


Mere end 9,6 millioner produkter online
DIGIKEY.DK
Digi-Key ELECTRONICS

Prevas
Software
Hardware
Mekanik
Projektledelse
København
Aarhus
Aalborg

# aktuel elektronik

**Nr. 2 - februar 2021 - Årgang 43**

**Design | Udvikling | Produktion | Embedded | IoT | Test | Måling**



KOMMUNIKATION

# Brug bånd 31 til produktudvikling

Siderne 6-7

STRØMFORSYNING

## Man skal tro på sin idé



Et ph.d.-projekt fra DTU i 2015 blev startskuddet for NPC – Nordic Power Converters. 25 investorer står bag udvikling og produktion af virksomhedens LED-strømforsyninger, der med deres AM-dæmpning er så stabile, at de kan bruges i tv-studier.

**Siderne 10-11**

NETVÆRK

## 10BASE-T1L: big dataanalyse i fabriksnetværkets edge

Ratificeringen i november 2019 af IEEE 802.3cg-standarden var begyndelsen på en dramatisk ny måde for driftsfolk at forbinde edge-komponenter i deres netværk på. Den nye standard har frigjort dem fra de strukturelle begrænsninger, som de tidligere 4-20mA og HART-kommunikations-interfaces har givet.

**Siderne 12-13**



CSP-3000 Strømforsyning til UV udstyr

MW MEAN WELL

- 3000W
- 120, 250, 400Vout
- Prgm. Iout, 8-100%
- Indgangsspænding 180-264Vac
- Strømdelingsfunktion 9000W (2:1)



Power Technic ApS
Tlf.: 70 208 210
salg@powertechnic.dk
www.powertechnic.dk

PRINT

## 50 år med support til printbranchen

Som "print-broker" har Elmatica leveret til hele industrien siden 1971. Virksomheden kan nu fejre sit 50-års jubilæum, og administrerende direktør, Didrik Bech, kan afsløre nogle af hemmelighederne bag succesen.



**Side 8**

VORES KUNDER ER DE BEDSTE ...

Udviklingsprojekter software og elektronik

Circle Consult

NÆRUM AARHUS SØNDERBORG
WWW.CIRCLECONSULT.DK 45 56 10 56

# 2020 bliver nok det bedste år i lang tid

**En god bredde i det industrielle kundesegment har sikret CB Svendsen en god balance mellem kunder, der går op og ned. To nye consumer-kunder med god volumen har dog gjort 2020 til et af de bedste år for Værløse-virksomheden – trods Covid-19**

*Af Rolf Sylvester-Hvid*

- I begyndelse af andet kvartal 2020 tænkte vi "det bliver hårdt", da markedet og vores kunder stort set klodsede bremserne. Siden er omsætningen steget med raketfart, så året har måned for måned givet en ordentlig rutsjebanetur. Økonomisk og praktisk har Covid-19 måske endda været en slet klædt velsignelse, da væksten i starten af året kunne have givet os visse strukturproblemer i forhold til virksomhedens nuværende form. Året startede alt for godt, Covid-19 gav en vis opbremsning, og over et længere forløb er året faldet rigtig flot ud. Faktisk bliver 2020 et af de bedste år i virksomheden i lang tid, indleder Jakob Svendsen, administrerende direktør for CB Svendsen, under vores besøg i virksomheden lige efter årsskiftet.

Netop de strukturudfordringer, som virksomheden har oplevet, er en grund til, at CB Svendsen nu skærper flankerne omkring elektronikken. En skarpere fokus på spidskompetencerne giver naturligt en bedre anvendelse af såvel maskinel som menneskelige ressourcer i virksomheden. Det er selvfølgelig fristende for en EMS-virksomhed at satse på flere heste for at fordele risici i op- og nedgangsperioder, men det medfører omvendt også en risiko for, at produktionen ikke bliver optimal. Ved at koncentrere sig om de udtalt elektronikrettede opgaver og så i stedet vende skytset mod flere grene af industrien, står CB Svendsen stærkere over for både nuværende og kommende udfordringer.

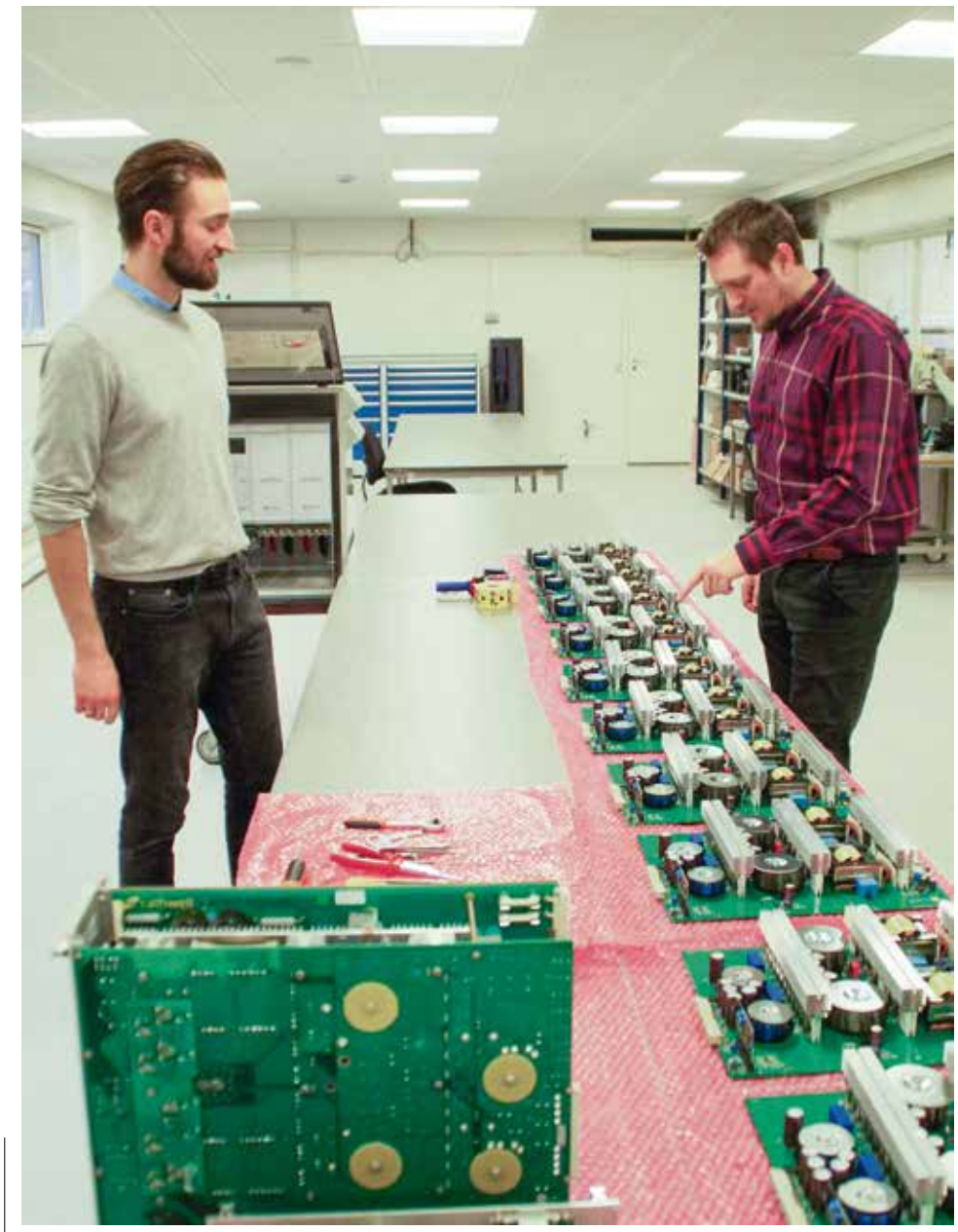
- Vi er blevet meget bedre til at håndtere blandede seriestørrelser, og det har øget vores konkurrenceevne, så vi i dag kan gøre os gældende selv inden for de volumenapplikationer, som ellers tidligere har været udlandets – navnlig lavtlønsregionernes – styrke. Et godt eksempel er en dansk kunde, der er blevet solgt til en amerikansk koncern. Det har medført, at vi nu har fået den amerikanske virksomheds andre produkter ind i vores fremstilling. Det skyldes nok, at de amerikanske hierarkier kan være ganske ineffektive, og dermed bliver produktion i Danmark både bedre og billigere, vurderer Martin Svendsen, der er teknisk chef for CB Svendsen.

## Sats på danske forbrugerprodukter

Covid-19 har været et interessant bekendtskab for mange virksomheder. Oven på det indledende chok har markedet sundet sig, og det har hos CB Svendsen vist sig, at nogle kunder har haft fremgang, mens andre er gået tilbage. På det industrielle plan er der nok tale om status quo – om end med en let stigende tendens for omsætningen.

- Det ser ud til, at Danmark igen er ved at være et land, hvor det kan svare sig at udvikle og fremstille forbrugerprodukter. På visse punkter må man tilskrive IoT-udviklingen den fremgang. Intelligens i produkterne medvirker til at fjerne den manglende effektivitet, som ellers kan præge forskellige sektorer. Årsagerne kan i den forbindelse sagtens være både praktiske og tekniske. Tag nu Trapme rottefælden, som vi har udviklet og producerer in-house. For skadedyrsbekæmpelsen er det dyrt og tidskrævende, hvis mandskabet med jævnlige intervaller skal tilse samtlige rottefælder for at se, hvor bæsterne er gået i fælden. Med en alarmfunktion, der selv tilkalder ved aktivering af fælden, opnår skadedyrsbekæmpelsen en langt mere effektiv rundering, og det kan direkte oversættes til positive tal på bundlinjen, forklarer Jakob Svendsen.

Trapme er nu flyttet over i et separat selskab, hvor CB Svendsen nu har en 80 procents ejerandel. Men i Værløse er der kommet endnu flere forbruger- og volumenkunder ind i produktionen. Ooono-trafikalarmen er et af de produkter, som CB Svendsen fremstiller i



*Jakob Svendsen (tv.) og Martin Svendsen i CB Svendsens boxbuild-afdeling i underetagen, som for nylig er blevet frisket betydeligt op. Det gælder i øvrigt generelt i virksomheden – og det medvirker til et forstærket fokus på struktur og kernekompetencer. Det har givet pote under Covid-19-pandemien, som til trods har gjort 2020 til et af de bedste år i lang tid for CB Svendsen.*

meget store styktal, ligesom Moonboon er et nyt forbrugerprodukt – i øvrigt med en lidt sjov historie. Indledningsvis mente Jakob og Martin Svendsen, at udviklingsbudgettet i Moonboon var for lille. Det fik kunden til at afprøve andre muligheder, men bakket op af investorer kom kunden tilbage til CB Svendsen, som så kunne hjælpe til den endelige udvikling af produktet. Og nu kører fremstillingen effektivt hos CB Svendsen.

Virksomheden beskæftiger i dag rundt regnet 40 medarbejdere. De varierende forhold under Covid-19 betyder dog, at medarbejderantallet svinger med såvel kunder som politiske restriktioner, men "stabilt og stigende" er fortsat nøgleord for Værløse-firmaet. CB Svendsen har i øvrigt for nylig ansat Christian Ussing-Nielsen som COO (driftschef) i virksomheden, så der er ved at blive lagt i kakkelovnen til et – forhåbentligt – snarligt opsving. Nu med skærpede flanker og en struktur, der kan følge væksten …







TechMedia
Naverland 35
2600 Glostrup
Telefon 43 24 26 28

**Ledelse:**
Adm. dir. Peter Christensen
Direktør Rikke Marott Schelde
Direktør Susanne Eine

aktuel elektronik

**Formål:**
At give det danske elektronikmarked koncentreret og nyhedspræget brancheinformation om relevante forhold, herunder produktomtaler.

**Redaktion:**
Rolf Sylvester-Hvid (ansvh.)
Jørgen Sarlvit-Larsen

**Bladsekretær:**
Pia Nielsen
pn@techmedia.dk
Tlf. 43 24 26 72

**Layout:**
Michael Barrett Boesen

**Annoncer:**
Johnny Elmeskov
je@techmedia.dk
Tlf. 43 24 26 65

**Annonceproduktion:**
Marianne Dieckmann
md@techmedia.dk
Tlf. 43 24 26 82

**Abonnement:**
Ændring/opsigelse sendes til:
abonnement@techmedia.dk
Bestil abonnement direkte på:
www.techmedia.dk

**Produktion:**
TechMedia A/S

**Tryk:**
OTM AVISTRYK

**Udkommer:**
12 gange om året

**Oplag:**
5.234 stk.

**Online læsere pr. måned:**
1.061 stk.

ISSN 0105-2373 (tryk)
ISSN: 1901-4449 (online)



*Citater fra Aktuel Elektronik skal ske med tydelig kildeangivelse. Enhver form for gengivelse af artikler, herunder illustrationer, forudsætter udgiverens skriftlige tilladelse.*

*Redaktionen kan ikke påtage sig ansvaret for materiale, der indsendes uopfordret.*



**Agents USA:**

**California:** Huson International Media
Tel.: +1 408 879 6666



**Læs bladet online via www.aktuelelektronik.dk**
Scan og kom direkte til seneste udgave

**Scan og hent aktuel elektroniks medieinformation 2021 hér!**
Scan med kameraet på din smartphone

MERE END 9,6 MILLIONER PRODUKTER ONLINE | 1200+ INDUSTRIELLERENDE LEVERANDØRER | 100% FRANCHISE-DISTRIBUTØR

# Fra design til produktion

GRATIS FORSENDELSE
PÅ ORDRER OVER 50,00 €, 60,00 USD ELLER 340 KR.*

(+45) 35 15 85 67

DIGIKEY.DK

Digi-Key® ELECTRONICS

*Et forsendelsesgebyr på 18,00 € vil blive beregnet for alle ordrer på mindre end 50,00 €. Et forsendelsesgebyr på 22,00 USD vil blive beregnet for alle ordrer på mindre end 60,00 USD. Et forsendelsesgebyr på 135,00 kr. vil blive beregnet for alle ordrer på mindre end 340,00 kr. Alle ordrer sendes via UPS, Federal Express eller DHL med levering inden for 1-3 dage (afhængigt af endelig destination). Ingen håndteringsgebyrer. Alle priser er i Euro, USD eller danske kroner. Digi-Key er franchise-distributør for alle leverandørpartnere. Nye produkter tilføjes dagligt. Digi-Key og Digi-Key Electronics er registrerede varemærker tilhørende Digi-Key Electronics i USA og andre lande.
© 2021 Digi-Key Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA

ECIA MEMBER
Supporting The Authorized Channel

# COM Express Type 6 og COM-HPC Client – to fine forslag

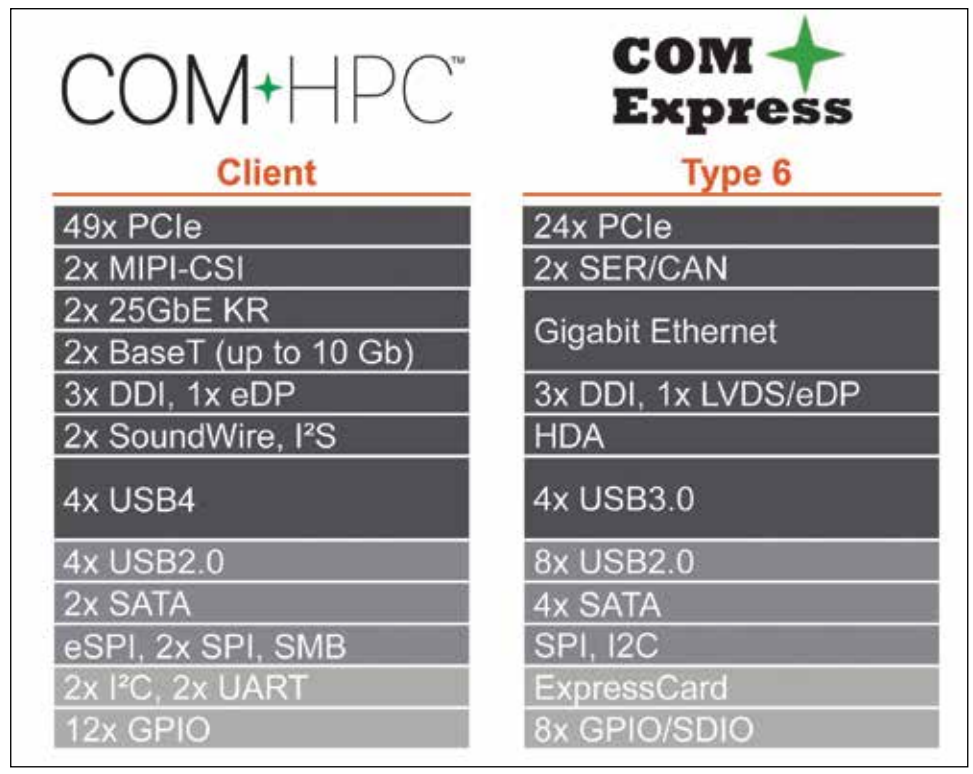
**For første gang i mange år er embeddede high-end processorer tilgængelige på to COM-formfaktorer (Computer-on-Module), nemlig COM-HPC Client og COM Express Type 6. Intels 11 Gen processorgeneration (Tiger Lake) giver designere valget mellem de formfaktorer, der er bedst egnet til specifikke projektkrav**

*Af Christian Eder, marketingdirektør, Congatec, og bestyrelsesformand for PICMG COM-HPC-komiteen*

COM Express har domineret embedded high-end computing længe. Men nu sætter COM-HPC spørgsmålstegn ved designet af nye embeddede high-end projekter. Et spørgsmål er, om COM Express og COM-HPC konkurrerer med hinanden? Svaret er nej, da specifikationer understøtter hinanden, og derfor supporterer begge formfaktorer 11 Gen Intel Core-processorer.

Et andet spørgsmål – nu begge formfaktorer er muligheder – er, om man skal opskalere sin eksisterende COM Express investering eller skifte til en ny modulstandard med det følgende behov for også at skulle designe et nyt carrier-board? Det er især relevant for designere, der hidtil har anvendt COM Express. De vil måske også tænke, om begyndelsen på COM-HPC varsler enden for COM Express – og hvor længe vil sidstnævnte være til rådighed? Og vil et skift til COM-HPC påvirke OEM'ers og kunders position på markedet? For at svare på disse spørgsmål er det vigtigt at vide, hvad COM-HPC Client-modulerne tilbyder, og hvordan de adskiller sig fra COM Express Type 6-modulerne.

COM-HPC Client er som COM Express Type 6 en PICMG Computer-on-Module-specifikation. Den er underlagt den nye COM-HPC-standard, som i øvrigt også specificerer COM-HPC Server-modulerne. COM-HPC Client-modulerne supporterer grafik og leveres i tre footprints, 120mm x 160mm (Size C), 120mm x 120mm (Size B) og 120mm x 95mm (Size A). Det mindste COM-HPC footprint er næsten identisk med COM Express Basics 125mm x 95mm. COM Express Compact er med 95mm x 95mm omtrent 21 procent mere kompakt. Da COM-HPC Size A-formfaktoren kun er fire procent mindre end COM Express Basic, er et skift fra COM Express Basic til COM-HPC Size A derfor intet problem med hensyn til footprint. De større Size B- og Size C COM-HPC Client-moduler er udført, så de typisk vil sidde over COM Express Type 6-moduler og derfor egner sig til højtydende applikationer, som ikke kan implementeres med COM Express. Designere, som bruger COM Express Basic for at integrere mere effektive processorer end dem, der findes på COM Express Compact, kan vælge COM-HPC Client Size A-formfaktoren. Der findes dog ingen COM-HPC Client-option for COM Express Compact-størrelser af layouts. Det viser, at de to specifikationer er komplimentære valg.




*COM-HPC Client interfaces adskiller sig primært fra COM Express Type 6 gennem antal af og båndbredde for PCIe-stierne, Ethernet-interfaces og USB-porte. Desuden har COM-HPC Client, modsat COM Express Type 6, udvidet remote management support (som endnu mangler at blive specificeret).*

### COM-HPC specificerer større TDP

COM-HPC-modulerne har generelt også et højere effektbudget. Med op til 200W TDP (Thermal Design Power) trækker COM-HPC Client-modulerne omtrent tre gange så megen strøm som de med højtydende COM Express Type 6. Sammenlignet med COM Express Basic – med sin øvre grænse på 137W TDP, er COM-HPC Clients TDP 46 procent højere. Hvis designere har brug for højere TDP og processoreffekt nu eller fremover, end det COM Express tillader, så er COM-HPC et must.

COM-HPC Size A-moduler, som det nye 15W conga-HPC/cTLU med sin 11. Intel Core-processorgeneration, vil bedre kunne sammenlignes ydelsesmæssigt med tidligere COM Express-moduler. Desuden har COM Express-designere med COM-HPC fordelen af en massivt større databåndbredde end i COM Express Type 6, hvilket understreges af det store antal signal-pins.

Ligesom COM Express er COM-HPC baseret på to konnektorer, men nu har hver COM HPC-konnektor 400 pins. De to COM Express-konnektorer har hver 220. Udbygningen til 800 signal-pins gør tilslutning af op til 80 procent flere interfaces mulig.

COM-HPC-konnektorerne er designet til de nyeste high-speed interfaces samt kompatible med de høje clock-rater i PCIe 5.0 og 25Gb/s Ethernet. COM Express strækker sig for nuværende kun til PCIe Gen 3.0- og PCIe 4.0-kompatiblitet, så konnektoren bliver en begrænsende faktor. Der bliver dog arbejdet på at erstatte COM Express-konnektoren med en type, der mekanisk er fuldt kompatibel, men elektronisk stærkere og kompatibel med PCIe 4.0 – og dermed mere fremtidssikker.

### Memorykapacitet afhænger af footprint

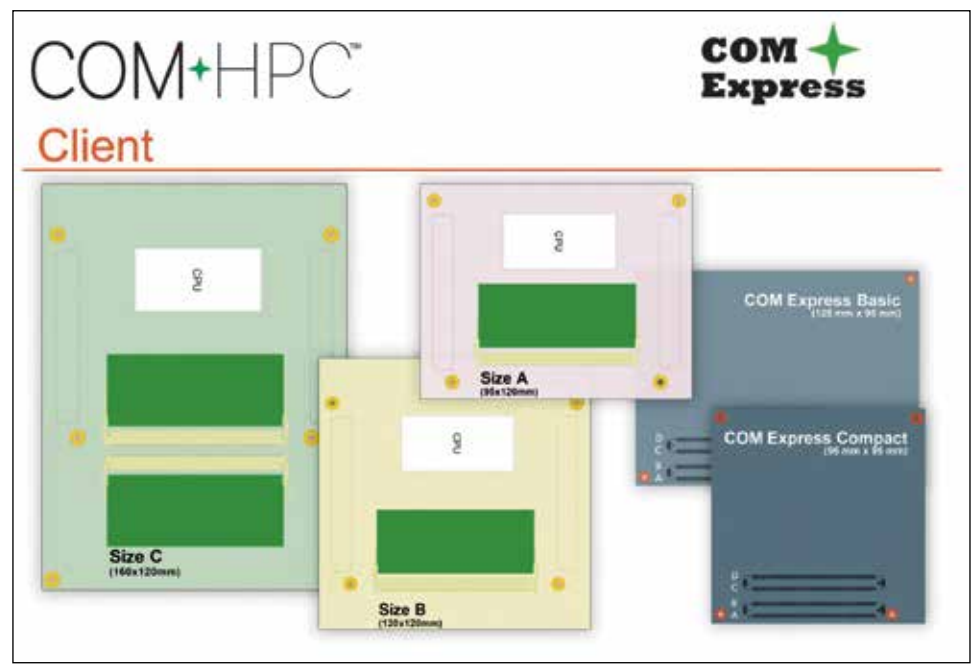
Både COM-HPC og COM Express bruger SO-DIMMs eller iloddede memories for den nødvendige RAM-kapacitet. 128GB er maksimum for COM Express Basic, så med henblik på, hvor tæt Size A er i størrelse på COM Express Basic, vil RAM-kapaciteten for Size A være nogenlunde den samme.

Mere RAM kræver større formfaktorer, og selv om COM Express specificerer moduler større end Basic-formfaktoren, så er de i praksis irrelevante. Større moduler vil derfor blive udviklet primært til COM-HPC-standarden – og nok snart, da COM-HPC Server-modulerne er rettet mod løsninger til mellemydelsesklassen, som altid mangler RAM nok. De rummer op til otte komplette SO-DIMM-memorymoduler – og op til 1.0TB RAM. Ved sammenligning af den nye Tiger Lake UP3 COM Express Type 6 Compact og COM-HPC Client Size A giver sidstnævnte plads til mere memory. Det potentiale er dog langt fra udnyttet. Begge moduler har to SO-DIMM-sokler for 3200MT/s og 32GB DDR4 - 64GB RAM totalt. Årsagen til det ubrugte potentiale er, at Tiger Lake UP3 ikke kan supportere mere. Et krav om mere RAM ville uundgåeligt kræve en større formfaktor, end COM Express Basic eller COM HPC Size A understøtter. Men med den fortsat øgede memory-tæthed, bliver RAM næppe den begrænsende faktor i fremtidens multi-purpose applikationer.

### Samme grafik, ny audio samt PCIe- og GbE-support

Grafik-supporten er den samme for begge standarder med op til fire displays via tre DDI – display-interfaces – og en embedded display-port (eDP). Til multimedia-interfaces erstatter COM-HPC det tidligere COM Express HDA-interface med SoundWire – en ny MIPI-standard, som kun kræver to linjer og fungerer ved hastigheder op til 12,288MHz. Op til fire audio-codecs kan sættes i parallel over disse to linjer, og hver codec har sin egen ID til evaluering. Vigtigt i applikationer, hvor lyden spiller en væsentlig rolle.

COM Express Type 6-moduler har maksimalt 24 PCIe-stier sammenlignet med 49 i COM-HPC Client-moduler. En COM-HPC Client PCIe-sti er reserveret til kommunikation med carrier-boardets Board




*COM-HPC Client har tre forskellige footprints - ligesom COM Express. Det mindste, Size A, er mere kompakt end COM Express Basic, og udviklere kan let skifte fra COM Express Basic til COM-HPC Size A.*

SYNFLEX
Insulation Systems
Part of SynFlex Group

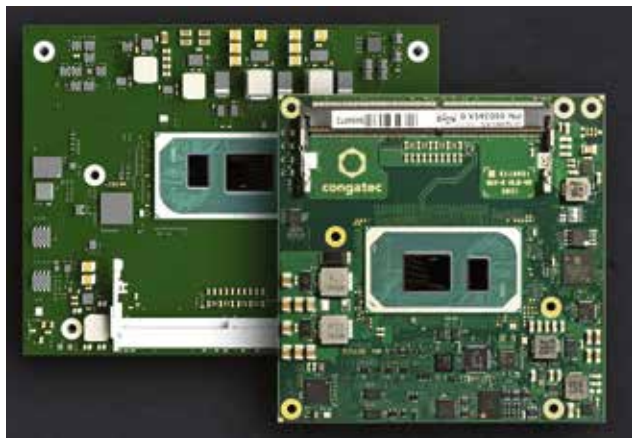
**Laserskåret, udstanset, formet, bukket**

Emner udføres



Produktion af emner i skumplast med klæb

**SynFlex A/S, info@synflex.dk, Tlf.: +45-44-48-55-00**



*Conga-HPC/cTLU COM-HPC Size A-modulet kræver et helt nyt carrier-board. COM-HPC evalueringsboardet er allerede på markedet.*

Management Controller (BMC). COM-HPC Client-modulspecifikationen har også direkte forbindelse til to 25GbE KR- og op til to 10GbE BaseT Ethernet-interfaces. COM Express Type 6 supporterer maksimalt 1x1GbE, men flere netværksinterfaces kan forbindes via PCIe og eksekveres via carrier-boardet. Specifikationens fulde potentiale er ikke opbrugt med dagens 11. Intel Core-processorgeneration.

Begge moduler supporterer desuden Time-Sensitive Networking (TSN) til real-time kommunikation via Ethernet. Så ud over at 2,5GbE kun er til rådighed på COM-HPC-moduler, er forskellene mellem PCIe og GbE ikke så betydelige for nuværende.

### Høj USB-båndbredde og kamerasupport

COM-HPC Client er designet til de hurtigere nye USB-standarder og har op til fire USB 4.0-interfaces samt fire USB 2.0. COM Express Type 6-moduler kan omvendt eksekvere op til fire USB 3.2 og otte USB 2.0. Trods fire USB 2.0-porte færre end COM Express Type 6-moduler giver COM-HPC Client alligevel en større båndbredde, da dataraten for USB 4.0 er 40 Gbps.

COM-HPC supporterer desuden op til to MIPI-CSI interfaces. Det er prisbilligt og gør det let at integrere kameraer og 3D-vision i mange slags applikationer. Bruger-cases omfatter identifikation, gestikstyring og AR i vedligeholdsformål. Dertil kommer videoovervågning og optisk kvalitetssikring, location-awareness i autonome biler og kollaborative robotter. Conga-HPC/cTLU har disse to MIPI-CSI interfaces. Conga-HPC/cTLU inkluderer desuden – med x86-instruktionssættet udvidet til Tiger Lake UP3 – AI/DL-instruktionssæt, Vector Neural Network Instructions (VNNI) support og oven i hatten top-up til 96 eksekveringsenheder i den nye processors integrerede Intel Xe grafik (Gen 12).

COM-HPC tilbyder desuden to SATA-interfaces til forbindelse af traditionelle SSD'er og HDD'er sammen med industrielle interfaces som 2xUART og 12xGPIO. 2x$I^2C$, SPI og eSPI kompletterer funktionssættet. Alt i alt kan COM-HPC Client-funktionaliteten sammenlignes med COM Express Type 6-moduler, om end en CAN-bussupport-option er tilgængelig for sidstnævnte.

### Ingen panik bag en udskiftning

Ligheder og forskelle mellem COM-HPC Client og COM Express Type 6 peger på, at størstedelen af designs kan udføres med COM Express mindst tre til fem år fremover. Det letter, at COM-HPC Client ikke introducerer en ny systembus, hvilket adskiller sig fra tidligere skift fra ISA til PCI og fra PCI til PCI Express, hvor et helt nyt pinout var påkrævet. PCIe-generationen er bagudkompatibel, så PCIe Gen 3.0-designs vil leve længe endnu, selv efter PCIe Gen 4.0 er etableret på tværs af alle processorniveauer. Der er ingen grund til udskiftning, hvis et designs interface-specifikationer og båndbredde er tilstrækkelig.

Kræver man dog ét eller flere af de følgende interfaces supporteret fra moduler, så skal man skifte til COM-HPC: fuld USB 4.0-båndbredde, 2.5GbE, SoundWire og/eller MIPI-CSI. Har man behov for højere ydelse i PCIe eller Ethernet-interfaces op til GbE i fremtiden, bør man også foretrække COM-HPC. Det er også lettere at skalere ned end op, hvis man vil holde sig til én standard, hvilket er et argument for at implementere alt på COM-HPC. Ud over dét er mottoet: "Never change a running system". Det gælder ikke mindst, fordi COM Express kan implementeres med en helt ny PCIe 4.0-kompatibel konnektor.

Som en del af COM-HPC-lanceringer er der planlagt et udvidet remote-management. Dette interface bliver for tiden udviklet af PICMG Remote Management subkomiteen. Målet er at reducere omfanget af det komplekse Intelligent Platform Management Interface (IPMI) funktionssæt til fjernstyring af edge-servermoduler. Med det nye funktionssæt kan man lettere sikre pålidelighed, rådighed, tilgængelighed og sikkerhed (RAMS) på serverniveau. En board management-controller, der vil blive implementeret på carrier-boardet, letter fjernfunktionaliteten til de individuelle carrier-boards, hvis yderligere systemkrav er nødvendige.

COM Express har en stor fremtid på det eksisterende ydelsesniveau med den stigende digitalisering. COM-HPC (High Performance Computing) kan til gengæld opfylde en række af de kommende, mere regneintensive applikationer, hvor store datastrømme skal behandles på edge-niveau. Man kan finde yderligere oplysninger om Congatecs embeddede 11 Gen Intel Core processorbaserede computere på: https://congatec.com/11th-gen-intel-core/.

# Branchenyt

## Lattice åbner træningscenter for FPGA'er og løsningsstacks

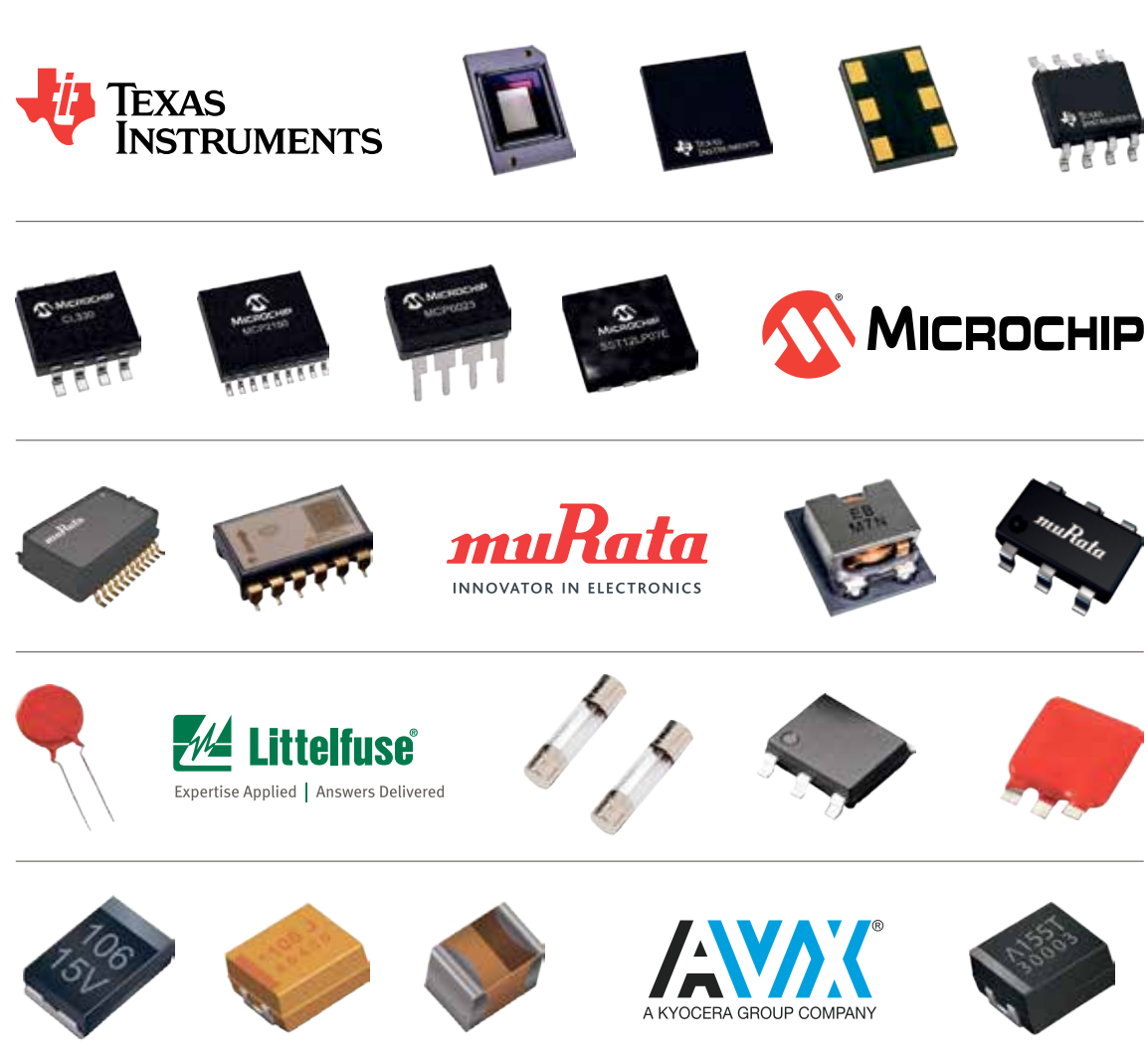
Lattice Semiconductor Corporation (NASDAQ: LSCC), førende virksomhed inden for programmérbar low-power logik, har indgået en aftale med Krassin Consulting GmbH om etablering af Lattice Education Competence Center (LEC2), et omfattende træningscenter. LEC2 vil kunne give Lattices kunder og partnere hands-on produkttræning og ekspertise inden for designs baseret på Lattices løsninger, så produkter kan markedsføres hurtigt og let. Med fokus udelukkende på Lattices FPGA'er og prisvindende løsningsstacks vil LEC2 hjælpe kunderne til at designe og implementere løsninger til industri-, automotive-, kommunikations- og computermarkederne.

Eugen Krassin ejer Krassin Consulting GmbH og er grundlægger af PLC2, Europas førende FAE (field application engineer) trænings- og designservicevirksomhed, og han er begejstret for at kunne arbejde sammen med en virksomhed, der efter hans udsagn mere end andre har moderniseret low-power FPGA-komponenter.

Lattices Nexus-platform er efter Eugen Krassins mening et komplet redesignet FPGA-væv baseret på en 28nm FD-SOI procesteknologi, som giver hidtil uset høje niveauer af ydelse, pålidelighed og let anvendelse med et low-power effektbudget i FPGA-økosystemet. Lattices teknologier muliggør i dag FPGA-baserede løsninger, hævder han. Førstehåndsviden bliver i stigende grad væsentlig for en vellykket implementering af nye teknologier. Kun veluddannede ingeniører kan forstå de designkrav, som bliver lagt på deres skuldre inden for den meget korte tidsramme, der som regel er til rådighed. LEC2 vil hjælpe kunder og partnere til at oplære deres ingeniører og teknikere til at bliver eksperter i brugen af Lattices FPGA'er og løsningsstacks til de aktuelle designudfordringer. LEC2 bruger et omfattende og struktureret træningsprogram til at dække hele udviklingsprocessen – fra det indledende applikationskoncept til fysisk implementering. Det strukturerede træningsprogram bliver tilbudt i forskellige formater (on-line, personligt og optagede webinarer), som designere frit kan vælge imellem til deres specifikke behov.

*For mere information om LEC2 træningsprogrammerne, se: www.lec2-fpga.com.*


Én kilde til hele din BOM (stykliste)



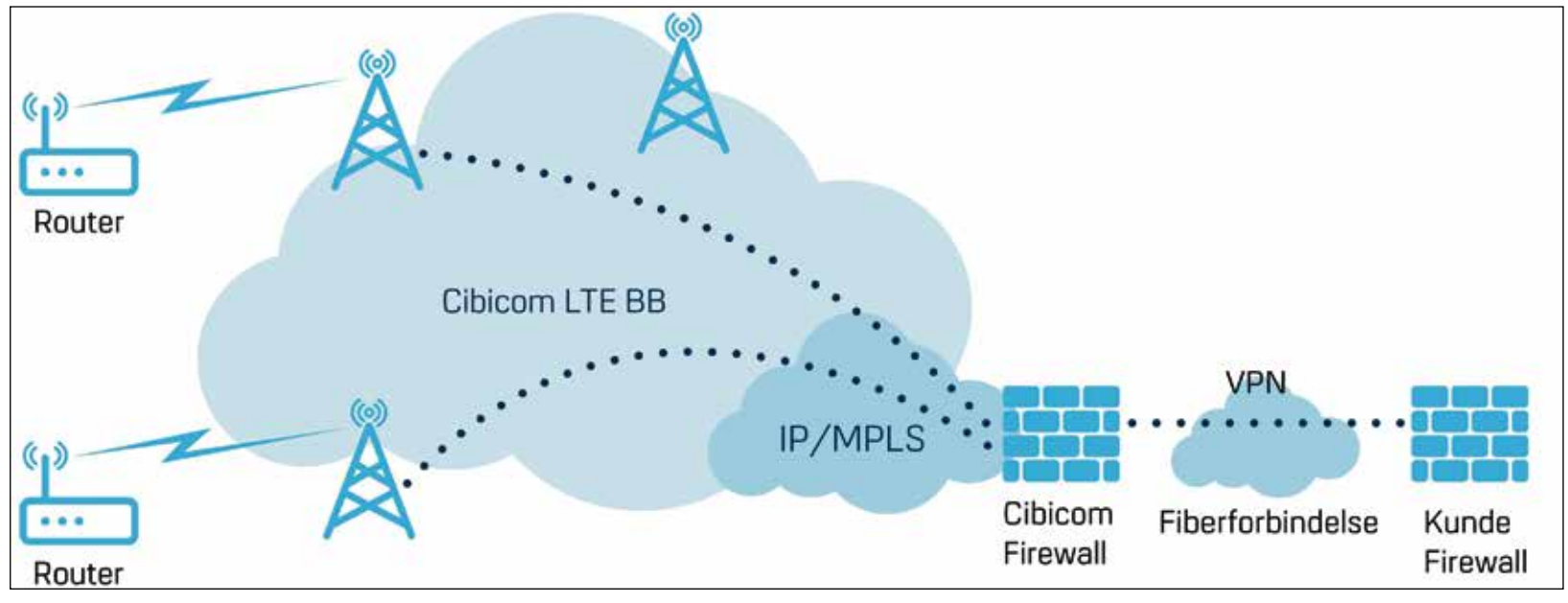

Lagerføring af det største udvalg af de nyeste elektroniske komponenter.

MOUSER ELECTRONICS

# Brug bånd 31 til produktudvikling

**Med 98 procents dækning og en rækkevidde på op til 95 kilometer er 450MHz fremragende til M2M-dækning i Danmark. Og det er faktisk også tilfældet i udlandet. Cibicom anbefaler, at man bruger bånd 31 til udvikling af IoT-systemer**

*Af Rolf Sylvester-Hvid*




*Cibicom stiller sendenettet til rådighed for M2M-trafik. 98 procents dækning i Danmark og VPN-forbindelser er grundlaget for effektiv og sikker transmission af kundernes data uden indblanding fra Cibicoms side. Det er en oplagt model for forsyningstjenesterne og smart-metering samt et utal af andre applikationer.*

Der er en tendens til, at man altid jager efter de nyeste teknologier og de højeste specs, og hvis nogen taler om 5G eller WiFi 6, så fanger man i dag de flestes opmærksomhed. Nu er sagen bare den, at der ikke altid kan sættes lighedstegn mellem "nyt" og "bedre". Det giver ikke nødvendigvis mening at vente på en opbygning af et 5G-net, når et 4G-net ved 450MHz både eksisterer allerede og i øvrigt kan løse en række opgaver langt mere effektivt end en ny standard eller protokol.

Det er man klar over hos Cibicom, der driver mange dele af det landsdækkende sendenet, herunder landets rundt regnet 50 tv-master – hvoraf 24 er over 300 meter høje – og 65 DAB-sendere – foruden mobilnettet, som er en underleverance til teleoperatørerne. Cibicom udspringer af TDC og har tidligere været ejet af svenske Teracom. Cibicom har desuden for nylig købt Ice Danmark, hvilket har ført til en udbygning af Cibicoms landsdækkende LoRaWAN-netværk.

- Med det eksisterende netværk dækker vi 98 procent af Danmark med en række meget langtrækkende løsninger. Og de 450MHz er en fremragende frekvens, hvor vi råder over 31 sendepositioner, heraf 22 i de eksisterende høje master. Fordelen ved den i mobilsammenhæng relativt lave frekvens er en bedre penetration af bygninger, og i takt med at trafikken med stort dataindhold flytter til højere frekvenser, så bliver der plads til M2M-trafikken, som er grundlaget for et utal af både nuværende og fremtidige IoT-applikationer, indleder Martin Løbel, der er administrerende direktør for Cibicom i Danmark.

### Fokus på forsyningssektoren

Martin Løbel anslår, at der i dag er mere end en million IoT-enheder, der kører på 2G-platformen. Med udviklingen




Din teknologiske partner til produktudvikling

- med ansvar fra produktidé til færdigt produkt og produktionsstyring...

Elektronik · Embedded Software · Trådløs Kommunikation · IoT løsninger



DEVELCO
Technology Development Partner




*Martin Løbel er administrerende direktør for Cibicom. Han fortæller, at udvikling af IoT-applikationer under 450MHz/bånd31 er en genvej til flere eksportmarkeder, hvor standarden er langt mere udbredt.*

> Med det eksisterende netværk dækker vi 98 procent af Danmark med en række meget langtrækkende løsninger.

af 450MHz-nettet til 4G åbner Cibicom samtidig døren for LTE-M-protokollen (M for "machine"), der satser på markedet for kommunikation af datapakker med et lavt indhold og datarater under 1Mbps. Det er oplagt til blandt andet forsyningssektoren, hvor af-



*Med 22 master med over 300 meters højde i Danmark er rækkevidden for LTE-M og LoRaWAN op til 95 kilometer. Det kan dække de fleste kommuners areal og er dermed en fin basis for regionale/kommunale tjenester.*

regning via smart-metering er oplagt til Cibicoms omfattende og eksisterende 450MHz-platform.

- Inden for forsyningen er der ligesom på så mange andre felter stigende krav til både sikkerhed og oppetid. Internettet er i den forbindelse ofte for usikkert at bruge. Men 450MHz egner sig fint til transmission af data, hvad enten vi taler om LoRa, der er bedst egnet til hyppige, men korte beskeder fra batteridrevne applikationer, eller LTE-M, hvor trafikken mere vil være fra IP-drevne forbindelser som elmålere, videokameraer eller lignende, vurderer Martin Løbel.

I begge tilfælde leverer Cibicom en managed VPN-løsning, som giver brugerne en sikker IP-løsning. Trafikken går fra kundens applikationer og routere via Cibicoms netværk af master til Cibicoms core. Herfra passerer trafikken via en firewall og en VPN-fiber til kundens firewall og server. Cibicom har dermed intet kendskab til trafikken, men leverer den infrastruktur, hvorover trafikken afvikles. Cibicoms core har hidtil siddet i Sverige, men fra udgangen af februar vil Danmark blive adskilt fra Sverige med etablering af en dansk core.

## Bånd 31 er genvej til eksport

Den laveste definition i LTE-M-standarden er bånd 31, som ikke er specielt velkendt i Danmark. Men 450MHz er til gengæld meget udbredt i Holland, Polen og Tyskland, og frekvensen har tidligere været anvendt til tyndt befolkede områder til internetdækning. Den udstrakte brug af 450MHz 2G/4G i vores nabolande er værd at lægge mærke til, navnlig når Cibicom i Danmark tilbyder den samme standard og protokol med en virkelig god dækning.

- Elektronikproducenter overvejer altid protokollerne, og 450MHz har tilsyneladende fanget flereś interesse. Det giver god mening at bruge bånd 31 til M2M-kommunikation og til udvikling af nye elektronikprodukter til IoT-miljøet. Med et velfungerende net i Danmark vil det være oplagt at udvikle nye elektronikprodukter i dette frekvensbånd, da de samme produkter med sikkerhed vil kunne fungere på flere eksportmarkeder uden behov for at skulle gentænke radiodelen. Rækkevidden er samtidig meget stor, og der ligger en klar fordel i at kunne tilbyde løsninger, der opererer over sikre forbindelser – ikke mindst hvis produkterne skal indgå i forsyningsinfrastrukturen, forklarer Martin Løbel.

Cibicoms interesse i at skabe øget interesse om teknologien ligger lige til højrebenet. Cibicom lever jo af trafikken, og jo flere brugere, der vil være i bånd 31, desto bedre går forretningen. Men det er selvfølgelig en win-win-situation. Elektronikvirksomheder, som vil bruge LoRaWAN eller LTE-M i deres IoT-produkter har i Danmark en suveræn kommunikationsplatform. Det letter produktudviklingen og åbner døren til eksportmarkederne.

| EK12-180K |

Indgang til highend-måleteknologi
Præcis, hurtig og robust

**ELM3x0x basis linje**
24 bit
50 kSps pr. kanal
samtidig
25 eller 100 ppm @ 23 °C

**ELM3x4x økonomi linje**
24 bit
1 kSps pr. kanal
multiplex
100 ppm @ 0…50 °C




www.beckhoff.dk/measurement-technology

Beckhoff udvider sortimentet af systemintegreret og høj skalerbar måleteknologi med EtherCAT målemodulerne fra ELM's basis- og økonomi linje. ELM314x økonomi linje med 1 kSps pr. kanal.

**Basis linje:**
- Input – spænding 20 mV…60 V, strøm 20 mA, IEPE, DMS, RTD/TC

**Økonomi linje:**
- Input – spænding 1.25…10 V, strøm 20 mA

Begge har:
- omfattende variable filterfunktioner
- True RMS beregning og differentiator/integrator
- Standard EtherCAT interface til drift på enhver EtherCAT master

New Automation Technology BECKHOFF

# 50 år med support til printbranchen

**Som "print-broker" har Elmatica leveret til hele industrien siden 1971. Virksomheden kan nu fejre sit 50-års jubilæum, og administrerende direktør, Didrik Bech, kan afsløre nogle af hemmelighederne bag succesen**

*Af Guro Krossen, marketingchef, Elmatica*

- Det har været et privilegium at supportere, udvikle og udfordre printbranchen i de sidste 50 år. Det har været en spændende udvikling, hvor vi begyndte med at modtage helt simple printdiagrammer nedfældet på madpapir som grundlag til i dag at håndtere DFM-optimering og omkostningsreduktioner i en fuld digital forsyningskæde, indleder administrerende direktør Didrik Bech.

Elmatica blev etableret i Oslo i 1971 af Ragnar Bakke og overdraget til hans søn Arild Bakke i 1983. I 2011 tog Didrik Bech over som CEO og har virkelig fået sat Elmatica på det internationale verdenskort. Virksomheden har siden 1971 udviklet sig fra tre medarbejdere i Norge til 44 ansatte placeret over hele verden med levering til over 43 lande på fem kontinenter. Elmaticas vigtigste industrier i denne henseende er Automation, Automotive, Space, Defense, Energy, Communication og Medical.

- Elmatica etablerede et dansk kontor i 2008 og udnævnte Torben Hajslund som landechef direkte fra en ledende stilling hos Printline A/S, siger Didrik Bech.

## Fra olie til telekommunikation, forsvar, bilindustri og rumfart

- For at forenkle en 50 år lang historie kan du sige, at vi startede med guldalderen for olie i Norge og kravene til denne stigende industri. Vi var involveret med printleveringer, da den første mobiltelefon blev produceret. Telekomindustrien er en industri med komplicerede krav og udfordrende produkter, og på nuværende tidspunkt også produktion af nogle komponenter i Norden. Forsvarsindustrien udviklede sig praktisk talt sammen med telekommunikationsindustrien, da industrien snart erkendte, at deres krav var meget velegnede til Elmaticas set-up. Dette resulterede senere i behovet for at erfare og lære om eksport og compliance-kontrol og for nylig også cybersikkerhed, fortæller Didrik Bech.

At gå ind i space-applikationerne var udfordrende, men Elmatica har været i stand til og klar til at sikre den udvikling gennem et dedikeret netværk af partnere, rutiner, kvalitet og proceskontrol, der leverede PCB'er til industrier med forskellige krav.

- Disse krav har igen banet vejen for at komme ind i rumfartsindustrien med måske de strengeste krav i verden, siger Didrik Bech, der i øvrigt konstaterer, at Elmatica og space-divisionen hos Terma siden 2015 har haft et samarbejde om leverancer af både ESA- og ikke-ESA-print for den danske koncern.

- Terma har i de sidste år styrket forretningsforbindelsen med os. At blive valgt som en af deres foretrukne leverandører betragtes som en tillidserklæring, og noget vi sætter stor pris på og arbejder fokuseret på at opretholde. Elmatica opfylder de krav og kapabiliteter, som Terma Space specificerer, siger Torben Hajslund.

Elmatica har arbejdet sammen med internationale forsvarsvirksomheder i lang tid og opereret efter de strengeste sæt indkøbs- og overholdelsesbestemmelser.

- Vi var der i den første F-16 og er som den eneste nordiske PCB-aktør blevet inviteret, da F-35 rullede ud til produktion i Texas. For nylig blev vi udnævnt til ekstern del 21-revisor af SAAB. Vi er stolte af den ære, der er tildelt os fra vores partnere, beretter Didrik Bech. Udvikling gennem halvtreds år har resulteret i en evne til at tilpasse sig kravene og standarderne og innovere ikke kun ved at følge reglerne og forskrifterne, men også ved at udvikle og lede dem.

- Som den eneste PCB-leverandør accepteres vi som medlemmer af de nordiske forsvarsforeninger FAD (Danmark), FSi (Norge) og SOFF (Sverige). Vores administrerende direktør Didrik Bech er en højt værdsat foredragsholder om forsvarskompatibilitet og certificeret med FPS FAR-certificering. Vi er tidligt ude med at tilpasse os for at analysere og forberede os på implementeringen af den nye CMMC-regulering fra USDoD. Vi vil højst sandsynligt være en af de første spillere, der har en CMMC-registreret deltagerkollega, tilføjer Torben Hajslund.



*Didrik Bech har været CEO for Elmatica siden 2011. Virksomheden kan nu fejre sine (første) 50 år som broker af print på elektronikmarkedet. En udvikling, som er gået fra håndtegnede print på madpapir til både volumenopgaver og højt avancerede print til aerospace- og forsvarsopgaver.*

## Sikring af volumenproduktion og indflydelse på standarderne

Elmatica lærte om volumenproduktion af print på den hårde måde, da virksomheden gik ind i bilindustrien.

- Med bilindustrien som en ny krævende partner i slutningen af halvfemserne lærte vi hurtigt kravene til volumenproduktion. Inddragelsen i denne branche er også en af grundene til, at IPC involverede dem i oprettelsen af Automotive Standard til PCB, forklarer Didrik Bech.



*I Danmark er det Torben Hajslund, der varetager Elmaticas interesser. Han har medvirket til at bringe virksomheden i front inden for det CMMC-regulativ, som er afgørende ved leverancer til USA's forsvar.*

Seniorteknisk rådgiver Jan Pedersen er formand i Task Group for Automotive PCB Standard IPC-6012DA, initieret og formand i Task Group for Medical Device Applications, IPC-6013.

- Vi har taget en aktiv rolle i implementeringen og udviklingen af PCB-standarder for alle industrier, også den nye cybersikkerhedsstandard, siger Didrik Bech.

## Værdien af at involvere en PCB-broker

Som PCB-broker supporterer Elmatica kunderne i hele produktudviklingsprocessen og sikrer i sidste ende forsyningskæden.

- Vi ser, at et stadigt stigende antal af vores kunder rækker ud efter teknisk sparring på et tidligere tidspunkt i deres udviklingsproces og involverer os i starten, hvor vi kan rådgive inden for designløsninger til forbedret og mere robust design, optimeret paneludnyttelse, omkostningsforbedring og optimalt materialevalg. Vores erfaring inden for Flex-Rigid-teknologi værdsættes af vores kunder, både for designoptimering, omkostningsreduktion, øget pålidelighed og reduceret gennemløbstid, siger Torben Hajslund.

Da lockdown og begrænsninger er steget og har påvirket evnen til at møde kunder fysisk, som ønsker PCB-relaterede seminarer, har Elmaticas tekniske rådgivere gennemført flere webinars i løbet af det sidste år.

Blandt virksomhedens konkurrencefordele på markedet er den lange erfaring, ekspertisen og netværket. Indkøb af print kan ikke sammenlignes med indkøb af hyldevarer. Et printkort er en kundespecifik artikel og skal behandles i overensstemmelse hermed, ikke mindst da den består af en tegning og/eller et diagram, og derfor klassificeres som en kontrolleret uklassificeret information (CUi) afhængigt af branchen.

- For mig er ethvert køb det samme, uanset om du køber økologisk pastasauce eller printed circuits, og du skal forvente gennemsigtighed. Du vil vide, hvor dine varer produceres, oprindelseslandet, og at du får det, du har bestilt. Det lyder måske indlysende, men det er det ikke. En ting, som vores kunder sætter pris på, er vores gennemsigtighed og ærlighed. Hvis et design ikke er muligt at producere, giver vi kunden besked og tilbyder DFM-optimeringer. Vi vil aldrig ændre i et design uden først at konsultere kunden, uddyber Torben Hajslund og slutter med ordene:

- Det eneste sikre holdepunkt i printbranchen er forandringen, og den udvikling har Elmatica og jeg været en aktiv del af i flere årtier. Ude i horisonten ser vi nu ind i en spændende fremtid med større og større udvikling og forandringsskabelse inden for både printproduktion og nyt design- og komponentkrav til i forbindelse med brug af eksempelvis 3D-print, nanoteknologi, avanceret AI, robotter, droner og kvantecomputere. Vi har været her i 50 år og sigter mod 50 til …



# SIKRE FORBINDELSER TIL MEDICOTEKNIK

ODU®

## ODU kobler medicoudstyret sikkert sammen



ODU MINI-SNAP®



SILIKONE-OMSTØBTE KABLER

**ODU stik og kabler til diagnostisk udstyr, patientovervågning og operationsudstyr.**

- Tåler desinficering, sterilisering og autoklavering
- Yder høj patient- og operatørsikkerhed (2 MOPP / 2 MOOP)
- Power, højstrøm, højspænding, signaler, data, luft, væsker og optik
- Kundespecifikke specialløsninger inkl. LSR/HCR silikoneomstøbning

ODU-MAC® ZERO



ODU MEDI-SNAP®



**www.odu-denmark.dk**

# Man skal tro på sin idé

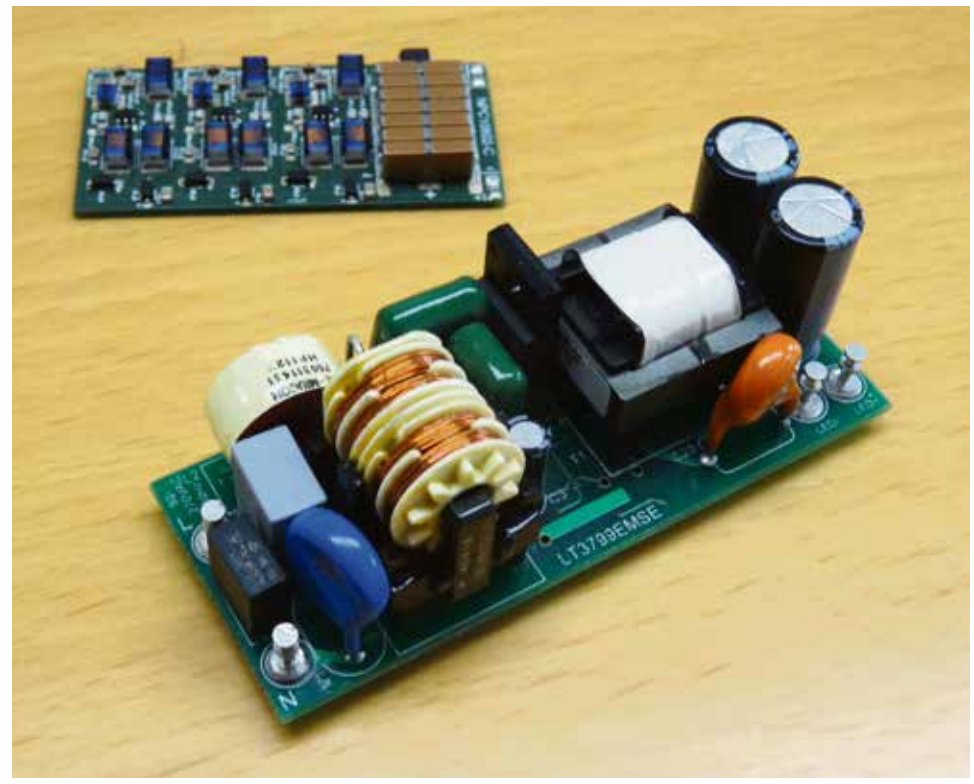
**Et ph.d.-projekt fra DTU i 2015 blev startskuddet for NPC, Nordic Power Converters. 25 investorer står bag udvikling og produktion af virksomhedens LED-strømforsyninger, der med deres AM-dæmpning er så stabile, at de kan bruges i tv-studier**

*Af Rolf Sylvester-Hvid*

Det var faktisk Teit Poulsen fra Altoo, som satte os på sporet af NPC, Nordic Power Converters. Den relativt unge virksomhed har til huse i det tidligere Arrow-kontor i Herlev, så et besøg hos NPC er et sjovt gensyn med lokaler, som man jo kender i forvejen. At NPC så også huser en tidligere Arrow-medarbejder medvirker til gensynsglæden. Men bortset fra lokaler og et enkelt ansigt, repræsenterer NPC nytænkning på flere fronter. Det er også en historie om jernvilje, for det gode og gennemtænkte produkt er ikke ensbetydende med, at succesen er i hus. Man skal tro på sin idé – og som iværksætter skal man også kæmpe for at få kunderne til at tage ideen til sig.

- Udgangspunktet for NPC er mit MSc og ph.d.-projekt inden for effektkonvertering. Jeg begyndte på projektet i 2011, og i 2015 var projektet klar baseret på et konkret fysisk produkt. Allerede undervejs i ph.d.-projektet stod det klart, at der var basis for at opbygge en virksomhed rundt om konverteringsteknologien i projektet. Jeg gik derfor i gang med at stable en virksomhed på benene i løbet af 2014 og 2015. Og projektet gav så megen resonans i branchen, at det tiltrak fem medstiftere af virksomheden og ti private investorer, herunder Teit Poulsen, fortæller Mickey Madsen, der er idémand, grundlægger af og i dag direktør for Nordic Power Converters.

Opmærksomheden omkring NPC-konverterne skyldtes til dels også, at ph.d.-afhandlingen var "Årets ph.d." på DTU, ligesom Nordic Power Converters i 2014 vandt den første Tech Challenge på DTU og dermed også en stor præmiesum, som blev investeret i virksomheden. Den konverterteknologi, som Mickey Madsen udviklede er en switchmode-forsyning med resonansfrekvenser op til 50MHz, hvad der giver meget små passive komponenter som transformator, spole og kondensatorer i forsyningen. Sidstnævnte betyder, at de traditionelt besværlige elektrolytter kan erstattes af langt mindre MLCC-kondensatorer, så forsyningens formfaktor bliver særdeles kompakt.




*NPCs konverter (bagest) i forhold til en typisk konverter. Ud over at bruge AM frem for PWM så er arbejdsfrekvensen også betragteligt højere i NPCs produkter. Dermed kan størrelsen og typen af konverterens passive komponenter reduceres ganske betragteligt – hvilket så også gælder størrelse og komponentpris.*

### Svindel og humbug

- Udfordringen er, at selv de bedste ideer kan være svære at sælge til et marked, der er præget af en lidt konservativ tankegang. NPC-forsyningerne var fra starten tiltænkt brug i LED-belysninger, selv om det også ville være oplagt at bruge forsyningerne i fladskærme, til opladere og til space-applikationer, hvor vægt og størrelse er væsentlige faktorer. Nu er spacemarkedet meget svært at komme ind på, men vi kom i kontakt med en dansk producent af LED-armaturer, der så vores forsyninger som oplagte til deres gadearmaturer. Desværre viste den pågældende virksomhed sig at være varm luft – for ikke at sige svindel og humbug – så ledelsen af den pågældende virksomhed fik nogle lange fængselsdomme, og vi havde spildt en masse kræfter på en opgave, der ikke

ONEQNECT
Your connection to a world of automation

Automatikløsninger
EoAT (End of Arm Tools)
Robotløsninger
Engineering service
- PLC
- Indkøring og integration af robotter
- 3D print
Design for Automation review (DFA)

Kollaborative robotløsninger
Fra 325.000 DKK
Inklusiv:
- Omron TM5 – 900
- Vision
- Bord med tavle
- Sikkerhedslaserskanner
- 2-dags workshop

T +45 22 87 37 76
E oneqnect@oneqnect.com
W oneqnect.com

OneQnect Automation ApS
Klintevej 3
8653 Them




*Mickey Madsen med et stykke af en LED-belysningsskinne og et NPC-produkt. Konverteren er så kompakt, at den passer ned i skinnen.*

blev til noget, fortæller Mickey Madsen.

Men NPCs forsyninger var der nu ikke noget i vejen med. De høje arbejdsfrekvenser medfører en yderst kompakt udformning, lav vægt, høj pålidelighed og også en forholdsmæssigt lav produktionspris på grund af de mindre komponenter, der skal bruges i den praktiske konstruktion. Da elektrolytterne er elimineret i designet, opnår man også en meget lang produktlevetid, hvorved konverterne som drivere til LED-armaturer har en levetid, der matcher LED'erne.

Disse løsninger tiltalte et tysk high-end brand inden for belysning, der valgte at bede NPC om at udvikle en speciel løsning til en af deres nye lampeserier. Det er Occhio, som har til huse i München. De valgte NPC, fordi det var de eneste, der kunne lave en strømforsyning, som var lille nok til at passe direkte ned i deres lamper. Det er – styktallene til trods – selvfølgelig mere et nichemarked end det overordnede, brede marked for belysninger. Men det er et godt skridt fremad på vejen for NPC.

Efterfølgende har NPC arbejdet på at lancere flere produkter, der kan bruges bredere af flere lampeproducenter. Senest har de lanceret et produkt sammen med Europas næststørste leverandør af belysningsskinner, Berlin-virksomheden Eutrac.

- Vi har udviklet en fantastisk 28W-forsyning. Den har krævet to års udvikling, hvilket har ført til en konverter, der er så kompakt, at den kan skjules i de strømskinner, som anvendes til butiks-, restaurations-, museums- og kontorbelysninger. Designfordelen ved at strømforsyningen forsvinder ned i skinnen, og dermed gør lampeproducentens produkt mere elegant og minimalistisk, er meget tydelig. Det er et godt marked at være kommet ind på, da kunderne i EU-landene køber i omegnen af 10 millioner skinnebelysninger årligt, oplyser Mickey Madsen.

## Robust og af høj kvalitet

Forsyningerne fra den danske, innovative virksomhed kan i sagens natur bruges særdeles bredt, og de kompakte forsyninger skal derfor ses som volumenprodukter. Af samme årsag bliver konverterne fra NPC fremstillet i en lavtlønsregion som Rumænien. Danske producenter har ifølge Mickey Madsen hidtil været for dyre i de volumener, som NPC skal bruge.

- Stille og roligt er markedet ved at få øjnene op for, hvad vores meget kompakte og avancerede konvertere er i stand til. Teknikken bag de højfrekvente switchmode-konvertere er resonante kredsløb, der sikrer minimale skiftetab. De høje frekvenser gør det muligt at anvende amplitudemodulation, der adskiller sig meget fra de mere udbredte pulsbreddemodulerede løsninger. PWM-styring giver flicker, og det undgår man med vores produkter. Det giver dermed et langt bedre lys end alternativerne. Netop kombinationen af et produkt, der tilbyder et elegant design, godt lys, og samtidig mindsker materialeforbruget tiltaler mange kunder, blandt disse konglomeratet LVMH (virksomheden bag mærker som Louis Vuitton, Dior, Tag Heuer, Moet m.m.) som af samme årsag fornylig har udnævnt vores produkt som "Driver of the Year", konkluderer Mickey Madsen.

Faktisk betyder den effektive støjundertrykkelse og det gode modulationsprincip, at LED-lys kan dæmpes helt ned til én procent. Både dæmpningens effektivitet og lyskvaliteten er så høj, at løsningerne kan bruges i selv de mest krævende installationer som for eksempel tv-studier. Indenfor de seneste måneder har flere af Europas største lampeproducenter valgt at bruge NPCs strømforsyninger. Det understreger, at markedet er til stede, hvilket også er underbygget af, at Nordic Power Converters i dag er bakket op af nu hele 25 investorer.



# 10BASE-T1L: big dataanalyse i fabriksnetværkets edge

**Ratificeringen i november 2019 af IEEE 802.3cg-standarden var begyndelsen på en dramatisk ny måde for driftsfolk at forbinde edge-komponenter i deres netværk på. Den nye standard har frigjort dem fra de strukturelle begrænsninger, som de tidligere 4-20mA og HART-kommunikations-interfaces har givet**

*Af Brendan O'Dowd, direktør, industriel automation, Analog Devices Inc.*



*10BASE-T1L muliggør big dataanalyse i edgen af fabriksnetværket.*

802.3cg-standarden, også kendt som 10BASE-T1L, er et fysisk lag af det såkaldte Industrial Ethernet. 10BASE-T1L fjerner barriererne mellem de grundlæggende operationelle komponenter i front-enden af fabrikken eller procesanlægget – som sensorer, ventiler, aktuatorer og styringer – og forretningsdata, altså de bits og bytes, hvor intelligensen i den smarte fabrik befinder sig. 10BASE-T1L-netværk er en forudsætning for den digitale transformation mod en data- og analysedrevet tilgang til fabriksautomation, populært kaldt industri 4.0.

Betyder det så, at ingeniører skal regne med at erstatte 4-20mA og HART-systemer med 10BASE-T1L-infrastrukturen nu, selv om 802.3cg-standarden er så ny – og i givet fald, hvordan så? Og hvilke faktorer afgør, om overgangen fra 4-20mA eller HART til 10BASE-T1L vil blive en succes?

Industri 4.0-implementeringer indgår i dag i de fleste moderne fabrikkers tankegang. Hjertet i industri 4.0 er ønsket om at få udbytte af indholdet af såkaldte "big data". Nye analytiske softwareløsninger er begyndt at transformere måden, hvorpå industrien arbejder og vedligeholder fabriksudstyr og -ejendom. Indsigten fra analyserne fungerer bedst, når de afslører mønstre i tilsyneladende adskilte datasæt.

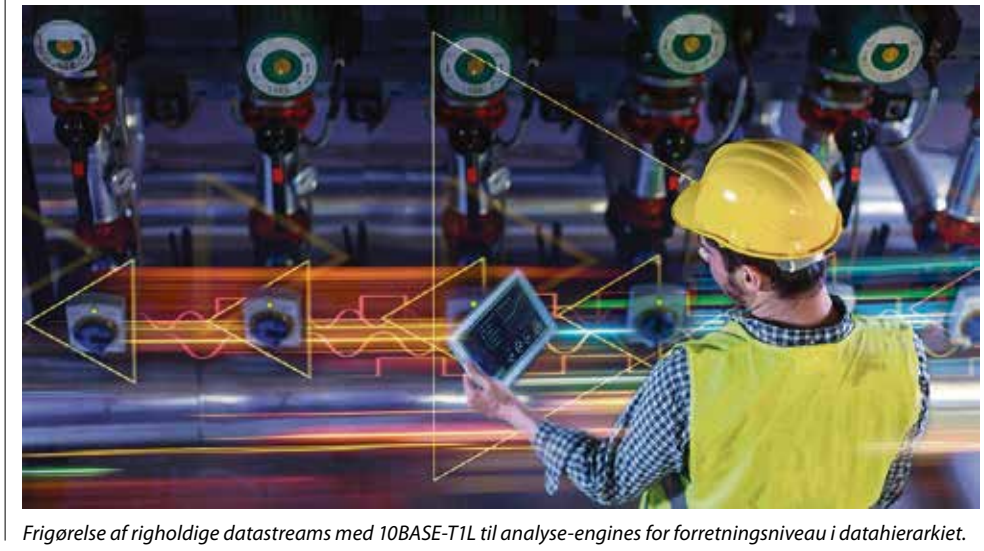
Jo flere data – og jo flere datatyper – som pålideligt kan udtrækkes fra komponenterne i fabrikken, desto flere muligheder vil der være for softwaren at supportere avancerede funktioner som tilstandsvurdering og forebyggende vedligehold. De lave databåndbredder for 4-20mA og HART-interfaces samt de begrænsede muligheder for at integrere dem i de høje computerhierarkiers datainfrastruktur har begrænset ingeniørers muligheder for at tilføje analysefunktioner til de hidtidige end-points i netværket. 4-20mA- og HART-teknologierne begrænser også den effekt, der kan leveres til en slutnode i netværket, samt muligheden for at fjernmonitere komponentens drift.

Præmien for konvertering af eksisterende 4-20mA- eller HART-baseret udstyr til 10BASE-T1L er altså data og de deraf følgende fremskridt i produktivitet og effektivitet, som kan opnås, når disse data bliver taget i brug. Konnekterede, smarte fabrikker vil derfor i mindre grad lide under uplanlagt downtime, spilde mindre mængder energi, opnå en bedre udnyttelse af udstyret og andre værdier samt bruge personalets ressourcer bedre. 10BASE-T1L-konnektivitet udbygger disse fordele til selv de fjerneste hjørner af fabrikken, hvor sensorer og andre slutnoder befinder sig langt væk fra virksomhedens overordnede forretningsnetværk.

## Højere datarater og effekt-output

Udgangspunktet for installation af 10BASE-T1L-baseret udstyr er de egenskaber, som 802.3cg-standarden giver. En 10BASE-T1L- forbindelse har:

- En maksimal datarate på 10Mbps over en kabellængde på til 1.000 meter.
- Op til 500mW effekt leveret til slutnoderne i sikrede Zone 0-applikationer med deraf langt flere muligheder for brug af sofistikerede slutnoder end 4-20mA el-



*Frigørelse af righoldige datastreams med 10BASE-T1L til analyse-engines for forretningsniveau i datahierarkiet.*

NECAS er Skandinaviens eneste EN/AS9100 certificerede EMS virksomhed
- vi arbejder i henhold til IPC A610 klasse 2 og 3

**Outsourcing** af elektronik produktion, hvor **sikkerhed** og **konkurrencekraft** betyder alt...



NECAS har **mere end 28 års erfaring** som produktionspartner for industrielle kunder worldwide, herunder fly, rumfart, defence, security og offshore.
En dynamisk og troværdig samarbejdspartner med **fleksibilitet og knowhow** på teknologi, proces og logistik - fra strategi og indkøb til produktion, test og levering.

NECAS er medlem af Censec og DIFAT. Vi er certificeret efter ISO 9001, ATEX 94/9/EC, EN9100 og IPC A610. Få mere at vide om **NECAS** og sikker **kundespecifik** elektronik, der tilfører konkurrencekraft på www.necas.com

necas® OEM ELECTRONIC SOLUTIONS

ATEX

Necas A/S · Juelstrupparken9 · 9530Støvring · +4596868788 · necas@necas.com · www.necas.com

RESPONS.COM




*ADI Chronous, et skalérbart Ethernet, er på alle måder timet til perfektion.*

ler HART-systemerne supporterer. 10BASE-T1L kan desuden levere op til 60W i usikrede applikationer afhængigt af kablingen.

- Mulighed for genbrug af allerede installerede single twisted-pair kablinger.
- Righoldige management-muligheder som levering af diagnostiske data for tilsluttede komponenter med mulighed for løbende software-opdateringer.
- IP-adresse for hver node, hvorved IoT-egenskaberne føres ud til edgen af fabriksnetværket. En IP-adresse gør det ikke kun muligt at monitere noden, men også at fjernstyre den.
- Integration med forretningsnetværksinfrastrukturen.

Fra et hardwaresynspunkt er implementering af 10BASE-T1L-udstyr normalt ret ligetil. Det skyldes, at det fysiske medium for 10BASE-T1L-kommunikation er et single twisted-pair kabel. Det kan endda være den samme kabling, som allerede fører 4-20mA eller HART-kommunikationen. 802.3cg-standarden supporterer installation i ex-sikrede miljøer.

Tidlige implementeringer af 10BASE-T1L vil sandsynligvis være med hybridudstyr, der supporterer såvel et tidligere etableret interface som 4-20mA som det nye Industrial Ethernet fysiske lag.

### Få succes med 10BASE-T1L

Analog Devices, Inc. (ADI) vil komme til at spille en vigtig rolle i mange kunders overgang til industri 4.0-teknologier. Vores erfaringer viser, at to kritiske faktorer afgør, om et 10BASE-T1L-projekt vil få succes:

• Fokus på data.
• Netværkssikkerhed.

Under et 10BASE-T1L-roll-out kan ingeniører let miste fokus på, at grunden til implementering er at løfte sløret for driften af slutnoderne – som sensorerne – og fremføre de store datastrømme derfra til de aktuelle analyse-engines på det øverste forretningsniveau.

Den største udfordring for succesen i et 10BASE-T1L-projekt er ikke selve slutnoderne eller den fysiske infrastruktur. Problemet ligger oftest i backenden, hvor det kan være, at der ikke er gjort nok plads til håndtering og brug af de datasæt, som indgår fra de nyligt forbundne slutnoder.

Ingeniører, som kaster sig ud i en 10BASE-T1L-installation, skal derfor tænke over:

- Hvilken indsigt ønsker man at få fra de data, som opsamles fra sensorer og andre slutnoder?
- Hvordan vil data blive integreret på forretningsniveau i kontrolsystemerne? Er dataformaterne kompatible eller skal de oversættes?
- Hvilke resultater af dataanalysen vil føre til proces- eller systemforbedringer?

Et andet vigtigt emne for ingeniørerne er sikkerheden. Truslerne mod slutnoderne i et system ændrer sig markant, når de bliver forbundet via et 10BASE-T1L-netværk. Den tidligere tilslutning via et 4-20mA var mindre risikobetonet på grund af netværkets begrænsede kompleksitet.

Den overlegne konnektivitet i 802.3cg-standarden inklusive en IP-adresse for hver node gør hver slutnode følsom over for fjernangreb via forretningsnetværket. Den grundlæggende, fysiske firewall, der isolerer 4-20mA eller HART-slutnoderne fra netværket forsvinder med implementering af 10BASE-T1L.

De enkelte noder og netværksinfrastrukturen selv skal sikres gennem implementering af teknologier som:

- Sikker autentificering af komponenter med krypterede komponent-ID'er.
- Kryptering af datatransmissionerne.
- Firewalls, som spærrer mod adgang udefra til de sikrede komponenter.

### Lektien, man lærer fra industri 4.0-projekter

Ratificeringen af 802.3cg-standarden med udvikling af 10BASE-T1L-kompatible komponenter og udstyr er gået hurtigt. ADI har arbejdet sammen med producenter af industriudstyr for at sikre, at de kan følge med de roadmaps for introduktion af nye systemer, der supporterer 10BASE-T1L-netværk. Industrien forventer lancering på markedet af flere produkter, som understøtter 10BASE-T1L funktionalitet i løbet af 2021.

ADI's lange erfaring med support af kundernes implementering af nye teknologier hjælper disse 10BASE-T1L-produktintroduktioner til succes. Strukturen i vores industrielle automationsdivision supporterer teknologiimplementeringer, da det kombinerer teknologisk fokus og udviklingsteams med markedsorienterede eksperter, der har viden om kundens applikation. Den teambaserede designtilgang med teknisk og markedsmæssig ekspertise sikrer kunden et produktivt udviklingsforløb.

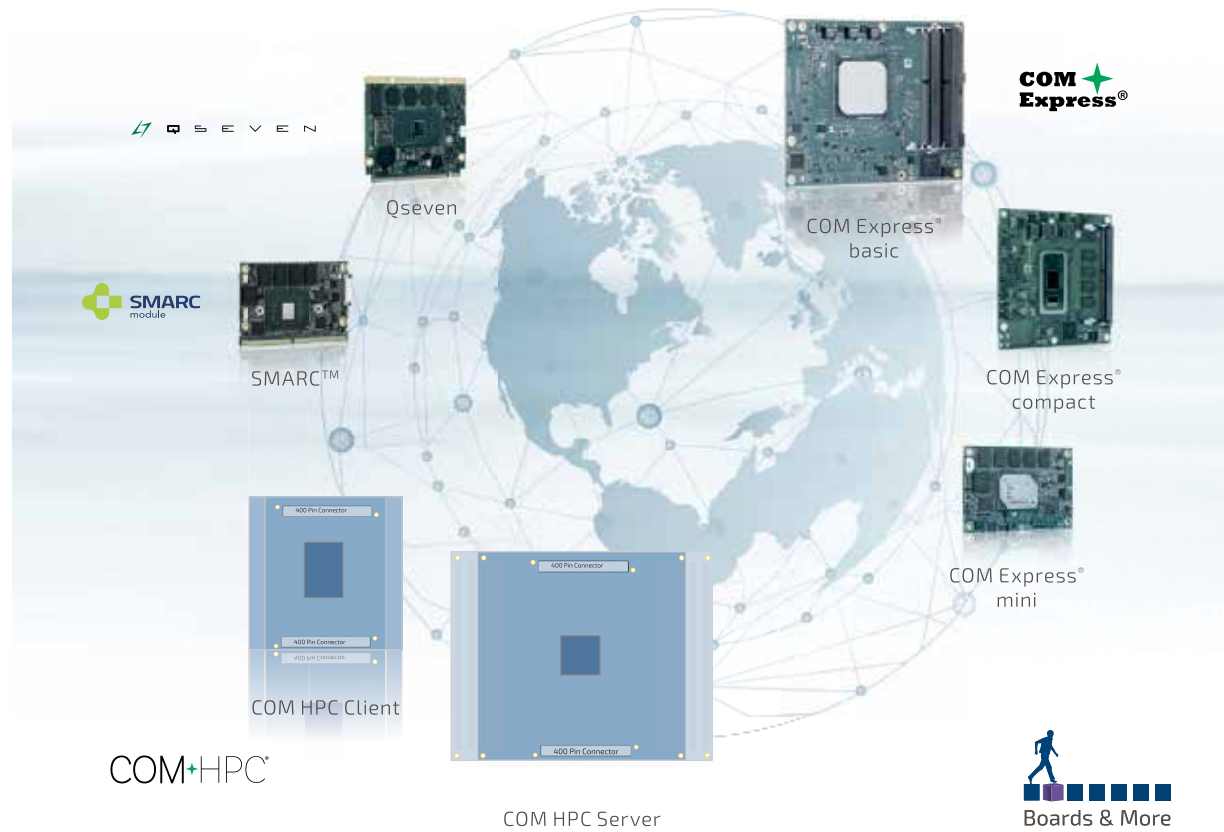
I tilfældet 10BASE-T1L medfører det levering af alle PHY-produkter og support af den samlede kommunikationsstack. Der bliver også taget hensyn til lange kommercielle levetider for de industrielle produkter bakket op af en roadmap med forecasts for den fortsatte fremstilling af kompatible 10BASE-T1L-produkter årtier frem i tiden, så forventningerne for de industrielle kunder bliver opfyldt.

> ADI's lange erfaring med support af kundernes implementering af nye teknologier hjælper disse 10BASE-T1L-produktintroduktioner til succes.

Den hurtige udvikling af 10BASE-T1L-komponenter hos Analog Devices og andre gør det lettere for producenter af industrielektronik at påbegynde udviklingen af nye Industrial Ethernet-forberedte produkter. Med rygdækning fra et imponerende konsortium af industrielle virksomheder, der supporterer udviklingen af standarden, ser 10BASE-T1L-teknologien ud til at kunne erstatte 4-20mA og HART-interfaces og accelerere udbredelsen af industri 4.0.

For mere information om ADI Chronous-porteføljen af Industrial Ethernet-løsninger, og hvordan de accelererer overgangen til real-world industrielle Ethernet-netværk, se venligst: www.analog.com/chronous.

EMBEDDED STANDARDS
with scalable performance and more




More than standard with latest technologies of major chip vendors on all standard formfactors supported.

- More flexibility through performance and interfaces
- Short time to market and extended life time service
- Support for custom carrier board design
- Kitting service
  Integration and configuration of COM + BIOS settings + memory + cooler/heat spreader + software + coating

**Let's meet at the Embedded World digital from 01.-05.03.2021.**

www.kontron.com

POSSIBILITIES START HERE kontron S&T Group

# Sig HaLow til en ny WiFi-standard

## IEEE 802.11ah alias WiFi HaLow kombinerer det bedste fra WiFi- og LPWAN-teknologierne

*Af Kerstin Naser, produktsalgschef for wireless, Rutronik*

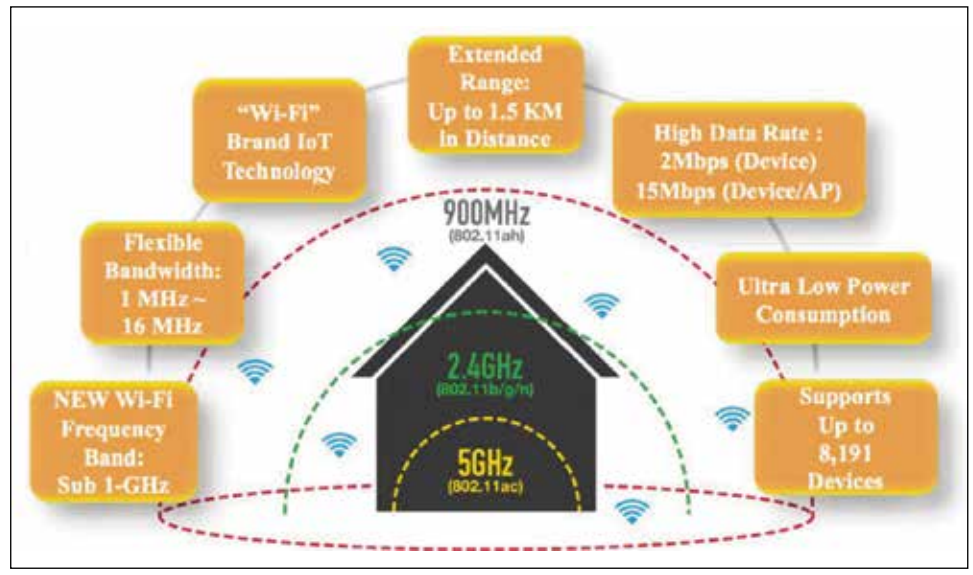
Høje datarater og en forenklet netværksstruktur har gjort WiFi til en af de mest udbredte trådløse standarder. Men WiFi har en mangel – nemlig rækkevidden, der er meget kort. Det er derfor, at WiFi Alliance har udviklet IEEE 802.11ah for trådløse netværk med behov for længere rækkevidder. Det første modul, der opfylder den nye standard, er nu dukket op på markedet.

Modsat de normale standarder, som arbejder i enten 2,4GHz – eller 5GHz-båndene, så anvender IEEE 802.11ah standarden – der også er kendt som WiFi HaLow – det licensfri 900MHz-frekvensbånd til transmissionen. Det bringer HaLow ind under LPWAN-gruppen af teknologier (Low-Power Wide-Area Networking) side om side med LoRa og Sigfox.

Brugen af de lavere frekvensbånd betyder, at HaLow opnår en rækkevidde op til rundt regnet 1,5 kilometer, hvilket er dobbelt så lang en rækkevidde som WiFi-standarder baseret på 2,4GHz eller 5GHz. Det er afgørende ikke bare for smart-home applikationer, men også i forskellige IoT-applikationer som industriarealer med store områder, inden for landbruget, i hospitalsvæsenet samt i flere smart-city formål.

### Lettere penetration af vægge

WiFi HaLow sikrer en meget stabil forbindelse, blandt andet gennem vægge eller andre begrænsende bygningsdele. Et teoretisk maksimum på op til 8.191 apparater pr. access-punkt supporteres af standarden. Det første praktisk anvendelige 802.11ah WiFi-modul til IoT-produkter kommer fra Silex, og det supporterer op til 1.024 noder pr. access-punkt. I praktiske tests har Silex' løsning transmitteret data over 100 forbindelser og 30 faste apparater stort set samtidigt.




*Med mere end 10dB ekstra headroom til rådighed i forhold til konventionel WiFi er HaLows trådløse signal i stand til at penetrere vægge, så teknologien er oplagt til smart-home applikationer. (Figur: Shutterstock).*

fordi der er mindst 10dB ekstra til rådighed i link-budgettet sammenlignet med 2,4GHz WiFi. Derfor kan et trådløst signal under HaLow-protokollen også trænge mere effektivt

Den nyeste version af WiFi er også attraktiv for mobile applikationer som wearables og sensorinstallationer, hvor en datarate på mindst 150 Kbit/sekund er til rådighed ved brug af en 1MHz-kanal. Hvis sensorerne kun er aktive, når nye data skal transmitteres, kan det realiseres med et meget lavt energiforbrug i kombination med et low-power datamodem, så WiFi HaLow bliver en ideel løsning til konnektering af mange mindre apparater. Ved at kombinere multiple kanaler bliver det muligt at øge dataraten en smule. Gensidigt samspil mellem flere 802.11ah-apparater fra forskellige leverandører er sikret gennem krypteringsstandarder som WPA2-PSK, WPA3SAE og WPA3-OWE, hvilket garanterer en sikker datatransmission.

IEEE 802.11ah eller WiFi HaLow kombinerer med andre ord kvaliteterne fra de ellers forskellige WiFi- og LPWAN-teknologier – ikke kun gennem en længere rækkevidde, men også via en højere datarate. Teknologien er dog endnu ikke modnet, da infrastrukturen er under udvikling, men stadigt flere apparater og produkter, der supporterer den nye og robuste standard, dukker for tiden op på det kommercielle marked.

### Første HaLow-komponenter

Blandt pionererne inden for teknologien er den japanske producent, Newracom, som har udviklet den første WiFi HaLow-chip tilbage i oktober 2015 med IoT-applikationer for øje. Denne chip blev præsenteret sammen med standarden under Mobile World Congress i 2016. Newracom vandt dengang prisen for "Best WiFi IoT Product 2019" i – sjovt nok – 2019 for NRC7292, der var den første IEEE 802.11ah-kompatible WiFi HaLow SoC.

Endnu en pioner inden for den nye standard er Silex. SX-NEWAH, det første 802.11ah WiFi-modul til IoT-apparater, vil også være tilgængelig via Rutroniks distribution. En US-version er allerede tilgængelig i sample-form fra Rutronik. Modulet er også baseret på det førnævnte NRC7292 SoC fra Newracom og er det første industrielle WiFi-modul, der kan arbejde i sub-GHz-båndet. Det giver dermed alle de fordele, som den nyeste WiFi-teknologi kan byde på:

- Større rækkevidde og stabil forbindelse inklusive trafik gennem vægge eller i dårlige/støjende miljøer med en headroom mindst 10dB højere, end tilfældet er for 2,4GHz WiFi.
- Lavt forbrug som giver batterilevetider på op til flere år.
- Datarater op til 15Mbit/s med TCP/IP-support.
- Mulighed for et stort antal af produkter pr. access-punkt (repeatere og gateways unødvendige).
- IP-konnektivitet: Modulet kan let integreres ind i eksisterende IP-netværk.
- Højt sikkerhedsniveau: Enterprise WiFi Security, WPA3.
- Indbyrdes kompatibilitet med 802.11ah-produkter fra andre leverandører.

# Branchenyt

## 40 år med HiFi Klubben: God lyd skal fortsat opleves i butikken

Overpriser, forkerte produktoplysninger og en branche med et alt for stort – og kortsigtet – fokus på profit frem for den gode lydoplevelse. Det kendetegnede 1980'ernes hifi-verden, som var det vilde vesten for forbrugerne og gjorde ondt i hjertet på den audiofile Peter Lyngdorf. Derfor grundlagde den unge iværksætter Danmarks Hi-Fi Klub årtier før detailhandlen tænkte på "kundeklubber". Og med et helt andet formål end en "normal" kundeklub: Nemlig at sikre at kunderne rent faktisk fik et alternativ i branchen, de kunne stole på.

I 2020 fyldte HiFi Klubben, som Peter Lyngdorfs livsprojekt skiftede navn til i 1994, 40 år. Men selv om Billie Eilish og Ariana Grande for længst har skubbet Guns N' Roses og U2 af tronen på hitlisterne, er både fokus og udfordringer grundlæggende de samme, som dengang Peter Lyngdorf langede de første Cerwin-Vega-højtalere over disken.

- En af ambitionerne med klubben var at uddanne kunderne, så de ikke faldt for de falske tilbud og oppustede produktbeskrivelser. Og det er stadig vores opgave og vision i dag. For selv om kunderne med internettet har fået større adgang til viden om hifi, er der mere bullshit og falsk reklame end nogensinde før, siger Peter Lyngdorf.

Med internettets udbredelse skulle man måske tro, at kunderne ville være bedre klædt på til at vælge god lyd. Men det lydbillede giver ikke nødvendigvis resonans hos Peter Lyngdorf.

- Da jeg startede Danmarks Hi-Fi Klub, var der meget uhæderlighed i branchen. Det oplevede jeg for eksempel, da hifi-bladene "glemte" at indsætte mine første annoncer, fordi de var for provokerende for de andre. Dengang var der en modstand mod mit projekt fra mere etablerede forhandlere, der lukrerede på forbrugernes dårlige forudsætninger for at forholde sig kritiske til deres tilbud, mener Peter Lyngdorf, som uddyber, at adgangen til mere viden gennem internettet ikke nødvendigvis har hjulpet:

- Den form for uhæderlighed eksisterer også i dag. Der er en enorm uigennemsigtighed i de anmeldelser, der er af produkter online. Og folk ved jo ikke, hvem de kan stole på, så når der står "super god lyd" i en reklame, så er det svært at vide, om det er rigtigt. Det er bare kanonvigtigt, at der er nogen rådgivere, man rent faktisk kan stole på.

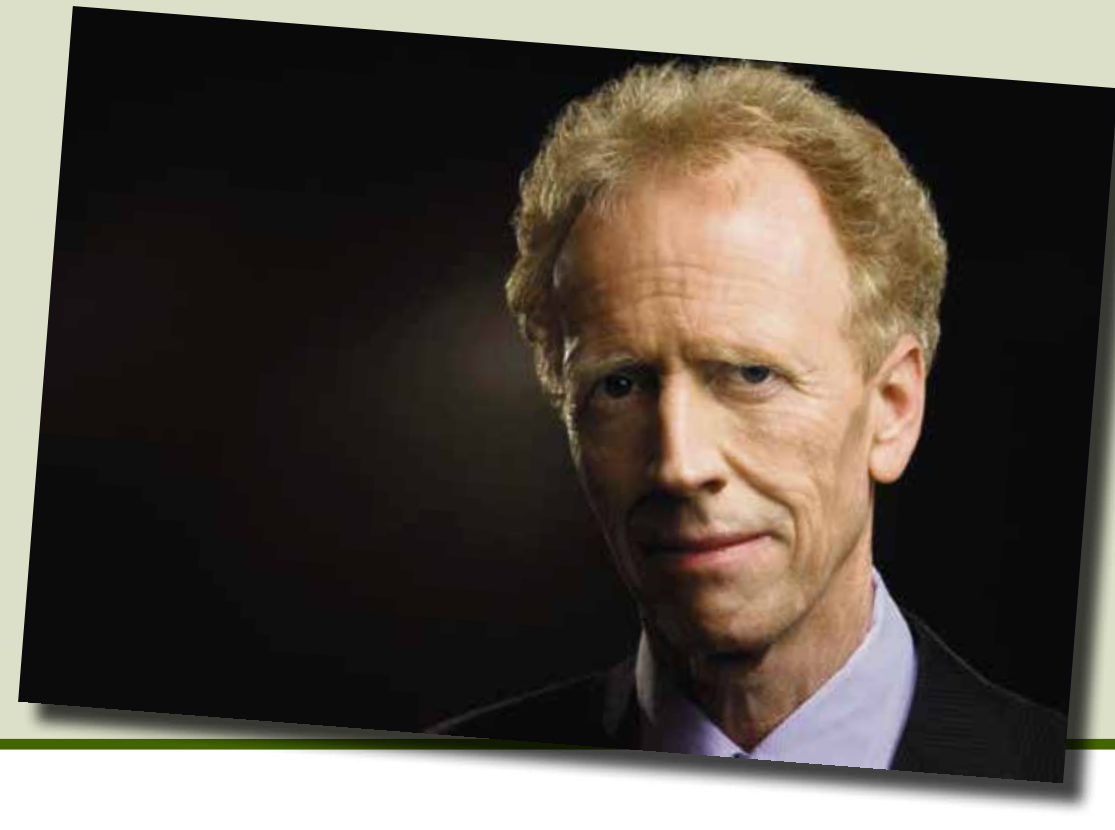
Gennem fire årtiers levetid har den østjyske hifi-virksomhed været i vækst og har løbende åbnet nye markeder. I dag består kæden af tæt på hundrede fysiske butikker fordelt i Danmark, Norge, Sverige, Holland og Tyskland og fem nationale onlinebutikker. Over 20 procent af salget kommer i dag fra Tyskland og Holland, hvor kæden har åbnet butikker de senere år.

Men den helt store vækst ligger online, og næsten en tredjedel af kædens samlede salg foregår i dag online. Derfor er HiFi Klubben gået i gang med at nytænke butikskonceptet, så det passer til kundens behov. Det betyder, at butikkerne i højere grad er showrooms, eller "demo-rum" som HiFi Klubben kalder dem, hvor kunderne prøver udstyret, inden de færdiggør købet online. Denne strategi betyder ifølge Peter Lyngdorf, at de fysiske butikker kommer til at spille en fortsat nøglerolle for HiFi Klubben i fremtiden.

- Vi kan allerede se, at vores kunder har taget ideen til sig om at prøve tingene i butikken og bestille det online. Du kan læse nok så meget om et sæt højtalere, men det slår stadig ikke oplevelsen af, at hårene rejser sig i nakken, som du kan få i de rammer og med den vejledning, du får i vores butikker. Derfor kommer vores fysiske butikker og demo-rum også til at spille en nøglerolle for HiFi Klubben og vores kunder i fremtiden, slutter Peter Lyngdorf.

HiFi Klubben er med ca. 95 fysiske butikker i Danmark, Norge, Sverige, Holland og Tyskland og fem nationale onlinebutikker Europas største specialkæde inden for højkvalitets hi-fi.

*www.hifiklubben.com*



AWILCO
FLEXIBLE POWER SOLUTIONS
1971–2021

50 YEARS OF INNOVATION



# 50 ÅR MED INNOVATION: KNOW-HOW, ERFARING, FLEKSIBILITET OG SKRÆDDERSYET STRØM

**KNOW-HOW:** Med 50 år i branchen har Awilco opbygget både en enestående ekspertise og ikke mindst en mangeårig erfaring, der sikrer, at vi finder den rigtige løsning til hver enkelt kunde.

**ERFARING:** Mange af vores medarbejdere har mere end 20 års erfaring og et indgående kendskab til deres brancheområder, hvilket sikrer yderst kompetent rådgivning og optimale løsninger – uanset volumen.

**FLEKSIBILITET:** Som en af branchens absolut førende aktører tilbyder vi både en stærk vifte af standardløsninger og kundespecifikke skræddersyede løsninger som rammeordrer, dag til dag-levering og mulighed for levering direkte fra fabrik.

**SKRÆDDERSYET STRØM:** Awilcos produkter bruges i stort set alle brancher og ikke mindst i krævende miljøer lige fra Medical, Robotics, Off-Grid Power og til professionelle køretøjer.

Vores løsninger lever op til de strengeste certificeringer, og Awilco er ISO-9001-certificeret.

Skriv til os på mail@awilco.dk – eller ring og få en uforpligtende snak på 56 56 54 00.



**BATTERI-LØSNINGER**

**Konkurrencedygtige standardløsninger og skræddersyede batterisystemer. Specialister i lithium-batterier.**



**STRØMFORSYNINGER & LADERE**

**Professionelle strømforsyninger fra 5 – 450W og ladere til en lang række formål.**



**BRÆNDSELS-CELLER**

**EFOY-brændselsceller leverer stabil strøm til mobile og transportable applikationer overalt på kloden.**



**PROFESSIONELLE KØRETØJER**

**Pålidelig og effektiv strømforsyning med energisystemer, batterier, invertere, ladere og varmesystemer.**

> **LÆS MEGET MERE** OM OS OG VORES PRODUKTER PÅ VORES NYE HJEMMESIDE AWILCO.DK

50 YEARS OF INNOVATION

**AWILCO ApS**
**Yderholmvej 64**
**4623 Ll. Skensved**

**awilco.dk**

**Kontakt os på 56 56 54 00**

# Den fortsatte udvikling af WiFi

**IoT (Internet of Things) står bag introduktionen af mange nye, trådløse applikationer, og WiFi har været førende inden for opbygning af den trådløse konnektivitet i over 20 år. Fremskridt inden for WiFi-teknologien og et stadigt fald i priserne har gjort WiFi allestedsnærværende. Det har ført til nye bruger-cases og applikationer på tværs af alle markedssegmenter i hele verden**

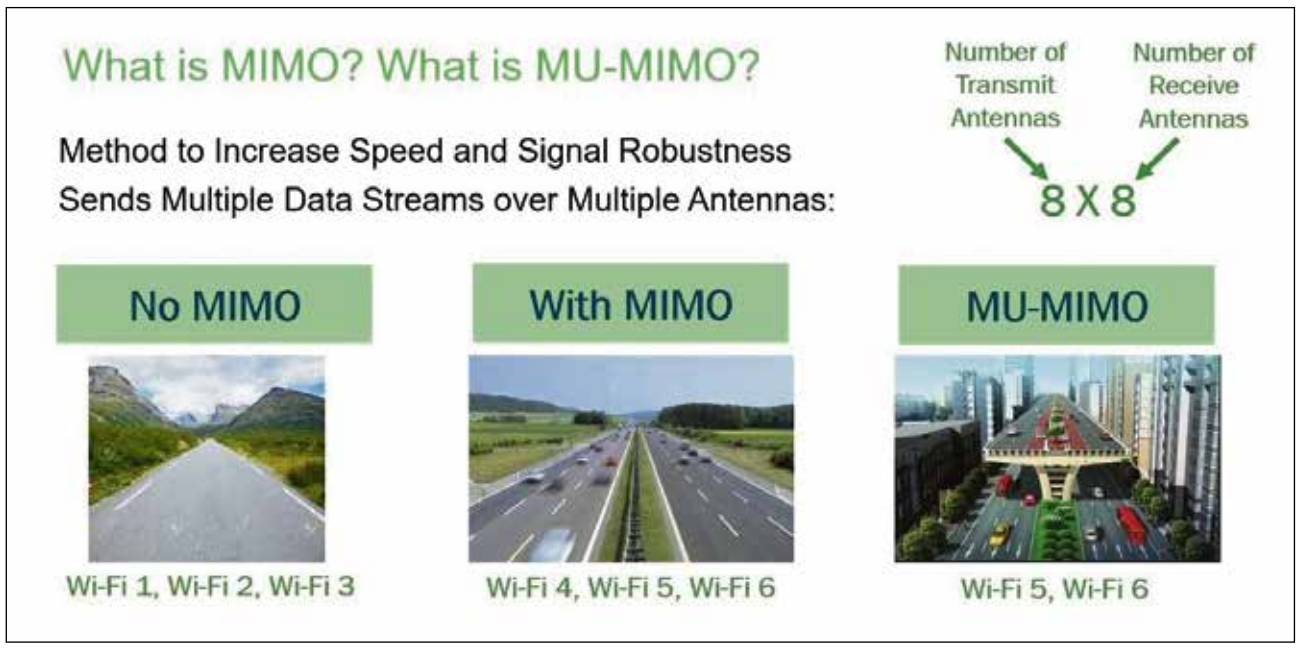
*Af Kevin Mukai, marketingdirektør, ON Semiconductor*

Over de seneste to årtier, hvor WiFi har udviklet sig, har hver ny generation fået tildelt et nyt suffix til såvel navn som standard. Fra WiFi 1 i 1999 til WiFi 6 i 2020, med betegnelserne, IEEE 802.11b, 11a, 11g, 11n 11ac og 11ax, har standarderne givet halvleder- og softwareudviklere og -producenter nye muligheder for at udforske mulighederne, så nye applikationer har kunnet anvende WiFi og givet nye funktioner til eksisterende applikationer. Som *tabellen* i artiklen viser, så har WiFi udviklet sig eksponentielt i båndbredden fra blot 11Mbps oprindeligt til 9,6Gbps for WiFi 6.

En mærkbar stigning i hastighed opstod, da WiFi 4 begyndte at bruge en anteneteknologi, MIMO, eller Multiple Input, Multiple Output. I *tabellen* indikerer den første del af MIMO-tallet antallet af datastrømme og antenner til brug for transmission, men den anden del af tallet er antallet af datastrømme/antenner til receiving. For WiFi er systemerne typisk balancerede med samme antal transmit/receive-antenner, men teknologien supporterer også asymmetriske konfigurationer.

Brug af MIMO er analogt med antallet af vejbaner på motorvejen for at tillade mere trafik. WiFi 5 og WiFi 6 bruger også den næste generation af MIMO-teknologi, nemlig Multi-User MIMO (MU-MIMO). MU-MIMO udvider MIMO-ydelsen til multiple samtidige klienter. Introduktionen af MU-MIMO gør det muligt for multiple produkter med multiple antenner at kommunikere samtidigt med hver forbindelse tildelt sin egen rumlige båndbredde.

MU-MIMO kan derfor ses som analogi til en motorvej i både flere spor og flere dæk, så trafikken kan flyde i begge retninger samtidigt. Fordelene ved MU-MIMO øges med antallet af antenner, da receiverklienterne kan partitioneres i undergrupper, hver med sin egen dedikerede båndbredde. Eksempelvis kan et accesspunkt med 8x8 MU-MIMO opdeles i tre grupper af 2x2. I praksis giver det en proportionalt højere signalbehandling, som er krævet for at behandle MU-MIMO-signalerne. Den eneste specialist på dét område er On Semiconductor, som kan levere de tekniske løsninger, der kan løfte opgaven.




*Analogi mellem MIMO- og MU-MIMO WiFi-trafik og motorveje. Jo flere spor – og i flere dæk – desto bedre og mere smidig trafikafvikling.*

### 6GHz anvendelse og MU-MIMO

Den nyeste WiFi-standard, WiFi 6E, bruger det licensfri 6GHz-bånd, som alene i USA giver et 1.200MHz stort licensfrit spektrum – næsten fem gange mere end for de nuværende 2,4GHz- og 5GHz-bånd tilsammen. Rådigheden af et større spektrum og flere kanaler svarer til højere hastighed, bedre adgang, lavere latency i transmissionen for samlet bedre netværk, gaming og streaming. 8K HDTV og VR/AR-applikationer kan let sameksistere med andre WiFi-produkter i hjemmet. Enterprise hotspots og udendørs applikationer kan også få fordel af den rådige båndbredde med den højtydende multiklientdrift, som MU-MIMO og WiFi 6E giver mulighed for.

WiFi 6E repræsenterer en fin mulighed for industri og marked for brug af nye frekvensbånd, men det giver også en betydelig udfordring for hele infrastrukturen. Forbrugerne er ivrige efter at anvende fordelen i WiFi 6E, så OEM'er og serviceudbydere er under pres for at bruge nye gateways, routere, IoT-hubs, mesh-repeatere og access-punkter hurtigt på markedet, så ydelsen i WiFi 6E er til rådighed uden tab af ydelse for de produkter, som arbejder ved 2,4GHz og 5,0GHz. Smart home- og IoT-enablede produkter som termostater, lys, kameraer, mediaprodukter, 4K- og 8K-HDTV stiller store krav til de eksisterende WiFi-netværk, da de primært arbejder i 2,4GHz- og 5GHz-båndene. IoT-komponenterne skal levere en konsistent QoS (quality of service) med høj konnektivitet samt uafbrudt og pålidelig drift.

Overgangen til 6GHz i klienterne tager tid, og traditionelt tager det to til tre år, før mainstream-klienter overgår til en ny WiFi-standard. Indtil da må abonnenter nøjes med at anvende dual-band i hjemmet, og hverken serviceudbyderne eller abonnenter vil betale for de bedre tjenester, hvis de ikke kan bruges.

AdaptivMIMO fra On Semiconductor gør det muligt for serviceudbyderen at udvikle og levere one-box-løsninger med den højeste ydelse inden for dual-band-drift og mulighed for rekonfiguration gennem software til abonnenterne, så der dermed er allokeret WiFi-streams og -antenner til support af 6GHz-drift, i takt med at WiFi 6E-klienter dukker op i hjemmene. På den måde kan OEM'er og serviceudbydere reducere antallet af gateway- og router box-konfigurationer, der skal bruges, hvilket mindsker den tid, det tager at udbrede WiFi 6E-forberedte boxe.

> AdaptivMIMO fra On Semiconductor gør det muligt for serviceudbyderen at udvikle og levere one-box-løsninger med den højeste ydelse inden for dual-band-drift og mulighed for rekonfiguration gennem software til abonnenterne.

### AdaptivMIMO og WiFis fremtid

AdaptivMIMO fra On Semiconductor lægger sig ovenpå MIMO og MU-MIMO og giver muligheden for dynamisk konfiguration af radioer og RF-frontends, så man kan opdele og konfigurere en 8x8 5GHz-radio til to 4x4-radioer, der kan fungere simultant på 5GHz- og 6GHz-frekvenserne.

For IoT-enablede hubs og gateways, der anvender 2,4GHz RF som Bluetooth Low Energy eller Zigbee, vil offloading af 6GHz-produkter i hjemmet med AdaptivMIMO reducere den overordnede trængsel på WiFi-netværket og give højere konnektivitet, længere rækkevidde og mindre latency, hvilket samlet giver en bedre smart home-oplevelse. AdaptivMIMO letter overgangen til en 6GHz-verden ved at have infrastrukturen klar fra dag ét til support af 6GHz-produkter med en deraf følgende bedre spektral effektivitet og anvendelse. Ved at flytte WiFi 6E-produkter over til 6GHz-båndet med AdaptivMIMO frigøres spektret for andre apparater, der arbejder i de trængte 2,4GHz- og 5GHz-bånd. Det giver en bedre kvalitetsoplevelse for abonnenter og reducerer antallet af klager og dermed også driftsomkostningerne for operatørerne.

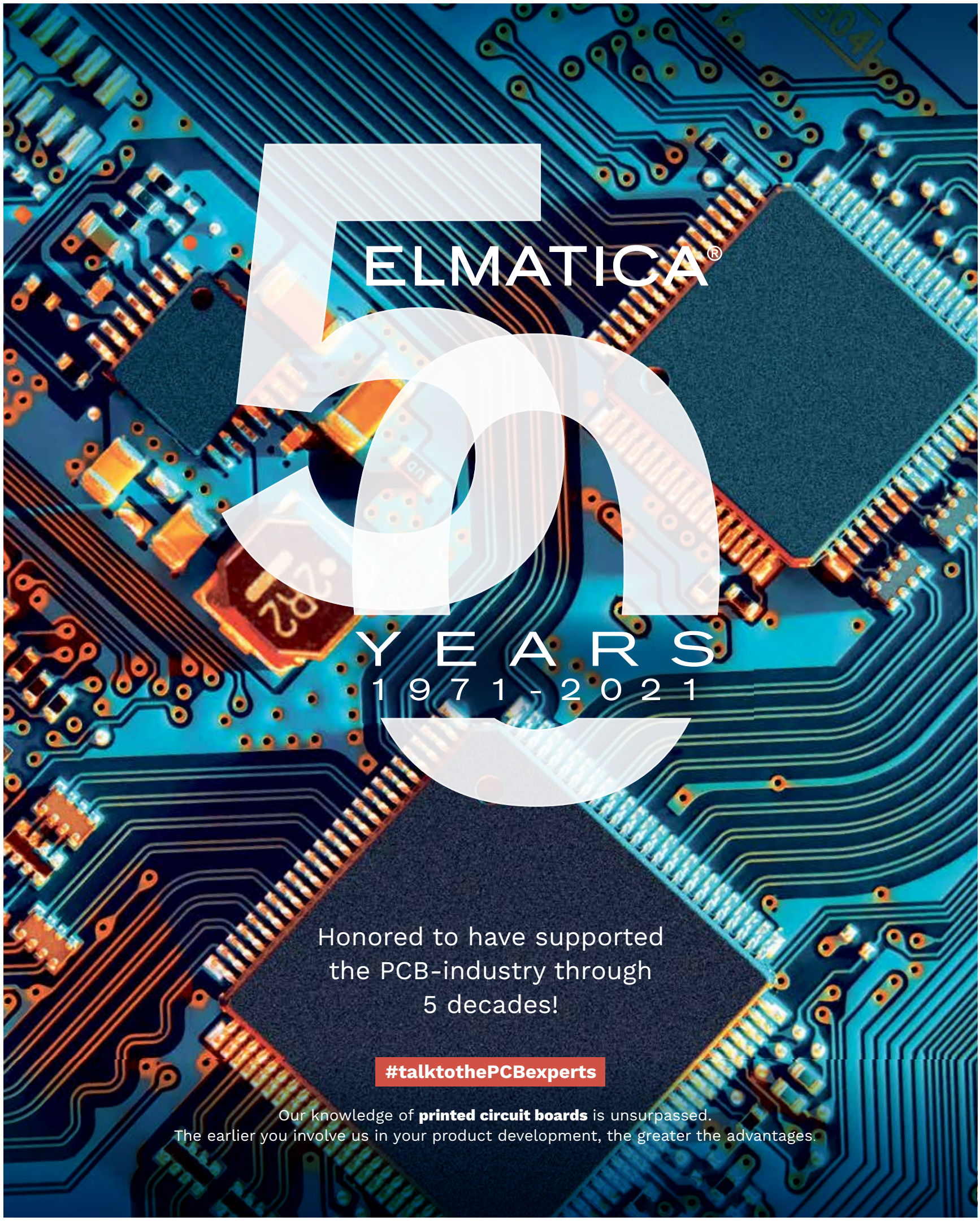
WiFi 6E giver forbrugerne flere nye funktioner og fordele, og det vil næppe være sidste gang, at industrien udbygger egenskaberne for den alsidige og robuste teknologi. Den næste standard i udviklingen, 802.11be eller WiFi 7, vil medføre endnu højere hastigheder end WiFi 6E med en fordobling af kanalbåndbredden og modulationen. Forbedringer i low-latency netværk bidrager også til forbedret høj båndbreddeydelse i multi-accesspunkt-netværk for low-latency gaming, video og andre netværksapplikationer.

I takt med at vores sociale vaner kræver mere data online og undervejs, så øges behovet også samtidig for en større båndbredde og streaming til multiple produkter. Fremkomsten af de mobile 5G-netværk vil uden tvivl give mobile brugere en lang række fordele uden for hjemmet. Men da 5G fortsat er en licensbaseret teknologi, vil 5G altid været styret af operatørerne. Der er derfor en udbredt idé om, at 5G vil være et supplement til WiFi, der er og forbliver et licensfrit system, som nu er kørt i stilling for at opfylde behovet for større båndbredde i – og uden for – hjemmet.

| | Wi-Fi 1 (802.11b) | Wi-Fi 2 (802.11a) | Wi-Fi 3 (802.11g) | Wi-Fi 4 (802.11n) | Wi-Fi 5 (802.11ac) | Wi-Fi 6/6E (802.11ax) | Wi-Fi 7* (802.11be) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Year** | 1999 | 1999 | 2003 | 2009 | 2013 | 2020 | 2024 |
| **Speed** | 11 Mbps | 54 Mbps | 54 Mbps | 600 Mbps | 6.8 Gbps | 9.6 Gbps | 46 Gbps |
| **Frequency** | 2.4 GHz | 5 GHz | 2.4 GHz | 2.4 GHz<br>5 GHz | 5 GHz | 2.4 GHz<br>5 GHz<br>6 GHz | 2.4 GHz<br>5 GHz<br>6 GHz |
| **MIMO** | 1 x 1 | 1 x 1 | 1 x 1 | 4 x 4 | 8 x 8 | 8 x 8 | 16x16 |

*Development of the 802.11be amendment is ongoing, with a goal of an initial draft in 2021, and a final version expected by 2024.

*Tabel over udvikling af WiFi-generationerne.*




ELMATICA®

**NOBODY COMPLETES YOUR PURCHASING PROCESS BETTER THAN US**

PRINTED CIRCUITS SINCE 1971

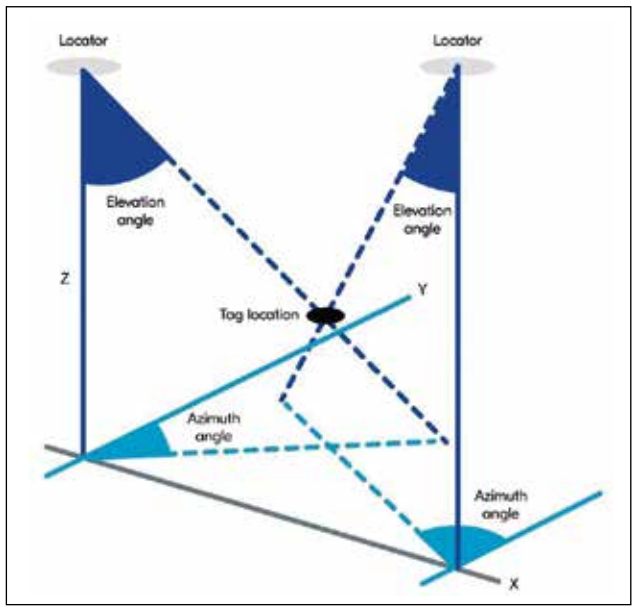
**www.elmatica.com | Denmark: torben.hajslund@elmatica.com**

# Brug af mobil- og GPS-SiP til hurtig asset-tracking implementering

**Konventionel tracking med brug af passiv RFID (radio frequency identification) kan ikke levere live data i transit og kræver, at pakkerne skal passere fysiske checkpoints for detektering af RFID-tag'en. BLE og WiFi er heller ikke løsningen, men der er muligheder i flere, nye LPWAN-standarder og tilhørende integrerede SiP-komponenter**

*Af Rolf Horn, Digi-Key*

Bluetooth low energy (BLE) og WiFi udstyret med faste positioneringsenheder for teknologierne giver hver især større dækning og rækkevidde end selv batteridrevent RFID-udstyr. Med afsæt i et righoldigt økosystem af produkter og software bruges BLE og WiFi allerede i placeringsapplikationer som Covid-19-kontaktsporing og konventionelle RTLS-formål (real-time location services). Tilgængeligheden af funktioner til retningsbestemmelse i Bluetooth 5.1 betyder, at placeringen af en tag kan beregnes ret præcist ud fra AoA (angle-of-arrival) og AoD (angle-of-departure) data.



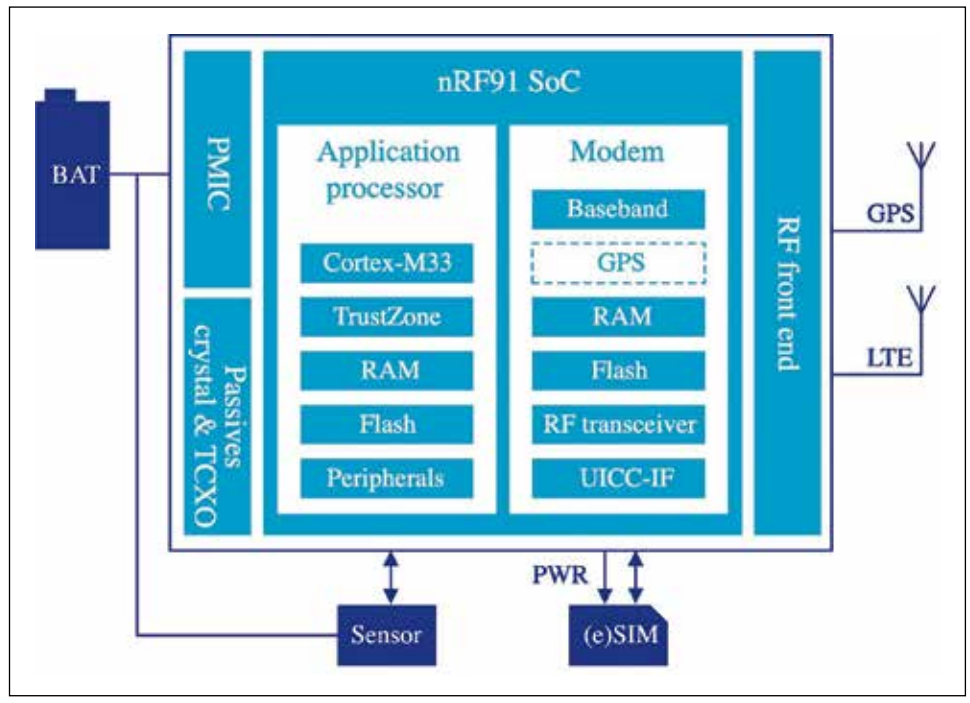

*Avanceret retningsbestemmelse i Bluetooth supporterer præcis positionering af en tag i det tredimensionelle rum. (Illustration: Nordic Semiconductor).*

Trods deres potentiale for lokal asset-tracking kan RFID, BLE og WiFi ikke give den fornødne samlede dækning til nem sporing af en asset, når den først har forladt campus i en given virksomhed. En løsning kunne dog være at anvende en low-power wide-area network (LPWAN) mobilteknologi baseret på de LPWAN-standarder, der er defineret af 3GPP (3. Generation Partnership Project).

Blandt 3GPP-standarderne er de typer, der er baseret på LTE-M (long-term evolution for machines) og NB-IoT (Narrowband IoT) teknologierne designet specifikt til at arbejde med relativt lette cellulære protokoller, der effektivt matcher IoT-behovene med hensyn til datarate, båndbredde og forbrug.

### Sådan kan en SiP-komponent give en drop-in asset-tracking-løsning

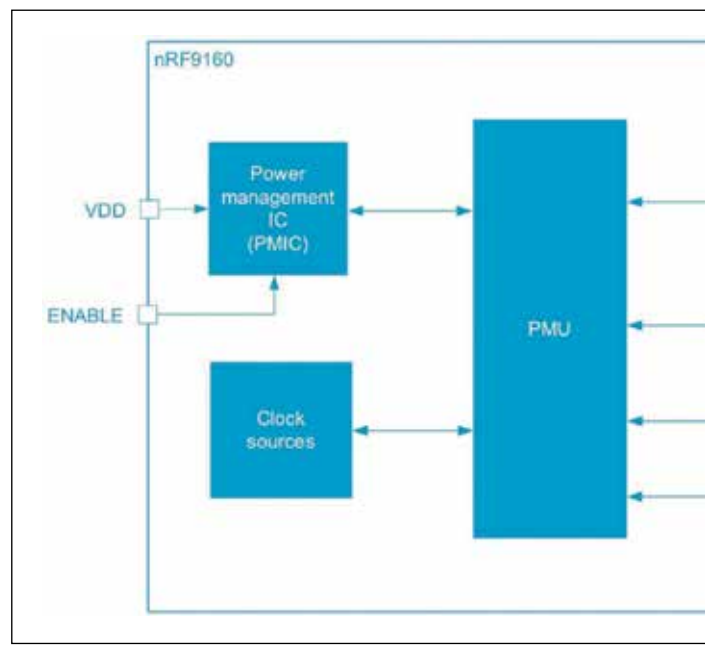
Nordic Semiconductors low-power nRF9160 SiP-komponent kombinerer en nRF91-systemchip (SoC) med de supportkredsløb, der samlet giver en komplet LPWAN-konnektivitetsløsning. Sammen med en Arm Cortex-M33-baseret mikrocontroller dedikeret til applikationer indeholder de forskellige nRF91 SoC-versioner et integreret LTE-M-modem i NRF9160-SIAA SiP, et NB-IoT-modem i NRF9160-SIBA SiP'en og både LTE-M og NB-IoT foruden en GPS i NRF9160-SICA. Desuden er nRF9160 SiP præcertificeret til at opfylde globale-, regionale- og carrier-bestemte krav til mobilprotokollen.




*Nordic Semiconductors nRF9160 SiP kombinerer en SoC med en applikationsprocessor og et LTE-modem samt flere andre komponenter. (Illustration: Nordic Semiconductor).*

Alle SiP-versioner kombinerer en mikrocontrollerbaseret applikationsprocessor og et modem med et omfattende sæt periferi, inklusive en 12-bit A/D-konverter, som ofte behøves i sensordesigns. SiP'en har desuden som SoC et RF-front-end, power-management integreret kredsløb (PMIC) samt yderligere komponenter til at levere en komplet drop-in-løsning for LPWAN-konnektivitet.

nRF9160 SiP'en parrer sin omfattende hardwarefunktionalitet med et fuldt sæt powermanagement egenskaber. Den integrerede PMIC har desuden en PMU (power management




*nRF9160 SiP inkluderer en PMU, som automatisk styrer clocks og forsyningsregulatorer for optimering af forbruget. (Illustration: Nordic Semiconductor).*



```
static void work_init(void)
{
            k_work_init(&sensors_start_work, sensors_start_work_fn);
            k_work_init(&send_gps_data_work, send_gps_data_work_fn);
            k_work_init(&send_button_data_work, send_button_data_work_fn);
            k_work_init(&send_modem_at_cmd_work, send_modem_at_cmd_work_fn);
            k_delayed_work_init(&send_agps_request_work, send_agps_request);
            k_delayed_work_init(&long_press_button_work, long_press_handler);
            k_delayed_work_init(&cloud_reboot_work, cloud_reboot_handler);
            k_delayed_work_init(&cycle_cloud_connection_work,
                                cycle_cloud_connection);
            k_delayed_work_init(&device_config_work, device_config_send);
            k_delayed_work_init(&cloud_connect_work, cloud_connect_work_fn);
            k_work_init(&device_status_work, device_status_send);
            k_work_init(&motion_data_send_work, motion_data_send);
            k_work_init(&no_sim_go_offline_work, no_sim_go_offline);
#if CONFIG_MODEM_INFO
            k_delayed_work_init(&rsrp_work, modem_rsrp_data_send);
#endif /* CONFIG_MODEM_INFO */
}
```

*Kodeeksempel A.*

```
static void env_data_send(void)
{
[code deleted]
            if (env_sensors_get_temperature(&env_data) == 0) {
                        if (cloud_is_send_allowed(CLOUD_CHANNEL_TEMP,
env_data.value) &&
                                    cloud_encode_env_sensors_data(&env_data, &msg) == 0) {
                                            err = cloud_send(cloud_backend, &msg);
                                            cloud_release_data(&msg);
                                            if (err) {
                                                        goto error;
                                            }
                                    }
            }

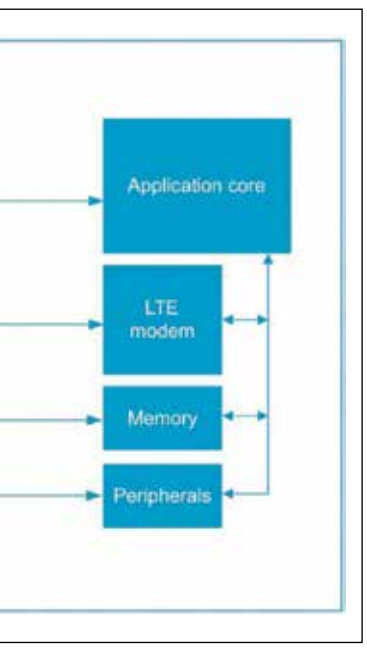
            if (env_sensors_get_humidity(&env_data) == 0) {
                        if (cloud_is_send_allowed(CLOUD_CHANNEL_HUMID,
                                                                env_data.value) &&
                                    cloud_encode_env_sensors_data(&env_data, &msg) == 0) {
                                            err = cloud_send(cloud_backend, &msg);
                                            cloud_release_data(&msg);
                                            if (err) {
                                                        goto error;
                                            }
                                    }
            }
[code deleted]
```

*Kodeeksempel B.*

unit) for at levere det lavest mulige forbrug. SiP'en opretholder kontinuert low-power drift under forskellige belastningsforhold. Eksekvering af et CoreMark-benchmark med en 64MHz clock trækker kun rundt regnet 2,2mA.
Komponenten har desuden andre optimeringsfunktioner til de interne funktionsblokke inklusive GPS'en. Under normal drift trækker kontinuert tracking med GPS'en kun 44,9mA. Med GPS'en i power-saving tilstand falder strømtrækket til 9,6mA.

## Brug af low-power mobilprotokoller

I alle trådløse komponenter er den største forbruger ud over processoren typisk radiosubsystemet. Konventionelle mobilradioer anvender strømbesparende protokoller som en integreret del af mobilstandarden. Smartphones og andre mobile produkter bruger som regel en egenskab kaldt diskontinuert modtagelse (DRX), som lader produktet slukke for radio-receiveren for en given periode supporteret af carrier-netværket.
Tilsvarende lader udvidet diskontinuert modtagelse (eDRX) protokollen low-power komponenter som batteridrevne asset-trackere eller andre IoT-komponenter specificere, hvor længe produktet skal være i sleep-mode, før det igen tjekker op med netværket. En anden mobil driftstilstand, PSM (power save mode), holder et produkt registreret i det mobile netværk, selv når produktet er i sleep-mode – og som sådan uden for netværkets kontrol.
nRF9160 SiP'en supporterer både eDRX og PSM, så et produkt kan holdes i drift med et minimalt forbrug.




## Udvikling af low-power asset-tracking-løsninger

Designere kan meget let kombinere nRF9160 SiP'en med en Bluetooth-komponent som Nordic Semiconductors NRF52840 Bluetooth trådløse mikrocontroller og sensorer, hvilket samlet giver en avanceret sensorbaseret GPS-klar mobil asset-tracker.
Nordic Semiconductor hjælper ydermere designere til en hurtig evaluering af mobilbaserede designs gennem et par udviklingskits. For hurtig prototyping af sensorbaserede asset-tracking-applikationer udgør NRF6943 THINGY:91 mobil-IoT-udviklingskittet et komplet batteridrevet sensorsystem, der parrer nRF9160 SiP'en med en NRF52840 Bluetooth-komponent, multiple sensorer, de grundlæggende interface-komponenter, et 1.400mAh genopladeligt batteri samt et SIM-kort, der giver mobil ud-af-æsken konnektivitet.
Til kundespecifik udvikling fungerer NRF9160-DK-kittet som en øjeblikkelig udviklingsplatform og reference for nye designs. Selv om kittet ikke inkluderer sensorer ligesom THINGY:91, kombinerer NRF9160-DK-kittet alligevel en nRF9160 SiP med en NRF52840 Bluetooth-komponent og inkluderer et SIM-kort sammen med multiple konnektorer inklusive et SEGGER J-Link debugger-interface.
Til softwareudvikling af en asset-tracking-applikation leverer Nordic en komplet nRF9160 asset-tracking-applikation i form af sit nRF Connect software-udviklingskit (SDK). SDK kombinerer Nordics nrfxlib software-bibliotek for virksomhedens SoC'er, en Nordic-variant af Zephyr Project RTOS'en til ressourcebegrænsede komponenter samt en Nordic-variant af MCUboot project-secure bootloaderen.
Nordics THINGY:91 og NRF9160-DK-kits leveres preloaded med en asset-tracking-applikation designet til forbindelse til Nordics egen nRF Cloud IoT-platform. Med brug af prækonfigurerede indstillinger med begge kits kan designere umiddelbart begynde egen evaluering af mobilbaseret asset-tracking og prototyping af deres egne applikationer.

▶ *Fortsættes på side 20*

micro technic

PARTNER
Vi er jeres udvikling, produktion og logistikpartner

R&D DEVELOPMENT
Stor ekspertise og mere end 20 års erfaring med udvikling

TEKNOLOGI
Vi kan supportere jer gennem hele produktets livscyklus



IoT hardware, udvikling og produktion af elektronik under ét tag i Danmark

- Din specialist inden for udvikling af IoT-løsninger
- Vores udviklingsafdeling er eksperter i Design For Manufacturing
- Fra idé til volumenproduktion af din løsning
- Udvikling af intelligente elektronikløsninger

Kontakt os for mere information på +45 6615 3000 eller contact@micro-technic.com

micro-technic.com

▶ *fortsat*

Sammen med den preloadede firmware leverer Nordic den komplette sourcekode til asset-tracking-applikationen Hovedrutinen i denne samplesoftware illustrerer de grundlæggende designmønstre for implementering af en kundespecifik asset-tracking-applikation. Ved eksekvering kører hovedrutinen en serie af initialiseringsrutiner. Blandt rutinerne initialiserer én konfigurationen af modemmet og etablerer en LTE-forbindelse ved at sende en serie af attention (AT) strings til definition af forbindelsesparametrene og aktiverer modemmets indbyggede funktion for forbindelse til carrier-netværket. En anden initialiseringsrutine starter et sæt Zephyr RTOS-workqueues inklusive dem til sensoren, GPS'en og tasterne på udviklingsboardet *(se kodeeksempel A)*.
Under initialiseringsfasen udfører de funktioner, som er forbundet med hver workqueue, deres egne initialiseringsopgaver. Eksempelvis vil sensors_start_work_fn-funktionen, der bliver kaldt af work_init, opstille en pollingmekanisme, som periodisk kan aktivere en funktion, env_data_send, som sender sensordata til clouden *(se kodeeksempel B)*.
Når man eksekverer asset-tracker sample-applikationen på Nordic Semiconductors NRF6943 THINGY:91 cellulære IoT-udviklingskit, sender applikationen de faktiske data fra THINGY:91's onboard-sensorer. Eksekvering på Nordic Semiconductors NRF9160-DK udviklingskit giver afsendelse af simulerede data med brug af en sensorsimulatorrutine, der er inkluderet i SDK'et. Designere kan hermed let udvide softwarepakken til implementering af deres egne asset-tracking-applikationer eller bruge kodeeksemplerne til implementering af deres egen applikationsarkitektur.
Med de præcertificerede SiP'er og udviklingskits fra Nordic Semiconductor kan designere nemt evaluere mobil konnektivitet, udføre prototyping af mobilbaserede og GPS-styrede asset-tracking-applikationer og opbygge egne asset-tracking-produkter, som fuldt ud bruger den udvidede rækkevidde og den low-power funktionalitet, som LTE-M og NB-IoT mobilkonnektiviteten understøtter.

## Navne/Firmanyt

### Ny kollega hos Micro Technic



Micro Technic byder velkommen til deres nye kollega, Linda Drud. Hun er tiltrådt i stillingen som supply chain coordinator.
Linda Drud er 42 år og kommer fra en stilling inden for salg og marketing. Hun kommer til at være en del af Micro Technics salgsteam, og hun bliver bindeled mellem kunder, salg og produktion.
Ved siden af kommer Linda Drud til at stå for diverse marketing- og SoMe-aktiviteter.

# Top-10 over memory-råd til IIoT-applikationer

**I takt med at IIoT (Industrial Internet of Things) hardwaresystemerne fortsat udvikler sig, stiger også både mængde og kvalitet af data. Lagring og analyse af data ændrer sig også. Der er ikke længere strenge forskrifter for datahierarkier, da der i dag findes mange datakilder og klienter i systemerne. Læs her om 10 parametre, som man bør overveje**

*Af Arthur Sainio, marketingdirektør, Smart Modular Technologies*

De store datamængder fra de kommende IIoT-systemer er ikke begrænset til lokale forbindelser, der betjener specifikke applikationer, da data fremover vil blive udbredt til et helt netværk af forbindelser. Inden for IIoT-økosystemet skal elektronikdesignere overveje, hvilke memory-teknologier, de skal anvende i IIoT-hardwaren. Der bruges både DRAM og flash i IIoT-applikationerne på grund af faktorer som unikke datakarakteristikker, endurance og pålidelighed for 24/7-drift, ydelse, forbrug, data- og komponentlevetid, skalérbarhed, robusthed, temperatur, sikkerhed og omkostninger.

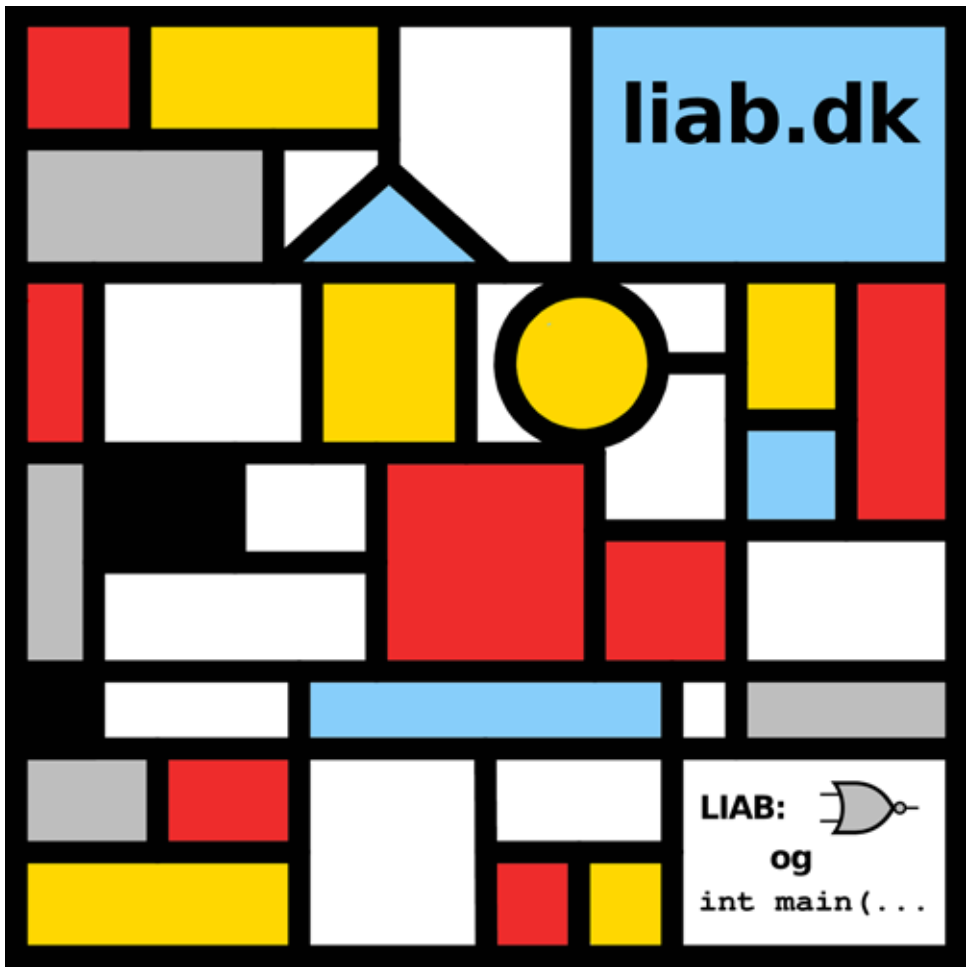
> De store datamængder fra de kommende IIoT-systemer er ikke begrænset til lokale forbindelser, der betjener specifikke applikationer, da data fremover vil blive udbredt til et helt netværk af forbindelser.

### 1. Datakarakteristik

IIoT-datakarakteristikken er afgørende for, hvilken memory og konfiguration, der skal bruges i et systemdesign. IIoT-systemer til videodata kan bruge mainstream 3D NAND-flashteknologier som TLC (Triple-Level Cell) eller QLC (Quad-Level Cell), som typisk findes i flere slags SSD'er og SD-kort. I videodata er alle småbidder af data ikke kritiske, så flashen kan være af forbrugertypen. Det gælder også for DRAM. Videodata kræver ikke ECC (Error Correction Code), så systemer til videodata er enten på board- eller modulniveau.
Modsat gælder det, hvis IIoT-data er vitale for at opretholde dataintegriteten. Et eksempel kunne være temperaturmonitering, der kræver alarmer, hvis en given grænse overskrides. I sådan et tilfælde er hver eneste bit afgørende, og det kræver en type af flashmedium, der sikrer mod tab af data.
Med hensyn til DRAM vil det være værd af overveje tilføjelsen af en ECC-funktion i systemdesignet for at minimere enhver risiko for datatab i tilfælde af DRAM-fejl. ECC-funktionalitet kan leveres i samtlige single-DRAM (ECC DRAM) eller i modulære formfaktorer.

| Flash Type | Bit(s) of Data per Cell | Approximate Write Endurance (P/E Cycles) |
|---|---|---|
| 2D NAND SLC | 1 | 100,000 |
| 2D NAND MLC | 2 | 3,000 |
| 2D NAND TLC | 3 | 300 |
| 3D NAND TLC | 3 | 3,000 |
| 3D NAND TLC | 4 | 300 |

*Tabel sammenligner de tilgængelige typer af flashmedier og forskellige Program/Erase (P/E) cyklusser.*




### 2. Endurance og pålidelighed i 24/7-drift

Typiske IIoT-systemer er designet til langsigtet, kontinuert brug, 24/7, som regel til udendørs signage, fabriksprocesovervågning og automationsformål. Den viste *tabel* sammenligner de tilgængelige typer af flashmedier og forskellige P/E-cyklusser, som bør være udgangspunkt for valg af flashmediet. Systemdesignet skal på brugercase-niveau matche memoryen og hyppigheden af data-writes samt lagringstid. De mere kritiske data kræver et mere omhyggeligt valg af flashtype. Mange industrielle systemer bruger eksempelvis fortsat industrielle SLC CF-kort. Disse pålidelige – og dyre – flashcards tåler nominelt 100.000 P/E-cyklusser og var oprindelig udviklet til kameraer. I mange tilfælde vil standard SD-kort eller MicroSD-kort kunne opfylde IIoT-datalagringskravene.
DRAM har ubegrænset endurance og tåler derfor utallige data-writes og -reads til og fra DRAM'en. DRAM handler derfor mere om pålidelighed. I højpålidelige IIoT-systemer er



*Et eksempel på et DDR4 MIP (Module-in-a-Package) fra Smart Modular Technologies.*

DRAM'er på entrepriseniveau med deres mere robuste tests en bedre garanti mod fejl i felten. Hvis et IIoT-system til en kritisk applikation ikke er designet til brug af ECC DRAM, så vil et alternativ være at bruge DRAM på entrepriseniveau med den følgende langsigtede pålidelighed.

### 3. Ydelse

I tidligere IIoT-systemer blev data bare opfanget og analyseret senere. I nyere IIoT-systemer som Smart Wireless Computings Qualcomm Snapdragon processorbaserede SOM'er (System-on-Modules) og SBC'er (Single-Board-Computere) er der brug for hurtige memories, når analysen skal udføres i real-time. IIoT-systemer til eksempelvis jordskælvs- og tidevandsmonitering kræver en høj ydelse. Visse produkter som Smart Wireless Computing SOM'er bruger Low Power DDR3 (LPDDR3) og LPDDR4-memories for den højeste ydelse og det laveste forbrug.

CPU, memory og lagringsmedier skal vælges samlet i applikationen. Det skyldes, at dagens datakrav er blevet mere intensive i dagens behov for at opfange real-time data i forretnings- og missionskritiske applikationer.

### 4. Pris

IIoT hardware-omkostningerne afhænger i høj grad af den valgte memory-type. Prisandelen i IIoT-systemer kan tegne sig for mellem fem og 40 procent af de samlede omkostninger. Et eksempel på en stor memory-andel kunne være et komplekst industrielt automationssystem, der bruger machinelearning-algoritmer til identifikation af måleområder, og som automatisk justerer indstillingerne i forhold til forud determinerede præferencer, og som derfor kræver mere memory for at kunne være en EKG-tracker (elektrokardiogram), der analyserer den elektriske aktivitet i et menneskeligt hjerte og visualiserer data via en mobil-app.

### 5. Forbrug

Det gavner et samlet systems energiomkostninger og termiske management af mindske forbruget – og det øger også systempålideligheden. Et lavt termisk aftryk gør det muligt at undgå blæseren i et robust systemdesign. En populær DRAM-løsning er LPDDR4, der oftest bruges i mobilprodukter, og som i stigende grad bruges til IIoT. For at spare energi bruger LPDDR4 en lavere nominel spænding på 1,1V. LPDDR4-standarden supporterer en power-down lavfrekvent tilstand, som kan sænke clock-hastigheden, mens enklere baggrundsopgaver bliver udført.

Til datalagring er to almindelige løsninger UFS 2.0 eller MicroSD-cards. UFS 2.0 er en iloddet, embedded MultiMedia-controller (eMMC), der hurtigt både udfører reads og writes til lageret, og som kan udføre andre opgaver samtidig. Det er en populær løsning i mobile applikationer til forlængelse af batterilevetiden. Forbruget i UFS 2.0 er rundt regnet 1mW i drift og under 0,5mW i standby.

### 6. Levetid

Den gennemsnitlige forventede levetid for IIoT-systemhardwaren er 7-10 år. Installationerne er ofte i udfordrende miljøer, hvor en løbende udskiftning til næste generations modeller er dyr og besværlig. Typiske generationsskift inden for memory-processer er mellem 18 og 24 måneder, og overgangen fra DDR3 til DDR4 eller MLC NAND-flash til TLC NAND-flash er påkrævet hvert tre til fem år. Der er tydeligvis et mismatch. IIoT-systemer kræver langsigtet support. Support og lagringsprodukter skal tilpasses bedst muligt levetiden for IIoT-udstyret. Kravene til supply-chain supporten skal derfor indregnes i arkitekturdefinitionen for IIoT-systemerne.

### 7. Skalérbarhed

Skalérbarheden er også et kritisk element i IIoT-systemer. IIoT-systemer skal kunne skaleres til at omfatte tusindvis af controllere, robotter, maskiner og andre specifikke applikationer. Det kan kræve en øget tæthed af memory-produkter samt et muligt behov for opgraderinger af eksisterende systemer til mere højtydende funktionalitet. DRAM- og flashteknologierne får konstant en højere tæthed, men videoopløsning og farvedybder er også forøget og kræver dermed større lagringskapacitet (SSD på apparatet og SD for bærbarhed og skalérbarhed).

### 8. Robusthed

IIoT-systemer bruges ofte i hårde miljøer, hvor memory og lagringsmedier skal være fuldt beskyttede for at undgå feltfejl. Conformal coating og underfills er typiske metoder – sammen med $SO_2$-afvisende komponenter – til at bygge modstandsdygtige produkter. Feltfejl under barske forhold optræder sjældent før produktets tredje driftsår, så tests og kvalifikationsprocedurer for IIoT-systemer skal tage hensyn til det forhold.

I takt med at potentialet i industri 4.0 dukker op, så er forebyggende vedligehold en af de teknikker, som bliver afprøvet. Forebyggende vedligehold skal estimere procesudstyrs tilstand for at afgøre, hvornår vedligeholdet bedst bør udføres. Princippet giver potentielt store besparelser i forhold til tidsstyrede vedligeholdsprogrammer. Muligheden for at transmittere real-time information fra fabriksgulvet til clouden i en IIoT-applikation gør det muligt at opnå maksimal oppetid for udstyret.

### 9. Temperatur

Det kommercielle driftstemperaturområde for memories og lagringsteknologier ligger mellem 0 °C og +70 °C. Forhøjede temperaturer er en af de mest almindelige årsager til fejl i memories og lagringskomponenter. Ved at anvende memory- og lagringsprodukter, der er forberedt til industrielle temperaturer (-40 °C til +85 °C) – som DDR4 ECC SO-DIMMs eller DDR4 MIP (Module-in-a-Package) fra Smart Modular Technologies – kan man i dramatisk grad øge pålideligheden i det samlede system.



*Eksempel på DDR4 memory-board brugt i embeddede IIoT-systemer.*

### 10. Sikkerhed

Dataintegritet og IIoT edge-sikkerhed er blevet stadig mere vigtigt. Beskyttelse af IIoT-edgens systemhardware mod cyberangreb bør inkluderes i overvejelserne om systemdesignet. Såvel memory- som lagringsprodukter i IIoT-systemer kan bringes til at indeholde meget høje sikkerhedsniveauer. For SSD'er er Trusted Computing Group (TCG) Opal standarden, der definerer autenticiteten af et drive, som er stærkere og mere funktionsrigt end en standard 256-bits password leveret via ATA – og kombineret med en 256-bit kryptering vil et drive være mere sikkert end nogensinde før.

Alternativt er Federal Information Standard (FIPS) Publication 140-2 (FIBS PUB 140-2) en føderal standard for beskyttelse af regeringsdokumenter, som kræver specifikke niveauer af Advanced Encryption Standard (AES), autentifikation (som TCG Opal) mekanisk beskyttelse og styring af elektroniske felter. IIoT edge-systemer kan i stigende grad have behov for én af disse sikkerhedsstandarder. Til DRAM-moduler eksisterer der nu en ny sikkerhedsfunktion. Den bruger RCD'en (Register Clock Driver) på registrerede DIMM'er til at detektere og optage uautoriserede kommandoer og adresseadgang fra CPU'en til DRAM'en. Tilsvarende kan op til 16 brugerdefinerede sikkerhedsregler tilføjes for yderligere beskyttelse.

Valg af de rigtige DRAM- og flashprodukter til support af IIoT-systemer vil få stigende betydning, i takt med at industri 4.0 fortsat udvikler sig fra de almindelige applikationer til brug i produktionsmiljøer til at indgå i landbrug og smart-cities. Transporten, lagringen og real-time analysen af IIoT-data er kritisk for succesen af IIoT-applikationer i felten. Elektronikdesignere bør derfor omhyggeligt overveje, hvor meget memory og lagringsteknologi, der kan integreres i IIoT-hardwaren, så man kan opnå den øgede ydelse, endurance og pålidelighed, en lang levetid samt skalérbarhed med en samtidig reduktion af hardwareomkostninger, et lavere forbrug og en stærkere sikkerhed.



# Dynamisk trust beskytter hardwaren

**På alle markeder skal elektroniske produkter i stigende grad beskyttes mod firmware-baserede angreb. Den såkaldte National Vulnerability Database rapporterede en vækst i firmware-angreb på 700 procent fra 2016 til 2019, og Gartner-analyseinstituttet hævder, at "i 2022 vil 70 procent af alle virksomheder, som ikke har en firmware-opgraderingsplan på plads, blive lagt ned af firmware-følsomhed"**

*Af Eric Sivertson, vicedirektør, security business, Lattice Semiconductor*

Følsom firmware er ikke kun en trussel mod operative produkter. Også undervejs i elektronikkens supply-chain kan komponenter som følge af globaliseringen blive angrebet – lige fra den indledende komponentproduktion over forsendelsen til en montagevirksomhed og systemintegrationen og til produktets samlede levetid i felten. Følsomheden kan blive udnyttet af kriminelle i en række forskellige sikkerhedsbrud lige fra datatyveri, dataødelæggelse, trojanske heste og malware-angreb, hijacking af udstyr, kloning og designtyveri. Et effektivt angreb kan lægge et helt system ned – muligvis permanent – eller udløse krav om løsesummer. Da mange angreb optræder under det operative systemniveau, kan de være svære at opdage, før skaden er sket. Og et hvilket som helst angreb kan skade en virksomheds fortjeneste og renommé.

Beskyttelse af elektronisk hardware mod uønsket adgang er ikke nyt, og mange løsninger beskytter mod adgang til komponent-firmwaren. Løsningerne bruger dog som regel mikrocontroller-arkitekturer efter Von Neumann-princippet, hvor der kun sjældent er real-time ydelse nok til styring af multiple komponenter mod angreb. FPGA'er er derimod grundlæggende parallelle af natur, og de kan derfor monitere, beskytte og genoprette multiple komponenter samtidigt med responstider ned til nanosekunder.

System-firmware kan angribes før, under og efter produktion af systemet. Kompromitteret firmware kan desuden være svær at opdage, da system-komponenterne typisk loader firmwaren før operativsystemet, så enhver softwarebaseret sikkerhedsløsning (som post-boot validerings-check) er på det operative niveau. Den angrebne firmware kan derfor snige sig uden om stadig tiske post-boot integritets-check, så angrebet forbliver usynligt for sikkerheds- og malware-scans.

Elektronikken skal derfor tilpasses de nye slags trusler og automatisk reagere, når kompromitteret firmware bliver detekteret. For at beskytte system-firmwaren har sikkerhedssystemerne brug for "dynamisk trust" – modstandsdygtighed mod firmware-angreb baseret på parallelle, real-time, reaktive løsninger, som giver omfattende firmware-beskyttelse gennem systemets samlede levetid, lige fra komponenternes produktion og vej gennem deres supply-chain og fra den indledende montage til udskibning, integration og hele levetiden for produktet.




*Mange slags trusler gør det svært at beskytte elektronikken gennem den samlede supply-chain.*

### Ny NIST-standard

USA's regerings National Institute of Standards and Technology (NIST) har i forhold til truslerne mod firmwaren offentliggjort NIST Platform Firmware Resiliency (PFR) Guidelines (NIST SP-800-193), der understreger betydningen af en veludført implementering af PFR. Disse guidelines promoverer modstandsdygtighed i firmware-platformen gennem sikkerhedsmekanismer mod uautoriserede ændringer, detektering af samme samt hurtig og sikker recovery fra angreb.

NISTs guidelines support følger tre principper:

- Beskyttelse: Platformshardwaren og kritiske data skal forblive i en tilstand af integritet og beskyttet mod ødelæggelse, hvilket inkluderer en proces, som skal sikre autenticitet og integritet af firmware-opdateringer. Guidelines kræver også en samtidig monitering af alle beskyttede eksterne memories og deres interface-busser i runtime (med nanosekund responstider) og en opstramning af den stringente adgangskontrol til al firmware.
- Detektering: Detektering af, hvornår platformens firmware-kode og kritiske data er blevet forstyrret. Det kræver en autonom firmware-autentificering af de beskyttede IC'er, før de booter.
- Recovery: Genopretning af platformens firmware-kode og kritiske data til en kendt god, autentificeret integritetstilstand i de tilfælde, hvor data er blevet afsløret som ødelagt – selv i forhold til Denial of Service og Replay Attack scenarier, og når systemet skal genoprettes gennem en autoriseret mekanisme. Recovery skal ske automatisk og i real-time for at holde systemet online med minimering af brugen af hands-on supportressourcer.




*Lattice Sentry løsningsstack.*

For at imødekomme de nye markeder og standarder har Lattice Semiconductor udvidet egenskaberne i sine hardware-sikkerhedsprodukter ganske betydeligt med nye stacks og en supply-chain sikkerhedsservice. Lattice Sentry solutionsstacken minimerer in-system firmware-følsomheden over for angreb med en dynamisk real-time beskyttelse, detektering og recovery til alle systemets programmerbare komponenter. Sentry-stacken er en komplet, fuldt valideret, kundespecifik NIST 800-193-kompatibel PFR-løsning, der bruger Lattices MachXO3D-sikre FPGA'er. Løsningsstacken inkluderer en suite af brugerklare, robuste produktionsvaliderede IP-kerner til at beskytte og monitere SPI- og $I^2C$-komponenter og deres busser i systemet. Stacken inkluderer demoboards og referencedesigns til demonstration af PFR-mulighederne. Softwareværktøjerne i stacken inkluderer Lattices nyeste IP-økosystem og udviklingsmiljø, Lattice Propel. Propel hjælper selv non-FPGA-brugere til at kundetilpasse deres PFR-implementeringer, så de kan modificere C-koden til stackens RISC-V-processor-IP og visuelt layoute den IP, der bruges til at opbygge et fuldt system. Systemet kan importeres i Lattices Diamond Tool til generering af en konfigurationsbitstream. Stacken inkluderer et fuldt PFR-referencedesign med en let modificerbar PFR-managementkode, quick-switch schematics for SPI/QSPi, en manifestgenerator, samt en processorkommandoemulator.

Lattice Sentry løsningsstacken afkorter time-to-market dramatisk, og der kræves ingen FPGA-designerfaring, selv om Lattice leverer hooks, så kunderne, der vil udvikle deres egen FPGA-IP, kan integrere den i resten af Sentry løsningsstacken.

### Supply Guard

Lattice tilbyder også Supply Guard, en end-to-end supply-chain sikkerhedsservice i form af en abonnementsservice, som sikrer kundens IP gennem den samlede supply-chain med fabrikslåste Lattice FPGA'er, som ikke kan pilles ved, som modstår trojanske heste, overproduktion, forfalskning og IP-tyveri i deres vej gennem supply-chainen. Servicen beskytter kunderne ved, at konfigurations-bitstreamen med eksterne firmware autentificeringsnøgler er lagret kopi- og indgrebssikkert på FPGA'en. Supply Guard giver beskyttelse med en sikker nøglestyring og overrækkelse af ejerskab udført på en sikker måde, hvilket er meget anderledes fra de nuværende løsningsmodeller.

Hver Supply Guard-proces begynder med Lattices tildeling af kundespecifikke partnumre til kundens FPGA. Hver kundespecifik FPGA er programmeret på Lattices fabrik med kundespecifikke, kryptograferede certifikater, så kun kunden kan programmere FPGA'en med konfigurations-bitstream og autentificeringsnøgler. Servicen bevarer trust og beskyttelse af FPGA'erne gennem supply-chainens transport og ved montage på tredjeparts fabrikker. FPGA'erne forlader Lattice-fabrikken fuldstændig låst, og kun kunden – med sine påkrævede certifikater – kan oplåse FPGA'en. Lattice genererer oplåsningscertifikaterne med FIPS 140-2-certificerede High Security Modules



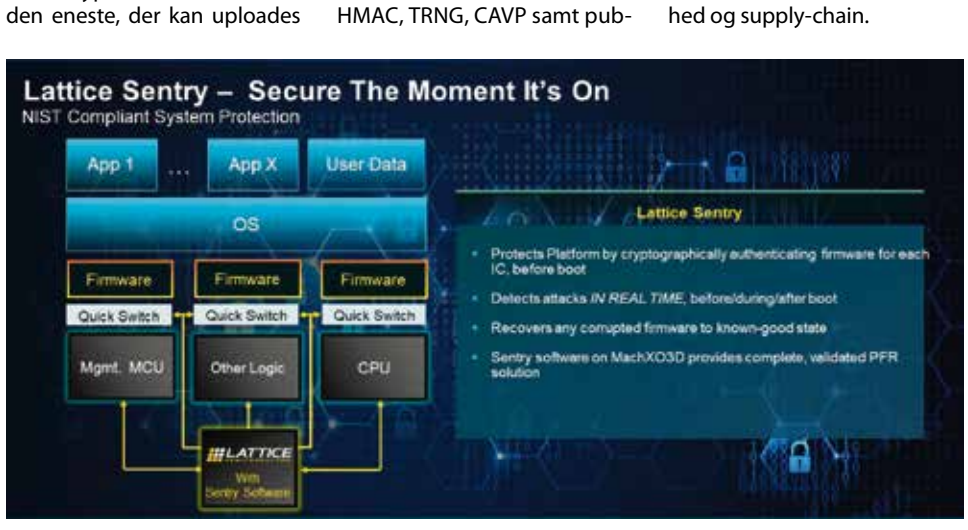



*Lattices Supply Guard-service beskytter Lattice FPGA'erne mod uautoriseret adgang gennem den globale supply-chain.*

(HSM'er) og overgiver dem til kunderne, så de kan bruge deres egen HSM til dekryptering af certifikaterne. Der er ingen menneskelig adgang til disse certifikater. Kundens HSM har nu de certifikater, der skal bruges til kryptering og sign-off af den kundespecifikke konfigurations-bitstream og autentificeringsnøglerne. Kundens IP og de kryptografiske nøgler bliver aldrig vist til Lattice eller til nogen i supply-chainen i nogen form.
Når kundens FPGA er låst med Supply Guard, bliver komponenten et lille fort på sin vej gennem supply-chainen – låst og utilgængelig, indtil den skal programmeres med kundens konfigurations-bitstream. Kundens krypterede bitstream er den eneste, der kan uploades i en kundelåst FPGA. Kundens bitstream kan heller ikke uploades i andre FPGA'er, hvilket beskytter kundens IP og autentificeringsnøgler mod kloning og overproduktion.
Programmering af kundens bitstream passerer en kryptografisk kontrol på chippen fra Lattices fabrikslåste tilstand til den kundelåste status. Overrækning af ejerskabet sker i en beskyttet, krypteret tilstand internt i Lattice FPGA'en og bliver udført på en standard produktionslinje med almindelige programmeringsudstyr. Konfigurations-bitstreamen forbliver sikker og krypteret hele tiden, og overrækkelse af det krypterede ejerskab sker uden yderligere sikkerhedsprocedurer, -mandskab eller -udstyr (som HSM) i produktionsmiljøet. Det eliminerer den tid og pris, som traditionelt forbindes med andre nøglebaserede løsninger.

### Lattice FPGA'er bag sikker systemkontrol og dynamisk trust

Sentry og Supply Guards nye sikkerhedsfunktioner booster Lattices MachXO3D-familie af FPGA'er i forhold til sikker systemkontrol. MachXO3D er en low-power FPGA med et lille footprint til systemkontrolapplikationer, og den beskytter firmware i utallige computer-, kommunikations-, industri- og automotive applikationer. MachX03D er pin-kompatibel med MachXO-familien og giver designere adgang til en gennemtestet arkitektur som findes i over halvdelen af alle kommunikationssystemer og servere.
MachXO3D sikrer sin egen konfigurations-bitstream og skaber systemsikkerhed med uafhængige NIST-certificerede kryptografifunktioner som ECDSA, ECIES, AES, SHA, HMAC, TRNG, CAVP samt public/private-key-generering. Hver komponent har en on-chip flash-memory (til support af sikker, autentificeret dual-boot konfiguration), public-key-lagring til ekstern firmware-autentificering og en unik ID. Hvis den originale firmware bliver forstyrret, vil MachXO3D automatisk gå tilbage til den autentificerede version og fortsætte systemdrift uden afbrydelser. Med Sentry solutionsstacken kan MachXO3D løbende udføre autentificerings-check og firmware-recovery for den eksterne firmware, som FPGA'en beskytter.
Lattices Sentry Solutions Stack og Supply Guard giver samlet alt, hvad designere behøver for at bygge yderst robuste end-to-end, dynamiske trust-løsninger. Supply Guard-beskyttelsen giver de indledende led i kæden ved at beskytte integriteten for både MachXO3D-FPGA'en og kundens bitstream, foruden designede sikkerhedscertifikater, som beskytter resten af platformens firmware. FPGA'ens evne til at overføre sikkert ejerskab under fabriksprogrammering flytter sømløst beskyttelse til designerens signerede og krypterede konfigurations-bitstream, hvorved Sentry PF-egenskaberne beskytter platformens firmware før system-boot, under drift og samtlige, fremtidige boot-ups og driftstilstande i hele systemets levetid. Systemet opretholder den tiltænkte funktion, men modvirker ethvert angreb på nanosekunder. Systemer konstrueret med Sentry- og Supply Guard-support kan supplere alle eksisterende BMC/MCU/TPM-baserede arkitekturer, så designere fortsat kan bruge eksisterende hardwaresikkerhedsløsninger, der er tilpasset kundespecifikke behov inden for både sikkerhed og supply-chain.




*Blokdiagram viser, hvordan en Lattice Sentry-baseret PFR-applikation kan beskytte mod alle firmware-hændelser i real-time i et system.*

▶ *BAGSIDEN fortsat*

over, hvad man hidtil kendte til på markedet. En klassiker var født, og det blev starten på B&O Telecom, hvortil Peter Pasgaard kom i 1985.
Han beskriver sine år i virksomheden gennem et muntert kig i bakspejlet med en række af de anekdoter og røverhistorier, som kendetegner vores branche. Og der er ingen tvivl om, at B&O havde ramt tidmæssigt rigtigt med etableringen af B&O Telecom. I 1987 blev telemarkedet liberaliseret, og det gav grobund for en masse innovation på telemarkedet – også inden for produktionen af håndsæt. B&O Telecom kastede sig også ud i DECT- og mobileventyret, og fabrikken beskæftigede i år 2000 i alt 200 ansatte, som omsatte for rundt regnet 300 millioner.

### Bog tager udgangspunkt i de sjove detaljer

"Den Glade Fabrik" er en beretning om, hvordan man agerede på et telekommunikationsmarked, der både gav medgang og modgang, og hvordan man med intern støtte og indimellem intern modstand manøvrerede igennem og fik skabt et vækstscenarie. Det er ifølge Peter Pasgaard en historie om vestjysk loyalitet og stædighed, men også om en jantelov, der lurede.
Bogen henvender sig også til alle, der har interesse i teknologiens rasende udvikling, hvor en mobiltelefon i den beskrevne periode gik fra "kuffertstørrelse" med en vægt på 11,5 kg til en lille lommetelefon på under 100 gram.
Peter Pasgaard kommer omkring den betydning, liberaliseringen af telemarkedet fik, hvor telefoner gik fra at være professionelt udstyr, der ikke kunne handles i elektronikbutikker, til at blive konsumentprodukter, som kunne købes overalt.
Det er også en almen erhvervshistorie om, hvordan man får iværksætteri og forretningsudvikling til at lykkes i en stor virksomhed. Og om hvordan det, der lykkes, kan bringes i forfald. Bogen handler om mennesker, relationer, god/dårlig kemi, vedholdenhed, stædighed og masser af energi skabt via engagement, tro, håb og kærlighed.
Desuden omtales en række af de nordjyske virksomheder, B&O Telecom samarbejdede med, som RTX, Digianswer, Dansk DECT Udvikling, Dancall og Aalborg Universitet.
Peter Pasgaard har gjort særlig meget ud af at fortælle om tilblivelsen og ikke mindst designarbejdet af de mange forskellige telefoner, de sendte på markedet i perioden 1986 til år 2000 – Gideon Lindinger Löwy (Taiwan), Martin Iseli (Schweiz) og Henrik Sørig Thomsen (Aarhus). I den forbindelse er der fundet gamle skitser og modeller frem.
Peter Pasgaard nævner også tidligere medarbejdere og kolleger - ikke mindst Henning Klausen, som var ansvarlig for salg og marketing i B&O Telecom. Han har ligeledes bidraget med et par kapitler i bogen. Historien genfortælles, som den blev oplevet og husket – med glimt i øjet, og ironi kan forekomme. Og sandelig om ikke også "Aktuel Elektronik" er citeret, da vi stødte på B&O Telecoms fine mobiltelefon under Cebitmessen tilbage i 1994.

Bogen kan købes i den lokale boghandel eller direkte hos forlaget: www.forlagetaadalen.dk/category.php?cat=80.




*Bogen "Den Glade Fabrik" fortæller om de entusiastiske folk, som i Struer skabte et væksteventyr hos B&O fra 1984 til ca. år 2000. I 2014 lukkede telefonfremstillingen i Struer dog igen.*




HUSK

**Aktuel Elektronik kan også læses online**

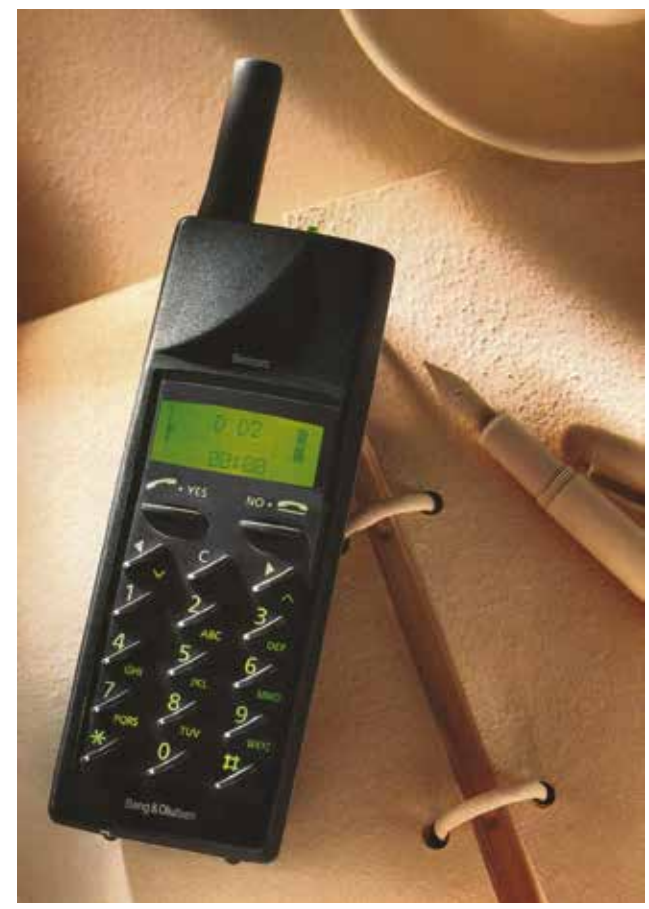
Få besked hver gang en ny udgave er tilgængelig.

**Tilmeld dig på TechMedia.dk**

**Nyttig viden fra TechMedia**

# Da telefoner var big business for B&O

**Det nørrejyske telefoneventyr er for længst forbi, men det gør ikke historien mindre interessant. For nylig fik vi fra daværende direktør for B&O Telecom, Peter Pasgaard, bogen "Den Glade Fabrik", som fortæller om passionen for telefoner i Struer, 1984-2014**



*B&O Telecom fremstillede nogle ganske fine mobiltelefoner.*

*Af Rolf Sylvester-Hvid*

Danmark har igennem den teknologiske historie haft en række hotspots for fremstilling af telefoner. Nogle af de bedst kendte centre er i den forbindelse GNT på Telefonvej i Søborg, Kirks produktion i Horsens, mobileventyret på Amager, Ericsson i Brøndby og så selvfølgelig det nørrejyske område. Siemens/Bosch' fremstilling af mobile håndsæt i Pandrup var nærmest legendarisk, men B&O var også med på vognen og nåede faktisk op på styktal nær millionen af et enkelt produkt. Og for nylig har den tidligere chef for B&O Telecom, Peter Pasgaard - på forlaget Ådalen, udgivet bogen, "Den Glade Fabrik", der fortæller om entusiasmen og de fine designs, som i årene 1984 til 2014 udgik fra fabrikken i Struer.

Telefoner var indtil starten af 80'erne mere eller mindre monopolstyrede produkter, hvor KTAS og Jydsk Telefon styrede markedet med en jernnæve. Overraskende nok gav det ganske gode, stationære telefoner – dog uden de dikkedarer, som man kendte fra udlandet. Det ændrede "Danmark I- og II-"trykknaptelefonerne på, og stimuleret af Jydsk Telefon gik Bang & Olufsen i gang med at udvikle en stationær telefon. Her var der knald på designet, og akustikken i den nye telefon var også klasser

▶ *Fortsættes på side 23*

aktuel elektronik
**Udsendt af:** TechMedia A/S · Naverland 35 · DK-2600 Glostrup


# RESEARCH & DEVELOPMENT, LABORATORY EQUIPMENT

RODAN offers many solutions within Test & Measurement from the world's leading manufacturers



Rosenberger
Compact Calibration Kits



fischer
MiniMax™



Rosenberger
Multiport Mini-Coax



fischer
Core



DELTRON
D-Sub Connectors



Rosenberger
Test Port Cables



Rosenberger
Coax



Rosenberger
Precision Connectors

**We are also your specialist within cable assembly and embedded electronics**

Contact us for more information on
Tel: **+45 45 82 12 94** or **sales@rodantech.com**
See more products and browse through our e-Catalogue on **www.rodantech.com**

RODAN

Connect with us on LinkedIn