

Electronica • AZI



www.electronica-azi.ro

5G

***Agricultură inteligentă
prin senzori conectați***

»8

***Tehnologie pentru dispozitive
medicale conectate***

»20

***Wireless critic pentru
Industria 4.0 și IoT***

»28



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

 **Rochester
Electronics®**



Ce au în comun
pasiunea, curiozitatea
și creativitatea?

Răspunsul: **pe dumneavoastră**

Indiferent de cum vă considerați (student, meșteșugar, amator pasionat, un mag al tehnologiei...), dvs. reprezentați spiritul invenției – iar acest spirit contribuie la o lume mai bună pentru noi toți.

Dvs. veniți cu viziunea, iar noi vă ajutăm să o puneți în practică la digikey.ro

DigiKey

we get technical

DigiKey este un distribuitor în franciză pentru toți partenerii furnizori. 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. © 2026 DigiKey Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, SUA

 **ECIA MEMBER**
Supporting The Authorized Channel



O toamnă care începe în viteză

Septembrie are întotdeauna ceva aparte. Pentru mulți înseamnă revenirea la ritmul obișnuit după perioada concediilor, reluarea proiectelor și începutul unei noi etape de lucru. În industria electronică însă, impresia este că pauza devine, de la an la an, tot mai scurtă. Tehnologia nu așteaptă, iar ritmul în care apar noi soluții, arhitecturi și aplicații continuă să crească.

Inteligența artificială nu mai este doar un subiect spectaculos de prezentare, ci devine parte tot mai profundă a sistemelor electronice. Senzorii sunt mai performanți, dar și mai "inteligenți". Microprocesoarele și microcontrolerele trebuie să combine puterea de calcul cu eficiența energetică, conectivitatea și securitatea, iar sistemele de testare trebuie să țină pasul cu această complexitate.

În același timp, granițele tradiționale dintre domenii încep să dispară. Tehnologii dezvoltate pentru sectorul auto ajung în automatizarea industrială, iar soluții de conectivitate și procesare își găsesc locul în aplicații medicale. Inteligența artificială se mută din centrele de date către marginea rețelei, aproape de senzori și actuatori. Iar ceea ce până nu demult numeam simplu "componentă electronică" devine parte a unui sistem capabil să măsoare, să comunice, să analizeze și, uneori, să ia singur decizii.

Valoarea unui produs nu mai este determinată exclusiv de performanțele sale individuale, ci și de modul în care poate fi integrat într-un ecosistem.

Un senzor excelent nu este suficient dacă datele sale nu pot fi procesate eficient. Un procesor performant nu rezolvă problema dacă sistemul nu poate comunica sigur și predicibil. O rețea foarte rapidă nu ajută dacă nu poate garanta comportamentul cerut de aplicațiile critice.

De aceea, proiectarea electronică modernă este tot mai mult despre **sistem**, nu doar despre componente.

Pentru ingineri, provocările cresc, dar și posibilitățile. Instrumentele sunt mai puternice, iar distanța dintre o idee și un produs funcțional continuă să se reducă.

Iar dacă ediția de Septembrie transmite un mesaj comun, acesta ar fi: conectivitatea, inteligența și integrarea devin la fel de importante ca performanța.

Toamna începe. Și, după cum arată lucrurile, începe în viteză.

Gabriel Neagu
gneagu@electronica-azi.ro

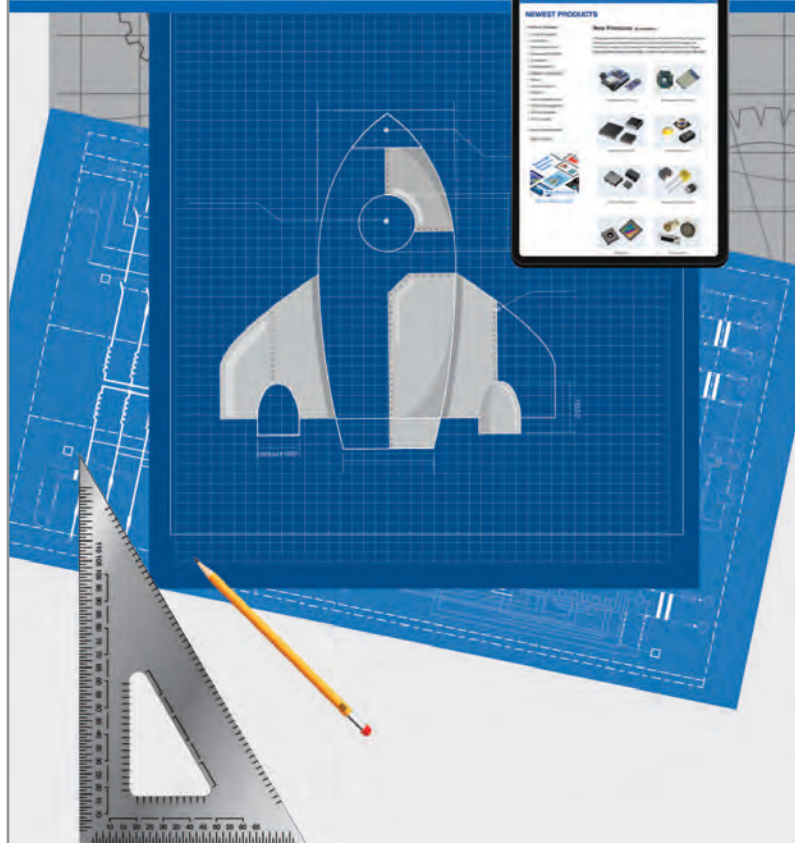


Descoperiți

Proiectați

Dezvoltați

ro.mouser.com



Comandați -
cu - încredere

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 Grămesu**
Ing. **Emil Floroiu**

Contact:

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

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

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

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

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

2026© - Toate drepturile rezervate.



Electronica Azi 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 | Mouser explorează viitorul calculului cuantic și potențialul său de a transforma ingineria

6 | Nordic nRF9151 deschide calea către o nouă generație de dispozitive IoT cu conectivitate celulară și prin satelit

7 | MIKROE oferă suport pentru aproximativ jumătate dintre microcontrolerele disponibile la nivel mondial în NECTO Studio

8 | Sisteme pentru "vacii conectate": perspectiva proiectării electronice

12 | Măsurători mai bune, mai rapide: cum să accelerați dezvoltarea produselor

16 | De la bioimpedanță la volumul sistolic: monitorizare neinvazivă cu un AFE integrat

20 | SDC, un catalizator pentru dezvoltarea afacerii: de la dispozitive medicale conectate la platforme clinice inteligente

23 | Kit AI PSOC™ 6 de la Infineon (CY8CKIT-062S2-AI)

24 | Date brute de la senzorii auto: Mai mult semnal. Mai multă siguranță.

27 | Inductoare bobinate de la Eaton Electronics

28 | URLLC conform specificațiilor 3GPP: Avantaje și provocări în aplicațiile pentru Industrie 4.0 și IoT

30 | MRAM combină viteza cu retenția datelor în sistemele de înaltă performanță

34 | Cum îmbunătățesc noile arhitecturi din siliciu eficiența fără a compromite robustețea

38 | Un microprocesor pe 64-biți pentru aplicații IoT de largă utilizare

42 | Determinarea precisă a distanței cu Bluetooth: Channel Sounding extinde capacitățile BLE

46 | Depozite inteligente

50 | Brady: Siguranță și conformitate



www.electronica-azi.ro



www.electronica-azi.ro/arhiva-reviste



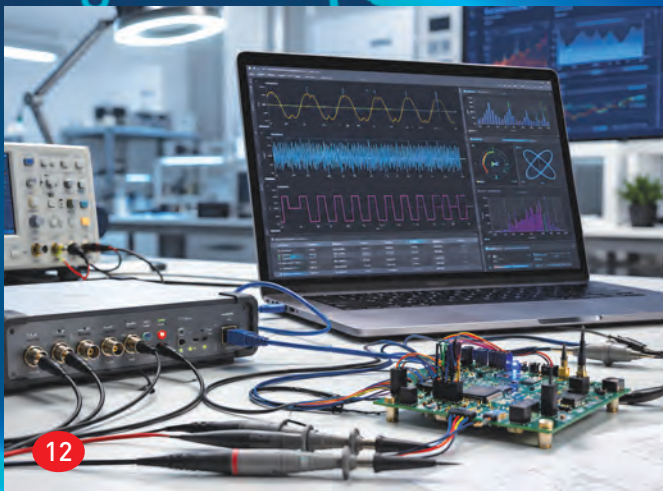
www.facebook.com/ELECTRONICA.AZI



8



20



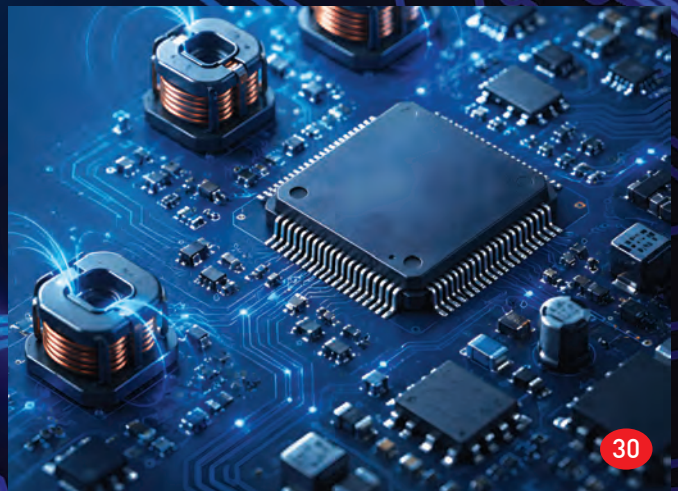
12



24



16



30



www.instagram.com/electronica_azi



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



<https://x.com/ElectronicaAzi>

Mouser explorează viitorul calculului cuantic și potențialul său de a transforma ingineria



Mouser Electronics a anunțat cea mai recentă ediție a seriei sale tehnologice Empowering Innovation Together (EIT), A Quantum Leap in Computer Processing. Această ediție explorează domeniul emergent al calculului cuantic și analizează modul în care principiile mecanicii cuantice ar putea deschide noi posibilități de calcul pentru rezolvarea unor probleme care rămân dificil de abordat cu ajutorul arhitecturilor de calcul convenționale.

Spre deosebire de computerele tradiționale, computerele cuantice utilizează fenomene ale mecanicii cuantice, precum superpoziția, inseparabilitatea cuantică (quantum entanglement) și interferența, pentru a efectua calcule în moduri fundamental diferite. Deși sistemele cuantice actuale se confruntă încă cu provocări legate de ratele de eroare și scalabilitate, progresele rapide în dezvoltarea qubiților și în corectarea erorilor cuantice apropie tehnologia de aplicațiile practice. Inginerii și cercetătorii explorează potențialul calculului cuantic de a accelera progresele în optimizare, descoperirea de materiale, inteligență artificială, criptografie și dezvoltarea de medicamente.

În podcastul The Tech Between Us, Raymond Yin, director de conținut tehnic la Mouser, discută cu Daniel Gottesman, fizician, pionier în domeniul corectării erorilor cuantice și Brin Family Endowed Professor in Theoretical Computer Science la Universitatea din Maryland. Împreună, cei doi explorează conceptele fundamentale ale calculului cuantic și discută despre arhitecturile hardware actuale, principalele provocări tehnice și evoluția viitoare a domeniului.

Pe lângă podcast, seria EIT include un material video aprofundat, articole tehnice, un infografic și conținut exclusiv pentru abonați, care analizează stadiul actual al calculului cuantic și aplicațiile sale emergente. Resursele prezentate abordează qubiții, sistemele NISQ (Noisy Intermediate-Scale Quantum), corectarea erorilor, optimizarea, AI/ML și securitatea post-cuantică.

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

Nordic nRF9151 deschide calea către o nouă generație de dispozitive IoT cu conectivitate celulară și prin satelit

Nordic Semiconductor a anunțat o modalitate mai rapidă de implementare a conectivității IoT prin rețele celulare și prin satelit. Modemul embedded MTC2-N9151 de la LooUQ a obținut certificarea Skylo Non-Terrestrial Network (NTN), bazându-se pe modulul Nordic nRF9151, certificat la rândul său de Skylo, pentru a reduce timpul de lansare pe piață al noilor produse IoT.

Cel mai mic și mai eficient energetic modul IoT celular de la Nordic, nRF9151, permite dispozitivelor IoT să rămână conectate indiferent de locul în care sunt implementate, de la zone urbane dens acoperite până la regiuni fără acoperire celulară. Acesta integrează într-un singur pachet un microcontroler de aplicație programabil, un modem LTE-M/NB-IoT sau DECT NR+, suport pentru conectivitate prin satelit NB-NTN și funcții de securitate. Astfel, dezvoltatorii nu mai trebuie să adauge hardware satelitar proprietar, a cărui dezvoltare ar implica timp și costuri suplimentare.

Skylo operează o rețea NB-NTN standardizată 3GPP, accesibilă prin parteneriate cu operatorii de rețele mobile (MNO), permițând dispozitivelor certificate să comute automat între acoperirea terestră și cea prin satelit.





Modulul nRF9151 a obținut certificarea Skylo după ce o versiune de firmware a adăugat suport complet pentru conectivitate prin satelit NTN soluției LTE-M/NB-IoT, marcând primul pas al Nordic către comunicații directe cu satelitul utilizând un modul celular standard.

Deoarece certificarea este realizată la nivelul modului, parteneri precum LooUQ, cu sediul în Michigan, care își construiesc produsele în jurul nRF9151, pot beneficia de această certificare. Acest lucru este deosebit de important pentru dispozitivele IoT utilizate departe de infrastructura celulară, precum senzori inteligenți pentru gestionarea apei, sisteme de monitorizare agricolă, infrastructură energetică, dispozitive pentru urmărirea activelor și aplicații logistice, unde pierderea unei citiri poate genera costuri operaționale reale.

MTC2-N9151 de la LooUQ este primul modem embedded care beneficiază de certificarea Skylo obținută la nivelul modului nRF9151. Datorită capacităților acestuia, produsele care îl integrează pot utiliza infrastructura certificată pentru serviciul NTN Skylo și pot comuta automat între conectivitatea prin satelit și cea celulară, în funcție de acoperire, fără modificarea software-ului aplicației.

nRF9151 este cel mai mic și mai eficient energetic modul IoT celular de la Nordic și suportă LTE-M/NB-IoT, NB-NTN și NR+ într-un singur modul ultracompact. MTC2-N9151 de la LooUQ pune la dispoziție întreaga funcționalitate a pinilor nRF9151 prin intermediul interfeței MTC.2 și este disponibil împreună cu kiturile de dezvoltare MTC2-N9151-BRK-KIT (*kit breakout*) și MTC2-N9151-UXP-KIT (cu reglatoare integrate și un LED RGB controlat prin I²C), care permit dezvoltatorilor să înceapă imediat testarea over-the-air (OTA).

Disponibilitate

nRF9151 este certificat la nivel global și disponibil din 2025. MTC2-N9151 de la LooUQ, împreună cu kiturile breakout și de dezvoltare, este disponibil imediat pentru evaluare și integrare în proiecte destinate producției prin intermediul LooUQ. Kiturile de dezvoltare sunt disponibile la www.loouq.com.

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

MIKROE oferă suport pentru aproximativ jumătate dintre microcontrolerele disponibile la nivel mondial în IDE-ul NECTO Studio



Evaluati microcontrolere de la furnizori diferiti fara a fi nevoie sa invatati utilizarea unor noi instrumente

MIKROE oferă acum suport pentru peste 10.000 de microcontrolere de la 12 furnizori diferiți în cadrul IDE-ului său multi-arhitectură, NECTO Studio. Acest lucru înseamnă că dezvoltorii de sisteme embedded pot testa cu ușurință aproximativ jumătate dintre variantele de microcontrolere disponibile în prezent, utilizând aceeași platformă și fără a fi nevoiți să învețe un nou set de instrumente.

IDE-ul NECTO Studio oferă, de asemenea, acces la platformele hardware la distanță Planet Debug, astfel încât dezvoltatorii pot scrie cod și realiza depanarea fără a trebui să aștepte disponibilitatea hardware-ului fizic.

Ecosistemul MIKROE include, de asemenea, peste 5.000 de biblioteci gata de utilizare, un asistent AI antrenat de MIKROE care generează cod funcțional și, cel mai recent, NECTO Chat, care oferă acces 24/7 la asistență din partea experților. Prin integrarea ecosistemului hardware și software MIKROE, inginerii pot trece mai rapid de la o idee la realizarea unui prototip funcțional.

■ **MIKROE** | www.mikroe.com



Sisteme pentru “vaci conectate”

PERSPECTIVA PROIECTĂRII ELECTRONICE

Cum ați aborda proiectarea unui dispozitiv embedded care, zi de zi, trebuie să reziste să fie călcat în picioare, udat și chiar digerat? Aceasta este realitatea cu care se confruntă inginerii care dezvoltă sisteme pentru “vaci conectate”, în care senzorii externi și interni transformă animalele de fermă în adevărate centre de date vii.

Autor: Traci Browne, Mouser Electronics



Creșterea tradițională a bovinelor implică o serie de provocări. Fermierii petrec multe ore verificând manual animalele pentru a identifica eventuale semne de boală sau stres. Acest proces nu este doar lent, ci devine și tot mai greu de susținut din cauza deficitului de forță de muncă și a costurilor în creștere.

Dacă adăugăm probleme frecvente precum grajdurile supraaglomerate, accesul intermitent la apă și hrănirea inefficientă, devine clar de ce metodele tradiționale de menținere a sănătății și productivității efectivelor sunt din ce în ce mai dificil de aplicat.

Aici intervin inginerii proiectanți de sisteme electronice. Conceptul de “vaci conectate” oferă posibilitatea de a regândi unul dintre pilonii agriculturii.

Acest articol analizează modul în care IoT (Internetul lucrurilor) revoluționează sectorul producției de lapte și creșterea bovinelor, provocările specifice cu care se confruntă inginerii și modul în care proiectarea inovatoare poate îmbunătăți eficiența atât pentru animale, cât și pentru fermieri.

Arhitectura sistemelor IoT pentru creșterea animalelor

Spre deosebire de monitorizarea unei singure persoane cu ajutorul unui dispozitiv de fitness, proiectarea unui sistem IoT pentru animale presupune echiparea unui întreg efectiv, fiecare animal fiind dotat cu propriul set de senzori rezistenți.

Aceste dispozitive monitorizează mult mai mult decât parametri precum numărul de pași sau ritmul cardiac; ele colectează continuu o gamă variată de date fiziologice, inclusiv temperatura, ruminația, nivelurile de

activitate și chiar ciclurile reproductive, precum și parametri de mediu, cum ar fi umiditatea, calitatea aerului și starea pășunilor.

Provocarea depășește cu mult simpla capturare a unui moment izolat în timp pentru un singur animal. Inovația constă în capacitatea de a colecta, transmite și agrega fluxuri de date pe perioade de luni întregi, nu doar în anumite momente, astfel încât fermierii să poată identifica probleme subtile de sănătate sau tendințe emergente la nivelul întregului efectiv.

Strat	Componente și funcționalități	Exemple
Edge	Senzori și dispozitive portabile: colectează date brute (temperatură, mișcare, GPS) și efectuează operații de preprocesare de bază.	Coliere cu accelerometre, boluri rumenale, pedometre montate pe picioare
Fog	Gateway-uri/noduri locale: realizează procesarea intermediară (filtrare, compresie) și stocarea pe termen scurt.	Microcontrolere montate pe coliere, gateway-uri LoRaWAN instalate în grajd
Cloud	Servere centrale: asigură stocarea pe termen lung, analize avansate bazate pe AI/ML și informații la nivelul întregii ferme.	AWS IoT Core, Azure IoT Hub, tablouri de bord personalizate pentru gestionarea efectivelor

Tabelul 1: Arhitectura unei rețele multistrat în grajd

Protocol	Rază de acțiune	Consum de energie	Viteză de transfer a datelor	Caz de utilizare
LoRaWAN	2–15 km	Extrem de redus	0,3–50 kbps	Urmărirea turmelor pe distanțe lungi, pe pășuni
Bluetooth®	10–100 m	Redus	1–2 Mbps	Monitorizarea stării animalelor în grajd (de exemplu, senzori de temperatură)
Rețea celulară (LTE-M/NB-IoT)	Globală	Ridicat	100 kbps–1 Mbps	Transmisie video/audio în timp real de la ferme aflate în zone îndepărtate
Zigbee	10–100 m	Redus	20–250 kbps	Monitorizarea cu cost redus a mediului din grajd (umiditate, niveluri de amoniac)

Tabelul 2: Protocoale de comunicație pentru mediile agricole

Pentru aceasta este necesar un sistem IoT robust, scalabil și eficient energetic, capabil să transforme datele brute în informații utile fără a epuiza bateriile dispozitivelor sau a supraîncărcă rețeaua.

PROIECTAREA UNEI REȚELE MULTISTRAT ÎN GRAJD

Topologia de rețea pe trei straturi – **edge-fog-cloud** (Tabelul 1) – reprezintă atât o alegere tehnică, cât și un răspuns practic la cerințele agriculturii moderne din sectorul producției de lapte. Fermierii au nevoie de informații utile și actualizate, ceea ce impune existența unui sistem capabil să colecteze și să proceseze volume foarte mari de date în timp real, semnalând problemele de sănătate sau comportamentele neobișnuite înainte ca acestea să devină semnificative. Prin distribuirea inteligenței între straturile edge, fog și cloud, sistemele pot genera alerte critice și pot reacționa local la acestea, în timp ce tendințele pe termen lung și analizele complexe sunt gestionate în cloud.

Această abordare îi ajută pe fermieri să ia decizii mai rapide și mai bine fundamentate – un avantaj pe care o arhitectură bazată pe un singur strat nu îl poate oferi.

PROTOCOALE DE COMUNICAȚIE PENTRU MEDIILE AGRICOLE

Alegerea metodei adecvate prin care dispozitivele comunică între ele este esențială. Sistemele IoT agricole trebuie să transmită date în mod fiabil pe suprafețe întinse de pășune, prin pereții groși ai grajdurilor și în zone cu acoperire celulară neuniformă – menținând, în același timp, consumul bateriei la minimum. Protocolul ales (Tabelul 2) influențează totul, de la rapiditatea cu care alertele ajung la fermier până la frecvența cu care dispozitivele necesită întreținere. În unele situații sunt necesare conexiuni cu rază lungă de acțiune și consum redus de energie pentru monitorizarea animalelor aflate pe pășune; în altele, conexiunile cu rază scurtă de acțiune și lățime de bandă mare sunt mai potrivite pentru interiorul grajdului. Cheia constă în alegerea tehnologiei potrivite pentru fiecare aplicație.

STRATEGII DE GESTIONARE A CONSUMULUI DE ENERGIE PENTRU SENZORII PURTABILI
Gestionarea consumului de energie este, fără îndoială, una dintre cele mai importante provocări de proiectare în domeniul IoT pentru creșterea animalelor, iar impactul acestuia este resimțit direct de fermieri.

Inginerii trebuie să evalueze tipurile de baterii, tehnologiile de recuperare a energiei și protocoalele cu consum redus de energie (Tabelul 3).

Spre deosebire de dispozitivele portabile destinate consumatorilor, care pot fi reîncărcate zilnic, senzorii utilizați pentru monitorizarea bovinelor trebuie să funcționeze ani întregi fără înlocuirea bateriei. Un dispozitiv rămas fără energie nu înseamnă doar pierderea unor date; poate însemna alerte privind starea de sănătate care nu mai ajung la fermier, un volum mai mare de muncă și o încredere mai redusă în tehnologie.

Obiectivul este obținerea unei funcționări cu adevărat de tip “set-and-forget” (*configurează și uită*), ceea ce presupune maximizarea eficienței hardware-ului și firmware-ului, optimizarea intervalelor de comunicație și explorarea posibilităților oferite de recuperarea energiei.

ANALIZA DATELOR ȘI AI

Toate datele colectate de senzori sunt lipsite de valoare dacă nu pot fi analizate și transformate în informații utile.

Aici intervin analiza datelor și inteligența artificială (AI). ➤

Strategie de gestionare a energiei	Exemplu / Tip	Durată de viață	Fiabilitate	Putere de ieșire	Complexitate/Compromisuri
Baterie primară (nereîncărcabilă)	Li-SOCl ₂ (clorură de tionil-litiu)	5–7 ani	Ridicată	Moderată	Limitată de capacitatea bateriei; necesită înlocuire la un moment dat
Baterie reîncărcabilă	Li-ion, NiMH	1–3 ani	Moderată	Ridicată	Necesită încărcare periodică sau acces la o sursă de alimentare
Recuperarea energiei solare	Panouri solare de mici dimensiuni	Variabilă	Depinde de condițiile meteorologice	Scăzută–Moderată	Putere de ieșire redusă la umbră sau în interiorul grajdului; crește complexitatea proiectării
Recuperarea energiei cinetice	Generatoare bazate pe mișcare	Variabilă	Depinde de nivelul de activitate al animalului	Foarte scăzută	Randament redus; adecvată doar ca sursă suplimentară de energie
Protocoale cu consum redus de energie	LoRaWAN, Bluetooth Low Energy	N/A	Ridicată	N/A	Reduc consumul de energie, dar pot limita rata de transfer a datelor sau aria de acoperire

Tabelul 3: Strategii de gestionare a energiei pentru senzorii portabili

La nivelul dispozitivelor edge, microcontrolerele cu consum redus de energie filtrează zgomotul, comprimă datele și semnalează imediat situațiile care necesită atenție, economisind atât lățimea de bandă, cât și energia bateriei.

Analizele mai avansate, precum predicția bolilor sau identificarea tendințelor, sunt realizate în cloud cu ajutorul învățării automate (Machine Learning – ML). Provocarea inginerescă constă în proiectarea unor sisteme hardware și a unor rețele capabile să proceseze și să transmită datele eficient și securizat, integrându-le totodată cu platformele de gestionare a fermelor pentru a asigura un flux continuu de informații, de la fermă până la tabloul de bord.

Provocări esențiale în proiectarea sistemelor IoT pentru sectorul zootehnic

Proiectarea dispozitivelor portabile pentru animale nu se rezumă la realizarea unor circuite ingenioase. Condițiile reale din mediul agricol impun un consum de energie extrem de redus, comunicații robuste și materiale capabile să reziste la noroi, praf, umiditate și uzura zilnică. Dispozitivele trebuie adesea să funcționeze ani întregi cu o singură baterie, astfel încât găsirea unui echilibru între dimensiunea bateriei, funcționalitățile oferite și intervalele de întreținere este esențială, în special în cazul senzorilor amplasați în zone greu accesibile.

O altă provocare importantă este scalabilitatea. Fermele pot avea nevoie de mii de senzori distribuiți pe suprafețe vaste, ceea ce înseamnă că rețeaua trebuie să poată gestiona o densitate ridicată de dispozitive și comunicații pe distanțe mari, fără a depăși bugetul energetic sau a genera cerințe suplimentare de întreținere.

Rezistența sistemului la condițiile de mediu este obligatorie. Deoarece senzorii trebuie să facă față contaminanților și murdăriei specifice mediului agricol, proiectanții trebuie să aleagă cu atenție materialele, să utilizeze carcase robuste și să aplice tehnici adecvate de protecție și ranforsare a senzorilor.

În plus, securitatea și confidențialitatea necesită o atenție deosebită. De la mecanismele de pornire securizată până la criptarea datelor și anonimizarea înregistrărilor, aceste măsuri de protecție sunt esențiale pentru funcționarea fermei, pentru menținerea încrederii în sistem și pentru protejarea bunăstării animalelor.^[1]

Noii senzori trebuie, de asemenea, să se integreze fără probleme cu sistemele existente de gestionare a fermei și cu sistemele veterinare și, adesea, să suporte mai multe protocoale și formate de date. Costul rămâne întotdeauna un factor important în proiectare.

Inginerii trebuie să pună în balanță investiția inițială în hardware și infrastructură cu beneficiile pe termen lung, precum creșterea eficienței, detectarea timpurie a problemelor de sănătate și reducerea pierderilor. Soluția ideală trebuie să fie suficient de robustă pentru condițiile reale din fermă, suficient de flexibilă pentru a putea fi extinsă odată cu dimensiunea exploatației și, în același timp, suficient de accesibilă atât pentru fermele mari, cât și pentru cele mici.

Senzori de tip bolus ruminal: inginerie în “burta bestiei”

Pentru a înțelege cu adevărat complexitatea acestor provocări, să luăm în considerare cazul senzorilor de tip bolus ruminal.^[2] Aceste dispozitive sunt proiectate să rămână în rumenul unei vaci, uneori chiar ani întregi. Spre deosebire de dispozitivele portabile, aceste dispozitive ingerabile trebuie să reziste într-un mediu dificil și acid, măsurând în același timp, în mod fiabil, temperatura, mișcarea, ruminația, consumul de apă și chiar ritmul cardiac.

Forma dispozitivului presupune un echilibru delicat: senzorul trebuie să fie suficient de mare pentru a găzdui bateria și componentele electronice, dar suficient de mic și de neted pentru a putea fi înghițit și pentru a rămâne în poziție. Majoritatea acestor senzori utilizează baterii cu litiu nereîncărcabile, precum celulele de tip D cu litiu-clorură de tionil, datorită densității energetice ridicate, tensiunii stabile și duratei de viață de până la șase ani.

Cercetătorii au experimentat și cu baterii reîncărcabile și tehnici de recuperare a energiei, de exemplu termoelectrice sau cinetice, însă reîncărcarea unei baterii în interiorul unei vaci nu este tocmai practică, iar energia care poate fi obținută este, de regulă, insuficientă.^[3] Sunt explorate chiar și celule de combustibil microbiene alimentate de bacteriile din rumen, însă probleme precum coroziunea electrozilor și randaamentul redus sunt dificil de depășit.^[4]

Proiectarea carcasei reprezintă un alt obstacol. Aceasta trebuie realizată din materiale sigure, rezistente la acizi – de exemplu, polioximetilenă sau rășini speciale – și trebuie etanșată ermetic pentru a împiedica pătrunderea fluidelor digestive.^[5] Comunicația reprezintă o altă provocare, deoarece țesuturile animalului atenuează semnalele radio. Soluții precum comunicațiile în benzi de frecvență joasă și cu rază lungă de acțiune, inclusiv LoRaWAN, împreună cu gateway-uri amplasate strategic, contribuie la transmiterea datelor de la animal către cloud.

Senzorii de tip bolus ruminal ilustrează foarte bine diversitatea provocărilor cu care

se confruntă inginerii din acest domeniu, de la integrarea tehnologiilor avansate pentru baterii și alegerea materialelor până la realizarea unor comunicații wireless fiabile.

Tendențe viitoare în domeniul animalelor de fermă conectate

Progresele în miniaturizarea senzorilor și în tehnologia bateriilor vor conduce la dispozitive cu o durată de viață mai mare și mai puțin intruzive. Al la nivel edge va permite efectuarea unui număr tot mai mare de analize direct la nivelul animalului. Tehnologiile de recuperare a energiei, de exemplu din surse cinetice și termice, ar putea conduce în cele din urmă la senzori autonomi energetic, reducând și mai mult necesarul de întreținere.

Dezvoltarea gemenilor digitali, în cadrul cărora datele în timp real alimentează modele virtuale ale animalelor și efectivelor, ar putea transforma gestionarea fermelor și planificarea predictivă.^[6]

Aceste progrese tehnologice nu sunt destinate exclusiv vacilor de lapte. În viitor, ele se vor extinde și la bovinele pentru carne, porcine, păsări de curte și alte categorii de animale, integrându-se în lanțuri agricole de aprovizionare mai ample pentru a asigura o trasabilitate completă și o sustenabilitate sporită. Pentru inginerii proiectanți, “vacile conectate” reprezintă mai mult decât o provocare tehnică; ele constituie un exemplu de inovație capabilă să transforme o întreagă industrie.

Despre autor:

Traci Browne este jurnalistă și autoare specializată în aplicații industriale și de producție, cu accent pe tehnologiile emergente, inginerie, robotică și IoT. Articolele sale au apărut, printre altele, în publicații precum *Robotics Business Review*, *NextBot Magazine*, *Compoundings Magazine*, *Plumbing & Mechanical Engineer*, *Intel IQ*, *Professional Mariner* și *Municipal Sewer and Water Magazine*. De asemenea, a realizat platforme pentru furnizori importanți de materiale și servicii cloud, producători de roboți și companii tehnologice globale.

Surse

^[1]<https://agribusiness.purdue.edu/2025/02/20/why-cybersecurity-must-be-a-top-priority-for-agribusiness-in-2025/>

^[2]<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11545371/>

^[3]<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11548120/>

^[4]<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37112502/>

^[5]<https://www.mdpi.com/1424-8220/24/21/6976>

^[6]<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40319358/>



Mouser Electronics

www.mouser.com

Distribuitor autorizat

[Urmărește-ne pe X](#)

EAT•N

Powering Business Worldwide

Eaton Electronics la TME



SOLUȚII PENTRU ELECTRONICA MODERNĂ - MAGNEȚI DE SÂRMĂ MARCA EATON LA TME

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

Ne puteți găsi la:      

tme.eu

YOU NEED IT, WE HAVE IT!

■ ■ ■ ■ tme.com ■

Măsurători mai bune, mai rapid

CUM SĂ ACCELERAȚI DEZVOLTAREA PRODUSELOR

Dezvoltarea produselor electronice și electromecanice avansate poate deveni o cursă contra cronometru. Noile instrumente performante de achiziție a datelor (DAQ) pot contribui la simplificarea și accelerarea procesului de dezvoltare, ajutându-vă să câștigați această cursă.

Autor: Rolf Horn, Applications Engineer
DigiKey

DigiKey

Instrumentele DAQ oferă performanțe ridicate, precum intrări cu rezoluție de 20-biți și domeniu de ± 10 V pentru senzori, baterii și alte dispozitive, la o rată de eșantionare de până la 1 MS/s/canal, până la 16 linii digitale de intrare/ieșire, numărătoare, intrări pentru encodere în cuadratură și resolve, precum și pentru senzori și dispozitive care generează impulsuri sau evenimente ce trebuie contorizate. De asemenea, pot fi măsurate semnale de tensiune de mare viteză, căderi de tensiune pe rezistențe șunt pentru determinarea curentului și multe altele.

Totodată, este necesară automatizarea și generarea mai multor funcții și semnale, inclusiv citirea și scrierea pe linii digitale TTL, comanda releelor de curent redus prin intermediul liniilor digitale, generarea semnalelor de control de ieșire de ± 10 V și a semnalelor de ± 10 V pentru simularea senzorilor, generarea semnalelor modulate în lățime de impuls (PWM), precum și sincronizarea semnalelor de tensiune, digitale și de contorizare.

Pentru a câștiga cursa către lansarea pe piață, asemenea instrumente trebuie să fie și ușor de utilizat, oferind funcții precum unități independente de temporizare pentru intrările și ieșirile analogice și digitale, auto-calibrare, conectivitate USB, precum și configurare și integrare rapide. Sistemul trebuie să ofere și opțiuni software, precum aplicații gratuite pentru înregistrarea datelor, API-uri și programe demonstrative, alături de suport avansat pentru Python și C/C++.

DAQ prin USB

Noul sistem mioDAQ USB de la NI oferă performanța și flexibilitatea necesare pentru a accelera lansarea pe piață a unei game largi de sisteme electronice și electromecanice.

Acesta utilizează conectivitate USB Type-C și se conectează rapid la un laptop sau la un calculator desktop printr-un singur cablu, utilizat atât pentru colectarea și analiza datelor, cât și pentru alimentare.

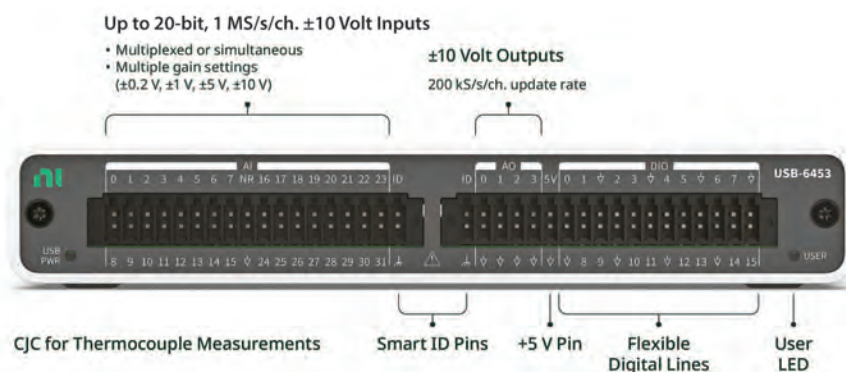


Figura 1 Această parte a dispozitivului mioDAQ USB include diverse intrări/ieșiri. Conectorul USB se află pe partea opusă.

Sistemul oferă până la 16 canale cu rezoluție de 20-biți pentru măsurători în domeniul $\pm 10\text{ V}$ și poate suporta până la un milion de eșantioane simultane pe secundă. În plus, dispune de o varietate de canale digitale de intrare/ieșire și de canale pentru numărătoare/temporizatoare, permițând realizarea unor sisteme flexibile și performante pentru testare și dezvoltarea produselor (Figura 1).

Pinii Smart ID comunică cu o memorie EEPROM furnizată de utilizator, ceea ce permite integrarea unor funcții inteligente în bancul de testare. Memoria EEPROM poate fi conectată direct la fișa cu borne cu arc sau poate fi integrată în plăcile prototip. Aceasta poate fi interogată pentru:

- verificarea conectării cablurilor la porturile corecte;
- stocarea informațiilor despre dispozitivul supus testării (DUT), pentru utilizarea acestora la maparea canalelor și a constantelor;
- automatizarea înregistrării metadatelor.

Compensarea joncțiunii reci (CJC – Cold Junction Compensation) este utilizată în cazul termocuplurilor. Aceasta compensează diferența de temperatură dintre joncțiunea caldă a termocuplului (unde este măsurată temperatura) și joncțiunea rece (unde conductoarele termocuplului sunt conectate la sistemul de măsurare). CJC îmbunătățește semnificativ acuratețea măsurărilor efectuate cu termocupluri, în special atunci când temperatura joncțiunii reci variază.

Performanță și robustețe

Proiectat pentru utilizare pe bancul de lucru, mioDAQ este suficient de robust pentru a fi integrat și în standuri de testare complet automatizate. Este conceput să își mențină acuratețea timp de până la 10 ani fără recalibrare, fiind astfel potrivit pentru testele de producție sau aplicațiile de teren, unde recalibrarea frecventă poate afecta productivitatea. Sunt disponibile și modele cu cicluri de recalibrare de doi ani, ideale pentru testarea pe bancul de laborator și pentru aplicațiile de validare.

Autocalibrarea poate compensa diferențele dintre mediile de funcționare, precum și variațiile componentelor rezultate din procesul de fabricație. Aceasta este inițiată prin simpla apăsare a unui buton în utilitarul de configurare hardware. Driverul mioDAQ stochează ajustările de auto-calibrare într-o memorie EEPROM integrată, sub forma unui polinom multivariabil, implementat astfel încât să nu afecteze semnificativ viteza de procesare și să ofere, în același timp, performanțe superioare unei ecuații de calibrare liniară mai simple.

Printre măsurătorile acceptate de mioDAQ se numără:

- Senzori și alte semnale de $\pm 10\text{ V}$, la rate de până la 1 MS/s/canal ;
- Căderi de tensiune pe rezistențe sunt;
- Tensiuni ale bateriilor (măsurare de până la $\pm 10\text{ V}$ la vârf);
- Linii de alimentare ale proiectelor alimentate prin USB sau de la baterie;
- Numărarea impulsurilor și a evenimentelor;
- Encodere în cuadratură;
- Rezolvere;
- Potențiometre cu fir pentru măsurarea deplasării liniare;
- Senzori și transformatoare de curent pentru joasă tensiune.



Pentru a inova,
trebuie să aveți
piesele potrivite
la momentul
potrivit

Permiteți-ne să vă fim alături în timp ce creați viitorul, cu milioane de produse de la peste 2 300 de furnizori de marcă din topul industriei.

**Găsiți tot ce vă trebuie pe [digikey.ro](https://www.digikey.ro)
sau sunați la (+40)-31-130 5070**

DigiKey

we get technical

DigiKey este un distribuitor în franciză pentru toți partenerii furnizori. 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. © 2026 DigiKey Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, SUA

ECIA MEMBER
Supporting The Authorized Channel

Unele dispozitive mioDAQ acceptă multiplexarea pentru a permite utilizarea unui număr mai mare de canale. În modul multiplexat, un singur convertor analog-digital este utilizat pentru mai multe canale de intrare analogică. Deși această abordare mărește efectiv numărul de canale disponibile, rata totală de eșantionare trebuie împărțită între canalele multiplexate, ceea ce reduce rata de eșantionare disponibilă pentru fiecare canal în parte. De asemenea, semnalele de control pot fi automatizate pentru o varietate de funcții, precum:

- generarea semnalelor de ieșire de $\pm 10\text{ V}$;
- generarea semnalelor digitale de ieșire;
- comanda unui releu extern prin intermediul liniilor digitale;
- generarea semnalelor cu modulație în lățime a impulsului (PWM);
- simularea senzorilor;
- conectarea LED-urilor;
- generarea semnalelor de ceas și de declanșare.

Patru modele pentru cerințe diferite

Cele patru modele mioDAQ – 789887-01, 789882-01, 789888-01 și 789884-01 – permit utilizatorilor să aleagă exact nivelul de performanță necesar pentru dezvoltarea rapidă a unor produse mai bune și pentru desfășurarea activităților de cercetare (Tabelul 1).

O privire în interior

Pentru a beneficia la maximum de dispozitiv, este necesară o bună înțelegere a specificațiilor și capacităților sale. De exemplu, mioDAQ acceptă trei configurații ale terminalelor de intrare analogică.

Modul diferențial măsoară diferența de tensiune dintre două terminale de intrare și poate fi utilizat pentru a reduce efectul zgomotului de mod comun. Modul single-ended cu referință (RSE) măsoară tensiunea unui semnal față de un anumit punct de referință, izolat față de împământare. Atunci când trebuie măsurată tensiunea unui semnal asociat unei mase flotante sau izolate, fără o referință externă la masă, poate fi utilizat modul single-ended fără referință (NRSE). Unitățile separate de temporizare permit stabilirea unor rate diferite pentru canalele de intrare analogică (AI), ieșirile analogice (AO) și liniile digitale de intrare/ieșire (DIO).

De exemplu, utilizatorul poate:

- sincroniza sistemele la același semnal de ceas și utiliza AI, AO și DIO la aceeași rată și în același interval de timp;
- declanșa o operație pe baza valorii tensiunii unei intrări analogice;

- declanșa simultan mai multe subsisteme care funcționează la rate diferite;
- redeclanșa achiziția de date, astfel încât să fie preluat un număr fix de eșantioane în urma unui eveniment de declanșare, după care sistemul se resetează și așteaptă următorul eveniment.

Interfața de funcții programabile (PFI) a sistemului NI mioDAQ USB este alcătuită dintr-o serie de linii digitale de intrare/ieșire care pot fi configurate ca I/O digitale statice sau utilizate împreună cu funcții de numărare/temporizare, declanșare și temporizare. Acestea oferă o flexibilitate sporită pentru control și monitorizare. De exemplu, liniile PFI pot fi utilizate pentru funcții precum achiziția analogică, generarea formelor de undă sau gestionarea evenimentelor de numărare. Suportul software, inclusiv driverul NI-DAQmx și utilitarele de configurare, simplifică utilizarea liniilor PFI.



Figura 2

NI mioDAQ este livrat împreună cu conectorii și cablurile necesare pentru a putea începe imediat lucrul și pentru a accelera procesul de dezvoltare.

Model mioDAQ	USB-6421	USB-6423	USB-6451	USB-6453
Număr de catalog	789887-01	789882-01	789888-01	789884-01
Canale de intrare analogică (single-ended/diferențiale)	16/8	32/16	16/8	32/16
Rată maximă de eșantionare	250 kS/s (1 canal)	250 kS/s (1 canal)	1 MS/s/canal (8 canale)	1 MS/s/canal (16 canale)
Număr de convertoare analog-digitale (ADC)	1	1	8	16
Eșantionare simultană*	Nu	Nu	Da	Da
Rezoluție	16-biți	16-biți	20-biți	20-biți
Canale de ieșire analogică	2	4	2	4
Canale de intrare/ieșire digitale	16	16	16	16
Numărătoare	4	4	4	4

* Modelele USB-6451/53 dispun și de un mod multiplexat pentru obținerea unui număr mai mare de canale. Pentru detalii, consultați manualul.

(Sursa tabelului: NI)

Tabelul 1: mioDAQ USB este disponibil în patru modele, permițând utilizatorilor să adapteze nivelul de performanță la cerințele aplicației.

Pornire rapidă a proiectului

În pachetul NI mioDAQ, utilizatorul găsește componentele necesare pentru a începe rapid lucrul: un dispozitiv NI mioDAQ, un cablu USB-C la USB-C de 2 metri, prevăzut cu șurub de blocare (număr de catalog 789956-02), borne cu arc (număr de catalog 785502-01), o carcasă posterioară pentru borne, destinată preluării solicitărilor mecanice asupra cablurilor (număr de catalog 785080-01) precum și o șurubelniță NI pentru strângerea șurubului de blocare al conectorului USB. Cablul, bornele cu arc și carcasa posterioară pot fi achiziționate și separat (Figura 2).

Software-ul accelerează configurarea și oferă flexibilitate

Configurarea mioDAQ începe prin scanarea codului QR de pe dispozitiv. Acesta direcționează utilizatorul către pagina web NI, de unde pot fi descărcate software-ul și documentația necesare.

Resursele disponibile includ manualul de utilizare, videoclipuri pentru configurare, schema pinilor și software-ul necesar, inclusiv linkuri pentru descărcarea FlexLogger Lite și a driverelor pentru LabVIEW, Python și C/C#, contribuind astfel la simplificarea procesului și la reducerea timpului necesar configurării.

Software-ul gratuit NI Measurement & Automation Explorer (MAX) oferă acces la hardware-ul NI și constituie un punct central pentru interacțiunea cu componentele hardware și software NI. Acesta este instalat automat împreună cu driverele NI și configurațiile de sistem. MAX permite configurarea dispozitivelor, diagnosticarea problemelor și chiar crearea unor dispozitive simulate în scopuri de testare, fără a fi necesară prezența hardware-ului fizic.

NI FlexLogger Lite este o aplicație software gratuită destinată proiectelor simple sau utilizatorilor aflați la început, care doresc să achiziționeze și să înregistreze date. Fără a necesita programare, aplicația permite configurarea rapidă a sistemului, vizualizarea și înregistrarea datelor provenite de la senzori și alte dispozitive de măsurare.

FlexLogger Lite detectează automat hardware-ul DAQ NI și oferă opțiuni de configurare specifice senzorilor. Datele achiziționate pot fi vizualizate în timp real, astfel încât utilizatorii să poată monitoriza măsurătorile pe parcursul efectuării lor.

Aplicația permite, de asemenea, înregistrarea datelor în formate uzuale, precum Excel sau fișiere binare .tdms.

FlexLogger Lite completează software-ul FlexLogger cu funcționalități extinse, iar utilizatorul poate trece la versiunea completă atunci când are nevoie de funcții mai avansate, precum testarea automată, măsurători personalizate și extinderea sistemului la mai multe șasiuri.

Pentru aplicații mai complexe

Pentru cerințe mai complexe, utilizatorul poate apela la LabVIEW. Acesta rulează pe Windows și Linux și oferă un limbaj de programare grafic, împreună cu un mediu de dezvoltare destinat aplicațiilor de automatizare, testare și măsurare. Abordarea grafică facilitează reprezentarea și înțelegerea proceselor complexe în comparație cu programarea tradițională bazată pe text.

LabVIEW este utilizat pe scară largă în domenii precum industria aerospațială, industria auto și industriile de proces, pentru automatizarea măsurătorilor, testării și achiziției de date. Acesta oferă funcții pentru vizualizarea și analiza datelor, precum și pentru control în timp real cu comportament determinist.

Pentru un mediu software mai puternic și mai cuprinzător, mioDAQ este compatibil cu NI LabVIEW+ Suite, o colecție integrată de aplicații software NI creată pentru eficientizarea proceselor de testare și validare.

Suita oferă instrumente pentru automatizare, achiziție de date, analiză și raportare. Bazată pe LabVIEW, suita LabVIEW+ include printre componentele sale principale:

- NI TestStand, un cadru de testare pentru proiectarea, gestionarea și executarea secvențelor de testare;
- InstrumentStudio, pentru configurarea și controlul interactiv al instrumentelor;
- FlexLogger, pentru înregistrarea rapidă și scalabilă a datelor;
- DIAdem, pentru analiza datelor și generarea rapoartelor.

Opțiuni de montare

mioDAQ USB nu este limitat la utilizarea pe birou. Pentru realizarea standurilor de testare și a sistemelor de automatizare sunt disponibile mai multe opțiuni de montare: pe șină DIN, în poziție verticală sau orizontală, pe panou și în rack de 19 inci. Kiturile de montare sunt livrate împreună cu cabluri USB-C prevăzute cu conectori la 90°, pentru simplificarea instalării. Sunt disponibili și conectori USB-C de schimb, cu numărul de catalog **789957-02**.

Detaliile de montare (Figura 3) includ:

- Kitul cu clemă pentru montare orizontală pe o șină DIN standard de 35 mm (număr de catalog **789986-01**), livrat împreună cu un cablu USB-C cu conectori la 90°;
- Montarea pe șină DIN în poziție verticală sau pe panou, prin intermediul fantelor de fixare, utilizând kitul cu numărul de catalog **789955-01**; acesta include un cablu USB-C cu conectori la 90°;
- Montarea în rack de 19 inci cu ajutorul kitului **789953-01**, care permite instalarea a până la două dispozitive mioDAQ și include două cabluri USB-C cu conectori la 90°.

Concluzie

mioDAQ USB de la NI oferă nivelul ridicat de performanță hardware și gama largă de instrumente software necesare pentru a accelera dezvoltarea produselor electronice și electromecanice avansate și pentru a scurta timpul până la lansarea pe piață. Totul începe cu o instalare și o configurare simplificate și continuă cu intervale de calibrare garantate de până la 10 ani. Sunt disponibile modele cu diferite configurații și numere de canale, astfel încât sistemul să poată fi adaptat cerințelor fiecărui proiect. În toate cazurile, acestea oferă acuratețea și precizia necesare utilizatorului.

■ DigiKey
www.digikey.ro

DigiKey

Text – traducere și adaptare: Electronica Azi

Figura 3



Pe lângă utilizarea pe birou, pentru mioDAQ sunt disponibile soluții de montare pe șină DIN orizontală (stânga sus), pe șină DIN verticală sau pe panou (dreapta sus), precum și într-un rack de 19 inci, cu înălțimea de 1U (jos).



De la bioimpedanță la volumul sistolic

MONITORIZARE NEINVAZIVĂ CU UN AFE INTEGRAT

Acest articol prezintă principiile de bază și metodele de măsurare utilizate în ICG și, pornind de la un front-end analogic (AFE) cu grad ridicat de integrare de la Analog Devices, descrie proiectarea și implementarea unei soluții pentru achiziția semnalului ICG și calculul volumului sistolic.

Autori:

Tian Zhu și Elvin Chen
Analog Devices



Dispozitivele de monitorizare a semnelor vitale (VSM – Vital Signs Monitoring) pot achiziționa diverse semnale electrofiziologice, precum electrocardiograma (ECG), fotopletismograma (PPG) și bioimpedanța (Bio-Z), care reflectă multiple aspecte ale stării fiziologice și sunt utilizate pe scară largă pentru monitorizarea sănătății, prevenirea bolilor și sprijinirea tratamentului. Cardiografia prin impedanță (ICG – Impedance Cardiography) este o tehnică neinvazivă care permite determinarea volumului sistolic (SV) prin urmărirea variațiilor valorii medii instantanee a impedanței toracice, oferind astfel informații despre funcția hemodinamică a inimii.

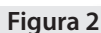
Introducere

Cardiografia prin impedanță (ICG) este o tehnică neinvazivă de evaluare a funcției cardiovasculare prin măsurarea variațiilor bioimpedanței toracice asociate activității cardiace. Modificările volumului sanguin pe parcursul ciclului cardiac determină variații corespunzătoare ale impedanței, pe baza cărora pot fi obținute cardiograma de impedanță și prima sa derivată (dZ/dt). Forma de undă dZ/dt conține puncte caracteristice distincte, care reflectă evenimente fiziologice importante ale ciclului cardiac și permit determinarea unor parametri hemodinamici precum volumul sistolic (SV) și timpul de ejeție al ventriculului stâng

(LVET – Left Ventricular Ejection Time). Datorită caracterului său neinvaziv, simplității și posibilității de monitorizare continuă, ICG este utilizată pe scară largă pentru monitorizarea semnelor vitale (VSM) și evaluarea cardiovasculară.

Cardiograma de impedanță

Cardiograma de impedanță, cunoscută și sub denumirea de **semnal ICG**, este obținută prin măsurarea bioimpedanței (Bio-Z) și reflectă variațiile volumului sanguin. Figura 1 prezintă o cardiogramă de impedanță tipică. În această reprezentare, ΔZ indică variația impedanței toracice, iar dZ/dt reprezintă prima sa derivată.



- **Punctul A:** Apare ca o deviație descendentă a semnalului ICG, determinată de contracția atrială.
- **Punctul B:** Marchează sfârșitul contracției izovolumetrice, deschiderea valvelor semilunare și începutul fazei de ejeecție ventriculară rapidă. În semnalul ICG, acesta corespunde debutului undeii sistolice și momentului în care accelerația fluxului sanguin crește cel mai rapid.
- **Punctul C:** Reprezintă momentul în care fluxul sanguin aortic atinge valoarea maximă, marcând sfârșitul fazei de ejeecție rapidă și trecerea la faza de ejeecție redusă. În semnalul ICG, acesta corespunde vârfului, respectiv valorii maxime, a undeii sistolice.
- **Punctul X:** Marchează sfârșitul sistolei ventriculare și începutul închiderii valvelor semilunare. În semnalul ICG, acesta corespunde valorii minime care urmează undeii sistolice – poziția sa variind în funcție de frecvența cardiacă – și momentului de creștere maximă a deceleării fluxului sanguin.
- **Punctul O:** Marchează deschiderea valvei atrioventriculare stângi și începutul umplerii ventriculare.

Prin măsurarea variațiilor impedanței țesuturilor umane ca răspuns la aplicarea unui curent alternativ de intensitate redusă, poate fi obținut semnalul de impedanță cardiacă ce reflectă variațiile volumului sanguin. Corpul uman este alcătuit din numeroase celule, iar modelul electric al țesutului

Figura 3

Distribuția electrozilor pentru achiziția semnalului ICG.

© ADI

$$IW = \begin{cases} 0.536 \times H - 17.36 & \text{pentru barbați} \\ 0.536 \times H - 27.36 & \text{pentru femei} \end{cases}$$

De la bioimpedanță la volumul sistolic: monitorizare neinvazivă cu un AFE integrat

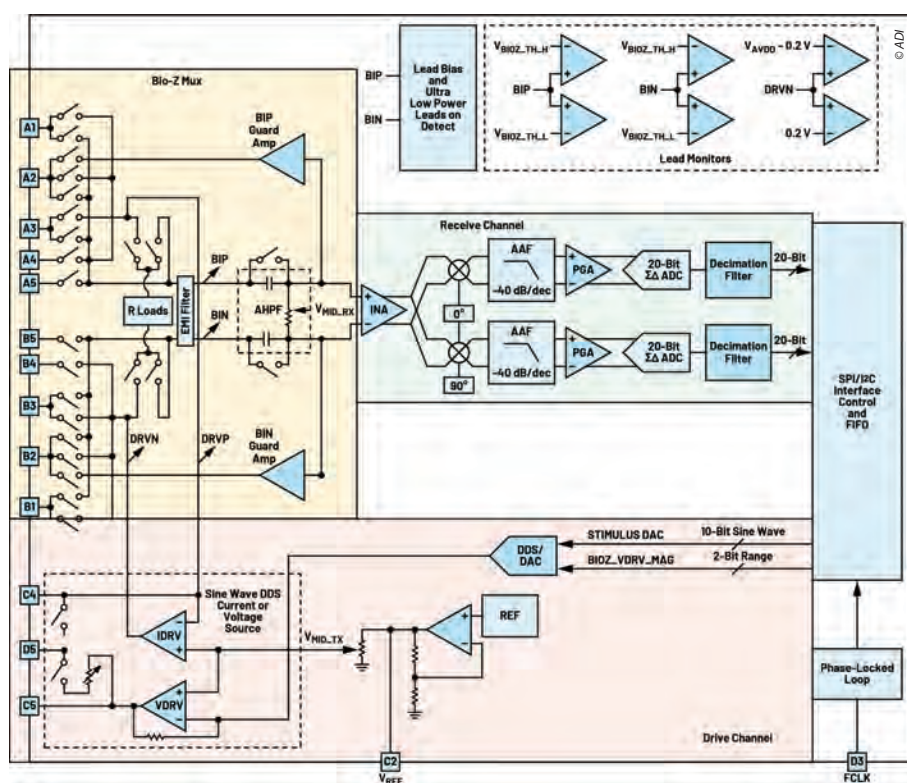
Soluție AFE cu grad ridicat de integrare (MAX30009) pentru măsurarea bioimpedanței

În această aplicație de măsurare a bioimpedanței este utilizată soluția de front-end analogic (AFE) cu grad ridicat de integrare de la ADI, care oferă mai multe avantaje. Canalul de transmisie integrează o sursă de curent sinusoidal capabilă să furnizeze un curent de excitație AC într-un domeniu larg de frecvențe, de la 16 Hz la 500 kHz, cu o amplitudine cuprinsă între 16 nA rms și 1,28 mA rms. Atât frecvența, cât și amplitudinea curentului sunt complet configurabile.

În plus, multiplexorul flexibil de intrare/ieșire (mux) permite utilizarea unor configurații de măsurare cu electrozi bipolari sau tetrapolari. Canalul de recepție oferă o impedanță de intrare ridicată, zgomot redus și un raport ridicat de rejecție a modului comun (CMRR).

De asemenea, dispune de câștig programabil, filtre trece-jos și trece-sus configurabile și două convertoare analog-digitale (ADC) integrate, de înaltă rezoluție, pe 20-biți, care permit achiziția sincronă a semnalelor I/Q. Pentru aplicațiile care necesită o precizie ridicată a măsurării impedanței absolute – precum analiza și spectroscopia bioimpedanței (BIA/BIS) sau măsurarea impedanței corporale în defibrilatoarele externe automate (AED) – MAX30009 oferă mai multe opțiuni de calibrare. Conectarea unui rezistor extern de precizie la portul dedicat de calibrare cu patru fire permite obținerea celei mai ridicate precizii. Alternativ, rezistoarele interne de precizie, ajustate din fabricație, oferă, de asemenea, performanțe excelente de calibrare. Figura 4 prezintă schema bloc internă a dispozitivului.

Așa cum se arată în Figura 5, sistemul constituie o soluție completă pentru măsurarea bioimpedanței.



Circuitul integrat de management al energiei, MAX20356, cu grad ridicat de integrare și complet programabil, gestionează liniile de alimentare ale sistemului, iar comunicația cu AFE-ul de bioimpedanță MAX30009 este realizată prin intermediul unui microcontroller (MCU) cu consum redus de energie și conectivitate Bluetooth®.

Pe baza principiului de măsurare a bioimpedanței prezentat anterior, canalul de transmisie al AFE-ului utilizează un sintetizator digital direct (DDS – Direct Digital Synthesizer) intern și un convertor digital-analogic (DAC) pentru a genera o tensiune sinusoidală cu frecvență reglabilă. Aceasta este transformată într-un curent de stimulare prin intermediul unui rezistor de polarizare și aplicat corpului uman. Semnalul de răspuns este apoi preluat de canalul de recepție al AFE-ului prin intermediul pinilor de intrare. În măsurătorile ICG, domeniul de frecvență utilizat în mod obișnuit pentru semnalul de excitație este cuprins între 20 kHz și 200 kHz, iar valoarea rms a curentului de excitație este de aproximativ 0,12 mA. În cadrul acestei implementări, pentru măsurarea impedanței este aplicat corpului uman un semnal de excitație cu frecvența de 65,536 kHz și amplitudinea de 256 μ A.

Algoritmul de detectare a punctelor caracteristice ale semnalului ICG

Semnalul brut de impedanță este procesat mai întâi secvențial printr-un filtru de rejecție (*notch*) la 50 Hz, un filtru median și un filtru trece-jos, pentru a obține un semnal de impedanță relativ curat. Acesta este apoi derivat o singură dată, pentru a obține semnalul ICG. Punctele de vârf ale semnalului ICG, respectiv punctele C, sunt detectate prin metoda pragului diferențial. Pe baza punctelor C din semnalul ICG sunt determinate ferestrele temporale pentru detectarea punctelor B și X. În cadrul fiecărei ferestre temporale, detecția se realizează după cum urmează.

Algoritmul de detectare a punctului B:

În fereastra temporală asociată punctului B, valoarea maximă a derivatei de ordinul al doilea a semnalului ICG corespunde punctului B. Dacă această valoare maximă este mai mică de 15% din C_{peak} , punctul de trecere prin zero al semnalului ICG este considerat punctul B. Dacă nu este identificat niciun punct de trecere prin zero, este utilizat ca punct B punctul cel mai apropiat de valoarea $0,15 \times C_{peak}$.

Algoritmul de detectare a punctului X:

În fereastra temporală asociată punctului X, se identifică mai întâi un maxim local al semnalului ICG, care reprezintă punctul O.

Figura 4 Schema circuitelor interne ale MAX30009.

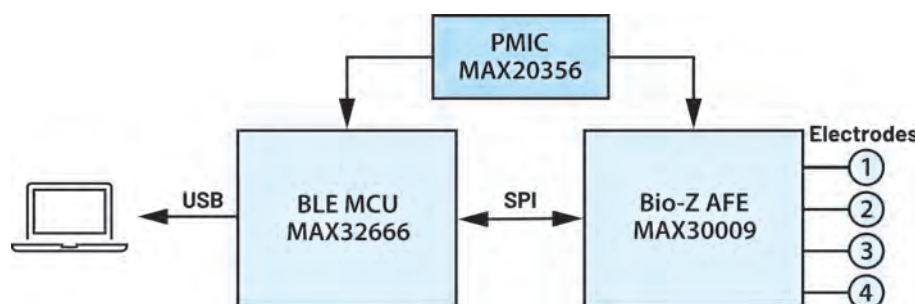


Figura 5 Schema bloc a unui sistem de măsurare a bioimpedanței cu MAX32666, MAX20356 și MAX30009.

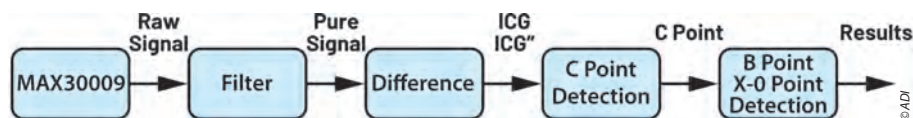


Figura 6 Diagrama de flux a algoritmului de detectare a punctelor caracteristice ale semnalului ICG.

Apoi, poziția corespunzătoare pantei maxime față de punctul O, în cadrul aceleiași ferestre temporale, este selectată drept punctul X. Dacă nu este identificat un astfel de punct, valoarea minimă din fereastra temporală este considerată punctul X. C_{peak} este definit ca $(dZ/dt)_{max}$, iar diferența de timp dintre punctele B și X reprezintă LVET. Figura 6 prezintă diagrama de flux a algoritmului de detectare a punctelor caracteristice ale semnalului ICG.

Rezultate

Figura 7 prezintă semnalele de bioimpedanță achiziționate cu ajutorul sistemului ilustrat în Figura 5.

Figura 8 prezintă semnalele ICG obținute după procesarea semnalelor de bioimpedanță cu ajutorul algoritmului de detectare,

pe care sunt marcate punctele C, B și X utilizate pentru calcularea SV.

Concluzie

Semnalele ICG oferă informații importante pentru evaluarea sănătății cardiovasculare, fiind strâns legate de funcția cardiacă și de parametrii hemodinamici.

Prin urmare, achiziția și analiza precisă a acestor semnale sunt esențiale pentru monitorizarea funcției cardiovasculare.

MAX30009 este un AFE dedicat măsurării bioimpedanței, capabil să genereze diferite semnale de stimulare – inclusiv baleiaje sinusoidale – și să măsoare cu precizie bioimpedanța prin demodulare în cuadratură. Dispozitivul poate fi utilizat pentru achiziția semnalelor ICG, permițând analiza detaliată a activității cardiace.

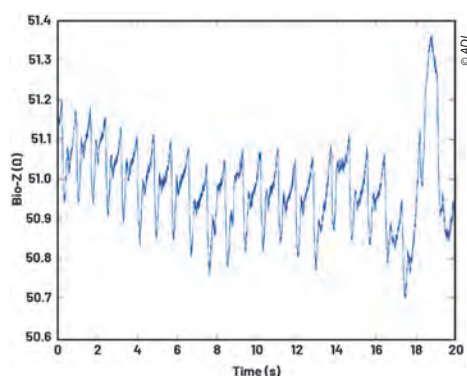


Figura 7 Bioimpedanță brută.

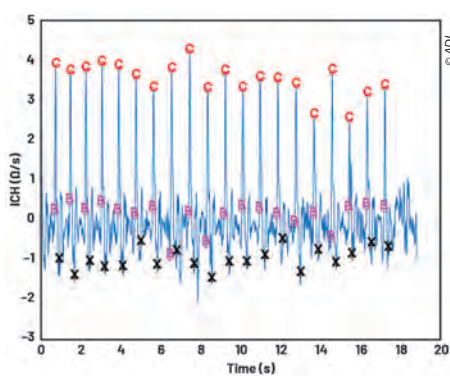


Figura 8 Detectarea punctelor C, B și X în semnalul ICG.

De asemenea, MAX30009 poate efectua măsurători sincronizate cu alți biosenzori, oferind astfel avantaje față de soluțiile tradiționale în aplicațiile de monitorizare cardiovasculară bazate pe dispozitive portabile. Acesta reprezintă o soluție potrivită pentru realizarea unor sisteme de măsurare de înaltă precizie a semnalelor ICG.

Despre autori:

Tian Zhu este inginer de aplicații de teren în cadrul Global Broad Market China la Analog Devices, unde oferă suport în principal clienților din sectoarele auto și industrial. A obținut diploma de master în inginerie electronică la Communication University of China în 2023 și s-a alăturat Analog Devices în același an.

Elvin Chen este inginer de aplicații în cadrul Central Applications China la ADI. Domeniile sale de expertiză includ lanțurile de semnal RF și soluțiile cu transceivere integrate. A obținut diploma de master în inginerie biomedicală la University of Electronic Science and Technology of China în 2022 și s-a alăturat ADI în același an.

■ **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





Figura 1: Comunicația SDC într-o sală de operație

DE LA DISPOZITIVE MEDICALE CONECTATE LA PLATFORME CLINICE INTELIGENTE

Toți cei din domeniul sănătății știu că spitalele trebuie să devină mai digitale. Astăzi, afirmația a devenit aproape un truism – cam la fel de puțin controversat ca a spune că instrumentele sterile sunt importante. Adevărata întrebare este alta: de ce majoritatea sălilor de operație și a unităților de terapie intensivă funcționează încă drept ansambluri de dispozitive avansate, dar independente, în loc să opereze ca sisteme clinice inteligente și integrate?

Autori: **Sven Dewitz** și Dr. **Valentin Kammerlohr**, **VECTOR**



Personalul clinic este insuficient, pacienții sunt, în medie, tot mai vârstnici, iar îngrijirea acestora devine din ce în ce mai complexă. În Uniunea Europeană, deficitul estimat de medici, asistenți medicali și moașe ajunsese la aproximativ 1,2 milioane în 2022 ⁽¹⁾. În același timp, spitalele trebuie să trateze mai mulți pacienți, să îmbunătățească documentarea activității medicale și să valorifice mai eficient datele clinice, în condițiile în care multe echipe lucrează deja la limita capacității sau chiar peste aceasta. Aceasta este adevărata problemă. Spitalele moderne nu duc lipsă de tehnologie, ci de coordonare între sisteme. Un mediu clinic destinat pacienților în stare critică poate include monitoare de pacient, ventilatoare, stații de anestezie, pompe de perfuzie, dispozitive chirurgicale, mese de operație și lămpi chirurgicale.

Fiecare dintre aceste echipamente deține informații despre pacient, terapie, procedură, sala în care este utilizat sau propria stare de funcționare. Totuși, aceste informații rămân adesea captive în interfețe propriietate, pe ecrane locale sau în integrări realizate pentru proiecte individuale. Fluxul de lucru este configurat manual, iar documentația este adesea completată ulterior. Peisajul concurențial se schimbă și el. Actorii globali gândesc tot mai mult în termeni de portofolii, fluxuri de lucru digitale și ecosisteme de soluții clinice. Mindray este activă în domeniile monitorizării pacienților și susținerii funcțiilor vitale, diagnosticului in vitro și imagisticii medicale ⁽²⁾. United Imaging a raportat investiții substanțiale în cercetare și dezvoltare și peste 140 de produse inovatoare lansate la nivel global până la sfârșitul anului 2024 ⁽³⁾.

Fie că numim această abordare “viteza Chinei”, “gândire orientată spre platforme” sau “disciplină de portofoliu”, eticheta contează mai puțin decât direcția în care se îndreaptă piața.

Aceasta se îndepărtează de dispozitivele izolate și se orientează către propuneri integrate de valoare clinică.

Pentru producătorii specializați de dispozitive medicale, această schimbare ridică o întrebare strategică: va rămâne dispozitivul lor un produs autonom, obligat să se adapteze ecosistemului altcuiva? Sau poate deveni o componentă de încredere, interoperabilă și bazată pe software a unei platforme clinice?

Aici, standardul IEEE 11073 SDC (Service-Oriented Device Connectivity) devine mai mult decât un standard tehnic. **Devine un catalizator pentru dezvoltarea afacerii.**

De la gândirea centrată pe interfață la capacitățile sistemului

Familia de standarde IEEE 11073 SDC definește o abordare independentă de furnizor pentru comunicarea interoperabilă între dispozitivele medicale utilizate la punctul de îngrijire (*Point of Care*). În practică, SDC permite dispozitivelor să furnizeze date, informații de stare, alerte și capacități într-un mod standardizat și dinamic. Astfel, un dispozitiv nu mai este doar un produs prevăzut cu o interfață de utilizator și o ieșire de date proprietară, ci devine un element integrat într-un sistem clinic orientat către servicii. În scenarii bine definite și cu riscuri controlate, SDC și SDPI (Service-Oriented Device Profile for Interoperability) includ, de asemenea, concepte care permit controlul extern.

Această abordare schimbă și modul în care trebuie evaluat dispozitivul în sine. Nu mai este suficient să ne întrebăm dacă acesta poate exporta date. Întrebarea cu adevărat relevantă este dacă poate participa la fluxurile de lucru ale spitalului și la strategia de integrare a acestora. FDA definește interoperabilitatea drept capacitatea dispozitivelor, produselor, tehnologiilor sau sistemelor de a face schimb de informații și de a le utiliza în condiții de siguranță, securitate și eficiență. Aceste informații pot fi folosite inclusiv pentru declanșarea automată a unor acțiuni sau pentru controlul unui alt produs ⁽⁴⁾. Prin urmare, interoperabilitatea nu înseamnă doar transferul datelor, ci utilizarea lor în condiții de siguranță și într-un mod relevant în cadrul proceselor clinice și operaționale.

SDC completează standardele FHIR, HL7 și DICOM, care rămân esențiale pentru infrastructurile IT din domeniul sănătății și pentru fluxurile de lucru asociate imagisticii medicale. SDC operează mai aproape de pacient, acolo unde dispozitivele medicale trebuie să interacționeze în situații în care timpul și siguranța sunt critice. SDPI creează legătura dintre această lume a dispozitivelor și arhitecturile IT mai ample utilizate în domeniul sănătății.

Catalizator pentru dezvoltarea afacerii 1 DISPOZITIVE PREGĂTITE PENTRU FLUXURILE DE LUCRU

Prima oportunitate de afaceri pornește de la provocările cotidiene din sala de operație. Înainte de începerea unei proceduri, monitorul pacientului, stația de anestezie, ventilatorul, pompele de perfuzie, masa de operație și lămpile chirurgicale trebuie configurate în funcție de procedură, de contextul pacientului și de fluxul de lucru chirurgical.

Unele informații sunt necesare pentru documentare, iar anumite stări ale dispozitivelor sunt relevante pentru pregătirea sălii. O mare parte din aceste activități depinde încă de configurări manuale și de eforturi de integrare dificil de extins în mod eficient la nivelul mai multor săli, departamente sau grupuri de spitale.

Cu SDC, întrebarea nu mai este doar cât de bine își îndeplinește dispozitivul funcția clinică principală, ci și cum se integrează acesta în fluxul de lucru clinic. Un monitor poate furniza parametri vitali, informații despre alarme și starea dispozitivului. O stație de anestezie, un ventilator sau o pompă de perfuzie pot furniza date referitoare la terapie. Mesele de operație și lămpile chirurgicale pot contribui cu informații privind starea operațională a sălii și contextul procedurii. Ideea nu este că sala de operație devine autonomă peste noapte. SDC oferă însă o bază tehnică pentru reducerea activităților manuale acolo unde acestea sunt repetitive, predispuse la erori sau dificil de extins.

Spitalele pot beneficia astfel de integrarea mai rapidă a sălilor, de reducerea etapelor de documentare manuală și de o vizibilitate mai bună asupra stării dispozitivelor. Pentru producători, avantajul constă într-un dispozitiv care poate fi integrat mai ușor în fluxuri de lucru avansate și care le consolidează poziția în discuțiile privind platformele.

Nu este vorba despre conectivitate ca simplă caracteristică de bifat pe o listă, ci despre capacitatea de integrare în fluxurile de lucru ca atribut al produsului.

Catalizator pentru dezvoltarea afacerii 2 MEDII CLINICE INTELIGENTE

Multe dintre sistemele utilizate în sălile de operație și în unitățile de terapie intensivă se află fizic foarte aproape unele de altele, dar funcționează în continuare ca sisteme separate. SDC și SDPI propun un model diferit. Datele, alertele și capacitățile dispozitivelor pot deveni parte a unui mediu standardizat, orientat către servicii.

Raportarea și alertarea pot deveni mai puțin dependente de integrări proprietare. Conceptele de control extern permit forme mai avansate de orchestrare, cu condiția ca siguranța, securitatea cibernetică, ușurința în utilizare și managementul riscurilor clinice să fie tratate cu rigoarea necesară.

Această abordare conferă mai multă consistență unor concepte precum "Smart OR" și "Silent ICU". Un mediu clinic inteligent nu înseamnă pur și simplu o sală în care există numeroase dispozitive conectate. Este un mediu în care informațiile relevante provenite de la dispozitive sunt disponibile, fiabile și pot fi utilizate în context.

În mod similar, o "Silent ICU" nu este doar o unitate de terapie intensivă în care se aud mai puține alarme. Un asemenea concept presupune o mai bună direcționare și prioritzare a alertelor, contextualizarea acestora și integrarea lor în fluxurile de lucru clinice. Pentru producători, un dispozitiv compatibil cu SDC poate fi astfel poziționat ca fiind pregătit pentru integrarea în medii clinice inteligente, nu doar ca un simplu produs conectat. Pentru spitale, valoarea constă într-o integrare mai coerentă între săli, secții și unități. Pentru integratorii de sisteme, avantajul îl reprezintă posibilitatea de a utiliza arhitecturi reutilizabile, în locul unor soluții de interfațare dezvoltate ad-hoc pentru fiecare proiect.

O platformă nu înseamnă doar un tablou de bord în cloud sau o aplicație centrală.

În mediile de îngrijire critică, aceasta trebuie să poată accesa în mod fiabil și sigur datele și capacitățile dispozitivelor. Fără acest nivel de integrare, multe strategii de digitalizare riscă să rămână blocate în etapa proiectelor-pilot.

Catalizator pentru dezvoltarea afacerii 3 EVENIMENTE DIGITALE CU VALOARE OPERAȚIONALĂ ȘI COMERCIALĂ

Fiecare procedură, modificare a terapiei, alarmă, schimbare a stării unui dispozitiv sau etapă de documentare are o anumită semnificație operațională. Unele dintre aceste evenimente sunt importante pentru siguranța pacientului, altele pentru managementul calității, analiza utilizării, modelele de servicii sau documentația necesară rambursării costurilor. În multe cazuri însă, asemenea evenimente nu sunt înregistrate într-un mod consecvent, structurat și interoperabil. Aici devine relevantă și documentarea activităților cu impact asupra veniturilor. În context european, acest concept nu trebuie confundat cu simpla preluare a logicii de facturare utilizate în SUA. Este vorba despre documentarea mai completă și cu mai puțină reconstituire manuală a activităților clinice relevante pentru facturare, pentru evaluarea calității sau pentru analiza utilizării. SDC nu definește în sine un model de rambursare, dar poate oferi baza tehnică pentru o mai bună trasabilitate digitală a evenimentelor clinice, sprijinind documentarea, analiza utilizării, pregătirea pentru aplicații AI și dezvoltarea unor oferte bazate pe servicii.

De exemplu, datele structurate furnizate de dispozitive pot contribui la o documentare mai completă a procedurilor. Datele privind utilizarea pot constitui baza unor contracte de servicii și pot susține planificarea capacității. ➤

Informațiile privind alarmele și terapiile pot contribui la programele de îmbunătățire a calității clinice, iar marcasele temporale asociate fluxurilor de lucru pot ajuta la identificarea și analizarea blocajelor din sala de operație.

Un dispozitiv care comunică exclusiv prin interfețe proprietare poate oferi producătorului un control mai mare asupra integrării pe termen scurt, dar limitează posibilitățile de extindere. În schimb, un dispozitiv care utilizează un limbaj standardizat poate deveni parte a unui ecosistem mai amplu. Din perspectivă comercială, avantajul poate fi considerabil.

Platformele actuale de produse și valoarea pe întreg ciclul de viață

Pentru mulți producători, cea mai firească abordare pentru adoptarea SDC va fi integrarea acestuia în următoarea generație de platforme. În acest caz, arhitectura, securitatea cibernetică, managementul riscurilor, testabilitatea, mecanismele de actualizare și documentația pot fi concepute de la bun început ținând cont de cerințele de interoperabilitate. Totuși, nici platformele actuale de produse nu trebuie subestimate. Întrebarea relevantă este dacă o platformă existentă, care continuă să fie comercializată, întreținută și solicitată de clienți, poate evolua pentru a integra aceste capabilități.

Aceste platforme beneficiază adesea de o bază instalată importantă, de încrederea clienților, de familiaritatea personalului clinic cu utilizarea lor și de fluxuri de lucru deja validate în practică. Atunci când arhitectura, resursele disponibile, conceptul de securitate și strategia de reglementare permit acest lucru, SDC poate transforma această prezență deja consolidată pe piață într-un avantaj mai puternic în ceea ce privește interoperabilitatea. În cazul anumitor produse, poate fi necesară utilizarea unui gateway sau a unei componente complementare, în locul implementării directe. Pentru platformele actuale care continuă să aibă relevanță pe piață, SDC poate însă crea o punte către generația următoare.

Această perspectivă indică o schimbare mai amplă. Dispozitivul medical al viitorului nu va mai putea rămâne neschimbat față de configurația sa inițială timp de cincisprezece sau chiar douăzeci și cinci de ani. Funcționalitățile software, conectivitatea, cerințele de securitate cibernetică, fluxurile de lucru clinice și funcțiile bazate pe AI evoluează în timp.

Standardul IEC 62304 tratează software-ul dispozitivelor medicale din perspectiva întregului ciclu de viață, incluzând atât dezvoltarea, cât și întreținerea.

În același timp, cadrul de reglementare aplicabil software-ului dispozitivelor medicale bazate pe AI evoluează către abordări care permit modificări planificate, validate și controlate. SDC se integrează firesc în această logică a ciclului de viață. Implementarea sa are implicații asupra arhitecturii sistemului, securității cibernetice, managementului riscurilor, ușurinței în utilizare, testării, documentației și activităților de întreținere după introducerea produsului pe piață. Un dispozitiv care rămâne util din punct de vedere clinic timp de douăzeci și cinci de ani reprezintă deja o realizare. Un dispozitiv care, pe parcursul aceleiași perioade, poate rămâne util clinic, sigur, interoperabil și capabil să evolueze este însă cu atât mai valoros.

Dincolo de FOMO: oportunitatea de afaceri

Unii producători vor adopta SDC deoarece marii jucători din industrie, inițiativele de integrare clinică și cerințele din licitațiile spitalelor se îndreaptă tot mai mult în această direcție. Este de înțeles.



Figura 2 Soluție SDC end-to-end

Nimeni nu își dorește ca dispozitivul său să fie ultimul din sala de operație care nu se poate integra în ecosistemul clinic. Dar teama de a nu rămâne în urmă – Fear of Missing Out (FOMO) – este mai puțin convingătoare. Argumentul mult mai puternic îl reprezintă oportunitatea de afaceri. SDC poate ajuta producătorii să reducă dificultățile de integrare, să susțină medii în care sunt utilizate echipamente de la mai mulți furnizori, să se diferențieze prin integrarea în fluxurile de lucru și să pregătească dispozitivele pentru servicii bazate pe date. Pentru spitale, SDC poate contribui la transformarea datelor furnizate de dispozitive în valoare operațională. Pentru integratorii de sisteme, acesta poate facilita dezvoltarea unor arhitecturi clinice scalabile, în locul unor soluții de interfațare personalizate pentru fiecare proiect.

SDC schimbă natura discuției cu clienții. În loc ca întrebarea să fie dacă un dispozitiv poate fi conectat într-un fel sau altul, discuția se mută către posibilitatea ca acesta să devină parte a unei platforme clinice sigure, standardizate și pregătite pentru viitor.

Pentru producători și integratorii de sisteme, întrebarea practică este cum pot adopta SDC într-un mod eficient, sigur și scalabil. Implementarea sa presupune mai mult decât simpla integrare a unor protocoale. Sunt necesare competențe în dezvoltarea de software pentru sisteme embedded, cunoașterea standardelor, testarea interoperabilității, simulare, expertiză în securitate cibernetică și documentație adecvată dezvoltării produselor într-un mediu reglementat.

Vector susține această tranziție printr-o soluție SDC end-to-end. Stiva IEEE 11073 SDC și kitul de integrare oferă o bază sigură și conformă cu standardele pentru dezvoltarea dispozitivelor medicale interoperabile, în timp ce CANoe.SDC permite simularea, validarea și testarea eficientă a unor ecosisteme SDC complete. Alături de instruire și asistență tehnică, aceste soluții pot ajuta producătorii să accelereze adoptarea SDC și să dezvolte dispozitive interoperabile, pregătite pentru platformele clinice de nouă generație.

Nu este vorba doar despre conectivitate. Obiectivul este dezvoltarea unor dispozitive pregătite pentru următoarea generație de sisteme clinice.

SDC nu reprezintă doar încă un element pe lista cerințelor de interoperabilitate. El poate constitui baza unor fluxuri de lucru mai inteligente, a unor medii clinice inteligente, a serviciilor software, a valorii pe întreg ciclul de viață și a unor noi modele de afaceri.

Dispozitivul conectat a fost primul pas. Platforma clinică inteligentă reprezintă oportunitatea.

■ **Vector**
www.vector.com
VECTOR

Surse

⁽¹⁾ OECD and European Commission, *Health at a Glance: Europe 2024*.

⁽²⁾ Mindray, *2024 Sustainability Report*.

⁽³⁾ United Imaging Healthcare, *2024 Annual and Q1 2025 Results announcement*.

⁽⁴⁾ U.S. Food and Drug Administration, *Medical Device Interoperability*.

Kit AI PSOC™ 6 de la Infineon (CY8CKIT-062S2-AI)

O PLATFORMĂ PENTRU DEZVOLTAREA APLICAȚIILOR DE MACHINE LEARNING

Kiturile de dezvoltare și plăcile de evaluare reprezintă o soluție practică pentru inginerii și dezvoltatorii care doresc să exploreze noi tehnologii bazate pe semiconductoare, fără a fi nevoie să proiecteze și să fabrice un PCB personalizat.

În acest context, kitul PSOC™ 6 AI (nr. stoc RS 277-236) oferă o platformă dedicată dezvoltării și testării aplicațiilor bazate pe inteligență artificială.

Conceput pentru a simplifica procesul de dezvoltare, kitul se adresează profesioniștilor care doresc să integreze rapid funcții AI în proiectele lor.

În centrul kitului PSOC™ 6 AI se află micro-controlerul PSOC™ 62xA, bazat pe o arhitectură dual-core cu Arm® Cortex®-M4 și Arm® Cortex®-M0+.

Această configurație oferă performanțe ridicate și un consum redus de energie, fiind potrivită pentru aplicații AI care necesită procesarea locală a datelor.

Printre principalele caracteristici ale kitului se numără:

- Procesare: arhitectură dual-core Arm® Cortex®-M4 și Cortex®-M0+;
- Memorie: 2048 KB Flash și 1024 KB SRAM;
- Senzori: radar, acustici, de presiune și IMU;
- Conectivitate: modul combinat AIROC™ CYW43439 pentru Wi-Fi și Bluetooth®;
- Suport software: ModusToolbox™ și DEEPCRAFT™ Studio;
- Programare: suport pentru MicroPython.

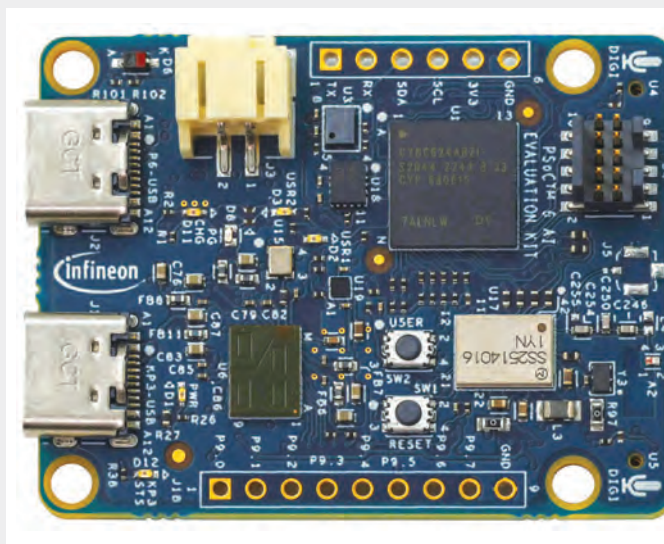
Prin combinația de resurse hardware, senzori, conectivitate wireless și instrumente software dedicate, kitul oferă un mediu complet pentru prototiparea și dezvoltarea aplicațiilor embedded bazate pe AI. Infineon oferă suport software extins prin ModusToolbox™ și DEEPCRAFT™ Studio.

ModusToolbox™ pune la dispoziție un mediu de dezvoltare integrat (IDE) și o gamă largă de instrumente pentru programare, depanare și testare.

DEEPCRAFT™ Studio este orientat către dezvoltarea aplicațiilor de învățare automată (Machine Learning – ML), oferind modele pre-antrenate și instrumente pentru crearea unor soluții ML personalizate. În plus, suportul pentru MicroPython permite dezvoltatorilor care preferă limbajele de nivel înalt să înceapă rapid dezvoltarea aplicațiilor.

Capacitatea kitului de a procesa datele aproape de sursa lor, prin intermediul tehnologiei Edge AI, reduce latența și îmbunătățește performanța în timp real comparativ cu soluțiile bazate exclusiv pe cloud.

Aplicațiile Edge AI pot contribui la îmbunătățirea performanței și a eficienței operaționale. Într-o fabrică inteligentă, posibilitatea de a procesa date provenite de la diverși senzori permite optimizarea proceselor de producție, îmbunătățirea



Nr. stoc RS
277-236

Producător
Infineon



Cod Producător
CY8CKIT-062S2-AI

Aplicații și avantaje

Kitul PSOC™ 6 AI este extrem de versatil și poate fi utilizat într-o gamă largă de aplicații. În automatizarea industrială, capacitățile avansate de senzorializare și integrarea ML pot fi valorificate pentru monitorizarea stării echipamentelor, mentenanță predictivă și controlul calității. Prin analizarea în timp real a datelor provenite de la senzori, pot fi identificate din timp semnele unor eventuale probleme, înainte ca acestea să conducă la defecțiuni.

gestionării resurselor și creșterea eficienței operaționale generale.

Kitul de evaluare PSOC™ 6 AI este o platformă hardware dedicată aplicațiilor ML, creată pentru prototipare rapidă și colectarea datelor în condiții reale de utilizare.

Acesta permite dezvoltatorilor să testeze și să dezvolte mai ușor soluții ML și să transforme rapid ideile în prototipuri funcționale.

SURSE

www.rs-online.com/designspark/infineon-psoc6-ai-kit-your-gateway-to-machine-learning-innovation
<https://uk.rs-online.com/web/content/m/infineon-psoc6-uk>

Aurocon COMPEC pune la dispoziția inginerilor și dezvoltatorilor o gamă extinsă de kituri de dezvoltare, plăci de evaluare, instrumente de emulare și simulare, programatoare și accesorii pentru prototipare. Oferta include produse de la producători precum Analog Devices, Microchip, MikroElektronika, onsemi și STMicroelectronics.

Oferta completă de produse poate fi consultată pe site-ul RS.



Autor: Georgiana Nazare

Aurocon COMPEC | www.compec.ro





Date brute de la senzorii auto

MAI MULT SEMNAL.
MAI MULTĂ SIGURANȚĂ.

Figura 1

De la sistemele moderne de asistență la conducere se așteaptă mai mult decât simpla detectare a prezenței unui obstacol: acestea trebuie să poată identifica și despre ce este vorba – de exemplu, despre un participant la trafic, precum un motociclist, sau despre un stâlp de delimitare staționar.

Automatizarea bazată pe AI remodelează senzorii auto. În multe dintre abordările actuale, datele brute de la senzori, cu densitatea lor ridicată de informații, capătă o importanță tot mai mare în raport cu datele supuse unei preprocesări intense. Arhitecturile moderne de cipuri reprezintă o condiție esențială pentru ca aceste date brute să poată fi puse la dispoziție în timp real.

Autori:

Viktor Kraus, Product Manager Ultrasonic ASICs, **Bosch**

Hendrik Seidel, Head of Product Area ADAS ICs, **Bosch**



Așteptările utilizatorilor de vehicule depășesc astăzi cu mult simplele funcții de avertizare. Sistemele de asistență la conducere bazate pe AI trebuie să asigure detectarea fiabilă a diferitelor tipuri de obstacole, să frâneze automat, să parcheze cu precizie și să reacționeze în siguranță chiar și în situații complexe. Pentru aceasta, vehiculele au nevoie de o imagine din ce în ce mai precisă asupra mediului înconjurător, ceea ce reprezintă, la rândul său, o provocare pentru producătorii auto. Performanța funcțiilor moderne de conducere nu este determinată de numărul propriu-zis de senzori, ci de cât de complete sunt datele furnizate de aceștia și de posibilitatea de a le fuziona.

Datele brute ca bază pentru percepția inteligentă a mediului înconjurător

Inițial, un sensor captează doar semnale fizice, precum unde sonore, reflexii electromagnetice sau lumină. Aceste măsurători sunt denumite date brute. Abia în urma mai multor etape de procesare, ele sunt transformate în informații pe care unitățile electronice de control le pot utiliza.

În multe dintre sistemele actuale de asistență la conducere, procesarea inițială a semnalului are loc chiar în interiorul senzorului. Zgomotul este filtrat, datele de măsurare sunt comprimate sau sunt extrase anumite caracteristici ale semnalului. În urma acestui proces pot rezulta așa-numitele date bazate pe anvelopa semnalului

(profiluri condensate ale semnalului) sau informații deja interpretate despre obiecte, precum distanța, poziția ori obstacolele detectate. Această preprocesare oferă avantaje clare: prin reducerea volumului de date și, implicit, a puterii de calcul necesare, scade sarcina unităților de control și permite obținerea unor timpi de răspuns reduși la nivelul întregului sistem. Pentru funcțiile convenționale de asistență la conducere, acest nivel de procesare este adesea suficient.

Totuși, această abordare începe să se schimbe. Sistemele bazate pe AI necesită date de la senzori cât mai puțin prelucrate, deoarece procesarea prea timpurie poate reduce cantitatea de informație disponibilă sau chiar poate elimina detalii potențial relevante.

În cazul senzorilor cu ultrasunete, de exemplu, diferențe subtile de amplitudine, de evoluție a semnalului sau de formă a ecoului pot furniza informații esențiale pentru detectarea fiabilă a obiectelor. Aceste detalii pot ajuta la diferențierea vehiculelor parcate, bordurilor, stâlpilor, pietonilor sau a diverselor structuri ale suprafeței. Cu cât situația de conducere este mai complexă, cu atât semnalele complete furnizate de senzori devin mai valoroase (Figura 1).

De ce metodele convenționale bazate pe praguri își ating limitele

Pentru a înțelege diferența dintre datele preprocesate și cele brute, este util să analizăm mai îndeaproape procesarea semnalului. Multe sisteme convenționale utilizează un lanț de procesare foarte simplificat, în care semnalul brut este filtrat, transformat într-o anvelopă a semnalului și apoi evaluat pe baza unui prag fix sau adaptiv.

Figura 2 ilustrează acest principiu. Semnalul albastru indică evoluția în timp a unui ecou ultrasonic. Reflexiile multiple – de exemplu, de la suprafețe denivelate ale drumului, pietoni sau stâlpi – generează forme diferite ale semnalului. Linia roșie punctată indică pragul de detecție. Doar componentele semnalului care depășesc acest prag sunt interpretate ca evenimente. Limita acestei abordări constă în reducerea semnificativă a informației disponibile. O mare parte din structura semnalului este eliminată înainte ca interpretarea propriu-zisă să aibă loc.

Această metodă funcționează bine în scenariile simple. Pe măsură ce situațiile de trafic devin însă mai complexe – de exemplu, atunci când sunt prezente mai multe obstacole de dimensiuni reduse – unele dintre acestea pot să nu mai fie detectate.

Aplicarea unui prag are însă și o altă consecință importantă: elimină nu numai semnalele slabe provenite de la obiectele urmărite, ci și ceea ce este perceput drept "zgomot". Acesta este tratat ca interferență și, prin urmare, este eliminat. În condiții reale de utilizare, însă, un asemenea zgomot poate conține informații structurate, de exemplu despre sunete neobișnuite ale vehiculului sau despre starea generală a drumului. Astfel, se pot pierde informații contextuale potențial valoroase – informații care pot depăși simpla detecție a obiectelor și pot contribui la o înțelegere mai cuprinzătoare a mediului din jurul vehiculului sau chiar pot oferi indicii privind existența unor componente defecte. În același timp, datele brute nu elimină necesitatea preprocesării.

În schimb, apar arhitecturi hibride în care datele brute, datele bazate pe anvelopa semnalului sau listele de obiecte sunt utilizate în paralel, în funcție de aplicație. Astfel poate fi ales un echilibru optim între rata de transfer a datelor, sarcina de calcul și conținutul informațional.

Datele brute permit optimizarea fuziunii datelor de la senzori

Datele brute furnizate de senzori sunt valoroase și dintr-un alt motiv: pot reprezenta o componentă esențială a fuziunii datelor de la senzori realizate cu ajutorul AI. Fuziunea datelor provenite de la senzori combină informații eterogene pentru a crea un model coerent al mediului din jurul vehiculului. Niciun senzor nu poate surprinde singur, în întregime, acest mediu.

Cu cât datele de intrare sunt mai complete și mai puțin alterate, cu atât percepția globală a sistemului poate deveni mai robustă și mai fiabilă.

Datele brute oferă aici un avantaj decisiv. În timp ce datele bazate pe anvelopa semnalului și listele de obiecte reprezintă deja informații puternic condensate, datele brute păstrează informația completă a semnalului – inclusiv efectele de propagare pe căi multiple și de împrăștiere din semnalele radar și ultrasonice, modelele detaliate de intensitate și textură din imaginile camerelor sau structurile fin rezolvate ale norilor de puncte LiDAR (Light Detection and Ranging). Modelele AI pot analiza aceste fluxuri eterogene de date brute și pot identifica tipare care ar putea rămâne ascunse metodelor convenționale de procesare.

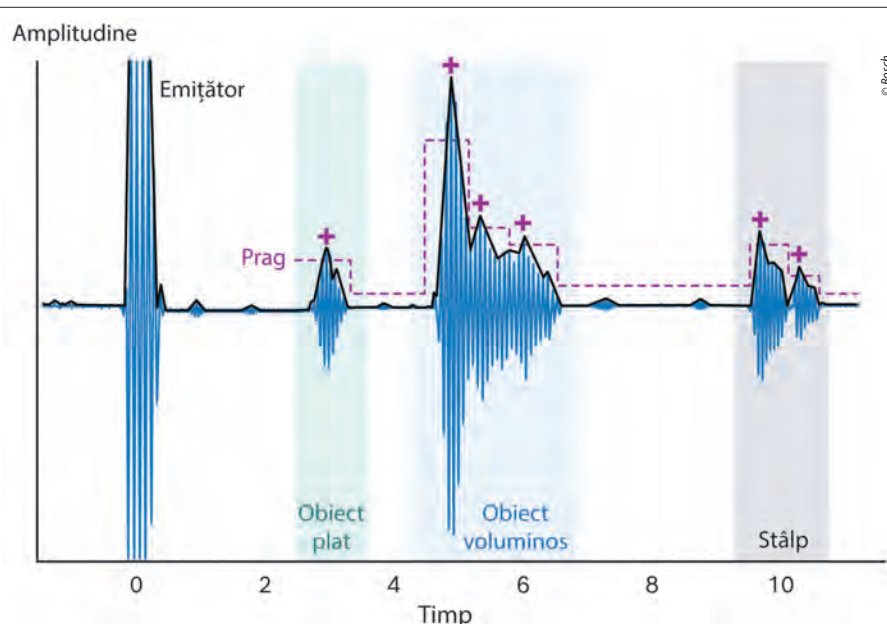


Figura 2 Componentele semnalului care depășesc pragul sunt detectate ca obstacole, iar cele aflate sub prag sunt filtrate.

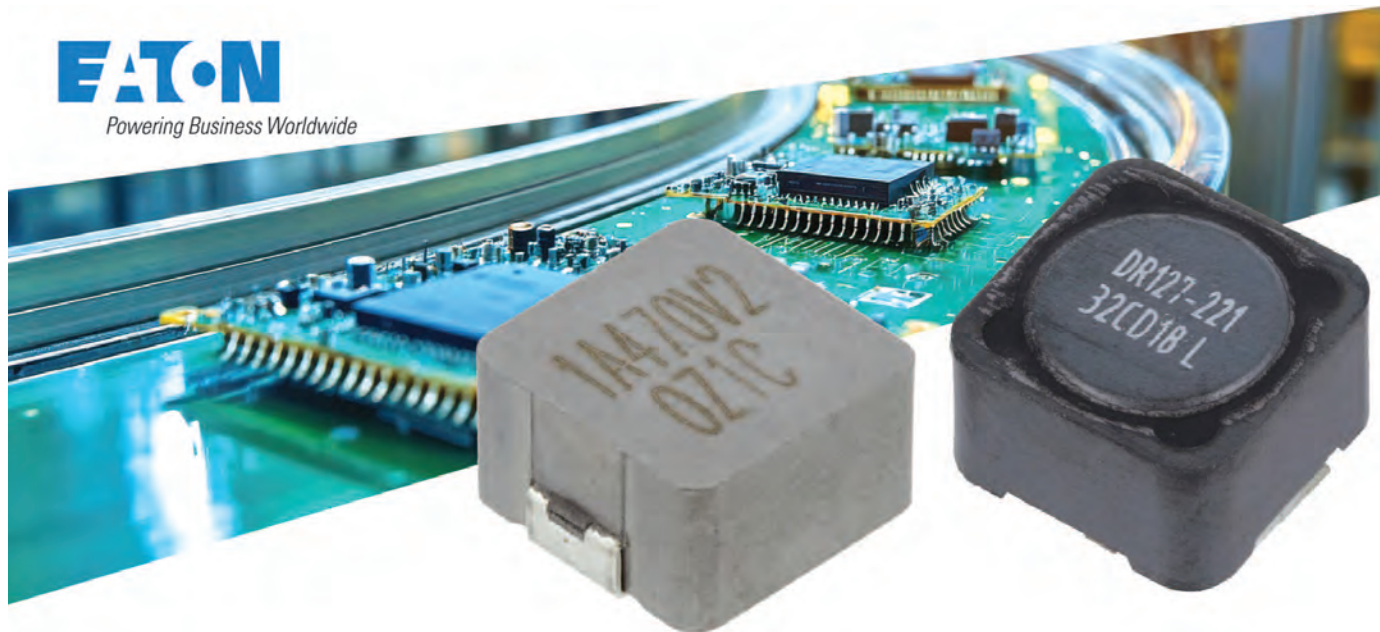
Camerele oferă imagini de înaltă rezoluție, dar performanța lor depinde de condițiile de iluminare. Radarul funcționează fiabil chiar și în condiții meteorologice dificile, însă oferă o rezoluție unghiulară mai redusă.

Senzorii cu ultrasunete, în schimb, permit o detecție deosebit de precisă la distanțe mici, de exemplu în timpul parcurii sau în situații de deplasare cu viteză redusă.

Fuziunea datelor poate combina informațiile provenite atât de la mai mulți senzori de același tip, cât și de la tehnologii de detecție diferite, pentru a obține o acoperire completă, la 360 de grade, a mediului din jurul vehiculului. Astfel pot fi valorificate avantajele fiecărui tip de senzor și, în același timp, compensate limitările acestuia.

Printre acestea se numără corelațiile dintre senzori, caracteristicile subtile ale materialelor și suprafețelor, precum și dependențele temporale observate pe parcursul mai multor cicluri de măsurare.

Datele brute pot contribui, de asemenea, la o cuantificare mai eficientă a incertitudinilor asociate diferiților senzori, reducând astfel riscul unor interpretări eronate în situații critice. De exemplu, o reflexie puternică a luminii poate perturba temporar un sistem bazat pe camere și îl poate determina să interpreteze reflexia drept un posibil obstacol. Combinarea datelor provenite de la camere cu cele furnizate de radar sau de alți senzori poate ajuta la clasificarea corectă a unei asemenea anomalii vizuale și la reducerea probabilității unei interpretări greșite. ➤



Inductoare bobinate de la Eaton Electronics

SOLUȚII DOVEDITE PENTRU ELECTRONICA DE PUTERE MODERNĂ

Electronica modernă impune proiectanților cerințe din ce în ce mai ridicate. Creșterea densității de putere, miniaturizarea dispozitivelor și necesitatea reducerii pierderilor de energie fac ca până și componentele aparent simple, precum inductoarele, să influențeze semnificativ parametrii de funcționare ai întregului sistem. Acest lucru este valabil în special în cazul convertoarelor în comutație, al filtrelor EMI și al circuitelor de putere, unde alegerea corectă a elementului inductiv determină eficiența, stabilitatea și fiabilitatea dispozitivului.

Oferta Eaton Electronics disponibilă la TME include câteva sute de modele de inductoare bobinate pentru montare pe suprafață, ceea ce permite proiectanților să aleagă componente potrivite atât pentru dispozitive portabile de mici dimensiuni, cât și pentru aplicații industriale solicitante. Catalogul cuprinde componente cu inductanțe de la câțiva nanohenri până la sute de milihenri, proiectate pentru curenți de la câteva zeci de miliamperi până la câteva zeci de amperi, în funcție de model.

Convertoare în comutație – aplicația de bază a inductoarelor de putere

Cea mai importantă categorie de aplicații o reprezintă circuitele de alimentare bazate pe convertoare DC/DC. În aceste circuite, inductorul are rolul de a stoca energia și de a netezi variațiile curentului, contribuind astfel la obținerea unei eficiențe ridicate a conversiei tensiunii.

Inductoarele Eaton Electronics sunt proiectate pentru utilizarea în circuite de tip buck, boost, flyback sau rezonante. Construcțiile cu ecranare magnetică contribuie la reducerea emisiilor de interferențe electromagnetice, aspect deosebit de important

în cazul dispozitivelor cu un grad ridicat de integrare și al proiectelor care trebuie să respecte cerințe stricte de compatibilitate electromagnetică (EMC).

Datorită gamei largi de inductanțe (de la 22 nH la 120 mH) și a valorilor diferite ale curentului admisibil, poate fi selectată o componentă potrivită atât pentru convertoare de mici dimensiuni destinate alimentării electronicii de consum, cât și pentru sisteme industriale mult mai solicitante.

Filtrarea interferențelor și funcționarea stabilă a circuitelor digitale

Inductoarele joacă, de asemenea, un rol esențial în suprimarea interferențelor de înaltă frecvență. Amplasate pe traseele de alimentare, acestea reduc riplul de curent și zgomotul generat în timpul funcționării convertoarelor în comutație, procesoarelor sau sistemelor de comunicații. Un element inductiv ales corespunzător îmbunătățește stabilitatea tensiunii de alimentare și facilitează respectarea cerințelor de compatibilitate electromagnetică. Acest aspect este important nu numai în echipamentele industriale, ci și în echipamentele de telecomunicații, calculatoare, sistemele de automatizare sau sistemele IoT, unde multe circuite funcționează simultan la frecvențe ridicate.

Electronica industrială și sisteme de mare putere

Parametrii multor modele Eaton Electronics permit utilizarea acestora și în aplicații de putere mai solicitante. Catalogul TME include componente capabile să funcționeze la curenți de lucru mari și cu valori ridicate ale curentului de saturație, ceea ce asigură o funcționare stabilă chiar și în condiții de sarcină ridicată. În funcție de model, curentul de funcționare variază între 60 mA și 78 A, iar curentul de saturație poate ajunge la 123 A.

Aceste caracteristici fac ca inductoarele Eaton să fie potrivite, printre altele, pentru:

- surse de alimentare industriale;
- controlere pentru automatizări;
- sisteme LED de mare putere;
- echipamente de telecomunicații;
- module de alimentare pentru servere și calculatoare;
- electronică industrială și sisteme embedded.

Dimensiuni compacte fără compromisuri

Eaton Electronics oferă inductoare în carcasi de diferite dimensiuni, permițând selectarea optimă a componentelor în funcție de spațiul disponibil. Catalogul TME include modele cu dimensiuni începând de la aproximativ 4 × 4 mm, precum și dispozitive mai mari, destinate aplicațiilor de putere ridicată. Sunt disponibile, de asemenea, mai multe variante de înălțime a carcasi, facilitând adaptarea componentelor la cerințele mecanice ale proiectului.

Gamă largă de componente în catalogul TME

Gama de inductoare bobinate de la Eaton disponibilă la TME include peste 760 de modele, ceea ce permite proiectanților să aleagă o componentă potrivită pentru aproape orice tip de aplicație. Sunt disponibile variante care diferă prin valoarea inductanței, curentul admisibil, curentul de saturație, rezistența înfășurării și dimensiunile carcasi, facilitând optimizarea proiectului din punct de vedere al eficienței, costurilor și spațiului disponibil pe PCB.

Transfer Multisort Elektronik

www.tme.eu





URLLC conform specificațiilor 3GPP: avantaje și provocări în aplicațiile pentru Industrie 4.0 și IoT

Această discuție analizează rolul esențial al comunicațiilor URLLC (Ultra-Reliable Low-Latency Communications) definite de 3GPP, inclusiv avantajele oferite în ceea ce privește performanța și fiabilitatea, precum și provocările tehnice asociate implementării, standardizării, securității și cerințelor de testare, pe măsură ce tehnologia evoluează către 6G.

Autor: **Hiroyuki Kato**, Senior Manager, Global Market Technology, **Anritsu**

Anritsu
Advancing beyond

Care este rațiunea din spatele definiției 3GPP pentru URLLC?

Cazurile de utilizare critice și în timp real, precum fabricile inteligente, vehiculele autonome și robotica, necesită comunicații rapide, cu latență redusă și fiabilitate excepțional de ridicată. În cazul vehiculelor autonome, de exemplu, acest lucru poate face diferența dintre viață și moarte. Multe aplicații critice și sensibile la timp necesită latențe de până la 1 ms și o fiabilitate de 99,9999% sau chiar mai mare.

Rețelele tradiționale devin tot mai puțin adecvate pentru astfel de cazuri de utilizare.

În era 6G, comunicațiile ultra-fiabile cu latență redusă (URLLC) vor deveni esențiale pentru asigurarea performanței End-to-End (E2E).

Pentru atingerea acestui obiectiv vor fi necesare optimizarea rețelei cu ajutorul AI, segmentarea rețelei (*network slicing*), precum și garantarea calității serviciului (QoS) pe întregul traseu End-to-End.

Banda largă mobilă îmbunătățită **eMBB** poate asigura viteze foarte mari de transfer al datelor, dar nu oferă aceleași performanțe în ceea ce privește latența. În același timp, comunicațiile masive de tip mașină **mMTC**

pot suporta un număr foarte mare de echipamente terminale (UE – User Equipment), însă acest avantaj implică anumite compromisuri în ceea ce privește fiabilitatea.

Cum se integrează URLLC în viitoarele fabrici inteligente?

URLLC răspunde cerințelor de latență redusă și fiabilitate ridicată ale aplicațiilor IoT în timp real și ale fabricilor inteligente ale Industriei 4.0, bazate pe date. Aceasta poate susține aplicații industriale precum sistemele de control distribuit, roboții colaborativi și roboții mobili autonomi.

Îndeplinirea cerințelor de control în timp real și de securitate pentru astfel de aplicații a fost, în mod tradițional, dificilă în cazul rețelelor Wi-Fi convenționale sau al rețelelor LAN cu fir. Combinarea URLLC cu rețelele 5G locale, care permit crearea unor medii de producție wireless și flexibile, poate genera creșteri semnificative ale productivității și eficienței în fabricile inteligente.

Dincolo de fabricile inteligente, ce beneficii aduce URLLC?

Pentru prima dată, URLLC oferă o bază fiabilă pentru aplicațiile în timp real și critice din punctul de vedere al siguranței. Combinația dintre latența redusă și fiabilitatea ridicată permite utilizarea URLLC într-o gamă largă de aplicații, precum conducerea autonomă în industria auto, chirurgia la distanță și alte aplicații medicale, controlul rețelelor electrice inteligente, eSporturile și evenimentele live.

Care sunt provocările tehnice legate de implementarea URLLC?

Există mai multe provocări tehnice asociate implementării URLLC. Printre acestea se numără conflictele în alocarea resurselor, gestionarea interferențelor, corectarea erorilor pentru pachetele de date scurte, latența End-to-End, precizia sincronizării și securitatea. Deși aceste aspecte sunt abordate parțial în cadrul 5G, noile tehnologii, precum AI, edge computing și tehnicile de îmbunătățire a preciziei sincronizării, vor fi esențiale pentru 6G.

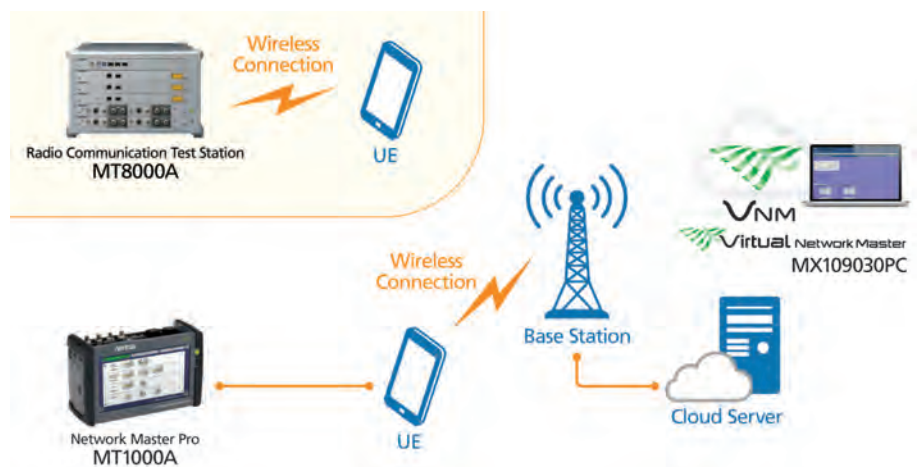
În ce măsură este esențială standardizarea pentru implementarea URLLC?

Standardizarea este necesară pentru armonizarea la nivel global a cerințelor privind performanța, testarea și implementarea. O provocare importantă o reprezintă adaptarea la diferitele reglementări naționale și la alocările de frecvențe. Standardele trebuie, de asemenea, să fie pregătite pentru evoluțiile viitoare și să țină seama de tehnologiile emergente.

3GPP a început standardizarea URLLC odată cu Release 15, a intensificat dezvoltarea acesteia în Release 16, iar începând cu Release 17 a adus îmbunătățiri suplimentare privind aplicațiile industriale și extinderea acoperirii. În contextul 6G, tehnologii emergente precum AI, ISAC (Integrated Sensing and Communication), Ambient IoT, pentru îmbunătățirea eficienței energetice și MRSS (Multi-RAT Spectrum Sharing) contribuie la evoluția implementărilor URLLC.

Care sunt provocările legate de acoperirea URLLC?

Realizarea unei acoperiri extinse pentru URLLC implică mai multe provocări, printre care distanțele mai reduse de propagare asociate benzilor de frecvență înaltă, necesitatea unei densități mai mari de celule, menținerea fiabilității în timpul transferului între celule, asigurarea acoperirii în interiorul clădirilor și în zonele îndepărtate, gestionarea interferențelor și respectarea reglementărilor aplicabile la nivel global. În 6G, industria va aborda aceste provocări inclusiv prin utilizarea RIS (Reconfigurable Intelligent Surface) și NTN (Non-Terrestrial Network).



Care sunt principalele provocări de testare pentru URLLC?

Există diverse cerințe de testare pentru URLLC, precum măsurarea precisă a latenței și a fiabilității, evaluarea performanței în timpul transferului între celule, reproducerea condițiilor de interferență, verificarea securității și simularea condițiilor din mediul real. Aceste teste necesită medii care să ofere o sincronizare temporală de foarte mare precizie și parametri configurabili ai pachetelor de date, precum dimensiunea pachetelor și rata de transfer. De asemenea, este necesară verificarea performanței atât în regim Point-to-Point, cât și End-to-End, pe termen scurt și pe termen lung.

Ce instrumente și servicii oferă Anritsu pentru testarea URLLC?

Anritsu oferă **MT8000A**, ca platformă de testare 5G RAN și **MT1000A/VNM** (Virtual NW Master) pentru testarea URLLC. MT1000A/VNM oferă o sincronizare temporală de înaltă precizie și permite configurarea flexibilă a parametrilor pachetelor de date, precum dimensiunea pachetului și rata de transfer. Deoarece VNM nu este o soluție hardware de testare, utilizatorii o pot instala în diferite locații și pot efectua

măsurători între oricare două puncte, în regim Point-to-Point sau End-to-End. În unele industrii există o experiență limitată în utilizarea instrumentelor de măsurare. Anritsu poate oferi consultanță și recomandări privind alegerea soluțiilor adecvate și aplicarea celor mai bune practici.

Care este compromisul dintre securitate și performanță pentru URLLC?

Măsurile suplimentare de securitate pot crește latența ca urmare a proceselor de criptare și autentificare, afectând astfel capacitatea URLLC de a răspunde cerințelor aplicațiilor în timp real.

Apare, prin urmare, un compromis între nivelul de securitate, dimensiunea pachetelor și latență. Există mai multe soluții potențiale pentru abordarea acestei probleme, printre care reducerea impactului asupra latenței prin utilizarea criptografiei cu cerințe reduse de resurse, a PLS (Physical Layer Security) și a mecanismelor de control bazate pe AI. În contextul 6G, criptografia cuantică reprezintă o altă abordare potențială pentru rezolvarea acestei probleme.

Care este abordarea Anritsu în materie de securitate?

Pe lângă furnizarea unor soluții de testare pentru monitorizarea spectrului și identificarea interferențelor, Anritsu poate oferi și analize RF în timp real bazate pe AI. Aceste capacități sunt utile în aplicații precum detectarea dronelor necunoscute și identificarea semnalelor de bruiă. Anritsu colaborează îndeaproape cu YOTASYS în domeniul analizei RF bazate pe AI.

De asemenea, compania colaborează cu organizații precum AUTOCRYPT pentru furnizarea unor soluții de testare a securității cibernetice destinate industriei auto.

■ **Anritsu**
www.anritsu.com

Anritsu
Advancing beyond

MRAM

combină viteza cu retenția datelor

ÎN SISTEMELE DE ÎNALTĂ PERFORMANȚĂ

O introducere în noua generație MRAM: memoria nevolatilă de mare viteză își extinde constant utilizarea în sistemele embedded, echipamentele industriale și aplicațiile Edge AI, unde atât performanța, cât și fiabilitatea sunt esențiale.

Autor:

Yukiko Date, Product Marketing
Renesas Electronics

RENESAS

Pe scurt:

- Printre caracteristicile esențiale ale noii generații de memorii MRAM se numără nevolatilitatea combinată cu viteza ridicată, rezistența ridicată la cicluri de scriere și consumul redus de energie.
- MRAM nu mai este o tehnologie a viitorului – este deja utilizată în aplicații reale, iar domeniile sale de utilizare continuă să se extindă pe măsură ce avantajele acestei tehnologii sunt recunoscute tot mai mult.
- Sunt prezentate exemple concrete de utilizare a memoriei MRAM în medii cu câmpuri magnetice externe.

MRAM – o nouă tehnologie de memorie

MRAM (Magnetoresistive Random Access Memory) este o tehnologie de memorie de nouă generație care combină nevolatilitatea cu performanțe ridicate de citire și scriere – două caracteristici care, în mod tradițional, implicau compromisuri. Spre deosebire de SRAM, care este rapidă, dar volatilă, sau de memoria flash, care este nevolatilă, dar relativ lentă și are o rezistență limitată la ciclurile

de scriere, MRAM oferă atât viteză, cât și retenție a datelor. Prin reunirea într-o singură tehnologie a performanței ridicate, nevolatilității și rezistenței ridicate la scriere, MRAM face legătura între memoria volatilă rapidă și memoria nevolatilă, mai lentă. Aceste avantaje au condus la adoptarea tot mai largă a MRAM în sisteme embedded și industriale, aplicații Edge AI și IoT, precum și în sisteme critice, unde performanța și fiabilitatea sunt esențiale.

Studiile de piață reflectă această tendință: potrivit Mordor Intelligence, piața globală MRAM este estimată să crească cu o rată anuală compusă de creștere (CAGR) de

32,72% în perioada 2026–2031, ajungând la 18,24 miliarde USD până în 2031 ¹.

Cum funcționează MRAM – stocarea datelor cu ajutorul magnetismului

Spre deosebire de memoriile convenționale, care stochează datele sub formă de sarcină electrică, MRAM stochează informația folosind proprietăți magnetice. În timp ce SRAM atinge viteze foarte mari prin reținerea electrică a datelor – pierzând toate informațiile la întreruperea alimentării – MRAM stochează datele pe baza direcției de magnetizare, asigurând o stocare nevolatilă chiar și în absența alimentării.

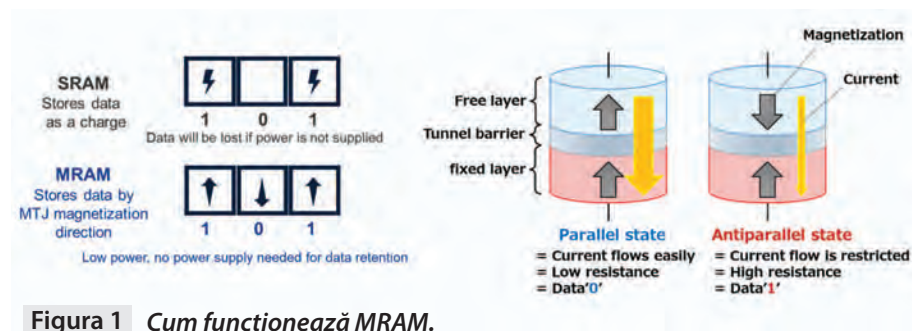


Figura 1 Cum funcționează MRAM.

© Renesas

O celulă MRAM are la bază o joncțiune magnetică tunel (MTJ – Magnetic Tunnel Junction), alcătuită dintr-un strat magnetic fix și un strat magnetic liber, separate de un strat izolator foarte subțire, care formează bariera de tunelare.

Modificările alinierii magnetizării dintre aceste straturi conduc la stări de rezistență diferite, care sunt citite ca valori digitale "0" sau "1". Deoarece datele sunt stocate magnetic și nu electric, MRAM poate păstra datele în mod fiabil de-a lungul ciclurilor de alimentare (Figura 1).

Caracteristici cheie ale MRAM

COMBINAREA NEVOLATILITĂȚII CU VITEZA RIDICATĂ

În comparație cu microcontrolerele (MCU) care utilizează memorie flash încorporată pentru stocarea codului, microcontrolerele bazate pe MRAM, cum ar fi RA8P1, ating performanțe de scriere semnificativ mai rapide. Timpul de scriere poate fi redus cu aproximativ 98%, îmbunătățind considerabil performanța sistemului în aplicații care implică actualizări frecvente ale memoriei, inclusiv actualizări de firmware, înregistrarea datelor și stocarea parametrilor.

REZISTENȚĂ RIDICATĂ LA CICLURILE DE SCRIERE

MRAM este foarte potrivită pentru operațiuni repetate de scriere, deoarece inversarea magnetizării nu are, în sine, o limită fundamentală în privința numărului de cicluri. În timp ce memoria flash suportă, de regulă, doar de la câteva mii la câteva zeci de mii de cicluri de scriere/ștergere, MRAM oferă o rezistență ridicată atât pentru stocarea codului, cât și a datelor, fiind astfel potrivită pentru sistemele care necesită actualizări frecvente ale datelor.

CONSUM REDUS DE ENERGIE

MRAM păstrează datele fără a consuma energie, ceea ce o face potrivită pentru sistemele cu consum redus de putere. În plus, microcontrolerul RA8P1 atinge un curent de funcționare cu aproximativ 47% mai mic comparativ cu produsele convenționale, în condiții echivalente.

Prin combinarea vitezei ridicate cu consumul redus de energie, MRAM permite proiectarea unor sisteme eficiente energetic și de înaltă performanță (Figura 2).

Aplicații cheie ale MRAM

MRAM este deja utilizată în practică, iar domeniile sale de aplicare continuă să se extindă pe măsură ce avantajele acestei tehnologii sunt recunoscute tot mai mult.

SISTEME EMBEDDED, IoT ȘI INDUSTRIALE
MRAM este utilizată din ce în ce mai mult pentru stocarea datelor de configurare, înregistrarea datelor și stocarea firmware-ului în sisteme embedded, IoT și industriale. Capacitatea de scriere la nivel de octet, accesul rapid și păstrarea fiabilă a datelor în cazul întreruperii alimentării o fac potrivită pentru aplicații care necesită actualizări frecvente și funcționare stabilă, inclusiv la temperaturi ridicate și în regim de funcționare continuă.

STOCARE

MRAM este utilizată tot mai mult și în aplicații de stocare, datorită rezistenței ridicate la ciclurile de scriere și toleranței ridicate la întreruperile neașteptate ale alimentării. Printre exemplele tipice se numără memoria cache din SSD-uri, gestionarea stării și stocarea jurnalelor. În sarcinile de lucru care necesită operațiuni de scriere frecvente și de mare viteză, caracteristicile MRAM oferă avantaje clare față de tehnologiile convenționale de memorie.

APLICAȚII AEROSPAȚIALE

În aplicațiile aerospațiale, dispozitivele de memorie sunt adesea expuse unor condiții dificile, inclusiv unor niveluri ridicate de radiații, în care tehnologiile convenționale de memorie pot fi vulnerabile. MRAM a demonstrat o funcționare relativ stabilă în astfel de condiții, ceea ce a dus la utilizarea sa în aplicații precum sistemele de control al atitudinii sateliților și computerele de control de la bord. Rezistența la degradarea performanței, chiar și în condițiile unor operațiuni frecvente de scriere, reprezintă unul dintre principalele motive pentru care această tehnologie este apreciată în domeniul aerospațial.

Aplicabilitatea MRAM în medii cu câmp magnetic extern

1. Toleranța MRAM la câmpurile magnetice externe

Renesas Electronics definește limite orientative pentru densitatea fluxului magnetic la suprafața microcontrolerului (MCU), pentru a asigura utilizarea în siguranță a microcontrolerelor bazate pe MRAM:

- Operare (scriere/citire): până la **200 G**
- Stocare / stare inactivă / alimentare oprită: până la **500 G**

Câmpurile magnetice foarte puternice, care depășesc specificațiile de imunitate magnetică ale microcontrolerului, pot influența datele stocate, deoarece MRAM utilizează starea magnetică a unei joncțiuni MTJ pentru stocarea informației. Acest fapt conduce uneori la presupunerea că "MRAM nu poate fi utilizată în apropierea motoarelor sau a inductoarelor". În practică, însă, astfel de preocupări sunt, în general, nejustificate în cazul proiectelor tipice de sisteme embedded și industriale.

2. Densitatea fluxului magnetic în jurul motoarelor și inductoarelor

Pentru a evalua dacă microcontrolerele bazate pe MRAM pot fi utilizate în siguranță în condiții reale de funcționare, Renesas a efectuat măsurători ale densității fluxului magnetic în apropierea unor componente generatoare de câmp magnetic, precum motoarele și inductoarele.

Concluzia 1: Densitatea fluxului magnetic în jurul motoarelor este relativ redusă. Măsurătorile efectuate atât pe motoare sincrone cu magneți permanenți (PMSM) de dimensiuni mici, cât și pe modele de dimensiuni mari au arătat că învelișul exterior al motorului acționează ca un ecran magnetic. Drept urmare, câmpurile magnetice măsurate în exterior sunt de numai câțiva gauss sau chiar mai mici, inclusiv în timpul funcționării. Aceste niveluri reduse ale câmpului magnetic au un impact neglijabil asupra funcționării MRAM și asupra retenției datelor. Carcasele realizate din oțel sau din alte materiale magnetice sporesc și mai mult efectul de ecranare, prin reducerea fluxului magnetic de dispersie. ➤

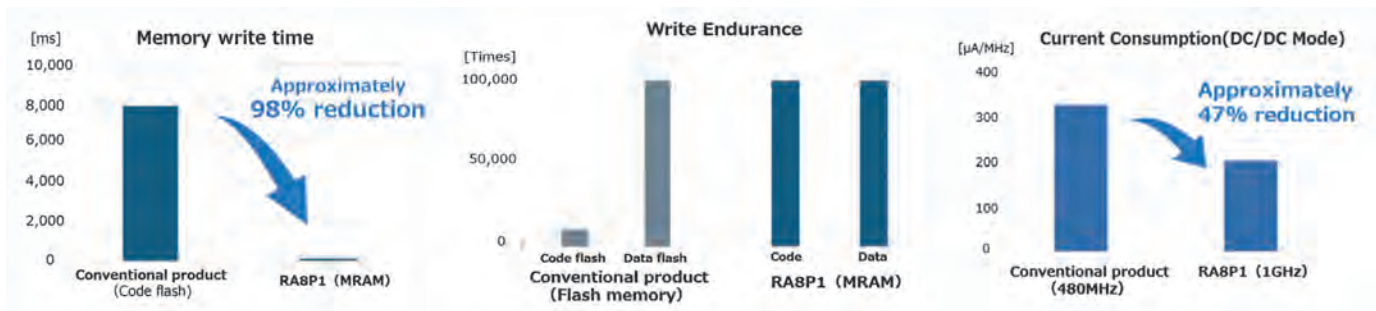


Figura 2 Caracteristici cheie ale MRAM.

Pe baza acestor constatări, MRAM poate fi considerată adecvată pentru utilizarea în configurații tipice de sistem, precum echipamentele de control al motoarelor, invertoarele și PLC-urile industriale.

3. Amplasarea relativă a surselor de câmp magnetic și a microcontrolerelor în aplicații reale

Pe baza configurațiilor întâlnite în aplicații reale, Renesas a analizat amplasarea fizică

separate fizic de placa de circuit imprimat (PCB) de comandă, pe care este amplasat microcontrolerul (Figura 3).

Prin urmare, chiar dacă în apropierea motoarelor sau a circuitelor de putere pot exista local zone cu densitate ridicată a fluxului magnetic, aceasta scade rapid odată cu distanța și nu atinge niveluri care să afecteze funcționarea MRAM.

În electronica de putere, cum ar fi în echipamentele de condiționare a energiei, sursele de alimentare pentru servere și invertoarele de uz general, mai multe componente pot acționa ca surse potențiale de câmp magnetic, printre care:

- inductoare de mari dimensiuni;
- transformatoare;
- trasee de putere cu curent ridicat.

În proiectele de sisteme tipice, însă, aceste componente sunt separate fizic de circuitele de control. Microcontrolerul este de obicei amplasat la câțiva centimetri distanță de etajul principal de putere.

Exemplu: inductoare de putere

Sagami Elec a realizat o simulare de analiză a câmpului magnetic pentru a evalua fluxul magnetic de dispersie din jurul unui inductor de putere, în condiții de curent ridicat. Distribuția câmpului magnetic în jurul inductorului a fost analizată pentru curenți mari de curent continuu.

Motor	Structură	Densitatea fluxului magnetic [Gauss]
Motor de joasă tensiune	Carcasă din oțel	<2
Motor de înaltă tensiune		<2
Motor cu rotor exterior	Carcasă din plastic sau aluminiu	<50
Motor cu construcție ușoară		<30

Tabelul 1: Densitatea fluxului magnetic în jurul motoarelor.

Concluzia 2: Măsurătorile efectuate asupra inductoarelor utilizate în circuitele de alimentare au arătat că, inclusiv în condiții de curent ridicat, cea mai mare parte a fluxului magnetic rămâne concentrată în interiorul miezului. Ca urmare, densitatea fluxului magnetic de dispersie în exteriorul componentei este foarte redusă.

De exemplu, măsurătorile efectuate asupra unui inductor cu întrefier au confirmat că densitatea fluxului magnetic de dispersie s-a menținut sub aproximativ 10 gauss, cu mult sub nivelurile care ar putea afecta funcționarea MRAM sau retenția datelor.

O evaluare suplimentară a unui inductor de putere pentru curenți ridicați (Sagami Elec., CVK2522H-5R4M) a arătat că densitatea fluxului magnetic scade până la 200 gauss sau mai puțin, la o distanță de numai câțiva milimetri, chiar și la 100 A.

Prin urmare, cu excepția situației în care un inductor și un microcontroler bazat pe MRAM sunt amplasate extrem de aproape unul de celălalt pe placa de circuit imprimat, este puțin probabil ca densitatea fluxului magnetic să depășească limita de toleranță a MRAM. În aceleași condiții de testare, un inductor cu miez de ferită, având dimensiuni și o inductanță echivalente, a prezentat o scădere și mai rapidă a densității fluxului magnetic, aceasta ajungând la 200 gauss sau mai puțin la o distanță de aproximativ 0,5 mm.

tipică a surselor de câmp magnetic – precum motoarele, inductoarele și magneții permanenți – în raport cu microcontrolerele de comandă.

În majoritatea aplicațiilor practice, sursele de câmp magnetic și microcontrolerul sunt separate prin distanțe suficiente, ca urmare a constrângerilor de proiectare mecanică și structurală.

În consecință, influența densității fluxului magnetic asupra microcontrolerului poate fi considerată neglijabilă în practică. În produsele uzuale de larg consum și în aplicațiile industriale – precum aparatele de aer condiționat, mașinile de spălat și frigiderele – componentele de acționare, inclusiv motoarele, ventilatoarele și pompele, sunt

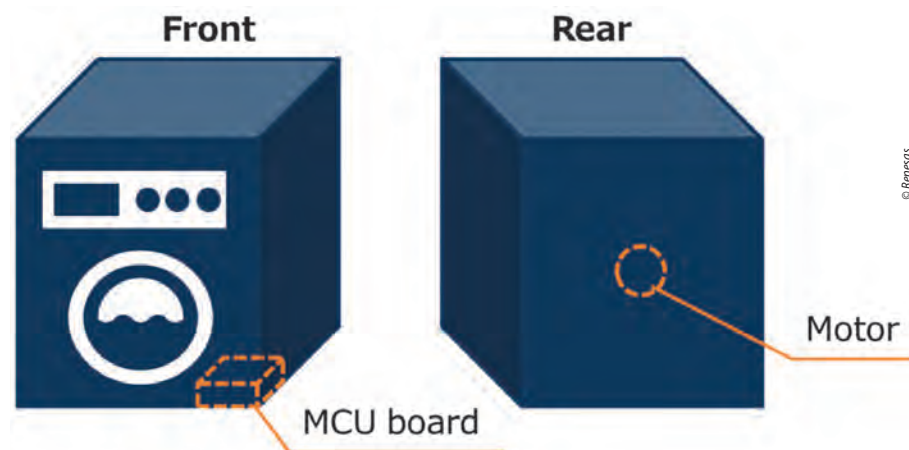


Figura 3 Într-o mașină de spălat cu tambur, microcontrolerul și motorul sunt separate fizic.

Inductor	Structură	Densitatea fluxului magnetic [Gauss]
Inductor de putere	Ecranat (Carcasă din oțel)	<1
Inductor cu întrefier	Neeecranat	<10
Inductor de putere – Sagami Elec. CVK2522H-5R4M (curent aplicat: 100 A)	Ecranat	< 200 G la o distanță de câțiva milimetri
Inductor de putere – Sagami Elec., miez de ferită, cu dimensiuni și inductanță echivalente cu CVK2522H-5R4M (curent aplicat: 100 A)	Ecranat	< 200 G la o distanță de 0,5 mm

Tabelul 2: Densitatea fluxului magnetic în jurul inductoarelor.

Obiectiv

- **Modelul nr. 1:** Inductor de putere Sagami Elec. CVK2522H-5R4M
- Permeabilitate (μ): 40
- Dimensiuni: $20 \times 25 \times 22,5$ mm
- Inductanță (L): $5,4 \mu\text{H}$
- **Modelul nr. 2:** Inductor cu miez de ferită Sagami Elec. (echivalent ca dimensiuni și inductanță cu modelul CVK2522H-5R4M)
- Permeabilitate (μ): 3000

- Dimensiuni: $26,9 \times 16,5 \times 22,3$ mm
- Inductanță (L): $5,4 \mu\text{H}$

Condiții de simulare

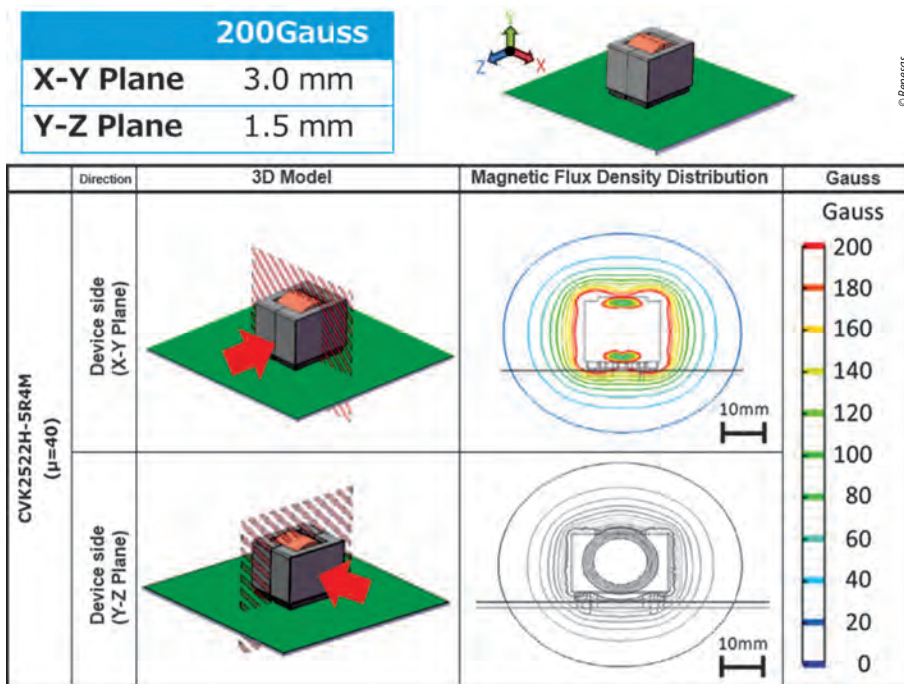
- **Condiția de curent**
Curent continuu de 100 A, corespunzător unei variații a inductanței de -30% față de valoarea inițială;
- **Configurația plăcii de circuit imprimat**
Dimensiunile plăcii: $75 \times 75 \times 1$ mm

Rezultatele simulării**Nr. 1: CVK2522H-5R4M**

- **Planul X-Y:**
O distanță de aproximativ 3,0 mm este suficientă pentru a reduce densitatea fluxului magnetic sub 200 G.
- **Planul Y-Z:**
O distanță de aproximativ 1,5 mm este suficientă pentru a ajunge la 200 G.

Nr. 2: Inductor cu miez de ferită

- **Planul X-Y:**
Densitatea fluxului magnetic s-a situat cu mult sub 200 G.
- **Planul Y-Z:**
O distanță de aproximativ 0,5 mm este suficientă pentru a reduce densitatea fluxului magnetic sub 200 G.

**Rezultatele evaluării**

- Chiar și în condiții de curent ridicat, miezul inductorului menține cea mai mare parte a fluxului magnetic în interior.
- Distribuția fluxului magnetic de dispersie depinde de permeabilitatea materialului (μ); materialele cu o valoare mai mare a lui μ tind, în general, să concentreze mai eficient fluxul magnetic în interiorul miezului.
- Densitatea fluxului magnetic de dispersie în zona înconjurătoare este limitată și rămâne cu mult sub nivelurile care ar putea afecta funcționarea MRAM.

Aceste rezultate oferă date care susțin o recomandare practică de proiectare: atunci când inductoarele și microcontrolerele bazate pe MRAM sunt amplasate la o distanță adecvată în circuitele tipice de alimentare, influența câmpurilor magnetice poate fi redusă suficient. Deși câmpurile magnetice sunt concentrate în imediata apropiere a inductorului, densitatea fluxului magnetic scade rapid odată cu creșterea distanței, astfel încât impactul asupra circuitelor din jur rămâne limitat.

Concluzie

MRAM combină în mod unic funcționarea de mare viteză cu nevolatilitatea – două caracteristici dificil de obținut simultan cu ajutorul tehnologiilor convenționale de memorie. Odată cu progresele continue ale tehnologiilor de fabricație și extinderea suportului oferit de ecosistem, se preconizează că MRAM va juca un rol tot mai important în proiectarea sistemelor viitoare.

¹ **Referință:** Mordor Intelligence, Magneto-Resistive RAM (MRAM) Market – Growth Trends and Forecast, <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/magneto-resistive-ram-market>

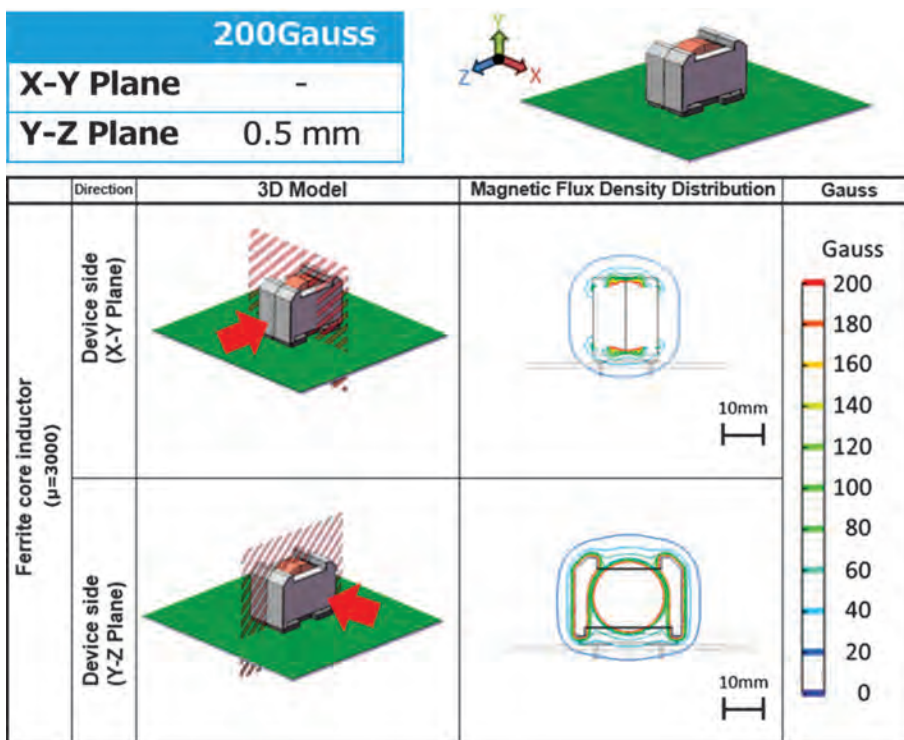


Figura 5 Rezultatele simulării densității fluxului magnetic pentru inductorul cu miez de ferită.

Cum îmbunătățesc noile arhitecturi din siliciu eficiența



FĂRĂ A COMPROMITE ROBUSTEȚEA

Semiconductorii de putere din siliciu reprezintă o tehnologie matură și bine înțeleasă; de mulți ani, progresul s-a realizat în principal prin îmbunătățiri incrementale, mai degrabă decât prin schimbări arhitecturale fundamentale. Ultimul salt major la nivelul arhitecturii dispozitivelor a fost introducerea MOSFET-urilor SuperJunction bazate pe tehnologia RESURF, care au permis obținerea unor tensiuni de blocare mai mari fără creșterea abruptă a rezistenței caracteristică dispozitivelor anterioare cu structură trench.



De atunci, s-au înregistrat îmbunătățiri continue ale eficienței, dar în mare parte prin rafinarea proceselor, mai degrabă decât prin introducerea unor concepte structurale noi. Pe măsură ce nivelurile de putere ale sistemelor și frecvențele de comutație au crescut, proiectanții au început să exploreze materiale cu bandă interzisă largă pentru a face față provocărilor legate de pierderi și de densitatea de putere, acceptând adesea costuri mai mari, o complexitate crescută a proiectării și aspecte suplimentare legate de lanțul de aprovizionare. Mai recent, a apărut o nouă arhitectură a dispozitivelor din siliciu, redeschizând acest spațiu de proiectare. Prin regândirea modului în care echilibrul de sarcină și zona de conducție sunt

implementate în cadrul unei structuri RESURF, această abordare oferă îmbunătățiri substanțiale ale eficienței și robusteții, păstrând în același timp avantajele siliciului în ceea ce privește costul, procesele de fabricație și fiabilitatea. Pentru proiectanții de sisteme de putere, acest lucru ridică o întrebare importantă: cum influențează aceste noi arhitecturi din siliciu compromisurile dintre performanță, complexitate și costul sistemului în proiectele moderne de conversie a puterii?

Scurtă istorie a dispozitivelor de putere

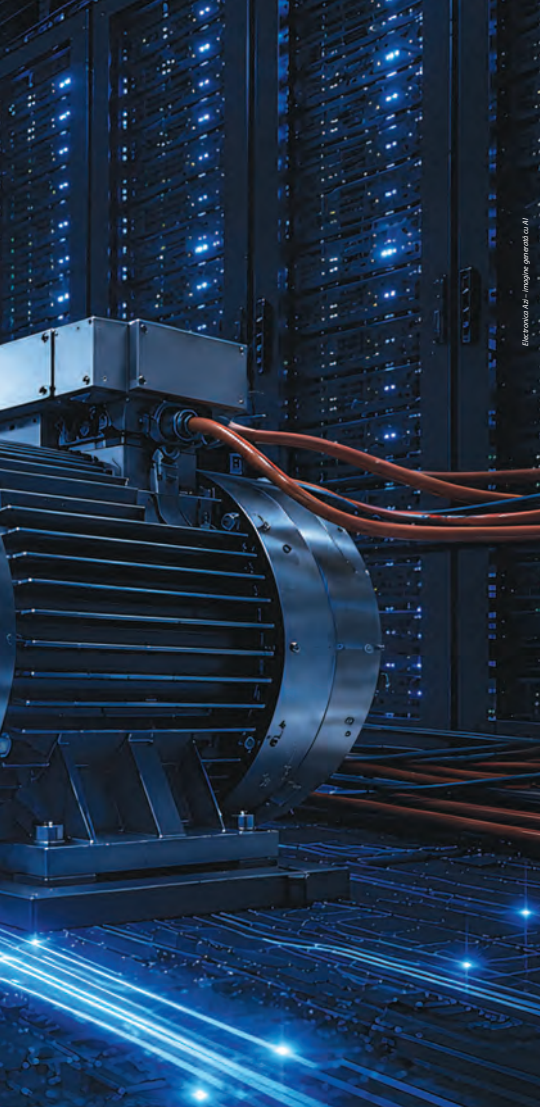
De când se folosește siliciul, inginerii au căutat modalități de a îmbunătăți performanța dispozitivelor de putere, concentrându-se inițial pe pierderile de conducție,

dar, pe măsură ce frecvențele de funcționare au crescut, pierderile de comutație au devenit la fel de importante.

Prima etapă importantă în evoluția dispozitivelor de putere din siliciu a avut loc la sfârșitul anilor 1970, odată cu dezvoltarea MOSFET-ului HexFET cu structură 1D, îmbunătățit ulterior printr-o structură cu poartă trench.

Avantajul acestor dispozitive constă în faptul că aproape întreaga suprafață a siliciului este dedicată transportului curentului, ceea ce permite obținerea unei rezistențe foarte scăzute în stare de conducție la valori nominale mai mici ale tensiunii.

Acest lucru a făcut ca MOSFET-urile HexFET să fie foarte potrivite pentru aplicații de joasă tensiune și curent ridicat.



Prin introducerea unor regiuni alternante de tip "p" și "n" în stratul de drift, aceste dispozitive realizează o echilibrare bidimensională a sarcinii. Acest lucru permite creșterea tensiunii de blocare și, în același timp, face posibil ca rezistența specifică în stare de conducție să varieze aproximativ liniar cu tensiunea de străpungere, ceea ce reprezintă o îmbunătățire semnificativă față de structurile 1D anterioare.

O limitare importantă a dispozitivelor SuperJunction este faptul că doar o porțiune din secțiunea transversală a dispozitivului conduce efectiv curentul, în timp ce restul asigură blocarea tensiunii. Ca urmare, eficiența conducției este limitată în mod inherent de structura simetrică formată din regiuni de tip "p" și "n", iar îmbunătățirile ulterioare necesită etape de proces din ce în ce mai complexe și mai costisitoare.

Arhitecturi SuperQ

Perioada de peste 25 de ani de la introducerea dispozitivelor RESURF i-a determinat pe mulți din industrie să creadă că noi inovații bazate pe siliciu sunt improbabile sau chiar imposibile.

Titluri precum "Siliciul a murit" erau destul de frecvente, iar această formulă de început devenise atât de des folosită încât ajunsese aproape un clișeu.

La fel ca dispozitivele SuperJunction, SuperQ utilizează o structură RESURF – însă una asimetrică, așa cum se arată în Figura 1. Această asimetrie lărgeste semnificativ zona conductoare de tip n, înlocuind regiunea de tip p a structurii SuperJunction – denumită *p-pillar* în terminologia engleză și având rol în echilibrarea sarcinii și susținerea tensiunii de blocare – cu un șanț proprietar, foarte adânc și îngust, cu sarcină pe pereții laterali.

Deoarece acest șanț ocupă cel mult 5% din lățimea totală, se păstrează pentru conducție o zonă largă de tip n, care poate ajunge până la 95% din lățimea totală. Rezultatul este o creștere substanțială a eficienței.

Arhitectura SuperQ suportă o intensitate ridicată a câmpului electric în regiunea de drift, permițând o capacitate de blocare a tensiunii de aproximativ 19–20 V/μm, valoare cu circa 50% mai mare decât cea întâlnită la dispozitivele SuperJunction similare. Datorită ingineriei la nivel atomic, dispozitivele SuperQ prezintă o rezistență specifică în stare de conducție (R_{sp}) semnificativ mai mică decât cea caracteristică dispozitivelor SuperJunction, în special în intervalul 60 V–850 V.

Așa cum se poate observa în Figura 2, în comparație cu principalii competitori din intervalul 150 V–400 V, SuperQ oferă valori ale rezistenței în stare de conducție de 1,6 până la 5,7 ori mai mici decât cele ale dispozitivelor convenționale din siliciu. Pe lângă performanța statică, structura SuperQ influențează și comportamentul dinamic. Rezistența mai redusă a regiunii de drift și stocarea redusă a sarcinii contribuie la pierderi de comutație mai mici și la o energie de recuperare inversă mai redusă. Aceste caracteristici sunt deosebit de relevante în aplicațiile care funcționează la frecvențe de comutație mai ridicate sau utilizează topologii cu comutație dură, unde atât pierderile de conducție, cât și cele de comutație trebuie gestionate simultan. Din perspectiva proiectării, beneficiile arhitecturale se traduc în avantaje practice la nivel de sistem. O rezistență specifică în stare de conducție mai mică poate reduce numărul de MOSFET-uri conectate în paralel necesare pentru un curent nominal dat, simplificând dispunerea componentelor, partajarea curentului și proiectarea circuitului de comandă a porții.

Totuși, pentru a obține această structură conductivă, inginerii au trebuit să accepte faptul că rezistența crește proporțional cu tensiunea de străpungere ridicată la puterea 2,5 ($BV^{2.5}$), ceea ce face ca implementările de înaltă tensiune să devină din ce în ce mai ineficiente și nepractice pentru aplicațiile care necesită atât rezistență redusă, cât și tensiune ridicată.

Două decenii mai târziu, arhitecturile SuperJunction bazate pe tehnologia RESURF au intrat pe piață.

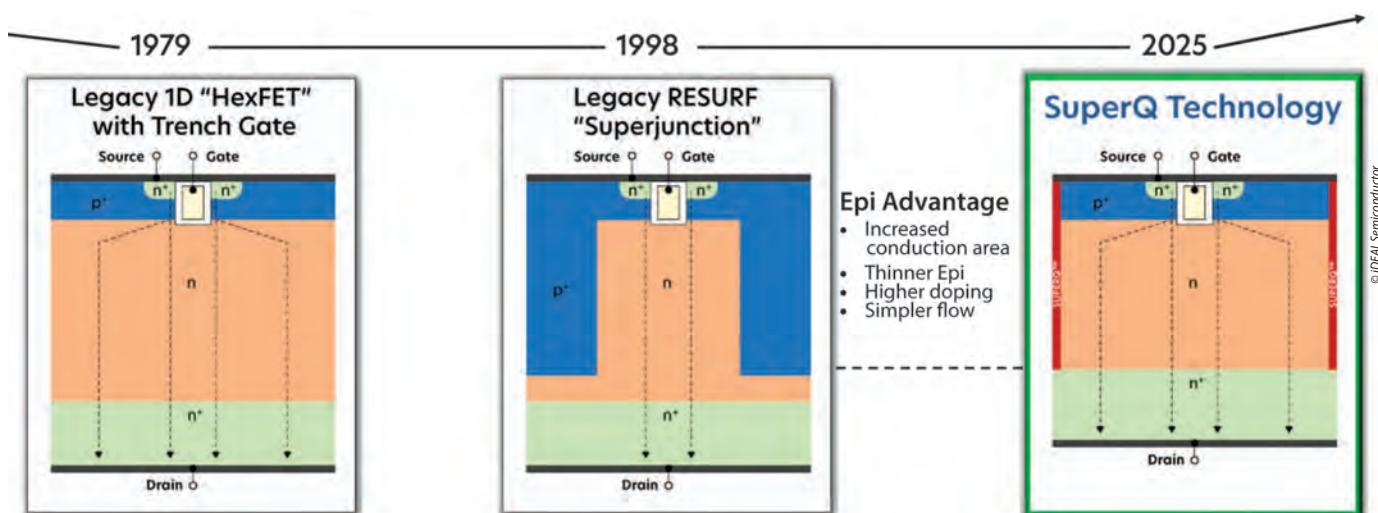


Figura 1 SuperQ utilizează inovații la nivel atomic pentru a realiza o structură de înaltă performanță.

Pierderile reduse simplifică gestionarea termică, în timp ce siliciul permite fabricația în facilități CMOS destinate producției de volum mare. Pentru proiectanți, această combinație păstrează tehnicile familiare de comandă a porții, standardele consacrate de fiabilitate și calificare, precum și disponibilitatea previzibilă a dispozitivelor. Acestea sunt aspecte importante atunci când proiectele trec de la stadiul de prototip la producția de volum mare. Prin reconfigurarea modului în care echilibrul de sarcină și zona de conducție sunt implementate în cadrul unui dispozitiv RESURF, arhitectura SuperQ extinde limitele de performanță ale MOSFET-urilor din siliciu. Pentru proiectanți, aceasta oferă o opțiune suplimentară pentru obținerea unei eficiențe și a unei densități de putere mai ridicate, fără costurile, complexitatea sau riscurile asociate în mod obișnuit cu trecerea la materiale semiconductoare alternative.

Aplicații cheie

CONVERSIA DE PUTERE DE ÎNALTĂ EFICIENȚĂ ÎN CENTRELE DE DATE

Pe măsură ce devenim din ce în ce mai dependenți de lumea digitală, inclusiv pe fondul creșterii rapide a inteligenței artificiale (AI) din ultimii ani, centrele de date sunt supuse unei atenții tot mai mari din cauza consumului lor de energie. De fapt, acestea reprezintă deja 2% din consumul global de energie electrică, iar Agenția Internațională pentru Energie (IEA) prognozează că până în 2026 consumul total va depăși 1 PWh (petawatt-hour). Se estimează că Statele Unite vor depăși singure acest nivel până în 2030, pe fondul dezvoltării AI, a infrastructurii hyperscale, a calculului de înaltă performanță (HPC – High-Performance Computing) și a altor aplicații emergente.

Este evident că, pe măsură ce consumul de energie crește, eficiența devine tot mai importantă. Acest lucru este determinat, în parte, de preocupările legate de sustenabilitate, dar și de faptul că, în unele regiuni, producția de energie întâmpină dificultăți în a ține pasul cu cererea tot mai mare a centrelor de date. Pentru a răspunde acestei situații, guvernele și organismele de standardizare dezvoltă o serie de programe menite să îmbunătățească performanța soluțiilor de conversie a puterii, inclusiv inițiative precum 80 PLUS și ENERGY STAR.

Acestea țin cont de sarcinile dinamice specifice centrelor de date și urmăresc optimizarea eficienței la toate nivelurile de putere de funcționare, inclusiv în ceea ce privește consumul în regim de așteptare.

Cererea tot mai mare de acceleratoare GPU pentru aplicațiile AI determină creșterea nivelurilor de putere ale centrelor de date la peste 100 kW per rack. Pentru a reduce curentul și pierderile asociate distribuției energiei, multe arhitecturi utilizează tensiuni de intrare mai ridicate – precum 400 V sau 800 V – care sunt apoi reduse la nivelul unei magistrale intermediare, de regulă de aproximativ 48–54 V, pentru distribuția în interiorul rack-ului.

Topologiile rezonante, inclusiv convertoarele în punte completă cu defazaj (PSFB) și convertoarele LLC, sunt utilizate frecvent în aceste aplicații deoarece reduc pierderile de comutație și permit obținerea unei eficiențe ridicate la niveluri mari de putere.

În aceste topologii, pierderile de conducție sunt adesea predominante, în special la cicluri de funcționare ridicate și în condiții de sarcină mare.

Industry-Leading $R_{DS(on)}$ in TOLL Package

V_{DS}	IDEAL	Comp A	Next Comp.
150V	2.5mΩ	2.5mΩ	3.9mΩ
	Up to 1.6X Lower $R_{DS(on)}$		
200V	3.7mΩ	6.7mΩ	10mΩ
	Up to 2.7X Lower $R_{DS(on)}$		
250V	7.3mΩ	20mΩ	16mΩ
	Up to 2.7X Lower $R_{DS(on)}$		
300V	8.7mΩ	N/A	19mΩ
	Up to 2.2X Lower $R_{DS(on)}$		
400V	11.5mΩ	14.4mΩ _{SIC}	65mΩ
	Up to 5.7X Lower $R_{DS(on)}$		

© IDEAL Semiconductor

Figura 2 În ceea ce privește $R_{DS(on)}$, SuperQ depășește clar cele mai performante soluții disponibile pe piață.

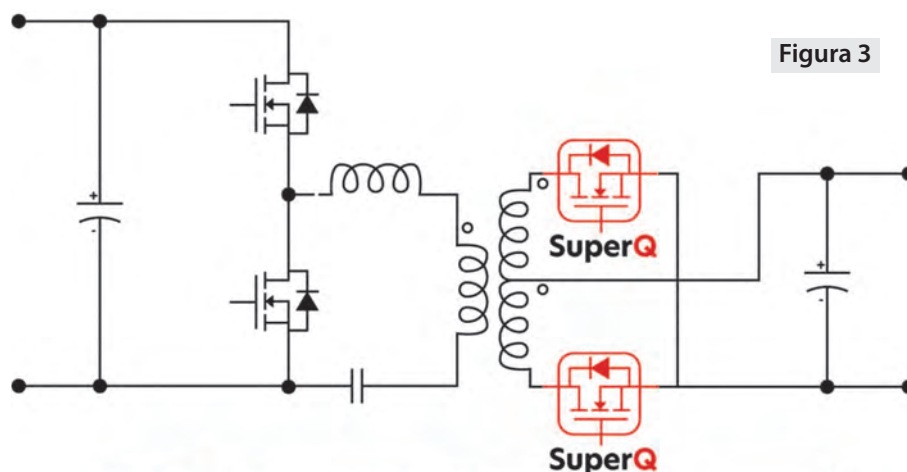


Figura 3



© IDEAL Semiconductor

SuperQ poate reduce numărul de MOSFET-uri conectate în paralel în proiectele LLC.

MOSFET-urile SuperQ răspund acestei provocări oferind o rezistență specifică în stare de conducție foarte scăzută la valorile nominale de tensiune utilizate în mod obișnuit pe partea secundară a surselor de alimentare care realizează conversia de la înaltă la joasă tensiune. Zona de conducție extinsă, posibilă datorită arhitecturii RESURF asimetrică, permite proiectanților să reducă pierderile de conducție fără a crește numărul de dispozitive. În proiectele practice, precum cel prezentat în Figura 3, acest lucru se poate traduce printr-un număr mai mic de MOSFET-uri conectate în paralel în etapele de redresare sincronă. Pierderile mai mici ale dispozitivelor reduc, de asemenea, stresul termic și simplifică răcirea, ceea ce este deosebit de important în sursele de alimentare pentru servere cu densitate ridicată de putere. Pentru proiectanții care optimizează eficiența pentru a îndeplini cerințele de reglementare și obiectivele operaționale, aceste caracteristici fac ca dispozitivele SuperQ să fie foarte potrivite pentru etapele rezonante de conversie a puterii din centrele de date, unde pierderile de conducție și cele de comutație trebuie echilibrate cu atenție.

SISTEME DE ACȚIONARE A MOTOARELOR ȘI SISTEME ALIMENTATE DE BATERII

Motoarele electrice reprezintă un alt consumator major de energie electrică, devenind tot mai răspândite într-o gamă largă de aplicații. Și în acest caz, eficiența este esențială pentru reducerea consumului de energie și pentru realizarea unor soluții mai compacte, care funcționează la temperaturi mai scăzute. Într-o configurație tipică a unui sistem de acționare a motoarelor, prezentată în Figura 4, MOSFET-urile sunt utilizate nu numai în etajul invertorului care comandă fazele motorului, ci și pentru

comutarea magistralei de curent continuu (DC-link), în circuitele de protecție și în sistemele de management al bateriei (BMS) din platformele alimentate de baterii. Dispozitivele SuperQ oferă pierderi reduse de conducție ($R_{DS(ON)}$), suportă curenți mari de scurtcircuit și prezintă o arie extinsă de funcționare sigură (SOA – Safe Operating Area), caracteristici avantajoase pentru sistemele BMS și comutatoarele de curent continuu. Pierderile de comutație și comportamentul de recuperare inversă influențează semnificativ eficiența sistemelor de acționare a motoarelor, în special în cazul invertoarelor cu modulație în lățime a impulsurilor (PWM) care funcționează la frecvențe de comutație mai ridicate. Stocarea redusă a sarcinii în arhitectura SuperQ contribuie la limitarea pierderilor dinamice și a solicitărilor de comutație, îmbunătățind astfel eficiența și performanța termică. Fiabilitatea reprezintă o preocupare majoră în aplicațiile de acționare a motoarelor, unde dispozitivele trebuie să reziste la cicluri termice repetate, suprasarcini tranzitorii și defecțiuni ocazionale. Deoarece dispozitivele SuperQ sunt realizate din siliciu, acestea păstrează tehnicile consacrate de comandă a porții, caracteristicile de fiabilitate, standardele de calificare și robustețea pe care proiectanții le așteaptă, oferind în același timp performanțe îmbunătățite față de MOSFET-urile convenționale din siliciu.

Concluzie

De mai bine de două decenii, proiectanții de sisteme de putere s-au confruntat cu compromisurile consacrate ale dispozitivelor SuperJunction din siliciu – echilibrând eficiența, robustețea și costul, în timp ce se apropiau de limitele practice ale arhitecturilor RESURF simetrice.

În aplicațiile care necesită performanțe mai ridicate, dispozitivele cu bandă interzisă largă au oferit o alternativă, dar adesea cu prețul unei complexități mai mari a proiectării, al unei robusteți mai reduse, al disponibilității sau al costului total al sistemului.

Arhitecturile RESURF asimetrice, precum SuperQ, introduc o nouă opțiune în domeniul siliciului prin creșterea semnificativă a zonei de conducție, menținând în același timp capacitatea de funcționare la tensiuni înalte. Reducerea rezistenței specifice în stare de conducție și a pierderilor de comutație se traduce direct în avantaje practice de proiectare, inclusiv un număr mai mic de dispozitive conectate în paralel, simplificarea gestionării termice și o eficiență îmbunătățită într-o gamă largă de condiții de funcționare.

Pentru proiectanții care evaluează sisteme de putere de nouă generație, fie că este vorba despre conversia de putere în centrele de date, sisteme de acționare a motoarelor sau alte aplicații de înaltă eficiență, aceste progrese permit o reevaluare a rolului siliciului. În locul unei alegeri între siliciul matur și alternative cu un grad mai ridicat de risc, noile arhitecturi din siliciu oferă o modalitate de a obține îmbunătățiri semnificative ale performanței, păstrând în același timp fiabilitatea dovedită, scalabilitatea și avantajele de fabricație pe care siliciul continuă să le ofere.

■ **IDEAL Semiconductor**
idealsemi.com

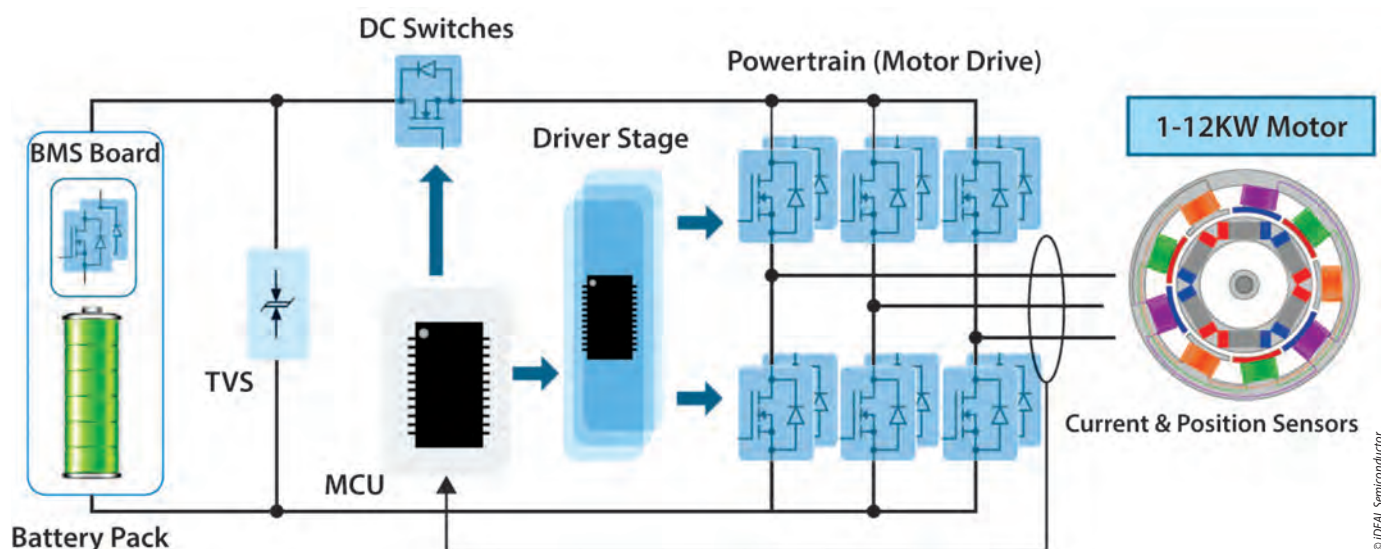


Figura 4 Sistemele de acționare a motoarelor beneficiază de creșteri semnificative de performanță prin utilizarea SuperQ.



Un microprocesor pe 64-biți

pentru aplicații IoT de largă utilizare

Sistemele moderne devin din ce în ce mai complexe și necesită arhitecturi de procesare diverse pentru a gestiona sarcinile de lucru. Integrarea învățării automate (Machine Learning – ML) și a inteligenței artificiale (AI) la marginea rețelei (edge), adesea în sisteme care rulează Linux®, sporește și mai mult complexitatea proiectului final.

Autor: Venki Narayanan,
Director of Marketing – FPGA business unit
Microchip Technology



Aplicațiile critice din punct de vedere al siguranței, cele de control al sistemelor și cele de securitate au nevoie atât de flexibilitatea oferită de Linux, cât și de determinismul sistemelor în timp real pentru controlul hardware-ului. Această combinație stimulează cererea pentru sisteme multi-hart, în care mai multe fire de execuție hardware ("harts", în terminologia RISC-V®) permit executarea simultană a unor sarcini diferite.

Arhitecturile de multiprocesare simetrică (SMP – Symmetric Multiprocessing) oferă flexibilitatea necesară pentru rularea unor sisteme de operare avansate, dar adesea nu pot asigura performanța deterministă necesară aplicațiilor în timp real.

În schimb, multiprocesarea asimetrică (AMP – Asymmetric Multiprocessing) permite optimizarea în funcție de cerințele fiecărei sarcini, prin izolarea sarcinilor de lucru între

unități de procesare distincte, deși această abordare poate fi mai complexă de implementat. Pentru a răspunde acestei provocări, Microchip a utilizat un cluster verificat de fire de execuție hardware RISC-V ("harts") într-un singur CPU coreplex – un complex de procesare care grupează mai multe hart-uri – rezultând o arhitectură de cip care oferă capabilități AMP pentru o gamă largă de aplicații industriale și de AI la marginea rețelei (edge AI).

Microprocesorul PIC64GX integrează un procesor compatibil cu Linux, cu mai multe "hart-uri" (*fire de execuție hardware*), într-un singur complex de procesare coerent cu subsistemul de memorie, permițând combinarea sistemelor deterministe în timp real cu sistemul de operare Linux într-un singur cluster de procesoare.

Această arhitectură permite utilizarea multi-procesării asimetrice (AMP) în aplicații de largă utilizare din domeniul viziunii industriale și al AI la marginea rețelei (*edge AI*), simplificând dezvoltarea codului care poate rula sub un sistem de operare în timp real, sub Linux sau direct pe hardware, fără sistem de operare (*bare metal*).

În sistemele de procesare și control în timp real, AMP permite dezvoltatorilor să aloce unități de procesare dedicate sarcinilor sensibile la timp, asigurând performanțe previzibile și menținând o latență redusă. Planificarea proceselor în Linux se realizează, de regulă, fără constrângeri stricte de timp real, ceea ce poate conduce la latențe de întrerupere semnificative și imprevizibile. AMP permite sarcinilor de lucru cu cerințe stricte de timp real să utilizeze un sistem de operare în timp real (RTOS) pentru funcțiile

critice de control, menținând, în același timp, funcțiile la nivel de aplicație care rulează sub Linux pe un alt nucleu.

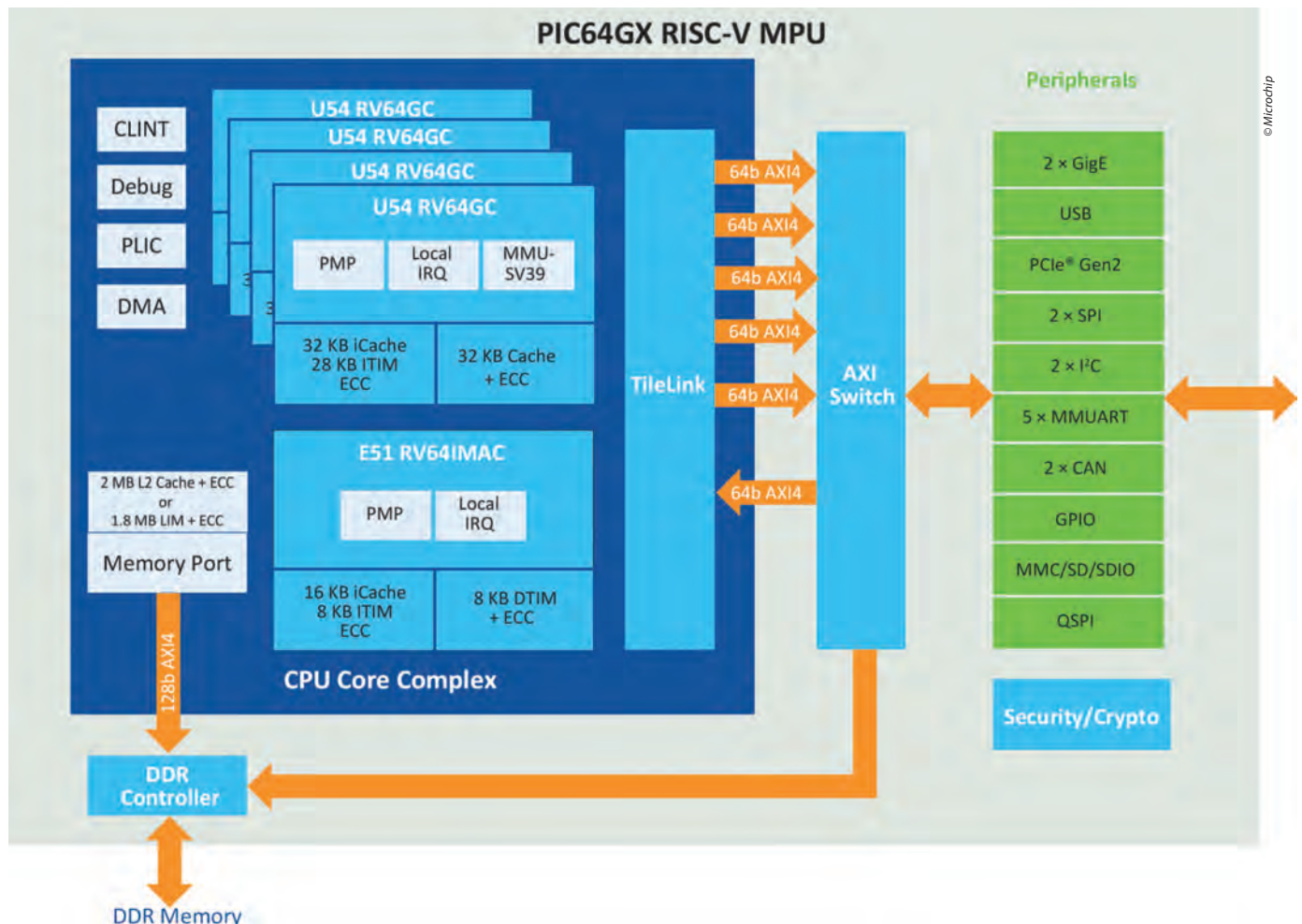
Deși memoriile cache sporesc performanța, ratările de cache (*cache misses*) pot provoca variații ale timpului de execuție și latențe imprevizibile, conducând la un comportament nedeterminist. Microprocesorul PIC64GX evită această problemă permițând contextelor în timp real să ruleze în memoria LIM (Loosely Integrated Memory), configurată pentru a asigura un acces determinist și pentru a elimina nedeterminismul asociat memoriei cache. Astfel pot fi implementate fluxuri de procesare eficiente, în special pentru sarcinile de lucru din domeniul AI și al învățării automate, reducând la minimum timpul de procesare.

Sistemul se bazează pe un nucleu de procesor E51 RV64IMAC pe 64-biți, cu o frecvență de operare de 600 MHz, care funcționează ca monitor de sistem. Acesta dispune de un subsistem de memorie de 16 KiB cu funcție SECCED (*corectarea erorilor pe un singur bit și detectarea erorilor pe doi biți*), configurabil fie ca memorie cache L1 de instrucțiuni cu două căi, fie ca memorie de instrucțiuni strâns integrată (ITIM – Instruction Tightly

Integrated Memory), precum și de o memorie de date strâns integrată de 8 KiB (DTIM – Data Tightly Integrated Memory) și de o unitate de protecție a memoriei fizice (PMP – Physical Memory Protection). Însă inima sistemului o constituie complexul de procesare a aplicațiilor, alcătuit din patru nuclee U54 RV64GC pe 64-biți, cu o frecvență maximă de operare de 600 MHz, fiecare oferind o performanță de 3,1 CoreMark/MHz și 1,7 DMIPS/MHz.

Acesta utilizează același cluster de procesoare ca FPGA-ul PolarFire® SoC, oferind astfel un subsistem multinucleu fiabil și verificat, precum și un ecosistem de instrumente bine stabilit. Cel de-al cincilea nucleu, E51, gestionează funcțiile de monitorizare ale cipului, dar poate fi utilizat și pentru executarea directă a sarcinilor în timp real sau fără sistem de operare (*bare metal*).

Subsistemul de memorie L1 al fiecărui nucleu U54 include o memorie cache de instrucțiuni de 32 KiB, cu asociativitate pe 8 căi, care poate fi configurată opțional pentru a oferi 28 KiB de memorie de instrucțiuni strâns integrată (ITIM), precum și o memorie cache de date de 32 KiB, cu asociativitate pe 8 căi. ➤





În plus, fiecare nucleu dispune de o unitate de protecție a memoriei fizice (PMP – Physical Memory Protection) și de o unitate de gestionare a memoriei (MMU – Memory Management Unit). Subsistemul de memorie include, de asemenea, o memorie L2 flexibilă de 2 MiB, cu mai multe moduri de acces, un controler de memorie integrat compatibil cu diferite tipuri de memorie DDR, o unitate de protecție a memoriei (MPU – Memory Protection Unit) și memorie nevolatilă integrată, utilizată inclusiv pentru pornirea securizată.

Matricea de magistrale CPU cu coerență a memoriei cache și subsistemul flexibil de memorie L2 de 2 MiB reprezintă elemente esențiale pentru funcționarea AMP. Memoria L2 cu funcție de corecție a erorilor poate fi configurată ca memorie cache asociativă pe seturi, cu 16 căi, ca memorie LIM (Loosely Integrated Memory) pentru acces determinist sau în modul de memorie scratchpad coerență (Coherent Scratchpad Memory), destinat schimbului de mesaje partajate între hart-uri. Un controler de memorie DDR4/LPDDR4 integrat, pe 36-biți și cu funcție de corecție a erorilor, suportă DDR4 la 1,6 Gbps și un spațiu de adresare de 8 GiB. Subsistemul include, de asemenea, o unitate de protecție a memoriei (MPU – Memory Protection Unit) și o memorie nevolatilă integrată de 128 KiB (eNVM – embedded Non-Volatile Memory) utilizată pentru pornire.

Această arhitectură permite o configurare complet flexibilă la pornire, prin alocarea hart-urilor fie sarcinilor în timp real, fie rulării sistemului Linux, beneficiind în același timp de suportul memoriei cache L2.

Implementarea AMP

În terminologia RISC-V, unitățile de procesare sunt denumite fire de execuție hardware sau “harts”, iar fiecare hart din microprocesorul PIC64GX reprezintă un context de execuție independent, capabil să ruleze propriul sistem de operare sau sarcini de lucru bare metal. Clusterul de aplicații cu patru hart-uri poate fi configurat pentru a rula până la două contexte software independente. Fiecărui context i se pot alocă un sistem de operare propriu, regiuni de memorie și resurse hardware.

Mecanismele hardware de separare împiedică accesul unui context la resursele alocate celuilalt, iar tentativele de acces nepermise pot fi detectate și gestionate de Hart Software Services (HSS). Hart-ul de monitorizare E51 este dedicat rulării firmware-ului HSS.

HSS funcționează ca bootloader de etapă zero, monitor de sistem și furnizor de servicii de execuție pentru aplicații. Acesta asigură configurarea inițială a sistemului, inițializarea memoriei DDR și inițializarea/configurarea hardware-ului.

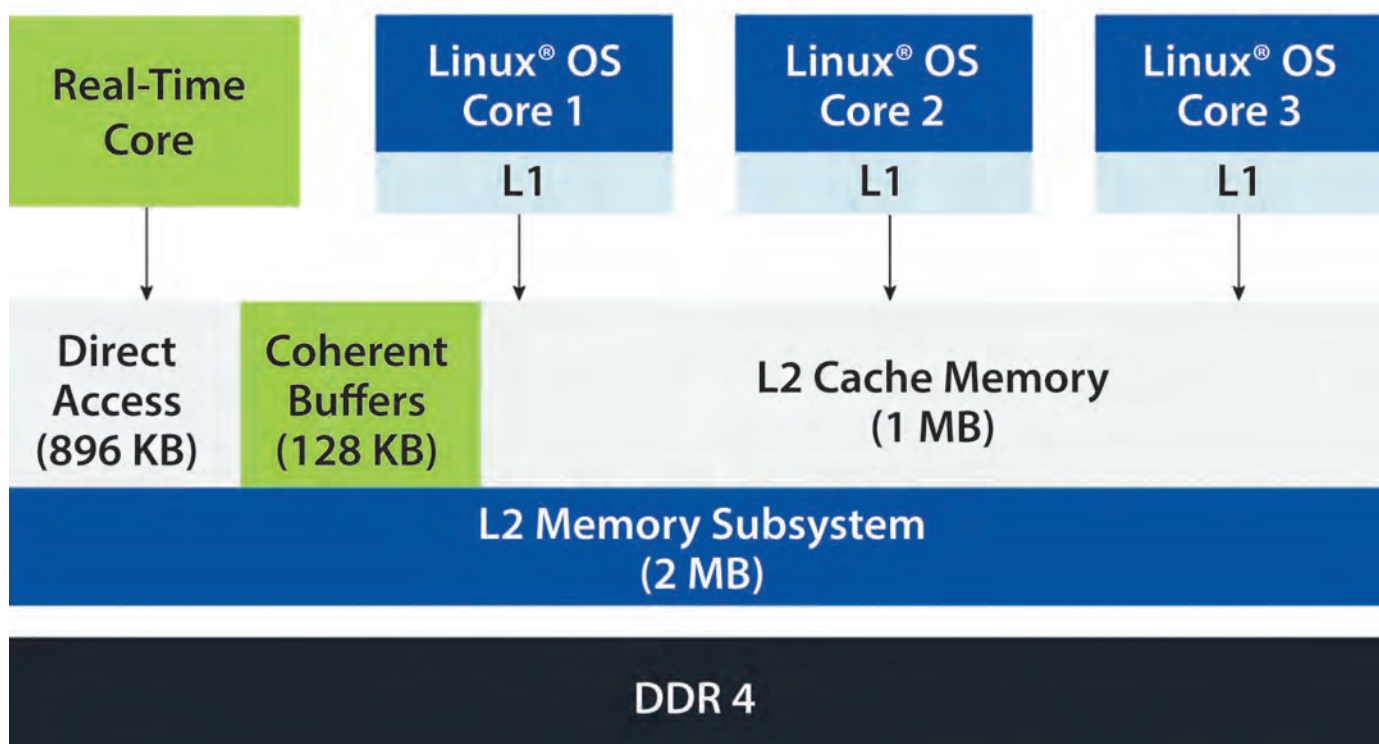
HSS rulează în principal pe hart-ul E51, în timp ce pe fiecare U54 rulează un set restrâns de funcționalități la nivelul modului privilegiat Machine (M-mode).

HSS pornește unul sau mai multe contexte prin încărcarea imaginii software a aplicației (*payload*) din mediul de pornire, care poate fi memoria NVM integrată pe cip. HSS furnizează, totodată, servicii de execuție la nivel de platformă / Supervisor Execution Environment (SEE) pentru nucleele sistemelor de operare. De asemenea, suportă pornirea securizată și joacă un rol important în asigurarea partiționării și izolării hardware a contextelor AMP.

HSS este utilizat și pentru configurarea complexului cu patru hart-uri. De exemplu, acesta poate fi configurat astfel încât Linux să ruleze pe trei dintre hart-urile U54, iar sistemul de operare în timp real Zephyr® să ruleze pe hart-ul U54 rămas. Perifericele pot fi alocate oricăruia dintre cele două contexte.

Un cadru software cu standard deschis, denumit Open Asymmetric Multiprocessing (OpenAMP), furnizează componentele necesare dezvoltării aplicațiilor pentru sistemele AMP. Printre elementele sale cheie se numără Remote Processor Messaging (RPMsg), utilizat pentru comunicația între contexte software independente și componenta Remote Processor (*remoteProc*), care asigură gestionarea ciclului de viață al procesorului și al firmware-ului asociat.

Hard Real-Time AMP



Împreună, aceste mecanisme facilitează distribuirea sarcinilor de lucru între cele două contexte AMP și comunicarea eficientă dintre acestea.

Sfaturi legate de proiectare

Sarcinile de lucru AMP permit realizarea unor proiecte avansate și implică mai multe componente software care funcționează împreună. Prin partiționarea hardware, AMP permite sarcinilor de lucru cu niveluri diferite de criticitate (*mixed-criticality workloads*) să îndeplinească cerințele și constrângerile specifice funcționării în timp real.

Dezvoltatorii trebuie să acorde o atenție deosebită hărții și arhitecturii memoriei microprocesorului PIC64GX, metodelor de comunicație RMPMsg și RMPMsg-Lite, precum și alocării resurselor, inclusiv atribuirea exclusivă a anumitor regiuni de memorie și/sau periferice unui anumit context.

Aplicațiile trebuie să dispună de un canal de comunicație bine definit între contexte, utilizând RMPMsg prin intermediul memoriei partajate și stabilind clar structura și conținutul mesajelor transmise. Sarcinile trebuie partiționate astfel încât volumul de lucru să fie împărțit eficient în segmente gestionabile, care pot fi executate de diferitele unități de procesare. Fiecărui hart trebuie să îi fie alocate resurse de memorie suficiente, iar transferul de date între hart-uri trebuie redus la minimum pentru a diminua latența comunicațiilor și a maximiza paralelismul. HSS funcționează ca monitor de sistem și raportează erorile de magistrală, erorile ECC și excepțiile fatale întâlnite de hart-urile U54.

Periferice

În ceea ce privește perifericele, familia de microprocesoare multi-hart PIC64GX include controlere MAC Gigabit Ethernet pentru conectivitate de mare viteză, precum și interfețe USB 2.0 OTG și SD/SDIO 5.1 pentru carduri MMC.

Sunt disponibile două interfețe CAN 2.0, cinci UART-uri multimodale, două interfețe SPI și două I²C, precum și un controler de memorie flash Quad SPI cu suport pentru execuție directă din memorie (XIP – Execute-in-Place). De asemenea, este integrat un port PCIe® Gen 2 de tip Root Port, configurabil x1 sau x4.

Securitate

În sistem sunt integrate diverse funcții de securitate pentru a asigura o protecție robustă împotriva amenințărilor.

Funcția PUF duală integrată (Physically Unclonable Function) constituie baza unei rădăcini hardware de încredere (*root of trust*) pentru protejarea cheilor criptografice, împreună cu 56 KiB de memorie nevolatilă securizată (sNVM) și 128 KiB de memorie nevolatilă integrată (eNVM) pe cip. Arhitectura include, de asemenea, detectoare integrate pentru tentativele de manipulare neautorizată și mecanisme de contracarare, verificări de integritate pentru blocurile de memorie sNVM și eNVM, precum și protecție împotriva atacurilor de analiză diferențială a consumului de putere (DPA – Differential Power Analysis), care pot fi utilizate pentru obținerea cheilor criptografice.

Aplicații

Procesoarele PIC64GX sunt destinate sistemelor embedded de calcul pe o singură placă, controlului motoarelor, procesării în timp real, sistemelor de viziune și aplicațiilor AI/ML. De exemplu, microprocesorul PIC64GX poate fi utilizat pentru agregarea datelor provenite de la senzori și pentru inferență AI, prin rularea unui sistem de operare în timp real într-un context dedicat.

Senzorii pot fi conectați cu ușurință la microprocesorul PIC64GX prin intermediul unor interfețe precum SPI și I²C. Sistemul de operare în timp real poate procesa apoi datele provenite de la senzori, iar interfețe de comunicație precum UART sau CAN pot fi utilizate pentru transmiterea datelor brute sau a informațiilor rezultate în urma procesării, în funcție de cerințele aplicației și de procesarea realizată la marginea rețelei (*edge computing*).

Pentru sarcinile de viziune computerizată din sistemele embedded, un context Linux separat poate asigura identificarea și clasificarea obiectelor, precum și transmisia video prin interfețe precum Ethernet, toate acestea pe același cip, valorificând capabilitățile AMP. Această abordare permite realizarea unor soluții mai compacte și mai eficiente din punct de vedere al costurilor pentru aplicații industriale sau medicale.

Instrumente

Utilizarea AMP în aplicațiile industriale bazate pe AI devine din ce în ce mai complexă, iar microprocesorul PIC64GX beneficiază de un ecosistem de instrumente care include sisteme de compilare și dezvoltare pentru Linux, sisteme de operare în timp real (RTOS) open-source, VxWorks și soluții oferite de alți furnizori pentru dezvoltarea sistemelor critice din punct de vedere al siguranței.

Extensiile MPLAB® oferă opțiuni de configurare și facilitează migrarea de la alte procesoare Microchip. Acestea includ suport pentru Hart Software Services (HSS), pentru care este disponibil codul-sursă al bootloader-ului de etapă zero și al monitorului de sistem. Este disponibil suport upstream în cadrul ecosistemului Zephyr RTOS și al pachetului de suport pentru placă (BSP – Board Support Package) Linux bazat pe Yocto Project®. Un sistem de build Linux bazat pe Buildroot utilizează kernelul Linux4Microchip, iar începând cu versiunea 2024.10 a platformei software este disponibil și suport pentru Ubuntu® Linux.

Acesta include driverele necesare, inclusiv cele pentru perifericele utilizate în dezvoltare. Instrumentele, componentele software și informațiile asociate pot fi găsite în proiectul PIC64GX găzduit pe GitHub: <https://github.com/pic64gx>

Clusterul face parte din ecosistemul Mi-V deja consacrat, care beneficiază, printre altele, de suport pentru instrumentele Lauterbach și Ashling.

Sistemul include funcții de depanare JTAG și câte zece mecanisme hardware de declanșare pentru fiecare CPU, configurabile ca puncte de întrerupere (*breakpoints*) sau puncte de monitorizare (*watchpoints*), precum și contoare de performanță.

Concluzie

Microprocesoarele PIC64GX au fost proiectate special pentru implementarea AMP în aplicații embedded inteligente la marginea rețelei, cu niveluri diferite de criticitate. Un cluster robust și verificat, alcătuit din patru nuclee RISC-V pe 64-biți într-un singur coreplex, poate fi configurat în mod securizat la pornire pentru a rula simultan un sistem de operare în timp real și un sistem Linux.

Această arhitectură permite, în special, realizarea unui lanț eficientizat de procesare a imaginilor, care combină inferența AI cu performanța deterministă în timp real. Datorită unui ecosistem matur și bine susținut de instrumente, microprocesorul PIC64GX permite dezvoltatorilor de sisteme embedded să abordeze cu încredere aplicații complexe din domeniile industrial, AI/ML și de procesare în timp real, simplificând dezvoltarea și reducând timpul necesar lansării pe piață.

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





Determinarea precisă a distanței cu Bluetooth

CHANNEL SOUNDING EXTINDE CAPABILITĂȚILE BLE

Bluetooth 6.0 introduce Channel Sounding. Această funcționalitate permite determinarea precisă a distanței cu ajutorul Bluetooth Low Energy, deschizând noi posibilități pentru poziționare, securitate și interacțiune – chiar și în domenii dominate anterior de tehnologia de bandă ultralargă.

Autori:

Chetan Joshi, Lead Product Manager, **Panasonic Industry Europe GmbH**

Torsten Killinger, Corporate Product Manager Wireless, **Rutronik**

Localizarea dispozitivelor a devenit indispensabilă în numeroase aplicații. GPS-ul și rețelele celulare oferă date precise în exterior, dar nu sunt suficiente în interior sau atunci când este necesară o precizie sub un metru. Deși precizia poate fi îmbunătățită cu ajutorul rețelelor celulare, costurile suplimentare și consumul de energie fac ca astfel de soluții să fie nepRACTICE. Un număr tot mai mare de aplicații se concentrează acum pe dispozitive cu rază scurtă de acțiune, mai exact pe urmărirea obiectelor în rețele locale, pe distanțe scurte, pentru a genera informații locale de poziționare. Tocmai în această zonă încearcă să se impună diverse standarde și tehnologii proprietare. Aici intră în scenă Bluetooth cu Channel Sounding.

De la RSSI la Channel Sounding

Bluetooth este o tehnologie consacrată, integrată în multe domenii ale vieții moderne. De ani de zile, Bluetooth Low Energy (BLE) reprezintă una dintre tehnologiile de bază pentru comunicațiile pe distanțe scurte, asigurând transmiterea eficientă energetică a datelor între miliarde de dispozitive.

De la introducerea sa, soluțiile de localizare BLE au utilizat indicatorul intensității semnalului recepționat (Received Signal Strength Indicator – RSSI) pentru a estima distanțele dintre dispozitive. RSSI este adecvat pentru detectarea proximității, de exemplu pentru a determina dacă un dispozitiv se află în apropiere, dar nu și pentru măsurători mai precise.

Condițiile de mediu, interferențele și reflexiile pe căi multiple fac din RSSI un indicator nesigur pentru estimarea distanței.

Companiile care au contribuit la dezvoltarea serviciilor Bluetooth de localizare în timp real (RTLS) au recunoscut încă de la început această limitare, ceea ce a dus la introducerea funcției "Direction Finding" (DF) în Bluetooth 5.0.

Astăzi, aceasta constituie baza multor sisteme RTLS inteligente bazate pe Bluetooth.

Limitările abordărilor bazate pe RSSI fac ca Bluetooth să fie nepotrivit pentru aplicațiile RTLS industriale. Până în prezent, aceste aplicații au fost dominate de soluții speciale de bandă ultralargă (UWB).



În timp ce versiunile Bluetooth anterioare utilizau valorile RSSI pentru a estima doar aproximativ distanța dintre două dispozitive, Channel Sounding permite acum caracterizarea directă a canalului radio.

Cum funcționează Channel Sounding?

În esență, Channel Sounding se bazează pe timp și fază. Măsurarea distanței pe baza fazei (PBR – Phase-Based Ranging) și măsurarea timpului dus-întors (RTT – Round-Trip Time) pot fi utilizate pentru a determina cu precizie distanța dintre două dispozitive. În cazul PBR, dispozitivele schimbă semnale pe mai multe frecvențe și compară defazajele rezultate. Acest lucru permite calcularea precisă a distanței (Figura 1).

RTT funcționează într-un mod similar radarului: un dispozitiv trimite un pachet, dispozitivul receptor răspunde, iar timpul scurs între trimiterea pachetului și primirea răspunsului permite determinarea distanței (Figura 2).

Prin combinarea celor două metode, se obține un nivel de precizie care nu era posibil cu RSSI. Factorul decisiv nu este însă doar precizia, ci și faptul că această evoluție se bazează pe aceeași tehnologie BLE care a devenit un element fundamental al Internetului Lucrurilor (IoT).

Deși PBR și RTT funcționează fiabil în majoritatea scenariilor reale, sunt necesare mecanisme suplimentare pentru a reduce efectele propagării pe căi multiple și ale interferențelor, precum și riscurile generate de atacuri cum sunt cele de tip releu. ➤

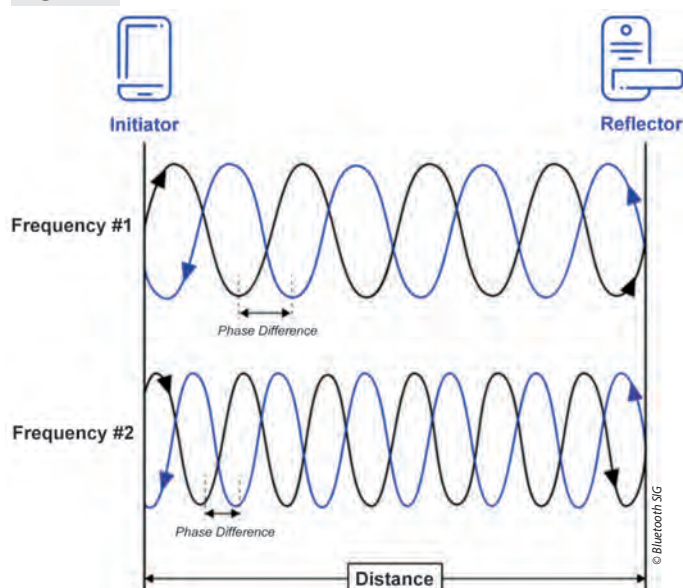
Deși sistemele UWB furnizează măsurători ale distanței cu precizie de ordinul centimetrilor, acestea necesită un efort mai mare de proiectare RF și implică cerințe suplimentare de reglementare.

Pentru multe aplicații în care este suficientă o precizie sub un metru, sistemele UWB sunt, prin urmare, prea complexe sau prea costisitoare.

Channel Sounding din Bluetooth 6.0 oferă o soluție intermediară, cu o precizie adecvată pentru numeroase aplicații, fără efortul extins de integrare necesar în cazul UWB.

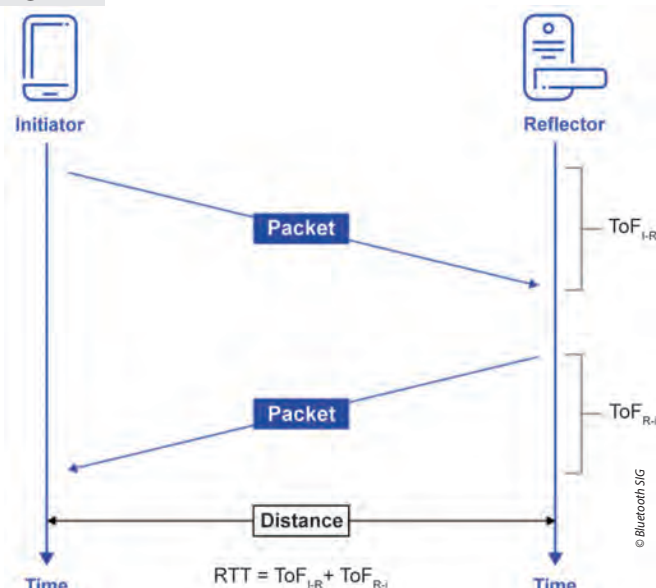
Channel Sounding bazat pe BLE permite măsurarea fiabilă și precisă a distanței utilizând soluții hardware cu costuri reduse și ușor de dezvoltat.

Figura 1



Principiul măsurării distanței pe baza fazei (PBR): prin compararea defazajelor la diferite frecvențe, se poate calcula distanța dintre două dispozitive.

Figura 2



Principiul măsurării timpului dus-întors (RTT): distanța este determinată pe baza diferenței de timp dintre transmiterea și recepționarea pachetelor de date.



Prin urmare, Bluetooth 6.0 integrează mecanisme suplimentare de securitate care completează Channel Sounding. În semnale pot fi introduse variații aleatorii, iar acestea pot fi criptate și verificate pentru a preveni manipularea distanțelor determinate. În plus, dispozitivele pot utiliza mai multe antene pentru a reduce, prin diversitate spațială, erorile cauzate de reflexii.

Această combinație între măsurarea timpului, compararea fazei și protecția criptografică face din Channel Sounding un instrument practic pentru aplicații reale.

Baza hardware pentru Channel Sounding

Un exemplu de implementare este noua familie de module PAN-B611 de la Panasonic. Aceasta oferă funcționalitatea Channel Sounding într-un format compact, precertificat. Familia se bazează pe nRF54L15 de la Nordic Semiconductor, unul dintre primele SoC-uri Bluetooth care suportă măsurarea precisă a distanței și a unghiului.

Cipul integrează un subsistem radio pentru analiza fazei și a timpului dus-întors, un procesor Cortex-M33 performant și mecanisme de protecție criptografică. Un coprocesor RISC-V separat preia sarcinile critice din punct de vedere temporal. Pe lângă măsurarea distanței, suportul pentru mai multe antene permite și poziționarea pe baza unghiului și, astfel, o detectare mai detaliată atât în două, cât și în trei dimensiuni.

PAN-B611 aduce la exterior toți pinii circuitului nRF54L15 prin intermediul unei amprente hibride cu margini castelate și paduri LGA. Cu dimensiuni de doar 10,35 × 9,6 × 1,9 mm, modulul este potrivit pentru proiecte cu restricții stricte de spațiu.

Versiunile cu antene integrate sunt adecvate proiectelor compacte, în timp ce modelele cu conexiuni pentru antene externe permit și configurații cu mai multe antene.

Toți pinii circuitului nRF54L15 sunt accesibili la exterior pe modulele PAN-B611-1x, astfel încât, de exemplu, un PAN-B611-1B poate fi utilizat într-o configurație Channel Sounding cu mai multe antene, în care un comutator de antenă este controlat prin până la patru pini GPIO.

În multe aplicații, însă, utilizarea antenei integrate în PAN-B611-1C este suficientă pentru o estimare aproximativă a distanței. Astfel, nu mai sunt necesare adaptări ale antenei specifice aplicației sau aprobări suplimentare, ceea ce contribuie la scurtarea ciclurilor de dezvoltare.

Memorie suplimentară și integrare simplificată

Pentru aplicațiile cu cerințe ridicate de memorie, Panasonic oferă familia de module PAN-B611 cu un cip compact opțional de memorie flash de 4 MB, fără a modifica factorul de formă. Memoria suplimentară permite stocarea datelor de măsurare pentru procesare ulterioară, de exemplu pentru operații criptografice sau algoritmi de învățare automată pe dispozitivul edge. De asemenea, memoria permite executarea direct din memoria flash a rutinelor care nu sunt critice din punct de vedere temporal (execute-in-place, XiP), precum și gestionarea unor pachete firmware mai mari și a actualizărilor over-the-air (OTA). Figura 3 prezintă modulul PAN-B611 cu antenă integrată.

Abordarea modulară facilitează integrarea în proiectele existente și scurtează timpul de dezvoltare. Dezvoltatorii se pot concentra asupra logicii aplicației, iar certificarea și proiectarea RF sunt gestionate la nivelul modulului.



Figura 3 Modulul PAN-B611 cu antenă integrată.

De la urmărirea activelor la realitatea augmentată (AR)

Informațiile de localizare creează valoare adăugată în numeroase domenii, iar gama aplicațiilor posibile este la fel de diversă. În domeniul sănătății sau al logisticii, o precizie sub un metru, obținută la costuri reduse, poate contribui semnificativ la creșterea eficienței. Dispozitivele pot fi localizate imediat, stocurile pot fi actualizate automat, iar procesele pot fi optimizate reducând riscul erorilor umane.

În aplicațiile destinate consumatorilor, telefoanele inteligente echipate cu Channel Sounding vor putea interacționa în viitor mai sigur cu încuietori inteligente sau vehicule, deoarece poate fi verificată proximitatea fizică reală. În sistemele AR și VR, poziționarea precisă îmbunătățește sincronizarea dintre mediul digital și cel fizic.

În locuințele inteligente pot fi utilizate și scenarii bazate pe datele exacte de localizare ale fiecărui membru al familiei, de exemplu pentru controlul iluminatului și al climatizării în funcție de cameră.

Un exemplu îl reprezintă o încuietore inteligentă care utilizează Channel Sounding pentru verificarea distanței și acceptă în același timp un protocol pentru locuințe inteligente, precum Matter. Astfel, poate fi verificată proximitatea reală a unei chei Bluetooth sau a unui smartphone, permițând totodată integrarea într-un sistem interoperabil de casă inteligentă.

Memoria flash opțională de 4 MB a modulului PAN-B611 oferă suficient spațiu pentru pachete firmware mai mari, care includ stive de protocoale, biblioteci criptografice și funcții OTA.

Rezumat

Channel Sounding este o caracteristică opțională în Bluetooth 6.0, dar, având în vedere popularitatea tot mai mare a noilor dispozitive, este posibil ca aceasta să devină standard.

Channel Sounding marchează trecerea de la măsurarea probabilistică a distanței la cea deterministă și ridică tehnologia Bluetooth la un nivel cu totul nou: de la o simplă interfață de comunicație la o platformă pentru detecție spațială.

Rutronik

www.rutronik.com





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.



Depozite inteligente

Intelligență în lanțul de aprovizionare

În lumea de astăzi, unde livrarea în ziua următoare a devenit aproape o normalitate, uităm că lucrurile nu au stat întotdeauna astfel. Logistica națională și globală a trecut printr-o transformare remarcabilă. Depozitele moderne sunt inima comerțului; nu mai sunt simple spații de depozitare pentru volume mari de mărfuri, dimensionate pe baza prognozelor privind cererea.

Pe măsură ce societatea devine tot mai dependentă de date, depozitul se transformă într-o componentă-cheie a infrastructurii inteligente utilizate pentru gestionarea lanțurilor globale de aprovizionare, monitorizând și răspunzând variațiilor cererii și datelor nou disponibile.

Planificatorii logistici și cei care gestionează cererea pot reacționa acum în timp real la schimbările privind stocurile, comenzile, gradul de onorare a acestora și termenele de livrare. Am intrat, astfel, în era depozitului inteligent.

De la depozite de dimensiunea unui stadion la hub-uri inteligente

Pentru cei care au intrat pe piața muncii în a doua jumătate a secolului XX, depozitul reprezenta un concept relativ simplu: mărfurile intrau pe o ușă și ieșeau pe alta, iar evidența stocurilor era ținută într-un sistem computerizat.

Datele privind intrările și ieșirile erau disponibile pentru responsabilii de achiziții și pentru planificatori, care le puteau analiza și utiliza pentru a lua decizii.

Astăzi, depozitul modern a devenit un sistem inteligent și dinamic, capabil să colecteze și să interpreteze date în timp real, să anticipateze nevoile și să declanșeze automat acțiuni. Acesta contribuie la gestionarea stocurilor și la planificarea necesarului în funcție de cerere și, în tot mai multe cazuri, devine o componentă esențială a operațiunilor unei companii.

Depozitul este, totodată, unul dintre spațiile în care inteligența artificială și automatizarea converg. Roboții autonomi se deplasează cu precizie printre rafturi, comunică cu senzorii și sistemele de control, preiau produsele de pe rafturi și contribuie la ambalarea acestora pentru expediere.

În paralel, tehnologiile IoT bazate pe senzori permit monitorizarea permanentă a proceselor și a condițiilor din depozit. Aceste sisteme pot identifica schimbările condițiilor de mediu și pot reacționa automat la acestea. De exemplu, temperatura poate fi monitorizată și ajustată pentru a asigura condiții adecvate de depozitare pentru produsele sensibile, inclusiv cele din industria alimentară și a băuturilor, precum și din sectorul farmaceutic.

Tehnologiile-cheie din culise

Logistica modernă se bazează pe o serie de tehnologii esențiale care permit depozitelor să devină mai inteligente, mai eficiente și mai flexibile.

Senzorii și IoT

Tehnologiile bazate pe senzori, integrate cu Internetul Lucrurilor (IoT), funcționează ca un adevărat sistem de monitorizare și asistență pentru depozit. Acestea monitorizează în timp real condițiile de mediu, starea echipamentelor și a infrastructurii, precum și nivelul stocurilor și mișcarea acestora. Practic, senzorii reprezintă "ochii și urechile" depozitului, colectând date esențiale care, prin intermediul tehnologiilor Edge Computing și Cloud Computing, pot fi procesate și transformate în informații utile pentru analiză și fundamentarea deciziilor.

Roboții și AGV-urile

Roboții și vehiculele ghidate automat (AGV – Automated Guided Vehicles) sunt utilizați tot mai mult în operațiunile de depozitare. AGV-urile contribuie la creșterea vitezei și eficienței proceselor, reducând în același timp erorile asociate intervenției manuale. Precizia operațională contribuie la diminuarea riscului de accidente și de deteriorare a mărfurilor, în timp ce senzorii și sistemele de navigație permit deplasarea autonomă în spațiul de lucru.



Capacitatea acestora de a funcționa continuu contribuie la creșterea productivității și la optimizarea costurilor operaționale. În plus, AGV-urile sunt soluții scalabile, oferind flexibilitatea necesară pentru a răspunde caracterului dinamic al depozitelor moderne, în care rutele, volumele și fluxurile de lucru se pot modifica permanent.

Un exemplu relevant este **TE Connectivity**, companie care dezvoltă soluții de conectivitate pentru automatizarea industrială și pentru infrastructura depozitelor moderne. TE Connectivity integrează componente robuste și fiabile în sisteme automatizate precum vehiculele ghidate automat (AGV), roboții mobili autonomi (AMR – Autonomous Mobile Robots) și sistemele automatizate de depozitare și recuperare (ASRS – Automated Storage and Retrieval Systems).

Soluțiile companiei sunt concepute pentru cerințele mediilor Industrie 4.0 și pentru dezvoltarea accelerată a comerțului electronic, contribuind la automatizarea și eficientizarea operațiunilor din depozite. Portofoliul include conectori de mare putere, relee, soluții pentru conectarea motoarelor, sisteme de management al bateriilor (BMS) și soluții pentru stații de încărcare.

O aplicație importantă o reprezintă AGV-urile, utilizate pentru transportul autonom al mărfurilor în interiorul depozitelor. Prin reducerea intervenției manuale și optimizarea fluxurilor de transport, acestea pot contribui semnificativ la eficiența operațională. Prin intermediul catalogului RS, COMPEC pune la dispoziție soluții de conectivitate și management al energiei, create pentru a asigura funcționarea fiabilă a acestor sisteme chiar și în medii industriale solicitante. ➤




Spray-urile **Kontakt Chemie** sunt acum disponibile la **COMPEC**

Comandă online pe: shop.compec.ro



Distribuitor în România:

COMPEC
AUROCON COMPEC SRL

compec@compec.ro
shop.compec.ro



Sistemele de management al bateriilor (BMS) joacă un rol esențial în monitorizarea unor parametri precum gradul de utilizare a bateriei, temperatura și nivelul de încărcare. Acestea permit o gestionare mai eficientă a energiei și contribuie la menținerea performanței și duratei de viață a bateriilor. În plus, soluțiile de încărcare TE Connectivity includ conectori și contactoare de înaltă tensiune, creați pentru conectarea și deconectarea sigură și eficientă a surselor de alimentare. Unele dintre soluțiile de încărcare utilizează conectori flotanți proiectați pentru până la 30.000 de cicluri de conectare, susținând astfel cerințele de fiabilitate ale aplicațiilor industriale cu utilizare intensivă.

Sisteme de management al depozitului (WMS – Warehouse Management Systems)

La acest nivel se realizează coordonarea generală și controlul operațiunilor. Prin integrarea datelor colectate de dispozitivele IoT, sistemele WMS devin practic "creierul și sistemul nervos" al depozitului. Prin conectarea și procesarea datelor în timp real, acestea oferă vizibilitate asupra stocurilor, stării echipamentelor și condițiilor de mediu. Depozitul nu mai este astfel un simplu spațiu de depozitare, ci o sursă activă de date, care susține gestionarea stocurilor, monitorizarea operațiunilor și îmbunătățirea continuă a proceselor.

Inteligența artificială și învățarea automată

Aceste tehnologii duc conceptul de "îmbunătățire continuă" la un nou nivel. Un sistem inteligent nu doar reacționează la ceea ce se întâmplă, ci poate identifica tipare și anticipa nevoile viitoare. Din punct de vedere strategic, acestea permit optimizarea rutelor de preluare a comenzilor, corelarea stocurilor cu cererea în timp real și analiza datelor istorice pentru o gestionare mai eficientă și mai predictibilă a stocurilor.

Depozitare inteligentă: viteză și scalabilitate

Când vine vorba despre comerțul electronic, fiecare secundă contează. Creșterea volumului comenzilor impune depozitelor să proceseze mai multe produse, mai rapid și cu cât mai puține erori.

Roboți ghidați de inteligența artificială

Automatizarea proceselor de depozitare, preluare și pregătire a comenzilor reduce timpul și efortul necesare manipulării fizice a mărfurilor. Roboții pot prelua sarcini repetitive, contribuind la accelerarea procesării comenzilor și la eficientizarea operațiunilor. Rezultatul este un flux de lucru mai rapid și mai eficient, capabil să răspundă cerințelor tot mai mari ale comerțului electronic.

Analiză predictivă

Prin utilizarea învățării automate, datele istorice pot oferi o perspectivă asupra cererii viitoare. Atunci când sunt corelate cu factori externi și tendințe de consum, aceste informații permit o gestionare mai adaptivă a stocurilor, contribuind la echilibrarea cererii și ofertei și la reducerea riscului de lipsă sau de acumulare excesivă a produselor.

Poziționarea dinamică a stocurilor

Produsele pot fi reorganizate în permanență în funcție de cerere și de frecvența comenzilor. Cele cu o rotație ridicată pot fi amplasate în zone mai accesibile, reducând distanțele și timpul necesar pentru preluare. Rezultatul? Livrări mai rapide, mai puține erori și clienți mai mulțumiți.

Comerț cu amănuntul: precizie la nivelul raftului

Comercianții cu amănuntul reduc decalajul dintre experiența de cumpărare online și cea din magazin prin utilizarea unor tehnologii care oferă vizibilitate și control în timp real asupra stocurilor și operațiunilor.

Monitorizarea stocurilor prin IoT

Monitorizarea permanentă a stocurilor permite identificarea rapidă a produselor care se apropie de nivelul minim și poate declanșa reprovizionarea înainte ca rafturile să se golească.

Reprovizionare autonomă

Roboții pot prelua o parte dintre activitățile repetitive de reprovizionare, permițând personalului să se concentreze pe sarcini cu valoare adăugată, precum interacțiunea cu clienții și serviciile oferite acestora.

Optimizarea serviciului Click-and-Collect

Sistemele inteligente simplifică procesul de ridicare a comenzilor din magazin. Notificările transmise în timp real îi informează pe clienți atunci când comenzile sunt pregătite, reducând timpii de așteptare și aglomerația la punctele de ridicare.

Aprovizionarea în domeniul farmaceutic și medical

În industria farmaceutică și medicală, precizia, trasabilitatea și respectarea condițiilor de depozitare sunt esențiale.

În acest context, tehnologiile de depozitare inteligentă pot contribui la siguranța și eficiența întregului lanț de aprovizionare.

Depozitare și transport

Monitorizarea condițiilor de mediu prin senzori IoT permite urmărirea parametrilor critici, precum temperatura și umiditatea, contribuind la respectarea cerințelor stricte privind depozitarea și transportul medicamentelor și produselor medicale.

Trasabilitate

Fiecare etapă din parcursul unui medicament poate fi înregistrată și verificată. Tehnologiile blockchain pot contribui la creșterea transparenței și a conformității, oferind trasabilitate de la producție până la utilizarea finală și facilitând monitorizarea loturilor. Caracterul distribuit și dificil de modificat al registrului blockchain permite urmărirea tranzacțiilor și a evenimentelor de-a lungul lanțului de aprovizionare.

Blockchain și date în timp real

Combinarea tehnologiei blockchain cu fluxurile de date în timp real poate automatiza o parte dintre procesele de conformitate și poate genera rapoarte pregătite pentru audit, reducând riscul de eroare umană. În același timp, aceste sisteme pot facilita identificarea și retragerea rapidă a loturilor cu probleme. Partajarea securizată a informațiilor între producători, distribuitori, farmacii și instituții medicale poate îmbunătăți vizibilitatea asupra întregului lanț de aprovizionare.

Implementarea depozitului inteligent – provocări și oportunități

Implementarea tehnologiilor pentru depozitul inteligent nu este o soluție "plug-and-play". În cazul infrastructurilor existente, aceasta presupune modernizarea și integrarea sistemelor actuale, precum și adaptarea proceselor și dezvoltarea competențelor angajaților. Transformarea nu trebuie realizată într-o singură etapă, însă un plan strategic este esențial pentru gestionarea investițiilor și a riscurilor.

Implementarea presupune:

- Investiții inițiale, evaluate în raport cu beneficiile și eficiența operațională așteptate;
- Personal pregătit, familiarizat cu tehnologiile și noile procese de lucru;
- O strategie robustă de securitate cibernetică, adaptată sistemelor conectate și infrastructurii IoT;
- Integrarea sistemelor IT și OT, pentru o gestionare eficientă a echipamentelor și activelor.

Pentru ingineri, această transformare oferă oportunități pe întregul spectru tehnologic: de la proiectarea aplicațiilor bazate pe senzori și dezvoltarea infrastructurii de conectivitate până la programare, inteligență artificială și integrarea sistemelor.

Obiectivul final este crearea unui ecosistem inteligent, conectat și capabil să se adapteze permanent.

Aurocon COMPEC vă oferă, prin intermediul RS, acces la o gamă variată de produse și soluții dedicate aplicațiilor industriale, automatizării și digitalizării. Dintre acestea, vă recomandăm:

IXXAT CANbridge NT 200 Bridge / Router CAN industrial

Conectivitate pentru sisteme industriale.

Nr. stoc RS
226-2749

Producător
Ixxat

Cod Producător
1.01.0331.20000



IXXAT CANbridge NT 200 este un bridge/router CAN-to-CAN destinat conectării și gestionării diferitelor sisteme CAN. Cu două canale CAN, acesta permite filtrarea și conversia mesajelor, precum și configurarea flexibilă a fluxurilor de date între rețele. Funcțiile de segmentare și izolare galvanică contribuie la protejarea echipamentelor și la creșterea fiabilității comunicațiilor. Prin aceste caracteristici, CANbridge NT 200 poate fi utilizat pentru extinderea și integrarea rețelilor industriale în infrastructuri automatizate.

Computer industrial Brainboxes Neuron, Broadcom BCM2837



Nr. stoc RS
181-7467

Producător
Brainboxes

Cod Producător
BB-400

Nr. articol Distrelec
302-20-117

Caracteristici tehnice

Număr de nuclee	4
Tip produs	Computer industrial
Tip procesor	Broadcom BCM2837
Frecvență de ceas	1,2 GHz
Sistem de operare compatibil	Linux
Protecție IP	IP20
Tip magistrală	Modbus
Consum maxim de putere	15 W
Memorie	4 GB
Tip memorie	LPDDR2 (RAM), eMMC Flash
Dimensiuni	49 mm × 135 mm
Temperatură de operare	-20°C ... 70°C
Standarde	CE, RoHS, WEEE, AEO (C-TPAT), Microsoft Certified Gold Partner

Senzor de viziune SICK, 2.500 mm, monocrom – 5,1 MP



Viziune industrială pentru inspecții automatizate

Nr. stoc RS
781-286

Producător
SICK

Cod Producător
1143349

SICK Inspector83x oferă o soluție performantă pentru aplicații de inspecție și identificare în medii industriale. Cu o rezoluție de 5,1 MP, un senzor CMOS monocrom și tehnologie global shutter, acesta poate realiza inspecții rapide și precise, inclusiv detectarea obiectelor, măsurarea dimensiunilor, citirea codurilor 2D, OCR și recunoașterea modelelor.

Caracteristici tehnice

Sursă de lumină	LED
Tehnologie de imagine	CMOS
Rezoluție	5,1 MP
Tip terminal	M12
Interfață	Ethernet TCP/IP, EtherNet/IP, FTP, PROFINET
Tensiune de alimentare maximă	24 Vdc
Temperatura maximă de lucru	40°C
Material carcasă	Aluminiu
Protecție IP	IP65

Distanța de lucru de până la 2.500 mm, iluminarea LED integrată și conectivitatea prin Ethernet, PROFINET și EtherNet/IP permit integrarea acestuia în sisteme moderne de automatizare și în aplicații de control al calității.

Ce urmează?

Dacă **Industria 4.0** s-a concentrat pe automatizare, schimbul de date și tehnologiile inteligente, **Industria 5.0** pune un accent mai mare pe colaborarea dintre oameni și mașini. Abordarea este centrată pe factorul uman și urmărește să amplifice capacitățile oamenilor, acordând în același timp o importanță mai mare sustenabilității și rezilienței în fața unor perturbări precum întreruperile lanțurilor de aprovizionare.

În următorii ani, putem anticipa o evoluție în direcția:

- roboticii susținute de conectivitatea 5G, pentru operațiuni mai rapide și mai flexibile;
- inteligenței artificiale care învață din feedback-ul uman, pentru sisteme mai precise și mai adaptabile;
- tehnologiilor sustenabile, care contribuie la reducerea consumului de energie și a emisiilor.

Depozitul inteligent al viitorului

În timp, depozitele inteligente vor deveni un element fundamental pentru companiile care doresc să rămână competitive. Prin combinarea automatizării, conectivității și inteligenței artificiale, depozitul va evolua de la un simplu spațiu de stocare la o componentă activă și inteligentă a întregii operațiuni. Depozitul inteligent va deveni un centru interactiv de coordonare, esențial pentru lanțuri de aprovizionare robuste și pentru managementul activelor. În același timp, va funcționa ca un sistem capabil să-și monitorizeze permanent starea și să solicite intervenția inginerilor atunci când apar probleme de mentenanță sau de funcționare a echipamentelor. Datele colectate vor furniza, de asemenea, informațiile necesare pentru îmbunătățirea continuă a proceselor, transformând depozitul într-un sistem dinamic, conectat și capabil să evolueze odată cu nevoile afacerii.

Pentru implementarea unor astfel de soluții, COMPEC vă oferă acces, prin catalogul RS, la o gamă variată de produse și tehnologii pentru automatizare, conectivitate și digitalizare industrială.

■ Autor: Grănescu Bogdan

Aurocon COMPEC

www.compec.ro

SURSA Depozite inteligente





TI advances next-generation industrial systems with the first commercially available CAN XL transceiver

New TCAN6062 CAN XL transceiver delivers the highest bandwidth and largest payload of any CAN-based network while preserving the advantages of proven CAN protocols

What's new?

Texas Instruments (TI) today introduced the industry's first commercially available CAN XL transceiver, designed to help industrial engineers keep pace with the growing data demands of modern networks. TI's TCAN6062 Controller Area Network (CAN) extended data-field length (XL) transceiver supports payloads up to 2,048 bytes per frame and data rates as high as 20Mbps, while ensuring that priority messages are delivered first and on time with the performance on which humanoid robots, industrial robots and human-machine interface (HMI) systems depend.

The TCAN6062's backward compatibility with CAN flexible data rate (FD) and CAN signal improvement capability (SIC) operations enables seamless migration to CAN XL, allowing teams to evolve existing designs incrementally without requiring a full redesign. Additionally, the transceiver allows engineers to consolidate communication layers and use Ethernet in mixed-network architectures with Transmission

Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) tunneling, enabling efficient transfers of diagnostics, sensor data, control traffic and over-the-air updates on a single network.

Why does it matter?

Industrial systems are generating and demanding more data than ever before, with applications requiring fast, deterministic communication to synchronize motion control, sensor feedback and diagnostic data. These applications have introduced new networking requirements, often leading engineers to accept system-level trade-offs to compensate for bandwidth constraints. TI's TCAN6062 CAN XL transceiver bridges that gap, offering engineers a path to higher-bandwidth networks while maintaining the proven reliability CAN is known for. The specification for CAN XL has been standardized for years, but TI is the first to deliver and bring the hardware that makes it possible to the mass market. By introducing the TCAN6062, TI is transforming the innovative protocol into a broadly available, ready-to-use solution that engineers can implement in their next-generation designs.

The TCAN6062 CAN XL transceiver's SIC helps reduce ringing by as much as 80% in complex networks, simplifying validation in high-node architectures. Combined with wide input/output voltage compatibility and protection up to $\pm 58V$, the transceiver offers broad design flexibility across a range of industrial applications.

More details

As members of the CAN in Automation (CiA) technical group that developed International Organization for Standardization (ISO) 11898-2:2024, TI's engineers helped shape the physical layer specification for CAN XL, ensuring the protocol was built to support the real-world demands of industrial applications.

The TCAN6062 represents the next generation of TI's industry-leading CAN transceiver portfolio. Spanning CAN FD, CAN SIC and now CAN XL, TI offers a comprehensive range of solutions, giving engineers the flexibility to deliver more data faster, farther and more reliably.

Texas Instruments



Outlook: Euro 7 to Accelerate Demand for Emissions-Control as Standards Tighten for Brake and Tyre Particulates and Battery Systems

With Euro 7 deadlines approaching and concern over microplastics rising, Mouser expects growing design activity in sensing, power and monitoring systems across the automotive sector.

Mouser Electronics, Inc. expects Euro 7 vehicle emissions standards to drive increased demand for advanced sensing, power and monitoring electronics as manufacturers prepare for the first regulatory deadlines in late 2026.

The new rules will apply in the European Union (EU) to all new types of passenger cars and vans from 29 November 2026, and to all newly sold light-duty vehicles from 29 November 2027, before extending to lorries and buses from 2028. Manufacturers outside the EU will need to comply if they want to sell new vehicles into the EU market.

At the same time, public awareness of air quality and microplastics is escalating. Global Google searches for microplastics have surged by 93%* over the past year, and studies indicate that tyre particles alone account for around 28% of microplastics worldwide.

Euro 7 is the first European emissions standard to explicitly target non-exhaust sources such as brake and tyre wear alongside traditional exhaust gases, while also extending emissions compliance to up to 10 years or 200,000 kilometres for many vehicle categories.

According to Mouser, three areas are likely to see particular focus as engineering teams adapt existing platforms and develop new models for Euro 7:

- Exhaust and aftertreatment control: increased use of high-accuracy NO_x, particulate, pressure and temperature sensors, coupled with automotive microcontrollers and power management ICs, to maintain emissions performance under broader real-driving test conditions.
- Brake and tyre particulate emissions: development of electronics for measuring and managing brake dust and tyre wear, from in-vehicle sensing and control to test and measurement systems for validating new materials and braking concepts

- Battery durability and on-board monitoring: more sophisticated monitoring of battery health, energy flows and system diagnostics in hybrid and electric vehicles, as Euro 7 introduces minimum performance requirements for traction batteries over defined mileage and time periods

Mouser supports automotive and industrial customers with a wide range of Euro 7-relevant products from leading manufacturers, including precision sensors, microcontrollers, power management ICs, connectivity devices, and test and measurement components. These are complemented by technical articles and resources that examine how regulations such as Euro 7 are reshaping electronics design, emissions monitoring and battery durability requirements.

For more information, visit <https://resources.mouser.com/explore-all/euro-7-a-guide-to-eu-vehicle-standards-in-2026>.

Mouser Electronics



Microchip Technology, in collaboration with Micron Technology, demonstrates high-performance PCIe® Gen 6 Storage Architecture for AI and Data Center Infrastructure

Switchtec™ PCIe Switches and Micron® 9650 NVMe® solid state drives (SSDs) leverage next generation interface technology to deliver increased bandwidth, low latency, and scalable storage connectivity

Microchip Technology announced a demonstration showcasing an end-to-end PCIe® Gen 6 storage architecture, combining Microchip's Switchtec™ PCIe Gen 6 switches with high-performance Micron 9650 NVMe® solid state drives (SSDs). The demonstration highlights the role of next-generation PCIe technology in enabling higher data throughput, reduced latency and scalable connectivity for AI, high-performance computing (HPC) and cloud data center workloads.

At the 2026 Future of Memory and Storage (FMS) Conference, the demonstration features a Microchip Switchtec Gen 6 PCIe fan-out switch acting as a high-bandwidth, low-latency interconnect between host processors and multiple Micron 9650 SSDs enabling the drives to operate at the full potential of Gen 6 speed. The architecture supports composable and disaggregated system designs, allowing data center archi-

tefacts to scale storage resources efficiently while maintaining predictable performance. As AI models grow in size and complexity, data centers must move increasingly large volumes of data across compute, memory and storage resources. PCIe 6.0 helps address this challenge by doubling PCIe 5.0 bandwidth to 64 GT/s (giga transfers per second) per lane, delivering the sustained throughput required for demanding AI workloads.

Microchip's Switchtec Gen 6 PCIe switches are built on 3 nm process technology and support high lane counts, advanced error containment, comprehensive diagnostics and multicast functionality that enables efficient one-to-many data distribution across devices within a PCIe domain. The switches enable high-speed connectivity between CPUs, GPUs, SoCs, AI accelerators and storage devices while helping optimize power consumption in demanding computing environments.

These capabilities help ensure reliable data movement and system resilience in AI and cloud infrastructure. To help protect system integrity, the switches incorporate a hardware root of trust and secure boot architecture supported by post-quantum-safe cryptographic algorithms that meet CNSA 2.0 security standards.

Micron 9650 PCIe Gen 6 NVMe SSDs are designed to deliver exceptional throughput, IOPS and latency characteristics required for data-intensive workloads such as AI training, real-time analytics and large-scale databases. By combining Micron's storage technology with Microchip's switching capability, the solution demonstrates a balanced, high-performance storage fabric optimized for next-generation platforms. Visit the website to learn more about Microchip's full portfolio of data center solutions.

Microchip Technology



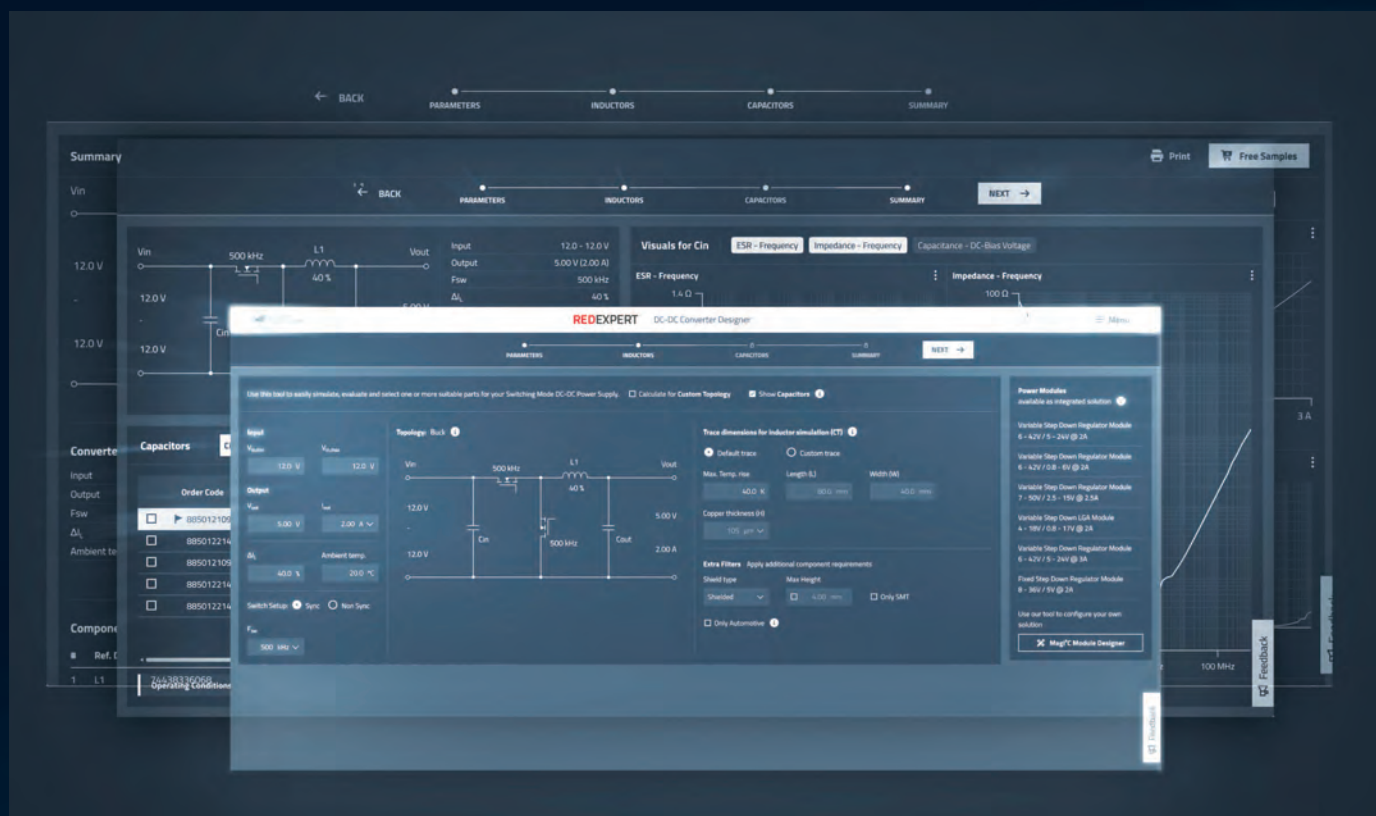
ELTHD®

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





Würth Elektronik updates its online DC-DC Converter Designer

REDEXPERT: From Application Parameters to the Bill of Materials

The DC-DC Converter Designer is the most frequently used calculation tool in REDEXPERT. Würth Elektronik has now completely revised and expanded its online service. The heart of the new tool is its proprietary, highly accurate method for calculating inductor losses, based on actual component characterization. It also takes DC-bias effects in inductors and capacitors into account. A new worst-case option for losses and temperature rise provides a valuable tool for robust design that is prepared to deal with all real-world operating conditions.

In practice, the inductance of a core changes significantly as a result of DC bias. Because datasheets often provide only limited information about this behavior, it is easy to select the wrong component. The same applies to ceramic capacitors, whose capacitance decreases significantly under operating voltage. The new DC-DC Converter Designer accurately reflects this reality and provides loss and temperature estimates that more closely reflect the actual behavior on the circuit board.

Automatic topology selection

The tool automatically selects the appropriate circuit topology based on the input parameters: buck (synchronous and asynchronous), boost (synchronous and asynchronous), and SEPIC. A user-defined topology mode is available to experienced users working with specialized or less common circuit topologies. Additional filters for automotive requirements, shielding, and component height simplify component selection for specific applications. A link to the MagI³C Power Module Designer enables users to compare the discrete circuit with an integrated module solution to ensure the optimal solution is selected.

Comparison of enhanced components

The tool's analytical capabilities have been significantly extended. The system recommends the five most suitable components based on a weighted evaluation of performance and package size. Multiple components can be compared directly: The same graph displays losses as a function of output current (I_{out}) and switching

frequency (F_{sw}) for all selected components. The graph options have also been significantly expanded: zooming, a cross-hair cursor, and exporting as an image or Excel file. Experienced users can manually load any component from across the Würth Elektronik portfolio into the tool without being limited to the automatic recommendation list.

Including capacitor recommendations

The tool now also recommends capacitors and a suitable microchip controller for the specified input parameters. A link to the MagI³C Power Module Designer enables users to compare the discrete circuit with an integrated module solution.

The overview page summarizes all simulation results and generates a complete bill of materials with up to six components. These components can be requested as free samples or added directly to the shopping cart. The DC-DC Converter Designer is available at redexpert.we-online.com

Würth Elektronik eiSos

Multilayered security architecture with 128KB code flash & 64KB data flash



Toshiba starts shipping engineering samples of Arm® Cortex® M4 MCUs for system control applications

Enhanced security and data management functions support secure system design for industrial equipment and IoT devices

Toshiba has announced engineering samples of the TX2+™ Family Entry-Class M4V Group of standard microcontrollers. Featuring an Arm® Cortex®-M4 core with a floating-point unit (FPU) operating at up to 80MHz, the M4V group is designed for system control applications in industrial equipment, consumer products and IoT devices. They combine security functions, integrated peripherals and flexible memory options to support the development of connected embedded systems. The microcontrollers are available in 0.5mm-pitch LQFP64 (TMPM4V4FWUG), 0.5mm-pitch LQFP48 (TMPM4V2FWDUG), 0.5mm-pitch VQFN48 (TMPM4V2FWQG), and 0.8mm-pitch LQFP44 (TMPM4V1FWUG) packages.

As network connectivity and over-the-air (OTA) software updates become more widely adopted in consumer and industrial equipment, protecting devices against unauthorised access and software tampering has become increasingly important. There

is also growing demand throughout the product lifecycle for secure software storage, configuration management, data logging and reliable system operation.

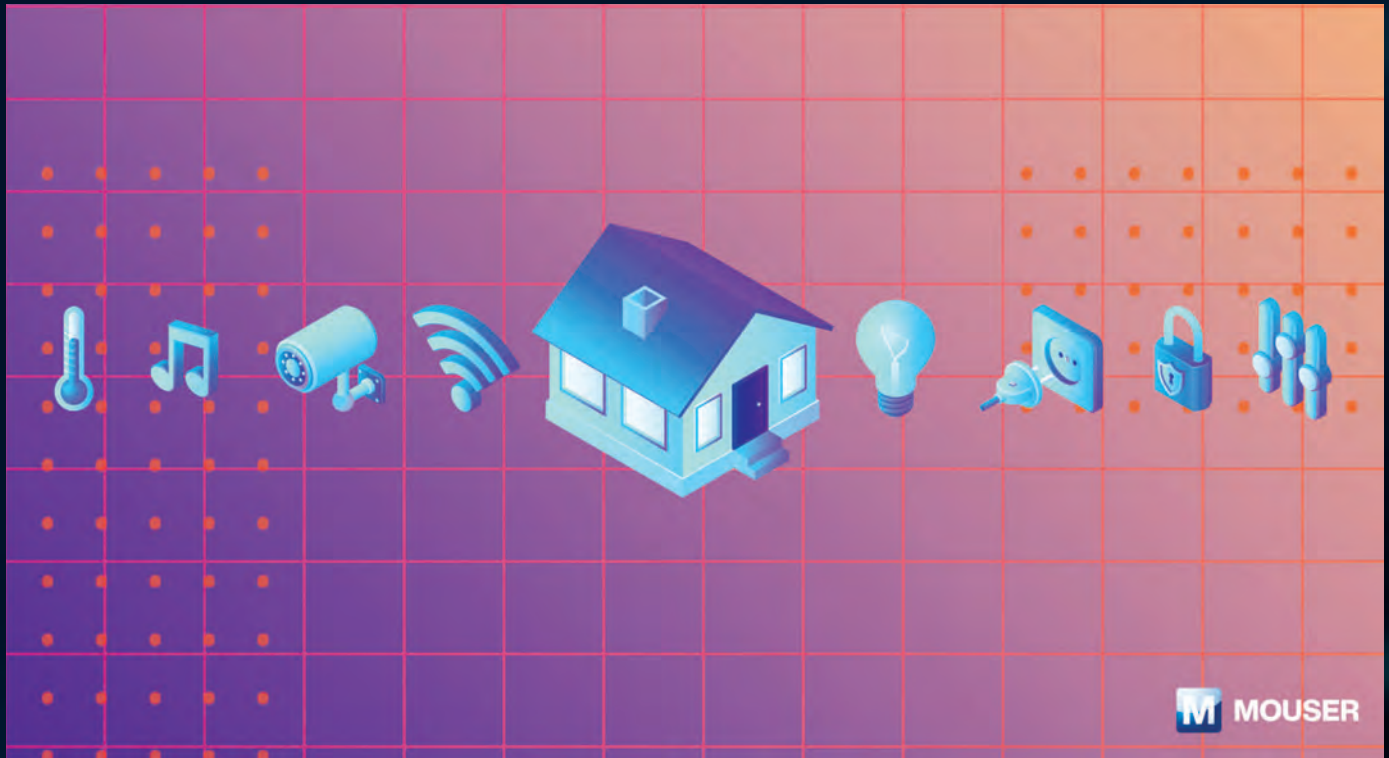
The M4V Group addresses these requirements by integrating a multilayered security architecture that combines access control, memory protection and execution control. The devices also include built-in self-diagnostic functions to support functional safety, enabling designers to develop systems with enhanced resilience against software and hardware faults.

The microcontrollers support a single supply voltage range of 2.7V to 5.5V, making them suitable for a wide variety of embedded control applications. Each device integrates 128kB of code flash memory, 64kB of data flash memory and 32kB of RAM. The dedicated data flash memory allows rewritable information, including configuration settings and system logs, to be stored separately from application code. An internal high-speed oscillator

with $\pm 1\%$ accuracy also helps reduce the number of external components required in system designs.

The M4V Group integrates the peripheral functions commonly required for embedded system control, including a 12-bit analogue-to-digital converter (ADC), timers, universal asynchronous receiver/transmitter (UART), serial peripheral interface (SPI), inter-integrated circuit (I²C) and direct memory access (DMA). The devices also incorporate Toshiba's Advanced Programmable Motor Driver (A-PMD2), enabling brushless DC motor control where required. A serial memory interface (SMIF) provides direct access to external flash memory, allowing efficient storage of firmware, log files and other application data. By mapping external memory directly into the address space, it supports high-speed memory access with minimal CPU intervention through dedicated hardware control.

Toshiba Electronics Europe



Mouser showcases Online Resource Centre on Consumer Technology for engineering next-generation connected devices

Mouser Electronics, Inc. highlights its new digital resource centre for consumer technology, providing engineers with emerging technologies, reference designs, and implementation guidance to accelerate product development. This resource centre supports faster prototyping, streamlined integration, and accelerated development of smarter consumer products.

As consumer devices become more portable, intelligent, and interconnected, engineers must design seamless connectivity and adaptive user experiences. Advances in USB Type-C® charging and power management systems are enabling faster charging and simpler connectivity. Meanwhile, AI-driven ambient systems powered by sensors and contextual computing are creating more adaptive and responsive consumer devices. At the same time, renewed focus on physical buttons highlights growing demand for tactile and distraction-free interactions, even as touch and voice interfaces continue to expand. Mouser's consumer tech resource centre supports these evolving design priorities by providing access to in-depth technical insights that accelerate the development of smarter consumer technologies. Mouser's technical team and trusted

manufacturing partners have curated the hub to provide articles, blogs, eBooks, and the latest products for consumer technology design. The resource centre features the latest Empowering Innovation Together (EIT) series on Engineering AI for Daily Life, helping engineers stay current on emerging AI technologies and their real-world consumer applications, including voice assistants, AI-powered travel planning tools, and wearables that deliver deeper health insights.

For the newest products, Mouser stocks the industry's widest selection of semiconductors and electronic components, including the newest solutions for consumer tech applications. Here are a few examples:

- The LSM6DSV320X 6-axis inertial measurement unit (IMU) by STMicroelectronics delivers advanced motion-sensing capabilities for next-generation consumer devices, combining accelerometer and gyroscope functionality in a compact, low-power package. The sensor supports features like activity tracking, gesture recognition, and contextual awareness, making it ideal for wearables, AR/VR systems, and smart devices.

- Premo-Flex SlimStack flat flexible cable (FFC)/flexible printed circuit (FPC) jumpers from Molex are designed to support increasingly compact and lightweight consumer electronics with flexible, high-density inter-

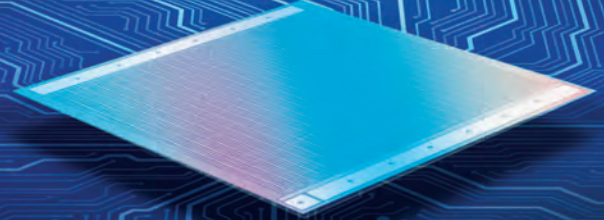
connect solutions. Their slim profile and durable construction help engineers optimise internal layouts in devices such as smartphones, tablets, wearables, and portable electronics. The jumpers simplify routing in tight spaces while maintaining reliable signal integrity and mechanical performance.

- The SC3402-02ETG ESD protection diode by Littelfuse helps safeguard sensitive consumer electronics from electrostatic discharge and transient voltage events. Designed for high-speed interfaces and compact applications, it provides robust circuit protection without compromising signal performance. Its small footprint makes it well-suited for mobile devices, wearables, and other space-constrained electronics where reliability and durability are critical.

- The 0.8mm low-profile IDC connector system from TE Connectivity enables compact, high-density board-to-board and wire-to-board connectivity in modern consumer electronics. The low-profile design helps manufacturers reduce device thickness while supporting reliable data and power transmission. Built for automated assembly and durable performance, the connector system supports the growing demand for thinner, lighter, and more feature-rich connected devices.

Mouser Electronics

2200 V PowiGaN™



Power Integrations Demonstrates World's First 2200 V GaN Technology for Next-Era High-Voltage Power Systems

Industry-first 2200 V PowiGaN™ technology enables higher power density, greater efficiency and safer and simpler system architectures for AI data centers, EVs, photovoltaic and HVDC infrastructure

Power Integrations announced that PowiGaN™ gallium-nitride (GaN) technology is now rated at up to 2200 V, far exceeding the voltage capabilities of all other commercially available GaN technologies. This breakthrough positions PowiGaN as the leading technology solution for high-voltage data centers, EVs, renewable energy and HVDC infrastructure as they leverage higher-voltage bus architectures in search of greater power density.

GaN power switches are steadily supplanting silicon transistors in a wide range of power conversion applications thanks to their higher efficiency and switching frequencies. However, GaN technology must keep pace with data center, EV, renewables and HVDC infrastructure roadmaps calling for higher voltages and greater power density. Alternatives include lower-frequency silicon carbide (SiC) or arrays of stacked, lower-voltage GaN devices that require compromises on power density, complexity and reliability.

PowiGaN ICs rated at 1700 V are already being designed into single-stage data center auxiliary power applications, while 1250 V PowiGaN offers a simpler alternative to stacked solutions in the main power path in 800 VDC data centers. The introduction of 2200 V PowiGaN technology means that even higher bus architectures can be supported, future-proofing power designs not only for data centers but also for EVs, photovoltaic inverters and battery energy storage systems.

"Our 2200 V PowiGaN technology provides substantial voltage margin for emerging high-voltage power systems while enabling the high switching frequencies required to maximize power density," said Jennifer Lloyd, president and CEO at Power Integrations. "Emerging applications include next-generation AI data centers, where industry roadmaps point toward 1500 V distribution architectures, as well as future EV battery and auxiliary power systems operating at increasingly higher output voltages (48V).

This milestone breakthrough extends the reach of GaN into voltage ranges traditionally served by SiC, enabling a compelling high-frequency alternative for applications such as solar, HVDC and advanced industrial power conversion."

"The shift to 800 VDC bus architectures in AI data centers is reshaping power semiconductor," explains Roy Dagher, PhD, technology and market analyst, Compound Semiconductors at Yole Group. "GaN's voltage ceiling has kept it out of the main power path, ceding that ground to SiC. A 2200 V rating changes this, giving margin for single-stage topologies and future-proofing emerging 1500 V data center and EV designs. We expect the power GaN device market to reach \$3.5 billion by 2031, and extending GaN into these higher-voltage applications is an important part of that growth."(1)

(1) Source: Power GaN 2026 report, Yole Group

Power Integrations



VISION 2026: Photonic-based Solutions for Next-Generation Machine Vision

Artificial intelligence, faster production lines and increasingly demanding quality standards are driving the next generation of industrial machine vision. Reliable inspection no longer depends on a single component but on the perfect interaction of optics, illumination and image processing.

At VISION 2026 in Stuttgart, Vision & Control will present its latest 'Photonic-based Solutions' for industrial inspection, demonstrating how integrated vision technologies enable higher precision, greater process reliability and increased production efficiency.

A major highlight will be two live demonstrations. One showcases the use of Deep Learning for highly reliable defect detection, enabling robust inspection even for complex surface structures and previously difficult-to-classify defects. The second demonstration focuses on High-Speed Vision, illustrating how modern vision systems can perform accurate inspections at extremely high production speeds without compromising reliability.

Integrated Photonic Solutions for Industrial Inspection

Visitors will also discover the company's latest telecentric illumination systems,

specifically developed for demanding measurement and inspection applications where maximum image quality and repeatability are essential. Complementing these solutions are custom-designed optical systems engineered to meet the specific requirements of complex industrial applications.

Rather than supplying individual components, Vision & Control develops complete photonic solutions in which optics, illumination and image processing are engineered as a perfectly matched system. This integrated approach enables manufacturers to achieve higher inspection accuracy, improved process stability and lower overall operating costs.

As the world's leading trade fair for industrial machine vision, VISION 2026 provides the ideal platform for exchanging ideas with developers, machine builders, system integrators and manufacturing specialists

from around the world. Vision & Control looks forward to discussing future inspection challenges and presenting practical solutions for next-generation automation.

**Visit Vision & Control at VISION 2026
Hall 10 | Booth 10B87**

About Vision & Control

Vision & Control is one of the leading suppliers of integrated machine vision solutions. The company's portfolio – made in Germany – combines high-performance optics, innovative illumination technology and intelligent image processing to create complete photonic systems for demanding industrial inspection tasks.

Standard products as well as customer-specific developments are used worldwide in automation, electronics manufacturing, medical technology, automotive production and many other industries.

Vision & Control



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





FORGING MOBILITY AHEAD



22-25 SEP 2026
BOOTH 4.1/550

InnoTrans 2026: Moxa Showcases AI-enabled, Secure, and Sustainable Solutions for Modern Rail Networks

Moxa Inc. is presenting its solutions for AI-powered onboard applications along with train-to-ground (T2G) and trackside communication at InnoTrans 2026. These solutions enable rail operators and train manufacturers to modernize their communication infrastructure and strengthen cybersecurity for building sustainable and secure data-driven operations. In line with the motto “Forging Mobility Ahead—En route to smarter, safer transportation”, Moxa will showcase its latest edge computers for condition-based monitoring (CBM) and CCTV surveillance, its sustainable Ethernet switches, and demos of onboard AI applications in Hall 4.1, Booth 550.

Edge AI for Onboard Intelligence

The analysis of real-time data is becoming increasingly important for safer and more

efficient rail operations. With a live demo of a driver’s cab, Moxa will demonstrate how AI-accelerated industrial PCs and AI-enabled cameras empower real-time applications, such as passenger counting and obstacle detection for safer and more efficient rail.

For condition-based monitoring, video surveillance analytics, and data-driven rail applications, Moxa is introducing the new V2000D Series. These high-performance edge computers were specifically developed to help rail operators analyze operational data in real time and streamline maintenance processes. The compact V2202D with Intel Atom® Amston Lake processor accommodates up to eight cameras and features two externally accessible, lockable M.2 slots. The Intel® Core™ 3 or Core™ 7 powered V2406D supports up to 16 cameras, offers four LAN

ports, and is available with optional Power Loss Protection. The advanced V2426D (expected in Q2, 2027), also powered by Intel® Core™ 3 or Core™ 7, features a modular design for multi-application flexibility, support for AI accelerator cards, up to three M.2 slots for RAID 0/1/5, and four PoE ports.

Cybersecurity and Network Resilience

In light of increasing cybersecurity requirements and stricter regulations such as NIS2 and the CRA (Cyber Resilience Act), rail companies must provide secure and cyber-resilient onboard, T2G, and trackside networks.

Moxa supports these needs with a portfolio specifically tailored to meet these cybersecurity regulations. A lineup of IEC 62443-4-2 Security Level 2 certified de-

MOXA®



vices demonstrates Moxa's secure-by-design approach to help operators address security requirements at the infrastructure level. Moxa is also co-developing products with customers to meet stringent IEC 62443-4-2 Security Level 3 system-wide requirements.

At InnoTrans, Moxa will use various scenarios to demonstrate how connected rail infrastructure can be better protected against cyberattacks in applications such as T2G communication, passenger information systems (PIS), and CCTV.

Reliable T2G and Trackside Communication

A comprehensive portfolio of integrated wired and wireless communication solutions for T2G and trackside infrastructure enables reliable data communication between vehicles, control centers, and trackside systems, facilitating the development of secure, scalable, and resilient rail networks.

At InnoTrans, Moxa will show how the band-pass filter (BPF) function enhances T2G communication by filtering out interfering radio signals outside a defined range to ensure stable connectivity in demanding railway environments.

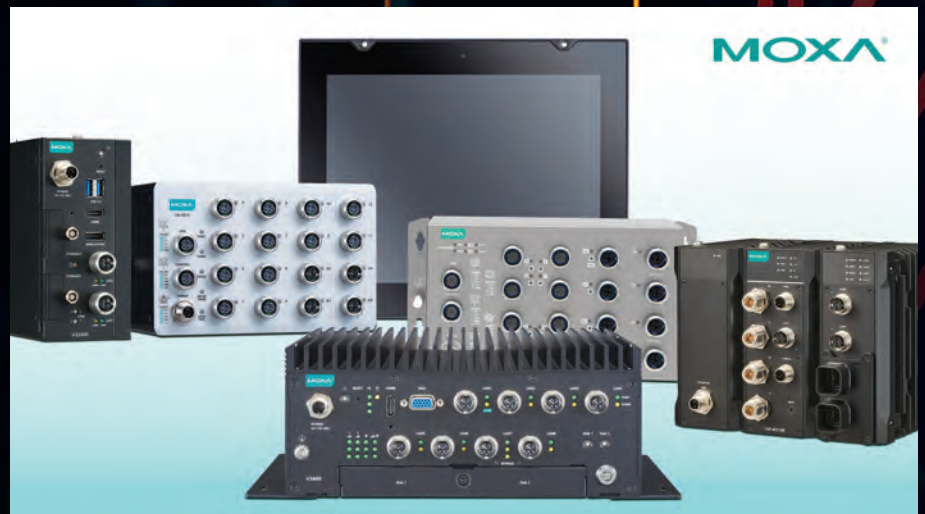
Sustainability Without Compromising Reliability

Sustainability is becoming a key focus for rail operators and train manufacturers. They need durable and energy-efficient hardware that helps them achieve their climate protection goals without compromising on reliability and safety.

Their compact design also makes them suitable for installation in confined spaces. With robust cybersecurity features compliant with industrial standards, the TN-4500B Series also helps protect train networks against modern cyberthreats.

Long-term Availability and the Highest Standards for Rail Applications

All Moxa devices for railway applications are built for long-term availability and meet the highest standards regarding safety, availability, and reliability in accordance with IEC 61375, IEC 62443, EN 50155, and EN 50121-4.



To this end, Moxa is introducing the latest generation of its TN-4500B Series Ethernet switches (expected in Q2, 2027) at InnoTrans. These devices facilitate modern high-speed networks in rail vehicles and data-intensive applications such as onboard Wi-Fi, video surveillance, passenger information systems, and edge computing. They are up to 26% smaller, 30% lighter, and require 35% less power than previous generations, reducing their environmental footprint throughout the entire network life cycle.

Visitors can experience Moxa's latest rail networking and computing solutions at InnoTrans 2026 in Berlin from September 22 to 25 in Hall 4.1, Booth 550. Further information is available on the event website at www.moxa-europe.com/innotrans.

MOXA



Silicon Labs Unveils BG2B, Its Lowest-Power Bluetooth LE SoC with Industry-Leading Power Efficiency, Security, and Integration

Bluetooth® 6 SoC combines Channel Sounding, Secure Vault™ High security, and integrated CAN-FD and peripherals to enable smaller, longer-lasting IoT devices with lower system cost

Silicon Labs announced the BG2B, its next Series 2 Bluetooth® Low Energy (LE) wireless SoC designed to help developers build smaller, more secure, and longer-lasting battery-powered IoT devices by providing the industry's best combination of power efficiency, security, and integrations.

As Bluetooth LE applications become more sophisticated, developers are chal-

lenged to add capabilities such as secure ranging, location awareness, advanced security, and richer peripheral integration while preserving battery life and compact designs expected of today's wireless IoT devices. BG2B addresses these demands with Silicon Labs' lowest-power Bluetooth architecture, a complete feature set for Bluetooth Channel Sounding, Secure Vault™ High security and integrated pe-

ripherals including CAN-FD, LED drivers and dual ADCs, in a single highly integrated platform.

Designed for applications including secure ranging, asset tracking, electronic shelf labels (ESLs), smart home, industrial monitoring, and vehicle diagnostics, BG2B helps developers extend battery life while preparing for more demanding Bluetooth LE applications.



A New Standard for Ultra-Low-Power Bluetooth

Battery life remains one of the biggest challenges for battery-powered IoT devices as products continue adding more sensing, intelligence, and wireless capabilities. BG2B features a dual-output DC-DC power architecture and multi-core design that significantly improves efficiency across active, receive, and sleep modes.

BG2B is the lowest-power Bluetooth LE device in Silicon Labs' portfolio, delivering 14%-15% lower MCU active current, lower Bluetooth receive current, and 1.1 μ A-EM2 sleep current with RAM retention as compared to Silicon Labs' previous lowest-power Bluetooth LE SoC, enabling longer battery life for sleepy products such as wireless sensors, asset tags, smart locks, remotes, wearables, and electronic shelf labels.

Enhanced Channel Sounding with Expanded Peripherals

For developers building location-aware products today, BG2B supports advanced Bluetooth Channel Sounding capabilities including Mode 3, Normalized Attack Detector Metric (NADM), and Inline Phase Correction Term (Inline PCT).

Designed to meet Apple and Google Bluetooth Channel Sounding specifications, BG2B helps developers build interoperable products across the industry's leading mobile ecosystems, supported by Silicon Labs' complete Channel Sounding development solution, including a royalty-free ranging library, software, tools, and engineering support.

Building on previous Silicon Labs Channel Sounding solutions, BG2B delivers even lower energy per ranging event through shorter Channel Sounding step timings, lower active current, and lower Bluetooth LE receive current.

In addition, BG2B integrates a broad set of peripherals that simplify system design while reducing BOM cost and PCB area.

The SoC combines Bluetooth LE with integrated CAN-FD, enabling wireless diagnostics and monitoring for commercial vehicles, fleet management, industrial equipment, and maintenance applications without requiring a separate Bluetooth bridge device.

Integrated LED boost and four-channel LED sink capabilities eliminate external LED driver circuitry, making BG2B well suited for electronic shelf labels, smart retail devices, and battery-powered products requiring an RGBW LED for status indication.

Additional integrated capabilities include dual 12-bit ADCs for simultaneous analog sampling, Variable Resistive Load (VRL) for more accurate battery health estimation, to go along with expanded memory and a broad set of communication peripherals helping developers build more capable IoT devices while reducing external components.

Built for Tomorrow's Security Requirements

As connected devices face increasingly stringent cybersecurity requirements, BG2B incorporates Silicon Labs' Secure Vault™ technology to protect device

identity, firmware, cryptographic keys, and sensitive data.

Designed to support PSA Level 3 compliance, BG2B helps manufacturers prepare for evolving security requirements such as the European Union Cyber Resilience Act.

Combined with Silicon Labs' Custom Part Manufacturing Service (CPMS), developers can securely provision devices with unique identities, certificates, and cryptographic credentials during manufacturing.

Comments

"Bluetooth LE is moving beyond basic connectivity into secure ranging, proximity awareness, and location-aware experiences, while customers still need the low power, small form factor, and cost efficiency that made Bluetooth the foundation of battery-powered IoT," said Daniel Cooley, SVP and CTO, Silicon Labs. "BG2B brings these requirements together in a single platform, combining our lowest-power Bluetooth LE architecture to date with advanced Channel Sounding, Secure Vault™ High security, and integrated peripherals that help customers build more capable, connected products with fewer external components."

Availability

BG2B SoCs are currently available through an early customer engagement program. Initial production hardware, including modules, is planned for 2027.

For more information about BG2B, read the post on the Silicon Labs blog.

Silicon Labs



Boat cleaning: This robot defies salt water

Italian Aeffe designers optimise underwater robots with lubrication-free and corrosion-resistant polymer bearings from igus

It is every boat owner's nightmare: algae, mussels and barnacles that have to be removed from the hull before every season. In future, a remote-controlled diving robot named KeelCrab by the Italian company Aeffe will make the stowaways easier to remove. However, for the little crawler to work permanently underwater, the developers had to solve a challenge with the drive. The bearing of the drive rollers with lubrication-free polymer plain bearings from igus plays a key role.

At first glance, everything seems very simple: The owner launches the KeelCrab into the water. With a joystick and camera, he moves the robot across the boat hull, while two brushes remove deposits. But the design was not quite so simple after all. Keyword: locomotion underwater and overhead. The designers had to develop a drive suitable for underwater use. They opted for a vacuum pump, with which the robot sucks itself onto the hull, and two caterpillar tracks.

"The bearing of the four drive rollers was a real problem here," recalls Mattia Pagani, development engineer at Aeffe. "For underwater use, we were looking for a solution that was as fail-safe and low-maintenance as possible and, at the same time, did not increase the weight of the robot too much."

The developers finally found a solution for the bearing of the four drive rollers in plain bearings made of the high-performance polymer iglidur X from igus.

Fail-safe bearings for underwater use

A deployment underwater is a challenge for many conventional bearings.

"Classic lubricated rolling bearings were out of the question because of the risk of corrosion," explains Mattia Pagani. However, the high-performance polymer of the igus plain bearings is corrosion-free. Another advantage: Unlike many standard plastics, iglidur X absorbs very little moisture. The bearings remain dimensionally stable, even in continuous contact with fresh or salt water.

"This is a major challenge for the permanently reliable underwater use of our robot."

Lightweight and economical

However, the risk of corrosion was not the only factor in the selection of plain bearings for the robot's drive. The designers also attached importance to lightweight construction and low operating costs.

"We briefly considered single-row radial bearings made of stainless Inox steel with seals, but these would have been too heavy and too expensive," says Mattia Pagani. "The polymer bearings from igus weigh around 80% less than comparable metal bearings due to their low material density." At the same time, thanks to integrated solid lubricants, they work permanently dry. There is no need for lubricants or the associated maintenance work. "This reduces the operating costs over the entire service life, an advantage that ultimately benefits the robot operators as well."

IGUS

Pickering Introduces LXI High-Current Switching Family for Signals up to 80 A and 300 V

New 60-191 family combines high-current power switching and low-current sense switching in a compact 4U form factor



Pickering Interfaces has introduced the 60-191 LXI high current & sense SPST switching family.

The company's highest-current switching products to date, the new family can switch signals up to 80 A and 300 V while simplifying distribution, sequencing, and management of multiple high-current power supplies in automated test systems.

The 60-191 family is available in four standard configurations, combining up to twenty 40 A and four 80 A hermetically sealed SPST-NO contactors with a complementary number of 1 A SPST relays for sense lines. High-current and sense-line connections are via standard front-panel screw-terminal connections. Custom relay combinations and alternative connector options may be requested.

Flexible High-Current Switching for Automated Test Systems

Installed between multiple high-current power supply units (PSUs) and a device or system under test, each unit can programmatically connect and disconnect each PSU's positive and negative outputs and their associated high- and low-sense lines. Engineers can control every relay independently or operate two high-current and two low-current relays as a group with a single command, simplifying the switching of the four connections commonly used by a PSU.

Each unit includes a sequencing service that can store up to 5,000 predefined switching sequences and execute them through software or configurable hardware triggers. By storing sequences within the LXI controller, the units can reduce host transactions and system latency. Front-panel LEDs indicate switch status to simplify programming and debugging, while relay cycle counting supports preventive maintenance and balances usage across available paths.

Pickering Interfaces

Farnell brings RIGOL test and measurement products to customers across EMEA



Farnell has signed a distribution agreement with RIGOL Technologies, giving customers across EMEA easier access to high-performance test and measurement equipment.

The agreement will help design engineers, research institutions, and industrial manufacturers get the tools they need

faster, reducing delays and supporting product development across the region.

Comments

"This agreement makes RIGOL products more accessible to customers across EMEA," said Dan Ford, Vice President Sales & Service, EMEA – Farnell Global.

"With strong availability and local support, we can help engineers keep projects moving."

Sebi Karakus, General Manager at RIGOL Technologies EU GmbH, said: "Working with Farnell will help us reach more customers across EMEA and support engineers with reliable, cost-effective test and measurement tools."

Farnell will stock a wide range of RIGOL products, including oscilloscopes, spectrum analysers, RF test equipment, and power supplies, giving customers a single source for essential test solutions.

RIGOL's electronic test and measurement solutions are now available to order through Farnell across EMEA.

Farnell

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



Lacăte (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			
M210	M410	M510	M610	M710	M611	I3300	I5300	I7100	I7500
Dimensiune maximă etichetă	19 mm	25 mm	38 mm	50 mm	51 mm	50 mm	106 mm	110 mm	110 mm

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



LRQA



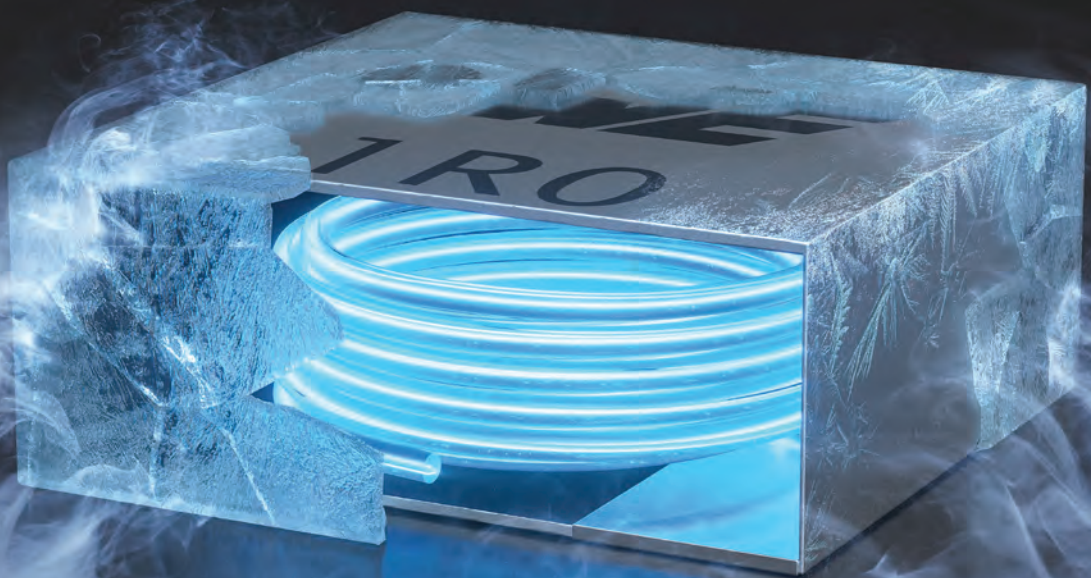
www.lthd.com



WÜRTH ELEKTRONIK MORE THAN YOU EXPECT

ULTRA LOW LOSSES

WE-MXGI



© ei505



WE meet @ electronica

Hall B6 - 101

With the WE-MXGI Würth Elektronik offers the newest molded power inductor series. It combines an innovative iron alloy material that provides high permeability for lowest R_{DC} values combined with an optimized wire geometry.

Ready to Design-In? Take advantage of personal technical support and free samples ex-stock.

www.we-online.com/WE-MXGI

Highlights

- Extremely high power density
- Ultra low R_{DC} values and AC losses
- Magnetically shielded
- Optimized for high switching frequencies beyond 1 MHz

#UltraLowLosses