Anul XXVI | Nr. 9 [309] Noiembrie 2026

# Electronica AZI

www.electronica-azi.ro



# Dexteritatea în robotică: o mână de ajutor

RENESAS

Electronica 2026:
Hala C5, Standul 479

THE WORLD'S LARGEST SOURCE OF ACTIVE AND EOL SEMICONDUCTORS.
Rochester Electronics

# Piesele pe care le vindem îmbogățesc viețile oamenilor

Imaginați-vă un aparat auditiv care ajută un copil să audă clar vocea părinților săi pentru prima dată.

Piesele vândute de DigiKey ajută companiile să transforme ideile inovatoare în soluții reale care schimbă vieți.

**Găsiți-vă piesa pe digikey.ro**



DigiKey

we get technical

DigiKey este distribuitor autorizat al tuturor furnizorilor săi. Produsele nou adăugate în fiecare zi. DigiKey și DigiKey Electronics sunt mărci comerciale înregistrate ale DigiKey Electronics în S.U.A. și în alte țări. © 2026 DigiKey Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, S.U.A.

ECIA MEMBER

## EDITORIAL de Gabriel Neagu



### Când precizia întâlnește inteligența

Ce au în comun o mână robotică, un senzor inteligent și un încărcător de bord pentru vehicule electrice? Dincolo de aplicațiile diferite, toate ilustrează transformarea electronicii moderne: performanța nu mai ține doar de componente, ci și de felul în care acestea lucrează împreună, într-un sistem inteligent, eficient și fiabil.

Robotica oferă una dintre cele mai spectaculoase expresii ale acestei evoluții. Articolul Renesas, căruia îi dedicăm și coperta ediției de noiembrie, ne introduce în lumea mâinilor robotice, unde precizia mișcărilor și interacțiunea cu mediul sunt provocări inginerești complexe. În spatele unei demonstrații impresionante se află senzori, electronică de control și algoritmi care trebuie să funcționeze în deplină armonie.

Aceeași apropiere dintre lumea fizică și procesarea inteligentă a datelor o regăsim în articolele Mouser dedicate senzorilor și tehnologiilor Edge AI. Prelucrarea informațiilor aproape de sursa lor reduce latența și transferurile inutile de date, permițând dispozitivelor să reacționeze în timp real. Inteligența ajunge, astfel, tot mai aproape de locul unde se petrece acțiunea. În industrie, acest avantaj se traduce prin răspunsuri mai rapide. Dar progresul nu înseamnă numai algoritmi. Eficiența energetică și precizia rămân esențiale.

Soluțiile Microchip pentru încărcătoarele de bord ale vehiculelor electrice evidențiază rolul controlului digital în electronica de putere, iar oscilatoarele prezentate de DigiKey ne reamintesc cât de importante sunt componentele de care depinde sincronizarea întregului sistem.

O altă preocupare capătă o greutate tot mai mare: securitatea produselor conectate. Noile cerințe europene privind reziliența cibernetică, analizate în articolul Rutronik, arată că protecția trebuie gândită încă din etapa de proiectare. Nu este întâmplător că inteligența artificială, reziliența cibernetică și eficiența energetică sunt și direcțiile majore ale expoziției **electronica 2026**, organizată la München între 10 și 13 noiembrie, sub deviza *"Empowering the All Electric Society"*.

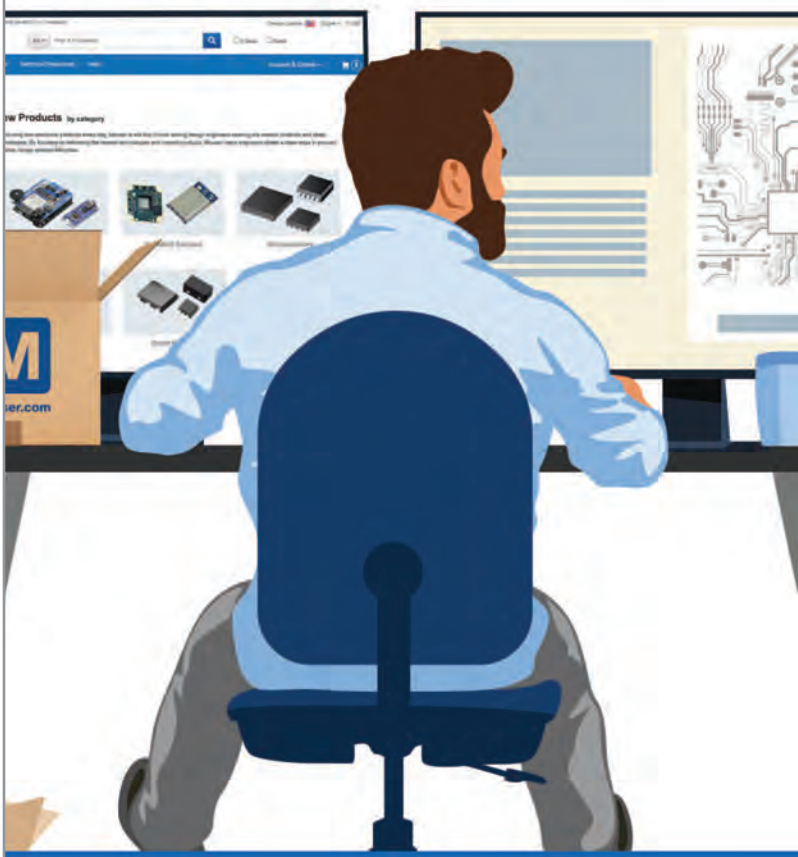
Voi fi acolo pentru a reîntâlni parteneri și colaboratori ai revistei, pentru a descoperi tehnologii noi și, mai ales, pentru a discuta cu oamenii care le dezvoltă. Pentru că, dincolo de specificații și demonstrații, schimbul de idei rămâne esențial. Dacă paginile acestei ediții arată încotro se îndreaptă electronica, la expoziția de la München vom putea vedea cum aceste direcții prind contur, dincolo de promisiuni și prezentări.

**Ne vedem la electronica 2026!**

*gneagu@electronica-azi.ro*

Voi proiectați.
Noi livrăm.™

Cele mai noi
produse pentru cele
mai noi concepte.™



MOUSER

ro.mouser.com/new

Electronica Azi

**Management**
Director General – **Ionela Ganea**
Director Editorial – **Gabriel Neagu**
Director Economic – **Gabriela Vlaicu**
Publicitate – **Irina Ganea**
Web design – **Petre Cristescu**

**Editori Seniori**
Prof. Dr. Ing. **Paul Svasta**
Prof. Dr. Ing. **Norocel Codreanu**
Conf. Dr. Ing. **Marian Vlădescu**
Conf. Dr. Ing. **Bogdan Grămescu**
Ing. **Emil Floroiu**

**Contact**:
office@electronica-azi.ro
https://electronica-azi.ro
Tel.: +40 (0) 744 488818

Revista "Electronica Azi" apare de 10 ori pe an (exceptând lunile Ianuarie şi August).

Revista este disponibilă atât în format tipărit, cât şi în format digital – PDF.

Preţul unui abonament la revista "Electronica Azi" în format tipărit este de 200 Lei/an.

Revista "Electronica Azi" în format digital (PDF) este disponibilă gratuit accesând pagina web: https://.electronica-azi.ro.

2026© - Toate drepturile rezervate.




Electronica Azi

**Electronica Azi** este marcă înregistrată la OSIM - România, înscrisă la poziţia: 124259

ISSN: **1582-3490**

ESP

**EURO STANDARD PRESS 2000** srl
CUI: RO3998003 J03/1371/1993
**Contact**:
Tel.: +40 (0) 744 488 818 // office@esp2000.ro
www.esp2000.ro

Tipar executat la Tipografia Everest.

EVEREST TIPOGRAFIA

Electronica Azi nr. 9 / 2026

# SUMAR

**3** | Editorial

**6** | Microchip simplifică proiectarea încărcătoarelor de bord pentru vehicule electrice prin combinarea controlului digital cu electronica de putere

**10** | AI + Edge: Decizii mai rapide în timp real

**12** | Oscilatoare cu cuarţ MultiVolt pentru aplicaţii auto – semnale de ceas stabile la variaţiile tensiunii de alimentare

**16** | Inteligenţă artificială la nivelul senzorului pentru monitorizarea stării motoarelor. Fabrica viitorului – Partea a III-a

**20** | Senzori inteligenţi – funcţionalitate şi integrare în electronică

**23** | Punţi RLC şi alte echipamente marca MICROTEST

**24** | Dexteritatea în robotică: o mână de ajutor

**30** | Transfer de timp de înaltă precizie pentru infrastructuri critice reziliente

**34** | Regulamentul privind rezilienţa cibernetică – o adevărată bătaie de cap

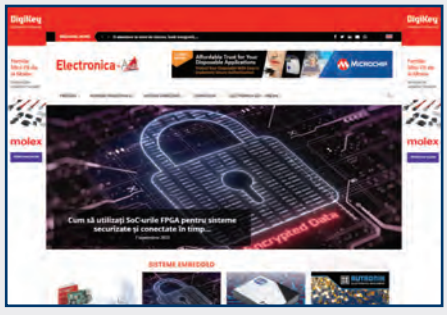
**37** | Ce este automatizarea?

**40** | Plăcile Arduino Q. noua generaţie Edge AI: inteligenţă artificială la marginea reţelei şi control în timp real

**42** | Izolare galvanică – Interfaţă CAN cu izolator digital şi modul de alimentare

**46** | Noi componente IO-Link aduc inovaţii în automatizare

**48** | Ce verifică, de fapt, un audit ESD la postul de lucru




www.electronica-azi.ro

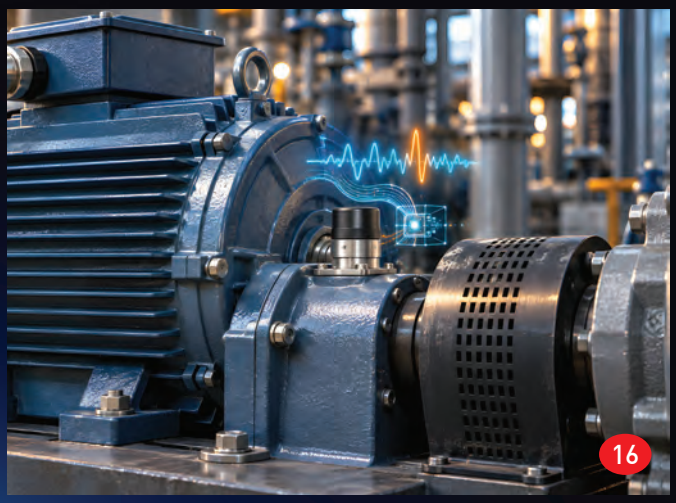



www.electronica-azi.ro/arhiva-reviste




www.facebook.com/ELECTRONICA.AZI


6


16


10


24


12


30



www.instagram.com/electronica_azi




https://international.electronica-azi.ro




https://x.com/ElectronicaAzi



# Microchip simplifică proiectarea încărcătoarelor de bord pentru vehicule electrice

## PRIN COMBINAREA CONTROLULUI DIGITAL CU ELECTRONICA DE PUTERE

*O componentă esențială a unui vehicul electric (EV) este încărcătorul de bord (OBC – On-Board Charger), care transformă curentul alternativ (AC) în curent continuu (DC) pentru a reîncărca bateria de înaltă tensiune a vehiculului. Eficiența și fiabilitatea OBC-urilor influențează semnificativ performanța vehiculului și experiența utilizatorului. Din acest motiv, ele sunt importante pentru producătorii de vehicule electrice.*

### O soluție completă

La expoziția de la Nürnberg – PCIM 2024, Germania, Microchip Technology a prezentat o soluție pentru încărcătoarele de bord (OBC) care reunește dispozitive digitale, analogice, de conectivitate și de putere, calificate pentru aplicații auto. Printre acestea se numără MOSFET-urile mSiC în capsulă D2PAK-7L XL, un format consacrat în industrie. Compania a publicat și un document tehnic cu detalii suplimentare despre optimizarea performanței proiectului și scurtarea timpului de lansare pe piață prin implementarea acestei soluții OBC. Datorită funcțiilor avansate de control, izolării de înaltă tensiune, imunității la zgomot, reducerii pierderilor de comutație și gestionării termice îmbunătățite, soluția Microchip sporește eficiența și fiabilitatea încărcătoarelor de bord.

Compania oferă module software pentru corectarea factorului de putere (PFC), conversia DC-DC, comunicații și diagnosticare. Acestea accelerează dezvoltarea sistemului și permit adaptarea lui la cerințele producătorilor de echipamente originale (OEM). Figura 1 prezintă aplicația demonstrativă de tip totem-pole pentru PFC, realizată de Microchip cu dsPIC33C.

Soluția urmărește să sporească eficiența și fiabilitatea sistemului OBC, valorificând funcțiile avansate ale controlerului digital de semnal (DSC) dsPIC33 și caracteristicile MOSFET-urilor mSiC, care reduc pierderile de comutație și îmbunătățesc gestionarea termică.

Pentru a simplifica lanțul de aprovizionare al clienților, Microchip oferă tehnologii esențiale pentru diferitele funcții ale unui OBC, inclusiv interfețe de comunicații, securitate, senzori, memorie și sincronizare.

## Tendințe pe piața OBC

**Clayton Pillion**, Vicepreședinte al diviziei SiC din cadrul Microchip, anticipează o creștere susținută a pieței vehiculelor electrice în următorii doi-trei ani, în ciuda stagnării recente observate în regiuni precum SUA.



*"Soluția completă de sistem oferită de Microchip, de la DSC-urile dsPIC până la soluțiile mSiC, îi poate ajuta pe inginerii care proiectează aplicații OBC să scurteze timpul de lansare pe piață și să reducă semnificativ complexitatea proiectării"*
***Clayton Pillion, Vice President SiC Business Unit, Microchip***

Această perspectivă evidențiază necesitatea extinderii infrastructurii de încărcare și a reducerii temerilor legate de autonomie prin scurtarea timpilor de încărcare.

## Niveluri de putere mai ridicate

O densitate de putere mai mare transformă experiența utilizatorilor, făcând încărcarea mai rapidă și mai comodă.

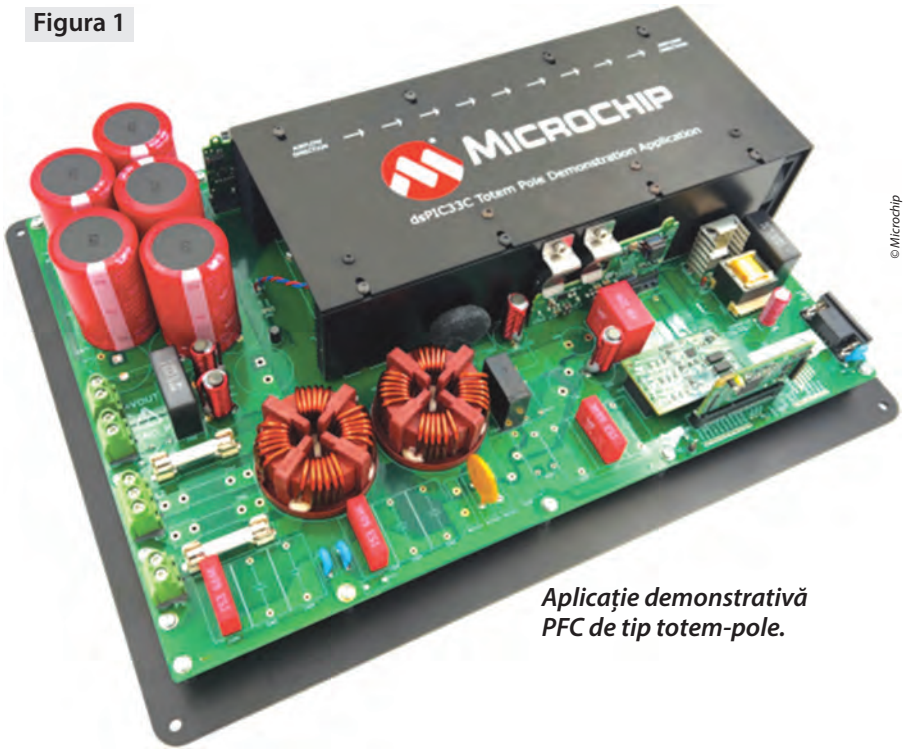
**Joe Thomsen**, Vicepreședinte al diviziei Digital Signal Controller din cadrul Microchip, subliniază importanța infrastructurii de încărcare pentru vehiculele electrice. În călătoriile sale de afaceri în China, a observat că acolo există aproape de zece ori mai multe stații de încărcare pentru vehicule electrice decât în SUA. Stațiile furnizează, de asemenea, tensiuni tot mai mari.



*"Microchip a creat o echipă dedicată megatendinței E-Mobility, cu resurse specializate pentru a susține această piață în creștere. Astfel, pe lângă soluțiile de control și etajul de putere pentru un OBC, le putem oferi clienților și soluții de conectivitate, sincronizare, senzori, memorie și securitate"*
***Joe Thomsen, Vice President Digital Signal Controller Business Unit, Microchip***

După cum explică Thomsen, pentru aceeași putere transferată, dublarea tensiunii înjumătățește curentul, ceea ce facilitează transferul energiei către vehicul. Un alt aspect interesant al infrastructurii de încărcare, menționat de Thomsen, îl reprezintă cercetările unor startup-uri și universități privind conectarea directă a stațiilor de încărcare la liniile de înaltă tensiune ale furnizorilor de energie. Pentru a utiliza aceste tensiuni, încărcătorul trebuie să includă un transformator în stare solidă.
Soluția reduce costurile și greutatea, crește eficiența și economisește energie electrică.

**Figura 1**




© Microchip

***Aplicație demonstrativă PFC de tip totem-pole.***

## Bidirecționalitate

Gestionarea inteligentă a energiei și conectivitatea susțin funcțiile vehicul-rețea (V2G), vehicul-locuință (V2H), vehicul-sarcină (V2L) și vehicul-vehicul (V2V). Astfel, încărcătoarele de bord pot gestiona fluxul de energie în ambele sensuri.

## Dimensiuni compacte

Proiectarea compactă și gradul ridicat de integrare al încărcătoarelor de bord contribuie la eficiența și flexibilitatea sistemelor de încărcare pentru vehicule electrice.
Integrarea convertoarelor DC-DC de joasă tensiune permite conversia de la 400 V sau 800 V la 12 V sau 48 V. În funcție de configurație, încărcătoarele de bord pot accepta alimentare în curent alternativ monofazat sau trifazat. Adoptarea încărcătoarelor de bord de mare putere, bidirecționale și cu grad ridicat de integrare va influența semnificativ evoluția infrastructurii de încărcare și promovarea transportului durabil la nivel global, pe măsură ce piața vehiculelor electrice se extinde.

## Cerințe pentru încărcătoarele de bord

Pentru performanțe optime și o durată de viață îndelungată, încărcătoarele de bord (OBC) trebuie să fie eficiente, compacte și fiabile. Gestionarea termică este esențială pentru buna funcționare și durata de viață a sistemului OBC, mai ales la niveluri ridicate de putere. În plus, sistemele OBC trebuie să respecte standardele și reglementările relevante de siguranță, inclusiv IEC 61851 și SAE J1772. Pentru integrarea cu rețeaua de bord a vehiculului și cu infrastructura externă de încărcare, acestea ar trebui să ofere interfețe de comunicație adecvate.

### Componente-cheie

Soluția OBC de la Microchip integrează două componente-cheie:

- **Controler digital de semnal (DSC) dsPIC33C** – Calificat conform AEC-Q100, dsPIC33C este proiectat pentru aplicații de conversie a puterii. Integrează un nucleu DSP de înaltă performanță, module PWM de înaltă rezoluție și convertoare analog-digitale (ADC-uri) de mare viteză. Este pregătit pentru aplicații cu cerințe de siguranță funcțională și suportă ecosistemul AUTOSAR®.
- **MOSFET mSiC** – Capsula D2PAK-7L XL pentru montare pe suprafață, calificată conform AEC-Q101, are cinci terminale de detecție a sursei (*source-sense leads)* conectate în paralel. Acestea reduc pierderile de comutație, măresc capacitatea de transport a curentului și reduc inductanța. Dispozitivul suportă tensiuni ale bateriei de 400 V și 800 V.

# Microchip simplifică proiectarea încărcătoarelor de bord pentru vehicule electrice

## Control digital

Controlerele digitale de semnal (DSC) dsPIC33 de la Microchip integrează un nucleu dsPIC® DSC de 100 MIPS, care include un procesor de semnal digital (DSP) și periferice avansate. Seria dsPIC33 oferă avantaje importante în aplicațiile OBC. Nucleul de înaltă performanță și perifericele de mare viteză lucrează împreună pentru a răspunde cerințelor stricte ale aplicațiilor OBC.

Familia dsPIC33 oferă funcții și resurse care pot simplifica procesul de certificare a siguranței funcționale pentru aplicații auto critice, cu niveluri ASIL B/C. Pentru aceste dispozitive, Microchip pune la dispoziție pachete de suport pentru siguranță funcțională conform ISO 26262, rapoarte FMEDA, manuale de siguranță și biblioteci de diagnosticare.

Seria dsPIC33CH are o arhitectură cu două nuclee: unul este dedicat procesării de semnal de înaltă performanță și unor sarcini precum corectarea factorului de putere (PFC), iar celălalt gestionează funcțiile sistemului și comunicațiile.

Această împărțire a sarcinilor sporește eficiența sistemului și permite procesorului dsPIC să execute simultan algoritmi complecși de control și protocoale de comunicație, fără a pierde din viteză.

Datorită capabilităților avansate de procesare digitală a semnalelor, dsPIC poate executa eficient algoritmi complecși pentru conversia puterii, control și modulație. Procesarea rapidă a semnalelor permite reglarea precisă a formelor de undă ale tensiunii și curentului, îmbunătățind calitatea energiei electrice și eficiența încărcării.

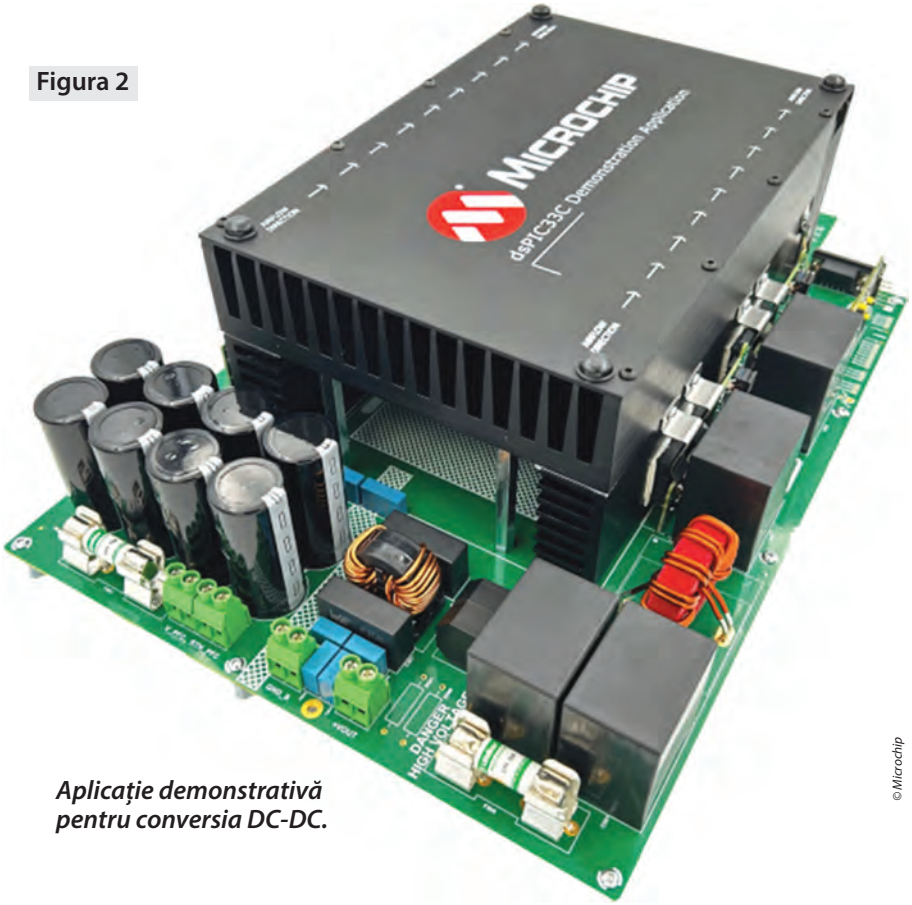
## MOSFET-uri de putere SiC

Soluțiile SiC de la Microchip oferă mai multe avantaje față de arhitecturile convenționale bazate pe siliciu. Noile variante de MOSFET-uri SiC pentru montare pe suprafață sunt potrivite pentru aplicații pentru vehicule electrice cu baterii de 400 V și 800 V, mai ales în spații restrânse, precum cele din încărcătoarele de bord. MOSFET-ul mSiC, calificat conform AEC-Q101, este montat într-o capsulă D2PAK-7L XL pentru montare pe suprafață.

Aceasta are cinci terminale de detecție a sursei conectate în paralel, care reduc pierderile de comutație, măresc capacitatea de transport a curentului și reduc inductanța. Figura 2 prezintă aplicația demonstrativă de conversie DC-DC.

Pe lângă placa dsPIC33C, sunt vizibile patru MOSFET-uri de putere mSiC, dispuse câte două de fiecare parte a transformatorului de izolare: două pe partea primară și două pe cea secundară.

**Figura 2**




*Aplicație demonstrativă pentru conversia DC-DC.*

© Microchip

## Drivere de poartă

Driverele de poartă configurabile mSiC™ de la Microchip contribuie la creșterea densității de putere a sistemului și la reducerea pierderilor de comutație. Configurabile integral prin software, aceste drivere digitale previn semnalările false și reduc oscilațiile, interferențele electromagnetice (EMI), precum și supratensiunile și subtensiunile tranzitorii. Ele integrează tehnologia brevetată Augmented Switching™ și oferă protecție robustă împotriva scurtcircuitelor pentru modulele de putere SiC și IGBT.

Microchip folosește o strategie de comandă digitală a dispozitivelor SiC pentru a asigura un nivel ridicat de fiabilitate și eficiență. În cazul dispozitivelor SiC, soluțiile analogice standard pot necesita ajustări suplimentare pentru limitarea oscilațiilor, supratensiunilor și subtensiunilor tranzitorii, deși funcționează foarte bine cu dispozitivele pe bază de siliciu.
Tehnologia Augmented Switching, utilizată de driverele de poartă programabile digital, permite configurarea precisă a pornirii și opririi dispozitivelor și controlul fronturilor semnalului aplicat porții. Astfel, reduce supratensiunile tranzitorii și oscilațiile, îmbunătățește eficiența sistemului și limitează interferențele electromagnetice.

## Concluzie

Microchip consideră E-Mobility una dintre cele șase megatendințe cheie și a creat o echipă dedicată, cu resurse specializate, pentru a susține această piață în creștere.

Folosite împreună, soluțiile Microchip – de la DSC-urile dsPIC până la cele mSiC – îi pot ajuta pe inginerii care dezvoltă aplicații OBC să simplifice proiectarea și să scurteze timpul de lansare pe piață.

Microchip este un furnizor de încredere pentru producătorii de automobile și principalii furnizori din industria auto. Tehnologiile sale de bază pentru sistemele OBC contribuie la simplificarea lanțului de aprovizionare și la eficientizarea operațiunilor.

- **Microchip Technology**
  www.microchip.com

TME®
Electronic Components
— EST. 1989 —

TRANSFER MULTISORT ELEKTRONIK

MORE THAN AN ELECTRONIC COMPONENT DISTRIBUTOR

Weidmüller



*SOLUȚII PENTRU CONSTRUCȚIA, CONECTAREA ȘI ÎNTREȚINEREA INSTALAȚIILOR*

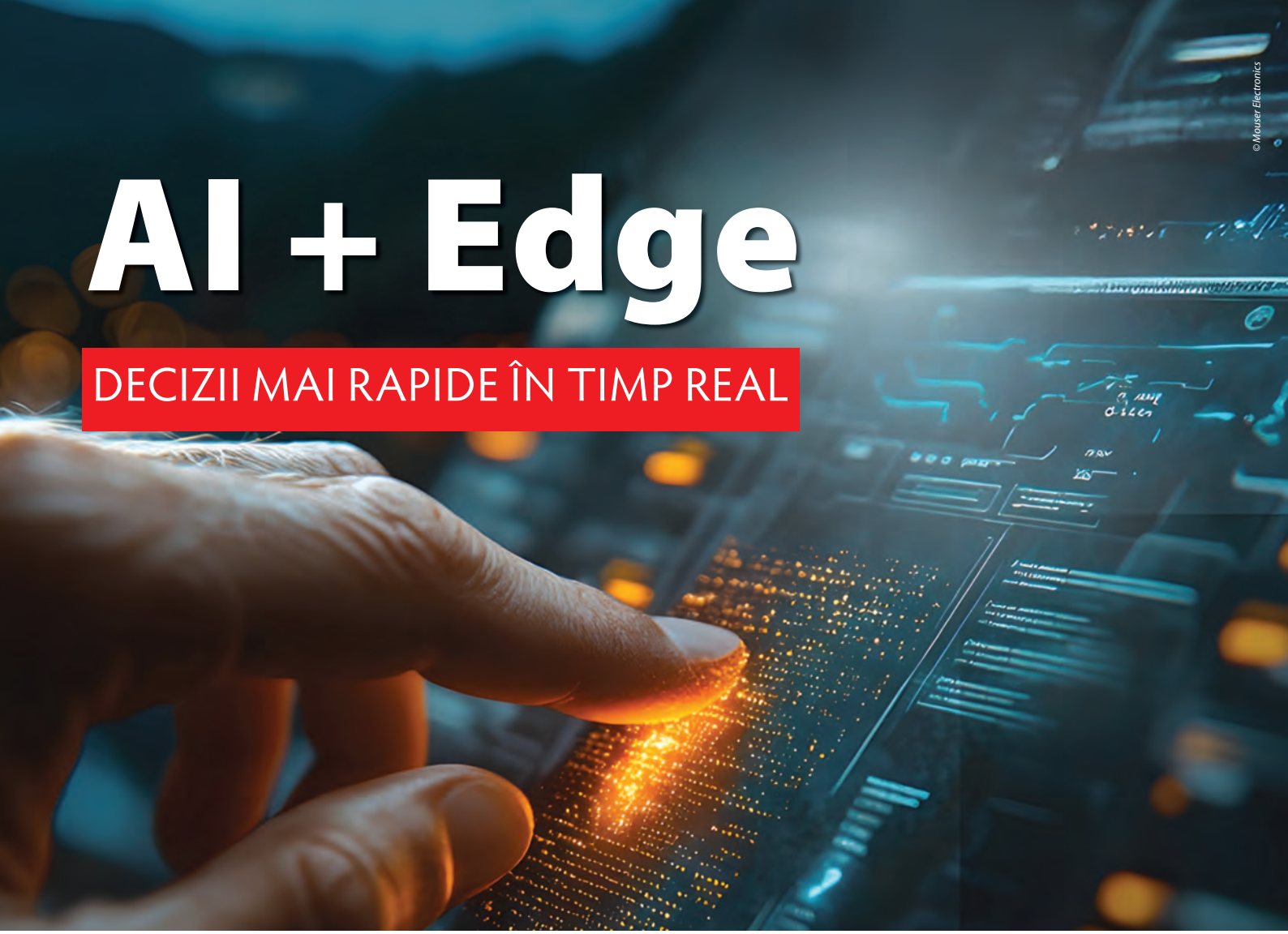
*DE LA PROIECTARE LA SERVICE – GĂSEȘTE COMPONENTELE NECESARE WEIDMÜLLER LA TME*

**Transfer Multisort Elektronik S.R.L.**
Timişoara, România, tme@tme.ro
Ne puteţi găsi la:

tme.eu

YOU NEED IT, WE HAVE IT!

tme.com




# AI + Edge

## DECIZII MAI RAPIDE ÎN TIMP REAL

MOUSER

***Inteligența artificială (AI) și procesarea la marginea rețelei (edge computing) se combină pentru a transforma industriile și experiența utilizatorilor, permițând prelucrarea datelor în timp real și, astfel, luarea rapidă și eficientă a unor decizii fundamentate.***

**Combinarea celor două tehnologii reduce latența, îmbunătățește securitatea datelor și accelerează execuția aplicațiilor AI în numeroase domenii.**

**De la locuințe inteligente la automatizarea fabricilor, AI la marginea rețelei permite prelucrarea locală a datelor, asigurând răspunsuri mai rapide și mai inteligente. În acest articol, analizăm noile soluții bazate pe această tehnologie și evidențiem câteva exemple de utilizare în diverse sectoare.**

### Latență redusă și capacitate de reacție în timp real

Procesarea la marginea rețelei permite prelucrarea datelor aproape de sursă, reducând întârzierile și transferurile de date asociate utilizării cloud-ului.

De exemplu, în producția industrială, dispozitivele cu AI la marginea rețelei pot semnala o problemă pe linia de producție chiar în momentul apariției și pot interveni pentru remedierea ei. Vehiculele autonome pot, la rândul lor, să utilizeze Edge AI pentru a analiza informațiile de la senzori în timp real și a reacționa rapid la schimbările condițiilor de deplasare.
Aceeași tehnologie permite camerelor inteligente din dispozitivele de larg consum să-și ajusteze instantaneu setările și să ofere performanțe îmbunătățite.

### Securitatea datelor și utilizarea eficientă a lățimii de bandă

Prin procesarea locală a datelor, Edge AI sporește securitatea, reducând necesitatea transmiterii informațiilor sensibile către servere centralizate și limitând expunerea la potențiale amenințări cibernetice. În domeniul sănătății, această tehnologie permite analiza locală a datelor pacienților, facilitând respectarea cerințelor de confidențialitate.
De asemenea, procesarea locală reduce necesarul de lățime de bandă, deoarece sunt transmise doar informațiile esențiale. Aceste avantaje fac din Edge AI o tehnologie esențială pentru aplicațiile care gestionează volume mari de date sensibile, precum sistemele financiare sau rețelele de supraveghere.

### Noi direcții de dezvoltare pentru Edge AI

Progresele în domeniul hardware-ului și al comunicațiilor, precum cipurile specializate și rețelele mai rapide, vor îmbunătăți performanțele Edge AI. Aceste tehnologii deschid calea către noi soluții pentru orașe inteligente, automatizare industrială și dispozitive personale.

Pe măsură ce modelele AI devin mai eficiente din punct de vedere energetic și mai scalabile, potențialul procesării la marginea rețelei de a transforma industriile va continua să crească.

Mai multe direcții de dezvoltare contribuie la această evoluție. Senzorii multimodali, care combină date vizuale, termice și acustice, permit o percepție mai completă a mediului. De exemplu, dronele autonome pot utiliza aceste informații pentru a naviga, procesând în timp real date provenite din surse diferite. Cipurile neuromorfice, proiectate pentru a imita modul de funcționare al rețelelor neuronale biologice, optimizează consumul de energie și mențin viteze ridicate de procesare. Aceste caracteristici le fac potrivite pentru aplicații Edge AI în dispozitive purtabile și senzori conectați la IoT (Internetul Lucrurilor).

Deși calculul cuantic se află încă într-un stadiu incipient de dezvoltare, este considerat o posibilă direcție de extindere a capacităților Edge AI. În perspectivă, ar putea contribui la rezolvarea unor sarcini complexe, precum optimizarea în timp real a lanțurilor de aprovizionare sau procesarea datelor provenite de la numeroșii senzori ai sistemelor autonome.

## Cele mai noi produse pentru cele mai noi proiecte ale voastre®

Un exemplu concret de soluție hardware pentru dezvoltarea aplicațiilor Edge AI îl reprezintă modulele **SOM-7533 COM Express® Mini Type 10** de la **Advantech**.

Echipate, în funcție de configurație, cu procesoare Intel® Core™ i3, Intel® seria N sau Intel Atom® seria x7000, acestea oferă o capacitate ridicată de procesare pentru rularea algoritmilor AI complecși și prelucrarea datelor în timp real.

Modulele acceptă până la 16 GB de memorie LPDDR5 la 4.800 MT/s, pe un singur canal, și oferă opțional stocare eMMC integrată, contribuind la o funcționare eficientă inclusiv în aplicații cu seturi mari de date.

Formatul COM Express Mini Type 10 facilitează integrarea într-o gamă largă de dispozitive și sisteme, pentru aplicații Edge AI în automatizarea industrială, comerțul inteligent și echipamentele medicale.

## Concluzie

Combinarea AI cu procesarea la marginea rețelei va permite luarea mai rapidă a deciziilor în timp real în sistemele inteligente și autonome. Prin reducerea latenței și îmbunătățirea securității datelor, această abordare poate susține următorul val de inovație în lumea conectată.

■ **Mouser Electronics**
www.mouser.com
**Distribuitor autorizat**
Urmărește-ne pe **X**

MOUSER

*Mouser Electronics și-a început activitatea în 1964, iar astăzi este distribuitor autorizat la nivel global de semiconductori și componente electronice, reprezentând peste 1.200 de mărci ale unor producători de top din industrie. Compania este specializată în introducerea rapidă pe piață a celor mai noi produse și tehnologii destinate inginerilor proiectanți și specialiștilor în achiziții. Mouser are 28 de birouri în întreaga lume și își desfășoară activitatea în 23 de limbi și 34 de valute. Centrul global de distribuție al companiei este echipat cu sisteme de ultimă generație de gestionare a depozitelor, bazate pe comunicații wireless, care permit procesarea comenzilor 24/7 și operațiuni de mare precizie pentru pregătirea și expedierea acestora.*



*Vehiculele autonome utilizează Edge AI pentru a procesa datele de la senzori în timp real și a lua decizii imediate*

© stockdevil/stock.adobe.com; generată cu AI

# Oscilatoare cu cuarț MultiVolt pentru aplicații auto



## SEMNALE DE CEAS STABILE LA VARIAȚIILE TENSIUNII DE ALIMENTARE

*Oscilatorul cu cristal de cuarț, care valorifică efectul piezoelectric, a evoluat semnificativ de la apariția sa în anii 1930. Utilizarea cristalului de cuarț ca element de stabilire a frecvenței a înlocuit rapid acordarea receptoarelor radio cu ajutorul circuitelor rezonante LC (bobină-condensator). În acea perioadă, cristalele erau șlefuite manual, montate în suporturi și apoi comparate cu un etalon de frecvență, folosind figurile Lissajous afișate pe un osciloscop rudimentar (numărătoarele de frecvență, așa cum le cunoaștem astăzi, nu existau).*

Autor: **Rolf Horn**, Applications Engineer
**DigiKey**

**Cristalele de cuarț și oscilatoarele actuale sunt mult mai mici, mai precise, funcționează la frecvențe mai ridicate și sunt fabricate prin procese puternic automatizate. Rolul lor s-a extins mult dincolo de selectarea unui semnal din spectrul radio și acordarea circuitelor pe frecvența acestuia, incluzând acum și generarea unor semnale de ceas precise, care stabilesc ritmul de funcționare și permit sincronizarea circuitelor, sistemelor și rețelelor.**

**În prezent, cristalele sunt disponibile pentru numeroase frecvențe utilizate pe scară largă, de la mai puțin de 1 MHz până la peste 100 MHz. Spre regretul veteranilor domeniului și al nostalgicilor, standardul clasic de televiziune analogică EIA/NTSC a fost scos oficial din uz în 2009.**

**Drept urmare, cristalul de 3,579545 MHz (denumit frecvent 3,58 MHz), utilizat odinioară pe scară largă pentru codificarea și decodificarea informațiilor de culoare din semnalele TV, a devenit o simplă piesă de muzeu.**
**Oscilatoarele moderne cu cuarț sunt adesea furnizate sub forma unor dispozitive care reunesc, într-o singură capsulă, cristalul de cuarț și circuitul oscilator.**
**Există însă și numeroase aplicații în care se preferă utilizarea unui cristal de cuarț încapsulat separat, împreună cu un circuit oscilator independent.**

# Oscilatoare cu cristale de cuarț

## De la radiourile clasice la electronica auto modernă

Oscilatoarele cu cuarț destinate pieței de larg consum au evoluat considerabil de la perioada în care erau utilizate exclusiv în aparate de radio și televizoare, în anii 1950 și 1960. Automobilele din acea epocă nu dispuneau practic de electronică, în afara aparatului radio, care a adoptat acordarea prin sinteză de frecvență, cu referință de cuarț, imediat ce această tehnologie a devenit disponibilă, fiabilă și accesibilă ca preț.

În contrast puternic, automobilele de astăzi integrează peste 100 de procesoare, de la microcontrolere (MCU) dedicate până la procesoare de aplicații de înaltă performanță și controlere de comunicații.

Aceste procesoare susțin funcții de detecție, siguranță, divertisment, conectivitate și conducere fără a ține mâinile pe volan, multe dintre acestea fiind incluse în categoria sistemelor avansate de asistență la conducere (ADAS – Advanced Driver Assistance Systems) – Figura 1.




**Figura 1**

***Utilizarea electronicii avansate atât în funcțiile esențiale ale grupului motopropulsor, cât și în sistemele ADAS ale automobilelor moderne depășește cu mult ceea ce se putea imagina în urmă cu doar câteva decenii, iar evoluțiile vor continua.***

Fiecare dintre aceste funcții necesită oscilatoare cu cuarț care să furnizeze semnale de ceas pentru procesoare, controlere, dispozitive de comunicații și circuitele aferente. Unele aplicații au nevoie doar de cristale mai simple, cu performanțe mai modeste, în timp ce altele necesită semnale de ceas cu jitter redus și stabilitate ridicată.

Pentru aplicații precum comunicațiile între vehicule (V2V) și alte interconectări din domeniul auto, cerințele privind precizia temporală vor fi și mai stricte.

## Cerințe de performanță și calificarea AEC-Q200

Indiferent de rolul cristalului, oscilatoarele destinate aplicațiilor auto trebuie să respecte cerințele riguroase ale standardului AEC-Q200 pentru componentele electronice utilizate în industria auto. Acest standard presupune mult mai mult decât simpla funcționare fiabilă în condiții de variații de temperatură, vibrații și șocuri mecanice. ➤





# Oscilatoare cu cuarț MultiVolt pentru aplicații auto

El impune, de asemenea, teste privind caracteristicile electrice și mecanice, solicitările termice, rezistența la umiditate și solvenți, integritatea conectorilor și a terminalelor, precum și capacitatea de lipire în procesul de fabricație.

Pentru a îndeplini aceste cerințe, ECS Inc. International a dezvoltat seria de oscilatoare cu cuarț MultiVolt SMD ECS-2520MVQ calificate conform standardului AEC-Q200. Aproape toate modelele din această serie sunt disponibile într-o capsulă ceramică miniaturală, cu patru contacte, având dimensiuni de numai 2,5 × 2,0 × 0,8 mm.

Totuși, dimensiunile reduse reprezintă doar una dintre caracteristicile acestei serii. Oscilatoarele acoperă un interval de frecvență cuprins între 1 MHz și 160 MHz (inclusiv o variantă specială de 1 kHz), cu o stabilitate standard de ±50 părți per milion (ppm) și alte opțiuni de stabilitate de ±20 ppm, ±25 ppm și ±100 ppm. Sunt disponibile, de asemenea, variante pentru intervale de temperatură de funcționare de la –20 la +70°C, de la –40 la +85°C, de la –40 la +105°C și de la –40 la +125°C.

Prin urmare, utilizatorii pot alege un dispozitiv care îndeplinește cerințele de performanță ale aplicației lor.

Etajul oscilatorului utilizează un regulator liniar de tensiune cu consum mic de curent, ceea ce permite reducerea semnificativă a consumului față de proiectele tradiționale de oscilatoare.

În plus, această reglare internă permite oscilatoarelor MultiVolt să funcționeze într-un interval larg de tensiuni de alimentare, indiferent dacă energia provine de la o baterie a cărei tensiune scade pe măsură ce se descarcă sau de la o sursă de alimentare convențională, cu tensiune fixă.

Această caracteristică reduce considerabil dependența performanțelor de tensiunea de alimentare, unul dintre dezavantajele tradiționale ale oscilatoarelor.
Datorită regulatorului intern, dispozitivele pot funcționa cu tensiuni de alimentare cuprinse între 1,7 și 3,6 V, un interval care depășește valorile nominale de alimentare menționate anterior. În același timp, curentul de operare fără sarcină este redus, variind de la 8 miliamperi (mA), la frecvențele mai mici, până la 20 mA, la cele mai ridicate.

## Oscilatoare MultiVolt: de la 32,768 kHz la 125 MHz

**ECS-327ATQMV-AS-TR (Figura 2, stânga) și ECS-2520MVQ-1250-BN-TR, ilustrează varietatea de oscilatoare disponibile.**

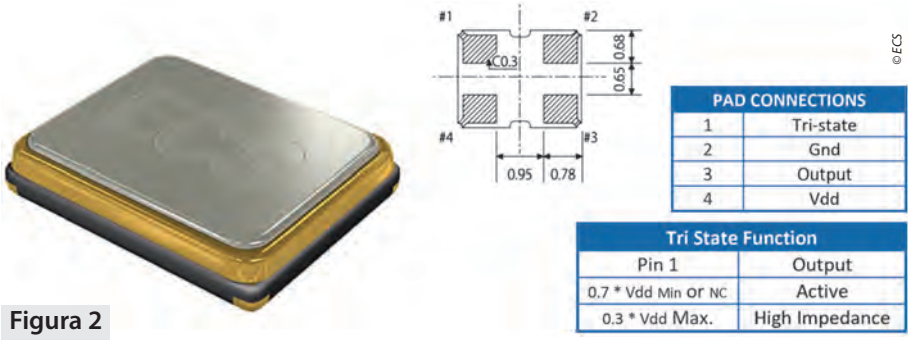



**Figura 2**

***Oscilatorul ECS-327ATQMV-AS-TR (stânga) este încorporat într-o capsulă ceramică de 3,2 × 2,5 × 0,9 mm, prevăzută cu doar patru contacte: alimentare, masă, ieșire și controlul ieșirii în modul tri-state (dreapta).***

## Ce se întâmplă când variază tensiunea de alimentare?

Oscilatoarele MultiVolt ECS-2520MVQ sunt compatibile cu tensiuni de alimentare fixe (nominale) de 1,8, 2,0, 3,0 și 3,3 V, dar acesta este doar unul dintre avantajele lor în ceea ce privește alimentarea.

Arhitectura MultiVolt le diferențiază de oscilatoarele convenționale și oferă proiectanților o flexibilitate suplimentară.

Cum anume? Aceste dispozitive utilizează un circuit integrat ASIC de ultimă generație, cu dimensiuni reduse și performanțe ridicate.

**ECS-327ATQMV-AS-TR** este un oscilator HCMOS miniatural de 32,768 kHz, cu montare pe suprafață (SMD), calificat conform standardului AEC-Q200, care funcționează la tensiuni de alimentare cuprinse între 1,62 și 3,63 V. Capsula ceramică, având dimensiuni de 3,2 × 2,5 × 0,9 mm (mai mare decât celelalte din aceeași familie), dispune de patru contacte: alimentare (Vdd), masă, ieșire și controlul ieșirii în modul tri-state (cu trei stări) (Figura 2, dreapta). Oscilatorul este potrivit atât pentru aplicații auto, cât și pentru dispozitive portabile, aplicații industriale, cu consum redus de energie și din domeniul Internetului lucrurilor (IoT).

Ieșirea CMOS a oscilatorului poate comanda sarcini capacitive de până la 15 pF (picofarazi) și are un factor de umplere de 50%. În stare activă, dispozitivul consumă doar 0,2 mA, iar utilizatorul poate activa modul tri-state cu consum redus prin intermediul contactului nr. 1, reducând curentul la numai 20 de microamperi (µA).

De ce este necesară această frecvență "neobișnuită" de 32,768 kHz? Ea permite realizarea funcțiilor de ceas în timp real, deoarece împărțirea frecvenței la $2^{15}$ (32.768), o operație hardware simplă, generează un semnal cu frecvența de 1 Hz, corespunzător unui ciclu pe secundă.

**ECS-2520MVQ-1250-BN-TR** este un oscilator SMD HCMOS miniatural de 125 MHz, cu o frecvență de puțin peste trei ordine de mărime mai mare decât cea a oscilatorului de 32,768 kHz. Acesta dispune, de asemenea, de tehnologia MultiVolt, care îi permite să funcționeze la tensiuni de alimentare cuprinse între 1,6 și 3,6 V.

Încorporat într-o capsulă ceramică de 2,5 × 2,0 × 0,8 mm, identică cu cea a tuturor celorlalte modele din serie, cu excepția ECS-327ATQMV-AS-TR, dispozitivul prezintă un jitter de 1 ps (picosecundă), specificat pentru intervalul de măsurare de la 12 kHz la 20 MHz. Curentul de intrare este de 20 mA, iar sarcina capacitivă nominală la ieșire este de 15 pF. Stabilitatea frecvenței este de ±50 ppm în intervalul de temperatură de la –40 la +85 °C.

## Concluzie

Proiectanții de sisteme electronice auto au nevoie de surse de frecvență stabile, precise și fiabile. Oscilatoarele cu cuarț din seria ECS-2520MVQ de la ECS, calificate conform standardului AEC-Q200, îndeplinesc aceste cerințe, oferind în plus avantajul unor capsule de dimensiuni reduse. Aceste oscilatoare integrează tehnologia MultiVolt, astfel încât performanțele lor nu se degradează atunci când tensiunea de alimentare se abate de la valoarea nominală, reducând astfel contribuția variațiilor tensiunii de alimentare la bugetul de erori al proiectului.

**Articol recomandat**

Understand Crystal Oscillator Parameters to Optimize Component Selection *(Înțelegerea parametrilor oscilatoarelor cu cuarț pentru optimizarea alegerii componentelor)*.

■ **DigiKey**
www.digikey.ro

*Text – traducere și adaptare: Electronica Azi*

LTHD®

ESD

# Reach out for safety



Shipping **Electronic Equipment** is more challenging than shipping other forms of equipment due to the need for **Safeguarding** the shipment from electric charges. **ESD Protective Packaging** covers any materials coming into direct contact with **ESD sensitive** devices during handling, shipping and storage.

**www.lthd.com**



# Inteligență artificială la nivelul senzorului pentru monitorizarea stării motoarelor

## FABRICA VIITORULUI – PARTEA A III-A

***Articolul prezintă implementarea practică a unui model AI pentru detectarea defectelor motoarelor pe o platformă wireless de monitorizare.***

Autori:
**Richard Anslow,** Senior Manager
**Tom Sharkey,** Senior Engineer
**Analog Devices**

**Integrarea inteligenței artificiale (AI) la nivelul senzorului, prin procesarea locală a datelor *(edge AI)*, transformă sistemele de monitorizare a stării echipamentelor, permițând luarea deciziilor în timp real cu cerințe reduse de comunicație. Articolul prezintă implementarea practică a unui model AI pentru detectarea defectelor motoarelor pe o platformă wireless de monitorizare. Modelul, un autoencoder convoluțional, este antrenat cu date de vibrații corespunzătoare funcționării normale a motorului, pentru a identifica ulterior anomalii asociate dezechilibrului, nealinierii și defectelor rulmenților. Sunt descrise etapele implementării, de la preprocesarea seriilor temporale de vibrații până la arhitectura rețelei neurale și metodologia de antrenare. Rezultatele arată că această abordare permite detectarea fiabilă a defectelor și reducerea semnificativă a consumului de energie, făcând posibile soluții scalabile de întreținere predictivă în mediile industriale.**

### Introducere

Întreținerea predictivă are un rol esențial în Industrie 4.0, permițând detectarea timpurie a defectelor la echipamentele cu piese în rotație, precum motoarele, pompele și turbinele. Sistemele tradiționale de monitorizare se bazează pe procesarea centralizată, datele brute de la senzori fiind transmise continuu către un sistem gazdă. Deși eficientă, această abordare implică cerințe semnificative privind lățimea de bandă a rețelei și consumul de energie, precum și limitări legate de latență.

Utilizarea unui senzor cu capabilități edge AI, care execută local inferența, reduce dependența de analiza datelor în cloud sau la nivelul unui gateway, scurtează timpul necesar luării deciziilor, îmbunătățește eficiența sistemului și prelungește autonomia bateriei. Totuși, proiectarea unui sistem care să asigure atât detectarea fiabilă a defectelor prin AI, cât și consumul redus de energie necesar senzorilor wireless poate fi dificilă.

**Acest articol reprezintă ultima parte a unei serii de trei articole dedicate dezvoltării platformei de monitorizare a stării echipamentelor Voyager4.**

**Partea I** a prezentat senzorul wireless de monitorizare a stării Voyager4, abordând elementele esențiale ale arhitecturii sale, proiectarea hardware, caracterizarea consumului de energie și integrarea mecanică.

**Partea a II-a** s-a concentrat asupra arhitecturii software și a algoritmului AI, descriind o abordare completă, la nivel de sistem, pentru dezvoltarea și implementarea modelului pe Voyager4.

**Partea a III-a** analizează implementarea practică a algoritmului AI și diferitele tipuri de defecte pe care Voyager4 le poate detecta, precum dezechilibrul, nealinierea și defectele rulmenților.

### Setul de date pentru detectarea defectelor

CARACTERISTICILE SEMNALULUI

Setul de date SampleMotorDataLimerick,[1] utilizat în acest proiect, conține semnale de vibrații de înaltă rezoluție, înregistrate atât în timpul funcționării normale a motorului, cât și în prezența unor defecte. Pentru antrenarea modelului sunt utilizate datele corespunzătoare funcționării normale.

Bancul de testare folosit pentru colectarea datelor este prezentat în figura 1.

Prezența defectelor produce modificări ale semnalului, precum distorsiuni armonice, modulații de amplitudine și fenomene tranzitorii de înaltă frecvență.

De exemplu, dezechilibrul determină, de regulă, creșterea amplitudinii la frecvența fundamentală, nealinierea introduce armonici, iar defectele rulmenților generează impulsuri de înaltă frecvență (vezi figura 2). Aceste diferențe stau la baza detectării anomaliilor.[2]

Învețe tiparele relevante, fără a fi influențat de artefactele introduse de lanțul de semnal al senzorilor.

Fluxul de preprocesare pentru autoencoderul utilizat în Voyager4, prezentat mai detaliat în tabelul 1, include împărțirea datelor în segmente de lungime fixă, normalizarea și organizarea lor în tensori cu o structură bine definită.

Nu există o combinație de etape care să garanteze cele mai bune performanțe în toate situațiile.

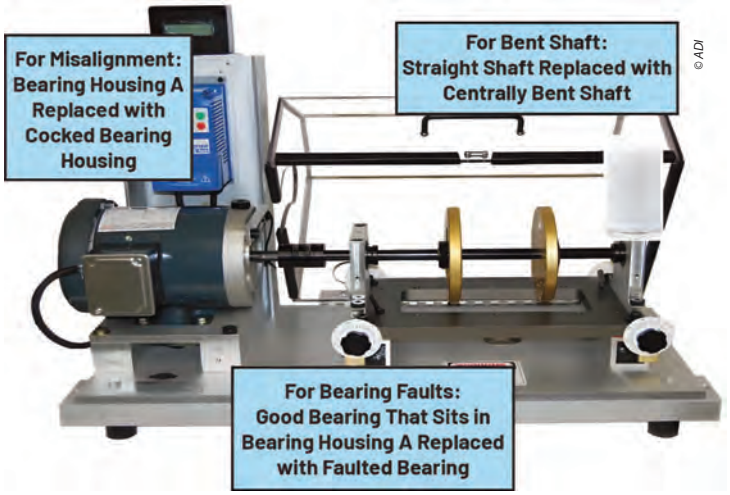



**Figura 1** *Bancul de testare utilizat pentru colectarea datelor de antrenare.*

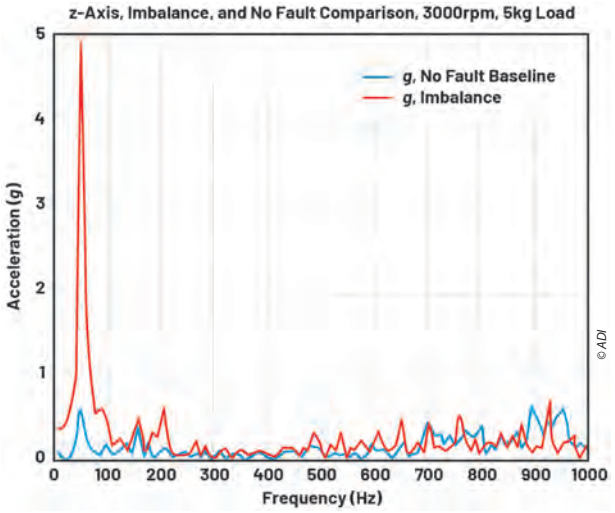



**Figura 2** *Comparație prin analiza FFT între funcționarea normală și funcționarea cu dezechilibru.*

Înregistrările cuprind vibrații măsurate pe trei axe (X, Y, Z), eșantionate la 20 kHz, permițând analiza componentelor de joasă și de înaltă frecvență ale semnalului. Semnalul de vibrație poate fi modelat astfel:

$$x[n] = a[n] + f[n] + \eta[n] \quad (1)$$

PREPROCESAREA DATELOR

Înainte de a fi utilizate pentru antrenarea unui model, datele brute de la senzori trebuie să parcurgă o serie de etape de preprocesare. Acestea asigură consistența datelor și reduc influența erorilor sistematice și a zgomotului, astfel încât modelul să

De exemplu, au fost evaluate atât utilizarea transformatei Fourier rapide (FFT), cât și cea a spectrogramei pentru extragerea caracteristicilor.

În acest caz, varianta bazată pe FFT a oferit rezultate mai bune în ceea ce privește acuratețea modelului. ➤

| Etapa de preprocesare | Exemplu | Scop |
|---|---|---|
| Eliminarea offsetului DC și a contribuției gravitației | Filtrare trece-sus sau scăderea valorii medii calculate separat pentru fiecare axă | Elimină componenta statică datorată gravitației și offsetul DC al senzorului din măsurătorile accelerometrului. |
| Reeșantionare | Reducerea sau creșterea ratei de eșantionare pentru a obține o valoare comună, de exemplu, 1 kHz | Aduce la aceeași rată de eșantionare înregistrările realizate inițial la rate diferite. |
| Segmentare | Împărțirea semnalului în segmente de 256 sau 512 eșantioane | Asigură același număr de eșantioane pentru fiecare segment furnizat modelului. |
| Aplicarea unei funcții de fereastră *(windowing)* | Aplicarea unei ferestre Hann sau Hamming fiecărui segment | Reduce scurgerea spectrală la analiza în frecvență a segmentelor de durată finită. |
| Extragerea caracteristicilor | Transformata Fourier rapidă (FFT) | Transformă datele brute din domeniul timpului într-o reprezentare în frecvență, din care se obțin caracteristici relevante pentru model. |
| Normalizare | Standardizare (Scor Z) | Aduce valorile caracteristicilor la un nivel comparabil. |
| Formatarea datelor | Conversia tablourilor de date în tensori compatibili cu cadrul software utilizat | Organizează datele conform dimensiunilor așteptate de model: numărul de exemple din lot, numărul de pași temporali și numărul de canale. |

Tabelul 1: **Etapele de preprocesare a datelor și rolul acestora**.

## Structura modelului

REȚEAUA NEURALĂ DE TIP AUTOENCODER

Detectarea defectelor prin AI pe platforma Voyager4 se bazează pe o rețea neurală de tip autoencoder. Modelul, ilustrat în figura 3, este antrenat exclusiv cu date corespunzătoare funcționării normale a motoarelor, învățând să reconstruiască fidel tiparele de vibrații caracteristice acestei stări.

La ieșire, datele sunt organizate într-un tensor unidimensional cu 768 de elemente: trei axe × 256 de componente de frecvență.

Această organizare se explică prin faptul că stratul de ieșire al rețelei neurale este un strat complet conectat, nu un strat convoluțional. Figura 4 ilustrează structura datelor la intrarea și la ieșirea modelului.

Alegerea unui strat complet conectat la ieșire (precum și a mai multor straturi ascunse de același tip) este determinată de lipsa suportului pentru convoluții transpuse unidimensionale (1D) în ansamblul software utilizat pentru implementare.

Aceste operații sunt folosite în mod obișnuit în decodificator pentru reconstruirea datelor pornind de la reprezentarea lor comprimată. În codificator sunt utilizate straturi convoluționale pentru a reduce numărul total de parametri ai modelului (vezi figura 5).

IMPLEMENTAREA MODELULUI

Arhitectura este optimizată pentru implementarea pe microcontrolerul **MAX78000**, astfel încât complexitatea modelului să se încadreze în limitele stricte de memorie și capacitate de calcul ale dispozitivelor edge. Procesul de încărcare a modelului pe Voyager4 este descris în Partea a II-a a acestei serii, dedicată implementării firmware-ului.

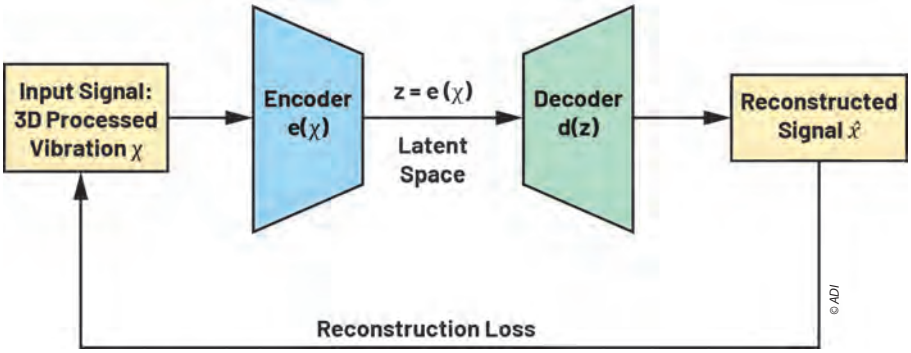



**Figura 3** *Diagrama de flux a autoencoderului.*

Când primește date de la un motor care prezintă defecte, eroarea de reconstrucție crește, permițând sistemului să semnaleze anomalii asociate dezechilibrului, nealinierii sau defectelor rulmenților.

STRUCTURA ȘI ANTRENAREA MODELULUI

Autoencoderele învață să reproducă la ieșire datele primite la intrare. Antrenarea urmărește păstrarea unei cantități cât mai mari de informație la comprimarea datelor prin codificare și minimizarea pierderii de reconstrucție (RL – Reconstruction Loss) după decodificare. Astfel, codificatorul și decodificatorul învață împreună o schemă de codificare și decodificare adaptată datelor de antrenare.

Această arhitectură se pretează învățării nesupravegheate: modelul învață să reconstruiască semnalele corespunzătoare funcționării normale, iar datele asociate unor defecte, care se abat de la tiparele învățate, conduc la valori ridicate ale pierderii de reconstrucție.

Datele de intrare sunt organizate într-un tensor bidimensional cu dimensiunile (256, 3), corespunzătoare unui număr de 256 de canale, fiecare cu câte trei valori.

Fiecare canal reprezintă o componentă de frecvență a FFT și conține valorile acesteia pentru cele trei axe de măsurare a vibrațiilor. La nivelul stratului de intrare, filtrele rețelei neurale convoluționale (CNN) prelucrează separat datele corespunzătoare fiecărei axe. Informațiile provenite de la cele trei axe sunt combinate în interiorul modelului.

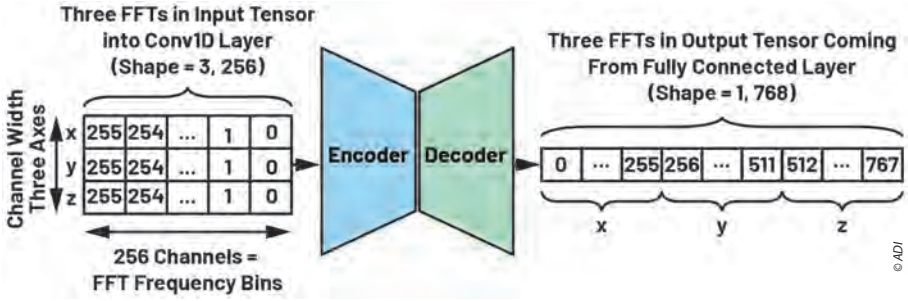
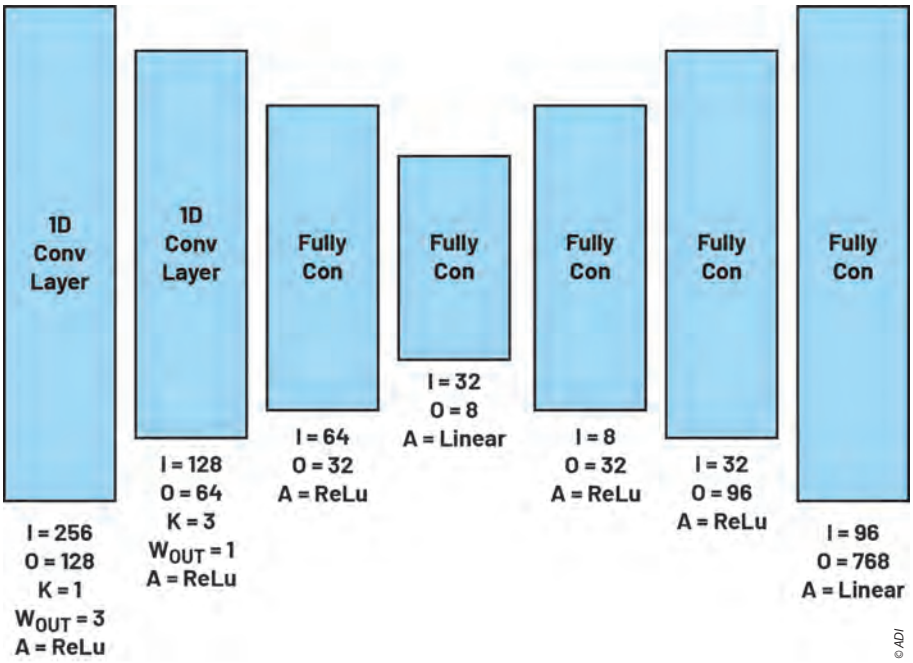



**Figura 4** *Organizarea datelor la intrarea și la ieșirea autoencoderului.*




*Notă: **I** = numărul canalelor de intrare; **O** = numărul canalelor de ieșire; **K** = lățimea nucleului de convoluție (numit și filtru); **W**OUT = lățimea canalelor de ieșire; **A** = funcția de activare.*

**Figura 5** *Straturile modelului, filtrele și funcțiile de activare.*

## Evaluarea modelului

EROAREA DE RECONSTRUCȚIE

Pentru evaluarea modelului, singura funcție de pierdere utilizată este media pătratelor diferențelor dintre valorile de ieșire și cele de intrare. Această măsură cuantifică eroarea de reconstrucție, adică abaterea dintre datele reconstruite de model și datele furnizate la intrare.

PRAGUL DE DECIZIE

Pragul de decizie, reprezentat prin linia roșie întreruptă din figura 6, este ales în funcție de nivelurile de rezultate fals pozitive și fals negative acceptabile pentru aplicație. De exemplu, pentru monitorizarea unui motor critic dintr-un proces industrial esențial, se poate alege un prag mai scăzut pentru a reduce riscul ca un defect să rămână nedetectat.

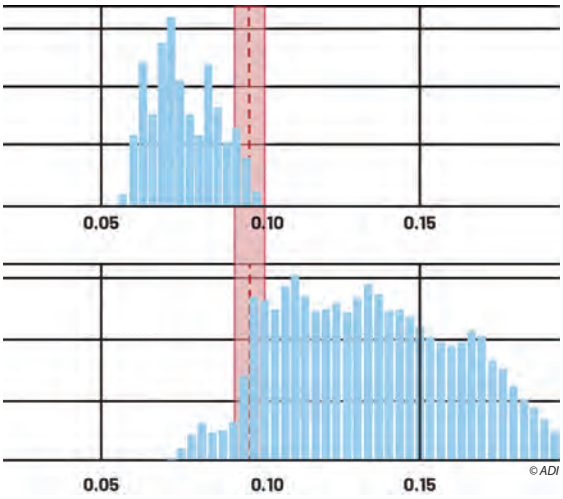



**Figura 6**

***Stabilirea pragului de decizie.***

*Banda roșie evidențiază zona de suprapunere, în care pot apărea rezultate fals pozitive – alarme de defect pentru o funcționare normală – sau fals negative – situații în care un defect existent nu este detectat.*

Figura 6 prezintă histogramele erorilor de reconstrucție pentru datele de validare și pentru cele asociate anomaliilor. Setul de date utilizat cuprinde 10 regimuri distincte de funcționare normală și 120 de scenarii de funcționare cu defecte. Cu cât modelul trebuie să recunoască mai puține regimuri normale, cu atât îi este mai ușor să învețe tiparele acestora. În consecință, este mai probabil ca suprapunerea dintre cele două distribuții să fie redusă: unele exemple de funcționare normală pot produce erori de reconstrucție relativ mari, iar unele exemple cu defecte pot produce erori relativ mici.

Setul complet de date utilizat în proiect, împreună cu ghiduri detaliate pentru încărcarea și preprocesarea acestora, este disponibil în resursele GitHub ale proiectului.[1]

## Concluzie

Articolul prezintă un flux de lucru complet și practic pentru implementarea unui model edge AI destinat monitorizării stării motoarelor. Prin combinarea măsurării vibrațiilor de înaltă rezoluție cu un autoencoder convoluțional optimizat, sistemul învață comportamentul normal al motorului și detectează abaterile asociate unor defecte frecvente, precum dezechilibrul, nealinierea și defectele rulmenților. Pierderea de reconstrucție (RL) servește drept indicator pentru detectarea anomaliilor, fără ca antrenarea modelului să necesite date etichetate care descriu defecte.

Această abordare este deosebit de potrivită pentru mediile industriale în care datele despre funcționarea cu defecte sunt puține.

Despre autori:

**Richard Anslow** este manager senior în cadrul diviziei Industrial Automation a Analog Devices și activează în domeniul proiectării sistemelor software.
Domeniile sale de expertiză includ monitorizarea stării echipamentelor, controlul motoarelor și proiectarea sistemelor de comunicații industriale. A obținut diplomele de licență și master în inginerie la Universitatea din Limerick, Irlanda. Recent, a absolvit un program postuniversitar în inteligență artificială (AI) și învățare automată (ML) la Universitatea Purdue.

**Tom Sharkey** este inginer de aplicații pentru sisteme în cadrul diviziei Industrial Edge, Motion and Robotics a Analog Devices. A obținut diploma de licență în inginerie electronică și calculatoare la Universitatea din Limerick în 2020. Are experiență în domeniul senzorilor pentru monitorizarea stării echipamentelor, al dezvoltării de firmware și software și al controlului motoarelor.

**Referințe**

[1] "Motor Fault Detection at the Edge Using MAX78000." GitHub.

[2] Richard Anslow și Chris Murphy. "How to Choose the Best MEMS Sensor for a Wireless Condition-Based Monitoring System – Part 2: How to Detect Mechanical Faults." Analog Devices, Inc., Ianuarie 2022.




■ **Analog Devices**
www.analog.com

ANALOG DEVICES
AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

***Interacționați cu experții în tehnologia ADI din comunitatea noastră de asistență online. Puneți întrebări de proiectare, răsfoiți întrebările frecvente sau participați la o conversație.***

***Vizitați https://ez.analog.com***

ADI EngineerZone



# Senzori inteligenți

## FUNCȚIONALITATE ȘI INTEGRARE ÎN ELECTRONICĂ

MOUSER

*Tehnologia inteligentă are darul de a trece neobservată. În ultimii ani, inovațiile cu cel mai mare impact nu au provenit din dispozitive noi și spectaculoase, ci din senzorii minusculi, aproape invizibili, integrați în interiorul lor. Acești senzori monitorizează discret mișcarea, temperatura, vibrațiile, lumina, presiunea și nenumărate alte variabile – adesea fără ca majoritatea oamenilor să-și dea seama. Astăzi însă, asistăm la o nouă schimbare. Senzorii devin mult mai eficienți din punct de vedere energetic, mai inteligenți și tot mai capabili să se alimenteze cu energie din mediul înconjurător. Această evoluție pune bazele a ceea ce mulți numesc "IoT ambiental".*

**Senzorii inteligenți de astăzi nu mai sunt simpli colectori de date. Ei au evoluat în subsisteme autonome, capabile să interpreteze informații, să ia decizii și să capteze energie din mediul înconjurător. Această evoluție marchează începutul unei noi ere, în care inginerii trebuie să-și regândească competențele fundamentale necesare pentru a dezvolta următoarea generație de produse inteligente și conectate. În centrul acestei transformări se află eforturile continue de a realiza funcții de detecție și măsurare cu un consum energetic extrem de redus.**

### O nouă eră a senzorilor inteligenți cu consum redus

În trecut, proiectarea senzorilor se axa pe optimizarea performanței, durabilității și preciziei. Pe măsură ce aplicațiile s-au extins – de la câțiva senzori pe o placă de circuit la mii de senzori răspândiți într-o instalație – consumul de energie a devenit provocarea centrală. În cea mai recentă generație de sisteme de detecție și măsurare, funcțiile inteligente cu consum redus de energie au devenit caracteristica definitorie, permițând aplicații variate, de la rețele IoT industriale de mari dimensiuni până la monitorizarea mediului cu dispozitive care nu necesită întreținere. Această schimbare nu s-a produs peste noapte – ea a rezultat din convergența mai multor progrese tehnologice majore în ingineria senzorilor. Fiecare progres a redus cantitatea de energie necesară funcționării unui dispozitiv, permițând senzorilor să colecteze date mai eficient și să funcționeze mult mai mult timp.

MINIATURIZARE PRIN TEHNOLOGIA MEMS

Unul dintre cele mai importante progrese a fost adus de tehnologia modernă a sistemelor microelectromecanice (MEMS).



Prin reducerea structurilor mecanice la dimensiuni microscopice, senzorii MEMS au permis dezvoltarea unor dispozitive mici, cu costuri reduse și precise. Pe măsură ce tehnicile de fabricație s-au perfecționat, senzorii bazați pe MEMS au ajuns să necesite doar o fracțiune din puterea necesară anterior. Această miniaturizare nu numai că a redus dimensiunile fizice, dar le-a permis inginerilor să integreze mai multe elemente de detectare într-o singură capsulă. Ceea ce odinioară necesita o întreagă placă de circuit imprimat echipată cu componente poate fi acum încorporat direct într-un modul de dimensiunea unui cip, reducând substanțial consumul de energie și făcând posibile noi categorii de dispozitive portabile, create pentru utilizarea eficientă a energiei din baterie.

## CIRCUITE DIGITALE DE PRELUCRARE A SEMNALULUI

Alături de miniaturizarea prin tehnologia MEMS, trecerea de la circuitele analogice de prelucrare a semnalului la cele digitale a schimbat fundamental modul de funcționare al senzorilor. Sistemele analogice tradiționale necesitau numeroase circuite externe, precum convertoare, care adăugau zgomot, creșteau complexitatea și măreau consumul de energie.

Senzorii cu prelucrare digitală a semnalului elimină aceste ineficiențe prin încorporarea circuitelor de condiționare a semnalului direct în senzor. Această integrare elimină multe componente externe, reduce pierderile de energie în timpul conversiilor și permite senzorului să furnizeze date digitale cu un nivel redus de zgomot, gata de procesare. Prin reducerea necesității unei procesări analogice continue, senzorii digitali pot rămâne mai mult timp în moduri de repaus profund și se pot activa doar atunci când este necesar, economisind o cantitate substanțială de energie pe perioade lungi.

## FUNCȚII INTEGRATE DE ECONOMISIRE A ENERGIEI

Între timp, progresele din domeniul ingineriei semiconductorilor au permis integrarea în senzori a unor funcții inteligente de gestionare a energiei. Dispozitivele moderne sunt echipate cu mecanisme avansate de administrare a stărilor de repaus, care le permit să funcționeze cu un consum energetic extrem de redus, absorbind un curent de doar câțiva microamperi. Activarea senzorilor poate fi declanșată de mișcare, vibrații sau variații ale luminii, astfel încât aceștia să rămână în repaus până când este necesară captarea unor date relevante.

Această funcționare bazată pe evenimente reprezintă o schimbare radicală față de abordările anterioare bazate pe eșantionare continuă, care consumau multă energie chiar și în absența unor evenimente relevante. Prin integrarea mai multor funcții logice în senzor, producătorii au creat subsisteme miniaturizate capabile să acționeze autonom și să reducă la minimum consumul de energie.

Pe lângă optimizarea consumului energetic al hardware-ului, aceste funcții contribuie și la proiectarea software-ului și a sistemelor. Deoarece senzorii integrează acum funcții de preprocesare locală, filtre interne și căi de date adaptive, inginerii trebuie să se asigure că firmware-ul și logica aplicației le pot valorifica. Provocarea nu mai constă în interconectarea circuitelor analogice, ci în proiectarea unor sisteme care permit senzorilor să funcționeze eficient în cadrul unei arhitecturi mai ample. Aceasta trebuie să asigure un echilibru între procesarea datelor, intervalele de comunicație și energia disponibilă. Evoluția îi obligă pe dezvoltatori să abordeze sistemul în ansamblu, combinând cunoașterea hardware-ului cu optimizarea software-ului pentru a valorifica la maximum dispozitivele create pentru un consum energetic extrem de redus.
Împreună, aceste progrese au marcat începutul unei noi ere, în care senzorii sunt mai mici, mai performanți și mult mai eficienți din punct de vedere energetic. Integrarea inteligenței direct în circuitele de detecție și măsurare permite sistemelor să funcționeze mai mult timp, să fie implementate la scară mai largă și să opereze în medii în care utilizarea lor era considerată cândva nepractică.

## Avantajele tehnologiei IoT ambiental

Senzorii cu consum redus de energie reprezintă un pas esențial către dezvoltarea conceptului de IoT ambiental. Este vorba despre o clasă de dispozitive IoT proiectate să funcționeze cu un aport minim sau nul de energie din baterii de unică folosință, captând în schimb energie din mediul înconjurător: lumină, unde radio, mișcare sau diferențe de temperatură. Aceste dispozitive sunt proiectate să funcționeze pe termen nelimitat, astfel încât, odată instalate, să poată opera autonom, inclusiv în amplasamente în care întreținerea regulată ar fi impracticabilă.

Pentru prima dată, rețelele IoT pot ajunge la miliarde de dispozitive fără a fi limitate de logistica bateriilor. Analiștii estimează că până în 2030 vor fi livrate peste un miliard de dispozitive IoT ambientale, marcând o schimbare majoră către utilizarea sustenabilă a senzorilor la scară globală. ➤

Avantajele vizează sustenabilitatea, scalabilitatea și fiabilitatea. De exemplu, senzorii fără baterii elimină necesitatea înlocuirii periodice a acestora în teren, reducând deșeurile electronice. Dispozitivele pot fi instalate într-o gamă largă de amplasamente, fără a necesita cabluri de alimentare sau întreținere programată. În plus, un număr mai mic de piese mobile și de baterii permite sistemelor să funcționeze continuu și previzibil în timp.
Obținerea acestor beneficii necesită competențe inginerești specializate, care depășesc cu mult proiectarea tradițională a sistemelor IoT. Dezvoltatorii trebuie să înțeleagă tehnicile de captare a energiei, arhitecturile sistemelor de alimentare de putere foarte mică, elementele de stocare a energiei (precum supercondensatoarele) și protocoalele de comunicații wireless cu eficiență energetică foarte ridicată.

## Apariția senzorilor care "gândesc"

Proiectarea axată pe consum redus de energie aduce beneficii și mai mari atunci când este combinată cu inteligența artificială la marginea rețelei. Senzorii pot acum procesa datele brute direct pe dispozitiv, identificând tipare sau anomalii fără a transmite fiecare valoare măsurată către cloud. Acest lucru reduce considerabil volumul comunicațiilor fără fir, mari consumatoare de energie, permițând în același timp sistemului să răspundă mai rapid și mai inteligent.
În loc să activeze sistemul la fiecare depășire a unui simplu prag, senzorii cu funcții AI declanșează activarea doar atunci când identifică un tipar relevant.
De exemplu, un senzor de vibrații montat pe un motor industrial poate face distincția între zgomotul inofensiv și semnele timpurii ale unei defecțiuni mecanice.

Similar, un dispozitiv purtabil poate analiza datele privind mișcarea, temperatura și ritmul cardiac pentru a detecta probleme de sănătate înainte ca acestea să devină urgențe.

Această abordare bazată pe AI prelungește autonomia bateriei, minimizează traficul de date către cloud, îmbunătățește confidențialitatea și transformă senzorii de uz cotidian în agenți autonomi cu capacități avansate.
Totuși, dezvoltatorii au nevoie și de competențe noi: antrenarea și cuantizarea modelelor AI, precum și optimizarea algoritmilor. Instrumente precum TensorFlow Lite și Edge Impulse îi pot sprijini în aceste activități. În multe privințe, inginerul care va proiecta senzorii viitorului va combina competențele unui specialist în știința datelor cu cele ale unui proiectant hardware.

## Trecerea la senzorii cu consum redus de energie și la IoT ambiental

Senzorii cu consum redus de energie și IoT-ul ambiental nu sunt doar tendințe tehnologice – marchează o schimbare fundamentală în modul în care privim sistemele conectate. În generațiile anterioare, dispozitivele IoT erau definite de limitări: autonomie redusă a bateriei, dimensiuni mari și dependență de procesarea în cloud.

Acum, cu ajutorul IoT-ului ambiental și al Edge AI, senzorii pot:

- funcționa autonom timp de ani sau decenii
- lua decizii în timp real
- utiliza energia captată din mediul înconjurător
- reduce costurile de infrastructură
- fi integrați în rețele de mari dimensiuni fără costuri suplimentare de întreținere



Progresele tehnologice au ajuns la un punct în care senzorii se integrează discret în mediul înconjurător – în pereți, lăzi de transport, dispozitive medicale purtabile, poduri, mașini, ferme și aparate de uz casnic.
Aceștia vor cartografia starea de sănătate a unor ecosisteme întregi, vor urmări lanțurile de aprovizionare fără nicio intervenție umană și vor monitoriza continuu siguranța clădirilor și a fabricilor.
Pe măsură ce aceste sisteme evoluează, rolul inginerilor se schimbă odată cu ele. Activitatea lor nu se mai limitează la selectarea componentelor, ci presupune coordonarea întregului sistem, asigurând un echilibru atent între eficiența hardware-ului, funcțiile de inteligență artificială, procesarea la marginea rețelei și cerințele de sustenabilitate.

## Viitorul dispozitivelor miniaturizate

Senzorii inteligenți pot funcționa discret, dar impactul lor este considerabil. Aceștia susțin sustenabilitatea prin eliminarea necesității bateriilor de unică folosință. În plus, permit colectarea mai eficientă a unor date mai detaliate în toate sectoarele – de la industrie la sănătate, de la agricultură la locuințe inteligente.

Pe măsură ce tehnologia IoT ambiental evoluează, inginerii care o dezvoltă trebuie să-și extindă competențele. Viitorul senzorilor inteligenți nu va fi modelat de specialiști care lucrează în discipline izolate, ci de specialiști cu competențe multidisciplinare, capabili să facă legătura între hardware, software și AI la marginea rețelei.

**Pentru o analiză mai aprofundată a acestui subiect, citiți articolul "The New Skills Behind Smart Sensor Innovation".**

■ **Mouser Electronics**
www.mouser.com
**Distribuitor autorizat**
Urmărește-ne pe **X**

MOUSER

*Mouser Electronics și-a început activitatea în 1964, iar astăzi este distribuitor autorizat la nivel global de semiconductori și componente electronice, reprezentând peste 1.200 de mărci ale unor producători de top din industrie. Compania este specializată în introducerea rapidă pe piață a celor mai noi produse și tehnologii destinate inginerilor proiectanți și specialiștilor în achiziții. Mouser are 28 de birouri în întreaga lume și își desfășoară activitatea în 23 de limbi și 34 de valute. Centrul global de distribuție al companiei este echipat cu sisteme de ultimă generație de gestionare a depozitelor, bazate pe comunicații wireless, care permit procesarea comenzilor 24/7 și operațiuni de mare precizie pentru pregătirea și expedierea acestora.*

# Punți RLC și alte echipamente marca MICROTEST

**Compania MICROTEST este specializată în fabricarea instrumentelor pentru testarea echipamentelor și circuitelor pe liniile de producție, în procesele de control al calității, în departamentele de cercetare și dezvoltare și în laboratoarele de măsurări. În catalogul TME au fost introduse recent produse ale acestui producător, printre care punți RLC, analizoare de impedanță și testere pentru verificarea siguranței electrice.**

Suntem încântați să anunțăm că echipamentele marca **MICROTEST** sunt acum disponibile în catalogul TME. Înființată în 1993, compania taiwaneză a reușit deja să își construiască o poziție puternică pe numeroase piețe. Soluțiile sale se adresează clienților profesioniști, în special producătorilor de aparate electrocasnice, echipamente electronice de larg consum, utilaje etc. Mai jos, prezentăm primele produse MICROTEST care au ajuns pe rafturile depozitelor noastre. Această gamă va fi extinsă în viitor.

## Punți RLC și analizoare de impedanță

Punțile RLC și analizoarele de impedanță MICROTEST sunt disponibile în versiuni care se disting în primul rând prin domeniul de frecvențe, de la 10 Hz până la o limită superioară cuprinsă între 1 și 50 MHz (în funcție de model), cu o precizie de bază de ±0,05%. Acestea sunt echipamente staționare destinate utilizării profesionale în laboratoare și în producția de circuite electronice. Pentru aceste aplicații, punțile RLC dispun de o serie de funcții care facilitează utilizarea: controlul automat al nivelului (ALC), posibilitatea conectării la computere și la software de analiză (prin interfețe RS-232, GPIB, LAN sau USB), precum și măsurarea simultană a rezistenței și inductanței.




*Punți RLC 6630*



*Analizoare de impedanță 6632*

Aceste aparate pot testa simultan până la patru parametri ai unei componente electronice. De asemenea, trebuie remarcat că timpul de măsurare poate fi mai mic de 3 ms.

Analizoarele de impedanță din seria 6632 au caracteristici similare, inclusiv o sursă integrată de tensiune de polarizare DC de ±12 V. O caracteristică importantă este funcția opțională de analiză a circuitului echivalent (Equivalent Circuit Analysis), care permite proiectanților să simuleze componentele circuitului înainte de a le selecta.

Capacitățile lor includ determinarea admitanței, factorului de calitate (Q), unghiului de fază (θ), conductanței, permeabilității magnetice, reactanței, susceptanței, factorului de pierderi (D), permitivității relative și, bineînțeles, a inductanței, impedanței, rezistenței în curent continuu (DCR) și rezistenței serie echivalente (ESR). Toate aceste funcții sunt accesibile printr-o interfață ușor de utilizat (echipamentele sunt dotate cu afișaje color de 7 inch). Măsurătorile pot fi efectuate în configurație serie sau paralel, cu compensarea influenței cablurilor de măsurare cu lungimi cuprinse între 0 și 2 m.

## Accesorii și adaptoare

Catalogul TME include acum și accesorii de măsurare și adaptoare MICROTEST, create pentru a extinde funcționalitatea punților RLC și a testerelor acestei mărci.

*Adaptorul permite testarea materialelor dielectrice*



Acestea permit utilizatorilor să testeze cu ușurință componente aflate în diferite tipuri de carcase și să efectueze măsurători în condiții dificil de reprodus cu sondele standard. Utilizarea accesoriilor originale sporește flexibilitatea sistemelor de măsurare, asigurând în același timp o precizie ridicată și o bună repetabilitate a rezultatelor.

Accesoriile au fost proiectate ținând cont de ergonomia bancului de testare, fiabilitate și durabilitate, pentru a îndeplini pe deplin cerințele laboratoarelor și ale mediului industrial.

## Testere pentru verificarea siguranței electrice

Testerele de înaltă tensiune pentru verificarea siguranței electrice (cunoscute și sub denumirea de testere HiPot) sunt utilizate pentru testarea izolației diferitelor echipamente și circuite electrice. Acestea permit verificarea rigidității dielectrice a straturilor de protecție și a altor componente destinate protejării utilizatorilor, contribuind astfel la verificarea siguranței echipamentelor, instalațiilor și componentelor electrice.




*Modelul MCT-7630*




*Modelul MCT-7631*

Modelele MCT-7630/7631 de la MICROTEST sunt testere create pentru efectuarea testelor în medii industriale și de laborator. În funcție de model, acestea dispun de 1 sau 8 canale, permit efectuarea testelor la tensiuni de până la 5000 V AC și 6000 V DC (cu un domeniu al tensiunii de măsurare de 10 ... 1000 V DC) și măsurarea rezistenței de izolație de până la 12 GΩ. Funcțiile acestora includ măsurarea valorii eficace reale (True RMS), detectarea arcurilor electrice (fenomene tranzitorii), precum și o serie de teste manuale și automate, cu timp de creștere reglabil între 0,1 și 10 s și o durată de testare cuprinsă între 0,1 și 999 s. La fel ca echipamentele descrise anterior, aceste testere pot fi operate de la distanță (prin interfețe digitale), dar și local (prin intermediul unei pedale de comandă opționale).

Videoclip
**MCT-7631**

**Transfer Multisort Elektronik**
www.tme.eu



# Dexteritatea în robotică: o mână de ajutor

*Progresele tot mai rapide în tehnologie și cercetare stimulează adoptarea noilor capabilități și interesul pentru valorificarea lor în vederea îmbunătățirii și completării proceselor și fluxurilor de lucru existente, în special în domeniul roboticii.*

Autor:
**Annie Roo**, Product Marketing Manager
**Renesas Electronics**

**Roboții există încă din anii 1950. Unul dintre primii roboți industriali a fost Unimate, un braț manipulator hidraulic brevetat în 1953 și instalat într-o fabrică General Motors în 1961. Brațul robotic era specializat în sarcini repetitive, precum sudarea și turnarea sub presiune, revoluționând automatizarea producției.**

**De atunci, tehnologiile care stau la baza roboticii – de la sistemele de acționare și de control al motoarelor până la siguranța funcțională – au evoluat, permițând roboților să îndeplinească sarcini mai complexe și să fie utilizați în tot mai multe industrii.**

**Roboții de astăzi nu mai sunt doar staționari și limitați la o singură sarcină repetitivă, ci operează și în medii dinamice, care necesită interacțiuni mai fine și mai precise cu mediul înconjurător și cu obiectele din acesta. Roboții actuali și cei ai viitorului au nevoie de dexteritatea unor "mâini" care să le permită să manipuleze obiecte și să interacționeze cu elementele din jur.**

## Aspecte esențiale ale mâinilor robotice

Mâinile unui robot permit mișcări mai fine și un control mai precis în interacțiunea cu obiectele și mediul înconjurător. Deși avem în minte o anumită imagine atunci când ne gândim la mâinile robotice, aspectul și funcționalitatea acestora diferă în funcție de scopul fiecărui robot.
De exemplu, un robot destinat exclusiv culegerii căpșunilor coapte de pe un câmp ar avea cerințe foarte diferite în ceea ce privește mâna robotică față de un robot proiectat să colecteze și să ridice roci de mari dimensiuni de pe Marte.

În mod similar, un robot staționar instalat într-o unitate de reciclare, care preia și sortează materialele reciclabile transportate pe o bandă, ar avea mâini și sisteme diferite față de un robot care efectuează operațiuni standardizate de preluare și poziționare a pieselor metalice de mari dimensiuni pentru asamblarea automobilelor.

Forma constructivă, abilitățile și precizia depind de aplicația finală și de scenariul specific de utilizare.

**Criterii de proiectare a mâinilor robotice**
Aspectele care trebuie luate în considerare în privința dexterității mâinilor robotice – precum numărul de articulații, numărul de motoare și actuatoare, nivelul de precizie necesar sau existența unor funcții de procesare activă și de luare a deciziilor – pot fi analizate astfel:

- **Mediul**: În ce mediu este utilizat robotul?
  - **Staționar vs. dinamic**: Este robotul fixat într-un loc și interacționează cu obiectele într-un spațiu limitat sau se deplasează și operează într-un mediu dinamic, aflat în continuă schimbare?
  - **Sfera interacțiunii**: Este mâna robotică o extensie a unui robot autonom, face parte dintr-un proces care implică intervenția umană sau reprezintă chiar o extensie a corpului uman (de exemplu, o proteză de mână)?
- **Interacțiunea cu obiectele**: Cu ce tipuri de obiecte interacționează mâna robotică?
  - **Obiecte uniforme sau variabile**: Sunt obiectele uniforme (de exemplu, aceleași șuruburi sau panouri metalice pe o linie de asamblare) sau diferă de fiecare dată (de exemplu, un robot care colectează diverse tipuri de deșeuri de pe marginea unei autostrăzi)?
  - **Fragilitate**: Cât de fragile sau delicate sunt obiectele manipulate?
  - **Dimensiune**: Cât de mari sau mici sunt obiectele manipulate?

- **Controlul motoarelor**: Gestionarea semnalelor de comandă și a logicii de control.
- **Acționarea motoarelor**: Amplificarea în putere a semnalelor de comandă pentru alimentarea motoarelor și obținerea mișcării necesare.
- **Feedback-ul motoarelor și al mâinii robotice**: Informații de feedback privind funcționarea motoarelor, necesare evaluării mișcării efectuate.

## Coordonarea sistemului

Coordonarea sistemului determină ce anume declanșează acțiunile unei mâini robotice și depinde de natura sarcinilor și de nivelul de autonomie al robotului: sarcini dinamice (care necesită luarea deciziilor în timp real, în cazul unui mediu dinamic și/sau al unor obiecte variabile) sau sarcini standardizate (mediu static, flux de lucru previzibil, obiecte uniforme).

Un robot industrial utilizat pentru a ridica și a menține în poziție panouri metalice în procesul de asamblare a automobilelor trebuie să funcționeze rapid și eficient.

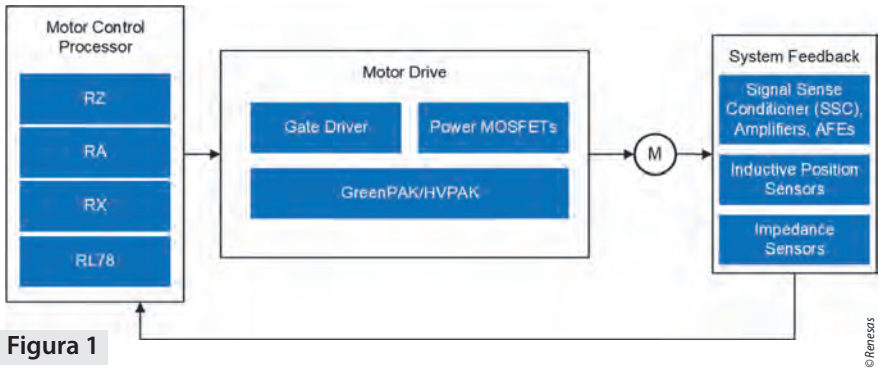



**Figura 1**

***Schema bloc a principalelor subsisteme necesare funcționării unei mâini robotice.***

Caracteristicile obiectelor manipulate și ale mediului în care operează mâinile robotice determină funcționalitățile necesare ale sistemului, precum:

- Inteligență artificială (AI) integrată sau algoritm de control prestabilit
- Numărul de motoare
- Precizia controlului și acționării motoarelor
- Sisteme de feedback pentru motoare și senzori

## Asigurarea dexterității mâinilor robotice

Pentru ca o mână robotică să îndeplinească sarcinile prevăzute, sistemul său trebuie să integreze următoarele subsisteme și funcții:

- **Coordonarea sistemului**: Stabilirea acțiunilor pe baza unor algoritmi prestabiliți sau a inteligenței artificiale (AI), pentru luarea deciziilor în timp real.

Astfel, coordonarea sistemului poate fi realizată prin intermediul unui controler logic programabil industrial (PLC), cu o logică de coordonare prestabilită, care permite optimizarea acțiunilor robotului și obținerea unei eficiențe ridicate a procesului.

### Coordonarea bazată pe AI

Pe de altă parte, un robot de servire a mesei (robot de servicii), care trebuie să transporte mâncarea la masa potrivită dintr-un restaurant și să așeze farfuria fără a vărsa conținutul acesteia, ar avea probabil nevoie de un sistem de coordonare bazat pe inteligență artificială.

Acesta trebuie să poată percepe mediul înconjurător, inclusiv prin intermediul camerelor video și să ia decizii în timp real cu privire la modul în care trebuie să acționeze mâinile robotice.

De exemplu, sistemul trebuie să stabilească modul în care este ținut un bol pentru a-l așeza corect pe masă, în fața persoanei potrivite, ajustând mișcările în funcție de cât de plin este acesta și evitând vărsarea conținutului.

Acțiunile unei mâini robotice depind de modul de coordonare a sistemului – fie că este vorba despre un algoritm de control optimizat sau despre un sistem dinamic bazat pe inteligență artificială.

Un exemplu de sistem dinamic bazat pe AI, utilizat într-o aplicație pentru mâini robotice, este demonstrația realizată de Renesas cu un sistem de mână robotică cu dexteritate avansată și viziune AI. Acesta utilizează un microprocesor (MPU) de înaltă performanță specializat în viziune AI, care permite controlul inteligent prin gesturi.

Microprocesorul se conectează la camere pentru a prelua informații vizuale și execută procesarea AI la marginea rețelei *(edge AI)*, asigurând controlul precis al mâinii robotice, astfel încât aceasta să poată reproduce mișcările detectate de cameră.

## Controlul motoarelor

Odată ce sistemul de coordonare a stabilit efectuarea unei acțiuni, comanda este transmisă sistemului mâinii robotice, unde funcția de control al motoarelor gestionează în timp real semnalele de comandă și logica necesare producerii mișcării.

În cazul mâinilor robotice, controlul motoarelor reprezintă etapa în care intenția stabilită la nivel superior se transformă în interacțiune fizică.

O mână robotică poate avea nevoie să cuprindă un obiect fără a-l zdrobi, să mențină prinderea în timp ce robotul se deplasează și să coordoneze mai multe articulații, astfel încât vârfurile degetelor să urmeze o traiectorie lină și repetabilă.

Aceste comportamente depind de rapiditatea și precizia cu care poate fi comandat fiecare motor și de capacitatea controlerului de a asigura reglarea în buclă închisă pe baza feedbackului de poziție, curent/cuplu și forță.

Pe măsură ce aplicațiile evoluează de la simple operațiuni de preluare și plasare a unor piese uniforme la manipularea obiectelor fragile și variabile în medii dinamice, cerințele privind controlul motoarelor și complexitatea arhitecturii asociate cresc în consecință. ➤

**Arhitectura controlului motoarelor și alegerea controlerului**

Această funcție este gestionată de obicei de un microcontroler (MCU) sau un microprocesor (MPU), care comunică cu sistemul de coordonare sau cu interfața utilizatorului și se conectează la senzori, circuite de feedback și etajul de acționare a motoarelor. Pe lângă gestionarea comunicațiilor și a rutării semnalelor, procesorul de control al motoarelor execută algoritmii care determină modul în care este acționat fiecare motor.

Principalele criterii de selecție includ numărul de motoare care trebuie controlate, performanța necesară a buclei de control, complexitatea calculelor și tipurile de senzori și de feedback utilizate la nivelul motoarelor și al mâinii robotice.

Controlul motoarelor mâinii robotice poate fi organizat în cascadă, prin utilizarea mai multor sisteme și subsisteme de control și acționare a motoarelor. În funcție de subsistem (de exemplu, controlul motorului pentru încheietura mâinii sau pentru un deget) și de fragilitatea și/sau dimensiunea obiectelor manipulate, alegerea controlerului trebuie să țină seama de tipul mișcării și de nivelurile de acuratețe și precizie necesare îndeplinirii sarcinii.

Mai jos sunt prezentate câteva exemple de configurații de control al motoarelor, care includ și circuitele de acționare și răspund unor cerințe variate de manipulare și interacțiune cu obiectele.

Acestea acoperă aspecte precum tipul motorului, care influențează caracteristicile mișcării și interacțiunea cu obiectele, numărul de motoare care pot fi controlate, posibilitățile de comunicare industrială, implementarea siguranței funcționale, interfețele disponibile pentru senzori și alte caracteristici ale sistemului.

## Exemple de scheme bloc pentru aplicații de control al motoarelor

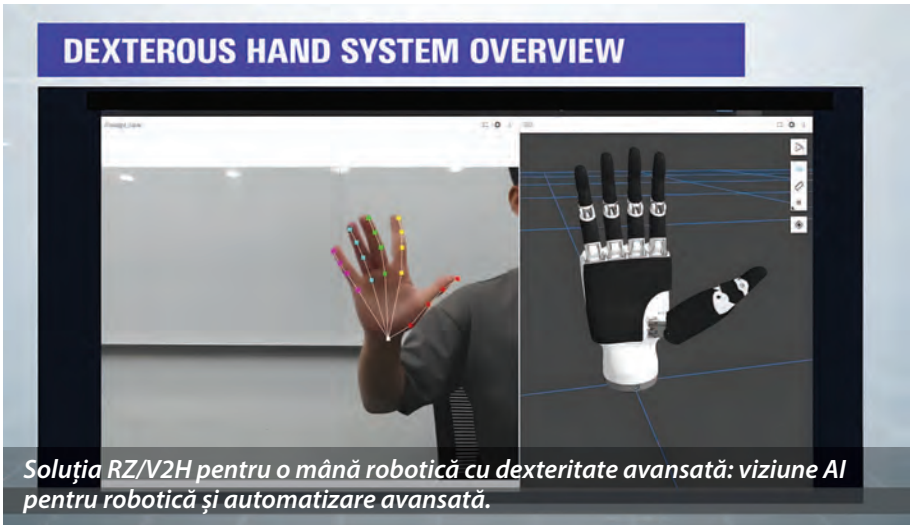
- **Controlul motoarelor pas cu pas**: Pentru realizarea mișcărilor unghiulare și asigurarea cuplului de menținere.
- **Controlul motoarelor BLDC cu resolver**: Motoare BLDC pentru mișcare continuă și uniformă, cu precizie ridicată.
- **Control industrial al motoarelor pe 6 și 9 axe, cu Ethernet**: Control scalabil și de înaltă performanță al motoarelor, cu procesare aritmetică avansată, planificarea mișcării și generarea traiectoriilor.
- **Sistem de control al motoarelor cu rețea industrială și siguranță funcțională**: Control de înaltă performanță și precizie ridicată pentru mai multe motoare (până la 9), cu arhitectură integrată de siguranță funcțională.

Controlul motoarelor unei mâini robotice depinde, în ultimă instanță, de aplicația finală și de modul în care este utilizat robotul: ce nivel de dexteritate trebuie să aibă mâna, ce sarcini îndeplinește, ce tipuri de obiecte manipulează și multe altele.

Revenind la exemplele anterioare, un robot industrial utilizat pe liniile de asamblare din fabrici poate necesita un sistem de control al motoarelor cu rețea industrială și siguranță funcțională, pentru a respecta reglementările de siguranță aplicabile.

Pe de altă parte, dacă o mână robotică este destinată să funcționeze ca parte a unui braț robotic de asistență cu dexteritate ridicată, pentru a ajuta la hrănirea persoanelor cu dizabilități fizice, un sistem de control al motoarelor BLDC cu resolver poate asigura mișcări line și continue, oferind totodată precizia ridicată necesară sarcinilor care implică mișcări fine.

Alegerea procesorului potrivit pentru controlul motoarelor poate face posibilă aplicația dorită și îi poate îmbunătăți performanțele.




*Soluția RZ/V2H pentru o mână robotică cu dexteritate avansată: viziune AI pentru robotică și automatizare avansată.*

Puteți consulta ghidul nostru privind procesoarele pentru controlul motoarelor, care vă poate ajuta să începeți selectarea dispozitivului potrivit pentru cerințele aplicației dumneavoastră de mână robotică.

## Acționarea motoarelor

După ce procesorul de control al motoarelor determină ce trebuie să facă fiecare actuator, etajul de acționare furnizează puterea electrică necesară pentru executarea mișcării. Acest etaj este necesar deoarece ieșirile controlerului pot genera doar semnale de comandă de mică putere (precum PWM, pas/direcție sau valori țintă ale curentului), în timp ce motoarele unei mâini robotice necesită curenți mai mari și forme de undă de tensiune specifice pentru a produce cuplul și mișcarea dorite.

În practică, etajul de acționare combină amplificarea de putere, comutația fazelor, reglarea curentului și funcțiile de protecție, astfel încât mâna robotică să se poată mișca eficient și să răspundă previzibil în condiții variabile de sarcină și de contact.

Soluțiile de acționare pot varia semnificativ chiar și în cadrul aceleiași mâini robotice, în funcție de tipul motorului (servomotor, motor pas cu pas, BLDC) și de nivelul de putere necesar fiecărei articulații sau fiecărui deget. În general, un lanț de acționare include componente de bază precum drivere de poartă și tranzistoare MOSFET de putere pentru comutarea și reglarea curentului, împreună cu circuite auxiliare pentru măsurare, detectarea și gestionarea defecțiunilor. În unele arhitecturi, pot fi utilizate și dispozitive programabile cu semnal mixt, precum HVPAK (dispozitive programabile cu semnal mixt de înaltă tensiune), pentru a implementa sau a prelua funcții auxiliare de logică de interconectare și protecție asociate etajului de acționare.

## Feedback-ul motoarelor și al senzorilor

În cazul unei mâini robotice, nu este suficient să se stabilească ce trebuie să facă, ci și modul în care mișcările sale trebuie controlate și realizate. Feedback-ul motoarelor și senzorii sunt esențiali pentru a permite interacțiuni controlate în buclă închisă, astfel încât mâna robotică să-și poată monitoriza și corecta acțiunile în timp real.

Feedback-ul este esențial deoarece mâinile robotice interacționează permanent cu obiectele și mediul înconjurător: încărcarea mecanică se modifică atunci când sunt ridicate obiecte, pot apărea coliziuni neașteptate sau blocaje și alte situații neprevăzute.

Monitorizarea continuă a parametrilor esențiali, precum poziția motorului, viteza, cuplul și forțele de contact, permite mâinii robotice să mențină precizia mișcărilor, să regleze forța de prindere sau de contact, să detecteze defecțiunile și să se adapteze la variațiile de dimensiune, formă și fragilitate ale obiectelor.

Pe măsură ce crește numărul gradelor de libertate ale mâinilor robotice, feedback-ul devine și mai important.
Controlerul trebuie să coordoneze numeroase articulații, utilizând în același timp informațiile privind forța și cuplul pentru a evita deteriorarea obiectelor manipulate sau chiar a mâinii robotice.

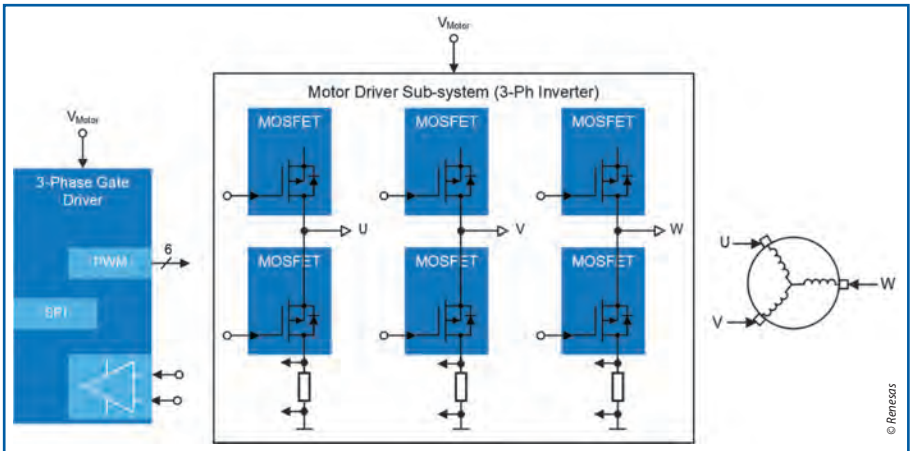



**Figura 2** *Schema bloc a unui lanț de acționare bazat pe o arhitectură cu invertor trifazic și driver de poartă.*

O varietate de senzori și circuite de condiționare a semnalelor pot fi integrate într-o mână robotică pentru a asigura:

- **Feedback privind poziția și viteza**, pentru a determina poziția fiecărei articulații și viteza cu care aceasta se deplasează, asigurând traiectorii precise și operațiuni de prindere repetabile.
- **Feedback privind curentul/cuplul**, pentru reglarea cuplului motorului, obținerea unor mișcări fluide și controlul forței de prindere.
- **Feedback privind forța și contactul tactil**, prin intermediul senzorilor de forță și al matricelor de senzori de presiune, pentru detectarea contactului, a alunecării și a forței aplicate la vârfurile degetelor, permițând manipularea delicată a obiectelor.

**Integrarea senzorilor și controlul forței**
În punctele cheie ale mâinii robotice sunt amplasați diferiți senzori pentru măsurarea unor parametri precum presiunea și poziția.

Semnalele furnizate de aceștia trebuie amplificate, condiționate și procesate, astfel încât controlerul sistemului să poată interpreta datele cu precizie și fiabilitate și să acționeze în consecință pentru a corecta mișcarea și comportamentul mâinii.

Revenind la exemplul anterior al robotului care culege căpșuni, mâna robotică trebuie să poată detecta forțele de contact și alunecarea pentru a-și ajusta prinderea în timp real, astfel încât să poată culege o căpșună fără a o zdrobi și să îmbunătățească repetabilitatea operațiunilor de manipulare delicată. În mod similar, dacă o mână robotică face parte dintr-un braț robotic de asistență pentru hrănirea unei persoane, aceasta trebuie să detecteze contactul cu gura persoanei asistate și să oprească mișcarea în acel moment.
Detectarea forței permite diferențierea dintre mișcarea liberă și contactul cu un obiect, contribuind la interacțiuni mai sigure și la un control mai precis al prinderii. Prin utilizarea feedback-ului de forță în buclă închisă și a unei interfețe uniforme pentru senzori, mâna robotică poate obține o repetabilitate mai mare în operațiunile de prindere și plasare.
Printre soluțiile esențiale de condiționare a semnalelor și tipurile de senzori care asigură feedback-ul unei mâini robotice se numără:

- **Condiționarea semnalelor**
  - Circuite de condiționare a semnalelor de la senzori (SSC)
  - Amplificatoare
  - Convertoare resolver-digital
  - Circuite integrate programabile cu semnal mixt AnalogPAK
- **Senzori**
  - Senzori inductivi de poziție (IPS)
  - Senzori de impedanță

**Integrarea componentelor: proiectarea unei mâini robotice cu dexteritate avansată**
Pornind de la elementele fundamentale – coordonarea sistemului, controlul motoarelor, acționarea acestora și sistemele de feedback – puteți proiecta arhitectura sistemului unei mâini robotice cu dexteritate avansată, adaptată aplicației finale și cerințelor specifice de utilizare.

De exemplu, schema de mai jos prezintă arhitectura unui sistem de înaltă performanță pentru o mână robotică cu 17 grade de libertate (DOF), care poate fi integrat într-un robot umanoid sau într-un alt sistem pentru a permite efectuarea unor sarcini complexe care necesită mișcări fine și precise.

**Coordonarea sistemului**
Primul element este coordonarea sistemului, care stabilește ce anume declanșează acțiunile mâinii robotice. Arhitectura prezentată utilizează o coordonare dinamică, prin conectarea sistemului mâinii la "cerebelul" unui robot umanoid mai mare, pentru procesarea AI și integrarea la nivel de sistem. Robotul umanoid poate utiliza tehnologii precum viziunea AI, recunoașterea vocală, cartografierea și navigarea vizuală pentru a procesa informațiile și a transmite apoi comenzi către sistemul mâinii robotice, astfel încât aceasta să execute acțiunile corespunzătoare.

O coordonare prestabilită a sistemului poate fi implementată și prin interfețe precum EtherCAT®, USB sau RS-485, permițând controlul mâinii robotice prin intermediul unei interfețe grafice de utilizator (GUI) de pe un laptop, al unui controler logic programabil (PLC) sau al altui echipament, în funcție de aplicația finală.

**Controlul și acționarea motoarelor**
Deoarece această arhitectură de înaltă performanță a mâinii robotice permite 17 grade de libertate (DOF), sunt utilizate mai multe procesoare de control al motoarelor, care controlează diferitele componente mobile ale mâinii, de la articulațiile degetelor până la încheietură. Fiecare mișcare fundamentală a mâinii este controlată de un procesor care gestionează funcționarea motorului asociat, împreună cu un etaj de acționare care asigură deplasarea corespunzătoare a mâinii, degetului sau articulației.

Multe dintre aceste sisteme pot fi organizate modular și interconectate prin interfețe precum CAN FD, pentru a asigura o integrare eficientă și mișcări fluide. ➤

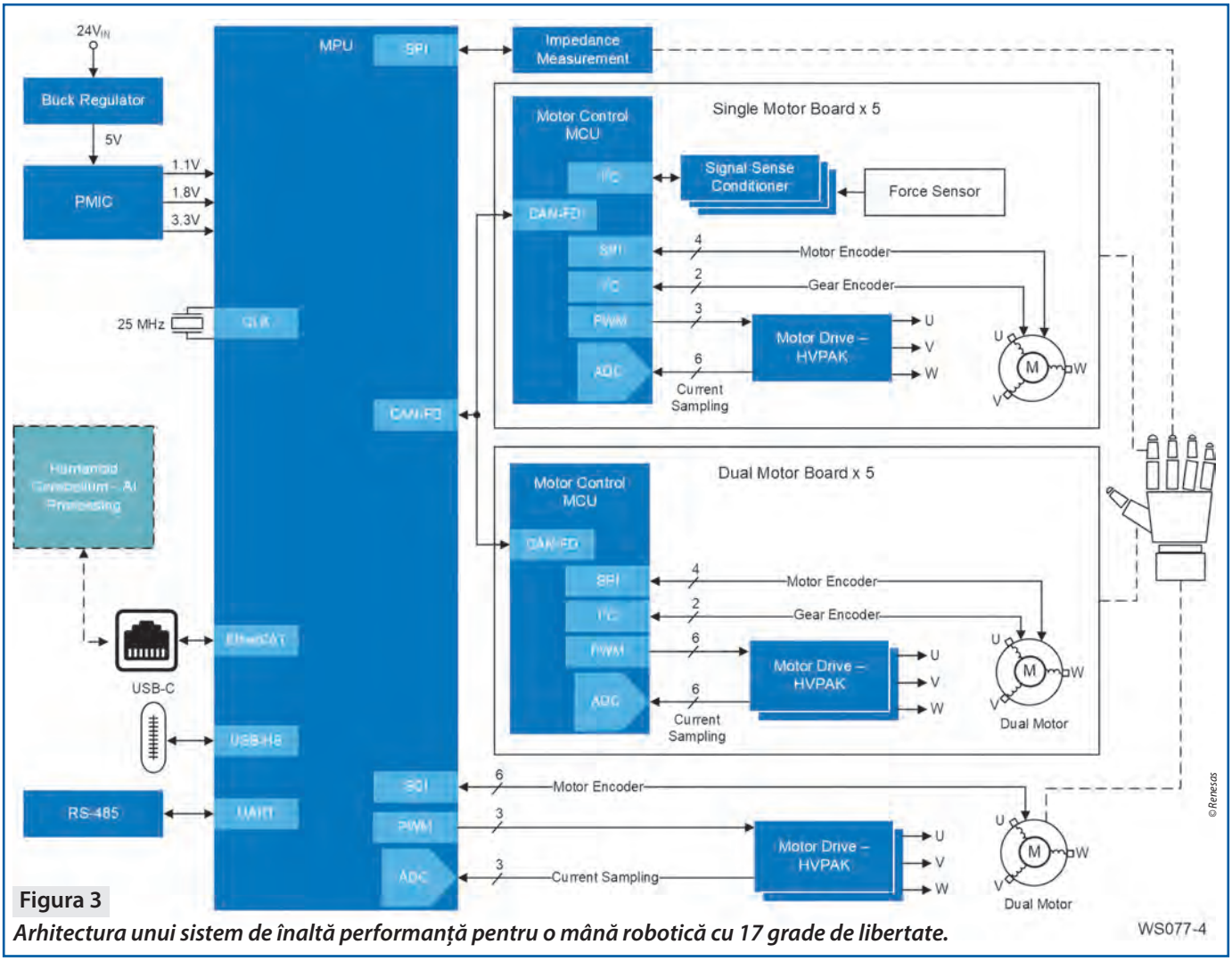



**Figura 3**

***Arhitectura unui sistem de înaltă performanță pentru o mână robotică cu 17 grade de libertate.***

Această abordare este utilizată în arhitectura cu 17 grade de libertate, unde sunt necesare numeroase subsisteme motorizate pentru controlul mișcărilor articulațiilor. Să luăm, de exemplu, procesorul care controlează articulația distală a unui deget (ultima articulație, cea mai îndepărtată de palmă), prin intermediul unui singur sistem motorizat. Acesta primește o comandă de la controlerul principal al mâinii robotice și execută algoritmii și operațiile logice necesare pentru controlul mișcării articulației. Apoi, se coordonează cu componenta de acționare a motorului (HVPAK), care asigură acționarea articulației, utilizând și alte intrări de semnal și de logică, precum cele asociate codificării poziției angrenajului sau a motorului, pentru a realiza mișcarea dorită.

### Integrarea senzorilor și feedback-ul sistemului

Pe lângă gestionarea semnalelor de comandă, precum PWM, sau a logicii de codificare, procesorul de control al motorului integrează și feedback-ul provenit de la motor și de la senzorii utilizați.

În acest exemplu, senzorii de presiune și de forță sunt integrați în structura mâinii robotice, permițând sistemului să detecteze contactul cu obiectele și să determine forța necesară pentru prinderea acestora. Circuitele integrate (IC) care asigură măsurarea impedanței, condiționarea semnalelor și măsurarea curentului – fie prin măsurători directe, fie prin interfațarea cu senzori externi – sunt esențiale pentru închiderea buclei de feedback împreună cu controlerul motorului. Astfel, mâna robotică poate interacționa corect și în siguranță cu obiectele și mediul înconjurător.

### Concluzie

Nu există o soluție universală pentru mâinile robotice: mediul de operare, variabilitatea și fragilitatea obiectelor manipulate, precum și nivelul de autonomie definesc ceea ce înseamnă "dexteritate" pentru fiecare sistem în parte.

Cerințele de nivel înalt ale unei mâini robotice se transpun în blocurile funcționale fundamentale care asigură mișcarea acesteia: începând cu coordonarea sistemului (ce trebuie să facă mâna), continuând cu controlul motoarelor (modul în care mișcarea este comandată și coordonată), acționarea motoarelor (modul în care puterea electrică este furnizată actuatoarelor) și, în final, feedback-ul motoarelor și al senzorilor (modul în care sistemul măsoară rezultatele și efectuează corecții în timp real).

**Doriți să aflați mai multe? Consultați exemplul nostru de schemă bloc pentru o mână robotică cu dexteritate avansată sau vizitați pagina noastră dedicată aplicațiilor din domeniul roboticii, unde veți găsi alte scheme bloc, proiecte de referință și produse care vă pot ajuta să dezvoltați mâini robotice cu dexteritate avansată!**

## Renesas la electronica 2026: Hala C5, Stand 479

- **Renesas**
  www.renesas.com

LTHD®

Premier Distributor
BRADY
WHEN PERFORMANCE MATTERS MOST™

## Siguranță și conformitate



Semne de siguranță la locul de muncă



Marcarea țevilor


Etichetare pentru logistică


Marcarea zonelor


Semne vizuale pentru securitatea muncii


Sorbenți industriali

© 2019 BradyWorldwide, Inc. All Rights Reserved.

### Blocare/marcare


Blocare pentru riscuri electrice


Blocare pentru riscuri mecanice


Lacăte (standard și personalizate)



Accesorii

Pentru mai multe detalii contactați LTHD, Premier Distributor Brady sau vizitați pagina noastră de Internet: https://smartid.lthd.com/lara.html

www.bradyeurope.com

Premier Distributor
BRADY
WHEN PERFORMANCE MATTERS MOST™

## Marcarea cablurilor/ Identificarea produselor/ Imprimante

### IMPRIMANTE DO-IT-YOURSELF PENTRU SECURITATEA MUNCII



| Denumire echipament | M710 | i3300 | S3100 | S3700 | BBP85 | BradyJet J4000 | BradyJet J3700 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dimensiune maximă etichetă | 51 mm | 100 mm | 100 mm | 100 mm | 250 mm | 209.55 mm | 101.6 mm |



Efectuare semn DIY


Maracare țevi DIY


Controlul inventarului


Instrucțiuni utilaj


Marcarea zonelor


Identificare în zona de depozitare


Controlul vizual al producției

### IMPRIMANTE PENTRU MARCAREA CABLURILOR ȘI TIPĂRIREA SEMNELOR DE SIGURANȚĂ




| Denumire echipament | M210 | M410 | M510 | M610 | M710 | M611 | i3300 | i5300 | i7100 | i7500 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dimensiune maximă etichetă | 19 mm | 25 mm | 38 mm | 50 mm | 51 mm | 50 mm | 106 mm | 110 mm | 110 mm | 110 mm |


Etichete cu autolaminare


Manșoane termocontractabile



Taguri


Identificarea produselor cu EPREP


Etichete laminate pentru Identificare



Protecție de brand



Identificarea mijloacelor fixe

**LTHD Corporation S.R.L.**
**Head Office:** Timișoara - ROMÂNIA, 300153, 70 Ardealul Str., lthd@lthd.com, www.lthd.com
Tel.: +40 256 201273, +40 356 401266, +40 729 009922, Fax: +40 256 490813

LTHD



# Transfer de timp de înaltă precizie

## PENTRU INFRASTRUCTURI CRITICE REZILIENTE

*În lumea hiperconectată de astăzi, infrastructurile critice – telecomunicații, energie, transporturi, apărare și administrație publică – se bazează pe o sincronizare precisă a timpului pentru a funcționa fără întreruperi. TimeProvider® 4500 versiunea 3 (TP4500 v3) oferă o soluție terestră inovatoare, care permite transferul de timp de înaltă precizie (HA-TT – High-Accuracy Time Transfer) prin rețele optice, asigurând un serviciu rezilient, disponibil permanent, chiar și în absența semnalelor GNSS.*

Autor: **Eric Colard,** Head of Emerging Products, Frequency and Time Systems Business Unit
**Microchip Technology**

**În mod tradițional, sistemele globale de navigație prin satelit (GNSS), precum GPS, au reprezentat principala sursă pentru această sincronizare. Totuși, vulnerabilitatea tot mai mare a GNSS la bruiaj, falsificarea semnalelor *(spoofing)* și obstacole fizice ridică îngrijorări privind continuitatea și securitatea serviciilor.**

### Provocarea: vulnerabilitățile GNSS

Sincronizarea bazată pe GNSS, deși larg răspândită, nu este infailibilă. Interferențele, obstacolele fizice și atacurile deliberate pot perturba recepția semnalelor GNSS, punând în pericol sincronizarea infrastructurilor critice.

Guvernele din întreaga lume impun în prezent utilizarea unor soluții complementare de poziționare, navigație și sincronizare (PNT), pentru a consolida reziliența și fiabilitatea și a asigura continuitatea funcționării în cazul unor perturbări sau limitări ale serviciului.

Vulnerabilitățile GNSS nu sunt doar teoretice. Incidentele reale au demonstrat că bruiajul și falsificarea semnalelor pot provoca întreruperi în rețelele de telefonie mobilă, pot perturba tranzacțiile financiare și pot chiar amenința siguranța sistemelor de transport.

Pe măsură ce extinderea rețelelor 5G, a rețelelor electrice inteligente și a sistemelor autonome accentuează dependența de sincronizarea precisă, necesitatea unei soluții robuste de rezervă pentru GNSS devine tot mai stringentă.

Costurile și complexitatea instalării receptoarelor GNSS în fiecare amplasament cu un ceas principal de sincronizare *(grandmaster)*, împreună cu riscul pierderii semnalului în zonele urbane cu clădiri înalte sau din cauza interferențelor deliberate, au determinat căutarea unei alternative terestre care să egaleze sau să depășească precizia GNSS.

## Soluția: TimeProvider 4500 v3 și HA-TT

Ceasul grandmaster TP4500 v3 reprezintă răspunsul Microchip la asemenea provocări. Acesta oferă o alternativă terestră la GNSS, bazată pe standarde, care distribuie referința de timp cu înaltă precizie prin rețele optice de lungă distanță.

Pentru operatorii infrastructurilor critice, această inovație reprezintă un progres semnificativ, oferind un mecanism de sincronizare rezilient, independent de semnalele de sincronizare furnizate prin satelit.

## Ce este transferul de timp de înaltă precizie (HA-TT)?

HA-TT este o tehnologie definită de standardul ITU-T G.8271.1/Y.1366.1 (01/2024), care permite transferul de timp cu o eroare maximă de timp (|TE|) de doar 5 nanosecunde (ns) pe un traseu de fibră optică de 800 de kilometri (km).

Pentru un lanț de 10 noduri, această valoare corespunde unei medii de 500 de picosecunde (ps) per nod.

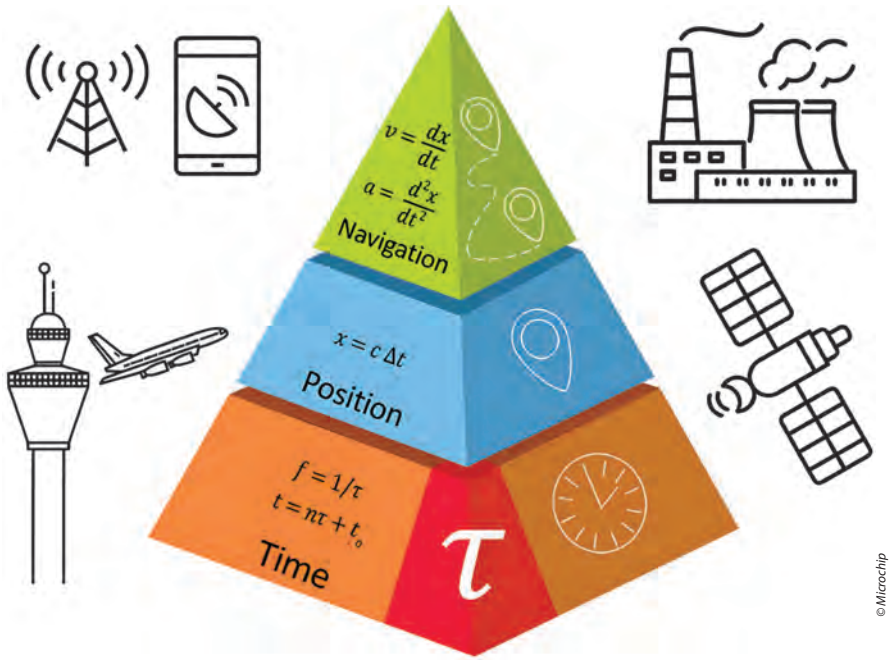



**Figura 1** *Diagrama PNT evidențiază rolul fundamental al timpului în asigurarea unor soluții PNT sigure.*

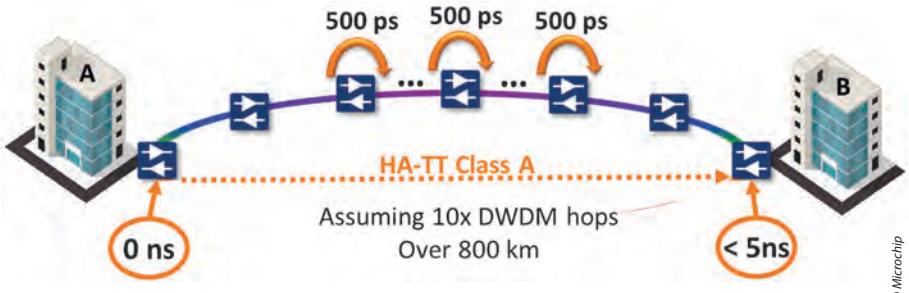



**Figura 2** *Diagrama HA-TT ilustrează clasa A, cu o eroare maximă de timp de 5 ns pe un traseu de 800 km.*

TP4500 v3 poate fi implementat în diverse topologii de rețea, inclusiv punct-la-punct, inel și plasă *(mesh)*. Această flexibilitate permite operatorilor să adapteze rețelele de distribuție a timpului la particularitățile geografice și la cerințele infrastructurii, asigurând o acoperire și o redundanță optime. Sistemul utilizează infrastructura de fibră optică existentă, reducând la minimum necesitatea unor investiții costisitoare în infrastructură nouă și permițând extinderea rapidă la nivel metropolitan, regional și național.

Acest nivel de performanță stabilește un nou reper de precizie în industrie și permite distribuirea timpului oficial de la laboratoarele naționale de metrologie la nivelul unei întregi țări, fără dependență de GNSS.

## Cum asigură TP4500 v3 transferul de timp de înaltă precizie

DISTRIBUȚIA TERESTRĂ A TIMPULUI

TimeProvider 4500 v3 constituie baza unei rețele terestre de distribuție a timpului bazate pe arhitectura vPRTC.

Această arhitectură utilizează rețelele optice existente, tehnologia Ethernet standard și module SFP disponibile în comerț, oferind astfel o soluție economică și ușor de implementat.

Arhitectura vPRTC este proiectată pentru a fi scalabilă și rezilientă. Prin conectarea în lanț a mai multor unități TP4500 v3, operatorii pot extinde distribuția precisă a timpului pe sute de kilometri, fiecare nod introducând o eroare de timp foarte mică.

Această abordare permite crearea unei rețele naționale de sincronizare care poate deservi operatorii de telecomunicații, furnizorii de utilități, nodurile de transport și instituțiile guvernamentale, cu același nivel de precizie disponibil anterior prin implementări GNSS locale.

REZILIENȚĂ FĂRĂ GNSS

Spre deosebire de implementările tradiționale, care necesită receptoare GNSS în fiecare amplasament cu un ceas grandmaster, TP4500 v3 permite o sincronizare cu un nivel ridicat de reziliență, fără dependență de GNSS. Acesta acceptă referințe de timp UTC(k) furnizate de laboratoarele naționale și se poate integra cu ușurință în infrastructura de rețea existentă.

Această capabilitate este deosebit de valoroasă în medii în care recepția semnalelor GNSS este nesigură sau imposibilă, precum instalațiile subterane, centrele urbane cu clădiri înalte sau regiunile afectate de bruiaj intenționat. Prin utilizarea unei rețele terestre, TP4500 v3 asigură menținerea sincronizării și a funcționării serviciilor critice – precum comunicațiile de urgență, camerele de compensare financiară și centrele de control ale rețelelor electrice – chiar și în cazul unor întreruperi prelungite ale recepției GNSS.

PERFORMANȚĂ PENTRU REȚELELE OPERATORILOR DE TELECOMUNICAȚII

TP4500 v3 este proiectat pentru a îndeplini cerințele de fiabilitate ale operatorilor de telecomunicații, oferind mai multe moduri de funcționare și suport pentru arhitecturi redundante.

Acesta poate fi configurat ca ceas gateway, acceptând diverse semnale și surse de sincronizare la intrare (GNSS, SyncE, IEEE 1588 PTP, 1PPS, 10 MHz) și furnizând o varietate de ieșiri pentru diferite echipamente de rețea. Marcarea temporală la nivel hardware pe toate porturile asigură o precizie ridicată, iar sistemul poate fi extins pentru a deservi mii de echipamente terminale PTP. ➤

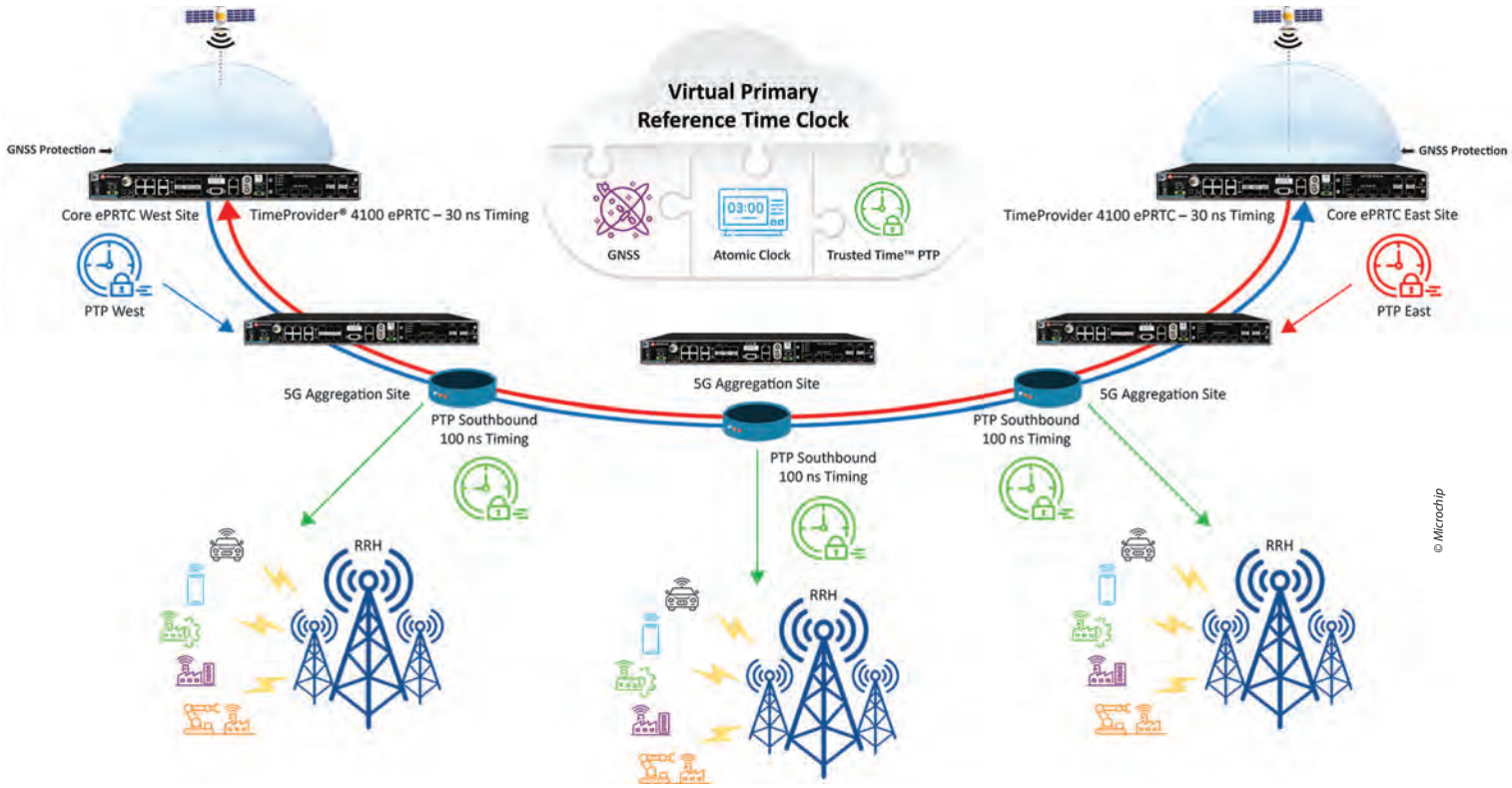



**Figura 3** *Arhitectura vPRTC pentru distribuția terestră a timpului.*

Capabilitatea HA-TT a TP4500 v3 îmbină precizia cu stabilitatea și fiabilitatea. Sistemul este proiectat să își mențină precizia chiar și atunci când condițiile din rețea variază, datorită marcării temporale avansate la nivel hardware, monitorizării în timp real și compensării adaptive a dispersiei cromatice și a altor efecte care afectează transmisia prin fibra optică. Astfel, operatorii infrastructurilor critice se pot baza pe sincronizare inclusiv în perioadele de congestie a rețelei sau în timpul lucrărilor de întreținere.

Redundanța este integrată în TP4500 v3 atât la nivel hardware, cât și software. Operatorii pot implementa configurații activ/rezervă *(active/standby)* sau activ/activ, asigurând continuitatea serviciilor de sincronizare chiar dacă o unitate se defectează sau necesită întreținere. Funcțiile de monitorizare includ măsurarea în timp real a semnalelor 1PPS, 10 MHz și E1/T1, precum și alarme la depășirea pragurilor pentru eroarea maximă a intervalului de timp (MTIE) și deviația de timp (TDEV). Aceste informații permit operatorilor să evalueze starea și performanța rețelei și să intervină atunci când este necesar.

PRECIZIE DE VÂRF ÎN INDUSTRIE

TP4500 v3 asigură transferul de timp cu o eroare maximă de 5 ns pe un traseu de 800 km, corespunzătoare unei medii de 500 ps per nod într-un lanț de 10 noduri. Această performanță este obținută prin generarea pachetelor PTP cu accelerare hardware, utilizarea unei tehnologii avansate de sinteză și integrarea unui FPGA PolarFire® de la Microchip. Sistemul depășește semnificativ cerințele clasei D și este optimizat pentru aplicații din telecomunicații, utilități, transporturi, administrație publică și apărare.

## Caracteristici principale și elemente diferențiatoare

- **Precizie ridicată**: eroare maximă de timp de 5 ns pe un traseu de 800 km, echivalentă cu o medie de 500 ps per nod într-un lanț de 10 noduri.
- **Alternativă terestră la GNSS**: permite o sincronizare rezilientă, independentă de semnalele satelitare.
- **Integrare simplificată**: soluție bazată pe standarde, compatibilă cu module SFP disponibile în comerț, tehnologia Ethernet și infrastructurile optice.
- **Scalabilitate**: permite deservirea a mii de echipamente terminale PTP și oferă interfețe de rețea de mare viteză, de 1/10/25 GbE, cu conectivitate la 100 GbE prin cabluri breakout.
- **Redundanță și reziliență**: oferă mai multe moduri de operare, funcționalitate de ceas gateway și suport pentru combinații de surse de referință la intrare.
- **Optimizare pentru infrastructuri critice**: telecomunicații, energie, transporturi, apărare și administrație publică.

TP4500 v3 dispune și de o interfață grafică web ușor de utilizat pentru monitorizare și administrare. Aceasta afișează date privind precizia sincronizării în rețea, valorile semnalelor satelitare și starea sistemului, prin grafice cu bare și tablouri de bord intuitive. Operatorii pot astfel să evalueze rapid performanța și să reacționeze la anomalii înainte ca acestea să afecteze furnizarea serviciilor.

## Aplicații și piețe

TP4500 v3 se adresează operatorilor de infrastructuri critice care au nevoie de soluții PNT reziliente, din domenii precum comunicațiile mobile (4G/5G/Open RAN), energia (utilități și rețele electrice inteligente), transporturile feroviare, aeriene și maritime, apărarea și rețelele guvernamentale.

În rețelele mobile, sincronizarea precisă este esențială pentru transferul conexiunilor între celule *(handover)*, funcționarea sincronizată a rețelei și utilizarea eficientă a spectrului radio. TP4500 v3 permite operatorilor să îndeplinească cerințele stricte de sincronizare ale implementărilor 5G și ale viitoarelor implementări 6G, chiar și în medii dificile.

În sectorul energetic, distribuția precisă a timpului contribuie la stabilitatea rețelelor electrice, detectarea defecțiunilor și înregistrarea evenimentelor, ajutând operatorii de utilități să respecte cerințele de reglementare și să îmbunătățească eficiența operațională.

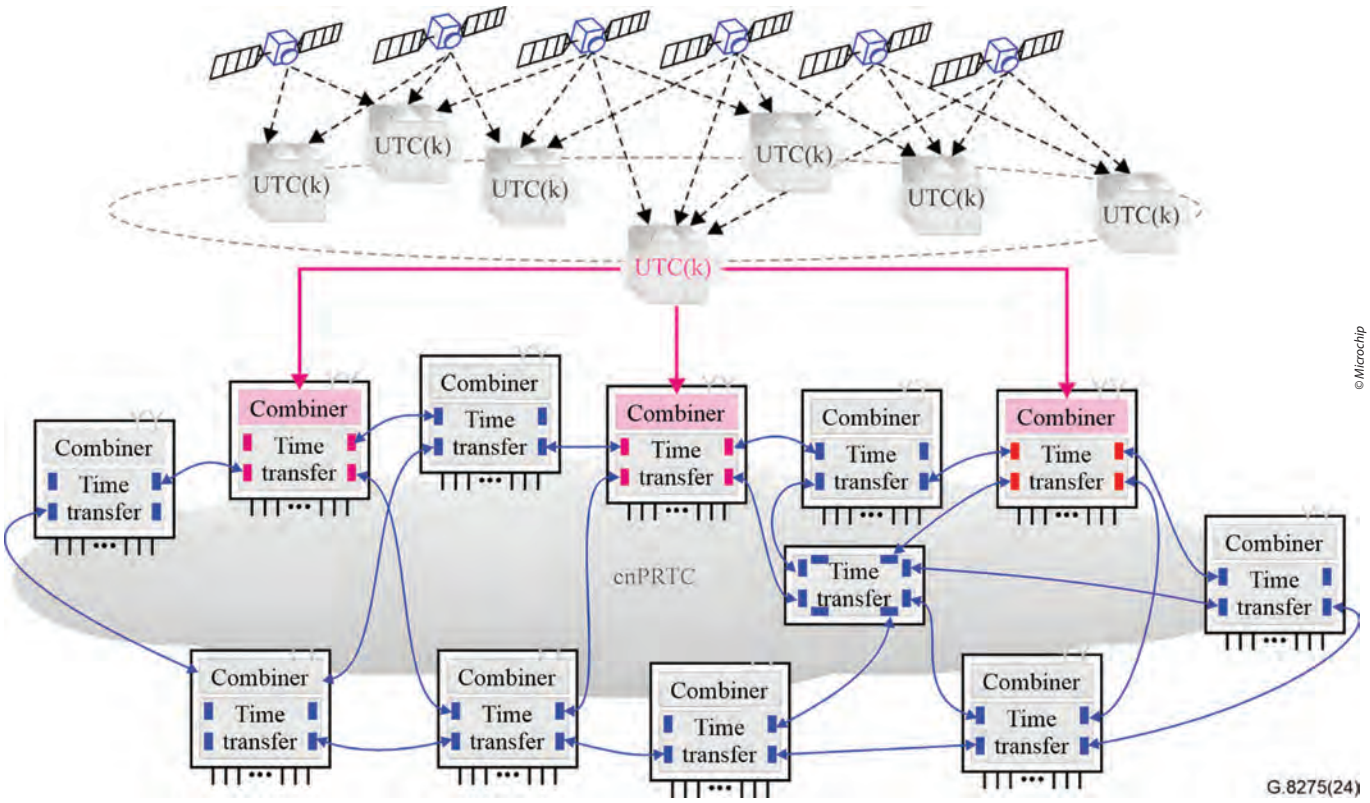



**Figura 4** *Utilizarea UTC(k) ca referință de timp pentru amplasamentele ePRTC, în locul GNSS.*

Sistemele de transport se bazează pe ceasuri sincronizate pentru semnalizare, siguranță și coordonare, iar organizațiile din domeniul apărării și instituțiile guvernamentale au nevoie de o sincronizare sigură și rezilientă pentru comunicații și operațiuni de comandă și control.

Instituțiile financiare depind de marcaje temporale precise pentru asigurarea integrității tranzacțiilor și respectarea reglementărilor. Astfel, HA-TT joacă un rol esențial în funcționarea piețelor financiare moderne.

## Avantaje competitive

Capabilitatea HA-TT și abordarea bazată pe standarde fac din TP4500 v3 o soluție atractivă pentru operatorii care doresc să își pregătească rețelele de sincronizare pentru cerințele viitoare. În comparație, soluțiile cu echipamente dedicate la ambele capete ale legăturii *(bookend)* impun modificarea infrastructurii de rețea prin instalarea unor switch-uri noi și utilizarea unor module SFP personalizate, în locul modelelor standard disponibile în comerț.

## Implementare și integrare

Implementarea TP4500 v3 este simplă, datorită suportului pentru tehnologia Ethernet standard și module SFP disponibile în comerț, precum și compatibilității cu rețelele optice existente. Operatorii pot începe cu un singur nod și pot extinde treptat rețeaua la nivel național, atunci când cerințele evoluează.

Arhitectura modulară a sistemului facilitează modernizarea și integrarea cu alte ceasuri grandmaster de la Microchip, oferind o soluție unificată de sincronizare pentru diverse medii de operare. Opțiunile de licențiere permit activarea unor funcții avansate, precum modul de ceas HA-TT, astfel încât operatorii să poată adapta sistemul la cerințele și bugetul disponibil.

## Monitorizare și administrare

Monitorizarea continuă este esențială pentru menținerea preciziei sincronizării și detectarea potențialelor probleme înainte ca acestea să afecteze serviciile. TP4500 v3 oferă un set complet de instrumente de monitorizare, inclusiv analiza pachetelor PTP, alarme la depășirea pragurilor și măsurarea în timp real a principalelor semnale. Operatorii pot accesa rapoarte și analize detaliate prin intermediul interfeței grafice web (GUI), pentru a interveni preventiv și a diagnostica și remedia rapid problemele. Sistemul permite, de asemenea, administrarea de la distanță și integrarea cu platformele de administrare a rețelei, simplificând operațiunile și reducând riscul erorilor umane.

## Direcții viitoare

TP4500 v3 reprezintă un pas important către adoptarea standardului ITU-T G.8272.2, care definește un ceas de referință de timp pentru o rețea coerentă (cnPRTC), pentru un nivel și mai ridicat de precizie și reziliență.

Pe măsură ce rețelele evoluează pentru a susține noi aplicații, precum vehiculele autonome, orașele inteligente și comunicațiile cuantice, nevoia de soluții de sincronizare robuste și scalabile va continua să crească.

Microchip își propune să dezvolte în continuare TP4500 v3, astfel încât acesta să rămână în avangarda tehnologiei de sincronizare și să răspundă cerințelor serviciilor esențiale la nivel mondial.

## Concluzie

TimeProvider 4500 v3, cu funcționalitatea de transfer de timp de înaltă precizie (HA-TT), stabilește un nou reper pentru distribuția rezilientă și precisă a timpului în infrastructurile critice.

Prin alternativa terestră la GNSS, acesta asigură continuitatea serviciilor de sincronizare, permanent, chiar și în cazul pierderii semnalelor satelitare sau al apariției interferențelor.

Precizia, scalabilitatea și posibilitățile de integrare fac din TP4500 v3 o soluție pentru operatorii care doresc să își protejeze rețelele împotriva vulnerabilităților asociate dependenței de GNSS.

■ **Microchip Technology**
www.microchip.com

# Regulamentul privind reziliența cibernetică




## O ADEVĂRATĂ BĂTAIE DE CAP

*Regulamentul privind reziliența cibernetică se va aplica integral din 11 decembrie 2027: furnizorii vor trebui să asigure actualizări de securitate, de regulă, timp de cel puțin cinci ani – inclusiv pentru produsele care nu mai sunt comercializate. În plus, regulamentul îi va obliga pe furnizorii de dispozitive să aleagă cipurile și stivele de protocoale radio într-un mod mai strategic.*

Autor:
**Bernd Hantsche**, Vice President Technology Competence Center
**Rutronik**

**Este vineri, 10 decembrie 2027. Ca în fiecare an: mai sunt doar două săptămâni până la Crăciun – și încă mă întreb ce cadouri să cumpăr.**
**Nepotul meu, un adevărat pasionat de tehnologie, își dorește un inel inteligent, în timp ce mătușa mea visează la un robot de bucătărie nou – așa că nu rămâne decât o vizită la magazinul de electronice. Totuși, magazinul era pe punctul de a se închide, așa că am decis să revin sâmbătă. De fapt, a fost un noroc neașteptat: dispozitivele pe care le-am cumpărat pe 11 decembrie 2027 erau supuse unei noi reglementări – Regulamentul privind reziliența cibernetică (CRA).**

**La momentul respectiv, nu mi-am dat seama că această zi de vineri "ratată" se va dovedi în cele din urmă decisivă.**

**Cinci ani mai târziu, în 2032. Cadourile sunt încă folosite – până când, brusc, apar probleme. Inelul afișează valori eronate ale parametrilor de sănătate, iar robotul de bucătărie face sugestii ciudate de cumpărături.**

**O examinare efectuată într-un laborator de criminalistică digitală relevă: ambele dispozitive au fost compromise.**
**Firmware-ul inelului a fost actualizat, dar nu de către furnizor. În schimb, robotul de bucătărie a fost reprogramat prin intermediul unei conexiuni wireless de către o terță parte necunoscută.**
**Acest tip de manipulare este posibil în cazul dispozitivelor care dispun de un nucleu de calcul pe care rulează software-ul și de o interfață pentru modificarea acestuia – și aici intervine CRA.**

## Regândirea calității

Pentru a proteja mai bine consumatorii europeni împotriva atacurilor cibernetice, Uniunea Europeană a adoptat oficial CRA în 2024. Regulamentul obligă furnizorii să ofere actualizări de securitate, de regulă, timp de cel puțin cinci ani pentru produsele cu elemente digitale introduse pe piața UE începând cu 11 decembrie 2027 și să asigure trasabilitatea completă.

Exemplul inelului inteligent de monitorizare a activității fizice ilustrează consecințele CRA. Furnizorul trebuie să remedieze orice breșe de securitate de care ia cunoștință pe durata de viață preconizată a dispozitivului, în cazul meu cel puțin până la 11 decembrie 2032. În cazul în care, să zicem, procesul de asociere Bluetooth este manipulat, responsabilitatea revine în primul rând furnizorului inelului. Acesta din urmă trebuie, la rândul său, să contacteze furnizorul cipului Bluetooth integrat în dispozitiv. Dacă cipul funcționează perfect, problema nu se află la nivelul hardware-ului, ci la nivelul software-ului de protocol, adică în stiva de protocoale Bluetooth. Iar stiva provine adesea de la furnizori terți, de obicei cu sediul în Asia.

Atunci nu poți decât să speri că furnizorul cipului a semnat, de asemenea, un acord de asistență pe termen lung cu firma care a dezvoltat stiva. În prezent, cinci ani nu reprezintă perioada prevăzută în mod implicit în contractele standard. În mediile industriale, durata de viață preconizată este, de obicei, mult mai lungă.

### O vulnerabilitate Bluetooth cu efecte în lanț

Acest scenariu nu este atât de fictiv pe cât ar putea părea: în 2020 a fost descoperită într-adevăr o breșă gravă de securitate. Toți furnizorii de circuite integrate Bluetooth – și, prin urmare, de stive software – preluaseră această eroare și o încorporaseră în produsele lor.

Dacă furnizorii de semiconductori ar fi corectat singuri această eroare, software-ul lor nu ar mai fi fost compatibil cu standardul Bluetooth. Abia după ce Bluetooth Special Interest Group (Bluetooth SIG) a corectat specificația, furnizorii de semiconductori au putut dezvolta actualizări și remedia vulnerabilitatea dispozitivelor [1].

Lecția învățată din acest episod: furnizorii care dețin controlul asupra proceselor lor vor beneficia de CRA, iar ceilalți vor avea dificultăți în a îndeplini noile cerințe stricte. Nu mai este suficient ca un ansamblu electronic să funcționeze pur și simplu.

Factorul decisiv este dacă actualizările vor mai fi disponibile după cinci ani – și dacă furnizorii vor putea să le garanteze.

### Hardware și software dintr-o singură sursă

Privind spre viitor, cel mai bine este să se aleagă furnizori de cipuri care dezvoltă hardware și software sub același acoperiș. Prin reunirea întregii expertize într-un singur loc, clienții beneficiază de o soluție fiabilă și sigură. Se elimină sarcina consumatoare de timp a remedierii problemelor de interfațare între soluțiile diverșilor subcontractanți, precum și negocierile cu parteneri pentru care UE nu reprezintă adesea principala piață de desfacere.
Totuși, provocarea constă în faptul că proiectele de cipuri și stivele de protocoale radio sunt adesea comercializate ca provenind dintr-o singură sursă, chiar dacă acest lucru nu este întotdeauna adevărat. Unii furnizori de cipuri Bluetooth se concentrează pe proiectarea hardware-ului, în timp ce stivele de protocoale sunt achiziționate de la terți. Tocmai această separare face ca actualizările ulterioare să fie dificile și complică protecția juridică.
Prin urmare, Rutronik urmărește în mod conștient o strategie bazată pe redundanța furnizorilor și pe principiul "totul dintr-o singură sursă": pentru soluțiile SoC Wi-Fi și Bluetooth, sunt comercializate cipuri de la doi furnizori concurenți, dar, întrucât fiecare dintre aceștia își dezvoltă propriul software, hardware-ul și software-ul provin, de fapt, dintr-o singură sursă.

Infineon și Nordic Semiconductor – ambii furnizori europeni – utilizează expertiza internă, atât în ceea ce privește proiectarea circuitelor integrate, cât și algoritmii. Un cip a cărui producție urmează să fie întreruptă în 2027 poate fi actualizat fără probleme în 2032, întrucât nicio altă firmă nu este implicată în dezvoltarea sa și nu sunt integrate componente de tip "cutie neagră".

### Inteligența artificială intră în ecuație

O altă tendință care se va accentua: software-ul de inteligență artificială pentru microcontrolere devine din ce în ce mai important, iar furnizorii de cipuri nu doresc să depindă exclusiv de terți.
Pe lângă stivele proprii de protocoale radio, Infineon și Nordic oferă acum și propriile instrumente de învățare automată.
Infineon utilizează Imagimob Deepcraft pentru microcontrolerele sale PSOC, în timp ce Nordic își repoziționează controlerele nRF cu ajutorul Neuton – pentru aplicații care variază de la detectarea mișcării și a zgomotului până la scenarii de mentenanță predictivă. Ambele companii intenționează să îmbunătățească în continuare eficiența energetică a funcțiilor de inteligență artificială dezvoltate de clienți, folosind nuclee de calcul special optimizate.
În general, CRA a influențat deja procesul de management al calității aplicat de distribuitor în gestionarea furnizorilor, iar, pe termen mediu, cerințele sale vor fi integrate și în procesul de selecție a componentelor de către producătorii de dispozitive. ➤

### Decizii tehnologice în contextul CRA

CRA contribuie la schimbarea priorităților multor furnizori: nu mai este suficient să se achiziționeze pur și simplu cipuri care "funcționează", întrucât obligația de a furniza actualizări impune decizii strategice. Se aplică principiul răspunderii obiective. Cu alte cuvinte, producătorii de dispozitive sunt responsabili pentru securitatea cibernetică a produselor lor și nu pot pur și simplu să atribuie vulnerabilitățile de securitate componentelor și pieselor integrate.

De exemplu, un producător utilizează un cip Bluetooth în produsul său. Dacă în următorii cinci ani apar vulnerabilități de securitate în stiva de protocoale radio, producătorul trebuie să furnizeze patch-uri. Dacă furnizorul cipului a achiziționat, la rândul său, stiva de protocoale radio de la un terț, acest lucru duce adesea la renegocieri anevoioase, responsabilități neclare și o cursă contra cronometru pentru producătorul dispozitivului.

Furnizorii precum Infineon și Nordic, care dezvoltă hardware și stive de protocoale radio sub același acoperiș, se află cu siguranță într-o poziție mai avantajoasă. Acest lucru reduce riscul apariției unor întreruperi în acordarea suportului și simplifică protecția juridică.
Pentru producătorii de echipamente originale (OEM), aceasta înseamnă mai puține interfețe, mai mult control și, mai presus de toate, o șansă realistă de a putea furniza în continuare actualizări în 2032 pentru cipurile anunțate încă din 2027.

Webinarul disponibil la cerere "Regulamentul privind reziliența cibernetică: ce trebuie să știe fiecare producător de dispozitive electronice pentru a comercializa produse în UE după noiembrie 2027", cu participarea unor experți de la Infineon, TÜV SÜD și 1ACUE, poate fi accesat aici: https://www.rutronik.com/de/events/seminars/cyber-resilience-act-webinare

Companiile europene producătoare de semiconductori care utilizează software propriu oferă producătorilor de dispozitive mai multă încredere în respectarea numeroaselor cerințe ale CRA decât soluțiile SoC bazate pe stive de protocoale achiziționate și reetichetate.

## Un regulament cu implicații de amploare

CRA generează opinii divergente: pentru unii, este un monstru birocratic care le reduce competitivitatea în raport cu alte regiuni ale lumii; pentru alții, este un scut protector necesar – nu în ultimul rând deoarece elimină de pe piață operatorii mai puțin profesioniști și consolidează reputația furnizorilor de încredere. Regulamentul face parte din agenda de securitate cibernetică a Ministerului Federal de Interne al Germaniei.

În plus, consolidează rolul Oficiului Federal pentru Securitatea Informațiilor (BSI) ca punct central de contact și subliniază faptul că securitatea cibernetică este o responsabilitate comună a mediului de afaceri, a guvernului și a societății [2].

Este de așteptat ca aceste cerințe să reprezinte obstacole, în special pentru start-up-uri și întreprinderile mici. În funcție de aplicația concretă, CRA impune termene de raportare a incidentelor cuprinse între 24 și 72 de ore, indiferent dacă este vorba de o zi lucrătoare sau de o sărbătoare legală. Astfel, de la sfârșitul anului 2027, marcajul CE va servi drept dovadă a conformității cu cerințele de securitate cibernetică.

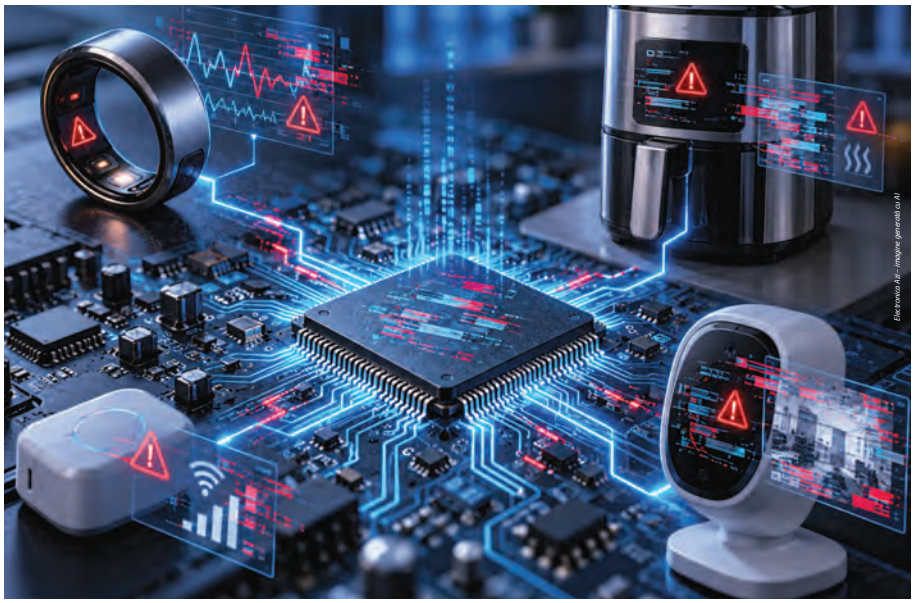
Acest lucru va spori semnificativ cerințele de certificare și documentare.

### Actualizări de securitate și responsabilități pe termen lung

O provocare majoră o reprezintă faptul că furnizorii trebuie să continue să ofere actualizări de securitate timp de cel puțin cinci ani după vânzarea ultimului produs, cu excepția cazului în care durata de viață preconizată este mai lungă, chiar și atunci când dispozitivul nu mai este pe piață.
Marile corporații sunt, în mod firesc, mai bine pregătite să facă față acestei provocări decât furnizorii mici care oferă produse de nișă fabricate aproape manual. Un lucru este însă clar: dimensiunea sau vechimea unei companii nu trebuie să compromită siguranța produsului. Distribuitorii precum Rutronik au început, prin urmare, să își sprijine clienții prin consultanță, seminarii web și parteneriate, de exemplu cu TÜV SÜD, pentru a se asigura că cerințele CRA sunt puse în practică în mod corespunzător [3].

### Sprijin pentru aplicarea cerințelor CRA

Asociația profesională FBDi (Fachverband der Bauelemente Distribution e.V.) își sprijină membrii încă de la început prin asistență juridică, răspunsuri la întrebări frecvente și ghiduri menite să facă cerințele CRA mai clare și mai ușor de aplicat. Un grup de lucru dedicat se ocupă de clasificarea produselor, interpretarea cerințelor de raportare și sprijinirea distribuitorilor, pentru a se asigura că noile obligații rămân realiste și aplicabile în practică.




Asociația nu numai că ajută la reducerea poverii obligațiilor pentru membrii săi, ci oferă și îndrumare producătorilor de dispozitive care depind de lanțuri de aprovizionare fiabile și de consultanță conformă cu legislația.
Un grup de experți desemnat de Comisia Europeană – la care Infineon, producător de semiconductori și cel mai mare partener de distribuție autorizată al Rutronik, participă prin intermediul Eurosmart – lucrează, printre altele, la elaborarea unor specificații mai precise pentru evaluarea riscurilor asociate componentelor electronice.

Până la sfârșitul acestui an, normele juridice ar trebui să clarifice în ce condiții un microcontroler poate fi considerat rezistent la manipulări neautorizate sau când oferă doar funcții de securitate.

## Concluzie

CRA va schimba fundamental industria. În viitor, producătorii de dispozitive nu vor mai lua decizii bazându-se exclusiv pe preț și performanță, ci vor trebui să își pună și întrebarea: *"Cine mă ajută să rămân în siguranță timp de cinci ani?"* Furnizorii care oferă hardware și software dezvoltate intern vor putea oferi clienților lor încredere și siguranță.

Un lucru este clar: roboții de bucătărie nu ar trebui să fie transformați de terți în mijloace de publicitate, iar inelele inteligente de monitorizare a activității fizice nu ar trebui să afișeze avertismente false privind starea de sănătate. Aceste exemple pot părea inofensive în comparație cu scenariile în care sistemele de închidere și funcțiile de identificare sau de control al accesului sunt compromise ori sunt create botneturi pentru lansarea atacurilor DDoS.

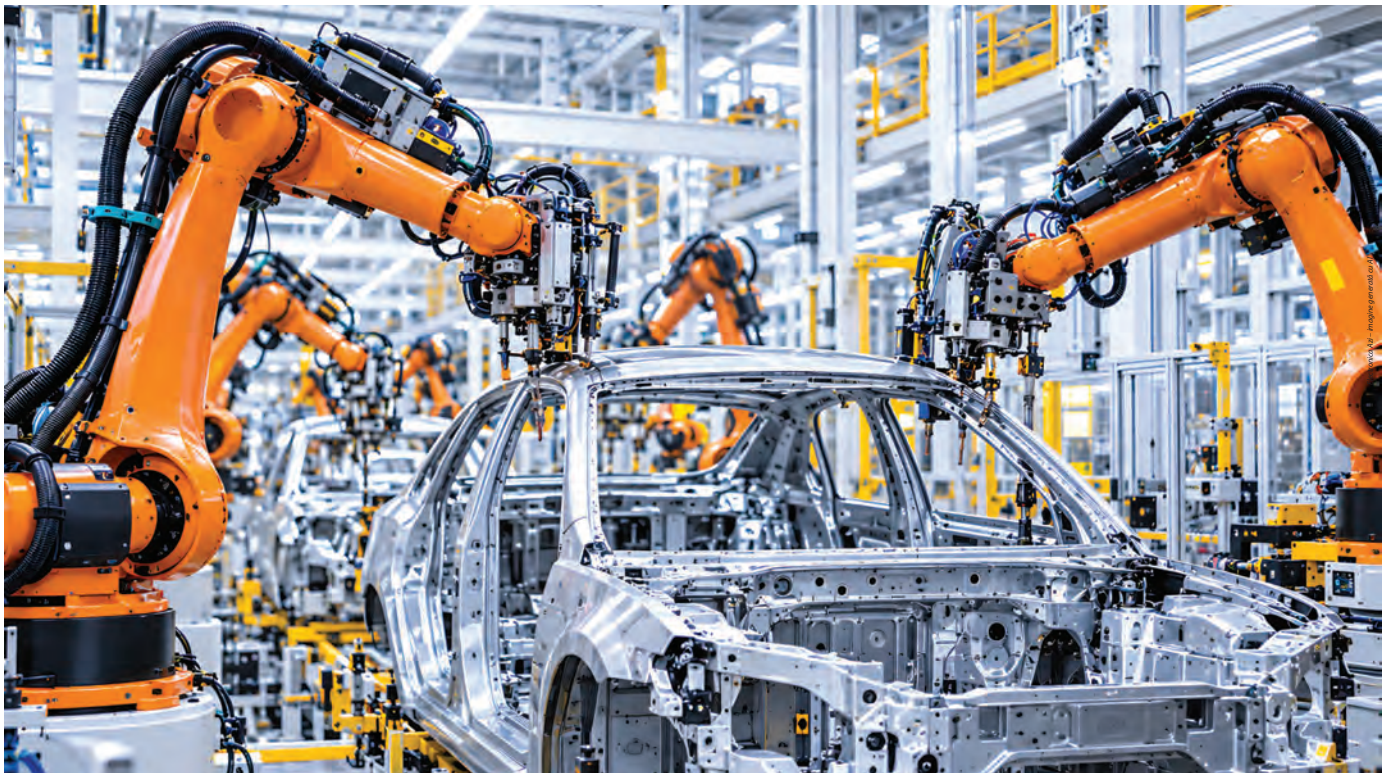
Prin urmare, trebuie să acționăm împreună chiar de astăzi – în calitate de distribuitor european, Rutronik sprijină furnizorii din întreaga lume în adaptarea produselor lor la cerințele pieței europene – inclusiv după 11 decembrie 2027.

■ **Rutronik**
www.rutronik.com

**Referințe**

[1] www.bsi.bund.de/SharedDocs/Warnmeldungen/DE/TW/2020/05/warnmeldung_tw-t20-0086_update_1.html
[2] www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/themen/sicherheit/cybersicherheitsagenda-20-legislatur.pdf
[3] www.rutronik.com/de/events/seminars/cyber-resilience-act-webinare

# Ce este automatizarea?



*Termenul de automatizare desemnează utilizarea sistemelor mecanice și tehnologice pentru executarea sau controlul automat al unor procese, inclusiv al operațiunilor repetitive. Automatizarea este utilizată pe scară largă în producție și în aplicațiile industriale.*

**Înainte de apariția tehnologiilor moderne, numeroase astfel de operațiuni erau realizate manual. Automatizarea industrială urmărește reducerea timpului de execuție și creșterea eficienței prin utilizarea echipamentelor și sistemelor automatizate.**
**În prezent, automatizarea este omniprezentă în fabrici, rețele de comunicații și sisteme de transport.**
**Printre exemplele uzuale se numără:**

- **Procesele de fabricație;**
- **Reglarea automată a centralelor termice și a termostatelor în funcție de condițiile de mediu;**
- **Pilotul automat și alte sisteme de control al transportului;**
- **Gestionarea rețelelor de telefonie cu funcționare în mai multe moduri.**

**Tehnologiile de automatizare pot fi simple sau complexe, implicând prelucrarea și evaluarea mai multor semnale de intrare. În multe sisteme de automatizare, principiul de funcționare constă în compararea unei valori măsurate cu valoarea de referință și efectuarea ajustărilor necesare. Acest mecanism poartă denumirea de buclă de reglare *(control loop)*.**

Echipamentele de automatizare combină, de regulă, mai multe tehnologii, printre care:

- Sisteme electrice;
- Componente electronice;
- Componente pneumatice;
- Sisteme hidraulice;
- Dispozitive mecanice.

Indiferent de tehnologia utilizată, sistemele automatizate presupun coordonarea senzorilor, care furnizează datele de intrare, cu elementele de execuție, responsabile de efectuarea acțiunilor comandate.
Pe baza informațiilor primite, sistemul efectuează ajustările necesare pentru a obține rezultatul dorit.

## Tipuri de automatizare

Tehnologiile moderne de automatizare pot fi clasificate în trei categorii principale: automatizare flexibilă, automatizare rigidă și automatizare programabilă.

### AUTOMATIZAREA FLEXIBILĂ

Automatizarea flexibilă se referă la sistemele de producție care nu sunt limitate la realizarea unui singur tip de produs.
Acestea pot fi reconfigurate rapid pentru fabricarea unor componente diferite, obținerea unor produse variate sau adaptarea ciclurilor de producție pentru aceeași piesă. Flexibilitatea se extinde și asupra cantităților fabricate.
Acest tip de automatizare este utilizat în special în prelucrarea mecanică, unde mașinile-unelte controlate de calculator sunt folosite pentru fabricarea componentelor, precum și în sistemele de asamblare, în care diferitele piese sunt îmbinate pentru a obține produsul final.

### AUTOMATIZAREA RIGIDĂ

Spre deosebire de automatizarea flexibilă, automatizarea rigidă este limitată de configurația echipamentelor instalate. Atunci când procesul de producție trebuie modificat, poate fi necesară înlocuirea echipamentelor existente, inclusiv a mecanismelor mobile, a angrenajelor și a cablajelor, cu un alt sistem, programat special pentru noua operațiune.
De regulă, automatizarea rigidă presupune investiții inițiale considerabile și este potrivită pentru fabricarea produselor în volume mari, în special pe liniile de producție și de asamblare.

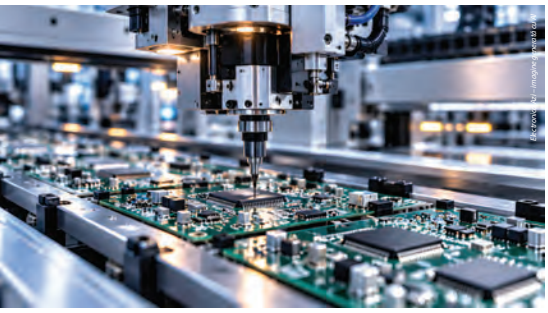
AUTOMATIZAREA PROGRAMABILĂ

Automatizarea programabilă este destinată proceselor de fabricație bazate pe loturi de produse sau componente. Dimensiunea loturilor poate varia semnificativ, însă volumele totale de producție sunt, în general, mai mici decât în cazul automatizării rigide. După finalizarea unui lot, operatorul trebuie să reprogrameze echipamentele pentru următorul. Deși această etapă necesită timp, sistemele sunt proiectate special pentru a permite schimbarea programelor și adaptarea procesului de producție.

Printre exemplele reprezentative se numără mașinile-unelte cu comandă numerică computerizată (CNC) și echipamentele de imprimare 3D.

## Echipamente și tehnologii de automatizare

Unul dintre cele mai importante progrese în domeniul automatizării a fost dezvoltarea tehnologiei de comandă numerică computerizată (CNC). Sistemele controlate de calculator permit realizarea unor operațiuni cu un nivel ridicat de precizie și complexitate, dificil de atins prin metodele tradiționale de automatizare.



**Printre principalele tehnologii utilizate în automatizarea industrială se numără**:

- **Proiectarea asistată de calculator (CAD)**, utilizată pentru realizarea și modificarea modelelor și desenelor tehnice;
- **Fabricația asistată de calculator (CAM)**, care facilitează planificarea și controlul operațiunilor de fabricație;
- **Controlerele logice programabile (PLC)**, folosite pentru coordonarea echipamentelor și automatizarea proceselor;
  PLC-urile sunt proiectate pentru a rezista la praful și vibrațiile specifice mediilor industriale, fiind disponibile în diferite configurații constructive, de la sisteme modulare până la echipamente montate în rack.
- **Regulatoarele PID (cu acțiune proporțională, integrală și derivativă)**, care ajustează funcționarea sistemelor pentru menținerea parametrilor doriți.

Alături de acestea, automatizarea industrială se bazează și pe alte tehnologii importante:

- **Rețelele neurale artificiale (ANN)** – permit identificarea tiparelor în date și pot fi utilizate în aplicații de analiză, predicție și optimizare a proceselor industriale, inclusiv în sisteme CNC.
- **Sistemele de control distribuit (DCS)** – coordonează procese complexe prin intermediul mai multor controlere care gestionează diferite părți ale instalației, fiecare cu propriile bucle de reglare.
- **Sistemele SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)** – permit monitorizarea proceselor industriale și colectarea datelor de la PLC-uri și alte echipamente de automatizare.

Un exemplu de echipament utilizat în aplicații de automatizare este **modulul logic RS PRO**, Nr. stoc RS: **917-6370**.
Acesta dispune de intrări digitale și analogice, ieșiri digitale cu releu și un afișaj LCD cu iluminare de fundal, oferind funcții utile pentru monitorizarea și configurarea aplicațiilor de control.
Modulul poate fi programat cu ajutorul unui software dedicat, utilizând limbajul de programare Ladder, frecvent întâlnit în automatizarea industrială. Printre aplicațiile posibile se numără automatizarea instalațiilor HVAC și controlul unor echipamente de manipulare a materialelor.
Prin integrarea unor astfel de soluții, procesele industriale pot fi executate cu o repetabilitate mai bună, iar funcționarea echipamentelor poate fi adaptată cerințelor specifice fiecărei aplicații.



| Nr. stoc RS |
| --- |
| 917-6370 |
| **Producător** |
| RS PRO |

Vizualizarea clară a informațiilor este importantă în sistemele moderne de automatizare, unde operatorii trebuie să poată urmări rapid datele și starea proceselor. În funcție de configurația sistemului, afișajele pot contribui la prezentarea informațiilor relevante și la facilitarea interacțiunii cu echipamentele. Interfețele de afișare sunt utilizate și în alte aplicații, inclusiv pentru gestionarea spațiilor și a resurselor.

Un exemplu de produs din această categorie este **Legamaster LOOP Series Display Panel**, Nr. stoc RS: **885-973**. Acesta este echipat cu un ecran tactil LCD de 10,1 inch, cu o rezoluție de 1280 × 800 pixeli, pentru afișarea clară a conținutului vizual. Panoul este destinat gestionării sălilor de ședință, permițând afișarea disponibilității acestora și administrarea rezervărilor prin integrarea cu servicii precum Office 365 și Google Calendar. Astfel, produsul reprezintă un exemplu de utilizare a automatizării pentru gestionarea eficientă a spațiilor și resurselor.




| Nr. stoc RS | Producător | Cod producător |
| --- | --- | --- |
| 885-973 | Legamaster | 868571000 |

## Care este viitorul automatizării?

Tehnologiile de automatizare au evoluat rapid în ultimele decenii, iar dezvoltarea lor continuă să deschidă noi posibilități pentru industrie și pentru alte sectoare economice. Cercetarea în domeniul roboticii și al inteligenței artificiale avansează constant, iar sistemele actuale pot executa deja numeroase operațiuni în mod autonom.

În același timp, automatizarea industrială devine mai accesibilă pe măsură ce costurile echipamentelor scad. Aceste evoluții contribuie la extinderea utilizării sistemelor automatizate dincolo de mediile industriale tradiționale, în tot mai multe domenii ale vieții cotidiene.

## Impactul viitoarelor tehnologii de automatizare asupra diferitelor industrii

Pe măsură ce tehnologiile de automatizare devin mai sofisticate, influența lor asupra societății și a diferitelor sectoare industriale este de așteptat să crească.

INDUSTRIA PRELUCRĂTOARE

Industria prelucrătoare se află de zeci de ani în centrul dezvoltării automatizării. Cu toate acestea, procesele continuă să evolueze prin introducerea unor soluții noi, menite să îmbunătățească eficiența.
Automatizarea producției urmărește optimizarea operațiunilor, reducerea intervențiilor manuale și fluidizarea fluxurilor de lucru. Pe măsură ce tehnologiile avansează, procesele de fabricație devin mai rapide, mai eficiente și mai ușor de controlat.

# TEHNOLOGII ȘI APLICAȚII

INGINERIE

La baza ingineriei se află precizia calculelor și a execuției. Cu cât proiectarea și realizarea unui sistem sau a unei componente sunt mai precise, cu atât crește nivelul de siguranță și eficiență al ansamblului. Automatizarea și informatizarea au contribuit la creșterea preciziei, la reducerea erorilor și la îmbunătățirea siguranței și eficienței în numeroase domenii inginerești.

Roboții reprezintă una dintre cele mai avansate forme de automatizare, reunind tehnologia informației cu disciplinele tradiționale ale ingineriei electrice și mecanice.

Aceste avantaje, împreună cu accesibilitatea tot mai mare a echipamentelor de calcul performante, au accelerat automatizarea unui număr tot mai mare de operațiuni inginerești. Exemplele includ găurirea, rectificarea, sudarea și frezarea, realizate în special cu ajutorul tehnologiei CNC. Senzorii și sistemele robotizate contribuie, de asemenea, la automatizarea operațiunilor inginerești.

INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR

Industria construcțiilor este un alt sector în care automatizarea ar putea aduce transformări semnificative. Un exemplu este dezvoltarea construcțiilor modulare, în care clădirile sunt realizate din unități fabricate în afara șantierului și asamblate ulterior la locul de instalare.

Această abordare permite transferarea unei părți importante a activităților în fabrici, unde procesele pot fi automatizate și controlate mai eficient.

INDUSTRIA AUTO

Industria auto a cunoscut deja transformări importante datorită automatizării. Roboții industriali execută numeroase operațiuni care, în trecut, erau realizate manual, precum sudarea, asamblarea și vopsirea caroseriilor. Automatizarea proceselor de fabricație cu ajutorul roboților contribuie la creșterea fiabilității, preciziei și productivității în fabricarea autovehiculelor. În paralel, automobilele moderne sunt echipate cu senzori digitali și sisteme informatice integrate, care gestionează funcții diverse: de la ajustarea automată a șasiului în funcție de denivelările drumului până la identificarea locurilor de parcare disponibile. Aceste tehnologii generează cantități mari de date, a căror valoare comercială este de așteptat să crească pentru producătorii auto. Analizele bazate pe inteligență artificială pot contribui, de asemenea, la evaluarea în timp real a evenimentelor din trafic, la anticiparea unor situații și la selectarea unor răspunsuri adecvate. ➤





## Ce este automatizarea?

COMERȚUL CU AMĂNUNTUL

La fel ca industria prelucrătoare, comerțul cu amănuntul este unul dintre sectoarele în care automatizarea produce deja schimbări vizibile. Casele de marcat cu autoservire reprezintă un exemplu familiar. În anii următori, relația dintre automatizare și activitățile comerciale va continua să evolueze, generând atât oportunități, cât și schimbări în organizarea muncii. Recalificarea angajaților și apariția unor noi roluri profesionale pot deveni elemente importante ale acestei tranziții.

### Beneficiile aduse de noile tehnologii de automatizare

De ce este importantă automatizarea și ce avantaje oferă? Tehnologiile moderne de automatizare extind capacitățile operaționale și permit desfășurarea activităților mai rapid, mai inteligent și mai eficient.

**Printre principalele beneficii se numără:**

- Creșterea eficienței operaționale;
- Reducerea costurilor;
- Îmbunătățirea productivității;
- Creșterea preciziei și a repetabilității proceselor;
- Îmbunătățirea siguranței la locul de muncă.

Siguranța reprezintă unul dintre cele mai importante avantaje ale automatizării. De exemplu, sudarea oxiacetilenică tradițională implică riscuri asociate flăcărilor foarte intense și gazelor periculoase. Tehnologiile moderne permit automatizarea unor astfel de operațiuni, reducând expunerea directă a personalului. În anumite sisteme automate de sudare, forma și caracteristicile suprafeței pieselor metalice sunt scanate și analizate în timp real, iar fasciculul de sudare este ajustat automat în funcție de caracteristicile zonei de lucru. Rezultatul poate consta într-o precizie mai bună, condiții de lucru mai sigure și reducerea numărului de accidente.

Automatizarea nu înseamnă doar înlocuirea operațiunilor manuale cu echipamente. Ea reprezintă o modalitate de a îmbunătăți procesele, de a utiliza mai eficient resursele și de a crea premisele pentru dezvoltarea unor sisteme industriale tot mai performante.

Automatizarea este un factor esențial în evoluția industriei moderne, contribuind la creșterea productivității, optimizarea proceselor și îmbunătățirea siguranței în numeroase domenii de activitate. Prin integrarea roboticii, a inteligenței artificiale și a sistemelor inteligente de control, companiile pot dezvolta soluții inovatoare, adaptate cerințelor unei industrii aflate într-o continuă transformare.

**Aurocon COMPEC vă pune la dispoziție o gamă variată de produse și soluții pentru automatizare industrială, disponibile pe site-ul RS: ro.rsdelivers.com, pentru a vă susține în dezvoltarea proiectelor și implementarea tehnologiilor de ultimă generație.**


Autor: **Bogdan Grămescu**
**Aurocon COMPEC**
www.compec.ro


SURSĂ *Future of Automation Guide*

# Plăcile Arduino Q

## NOUA GENERAȚIE EDGE AI: INTELIGENȚĂ ARTIFICIALĂ LA MARGINEA REȚELEI ȘI CONTROL ÎN TIMP REAL



**Proiectată în formatul emblematic UNO, placa Arduino UNO Q îmbină un microprocesor (MPU), capabil să ruleze Debian Linux, cu un microcontroler (MCU) dedicat sistemelor în timp real. Rezultatul este o platformă cu arhitectură dual (“dual-brain”), care combină puterea de calcul necesară aplicațiilor complexe cu precizia controlului hardware. Acest design hibrid deschide noi posibilități în domenii precum inteligența artificială, viziunea artificială, IoT (Internetul lucrurilor), robotica și automatizările industriale.**

Plăcile **Arduino UNO Q** și **VENTUNO Q** fac legătura între calculatoarele pe o singură placă (SBC) și microcontrolerele dedicate aplicațiilor în timp real. Echipate cu procesoare de aplicații Qualcomm Dragonwing™ și microcontrolere STM32, acestea combină flexibilitatea unui sistem Linux cu un control hardware determinist, cu precizie temporală de ordinul microsecundelor. Integrarea celor două arhitecturi este susținută de Arduino App Lab, un mediu de dezvoltare care unifică fluxul de lucru și simplifică procesul de creare a aplicațiilor.
De la dispozitive IoT conectate până la soluții avansate de inteligență artificială și robotică, plăcile Arduino Q oferă o platformă versatilă și scalabilă. Dezvoltatorii pot astfel să treacă de la prototipare la implementarea aplicațiilor, utilizând instrumentele și fluxurile de lucru familiare din ecosistemul Arduino.

### Arduino UNO Q 4GB

Echipată cu 4 GB de memorie RAM și 32 GB de memorie flash eMMC, placa **Arduino UNO Q** oferă performanțe ridicate și resurse suficiente pentru dezvoltarea unor proiecte complexe, de la aplicații AI până la sisteme de automatizare și robotică.
La baza acestei platforme se află procesorul de aplicații Qualcomm Dragonwing™ QRB2210, capabil să ruleze sistemul de operare Debian Linux, integrat cu microcontrolerul STM32U585, dedicat operațiunilor în timp real.



| Nr. stoc RS | Cod Producător |
|---|---|
| 708-753 | ABX00173 |

Această arhitectură combină puterea de calcul a unui sistem Linux cu precizia și predictibilitatea controlului hardware, oferind o soluție compactă și versatilă pentru aplicații avansate.

## Arduino UNO Q 2GB

Placa **Arduino UNO Q** face legătura între universul sistemelor Linux și cel al microcontrolerelor, prin intermediul unei biblioteci RPC (Remote Procedure Call – apel de procedură la distanță) integrate. Aceasta permite dezvoltarea unor aplicații performante, cu răspuns rapid, într-un flux de lucru unificat, cu ajutorul platformei Arduino App Lab.



| Nr. stoc RS | Cod Producător |
|---|---|
| 665-593 | ABX00162 |

La baza arhitecturii se află procesorul de aplicații Qualcomm Dragonwing™ QRB2210, capabil să ruleze sistemul de operare Debian Linux, alături de microcontrolerul STM32U585, dedicat executării sarcinilor în timp real. Prin combinarea celor două unități de procesare, Arduino UNO Q oferă atât puterea de calcul necesară aplicațiilor complexe, cât și precizia controlului hardware, într-o singură platformă compactă și versatilă.

## Arduino VENTUNO Q Edge AI SBC

**16 GB RAM, 64 GB eMMC, Qualcomm Dragonwing IQ-8275: AI direct pe dispozitiv, fără compromisuri.**

Proiectată pentru aplicații de inteligență artificială la marginea rețelei (Edge AI), care necesită o putere de calcul ridicată, placa **Arduino VENTUNO Q** combină un procesor Qualcomm de clasă profesională cu o unitate de procesare neurală (NPU) dedicată, cu o performanță de până la 40 TOPS. Echipată cu 16 GB de memorie LPDDR5 de mare viteză și 64 GB de stocare eMMC, platforma oferă resursele necesare pentru rularea locală a modelelor de AI și procesarea eficientă a datelor. În plus, suportul pentru stocare NVMe permite extinderea capacității în funcție de cerințele aplicației.



| Nr. stoc RS | Cod Producător |
|---|---|
| 878-176 | ABX00181 |

## Experiența Arduino App Lab

Noul mediu de dezvoltare integrat Arduino App Lab a fost conceput pentru a simplifica și eficientiza dezvoltarea aplicațiilor.
Preinstalat pe placa Arduino UNO Q, acesta reunește într-o singură interfață programele Arduino (sketch-uri), scripturile Python și modelele AI în containere software, facilitând integrarea acestora și dezvoltarea unor aplicații complexe, printr-un flux de lucru unitar.

## Concluzie

**Inteligență hibridă**: Arduino UNO Q îmbină puterea de procesare a unui sistem Linux cu precizia controlului în timp real oferit de un microcontroler, totul pe o singură placă. Această arhitectură o transformă într-o soluție versatilă pentru aplicații inteligente, care necesită timpi de răspuns rapizi și capacități de procesare la marginea rețelei.

**Dezvoltare simplificată**: Arduino App Lab facilitează dezvoltarea aplicațiilor prin exemple predefinite și module software preconfigurate, denumite "Bricks", care pot fi combinate pentru dezvoltarea unor soluții personalizate. Mediul unificat simplifică integrarea și coordonarea diferitelor componente software, oferind totodată flexibilitate pentru extinderea proiectelor.

**Format familiar, funcționalități extinse**: Arduino UNO Q păstrează formatul emblematic al familiei UNO, integrând tehnologii moderne precum procesarea Linux, suportul pentru aplicații de inteligență artificială și interfețele de intrare/ieșire de mare viteză. Placa oferă conectivitate Wi-Fi și Bluetooth, o interfață de expansiune Qwiic și o matrice LED de 8 × 13, păstrând compatibilitatea cu o gamă largă de shield-uri și accesorii existente.

**Două moduri de utilizare, aceeași experiență**: Arduino UNO Q poate funcționa ca un calculator de sine stătător, conectat la un monitor, o tastatură și un mouse, sau poate fi conectat la un PC gazdă pe care rulează Arduino App Lab. Această flexibilitate permite adaptarea platformei atât la dezvoltarea și testarea proiectelor, cât și la utilizarea în aplicații independente.

Cu o arhitectură hibridă, capacități avansate de procesare AI și un mediu de dezvoltare unificat, plăcile Arduino Q deschid noi perspective pentru proiectele de robotică, automatizare, IoT și Edge AI.

**Indiferent dacă dezvoltați prototipuri sau soluții complexe destinate implementării, aceste platforme oferă flexibilitatea și performanța necesare pentru a transforma ideile în aplicații concrete.**

| Caracteristică | UNO Q 2GB | UNO Q 4GB | VENTUNO Q |
|---|---|---|---|
| Memorie | 2 GB LPDDR4X | 4 GB LPDDR4X | 16 GB LPDDR5 |
| Stocare | 16 GB eMMC | 32 GB eMMC | 64 GB eMMC |
| AI | Aplicații Edge AI de bază | Aplicații Edge AI avansate | AI de înaltă performanță, NPU de până la 40 TOPS |
| Linux | Debian | Debian | Ubuntu (Debian în pregătire) |
| ROS 2 | Suport limitat | Poate rula ROS 2 | Pregătit pentru robotică / compatibil cu ROS 2 |
| Interfețe I/O industriale și de control | Standard | Standard | Avansate |
| Viziune artificială | Cameră USB / viziune artificială | Cameră USB / viziune artificială avansată | Suport pentru mai multe camere, 3× MIPI-CSI |
| Potrivit pentru | Învățare și aplicații dedicate | Dezvoltare AI și aplicații SBC | Robotică, AI fizică și automatizare |

***Comparația plăcilor Arduino Q.***

***Aurocon COMPEC vă oferă gama de produse Arduino, inclusiv noile plăci Arduino UNO Q și VENTUNO Q, disponibile pe site-ul RS.***

Autor: Georgiana Nazare
**Aurocon COMPEC** | www.compec.ro

SURSĂ *https://uk.rs-online.com/web/content/m/arduino-unoq-uk*

# Izolare galvanică

# Interfață CAN cu izolator digital și modul de alimentare

*Interfețele CAN sunt utilizate pe scară largă în sectoarele auto și industrial și necesită, în general, izolare galvanică. Acest articol prezintă o modalitate simplă de realizare a unei interfețe CAN folosind un izolator digital cu două canale și un modul de alimentare izolat.*

Autor: **Artem Beliakov**, **Würth Elektronik**
Editor: **Gerhard Stelzer**

**Magistrala CAN este utilizată frecvent în aplicații auto și industriale. O interfață CAN izolată poate fi implementată cu ușurință folosind un izolator digital cu două canale și un modul de alimentare izolat. Această soluție reduce atât numărul de componente, cât și spațiul necesar pe placa de circuit imprimat. Soluția a fost testată la o rată de transfer de date de 1 Mbit/s și îndeplinește cerințele standardului CISPR 32 pentru clasa B privind emisiile electromagnetice. Diagrama bloc a circuitului este prezentată în figura 1.**

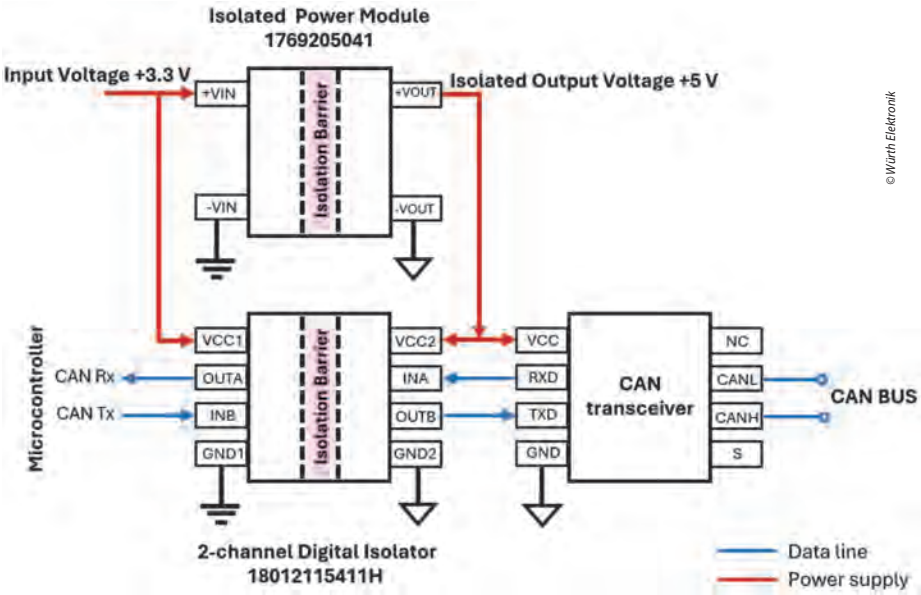



**Figura 1** ***O interfață CAN izolată poate fi implementată cu ușurință folosind un izolator digital cu două canale și un modul de alimentare izolat.***

## Protocolul CAN pe scurt

CAN (Controller Area Network) este un protocol de comunicație specializat care permite schimbul eficient și fiabil de informații între mai multe dispozitive electronice. A fost dezvoltat inițial pentru aplicații auto, unde sistemele de control al motorului, de frânare și de airbaguri trebuie să comunice între ele. Astăzi, însă, este utilizat și într-o gamă largă de aplicații din afara industriei auto. CAN este unul dintre cele mai utilizate protocoale de comunicație la nivel mondial și este apreciat pentru simplitatea, fiabilitatea și eficiența sa. Este cunoscut pentru robustețea și capacitatea de comunicare în timp real, permițând comunicarea fluentă între sistemele electronice în numeroase aplicații, inclusiv automatizarea și controlul industrial, electronica auto, sistemele de transport, automatizarea clădirilor, gestionarea energiei și rețelele inteligente.

## Ce avantaje oferă CAN?

- **Conectarea mai multor dispozitive**

Spre deosebire de sistemele de comunicație care necesită o conexiune separată pentru fiecare dispozitiv, magistrala CAN permite conectarea mai multor dispozitive prin aceleași două conductoare de semnal. Astfel, sistemul este mai simplu, mai economic și mai ușor de întreținut.

- **Transmisie diferențială pentru imunitate la interferențe**

Prin utilizarea transmisiei diferențiale a semnalelor, magistrala CAN oferă un nivel ridicat de imunitate la perturbațiile electrice. Această caracteristică o face potrivită pentru medii solicitante, cu niveluri ridicate de interferențe electromagnetice.

- **Arbitraj – acces la magistrală pe baza priorităților**

Protocolul CAN utilizează un mecanism de arbitraj bazat pe priorități. Atunci când mai multe noduri încearcă să transmită simultan, mesajul cu prioritatea cea mai mare, indicată de o valoare mai mică a identificatorului (ID), câștigă accesul la magistrală. Celelalte noduri își amână transmisia, fără a afecta mesajul câștigător.

- **Detectarea erorilor**

Protocolul CAN include mecanisme automate de detectare a erorilor și de limitare a efectelor acestora, contribuind la transmiterea fiabilă a datelor. Controlerele CAN verifică mesajele transmise pe magistrală. Dacă este detectată o eroare de transmisie, mesajul afectat este invalidat și retransmis automat.

Fiecare controler monitorizează erorile de transmisie și de recepție. Acumularea erorilor de transmisie poate determina trecerea nodului în starea „bus-off”, în care acesta nu mai participă la comunicarea pe magistrală, limitând astfel perturbarea celorlalte noduri. Aceste mecanisme contribuie la robustețea protocolului CAN în aplicații critice pentru siguranță.

### Rata de transfer și distanța de comunicare

Într-o rețea CAN clasică, lungimea maximă a magistralei depinde de rata de transfer a datelor: ratele mai mici permit comunicarea pe distanțe mai mari. Valorile orientative prezentate în acest articol sunt:

- 1 Mbit/s → până la 40 m
- 500 kbit/s → până la 100 m
- 125 kbit/s → până la 500 m
- 50 kbit/s → până la 1 km

## Importanța izolării galvanice a interfeței CAN

După cum s-a menționat anterior, comunicația CAN este fiabilă, iar transmisia diferențială a semnalelor contribuie la imunitatea la perturbații. Cu toate acestea, în multe aplicații, izolarea galvanică a interfeței CAN este esențială pentru protejarea dispozitivelor, menținerea unei comunicări stabile și prevenirea defecțiunilor sistemului.

Principalele motive pentru utilizarea izolării în sistemele bazate pe CAN sunt prezentate în continuare.

### Prevenirea buclelor de masă și limitarea efectelor diferențelor de potențial

În rețelele CAN mari sau complexe, nodurile pot avea potențiale de masă diferite. Aceste noduri sunt dispozitive electronice sau module conectate la magistrala CAN, prin intermediul căreia comunică între ele. Dacă între masele lor există mai multe căi conductive care formează un circuit închis, apar bucle de masă. Diferențele de potențial pot genera prin aceste bucle curenți nedoriți, care perturbă comunicarea și provoacă erori de transmisie.
Izolarea galvanică separă masa locală a fiecărui dispozitiv de masa circuitului conectat la magistrala CAN. Astfel, întrerupe calea conductivă care ar închide bucla de masă și reduce perturbările asociate, permițând comunicarea între dispozitive cu potențiale de masă diferite.

### Protecția împotriva supratensiunilor și a fenomenelor tranzitorii

Rețelele CAN sunt expuse frecvent la vârfuri de tensiune cauzate de fluctuațiile alimentării în mediile industriale, de descărcările atmosferice în aplicațiile în aer liber sau de comutarea sarcinilor electrice de mare putere în instalațiile industriale și în vehicule.

Aceste supratensiuni pot perturba comunicarea, pot deteriora componentele electronice sensibile și pot provoca defecțiuni ale sistemului.

Izolarea galvanică, în combinație cu dispozitive de protecție împotriva supratensiunilor, precum diodele TVS, contribuie la protejarea circuitelor împotriva vârfurilor de tensiune și a fenomenelor tranzitorii. Această combinație sporește fiabilitatea întregului sistem și limitează transmiterea efectelor unei supratensiuni dintr-o parte în alta a barierei de izolare.

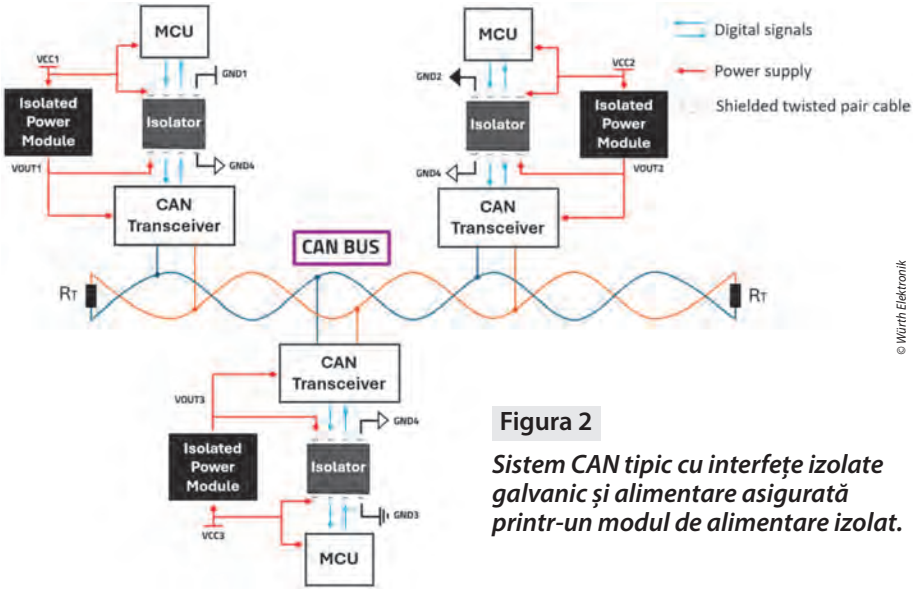



**Figura 2**

***Sistem CAN tipic cu interfețe izolate galvanic și alimentare asigurată printr-un modul de alimentare izolat.***

### Imunitate la interferențe

În mediile cu motoare, invertoare, echipamente de sudură sau alte dispozitive electrice de mare putere, interferențele electromagnetice pot afecta semnalele CAN. Deși magistrala CAN utilizează transmisia diferențială a semnalelor, aceasta poate fi insuficientă în condiții severe de perturbare.

Izolarea galvanică reduce efectele perturbărilor asociate diferențelor de potențial dintre mase. Împreună cu filtrarea, ecranarea și o dispunere adecvată a componentelor și traseelor pe placa de circuit imprimat (PCB), aceasta contribuie la îmbunătățirea imunității sistemului la interferențele electromagnetice din mediile industriale și la menținerea integrității datelor.

### Siguranța în exploatare

Sistemele industriale trebuie să respecte standarde stricte de siguranță pentru a preveni pericolele electrice și defecțiunile echipamentelor.

Atunci când dispozitivele dintr-o rețea CAN sunt interconectate fără izolare galvanică, diferențele neprevăzute de potențial sau perturbațiile electrice pot provoca deteriorarea componentelor, întreruperi ale comunicării sau chiar riscuri pentru siguranța operatorilor.

- Izolarea galvanică limitează propagarea efectelor defecțiunilor electrice, reducând riscul ca defectarea unui singur echipament să afecteze întreaga rețea.
- O izolare dimensionată și certificată corespunzător cerințelor aplicației poate proteja personalul și sistemele de control împotriva tensiunilor periculoase.
- Izolarea galvanică sporește fiabilitatea sistemului, contribuind la menținerea unei comunicări stabile între senzori, controlere și actuatoare.

## Proiectarea circuitului

Pentru a demonstra funcționalitatea interfeței CAN izolate, a fost proiectată o placă de circuit imprimat cu patru straturi.

Placa a fost testată pentru evaluarea emisiilor electromagnetice la o rată de transfer de date de 1 Mbit/s, folosind un cablu ecranat cu perechi răsucite, cu lungimea de 25 m, între placa de emisie și cea de recepție.

Parametrii principali ai interfeței sunt prezentați în tabelul 1.

### Organizarea plăcii

Figura 3 prezintă o vedere de sus a plăcii de circuit imprimat cu interfața CAN izolată. Pe placă pot fi identificate următoarele blocuri funcționale:

1. **Paduri de conectare CANL și CANH**: pentru conectarea liniilor magistralei CAN.
2. **Filtre pentru liniile de date și diode TVS**: filtrare de radiofrecvență (RF) și protecție împotriva supratensiunilor. ➤

3. **Rezistențe de terminare**: asigură adaptarea corespunzătoare a impedanței magistralei.
4. **Transceiver CAN (capsulă SOIC-8NB)**: asigură interfața fizică cu magistrala CAN.
5. **Izolator digital cu două canale (capsulă SOIC-8NB, izolare de bază)**: asigură izolarea semnalelor.
6. **Modul de alimentare izolat de 1 W (capsulă SMT-8, izolare funcțională)**: asigură alimentarea izolată.
7. **Filtru pentru alimentarea în curent continuu (DC)**: filtrează perturbațiile de pe linia de alimentare de intrare.
8. **Conector cu borne cu șurub**: permite conectarea sursei de alimentare.
9. **Conectori SMA**: pentru semnalele interfeței CAN. Conectorii SMA de mare viteză permit aplicarea pe placă a unui semnal de test provenit de la un generator de semnal. Această configurație simulează, la nivelul plăcii, o sursă de semnal cu referință la masă *(single-ended)*, care aplică semnalul la intrarea izolatorului digital.

Figura 4 prezintă schema electrică a plăcilor de emisie și recepție utilizate la testarea emisiilor radiate. Diferențele dintre plăci sunt descrise în secțiunea 6.1 a notei tehnice SN028 de la Würth Elektronik [1].

- R1, R2 și C10 formează un circuit de terminare divizată *(split termination)*, utilizat frecvent în comunicația CAN.
- C8 și C9 sunt condensatoare de filtrare a semnalelor, ale căror valori sunt alese în funcție de lungimea liniei și rata de transfer a datelor.
- R4 este o rezistență de terminare necesară doar pe placa de emisie.
- R3 și R5 configurează transceiverul CAN pentru funcționarea în modul de emisie sau de recepție. Se montează un singur rezistor dintre cele două: R3 pentru modul

| Parametru | Valoare |
|---|---|
| Tensiune de alimentare la intrare | 3,3 V |
| Tensiune de alimentare pe partea izolată (tensiunea de ieșire a modulului de alimentare izolat) | 5 V |
| Rată maximă de transfer a datelor pe liniile de comunicație | 1 Mbit/s |
| Tip de izolare | Funcțională* |
| Standard pentru testarea emisiilor radiate | CISPR 32, clasa B |

Tabelul 1: **Parametrii principali ai interfeței CAN izolate**.

**) Deși izolatorul digital 18012115411H asigură izolare de bază, placa de interfață CAN oferă doar izolare funcțională, deoarece modulul de alimentare izolat 1769205041 asigură doar acest nivel de izolare.*

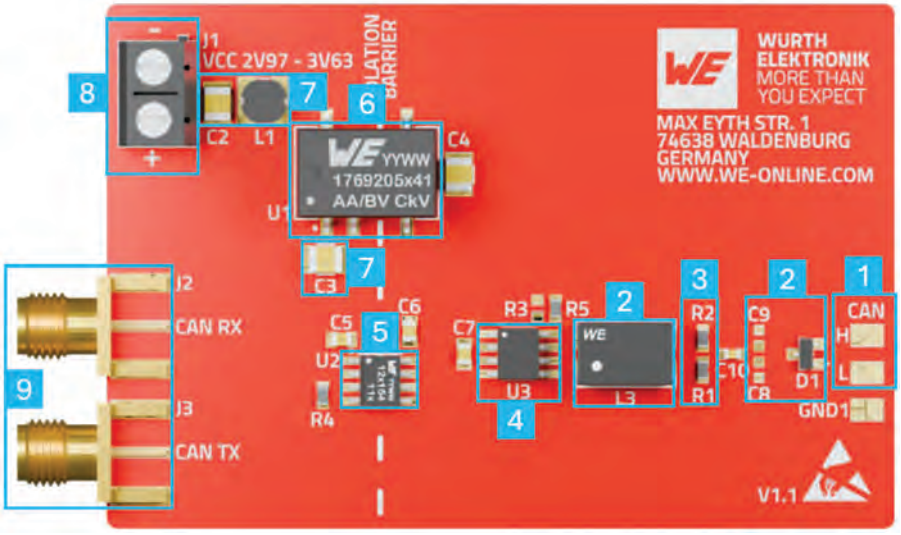



**Figura 3** ***Interfață CAN izolată pe o placă de test, cu blocurile funcționale marcate.***

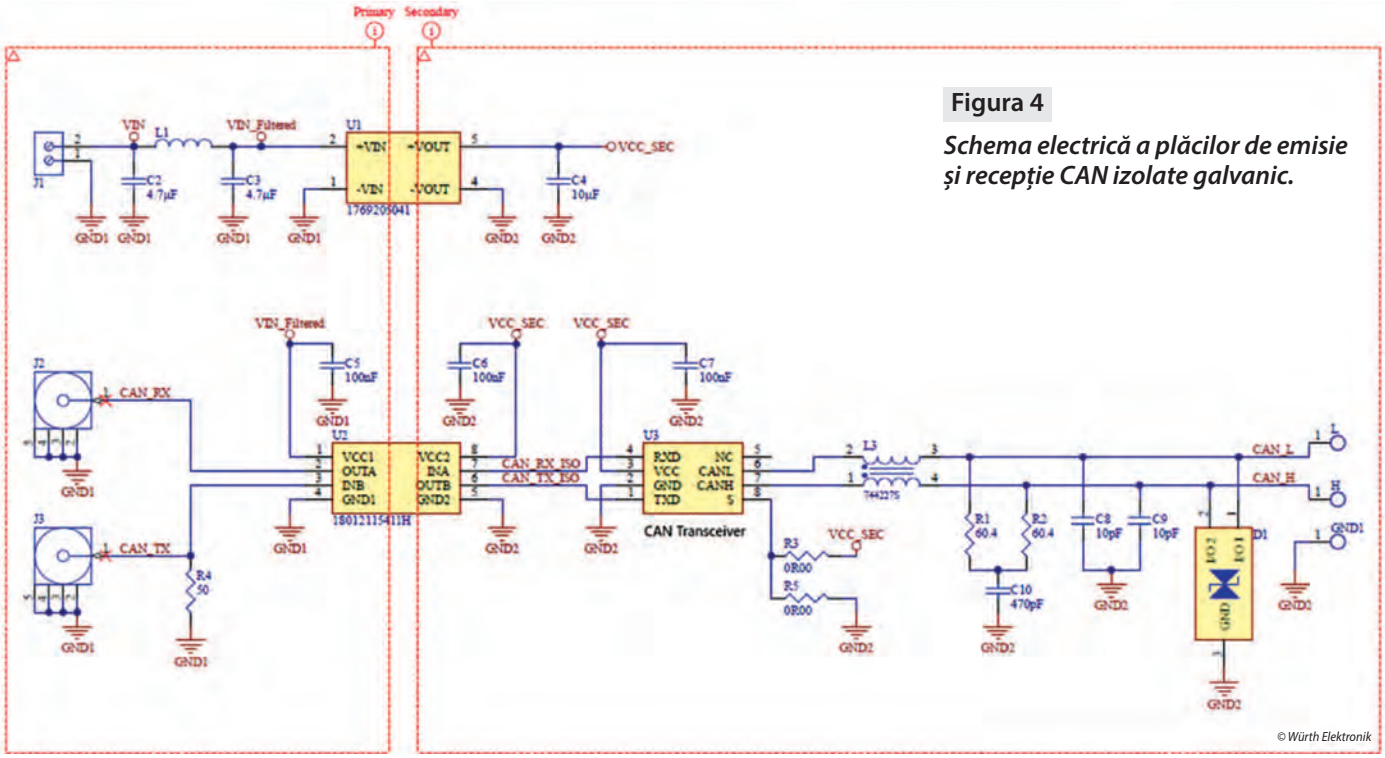



**Figura 4**

***Schema electrică a plăcilor de emisie și recepție CAN izolate galvanic.***

de recepție, doar pe placa de recepție, sau R5 pentru modul de emisie, doar pe placa de emisie. În aplicațiile practice, selectarea modulului este realizată, de regulă, prin nivelul logic (1 sau 0) al unui pin al microcontrolerului.

## Componente cu izolare galvanică

IZOLATOR DIGITAL

Modelul 18012115411H [2] este un izolator digital cu două canale (U2), în capsulă SOIC-8NB, care asigură izolare de bază. Acesta are o configurație a canalelor de tip 1/1, cu un canal pentru fiecare sens de transmisie, esențială pentru funcționarea corectă a interfeței CAN izolate. Un canal transmite datele de la microcontroler (MCU) către transceiver, care le transmite mai departe pe magistrala CAN. Celălalt canal transmite către MCU datele preluate de transceiver de pe magistrala CAN.

MODUL DE ALIMENTARE IZOLAT

Modulul de alimentare izolat 1769205041 [3] (U1) asigură izolare funcțională. Acesta este disponibil într-o capsulă SMT-8 și furnizează la ieșire o putere de până la 1 W, la o tensiune de 5 V și un curent de 0,2 A. Nivelul ridicat de integrare, care include etajul de putere, circuitul de control, transformatorul și condensatoarele de intrare și de ieșire, reduce semnificativ numărul de componente discrete necesare, economisind spațiu pe placa de circuit imprimat.

Modulul funcționează fără componente externe, ceea ce simplifică proiectarea și reduce efortul de dezvoltare. În plus, modelul 1769205041 oferă protecție împotriva scurtcircuitelor de durată, contribuind la creșterea fiabilității.

Detaliile privind selecția componentelor depășesc scopul acestui articol; subiectul este tratat pe larg în nota tehnică SN028 de la Würth Elektronik [1].

## Reducerea perturbațiilor de mod comun prin cuplaj capacitiv între straturile PCB

Modulul de alimentare izolat (U1) și izolatorul digital (U2) asigură izolarea galvanică între intrarea și ieșirea sistemului.

Totuși, capacitatea parazită de cuplaj prin bariera de izolare permite circulația curenților de mod comun, astfel încât izolatorul și modulul de alimentare pot deveni surse de perturbații de mod comun.

Pentru a reduce aceste perturbații, proiectanții utilizează de obicei un condensator extern de tip Y între intrare și ieșire. O alternativă este utilizarea capacității de cuplaj dintre straturile PCB *(stitching capacitance)* pentru a crea o cale de retur pentru curenții de mod comun de înaltă frecvență, similară celei oferite de un condensator de tip Y. Această metodă creează o cale de retur pentru curenții de mod comun de înaltă frecvență, contribuind la reducerea interferențelor electromagnetice fără componente suplimentare. În acest exemplu de proiectare, placa de circuit imprimat are patru straturi. Capacitatea de cuplaj rezultă din suprapunerea zonelor de cupru de pe straturi diferite, separate de materialul dielectric al plăcii. Zonele utilizate se află între stratul interior 1 și stratul interior 2, respectiv între stratul interior 2 și stratul inferior. Structura straturilor și zonele care contribuie la această capacitate sunt prezentate în figura 5. Calculul capacităților de cuplaj este descris în detaliu în nota tehnică SN028 de la Würth Elektronik [1]. Lista de materiale (BOM), fișierele Gerber și schema electrică sunt disponibile în pachetul de fișiere de proiectare al interfeței [4].

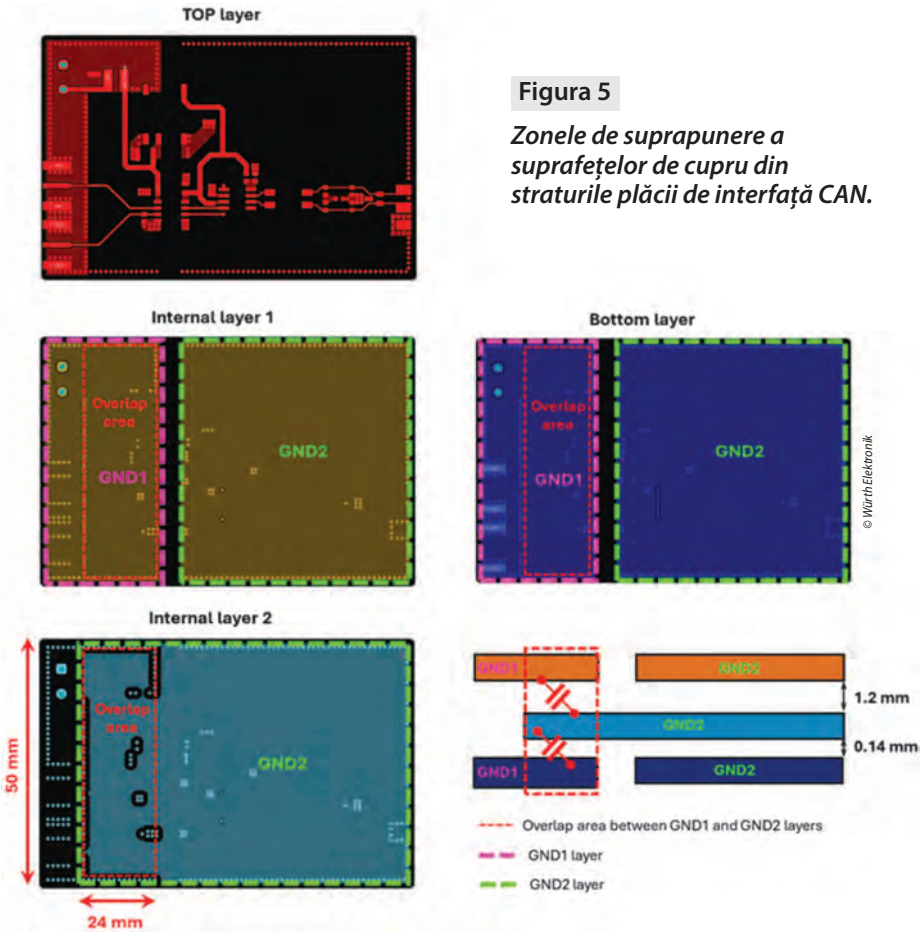



**Figura 5**

***Zonele de suprapunere a suprafețelor de cupru din straturile plăcii de interfață CAN.***

## Emisiile radiate ale interfeței CAN izolate

Rezultatele măsurătorilor emisiilor radiate ale interfeței CAN, împreună cu descrierea configurației de testare și lista de materiale, sunt prezentate în nota tehnică SN028 de la Würth Elektronik [1], disponibilă gratuit.

■ **Würth Elektronik**
www.we-online.com



Despre autor:
**Artem Beliakov** a obținut diploma de master în inginerie la Institutul de Inginerie Energetică din Moscova (Universitatea Tehnică). Ulterior, a lucrat timp de mai mulți ani ca inginer de aplicații (FAE), sprijinind clienții în dezvoltarea convertoarelor electronice de putere. Artem lucrează la Würth Elektronik din 2020. În calitate de manager de marketing de produs, este responsabil pentru gama de izolatoare digitale, asistența tehnică pentru clienți, planificarea dezvoltării gamei de produse și lansarea pe piață a noilor produse.

***Referințe***

[1] *Beliakov, A.: Isolated CAN interface based on a 2-channel digital isolator and an isolated power supply module. Nota tehnică SN028 de la Würth Elektronik: www.we-online.com/SN028*
[2] *WPME-CDIS digital isolators de la Würth Elektronik: www.we-online.com/en/components/products/DIGITAL-ISOLATORS-WPME-CDIS*
[3] *MagI3C-FISM isolated power modules de la Würth Elektronik: www.we-online.com/en/components/products/MAGIC-FISM*
[4] *Lista de materiale (BOM), fișiere Gerber și schema electrică disponibile pentru descărcare: www.we-online.com/SN028*

# Noi componente IO-Link aduc inovații în automatizare

## *Mai multă flexibilitate pe ultimii metri*

**IO-Link s-a impus ca standard de comunicație pentru senzori și actuatoare. La nivel mondial, la sfârșitul anului 2025 erau instalate aproximativ 71 de milioane de noduri IO-Link. Prin noile sale soluții, Murrelektronik facilitează adoptarea tehnologiei IO-Link, inclusiv pentru utilizatorii care o implementează pentru prima dată. Astfel, cu ajutorul unui modul IO-Link Multiplier, pot fi conectate până la patru dispozitive IO-Link la un singur port master IO-Link. Acest lucru nu doar simplifică arhitectura sistemelor complexe, ci reduce atât necesarul de spațiu, cât și costurile.**

În domeniul construcțiilor de mașini și instalațiilor industriale, IO-Link s-a consacrat ca standard pentru comunicația bidirecțională între masterele IO-Link și senzorii sau actuatoarele conectate. Motivele sunt evidente: integrarea facilă a dispozitivelor IO-Link oferă utilizatorilor, printre altele, posibilități extinse de diagnosticare și parametrizare centralizată. Pe scurt, funcțiile inteligente sunt extinse de la nivelul sistemului de comandă până la nivelul senzorilor și actuatoarelor.

În consecință, domeniile de aplicare ale IO-Link sunt foarte variate, iar motivele pentru utilizarea acestei tehnologii diferă de la un sector la altul. În industria auto, accentul se pune pe senzori inteligenți, în timp ce în intralogistică sunt prioritare instalarea simplă, timpii reduși de punere în funcțiune și flexibilitatea ridicată la modificarea instalațiilor. În toate aceste aplicații, IO-Link permite o automatizare integrată până la nivelul dispozitivelor de câmp.

În cadrul portofoliului complet de soluții de automatizare Murrelektronik, IO-Link asigură conectivitatea pe ultimii metri până la senzori și actuatoare. La nivelurile superioare sunt disponibile, printre altele, Vario-X pentru automatizarea fără dulap de comandă, precum și componente pentru rețele și magistrale de câmp *(fieldbus)*, necesare realizării unei arhitecturi complete de sistem. Portofoliul IO-Link acoperă întregul spectru – de la module master și module I/O până la actuatoare și alte dispozitive, precum coloane de semnalizare și dispozitive de comandă.

La acestea se adaugă alte componente de sistem, precum surse de alimentare, convertoare de semnal analogic și cuploare inductive IO-Link pentru transmiterea fără contact a semnalelor și a energiei, printr-un întrefier.

### Pentru o conectivitate îmbunătățită: IO-Link Multiplier

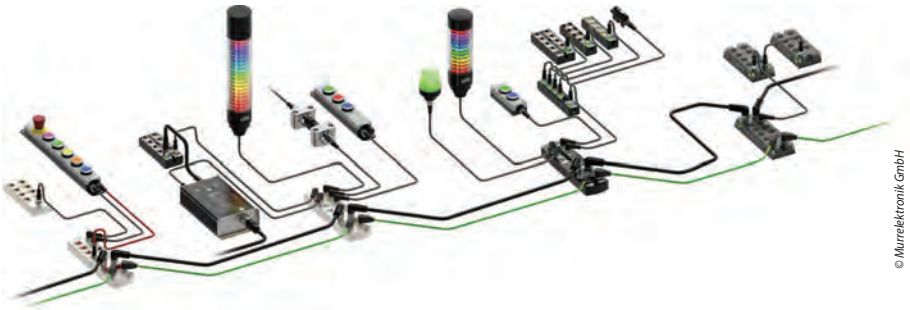
Una dintre cele două noutăți importante din portofoliul IO-Link al Murrelektronik este IO-Link Multiplier. Acest dispozitiv pune la dispoziție patru porturi, fiecare cu funcționalitate IO-Link completă. Astfel, la un singur port master IO-Link pot fi conectate acum până la patru dispozitive IO-Link.

Depășirea limitărilor conexiunii clasice punct-la-punct la nivelul dispozitivelor de câmp permite proiectanților și constructorilor de utilaje să reducă numărul de module master IO-Link și de module fieldbus și să realizeze sisteme modulare bazate pe IO-Link.

În plus, în cadrul proiectelor de modernizare, Multiplier permite integrarea unor componente IO-Link suplimentare în infrastructura existentă, fără a fi necesară modificarea arhitecturii fieldbus. Acest lucru nu doar reduce costurile, ci permite și realizarea unor topologii noi, mai simple.

Concret: la un master cu opt porturi IO-Link pot fi conectate până la 32 de dispozitive IO-Link cu funcționalitate completă, utilizând câte un modul Multiplier pentru fiecare port. Un alt avantaj este că Multiplier dublează lungimea traseului de conectare dintre master și dispozitiv.

În locul unui traseu de maximum 20 m, utilizarea modulului Multiplier ca stație intermediară permite atingerea unei lungimi totale de până la 40 m: maximum 20 m între master și Multiplier și încă maximum 20 m între Multiplier și dispozitiv. Acest lucru extinde infrastructura IO-Link și deschide noi posibilități, în special în instalațiile de mari dimensiuni.



© Murrelektronik GmbH

*IO-Link permite, în cadrul soluțiilor Murrelektronik, o comunicație integrată de la sistemul de comandă până la senzori și actuatoare, cu parametrizare și diagnosticare centralizate, oferind o vizibilitate mai bună asupra funcționării întregului sistem.*



© Murrelektronik GmbH

*IO-Link Multiplier transformă un port master IO-Link în patru porturi IO-Link. Astfel, un master cu opt porturi poate conecta până la 32 de dispozitive IO-Link, folosind câte un modul Multiplier pentru fiecare port. Soluția este potrivită în special pentru modernizarea instalațiilor existente.*

Pe de o parte, la modulul Multiplier poate fi conectat orice dispozitiv IO-Link, care poate fi astfel integrat cu ușurință în sistemele IO-Link, iar pe de altă parte, acesta permite realizarea unor arhitecturi modulare bazate pe IO-Link.

## IO-Link – pur și transparent

Cu Pure.IO, Murrelektronik lansează pe piață o nouă familie de produse, alcătuită din mastere IO-Link și module de intrare/ieșire IO-Link. Acestea sunt cu aproximativ 20% mai compacte și au o greutate de 2,5 ori mai mică decât modulele fieldbus convenționale. În plus, datorită noului design al carcasei, LED-urile de diagnosticare și de stare pot fi observate din orice direcție, oferind o vizibilitate completă asupra stării modulelor.
Modulele Pure.IO se adresează utilizatorilor care caută soluții compacte și economice pentru realizarea sistemelor IO-Link, fără compromisuri în privința funcționalității și cu posibilitatea de a verifica starea modulelor direct la locul instalării. În plus, acestea extind posibilitățile de utilizare a tehnologiei IO-Link, de exemplu prin instalarea pe componente mobile ale instalațiilor, unde greutatea trebuie să fie cât mai redusă, precum și prin montajul în spații restrânse.

## Conectare simplă în lanț (Daisy Chain)

Printre funcționalitățile speciale ale Pure.IO se numără posibilitatea de a transmite semnalele mai departe, de la un modul la altul: două module de intrare/ieșire IO-Link pot fi conectate în lanț. Aceasta permite concepte de cablare simplificate, cu un număr dublu de intrări/ieșiri pentru fiecare master IO-Link, reducând astfel costurile și efortul de cablare și permițând utilizarea unor treceri de cabluri mai mici.
Modulele Pure.IO completează gamele consacrate MVK Pro și Impact67 Pro, recunoscute pentru performanțele lor ridicate în medii dificile și care vor rămâne în continuare în portofoliu. Prin Pure.IO, compania Murrelektronik oferă soluția potrivită pentru utilizatorii ale căror aplicații nu impun cerințe deosebit de solicitante și care doresc să se concentreze pe o cablare simplificată și rentabilă. Astfel, adoptarea tehnologiei IO-Link devine mai ușoară, deoarece utilizatorii reduc costurile și beneficiază în continuare de vizibilitatea deplină asupra funcționării sistemului și de flexibilitatea oferite de IO-Link. Constructorii de utilaje pot alege acum între gamele de produse consacrate, create pentru performanțe ridicate în medii dificile, precum producția de automobile sau construcția de utilaje speciale și o soluție de bază destinată instalațiilor standard, de exemplu din domeniul intralogisticii.

## Automatizare integrată până la dispozitivul final

Prin noile module, Murrelektronik își extinde portofoliul de automatizare până la nivelul dispozitivelor finale și lărgește posibilitățile oferite de IO-Link. Există noutăți și la nivelurile superioare ale sistemului.
În cazul Vario-X, sistemul pentru automatizare descentralizată fără dulap de comandă, componentele (controlerul, sursa de alimentare și modulele de intrare/ieșire) pot fi instalate direct pe utilaj, la locul de utilizare, având grad de protecție IP65, iar programarea sistemului poate fi realizată cu ușurință, în mod centralizat. La controlerele descentralizate pot fi conectate module de câmp suplimentare, de exemplu switchuri și module master IO-Link.

Experiența de până acum arată că unii constructori de instalații ezită să adopte o tehnologie suplimentară și preferă să păstreze cablarea convențională punct-la-punct, realizată prin intermediul cutiilor de conexiuni, deși aceasta este mai laborioasă și mai predispusă la erori. Totuși, trecerea la IO-Link presupune un efort minim: fiecărui modul fieldbus îi este atribuită o adresă IP pentru identificare, iar conectarea se realizează prin Plug & Play. Încă din etapa punerii în funcțiune, constructorul de utilaje poate valorifica avantajele funcțiilor inteligente suplimentare, obținând vizibilitate completă asupra topologiei sistemului și putând gestiona centralizat parametrizarea tuturor dispozitivelor – fără a mai menționa cablarea mai rapidă și mai puțin predispusă la erori.



© Murrelektronik GmbH

*O noutate în portofoliul IO-Link al Murrelektronik este familia Pure.IO. Modulele sunt compacte și ușoare, permit conectarea în lanț și sunt prevăzute cu LED-uri de diagnosticare și de stare, vizibile și din lateral.*


© Murrelektronik GmbH

*Cu Pure.IO pot fi realizate configurații de cablare și topologii eficiente, inclusiv prin conectarea în lanț (Daisy Chain), care reduce efortul de cablare și simplifică instalarea în spații restrânse.*

Astfel, automatizarea descentralizată este realizată în mod integrat, de la nivelul superior al sistemului până la nivelul dispozitivelor de câmp, oferind avantaje clare în ceea ce privește transparența, flexibilitatea și eficiența utilizării resurselor.

În plus, un astfel de sistem de automatizare poate fi instalat într-un timp mult mai scurt datorită conexiunilor preasamblate.

## Argumente convingătoare

În special prin familia de produse Pure.IO, Murrelektronik facilitează adoptarea tehnologiei IO-Link de către proiectanții și constructorii de utilaje.

În plus, acesta poate oferi clientului – utilizatorul utilajului – beneficii suplimentare, precum detectarea mai rapidă a neregulilor, adaptarea mai ușoară la noi parametri și produse, precum și reducerea timpilor de nefuncționare prin remedierea mai rapidă a defecțiunilor.

**Murrelektronik** GmbH
Tel: +43 1 7064525-0
mail@murrelektronik.at
www.murrelektronik.ro

MURR

# Ce verifică, de fapt, un **audit ESD** la **postul de lucru**

*Un post de lucru ESD poate arăta impecabil și totuși să nu treacă auditul. Covorul este disipativ, operatorul poartă brățară, procedura este afișată pe perete, iar furnizorul a livrat certificate pentru fiecare componentă. Ce lipsește, aproape de fiecare dată sunt rezultatele măsurătorilor care confirmă că toate aceste elemente formează un singur sistem, conectat la același punct de împământare și că cineva verifică periodic acest lucru.*

**Diferența dintre un post care arată bine și unul care trece auditul ține mai puțin de echipamente și mai mult de modul în care acestea sunt conectate între ele și de documentația care demonstrează că sistemul funcționează.**

### Standardul cere un program, nu o listă de produse

Standardul internațional IEC 61340-5-1, adoptat la nivel european ca EN IEC 61340-5-1, privind protecția componentelor electronice împotriva descărcărilor electrostatice, nu impune achiziția unor produse anume. Impune existența unui program ESD documentat, cu un responsabil desemnat, cu zone definite, cu instruirea personalului și, cel mai important, cu un plan de verificare a conformității. Echivalentul american, ANSI/ESD S20.20, cere în esență același lucru.

Zona protejată împotriva descărcărilor electrostatice (EPA) este unitatea de bază. În interiorul ei, elementele conductoare și disipative, precum și personalul care manipulează componente sensibile la ESD, trebuie conectate la un sistem de împământare sau de legare echipotențială. Scopul nu este atingerea unei valori absolute de zero volți, ci eliminarea diferențelor de potențial care pot provoca descărcări electrostatice.

De aici vine prima concepție greșită pe care o întâlnesc frecvent în fabrici: ideea că un blat disipativ, însoțit de un certificat, rezolvă problema, deși blatul este doar o componentă a programului ESD.

### Valorile pe care le măsoară auditorul

Un auditor nu se limitează la verificarea etichetelor; examinează rezultatele măsurătorilor și poate efectua propriile verificări la fața locului. Pentru un post de lucru clasic, verificările uzuale sunt următoarele.

Suprafața de lucru trebuie să aibă o rezistență față de punctul de împământare mai mică de 1 GΩ. Aceeași limită se aplică scaunului, cărucioarelor și rafturilor din zonă.

Sistemul format din operator, brățară și cordon, măsurat cu operatorul la post și brățara pe mână, trebuie să aibă o rezistență sub 35 MΩ.

Sistemul format din pardoseală și încălțăminte, atunci când este folosit ca metodă de împământare a personalului, trebuie să prezinte o rezistență sub 1 GΩ, cu condiția suplimentară ca tensiunea generată pe corp în timpul testului de mers să fie sub 100 V.




*Verificarea periodică, cu valori înregistrate, cântărește la audit mai mult decât certificatele furnizorului.*

Cordonul brățării conține, în mod obișnuit, o rezistență de siguranță de 1 MΩ. Rolul ei principal nu este protecția ESD, ci limitarea curentului pentru protecția operatorului în cazul contactului accidental cu o tensiune periculoasă. Un cordon fără această rezistență poate să treacă testul ESD și să reprezinte, în același timp, un risc electric. Verificarea nu se face o singură dată, la instalare. Standardul cere un plan de verificare periodică, cu frecvențe stabilite în funcție de risc și cu valorile înregistrate. Brățările se verifică, de regulă, zilnic, la începutul schimbului, dacă nu se utilizează un sistem de monitorizare continuă.

## Punctul comun de împământare, locul unde se pierde conformitatea

Aici apar cele mai multe neconformități la posturile de lucru pe care le-am văzut.
Fiecare element este legat corect, dar separat: covorul la un șurub al cadrului, priza pentru brățară la alt șurub, structura mesei la o a treia conexiune, iar legătura dintre ele se bazează pe presupunerea că, dacă totul este metalic, continuitatea electrică este asigurată implicit.
Problema este că o îmbinare mecanică nu reprezintă o conexiune electrică garantată. Vopseaua, oxidarea, o șaibă dințată slăbită sau un element cu acoperire izolantă pot întrerupe calea de descărcare fără ca acest lucru să fie vizibil. Postul arată identic, dar măsurătoarea iese în afara limitelor.
Soluția cerută de standard este existența unui punct comun de împământare, la care fiecare element este conectat explicit, prin conductori dedicați, iar continuitatea conexiunilor din sistemul de echipotențializare trebuie, la rândul ei, verificată. Când un post de lucru este proiectat de la început în jurul acestui punct comun, verificarea durează câteva minute. Când este realizat improvizat, verificarea devine o investigație.

## Trei situații care se repetă

**Prima**: covorul fixat mecanic pe structura mesei, fără o conexiune verificată la împământare. Totul pare în regulă până când cineva demontează blatul pentru o reparație și îl remontează folosind un șurub vopsit. Nimeni nu efectuează ulterior o măsurătoare, iar neconformitatea rămâne nedetectată luni de zile.
**A doua**: prizele pentru brățară montate direct pe structură, la care sunt conectate cordoane fără rezistență de siguranță.
Situația apare mai ales la posturile construite în regie proprie, unde partea mecanică este bine realizată, iar partea electrică este tratată ca un detaliu. Este atât o neconformitate, cât și un risc pentru operator.

**A treia**, și cea mai costisitoare la audit, este lipsa unui plan de verificare periodică, cu valori înregistrate. Am văzut zone întregi echipate corect, cu produse bune, care au primit o observație majoră pentru că nu exista niciun registru de măsurători.

## Ce înseamnă asta când echipezi o zonă nouă

Dacă pregătiți o linie de asamblare electronică, o zonă de reparații sau un laborator, decizia privind posturile de lucru se ia cel mai bine pornind de la verificare, nu de la catalog.



*Blatul și structura sunt conectate printr-un conductor dedicat, care urmează reglajul pe înălțime al mesei.*

Un auditor poate ține cont de faptul că o valoare ușor peste limită a fost identificată, documentată și a generat o acțiune corectivă, dar aceasta rămâne o neconformitate până la remediere. Absența măsurătorilor nu permite demonstrarea conformității.

Întrebările utile sunt simple: unde este punctul de împământare al postului, cum sunt conectate blatul și structura la acesta, cum se verifică fiecare cale fără demontare și ce documentație primiți odată cu produsul.

Un post de lucru proiectat ca sistem răspunde la toate cele patru întrebări. Are un punct de împământare dedicat și accesibil, un blat cu rezistența electrică în limitele specificate și cu o conexiune la împământare care poate fi verificată, o structură conectată electric prin conductori dedicați, nu doar prin contact mecanic și o fișă tehnică pe care o puteți include în dosarul de audit.



*Postul de lucru ESD ca sistem, nu ca sumă de accesorii.*

Costul diferenței este mic la achiziție și mare la remediere. O zonă echipată cu mese obișnuite cu blat disipativ, care trebuie adusă ulterior la conformitate, înseamnă intervenții pe fiecare post, timp de producție pierdut și, în unele cazuri, amânarea auditului.

## Materialele izolante din zonă – problema care nu se vede

Un capitol pe care puține echipe îl tratează serios înainte de primul audit este cel al materialelor izolante. Materialele plastice obișnuite din zonă, de la o folie de protecție la carcasa unui monitor, de la o cutie de scule la paharul cu cafea, se pot încărca electrostatic și pot genera un câmp care afectează componentele de pe masă, chiar și fără contact direct.

Auditorul poate verifica intensitatea câmpului electrostatic în apropierea componentelor sensibile și poate solicita fie îndepărtarea materialului izolant, fie adoptarea unei măsuri compensatorii, de obicei utilizarea unui ionizator, care trebuie verificat periodic pentru timpul de descărcare și tensiunea de dezechilibru *(offset)*. Un ionizator montat în tavan și lăsat fără verificări periodice nu poate fi considerat o măsură de protecție a cărei eficacitate este demonstrată.

Practic, înainte de orice investiție în echipamente, merită făcut un inventar al materialelor plastice de la fiecare post. De multe ori, o bună parte dintre ele pot fi pur și simplu îndepărtate din zonă, reducând riscul fără costuri suplimentare.

## Transportul și depozitarea în interiorul zonei

Protecția nu se termină la marginea blatului. Cărucioarele cu care se mută subansamblurile între posturi, rafturile pe care sunt depozitate cutiile și recipientele în care se păstrează plăcile electronice fac parte din același sistem de protecție și trebuie să respecte cerințele ESD aplicabile fiecărui tip de echipament sau ambalaj.

O situație frecventă este cea a unei zone echipate corect, cu posturi conforme, în care produsul circulă în cutii obișnuite de plastic, pe un cărucior cumpărat separat, fără nicio cerință ESD.

Lanțul se rupe exact între posturi, acolo unde nimeni nu se uită, pentru că atenția se concentrează pe masa de lucru.

Același principiu se aplică și la ieșirea din zonă. Dacă produsul părăsește zona protejată, ambalajul de transport trebuie să ofere și protecție prin ecranare împotriva descărcărilor electrostatice, nu doar proprietăți disipative.

## Documentele pe care le cere auditorul

Partea documentară este cea care decide, în practică, rezultatul. Un audit presupune verificarea planului programului ESD, cu responsabilul desemnat și lista zonelor, a planului de verificare a conformității, cu metode și frecvențe, a înregistrărilor măsurătorilor efectuate, a dovezilor privind instruirea personalului care lucrează în zonă și a evidenței acțiunilor corective inițiate pentru valorile în afara limitelor.

Fișele tehnice ale produselor sunt utile, dar sunt ultimul element pe listă, nu primul. Un certificat de la furnizor poate demonstra conformitatea produsului în condițiile în care a fost testat, nu și comportamentul acestuia după instalare, după un an de utilizare și două mutări de linie.

Din experiența discuțiilor cu echipe de producție din România, decalajul cel mai mare nu este între ce au cumpărat și ce ar fi trebuit să cumpere, ci între ce au instalat și ce pot demonstra.

## O verificare scurtă înainte de audit

Măsurați rezistența dintre suprafața de lucru și punctul de împământare, la fiecare post, nu doar pe un eșantion. Verificați sistemul format din operator, brățară și cordon, cu operatorul la post. Urmăriți vizual fiecare conductor până la punctul comun și verificați continuitatea electrică. Cereți registrul de măsurători din ultimele trei luni. Dacă oricare dintre aceste verificări evidențiază o problemă, aveți un răspuns înainte să îl primiți de la auditor.

Jabama produce de 19 ani posturi de lucru industriale, printre care mese de lucru ESD certificate, proiectate cu punct de împământare dedicat și documentație pentru dosarul de audit. Pentru o evaluare a unei zone existente sau pentru configurarea uneia noi, ne puteți contacta direct.

**Radu Văideanu**
Country Manager
radu.vaideanu@jabama.ro
Tel: +40 734 545 504

**Jabama România**

LTHD®

www.lthd.com

LRQA CERTIFIED ISO 9001

LRQA CERTIFIED ISO 13485

LRQA CERTIFIED AS 9100

LRQA CERTIFIED AS 9120

LRQA CERTIFIED ISO 14001

LRQA CERTIFIED ISO 45001

UKAS MANAGEMENT SYSTEMS 0001

LRQA CERTIFIED IATF 16949




# Renesas Expands RL78 Family with Ultra-Low-Power 16-Bit RL78/G21 MCU Optimized for Smart Appliance System Control

**Renesas Electronics announced the RL78/G21, a new member of its RL78 family. Renesas holds the No. 1 global market share in 16-bit MCUs. The RL78/G21 MCU extends that leadership into the next generation of smart appliances. Optimized for smart system control, the new MCU product series RL78/G21 combines a low-power design with optimized peripheral functions enabling both energy savings and lower costs in system-control applications such as air conditioners, refrigerators, washing machines and microwave ovens.**

Renesas also expanded its existing RL78/G23 lineup with new devices featuring additional capacitive-touch channels to address demand for more advanced HMI devices. Together, the RL78/G21 and RL78/G23 provide flexible design options: RL78/G21 optimized for efficient system-control, while RL78/G23 integrates system control and user-interface functions into a single MCU, helping reduce system BOM costs.

## Ensuring Reliability, Security and Flexibility in Smart Appliances

For more than 15 years, the RL78 family has earned the trust of customers worldwide across a broad range of applications. The new RL78/G21 and RL78/G23 strengthen that foundation forward with enhanced security capabilities that help protect against physical threats, such as counterfeiting and cloning, as well as cyber threats, including unauthorized access, information leakage, tampering and spoofing. The RL78/G21's high electrostatic discharge (ESD) tolerance of ±4 kV HBM contributes to higher reliability throughout manufacturing and assembly, as well as during operation of the end product. The RL78/G21 also adds the UARTA communication interface, an upgrade over the RL78/G13, enabling flexible system expansion such as the addition of sensors. Because RL78/G21 is pin and function compatible with the existing RL78/G13 and RL78/G23, customers can transition designs seamlessly to the new devices with minimal redesign effort.

## Ultra-Low-Power MCU Optimized for System Control

The RL78 family has demonstrated its ultra-low-power capabilities with products achieving top scores in the ULPMark®-PeripheralProfile benchmark. Leveraging the advanced low-power technologies developed for the RL78 family, the RL78/G21 achieves an operating current of just 34 µA/MHz, nearly half that of the leading RL78/G13 MCU products. This helps reduce battery capacity, downsize power supply circuits and lower overall system costs. Optimization for system control also gives the device strong price competitiveness in the class of products with 128KB or 256KB of code flash memory. The integration of a high-speed on-chip oscillator (HOCO) with ±1.0% accuracy and 4KB of data flash eliminates the need for an external oscillator and EEPROM, reducing BOM costs.

## Scalable Touch HMI Support

As demand for touch input grows with the increasing sophistication of human-machine interfaces (HMIs), Renesas expanded the RL78/G23 lineup with the RL78/G23 (R7F104G), which offers enhanced capacitive-touch sensing. Compared with the existing RL78/G23 (R7F100G), which provides 14 touch channels in the 44-pin version and 16 touch channels in the 48-pin version, the new devices significantly increase the number of touch channels to 24 and 25, respectively. Renesas provides common touch peripheral functionality and the QE for Capacitive Touch tool across the RL78, RX and RA families, enabling scalable HMI development ranging from simple user interfaces to advanced graphics displays.

**Renesas Electronics Corporation**




# Nordic Semiconductor proves Bluetooth High Data Throughput feature in silicon

*Bluetooth High Data Throughput is a major enhancement to Bluetooth Low Energy's capabilities, increasing the maximum transfer speed almost fourfold without leaving the wireless technology, software, and tools product makers already rely on.*

**Nordic Semiconductor, a global leader in low-power wireless connectivity solutions, today proves the upcoming Bluetooth® High Data Throughput (HDT) feature in silicon through its video demonstration. Nordic, who has an established reputation as a leader in Bluetooth technology, is one of the first vendors to showcase support for Bluetooth HDT.**

With support for longer packets, Bluetooth HDT will let wearables, smart home devices, PC accessories, hearing aids, and other Bluetooth Low Energy (LE) products transfer data significantly faster, while retaining Bluetooth LE's energy efficiency.

Nordic will bring Bluetooth HDT to developers through the standard software, tools, and developer experience used by customers today. That means product designers can add faster data transfer without starting over on a new stack, new tools, or with a new supplier.

Bluetooth HDT is expected to be released in late 2026 by the Bluetooth Special Interest Group (SIG). It will introduce new ways for the radio to pack more data into each transmission, along with support for longer packets enabling higher bandwidth Bluetooth data transfer. The company will show the technology at electronica 2026 in Munich, Germany, at booth C6 159. Until then, Nordic's demonstration of Bluetooth HDT is viewable in this video (LINK).

Product designers wishing to explore Bluetooth HDT with Nordic can learn more and register their interest at nordicsemi.com/BluetoothHDT.

**Nordic Semiconductor**



embeddedworld
Exhibition&Conference
UNITED
CONNECTING THE
EMBEDDED COMMUNITY
16 – 18.3.2027
NUREMBERG, GERMANY
Redeem your
ticket voucher
GG4ew27 now!
embedded-world.de/en/codes
Media partners
elektroniknet.de
Markt&Technik
Elektronik
Elektronik automotive
Elektronik medical
NÜRNBERG MESSE




# Mouser Highlights Industrial AI and Machine Learning in Automation Resource Centre

**Mouser Electronics, Inc., the authorised global distributor with the newest electronic components and industrial automation products, is showcasing the latest in industrial artificial intelligence and machine learning applications in its automation AI and ML resource centre. The resource hub provides engineers with a centralised source of content and insights exploring how AI and ML are advancing industrial automation through more autonomous, efficient, and adaptable systems.**

AI and ML are becoming integral to the engineering design process for many industrial automation applications. AI can reduce the manual effort required to configure robot cells for changing production needs while maintaining reliable controls. Frameworks like OpenUSD also support system design and validation before deployment. This automation resource centre provides engineers with practical guides and expert insights into AI-assisted configuration, physical AI, and more.

Intelligent ML processes enhance existing automation systems by helping machines better interpret and respond to real-world environments. AI can also support system reconfiguration while keeping engineers involved in critical control decisions.

Meanwhile, large language models help engineers navigate complex industrial data and streamline tasks, such as PLC programming. Moving beyond the digital realm, physical AI is being embedded directly into machines to help engineers build more flexible automation systems. This enables robots and machines to adapt to changing environments and production needs through sensing and real-time decision-making. Through this hub, engineers will have the latest information to better understand how emerging AI and ML technologies can be applied to improve engineering workflows, system adaptability, and enable intelligent industrial environments.

Mouser stocks a wide selection of industrial automation products, including the newest solutions for AI and ML applications. Here are a few examples:

- RevPi Connect 5 industrial box PCs by KUNBUS combine high computing power with a modular design for industrial automation applications. Based on the Raspberry Pi Compute Module 5 (CM5), the RevPi features 32 GB eMMC memory, 4 GB or 8 GB RAM, and optional WLAN/Bluetooth® connectivity. The PCs are designed for edge applications, including predictive maintenance, visual inspection systems, and more.
- The Opta® micro programmable logic controller (PLC) from Arduino integrates industrial automation capabilities with the flexibility of the Arduino ecosystem. Powered by a dual-core Arm® Cortex® processor, it supports real-time control, monitoring, and predictive maintenance with multiple connectivity options. Built-in security and remote management capabilities make it suitable for industrial and building automation applications.
- Acuros® CQD® shortwave infrared (SWIR) cameras from onsemi provide high-resolution imaging and sensing across the visible, Near-Infrared, and SWIR spectrum. Featuring high frame rates, global shutter operation, and up to 70 dB of dynamic range, they are designed to meet demanding industrial imaging requirements. Applications include machine vision, automotive systems, fill-level monitoring, surveillance, and more.
- The AFE-360DVK robotics development kits for vision AI from Advantech are powered by an Intel® Core™ Ultra 125H processor and deliver up to 32 TOPS of AI performance. They support 3× LAN, 7× USB, 4× high-speed COM, and 2× CAN FD interfaces for connecting autonomous sensors and other devices. Industrial applications include autonomous mobile robots, automated guided vehicles, and more.

**Mouser Electronics**

LTHD®

Our **Deionized Water** and **Pure Deionized Water** is addressing the needs of the electronic industry, laboratories, hospitals, biotech and medical companies, pharmaceutical manufacturers and many other high-end applications.




# The rinsing solution!

**www.lthd.com**



# Advanced Energy Launches 3200 W and 3600 W M-CRPS Power Supplies with Ultra-High Power Density

*Addressing power and size demands of AI, data center, networking, and telecom applications with power density up to 112 W/in3 for 12 V and 54 V architectures*

**Advanced Energy Industries Inc., a global leader in highly engineered, precision power conversion, measurement, and control solutions, today at the 2026 Open Compute Project (OCP) Global Summit announced three new M-CRPS power supplies capable of delivering up to 3600 W with power density of over 100 W/in3. These power supplies are OCP-compliant.**

The CSU M-CRPS Series supplies are designed for data centers, AI, and enterprise compute, as well as storage, networking, and telecom workloads requiring high-density power architectures. The new power supplies extend the series' maximum output power and power density, giving system architects a scalable upgrade path based on the same chassis and mechanical design across multiple power levels.
Advanced Energy's latest M-CRPS products comprise the 3600 W CSU3600AT-9-3M0 and two 3200 W power supply units (PSUs): the CSU3200AT-3-6M0 and CSU3200ADC-3-3M0.

- The **CSU3600AT-9-3M0** addresses demand for higher-power 54 V architectures.
- The **CSU3200AT-3-6M0** supports 12 V output architectures for AI and data center applications.
- The **CSU3200ADC-3-3M0** delivers 3200 W at a 12 V output for DC-input LVDC-powered telecom and OCP +48 V busbar infrastructure.

*"The newest additions to Advanced Energy's M-CRPS portfolio combine high power density, cybersecurity features, and proven reliability in a compact 185 mm form factor,"* ***said Conor Quinn, Advanced Energy's Vice President, Marketing for High Volume Products.*** *"The portfolio includes solutions optimized for next-generation AI and data center platforms and mainstream compute and networking applications, as well as models compatible with traditional telecom infrastructure and OCP +48 V busbar rack architectures. Combined with our global manufacturing footprint, technical expertise, and long-term support capabilities, these products can help reduce integration risk, simplify platform development, strengthen supply continuity, and accelerate time-to-market."*

The AC-input PSUs are certified to 80 Plus Titanium standards, and the DC-input model delivers a peak efficiency of 94%. These new power supplies combine excellent thermal performance, proven reliability, and an ultra-fast transient response time to meet the needs of demanding AI, CPU, and GPU workloads. Advanced Energy has also incorporated advanced cybersecurity and firmware security features into the power supplies.

More information on the latest additions to the M-CRPS Series is available here:

- CSU3200AT
- CSU3600AT
- CSU3200ADC

**Advanced Energy**




# Navitas Unveils Next-Generation Ultra-High-Voltage SiC Power Module to Advance Energy and Grid Infrastructure Efficiency

*Latest 2300 V, 8 mΩ full-bridge SiCPAK™ G power module leverages proprietary GeneSiC™ Trench-Assisted Planar™ technology to deliver the industry's leading RDSON, enabling higher and power density for solid-state transformers, grid-scale battery energy storage systems, solar inverters, and megawatt charging infrastructure*

**Navitas Semiconductor, a leader in next-generation power semiconductors and power delivery solutions, pioneering GaN, high-voltage and ultra-high-voltage SiC, and IVR technologies, announced an ultra-high-voltage (UHV) SiC power module family for advanced energy and grid infrastructure.**

The new G4H08MT23GB4 2300 V full-bridge module family uses the industry-standard SiCPAK™ form factor and has a class-leading $R_{DSON}$ (8 mΩ).
It has been developed to enhance efficiency and power density in solid-state transformers, grid-scale battery energy storage systems, solar inverters, and EV megawatt charging infrastructure. These gains are enabled through its deployment of Navitas' fourth-generation GeneSiC™ Trench-Assisted Planar™ (TAP) architecture, with the launch extending Navitas' 2300V and 3300V ultra-high voltage SiC portfolio.

As grid-tied power architectures increasingly underpin next-generation AI data centers, Navitas' UHV SiC modules provide the medium-voltage building block for solid-state transformers that convert grid power directly into the high-voltage DC rails used inside AI data center racks. This places the new module family at the center of Navitas' AI infrastructure portfolio. spanning AI data center and energy and grid infrastructure alongside battery energy storage, solar, EV megawatt charging, hydrogen fuel cell electrolysis and DC-DC conversion, and industrial motor-drive and high-voltage power supply applications.

## Advanced Construction for High-Reliability, High-Power Operation

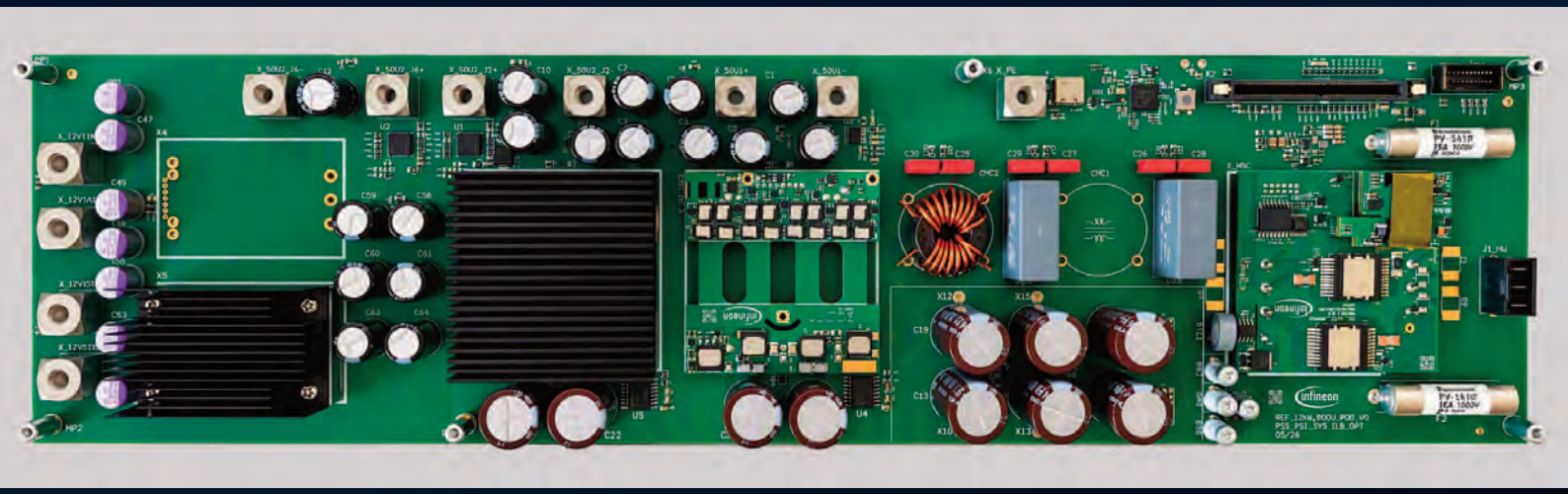
The modules also integrate several construction enhancements that better meet the needs of demanding, high-power applications. For example, its aluminum nitride (AlN) active-metal-braze (AMB) substrate enables superior heat spreading and supports an isolation capability of over 5 kV. Its epoxy-resin potting technology reduces internal stress distribution, limits moisture and contaminant ingress, and delivers 10x improvements in thermal conductivity versus silicone gel.

Additionally, the module's high-current, press-fit pins have twice the current-carrying capability per pin versus standard press-fit connections. An optional pre-applied thermal interface material (TIM), which simplifies and standardizes heatsink assembly, is also available.

## Extended Reliability Testing Validates Long-Term System Lifetime

The new module family will be qualified to Navitas' AEC-Plus* reliability benchmark, which tests beyond AEC-Q101 and JEDEC standard requirements. The benchmark reflects Navitas' focus on system-level lifetime requirements for the demanding mission profiles found in energy and grid infrastructure applications.
The AEC-Plus qualification includes dynamic reverse bias (DRB) and dynamic gate switching (DGS) testing to represent stringent fast-switching application mission profiles; it also more than triples the duration of static high-temperature, high-voltage tests (HTRB, HTGB, HTGB-R).

**Navitas Semiconductor**



*With a footprint of 480 × 125 mm², the Infineon HV PDB supports both ±400 V and 800 V distribution architectures and delivers an output power of up to 12 kW*

# Infineon introduces power distribution board reference design to simplify evaluation of 800 V AI power systems

**Infineon Technologies is introducing its High-Voltage Power Distribution Board (HV PDB), a complete reference design for next-generation power supply architectures in AI data centers.**

**The reference board allows customers to evaluate ±400V and 800 V power distribution systems and accelerate their deployment. As a system-level platform, the HV PDB integrates high-voltage protection, intermediate bus conversion, power regulation and telemetry management onto a single board.**

**This enables designers to reduce development complexity and time-to-market while gaining valuable insights into system efficiency, protection behavior and power orchestration. The platform is designed for high-voltage power supply architectures in AI server racks.**

## 12 kW Power Distribution with GaN-Based Conversion

With a footprint of 480 × 125 mm², the HV PDB supports both ±400 V and 800 V distribution architectures and delivers an output power of up to 12 kW. It includes input fuses, a dual hot-swap module, EMI filtering, two 6 kW high-voltage IBC modules (±400 V to 50 V) and two regulated 2.5 kW IBC modules (48 V to 12 V).

The dual hot-swap module supports up to 32 kW and provides safe startup, fault isolation, telemetry monitoring and system protection.

Fully gallium nitride (GaN)-based HV IBC modules achieve a peak efficiency of up to 98.5 percent, followed by regulated 12 V conversion stages.
The dedicated MCU board manager based on the PSOC™ 3 handles telemetry, system monitoring and intelligent energy management.

In addition, the platform combines Infineon's silicon, silicon carbide (SiC), and GaN technologies in a complete high-voltage power conversion solution for next-generation AI servers and data centers.

## Flexible Evaluation and System-Level Monitoring

The HV PDB also serves as a flexible evaluation platform, allowing developers to operate the entire power chain or isolate individual stages for architectural studies.

Telemetry and PMBus connectivity enable system-level monitoring and coordination, while a PSOC evaluation board interface allows developers to implement custom firmware.

Alternative IBC modules, EMI filter configurations and power management approaches can also be evaluated.
This modular approach provides insights into the startup sequence, fault behavior and overall system performance.

The HV PDB is designed to accommodate industry-standard half-brick HV IBC and quarter-brick MV IBC power converter modules with standardized pinouts, providing customers with the flexibility to use alternative, drop-in compatible solutions according to their specific system requirements.

## Availability

- Infineon's high-voltage power distribution board will be available in November 2026 and showcased at electronica 2026 in Munich from November 10 to 13 (hall C3, booth 502).
- More information is available at http://www.infineon.com/ibc.

**Infineon Technologies**



# SECO first to market with SMARC module based on Qualcomm Dragonwing™ IQ8 Series

*Following successful initial engineering evaluations, SECO makes its SOM-SMARC-Dragonwing-IQ8 available for selected OEMs, accelerating the development of next-generation Edge AI and Physical AI applications.*

**SECO (IOT.MI), a high-tech company delivering integrated Edge AI infrastructure and Physical AI systems, announced the availability of the first engineering samples of its SOM-SMARC-Dragonwing-IQ8, becoming the first company worldwide to make an industrial SMARC system-on-module based on Qualcomm Dragonwing™ IQ8 Series from Qualcomm Technologies, Inc., available for OEM evaluation.**

Following positive results from its initial engineering builds, SECO is now making a limited first batch of samples available to selected customers and engineering teams, enabling them to start evaluating the platform for their next generation of intelligent industrial products.
OEMs interested in evaluating Dragonwing IQ8 technology can now request an engineering sample directly through the SECO product page.

## Bringing Dragonwing IQ8 Series to industrial applications

Powered by the Dragonwing IQ-8275 processor, the SOM-SMARC-Dragonwing-IQ8 is designed to deliver peak performance of 40 TOPS of AI acceleration through the Qualcomm Hexagon™ NPU in a compact, industrial-grade and ultra-efficient SMARC architecture.

Designed for demanding Edge AI applications, the module combines high-performance, power-efficient AI processing with industrial connectivity, including Gigabit and 2.5 Gigabit Ethernet, PCIe Gen4, camera interfaces and CAN bus support. It provides a scalable foundation for next-generation Physical AI deployments across a wide range of industrial and mission-critical applications, including robotics, drones, intelligent machines, industrial computer vision, handheld devices, autonomous platforms, and unmanned systems.

Developed within SECO's collaboration with Qualcomm Technologies and Arduino®, the module also supports a streamlined transition from prototyping with Arduino VENTUNO™ Q to industrial product development through the Works with Arduino ecosystem. SECO complements the hardware with carrier-board design expertise, software integration and Clea OS support for secure device management and long-term software maintenance.

*"Being first to market with an industrial SMARC module based on Dragonwing IQ8 Series is an important milestone for SECO,"* ***said Lorenzo Veltroni, Chief Product and Marketing Officer at SECO****. "Our engineering results have been very encouraging, and we are now ready to put this technology into our customers' hands. This is about moving beyond announcements and enabling OEMs to start building and validating real Edge AI and Physical AI applications on an industrial platform."*

## Request your SOM-SMARC-Dragonwing-IQ8 engineering sample

SECO is now accepting requests for a limited number of SOM-SMARC-Dragonwing-IQ8 engineering samples, prioritising OEMs and development teams working on industrial Edge AI and Physical AI applications.

Ready to evaluate SOM-SMARC-Dragonwing-IQ8 for your next industrial product? Visit the product page and request your engineering sample today.

Sample allocation is subject to project evaluation and availability.

**SECO**




# Aratas to showcase switching, connecting and sensing technologies for electrification, automation and semiconductor testing at electronica 2026

*Interactive demonstrations will show printed circuit board power relays, human-movement sensing and component technologies for EV charging and IC testing.*

**Aratas Corporation will demonstrate how its switching and sensing technologies can help equipment designers reduce size, detect human movement and address semiconductor testing requirements at electronica 2026. Taking place in Munich from 10–13 November, the exhibition will bring together hands-on demonstrations and application displays at Hall B3, stand 410.**

Aratas' participation follows its transition to an independent company under a new management structure in October 2026. Building on more than 90 years of technological heritage from OMRON's electronic components business, Aratas brings a dedicated focus to switching, connecting and sensing. At electronica 2026, the company will demonstrate how this expertise is being applied to practical component choices in electrification, smart automation and semiconductor testing.

For designers seeking to reduce the size of power-switching equipment, a hands-on demonstration will compare printed circuit board (PCB) power relays with conventional contactors. It will show how compact, high-capacity PCB relays can offer an alternative in suitable applications, allowing load-switching functionality to be integrated directly onto the PCB.

A partner's electric vehicle (EV) charger will also be on display, illustrating how Aratas' component technologies apply to EV-charging equipment. Together, these exhibits will allow visitors to explore switching technologies alongside an example of their use in electrification.

Interactive sensing demonstrations will feature Aratas' 3D Multi-Area Sensor technology for human-movement detection and tracking, alongside its AM1 top-down view human body detection software.

AM1 uses overhead camera images to locate workers and monitor time spent at each manufacturing process, helping identify opportunities to improve productivity. Visitors can explore these technologies as part of the company's wider offering for smart automation.

The showcase will also cover signal-control and high-frequency technologies, together with Electro Formed Components (EFC) sockets and probe pins for integrated circuit (IC) testing. Visitors will also be able to see Aratas' new SiC MOSFET and reed relays for automated test equipment (ATE). These displays will complement the power-switching and sensing demonstrations, extending the focus to component requirements in semiconductor test applications.

Product samples, digital brochures and technical materials will be available to support customer and media discussions throughout the exhibition.

**Aratas**

pbt Works

LTHD®

www.lthd.com

# STENCIL CLEANING

## TO IMPROVE PRINTING AND MANUFACTURING QUALITY




## SINGLE CHAMBER SPRAY-IN-AIR TECHNOLOGY

SuperSWASH II

MiniSWASH II

**Cleaning of various stencil types, squeegees and misprints**

- DIRECT SPRAY
- ROTATING SPRAY
- AIR KNIFE DRYER
- RINSE CONTROL




# Microchip Adds the LX-820 Quartz Oscillator to its L-Series Timing Portfolio Developed for Low Earth Orbit Applications

*The company's L-Series timing devices are designed to scale between COTS and traditional space-grade solutions, offering shorter lead times at competitive price points*

**Microchip Technology announces the expansion of its L-Series of timing devices with the launch of its LX-820 Radiation-Tolerant Quartz Oscillator, designed for Low Earth Orbit (LEO) and other space applications. The L-Series portfolio provides satellite developers with a wide range of oscillator architectures to select from, each with varying frequency stability, phase noise, power and size, catering to different mission requirements.**

The L-Series is positioned between commercial off-the-shelf (COTS) oscillators and traditional high-reliability space products, combining commercial- or military-grade components with production inspection, electrical and thermal analysis and hybrid manufacturing. The L-Series oscillators have passed Total Ionizing Dose (TID) and Single-Event Latchup (SEL) testing as complete, functioning devices, with radiation tolerance up to 50 krad and SEL testing to 40 MeV·cm$^2$/mg. Additionally, most L-Series products also use swept quartz to reduce radiation-induced frequency drift. The L-Series OCXOs incorporate ruggedized construction and four-point crystal mounts designed to survive launch and the intended mission profile.

Designed to address two persistent challenges for satellite developers, the L-Series helps ease supply chain constraints while reducing budget pressure. Many timing solutions qualified for space environments have extended lead times and significant procurement costs. The L-Series is designed to provide a more accessible alternative, with many configurations available from stock or with lead times of less than 20 weeks. Additionally, the L-Series oscillators may lower overall program costs by reducing the need for the component pedigree, documentation requirements and inspection overhead that are typically associated with traditional high-reliability space-grade timing products.

The new LX-820 is available in a compact 3.2 mm × 2.5 mm surface-mount package and is designed to operate across a wide temperature range from -55°C to 125°C. The rugged device is engineered to meet MIL-PRF-55310 Level B and provides ±100 ppm performance. Additionally, the LX-820 supports CMOS output frequencies from 1.25 MHz to 135 MHz and low-voltage differential signaling (LVDS) output frequencies from 100 MHz to 250 MHz.

Microchip offers an extensive portfolio of clock and timing systems, ranging from miniature component oscillators, to small plug-in timing server cards, to atomic clocks and multi-rack time scale systems. As a primary contributor to the world's time, Microchip's timing solutions are trusted, reliable and resilient. For more information, visit Microchip's clock and timing solutions webpage.

**Microchip Technology**




# Microchip Brings EtherCAT® and TSN Networking Solutions to its Power-Efficient PolarFire® FPGA Platform

*Industrial edge networking stack enables real-time communications for AI automation, robotics and Industry 4.0 applications*

**As industrial systems evolve to support AI-enabled automation, robotics and intelligent edge computing, developers need to deliver deterministic, real-time networking while minimizing power consumption, maintaining security and reducing system complexity.**

**To address these challenges, Microchip Technology has expanded its industrial edge networking solution stack with EtherCAT® and Time-Sensitive Networking (TSN) capabilities on PolarFire® devices. Beckhoff® Automation GmbH EtherCAT IP is compatible with both PolarFire® FPGA and SoC devices and Microchip TSN IP is supported on PolarFire FPGA SoCs.**

**These enhancements expand Microchip's growing portfolio of FPGA solution stacks which combine hardware, IP, development tools and reference designs to accelerate development across industrial networking, AI, machine learning and security-focused applications.**

Beckhoff EtherCAT IP supports EtherCAT connectivity at 10/100/1000 Mbps and Microchip's TSN solution enables deterministic 1 Gbps Ethernet using IEEE 802.1 Time-Sensitive Networking standards. Together, these technologies help developers build scalable industrial networks with predictable communication performance and interoperability across connected devices.

Built on power-efficient PolarFire FPGAs and SoCs, the industrial edge networking solution stack delivers real-time processing with high reliability and energy efficiency. PolarFire devices feature a secure, non-volatile architecture that enables instant-on operation and supports integrated security features such as secure boot and anti-tamper protection. The flexible FPGA fabric enables EtherCAT and TSN integration while supporting scalable customization for evolving industrial network architectures.

*"Industrial networks are becoming more intelligent, distributed and data driven as AI moves closer to the edge,"* ***said Shakeel Peera, vice president of Microchip's FPGA business unit****. "By adding EtherCAT and TSN capabilities to our power-efficient PolarFire platform, we're providing developers with the deterministic networking technologies needed to build highly responsive, scalable systems for industrial and embedded networking applications."*

Target applications include motion control, industrial robotics, embedded vision, factory automation, autonomous mobile robots, automotive systems, smart infrastructure and aerospace and defense platforms. PolarFire FPGA and SoC industrial networking solutions are supported by Microchip's Libero® SoC design suite, IP cores and reference designs, as well as the PolarFire® SoC Motor Control Kit (MPFS095-MOTOR-KIT) for rapid evaluation and prototyping.

Visit the website to learn more about Microchip's full portfolio of FPGA devices.

**Microchip Technology**




# Renesas Launches RX74M and RX74N Flagship 32-bit MCUs, First RX Family Built on 22nm Process and Featuring MRAM

**Renesas Electronics launched the RX74M and RX74N, new flagship 32-bit microcontrollers (MCUs) that deliver up to 600 MHz performance and are the first in the RX Family to be built on a 22nm process and incorporate embedded MRAM. Both devices deliver more than twice the performance of their 240 MHz predecessors, the RX72M and RX72N. The RX74M is designed for industrial automation and factory automation equipment such as AC drives, industrial robots and programmable logic controllers (PLCs). The RX74N targets a wide range of industrial equipment, including smart meters, power conditioners and HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) systems.**

As industrial systems become more sophisticated, there is growing demand for stable, high-speed execution while synchronously connecting numerous nodes across a network. Built on a 22nm process, the RX74M and RX74N integrate a 600 MHz RXv3e core with 1 MB (megabyte) of MRAM (Magnetoresistive RAM), 256 KB (kilobytes) of zero-wait-state TCM (Tightly Coupled Memory) and 1.5 MB of SRAM, delivering fast, low-jitter real-time processing even for workloads with frequent interrupts and branches.

Unlike conventional embedded flash, MRAM can write data without first performing an erase operation. This enables faster code and data updates, shorter programming times and reduced system downtime, improving responsiveness in applications that frequently store parameters and logs or update data.

There is increasing demand for seamless connectivity across multiple industrial Ethernet standards, yet supporting diverse protocols has conventionally required multiple devices. The RX74M integrates an EtherCAT slave controller, a TSN-capable Gigabit Ethernet switch and CAN FD onto a single chip. These features allow the device to support major industrial networks such as EtherCAT, PROFINET and EtherNet/IP on a single chip, including deterministic communication via TSN, as well as redundant network configurations such as EtherNet/IP DLR (Device Level Ring), which were not supported in previous generations. As a result, the device provides an IIoT-ready industrial network foundation that connects field devices to higher-level systems.

With the proliferation of IoT devices, regulations such as the Cyber Resilience Act (CRA) are driving demand worldwide for security measures that span the entire device lifecycle.

The RX74M and RX74N enhance hardware-based security features by incorporating ProtectZone into the RX CPU, enabling secure and non-secure regions to be separated within a single chip. Furthermore, the next-generation Renesas Secure IP (RSIP) extends public-key cryptography beyond the conventional TSIP and supports authenticated encryption as well as a broader range of hash algorithms. This enables advanced, forward-looking security implementations, including post-quantum cryptography (PQC), within a single MCU.

Renesas collaborates with ecosystem partners to provide solutions for the RX74M and RX74N, helping customers shorten development time.

- Software: Codewerk, RT-Labs
- Development Tools: IAR
- Real-Time OS: eForce, Zephyr RTOS

For other partners, please see the Renesas Partner Program.

**Renesas Electronics Corporation**




# Microchip Achieves Key Program Milestones for its PIC64-HPSC Spaceflight Computing Series

*Early radiation results and customer evaluations show progress toward high-performance computing for next-generation space missions*

**As civil, commercial, scientific and defense spacecraft become more autonomous, software-defined and data intensive, mission developers need substantially greater onboard processing capability, combined with the resilience, security and reliability required for demanding space environments. Microchip Technology announces several important milestones for its PIC64-HPSC High-Performance Spaceflight Computing Series, a 64-bit multicore RISC-V computing platform designed specifically for spacecraft, satellites and other mission-critical space systems.**

Early radiation characterization of the PIC64-HPSC1000-RH radiation-hardened variant has demonstrated Total Ionizing Dose (TID) performance to 200 krad(Si) and successful Single Event Latch-up (SEL) testing to 78.2 MeV·cm$^2$/mg under specified operating conditions. Also, early testing demonstrated robust system-controller operation during Single Event Effects (SEE) characterization, with no uncorrected errors or external resets required during the testing completed to date. These results provide developers with tangible evidence of the platform's progress toward meeting radiation-tolerance requirements, helping enable future spaceflight systems from Low Earth Orbit to the Moon, Mars and beyond.

Through the PIC64-HPSC Early Access Program, participating customers have been evaluating silicon and development kits, and beginning application development with supporting software, tools, technical resources and direct engineering assistance from Microchip. A growing ecosystem of board partners is also developing PIC64-HPSC-based VPX and VNX+ computing platforms, providing additional paths for system developers to integrate the processor into future space systems. The Early Access Program can help space-system developers reduce program risk and advance application development.

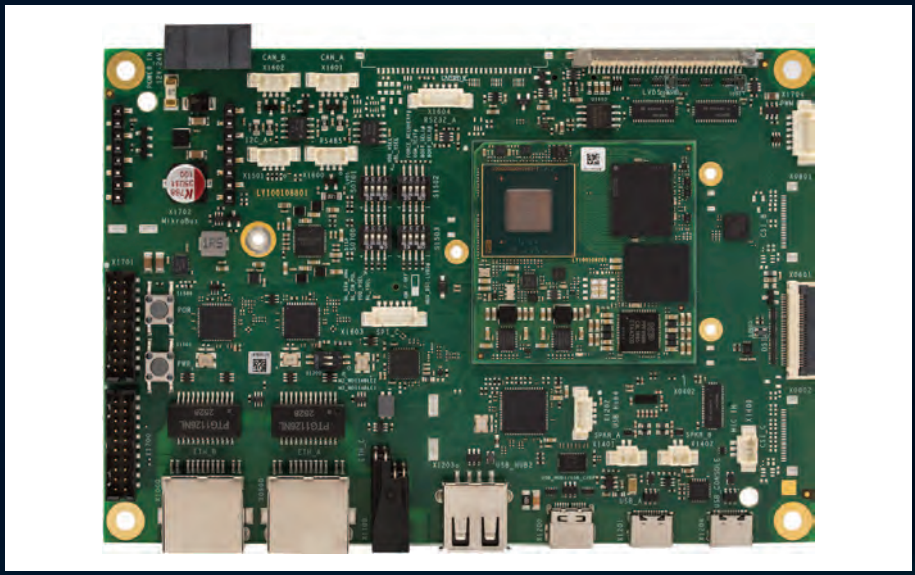
Initial silicon performance measurements are in line with program objectives, providing a foundation for increasingly compute-intensive workloads such as onboard autonomy, high-performance payload processing, Earth observation and intelligence, secure communications, spacecraft control, scientific exploration and edge AI. By processing more sensor and mission data onboard, future spacecraft can reduce dependence on communications bandwidth, shorten decision-making latency and respond more rapidly to changing mission conditions. The importance of advanced onboard processing is also reflected in NASA's FY26 Civil Space Shortfall Prioritization, which ranked advanced onboard computing for space operations as the third-highest civil space technology shortfall.

PIC64-HPSC is designed as a scalable computing foundation for a broad range of next-generation space systems. Its 64-bit multicore RISC-V architecture supports the industry's move toward more open and scalable models for onboard autonomy, software-defined spacecraft, distributed processing, deterministic communications and heterogeneous computing.

PIC64-HPSC originated from NASA and JPL's assessment of future spaceflight computing requirements. Microchip was awarded the HPSC contract in 2022. Today, operational silicon, customer evaluations and early radiation-characterization achievements reflect the program's progress to date.

**Microchip Technology**

## Tria Technologies combines hardware and software to shape the future of embedded systems at electronica 2026



**Tria Technologies, an Avnet company specialising in embedded compute solutions, will showcase its hardware and software portfolio at electronica 2026. On Stand B5.103, visitors can explore compute modules, displays, systems and engineering services alongside the launch of a new modular software platform for developing, securing and maintaining connected products.**

At Messe München from November 10-13, Tria will also participate in edge lab LIVE, electronica's dedicated area for practical edge-computing demonstrations and exchange. Across both venues, the company will discuss how hardware, software and long-term support come together in embedded projects.

The launch of the new software platform will mark an expansion of Tria's offering beyond hardware selection and integration. Its modular foundation lets manufacturers combine Tria compute platforms with the operating systems, development tools, security capabilities and engineering services their programmes require, while retaining control of their software architecture.

Among the hardware on show will also be TRIA OSM-SB-EP5, an OSM V1.2 carrier board for Size-S, Size-M, and Size-L, which accelerates software and simplifies hardware development. Additionally, there will also be a new OSM and COM express module on display to support edge AI and industrial systems.

**Tria**

## Mouser to Showcase Industrial Automation Expansion at SPS 2026




**Mouser will showcase its expanding industrial automation offering at SPS 2026, taking place from 24 to 26 November at NürnbergMesse in Nuremberg, Germany. Visitors can find Mouser in Hall 4, Booth 250.**

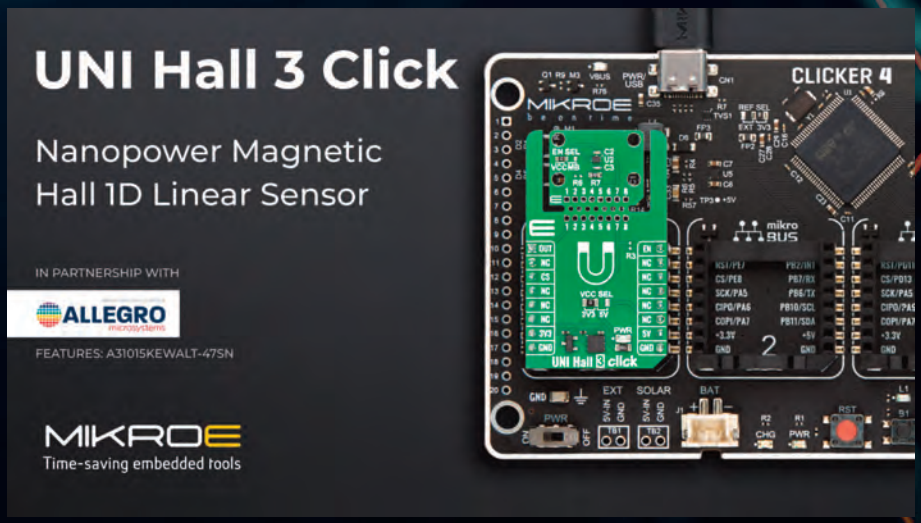
SPS 2026 marks an important milestone in Mouser's further expansion into industrial automation. Building on its established electronic components business, Mouser is extending its industrial automation portfolio and supporting services to help customers design, build, maintain and optimise automation equipment and operations.
This expansion reflects the growing overlap between electronic components and automation products within customers' applications, while electronic components remain central to Mouser's offering.
At SPS, visitors can experience a personalised bottle production line, compete in an interactive LED challenge, take part in the Spin-to-Win game and a sourcing efficiency quiz, enjoy complimentary coffee, and speak directly with Mouser's customer service team.

Mouser will showcase an automated production line that creates a personalised bottle for each visitor. Visitors will enter their name using a Phoenix Contact industrial touchscreen, before a Schneider Electric collaborative robot, fitted with Festo soft grippers, places a bottle onto a conveyor belt. The demo will incorporate LAPP industrial cable management solutions, demonstrating the importance of reliable connectivity and cable protection in automated manufacturing environments.

An inkjet printer adds the visitor's name, and a Universal Robots UR3e cobot presents the completed bottle.
Banner Engineering sensors and tower lights, alongside Telemecanique sensors, will also feature in the demonstration, showing how complementary automation technologies can be combined in a practical production-line application.

**Mouser Electronics**

## Accelerate high-precision contactless magnetic sensing design with UNI Hall 3 Click board from MIKROE




**UNI Hall 3 Click from MIKROE, the embedded solutions company that dramatically cuts development time by providing innovative hardware and software products based on proven standards, is a compact add-on Click board™ designed for contactless magnetic sensing applications. This board is based on the A31015KEWALT-47SN, a nanopower, ratiometric 1D linear Hall-effect sensor from Allegro MicroSystems, configured for high-reliability south-pole sensing. It is ideal for high-precision, power-constrained applications such as position sensing, proximity detection, contactless switching, human-machine interfaces (HMIs), industrial automation and smart home devices.**

UNI Hall 3 Click is fully compatible with the mikroBUS™ socket and can be used on any host system supporting the mikroBUS™ standard, ensuring seamless integration across a wide range of development hardware. Featuring a 15kHz typical bandwidth, the sensor accurately tracks rapidly changing magnetic fields across an operating range of approximately -2.8mT to 58.9mT. When operating at 3.3V, the sensor delivers a typical sensitivity of 4.7mV/G, while an onboard VCC SEL jumper enables 5V supply operation to achieve 7.1mV/G sensitivity.
To minimise energy consumption in applications that take periodic readings, the board incorporates GPIO-controlled enable and sleep modes. In active mode at 3.3V, the IC draws 1.9mA, while sleep mode reduces current draw to an ultra-low 65pA with a fast enable time of typically 10µs, making it suitable for low-power embedded designs. The sensor supports an operating temperature range from -40°C to +125°C, while magnet polarity and orientation determine the magnetic field applied along its sensitive axis.

**MIKROE**

## Affordable Modbus displays for your PLC




**DISPLAY VISIONS is offering its new EA-HMI series of displays for the straightforward connection of operator interfaces to programmable logic controllers (PLCs). These bright, brilliant displays feature touch panels, making them ideally suitable for remote access.**

These days, almost every PLC offers a Modbus interface. Cost-effective HMI units for this purpose are now available in five practical sizes ranging from 2.8" to 12". Thanks to the standardised Modbus protocol, they are ready for immediate use. Application-specific screen layouts can be easily configured using drag-and-drop; DISPLAY VISIONS provides the free "HMI Designer" software tool for this purpose. This software operates on the intuitive WYSIWYG principle ("what you see is what you get"), and is compatible with any Windows PC. This enables customers to quickly and easily link the requisite Modbus registers with the corresponding virtual display elements to display selected data on the screen. Screen pages, text, numbers, bar charts, images and more can be freely assigned to any Modbus register. Supported data types include Coil, Discrete, Input and Holding data types. 32-bit float values can be transmitted for floating point calculations.
The displays can be configured as either a server (slave) or a client (master). This enables small applications to operate entirely without a PLC, as one or more sensors can be connected directly. The data communication takes place via RS-485 (Modbus RTU) or via LAN/WiFi (Modbus TCP). Support is provided for virtually all standard PLC models, including products from Allen Bradley, Beckhoff, Mitsubishi, Rockwell, Schneider Electric, and Siemens – to name just a few.
With their high degree of brightness (typically 1000 cd/m²) and exceptionally wide viewing angle of nearly 180°, measured values, status indicators and graphics remain clearly legible in strong ambient light or from varying viewing angles – an advantage in production halls, machine environments or outdoor installations.

**DISPLAY VISIONS**

WÜRTH ELEKTRONIK MORE THAN YOU EXPECT

# SELECT. COMPARE. DESIGN-IN WITH CONFIDENCE.



**WE meet @ electronica**
Hall B6 - 101

**Component selection and simulation based on real measurements.**

**REDEXPERT** gives electronics engineers exactly what they need for design-in: simulation models based on real measurements and a broad component portfolio – built by engineers, for engineers, and designed for the growing complexity of modern electronics.

With 28 powerful design tools like the EMI Filter Designer for optimizing EMI-suppression, the DC/DC converter calculator or the Horticulator for developing custom light recipes make it faster and easier than ever to move confidently from component selection to successful design-in.

Your next design starts here: **www.we-online.com/redexpert**

**Highlights**

- Component selection and simulation seamlessly combined in one platform
- 28 powerful design tools
- Simulation models based on real measurements
- Fast access to datasheets and direct sample order

*#REDEXPERT*