

# ELEKTRONIK

SVERIGES  
ENDA  
ELEKTRONIK-  
MAGASIN  
FÖR PROFFS

NR 5  
MAJ  
2015

# TIDNINGEN

**PRENUMERERA  
KOSTNADSFRETT!  
ETN.SE/PREN**

**TEMA:** SENSORER & IoT

## NU SKINGRAS MOLNEN

Internet of Things seglar upp under en perfekt storm av billiga komponenter, strömsnål kommunikation, enkla verktyg, statliga satsningar, smarta moln och vältajmad hajp. Lumenradio är ett av alla svenska företag som surfar på vågen.

/4-5

**INTERVJUN:**

**Brockmann  
gör dig till  
stjärnkock**

/10-12



**INDUSTRIAL INTERNET:**

**Bygger  
sandlådor  
för industrin**

/14-16



**Digi-Key**  
ELECTRONICS

**Öppna  
konton  
för behöriga kunder**

**DIGIKEY.SE**

**MAGASIN – WEBB – NYHETS BREV**

# Världens största sortiment av elektronikkomponenter Kan skickas omedelbart!™



**ÖPPNA KONTON  
FÖR BEHÖRIGA  
KUNDER**



**ALLA PRISER ANGES  
I SVENSKA KRONOR  
INKLUSIVE SKATTER  
OCH AVGIFTER**



**FRI FRAKT PÅ  
BESTÄLLNINGAR  
ÖVER 615 KR\***

---

**LOKAL  
SUPPORT  
FÖR KÖP OCH  
TEKNISKA  
FRÅGOR**

---



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

**ÖVER 1 000 000 PRODUKTER I LAGER | 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 avvikelse från denna avgift så kontaktas kunden innan leveransen skickas. Digi-Key är en auktoriserad distributör för alla leverantörspartners. Nya produkter varje dag. © 2015 Digi-Key Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA





# LEDAREN

## Sverige har världens bästa programmerare

**JAG ÄR INTE BARA REPORTER** utan även ansvarig för Elektroniktidningens webbsystem. När jag kör fast i utvecklingen – vilket händer ofta – så googlar jag. Och då hamnar jag på en av två platser. Gäller det grundläggande syntax finns svaret på W3schools. PHP, SQL, Javascript, HTML, Dom, CSS – sajten är en komplett manual med korta effektiva exempel.

Men handlar det om hur man löser ett lite mer komplext problem finns svaret på Stackoverflow. Det är inte bara jag som hamnar där. Någon påstod skämtsamt att programmering idag är något man effektivast gör via copy-paste från Stackoverflow. Jag har själv bokstavligen gjort detta flera gånger.

**DU ÄR ALDRIG DEN FÖRSTE** att ha ett problem och någon har troligen redan postat det på Stackoverflow. Och när någon gjort detta finns också typiskt ett eller flera svar.

Dessa svar är dessutom rangordnade av övriga Stackoverflowmedlemmar. Det är så vi vet att Sverige har världens bästa programmerare.

Sverige och Nya Zeeland är de två länderna med per capita flest medlemmar bland de 14 898 högst rankade Stackoverflowmedlemmarna. Trea, fyra och femma är Storbritannien, Israel och Australien.

**DET ÄR SAJTEN VENTURBEAT** som tagit fram statistiken, skrivit rapporten och utropat sin förvåning över att Kalifornien inte tog topplaceringen.

I absoluta tal ligger London i topp bland städer, men en per capita-siffra är förstås mer rättvis.

Göran "Guffa" Andersson i Västerås är toppnamnet bland de 227 svenskarna, om jag läser tabellerna rätt. Hans topptaggar är C#, Javascript och Dotnet. Bra jobbat, Guffa!

Stackoverflow – detta nischforum för mjukvaru-utvecklare – har 3,5 miljoner användare och är den 53:e mest besökta webbplatsen i på nätet.

**EN SAJT SOM STACKOVERFLOW** ger ingen av de generösa bidragsgivarna någon som helst monetär kompensering för deras insatser. Tänker man kortsiktigt kan man till och med vända på steken och säga Guffa ger bort sin tid medan andra kanske är ute på andra håll och tjänar pengar.

Men då tänker man inte på det enorma utbyte som Stackoverflow ger tillbaka till användarna. Sajten är ett av många yttringar av den kollaborativa atmosfär som präglat Internet ända sedan det skapades.

**JAN TÅNGRING**  
jan@etn.se

**4 Svensk IoT för stora fastigheter**  
Lumenradio styr ljusanläggningar i konserthus, på teatrar och på operor. Nu tar företaget nästa steg med en plattform för stora fastigheter som trådlöst kan styra belysning, värme, energi, ventilation, säkerhet, närvaro och så vidare.



**6 NXP:S LARS REGER: Bilen – en robot på hjul**  
Steg för steg erövrar elektroniken våra bilar och på sikt kommer den att ta ansvar för körningen. Det är bra. Redan 20 sekunder efter start glider förarens tankar över till annat än körningen.

**10 INTERVJU: Jan Brockmann gör dig till stjärnkock**  
Uppkopplade kylskåp har aldrig slagit men kanske blir det annorlunda med den uppkopplade ugnen. Electrolux teknikdirektör Jan Brockmann tror att den får oss att öppna plånboken.



**14 En sandlåda för industrin**  
En uppkoppling till Internet skulle ge industrin enorma rationaliseringsvinster. Branschorganisationen Industrial Internet Consortium erbjuder "sandlådor" där olika koncept kan testas.

**18 Agneta Jacobsson får ditt IoT-bolag att växa**  
Har du en hyfsat färdig IoT-produkt och vill ha hjälp att få ut den i världen kan du slå en signal till Agneta Jacobsson.



**20 Microsoft vill förvara dina sensordata**  
Den snabbväxande molnoperatören Microsoft gör just nu stora lanseringar riktade mot Internet of Things.



**22 EXPERTARTIKEL: Simulera din IoT-konstruktion**  
Det är en stor utmaning att utveckla och testa IoT-system av den enkla anledningen att uppgiften blir gigantisk. Lösningen är simulering, skriver Jakob Engblom på Wind River.

**24 EXPERTARTIKEL: Energiskördning för trådlösa sensornät**  
Det behöver varken vara komplicerat eller dyrt att använda energiskördning för att driva trådlösa sensornoder, skriver Cristian Toma på Microchip.



**27 EXPERTARTIKEL: Viktigt välja rätt meshprotokoll**  
Fältprov har visat att tidssynkroniserad kanalhoppning har de prestanda som krävs för industriell IoT, skriver Ross Yu på Linear Technology.

**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.**  
Form & layout: Joakim Flink, TYPA  
jocke.flink@typa.se  
Omslagsbild: Lumenradio

**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 2015

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.

LUMENRADIO:

# Ska växa med IoT



■ **KOMMUNIKATION**  
Lumenradio i Göteborg har nått världstoppen när det gäller att konstruera tillförlitliga trådlösa styrsystem för belysning. Nu tar företaget nästa steg. Efter två års utvecklingsarbete är Mira redo för marknaden. Det handlar om en plattform som trådlöst kan koppla ihop och styra alla typer av enheter – belysning, värme, energi, ventilation, säkerhet, närvaro och så vidare – i stora fastigheter.

– Redan när vi startade företaget hade vi visionen att komma till denna punkt; att släppa en modul och ha teknik för det vi då kallade M2M. Då, för sex år sedan, fanns inte IoT, säger Niclas Norlén, teknikchef på Lumenradio och en av grundarna.

Plattformen Mira, som nu är klar att släppas brett, har Lumenradio utvecklat under cirka två år med en av sina större belysningskunder som ska använda den för att styra en mängd funktioner i fastigheter.

– Det handlar om fastighetsautomation i större skala. Just nu håller vår kund på att sätta upp produktion av sina produkter där våra radiomoduler byggs in för att ha en färdig produkt att lansera under andra kvartalet nästa år, förklarar Alexander Hellström, vd på Lumenradio.

**DEN GRÄNS** som Lumenradio främst tänt på i utvecklingsarbetet är storskalighet, trots krävande miljöer med mycket radiointerferens.

Tester i stadsmiljöer visar att ett enda hopp i ett Mira-nät kan

gå upp till 200 meter och mer än en kilometer vid klar siktlinje. Företaget har dessutom lyckats skapa en lösning för ett så kallat meshnät som kan hantera hela 5 000 noder, något ingen annan tidigare klarat enligt företaget.

– Egentligen finns det ingen övre begränsning på antal noder som vi kan ha i ett nät. Det som

blir problem är om man börjar skicka mycket data i nätet. Ju större de blir, desto mer måste man dela på resurser och till slut får man en bandbredds begränsning, förklarar Niclas Norlén.



Alexander Hellström

**HJÄRTAT I PLATTFORMEN** är en nyutvecklad radiomodul, också den kallad Mira. Här ingår en Arm Cortex M4 som skräddarsytt för ändamålet, effektförstärkare, chipantenn och mjukvara.

– Vi har också utvecklat ett nytt operativsystem baserat på ett operativsystemet Contiki. Här har vi jobbat med svenska Thingsquare, som varit väldigt involverat i att ta fram vår plattform, säger Alexander Hellström.

Resultatet är ett operativsystem med rejält förbättrad prestanda.

– Vi har bland annat kunnat visa att vi med vår coexistensteknik (se faktaruta) kunnat fördubbla tillgängligheten i ett nät med noder som man slår på eller slår av, säger Niclas Norlén.

**ETT KRAV FRÅN KUNDEN** man jobbat med har varit att noderna i nätet ska klara en batteritid på 10 år. För att lyckas med det måste noderna i nätet kunna gå i sovläge. Så för att inte tappa synkronisering mellan de olika noderna när några går i sovläge har

## FAKTA:

### Lumenradios trumfkort

Lumenradios teknik, Cognitive Coexistens Technology, är en viktig pusselbit i företagens framgång då radiomodulerna som man utvecklar arbetar på det licensfria frekvensbandet 2,4 GHz. Tack vare den patenterade tekniken kan radiomodulerna i ett nät automatiskt kommunicera på de frekvenser som är lämpligast, baserat på annan radioaktivitet i området.

– Lite populistiskt beskrivet så bygger vi en modell av

frekvensspektrat och försöker förutse vad som kommer att hända i framtiden. Vi tar reda på var vi ska kommunicera för att var så effektiva som möjligt i etern. Dels vill vi ha fram vår egen kommunikation, dels vill vi störa andra så lite som möjligt, förklarar Niclas Norlén.

Han påpekar också att patienten hanterar en annan viktig detalj.

– Tänk dig ett stort nät med upp till 5000 noder. Hur distri-

buerar man data att gå till en viss frekvens utan att alla noder tappar synkronisering?

Detta har Lumenradio lyckats lösa genom att patenten även inkluderar en modell och metod för att distribuera data, så även om data försvinner någonstans så kan noderna fortfarande vara i synk.

– Det är en väldigt viktig del i vår lösning som inte många knäckt där ute, påpekar Niclas Norlén.

AW



Lumenradio utvecklat en teknik som gör att de noder som varit i sovläge direkt kan börja jobba med samma frekvenshoppning som övriga noder i nätet.

Alla noder i nätet kan agera gateway. Radiomodulen innehåller en kommunikationsstack för styrning av apparater över internetprotokollet IPv6 liksom en kommunikationsstack för det underliggande fysiska lagret och MAC-lagret.

– Till skillnad mot konkurrerande radiomoduler, som oftast bara fungerar som enkla modem, kan våra radiomoduler användas för beräkningsrelaterade uppgifter. Det gör att vi kan bygga smarta noder som minimerar data som skickas vidare i nätet, säger Niclas Norlén.

**DEN NYA PLATTFORMEN** – som även inkluderar utvecklingspaket (SDK) för kunder att utveckla med – har testats storskaligt och är redo att tas i bruk.

Just nu håller kontraktstillverkaren Inission på att sätta upp produktion för de nya radiomodulerna i Lettland. Sedan tidigare tillverkar Inission företagets belysningsmoduler, fast i Sverige.



Niclas Norlén

– Nu handlar det om storskalig produktion därför blir det mer kostnadseffektivt att tillverka i Lettland, där Inission har mycket större produktionskapacitet än här. Till en början sätter vi upp en produktion för drygt 200 000 radiomoduler per år. Den kan sedan enkelt skalas upp till 500 000, säger Alexander Hellström.

Det kan jämföras med Lumenradios moduler för belysning som ännu inte nått 100 000 sålda exemplar.

Den rejält höjda produktions-takten innebär också att Lumenradio planerar för expansion.

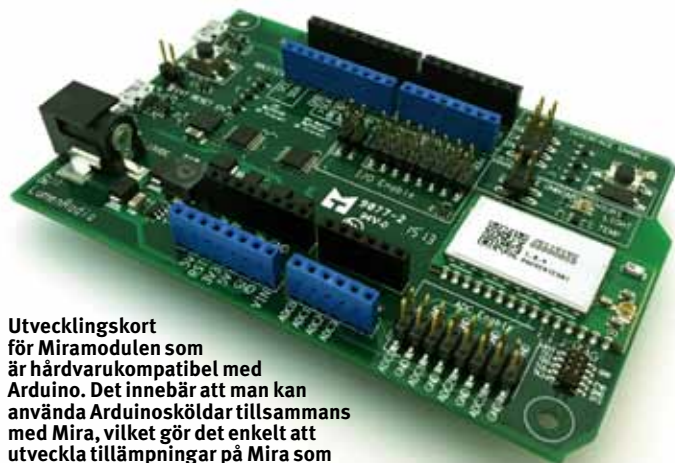
– Vi börjar i Sverige. Här håller vi just nu på att anställa till en säljorganisation. Samtidigt söker vi extern finansiering för att snabbare kunna gå ut i Europa på bred front. Tanken är att börja bygga en säljorganisation i Europa under nästa år, säger Alexander Hellström.

**IDAG ARBETAR** tio personer på Lumenradio, samt ett antal konsulter. Om allt går enligt planen så räknar företaget med att ha minst dubbelt så många anställda någon gång under nästa år.

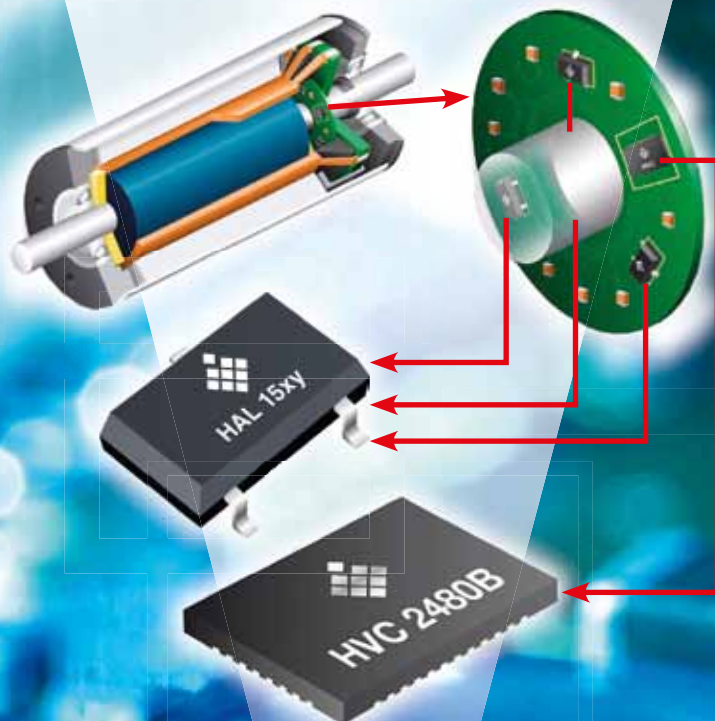
Samtidigt är fastighetsautomation bara ett första steg i Lumenradios tillväxtplan.

– Efter fastighetsautomation siktar vi på energimarknaden; hur fjärrvärme, vatten, gas, el och så vidare kommer till fastigheterna. Det tredje steget i vår uttrullningsstrategi är mot smarta städer. Här ser vi hur man kan erbjuda mängder av nya tjänster framöver, säger Alexander Hellström.

**ANNA WENNBERG**  
anna@etn.se



**Utvecklingskort för Miramodulen som är hårdvarukompatibel med Arduino. Det innebär att man kan använda Arduinosköldar tillsammans med Mira, vilket gör det enkelt att utveckla tillämpningar på Mira som kommunicerar med sensorsköldar.**



## Rutronik and Micronas

### Compactness solution for small DC motors

HVC2480B embedded Motor controllers includes voltage regulators with direct 9-18V operation, EEPROM and internal half-bridges (300mA) for direct motor control

- Flexibility through various host interfaces (LIN, SPI, UART...) as well as gate driver availability for external bridges support
- Self-diagnosis and protection functions

HAL 15xy new Hall switch family for motor commutation with different switching-points and high threshold accuracy- Unique power-on self-test

- Low output jitter
- Smallest state-of-the-art SOT-23 SMD JEDEC package
- ESD protection 8 kV (active Pins)
- Wide junction temperature range from -40°C to 170°C

More information about HVC: +49 (0) 7231/801-1393  
Also available at [www.rutronik24.com](http://www.rutronik24.com)



**RUTRONIK**  
ELECTRONICS WORLDWIDE

# Lars Reger: Bilen – en robot på hjul

## ■ FORDON

**Steg för steg erövrar elektroniken våra bilar och på sikt kommer den att ta ansvar för körningen. Det är bra. Redan 20 sekunder efter start glider förarens tankar över till annat än körningen.**

– Du börjar fundera på vad du ska göra. Kanske ringer du någon eller så fipplar du med musiken, säger Lars Reger som är ansvarig för fordonskretsar inom NXP och snart även Freescale när bolagen slagits ihop.

Han är inledningstalare på EDA-bolaget Cadence årliga användarkonferens i München i slutet av april. Cadence levererar både verktyg och IP-block till NXP.

– Det som är hetast just nu är hur jag slipper köra själv eller i varje fall hur bilen kan hjälpa mig.

**DET FÖRSTA STAPPLANDE** steget togs för över 20 år sedan med ABS-systemen som ser till att inte hjulen låser sig och förorsakar sladd. På senare år har efterfrågan på säkerhetssystem växt snabbt vilket också avspeglar sig i marknaden för fordonskretsar. Den är numera värd 36,9 miljarder dollar per år och växer med 6,7 procent per år, vilket är klart bättre än hela halvledarmarknaden i övrigt.

– Bilarna blir allt mer av robotar på hjul med sensorer som hämtar information om miljön och sedan räknar ut vad som ska göras.

En teknik som redan används och som spås en ljus framtid av Lars Reger är radar. Företaget har tagit fram en komplett radar-krets där både basbandet och rfdelarna är gjorda i CMOS trots att den arbetar i 70-GHz-bandet. Förutom att användas för säkerhetstillämpningar som att upptäcka hinder på vägen kan den dubblera som parkeringssensor och därmed rationalisera bort en annan sensor med tillhörande kopparkablar.

Ett annat område där det händer saker är fjärrkontrollen du använder för att öppna och låsa bilen. Moderna varianter kan stanna kvar i fickan, bilen öppnas



PER HENRICSSON

automatiskt när man närmar sig och dessutom ställer den in just din favoritmusik, justerar förarstolen och backspeglarna eller ger rätt färgton på mysbelysningen. Även om det råkar vara en hyrbil.

**SAMTIDIGT GÅR DET** inte att öppna dörrarna om fjärrkontrollen befinner sig längre bort än en armlängd. Och det får inte heller gå att starta bilen så länge du är utanför bilen.

– Kraven på noggrannhet är så höga att det inte fungerar att använda smartmobilen för positioneringen.

Ännu fler funktioner är på gång, men dessa kräver tvåvägskommunikation som klarar uppåt en kilometer.

– Du sitter på kontoret en kall vinterdag. Då kan du slå på värmaren samtidigt som du reser dig upp för att åka hem, säger Lars Reger.

En annan funktion som blir möjlig med längre räckvidd är att låta fjärrkontrollen vibrera om billarmet går.

Alla de nya elektroniska funktionerna har fått kopparkablarna att bli ett problem.

– Det kan finnas två till fyra kilometer kabel i en lite större bil, de väger lika mycket som jag. Kablarna är det näst tyngsta efter motorn.

**DESSUTOM ÄR DE** känsliga för störningar från varandra och från exempelvis de smartmobiler vi tar med oss på resan. Elektrifieringen i form av hybridteknik ökar problemen med sina högre spänningar och större strömmar.

– Vi forskar på vad som kan göras trådlöst för att spara koppar utan att äventyra säkerheten.

Idag används främst bussarna Flexray, Can och Lin, men intresset för Ethernet är stort. Det handlar om att dra nytta av skal-fördelarna samtidigt som den klarar högre datatakt. Bilstindustrin funderar dock på en lite modifierad variant.

– Vanlig Ethernet på 100 Mbit/s kräver fyra kablar vilket är dubbelt så många som exempelvis Can.

Halvledartillverkaren Broadcom har tagit fram en lösning kallad Broadreach som fungerar med vanlig partvinnad kabel. NXP har licensierat lösningen och utvecklat egna kretsar.

**ETT ANNAT OMRÅDE** där det börjar hända saker är kommunikation mellan bilar och mellan bil och infrastruktur. Här är wlanstandarden 802.11p en het kandidat med sina förbättrade realtidsegenskaper och högre säkerhet. Räckvidden kan dessutom bli några kilometer.

Förslagen på vad man kan använda kommunikationen till sträcker sig från allt till att varna bakomvarande bil för att väglaget är halt, till att organisera fordonståg. Men det är först när tillräckligt många fordon utrustats med tekniken som den blir användbar.

– Vi har kört olika fälttester med det är inte så lätt att få igång marknaden.

Kanske blir USA ett föregångsland – här förbereds ett lagförslag som ska stimulera användningen.

– Det är först när man får tillräcklig mycket många användare som det börjar hända roliga saker.

Och så var det säkerheten.

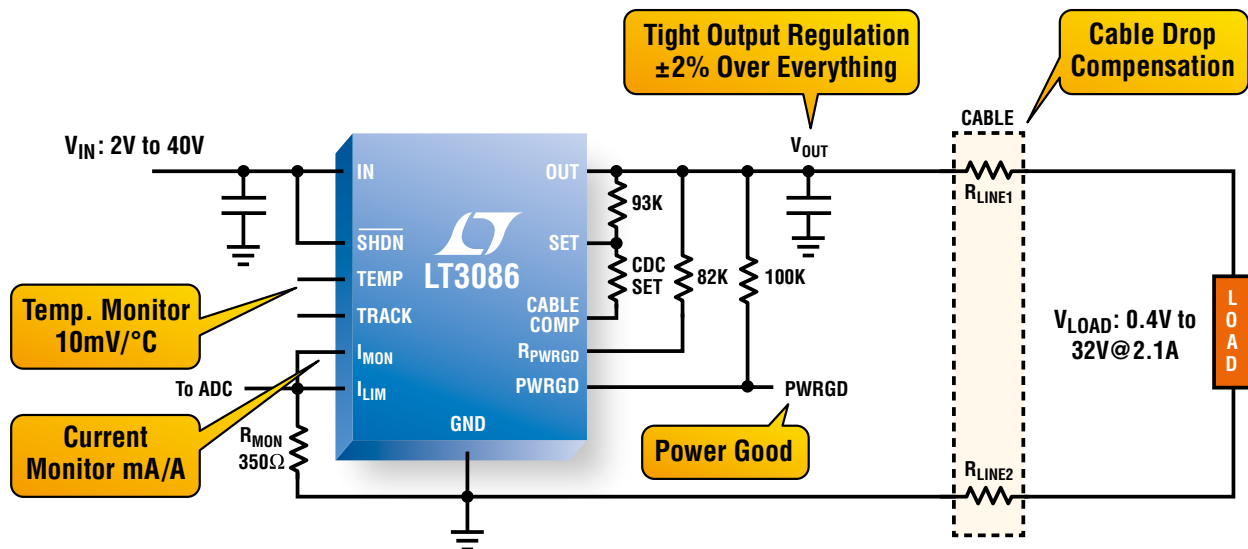
– Allt som ansluts till nätet kommer att hackas. Det vi måste göra är att göra det så svårt som möjligt.

**LÖSNINGEN** enligt Lars Reger är inte mer kryptering utan främst autentisering, en metod som redan används i bank- och hälso-sektorn. Det går att återanvända teknik som redan används i exempelvis bankkort eller id-kort och som är både beprövad och billig.

Dessutom ökar det inte komplexiteten i tillverkningsprocessen eftersom kretsarna kan hanteras på normalt sätt, det är när de används för första gången, som när du stoppar in ett nytt bankkort i bankomaten och knappar in pinkoden, som det aktiveras.

PER HENRICSSON  
per@etn.se

# The Voltage You Want Where You Want It



Wide input voltage range: 2V to 40V; 1 resistor sets the output voltage: 0.4V to 32V; Output current: 2.1A, Tolerance  $\pm 2\%$  over line, load and temperature; Output current monitor:  $I_{MON} = I_{OUT}/1000$ ; Temperature monitor with programmable thermal limit; Programmable cable drop compensation; Multiple devices can be paralleled for higher output currents; Dropout voltage: 330mV.

The LT<sup>®</sup>3086, LDO+™ regulator, delivers up to 2.1A with a wide safe operating area (SOA). Only a single resistor is required to set the output voltage from 0.4V to 32V, guaranteed to  $\pm 2\%$  over line, load and temperature. Programmable cable drop compensation cancels output voltage errors caused by resistive connections to the load. For improved thermal management, master/slave configurations allow paralleling of multiple devices for higher output currents without external ballast resistors.

## Applications

- Low Voltage Power Supplies
- High Efficiency Switching Supplies
- Post Regulator for Low Noise Outputs
- USB Power Sockets Requiring Cable Drop Compensation
- High Power Outputs with Good Thermal Management Due to Parallel Regulators Spreading the Heat
- CPU Core/Logic Power Supplies for Sub-1V Outputs

## Related LDOs

Part No.	Description
LT3082	200mA Single Resistor Low Dropout Linear Regulator
LT3085	Adjustable 500mA Single Resistor Low Dropout Regulator
LT3022	1A, 0.9V to 10V, Very Low Dropout Linear Regulator
LT3080	Adjustable 1.1A Single Resistor Low Dropout Regulator
LT1965	1.1A, Low Noise, Low Dropout Linear Regulator
LT1963A	1.5A, Low Noise, Fast Transient Response LDO Regulator
LT1764A	3A, Fast Transient Response, Low Noise, LDO Regulator
LT3083	Adjustable 3A Single Resistor Low Dropout Regulator
LT3070	5A, Low Noise, Programmable Output, 85mV Dropout Linear Regulator
LT3071	5A, Low Noise, Programmable Output, 85mV Dropout Linear Regulator with Analog Margining

## Info & Free Samples

[www.linear.com/product/LT3086](http://www.linear.com/product/LT3086)

Tel: 08-623 16 00



[video.linear.com/131](http://video.linear.com/131)

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



# SER KRÖNIKA

## Elektroingenjören, vår tids Batman?

**SAKTA MEN SÄKERT** ramlar statistiken från årets antagning in och återigen är det en om inte dystert, så åtminstone bitterljuv läsning. Trots att industrin och forskningen skriker efter ingenjörer så växer inte antalet sökande i samma takt. De årligen återkommande rapporterna om framtidens ingenjörskris har nästintill blivit en kliché. Men kliché eller inte så kvarstår faktum att teknik inte får ett särskilt högt söktryck i dagens Sverige, trots att samhället och ungdomskulturen är beroende av den i en aldrig tidigare skådad omfattning.

Skärskådard man de ansökningar som kommer in till KTH och de andra stora tekniska lärosätena så framträder ett enerverande mönster: att tillväxten står stilla eller till och med faller på Sveriges elektroteknikutbildningar. Detta trots att vi år efter år får höra genom massmedia samt rekryterare från de större lärosätena att vi inom en snar framtid riskerar lida stor brist på flera sorters ingenjörer. Ur denna synvinkel kan utvecklingen te sig en smula paradoxal men frågan är om det inte går att härleda utvecklingen ur den status som denna hörna av ingenjörskonsten har?

**FÖR HUR SER MAN EGENTLIGEN** på elektroingenjörer i dagens Sverige? Ses det fortfarande som den absoluta framkanten inom forskning och utveckling eller ser gemene man det som något gammalt, omodernt och kanske "över"?

Ett klassiskt scenario på skolan nuförtiden är att när man berättar att man pluggar Elektro är en vanligt återkommande svarskommentar "jaha, det gick min pappa".

Och visst är det kanske så att dagens samhälle på ett sådant otroligt grundläggande plan är genomsyrat av innovationer och teknik rörande datalogi och elektroteknik att det till viss del tappat sin mystik, det har blivit en naturlig del av våra liv. Denna hegemoni där elektroteknik och data är ständigt närvarande i våra liv bör dock inte ses som att vi förlorat något, utan snarare att den status vi besitter blivit så självklar att de andra områden som omfattas av begreppet ingenjörskonst helt enkelt inte kan låta bli att framstå som något nytt, något annorlunda.

**MED DETTA FÅR MAN GIVETVIS** inte dra slutsatsen att vårt område inte har något nytt att ge i framtiden. Framsteg på områden som nanoteknologi, systemvetenskap, artificiell intelligens, plasmateknik, chipkonstruktion och signalteknik har gjort att elektroteknik och datalogi fortsätter att vara i den absoluta framkanten av dagens forskning och leder nästan dagligen till nya innovationer. Bara de senaste 20 åren har utvecklingen på dessa områden i grunden förändrat det samhälle vi lever i, hur vi handlar, underhåller oss, utbildar oss, flörtar, skapar och tänker. Internet, halvledare, lagring på SSD, telekom är några av de områden där utvecklingen går i rasande takt och med största sannolikhet kommer fortsätta så i framtiden.

Där finner vi kanske också svaret på varför man kan beläggas med stämpeln "tråkig" i gemene mans ögon. Segertåget för våra områden har dragit fram och lämnat efter sig en sådan allomfattande och naturlig närvaro att det är svårt för den oinsatte att greppa och kanske är det där vi i framtiden kommer få verka, i det dolda men med en ständig närvaro.

**VI HAR BLIVIT BATMAN**, vilket inte ska begrätas, utan firas. Det man må ha förlorat i mystik och måhända till viss del popularitet vinnas åter i den trygghet och även ära i att ha åtagit sig en sådan samhällsbärande roll som vi ändå har. Att vara grunden, tryggheten och även spetsen inom den teknologiska utvecklingen är antagligen den mest privilegierade position som ett område kan åtnjuta.

**HAMPUS BÄCKSTRÖM**  
Teknologrepresentant i SER,  
Svenska Elektro- och Dataingenjörers Riksförening



## Vilken lyckad Göteborgsmässa!

### ■ MÖTESPLATS

**Riktigt vad som gjorde Elektronik 2015 i Göteborg till en lyckad mässa är svårt att sätta fingret på. Antagligen är det ett antal olika faktorer som samverkar för att skapa ett event som lockar 2 953 besökare och som fick utställarna att känna sig nöjda.**



**F**örsta dagen drog 1 543 besökare, andra dagen kom 1 410 stycken. Sammanlagt blir det 2 953 vilket är klart bättre än 2013 då det blev 2 758 besökare. Trenden har pekat uppåt för Göteborg ända sedan Easyfairs tog över mässan 2011.

Fast en liten brasklapp är på sin plats. Senast gick elektroteknikmässan parallellt med en IT-mässa, den här gången var det "High Tech Engineering", en rätt spretig mässa som rymde 3D-skrivare, CAD-verktyg, plasttillverkning, metallbearbetning, kolfiber och diverse annat smått och gott.

Både 2013 och nu i år har IT-mässan respektive High Tech Engineering bidragit till att lyfta besöksfiffrorna. Hur som helst, den trötta och lite uppgivna stämning som brukar präglade svenska mässor saknades helt i Göteborg. Istället var det energiska och glada miner. Intressant att notera är att många utställare ansträngt sig lite mer i år genom att ta med sig fler produkter och satsat lite mer på egna möbler i montrarna.

**MÅNGA UTSTÄLLARE** pratade om det positiva klimatet i Göteborg, om den samverkan mellan stora och små företag som präglar regionen och att det finns en hel del nya företag som växer snabbt.

En annan förklaring som nämndes var att det finns en hel

del produktion i området, det gäller allt från bilar, lastbilar och bussar till kullager, satelliter och mikroväglänkar, produkter som alla har en hög andel av avancerad elektronik.

Ytterligare en förklaring till att mässan lockar allt fler besökare kan vara seminarierna. Bland de mer välbesökta – där delar av publiken fick stå – var när lyxbilstillverkaren Teslas Skandinavienchef Peter Bardenfleth-Hansen äntrade scenen, när rymdbolaget Ruag pratade satelliter eller det handlade om 3D-skrivare.

**RIKTIGT HUR** företagsklimatet, seminarierna eller formatet skulle förklara att elektronikmässan i Göteborg växer medan mässan i Stockholm stadigt krymper är svårt att sätta fingret på. Helt klart finns det skillnader i hur näringslivet ser ut i Göteborg respektive Stockholm.

Den lilla konjunkturuppgång som trots allt verkar finnas är ytterligare en faktor att fundera över. Kanske har den fått besökarna att öppna plånboken?

Ett antal av utställarna kunde glatt rapportera om förfrågningar som med stor sannolikhet kommer att leda till affärer.

Det är exakt vad en mässa ska leverera för att vara lyckad!

**PER HENRICSSON**  
per@etn.se





# MATLAB speaks Raspberry Pi so you don't have to

You can design, build, test and run a system—  
on Arduino, Raspberry Pi, LEGO and more—  
without writing traditional code.

Download free MATLAB and Simulink  
hardware support packages at  
[hardware.mathworks.com](http://hardware.mathworks.com)

MATLAB® & SIMULINK®

© 2015 The MathWorks, Inc.

 MathWorks®

se.mathworks.com  
Phone: 08-50516900





Olika vitvarutillverkare har pratat om det uppkopplade hemmet i över tio år men trots otaliga försök har konsumenterna förblivit kallsinniga. Kanske blir det annorlunda den här gången, i varje fall är företagets teknikdirektör Jan Brockmann övertygad om att den uppkopplade ugnen kommer att få oss att öppna plånboken.

## Electrolux teknikdirektör Jan Brockmann:

# Han gör dig till stjärnkock



– Det handlar inte längre om att koppla upp allt som går att koppla upp bara för att vi kan göra det utan om att uppkopplade apparater tillför ett värde för kunderna. Dessutom är kunderna vana vid att använda smartmobiler så vi anser att tiden är mogen.

Electrolux är näst störst i världen inom sitt gebit och utvecklingsavdelningen har tonvis med marknadsundersökningar att luta sig mot när de ska staka ut framtiden.

– Vi pratar inte heller om det uppkopplade hemmet utan om enstaka apparater som får större värde om de kopplas upp.

Det exempel Jan Brockmann återkommer till gång efter gång under intervjun är ugnen.

– Du vill lyckas som kock vare sig det gäller vardagsmaten eller på helgerna när du har gäster. Om ugnen då kan hjälpa dig att få ett lika bra resultat som ett proffs är det klart att du känner dig stolt när du serverar maten.

### Frysörren får lamporna att blinka

Jan Brockmann tar mig med ut i en av alla demomiljöer som företaget har på huvudkontoret på Kungsholmen i Stockholm. Just den här har funktioner för det uppkopplade hemmet där lamporna kan börja blinka om dörren till frysen står öppen, kylskåpet håller reda på inköpslistorna, musiken styrs via mobilen och du kan slå på luftkonditioneringen när du lämnar jobbet.

– Många av dina läsare skulle säkert klara av att koppla ihop ett system som det här men man kan inte begära att vanliga konsumenterna ska göra det eller ens att de ska behöva gå igenom en speciell procedur för att ansluta varje ny apparat de köper.

I demoköket finns ett exemplar av den bespottade kylan – det eviga exemplet på det

smarta hemmet – med en stor pekskärm på dörren där man till exempel kan skriva handlingslistor.

– Den säljer bra i Latinamerika men har inte nödvändigtvis ett värde på alla marknader, särskilt inte idag när alla har smartmobiler och plattor.

### Testa med julskinkan

Men åter till ugnen som blir en av de första uppkopplade produkterna från Electrolux. Lanseringen planeras ske framåt jul i Europa. Förutom att temperatur och andra funktioner går att styra via en app har den en minimal kamera inbyggd i handtaget som filmar det du ställer in. I appen finns också en receptsamling.



Kameran sitter i handtaget – bakom den röda markeringen – och ser in genom glaset.

– Jag brukar ta crème caramel, säger Jan Brockmann och klickar på surfplattan som ligger i demoköket.

Han får upp ett recept som utarbetats av Electrolux provkök för just den här ugnen.

– Appen kan slå på och av ugnen, reglera temperaturen, skicka in vattenånga, styra grillelementet eller göra någon annan åtgärd som ger ett perfekt resultat.

Tar du ett glas vin med gästerna behöver du inte springa ut i köket hela tiden för att kolla hur det går. Det kan du se i din smartmobil eller surfplatta som förmedlar bilden från kameran.

En helt annan aspekt av uppkopplingen är att tillverkaren får möjlighet att hålla koll på om apparaterna behöver service eller håller på att gå sönder.

– Det här är känsligt men om konsumenterna ser att de kan få fördelar kommer de att låta oss få information från apparaterna.

### Kan beställa service själv

Ett konkret exempel är att energiförbrukningen i kylskåpet ökar när vattenfiltret är igensatt, en sak som inte märks och som få åtgärdar. Lite mer långsökt är att tänka sig att hushållsapparaten ska beställa hem en reservdel och föreslå en tid när reparatören kommer och byter den, även om man allt oftare hör notsvarande tankegångarna hos tillverkarna.

Samtidigt tillhör hushållsapparater de mer långlivade saker vi köper, inte sällan har vi dem tio år eller mer och det är inte ovanligt att de behöver repareras någon gång under den tiden. De flesta av oss vet nog hur irriterande det kan vara att inte ha en fungerande tvättmaskin, diskmaskin eller spis.



Appen Let's Taste är både en kokbok och en hjälprea som kan styra ugnen.

Till att börja med blir det premiummärkena som blir uppkopplade. I Sverige handlar det om just Electrolux men relativt fort kommer funktionerna att leta sig ner till enklare varumärken. Globalt har Electrolux närmare 50 varumärken. Några av de största förutom just Electrolux är AEG, Zanussi, Westinghouse, Frigidaire och Eureka.

På frågan om hur mycket uppkopplingen kommer att öka priset för varorna duckar Jan Brockmann.

– Det handlar alltid om vilket värde en funktion har för kunderna så om kostnaden för att addera den är för hög ska du inte ta med den.

### Även för proffs

Just uppkoppling via exempelvis wifi höjer inte tillverkningskostnaden särskilt många kronor medan kostnaden för mjukvaran och den tillhörande appen är en fråga om hur många exemplar man kan slå ut den på.

Företaget säljer också kompletta restaurangkök och det är inte bara vi amatörköckar som är intresserade av uppkopplade köksmaskiner eller vitvaror. Men en restaurangchef eller tvättinrättning har helt andra bevekelsegrunder än en privatperson när det kommer till uppkopplade maskiner.

– För dem är det lite som att ha en lastbilsflotta, den måste rulla hela tiden för att de ska tjäna pengar.

Detsamma gäller för ett restaurangkök eller en tvättinrättning. Går en maskin sönder tappar ägaren intäkter. Därför finns det ekonomiska incitament för att låta ett företag som Electrolux övervaka maskinerna och

**”Redan idag ser vi olika företag som erbjuder paket med uppkopplade apparater men hittills har det inte varit så framgångsrikt”**

föreslå service eller varna för att en maskin är på väg att gå sönder. Dessutom går det att optimera energiförbrukningen av köket när man loggar data från alla apparater och ser mönster i hur de används.

Den underliggande tekniken i Electrolux kommande produkter baseras på AllSeen, en av de standarder för uppkopplade apparater som just nu tävlar om att bli störst. AllSeen baseras på det som ursprungligen var Qualcomms teknik kallad AllJoyn och är agnostisk till den trådlösa länken. Det fungerar alltså lika bra med wifi, Bluetooth och Zigbee.

### Öppen standard med brett stöd

Att Electrolux valt just AllSeen, som administreras av Linuxstiftelsen, beror framförallt på att det är en öppen standard som har brett stöd.

– Konsumenterna ska kunna välja, de ska inte låsas in i proprietära lösningar.

Förutom Electrolux backas standarden i dagsläget upp av ett hundratal företag inklusive LG, Sharp och Panasonic. Även Microsoft är med och ska addera stöd för AllSeen i Windows 10.

ELECTROLUX

Electrolux har tagit plats i organisationens försäte och arbetar aktivt att få med fler företag på färden. Det gäller inte bara tillverkare av komponenter, vitvaror och molntjänster utan hela kedjan ner till elektronikkedjorna som säljer produkterna

Jan Brockmann lobbade hårt för AllSeen på konsumentelektronikmässan CES i Las Vegas i januari men är trots det pragmatisk. Företaget har en dialog med en del av de andra konsortierna och arbetar för att det ska bli så enkelt som möjligt för oss konsumenter att koppla upp nya apparater. Aktörer som Google och Apple går heller inte att ignorera även om de än så länge är små inom hemautomation.

– Vi kan anpassa oss till det läger som står som vinnare någon gång i framtiden

### Svårt att översätta

En del i det tänkesättet är att få den underliggande mjukvaran att vara så lika som möjligt oberoende om det är AllSeen eller någon annan standard, som Open Interconnect Consortium, det konsortium som leds av Intel och Samsung. Om den underliggande programvaran är likartad blir det enklare att flytta mellan standarderna. Är de allt för olika blir det lite som att låta Google översätta, det kan få en helt annan betydelse än originalet.

Ska det uppkopplade hemmet bli verklighet måste också återförsäljare som Elgiganten och Mediamarkt komma med på tåget.

– Här finns det stora skillnader mellan världsdelarna. USA har strukturella fördelar eftersom kedjorna täcker hela landet. I Europa är det mycket mer fragmenterat med olika kedjor i nästan alla länder.

För att ytterligare komplicera bilden har inte alla elektronikkedjor alla typer av produkter som kan tänkas ingå i det uppkopplade hemmet. Och deras jobb blir också mer komplicerat om det blir flera konkurrerande standarder.

– Redan idag ser vi olika företag som erbjuder paket med uppkopplade apparater men hittills har det inte varit så framgångsrikt, det har varit svårt att se mervärdet för konsumenterna.

### En hel del utvecklas i Sverige

Många av lösningarna är proprietära och klarar bara av att styra en funktion, som musiken, belysningen eller larmet. Jan Brockmann tror att det förändras inom två till tre år, när tillverkarna samarbetar mer, samtidigt som det utkristalliserar några dominerade standarder.

En hel del av elektroniken i de uppkopplade vitvarorna utvecklas på huvudkontoret i Stockholm även om delar även sker i USA och andra Europeiska länder.

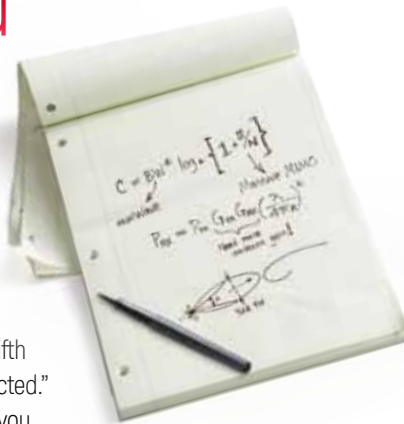
– Vi kommer att göra allt för att det här ska växa, det gäller även för utvecklingsverksamheten i Sverige.

PER HENRICSSON  
per@etn.se



# We're here to help you write your 5G future.

Unprecedented experience in wideband mmWave, 5G waveforms, and Massive MIMO design.



The world of wireless communications is about to change. Again. The fifth generation—5G—will mean “everything, everywhere, and always connected.” If you're on the cutting edge of this emerging technology, we can help you. We have expertise in all areas of 5G research and development, including wideband mmWave, radio spectrum, ASIC, antenna technologies, and network architecture. So from design simulation and verification to wideband signal generation and analysis, from component characterization to optical solutions, we've got you covered.

## HARDWARE + SOFTWARE + PEOPLE = 5G INSIGHTS

Keysight engineers are active in the leading 5G forums and consortia

Keysight engineers are keynote speakers at 5G conferences and key contributors in top technical journals

Applications engineers are in more than 100 countries around the world



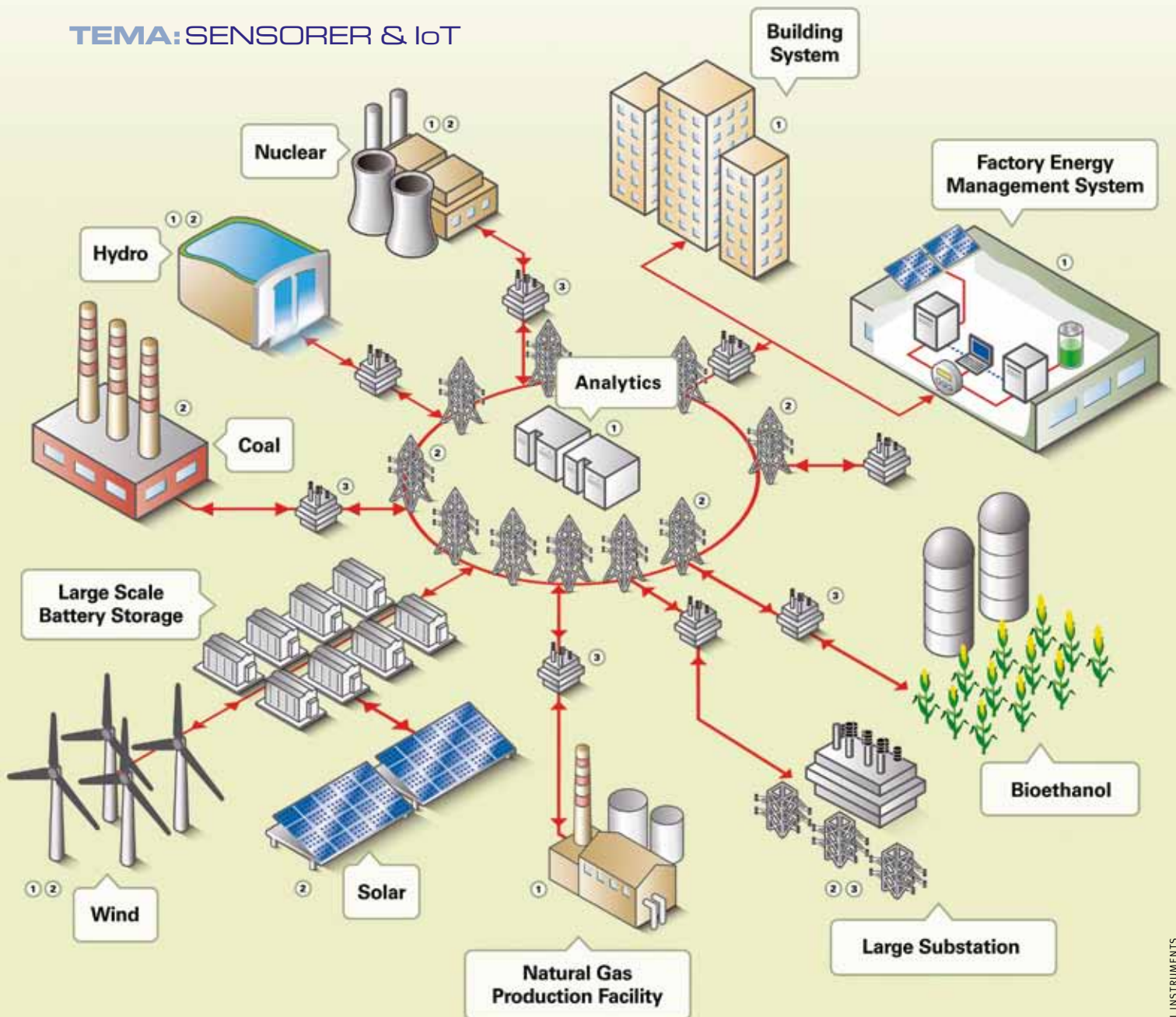
Unlocking Measurement Insights



Download our white paper *Implementing a Flexible Testbed for 5G Waveform Generation and Analysis* at [www.keysight.com/find/5G-Insight](http://www.keysight.com/find/5G-Insight)



Telefon 0200 88 22 55 Fax 0201 20 22 66



# En sandlåda för industrin

Det finns stora rationaliseringsvinster att hämta om industrin kopplas upp till Internet. För att komma dit behövs inte fler standarder utan ”sandlådor” där företagen kan experimentera. Årsgamla Industrial Internet Consortium, IIC, vill vara lekledare.



Det är lätt att tro att Internet har förändrat hela världen men det handlar mest om hur vi kommunicerar, lyssnar på musik, ser på filmer eller handlar böcker eller andra varor. Det finns många områden som inte påverkats alls. Industriella styrsystem, PLC:er, är fortfarande isolerade öar. Elnätet är inte heller uppkopplat i någon större utsträckning och servicen av jetmotorer till flygplan sker med tidsbundna intervall även om motorerna genererar massvis av mätdata under varje flygning.

– Vill du flytta information från en PLC till

ett IT-system får du skriva ut den på papper och sedan skriva in den igen. Systemen programmeras på exakt samma sätt som när jag arbetade med dem på 80-talet, säger Richard Soley som är chef för den årsgamla branschorganisationen Industrial Internet Consortium, IIC.

**HANS NÄSTA EXEMPEL** är det amerikanska elnätet där det inte går att styra kapaciteten dynamiskt eftersom man inte vet hur varma elkablarna är, och därmed inte hur mycket ström de tål för stunden.

Flygmotorerna är hans tredje exempel. Efter varje flygning har en stor jetmotor från exempelvis Rolls Roys genererat 1 terabyte data.

– När planet kommer in till gaten, tror ni data laddas ut trådlöst innan man beslutar vilken service som ska göras? Nej, år 2015 är det fortfarande en tekniker som går fram till planet – om det finns tid – och laddar ur data via USB. Finns det sedan tid i slutet av skiftet går mekanikern igenom data men det kan lika gärna dröja en vecka innan någon upptäcker att motorn behöver service.

Många uppfattar nog IIC som ett ameri- ▶



# Touch. Discover. Solve.



## Oscilloscopes redefined.

We've improved on the proven. The new Keysight 3000T oscilloscope is the next-generation of the InfiniVision X-Series. With its zone touch triggering, you can trigger on any signal in just two steps. So you can isolate a signal in seconds—much faster than with any competing scope. The 3000T is also a 6-in-1 instrument. Along with your oscilloscope, you can get an MSO, WaveGen function generator, protocol analyzer, DVM and counter. Get in touch with the future of scopes. Take the Trigger Challenge today.

### Keysight 3000T X-Series

Bandwidth 100 MHz-1 GHz

Uncompromised 1M wfms/s Update Rate

8.5-inch Capacitive Touch Screen

Zone Touch Triggering

Sample Rate 5 GSa/s

**Take the Trigger Challenge at:**  
[www.keysight.com/find/scopetriggerchallenge](http://www.keysight.com/find/scopetriggerchallenge)



Unlocking Measurement Insights

Telefon 0200 88 22 55 Fax 0201 20 22 66

kanskt svar på tyskarnas Industrie 4.0 eller andra försök runt om i världen att stärka tillverkningsindustrin, särskilt som IIC grundades i mars 2014 av AT&T, Cisco, GE, IBM och Intel. Richard Soley värjer sig mot beskrivningen under sitt besök i Stockholm i slutet av april.

– Vi har de ”amerikanska” företagen Tech Mahindra, Bosch, Huawei och SAP som medlemmar. Många amerikanska företag har tiotusentals anställda i Europa och teknik respekterar inga gränser.

**MÅLET FÖR IIC** med sina drygt 160 medlemmar är i princip detsamma som för Industrie 4.0, Cyberphysical Systems, Internet of Everything eller vad tekniken nu kallas, att öka effektiviteten i industrin genom att koppla upp material, monteringsmaskiner, verktyg och personal. Där finns en gigantisk möjlighet till rationalitetsvinster.

– Det finns rapporter från GE, Gartner, McKinsey, Cisco och många andra, som kommit fram till att det kan handla om triljoner dollar.

Oberoende av vilken rapport man lutar sig mot så kommer Internetuppkopplingen att förändra industrin i grunden.

– Idag köper man en flygplansmotor men det kommer att ändras till att man köper ett antal timmars drift per år. Tillverkaren kommer att garantera bränsleförbrukningen och dessutom lova att sänka den med ett visst antal procent per år.

Det senare blir möjligt när tillverkaren hela tiden får data från motorn. Utgående från dessa går det att optimera serviceintervallen men också att kontinuerligt justera motorn så att bränsleförbrukningen minskar ju längre tiden går.

– Kunderna blir nöjdare om de får reservdelar innan grejorna går sönder.

**ETT PROBLEM SOM OFTA** framförs är att det saknas standarder för att koppla upp industriella produkter. Men det är inte där skon klämmer, om man ska tro Richard Soley.

– Det finns massvis med standarder, problemet är bara att veta vilken standard man ska använda var.

IIC vill istället angripa problemet genom testbäddar för att hitta de hål som behöver fyllas, inklusive eventuella nya standarder.

– Det blir som sandlådor för företagen.

Sex testbäddar är redan igång men hittills är bara två av dem offentliga. Fler är på gång att lyfta på täcket i en takt av ungefär en testbädd per månad.

Den första officiella testbädden är ”Track and Trace” som går ut på att produktionen blir effektivare och säkrare om man kan spåra allt som finns på tillverkningsgolvet inklusive personer, material och verktyg.

Projektet leds av Bosch som också står för programvaran. Wifi-routrar från Cisco används för att med triangulering beräkna var verktygen finns.



**Richard Soley**

**Utgående från verktygets position laddas det med data för den aktuella uppgiften som åtdragningsmomentet för en viss skruv.**

Noggrannheten blir runt en meter. National Instruments står för uppkopplingen av verktygen medan Tech Mahindra gjort själva applikationen.

En första demonstration genomfördes redan i februari och tekniken ska börja användas på Bosch fabriker runt om i världen.

– Det var riktigt imponerande. En person tog upp ett verktyg och glasögonen klagade direkt på att han inte var utbildad för verktyget. När han tog upp fel bult fick han uppmaningen att ta från den andra lådan och när han försökte lämna golvet med verktyget pep det igen.

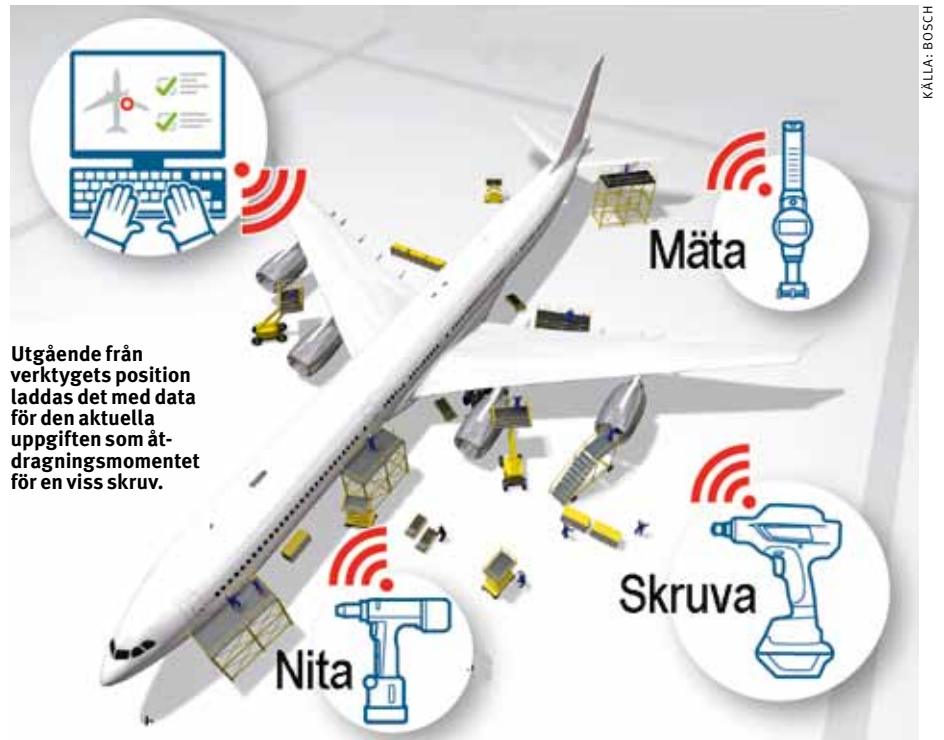
Glasögonen med inbyggd bildskärm kan också visa var skruven ska sitta och dessutom får skruvdragaren information om vilket moment den ska dras åt med. I praktiken stannar den när det är klart.

**I EN ANDRA FAS** höjs ribban rejält. Då ska systemet hålla koll på att bulten hamnar i rätt hål. För att klara det krävs en noggrannhet på cirka 3 millimeter.

– I den första fasen användes befintlig teknik men för att klara den andra fasen krävs riktig forskning.

Den andra testbädden som är offentlig går under beteckningen ”Communication and Control” men skulle lika gärna kunna kallas småskaliga elnät. Projektet har engagerat Real-Time Innovations, National Instruments och Cisco.

– Tanken är att ersätta elnätet i San Antonio som inte klarar av att skicka elen dit den verkligen behövs. Det är också svårt att integrera förnybara energislag som solceller och vindkraftverk.



KÄLLA: BOSCH

En fråga som saknar svar är vem som äger alla data och hur individens integritet ska skyddas.

– Det är inget problem med en jetmotor men med en självkörande bil är det inte lika självklart. Vem ska få veta var du varit?

Problemet finns även i den första testbädden ”Track and Trace” eftersom arbetarnas kläder har unika rfid-brickor som identifierar dem.

– Det största tyska fackförbundet, IG Metall, var involverat från dag ett och en viktig aspekt var säkerheten, att bara den som har utbildning får använda ett visst verktyg. Hur man använder data är en svår fråga eftersom man bland annat kan se hur långa raster var och en tar.

**LIKANDE FRÅGESTÄLLNINGAR** finns inom sjukvården där det samhällsekonomiskt är bra för myndigheterna att veta när och var det sker influensautbrott för att kunna sätta in adekvata resurser. För den enskilda individen är det inte nödvändigtvis lika positivt att vara registrerad.

Såklart finns det en IIC-testbädd även för det här problemet.

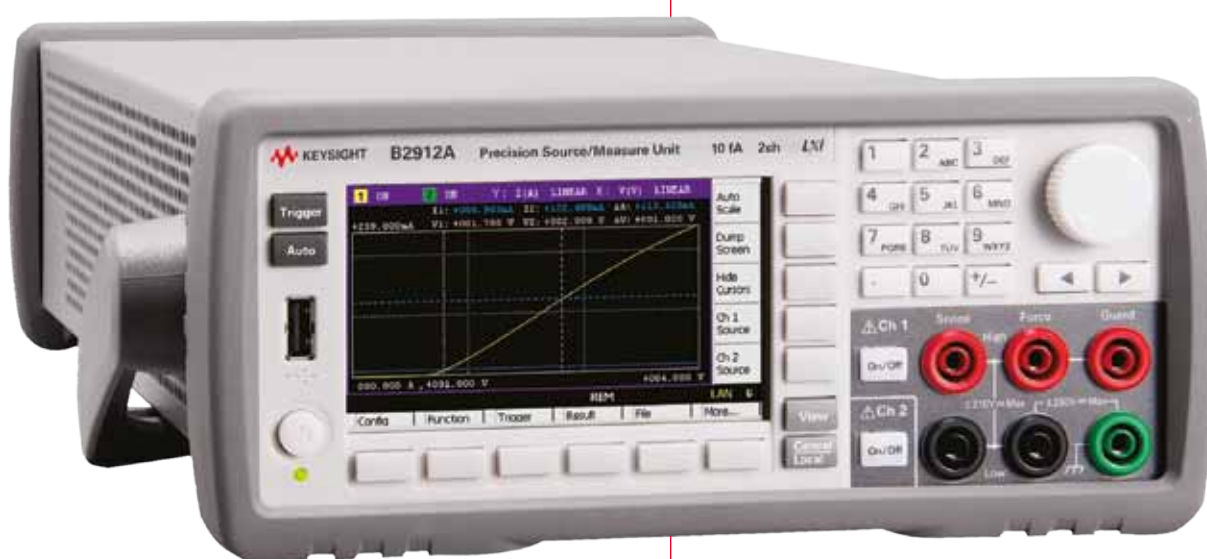
Det senaste året har en helt annan aspekt av de rationaliseringsvinster som den uppkopplade industrin leder till kommit i skottgluggen, att maskinerna tar jobben från människorna. Ett paradexempel är självkörande bilar som leder till att chaufförerna blir överflödiga. Dessutom behövs inte längre lika många bilar.

– Det skapades fler jobb än som försvann vid den industriella revolutionen, så är det med IoT också. Det gäller bara att förbereda sig för förändringen.

**PER HENRICSSON**  
per@etn.se



# Choose a bench-top SMU that's clearly more efficient.



The superior GUI on the new Keysight bench-top source measurement unit (SMU) is the first in the industry to display your measurement results graphically. It also provides best-in-class output range and source/measurement resolution. For the testing speed and efficiency you need to deliver smart technologies to market faster, the choice is clear.

### Keysight B2900A Series Precision SMU

Max output range	210 V, 3.03 A (DC) / 10.5 A (Pulsed)
Min resolution	10 fA / 100 nV
Minimum digitizing interval	10 $\mu$ sec



Buy from a Keysight Authorized Technology Partner

Testhouse Nordic



www.testhouse.se

Learn how to make more efficient measurements by viewing a demo video or downloading application notes at:  
[www.keysight.com/find/benchtopSMU](http://www.keysight.com/find/benchtopSMU)



Unlocking Measurement Insights

# Hon får ditt IoT-bolag att växa

Agneta Jacobson är affärsutvecklare med marknadsföring av IoT-projekt som specialitet. Det gör hon både i egen regi i företaget Teyi och för EU-organisationen EIT ICT Labs. Så har du en hyfsat färdig IoT-produkt och vill ha hjälp att få ut den i världen, kan du slå en signal till Agneta Jacobson.



**E**gentligen finns det inte så mycket att skriva om mig, säger hon blygsamt.

– Det är det som händer inom IoT som är fantastiskt och det är spännande att få vara involverad.

– Vi har potential för att få många framgångsrika IoT-företag i Sverige. Vi är ju duktiga, Stockholm anses komma direkt efter Silicon Valley som plats där mycket framgångsrika och högt värderade företag startat sin resa.

**HON PEKAR PÅ** de många satsningar som görs inom IoT just nu. Som det strategiska innovationsprogram inriktat på IoT som är finansierat av Vinnova och där till exempel de etablerade IKT-jättarna Ericsson och ABB är involverade och ger sitt stöd.

– IoT är i sin vagga, men det görs mycket satsningar i Sverige så det finns alla förutsättningar för att vi ska lyckas här.

Grunden för att ta sig fram på IoT-marknaden är densamma som på alla marknader – man behöver ett bra team, man måste veta hur man når ut och hur man växer sin affär.

– Skillnaden är att IoT är något som händer just nu. Det finns garanterat idéer därute som vi kan hjälpa till att skapa ett riktigt bra bolag av. Men idéerna kommer kanske inte från dem som har erfarenhet och varit med och byggt företag förr eller ens intresserar sig särskilt mycket för det där

med försäljning och marknadsföring.

Teyi är Agneta Jacobsons enmansbolag sedan snart ett år och Agneta har inga planer på att låta det egna bolaget växa. Finns behovet av extra hjälp kan hon nyttja sitt kontaktnät för att ta in underkonsulter.

**ETT AV DE FÖRETAG** som hon arbetar med är Evothings, som säljer utvecklingsverktyg för IoT-appar på mobiltelefoner, både Android och iOS.

– Jag hjälper dem med sälj, strategi och marknadsföring.

## Hur går det för Evothings?

– Det går väldigt bra, många använder deras produkt och den sprids snabbt. De blir kontaktade av sensortillverkare och hårdvarubolag från hela världen som vill bli partners och säkerställa att Evothings bygger in stöd för deras sensorer och hårdvaror i sin produkt. Evothings Studio är en mycket spännande produkt som kan nå hur långt som helst.

**APPAR ÄR EN AV** de viktiga IoT-nischerna. Agneta Jacobson ger ett exempel på ett framgångsrecept inom IoT: kamma igenom de data som IoT-systemens sensorer genererar, försök att hitta användningsfall som ger en riktig affärsnytta, och släpp en app.

– Hittar du rätt idé där kan du gå från noll till hundra på kort tid.

Hon tar framgången för det svenska beroendeframkallande spelet Candy Crush som exempel hur snabbt en app kan bli framgångsrik.

Evothings utvecklingsverktyg har snabbt fått många användare bland såväl makers, företag och partners. Makersvägen är superintressant, kanske inte i första hand som skapare av produkter för en bredare massa utan – som Evothings demonstrerar – som användare av nya teknologier för innovation.

**DE FLESTA AV** Agneta Jacobsons kunder är nya företag på ett tidigare stadium än Evothings. Men ingen är på noll.

– Jag jobbar med dem som har ett erbjudande. Helst ska de ha en produkt som de lyckats sälja framgångsrikt i Sverige och nu tittar på att hitta en marknad utanför Sverige – där kommer jag in.

Hennes kunder finns typiskt på mjukvarusidan. Men hon har också företag som jobbar med kopplingen mellan sensorer, hårdvara och system.

De svenska startupp företag hon jobbar med har hittills i första hand ställt in siktet på att expandera i Europa. Men Agneta Jacobson har ett brett kontaktnät om det skulle behövas – USA, Indien, Kina.

På det europeiska partner-nätverket EIT ICT Labs leder

Agneta ett business community som heter Future Networking Solutions med mycket fokus på just IoT.

EIT ICT Labs sammanför utbildning, forskning och affärsutveckling inom digitala lösningar, på uppdrag av European Institute of Innovation and Technology. Inkubatorn Sting (Stockholm Innovation & Growth) är en av dessa partners och har engagerat hennes tjänster som affärsutvecklare.

**EIT ICT LABS** har precis lanserat tävlingen Idea Challenge för startups i Europa med IoT fokus. Finalen går av stapeln i Stockholm i höst, men det är öppet för ansökningar nu och fram till den 6 juli.

Agneta Jacobson har jobbat med mjukvarutveckling och processstyrning under hela sitt liv.

Hon har egna startupp företag bakom sig. Ett av hennes företag sålde processstyrning bland annat i USA och Indien med gigantiska Tata Consultancy Services som en av kunderna.

Ett annat av de startupp företag som hon jobbade på blev köpt av processverktögsföretaget Rational Software. Att hon delar efternamn med en av Rationals mest kända profiler, processpionjären Ivar Jacobson, är ingen slump – det är pappa.

**JAN TÅNGRING**  
jan@etn.se



# Who will industrialise the Internet of Things?



**You and NI will.** From smart manufacturing to the smart grid, bridging the digital and physical worlds is one of the most significant engineering challenges we face today. NI, together with other visionary companies, is ensuring the superior design and performance of the increasingly complex systems that will fuel the Internet of Things and drive industrial adoption. Learn more at [ni.com/internet-of-things](http://ni.com/internet-of-things)







Alla de stora molnoperatörerna vill driva dina IoT-system.



Microsoft:

# Lägg dina sensordata i våra moln

Den snabbväxande molnoperatören Microsoft gör just nu stora lanseringar riktade mot Internet of Things. Elektroniktidningen har tagit en titt på erbjudandena och jämfört med konkurrensen.



Microsoft drog under en affärskonferens i mars upp den hajpade etiketten IoT och klistrade den på sin molntjänst Azure. För ett år sedan lanserade Microsoft molnplattformen Azure Intelligent Systems Service och den byter nu namn till Azure IoT Services.

En demoversion ska släppas senare i år. Men om du gillar Microsofts IT-moln, kan du gott börja stoppa in dina IoT-data i det redan nu. Som Microsoft själv påpekar finns de viktigaste av IoT-tjänsterna redan där.

Ett reningsverk i Kalifornien laddar via Internet upp alla sina sensordata till Microsofts moln.

Först hamnar datat i en uppsamlings-tjänst kallad Azure Event Hubs som kan logga miljontals avläsningar per sekund. Därefter bearbetas informationen med hjälp av databaskommandon i Azure Stream Analytics. Till sist används tjänsten Azure Power BI för presentera resultaten för en operatör i form av loggar och snygga diagram.

**EXEMPLET ILLUSTRERAR** hur IoT-molntjänster använder samma komponenter som IT-molntjänster – samla snabbt strömmande data, analysera, och presentera resultatet. Poängen med att låta sensordata bearbetas i molnet är

densamma som i IT-världen – man delegerar ansvaret för infrastrukturen till någon annan, och fokuserar på sin egen kompetens.

Det aktuella reningsverket var ute efter att sänka sin eltaxa genom att dra ner sin toppeffekt under 500 kW. Regleruppgiften är komplex med 25 energislukande pumpstationer vars aktivitet ska optimeras mot varierande vattenbehov, elpriser och solenergieffekt.

Det nya systemet kommer att tjäna in sitt pris på ett år, tror kunden. Det tidigare Scadasystemet skulle enligt kunden kostat fem gånger mer att uppdatera till samma funktion.

Installationen illustrerar i förbigående även en annan del av förklaringen till IoT-vågen: de billiga sensorerna. Det första som reningsverket gjorde var att installera betydligt fler sådana, för att få bättre data.

**EN ANNAN ANVÄNDARE** av Microsofts moln är Palo Altos partikelaccelerator. Data från tiotusentals sensorer i kylsystemet laddas upp till Azure Event Hubs och bearbetas i Azure Machine Learning – en tjänst som letar efter mönster i data. Tanken är att systemet ska larma för och kanske till och med förutse kylproblem. Också svenska Aerocrine



Data från ett reningsverks tusentals sensorer bearbetas i Azure och spottas ut i ett snyggt gränssnitt kallat Azure Power BI.

Monterey Regional Water Pollution Control Agency  
Marina, California

**CANDI**  
PowerTools

**Analytics Log**

Time	Message
11:21:20	INFO [11/11/2015] New Pump Launch OK in handle Pond Overhaul
11:21:20	INFO [11/11/2015] Starting New Pump to handle Pond
11:21:20	INFO [11/11/2015] Operational Overhaul Complete Influent Pond
11:21:20	INFO [11/11/2015] Turning OFF Secondary leads to accommodate new pump
11:21:20	INFO [11/11/2015] Inverter too hot at 108.0°C! Start New Pump, Seeking Control
11:21:20	INFO [11/11/2015] Secondary leads coming back online
11:21:20	INFO [11/11/2015] Inverter normal activity
11:21:20	INFO [11/11/2015] Pond level at normal level
11:21:20	INFO [11/11/2015] New Pump Launch OK in handle Pond Overhaul
11:21:20	INFO [11/11/2015] Starting New Pump to handle Pond
11:21:20	INFO [11/11/2015] Detected Overhaul Complete Influent Pond
11:21:20	INFO [11/11/2015] Turning OFF Secondary leads to accommodate new pump

**FAKTA:**

## Även IoT-noderna kan köra Microsoft

Microsoft utvecklar sitt kommande operativsystem Windows 10 i många versioner. Flera är för IoT-plattformar. En viktig målgrupp är makers som lätt ska kunna koppla upp sig mot Azure. Windows 10 ska kunna köras på Raspberry Pi 2, Intel Galileo och Qualcomm Dragonboard 410C.

Dessutom finns öppen källkod som låter de enklare Arduinokorten skicka data till Azure via en gateway som kan vara ett Raspberry Pi-kort, en Windows Phone eller en Windows-PC. **JT**

Svenska Aerocrine är ett paradexempel på Azure för IoT.



FAKTA:

## Också de andra stora molnen gör IoT

Microsoft tjänar fortfarande sina stora pengar på PC-mjukvara som operativsystemet Windows och kontorssviten Office. Men år 2010 startade Microsoft sin molntjänst Azure och den växer så det knakar. Trenden säger att Microsoft är på väg att ta ledartröjan från den eviga molnettan Amazon.

I rapporterna är Microsoft redan i kapp, även om siffrorna inte är jämförbara eftersom de två inte bakar in samma produkter och tjänster i sina summor. Microsofts molnomfattning dubblades på ett år i den senaste kvartalsrapporten. Företaget spår att den kommer att tredubblas till 20

miljarder under kommande tre år. Idag står molnet för mindre än en tiondel av omsättningen.

Microsoft är inte ensamt om att erbjuda sitt moln till den gryende IoT-marknaden. IBM, Amazon, Google – alla de stora molnoperatörerna – kastar ut krokar till IoT-marknaden.

I grunden är deras IoT-erbjudanden mycket lika varandra och dessutom än så länge i princip identiska med deras befintliga IT-molntjänster. Microsofts Azure Event Hubs och Stream Analytics motsvaras exempelvis hos Amazon av Kinesis och Lambda, och hos Google av Dataflow och Bigquery. JT

skickar sensordata till Event Hubs. De kommer från företags memsinstrument som mäter NO-innehållet i utandningsluften hos astmapatienter.

Via Microsofts IoT-moln får Aerocrine en komplett kartbild över samtliga exemplar av sitt instrument och kan exempelvis se när sensorer tjänat ut och behöver bytas och om de vistats för mycket i fuktig miljö. Detta är bland annat en möjliggörare för att låta instrumentet på sikt användas hemma hos patienten.

Aerocrine är entusiastiskt över alla de möjligheter som öppnade sig för dess sensor efter integrationen i Microsofts moln. En annan idé för framtiden är att delegera en del diagnostisering till Azurens intelligens.

**DET HÄR ÄR NÅGRA** av de användningsfall som Microsoft har i sitt marknadsföringsmaterial för IoT-versionen av Azure.

Den kompletta tjänsten Azure IoT services ska enligt planerna bestå av databasen Document-

DB, textmeddelandetjänsten Notification Hubs och redan nämnda Machine Learning, Event Hubs, Stream Analytics och Power BI.

Dessutom ingår HDinsight, Microsofts version av öppen-kodsmolnplattformen Hadoop. Det kan verka underligt eftersom Hadoop i sig är en komplett molnplattform och därmed en konkurrent till de andra IoT-tjänsterna. Microsoft HDInsight kan till och med köras på det konkurrerande operativsystemet Linux, i Microsofts moln.

**MEN STÖDET GER** Microsoft en plan B. Hadoop är mycket populär, även Amazon, Google och IBM erbjuder den i sina moln. HDinsight fungerar som en brygga som gör det enklare för Linuxanvändare och använda Azure. Dessutom kör 20 procent av Microsofts virtualiseringskunder redan Linux – så att tacka nej till Linux är att tacka nej till pengar.

JANTÅNGRING  
jan@etn.se

# Planera

## din annonsering för 2015!

Kontakta Anne-Charlotte Sparrvik 0734-17 10 99 eller ac@etn.se

### UTGIVNINGSPLAN 2015

Nr	Utgivningsdag	Tema
1	26 januari	Opto & displayer
2	23 februari	Kommunikation
3	23 mars	Inbyggda system
4	20 april	Medicinsk elektronik
5	18 maj	Sensorer & IoT för industrin
6	15 juni	Konsulter & Distribution
7-8	24 augusti	Test & Mät
9	21 september	Kortdatorer, processorer & FPGA:er
10	19 oktober	Power & energi
11	16 november	Produktion och byggsätt
12	14 december	Fordonselektronik

## Skriv åt oss!

I varje nummer av Elektroniktidningen publicerar vi ett antal artiklar – inom utgåvans teman – skrivna av teknikexperter, så kallade "contributed articles".

Kontakta gärna redaktör Anna Wennberg om du har förslag på en lämplig artikel, tel 0734-17 13 11. Du kan också skicka ett artikelförslag direkt till anna@etn.se. Men var ute i god tid, gärna senast sex veckor före utgivning.

**ELEKTRONIK**  
TIDNINGEN

# Så simulerar man ett helt IoT-nät



*Hur långt kan du skala upp din IoT-konstruktion? En simulator kan ge svaret.*



## Av Jakob Engblom, Wind River

**Jakob Engblom** är Product Line Manager för simulatorverktyget Simics på Wind River. Han har jobbat med simulering av inbyggda (och andra) datorsystem med Simics sedan 2002, först på startup-bolaget Virtutech, och sedan 2010 på Wind River. Jakob Engblom har en doktorsexamen i datorsystem och en magisterexamen i datavetenskap, båda från Uppsala universitet.

Det är en stor utmaning att utveckla och testa tillämpningar för Internet-of-Things (IoT) av den enkla anledningen att det handlar om stora system som innehåller väldigt många enheter. Det är svårt att trycka in hundratals noder i ett vanligt mjukvarulab för testning, och det är svårt att förse alla dessa noder med intressanta och realistiska indata. Frågan är hur man rent praktiskt ska gå tillväga för att testa mjukvara när den ska köras på hundratals eller kanske till och med tusentals IoT-noder?

Simulering är ett bra svar på den frågan.

**IoT-SYSTEM AV IDAG** använder ofta en arkitektur i tre lager enligt figur 1. Systemet består av många små noder kopplade till varandra över ett lokalt trådlöst nät. Det finns en eller flera "gateway"-noder på det trådlösa nätet som även är anslutna mot In-

ternet eller ett annat nätverk, för att ansluta sensornätet till en server eller till molnet.

De små noderna kan vara sensorer, som temperatursensorer, elmätare, kameror eller strömbrytare, eller så kan de vara styrdon, som termostater, styrda strömbrytare eller dörlås.

En gateway eller en koncentrator kopplar IoT-systemet till omvärlden och upprätthåller säkerhet. En backend-server, som ofta finns i molnet, hanterar affärslogik och styrning av systemet.

**FÖR ATT TESTA ETT SYSTEM** av det här slaget, behöver du sprida ut de trådlösa noderna över ett såpass stort område att alla inte har direktkontakt med varandra. Detta kräver typiskt att du använder en hel byggnad eller ett campus som labb. Att sätta upp och underhålla ett så stort nätverk innebär mycket jobb –arbetskostnaderna dränker snart kostnaderna för själva noderna.

I en simulator, som i figur 1, är det enkelt att sätta upp ett godtyckligt nätverk. Du skriver ett program som virtuellt skapar och sprider ut noderna över allt det virtuella utrymme du kan tänkas behöva. Därefter modellerar du hur noderna kan nå (och inte nå) varandra. Istället för att manuellt hantera hundratals fysiska objekt har du reducerat jobbet till att hantera litet programkod – som är väldigt lätt att ändra.

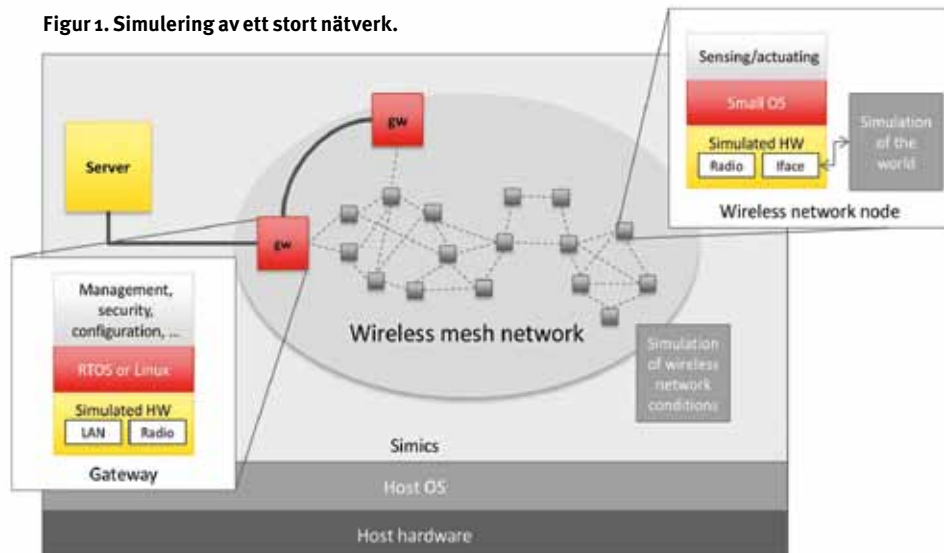
En simulatorlösning som Wind River Simics simulerar hårdvaran i varje nod, vilket inkluderar processorer, minne, timers, LEDdar, trådlös radio och allt annat som behövs. De simulerade noderna kör riktiga operativsystem och riktiga tillämpningar – samma binärer som den riktiga hårdvaran skulle köra. De olika typerna av noder simuleras med olika modeller, även om de alla körs i en och samma simulering.

**NÄR DU SIMULERAR** hela IoT-systemet på det här sättet, kan du testa alla aspekter på mjukvaran, inklusive:

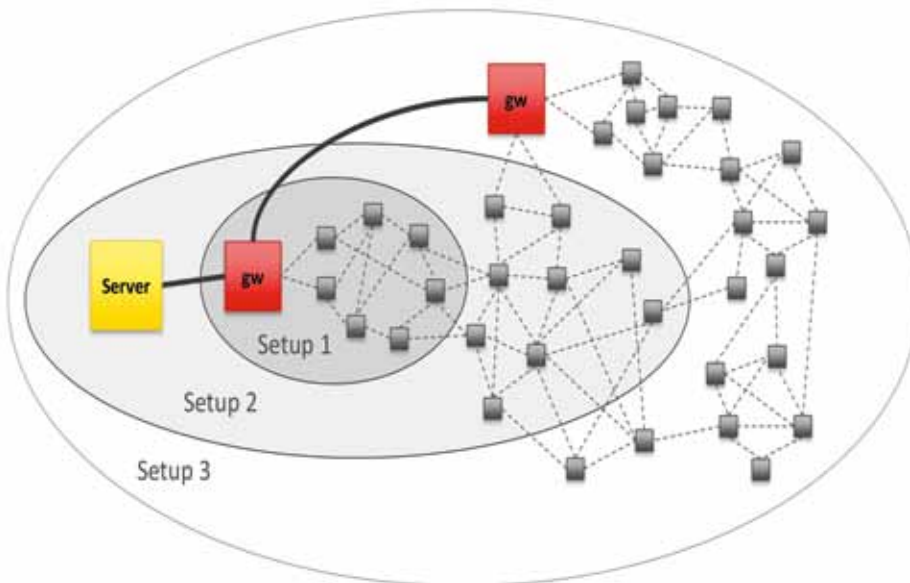
- den trådlösa nätverksstacken och dess hantering av nätverksproblem,
- programkoden för sensorer och styrdon, inklusive hur den fungerar i sin omgivning, och
- nodernas vilolägen och vakenhetsintervall och hur mycket ström de sparar. Man kan testa dataflödet från noderna till servern via gateway, inklusive:
  - den "middleware" som hanterar noderna och uppdaterar deras mjukvara (inklusive mjukvaruuppdateringar över det trådlösa nätet),
  - säkerheten och säkerhetsfunktionen i noder och gateway,
  - datahanteringssystemets skalbarhet när antalet noder växer.

**SIMULERING ÄR SÄRSKILT BRA** på att testa det sistnämnda – hur IoT-systemet hård-

Figur 1. Simulering av ett stort nätverk.







Figur 2. Genom att skala upp nätverket kan man simulera större nätverk.

och mjukvara betar sig när systemet skalas upp.

Som man ser i figur 2 går det med hjälp av simulering att bygga system av godtycklig storlek – från små till gigantiska. Det betyder att systemets beteende kan testas i många olika skalor, från små enhetstester och tester av delsystem ända upp till de största konfigurationer du kan tänka dig.

Det är inte ovanligt att olika nivåer av test avslöjar olika typer av problem. Problemet är inte bara att säkerställa att systemet fungerar när det är maximalt stort, utan även att det fungerar effektivt över hela skalan från litet till stort.

Figur 1 visar även hur man kan koppla in en simulering av den miljö i vilken IoT-systemet verkar. Varje sensornod behöver kopplas till en simulering av dess omgivning – så att den har data att skicka tillbaka till gateway och server. En IoT-nod utan omgivning är inte särskilt användbar eller intressant.

En aspekt av systemtest är att variera mottagningsförhållandena i det simulerade radionätet. I en simulator är det triviellt att bestämma vilken signalstyrka som gäller mellan två godtyckliga par av noder, och man kan införa simuleringsregler som slumpmässigt tappar fler och fler paket allteftersom signalstyrkan går ner, för att simulera effekten av dålig kontakt.

**DET GÅR ATT VARIERA** mottagningsförhållandena under det att testet pågår för att kontrollera hur noderna betar sig när förhållandena ändras, till exempel när ett tåg passerar mellan två noder och avbryter radiokommunikationen för ett kort ögonblick.

Det bästa är att sådana test kan styras exakt och upprepas exakt, till skillnad från den verkliga världen där man kan vara glad om man överhuvudtaget kan manipulera radioförhållandena, och då med stor an-

strängning. En vanlig metod verkar vara att använda slumpmässiga störsändare såsom mikrovågsugnar, vilket inte är särskilt lätt att upprepa på ett kontrollerat sätt.

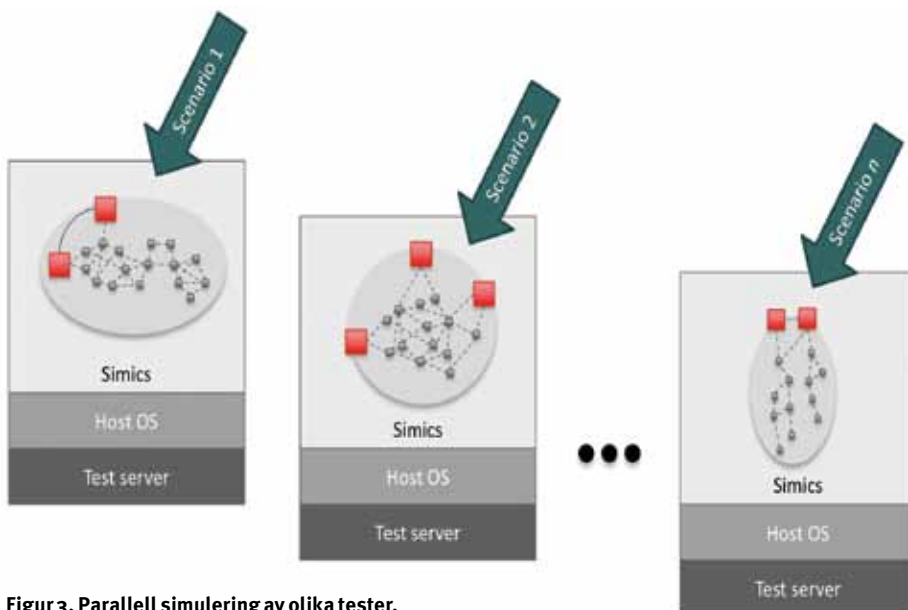
Den simulatorbaserade testningen kan också skalas ut horisontellt, som visas i figur 3. Det är enkelt att skapa olika varianter av nätverk för att kunna testa mjukvaran med olika sätt att konfigurera och lokalisera ett visst antal noder. Olika förhållanden mellan gateways och sensornoder kan testas, såväl som olika nättopologier. Figur 3 visar hur simulatoren låter dig köra flera olika tester parallellt på olika värdmaskiner, vilket betyder att den totala tidsåtgången för test blir mycket mindre än om testerna hade körts seriellt på fysisk hårdvara.

**MEN KAN DET VERKLIGEN** fungera i praktiken att simulera hundratals eller tusentals noder på en enda dator?

Svaret är ja. IoT-sensornoder har typiskt en mycket kort aktiv period. Sensorerna läser inte av världen omkring sig kontinuerligt, utan tenderar att vakna upp med jämna intervall för att göra en mätning och rapportera resultatet. Efter en mätning, som kanske bara tar några millisekunder, kan systemet gå i vila i flera minuter eller till och med i timmar. Detta är en energisnål lösning som gör det möjligt att fysiskt ha noder i drift under långa tidsrymder utan att behöva byta batterier.

Sålunda vilar systemet större delen av tiden, och detta kan utnyttjas för att accelerera simuleringen med hjälp av en teknik som kallas hypersimulering. Istället för att beta av dötiden cykel för cykel kan en simulatorlösning som Simics hoppa direkt till tidpunkten för nästa intressanta händelse. På detta sätt kan man simulera systemet flera gånger snabbare än realtid. Detta möjliggör väldigt stora IoT-simuleringar. Jag gjorde faktiskt detta själv för tio år sedan när Simics simulerade 1000 IoT-noder på en 32-bitars Windows XP-dator med en enda processor. Det gick betydligt snabbare än i den verkliga världen. Då kändes det fantastiskt att det ens var möjligt – men idag är det vardagsmat.

**MAN FÅR INTE GLÖMMA BORT** att det i slutänden krävs fysiska labb för sluttestningen av ditt system – som Jack Ganssle brukar säga måste man testa det man levererar och leverera det man testat. Men det är också nödvändigt att använda simulering för att testa allt det man inte kan eller hinner göra med det fysiska testlabbet. Simuleringen låter dig täcka in fler testfall och garantera att kvaliteten upprätthålls och att systemet är robust under olika förhållanden. Med simulering kan man bygga bättre IoT-system snabbare och enklare. ■



Figur 3. Parallell simulering av olika tester.



# Energiskördning för

*Watt och ören  
– så konstruerar du  
energiskördande  
system så att  
kostnaderna  
minimeras*

**D**et behöver varken vara komplicerat eller dyrt att använda energiskördning för att driva trådlösa sensornoder. Noga genomtänkta kommunikationsprotokoll och bandbredder, tillsammans med de energibesparande egenskaper som de senaste RF-kretsarna erbjuder, kan utnyttjas för att minska förbrukningen och kan ge en trådlös sensornod som kan fungera nästan hur länge som helst helt utan, eller med bara lite grand av mänsklig medverkan.

De enkla energiskördningstekniker som behandlas i denna artikel kan användas för att implementera underhållsfria trådlösa sensorer för kostnadseffektiva nätverk i tillämpningar som exempelvis smarta hem, fastighetsautomation och M2M-kommunikation.

Kostnaden för ett trådlöst nätverk beror visserligen främst på hårdvaran, men även andra faktorer bidrar. Dessa inkluderar kostnader för eventuell ytterligare hård- och mjukvara, certifiering enligt standarder som exempelvis Zigbee och Bluetooth samt royaltyskostnader.

**DEN MÄNGD ENERGI** som kan skördas av en trådlös sensor begränsas typiskt av kostnad och storlek. Därför är det viktigt att se till att den mängd energi som dras av sensorn och den trådlösa sändaren är lägre än den mängd som kan erhållas genom energiskördning.

Det finns ett flertal källor från vilka energi kan skördas, av vilka solenergi är den vanligaste. Solpaneler kommer i många olika storlekar, från stora paneler med många solceller till små celler som används för att driva produkter som exempelvis miniräknare och leksaker.

Bland övriga energikällor hittar vi radiovågor som mottas av en antenn och omvandlas till elektrisk energi, och den elektromekaniska energi som skördas från en magnet som rör sig i närheten av en induktionsspole. Temperaturgradienter kan



## Av Cristian Toma, Microchip

För Cristian Toma var Microchips åttabitare en hobby redan under gymnasiet. På tekniska universitetet i Bukarest hjälpte han forskare att utveckla tillämpningar på PIC-processorer samtidigt som han var rf-testare på ett lokalt telekomföretag. Efter sin elektroexamen rekryterades han av Microchip och fortsätter idag att jobba med sina kära åttabitare, med demonstratorer, dokumentation, utbildning och kundspecifika lösningar.

också användas för att ge termoelektrisk energi med hjälp av Seebeck-effekten.

**VANLIGA TRÅDLÖSA PROTOKOLL** som Zigbee och Bluetooth är kanske de första man tänker på när man funderar på vilken trådlös teknik som bör användas för en energiskördande konstruktion.

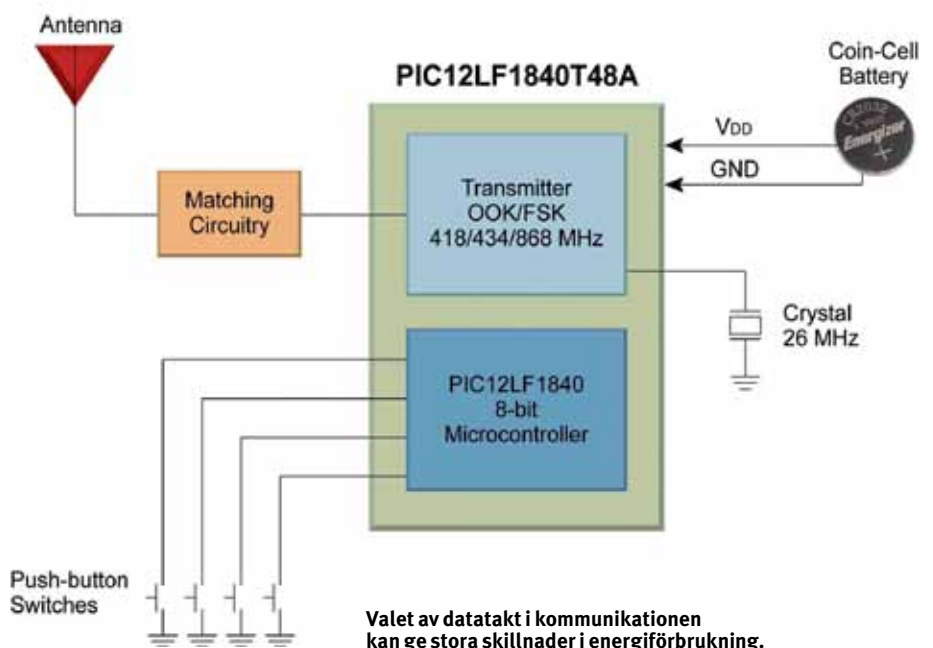
Alla konstruktioner behöver dock inte nödvändigtvis resultera i de kostnader och den komplexitet som användningen av ett trådlöst protokoll av industristandard medför. Valet kommer att baseras på den grad av kompatibilitet som krävs för varje konstruktion. Ett trådlöst headset till en mobiltelefon kommer exempelvis med största sannolikhet att behöva erbjuda bred kompatibilitet, medan en enkel RF-baserad fjärrkontroll varken kan eller behöver stödja kostnaden för kompatibilitet med andra tillverkares produkter.

Alla konstruktioner som innehåller en

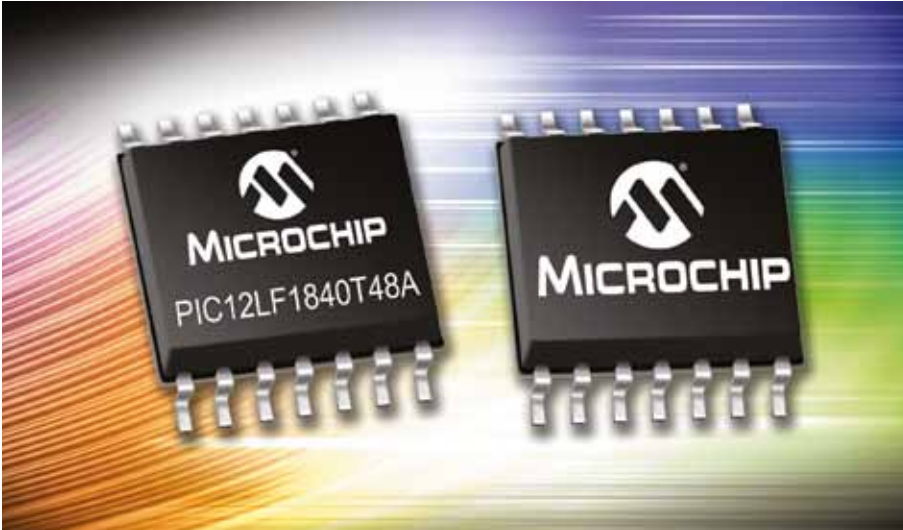
trådlös sensor kommer att behöva FCC- eller CE-certifiering så den kostnaden är gemensam. Kostnaden för certifiering enligt en specialiserad standard är dock normalt högre än kostnaden för FCC- eller CE-certifiering och underskattas ofta.

**DEN SAMMANLAGDA KOSTNADEN** för implementering av en trådlös standard handlar om mycket mer än de grundläggande hård- och mjukvarukostnaderna. Innan konstruktionen genomgår certifieringstestning måste den förmodligen genomgå en förberedande testprocedur. Det kan kosta kring 750 dollar i månaden att hyra den specialutrustning som krävs för sådana förberedande tester. Till det kommer kostnaden för själva certifieringen som normalt inkluderar kostnader för kompatibilitetstestning, profilttestning och verktyg för bestämning av lämplig hårdvara.

Tillsammans ger dessa tester en typisk



# trådlösa sensornoder



En styrkrets med integrerad sändare gör konstruktionen enklare att certifiera.

kostnad för Zigbeecertifiering på runt 3 000 dollar. Därtill måste man lägga eventuella årliga medlemsavgifter liksom royalties som betalas per krets.

Certifieringens sammanlagda inverkan på kostnaden per enhet beror på tillverkningsvolymen.

Ta exempelvis en konstruktion med en hårdvarukostnad på runt 1 till 1,50 dollar per enhet och en tillverkningsvolym på 10 000 enheter. Med en beräknad kostnad på runt 10 000 dollar skulle certifiering enligt FCC i praktiken fördubbla produktens kostnad per enhet.

Kostnaden för certifiering enligt en RF-standard, med förberedande testing, certifieringsprocedur och RF-testutrustning, kan lätt öka kostnaden till över 10 000 dollar.

**EFFEKTIV STYRNING** av strömförbrukningen är kritisk för en trådlös sensornod som drivs genom energiskördning och detta påverkar samtliga beslut i konstruktionsprocessen.

Särskild hänsyn måste tas till RF-sändningens konfiguration för att se till att det inte sker onödig kraftförbrukning i systemet. Parametrar som exempelvis modulerings sättet, bandbredden och RF-utgången till antennen, påverkar den sammanlagda kraftförbrukningen. Som en generell riktlinje gäller att kortare perioder av aktiv funktion resulterar i lägre genomsnittlig effektförbrukning. Detta innebär att man måste se till att samtliga kretsar som utnyttjas i konstruktionen, från en LED till en styrkrets eller sändare, ägnar maximal tid i energisnåla lägen.

## Effektens relation till bandbredden

Högre datatakt drar mer kraft men har fördelen att de kortare paketlängderna minskar energiförbrukningen.

Också vilket modulerings sätt som utnyttjas har en avgörande roll för energiförbrukningen. ASK- eller OOK-modulering utnyttjar mindre energi eftersom det finns perioder då RF-kraften minskar med ASK-modulering, eller är noll med OOK. Den genomsnittliga strömförbrukningen blir också lägre med ASK. Trots detta är FSK det modulerings sätt som föredras eftersom väsentligt högre datatakt då kan erhållas.

Om grundläggande envägskommunikation är allt som behövs kan konstruktionen använda en enkel RF-sändare; men om målsättningen är certifiering enligt en trådlös standard som exempelvis IEEE 802.15.4, är en specialstyrkrets att föredra.

Microchips PIC12LF1840T48A-styrkrets har exempelvis en integrerad sändare som stöder en datahastighet på 10 kbps i OOK-läge och 100 kbps i FSK-läge. Denna data sänds därför tio gånger snabbare med FSK-modulering än med OOK. Vid högre datahastighet kan en RF-mottagare även motta och avkoda FSK-signaler mycket mer effektivt än vid ASK-modulering.

Styrkretsens energisnåla avstängningslägen kan utnyttjas för att minimera energiförbrukningen. Den frekvens som sensorn måste sända data vid, beror på tillämpningens svarstid. Om tiden mellan de aktiva perioderna förlängs kommer styrkretsen att ägna mer tid i energisnålt läge, vilket därmed minskar den genomsnittliga kraftförbrukningen.

Strömförbrukningen bestäms också av den typ av data som sensorn infångar mellan sändningarna. Mottagning av data från operationsförstärkare och en lastcellbrygga kräver exempelvis relativt mycket ström jämfört med den ström som används vid sändning av RF-data.

## Beräkning av energiförbrukningen

En konstruktion baserad på PIC12LF1840T48A kan få demonstrera hur energiförbrukningen beräknas. Kretsens integrerade sändare har en maximal frekvensavvikelse på högst 200 kHz, vilket möjliggör en maximal bitfrekvens på 100 kbps. Med ett litet datapaket med en 16-bitars inledning, ett 16-bitars synkroniseringsmönster och en 32-bitars nyttolast, tar det bara 640  $\mu$ s att sända ett fullständigt datapaket. Om energin mäts i joule (J) ger detta:

$$1 J = 1 W \cdot 1 s = 1 V \cdot 1 A \cdot 1 s$$

Den energiförbrukning som används för att sända ett datapaket beräknas enligt:

$$\begin{aligned} E &= 10,5 \text{ mA} \cdot 640 \mu\text{s} \rightarrow \\ &10,5 \text{ mA} \cdot 3,0 \text{ V} \cdot 640 \mu\text{s} = \\ &31,5 \text{ mW} \cdot 640 \mu\text{s} = \\ &20,16 \mu\text{J} \end{aligned}$$

Det tar normalt 650  $\mu$ s att starta ett kristallosilloskop, med en energiåtgång på 5 mA under starten. Energiförbrukningen för starten beräknas därför enligt:

$$E_1 = 5 \text{ mA} \cdot 3,0 \text{ V} \cdot 650 \mu\text{s} = 9,75 \mu\text{J}$$

Den datasändning som utnyttjas i demonstruktionen innehåller en inledning på 16 bitar, synkroniseringsmönster på 16 bitar och 32 bitar data. För den valda bittakten på 100 kbps ger detta en sändningstid på 640  $\mu$ s. För en RF-sändning på +0 dB vid 868 MHz, med FSK-modulering, blir strömförbrukningen 12 mA.

$$E_2 = 12 \text{ mA} \cdot 3 \text{ V} \cdot 640 \mu\text{s} = 23,04 \mu\text{J}$$

Med enkel sändning vid 10 kbps skulle energiåtgången bli:

$$E_3 = 7,5 \text{ mA} \cdot 3 \text{ V} \cdot 6,40 \text{ ms} = 144 \mu\text{J}$$

Denna jämförelse visar hur stor skillnaden mellan i energiförbrukning kan bli, och betonar nyttan av högre datatakt.

PIC12LF1840T48A-sändaren tar automatiskt paus och återgår till ett energisnålt avstängningsläge efter att ha sänt den sista



databiten. Med en minsta "timeout"-period på 2 ms blir den extra energiförbrukningen:

$$E_3 = 12 \text{ mA} \cdot 3 \text{ V} \cdot 2 \text{ ms} = 72 \mu\text{J}$$

Dessa beräkningar ger en sammanlagd energiförbrukning för sändningen av ett enda datapaket på:

$$E = E_1 + E_2 + E_3 = 9,75 \mu\text{J} + 23,04 \mu\text{J} + 72 \mu\text{J} = 104,79 \mu\text{J}$$

En solcell i miniatyrformat som genererar en utström på 4,5 µA vid 3 V måste vara aktiv under det antal sekunder som krävs för att få nog energi för en enda datasändning. Om en billig solcell används som exempel, med i bästa möjliga fall 3 V vid 40 µA, genereras endast en effekt på 120 µW:

$$3 \text{ V} \cdot 40 \mu\text{A} = 120 \mu\text{W}$$

Beräkningen av den mängd tid som krävs för att samla tillräcklig energi för att en enda datasändning är:

$$T = 104,79 \mu\text{J} / 120 \mu\text{W} = 0,87 \text{ s}$$

Detta visar att sensorenheten måste vänta i 0,87 sekunder mellan två efterföljande datasändningar förutsatt att solcellen har en konstant ljuskälla. I den verkliga världens tillämpningar är naturligt ljus, som är den främsta energikällan, bara tillgängligt under dagtid. Beräkningen måste därför utökas till att ta hänsyn till det faktum att skördningssystemet måste lagra energi som skördas under dagen så att den kan utnyttjas nattetid. En annan faktor att beakta är att den energi som krävs för att utföra den faktiska sensormätningen inte inkluderats i exemplets beräkningar.

**DET FINNS ETT ANTAL** olika alternativ för att lagra den energi som skördas under dagtid. Två exempel är superkondensatorer eller billiga uppladdningsbara NiMH-batterier som dropladdas direkt från solcellen. I det fåtal tillämpningar där energikällan är konstant behövs eventuellt ingen energilagring.

Den främsta fördelen med att använda energiskördning i energinåla trådlösa sensornoder är inte att det ger en omedelbar minskning av kostnaden per enhet, utan att det ger besparingar i underhålls-



kostnader på längre sikt. Dessa besparingar är framför allt till hjälp om sensornoderna finns på avlägsna platser, eller om nätverket har ett stort antal noder. I båda dessa fall kan energiskördning driva de trådlösa sensorerna nästan hur länge som helst och praktiskt taget utan mänskligt ingripande.

**ENERGISKÖRDNING BÖRJAR BLI** en möjlig lösning för kraftmatning av trådlösa sensornoder framför allt i nätverk som inte är baserade på nätverksstandarder som exempelvis Zigbee eller Wifi. Antalet energikällor ökar också: exempelvis ljus, värme, radiovågor, mekanisk energi och på sistone till och med blodsocker.

Framgångsrik implementering av energiskördning för kraftmatning av en trådlös sensornod kräver noggrann styrning av den trådlösa sensorns sammanlagda strömförbrukning. Detta kan åstadkommas genom val av lämpligt kommunikationsprotokoll och datahastighet, och genom att man använder alla de energisparande funktioner som är integrerade i RF-kretsar som exempelvis Microchips PIC12LF1840T48A-styrkrets. ■

# Från Idé till Produkt

## Elektronikdesign, EMC test, Produktion



### Utveckling

Hårdvara  
Mjukvara

### Produktion

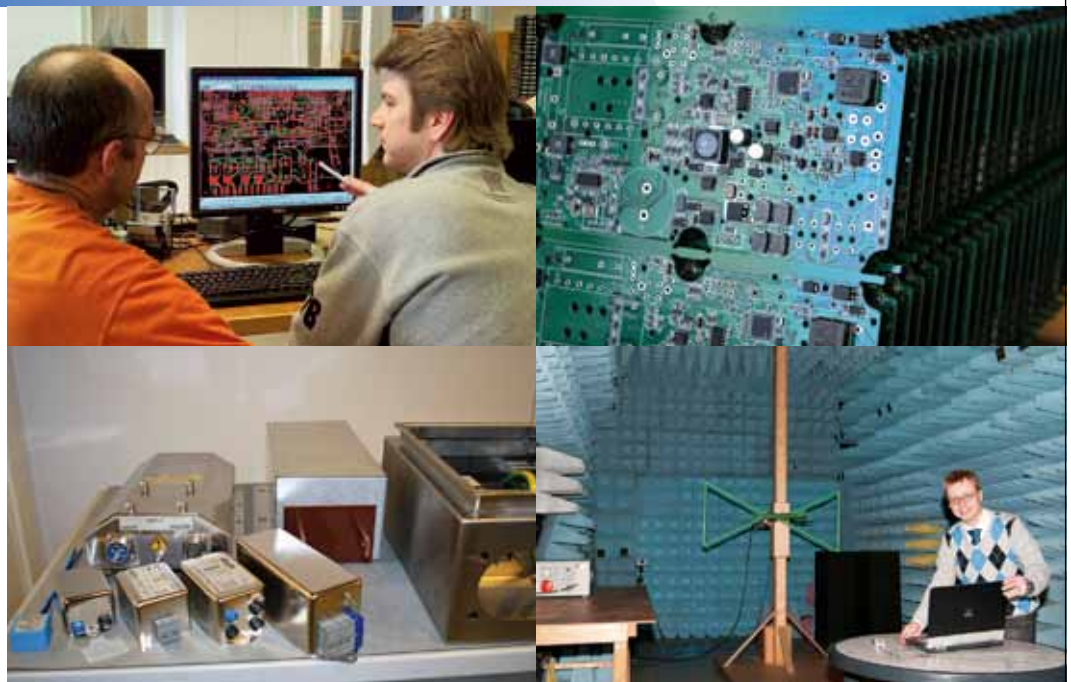
SMD  
Hålmontage  
Slutmontering

### EMC

Ackrediterat lab  
Filter design  
Filterproduktion

### Test

Klimat  
Mekanisk



KEMET Electronics AB • Thörnblads väg 6 • 386 90 Färjestaden • Telefon 0485-563900 • [www.kemet.com/Dectron](http://www.kemet.com/Dectron)

# Meshprotokollet kan göra stor skillnad

Trimma trafik och effekt med smartare protokoll i meshnätet



## Av Ross Yu, Linear Technology

Ross Yu och hans grupp på Dust Networks har gett viktiga bidrag till att lösa utmaningar inom det spännande området trådlösa sensornät, och han är mannen bakom en av marknadens effektivaste och mest pålitliga meshsensornätslösningar. Ross Yu läst elektroteknik och datavetenskap på Massachusetts Institute of Technology.

En av de största fördelarna med koppla upp dina industrianläggningar på Internet (Industrial Internet of Things) är att de data du samlar upp i den fysiska världen via trådlösa sensornätverk (WSN), både kan öka effektiviteten och strömlinjeforma dina affärsmetoder. De krav som ställs på trådlösa sensornät är många och varierande eftersom sensorer kan placeras nästan överallt: i byggnader, i industrianläggningar, i tunnlar, på fordon i rörelse, på stadsgator och broar, och på avsedda belägna platser som långa rörledningar eller i väderstationer.

Ett ofta återkommande krav inom Industrial IoT är att de trådlösa sensornäten både ska vara lika energisnåla och tillförlitliga som trådbundna alternativ och att detta ska gälla för ett brett spann av nätverkstopologier, -storlekar och datafrekvenser.

**TRÅDLÖSA MASKNÄTVERK** (meshnät) har blivit allt populärare. Detta eftersom de förmår att täcka in stora ytor med ganska energisnåla radiokretsar. Kretsarna överför meddelanden från en nod till nästa, och bibehåller hög tillförlitlighet och undviker störningar genom att kunna ta alternativa vägar genom nätet.

Framför allt en viss nätteknik kallad TSCH (Time Synchronized Channel Hopping) har i fältprov visat sig kunna leverera den prestanda som behövs för Industrial IoT. Den är utvecklad av Linear Technologys Dust Networks och ingår i industristandarden WirelessHART.

TSCH-nät är normalt mer än 99,999 procent datatillförlitliga. Samtliga trådlösa noder, även de för routing, har en batterilivslängd på många år med små litiumbatterier.

En rad meshnät utnyttjar teknik som beskrivs på liknande vis, till exempel "frequency agility" istället för "channel hopping" och "sleepy" istället för "time

synchronized". De ger dramatiskt olika prestanda vilket visar att valet av protokollnivå kraftigt påverkar prestandan hos trådlösa sensornät och hur lämpligt nätverket är för en viss tillämpning.

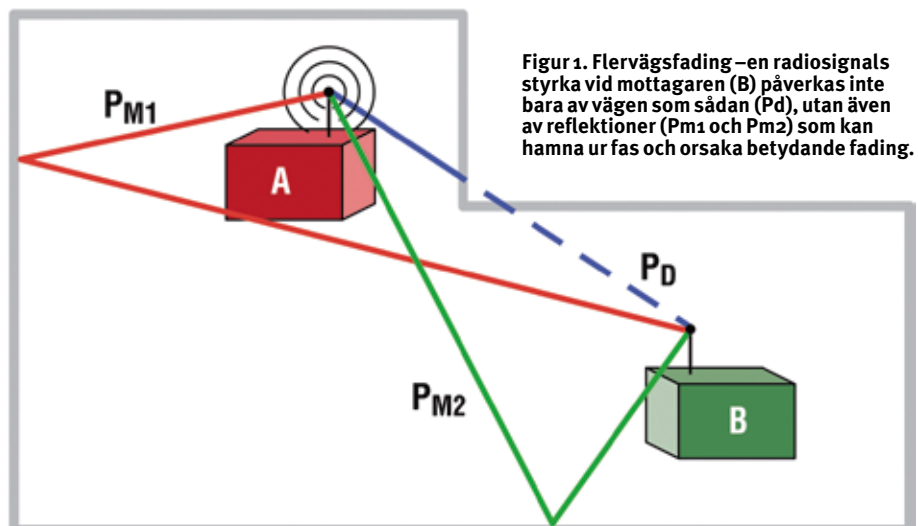
**EFTERSOM TRÅDLÖS UTRUSTNING** till sin natur är otillförlitlig, är det viktigt att förstå vad som ligger till grund för denna otillförlitlighet så att hänsyn kan tas till detta i ett kommunikationssystem. Till skillnad från trådbundna kommunikationer, där kablablarna skärmar kommunikationssignalen från omvärlden, fortplantas RF i luften och interagerar med omgivningen.

Aktiv interferens orsakad av andra RF-sändningskällor är en möjlighet. Betydligt vanligare är dock effekten av flervägsfading, vilket innebär att RF-meddelandet dämpas av att den egna signalen studsar mot intilliggande ytor och hamnar ur fas (figur 1). Mobiltelefonanvändare upplever effekterna av flervägsfading varje dag när deras telefoner tycks ha dålig mottagning

på ett ställe, men bättre igen bara några centimeter därifrån. Effekterna av flervägsfading ändras över tiden, eftersom intilliggande ytor som människor, bilar och dörrar, normalt flyttar på sig. Slutresultatet är att signalkvaliteten varierar kraftigt över tiden för samtliga RF-kanaler.

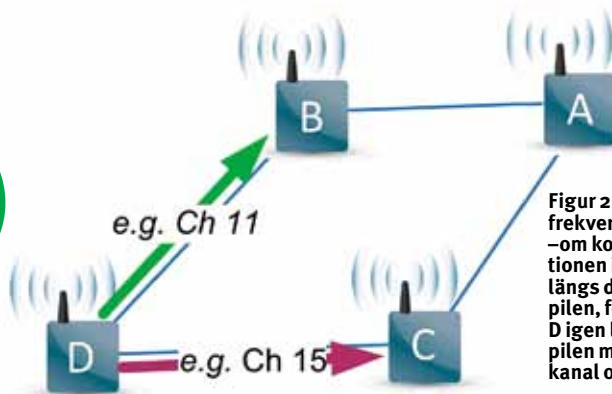
**YTTERLIGARE ETT PROBLEM** är det faktum att flervägsfading är oförutsägbar. Ett nätverk måste per definition aktivt sända på en kanal för att kunna avgöra och därmed mäta kanalens prestanda när den ställs inför flervägsfading. Därmed kan mätning av en enkel passiv signalstyrka (RSSI) hos en outnyttjad kanal visserligen vara till hjälp för att detektera aktiv interferens, men metoden kan inte förutsäga kanalens lämplighet i fråga om flervägsfading.

Lyckligtvis kan flervägsfadingens negativa effekter minimeras genom kanalhopande frekvensspridning, eftersom den påverkar RF-kanalerna olika och förändras över tiden.



Figur 1. Flervägsfading – en radiosignals styrka vid mottagaren (B) påverkas inte bara av vägen som sådan ( $P_d$ ), utan även av reflektioner ( $P_{m1}$  och  $P_{m2}$ ) som kan hamna ur fas och orsaka betydande fading.

För att hjälpa oss att förstå hur olika trådlösa sensornät fungerar när de ställs inför dessa problem kan vi studera de tekniker som ofta används i trådlösa masknät för att sprida frekvensen och spara energi.



Figur 2. Väg- och frekvensspridning – om kommunikationen inte fungerar längs den gröna pilen, försöker nod D igen längs den lila pilen med en annan kanal och signalväg.

### Enkanaliga trådlösa sensornät och kanalrörlighet

I enkla implementeringar av trådlösa masknätverk är det vanligt att samtliga noder fungerar på en enda kanal. Eftersom bara en RF-kanal utnyttjas, kan per definition endast en utrustning i taget sända. Utvecklare av nätverksstackar väljer fortfarande ofta enkanalig funktion på grund av den relativt enkla implementeringen, vilket resulterar i ett WSN med praktiskt taget ingen frekvensspridning.

### Inställning av pulslängd med "sömniga" nätverk

För energisnål drift utför trådlösa sensornätverk någon form av inställning av pulslängden för att minimera den andel tid som spenderas i aktivt läge (till exempel sändning och mottagning, som normalt drar ström räknad i milliampere) och istället maximera tiden i energisnålt sovläge (normalt 1 mA eller mindre).

Vissa trådlösa sensornätverk är utrustade med sovlägen för hela nätverket (sömniga/sleepy masknät), i vilket samtliga noder i nätverket försätts i ett energisnålt sovläge under långa perioder och sedan vaknar ungefär samtidigt för att sända/motta/vidarebefordra nätverkstrafik. Med sådana sovrangemang är nätverket fullständigt otillgängligt för kommunikation under den inaktiva perioden. Om ett WSN exempelvis endast vaknar en gång i timmen för kommunikation, är det omöjligt för nätverket att skicka ett larmmeddelande under den timmen, inte heller kan den ta emot ett kommando från en styrkrets att tända en varningslampa.

Det är också viktigt att överväga hur användningen av sovande nätverk påver-

kar det trådlösa sensornätets förmåga att hantera driftsförhållanden i den verkliga världen. Under de långa soverperioderna är den omgivande RF-miljön fortfarande dynamisk och föränderlig. Signalvägar som blir oanvändbara när nätverket sover kan bara repareras när nätverket vaknar. Än mer problematiskt är det faktum att sovande nätverk brukar vara enkanaliga nätverk, vilket gör att nätverket utsätts för ytterligare stress under sin aktiva period och ökar risken att kommunikationen blir instabil.

En annan effekt av att utnyttja sovlägen för hela nätverket är att detta tillvägagångssätt tvingar användaren att acceptera en lägre datahastighet än den som tillämpningen kräver. Detta är en olycklig kompromiss, eftersom den huvudsakliga meningen med ett WSN är att överföra data tillförlitligt, och att använda den informationen för att möjliggöra djupare insikt i användarens system genom att påvisa driftstrender och ineffektivitet, såsom exempelvis avtagande prestanda i åldrande motorer eller ökade cykliska energiuttag hos äldre kylutrustning i affärer.

### Tidssynkroniserade kanalhoppande masknätverk

Tidssynkroniserade kanalhoppande masknätverk (TSCH) utnyttjar snäv tidssynkronisering över ett nätverk som kan göra många hopp för att koordinera kommunikation och användning av frekvenskanaler. I ett TSCH-nätverk delar samtliga noder en gemensam tidsavkänning som är noggrann över nätverket till inom några få tiondels

mikrosekunder. Noderna utbyter information om timing-offset med intelligande noder för att bibehålla tidssynkroniseringen. Nätverkskommunikationen är organiserad i tidsluckor, inom vilka möjlighet till individuell paketsändning/-mottagning är schemalagd. Det innebär att varje tidslucka är lång nog (till exempel 7,5 ms) för att en sändningsnod ska kunna vakna, sända ett paket och motta bekräftelse från mottagnoden.

Nätverkstrafiken i ett TSCH kan schemaläggas dynamiskt, vilket möjliggör parvisa kanalhopp, full signalväg och frekvensspridning, energisnål paketöverföring och högt tillgänglig inställning av pulslängd.

### Parvisa kanalhopp

Tidssynkroniseringen möjliggör kanalhopp på varje par av sändare och mottagare för frekvensspridning. I ett TSCH-nät kanalhoppas varje paketutbyte för att undvika oundviklig RF-interferens och fading. Dessutom kan flera sändningar mellan olika par ske samtidigt på olika kanaler, vilket ökar nätverkets bandbredd. Det finns exempelvis femton användbara kanaler tillgängliga i radiospecifikationen IEEE 802.15.4 för 2,4 GHz, som är ett populärt alternativ för WSN-implementeringar på grund av att detta ISM-band är globalt tillgängligt. Detta gör att den tillgängliga bandbredden är femton gånger så stor hos ett TSCH-nätverk jämfört med ett enkanaligt 802.15.4 WSN.

### Full signalväg och frekvensspridning

Varje krets har ett överskott av vägar för att

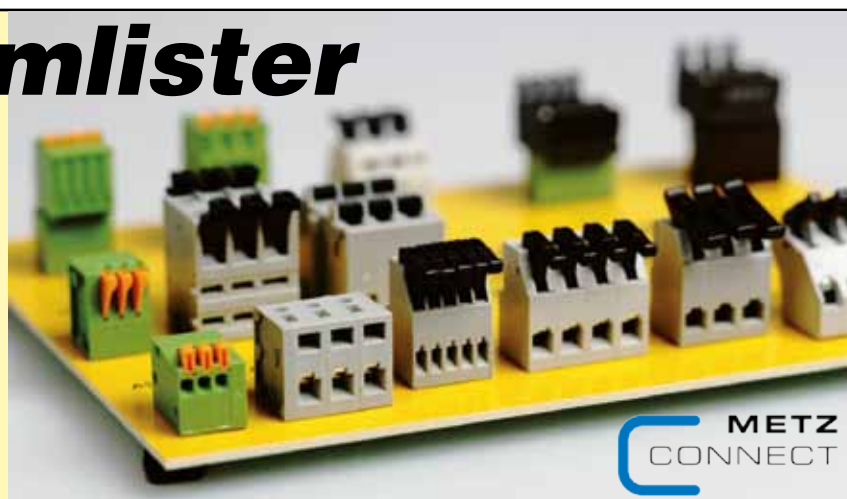
# Fjäderklämlister

## för kretskortsmontage

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

**elroman.**  
specialkabelhuset

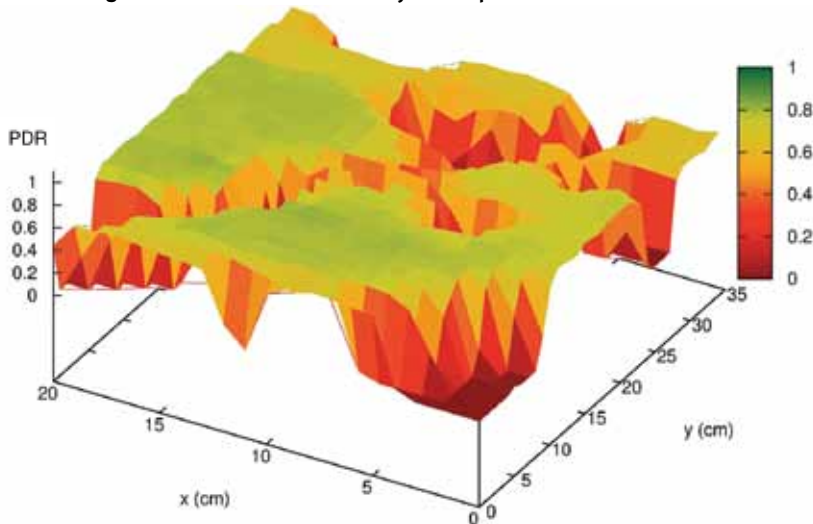
Tel. 08-97 00 70 Fax 08-646 31 48 www.elroman.se



METZ  
CONNECT



**Figur A1. Flervägsfading** att kvaliteten hos en länk kan variera drastiskt, mottagaren behöver kanske bara förflyttas ett par centimeter.



klara av kommunikationsavbrott orsakade av störningar, fysiska hinder eller flervägsfading. Om en paketsändning misslyckas på en väg, görs automatiskt ett försök på nästa tillgängliga väg och en annan RF-kanal (se figur 1). Genom att utöva vägspridning och frekvensspridning vid varje nytt försök (tidspridning), är sannolikheten för att ett nytt försök ska lyckas större än i ett enkanaligt system.

#### Fördelen med att kombinera TSCH med energisnål hårdvara

Driftsströmmen för 802.15.4-sändtagare i allmänt bruk, såsom exempelvis sändning, mottagning och sovläge har minskat stadigt under de senaste tio åren. LTC5800-IPM från Linear Technology drar exempelvis 9,5 mA för en sändningskraft på +8 dBm och 4,5 mA för mottagning, vilket är tre till fem gånger mindre än tidigare generation av 802.15.4-sändtagare. Att minska toppströmmen är en bra början, men den energi som krävs för att skicka ett paket är en funktion av den mängd laddning som tas ut under en viss tidsperiod.

Med strömuttaget mätt via oscilloskop och inritat i ett tidsdiagram (se figur 2) ges den energi som krävs för att skicka ett paket av området under kurvan. Energin påverkas inte bara av toppströmmen, utan även av hur länge varje operation är aktiv.

Produkter som exempelvis LTC5800-IPM ger noggrant optimerade packetutbyten med framgångsrik paketsändning/-bekräftelse med endast 54,5 µC laddning vid 3,6V matningsspänning (eller 196,2 µJ energi).

#### Energisnål systeminställning

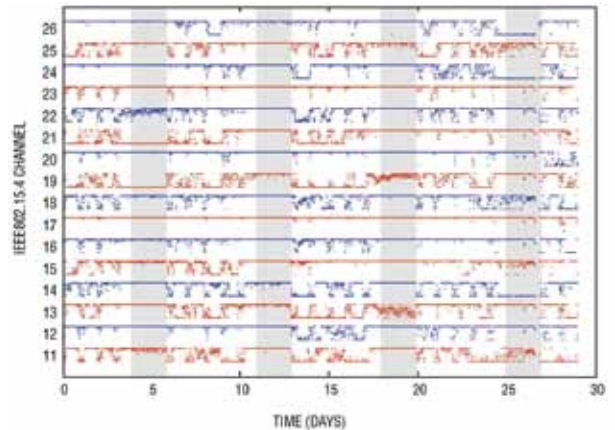
Genom att anta en mer holistisk syn på hur energi spenderas i ett trådlöst sensornätverk kan vi se att energisnål förbrukning kan ses som en funktion av datatrafiken, liksom den energi som krävs för att skicka ett paket och det antal nya försök som behövs för att framgångsrikt skicka ett paket från en nod till nästa:

$$\text{Average Energy} = \left( \left( \frac{\text{Num Packets}}{\text{Period of Time}} \right) \times \left( \frac{\text{Energy}}{\text{per Packet}} \right) \times \left( \frac{\text{Num Retries to Successfully Send A Packet}}{\text{Send A Packet}} \right) \right)$$

Genom att fokusera på energi per paket och använda ett nätverksprotokoll som använder tid-, väg- och frekvensspridning vid varje nytt försök – vilket därmed minskar det antal försök som i genomsnitt krävs för att skicka ett paket – kan låg strömförbrukning uppnås genom att hela systemets verkningsgrad förbättras snarare än genom att uppoffringar görs i tillämpningen.

Kommunikationsschemat i ett TSCH-nätverk är mycket konfigurerbart, och kommunikationens tidsluckor tilldelas automatiskt beroende på tillämpningens behov. Ett TSCH-nätverk kan konfigureras för långsam datahastighet för minimerad energiåtgång, och möjliggör potentiellt användning av Energy Harvesting-teknik. Samma TSCH-nätverk kan konfigureras att stöda en heterogen rapporthastighet, som är vanligt i industrianläggningar, med variabler som förändras långsamt (tanknivåer) och sådana som förändras snabbare (flödet i en rörledning). Ett TSCH-nätverk tilldelar automatiskt de tidsluckor som krävs till de delar av ett nätverk som behöver dem.

Istället för att tvinga användare att



**Figur A2. Förhållandet för paketleveransen hos en trådlös länk varierar över tiden.**

skraddarsy sina tillämpningar så att de passar nätverkets behov, kan ett TSCH-nätverk skraddarsys att tillgodose behoven hos en rad olika tillämpningar.

#### Effekter av flervägsfading på trådlös kommunikation

Flervägsfadingen beror på läget och egenskaperna hos samtliga saker i miljön, och det finns inget praktiskt sätt att förutsäga den. En bra egenskap är att den topografi som visas i figur A1 förändras med frekvensen. Det innebär att om ett paket inte mottas på grund av flervägsfading är det större sannolikhet att ett nytt försök på en annan frekvens lyckas.

Eftersom saker i miljön inte är statiska förändras effekten av flervägsfadingen över tiden. Bilar kör exempelvis förbi och dörrar öppnas och stängs. Figur A2 visar leveransförhållandet för paket på en enda trådlös väg mellan två industriella sensorer under en 26 dagarsperiod, samt för vardera av de 16 kanaler som används i systemet. Figuren visar på veckovisa cykler, där arbetsdagar och helger tydligt kan urskiljas. Vid en given tidpunkt är vissa kanaler bra (hög leverans), andra dåliga och ytterligare andra mycket varierande. Kanal 17, som mestadels är bra, har åtminstone en period med noll leverans. Varje väg i detta nätverk visar kvalitativt liknande beteende, men unik kanalprestanda, och det finns aldrig en kanal som fungerar överallt i nätverket.

På grund av interferens och flervägsfading är receptet för att bygga ett tillförlitligt trådlöst system att utnyttja en mångfald av kanaler och vägar. ■



Electron Devices

A complete line of products used in microwave & millimeter wave systems



The most recognized manufacturer of RF high power products & antennas



CUMING MICROWAVE

Builder of radar absorbing & dielectric materials for telecom, defence/aerospace industries

COMPOMILL

Nordic Components

(( ( • )) )

Stockholm

Phone: +46 (0)8 594 111 50

www.compomill.com



# Simics simulerar processorer i Simulink

## ■ SIMULERING

**Två av simulatorvärldens giganter har mötts och nu är det som resultat möjligt att göra processor-in-the-loop-testning (PIL) i Mathworks Simulink – utan fysisk processor. Istället simuleras processorn i Wind Rivers verktyg Simics.**

Du slipper trassla med fysiska kort, nätverksuppkopplingar och installationer av operativsystem. Istället klickar du på en knapp i gränssnittet, och så är processor-simulatorn inkopplad. Simuleringen är i flera avseenden till och med exaktare: det fysiska processorkortet kanske inte är den slutliga och den fysiska kommunikationen är kanske inte pålitlig.

Dessutom finns ingen hårdvara att snåla på – alla utvecklare kan få en egen virtuell processor på sin arbetsplats. Och så öppnar simuleringen för automatisering och enklare samarbete mellan utvecklare.

**KONSTRUKTÖRER** utvecklar enligt Wind River allt oftare mot modeller snarare än mot labbhårdvara. Modellen står ofta i centrum för utvecklingsprojektet från kravfasen och till och med ända fram till testningen.

Wind River har tagit fram möjligheten till PIL-testning i samarbete med Mathworks. Koden som körs i den simulerade processorn är den som genereras av Embedded Coder från en Simulinkmodell.

Produkten Simics PIL integration for Simulink finns att köpa från och med idag.

Simics är en svensk produkt, köpt år 2010 av Wind River, som i sin tur sedan 2009 är ett dotterbolag till Intel. Wind River sorterar in Simics-verktygen i sin IoT-portfölj Helix, som företaget presenterade i februari på mässan Embedded World i Nürnberg.

JAN TÅNGRING  
jan@etn.se



## Avancerad kretskortsdesign för små team

### ■ KRETSKORTSVERKTYG

**Precis som många andra produkter kommer kretskortsverktyg i olika modeller från gratisversioner med begränsad funktionalitet till värstingmodeller för storföretag med utvecklingsavdelningen utspredd över flera kontinenter. Ska man tro Mentor Graphics har det hittills saknats en variant som klarar avancerade uppgifter men som är avsett för mindre företag eller mindre grupper inom storföretaget. Nu täpper Pads igen det hålet.**

De stora konstruktionsteam med smala specialister har fått sina kretskortsverktyg moderniserade i takt med att Mentor släppt uppdateringar av Expedition det senaste åren. Men verktyget kräver mycket detaljkunskap av användaren och är dessutom dyrt, det passar därför inte för mindre företag trots att de gör avancerade konstruktioner med exempelvis snabba bussar.

Det är här som Pads kommer in. Kretskortsverktyget kommer i tre storlekar – Standard, Plus och Professional – med en prislapp som börjar på 5000 dollar för en licens som ger ett års support men i övrigt gäller för evigt.

**MED PADS STANDARD** går det att göra både schema och layout men det finns också ett komponentbibliotek med över 360 000 komponenter som innehåller metadata liksom symboler och fysiska mått. Det går att skapa egna komponenter och addera till biblioteket.

Programmet kommer med en arkiveringsfunktion där man kan skapa olika versioner av konstruktionen som exempelvis kan jämföras med varandra.

**PADS PLUS INNEHÅLLER** allt som finns i Pads Standard plus analys av bland annat signalintegritet, överhörning och värmeutveckling. Det ingår analogsimulering och möjlighet att sätta olika vill-

kor för ledningslängder och var ledningarna får dras, funktioner som är användbara för snabbare bussar.

För den som gör de mest komplexa korten finns Pads Professional som lånat funktioner från Expedition som att lägga in ännu mer randvillkor än i Pads Plus 3D-design, att hålla koll på hur högt olika komponenter sticker upp från kortet.

**EN ANNAN FUNKTION** som hämtats från Expedition är möjligheten att dra en grupp ledare med vad som kallas ”skissfunktionen”, man behöver bara i grova drag förklara för programmet var ledarna ska gå så sköter kretskortsverktyget det praktiska.

För den som funderar på vilken version som är den rätta kan det vara bra att veta att man kan börja med den enklaste och uppdatera om det visar sig att behovet växer efter hand.

PER HENRICSSON  
per@etn.se

**BLOMDAHL'S  
MEKANISKA**

Kapslat och klart!



Skräddarsydd mekanik  
för elektronikprodukter

[blomdahls.com](http://blomdahls.com)

## STRÖMFORSÖRJNING BATTERILADDARE



DC/DC omvandlare • Växselriktare • Kundanpassning

Kontakta oss för offert!

☎ 0526-140 25 • salg@mascot.no



**Kvalité sedan 1938**  
[www.mascot.com](http://www.mascot.com)



## OrCad firar 30 och fyller på

**KRETSKORTSVERKTYG**  
Kretskortsverktyger OrCad från Cadence fyller 30 år och firar födelsedagen med fem nya modeller och tre större uppgraderingar.

– Det är extremt ovanligt att en programvara och ett varumärke uppnår 30-årsaldern. Vi började med att sälja Dos-versionen av OrCad vilket var ett av de första kretskortsverktygen till Microsofts på den tiden nya operativsystem Windows, säger Jan Lindblom.

Jan Lindblom är vd på den svenska återförsäljaren Gateline.

**ORCAD LIGGER** funktionsmässigt i kretskortsverktygens mellanskikt. Där hittar du också Pads från Mentor Graphics, Altium Designer och Cadstar.

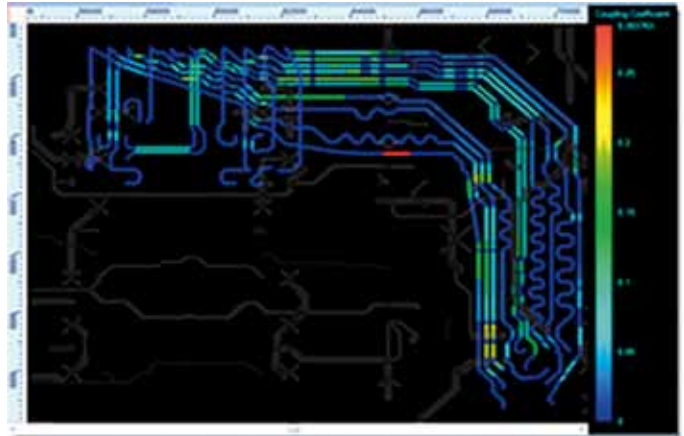
Förbättringarna i version 16.6 av OrCad kommer att släppas i

olika omgångar fram till sommaren.

**OrCAD PCB** – har bland annat förbättrats vad gäller dragning av snabba bussar där det går att ställa min, max och relativ hastighet, villkor för differentiella par av ledare och justering av fördröjning i ledare. Det ska också gå snabbare att göra layouten av en eller flera ledare med funktioner som Scribble Route, group/contour routing och att gruppera viahål.

**OrCAD Capture** – kommer numera med **OrCAD Signal Explorer** vilket förenklar livet för dem som har snabba signaler och därmed behöver simulera signalintegriteten innan layout.

**OrCad Component Information Portal** – är en kommande funktion som ger användare av **OrCad**



**Capture CIS** tillgång till parameteriserade komponentdata för miljontals komponenter från tusentals olika distributörer via ett interaktivt webbgränssnitt.

**OrCAD Sigrity Electrical Rules Check (ERC)** – är en kommande funktion som gör det möjligt att köra avancerade tester av signalnåtegriteten på kortet, det vill säga mycket mer än att bara kon-

trollera att ledningsdragningen uppfyller designreglerna.

**OrCAD Panel Editor** – är tillgänglig redan idag och automatiserar arbetat med att skapa paneler av ett antal kretskort, en funktion som behövs vid tillverkningen av korten. Dessutom underlättar den dokumentationen av panelen. **PER HENRICSSON**  
per@etn.se

**MORNSUN®**

**WE POWER YOU UP**

**MORNSUN®** is committed to bringing you power supply of high reliability and optimized performance.

**FROM NOW ON, LET MORNSUN POWER UP YOUR SYSTEM!**

**DC / DC CONVERTERS**  
0.25-100W

**AC / DC CONVERTERS**  
1-120W

**info@mornsun.com**  
**www.mornsun-power.com**



# IoT-basband från Imagination

## ■ IP-KÄRNOR

**Bluetooth, wifi eller båda – brittiska Imagination släpper tre nya IP-kärnor som är de första kärnorna i en ny produktfamilj kallad Enigma Whisper.**

Bluetooth Smart LE-kärnan heter C5300, 802.11n-kärnan heter C5400, och kombinationen heter C5401. De kan användas i en paketlösning från Imagination med partners med IP för allt från antenn till mjukvara, inklusive certifiering.

Wifikretsar bränner den mesta av sin energi – 85 procent – i vila, väntandes på datatrafik. Så där har Imagination satt in en optimeringsstöt och säger att den egna nya wifikärnan är mycket bättre än en konkurrent på att gå i vila under de 300 millisekunder som flyter mellan wifiprotokollets beacon-signal. Tekniken kallas Powergearing.

**EN ANNAN OPTIMERING** är att wifikärnan dels skyndar sig att identifiera och släppa paket som har en annan mottagare och dels sparar metadata under en sändning för att slippa upprepa samma operationer för varje paket.

Imagination tror att dess kunder idag är intresserade av att blanda cpu, modem, strömstyrning och sensorer på samma chip, och säger sig ha optimerat sina nya kärnor för detta. CPU

och modem är tätt kopplade till varandra på ett sätt som enligt Imagination kan spara energi.

Företaget spår att 70 procent av alla mobilprocessorer kommer att ha kommunikationskärnor och cpu på samma chip år 2018, och att IoT-processorer kommer att följa samma trend.

IP-kärnorna finns nu. De har en gemensam arkitektur kallad Series 5, vilket är samma namngivningsschema som företaget använder för generationer av sin grafik-IP.

**FÖRETAGET HAR REDAN** sedan tidigare även basbandskärnor för högre effekter i familjen Enigma Explorer. Whisper kommer i framtiden att fyllas på med kärnor för LTE Cat 0/1, 802.15.4 och 802.11ah. Det är IoT-trenden som gör att kretsar för strömsnål kommunikation är heta.

Imaginations stora produkt sedan tidigare är grafik kärnan PowerVR med både Intel och stora Armprocessormakare som kunder. Sedan 2013 är man också det företag som förvaltar den klassiska cpu-familjen Mips – som förstas samsas utmärkt med både med Enigma Whisper och Explorer.

Företaget har även sitt eget IoT-moln som enheter kan koppla upp sig mot.

JAN TÅNGRING  
jan@etn.se



- Excellent matching for ratiometric measurements
- Better than 25nm precision
- Reliable and low cost solution

TEXAS INSTRUMENTS

# Känner induktivt med flera kanaler

## ■ AVKÄNNING

**För drygt ett och ett halvt år sedan introducerade Texas Instruments industrins första induktiv-till-digital-omvandlare. Nu utökar företaget portföljen med de första dataomvandlarna med multipla ingångar. Som mest kan en omvandlare hantera fyra sensorer.**

En induktiv-till-digital-omvandlare (LDC) i kombination med en eller flera externa spolar ger en lösning som trådlöst kan känna av en mängd egenskaper hos ledande material i fast eller flytande form. Tekniken är okänslig mot smuts, olja eller fukt och kan exempelvis användas för att mäta positionen, rörelsen eller materialsammansättningen hos ett föremål. Likaså kan den användas för att mäta kompressionen, förlängningen eller vridningen av en fjäder.

Så introducerade Texas Instruments tekniken, när den första LDC-kretsen introducerades. Nu återkommer företaget med

ytterligare familjemedlemmar – LDC1614, LDC1612, LDC1314 och LDC1312 – som alla kan hantera flera sensorer på ingången.

**DET SOM SKILJER** nykomlingarna är att sista siffran i namnet anger antal ingångar. LDC1614 har alltså fyra ingångskanaler, medan LDC1612 har två. Dessutom har de två LDC16xx-kretarna 28 bitars upplösning, medan LDC13xx har 12 bitar.

I övrigt har dataomvandlarna ganska lika parametrar. De stöder sensorer inom frekvensområdet 1 Hz till 10 Hz. De drivs med 3,3 V och drar 35 µA i sleep mode samt 200 nA i shutdown.

Alla nykomlingar finns att köpa. LDC1614 och LDC1314 kommer kapslad i en QFN-16, medan de tvåkanaliga alternativen finns att få i WSON-12. Likaså finns det ett utvärderingskort att köpa för respektive LDC. Korten kostar 29 dollar och inkluderar TI:s styrkrets MSP430F528.

ANNA WENNBERG  
anna@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



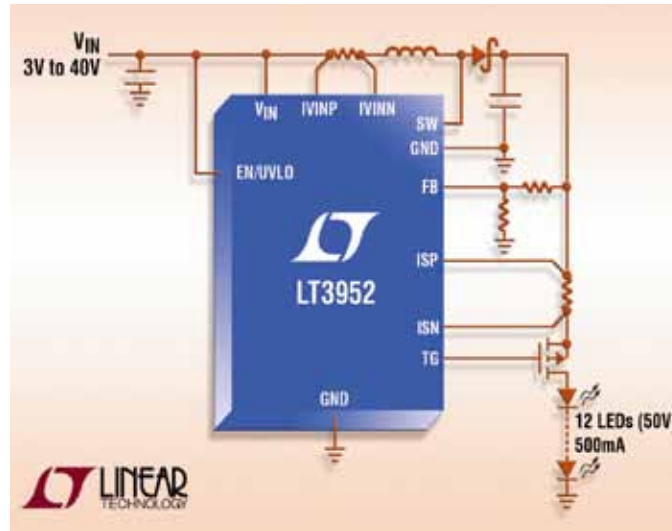
# Driver multipla lysdioder

## STRÖMFÖRSÖRJNING

En DC/DC-omvandlare som kan driva upp till 16 vita lysdioder från 12 V är vad Linear Technology just släppt. Kretsen har en strömmode-arkitektur med en inbyggd DMOS-transistor på 60 V och 4 A.

Nykomlingen, LT3952, är konstruerad för att driva högeffekts-LED:ar i olika konfigurationer. Det breda inspänningsområdet – som sträcker sig från 3 V till 42 V – gör att omvandlaren, enligt Linear, passar perfekt att användas i allt från industribelysningar och fordon till dekorativ belysning.

**TACK VARE** strömavkänning kan omvandlaren användas i boost-, buck-, buckboost- eller Sepic-topologier. I boost-läge når verkningsgraden enligt Linear över 94 procent, vilket betyder att ing-



en extern värmeavledning krävs. Via en anslutning kan användaren programmera switch-frekvensen mellan 200 kHz och 3 MHz; allt för att optimera verkningsgraden samt storlek och

pris på de externa komponenterna. Vid switchfrekvensen 2 MHz har LT3952 en verkningsgrad på över 90 procent.

Med hjälp av en extern PWM-signal kan omvandlaren ljusreg-

leras (dimmas) med förhållandet 4000:1. För mindre krävande ljusreglering kan CTRL-anslutningen nyttjas för skapa en analog dimning motsvarande 10:1 eller en intern PWM-generator användas för att ge en 5:1-dimning.

**SJÄLVKLART HAR** omvandlaren skydd mot kortslutning liksom öppen LED, allt för att förbättra systemets tillförlitlighet. Likaså erbjuder kretsen programmerbart under- och överspanningskydd på ingången, begränsning och monitorering av ingångsströmmen, frekvenssynkronisering liksom spread-spectrum-modulation.

LT3952 kommer kapslad i en TSSOP med 28 anslutningar och tre olika grader av utökad värmetålighet, en så kallad TSSOP-28E.

**ANNA WENNBERG**  
anna@etn.se

THE ORIGINAL SINCE 1994  
**PCB-POOL**  
Beta LAYOUT

## PCB Prototypes & Small Series

**PCB Manufacturing from 8 hours**

**FREE SMT stencil with EVERY Prototype order!**

sales@pcb-pool.com

www.pcb-pool.com

25 YEARS BETA LAYOUT create : electronics

PCB-POOL® is a registered trademark of Beta LAYOUT GmbH

**It takes 30 years of experience to make a battery that lasts 20.**

**saft**

www.saftbatteries.com  
infosweden@saftbatteries.com  
+46-491 68 104





## HMS översätter protokoll åt Xilinx

### ■ IP-BLOCK

Genom att förpacka HMS protokollöversättare i form av IP-block som passar Xilinx FPGA-kretsar ska det bli enklare att utveckla systemkretsar för industriella nätverk som Profinet, Ethernet/IP, Powerlink and EtherCAT.

– Vi ser samarbetet med Xilinx som ett viktigt komplement till vårt existerande Anybus-erbjudande av chips, brickor och moduler för industriell kommunikation. Denna nya lösning innebär att Anybus kan användas i fler applikationer vilket öppnar nya marknader för HMS, säger företagets koncernchef Staffan Dahlström.

I industrin pågår fortfarande ett krig mellan olika fältbussar om vilken standard som ska användas för att koppla ihop givare och ställdon med styrsystem och operatörspaneler. Det här är något som Halmstadsföretaget HMS Industrial Networks lever gott på.

**FÖRETAGET UTVECKLAR** moduler som kan kommunicera med alla större industriella nätverk. Produkterna säljs under varumärket Anybus och klarar ett 20-tal olika nätverksstandarder, men även att koppla ihop två nätverk baserade på olika standarder.

Nu inleder företaget ett samarbete med Xilinx som ska resultera i IP-block till FPGA-jättens bibliotek. Med hjälp av IP-blocken går det enklare att skapa systemkretsar baserade på FPGA-familjerna Artix-7 och Zynq.

De första IP-blocken baserade på Anybus skall finnas tillgängliga för Zynq under andra halvan av året.

PER HENRICSSON  
per@etn.se

## Hittar alltid positionen

### ■ MOTTAGARE

Det spelar ingen roll om signalerna kommer från GPS, Glonass eller Beidou. Den nya mottagaren från schweiziska Ublox klarar att ge dig positionen oberoende av vilka satelliter som för tillfället "syns" på himlen.

Beroende var i världen mottagaren befinner sig klarar den av att samtidigt ta emot signaler från två satellitsystem samtidigt, det vill säga GPS/Glonass, GPS/Beidou eller Glonass/Beidou. Känsligheten är  $-167$  dBm över hela L1-bandet (1575,42 MHz).

Modulen mäter  $9,6 \times 14,0 \times 1,95$  mm och har inbyggd antenn. Den som vill ha ännu bättre känslighet kan ansluta en extern och aktiv antenn.

Själva satellitmottagaren är M8 från Ublox och dessutom innehåller modulen bland annat SAW-filter och lågbrusförstärkare.

CAM-M8C är kompatibel med de äldre satellitmottagarna UC530 och UC530M. Den är kvalificerad enligt fordonstandarderna JEDS47 och ISO16750. PH

### ■ KOMPILERING

**Den nya kompilatorn heter CC-RL och hanterar kod för Renesas 16-bitars processorfamilj RL78. Den ersätter Renesas egen internt utvecklade kompilator och ska sänka strömförbrukningen och öka prestanda hos kompilerad kod. Den finns tillgänglig i Renesas Eclipsebaserade utvecklingsmiljö E2 (e2).**

Om man gräver en stund i dokumentationen upptäcker man att CC-RL är baserad på öppenkodsprojektet LLVM. Det är samma programbibliotek som Renesas redan använder för att implementera sin egen kompilator till sin 32-bitarsarkitektur RX.

Enligt Renesas har man tagit fram CC-RL för att möta ökade krav på prestanda och funktionalitet i motordrivna system, men



## Isolerar och klarar värme bättre än andra

### ■ KRAFT

**Kraftspecialisten XP Power har släppt tre familjer DC/DC-omvandlare i SIP-format med uteffekten 1 W. De har högre verkningsgrad och bättre isolering inom ett bredare temperaturområde än tidigare produkter, hävdar företaget.**

ITA, ITB och ITV är namnet på nykomlingarna som alla kommer med tre olika inspänningsområden: 5 V, 12 V och 24 V.

ITB-familjen erbjuder omvandlare med enkelutgångar på 5 V, 12 V och 15 V. ITA har utgångar som ger  $\pm 5$  V,  $\pm 12$  V och  $\pm 15$  V, medan ITV kan fås både med enkel- eller dual-utgångar. De ger alla en oreglerad DC och ryms i en liten SIP-7-plastkapsel som är branschstandard.

Gemensamt för de tre familjerna är den höga isoleringen. ITA och ITB har en isolering motsvarande 1500 Vdc mellan in- och utgång, medan ITV har hela 3 000 Vdc.

**DE HAR DESSUTOM** ett arbetstemperaturområde som sträcker sig från  $40^\circ\text{C}$  till  $105^\circ\text{C}$ , där de kan leverera full effekt ända upp till  $95^\circ\text{C}$ . Enligt XP Power kan konkurrerande moduler enbart leverera full effekt upp till  $85^\circ\text{C}$ . Verkningsgraden ligger på 80 procent, enligt datablad.

Modulerna är små,  $9,5 \times 6,0 \times 10,0$  mm, med en effektivitet på 14 W/kubiktum.

De finns att köpa och kommer med 3 års garanti.

ANNA WENNBERG  
anna@etn.se

## Renesas släpper ny C-kompilator

också ökade krav på strömsnålhet inom medicinska tillämpningar och i brandvarnare.

CC-RL ska enligt Renesas ge betydligt bättre prestanda för C-kod än företagets tidigare kompilator då den använder modern optimeringsteknik. Den ska också generera kod som ger sex gånger bättre prestanda på interruptresponser.

Den minskade strömkonsumtionen kommer av högre prestanda – när uppdragen blir klara snabbare, går det att gå i viloläge snabbare. Dessutom minskar kodstorleken med tio procent.

Ytterligare en nyhet är att CC-RL – i alla fall i betalversionen av E2 – kan kontrollera att C-kod uppfyller kodningsstandarden MISRA-C:2004 vilket betyder att kompilatorn larmar för buggfarlig kod. Likaså innebär förstas bytet till LLVM på sikt en avlastning för Renesas utvecklare.

– LLVM ger oss en mycket bra kompilatorkärna som är lätt att underhålla vilket innebär att våra verktygsutvecklare kan fokusera på att optimera för våra kretsar, skriver Renesas i ett mejl till Elektroniktidningen.

RL78-utvecklaren har ytterligare två alternativ att välja mellan vid sidan av CC-RL. Dels finns en kompilator från projektet Kpit Gnu, dels finns svenska IARs kompilator för RL78.

LLVM-projektet startade år 2000 på Universitetet i Illinois. Andra CPU-arkitekturer som stöds av LLVM är x86, Arm, Mips, PowerPC och Sparc.

RL78 sticker ut lite grand genom att vara en 16-bitarsarkitektur. Å andra sidan meddelade Intel i januari att företaget just tagit fram stöd för 16-bitars x86 i LLVM.

JAN TÅNGRING  
jan@etn.se



# Svensk Elektronik stärker ditt företag.

## Har du råd att inte ha koll på lagar och direktiv?

Experterna ger svar på Direktivsdagen 20 maj.

**Experter är på plats** från Kemikalieinspektionen, Naturvårdsverket, Energimyndigheten, Ericsson, Teknikföretagen och Svensk Elektronik. Här får du koll på vad som gäller och de nya regler som kommer.

**WEEE, RoHS, REACH, Ekodesign, EMC, Konfliktmineraler.**

**Plats:** Svenskt Näringsliv, Storgatan 19, Stockholm.

**Avgift:** 0 kr för medlemmar.

3495 kr (exkl moms) för icke medlemmar.

**Anmälan:** [www.svenskelektronik.se](http://www.svenskelektronik.se)



**Konfliktmineraler** är ett av ämnena den 20 maj. Jennie Cato, Teknikföretagen en av experterna som kommer, tillsammans med Ericssons expert på området.

## KALENDARIUM

**20 maj**  
Direktivsdag.

**21 maj**  
Årsmöte.

**29 maj**  
Sektionsmöte,  
Utbildning & Forskning.

**21 september**  
Sektionsmöte, Test&Mät.

**27 oktober**  
Sektionsmöte,  
Elektronikkomponenter.

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

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

## Swedish Embedded Award – anmälan senast 15 juni!

**Tävla om** att ta fram årets tre bästa nyutvecklade intelligenta inbyggda system i kategorierna:



- Företag, för svenska företag
- Student, för studenter på svenska högskolor/universitet
- Micro/Nano, för studenter och företag

**Se till att du och dina kunder syns** och visar upp smarta produkter och lösningar. **Anmäl bidrag:** [www.embeddedpriset.nu](http://www.embeddedpriset.nu) Här lyfter vi fram och visar upp konkret nytta med elektronik. De nominerade bidragen kommer att presenteras för press och ställas ut på Embedded Conference Scandinavia 3–4 nov. Ära och diplom till alla vinnare. **Vinnande studentbidrag belönas med ett stipendium på 50 000 kr.**

## 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](mailto:info@svenskelektronik.se)  
[www.svenskelektronik.se](http://www.svenskelektronik.se)



**SVENSK  
ELEKTRONIK**

## POSTTIDNING B

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

# Från 50 MHz till 4 GHz: Kraftfulla oscilloskop från T&M experten.

Snabb hantering, lättanvända, exakta mätningar –  
det är Rohde & Schwarz oscilloskop.

**R&S®RTO:** Analysera snabbare. Se mer. (Bandbredd: 600 MHz till 4 GHz)

**R&S®RTE:** Användarvänlig. Kraftfull. (Bandbredd: 200 MHz till 2 GHz)

**R&S®RTM:** Slå på. Mät. (Bandbredd: 200 MHz till 1 GHz)

**HMO3000:** Oscilloskopet som fungerar i vardagen. (Bandbredd: 300 MHz till 500 MHz)

**HMO Compact:** Mycket för pengarna. (Bandbredd: 70 MHz till 200 MHz)

**R&S®HMO 1002:** Mycket för pengarna. (Bandbredd: 50 MHz till 100 MHz)

I alla Rohde & Schwarz oscilloskop inkluderas tidsdomän, logik-,  
protokoll- och frekvensanalys i en och samma enhet.

För mer information, se: [www.scope-of-the-art.com/ad/all](http://www.scope-of-the-art.com/ad/all)

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

