från en mängd antennenportar gör att risken för att en användare hamnar i radioskugga, exempelvis om han eller hon rör sig snabbt, minskar avsevärt. På samma sätt är det betydligt mindre risk att terminalen tappar signalen när man exempelvis går ner i en källare, eftersom terminalen nås av mer energi vid given uteffekt om basstationen strålar ut signalen dit användaren är.

I mer komplexa miljöer, exempelvis i storstäder eller inomhus, där signalerna reflekteras överallt utnyttjas de hundra antennerna lite annorlunda. Här är riktkverkan inte viktig. Istället är tricket att lägga ihop alla betydelsefulla flervägs-komponenter, så att de förstärker varandra där terminalen som basstationen kommunicerar med är. Det sker med en uppsättning fas- och amplitudvikter för varje användare.

– På detta sätt bygger vi ett moln av signal där den användaren som vi vill skicka information till är, sen kan man tänka sig att vi ►

**Myt 5: MaMi tappar mycket i prestanda på att använda enkel signalbehandling.**

**Verklighet:** När basstationen lyssnar och sänder med många aktiva antenner så är det lätt att separera användarna i den rumsliga dimensionen. Det är mycket signalbehandling som kommer att kräva specialiserad hårdvara i basstationen, men det behövs ingen invecklad signalbehandling. Terminalerna kan däremot göras enklare än idag.

**Myt 6: Tekniken kräver tio gånger fler antenner än användare.**

**Verklighet:** Det finns inga sådana strikta tekniska begränsningar. En MaMi-basstation med 100 antenner kan i vissa

bygger samma moln av icke-signal vid övriga användare. Det är så vi kan skicka samtidigt utan att de olika terminalerna stör varandra, säger Fredrik Tufvesson.

I Lund har Fredrik Tufvesson och hans kollegor byggt världens största testbädd – LuMaMi (Lund University Massive MIMO testbed) – som emulerar en basstation med hundra koherenta parallella rf-kedjor som är kopplade till en stor gruppantenn med femtio dubbelpolariserande antenner, var och en med två antenntoppar. Varje antennelement fungerar alltså som två individuella antenner, där respektive port är kopplad till egen hårdvara i form av AD-, DA-omvandlare, filter, förstärkare och så vidare.

**TESTBÄDDEN ÄR UTVECKLAD** i samarbete med National Instruments, medan amerikanska Bell Labs varit delaktigt i teknikutvecklingen. Under skalet sitter mjukvaruradio från National Instruments, med totalt 50 FPGA:er, en central processorenhet, en massa kort för att hantera dataströmmarna, och enheter för att distribuera tids- och frekvenssynk till alla ingående enheter. Jämfört med en framtida kommersiell implementering har testbädden alldeles för dyra radiokedjor och för mycket beräkningskapacitet, men flexibiliteten behövs för att forskarna ska kunna testa olika senarior.

För att visa att konceptet fungerar har Lundaforskarna försökt att göra allt så likt LTE som möjligt när det gäller parametrar. Varje antenn sänder på hela bandbredden, som är 20 MHz. Basen är som i LTE, en OFDM-kommunikation som skalar med bandbredden.

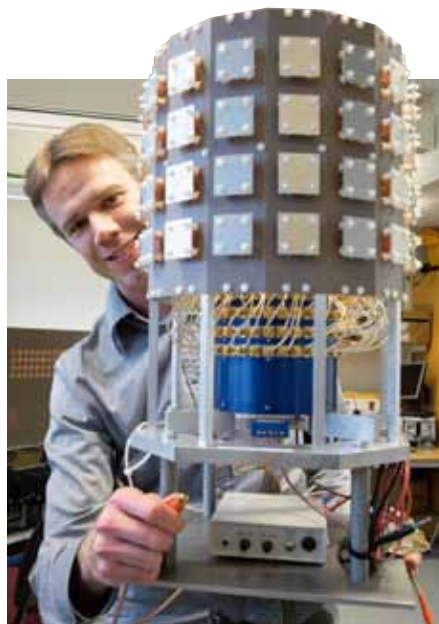
Fram tills nu har en stor del av tiden gått till att spela in radiokanalens beteende för ett system med en kanalmätutrustning. Mätningarna har gjorts utanför labbet och är nödvändiga för att man ska kunna verifiera att systemet fungerar enligt bakomliggande teorier, men också för att testa olika algoritmer.

– Först när vi såg att resultatet höll med de uppmätta kanalerna började vi bygga testbädden. Hittills har vi kunnat konstatera att det går att implementera MaMi och att det fungerar i realtid, säger Fredrik Tufvesson och han tillägger:

– Just nu kör vi videostreaming i labbet, både i upp- och nerlänk till tio samtidiga användare. Till våren ska testbädden ut ur labbet, upp på ett tak för att motsvara en mer verklig basstationsplacering.

**FRAMFÖRALLT HAR DET VARIT** en utmaning att få till realtidsvideo i nerlänk. Orsaken är att kanalinformationen skickas från terminalerna till basstationen. Därefter har basstationen i detta fall 200 µs på sig för kanalestimering och MIMO-kodning. Det innebär att den ska beräkna hur signalerna från de hundra antennerna ska se ut och justera fas och amplitud på alla antenner innan signalerna skickas till de tio användarna.

I den korta tidsluckan ska alltså basstatio-



**Fredrik Tufvesson med kanalmätutrustningen som använts för att verifiera att systemet fungerar enligt teorin och för att testa algoritmer.**

GUNNAR MENANDER

nen besluta om antenntviker för att utnyttja eventuell flervägsutbredning och maximera signalenergin vid terminalen oavsett om den är långt borta i ett öppet landskap eller om den befinner sig i närheten av basstationen i en komplex stadsmiljö.

Likasa finns det gott om tid för fas- och amplitudjusteringarna om ingen flyttar på sig, vilket är realistiskt. I dagsläget klarar testbädden hastigheter upp till 30-40 km/h, men då görs också alla beräkningar i kraftfulla FPGA:er.

En detalj som många skeptiker hakar upp sig på är att detta koncept inte enkelt fungerar med frekvensdelad kommunikation (FDD, frequency division duplex) eftersom det då inte går att använda metoden med kanalestimering. Inom forskarvärlden arbetar man med att försöka hitta FDD-lösningar, men de blir betydligt mer komplexa än när tidsdelad kommunikation (TDD, time division duplex) används.

– Från ett MaMi-perspektiv vill man inte ha FDD, det bara försämrar effektiviteten, säger Fredrik Tufvesson.

Dilemmat i nuläget är att mycket av spektrumet under 6 GHz är bundet till FDD av regulatoriska skäl. Det finns dessutom en hel del in-

vesteringar nedplöjda i infrastruktur för FDD.

Samtidigt har Kina tryckt hårt på TDD, eftersom FDD egentligen enbart finns kvar av historiska skäl. Likaså finns det en del frekvensband strax under 6 GHz som kommer att tilldelas 5G framöver.

**PÅ LÄNGRE SIKT** bör det dessutom vara attraktivt att öka spektumeffektiviteten 10 till 50 gånger i dagens frekvensbanden, med tanke på de extremt höga summor som dessa frekvensband auktioneras ut för.

– Men allt är en fråga om vilken tidshorisont man har. Alla kommer inte att kasta allt över bord i morgon för att implementera TDD MaMi. Men om 10 till 20 år när MaMi mognat och alla sett potentialen, då kommer man förmodligen att vilja överge FDD och köra TDD istället, säger Erik G. Larsson.

Runt hörnet finns det andra utmaningar som lockar forskarna mer.

En sådan fråga är hur man bygger multiple access – alltså ett helt MaMi-system där man tar hänsyn till att det i en cell kan finnas 1 000-tals terminaler där några plötsligt vaknar till liv och vill upprätta en kontakt med basstationen.

– Det är en utmaning som vi jobbar mycket med i min grupp och den relaterar också till hur man kan utnyttja MaMi för IoT- och M2M-kommunikation där det inte är mobilt bredband som är den drivande tillämpningen utan där man tänker sig att man har en massa små sensorer och apparater som sover största delen av tiden, men ibland vaknar till för att skicka lite data eller kontakta basstationen för att få ett snabbt svar, säger Erik G. Larsson.

**INOM DETTA OMRÅDE** ändrar MaMi-tekniken spelplanen rejält jämfört med hur konventionella system ser ut, enligt forskarna. I synnerhet gör tekniken det möjligt att kommunicera med väldigt låga fördröjningar.

– Tittar man på mängden bitar som skickas så kommer den allra största delen att gå till stora datafiler och video i hög kvalitet som strömmas. Men tittar man på utmaningarna i att konstruera systemet så skulle jag säga att det är lika svårt att få det att fungera med de mer specialiserade terminalerna som bara vill skicka ett par bitar då och då om det ska ske optimalt, tillägger Erik G. Larsson.

Ett bivillkor i IoT-scenariot är just att terminaler inte har råd att ligga och vara vakna hela tiden. De kanske går på batteri eller har begränsat med strömförsörjning, och en radioenhet som ligger och lyssnar hela tiden drar en massa ström. Här gäller det att konstruera smarta protokoll som gör att enheterna snabbt kan vakna och etablera en förbindelse till en basstation.

– Att utarbeta sådana protokoll, som utnyttjar spektrum effektivt och drar minimalt med energi, är nästa steg i forskningen kring MaMi, säger Erik G. Larsson.

**ANNA WENNBERG**  
anna@etn.se

**FAKTA:**

Den svenska MaMi-forskningen började inom ELLIIT, ett strategiskt forsknings-samarbete som spänner över hela ICT-området i Linköping, Lund, Halmstad och Blekinge.

I år startar ELLIIT exempelvis ett stort 5G-wireless-projekt, inom vilket man fortsätter med MaMi-studier men även inkluderar mm-vågor.

De svenska forskarna i Linköping och Lund ingår också i MAMMOET, ett treårigt forskningsprojekt inom EU:s sjunde ramprogram som avslutas i år. Här ingår också Imec, Teknikon, Ericsson, Infineon, KU Leuven och Telefonica.

# GRATIS magasin

Är du intresserad av branschnyheter,  
tekniska trender och nya produkter  
inom elektronikindustrin?

Teckna gratis prenumeration på  
[etn.se/pren](http://etn.se/pren)

Det snygga magasinet  
Elektroniktidningen kommer  
ut en gång i månaden.





Redan i juni 2018 spikas den preliminära versionen av 5G-standarden och två år senare ska den kompletta versionen vara klar. Någonstans däremellan tas de första kommersiella 5G-näten i drift.

# Prototyp på väg mot 5G

**E**n avgörande skillnad mellan 5G och dagens mobilstandarder är att rummet adderas som en tredje frihetsgrad bredvid tid och frekvens.

–Optimeringen av modulation och kodning i de tidigare generationerna är så bra att det är svårt att göra så mycket mer för att lyfta kapaciteten, säger Håkan Andersson som är ansvarig för 5G radio på Ericsson.

Istället är det rummet – i form av lobstyrning och mimo till flera användare – som ska öka kapaciteten men då måste basstationens breda antenn med 120 graders lobvinkel i sidled ersättas med en antenn som kan rikta energin till en viss mottagare genom att forma en smal antennlob. Därmed kan samma frekvensband betjäna flera användare samtidigt.

Tekniken kan bland annat användas för att låta de smala loberna från flera basstationer följa en och samma terminal för att på så sätt ge den högre dataakt. Ett annat alternativ är att använda redundansen så att terminalen inte tappar förbindelsen när den förflyttar sig och radiomiljön ändras.

Att tekniken fungerar praktiskt visade Ericsson redan med

den första generationen av 5G-prototypen. Flera lobar gav 60 till 70 procents högre dataakt. Den andra generationen av prototypen kan sända upp till åtta samtidigta mimoströmmar från en antennenposition.

–Normalt kommer operatörerna att köpa fyra till åtta prototyper. Det räcker för att testa distribuerad transmission, distribuerad Mimo, lobar från olika håll och spatiell redundans, säger Mathias Riback som är ansvarig för utvecklingen av Ericssons 5G prototyp.

**SMALA OCH STYRBARA** antennlobar är i sig inte nytt men hittills har tekniken mest använts i militära tillämpningar, den har varit för dyr för konsumentprodukter. För att vara praktiskt användbar behövs också högre frekvenser än vad som används i dagens mobilsystem, antennelementen blir annars väl stora.

Möjligheten att styra riktningen och formen på loberna ger helt andra frågeställningar än vad som finns i LTE. Det handlar om hur man hanterar tid och frekvens när det också finns en rumslig dimension.

–Mobilindustrin har inte så mycket praktisk erfarenhet av det, säger Håkan Andersson.

Därför behövs grundläggande vågutbredningsmätningar för att skapa vettiga kanalmodeller som sedan kan stoppas in i simulatorerna.

Förutom basstationen behövs en terminal för testerna. Ericsson använder i princip samma hårdvara i terminalen som i basstationen varför de är nästan lika stora.

–Vi vill driva teknikutvecklingen framåt. Det ska inte gå att bygga en basstation eller terminal idag med rätt storlek, då har vi varit för fega.

**ERICSSON SAMARBETAR** med andra företag som ingår i ekosystemet kring 5G för att det ska finnas vettiga terminaler vid den kommersiella lanseringen.

–Vi vill inte ha en upprepning av GSM där en del operatörer sa att GSM stod för God Send Mobiles, säger Håkan Andersson.

Även i mobilen räknar man med att det ska finnas ett visst mått av lobstyrning men med färre antennelement.

–Det är en intressant sak som ska testas med

prototypen, säger Mathias Riback.

5G ställer också helt nya krav på tidsfördröjningen i näten och i vissa fall även täckningsgraden. För att realtidstjänster ska fungera måste fördröjningen ner till cirka en millisekund samtidigt som det ska gå att täcka en fabrik med en sannolikhet av tio upphöjt till nio. Och enkla IoT-noder vill att batteriet ska räcka uppåt tio år.

**KRAVEN ÄR I MÅNGA** fall motstridiga så det gäller att snabbt kunna konfigurera om nätat mellan olika tjänster. Dessutom måste de nya användarna i industrin involveras så att de inser vad 5G kan erbjuda men också så att Ericsson får bättre kunskap om den nya kundgruppen.

–Här har vi ”5G for Sweden” och ”5G for Europe” där vi bland annat ska demonstrera fjärrstyrd gruvbrytning.

En annan ny tillämpning är kommunikation mellan fordon.

–En av utmaningarna är att få andra industrier att förstå 5G och vad det ger. Samtidigt måste vi vara säkra på att vi inte missförstått deras kravbild, säger Håkan Andersson. **PER HENRICSSON**

per@etn.se



Håkan Andersson

# Kabinväska med 64 radiokanaler

**Sent i höstas var det debut för den andra generationen av Ericsson 5G-prototyp. Den är inte större än en kabinväska, väger drygt 20 kilo och ska användas för att testa bland annat lobstyrning och mimo till flera användare.**

Prototypen arbetar på 15 GHz, har 64 radiokanaler och 128 antennelement med åtta i höjded och 16 i horisontell ledd. 64 av dem används för att skicka och ta emot horisontal polariserade signaler och 64 för vertikal polariserade signaler.

I en kommersiell version blir det hälften så många men kors-polariserade antennelement, precis som i dagens LTE-produkter.

De två polarisationsriktningarna används för att skicka eller ta emot två samtidiga dataströmmar på var sin bärvåg med samma frekvens.

Även terminalen tar emot signalen med horisontellt och vertikalt polariserade antenner men i och med att polarisationen ändras vid alla studsar så blandas de två utsända signalerna i mottagartennerna.

– Vi har en avancerad mottagare som löser upp signalerna med signalbehandling även om de blandat sig, säger Mathias Riback.

Det som man tidigare såg som ett problem blir en tillgång i mimo eftersom de två signalerna får skilda signaturer (dispersion) beroende på vilken väg de gått.

Själva antennloben är mellan 10 och 12 grader beroende på riktning och går att styra till ett antal fasta positioner. Att positionerna för loben är fasta hänger samman med att styrningen är diskret, det sitter elektriskt styrbara fördröjningselement bakom varje antenn. Det finns också möjlighet att påverka amplituden i fasta steg för att ytterligare justera formen på loben.

Varje kolumn i antennmatrisen har fyra radiokedjor som driver två element vardera vilket ger en fast hoptryckning av loben i höjded. Det räcker därmed med en styrbarhet på  $\pm 15$  grader i höjded medan det är  $\pm 60$  grader i sidled. Därmed går det att få täckning varvet runt med tre prototyper.

Valet av 15 GHz beror primärt på att det är ett frekvensbandet som finns tillgängligt för experiment av den här typen. När det är dags för en kommersiell lansering är 28 GHz ett troligare alternativ som komplement till dagens frekvensband under 2,6 GHz.

**EXEMPELVIS HAR** den amerikanska regleringsmyndigheten FCC pekat ut 27,5 GHz till 29,5 GHz som intressant och dessutom tillräckligt brett för att alla amerikanska operatörer ska rymmas.

Radiodelen av prototypen arbetar med vad som kallas ”direkt rf” vilket innebär att steget mellan analog- och digitaldomänen är stort. AD- och DA-omvandlarna samplar med 2–4 GHz beroende på variant av radion. För nästa steg, mellan 4 GHz och 15 GHz, finns upp- och nedkonverterare. Slutligen sitter det analoga fasskiftare och dämpare i varje radiokedja för att forma loben.

Fasskiftarna och dämparna måste vara mycket snabba, omställningstiden ligger klart under en mikrosekund. Det som sätter gränsen är intervallerna för sändning eller mottagning av ett datablock, TTI Transmission Time Interval. Det ligger på lite drygt 200  $\mu$ s. Varje intervall är uppdelat i mindre enheter (symboler). För att kunna styra om loben utan att påverka dessa symboler så måste omställningstiden vara klart under 1  $\mu$ s.

5G-prototypen är TDD-baserad (Time-Division Duplex) vilket innebär att upp och nedlänken är tidsmultiplexade på samma frekvensband. Multiplexeringen är flexibel och bestäms i realtid av trafiken vilka tidsramar som ska gå upp eller ned till terminalen.

Flexibiliteten är ytterligare är ytterligare ett randvillkor som kräver att radiokedjan mycket snabbt kan ställas om mellan sändning och mottagning utan att för den sakens skull försäkra exempelvis transientser.

I tidigare generationsskiften har man framförallt bytt modulationsform för att öka kapaciteten. Som det ser ut idag fortsätter 5G att använda någon variant av OFDM även om de kinesiska företagen inte är slöt upp bakom förslaget på 3GPP:s uppstarts-

möte i Phoenix, USA, i november.

– OFDM ger en väldig flexibilitet, du kan blanda smalbandiga och bredbandiga tjänster på samma carrier utan att dedicera enskilda deltoner för specifika tjänster, säger Håkan Andersson.

Rent praktiskt kan man ha en bredbandig mottagare för maximal dataakt i en smartmobil på samma bärvåg som en smalbandig IoT-nod som ska leva i tio år utan att laddas. Det är ”bara” att multiplexa ihop subtonerna på bärvågen.

– Ett av grundkraven är att det ska vara samma på radioaccessen för allt från elmätaren som skickar några byte vid enstaka tillfällen till bilarna på motorvägen som kommunicerar på milisekunder.

En bidragande orsak till att OFDM förväntas klara allt det här förklaras av Moores lag, processorerna har helt enkelt blivit så kraftfulla att de kan ta hand om mycket av filtreringen som tidigare låg i analoga filter plus att digitaltekniken kan användas för annan vågformning som att ändra pulskaraktistiken så att det blir mindre ”skräp” utanför bandet.

**DELAR AV DET HÄR** arbetet – filtrering, och transformationer (FFT och IFFT) – görs i radiodelen av 5G-prototypen som är ansluten till basbandsdelen med fiber. Basbandsprocessningen görs med kommersiell LTE-hårdvara men det går åt betydligt fler kort än i ett LTE-system eftersom bandbredden är betydligt större och därmed även beräkningsbehovet LTE har en bandbredd (carrier) på 20 MHz medan 5G-prototypen har hela 800 MHz.

– Vi tror att det är relevanta bandbredder på de här banden, säger Håkan Andersson.

Mjukvaran är helt nyskriven eftersom så många saker är radikalt annorlunda än i LTE. Det gäller exempelvis den initiala uppkopplingen och synkroniseringen av terminalerna via lobformade signaler. Idag skickas dessa ut kontinuerligt från en cell och mobilerna kan förutsätta att de alltid finns där. Men det gör att sändarna alltid är på och förbrukar energi, och dessutom ska-



Mathias Riback med den andra generationen av 5G-prototypen.

par det störningar till användare i närliggande celler.

– Det krävs ett annat sätt att tänka där endast ett minimum av signaler skickas ut, och resten av informationen och referenssymboler skickas endast ut när en terminal säger ”jag är här, jag vill koppla upp mig”, säger Mathias Riback.

**EN ANNAN ASPEKT** av arkitekturen är att mjukvaran är på väg att separeras från hårdvaran. Rent praktiskt ligger kontrollfunktionerna på dedicerade servrar som är skilda från radionätet eller i det berömda molnet.

Resultatet blir att en operatör som byggt ut hårdvaran snabbt kan sätta upp nya virtuella nät med olika karakteristik för nya tjänster utan att addera ny hårdvara.

– Många använder begreppet network slicing och det går att jämföra med att köra Windows, Linux eller Unix med olika krav på prestanda på en och samma fysiska dator genom virtualisering, säger Mathias Riback.

Tekniken gör det förhållandevis snabbt och enkelt för operatörerna att test nya tjänster när de inte behöver rulla ut ny hårdvara.

– Vi siktar på att ha korta iterationer med ett till två år mellan varje fas, där en fas definieras av att systemet har fått ny typ av grundläggande funktionalitet. Sedan kommer dessa ”faser” att uppdateras kontinuerligt med uppdateringar många gånger per år. Det händer mycket i standardiseringsarbetet och hela spelplanen börjar konvergera åt något håll, säger Mathias Riback.

PER HENRICSSON  
per@etn.se

**Fältcom är en rutinerad partner för dig som vill bygga IoT- eller M2M-lösningar. Företaget är stort i Sverige och Norden och vill nu växa till England och USA.**

MIIPS C Unit – som sitter i ändnoderna – är inne på sin tredje generation. Den stöder de flesta mobilstandarder.



I Sverige rapporteras alla dina hastighetsöverträdelser via Fältcomteknik i kamerorna.



Kunden väljer vilka appar MIIPS-plattformen ska stödja.

**Rutinerat M2M-företag**

# surfar på

**D**et finns en stor överlappning mellan det nya heta området IoT (Internet of Things) och M2M (maskin-maskinkommunikation) både vad gäller verktyg, komponenter och arkitektur. Överlappningen betyder att företaget som hunnit skaffa sig en god renommé inom M2M har en bra chans att expandera när IoT toppar sin hajpkurva och börjar implementeras på allvar.

Ett av dessa företag är Fältcom i Umeå. Företaget levererade sin första M2M-lösning år 2001 och sin första molnbaserade lösning året efter.

Företagets vd Mikael Långström älskar det växande intresset för IoT.

– Vi har hållit på väldigt länge, men idag är det uppe på agendan på ett helt annat sätt och folk diskuterar lösningar. Men det andra pratar om, det gör vi redan – om man ska vara lite kaxig.

Företaget kan peka på de installationer man redan gjort och redovisa vilka besparingar och

effektiviseringar som IoT- och M2M-lösningar kan ge, eller hur de kan förändra affärsmodellerna.

Fältcom stoltserar idag med 160 000 installationer, varav 30 000 är uppkopplade.

**VOLVO CARS HAR** utrustat alla sina testbilar världen runt med Fältcoms datorlåda MIIPS. Video och annan sensordata samlas upp från bilarnas Can-nät och antingen loggas eller rapporteras trådlöst via mobilnätet till molnservrar som drivs av Fältcom.

– Vi levererar den fulla funktionen, och tar ansvar för allt upp till molntjänsterna, med support, underhåll och drift.

Många svenska transportföretag är kunder och man hittar en Fältcomplattform i ungefär hälften av alla svenska bussar. Ett typiskt användningsområde i bussarna är att rapportera GPS-position för att låta resenärerna se i appar eller informationstavlor om trafiken flyter enligt tidtabellen.

MIIPS är en generell datorplattform som kan laddas med olika appar för allt från passage-rar-Internet och Voip till larm och alkomätning på föraren.

Apparna kan komma från tredjepart – ett exempel på det är en app som hjälper bussföraren med eko-driving. I kollektivtrafiken används plattformen i allt från skyltar och biljettmaskiner till Voip.

Alla Trafikverkets fartkameror använder Fältcoms teknik. En annan bra kund är Telia Sonera, vars M2M-lösning Kontroll levereras av Fältcom.

Fältcom använder samma grundplattform i alla sina system, i bussar, bilar och hus. Det som skiljer är apparna som läggs ovanpå infrastrukturen.

**FÖRETAGET GRUNDADES** 1998 av entreprenören Bo Stenberg som tidigare arbetat med utveckling av trygghetstelefoner. Han tog med sig tekniken till en annan bransch, hisstelefoner och de flesta larmsystem i svenska hissar idag är leverade av Fältcom.

Företaget omsätter 100 miljoner kronor och sysselsätter 40 personer, de flesta i Umeå. I personalen är 38 procent kvinnor vilket man fått Umeå Kommuns jämställdhetspris för.

Ett mindre bolag finns i London sedan 2014.



Larmtelefoner i hissar var företagets första produkt och Fältcom dominerar i denna nisch på den svenska marknaden.





Monitoreringen och styrningen av MIIPS-systemen är molnbaserad och har dessutom öppna programgränssnitt för den som vill addera mer funktionalitet.



Alla Volvos testbilar jorden runt loggar sina färddata i Fältcoms burkar.

# IoT-vågen

Idag planerar Fältcom att expandera till USA, och man har redan foten inne eftersom New York Citys transportdepartement nyss blev kund. Solcell-drivna skyltar och smarttelefonappar kommer att informera resenärerna om när stadens bussar anländer.

– Vi gjorde affären från Sverige och nu är den vårt brofäste för en planerad start i USA. Vi funderar på att öppna kontor där under året.

**EN EXTRA GULDSTJÄRNA** för Fältcom i New York var att man blev första svenska företag att få använda stadens eget mobilnät NYCWIN – ett myndighetsnät som installerades efter 9-11.

Hälften av personalen på företaget är ingenjörer som utvecklar nya produkter.

Nuvarande vd Mikael Långström utexaminerades år 2000 från Umeå universitet. Han hamnade på Fältcom med erfarenheter av inbyggda system han utvecklat under utbildningen.

På Fältcom fick han pröva på att göra det mesta inom företaget innan han hamnade på vd-posten.

– Utom ekonomi, skrattar han.

Fältcom rekryterar i stor utsträckning från Umeå universitet.

– Det är en fördel med att vara här uppe – det fina universitet. Det gör det lätt att rekrytera, så får man behålla personalen eftersom personalomsättningen på ingenjörssidan är låg.

Företaget har även i övrigt ett bra samarbete med Umeå universitet. Bland annat gör studenter examensarbeten och undersökningar på Fältcom.

I Västerbotten är avståndet långa och Mikael Långström tror inte det var en slump att länet födde ett M2M-företag.

– När man har 40 mil till stugan måste man kunna göra allt fjärrledes. M2M är en lösning på något som vi har gott om, nämligen ”avstånd”.

– I allt du företar dig måste du väga in avståndet, så här uppe vet

vi allt om vad det innebär.

Avstånd mellan inbyggnads-systemen är just det problem som Fältcom löser för sina kunder, som kan ha sina verksamheter spridda över hela världen.

**KONKURRENTER FÖR** MIIPS-enheten finns hur många som helst.

– Men kliver man upp till backofficesystem, smalnar det av lite grand. Och lägger du sedan till apparna, då finns få konkurrenter som kan leverera samma helhet.

– Det som är unikt är att vi levererar hela kedjan från MIIPS till molntjänster.

Fältcoms erfarenhet är också en viktig faktor ur kundens perspektiv.

– De vet att de ska leva med systemet de installerar under lång tid och då är vi en trygghet.

Nästa punkt Mikael Långström pekar på är öppenheten i systemet, att det finns möjligheter att utöka funktionaliteten.

– Det man köper är inte statiskt. Man låser inte fast sig.

All mjukvara behöver inte komma från Fältcom, man släpper in tredjepartsleverantörer. Man ätar sig också att portera andras mjukvara till sin egen plattform om kunden så önskar.

– Vi skiljer oss från andra som vill leverera allt själva. Problemet med det är att utvecklingen går så fort idag. Man kan inte vara bäst på allt.

**TREDJEPART HAR** tillgång till webbgränssnitt för att hämta data från Fältcoms system att bygga nya tjänster från.

SE-banken och Industrifonden äger 93 procent av företaget. Personalen resten.

Planen är att till år 2020 höja omsättningen från dagens 100 miljoner till 300 miljoner. Detta kräver att man växer till nya marknader eftersom man redan är så stor som man är i Sverige och Norden.

– För att göra det måste vi lyckas både i England och USA.

**JANTÅNGRING**  
jan@etn.se

Utveckling av nya elektronikprodukter kan i många fall liknas med framförandet av ett fordon i Stockholmstrafiken, utan att ta hänsyn till trafikregler, signalanläggningar och medtrafikanter. Som alla kan förstå kan det bara sluta på ett sätt, med en stor trafikinfarkt med döda, skadade och stora samhällskostnader. I tillägg står strömmen av bilar helt stilla, den är kortsluten och det tar lång tid innan det blir något avbrott i eländet.

# Inför körkort i elektronikindustrin!

När en elektronikprodukt slutar fungera händer samma sak, det blir en elektronisk funktionsinfarkt med kortslutningar och avbrott som följd. Turligt nog innebär det i de flesta fall inga mänskliga förluster, men tyvärr kan de ekonomiska skadorna bli omfattande och dyra för både brukare och producenter.

I bilarnas barndom för över 100 år sedan var det inte så noga med trafikregler eftersom antalet bilar var mycket nära noll. Min morfar, född 1895, berättade för ett storögt barnbarn med körkortsdrömmar, att han fick sitt körkort genom att gå till den lokala polisstationen och berätta att han behövde ett, och därmed fick han ett mot ett par kronor i avgift. De trafikvårdande myndig-

heterna insåg med ett stigande antal trafikoffer att bilförare behövde utbildning och därmed var körkortet fött. I elektronikens barndom var det inte heller nödvändigt med några konstruktions-, CAD- och produktionsregler, det gick bra ändå men applikationerna var få. Nu när vi har en mycket avancerade elektronik som sitter överallt, är situationen totalt förändrad och ett körkort inom elektronikindustrin skulle sitta som en "smäck". Ansvariga myndigheter och utbildningsenheter i form av universitet och högskolor har totalt missat möjligheten att införa ett elektronikkörkort för att både minska arbetslösheten och föra fram svensk elektronikindustri till en framtida tillväxtmotor och samtidigt införa avgifter och skatter som antagligen skulle ge ett avsevärt tillskott till statskassan. "Tåget har gått" som det som bekant heter medan fry-sande tågresenärer på svenska perronger hellre använder frasen "tåget kom inte pga signalfel".

**NÅGOT STÖD FRÅN** myndigheterna lär det inte bli inom överskådlig tid. Frågan måste ju beredas och EU i Bryssel tillfrågas, så det är dags att svensk elektronikindustri tar saken i egna händer och ett första steg är att ta fram en lathund som gör att den svenska elektronikindustrin kan utveckla och producera avancerade elektronikprodukter utan att varken hamna i diket



Av Lars Wallin  
Projektledare  
Live Production  
på S.E.E. 2016

eller krocka. Tanken på en "Lathund för CAD- och Mönsterkortsparametrar, dess teknisk nivå och pris" föddes under ett IPC-seminarium för elektronikkonstruktörer. Huvudskälet till detta önskemål var att kunna förklara för framtida kunders projektledare att det är mer kostnadseffektivt samt ger en högre yield genom hela produktionskedjan, att köra utvecklingen efter vägen "Mainstream". Att det kommer att finnas skäl till att göra avsteg från Mainstreamspåret är helt naturligt men med lathunden som ett hjälpverktyg kommer det bli enklare att inse att kostnaderna snabbt skjuter i höjden utan att funktionen blir bättre. Därmed blir produkten mindre lönsam. Samtidigt är avsteg från Mainstream i många fall betydligt svårare att cadda och sedan tillverka mönsterkortet. En svensk elektronikkonstruktör med mångårig erfarenhet av utveckling av avancerade mönsterkort hade uppfattningen att caddare med liten erfarenhet av layoutarbete aldrig bör befatta sig med mikrovia och begravningsviahål. Det blir nämligen aldrig rätt. Detta borde ge en tankeställare till de projektledare och in-

**S.E.E. 2016** är Nordens största och viktigaste mötesplats för den professionella elektronikindustrin och går av stapeln på Kistamässan den 19-21 april 2016. Dragplåstret är en avdelning för tvätt, renhetsmätning och lackning av flera hundra avancerade kretskort som tillverkas i två stycken ytmonteringslinor på mässgolvet. I anslutning arrangeras SM i Handlödning samt Handlödning för studenter.

Vänligen besök [www.see-event.se](http://www.see-event.se) för detaljprogram och besöksregistrering.

S.E.E. satsar på Live Production och lödtävlingar i samarbete med:





MARIO SALUTSKIJ

### Lathund för CAD- & Mönsterkortsparametrar, dess teknisk nivå och pris

Nr	MK Parameter	Mainstream	Pris	Variabel Nr 1	Pris-faktor	Variabel Nr 2	Pris-faktor	Variabel Nr 3	Pris-faktor	Variabel Nr 4	Pris-faktor
1	Antal lager	4	1	6	1,4	8	2	10	2,5	12	3,5
2	Cu T Innerlager (IL)	2×35 µm	1	2×18	1	2×70	2	2×105	3	2×140	4
3	IL Tjocklek mm	0,78 mm	1	0,05	1,5	0,1	1,25	0,2	1	0,4	1
4	Antal Prepreg	2 + 2	1	1 + 1	0,9	3 + 3	1,2				
5	Bas Cu YL (Ytterlager)	2×18 µm	1	2×12	1,1	2×5	1,3				
6	Bas material typ	FR4	1	Rog 4000	2-50			FR4/Rog	2-50		
7	Total tjocklek	1,6 mm	1	1,8	1,1	2	1,2	2,2	1,3	0,8	2
8	Min hål Ø Mekaniskt	0,3	1	0,2	1,2	0,15	1,5				
9	Min hål Ø Laser	Inga	1	0,1	1,3	0,075	1,5	0,05	2	0,025	2,5
10	Aspekt Ratio (AR)	5-8	1	Max 5	0,9	Max 10	1,2	Max 15	2		
11	Tg°C	150	1	170	1,1	180	1,2	130	0,7		
12	Total Expansion CTE i Z	4%	1	3	1,1	2	1,3	1	1,5		
13	Ledarbredd Cu	0,15 mm	1	0,1	1,3	0,05	2				
14	Isolation Cu	0,15 mm	1	0,1	1,3	0,05	2				
15	µvia x 1-2 med AR1	Inga	1	µvia x 1-2	1,5	µvia x 1-3	2				
16	µvia x 4-3 med AR1	Inga	1	µvia x 6-5	1,5	µvia x 8-6	2				
17	Burrid via med AR 5-8	Inga	1	BV 2-4	1,5	BV 2-6	1,75				
18	Min Löd Mask brygga	0,125 mm	1	0,1	1,2	0,075	1,4				
19	Min Löd Mask öppning	3 Mil	1	2,5 Mil	1,2	2 Mil	1,4	1,5 Mil	2		
20	Komponenttryck	0,2 mm	1	0,15	1						
21	Ytbehandling	HASL SN100C	1	ENIG	1,2	IM Sn	1,1	Im Ag	1,1	OSP	0,95
22	Konturtagning	Fräsning	1	V-Fräs	0,8						
23	IPC-2221, 22 & 26 Klass	2	1	3	3						
24	IPC-2221, 22 & 26 Nivå	B	1	A	1,5	C	0,6				
25	IPC-7351 Nivå	B	1	A	1,5	C	0,6				
26	IPC-6012 Klass	2	1	3	3						
27	IPC-600 Klass	2	1	3	3						

köpare som tror att de utan elektronikörkort kan hitta billiga layoutmjukvaror och mönsterkort på nätet för att sedan sätta dem i händerna på nyexaminerade ingenjörer. Detta kanske löser projektets budgetproblem men framtida kostnader för kvalitetsproblem kommer definitivt att med råge överstiga de små initiala vinsterna.

**DEN STORA FÖRDELEN** med att hålla sig till lathundens Mainstreamparametrar är att de flesta mönsterkortsfabriker klarar tek-

niknivån till ett konkurrenskraftigt pris, vilket bör attrahera både projektledare och inköpare. Det vore smidigt att addera lathundens pridfaktorer med varandra för att kunna få fram ett riktpolis för den teknisknivå som man planerar att ha på sina mönsterkort. Tyvärr är inte mönsterkortsvärlden så rättlinjig, speciellt inte om antalet planerade lager kommer upp till 10 eller 12. Vid dessa lagerantal och pridfaktor, kommer man att få ett icke föraktligt antal av de övriga parametrarna med på köpet. Hur dessa sam-

band ser ut i verkligheten är kanske något för Branschföreningen Svensk Elektronik att starta utbildningar i, med samarbete med dess medlemmar.

**HUR STORT ÄR DÅ BEHOVET** i den svenska elektronikindustrin av ett elektronikörkort med tillhörande utbildning i att förstå parametrarna i lathunden och dess tekniska och ekonomiska konsekvenser? Vi frågar några gamla branschrävar, nämligen Bo Andersson på NCAB Sweden och Lars

Snickars på Flex Plus som tillsammans har uppemot 100 års erfarenhet av mönsterkortstillverkning i egen regi samt trading.



**BO ANDERSSON:** – Att tidigt i projekt börja fundera på tekniknivån och kostnaden på ett mönsterkort är en förutsättning för att minimera risken för framtida problem, vare sig de är av teknisk eller ekonomisk natur. Erfarenheten säger oss att det är svårt och kostsamt att i efterhand försöka korrigera parametrar som inte är lämpliga. Lathunden kan användas som en vägledning för att kommunicera på ett för oss alla inblandade mer lättförståeligt sätt, vilket gör det lättare för oss mönsterkortsleverantörer att utbilda våra nuvarande och kommande kunder.



**LARS SNICKARS:** – Det är inget understatement att påstå att de flesta CAD-underlag är behäftade med fel, samt att en hel del underlag inte är lämpliga för mönsterkortstillverkning utan stora modifieringar. De caddare som passerat utbildningen IPC CID (Certified Interconnect Designer) har märkbart höjt sin kvalitet på underlagen. Lathunden är en bra början och utbildning är aldrig fel speciellt när antalet parametrar är stort och där många har en inverkan på varandra. Hoppas på en fortsättning för flex och flex-rigidkort.



MARIO SALUTSKI

**ATT LATHUNDEN KOMMER** att väcka diskussioner, frågor och en hel del ilska kommentarer är en självklarhet. Att i sann svensk demokratisk anda ge alla med synpunkter en möjlighet att ventilera dessa

är givet. Ett utmärkt tillfälle till detta kommer att ges från scenen i "Live Production" (monter Co1:39) under S.E.E.-mässan som går av stapeln den 19–21 april i vår. På scen kommer elektronikkonstruktörer, Caddare,

mönsterkortstillverkare och inköpare att intervjuas med lathunden som bas samtidigt som besökarna ges möjlighet att ställa frågor och framföra sina åsikter. ■

Orbit One är en av Skandinavien största kontraktstillverkare av kretskort, förpackad elektronik och elektromekanik. Vi är internationellt verksamma med fyra tillverkningsenheter i Sverige, Ryssland och Polen. I Sverige finns enheterna i Ronneby och Stockholm.

orbitone™



## Din produkt förtjänar enbart det bästa. Vi ger den det.

Orbit One är en av Skandinavien ledande kontraktstillverkare av elektronik och elektromekanik. Vi vet hur man maximerar en produkts livscykel oavsett om det gäller kretskortstillverkning, box build eller kompletta lösningar med avancerad systemintegration. Vi analyserar komponenter, konstruktion och tillverkningsätt.

Vi skräddarsyr kostnadseffektiva tjänster för NPI, tillverkning och logistik tjänster. Och du får tillgång till hela vår bredd och kompetens inom elektronik tillverkning. Vårt mål är att du ska se oss som en förlängning av din egen organisation.

Stockholm  
Elektronvägen 4  
SE-141 49 Huddinge  
Tel +46-8-587 511 00

Ronneby  
Angelskogsvägen 2  
SE-372 21 Ronneby  
Tel +46 457-742 00

# GRATIS magasin

Är du intresserad av branschnyheter,  
tekniska trender och nya produkter  
inom elektronikindustrin?

Teckna gratis prenumeration på  
[etn.se/pren](http://etn.se/pren)

Det snygga magasinet  
Elektroniktidningen kommer  
ut en gång i månaden.



# Thread: Trådlösa nät för IoT-åldern



*Tingens eget Internet har fått ett protokoll för trådlös kommunikation som kombinerar IP-adresserbarhet och meshnätets kompetens med låg effektförbrukning.*

I dagens uppkopplade hem används ett antal olika standarder för trådlös kommunikation för att koppla samman utrustningar som datorer, mobila enheter, mediaspelare och skrivare. Hittills har Wi-Fi varit arbetshesten för hemmanätverk, särskilt när det handlar om att flytta digitalt media innehåll.

Nu tar egnahemsägarna nästa steg. För att ytterligare förbättra sin komfort, livskvalitet och energieffektivitet börjar de ansluta apparater som värmeregulatorer, ljussensorer, omkopplare och säkerhetsdetektorer runt om i hemmet till Internet. Tingens Internet (IoT – Internet of Things) är på väg in i det uppkopplade hemmet.

I likhet med många andra IoT-enheter är de nätverksanslutna sensorer och aktuatorer som nu föreslås för användning i uppkopplade hem, ytterst energikänsliga. Ofta måste de kunna fungera under flera år på ett enda litet batteri, och det finns snäva begränsningar för beräkningskraft, minne och fysisk storlek. Valet av kommunikationsstandard kan avgöra om alla dessa krav på prestanda och konnektivitet kommer att kunna uppfyllas.

## De konkurrerande teknikerna

Dagens etablerade teknologier för trådlös kommunikation tvingar fram ett antal kompromisser när de används för att ansluta ting i hemmet med varandra eller till



## Av David Egan, Silicon Labs

David Egan är senior produktchef med inriktning på produkter för ZigBee och trådlösa meshnät med drygt 25 års erfarenhet av produktutveckling, support och operationer. David har representerat ZigBee Alliance i Europa sedan 2006, och ingår styrelsen som Alternate Director som representant för Silicon Labs.

Internet. Även om Wi-Fi stöder mycket hög genomströmning för transport av audio, video och data runt om i hemmet, så är effektförbrukningen vanligen för hög för användning i små, batteridrivna enheter. Å andra sidan betyder det inbyggda stödet för Internetprotokollet (IP) att anslutningen till Internet är enkel och rättfram.

Bluetooth Smart har å sin sida mycket låga effektkrav, men standarden togs fram för punkt-till-punkt-kommunikation och bulköverföring av data mellan smarta telefoner och tillbehör. Den senaste Bluetooth Core Specification 4.2 lägger en grund för inbyggd IP-konnektivitet i framtiden genom att lägga till stöd för IPv6 och 6LoWPAN.

Lågeffektsteknologier för mesh-networking som använder radioplattformen IEEE 802.15.4 har konstruerats för tillämpningar med låg bandbredd, avsedda för styrning och automation. ZigBee PRO har varit det dominerande protokollet i mer ett decen-

nium, och det passar mycket bra för att ansluta hundratals sensorer och aktuatorer runt om i hemmet. ZigBee PRO-nätverk kan kommunicera med datahastigheter på upp till 250 kbit/s, och effektbehovet är tillräckligt lågt för att möjliggöra batterilivslängder på flera år. Dock har ZigBee PRO inte inbyggt stöd för IP.

Ett ny möjlighet för IP-baserat mesh-nätverkande finns nu tillgänglig: Protokollet Thread har utvecklats för att uppfylla de speciella kraven hos uppkopplade hemapparater och komma förbi begränsningarna hos dagens standarder för trådlösa nätverk. Specifikationen publicerades i april 2015 av Thread Group, där ledande globala namn inom halvledare, konsumentvaror och uppkopplade hem ingår.

Liksom ZigBee Pro använder Thread radioplattformen IEEE 802.15.4. Men till skillnad mot ZigBee Pro är IP-adresserbarhet inbyggd. Dessutom är Thread-protokollets låga effektförbrukning och stöd för robusta, självläkande konfigurationer för meshnät egenskaper som varken Wi-Fi eller Bluetooth Smart kan konkurrera med. Tabell 1 jämför de viktigaste egenskaperna hos Wi-Fi, Bluetooth Smart, ZigBee PRO och Thread.

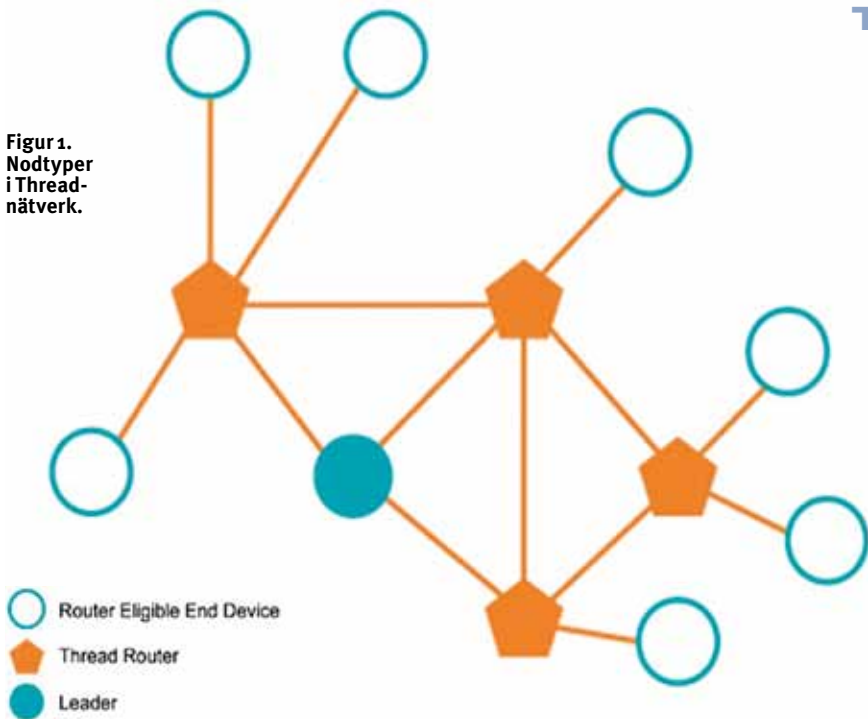
## IP-adressering är effektiv

Inbyggd IP-adresserbarhet är en värdefull egenskap för uppkopplade tillämpningar i hemmet. IP utgör kärnmekanismen vid vidaresändning av datagram över IP-nät, och dess routingfunktioner möjliggör kommunikation mellan nät.

	Wi-Fi	Bluetooth Smart	IEEE 802.15.4 ZigBee PRO	Thread
<b>Bandbredd</b>	<b>150+ Mbit/s</b>	<b>1 Mbit/s</b>	<b>250 kbit/s</b>	<b>250 kbit/s</b>
Låg effektförbrukning	Nej	Ja	Ja	Ja
IP-adresserbar	Ja	Nej	Nej	Ja
Enkel IP-brygning	Ja	Nej	Nej	Ja
Mesh-networking	Nej	Nej	Ja	Ja
Praktisk gräns för nätverkets storlek	32	10	250+	250+
Säkerhetsstöd	AES-128/256	AES-128	AES-128	AES-128, ECC
Saknar single-point-of-failure	Nej	Nej	Nej	Ja

Tabell 1. Jämförelse mellan protokoll för meshnät baserade på Wi-Fi, Bluetooth Smart respektive IEEE 802.15.4.

Figur 1.  
Nodtyper  
i Thread-  
nätverk.



Nätverksteknologier som inte har IP-stöd inbyggt måste anslutas till IP via en gateway som översätter mellan lokala nätverksadresser och IP, och ompackar nyttolasten på nätverksnivå till IP-datagram. Lokalnätsteknik med inbyggt stöd för IP, som Thread och Wi-Fi, kan istället direkt vidare-sända och ruta tillämpningarnas nyttolast utan ingrepp utifrån. Paket som krypteras i det lokala nätverket förblir säkra hela vägen mellan sändande och mottagande nod.

#### Meshnät med extra tillbehör

Threads kombination av låg effektförbrukning och inbyggt stöd för IP ger protokollet unika kvaliteter som möjliggör sömlös konnektivitet mellan "tingen" och Internet.

Thread drar fördel av funktioner som stöds i 6LoWPAN (IPv6 over Low Power Wireless Personal Area Networks) och som gör det möjligt att effektivt överföra IPv6-datagram över IEEE 802.15.4-länkar. Bland dessa funktioner finns anpassning av paketstorlekar, komprimering av huvuden

samt vidare-sändning i skikt två som gör det möjligt att använda IP-routning för att vidare-sända paket.

Thread förenklar konfigureringen och provisioneringen av enheter genom att bara stödja två olika nodtyper: Router Eligible (ungefär "routerkandidat") och End Device.

Router Eligible-noder omvandlas till routrar om de behövs för att stödja meshnätverket. Den Router Eligible-nod som är först med att skapa nätverket kommer att autonomt utses till router, liksom till Leader. En Leader utför ett antal extra uppgifter för styrning av nätet och fattar beslut å nätets vägnar. Andra Router Eligible-noder i nätverket kan överta rollen som Leader, men det kan bara finnas en enda Leader per nätverk vid en given tidpunkt.

Noder som ansluts som End Devices stöder inte några routingfunktioner. Istället sänder de meddelanden till en router som tilldelats rollen som dess "förälder", och denna förälder utför routingoperationer å

sitt barns vägnar. End Devices routar kommunikation via föräldrar, och de kan programmeras att vara "sömniga" för att minska effektförbrukningen. End Devices som inte kan kommunicera via sina föräldrar kommer efter ett antal försök att autonomt söka efter och ansluta sig till en ny förälder.

Figur 1 visar ett Thread-nätverk med ett antal Router Eligible End Devices (REED), Thread Routers samt en Leader.

#### Lättviktiga meddelanden

Alla enheter i ett Thread-nätverk har en IPv6-adress. De kan direkt anropas av lokala enheter på ett Home Area Network (HAN), eller utanför nätverket med hjälp av Thread-kompetenta IP-routrar som kallas Border Routers. Figur 2 visar ett typiskt Thread-nätverk.

För meddelandehantering använder Thread protokollet User Datagram Protocol (UDP) istället för Transport Control Protocol (TCP). UDP saknar stöd för ett antal TCP-funktioner som felkontroll, paketsekvensering och återsändningar. Denna nedbantade lösning möjliggör snabbare och mer effektiv överföring, vilket gör UDP bättre lämpat för resursbegränsade enheter med batteribackup.

För att komma förbi några av begränsningarna i UDP använder Thread protokollet Constrained Application Protocol (CoAP). Denna kombination av lättviktiga protokoll gör det enkelt att översätta mellan Thread och HTTP, vilket gör det möjligt att kontakta IoT-enheter direkt från en webbläsare.

Liksom Wi-Fi fokuserar Thread på säker och tillförlitlig transport av information och specificerar inte något tillämpningsskikt. Istället ger Thread tillgång till grundläggande unicast- och multicast-meddelandetjänster som möjliggör stöd för ett stort antal olika IP-tillämpningsskikt.

För att förenkla användandet av dessa tjänster och strömlinjeforma kodutvecklandet har Silicon Labs utvecklat verktyget

## EUs RoHS-direktiv

för dig som är verksam inom  
el- eller elektronikbranschen.  
Vad gäller? SEK guidar.

Beställ direkt på  
[shop.elstandard.se](http://shop.elstandard.se)

RoHS – Miljö

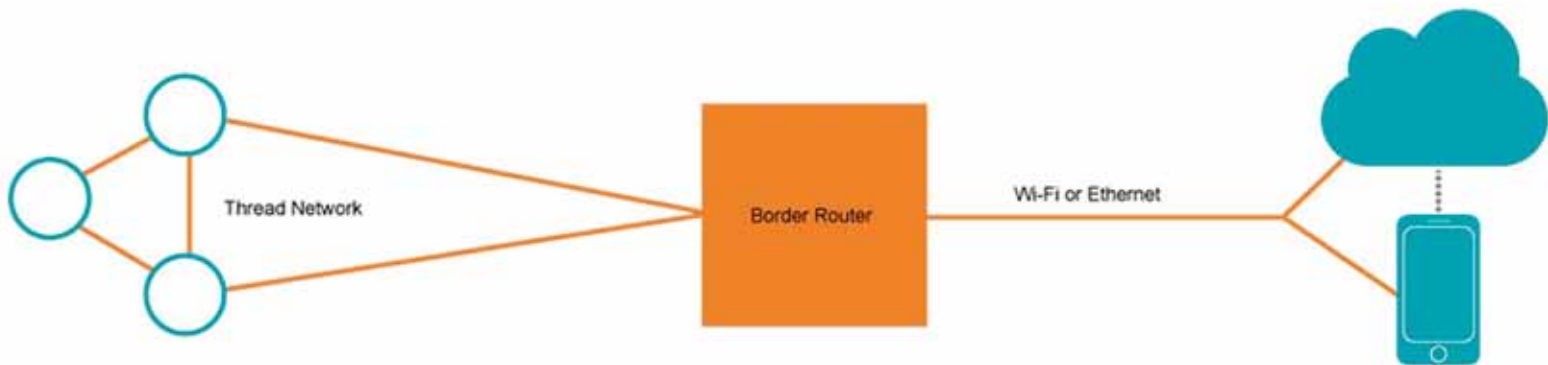
En handledning till direktivet  
om begränsning av farliga ämnen  
i elektrisk och elektronisk utrustning

SEK  
Handbök 451  
mjöta 1

NYTT FRÅN  
SEK Svensk Elstandard

SEK  
SVENSK  
ELSTANDARD

Fastställer all svensk standard inom elområdet  
Sveriges medlem i IEC sedan 1907



Figur 2. Uppkoppling mot ett Thread-nätverk.

AppBuilder, som gömmer undan detaljer på stacknivå och ger användaren tillgång till ett enkelt grafiskt användargränssnitt för konfiguration av enheter och nätverksparametrar.

#### Låg effekt, skalbart och säkert

Thread ger omfattande stöd för lågeffektsdrift genom att använda vilande slutnoder som tillbringar merparten av sin tid i lågeffektslägen. Meddelanden till en sådan nod buffras av dess föräldernod medan den är i vila, och de sänds först när noden har vaknat och pollat sin förälder.

Thread kan stödja nätverk som innehåller mer än 250 noder. Maximala antalet aktiva noder är 32, vilket gör att routinginformation effektivt kan distribueras över nätverket och att alla routrar kan bibehålla synlighet över alla routrar i nätverket.

När nya noder läggs till i nätet anpassar det sig genom att utbyta MLE-meddelanden (Mesh Link Establishment), och topologin kan också komma att ändras. Slutenheter som är Router Eligible kan anhålla hos nätverkets Leader om att bli routrar, om detta bedöms vara nödvändigt för att förbättra nätverkets totala prestanda.

Som mesh-nätverk är Thread självläkande och har ingen single point of failure. Om ett fel uppstår i en router kommer nätverket att dynamiskt omrouta trafiken kring den felande noden. Om det blir fel på en Leader utses automatiskt någon annan router i nä-

**”Thread utvecklades för att uppfylla krav som ställs inom uppkopplade hem och komma förbi begränsningar hos dagens standarder för trådlösa nätverk. I Thread Group ingår ledande namn inom halvledare, konsument och uppkopplade hem.”**

tet till ny Leader. Genom att använda flera Border Routers går det att uppnå felsäker redundans för kommunikation utanför nätverket.

En konnektivitetsstandard som positioneras för IoT-användning måste kunna erbjuda robust säkerhet. Thread använder AES-128 för att skydda alla nätverkstransaktioner på MAC-nivå (Media Access Control). Dessutom kan standardbaserade IP-säkerhetsprotokoll som DTLS användas på applikationsnivå för att ytterligare säkra nyttolaster. En kombination av algoritmerna ECC och J-PAKE gör att nya enheter på ett säkert sätt kan läggas till i nätverket.

För att en ny enhet ska kunna läggas till i nätet krävs att det finns en enhet som kan

utföra kommissionering. En sådan kan antingen vara en enhet utanför nätverket, som en smartphone eller dator, eller en Thread-enhet på nätverket. Enheter utanför nätverket måste först autentiseras med en säker DTLS-handskakning. Väl auktoriserad kommer den aktiva Commissioner-enheten att göras känd i hela Thread-nätverket.

När en ny enhet läggs till instruerar en användare Commissioner-enheten och matar in en unik passfras som associeras till den anslutande enheten och används för att upprätta en säker DTLS-session för autentisering och auktorisering. Den nya enheten ges access till Thread-nätverket, och Commissioner-enheten görs sedan inaktiv.

#### Sammanfattning

Konsumenterna har upplevt fördelarna med hemnätverk för att enkelt få internetaccess och möjlighet att dela på innehåll mellan olika enheter. Nu vill de kunna utnyttja fördelarna med uppkopplade hem som innehåller ett stort antal internetanslutna sensorer och aktuatorer. Dessa Internet-of-Things-enheter har stränga begränsningar vad gäller effektförbrukning och storlek, och de kräver ett nytt protokoll för trådlös kommunikation som kombinerar effektiv, nativ IP-adresserbarhet för robust mesh-networking med låg effektförbrukning. Thread har tagits fram för att uppfylla dessa krav. ■

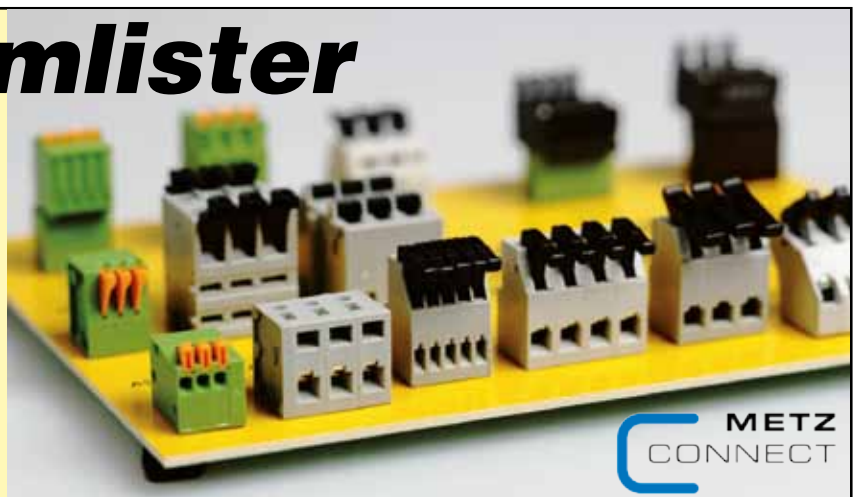
# Fjäderklämlister

## för kretskortsmontage

- Snabb anslutning utan verktyg
- Fjäderklämmen anpassar automatiskt trycket till kabelarean
- För kabelarea 0,08 - 2,5 mm<sup>2</sup>

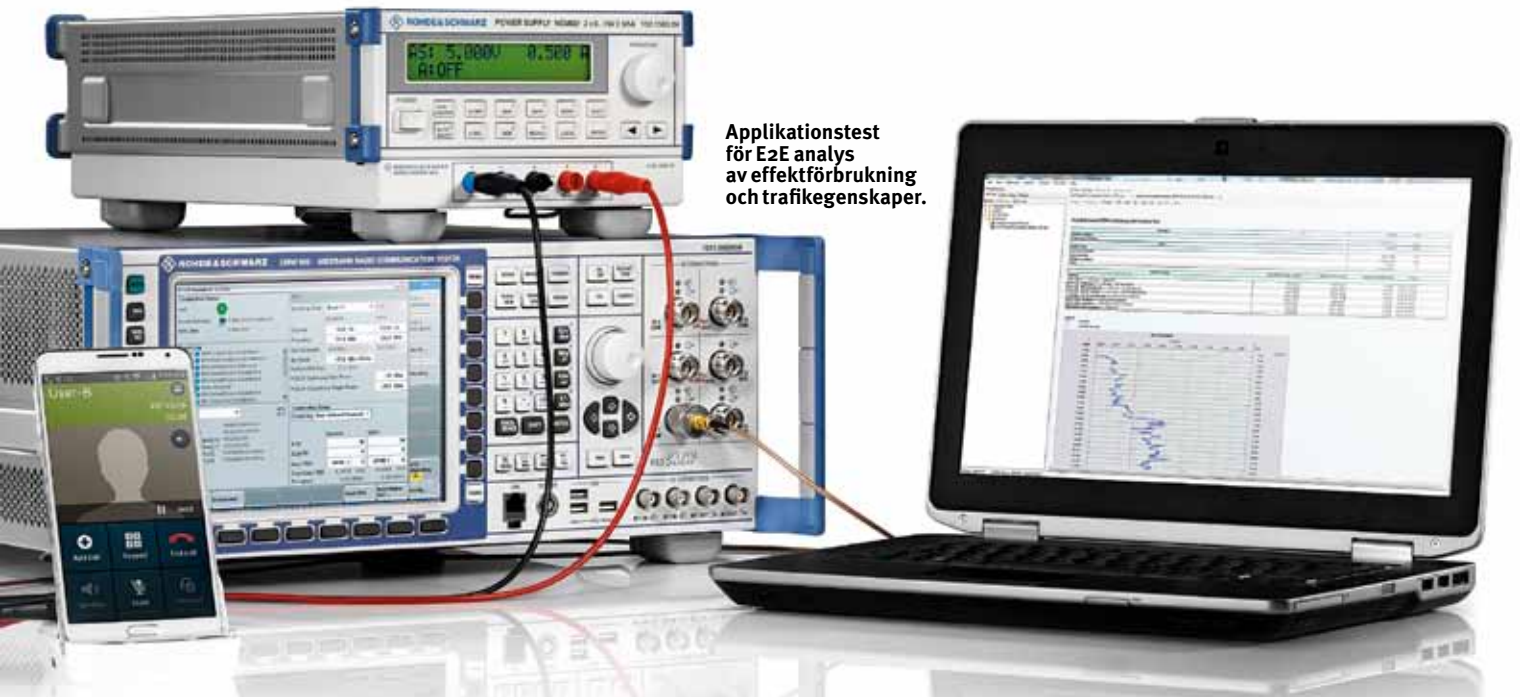
**elroman.**  
specialkabelhuset

Tel. 08-97 00 70 Fax 08-646 31 48 www.elroman.se



METZ  
CONNECT





Applikationstest  
för E2E analys  
av effektförbrukning  
och trafikegenskaper.

# LTE – framtiden för Internet of Things



*Global tillgänglighet  
och nya releaser  
öppnar för billig  
IoT över LTE*



**Av Jörg Köpp, Rohde & Schwarz**

**Jörg Köpp** är ansvarig för marknadsföring av test- och mätinstrument till IoT-kunder. Innan han började på Rohde & Schwarz arbetade han på Siemens och Siemens Nokia Networks som systemarkitekt, projektledare och ansvarig för systemutveckling.

**I**nom en inte alltför avlägsen framtid kommer sakernas Internet, IoT, att ha flera miljarder uppkopplade enheter. Enligt Harbour Research uppskattas att 2 miljarder IoT-enheter ha sålts under 2014 och år 2020 räknar man med mer än 7 miljarder sålda enheter. Detta är bara möjligt om det finns kostnadseffektiva nätverk för kommunikationen och kostnadseffektiva trådlösa enheter. Genom att använda trådlösa tekniker som Bluetooth, Zigbee, Wi-Fi eller mobilnät, kan nästan allt överallt i världen, snabbt och säkert kopplas upp mot Internet. De nyaste cellbaserade teknologierna, LTE-M och NB-IoT, kommer att spela en viktig roll för framgången för Internet of Things.

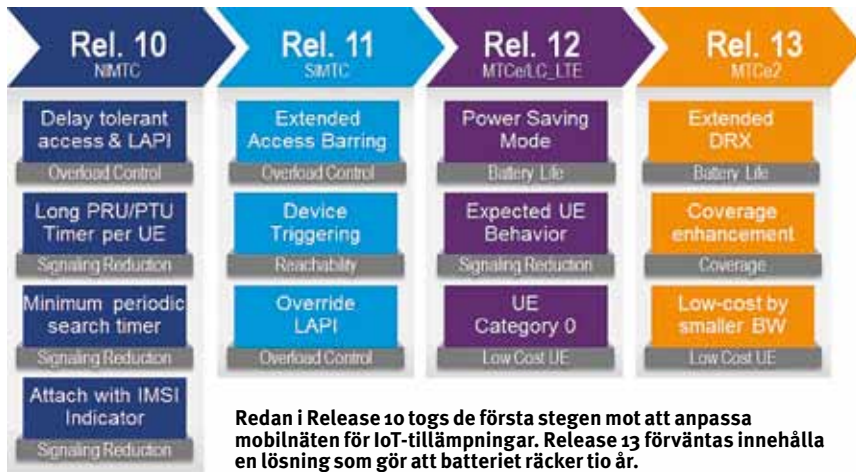
Flertalet applikationer använder lokala nätverk för licensfria frekvensband. Appli-

kationer som kräver mobilitet eller global access däremot måste använda sig av satellitkommunikation och mobila nätverk. I det senare fallet oftast av andra eller tredje generationen. Typiska exempel är vagnsparkshantering (fleet management), containerspårning, kaffeautomater, uttagsautomater och personliga hälsoprylar. För flertalet av dessa gäller att applikationerna genererar lite datatrafik och ofta kan klara sig med ett SMS för att sända sina data. Ungefär 60 procent av dagens IoT-enheter som är uppkopplade via mobilnäten använder andra generationens teknik till exempel GPRS. Övergången till tredje generationens mobilnät kommer att äga rum inom de närmaste åren, speciellt med tanke behovet av högre datahastigheter och framtidssäkra system. Den fjärde generationens mobilnät

som använder LTE har fram tills nu spelat en mindre roll.

Eftersom LTE primärt är optimerat för mobilt bredband, har IoT inte i någon större omfattning haft behov av 4G. Dessutom är kostnaden för ett 4G-modem fortfarande relativt hög jämfört med ett GSM-modem. Det är emellertid några aspekter när det gäller LTE som gör det allt mer attraktivt.

**EN AV DESSA ÄR** den globala tillgängligheten. Enligt GSMA kunde 422 operatörer i 146 länder erbjuda kommersiella LTE tjänster i september 2015. Den långsiktiga tillgången för LTE är en annan aspekt. Ett ökande antal teleoperatörer har aviserat att de inte längre kommer att stödja mobilnät med andra generationens teknik. Därför är det nödvändigt att ställa om till



den senaste tekniken. De första kretsuppsättningarna för LTE som är optimerade för M2M-marknaden när det gäller kostnad och effektförbrukning finns redan framme. Ytterligare en aspekt är att LTE har tekniska fördelar som bättre spektrumanvändning, svarstider och datahastighet.

Behovet av optimerade lösningar för IoT identifierades tidigt under framtagningen av 3GPP-standarden, så särskilda förbättringar för MTC (Machine Type Communication) har tagits fram. Till exempel har kommittén definierat egenskaper i Release 10/11 som har till syfte att skydda mobilnäten mot överbelastning till följd av alltför många IoT-enheter. Mobilnätoperatörerna måste vara skyddade i det fall många tusen enheter samtidigt försöker ansluta till nätet. Det kan gälla abrupta förlopp som när ett elnät som haft avbrott blir spänningssatt igen.

**MEKANISMER FÖR ATT** hantera överbelastning och alternativ för att minska signaleringen i näten har adderats för att hantera denna typ av händelser. Många IoT applikationer – till exempel nätverk av givare sänder sällan data och behöver inte reagera sekundsnabbt. Dessa enheter kan rapportera till nätet att de kan acceptera längre fördröjningar under uppkopplingen (så kallad "delay tolerant access"). Release 10 innehåller en process som tillåter att nätet, när det är risk för överbelastning, initialt avisar begäran om uppkoppling från dessa enheter och fördröjer denna till ett senare tillfälle (så kallad "extended wait time"). Från och med Release 11, kan anslutning till det mobila nätet kontrolleras med hjälp av accessklasser. I detta fall kan en enhet sätta upp en anslutning endast om den tillhör en klass som just då tillåts av nätet. Nätet sänder då ut en bitmap (eab Barring Bitmap) (eab – extended access barring) som identifierar vilka klasser som har tillåtelse att ansluta.

Dessa processer som introduceras i Release 10 och 11 ser till att det blir en säker

**"Räckvidden måste förbättras för applikationer som till exempel smarta elmätare installerade där det råder extrema mottagningsförhållanden"**

och stabil funktion för IoT-applikationerna, för såväl dagens som framtidens prylar i mobilnäten. Och detta utan att äventyra de mobila bredbandens funktion.

**DET SOM FORTFARANDE** saknades var optimerade lösningar för IoT-enheter med låg datatrafik, låg effektförbrukning och låga kostnader. Kommittén startade med dessa i Release 12. Det blev emellertid snart tydligt att det inte kommer att finnas en gemensam enkel lösning för alla applikationer. Kraven för applikationer som container-spårning, övervakning av soptunnor, smarta elmätare, givare inom jordbruket, aktivitets- och hälsoarmband är alltför olika. Därför koncentrerar man sig i Release 12 på områdena effektförbrukning och kostnadseffektiva modem. Resultatet är ett effektsparläge (PSM – Power Saving Mode) som

är speciellt viktigt för batteridrivna enheter och LTE-modem av typen kategori 0, som bara skall ha 50 procent av komplexiteten hos ett kategori 1 modem.

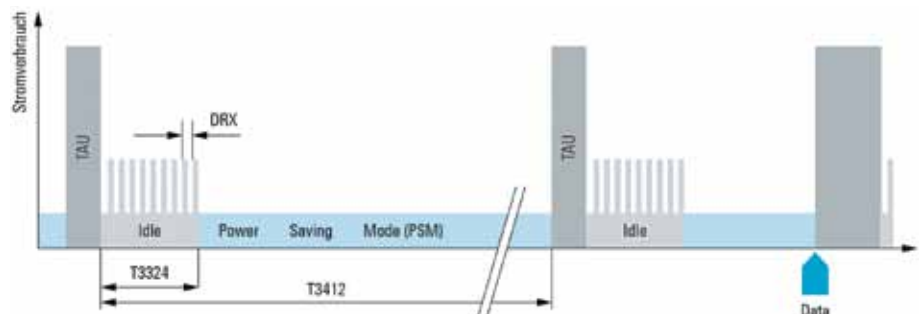
Effektsparprocessen startar efter att en dataförbindelse avslutats eller efter en avslutad periodisk TAU-procedur (Tracking Area Update). Enheten går först in i normalt viloläge under vilket den periodiskt slår över i mottagningsläge för att kunna ta emot meddelanden. Detta innebär att den är tillgänglig vid sökning. Efter att timer 3324 löpt ut, går den över till PSM. I detta läge är enheten alltid redo att sända meddelanden eftersom den förblir registrerad i nätet. Däremot är mottagaren avslagen så att det inte går att nå enheten med hjälp av sökning. PSM är därför användbart i nätverk för givare där man endast sällan behöver sända data till enheterna och då endast små datamängder. Denna process är inte lämplig för applikationer som kräver snabba svar eller för tidskritiska åtgärder. Applikationer som använder PSM måste tolerera detta beteende och konstruktionen måste ha optimerade timervärden för viloläge och för PSM. Det är viktigt att testa End-to-End för att matcha applikationens beteende med nätets egenskaper.

**Kostnadseffektiva enheter med LTE kategori 0**

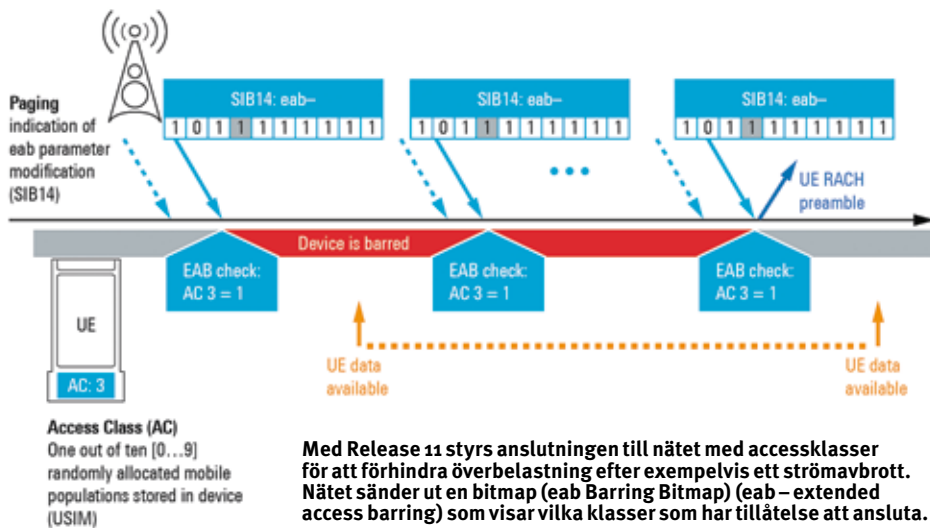
Introduktionen av kategori 0 var ett första försök att tillåta påtagligt billigare modem för M2M-marknaden. I det ideala fallet kommer de också att ha lägre effektförbrukning. För att uppnå detta har komplexiteten hos modemet reducerats genom att minska den tillåtna datahastigheten till 1Mbit/s. Detta minimerar kraven på processorkraft och minne. Tillverkaren kan också ta bort full duplex och hantering av flera antenner. På så sätt eliminerar man behovet av duplexfilter som annars skulle behövas för att förebygga störningar mellan sändare och mottagare.

Kategori 0 enheter är fortfarande under utveckling och kommer troligen att introduceras under 2016.

LTE-M har tagit de första stegen. Release 13 innehåller ytterligare kostnadsreducerande åtgärder, framför allt lägre band-



**PSM (Power Saving Mode)** är användbart i nätverk för givare där man sällan behöver sända data till enheterna och då endast små datamängder. Denna process är inte lämplig för applikationer som kräver snabba svar eller för tidskritiska åtgärder.



bredder i både upplänk och nerlänk, lägre datahastigheter och reducerad sändareffekt.

**YTTERLIGARE EN REDUCERING** av effektförbrukningen planeras. Detta gäller enheter som inte kan använda PSM eftersom enheten måste vara nåbar åtminstone under korta perioder även om den inte själv sänder någon data. I detta fall går modemmet periodiskt från viloläge till mottagarläge för att kunna nås av meddelanden och systemstatusinformation. Den så kallade DRX-timern bestämmer hur ofta detta görs. Det kortaste intervallet för närvarande är 2,56 sekunder. Detta är ganska ofta för en enhet som till exempel bara väntar data var 15:e minut. Planerat och under diskussion är en förlängning av timern (eDRX), som skulle ge en betydligt längre batteritid – upp till flera år.

Räckvidden måste förbättras för applikationer som till exempel smarta elmätare installerade där det råder extrema mot-

tagningsförhållanden, till exempel i källare eller applikationer inom jordbruket med väldigt utspridda enheter. Olika tekniker, bland annat omsändning av data och mindre strikta krav när det gäller tider och fel, skall förbättra effektbalansen mellan sändare och mottagare med 15 dB. På så sätt kan man öka räckvidden.

För Release 14 har fordonsindustrin kommit in med önskemål om att man skall utreda möjligheterna att drastiskt reducera fördröjningarna mellan användarnas enheter, så att det exempelvis blir möjligt med realtidskommunikation mellan fordon.

**DE NYA FUNKTIONERNA** i LTE-M gör det möjligt att stödja många fler IoT-applikationer och på så sätt underlätta övergången från 2G/3G teknologi till LTE. Emellertid finns det ett behov för extremt kostnadseffektiva och effektsnåla utrustningar där nuvarande mobilteknik inte verkar vara lämpliga. Därför har ett antal utmanare, bland annat low-power WAN, kommit in på mark-

naden de senaste åren. Till större delen är dessa tekniker optimerade för nätverk med givare som har väldigt låga datavolymer, exempelvis för rökdetektorer och givare för fyllnadsgrad i soptunnor. De har fördelen av att ha god räckvidd och att de använder licensfria frekvensband. En framträdande teknik är Sigfox. Nätverket använder sig av en ultrasmlbandig teknik och används redan i några nationella nätverk. Sigfox är optimerat för glesa sändningar av väldigt små datapaket och tillåter mottagning enbart under ett kort tidsfönster direkt efter att meddelande sänts iväg.

Ett annat exempel är LoRa. Ett antal företag har bildat LoRa Alliance. Baserat på LoRa-tekniken från Semtech har de specificerat standarden för LoRaWAN och ytterligare en specifikation för certifiering av kompatibla enheter. LoRa använder en typ av frekvensmodulerad bandspridningsteknik liknande den som används för radarapplikationer. Den stödjer tre klasser av enheter. Klass A tillåter mottagning enbart under två korta tidsfönster direkt efter sändning, liknande Sigfox. Klass B tillåter periodiska mottagningsfönster, som synkroniseras via beacons. Klass C-enheter kan alltid ta emot förutom när enheten själv sänder. Ytterligare exempel på LP-WAN teknologier är Weightless-N och RPMA.

**GSMA HAR OCKSÅ** förbundit sig att stödja Internet of Things och har nu lanserat ett LP-WAN initiativ. Målet är att definiera en standard för LP-WAN så fort som möjligt baserat på etablerade standarder för mobilnät i licensierade frekvensområden. De viktigaste leverantörerna inom infrastruktur, modem och kretsar har snabbt börjat samarbeta med nätoperatörerna för att utveckla en lämplig standard. Målet är att godkänna standarden i Release 13 för att kunna släppa kommersiella produkter under 2016. De första fältproven pågår redan.

Ett antal tekniska diskussioner pågår och man har alternativa ansatser. Kommitén har i alla fall redan beslutat att det skall finnas en smalbands IoT-standard (NB-IoT). Denna standard skall göra det möjligt att använda resursblock från LTE-bärvågor, utnyttjade resurser i spektrum mellan angränsande bärvågor och resurser i ett separat, reserverat spektrum. Kravprofilen för denna standard innefattar extremt låg strömförbrukning, väldigt låga kostnader, förbättrad mottagning i byggnader och stöd för en enorm mängd enheter med väldigt lite datatrafik.

Ett stort antal standardiseringsaktiviteter är på gång för att säkerställa att lämpliga kommunikationstekniker finns tillgängliga för Internet of Things. Dessa aktiviteter visar också vägen för femte generationens mobilradio, där också extremt små fördröjningar, mycket lång batteritid och en enorm mängd enheter spelar stor roll. ■

	Cat 1 (Rel. 8)	Cat 0 (Rel. 12)
Downlink Peak Rate	10 Mbps	1 Mbps
Uplink Peak Rate	5 Mbps	1 Mbps
UE RF Chains	2	1
Duplex Mode	full duplex	Halv duplex (opt)
UE Receiver Bandwidth	20 MHz	20 MHz
Max UE Transmit Power	23 dBm	23 dBm
MIMO Layer	1	1
Highest DL Modulation	64 QAM	64 QAM
Highest UL Modulation	16 QAM	16 QAM

**Billigare modem för Kategori 0 kommer troligen att introduceras under 2016.**

	Sigfox	LoRa	Weightless-N	RPMA
Frekvenser	868 MHz (ETSI) 915 MHz (FCC) 2 400 MHz	868 MHz (ETSI) 915 MHz (FCC)	868 MHz (ETSI) 915 MHz (FCC)	2 400 MHz
Modulation	UNB	Chirp DSSS	UNB	RPMA
Organisation	Sigfox	Semtech	NWave	Ingenu

**Det har dykt upp ett antal smalbandiga tekniker de senaste åren. De är optimerade för nätverk med givare som har väldigt låga datavolymer, har god räckvidd och använder licensfria band.**



# Wi-Fi hittar lågeffekts-tillämpningar



*Med nya komponenter och standarder kan man konstruera wifi i lägre effekter*



**Av Josh Mickolio, Digi-Key**

**Josh Mickolio** är sedan tio år produktchef för trådlöst och rf på Digi-Key. Han har arbetat med de senaste teknikerna inom Bluetooth, mobilnät, Wlan, Zigbee och diskreta RF-komponenter för både uppkopplade noder och infrastrukturer.

**E**n ny generation Wi-Fi-chip och Wi-Fi-moduler växer fram, som ger oss avsevärt lägre effektförbrukning och är enklare att integrera i olika konstruktioner. När Wi-Fi Direct och Wi-Fi HaLow nu också kommer för lågeffektsförbindelser uppstår dessutom många fler möjligheter att upprätta trådlösa anslutningar med låg effektförbrukning. Denna artikel handlar om hur dessa Wi-Fi-enheter och Wi-Fi-moduler kan användas i typiska tillämpningar för att uppnå bästa batterilivslängd.

Vi ser ett ständigt ökande behov av att ansluta alla slags apparater och utrustningar till Internet. Denna inriktning mot på Internet of Things (IoT) ger en mängd fördelar, alltifrån låga hanterings- och uppgraderingskostnader till en drastiskt ökad flexibilitet vid uppbyggnaden av stora nätverk.

Det finns många sätt att upprätta en trådlös länk till en enhet, men den senaste utvecklingen har gjort Wi-Fi (IEEE802.11) till ett allt populärare val. Detta drivs på av det utbredda användandet av Wi-Fi-nätverk i

hem och industrier. Kiselkretsar för dessa standarder tillverkas i tiomiljontal, vilket sänker kostnaden. Frekvensbanden vid 900 MHz, 2,4 GHz och 5 GHz är oreglerade och tillgängliga över hela världen, till skillnad från mobilnätlösningar som GSM och LTE. Det finns också ett omfattande och växande ekosystem av mjukvara som arbetar med direkt anslutning till Internet via accesspunkter.

**ATT ANVÄNDA WI-FI** för trådlösa sensornätverk och IoT har hittills medfört sina utmaningar, framför allt avseende implementeringarnas komplexitet och effektförbrukningen, men också avseende interferensproblem som även påverkar effektförbrukningen. Allt detta håller på att förändras i de modernerna kretsarna.

Wi-Fi-teknologin utvecklades för att överföra strömmande data från bordsdatorer till accesspunkter, så den var inte inriktad på låg effektförbrukning. Men moderna kiselkretsar och nya mjukvaruarkitekturer kan drastiskt minska förbrukningen så att Wi-Fi blir en praktisk och kostnadseffektiv

lösning till och med för batteridrivna enheter. Högre prestanda hos kretsarna i accesspunkterna, liksom nya standarder som 802.11ac och 802.11ah, gör att allt fler enheter kan anslutas till nätverket, och samma prestandaökning kan användas för att minska effektförbrukningen.

Det finns två sätt att minska effektförbrukningen i Wi-Fi för IoT. Det första är att optimera driftscykeln. Till skillnad från strömmande tillämpningar arbetar IoT med sensor- och styrdata som kommer i skurar. Det betyder att ett Wi-Fi-chip bara behöver arbeta med att sända data under mindre än 5 procent av tiden, och till skillnad från Bluetooth behöver det inte upprätta någon länk. De senaste chipen från utvecklare som Broadcom, Microchip och Atmel har också konstruerats med lyssningsvilolägen med ultralåg effekt. Här kan chipen gå på tomgång under 95 eller till och med 99 procent av tiden, och bara vakna upp om det finns data att sända eller styrinstruktioner att ta emot. Detta minskar drastiskt den genomsnittliga effektförbrukningen och

ökar batterilivslängden.

Systemarkitekter kan också utnyttja högprestandalänkarna bättre. För batteridrivna system är det den förbrukade energimängden som har verklig betydelse. Så om man använder en snabbare länk (100 Mbit/s för 11n eller upp till 433 Mbit/s för en 11ac-kanal) medför det att chipet kan sända data på kortare tid och stänga av sig snabbare, vilket resulterar i att avsevärt mindre energi förbrukas.

De nya standarderna, som 11ac, hanterar också interferensproblemen bättre. Ett av problemen med Wi-Fi har tidigare varit interferenser, både från andra nätverk och från annan utrustning. Det finns ett begränsat antal kanaler tillgängliga vid 2,4 GHz för 11b, 11g och 11n, och i ett stort nätverk med många tusen anslutna enheter kan det uppstå interferenser. Detta ökar effektförbrukningen eftersom data måste sändas om, vilket ökar sannolikheten att det uppstår ännu fler interferenser. I många fall ökas sändareffekten för att klara problemen, och detta ökar effektförbrukningen ytterligare.

**PROBLEMEN KAN MINSKAS** genom att man förkortar arbetscykeln. Om en enhet försöker att sända enbart under en kortare tidsperiod är det mindre troligt att den kommer att interferera med någon annan närliggande enhet. Så en förkortning av sändningstiden minskar inte bara energiförbrukningen utan också risken för interferenser.

Det finns andra typer av nätverk som arbetar vid 2,4 GHz, till exempel Zigbee och Bluetooth, och eftersom detta område är oreglerat kan det finnas många nätverk som arbetar samtidigt. Men moderna konstruktioner har bättre interferensskydd, och nya moduleringsmetoder minskar ock-

så interferenserna. Detta är viktigt eftersom det finns andra apparater och utrustningar som sänder ut strålning inom samma frekvensområde, som mikrovågsugnar, och detta skapar ännu fler interferenser. Med 802.11ac som arbetar vid 5 GHz och med 80 MHz breda kanaler undviks många av dessa problem, vilket möjliggör högre datahastigheter (upp till 1 Gbit/s) och minimerar störningar från andra nätverk.

Men allt detta för med sig nya utmaningar. Att konstruera ett RF-ingångssteg för 2,4 GHz är ingen trivial uppgift, och det är avsevärt svårare vid 5 GHz. Detta har mycket stor betydelse för implementeringen av nätverket och för effektförbrukningen hos de enskilda noderna.

Hur ingångsstegets antenn utformas har vital betydelse för effektförbrukningen. En bra antennkonstruktion med minimala switchningsförluster ger en bra länkbudget som gör att noderna kan sända med lägre effekt. Den gör också att noderna kan arbeta effektivt på större avstånd, vilket minskar antalet noder som krävs och reducerar kostnaden och komplexiteten hos nätverket.

Visserligen kan nätverk på 5 GHz förbruka lägre effekt genom högre datahastigheter, men räckvidden är kortare än vid 2,4 GHz. Så länkarna blir kortare vid samma effekt, eller så behövs det fler enheter. Antennsystem för 5 GHz 11ac har också en annan uppbyggnad är sådana för 2,4 GHz. Motsatsen gäller för nätverk som arbetar på lägre frekvenser, så vid 900 MHz går det att få längre räckvidder och/eller lägre effektförbrukning.

**ALLA DESSA PROBLEM** kan lösas med nästa generation av lågeffektsmoduler. I dessa integreras en enchips-transceiver och en optimerad antennkonstruktion tillsammans

med anpassade komponenter för att uppnå bästa möjliga länkbudget. Dessa moduler kan enkelt läggas till i befintliga utrustningar för att ge dessa anslutningsmöjligheter till accesspunkter och vidare till Internet of Things. Sådana moduler, från leverantörer som Murata med chips från Broadcom, Microchip och Gainspan, ger konstruktörerna möjlighet att enkelt implementera länkar med räckvidder på 50 till 70 meter inomhus eller 300 till 700 meter utomhus med den inbyggda antennen. Det går att uppnå ännu större räckvidder med en extern effektförstärkare och antenn, men detta sker till priset av högre effektförbrukning. Själva modulerna har i grunden låg förbrukning, vilket ger konstruktörerna större valmöjligheter vid implementeringen av nätverken.

Nu växer också nya versioner av Wi-Fi fram. Nästa version av 11ac arbetar med kanaler så breda som 160 MHz, vilket ger ökade möjligheter för implementeringar av spread-spectrum som är mer motståndskraftigt mot interferenser.

**DET FINNS OCKSÅ** en punkt-till-punkt-version av Wi-Fi kallad Wi-Fi Direct. I denna version kan noder anropa varandra och länkas ihop direkt, utan att behöva ta vägen genom nätverket. Det kan förenkla nätverksarkitekturen och mjukvaran genom att antalet accesspunkter minskas och effekten reduceras. Detta kan vara speciellt värdefullt exempelvis i applikationer där en vanlig kabel har ersatts, liksom i diagnostik- och testapplikationer. Chiptillverkare som Atmel lägger in Wi-Fi Direct i sina transceiver för industriella nätverksapplikationer.

Den senaste standarden som introducerats av Wi-Fi Alliance, men som väntar på att certifieras, är Wi-Fi HaLow (802.11ah). HaLow utökar Wi-Fi till 900 MHz-bandet. Detta fördubblar signalens räckvidd, vilket måste anses ge Wi-Fi ett försprång framför Bluetooth på IoT-marknaden. Hårtill kommer fördelen att HaLow möjliggör uppkoppling via vanliga Internet-routrar och kommer att ha samma säkerhetsnivå som vanlig Wi-Fi. Men det finns nackdelar att tänka på, varav en är att datavolymer kommer att bli lägre. Wi-Fi HaLow har konstruerats för att överföra tillfälligt kommunikation på låg nivå, som att tända en lampa i ett Smart Hem.

Wi-Fi är redan en överallt förekommande teknologi för trådlösa nätverk, och den senaste tidens utveckling har pressat ner effektförbrukningen. Detta ger oss möjlighet att konstruera in Wi-Fi i ett allt större antal olika apparater och utrustningar, inklusive portabla, batteridrivna enheter. Kostnadseffektiva moduler som integrerar och optimerar RF-ingångssteg kan snabbt och enkelt integreras i befintliga och nya konstruktioner. Detta hjälper till att öppna upp en stor mängd nya möjligheter för Internet of Things och trådlösa sensornätverk, som ansluter fler och fler enheter till Internet. ■

**Nya lågeffektsmoduler använder chips från Broadcom, Murata och Gainspan.**



## ■ POSITIONERING

Världens första modul för satellitnavigering som erbjuder noggrann oberoende död räkning. Det är vad schweiziska U-blox påstår sig ha släppt. Modulen förlitar sig på rörelsesensorer, när satelliterna är skymda.

Att ta hjälp av de över 120 satelliter som kretsar runt jorden och används i GNSS – Global Navigation Satellite System – är oerhört bekvämt när man kör bil. Åtminstone så länge systemet inte störs av besvärlig flervägsutbredning i storstan eller av att kontakten med satelliterna försvinner när man åker in i en tunnel eller ner i ett garage.

**JUST DETTA VILL** U-blox råda bot på med sin färskaste modul NEO-M8U. Till skillnad mot den tidigare modulen NEO-M8L, som kopplas till bilens egna sensorer och matas med information om hjulhastighet, tar nykomlingen hjälp av egna inbyggda sensorer för positionsbestämning med död räkning.

– I ett test utfört i Londons centrum visar vår nya modul tre gånger bättre noggrannhet än en traditionell GNSS-mottagare, säger Thomas Nigg, ansvarig för produktstrategi på U-blox.

NEO-M8U är enligt U-blox den första i sitt slag att kombinera vanlig GNSS-mätning med så kallad oberoende död räkning eller UDR-teknik (Untethered Dead Reckoning). UDR utnyttjar en accelerometer



Thomas Nigg

och ett gyro för att räkna ut acceleration och vinkelhastighet i tre dimensioner.

– Sensorerna räknar ut hastighet och riktning på bilen. När det behövs används sensordata för att kompensera för svagheter i GNSS. Tappar modulen satellitsignalen under en minut eller mindre är noggrannheten lika bra som med satellitsignal. Därefter minskar möjligheten successivt att korrekt korrigera positionen, säger Thomas Nigg.

Förutom rörelsesensorerna inkluderar modulen en GNSS-mottagare som stöder de olika satellitpositioneringssystemen GPS, Glonass, Galileo och Beidou. En Arm

M3-kärna och egenutvecklade algoritmer beräknar positionen med en uppdateringshastighet om 20 Hz.

– En stor fördel är att systemet är självkalibrerande. Det innebär att modulen direkt ger positionen när den startar. Den behöver inte vänta på en första GNSS-korrigerings.

**MED NEO-M8U** siktar U-blox på eftermarknaden och inte på biltillverkarna som har tillgång till CAN-bussen och istället tittar på så kallad ADR, Automotive Dead Reckoning, som komplement till satellitnavigering.

Företaget ser en mängd tillämpningar där modulen är fast monterad i fordonet. Några exempel är styrning och hantering

av fordonstflottor (fleet management), försäkringstelematik (för att återskapa var en bilolycka verkligen skett) och stöd för biltullar (för att i storstadsområden verkligen vara säkra på att rätt bil blir debiterad) förutom vanlig navigering för bilar som inte har ADR installerat.

Modulen är kapslad i en LCC som är 12,2×16,0×2,4 mm och den drar inte mer effekt än en vanligt GNSS-modul. Den fungerar i temperaturområden –40°C till +85°C och är certifierad enligt fordonstandard ISO/TS16949.

Prover liksom utvärderingskit kommer i april, medan volymer ska vara framme i maj. Även referenskonstruktioner för försäkringstelematik kommer i maj.

ANNA WENNBERG  
anna@etn.se

# Navigerar noggrant även när satelliterna försvinner

## Trycksensorn som öppnar för nya påhitt

### ■ MINIMAL

Världens minsta differentiella trycksensor är vad Sensirion nyligen visade upp på mediateknikmässan MD&M West, i Anaheim, Kalifornien. Den extremt lilla sensorn öppnar upp för en mängd nya tillämpningar, hävdar den schweiziska sensortillverkaren.

Nyttillskottet som nu ska ut i ramplyuset är bara 5×8×5 mm. Därmed är den enligt Sensirion betydligt mindre än alternativa

jämförbara trycksensorer. Således kan den byggas in i produkter där det tidigare inte funnits plats för denna typ av sensorer. Alternativt kan dagens sensorbestyckade produkter krympas ytterligare.

**TRYCKSENSORN KALLAD** SDP3x finns att få i olika varianter, där SDP 31 är digital med I2C-gränssnitt och SPD36 har analog utsignal. Båda versionerna mäter ett dubbelriktat flöde på upp till 500 Pa. Under året kommer ytterli-



gare medlemmar i SDP3x-serien att lanseras med utökad mätområden och nya funktioner.

SDP3x-familjen är tillverkad i

Sensirions process CMOSens, som integrerar sensorelementet i själva CMOC-chipet. Sensorerna är kalibrerade och temperaturkompenserade. Det har inte enbart en imponerande liten storlek utan även mycket god prestanda med hög noggrannhet och långtidsstabilitet, hävdar Sensirion.

Den nya SDP3x kan lödas och finns att få på band eller rulle för pick-and-place-maskiner.

ANNA WENNBERG  
anna@etn.se



## National Instruments uppgraderar instrumentlådan

### ■ ALLT-I-ETT

Oscilloskop, funktionsgenerator, multimeter, spänningskälla plus 34 digitala in- och utgångar får plats i Virtualbench. Nu kommer en förbättrad version av National Instruments allt-i-ett-instrument.

Tanken med Virtualbench är att

erbjuda ett instrument som har många funktioner, tar liten plats och har ett lågt pris. En del i det konceptet är att nyttja den dator eller surfplatta som användaren redan har för att presentera signalerna och styra instrumentet. Då behövs ingen skärm och inga knappar eller rattar på instrumentet.

Virtualbench lanserades 2014

och kan ses som en konkurrent till oscilloskopet, elektronikingenjörernas motsvarighet till den schweiziska armékniven. Det kommer nu i en förbättrad version med fyra analoga kanaler på 350 MHz bandbredd och en samplingshastighet på 1,5 GHz.

Spänningskällan ger numera 3 A på 6 V-utgången och 1 A på

utgångarna med 25 V respektive -25 V. Förutom Ethernet har instrumentet USB och wifi.

Bättre prestanda innebär också ett högre pris. Ursprungsmodellen 8012 kostar 18 620 kronor medan den förbättrade modellen 8034 går på 55 840 kronor.

PER HENRICSSON  
per@etn.se



## Powerbox med sikte på tåg

### ■ STRÖMFÖRSÖRJNING

Kraftspecialisten Powerbox släpper två kompakta DC/DC-omvandlare med mycket hög verkningsgrad specifikt konstruerad för järnvägsindustrin. Båda ingår i ENAR150D-familjen, som företaget liknar vid en allt-i-allo för kraftarkitekter inom järnvägsindustrin.

De två nykomlingarna, ENAR150D24 och ENAR150D110, har uteffekten 150 watt och en typisk verkningsgrad på 93 pro-

cent. De är konstruerade för moderna tåg som har krav på flexibla kraftlösningar då de numera ska hantera tjänster som exempelvis wifi, GSM, LTE, videosystem och telemetri. Tågen ska dessutom klara en mängd miljöer, från extremkylan i Sibirien till hettan på sydligare breddgrader.

EN VIKTIG DEL i utvecklingsarbetet har därför varit flexibilitet i form av många mekaniska konfigureringar – allt för att passa in överallt och lösa det mesta, likt en

schweizerkniv.

Nykomlingarna är konstruerade för systemspänningarna 24 Vdc (16,8–30 V) och 110 Vdc (77–137,5 V). Omvandlarna ENAR150D24/2×12 och ENAR150D110/2×12 är uppbyggda med två isolerade 12 V-utgångar som kan kombineras på fyra olika sätt. De kan vara oberoende, parallella, seriella eller symmetriska, vilket gör att de passar bra i olika tillämpningar.

Omvandlarna har formen 18,5×111×162 mm och är konstru-

erad för att passa i 19-tums rack specificerade i IEC 60297-3-standarderna. De har ett brett temperaturområde, från, -40 °C till +70 °C. I en klass T2-tillämpning kan de ge full effekt till +55 °C utan kylning och till +70 °C med lite extra kylning. För klass TX-tillämpningar kan de ge 140 watt från -40 °C till +70 °C.

ISOLATIONEN ÄR 2100 Vac mellan in- och utgång, 1000 Vac mellan utgång och hölje och 500 Vdc mellan de två utgångarna. Omvandlarna möter skak- och vibrationskraven i IEC61373 kategori 1, klass B. Samtidigt möter de en uppsjö EMC-standarder, de uppfyller brandskyddskrav och är godkänd enligt EN45545.

ENAR150D är främst framtagen för järnvägstillämpningar, men 24 V-varianten passar även i många typer av industritillämpningar medan 110V-varianten passar för batterisystem med 110V buss-spänning.

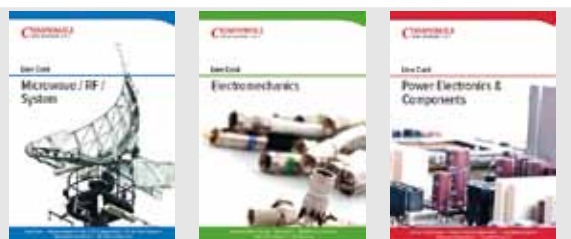
ANNA WENNBERG  
anna@etn.se

**COMPOMILL**  
Nordic Components (( · ))

sales@compomill.com  
www.compomill.com

Visit our new website [www.compomill.com](http://www.compomill.com)

and download our new Line Cards including products from over 60 leading manufacturers worldwide.



## Snabb och tåliga optokopplare för industrin

### ■ GRÄNSSNITT

**Två snabba, energisnåla optokopplare som klarar höga temperaturer är vad Toshiba Electronics Europe just släppt. Båda är tänkta att användas i exempelvis digitala gränssnitt för mät- och styrenheter inom industrin.**

De två optokopplarna heter TLP2745 samt TLP2748. Det som skiljer dem åt är att den förstnämnda har bufferlogik och den sistnämnda inverterlogik.

I övrigt är det mesta lika. Båda drar lite energi och har låg pulsbreddsdistorsion (PWD) – som mest 40 ns – samt en fördröjning

på maximalt 120 ns. De garanterar en isolationsspänning på 5 000 V och följer internationella säkerhetsbestämmelser för förstärkt isolering.

Kretsarna är anpassade för kommunikationsgränssnitt, exempelvis RS232, RS422 och RS485, i industriella tillämpningar, liksom för dataöverföring mellan kretsar med olika spänningar.

De levereras kapslade i en SO6L med måtten 10×3,8×2,1 mm. Som mest drar de 3 mA. De matas med 4,5 till 30 V och fungerar inom temperaturintervallet -40 °C upp till 110 °C.

ANNA WENBERG  
anna@etn.se



## Lastar ned din konstruktion

### ■ TEST

**Den som utvecklar kraftelektronik, lysdiodsbelysning, batteriladdare, fordons-elektronik, förnybar kraft och liknade produkter behöver en likströmlast för att testa konstruktionen.**

Keithley har släppt tre modeller som klarar upp till 200 W, 250 W respektive 750 W.

Series 2380 kan simulera olika testfall inklusive konstant ström, konstant spänning, konstant motstånd och konstant effekt. Mätnoggrannheten är 0,1 mV och 0,01 mA för spänning res-

pektive ström med upplösning på 0,025 procent respektive 0,05 procent för spänning och ström.

Det finns färdiga tester för lysdioder som kan simulera LED-lampor och LED-slingor men också tester för att mäta stig- och falltiden för kraftkällor av likspänningstyp.

Vidare går det att övervaka den ström som konsumeras av testobjektet liksom att testa batterier för att se hur länge de klarar av att driva ett testobjekt.

Series 2380 kostar från 1880 dollar och uppåt beroende på konfiguration. **PER HENRICSSON**  
per@etn.se

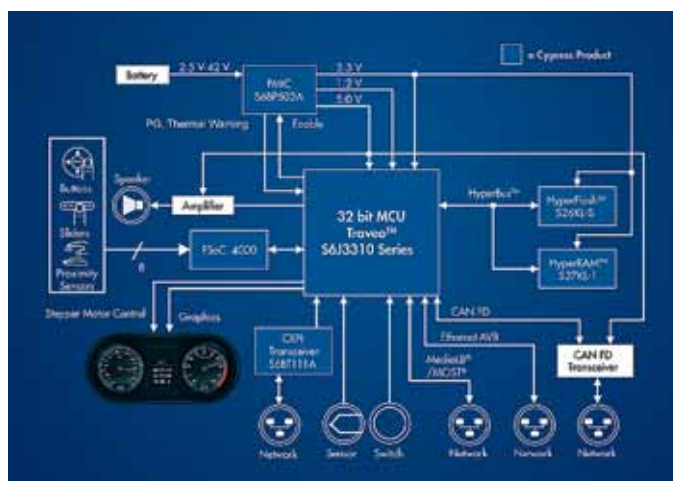
## Fordons-MCU kan uppgraderas under körning

### ■ PROCESSORER

**Cypress släpper nya medlemmar av Traveo, en familj processorer för fordons-elektronik. Flashminnet kan programmeras med ny mjukvara utan att bilen behöver besöka en verkstad – det kan till och med i princip ske under drift.**

De fyra nya medlemmarna heter S6J33XX och tillverkas i 40 nm av UMC. Tillämpningen är bland annat instrumentkluster.

Cypress säger sig vara först att stödja programuppgradering i bakgrunden utan nertid i en fordons-processor. Knepet är att att dela upp flashminnet i två bitar – den ena uppgraderas medan den andra används. Det betyder att det också är möjligt att direkt gå tillbaka till föregående version av styrprogrammet om det visar sig vara något problem med den nya.



Tesla Motors är en av de biltillverkare som idag regelbundet laddar sina kunders bilar med nya styrprogram. När ägarna exempelvis vaknade i söndags morse hade deras bilar plötsligt lärt sig att parkera sig själva.

Säkerhetsutmaningen med

funktionen adresseras bland annat med hjälp av hårdvarustöd för kryptering i en integrerad enhet kallad ESHE (enhanced secure hardware extension)

**PROCESSORERNA** har sex CAN-FD-kanaler och använder Most

och EthernetAVB. De har upp till 4 Mbyte internt flashminne och kan dessutom anslutas till externt flash och RAM via Hyperbus och HyperRAM.

CPU:n är en 240 MHz ARM Cortex-R5. Kretsarna har en 16-bitars DA-omvandlare och I2S och mixer för audiogränssnitt. Här finns också en 12-bitars ADC-ingång med upp till 64 kanaler.

Cypress säger sig vara i diskussioner med minst tre potentiella kunder för kretsarna. Företaget släpper samtidigt strömstyrningskretsar, minneskretsar och lösningar för fordonstillämpning.

Prover finns. Volymet kommer under andra halvåret. Kapslingen är TEQFP med 144, 176 eller 208 anslutningar.

JAN TÅNGRING  
jan@etn.se



# En signalanalysator för 5G och radarsystem

## ■ TEST & MÅT

Med en integrerad bandbredd på 1 GHz, realtidsbandbredd på 255 MHz och en maximal frekvens på 50 GHz är Keysights nya generation av signalanalytatorer i X-serien kapabla att analysera signaler från 5G- och radarsystem. Dessutom har instrumenten fått ett nytt och snabbare användargränssnitt med multipek.

Test- och mätjätten Keysight är uppenbart stolt över det nya användargränssnittet där det inte ska behövas mer än två kommandon för att byta inställning. Det går att knipa, dra och svepa för att ta fram en ny mätning eller justera signalen som visas på skärmen.

Gränssnittet är detsamma på alla varianter av X-familjen som

består av UXA, PXA, MXA, EXA och CXA.

Flaggskeppsmodellen UXA går upp till 44 GHz respektive 50 GHz och har en integrerad analysbandbredd på 1 GHz. Som jämförelse har Ericssons 5G-prototyp NX en bandbredd på 800 MHz och arbetar på 15 GHz.

**KEYSIGHTS PXA-FAMILJ** har ett fasbrus på  $-136$  dBc/Hz vid 1 GHz och 10 kHz offset. Realtidsbandbredden är 510 MHz med ett spuriösfritt område på minst 75 dBc över hela bandet.

UXA och PXA klarar att strömma realtidsdata för en bandbredd på 255 MHz med 16 bitar och 200 MSa/s.

Priset för UXA med 50 GHz (N9040B) börjar på 115 743 dollar.

PER HENRIKSSON  
per@etn.se



NYA PRODUKTER



## Sola säkert!

### ■ SENSORER

Det är härligt att vara i solen men samtidigt förenat med risken att få malignt melanom. Silicon Labs vill minska problemet med en ny generation UV-sensor som i kombination med en sensor som förstår dina gester kan integreras i sportkläder eller byggas in i solstolen, solglasögonen eller i flaskan med solkräm.

Sensorn Si1133 mäter UV-ljuset med en noggrannhet på  $\pm 1,5$  på UV-skalan och kan varna när du varit i solen för länge. Den mäter också den synliga delen av spektrum med en upplösning på 100 mlux vilket kan användas för att automatiskt justera intensiteten på en skärm – om man har en dylik.

**FÖRUTOM SENSORDELENS** fotodioder finns dubbla AD-omvandlare med 23 bitar och en signalprocessor. Mätvärdena levereras över en I2C-buss med en takt på maximalt 3,4 Mbit/s.

Kretsen är  $2 \times 2$  mm i en QFN-kapsel och drar 500 nA i viloläge.

Närhetssensorn Si1153 kan detektera rörelser på upp till två meters avstånd men också så nära som en centimeter. Den kan driva upp till tre dioder vilket ger möjlighet att tolka tredimensionella gester. Känsligheten är bättre än 100 mlux vilket i praktiken innebär att sensorn kan placeras bakom mörkt glas och ändå fungera.

**DATA LEVERERAS** på I2C-bussen med maximalt 3,4 Mbit/s och strömförbrukningen är 500 nA i viloläge.

Kretsen finns i två kapslingar på  $2 \times 2$  mm respektive  $2,9 \times 4,9$  mm.

För den som vill testa kretsarna finns ett utvärderingskort kallat 115XOPT-EXP-EVB.

I kvantiteter om 10 000 exemplar kostar UV-sensorn 1,13 dollar medan gestsensorn kostar 1,84 dollar och uppåt.

PER HENRIKSSON  
per@etn.se

## Detta är SER

SER är föreningen för Sveriges elektro-, data- och IT-ingenjörer.

Vår mission är att stimulera samhällsnyttig utveckling och svenskt näringsliv samt främja den internationella konkurrenskraften för svenska elektro-, data- och IT-ingenjörer!

Mera information om SER finner du på [www.ser.se](http://www.ser.se)

Eller mejla [ser@ser.se](mailto:ser@ser.se)!



För smart och hållbar samhällsutveckling





## Integrera Optilias avsyning i din mjukvara

### ■ VERKTYG

Svenska Optilia Instruments, som utvecklar och tillverkar utrustning för optisk avsyning, lanserar ett utvecklingsverktyg som gör det enklare att integrera bilderna från företagets avsyningsutrustning med tredjepartsmjukvara.

Det nya utvecklingsverktyget liknar i mångt och mycket det som redan finns för PC-styrning av avsyningsutrustningen. Det består av ett bibliotek i C++ kompilerat för Visual Studio (2010 och 2012). Ett smakprov på färdiga funktioner är zoom, fokusering, exponering, irisvärde, ljushet, exponeringskompensation, automatisk exponering och vitbalans.

Utvecklingsverktyget fungerar med HD-kamerorna i W-serien. Exempelvis har W30 full HD med 1080p, en zoom på 30 gånger, snabbt autofokus och ett arbetsavstånd på upp till 50 cm. **PER HENRICSSON**  
per@etn.se

BLOMDAHLS  
MEKANISKA

Kapslat och klart!



Skräddarsydd mekanik  
för elektronikprodukter

blomdahls.com



## Din extrahand

### ■ LÖDHJÄLP

Handlödning brukar kräva minst tre händer, en för lödkolven, en för komponenten och en för lodtråden. Wellers lösning på problemet är en automatisk lodtrådsmatare monterad på lödkolven.

Den automatiska lodtrådsmataren ger ett kontinuerligt flöde av lödtenn som går att justera för att få en jämn lödfog. För att hindra lödtennet från att fastna

och förbättra kontrollen över lödtennsflödet har matarenheten konstruerats med en särskild beläggning på insidan av slangen.

Vidare finns timer- och puls-lägen vilket ytterligare ökar kontrollen över lodtrådens frammatning och ger större flexibilitet vad gäller volymen och hastigheten.

De integrerade start-, stopp- och standby-funktionerna ger lägre energikonsumtion och förlänger livet på lödspetsar och värmeelement.

Matarenheten rymmer en hel enkilosrulle med lodtråd och kommer i två modeller. WTSF 80 är en 80 W-modell (med en 2,4 mm lödspets, LT B) som är kompatibel med Wellers lödstationer WD, WR, WS och WSD. 120 W-versionen WTSF 120 är kompatibel med lödstationerna WR, WD och WSD.

Den nya lodtrådsmataren säljs bland annat av RS Components.

**PER HENRICSSON**  
per@etn.se

## Tillökning i kraftfamilj

### ■ STRÖMFÖRSÖRJNING

Kraftspecialisten TDK-Lambda utökar sin serie PH-A280 med sex nya modeller. Det handlar om DC/DC-moduler i kvartsbricksformat som klarar inspänningen på upp till 425 V och effekter upp till 150 W.

När PH-A280 lanserades för knappt två år presenterades den som en serie kraftmoduler som är hälften så stora som föregångarna och dessutom effektivare.

Nu är det dags för en utökning av familjen. Liket tidigare familjemedlemmar siktar dessa, enligt japanska TDK-Lambda, på datacentraler och telekom, men också en mängd tillämpningar inom industri och förnybar energi.

De sex nykomlingarna kommer med tre utspänningar, där 3,3 V-varianten kan leverera 15 A eller 20 A, 15 V-varianten går att få för 5 A eller 10 A och 28 V-varianten finns för 2,7 A eller 5,4 A. Utspänningen kan justeras till -20 procent till +10 procent för



alla utom 3,3 V-varianten som kan justeras till -10 procent till +20 procent.

**KRAFTMODULERNA** har kvartsbricksformat (37,2×12,7×58,3 mm) och en verkningsgrad som når upp till 90 procent, enligt TDK-Lambda. De kan arbeta vid full last då temperaturen lig-

ger mellan -40 °C och +100 °C på basplattan.

Modulerna har en in-till-ut-isolation på 3000 Vac och de uppfyller flera säkerhetsstandarder, däribland IEC/EN/UL/CSA60950-1. Modellerna kommer med fem års garanti och är CE-märkta.

**ANNA WENNBERG**  
anna@etn.se

# Svensk Elektronik samlar och stärker branschen

## Scandinavian Electronics Event, S.E.E. – Vår arena för kunskap, inspiration och affärer.

Den 19–21 april är det dags för Scandinavian Electronics Event, S.E.E., mässan vi gör tillsammans i branschen. Många medlemmar har engagerat sig och bidragit med kloka synpunkter och inte minst tagit fram experter som kommer presentera intressanta ämnen på våra tre scener.

Som tidigare år kommer vi att ha ett Showcase Sweden där en bredd av allt man kan skapa med elektronik idag visas upp. Vi hoppas att ni alla besöker detta område, som vi särskilt bjuder in skolor till, för att få fler unga att intressera sig för vår bransch. Till exempel kommer besökarna mötas av ABBs robot YuMi.

Mycket händer på S.E.E.. **Träffa experter** från VINNOVAs strategiska innovationsprogram Smartare Elektroniksystem och IoT (Internet of Things) Sweden samt Swedish

ICT på Matchmaking. Här får företag möjlighet att möta såväl forskning och utvecklingspartners som erfarna projektledare och tekniska experter inom svenska spetsområden. Under alla tre dagarna pågår **Live Production** och **SM i handlödning**. De två konferenserna **Kraftforum** och **Electronic Environment 2016** arrangeras parallellt med S.E.E.. Innovationskraft är i fokus och det blir bl a **prisutdelning** av Inission Innovation Award, på stora scenen. Och detta är bara en del av det som händer på S.E.E....

Och det kommer mera efteråt! Den 2 juni ses vi på Elektronikgolven och 8 september hålls en tillförlitlighetskonferens med uppföljning av kretskortstillverkningen i Live Production.

**Registreringen har öppnat, boka redan nu, så ses vi på S.E.E.!**



## Tillsammans skapar vi branschens framtid.

Svensk Elektronik arbetar för att stärka våra medlemmars konkurrenskraft och för hela den svenska elektronikindustrin. Vi bygger vidare på den stolta traditionen av högt teknikkunnande, kreativitet och goda affärer som har gett svensk industri

dess globala renommé. Vår uppgift är att bevaka utvecklingen, etablera samarbeten och ge information till branschen, men också att fungera som opinionsbildare gentemot myndigheter och organisationer. Ditt företag är väl med?

Här hittar du nya kunder, utbyter erfarenheter med kollegor och konkurrenter, får kunskap och inspiration.

**Välkommen i ett nätverk som stärker dig och ditt företag.**

Branschorganisationen Svensk Elektronik  
Storgatan 5, Box 5510, 114 85 Stockholm  
Tel växel: 08-782 08 50, info@svenskelektronik.se  
www.svenskelektronik.se



**SVENSK  
ELEKTRONIK**

## KALENDARIUM

### 26 februari

Sektionsmöte, Test & Mät, Stockholm.

### 16 mars

Sektionsmöte, Embedded Technology, Stockholm.

# S.E.E.

### 19–21 april

S.E.E. Scandinavian Electronics Event, Kistamässan, Stockholm.

### 17 maj

Sektionsmöte, Utbildning & Forskning, Västerås.

### 31 maj

Årsmöte, Stockholm.

### 22–23 november

ECS Embedded Conference Scandinavia, Kistamässan, Stockholm.

Läs mer i kalendarier på  
[www.svenskelektronik.se](http://www.svenskelektronik.se)

Följ oss på  
[www.linkedin.com](http://www.linkedin.com)

## POSTTIDNING B

Returadress:  
Elektroniktidningen,  
Folkungagatan 122, 4 tr,  
116 30 Stockholm

# Upplev vårt handhållna oscilloskop i 2 minuter, du kommer inte att ångra dig

R&S®Scope Rider, det kraftfullaste handhållna oscilloskopet på marknaden, erbjuder labbprestanda i en robust och bärbar design:

- ▮ 60 MHz till 500 MHz med upp till 5 Gsample/s
- ▮ 10-bitars ADC
- ▮ Isolerade kanaler: CAT IV 600 V
- ▮ 500 ksample minnesdjup
- ▮ 5 i 1: labboscilloskop, logikanalysator, protokoll-analysator, data logger och digital multimeter

Läs mer på [www.2-minutes.com/lab](http://www.2-minutes.com/lab)

Tel: 08 - 605 19 00    [info.sweden@rohde-schwarz.com](mailto:info.sweden@rohde-schwarz.com)

**2** MIN  
**2** be  
sure.  
[2-minutes.com](http://2-minutes.com)



Investera 2 minuter,  
du kommer inte att  
ångra dig.



**ROHDE & SCHWARZ**