

# ELEKTRONIK

# TIDNINGEN

NR 7-8  
AUGUSTI  
2016

SVERIGES  
ENDA  
ELEKTRONIK-  
MAGASIN  
FÖR PROFFS

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



TEMA: TEST & MÄT

20 år efter direktivet:

# EMC ÅTERIGEN HETT

/12-13

SP I BORÅS:

Störtestar  
framtidens  
fordon

/14-15



COMBINOVA:

Skräddarsytt  
för att möta  
EMF-direktivet

/16-17



**Digi-Key**  
ELECTRONICS

Nya verktyg  
**NYTT!** för EDA gör  
designprocessen  
effektivare

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

MAGASIN – WEBB – NYHETS BREV



SKICKAS OMEDELBART FRÅN VÄRLDENS STÖRSTA  
SORTIMENT AV ELEKTRONIKKOMPONENTER™

ÖVER 1 300 000  
PRODUKTER I LAGER

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

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



4,8 MILJONER KOMPONENTER ONLINE | MER ÄN 650 BRANSCHLEDANDE LEVERANTÖRER | 100 % AUKTORISERAD DISTRIBUTÖR

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





# LEDAREN

## Tillväxten ligger i korten

**DEN GLOBALA TEST- OCH MÄTMARKNADEN** växer i bästa fall med någon procent per år medan marknaden för PXI-instrument spås öka med hela 17 procent per år fram till år 2020 då den förväntas vara värd 1,75 miljarder dollar. Siffrorna kommer från analyshuset Frost & Sullivan och visar tydligt varför Keysight satsade helhjärtat på PXI-området år 2010.

Området är så pass nytt att försäljningen fortfarande växer snabbt för Keysight. I fjol landade omsättningen för PXI- och närbesläktade AXI-produkter på 150 miljoner dollar vilket innebär en årlig tillväxt på 60 procent de tre senaste åren.

Det räcker dock inte för att lyfta Keysights totala omsättning. Företaget har legat runt 2 900 miljoner dollar de tre senaste åren.

**DET ÄR I PRINCIP OMÖJLIGT** att få fram uppgifter på hur det går för övriga test- och mätföretag. Att National Instruments är störst både vad gäller marknadsandelar och antalet varianter av PXI-korten är självklart. Företaget skapade standarden år 1997 och uppdgraderade den i snabbare version år 2006.

Men hur mycket företaget säljer PXI-produkter för går inte att utläsa av de finansiella rapporterna. Det enda man säkert kan säga är att NI:s totala omsättning saktat in, den har legat runt 1 200 miljoner dollar de senaste tre åren.

Inte ens branschorganisationen PXI System Alliance, PXISA, har någon vettig statistik på sin hemsida. Dock finns en medlemslista med 67 företag inklusive Anritsu och Rohde & Schwarz. Inget av företagen har dock några PXI-produkter trots att bägge är tungviktare inom rf-området där PXI-produkter bland annat används i utvecklingsarbetet med 5G.

**I EN INTERVJU** med Elektroniktidningen för två och ett halv år sedan förklarade Josef Wolf på Rohde & Schwarz att företaget visserligen använde PXI-bussen inuti en del av sina instrument men att man föredrar att sälja kompletta lösningar istället för kort som kräver en massa support för att kunderna ska kunna skapa användbara system.

Ett annat argument var att prestanda inte blir tillräckligt bra med det begränsade utrymmet och begränsade effekten.

Argumenten må vara giltiga men med tanke på hur snabbt marknaden växer och hur mycket den omsätter är frågan hur länge företag som Rohde och Anritsu kan hålla sig borta.

**PER HENRICSSON**  
per@etn.se

### 4 Samma plattform – två olika kameror

Kameratillverkaren Hasselblad i Göteborg har på kort tid släppt två väsensskilda kameror baserade på en helt ny elektronik- och mjukvaruplattform.



### 6 Elfa Distrelec smyger ut eget varumärke

Ett eget varumärke, RND, har Elfa Distrelec börjat sälja via webben sedan i april. Målet är att ha närmare 15 000 RND-produkter i portföljen om 1,5 år.



### 10 3D-skrivare med eget ekosystem

HP:s första egenutvecklade 3D-skrivare siktar på produktionsmiljöer som snurrar dygnet runt.

### 12



### 20 år efter direktivet – EMC är återigen hett

I takt med att elektroniken tar sig in i allt fler produkter samtidigt som de kopplas upp trådlöst ökar behovet av EMC-tjänster.

### 14 Framtidens fordon störstest i Borås

För 100 miljoner kronor får forskningsinstitutet SP en jättelik EMC-hall tillika en testbädd för säkerhetskritisk fordonslektronik.

### 16 Combinova identifierar elektromagnetiska fält

Svenska Combinova utvecklar just nu ett mätinstrument som ska hjälpa arbetstagare att avgöra om utrustningen som används klarar EMF-direktivet som infördes i juli i år.



### 18 Testsekvenserna är systemets ryggrad

Göteborgsföretaget Raybased förklarar hur man konstruerar och verifierar att ett komplext automationssystem, skalbart till tusentals noder, fungerar.

### 20 EXPERTARTIKEL: Tidsdomänskanning ger snabbare EMC-tester

Metoden är godkänd för både civila och militära produkter, skriver Mark Terrien på Keysight Technologies.

### 23 EXPERTARTIKEL: FFT perfekt för EMI-mätningar på fordon

Metoden ger snabbare och tillförlitligare tester, skriver Volker Janssen på Rohde & Schwarz.

### 26 EXPERTARTIKEL: Skydda dyra laster med aktiv urladdning

Nya typer av linjära regulatorer med aktiv urladdning av utgången kan skydda lasten vid både start och avstängning, skriver Steve Knoth 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.

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

Omslagsbild: Intertek/  
Foto: Mikkel Ørstedholm

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

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

**INTERNATIONAL ADVERTISING:**  
Huson International Media  
Pacific Business Inc. +1 408 879 6666 (USA)  
+81 336616138 (Japan)



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

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



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

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



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

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



**Anne-Charlotte Sparrvik** säljer annonser.

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

© Elektroniktidningen 2016

Upplaga: 13 500 ex (exkl. emagasin)

Allt material lagras elektroniskt.

ISSN 1102-7495

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

Tidningen trycks på miljövänligt papper hos Sörmlands Printing Solutions AB.

■ INBYGGDA SYSTEM

Kameratillverkaren Hasselblad i Göteborg har på kort tid släppt två nya kameror. I maj lanserades den nya generationen av flaggskeppet H6D och i juni var det premiär för en helt ny och betydligt kompaktare modell kallad X1D. Bägge är baserade på en helt ny elektronik- och mjukvaruplattform och riktar sig till yrkesfotografer och välbeställda amatörer.

– Vi har pratat ganska länge om att det inte går att köra vidare på den gamla plattformen, många komponenter har nått ”end-of-life” och klarade inte de nya funktioner vi ville ha in. I början av förra året föll bitarna på plats och med 75-årsjubileet i ögonvrån körde vi igång utvecklingsarbetet, säger Åke Wässén som varit projektledare för H6D-modellen.

Utvecklingsavdelningen hade förmånen att få starta med ett vitt papper vilket gjorde det lätt att uppdatera ett antal nyckelkomponenter inklusive processor och FPGA. Resultatet syns i H6D där i princip alla specifikationer är förbättrade jämfört med föregångaren H5D plus att den fått ett antal nya funktioner och gränssnitt.

**DET GÄLLER EXEMPELVIS** tretumsskärmen som sitter på baksidan av kameran och som används för att visa bilderna men också för att göra de flesta inställningarna. Antalet knappar och reglage är lika många som tidigare men inställningarna kan numera göras via displayen på bakstycket.

– Vi har lagt ned mycket jobb för att få till en bra upplevelse i skärmen, att den ger den känsla och följsamhet man förväntar sig, säger Åke Wässén.

Det handlar exempelvis om att zoomning och panorering fungerar snabbt och mjukt, ett arbete som tar mer tid än man kan tro särskilt som smartmobiler lagt ribban väldigt högt med sina eleganta gränssnitt som utvecklats med enorma resurser under många år.

– För oss är det en ny teknik så det har varit en utmaning. Vi är en liten utvecklingsavdelning, bara 15 personer.

För att ändå gå iland med jobbet har man tagit in konsulter.



# Samma plattform – två olika kameror



Med X1D ger sig Hasselblad på ett helt nytt område, kompakta kameror utan spegel. Modellen är inte större än att den ryms i handflatan trots att bildkvaliteten är densamma som för den enklare modellen av H6D.

– Det är alltid en startsträcka men vi har haft ett fantastiskt bra samarbete med flera stora och små konsultfirmor, cirka 15 totalt. De har bidragit med sina bästa konsulter.

**DEN FÖRSTA** specifikationen som många tittar på när de ska köpa en nya kamera är antalet bildpunkter. H6D finns i två varianter med 50 respektive 100 miljoner bildpunkter. Som jämförelse stannade föregångaren på 60 miljoner. Den kompaktare modellen X1D använder samma sensor som H6D på 50 Mpixel.

Viktigt att komma ihåg i sammanhanget är att kamerorna an-

vänder bildsensorer som ytmässigt är mer än dubbelt så stora som systemkameror från exempelvis Nikon och Canon. Dessa har sensorer som storleksmässigt är jämförbara med filmformatet 24 x 36 mm vilket i runda slängar ger en tredjedel till hälften så många bildpunkter.

Fram till 2014 använde Hasselblad CCD-sensorer eftersom CMOS-sensorerna ytmässigt inte var tillräckligt stora. Men CCD har ett antal nackdelar, bland annat går det betydligt långsammare att läsa ut bilderna. Den äldre klarade inte att visa mer än ungefär en bild per sekund och bara i svartvitt i så kall-

lat ”live view”-läge.

CMOS-sensorerna gör det också möjligt att filma och dessutom kan fotografen numera i realtid se på skärmen hur bilden kommer att bli.

– Vi har varit med i utvecklingen av sensorn, det har varit en dialog med Sony där vi utvärderat och kommenterat sensorer som vi testat.

**FÖRUTOM SENSORN** sitter större delen av den nya elektroniken i bakstycket. Den elektroniken hanterar bland annat bildfångst och den bildbehandling som görs innan den läses ut ur kameran. För att lyfta prestanda har pro-





En Hasselbladkamera av det klassiska snittet som H6D består av fem delar. I mitten finns kamerahuset som är den sammanhållande enheten. På kamerahuset sitter avtryckaren, några reglage och en mindre skärm. Framför kamerahuset finns objektivet med inbyggd slutare och bländare. Ovanpå kamerahuset sitter en optisk sökare. Själva greppet på kamerahuset innehåller det laddningsbara litiumjonbatteriet och bak till finns sensorenheten som är fullspäckad med elektronik och som också har en tretumsskärm för att visa bilder och göra inställningar plus att den innehåller de externa gränssnitten.

cessorn bytts ut och tre mindre FPGA:er har bytts mot en större. Att komplexiteten i elektroniken ökat visas inte minst av att antalet lager i kortet ökat från 12 till 16.

På bakstycket finns också ett helt nytt gränssnitt för USB-C liksom wifi.

Även själva kamerakroppen har ett visst mått av elektronik men lite hårdraget behövs den mest för att köra spegeln upp och ner och till hjälpslutaren.

Precis som tidigare sitter huvudslutare och bländare i objektivet vilket innebär att kameran är synkroniserad med blixten hela vägen upp till den maximala slutartiden, som ökat från 1/800 s till 1/2000 s.

**DET NYA KAMERAHUSET** X1D är inte större än att det ryms i handflatan och vikten är bara 725 gram, mindre än många spegelreflexkameror av proffskvalitet.

–I grunden är det samma elektronik- och mjukvaruplattform som i H6D men den är be-



Åke Wässén. Bilden är tagen med nya H6D, 50 Mpixel.

styckad lite annorlunda.

För att få ned storlek och vikt finns ingen uppfällbar spegel eller optisk sökare som i H6D, de är ersatta med en elektronisk sökare. En konsekvens av detta är att de två kamerorna har helt olika autofokussystem. Spegeln

i H6D är halvgenomskinlig och delar av ljuset leds till en separat sensor som används för att beräkna fokuseringen med hjälp av fasdetektion.

I X1D får man istället använda kontrasten i bilden för att räkna ut var fokuspunkten ska vara. Det är samma teknik som används i många andra kameror, men nytt för Hasselblad.

**DET GÅR ATT ANVÄNDA** samma objektivet till H6D som till den äldre H5D men till X1D var det nödvändigt att ta fram en helt ny serie eftersom avståndet mellan sensorn och objektivet är betydligt kortare. Än så länge finns bara två modeller (45 & 90 mm) men fler, bland annat ett 30 mm objektivet, är under utveckling.

Vad som kommer därefter kan Åke Wässén inte berätta.

–Jag tycker man ska fortsätta hålla ögonen på oss, det kommer mer, så mycket kan jag säga.

**PER HENRICSSON**  
per@etn.se

## Från Idé till Produkt

### Elektronikdesign, EMC test, Produktion

Electronic Components  
**KEMET**  
CHARGED!

#### Utveckling

Hårdvara  
Mjukvara

#### Produktion

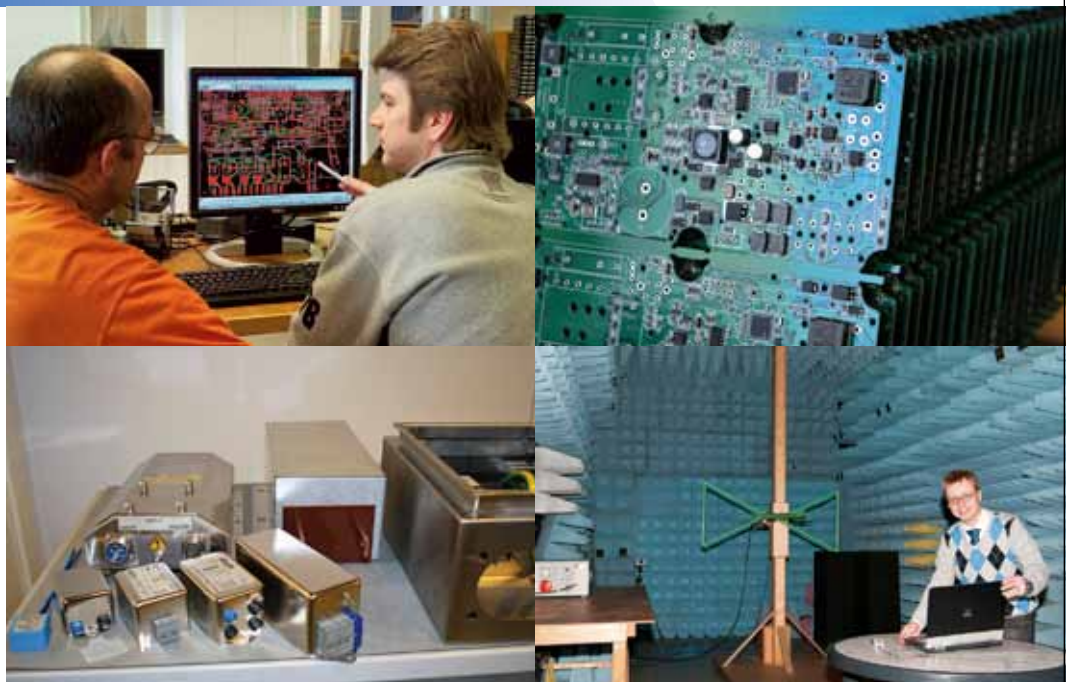
SMD  
Hållmontering  
Slutmontering

#### 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)

# Elfa Distrelec smyger ut eget varumärke

## ■ DISTRIBUTION

**Redan i april började Elfa Distrelec att sälja de första produkterna av eget varumärke. Fast ännu är det inte formellt lanserat. Det ska ske i september, när portföljen innehåller runt 3 500 produkter, berättar Steve Herd, ansvarig för det interna varumärket RND.**

– Trots att vi bara har haft RND-produkter i lager i drygt fyra månader ser vi tydliga spår i vårt säljresultat, säger Steve Herd, ansvarig för interna varumärken inom Dätwyler-gruppen.

Steve Herd kom in i organisationen i augusti förra året. Dessförinnan har han jobbat många år med att utveckla egna varumärken inom elektronikindustrin, främst på Farnell. Orsaken till anställningen var just detta projekt.

I oktober drog arbetet igång. En liten arbetsgrupp startade från ett blankt papper. Ganska snabbt fastnade den för namnet RND – av två orsaker:

– Dels låter det som Research and Development när du säger de tre bokstäverna tillsammans. Dels har vi de tre verksamheterna Reichelt, Nedis och Distrelec inom tekniska komponenter inom Datwyler-gruppen, förklarar Steve Herd.

**DET NYA VARUMÄRKET** består av fyra produktfamiljer: RND Component, RND Cable, RND Connect och RND lab. Alla produkter inom det egna varumärke som adderas framöver kommer att hamna i någon av dessa.

För tillfället finns närmare 3 000 tillgängliga RND-produkter på företagets webb. Mot slutet av året tror Steve Herd



Steve Herd

att portföljen kommer att bestå av mellan 4 000 och 4 500. Och nästa år ska ytterligare 3 000 till 5 000 adderas.

– Målet är att ha 10 000 till 15 000 produkter på webben om ett till ett och ett halvt år. Det motsvarar cirka 10 procent av vår totala produktportfölj som är tillgänglig direkt från lager.

Orsaken bakom den nya modellen är att Elfa Distrelec haft svårt att få fotfäste på marknaden för billiga elektronikkomponenter. Företaget har tidigare köpt billiga produkter och sålt utan märke eller med kinesiskt märke, men kunderna har en tendens att vilja köpa produkter som de känner igen och har tilltro till.

– Vi ser att flera av våra konkurrenter, som RS Components och Conrad har egna varumärken som gör att de når vissa kun-

der som vi har kämpat för att att-rahera, säger Steve Herd.

**INOM MÅNGA** marknader, även denna, har distributörer någon man beskriver som Bra, Bättre och Bäst, både vad gäller kvalitet och pris. Genom att addera ett eget varumärke vill Elfa Distrelec täcka in alla tre B-nivåer.

– Vårt egna varumärke är emellan Bra och Bättre när det gäller kvalitet, men Bra när det gäller pris. Tidigare har vi enbart varit i de två nivåerna Bättre och Bäst.

En annan orsak till modellförändringen är rent säljorienterad.

– Vid försäljning av egna varumärken kan man förvänta sig att ha högre marginaler än då man säljer märkesvaror, även om det inte alltid är så.

Trots att Elfa Distrelec ännu inte formellt lanserat sitt varumärke så har försäljningen dragit



Simplifies interiors.



igång bra. Någon speciell kundkategori kan Steve Herd inte peka ut, utan kunderna sitter på allt från små företag till globala konglomerat.

–Nyckeln som jag ser det är typen av produkt de köper och tillämpningen de köper till. Hitills har de flesta köpt för MRO-tillämpningar snarare än nya konstruktioner som har helt andra krav på flera källor, att

produkterna ska vara tillgängliga under lång tid och annat, förklarar Steve Herd.

MRO står för Maintenance Repair and Operations, alltså tekniskt underhåll.

**FÖR ATT HITTA** rätt produkter till den egna portföljen har Elfa Distrelec en grupp produktchefer som kan sina produkter, marknader och kunder.

I deras arbete ingår bland annat att studera hur konkurrenterna lagt upp sina portföljer med egna varumärken. Hur mycket de har av en viss vara i lager ger exempelvis en hint om efterfrågan.

–Det handlar om tre steg. Tekniskt kunnande, vad konkurrenterna gör samt samarbete med leverantörerna. Vi har en inköpsgrupp i Kina, där ingår tekniska

ingenjörer och ingenjörer som är experter på lagkrav som RoHS och annat.

**AV DE KNAPPA** 3 000 RND-produkter som i skrivande stund finns tillgängliga tillhör de allra flesta, närmare 2 300, produktfamiljen RND Component. Samtidigt finns det drygt 400 produkter inom RND Cable och knappa 200 inom RND Connect. Gruppen RND lab är däremot för närvarande tom.

–De första produkterna som hamnar i kategorin RND lab är kraftaggregat för labb-bänken. De kommer att släppas på vår webb om tre-fyra veckor och finns i lager om fem-sex veckor, säger Steve Herd och han fortsätter:

–Idag har vi inga test- och mätinstrument inom vårt egna varumärke men det kommer i framtiden. Även de hamnar inom RND lab.

**ANNA WENNBERG**  
anna@etn.se



Simplifies innovations.



# Debatt

## INLÄGG

### Elektronikutbildningen behöver förnyas

**ELEKTRONIK ÄR ETT GAMMALT ÄMNE** men det har ständigt utvecklats och lett till nya tekniska revolutioner. Ta trådlös kommunikation som exempel som sedan 80-talet flyttat gränserna från megahertz till gigahertz samtidigt som Internet pressat upp data-takterna i de fasta näten från megabit per sekund till terabit per sekund. Alla dessa fantastiska framsteg har skett på mindre än 50 år vilket betyder mindre än två generationer av utvecklingsingenjörer.

**NÄR VI HÖR OM NYA FENOMEN** som Industri 4.0, Internet of Things, 5G och smarta städer bygger utvecklingen på digitalisering, automation och trådlös kommunikation. Det handlar om innovationer i både hård- och mjukvara och ställer stora krav på de framtida ingenjörerna och på de som är ansvariga för utbildningarna, eftersom konkurrens är global.

**VILKA TYPER AV JOBB** finns det för framtidens ingenjörer i Sverige? Det kommer att handla om att skapa nya innovationer och utveckla nya produkter av multidisciplinär natur. Det är tydligt redan idag att vissa konsultbolag har svårt att hitta kompetenta ingenjörer som kan utveckla digitala och uppkopplade lösningar till sina kunder. Här är potentialen stor eftersom både små och stora företag kan skapa nya produkter och lösningar för det digitaliserade och uppkopplade samhället.

**DÄRFÖR BEHÖVER ELEKTRONIKUTBILDNINGARNA** på universiteten förnyas. Discipliner som traditionellt varit åtskilda inom elektronikutbildningarna som sensorer, effekt/batteriteknik, antenn/radioteknik, mikrovägsteknik, reglersteknik, EMC, och fotonik måste tas med för att studenterna ska få en komplett plattform att utgå från. Dessutom måste programmering med inbyggda system bli en viktig del av utbildningen. Målet ska vara att ge framtida elektronikingenjörer tillräcklig kunskap så de kan göra systemutveckling oberoende om det handlar om hårdvaruutveckling, mjukvara eller en blandning av de båda.

**BARA DE SOM HAR EN BRED VERKTYGSLÅDA** kan skapa nya produkter och lösningar i framtiden.

Är det möjligt att ge de blivande elektronikingenjörerna en bredare utbildning? Svaret är ja!

För det första hänger svaret samman med att civilingenjörsprogrammet har förlängts från 4,5 till 5 år och för det andra så kan universitet och högskolor erbjuda en effektivare utbildning med hjälp av modern labbutrustning.

**FÖR DET TREDJE** har de studenter som nu för tiden vill fördjupa sig mycket lättare att få tag på information och referensmaterial än för tioåret sedan.

Ansvaret att förnya utbildningarna ligger hos oss lärare på universitet och högskolor.

**SHAOFANG GONG**  
Professor i kommunikationselektronik  
vid Linköpings universitet



Minne, cpu, grafik, fpga, utvecklingsverktyg – allt är starkare i generation tre av Unibaps heterogena beräkningskort.

## Massivt prestandalyft i svenska superkortet

### ■ BERÄKNINGAR

**Svenska Unibap är nu klart med den tredje och den mest högpresterande medlemmen av företagets heterogena processorkortsfamilj. De första korten snurrar i rymden, men Unibap söker nu även mer jordnära tillämpningar.**

Prestandaökningen ligger på mellan 10 och 30 för olika uppgifter jämfört med generation 2.

Uppryckningen har flera orsaker. Det nya kortet har fullt stöd för mjukvaruarkitekturen HSA 1.0 och får därmed snabbare kompilerad kod. DDR3 har blivit DDR4 med dubbla minnesbussar.

Och så är kärnorna fler och starkare. Generation 2 hade två GPU-kärnor på 80 gflops medan generation 3 har 8 kärnor och 81,7 gflops. De nya CPU:erna stöder vektorinstruktionerna AVX2 och höjer klockfrekvensen från 1,2 till 2,7 GHz.

Generation 1 och 2 kommer att fortsätta tillverkas till och med år 2021 respektive 2023.

**UNIBAPS PROCESSORKORT** är heterogena. Det betyder att fpga, grafik-kärnor och cpu:er kompletterar varandra där de är starkast. Kortet är robusta och använder felkorrigering i alla led.

Unibaps tidigare processor-kort snurrar bland annat i bana kring jorden. De används i satellitkonstellationer avsedda för automatiserad jordobservation och har den högsta certifieringsklassen från Nasa, TRL 9.

Jämfört med föregående rä-

kenskapsår har Unibap trefaldigat sin omsättning. Företaget fortsätter att söka kunder för intelligent bildanalys.

Den senaste lösningen heter Deep Delphi och är avsedd för intelligent maskinseende till industrirobotik. Här har ABB varit en viktig samarbetspartner, medan AMD är en viktig partner i utvecklingen av korten.

I septembernumret kommer Elektroniktidningen att ha ett reportage om Unibap.

JAN TÅNGRING  
jan@etn.se

### FAKTA:

#### Det nya kortet

E22xx använder AMD:s nya processor R-series SOC i FT4-format, mot tidigare Ekabini respektive Steppe Eagle.

E22xx är ett SMARC v2.0-kort, mot Qseven i tidigare generationer. Unibap har dessutom dragit ut det på längden och försett det med en extrakontakt på baksidan för att kunna klämma in ytterligare 180 IO-anslutningar. Dessa är kopplade till en Altera Cyclone V FPGA, vilket är en uppgradering från Microsemi SmartFusion2 i generation 2.

Minnet har uppgraderats till 4 GB. Det är felkorrigering och använder båda minneskontrollarna i R-serien för att maximera bandbredden.

Unibap använder sina tidigare processor-kort i en egen smart kamera och gissningsvis kommer också det nya kortet att hamna där.

Den smarta kameran kan numera styra alla ABB-robotar efter att ha fått stöd för ABB:s högnivåspråk Rapid.



---

SMART DEVICES REQUIRE

# SMARTER

AUTOMATED TEST SYSTEMS

---

The old approach to automated test isn't scaling, but you already knew that. Look at your balance sheet. To test smart devices, you need a smarter test system built on a platform of NI PXI, LabVIEW and TestStand. More than 35,000 companies deploy NI technology to lower their cost of test—what are you waiting for?

---

**Prepare for the future at [ni.com/smarter-test](http://ni.com/smarter-test)**



NI PXI, LabVIEW and TestStand

När den amerikanska dator- och skrivarebjässen Hewlett-Packard ger sig in på marknaden för 3D-skrivare ligger ribban högt. Företaget vill bredda tekniken från att vara en arbetsintensiv tillverkningsmetod för prototyper och småserier till att bli en standardteknik i produktionsmiljöer som snurrar dygnet runt och därmed konkurrerar med allt från formsprutning till CNC-fräsar.

# 3D-skrivare med eget ekosystem



— **J**et Fusion 3D är upp till tio gånger snabbare än konkurrenterna samtidigt som kostnaden för utskriftarna är ungefär 50 procent lägre, säger Scott Schiller som är marknadschef för HP:s 3D-skrivare.

Det var strax före sommaren som HP visade upp en prototyp av den nya maskinen som tillverkar plastdetaljer med så kallade voxel, 3D-världens motsvarighet till pixlar. Voxlarna har en sida på 50 mikrometer. Att bygga med voxel liknar väldigt mycket att spela Minecraft även om man i 3D-maskinen måste bygga ett helt lager i taget och starta med det understa lagret för att sedan arbeta sig uppåt lager för lager.

Maskinen kan tillverka enstaka delar upp till 30×40×40 cm eller så kan man tillverka fler mindre delar samtidigt. I och

med att det oanvända materialet ligger kvar i varje lager behövs normalt inga stöd, som i andra additiva processer där konstruktionen annars skulle kollapsa under bygget.

**TILL ATT BÖRJA MED** finns bara en plast att tillgå, svart nylon. Exakt vad den kommer att kosta vill Scott Schiller inte avslöja men tanken är att leverantörerna ska konkurrera med varandra och därmed driva ner priserna.

Leverantörerna håller på att kvalificera fler plaster med andra färger och egenskaper. Det här kan på sikt användas för att göra komponenterna intelligenta.

– Ett enkelt exempel är att göra de två yttersta lagren i en lyftögla av två avvikande färger, då ser man när komponenten börjar nötas och när det sedan är dags

att kassera den, säger Jason Da-Silva på HP.

Lite mer avancerat blir det när man adderar plaster som leder elektrisk ström eller ändrar resistans beroende av temperaturen, då skulle det exempelvis gå att bygga in en töjningsgivare eller en Wheatstonebrygga i komponenten så att den kan mäta be-

lastningen eller temperaturen. Självklart kan man också stoppa in konventionell elektronik och ett batteri för att läsa av förändringen och skicka den trådlöst till molnet.

**SIEMENS ÄR EN AV** kunderna som varit med från början och som bland annat ser möjligheter att



Det går bland annat att tillverka kedjor och nät.

## BAKGRUND:

Det var hösten 2014 som HP officiellt beslutade sig för att satsa på 3D-skrivare. För att få en snabb start tog företaget in tredjepartsprodukter och satte på den egna loggan samtidigt som man började utveckla en maskin från grunden i ett samarbete mellan företagets enheter i Barcelona och San Diego.

I Barcelona finns den största utvecklingsenheten utanför

USA med 500 ingenjörer som har ett omfattande kunnande inom den grafiska branschen. Det handlar om storformats-skrivare och digitala tryckpressar som används för att producera allt från fotoböcker och affischer till etiketter på läskflaskor.

Kärntekniken – jetprintningen – som skjuter mikrometerstora färgdroppar, kommer från en HP-enhet i San Diego.



Skrivaren till vänster och efterbehandlingsstationen till höger utgör kärnan i HP:s 3D-satsning.



**FAKTA:**

**Lager för lager**

Rent praktiskt börjar varje tillverkningsomgång med att maskinen laddas med vad som ser ut som en rullhurts. Hurtsen innehåller råvaran, det vill säga plastpulvret, och ovansidan används som byggyta. Varje lager blir mellan 0,07 och 0,12 mm tjockt och tar fem till sex sekunder att bygga.

Lagren byggs upp av plastgranulatet som rakas ut över byggytan. Därefter åker ett huvud med de två reagenserna som antingen aktiverar smältning av plasten eller hindrar den från att smälta fram och tillbaka över byggytan. Huvudet har 30 000 små munstycken som teoretiskt kan skriva ut 340 miljoner droppar per sekund. Det innehåller också värmelampor som smälter plasten där rätt reagens portionerats ut.

När det sista lagret är klart dras vagnen ut och en ny skjuts in, varefter tillverkningsprocessen startar om.

Den vagn som tagit ut flyttas till en efterbehandlingsstationen för att svalna. Sedan är det bara att suga upp överblivet plastgranulat med den inbyggda dammsugaren och fylla på behållaren med mer. Det går att återanvända upp till 80 procent av materialet samtidigt som man tillför 20 procent nytt.

Processen är dammfri varför operatörerna slipper bära andningsskydd.

tillverka reservdelar med maskinen. Det går sällan att ta gamla CAD-data rakt av, eftersom de ursprungliga delarna inte designats för 3D-skrivare. Dessutom öppnar 3D-tekniken möjligheten att designa om delen och kanske göra den lättare eller starkare eftersom 3D-skrivaren har andra möjligheter att bygga upp komponenterna än vad som är möjligt med formsprutning eller fräsning.



**Scott Schiller**

del av manöverpanelen som är i plast kan man addera en knapp för att göra det automatiskt, säger Ulli Klenk på Siemens.

**I MOTSATS TILL** de flesta andra 3D-maskiner är gränssnittet öppet vilket innebär att användarna kan läsa ut data i realtid. Exempelvis går det att se temperaturen över byggytan under hela tillverkningsprocessen.

– Med de maskiner vi använder idag får vi bara veta att temperaturen varit ok, säger Ulli Klenk.

Exakt vad man ska göra med informationen är inte självklart men den kan exempelvis sparas och plockas fram om en komponent kommer tillbaka med en reklamation. Den skulle också

kunna användas av kunderna för att styra processen enligt speciella önskemål. Och så ger den möjlighet att avbryta tillverkningen om processen av någon anledning spårar ur.

Idag måste man vänta på att allt gått klart och delarna svalnat innan man upptäcker en defekt, en procedur som kan ta upp till fem dagar.

**DEN KOMMERSIELLA** lanseringen sker sent i höst och maskinen kommer i två modeller, 3200 och 4200. Den senare är 25 procent snabbare och i första hand tänkt för serietillverkning medan den första passar bättre för prototyp.

Självklart tillverkas ungefär hälften av delarna till Jet Fusion 3D av en prototypmaskin.

– Vi gör det inte bara för att vi

kan utan för att det blir billigare, säger Scott Schiller.

Priset för den enklare modellen är 130 000 dollar medan den andra går på ungefär 200 000 dollar.

Efterbehandlingsstationen kostar 15 000 dollar.

**PER HENRICSSON**  
per@etn.se



För varje lager rakas ett tunt lager plastgranulat ut. Därefter printas de två reagenser som antingen hindrar värmelamporna från att smälta plasten eller tillåter den att smälta plasten.



Jag tror det har tagit den här tiden för området att mogna. Kraven ska sjunka in, folk ska börja förstå vad det handlar om, säger Johan Bergstrand på testhuset BK Services.

Företaget har två mättrum i Linköping och ett tredje är under uppbyggnad för att kunna möta den ökande efterfrågan. Alla är ursprungligen byggda av Ericsson men har flyttats och byggts upp på nytt av BK Services.

– En trend som vi ser är att allt fler kunder adderar olika funktioner som gör produkterna komplexa. Det här gör att vi inte så ofta provar enligt bara en standard, det blir ett paket med standarder och därmed lite mer omfattande, säger Henric Larsson på testhuset Intertek i Kista.



MIKKEL ÖRSTEDHOLM

Henric Larsson

Ett typexempel är produkter som kopplas upp trådlöst vilket innebär att de ska testas mot radiodirektivet – inte EMC-direktivet. Nu innehåller radiodirektivet EMC-krav så det totala antalet tester blir fler.

**ETT ANNAT PRODUKTOMRÅDE** som bidragit till uppsvinget är belysningsindustrin. Övergången till lysdiodsbaserade ljuskällor innebär att användningen av switchade spänningsomvandlare exploderat, en teknik som garanterat skapar störningar om konstruktionen inte görs med omsorg.

– Teknikskiftet har kommit en bra bit på väg och problemen har minskat, säger Henric Larsson.

En fjärde förklaring till det ökande intresset är att EMC-direktivet reviderades för två år sedan och den nya versionen började gälla i april.



Ulf Bjerke

– Det är många som frågar men man måste inte prova om. Där emot förändras teststandarderna hela tiden så det är ett bra tillfälle att gå igenom vilka standarder man använder, säger Ulf Bjerke på testhuset Delta i Västerås.

Ett exempel på en ny standard är EN55032 som blir tvingande den 5 mars nästa år. Den ökar kraven på IT-produkter genom att lyfta frekvensområdet till



## 20 år efter direktivet: EMC återigen hett

**När EMC-direktivet infördes 1996 var det närmast panik och testhusen arbetade för högtryck för att hinna med alla kunder som måste certifiera sina produkter. Därefter har området levt lite i skymundan. Idag är det återigen goda tider för både testhus och instrumentleverantörer som ser efterfrågan öka i takt med att elektroniken tar sig in i allt fler produkter samtidigt som de kopplas upp trådlöst till Internet.**

6 GHz på för emission. Även lägre frekvenser under 150 kHz börjar bli intressanta att skydda från störningar. Här finns dock ännu så länge bara krav för vissa belysningsprodukter.

Det är inte bara testhusen som känner av den ökande efterfrågan. En hel del företag med egen utveckling investerar i utrustning och mättrum för att kunna upptäcka och eliminera de värsta problemen på egen hand.

– Vi har märkt att folk frågar vad som är lättast att göra själva, som att testa med en ESD-pistol eller en burstgenerator i en liten kammare eller skärmad box,

säger Johan Bergstrand.

Det här är mumma för instrumentleverantörerna.

– Det känns väldigt hett för vår del, det börjar bli en vital del av omsättningen. Vi ser det också på seminarierna som är väldigt populära, det kommer lätt 120 till 130 personer, säger Kristoffer Hermansson på instrumentleverantören Rohde & Schwarz.



Kristoffer Hermansson

**FÖRETAGET HAR ETT BRETT** utbud som börjar med oscilloskop och enkla spektrumanalysatorer men kan leverera i det närmaste kompletta mättrum för certifierings-

mätningar. Precis som hos konkurrenten Keysight innehåller kundlistan hela spektrat från testhus till mindre företag med egen utveckling som vill göra förberedande tester.

– Det är många företag som kan räkna hem en mångmiljoninvestering på ett och ett halvt till två år.

Allt handlar om hur man resonerar och vad man vill mäta. Handlar det om att enbart titta på ledningsbundna störningar eller vill man också undersöka utstrålade respektive påstrålade störningar?





MIKKEL ÖRSTEDHOLM



Stefan Knutsson i Clas Ohlsons halvdämpade mättrum.

## Prylkedja med eget mättrum

**Ett företag som byggt ett eget halvdämpat mättrum är Clas Ohlson. Företaget har som bekant ett mycket brett sortiment och en hel del produkter omfattas av EMC-direktivet och som importör bär företaget hela ansvaret.**

– Vi satsar mycket på att kvalitetssäkra och har personal i Asien som arbetar med det, säger Stefan Knutsson som sysslar med kvalitetssäkring på huvudkontoret i Insjön.

Att själv kunna göra kompletta EMC-mätningar är den del i kvalitetsarbetet som även omfattar kontroller enligt lågspänningsdirektivet, RoHS-direktivet och diverse andra direktiv.

– Tidigare kunde vi bara

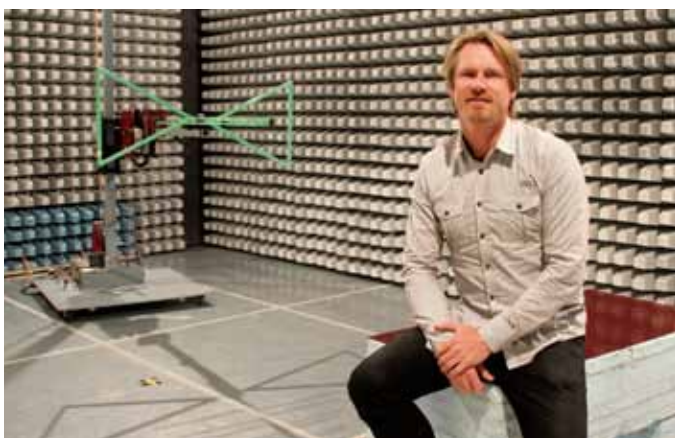
mäta ledningsbundet och det är lätt att tro att om det är bra så är det utstrålade också bra, nu ser vi hela bilden och har haft mycket nytta av rummet.

Mättrummet som byggdes för två år sedan används för att göra förtester, pre compliance. Det har en mätsträcka på 3 meter och instrumenteringen går upp till 3 GHz vilket är fullt tillräckligt för dagens sortiment.

– Vi har gått diverse kurser för att utbilda oss på hur vi ska mäta men det står också i standarderna hur du ska rigga upp.

För att veta hur tillförlitliga resultaten är har företaget låtit göra ett antal jämförande tredjepartsmätningar.

– Det har varit ”spot on”, säger Stefan Knutsson.



Johan Bergstrand i ett av BK:s Services tre mättrum.

Det är lätt att tar fram inköpskostnaden för instrumenteringen inklusive skärmat rum, antenner, kablage, vridbord och annat som behövs för att sedan räkna av det mot timtaxan hos det testhus man brukar anlita. En sak som är svårare att värdera är den tidsbesparing som en egen

testkammare ger och därmed möjligheten att snabbare komma ut på marknaden.

**YTTERLIGARE EN ANLEDNING** att skaffa sig egna mätmöjligheter är att många produkter tillverkas under lång tid vilket innebär att en del komponenter måste

bytas ut när de slutar tillverkas. Även om den nya komponenten har samma funktion som den äldre kan den i värsta fall påverka EMC-egenskaperna negativt. Då är det smidigt att snabbt kunna göra en ny mätning för att jämföra med den ursprungliga.

Sen ska man inte heller glömma bort att ett eget labb kräver fortlöpande utbildning av personalen och dessutom regelbundna kalibreringar plus att man i många fall behöver avsluta utvecklingsarbetet med att göra en mätning hos ett ackrediterat testhus för att få värden som håller vid en granskning av en myndighet.

Kraven i EMC-direktivet och de standarder som används vid testerna kan ibland upplevas som svåra att uppfylla men de utgör egentligen bara bottenivån för vad en produkt måste klara. Det finns ett ökande antal inköpare

som ställer tuffare krav på sina underleverantörer. Tilläggs kan att militären liksom rymd- och flygindustrin har helt egna normer.

**LAGSTIFTARNA** funderar dessutom allt mer på funktionell säkerhet, att en produkt inte får bli farlig om den utsätts för förhöjda nivåer. Standarderna tillåter att en produkt ”hackar till” vid exempelvis ett åsknedslag men börjar fungera igen efter en stund. Det här duger inte i en bil eller i en medicinteknisk produkt.

– Efterfrågan kommer att hålla i sig. EMC är ett område som bubblat ett antal år och som blir mer komplex av att mjukvaran och olika varianter av den påverkar EMC-egenskaperna. Det är en utmaning som kommer att bli ännu större när du kopplar upp dig, säger Henric Larsson.

**PER HENRICSSON**  
per@etn.se



# Här ska framtidens fordon störtestas

För 100 miljoner kronor får forskningsinstitutet SP i Borås inte bara en jättelik EMC-hall utan framförallt en testbädd för säkerhetskritisk fordonselektronik. Invigningen av Awitar, Automotive Wireless Test and Research Facility, är planerad till januari 2018.

Det blir en världsunik kammare. Det finns inte någon liknande i Europa som är öppet för forskare och företag. De som finns är byggda för internt bruk av företagen själva, säger Anders Nordlöf som är chef för EMC-verksamheten

på SP, Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.

Verksamheten sysselsätter drygt 30 personer som till sitt förfogande har sex mätkammare för forskning och externa kunduppdrag. Den nya kammaren Awitar är precis som den äldre

Faraday skräddarsydd för just fordon.

– Faraday är helt duglig. Vi gör det här dels för att öka kapaciteten, dels för att få in ny teknik.

EMC-mätningar brukar handla om att kontrollera att elektroniken tål vissa fastställda

nivåer på störningar och att de störningar som den avger ligger under en viss nivå. Båge vari- anterna mäts både utstrålat och ledningsbundet.

Mätmetoderna tar dock inte hänsyn till all radiokommunikation som finns idag, som wifi, Bluetooth och mobiltelefoni, som tillåter sändningar med höga effekter på nära håll. Det är framförallt här som Awitar kommer att skilja sig från det äldre rummet genom alla instrument som kan återskapa en radiomiljö som den säkerhetskritiska elektroniken i bilarna måste klara utan att tappa sina funktioner.

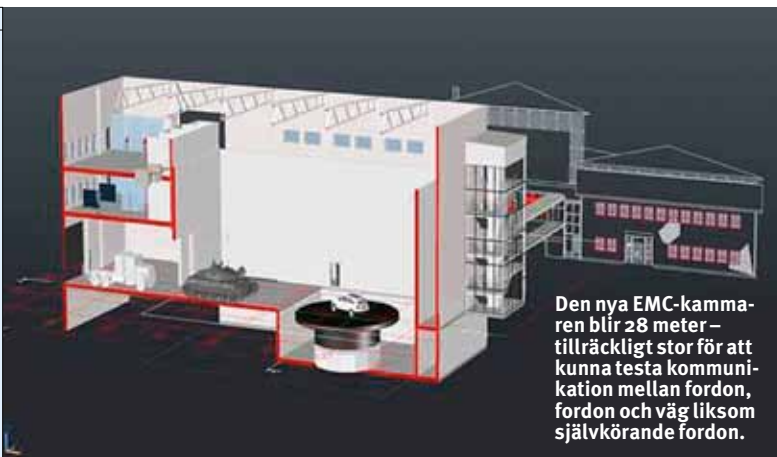
**TANKESÄTTET KÄNNS** igen från mobilindustrin där man för länge sedan gått över till att samla in testfall och återskapa dem i en kontrollerad miljö istället för att köra runt i den verkliga världen och testa varje ny produkt.

– I princip kommer vi att kunna göra en simulerad körning längs riksväg 40 med backar och krön, säger Anders Nordlöf.

Fordonet som ska testas placeras på ett 11 meter stort vridbord kopplat till en 2-axlig GPS-styrd

## FAKTA:

Hallen klarar bland annat följande standarder:  
**UN ECE R10**  
**CISPR 12**  
**CISPR 22**  
**CISPR 25**  
**ISO 11452**  
**IEC 61000-3-2**  
**IEC 61000-3-3**  
**IEC 61000-3-11**  
**IEC 61000-3-12**  
**IEC 61000-6-3**  
**SAE J551**  
**SAE J113**  
**MIL STD 461 E/F/G**



Den nya EMC-kammaren blir 28 meter – tillräckligt stor för att kunna testa kommunikation mellan fordon, fordon och väg liksom självkörande fordon.



dynamometer. Det är planerat för ytterligare ett vriddbord för att kunna simulera kommunikation mellan två fordon.

Förutom att det finns sändare och antenner för wlan och Bluetooth kommer det också att installeras en Mimo-ring som kan simulera ett mobilnät för att stressa elektroniken till det yttersta. Det handlar om kameror, radarsensorer, ultraljudsgivare och andra sensorer som kartlägger fordonets omgivning och som måste arbeta klanderfritt för att beslutssystemet ska fungera trots att fordonet hela tiden kommunicerar trådlöst med andra fordon och med infrastrukturen.

**FÖRUTOM ATT TESTA** enskilda bilars funktioner kommer hallen att användas för att undersöka kommunikation mellan fordon under körning, kommunikation mellan fordon och fast infrastruktur längs vägen liksom för att testa självkörande fordon.

– Vi har en bra kundbas som

#### PRELIMINÄRA SPECIFIKATIONER:

- Lastport: 6×6 m.
- Maxvikt 70 ton.
- Vridbord för laster på 25 ton med 2-axlig GPS-styrd dynamometer.
- Möjlighet att testa bland annat kommunikation mellan fordon, fordon och väg liksom självkörande fordon.
- Antennsystem för rf-signaler liksom mätning av immunitet och emission.
- Fältstyrkor: 0,1 MHz–1 000 MHz upp till 200 V/m, 1 GHz–2 GHz upp till 100 V/m, 2–6 GHz upp till 30 V/m.
- Halvledarförstärkare på 10 kW för frekvenser mellan 100 kHz–220 MHz, 2 kW för 80–1 000 MHz och 350 Watt för 700–6 000 MHz. Ytterligare förstärkare för frekvenser upp till 18 GHz.
- Test av tålighet för radar-signaler: L-bandet 1200 V/m, S-C-banderna 1200/600 (300) V/m, X-Ku-band 300 V/m. Dessutom smalbandiga sändare för S- och C-banderna.
- Möjlighet att mata fordon med trefasström upp till 63 A.
- Kyl- och ventilationskapacitet för alla tänkbara scenarion.
- För övervakning från utsidan av hallen finns optiska lasermikrofoner och optokopplade HD-kameror.
- NSA-godkänd enligt CISPR16 för 10 m mätsträcka.
- SVSWR-godkänd enligt CISPR16 för 5 m mätsträcka.
- Anpassad för nuvarande och kommande krav från till exempel EU, FN och Kina.

pushar på för det här, säger Anders Nordlöf.

En liten bonus med Awitar är att den får bättre EMC-prestanda än det äldre rummet, de nya absorberer som sitter på väggarna är helt enkelt bättre än de som användes för 25 år sedan.

Entrén till den nya hallen har öppning på 6×6 m, saknar tröskel och får ett golv som tål upp till 70 ton. Det gör det enkelt att ta in även specialfordon som ex-

empelvis borrhjull, gruvfordon och båtar.

Längden på själva EMC-kammaren från tyska Frankonia är 28 meter men det finns också utrymmen för att vintertid ta in fordon och tina upp dem innan de flyttas in i själva testkammaren.

**BYGGET GÅR PÅ** ungefär 100 miljoner kronor, pengar som SP tar ur egen ficka. Själva byggnaden står för lite drygt hälften av kostna-

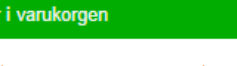
den, resten går till instrumenteringen. Alla utrustning kommer dock inte att vara på plats i januari 2018 vid invigningen utan ska kompletteras efterhand.

Den som är nyfiken på verksamheten hittar mer information och en webbkamera som visar hur bygget framskrider på Awitars hemsida, [www.awitar.se](http://www.awitar.se)

**PER HENRICSSON**  
per@etn.se

# SEK e-Standard

Alltid uppdaterad med det senaste



## Håll dig och ditt företag uppdaterat!

SEK e-Standard håller ordning på era elstandarder och SEK digitala Handböcker. Kontakta oss så berättar vi mer [Shop.elstandard.se/e-Standard](http://Shop.elstandard.se/e-Standard)



**NYTT FRÅN**  
SEK Svensk Elstandard

**SEK**  
SVENSK  
ELSTANDARD

Fästställer all svensk standard inom elområdet

SEK Svensk Elstandard | Tel: 08-444 14 00

[www.elstandard.se/shop](http://www.elstandard.se/shop)

# Få är berörda – men alla

Den första juli i år infördes EMF-direktivet. Syftet är att skydda människor som yrkesmässigt vistas i närheten av apparater som alstrar kraftiga elektromagnetiska fält. Få svenska företag är drabbade, men alla måste ta in direktivet i sitt arbetsmiljöarbete.

**S**vensar, utrustning för induktionsuppvärmning och ställverk är några exempel på utrustning som skapar höga fält som kan vara farliga för vår hälsa.

För att skydda arbetstagare från dessa fält har EU skapat direktivet 2013/35/EU, vilket måste vara infört i medlemsländernas lagar från den första juli i år.

Gränsvärden inom detta om-

råde har funnits även tidigare på nationell nivå. Förändringen innebär att alla får samma regler.

Arbetsmiljöverkets prognos är att 4–5 procent av Sveriges företag berörs av det nya direktivet. Ändå måste alla företag ta in det i sitt systematiska arbetsmiljöarbete, med skyddsronder, att göra riskbedömningar och liknande.

– Det har många företag klagat på eftersom det är ett mycket

omfattande arbete för alla, trots att det är så få som är berörda, säger Hans Grönqvist, områdesexpert på Swerea IVF.

Direktivet omfattar elektriska och magnetiska fält från likspänning ända upp till 300 GHz. Alla gränsvärden är satta för att hantera de omedelbara effekterna av exponeringen, inte de långsiktiga.

**DE OMEDELBARA EFFEKTERNA** kan delas upp i två fenomen: termiska (uppvärmning) och icke termiska. För uppvärmning tittar man på frekvensområdet från 100 kHz till 300 GHz. Den



Hans Grönqvist

icke termiska effekterna handlar om att lågfrekventa fält – frekvenser mellan 1 Hz och 10 MHz – inducerar en ström i kroppen som kan störa muskler, nerver och känselorgan, exempelvis hjärtverksamhet, hjärnaktivitet och nervsystem.

Det finns ett område när sinnesorgan kan stimuleras, men också uppvärmning kan ske. Den sträcker sig från 100 kHz till 10 MHz. Där överlappar gränsvärdena för termiska och icke termiska effekter varandra.

– Här anges gränsvärden för olika fenomen, men man måste

## Behöver du det här?

**Om en månad ska ett svenskutvecklat, lättanvänt och förhållandevis billigt mätinstrument vara redo att stoppas i din hand. Med instrumentet kan du mäta elektriska och magnetiska fält upp till 400 kHz – allt för att se om din utrustning klarar det nya EU-direktivet 2013/35/EU.**

**F**ör två år sedan började Combinova skissa på det nya instrumentet, FD10. I ett år har utvecklingsarbetet varit intensivt. Idag finns en prototyp framme – hårdvaran är spikad, medan mjukvaran håller på att finjusteras.

– Vårt mål har varit att ta fram ett instrument som är lätt att använda och har ett överkomligt pris, säger Mats Inghe, teknikan-svarig på Combinova och en av grundarna.

På prislappen kommer det att stå cirka 23 000 kronor. Då får du ett instrument som kan visa toppvärdet, rms-värdet eller procent av valt gränsvärde hos elektriska och magnetiska fält med frekvenser mellan 10 Hz och 400 kHz.

Inom det frekvensområdet finns det en mängd utrustningar i industrin som alstrar fält som inducerar strömmar i människokroppen som kan störa hjärtverksamhet, hjärnaktivitet och

### FAKTA:

#### Combinova – från blodanalys till elektromagnetiska fält

Företaget grundades 1981 av åtta personer som jobbat på medicinteknikföretaget Clinicon med blodanalysmaskiner. Vid start var fokus på konsultverksamhet inom kemi, programmering, elektronik och mekanik.

Företaget började tidigt att arbeta med Ericssons lågstrålande skärmar. Efter hand utvecklade det instrument för mätning på bildskärmar, först enligt MPR2-standarderna sedan enligt kraven för TCO-mätningar. Några år senare skrev IBM i sin interna standard att alla som ska mäta på företagets lågstrålande skärmar måste använda



instrument från Combinova, som närmast fick monopol på denna mätinstrumentnisch.

Företaget har eget testlab. Det har sålt ett stort antal instrument till asiatiska bildskärmstillverkare, en marknad som nu är mättad.

När EU-direktivet 2004/40/EC kom år 2004 utvecklade Combinova ett instrument som kan mäta enligt de gränsvärden som då gällde. Inom kort lanserar företaget instrumentet FD10, anpassat för EU-direktivet som började gälla i somras.

Combinova distribuerar även taiwanesiska Chromas testutrustning.





# måste agera

alltid uppfylla det strängaste, förklarar Hans Grönqvist.

Generellt kan man säga att termiska effekter vid höga frekvenser är förhållandevis enkla att mäta. Vid över cirka 10 GHz är det enbart kroppsytan som värms upp.

– Vid lägre frekvenser uttrycker direktivet gränsen för hur stor fältstyrkan får vara inuti kroppen och hur mycket inducerad ström du får ha i kroppen. Det går inte att mäta.

För att underlätta anger direktivet både gränsvärden för maximala fältstyrkor i kroppen och så kallade action-levels, som är storheter mätta utanför kroppen.

Om fältstyrkor och strömmar utanför kroppen inte når upp till det som kallas action-levels behöver man inte gå vidare, utan kraven i EMF-direktivet anses vara uppfyllda.

– Ligger du över action-levels måste du däremot gå vidare och se vad det innebär för fältstyrkor inuti kroppen. Man kan ligga över action-levels, men ändå klara direktivet. Fast det är en rätt besvärlig process att hantera.

**EN TIDIGARE KNÄCKFRÅGA** har varit hur MRI-skannrar, eller magnetkameror, ska hanteras. Den är löst i det nya direktivet. På högre frekvenser, främst inom kom-



År 2004 kom EU-direktivet 2004/40/EC, ämnat att skydda arbetstagare från skadliga elektromagnetiska fält. I somras, den första juli, infördes ett reviderat direktiv, 2013/35/EU. För att hjälpa arbetsgivare, särskilt små och medelstora företag, att förstå vad de behöver göra för att efterleva kraven i det nya direktivet har EU tagit fram en praktisk handledning. Här kan man exempelvis se vilken typ av utrustning som alstrar höga fält samt vilka speciella åtgärder som måste vidtas om man har anställda med implantat.

munikationsområdet, har redan mycket gjorts för att skydda användare. Inom mobiltelefoni finns exempelvis SAR-värde angivet sedan länge.

– För industrin kommer förmodligen de flesta problem som

måste åtgärdas att beröra utrustningar som ligger från några 100 kHz och neråt i frekvens. Här handlar det främst om svetsar och induktionsutrustning, säger Hans Grönqvist.

**ANNA WENNBERG**  
anna@etn.se

nervsystemet – bland annat ge synfenomen. Det handlar exempelvis om elsvetsar, punktsvetsar, utrustning för induktionsuppvärmning eller induktionshårdning.

– Vårt instrument kan också användas inom transportsektorn för att mäta fält kring elfordon. Likaså är laddstationer för elfordon intressant, säger Åke Amundin, vd och säljansvarig på Combinova.

**FÖRETAGETS TIDIGARE** instrument, anpassat för EU-direktivet sjösatt 2004, mäter i tids- och frekvensdomän. Det nya mäter i tidsdomän för att ge toppvärden.

– Det är väsentligt. Om man exempelvis ska mäta på en punktsvets som har väldigt snabba spikar, då är det toppvärdet man måste titta på enligt direktivet, förklarar Åke Amundin.

Utåtpå ser instru-

mentet väldigt enkelt ut. Det är multimeterlikt, menstyrt med bara två knappar. På baksidan finns en kort bruksanvisning.

När Elektroniktidningen får se instrumentet är programvaran som styr hur mätvärdena ska presenteras på skärmen inte helt klart. Inte heller pc-programvaran som kommer med.

– Jag jobbar just nu med att ta fram programvaran för datorn. Där ska man kunna titta på data, sortera lagra och skicka till excel eller något liknande. Det blir ingen analys i den första versionen, säger Mats Inghe.

All hårdvara under det blå plastskalet, som tillverkas i Kallhäll, är däremot spikad.

Kretskortet, som monteras i Bromma, är späckat. Här finns kraftelektronik för att mata allt, en processor för displayen och kommunikation, en FPGA som stugar om data så att den

passar DSP:n som gör alla beräkningar, tre 18 bitars AD-omvandlare, ett loggminne som klarar 100 000 mättillfällen, ett batteri samt en USB-kontakt som hanterar laddning, datakommunikation och kan utnyttjas för programuppdateringar eller att ändra framtida gränsvärden.

**LÄNGST FRAM** i instrumentet sitter tre små spolar, lindade i Estland av ett svenskt företag. De är placerade ortogonalt mot varandra och mäter magnetfältet i x-, y- och z-led.

Spolarna skapar en ström och en spänning ur det magnetiska fältet. Signalerna integreras och filtreras så att de får önskad frekvensgång. Därefter digitaliseras de.

– Med en samplingsfrekvens på 3 MSA/s per mätkanal blir det hög noggrannhet i peakdetekteringen ända upp till 400 kHz, säger Mats Inghe.

Efter AD-omvandlingen görs



Åke Amundin

ytterligare filtrering för att kunna mäta enligt de gränsvärden som finns. I princip hanteras all filtrering av DSP:n.

Exakt uppdateringshastighet är ännu inte bestämd, men sannolikt handlar det om att fånga ett värde per sekund. Eller rättare; instrumentet detekterar tre toppvärden per sekund, x, y och z, samt beräknar summan av de tre. På samma sätt räknas rmsvärdet fram.

**FÖRUTOM GIVARE** för det magnetiska fältet finns det en integrerad E-fältsprob, som mäter jordrefererat inte frikroppsättning.

– En väldigt viktig del i vårt konstruktionsarbete har varit att göra instrumentet enkelt att använda. Med två knappar har du sex val i en slinga. Det är bara att trycka, se och lagra, säger Mats Inghe.

**ANNA WENNBERG**  
anna@etn.se



Mats Inghe

**COMPOMILL**  
Nordic Components (( ( • )))

  
sales@compomill.com  
www.compomill.com

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

Download our Line Cards including products from over 60 leading manufacturers worldwide.

**MCLI**

**Santron**



**G**öteborgsbaserade Raybased utvecklar ett trådlöst system för byggnadsautomation, allt från egen hårdvara och protokoll till mjukvara, systemlösning och molntjänster.

Idén är att kunna erbjuda byggherrarna en produkt som kan installeras som vilken annan byggtjänst som helst. Den normalt kostsamma projekteringen ska dessutom vara halvautomatisk.

Sedan måste systemet fungera med den robusthet som krävs när man styr byggnader där verksamheten måste fungera utan störningar. Det gör verifieringen extra viktig.

Utvecklingen går enligt plan för det tidigt börsnoterade företaget. Idag gör man pilotinstallationer.

– Vi är ju inte klara med allt, det sker en ständig utveckling, säger Jan Ryderstam.

Företaget sysselsätter tretton personer. För ett halvår sedan var alla konsulter, men nu ska flertalet bli anställda.

En av dem jobbar heltid med att bygga upp ett enhetligt arbetssätt och automatisering av testandet. Han är civilingenjör som tidigare jobbat med automatisk testning på Ericsson.

I övrigt är testandet en del av varje ingenjörs jobb.

Den högsta funktionsnivån, de delar av systemet som ”gör” saker, simulerar man på pc.

– En pc är rikare att arbeta i. Där är det lättare att avbugga och lättare att hitta statiska och dynamiska fel.

Här beror inte funktionen av kommunikationsformen – Can, Ethernet eller radio – utan bara av informationen som ska överföras och resultera i styrning.

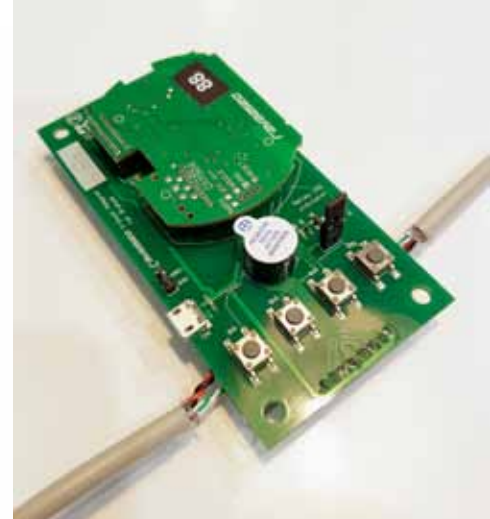
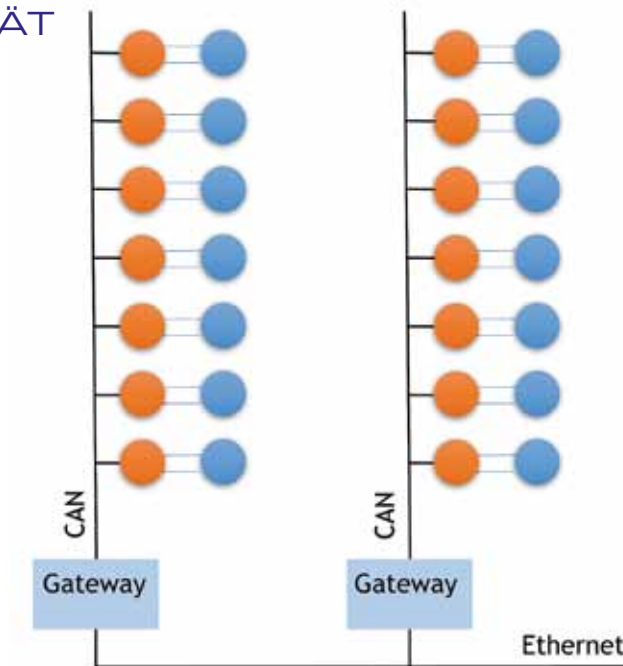
Många praktiska problem är svåra att märka under normal drift. Om en termostat slår i ändläget tar det tid innan temperaturen ändras.

– När vi testar funktionen i en simulator ser vi direkt om givaren inte spelar ihop med ställdonet på rätt sätt.

Det är i systemets mjukvara som komplexiteten ligger och det är den som Jan Ryderstam pratar mest om.

– Trots allt är hårdvaran relativt enkel, så den är lättare att testa.

Raybaseds hårdvara är helt



I ett testnät med hundra noder sitter Raybaseds reglermoduler på varsitt testkort som styrs av en pc via CAN och Ethernet.



# ”Testsekvenserna är systemets ryggrad”

**Hur konstruerar man ett komplext automationssystem som är skalbart till tusentals noder och verifierar att allt fungerar? Vi pratar med Raybaseds teknikchef Jan Ryderstam om testning.**

och hållet byggd av standardkomponenter. Den testas delvis hos företaget självt och delvis på testinstitut, som dessutom testar vissa aspekter av mjukvarans grundfunktioner.

På protokollnivå är frekvenser och modulation standardiserad, medan nätverkslaget är skräddarsytt.

## Är protokollet färdigtestat?

– Även där jobbar vi på förbättringar. Stora installationer med tusentals noder kommer att ställa ökade krav på provning.

## Ge exempel på fel ni hittat via test.

– Vi hade ett ständigt problem förra året med överbelastning. Mängder av meddelanden dök upp som inte skulle finnas där. Anledningen var att vi inte förstod hur alla delar i routingalgoritmen fungerade.

Raybased testade strategiskt, bit för bit, och hittade problemet.

PC-simulatorn emulerar källkoden till mjukvaran för de inbyggda systemen, ner till en

modell av gränssnittet till radiochipet. Radiokommunikationen i sig simuleras inte. Inte än.

– På längre sikt kommer vi att gå mot simulering. Men innan vi kan komma dit behöver vi större konfidens i vår kunskap om kommunikationen för att kunna bygga korrekta modeller.

Testerna av radiokommunikationen, som Raybased fortfarande utvecklar, sker genom fysiska mätningar i en testuppsättning som Jan Ryderstam är märkbart stolt över.

– Jag har aldrig sett något liknande. Vi tycker att vi hittat en smart lösning.

Testnätet består av inte mindre än hundra trådlösa noder, var och en av dem parallellt kopplad till specialbyggd hårdvara som kommunicerar trådat med en pc.

– Det ger oss en enorm flexibilitet i att göra studier och i att motionera systemet.

Raybased skulle i princip ha kunnat bygga ett system i sina lokaler där

noderna var kopplade till lampor och strömbrytare, och riktiga människor gick omkring och tryckte på knappar.

– Istället har vi tagit fram testhårdvara som gör det med automatik och utan att tröttnas. Den ändrar sensorvärdet och trycker på virtuella knappar.

– Vi kan med hög precision följa vad som till exempel händer i systemet från det att en temperatur ändrar sig till dess att en termostat slår till.

De skarpa kundinstallationerna ska kunna vara betydligt större än hundra noder.

– Men hundra testnoder räcker antagligen för att ge en bra bild av hur systemet beter sig på mikronivå. Att sedan skala upp därifrån liknar mer en form av parallellisering.

Stora avstånd i installationen täcker Raybased trådat via Ethernet. Den trådlösa kommunikationen i 2,4 GHz har begränsad räckvidd, vilket är en fördel. Avlägset liggande radionät i stora



Jan Ryderstam



byggnader stör typiskt inte varandra.

### Testar ni era molntjänster?

– Jo, men inte organiserat. Det är för tidigt.

I en installation i Stockholm samlar Raybased in mätdata om rörelse, temperatur och ljus, och skickar till ett molnsystem från energispecialisten Kabona.

– När vi testar det systemet och konstaterar att data kommer fram till molnet, så är vi nöjda.

Framöver kommer molntjänsterna att bli mer centrala och användas för både produktion, installation, säkerhet, övervakning, datainsamling, kundportaler och konfiguration.

– Då blir det viktigt med en lika strukturerad verifiering som för det övriga systemet.

Ett samarbete med en stor IoT-aktör är på väg, avslöjar Jan Ryderstam.

Den hajpade termostatpucken Nest har tidvis slutat att fungera och lämnat kunderna i kylan utan något enkelt sätt att åter-

ställa systemet. Och de första attackerna på smarta termostater demonstrerades av säkerhetsforskare i början av augusti.

### Ni har ett extra stort ansvar för att allt fungerar i och med att era system är kritiska.

– Det är en bra anledning till att inte gå via molnet för styrning, som en del produkter för hemmamarknaden gör. De pumpar upp data i molnen och sedan ner i hemmen. Att varje pryl har ett gränssnitt mot Internet gör dem sårbara.

Raybaseds systemlösning är robust genom att den är distribuerad och oberoende av Internetuppkoppling. Företaget inleder just nu dessutom ett samarbete med ett svenskt säkerhetsföretag för att arbeta in olika säkerhetslösningar.

### Har ni några fulhack i koden?

– Det har funnits en del under arbetets gång. Givetvis upptäcker man ofta problem, och ibland ser man att om man gör en viss änd-

ring, så fungerar det där och då.

Hacken förekommer exempelvis i mindre provinstallationer innan de körs i full skala.

– Men de måste alltid tas bort ut systemet. Hack utmärks av att de är optimala för en viss konfiguration, för ett visst sammanhang. De går inte att använda generellt.

Av tre arbetstimmar är två konstruktion och en test, uppskattar Jan Ryderstam. Varje gång en mjukvara ändras tankas den upp till en så kallad Jenkins-server som kompilerar all källkod. Den nya versionen skickas till en testserver som gör grundläggande testning.

Det här en standardteknik. För att man så snabbt som möjligt ska upptäcka integrationsproblem står servern i princip alltid och tuggar på nya kompileringar och går igenom tester.

– Vi har mycket som återstår att göra för att skapa ett bibliotek med testsekvenser.

Han anser att det är i dessa testsekvenser företagets riktiga

kunskaper ligger.

– De reflekterar på ett väldigt konkret sätt knowhowen, vår IP. Ofta tycker jag att provningsorganisationen är den del av ett företag som har bäst bild av vad systemet kan och gör.

Konstruktion och provning kompletterar varandra.

– De behöver varandra och är intimt förknippade. De ger två helt olika vyer in mot systemet som båda är helt nödvändiga.

Konstruktion jobbar med krav, normer, standarder.

– Det är noga med de små delarna. Men det kan bli svårt att se skogen för alla träd.

– Provsidan är mer explorativ – upplever och lär sig på ett helt annat sätt. Det är så man får en bild av om man har hamnat rätt eller fel. Provsystemet ger en ryggrad för att förstå om man fått ett system som är tillförlitligt och relevant och att det gör vad man förväntar sig att det ska göra.

**JANTÅNGRING**  
jan@etn.se

## Tillfälliga EMC-problem?

Hyr vår EMC-scanner och hitta störningskällan.



See it before you €€ it!

+46 280 41122  
+46 280 4116

info@detectus.com  
www.detectus.com

S. Hantverkargatan 38B  
782 34 Malung

**Detectus**



# Tidsdomänskanning

*Metoden är godkänd för både civila och militära produkter*



## Av Mark Terrien, Keysight Technologies

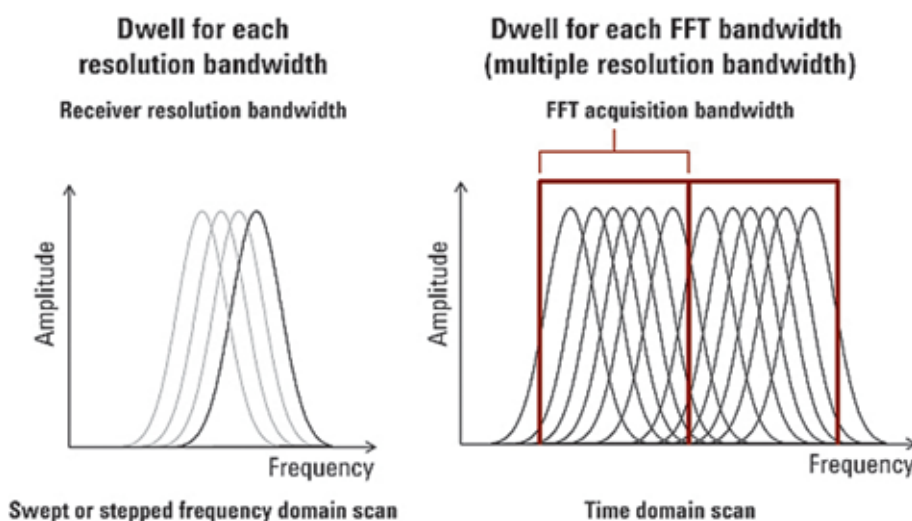
Mark Terrien är EMC business manager på Keysight med ansvar för produkter som används både vid förtester och vid certifieringar. Han har över 20 år erfarenhet av området och har arbetat med EMC-mottagare, spektrumanalysatorer och mikrovågstestare.

**T**estning av elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) kräver detaljerade metoder för att säkerställa noggrann mätning av alla emissioner. Tyvärr skapar detta långa testtider vilket minskar antalet enheter som kan certifieras under en given tidsperiod. Detta begränsar även intäkterna för ett testhus medan det för en intern testenheter begränsar antalet nya produkter som kan utvecklas utan att köpa in externa testtjänster.

Tidsdomänskanning är en teknik som kan reducera tiden för mottagarskanning avsevärt och därmed reducera den sammanlagda testtiden. Den här metoden godtog i CISPR 16-1-1:2010 och är godkänd för slutlig mätning i de CISPR-standarder som specifikt kräver att versionen från 2010 används. Den senaste versionen av MIL-STD-461 godkänner också att tidsdomänskanning används.

**DE KOMMERSIELLA** och militära teststandarderna kräver en specifik längd på mättiden för varje signal (Dwell) för att säkerställa att mycket korta signaler är korrekt uppmätta. Tidsdomänskanningen reducerar tiden för mottagarskanning samtidigt som erforderlig tid för mätning upprätthålls.

CISPR-baserad kommersiell testning



Figur 1. Frekvens- och tidsdomänskanningar har olika upplösnings- och insamlingsbandbredd.

kan kräva mättider på upp till 1 sekund för förskanningar och, för emissioner med en amplitud som varierar över tiden, 15 sekunder eller mer för slutlig mätning. MIL-STD-461 anger mättider på 15 ms till 150 ms per mätning, beroende på frekvensområde. För bägge standarderna ackumuleras mättiden snabbt när mottagare används som samlar in data i enskilda upplösningsband-

bredder under frekvensdomänskanning baserat på stegade eller svepta lokaloscillatorer.

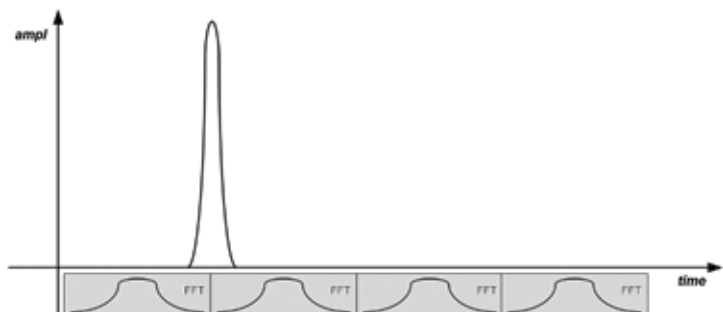
Tidsdomänskanning sparar tid genom att använda snabb Fouriertransform (FFT) med hög överlappning för att samla in emissionsdata samtidigt under ett frekvensområde som inkluderar flera upplösningsbandbredder. Vanliga FFT-bandbredder



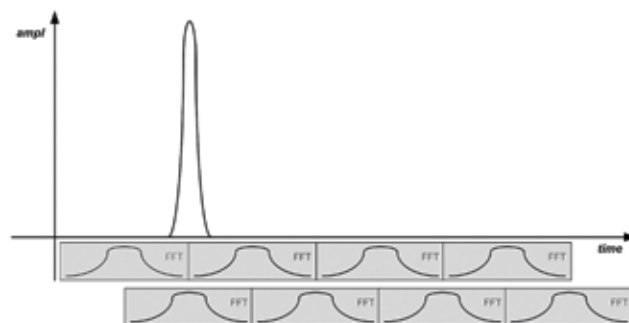
Keysight MXE är en EMI-mottagare för test enligt standarder som också inkluderar signalanalysfunktioner och grafiska mätverktyg som gör det enkelt att undersöka signaler i detalj.



# ger snabbare EMC-tester



Figur 2a. Det finns risk att traditionella FFT:er missar korta signaler.



Figur 2b. Starkt överlappade FFT:er har högre sannolikhet att fånga korta signaler och därmed mäta korrekt amplitud.

sträcker sig från 1 till 10 MHz, ibland högre, vilket är ordentligt mycket mer omfattande än standardstyrd upplösningsbandbredd.

Mottagaren samlar in data med den större bandbredden och bearbetar den i föreskrivna bandbredder för att säkerställa en mätning enligt standarden. Tidsdomänskanning är snabbare eftersom den lämpliga föreskrivna mättiden endast tillämpas en gång för all data för en specifik FFT-bandbredd.

**TIDSDOMÄNSKANNING** sparar ytterligare tid eftersom de bredare insamlingsbandbredderna omfattar ett helt band som är av intresse under färre frekvenssteg än vad som är nödvändigt vid stegad frekvensdomänskanning. Varje frekvenssteg kräver att lokaloscillatorn ändrar frekvens och får tid på sig att stabilisera sig innan mätningen startar.

Mätningar med tidsdomänskanning måste överensstämma med kraven i CISPR 16-1-1:2010 och MIL-STD-461 för amplitud-

noggrannhet. För att uppnå erforderlig noggrannhet använder mätningar en hög grad av överlappning (till exempel 90 procent) vid beräkning av FFT:erna. EMI-mottagaren måste också upprätthålla en hög amplituddistortionsprestanda för de större bandbredderna som används vid insamling av IF-signalen.

Ett stort överlapp säkerställer att korta signaler registreras och mäts noggrant. Figur 2a visar en kort signal i tidsdomänen när kontinuerliga eller dåligt överlappande FFT:er används. Om en ingångssignal inträffar i skarven av en FFT-period kan den uppmätta signalamplituden vara låg eller saknas helt. Figur 2b visar samma signal i tidsdomänen vid starkt överlappande FFT:er: Det finns en mycket högre sannolikhet att signalen registreras med rätt amplitud.

Bandbredder för insamling vid tidsdomänskanning måste också räkna in bandbredder för rf- och mikrovågskedjan. Förfilter begränsar den rf-energi som kan nå mottagarens första blandare, vilket för-

bättrar det tillgängliga dynamikområdet vid mätning av korta signaler. För att säkerställa att FFT-amplituden är korrekt räknar tidsdomänskanningen med förfiltret på två sätt:

- Justering av amplitud kontra frekvensgång över FFT-bandbredden för att kompensera för förfiltret.
- Reducering av maximal FFT-bandbredd så att FFT-amplitud kontra frekvenseffekter inte avsevärt bygger på förfiltrets amplitud- kontra frekvenssvar.

**TRE FAKTORER** som tar tid vid certifieringstestning:

- Uppställning och demontering av utrustning som testas.
- Förskanning för att identifiera misstänkta frekvenser till slutlig mätning, inklusive tid för antenn- och vridbordsrörelser och mottagarskanning.
- Slutlig mätning, inklusive tid för antenn- och vridbordsrörelser och mätning av singelfrekvenser.

## Test & Measureline

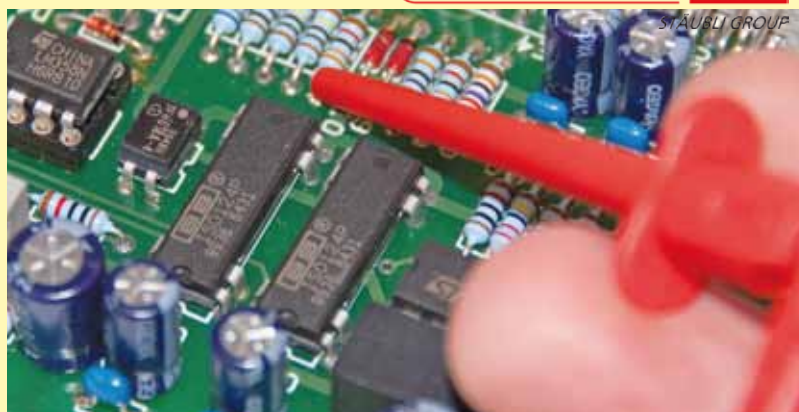
Multi-Contact

MC

Laboratoriekontakter  
och mätsladdar från  
Schweiziska Multi-Contact.  
Testkategori Cat I - IV.

**elproman.**  
specialkabelhuset

Tel. 08-97 00 70 info@elproman.se www.elproman.se







# FFT perfekt för EMI-mätningar på fordon

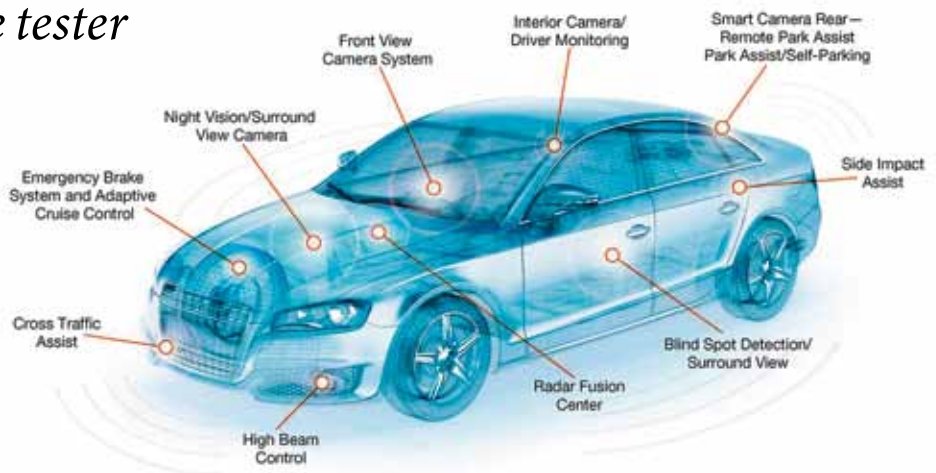


Ger snabbare och tillförlitligare tester

## Av Volker Janssen, Rohde & Schwarz



Volker Janssen började på R&S 1986 med att marknadsföra och sälja spektrumanalysatorer. Idag har han ett globalt ansvar som produktmarknadsförare av EMI-instrument.



De nya utmaningarna när det gäller fordonstestning för felfri och säker funktion hos elektroniska delsystem i en bil är väldigt komplexa ur EMC-perspektiv. Det kan gälla system som hjälper föraren (Advanced Driver Assistance Systems), kommunikation mellan fordon, nödmeddelanden (e-call), radar och sensorer liksom aktiva och passiva system. Det handlar om säkerhetssystem som vid hastigheter över 100 km/h varnar för bilar som körs mot trafiken, olyckor, vägarbete och byggarbetsplatser.

Komponenter och delsystem behöver både testas hos underleverantören och hos biltillverkaren efter installation i bilen för att säkerställa EMC-egenskaperna och säkerheten i den kompletta bilen.



Testning av elektroniska delsystem för bilar.

Pumpar och motorer producerar störningar som uppträder under en kort tid. I enlighet med de standarder som finns för fordon (till exempel CISPR 25) behöver man dock mäta över stora frekvensområden och värdena från detektorerna skall ställas mot kravgränserna. Den godkända metoden med att använda en snabb mätprocedur löser konflikten med att ha mindre tillgänglig tid men mäta med ett större fönster och tusentals parallella detektorer för att fånga upp och analysera sådana störningar med en beprövad reproducerbarhet och noggrannhet.

Startmotor, motorer för sätesinställningar, yttre backspeglar, signalhorn, motorer för svankstödsjustering, fönsterhissmotorer, motorer till pumpar för spolarvätska, vindrutetorkare, motorer för rattinställningar – det finns många elektroniska komponenter och delsystem som bara är igång under en begränsad tid och under den tiden skall man detektera deras emissioner inom specificerade frekvensområden.

- startmotor – 100 ms till 1 s
- fönsterhissmotor – 2–3 s
- spolarpump – x–100 ms

**OM TIDEN FÖR UTVECKLING** och testning är begränsad kan man vid mätningen av emissioner dra fördel av de nu accepterade mätmetoder som använder skanning i tidsdomänen för att detektera signaler som bara uppträder under en begränsad tid eller sporadiskt.



Testobjekt från bilar, exempel med begränsad gångtid och begränsad tid för emissionstester.



Under utvecklingsfasen kan avlusningsprocedurer och förtester dra fördel av analyser med realtidsmätningar och större bandbredder. Båda metoderna bygger på FFT-baserade mätmetoder.

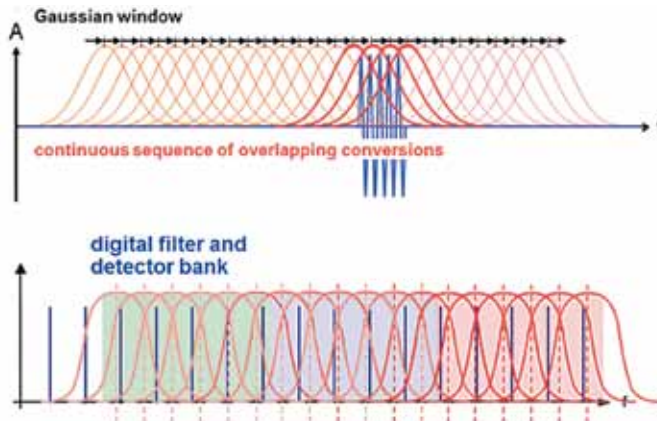
För att få snabba tester när det gäller fordonssystem finns två tidsbesparande principer att ta till:

- Skanning i tidsdomän (TD-skanning)
- Realtidsmätningar

**UTRUSTNINGSTILLVERKARNA** kan idag erbjuda olika lösningar med realtidsspektrumanalysatorer och EMI-funktioner och EMI-mätmottagare som har funktioner för skanning i tidsdomänen, skanning, svep och realtidsmätningar. Tillförlitliga mätningar för regulatoriska tester hänvisas till certifierade EMI mätmottagare eftersom de har rätt förvalsfiltre i sina ingångssteg.

Nyckelkomponenten för att uppnå tidsvinsterna jämfört med konventionella svep- eller skanningstekniker är en FPGA som matas med fönsterbandbredden och med optimerad samplingshastighet och hög upplösning på A/D-omvandlaren (t.ex. 16-bitars A/D). Samplingshastigheten skall uppfylla Nyquistkriteriet. Vägningsfaktorer som Quasi-Peak, CISPR-AV-, RMS/AV- eller standard detektorer representeras med korrektionsfaktorer och tidskonstanter i FPGA:n som kan göra 250 000 FFT-beräkningar per sekund för realtidsmätningar. En CPU-baserad FFT-beräkning i datordelen av mätinstrumentet är mycket långsammare, den har också en "dödtid" och därför blir det mycket svårare att mäta på kritiska testobjekt som har begränsad drifttid.

**UTÖVER DETTA** är den variabla FFT-upplösningen viktig för antalet parallellt uppmätta punkter. En variabel FFT-längd mellan 1 k (1024 punkter) och 16 k (16 384 punkter) gör mätningarna flexibla och tillåter en optimerad upplösning för den valda bandbredden, steglängden och vilka frekvensområden som skall mätas. Med FFT-baserad skanning i tidsdomän implementerat i testinstrument som mätmottagare och spektrumanalysatorer så vinner man snabbhet utan att ge avkall på noggrannhet och repeterbarhet.



Överlappande Gaussiska filter i tidsdomänen. Block- och steglängd visade i frekvensdomänen.

frequency range	Bb	$\Delta f$	$t_{max}$	Stepped Scan	Time Domain Scan
150 k to 30 MHz	9 kHz	2.25 kHz	100 ms	1 326 s	0.11 s
30 MHz to 1 GHz	9 kHz*	2.25 kHz	10 ms	4 311 s	0.82 s
..	120 kHz	30kHz	10 ms	323 s	0.52 s

Exempel på mättider som uppnås vid stegad skanning respektive skanning i tidsdomän.

Tack vare hastighetsoptimerad Gaussisk filtrering behöver de Gaussiska filtren en överlappningsfaktor för att kompensera för de amplitudfel som kan förekomma vid kanterna jämfört med ett idealt rektangulärt filter. Med en överlappningsfaktor på över 90 procent är det säkerställt att amplitudonoggrannheten är i storleksordningen tiondelar av en dB (t.ex. 0,2 dB) också för pulsförmade signaler.

Det betyder att man fullt ut uppfyller kraven på noggrannhet som är 2 dB för ledningsbundna mätningar och 3 dB för strålade mätningar för testresultat vägda enligt CISPR.

Förutom realiseringen av FFT-processen för TD-skanning och realtidsoperation i mätinstrumentet har särskilt fokus lagts på de förvalsfiltre som är installerade direkt efter rf-dämpsatsen.

För att uppnå maximal hastighet på den FFT-baserade skanningen i tidsdomänen måste förvalsfiltrets bandbredd matcha

bredden på FFT-fönstret eller vice versa så blir den maximala bredden på FFT-fönstret begränsad av motsvarande bandbredd på förvalsfiltret.

**NÄR MAN MÄTER** bredbandiga pulssade spektra och blandade signaler så ser förvalsfiltret till att ingångssteg respektive blandaren inte blir överstyrda. I kombination med detektorer för överstyrning är justeringen av RF dämparen optimerad för maximalt dynamiskt område. Förutom fördelarna med hastigheten spelar det dynamiska området en viktig roll när det gäller förutsättningarna för regulatorisk testning.

Mätningar som tidigare har tagit timmar är nu klara inom några sekunder.

Det är mycket värt att avlusa och förtesta under utvecklingsfasen med hjälp av realtidsmät-

ningar. De ger helt enkelt mer information på kortare tid.

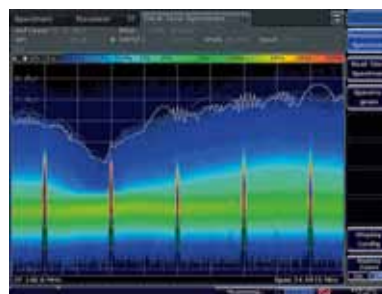
**SOM EN DEL** i mätningarna enligt CISPR 25 för fordonsutrustning och skydd för mottagare i fordonet mäts emissionerna från motorer, pumpar och dylikt via en kopplingsenhet/impedansomvandlare kopplad till antenningången på bilens radio. En störning från en motor för sätesjustering eller en pump skulle kunna påverka mottagningen på AM- eller FM-bandet på radion.

Fönsterhissmotorn aktiveras för upp- och nerkörning av fönstret. Det tar 2-3 sekunder. Hela FM-bandet behöver mätas med 120kHz RBW och i steg om 50kHz. 20MHz delat med 50kHz ger 4000 mätpunkter. Var och en av dessa tar cirka 50 ms vilket ger en total mättid på ca 200 s om man gör en normal skanning.

Om man istället gör en skanning i tidsdomänen tar mätningen totalt 50 ms när man använder en FFT-upplösning som ger 4k (4096) mätningar parallellt. Svepet upp-



Bredbandiga störningar med Peak detektor vid ClearWrite- och MaxHold-inställning. Med denna klassiska metod kan inte en annan störare eller pulssad signal detekteras.

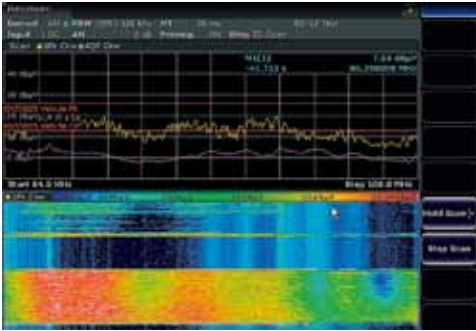


En realtidsanalysator kombinerat med efterlysningsfunktion på displayen visar MaxPeak- och CLWRITE-kurvorna plus en tidigare osynlig pulssad störning, denna kan analyseras och förhoppningsvis undertryckas med lämpliga åtgärder.

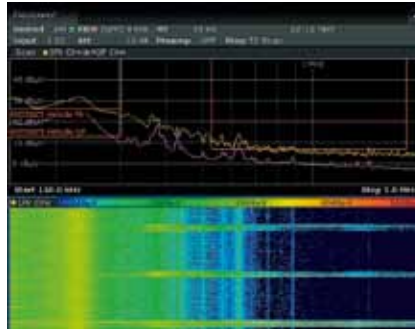


Uppkopplingen inne i bilen med filter som reducerar störningar via skärmen och impedansomvandlare kopplad till antennerna som är integrerade i bilrutorna. Omvandlaren är också kopplad till mätmottagaren som är placerad utanför bilen. Nästan alla rutor i bilen har en specifik antennfunktion: AM, FM, GPS, Bluetooth, wlan, etc.

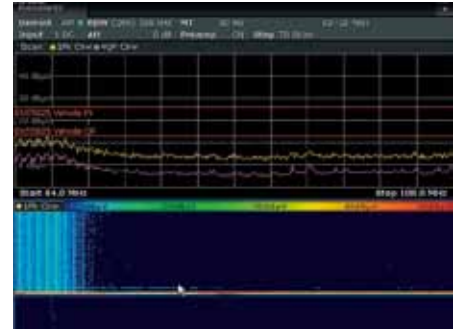




Fönsterhissmotor vid upp- och nerkörning av fönstret.



Störningar från signalhornet (aktivering, mätning, registrering).



Öppning av centrallåset med fjärrkontroll.

dateras var 50 ms och registreras som ett spektrogram. Varje svep lagras och kan senare analyseras med hjälp av tidsmarkörer. Tolkningen kan vara lättare att göra om informationen presenteras i ett histogram.

När motorn startar från öppet läge måste den också övervinna gravitationen och drar mer ström under uppkörningen av fönstret. När proceduren avslutats ser man att rörelsen nedåt kräver mindre ström och orsakar mindre störningar vilket kan jämföras med de kravlinjer enligt CISPR 25 som visas i diagrammet.

**NÄSTA EXEMPEL VISAR** oss vilka effekter det blir när man aktiverar bilens signalhorn när bilen är i drift, vilket betyder att motor och elsystem är aktiverade, luftkonditioneringen igång och man registrerar de störningar som genereras i lång- och mellanvågsområdet.

Signalhornet aktiveras tre gånger och effekten visas med 9 kHz RBW i lång- och mellanvågsområdet upp till 2 MHz med snabbt uppdaterande parallellt arbetande Peak och Quasi-Peak-detektorer. De upptäckta störningarna är inte kritiska i förhållande till kraven i de specificerade banden.

Exempel 3 visar aktiviteten i bilen när man öppnar den med det fjärrstyrda centrallåset och tiden efter att man låser dess dörrar igen. Efter att man initierat öppning

så öppnas alla dörrar, elsystemet dras igång och sätena justeras men bilens motor är ännu inte startad.

Spektrogrammet visar aktiviteterna och registrerar kurvorna permanent. Informationen skulle inte ha kunnat fås ut direkt av informationen från kurvorna på instru-

mentet. Efter sporadiska händelser skriver nämligen nästa svep över informationen, varför spektrogram/histogram funktionen är oundgänglig för hitta dem.

Fördelen med snabbare mätningar genom TD-skanning för att fastställa att man uppfyller kraven enligt CISPR men också för förtester, diagnosticering och avlusning med realtidsmätningar är att metoden är beprövad och att man får den noggrannhet som är nödvändig. Alla testprocedurer för EMI kan snabbas upp ordentligt. Testutrustning som mätmoduler och spektromanalysatorer med TD-skanning och realtidsfunktioner gör att man lättare och snabbare hittar störningar, gör det lättare att tolka mätresultat och förenklar certifieringsmätningar (både ledningsbundna och strålade) i enlighet med EN/CISPR/FCC.

**NÄR DET GÄLLER** bilar är FFT-proceduren perfekt för testning av fordon och enheter enligt biltillverkarnas riktlinjer. Som en effekt av snabbare testprocedurer kan en enhet som förändrar sitt beteende över tid testas mycket mer tillförlitligt. Det gäller till exempel motorer som blir varma, belysning under drift och enheter med korta driftscykler som motorer för fönsterhissar, vindrutetorkare, justering av backspeglar, sätesjustering, startmotorer etc. Nu kan dessa enheter analyseras mer tillförlitligt. ■

**FAKTA:**

Status för produktstandarder som redan kan användas i proceduren med TD-skanning för officiella godkännanden:

**CISPR 13:2001 (Radio + TV)**

Tillämpbar sedan 21 juni 2010

**CISPR 32:2012 (Multimedia)**

Tillämpbar sedan 30 januari 2012

**CISPR 15:2013 (Lighting)**

Tillämpbar sedan 8 maj 2013

**CISPR 11:2015 (ISM)**

Tillämpbar sedan 9 juni 2015

**CISPR 12:201x (Automotive)**

Publicering av utgåva 7 förväntas under 2016

**CISPR 14-1:201x (Household)**

Publicering av utgåva 6 förväntas under 2016

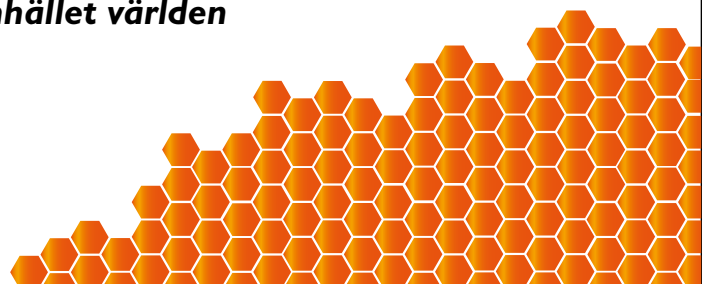
**CISPR 25:201x (Automotive)**

Publicering av utgåva 4 förväntas under 2016

**Så förändrar det uppkopplade samhället världen**

**Science & Innovation Day**

Sundsvall 18 oktober 2016  
www.scienceandinnovationday.se



# Skydda dyra laster med aktiv urladdning



## Välj LDO med lämpliga egenskaper



### Av Steve Knoth, Linear Technology

Steve Knoth är senior marknadsföringsingenjör på Linear Technology, där han ansvarar för en mängd kraftkomponenter exempelvis effekthanteringskretsar (PMIC), LDO:er, batteriladdare, laddningspumpar och laddare av superkondensatorer. Tidigare har han även arbetat med marknadsföring och produktansvar på Micro Power Systems, Analog Devices och Micrel Semiconductors.

Linjära regulatorer ingår i många moderna elektroniska system. Även om den linjära LDO (low dropout)-regulatorn sällan är den dyraste systemkomponenten är den ofta en av de mest värdefulla när kostnad ställs mot nytta. En av LDO:s uppgifter är att skydda laster nedströms från tuffa miljöförhållanden som temperaturavvikelse, spänningstransienter, kraftmatningsbrus, omvänd spänning, strömrusning och EMI eller ESD. Kort sagt måste konstruktionen vara robust och även innehålla alla skyddsfunktioner som behövs och samtidigt skydda lasten. Många billiga linjära LDO-regulatorer innehåller inte de nödvändiga skyddsfunktionerna, vilket ofta gör att inte bara regulatorn skadas utan även lasten.

Bildsensornsystem är ett typiskt exempel där dyra och känsliga laster måste skyddas. Bildsensorer innehåller vanligtvis dyra digitala kretsar som tar en bild och direkt omvandlar bilden digitalt. De populäraste typerna av bildsensorer är laddningskopplade (CCD, charge-coupled) kretsar och CMOS-system. En rad utrustningar, exempelvis endoskop och övervakningskamera, utnyttjar bildsensorer.

Vissa tillämpningar kräver att kraftcykeln styrs när utrustningen slås på och av. I system med multipel matning måste FPGA:er, ASIC:ar, DSP:er, styrkretsar och andra digitala kretsar ha multipla spänningsmatningar som startas och stängs av i särskild ordning, annars kan den integrerade kretsen eller systemets logik för återställning vid start (power-on-reset) skadas. En sekvensering som inte är ordentligt gjord kan få katastrofala följder. Mycket tillförlitliga system som exempelvis militär utrustning, flygelektronik eller rymd- och flygsystem är

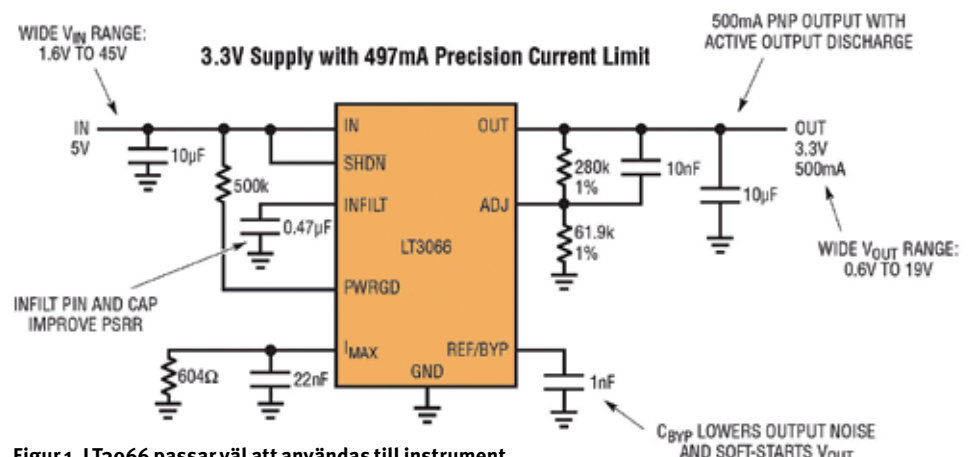
exempel där utgångens tillstånd måste styras, framför allt om kraftaggregatets spänning kontinuerligt slås av och på.

För att hantera ett systems avstängningsbehov kan en LDO utnyttja en aktiv urladdningsfunktion på utgången. Den urladdar snabbt LDO:s utgång istället för att förlita sig på att utgången urladdas av LDO:s last eller motståndsdela. En LDO med aktiv utgångsurladdning kan snabbt dras låg av en NMOS-switch om inspänningen tas bort eller om avstängningsfunktionen aktiveras. Den främsta fördelen med kretsar som har aktiv urladdningsfunktion på utgången är att utgången befinner sig i ett känt läge när den stängs av. Utgången urladdas alltid snabbt och förutsägbart, oavsett lastens tillstånd. Detta är viktigt för tillämpningar som är beroende av noggrann sekvensering av kraftmatningen vid avstängning, som exempelvis bildsensorer och styrkretsar.

Lågspänd step-down-omvandling och -reglering kan åstadkommas med en rad

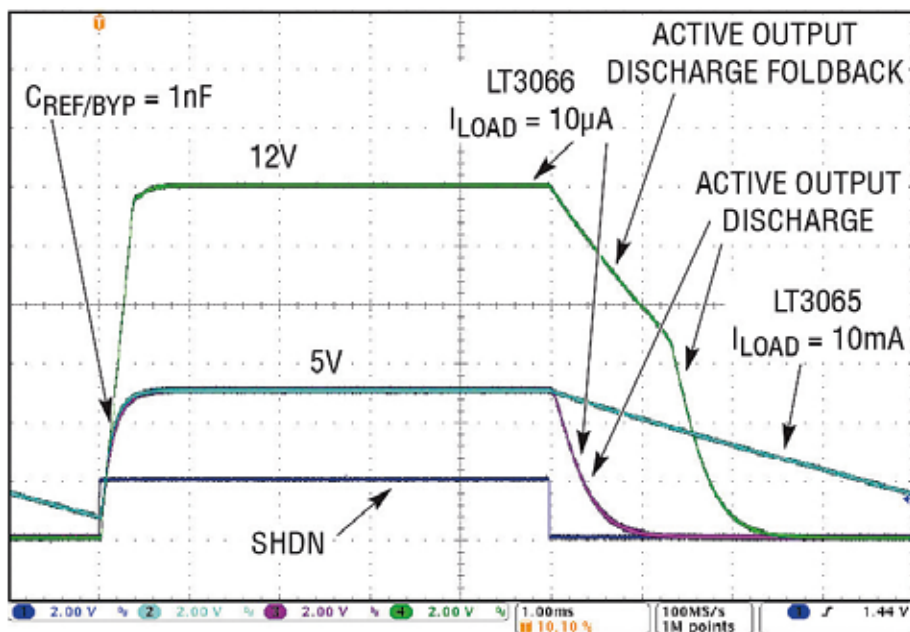
olika metoder. Switchade regulatorer fungerar med hög verkningsgrad över ett brett spänningsområde, men kräver både magnetiska komponenter och kondensatorer för att fungera vilket upptar större relativ kortyta. Laddningspumpar (eller switchade kondensatoromvandlare) kan också användas för att åstadkomma omvandling av lägre spänning men de är begränsade i fråga om utgångens strömförmåga och kräver externa kondensatorer för funktion och stabilitet. Linjära regulatorer med låg dropout är vanligtvis mindre effektiva, men alstrar mindre brus och är enklare att använda för step-down. Moderna konstruktionstekniker och kiselprocesser har gjort det möjligt för linjära LDO:er att närma sig detta område. De inkluderar nu ultrasnabbt transient svar, låg dropout-spänning, lågspänningsfunktion (normalt ned till 0,6V utspänning), förmåga till hög utström och funktion från en enda matning.

Dagens generation av snabba digitala kretsar som kräver hög ström men låg matningsspänning, exempelvis FPGA:er, DSP:er, CPU:er och ASIC:ar, ställer stränga krav på aggregaten som matar kärnan och IO-kanalerna. Effektiva switchregulatorer har traditionellt utnyttjats för att kraftmata sådana kretsar, men de kan ha problem med brus samt begränsningar i transientsvar och layout. Det har gjort att LDO:er nu har börjat användas som ett alternativ i dessa



Figur 1. LT3066 passar väl att användas till instrument med krav på optimal körtid liksom mycket tillförlitliga kraftaggregat som kräver mer omfattande skydd.





**Figur 2.** LT306x-familjen erbjuder sex kretsar. Här jämförs LT3066 med aktiv utgångsurladdning och LT3065 som inte har det. LT3065 har en last på 10 mA medan LT3066 endast belastas av motståndsdelen som anger utspänningen (10 µA här). Trots att LT3066:s utgång belastas mycket lätturladdas utspänningen snabbt. LT3065:s utgångskondensator urladdas däremot enbart av lasten, vilket går mycket långsammare. För utspänningar över 7 V använder LT3066 aktiv så kallad fold-back-URLaddning på utgången för att begränsa effekten genom kretsen. Mellan 12 V och 7 V urladdas LT3066 långsammare än under 7 V eftersom "fold-back" aktiverats. Funktionen skyddar när hög utspänning och stora kondensatorer används eller när ett fel kan komma att kortsluta utgången till en hög spänning.

och andra lågspända omvandlingssystem. Tack vare den senaste tidens produktutveckling och funktionsförbättringar håller trenden på att vända och nya LDO:er erbjuder mycket få prestandakompromisser.

Det finns många linjära regulatorer av industristandard som fungerar med låg dropout med en enda spänningsmatning, men flertalet kan dock inte åstadkomma en kombination av lågspänd omvandling (ned till 0,6 V utspänning) med lågt utgående brus, brett in-/utspänningsområde och omfattande skyddsfunktioner. PMOS-baserade LDO:er klarar dropout och drivs med en enda matning, men begränsas vid låg inspänning av passtransistorns VGS-prestanda. NMOS-baserade kretsar erbjuder snabbt transientsvar, men kräver två matningar för att förspänna kretsen. NPN-regulatorer erbjuder brett in- och utspänningsområde, men kräver antingen två matningsspänningar eller högre dropout. Däremot kan en PNP-regulator med rätt arkitektur uppnå låg dropout, hög inspänning, lågt brus och lågspänningsomvandling med tvärsäkert skydd från en enda matning.

**I TAKT MED** att processnoderna fortsätter att krympa måste moderna digitala kretsar fungera vid allt lägre spänning. Kravet på högre strömmar och lägre utspänning innebär för många existerande inspänningar en ökad kraftförbrukning hos en linjär regulator. Denna ökade kraftförbrukning innebär mer värme. Därför är det nödvändigt att utnyttja kapsling av senaste snitt för att mi-

nimera temperaturökningen inne i regulatorn och begränsa värmeproblem. En linjär regulator med förmåga att fungera med låg dropout (minimerar skillnaden mellan in- och utspänning samtidigt som regulatorn bibehåller utgående reglering och stabilitet) minskar dessutom kraftförbrukningen och därmed värmeproblemen.

Behovet av hög undertryckning av ripple (PSRR, power supply ripple rejection) och lågt brus på utspänningen innebär ytterligare utmaningar. En krets med hög undertryckning av matningsrippel filtrerar och undertrycker lätt brus från ingången, vilket resulterar i en ren och stabil utgång. En krets med lågt brus på utspänningen över en stor bandbredd är dessutom fördelaktig för dagens moderna matningar där brus känsligheten måste beaktas. Lågt utspänningsbrus vid hög ström är helt klart en nödvändig specifikation.

**VISSA INDUSTRI-LDO:ER** har aktiv urladdning av utgången för att skydda lasten. Existerande lösningar aktiveras dock endast vid avstängning. Kretskonstruktioner med en typ av dubbel aktiv utgångsurladdning, en som även aktiveras när inspänningen drivs lågt, har saknats – tills nu.

En LDO-lösning för aktiv utgångsurladdning bör ha följande egenskaper:

- Enkel matning (för att vara lätt att använda)
- Snabbt transientsvar
- Fungera över ett brett in-/utspänningsområde

- Förmåga till hög utström
- Lågt utgående brus
- Fungera med mycket låg dropout
- Utmärkt termisk prestanda
- Hög PSRR över ett brett frekvensområde
- Komplet dubbel aktiv urladdningskrets på utgången - aktiv om antingen SHDN eller VIN drivs lågt

**DEN LINJÄRA** LT3066-regulatorn, nyligen lanserad av Linear Technology, har samtliga dessa egenskaper. Det är en högspänd, lågbrusig linjär regulator med låg dropout som har programmerbar strömbegränsning, aktiv urladdning, "power good"-indikering och förbättrad undertryckning av matningsrippel. Kretsen ger upp till 500 mA med en dropout-spänning på 300 mV vid full last. LT3066 inkluderar en intern högspänd NMOS-baserad "pull-down"-krets som urladdar utspänningen om antingen SHDN-benet drivs lågt eller inspänningen stängs av. Denna snabba aktiva utgångsurladdning hjälper till att skydda lasten i tillämpningar som kräver kraftstyrning vid både start och avstängning, som exempelvis avancerade bildsensorer och styrkretsar.

LT3066 har ett brett inspänningsområde från 1,8 V till 45 V och utspänningen kan justeras från 0,6 V till 19 V. En enda kondensator med ett REF/BYP-ben möjliggör mjukstart och lågbrusig funktion på endast 25 µVRMS över 10 Hz till 100 kHz. Toleransen för utspänningen är mycket noggrann, ±2 procent över linje, last och temperatur. En extra enkel kondensator med ett INFILT-ben förbättrar PSRR med 15 dB till 30 dB för frekvenser från 20 kHz till 1 MHz, med 1 MHz PSRR på 60 dB.

LT3066 fungerar med en liten, billig keramisk utgångskondensator på minst 3,3 µF. Kretsens PWRGD-indikator visar regleringen på utgången. Ett motstånd programmerar den externa noggranna strömbegränsningen (±10 procent över temperaturen). Dessutom inkluderar kretsens interna skyddskretsar, skydd mot omvänt batteri och omvänd ström, strömbegränsning med "fold back" och värmebegränsning. Den aktiva urladdningskretsen inkluderar SAO-(Safe-Operating-Area)-foldback för att skydda den NMOS-baserade pull-down-kretsen från utspänningar på över 6 V och tillhandahåller ett utgående ben med bred absolut maximal märkspänning: -1 V, +20 V.

**MEN INTE ALLA** tillämpningar kräver aktiv utgångsurladdning för att skydda känsliga laster. Inte heller behöver de så hög utström som 500 mA. Den nya LT306x-familjen erbjuder sex kretsar med utström på 100–500 mA. Tre av dessa har komplett funktion för dubbel aktiv utgångsurladdning som passar för att skydda känsliga och dyra laster samtidigt som den möjliggör noggrann kraftsekvensering i bildsensorssystem och system som kräver hög tillförlitlighet. ■

# Tektronix förnyar budgetoscilloskopet

## ■ TEST & MÅT

**Största skärm och längst minne i budgetklassen. Så marknadsför Tektronix den nya generationens oscilloskop i 2000-serien.**

TDS2000 har runt tio år på nacken även om det uppgraderats i omgångar. Den här gången är förbättringarna så stora att även modellbeteckningen ändrats något. Det är bokstaven D som bytts mot ett B, varför familjen numera heter TBS2000.

Föregångaren – TDS2000 – är enligt Tektronix världens vanligaste oscilloskop. En del av förklaring ligger i priset som startar runt 10 000 kronor för en bandbredd på 50 MHz. Därmed passar instrumentet i undervisning och för enklare konstruktioner i utvecklingslabben.

TBS2000 kommer i två modeller med en bandbredd på 70 MHz respektive 100 MHz. Det



finns med två eller fyra kanaler medan minnet ligger på 20 Msampel.

**SKÄRMEN UPPTAR** en stor del av framsidan och är numera på nio tum vilket är 50 procent mer än tidigare. Därmed är det möjligt att få in 15 horisontella skalenheter i y-led.

Dessutom har hjälpfunkti-

onen förbättrats. Enligt Tektronix går det att få hjälp i alla situationer eftersom hjälpfunktionen ”känner av” vad användaren håller på med och därför blivit bättre på att ge tips om vad användaren borde göra för att nå önskat resultat.

När det gäller probar stödjer TBS2000 Tektronix probgränssnittet VPI vilket ger kunderna

ett betydligt större utbud.

Om man pluggar in en wifi-dongel kan läraren fjärrstyra instrumenten i klassrummet och i ett utvecklingslabb går det att köra instrumentet trådlöst enligt LXI-specifikationen.

Priset för den enklaste modellen börjar på 1 200 dollar.

**PER HENRICSSON**  
per@etn.se



## Referensdesign med LED-matris

### ■ KONSTRUKTIONSHJÄLP

**Med 256 lysdioder kan man göra betydligt mer än med 64. Så resonerar Maxim när företaget lanserar en referensdesign med en 16 × 16 lysdiodsmatris som är kompatibel med plattformarna Arduino och Arm Mbed.**

Idag är de flesta enklare LED-matriser 8 × 8, enligt Maxim. Genom att erbjuda en referensdesign med betydligt fler lysdioder – hela 16 × 16 – vill företaget bana väg för snabbare framtagning av mer flexibla prototyper av lysdiodsskyltar.

Plattformen siktar främst på hobbyister och makers, men kan också nyttjas av andra.

Referensdesignen, MAXREF-DES99#, består av 256 lysdioder. Den integrerar fyra drivare, MAX7219, som gör det enkelt att styra de individuella dioderna och därmed skapa tecken på en mängd språk.

Referensdesignen fungerar med både Arm Mbed- och Arduino-kort. Utvecklare uppmanas att bygga vidare på och förbättra mjukvaran för tillämpningar runt lysdiodsskyltar.

**ANNA WENBERG**  
anna@etn.se

## Sats för magnetisk rf-kompetens

### ■ LABBSATS

**Amerikanska Coilcraft har utvecklat en labbsats med fokus på högfrekventa magnetiska komponenter. Med den nya satsen vill företaget erbjuda praktisk vägledning i klassrum och undervisningslabb.**

Coilcraft är känt för sina magnetiska komponenter däribland rf-induktanser, kraft och filter.

Nu släpper företaget satsen RF Magnetic Lab Kit, framtagen i utbildningssyfte. Här ingår ett urval av chip och induktorer med luftkärna, LC-filter och bredbandiga transformatorer.

– För nästan två år sedan introducerade vi vårt Power Magnetics Lab Kit och gensvaret har varit enormt. Sedan dess har vi levererat hundratals gratis satsar till universitet och tekniska lärosäten runt om i världen och intresset växer, säger Len Crane, chef för teknisk marknadsföring på Coilcraft.

Med RF Magnetics Lab Kit vill företaget ta nästa steg i sin strävan att utbilda nästa generation elektroingenjörer. De olika satserna är kostnadsfria för alla ackrediterade utbildningsprogram inom Electrical Engineering.

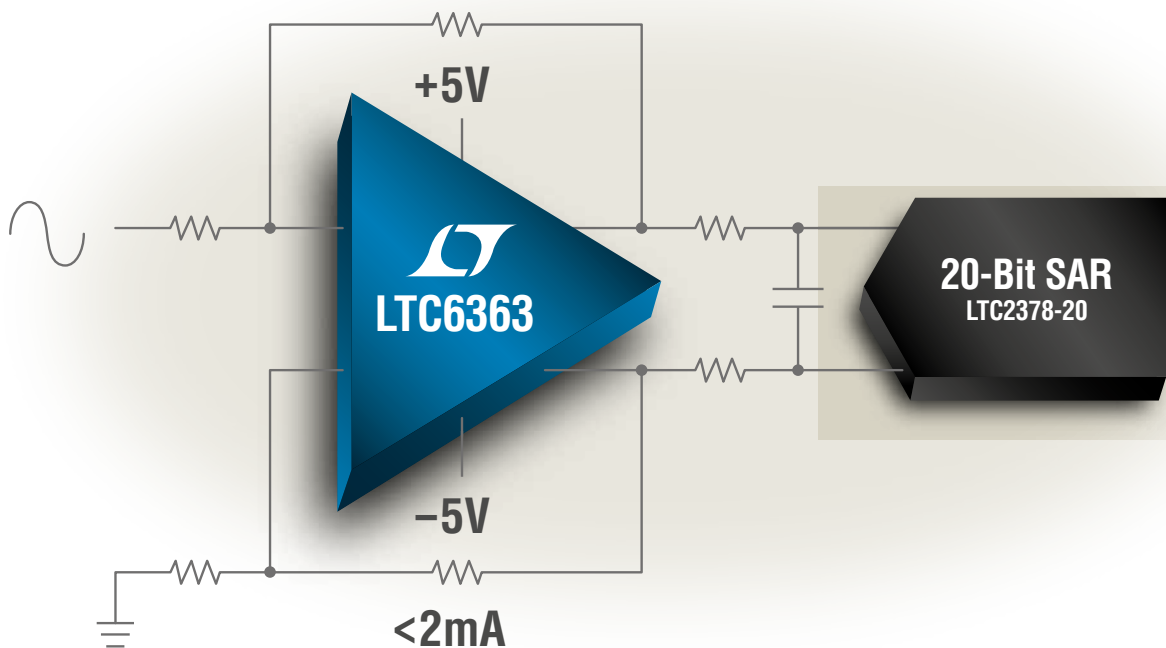
**ANNA WENBERG**  
anna@etn.se





# 20-Bit SAR ADC Driver

## Fast, Accurate Data Acquisition



Drive your precision ADC with the power efficient LTC<sup>®</sup>6363. Drawing just 1.9mA, this fully differential amplifier achieves 100 $\mu$ V max input offset voltage and 2.9nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$  broadband noise. With a 2.8V to 11V supply range and rail-to-rail outputs, the LTC6363 is well matched to the ADC's full range, to achieve maximum signal path performance.

### Features

- 100 $\mu$ V Max Offset
- 50nA Max Input Offset Current
- Fast Settling: 780ns to 18-Bit, 8V<sub>p-p</sub> Output
- 1.9mA Supply Current
- 2.9nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$  Input-Referred Noise
- 35MHz -3dB Bandwidth
- 2.8V to 11V Supply Range

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

### Recommended Signal Chain Products

ADCs
LTC2380-24: 1.5Msps, 24-Bit, Digital Filter
LTC2378-20: 1Msps, 20-Bit, Low Power
LTC2373-18: 1Msps, 18-Bit, 8-Channel
LTC2387-18: 15Msps, 18-Bit
Voltage References
LT6657: 1.5ppm/ $^{\circ}\text{C}$ Drift
LTC6655: 0.25ppm <sub>p-p</sub> Noise
LT6654: SOT-23
Matched Resistors
LT5400: Quad, 0.01% Matching

### Info & Free Samples

[www.linear.com/product/LTC6363](http://www.linear.com/product/LTC6363)

Tel: 08-623 16 00



[video.linear.com/5950](http://video.linear.com/5950)

# Kraftigt förbättrat universal-instrument för rf-området

## TEST & MÅT

Det har gått fyra år sedan National Instruments lanserade den första vektorsignaltransceivern, ett PXI-baserat instrument med en signalgenerator och en analysator tätt kopplade till en FPGA. Kombinationen gör det möjligt att utveckla skräddarsydda tillämpningar via Labview. Nu kommer den andra generationen med kraftigt förbättrad specifikation.

Det kanske största lyftet i PXIe-5840 är att den maximala analysbandbredden ökat från 200 MHz till 1 GHz. Dessutom får användarna fem gånger större utrymme i FPGA:an plus att mät noggrannheten är dubbelt så hög – felvektorn EVM går ned till -50 dB – samtidigt som VST:n bara

upptar två kortplatser i chassit, den första generationen krävde tre. Därmed går det att få in ett Mimo-system med 8x8 kanaler i ett chassi med 18 kortplatser.

– Den större bandbredden behövs bland annat för carrier aggregation och digital fördistortion i LTE och 5G. Den räcker också till att emulera radarmål, men kunderna kommer säkert att hitta nya användningsområden som vi inte tänkt på, säger Jason White som är marknadsansvarig för rf-produkter på NI.

**ÄVEN FREKVENSOBRÅDET** är utökat. Den första generationen går från 65 MHz till 6 GHz, den andra från 6 kHz till 6,5 GHz.

– Det kan verka som en liten skillnad, men de låga frekvenserna som vi klarar nu är väldigt intressanta för flygindustrin.



De parallella in- och utgångarna på framsidan av kortet är kompletterade med ett seriegränssnitt som ger upp till 12,5 Gbit/s rakt in till FPGA:n.

En sak som inte förändrats är mjukvaran, det vill säga det grafiska programmeringsspråket G som används för att programmera instrumentet, och ser likadant ut som tidigare. Den som vill flytta över kod från ett äldre instrument måste dock kompilera om den och får räkna med

en del handpåläggning eftersom FPGA:n har en annan arkitektur i och med bytet från Virtex-6 till Virtex-7.

Och smakar det så kostar det. Den nya generationen är 50 procent dyrare. Listpriset börjar på 66 999 dollar mot 44 999 för den första generationen som kommer att finnas kvar i sortimentet för den som klarar sig med en enklare modell.

PER HENRICSSON  
per@etn.se

EMC - PARTNER

[www.emc-partner.com](http://www.emc-partner.com)

**IMU 4000**  
Touch the Future

## IMU Combination Generator Family

- EFT
- ESD
- AC DIPS
- DC DIPS
- Common Mode
- Combination Wave
- Differential Mode
- Magnetic Field

**IMU 3000**  
Touch the Future

[www.emc-partner.com](http://www.emc-partner.com)

**ERDE-Elektronik AB** Tel: +46-40-42 46 10  
[www.erde.se](http://www.erde.se) info@erde.se

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

[www.saftbatteries.com](http://www.saftbatteries.com)

[infosweden@saftbatteries.com](mailto:infosweden@saftbatteries.com)

+46-491 68 104





## Soldriven trådlös vädersensor

**■ REFERENSDESIGN**  
Inomhusljus räcker för att driva en sensor som rapporterar luftfuktighet och temperatur via Bluetooth LE. Referenskonstruktionen kommer från Cypress.

CYALKIT-Eo2 Solar-Powered BLE Sensor Beacon Reference Design Kit är det långa namnet på referenskonstruktionen, som kan beställas för 50 dollar. I priset ingår sensor med solcell och en USB-Bluetoothdongel som den kan kommunicera med.

Kärnan i konstruktionen är två Cypresskomponenter. S6AE103A är en strömstyrningskrets för energiskördare, CYBLE-022001-00 är en Bluetoothmodul.

Sensorn använder inget batteri. Däremot innehåller den en

superkondensator som lagrar 0,2 F vilket betyder att den fungerar upp till 30 timmar även i mörkret. Ett ljusflöde på 100 lux krävs för hålla kondensatorn laddad.

**TILL UPPSTÄLLNINGEN** hör också en app som finns för både Iphone, Android och PC och som 3D-visualiserar signalerna från sensorsändaren och loggar dem till Excel om så önskas, i kommaseparerat format.

Sensorn är rund med en diameter på 25 mm och en höjd på 5,5 mm, inklusive hölje – nästan exakt samma storlek som tre enkronor staplade på varandra.

Solcellen mäter 15×15 mm. Lysdioder indikerar status.

**JAN TÅNGRING**  
jan@etn.se

## Hypervisor för MIPS i öppen källkod

**■ REALTIDSEXPERT**  
Efter att tidigare stött ARM har den tyska hypervisorn L4Re i release 70 fått stöd för MIPS-processorn P5600.

Stödet har tagits fram av Kernkonzept med hjälp av Mips ägare, brittiska Imagination.

L4Re är en hypervisor i samma utvecklingsträd som mikrokärnan OKL4, som bland annat finns i miljarder mobiler. L4Re ska vara särskilt skräddarsydd för realtidsanvändning.

Enligt Kernkonzept används L4Re redan av myndigheter och militär. Företaget hoppas att det nya stödet för MIPS ska öppna nischer inom fordonselektronik, wifiroutrar, kabelteveboxar och hemma-gatewayer.

En tillämpning skulle kunna vara att bygga en router där en del kontrolleras av användaren och en av Internetoperatören. I

USA finns ett förslag från FCC på att kräva en sådan separation. Det skulle göra det möjligt för operatören att på ett säkert sätt ladda routern med ny firmware.

Imagination demonstrerar en sådan router på ett MIPS P5600-kort från ryska Baikal.

En hypervisor är ett program som används för att dela upp fysiska processorer i virtuella cpu:er. Den fördelar processortid och resurser mellan programmen, med prioritering om så önskas. Och så kopplar den samman periferenheter och avbrottssignaler med rätt program. L4Re ser dessutom till så att ingen information kan läcka mellan de virtuella cpu:erna.

L4Re är öppen källkod, men Kernkonzept saluför också en supportad version.

**JAN TÅNGRING**  
jan@etn.se

**TEC**  
THE EVERTIQ CONFERENCE

TEC Lund, 29 September  
på Scandic Star Hotel!



Sydsveriges Största event för elektronikproduktion och konstruktion!

På scen bland annat:

**Den makroekonomiska situationen och elektronik tillverkning**  
Joakim Johansson - Redaktör Evertiq.SE

**Användandet av 3D-Printing i elektronikproduktion**  
Gernot Seeger - Managing Director - Beta Layout

**Nya siffror för den skandinaviska EMS-marknaden**  
Peter Brent - Analytist - Reed Electronics Research

Anmäl dig kostnadsfritt på [evertiq.se/tec](http://evertiq.se/tec)

TEC Lund 2016 presenteras av:

**ASPOCOMP BEJOKEN**

evertiq



## Konstruktionssats för kraft

**■ SPÄNNINGSMÄTNING**  
Med konstruktionssatsen Power Management Lab Kit vänder sig Texas Instruments både till studenter och industri. Alla elektronikersystem behöver kraft, menar företaget när det släpper den nya serien labbsatser som ger praktisk vägledning inom power management med fokus på systemnivå.

Den nya satsen TI Power Management Lab Kit, eller TI-PMLK, är framtagen i utbildningssyfte. TI hävdar att det är världens första konstruktionssatsen för power management som siktar på att just utbilda.

– Industrin behöver ingenjörer som förstår och har möjlighet att utforma effektiva kraftsystem, säger Peter Balyta, ansvarig för TI Education Technology.

I en första vända erbjuds tre labbsatser för olika kraftlös-

ningar: buck, linjära regulatorer (LDO) och boost. Inom kort planerar företaget även att släppa en konstruktionssats för buck-boost-topologier.

**VARJE SATS BESTÅR** av ett utvärderingskort bestyckade med kretsar och gränssnitt relevanta för verkliga tillämpningar. Dessutom ingår en bok som förklarar de viktigaste kraftomvandlartopologierna som finns. Här ingår även teori, fallstudier och en uppsättning experiment för att skapa förståelse för vad som krävs av olika tillämpningar.

De två satserna för buck- respektive LDO-konstruktioner går att köpa på TI:s hemsida för 59 dollar vardera, medan buck-boost-varianten kostar 99 dollar. Om man väljer att inte köpa experimentkortet dras 10 dollar av på priset.

**ANNA WENBERG**  
anna@etn.se

## Snabb och precis AD-omvandlare

**■ DATAINSAMLING**  
En extremt noggrann AD-omvandlare för snabb datainsamling är vad Linear Technology just släppt. Den har en 32 bitars SAR-kärna som erbjuder en digitalt filtererad utgång med 32-bits precision samt en 14-bitars utgång som samplas en miljon gånger per sekund.

Snabb och noggrann insamling av data är ett vanligt krav i exempelvis medicinska instrument, industristyrning och avancerade mätinstrument. För att åstadkomma detta används ofta en hybridlösning med två olika typer av AD-omvandlare – en sigmadelta med hög upplösning och en snabb SAR-krets.

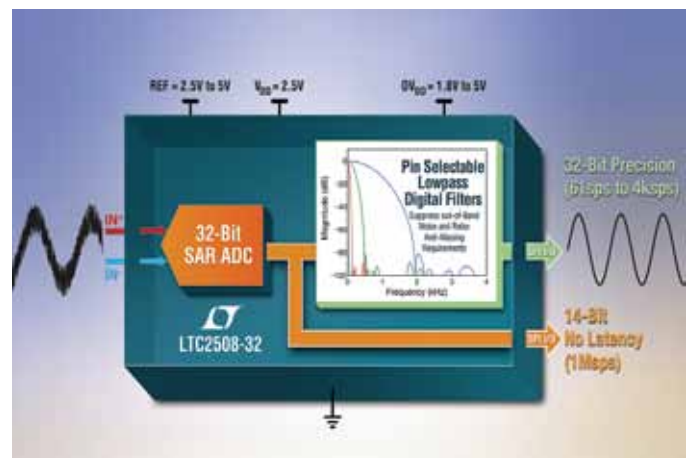
Som alternativ finns nu LTC2508-32. Den har en 32 bit SAR-kärna som levererar en 32 bitars lågbrusig digitalt filtererad

utgång samplad 61 Sa/s till 4 kSa/s samt en 14-bitars utgång samplad 1MSa/s utan fördröjning. Till skillnad mot det traditionella hybridfallet, med två omatchade omvandlare, menar Linear att den nya kretsen ger högre noggrannhet, högre hastighet och färre antal komponenter.

**NYKOMLIGEN HAR** en garanterad linjäritet på 3,5ppm. Det dynamiska området är 145dB vid 61 Sa/s och 131dB vid 4kSa/s. Höghastighetsutgången erbjuder en 14 bitars differentiell och 8 bitar common-mode presentation av ingångssignalen.

LTC2508-32 matas med 2,5V och drar 24mW vid 1MSa/s. Den kommer kapslad i en 7x4 mm DFN med 24 anslutningar. Prover och demokort finns att få.

**ANNA WENBERG**  
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







## Vicor utvidgar DCM-familjen

### ■ SPÄNNINGSMATNING

Sedan tidigare finns det sex VIA-kapslade DCM-medlemmar – kraftmoduler som Vicor hävdar ger högre effekttäthet per upptagen yta än någon jämförbar konkurrent. Nu släpper företaget ytterligare fyra produkter; två för den nominella spänningen 270 V och två för 28 V.

Vicors DMC-familj består av ett antal isolerade, reglerade DC/DC-moduler som hanterar en bred oreglerad ingångsspänning. Familjen kommer i två kapslingsalternativ, en mindre Chip-modul och en större, robustare, chassimonterad variant kallad VIA.

I och med det nya släppet består DCM-familjen av 30 medlemmar, varav tio har VIA-kapsel.

Två av nykomlingarna hantlar en inspänning på mellan 160 och 420 V. Den ena ger utspänningen 12 V och den andra 28 V. Båda levererar effekten 500 W.

De andra två nykomlingarna kan arbeta med inspänningar mellan 16 och 50 V. Av dessa levererar den 5 V ut och effekten 180 W. Den andra ger 15 V ut och 320 W.

DCM-familjen används exempelvis i kommunikationssystem, industriprocesser, distribuerad kraft och inom transportsektorn.

**ANNA WENNBERG**  
anna@etn.se

# Planera

## DIN ANNONSERING FÖR HÖSTEN 2016!

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



## Första modulen för NB-IoT

### ■ KOMMUNIKATION

I början av juni frystes specifikationen för NB-IoT, en del i den nya LTE-standard som öppnar för smalbandiga och energisnåla IoT-tillämpningar. Schweiziska u-blox var först med att lansera en modul för NB-IoT även om kunderna får vänta till slutet av året på de första exemplaren.



U-blox har specialiserat sig på kretsar och moduler för positionering och kommunikation. Den nya modulen Sara-N2 bygger vidare på företags M2M-moduler för de äldre standarderna GSM, 3G och LTE Cat 1. Det ska därför vara enkelt att uppdatera en tillämpning med den nya produkten.

Sara-N2 har en maximal data-takt i nedlänken på 227 kbit/s och upp till 21 kbit/s i upplänken. Den klarar tre radioband (5, 8 och 20) vilket innebär att den fungerar i större delen av världens LTE-nät.

Med Release 13 av LTE-standard, som bland annat inkluderar Cat NB1 som är den formella beteckningen på NB-IoT,

ska varje cell kunna hantera upp till 150 000 IoT-enheter. Jämfört med GPRS är länkbudgeten dessutom förbättrad med 20 dB vilket ger betydligt bättre inomhustäckning.

Företaget ger inga siffror på effektförbrukningen men hävdar att enheten kan klara sig mellan 10 och 20 år på ett enda batteri, oklart vilket.

Modulen kommer i en LGA-kapsel med måtten 16 × 26 × 2,4 mm.

De första proverna kommer under fjärde kvartalet och volymproduktionen startar i början av nästa år.

**PER HENRICSSON**  
per@etn.se

### UTGIVNINGSPLAN HÖSTEN 2016

Nr	Utgivningsdag	Tema
7-8	22 augusti	Test & Mät
9	19 september	Inbyggda system, hårdvara
10	17 oktober	Power & energi
11	14 november	Produktion och byggsätt
12	12 december	Fordonselektronik

## Skriv åt oss!

I Elektroniktidningen publicerar vi ett antal artiklar – inom utgåvans teman – skrivna av teknikexperter, så kallade "technical papers".

Ring gärna redaktionen om du vill diskutera ett artikelförslag alternativt skicka förslaget direkt till [redaktionen@etn.se](mailto:redaktionen@etn.se) helst sex veckor före utgivning.

**ELEKTRONIK**  
TIDNINGEN



## Minsta rf-induktorn

### ■ PASSIVT

Med sina 0,25 × 0,125 mm är den nya rf-induktorn från Murata hälften så stor som sin föregångare vilket gör den till världens minsta, hävdar det japanska företaget.

LQP01HQ-familjen finns i 25 modeller med en induktans från 0,3 nH upp till 2,7 nH. Mot slutet av året kommer ytterligare modeller med upp till 10 nH.

**KOMPONENTERNA** har samma höga Q-värde som sina föregångare i LQP02TN-familjen och passar bra när man behöver anpassa impedansen i ett ledningsnät. Formatet är 008004 vilket gör dem lämpliga för bland annat accessoarer och smartmobiler.

Enligt företaget ska volymproduktionen starta nu i augusti.

PER HENRICSSON  
per@etn.se

BLONDAHLS  
MEKANISKA



Skräddarsydd mekanik  
för elektronikprodukter

blomdahls.com

## Färre Arm-kärnor ger billigare Zynq

### ■ PROGRAMMERBAR LOGIK

Med två kärnor istället för fyra och mindre grafikstöd sjunker instegspriset för Zynq UltraScale+, Xilinx kretsfamilj som kombinerar hårda Arm-kärnor på programmerbar logik på samma kiselbit.

När Xilinx lanserade andra generation av Zynq i fjol byttes bland annat processorkärnan från A9 till A53 plus att antalet kärnor ökade från två till fyra. Prestandalyftet passar tillämpningar som basbandsblock i LTE, ADAS-system i fordon och andra beräkningstunga tillämpningar men är onödigt kraftfullt för bland annat styr- och regler-tillämpningar.

Det här åtgärdar Xilinx med



den nya slimmade versionen som saknar Mali-kärnan för grafikstöd och bara har två A53-kärnor. Förutom att priset sjunker blir det enklare att flytta hela eller delar av en design mellan olika medlemmar i Zynqfamiljen för att optimera hårdvarukostnaden.

Zynq UltraScale+ CG kommer i produktion under första halvan av 2017 men det går redan nu att börja designa med hjälp av utvecklingsverktyget Vivado.

PER HENRICSSON  
per@etn.se

## Nya lösare och förbättrat meshnät

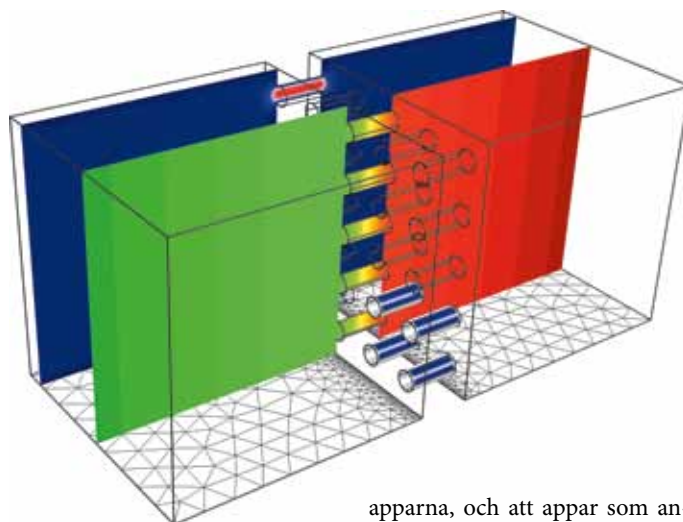
### ■ MULTIFYSIK

Noggrannare och användarvänligare. Så kan man mycket kort sammanfatta de hundratalens nya funktionerna i den senaste versionen av det svenska simuleringsverktyget för multifysik, det vill säga Comsol Multiphysics och Server.

– Alla våra användare kommer att bli produktivare. Jag har redan sett exempel på hur komplicerade CAD-geometrier som tidigare var svåra att mesha nu skapas automatiskt med ett enkelt knapptryck, och hur minnesåtgången i en stor modell minskar till en åttondel av vad som krävdes tidigare, säger företagets försäljnings- och marknadschef Daniel Ericsson i ett pressmeddelande.

**VERSION 5.2A** av programmet har tre nya lösare. SA-AMG är speciellt effektiv för linjärelastiska analyser men kan användas inom många andra områden. Med SA-AMG är det möjligt att beräkna en hållfasthetsmodell med flera miljoner frihetsgrader på en vanlig PC eller laptop.

Den så kallade "domain decomposition"-lösaren har optimerats för att hantera stora modeller.



– Lösaren tillhandahåller en robust och flexibel teknologi för att effektivt beräkna starkt kopplade multifysikmodeller vilka tidigare krävde en minneshungrig direkt lösare, säger Jacob Yström.

**DEN TREDJE NYA LÖSAREN** bygger på metoden "Discontinuous Galerkin (DG)" och kan användas för att lösa tidsberoende simuleringar inom akustik.

Även de som utnyttjar möjligheten att skapa appar av sina simuleringar har fått förbättringar. Det handlar om att utseendet förändrats på Comsol Server som används för att distribuera

apparna, och att appar som används flitigt kan förladdas för att snabba upp starttiden.

**OM MAN ISTÄLLET** tittar på modulerna, så innehåller AC/DC-modulen en ny modell av typen Jiles-Atherton som används för att simulera magnetisk hysteres. I RF-modulen går det att bädda in så kallade lumpade modeller av mikrovågskretsar i fältmodeller med hjälp av tvåportsnätverk. Kretsen representeras endast av sin överföringsfunktion (S-parametrarna) och tillför ingen geometrisk komplexitet till fältmodellen.

PER HENRICSSON  
per@etn.se





# DIREKTIVSDAGEN

- värdefull kunskap om lagar och direktiv

**NU BLÅSER FÖRÄNDRINGENS VINDAR** i elektronikbranschen. Att inte ha koll på lagar och direktiv kan som du vet bli en kostsam historia. Som landets ledande branschorganisation för elektronikindustrin ser vi det som vår uppgift att hjälpa dig att vara uppdaterad om vad som gäller. Därför välkomnar vi dig till årets Direktivsdag, på tre orter. Här får du en god översikt över gällande direktiv och de nya regler som kommer.

*Passa på att boka din plats redan nu.* Antalet platser är begränsat. Som medlem i Svensk Elektronik deltar du utan avgift - värde 3 975 kr.

## Program:

**ROHS** – begränsning av användning av vissa farliga ämnen.

**REACH** – registrering, utvärdering, tillstånd och begränsningar av kemiska ämnen.

**WEEE** – producentansvar för elektriska och elektroniska produkter.

**EKODESIGN** – miljö- och energikrav på produkter.

**EMC** – krav på elektromagnetisk kompatibilitet.

**LVD** – krav på elsäkerhet för lågspänningsutrustning.

**RED** – krav för radiokommunikationsutrustning.

**KONFLIKTMINERALER** – krav och regler på att inte använda vissa mineraler som utvinns under oetiska omständigheter.

**LAGPUNKTEN** – vår tjänst som ger dig koll på lagarna.

**WORKSHOP** – hur gör vi i praktiken?

**TIDER:** Kaffe 09:00 – Start 09:30 – Avslut 16:30

**AVGIFT:** Medlem Svensk Elektronik: 0 kr – Ej medlem: 3 975 kr

**Har du  
koll på regel-  
verken?**

Välkommen till Direktivsdagen, på tre orter:

### LUND

Dag: 28 sept

Plats: Scandic Star, Lund

Anmälan senast: 14 sept

### STOCKHOLM

Dag: 1 dec

Plats: Teknikföretagen,

Storgatan 5, Stockholm

Anmälan senast: 25 nov

### GÖTEBORG

Dag: 10 nov

Plats: Svenskt Näringsliv,

Södra Hamngatan 53, Göteborg

Anmälan senast: 1 nov

Anmäl på:  
[svenskelektronik.se/kalendarium](https://svenskelektronik.se/kalendarium)

### Prova på 3 månaders medlemskap utan kostnad

Ett medlemskap ger inte bara koll på regelverken. Vi driver även våra medlemmars frågor gentemot politiker och beslutsfattare. Vi arbetar också med kompetensförsörjning och affärsvillkor som stärker konkurrenskraften för ditt företag. Dessutom får ditt företag förmånliga erbjudanden och inbjudningar till våra mässor och event. Tillsammans är vi starka. Gå in på [kraftfullare.nu](https://kraftfullare.nu).

# Din partner för test av "Internet of Things"

"Internet of Things" applikationer för smarta hem, anslutna bilar, smarta städer, smarta verktyg, bärbara enheter och smarta industrier blir alltmer förekommande.

Rohde & Schwarz stödjer tillverkare och leverantörer med T&M lösningar för utveckling och produktion av trådlösa M2M kommunikationssystem för Internet of Things.

- ▮ Världsomspännande nätverk för utvecklings- och serviceställen
- ▮ Världsledande inom T&M lösningar för teknik som Wi-Fi, Bluetooth, GSM och LTE
- ▮ Medlem av internationella standardiseringsorgan

[www.rohde-schwarz.com/ad/IoT](http://www.rohde-schwarz.com/ad/IoT)