

Electronica • AZI[®]



www.electronica-azi.ro

- ▶ *Implementarea TinyML*
- ▶ *Viziune robotică de înaltă performanță cu GMSL*

**Sistemele
embedded**
dincolo de arhitecturile
cu un singur procesor

- ▶ *Cum deschide AI drumul spre roboți autonomi*
- ▶ *Arhitecturi SDV bazate pe AI*



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

 **Rochester
Electronics[®]**



Încrederea dvs. – scopul nostru

DigiKey

we get technical

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

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

DigiKey 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



Sistemele embedded nu mai sunt ce au fost

Au existat ani în care expresia "sistem embedded" trimitea aproape automat cu gândul la un microcontroler, câteva periferice, un software dedicat și o funcție foarte bine definită. Sistemul trebuia să execute corect, rapid și predictibil o anumită sarcină. Astăzi, această imagine este mult prea simplă.

Sistemele embedded încep să vadă, să interpreteze, să comunice și să ia decizii. Integrează mai multe procesoare, acceleratoare AI, senzori tot mai performanți și interfețe capabile să combine vocea, gesturile și informațiile vizuale. Procesează local volume tot mai mari de date și trebuie să reacționeze în milisecunde, uneori fără să mai aștepte răspunsul unui server aflat în cloud. Inteligența se mută tot mai aproape de locul în care informația este generată. Acesta este și firul care leagă o mare parte dintre articolele ediției din octombrie a revistei Electronica Azi. Pornim de la arhitecturi embedded care depășesc modelul clasic cu un singur procesor și ajungem la TinyML, Edge AI, viziune artificială, roboți autonomi, drone, vehicule definite de software și interfețe om-mașină multimodale.

Nu mai vorbim despre tehnologii izolate. O cameră instalată pe un robot nu mai este doar un senzor care furnizează imagini. Ea devine parte a unui sistem în care imaginea trebuie transmisă rapid, procesată local și transformată într-o decizie. Un automobil nu mai este doar o colecție de unități electronice independente, ci o arhitectură software complexă capabilă să integreze funcții AI. O interfață industrială nu mai înseamnă doar butoane și afișaje, ci poate interpreta simultan gesturi, comenzi vocale și informații provenite de la mai mulți senzori.

Iar un robot autonom este probabil una dintre cele mai bune imagini ale acestei transformări. Pentru a se deplasa, a percepe mediul și a reacționa corect, el trebuie să combine procesarea, comunicațiile, viziunea artificială, controlul motoarelor și algoritmi AI într-un singur sistem coerent. Dar tocmai aici apare un aspect important.

Cu cât aceste platforme devin mai sofisticate, cu atât devine mai evident că progresul nu este susținut doar de algoritmi. În spatele unei platforme Edge AI sau al unui robot autonom continuă să existe circuite de alimentare, protecții, inductoare, sisteme de control al motoarelor și soluții de management termic. Inteligența sistemului poate fi nouă, însă ea trebuie construită pe o infrastructură electronică robustă și bine proiectată. AI nu înlocuiește ingineria embedded tradițională. O extinde.

Gabriel Neagu
gneagu@electronica-azi.ro

Voi proiectați. Noi livrăm.™

Cele mai noi produse pentru cele mai noi concepte.™



MOUSER

ro.mouser.com/new

Management

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

Editori Seniori

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

Contact:

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

Revista "Electronica Azi" apare de 10 ori pe an (exceptând lunile Ianuarie 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 | Sistemele embedded, dincolo de arhitecturile cu un singur procesor – conectivitatea la internet crește cerințele de procesare**
- 8 | Implementarea TinyML: Introducere în biblioteci, platforme și fluxuri de lucru**
- 12 | Memoria Flash de înaltă densitate accelerează pornirea sistemelor embedded – fiabilitate pentru industrie și sectorul auto**
- 16 | Viziune robotică de înaltă performanță cu GMSL**
- 22 | Cum deschide AI drumul spre roboți autonomi**
- 26 | Arhitecturi SDV bazate pe AI: viitorul industriei auto**
- 29 | Built to protect: Murrelektronik își extinde familia MICO67 cu noi variante pentru protecția descentralizată a cablurilor și echipamentelor**
- 30 | Robonode: comunicații wireless avansate pentru robotică și drone**
- 32 | Optimizarea controlului motoarelor pentru eficiență energetică**
- 36 | Interfață multimodală bazată pe PSOC™
Gesturi, voce, afișaj: HMI compactă cu edge AI**
- 40 | AI Embedded Edge: o nouă revoluție industrială prinde contur**
- 43 | Platforma Astra pentru Edge AI de la Synaptics:
O schimbare majoră pentru sistemele embedded**
- 44 | Inductoare SMT: Bobine și ferite – alegerea devine simplă**
- 49 | Produse Stego pentru dulapuri de comandă**
- 50 | Brady: Siguranță și conformitate**



www.electronica-azi.ro



www.electronica-azi.ro/arhiva-reviste



www.facebook.com/ELECTRONICA.AZI



6



16



8



26



12



36



www.instagram.com/electronica_azi



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



<https://x.com/ElectronicaAzi>



Sistemele embedded, dincolo de arhitecturile cu un singur procesor

CONECTIVITATEA LA INTERNET CREȘTE CERINȚELE DE PROCESARE

Sistemele embedded continuă să evolueze tehnologic într-un ritm tot mai rapid, iar dispozitivele din locuințele, vehiculele și locurile noastre de muncă își extind capacitățile într-un ritm accelerat. Un factor esențial al acestui progres este posibilitatea ca până și cele mai mici dispozitive electronice să se conecteze la infrastructura modernă de rețea. Wi-Fi®, Bluetooth® și alte opțiuni de conectivitate permit actualizări în teren și simplifică întreținerea, oferind în același timp avantajele algoritmilor de inteligență artificială (AI) și de învățare automată (Machine Learning – ML). Această conectivitate sporită transformă efectiv dispozitivele în noduri edge IoT, însă presupune cerințe mai mari de procesare și subsisteme de memorie cu o capacitate mai mare.

Autor: **Greg Robinson**, Corporate Vice President, 8-bit MCU Business Unit
Microchip Technology



Provocări la nivel de sistem

Majoritatea sistemelor embedded sunt, de asemenea, "conectate" la mediul lor imediat, ceea ce înseamnă că integrează funcții pentru detectarea parametrilor de mediu, acționare mecanică sau interfațare cu utilizatorul. De exemplu, termostatele inteligente sunt conectate la rețele locale de senzori de temperatură și umiditate și integrează, în același timp, o serie de butoane sau senzori capacitivi pentru introducerea comenzilor de către utilizator. Desigur, obiectivul principal al unui aparat de gătit conectat este să interpreteze preferințele utilizatorului privind

temperatura alimentelor și să le transpună în cantități de căldură aplicate cu precizie. Aceste sisteme predominant "analogice" pătrund într-o lume a comunicațiilor cloud care funcționează într-un ritm din ce în ce mai rapid, ceea ce ridică o problemă aparte: **adaptați sistemul la intrările lente ale lumii analogice sau sacrificați fidelitatea analogică în favoarea vitezei și a unei funcționalități generale sporite?**

Pentru a analiza această problemă în profunzime, vom lua în considerare un exemplu simplu și foarte răspândit al acestui tip de aplicație – nodul edge IoT.

Subsisteme analogice

Nodurile edge IoT au nevoie de un subsistem analogic pentru a măsura și monitoriza parametri de mediu precum temperatura, umiditatea, mișcarea și altele.

Aceste subsisteme includ un microcontroler (MCU) care citește datele furnizate de senzori, le procesează și le transmite prin rețea.

În general, parametrii de mediu se modifică lent, astfel încât majoritatea nodurilor edge nu trebuie să proceseze un flux continuu și neîntrerupt de date.

Deoarece un astfel de nod funcționează adesea timp de mai mulți ani cu aceeași baterie de dimensiuni reduse, acesta petrece cea mai mare parte a timpului într-un mod de "repaus" cu consum redus de energie și se activează doar periodic pentru a detecta schimbările din mediul înconjurător. În perioada de activitate, nodul colectează date și le transmite prin rețea, apoi revine în starea de repaus până când trebuie efectuată următoarea măsurătoare. Pe măsură ce numărul nodurilor edge și volumul datelor colectate cresc în lumea noastră hiperconectată, eficiența energetică și funcționarea cu consum redus devin criterii esențiale de proiectare pentru prelungirea duratei de viață a bateriei în subsistemele analogice.

Segmentarea sistemelor embedded

Pentru realizarea unor sisteme embedded eficiente, este recomandată segmentarea sistemului în diferite "domenii de viteză", utilizând o punte pentru conectarea procesorului principal de mare viteză la subsistemele analogice. Partiționarea permite subsistemului analogic să gestioneze sarcinile care evoluează lent, în timp ce sarcinile de procesare foarte rapide și cu cerințe ridicate de calcul sunt preluate de procesorul principal, valorificând astfel cât mai bine avantajele funcționale ale fiecărui tip de procesor.

Pe fondul creșterii numărului de dispozitive conectate, I3C® reprezintă interfața de comunicație serială de nouă generație destinată comunicațiilor de mare viteză între cipuri. Ca succesor a interfeței I2C, interfața I3C este mai potrivită pentru aplicațiile viitoare, oferind viteze mai mari, funcții mai inteligente și capacități avansate de control.

I3C păstrează compatibilitatea cu dispozitivele I2C existente, aspect esențial pentru facilitarea adoptării sale în platformele hardware actuale. De asemenea, dispozitivele I2C pot coexista cu controlere I3C care funcționează la 12,5 MHz, ceea ce permite migrarea proiectelor existente bazate pe magistrala I2C către specificația I3C.

De exemplu, un microcontroler care suportă atât I3C, cât și o interfață de comunicație tradițională precum I2C, SPI sau UART poate funcționa ca dispozitiv-punte. Prin intermediul microcontrolerului, această punte conectează un procesor rapid la un senzor. Microcontrolerul măsoară semnalul furnizat de senzor, calculează rezultatele și transferă eficient datele. Această configurație păstrează integritatea și viteza magistralei I3C, permițând în același timp comunicația dintre controlerul I3C și dispozitivele I2C/SPI prin intermediul microcontrolerului.

Prin partiționarea sistemelor embedded și utilizarea I3C pot fi realizate proiecte de sistem robuste și eficiente.

Microcontrolerul PIC18-Q20

Microchip a dezvoltat familia PIC18-Q20 special pentru sistemele embedded moderne cu procesoare distribuite. Aceste microcontrolere oferă interfețe avansate de comunicație serială, inclusiv până la două periferice I3C, asigurând conectivitate de mare viteză la mai multe magistrale și o flexibilitate sporită.

În plus, ele integrează protocoale de comunicație tradiționale precum UART, SPI, I2C și SMBus, ceea ce permite utilizarea lor fără dificultate ca dispozitive-punte și izolarea dispozitivelor client I2C/SPI de o magistrală exclusiv I3C. Această configurație păstrează viteza magistralei I3C, permițând în același timp unui controler I3C să comunice cu dispozitive I2C/SPI prin intermediul microcontrolerului.



PIC18-Q20 suportă, de asemenea, mai multe domenii de tensiune, putând fi conectat cu ușurință la componente care funcționează la niveluri de tensiune diferite.

Astfel, nu mai sunt necesare circuite suplimentare de conversie a nivelului logic, ceea ce reduce costul listei de materiale (BOM) și simplifică proiectarea sistemului.

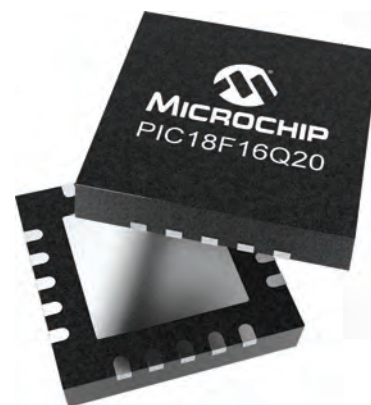
Periferice independente de nucleu pentru funcții mai eficiente

Microcontrolerele PIC18-Q20 includ și periferice independente de nucleu – CIP (Core Independent Peripherals), integrate pe cip, care pot funcționa fără intervenția permanentă a CPU-ului și pot comunica direct cu alte periferice.

Aceste periferice implementate în hardware au un consum redus de energie, necesită foarte puțin cod sau chiar deloc și folosesc mai puțină memorie RAM și Flash decât ar fi necesar pentru implementarea în software a acelorași funcții. În plus, într-un singur microcontroler pot funcționa simultan mai multe astfel de funcții.

Proiectanții pot configura cu ușurință combinații de CIP-uri, inclusiv perifericul I3C, utilizând MPLAB® Code Configurator (MCC), un mediu simplu bazat pe o interfață grafică cu utilizatorul (GUI), pentru generarea codului aplicației fără a fi necesară parcurgerea în detaliu a fișelor tehnice.

Cu ajutorul CIP-urilor, inginerii pot repartiza diferitele sarcini ale sistemului astfel încât funcțiile să fie mai ușor de gestionat, reducând totodată numărul de componente, dimensiunea codului, timpul de dezvoltare și consumul de energie.



Concluzie

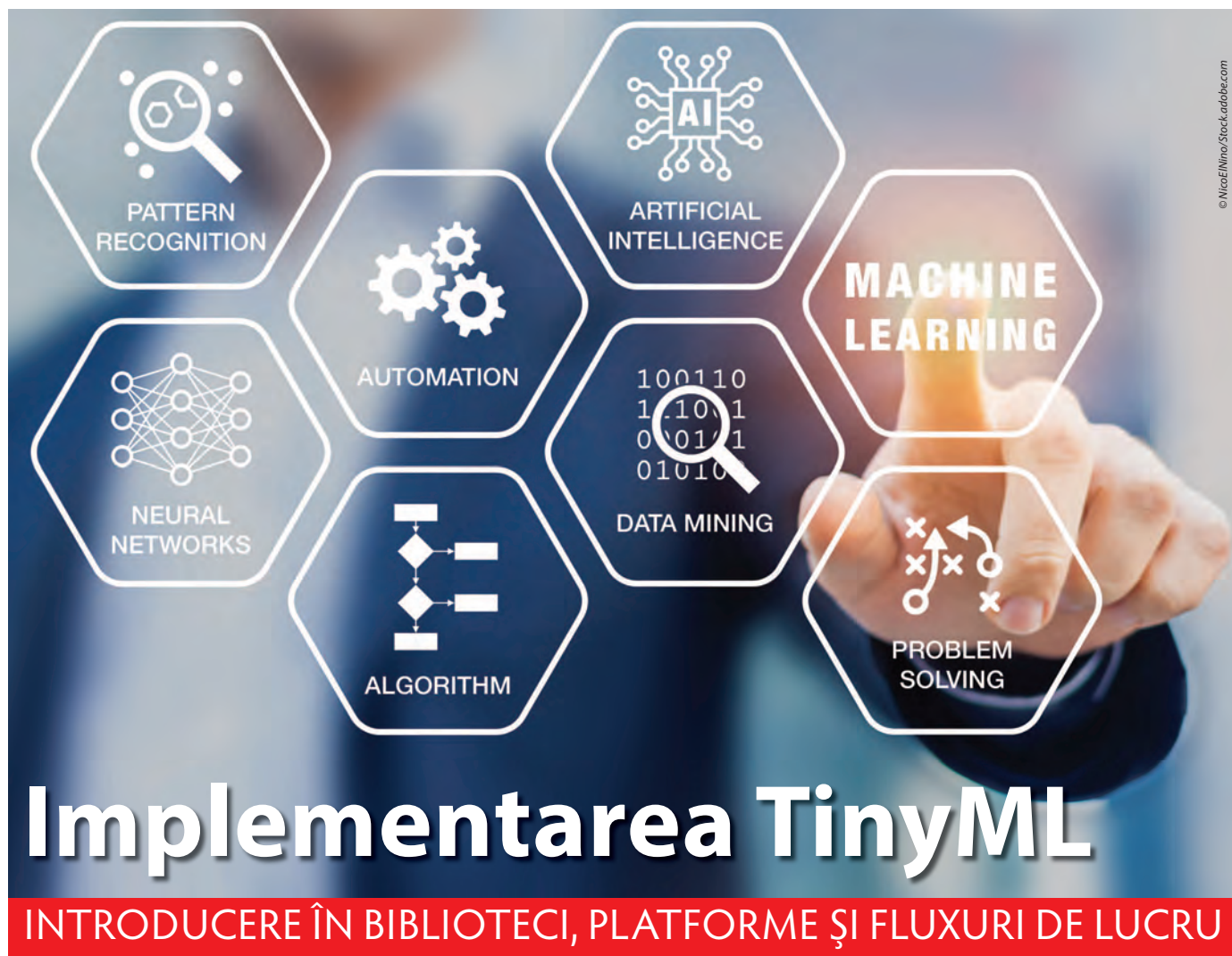
Într-o lume aflată în continuă schimbare, inovațiile și progresele tehnologice impun viteze de procesare mai mari, conectivitate mai rapidă și un grad tot mai ridicat de miniaturizare. În același timp, pe măsură ce dispozitivele electronice moderne devin tot mai conectate la mediul exterior, sunt necesare subsisteme analogice compacte și eficiente energetic pentru detectarea și măsurarea parametrilor din "lumea reală" în cadrul sistemelor conectate. Deoarece variațiile parametrilor de mediu se produc, de regulă, lent, cerințele de proiectare ajung să evolueze în direcții opuse.

Sistemele embedded eficiente pot fi realizate prin împărțirea lor în domenii de viteză diferite și utilizarea unei punți care conectează procesorul rapid la zonele sistemului în care se află subsistemele analogice. Pe măsură ce I3C devine interfața de facto pentru comunicații de mare viteză între cipuri, este important ca inginerii să aleagă microcontrolere avansate capabile să răspundă cerințelor tot mai ridicate de performanță din domeniul digital și, în același timp, să mențină o precizie analogică ridicată pentru proiectele de nouă generație.

Pentru mai multe informații despre familia de microcontrolere PIC18-Q20, vizitați: www.microchip.com/Q20.

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





Implementarea TinyML

INTRODUCERE ÎN BIBLIOTECI, PLATFORME ȘI FLUXURI DE LUCRU

În acest articol, analizăm și explicăm metodele populare utilizate de TensorFlow Lite, Edge Impulse și Fraunhofer AIFES pentru a simplifica antrenarea și implementarea unui model AI pe un microcontroler cu resurse limitate.

Autor: Mark Patrick, Mouser Electronics



Primii pași în utilizarea TinyML pot fi o experiență descurajantă. De-a lungul timpului, învățarea automată (Machine Learning – ML) a evoluat și a câștigat popularitate în aplicațiile industriale bazate pe procesarea la marginea rețelei (*edge*). În abordarea tradițională, procesul de selectare a unui model adecvat de rețea neurală, de antrenare și de ajustare pentru implementare este complex. Procesul este însă simplificat de numărul tot mai mare de resurse de inteligență artificială (AI) și ML create special pentru aplicațiile TinyML.

Implementarea aplicațiilor edge

Într-o aplicație industrială de monitorizare a vibrațiilor motoarelor, dezvoltatorii încep procesul de proiectare prin colectarea datelor furnizate de senzorii de vibrații instalați pe zeci de motoare diferite, utilizând de obicei accelerometre.

Motoarele sunt selectate astfel încât să prezinte niveluri diferite de degradare și risc de defectare, pentru a permite colectarea unor date reprezentative. De asemenea, dezvoltatorii înregistrează date provenite de la un motor aflat în stare perfectă de funcționare, pentru a stabili un reper al funcționării normale, după care selectează un algoritm adecvat.

Algoritmul – în esență, un set de linii de cod – poate identifica tiparele care definesc semnăturile vibrațiilor ce se abat de la cele corespunzătoare unei stări normale de funcționare. Echipa de dezvoltare antrenează algoritmul pentru a face predicții pe baza datelor provenite de la senzori, fără a fi necesară înțelegerea în detaliu a relațiilor dintre aceste date și a complexității lor.

Algoritmul de învățare automată devine astfel un model al sistemului și generează predicții privind starea de funcționare a motorului.

Este important de reținut că, deși un model de învățare automată reprezintă o resursă valoroasă, inferențele sale furnizează predicții, estimări și aproximări bazate pe datele de antrenare, nu răspunsuri exacte. Inferența la marginea rețelei câștigă tot mai mult teren din mai multe motive. În primul rând, datele nu mai trebuie transmise către un server cloud pentru efectuarea inferenței. Procesarea inferenței la marginea rețelei elimină latența asociată transmiterii datelor și costurile legate de lățimea de bandă.

Un avantaj suplimentar îl reprezintă confidențialitatea datelor, deoarece acestea nu sunt transferate și nici stocate pe servere cloud. Microcontrolerul selectat pentru astfel de aplicații consumă, de regulă, foarte puțină energie, multe dintre ele fiind capabile să funcționeze perioade îndelungate alimentate de la baterie, ceea ce simplifică instalarea.

Pentru comparație, multe GPU-uri de înaltă performanță utilizate în aplicații științifice de inferență au un consum de putere de sute de wați, ajungând uneori chiar la 500 W. În schimb, consumul tipic de putere al unui microcontroler este de ordinul miliwaților sau chiar al microwaților.

Resurse pentru accelerarea dezvoltării și implementării

Pe măsură ce conceptul de inferență la marginea rețelei a câștigat teren, au apărut mai multe resurse special create pentru utilizarea cu microcontrolere cu consum redus de energie.

TENSORFLOW LITE PENTRU MICROCONTROLERE

Una dintre resursele consacrate în domeniul învățării automate (ML) este TensorFlow, platformă open-source end-to-end lansată de Google în 2015, care oferă un ecosistem cuprinzător și flexibil de instrumente, biblioteci și resurse puse la dispoziție de comunitate. TensorFlow permite dezvoltatorilor să creeze și să implementeze o gamă diversă de aplicații ML, inclusiv aplicații științifice, medicale și comerciale.

Biblioteca open-source TensorFlow Lite pentru microcontrolere, lansată de Google în 2017, a fost creată special pe fondul interesului tot mai mare pentru efectuarea inferenței pe microcontrolere cu consum redus de energie, echipate cu doar câteva zeci de kiloocteți de memorie. Biblioteca binară de bază pentru execuție ocupă doar 18 kB de memorie pe un procesor Arm® Cortex®-M3 și poate rula mai multe modele simple de rețele neurale.

Aceasta poate funcționa direct pe hardware (*bare metal*), deoarece nu depinde de un sistem de operare, de biblioteci C sau C++ și nici nu are cerințe de alocare directă a memoriei. Biblioteca este scrisă în C++ 11 și necesită un microcontroler pe 32-biți.

TensorFlow Lite pentru microcontrolere utilizează versiuni convertite și optimizate ale modelelor disponibile în mediul de antrenare TensorFlow. Biblioteca beneficiază de un suport extins, a fost testată în detaliu pe seria Arm Cortex-M și a fost portată și pe alte arhitecturi de microcontrolere, precum seria Espressif ESP32 bazată pe Tensilica și seria de nuclee de procesor Synopsys ARC.

Dezvoltatorii pot găsi un ghid cuprinzător pentru implementarea TensorFlow Lite pentru microcontrolere la adresa de internet www.tensorflow.org/lite/microcontrollers.

Separat de biblioteca destinată microcontrolerelor, TensorFlow Lite oferă un set optimizat de resurse software pentru Android, iOS și calculatoare pe o singură placă bazate pe Linux embedded, precum Coral Edge TPU și Raspberry Pi.

Conform documentației TensorFlow, procesul de lucru cu TensorFlow Lite pentru microcontrolere cuprinde următoarele etape:

► Antrenarea unui model

1. Generarea unui model TensorFlow de dimensiuni reduse, care să poată fi rulat pe dispozitivul țintă și să conțină operațiile acceptate.
2. Conversia acestuia într-un model TensorFlow Lite, utilizând convertorul TensorFlow Lite.
3. Conversia modelului într-un șir de octeți C, cu ajutorul instrumentelor standard, pentru stocarea sa în memoria de program de tip "numai pentru citire" a dispozitivului.

► Rularea inferenței pe dispozitiv utilizând biblioteca C++ și procesarea rezultatelor.

EDGE IMPULSE

Edge Impulse oferă o platformă completă pentru întregul proces de dezvoltare ML, de la antrenare până la implementare (Figura 1), destinată dispozitivelor embedded bazate pe microcontrolere. Utilizată în peste 20.000 de proiecte la nivel mondial, platforma Edge Impulse își propune să ducă un proiect ML embedded de la stadiul de

concept până la producție cât mai rapid, reducând perioada de implementare de la ani la săptămâni. Accentul este pus pe utilizarea dispozitivelor embedded echipate cu diverși senzori, inclusiv pentru aplicații audio și de procesare a imaginilor, precum și pe implementarea acestor dispozitive în volume mari.

Platforma poate fi utilizată cu o gamă largă de dispozitive embedded, de la microcontrolere cu resurse limitate și consum redus de energie până la microprocesoare și unități centrale de procesare (CPU) mai performante. Printre tipurile de modele acceptate se numără TensorFlow și Keras. Aplicațiile ML tipice dezvoltate cu Edge Impulse includ întreținerea predictivă, urmărirea și monitorizarea activelor, precum și detectarea persoanelor și animalelor în sectoarele industrial, logistic și medical.

Edge Impulse aderă la codul de conduită al Responsible AI Institute și solicită utilizatorilor să accepte o licență prin care declară că proiectele dezvoltate nu sunt destinate unor scopuri infracționale, de supraveghere sau de apărare.

Figura 2 ilustrează funcția de testare a modelelor oferită de Edge Impulse. În acest exemplu, un microcontroler (MCU) de la STMicroelectronics este utilizat împreună cu un microfon digital pentru recunoașterea a două cuvinte: "house" și "zero".

Rezultatele testării indică probabilitatea, exprimată procentual, pentru fiecare dintre cele două cuvinte, precum și pentru zgomotul de fond și alte cuvinte neclasificate. ►

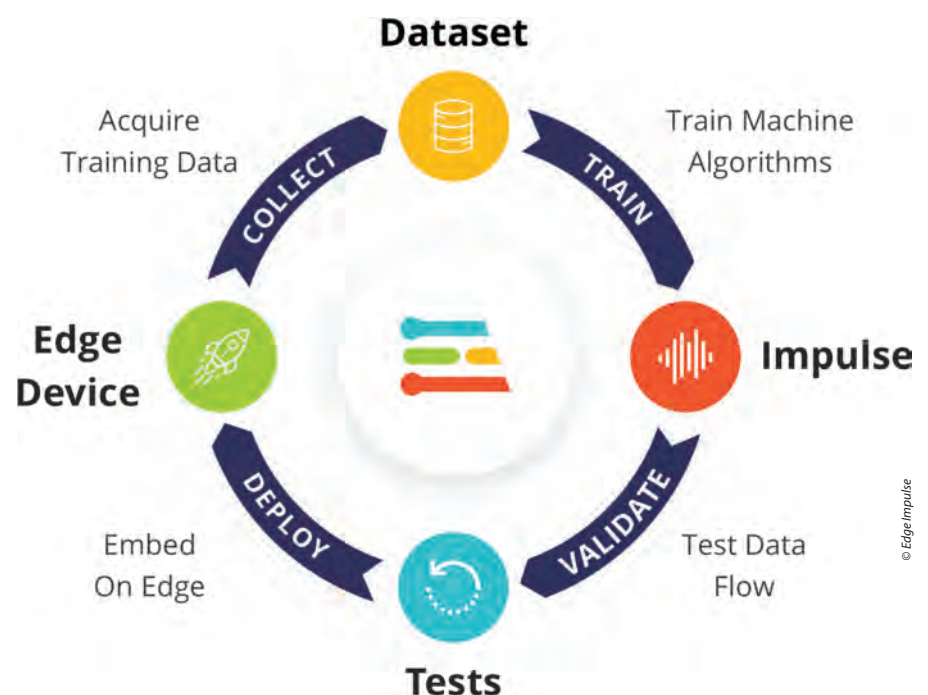


Figura 1 Edge Impulse oferă o platformă completă pentru dezvoltarea aplicațiilor ML pe microcontrolere.

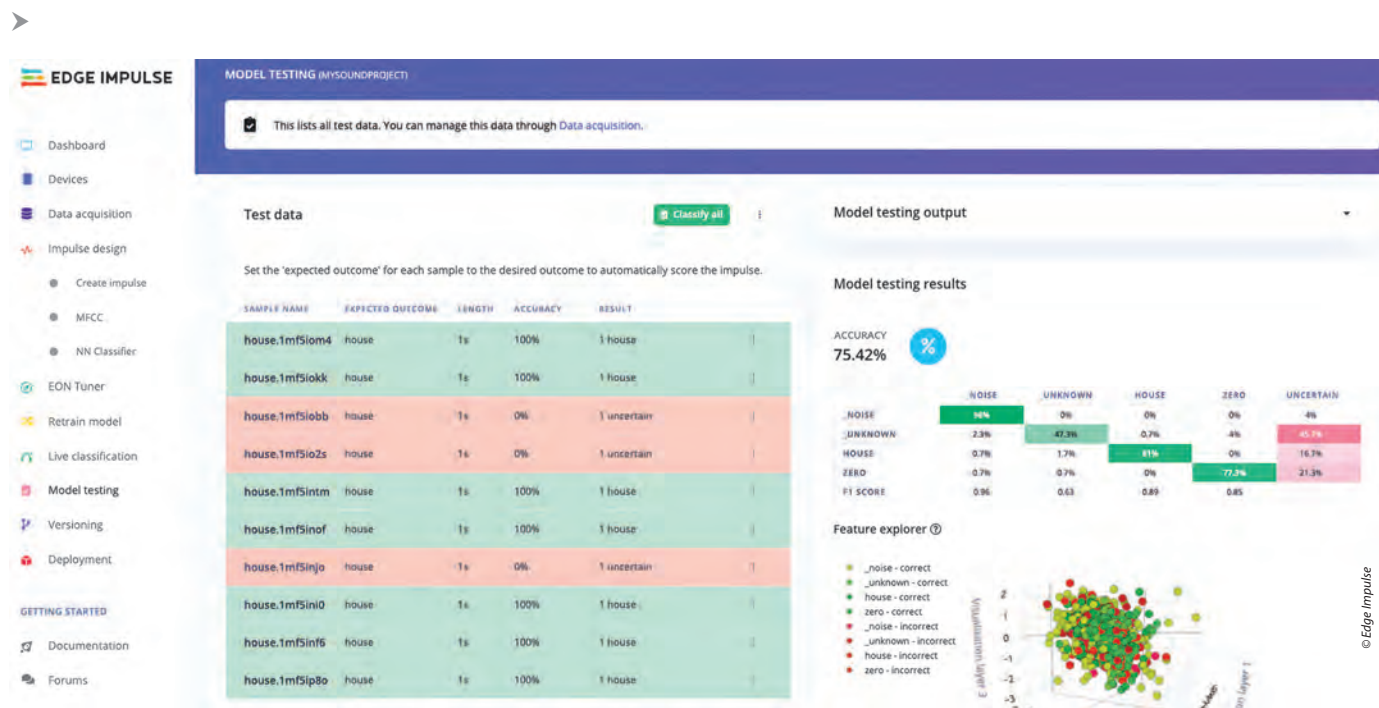


Figura 2 Funcția de testare a modelelor din Edge Impulse.

FRAUNHOFER AIFES

Institutul german de cercetare Fraunhofer a dezvoltat framework-ul AI for Embedded Systems (AIFES), care include o bibliotecă scrisă în C și independentă de platformă. AIFES este open-source și disponibil sub licența GNU General Public License (GPL). AIFES utilizează biblioteca standard GNU GCC, ceea ce simplifică semnificativ implementarea și permite rularea pe aproape orice platformă hardware, de la microcontrolere pe 8-biți până la procesoare mai performante utilizate în telefoane inteligente și calculatoare desktop. O versiune a bibliotecii AIFES este disponibilă și pentru dezvoltatorii care își bazează proiectele pe platforma Arduino.

AIFES poate fi utilizat gratuit pentru proiecte personale, în timp ce aplicațiile comerciale necesită un acord de licență.

Figura 3 ilustrează funcționalitatea bibliotecii AIFES și compatibilitatea acestora cu diverse tipuri de platforme.

Biblioteca Fraunhofer AIFES este compatibilă cu framework-uri ML populare bazate pe Python, precum TensorFlow, Keras și PyTorch; modul de lucru este similar.

Pași următori pentru implementarea TinyML

În acest articol, am prezentat trei biblioteci și platforme ML potrivite pentru dezvoltarea și implementarea rapidă a aplicațiilor TinyML la marginea rețelei.

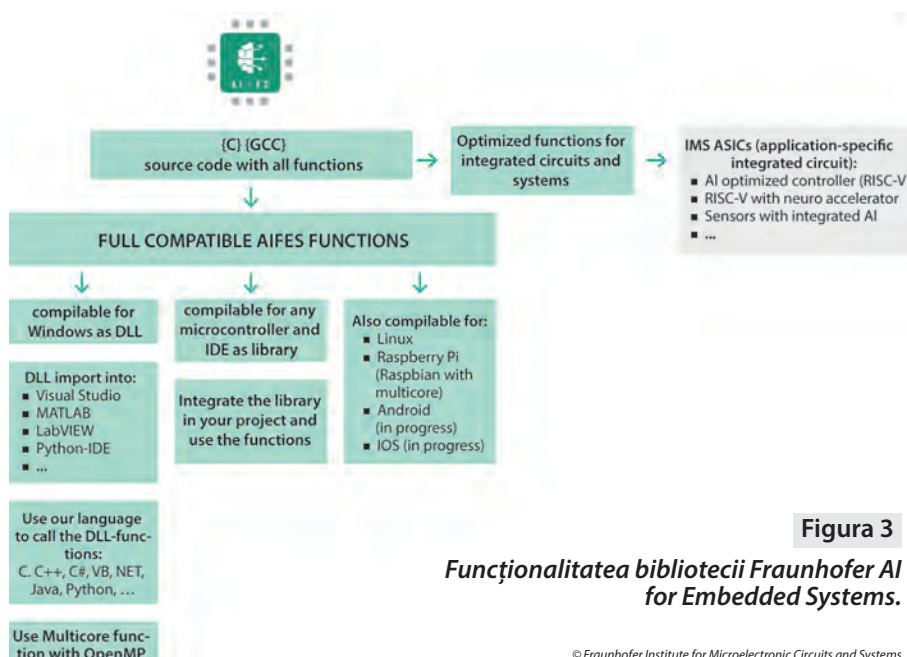


Figura 3

Funcționalitatea bibliotecii Fraunhofer AI for Embedded Systems.

© Fraunhofer Institute for Microelectronic Circuits and Systems

Dezvoltarea unei aplicații IIoT cu ML embedded, destinată implementării la marginea rețelei, poate părea o sarcină descurajantă.

Resursele și fluxurile de lucru disponibile simplifică însă considerabil aspectele complexe asociate rețelelor neurale și reduc necesitatea unei înțelegeri aprofundate a principiilor științei datelor. Următorul pas constă în familiarizarea cu diferitele platforme de microcontrolere și kituri de evaluare compatibile cu resursele de dezvoltare prezentate aici. Cu doar câteva componente suplimentare – o placă simplă de evaluare pentru un microcontroler cu consum redus de energie, un senzor și resursele descrise anterior – puteți realiza o demonstrație TinyML funcțională în mai puțin de o oră.

Despre autor:

Mark Patrick face parte din echipa EMEA a companiei Mouser Electronics, la care s-a alăturat în iulie 2014, după ce ocupase funcții de conducere în domeniul marketingului la RS Components. Înainte de RS, Mark a petrecut opt ani la Texas Instruments, unde a ocupat funcții în domeniul asistenței pentru aplicații și al vânzărilor tehnice. Este absolvent al Universității Coventry, unde a obținut o diplomă cu distincția "First Class Honours" în inginerie electronică.



Mouser Electronics

www.mouser.com

Distribuitor autorizat

Urmărește-ne pe X





Securitate bazată pe hardware, integrare simplificată

Infrastructuri de securitate la cheie, aliniate cerințelor CRA

Pe măsură ce sistemele conectate devin tot mai complexe, gestionarea securității dispozitivelor pe întregul ciclu de viață devine la fel de importantă precum protecția acestora în timpul fabricării și implementării. Circuitul integrat de autentificare securizată TA101 de la Microchip este acum disponibil în două platforme — TA101-TFLX (TrustFLEX) și TA101-TMNG (TrustMANAGER) — care simplifică adoptarea unor soluții de securitate aliniate cerințelor de reglementare.

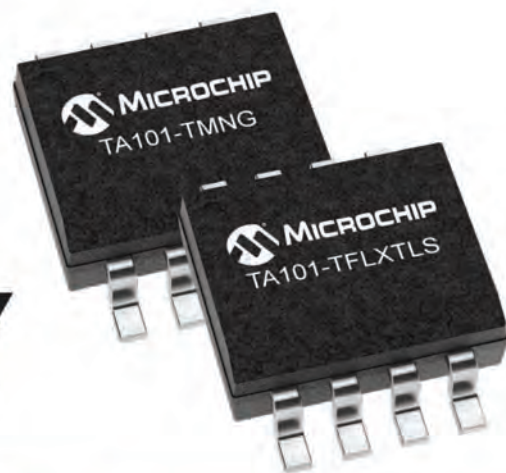
Proiectate pentru aplicații industriale, auto, SDV și IoT, aceste soluții oferă criptografie accelerată prin hardware, inclusiv ECC P-521, Ed25519 și RSA-4K, alături de măsuri de securitate aliniate cerințelor CRA și standardului IEC 62443.

TA101-TFLX oferă stocare securizată a cheilor și cazuri de utilizare predefinite și configurabile, precum boot securizat, autentificarea dispozitivelor și comunicații securizate, fiind ideal pentru echipele care integrează TA101 în propria infrastructură PKI.

TA101-TMNG extinde controlul asupra ciclului de viață prin platforma keySTREAM SaaS, care permite configurarea de la distanță, furnizarea credențialelor, rotația certificatelor, transferul proprietății și actualizările autentificate de firmware, eliminând necesitatea unei infrastructuri PKI interne sau a uneia dedicate gestionării ciclului de viață.

Caracteristici cheie

- Securitate pe întregul ciclu de viață al dispozitivului, aliniată cerințelor CRA
- Stocare securizată a cheilor la nivel hardware
- Integrare simplificată prin înregistrarea automată a dispozitivelor
- Gestionarea de la distanță a cheilor, certificatelor și firmware-ului
- Configurații de securitate predefinite și personalizabile
- Arhitectură independentă de sistemul gazdă, compatibilă cu orice microcontroller sau microprocesor

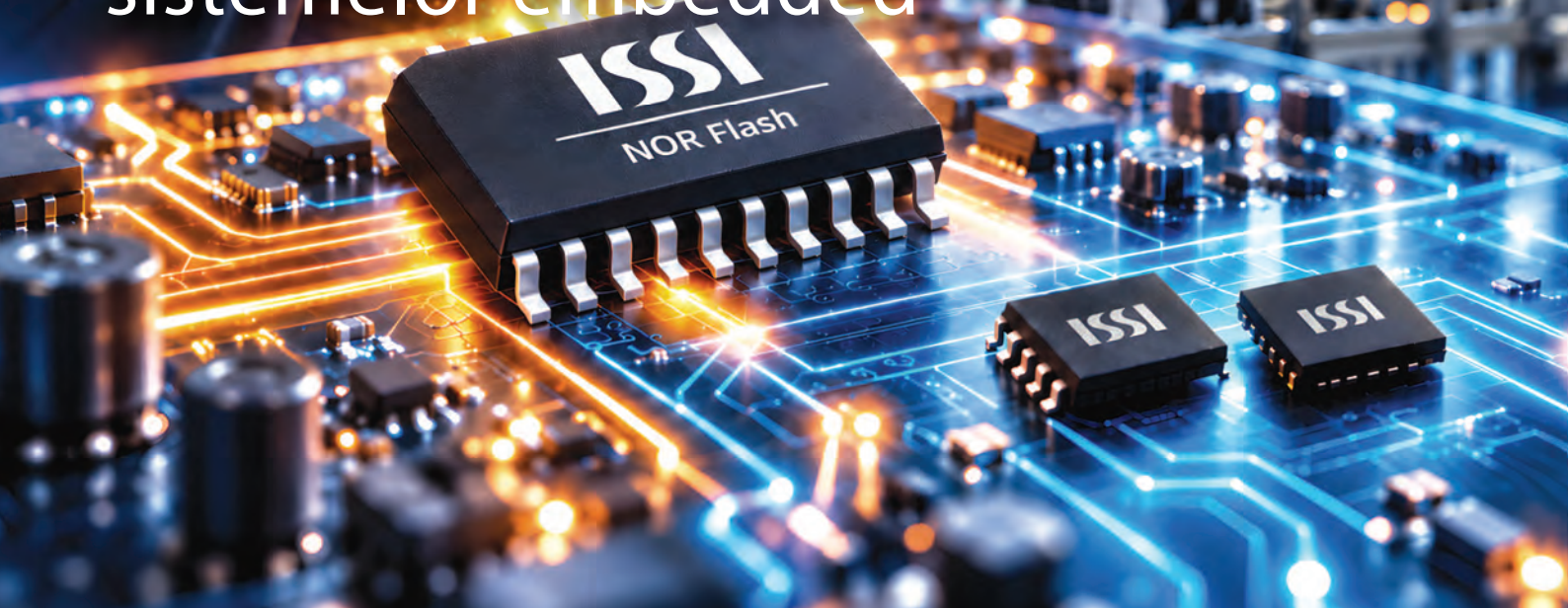


microchip.com



Numele și logo-ul Microchip, precum și sigla Microchip, sunt mărci înregistrate ale Microchip Technology Incorporated în SUA și în alte țări. Toate celelalte mărci comerciale sunt proprietatea proprietarilor lor respectivi.
© 2018 Microchip Technology Inc.
Toată dreptatea rezervată. MCC264A-ROM-019-00

Memoria Flash de înaltă densitate accelerează pornirea sistemelor embedded



FIABILITATE PENTRU INDUSTRIE ȘI SECTORUL AUTO

Memoria NOR Flash s-a impus ca o soluție flexibilă și fiabilă de stocare nevolatilă, capabilă să răspundă cerințelor sistemelor embedded. Acest articol analizează principalele tipuri de astfel de memorii, configurațiile de comunicație, proiectarea plăcilor PCB și aspectele legate de fiabilitate care trebuie luate în considerare la implementarea lor în sisteme embedded.

Autor: Rolf Horn, Applications Engineer
DigiKey

DigiKey

Sistemele embedded utilizate în industrie, în sectorul auto și în domeniul bunurilor de larg consum au nevoie de memorie nevolatilă pentru stocarea firmware-ului, a datelor de configurare, a preferințelor utilizatorului și a credențialelor de securitate, chiar și atunci când alimentarea este întreruptă. Aceasta trebuie, de asemenea, configurată astfel încât controlerul embedded să poată accesa datele rapid și fiabil, încadrându-se totodată în spațiul disponibil pe placa de circuit imprimat (PCB). Odată integrată în sistem, capsula de memorie trebuie să funcționeze în condiții de siguranță într-un interval larg de temperaturi și să reziste la sute de mii de cicluri de citire/scriere pe parcursul mai multor decenii.

Memoria contează

Două dintre cele mai comune tipuri de memorie utilizate în sistemele embedded moderne sunt NOR Flash și NAND Flash, denumirile provenind din asemănarea structurală cu porțile logice corespunzătoare. Celulele NAND Flash sunt dispuse în serie, o configurație care permite stocarea unor volume mai mari de date și obținerea unor densități mai ridicate, la un cost mai mic per bit.

Acest tip de memorie este întâlnit frecvent în sistemele de infotainment ale autovehiculelor, unde poate stoca muzică, date de navigație, grafică și alte fișiere cu cerințe mari de capacitate, într-un mod eficient din punctul de vedere al spațiului și al costurilor.

Datorită dispunerii paralele a celulelor, memoria NOR Flash oferă un acces aleatoriu mai rapid la datele stocate.

Ocupă însă mai mult spațiu fizic decât NAND Flash și are un cost mai ridicat per bit, motiv pentru care este aleasă, de regulă, pentru utilizări precum stocarea firmware-ului, care necesită o capacitate mai redusă, dar o viteză superioară de acces aleatoriu.

Această viteză permite sistemelor embedded bazate pe NOR Flash să pornească rapid și să răspundă prompt la condițiile de funcționare. Memoria NOR Flash suportă operații de tip "execute-in-place" (XIP), prin care procesoarele pot accesa codul direct din memoria Flash nevolatilă.

MEMORII NOR Flash

NOR Flash permite și utilizarea tehnicii "code shadowing", prin care codul și datele sunt copiate în memoria volatilă cu acces aleatoriu (RAM). Totuși, XIP îi ajută pe proiectanți să economisească spațiu pe placă și să reducă costurile, deoarece memoria RAM poate fi rezervată doar rutinelor accesate frecvent și datelor de lucru, precum variabilele, bufferele și stivele.

Conexiune serială pentru viteză?

Cea mai rapidă memorie NOR Flash comunică printr-o magistrală paralelă. De exemplu, o memorie NOR Flash paralelă pe 32-biți, cu o frecvență de ceas de 100 MHz, poate atinge un debit de date de până la 3,2 Gb/s. Totuși, această arhitectură necesită un spațiu considerabil pe placa de circuit imprimat (PCB) și implică o complexitate ridicată, în timp ce un debit de 80 MB/s este suficient pentru majoritatea sistemelor embedded.

Memoria NOR Flash de înaltă densitate de la **Integrated Silicon Solution, Inc. (ISSI)** utilizează, în schimb, interfața periferică serială (SPI). Folosită frecvent pentru comunicațiile între cipuri, SPI se bazează pe patru semnale – **Clock, Chip Select, Data In și Data Out** – oferind o interfață simplificată, care reduce atât complexitatea plăcii, cât și numărul de pini.

Memoria SPI NOR Flash de la ISSI suportă o frecvență standard de citire de 80 MHz, o rată de transfer dublă (DTR) de până la 104 MHz, în care datele sunt transmise la începutul și la sfârșitul fiecărui ciclu de ceas, precum și citirea rapidă la frecvențe de până la 166 MHz. Pentru SPI standard, aceasta corespunde unui debit de 166 Mb/s, cu un bit transmis la fiecare ciclu de ceas.

Dual SPI transformă pinii Data In și Data Out în canale bidirecționale, dublând debitul disponibil la 332 Mb/s, în timp ce Quad SPI ajunge la 664 Mb/s, respectiv 83 MB/s.

Quad Peripheral Interface (QPI), o altă funcționalitate disponibilă în anumite produse NOR Flash, transformă doi pini suplimentari în canale bidirecționale pentru transmiterea informațiilor de protocol și a datelor, reducând astfel suprasarcina asociată instrucțiunilor. În modul QPI, memoria NOR Flash permite operarea XIP și, implicit, utilizarea unor plăci PCB mai mici și mai puțin complexe.

Proiectarea PCB-urilor

Utilizarea eficientă a spațiului de pe placă de către cipurile SPI NOR Flash nu depinde doar de dimensiunea capsulei sau de amprenta acesteia.

În locul celor peste 40 de pini necesari unei memorii NOR Flash cu interfață paralelă, fiecare având propriul traseu pe PCB, numeroase aplicații embedded pot utiliza cipuri SPI NOR Flash cu 8 până la 16 pini, simplificând astfel proiectarea plăcii și reducând la minimum numărul de straturi.

Capsule SOP pentru integrare și asamblare facilă

Cipurile SPI NOR Flash din seria IS25xP de la ISSI sunt disponibile în trei configurații, astfel încât inginerii o pot alege pe cea mai potrivită pentru proiectarea PCB-ului, procesul de fabricație și cerințele aplicației. ➤

Piesele pe care le vindem transformă inspirația în realitate

Cu ajutorul a milioane de instrumente de productivitate de ultimă generație, DigiKey vă ajută să vă transformați ideile în realitate, indiferent când vă găsiți inspirația.

Descoperiți milioane de piese 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 tot partenerii furnizori. Produsele noi adăugate în Asortimentul DigiKey și DigiKey Electronics sunt mărca comercială înregistrată ale DigiKey Electronics în S.U.A. și în alte țări. © 2020 DigiKey Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, SUA.

Capsula de dimensiuni reduse SOP (Small-Outline Package), cunoscută și sub denumirea SOIC (Small-Outline Integrated Circuit), este o configurație utilizată frecvent pentru memoria SPI NOR Flash în sisteme embedded, de la echipamente de control industrial până la controlere pentru motoarele autovehiculelor și module de control al caroseriei. Terminalele externe dispuse pe cele două laturi ale capsulei (Figura 1) pot fi lipite manual și inspectate cu ușurință.



Figura 1

Memoria NOR Flash de la ISSI este disponibilă într-o capsulă SOP cu 16 pini și densități de 512 Mbit și 1 Gbit.

Cipurile NOR Flash de la ISSI în capsulă SOP au o înălțime de 2,65 mm și dimensiuni exterioare de 10,31 mm × 10,31 mm, incluzând terminalele, în timp ce corpul capsulei are o lățime de 7,50 mm. Inginerii pot alege variante care funcționează la 1,8 V sau 3 V, cu densități de 512 Mbit ori 1 Gbit. Pe lângă ușurința de asamblare, care le recomandă pentru prototipuri și plăci de dezvoltare, aceste memorii sunt utilizate și în sisteme embedded critice datorită costului relativ redus și fiabilității dovedite în timp.

WSON pentru aplicații cu spațiu limitat

Capsulele WSON, foarte subțiri, cu contur redus și fără terminale exterioare, au un profil mai mic și sunt mai compacte decât variantele SOP.



Figura 2

Memoria NOR Flash din seria IS25xP este disponibilă într-o capsulă WSON de 0,75 mm înălțime, cu suport QPI și densitate de 512 Mbit, pentru funcționare la 1,8 V sau 3 V.

Cipurile din seria IS25xP disponibile în acest format (Figura 2) au dimensiunile de 0,75 mm înălțime × 6 mm × 8 mm.

Capsulele compacte WSON pentru memorii NOR Flash prezintă o inductanță parazită redusă, deoarece contactele lor electrice se aliniază cu cele de pe PCB, aflate imediat sub marginile cipului.

Acest avantaj trebuie însă pus în balanță cu dificultățile asociate îmbinărilor de lipire ascunse, care impun utilizarea unei linii de producție automatizate și îngreunează atât inspecția, cât și reprelucrarea.

Capsulele WSON pot stoca până la 512 Mbit de date. Utilizate frecvent în dispozitive IoT și echipamente portabile, variantele SPI NOR Flash în acest format sunt potrivite pentru module de senzori și camere, precum și pentru unități electronice de control (ECU), acolo unde spațiul disponibil este limitat.

TFBGA pentru densități mari de memorie

Pentru aplicațiile cu firmware complex și cerințe ridicate de memorie poate fi necesară utilizarea unei memorii NOR Flash de înaltă densitate într-o capsulă TFBGA (Thin Fine-Pitch Ball Grid Array). Variantele din această serie au dimensiunile de 6 mm × 8 mm și o înălțime maximă de 1,2 mm (Figura 3).

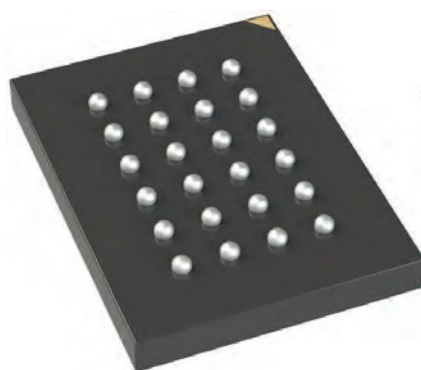


Figura 3

Capsulele TFBGA pentru cipurile NOR Flash din seria IS25xP de la ISSI au dimensiunile de 6 mm × 8 mm × 1,2 mm și oferă densități de până la 2 Gbit la o tensiune de funcționare de 3 V.

Capsulele TFBGA permit realizarea unui număr mare de conexiuni într-un spațiu redus, menținând totodată inductanța parazită la un nivel scăzut. Seria IS25xP oferă densități de până la 2 Gbit.

Performanțele electrice și de stocare superioare au determinat utilizarea memoriilor NOR Flash în capsulă TFBGA pentru sisteme

de infotainment ale autovehiculelor, panouri de bord digitale, controlere pentru grupuri de funcții ale vehiculului și echipamente de rețea, în pofida costurilor mai mari implicate de lipirea automatizată și inspecția cu raze X.

Asigurarea fiabilității

Indiferent dacă o aplicație necesită o memorie NOR Flash într-o capsulă SOP, ușor de implementat, sau o variantă TFBGA de înaltă densitate, sistemele embedded trebuie să ofere un grad ridicat de fiabilitate. Tehnologia NOR Flash este bine cunoscută și asigură o retenție excelentă a datelor. De exemplu, cipurile de la ISSI pot suporta peste 100.000 de cicluri de ștergere și programare și pot păstra informațiile timp de peste 20 de ani. Acestea includ și funcții de securitate, precum protecția la scriere prin software și hardware, precum și mecanisme avansate pentru protejarea sectoarelor și blocurilor, astfel încât sistemele embedded să fie ferite de intervenții neautorizate și să funcționeze conform proiectării.

Cipurile NOR Flash de înaltă densitate trebuie să ofere și o fiabilitate fizică ridicată. Toate componentele din seria IS25xP sunt specificate pentru temperaturi cuprinse între -40°C și +105°C, iar variantele A3 pot funcționa la valori de până la +125°C.

Seria suportă, totodată, operarea cu consum redus de energie, o caracteristică importantă pentru aplicațiile din sectorul auto și cele mobile. Consumul este de 16 mA în timpul citirii active, 24 μA în modul standby și poate coborî până la numai 2 μA în modul Deep-Power-Down.

Concluzie

Fiabilitatea, densitatea ridicată, viteza de acces aleatoriu și utilizarea eficientă a spațiului și costurilor au transformat memoria SPI NOR Flash într-o alegere importantă pentru inginerii care proiectează sisteme embedded cu cerințe complexe de firmware și software.

Scalabilitatea, securitatea și viteza ridicată de citire fac această memorie nevolatilă potrivită pentru aplicații industriale, din sectorul auto, IoT și mobile, unde pornirea rapidă a sistemelor și persistența datelor sunt esențiale.

■ DigiKey

www.digikey.ro

DigiKey

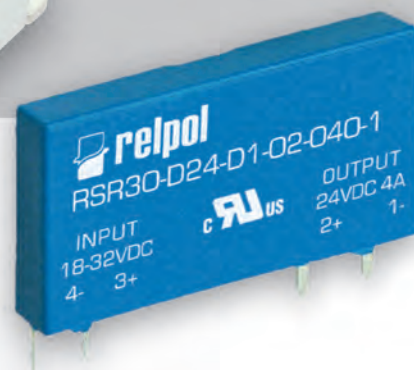
Text – traducere și adaptare: Electronica Azi



**Releele SSR
pentru circuite
monofazate și trifazate**



AI



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 ■



Viziune robotică de înaltă performanță cu GMSL

Articolul examinează utilizarea camerelor în robotică, provocările de conectivitate asociate și modul în care GMSL poate permite realizarea unor platforme robotice scalabile, robuste și orientate către performanță.

Autor:

Kainan Wang, Inginer de aplicații de sistem – Departamentul Auto
Analog Devices



Sistemele robotice se bazează din ce în ce mai mult pe viziune pentru a percepe mediul înconjurător și a interacționa cu acesta, ceea ce generează o cerere tot mai mare de conexiuni de date de mare viteză și cu latență redusă.

Gigabit Multimedia Serial Link (GMSL™) oferă o soluție promițătoare prin transmiterea semnalelor video, a semnalelor de control și a alimentării printr-un singur cablu, cu un grad ridicat de fiabilitate.

Introducere

Tehnologia GMSL™, dezvoltată inițial pentru aplicații auto, se impune ca o soluție puternică și eficientă pentru sistemele robotice. GMSL transmite date video de mare viteză, semnale de control bidirecționale și alimentare printr-un singur cablu, oferind transmisie pe distanțe mari prin cablu, latență determinată de ordinul microsecundelor și o rată de eroare de biți (BER) extrem de scăzută. Tehnologia reduce complexitatea

cablajului și spațiul total ocupat de soluție, fiind ideală pentru roboții în care sistemul de viziune joacă un rol central și care funcționează în medii dinamice și adesea dificile. Secțiunile următoare prezintă unde și cum sunt utilizate camerele în robotică, provocările legate de date și conectivitate cu care se confruntă aceste aplicații și modul în care GMSL poate ajuta proiectanții de sisteme să realizeze platforme robotice scalabile, fiabile și de înaltă performanță.

Unde sunt utilizate camerele în robotică?

Camerele se află în centrul percepției robotice moderne, permițând roboților să interpreteze și să reacționeze la mediul înconjurător în timp real. Fie că este vorba despre un robot de depozit care navighează pe culoare, un braț robotic care sortează colete sau un robot de serviciu care interacționează cu oamenii, sistemele de viziune sunt esențiale pentru autonomie, automatizare și interacțiune.

Camerele diferă nu doar prin funcție, ci și prin formă, fiind montate pe diferite părți ale robotului în funcție de sarcină și adaptate la constrângerile fizice și operaționale ale platformei (vezi Figura 1).

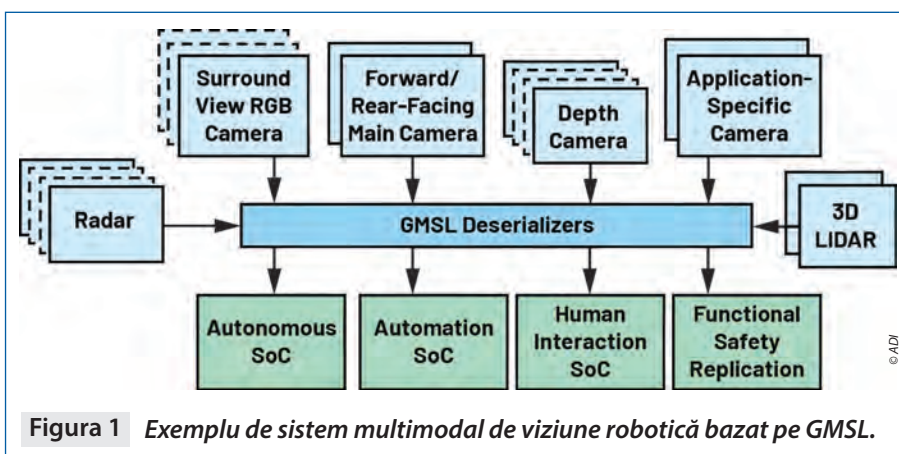


Figura 1 Exemplu de sistem multimodal de viziune robotică bazat pe GMSL.

Autonomie

În robotica autonomă, camerele servesc drept ochi ai mașinii, permițându-i să perceapă împrejurimile, să evite obstacolele și să-și determine poziția în mediul înconjurător.

În cazul roboților mobili – cum ar fi roboții de livrare, roboții mobili din depozite sau roverele agricole – acest lucru implică adesea o combinație de camere cu câmp larg de vizualizare, amplasate la colțurile sau marginile robotului. Aceste sisteme de viziune panoramică oferă o percepție la 360°, ajutând robotul să se deplaseze în spații complexe fără coliziuni.

Alte aplicații legate de autonomie utilizează camere orientate în jos sau în sus pentru a citi marcajele fiduciale de pe podele, tavane sau pereți. Aceste repere acționează ca indicatoare vizuale, permițând roboților să-și recalibreze poziția sau să declanșeze acțiuni specifice pe măsură ce se deplasează prin medii structurate, precum fabrici sau spitale. În sistemele mai avansate, camerele stereo sau camerele ToF (Time of Flight) sunt amplasate în partea din față sau pe părțile laterale ale robotului pentru a genera hărți tridimensionale, a estima distanțele și a sprijini procesul de localizare și cartografiere simultană (SLAM).

Amplasarea acestor camere este adesea dictată de dimensiunea robotului, de mobilitatea acestuia și de câmpul vizual necesar.

La roboții mici de livrare care circulă pe trotuare, de exemplu, camerele pot fi încorporate în panouri încastrate pe toate cele patru laturi.

La o dronă, acestea sunt de obicei orientate înainte pentru navigație și în jos pentru aterizare sau urmărirea obiectelor.

Automatizare

În automatizarea industrială, sistemele de viziune ajută roboții să execute sarcini repetitive sau de precizie rapid și consecvent.

Camera poate fi montată pe un braț robotic – chiar lângă un dispozitiv de prindere sau un efector final – iar sistemul poate inspecta vizual, localiza și manipula obiecte cu o precizie ridicată. Acest lucru este deosebit de important în operațiunile de preluare și plasare, unde identificarea poziției și orientării exacte a unei piese sau a unui colet este esențială.

În alte situații, camerele sunt fixate deasupra unei zone de lucru – montate pe un portal sau pe o șină suspendată – pentru a monitoriza obiectele de pe o bandă transportoare sau pentru a scana coduri de bare. În mediile de depozitare, roboții mobili utilizează camere orientate înainte pentru a detecta etichetele de pe rafturi, indicatoarele sau codurile QR, permițând alocarea dinamică a sarcinilor sau modificarea rutelor.

Unii roboți de inspecție, în special cei folosiți în infrastructură, utilități sau industria grea, sunt echipați cu camere cu zoom montate pe stâlpi sau brațe articulate. Acestea le permit să capteze imagini de înaltă rezoluție ale cordoanelor de sudură, jgheburilor de cabluri sau îmbinărilor conductelor – sarcini care ar fi periculoase sau ar necesita mult timp dacă ar fi efectuate manual.

Interacțiunea cu oamenii

Camerele joacă, de asemenea, un rol central în modul în care roboții interacționează cu oamenii. În producția colaborativă, în domeniul sănătății sau în sectorul serviciilor, roboții trebuie să înțeleagă gesturile, să recunoască fețele și să mențină o prezență socială. Sistemele de viziune fac posibil acest lucru.

Roboții umanoizi și cei de serviciu au adesea camere încorporate în cap sau în piept, imitând linia vizuală umană pentru a permite o interacțiune naturală. Aceste camere ajută robotul să interpreteze expresiile faciale, să mențină contactul vizual sau să urmărească privirea unei persoane. Unele sisteme utilizează camere de adâncime sau obiective fisheye (ochi de pește) pentru a urmări mișcările corpului sau pentru a detecta momentul în care o persoană intră într-un spațiu de lucru comun.

În scenariile cu roboți colaborativi (coboți), în care oamenii și mașinile lucrează împreună, viziunea artificială este utilizată pentru a asigura siguranța și capacitatea de reacție. Robotul poate monitoriza apropierea membrilor sau a uneltelor, ajustându-și comportamentul pentru a evita coliziunile sau pentru a-și întrerupe activitatea dacă cineva se apropie prea mult.

Chiar și în sistemele comandate de la distanță sau semi-autonome, viziunea artificială rămâne esențială. Camerele montate frontal transmit imagini video în direct către operatorii aflați la distanță, permițând controlul sau inspecția în timp real. La acest flux video se pot adăuga suprapuneri de realitate augmentată pentru a facilita sarcini precum diagnosticarea la distanță sau instruirea.

În toate aceste domenii, amplasarea camerei – fie pe un dispozitiv de prindere, pe un suport cardanic, pe baza sau pe capul robotului – reprezintă o decizie de proiectare legată de funcția, configurația și mediul de operare al robotului. Pe măsură ce sistemele robotice devin tot mai capabile și autonome, rolul viziunii va continua să crească, iar integrarea camerelor va deveni tot mai sofisticată și mai importantă.

Provocările viziunii robotice

Pe măsură ce sistemele de viziune devin coloana vertebrală a inteligenței robotice, oportunitățile și complexitatea cresc în paralel. Camerele de înaltă performanță oferă capacități avansate – permițând percepția în timp real, manipularea precisă și o interacțiune mai sigură cu oamenii – dar impun, de asemenea, cerințe tot mai mari arhitecturii sistemului. ➤



Nu mai este vorba doar despre transferul rapid al unor volume mari de date video. Mulți dintre roboții de astăzi trebuie să ia decizii în fracțiuni de secundă pe baza datelor multimodale provenite de la senzori, în condițiile unor constrângeri severe de spațiu, gestionând limitările energetice, evitând interferențele electromagnetice (EMI) și respectând cerințe stricte de siguranță funcțională în imediata apropiere a oamenilor.

Aceste provocări sunt amplificate de mediile în care operează roboții. Un robot de depozit poate intra și ieși din congelatoare, fiind expus unor variații bruște de temperatură și condensului. Un rover agricol se poate deplasa pe terenuri neamenajate, fiind supus în permanență vibrațiilor și șocurilor mecanice. Roboții de serviciu din spitale sau spații publice pot întâlni spații nefamiliare și complexe din punct de vedere vizual, unde trebuie să se adapteze rapid pentru a se deplasa în siguranță printre oameni și obstacole.

Depășirea provocărilor cu GMSL

GMSL este deosebit de bine adaptat pentru a răspunde cerințelor sistemelor robotice moderne. Combinația dintre lățimea de bandă, robustețea și flexibilitatea de integrare îl face foarte potrivit pentru platforme echipate cu numeroși senzori, care funcționează în medii dinamice și în aplicații critice. Caracteristicile următoare evidențiază modul în care GMSL abordează principalele provocări ale viziunii robotice.

Rată de transfer de date ridicată și latență redusă

Familiiile de produse GMSL2™ și GMSL3™ suportă rate de transfer de date pe canalul direct (calea video) de 3 Gbps, 6 Gbps și 12 Gbps, acoperind o gamă largă de aplicații de viziune robotică. Aceste rate de transfer flexibile permit proiectanților de sisteme să optimizeze rezoluția, rata de cadre, tipul de senzor și cerințele de procesare (Figura 2).

O conexiune de 3 Gbps este suficientă pentru majoritatea camerelor cu vedere panoramică care utilizează senzori cu obturator rulant de 2 MP până la 3 MP la 60 de cadre pe secundă (FPS).

De asemenea, aceasta suportă și alte modalități comune de detecție, precum senzorii ToF și unitățile LiDAR (Light Detection and Ranging) cu ieșiri de tip nor de puncte, precum și senzorii radar care transmit date de detecție sau semnale de retur comprimate, similare imaginilor.

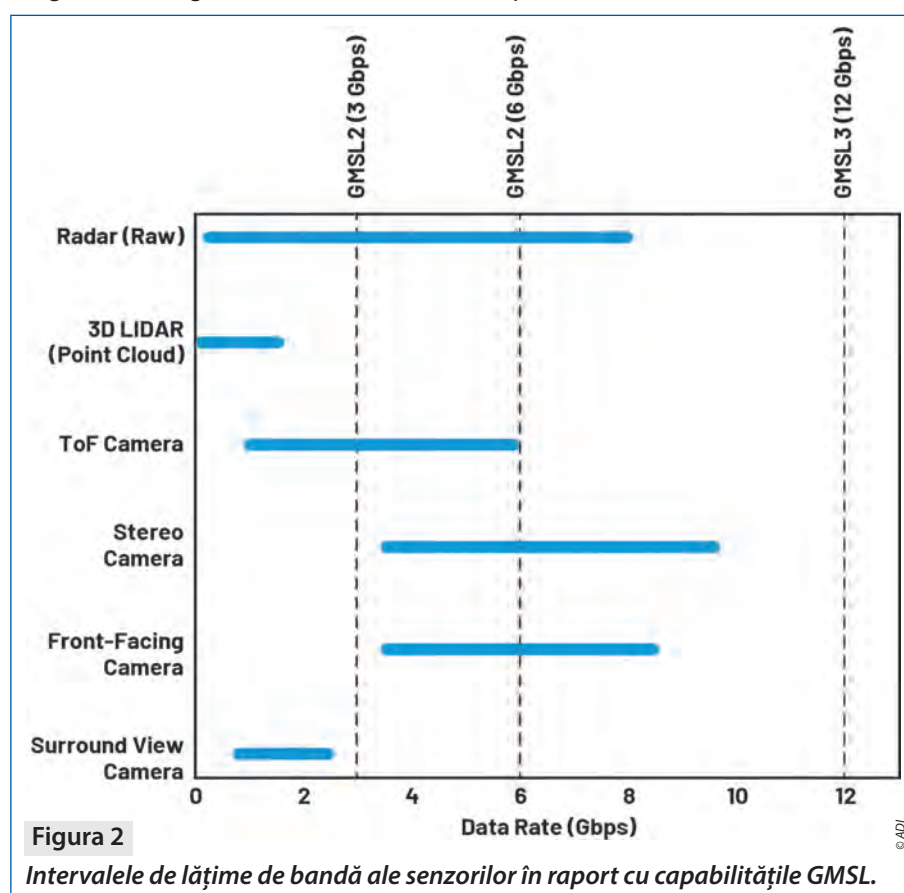
Rate de transfer mai mari pentru aplicații avansate

Modul de 6 Gbps este utilizat de obicei pentru camera principală orientată înainte a robotului, unde sunt necesari senzori cu rezoluție mai mare, de regulă de 8 MP sau mai mult, pentru detectarea obiectelor, înțelegerea semantică sau recunoașterea indicatoarelor. Această rată de transfer suportă, de asemenea, senzori ToF cu ieșire brută sau sisteme de viziune stereo care fie transmit în flux datele brute provenite de la doi senzori de imagine, fie furnizează un flux procesat de tip nor de puncte prin intermediul unui procesor de semnal de imagine (ISP) integrat.

Latență redusă și sincronizare precisă

Deoarece GMSL utilizează duplexarea în domeniul frecvenței pentru a separa canalul direct (video și control) de canalul invers (control), tehnologia permite comunicații bidirecționale cu latență redusă și deterministă, fără riscul coliziunilor de date.

La toate ratele de transmisie, GMSL menține o latență foarte scăzută: întârzierea suplimentară dintre intrarea unui serializator GMSL și ieșirea unui deserializator este, de obicei, de ordinul câtorva zeci de microsecunde – neglijabilă pentru majoritatea sistemelor de viziune robotică în timp real.



Multe camere stereo disponibile în prezent pe piață se bazează pe această rată de transfer pentru a funcționa la rate ridicate de cadre. La nivelul superior, conexiunile de 12 Gbps permit utilizarea camerelor cu rezoluție de 12 MP sau mai mare în aplicații robotice specializate care necesită clasificare avansată a obiectelor, segmentarea scenei sau percepție la distanțe mari. Este interesant de remarcat că până și unii senzori cu obturator global și rezoluție redusă necesită conexiuni de viteză mai mare pentru a reduce timpul de citire și a evita artefactele de mișcare în timpul ciclurilor rapide de captare, aspect esențial în medii dinamice sau în aplicații cu mișcări rapide.

Latența deterministă a canalului invers permite declanșarea hardware precisă de la sistemul gazdă către cameră – aspect esențial pentru captarea sincronizată a imaginilor provenite de la mai mulți senzori, precum și pentru declanșarea cadrelor în funcție de evenimente, în aplicații cu cerințe temporale stricte și fluxuri de lucru robotice complexe.

Obținerea acestui nivel de precizie a sincronizării cu camere USB sau Ethernet necesită, de obicei, adăugarea unei linii separate de declanșare hardware, ceea ce sporește complexitatea sistemului și necesarul de cablare.

Spațiu ocupat redus și consum scăzut de energie

Unul dintre principalele avantaje ale GMSL este reducerea infrastructurii de cabluri și conectori. GMSL este o legătură full-duplex, iar majoritatea camerelor GMSL utilizează funcția de alimentare prin cablu coaxial (PoC – Power-over-Coax), permițând transmiterea datelor video, a semnalelor de control bidirecționale și a alimentării printr-un singur cablu coaxial subțire. Acest lucru simplifică semnificativ cablarea, reduce greutatea și volumul total al cablajului și facilitează rutarea cablurilor în platformele robotice compacte sau articulate (Figura 3).

În plus, serializatorul GMSL este un dispozitiv cu un grad ridicat de integrare, care combină interfața video (de exemplu, MIPI-CSI) și interfața fizică GMSL (PHY) într-un singur cip. Consumul de energie al serializatorului GMSL, de obicei în jur de 260 mW în modul de 6 Gbps, este redus în comparație cu tehnologiile alternative cu un debit de date similar. Toate aceste caracteristici se traduc printr-o suprafață mai mică ocupată pe placa de circuit imprimat, cerințe reduse de management termic – eliminând adesea necesitatea unor radiatoare voluminoase – și o eficiență generală mai mare a sistemului, în special în cazul roboților alimentați de la baterii.

Agregarea senzorilor și rutarea datelor video

Deserializatoarele GMSL sunt disponibile în configurații multiple, suportând una, două sau patru conexiuni de intrare, ceea ce permite realizarea unor arhitecturi flexibile de agregare a senzorilor.

Astfel, proiectanții pot conecta mai multe camere sau module de senzori la o singură unitate de procesare fără comutare suplimentară sau multiplexare externă, aspect deosebit de util în sistemele robotice cu mai multe camere.

Pe lângă intrările multiple, SERDES GMSL suportă și funcții avansate pentru gestionarea și rutarea inteligentă a datelor în cadrul sistemului. Acestea includ:

- Transmitie broadcast a comenzilor I²C și a semnalelor GPIO pentru configurarea simultană a senzorilor și sincronizarea cadrelor.
- Remaparea adreselor I²C pentru a evita conflictele de adrese în modul pass-through.
- Reatribuirea canalelor virtuale, permițând maparea distinctă a mai multor fluxuri video în bufferul de cadre al sistemelor pe cip (SoC).
- Duplicarea fluxurilor video și filtrarea canalelor virtuale, permițând transmiterea selectivă a datelor video către mai

multe SoC-uri – de exemplu, pentru a alimenta atât lanțurile de procesare dedicate automatizării, cât și pe cele destinate interacțiunii, folosind imaginile provenite de la aceeași cameră sau pentru a susține căi de procesare redundante în vederea îmbunătățirii siguranței funcționale.

Siguranță și fiabilitate

Tehnologia GMSL, dezvoltată inițial pentru aplicații auto din domeniul sistemelor avansate de asistență la conducere (ADAS), a fost validată în condiții reale de funcționare, în medii în care siguranța, fiabilitatea și robustețea sunt condiții indispensabile.

Sistemele robotice, în special cele care funcționează în preajma oamenilor sau care îndeplinesc sarcini industriale critice, pot beneficia de aceleași standarde înalte.

Majoritatea serializatoarelor și deserializatoarelor GMSL sunt calificate pentru funcționare într-un interval de temperatură cuprins între -40°C și +105°C și dispun de egalizare adaptivă integrată, care monitorizează și ajustează continuu setările transceiverului în funcție de variațiile condițiilor de mediu. Acest lucru oferă arhitecților de sistem flexibilitatea necesară pentru a proiecta roboți care funcționează fiabil în condiții de temperatură extreme sau variabile.

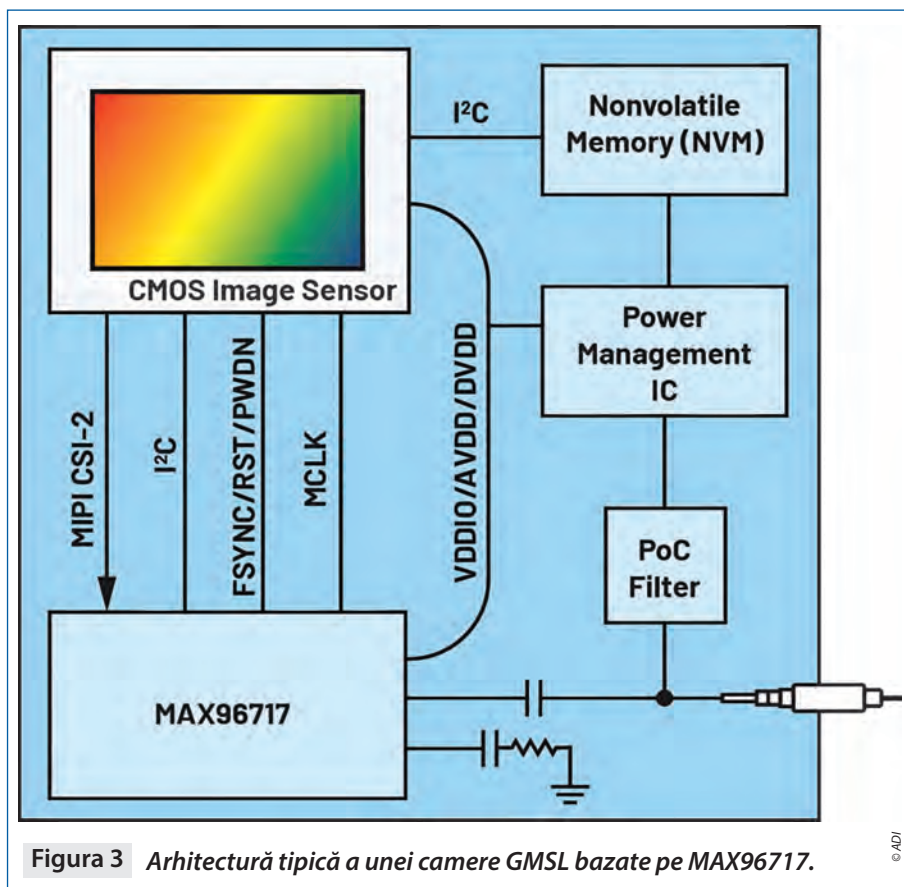
În plus, majoritatea dispozitivelor GMSL sunt conforme cu ASIL-B și prezintă rate de eroare de biți (BER) extrem de scăzute. În condiții de funcționare conforme cu specificațiile, GMSL2 oferă o valoare BER tipică de 10^{-15} , în timp ce GMSL3, cu funcția obligatorie de corecție anticipată a erorilor (FEC – Forward Error Correction), poate atinge o valoare BER de numai 10^{-30} .

Această integritate excepțională a datelor, combinată cu certificarea de siguranță, simplifică semnificativ integrarea siguranței funcționale la nivel de sistem.

În consecință, robustețea GMSL reduce timpii de nefuncționare și costurile de întreținere și sporește încrederea în fiabilitatea pe termen lung a sistemului – avantaje esențiale atât pentru implementările de robotică industrială, cât și pentru cele de robotică de servicii.

Ecosistem matur

GMSL beneficiază de un ecosistem matur și pregătit pentru implementare, dezvoltat în urma unor ani de utilizare pe scară largă în sistemele auto și susținut de o rețea extinsă de parteneri la nivel global. ➤





Caracteristică/Criteriu	GMSL (GMSL2/GMSL3)	USB (de exemplu, USB 3.x)	Ethernet (de exemplu, GigE Vision)
Tipul cablului	Un singur cablu coaxial sau STP (date + alimentare + control)	USB separat + alimentare + intrare/ieșire de uz general (GPIO)	Ethernet separat + alimentare (PoE opțional) + GPIO
Lungimea maximă a cablului	15 m sau mai mult cu cablu coaxial	3 m pentru o funcționare fiabilă	100 m cu Cat5e/Cat6
Alimentare	Integrată (PoC)	Necesită alimentare separată sau USB-PD	Necesită infrastructură PoE sau cablu separat
Latență (tipică)	De ordinul zecilor de microsecunde (deterministă)	De ordinul milisecundelor, dependentă de sistemul de operare	De ordinul milisecundelor, cu bufferizare și stivă OS/rețea
Rata de transfer a datelor	3 Gbps/6 Gbps/12 Gbps (date necomprimate, per legătură)	Până la 5 Gbps (USB 3.1 Gen 1)	1 Gbps (GigE), 10 Gbps (10 GigE, mai puțin obișnuit în robotică)
Compresie video	Nu este necesară (date brute sau ieșire ISP)	Adesea necesară pentru rezoluții mai mari	Adesea necesară
Suport pentru declanșare hardware	Integrat prin canalul invers (fără conductor suplimentar)	Necesită GPIO suplimentar sau USB Communications Device Class (CDC)	Necesită GPIO suplimentar sau unitate de sincronizare
Agregarea senzorilor	Nativă prin deserializator cu intrări multiple	De obicei punct-la-punct	De obicei punct-la-punct
Rezistență la interferențe electromagnetice (EMI)	Ridicată – proiectată conform standardelor EMI pentru industria auto	Moderată	Moderată până la ridicată (depinde de ecranare și de layout-ul PCB)
Adecvare la condițiile de mediu	Domeniu de temperatură de clasă auto, construcție robustă	Specifică aplicațiilor de consum, dacă nu este proiectată pentru condiții severe	Variabilă (sunt disponibile opțiuni industriale)
Stivă software	Integrare directă MIPI-CSI cu SoC	Stivă de drivere OS + clasa de dispozitive video USB (UVC) sau kit de dezvoltare software (SDK) proprietar	Stivă de drivere OS + GigE Vision/GenICam
Suport pentru siguranță funcțională	Dispozitive ASIL-B, replicarea datelor, sincronizare deterministă	Minim	Minim
Ecosistem de implementare	Matur în ADAS, în dezvoltare în robotică	Extins în sectorul consumer/PC, cu opțiuni industriale limitate	Matur în domeniul viziunii industriale
Complexitatea integrării	Moderată – necesită configurarea SERDES și a rutării	Scăzută – plug-and-play pentru dezvoltare; Ridicată – pentru producție	Moderată – necesită configurarea switch-ului/routerului și cablaj pentru sincronizare

Tabelul 1. GMSL vs. USB și Ethernet: Compromisuri în viziunea robotică

Acesta include un portofoliu cuprinzător de camere pentru evaluare și camere pregătite pentru producție, plăci de procesare, cabluri, conectori, precum și suport software și drivere – toate testate și validate în condiții reale exigente. Pentru dezvoltatorii din domeniul roboticii, acest ecosistem înseamnă cicluri de dezvoltare mai scurte, integrare simplificată și facilitarea trecerii de la prototip la producție.

GMSL vs. conectivitatea tradițională pentru viziunea robotică

În ultimii ani, tehnologia GMSL a devenit tot mai accesibilă și în afara industriei auto, deschizând noi posibilități pentru sistemele robotice de înaltă performanță. Odată cu creșterea cerințelor sistemelor de viziune robotică – mai multe camere, rezoluții mai mari, sincronizare mai precisă și medii de operare mai dificile – interfețele tradiționale

precum USB și Ethernet se dovedesc adesea insuficiente în ceea ce privește lățimea de bandă, latența și complexitatea integrării. GMSL se impune ca o opțiune preferată pentru modernizare, oferind o soluție robustă, scalabilă și pregătită pentru producție, care înlocuiește treptat USB și Ethernet în numeroase platforme robotice avansate. Tabelul 1 compară cele trei tehnologii pe baza unor criterii-cheie relevante pentru proiectarea sistemelor de viziune robotică.

Concluzie

Pe măsură ce robotica se extinde către medii tot mai solicitante și o gamă tot mai diversă de aplicații, sistemele de viziune trebuie să evolueze pentru a integra un număr mai mare de senzori, a asigura o lățime de bandă mai mare și o performanță deterministă. Deși soluțiile tradiționale de conectivitate vor rămâne importante pentru dezvoltare

și pentru anumite scenarii de implementare, acestea implică compromisuri în ceea ce privește latența, sincronizarea și integrarea sistemului, care limitează scalabilitatea.

GMSL, prin combinația dintre ratele ridicate de transfer de date, transmisia pe distanțe mari prin cablu, alimentarea integrată și latența redusă și deterministă în ambele sensuri, oferă o bază dovedită pentru realizarea unor sisteme scalabile de viziune robotică. Prin adoptarea tehnologiei GMSL, proiectanții pot accelera tranziția de la prototip la producție, realizând roboți mai inteligenți și mai fiabili, pregătiți să facă față provocărilor unei game largi de aplicații reale.

■ Analog Devices

www.analog.com



ELTHD®



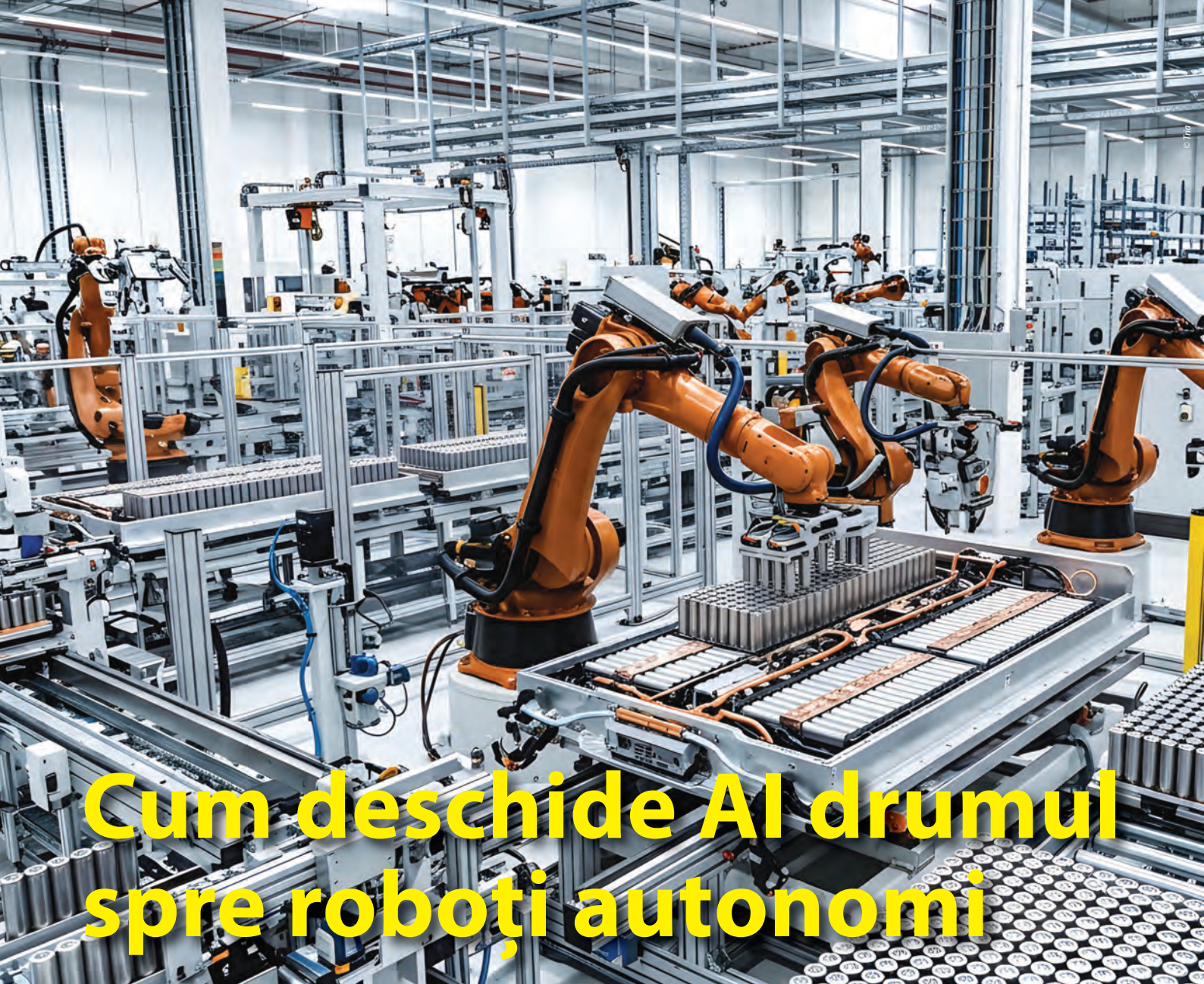
Reach out for safety



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

www.lthd.com





Cum deschide AI drumul spre roboți autonomi

Inteligența artificială (AI) determină o revoluție în arhitectura roboticii. AI face posibilă crearea unor mașini mult mai flexibile decât modelele convenționale. Acestea își vor păstra capacitatea de a efectua operațiunile precise și repetabile necesare sistemelor de producție. În același timp, AI poate asigura o supervizare la nivel înalt care nu numai că permite roboților să iasă din incintele de protecție și să funcționeze în lumea exterioară, ci îi face și mult mai adaptabili la sarcini noi.

Autor: Martin Unverdorben, Technical Information Manager, **Tria Technologies**



Odată cu integrarea AI, programarea deterministă care stă la baza mișcării robotice nu necesită modificări. AI adaugă noi straturi la stiva software a robotului, iar acestea îi conferă în mod direct capacitatea de a se adapta la situații noi. În interiorul robotului, AI preia rolul de a superviza diversele strategii de mișcare pe care inginerii le-au dezvoltat de-a lungul multor ani pentru realizarea operațiunilor de precizie la nivelul de bază al controlului. AI permite gestionarea mediilor nestructurate. Pentru producătorii de roboți, capacitățile tot mai avansate ale AI

reprezintă o oportunitate majoră de a se impune pe o piață aflată încă la început. Această nouă flexibilitate poate reduce, de asemenea, timpul necesar pentru ca roboții să devină utili în mediul de lucru.

În loc să se bazeze pe programe fixe sau pe secvențe de acțiuni pe care dezvoltatorii trebuie să le creeze pentru ca un robot să îndeplinească sarcini utile, mașinile dotate cu AI pot învăța prin imitarea acțiunilor umane și pot combina aceste acțiuni în moduri sofisticate, ca răspuns la comenzi vocale sau vizuale.

Percepția mediului: de la senzori la rețele CNN

Pentru a valorifica avantajele oferite de AI, este important să se diferențieze diversele sale forme și să fie utilizate pentru construirea unei arhitecturi robotice solide.

Primul pas constă în a-i oferi robotului posibilitatea de a procesa datele de intrare provenite din mediul înconjurător.

Acestea provin în principal de la sistemele de viziune, deși pot fi completate și cu alte semnale.



De exemplu, senzorii care măsoară presiunea și poziția pot fi extrem de valoroși pentru a-i oferi robotului o imagine mai clară asupra mediului înconjurător și a obiectelor pe care le manipulează.

Arhitectura rețelei neurale convoluționale (CNN – Convolutional Neural Network) continuă să ofere cea mai performantă tehnologie bazată pe învățare profundă pentru interpretarea datelor de intrare provenite de la camere și alți senzori.

Proiectată pentru date care se încadrează în topologii de tip grilă, rețeaua CNN valorifică tiparele din pixelii sau eșantioanele învecinate pentru detectarea marginilor și a altor caracteristici în straturile sale inițiale.

În etapele următoare, informațiile extrase de straturile anterioare sunt combinate pentru a identifica caracteristici mai complexe. Straturile complet conectate utilizează caracteristicile de nivel inferior pentru a face predicții și a lua decizii cu privire la datele primite.

Rezultatul este un flux eficient de procesare pentru interpretarea și clasificarea caracteristicilor din datele de intrare ale senzorilor, în sprijinul sarcinilor ulterioare, inclusiv al altor modele AI.

Sensibilitatea la diferențele locale dintre pixeli permite unei rețele CNN să distingă materialele și obiectele, facilitând interacțiuni mai complexe cu lumea fizică.

De la percepție la planificarea autonomă

Într-un robot dotat cu inteligență artificială, predicțiile și clasificările realizate de una sau mai multe rețele CNN pot alimenta un model de bază.

Dezvoltată inițial pentru a susține procesarea limbajului natural, structura Transformer pe care este construit acest model s-a dovedit extrem de eficientă în interpretarea informațiilor și chiar în procesele de raționament. Datorită acestei capabilități, modelele de bază mai avansate permit planificarea autonomă și descompunerea sarcinilor în subsarcini și profiluri de mișcare pe care sistemele de control de nivel inferior ale robotului le pot executa.

Modelele mai simple pot procesa limbajul natural, transformând expresiile rostite în text care poate fi utilizat drept instrucțiuni pentru robot. La rândul lor, modelele de conversie text-vorbire îi pot oferi robotului posibilitatea de a comunica utilizatorilor ceea ce face. În această arhitectură, mai multe modele AI interacționează atât între ele, cât și cu software-ul de nivel inferior. ➤



Cum deschide AI drumul spre roboți autonomi



Rețelele CNN gestionează datele provenite de la senzori și transmit informații către modelele AI bazate pe Transformer.

Unul dintre acestea poate interpreta comenzile vocale și alte forme de intrare, în timp ce un model de bază mai complex preia controlul asupra planificării traiectoriei, interpretării și secvențierii strategiilor de mișcare pe care robotul le execută ulterior.

Latență și autonomie

Latența redusă a răspunsului este un aspect vital al proiectării roboților. Platformele bazate pe cloud pot oferi acces la modele de bază sofisticate. Însă utilizarea lor implică o latență semnificativă a comunicațiilor. În cazul unui centru de date aflat la distanță, datele trebuie să parcurgă sute de kilometri înainte ca modelul de bază să poată genera token-uri care să redirecționeze robotul pentru a evita un pericol sau o eroare.

Utilizarea modelelor de bază din cloud pentru planificarea traiectoriilor și coordonarea roboților înainte de inițierea unei sarcini poate fi utilă.

Însă, inteligența artificială implementată local (*edge AI*) va constitui un element-cheie al mașinilor capabile să navigheze în medii nestructurate.

De la procesarea locală la antrenarea cu gemeni digitali

Datorită îmbunătățirilor atât în ceea ce privește capabilitățile hardware, cât și eficiența modelelor, implementarea în comun a modelelor de bază și a inteligenței artificiale pentru viziune în interiorul unui robot reprezintă o strategie viabilă.

Pe măsură ce producătorii OEM din domeniul roboticii evaluează implementarea locală a acestor sarcini de lucru AI din ce în ce mai complexe, mulți apelează la specialiști

în sisteme de calcul embedded, precum Tria, pentru a identifica combinația optimă între performanța de procesare, eficiența energetică și scalabilitatea sistemelor autonome de nouă generație.

Producătorii de hardware embedded au proiectat acceleratoare pentru optimizarea performanței rețelelor neurale.

Unele dintre acestea sunt orientate în principal către rețelele neurale convoluționale (CNN). Însă motoarele dezvoltate mai recent, precum Dragonwing de la Qualcomm, încorporează caracteristici care îmbunătățesc performanța modelelor bazate pe Transformer.

Antrenarea acestor sisteme poate implica o utilizare mai intensă a cloud-ului. Un exemplu în acest sens este folosirea gemenilor digitali.



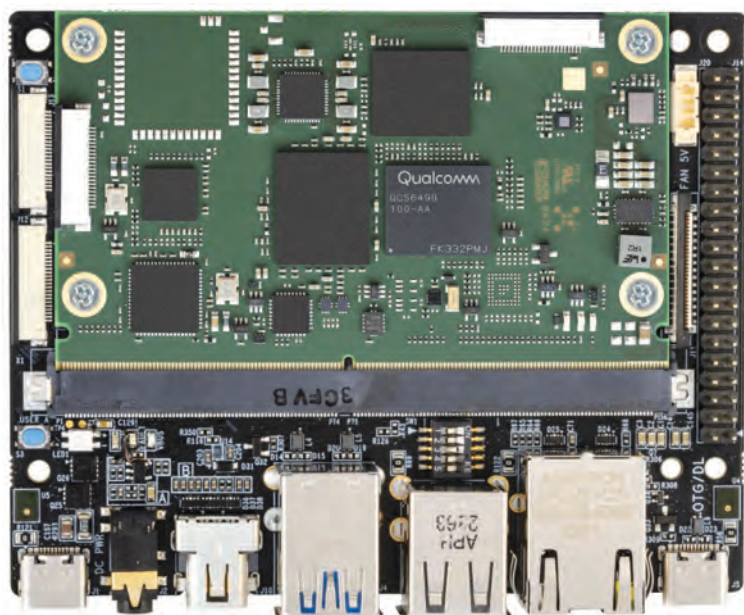
Aceștia utilizează o reprezentare virtuală a robotului, care rulează în cloud, pentru a procesa stimulii mai rapid și mai ușor decât ar fi posibil cu hardware-ul fizic. Gemenii digitali pot valorifica modele matematice pentru a simula în software interacțiuni care reproduc modul în care acestea s-ar desfășura în lumea fizică. Folosind înregistrări video ale modului de executare a sarcinilor, geamănul digital poate evalua cât de bine va executa robotul aceleași acțiuni.

determină dacă vreuna dintre ele ar putea conduce la o funcționare nesigură. În acest caz, mecanismul de protecție împiedică utilizarea comenzii respective ca instrucțiune pentru modelul de bază.

Mecanismele de protecție pot funcționa și la niveluri inferioare. Ele pot interpreta datele provenite de la senzorii de presiune și de la alți senzori pentru a verifica dacă există riscul unei coliziuni sau pentru a împiedica robotul să exercite o presiune prea mare asupra unui obiect.

Pe măsură ce sarcinile de lucru AI devin tot mai solicitante, selectarea platformei de calcul embedded potrivite devine o decizie critică de proiectare pentru producătorii OEM din domeniul roboticii.

Obținerea echilibrului necesar între performanță, eficiență energetică, management termic și scalabilitate pe termen lung presupune o înțelegere aprofundată atât a stivei software AI, cât și a arhitecturii hardware pe care se bazează sistemul.



Abaterile de la comportamentul ideal pot fi apoi utilizate ca date pentru antrenarea modelelor AI care stau la baza sistemului, în vederea îmbunătățirii performanțelor. Deoarece aceste procese pot fi desfășurate mult mai rapid decât în timp real, utilizarea gemenilor digitali va accelera dezvoltarea.

Siguranța roboților în era AI

Integrarea AI în roboți pentru a-i face mai flexibili nu ar trebui să compromită unul dintre obiectivele majore de proiectare: asigurarea funcționării lor în condiții de siguranță. În mod tradițional, roboții au funcționat în principal în interiorul unor incinte fizice de protecție.

Modelarea cu ajutorul gemenilor digitali reprezintă un pas important. Aceștia pot simula situații potențial periculoase exclusiv în mediul software. În plus, mecanismele software destinate protejării modelului de bază pot crea o incintă virtuală de protecție. Aceste mecanisme pot funcționa la mai multe niveluri.

O categorie de mecanisme de protecție se ocupă de instrucțiunile transmise modelelor de bază. Acestea verifică comenzile pe care utilizatorii le transmit robotului și

În plus, utilizarea unor tehnici care favorizează rezultate explicabile va contribui la îmbunătățirea coordonării dintre modelele AI și mecanismele lor de protecție.

Platforme și parteneriate pentru robotică autonomă

Implementarea AI în robotică poate fi complexă, ceea ce face ca parteneriatele să fie esențiale. Producătorii de roboți vor beneficia de legături mai strânse cu experții din ecosistemele dedicate software-ului AI, senzorilor și semiconducătorilor.

Utilizarea platformelor proiectate special pentru aplicații AI reprezintă un alt pas prin care echipele de dezvoltare pot reduce timpul de lansare pe piață, în loc să încerce să adapteze modelele pentru a funcționa pe sisteme de calcul embedded convenționale.

De asemenea, este recomandată alegerea unor arhitecturi modulare și actualizabile. Acestea se pot adapta mai ușor la progresele rapide din domeniul AI și la diversele tipuri de acceleratoare hardware de care vor avea nevoie.

Colaborarea cu un specialist în sisteme de calcul embedded care are relații strânse cu parteneri de top din domeniul semiconducătorilor și al tehnologiei va fi esențială pentru proiectanții care doresc să identifice și să integreze platforme optimizate pentru aplicații de AI pentru viziune, AI generativă și inferență locală.

Companii precum Tria sprijină dezvoltatorii din domeniul roboticii nu doar în alegerea hardware-ului, ci și pe tot parcursul procesului de dezvoltare, ajutându-i să se orienteze în ecosistemele AI aflate într-o evoluție rapidă și să adopte arhitecturi care pot fi actualizate pe măsură ce modelele și cerințele se schimbă. Prin combinarea accesului la platforme de calcul pregătite pentru AI cu o abordare bazată pe un ecosistem solid, Tria este bine poziționată pentru a ajuta producătorii de roboți să accelereze dezvoltarea sistemelor autonome și să lanseze mai rapid pe piață soluții de robotică de nouă generație.

■ Tria

www.tria-technologies.com



Arhitecturi SDV bazate pe AI



VIITORUL INDUSTRIEI AUTO

Autor:

Cyril Clocher, Senior Director of the High-Performance Computing SoC Business Division
Renesas Electronics



Tranziția către vehicule SDV bazate pe AI

Se estimează că arhitecturile vehiculelor definite de software (SDV) vor domina vânzările de automobile noi, prognozele indicând că, până în 2035, peste 75% dintre acestea vor fi construite conform principiilor SDV. Toți marii producători auto la nivel mondial investesc deja masiv în programe SDV.

Pe măsură ce o parte tot mai mare din valoarea unui vehicul este dată de software, semiconductorii devin, la rândul lor, critici. Această evoluție determină o schimbare radicală în ceea ce privește puterea de calcul și managementul puterii, iar conținutul total de semiconductori per vehicul s-ar putea mai mult decât dubla în timp. La baza acestei creșteri stau două tendințe majore: centralizarea arhitecturii electrice/electronice (E/E), care duce în mod structural la creșterea conținutului de semiconductori și software per vehicul și adoptarea sistemelor ADAS de nivel L2+/L3, care generează un salt al cererii pentru platforme de calcul scalabile, de înaltă performanță și certificate pentru siguranță funcțională.

Adoptând tehnologii de ultimă generație, vehiculele definite de software determină o schimbare istorică de la dezvoltarea secvențială de tip "mai întâi hardware, apoi software" către fluxuri de proiectare care acordă prioritate software-ului, reducând considerabil ciclurile de dezvoltare și accelerând inovarea.

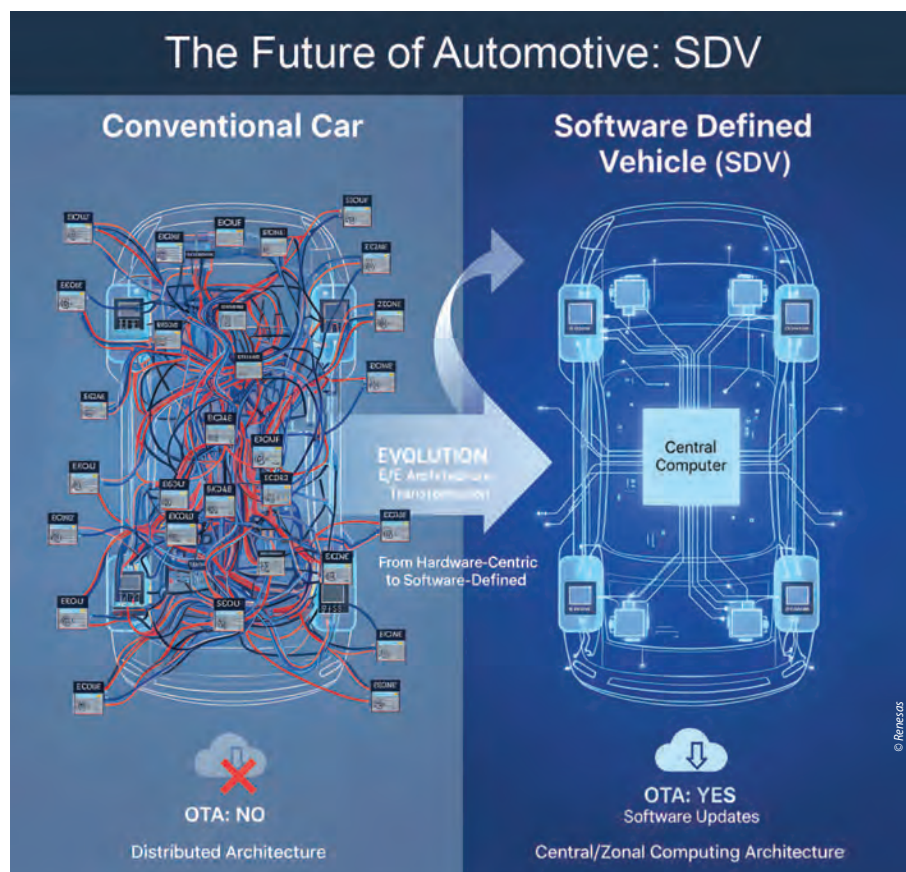


Figura 1

Arhitecturile SDV consolidează unitățile electronice de control (ECU) distribuite în domenii centralizate de calcul, asigurând performanțe mai ridicate, scalabilitate și actualizări software continue.

În același timp, industria se pregătește pentru o profundă revoluție în domeniul AI, în care capacitățile avansate de inteligență artificială și volumele mari de date provenite din condusul în condiții reale vor redefini caracteristicile vehiculelor, comportamentul acestora și interacțiunea cu utilizatorii. Împreună, SDV și AI transformă vehiculele în platforme inteligente, aflate într-o continuă evoluție, remodelând fundamental lanțul valoric al industriei auto și creând oportunități de creștere pe termen lung în domeniile calculului, software-ului și integrării sistemelor.



Figura 2

Vehiculele SDV bazate pe AI își extind funcționalitatea prin actualizări software continue.

Vehiculele definite de software și bazate pe AI determină o creștere fundamentală atât a volumului, cât și a complexității software-ului auto – de la stivele ADAS de nivel L2–L4 și integrarea inteligenței artificiale generative cu modele lingvistice de mari dimensiuni (LLM) și modele vizual-lingvistice (VLM), până la middleware, sisteme de operare pentru vehicule și actualizări software Over-the-Air (OTA). În același timp, acestea necesită o nouă paradigmă de dezvoltare și validare bazată pe lanțuri integrate de instrumente AI, operațiuni de învățare automată native în cloud (MLOps) și metode avansate de validare Hardware-in-the-Loop/Software-in-the-Loop (HIL/SIL).

Pe măsură ce industria se îndreaptă către o arhitectură AI unificată la nivelul întregului vehicul, automobilele evoluează de la produse statice la sisteme care învață continuu, se adaptează, se îmbunătățesc și se actualizează în timp. Integrarea profundă a puterii de calcul, a datelor și a modelelor AI permite luarea unor decizii cu un grad ridicat de autonomie și orientate către obiective, transformând experiența utilizatorului și remodelând industria auto prin evoluție continuă și servicii proactive bazate pe AI.

Elementele fundamentale ale acestei revoluții a vehiculelor SDV bazate pe AI sunt platformele de calcul de înaltă performanță, precum familia de SoC-uri R-Car de la Renesas și controlerele zonale distribuite bazate pe microcontrolere (MCU) Renesas, toate susținute de soluții avansate de management al puterii.

Ce așteaptă OEM-urile de la partenerii SDV

Pornim de la o premisă simplă: vehiculele definite de software schimbă fundamental așteptările clienților față de partenerii lor tehnologici. SDV necesită performanțe garantate și mecanisme de protecție integrate; pe măsură ce software-ul preia funcții critice pentru siguranță, clienții au nevoie de determinism, previzibilitate și încredere.

De asemenea, sunt necesare cicluri de dezvoltare mult mai rapide. Integrarea, adoptarea și timpul de lansare pe piață devin factori strategici de diferențiere, nu simple aspecte secundare ale procesului de proiectare.

Din perspectivă tehnică, SDV necesită calcul eterogen, în care CPU-urile, GPU-urile și NPU-urile funcționează împreună, precum și suport pentru framework-uri software de la mai mulți furnizori, în locul unor stive închise și proprietare. Un aspect esențial este separarea software-ului de hardware.

Clienții doresc portabilitate, reutilizarea software-ului și cicluri lungi de viață ale produselor, orientându-se în același timp către arhitecturi de calcul proiectate cu prioritate pentru AI. Toate acestea trebuie asigurate fără compromisuri în ceea ce privește siguranța funcțională și securitatea, împreună cu capacități avansate de testare și validare, deoarece vehiculele rămân sisteme critice.

Producătorii OEM au nevoie de flexibilitate, control și performanță optimă a sistemelor embedded la nivelul întregii game de vehicule. O soluție convingătoare pentru SDV-urile bazate pe AI nu ar trebui să se limiteze la o anumită gamă de platforme de calcul și nici să ofere un ecosistem închis și rigid. În schimb, un partener SDV solid trebuie să poată acoperi mai multe segmente de vehicule prin parteneriere flexibile, care să permită diferențierea. Producătorii OEM evoluează, de asemenea, în ritmuri diferite și adoptă modele arhitecturale diverse, de la proiecte puternic centralizate până la abordări hibride și zonale, care combină arhitecturi de calcul centralizate și distribuite, control zonal și sisteme în timp real.

Tocmai această diversitate reprezintă unul dintre punctele forte ale Renesas, compania fiind bine poziționată pentru a răspunde întregii game de strategii de calcul ale producătorilor OEM prin scalabilitate și flexibilitate, fără a impune o singură arhitectură. Producătorii OEM doresc libertate de alegere și control, iar Renesas le oferă pe ambele.

De la componente la platforme pentru SDV bazate pe AI

Trecerea de la vânzarea de componente la platforme bazate pe software permite obținerea unei valori mai mari și crește scalabilitatea pe întreg ciclul de viață. Împreună cu ecosistemele de parteneri, această abordare permite optimizarea soluțiilor și accelerează adoptarea lor de către clienți.

În prezent, ciclurile de dezvoltare a semiconducătorilor pentru industria auto sunt îndelungate, de la primele etape de colaborare cu clientul până la începerea producției (SOP – Start of Production). SDV impune în industria auto o abordare hardware/software integrată și optimizarea integrală a sistemului. Aceste obiective pot fi atinse mai eficient prin investiții fundamentale ale furnizorilor de SoC-uri, care accelerează dezvoltarea SDV, reduc timpul până la producție și permit lansarea unui număr mai mare de produse, oferind totodată posibilitatea actualizării acestora în timp.



Figura 3

Platformele auto bazate pe AI sporesc complexitatea în ceea ce privește dezvoltarea arhitecturii, validarea și timpul până la intrarea în producție.

Pe măsură ce sistemele auto devin tot mai complexe, obiectivul este furnizarea unor platforme consistente și de înaltă calitate, atât pentru SoC-uri, cât și pentru microcontrolere (MCU). La Renesas, construim baza necesară pentru SDV, acoperind arhitectura, organizarea, validarea, hardware-ul, software-ul și soluțiile de sistem.

Modelarea timpurie a performanței, emularea sistemului și verificarea automatizată reprezintă, de asemenea, elemente-cheie ale acestui efort.

Rezultatele vor putea fi măsurate în timp. Observăm detectarea mai timpurie a defectelor, cicluri mai rapide de testare de regresie și îmbunătățirea eficienței procesului de dezvoltare, permițând în același timp reutilizarea la maximum a soluțiilor în diferite programe de dezvoltare.

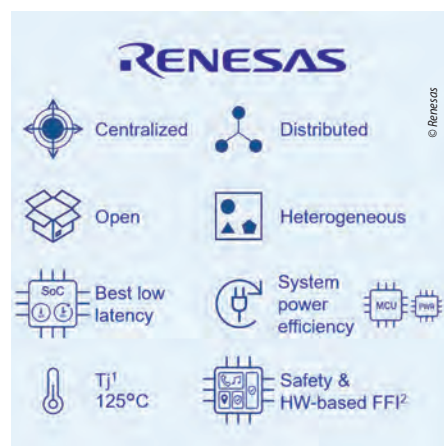


Figura 4

Renesas combină puterea de calcul eterogenă, eficiența energetică, siguranța și scalabilitatea pentru vehiculele SDV bazate pe AI.

Nu există o soluție universală pentru SDV-urile bazate pe AI. Realizarea unei arhitecturi comune necesită putere de calcul eterogenă și scalabilă (NPU, GPU, CPU etc.), tehnologii avansate bazate pe chiplet-uri și procese de fabricație de ultimă generație, combinate cu capabilități avansate în ceea ce privește funcționarea în timp real, siguranța și eficiența energetică.

Toate acestea trebuie integrate într-o platformă software SDV cu arhitectură deschisă, care să permită reutilizarea și portabilitatea software-ului pentru clienți. Un portofoliu scalabil de SoC-uri, cu performanțe cuprinse între zeci și mii de TOPS prin utilizarea tehnologiilor chiplet, răspunde cererii tot mai mari pentru sisteme centrale de calcul de înaltă performanță bazate pe AI, cu siguranță funcțională, securitate și eficiență energetică integrate. Completarea software-ului de bază al SoC-urilor, a framework-urilor și a instrumentelor cu soluții atractive din ecosistem permite producătorilor OEM să accelereze dezvoltarea, validarea și implementarea.

În industria auto, inteligența artificială este adesea evaluată prin prisma numărului brut de TOPS, însă adevărata provocare nu este performanța de vârf, ci modul în care AI poate evolua în condiții de siguranță și predictibilitate pe parcursul unui ciclu de viață îndelungat al vehiculului.

Această evoluție are loc în trei etape. Mai întâi apar funcții AI individuale, precum percepția. În etapa următoare, mai mulți agenți AI specializați rulează simultan pentru percepție, planificare, interacțiunea cu șoferul și alte funcții. În cea de-a treia etapă, cea mai importantă, intervine orchestrarea la nivel de sistem, în care acești agenți trebuie coordonați cu garanții stricte privind latența, siguranța, izolarea și consumul de energie. Din acest motiv, vehiculele SDV bazate pe AI trebuie să ofere mai mult decât simpla putere brută de calcul.

Sunt necesare arhitecturi eterogene, în care CPU-urile, GPU-urile și NPU-urile funcționează împreună respectând cerințele de siguranță specifice industriei auto și constrângerile de timp real.

O arhitectură scalabilă, proiectată pentru evoluția AI pe termen lung, trebuie să combine puterea de calcul eterogenă, siguranța integrată, virtualizarea și alimentarea eficientă, astfel încât producătorii OEM să poată extinde în timp capabilitățile AI fără a reproiecta platforma. Pe scurt, SoC-urile nu ar trebui optimizate pentru un singur criteriu de performanță, ci trebuie să ofere o bază de sistem care să permită AI să evolueze de la modele la agenți și apoi la o inteligență coordonată la nivelul întregului vehicul – în condiții de siguranță și eficiență, pe întreaga durată de viață a vehiculului.

Concluzie

Industria auto trece fundamental de la vehicule statice la platforme tehnologice dinamice și actualizabile. Pe măsură ce vehiculele devin definite de software, noile funcționalități vor fi îmbunătățite continuu, ceea ce va conduce la arhitecturi cu un conținut tot mai mare de semiconductori per vehicul. În acest context, industria semiconductoarelor trebuie să furnizeze nu doar "creierul" vehiculului, reprezentat de SoC, ci și "gândirea" distribuită și "sistemul nervos" al alimentării, necesare pentru a răspunde provocărilor la nivel de sistem și cerințelor clienților specifice erei SDV bazate pe AI. Producătorii OEM urmăresc să depășească limitele ecosistemelor SDV închise și proprietare și caută în mod activ mai mulți parteneri credibili, pentru a reduce riscurile și a-și păstra controlul.

Aceasta reprezintă o oportunitate clară pentru Renesas de a se impune ca furnizor de top de soluții SDV, oferind platforme deschise, colaborative și flexibile în parteneriat cu principalii producători OEM.

■ **Renesas**

www.renesas.com

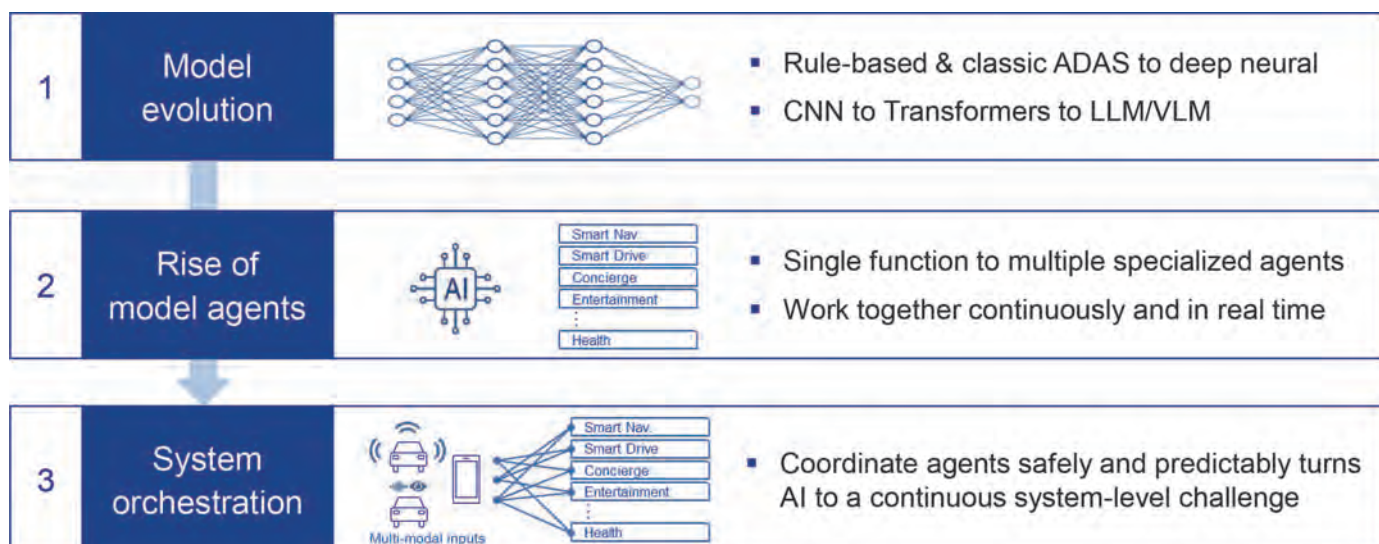


Figura 5 AI în industria auto evoluează de la funcții individuale la o inteligență coordonată la nivelul întregului vehicul.

Built to protect

Murrelektronik își extinde familia MICO67 cu noi variante pentru protecția descentralizată a cablurilor și echipamentelor

Noile variante combină distribuția de energie, protecția cablurilor și echipamentelor și funcțiile de diagnoză pentru concepte moderne de utilaje și instalații

Cu noile variante MICO67-Standard-4.6 și MICO67-Standard-4.4, Murrelektronik își extinde portofoliul de soluții pentru distribuția descentralizată a energiei. Modulele compacte cu grad de protecție IP67 combină distribuția energiei la 24 V DC cu protecția electronică a cablurilor și echipamentelor într-o singură soluție, transferând funcția de protecție direct în teren.

MICO67 protejează în mod fiabil consumatorii conectați împotriva scurtcircuitelor și supracurenților. În cazul apariției unei erori, modulul decuplează selectiv canalul afectat înainte ca echipamentele sau cablurile să fie deteriorate. În același timp, funcția integrată de monitorizare a curentului total urmărește sarcina globală și protejează modulul împotriva suprasarcinii. Combinația dintre protecția electronică și distribuția energiei direct în teren creează baza unei arhitecturi robuste și ușor de întreținut.



MICO67-Standard-4.4 protejează și distribuie energia la 24 V DC direct în teren, prin intermediul a patru ieșiri protejate electronic, cu un curent de până la 4 A per canal.

Prin transferarea funcției de protecție din panoul de comandă direct în teren, necesarul de cablare se reduce considerabil. Constructorii de utilaje beneficiază astfel de mai mult spațiu în panoul de comandă și de o mai mare flexibilitate în configurarea distribuției energiei. În plus, conceptul permite reducerea secțiunii conductoarelor din teren în conformitate cu cerințele normative, contribuind astfel la optimizarea consumului de materiale și a costurilor de instalare.

Flexibilitate sporită și diagnoză la nivel de canal

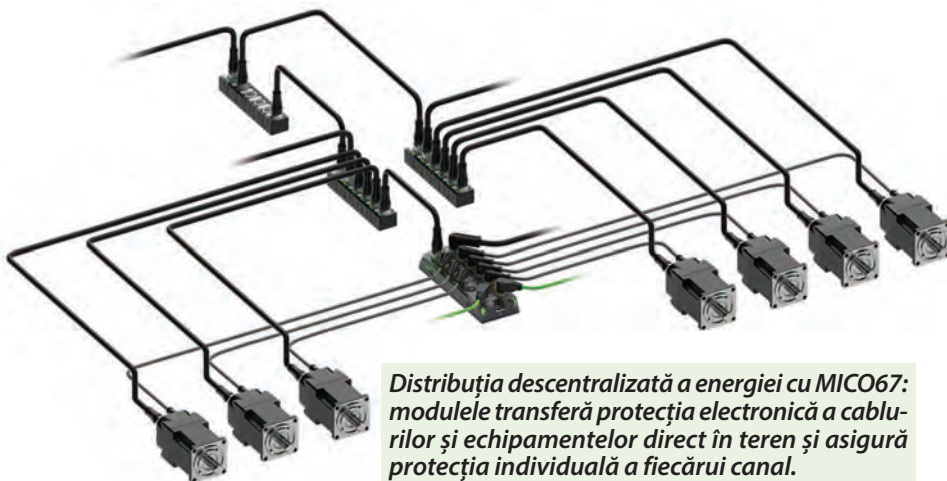
Cu noile variante, Murrelektronik oferă utilizatorilor o flexibilitate sporită în proiectarea aplicațiilor. Ambele module dispun de patru ieșiri protejate și sunt proiectate pentru o tensiune de alimentare de 24 V DC, curentul total maxim fiind de 16 A.

Varianta MICO67-Standard-4.6 este echipată cu ieșiri M12 cu codificare L și permite curenți de până la 6 A per canal.

Varianta MICO67-Standard-4.4 dispune de ieșiri M12 cu codificare A și suportă curenți de până la 4 A per canal. Astfel, sunt disponibile soluții adaptate unor cerințe diferite de putere.

Un avantaj important îl reprezintă funcțiile de diagnoză. Diagnoza integrată la nivel de canal permite identificarea clară a ieșirii la care a apărut eroarea și reduce astfel timpul necesar depanării. Prin portul de diagnoză sunt disponibile semnale de alarmă și reset, care pot fi integrate în conceptele de comandă existente sub forma unor intrări și ieșiri digitale. Stările de eroare sunt transmise direct către PLC și pot fi resetate de acolo cu ușurință. LED-urile de stare de pe modul facilitează, la rândul lor, diagnoza rapidă la fața locului.

Cu noile variante MICO67, Murrelektronik își extinde oferta destinată conceptelor de automatizare descentralizată.



Distribuția descentralizată a energiei cu MICO67: modulele transferă protecția electronică a cablurilor și echipamentelor direct în teren și asigură protecția individuală a fiecărui canal.



Pentru consumatori cu cerințe mai ridicate de putere: MICO67-Standard-4.6 oferă patru ieșiri protejate, cu un curent de până la 6 A per canal.

Modulele de câmp combină distribuția energiei, protecția și diagnoza direct la nivelul utilajului și pot fi integrate flexibil, indiferent de producător.

Astfel, acestea contribuie la creșterea eficienței, transparenței și ușurinței în întreținere a instalațiilor moderne.

Murrelektronik GmbH

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



Robonode



COMUNICAȚII WIRELESS AVANSATE PENTRU ROBOTICĂ ȘI DRONE

Robonode este cel mai recent sistem de comunicații plug-and-play, complet certificat, dezvoltat de 8DEVICES, partener al distribuitorului internațional Design-In CODICO. Robonode, o soluție Qualcomm Dragonwing™, oferă comunicații critice pentru misiune, cu rază lungă și latență redusă, destinate roboticii, dronelor și echipamentelor industriale. Este un sistem de comunicații all-in-one, plug-and-play, care integrează un CPU puternic și capacități de procesare DSP, alături de comunicații Wi-Fi robuste, cu latență redusă, pentru transmisii pe distanțe mari.

O platformă completă pentru comunicații și procesare

Robonode este construit pe baza celor mai noi tehnologii SoC și Wi-Fi de la Qualcomm și integrează principalele componente necesare subsistemelor de comunicații utilizate în drone, sisteme robotice mobile și staționare și echipamente industriale.

Sistemul integrează puternicul SoC Qualcomm QCS-405, bazat pe arhitectură ARM quad-core, care oferă procesare DSP pentru codec-uri, precum și un GPU dedicat aplicațiilor video și grafice, alături de un set bogat de interfețe externe.

Puterea de procesare a QCS-405 este completată de soluția Qualcomm QCN9074 cu Wi-Fi 6 și MU-MIMO, proiectată pentru comunicații Wi-Fi pe distanțe mari.



Robonode integrează și un dispozitiv Wi-Fi secundar, WCN3980, cu suport MU-MIMO Wi-Fi 5, destinat conectării accesoriilor de mare viteză aflate la distanțe mai mici față de sistem.

Sistemul, gata de implementare, este integrat într-o carcasă robustă din aluminiu, prevăzută cu ventilator pentru o răcire eficientă. Pentru instalațiile care funcționează în condiții mai solicitante sunt disponibile și elemente suplimentare pentru montarea ventilatorului.

Comunicații robuste pe distanțe mari

8DEVICES, companie bine cunoscută pe această piață ca specialist în comunicații, a optimizat arhitectura Robonode pentru a extinde raza efectivă de comunicație și a îmbunătăți robustețea conexiunilor Wi-Fi. Robonode suportă comunicații Wi-Fi dual-band și este configurat pentru a furniza o putere de ieșire RF de 28 dBm pe fiecare lanț în banda de 2,4 GHz și de 27 dBm pe fiecare lanț în banda de 5 GHz. În plus, suportă lățimi de canal de 5 MHz și 10 MHz, contribuind astfel la menținerea unor comunicații robuste pe distanțe mari.

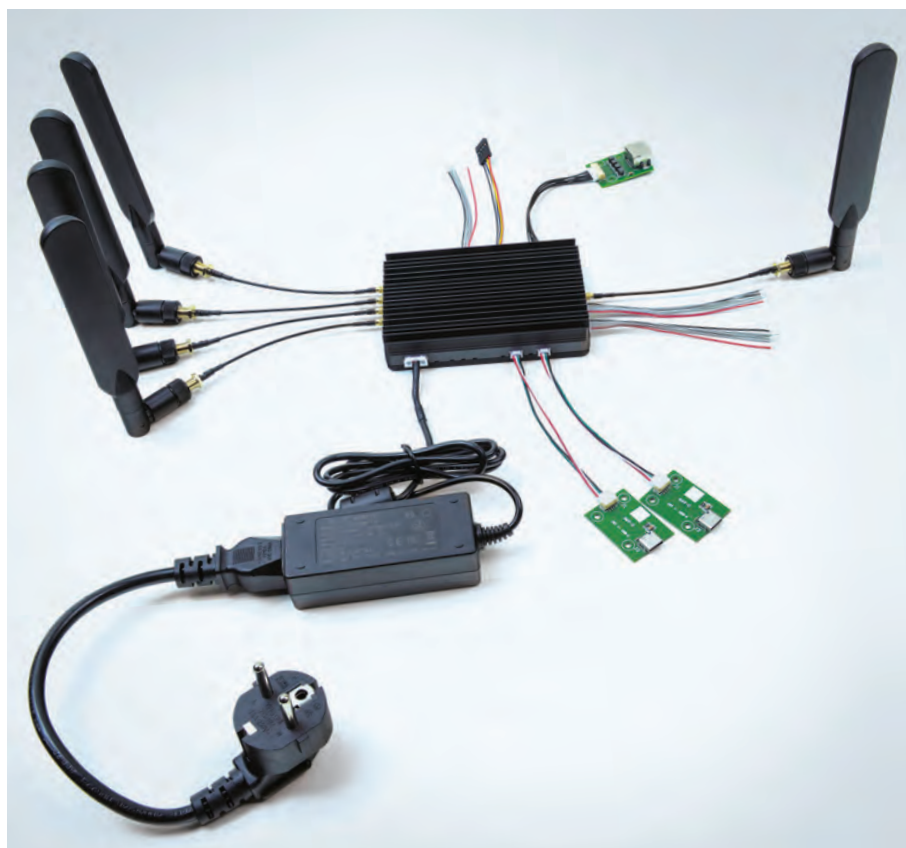
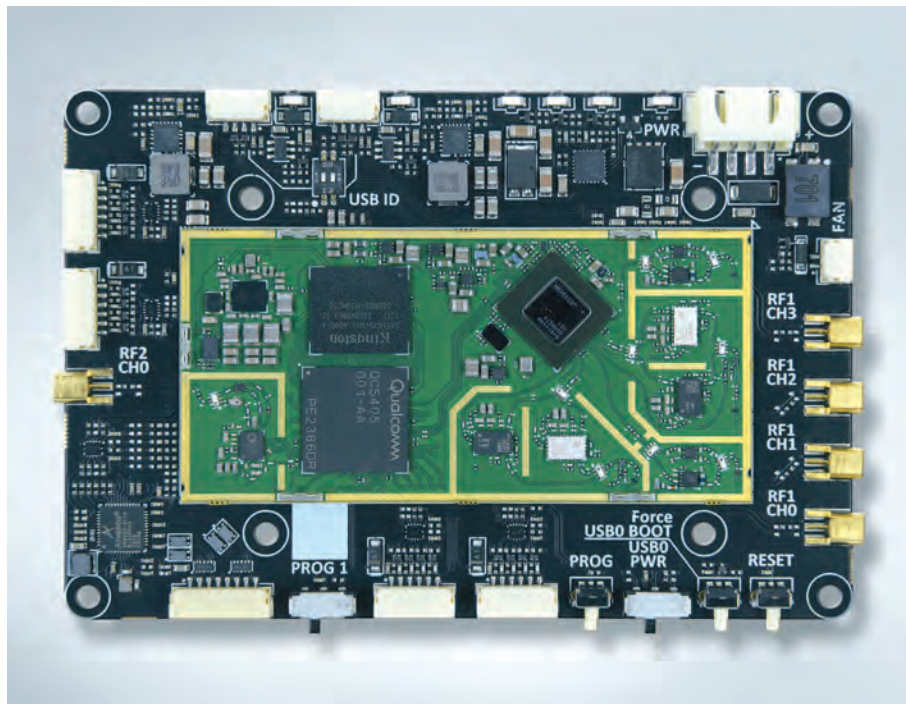
Alte optimizări implementate de 8DEVICES includ corecția anticipată a erorilor (FEC), precum și modificări ale domeniului de frecvență și deplasarea frecvenței pentru utilizarea unor frecvențe centrale non-standard, cu scopul de a reduce efectele interferențelor și congestiei. În teste recente desfășurate în condiții reale, Robonode a demonstrat comunicații eficiente pe distanțe de peste 15 km, iar viitoarele versiuni software sunt așteptate să aducă îmbunătățiri suplimentare ale razei de comunicație.

Kiturile de dezvoltare Robonode sunt disponibile în **Sample Shop-ul CODICO**. Pentru mai multe informații despre Robonode, vizitați **pagina de știri CODICO** sau urmăriți cea mai recentă înregistrare a webinarului **"Mission Critical Communications for UAS & Drones"**, disponibilă **aici**.

Pentru mai multe detalii, contactați:
Irina Groiss (Irina.Groiss@codico.com),
Manager de Vânzări CODICO
România și Moldova.

CODICO

www.codico.com



CODICO este un distribuitor de componente electronice de înaltă calitate. Portofoliul extins al companiei include componente electronice active și pasive, precum și produse din domeniul tehnologiei de conectare.

Compania își desfășoară activitatea de la sediul central din Perchtoldsdorf, la periferia de sud a Vienei. CODICO este o companie independentă, cu capital privat, având birouri de vânzări în Germania, Danemarca, Italia, Franța, Republica Cehă, Slovenia, Suedia și Marea Britanie, precum și o serie de companii partenere în Europa Centrală și de Est.

CODICO se concentrează pe activitatea de design-in și se bazează pe o echipă cu un nivel ridicat de expertiză tehnică. Ceea ce diferențiază compania este suportul tehnic oferit pe întregul parcurs, de la faza de dezvoltare până la produsul final, precum și comercializarea și vânzarea exclusivă a unor produse de foarte bună calitate.

Optimizarea controlului motoarelor



În prezent, motoarele sunt omniprezente, fiind utilizate într-o gamă vastă de aplicații, de la aparate electrocasnice până la utilaje industriale. Având în vedere că acestea reprezintă o parte semnificativă din consumul global de energie, optimizarea controlului motoarelor pentru creșterea eficienței energetice are o importanță deosebită. Acest articol analizează structura motoarelor, utilizarea variatoarelor de frecvență (Variable Frequency Drives – VFD) și soluțiile destinate aplicațiilor de control al motoarelor, de la suport hardware până la algoritmi avansați.

Autor: **Pramit Nandy**, Product Marketing Manager
Microchip Technology



Utilizarea pe scară largă a motoarelor

Motoarele fac parte integrantă din viața noastră de zi cu zi, fiind prezente în aparate de uz casnic precum mașini de spălat, uscătoare, mașini de spălat vase și pompe pentru piscine.

Acestea sunt esențiale și în aplicațiile auto, autovehiculele moderne conținând între 40 și 100 de motoare, în funcție de model și de nivelul de echipare.

În mediul industrial, motoarele au un rol important, în special în robotică și în automatizarea fabricilor.

Consumul de energie și eficiența

Potrivit U.S. Energy Information Administration (EIA), aproximativ 50% din consumul global de energie este atribuit motoarelor. În aplicațiile industriale, această pondere poate depăși 80%.

De exemplu, în Statele Unite, consumul total de energie în 2022 a fost de 4.070 de miliarde de kilowați-oră, ceea ce corespunde unui consum zilnic de aproximativ 11,2 miliarde de kilowați-oră. O creștere cu doar 1% a eficienței motoarelor ar putea conduce la economii de aproximativ 56 de miliarde de kilowați-oră pe zi.

Principalele tendințe privind eficiența motoarelor

■ MOTOARE EFICIENTE

DIN PUNCT DE VEDERE ENERGETIC

O direcție importantă în domeniul eficienței motoarelor este trecerea de la motoarele tradiționale, precum motoarele asincrone de curent alternativ, la tipuri mai eficiente, cum ar fi motoarele de curent continuu fără perii (BLDC), motoarele sincrone cu magneti permanenți (PMSM) și motoarele cu magneti permanenți interni (IPM).

Aceste motoare oferă un randament mai ridicat și performanțe îmbunătățite.

În plus, progresele din domeniul materialelor, precum utilizarea metalelor amorphe și a magneților din pământuri rare, au contribuit la creșterea randamentului.

În ultimul secol, progresele înregistrate în domeniul materialelor și al proiectării au îmbunătățit semnificativ randamentul și performanțele motoarelor.

În trecut erau folosite oțeluri silicioase, însă acestea prezentau pierderi ridicate prin curenți turbionari și histerezis.

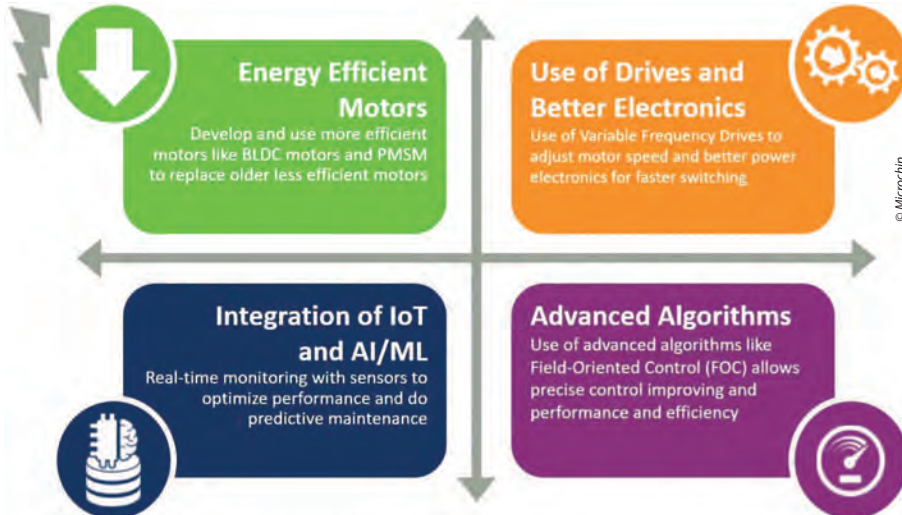
În prezent, ele sunt înlocuite cu materiale amorphe, precum sticlele metalice, care generează pierderi mai mici și permit astfel obținerea unui randament superior.

Progrese semnificative au fost înregistrate și în domeniul motoarelor cu magneți permanenți. Magneții mai puternici, precum cei fabricați din materiale din pământuri rare, cum ar fi neodimul, fierul și borul, permit obținerea unui cuplu mai mare și a unui randament superior.

Cu toate acestea, din considerente legate de sustenabilitate, sunt explorate și alternative precum magneții pe bază de aluminiu, nichel, crom și ferită, care oferă proprietăți bune într-un interval larg de temperaturi și în câmpuri magnetice puternice.

Trecerea de la lagărele de alunecare la rulmenții cu bile a contribuit semnificativ la reducerea frecării și la îmbunătățirea toleranțelor, sporind astfel randamentul motoarelor. În ultimul secol, acestea au devenit considerabil mai mici, menținând aceeași putere.

De exemplu, un motor electric asincron trifazat modern de 5 CP, cu rotor în scurtcircuit (SCIM – Squirrel-Cage Induction Motor), este mult mai compact, iar greutatea sa reprezintă aproximativ 20% din greutatea unui motor cu aceeași putere nominală fabricat în 1910.



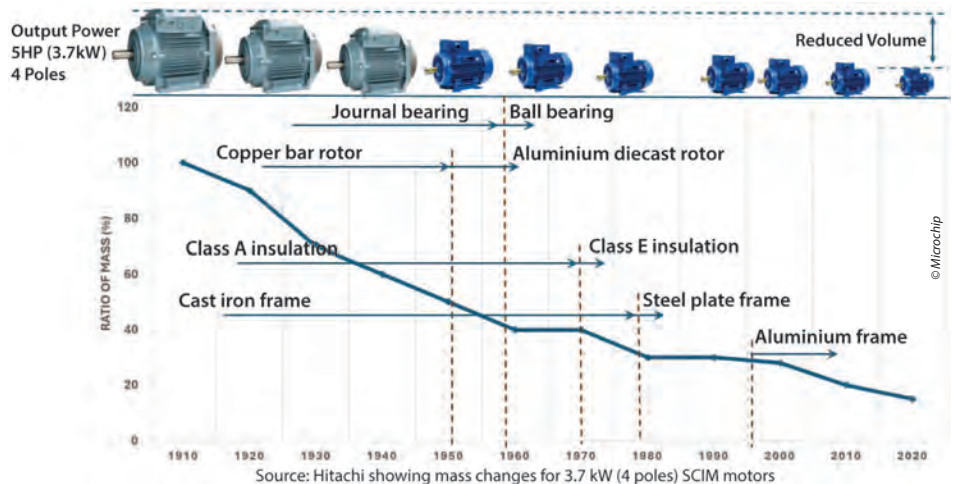
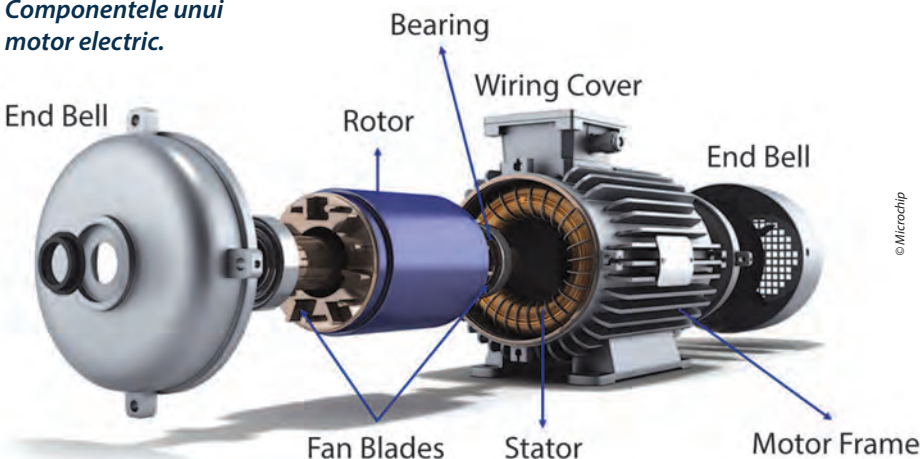
Tendențe privind eficiența acționărilor electrice.

Analiza principalelor componente ale unui motor și a evoluției lor oferă o imagine mai clară asupra acestor progrese.

În general, un motor cuprinde scuturi portlagăr, un rotor, rulmenți și un stator cu bobinaje. De-a lungul timpului, materialele utilizate pentru realizarea acestor componente au evoluat. De exemplu, trecerea de la aluminiu la cupru în bobinele rotorului și statorului a îmbunătățit conductivitatea și randamentul. Totodată, progresele în ceea ce privește toleranțele de fabricație au contribuit la reducerea zgomotului și la creșterea eficienței.

O tendință importantă în tehnologia motoarelor o reprezintă utilizarea materialelor amorphe în rotoare și statoare.

Componentele unui motor electric.



Evoluția acționărilor electrice.

Această reducere a dimensiunilor a fost posibilă datorită utilizării unor materiale mai ușoare și mai eficiente, precum și progreselor realizate în domeniul izolației termice și electrice. Motoarele mai ușoare oferă avantaje importante în aplicațiile auto, unde reducerea masei poate conduce la creșterea eficienței și poate permite integrarea acestora în spații mai compacte.

În ansamblu, aceste progrese tehnologice conduc la sisteme de acționare mai eficiente, capabile să ofere performanțe superioare și economii de energie.

Evoluția materialelor, a magneților și a rulmenților, împreună cu reducerea dimensiunilor, a contribuit la obținerea unor motoare mai eficiente și mai performante.

II UTILIZAREA VARIATOARELOR DE FRECVENȚĂ (VFD)

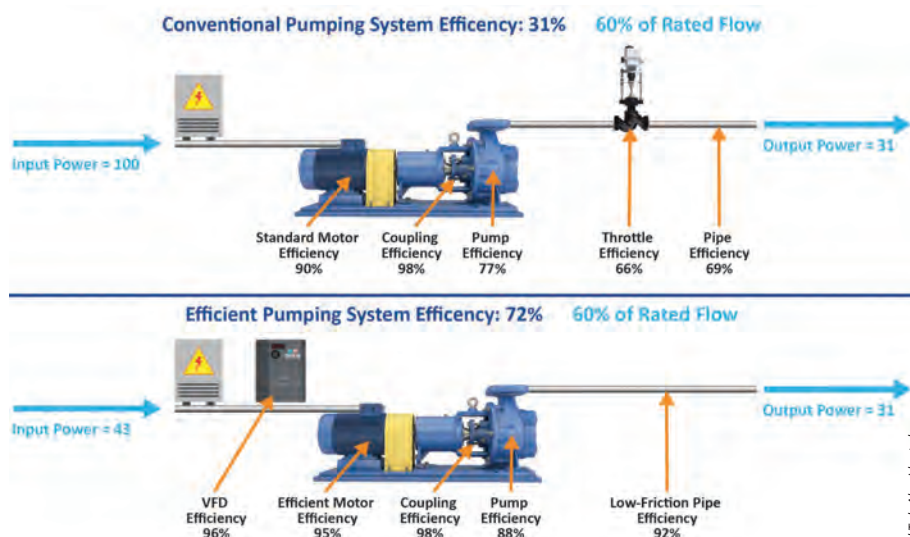
Variatoarele de frecvență (VFD) sunt utilizate tot mai frecvent pentru controlul turației motoarelor și creșterea eficienței energetice. Acestea adaptează turația motorului la cerințele sarcinii, reducând astfel consumul de energie. În cazul variatoarelor de frecvență, trecerea de la tranzistoarele bipolare cu poartă izolată (IGBT) la tehnologia bazată pe carbură de siliciu (SiC) a contribuit, de asemenea, la creșterea eficienței și la o comutație mai rapidă.

Variatoarele de frecvență au revoluționat controlul motoarelor, permițând reglarea precisă a turației și a cuplului.

Această tehnologie optimizează performanțele motorului și îmbunătățește semnificativ

eficiența sistemului. Un VFD reglează frecvența și tensiunea aplicate motorului, permițând funcționarea acestuia în punctul de funcționare optim pentru sarcina respectivă.

De exemplu, în sistemele convenționale de acționare, când motoarele funcționează la putere maximă, iar debitul este reglat cu ajutorul unor supape de reglare, apar pierderi semnificative de energie. În schimb, variatoarele de frecvență elimină necesitatea acestui tip de reglare prin adaptarea turației motorului la debitul necesar, reducând astfel consumul de energie și sporind eficiența generală a sistemului. Studiile au arătat că utilizarea unui VFD poate mai mult decât dubla eficiența sistemului de acționare, de la aproximativ 31% la 72%.



Considerații tehnice și economice privind utilizarea acționărilor cu turație variabilă în sistemele cu motoare electrice.

Soluții de la Microchip Technology

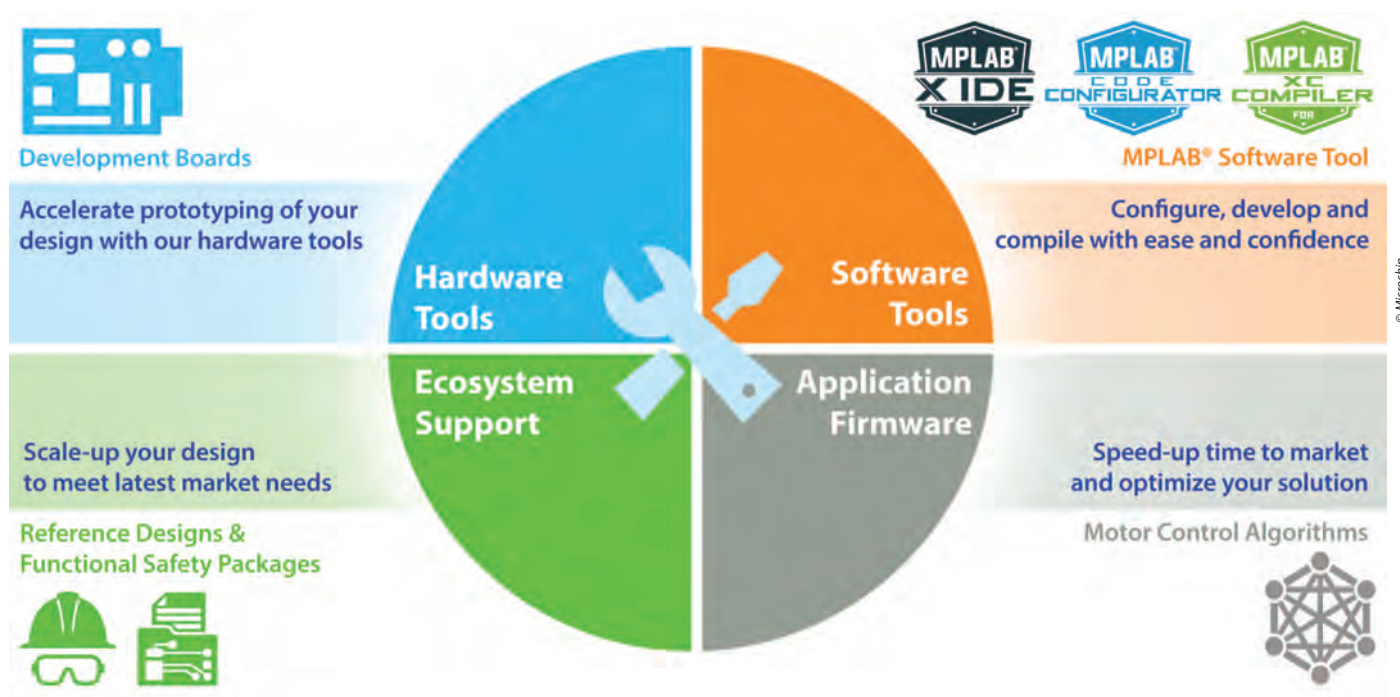
Microchip Technology oferă o gamă cuprinzătoare de soluții pentru aplicațiile de control al motoarelor, incluzând suport hardware și algoritmi avansați. Portofoliul companiei cuprinde microcontrolere, drivere de poartă, componente de electronică de putere și senzori, toate proiectate pentru optimizarea performanțelor motoarelor.

Support hardware

Microchip oferă soluții hardware care accelerează proiectarea și dezvoltarea sistemelor de control al motoarelor și contribuie la optimizarea performanței și eficienței acestora.

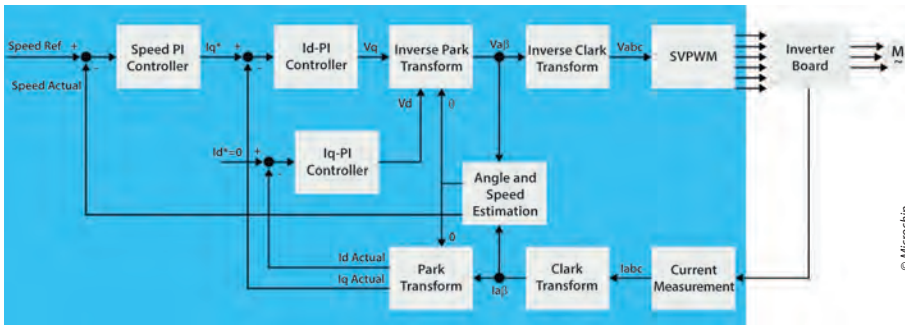
Pentru variatoarele de frecvență (VFD), compania furnizează convertoare AC-DC și invertore realizate cu MOSFET-uri de înaltă eficiență din carbură de siliciu (SiC) și drivere de poartă avansate, care permit o comutație precisă. Invertorele, comandate de controlerele de semnal digital (DSC) dsPIC[®], convertesc curentul continuu (DC) în curent alternativ (AC) cu frecvență variabilă, asigurând funcționarea eficientă a motorului.

Senzorii integrați furnizează în timp real informații privind curentul, tensiunea și temperatura, contribuind la creșterea fiabilității sistemului. Microchip Technology oferă, de asemenea, plăci de evaluare și dezvoltare, proiecte de referință, biblioteci software și instrumente de dezvoltare care facilitează proiectarea și implementarea algoritmilor avansați de control al motoarelor.



III ALGORITMI AVANSAȚI DE CONTROL

Algoritmii au un rol fundamental în optimizarea sistemelor de control al motoarelor. Metodele tradiționale, precum controlul V/F pentru motoarele asincrone de curent alternativ, sunt economice și relativ simple, dar nu oferă întotdeauna cea mai ridicată eficiență.



FOC poate fi implementat cu sau fără senzori, în funcție de tipul motorului și de cerințele aplicației.

Algoritmii mai avansați, precum comutația în șase pași pentru motoarele BLDC și PMSM, asigură un control mai bun al cuplului și pot fi implementați cu sau fără senzori.

Cel mai eficient algoritm este controlul orientat după câmp (FOC), care oferă eficiență ridicată, zgomot redus și performanțe excelente în ceea ce privește cuplul și turația. FOC poate fi implementat cu sau fără senzori, în funcție de tipul motorului și de cerințele aplicației.

Soluții Microchip pentru control avansat

Soluțiile Microchip pentru controlul motoarelor integrează algoritmi avansați, precum FOC, cuplu maxim per amper (MTPA – Maximum Torque per Ampere) și slăbirea câmpului, pentru maximizarea eficienței și a performanțelor. Implementarea și reglarea acestor algoritmi sunt facilitate de instrumente precum MPLAB® motorBench® Development Suite.

În plus, Microchip oferă funcții de învățare automată pentru întreținerea predictivă, care ajută la menținerea motoarelor în condiții optime de funcționare și la reducerea riscului de apariție a unor defecțiuni neașteptate.

Algoritmul Zero-Speed/Maximum-Torque (ZS/MT) reprezintă o nouă variantă a FOC, care permite controlul fără senzori în aplicații ce necesită cuplu ridicat sau funcționare la turații reduse. În locul senzorilor cu efect Hall, ZS/MT utilizează o metodă fiabilă de detectare a poziției inițiale (IPD – Initial Position Detection), bazată pe injecția de înaltă frecvență (HFI – High-Frequency

Injection), pentru determinarea exactă a poziției rotorului la turație zero și la turații reduse.

Această caracteristică îl face potrivit pentru aplicații precum mașini de găurit, sisteme de deschidere a ușilor de garaj, demarare auto și biciclete electrice.

Analiza continuă a unor parametri precum curentul, cuplul și vibrațiile contribuie la funcționarea eficientă a motorului și la reducerea duratei de nefuncționare.

Aplicația demonstrativă Microchip prezintă o soluție de întreținere predictivă pentru motoare, utilizând MPLAB® Machine Learning Development Suite împreună cu placa de control al motorului dsPIC LVMC.

Sistemul utilizează un model de clasificare care determină starea de funcționare a motorului și identifică eventuale anomalii, precum o sarcină dezechilibrată sau un rulment defect, pe baza monitorizării curentului I_q .

Concluzie

Optimizarea controlului motoarelor pentru creșterea eficienței energetice este esențială pentru reducerea consumului global de energie și îmbunătățirea performanțelor într-o gamă largă de aplicații.

Algoritm	Motoare compatibile	Observații
Control în buclă deschisă (V/F)	ACIM	Cost redus
Comutație sinusoidală în 6 pași	PMSM	Zgomot redus
Comutație trapezoidală în 6 pași (fără senzori, BEMF)	PMSM, BLDC	Cost redus; Control bun al cuplului la turații medii și ridicate
Comutație trapezoidală în 6 pași (cu senzori)	PMSM, BLDC	Control bun al cuplului pe întreg domeniul de turație
Control orientat după câmp (fără senzori)	PMSM (Permanent Magnet Synchronous Motor), BLDC (Brushless Direct Current), ACIM (AC Induction Motor)	Eficiență ridicată; Control excelent al cuplului; Cost redus
Control orientat după câmp (cu senzori)	PMSM, BLDC	Eficiență ridicată; Control excelent al cuplului

Comparație între diferiți algoritmi de control.

© Microchip

IV INTEGRAREA CU IoT ȘI AI/ML

Integrarea tehnologiilor IoT (Internetul lucrurilor) și AI (inteligenței artificiale) a revoluționat controlul motoarelor. Senzorii joacă un rol esențial în aceste sisteme, fiind utilizați la măsurarea curentului și a cuplului, precum și la determinarea poziției rotorului.

Datele furnizate de aceștia sunt transmise către microcontrolere capabile să le proceseze. Prin integrarea algoritmilor de învățare automată, aceste sisteme pot analiza datele provenite de la senzori pentru a anticipa eventuale defecțiuni ale motorului sau necesitatea unor intervenții de întreținere. Această abordare este deosebit de utilă în mediile industriale, unde opririle neprevăzute pot conduce la perioade îndelungate de nefuncționare și la pierderi financiare. Întreținerea predictivă utilizează senzori și algoritmi de învățare automată pentru monitorizarea stării motorului și identificarea potențialelor probleme înainte ca acestea să provoace defecțiuni.

Prin trecerea la motoare mai eficiente, utilizarea variatoarelor de frecvență (VFD), implementarea algoritmilor avansați de control și integrarea tehnologiilor IoT și AI se pot obține economii semnificative de energie.

Pentru dezvoltarea unor astfel de sisteme, Microchip Technology pune la dispoziție soluții hardware și software, precum și expertiza necesară.

Microchip Technology

www.microchip.com





Interfață multimodală bazată pe PSOC™

GESTURI, VOCE, AFIȘAJ: HMI COMPACTĂ CU EDGE AI

Atingere, voce și gesturi: un sistem demonstrativ arată cum poate fi implementată interacțiunea modernă om-mașină într-un spațiu restrâns. Inteligența integrată, combinată cu interfețe flexibile, permite realizarea unor modalități de operare receptive și intuitive.

Autori:

Jordan Rose, Field Application Engineer, **Rutronik**

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



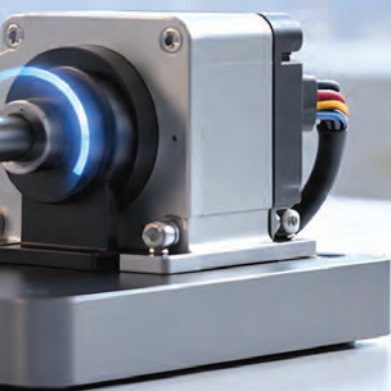
Modul în care oamenii interacționează cu mașinile evoluează într-un ritm rapid. Deși ecranele tactile sunt acum ceva obișnuit, conceptele de operare fără contact devin din ce în ce mai importante, în special în aplicațiile în care igiena, condițiile de mediu sau limitările fizice joacă un rol esențial. Sistemul demonstrativ prezentat aici (Figura 1) arată cum pot fi combinate, într-un singur sistem embedded, diferite principii de detecție – radar, voce și atingere – pentru realizarea unei interfețe om-mașină (HMI) robuste. Obiectivul a fost demonstrarea capacității sistemului de recunoaștere de a funcționa fiabil în prezența unor factori externi precum lumina solară puternică,

ploaia și zgomotul ambiental, precum și în situațiile în care utilizatorul are mâinile murdare sau poartă mănuși. Dezvoltat în cadrul unor proiecte interne și pentru clienți, prototipul oferă o bază practică pentru valorificarea expertizei în hardware, software și algoritmi destinați recunoașterii gesturilor prin radar și controlului vocal.

Arhitectura sistemului – vedere de ansamblu

Sistemul demonstrativ combină, într-un design compact, toate elementele esențiale ale unei interfețe om-mașină moderne și multimodale. Integrarea controlului prin gesturi și voce, a controlului motorului și a afișajului grafic necesită o arhitectură atent coordonată,

capabilă să gestioneze diverse interfețe pentru senzori și actuatore și, totodată, să permită procesarea paralelă în timp real. O provocare importantă a constat în integrarea, pe o singură platformă cu microcontroller, a unor componente eterogene cu interfețe electrice diferite – de la conexiuni de mare viteză pentru afișaj până la intrări de senzori pentru care latența este critică. PSOC Edge de la Infineon furnizează puterea de procesare și perifericele necesare procesării semnalelor și controlului, în timp ce sistemul de operare în timp real FreeRTOS coordonează sarcinile individuale și gestionează fluxurile de date și comenzile de control prin intermediul magistralei interne de interconectare AHB.



Tehnologie radar de 60 GHz pentru recunoașterea gesturilor

Recunoașterea gesturilor reprezintă elementul principal de control al sistemului demonstrativ. Sunt detectate mișcările spre stânga și spre dreapta, care determină creșterea sau reducerea vitezei motorului, precum și o mișcare de "împingere" utilizată pentru oprirea acestuia. În centrul sistemului se află un senzor radar FMCW de 60 GHz pentru detectarea mișcării. Procesarea semnalului se realizează integral pe nucleul Cortex-M55 al PSOC Edge. Deoarece în această etapă nu se utilizează învățarea automată, timpul de dezvoltare este redus și nu mai este necesară etapa de antrenare.

Procesul de recunoaștere a gesturilor în cadrul sistemului demonstrativ (Figura 2):

- **Date de intrare:** Amplitudinea și AoA (numai azimutul, deoarece în prezent sunt diferențiate doar direcțiile "stânga" și "dreapta").
- **Achiziție:** Un radar FMCW de 60 GHz, prevăzut cu o antenă de emisie și trei antene de recepție, furnizează câte un semnal separat pentru fiecare antenă.
- **Detectarea mișcării:** Aplicarea unei transformate Fourier rapide pentru analiza Doppler (FFT Doppler) asupra fiecărui semnal de antenă, în vederea identificării țintelor în mișcare și eliminării răspunsurilor provenite de la obiectele statice.

- **Determinarea direcției:** Calcularea unghiului de azimut pe baza diferențelor de fază dintre semnalele antenelor de recepție.
- **Clasificarea gesturilor:** Analiza variației în timp a unghiului de azimut, permite identificarea unor mișcări precum "glisare spre stânga", "glisare spre dreapta" sau "clic".

Latența este de aproximativ 10 miliseconde după încheierea mișcării. Gesturile pot fi recunoscute la distanțe cuprinse între 5 și 30 de centimetri sau chiar de la distanțe mai mari, dacă sistemul este configurat corespunzător, inclusiv în condiții complexe de reflexie și în prezența unor factori de mediu obișnuiți, precum lumina solară. Luarea în considerare a unghiului de elevație (unghiul vertical) ar putea permite recunoașterea unor gesturi suplimentare, precum "sus/jos".

Control vocal prin detectarea cuvintelor-cheie

Recunoașterea gesturilor este completată de controlul vocal bazat pe detectarea cuvintelor-cheie. Semnalele vocale sunt captate de un microfon MEMS, preprocesate pe nucleul Cortex-M55 al PSOC Edge și evaluate cu ajutorul unei rețele neurale antrenate. Rețeaua, alcătuită din mai multe straturi convoluționale, este optimizată special pentru recunoașterea unui set limitat de cuvinte-cheie clar definite, precum "start" sau "stop". ➤

Tabelul 1 prezintă principalele componente hardware ale sistemului demonstrativ, împreună cu caracteristicile și funcțiile acestora.





Componentă	Caracteristică	Funcție
Motor BLDC cu senzori Hall	Control prin PWM și GPIO-uri (senzori Hall)	Viteză și direcție de rotație reglabile, feedback privind poziția rotorului
Microfon digital MEMS IM69D130 XENSIV de la Infineon	Conectare prin interfață digitală PDM	Captarea semnalelor audio pentru detectarea cuvintelor-cheie
Ecran tactil IPS TFT LCD, 1024 × 600 pixeli, de la Raystar	Conectare prin MIPI DSI, tehnologie tactilă capacitivă	Vizualizarea stărilor sistemului și operare tactilă
Senzor radar BGT60TR13C de 60 GHz de la Infineon	Conectare prin SPI și GPIO-uri	Recunoașterea gesturilor prin analiza amplitudinii, distanței și azimutului
Placă pentru controlul motorului IFX007T de la Infineon	Modul cu trei semipunți	Controlul puterii motorului BLDC
Placă de evaluare cu PSOC Edge de la Infineon	Microcontroler multinucleu cu NPU (unitate de procesare neurală)	Procesarea centralizată a semnalelor radar și audio, a afișajului și a controlului motorului

Tabelul 1: Principalele componente hardware ale sistemului demonstrativ, împreună cu caracteristicile și funcțiile acestora.

Modelul a fost dezvoltat în Python utilizând bibliotecile Keras și TensorFlow și apoi portat pe PSOC Edge pentru utilizare împreună cu ML Configurator de la Infineon. Inferența rulează pe Cortex-M55 într-un mediu de execuție TensorFlow Lite Micro optimizat.

Procesul de detectare a cuvintelor-cheie (Figura 3):

- **Înregistrare audio:** Microfonul digital MEMS, cu o rată de eșantionare de 16 kHz, furnizează date PDM.
- **Preprocesare:** Conversia într-un banc de filtre MEL prin segmentarea semnalului în ferestre (durată: ~530 μs).
- **Inferență:** Evaluarea spectrelor MEL cu ajutorul unei rețele CNN (rețea neurală convoluțională cu mai multe straturi).
- **Rezultat:** Cuvântul-cheie recunoscut este transmis sub forma unei comenzi către sistemul de control al motorului sau către alte funcții ale sistemului.

Controlul motorului BLDC cu senzori Hall

Un motor de curent continuu fără perii (24 V, max. 4.800 RPM), controlat direct de microcontroler, oferă feedback imediat la comenzile prin gesturi sau voce. Cu ajutorul senzorilor Hall integrați, sistemul detectează viteza curentă și o ajustează în funcție de comenzile primite.

Pentru control este utilizat modulul IFX007T cu trei semipunți de la Infineon, comandat prin semnale PWM și linii digitale de control. Bucla de reglare a vitezei funcționează la o rată de eșantionare de 1 kHz, ceea ce permite aplicarea rapidă și precisă a modificărilor de viteză. Motorul are în principal un rol demonstrativ, dar poate fi înlocuit cu ușurință de alte actuatori sau sisteme de afișare.

Interfața cu utilizatorul pe ecran tactil

Pentru vizualizarea stărilor sistemului este utilizat un ecran tactil capacitiv de 7", cu o rezoluție de 1.024 × 600 pixeli. Acesta afișează, printre altele, valorile vitezei, gesturile recunoscute și starea controlului vocal.

Interfața grafică cu utilizatorul este generată direct pe microcontroler cu ajutorul bibliotecii open source LVGL. Utilizarea eficientă a memoriei și a resurselor de procesare permite rularea simultană, în timp real, a interfeței cu utilizatorul, a recunoașterii gesturilor și a procesării semnalului vocal. Rata de reîmprospătare de aproximativ 10 FPS este suficientă pentru afișarea stărilor sistemului și pentru feedback-ul oferit utilizatorului în timpul operării.

Provocări și lecții din dezvoltare

O caracteristică importantă a sistemului demonstrativ este compararea directă a două abordări: procesarea convențională a semnalului și învățarea automată (ML).

Pentru recunoașterea gesturilor bazată pe tehnologie radar de 60 GHz, utilizarea ML a fost evitată în mod intenționat, deoarece nu era necesară din punct de vedere funcțional.

Această abordare permite o recunoaștere mai robustă și cu latență redusă, fără a necesita o etapă de antrenare. Metoda nu este influențată de lumina parazită, de zgomotul perturbator sau de variațiile poziției mâinii.

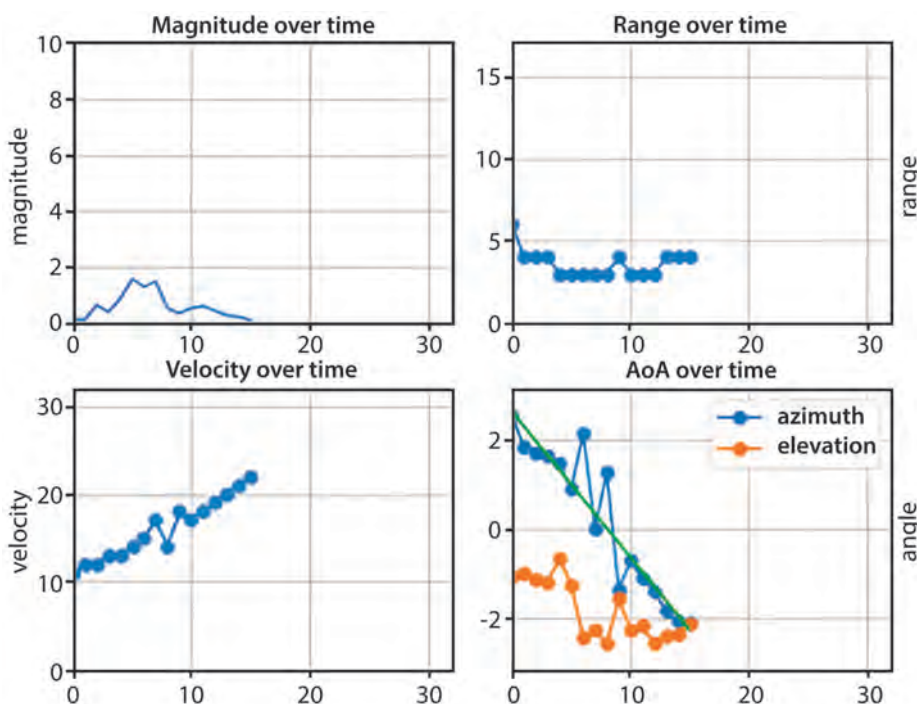
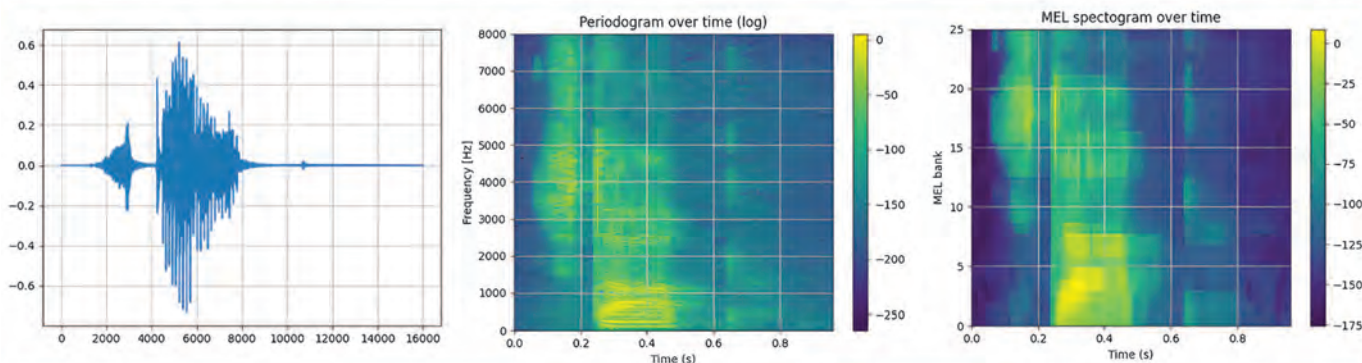


Figura 2 Recunoașterea gesturilor cu ajutorul senzorului radar BGT60TR13C de la Infineon.

1. Audio source: Infineon's M69D130 XENSIV™ MEMS Microphone



2. Signal processing on Cortex-M55



3. NN inference on ARM Ethos-U55

© Rutronik System Solutions

Figura 3 *Procesul de detectare a cuvintelor-cheie.*

În schimb, controlul vocal bazat pe detectarea cuvintelor-cheie utilizează o rețea neurală preantrenată, optimizată special pentru un set limitat de cuvinte-cheie clar definite, precum “start” și “stop”. Acesta este domeniul în care învățarea automată își demonstrează avantajele, permițând răspunsuri specifice la evenimente recurente și bine definite. Algoritmii se bazează pe seturi de date disponibile public, utilizate pentru îmbunătățirea stabilității recunoașterii.

Această abordare hibridă – utilizarea procesării convenționale a semnalului acolo unde aceasta oferă viteză și robustețe și a învățării automate acolo unde contribuie la îmbunătățirea recunoașterii – arată cum pot fi combinate optim metode diferite pentru realizarea unei soluții HMI versatile și practice.

Integrarea funcțiilor pe un singur microcontroler

Un alt obiectiv a fost demonstrarea faptului că toate funcțiile – recunoașterea gesturilor, controlul vocal, controlul motorului și afișajul grafic – pot fi implementate integral pe un singur microcontroler. Pentru aceasta a fost necesară integrarea atentă a componentelor hardware și software, precum și procesarea în timp real a mai multor fluxuri de date provenite de la senzori, în limitele resurselor disponibile pe o platformă embedded.

Implementarea a presupus coordonarea
diferitelor interfețe, reducerea latenței și
stabilirea adecvată a priorităților.

Arhitectura modulară și separarea clară a unităților funcționale permit adaptarea flexibilă la diverse scenarii de utilizare și oferă dezvoltatorilor o bază pregătită pentru proiecte personalizate.

Perspective si transfer către aplicatii reale

Combinăția dintre tehnologia radar, procesarea audio și controlul motorului într-un singur sistem nu reprezintă doar un studiu de fezabilitate tehnică, ci oferă și o platformă practică pentru transferul de cunoștințe. Clienții beneficiază de exemple software gata de utilizare, pe baza cărora își pot efectua propriile teste sau își pot dezvolta rapid propriile medii de lucru. Astfel, timpul necesar implementării proiectelor poate fi redus considerabil.

Sistemul demonstrativ poate fi utilizat ca platformă de referință și adaptat, după necesități, proiectelor clientilor.

De asemenea, este adecvat pentru medii speciale de laborator, precum camerele curate sau cutiile cu mănuși.

Platforma hardware și software, împreună cu resurse suplimentare – cod exemplu, scheme electrice, note de aplicație și instrucțiuni – poate fi furnizată la cerere.

Adaptarea la cerințe specifice poate include integrarea unor funcții suplimentare, modificarea recunoașterii vocale sau extinderea capabilităților de recunoaștere a gesturilor. Un exemplu al acestei transferabilități îl reprezintă implementarea unei rețele neurale pe o platformă RDK2 împreună cu sistemul radar RAB3. Odată înțelese principiile de colectare a datelor, antrenare și implementare a rețelei neurale, aceleași metode pot fi transferate către alte platforme.

Setul de instrumente Infineon sprijină acest proces și simplifică portarea.

În plus, sunt planificate dezvoltări ulterioare ale tehnologiei radar, cu scopul realizării unor noi exemple de aplicații și al extinderii gamei de funcții. Sistemul demonstrativ nu reprezintă, așadar, doar o implementare tehnologică funcțională, ci și o platformă deschisă pentru dezvoltarea unor soluții HMI inteligente, bazate pe senzori, destinate sistemelor embedded.

■ **Rutronik**
www.rutronik.com



Referinte

[1] https://github.com/RutronikSystemSolutions/RAB3-Radar_Documents/blob/main/RAB3-Radar_AppNote_Signal_Processing.pdf (*Nota de aplicație "Signal Processing" de la Rutronik System Solutions, August 2024*)



AI Embedded Edge

O NOUĂ REVOLUȚIE INDUSTRIALĂ PRINDE CONTUR

Uitați de cloud. Acțiunea reală se desfășoară la marginea rețelei – la propriu.

Pe măsură ce Industria 4.0 evoluează către Industria 5.0, mai colaborativă și puternic orientată spre sustenabilitate, producătorii renunță la centrele de date centralizate în favoarea unei abordări mult mai agile: AI Embedded Edge. Nu sunt doar cuvinte la modă; pentru automatizarea industrială, schimbarea este comparabilă cu înlocuirea unui motor cu aburi cu un procesor cuantic.

Ce este, de fapt, AI Embedded Edge?

Imaginați-vă fabrica asemenea unui stup populat de mici "genii". AI Embedded Edge înseamnă implementarea inteligenței artificiale direct pe dispozitive embedded, precum senzori, controlere și microcontrolere.

Acestea nu sunt dispozitive obișnuite: sunt inteligente, rapide și capabile să ia decizii în câteva milisecunde, fără a fi necesară comunicarea cu cloud-ul.

Mentenanța predictivă și avantajele AI la marginea rețelei

Prin eliminarea dependenței de cloud și a întârzierilor asociate acestuia, datele provenite de la senzori pot fi colectate și analizate în timp real.

Astfel, senzorii care monitorizează vibrațiile, temperatura și presiunea pot contribui la anticiparea defecțiunilor înainte ca acestea să se producă.

AI Embedded Edge poate fi privită ca un inginer de control al calității care "vede tot" și este permanent disponibil.

În acest mod, multe defecțiuni pot fi identificate înainte de a provoca oprirea echipamentelor.

Aceste aplicații nu sunt doar teoretice: numeroși furnizori RS sunt deja în avangarda acestui domeniu.



Automatizarea industrială devine mai inteligentă

Cum transformă AI Embedded Edge fabrica:

- **Controlul calității și viziune artificială:**
Aceste sisteme detectează defectele mai repede decât își observă un vultur prada. Siemens utilizează deja AI la marginea rețelei pentru a reduce numărul detectărilor eronate în timpul inspecției plăcilor cu circuite, diminuând rata erorilor de la 80% la 20%. Aceasta nu înseamnă doar o eficiență mai mare, ci și o creștere semnificativă a productivității.
- **HMI cu AI embedded de la Schneider Electric:**
Aceste controlere pentru încăperi au fost premiate pentru capacitatea de a menține confortul și de a economisi energie în același timp. La urma urmei, e cool să fii cool, nu-i așa? ➤



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

Controler Schneider Electric SE8000, 120 mm × 86 mm × 25 mm, 7 intrări, 9 ieșiri tip releu, tensiune de alimentare 10 VDC.



Nr. stoc RS
339-512

Producător Cod Producător
Schneider Electric SER8350A5B11

Robotică autonomă: roboții și AGV-urile evoluează de la simple echipamente care execută sarcini la sisteme capabile să analizeze situații și să ia decizii.

De exemplu, platforma PSOC™ Edge de la Infineon permite luarea deciziilor în timp real fără a depinde de cloud.

Infineon PSE813GOS2DBZC4, microcontroler PSOC™ Edge E81, Arm Cortex-M55 pe 32-biți, 400 MHz, 4 MB SRAM, VFBGA-220



Nr. stoc RS
762-935

Producător Cod Producător
Infineon PSE813GOS2DBZC4

Optimizare energetică: reducerea consumului de energie capătă o nouă dimensiune atunci când AI embedded ajustează activ sistemele HVAC și iluminatul pe baza tiparelor de utilizare învățate.

De exemplu, microcontrolerul STM32N6 de la STMicroelectronics, echipat cu accelerometrul Neural-ART, contribuie la realizarea unor operațiuni mai inteligente și mai eficiente energetic.

STM32N6570-DK, microcontroler STM32N, 800 MHz, 4,4 MB Flash, 32 pini



Nr. stoc RS
266-775

Producător Cod Producător
STMicroelectronics STM32N6570-DK

De ce câștigă teren Edge

Să fim sinceri: cloud-ul este excelent pentru maratoane de seriale TV, dar nu reprezintă soluția ideală pentru opriri de urgență sau corectarea traiectoriei roboților.

AI la marginea rețelei oferă:

- **Latență ultra-redușă:** decizii luate în câteva milisecunde.
- **Mai puține date trimise în cloud:** costuri mai mici.
- **Datele sensibile rămân local:** protejarea confidențialității.
- **Reziliență sporită:** funcționarea poate continua chiar și atunci când conexiunea Wi-Fi este indisponibilă.

Aspecte de luat în considerare:

- **Implementarea AI la marginea rețelei nu este o soluție plug-and-play.**
- **Dispozitivele Edge dispun de resurse de calcul limitate, astfel încât hardware-ul trebuie ales cu atenție. Optimizarea modelelor este esențială.**
- **Managementul proiectului:** actualizarea modelelor AI pe dispozitive distribuite necesită o planificare logistică atentă.
- **Calitatea datelor:** datele de slabă calitate sau fragmentate îngreunează antrenarea modelelor AI.

Deci, ce fac marii jucători?

Primul este **Siemens**, cu ecosistemul său Industrial Edge, care permite verificarea calității în timp real și implementarea mentenanței predictive.

Schneider Electric integrează AI într-o gamă extrem de largă de aplicații, de la rețele energetice până la ferme piscicole, demonstrând că inteligența la marginea rețelei nu înseamnă doar performanță, ci și sustenabilitate.

STMicroelectronics democratizează AI la marginea rețelei prin instrumente gratuite și platforme AutoML care permit dezvoltatorilor să implementeze soluții bazate pe inteligență artificială fără a fi neapărat specialiști în domeniu.

(AutoML – Automated Machine Learning – reunește metode și procese care automatizează etape ale dezvoltării modelelor de învățare automată, facilitând utilizarea acestora și de către dezvoltatori care nu sunt specializați în machine learning.)

Infineon transformă microcontrolerul în sisteme capabile să ia decizii autonome, utilizând AI la marginea rețelei pentru a asigura procesare rapidă, sigură și extrem de eficientă.

AI la marginea rețelei va avea un impact major asupra automatizării industriale. Piața este estimată să atingă 268,5 miliarde USD până în 2031, cu o rată anuală compusă de creștere (CAGR) de peste 25%. Exagerare mediatică sau schimbare tectonică? Vom afla în curând.

Concluzie: Edge este noul centru

AI Embedded Edge nu este doar o actualizare tehnologică, ci o transformare profundă. Este diferența dintre a reacționa și a anticipa, dintre controlul centralizat și inteligența distribuită.

Pe măsură ce tehnologia se maturizează, Edge nu va mai fi doar locul în care sunt generate datele, ci și locul în care sunt luate deciziile, se produce inovația și se conturează viitorul industriei prelucrătoare.

Pentru a susține această evoluție, **Aurocon COMPEC** vă oferă soluții și componente dedicate aplicațiilor embedded și Edge AI, inclusiv o gamă completă de produse Synaptics, disponibile prin platforma RS.

Descoperiți soluțiile potrivite pentru proiectele dumneavoastră și faceți următorul pas către o industrie mai inteligentă, conectată și eficientă.

■ Autor: Grămescu Bogdan

Aurocon COMPEC

www.compec.ro



SURSĂ AI Embedded Edge

Platforma Astra pentru Edge AI de la Synaptics

**O SCHIMBARE MAJORĂ
PENTRU SISTEMLILE EMBEDDED**



SoC-uri Synaptics

Synaptics oferă platforma Astra, o soluție inovatoare de calcul embedded, creată special pentru aplicații Edge AI. Aceasta marchează o etapă importantă în evoluția Edge computing, oferind o platformă robustă și versatilă pentru ingineri și dezvoltatori profesioniști.

Caracteristici cheie ale platformei Astra

– **Calcul embedded optimizat pentru aplicații AI:** Astra este proiectată de la bază pentru a suporta sarcini de lucru AI, fiind ideală pentru aplicații care necesită procesarea datelor în timp real și luarea deciziilor la marginea rețelei (Edge).

Acest lucru este esențial în scenariile în care latența, confidențialitatea și lățimea de bandă reprezintă factori critici.

– **Portofoliu divers de SoC-uri:** În centrul platformei Astra se află o gamă de soluții System-on-Chip (SoC) bazate pe procesoare Arm Cortex-A. Aceste SoC-uri integrează GPU-uri și oferă un set complet de opțiuni I/O, acoperind cerințe variate de performanță, de la aplicații de bază până la cele de înaltă performanță.

– **Performanță AI accelerată:** platforma include funcții de securitate și de procesare video, grafică și audio accelerate hardware.

Astfel, sarcinile de inferență AI pot fi executate eficient, furnizând rapid informații utile direct la sursa datelor.

– **Software complet și conectivitate:** Astra nu se limitează la hardware, ci oferă și o suită software completă și conectivitate wireless conformă cu standardele.

Această abordare integrată simplifică procesul de dezvoltare și permite inginerilor să se concentreze asupra creării unor soluții inovatoare, fără a fi nevoiți să gestioneze complexitatea integrării.

– **Framework AI și ecosistem extins:** Synaptics a dezvoltat un framework AI robust care suportă o gamă largă de modele și algoritmi de învățare automată. În plus, platforma beneficiază de un ecosistem extins de parteneri, oferind dezvoltatorilor acces la instrumentele și suportul necesare pentru realizarea proiectelor.

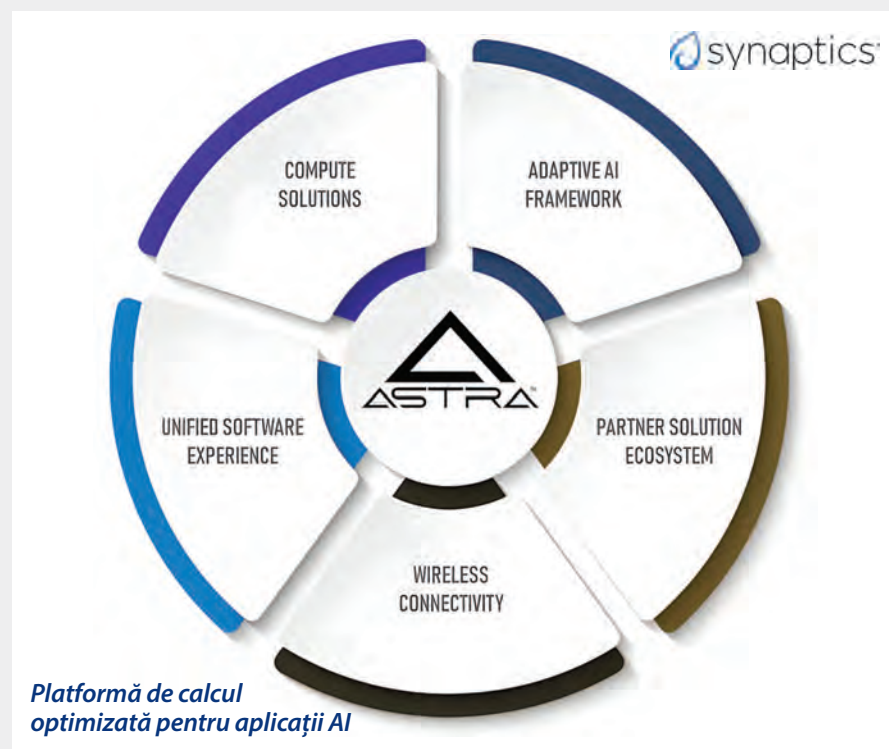
Platforma Astra a fost creată pentru a răspunde cerințelor unei game variate de aplicații Edge AI, inclusiv:

Automatizare industrială: creșterea eficienței și preciziei sistemelor automatizate prin procesarea locală a datelor și luarea deciziilor în timp real.

Orașe inteligente: dezvoltarea unei infrastructuri inteligente capabile să se adapteze la schimbarea condițiilor și să contribuie la îmbunătățirea vieții urbane.

Asistență medicală: susținerea instrumentelor avansate de diagnostic și a sistemelor de monitorizare a pacienților care necesită analiza imediată a datelor.

Electronică de larg consum: dezvoltarea dispozitivelor de generație următoare, cu funcții interactive avansate și experiențe personalizate pentru utilizatori.



SURSA www.rs-online.com/designspark/synaptics-unveils-astra-platform-for-edge-ai-a-game-changer-for-embedded-systems

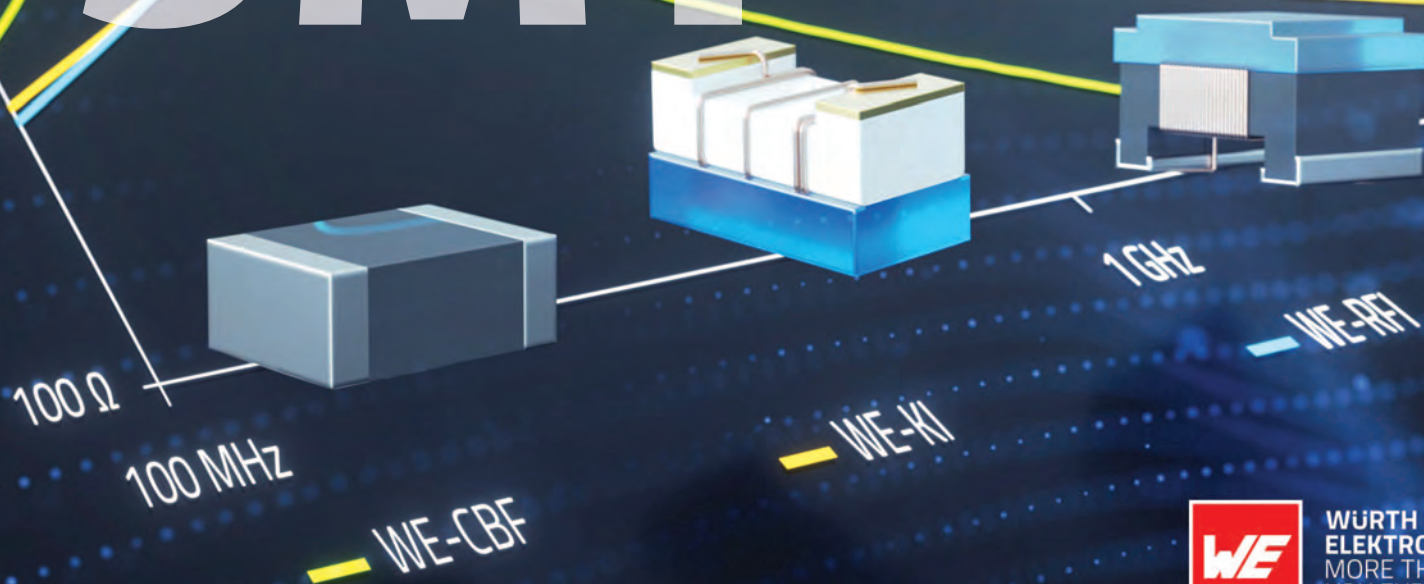
Astra este pregătită să impulsioneze inovația în numeroase domenii industriale. Pentru ingineri și dezvoltatori, platforma oferă instrumentele necesare pentru realizarea unor soluții de ultimă generație care valorifică întregul potențial al AI la marginea rețelei. Aurocon COMPEC vă oferă o gamă completă de produse Synaptics, disponibilă pe site-ul RS.

COMPEC
AUROCON COMPEC SRL

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



Inductoare SMT



WÜRTH
ELEKTRONIK
MORE THAN
YOU EXPECT

BOBINE ȘI FERITE – ALEGEREA DEVINE SIMPLĂ

Cum alegeți inductorul potrivit pentru aplicația dumneavoastră? Acest articol prezintă diferențele dintre trei componente inductive SMT: inductoare ceramice, ferite SMT și inductoare bobinate pe miez de ferită. Proprietățile lor electrice le fac potrivite pentru diverse aplicații, iar parametrii paraziți determinați de construcția lor fizică pot fi utilizați în avantajul proiectării circuitelor.

Autor: Dr. Ing. Heinz Zenkner, Würth Elektronik
Editor: Gerhard Stelzer

Componentele inductive sunt disponibile în numeroase forme. Versiunile SMT sunt foarte populare, deoarece sunt ușor de montat pe plăcile cu circuite imprimate. Cu toate acestea, nu toate componentele inductive sunt identice, după cum demonstrează acest articol prin compararea a trei tipuri reprezentative de componente SMT: inductorul ceramic, ferita SMT și inductorul bobinat pe miez de ferită.

Figura 1 compară curbele de impedanță ale celor trei tipuri de componente:

- Ferită SMT: WE-CBF ^[1]
- Inductor SMT cu miez ceramic ("bobină cu miez de aer"): WE-KI ^[2]
- Inductor SMT bobinat pe miez de ferită: WE-RFI ^[3]

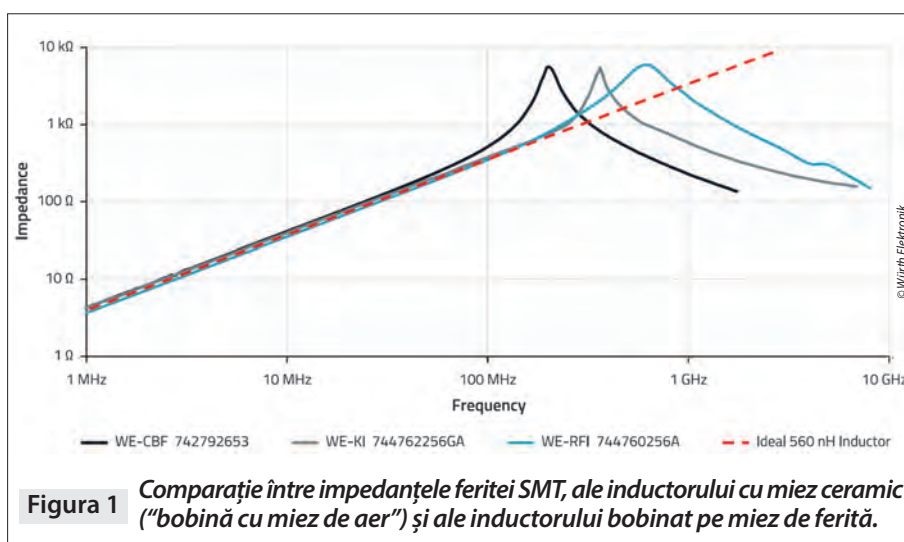


Figura 1 Comparație între impedanțele feritei SMT, ale inductorului cu miez ceramic ("bobină cu miez de aer") și ale inductorului bobinat pe miez de ferită.

Componentele au fost selectate astfel încât curbele lor de impedanță să fie similare până în apropierea maximelor respective. Diferențele devin evidente în zona acestor maxime: ferita SMT atinge impedanța maximă la cea mai joasă frecvență, în timp ce inductorul bobinat pe miez de ferită o atinge la cea mai înaltă frecvență. Inductorul ceramic prezintă cea mai abruptă creștere și scădere în jurul maximului de impedanță și, prin urmare, cel mai ridicat factor de calitate Q.

Comparație între parametrii electrici

Figura 2 compară parametrii electrici ai celor trei componente inductive. Pentru inductoarele fără miez de ferită (WE-KI), fișele tehnice specifică valoarea inductanței – în acest caz 560 nH. Deși această valoare este specificată la o anumită frecvență de măsurare, sub frecvența de rezonanță inductanța rămâne aproape constantă (a se vedea fișa tehnică). La o analiză mai atentă, reactanța inductivă nu crește liniar odată cu frecvența.

Două efecte contribuie la creșterea impedanței bobinei cu miez de aer: creșterea reactanței conform legii lui Lenz și creșterea rezistenței ca urmare a efectului pelicular (*skin effect*).

Într-un circuit pur inductiv, bobina este conectată direct la o sursă de tensiune alternativă. Forța electromotoare (FEM) autoindusă în bobină se opune variației curentului. Conform legii lui Lenz, această FEM autoindusă este direct proporțională cu viteza de variație a curentului prin bobină. Pe măsură ce frecvența crește, efectul inductiv devine mai pronunțat. În consecință, reactanța inductivă crește proporțional cu frecvența.

O creștere suplimentară a impedanței este determinată de efectul pelicular. La frecvențe joase, curentul se distribuie aproape pe întreaga secțiune transversală a conductorului. Odată cu creșterea frecvenței, câmpul magnetic asociat curentului determină reducerea densității de curent în interiorul conductorului și concentrarea acesteia spre suprafață. Acest fenomen este cunoscut sub numele de efect pelicular. Intensitatea efectului crește odată cu frecvența; fenomenul apare și în cazul celorlalte inductoare, inclusiv al celor cu miez de ferită.

FRECVENȚA DE REZONANȚĂ ȘI CAPACITĂȚILE PARAZITE

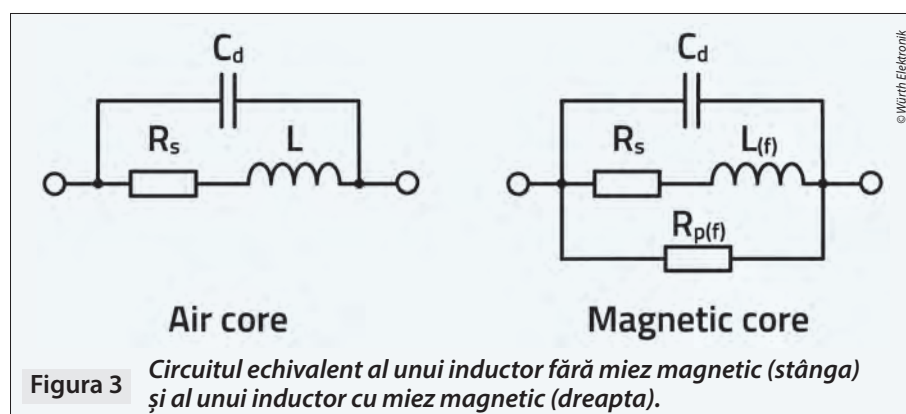
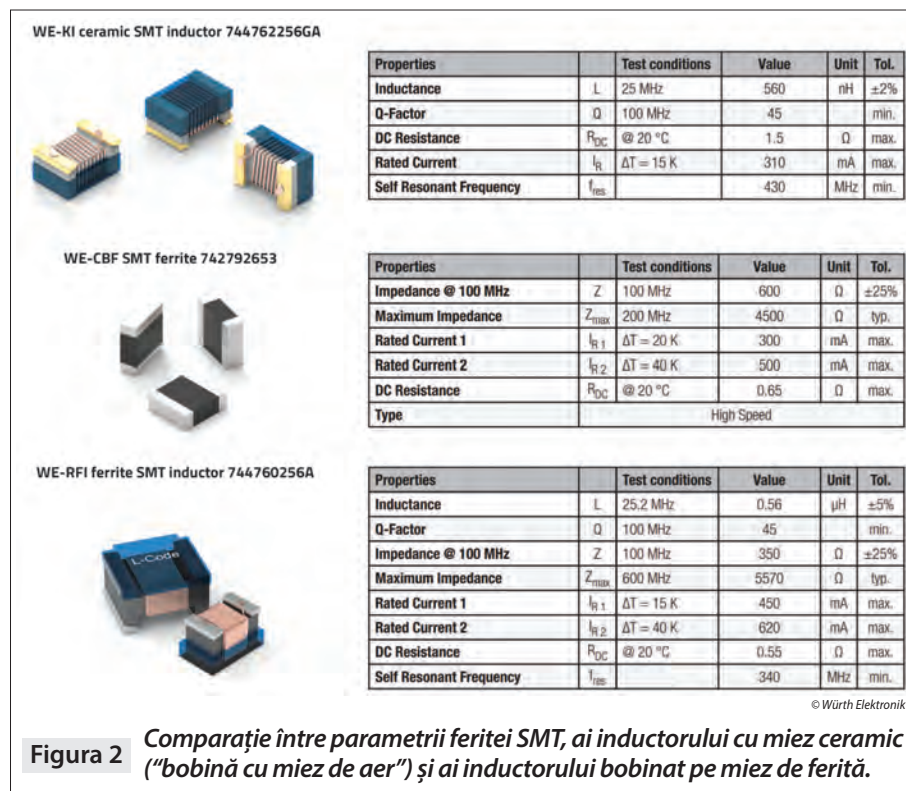
Frecvența de rezonanță a inductorului fără miez de ferită este determinată în principal de capacitatea parazită dintre spire.

Atunci când doi conductori aflați în imediata apropiere sunt separați de un dielectric și între ei există o diferență de potențial, se formează un condensator.

Ansamblul capacităților parazite dintre spire este conectat în paralel cu inductanța înfășurării și formează astfel un circuit rezonant paralel. În plus, există o capacitate parazită între terminale (padurile de lipire), conectată în paralel cu capacitatea înfășurării.

Se poate observa și că ferita SMT prezintă cea mai mare toleranță, în timp ce inductorul fără miez de ferită are cea mai mică toleranță.

Deoarece inductorul WE-KI nu are miez de ferită, acesta necesită mai multe spire pentru a obține aceeași impedanță ca în cazul componentelor cu ferită. Acest lucru explică și de ce WE-KI prezintă cea mai mare rezistență în curent continuu a înfășurării, R_{DC} .



Rezultă astfel o capacitate parazită totală conectată în paralel cu înfășurarea, conform circuitului echivalent prezentat în partea stângă a Figurii 3.

IMPEDANȚA ȘI FACTORUL DE CALITATE
Pentru inductoarele cu miez de ferită (WE-RFI) și feritele SMT (WE-CBF), fișele tehnice nu specifică valoarea inductanței, ci impedanța la o anumită frecvență de măsurare.

Factorul Q, adică factorul de calitate, este specificat atât pentru WE-KI cât și pentru WE-RFI, dar nu și pentru WE-CBF. Factorul Q caracterizează pierderile disipative ale unui inductor. Inductoarele cu un factor Q ridicat au pierderi reduse și o curbă de impedanță mai îngustă. În schimb, inductoarele cu un factor Q scăzut prezintă pierderi mai mari și o curbă de impedanță mai largă. ➤

Valoarea maximă a impedanței unui inductor este legată de factorul de calitate Q. Inductoarele cu pierderi reduse și un factor Q ridicat prezintă un maxim de impedanță foarte mare, în timp ce un inductor cu pierderi ridicate are un maxim mai redus. Prin modificarea modului de realizare a înfășurării sau prin alegerea materialului miezului pot fi ajustate atât valoarea maximă a impedanței cât și domeniul de frecvență în care apare aceasta. Dar ce reprezintă, de fapt, acest maxim de impedanță?

Material pentru miez magnetic

Figura 4 prezintă curbele de impedanță în funcție de frecvență pentru inductorul WE-RFI și ferita SMT WE-CBF. Ambele componente utilizează miezuri din ferită. Fiecare diagramă prezintă trei curbe diferite: R – rezistența ohmică, X_L – reactanța inductivă și Z – impedanța componentei.

- **Ajustarea impedanței inductorului în funcție de frecvență** – prin selectarea și combinarea adecvată a materialelor pentru miez.

LIMITĂRILE MIEZURILOR MAGNETICE

Totuși, utilizarea miezurilor magnetice implică și câteva probleme importante, iar materialul miezului trebuie ales cu atenție în funcție de aplicație.

Printre aspectele care trebuie luate în considerare se numără:

- **Fiecare material de miez prezintă pierderi semnificative peste un anumit domeniu de frecvență.** De exemplu, adăugarea unui miez magnetic unei bobine cu miez de aer poate reduce factorul de calitate al inductorului, în funcție de materialul utilizat și de frecvența de funcționare.

Aceste probleme pot fi gestionate încă din etapa de dezvoltare prin selectarea corectă a inductoarelor pentru aplicația prevăzută. În acest scop sunt necesare diagramele de impedanță care prezintă cele trei curbe R, X_L și Z. Evoluția lor în funcție de frecvență depinde în mare măsură de proprietățile magnetice ale materialului miezului.

FACTORUL DE CALITATE ȘI PIERDERILE ÎN MIEZ

Circuitul echivalent al unui inductor fără miez magnetic este prezentat în Figura 3. Factorul de calitate al unui inductor cu miez de aer este dat de **ecuația 1**:

$$Q = X_L / R_s \quad (1)$$

unde pentru X_L se aplică **ecuația 2**:

$$X_L = \omega \times L \quad (2)$$

unde R_s reprezintă rezistența înfășurării.

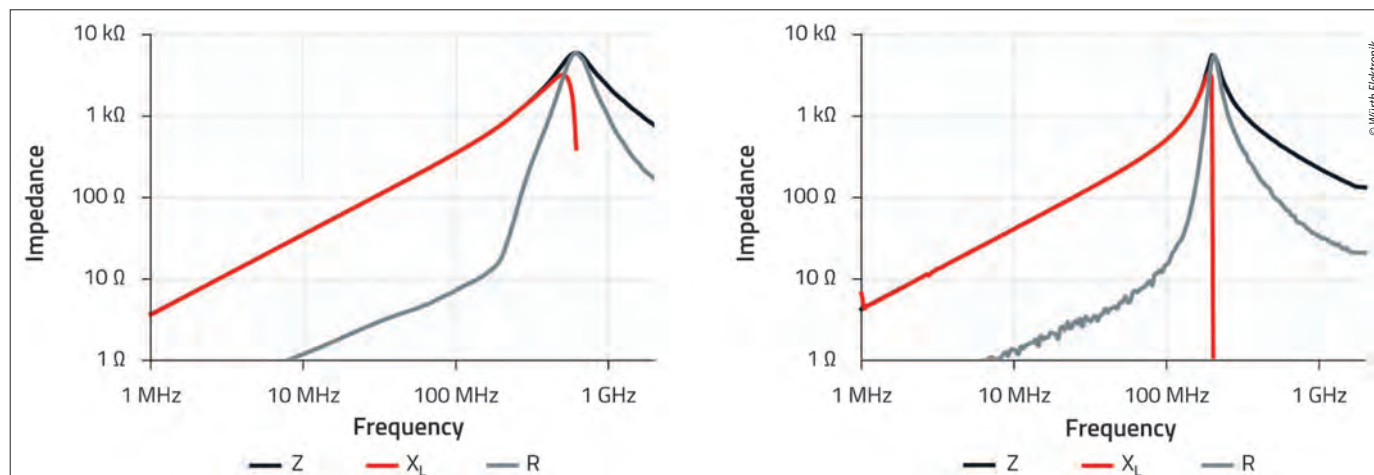


Figura 4 Curbe tipice de impedanță ale inductorului WE-RFI 744760256A (stânga) și ale feritei SMT WE-CBF 742792653 (dreapta).

Înțelegerea acestor diagrame este importantă pentru utilizarea corectă în circuite a inductoarelor cu miez de ferită.

În multe aplicații de radiofrecvență în care sunt necesare valori mari ale inductanței într-un spațiu redus, inductoarele cu miez de aer nu pot fi utilizate din cauza dimensiunilor lor. Construcția inductorului poate deveni mai compactă dacă miezul de aer este înlocuit cu un material cu o permeabilitate magnetică mai mare ($\mu_r > 1$).

Dacă dimensiunile componentei rămân aceleași, valoarea inductanței poate fi menținută chiar și cu un număr mai mic de spire.

Acest lucru oferă mai multe avantaje:

- **Dimensiuni mai mici** – datorită numărului redus de spire necesare pentru obținerea unei anumite inductanțe.
- **Factor Q mai ridicat** – un număr mai mic de spire înseamnă o rezistență mai redusă a înfășurării.

- **Permeabilitatea tuturor miezurilor magnetice variază în funcție de frecvență** și în general scade până la valori foarte mici către limita superioară a domeniului lor de funcționare. În cele din urmă, aceasta se apropie de permeabilitatea aerului ($\mu_r = 1$), iar miezul devine practic "invizibil" pentru circuit.

- **Cu cât permeabilitatea miezului este mai mare, cu atât acesta este mai sensibil la variațiile de temperatură.** Prin urmare, inductanța bobinei poate varia considerabil într-un interval larg de temperatură.

- **Permeabilitatea miezului magnetic depinde și de nivelul semnalului aplicat.** Dacă intensitatea curentului prin inductor este prea mare și densitatea fluxului magnetic din miez crește excesiv, miezul ajunge la saturație.

Dacă inductorului i se adaugă un miez magnetic, circuitul echivalent devine similar celui prezentat în partea dreaptă a Figurii 3. Rezistența $R_p(f)$ este introdusă pentru a reprezenta pierderile care apar în miezul propriu-zis.

Aceste pierderi dependente de frecvență includ pierderile prin histerezis magnetic și pierderile prin curenți turbionari.

Pierderile prin histerezis sunt asociate realinerii particulelor magnetice din material atunci când magnetizarea se modifică. Curenții turbionari apar ca urmare a curenților induși în materialul miezului și generează la rândul lor pierderi de energie.

În plus, inductanța L devine dependentă de frecvență și poate fi exprimată prin $L(f)$, deoarece permeabilitatea magnetică a materialului variază neliniar cu frecvența f.

Factorul de calitate al unui inductor cu miez de ferită este astfel un parametru variabil, dependent inclusiv de curentul care traversează componenta și trebuie determinat pentru fiecare caz în parte.

Ferita este un material care conține în principal fier și este obținut dintr-un amestec pe bază de oxid de fier și alți constituenți metalici. Conductivitatea sa electrică redusă limitează formarea curenților turbionari și menține astfel la un nivel scăzut pierderile asociate acestora.

O caracteristică importantă a acestor materiale este dependența lor pronunțată de frecvență, densitatea fluxului magnetic și temperatură.

Permeabilitate magnetică

Proprietățile magnetice ale materialelor pot fi descrise prin permeabilitatea magnetică μ . Aceasta caracterizează răspunsul magnetic al unui material prin relația dintre densitatea fluxului magnetic B și intensitatea câmpului magnetic H , conform **ecuației 3**:

$$\mu = \Delta B / \Delta H \quad (3)$$

Valoarea permeabilității absolute μ exprimă raportul dintre B (T) și H (A/m), unitatea de măsură în Sistemul Internațional (SI) fiind H/m. Permeabilitatea relativă nu are unitate de măsură și este raportată la permeabilitatea vidului (μ_0).

Aceasta este valoarea specificată de regulă în fișele tehnice ale inductoarelor și indică în ce măsură un anumit material concentrează câmpul magnetic în comparație cu vidul. Rezultă astfel relația prezentată în **ecuația 4**:

$$\mu = \mu_r \times \mu_0 \quad (4)$$

unde μ_0 : permeabilitatea magnetică a vidului: 1.26×10^{-6} (H/m).

Majoritatea materialelor din ferită utilizate sunt amestecuri pe bază de oxid de fier cu adaosuri de mangan-zinc (MnZn) sau nichel-zinc (NiZn). Valoarea μ_r se situează, de regulă, în intervalul 600–15.000 pentru MnZn și 10–1.500 pentru NiZn.

PERMEABILITATE COMPLEXĂ

Este important de reținut că permeabilitatea relativă depinde puternic de frecvența câmpului magnetic. În plus, curbele din Figura 4 indică faptul că permeabilitatea magnetică relativă are două componente: o componentă reală μ' și una imaginară μ'' .

Această permeabilitate complexă devine relevantă la frecvențe ridicate, atunci când apare un defazaj între H și B .

Relația este exprimată prin **ecuația 5**:

$$\mu = (B_0 \times e^{j(\omega t - \delta)}) / (H_0 \times e^{j\omega t}) = B_0 / H_0 \times e^{-\delta} = (B_0 / H_0) \times \cos(\delta) = -j \times (B_0 / H_0) \times \sin(\delta) \quad (5)$$

Aplicarea acestei relații în cazul unui inductor cu miez de ferită conduce la **ecuațiile 6 și 7**:

$$L_s = \mu' \times L_0 \quad (6)$$

și

$$R_s = \omega \times L_0 \times \mu'' \quad (7)$$

unde L_0 reprezintă inductanța înfășurării fără ferită.

Prin urmare, se obține relația din **ecuația 8**:

$$\underline{Z} = j \times \omega \times L_0 \times (\mu' - j \times \mu'') = R + j \times X \quad (8)$$

Din formule se observă cu ușurință că o permeabilitate ridicată conduce la o inductanță mare, dar este asociată de obicei și cu pierderi mai mari în miez.

CURBELE DE IMPEDANȚĂ ȘI UNghiUL DE FAZĂ

Componentele impedanței, respectiv $Z(f)$, $X_L(f)$ și $R(f)$, sunt prezentate în fișele tehnice ale inductoarelor cu miez de ferită. Figura 5 prezintă din nou curbele de impedanță ale inductorului WE-RFI 744760256A.

Acest lucru evidențiază importanța curbelor de impedanță pentru funcționarea corectă a unui circuit în care sunt utilizate inductoare cu miez de ferită. Impedanța Z rezultă din combinația vectorială a rezistenței ohmice R și a reactanței X_L . Rezistența ohmică R are un caracter disipativ: energia este transformată în căldură și nu mai poate fi recuperată. Reactanța X_L reprezintă componenta impedanței determinată de inductanță. Unghiul de fază exprimă defazajul dintre tensiunea aplicată componentei și curentul care o traversează. ➤

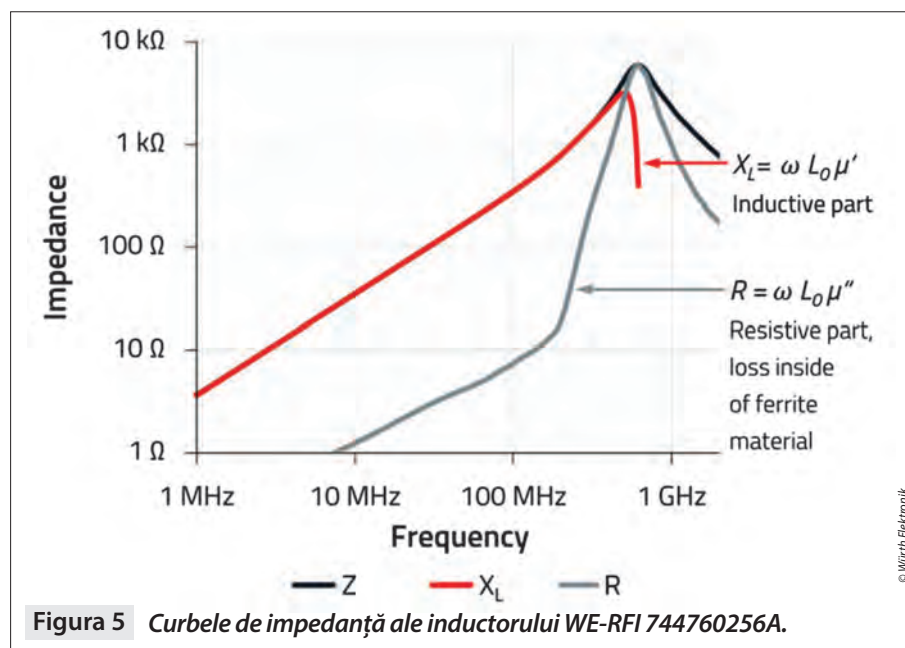


Figura 5 Curbele de impedanță ale inductorului WE-RFI 744760256A.

Parameter	SMT ferrite	Ceramic inductor	Wire-wound ferrite inductor
Inductance range	---	low	high
Impedance range	high	low	high
Tolerance of the inductor	high	very low	low
Rated current range	high	very high	low
Loss resistance R_{DC}	low	very low	medium/high
Self-resonance frequency	high	very high	low/medium
Shape of the resonant frequency (bandwidth)	wide	narrow	narrow, multiple
Quality Q in the range below the resonant frequency	low	very high	medium
Preferred application	Attenuation/reduction of HF currents	HF filters and resonant circuits	High-frequency decoupling, steep filters, attenuation/reduction of HF currents

© Würth Elektronik

Tabelul 1

Prezentare generală și comparație a celor mai importanți parametri ai feritei SMT, ai inductorului ceramic și ai inductorului bobinat pe miez de ferită.



Atât rezistența ohmică cât și reactanța variază cu frecvența și în consecință se modifică și unghiul de fază.

SATURAȚIA MIEZULUI ȘI

POLARIZAREA ÎN CURENT CONTINUU

Materialele magnetice prezintă și efecte de saturație care, peste anumite frecvențe, depind în principal de densitatea fluxului magnetic

și implicit de curentul care traversează inductorul cu miez de ferită. Acest fenomen este denumit saturația miezului și nu apare în cazul unui inductor cu miez de aer.

Figura 6 prezintă impedența componentelor WE-RFI 744760256A și WE-CBF 742792653 pentru diferite valori ale curentului continuu de polarizare, în funcție de frecvență. Diferența este clar vizibilă.

Inductoarele bobinate pe miez de ferită sunt mai puțin sensibile la polarizarea în curent continuu decât feritele SMT pentru același curent nominal. Influența diferitelor niveluri de polarizare în curent continuu asupra curbelor de impedență poate fi simulată pentru toate codurile de produs cu ajutorul platformei online de simulare RedExpert de la Würth Elektronik [4].

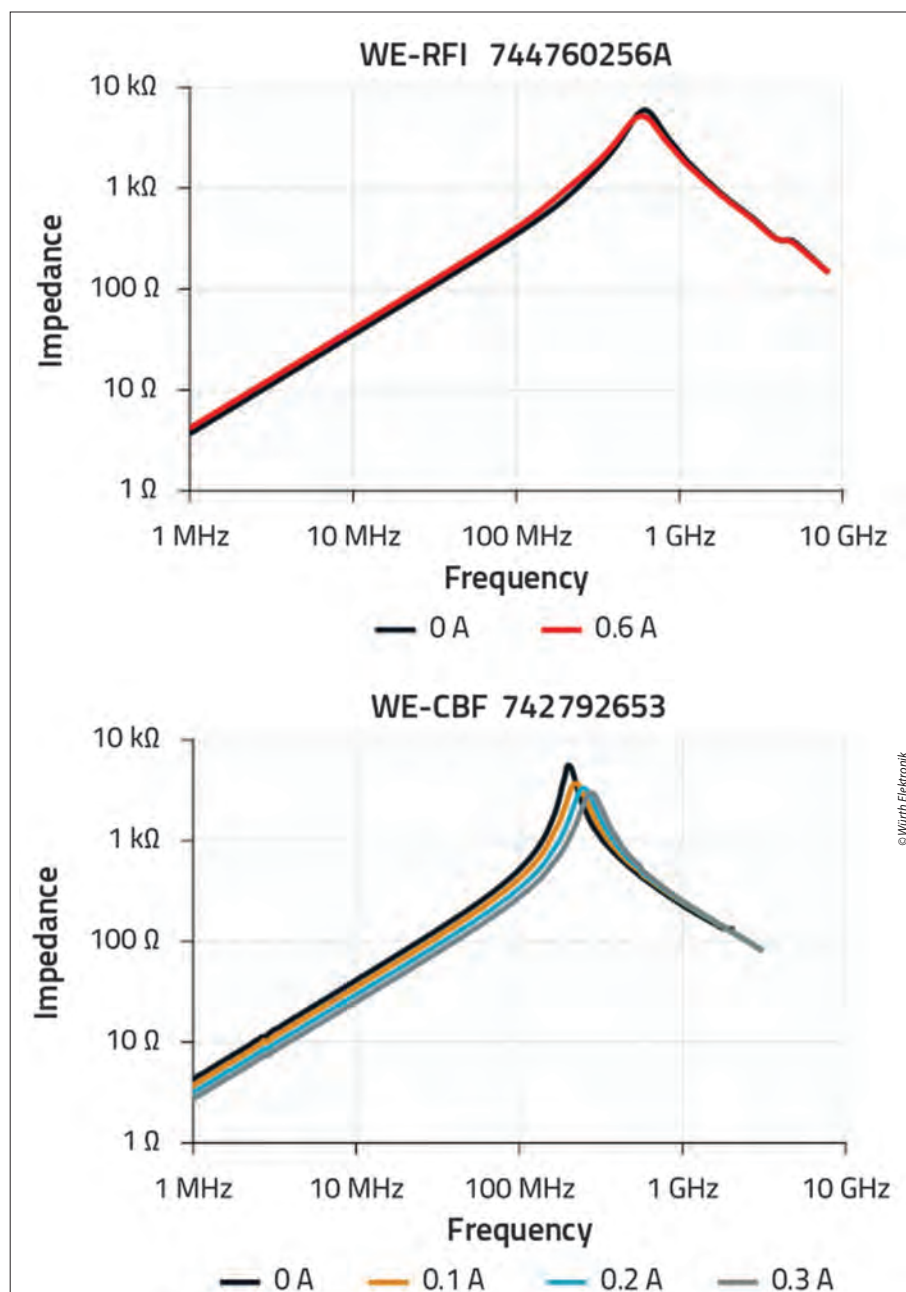


Figura 6

Impedența componentelor WE-RFI 744760256A și WE-CBF 742792653 pentru diferite valori ale curentului de polarizare în curent continuu, în funcție de frecvență.

Surse

[1] SMT ferrite WE-CBF from Würth Elektronik: www.we-online.com/en/components/products/WE-CBF

[2] SMT inductor with ceramic core from Würth Elektronik: www.we-online.com/en/components/products/WE-KI

[3] Wire-wound SMT bead ferrite from Würth Elektronik: www.we-online.com/en/components/products/WE-RFI_FERRITE_BEAD

[4] Example simulation in RedExpert: <https://we-online.com/re/5oGcZLA5>

[5] Zenkner, H.: Inductors, SMT ferrites and wire-wound SMT ferrites - The wire makes the difference. AppNote ANP129 from Würth Elektronik: www.we-online.com/ANP129

Domenii de aplicare recomandate pentru inductoare

Tabelul 1 oferă o prezentare generală a celor mai importanți parametri ai celor trei tipuri de componente inductive și a domeniilor de aplicare recomandate.

Aspectele legate de măsurarea comportamentului impedenței și recomandările detaliate privind alegerea inductorului potrivit pentru diverse aplicații depășesc scopul acestui articol. Nota de aplicație ANP129 de la Würth Elektronik, pe care se bazează acest articol, prezintă o configurație mai detaliată pentru măsurarea comportamentului impedenței și descrie o metodă simplă de măsurare a acesteia.

În plus, diferitele domenii de utilizare ale celor trei tipuri de componente inductive sunt ilustrate folosind ca exemplu un generator de semnal de 20 MHz.

Despre autor:

Dr. Ing. Heinz Zenkner a studiat ingineria electrică, cu specializare în comunicații și tehnologia frecvențelor radio și deține titlul de doctor în inginerie. De mulți ani, este expert tehnic autorizat în domeniul compatibilității electromagnetice (EMC). Pe lângă numeroase publicații științifice, este autorul multor lucrări dedicate compatibilității electromagnetice. Heinz Zenkner a activat și ca lector la diverse universități, la Camera de Industrie și Comerț și în cadrul a numeroase seminarii. Este implicat de mulți ani în domeniul electronicii industriale, urmărind dezvoltarea produselor de la conceptul inițial până la producția de serie. Este interesat în mod special de transferul wireless de energie, domeniu pentru care și-a dezvoltat propriile concepte teoretice și practice.



■ Würth Elektronik
www.we-online.com





Produse Stego pentru dulapuri de comandă

Dulapurile de comandă constituie un element central al multor instalații industriale. Acestea adăpostesc controlerele PLC, sursele de alimentare, invertorele, relele, dispozitivele de protecție și modulele de comunicație. În timpul funcționării, aceste componente, asemenea altor echipamente electronice, degajă căldură, iar excesul acesteia poate determina creșterea temperaturii în interiorul dulapului.

O temperatură prea ridicată afectează negativ durabilitatea și fiabilitatea componentelor. Aceasta poate accelera îmbătrânirea elementelor și poate modifica parametrii acestora, ceea ce poate duce la erori de control, opriri neprevăzute ale dispozitivelor și, în cazuri extreme, chiar la deteriorarea permanentă a întregii instalații.

Gestionarea corectă a temperaturii în dulapul de comandă este, așadar, una dintre condițiile esențiale pentru asigurarea funcționării stabile a întregului sistem. Ventilatoarele, filtrele, grilele de ventilație, termostatele și celelalte elemente ale sistemului, selectate corespunzător, permit disiparea excesului de căldură și menținerea temperaturii într-un interval sigur.

Un alt pericol important pentru echipamentele electronice îl reprezintă umiditatea excesivă, care poate duce la condensarea vaporilor de apă pe componentele din interiorul carcasei. Condensul crește riscul de coroziune, scurtcircuite și defectare a dispozitivelor. De aceea, în multe aplicații, sistemul de control climatic este completat cu higrostate care, împreună cu elementele de încălzire sau ventilatoarele, limitează

formarea condensului și contribuie la menținerea unor condiții adecvate de funcționare a echipamentelor.

Unul dintre producătorii care oferă soluții de înaltă calitate pentru gestionarea temperaturii în sisteme închise este compania Stego.

Termostate Stego

Termostatele KTO și KTS sunt regulatoare bipoziționale de temperatură bazate pe un element bimetalic. Modelele KTO utilizează un contact NC, iar modelele KTS un contact NO. Conectarea conductoarelor se realizează prin două borne de tip push-in, care simplifică instalarea și împiedică slăbirea conexiunilor, de exemplu din cauza vibrațiilor. Termostatele pot comuta circuite cu tensiuni de până la 72 V DC și 250 V AC.

Dispozitivele sunt destinate montării pe șină DIN și pot fi utilizate la altitudini de până la 5.000 m deasupra nivelului mării. În plus, producătorul indică o durată de viață de peste 100.000 de cicluri de comutație. În oferta Stego se găsesc și higrostate care controlează nivelul umidității din interiorul dulapului de comandă.

Spre deosebire de termostatele care reacționează la temperatură, rolul acestora este de a preveni condensarea vaporilor de apă. După depășirea pragului stabilit pentru umiditatea relativă, higrostatul poate activa un încălzitor sau un ventilator, reducând riscul formării condensului pe componentele electronice și contribuind astfel la creșterea fiabilității întregii instalații.

Elemente de încălzire Stego

Deși, în mod obișnuit, încercăm să eliminăm excesul de căldură din interiorul carcasei, există și aplicații în care aerul din interior trebuie încălzit. Acest lucru poate fi necesar în cazul dulapurilor instalate în spații semi-deschise, unde iarna temperatura poate scădea sub 0°C. În asemenea situații, utilizarea unor elemente de încălzire adecvate devine indispensabilă.

Oferta Stego include atât încălzitoare fără ventilator, care transferă căldura către aer prin suprafața elementului de încălzire, cât și modele echipate cu ventilator pentru circulația forțată a aerului. Unele dintre aceste dispozitive integrează și un termostat pentru controlul temperaturii. Încălzitoarele sunt disponibile cu puteri cuprinse între 5 W și 1,2 kW și sunt alimentate, în general, de la rețeaua electrică. Există însă și modele destinate alimentării la 24 V DC.

Ventilatoare și accesorii

Pe lângă echipamentele destinate montării în interiorul dulapurilor de comandă, portofoliul Stego include ventilatoare AC și DC împreună cu accesorii aferente. Acestea sunt proiectate pentru montarea pe pereții dulapurilor de comandă și asigură circulația corespunzătoare a aerului.

Producătorul oferă, de asemenea, grile de ventilație pasive, elemente de compensare a presiunii, filtre suplimentare, sisteme de iluminat pentru interiorul dulapului și întrerupătoare de ușă.

Transfer Multisort Elektronik

www.tme.eu





Renesas Unveils Industry's First 650 V GaN in Dual-Side Cooled 8 × 8mm Package for Megawatt-Scale AI Data Centers

Renesas Electronics Corporation launched the industry's first 650 V GaN device with dual-side cooling for high-density power conversion in 800 V high-voltage DC (HVDC) AI data center architectures. The new TP65H020G4PLSGBD D-Mode device delivers 20 milliohms (mΩ) on-resistance — one of the lowest in its class — in an ultra-compact, dual-side-cooled (DSC) PQFN package that handles more power in less space. Renesas is currently sampling the device to major AI data center OEMs and ODMs.

Built on its Gen IV Plus GaN architecture, the device is purpose-built for the megawatt-scale demands driving next-generation AI data centers supporting up to 700 V operation. It targets the 800 V DC/DC intermediate bus converter (IBC) stage that steps down to 48 V, 12 V or 6 V, along with the battery backup (BBU) and capacitor bank (CBU) stages of the sidecar power rack.

Dual-side cooling in a smaller footprint As rack power climbs from roughly 120 kW toward megawatt scale, space and heat

have become critical factors in sustaining the power level. Unlike conventional top-side-cooled packages, the new device dissipates heat from both top and bottom, lowering top-side thermal impedance by 10%. Its 8 × 8mm PQFN footprint is also 57% smaller than the existing 10 × 15mm TOLT package.

The device incorporates the full strength of Renesas Gen IV Plus 650 V GaN technology: low gate charge and output capacitance, a built-in freewheeling diode with minimal reverse recovery and a high threshold voltage that runs without a negative gate bias. Engineers can drive it with a standard silicon gate driver, switch into the MHz frequency range to minimize passive components and cut overall BOM cost without requiring a specialized E-mode driver.

The new dual-side-cooled (DSC) PQFN package is defined in collaboration with major AI infrastructure customers, enabling an industry-standard footprint for sourcing flexibility. When paired with Renesas AUX controllers, gate drivers and MCUs, the GaN

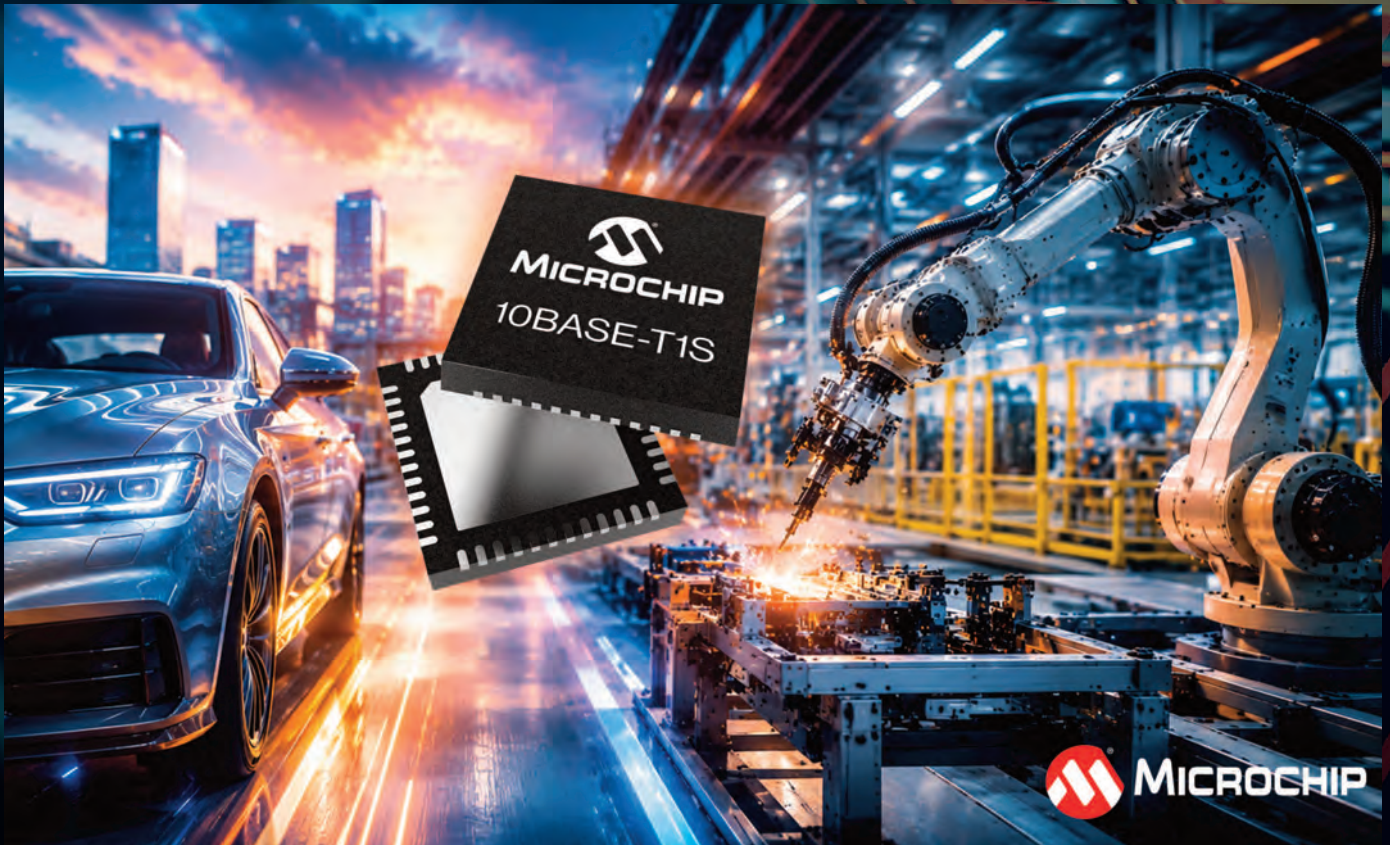
device creates a one-stop-shop power solution for OEMs, ODMs and hyperscalers moving to 800V architectures.

Reference designs for 800 V power conversion

Renesas has already validated the approach in reference hardware. A 6kW, 800 V-to-48 V LLC DC transformer (DCX) reference design built on the new device and controlled by a Renesas RA6T3 MCU reaches a power density of 2.6 kW/in³ with per-module testing measuring full-load efficiency 0.21% higher than an equivalent TOLT-based board. The smaller package also saves PCB space and enables a better-matched layout across the FETs. 800 V-to-12 V and 6 V DC/DC IBC reference designs also leverage the new DSC 8x8 platform, delivering similar enhanced performance, scalability and power density levels.

Renesas will showcase the new TP65H020G4PLSGBD GaN device as part of its 800V power solutions at OCP Global Summit, October 12-15 in San Jose, California.

Renesas Electronics Corporation



Microchip Expands Single-Pair Ethernet Portfolio with New 10BASE-T1S Devices Enabling Scalable Edge Connectivity

New transceivers and integrated endpoint family simplify zonal architectures and reduce system complexity for automotive and industrial applications

Microchip Technology announces the expansion of its 10BASE-T1S portfolio with the introduction of the LAN8679 and LAN8680 10BASE-T1S PMD transceivers, alongside the LAN8660X/1X/2X family of endpoints with integrated transceivers. Designed to support next-generation zonal architectures, these solutions deliver flexible, space-efficient connectivity that extends Ethernet to the network edge.

As automotive, industrial and robotics systems evolve toward fully Ethernet-based networks, designers face increasing demands for simplified architectures, reduced wiring complexity and efficient edge node integration. Microchip's latest 10BASE-T1S devices address these challenges and are designed to meet AEC-Q100 and ISO 26262 functional safety standards, building on Microchip's VelocityDRIVE™ portfolio with additional multidrop connectivity solutions featuring a standardized, streamlined interface.

Compact transceivers and integrated endpoints

The LAN8679 transceiver provides a standardized Open Alliance 3-Pin (OA3P) interface in a compact 8-pin VDFN package, supporting space-constrained edge nodes, while reducing pin count and design complexity. The LAN8680 builds on these capabilities by integrating System Basis Chip (SBC) features, including power management, system wake/sleep control and watchdog supervision. Both devices are engineered to enhance reliability and safety for demanding environments such as automotive and industrial applications. Complementing these devices, the LAN8660X/1X/2X endpoint family integrates a PMD transceiver into a single-chip Remote Control Protocol (RCP) solution. This approach enables designers to deploy compact, fully integrated edge nodes for applications such as control systems, lighting and audio without the need for external PHY components.

By leveraging 10BASE-T1S multidrop topology, Microchip's solutions allow multiple nodes—typically eight or more—to share a single bus line. This reduces wiring weight, lowers system costs and eliminates the need for gateways, making it easier to connect sensors and actuators directly to the network edge.

Microchip's expanded Single-Pair Ethernet portfolio targets a wide range of applications, including automotive zonal architecture, industrial automation, robotics and aerospace and defense systems.

The products align with industry trends toward consolidated networks and simplified connectivity frameworks, enabling designers to implement efficient and scalable all-Ethernet architectures. For more information about Microchip's Single-Pair Ethernet solutions, visit the website.

Microchip Technology



Mouser's Alternative Energy Resource Centre Provides Engineering Insights into New Decentralised Systems

From Grid to Device: Exploring the Technologies Transforming the Energy Ecosystem

Mouser Electronics, Inc., the New Product Introduction (NPI) leader™ empowering innovation, supports design engineers with its online alternative energy resource centre by providing technical content and practical insights for developing cleaner, more efficient, sustainable and decentralised energy systems. This resource centre supports advances in renewable generation, energy harvesting, and smart grids, connecting emerging energy concepts with the components and design approaches needed to implement them.

Renewable energy is evolving from an emerging technology area to a core consideration in component and system design. Mouser's resource centre provides engineers with insights into the electronics and infrastructure needed to make energy reliable, sustainable and scalable, including energy storage, smart grids, sensors, power electronics, IoT, and AI. New forms of energy rely on an interconnected ecosystem of technologies working together. From next-generation solar cells to self-powered IoT devices, this ecosystem is becoming increasingly decentralised. Pe-

rovskite-silicon tandem solar cells could enable more efficient and versatile renewable generation, while decentralised power grids can help integrate energy generated across homes, businesses, and local systems. At the device level, energy harvesting takes this shift further by enabling IoT sensors to capture power from sources such as light, heat, and vibration. Together, these technologies demonstrate how energy generation and management are moving closer to where power is needed. Mouser's technical team and trusted manufacturer partners regularly update the resource centre with articles, blogs, eBooks, and new products for alternative energy solutions from top manufacturers. These resources help engineers understand where energy technology is heading and how emerging energy systems can enable scalable, real-world solutions.

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

- The AEM13921 ultra-efficient energy manager PMIC by e-peas harvests and manages energy from multiple sources,

including photovoltaic, RF, vibration, and pulsed sources. The PMIC captures, stores, and delivers energy to support low-power IoT, smart building, and industrial sensing applications.

- The HC-STAK 35 high-voltage interconnection system from TE Connectivity transfers high-voltage power between batteries, inverters, motors, and power distribution systems while reducing resistance and power loss in electric and hybrid vehicle architectures.

- The TLE9012DQU Li-ion battery monitoring and balancing IC by Infineon Technologies monitors and balances lithium-ion battery cells by measuring voltage and temperature and coordinating cell balancing, helping optimize battery performance and reliability across electric vehicles and energy storage systems.

- The Altivar™ ATV320 solar variable speed drives (VSDs) from Schneider Electric convert and manage solar energy to directly power motors in applications such as pumping and irrigation, while switching to grid power when available solar energy cannot meet the demand.

Mouser Electronics

SQUIX

Role model for industrial printing

cab
we identify more



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

ELTHD



www.lthd.com



Advanced Energy Launches Ultra-Ruggedized 160 W AC-DC Power Supply for Extreme Environments

DF150 is the first model in the new Defiant Future family of commercial defense power supplies certified to meet MIL-STD-810H and MIL-STD-461G standards

Advanced Energy Industries Inc., a global leader in highly engineered, precision power conversion, measurement and control solutions, today launches the ruggedized DF150 160 W AC-DC power supply. This is the first offering in the company's Defiant Future (DF) series of robust, high-reliability standard power supplies for extreme-environment applications across the defense, industrial, telecommunications, transportation and energy sectors.

Backed by rigorous validation testing, the DF150 power supply features a broad spectrum of MIL-STD certifications, combining proven performance with the shorter lead times of a standard power supply. It is certified to MIL-STD-810H, withstanding harsh conditions including shock, vibration, altitude variations and thermal extremes.

DF150 also provides enhanced electromagnetic compatibility (EMC) performance with certification to MIL-STD-461G.

The unit delivers a nominal 27 VDC at 6 A (160 W) with no performance degradation across its extended operating temperature range of -46°C to +60°C. With its IP67 rating, DF150 is fully submersible and exceeds MIL-STD ingress protection requirements for dust and liquids.

Comments

"The Defiant Future family is designed to deliver uninterrupted power to critical applications where reliability is non-negotiable," said Joe Voyles, Advanced Energy's vice president, Industrial Power Conversion Products. "The DF150 marks a significant step forward in what is possible from a standard commercial defense power supply.

It delivers the performance and breadth of MIL-STD certifications often associated with custom-designed solutions with the availability and lead-time advantages of a standard commercial product."

Efficiency and cooling options

The DF150 delivers up to 91% efficiency at full load. It operates with no minimum load and low leakage (275 μ A at 230 VAC). Its MIL-STD-461G certification includes RE102, CE102, CS101, CS114, CS115, CS116, CS118 and RS103. Advanced Energy offers the DF150 with conduction cooling via a base plate or convection cooling with a mounted heatsink. Other options include various input cable configurations and case colors. Learn more about the DF150 and Defiant Future family.

Advanced Energy



Dukosi DK-NFLNK™ Brings Safety, Reliability and Scalability to Traditional Modular Battery Architectures

DK-NFLNK™ Contactless Communication Solution is Available for Customer Sampling and Battery Development

Dukosi Ltd, the technology company revolutionizing the performance, safety and sustainability of high-power battery systems, announces the availability of the DK-NFLNK™ contactless communication solution for the development of safer, more reliable batteries based on traditional multi-channel analog front end (AFE) designs. DK-NFLNK™ is AFE agnostic and provides a simple upgrade path from traditional wired or far-field wireless BMS architectures to a highly scalable and robust battery communication solution with no change required to the battery architecture.

DK-NFLNK eliminates traditional wiring and fault-prone connectors with a single bus antenna and offers synchronous, module-level measurements from the AFEs to the BMS host using Dukosi's proprietary contactless communication protocol based on C-SynQ®. Dukosi's novel and highly flexible contactless solution is available for customer sampling and development of battery systems for electric vehicles (xEV),

industrial and marine applications, robotics and battery energy storage systems for utility and grid-scale projects, telecom infrastructure and AI data centers.

Contactless communication between AFEs and the BMS host

Dukosi's DK-NFLNK is an intra-battery communication solution that consists of the DK8503 Node chip, DK8203 System Hub chip, the Dukosi API, and Dukosi's proprietary contactless communication protocol based on C-SynQ®. DK-NFLNK creates a contactless communication channel between the Battery Management System (BMS) Host processor and a traditional multi-channel Analog Front End (AFE). The DK8503 Node interfaces directly with the AFE via a standard SPI connection and is AFE agnostic. DK-NFLNK transfers data to and from each AFE and the BMS Host processor via the Dukosi DK8203 System Hub through a single bus antenna.

The near-field communication implementation minimizes RF power levels, simplify-

ing mechanical integration considerations. With inherent electrical isolation through the contactless network, DK-NFLNK delivers wired-like performance in a reliable star network. The same BMS host processor and DK8203 System Hub can be reused across multiple battery pack designs. A common DK-NFLNK library and API support all configurations, minimizing software development and maintenance across the business, while maintaining consistent RF performance. DK8503 and DK8203 are AEC-Q100 certified and designed to be ASIL C compliant.

The Dukosi DK-NFLNK™ Evaluation Kit (EVK) and Graphical User Interface (GUI) are designed to enable battery pack developers and BMS designers to evaluate the advantages of Dukosi technology and discover its ease of integration into existing and future battery pack designs. They support technology evaluation and initial proof-of-concept development across a growing range of BMS host processors and AFE devices.

Dukosi



Infinion upgrades to platinum membership in the open-source Zephyr® Project

Infinion Technologies AG is moving to a platinum-level membership with the Zephyr® Project, an open-source, community-driven RTOS ecosystem hosted by the Linux Foundation. The upgraded membership underlines Infinion's commitment to strengthening Zephyr enablement across its microcontroller (MCU) and wireless portfolios and developer workflows, supporting accelerated development and consistent software reuse for connected devices across industrial, consumer, and automotive markets. As a platinum member, Infinion enhances its role in Zephyr's strategic working groups, contributing to topics such as secure updates and lifecycle management for IoT devices; safety concepts for automotive and industrial controllers; and long-term support strategies for qualified software baselines.

Zephyr support across MCU architectures Zephyr is a collaborative open-source project supported by silicon vendors, original equipment manufacturers, original design manufacturers, independent software vendors, and operating system providers to help reduce costs and accelerate time to market for embedded devices. The RTOS is modular and optimized for re-

source-constrained designs, with support for multiple architectures, making it well suited for connected sensors, wearables, modems, and wireless gateways. Infinion's enablement includes Zephyr support for Arm-based MCUs including the TRAVEO™ and PSOC™ families, as well as TriCore support for AURIX™ microcontrollers, creating a path for developers targeting performance- and safety-oriented applications on this architecture.

"By upgrading to platinum-level membership, Infinion is strengthening its contribution to the Zephyr community and helping developers build connected, resource-constrained devices with greater software reuse, portability, and support across its MCU, automotive MCU and connectivity portfolios," said Sam Geha, EVP of IoT – Compute & Wireless Business at Infinion. "Over the past decade, Zephyr has empowered developers with a flexible RTOS and a thriving ecosystem. Our platinum membership reflects our intent to invest even more in improving developer experience, strengthening security, and expanding hardware enablement across the Zephyr ecosystem."

"Zephyr support for AURIX, TRAVEO and PSOC helps automotive customers accel-

erate Proofs of Concept and reduce time-to-value in the Software-Defined Vehicle era. It also enables developers from the broader IoT ecosystem to leverage familiar tools and workflows on market-leading automotive hardware," adds Patrick Will, Marketing Head of Automotive Microcontroller Software at Infinion.

"Infinion's developers have been steady contributors to Zephyr, helping expand hardware support and strengthen the platform that product makers rely on," said Kate Stewart, Vice President of Dependable Embedded Systems at The Linux Foundation. "Advancing to platinum membership signals that Infinion sees open source not as a side investment but as core to how dependable embedded systems get built. We look forward to their expanded role in guiding the project."

Beyond technical enablement, the platinum-level membership provides broader opportunities to participate in Zephyr committees and contribute to the project's strategy and to help accelerate secure, scalable, and energy-efficient IoT development for developers worldwide and shape the automotive safety strategy.

Infinion Technologies



SEN6x

Simplifying indoor air quality sensing

Sensirion launches SEN68 and SEN69C for comprehensive indoor air quality monitoring

Sensirion announces the launch of the SEN68 and SEN69C, compact all-in-one air quality sensor modules combining multiple sensing technologies in a never-before-seen form factor.

The new modules measure up to ten environmental parameters, including particulate matter, humidity and temperature, VOC, NOx, and HCHO, while the SEN69C additionally provides CO₂ measurement.

Sensirion also introduces the SEK-SEN69C Evaluation Kit, enabling fast and convenient evaluation of SEN69C and SEN68.

At the heart of the SEN68 and SEN69C is the new SPS6x, a miniaturized MEMS-based particulate matter sensing component.

Its innovative design enables advanced particulate matter sensing in a compact form factor and provides manufacturers with greater flexibility when developing space-constrained air quality solutions.

The SEN68 and SEN69C are designed for a

wide range of applications, including indoor air quality monitoring, smart buildings, room sensors, air purifiers, and vape detection. Their combination of sensing parameters and on-board algorithms also supports applications requiring compliance with indoor air quality standards such as RESET® and WELL Building Standard™.

Evaluation kit for rapid prototyping

For rapid evaluation and prototyping, Sensirion also offers the SEK-SEN69C Evaluation Kit.

The kit provides access to the SEN69C's PM, humidity and temperature, VOC, NOx, HCHO, and CO₂ measurements and built-in algorithms.

It contains one SEN69C, an adapter cable, a jumper wire set, and a Qwiic adapter cable. One SEK-SensorBridge is required for operation.

The SEN68, SEN69C, and SEK-SEN69C Evaluation Kit are now available through Sensirion's global network of trusted distribution partners.

Comments

"The SEN68 and SEN69C bring multiple critical air quality parameters together in a single, highly compact sensing platform," says David Carminati, Product Manager at Sensirion. "By combining several sensing technologies with on-board algorithms and our new miniaturized particulate matter sensing technology, we enable our customers to develop cost-efficient, high-performance indoor air quality solutions while simplifying integration and accelerating time to market."

For more information about the SEN68, SEN69C, and SEK-SEN69C Evaluation Kit, please visit the respective product pages or contact your local Sensirion distribution partner.

Learn more about our SEN6x line

Sensirion



Aratas Corporation launches under a new management structure

OMRON's electronic components business begins a new chapter as Aratas Corporation following the acquisition by Carlyle

Aratas Corporation, headquartered in Kyoto, Japan, today launched under a new management structure following completion of the planned share transfer. Led by President and CEO Masahiko Ezaki, Aratas was established on 1 July 2026 through the spin-off of OMRON's Device & Module Solutions (DMS) business. It now operates in a strategic partnership with Carlyle.

For European customers, Aratas brings assurance and innovation together. It carries forward more than 90 years of OMRON heritage, including decades of Japanese design and manufacturing excellence, proven product reliability and supply assurance. The established European team remains in place, preserving product expertise, customer support, regional capabilities and distributor relationships. With its dedicated focus on switching, connecting and sensing, Aratas can respond

faster to changing customer requirements and align development and investment more closely with customer priorities.

Switching, connecting and sensing for growth markets

Aratas' portfolio of relays, switches, connectors and sensors supports the safe and reliable operation of mission-critical systems through power switching, control, connectivity and sensing functions. Its global growth strategy focuses on markets such as energy management, mobility, digital infrastructure and smart automation. In addition to its established businesses, Aratas will explore medium- to long-term opportunities in fields including healthcare, aviation and space, where emerging social needs may create new applications for its technologies. In Europe, Aratas is implementing this strategy, focusing on key areas such as high-power electrification, grid-scale

energy storage and high-frequency domain testing including automated test equipment (ATE) for semiconductors. The company combines product expertise, regional support and supply assurance to help original equipment manufacturers (OEMs), electronics manufacturing services (EMS) providers, distributors and other customers move more quickly from system design through qualification to production.

The name Aratas is a combination of two Japanese words meaning "new" and "tomorrow", reflecting the company's mission to harness innovative connections between people and technology to create a new tomorrow.

The values Aspire, Agile and Ahead define how the company will pursue that mission, while the tagline Always New, Always Electric captures its future-facing direction.

Aratas



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



The rinsing solution!

www.lthd.com



Würth Elektronik at electronica 2026

Strong Solutions for Modern Electronics

The Würth Elektronik Group will showcase its broad range of products and services at electronica in Munich from November 10 to 13, 2026.

True to its claim, "more than you expect", all three business units are set to emphasize their strong commitment to service,

demonstrating how they support customers far beyond the norm for the industry.

Würth Elektronik eiSos (EMC & Inductive Solutions) will feature its portfolio of electronic and electromechanical components in Hall B6, Booth 101.

Next door, Würth Elektronik CBT (Circuit Board Technology), one of Europe's largest PCB manufacturers, will showcase its portfolio at Booth 102. Würth Elektronik ICS (Intelligent Power & Control Systems) will present its high-current contacts and busbars for PCB connection in Hall A3, Booth 334.



This year, the Würth Elektronik Group will be represented at electronica with three booths.

© Würth Elektronik

New components and development support

Würth Elektronik eiSos will unveil a new series of high-speed optocouplers with data rates of up to 10 MBd, as well as a new generation of horticultural LEDs for precise control of plant growth.

A dedicated online tool, the 'Horticalculator' is available for this purpose. The lineup also includes new nanocrystalline cable cores for broadband EMC filtering, along with the expanded WE-MXGI series of inductors, which offers significantly higher power density while maintaining consistently low RDC. These new products are examples of the broad portfolio that Würth Elektronik eiSos offers to support its customers in developing their electronic solutions.

The product portfolio is complemented by measurement-data-based calculation tools (REDEXPERT), customized design-in support, as well as personal and digital services throughout the entire development process.

Together with its partners, the company will also present reference designs that demonstrate its application expertise and highlight its focus on specific, practical solutions for electronics developers and purchasing professionals alike.

Efficient high-current connections

In Hall A3, the exhibition area for connectors, Würth Elektronik ICS will highlight its innovative PCB connection solutions for high-current applications. The focus of the trade show presentation is on the lead-free LF PowerBasket power elements, as well as the PowerBusbar PCB and PowerBusbar PF busbars. The LF PowerBasket enables plugable high-current connections of up to 150 A and offers a space-saving, easy-to-assemble solution, particularly for board-to-board connections.

The company will also show its PowerBusbar solutions for efficient high-current distribution on PCBs. In addition to the proven PowerBusbar PCB busbars, the company will unveil the PowerBusbar PF, a vertical press-fit busbar that reinforces current paths and increases the overall system's current-carrying capacity, particularly where space is limited.

Customized PCB solutions

At electronica, Würth Elektronik CBT will display its full range of PCB offerings – from conventional rigid PCBs and HDI, flex, and rigid-flex technologies to high-end solutions such as embedding and the innovative s.mask technology. The focus is on how PCBs can be adapted to meet the growing demands of modern electronics, including higher levels of integration, increasing power requirements, and ongoing miniaturization.

Real-world examples, such as an Infineon payment ring, an open-source smartwatch, and a dermatoscope, demonstrate the wide range of possibilities offered by customized PCB solutions. At various service desks, CBT experts will also provide information on design and engineering, the WEdirekt online shop, and international sourcing solutions.

Würth Elektronik CBT's manufacturing capabilities in Germany and Asia enable it to support customers from the initial design concept, through prototyping and series production, to international sourcing, helping them implement suitable solutions and ensure a reliable supply of PCBs.

Expert advice across all three business units

Experts from Würth Elektronik will be available at all three booths to discuss specific development, application, and sourcing requirements. This also illustrates the collaboration between the three business units: expertise in electronic components, PCBs, and high-current PCB connection solutions can be combined to create comprehensive solutions for demanding electronics applications.

Visitors can also discuss current challenges facing the electronics industry with the experts, including energy efficiency, increasing demands on electronic systems, and supply chain constraints.

The consulting services are complemented by additional services for trade show visitors, as well as an evening get-together at the booths in Hall B6.

For more information about Würth Elektronik Group's trade show presence, visit: <https://www.we-online.com/en/news-center/events/electronica>

Würth Elektronik eiSos





Siemens and OMV deploy high-power charging for electric trucks and cars along the Brenner route in Austria

Siemens eMobility and OMV took another important step in Kufstein, Austria, toward expanding the charging infrastructure for electric trucks and cars. In the presence of Provincial Councilor René Zumtobel, representatives from both companies, and key customers, the world's first SICHARGE FLEX charging system was officially put into operation at the OMV station in Kufstein on September 29, 2026. OMV is a pilot customer and the first user of the new system unveiled by Siemens in October 2025.

With this new high-power charging system, OMV is expanding its electric mobility offerings and creating additional charging options along a major European transportation corridor, particularly for heavy-duty electric vehicles.

SICHARGE FLEX is a decentralized system that combines modularity, scalability, and flexibility for depots and public charging. With a power output ranging from 480 kW to 1.68 MW, the system can be adapted to different scenarios and the growing demands of a location.

OMV is a Charge Point Operator (CPO) and Mobility Service Provider (MSP) in several European markets and operates a comprehensive charging network in Austria, Hungary, Slovakia, and Romania.

High-power charging station along a strategic transportation corridor

The Kufstein location was chosen due to its strategic importance on the busy Brenner Route, a major transportation corridor between Germany and Italy. The Kufstein station is specifically tailored to the



needs of truck drivers and, in addition to the new OMV eMotion charging infrastructure, offers amenities such as showers, restaurants, and washing machines. This allows OMV to combine high-power charging infrastructure with location-specific services geared to the needs of freight transport.

The new SICHARGE FLEX system in Kufstein initially offers four charge points for passenger cars and two charge points for trucks, each with a capacity of up to 400 kW. In the next phase, four additional charge points for trucks will be added, with power outputs ranging from 600 kW to 1,200 kW delivered via the Megawatt Charging System (MCS).

This will significantly reduce the charging time. For example, a modern electric truck with a 620-kWh battery can be charged from 20 percent to 80 percent in about 45

minutes, allowing drivers to make the most of their legally mandated rest breaks. Thanks to fully dynamic power distribution, the available charging power can be allocated among the connected vehicles as needed.

Comments

"The electrification of freight transport is a key pillar of a sustainable transportation system," said Markus Mildner, CEO of Siemens eMobility. "SICHARGE FLEX is a scalable solution that can be precisely configured for a variety of use cases – from logistics depots to public charging facilities for cars and trucks. In cooperation with OMV, we are demonstrating how this new generation of charging infrastructure works in practice."

"The new high-power charging facility in Kufstein marks another important step in the expansion of our charging infrastructure. Heavy-duty electric vehicles, in particular, require powerful and reliably available charging options along major transportation routes. Kufstein's location on the Brenner corridor makes it an ideal site. Together with Siemens, we are creating a solution that meets our customers' needs while also demonstrating what the future of mobility could look like at our locations," said Peter Vysny, VP of International Operations & eMobility at OMV.

Expanding the charging network

OMV is committed to expanding its high-power charging infrastructure and has already ordered SICHARGE FLEX charging systems for additional locations in Austria.

Delivery and commissioning are scheduled for the coming months. The charging hardware is complemented by SIFINITY Control, a cloud-based monitoring and management solution from Siemens. It offers transparency and supports reliable and efficient operations.

Together with the range of services offered by Siemens eMobility, this ensures a high level of availability.

Siemens



Left to right: Peter Vysny (VP International Operations & eMobility OMV), **Marcel Rümenapf** (Head of Sales Europe, Siemens eMobility), **Michal Kubinec** (Head of Department OMV Retail Austria), **René Zumtobel** (Landesrat Tirol), **Gerit Pürstl** (Head of Siemens eMobility CEE), **Matthias Medwenitsch** (Department Manager E-Mobility AT, OMV)

VECTOR > | QNX | 

Coretura Selects Alloy Kore to Advance a Unique Software-Defined Vehicle Platform for Its Commercial Vehicle Customers

Coretura, the Joint Venture Between Daimler Truck and Volvo Group, Selects Foundational Software Layer for Its Vehicle OS to Accelerate SDV Innovation

Vector, a leading ecosystem partner for software-defined systems, and QNX, a division of BlackBerry Limited, announced that Coretura, the software-defined vehicle (SDV) platform company founded by Daimler Truck and Volvo Group, has selected Alloy Kore, the companies' jointly developed foundational software layer, to accelerate its vision for the next generation of software-defined commercial vehicles. The milestone underscores Coretura's pioneering efforts to redefine how commercial vehicles are developed, deployed, and continuously improved through software updates, and marks the first design win for Alloy Kore, reinforcing its role as a trusted foundation for SDV innovation.

Leading the Transformation of Commercial Vehicle Software

Coretura is building an SDV platform for commercial vehicles, based on one platform

and one standard. To advance this mission, Coretura has selected Alloy Kore as the safety-certified software platform foundation within its SDV platform architecture, targeted at high-performance compute (HPC) in the commercial vehicle environment.

Alloy Kore:

A Strategic Foundation for SDVs

The industry is rapidly advancing toward vehicles powered by hundreds of millions of lines of code, yet today's fragmented development model leads to inefficiencies, integration challenges, and rising costs. Alloy Kore addresses these challenges by combining a safety-certified real-time operating system with a pre-integrated set of common automotive system services into a single, scalable vehicle software foundation for deployment across HPC. The result is significantly reduced integration overhead, faster development cycles, streamlined cer-

tification efforts and the ability for OEMs to focus engineering investment on brand differentiation at the application layer.

Implementing Alloy Kore: The Vector Distribution

Coretura selected Alloy Kore through the Vector Distribution, a ready-to-use implementation of the platform. Built on the Alloy Kore architecture, the distribution combines the automotive OS foundation with Vector's middleware, communication, and integration capabilities for deployment in high-performance computing environments. For Coretura, this will provide a validated and production-ready software environment that can be adapted to the requirements of its commercial vehicle platform while maintaining a consistent software foundation across development programs.

Vector

ROHM's Silicon Carbide contributes to the "Neue Klasse" Electric Powertrain Architecture of BMW



ROHM Semiconductor announces that its innovative power semiconductor solutions are being utilized in electric vehicle platforms from a leading global premium automotive manufacturer. In BMW's "Neue Klasse", ROHM's SiC (Silicon Carbide) chips support the efficiency,

performance, and reliability of the vehicle's electric powertrain systems.

The high-performance components integrated into the vehicle support key power electronics functions and are designed to deliver high energy efficiency as well as

reliable operation under demanding automotive conditions. As such, they make an important contribution to optimizing driving range, charging performance, and the overall energy efficiency of electric vehicles.

"The integration of our SiC MOSFETs into BMW's Gen 6 of electric vehicles – better known as Neue Klasse – highlights ROHM's technological expertise in automotive power electronics," says Wolfram Harnack, President of ROHM Semiconductor GmbH. "We are proud to contribute to the advancement of next-generation electric mobility together with BMW Group through our SiC technology. It underlines our long-term commitment to supporting our automotive customers with high-quality and highly reliable products."

ROHM has extensive experience in the development and manufacture of power semiconductors for automotive applications and works closely with vehicle manufacturers and Tier 1 suppliers around the world to actively advance the electrification and decarbonization of mobility.

ROHM Semiconductor

Vector and SCSK Collaborate to Simplify Embedded Software Development on Renesas RL78/F2x



Vector and SCSK Corporation have developed a joint evaluation bundle to simplify the development of sensor and actuator applications based on Renesas RL78/F2x microcontrollers. By combining Vector's MICROSAR IO with SCSK's QINeS-Lite platform and drivers, the bundle provides a pre-integrated software foundation, reducing integration effort and accelerating setup and evaluation.

SCSK is a leading Japanese provider of IT services and automotive software solutions.

The jointly developed evaluation bundle is designed for developers evaluating or building embedded applications on resource-constrained microcontrollers. By combining Vector's MICROSAR IO with SCSK's QINeS-Lite platform and drivers for Renesas RL78/F2x microcontrollers, the

solution provides a ready-to-use software foundation and supports early evaluation activities with reduced setup and integration effort. Customers can request the jointly developed MICROSAR IO Evaluation Bundle for Renesas RL78/F2x from Vector via www.vector.com/pr-bundle-microsar-io.

MICROSAR IO was developed specifically for sensor and actuator applications and provides a lightweight software platform for microcontrollers with limited hardware resources. The solution helps reduce software complexity, lower development effort, and shorten time-to-market. QINeS-Lite is SCSK's lightweight automotive software platform for small-scale ECUs. It supports edge ECU applications requiring high-speed communication, over-the-air software updates, cybersecurity, and diagnostic capabilities.

The drivers provided by SCSK are based on the open Chisai specification and complement MICROSAR IO with the required hardware abstraction layer for the Renesas RL78/F2x platform.

Vector

Siguranță și conformitate

Premier Distributor
BRADY
WHEN PERFORMANCE MATTERS MOST™



Semne de siguranță la locul de muncă



Marcarea țevilor



Etichetare pentru logistică



Marcarea zonelor



Semne vizuale pentru securitatea muncii



Sorbenți industriali

Blocare/marcare



Blocare pentru riscuri electrice



Blocare pentru riscuri mecanice



Lăcăte (standard și personalizate)



Accesorii

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

www.bradyeurope.com

Marcarea cablurilor/ Identificarea produselor/ Imprimante

Premier Distributor
BRADY
WHEN PERFORMANCE MATTERS MOST™

IMPRIMANTE DO-IT-YOURSELF PENTRU SECURITATEA MUNCII

	M710	I3300	S3100	S3700	BBP85	Bradyjet J4000	Bradyjet J3700
Denumire echipament	M710	I3300	S3100	S3700	BBP85	Bradyjet J4000	Bradyjet J3700
Dimensiune maximă etichetă	51 mm	100 mm	100 mm	100 mm	250 mm	209.55 mm	101.6 mm

Efectuare semn DIY

Marcare țevi DIY

Controlul inventarului

Instrucțiuni utilaj

Marcarea zonelor

Identificare în zona de depozitare

Controlul vizual al producției

IMPRIMANTE PENTRU MARCAREA CABLURILOR ȘI TIPĂRIREA SEMNELOR DE SIGURANȚĂ

IMPRIMANTE PORTABILE						IMPRIMANTE DE BIROU				
										
Denumire echipament ▶	M210	M410	M510	M610	M710	M611	I3300	I5300	I7100	I7500
Dimensiune maximă etichetă ▶	19 mm	25 mm	38 mm	50 mm	51 mm	50 mm	106 mm	110 mm	110 mm	110 mm















Etichete cu autolaminare

Manșoane termocontractibile

Taguri

Identificarea produselor cu EPREP

Etichete laminate pentru identificare

Protecție de brand

Identificarea mijloacelor fixe

LTHD Corporation S.R.L.

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



LT



www.lthd.com



WÜRTH ELEKTRONIK MORE THAN YOU EXPECT

SELECT. COMPARE. DESIGN-IN WITH CONFIDENCE.

WE

WE meet @ electronica
Hall B6 - 101

Component selection and simulation based on real measurements.

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

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

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

Highlights

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

#REDEXPERT