

# magyar ELEKTRONIKA

Alapítva 1984

Professzionális elektronikai és automatizálási szakfolyóirat

[www.magyar-elektronika.hu](http://www.magyar-elektronika.hu)



## PCB DESIGN

Az ötlettől a gyártásig



[www.pcbdesign.hu](http://www.pcbdesign.hu)

Kezdje el a fejlesztést

# Kezdje a Digi-Key-nél



**INGYENES  
SZÁLLÍTÁS**

50 € / 60 \$ vagy  
15 000 Ft feletti  
rendeléseknél\*



**Több termék**

**Nagyobb raktári készlet**

**Még több minőségi gyártó**

**Újabb technológiák**

**Számos műszaki segédeszköz**



**(+36) 1 328 56 30**  
**DIGIKEY.HU**



\*20,00 € szállítási költség terhel minden 50,00 € alatti rendelést. A 60,00 \$ alatti rendeléseknél 30,00 \$ szállítási díj kerül felszámításra. 6000,00 Ft szállítási költség terhel minden 15 000,00 Ft alatti rendelést. Minden megrendelés UPS, Federal Express vagy DHL csomagküldővel kerül kiszállításra 1-3 napon belül (a célállomástól függően). Nincs kezelési költség. Minden árat euróban, USA dollárban vagy forintban adunk meg. A Digi-Key minden beszállító partner franchise rendszerű forgalmazója. Új termékek minden nap. A Digi-Key és a Digi-Key Electronics a Digi-Key Electronics regisztrált védjegye az Egyesült Államokban és más országokban. © 2022 Digi-Key Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA

**ECIA MEMBER**  
Supporting The Authorized Channel

**Magyar Elektronika**  
Alapítva 1984  
**XXXIX. évfolyam 3. szám**  
Megjelenik havonta

**A szerkesztőség elérhetőségei:**  
1148 Budapest, Fogarasi út 5. 27. ép.  
Tel.: (+36 1) 460-0292  
E-mail: [info@magyar-elektronika.hu](mailto:info@magyar-elektronika.hu)

Főszerkesztő  
**Harmath Csaba**  
[harmath.csaba@magyar-elektronika.hu](mailto:harmath.csaba@magyar-elektronika.hu)  
Tel.: +36-20-351 7240

Szerkesztő  
**Tóth Ferenc**  
Szerkesztőségi munkatárs  
**Komjáthi Krisztina**  
Kiadványszerkesztő, tipográfus  
**Szigligeti Mária**  
Olvasószerkesztő  
**Stefánné Szabó Tímea**  
Koordinátor  
**Vas Éva**

Felelős kiadó:  
az ADL Kiadó Kft. ügyvezetője

HU ISSN 0236-6134  
© ADL Kiadó Kft.

A közölt cikkek fordítása, utánnomása, sokszorosítása és adatrendszerekben történő tárolása a Kiadó engedélyéhez kötött. • A cikkek tartalmával a Kiadó nem feltétlenül ért egyet, azok tartalmáért a Szerző vállal felelősséget. • A cikkeknek vagy azok részeinek a szerzői vagy szabadalmi jogokkal összhangban álló közlését a Kiadónak nem áll módjában ellenőrizni, azokért a kizárólagos felelősséget a Szerző vállalja. • A hirdetések tartalmáért a Kiadó nem vállal felelősséget. • A Kiadó kéziratot nem őriz meg és nem küld vissza.

**Előfizetés megrendelése**  
az ADL Kiadó Kft.-nél:  
1148 Budapest, Fogarasi út 5. 27. ép.  
Email: [info@magyar-elektronika.hu](mailto:info@magyar-elektronika.hu)  
Honlap: [www.magyar-elektronika.hu](http://www.magyar-elektronika.hu)  
Előfizetési díj: 9870.- Ft egy évre

Nyomás: PAUKER Nyomdaipari Kft.



[www.facebook.com/magyarelektronika](https://www.facebook.com/magyarelektronika)



[www.instagram.com/magyarelektronika1984](https://www.instagram.com/magyarelektronika1984)



[www.linkedin.com/Magyar Elektronika](https://www.linkedin.com/Magyar Elektronika)

[www.magyar-elektronika.hu](http://www.magyar-elektronika.hu)

# Tisztelt Olvasó!

Tudunk róla, de nem tulajdonítunk jelentőséget neki, hogy már most is mesterséges intelligencia által vezérelt világban élünk. A szűk értelemben vett MI mindenütt jelen van a magunkkal hordott elektronikai eszközökben, és alapvető részét képezi számos olyan rendszernek, amelyet információszerezésre, pénzügyi műveletekre, jegyek vagy áruk vásárlására, foglalásra, valamint a barátokkal és családtagokkal való kommunikációra használunk. Minden online tevékenységünk megfigyelés alatt áll, nyomon követik, rögzítik. Gyakorlatilag nagy mennyiségű adatot adunk a reklámcégek kezébe. Jól működik, szinte mindenhol mindent áthat – pénzügy, kereskedelem, hadászat, hírszerzés, amelynek nagy részéről nem is tudjuk, hogy jelen van, a közösségi média például teljesen algoritmikus. A mesterséges intelligencia által lett naggyá az Amazon, a Google, a Facebook.

Az MI-technológia a vártnál sokkal gyorsabban, exponenciálisan fejlődik, jónéhány esetben már most felülmúlja az emberi döntéshozatalt. Az MI napjainkban az üzleti életben a leghatékonyabb és leglátványosabb eredményeket produkálja. A technológiavezetők a mesterséges intelligencia kapcsán a nyilvánosság előtt szinte csak a hihetetlenül pozitív lehetőségekről beszélnek, ugyanakkor a magánbeszélgetéseikben komolyan aggódnak a lehetséges veszélyektől, kockázatoktól. Mint fogyasztó és polgár félnek attól, amit létrehozhatnak.

Ez az ellentmondás készítette Dr. Omar Hatamleh-t, a NASA mérnöki innovációért felelős részlegének, illetve az International Space University űrkutatási programjának egykori vezetőjét és Dr. Tillesch György-öt a PHI Institute – for Augmented Intelligence elnökét és az amerikai Fehér Ház mesterséges intelligencia etikai bizottságának tagját a „**MESTERSÉG ÉS INTELLIGENCIA – Vegyük kezünkbe a sorsunkat az MI korában**” – című könyvük megírására (a „BETWEEN BRAINS – Taking back our future in the AI age” – angol nyelvű könyv magyar kiadására).

A könyv átfogó elemzést nyújt arról, hogyan fog működni a mesterséges intelligencia az iparágak, a társadalmi gyakorlatok és a társadalmi, illetve etikai aggályok széles skáláján, elemzi legújabb vívmányait és megvizsgálja, hogyan lehetséges egyensúlyt teremteni a biztonság és a hatékonyság között. Az ellenőrizetlen, nem szabályozott mesterséges intelligencia komoly etikai problémákhoz vezethet.

Hogyan birkózunk meg a potenciálisan mindent tudó mesterséges intelligenciával, egy társadalom-, gazdaság- és emberformáló hatalmas erővel a jövőben, vajon tudjuk-e valaha igazán kezelni?

Egy nemrégiben hat különböző országban 6000 ember megkérdezésével készült felmérés szerint az emberek 70%-a fél a mesterséges intelligenciától, 25%-a pedig úgy véli, hogy az átveszi a világaluralmat és leigazza az emberiséget. (Még Elon Musk is azt állítja, hogy a mesterséges intelligencia „az emberiség legnagyobb egzisztenciális fenyegetése”). A felmérésben résztvevők 31%-a úgy gondolja, hogy az embereket robotok fogják helyettesíteni a munkahelyeken, ami által egyesek szerint javulni fog a munka és a magánélet egyensúlya, és ezáltal több értelmes munka végezhető, több szabadidő marad.

A mesterséges intelligencia komoly veszélyt jelent a munkaerőpiacra. A kezdeti elmélet, hogy az MI bár elvesz néhány munkahelyet, de sokkal többet létrehoz – nem bizonyul igaznak. A rendszerek képesek az ismétlődő vagy folyamatalapú munkákat lecserélni, és ami automatizálható az automatizálva lesz. A NASA egy speciális antenna tervezésére sikeresen mesterséges intelligenciát alkalmazott, mert az MI sokkal gyorsabban képes terveket kidolgozni, mint egy ember ugyanolyan körülmények között, és olyan terveket is képes kitalálni, amelyek emberi tervezőnek soha nem jutnának eszébe. Egyértelműnek tűnik, hogy a „fehérgalléros” dolgozók egy része is veszélybe kerül.

Ferenc pápa is az MI veszélyeire figyelmeztet, szót ejtve a személyes adatokra és az egyén biztonságára egyre nagyobb kockázatot jelentő automatikus arcfelismerő technológiákról. A mesterséges intelligencia használatával felmerülő veszélyek miatt minden MI technológiát használó eszköz és szolgáltatás esetén a lehető legnagyobb átláthatóságot, ellenőrizhetőséget sürget. Ösztönzi az újfajta rendszereket és megoldásokat tervező vállalatokat, hogy minden esetben csakis etikus célokra használjanak arcfelismerő, személyes adatokat használó, illetve mesterséges intelligenciára épülő újításokat, amelyeknek az emberi felhasználókat kell szolgálnia.

A mesterséges intelligencia térnyerése korszakváltást jelent, nem digitális transzformáció, hanem egy új kor születése, amely semmihez nem hasonlítható, ami korábban volt. Az MI jövőjének nemcsak technológiai, hanem erkölcsi vezetésre is szüksége van. Érdemes a könyvben elmélyülni.

Harmath Csaba  
főszerkesztő

# Tartalom

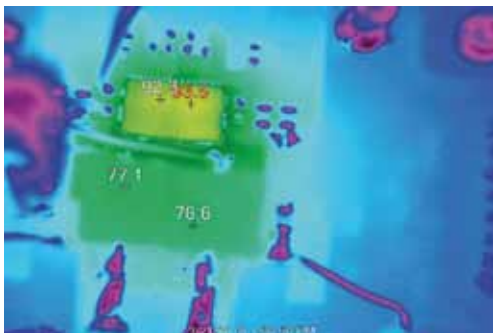
8

A Digi-Key által forgalmazott, az LS-R3 sorozatú kártyákra épülő AC/DC-átalakítók megkönnyítik a gyors testreszabást az EMC követelményekre, B osztályú elektromágneses zajkibocsátás és 4. szintű elektromágneses védelem is elérhető a segítségükkel.



16

Az Analog Devices LTC7050 SilentMOS™ családja teljes mértékben integrálja a nagy sebességű meghajtókat alacsony ellenállású félhidas teljesítménykapcsolókkal, felügyeleti és védelmi áramkörökkel egy elektromosan és hőtechnikailag optimalizált tokban.



26

A Murrelektronik bemutatja a Vario-X-et, egy moduláris és rendkívül rugalmas automatizálási platformot, amellyel az összes automatizálási funkció először valósítható meg teljesen decentralizáltan, azaz vezérlőszekrény-architektúra nélkül.



## CÍMLAPSZTORI

Innovatív mikroszerver-fejlesztés .....4

## ELEKTRONIKA

AC/DC átalakítók optimalizálása EMC követelményekre .....8

## BEÁGYAZOTT ELEKTRONIKA

A beágyazott rendszerek energiatartásának vizsgálata ..... 12  
Csatlakozók és kapcsolók az elektronikában ..... 15

## TELJESÍTMÉNYELEKTRONIKA

Az iparág első kettős 70 A-es és egyes 140 A-es intelligens SilentMOS™ tápfokozatai ..... 16

## AUTOMATIZÁLÁS

Érintés nélküli áram- és adatátvitel a mozgóegységek számára ..... 20  
AMD processzorral ellátott nagy teljesítményű és rugalmasan bővíthető eszközalternatíva ..... 21

## ÉRZÉKELŐK

Mozgásérzékelés a WaveEye radarszenzor-családdal – Nisshinbo Micro Devices ..... 22

## AUTOMATIZÁLÁS

Vario-X – a kapcsolószekrény napjai meg vannak számlálva ..... 26

## ÉRZÉKELŐK

A CO<sub>2</sub>-érzékelő segít csökkenteni a Covid-19 kockázatát ..... 28

## AUTOMATIZÁLÁS

Kis méretű plug-in energilánc ..... 31

## MÉRÉSTECHNIKA

Ex-Series™ hőkamerák .....	32
A jövő tesztberendezései .....	34

## RENDEZVÉNYEK

Célegyenesben az InnoElectro 2022 .....	37
---	----

## AUTOMATIZÁLÁS

Nagynyomású tisztítási folyamatok ellenőrzése ...	38
---	----

## TELJESÍTMÉNYELEKTRONIKA

Innoscence – a GaN-technológia következő szintje .....	40
---	----

## BEÁGYAZOTT ELEKTRONIKA

Az összetett tervek egyszerűsítése feladatspecifikus mikrovezérlőkkel .....	43
--	----



Az Európai Unió-s és hazai forrásból támogatott BRAINE projekt hardverfejlesztésért felelős résztvevője lett a PCB Design Kft., amelynek keretében a mesterséges intelligencia gyorsítására szolgáló, moduláris Edge-szerver fejlesztési feladatát kapta meg.

28

A rosszul szellőztetett beltéri helyiségek növelhetik a Covid-19 aeroszolos átvitelének valószínűségét. A levegő minőségének figyelemmel kísérésére és ellenőrzésére az Infineon új XENSIV™ PAS CO2 érzékelői költséghatékony és helytakarékos megoldásokat kínálnak.



Az igus csatlakozásra kész energialánc-rendszerei a „readychain speed” segítségével pillanatok alatt, szerszámok használata nélkül beépíthetők.

31



Az új FLIR, Ex-Series™ márkájú hőkamera-sorozatot – mint az egyik legjobbat a piacon – kiterjedt funkcionalitás, egyszerű kezelhetőség és az extrém ipari környezetben történő használat hatásaival szembeni jó ellenállás jellemzi.

32



# Innovatív mikroszerver-fejlesztés

**A PCB Design Kft. egy vezető, független, professzionális mérnökiroda, amely termékfejlesztési szolgáltatásokat nyújt a koncepciótól a gyártásig, beleértve a rendszertervezést, a kapcsolásirajz-készítést, a PCB layout-ot, nagy sebességű szimulációt és a kis sorozatú, csúcskategóriás prototípusgyártást.**

Az Európai Unió és hazai forrásból támogatott BRAINE projekt keretében mesterséges intelligenciát alkalmazó algoritmusok gyorsítására szolgáló, moduláris peremhálózati (Edge) szerver fejlesztése történik.

A PCB Design Kft. a BRAINE projektben a hardverfejlesztésért és az eszköz megvalósításáért felelős. A projektben részt vesz többek között a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, az NVIDIA/ Mellanox, a Dell, az NEC, a VMware, az Infineon, valamint Leibnitz, Eindhoven, Prága és Cork műszaki egyetemei.

A BRAINE projekt célja egy moduláris célhardver, az úgynevezett Edge Micro Data Center (EMDC) megalkotása, amely a hagyományos számítási erőforrásokon túl hardveres MI-gyorsítási (GPU, FPGA) lehetőséget, nagy sebességű Ethernet kapcsolódást, valamint a kártyák között PCIe Gen4 kapcsolatot biztosít.

A BRAINE négy alkalmazási területen keresztül mutatja be a mesterséges intelligenciát lehetővé tevő peremhálózati számítástechnikát:

1. Egészségügy,
2. hiperkapcsolt intelligens város,
3. robotika a gyárban,
4. ellátási lánc – ipar 4.0.

A BRAINE projekttel lehetővé válik, hogy Európa az intelligens peremhálózati számítástechnika élvonalába kerüljön, és számos ágazatban (gyártás, intelligens egészségügy, felügyelet, műholdas navigáció stb.) hozzájáruljon a vállalatok versenyképességének növeléséhez.

A BRAINE – Edge Micro Data Center (EMDC) különböző konfigurációival széles skálán tud megoldásokat szolgáltatni, a lehető legnagyobb teljesítmény és hatékonyság biztosításával.

Az EMDC rendszer renderelt képén egy tipikus kialakítás látható, amelyen a gyár területén belül kerül elhelyezésre a tápegység (lent), valamint egy 24 kártyás EMDC rendszer (fent), mindkettő passzív hűtéssel. A fal másik oldalán pedig a kültéri kondenzáló egység.

A PCB Design, mint a projektben a hardverfejlesztés felelőse, egy nagy integráltságú szerver teljes hardverét készítette el – ami több mint 10 nagy komplexitású áramkörti kártya tervezését foglalta magába. Az EMDC platform további különlegessége a két fázisú folyadékűtés, amely segítségével a rendszer hűtésére fordított villamos energia jelentősen csökkenthető.

A szerver maga nem tartalmaz mozgó alkatrészt (pl. ventilátort). Ezen tulajdonság kifejezetten előnyös, mivel a rendszer nem csak léghűtött szerverközpontokba történő telepítésre ké-

Az EMDC rendszer renderelt képe



# Big data pRocessing and Artificial Intelligence at the Network Edge

A PCB Design Kft.-t két villamosmérnök alapította azzal a céllal, hogy létrehozzanak egy olyan mérnökirodát, amely az ötlettől egészen egy termék piacra dobásáig nyújt komplex szolgáltatást. Lazányi János a BME Villamosmérnöki Karán több mint tíz évig oktatott, míg Baka Gergely szakmai tapasztalatát a Pro Patria Electronics Kft.-nél és a Bonn Hungary Elektronikai Kft.-nél szerezte. A jelenleg 42 főt foglalkoztató cég kiemelkedő tudással rendelkezik a legmodernebb processzorokat és gigabites interfészeket tartalmazó nagy sebességű komplex digitális áramkörök tervezésének területén.

szül. A nehezen megközelíthető helyekre telepített egység szervizigénye így jelentősen csökkenthető.

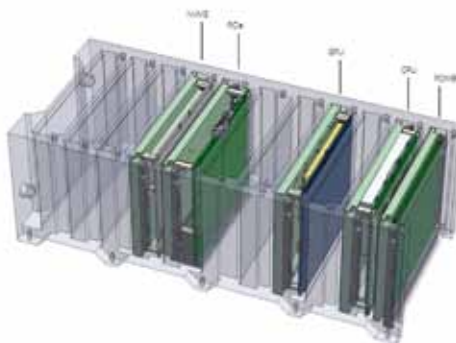
## A PCB Design által fejlesztett moduláris EMDC rendszer

Az EMDC egy moduláris, heterogén, szabadon konfigurálható szerver, ami 8 csereszabatos feldolgozóegységet tartalmaz. A 8 kártya bármelyike lehet CPU (x64), GPU, FPGA, ARM vagy NVMe háttértár. Minden fő funkció egy specifikus hátlapon összekapcsolt, felülről kivethető kártyákkal valósul meg. A kártyák hűtését és mechanikai rögzítését az ún. monoblokk biztosítja.

A monoblokk néhány milliméter vastagságú falai belülről mikrocsatornákat tartalmaznak, amelyekben hűtőfolyadék áramlik. A kártyák maximálisan 150 W hőteljesítménye itt adódik át az áramló hűtőközegnek. Egy 3U magas 19"-os rackbe több monoblokk is összeépíthető, így 8-16-24-32 feldolgozóegységet tartalmazó rendszer alakítható ki. A szerverközpontban történő telepítés esetén, a hűtőközeg egy léghűtéses kondenzáló egységhez csatlakoztatható, azonban kisebb konfigurációk esetén a teljesen passzív működés is megvalósítható.

A fő kártyák azonos rendszerinterfészsel rendelkeznek, így könnyen kialakítható tisztán CPU-kat tartalmazó vagy akár heterogén számítógépes egység is. Amennyiben sok képfeldolgozási munkára van szükség a CPU-egységek helyére GPU helyezhető. NVMe kártyák használatával könnyen JBOF (Just a Bunch of Flash) vagy NAS (Network Attached Storage) funkcionalitás is kialakítható.

A komplett szerver működéséhez 12 fajta áramkör fejlesztése vált szükségessé – ezek fejlesztése párhuzamosan indult meg a PCB Design Kft.-nél.



Egy monoblokk



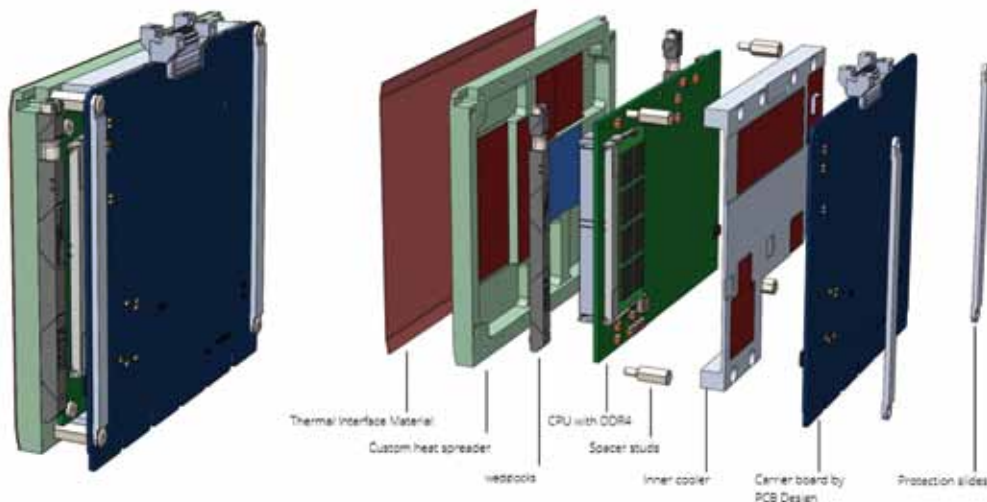
Az EMDC rendszer szerverközponti kialakítása

## A főbb csereszabatos adatfeldolgozó kártyák (Compute Node-ok):

- CPU-egység: Com Express AMD (Epyc) vagy Intel (Xeon-D)
- GPU-egység: NVIDIA Xavier AGX
- FPGA-egység: Xilinx Versal AI-t tartalmaz
- ARM egység: 2-4 x LX2162A processzort (16 x Cortex-A72@ 2GHz) tartalmaz
- NVMe-egység: 4x M.2 SSD

További rendszerrelmek:

- 32 x 100 GBit/s Ethernet Switch (összesített sávszélesség: 3,2 TBit/s)
- 128 x Gen4 PCIe Switch
- 48-12 V konverziót végző tápegység (3000 W)
- BMC (Board Management Controller) rendszerfelügyelő kártya
- Hátlapkártya (8-16-24-32 kártya) kiszolgálására, nagy sebességű kapcsolatok kialakítására



Egy EMDC processorkártya tipikus kialakítása

Az EMDC különlegessége a kettős nagy sebességű adatkapcsolati réteg. A kártyák adattal történő ellátása, valamint rendszerbe történő integrációja szabványos,  $4 \times 10$  vagy  $4 \times 25$  Gbit/s Ethernet interfészen keresztül történik. Az EMDC szerver a külvilággal  $4-8 \times 100$  Gbit-es optikai interfészen kapcsolódik.

Az Ethernet kapcsolaton túl, a kártyák között nagy sávszélességű, kis késleltetésű PCIe Gen4 busz is kiépítésre került, amely képes fabric módban is működni, azaz a kártyák egymás között is kommunikálnak, vagy egy perifériát több host között is meg lehet osztani.

### Az áramköri kártyák kialakítása

Az adatfeldolgozó kártyák kialakítása mind mechanikailag, mind elektromos szempontból egységes, a hátlap felé azonos lábkiosztással rendelkeznek. Ezen interfész magában foglalja a  $4 \times 25$  G Ethernet, valamint 16 lane Gen4 PCIe kapcsolatot, a 12 és 48 V-os tápfeszültségsínt, a dedikált Ethernet és PCIe vonalat rendszerfelügyeleti célokra, valamint USB 2.0 host és device interfészt is. Az USB-host interfészen keresztül ún. iKVM (Keyboard Video Mouse) távoli menedzsment valósítható meg. Az USB device interfész

a minden kártyán egységesen elhelyezett STM32-rendszerfelügyeleti funkciókat megvalósító mikrokontrollerhez kapcsolódik. Az STM32 processzorok a hátlapon elhelyezett USB Hub-okon keresztül tartják a kapcsolatot a BMC (Board Management Microcontroller) egységgel. A BMC egy dedikált Linux-alapú egykártyás számítógép, amelynek processzora dedikált rendszerfelügyeleti funkciókkal rendelkezik, így előszeretettel használják más szerverek esetén is.

A feldolgozó áramkörök, Altium tervezőszoftver segítségével  $125 \times 115$  mm méretben

készültek. A legkomplexebb áramkörök, a PCIe és Ethernet Switch 16 / 22 rétegű áramkörtön kerültek megvalósításra. Ezen kártyák esetén – tekintettel a nagy mennyiségű, max. 25 Gbit/s-os differenciális jelvezetésekre – Examax hátlapi élcslakozók kerültek kiválasztásra. A reflexiók és jelveszteségek csökkentése végett, a NYÁK mikrovia és backdrill technológiával, speciális kis veszteségű Megtron alapanyagra készültek.

### Tápellátás

A teljes EMDC rendszer tápellátásánál magas szintű követelményt kellett figyelembe venni. Minden kártya megengedett maximális (üzemszerű) hőteljesítménye, azaz áramfelvétele 150 watt. A 24 slotos rendszer teljes áramfelvétele  $4,5...5$  kW környékén alakul.

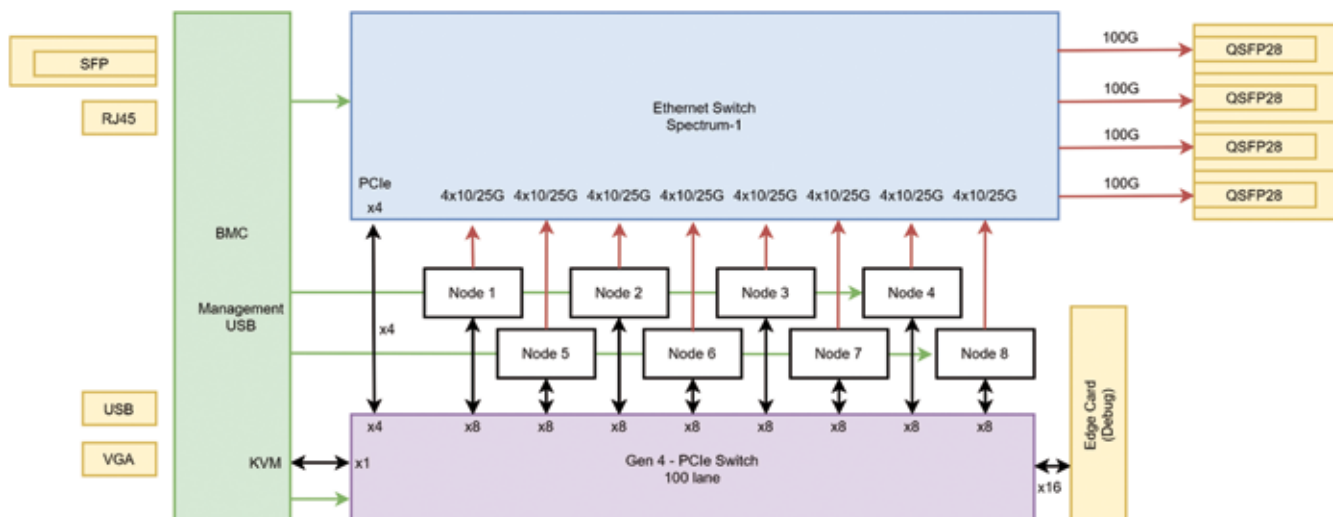
A rendszer 48 V-ról működik, mivel ekkora teljesítménynél a közvetlen 12 V-os táplálás túl nagy veszteséggel járna. További előnye, hogy a rendszer jól integrálható napelemes és / vagy HVDC (High Voltage DC) telepítések esetében is.

A tápegységkártya feladata a 48 V-os feszültség csökkentése 12 V-osra. A  $8 \times 10$  cm-es NYÁK-on 750 W-os tápegységekből

### 8-kártyás EMDC rendszer

## EMDC Architecture

8 Node





4 db található. A 2000 W-os energiaátalakítás hatékonysága kb. 95%-os.

Összefoglalásként elmondható, hogy a BRAINE projekt kezdetekor a világ leghatékonyabb gépe az NVIDIA DGX-2 volt, amely kifejezetten MI-algoritmusok gyorsítására készült. Az EMDC szerver – az architektúra definiálásakor – mind fogyasztásban (15%-kal), mind egységnyi térfogatra jutó számítási kapacitásban (35%-kal) meghaladja ezen platformot.

A PCB Design szlogenje „Az ötlettől a megvalósulásig” – már nem csak önálló áramkörök tervezésében nyilvánul meg. A cég fő fókuszja a legmagasabb hozzáadott értékű iparágak termékefejlesztései, amelyek magukba foglalják a komplex digitális áramkörök tervezését, a hőtani és elektromos szimulációt, a gépészeti tervezést, kis szériás prototípusgyártást és beágyazott szoftverfejlesztést is.

A cég létszáma 35%-kal, árbevétele pedig 70%-kal növekedett az elmúlt évben. Különösen nagy büszkeség, hogy a bevétel 85%-a külföldről származik.

A PCB Design Kft. stratégiai fókuszterületei:

- Repülés és űrkutatás,
- nagy teljesítményű és kvantuminformatica,
- orvosi elektronika,
- ipari elektronika és képfeldolgozás.

A fent bemutatott BRAINE projekt mellett 2021-ben a PCB Design mérnökei többek között részt vettek kvantumszámítógép – a Holdon vizet kereső – szenzor és repülőgépek mérésadatgyűjtő rendszerének fejlesztésében is. (Reméljük egy következő cikkben ezekről is hallhatunk majd!)

#### PCB Design Kft.

1117 Budapest, Infopark sétány 3-B.ép. 6. em.

Tel.: +36 20 399 7184

E-mail: [contact@pcbdesign.hu](mailto:contact@pcbdesign.hu)

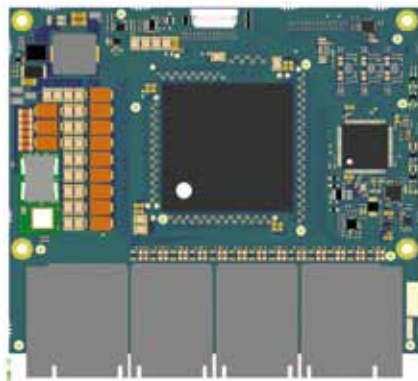
[www.pcbdesign.hu](http://www.pcbdesign.hu)

Bővebb információ a BRAINE projektről:

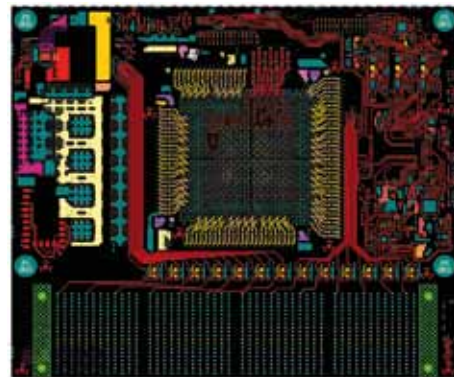
<https://www.braine-project.eu/>

BRAINE-HORIZON 2020

Grant Agreement no. 876967.



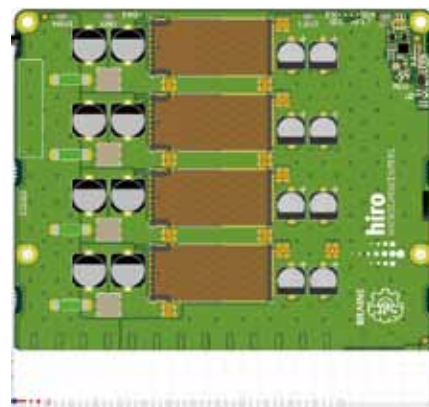
A PCIe Switch renderelt képe



A PCIe Switch kártya felső rétegének rajzolata



A tápegységkártya képe (valódi és renderelt)



### Mikroszerverek

A számítástechnika folyamatos fejlődésével megnőtt az igény, hogy egy adott számítási/ tárolási teljesítményű szerver minél kisebb helyen, minél energiahatékonyabban valósítsanak meg. A hagyományos szerverek sem térfogatban, sem perifériák tekintetében nem gazdálkodnak optimálisan ez erőforrásokkal.

A számítási sűrűség növelésének két dolog szab határt:

1. **Az energiafelvétel** – egy normál szerver esetén egységenként tipikusan max. 1 kW energiával lehet számolni. A nagyobb sűrűségi számítások kialakításánál ez az érték felszökhet egészen a 3–5 és 5+ kW tartományba. A szerverek tipikusan 12 V-os redundáns tápegységgel rendelkeznek, amely esetén a rézvesztés és/vagy a kábelezés költsége szignifikánsá válik. A szerverek esetén megjelent (vagyis visszatért) a 48 V DC használata, akár szükség szerint az AC tápellátás mellőzésével, direkt DC betáplálással.

2. **A hűtés** – a fenti energia a szerverekben hővé alakul. Míg a tipikus szerverteljesítményt egy hagyományos ventilátoros rendszer biztonságosan tudja hűteni, 2-3 szorosára megnövekedett hőleadás esetén azonban ezen technológia nem alkalmazható. A piacon két megoldás irányába indultak el:

**a, Immersion cooling** – amikor a teljes elektronika hűtőfolyadékba merül,

**b, Liquid cooling** – amikor a nagy hőtermelő (typ. CPU) felületéről egy folyamatos folyadékárammal viszik el a hőt.

# AC/DC átalakítók optimalizálása EMC követelményekre

**A váltakozóáram-, egyenáram-átalakítók (AC/DC konverterek) optimalizálása elengedhetetlen ahhoz, hogy megfeleljenek az elektromágneses összeférhetőségi követelmények széles körének.**

**Rolf Horn** – Alkalmazástechnikai mérnök, Digi-Key Electronics

A váltakozó áram-, egyenáram-átalakítós tápegységek tervezőire folyamatos nyomás nehezedik a piaci versenyben, hogy csökkentsek az árat, a tervezési időt és a méretet, egyúttal javítsák a hatásfokot, és a tervezett tápegységek megfeleljenek az általános elektromágneses összeférhetőségi (EMC) követelményeknek. Emellett a tápegységeknek a bemeneti váltakozó feszültségek (és olykor egyenfeszültségek) széles tartományában meg kell tartaniuk a hatásfokukat és teljesítményüket is, tág hőmérséklet-tartományok között kell működniük, és kimeneti rövidzár- és túláramvédelemmel kell védeniük a készülékek és a felhasználók biztonságát.

A rugalmas, több felhasználási területre alkalmas tápegységek tervezése időigényes és idegölő feladat, amely különleges felkészültséget igényel. Ezeknek a követelményeknek a teljesítése még azoknál is jelentősen megnövelheti a piacra kerülési időt, akik rendelkeznek ezzel a felkészültséggel. Bár a piacon beszerezhetőek készen kapható, adott teljesítményjellemzőkkel rendelkező modulok, ha a követelmények megváltoznak, a tervezőknek más modul után kell nézniük. Ennek a problémának a megoldására a tervezők használhatnak kártyára szerelt váltakozó áram-, egyenáram-átalakítót, amelyek megfelelnek a jogszabályi előírásoknak, valamint a méretre és a teljesítményre vonatkozó főbb elv-

rásoknak, és egyben megkönnyítik a változó követelményekhez való alkalmazkodást, nagyfokú testreszabhatóságot téve lehetővé. Ez a cikk a kis teljesítményű eszközök tápegységeinek tervezésével kapcsolatos problémákat járja körül. Ezután bemutatja a Mornsun cég néhány kis méretű váltakozó áram-, egyenáram-átalakítóját, valamint azt, hogy milyen egyszerűen lehet azokat testre szabni, hogy megfeleljenek a különböző felhasználási területekre. Ismerteti, hogy ezen optimalizálások révén hogyan alakíthatnak ki a tervezők a költségeket minimálisra csökkentő, a hatásfokot maximálisra növelő és a lehető legkisebb méretű, többféle felhasználásra alkalmas váltakozó áram- és egyenáram-átalakítót, amelyek mindegyike szavatolja a használók és a készülékek biztonságát, és adott szintű elektromágneses összeférhetőséget kínál.

## A kis teljesítményű tápegységek tervezési követelményei

Az elektromágneses összeférhetőségre (EMC) vonatkozó követelmények – mind az elektromágneses zajkibocsátást (EMI), mind az elektromágneses védettséget (EMS) illetően – az egyes háztartási készülékeken alkalmazott minimális mértékű szűréstől az

1. táblázat A Mornsun váltakozó áram-, egyenáram-átalakítói (AC-DC-átalakítói) külső alkatrészekkel kiegészítve testre szabhatók, hogy megfeleljenek a különféle felhasználási területekre vonatkozó elektromágneses zajkibocsátási és védettségi követelményeknek (táblázat: Mornsun)

Alkalmazási környezet	Tipikus iparág	Bemeneti feszültség-tartomány	Környezeti hőmérséklet	Kibocsátás	Immunitás
Alapvető alkalmazás	Nincs	85–305 V AC	–40 °C... +85 °C	CLASS A	CLASS III
Beltéri polgári környezet	Intelligens otthon/otthoni készülékek (2Y)		–25 °C... +55 °C	CLASS B	CLASS III
Beltéri általános környezet	Intelligens építés/intelligens mezőgazdaság		–25 °C... +55 °C	CLASS B	CLASS IV
Beltéri ipari környezet	Termelőműhely		–40 °C... +85 °C	CLASS A	CLASS IV
Kültéri általános környezet	ITS/Videófigyelés/Töltőpont/Kommunikáció/Biztonság és védelem		–40 °C... +85 °C	CLASS A	CLASS IV

olyan ipari rendszerekig és kültéri helyszínekig terjednek, amelyeknek meg kell felelniük a CISPR32/EN55032 B osztálynak, az EMI (zajkibocsátás) és az IEC/EN61000 szabvány szerinti 4. szintnek az EMS (védetség) tekintetében (1. táblázat). Ezenkívül ezeknek a váltakozó áram-, egyenáram-átalakítóknak meg kell felelniük a hatásfokra vonatkozó szabványok 6. szintjének, tág hőmérsékleti tartományban kell működniük, rendelkezniük kell kimeneti rövidzár- és túláramvédelemmel, valamint kis méretűeknek és alacsony költségűeknek kell lenniük.

Miközben mindegyik felhasználási terület esetében szükség lehet olyan tápegység tervezésére vagy kiválasztására, amely megfelel az adott terület speciális követelményeinek, ezt meg kell fizetni tervezési időben, költségben és leltárkészletben. Ennél költség- és erőforrás-takarékosabb megoldás egy olyan szabványos tápegységmodul használata, amely számos felhasználási terület teljesítménytartományán belül van, és egyszerűen optimalizálható a megcélzott felhasználási terület követelményeihez.

**Testreszabás több felhasználási területre**

Ha ezt a megoldást választják a tervezők, kezdetnek használhatják a Mornsun *LS-R3 sorozatú*, kártyára szerelt váltakozó áram-, egyenáram-átalakítóit, amelyek számos elektromágneses zajkibocsátásra és elektromágneses védetségre vonatkozó követelménynek megfelelnek. Az alapszintű alapkártya 3–10 W kimenő teljesítménnyel kapható, a mérete pedig 28 mm × 14,73 mm × 11 mm, 43%-kal kisebb, mint a hasonló teljesítményű átalakítók (1. ábra).

Az áramátalakító egyszerűen testreszabható, hogy számos elektromágneses zajkibocsátásra és elektromágneses védetségre (EMI/EMS) vonatkozó követelménynek megfeleljen, egészen az elektromágneses zajkibocsátásra vonatkozó CISPR32/EN55032 B osztálynak megfelelő szintig, valamint ±4 kV gyors villamos átmenet (EFT) és ±2 kV feszültséglökés elleni védetséget elérve az IEC/EN61000-4-4 szabvány szerint az elektromágneses védetségre vonatkozó 4. szintig. A tervezők az elektromágneses zajkibocsátás és elektromágneses védetség szintjeinek optimalizálásával olyan, több felhasználási területen használható váltakozó áram-, egyenáram-átalakítókat hozhatnak létre, amelyek minimálisra csökkentik a költségeket és az eszköz méretét.

Az LS-R3 sorozat IEC/EN/UL62368 biztonsági tanúsítással rendelkezik, és megfelel a hatásfokra vonatkozó szabványok 6. szintjének, kimeneti rövidzár- és túláramvédelemmel van ellátva, és tág, -40 °C-tól +85 °C-ig terjedő hőmérséklet-tartományban használható. A több felhasználási területre történő testreszabás az alapszintű biztosítékkiválasztási és szűrési igényekkel kezdődik. Miközben az LS-R3 sorozat bemeneti feszültségtartománya 85–305 V váltakozó feszültség (vagy 70–430 V egyenfeszültség), a különféle készülékek adott hálózati feszültségről, például 110 V, 230 V vagy 277 V váltakozó feszültségről működnek, ami ennek

2. táblázat Az LS-R3 sorozat bemenő feszültségtartománya 85–305 V váltakozó feszültség. Annak a villamos hálózatnak megfelelő biztosítékot kell választani hozzá, amelyikről az áramátalakítót használni szeretnék (táblázat: Mornsun)

Hálózati feszültség	Biztosíték kiválasztása (névleges feszültség)
110 V AC	125 V AC
230 V AC	250 V AC
277 V AC	300 V AC



1. ábra Az LS-R3 sorozatú váltakozó áram-, egyenáram-átalakítók nagyon megbízható visszafutásos áramátalakítók, amelyeket úgy terveztek, hogy az elektromágneses zajkibocsátási és elektromágneses védetség (EMI/EMS) szintek széles körének megfeleljenek (kép: Mornsun)



2. ábra A legköltségkímélőbb, alapszintű kialakítású eszköz megfelel az elektromágneses védetségre vonatkozó 3. szintnek, és négy külső alkatrészt (biztosíték – a fekete alkatrész balra; bemeneti kondenzátor – a fekete henger középen; bemeneti ellenállás – a bemeneti kondenzátortól balra; és egy kimeneti szűrőkondenzátor – a fehér henger jobbra) tartalmaz (kép: Mornsun)

megfelelő értékű biztosítékok használatát teszi szükségessé (2. táblázat). Az *LS05-13B12R3* változathoz például, amelynek a kimenő feszültsége 12 V egyenfeszültség 420 mA áramleadás mellett, 277 V váltakozó áramról működő készülékek esetén használható a *Littelfuse* cég *36911000000* jelű biztosítéka.

Amint már szó volt róla, az LS-R3 sorozat a 3 W-os átalakítóktól – mint az *LS03-13B03R3*, amelynek a kimenő feszültsége 3,3 V egyenfeszültség – a 10 W-os, *LS10-13B24R3* típusjelű átalakítóig terjed – amelynek a kimenő feszültsége 24 V egyenfeszültség. Mindhárom – 3, 5 és 10 W-os – teljesítményváltozat 3,3–24 V kimenő egyenfeszültséget szolgáltató változatokban kapható. Az alábbiakban ismertetett tervezési példák az LS05-13BxxR3 sorozat 5 W-os változataira épülnek.

Az alapeszköz a biztosítékkal kezdődik, és ehhez adódik egy tekercselt huzalellenállás – például a *Vishay* cég 12 Ω-os, 3 W-os, *AC03000001209JAC00* jelű terméke –, hogy csökkentse a bekapcsolási túláramot, és nyújtson valamilyen korlátozott áramlökésvédelmet, valamint egy bemeneti kondenzátor – mint a *Rubycon* cég *450BXW22MEFR12.5X20* jelű, 22 µF-os, 450 V-os alkatrésze – és egy alapszintű kimeneti szűrőkondenzátor – amilyen a *Nichicon* *RS81C271MDN1* jelű, 270 µF, 16 V névleges értékű kondenzátora (2. ábra).

Ez az alapszintű kialakítás megfelel ugyan az elektromágneses védetségre vonatkozó 3. szintnek, de az elektromágneses zajki-

bocsátásra és elektromágneses védettségre vonatkozó komolyabb előírásoknak nem, mivel csak a legköltségkímélőbb, nagyon alapszintű teljesítményigényt kielégítő eszközökbe szánták. A használt biztosítéktól függően működhet 85–305 V-os váltakozó feszültségről, és leválasztott egyenáramú kimenetet szolgáltat. Ha csak minimális kimeneti szűréssel látják el, nem felel meg az elektromágneses zajkibocsátásra és elektromágneses védettségre vonatkozó legtöbb előírásnak, és viszonylag nagy a kimeneti bűgőfeszültsége.

Erősebb kimeneti szűrést és kisebb elektromágneses zajkibocsátást megkövetelő eszközök létrehozásához még három alkatrészt lehet hozzáadni az eddigiekhez (3. ábra). Az átalakító primer és szekunder oldala közé kötött „Y” kondenzátort jelentősen csökkenti a zajt és az elektromágneses zajkibocsátást. Megjegyzés: a háztartási berendezésekre vonatkozó IEC/EN60335 szabványnak való megfelelés érdekében szükség lehet egy második „Y” kondenzátor hozzáadására.

3. ábra Ebben a második szintű eszközben hozzáadtunk egy „Y” kondenzátort (a kék alkatrész) a primer és a szekunder oldal közé kötve, hogy tovább csökkentsük a zajt és az elektromágneses zajkibocsátást, valamint egy  $\pi$ -szűrőt (amely az eredeti fehér kimeneti kondenzátorból és egy hozzáadott elektrolitkondenzátorból – a fekete alkatrész a jobb felső részen – áll) és egy tekercset (induktivitást, a szürke alkatrész az elektrolitkondenzátor alatt), hogy csökkentsük a kimeneti bűgőfeszültséget (kép: Mornsun)



4. ábra Az A osztályú elektromágneses zajkibocsátás korlátait meg lehet tartani egy különbségi üzemmódú tekercs (induktivitás) – L1, a fekete henger a nyomtatott áramköri lap alján – hozzáadásával. A B osztályú elektromágneses zajkibocsátás elérhető, ha ezenfelül még egy „X” kondenzátorral – CX1, a sárga alkatrész balra közepén – egészítjük ki az eddigi alkatrészeket, emellett a 4. szintű elektromágneses védettség pedig úgy, ha hozzáadunk még egy varisztort – MOV1, a kék alkatrész balra fent – a váltakozó áramú bemenethez (kép: Mornsun)



Egy  $\pi$ -szűrő használatával jelentősen csökkenthető a kimeneti bűgőfeszültség. Ez megvalósítható az alapeszközben használt kimeneti kondenzátorhoz egy elektrolitkondenzátort – például a Rubycon cég 35THV47M6.3X8 jelű, 47  $\mu$ F, 35 V névleges értékű termékét – és egy induktivitást (tekercset) hozzáadva.

Az LS-R3 alapszintű nyomtatott áramköri kártyával meg lehet valósítani A és B osztályú elektromágneses zajkibocsátást és 4. szintű elektromágneses védettséget megkövetelő eszközöket is (4. ábra). Ha egy különbségi üzemmódban működő tekercset (induktivitást) helyezünk el a bemeneten, akkor az eszköz megfelel az A osztályú elektromágneses zajkibocsátási követelményeknek.

A B osztályú elektromágneses zajkibocsátás korlátainak egy „X” kondenzátor – például a TDK cég B32671Z6104K000 jelű terméke, egy 0,1  $\mu$ F, 630 V névleges értékű radiális rétegekondenzátor – hozzáadásával lehet megfelelni. A 4. szintű elektromágneses védettség egy varisztort – például a TDK cég B72214S0351K101 jelű fém-oxid varisztora (MOV) – hozzáadásával valósítható meg.

Az 5. ábrán egy olyan teljes áramkör látható, amely megfelel a (CISPR32/EN55032 szerinti) B osztályú elektromágneses zajkibocsátási szintnek, valamint az elektromágneses védettség terén eléri az IEC/EN61000 szerinti,  $\pm 4$  kV-os gyors villamos átmenet (EFT) és  $\pm 2$  kV-os feszültséglökés elleni védettséget.

Az 5. ábrán a CY2, a korábban említett második „Y” kondenzátor, amelyre a háztartási berendezésekre vonatkozó IEC/EN60335 szabvány előírásainak teljesítéséhez van szükség. Az LDM a különbségi induktivitás (tekercs).

### Az áramköri lap elrendezési szempontjai

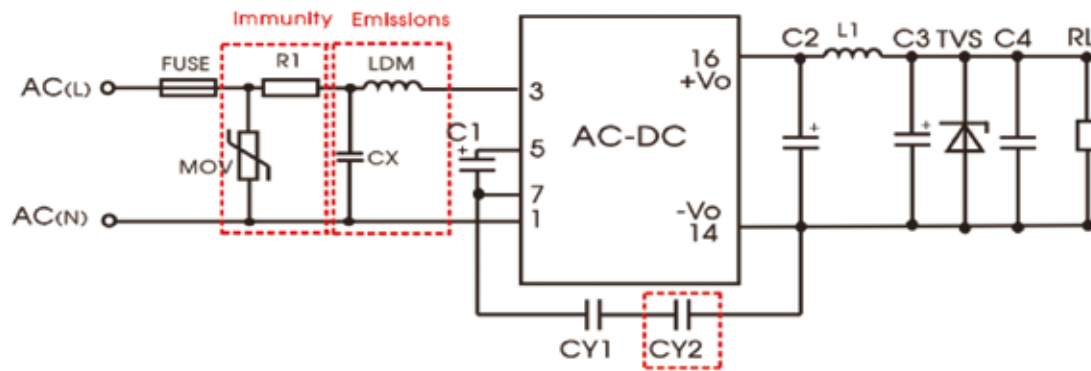
Miután elkészül az LS-R3 eszközre épülő felhasználásspecifikus terv, ideje megtervezni a nyomtatott áramköri lap elrendezését a rajta lévő külső alkatrészekkel. Az LS-R3 alapszintű áramköri kártya megfelel az IEC/EN61558, az IEC/EN60335 és az IEC/EN/UL62368 szabvány előírásainak, és úgy van kialakítva, hogy bele lehessen dugni a külső eszközöket tartalmazó nyomtatott áramköri lapba.

A külső alkatrészeket tartalmazó nyomtatott áramköri lap kialakításának két kulcsfontosságú szempontja a vezető rézcsíkok helyes méretének és tömegének meghatározása, valamint a biztonsági követelmények teljesítéséhez megkövetelt kúszóáramutak és légrések kellő méretének szükségessége. A rézcsíkok legkisebb szélességét, vastagságát és tömegét az általuk vezetett áram erősségének és a réz megengedett legmagasabb hőmérséklet-emelkedésének függvényében kell kiszámolni. Az IPC 2221A – a nyomtatott áramköri lapok tervezésének általános szabványa – tájékoztatást ad a jól elrendezett nyomtatott áramköri lapok kialakításának követelményeiről, beleértve azt is, hogyan kell kiszámolni a rézzel kapcsolatos adatokat.

A kúszóáramutak és a légrések kiszámításakor az EC 60335-1 vagy az IEC 60950-1 szabványt kell figyelembe venni. A legfeljebb 250 V-os egyfázisú váltakozó feszültségről működő háztartási és egyéb hasonló villamos berendezések esetében az IEC 60335-1, míg az informatikai (IT) berendezések esetében az IEC 60950-1 szabvány az irányadó.

A légrés a két vezető alkatrész közötti legrövidebb távolság a levegőben. Az IEC 60950-1 a szigorúbb szabvány, 4,0 mm légrést követel meg megerősített szigetelés és 150–300 V üzemi feszültség esetén, míg az IEC 60335-1 esetében a követelmény 3,5 mm.

A kúszóáramút a két vezető alkatrész közötti legrövidebb távolság valamilyen szilárd szigetelőanyag felülete mentén. Ebben a tekintetben az IEC 60335-1 a szigorúbb, 8,0 mm kúszóáramutat követel meg megerősített szigetelés és 250–300 V üzemi feszültség



5. ábra Az ábrán egy olyan teljes áramkör rajza látható, amely megfelel a (CISPR32/EN55032 szerinti) B osztályú elektromágneses zajkibocsátási szintnek, valamint az elektromágneses védelem terén eléri az IEC/EN61000 szerinti,  $\pm 4$  kV-os gyors villamos átmenet (EFT) és  $\pm 2$  kV-os feszültséglökés elleni védelemet (kép: Mornsun)

esetén, míg az IEC 60950-1 által megkövetelt kúszóáramút mindössze 6,4 mm. Ha az üzemi feszültség 200–250 V, mindkét szabvány 5 mm kúszóáramutat ír elő.

### Előre megtervezett nyomtatott áramköri lapok

Esetenként szükség lehet a külső alkatrészek számára tervezett egyedi nyomtatott áramköri lapra, de ha a bedobozolási követelmények nem nagyon szigorúak, arra az esetre a Mornsun kínál előre megtervezett nyomtatott áramköri lapokat is. Az LS05-13BxxR3 sorozatra épülő bemutatott tervezési példákhoz a Mornsun 11 előre megtervezett nyomtatott áramköri lapot kínál: kettőt az alapeszközhöz, hármat a B osztályú elektromágneses zajkibocsátáshoz (EMI) és 3. szintű elektromágneses védelemhez (EMS), továbbá hármat az A osztályú elektromágneses zajkibocsátáshoz és 4. szintű elektromágneses védelemhez, valamint hármat a B osztályú elektromágneses zajkibocsátáshoz és a 4. szintű elektromágneses védelemhez.

Mindegyik külső eszközhöz tervezett nyomtatott áramköri lap elrendezéséhez csatolva vannak az adott nyomtatott áramköri lap mechanikai követelményeinek megfelelő alkatrészek is. Például a fentebb tárgyalt, a 4. szintű elektromágneses védelem és B osztályú elektromágneses zajkibocsátás követelményeit teljesítő LS05-13BxxR3-megoldáshoz a tervezők három előre megtervezett NYÁK-lap-elrendezés (és a hozzájuk való alkatrészek) közül választhatnak:

- A legkisebb magasságra optimalizált változat: 48,5 mm hosszú, 32,2 mm széles és 17 mm magas,
- a csaknem azonos hossz- és szélességi méretre optimalizált változat: 40,5 mm hosszú, 37,5 mm széles és 23 mm magas,
- a legkisebb szélességre optimalizált változat: 55 mm hosszú, 25,3 mm széles és 23 mm magas.

### Összegzés

A sokféle felhasználási területen és többféle elektromágneses összeférhetőségi szinthez használható tápegységek tervezői hasonló költség-, hatásfok-, méret- és piacra kerülési idővel kapcsolatos problémákkal néznek szembe. Ezek hatékony megoldásához és a minél kisebb raktárkészletigényhez a tervezőknek arra van szükségük, hogy előre megtervezett alapmodulokat használhassanak, amelyeket egyszerűen szabhatnak testre, hogy megfeleljenek a konkrét követelményeknek.

Amint bemutattuk, az LS-R3 sorozatú kártyákra épülő AC/DC-átalakítók megkönnyítik a gyors testreszabást, hogy kielégítsék az elektromágneses összeférhetőségi (EMC) követelményeket (úgy az elektromágneses zajkibocsátás (EMI), mint az elektromágneses védelem (EMS) vonatkozásában), és akár B osztályú elektromágneses zajkibocsátás és 4. szintű elektromágneses védelem is elérhető a segítségükkel. Ezenkívül az előre megtervezett nyomtatott áramköri lapok garantálják a megfelelő méretű vezető rézcsíkok használatát, valamint az előírt méretű kúszóáramutakat és légréseket.

### Ajánlott olvasnivaló

A Guide to Selecting and Using IoT and IIoT Power Sources (Útmutató a dolgok internetéhez (IoT) és az ipari dolgok internetéhez (IIoT) használható áramforrások kiválasztásához és használatához).

**Digi-Key Electronics**

[www.digikey.hu](http://www.digikey.hu)

**Angol nyelvű kapcsolat**

**Arkadiusz Rataj**

Sales Manager Central Eastern Europe & Turkey

Digi-Key Electronics Germany

Tel.: +48 696 307 330

E-mail: [arkadiusz.rataj@digikey.com](mailto:arkadiusz.rataj@digikey.com)

# A beágyazott rendszerek energiafogyasztásának vizsgálata

Egyre növekvő hangsúlyt kap a beágyazott rendszerek energiafogyasztási profiljának megértése. Például az IoT/IIoT-érzékelők éveken keresztül üzemelhetnek elemekről, ezért alapvető fontosságú tisztában lenni azzal, hogy mennyi ideig képes az eszköz alvó üzemmódban maradni úgy, hogy képes maradjon gyorsan reagálni egy eseményre.



Mark Patrick – Mouser Electronics

Írásunkban egy tipikus vezeték nélküli eszköz energiaigényének kérdését járjuk körbe, és azt vizsgáljuk, milyen kihívásokkal szembesülnek a mérnökök az energiafogyasztás mérésével és az elemek élettartamának pontos előrejelzésével kapcsolatban.

## Mennyi energiát használ a beágyazott rendszerem?

Ahogy az IoT/IIoT egyre többfelé terjeszkedik – mind az alkalmazások sokfélesége, mind külső helyszínekre történő telepítés tekintetében –, úgy válik az elemekről történő energiaellátás egyre inkább általános megoldássá. Mérnöki szempontból az elemek alkalmazása kényelmes megoldást kínál az energiaellátás problémájára. Kihívást jelent azonban pontosan tudni, hogy mekkora elemkapacitásra van szükség az eszköz egy adott időtartamra történő energiaellátásához. A gombelemek képesek elég energiát biztosítani egy ultraalacsony teljesítményű érzékelő akár évekig történő működtetéséhez, azonban előbb-utóbb elkerülhetlenné válik a cseréjük. Az elemek költsége csupán töredéke a kicserélésükhöz szükséges utazási és élőmunkaköltségnek, ezért több száz eszköz folyamatos felügyelete nem fenntartható. Újratölthető akkumulátorok használata és az azokhoz kapcsolható energiagyűjtési technológiák telepítése (például napelempanel felszerelése) komoly segítséget jelenthet, azonban hatással van az eszköz fizikai méretére.

Az eszközök energiafogyasztási profiljának pontos megismerése kritikus fontosságú szempont az elemek élettartamának, illetve a kapacitásigény megbecsülésében. Az energiafogyasztási profil sokkal inkább egy dinamikus, semmint egy folyamatos jellemző, kiugró áramértékekkel és alacsony fogyasztási periódusokkal. Egyes elemtípusok kémiai kialakításuknál fogva kevésbé képesek a csúcsteljesítményeket követő stabilizálódásra, ezért kulcsfontosságú annak kiderítése, hogy mi okozza ezeket a fogyasztási kiugrásokat.

Azt követően, hogy sikerült azonosítani a teljesítménycsúcsok és a nyugalmi időszakok okait, megkezdődhet a csökkentésükre szánt lépések megtétele, amelyek között olyan szoftveres megoldások is szerepelhetnek, mint például a mikrokontroller alvó üzemmódba állítása, illetve az egyes feladatok ütemezésének megváltoztatása.

## Beágyazott rendszerek energiafogyasztásának mérése

Egy vezeték nélküli IIoT-érzékelő működés közbeni mérése digitális multiméterrel csupán az átlagos áramfelvételtől ad áttekintést, de használata nem ad pontos képet. Ha megnézzük egy IoT-eszközben található tipikus, alacsony fogyasztású mikrokontroller adatlapját, kaphatunk némi betekintést a jellemző áramértékekbe. A két fő funkcionális egységben (a mikrokontroller és a vezeték nélküli adó-vevő egység) a legtöbb gyártó lehetővé teszi a rádiófunkciók kikapcsolását a mikrokontrollertől függetlenül. Jó példa erre a Silicon Labs EFR32BG22 Series 2 Bluetooth Wireless egy-lapkás rendszere. A legmagasabb áramfogyasztási érték 8,2 mA akkor jelentkezik, amikor az adó 6 dBm-es kimeneti teljesítményt szolgáltat. A lapkát EM4 mélyalvó módba küldve a fogyasztási érték mindössze 0,17  $\mu$ A-re esik vissza. Az ilyen széles dinamikus tartomány, a mikromásodpercek alatt bekövetkező mintegy ötvenszeres áramfelvétel-változás jól mutatja, mekkora kihívást jelent ez a probléma. A perifériainterfészek, az általános célú be- és kimeneti egységek (general purpose input/output – GPIO) és az IoT-eszköz kapcsolódó funkciói szintén áramot fogyasztanak, ezeknek a figyelembe vétele elengedhetetlen a rendszerek átfogó vizsgálatához.

Egy eszköz által fogyasztott áram mérése jellemzően a beágyazott rendszer tápvezetékeibe elhelyezett kis ohm-értékű és nagy tűrésű, jellemzően 1%-os sőtellenállás beépítését igényli. Az átfolyó áram kiszámítása a sőtellenálláson mérhető feszültségből lehetséges. Az ellenállás hatékonyságához egy optimális érték

tartozik. Ha túl magas, akkor magas terhelési feszültséget állít elő, és csökkenti a mikrokontrollerbe menő tápfeszültséget. Ha túl alacsony, akkor megnehezíti a kis értékű áram mérését.

A teljesítmény megfigyelésének és elemzésének ötlete több mint tíz éve jelent meg a beágyazott rendszerek szegmensében. A szabványos J-TAG hibakereső szondák manapság már árammérő funkcióval is elérhetők. Számos népszerű beágyazott eszközlánc és integrált fejlesztőeszköz (IDE) támogatja ezeket, de jellemzően nem képesek a mai beágyazott rendszerek által igényelt dinamikatarományt és mérési részletességet biztosítani.

Az eszközök energiafogyasztásának pontos és valós idejű mérése iránti igény kielégítésére képes egységekre jó példa a Qoitech Otii Arc.

### Nagy dinamikatarományú, valós idejű, beágyazott árammérés

A **Qoitech Otii Arc** (lásd 1. ábra) egy programozható tápegységet és elemzőeszközt is tartalmaz egy kompakt, hordozható egységben. Az Otii Arc kezelőfelületét egy átfogó, az összes ismertebb operációs rendszerhez elérhető szoftver biztosítja. Az Otii Arc nanoamperes pontossággal, 4 ks/mp maximális mintavételezési sebességgel, valós időben képes megjeleníteni és rögzíteni az áramfogyasztást. Nagy, néhány tíz nanoampertől 5 amperig terjedő árammérési dinamikatarománya vezető helyet biztosít számára az iparágban, és ideális választássá teszi bármilyen beágyazott rendszer kialakításához.

Az Otii Arc tápellátása történhet USB-ről vagy egyenáramú adapter segítségével. A vizsgált eszköz (device under test – DUT) számára biztosított kimeneti feszültség 1 mV-os lépésként 0,5–5 V között programozható. Az Otii 2,5 A folyamatos kimeneti áramot és akár 5 A csúcsáramot képes biztosítani. Az USB-csatlakozón keresztül elérhetőnél nagyobb áramleadási igény esetén külső tápegység biztosítása szükséges.

Az Otii Arc-ban két univerzális aszinkron adó-vevő (universal asynchronous receiver-transmitter – UART), két GPIO bemenet, két GPIO kimenet és két feszültségérzékelő érintkező található. Az UART-interfész használatával lehetővé válik, hogy a vizsgált eszköz hibakeresési üzenetei egyidejűleg megjelenítésre kerüljenek a valós idejű árammérési adatokkal. Ez az UART-funkció segíti a beágyazott rendszerek fejlesztőit abban, hogy egyes feladatokat és megfigyelési pontokat kiemeljenek a kódjukban, így megjelölve az alkalmazás adott funkcióit. Az UART-üzenetek lehetővé teszik az alkalmazás kódjának az árammérési adatokkal történő szinkronizációját, lásd a példát a 2. ábrán.

1. ábra A kompakt és hordozható kialakítású Qoitech Otii Arc (forrás: Qoitech)



# Még nagyobb választék

A félvezetők és elektronikai alkatrészek legszélesebb kínálata raktáron és szállításra készen™



[hu.mouser.com](http://hu.mouser.com)





2. ábra Az UART használatával a hibakeresési üzenetek szinkronizálhatók az Otii Arc valós idejű árammérési adataival (forrás: Qoitech)

Az Otii Arc szoftvere támogatja a valós idejű munkamenetek rögzítését és tárolását. Ez a funkció kiemelten hasznos a beágyazott rendszerek fejlesztési szakaszában, az egyes hardver- és szoftverelemekben történt változtatások hatásának összehasonlításához. A GPIO-érintkezők képesek fogadni a vizsgált eszköz állapotcsatlakozóit, így az azokról érkező adatok egyidejűleg megjeleníthetők az Arc kijelzőjén, ami további segítséget jelent a hibakeresési eljárásokban.

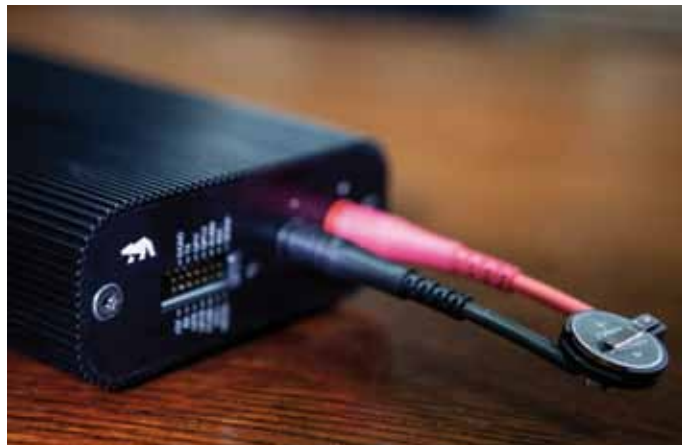
Az érzékelők érintkezői lehetővé teszik a vizsgált berendezés egyéb tápbemeneteinek mérését vagy megkönnyítik a vizsgált eszköz tápegységének négyvezetékes megfigyelését. Az Otii Arc programozható áramelvezetővel is rendelkezik, aminek segítségével megvalósítható az elemek töltésének kisütése és profiljának rögzítése. Az Otii ezt követően képes elsődleges kimeneti feszültségén az eltárolt elemprofilokat emulálni. Ezeknek a funkcióknak a használatához az opcióként megvásárolható Otii battery toolbox szoftvercsomag licencelése szükséges.

A 3. ábrán látható egy az Otii Arc-hoz csatlakoztatott CR2032 gombelem az elem kisülési profiljának rögzítése érdekében. A 4. ábrán látható az elem teszteléséhez szükséges profilbeállítás. Látható, hogy az alacsony és magas beállításokhoz megadható a terhelés és az időtartam, illetve ezenfelül a ciklusismétlések száma is.

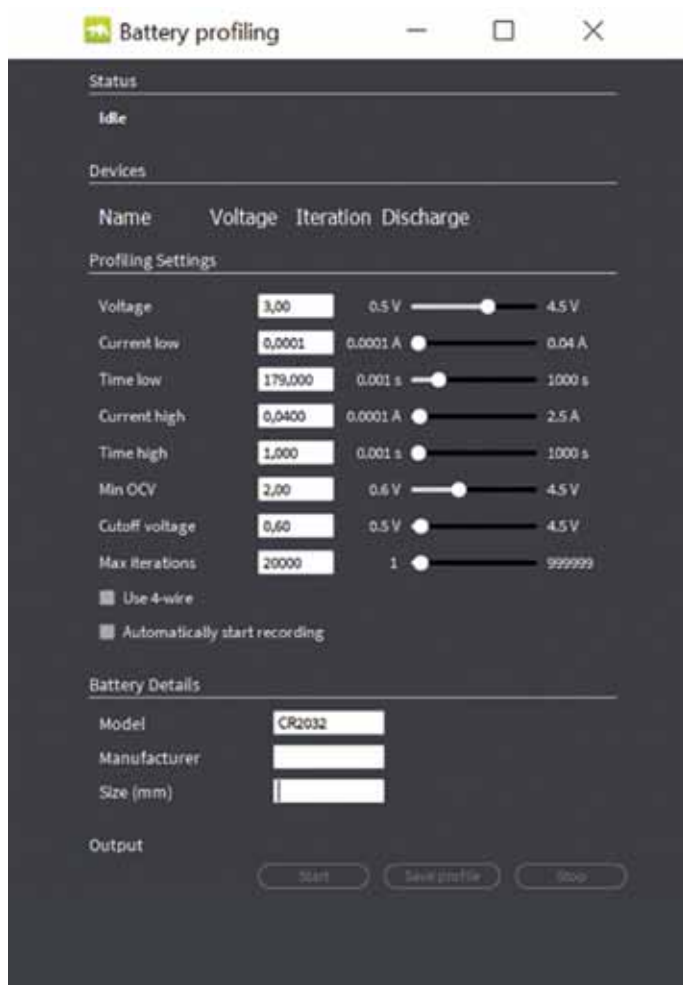
A 4. ábrán látható „high” árambeállítás értéke 40 mA, a „low” 100 µA. Az idő minden adott zónában és ciklusban egy 30 napos kisülési időszakot jelent.

Egy Otii Arc birtokában a beágyazott rendszerek fejlesztői hamar betekintést kaphatnak abba, hogy prototípusaik mikor és mennyi áramot fogyasztanak. Ezt nem csupán a mikrokontrollereik alvó üzemmódjának és a perifériás funkciók kikapcsolásának finomhangolásához használhatják fel, de új ötleteket is meríthetnek belőle egyéb energiatakarékos megoldásokhoz, amilyen például a megfelelő vezeték nélküli protokoll kiválasztása. A legtöbb edge-alapú IoT-érzékelőnek csupán minimális adatmennyiséget szükséges továbbítani, például a hőmérsékleti adatokat és a páratartalom mértékét 15 percnként. Egyes vezeték nélküli protokollok, hálózati útválasztók és titkosítási eljárások esetében ez a 40 bájtnyi adat könnyen több kilobájtosra duzzadhat.

A Qoitech egyik legfrissebb technikai tanulmányában (<https://www.qoitech.com/blog/how-do-iot-protocols-affect-a-devices-energy-consumption/>) rámutat, milyen szinten befolyásolhatja a vezeték nélküli protokoll megválasztása az áramfogyasztást. Az 5. ábrán egy NB-IoT vezeték nélküli modulon különböző proto-



3. ábra Az Otii Arc-hoz csatlakoztatott CR2032, a gombelem profiljának felvételéhez (forrás: Qoitech)



4. ábra Az elemprofilok beállításai a CR2032 gombelemhez (forrás: Qoitech)

kollok és biztonsági beállítások használatával végzett teszt sorozat összegzése látható.

### IoT eszközök energiafogyasztásának elemzése percek alatt

Egy beágyazott IoT-rendszert tápláló elem élettartamának meghatározása nehézségekkel jár. Az energiafogyasztás pontos mérésének hiányában az elemek várható élettartama legjobb esetben



Scenario: NB-IOT module 40 Byte of data			
Protocol	~IP-Packets	~Bytes	~power (mWh)
Non-IP + RAI	-	40	0.303
Non-IP	-	40	0.314
UDP	1	82	0.434
TCP	8	500	0.858
HTTP (POST)	8	589	1.03
DTLS (PSK)	14	1855	1.04
MQTT	21	1283	1.08
TLS (TCP-PSK)	24	1980	1.16
TLS (TCP-PKI)	27	4557	1.76
DTLS (PKI)	41	7398	1.85

5. ábra Összehasonlítás a különböző adatprotokollok fogyasztásra gyakorolt hatásáról (forrás: Qoitech)

is csupán egy becslő érték. A vezeték nélküli egylapkás rendszerek adatlapján szereplő értékek jó megközelítést adnak, azonban nem veszik figyelembe az egységek működésének dinamikus változásait, például a vezeték nélküli kapcsolatok kialakítását és az adatok küldését. Hosszabb távon szintén fontos, az elemek teljesítményét befolyásoló szempont az eszköz csúcspotasztási periódusainak alakulása, ezért a várható működési modell megalkotásának képessége alapvető fontosságúvá vált.

A **Qoitech Otii Arc** energiaszabályzó képességének, a fogyasztás valós idejű elemzésének és a hibakeresési kódok szinkronizálásának köszönhetően hamar a fejlesztők tervezőasztalának nélkülözhetetlen eszközévé válik, és már megtalálható a Mouser kínálatában.

**Mouser Electronics**  
Franchised Distributor  
[www.mouser.com](http://www.mouser.com)

## Csatlakozók és kapcsolók az elektronikában

### Műszaki tanácsadás, szakmai támogatás, segítség a döntéshez

24 év fejlesztőmérnöki és 31 év disztribútori gyakorlattal a háta mögött, az általa alapított FARMELCO Kft. 2020-ban történt tulajdonátadása után Sarkadi György megalapította az SGconn nevű vállalkozását, és műszaki tanácsadóként folytatja munkáját.

Ismerve az elektromechanikai alkatrészek – elsősorban csatlakozók és kapcsolók – jelentős hányadának műszaki tulajdonságait, gyártói hátterét és a piaci viszonyokat, új vállalkozásában segíti ügyfeleit – fejlesztőket, tervezőket és beszerzőket – az alkatrészválasztás és beszerzés során.

Alkotó mérnöki éveiben (VILATI) sok kisebb projekt mellett részt vett a Feriegyi Repülőtér 1. és 2. terminálépületeiben a vizuális utastájékoztató rendszerek; a KAMAZ teherautógyár diesel próbapad mérés- és vezérléstechnikai berendezései megvalósításának teljes folyamatában (ajánlatkészítés, fejlesztés, tervezés, gyártáselőkészítés, üzembe helyezés).

Az elektronikai alkatrész-kereskedelemben a COMPEX cégnél kapcsolódott be 1990-ben. Az ipar számos területén – orvosi elektronika, ipari elektronika, járműgyártás és javítás, távközlés... – az előző évtizedekben gyűjtött tapasztalatainak birtokában segítette a fejlesztőket, tervezőket és beszerzőket a felhasználandó alkatrészek kiválasztásában, beszerzésében. A COMPEX-ben részese volt a Robinson-Nugent (ma a 3M portfóliójának részét képező termékkör) csatlakozók és a C&K kapcsolók hazai elterjesztésének.

2000-ben megalapította a magyar piacon elismerten komoly hírnevet szerző Farmelco céget, ahol tanácsadói és kereskedelmi tevékenységgel segítette az APEM, BULGIN, CARLING, CLIFF, COTO, FCT, HARTING, LORLIN, OMNETICS, SAMTEC és SLOAN termékek alkalmazását. Az FCT-t (ma a MOLEX része) a Farmelco vezette be Magyarországon a 2000-es évek elején számos távközlési, orvosi elektronikai és ipari alkalmazással. Az OMNETICS csatlakozók hazai úripari és agykatatói alkalmazása szintén az Ő nevéhez fűződik. Támogatta a BME agymotoros villanyautó és a Masat-1 műhold fejlesztését, közreműködésével kerültek OMNETICS és SAMTEC csatlakozók a C3S Kft. 2021 augusztusában felbocsátott RadCube műholdjába. Vevőkörének nagy része az orvosi elektronika, a távközlés, a biztonságtechnika, az ipari elektronika, a jármű-elektronika és a közlekedési vállalatok (az elektronikai és gépipar jeles képviselői) területéről került ki.



Ahol csak lehetett, személyesen látogatta vevőit, hogy minél pontosabban tisztázza a keresett alkatrészrel szemben támasztott követelményeket, és megismerje a fejlesztés és gyártás személyi és technikai feltételeit.

Fontosnak tartja a beszállítói oldal alapos ismeretét: a személyes ismeretegen túl a disztribútortalálkozókon, oktatásokon, gyárlátogatásokon való részvételt, a gyártói katalógusok és honlapok folyamatos figyelemmel kísérését, az alkatrészek alapos megismerését.

Több szakcikk és előadás szerzője, társszerzője és három szabadalom résztulajdonosa.

Saját alapítású cége, a Farmelco alapító tagja a Magyarországi Elektronikai Társaságnak (MELT).

A Farmelco 2021. január eleje óta új kezekben folytatja kereskedői munkáját, Ő pedig véleményével, tanácsaival továbbra is igyekszik segíteni a munkájukat.

Hitvallása: a sikeres értékesítéshez ismerni kell a vevőt és az alkalmazást, ismerni és szeretni kell az alkatrészt.

**Sarkadi György**  
sarkadi@sgconn.hu  
Tel.: +36 20 961 0416



Sok sikert kívánunk!  
A Magyar Elektronika Szerkesztősége

# Az iparág első kettős 70 A-es és egyes 140 A-es intelligens SilentMOS™ tápfokozatai

Yingyi Yan, Eugene Cheung, Eric Gu és Tuan Nguyen – IC Tervezőmérnökök

**Ez a cikk bemutatja az Analog Devices LTC7050 SilentMOS™ családját. Ez az új, nagyáramú terheléspontos konverter kielégíti a rendszertervek nagy hatékonyságú, nagy sűrűségű és megbízható teljesítményfokozatai iránti növekvő igényt.**

## Miért ideális választás az Analog Devices LTC7050 SilentMOS™ családja?

Az LTC7050 konfigurálható két külön sín táplálására, egyedi be- és kikapcsolásvezérléssel, hibajelzéssel és áramérzékelő kimenetekkel, vagy konfigurálható kétfázisú, egykimenetű átalakítóként. Az LTC7051 egyetlen 140 A teljesítményű végfokozat, amely az LTC7050 magtervét használja ki, és egyetlen induktivitással még nagyobb teljesítménysűrűséget nyújt.

Az LTC7050 kettős monolitikus teljesítményfokozat teljes mértékben integrálja a nagy sebességű meghajtókat alacsony ellenállású félhidas teljesítménykapcsolókkal, valamint átfogó felügyeleti és védelmi áramkörökkel egy elektromosan és hőtechnikailag optimalizált tokban. Megfelelő nagyfrekvenciás vezérlővel ez

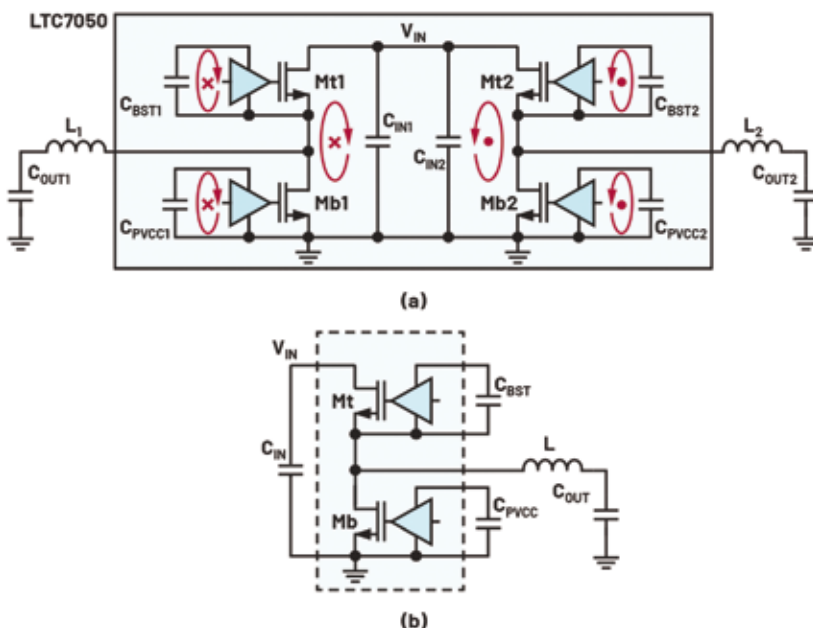
a teljesítményfokozat egy kompakt, nagyáramú feszültség szabályozó rendszert alkot, amely a legkorszerűbb hatékonysággal és tranziens válaszokkal rendelkezik. A Silent Switcher® 2 architektúra és az integrált feszültség-utánhúzó (bootstrapped) tápegységek nagy sebességű kapcsolást tesznek lehetővé, csökkentve a nagyfrekvenciás teljesítményvesztést a bemeneti tápegység vagy a kapcsolócsomóponti feszültség túlcúszásának csillapításával és a kísérő EMI minimalizálásával.

## Az alacsony kapcsolócsomóponti terhelés növeli a tápfokozat robusztusságát

A hagyományos buck-szabályozók kialakításánál a bemeneti kondenzátor és a teljesítmény-MOSFET-ek közötti "forró hurok" (hot loop) induktivitása nagy tüskéket eredményez a kapcsolócsomóponton. A Silent Switcher® 2 technológiát alkalmazva a SilentMOS™ LTC7050 a kritikus  $V_{IN}$  leválasztó kondenzátorokat egy LQFN-tokba integrálja. A „forró hurok” (hot loop) lekicsinyítése alacsonyabb parazitainduktivitást eredményez. Emellett a teljesen szimmetrikus elrendezés kiiktatja az elektromágneses mezőket. Az 1. ábra összehasonlítja az LTC7050 elrendezését egy hagyományos tápfokozattal.

Amint a 2. ábrán látható, a kapcsolócsomópont csúcspontja csak 13 V, amikor a bemeneti feszültség 12 V és a kimenet teljesen terhelt. A teljesítmény-MOSFET-et érő csúcspont feszültségi terhelés és a névleges feszültség közötti bőséges

1. ábra A SilentMOS™ LTC7050 belső szimmetrikus és kis „forró hurokkal” (hot loop) rendelkezik és lengés minimalizálása érdekében, (a) az LTC7050 és (b) egy hagyományos DrMOS-modul



tartalék biztosítja az eszköz megbízhatóságát. A teljesen integrált „forró hurok” (hot loop) kiküszöböli a NYÁK elrendezésének érzékenységét, és átláthatóvá teszi a felhasználó számára a kifinomult elektromágneses kioltási elrendezést. A kapcsolócsomópontok csengésének helyes méréséhez használható a kapcsolókivezetésről a helyi földre forrasztott koaxiális kábel, és oszcilloszkópon illesztett impedanciával mérhető meg a hullámforma.

### A magas hatékonyság és a korszerű tokforma nagy teljesítménysűrűséget tesz lehetővé

Az alacsony átmeneti veszteség miatt az LTC7050 a nagyfrekvenciás tervezésekben hatékonyabb, mint a hagyományos DrMOS-modul. A tápegység áramának és feszültségének átfedési idejét a meghajtási sebesség határozza meg. Egy többretegű DrMOS-modulban a meghajtási sebességet a meghajtók és a teljesítmény-MOSFET-ek közötti, valamint a meghajtók és a kondenzátorok közötti induktivitás korlátozza. A MOSFET-kapuk túl gyors meghajtása túlfeszültséghez vezethet a teljesítményeszközök/meghajtók kapuinál, és meghibásodást okozhat. Emellett a magas  $di/dt$  nagy tüskét okoz a kapcsolócsomópontnál, mivel a „forró hurok” induktivitása nem elhanyagolható.

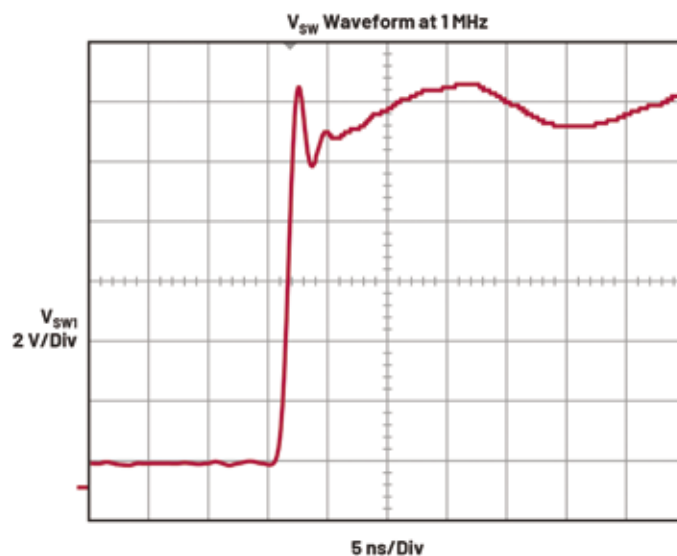
Az LTC7050 meghajtói ugyanarra a lapkára integráltak, mint a teljesítményfokozat, és az összes kapu meghajtójának kondenzátorai a tokban vannak. Az összekötővezetékek kiküszöbölésével a parazitainduktivitás minden egyes meghajtóhurokban megközelíti a nullát. A többretegű DrMOS-modulhoz képest az LTC7050 sokkal gyorsabban kapcsolja be és ki a tápegységeket. A bekapcsolt csomóponti feszültség emelkedő éle tipikusan mindössze 1 ns, amint azt a 2. ábra mutatja. A kategóriájában leggyorsabb meghajtási sebesség nagymértékben csökkenti az átmeneti veszteséget. A gyors meghajtási sebesség lehetővé teszi, hogy az LTC7050 holtideje nulla legyen, ami nagymértékben csökkenti a diódavezetési és a fordított visszaállítási veszteségeket. A kifinomult kialakítás növeli a teljesítményátalakítás hatékonyságát magas kapcsolási frekvenciákon.

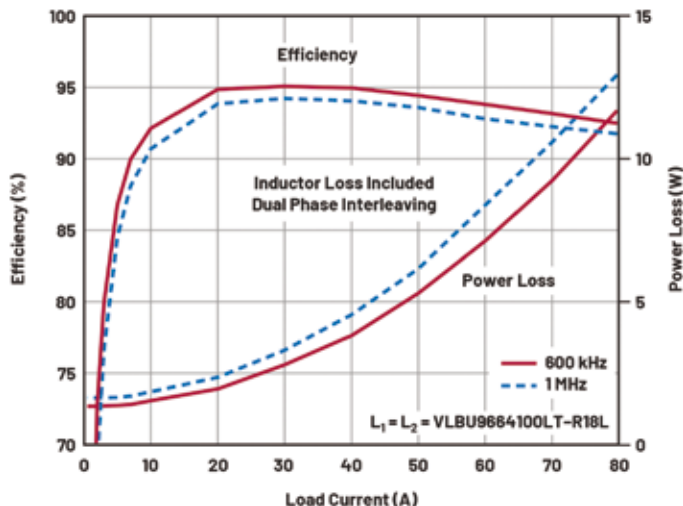
A 3. ábra a 12 V-ról 1,8 V-ra történő átalakítás hatásfokát és veszteséggörbét mutatja 600 kHz-en és 1 MHz-en. Az 1 MHz-es kialakításnál a csúcshatásfok több mint 94%.

A 4. ábra a 12 V-ról 1,0 V-ra történő átalakítás hatásfokát és veszteséggörbét mutatja 600 kHz-en és 1 MHz-en.

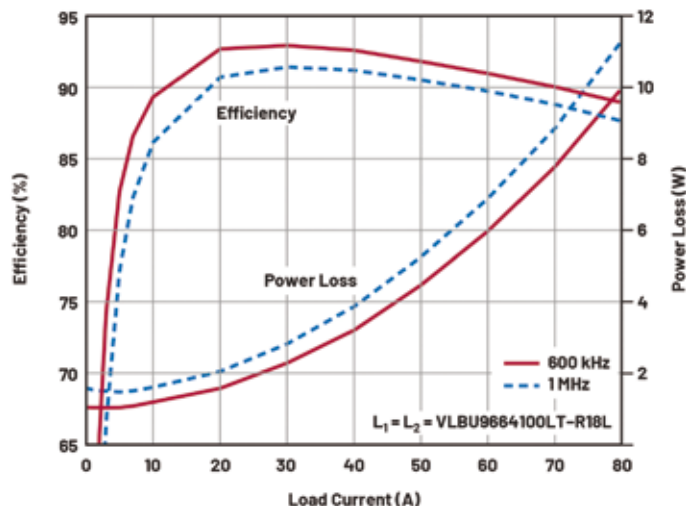
A 4. ábrán látható 1 MHz-es kialakításnál, 60 A-nél a hatásfok közel 90%, amíg a teljes veszteség, beleértve az induktív veszteséget is, kevesebb, mint 7 W. Az LTC7050 termikusan javított 5 mm × 8 mm-es LQFN-tokozatának alacsony, 10,8 °C/W hőimpedanciája van. Az alacsony veszteség és az alacsony hőimpedancia lehetővé teszi, hogy az LTC7050 két, az iparágban szabványos 5 mm × 6 mm-es DrMOS-modul helyettesítésére alkalmas legyen. Az 5. ábra az LTC7050 hőképét mutatja 12 V-ról

2. ábra A kapcsolócsomópont hullámformája; ILOAD = 25 A fázisonként





3. ábra Hatékonysági és veszteséggörbék



4. ábra Hatékonysági és veszteséggörbék

1 V/60 A-ra történő, 1 MHz-es konverziós kapcsolásnál. A tok hőmérséklet-emelkedése körülbelül 68 °C.

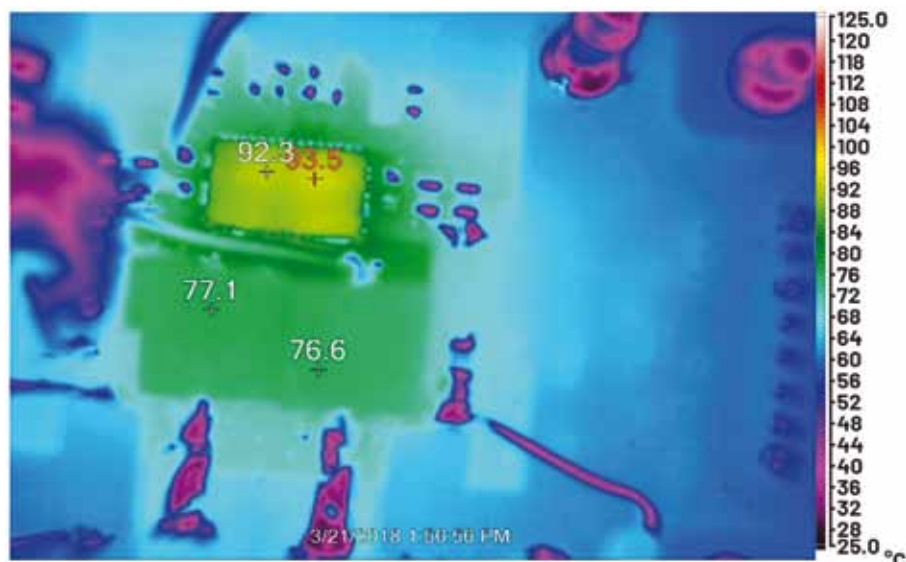
Vizsgálati feltétel:  $V_{IN} = 12\text{ V}$ ,  $V_{OUT} = 1\text{ V}$  és  $I_{OUT} = 60\text{ A}$ , nincs légáramlás, a kártyát több mint 30 percig kell működtetni.

### Szigorú hibajelző és védelmi rendszer garatálja a terhelés biztonságát

A rendszer biztonsága érdekében az LTC7050 család hibaérzékelési, riasztási és védelmi funkciók egész sorát tartalmazza.

Az LTC7050 teljes mértékben tesztelt túláramvédelemmel rendelkezik mind a felső, mind az alsó FET-ek esetében. A tápegységekkel azonos chipen lévő illetékeszabványok kivonják a táp-FET-eken átfolyó pillanatnyi áramot. A monolitikus architektúra garatálja, hogy a hőmérséklet- és folyamatváltozások hatásai jól kiiktathatók, az áramérzékelő jelek késleltetését okozó parazitahatások elhanyagolhatók. A monolitikus architektúra ezen belső előnyei valós idejű, pontos áramfelügyeletet és védelmet tesznek lehetővé. Amint a túláram-összehasonlító kiold, az érintett tápegység a PWM-bemenettől függetlenül lekapcsolódik, az FLTB kivezetést alacsonyra húzza, hogy jelentsen a hibát a vezérlőnek, és

5. ábra Az LTC7050 hőképe



az ellentétes eszköz bekapcsol, hogy az induktivitás áramát nullára futassa (freewheeling). A meghajtók csak az áram nullára való lecsökkenése után fogadnak újra PWM-jeleket. Ez a védelmi séma megakadályozza, hogy a teljesítményfokozat folyamatosan a pozitív vagy negatív áramhatár körül ingadozzon, és így elkerülhető az eszközök hőterhelése. A 6. ábra mutatja a terhelőáram felfutásának hatását, amíg a pozitív túláramvédelem működésbe lép.

Annak garatálása érdekében, hogy a tápegységek a biztonságos működési tartományon belül maradjanak, az LTC7050 bemeneti túlfeszültségzáró funkciója mindkét teljesítménykapcsolót a kapcsolás leállítására kényszeríti, amikor a bemeneti feszültség az OV küszöbértéket meghaladja. Ha a teljesítmény-MOSFET nagy áramot vezet az OV érzékelésekor, akkor az áramot a fent leírtak szerint az ellenkező teljesítményű eszköz szabadonfutóvá teszi.

Az LTC7050 család két hőmérsékletmérő interfészt biztosít a vezérlőhöz (mint az LTC3884) vagy a rendszermonitorhoz. A  $T_{DIODE}$  láb egy PN-csomóponti diódához csatlakozik az IC-csomóponti hőmérséklet VBE-módszerrel vagy  $\Delta VBE$ -módszerrel történő méréséhez. A  $T_{MON}$  egy dedikált kivezetés a chip-hőmérséklet jelentésére az ipari szabványnak megfelelő 8 mV/°C-os

meredekséggel. A szabványos DrMOS-modulokkal ellentétben, amelyek az analóg hőmérséklet-felügyeletet más hibajelzésekkel kombinálják egy kivezetésen, az LTC7050  $T_{MON}$  csak akkor húzódik  $V_{CC}$ -re, ha a chip hőmérséklete legalább 150 °C; más hibaállapotok esetén a  $T_{MON}$  továbbra is jelzi a chip hőmérsékletét, miközben az FLTB open-drain kimenet alacsonyra van húzva. A monolitikus architektúra lehetővé teszi, hogy a  $T_{DIODE}$  és a  $T_{MON}$  szorosan tükrözze a tápegységek hőmérsékletét. Ha egy nagy fáziszámú rendszerben több tápfokozatot alkalmaznak, a  $T_{MON}$  kivezetések összekapcsolhatók úgy, hogy a legmagasabb hőmérsékletet jelentsék.

A tokba integrált bootstrap-dióda és a bootstrap-kondenzátor kiküszöböli a boost-kivezetés szükségességét, valamint a bootstrap-meghajtó véletlen rövidre zárásának esélyét. Belsőleg a bootstrap-vezérlő feszültségét fo-



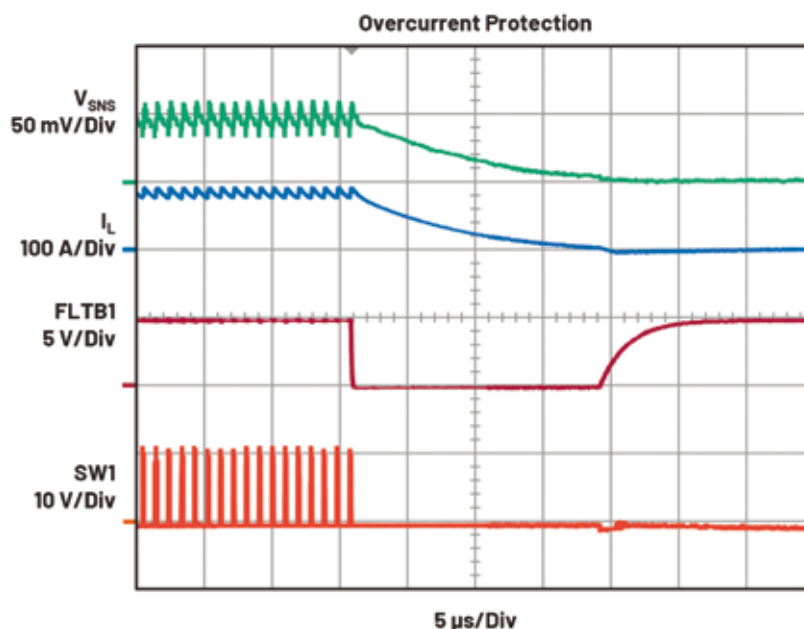
6. ábra Az LTC7050 túláramvédelme

lyamatosan felügyelik. Ha a feszültség az alulfeszültségi küszöbérték alá esik, akkor a felső FET kikapcsol a túlzott vezetési veszteség elkerülése érdekében.

#### Következtetés

Az LTC7050 SilentMOS™ monolitikus, nagyáramú intelligens teljesítményfokozatok ideális megoldást jelentenek a nagyfrekvenciás nem szigetelt (Point of Load) alkalmazásokhoz. A szimmetrikusan elhelyezett, integrált „forró hurkok” (hot loop) számos előnnyel járnak. A kevesebb külső alkatrész csökkenti a nyomtatott áramkört lap alapterületét, és csökkenti az anyagköltségeket. Az alacsony kapcsolócsomóponti csengés növeli az eszköz megbízhatóságát. Az alacsony kapcsolási veszteség nagy hatékonyságot nyújt magas kapcsolási frekvencián, ami lehetővé teszi kis induktivitások használatát és a kimeneti kondenzátor méretének zsugorodását, mivel a zárt hurok sávszélessége nagyobb. Átfogó felügyeleti és védelmi funkciók védik a drága terheléseket különböző hibaállapotok esetén.

További műszaki és kereskedelmi információkat az Analog Devices hivatalos hazai forgalmazójától, az Arrow Electronics Hungary-tól kaphatnak.



**Arrow Electronics Hungary**

1138 Budapest, Váci út 140.

**Bihari Tamás,**

**Senior Field Application Engineer**

E-mail: [tbihari@arroweurope.com](mailto:tbihari@arroweurope.com)

Tel.: +36 30 748 0457

[www.arrow.com](http://www.arrow.com)

# Érintés nélküli áram- és adatátvitel a mozgatóegységek számára

## XTS lineáris szállítórendszer innovatív kábel nélküli technológiával (NCT)

**Az XTS intelligens szállítórendszerekhez kifejlesztett innovatív kábel nélküli technológia (NCT) segítségével a Beckhoff hatalmas előrelépést tesz a gépek rugalmas felhasználása terén. Ezt az érintésmentes tápegység és a szinkron, valós idejű adatkommunikáció teszi lehetővé, amivel az XTS egyes mozgatóegységei önálló, mobil anyagmozgató- és feldolgozóállomásokká válhatnak.**

Az NCT-vel kibővült moduláris XTS-rendszer egy speciális motormodult, valamint a mozgatóegységekre szerelhető elektronikát tartalmaz. Az átviteli technológiához szükséges hardver teljes mértékben integrálva van a motormodulba, így megmaradhattak a meglévő funkciók és a kompakt felépítés. Nincs szükség további csatlakozásokra vagy tápvezetékekre sem. A mozgatóegység hardverének vezérlése teljes mértékben implementált a TwinCAT-ben. Az egyszerű projektmegvalósítás érdekében az összes ismert TwinCAT-funkció elérhető a rendszerben.

A kábel nélküli technológia most először lehetőséget ad arra, hogy a termékek feldolgozása és ezek minőségének ellenőrzése a folyamat futása közben a mozgatóegységen megtörténjen.

A megfelelő teljesítmény és a TwinCAT vezérlőrendszerrel való gyors kommunikáció lehetővé teszi az érzékelők és az aktuátorok egyszerű csatlakoztatását. Az adatkommunikáció valós idejű is lehet, és képes a rendszerszintű események  $\mu$ s pontosságú szinkronizálására EtherCAT-en. Ezzel új megoldási lehetőségek nyílnak meg a felhasználó előtt, különösen a termékszállítással párhuzamosan történő termékkezelés, megmunkálás és mérés területein, valamint a gyártógépek gyártási tételekhez történő gyors alkalmazkodásában:

- magán a mozgatóegységen különféle mozgásszekvenciák valószínűsíthetők meg – például a termék igazításához;
- a mozgatóegység elektromotoros megfogókkal, emelőmágnesekkel vagy vákuumos tapadókorongokkal felszerelve olyan mobil kezelőrendszerre válik, amely képes felvenni, szállítani és lerakni a termékeket;
- a termékek melegítése vagy hűtése szállítás közben éppúgy lehetséges, mint a gyártósori integrált mérés;
- az integrált adatkommunikáció lehetővé teszi például az egyedi mozgatóegységek, eszközök és termékek azonosítását, valamint az állapot- és folyamatfelügyeletet az egyes mozgatóegységeken.



**Az új NCT-technológia (No Cable Technology) segítségével az XTS mozgatóegységei mobil anyagmozgató- vagy feldolgozóállomásokká válhatnak, így az XTS egy multi-robotrendszerre bővíthet**

# AMD processzorral ellátott nagy teljesítményű és rugalmasan bővíthető eszközalternatíva

## A CX5600 beágyazott PC-sorozattal bővül az AMD Ryzen™ eszközportfólió

Az AMD Ryzen™ processzorokkal szerelt CX5600 sorozatú beágyazott számítógépek azonos házméreteikkel kiegészítik a meglévő CX51xx és CX52xx eszközöket. Ezenkívül az új eszközök bal oldalára egy CX2500 bővítőmodul csatlakoztatható, ami növeli használatuk rugalmasságát.

Az új sorozatnak egyelőre kétféle készülékváltozata van: a CX5620 típus, amely 1,2 GHz-es órajel-frekvenciás AMD Ryzen™ processzorral, és a CX5630 típus, amely egy hasonló 2,4 GHz-es processzorral rendelkezik. Mindkét DIN-sínre szerelhető beágyazott számítógépet alacsony fogyasztás és ventilátor nélküli működés jellemzi. Alapfelszereltségként a készülékek két független Gbit Ethernet interfészt, négy USB 3.0-t, egy DVI-D interfészt, egy rugalmasan hozzárendelhető, többopciós gyári interfészt, valamint 4 GB vagy 8 GB RAM-ot tartalmaznak. Ezenkívül a rendszer bal oldalán egy CX2500 modullal bővíthető, így további PC-interfészek (például két további 1 GB-os Ethernet port) vagy fieldbus interfészek is csatlakoztathatók.

A (32 bites) TwinCAT 2 támogatása a CX5600 sorozatban továbbra is biztosított, azonban bármikor lehetőség van a komplexebb (64 bites) TwinCAT 3-ra váltani. Mind a TwinCAT 2, mind a TwinCAT 3 esetében a TwinCAT valós idejű kernel kezelése által biztosított, hogy a valós idejű vezérlési feladatok végrehajtása mellett a felhasználói felület (HMI) futtatására is elegendő idő maradjon. A CPU-ba integrált nagy teljesítményű grafikus kernel lehetővé teszi az igényes



A -25 °C-tól +60 °C-ig kiterjesztett üzemi hőmérséklet-tartománynak köszönhetően a CX56x0 eszközök még az éghajlati szempontból jelentős igénybevétellel járó alkalmazások esetén is használhatók

vizualizációk támogatását, beleértve a fejlett felhasználói felületeket. A CX56x0 eszközök Windows 10 operációs rendszerrel és Beckhoff TwinCAT/BSD operációs rendszerrel is elérhetők.

# Mozgásérzékelés a WaveEye radarszenzorcsaláddal – Nisshinbo Micro Devices



**Kiss Zoltán** okl. villamosmérnök,  
Export Igazgató Endrich Bauelemente Vertriebs GmbH

**A New Japan Radio Co., Ltd. és a Ricoh Electronic Devices Co., Ltd. 2022 januárjától egyesültek és anyacégük a Nisshinbo Group részeként Nisshinbo Micro Devices Inc. néven folytatják tevékenységüket, amelynek egyik területe a radarszenzor-technika.**

Az intelligens világítástechnikai, az automatikus ajtó- és sorompóvezérlő rendszerek tervezői kompakt és energiatakarékos megoldások létrehozására törekcszenek, általában mozgásérzékelős automatikus kapcsolásvezérlés integrálásával. Manapság erre a feladatra a passzív infra (PIR) technológia alkalmazása terjedt el a legjobban, ami tökéletesen alkalmas az emberi test nagy amplitúdójú mozgásának érzékelésére, azonban nem képes például irodában ülő és nyugalomban dolgozó vagy otthon tévéző ember érzékelésére. A radarszenzor az egyik olyan eszköz, ami a PIR technológia említett hiányosságait kiküszöböli, alkalmas kis mozgások, mint gépelés, beszéd vagy akár légzés érzékelésére is. Korábban a kereskedelemben kapható K-sávós radarantennákhoz nagyfrekvenciás analóg elektronika és digitális jelfeldolgozó áramkörök illesztésére volt szükség, azonban ma már elérhetők olyan modulok, amikkel a fenti feladatok megoldása egyszerű és olcsó, így kiválóan alkalmazhatók jelenlét érzékelésére és a PIR technológia hiányosságainak áthidalására.

## PIR szenzorok

A passzív infravörös szenzor (PIR) valójában a mozgó emberi test által kibocsátott hőnek a környezet hőmérsékletére való hatását érzékeli. Ez a sugárzás az infravörös tartományba esik 9,4 µm hullámhossz körüli csúcsértékekkel, amelyet a PIR szenzor piroelektromos anyaga érzékel. Ami a detektor felépítését illeti, általában két vagy négy érzékelő elemet tartalmaz a környezeti hőmérséklet változásának kiküszöbölésére, valamint Fresnel lencsét a sugárzás fókuszálására. A PIR szenzor horizontálisan jól érzékel, azonban a vertikális érzékeléssel problémák lehetnek egyes kialakításoknál. A PIR technológia hátránya, hogy drága Fresnel lencsére van szükség, és az, hogy csak tangenciális mozgás érzékelésére használható biztonságosan. Előnye az olcsóság és az érzéketlenség a környezetben mozgó zavaró objektumokra.

## Radarszenzorok

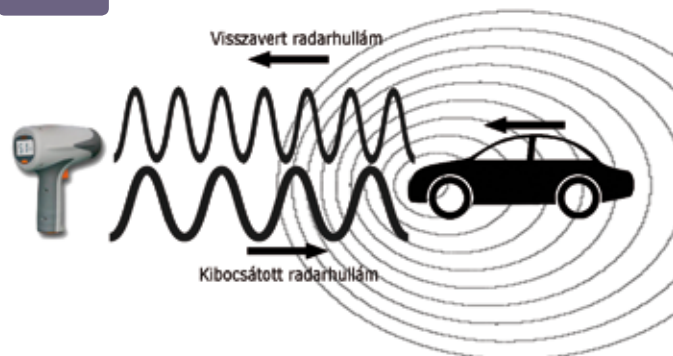
A radarszenzorok az emberi test kis mozgásaira is érzékenyek, és intelligens rendszerek érzékelőiként ki tudják küszöbölni a passzív

infra technológia korábban ismertett hiányosságait. Azonban ahhoz, hogy érdemes legyen PIR szenzort kiváltani mikrohullámú eszközzel, annak olcsónak, kompaktnak, kis méretűnek és kis fogyasztásúnak kell lennie. Korábban a radarrendszerek meglehetősen drága és nagy méretű alkotóelemekből, például nehéz hullámvezetőkből és drága Gunn-diódákból épültek fel, ami nehézsé – esetenként lehetetlenné – tette a technológia hétköznapi használatát. Ma a planártechnológia elterjedésével robusztus, költséghatékony és kis méretű szenzorok készíthetők.

## Működési elv

A radarmodulok rádiófrekvenciás elektromágneses hullámokat bocsátanak ki, ezek frekvenciája a 18...27 GHz-es, úgynevezett K-Band sávba esik. A K-Band egy része a 24... 24,250 GHz-es tartomány, az ISM (Industrial, Science and Medical / Ipari, Tudományos és Orvosi) sáv, amely majdnem mindenhol a világon szabadon használható – ezen működnek a radarszenzorok is. A radarsugárzás a szilárd tárgyról visszaverődik, és ez a reflexió adja az érzékelés lehetőségét. A radarvevőmodul által detektált visszavert sugárzás nagysága nemcsak a tárgy távolságától, hanem annak anyagától és méretétől is függ. A fémfelületek általában nagyon jó radarcéltárgyak, de az emberi test is tökéletesen detek-

1. ábra





tálható a nagy  $\epsilon_r$  -érték miatt, amit a jelenlévő nagy mennyiségű víz okoz. Az emberi test a legkisebb kapható modulokkal is már kb. 10 méterről jól érzékelhető. A műanyagok nagy része a radarsugarak számára láthatatlan, ezért kiválóan burkolhatók velük a modulok a környezet káros hatásai ellen való védekezés során, míg például a PIR modulok esetén Fresnel lencsék és kültéri házak használatára van szükség.

A tárgyalt radarszenzorok működési alapelve a Doppler-effektus, amelynek segítségével bizonyos távolságra lévő tárgyak sebessége mérhető. A radar által kibocsátott elektromágneses hullám a mozgó tárgyról visszaverődve eltérő frekvenciával érkezik a vevőre, ennek a különbségnek a detektálásával a tárgy radarhoz képesti radiális sebességkomponensének direkt és nagy pontosságú mérésére van lehetőség. A Doppler-effektus lényege a kibocsátott és a mozgó tárgyról visszaverődő detektált hullám frekvenciájának különbsége, ami jellemző a mozgó tárgy sebességére. A Doppler-effektus nap mint nap tapasztalható, ha egy álló megfigyelő felé, rögzített frekvenciájú hanghullámokat kibocsátó tárgy közeledik, majd távolodik. Ilyenkor folyamatosan változó magasságú hang hallható, a hang egyre magasabb a mozgó objektum érkezésekor, áthaladáskor valós frekvencia érzékelhető, majd elhaladáskor a hang mélyülni fog. A kibocsátott és a visszaverődő (érzékel) frekvencia különbsége a megfigyelő és a kibocsátó egymáshoz képesti sebességével arányos. Az előbbi példában a kibocsátó objektum mozogt és a megfigyelő állt, radarszenzorok esetén a kibocsátó és az érzékelő is áll, viszont a visszaverő objektum az, ami mozog és okozza a Doppler-effektust. A Doppler-radar tehát objektumok mozgásának detektálására és azok sebességének mérésére használható. A visszaverő tárgy a szenzor hatókörébe érve annak kimenetén alacsony frekvenciájú szinuszos hullámot generál, amelynek frekvenciája arányos az objektum sebességével.

A frekvenciatranszformáció az alábbi képlettel írható le:

$$F_{\text{visszavert}} = F_{\text{kibocsátott}} (1+v/c) / (1-v/c)$$

Ahol  $v$  az objektum sebessége,  $c$  a fénysebesség – az elektromágneses sugarak haladási sebessége. A Doppler-frekvencia számítása a következőképpen történik:

$$F_d = F_{\text{visszavert}} - F_{\text{kibocsátott}} = 2vF_{\text{kibocsátott}} / c,$$

tehát arányos a mozgó objektum sebességével. Az amplitúdó a mozgó tárgy távolságától és annak visszaverő képességétől függ.

A sebesség pontos mérhetősége sokszor nagyon hasznos, és a kereskedelemben kapható mikrohullámú általános radarszenzorok erre alkalmasak, még nagyobb sebességek esetén is. Ha azon-



2. ábra

ban az ember jelenlétének az érzékelése a feladat, elég a maximum 1 m/s (3,6 km/h) sebességgel mozgó test detektálhatósága, ugyanakkor kis, olcsó és egyszerűen használható szenzor szükséges.

### WaveEye K-Band Doppler-szenzor a Nisshinbotól

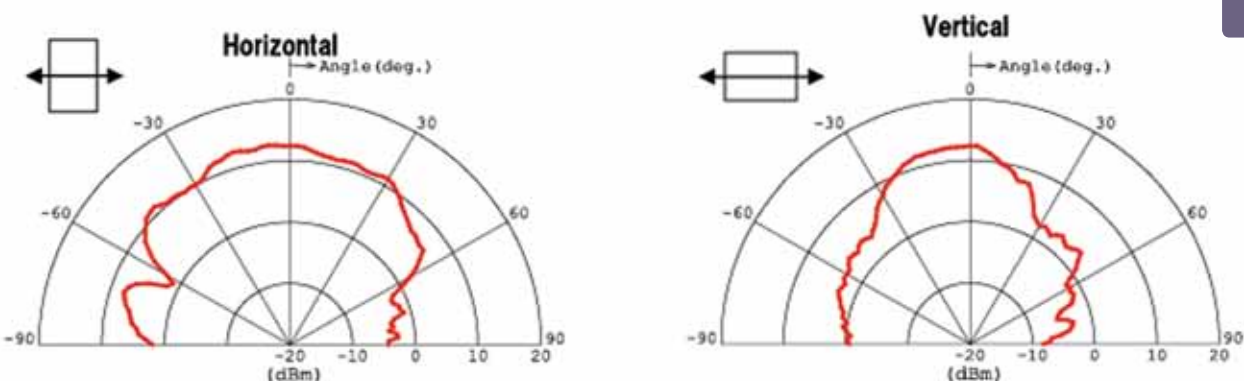
Amíg a hagyományos mikrohullámú szenzorok köré bonyolult áramkörök építése szükséges ahhoz, hogy a például intelligens világítástechnikai berendezések vezérlésére lehessen használni őket, addig léteznek egyszerűbb, teljesen integrált, Doppler-technológián alapuló 24 GHz-es mikrohullámú mozgásérzékelő modulok is. Egy ilyen eszköz a cikkben bemutatott NJR4265 modul, ahol az antenna, az RF áramkör, az erősítők, szűrők, feszültség-szabályozók és a digitális áramkör is egy 14 × 20,4 × 8,8 mm méretű tokban együtt kerültek elhelyezésre.

Az NJR4265 J1 kis sebességű közeli tárgy, például egy járókelő detektálására alkalmazható. A mozgó tárgy biztonságos érzékelését a beágyazott szoftver segítségével valósították meg a tervezők, ez a program felel a véletlen mozgások és a szomszédos szenzorok áthallásának kiküszöböléséért, valamint a mozgás irányának (közeledés vagy távolodás) meghatározásáért is. Az eszközre jellemző még az alacsony működési feszültség (3,3...5 V) és a kis fogyasztás is – érzékelés közben az áramfelvétel 60 mA, nyugalmi állapotban mindössze 4 mA.

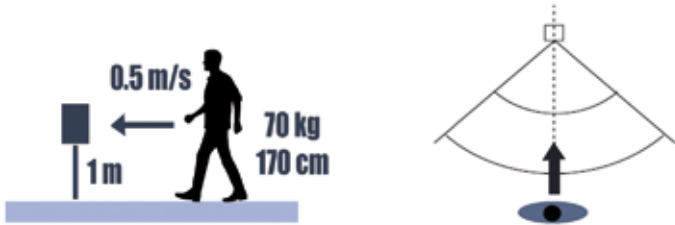
A sugárzási ábrán látszik, hogy mind tangenciális, mind vertikális irányban képes mozgást érzékelni a modul, ezzel lényegesen előnyösebb a használata a PIR technológiával szemben (3. ábra).

Az érzékelés maximális távolsága 10 m, +/- 35°-os szögben és a mozgó tárgy sebessége 0,25...1 m/s között lehet. Ezeket az adatokat az ábrán látható elrendezésben mérték (4. ábra).

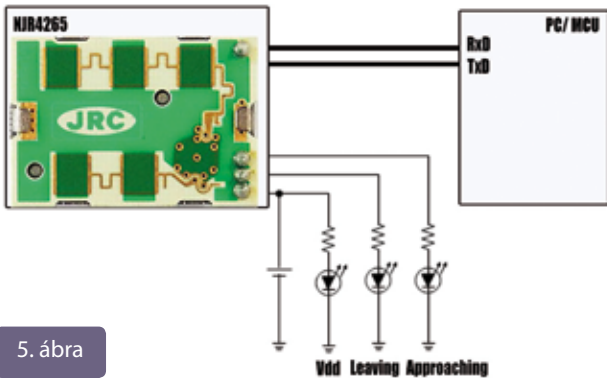
A modul alkalmazható MCU/PC-vel való együttműködésre, ez esetben az érzékenység beállítása a processzor feladata (5. ábra).



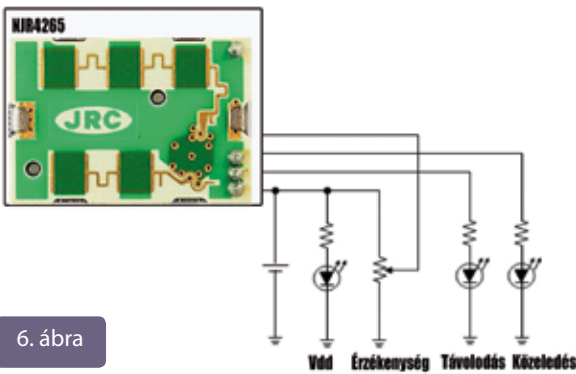
3. ábra



4. ábra



5. ábra



6. ábra

Amennyiben a modult önállóan kívánják használni, az ábrán bemutatott elrendezésben az érzékenység egy potenciométerrel lehetséges (6. ábra).

Mindkét esetben használható a kijelző LED-ek helyett egy-egy vezérlőáramkör, ami a kívánt beavatkozást a rendszer számára biztosítja. (Pl. lámpa bekapcsolása közeledéskor, illetve kikapcsolása távolodáskor.)

**Felhasználási terület**

Mivel az NJR4265 kis méretű, nincs szükség külső elemekre (pl. Fresnel lencse) és működése mikrohullámú radartechnológián alapul, könnyedén beépíthető a vezérelni kívánt rendszer, például utcalámpa házába. Az elfogadható árszint és a könnyű használhatóság ideális kiváltójává teszi a problémás PIR-alapú mozgásérzékelő rendszereknek, vagy azok kiegészíthetők vele. Az alkalmazhatósága nagyon sokrétű, kiváló automatikusan nyíló ajtók vagy energiatakarékosági megfontolásokból használt automatikus világításkapcsolók, automatikusan kikapcsolódó klímák, TV képernyők vagy számítástechnikai berendezések mozgásérzékelőjeként. Készíthető vele légzés- vagy szívverésetektor is. A mikrohullámú Doppler-technológia biztosította sebességmérés révén

speciális sportalkalmazásokban is hasznos lehet, egy megvalósított felhasználás például a golfütők lendítési sebességének mérése.

**További Doppler-modulok**

Az NJR4265 sztenderd Doppler-modul testvére a vékony kivitelű – szintén egy intelligens emberi mozgást érzékelő – NJR4266 modul. Képes észlelni az alacsony sebességgel mozgó tárgyakat, például egy gyalogost kis távolságban (7...14 m). Az alkalmazott jelfeldolgozó technológia nagymértékben csökkenti a környezeti zaj miatti téves észlelést, stabil észlelési eredményeket ér el, és különbséget tesz közeledő és távolodó mozgás között. Többféle antennatípussal rendelhető, így a felhasználók kiválaszthatják az optimális érzékelési tartományt, és interfésztypusként UART, valamint közeledés-/távolodásdetektálási távolság áll rendelkezésre.

Előtérben az alacsony fogyasztás (impulzusciklusos táplálás), alacsony feszültség és olcsó kivitel (7. ábra).

Áramfogyasztása 50% kitöltési tényező mellett (impulzusos táplálás – duty: 5 µs impulzusszélesség, 1 msec ciklusidő esetén): 1,9 mA@3,3 V.

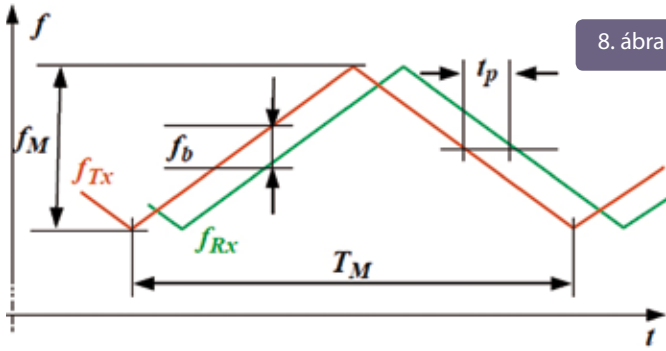
Tápfeszültsége 0...5 V között választható és az EU-ban használatos 24,15 GHz...24,25 GHz frekvenciatartományban működő változat is rendelhető.

**FMCW Radarmodulok**

Jelenleg a Doppler-radarok többféle technológia alapján készülnek, a CW (continuous wave – folyamatos hullám) Doppler, a frekvencia modulált (FM) radarok és ezek kombinációi (FMCW Doppler) terjedtek el a gyakorlatban. A CW Doppler radar csak sebességadat szolgáltatására képes a folyamatosan kibocsátott és a visszaverődő frekvencia különbségének mérésével. A korai megoldások szinte mind CW technológiával készültek, ezeket követve hamarosan a frekvenciamodulált CW radarok (FMCW) megjelenése, ami a kibocsátott frekvencia fűrészjellel történő modulálásának segítségével mozgó és álló objektumok távolságának meghatározására is alkalmas. Az FMCW frekvenciamodulált hordozója lineárisan változik fűrészjelalakú történő moduláció okán (8. ábra). A transceiver kimenetén jelentkező alacsony frekvencia a kibocsátott és a visszavert modulált frekvencia különbségeként keletkezik. A legtöbb RFbeam szenzor analóg FM bemenettel is rendelkezik, és néhány esetben a moduláció digitális vezérléssel is biztosítható. A K-Band (24 GHz) eszközök megengedhető legmagasabb modulációs frekvenciája 250 MHz, de a hőmérséklet-változás hatásait és toleranciakérdését is figyelembe véve ez az érték általában 150 MHz-re korlátozódik, így a felbontás (és a minimális távolság) kb. 1 méter.

7. ábra





8. ábra

Mikrohullámú távolságmérésre képes szenzor, amely lehetővé teszi mozgó tárgyak észlelését, és az alkalmazott innovatív jelfeldolgozás segítségével akár álló objektumok távolságának mérésére is alkalmazható beltéri és kültéri környezetben egyaránt. Egyedülálló algoritmussal rendelkezik a rádióinterferenciák kiszűrésére, így több érzékelő egyidejű, párhuzamos használatára is lehetőség van ugyanazon a helyen.

A másik érdekes távolságmérő modul az NJR4652, a világon jelenleg a legkisebb FMCW radar modul, amely nem a 24 GHz-es sávot, hanem 61...61,5 GHz frekvenciájú mm-es sávot használ.

Az IC-hez hasonló felületszerelt kivitelben készülő tokozásával és a 24 mA@3,6 V alacsony fogyasztásával kiválóan illeszkedik különböző IoT alkalmazásokhoz, mint a jelenlét-érzékelés és az objektumszámlálás. Változatos interfészekon keresztül képes az MCU-val kommunikálni, megtalálhatók rajta a következők: UART, SPI, I<sup>2</sup>C, USB és GPIO.



9. ábra

Az FMCW alkalmazható jelenlét detektálására is úgy, hogy betanítják a rendszert az üres háttérkörnyezetben, majd az új céltárgy megjelenésével a kimenet eltér a betanított és rögzített értéktől, azaz a változás (jelenlét-) érzékelése megtörténik.

A NISSHINBO FMCW radar kínálatában szereplő modulok közül elsőként említhető a NJR4234BW érzékelőmodul, amely képes mérni egy mozgó és/vagy álló tárgy távolságát 20 m-felett, a beépített 24 GHz-es sávú mikrohullámú áramkör, antenna és jelfeldolgozó áramkör segítségével. A kivitele alacsony, a tokozás mérete mindössze 38 × 38 × 4,2 mm.

**Endrich Bauelemente Vertriebs GmbH**

Sales Office Budapest

1191 Budapest, Corvin krt. 7-13.

Tel.: + 36 1 297 4191

E-mail: hungary@endrich.com

www.endrich.com

# Vario-X – a kapcsolószekrény napjai meg vannak számlálva

**A Murrelektronik bővíti üzleti modelljét és a Vario-X-szel az első olyan automatizálási platformot kínálja, amely vezérlőszekrények nélkül, decentralizált módon juttatja el az érzékelőket és működtetőegységeket a terepre. A digitális iker költséget és időt takarít meg a tervezés, telepítés, üzemeltetés és szervizelés során.**

Növekvő digitalizáció, rövidebb fejlesztési ciklusok, magasabb vevői igények és növekvő szakképzett munkaerőhiány – az automatizálás világa rohamos sebességgel változik. A Murrelektronik mindezekre a változásokra válaszol, és bemutatja a Vario-X-et, egy moduláris és rendkívül rugalmas automatizálási platformot, amellyel az összes automatizálási funkció először valósítható meg teljesen decentralizáltan, azaz vezérlőszekrény-architektúra nélkül. A Vario-X az érzékelőket és működtetőegységeket a közvetlen gépi környezetbe helyezi, és megbízható feszültség-, jel- és adatkezelést biztosít a decentralizált szervohajtások zökkenőmentes integrálásához. A Vario-X lelke a robusztus, víz- és porálló, IP67 védettségű ház, amelyben benne van a tápegység, a vezérlőrendszer, a switchek, a biztonságtechnika és az IO-modulok. Egyszerűen egymás mellé bepattinthatók egy hasonlóan robusztus, integrált gépszerkezeti profilokkal kialakított hátlapba. Ez azt jelenti, hogy az egész állomás minden további védelem nélkül könnyen rögzíthető az összes elterjedt profilrendszerbe, és szélsőséges esetben még annak is ellenáll, ha belerúgnak vagy rálépnek. A többmagos CPU-val felszerelt Vario-X-Controller minden követelménynek megfelel, és nyílt vezérlési platformként minden magasabb szintű ipari Ethernet hálózatba integrálható.

## 100 százalékos vezérlőszekrény nélküli automatizálás – 40 százalékkal gyorsabb telepítés

Az érzékelők és működtetőegységek telepítése és bekötése a plug-and-play elv szerint történik, előre konfekcionált M12 és MQ15 csatlakozókkal, hibamentesen és a lehető legrövidebb idő alatt. A drága M23 csatlakozók ideje lejárt, így kiküszöbölhetők a vezérlőszekrényen végzett időigényes és ezért költséges szerelési munkálatok is, mint például a szigetelés eltávolítása, a vezetékvéghüvelyek felhelyezése és csatlakoztatása. Ha a teljes gépvezérléshez nem elegendő egy állomás, további állomások helyezhetők el decentralizáltan a gépben, például további áramellátáshoz, és gond nélkül összekapcsolhatók egymással. Az egyes IO-modulok közvetlenül az érzékelőkre/működtetőkre is felszerelhetők hátlap

nélkül, hogy a jeleket közvetlenül ott gyűjtsék be. Ez csökkenti a gép tartozékainak méretét, és jelentősen egyszerűsíti a kábelarchitektúrát.

„A Vario-X 100 százalékban decentralizált automatizálást kínál, vezérlőszekrények nélkül” – mondja Olaf Prein, a Murrelektronik Global Business Unit Automation vezetője. – „Automatizálási platformunk moduláris és átlátható folyamatokat, nagyobb hozzáadott értéket biztosít a vállalat minden területén, és ezáltal nagyobb gazdasági hatékonyságot és versenyképességet a gépek és rendszerek gyártásában. A Vario-X már csak az univerzális telepítési koncepciónak köszönhetően is mintegy 40 százalékkal rövidíti le a gép telepítését.”

## Visszavenni a levegőből a gyártásban

A Vario-X előmozdítja a gyártási folyamatok következetes villamosítását, és így a pneumatikával szemben egy lényegesen hatékonyabb alternatívát kínál, mivel a mindössze tíz-húsz százalékos határfok mellett a levegő mint energiaforrás esetében túl sok energia megy veszendőbe a rendszer szivárgása és a nem hatékony működtetőegységek miatt. Ha a pneumatikát elektronikára cserélik – például a karosszériagyártás befogóállomásain –, az minden érintett számára előnyökkel jár: a vállalkozó számára, aki csökkentheti a műhelyeiben lévő, nem hatékony, rosszul szabályozható és viszonylag drága pneumatikát, a termeléstervező számára, aki mostantól egyetlen energiaforrásra – nevezetesen a villamos energiára – összpontosíthat, a munkatársak számára, akik végre érezhetően csendesebb munkakörnyezetben dolgozhatnak és nem utolsósorban a környezet számára.

## Digitális iker a tervezéshez, telepítéshez, üzemeltetéshez és szervizeléshez

A Vario-X azonban nem csak hátlapokat, vezérléseket, kábeleket és hasonló alkatrészeket jelent. A Vario-X segítségével automatizált rendszerben az elejétől fogva jelen van egy digitális iker is: a valós rendszer mobilis 1:1 leképezése, amely tartalmazza a ké-

**VARIO X****CONNECTED  
FUTURE.**

A Vario-X egy moduláris és rendkívül rugalmas automatizálási platform, amellyel az összes automatizálási funkció először valósítható meg teljesen decentralizáltan, azaz vezérlőszekrény-architektúra nélkül (Murrelektronik GmbH)

sőbbi rendszer minden funkcióját és paramétereit – és mindezt már a tervezési szakaszban, mielőtt még megrendelték vagy beszerelték volna az első gépalkatrészt. Ehhez a Murrelektronik egy speciális szoftverben kinematizálja a gépek és rendszerek tervezési mappáit, amelyekben aztán a későbbi mozgások és folyamatok szimulálhatók. A digitális ikerben ugyanaz a vezérlőprogram fut, mint majd később a gépeken. És nem csak az: a digitális üzem közvetlenül a későbbi gyártócsarnokba „helyezhető” a mobiltelefonon vagy táblagépen megjelenő kiterjesztett valóságon (AR) keresztül, így minden mozgássorozat előre virtuálisan megtekinthető működés közben.

„Mindez sokszorosán csökkenti az összeszerelési és üzembehelyezési időt, mivel sok, csak az összeszerelés során felfedezhető probléma eleve nem merül fel” – foglalja össze Prein a digitális iker előnyeit. Ezenkívül a szerelők a digitális ikert „3D-s tervrajzként” is használhatják, például kiterjesztettvalóság-alkalmazás vagy virtuálisvalóság-szemüveg segítségével. Ez gyakran sokkal gyorsabban működik, mint egy 2D-ben rajzolt terv megértése.

„A Vario-X-szel választ adunk az automatizálási technológia sürgető kérdéseire és kihívásaira, amikor a termelés, a rendszer és a telepítés tervezéséről van szó” – fűzi még hozzá Prein. – „A Vario-X segít elkerülni a „silószemléletű” tervezést és szakítani a statikus tervezési folyamatokkal. Az ügyfelek igényeire való következetes összpontosítás, valamint az agilis fejlesztési folyamatok döntő mértékben hozzájárultak a Vario-X megalkotásához.”

**Murrelektronik Kft.**

9024 Győr, Práter utca 9.

Tel.: +36 96 900 125

E-mail: [info@murrelektronik.hu](mailto:info@murrelektronik.hu)[www.murrelektronik.hu](http://www.murrelektronik.hu)**Egyszerűen  
csinálni.**

**A VARIO-X** a döntő lépés a jövő felé! Agilis gyártás, fenntarthatóság vagy Ipar 4.0 – az automatizálásnak köszönhetően, 100 százalékban vezérlőszekrények nélkül.

A moduláris, rugalmas és jövőbiztos Vario-X a decentralis telepítési technológiával a jövőbe repíti gépeit és rendszereit. Ilyen egyszerű.

► **EGYSZERŰEN CSAK  
CSINÁLNI KELL!**  
[www.vario-x.com](http://www.vario-x.com)

**MURR  
ELEKTRONIK**

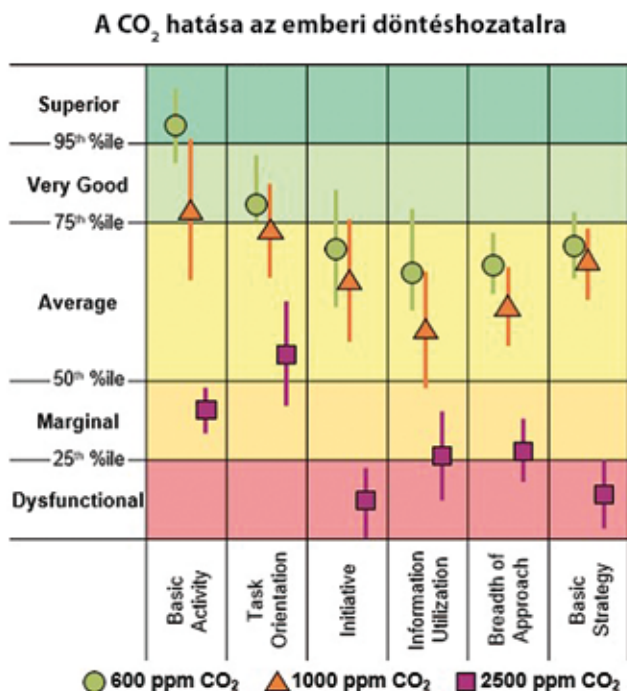
stay connected

# A CO<sub>2</sub>-érzékelő segít csökkenteni a Covid-19 kockázatát

**A beltéri klíma kulcsszerepet játszik az egészségvédelemben, mivel a kórokozók a lakó- és irodaházakban jellemző légcserearányok mellett óráig a helyiségekben maradnak. A levegő minőségének figyelemmel kísérésére és ellenőrzésére az Infineon új XENSIV™ PAS CO<sub>2</sub> érzékelői pontos, költséghatékony és helytakarékos megoldásokat kínálnak.**

A jelenlegi statisztikák szerint az emberek idejük csaknem 90%-át zárt térben töltik, miközben egyes szennyező anyagok koncentrációja beltérben gyakran 2–5-ször magasabb, mint a jellemző kültéri koncentráció. A CO<sub>2</sub>-koncentráció a levegőminőség egyik legfontosabb mutatója, és minél magasabb az érték egy épületben, annál kevésbé lesz kényelmes a benne tartózkodó emberek számára. A rosszul szellőző helyiségekben a CO<sub>2</sub>-koncentráció gyorsan növekszik. Például egy körülbelül 4 m<sup>2</sup>-es térben, ahol csak egy személy tartózkodik, a CO<sub>2</sub>-érték 500 ppm-ről (0,05%) több mint 1000 ppm-re (0,1%) emelkedik mindössze 45 perc alatt. Ezen a szinten a szagtalan és szintelen gáz fejfájást, álmoságot és gyenge koncentrációt okozhat, ami gyakran a termelékenység csökkenéséhez vezet. 2000 ppm-től (0,2%) már az emberek kognitív képességeit is befolyásolja, és ennél magasabb szinteknél már jelentős egészségügyi kockázatot jelent (1. ábra).

1. ábra A CO<sub>2</sub> azért fontos, mert a 2000 ppm feletti szintek jelenösen befolyásolják a kognitív funkciókat



A beltéri CO<sub>2</sub>-koncentráció azonban más egészségügyi kockázatot is rejt magában. Nagy mennyiségű kilélegzett CO<sub>2</sub> esetén nagy mennyiségű aeroszol is keletkezik. Az aeroszolok magas koncentrációja növeli a fertőzés kockázatát a helyiségben tartózkodók számára. Különösen a Covid-19 idején vált ez döntő fontosságúvá az irodákban, iskolákban, üzletekben és egyéb zárt teremben. Amikor egy a koronavírussal fertőzött személy köhög, beszél vagy tüszent, cseppekből és aeroszolókból álló permet keletkezik, amely behatol a helyiség levegőjébe, majd terjed. A rosszul vagy nem szellőztetett beltéri helyiségek növelhetik a Covid-19 aeroszolos átvitelének valószínűségét. A beltéri klíma kulcsszerepet játszik az egészségvédelemben, mivel a kórokozók a lakó- és irodaházakban jellemző légcserearányok mellett óráig a helyiségekben maradnak (2. ábra).

A levegőminőség ellenőrzésére és szabályozására az Infineon új XENSIV™ PAS CO<sub>2</sub> érzékelőihöz hasonló innovatív CO<sub>2</sub>-érzékelők (3. ábra) pontos, költséghatékony és helytakarékos megoldásokat kínálnak. Ezek optimalizálhatják a helyiségek levegőminőségét az egészségesebb és produktívabb beltéri élet- és munkakörülmények érdekében.

A megbízható CO<sub>2</sub>-ellenőrzés nemcsak a Covid-19 szempontjából fontos, hanem hasznos az általános jólét és a termelékenység szempontjából is, amikor beltérben töltjük az időt. A CO<sub>2</sub>-érzékelők használhatók a szén-dioxid-koncentráció, és ezáltal a beltéri levegő minőségének mérésére. A környező levegő minőségének javítása, és ezáltal az emberek beltéri komfortérzetének és termelékenységének növelése érdekében azonban megbízhatóbb és megfizethetőbb CO<sub>2</sub>-érzékelőkre van szükség. Jelenleg két lehetőség van: a pontos, de terjedelmes és drága érzékelők, valamint a kicsi, de pontatlan érzékelők, amelyek durván becsült, a megfelelő szabályozásra alkalmatlan értékeket szolgáltatnak.

A XENSIV™ PAS CO<sub>2</sub> érzékelő ezzel szemben ideális az alkalmazások széles spektrumához, és pontos eredményeket biztosít kompakt formában.

## Energia- és költségmegtakarítás a levegő szabályozásával

A szellőztetőrendszer nem csak az emberi jólétet szolgálja. A lakó- és kereskedelmi épületek hatékony légszabályozása energiát takaríthat meg, ami egyúttal csökkenti a megfelelő költségeket és a CO<sub>2</sub>-kibocsátást. A szellőzést is vezérlő, hatékony épületautoma-

tizálással, az úgynevezett igényvezérelt szellőztetéssel (DCV) az épületek energiafogyasztása akár 20%-kal is csökkenthető. Ha az épületeket kezdettől fogva megfelelően tervezik, építik és működtetik – például DCV-vel –, akkor az épületek energiahatékonysága akár 30%-kal is növelhető, csökkentve a fűtési, szellőzési és légkondicionálási (HVAC) energiaszámlát. Ez pedig lehetővé tenné a teljes energiaigény csökkentését, ami egyrészt megoldaná az energiahiány globális problémáját, másrészt csökkentené a környezetet fenyegető veszélyt.

### A CO<sub>2</sub>-érzékelők lehetséges alkalmazásai

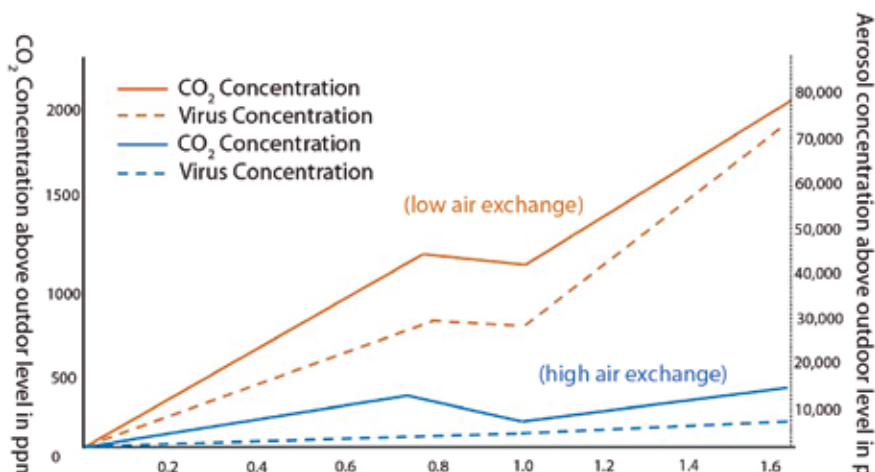
A CO<sub>2</sub>-érzékelők által mért adatok sokféleképpen felhasználhatók. Egy DCV-ben a HVAC-rendszerek az értékeket arra használják, hogy a helyiségben lévő levegő keverékét automatikusan a külső levegőhöz igazítsák a célzott alkalmazási követelményeknek megfelelően. Ezáltal a beltéri CO<sub>2</sub>-koncentrációt egy meghatározott értéken tartják – például 1000 ppm alatt, a lakóépületek szellőzéséről és elfogadható beltéri levegőminőségéről szóló ASHRAE-szabvány szerint. Tekintettel a CO<sub>2</sub>-érzékelés egészségre és a fertőzésveszély csökkentésére vonatkozó előnyeire, a CO<sub>2</sub>-érzékelők széles körű elterjedésére lehet számítani. Erre példa az úgynevezett CO<sub>2</sub>-jelzőfény; a készülék figyelmezteti a bent tartózkodókat a magas CO<sub>2</sub>-szintre, és ezáltal az aeroszolok magas koncentrációjára, ami egyértelmű jelzés a helyiség szellőztetésének szükségességére. Ezeket az érzékelőket felhőhöz kapcsolódó érzékelőhálózatba lehet szervezni a megoldásokhoz, valamint az adatintelligencia és a távoli hozzáférés érdekében.

A CO<sub>2</sub>-érzékelőknek számos más felhasználási lehetősége is van. A kis méretű CO<sub>2</sub>-érzékelők alkalmasak olyan alkalmazásokhoz, mint az intelligens otthoni asszisztensek és IoT-eszközök, például légtisztítók és termosztátok. A jövőben más alkalmazások is követhetik őket, például csecsemőfelügyelet, élelmiszer-minőségellenőrzés, fitness-követés és a mezőgazdaság követése.

### A meglévő megoldások korlátai

A nem diszperzív infravörös (NDIR) érzékelőket manapság gyakran használják az épületautomatizálásban. Ezek egy infravörös fényforrásból, egy mintakamrából, egy spektrális szűrőből, valamint referencia- és abszorpciós infravörös érzékelőkből állnak, ezért viszonylag nagyok és drágák. Bár valódi és pontos CO<sub>2</sub>-mérést biztosítanak, formájuk miatt nehezen integrálhatók, ami viszont alkalmatlanná teszi őket a kis IoT-eszközökbe vagy intelligens otthoni komponensekbe való beépítésre.





A különböző beltéri szennyeződések az úgynevezett eCO<sub>2</sub>-érzékelők is érzékelhetik, de az NDIR-érzékelővel ellentétben ezek nem végeznek valódi méréseket. Ehelyett algoritmusok segítségével kiszámítják az egyenértékű CO<sub>2</sub>-értéket. Ezek az érzékelők becsült értékeket szolgáltatnak, amelyek számos feltételezésen alapulnak – például azon, hogy hány ember van jelen, mint a növekvő CO<sub>2</sub>-terhelés okozója. Ezzel a módszerrel a levegőmi-



2. ábra A CO<sub>2</sub> (bal oldali tengely) és az aeroszolok (jobb oldali tengely) koncentrációjának növekedése egy osztályteremben két tanítási óra alatt, szünettel együtt

### XENSIV™ PAS CO<sub>2</sub>



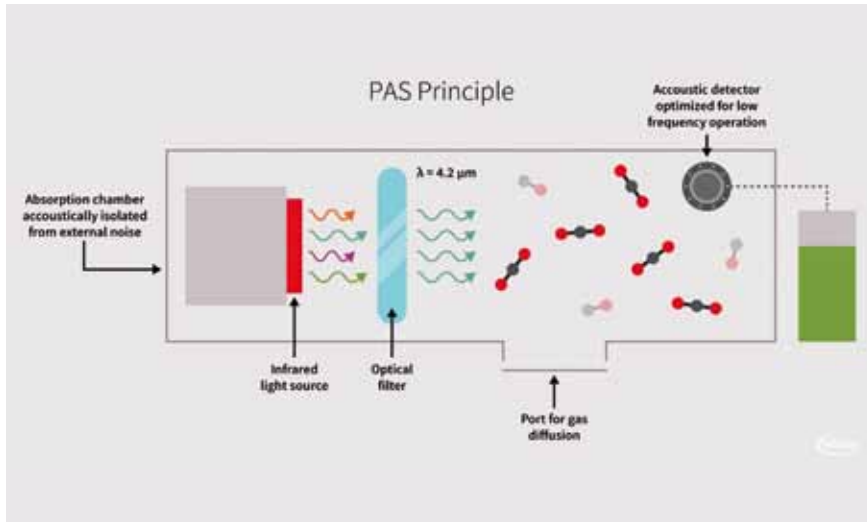
-  Magas adatminőséget szolgáltató valódi CO<sub>2</sub>-érzékelő
-  Kis méretű SMD-tok a könnyebb összeszerelés érdekében
-  Plug & play a gyors tervezés és a piacra lépés érdekében
-  Infineon minőség és ellátásbiztonság

3. ábra A XENSIV™ PAS CO<sub>2</sub>-érzékelő mérete mindössze 13,8 × 14 × 7,5 mm

nőség nem mindig a megfelelő pillanatban javul, ami azt jelenti, hogy a klímaberendezés feleslegesen nagy mennyiségű energiát fogyaszt. A piacon jelenleg nem állnak rendelkezésre olyan hasonló megoldások, amelyek egyszerre biztosítanak pontos és valós CO<sub>2</sub>-mérést, valamint kis méretűek és költséghatékonyak.

### CO<sub>2</sub>-érzékelő fotoakusztikus spektroszkópiával

A mikroelektromechanikus rendszerek (MEMS) technológiájában szerzett tapasztalatának és vezető pozíciójának köszönhetően az Infineonnak sikerült kifejlesztenie egy új, fotoakusztikus spektroszkópián (PAS) alapuló CO<sub>2</sub>-érzékelőt (4. ábra). A PAS-módszer az Alexander Graham Bell által 1880-ban felfedezett fotoakusztikus hatáson alapul. Az Infineon átfogó és folyamatosan bővülő szabadalmi portfólióval rendelkezik a PAS-technológia területén, az érzékelő tervezésétől a rendszer megvalósításáig. A módszer azt a tényt használja ki, hogy a gázmolekulák csak meghatározott hullámhosszú fényt nyelnek el. A CO<sub>2</sub> esetében ez a hullámhossz 4,2 µm. Gyors egymásutánban egy optikai szűrővel ellátott infravörös forráson keresztül pontosan ezen a hullámhosszon fényt – azaz energiát – juttatnak a gázba. A gyors felmelegedés és lehűlés miatt ez viszont hőtáguláshoz, illetve összehúzódáshoz vezet, ami nyomásváltozást generál, amit egy alacsony frekvenciákra optimalizált akusztikus detektorral lehet rögzíteni. A jelet ezután kiértékelik, és következtetéseket vonnak le belőle a CO<sub>2</sub> mennyiségére vonatkozóan. Minél erősebb a jel, annál magasabb a CO<sub>2</sub>-koncentráció. A nagy érzékenységgű MEMS akusztikus eszköz



4. ábra A fotoakusztikus spektroszkópia (PAS) elve

nyomásérzékelőként működik, továbbá detektorként szolgál, ami jelentős miniatürizálást tesz lehetővé.

Az Infineon CO<sub>2</sub>-érzékelő egy fotoakusztikus jelátalakítót, egy detektort, egy infravörös forrást és egy optikai szűrőt integrál egy kis NYÁK-on. Az érzékelő egy mikrokontrollert használ a fedélzeti jelfeldolgozáshoz, kifinomult algoritmusokat és egy MOSFET-et az infravörös forrás működtetéséhez.

**A CO<sub>2</sub>-érzékelő előnyei**

Az Infineon kihasználta a szenzorok és MEMS-mikrofonok terén meglévő legmodernebb képességeit a CO<sub>2</sub> környezeti érzékelés forradalmi technológiájának kifejlesztéséhez. A XENSIV™ PAS CO2 (1. táblázat) egy valódi CO<sub>2</sub>-érzékelő, amely a PAS elvén alapul. Az érzékelő az Infineon nagy érzékenyséű XENSIV™ MEMS mikrofonját használja – amely a CO<sub>2</sub>-molekulák által az érzékelő üregében létrehozott nyomásváltozást érzékeli anélkül, hogy külső zajokat érzékelné. Kimenatként CO<sub>2</sub>-koncentrációt szolgáltat milliomodrészben. Az adatok még a legkisebb nyomásingadozás esetén is kiváló minőségű eredményeket mutatnak. Ennek megfelelően a pontos meghatározáshoz kis mennyiségű gáz is elegendő, ezért a mintakamra méretét megfelelően kicsire lehetett tervezni.

1. táblázat A PAS CO<sub>2</sub>-érzékelő legfontosabb jellemzői

Működési tartomány	400 ppm és 10 000 ppm között
Pontosság	400 ppm és 5,000 ppm
Élettartam	10 év 1 mérés/perc mellett
Működési hőmérséklet	0 °C–50 °C
Relatív páratartalom	0% és 85% között (nem kondenzáló)
Interfész és kompenzáció	I <sup>2</sup> C, UART, és PWM
Tápfeszültség	12,0 V az emitterhez és 3,3 V a többi alkatrészhez
Average power consumption	11 mW 1 mérés/perc esetén
Tokméret	13,8 × 14 × 7,5 mm

A XENSIV™ PAS CO<sub>2</sub> kivételesen kis helyigényű, a tipikus NDIR-érzékelőnél 4× kisebb (14 × 13,8 × 7,5 mm) és 3× könnyebb (2 gramm), ami több mint 75%-os helymegtakarítást tesz lehetővé az ügyfélrendszerekben. Továbbá a kereskedelmi forgalomban kapható NDIR-érzékelők többsége olyan csatlakozókkal rendelkezik, amelyek nem kompatibilisek a nagy volumenű összeszereléssel, a szabványokkal összeegyeztethetetlenek, és időigényes gyártási folyamathoz vezetnek. Ezzel szemben a XENSIV™ PAS CO<sub>2</sub>-t úgy tervezték és kínálják (szalagos és tekercses formában), hogy a nagy volumenű automatikus gyártást tartsák szem előtt, és felületszerelési (SMT) technológiával rendelkezzenek az egyszerű összeszerelés és az ügyfelek rendszereibe való gyors integrálás érdekében.

Az érzékelő superkompakt kivitelben nagy pontosságot biztosít, ami megfelelő választásá teszi a HVAC-szabályozási (DCV) alkalmazásokhoz, amelyek lehetővé teszik az energiamegtakarítást és a főbb intelligens építési szabványoknak (pl. LEED, WELL) való megfelelést.

**Elérhetőség és kilátások**

Az Infineon minden érzékelőalkatrészt házon belül fejleszt és tervez a magas színvonalú szabványoknak megfelelően, és folytatja a PAS-technológia fejlesztését a méret további csökkentése és a költségoptimalizálás, valamint a teljesítmény más CO<sub>2</sub>-érzékelő alkalmazásokhoz való igazítása érdekében. Potenciálisan más gázokat is meg lehet célozni a PAS technológiai platformmal. Emellett az Infineon/Cypress ökoszisztémát kihasználva teljes rendszereket kínálnak majd a piacnak, beleértve az érzékelést, a feldolgozást, a működtetést és a csatlakoztatást.

Az EBV Elektronik – mint vezető félvezető-forgalmazó Európában – széles gyártói portfóliójából a legújabb alkatrészek és félvezető-megoldások teljes és folyamatos ellátását garantálja. Vegye fel a kapcsolatot az EBV technológiai és piaci szakértőivel, hogy az alkalmazásaihoz az optimális megoldást választhassa!

Több mint disztribúció – EBV Elektronik!

**Gnyálin István**  
**EBV Elektronik Kft.**

1117 Budapest, Budafoki út 91–93.  
Tel.: +36 30 470 34 96  
E-mail: istvan.gnyalin@ebv.com  
www.ebv.com



# Kis méretű plug-in energialánc

**Az igus kis méretű readychain micro-speed plug-in elven működő energialáncával a telepítési idő akár 80%-kal csökkenthető, és lehetővé teszi az energialánc-rendszerek gyors telepítését kis beépítési helyeken is.**

Az igus csatlakozásra kész energialánc-rendszerei a readychain speed segítségével pillanatok alatt, szerszámok használata nélkül beépíthetők. Ezáltal a beépítési munkálatok átfutási ideje, valamint az ezzel járó állásidő és karbantartási idő minimálisra csökkenthető. Így a beépítésre kész energialánc-rendszerrel a szerelési idő 80%-a takarítható meg. Az új readychain micro-speed kifejezetten kis méretű alkalmazásokhoz és beépítési helyekre is megfelelő.

Nem számít, hogy melyik iparág, ország vagy cég: a vezetékek meghibásodásából adódó gépleállás, az ezzel járó állásidő és költségek jelentősek lehetnek. A cégeknek pár perces kiesés is több ezer euróba kerülhet. Ilyen esetekben a csatlakozásra kész igus readychain speed segítségével az energialánc-rendszer gyorsan és egyszerűen cserélhető, a gép pedig azonnal újra üzembe helyezhető. Különösen szűk beépítési helyekre mostantól az igus a readychain micro-speed változatot kínálja.

## A vezetékek olyan gyorsan cserélhetők mint egy laptop hálózati kábel

Az igus az új readychain micro-speeddel bővítette energialánc-megoldásainak portfólióját. Mindössze 20 mm-es szélességének és belső magasságának köszönhetően a rendszer különösen alkalmas olyan alkalmazási területeken, ahol kevés hely áll rendelkezésre, például szerszámgépek ajtónyitásához. A readychain micro-speeddel a vezetékek kábelcsere előtti leválasztásához nem szük-



A readychain micro-speed az igus legkisebb készre szerelt, csatlakozásra kész energialánc-rendszere (Forrás: igus GmbH)

ségesek szerszámok, mivel a csatlakozók az energialáncba vannak integrálva, és a kábelek mindkét oldalon eleve be vannak kötve. Az egész szerelvényt úgy tervezték, hogy egyben csatlakoztatható legyen. Az ellendarab egy dugaszolóaljzattal ellátott kiegészítő ház, amelyet peremes csatlakozással lehet a gépházra illeszteni. A plug-in kialakításnak köszönhetően az energialánc cseréje olyan egyszerű, mintha egy laptop hálózati kábelét kellene cserélni – szerszámok, know-how és technikusok nélkül megoldható. Ezt a feladatot bárki, aggodalom nélkül elvégezheti. Markus Hüffel, az igus readychain termékmenedzsere kiemeli: „A rugalmas megoldásnak köszönhetően meghibásodás esetén gyorsabban reagálhatunk, így az állásidő a töredékére csökkenthető. Mindez kis befektetéssel.”

## Testre szabott rendszer egyedi megoldásokhoz

A readychain micro-speed pontosan az alkalmazásukra szabott interfézmegoldást kínál az ügyfeleknek. Szinte szabadon konfigurálható, és a nagy méretű readychain speedhez hasonlóan az igus chainflex kábelek széles skálájával kombinálható – beleértve a táp-, BUS-, Ethernet- és száloptikai kábeleket is. Az energialáncnak köszönhetően a kábelek védettek a mechanikus sérülésektől. „A szükséges dugók, házak és csatlakozók egyedileg tervezhetők” – hangsúlyozza Hüffel. – „Így a vásárló mindent egy forrásból tud beszerezni, és minden energialánc személyre szabott terméké válik.”

### IGUS GmbH

Az igus GmbH mozgásérzékeny műanyagokat fejleszt és gyárt. Ezek a kenőanyagmentes, nagy teljesítményű műanyagok javítják a technológiát és csökkentik a költségeket, bármilyen mozgásformánál. Az energiaellátó rendszerek, a nagy rugalmasságú kábelek, a sikló- és lineáris csapágyak, valamint a tribopolimerekből készült menettechnika terén az igus világszerte piacvezető. A kölni székhelyű családi vállalkozás 35 országban van jelen, és világszerte több mint 4500 embert foglalkoztat. 2020-ban az igus 727 millió eurós árbevételt ért el. Az iparág legnagyobb tesztlaboratóriumaiban végzett kutatások folyamatosan újításokat és nagyobb biztonságot nyújtanak a felhasználók számára. 234 000 termék áll rendelkezésre raktárkészletről, és az élettartam online kiszámítható. Az elmúlt években a vállalat belső, induló vállalkozásokon keresztül is terjeszkedett, mint például a golyócsapágyak, a robotizált fogaskerekek, a 3D nyomtatás, az RBTX platform a lean robotikához és az „intelligens műanyagok” az Ipar 4.0 számára. A legfontosabb környezetvédelmi beruházások közé tartozik a „change” program – a használt elektronikus láncok újrahasznosítása – és egy olyan vállalatban való részvétel, amely műanyag hulladékból olajat nyer vissza.

**igus® Hungária Kft.**

1044 Budapest,

Ipari Park utca 10.

Tel.: +36 1 306 6486

E-mail: info@igus.hu

www.igus.hu

# Ex-Series™ hőkamerák

**Kényelmes, precíz multifunkciós megoldások a Flir cégtől – amely a hőkamerák piacának világszintű vezető szereplője.**

A hőérzékelő kamerák a technológia számos területén, például az elektronika, az elektromosság, az energiatermelés, a hidraulika, a HVAC-rendszerek, gépjárművek és gépparkok ellenőrzésének területein használt gyakorlati eszközök. Ezek a berendezések kétféle vizsgálat elvégzését teszik lehetővé: egyrészt összehasonlító vizsgálatokat, ahol a diagnózis a termogramon bemutatott hőmérséklet-eloszláson alapul (azonos körülmények között működő azonos alkatrészek, vagy korábbi adatok összehasonlító vizsgálatai), illetve adott mérési pontokon pontosan mért hőmérsékleten alapuló vizsgálatokat. A hőkamerák kiválasztásakor fontos paraméterek: a mért hőmérséklet tartománya, a hőérzékenység, az érzékelő felbontása, a látómező, valamint a fókusz beállításának módjai.

Az új FLIR, Ex-Series™ márkájú hőkamera-sorozatot – mint az egyik legjobbat a piacon – kiterjedt funkcionalitás, egyszerű kezelhetőség és az extrém ipari környezetben történő használat hatásaival szembeni jó ellenállás jellemzi. Ez a műszercsalád kiváló választás mind az amatőrök, mind a profik számára, akik olyan eszközöket keresnek, amelyekre biztosan lehet számítani.

## FLIR Ex-Series™

Az Ex-Series™ professzionális alkalmazások igényeihez lett kifejlesztve. Az ebbe a csoportba tartozó termékeket a mérhető hőmérséklet széles (akár 20...550 °C-ig terjedő) tartománya jellemzi. Ennek köszönhetően ezek egyaránt alkalmasak mind a hűtőfolya-

dék-szivárgások kimutatására, mind pedig magas hőmérsékletű alkatrészek vizsgálatára. Az elektrotechnika területén lehetővé teszik az áramellátási áramkörben lévő hibák vagy a vezérlőszekrények túlmelegedő alkatrészeinek gyors lokalizálását. Egy másik alkalmazási terület az erősáramú berendezések karbantartása, ahol fennáll az érintkezők korróziójának veszélye. Mivel a csatlakozók ellenállása a felület oxidációjával nő, az érintkezők felmelegednek, ami a hőképpel könnyen megfigyelhető, így elkerülhető a tápellátás és a csatlakoztatott eszközök leállítása. Egy másik alkalmazási terület az épületdiagnosztika, ahol a hőkamerák segítségével a hőhidak és a nedves területek gyorsan felderíthetők.

## Felépítés és funkciók

Első pillantásra a FLIR Ex-Series™ termékei nem különböznek egymástól. A sorozat 4 hasonló képességű kameramodellt tartalmaz. A konkrét változat kiválasztását természetesen az adott rendeltetés specifikációja határozza meg. A termékek közötti különbségeket az 1. táblázat szemlélteti.

Mindegyik kamera látómezőszöge 45° (vízszintesen) és 34° (függőlegesen), a képfrissítés pedig 9 Hz-es frekvenciával történik. A hűtés nélküli bolometrikus lapkák alkalmazása lehetővé tette a gyártó számára, hogy a kamerák kompaktak és könnyűek (575 g) maradjanak. Az érzékelő felbontásától függetlenül a készülékek 3 hüvelykes, 320 × 240 pixeles felbontású kijelzővel rendelkeznek, az elvégzett mérések pontossága pedig +/-2 °C. Itt kell megjeg-

FLIR Ex-Series™ E4 WiFi



FLIR Ex-Series™ E5-XT



FLIR Ex-Series™ E6-XT



FLIR Ex-Series™ E8-XT





Cikkszám	Érzékelőtípus	Mérési tartomány	Termikus érzékenység	Méret
FLIRE4WIFI	80 × 60	-20...250 °C	≤0,15 °C	303 × 206 × 128 mm
FLIRE5XTWIFI	160 × 120	-20...400 °C	≤0,1 °C	244 × 95 × 140 mm
FLIRE6XTWIFI	240 × 180	-20...550 °C	≤0,06 °C	244 × 95 × 140 mm
FLIRE8XTWIFI	320 × 240	-20...550 °C	≤0,05 °C	244 × 95 × 140 mm

1. táblázat

gyezni, hogy az Ex-Series™ kamerákat 15 °C és 50 °C közötti hőmérsékleten való működésre tervezték, és házuk IP54 védettségi besorolású (vagyis fröccsenésálló és szinte teljesen védett a porral szemben). Ráadásul a készülékeket úgy tervezték, hogy ne sérüljenek meg, ha akár 2 méteres magasságból leejtik őket. Egy másik fontos tulajdonság a termékekben használt cserélhető lítium-ion akkumulátor – ezek körülbelül 4 órán át tartó folyamatos működést tesznek lehetővé (az eredeti töltővel a 90%-os töltöttség elérése nem tart tovább 2 óránál).

### Megjelenítési módok

A felhasználó többféle megjelenítési mód közül választhat. Először is ott van a termikus (hő)kép, amely a lapkáról letöltött információk közvetlen megjelenítését jelenti. Sok esetben ez az üzemmód elegendő, de néha problémás lehet a hibák azonosítása (pl. a hőforrás nehezen lokalizálható egy sűrű áramkörben vagy más komplikált berendezésben). Ilyen esetekben a három további üzemmód egyike használható. A *Picture-in-picture* (PIP) a hőillusztrációt egy látható fényű kamera képével szemben elhelyezett képkockára korlátozza. A *Thermal blending* opció egymásra helyezve átfedésben mutatja a két előbbi csatorna képét. A legfejlettebb, dinamikus képalkotási mód a *Thermal MSX*. Ennek indításakor, aktiváláskor a termovíziós kép úgy transzformálódik, hogy megjelöli a vizsgált objektumok körvonalait. A menüben a felhasználó megtalálja a színpaletta megváltoztatásának beállítását is (három lehetőség áll rendelkezésre: klasszikus szivárvány, „acélkék” és monokróm kép).

### Adatok regisztrálása és feldolgozása

Az Ex-Series™ termékek Micro USB-csatlakozóval rendelkeznek, amely töltésre is (a külső töltő használata opcionális) és adatátvitelre is szolgál a készülék és a számítógép között. Ezen túlmenően a kamerával való kommunikáció WiFi hálózaton keresztül is meg-

valósítható. A FLIR eszközökkel történő együttes munka a gyártó saját fejlesztésű, mobil eszközökre (telefonokra, táblagépekre) elérhetővé tett applikációival is végezhető. A mérés rögzítése során a JPEG-formátumú fájlon kívül (amely tartalmazza a kameraképet és a méretarányt) egy különálló, 14 bites lapkaadatokat tartalmazó fájl is tárolásra kerül. Ezek az információk könnyen elemezhetőek vagy feldolgozhatók a FLIR Tools, vagy egy saját szoftver segítségével. Meg kell jegyezni, hogy a felhasználónak nem kell automatikus hőképskála-adaptációt használnia – az érzékenység beállítása manuálisan is elvégezhető.

### Hasznos funkciók

A fent leírt funkciók mellett érdemes megemlíteni az Ex-Series™ készülékek által kínált néhány további funkciót. Először is, a kamerák automatikusan jelzik a képen a legalacsonyabb és a legmagasabb hőmérsékletű pontokat (opcionálisan – a mérés a kép centrális pontján történik). Lehetőség van riasztási üzemmódban való működésre is – amikor egy monokróm képen jelölve lesznek azon területek, ahol a hőmérséklet egy előre beállított érték alatt vagy felett marad. Ez a funkció nagymértékben felgyorsítja a munkát a nagy létesítmények vizsgálatakor. Ezen túlmenően, azon technikusok számára, akik többnyire „terepen” végeznek méréseket (pl. az elektromos hálózat ellenőrzése során), a FLIR a TME-n keresztül egy mobil autós töltőt is kínál.

**TME Hungary Kft.**

1146 Budapest, Hermina út 17.

Tel.: +36 1 220 67 56

E-mail: tme@tme.hu

(<https://www.tme.eu/hu/news/library-articles/page/44800/ex-series-hokamerak/>)

# A jövő tesztberendezései



**Az elektronikai rendszereken dolgozó mérnökök hozzászoktak a változásokhoz. A változásokat hagyományosan a Moore-törvény által lehetővé tett folyamatos költségcsökkentés hajtotta. Napjainkban az összekapcsolhatóságot lehetővé tevő technológiák térhódítása – a tárgyak internetétől (IoT) a metaverzumig – még nagyobb lendületet ad a változásnak. A tesztelés és mérés minden mérnöki szervezet termékfejlesztési képességének alapvető eleme.**

**Cliff Ortmeyer – a Farnell műszaki marketing globális vezetője**

Az új vizsgálóberendezések fejlesztésének egyik egyértelmű hajtóereje az, hogy a gyártók hogyan veszik fel a kapcsolatot az ügyfelekkel, hogy meghatározzák a mérnökök előtt álló kihívásokat. Bár a mérési pontosságra és a sávszélesség javítására továbbra is nagy hangsúlyt fektetnek, a tervezésben bekövetkező változások nagy részét a műszerek használatának módja határozza meg.

„Elsősorban az ügyfélről van szó. Az, hogy ők miként fogják használni a terméket, az határozza meg, hogyan tervezzük meg azt. A legfontosabb az ügyfél munkájának a megkönnyítése” – mondja Justin Sheard, a Fluke vezető mérnöke és ipari képzési szakembere.

Bradley Odhner, a Tektronix és Mike Hoffman, a Keithley műszaki marketingmenedzsere egyetért. Kiemeli, hogy a vállalatnál olyan emberek dolgoznak, akiknek elsődleges feladata az ilyen jellegű ügyfélkapcsolat. „Sok időt töltünk azzal, hogy beszélgetünk az ügyfelekkel, és kitaláljuk, mire van szükségük most, de ami még fontosabb, mire lesz szükségük néhány év múlva.”

## Az ügyfelek új funkciókat hoznak létre

Az ügyfelek bevonására való összpontosítás nemcsak arra vonatkozóan nyújt betekintést, hogy a mérnökök hogyan lépnek kapcsolatba az eszközökkel, hanem arra is, hogy milyen funkciókat kell támogatniuk az új eszközöknek. Például az energiahatékony-ság már most is sok mérnöki csapat számára fontos szempont. Most már a társadalom, és ennek következtében a termékmérnöki csapatok számára is egyre fontosabbá válik a gyártott termékekbe kerülő erőforrások elérhetősége és környezeti költsége. Kai Scharrmann, a Hioki Europe értékesítési vezetője rámutat az akkumulátortervezésben jelenleg folyó munkára. – „A fejlesztés alatt álló cellák arra összpontosítanak, hogy több energiát pakoljanak ugyanakkora vagy még kisebb helyre. Nem ez az egyetlen követelmény. Nagy a törekvés arra is, hogy csökkentsék a nehezen beszerezhető és szennyező elemek, például a kobalt mennyiségét. A legújabb akkumulátorok sokkal zöldőbbek, mivel az egy évtizeddel ezelőttihez képest csak töredéke kobaltot tartalmaznak.”

A Fluke ii900 és ii910 típusú műszerei (kép: Fluke)



Ezek a piaci aggályok viszont a gyártók által a vizsgáloberendezésekbe épített képességeket határozzák meg. A kobalt alternatívát nehéz volt megtalálni, mivel azok idővel gyakran mutattak degradációs problémákat. Az ismételt, automatizált mérések a terheléses tesztek során fontosak lesznek a lehetséges vegyületek és töltésvezérlő algoritmusok azonosításához, és így fontos jellemzői a tesztberendezéseknek.

Sheard szerint az új megoldások iránti igény újszerű műszerformákat generálhat. – „A mi küldetésünk az, hogy a világot működésben tartsuk. Olyan eszközöket hozunk létre, amelyeket a működést fenntartó emberek kezébe adunk, és ez nagyon sok különböző termékre vonatkozik.” Sheard példaként az ipari motorok és szerszámgépek karbantartását említi. – „A motorok, csapágyak és más mechanikai alkatrészek olyan alrendszer, amelyek egy gyár szívét és lelkét jelentik, de karbantartásuk költséges.”

Az egyik nagy probléma az, hogy sok hagyományos elemzési módszer csak a felszínét képes vizsgálni ezeknek a mozgó alkatrészeknek. Mivel azonban az akusztikus hullámok képesek behatolni az anyagba, sokkal többet tudnak mondani a karbantartó technikusoknak és mérnököknek, mivel megmutatják a csapágyak és motorok belsejében lévő hibák jelenlétét. Annak érdekében, hogy az akusztikus képalkotás a gyárban is alkalmazható legyen, a Fluke az ii900 és ii910 kézi műszerekbe beépítette az akusztikus képalkotást. „Ha a hőkamerás képalkotásra gondolunk, és arra, hogy az hogyan zavarta meg a gyártást és a megelőző karbantartást 10, 15 vagy 20 évvel ezelőtt, az akusztikus képalkotás most ezt teszi” – magyarázza Sheard.

### A használhatóság javítása

A vásárlói igényekre való összpontosítás azt eredményezte, hogy az olyan gyártók, mint a Tektronix, újragondolták műszereik felhasználói felületét, hogy segítsék a vásárlókat a szükséges mérések gyorsabb elvégzésében. „Láttuk azt a tendenciát, hogy a mérnökök gyorsabban és egyszerűbben akarnak dolgokat elvégezni” – magyarázza Odhner. – „Az első lépés az volt, hogy egy újszerű, a semmiből tervezett kezelőfelülettel álltunk elő, amely pozitív visszajelzéseket kapott az ügyfélkörből. Ez a vadonatúj felhasználói felület lett a 3-, 4-, 5- és 6-sorozatu oszcilloszkópjaink jelenlegi felhasználói felülete.”

A műszerek egyre növekvő szoftvertartalmának köszönhetően a fejlesztéseknek nem feltétlenül kell új hardverre várniuk ahhoz, hogy kihasználják a használhatósági előnyöket. „Ügyfeleink egyszerűen letölthetik a szoftver legújabb verzióját, és visszamenőleg megkapják az összes olyan funkciót, amely a szoftver legújabb verziójához került” – mondja Mike Purday, a Pico Technology EMEA-régiójának menedzsere. – „Jelenleg egy nagyon nagyszabású, új kiadáson dolgozunk; amelynek frissítéséből mindenki ingyenesen részesül, akinek van PicoScope-ja.”

### A fejlett technológia alacsonyabb költségű rendszerekbe kerül

Ami a holnap mainstream műszereibe kerülő képességeket illeti, néhány már ma is elérhető a csúcskategóriás termékekben. Ahogy az elektronika költségei a termék tanulási görbéjének köszönhetően csökkennek, a fejlesztések a legújabb készülékekből átgyűrűznek az alacsonyabb költségű rendszerekbe. „Ugyanaz a helyzet áll fenn, mint a Forma-1-ben, ahol a mainstream autógyártó cégek a csúcskategóriás versenycsapatokba fektetnek be. Az összes csúcskategóriás berendezést és technológiát a versenyautókba építik, de egy idő után azt látjuk, hogy ez a technológia átcsoportosul a normál tömeggyártású autókba. Mi ugyanezt a megközelítést alkalmazzuk a termékfejlesztés során” – mondja Scharmann. – „Ma már olyan



A PicoScope6000E

csúcskategóriás áramérzékelőket gyártunk, amelyekkel 4 MHz-en 800 A-t lehet mérni. Ez a technológia, ez a tudás és tapasztalat átcsoportosul például egy szabványos mérőműszerbe. Ez az egyik oka annak, hogy a bilincses mérőink nagyon-nagyon pontosak.”

Mike Hoffman, a Keysight termékmenedzsere ugyanezt a hatást látja az oszcilloszkópoknál. – „A múltban láttunk már ilyet, amikor egy 1 GHz-es oszcilloszkóp volt a szkópok Ferrarija. Aztán idővel, ahogy a technológia fejlődött, az 1 GHz-es szkóp előállításához szükséges dolgok olcsóbbá váltak. Vagy ez történt, vagy pedig új módszereket találtunk ki a megépítésére, hogy megfizethetőbbé tegyük.”

Ha távolabbra tekintünk, a mérőműszergyártók még fejlettebb kutatásokat figyelnek. Ez segít nekik azonosítani azokat a technológiákat, amelyeket beépíthetnek a csúcstechnológiát képviselő műszerekbe. „Minden hónapban az időm nagy részét azzal töltöm, hogy tudományos cikkeket olvasok az általam figyelemmel kísért folyóiratokból, nemcsak azért, hogy megpróbáljam megnézni, mi a menő technológia, hanem azért is, hogy lássam, milyen tesztek végeznek ezek a tudósok a technológiájuk értékelése érdekében” – mondja Odhner, hozzátéve, hogy az ilyen típusú mérőáramkörök fontosak lesznek a meglévő műszerek hatókörének bővítése és új típusú termékek létrehozása szempontjából. – „A korai ku-

Az új Keysight Smart Bench  
készülécsalád



Tektronix MDO3104 multifunkciós  
oszilloszkóp

tatással kezdődnek, majd átkerülnek a tömeggyártásba, míg végül általánossá válnak.”

### Új innovációs szabványok felállítása

Végül, egy olyan terület, amelyet a tesztelő vállalatok figyelemmel kísérnek, és amelyben aktívan részt vesznek, a szabványosítás. Az Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) és hasonló testületek aktívan fejlesztik a PCIe, Ethernet, WiFi és más kommunikációs szabványok kapacitását és teljesítményét. A tesztmű-

szerek beszállítói számos ilyen testületben aktív szerepet játszanak. „Az olyan dolgok esetében, mint a PCIe, mi is részt veszünk ezekben a testületekben, hogy megpróbáljuk meghatározni a szabványt, és ismereteket szerezzünk arról, hogy mi lesz a szabvány a jövőben, hogy elkezdhessük a tesztelésre alkalmas berendezések fejlesztését” – mondja Odhner.

A szabványügyi testületekben való részvétel, valamint a tudományos körökkel való együttműködés másik szempontja annak biztosítása, hogy a kidolgozott protokollokat hatékonyan lehessen tesztelni, és meg lehessen határozni, hogy szükség van-e alternatív módszerekre. „Amikor alacsony szintű mérésekről beszélünk, az egyik első dolog, amit meg akarunk kérdezni, hogy milyen alacsony szinten lehet mérni. Vannak alapvető határok” – magyarázza Odhner. – „Az univerzum nem engedi meg, hogy bizonyos feszültségeket bizonyos ellenállású anyagokon mérjünk, mert valójában a bizonytalansági elybe ütközünk. Az univerzumunknak egyszerűen fizikai korlátai vannak arra vonatkozóan, hogy milyen messzire lehet mérni.”

A technológia továbbra is változni fog, azonban a tesztbeszállítók felkarolták ezt a valóságot, és úgy hangolták magukat, hogy időben reagáljanak, biztosítva, hogy a mérnökök rendelkezésére álljanak azok a tesztmegoldások, amelyekre az innováció előmozdításához és a projektek befejezéséhez szükségük van.

**Farnell element14**

Ingyenesen hívható telefonszám: 06 80 016 413  
Műszaki támogatás e-mailben: [tech-hu@farnell.com](mailto:tech-hu@farnell.com)  
<http://hu.farnell.com>  
[www.element14.com](http://www.element14.com)

# Célegyenesben az InnoElectro 2022

## Innováció a tervezésben, innováció a gyártásban

**Gazdag szakmai konferencia és program várja az InnoElectro látogatóit 2022. március 29–31. között, Budapesten, a MOM Sportközpontban! Az előadók nem csupán a tervezés és a gyártástechnológia legújabb, innovatív megoldásait mutatják majd be, de az IoT, a repülőgép- és űripar, valamint a nagy teljesítményű számítógépek és a kvantuminformatica is kiemelt helyet foglal el a konferencia programjában. A szakmai kérdések mellett az iparágat érintő kihívások és lehetőségek is terítékre kerülnek: a chipgyártás és -ellátás nehézségei, valamint a jövő innovációs ökoszisztémája...**

### Innováció a tervezésben, innováció a gyártásban

A Magyarországi Elektronikai Társaság (MELT) rendezvénye a szakma széles részvételével és összefogásával valósul meg, amelyen több mint 50 kiállító vesz részt, és 50 előadás hangzik majd el a három nap alatt, két előadói helyszínen. *Vendégország: Franciaország.*

#### Március 29., kedd

- 10.30–13.00 Innováció a gyártásban (1) szekció – földszinti színpad
- 10.30–13.00 Konstruktív (1) szekció – emeleti előadó
- 14.00–17.00 Innováció a gyártásban (2) szekció – földszinti színpad
- 13.30–17.00 Konstruktív (2) szekció – emeleti előadó

#### Március 30., szerda

- 10.00–12.30 Iparági, gazdasági trendek szekció – földszinti színpad (Birkner Zoltán az NKFIH elnöke az InnoElectro fővédnöke köszöntője, a XXV. Országos Elektronikai Konstruktív Verseny díjátadója)
- 13.30–17.00 Innováció a gyártásban (3) szekció – földszinti színpad
- 14.00–17.00 Nagy teljesítményű számítástechnika, kvantuminformatica szekció

#### Március 31., csütörtök

- 10.00–13.00 Repülőgép- és űripar – földszinti színpad
- 10.00–13.00 Internet of Things – emeleti előadó

A konferencia programja részletesen a rendezvény honlapján érhető el:

<https://2022.innoelectro.com/hu/program>

### Ki a legjobb a legjobbak között?

Az IPC idén is a profiknak szervez forrasztási versenyt, amelyen a győztes 300 eurót vihet haza, de érdemes egy ugyanazon cégtől csapatban is indulni! Nemcsak szakembereket, hanem lelkes di-



ákokat is várunk, hiszen a MELT középiskolai diákok számára is rendez forrasztási versenyt. A legügyesebb diák jutalma egy Ersá i-Con Pico forrasztóállomás. **Részletes információk és nevezés a honlapon!**

### Találkozzon leendő ügyfeleivel!

A gazdag konferenciaprogram mellett személyes találkozóra is lehetőség nyílik nem csupán a rendezvény helyszínén, hanem az Enterprise Europe Network-nek, valamint a HEPÁ-nak köszönhetően hibrid formában is. A találkozón a részvétel ingyenes, de regisztrációhoz kötött, regisztrálni itt tud:

<https://innoelectro-expo-with-hybrid-b2b.b2match.io/>

A MELT minden érdeklődőt vár a kiállításon és a konferencián március 29–31. között a MOM Sportközpontban, 9–17 óráig (csütörtökön 15 óráig). A belépés az előzetesen regisztrált látogatóknak ingyenes.

Részletes információkért kövesse a rendezvényig folyamatosan frissülő honlapunkat, valamint közösségi oldalainkat a LinkedIn-en és a Facebookon.

[www.innoelectro.com](http://www.innoelectro.com)

# Nagynyomású tisztítási folyamatok ellenőrzése

Élelmiszeripari területen a termékek feldolgozása mellett az egyes tisztítási folyamatok is nagy odafigyelést igényelnek, mivel ezen folyamatok is nagymértékben befolyásolják a végtermék minőségét. Az ifm korábbról már jól ismert mechatronikus mérési elvet alkalmazó legújabb áramlásérzékelője kimondottan nagynyomású tisztítási folyamatok ellenőrzésére, és azok dokumentálására lett kifejlesztve. Az érzékelő használatával a korábban nehezen felügyelhető tisztítási műveletek is jól áttekinthetővé válnak.

## Mérési elv

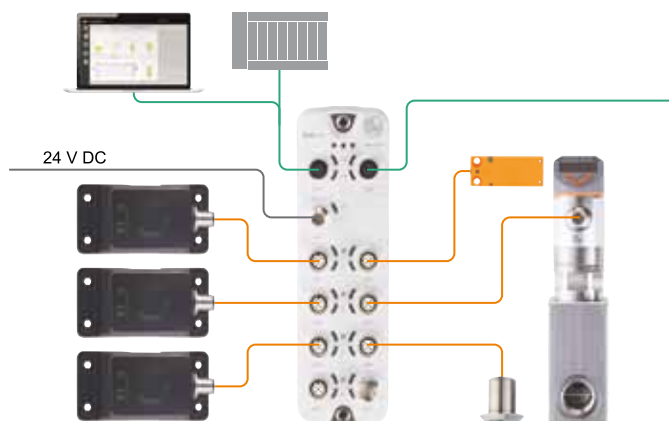
A mechatronikus áramlásérzékelők a rugós dugattyúk elvén működnek. Az érzékelő a folyadék áramlását a szelepfészekben mozgó rugóval megtámasztott dugattyú elmozdulása alapján kalkulálja ki. Az elmozduló dugattyú pontos pozícióját egy mágneses térérzékelő határozza meg, és továbbítja analóg jel formájában a kiértékelő elektronika számára. A rugóellenállás arra kényszeríti a dugattyút, hogy az áramlás csökkenésével visszatérjen eredeti helyzetébe. Ez biztosítja az áramlásérzékelők helyzettől független beépítését, és megakadályozza a folyadékok visszaáramlását. A mérési elv további előnye, hogy nincs szükség be-, illetve kimenő csőszakaszok kialakítására, mivel a mérést sem a turbulencia sem a kialakuló légbuborékok nem befolyásolják. Ennek köszönhetően az érzékelő szinte bárhova beépíthető a csővezetékrendszerben.

## Nagynyomású speciális változat

A mechatronikus érzékelők legújabb típusát kimondottan nagynyomású folyamatok precíz érzékelésére fejlesztette ki az ifm electronic. Elsősorban élelmiszeripari és higiénias területeken kell nagy figyelmet fordítani a nagynyomású tisztítási folyamatokra, hogy azok a szigorú előírásokat betartva, megfelelő időközönként és hatékonysággal legyenek elvégezve. A mechatronikus mérési elv a rendkívül gyors reakcióidejének köszönhetően kimondottan jó választás ezen tisztítási, illetve nagynyomású alkalmazások dokumentálásakor. Még a rövid permetlöketek mennyisége is rögzíthetővé válik. A beépített hőmérséklet-érzékelőknek, az IO-Link kommunikációnak, valamint a szá-



1. ábra SBZ224 nagynyomású mechatronikus áramlásérzékelő



2. ábra IO-Linkes alkalmazási példa

mos diagnosztikai funkcióknak köszönhetően további hardver- és karbantartási költség takarítható meg. A folyadékokra és olajokra használható mechatronikus érzékelőktől eltérően az SBZ224-es érzékelő közeggel érintkező részei rozsdamentes acélból készültek, így ellenáll a szokásosan alkalmazott tisztítószereknek (1. ábra).

## Tisztítási folyamatok dokumentálása

Az IO-Link kommunikáció a mért értékeket minden konverzió nélkül, digitálisan továbbítja, így a nagynyomású tisztítórendszerek felügyeletének és a tisztítási folyamatok dokumentálásának egyszerű, gyors és kis hardverráfordítást igénylő megvalósítását teszi lehetővé.

A felhasználó számára a tisztítási ciklusok során felhasznált folyadék mennyisége és hőmérséklete könnyen, akár távolról is ellenőrizhetővé válik. Az ifm termépalettáján az ehhez szükséges összes hardver- és szoftverkomponens megtalálható (2. ábra).

**ifm electronic Kft.**  
9028 Győr, Szent Imre út 59.  
Tel.: + 36 96 518 397  
E-mail: info.hu@ifm.com  
www.ifm.com



## MACH-TECH és IPAR NAPJAI szakkiállítások

– Magyarország legjelentősebb üzleti találkozója az iparban

**Helyszín:** HUNGEXPO Budapest Kongresszusi és Kiállítási Központ

A MACH-TECH és IPAR NAPJAI kiállítás-együttes évről évre teret ad az ipari ágazatok, az egyedülálló innovációk bemutatkozására, valamint az üzleti kapcsolatépítésre.

**Betétkiállítás:** VÉDŐHÁLÓ Budapest - munkavédelmi kiállítás

**Egyidejű rendezvény:** AUTOMOTIVE HUNGARY Nemzetközi járműipari beszállítói szakkiállítás

**Bővebb információ és kiállítói jelentkezés:**  
[www.iparnapjai.hu](http://www.iparnapjai.hu)

Szakmai partnerek:    

### MACH-TECH

15. Nemzetközi gépgyártás-technológiai és hegesztéstechnikai szakkiállítás



### IPAR NAPJAI

9. Nemzetközi ipari szakkiállítás



**2022. május 10–13.**



**hungexpo**

## A technológia az átalakuláshoz itt van.



## ÚJ IDŐPONTBAN!

A 10. Automotive Hungary 2022 májusában kerül megrendezésre a HUNGEXPO Budapest Kongresszusi és Kiállítási Központban

### FÓKUSZPONTOK:

- DIREKT és INDIREKT beszállítók
- „ÜZLET, TUDOMÁNY, KARRIER” tematikai pontokra épülő programok
- Automotive Hungary TechTogether mérnökverseny
- Beszállítói fórumok
- Magas színvonalú szakmai konferenciák
- Mérnöki továbbképzések

### Társrendezvények:

**MACH-TECH** Nemzetközi gépgyártás-technológiai és hegesztéstechnikai szakkiállítás

**IPAR NAPJAI** Nemzetközi ipari szakkiállítás

**Bővebb információ és kiállítói jelentkezés:**  
[www.automotivexpo.hu](http://www.automotivexpo.hu)  
[automotivexpo@hungexpo.hu](mailto:automotivexpo@hungexpo.hu)



### AUTOMOTIVE HUNGARY

10. Nemzetközi járműipari beszállítói szakkiállítás



**2022. május 10–13.**



**hungexpo**

## A jövőhöz vezető út itt van.



# Innoscience – a GaN-technológia következő szintje

Maurizio Di Paolo Emilio – a Power Electronics News főszerkesztője

**A gallium-nitrid (GaN) egy széles sáv szélességű félvezető anyag, amely a szilíciumhoz képest kiemelkedő tulajdonságokkal és teljesítménnyel rendelkezik, beleértve a nagy hatékonyságot, a nagy kapcsolási sebességet, a kiváló hőkezelést, a kis helyigényt és súlyt. Ahhoz, hogy a GaN-alapú eszközök széles körben elterjedjenek a teljesítményalkalmazásokban, még le kell küzdeni néhány akadályt, amelyek elsősorban a sorozatgyártással és az árcsökkentéssel kapcsolatosak.**



Denis Marcon

A 2021 novemberében megrendezett PowerUp Virtual Expo során – amely teljes egészében a széles tiltott sávval rendelkező félvezetőkre összpontosított – Denis Marcon, az Innoscience vezérigazgatója tartott előadást erről a témáról. Az Innoscience egy vezető vállalat, amelynek küldetése, hogy a GaN-technológiát széles körben elérhetővé tegye a piacon azáltal, hogy a legjobb minőségű és megbízható eszközöket kínálja a legalacsonyabb áron.

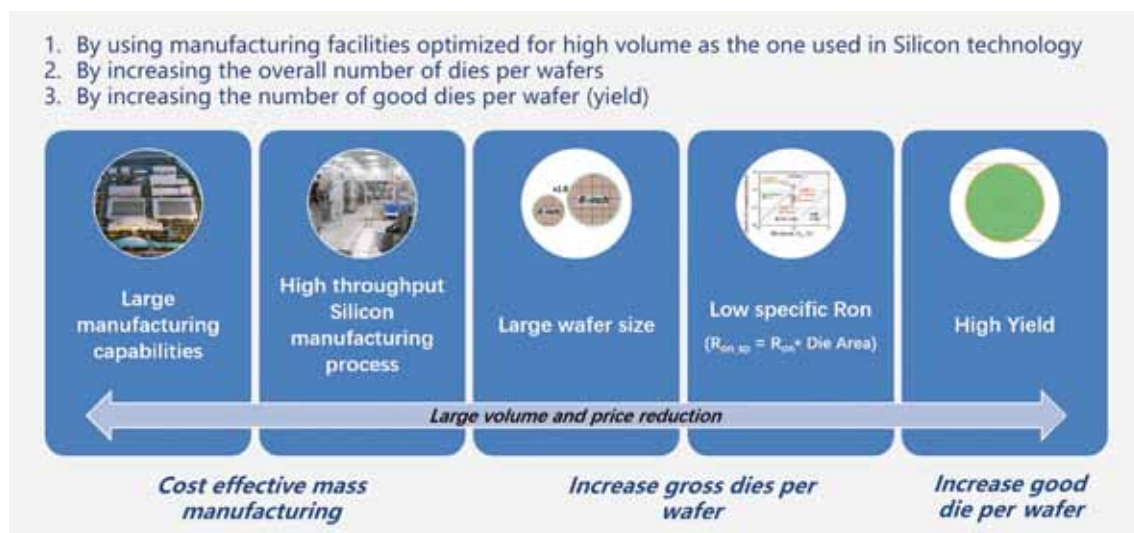
Marcon szerint a GaN-technológia új szakaszába lépünk, ahol nagy volumenű gyártásra és ellátásbiztonságra van szükség a GaN-en alapuló összes újonnan megjelenő alkalmazás támogatásához. Emellett nagy szükség van a GaN árának jelentős csökkentésére, hogy az emberek anélkül élvezhessék a technológia előnyeit, hogy nagy felárat kellene fizetniük érte. Az Innoscience – mint a világ legnagyobb, teljes mértékben a GaN-technológiára összpontosító integrált eszközgyártója (IDM) – ezekre az igényekre fókuszál. Az Innoscience rendelkezik a világ legnagyobb 8 hüvelykes, kifejezetten GaN-on-Si szeletgyártó kapacitásával.

Jelenleg a vállalat havi szeletgyártása 10 000 db, amely az év folyamán havi 14 000 db 8 hüvelykes szeletre, 2025-re pedig havi 70 000 szeletre fog emelkedni.

A GaN-technológia az évek során jelentősen fejlődött. Körülbelül 2010-ig a vállalatok a K+F fázisban voltak elfoglalva az innovatív technológia bizonyításával. A második fázisban – 2010 és 2015 között – megjelentek az első eszközök a piacon. Ez jelentős változást hozott, lehetővé téve, hogy az emberek GaN-eszközöket vásároljanak, és elkezdjék használni őket valódi projektekből. A harmadik fázis 2015 körül kezdődött, amikor a rendszermérnökök rájöttek, hogy a GaN nem egyszerűen egy plug-and-play megoldás. Nem lehet csak úgy kicserélni a szilíciumot GaN-re, hanem inkább át kell tervezni a terméket, hogy jobban kihasználható legyen a megnövekedett GaN-teljesítmény.

„Ma a negyedik fázisba lépünk, ahol az árcsökkentésre, az ellátás biztonságára és a GaN tömeges gyártására kell összpontosítanunk, hogy támogassuk ezeket a megjelenő új alkalmazásokat” – mondta Marcon.

Amint az 1. ábrán látható, az Innoscience megközelítése az eredmények eléréséhez először is a nagy gyártó kapacitását, nagy áteresztőképességű szilíciumgyártási folyamatokkal felszerelt nagy



1. ábra Az Innoscience megközelítése a GaN tömegtermeléséhez és árcsökkentéséhez



### Az Innoscience-ről

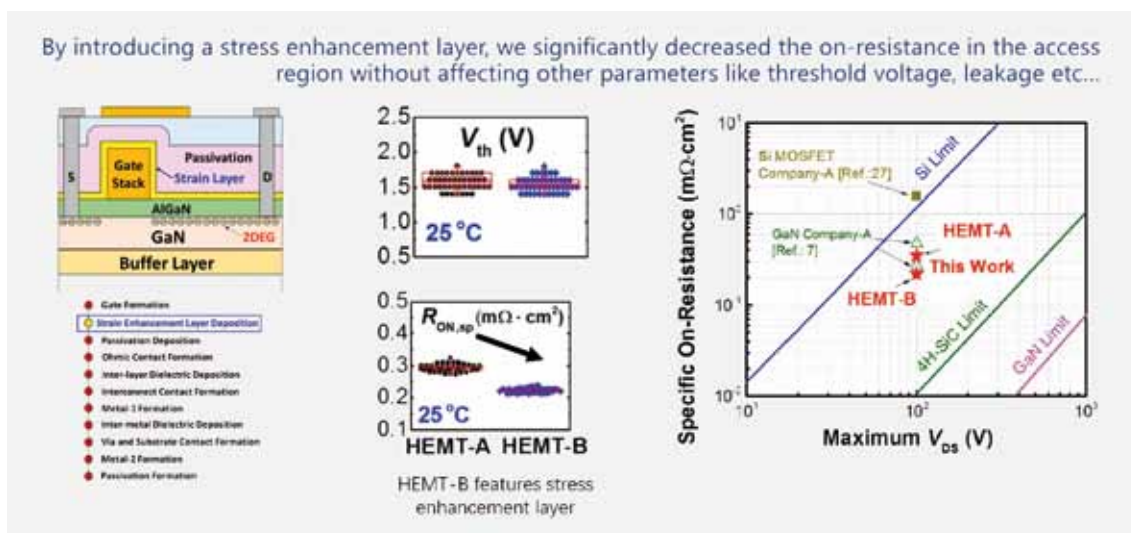
Az Innoscience egy integrált eszközgyártó (IDM), amelyet 2015 decemberében alapítottak a CMBI, az ARM, az SK és a CATL fő befektetésével. Az új technológiák fejlődésével az elektromos hálózat és a teljesítményelektronikai rendszerek világszerte hatalmas átalakuláson mennek keresztül. Víziónk célja, hogy a leghatékonyabb és legolcsóbb Gallium-Nitrid-on-Silicon (GaN-on-Si) teljesítménymegoldásokkal egy energetikai ökoszisztémát alakítsanak ki. 2017 novemberében az Innoscience először hozott létre Zhuhai-ban egy tömegtermelő 8 hüvelykes szeletgyártó sort GaN-on-Si eszközökhöz. A gyorsan növekvő teljesítményigények kielégítése érdekében az Innoscience 2020 szeptemberében új üzemet avatott Szucsouban. Élvonalbeli GaN-technológiai szolgáltatóként az Innoscience több mint 1400 alkalmazottja és több mint 300 K+F szakértője arra törekszik, hogy nagy teljesítményű és nagy megbízhatóságú GaN-eszközöket szállítson, amelyek széles körben felhasználhatók különféle alkalmazásokban, beleértve a felhőalapú számítástechnikát, az elektromos járműveket (EV) és az autópárt, a hordozható eszközöket, a mobiltelefonokat, a töltőket és az adaptereket. További információért látogasson el a <http://www.innoscience.com> weboldalra!

kapacitások használata volt. Az Innoscience programjának második eleme az egy szeletre jutó megfelelő gyártóeszközök számának növelése volt a nagyobb átmérőjű szeletek alkalmazásával – a 6 hüvelykről 8 hüvelykre való áttérés –, a fajlagos ellenállás csökkentése (ami kisebb eszközöket jelent), és végül az egy szeletre jutó jó elemek számának növelése (kihozatal).

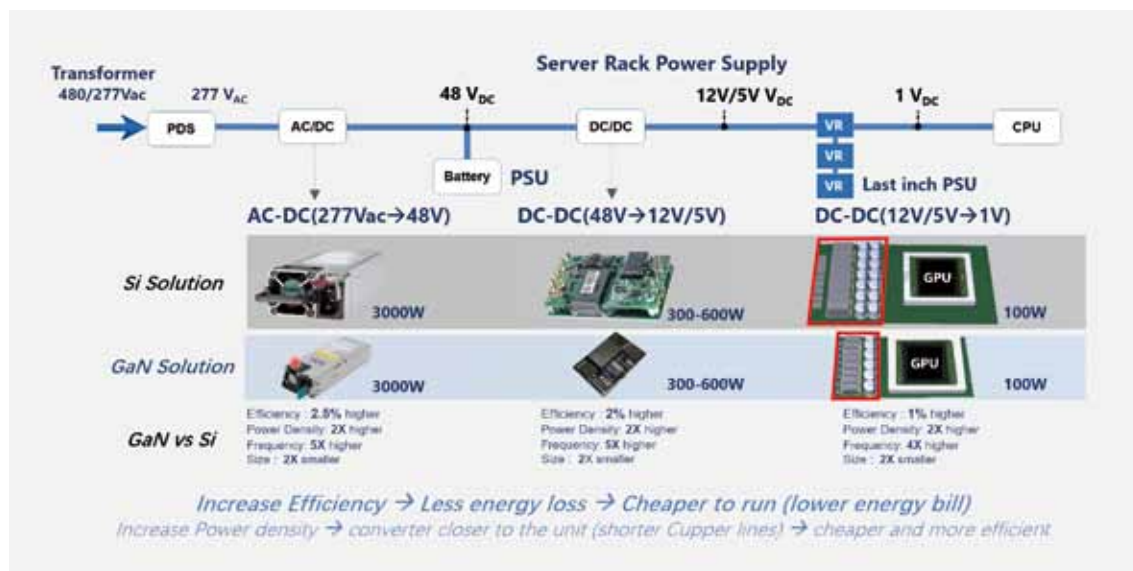
„A Zhuhai-ban található kezdeti gyárunk autópári minősítéssel rendelkezik, és már 4000 szelet/hónap gyártására van felszerelve. Ezután felépítettünk egy második gyárat Szucsouban, amely 16-szor nagyobb, mint a Zhuhai-i, és amely ma 6000 szelet/hó gyártásra képes, de a gyár teljes eszközeletkor 65 000 szeletet fog havonta előállítani. Minden gyárunkban szilíciumgyártó sorokat

alkalmazunk, hogy kihasználjuk a szilíciumgyártási folyamatok optimalizálása érdekében tett hosszú múltra visszatekintő fejlesztéseket” – mondta Marcon.

Ami a GaN FET-eket illeti, az Innoscience képes volt csökkenteni a fajlagos bekapcsolási ellenállást, RDS(on) – ami lehetővé teszi a kisebb méretű eszközök kifejlesztését – az Innoscience által „feszültségnövelő rétegnek” nevezett, a kapu kialakítása után növesztett réteg bevezetésével. Ezáltal az Innoscience növelni tudta a kétdimenziós elektrongáz- (2DEG) sűrűséget, és így csökkenteni tudta a 2DEG ellenállást anélkül, hogy ez hatással lett volna más paraméterekre, például a küszöbfeszültségre vagy a szivárgásra, stb. A 2. ábrán látható, hogy a referencia GaN (HEMT-A



2. ábra A feszültségnövelő réteg beépítésével elért ellenálláscsökkenés



3. ábra Az adatköz- pontban alkalmazott teljesítmény- átalakítási szakaszok

– fekete szín) és a feszültségnövelő réteggel ellátott Innoscience GaN-elem (HEMT-B – kék szín) küszöbfeszültsége gyakorlatilag megegyezik, míg a második elem bekapcsolási ellenállása jelentősen csökkent.

Az Innoscience jelentős munkát végzett a kihozatal optimalizálásában mind az epitaxiális kristálynövesztés, mind a technológiai eljárás terén. Az RDS(on) több mint 10 000 eszközön bizonyult egyenletesnek az egész szeleten. Ugyanez a viselkedés ismétlődik a kikapcsolt állapotú szívárgási karakterisztika esetében is, amely nagyon lapos görbét, és csak kis eltérést mutat a szelet szélén. Mindkét paraméter kiváló reprodukálhatósággal rendelkezik az egyes szeletek között.

Ami az alkalmazásokat illeti, az Innoscience egyik legnagyobb sikere az USB Power Delivery (PD) töltő, amelyből eddig több mint 30 millió darabot szállítottak. Az InnoGaN™-technológia lehetővé teszi a tervezők számára, hogy kisebb méretben több energiát szolgáltatassanak, növelve ezzel a teljesítménysűrűséget. Egy 45 W-os GaN-alapú PD-töltő 95,1%-os hatékonyságot tud nyújtani 2,5 W veszteség mellett, szemben egy szilíciumalapú megoldással, amely körülbelül 88%-os hatékonysággal és 6,1 W veszteséggel rendelkezik. Az InnoGaN™-eszközök 10× nagyobb frekvenciát, 4× nagyobb teljesítménysűrűséget és 50%-kal nagyobb energiahatékonyságot biztosítanak, mint a szilícium.

Egy másik fontos alkalmazás az adatközpont. A 3. ábra mutatja az adatközpontban szükséges feszültségszintek biztosításához elengedhetetlen lépéseket. Az első lépés egy AC/DC átalakító, amely alapvetően a 277 VAC bemeneti feszültséget alakítja át 48 VDC-re, és a névleges teljesítménye 3 kW. A 48 V után további átalakításra van szükség, hogy a 48 VDC-t 12 VDC-re vagy 5 VDC-re csökkentsék, és itt egy 300-600 W-os átalakítóról van szó. És az utolsó lépés, a 12 VDC-ről vagy 5 VDC-ről lefelé 1 VDC-re. Mindezen átalakítási szakaszokban a GaN lehetővé teszi az átalakító méretének csökkentését és hatékonyságának növelését.

„A GaN-nel a maximális kimeneti áramnál 10%-os csökkenést érhetünk el a teljesítményvesztésben. Ez azt jelenti, hogy az adatközpont működtetéséhez szükséges energiaszámla 10%-kal csökken. Perspektívába helyezve ez azt jelenti, hogy 2030-ban 100 TWh-t lehet megtakarítani csak azáltal, hogy áttérünk erre az architektúrára: ez az energiamegtakarítás 20 atomreaktornak felel meg” – mondta Marcon.

Az Innoscience gyárak már rendelkeznek az autóiipari alkatrét-

szek gyártására vonatkozó tanúsítvánnyal, és az Innoscience már dolgozik egy autóiipari ügyféllel azon, hogy még ebben az évben elkészüljenek az autóiipari minősítésű eszközök. Az autóiipari GaN-alkalmazások közé tartoznak a DC-DC nagyfeszültségű átalakítók (650 V/950 V), a DC-DC 48 V/12 V-os átalakítók, a fedélzeti töltők és a LiDAR. A hagyományos 100 V-os szilícium MOSFET-ekhez képest a 100 V-os InnoGaN™ eszközök 13× gyorsabb bekapcsolási sebességgel és 15× keskenyebb impulzusszélességgel rendelkeznek. Ez lehetővé teszi a tervezők számára, hogy két eszköz helyezzenek el ugyanazon a chipen, amelyek mindegyike önállóan hajtja meg a lézert, ami olcsóbb, kisebb és egyszerűbb LiDAR-megoldást eredményez.

„A tömeggyártásra optimalizált GaN-technológiánknak köszönhetően, valamint a nagy áteresztőképességű szilíciumgyártó létesítmények használatával pontosan a piaci igényeket elégítjük ki, és célunk, hogy a GaN-technológiák a lehető legtöbb alkalmazásban, mindenütt jelen legyenek” – zárta Marcon.

#### Innoscience Europe NV.

Philippsite 5 bus 1, 3001, Leuven, Belgium

Europe: Dr. Denis Marcon

Telephone: +32 471-138-822

Email : denismarcon@innoscience.com

#### Maurizio Di Paolo Emilio

Maurizio Di Paolo Emilio fizikából doktorált és távközlési mérnök. Különböző nemzetközi projekteken dolgozott a gravitációs hullámok kutatása terén, ahol hőkompenzációs rendszert, röntgensugaras mikronyalábokat, valamint kommunikációs és motorvezérlő űrtechnológiákat tervezett. 2007 óta számos olasz és angol nyelvű bloggal és magazinnal dolgozik együtt műszaki cikkíróként, szakterülete az elektronika és a technológia. 2015 és 2018 között a Firmware és az Elettronica Open Source főszerkesztője volt. Maurizio szívesen ír és mesél a teljesítményelektronikáról, a széles sávű félvezetőkről, az autóiiparról, az IoT-ről, a digitális technológiáról, az energiáról és a kvantumról. Maurizio jelenleg a Power Electronics News és az EEWeb főszerkesztője, valamint az EE Times európai tudósítója.

# Az összetett tervek egyszerűsítése feladatspecifikus mikrovezérlőkkel

Robert Perkel – Microchip Technology, Inc.

**Ha egy rendszer elsődleges mikrovezérlőjének feladatait részben egy-egy részműveletre optimalizált, „feladatspecifikus” mikrovezérlőkbe szervezzük ki, nemcsak a főprocesszort tehermentesítjük, de rendszerint egyszerűbbé válik a tervezés folyamata is. Az MCU-ba integrált magfüggetlen perifériák kreatív használatával pedig jelentős anyagköltség és NyÁK-terület takarítható meg.**

A mai világban egyre gyakoribbá válik a valós idejű operációs rendszert (RTOS) futtató, nagy, 32 bites mikrovezérlők (MCU-k) és mikroprocesszorok (MPU-k) használata. Egy összetett alkalmazást kezelő egyetlen nagy mikrokontroller központi egysége azonban erőforrás-problémákba ütközhet az olyan kis méretű „háztartási feladatok” kezelése miatt, amelyek nem bonyolultak, de időigényesek.

A kisebb eszközök, mint például a 8 és 16 bites MCU-k, felhasználhatók a 32 bites eszköz tehermentesítésére, ami hajtóerőt ad az innovációnak és a fejlesztésnek a mikrokontrollerek kisebb képességű, 8-tól 32 bitesig terjedő tartományában is.

Sok feladat könnyebben kezelhető, ha a 32 bites eszközről a feladatok egy részét olyan alprocesszorokra ruházzuk át, amelyek csak egy vagy két feladatot látnak el, ám ezekhez csak kevés felügyeletet igényelnek. Ez CPU-erőforrásokat szabadít fel a főprocesszoron, ami csökkenti a szoftver bonyolultságát, miközben javítja a teljesítményt és a végrehajtási időt.

Például egy 8 bites MCU-t I/O-bővítő létrehozására is használhatunk. Az I/O-bővítők nem bonyolult eszközök, de a gyakori megszakításkiszolgálás sok processzoridőbe kerül. Ha ezt a feladatot egy, az adott célra szánt MCU-ra bizzuk, a nagyobb eszköz I/O-terhelése és az általa kiszolgált megszakítások száma csökkenthető. Ezenkívül lényeges, hogy az I/O-bővítő funkciókészletét szoftver határozza meg, amely lehetővé teszi annak testreszabását és finomhangolását az adott alkalmazás igényei szerint.

Az I/O-bővítő 8 bites MCU-alapú kialakításának legnagyobb előnye a rugalmasság. Ha az I/O-bővítőt ASIC (feladatspecifikus céláramkör) valósítja meg, annak szolgáltatáskészlete mereven bele van huzalozva az eszközbe, míg az MCU viselkedését az általa végrehajtott szoftver határozza meg. Ez a rugalmasság lehetővé teszi, hogy az MCU-alapú verziót a végső alkalmazás igényeihez igazítsuk.

## Egy fejlett I/O-bővítő megvalósítása

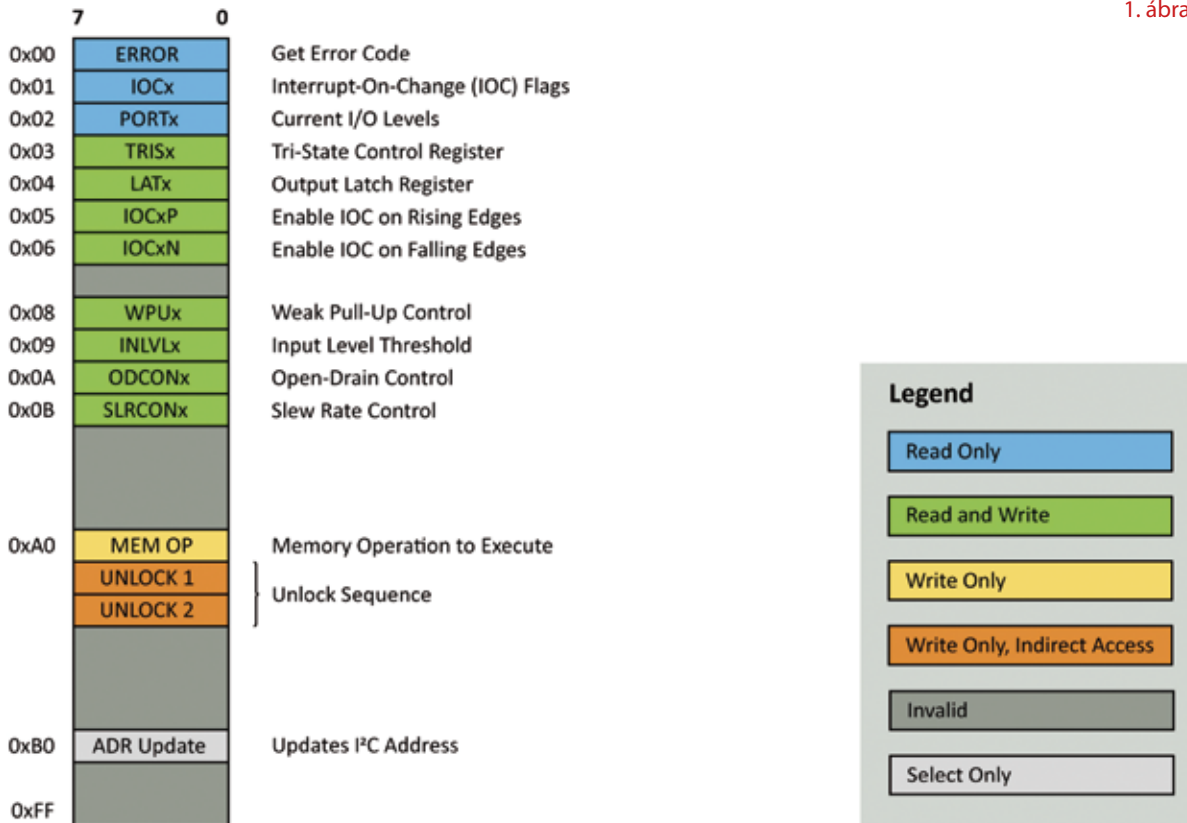
Egy fejlett I/O-bővítő belső működése keresőtábla- (Look Up Table – LUT) alapú struktúrán alapul. Olvasás vagy írás előtt egy virtuális cím kerül elküldésre. Ez a cím nem közvetlenül hivatkozik a mikrokontroller regisztereire, hanem egy „címfordító” keresőtáblán (1. ábra) keresztül. Ez azt is jelenti, hogy a rendszer a mikrokontroller regisztereiben hardveresen meg nem valósított funkciókkal is transzparenensen bővíthető. A táblázat bejegyzései könnyen át is rendezhetők, ha azt a meghatározott alkalmazási cél megkívánja. Ennek a struktúrának az is előnyös tulajdonsága, hogy a keresőtábla segítségével hozzáférési engedélyeket rendelhetünk az egyes I/O-csatornákhoz. Például egy „csak olvasható” regiszter létrehozásához egyszerűen ki kell hagyni a bejegyzést az írási, keresési táblázatból.

Ez a bonyolultabb szerkezet nem szabványos funkciókat is lehetővé tesz. A „MEM OP” funkció például lehetővé teszi, hogy az MCU mentse a memóriába (2. ábra) az általános célú bemeneti és kimeneti (GPIO) egység konfigurációs adatait (3. ábra), vagy visszaállítsa azokat a fordításkor<sup>1</sup> érvényes állapotba.

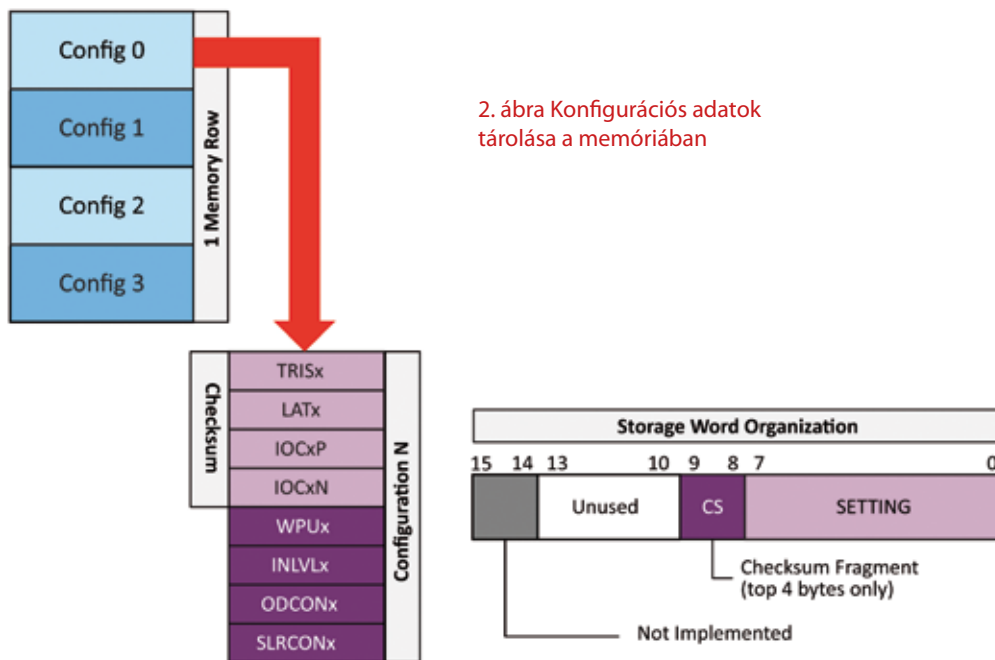
Opcionálisan a mikrokontroller beállítható úgy is, hogy bekapcsoláskor betöltse az elmentett beállításokat. Ha ez engedélyezve van, a mikrokontroller megpróbálja betölteni a 0. konfiguráció beállításait. Ha a betöltéskor az ellenőrzőösszeg érvénytelen, akkor az MCU visszatér a fordítási időben definiált, alapértelmezett beállításokhoz. Ha erre a megoldásra nincs szükség, a funkció a szoftverben letiltható.

A mikrovezérlő-alapú megoldás előnye a rendkívüli rugalmassága. A piacon található ASIC-ektől eltérően a mikrovezérlő nem szabványos, a konkrét alkalmazásra kidolgozott funkcionálisokra is konfigurálható. Egy ilyen alkalmazást fejlesztettek ki például az általános célú PIC16F15244 MCU-családon való futtatásra. Az alkalmazás forráskódja megtalálható a Microchip Discover ([discover.microchip.com](https://discover.microchip.com)) és a Github weblapjain.

1. ábra Egy fejlett I/O-bővítő keresőtáblázata



2. ábra Konfigurációs adatok tárolása a memóriában



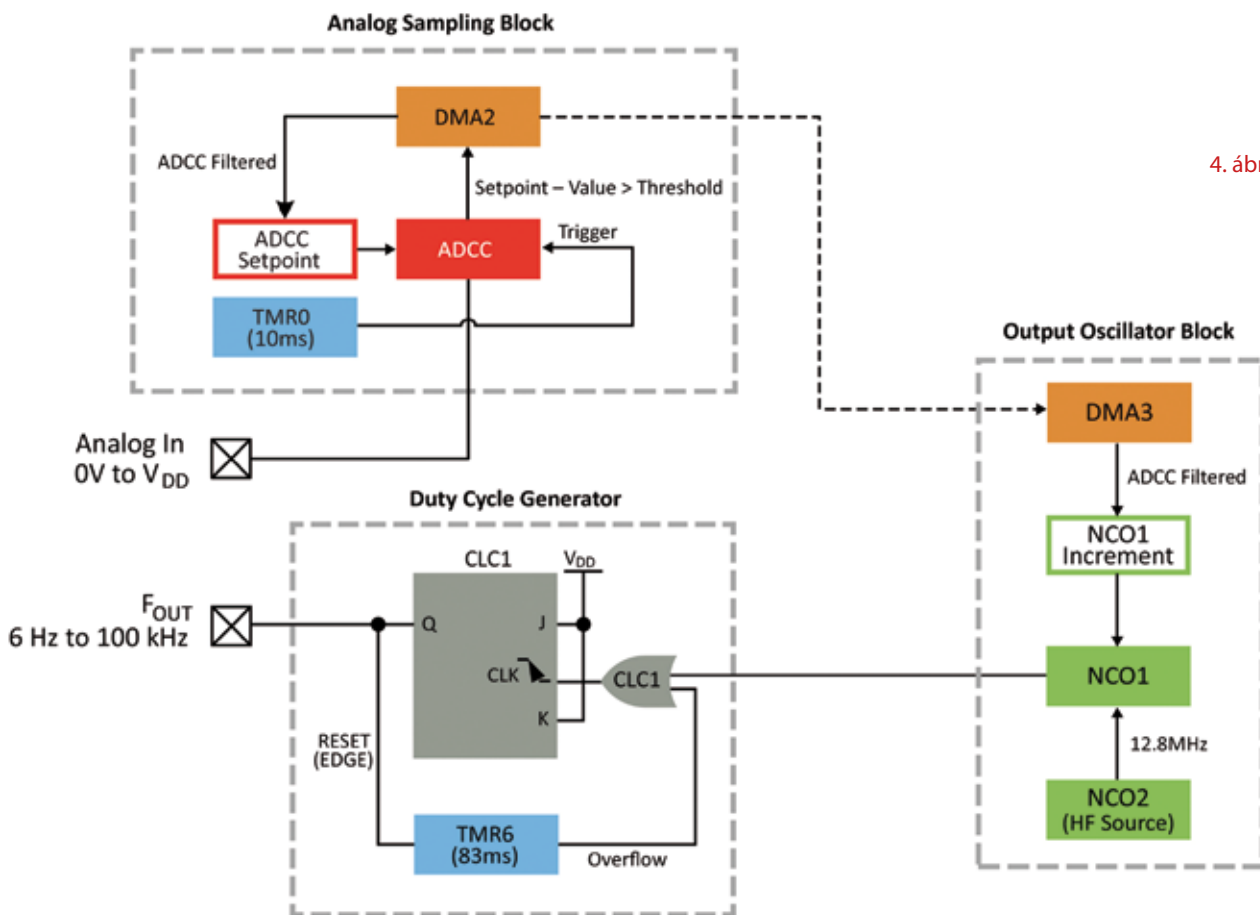
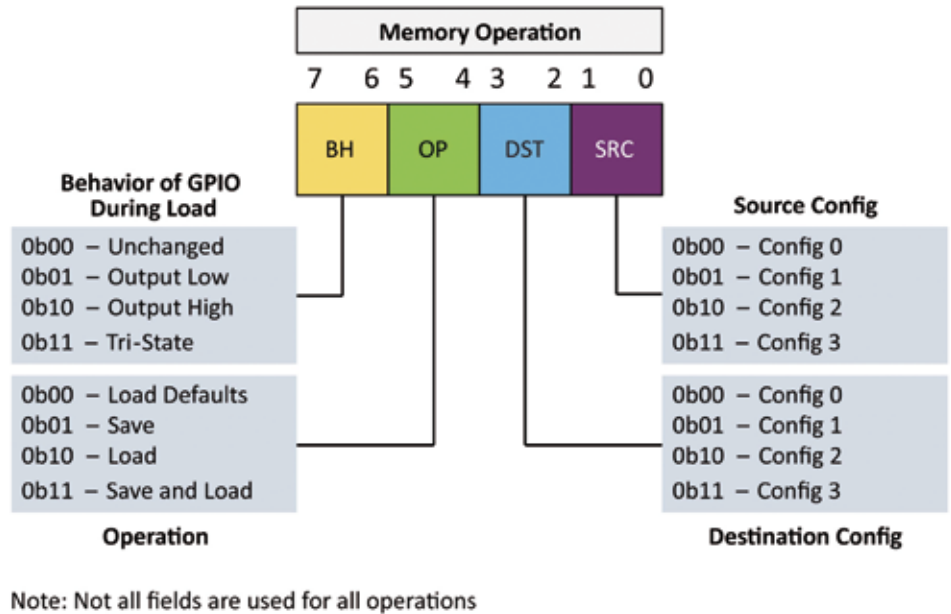
**Feszültség-frekvencia átalakító**

A feszültség-frekvencia (Voltage-to-Frequency, V/F) átalakító példája azzal demonstrálja a hardverperifériák használatát, hogy olyan „magfüggetlen”<sup>2</sup> funkciót valósít meg, amely a szokásos megoldásokban külső integrált áramkörök beépítését igényelné. Ennek a konfigurációnak az egyik legnagyobb előnye, hogy a perifériefunkciót szoftver definiálja, ami megkönnyíti a mintamegoldás módosítását. További előny, hogy a konverter a mikrokontrollerben van megvalósítva, ami csökkenti a szükséges alkatrészek számát és költségét, továbbá az elfoglalt NyÁK-felületet.

Az MCU-alapú megközelítés egyik kihívása, hogy nem teljesít olyan jól, mint az analóg megoldás, mivel a kimenet felbontását alapvetően korlátozza az A/D-konverter (ADC). Névlegesen az ADC 12 bites, de túlmintavételezéssel<sup>3</sup> 14 bites felbontást is megvalósíthat. Hasonlóképpen, a kimeneti frekvenciát szintetizáló, beépített, numerikusan vezérelt oszcillátor (NCO) is véges felbontású, és ez az ADC által mért értéktől függően jittert<sup>4</sup> okozhat a kimeneten.

A feladat megoldásához három, a mikrovezérlőbe épített független perifériaegységet használhatunk fel: egy analóg mintavé-

3. ábra A MEM OP funkcionálisai



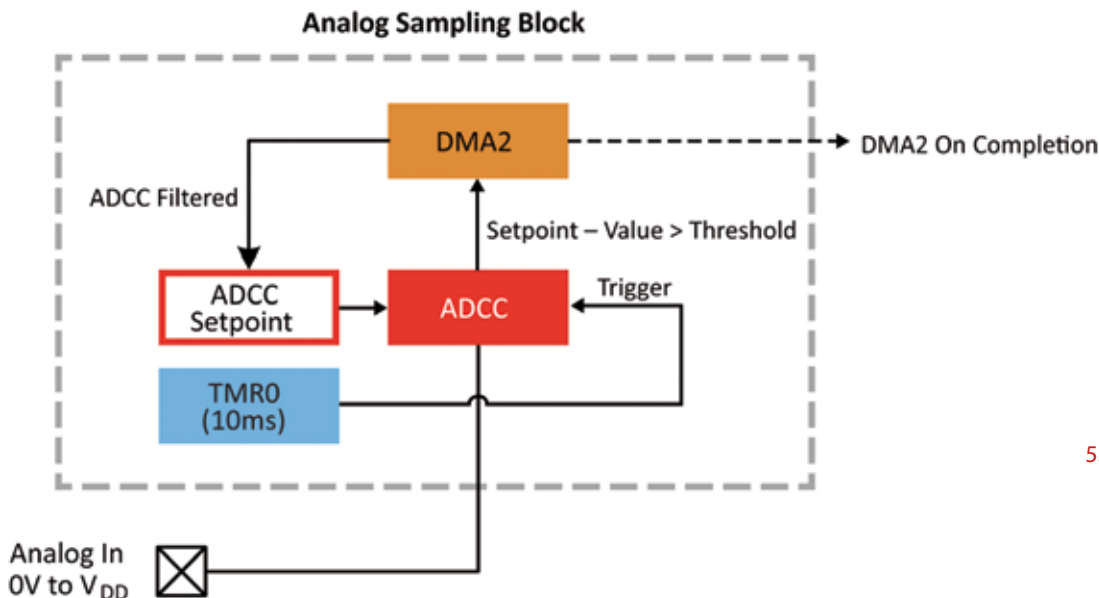
4. ábra A megoldás tömbvázlata

telezőt, egy kimeneti oszcillátort és egy kitöltési tényezőt meghatározó modult (4. ábra).

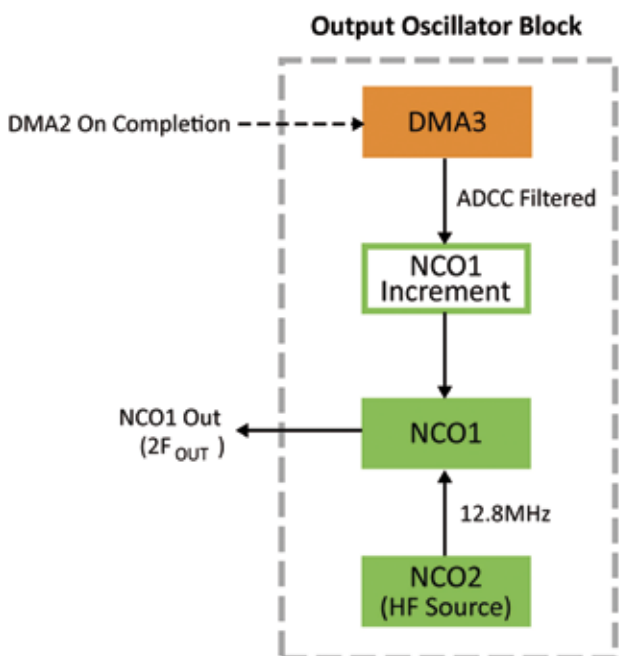
**Az analóg mintavételező**

Az analóg-digitális átalakításért az analóg mintavevő blokk (5. ábra) a felelős. Ahhoz, hogy az eszköz frekvenciahatárai mellett a 100 kHz-es kimeneti frekvencia lehetséges legyen, az ADC úgy van konfigurálva, hogy túlmintavételezzon, azaz több mintát gyűjtson össze, majd ezek átlagolásával számíton ki egyetlen 14 bites eredményt. Ennek a túlmintavételezésnek a hátránya az eredmény-

hez hozzáadott statisztikai zajtöbblet. A zajt a minták átlagolásával és hiszterézis hozzáadásával kompenzáljuk. A hiszterézis megvalósításához az ADC küszöbérték-megszakítási funkcióját használjuk. (Az egyszerűség kedvéért a mintamegoldásban csak a küszöbérték-megszakítási funkció használatának részleteit ismertetjük.) Amikor az ADC befejezi egy bizonyos mennyiségű minta átlagának kiszámítását, a kapott értéket összehasonlítja a perifériába épített alapérték-regiszter tartalmával. Ha a kettő közötti különbség nagyobb (vagy kisebb) a beállított küszöbértéknél, akkor programmegszakítás keletkezik. A CPU ezt a meg-

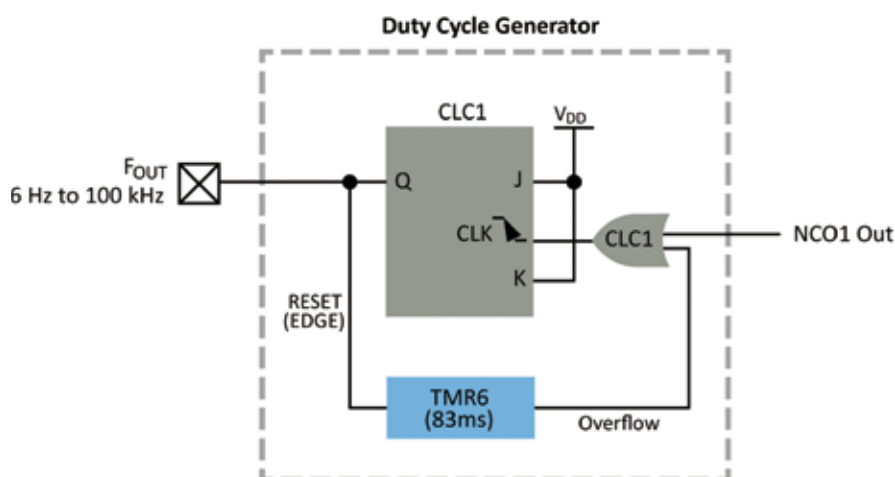


5. ábra Az analóg mintavételező blokk megvalósítása



6. ábra A kimeneti oszcillátorblokk felépítése

7. ábra A kitöltésitényező-generátor tömbvázlata



szakítást figyelmen kívül hagyja, ugyanakkor az átlagolt túlmintavételezett eredmény közvetlen memória-hozzáféréssel (DMA) átmásolódik az ADC alapjelregiszterébe, amellyel új értéket ad a hiszterézis felezőpontját előíró regiszternek. Ha a jel a küszöbértékeket nem lépi túl, akkor ez a DMA-másolás nem történik meg, és nem kezdeményezi a kimeneti oszcillátorblokk DMA-jának frissítését sem.

### Kimeneti oszcillátorblokk

Ennek a megoldásnak a kimeneti oszcillátorblokkja a kívánt kimeneti frekvenciájú órajel generálásáért felel. Ez a kimeneti jel belsőleg kapcsolódik a kitöltésitényező-generátorhoz, amely 50%-os kitöltési tényezőjű jelet hoz létre, de ennek ára az, hogy felére csökkenti az oszcillátorkimenet frekvenciáját. Emiatt a kimeneti oszcillátorblokkal kétszer akkora frekvenciát kell előállítani, mint amit a kimeneten elvárunk.

A kimeneti oszcillátorblokk szívet két magfüggetlen NCO periféria (Numerically Controlled Oscillator – numerikusan vezérelt oszcillátor) alkotja. Az NCO1 periféria úgy működik, hogy a bemeneti órajel felfutó élén egy, a periféria konfigurálása során beállított növekményt ad hozzá egy akkumulátorregiszterhez. Az akkumulátor túlcsoordulásjele<sup>5</sup> adja a periféria kimeneti jelét. (Az NCO működésének részletes magyarázata az adatlapon található.)

Ebben a példában az NCO2 úgy van beállítva, hogy úgy hozza létre a feszültség-frekvencia átalakító működéséhez szükséges frekvenciájú, 12,8 MHz-es bemeneti órajelét, hogy a 14 bites bemeneti adat maximális értékénél éppen 100 kHz-es kimenőjel keletkezzen. Azért használunk 14 bites eredményt, mert az ADC saját 12 bites eredményéből adódó frekvencia nem lenne elég nagy ahhoz, hogy kül-



ső órajelforrás nélkül, kizárólag az MCU belső magfüggetlen perifériájára támaszkodva legyen képes generálni a 100 kHz-es kimenetet. Az NCO1 kimeneti frekvenciájának az ADC mérési eredményétől való függését az 1. táblázat szemlélteti.

Ha az NCO2 kimeneti frekvenciáját megváltoztatjuk, vagy más frekvenciájú, külső alternatív órajelforrást használunk, az NCO1 kimeneti frekvenciája egy másik tartományra skálázódik át. Például, ha az NCO2 jelfrekvenciáját 1,28 MHz-re csökkentjük, az NCO1 kimeneti frekvenciájának maximális értéke 10 kHz-re változik (lásd a 2. táblázatot).

### Kitöltésitényező-generátor

A megoldás „Kitöltésitényező-generátor” blokkja felelős az 50%-os kitöltési tényezőjű kimenet létrehozásáért. Ez a funkció nem kötelező – az NCO1 kimenete közvetlenül is használható, bár a jel kitöltési tényezője a kimeneti frekvenciától függően erősen változik<sup>6</sup>.

Ezt a generátort a konfigurálható logikai cellák (Configurable Logic Cell – CLC) egyikével valósítják meg. A CLC-k a diszkrét konfigurálható logika kis blokkjai, hasonlóan egy FPGA (Field Programmable Gate Array) egyetlen cellájához. A CLC-k diszkrét kétszintű logikai kapuhálózatként használhatók, például ÉS-VAGY vagy VAGY-XOR funkciók megvalósítására, illetve átmeneti (latch) tárolóként vagy flipflopként is konfigurálhatók. Ebben a megoldásban a CLC-t JK-flipflopként konfigurálták, alaphelyzetbe állító (reset) bemenettel. A J és K bemenetek logikai 1 (magas) értéken vannak tartva. A kimeneti oszcillátorblokk a flipflop órajelét szolgáltatja. Minden bemeneti órajelimpulzus a kimenet állapotváltását okozza, ami – periodikus órajelnél – 50%-os kitöltési tényezőjű jelet generál. Figyelem: a kimeneti oszcillátorblokk frekvenciájának bizonytalansága, jittere befolyásolja a kitöltési tényezőt.

Ha az NCO2 a kimenetén nem produkál (emelkedő vagy csökkenő) jelváltást, akkor az időzítő túlsordul, és óraimpulzust generál a CLC-nek. Ez teszi a kimeneti frekvenciatartományt alulról korlátossá. Ha ugyanis az NCO2 kimenete 0x000 bemeneti kód

1. táblázat A 100 kHz-es feszültség-frekvencia konverter ideális kimeneti frekvenciái (kikapcsolt Watchdog funkciónál)

ADC mérési eredmény	NCO1 kimenet (kétszeres frekvencia)	Kimeneti frekvencia
0 x 0000	0 Hz	0 Hz
0 x 0001	12,2 Hz	6,1 Hz
0 x 0100	3,1 kHz	1,6 kHz
0 x 1000	50,0 kHz	25,0 kHz
0 x 3FFF	200,0 kHz	100,0 kHz

2. táblázat A 10 kHz-es feszültség-frekvencia konverter ideális kimeneti frekvenciái (kikapcsolt Watchdog funkciónál)

ADC mérési eredmény	NCO1 kimenet (kétszeres frekvencia)	Kimeneti frekvencia
0 x 0000	0 Hz	0 Hz
0 x 0001	1,22 Hz	0,61 Hz
0 x 0100	310 Hz	160 Hz
0 x 1000	5,0 kHz	2,5 kHz
0 x 3FFF	20,0 kHz	10,0 kHz

nál elérné a DC-t, a Timer6 kimenetén az NCO2 legkisebb, nullától különböző frekvenciájának a felével, 6 Hz frekvenciával jelenik meg a túlsordulásjel.

A példa megvalósításához a PIC18-Q43 MCU családot választottuk a nagyszámú perifériája miatt. A projekt forráskódja elérhető a Microchip Discover ([discover.microchip.com](http://discover.microchip.com)) és a Github oldalon.

### Összefoglalás

Amíg a nagy teljesítményű mikrokontrollerek és mikroproceszorok velünk maradnak, a 8 és 16 bites MCU-k felbecsülhetetlen értékű eszközt jelentenek a kicsiny, de speciális feladatok elvégzéséhez. Ezek a feladatok nem feltétlenül bonyolultak, de időigényesek vagy időkritikusak lehetnek. Ezzel nemcsak tehermentesítik a 32 bites eszközöket, de egyszerűbb és áttekinthetőbb a megvalósítás. Ez javítja a megbízhatóságot, csökkenti a memóriahasználatot és az energiafogyasztást.

### Jegyzetek

- 1 A konfigurációs paraméterek alapértelmezett értékei a forráskódban is megadhatók, amely a fordításkor kerül a tárgykódba, de ha nem konstansként, hanem változóként vannak deklarálva, futásidőben is megváltoztathatók.
- 2 Core Independent Peripheral (CIP), a mikrovezérlőbe integrált periféria, amely a konfigurációs adatok betöltésén vagy módosításán, illetve a CIP által generált megszakítások kiszolgálásán kívül nem igényel CPU-felügyeletet.
- 3 A „oversampling” kifejezés alapértelmezésben a Nyquist-kritérium általi minimumot jóval meghaladó gyakoriságú mintavételt jelent, itt az egyetlen minta helyett több minta átlagának számításaként használja a szerző. A jelen megoldás ennek felbontást javító hatását használja ki.
- 4 A jitter egy – specifikáció szerint – periodikusnak tekintett jel fizikai megvalósításakor, a jel periódusidejében mérhető, zajszerű moduláció.
- 5 Ennek a túlsodulásjelnek a frekvenciája két mennyiséggel arányos: egyrészt a bemenő órajelével, azaz az NCO2 kimeneti frekvenciájával, másrészt az NCO1-ben beállított növekmény nagyságával.
- 6 Ennek oka az, hogy az NCO1 túlsodulásjelének T impulzusszélessége állandó, miközben a  $t_p$  periódusidő a legkisebb (nullától különböző) kimeneti frekvenciától a maximumig nagyjából 16 000-szeres átfogású tartományban mozog, következésképpen a  $T/t_p$  kitöltési tényező is hasonlóan széles tartományban változik. Ez egyes alkalmazásokban elfogadható lehet, ilyenkor hagyható el a „felező” JK flipflop.

[www.microchip.com](http://www.microchip.com)

# Cégindex

Cég	Cikk	Hirdetés
Analog Devices	16	19
Arrow Electronics Hungary	16	19
BECKHOFF Automation Kft.	20, 21	
Digi-Key Electronics	8	belső borító
EBV Elektronik Kft.	28	
Endrich Bauelemente Vertriebs GmbH	22	
Farnell element14	34	
HUNGEXPO – IPAR NAPJAI – MACH-TECH – AUTOMOTIVE 2022		39
ifm electronic Kft.	38	
igus® Hungária Kft.	31	25
InnoElectro Kiállítás és Konferencia 2022	37	hátsó borító
Innoscence Europe NV.	40	
Microchip	43	belső borító
Mouser Electronics	12	13
Murrelektronik Kft.	26	27
PCB Design Kft.	4	címlap
SGconn	15	
TME Hungary Kft.	32	

Lapunkat rendszeresen  
szemlézi a megújult



[www.observer.hu](http://www.observer.hu)





# Bemutatkoznak az új, alacsony kapusűrűségű PolarFire® FPGA és SoC alkatrészek

## A konkurens megoldásokhoz képest fele akkora statikus energiafelhasználással és minimális termikus lábnyommal

A peremhálózati számítástechnika (az ún. edge computing) hatékony implementációjához olyan kompakt méretű, kis energiafogyasztású, programozható alkatrészekre van szükség, amelyek szerény termikus lábnyomot hagyva szükségtelessé teszik hűtőbordák és egyéb, hulladékhő eltávolítására szolgáló kiegészítők rendszerbe tervezését, és emellett képesek még a kellő számítási kapacitás rendelkezésre bocsátásában is. A Microchip által bemutatott PolarFire® sorozatú FPGA és SoC alkatrészek a statikus teljesítményfelvétel tekintetében 50%-kal csökkentett energiafelhasználással állnak az ügy szolgálatába.

A PolarFire FPGA-k és PolarFire SoC-k a piacon elérhető, alacsony kapusűrűségű megoldásokhoz képest nemcsak jelentősen jobb teljesítmény/energiafelhasználás arányszámot produkálnak, hanem emellé gyors FPGA interconnect hálózatot és jelfeldolgozási képességeket, illetve kiváló adóvevőket kínálnak. Továbbá ebből a sorozatból kerülnek ki a jelenleg az iparágban egyedülálló, megerősített RISC-V® architektúrás processzorai 2 MiB másodsztű gyorsítótárral és LPDDR4 memóriatechnológia támogatásával.

A PolarFire sorozatú újdonságokkal sikeresen vehetik fel a tervezők a küzdelmet az energiafogyasztási, rendszerméreti, költségmegtakarítási és helytakarékosági követelményekkel szemben számtalan olyan korszerű, újgenerációs alkalmazásban (mint pl. intelligens látási rendszerek, termikusan érzékeny járműipari berendezések, ipari automatizálás, kommunikációs alkalmazások, hadiipari és IoT rendszerek stb.), amelyeknél a számítási teljesítmény és a funkcionalitás nem lehet kompromisszum kérdése.

### A PolarFire sorozatú FPGA és SoC alkatrészek főbb jellemzői röviden:

- a termékcsaládok SoC esetében már 25 ezer logikai egységtől, FPGA esetében 50 ezer logikai egységtől elérhetők,
- kis formatényező, 11 × 11 mm méretű tokozások,
- 12,7G adóvevők, multiprotokollós 10 Gb támogatás,
- az elérhető legalacsonyabb statikus energiafogyasztás, amely már a bekapcsolásnál is elérhető,
- termikus tartalékok a nagyobb számítási teljesítmény érdekében,
- osztályelső biztonsági és megbízhatósági jellemzők.



[microchip.com/lowpowerFPGAs](https://microchip.com/lowpowerFPGAs)

A Microchip név és logo, a Microchip logo és a Polarfire a Microchip Technology Incorporated bejegyzett védjegyei az Egyesült Államokban és más országokban. Minden egyéb védjegy a hozzájuk tartozó jogos birtokos tulajdonát képezi. © 2022 Microchip Technology Inc. Minden jog fenntartva. DS00004279A. MEC2405A-HUN-02-22

Elektronikai alkatrészek  
Gyártástechnológia  
Automatizálás  
Méréstechnika  
Világítástechnika  
Biztonságtechnika  
Tervezőrendszerek  
Oktatás, szakmai továbbképzés...



# INNOELECTRO

Kiállítás és Konferencia

Innováció a tervezésben, innováció a gyártásban

2022. március 29–31. | MOM Sportközpont

Az InnoElectro fővédnöke:

**Dr. Birkner Zoltán**, az NKFIH elnöke



[www.innoelectro.com](http://www.innoelectro.com)

