

Electronica • AZI[®]



www.electronica-azi.ro

***Tehnologia din spatele robotului:
detectie, siguranță și control
în era Industrie 4.0***

»12

**Va fi diamantul
semiconductorul
suprem?**

»24

**O nouă frontieră în
electronica de putere**

***Platforme LED RGB inteligente pentru
inovații în sectorul auto și cel industrial***

»30

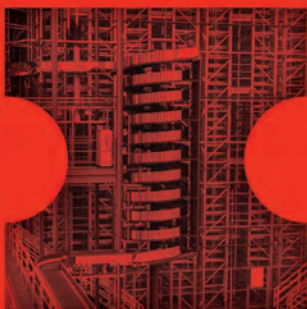
***Arduino Opta
micro-PLC securizat și
ușor de utilizat***

»38

Încrederea
dvs. – scopul
nostru

DigiKey

Detalii suplimentare în interior.



Încrederea dvs. – scopul nostru

De la componente originale, garantate de producători, la milioane de piese pe stoc expediate în aceeași zi, aveți încrederea că DigiKey vă oferă tot ce vă trebuie – atunci când vă trebuie.

Vizitați [digikey.ro](https://www.digikey.ro) acum sau sunați la (+40)-31-130 5070

DigiKey

we get technical

DigiKey este distribuitor autorizat al tuturor furnizorilor săi. Produse noi adăugate în fiecare zi. DigiKey și DigiKey Electronics sunt mărci comerciale înregistrate ale DigiKey Electronics în S.U.A. și în alte țări. © 2025 DigiKey Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, S.U.A.

ECIA MEMBER
Supporting The Authorized Channel



Inteligența artificială embedded și diamantul – două frontiere ale electronicii moderne

În ultima perioadă, două subiecte mi-au atras în mod special atenția și cred că merită să le privim împreună: integrarea inteligenței artificiale în sisteme embedded și explorarea diamantului ca material semiconductor.

Pe de o parte, AI-ul nu mai este doar un cuvânt la modă, ci începe să fie parte integrantă din proiectele reale de automatizare industrială. Soluțiile disponibile astăzi – cum este și platforma Arduino Pro, prezentată recent de Mouser într-un webinar dedicat – arată că inginerii au acum la dispoziție instrumente practice pentru a accelera implementarea inteligenței artificiale direct la marginea rețelei. Aceste tehnologii simplifică procesele de fabricație, permit întreținerea predictivă și oferă un nivel de flexibilitate pe care, acum câțiva ani, îl consideram science-fiction.

Pe de altă parte, în zona materialelor semiconductoare, ne aflăm în fața unei alte posibile revoluții. Diamantul sintetic nu mai este doar un subiect de cercetare exotică, ci începe să fie testat ca opțiune reală pentru aplicațiile de putere. Cu o conductivitate termică excepțională și o bandă interzisă mult peste ceea ce oferă SiC sau GaN, diamantul ridică o întrebare legitimă: ar putea deveni "materialul suprem" pentru electronica de putere a viitorului?

Cele două frontiere – AI embedded și noile materiale – par foarte diferite la prima vedere. Una ține de software și algoritmi, cealaltă de fizica materialelor. Dar împreună conturează viitorul unei industrii în care performanța, eficiența și sustenabilitatea devin criterii inseparabile.

Ca ingineri și ca editori, avem datoria să urmărim aceste direcții și să le împărtășim cititorilor noștri. Chiar dacă uneori nu reușim să fim prezenți la toate webinarile sau conferințele, informația rămâne esențială. Și este fascinant să vedem cum ideile de azi – fie ele algoritmi rulați pe micro-controlere compacte, fie cristale sintetice cu proprietăți unice – vor modela electronica de mâine.

Gabriel Neagu
gneagu@electronica-azi.ro

Voi proiectați. Noi livrăm.

Cele mai noi produse pentru
cele mai noi concepte™



**MOUSER
ELECTRONICS**

ro.mouser.com/new

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 Grănescu**
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 (excep-
tând lunile Ianuarie și August. Revista este disponibilă
atât în format tipărit, cât și în format digital (Flash / PDF).
Prețul unui abonament la revista "Electronica Azi" în
format tipărit este de 200 Lei/an.

Revista "Electronica Azi" în format digital este dispo-
nibilă gratuit accesând: <https://electronica-azi.ro>.

În acest format pot fi vizualizate toate paginile revistei
și descărcate în format PDF.

Revistele editurii în format flash pot fi accesate din pagina
de internet a revistei "Electronica Azi" sau din pagina
web Issuu: <https://issuu.com/esp2000>



Revistele sunt, de asemenea, disponibile pentru
Android sau iOS, descărcând aplicația oferită de Issuu.
2025© - Toate drepturile rezervate.



"Electronica Azi" este marcă înregistrată la OSIM -
România, înscrisă la poziția: 124259

ISSN: 1582-3490



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.

**SUMAR****3 | Editorial**

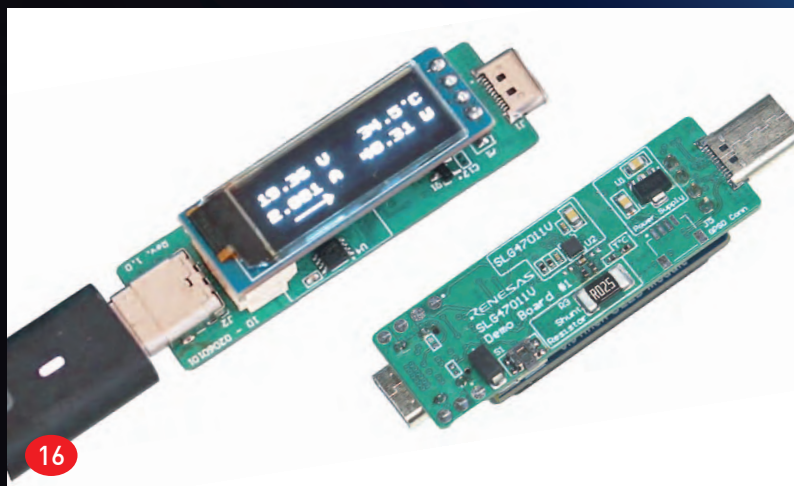
**6 | Nordic Semiconductor extinde seria nRF54L cu nRF54LM20A –
SoC wireless cu mai multă memorie pentru aplicații avansate
Bluetooth LE și Matter**

**6 | Placa de dezvoltare DC Motor 31 Click de la MIKROE oferă control precis
al motoarelor DC cu perii pentru aplicații industriale și robotice**

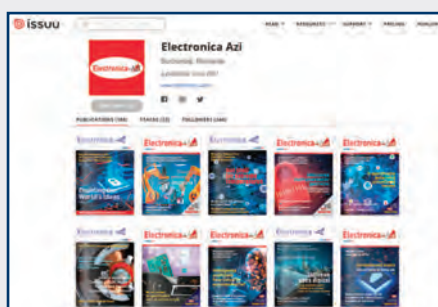


**8 | Arduino ABX00131 Stella și ASX00074 Portenta UWB Shield, acum la
Mouser, redefinesc urmărirea locației în toate industriile**

**8 | Renesas lansează noi microcontrolere pentru controlul motoarelor
(RA8T2) cu performanțe de vârf și interfețe de rețea de mare viteză**



www.electronica-azi.ro



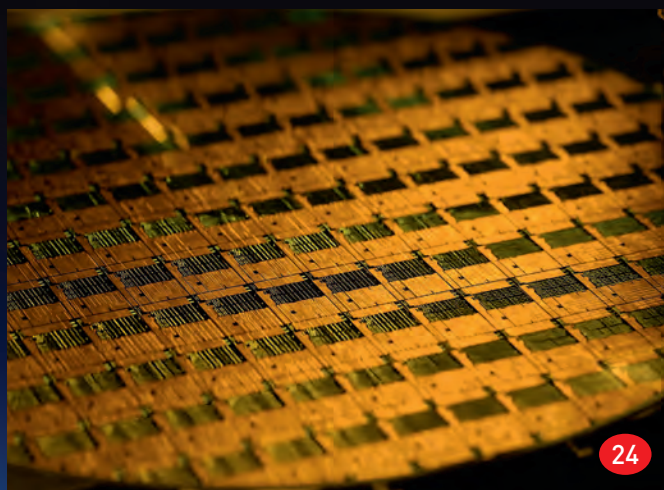
<https://issuu.com/esp2000>



www.facebook.com/ELECTRONICA.AZI

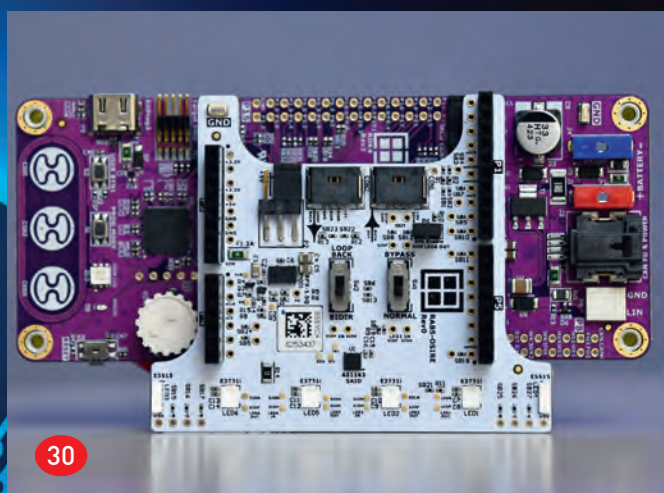


20

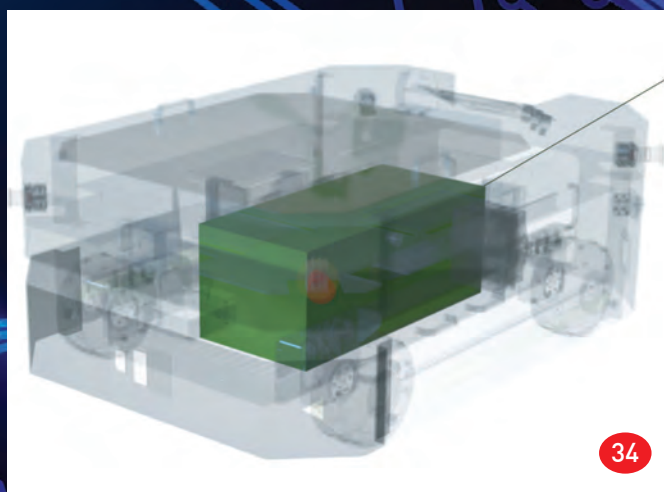


24

- 9 | Mouser Electronics explorează revoluția imprimării 3D și impactul acesteia asupra proiectării, ingineriei și fabricației
- 11 | Pentru modele AI și ML mult mai securizate: OPTIGA™ Trust M de la Infineon susține soluția Secure Edge AI a Thistle Technologies
- 11 | Mouser oferă inginerilor proiectanți cunoștințe avansate despre protecția digitală în noul Centru de Resurse pentru Securitate
- 12 | Tehnologia din spatele robotului: detecție, siguranță și control în era Industrie 4.0
- 16 | Studiu privind logica configurabilă avansată pentru măsurarea curentului, tensiunii și puterii
- 20 | Process-X: Viziune revoluționară în industria de proces
- 24 | Va fi diamantul semiconductor suprem?
- 30 | Platforme LED RGB inteligente pentru inovații în sectorul auto și cel industrial
- 34 | Optimizarea eficienței: Soluțiile ADI de gestionare a bateriilor pentru roboți mobili mai siguri și mai inteligenți
- 38 | Arduino Opta – micro-PLC securizat și ușor de utilizat
- 42 | Controlul motoarelor pas cu pas – Interfețe pentru microcontrolere
- 49 | Conectori RF de precizie – Importanța majoră a comunicației fără fir



30



34



www.instagram.com/electronica_azi



<https://international.electronica-azi.ro>



www.twitter.com/ElectronicaAzi



Nordic Semiconductor extinde seria nRF54L cu nRF54LM20A – SoC wireless cu mai multă memorie pentru aplicații avansate Bluetooth LE și Matter

Nordic Semiconductor a lansat nRF54LM20A, cea mai nouă completare a generației sale de SoC-uri wireless cu consum redus de energie, din seria nRF54L. Construit pe platforma inovatoare pe 22 nm a Nordic, nRF54L simplifică provocările de proiectare, oferind totodată comunicații fiabile, autonomie extinsă a bateriei și un design compact.

Modelul nRF54LM20A adaugă o opțiune de memorie mare, cu 2 MB NVM și 512 KB RAM, păstrând în același timp funcționalitatea microcontrolerului: un procesor Arm Cortex-M33 la 128 MHz, un coprocesor RISC-V, plus periferice extinse cu USB de mare viteză și până la 66 GPIO-uri. Dispozitivul integrează a patra generație de radio Nordic pe 2,4 GHz, cu consum redus de energie, care suportă Bluetooth® LE, Channel Sounding, Matter over Thread și altele.

La fel ca celelalte SoC-uri din seria nRF54L, nRF54LM20A oferă dublu nivel de procesare, o eficiență de procesare de trei ori mai mare și un consum energetic redus cu până la 50% comparativ cu seria de referință nRF52.

nRF54LM20A este destinat produselor wireless avansate de pe piețele de consum, smart home, comerciale și industriale. Este ideal pentru dispozitive de interfață umană (HID) – cum ar fi perifericele pentru jocuri care necesită latență scăzută și conectivitate USB de mare viteză. De asemenea, cu cei 2 MB de memorie non-volatilă și 512 KB RAM, este perfect pentru dispozitivele smart home bazate pe Matter, permițând implementarea directă fără memorie externă.

Dispozitivul este susținut de nRF Connect SDK, care oferă un cadru unificat pentru dezvoltarea aplicațiilor IoT sigure și eficiente energetic. SDK-ul combină proiectul Zephyr cu software-ul Nordic, reunind cele mai bune resurse *open-source* cu optimizările proprietare ale companiei. Această abordare permite dezvoltatorilor să valorifice pe deplin capacitățile SoC-ului nRF54LM20A pentru aplicații inovatoare și complexe.

■ **Nordic Semiconductor** | www.nordicsemi.com

DC Motor 31 Click

BiCD constant-current single H-bridge for DC motors up to 5A



MIKROE
Time-saving embedded tools



Placa de dezvoltare DC Motor 31 Click de la MIKROE oferă control precis al motoarelor DC cu perii pentru aplicații industriale și robotice

Soluție de acționare a motoarelor de mare curent, cu până la 4 A la ieșire

DC Motor 31 Click este o placă add-on compactă, destinată acționării motoarelor DC cu perii, care asigură control precis, reglarea cuplului și monitorizarea defecțiunilor într-o gamă largă de aplicații industriale și robotice. Produsă de MIKROE, companie specializată în soluții embedded ce accelerează semnificativ dezvoltarea prin hardware și software inovator bazat pe standarde consacrate, această placă extinde impresionanta familie de plăci Click™ care numără deja peste 1800 de module.

DC Motor 31 Click se bazează pe circuitul integrat TB67H482FNG de la Toshiba Semiconductor – un driver BiCD cu curent constant și punte H.

Placa suportă tensiuni de alimentare a motorului între 8,2 V și 44 V, oferind curenți de ieșire de până la 4 A. Integrează comanda PWM cu curent constant, selectarea modului de scădere a curentului (*slow/fast/mixed*) și un trimmer pentru reglarea fină a vitezei motorului.

Ca toate plăcile Click lansate de MIKROE, DC Motor 31 Click include funcția ClickID, care permite identificarea automată de către sistemul gazdă, simplificând integrarea. Placa este complet compatibilă cu standardul mikroBUS™ putând fi utilizată pe orice sistem gazdă care respectă acest format. În plus, este susținută de bibliotecile *open-source* mikroSDK, oferind o flexibilitate excelentă pentru evaluare și personalizare.

■ **MIKROE**
www.mikroe.com



Perfecționați-vă proiectele embedded cu MPLAB® PICKit™ Basic Debugger

Soluții fiabile și cost-eficiente pentru depanarea și programarea oricărui proiect

Optimizați-vă proiectele bazate pe microcontrolere cu ajutorul MPLAB PICKit Basic In-Circuit Debugger/ Programmer, un instrument accesibil și eficient. Ideal atât pentru dezvoltatorii începători, cât și pentru cei experimentați, acest instrument simplifică dezvoltarea și depanarea, asigurând că inovațiile prind viață cu precizie și eficiență.

Caracteristici cheie

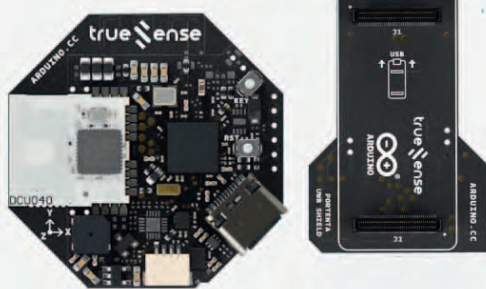
- **Integrare perfectă:** funcționează fără probleme cu MPLAB X IDE și cu extensiile MPLAB pentru VS® Code, simplificând procesul de dezvoltare.
- **Eficiență ridicată:** oferă performanțe fiabile fără a compromite calitatea.
- **Ușor de utilizat:** configurare simplă și interfață intuitivă pentru programare și depanare rapide.
- **Compatibilitate versatilă:** compatibil cu o gamă largă de microcontrolere Microchip PIC® și AVR®, dsPIC® DSC, precum și cu microcontrolere și microprocesoare SAM bazate pe Arm® Cortex®-M.
- **Model portabil:** compact și ușor, excelent pentru dezvoltarea în deplasare.

Începeți cu MPLAB PICKit Basic Debugger pentru a crea soluții inovatoare. Stimulați-vă creativitatea și dați viață ideilor voastre.



microchip.com/PICKitBasic

Numele și logo-ul Microchip, precum și sigla Microchip sunt mărci înregistrate ale Microchip Technology Incorporated în S.U.A. și în alte țări. Toate celelalte mărci comerciale sunt proprietatea deținătorilor lor de drept.
© 2025 Microchip Technology Inc.
Toate drepturile rezervate. MEC262DA-ROM-09-25



Arduino ABX00131 Stella și ASX00074 Portenta UWB Shield, acum la Mouser, redefinesc urmărirea locației în toate industriile

Mouser Electronics, Inc. distribuie acum modulele ABX00131 Stella și ASX00074 Portenta UWB Shield de la Arduino. Aceste dispozitive utilizează tehnologia ultra-wideband (UWB) pentru a îmbunătăți urmărirea de precizie, navigația indoor și interacțiunile fără contact, deschizând drumul către aplicații IoT inovatoare. Domeniile vizate includ sisteme de localizare în timp real (RTLS) de înaltă precizie, automatizări industriale gestionarea activelor, controlul inteligent al accesului și monitorizarea echipamentelor medicale.

UWB oferă o acuratețe sub 10 cm, cu interferențe reduse, depășind tehnologiile tradiționale de poziționare precum Bluetooth®, Wi-Fi® sau GPS. Stratul fizic îmbunătățit (PHY) adaugă funcții de securitate, inclusiv criptografie și generarea de numere aleatorii, consolidând protecția datelor.

ABX00131 Stella integrează SoC-ul nRF52840 Multi-Protocol 2.4GHz de la Nordic Semiconductor și modulul Truesense DCU040, oferind o precizie excepțională de localizare în timp real. Stella este compatibilă cu smartphone-uri și aplicații UWB, precum NXP Trimension App, Apple Nearby Interaction APIs și Android UWB Jetpack library. Cu un design compact, dispozitivul este ideal pentru navigație indoor, sisteme automate de siguranță și urmărirea poziției.

ASX00074 Portenta UWB Shield completează Stella prin adăugarea de conectivitate UWB la Arduino Portenta C33 System-on-Module (SOM). Funcționează ca stație de bază pentru distanțare bidirecțională și RTLS. Placa (70,1 mm x 37,5 mm) integrează modulul Truesense DCU150 UWB cu IC NXP Trimension™ SR150, trei antene PCB integrate, gestionare avansată a energiei, control al ceasului și componente periferice. Este soluția optimă pentru aplicații ce necesită date precise, fiabile și în timp real.

Mai multe informații:

www.mouser.com/new/arduino/arduino-abx00131-stella/

www.mouser.com/new/arduino/arduino-asx00074-portenta-uwbb-shield/

■ **Mouser Electronics** | www.mouser.com



Renesas lansează noi microcontrolere pentru controlul motoarelor (RA8T2) cu performanțe de vârf și interfețe de rețea de mare viteză

Renesas Electronics Corporation a anunțat lansarea grupului de microcontrolere (MCU) RA8T2 pentru controlul motoarelor *high-end*. Bazate pe un procesor Arm® Cortex®-M85 de 1 GHz, cu un procesor opțional Arm® Cortex®-M33 la 250 MHz, aceste dispozitive oferă un nivel de performanță fără precedent pentru controlul în timp real al motoarelor utilizate în echipamente industriale, robotică și alte aplicații care necesită precizie la viteze ridicate. Procesorul opțional Cortex-M33 permite integrarea controlului în timp real cu funcțiile de comunicare și operațiunile non-critice pe un singur cip, reducând costurile, consumul de energie și spațiul pe placă.

Microcontrolerele RA8T2 beneficiază de puterea de procesare a nucleului Cortex-M85 și de tehnologia Arm Helium™, care aduce un plus semnificativ pentru implementările DSP și aplicațiile de învățare automată (ML). Acest nivel de performanță permite implementarea de funcții AI pentru întreținere predictivă a motoarelor, reducând timpii de nefuncționare costisitori.

Pe lângă capacitatea excepțională de procesare, RA8T2 oferă suport extins pentru rețele de mare viteză, incluzând două interfețe Gigabit Ethernet MAC cu DMA, un slave EtherCAT cu două porturi și alte opțiuni de comunicație. Acest nivel de conectivitate este esențial în fabricile moderne, unde fiecare dispozitiv trebuie sincronizat permanent cu rețeaua și cu alte echipamente pentru transmiterea și recepționarea datelor în timp real.



Noile dispozitive RA8T2 răspund cerințelor de automatizare industrială și robotică avansată

Dispozitivele RA8T2 includ până la 1 MB memorie nevolatilă MRAM de mare viteză, accesibilă la 100 MHz. MRAM oferă viteze de scriere superioare și o durabilitate mai bună comparativ cu memoria Flash. În plus, microcontrolerele dispun de Tightly Coupled Memory (TCM): 256 KB pentru Cortex-M85 și 128 KB pentru Cortex-M33. Aceasta permite funcționarea în timp real cu latență redusă și performanță stabilă în aplicațiile cu numeroase întreruperi și ramificații.

Set de caracteristici optimizat pentru controlul motoarelor

Noua serie RA8T2 include un sistem de temporizare capabil să genereze semnale PWM de până la 300 MHz, simplificând controlul software și crearea de forme de undă eficiente pentru acționarea invertorilor. Funcția PWM complementară a timerului GPT, optimizată pentru aplicațiile cu invertori, facilitează implementarea algoritmilor de control, inclusiv: PWM complementar pentru faze multiple (mono/trifazat), inserarea automată a timpului mort, generarea PWM asimetric și conectarea directă la ADC și comparatoare.

Timerul dispune și de o funcție de numărare a fazelor, permițând controlul servomotoarelor AC care necesită feedback de poziție prin encodere bifazice. Convertorul ADC de 16 biți are trei canale cu eșanțonare și retenție independente, asigurând măsurători simultane de curent trifazat de mare precizie, fără a necesita corecții software. Două unități ADC permit măsurarea simultană a curenților pentru două motoare. Funcțiile Port Output Enable (POEG) și comparatorul de mare viteză oferă protecție rapidă la supra-curent, cu opțiuni configurabile de închidere (Hi-Z, High, Low), conform cerințelor invertorului.

■ **Renesas Electronics Corporation**
www.renesas.com



Printed to perform: The rise of 3D printing



Mouser Electronics explorează revoluția imprimării 3D și impactul acesteia asupra proiectării, ingineriei și fabricației

Mouser Electronics, Inc. a lansat cel mai recent episod din seria tehnologică *Empowering Innovation Together (EIT)*, intitulat *That's 3D Printed?* Acest material analizează modul în care principiile fundamentale ale imprimării 3D – cunoscute și sub denumirea de producție aditivă – au evoluat pentru a transforma proiectarea, ingineria și producția, datorită materialelor noi, integrării inteligenței artificiale (AI), ciclurilor de producție accelerate și preciziei de neegalat în proiectare.

Puterea inovației în imprimarea 3D

Forța imprimării 3D constă în capacitatea de a realiza geometrii extrem de complexe și structuri interne sofisticate, adesea imposibil de obținut prin metode subtractive tradiționale. Această capacitate s-a extins rapid prin combinarea noilor materiale cu AI și prin răspunsul la provocările lanțurilor de aprovizionare. Astfel, imprimarea 3D permite aplicații inovatoare, cum ar fi componente de motor aprobate de FAA fabricate din titan printabil 3D sau implanturi de cartilaj uman realizate din biomateriale. Pentru ingineri, această flexibilitate aduce un nivel fără precedent de libertate de proiectare, optimizat și mai mult prin utilizarea algoritmilor AI.

Perspective din industrie

În podcastul *The Tech Between Us*, Mark Beatty, fondator și CEO al 3D Agility, discută cu Raymond Yin, Director of Technical Content la Mouser, despre modul în care imprimarea 3D poate revoluționa procesele de fabricație, ciclurile de viață ale produselor și strategiile de scoatere treptată din uz.

Într-un alt episod, Stefanie Brickwede, Managing Director la *Mobility goes Additive*, o rețea europeană dedicată producției aditive, analizează progresele recente în domeniul materialelor și extinderea aplicațiilor, subliniind avantajele-cheie, dar și provocările care stau în calea unei adoptări mai largi.

Lansat în 2015, programul *Empowering Innovation Together* al Mouser a devenit unul dintre cele mai recunoscute programe educaționale din industria componentelor electronice, aducând inginerilor resurse valoroase și perspective asupra celor mai noi tendințe tehnologice.

Pentru mai multe știri de la Mouser și cele mai recente lansări de produse, vizitați <https://eu.mouser.com/newsroom/>.

■ **Mouser Electronics** | www.mouser.com

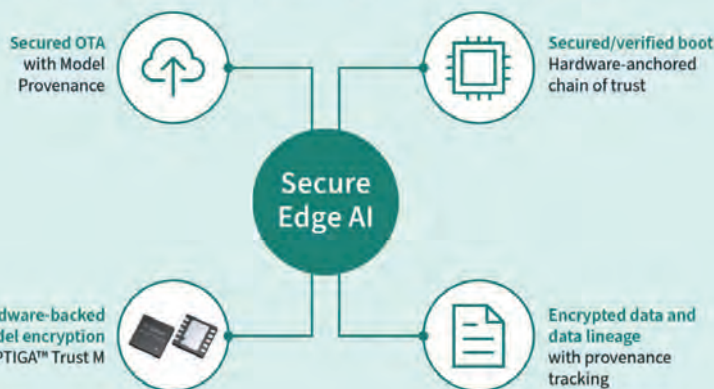


Our **Deionized Water** and **Pure Deionized Water** is addressing the needs of the electronic industry, laboratories, hospitals, biotech and medical companies, pharmaceutical manufacturers and many other high-end applications.



The rinsing solution!

www.lthd.com



Pentru modele AI și ML mult mai securizate: OPTIGA™ Trust M de la Infineon susține soluția Secure Edge AI a Thistle Technologies

Infineon Technologies furnizează soluția sa de securitate OPTIGA™ Trust M companiei Thistle Technologies, care a lansat o platformă software inovatoare de protecție criptografică pentru modelele AI rulate direct pe dispozitive embedded. Platforma rulează pe sisteme cu Linux® sau microcontrolere și protejează proprietatea intelectuală (IP) și seturile de date de antrenare printr-o rădăcină hardware de încredere, rezistentă la manipulare.

Securitate integrată pentru AI pe dispozitiv

Noua soluție combină componente de securitate hardware + cloud pentru a oferi:

- Pornire securizată și actualizări OTA (*over-the-air*), asigurând integritatea modelelor și a firmware-ului.
- Compatibilitate cu o gamă variată de microprocesoare, SoC-uri și microcontrolere.
- Chei criptografice securizate, stocare rezistentă la falsificare și operațiuni eficiente de criptare/decriptare.

Cele trei caracteristici cheie ale noii soluții Thistle Secure Edge AI sunt:

- Criptarea modelului susținută de hardware – fiecare dispozitiv dispune de o cheie AES unică pe 256 de biți, stocată în OPTIGA™ Trust M. Aceasta asigură că modelele AI pot fi utilizate numai pe dispozitive autorizate, chiar și dacă un dispozitiv este pierdut sau dezasamblat.
- Proveniența securizată a modelelor – actualizările OTA sunt semnate criptografic și urmărite, eliminând riscul de manipulare.
- Date semnate și trasabilitate – datele generate pe dispozitiv sunt semnate și etichetate cu metadata de proveniență, facilitând verificarea și utilizarea lor sigură în antrenarea sau rafinarea ulterioară a modelelor AI.

Prin integrarea OPTIGA™ Trust M, producătorii OEM pot implementa rapid o stivă de securitate dovedită și actualizată continuu, reducând costurile și accelerând lansarea pe piață. Soluția este ideală pentru aplicații AI embedded, inclusiv edge computing, IoT industrial, smart home și produse medicale.

■ Infineon Technologies | www.infineon.com



Mouser oferă inginerilor proiectanți cunoștințe avansate despre protecția digitală în noul Centru de Resurse pentru Securitate

Mouser Electronics, Inc. pune la dispoziția inginerilor electroniști un Centru de Resurse pentru Securitate, care reunește cele mai recente informații, produse și soluții dedicate securității cibernetice. Pe măsură ce tehnologia evoluează, cresc și metodele de atac ale infractorilor cibernetici, iar acest centru sprijină dezvoltarea de strategii de apărare inovatoare și adaptabile.

Provocări actuale în securitatea digitală

Pintre riscurile tot mai frecvente se numără:

- Phishing-ul generat de AI, care produce atacuri extrem de convingătoare, corecte gramatical și personalizate contextual.
- Creșterea accelerată a IoT, unde multe dispozitive rămân vulnerabile din cauza resurselor hardware limitate, a patch-urilor rare și a setărilor de securitate insuficiente.

Aceste provocări subliniază necesitatea unor măsuri robuste, precum arhitectura zero-trust, ce presupune verificarea tuturor solicitărilor de acces pe baza identității, contextului și a evaluărilor de risc în timp real.

Soluții de securitate disponibile la Mouser

Mouser stochează o gamă extinsă de semiconductori și componente electronice dedicate securității, printre care:

- Microcontrolere STM32N6 de la STMicroelectronics cu Arm® Cortex®-M55 la 800MHz, accelerator ST Neural-ART™ NPU și suport pentru AI low-power.
- Senzori de imagine AR0145CS Hyperlux™ SG de la onsemi, CMOS global shutter de 1/4,3" pentru captură precisă a obiectelor în mișcare.
- Placa S2GO SECURITY OPTIGA™ Trust X Shield2Go de la Infineon – soluție plug-and-play pentru securitate IoT, protecția datelor și autentificare criptografică.
- Autentificatorul securizat EdgeLock A5000 de la NXP – certificat Common Criteria EAL 6+, ideal pentru aplicații medicale, smart home și sisteme de baterii.

Pentru a explora Centrul de Resurse pentru Securitate Mouser, accesați <https://resources.mouser.com/security>. Pentru mai multe știri și lansări de produse, vizitați: <https://eu.mouser.com/newsroom>.

■ Mouser Electronics | www.mouser.com

Tehnologia din spatele robotului

DETECȚIE, SIGURANȚĂ ȘI CONTROL ÎN ERA INDUSTRIE 4.0

Articolul explorează tehnologiile fundamentale din spatele roboticii din era Industrie 4.0, concentrându-se pe modul în care senzorii și soluțiile de siguranță de la **SICK**, precum și componentele de control industrial de la **Eaton** contribuie la un control sigur al mișcării, un comportament adaptiv al sistemului și un proces decizional determinist. Tematica include elemente esențiale pentru o automatizare inteligentă și rezilientă, precum arhitecturile de detecție, conformitatea cu cerințele de siguranță a mașinilor, strategiile de control tolerante la defecte și integrarea rețelelor de automatizare periferică distribuite (edge automation).

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

DigiKey

Sistemele moderne de robotică industrială se bazează pe o infrastructură tot mai sofisticată pentru a susține inteligența artificială (AI) aflată în plină evoluție, capabilitățile de învățare automată (ML), interconectivitatea fără întreruperi și implementarea scalabilă în fabrici. Aceste sisteme necesită senzori, hardware de siguranță, protecție a circuitelor și componente de control care să răspundă cerințelor de lățime de bandă ridicată, reacție în timp real și respectare a standardelor stricte de siguranță funcțională.

SISTEME AVANSAȚE DE DETECȚIE PENTRU MEDIILE DINAMICE ALE FABRICILOR

După cum se observă în figura 1, roboții din industrie 4.0 utilizează senzori avansați pentru a opera în condiții de siguranță și eficiență în fabrici. În ciuda condițiilor dificile, cum ar fi iluminatul variabil, particulele din aer și vibrațiile mecanice, acești senzori trebuie să proceseze rapid date în timp real pentru a urmări cu exactitate personalul uman, roboții mobili și liniile de asamblare în continuă mișcare.

Platformele robotice integrează diverse tipuri de senzori pentru a sprijini conștientizarea spațială și capacitatea de reacție la nivel de milisecundă. Algoritmii de fuziune a senzorilor combină aceste intrări pentru a genera un model coerent, în timp real, al mediului de operare al robotului.

Sistemele de viziune gestionează detecția și localizarea obiectelor, în timp ce scanerile laser de siguranță monitorizează zonele restricționate pentru a detecta încălcările de proximitate.

Senzorii ToF (*Time-of-Flight*) cu latență redusă captează date spațiale tridimensionale, permițând ajustarea reactivă a traiectoriei și un comportament conștient de context.

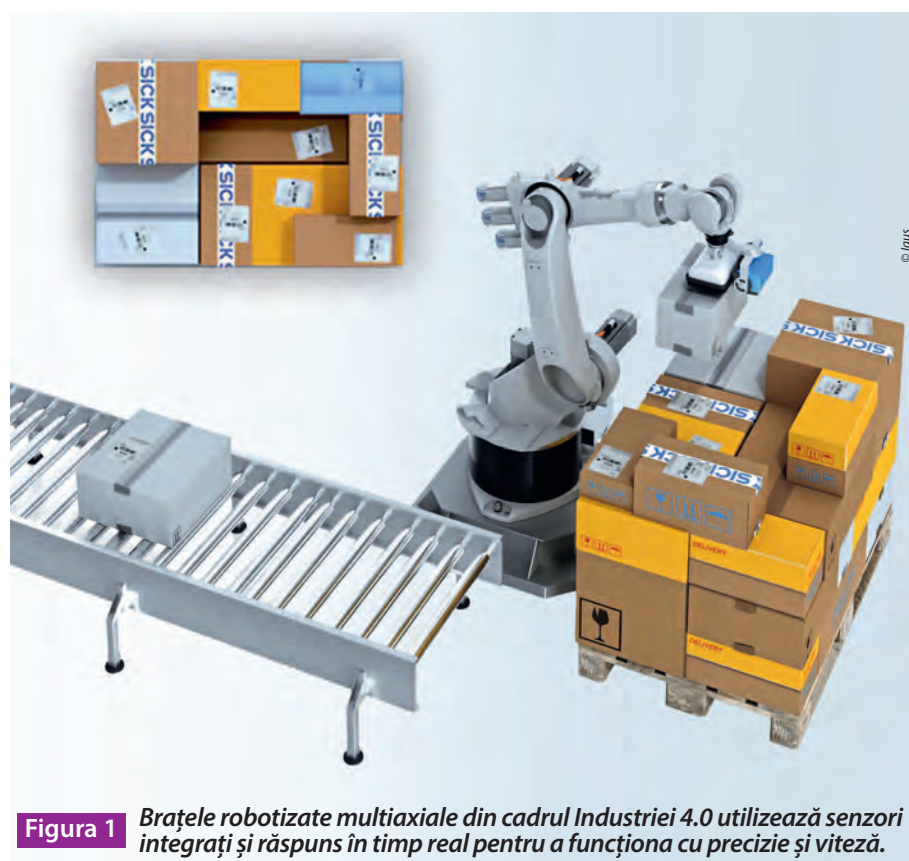


Figura 1 Brațele robotizate multiaxiale din cadrul Industriei 4.0 utilizează senzori integrați și răspuns în timp real pentru a funcționa cu precizie și viteză.

Roboții se bazează, de asemenea, pe senzori interni și de contact pentru a perfecționa controlul mișcării și interacțiunea. Senzorii tactili – inclusiv senzorii de forță/cuplu și limitatoarele de cursă (*limit switches*) – oferă feedback esențial pentru sarcini de prindere, asamblare și conformare. Senzorii de proximitate inductivi, capacitivi și ultrasunici detectează obiectele din apropiere fără contact, de obicei la distanțe mai mici decât sistemele ToF. Encodelele și potențio-metrele urmăresc poziția și viteza articulațiilor pentru planificarea precisă a mișcării, în timp ce unitățile de măsurare inerțială (IMU) monitorizează accelerația și viteza unghiulară pentru a menține orientarea și echilibrul. În final, senzorii electrici măsoară curentul și tensiunea pentru a evalua sarcina motorului și pentru a detecta eventualele defecțiuni.

SIGURANȚĂ BAZATĂ PE STANDARDE PENTRU ROBOTICA INDUSTRIALĂ

Roboții din Industrie 4.0 trebuie să respecte standarde internaționale stricte de siguranță pentru a proteja personalul uman și echipamentele. Trei standarde majore – ISO 13849, IEC 62061 și ISO 10218 – definesc cerințele de siguranță funcțională și de control care reglementează sistemele robotice din fabrici.

ISO 13849 definește criteriile de proiectare și validare pentru componentele de control legate de siguranță. Standardul urmează o metodologie bazată pe risc și utilizează niveluri de performanță (PL) pentru a clasifica integritatea sistemului în funcție de gravitatea pericolului, frecvența expunerii și posibilitatea de evitare.

IEC 62061 abordează siguranța funcțională a sistemelor de control electrice, electronice și programabile, aplicând niveluri de integritate a siguranței (SIL) pentru a cuantifica reducerea necesară a riscului. Împreună, aceste standarde stabilesc modul în care funcțiile de detecție și control trebuie proiectate, implementate și verificate în aplicații critice pentru siguranță.

ISO 10218 aplică aceste principii în mod specific roboților industriali. Standardul acoperă cerințele de siguranță pentru proiectarea roboților, configurarea celulelor de lucru, integrarea sistemului și operare.

Aceste cerințe includ utilizarea senzorilor de siguranță pentru oprire de urgență, protecția și monitorizarea mișcării. Componentele implicate trebuie să îndeplinească praguri bine definite de performanță și fiabilitate, demonstrate de regulă prin teste și validare structurate.

ISO 13849, IEC 62061 și ISO 10218 formează nucleul standardelor de siguranță pentru robotică. Standardele suplimentare, precum IEC 60204-1 pentru siguranța electrică și ISO/TS 15066 pentru colaborarea om-robot, extind acest cadru de bază pentru implementare și integrare în condiții de siguranță.

SISTEME DE SIGURANȚĂ INTEGRATE PENTRU COLABORAREA OM-ROBOT

Operatorii din fabrici implementează soluții de siguranță de la furnizori precum SICK și Eaton pentru a respecta standardele de siguranță funcțională și pe cele privind utilajele. De exemplu, sistemul Safe EFI-Pro de la SICK permite controlul în timp real al funcțiilor de siguranță ale roboților staționari și mobili utilizând senzori, controlere și actuatori integrate.

Așa cum se observă în figura 2, scannerul laser de siguranță microScan3 – o componentă cheie a sistemului – permite detectarea adaptivă a mișcării, în funcție de situație, în medii dinamice.



Figura 2

Scannerul laser de siguranță microScan3 de la SICK monitorizează câmpurile de protecție și detectează dinamic mișcările pentru a sprijini protecția adaptivă în medii industriale.

Operatorii implementează, de asemenea, sistemul SICK End-of-Arm Safeguard (EOAS) pentru a menține un câmp de protecție dinamic în jurul capetelor de scule robotizate. EOAS utilizează tehnologia ToF pentru a permite colaborarea sigură, fără contact, între om și robot, cu timpi de răspuns mai mici de 110 milisecunde.

Pentru a completa aceste sisteme automate, SICK oferă componente de siguranță manuale și perimetrale. Întrerupătorul de oprire de urgență ES21 permite operatorilor să oprească rapid utilajele în situații critice, în timp ce întrerupătorul de siguranță fără contact STR1 utilizează tehnologia RFID pentru monitorizarea accesului și prevenirea sabotajelor, asigurând niveluri ridicate de codificare și conformitate cu EN ISO 14119.

STRATEGII DE PROTECȚIE PENTRU SUPRATENSIUNI ȘI ALIMENTARE

O strategie coordonată de siguranță robotică necesită atât protecții la nivel de mișcare, cât și un control fiabil al alimentării electrice. Supresoarele de tensiune tranzitorie de la Eaton limitează supratensiunile temporare și vârfurile de tensiune pentru a proteja componentele sensibile.

Așa cum se observă în figura 3, întrerupătoarele miniaturale FAZ-NA, cum ar fi modelul FAZ-C10/2-NA, protejează cablajul de comandă și componentele auxiliare împotriva supracurenților.



Figura 3

Întrerupătorul miniatural FAZ-C10/2-NA de la Eaton protejează cablajul de control și componentele auxiliare de supracurenți în sistemele de automatizare industrială.

Pentru a sprijini siguranța electrică și integritatea sistemului, Eaton oferă, de asemenea, o gamă largă de dispozitive de protecție a circuitelor și întrerupătoare manuale, cum ar fi BP-SRR rocker, M22S-WKV-K11 selector, și BP-STE toggle, utilizate pentru controlul funcțiilor echipamentelor și al modurilor de operare. ➤

Limitatoarele de curent de pornire (Power-NTC) și siguranțele PTC resetabile de la Eaton ajută la protejarea circuitelor împotriva curenților mari de pornire, atât în timpul punerii sub tensiune, cât și în condiții de avarie. Dispozitivele de protecție termică – cum ar fi siguranța termică TJD – adaugă un nivel esențial de siguranță prin întreruperea fluxului de curent pentru a preveni acumularea excesivă și periculoasă de căldură în sistemele robotice compacte și strâns integrate.

SISTEME DE CONTROL DISTRIBUITE ȘI TOLERANTE LA ERORI

Sistemele robotizate industriale trebuie să asigure continuitatea operațională în condiții de siguranță chiar și în cazul unor defecțiuni ale senzorilor, actuatorilor sau întreruperilor de rețea. Producătorii se bazează pe arhitecturi distribuite de detecție, izolare și recuperare a defecțiunilor (FDIR) pentru a minimiza timpii de nefuncționare și pentru a îmbunătăți reziliența sistemului. Prin descentralizarea logicii de control pe mai multe noduri și prin permiterea unui răspuns localizat la defecțiuni, FDIR reduce impactul defecțiunilor componentelor individuale și ajută la prevenirea unor întreruperi mai ample.

Aceste strategii de toleranță la defecțiuni sunt implementate prin sisteme de control distribuite, care integrează diagnosticare în timp real și redundanță. Astfel de sisteme utilizează instrumente de diagnosticare integrate pentru a monitoriza permanent starea de funcționare și performanța componentelor critice.

Senzorii redundanți și căile de comunicație mențin integritatea controlului în timpul defecțiunilor sistemului primar, în timp ce rutinele de gestionare a erorilor permit opriri controlate sau tranziții către stări de siguranță predefinite.

FDIR ȘI CONTROLERUL DE SIGURANȚĂ FLEXI SOFT

Aceste strategii sunt ilustrate de controlerul de siguranță Flexi Soft de la SICK. Așa cum se observă în figura 4, Flexi Soft sprijină robotica din Industrie 4.0 bazată pe FDIR, permițând o logică de siguranță descentralizată prin extindere modulară și funcții configurabile proiectate pentru a răspunde cerințelor specifice ale sistemului.

Senzorii industriali de la SICK – inclusiv encodere, traductoare de presiune, senzori fotoelectrici și camere de viziune artificială, precum Ranger3 – furnizează feedback esențial în sistemele robotice distribuite.

Integrați în puncte cheie de control, acești senzori susțin monitorizarea în timp real, poziționarea dinamică, detectarea obiectelor și diagnosticarea la nivel de sistem. Astfel, devine posibilă detectarea timpurie a defecțiunilor, răspunsul localizat și funcționarea continuă în medii distribuite.

Figura 4



Controlerul de siguranță Flexi Soft de la SICK permite o logică de siguranță descentralizată și o extindere modulară pentru un control distribuit, tolerant la erori, în sistemele robotice din Industrie 4.0.

DETECTARE ȘI MONITORIZARE SITUATE LA MARGINEA SISTEMULUI PENTRU O AUTOMATIZARE MAI INTELIGENTĂ

Robotica din Industrie 4.0 se bazează din ce în ce mai mult pe detectarea și monitorizarea locală pentru a îmbunătăți vizibilitatea sistemului, capacitatea de reacție și autonomia. În loc să trimită toate datele către platforme centralizate pentru procesare, sistemele robotice avansate realizează acum analize critice mai aproape de marginea

sistemului (*edge*), la nivel de senzor sau dispozitiv. Acest lucru permite detectarea mai rapidă a defecțiunilor, luarea unor decizii mai eficiente și creșterea rezilienței în cazul întreruperilor de rețea.

Dispozitivele periferice, precum camerele industriale și analizoarele de circuit, extind inteligența localizată dincolo de logica de control. Acestea captează date de mediu și operaționale în timp real, oferind vizibilitate la nivel de utilaj asupra condițiilor care influențează siguranța, calitatea și timpul de funcționare. Aceste platforme reduc latența, scad cerințele de lățime de bandă și îmbunătățesc coordonarea între sistemele robotice distribuite.

CALCUL LA MARGINE ȘI INTELIGENȚĂ ÎNCORPORATĂ

Aceste strategii orientate către periferie sunt ilustrate de produse precum Sensing-CAM SEC100 de la SICK, care realizează captarea și analiza imaginilor la nivel local pentru robotica din Industria 4.0. Așa cum se arată în figura 5, sistemul oferă streaming video de înaltă rezoluție și înregistrare declanșată de evenimente, pentru recunoașterea obiectelor, monitorizarea proceselor și inspecția calității.

Camera industrială oferă vizibilitate în timp real asupra unghiurilor moarte și a zonelor de inspecție dinamică, sprijinind analiza cauzelor prin captarea imaginilor înainte și după declanșarea evenimentelor.

SEC100 se integrează ușor în sistemele de viziune automată existente și permite monitorizarea continuă fără a supraîncărca resursele centralizate.

Figura 5



SensingCAM SEC100 de la SICK asigură captarea și analiza imaginilor la nivel local, permițând monitorizarea în timp real și diagnosticarea vizuală în aplicațiile de inspecție robotică.

În plus, generează înregistrări vizuale pentru documentația de calitate, inclusiv verificarea ambalajului și urmărirea asamblării componentelor. Integrat la nivelul utilajului, SEC100 aduce inteligența vizuală mai aproape de punctul de operare. Trecerea la procesarea localizată și la informații în timp real se extinde la monitorizarea energiei la nivel de instalație. Ecranul tactil PXBCM-DISP-6-XV de la Eaton, din figura 6, se conectează la Power Xpert Branch Circuit Monitor, oferind o vizualizare în timp real a datelor privind tensiunea, curentul și puterea la nivelul panoului.



Figura 6

Ecranul tactil PXBCM-DISP-6-XV de la Eaton oferă o vizualizare în timp real, la nivel de panou, a datelor privind tensiunea, curentul și puterea, sprijinind întreținerea predictivă și optimizarea energetică.

Utilizat în sisteme industriale – inclusiv în celulele de lucru robotizate – acest display îi ajută pe operatori să identifice neregularități, să detecteze defecțiuni și să optimizeze consumul de energie. Ecranul facilitează întreținerea predictivă și îmbunătățește vizibilitatea operațională, permițând acces direct la fața locului pentru diagnosticare la nivel de circuit.

STRATEGII LA NIVEL DE SISTEM PENTRU ROBOTICA DIN INDUSTRIE 4.0

Pentru a funcționa în condiții de siguranță și eficiență, sistemele robotizate din Industrie 4.0 necesită o strategie de implementare care să unifice senzorii, componentele de siguranță, controlul și rețelele. Senzorii și componentele de siguranță trebuie să respecte standarde stricte, oferind în același timp protecție adaptivă și reacție în timp real în medii distribuite. Performanța consecventă a diferitelor sisteme din fabrică depinde de standardele deschise și de comunicațiile multiprotocol, care asigură interoperabilitatea și scalabilitatea. Componentele de control trebuie să proceseze volume mari de date la nivel local, asigurând conexiuni sigure și cu latență redusă către sistemele de supraveghere. Coordonarea procesării și a feedback-ului între nodurile distribuite necesită sincronizare și temporizare precise. Protocoalele deterministe, căile de semnal cu jitter redus și buclele de control sensibile la timp contribuie la menținerea unui comportament previzibil în condiții dinamice. Arhitecturile tolerante la erori susțin stările de rezervă sigure și funcționarea continuă, în timp ce sistemele hibride – care combină controlul localizat cu supravegherea centralizată – permit procese de fabricație flexibile și reconfigurabile.

CONCLUZIE

De la fuziunea senzorilor și siguranța funcțională până la *edge computing* și controlul tolerant la erori, robotica din Industrie 4.0 depinde de sisteme strâns integrate, care asigură funcționarea sigură, fiabilă și adaptivă în medii complexe. Soluțiile oferite prin DigiKey, de la furnizori precum SICK și Eaton, contribuie la unificarea infrastructurii de detecție, protecție a energiei și control – facilitând implementarea scalabilă, conformitatea cu standardele și performanța flexibilă.

■ **DigiKey**
www.digikey.ro

DigiKey

Text - traducere și adaptare: "Electronica Azi"

Piese pe care le vindem ne ajută să ajungem până la stele



Am devenit exploratori naturali din momentul în care am părăsit siguranța peșterilor. Cu toții avem o dorință interioară de a descoperi ce se ascunde după următorul deal, următorul orizont sau după următoarea stea.

Piese și serviciile pe care le oferim alimentează o nouă eră a explorării, iar noi vă împărtășim entuziasmul pentru noi descoperiri.

Descoperiți milioane de piese la digikey.ro

DigiKey

we get technical

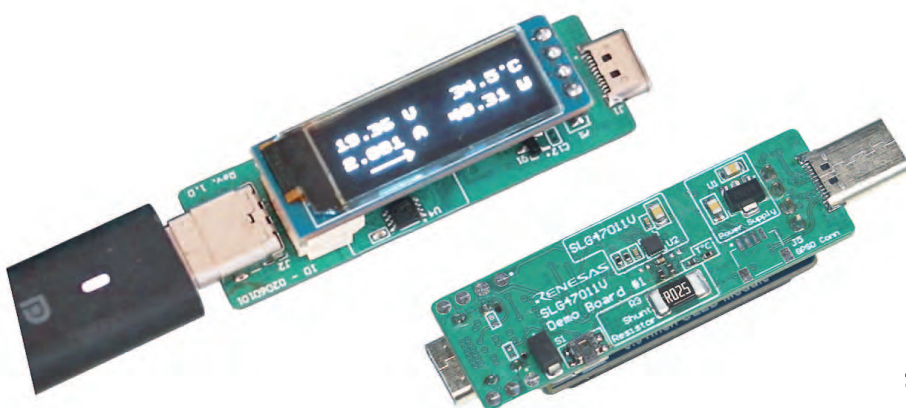
DigiKey este distribuitor autorizat al tuturor furnizorilor săi. Produse noi adăugate în fiecare zi. DigiKey și DigiKey Electronics sunt mărci comerciale înregistrate ale DigiKey Electronics în S.U.A. și în alte țări. © 2025 DigiKey Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, S.U.A.

ECIA MEMBER
Supporting The Authorized Channel

Studiu privind logica configurabilă avansată

PENTRU MĂSURAREA CURENTULUI, TENSIUNII ȘI PUTERII

În acest articol vom analiza funcțiile avansate ale SLG47011V pentru măsurarea curentului, tensiunii și puterii, evidențiind importanța utilizării logicii configurabile și a caracteristicilor sale specializate pentru a răspunde cerințelor specifice ale aplicațiilor moderne de monitorizare.



Autor: **Ruslan Tykhovetskyi**, Inginer de aplicații, **Renesas Electronics**

Creșterea complexității dispozitivelor electronice impune o monitorizare precisă și fiabilă a curentului, tensiunii și puterii. Pe lângă măsurarea valorilor instantanee, analiza variațiilor acestor parametri în timp este esențială pentru optimizarea performanței și eficienței. O soluție deosebit de eficientă la această provocare este utilizarea logicii configurabile, care permite dezvoltarea unor sisteme de măsurare flexibile, adaptate aplicațiilor specifice. Cipul logic programabil SLG47011V reprezintă o opțiune ideală, combinând procesarea rapidă a datelor cu adaptabilitatea funcțională, ceea ce îl transformă într-un instrument puternic pentru aplicațiile ingineresti moderne.

MONITORIZAREA CURENTULUI, TENSIUNII ȘI PUTERII

Fiind unul dintre cei mai noi membri ai familiei GreenPAK, SLG47011 se remarcă prin integrarea mai multor blocuri funcționale cheie:

- Un ADC SAR pe 14 biți capabil să atingă viteze de până la 2,35 Msps în modul pe 8 biți.
- Un amplificator cu câștig programabil (PGA) care acceptă șase configurații de

amplificare, cu setări de câștig între 1x și 64x, oferind o flexibilitate ridicată în procesarea semnalelor analogice.

- Un DAC integrat pe 12 biți, care funcționează la rate de eșantionare de până la 333 ksps, permițând generarea precisă a semnalelor analogice de ieșire.
- O unitate matematică hardware (Math-Core), care suportă operații de înmulțire, adunare, scădere și împărțire, facilitând procesarea eficientă a datelor fără a fi nevoie de procesoare externe.
- Memorie dinamică integrată pentru 4096 de cuvinte.

Cu aceste blocuri integrate, SLG47011V oferă o soluție versatilă pentru monitorizarea curentului, tensiunii, puterii și temperaturii. Utilizarea resurselor interne reduce semnificativ numărul de componente externe necesare. De exemplu, blocul PGA integrat elimină necesitatea unui amplificator diferențial extern pentru măsurarea curentului. În plus, acest bloc configurabil permite ajustarea flexibilă a setărilor în timpul procesului de măsurare, inclusiv modificarea câștigului, ceea ce extinde domeniul de măsurare.

Această combinație de blocuri analogice și digitale, puternic integrate în SLG47011V, simplifică semnificativ proiectarea sistemului și, în același timp, îi îmbunătățește funcționalitatea. Capacitatea de a realiza măsurători și de a procesa date pe un singur cip nu doar că reduce complexitatea generală a sistemului, ci crește și fiabilitatea, eliminând potențialele puncte de eroare asociate cu utilizarea componentelor externe suplimentare. Acest nivel de integrare, combinat cu flexibilitatea caracteristicilor programabile, face dispozitivul deosebit de potrivit pentru dezvoltarea unor soluții de monitorizare compacte și eficiente.

Caracterul configurabil al acestui dispozitiv permite adaptarea dinamică la cerințele de măsurare în schimbare, fără a necesita modificări hardware. Această adaptabilitate este deosebit de valoroasă în aplicații unde condițiile de măsurare pot varia semnificativ, permițând sistemului să mențină performanțe optime în diverse scenarii de funcționare. Modelul ilustrat în figura 1 este destinat interfațării cu un microcontroller prin I²C și poate fi împărțit, teoretic, în următoarele blocuri:

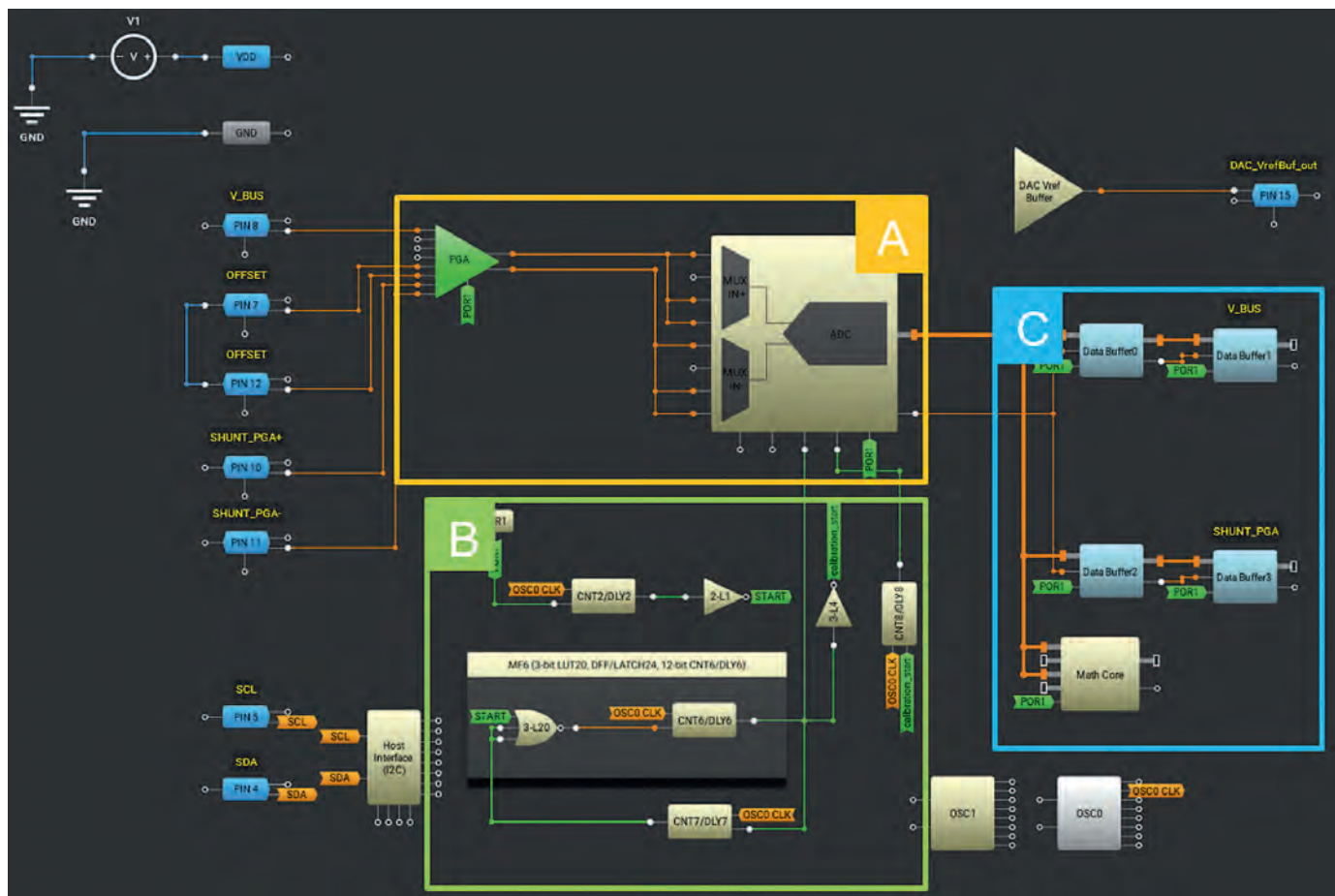


Figura 1 Configurație tipică pentru măsurarea tensiunii, curentului și puterii.

Blocul A: Asigură digitizarea semnalelor analogice de intrare. Amplificatorul cu câștig programabil (PGA) poate fi reconfigurat prin I²C, permițând ajustarea individuală a câștigului pentru fiecare canal de măsurare, în funcție de caracteristicile specifice ale semnalelor.

Blocul B: Gestionează logica de control a ADC-ului, asigurând inițializarea corectă a convertorului analog-digital. SLG47011V oferă, de asemenea, funcții de compensare a offsetului pentru măsurători diferențiale. Acest bloc controlează sincronizarea și funcționarea corectă a compensării offsetului în timpul măsurării curentului.

Blocul C: Se ocupă de stocarea și procesarea datelor digitizate. Bufferele 0-3 stochează datele provenite de la ADC și acționează ca filtre, actualizând informațiile pe baza principiului mediei mobile (*moving average*). MathCore efectuează calcule de putere prin înmulțirea valorilor digitale ale tensiunii și curentului.

Rezultatele din fiecare buffer pot fi citite prin I²C și afișate ulterior de microcontroler sau transmise către un computer pentru realizarea unui sistem de monitorizare.

Soluția ilustrată în figura 2 permite măsurarea tensiunilor de până la 20 V și a curenților de până la 4 A, atunci când amplificarea PGA este comutată prin I²C, în funcție de valoarea curentului: x32 pentru curenți de până la 1 A, x8 pentru curenți între 1 A și 3 A, respectiv x4 pentru 4 A.

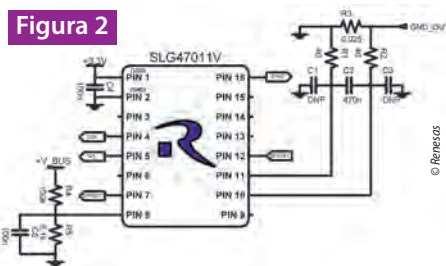


Figura 2 Circuit de aplicație tipic.

Altfel, circuitul poate măsura curenți de până la 1 A cu un câștig de x32. Amplificarea poate fi redusă la x16, ceea ce crește curentul maxim măsurat la 2 A. Totuși, deoarece proiectarea inițială se bazează pe suprascriserea amplificării prin I²C, este important ca această setare să fie aplicată atât pentru canalul 3 (responsabil de măsurarea curentului), cât și pentru canalul 2, care are rolul de a calibra offsetul canalului 3.

Tensiunea de intrare este aplicată la pinul +V_BUS și este proiectată pentru un interval de tensiune de 4 V până la 20 V.

Pinii 7 și 8 trebuie conectați împreună, deoarece sunt utilizați pentru calibrarea offsetului.

Pinul 16 (Sync) funcționează ca semnal de control, indicând momentul în care microcontrolerul poate accesa SLG47011. Comunicația cu cipul prin I²C este posibilă numai atunci când pinul 16 este în nivel logic LOW. R3 este rezistența de șunt utilizată pentru măsurarea curentului.

Datele citite de MathCore sunt convertite folosind următoarea formulă:

$$P = \frac{(2298537 \cdot M \cdot 2048)}{285212672000 \cdot G_e}$$

unde:

M = date citite de MathCore

G_e = câștigul canalului 3

De asemenea, este posibilă citirea valorilor tensiunii și curentului din bufferele 0 și 3, iar acestea vor fi mediate în același mod ca bufferul conectat după MathCore. În orice caz, deoarece două buffere sunt conectate în serie pentru curent, 16 valori digitale sunt mediate pe 14 biți.

$$V_{bus} = \frac{(ADC_{Vbus}/2^N \cdot V_{ref})}{(R5/(R4+R5))}$$

Curentul citit este convertit folosind următoarea formulă:

$$I = \frac{(ADC_{SHUNT}/2^N) \cdot V_{ref}/2}{(R3/G_e)}$$

ADC_{SHUNT} = datele citite din bufferul 3

O demonstrație practică a capacităților de măsurare a tensiunii, curentului și puterii ale SLG47011V este oferită de placa demo SLG47011V #1, care integrează un microcontroler pentru citirea și afișarea datelor de pe cip, împreună cu componentele necesare pentru măsurători precise.

Pentru verificarea preciziei măsurării tensiunii și curentului au fost testate trei plăci, iar rezultatele sunt prezentate mai jos.

- Compatibilitate Power Delivery (până la 28 V, 5 A)
- Măsurători de tensiune, curent, putere și temperatură
- Măsurători bidirecționale (în ambele sensuri, la intrare și ieșire)
- Afisaj monocrom OLED 128 × 32

O diagramă funcțională simplificată este prezentată în Figura 4.

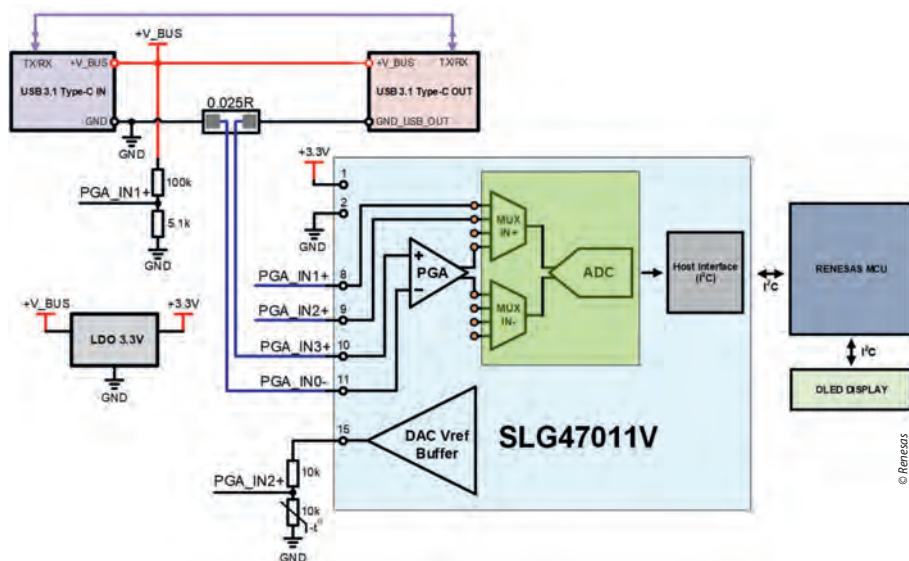


Figura 4 *Diagrama bloc funcțională a plăcii demo SLG47011V #1 R1.0.*

Măsurătorile de tensiune și curent au fost realizate pe trei plăci diferite, pentru a obține statistici privind precizia (vezi tabelele 1 și 2).

Placa demo #1		Placa demo #2		Placa demo #3	
<i>Tensiune aplicată [V]</i>	<i>Tensiune măsurată [V]</i>	<i>Tensiune aplicată [V]</i>	<i>Tensiune măsurată [V]</i>	<i>Tensiune aplicată [V]</i>	<i>Tensiune măsurată [V]</i>
4.989	4.99	4.985	4.99	4.988	4.98
8.986	9.00	8.985	9.00	8.987	8.99
11.987	12.02	11.986	12.01	11.987	12.00
19.990	20.06	19.987	20.05	19.990	20.03

Tabelul 1: Date privind măsurătorile de tensiune

Placa demo #1		Placa demo #2		Placa demo #3	
<i>Curent aplicat [A]</i>	<i>Curent măsurat [A]</i>	<i>Curent aplicat [A]</i>	<i>Curent măsurat [A]</i>	<i>Curent aplicat [A]</i>	<i>Curent măsurat [A]</i>
0.1	0.098	0.100	0.098	0.100	0.099
0.3	0.302	0.300	0.302	0.300	0.302
0.5	0.503	0.500	0.504	0.500	0.499
1	1.010	1.000	1.002	1.000	1.006
3	3.039	3.000	3.018	3.000	3.030

Tabelul 2: Date privind măsurătorile de curent

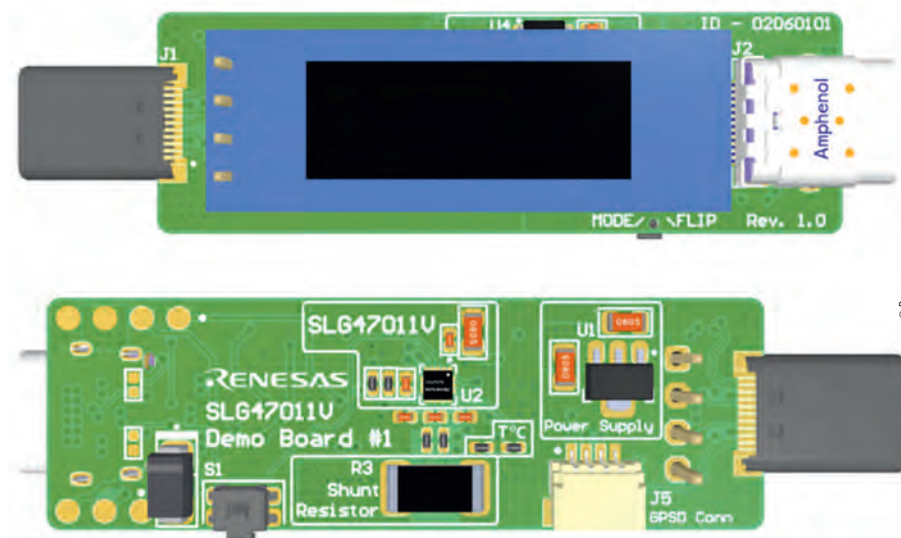


Figura 3 Placa demo SLG47011V #1.

După cum s-a menționat anterior, SLG47011V este un circuit logic configurabil, care permite implementarea unor funcții avansate, precum monitorizare, protecție la supra-tensiune și supraîncălzire, alături de alte caracteristici, spre deosebire de cipurile utilizate în mod obișnuit pentru moni-torizarea parametrilor electrici.

Acest design îmbunătățit este prezentat în nota de aplicație AN-CM-375 Monitorizarea tensiunii, curentului, puterii și temperaturii.

Această configurație nu doar că permite efectuarea de măsurători simple, dar oferă și funcția de detectare a defectelor pentru semnalele măsurate, emițând un semnal extern de eroare, atunci când este necesar.

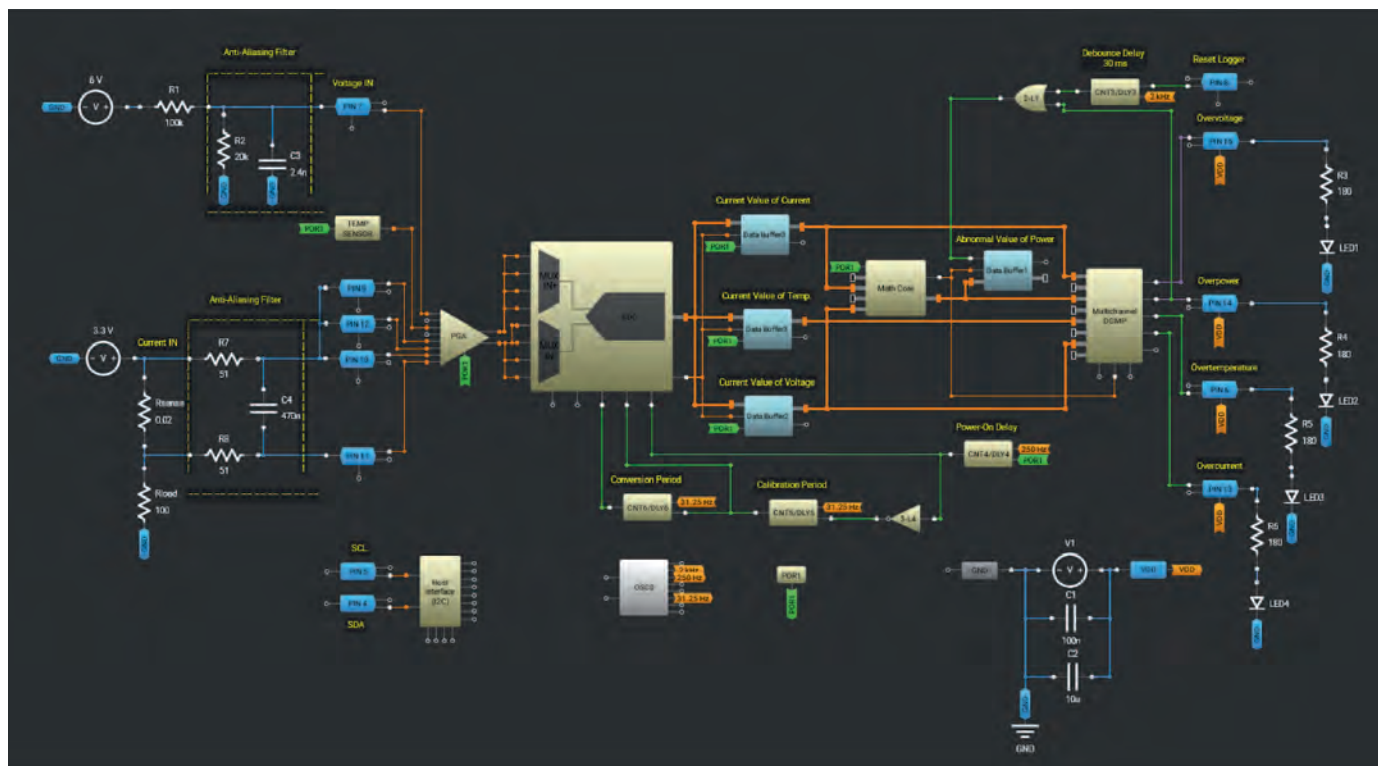


Figura 5 Proiect cu funcții OVP, OCP și OTP.

O altă caracteristică este abilitatea de a măsura curentul direct pe traseul de cupru al plăcii de circuit imprimat (PCB) (consultați nota de aplicație AN-CM-394 Detectarea curentului pe traseu de cupru).

În plus față de compensarea standard a offsetului disponibilă prin Memory Table și MathCore, este posibilă și măsurarea curentului cu compensarea variațiilor cauzate de temperatură (drift termic).

CONCLUZIE

Rezumând, SLG47011V oferă o soluție flexibilă și eficientă pentru aplicații de măsurare a curentului, tensiunii și puterii. Logica sa configurabilă, împreună cu funcții precum compensarea offsetului, corectarea variațiilor de temperatură și detectarea defectelor, îl fac o alegere fiabilă pentru sistemele de monitorizare. Posibilitatea de a integra funcții suplimentare, cum ar fi temporizatoare de supraveghere și protecție la

supratensiune/supraîncălzire, îi sporește adaptabilitatea. Datorită programabilității și nivelului avansat de integrare, SLG47011V reprezintă o platformă practică pentru dezvoltarea unor soluții de monitorizare precise, în timp real, pentru o gamă variată de aplicații.

Renesas

www.renesas.com

RENESAS

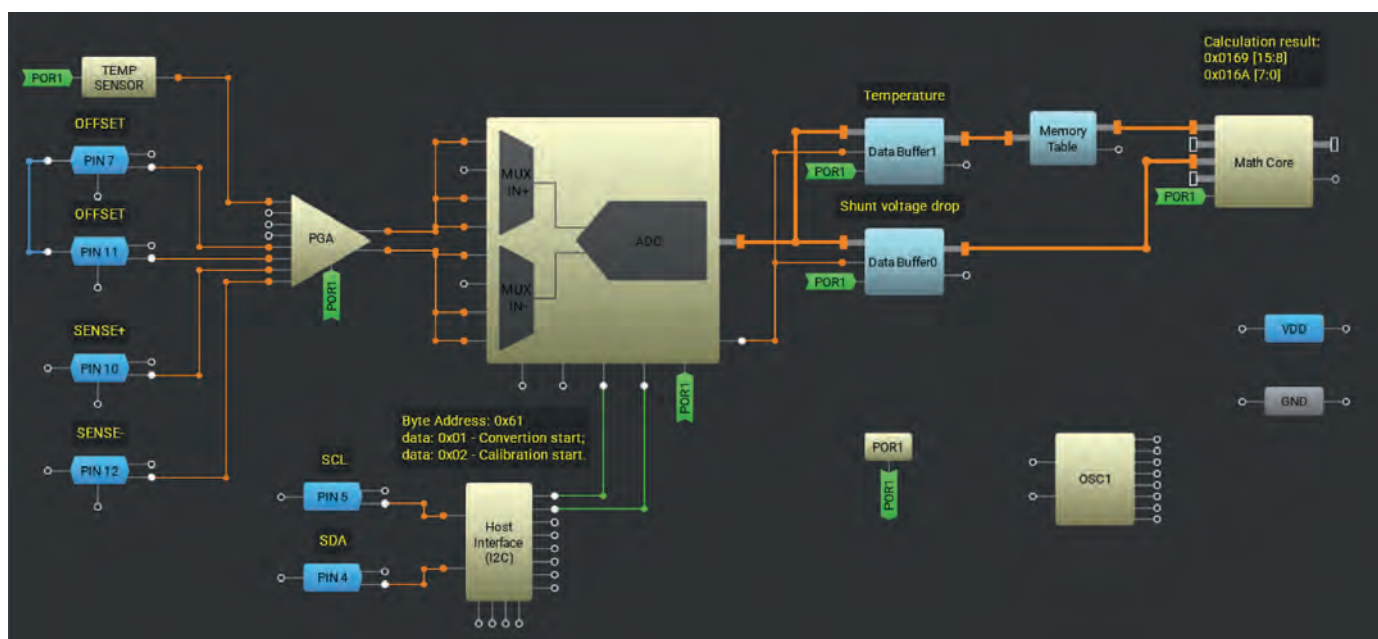


Figura 6 Configurație cu compensare pentru variația de temperatură.

Process-X

Viziune revoluționară în industria de proces

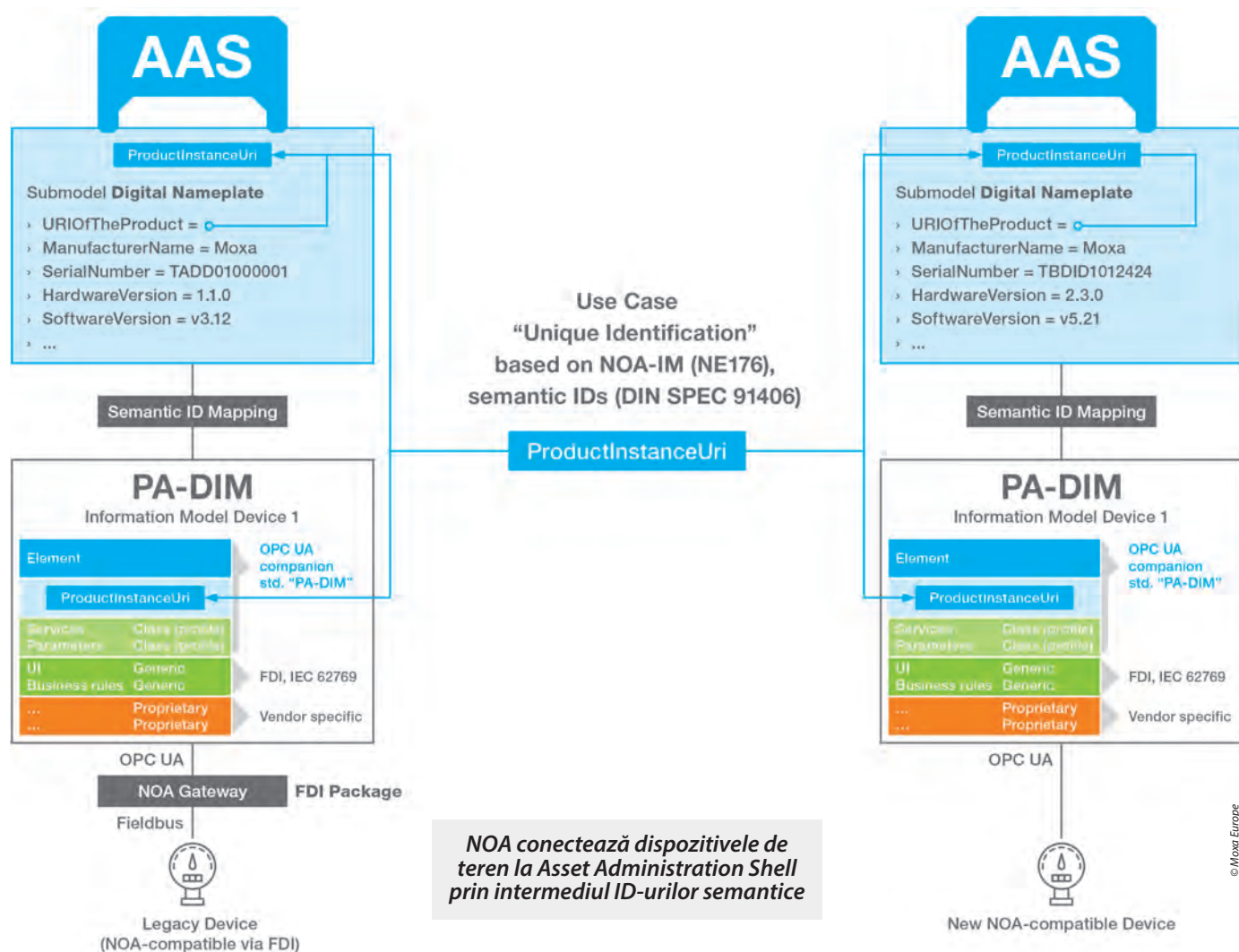


Industria de proces se află într-un moment crucial: digitalizarea, sustenabilitatea și cerințele de reglementare impun noi moduri de gândire și tehnologii inovatoare. Acest articol prezintă modul în care concepte precum NOA, AAS și Process-X nu doar că permit schimbul securizat de date între OT și IT, ci stabilesc și bazele colaborării digitale între companii. Analizând cazuri de utilizare concrete și arhitecturi de securitate, devine evident cum "gândirea revoluționară" se poate materializa și în industria de proces – și de ce acum este momentul potrivit pentru a începe.

Autor: Hermann Berg, Moxa Europe

Ce înseamnă "X" din GAIA-X, Manufacturing-X și Process-X? Inițial, accentul era probabil pe "eXchange", adică ideea de partajare a informațiilor. Având în vedere scăderea cu 20% a producției cu care se confruntă industria chimică germană încă din 2021, ar fi logic să fie luată în considerare o altă semnificație: "X" din cultura tehnologică a Silicon Valley, asociat cu ideea de gândire revoluționară, a inovației radicale și a scalării de tip "10X". Acestea sunt cuvinte mari, care par să ignore complet realitățile tehnice și financiare. Totuși, există un motiv întemeiat pentru optimism: decenii de colaborare intensă între organizații importante de utilizatori, producători și organisme de standardizare au făcut posibilă integrarea tot mai automatizată a dispozitivelor, sistemelor, proceselor și aplicațiilor, atât în interiorul, cât și în afara proceselor industriale de bază. Această evoluție oferă o fundație solidă pentru o veritabilă revoluție digitală în industria de proces.

© panuwat - stock.adobe.com / Fraunhofer IFF and Fraunhofer IOSB-INA



NOA CA BAZĂ PENTRU SCHIMBUL SECURIZAT DE DATE OT/IT

NAMUR Open Architecture (NOA) este un concept introdus în 2016 și dezvoltat continuu de atunci. Acesta permite aplicațiilor IT să acceseze în siguranță datele din sistemele de control al proceselor – adică din inima producției chimice, petrochimice și farmaceutice – fără a compromite integritatea acestora. NOA separă domeniul clasic al automatizării de un nou domeniu de monitorizare și optimizare (M+O), mai strâns asociat cu lumea IT și IoT.

Un element central este utilizarea PA-DIM (Process Automation Device Information Model) ca implementare a modelului de informații NOA.

Acesta permite o descriere semantică standardizată a celor mai importante date ale dispozitivelor de teren, pe baza OPC UA – o transformare radicală pentru interoperabilitate și rezultatul colaborării dintre FDT Group, FieldComm Group, ISA 100 WCI, NAMUR, ODVA, OPC Foundation, PROFIBUS & PROFINET International, VDMA și ZVEI.

NOA PENTRU INSTALAȚIILE NOI (GREENFIELD) ȘI CELE EXISTENTE (BROWNFIELD)

NOA face posibile două abordări: în instalațiile noi (*greenfield*), care se bazează din ce în ce mai mult pe tehnologii moderne – precum abordarea modulară (Module Type Package, MTP) și dispozitivele de teren bazate pe Ethernet APL – schimbul mult mai rapid al unor volume mari de date poate fi extins către domeniul M+O.

În instalațiile existente (*brownfield*), datele de proces pot fi extrase ușor și în siguranță din sistemele de automatizare de bază și utilizate ulterior pentru aplicații de monitorizare și optimizare, în afara controlului proceselor.

Într-un proiect pilot desfășurat în parcul industrial Höchst, o instalație existentă este adaptată pentru NOA prin intermediul dispozitivelor de teren bazate pe 4–20 mA, care pot transmite date în exterior prin canalul NOA cu efort minim, utilizând HART, PROFIBUS și un gateway NOA. Această activitate face parte dintr-un

proiect de implementare NOA aflat în desfășurare, rezultat al colaborării dintre NAMUR și ZVEI. Rezultatele vor fi prezentate la adunarea generală a NAMUR din noiembrie 2025.

PROCESS-X: COLABORARE DIGITALĂ AUTOMATIZATĂ ÎNTRE COMPANII

Dacă NOA accelerează transformarea digitală în cadrul unei companii de producție, cum ar putea fi extins acest lucru la nivelul întregului lanț de aprovizionare, unde companiile colaborează digital într-un mod automatizat?

ZVEI a prezentat un exemplu revoluționar la târgul Hannover Messe din acest an: cazul de utilizare "Predictive Steam Production" (*gestionarea predictivă a producției de abur*) din inițiativa Process-X a NAMUR.

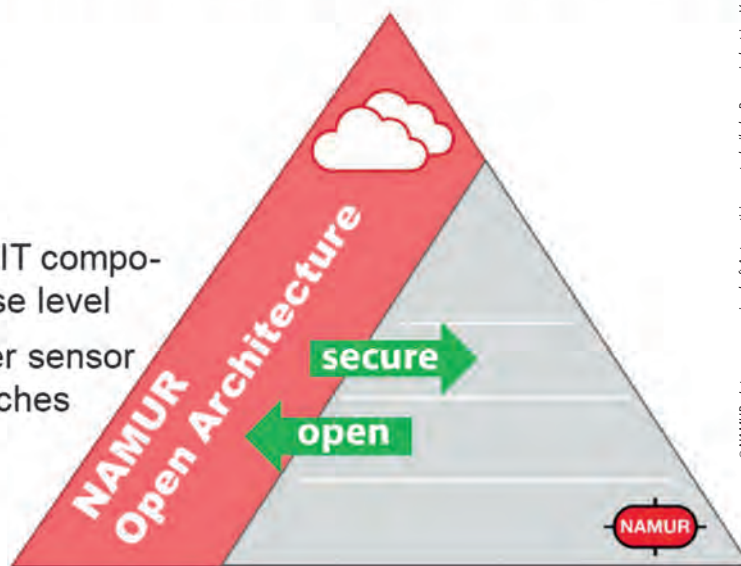
Prin conectarea inteligentă a companiilor energetice, a operatorului parcului industrial și a diversilor utilizatori de abur tehnologic de la fața locului, energia disponibilă, pe de o parte, și aburul necesar, pe de altă parte, pot fi armonizate în avans. ➤



NOA – NAMUR Open Architecture

Enhancement of existing approaches as a baseline for the efficient and flexible utilization of Industrie 4.0 with the process industry

- Additive to existing structures
- Open for new approaches within Industrie 4.0
- Based on existing standards
- Simple integration of fast changing IT components from field level up to enterprise level
- Significant improvements of cost per sensor due to open and integrative approaches
- No risk of availability and safety of installed base



© NAMUR – Interessengemeinschaft Automatisierungstechnik der Prozessindustrie e.V.

Această abordare contribuie la reducerea emisiilor de CO₂ și a costurilor.

Zonele de date (*data spaces*) oferă un mediu de încredere și constituie baza colaborării digitale între companii. Aici, organizațiile pot partaja informații în mod confidențial, securizat și standardizat, păstrând în același timp controlul deplin asupra propriilor date.

Aceasta înseamnă că datele nu sunt stocate centralizat într-un cloud, ci sunt schimbate direct între companii, fără ca firmele implicate să fie nevoite să dezvolte singure infrastructura necesară. Printre primii furnizori de zone de date s-au impus, de exemplu, Cofinity-X pentru inițiativa Catena-X din industria auto.

Însă chiar și fără un furnizor consacrat, companiile din industria de proces pot și ar trebui să creeze condițiile pentru partajarea automată a datelor la nivel intern. În plus față de NOA, acest lucru poate fi realizat printr-o infrastructură de administrare cu ancorarea semantică a parametrilor.

SISTEMUL DE ADMINISTRARE A ACTIVELOR (AAS)

Sistemul de administrare a activelor (AAS) a fost și este dezvoltat ca un geamăn digital, respectiv ca un sistem digital de gestionare a activelor industriale, în cadrul unei cola-

borări între platforma Industrie 4.0, numeroase instituții de cercetare, parteneri industriali și organisme de standardizare.

Asociația IDTA (Industrial Digital Twin Association) coordonează atât descrierea AAS, cât și dezvoltarea așa-numitelor submodele pentru AAS, care asigură interoperabilitatea datelor în cazuri de utilizare specifice. Un bun exemplu este submodelul ZVEI "Plăcuță de identificare digitală pentru echipamente industriale", utilizat și în proiectul KI-sy Twin.

AAS este un container digital pentru toate informațiile relevante despre un activ, structurat în submodele. Este modular, lizibil de mașini și se bazează pe submodele standardizate.

La fel ca modelul de informații NOA PA-DIM, utilizează ID-uri semantice, precum IEC CDD (Common Data Dictionary) sau eCI@ss, pentru a descrie datele în mod unic și poate folosi formate consacrate, cum ar fi JSON, XML și OPC UA.

Aceasta îl face ideal pentru extragerea în siguranță a datelor care anterior erau disponibile doar în sistemele de control al proceselor, dar nu puteau fi accesate din exterior fără eforturi considerabile. Acum, aceste date pot fi tratate ca date NOA din piramida de automatizare și partajate între companii prin intermediul AAS – fără traduceri sau mapare manuală a datelor.

PROIECTUL KI-SY TWIN:

comunicație de la un capăt la altul, de la dispozitivul de teren la cloud

În cadrul proiectului KI-sy Twin, Fraunhofer IFF și IOSB-INA, împreună cu parteneri din industrie, dezvoltă un nou demonstrator mobil pentru digitalizare. Hardware-ul industrial real din acest demonstrator este combinat cu modele de învățare automată, AAS și tehnologia zonelor de date, într-un sistem similar unui sistem de producție. AAS reprezintă interfața cheie.

Informațiile de la senzorii industriali și dispozitivele de teren care fac parte din sistemul de control, precum și de la senzorii nou adăugați, sunt transferate în format PA-DIM și mapate în AAS prin intermediul unui gateway NOA.

Pentru componentele la care acest lucru nu poate fi realizat automat – sau pentru comparație suplimentară – AAS-urile componentelor sunt generate cu ajutorul modelelor lingvistice mari (LLM). Acestea sunt folosite și pentru maparea structurii instalației sub forma unui AAS.

Toate componentele sunt integrate conform normelor de securitate, cu ajutorul unui firewall certificat IEC 62443 de la Moxa. Arhitectura instalației demo se bazează pe conceptul de securitate NOA.

MASSIVE SLUMP IN CHEMICAL PRODUCTION

Production trend

Index 2021=100, change in the first half of 2025 compared to 2018 in per cent



- The chemical industry is undergoing structural change.
- Compared to the pre-crisis year of 2018, production in the industry is down 15 % overall.
- The declines are even more severe in the chemical industry. Here, production is 20 % below the 2018 level.

© Verband der Chemischen Industrie e.V. (VCI)

Quelle: Destatis, VCI



Pe baza acestei imagini digitale, sunt conectate sisteme asociate producției, precum CAE, ERP și Datahub. Dacă se efectuează modificări în AAS – de exemplu, ca urmare a înlocuirii unui dispozitiv – aceste sisteme sunt notificate.

Ulterior, ele decid singure în ce măsură trebuie implicat utilizatorul sau dacă modificările pot fi aplicate automat.

Sven Schiffner, de la Institutul Fraunhofer pentru Operarea și Automatizarea Fabricilor (IFF) din Magdeburg, explică: "Pe baza implementărilor planificate în cadrul proiectului, este ușor să utilizați instrumente digitale chiar și în fabricile existente. Operatorii pot folosi mai eficient resursele umane valoroase și pot colecta cu ușurință date suplimentare prin integrarea de noi senzori. Creăm un limbaj comun pe care toate sistemele îl utilizează: AAS."

La adunarea generală NAMUR din noiembrie 2025, participanții la proiect vor prezenta provocările întâlnite și cele mai bune practici, oferind recomandări valoroase pentru inițiative similare.

Demonstratorul va fi expus în fața participanților, care vor avea ocazia să îl testeze direct.

SECURITATEA CA FACTOR STIMULATOR

Un concept de securitate bine gândit este o necesitate absolută pentru transformarea digitală a industriei de proces. Înainte de apariția NOA, ideea unei piramide deschise în automatizare era practic necunoscută. Cu un concept solid de securitate pentru NOA și prin integrarea AAS, cooperarea digitală între companii prin intermediul zonelor de date poate deveni realitate – fără riscuri incalculabile pentru producție.

CONCLUZII ȘI PERSPECTIVE

Combinăția de tehnologii precum NOA, AAS și modelele de informații standardizate constituie baza tehnică și semantică pentru digitalizarea scalabilă a industriei de proces. Aceasta permite reducerea emisiilor de CO₂, scăderea consumului de energie și conservarea resurselor, asigurând în același timp conformitatea inteligentă cu cerințele de reglementare.



În plus, oferă angajaților o platformă pentru partajarea automată a datelor, cunoștințelor și inovațiilor, ceea ce poate contribui semnificativ la creșterea productivității.

Aceasta este o oportunitate istorică pentru industria de proces din Germania – de la produse chimice și petrochimice, la produse farmaceutice și producția de alimente.

În Europa, și în special în Germania, există un ecosistem solid de asociații, instituții de cercetare și companii, precum și o rețea de experți care depun eforturi remarcabile pentru a dezvolta împreună noi standarde și tehnologii ce stabilesc repere globale.

Standardizarea și implementarea necesită în continuare o gândire mai ambițioasă. În acest context, raportul economic al VCI pentru 2030 este așteptat cu mare interes.

■ Moxa Europe GmbH

www.moxa.com



Va fi diamantul semiconductorul suprem?

Timp de peste patru decenii am fost martorul unor schimbări radicale în peisajul electronicii de putere: de la tranzistoarele bipolare, la MOSFET-uri și apoi la semiconductori cu bandă interzisă largă (WBG – Wide Band Gap), precum carbura de siliciu (SiC) și nitrura de galiu (GaN). Fiecare evoluție tehnologică a adus performanțe superioare, eficiență crescută și miniaturizarea sistemelor de alimentare. Astăzi, însă, ne aflăm în pragul a ceea ce ar putea fi următorul salt cuantic în performanța dispozitivelor de putere, către legendara eficiență de 99,99%: utilizarea diamantului sintetic ca material semiconductor – un concept cu adevărat fascinant pentru inginerii electroniști din domeniul electronicii de putere.

Autor: **Patrick Le Fèvre**, Chief Marketing and Communications Officer, **Powerbox**

P R
B X

ESTE REALISTĂ UTILIZAREA DIAMANTELOR ÎN SEMICONDUCTORI?

Ideea poate părea exotică – dacă nu chiar exagerată. Până la urmă, diamantele sunt asociate, de obicei, cu bijuterii sau cu aplicații industriale precum abrazivele și utilajele pentru tăiere, găurire, șlefuire și lustruire, ori cu experimente de laborator la presiune ridicată – dar cu greu cu sistemele de conversie a puterii sau cu amplificatoarele de radiofrecvență.

Cu toate acestea, comunitatea științifică a recunoscut de mulți ani diamantul ca fiind cel mai bun material pentru disiparea căldurii, având o conductivitate termică net superioară materialelor convenționale,

precum siliciul. Totuși, duritatea intrinsecă și complexitatea procesării l-au făcut, mult timp, inadecvat pentru utilizarea în tehnologia semiconductorilor.

Înainte de a analiza performanțele și beneficiile, este necesar să prezentăm un rezumat al evoluției utilizării diamantului în aplicațiile tehnologice. Povestea începe în 1954, când General Electric (GE) a produs primul diamant sintetic prin metoda HPHT (High Pressure High Temperature), marcând astfel prima fabricare artificială a diamantelor. Ulterior, în anii 1980, a urmat extinderea experimentală a metodei de depunere chimică din fază de vapori (CVD), iar în anii 1990 au fost explorate procesele

de dopare. După această etapă, cercetătorii și dezvoltatorii implicați în domeniu și-au aprofundat cunoștințele legate de caracterizarea, fabricarea și prelucrarea diamantelor sintetice.

Progresele recente în știința materialelor și în tehnicile de fabricație transformă însă rapid diamantul sintetic într-un potențial concurent pentru viitorul semiconductorilor. În continuare, vom examina de ce diamantul este considerat un material al superlativelor, cum se compară cu semiconductorii WBG consacrați (SiC și GaN) și care sunt obstacolele rămase până la atingerea maturității comerciale.

SCARA EVOLUȚIEI TEHNICE

Evoluția electronicii de putere poate fi comparată cu o scară, unde fiecare treaptă reprezintă un salt tehnologic major, de la stadiul de cercetare până la implementarea pe piață, cu impact direct asupra performanței. În acest context, semiconductorii pe bază de diamant ar putea fi următorul pas înainte, deși mulți îi consideră încă o provocare dificil de transpus în realitate.

Este esențial de menționat că nici SiC, nici GaN nu au cunoscut succesul peste noapte. Îmi amintesc că atunci când diodele de putere din SiC au apărut pe piață, la sfârșitul anilor '90, erau costisitoare, dificil de fabricat și ridicau semne de întrebare legate de fiabilitate. În schimb, călătoria comercială a GaN a început ceva mai târziu, fiind adoptată inițial în aplicații RF, pentru ca mai apoi să evolueze spre tranzistoare de putere de înaltă eficiență, utilizate astăzi în orice, de la încărcătoare rapide până la surse de alimentare pentru centre de date.

Nu există nicio îndoială că tehnologia convențională bazată pe siliciu este bine consolidată și continuă să se perfecționeze prin integrarea unor inovații constante. Totuși, succesul SiC și GaN a fost alimentat de nevoia industriei de a obține tensiuni mai ridicate, o eficiență sporită și frecvențe de comutare mai mari, toate acestea contribuind la reducerea dimensiunilor echipamentelor finale. Astăzi, atât SiC, cât și GaN sunt utilizate pe scară largă, de la vehicule electrice până la invertoare solare.

Aceste materiale WBG au adus avantaje semnificative în ceea ce privește dimensiunea, greutatea și puterea (SWaP – Size, Weight and Power), iar rezultatele sunt vizibile în produsele de zi cu zi: adaptoare USB compacte, extrem de eficiente energetic și surprinzător de puternice.

GaN a adus beneficii majore în comutarea la frecvențe înalte, datorită mobilității ridicate a electronilor și capacității reduse. În paralel, SiC și-a câștigat un rol solid în aplicațiile de medie și înaltă tensiune, înlocuind IGBT-urile și MOSFET-urile din siliciu în domenii precum vehiculele electrice și acționările industriale. Totuși, atât SiC, cât și GaN au propriile limite. Anumite aplicații care operează la temperaturi extreme sau în medii solicitante necesită niveluri superioare de performanță și robustețe. În aceste cazuri, diamantul nu doar că depășește materialele existente, ci introduce un set de proprietăți cu adevărat inovatoare.

AVANTAJELE DIAMANTULUI LA PRIMA VEDERE

Pentru a înțelege potențialul acestui material, este necesar să pornim de la știința materialelor. În tehnologia semiconductorilor, performanța unui material utilizat în aplicații de mare putere, frecvență înaltă sau temperatură ridicată este determinată de proprietățile sale fizice fundamentale. În tabelul din figura 1, care prezintă siliciul, carbura de siliciu, nitrura de galiu și diamantul, am selectat patru parametri esențiali. Aceștia simplifică procesul de comparare a performanțelor și beneficiilor fiecărui material.

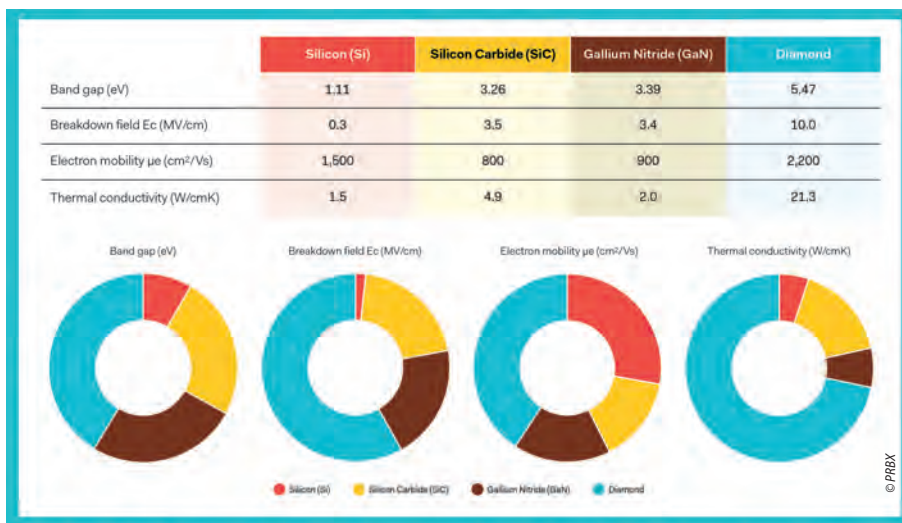


Figura 1 Proprietățile materialelor definesc performanța.

BANDA INTERZISĂ

Band gap-ul reprezintă un parametru fundamental al materialelor semiconductoare, deoarece indică abilitatea lor de a conduce electricitatea. El constituie un criteriu esențial pentru evaluarea adaptabilității unui material la aplicații ce implică temperaturi ridicate sau niveluri mari de energie. O bandă interzisă mai largă semnalează o rezistență superioară la scurgeri și la fenomenul de străpungere electrică, aspect critic în aplicațiile aflate în condiții extreme. Din acest punct de vedere, diamantul depășește net toate celelalte materiale. Cu o bandă interzisă de 5,5 eV, el permite realizarea de dispozitive capabile să funcționeze la tensiuni și temperaturi mult mai ridicate.

CÂMP ELECTRIC DE STRĂPUNGERE

Câmpul electric de străpungere reprezintă măsura rezistenței unui material la stresul electric înainte de apariția conductivității nedorite. Este important de subliniat că valori ridicate ale acestui parametru sunt critice pentru dispozitivele destinate să funcționeze la tensiuni înalte, în special în electronica de putere.

Aceasta deoarece performanța optimă în condiții de sarcini electrice extreme depinde direct de robustețea materialului în fața fenomenului de străpungere.

În cazul diamantului, câmpul electric critic teoretic atinge aproape 10 MV/cm, de aproximativ trei ori mai mare decât cel al GaN sau SiC și de peste 30 de ori mai mare decât al siliciului.

Această caracteristică permite realizarea de dispozitive mai subțiri pentru aceeași tensiune nominală, ceea ce reduce rezistența și sporește eficiența.

Totodată, deschide posibilitatea dezvoltării unor dispozitive capabile să opereze la 10 kV,

20kV sau chiar 50kV, cu impact revoluționar asupra sistemelor de transport HVDC, rețelor feroviare electrificate și infrastructurilor energetice interconectate.

MOBILITATEA ELECTRONILOR

Mobilitatea electronilor este definită ca viteza cu care aceștia se deplasează sub acțiunea unui câmp electric. Este un parametru esențial pentru comutația electronică și propagarea rapidă a semnalelor. O mobilitate mai ridicată se traduce printr-o performanță superioară atât în circuitele digitale, cât și în dispozitivele analogice de înaltă frecvență. Deși GaN și diamantul prezintă valori similare ale mobilității electronilor, dispozitivele realizate pe bază de diamant beneficiază de viteze de saturație mai mari. Acest avantaj permite comutarea extrem de rapidă, cu rezistență de conducție (RON) redusă și pierderi minime.

Rezultatul direct este posibilitatea atingerii unor frecvențe de comutare mult mai ridicate, ceea ce contribuie la miniaturizarea suplimentară a componentelor magnetice, precum transformatoarele și inductoarele. ➤



EVALUAREA CONDUCTIVITĂȚII TERMICE

Conductivitatea termică reprezintă proprietatea unui material de a transfera căldură. În electronica de putere, o conductivitate termică ridicată este un parametru fundamental, deoarece asigură disiparea eficientă a energiei termice, prevenind supraîncălzirea și contribuind la fiabilitatea și durata de viață a dispozitivelor. Diamantul se remarcă printr-o conductivitate termică excepțională, de aproximativ 20 W/cm·K, cea mai mare dintre toate materialele cunoscute, ceea ce îl transformă într-un material ideal pentru disiparea căldurii – una dintre cele mai mari provocări în proiectarea sistemelor electronice.

Gestionarea termică este recunoscută ca unul dintre factorii cei mai costisitori și restrictivi în dezvoltarea sistemelor de înaltă performanță. Spre exemplu, tehnologiile GaN necesită adesea substraturi exotice, iar SiC are și el constrângeri similare, pentru a evita supraîncălzirea. În schimb, capacitatea fără egal a diamantului de a disipa căldura ar putea permite funcționarea dispozitivelor la temperaturi ce depășesc 400°C fără degradare semnificativă, deschizând calea către sisteme mai compacte și mai robuste, în special pentru aplicații aerospațiale și pentru medii cu temperaturi extreme.

UNDE NE AFLĂM ASTĂZI?

Deși interesul pentru semiconductori pe bază de diamant este tot mai mare, aceștia nu au ajuns încă la stadiul de producție de serie. În ultimul deceniu însă, au fost realizate progrese importante, în special în domeniul fabricării diamantelor sintetice prin depunere chimică în vapori (CVD – Chemical Vapor Deposition). Această tehnologie permite obținerea de plachete monocristaline de diamant, cu suprafață mare și puritate foarte ridicată – o condiție esențială pentru realizarea de dispozitive semiconductoare fiabile. În prezent, diodele Schottky și tranzistoarele de putere FET pe bază de diamant au fost deja testate în laboratoare, demonstrând caracteristici promițătoare. Cu toate acestea, comercializarea pe scară largă se află încă într-o etapă incipientă, fiind constrânsă de costurile ridicate de fabricație, densitatea defectelor, dificultățile de control al dopajului și provocările de scalabilitate. Chiar și așa, cele mai recente rezultate din cercetare sunt încurajatoare și arată o direcție clară de evoluție.

CÂTEVA EVOLUȚII NOTABILE

Privind retrospectiv, am aceeași senzație ca atunci când SiC și GaN se aflau încă în faza de cercetare. În calitate de inginer în domeniul electronicii de putere, studiam numeroase

lucrări despre tehnologiile cu bandă interzisă largă și potențialul lor, scriam articole și le prezentam la conferințe pentru a-mi împărtăși entuziasmul în comunitatea de specialitate. Douăzeci de ani mai târziu, acele promisiuni s-au transformat într-o realitate comercială.

Astăzi, după mulți ani de cercetare fundamentală, utilizarea diamantului în industria

semiconductorilor pășește într-o nouă etapă: preindustrializarea și dezvoltarea unui ecosistem capabil să susțină apariția viitoarelor produse comerciale.

Este dificil, dacă nu chiar imposibil, să enumerăm toate realizările majore obținute în ultima perioadă în domeniul semiconductoarelor pe bază de diamant.

Figura 2



Figura 3



Totuși, în calitate de cetățean francez care lucrează pentru o companie europeană deținută de grupul japonez COSEL, voi menționa câteva proiecte notabile din Japonia și Franța (UE), conștient fiind că evoluții similare au avut loc și în Statele Unite.

EVOLUȚII RECENTE ÎN JAPONIA

În Japonia, se știe că primul circuit de putere care a integrat semiconductori sintetici pe bază de diamant a fost dezvoltat de o echipă de cercetare universitară. Investigând ipoteza că semiconductorii din diamant ar putea depăși performanțele siliciului și ale altor materiale actuale, profesorul Makoto Kasu și echipa sa de la Universitatea Saga au demarat cercetări dedicate și au reușit să dezvolte un tranzistor MOSFET cu canal n funcțional, realizat pe bază de diamant.

Un alt moment de referință pentru industria japoneză a semiconductoarelor a fost închiderea centralei nucleare Fukushima Daiichi, determinată de tsunami-ul care a urmat marelui cutremur din estul Japoniei, la 11 martie 2011. În cadrul procesului de dezafectare a reactoarelor, în 2012 a fost lansată o inițiativă de cercetare cu scopul de a dezvolta semiconductori pe bază de diamant capabili să funcționeze în condițiile extreme ale centralei avariate, contaminate cu radiații intense. Această inițiativă a fost posibilă datorită colaborării dintre organizații de prestigiu precum AIST, Agenția Japoneză pentru Energie Atomică (JAEA), Universitatea Hokkaido și Organizația de Cercetare a Acceleratoarelor de Energie Înalță (KEK). Obiectivul a fost clar: dezvoltarea unor sisteme de monitorizare bazate pe semiconductori din diamant, capabile să reziste la

niveluri ridicate de radiații și să furnizeze date detaliate, inclusiv privind doza de neutroni asupra resturilor de combustibil. Acest demers urmărea să asigure un proces de planificare mai sigur și mai eficient pentru îndepărtarea resturilor.

În cadrul acestui proiect, Ookuma Diamond Device Co., Ltd., un start-up fondat în comun de Universitatea Hokkaido și Institutul Național de Știință și Tehnologie Industrială Avansată (AIST), a creat un sistem integrat pe verticală pentru fabricarea semiconductoarelor din diamant. Acesta acoperă întregul flux – de la proiectarea substratului până la asamblarea primului circuit amplificator diferențial din lume pe bază de semiconductori din diamant, confirmat pentru funcționare de lungă durată la temperaturi ridicate (300°C). Rezultatele acestui proces sunt ilustrate în figurile 2 și 3.

La începutul anului 2025 au fost raportate progrese semnificative în domeniul tehnologiei avansate a semiconductoarelor. Institutul Național de Știință și Tehnologie Industrială Avansată (AIST), în colaborare cu Honda R&D, a fabricat cu succes un prototip de MOSFET din diamant cu terminație H. Această realizare marchează prima demonstrație a comutației de mare viteză la nivel de amperi, un pas major în cercetarea și dezvoltarea semiconductoarelor. Echipa condusă de Keita Takaesu et al. a reușit să mărească dimensiunea substratului și să dezvolte o tehnologie de cablare paralelă pentru creșterea curentului (DOI: 10.35848/1882-0786/adba3a). În continuare, cercetătorii intenționează să aplice această tehnologie la dispozitivele mobile de putere de nouă generație.

În prezent, ei se află în faza de verificare și validare a rezultatelor preliminare, care ar putea deschide calea către MOSFET-uri din diamant cu curenți și mai mari.

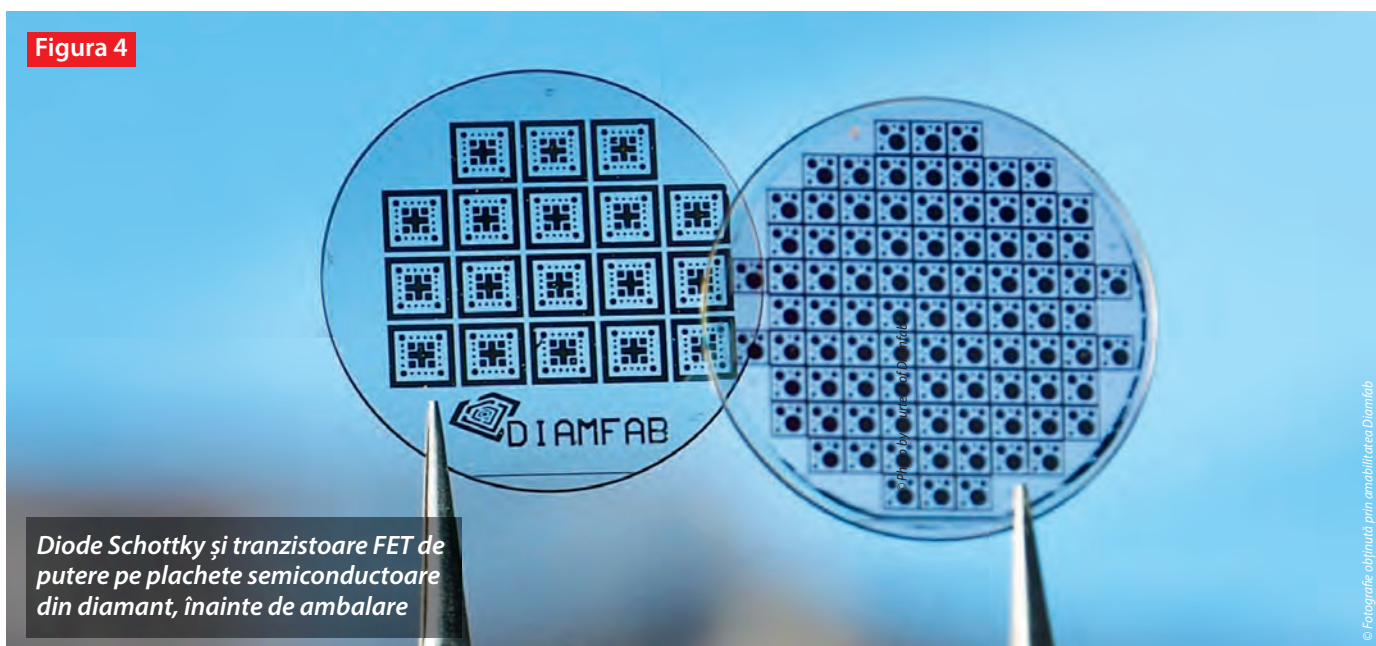
EVOLUȚII RECENTE ÎN EUROPA

Au fost derulate mai multe proiecte relevante, însă merită menționat în special programul-cadru pentru cercetare și inovare Orizont 2020, lansat în ianuarie 2014. Obiectivele acestuia au fost de a consolida bazele științifice și tehnologice ale Uniunii Europene, de a crea un Spațiu european de cercetare bazat pe libera circulație a cercetătorilor și a cunoștințelor și de a orienta UE către o societate a cunoașterii și o economie competitivă.

În cadrul programului Orizont 2020, un subproiect intitulat *“Green Electronics with Diamond Power Devices”*, coordonat de Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) din Franța, a avut ca scop explorarea potențialului și a fezabilității tehnologiei pe bază de diamant. În acest scop a fost format un consorțiu internațional care a reunit experți în proiectarea dispozitivelor de putere, creșterea și caracterizarea diamantelor, ambalare și testare, precum și un utilizator final inovator. Majoritatea partenerilor erau deja activi și în domeniul tehnologiilor SiC sau GaN, ceea ce a permis proiectului să beneficieze de experiența și realizările acumulate anterior în dezvoltarea semiconductoarelor cu bandă interzisă largă.

Printre rapoartele notabile publicate în cadrul acestui proiect și ca parte a etapei următoare, merită menționată compania franceză Diamfab, fondată în martie 2019 de către CEO-ul Gauthier Chicot și CTO-ul Khaled Driche, găzduită la Institut Néel-CNRS. ➤

Figura 4



Diode Schottky și tranzistoare FET de putere pe plachete semiconductoare din diamant, înainte de ambalare



De la înființare, Diamfab a construit o rețea solidă de colaborări care contribuie la progresul tehnologic în domeniul sintezei diamantelor și la dezvoltarea unor componente de ultimă generație, precum diodele Schottky și tranzistoarele MOSFET (Figura 4).

În ceea ce privește cercetarea, merită menționată colaborarea dintre Institutul Néel (CNRS), Laboratorul de Plasmă și Conversie a Energiei (LAPLACE, CNRS/Toulouse INP/Universitate) și DIAMFAB, care au proiectat un tranzistor JFET din diamant capabil să atingă un volum record de conducție a curentului de 50 mA.

Componenta utilizează conducția în volum, fiind realizată din straturi omogene de diamant dopat cu bor, lipsite de defecte dăunătoare. Acest progres a permis creșterea

volumului activ al tranzistorului și al porții sale, până la 14,7 mm, cu 24 de "degete" paralele (*fingers*) pentru contactare. Dispozitivul nu mai este doar un demonstrator miniatural, ci o componentă cu utilizare reală, care oferă perspective promițătoare pentru tehnologia tranzistoarelor din diamant (figura 5).

VIZIUNE: POTENȚIALUL DIAMANTULUI ÎN ELECTRONICĂ DE PUTERE

Imaginați-vă invertoare pentru vehicule electrice cu o eficiență de 99,9%, capabile să comute la 1 MHz fără a necesita sisteme de răcire voluminoase. Sau module de alimentare spațiale ultra-compacte, capabile să reziste la temperaturile extreme și la radiațiile întâlnite pe Lună sau Marte. Gândiți-vă, de asemenea, la rețele inteligente

care operează la 100 kV, cu senzori încorporați alimentați de circuite integrate din diamant. Astfel de scenarii pot părea futuriste – dar la fel păreau și soluțiile pe bază de SiC și GaN acum 25 de ani.

Dacă progresele vor continua în același ritm, semiconductorii din diamant ar putea deveni, în următoarele două decenii, platforma de referință pentru aplicațiile de foarte mare putere și fiabilitate ridicată. Atât guvernele, cât și companiile private investesc masiv în cercetare și dezvoltare, considerând diamantul o tehnologie strategică cu implicații majore în domeniul energiei și al apărării.

CONCLUZIE:

NU DOAR O SCÂNTEIE, CI UN FAR

În lumea semiconducturilor, materialul stabilește limitele – iar diamantul le redefineste. Chiar dacă disponibilitatea comercială se află încă la câțiva ani distanță, nivelul de performanță pe care îl promite diamantul este un prag prea important pentru a fi ignorat. Pe măsură ce electronica de putere continuă să ceară eficiență sporită, tensiuni mai mari și factori de formă mai compacti, industria trebuie să rămână atentă la această adevărată "bijuterie" a materialelor. La fel cum am făcut tranziția de la siliciu la SiC cu bandă interzisă largă și GaN, pentru a permite progrese majore în mobilitatea electrică și în sursele regenerabile de energie, următoarea frontieră ar putea fi deschisă de cea mai dură formă a carbonului – diamantul – pregătind terenul pentru cea mai avansată platformă de semiconductori de putere.

Și, la fel ca în valurile anterioare de inovație, noi, profesioniștii din domeniu, trebuie să fim pregătiți – nu doar din punct de vedere tehnic, ci și prin imaginație și curiozitate.

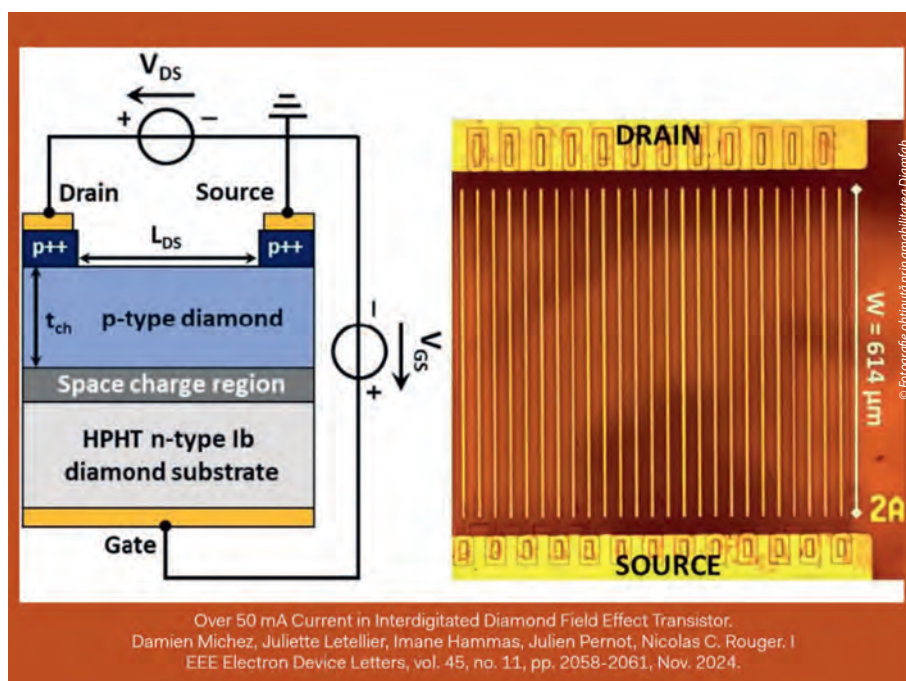


Figura 5

(Stânga) Schema în secțiune transversală a unui tranzistor JFET elementar din diamant, împreună cu configurația de măsurare electrică. (Dreapta) Imagine prin microscopie optică a unui tranzistor JFET din diamant cu structură interdigitată, la finalul procesului de fabricație.

■ Powerbox (PRBX)

www.prbx.com

P R
B X

Referințe:

Powerbox (PRBX): <https://www.prbx.com>

SAGA University: <https://www.saga-u.ac.jp/en>

Ookuma Diamond Device Co., Ltd.: <https://ookuma-dd.com/en>

Honda R&D: <https://global.honda/en/RandD>

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST): https://www.aist.go.jp/index_en.html

Ampere-class double pulse testing of half-inch H-terminated diamond MOSFET chip

Applied Physics Express 18, 036502 (2025): <https://doi.org/10.35848/1882-0786/adba3a>

CNRS - Institut Néel: <https://neel.cnrs.fr/en/institut-neel>

Laboratoire Plasma et Conversion d'Energie: <https://www.laplace.univ-tlse.fr/en/home>

DIAMFAB: <https://diamfab.com>

Over 50 mA current in interdigitated diamond field effect transistor

Damien Michez et al. – IEEE Electron Device Letters, 2024, 45 (11), pp.2058-2061. {10.1109/LED.2024.3453504}.

<https://hal.science/hal-04687646v1>



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

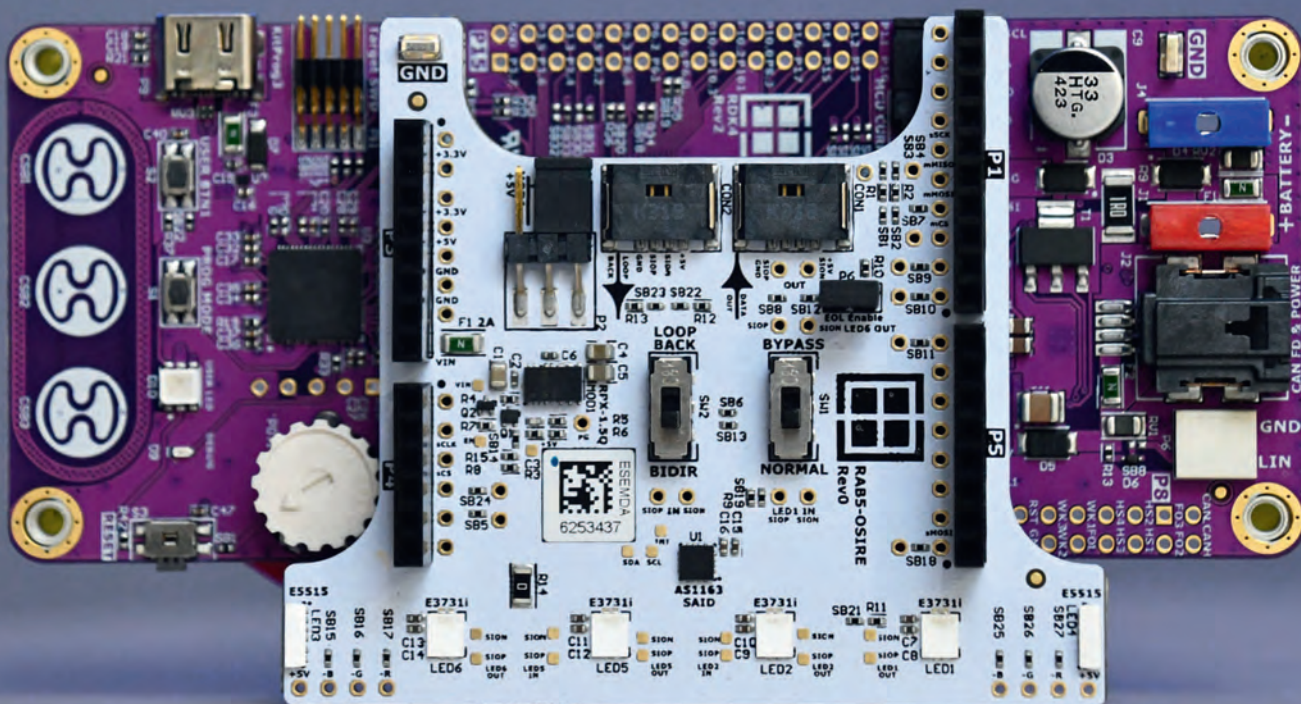


AIR KNIFE
DRYER



RINSE
CONTROL

Platforme LED RGB inteligente pentru inovații în sectorul auto și cel industrial



Articolul analizează modul în care combinația dintre seria de LED-uri OSIRE® de la ams OSRAM și strategia de dezvoltare modulară a Rutronik, prin utilizarea plăcii adaptoare RAB5 OSIRE, creează o platformă robustă pentru ca dezvoltatorii să implementeze sisteme de iluminat scalabile și inteligente în domeniile auto și industrial.

Autor:

Stephan Menze, Head of Global Innovation Management, **Rutronik**



Pe măsură ce sistemele embedded evoluează către un nivel mai ridicat de inteligență și conectivitate, rolul tehnologiei bazate pe LED-uri a crescut semnificativ. Acestea nu mai sunt doar surse de lumină, ci au devenit componente indispensabile în interfețele om-mașină, sistemele de siguranță și mediile adaptive. De la cabina autovehiculului până la podeaua fabricii inteligente, iluminatul devine programabil, receptiv și profund integrat în arhitecturile de sistem.

ROLUL TOT MAI IMPORTANT AL LED-URILOR ÎN SISTEMELE EMBEDDED

Astăzi, piața LED-urilor acoperă o gamă largă de aplicații. De exemplu, iluminatul

ambiental din interiorul autovehiculelor a devenit un element definitoriu al experienței utilizatorului. LED-urile sunt folosite pentru a crea medii atractive vizual, plăcute estetic și adaptabile funcțional. Zonele de iluminat pot răspunde dinamic la modulurile de conducere, preferințele utilizatorului sau condițiile de mediu, ceea ce necesită un grad ridicat de programabilitate și integrare.

În mediul industrial, sistemele cu LED-uri contribuie la eficiența operațională prin integrarea în liniile de producție inteligente. Iluminarea adaptivă poate răspunde în timp real la datele furnizate de senzori, sporind siguranța și reducând consumul de energie. Aceste aplicații sunt aliniate la principiile

Industriei 4.0 și, în perspectivă, ale Industriei 5.0, unde LED-urile trebuie să funcționeze fiabil în condiții diverse și să se interconecteze perfect cu infrastructurile IIoT. Integrarea LED-urilor în astfel de sisteme presupune provocări precum menținerea unei performanțe constante, realizarea unei calibrări precise a culorilor și scalarea în instalații complexe. Seria OSIRE® de la ams OSRAM răspunde acestor provocări prin combinarea preciziei, inteligenței și robusteții.

OSIRE® – LED-URI RGB INTELIGENTE PENTRU APLICAȚII COMPLEXE

Dezvoltată atât pentru domeniul auto, cât și pentru cel industrial, seria de LED-uri OSIRE® permite adresarea individuală a

fiecărei unități, oferind un control precis asupra culorii, luminozității și efectelor dinamice de iluminare. Această funcționalitate susține scenarii avansate de iluminare, determinate fie de interacțiunea cu utilizatorul, fie de feedback-ul primit din mediu. Fiecare LED integrează un senzor de temperatură care menține stabilitatea culorii prin compensarea activă a variațiilor termice pe canalele RGB. Această caracteristică este esențială atât în interiorul autovehiculelor, cât și în echipamentele industriale, unde condițiile fluctuante pot compromite calitatea proceselor. Concepută pentru scalabilitate, seria OSIRE® permite conectarea a până la 1.000 de LED-uri pe un singur bus de comunicații. Împreună cu certificarea AEC-Q, gama este ideală pentru aplicații critice și de mare anvergură, unde fiabilitatea și configurabilitatea sunt obligatorii.

RAB5: O PLATFORMĂ DE DEZVOLTARE FLEXIBILĂ PENTRU LED-URILE OSIRE

Placa adaptoare RAB5 de la Rutronik funcționează ca o interfață de evaluare modulară, simplificând prototiparea și integrarea LED-urilor OSIRE®. Datorită compatibilității cu conectorii Arduino, poate fi conectată direct la diverse plăci de bază și adaptoare, precum platforma RDK4. Această modularitate sprijină dezvoltarea și testarea scalabilă într-un spectru larg de aplicații.

RAB5 include funcții integrate precum compensarea temperaturii, diagnosticarea și auto-adresarea. Un protocol de comunicație deschis garantează că dezvoltatorii nu sunt limitați la ecosisteme proprietare, iar interfața grafică oferită de ams OSRAM simplifică programarea și controlul în timp real al fiecărui LED.

SINERGIE CU RDK4 ȘI MICROCON- TROLERUL PSOC™ AL INFINEON

În combinație cu placa de bază RDK4 de la Rutronik, care integrează microcontrolerul auto Infineon PSOC™ 4100S Max, RAB5 devine o soluție puternică de prototipare. Această configurație oferă comunicații robuste, consum redus de energie și un nucleu Arm® Cortex®-M0+ rentabil pentru control în timp real și procesare de date.

Platforma este ideală pentru elemente HMI, sisteme de control al motoarelor cu iluminare integrată și soluții de semnalizare inteligentă. Dezvoltatorii beneficiază de un flux de lucru simplificat, de funcții de simulare realistă și de o cale rapidă către validare – toate esențiale pentru reducerea timpului de lansare pe piață și asigurarea conformității.

DINCOLO DE INDUSTRIA AUTO: EXTINDERE ÎN APLICAȚII INDUSTRIALE ȘI DE CONSUM

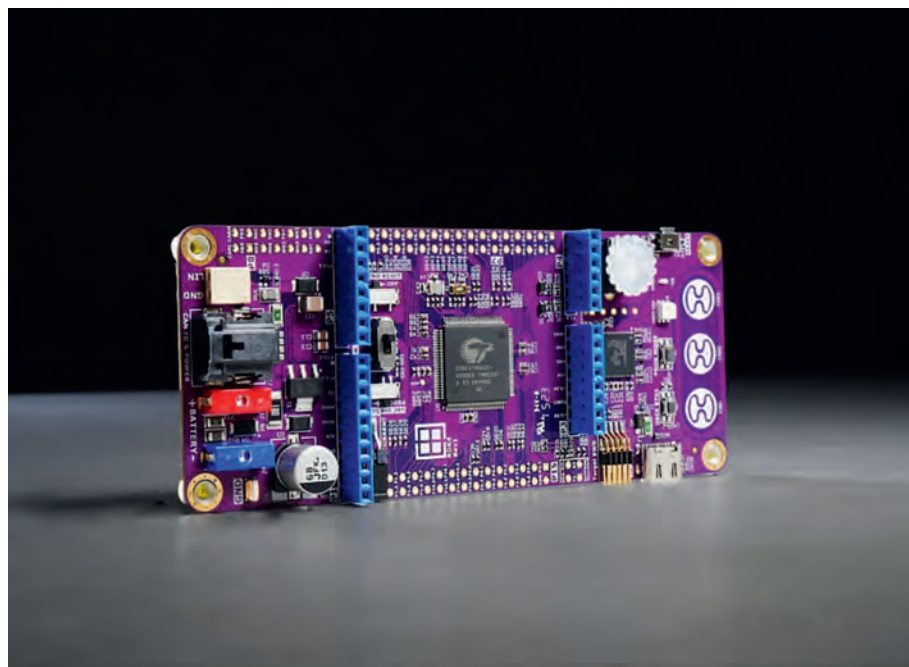
Deși a fost proiectată inițial pentru iluminatul auto, platforma OSIRE® împreună cu RAB5 se potrivește perfect și pentru dispozitive inteligente pentru locuințe, sisteme feroviare și aplicații industriale HMI. Programabilitatea și modularitatea lor permit dezvoltatorilor să realizeze interfețe și sisteme de iluminat RGB dinamice, care reflectă stările operaționale sau comenzile utilizatorului.

Întrucât toate componentele – inclusiv driverele, convertoarele și conectorii – fac parte din portofoliul unificat Rutronik, dezvoltatorii beneficiază de o aprovizionare simplificată și de compatibilitate garantată pe tot parcursul procesului de proiectare a sistemului.

Combinăția dintre seria OSIRE® de la ams OSRAM și ecosistemul de dezvoltare al Rutronik oferă o platformă fiabilă și scalabilă pentru implementarea iluminatului inteligent în diverse domenii.

Punând accent pe programabilitate, compatibilitate și performanță, aceste soluții conturează deja generația următoare de tehnologii embedded pentru iluminat.

Piața globală a LED-urilor continuă să se extindă, impulsionată de inovațiile din electronica embedded și de cererea tot mai mare pentru iluminat inteligent și eficient energetic. În sectorul auto, LED-urile nu mai reprezintă doar un element de design: ele îmbunătățesc experiența la volan, oferă semnale vizuale de siguranță și susțin noile interfețe pentru utilizator.



PROIECTARE MAI INTELIGENTĂ ȘI DEZVOLTARE ACCELERATĂ

Mediul de dezvoltare RAB5 OSIRE a fost creat pentru a răspunde cerințelor tot mai complexe ale inginerilor electroniști, oferind atât rafinament tehnic, cât și utilitate practică. Documentația detaliată, interfața grafică (GUI) intuitivă și conexiunile hardware flexibile permit dezvoltare rapidă, personalizare și prototipare eficientă.

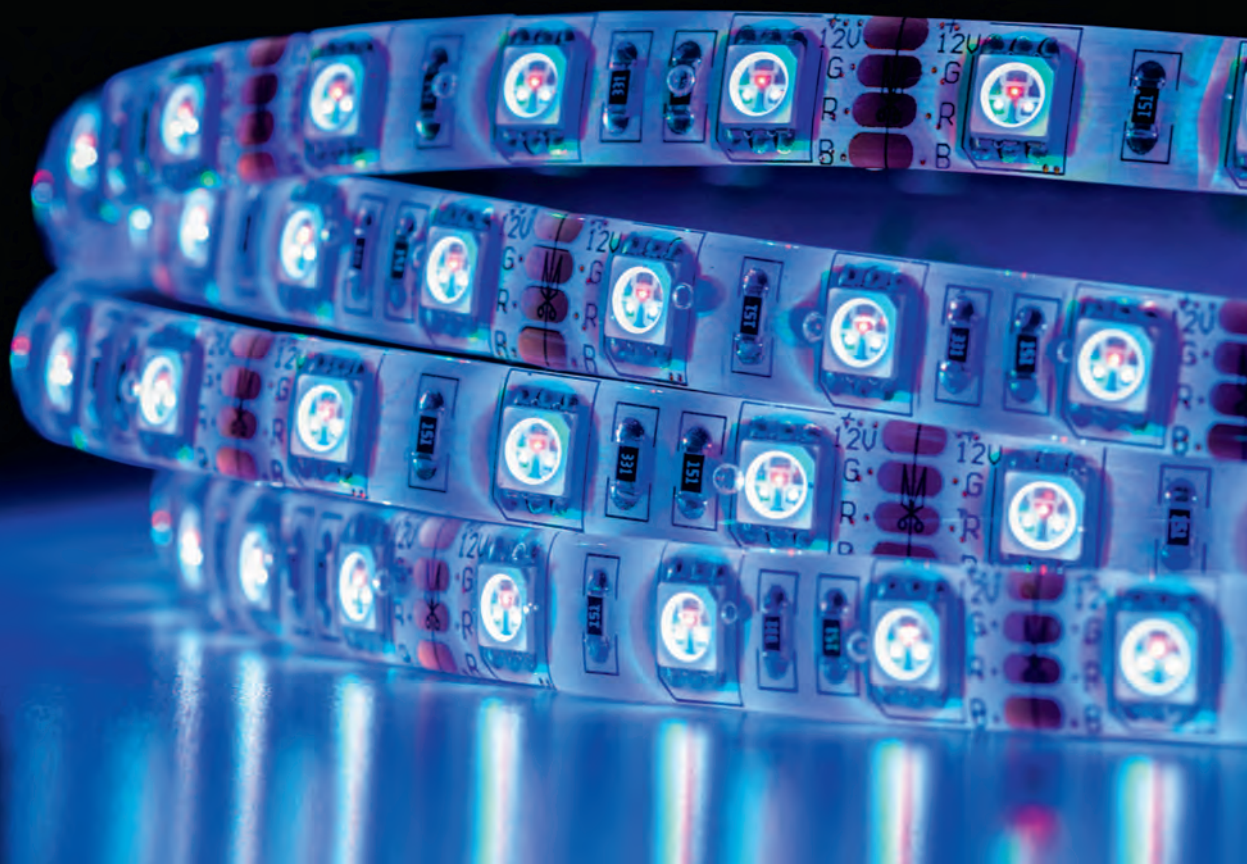
Prin simplificarea integrării și sprijinirea unei dezvoltări modulare, platforma stimulează inovația fără a compromite calitatea, conformitatea sau performanța cerută de sistemele embedded profesionale.

Pe măsură ce industriile adoptă tot mai mult automatizarea, personalizarea și infrastructurile interconectate, sistemele avansate bazate pe LED-uri devin esențiale.

Fie că luminează panourile de uși, tablourile de bord sau comenzile tactile, LED-urile consolidează identitatea mărcii și sporesc interacțiunea cu utilizatorul.

CONCLUZIE: ILUMINAT INTELIGENT PENTRU UN VIITOR CONECTAT

În paralel, aplicațiile industriale pentru LED-uri avansează în același ritm. În liniile de producție automatizate și în fabricile inteligente, sistemele de iluminat adaptiv reacționează în timp real la starea utilajelor, la prezența operatorilor și la condițiile de mediu. Acest răspuns dinamic optimizează productivitatea și reduce consumul de energie, contribuind la un mediu de producție mai sustenabil. LED-urile din seria OSIRE®, joacă un rol central în realizarea acestor soluții de iluminat adaptive. ➤



LED-urile OSIRE® sunt proiectate pentru a răspunde acestor cerințe complexe. Funcționalitățile lor inteligente depășesc simpla iluminare: algoritmi integrați controlează luminozitatea și tranzițiile de culoare, menținând coerența vizuală pe toate dispozitivele dintr-un lanț.

Dezvoltatorii pot programa efecte precum tranziții cromatice, modele de impulsuri sau sincronizarea între mai multe unități, fie prin interfața grafică, fie prin integrarea directă în software. Astfel, devine posibilă crearea unor profiluri de iluminare extrem de personalizate, aplicabile atât la iluminatul ambiental în vehicule, cât și la indicatoarele de stare din mediile industriale. Posibilitatea de a conecta până la 1.000 de LED-uri pe un singur bus este extrem de valoroasă în instalațiile de mari dimensiuni, unde complexitatea cablajului și latența trebuie reduse la minimum. Aceasta este posibilă datorită unui protocol de comunicație eficient și deschis, care suportă auto-adresarea și diagnosticarea în timp real.

Prin aceste caracteristici, platforma OSIRE® poate fi utilizată cu ușurință atât pentru prototipuri simple, cât și pentru sisteme comerciale complet integrate.

Filozofia de proiectare a Rutronik System Solutions pune accent pe modularitate și simplitatea utilizării. Placa adaptoare RAB5, construită pe baza LED-urilor OSIRE®, ilustrează perfect această abordare. Iar atunci când este combinată cu placa de bază RDK4, dezvoltatorii dispun de un mediu complet, bazat pe microcontrolere, propulsat de dispozitivul Infineon PSOC™ 4100S Max. Acest microcontroler reușește să echilibreze costul și performanța, fiind ideal pentru aplicații care necesită control în timp real, procesare a semnalelor și diagnosticare avansată a sistemului.

Acest ecosistem de dezvoltare a fost gândit pentru a sprijini o gamă largă de proiecte – de la iluminarea ambientală a vehiculelor electrice, până la panourile de control ale utilajelor industriale. Interfața compatibilă cu Arduino permite integrarea rapidă a modulelor sau senzorilor suplimentari, în funcție de necesități.

Fie că este vorba despre experimentarea comportamentului luminii RGB, evaluarea răspunsului la variațiile de temperatură sau simularea condițiilor de implementare din lumea reală, platforma este pregătită să susțină fluxuri de lucru de inginerie complexe și sofisticate.

Odată cu creșterea cererii pentru proiecte centrate pe utilizator, atât în domeniul auto, cât și în cel industrial, LED-urile sunt tot mai des privite ca un element strategic de design, și nu doar ca o simplă utilitate. Dezvoltatorii trebuie să livreze soluții care nu doar să îndeplinească standardele tehnice, ci și să contribuie la experiențe intuitive, estetice și adaptabile pentru utilizatori.

În acest context, placa adaptoare RAB5 reprezintă o opțiune solidă și convingătoare. Ea îmbină hardware de precizie, control inteligent și un ecosistem de dezvoltare accesibil, accelerând timpul de lansare pe piață fără a compromite performanța.

Pentru inginerii care proiectează următoarea generație de sisteme de iluminat – fie pentru interiorul autoturismelor, hale de producție sau dispozitive inteligente – acest set de instrumente oferă atât flexibilitatea, cât și fiabilitatea necesare într-un mediu de dezvoltare extrem de competitiv.

■ **Rutronik**

www.rutronik.com



SQUIX

Role model for industrial printing

cab
we identify more



Mechanically, the **SQUIX** has been designed for 24/7 operations. Thanks to the most extensive range of accessories on the market, any service can be realized highly resistant even in harsh environments.

ELTHDE



www.lthd.com

Optimizarea eficienței

Soluțiile ADI de gestionare a bateriilor pentru roboți mobili mai siguri și mai inteligenți

Pe măsură ce depozitele și instalațiile de producție automatizate evoluează rapid, controlul atent al fiecărei componente a procesului devine esențial. Chiar și o întrerupere minoră poate avea consecințe semnificative. Roboții mobili autonomi și vehiculele ghidate automat joacă un rol vital în acest ecosistem, necesitând sisteme precise de monitorizare și siguranță. La fel de importantă este și monitorizarea eficientă a bateriilor, care optimizează performanța acestora și le prelungește durata de viață, reducând risipa și conservând resurse valoroase. Acest articol trece în revistă câțiva dintre cei mai importanți parametri utilizați pentru a îmbunătăți eficiența bateriilor și prezintă principalele aspecte de avut în vedere la selectarea sistemelor de gestionare a bateriilor pentru aceste aplicații.

Autor:
Rafael Marengo, Analog Devices



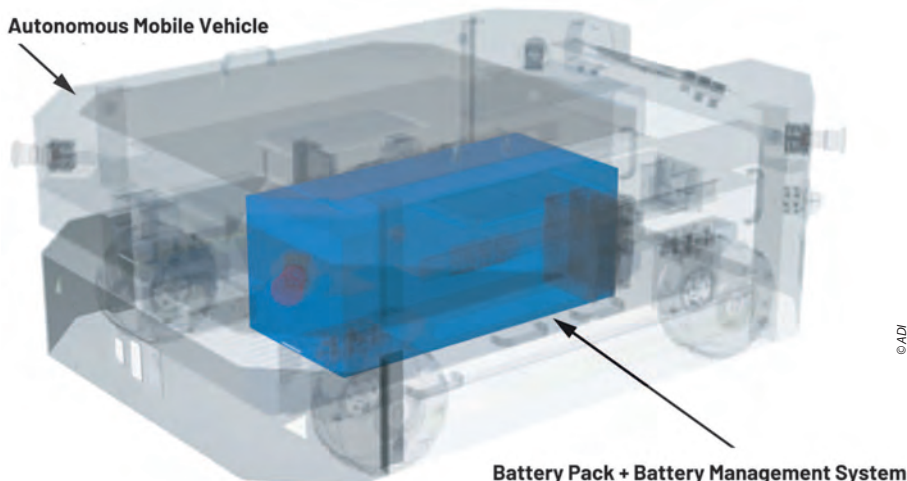
INTRODUCERE

Alegerea unui pachet de baterii potrivit și a sistemului de gestionare a bateriilor (BMS) corespunzător este o decizie esențială în proiectarea unui robot mobil autonom (AMR), așa cum se arată în figura 1. În medii puternic integrate, precum fabricile și depozitele, unde fiecare secundă de funcționare

contează, siguranța și fiabilitatea tuturor componentelor devin critice.

Soluțiile BMS asigură măsurători precise ale încărcării și descărcării bateriilor, maximizând astfel capacitatea utilizabilă. În plus, aceste măsurători permit un calcul exact al stării de încărcare (SoC – State of Charge) și al nivelului de descărcare (DoD

– Depth of Discharge), parametri esențiali pentru fluxuri de lucru mai inteligente în cazul roboților mobili. La fel de importante sunt și funcțiile de siguranță ale acestor sisteme; alegerea soluțiilor potrivite este esențială, întrucât tehnologiile BMS oferă atât protecție la supraîncărcare, cât și detectarea supracurenților.



CE SUNT SISTEMELE DE GESTIONARE A BATERIILOR?

Un BMS este un sistem electronic utilizat pentru monitorizarea atentă a diversilor parametri ai unui pachet de baterii și/sau ai celulelor sale individuale. Acesta este esențial pentru valorificarea maximă a capacității bateriei, asigurând în același timp o funcționare sigură și fiabilă. Un sistem eficient nu doar optimizează capacitatea utilizabilă a bateriei într-un mod sigur, ci și furnizează inginerilor parametri valoroși precum tensiunea celulelor, SoC (*State of Charge*), DoD (*Depth of Discharge*), starea de sănătate (*SoH* – *State of Health*), temperatura și curentul. Toate aceste informații pot fi utilizate pentru a obține performanța maximă a sistemului.

Figura 1 Diagrama unui AMR.

CE SUNT SoC, DoD ȘI SoH ȘI DE CE SUNT IMPORTANȚI PENTRU AGV-uri ȘI AMR-uri?

SoC, DoD și SoH sunt câțiva dintre parametrii principali utilizați de un BMS pentru a evalua starea sistemului, a permite detectarea timpurie a defecțiunilor, a monitoriza îmbătrânirea celulelor și a estima timpul rămas de funcționare.

SoC (State of Charge) – starea de încărcare: reprezintă nivelul de încărcare al unei baterii în raport cu capacitatea sa totală. Este exprimat de obicei procentual, unde 0% înseamnă descărcat complet și 100% încărcat complet.

SoH (State of Health) – starea de sănătate: indică raportul dintre capacitatea maximă (C_{max}) pe care bateria o poate furniza și capacitatea sa nominală (C_{rated}).

DoD (Depth of Discharge) – nivelul de descărcare: este complementul SoC și arată procentul de energie eliberată ($C_{released}$) din capacitatea nominală a bateriei (C_{rated}).

ÎN CE MĂSURĂ SUNT RELEVANȚI ACEȘTI PARAMETRI PENTRU O SOLUȚIE AMR?

Starea de încărcare (SoC) a unei baterii variază în funcție de arhitectura acesteia, însă este esențial să existe un sistem precis de măsurare a nivelului de energie disponibil. Cele mai utilizate două tipuri de baterii sunt Li-Ion și plumb-acid, fiecare având avantaje și dezavantaje, precum și diverse subcategorii. În general, bateriile Li-Ion sunt preferate în aplicațiile de robotică, deoarece oferă:

- O densitate energetică mai mare – de până la 8–10 ori comparativ cu bateriile plumb-acid.
- O greutate mai redusă la aceeași capacitate.
- Timp de încărcare mai scurt decât al bateriilor plumb-acid.
- Ciclu de viață extins, cu un număr semnificativ mai mare de cicluri de încărcare.

Se observă că tensiunea pachetului variază foarte puțin în cazul unei baterii Li-Ion, pe măsură ce aceasta trece de la 0% DoD la 80% DoD. În general, 80% DoD este considerată limita inferioară pentru bateriile Li-Ion, iar orice valoare mai mică poate fi periculoasă. Deoarece tensiunea pachetului unei baterii Li-Ion se modifică foarte puțin în intervalul de utilizare, chiar și o

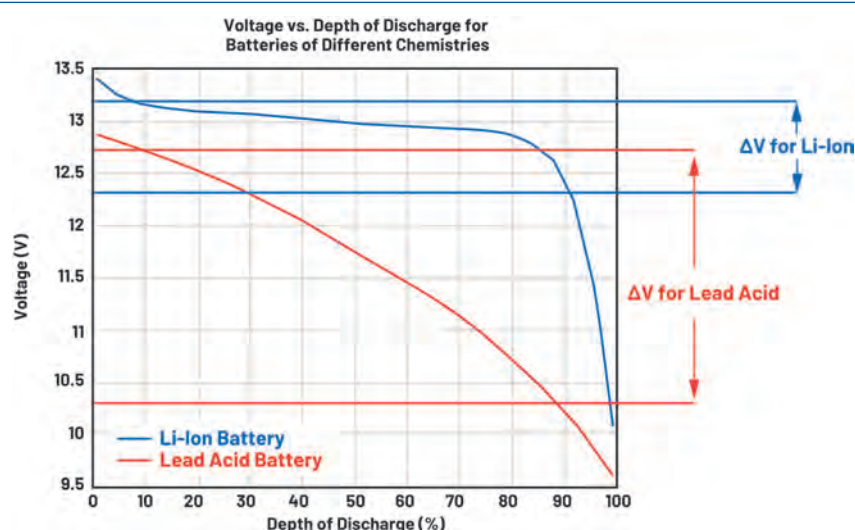


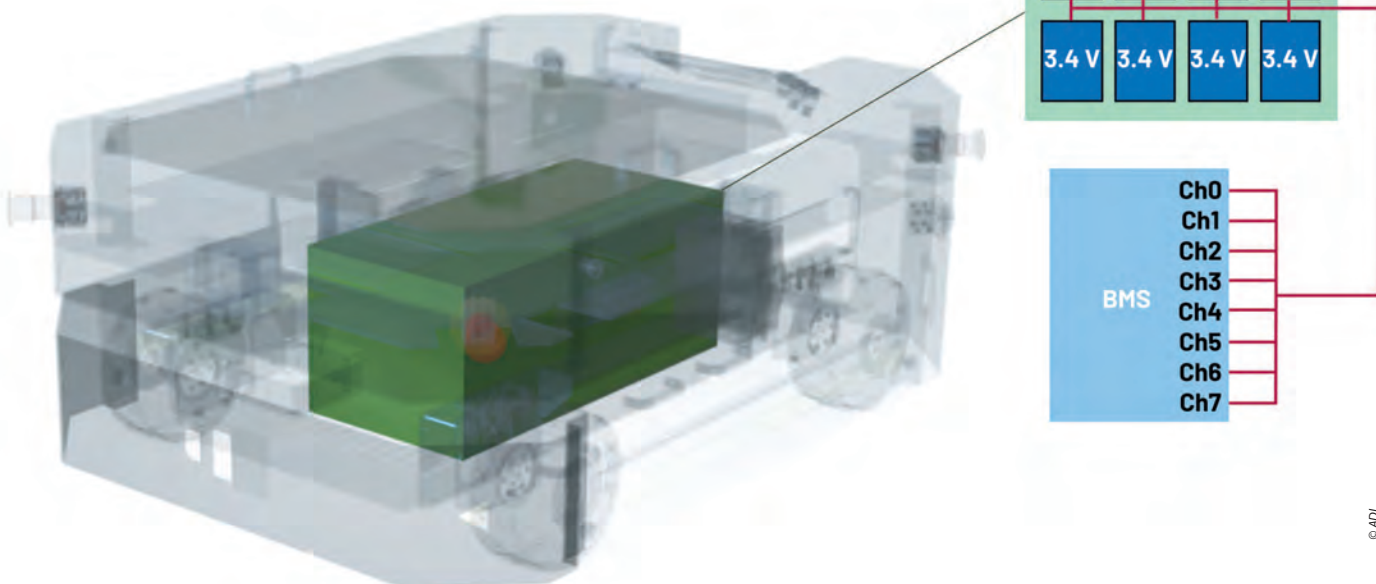
Figura 2 Nivelul de tensiune al pachetului de baterii în raport cu DoD.

Totuși, aceste avantaje vin cu un cost mai ridicat și implică anumite provocări care trebuie abordate pentru a valorifica pe deplin performanțele bateriilor. Pentru a ilustra acest aspect într-o aplicație reală, putem analiza graficul din figura 2, care compară DoD-ul unei baterii plumb-acid cu cel al unei baterii Li-Ion.

eroare minoră de măsurare poate duce la o scădere semnificativă a performanței. Pentru a ilustra acest aspect într-un scenariu real, să luăm exemplul unui AMR de 24 V, care utilizează un pachet de baterii LiFePO₄ de 27,2 V, unde fiecare celulă are o tensiune de 3,4 V atunci când este complet încărcată (vezi figura 3).

Figura 3

Pachet tipic de baterii pentru un AMR și arhitectura BMS.



Un profil tipic al SoC pentru o astfel de baterie este prezentat în tabelul 1

SoC	Tensiunea celulei	Tensiunea pachetului
100%	3.4	27.2
90%	3.35	26.8
80%	3.32	26.6
70%	3.3	26.4
60%	3.27	26.1
50%	3.26	26.1
40%	3.25	26
30%	3.22	25.8
20%	3.2	25.6
10%	3	24
0%	2.5	20

Tabelul 1:

Valori de referință pentru tensiunea celulelor și a pachetului de baterii LiFePO4

Pentru bateriile LiFePO4, intervalul utilizabil poate varia, însă, ca regulă generală, este recomandat ca SoC-ul minim să fie de 10%, iar cel maxim de 90%.

Orice valoare sub limita inferioară poate provoca un scurtcircuit intern, în timp ce încărcarea peste 90% reduce durata de viață a bateriei.

Pe baza tabelului 1, se observă că intervalul de tensiune pe celulă este de 350 mV, iar pentru un pachet de 27,2 V cu 8 celule, acesta corespunde unei variații totale de 3,2 V. Având în vedere acest lucru, se pot formula următoarele ipoteze:

- Dacă intervalul de tensiune utilizabil pe celulă pentru o baterie LiFePO4 este de 350 mV, atunci fiecare eroare de 1 mV la măsurare reduce intervalul cu 0,28%.
- Dacă un pachet de baterii costă 4 000 USD, eroarea de 1 mV se traduce printr-o pierdere de $4\,000\text{ USD} \times 0,28\% = 11,20\text{ USD}$, ceea ce înseamnă că pachetul ar fi subutilizat pentru acel interval.
- Deși o pierdere de 0,28% din autonomie poate părea neglijabilă, aplicată la mai multe sisteme AMR acest procent se poate

multiplica de sute sau chiar mii de ori, devenind un factor semnificativ. Impactul este și mai mare dacă se ia în considerare degradarea naturală a bateriei.

- Degradarea naturală influențează în mod direct sănătatea bateriei, deoarece, în timp, SoC-ul maxim scade (figura 4). Din acest motiv, măsurarea precisă a celulelor rămâne cea mai eficientă modalitate de a menține performanța la un nivel optim, chiar și după apariția degradării.

măsurarea exactă a fiecărei celule, permițând un control mai fin și o estimare mai corectă a SoC-ului, indiferent de chimia bateriei. Monitorizarea individuală a celulelor garantează siguranța funcționării și previne situațiile critice.

Această acuratețe sporită facilitează încărcarea echilibrată, împiedicând supraîncărcarea și descărcarea celulelor. În plus, măsurătorile sincronizate de curent și tensiune cresc precizia datelor achiziționate. Detecția extrem de rapidă a supracurenților

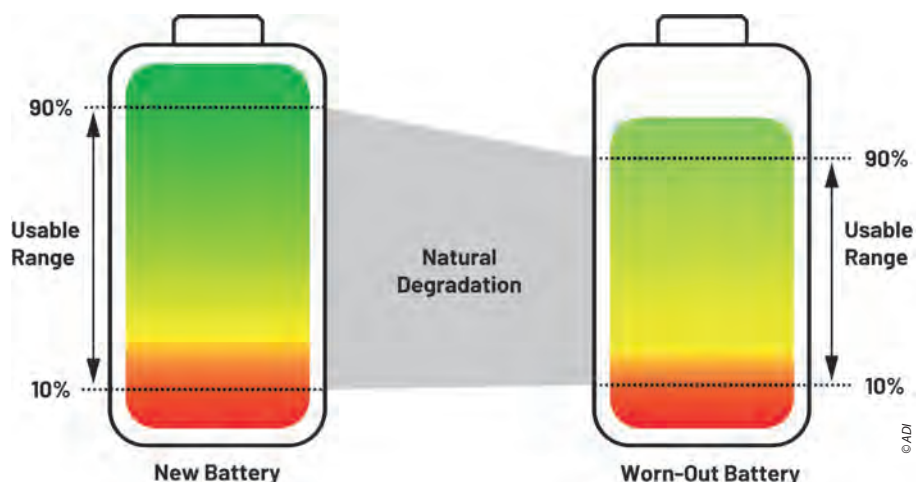


Figura 4

Reducerea autonomiei maxime utilizabile ca urmare a degradării naturale.

Monitorizarea tuturor parametrilor și controlul precis al utilizării bateriei reprezintă cea mai eficientă modalitate de a prelungi ciclul de viață și de a valorifica fiecare unitate de energie disponibilă.

CUM POT SOLUȚIILE BMS ALE ADI SĂ CREASCĂ PRODUCTIVITATEA ȘI SĂ REZOLVE PROBLEMELE?

Ce tehnologii integrează sistemele BMS de la ADI pentru a îmbunătăți performanța și a obține rezultate superioare în aplicațiile de robotică mobilă?

Precizia în gestionarea bateriilor îmbunătățește considerabil eficiența acestora prin

permite identificarea promptă a defectuilor și evitarea opririlor de urgență, contribuind la siguranță și fiabilitate.

Dispozitivul ADBMS6948 oferă toate caracteristicile esențiale pentru aplicațiile de robotică mobilă, însă există și câteva aspecte critice ce trebuie avute în vedere la proiectarea unui BMS pentru un astfel de robot:

- Eroare totală de măsurare (TME) foarte mică pe toată durata de viață, între -40°C și $+125^{\circ}\text{C}$
- Măsurarea simultană și continuă a tensiunilor celulelor
- Interfață isoSPI™ încorporată

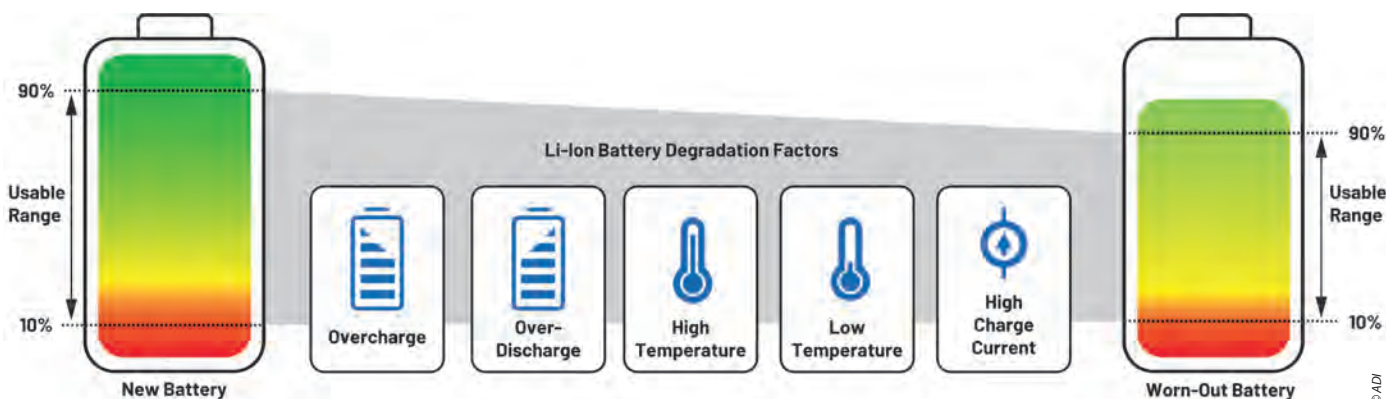


Figura 5 Principalii factori de degradare pentru bateriile Li-Ion.

- Toleranță la conectarea la cald (*hot-plug*) fără protecție externă
- Echilibrare pasivă a celulelor
- LPCM (Low power cell monitoring) pentru monitorizarea celulei și a temperaturii în stare de repaus (*key-off*)
- Consum redus de curent în modul *sleep*

REDUCEREA DEȘEURILOR ȘI PROTEJAREA MEDIULUI

Conform raportului publicat de Agenția Internațională pentru Energie în 2023, *"Bateriile sunt componente esențiale ale tranziției către o energie curată."*¹ Este crucial să recunoaștem importanța gestionării responsabile a acestor resurse. Materialele utilizate la fabricarea bateriilor sunt dificil de extras, ceea ce subliniază necesitatea valorificării lor optime. Printr-o gestionare eficientă a parametrilor de încărcare și descărcare, durata de viață a bateriilor poate fi prelungită, reducând nevoia de înlocuire frecventă.

În plus, funcția de protecție la supracurent a sistemului BMS de la ADI reduce semnificativ riscul de deteriorare atât pentru baterie, cât și pentru sistemul alimentat, asigurând o funcționare sigură și de încredere.

Câteva exemple de factori de degradare ai bateriilor Li-Ion sunt prezentați în figura 5, iar aceștia pot conduce la situații periculoase, precum combustia sau chiar explozia, cu potențial de consecințe catastrofale.²

Toți parametrii care influențează degradarea bateriilor pot fi monitorizați, gestionați și corectați, oferind sistemului condiții optime de funcționare pe întreaga durată de viață proiectată. Creșterea duratei de viață a bateriei reprezintă un factor esențial în reducerea deșeurilor, deoarece bateriile pot fi utilizate mai mult timp datorită unei gestionări optimizate, reducând în mod real eliminarea prematură a celulelor.

CONCLUZIE

Pe scurt, un sistem BMS nu doar că sporește performanța generală a sistemului prin controlul precis al fiecărui parametru, dar contribuie și la reducerea costurilor și a deșeurilor. Într-un mediu de producție aflat într-o continuă evoluție, tot mai automatizat și orientat spre obținerea fiecărui procent suplimentar de performanță pentru roboții mobili, controlul riguros și gestionarea eficientă a resurselor devin esențiale.

Pentru mai multe informații despre soluțiile ADI dedicate roboților mobili industriali, vizitați pagina noastră de soluții pentru robotică.

Referințe

¹ "Batteries and Secure Energy Transitions." International Energy Agency, 2023.

² Xiaoqiang Zhang, Yue Han, and Weiping Zhang. "A Review of Factors Affecting the Lifespan of Lithium ion Battery." Transactions on Electrical and Electronic Materials, Vol.22, July 2021.

Despre autor:

Stabilit în Limerick, Rafael Marengo este inginer de aplicații de sistem în cadrul departamentului Connected Motion and Robotics al companiei Analog Devices, unde susține diverse tehnologii, inclusiv sisteme BMS și soluții pentru controlul mișcării. S-a alăturat ADI în 2019 ca inginer de evaluare a proiectării în cadrul grupului Precision Converters. Rafael deține o diplomă de licență în inginerie de control și automatizare de la Universitatea Federală din Lavras, Brazilia. Anterior, a lucrat ca manager R&D pentru un start-up de viziune artificială din sectorul agrotehnic, fiind responsabil de lansarea pe piață, la nivel global, a mai multor produse.



Analog Devices

www.analog.com



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



Arduino Opta – micro-PLC securizat și ușor de utilizat

Proiectat având în vedere securitatea și sustenabilitatea, micro-PLC-ul Arduino Opta face automatizarea industrială și a clădirilor mai accesibilă ca oricând.



Acest articol reprezintă o introducere amplă în capacitățile Opta și în numeroasele aplicații în care poate fi utilizat.

Arduino Opta oferă o versatilitate ridicată, permițând integrarea cu mașini, dispozitive și linii de producție existente, dar și cu întregul **ecosistem Arduino** – de la module senzoriale compacte, până la SOM-uri performante și gateway-uri. Astfel, utilizatorii pot implementa o soluție complet personalizabilă, de la un capăt la altul. Opta acceptă actualizări de firmware OTA și garantează securitatea datelor de la nivel hardware până în cloud, datorită elementului de securitate integrat și conformității cu standardul X.509.

CARACTERISTICILE PRINCIPALE

Opta îmbunătățește capacitățile de automatizare industrială prin integrarea perfectă cu celule de sarcină sau sisteme de viziune pentru a optimiza procesele de fabricație. Facilitează sarcini precum gestionarea fluxului de producție pe benzi transportoare, imprimarea sincronizată a

datei și orei pe etichete utilizând Network Time Protocol (NTP) și monitorizarea în timp real prin HMI-uri locale, Bluetooth® Low Energy sau conexiune la Arduino Cloud cu tablouri de bord personalizate. În plus, Opta permite întreținerea predictivă prin valorificarea puterii sale de calcul și a algoritmilor de învățare automată pentru a detecta și a aborda proactiv anomaliile, asigurând operațiuni neîntrerupte.

COMUNICAȚIE MODBUS

Permite colectarea datelor de la senzori din teren prin protocoale industriale fiabile, ideale pentru monitorizarea și gestionarea energiei.

DECIZIE LA MARGINE (EDGE)

Procesorul STM32H747XI dual-core ARM® Cortex®-M7 + M4 execută operațiuni în timp real și implementează funcții de întreținere predictivă. Este suficient de puternic pentru a rula algoritmi de învățare automată și AI

direct la marginea rețelei (*edge*), fără a necesita conectivitate permanentă.

CONECTAT

Opta oferă toate opțiunile pentru integrarea soluțiilor de automatizare cu lumea exterioară. Este disponibil în versiuni cu Ethernet (standard pe toate modelele), cu interfață RS485 pentru protocoale industriale sau cu Wi-Fi pentru gestionarea de la distanță.



Arduino Opta are un format standard de modul TH35.

CONTROLUL DISPOZITIVELOR

Relee de 250 V, 10 A pentru controlul echipamentelor, precum benzile transportoare sau mașinile de sortare utilizate la manipularea materialelor.

SECURITATEA DATELOR

Arduino Opta este proiectat pentru a garanta securitatea datelor de la hardware la cloud și de la mașină la mașină.

- **Local:** protecție anti-tampering, identitate unică a dispozitivului, comunicație criptată și bootloader securizat.
- **Comunicație:** criptarea datelor, conformitate cu standardul de securitate X.509.
- **Arduino IoT Cloud:** autentificare în 2 pași, actualizare securizată a firmware-ului.

PROGRAMARE UȘOARĂ

Arduino Opta oferă multiple opțiuni de programare, inclusiv limbajul Arduino (*sketch*), ceea ce înseamnă că, dacă știți Arduino UNO, puteți programa cu ușurință un micro PLC complex folosind același limbaj. Intrările Opta sunt recunoscute ca pini standard de intrare, iar releele pot fi acționate printr-o comandă digitalWrite (funcția Arduino de scriere digitală).

Pentru cei care preferă "norma industrială", Opta poate fi programat și cu oricare dintre cele cinci limbaje PLC standardizate de IEC 61131-3 (Ladder, Functional Block Diagram, Structured Text, Sequential Function Chart sau Instruction List) prin intermediul Arduino PLC IDE.

GESTIONARE DE LA DISTANȚĂ

Opta funcționează perfect și se conectează printr-o conexiune securizată la Arduino Cloud (sau alte servicii terțe), oferind posibilitatea de a accesa și controla soluția de oriunde. Sunt disponibile actualizări OTA (*over-the-air*), precum și notificări și alerte instantanee. (Notă: Opta poate funcționa și independent de Cloud – nu este necesară conectarea la Cloud pentru utilizare.).

MONTAJ PE ȘINĂ DIN

Opta poate fi instalat pe o șină DIN, oferind acces rapid la toate intrările/ieșirile (I/O).



Datorită formatului său compact, Arduino Opta facilitează modernizarea prin integrarea modulelor IoT într-o instalație existentă.

VERSIUNI ȘI EXTENSII

Alegeți configurația potrivită pentru cerințele de automatizare industrială sau a clădirilor. Arduino Opta este disponibil în trei variante:

- **Opta Lite** – include Ethernet pe placă și porturi de programare USB-C®.
- **Opta RS485** – adaugă interfața RS485 half-duplex la caracteristicile versiunii Lite.
- **Opta WiFi** – cea mai versatilă opțiune, având toate cele de mai sus, plus conectivitate Wi-Fi®/Bluetooth® Low Energy.



SEMICONDUCTORI DE LA FURNIZORI DE ÎNCREDERE



LA TME PUTEȚI ACHIZIȚIONA
SEMICONDUCTORI DE LA
PRODUCĂTORI ȘI DISTRIBUTORI,
PE CARE ÎI CUNOAȘTEM BINE.

Transfer Multisort Elektronik S.R.L.
Timișoara, România, tme@tme.ro

tme.eu

Ne puteți găsi la:





EXTENSII OPTA

Pentru aplicațiile care necesită mai multe intrări, ieșiri sau relee, modulele de extensie Opta oferă flexibilitate și adaptabilitate. Este suficient să conectați modulul dorit pentru a extinde capacitățile sistemului.

Sunt disponibile trei variante, ce pot fi combinate pentru a personaliza soluția de control:

- **Ext D1608E** – 16 intrări de tensiune programabile, 8 relee electromecanice 250 VAC, 6A pentru acționarea mai multor dispozitive în aplicații de fabricație și asamblare automatizate.
- **Ext D1608S** – 16 intrări de tensiune programabile și 8 relee statice (*solid state*) 24 VDC, 3 A, pentru acționarea echipamentelor în aplicații precum ambalare, îmbuteliere sau sisteme de paletizare.
- **Ext A0602** – 8 canale analogice configurabile ca intrări sau ieșiri (0-24 V/4-20 mA) sau ca intrări RTD, permițând gestionarea semnalelor analogice de tensiune/curent, achiziția valorilor de temperatură prin PT100 și controlul precis al semnalelor de ieșire, utilizate în instalații de tratare a apei și fabrici chimice.

la Opta, adăugând capacități specifice Industriei 4.0 utilajelor industriale aflate în funcțiune. Arduino Opta poate aduce un plus de inteligență acelor “vechi, dar fiabile” utilaje – coloana vertebrală a multor fabrici din întreaga lume. Opta este potrivit pentru utilizare în următoarele domenii cheie ale automatizării industriale:

- **Fabricație de proces** – aplicații precum monitorizarea rezervoarelor și controlul pompelor de apă, controlul cuptoarelor, injecția de substanțe chimice, monitorizarea stării compresoarelor sau conectivitatea cu active mobile și la distanță.
- **Fabricație hibridă** – exemple: monitorizarea activelor de la distanță, agregarea datelor pentru SCADA, monitorizarea consumului de energie, automatizarea clădirilor (HVAC, control acces) și sistemele de automatizare a serviciilor.
- **Fabricație discretă** – aplicații precum paletizarea și depaletizarea, sisteme de ambalare și etichetare, controlul ușilor, linii de asamblare automatizate și manipularea materialelor (benzi transportoare, sortare etc.).

existentă prin funcționalități care, în mod normal, ar fi costisitoare și dificil de implementat. Poate funcționa independent de operațiunile de bază, într-un mod colaborativ, ceea ce înseamnă că nu este nevoie să reconfigurați sau să recertificați linia de producție.

Opta aduce flexibilitatea caracteristică platformei Arduino, combinată cu robustețea cerută de mediile industriale.

- Oferă conectivitate de ultimă generație într-un format de microPLC, cu capacități Smart I/O.
- Permite utilizarea limbajelor de programare IEC 61131 și/sau Arduino/C++ în aplicații industriale.
- Integrează certificări industriale, fiabilitate și suport, dezvoltate împreună cu Finder – lider în domeniul soluțiilor de I/O și relee.

Soluția Arduino se remarcă printr-un raport excelent calitate-preț, aducând valoare ridicată la un cost corect:



Arduino Opta montat într-o cutie de control a atelierului Atlas Machine.



Împreună cu Arduino Cloud, Opta poate oferi managerilor o imagine de ansamblu asupra proceselor cheie.

CAZURI DE UTILIZARE

Creșterea eficienței și modernizarea echipamentelor sau clădirilor existente se bazează, de cele mai multe ori, pe accesul la date și utilizarea lor inteligentă. Pentru a sprijini luarea deciziilor, este esențial ca oamenii să dispună de informații clare despre procesele care îi interesează.

MODERNIZAREA UTILAJELOR OEM

Soluțiile tradiționale au fost concepute mai degrabă pentru fiabilitate decât pentru flexibilitate. Platforma Arduino Pro aduce însă o integrare flexibilă și simplă. Datorită compatibilității cu multiple I/O-uri și protocoale de comunicație (Modbus/Fieldbus), Opta oferă diverse modalități de interacțiune cu echipamentele existente. Cu doar două fire, este posibilă conectarea unei mașini deja instalate

Prin obținerea vizibilității în timp real asupra parametrilor critici de operare și prin oferirea unor perspective centralizate în Cloud asupra funcțiilor operaționale, Opta contribuie la creșterea eficienței în aplicații precum:

- Întreținere predictivă
- Monitorizarea consumului de energie
- Management eficient al facilităților
- Fabricație fără intervenție directă a operatorului
- Control de precizie la nivelul fabricilor

De ce Opta?

Opta poate acționa ca un “add-on” pentru diagnosticare și monitorizare a comportamentului sistemelor voastre actuale de automatizare și control (ERP, MES, SCADA, OEE, HMI etc.), îmbunătățind infrastructura

- Hardware accesibil, cu licențele software incluse.
- Până la 80% reducere a costurilor de implementare și de până la 3 ori timp mai rapizi de implementare.
- Conexiune securizată, integrare în Cloud și certificare completă.

Text elaborat de Transfer Multisort Elektronik
<https://www.tme.eu/ro/news/about-product/page/64312/arduino-opta-un-micro-controler-plc-sigur-i-uor-de-utilizat/>

Transfer Multisort Elektronik

www.tme.eu



ELTHD®



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



Controlul motoarelor pas cu pas

INTERFEȚE PENTRU MICROCONTROLERE



Formate tipice de motoare pas cu pas.

Stânga: Motor hibrid bipolar NEMA 17, de înaltă precizie. Acesta are o rezoluție la pas întreg de 200 de pași pe rotație, corespunzător unui unghi de rotație de 1.8°/pas. Dreapta: un motor economic unipolar cu magneți permanenți cu reductor 64:1. Aceasta oferă o rezoluție la ieșire de 2048 pași pe rotație.

Controlerele pentru motoare electrice sunt dispozitive (sau grupuri de dispozitive) utilizate pentru a controla pornirea, oprirea și viteza unui motor electric.

Acestea pot fi acționate manual sau programate să funcționeze automat, având funcții precum selectarea direcției de rotație, reglarea sau limitarea cuplului, ajustarea vitezei și oprirea sau pornirea motorului.

Aurocon COMPEC vă oferă o gamă variată de controlere pentru motoare, de la branduri de top din industrie, precum Electromen OY, Schneider Electric, Siemens, Sprint Electric și altele.

CE ESTE MOTORUL PAS CU PAS?

La fel ca un motor PMDC convențional (cu sau fără perii), motorul pas cu pas transformă energia electrică în mișcare de rotație a unui arbore. Spre deosebire de celelalte tipuri, acesta se rotește în pași preciși și poate menține o anumită poziție. Această caracteristică îl face ideal pentru acționarea articulațiilor brațelor robotizate, mașinilor de frezat CNC și imprimantelor – atât convenționale, cât și 3D. În ceea ce privește controlul poziției, motorul pas cu pas poate reprezenta o alternativă la servomotoarele, utilizate pe scară largă. Totuși, lucrurile nu sunt întotdeauna atât de simple...

MOTOARE PAS CU PAS VERSUS MOTOARE SERVO

În această etapă, este important să clarificăm ce înseamnă termenul "servo". Acesta poate fi interpretat ca "servomecanism", un ansamblu format dintr-un servomotor cu reductor, un senzor de feedback pentru poziția unghiulară și electronica aferentă.

Un servomotor poate fi:

- un motor PMDC cu perii, de tip economic (cum se găsește în servo-urile RC),
- un motor de curent continuu fără perii, de înaltă precizie,
- sau chiar un motor sincron de curent alternativ, utilizat în aplicații industriale de mare putere.

În cele ce urmează, vom compara un motor pas cu pas de dimensiuni mici, potrivit aplicațiilor "domestice", cu un motor de tip RC servo. Alegerea între cele două tehnolo-

gii implică evaluarea mai multor avantaje și dezavantaje, în funcție de cerințele aplicației. Un criteriu esențial este capacitatea motorului de a roti arborele de ieșire la un unghi precis și de a menține acea poziție stabilă.

CONTROLUL POZIȚIEI

Servo: necesită un sistem de control al poziției cu buclă închisă pentru a acționa motorul. Servomotoarele RC, populare și accesibile, integrează toate aceste componente într-un singur pachet compact și sunt disponibile pe scară largă.



Desigur, performanțele lor sunt limitate: oferă doar o mișcare pe o jumătate de rotație (aproximativ 180°) a arborelui de ieșire. Totuși, ele permit poziționarea absolută. Pentru a funcționa, este suficient să li se transmită un semnal PWM de 50 Hz, cu o lățime a impulsului cuprinsă între 1ms și 2ms. De exemplu, un impuls de 1,5ms va poziționa arborele la mijlocul cursei, adică la 90°.

Motorul pas cu pas: se poate acționa cu niște componente electronice de acționare foarte simple și nu necesită control prin feedback, deși sunt necesare cel puțin patru conexiuni de "semnal" față de cea a servomotorului. În ciuda conexiunilor electrice suplimentare, motorul pas cu pas nu poate atinge o poziție absolută; este posibilă doar o mișcare relativă.

MENTȚINEREA POZIȚIEI

Servo: poate ajunge rapid într-o poziție, însă, din cauza sistemului de control cu feedback, nu menține întotdeauna cu ușurință acea poziție în fața unui cuplu de sarcină semnificativ. Diferența (eroarea) dintre poziția dorită și cea reală determină acționarea motorului. Motorul se oprește când eroarea este zero, dar orice cuplu aplicat asupra brațului va încerca să îl deplaseze. Dacă acest cuplu este suficient pentru a mișca brațul și a genera o nouă eroare, motorul va porni din nou pentru scurt timp, încercând să revină în poziția dorită. Această ciclicitate duce adesea la binecunoscutul "bâzâit" al servomotorului – nu doar deranjant, ci și un semnal al uzurii mecanice sau al unei posibile defecțiuni iminente, mai ales dacă sarcina nu este redusă.

Este important de reținut că motorul unui astfel de servomecanism este, de obicei, un simplu motor PMDC cu perii, care poate consuma curenți mari atunci când este "blocat" și, astfel, se poate arde. Pentru sarcini grele, aceste servomotoare funcționează cel mai bine cu arborele de ieșire orientat vertical, astfel încât gravitația să nu influențeze negativ funcționarea.

Motorul pas cu pas: în schimb, acest tip de motor este proiectat tocmai pentru a menține poziția. Dacă rotești manual arborele unui motor pas cu pas nealimentat, vei observa o mișcare sacadată. Aceasta se datorează faptului că rotorul trece prin pași distincți între pozițiile de "blocare". Rotorul cu magneți permanenți este acționat prin interacțiunea câmpurilor magnetice generate de bobinele alimentate secvențial. Dacă secvența se oprește, iar anumite bobine rămân alimentate, rotorul este menținut într-o poziție fixă.

În această stare, motorul generează un cuplu de menținere puternic, capabil să reziste la sarcini externe. O caracteristică standard a motoarelor pas cu pas este că prin ele curge curent maxim atunci când rotorul este staționar, ceea ce determină încălzirea motorului și a driverului acestuia. ➤

NEW!

O singură sursă, și mai multe produse!
Oferta **DISTRELEC** este disponibilă la
RS Components!



Peste 2.500 de branduri...



Distribuitor în
România:

COMPEC
AUROCON COMPEC SRL

compec@compec.ro
ro.rsdelivers.com

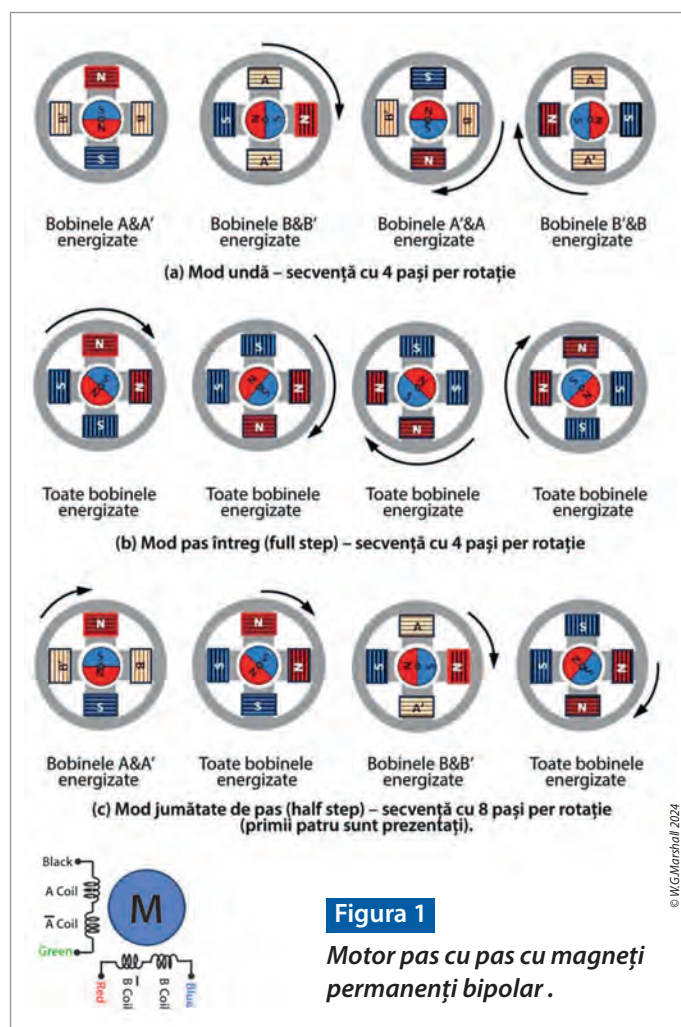


Figura 1
Motor pas cu pas cu magneți permanenți bipolari.

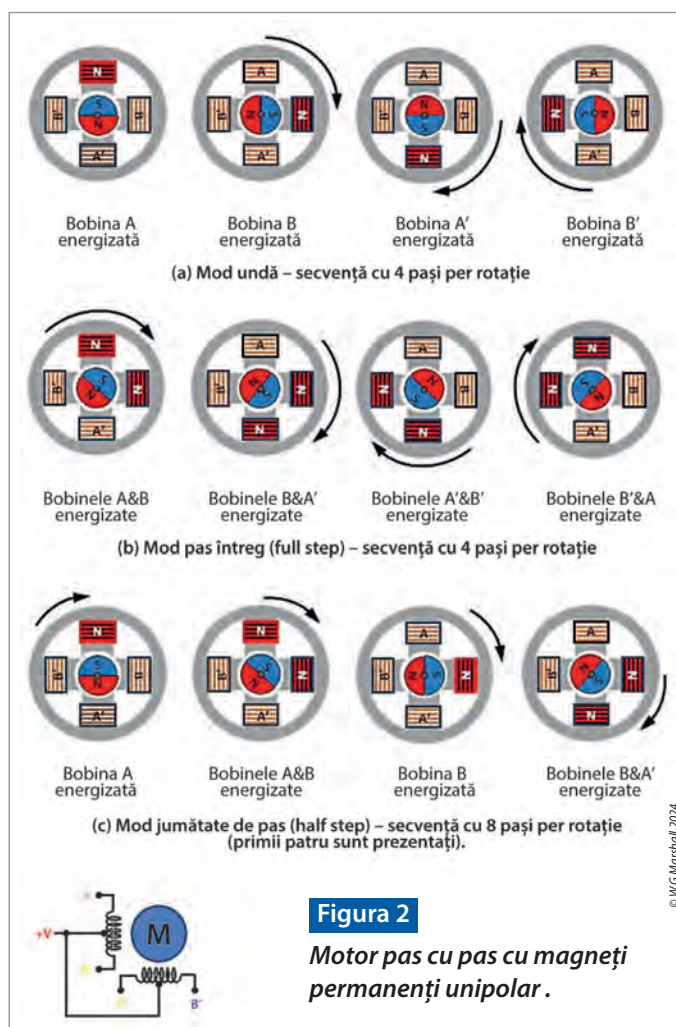


Figura 2
Motor pas cu pas cu magneți permanenți unipolari.

MODURI DE OPERARE

Bipolar

Un motor pas cu pas are, în general, minimum patru conexiuni – câte una la fiecare capăt al celor două înfășurări statorice, A și B (sau "faze"), dispuse în patru bobine amplasate la 90° una față de cealaltă, în jurul unui rotor cu magnet permanent. Acesta este cunoscut drept un motor bifazat cu 4 fire (Figura 1).

Bobinele dintr-o fază sunt montate diametral opus și sunt înfășurate astfel încât să genereze polarități magnetice opuse atunci când sunt alimentate. Pentru a inversa polaritatea, de exemplu de la N-S la S-N, este suficient să se inverseze direcția curentului prin acea fază. Această metodă se numește funcționare bipolară.

Acționarea rotorului se face prin activarea și dezactivarea curentilor de fază sau prin inversarea direcției acestora, într-o secvență precisă.

Mod undă (Wave) (Figura 1.a) – O singură fază este activă la un moment dat: $A \rightarrow B \rightarrow A' \rightarrow B' \rightarrow A$, unde A' și B' indică inversarea curentului.

Acest mod consumă mai puțin curent, dar oferă și un cuplu mai redus, atât dinamic, cât și de menținere.

Mod pas întreg (Full-Step) (Figura 1.b) – Ambele faze sunt alimentate simultan, ceea ce necesită mai mult curent, dar oferă și un cuplu mai mare. Doi poli Nord adiacenți ai statorului țin aliniat polul Sud al rotorului la mijlocul distanței dintre ei. Secvența devine: $AB \rightarrow B'A \rightarrow A'B' \rightarrow AB' \rightarrow AB$.

Mod jumătate de pas (Half-Step) (Figura 1.c) – De regulă, un motor are nevoie de 4 pași pentru o rotație completă, dar combinând secvențele modului undă și ale celui cu pas întreg, rezoluția poate fi dublată la 8 pași. Secvența este: $A \rightarrow AB \rightarrow B \rightarrow B'A \rightarrow A' \rightarrow A'B' \rightarrow B' \rightarrow AB' \rightarrow A$. Cuplul variază însă pe parcurs, din cauza alternării între alimentarea unei singure bobine și a ambelor simultan.

Unipolar

Motoarele bipolare necesită componente electronice de comandă capabile să inverseze direcția curentului prin fiecare fază, atunci când este necesar. Totuși, prin adăugarea unei conexiuni suplimentare

între bobinele fiecărei faze și conectarea acestora la borna pozitivă a sursei de alimentare, se poate elimina necesitatea unui circuit complex de inversare a curentului. În acest caz, patru drivere simple cu tranzistoare de putere sunt suficiente (Figura 2).

Mod undă (Wave) (Figura 2.a) – La fel ca în cazul motorului bipolar, este activată o singură fază la un moment dat. Comanda simplificată înseamnă că doar o bobină este activă în fiecare pas: $A \rightarrow B \rightarrow A' \rightarrow B' \rightarrow A$. Cu o singură bobină activă, cuplul este redus.

Mod pas întreg (Full-Step) (Figura 2.b) – Similar cu funcționarea motorului bipolar, dar cu două bobine active simultan pentru fiecare pas: $AB \rightarrow B'A \rightarrow A'B' \rightarrow AB' \rightarrow AB$. Această configurație oferă un cuplu mai mare.

Mod jumătate de pas (Half-Step) (Figura 2.c) – Combinând secvențele din modulele undă și pas întreg, se obține o rezoluție dublă, cu o secvență de 8 pași: $A \rightarrow AB \rightarrow B \rightarrow B'A \rightarrow A' \rightarrow A'B' \rightarrow B' \rightarrow AB' \rightarrow A$. Și în acest caz, cuplul este inegal din cauza alternării între una și două bobine active.

MOTOARELE ÎN REALITATE

Designul motorului prezentat în figurile 1 și 2 nu reflectă o implementare practică. Este util pentru a ilustra principiul de funcționare, însă permite doar maximum opt pași pe rotație, ceea ce corespunde unui unghi de pas de 45° . În aplicațiile care necesită precizie ridicată, în general este nevoie de o rezoluție sub un grad, atât pentru poziționare exactă, cât și pentru o mișcare lină, fără vibrații.

MOTORUL PAS CU PAS HIBRID NEMA-17

Motorul din stânga, prezentat în prima imagine a articolului, ar trebui să vă fie familiar: este folosit pe scară largă pentru mișcări de precizie în robotică, imprimante și, mai recent, în imprimante 3D. Este relativ accesibil și atât de răspândit încât pare surprinzător că un singur tip de motor poate acoperi atât de multe aplicații.

Dispozitivul prezentat aici are codul de produs 42HS34-1334, cu un curent per fază de 1,33 A, un cuplu de menținere de 2,6 kg-cm și un unghi de pas de $1,8^\circ$ (Figura 3).

O privire asupra motorului NEMA-17, cu o parte a capului de capăt îndepărtată, arată că statorul său are un design similar cu modelul teoretic, cu excepția faptului că dispune de opt bobine în loc de patru. Rotorul are un design complet diferit: magnetul permanent este montat axial, iar rotorul este împărțit în discuri Nord și Sud. Aceste discuri sunt dințate și seamănă cu roți dințate care par să se alinieze, dar nu se angrenează cu dinții similari de pe miezurile statorului.

Rotoarele dințate explică denumirea acestui tip de motor ca fiind hibrid, deoarece combină caracteristicile unui motor pas cu pas cu magneți permanenți cu cele ale unui motor cu reluctanță.

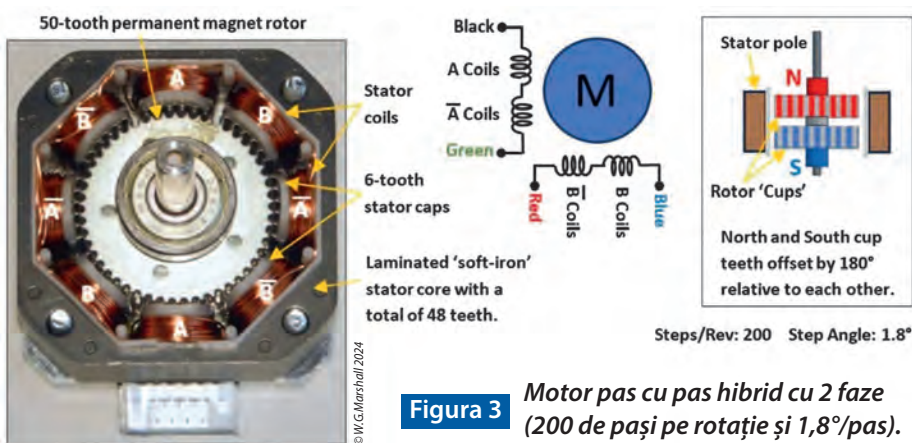


Figura 3 Motor pas cu pas hibrid cu 2 faze (200 de pași pe rotație și $1,8^\circ$ /pas).

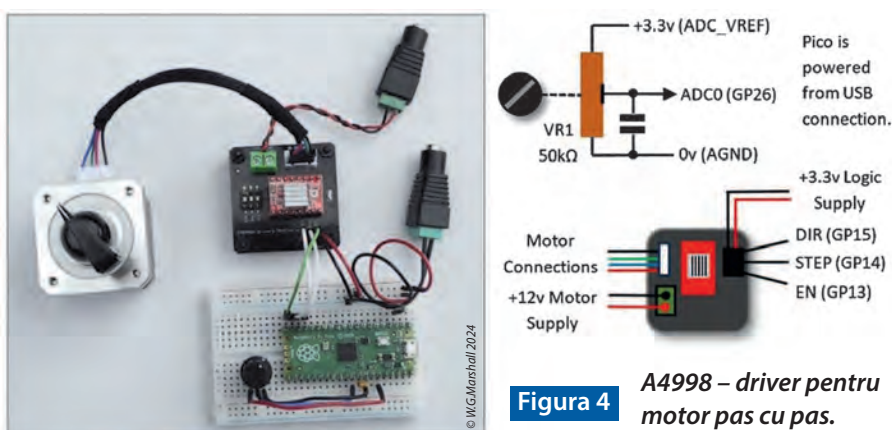


Figura 4 A4998 – driver pentru motor pas cu pas.

NEMA-17 se referă, de fapt, la o dimensiune standardizată a carcasei, stabilită de Asociația Națională a Producătorilor de Echipamente Electrice (*National Electrical Manufacturers Association, SUA*). Astfel, NEMA-17 indică doar că motorul are o placă frontală pătrată de montare de $1,7 \times 1,7$ inch, fără a oferi informații despre caracteristicile electrice sau mecanice.

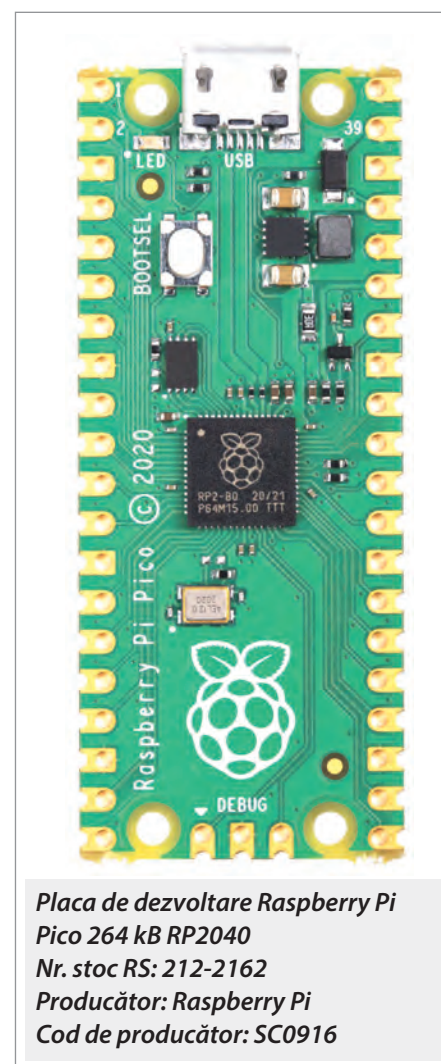
Distanța dintre dinții rotorului și statorului trebuie să fie foarte mică și precisă, de unde și necesitatea unei construcții mecanice riguroase. Efectul de reluctanță crește semnificativ numărul de pași pe rotație, conform formulei:

Pași / rotație = $2 \times (\text{număr de dinți pe rotor}) \times (\text{număr de faze})$

Motorul din figura 3 are un rotor cu 50 de dinți și două faze, rezultând o rezoluție de 200 de pași pe rotație și un unghi de pas de $1,8^\circ$. Acum, să ne uităm la interfața pentru microcontrolerul Raspberry Pi Pico (Nr. Stoc RS 212-2162), prezentată în Figura 4.

Având un format bipolar cu patru fire, acest motor necesită un circuit de interfață care poate inversa fluxul de curent prin una sau ambele faze, ca răspuns la semnalele digitale I/O de la Pico. Un astfel de circuit este omniprezentul driver "H-Bridge", utilizat frecvent pentru controlul direcției de rotație a motoarelor PMDC cu perii.

Pentru curenți de fază în jur de 1A, dispozitivul STM L293D (nr. stoc RS 714-0622), capsulă DIP, este ideal, deoarece conține două circuite de driver.



Circuitele H-Bridge permit microcontrolerului Pico să controleze viteza de pas a motorului, direcția și selecția modului de pas – Undă, Pas întreg și Jumătate de pas – așa cum a fost descris mai sus.

CARACTERISTICI AVANSATE

Poate ați observat că interfața din standul de testare din Figura 4 nu include dispozitivul L293D. În schimb, este utilizat un modul mic – PCB-ul roșu – bazat pe un cip specializat pentru drivere pas cu pas, A4998 de la Allegro. Pe lângă faptul că este ieftin și disponibil pe scară largă, acest dispozitiv oferă o serie de simplificări software și îmbunătățiri ale performanței.

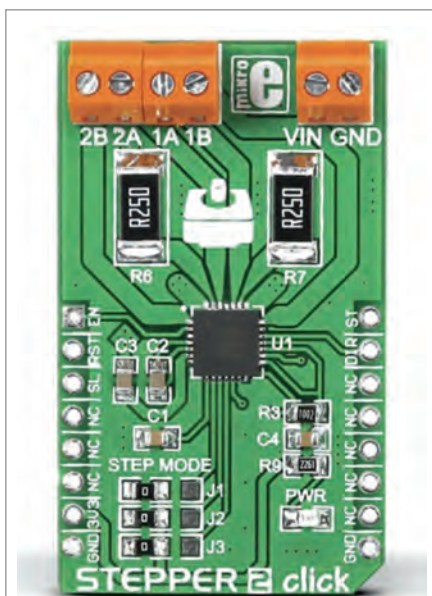
Aționare în curent constant. Cuplul unui motor pas cu pas scade odată cu creșterea vitezei de rotație atunci când este alimentat la o tensiune constantă printr-un circuit H-bridge de bază. Acest efect, cauzat de scăderea curentului de fază, poate fi parțial compensat prin semnalul provenit de la un rezistor de măsură a curentului (folosit ca element de feedback) în fiecare circuit driver de fază, semnal care, prin intermediul altor circuite, conduce la creșterea tensiunii de alimentare.

Micro-pășire. Posibilitatea de a controla curentul de fază în acest mod permite o caracteristică foarte utilă: o reducere suplimentară a dimensiunii pasului. Pasul pe jumătate se realizează prin rotirea bobinelor adiacente, astfel încât rotorul ajunge la jumătatea distanței dintre ele. Curenții de fază sunt egali, rezultând o "tracțiune" egală din partea fiecărei bobine. Dar ce-ar fi dacă curenții ar putea fi inegali, astfel încât rotorul să fie ținut mai aproape de o bobină decât de cealaltă? După cum v-ați putea aștepta, acest lucru deschide perspectiva „pasului pe un sfert”. De fapt, cipul A4998 poate fi configurat să ofere pași de 1/4, 1/8, chiar 1/16. Cu alte cuvinte, acest motor poate funcționa la 3200 de pași per rotație.

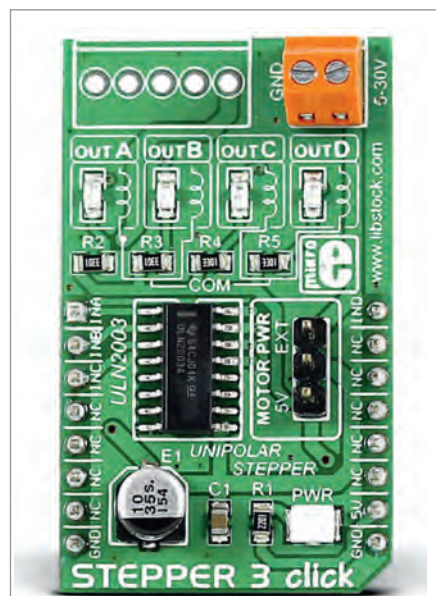
Sarcină redusă pe microcontroler. Toată secvențierea curenților bobinelor este gestionată de A4998, astfel încât software-ul driverului microcontrolerului trebuie să furnizeze doar un semnal pas cu pas, un semnal de direcție și, opțional, trei linii GPIO pentru selectarea modului pas cu pas.

Dacă utilizați o placă de dezvoltare cu microcontroler cu socluri MikroBUS, modulul Stepper 2 Click (Număr stoc RS 136-0748) îndeplinește aceeași funcție. Modulul A4998, o soluție ieftină, se conectează la o

placă *breakout* (de asemenea, disponibilă pe scară largă), care permite setarea celor trei semnale de selecție a modului de funcționare în pași printr-un comutator DIP. Configurația hardware din Figura 4 include un potențiometrul care furnizează informații despre poziția software-ului demonstrativ sub forma unei tensiuni analogice digitizate de convertorul Pico, ADC0. Rotirea butonului ar trebui să producă o mișcare corespunzătoare a axului motorului pas cu pas, într-un mod similar cu demonstrația servo.



Kit de dezvoltare MikroElektronika Stepper 2 pentru A4988
Nr. stoc RS: 136-0748
Producător: MikroElektronika
Cod de producător: MIKROE-1926
Nr. articol Distrelec: 30154952



Kit de dezvoltare MikroElektronika Stepper 3 click pentru ULN2003
Nr. stoc RS: 136-0777
Producător: MikroElektronika
Cod de producător: MIKROE-2035
Nr. articol Distrelec: 30163654

NOTE TEHNICE DESPRE ADC-UL INTEGRAT ÎN PICO

Rețineți pinii Pico la care este conectat potențiometrul. Aceștia sunt diferiți de cei utilizați în demonstrația servo. Configurația plăcii de testare pentru servomotor are capetele potențiometrului conectate la unul din pinii GND și 3V3(OUT) și funcționează perfect. Aceeași conexiune, folosită cu motorul pas cu pas, a dus la o funcționare foarte instabilă – fără ca potențiometrul să fie atins. Motivul: zgomot electric excesiv pe cei doi pini.

Dar de ce nu a fost afectat și servomotorul? Pentru că sistemul său intern de control al feedbackului are o "bandă inactivă" (*dead-band*), adică servomotorul răspunde doar la modificări ale semnalului de feedback care depășesc un anumit prag.

Motorul pas cu pas, în schimb, nu are o astfel de bandă inactivă implicită, iar zgomotul genera mai mult decât o simplă instabilitate – apăreau pași neintenționați. Reconectarea potențiometrului astfel încât să folosească masa analogică (AGND) și ADC_VREF a redus semnificativ mișcările aleatorii, dar a rămas o instabilitate de un pas atunci când motorul trebuia să rămână staționar.

Adăugarea unei benzi inactive software pentru a ignora variațiile minore cauzate de zgomot a rezolvat complet problema. Deși ADC-ul Pico are specificată o rezoluție de 12 biți, tensiunea de referință internă (ADC_VREF) nu este suficient de stabilă, astfel că, în practică, se obțin doar aproximativ 9 biți utili. Pentru aplicații de înaltă precizie, este necesară o referință de tensiune externă.

MOTORUL PAS CU PAS CU MAGNEȚI PERMANENȚI 28BYJ-48

Acum să trecem de la motoarele de precizie în format NEMA la celălalt capăt al scalei: dispozitive mici și ieftine, utilizate în aplicații unde este necesară doar deplasarea dintr-o poziție în alta, fără cerințe de precizie.

Exemplu: lamelele de direcționare a fluxului de aer de la o unitate de aer condiționat montată pe tavan. Acest mic motor unipolar cu 5 fire are un rotor cu magnet permanent montat radial, plasat în interiorul a două bobine "stivuite", asemănător cu miezul mobil al unui solenoid. Pentru a obține mișcare de rotație, câmpul magnetic generat de bobine este rotit cu 90° prin utilizarea unor plăci din fier moale amplasate lateral, lângă fiecare bobină.

Construcția este destul de simplă, iar acest lucru limitează performanța la doar 32 de pași/rotație.

Un reductor cu raport de 64:1 crește acest număr la 2048 pași/rotație pe arborele de ieșire. Nepotrivirea acestui motor pentru aplicații ce necesită pași preciși sau viteză mare de rotație este evidentă. Un design tipic de driver este prezentat în figura 5.

Aceasta reprezintă o soluție cu hardware minim și software maxim. Fiind un motor unipolar, nu necesită complexitatea driverelor de tip punte H pentru a inversa fluxul de curent – sunt suficiente doar patru comutatoare cu un singur tranzistor, câte unul pentru fiecare fază.

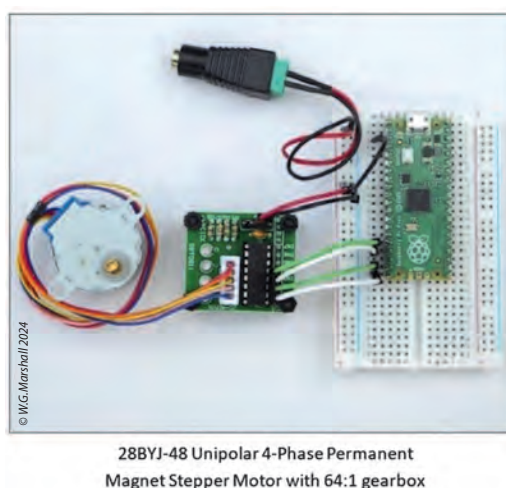


Figura 5

Utilizarea unui driver ULN2003 pentru comanda 28BYJ-48 - Motor pas cu pas cu magneți permanenți unipolar cu reductor 64:1.

Se utilizează un alt dispozitiv foarte popular: ULN2003A (436-8451) de la Texas Instruments, un circuit integrat cu șapte etaje de tranzistoare Darlington (500 mA fiecare), cu diode de protecție integrate. Acesta permite pinilor GPIO de curent scăzut ai plăcii Pico să comande fazele motorului, care necesită tensiuni mai mari și curenți mai ridicați.

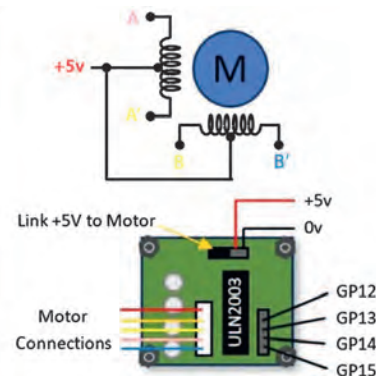
Toată secvențierea semnalelor este realizată în software de către codul care rulează pe microcontroler.

Dacă utilizați o placă cu microcontroler cu socluri MikroBUS, atunci modulul Stepper 3 Click (Număr stoc RS 136-0777) îndeplinește aceeași funcție.

CE TREBUIE ALES?

Pentru aplicațiile de dimensiuni reduse, care necesită un control de înaltă precizie al poziției și al mișcării, există, în realitate, o singură soluție: motoarele pas cu pas hibride în format NEMA.

Acestea sunt disponibile de la numeroși producători și sunt economice datorită volumelor mari de producție.



Aurocon COMPEC vă oferă, la adresa <https://www.rs-online.com/designspark>, o comunitate și platformă online de inginerie – DesignSpark – cu instrumente, resurse și asistență tehnică. Aici puteți accesa articole, forumuri de discuții și unelte software de proiectare și simulare.

De asemenea, la adresa <https://ro.rsdelivers.com> puteți consulta întreaga ofertă de produse tehnice, inclusiv motoare electrice, drivere, circuite amplificatoare de putere și microcontrolere.

■ Autor: Grănescu Bogdan
Aurocon Compec
www.compec.ro

SURSA <https://www.rs-online.com/designspark/microcontroller-interfaces-stepper-motors>

COMPEC
AUROCON COMPEC SRL



Tailored ESD solutions for sensitive equipment



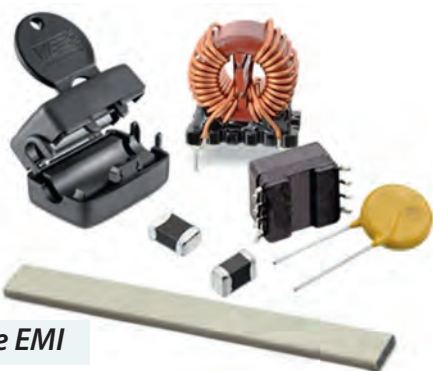
www.lthd.com

Shipping electronic equipment is more challenging than shipping other forms of equipment due to the need for safeguarding the shipment from electric charges. LTHD Corporation is a company specialising in the design, development and manufacture of custom ESD packaging systems for sensitive electronic equipments.

Conectori RF de precizie

IMPORTANȚA MAJORĂ A COMUNICAȚIEI FĂRĂ FIR

Comunicația wireless a devenit unul dintre instrumentele esențiale pentru o gamă largă de aplicații. Utilizatorii și consumatorii se așteaptă acum la conectivitate WiFi sau Bluetooth ca funcție standard – de la cele mai noi automobile, până la utilajele din fabricile inteligente. Această tehnologie oferă flexibilitate și confort sporite pentru o varietate extinsă de aplicații.



Produse EMI



Bobine



Blocuri terminale PCB



Distanțiere SMT

Würth Elektronik, unul dintre cei mai importanți producători globali de componente electronice și electromecanice, asigură disponibilitatea internațională a produselor sale.

WE oferă o gamă extinsă de componente, fiind alegerea ideală pentru cei care doresc să adauge valoare proiectelor electronice.

Portofoliul de produse include: componente EMC, inductoare de putere, transformatoare, componente RF, varistoare, condensatoare, rezistențe, cristale de cuarț, oscilatoare, module de putere, produse wireless, LED-uri, senzori, conectori,

surse de alimentare, comutatoare, buatoane, tehnologii de conectare, suporturi pentru siguranțe și soluții pentru transmisia fără fir a datelor.

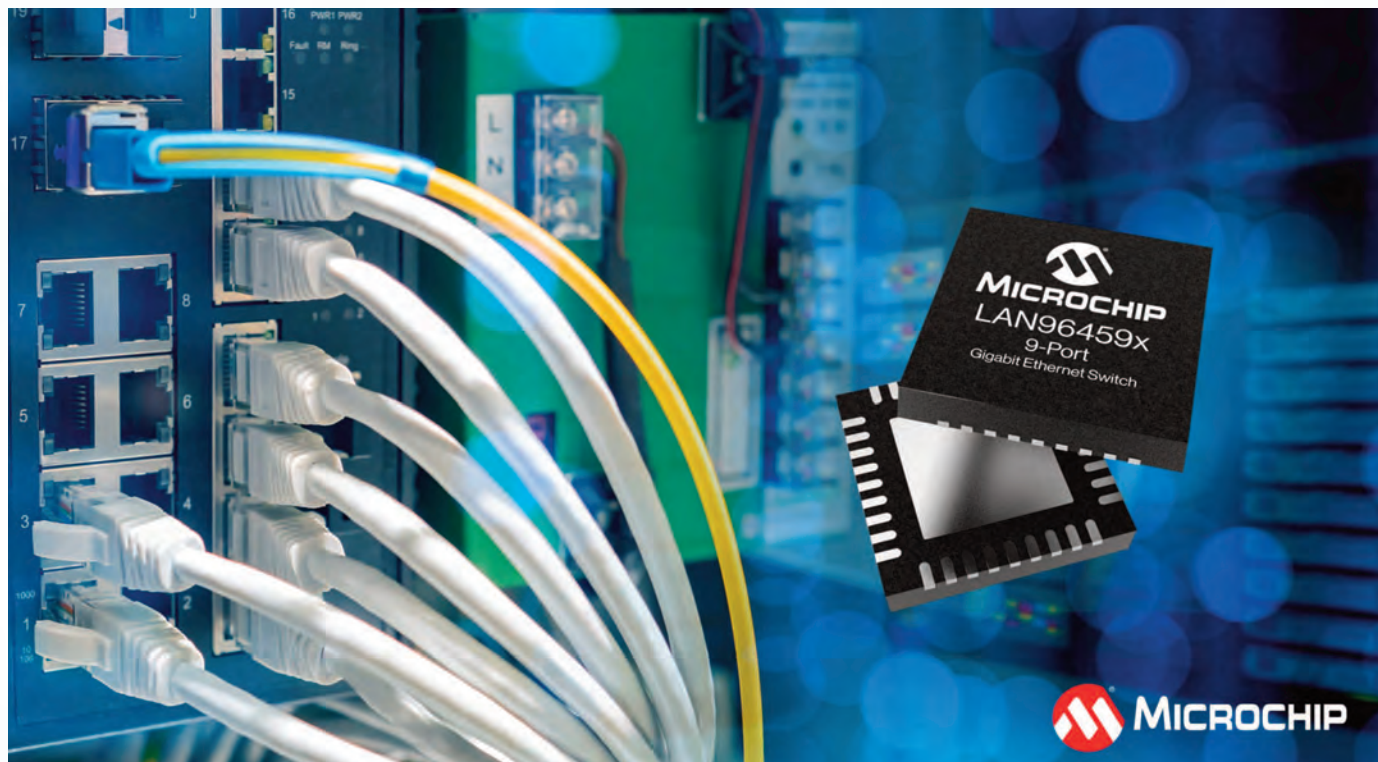
Mai mult decât te aștepti! – În centrul acestor sisteme, conectorii de radio-frecvență (RF) de precizie oferă performanțe ridicate în aplicații unde pierderile reduse, fiabilitatea crescută și integritatea semnalului sunt esențiale.

Acești conectori sunt utilizați în sisteme ce necesită adaptare precisă a impedanței, performanță la frecvențe înalte și degradare minimă a semnalului. Având în vedere dominația comunicațiilor digitale,

este ușor să uităm că toate sistemele wireless au la bază frecvențele radio. Totodată, este important de reținut că inclusiv comunicațiile fără fir se bazează, în cele din urmă, pe conexiuni prin cablu. Dincolo de domeniul telecomunicațiilor, conectorii RF de precizie reprezintă componente esențiale într-o gamă variată de aplicații.

Navigația radar și prin satelit utilizează intensiv acești conectori, iar în domeniul măsurătorilor și instrumentației, performanța lor superioară asigură precizia transmisiei, prevenind pierderile sau distorsiunile de semnal.

Având în vedere că tot mai multe industrii depind de comunicații de mare viteză și de integritatea semnalului, este mai important ca niciodată ca inginerii să înțeleagă modul în care conectorii RF de precizie oferă performanța necesară. Oferta completă de produse Aurocon Compec este disponibilă la <https://ro.rsdelivers.com>.



Microchip Introduces Flexible New Family of Gigabit Ethernet Switches (LAN9645xF and LAN9645xS) with TSN/AVB and Redundancy For Industrial Applications

Ethernet technology provides the high-speed, reliable communication needed to connect and control industrial devices in real time. Its scalability and flexibility to support protocols such as TSN ensures seamless integration for demanding industrial environments. Microchip Technology today announces the launch of its next generation of LAN9645xF and LAN9645xS Gigabit Ethernet Switches with multi-port configurations and feature options for maximum reliability and flexibility.

The LAN9645xF/S switches offer multiple configurations for specific application needs and are available in 5-, 7-, and 9-port options with up to 5 integrated 10/100/1000BASE-T PHYs. This flexibility is further enhanced by the ability to operate in either stand-alone unmanaged system configurations or in managed mode with full Linux® Distributed Switch Architecture (DSA) support on a connected host.

The LAN9645xF device supports advanced features such as Time-Sensitive Networking (TSN) and Audio Video Bridging (AVB) in managed mode of operation. This variant enhances network reliability with hardware-

assisted redundancy that meet IEC 62439-3 standard for Parallel Redundancy Protocol (PRP) and High-availability Seamless Redundancy (HSR), enabling seamless failover and zero packet loss during faults. While the LAN9645xS device supports standard Ethernet switching with some Precision Time Protocol (PTP) support and is intended to be used as a low-cost unmanaged switch.

Comments

"Our LAN9645x F/S devices help our customers lower their system costs while implementing advanced TSN and redundancy features by combining many features into a single solution," said Charlie Forni, corporate vice president of Microchip's networking and communications business unit. "We back our products with global technical support and a full suite of development tools to make it easier for our customers to design and deploy their industrial networks."

Microchip's LAN9645xF/S delivers adaptable, high-performance networking solutions for industrial Ethernet applications, as well as for markets like aerospace and defense, data centers and sustainability.

Additionally, the Ethernet devices seamlessly integrate with Microchip's ecosystem including MCUs, memory and timing solutions, enabling reliable and scalable networks for demanding environments. For more information about Microchip's Ethernet solutions, visit the web page.

Development Tools

The LAN9645xF and LAN9645xS switches are supported by the LAN96459 EDS2 Daughter Card (EV14H52A) for use with a compatible Curiosity Evaluation Board (EVB), as well as the stand-alone LAN96459 Unmanaged Base Board (EV03E14A) for unmanaged demonstrations. The LAN96459 EDS2 Daughter Card, when used with a host Curiosity EVB, leverages the Linux® Distributed Switch Architecture (DSA) software.

Pricing and Availability

The LAN9645xF and LAN9645xS switches are now available in limited sample quantities. You can purchase directly from Microchip or contact a Microchip sales representative or authorized worldwide distributor.

Microchip Technology



Mouser Presents Expert Perspectives on Miniaturised Electronics Design in New eBook from Analog Devices and Molex

Mouser Electronics, Inc., the authorised global distributor with the newest electronic components and industrial automation products, today announces a new eBook, in collaboration with Analog Devices, Inc. (ADI) and Molex, that explores the forefront of miniaturisation trends shaping our future.

Across nearly all industries, engineers are being asked to deliver more compact designs for a wide range of purposes. Whether they are wearables for consumers and healthcare, instrumentation advances, or industrial automation solutions, today's systems are expected to occupy less space and consume less power without sacrificing performance or reliability. In *11 Experts on Miniaturised Electronics Design and Applications*, engineers from ADI, Molex, and other companies discuss the many challenges designers face while working towards system miniaturisation. The eBook also highlights several products, available at Mouser, that both ADI and Molex offer to support this transition through advances in integration, packaging, and interconnect design.

The EVAL-ADAQ4224-FMCZ evaluation board, available from Mouser, provides a demonstration and development platform for ADI's ADAQ4224 μ Module[®] Data-Acquisition (DAQ) System-in-Package (SiP) solution. The ADAQ4224 DAQ integrates the critical passive components required in a data acquisition solution into a single component, using ADI's iPassives[®] technology, minimising temperature-dependent error sources and offering optimised performance.

The EVAL-AD3530RARDZ evaluation board enables prototyping with ADI's AD3530 and AD3530R Digital-to-analogue converters (DACs). The AD3530 and AD3530R DACs include integrated multiplexers that facilitate monitoring of output voltages, currents, and internal die temperature. The devices incorporate power-on reset (POR) circuits that ensure the DACs output power up to and present at 32k Ω to ground until a valid write is executed. The AD3530R also offers a 2.5V, 5ppm/ $^{\circ}$ C internal reference that is disabled by default.

The Quad-Row board-to-board connectors from Molex feature a staggered circuit lay-

out and a 0.175 mm pitch low-profile design for 30% space savings over conventional connectors. These patent-pending connectors offer product developers and device manufacturers greater freedom and flexibility to support compact form factors, making them ideal for augmented reality/virtual reality automotive, communications, IoT, and other space-constrained applications.

The Molex Easy-On FFC/FPC Connectors are ideal for tight packaging applications and offer an overall compact size for maximum space savings, along with contact assurance and easy operation. These connectors are provided in pitch sizes from 0.20 to 2.00 mm, circuit sizes from 2 to 96, and with actuator types that include front flip, back flip, slider, one-touch and low-insertion force, in a right-angle or vertical orientation.

- To learn more about ADI, visit <https://eu.mouser.com/manufacture/analog-devices/>.
- To learn more about Molex, visit <https://eu.mouser.com/manufacture/molex/>.
- To read the new eBook, visit <https://resources.mouser.com/manufacture-ebooks/analog-devices-molex-11-experts-on-miniaturized-electronics-design-and-applications-mg/>.
- To browse Mouser's extensive eBook library, visit <https://resources.mouser.com/manufacture-ebooks/>.
- For more Mouser news and our latest new product introductions, visit <https://eu.mouser.com/newsroom/>.

Mouser Electronics



Infiniteon power modules enhance energy efficiency in Goldwind's grid-forming wind turbines

Infiniteon Technologies and Goldwind Science & Technology expand their collaboration, enabling a stable and reliable flow of electricity in wind power generation. Infiniteon will supply Goldwind with its XHP 2 1700 V IGBT5 power modules with .XT technology that will enhance energy efficiency in Goldwind's grid-forming GW 155 – 4.5 MW wind turbines. Infiniteon's power modules deliver high power density, reliability, and robustness, ensuring a long operational lifetime for wind energy systems. By optimizing energy efficiency, they help to reduce energy costs and enhance the profitability of Goldwind's wind turbines.

Grid-forming wind turbines act as stabilizers within the energy grid. Unlike conventional turbines that passively follow the grid, the grid-forming technology allows wind farms to mimic the stabilizing properties of traditional rotating generators. By using power electronics, grid-forming wind turbines can generate a stable frequency and maintain grid voltage, even when the load in the power grid changes. The International Energy Agency estimates that renewables will account for almost half of global electricity generation by the end of the decade, with the share of wind and solar photovoltaics doubling to 30 percent^[1]. Grid-forming capabilities will therefore become essential to ensure a stable and reliable flow of electricity despite fluctuations in energy generation.

"The emergence of grid-forming wind turbines enables wind farms to evolve from simple power suppliers into stabilizing pillars of the energy grid," said Ye Jiqiang, Vice President of the Wind Power Industry Group and General Manager of the Supply Chain Center at Goldwind. "We look forward to further deepening our long-term collaboration with Infiniteon, leveraging efficient and reliable cutting-edge technology to advance renewable energy systems."

"Collaborating with Goldwind to support their grid-forming wind turbines underscores Infiniteon's commitment to strengthening global energy systems and further advancing renewable energy integration," said Dominik Bilo, Executive Vice President and Chief Sales Officer Industrial & Infrastructure at Infiniteon. "Together, Infiniteon and Goldwind are driving decarbonization by enhancing the reliability and efficiency of wind power generation."

Infiniteon's XHP 2 1700 V IGBT5 power modules use the .XT interconnection technology. This technology is characterized by improved wire bonding, reliable chip attachment, and high-reliability system-soldering, enabling power modules to support increased cycling loads at higher temperatures compared to standard joining technology. The power modules feature low stray inductance and a design well-suited for paralleling, simplifying development for customers and enabling greater flexibility

for platform upgrades. They provide exceptional lifetime even under challenging operating conditions such as those in wind turbines. As a result, they minimize unplanned downtimes and maximize wind energy harvested. Today, Infiniteon products are used in every second newly installed wind turbine worldwide.



Infiniteon and Goldwind have been collaborating since 2007 to advance more compact, highly reliable, and grid-friendly wind power converters. Infiniteon has already supplied Goldwind with its fifth-generation PrimePACK™ IGBT modules. Thanks to their high power density and exceptional cycling performance, these solutions have enabled Goldwind's 6 MW full-power wind turbine models to meet stringent global standards for reliability, energy efficiency, and safety, while reducing operational and maintenance costs.

^[1] Source: IEA (2024), *Renewables 2024*

Infiniteon Technologies



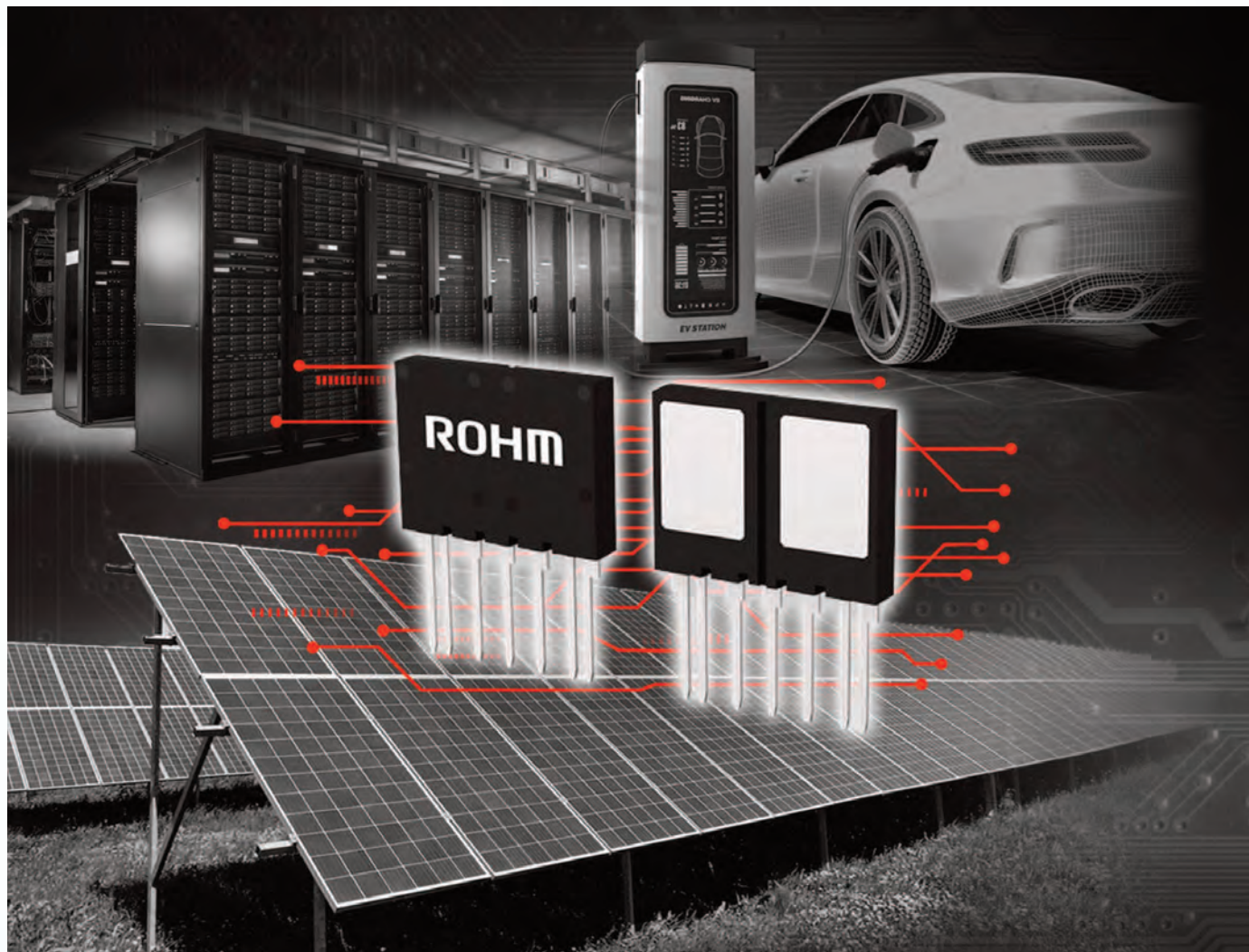
ELTHD®

The 300 CNC steps.

Full **Metal** sheet services, from design to metal **Cutting** laser technology, covering **Bending** and **Welding** works. Products manufactured according to customer specifications with industry specific materials.

www.lthd.com





ROHM Launches 2-in-1 SiC Molded Module "DOT-247"

Achieves high design flexibility and power density

ROHM has developed the "DOT-247," a 2-in-1 SiC molded module (SCZ40xxDTx, SCZ40xxKTx), ideal for industrial applications such as PV inverters, UPS systems, and semiconductor relays. The module retains the versatility of the widely adopted "TO-247" package while achieving high design flexibility and power density. (figure 1)

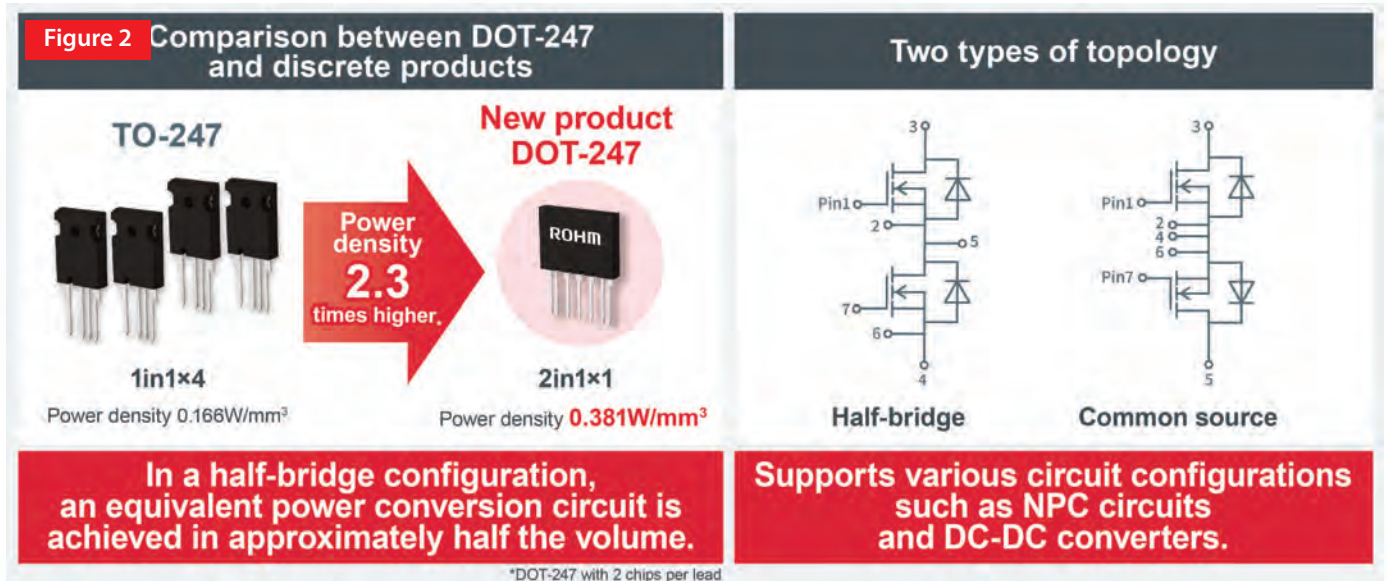
The DOT-247 features a combined structure consisting of two TO-247 packages. This design enables the use of large chips, which were structurally difficult to accommodate in the TO-247 package, and achieves low on-resistance through an unique internal structure. Additionally, through optimized package structure, thermal resistance has been reduced by approximately 15% and inductance by approximately 50% compared to the TO-247. This enables a power density 2.3 times higher than the TO-247 in a half-bridge configuration – achieving the same power conversion circuit in approximately half the volume.

The new products featuring the DOT-247 package are available in two topologies: half-bridge and common-source. Currently, two-level inverters are the mainstream in PV inverters, but there is growing demand for multi-level circuits such as three-level NPC, three-level T-NPC, and five-level ANPC to meet the need for higher voltages. In the switching sections of these circuits, topologies such as half-bridge and common-source are mixed – making custom products necessary in many cases when using conventional SiC modules.

To address this challenge, ROHM has developed each of these two topologies – the smallest building blocks of multi-level circuits – into a 2-in-1 module.

Figure 1





This enables flexibility to support various configurations such as NPC circuits and DC-DC converters, while significantly reducing the number of components and mounting area, and achieving circuit miniaturization compared to discrete components. (figure. 2) Evaluation boards will also be made available progressively to facilitate evaluation during application design. For more information, please contact a sales representative or visit the contact page on ROHM's website.

Application Examples

PV inverters, semiconductor relays, UPS

(uninterruptible power supply), ePTO, and boost converters for FCVs (fuel cell vehicles). AI servers (eFuse), EV charging stations, etc.

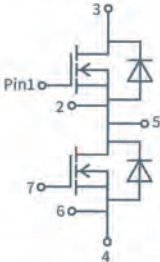
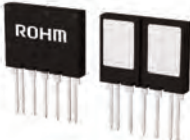
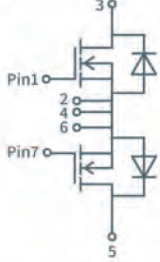
About the DOT-247 design models

- SPICE models: Available on the product web pages for each part number
- LTspice® models: Scheduled to be available for three-level NPC from October 2025 on the web pages
- LTspice® is a registered trademark of Analog Devices, Inc. When using third-party trademarks, please adhere to the usage guidelines specified by the rights holder.

EcoSiC™ is a brand of devices that utilize silicon carbide (SiC), which is attracting attention in the power device field for performance that surpasses silicon (Si). ROHM independently develops technologies essential for the evolution of SiC, from wafer fabrication and production processes to packaging, and quality control methods. At the same time, we have established an integrated production system throughout the manufacturing process, solidifying our position as a leading SiC supplier. EcoSiC™ is a trademark or registered trademark of ROHM Co., Ltd.

ROHM Semiconductor

Figure 3: Product Lineup

Part No.	Absolute Maximum Ratings (T _J =25°C)			Circuit Diagram	Package	AEC-Q101 Qualified	
	V _{DS} [V]	R _{DS(on)} [mΩ]	I _D [A]				
☆ SCZ4018KTAHR	1200	18	76	Half-bridge 	 DOT-247-7L [41.0mm × 31.5mm × 5.0mm]	YES	
☆ SCZ4009KTAHR		9	149			YES	
New SCZ4011KTA		11	106			-	
New SCZ4006KTA		6	209			-	
☆ SCZ4013DTAHR	750	13	96	Common source 		YES	
☆ SCZ4007DTAHR		6.5	187			YES	
New SCZ4008DTA		8	134			-	
New SCZ4004DTA		4	251			-	
☆ SCZ4018KTBHR	1200	18	76			YES	
☆ SCZ4009KTBHR		9	149			YES	
New SCZ4011KTB		11	106			-	
New SCZ4006KTB		6	209			-	
☆ SCZ4013DTBHR	750	13	96			YES	
☆ SCZ4007DTBHR		6.5	187			YES	
New SCZ4008DTB		8	134			-	
New SCZ4004DTB		4	251			-	

☆: Under Development

AEC-Q101 is an automotive electronics reliability standard established by the Automotive Electronics Council (AEC). The Q101 standard is specifically focused on discrete semiconductor components.



New DualPack 3 IGBT7 Modules Deliver High Power Density and Simplify System Integration

Microchip launches six variants targeting high-growth motor drive, data center and sustainability applications

The growing need for compact, efficient and reliable power solutions is driving demand for power management devices that provide higher power density and simplify system design. Microchip Technology announces a new family of Dual-Pack 3 (DP3) power modules featuring advanced IGBT7 technology available in six variants at 1200V and 1700V with high-current ranging from 300–900A. The new DP3 power modules are designed to address the growing demand for compact, cost-effective and simplified power converter solutions.

These modules use the latest IGBT7 technology, engineered to reduce power losses by up to 15–20% compared to IGBT4 devices and operate reliably at higher temperatures up to 175°C during overload. DP3 modules enhance protection and control during high-voltage switching, making them suitable for maximizing power density, reliability and ease of use in industrial drives, renewables, traction, energy storage and agricultural vehicles.

Available in a phase-leg configuration, the DP3 power modules in a compact footprint of approximately 152 mm × 62 mm × 20 mm, enable a frame size jump for increased power output. This type of advanced power packaging eliminates the need for paralleling multiple modules and helps reduce system complexity and Bill of Materials (BOM) costs. Additionally, DP3 modules provide a second-source option to industry-standard EconoDUAL™ packages for greater flexibility and supply chain security for customers.

“Our new DualPack 3 modules with IGBT7 technology can reduce design complexity and lower system costs while maintaining high performance,” said Leon Gross, corporate vice president of Microchip’s high-reliability and RF business unit. “To further streamline the design process, our power modules can be integrated as part of a comprehensive system solution alongside Microchip’s microcontrollers, microprocessors, security, connectivity and other components to accelerate development and time to market.”

The DualPack 3 power modules are well-suited for general-purpose motor drive applications and address common challenges such as dv/dt, complexity in driving, higher conduction losses and no overload capability.

Microchip offers a broad portfolio of power management solutions that includes analog devices, Silicon (Si) and Silicon Carbide (SiC) power technologies, dsPIC® Digital Signal Controllers (DSCs) and standard, modified and custom power modules.

For more information about Microchip’s power management products, visit the web page.

Pricing and Availability

The DualPack 3 power modules are now available in production quantities. You can purchase directly from Microchip or contact a Microchip sales representative or authorized worldwide distributor.

Microchip Technology



On your Marks!

Our **Identification** and **Traceability Solutions** use the latest printing technologies and algorithms. We rely on evolutionary experience, modernize and continuously research new opportunities for identification and distribution.

LTHD's portfolio includes equipment, label design software, consumables, installation, integration and on-site support. We also provide a wide range of die cut parts, from basic double side adhesives to multi-layer printed panels specialties, such as thermal management, foams gaskets.

www.lthd.com



New at Mouser: Allegro MicroSystems CT40x2 XtremeSense TMR Current Sensors for HV Clean Energy Applications



Mouser Electronics, Inc., the authorized global distributor with the newest electronic components and industrial automation products, is now shipping the new CT4022 and CT4032 XtremeSense™ TMR (Tunneling Magneto Resistance) current sensors from Allegro MicroSystems. The CT4022 and CT4032 deliver superior noise performance and high-precision

current measurements for high-voltage, power-dense, clean energy applications. The Allegro MicroSystems CT4022 and CT4032 XtremeSense current sensors, available from Mouser, measure low-noise magnetic current flowing through an integrated conductor, while rejecting interference from stray external magnetic fields. The sensors are tailored for clean energy systems like

heat pumps, solar inverters, and the latest generation of EV chargers, where maximizing power conversion efficiency is critical. Integrated galvanic isolation enables low-side, high-side, or in-line current sensing in applications up to 1000 volts, resulting in highly efficient power conversion, even at light load operation, for superior performance. The CT4022 comes in an 8-pin SOIC package, and the CT4032 comes in an industry-standard 16-pin wide-body SOIC package. Mouser also stocks the Allegro MicroSystems ACSEVB-MA16-LA16 evaluation board for quick, lab-based evaluation of Allegro current sensors without a custom circuit board. The user must assemble the board with the desired current sensor, as the board does not come populated with an Allegro current sensor. The Allegro MicroSystems ACSEVB-MA16-LA16 is intended for use with any MA or LA package (16-pin SOICW current sensor).

To learn more about the CT4022 and CT4032 XtremeSense current sensors, visit <https://www.mouser.com/new/allegro/allegro-ct4022-ct4032-tmr-current-sensors/>.

Mouser Electronics

Mouser Electronics Announces Global Agreement with Quantic Evans to Distribute High-Energy Density Capacitors



Mouser Electronics, Inc., the authorised global distributor with the newest semiconductors and electronic components, announces a global distribution agreement with Quantic Evans, an industry leader in high-energy density capacitors for demanding mission-critical applications. Quantic Evans' hybrid capacitors, known as EVANSCAPS, serve diverse markets, including aerospace, energy, and communications, where high-reliability,

size, weight, and power (SWaP) are crucial. The Quantic Evans HyCap hybrid capacitors, available to order from Mouser, are designed to provide reliable operation in a wide range of harsh environments, including those with shock and vibration conditions. These devices are available in a capacitance range of 68µF to 2700µF with a ±20% tolerance, with a voltage range of 10VDC to 150VDC. The HyCap capacitor series' robust construction makes them

suitable for energy, industrial, space, and defence applications. The TDD and TDE hybrid capacitors combine high capacitance and low ESR in a fully hermetic tantalum package. The TDD series has a capacitance range of 1500µF to 300,000µF and a rated voltage from 10VDC to 125VDC. The TDE series provides a 2200µF to 25,000µF capacitance range with a 60VDC to 110VDC rated voltage range. The TDD and TDE series capacitors are well-suited for high-power pulse applications, with excellent heat transfer and low inductance. The TDD and TDE series capacitors are ideal for high-reliability defence and aerospace applications where weight and volume are at a premium.

The THQA2 and THQM2 hybrid capacitors offer a rated voltage range of 10VDC to 125VDC and a capacitance range of 215µF to 10,000µF. The THQA2 series features a 0.6" round diameter case, while the THQM2 series packages a THQA2 capacitor in a four-pin DAP-mount case. The THQA2 and THQM2 series capacitors are well-suited for applications such as energy, industrial, communications, and more.

Mouser Electronics

Now at Mouser: Infineon Technologies' NBT2000 OPTIGA NBT NFC Bridge Tag for Contactless Authentication of IoT Devices



Mouser Electronics, Inc., the industry's leading New Product Introduction (NPI) distributor with the widest selection of semiconductors and electronic components™, is now stocking the NBT2000 OPTIGA™ NBT NFC Bridge tag from Infineon Technologies. The NBT2000 is a ready-to-use bridge tag for single-tap authentication

and secured configuration of IoT devices. The NBT2000 supports a range of applications, including product activation, device pairing, fault diagnostics, shared mobility solutions, and smart home devices.

The Infineon Technologies NBT2000 OPTIGA NBT NFC bridge tag, now available at

Mouser, features a contactless passive Near Field Communication (NFC) interface and an Inter-Integrated Circuit (I2C) target interface for high-performance NFC-to-I2C communication. The NBT2000 bridge tag is NFC Forum Type 4 certified and includes an 8KB file system with file-based password protection, one-way authentication using ECDSA asymmetric cryptography, and symmetric AES-128-CMAC-based cryptography. OPTIGA Authenticate NBT ensures ultra-fast data exchange, even at high volumes. The NBT2000 offers three operation modes: authentication, pass-through, and asynchronous data transfer. The bridge tag's power supply options include an external NFC field or an external power supply (VCC or GND). The NBT2000 bridge tag operates from -40°C to +85°C and has a +105°C maximum ambient temperature rating for I2C communication. The bridge tag can be used for applications such as secured configuration of electronic devices without a display, activation of shared mobility vehicles, and data logging on patient health monitors.

Mouser Electronics

Mouser Electronics and Molex Host Webinar on Selecting Reliable Interconnects for Extreme Environments



Mouser Electronics, Inc., the authorised global distributor with the newest semiconductors and electronic components, has joined forces with Molex to provide the engineering community with a new webinar titled "How to Select the Right Connector or Interconnect for Harsh Environments". This free-to-attend webinar will take place on 14th October 2025 at 16:00 CET. The choice of connector or interconnect is a critical factor in ensuring system safety, reliability, and long-term performance for engi-

neers developing electronic solutions that must operate in extreme environments. Often subjected to vibration, dust, water, and temperature extremes, connectors are among the most exposed components in an electronic system. This webinar will explore how engineers can overcome these challenging environments, providing practical insights into selecting and applying Molex's rugged components that keep equipment operational across industries such as automotive, mining, transportation,

energy, and industrial automation. By attending this webinar, participants will learn more about:

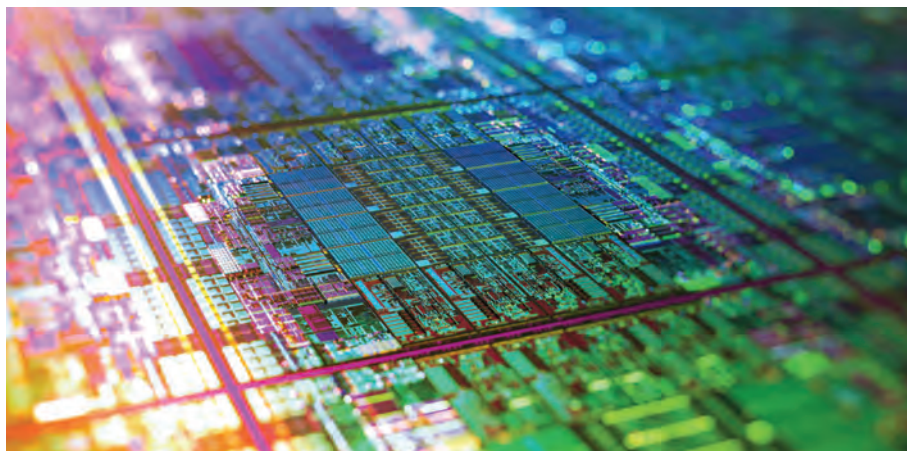
- How selecting the right connector or interconnect system can help prevent costly failures, unexpected downtime, and reputational risk when operating in harsh or high-demand environments.
- The critical design parameters and ruggedisation features that ensure long-term connector performance, where reliability is non-negotiable.
- How proven automotive-grade solutions from Molex are being applied far beyond cars, with real-world examples in industries such as industrial automation, energy, aerospace, and medical

Featured Molex products that support harsh environment innovation:

- MX-DaSH Wire-to-Wire Connector System is a compact, high-density solution designed to combine power, ground circuits, and high-speed data connections into one robust connector system.
- High-Speed FAKRA-Mini Interconnect System can deliver 28Gbps at frequencies up to 20GHz while being 80% smaller than traditional FAKRA connectors.

Mouser Electronics

Siemens collaborates with TSMC to accelerate 3D IC and AI-driven circuit and systems design



Today at the 2025 TSMC North America Open Innovation Platform® (OIP) Ecosystem Forum, Siemens Digital Industries Software announced multiple new collaborations with TSMC, including product certifications and innovative design solutions enablement initiatives for the foundry's newest and most advanced process technologies. Mutual customers can now leverage these advancements, which include substantial innovations in artificial intelligence (AI), 3D IC design, and ad-

vanced packaging, to develop compelling and highly differentiated new products.

New collaborations and technology enablement readiness updates include:

AI-focused collaboration with TSMC successfully evaluated Design Rule Check (DRC) productivity improvements using Calibre® Vision AI software.

This AI-driven initiative to analyze and prioritize DRC violations demonstrated clear enhancements in debugging efficiency, and the results were jointly validated.

Calibre® nmPlatform software suite is certified for TSMC's advanced processes:

Calibre nmDRC, Calibre nmLVS, Calibre PERC™, and Calibre xACT software are all certified for TSMC's advanced N3C, N2P, and A16TM process technologies, enabling mutual customers to continue accessing Siemens' industry-leading signoff technology.

Siemens and TSMC have teamed up to certify Siemens' Solido Simulation Suite software for SPICE accuracy in TSMC's N3C, N2P, and A16 process technologies, enabling customers to create and reliably verify analog, mixed-signal, RF, standard cell, and memory designs using advanced TSMC nodes.

This collaboration expands into TSMC's custom design reference flow (CDRF) on its A16 process, as Siemens' Solido Simulation Suite software supports Reliability Aware Simulation technology, which addresses IC aging, real-time self-heating, and Safe Operation Area (SOA) checks. Further, TSMC's CDRF for its A16 process incorporates Siemens' Solido Design Environment software for advanced variation-aware verification, enhancing design sensitivity and automated cell optimization.

Siemens

Kontron K4021-U mSTX motherboard with integrated NPU: The future of embedded intelligence in the Rutronik portfolio



Rutronik is expanding its portfolio of components for AI-supported applications with the Kontron K4021-U mSTX. This is a powerful Mini-STX motherboard based on the latest Intel® Core™ Ultra 7 and 5 Meteor Lake U SoCs and featuring an integrated neural processing unit (NPU) for AI acceleration. This enables up to 20 times

higher performance per watt for computationally intensive applications such as image processing, automation and digital signage. The Kontron K4021-U mSTX, developed and manufactured in Germany, is available at www.rutronik24.com.

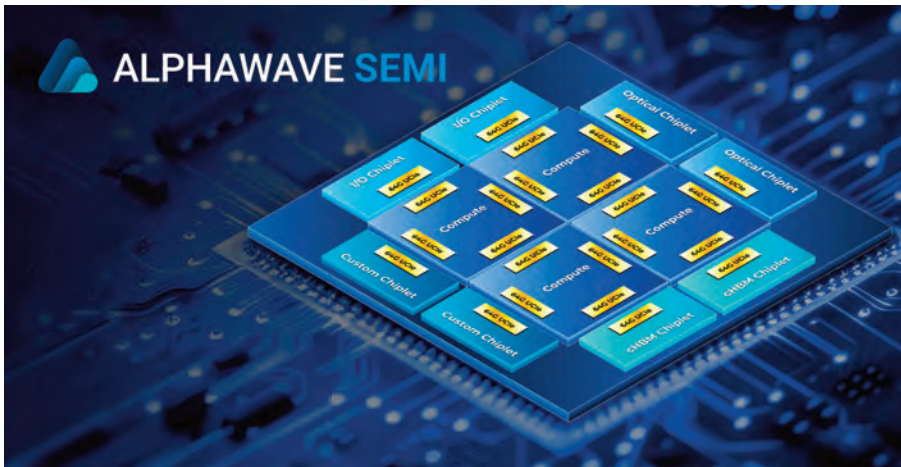
Additional highlights include advanced graphics and display capabilities supporting

up to four simultaneous 4K60 HDR displays or two 8K displays, robust connectivity and expandability with four M.2 slots for storage and Wi-Fi modules, as well as GPIO, two COM ports, Thunderbolt 4 and USB 3.2 Gen2 round out the platform's profile.

The motherboards are designed for 24/7 operation and can be used continuously with reliable performance in a temperature range from 0 °C to 60 °C. Kontron's commitment to quality is evident not least in the design, the use of high-quality components and strict lifecycle management, which makes the platforms ideal for use in harsh industrial environments, among other things. The performance of the K4021-U mSTX boards can be further enhanced with memory components from the Rutronik portfolio, such as DDR5 memory modules or high-performance M.2 SSDs. Matching accessories from Kontron, such as the SMARTCASE™ S502 chassis kit, a compact and robust housing for embedded implementation, and active heat sinks for optimized temperature management in continuous operation, are also available from Rutronik.

Rutronik

Alphawave Semi Taped-Out Industry Leading 64Gbps UCle™ IP on TSMC 3nm for the IP Ecosystem, Unleashing Next Generation of AI Chiplet Connectivity



Alphawave Semi, a global leader in high-speed connectivity and compute silicon for the world's technology infrastructure, today announced the successful tapeout of the industry's leading 64 Gbps UCle™ die-to-die (D2D) IP subsystem on TSMC's 3nm process technology. Building on its 36 Gbps Gen2 silicon success, this third-generation subsystem delivers a major advancement in performance and shoreline

bandwidth density for the IP Ecosystem. With 64 Gbps per-lane uni-directional data rates, it enables the next generation of chiplet-based architectures for AI, XPUs, and data center systems, providing power-efficient, reliable multi-die SoC integration and seamless interoperability across the chiplet ecosystem.

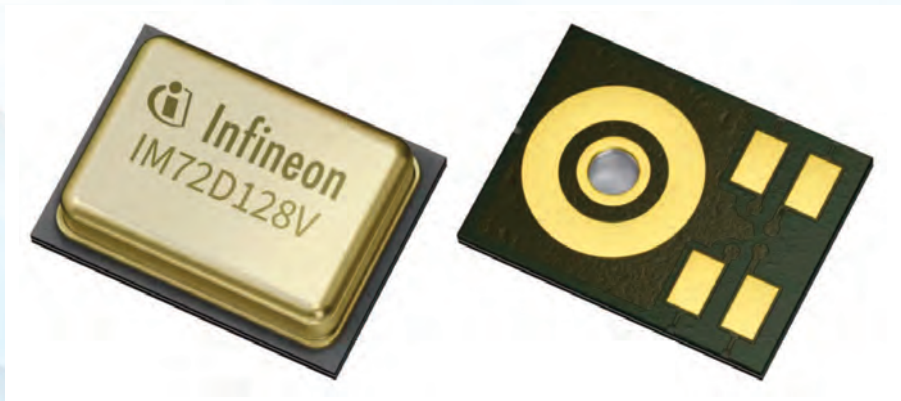
As the first 64 Gbps UCle™ IP subsystem implemented on TSMC's 3nm process, this

achievement positions Alphawave Semi as a leader in UCle die-to-die connectivity technology. With enhanced 64 Gbps UCle performance and reduced power consumption, the solution enables new applications, including optical connectivity for Co-Packaged Optics (CPO), which are essential for scalable systems and environments requiring high lane count radix. Furthermore, it expands D2D interconnect capabilities, supporting a custom memory interface that delivers very low power and latency with a unique form factor, offering eight times greater bandwidth density compared to conventional memory interfaces.

Built on a silicon-proven architecture spanning multiple process nodes, Alphawave 64 Gbps UCle delivers twice the bandwidth density of previous UCle, achieving up to 3.6 Tbps/mm shoreline bandwidth in the Standard Package and more than 21Tbps/mm in the Advanced Package. This subsystem uses advanced architecture to enhance performance and reliability.

Alphawave Semi

Infinion expands XENSIV™ MEMS microphone lineup delivering best-in-class audio and power performance



Infineon Technologies has expanded its XENSIV™ MEMS microphone lineup with the introduction of the IM72D128V and IM69D129F, two innovative digital PDM microphones designed for exceptional audio performance, energy efficiency, and robustness. Leveraging Infineon's proprietary Sealed Dual Membrane (SDM) technology, both microphones achieve a high level of robustness against water and dust (IP57), making them suitable for use in demanding environments.

The IM72D128V is distinguished by its top-tier

Signal-to-Noise Ratio (SNR) of 71.5 dB(A), making it particularly suited for applications requiring precise low-noise audio pick-up. It operates at ultra-low power consumption, with 430 μ A in high-performance mode and 160 μ A in low-power mode, which makes it ideal for energy-efficient, battery-powered devices such as high-end headphones. With a footprint of $4 \times 3 \times 1.2 \text{ mm}^3$, it is still small enough to fit most space constraint consumer devices.

The IM69D129F is tailored for compact design, with a footprint of $3.5 \times 2.65 \times 0.98 \text{ mm}^3$,

which makes it ideal for space-constrained devices. It achieves reliable audio performance with an SNR of 69 dB(A) and features low power consumption, operating at 450 μ A in high-performance mode and 170 μ A in low-power mode, contributing to extended battery life in portable devices ensuring extended battery life. Its small size makes it particularly suited for multi-microphone designs in compact systems. The devices can be used in Active Noise Cancellation (ANC) headphones and earbuds, as well as high-quality audio capturing in laptops, tablets, conference systems, and cameras.

The IM72D128V and IM69D129F are part of Infineon's XENSIV MEMS microphone family, offering exceptional audio quality, low power consumption, and high durability. They also support Voice User Interface (VUI) applications in smart speakers, automotive infotainment, IoT devices, and home and industrial automation. Furthermore, both microphones can be used in industrial or home monitoring applications that require audio pattern detection, such as industrial monitoring and home security systems.

Infineon Technologies

Advanced Energy Launches Medically Certified USB-C Power Adapter – SLE33SPD – with Level VII Efficiency

BF-rated off-the-shelf AC-DC wall-mount supplies simplify compliance and accelerate medical device time-to-market



Advanced Energy Industries, Inc., a global leader in highly engineered, precision power conversion, measurement and control solutions, announced SLE33SPD, a new series of 33 W USB-C

wall-mount adapters designed for medical and industrial devices. Engineered for safety and efficiency, these adapters meet the forthcoming U.S. Department of Energy (DOE) Level VII standards and

offer dual Means of Patient Protection (MOPP) isolation for patient-connected applications, ensuring robust protection and regulatory compliance.

With medical-grade certification and broad compatibility (PD2.0, PD3.0, QC2.0, QC3.0, QC4.0, PPS), the SLE33SPD series eliminates the need for custom power supplies and lengthy verification processes. OEMs can reduce development costs and speed up time-to-market, confident in meeting IEC 60601-1 and IEC 62368-1 safety standards, as certified by UL and TÜV SÜD.

Available now for sampling, the SLE33SPD series delivers reliable power from 5 to 20 V and supports legacy USB charging protocols. All products in the series are backward compatible with older USB charging standards.

For more information, visit the SLE33SPD page.

Advanced Energy

Toshiba launches 100V N-channel power MOSFET – TPH2R70AR5 – offering 2.7mΩ in 5.15mm x 6.1mm package based on U-MOS11-H process



Toshiba has launched the TPH2R70AR5, a new 100V-rated N-channel power MOSFET fabricated with its latest-generation process, known as U-MOS11-H. The MOSFET will be primarily used in switched-mode power supply (SMPS) applications, particularly high-efficiency DC-DC converters. Key application sectors will be

within data centres, communications base stations, and other high-end industrial equipment.

Due to the advanced 100V U-MOS11-H process, the TPH2R70AR5 offers significant performance advantages over devices manufactured with the existing U-MOSX-H process. For example, compared to the earlier

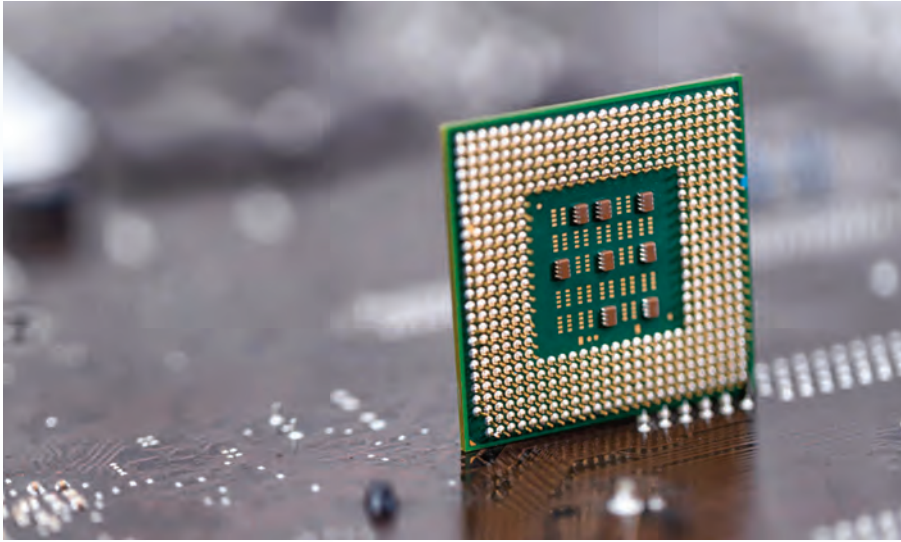
TPH3R10AQM, the drain-source on-resistance ($R_{DS(ON)}$) has reduced by around 8% to just 2.7mΩ (max.) while the total gate charge (Q_g) is now 37% lower at 52nC (typ.). The $R_{DS(ON)} \times Q_g$ figure-of-merit (FoM) is therefore improved by 42%.

In addition, the TPH2R70AR5 achieves high-speed body diode performance through the application of lifetime control technology. As a result, compared to the TPH3R10AQM, switching speed is improved and, additionally, the diode recovery time and noise are reduced. Lifetime control technology also reduces reverse recovery charge (Q_{rr}) to 55nC (typ.) and suppresses voltage spikes. The $R_{DS(ON)} \times Q_{rr}$ FoM is improved by around 43%.

The prominent $R_{DS(ON)}$, Q_g , and Q_{rr} characteristics reduce both conduction and switching losses, contributing to higher efficiency in power-related applications. This reduces the operating cost and permits greater power density. Housed in the SOP Advance (N) package measuring just 5.15mm x 6.1mm, the device offers excellent mounting compatibility with industry standards.

Toshiba Electronics Europe

Siemens accelerates complex semiconductor design and test with Tessent IJTAG Pro



Siemens Digital Industries Software announced Tessent™ IJTAG Pro software, which will transform IJTAG (IEEE 1687) input/output by enabling parallel operations of the traditionally serial operation and provide read and write access to custom hardware.

The new software introduces high-bandwidth internal JTAG (IJTAG) and generic data streaming functionality to help customers reduce test cost and time by accelerating data using the wide bus of Siemens' Tessent Streaming Scan Network (SSN) software.

The semiconductor industry is facing an unprecedented and accelerated evolution as transistor density expands across multiple dimensions. As semiconductor designs advance from 2D to 2.5D to full 3D IC architectures, design testing challenges have multiplied exponentially.

The escalating test pattern counts, longer pattern application times, high ATE (Automatic Test Equipment) costs and limited number of test pins accessibility mean that optimizing existing infrastructure for test scaling is not just crucial but imperative for maintaining a competitive edge in the design process.

The combination of the features in IJTAG Pro along with the recent announcement of Siemens' Tessent™ AnalogTest software marks a significant expansion of capabilities and bandwidth.

Siemens

Flex Power Modules partners with Renesas to deliver next-gen power management solutions



Flex Power Modules, a leading provider of advanced power conversion solutions, today announced it is partnering with Renesas to pioneer the next generation of board-mounted power management solutions for CPUs, GPUs, FPGAs, ASICs,

and accelerator cards that support AI workloads.

This global collaboration harnesses the strengths of both companies to expand Flex's vertical power delivery (VPD) portfolio. The new VPD products maximise efficiency,

improve transient response, and optimise thermal performance of data centre processors to meet the demanding power needs of AI. In addition, Renesas will add two-phase power towers jointly developed by the two companies to its existing power tower portfolio.

The new solutions integrate technologies from both companies, combining joint design expertise and Flex's advanced manufacturing capabilities to scale delivery through Renesas channels.

The two companies will also collaborate on other high-density power modules that integrate Renesas smart power stages into high-efficiency DC/DC converters from Flex Power Modules. These modules will pair with Renesas's latest digital multi-phase controllers to support configurations from two-phase up to 32-phase to meet the power specifications of any rail. Flex provides advanced manufacturing capabilities, innovative power and cooling products, and end-to-end lifecycle services that solve for data centre power, heat, and scale challenges in the AI era. Accelerate data centre deployment worldwide with Flex.

Flex Power Modules

Nexperia introduces first 40-100V automotive MLPAK MOSFETs (MLPAK33-WF and MLPAK56-WF) for body control, infotainment and lighting applications



Nexperia introduced its first portfolio of 40-100V automotive MOSFETs (MLPAK33-WF and MLPAK56-WF) in industry standard micro-lead packages designed for use in body control, infotainment, reverse battery protection and LED lighting applications. This launch initially features 19 devices in MLPAK33-WF as well as Nexperia's first 40V device in MLPAK56-WF, both incorporating wettable flanks (-WF) to enable reliable solder joint inspect and AOI, thereby providing designers with a

range of MOSFETs that combine flexibility of choice, a smart cost-performance balance and the capacity to quickly ramp up high-yield production, without compromising on safety.

Vehicle architectures are evolving from ECU-based control, where each function has its own unit, to domain control, and now towards zonal architectures that consolidate applications under zonal control units. At the same time, the rise of electronics-rich vehicles and the growing in-

tegration of infotainment and smart features are prompting OEMs to rethink traditional automotive design requirements to support advanced, consumer-style applications within vehicles. This shift is driving higher MOSFET demand in DC/DC converters, inverters, and battery management systems. Operating at lower temperatures, these systems can leverage cost-effective micro-leaded devices such as Nexperia's new MLPAK33-WF and MLPAK56-WF. Alongside their cost-performance balance, these new components meet the traditional requirements of automotive designs: AEC-Q101 qualified, robust performance, excellent board-level reliability, and side-wettable flanks supporting automated optical inspection (AOI), making them ideally suited to the evolving automotive landscape.

This new portfolio allows designers to choose from a wide selection of micro-lead MOSFETs with various $R_{DS(on)}$ values, offered in standardized footprints that simplify design-in and allow engineers to seamlessly migrate between MOSFET packaging, making it easy to adopt Nexperia MLPAK devices.

Nexperia

100 V MOSFETs from Nexperia deliver ultra-low conduction losses in demanding automotive applications



Nexperia announced the launch of their new AEC-Q101 qualified 100 V MOSFETs, in compact CCPAK1212 (12 x 12 mm) copper-clip packaging. These devices deliver ultra-low conduction losses with on-resistance ($R_{DS(on)}$) as low as 0.99 m Ω , and enable safe current above 460 A. This makes them ideally suited for thermally demanding 48 V automotive applications, including on-board chargers (OBC), traction inverters, and battery

management systems (BMS). In addition to passenger vehicles, the new MOSFETs also benefit 2- and 3-wheel e-mobility, DC-DC converters, and industrial high-current modules, where efficiency and thermal reliability are equally critical.

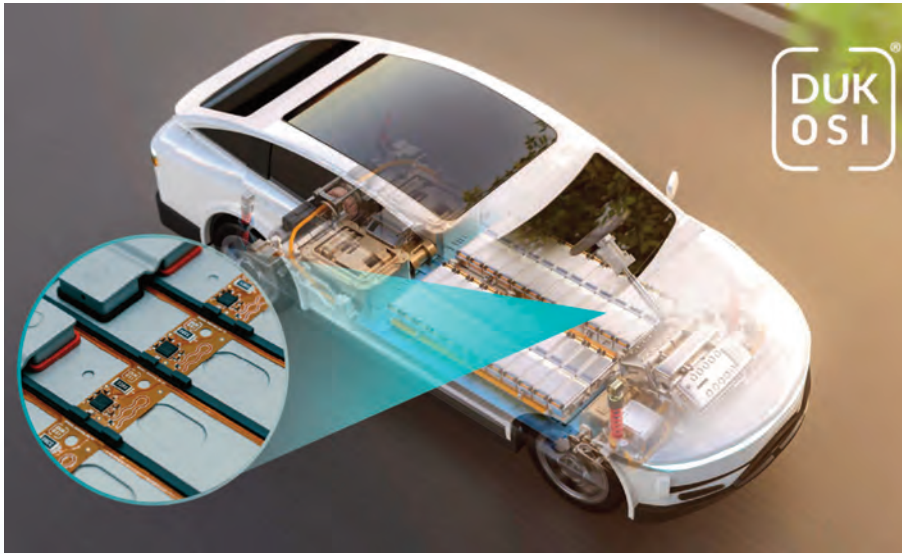
Automotive original equipment manufacturers (OEMs) are moving rapidly from 12 V to 48 V subsystems to increase efficiency, reduce weight, and extend the driving range of xEV platforms. In these high-power

applications, minimizing conduction losses is critical. To achieve this, designers typically connect several MOSFETs in parallel to meet performance needs, but this approach can increase component count and board space required. With their ultra-low $R_{DS(on)}$ and high power density, Nexperia's CCPAK1212 MOSFETs reduce the need for parallel-connected devices, as well as saving up to 40% PCB space compared to traditional TOLL- or TOLT-packaged alternatives due to their compact size. The next-generation 100 V AEC-Q101 trench silicon platform, combined with the exceptional thermal performance ($R_{th(j-b)} = 0.1 \text{ K/W}$) of Nexperia's proprietary copper-clip CCPAK1212 package, enables the ultra-low $R_{DS(on)}$. Together, these features provide the critical advantages required in 48 V automotive systems - high current capability, superior power density, and a robust Safe Operating Area (SOA) rating of up to 400 A at 100 V.

To learn more about Nexperia's automotive MOSFETs, visit: www.nexperia.com/ccpak-mosfets

Nexperia

Dukosi Achieves ASPICE Capability Level 2 for Its Next Generation Cell Monitoring System



Dukosi Ltd, the technology company revolutionizing the performance, safety and sustainability of battery systems, today it has achieved Automotive SPICE[®]^[1] (ASPICE) Capability Level 2 for development processes related to its next generation cell monitoring system for automotive and electric vehicle (xEV) applications. This important assessment milestone assures compliance with the demanding

quality requirements of automotive customers and gives confidence that automotive software and systems are developed with consistent quality, reliability and safety. The intensive assessment was performed by UL Solutions in compliance with ASPICE PAM 4.0 (Process Assessment Model) and in accordance with the ISO/IEC 33002 standard and completed in September 2025.

The Automotive Software Process Improvement and Capability Determination (ASPICE) standard, developed by the German Association of the Automotive Industry (VDA), has been established worldwide and is used by leading OEMs and suppliers to evaluate the development processes of software-based systems in and around the vehicle. Achieving ASPICE Level 2 demonstrates that Dukosi's development processes are rigorously managed, with work products properly established, controlled and maintained. UL Solutions' rigorous assessment included Dukosi's processes across system development, software development, support and project management, and the scope of this assessment went beyond the scope recommended by VDA.

Reinforcing the company's commitment to product safety, Dukosi's development processes are in full alignment with ASPICE PAM 4.0 and ISO 26262.

^[1] Automotive SPICE[®] is a registered trademark of Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA).

Dukosi

Vector and Lauterbach Shorten Time to Market for Safety Critical Applications



Vector, leading manufacturer of software tools and components for the development of software-based electronic systems and Lauterbach, the world's leading provider of debug and trace tools, developed a joint solution for code coverage measurements that saves time and effort and therefore shortens time to market for safety critical applications. Proof of code coverage is essential for safety certification in order to demonstrate

the completeness of test cases and ensure that there is no unintended functionality. By combining Lauterbach's TRACE32[®] real-time trace with Vector's VectorCAST testing platform developers can meet the requirements of safety-critical standards such as ISO 26262 and DO-178C faster and more efficiently: The combination of TRACE32[®] and VectorCAST enables resource-saving collection of code coverage data directly on the target system –

without compromising real-time behavior or development effort.

VectorCAST provides comprehensive support for target systems, architectures and operating systems. By integrating TRACE32[®] coverage data the need for instrumentation can be reduced and thus the number of necessary builds and test runs minimized. The joint solution is ideal for automotive, aerospace, medical device as well as railway applications or other regulated industries and supports all relevant coverage metrics for your certification requirements. Engineers can register for a joint webinar at 9th of October 2025 to learn how TRACE32[®] and VectorCAST can help optimize their test strategy, save development time and meet the highest safety standards.

Find more information about Code Coverage measurements with TRACE32[®]:
<https://www.lauterbach.com/use-cases/code-coverage>
 Find more information about VectorCAST embedded software testing platform:
<https://www.vector.com/int/en/products/products-a-z/software/vectorcast/>

Vector

Siguranță și conformitate

Premier Distributor
BRADY
WHEN PERFORMANCE MATTERS MOST™



Semne de siguranță la locul de muncă



Marcarea țevilor



Etichetare pentru logistică



Marcarea zonelor



Semne vizuale pentru securitatea muncii



Sorbenți industriali

Blocare/marcare



Blocare pentru riscuri electrice



Blocare pentru riscuri mecanice



Lăcăte (standard și personalizate)



Accesorii

Pentru mai multe detalii contactați LTHD, Premier Distributor Brady sau vizitați pagina noastră de Internet: <https://smartltd.lthd.com/roa.html>

www.bradyeurope.com

Marcarea cablurilor/ Identificarea produselor/ Imprimante

Premier Distributor
BRADY
WHEN PERFORMANCE MATTERS MOST™

IMPRIMANTE DO-IT-YOURSELF PENTRU SECURITATEA MUNCII

	M710	I3300	S3100	S3700	BBP85	Bradyjet J4000	Bradyjet J3700
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

IMPRIMANTE PENTRU MARCAREA CABLURILOR ȘI TIPĂRIREA SEMNELOR DE SIGURANȚĂ

IMPRIMANTE PORTABILE						IMPRIMANTE DE BIROU			
Denumire echipament ▶	M210	M410	M510	M610	M710	M611	I3300	I5300	I7100
Dimensiune maximă etichetă ▶	19 mm	25 mm	38 mm	50 mm	51 mm	50 mm	106 mm	110 mm	110 mm

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



LT



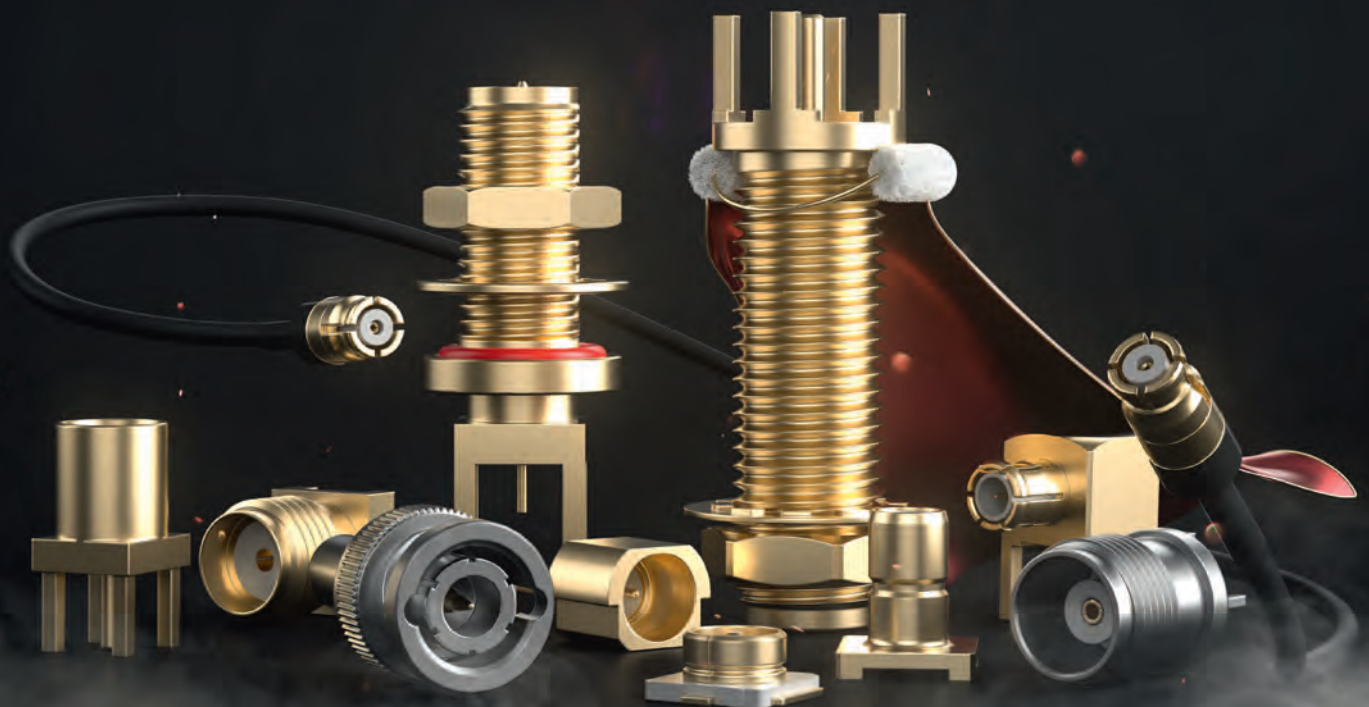
www.lthd.com



WÜRTH ELEKTRONIK MORE THAN YOU EXPECT

THE COAX FAMILY

HAS EXPANDED



© 2015



New coaxial products

Coaxial connectors and cable assemblies provide low loss paths between RF system, subassemblies or components. The coaxial product range includes frequency supporting up to 18 GHz and with various design.

www.we-online.com/coax

Highlights

- MIL-STD & IEC interfaces
- Characteristic impedance 50 Ω
- High quality data transmission
- Broad line of product portfolio with customize capability



#COAXFAMILY