

4. Module de extensie pentru sisteme înglobate

- Cerințe pentru sisteme înglobate
- Module VME
- Module CompactPCI
- Module mezanin
- Module COM Express

Module CompactPCI

- Module CompactPCI
 - Prezentare generală CompactPCI
 - Module CompactPCI Express
 - Module CompactPCI PlusIO
 - Module CompactPCI Serial

Prezentare generală CompactPCI (1)

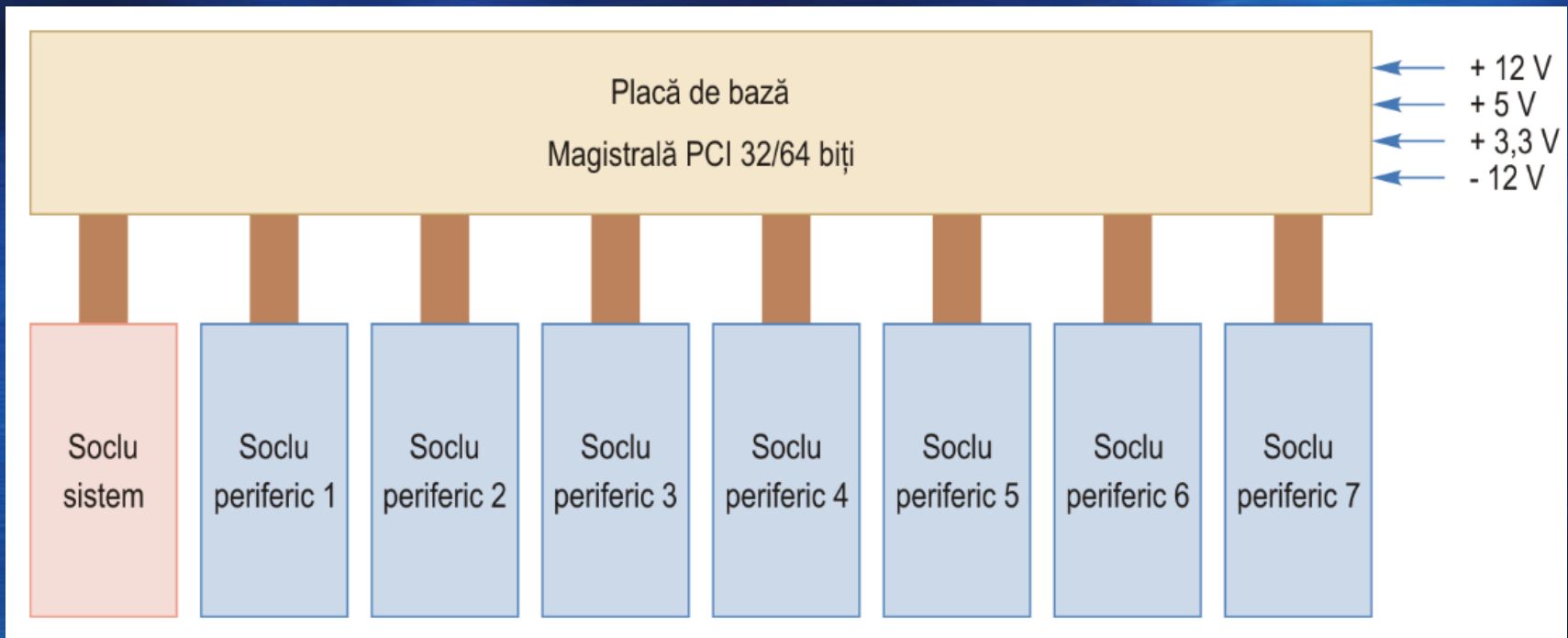
The logo for CompactPCI, featuring the text "CompactPCI" in a bold, italicized, sans-serif font, with a registered trademark symbol (®) to the upper right. The logo is contained within a white rectangular box.

- CompactPCI, cPCI
- Standard industrial pentru sisteme de calcul modulare
- Dezvoltat de *PCI Industrial Computer Manufacturers Group* (PICMG)
- Scop: înlocuirea magistralei **VME** cu **PCI**
 - Combinarea specificațiilor electrice ale magistralei PCI paralele cu formatele plăcilor **Eurocard 3U** și **6U**

Prezentare generală CompactPCI (2)

- Module **CompactPCI** originale: magistrală PCI paralelă de 32 biți sau 64 biți
 - Conectori de tip soclu
 - **3U**: **J1** (magistrală de 32 biți), **J2** (magistrală de 64 biți sau pini de I/E definiți de utilizatori)
 - **6U**: **J1**, **J2**, și până la 3 conectori opționali (**J3**, **J4**, **J5**) pentru pini de I/E
- Plăci de bază **CompactPCI**
 - Conectori de tip mufă (cu pini): **P1**, **P2** (plăci **3U**); **P1 .. P5** (plăci **6U**)

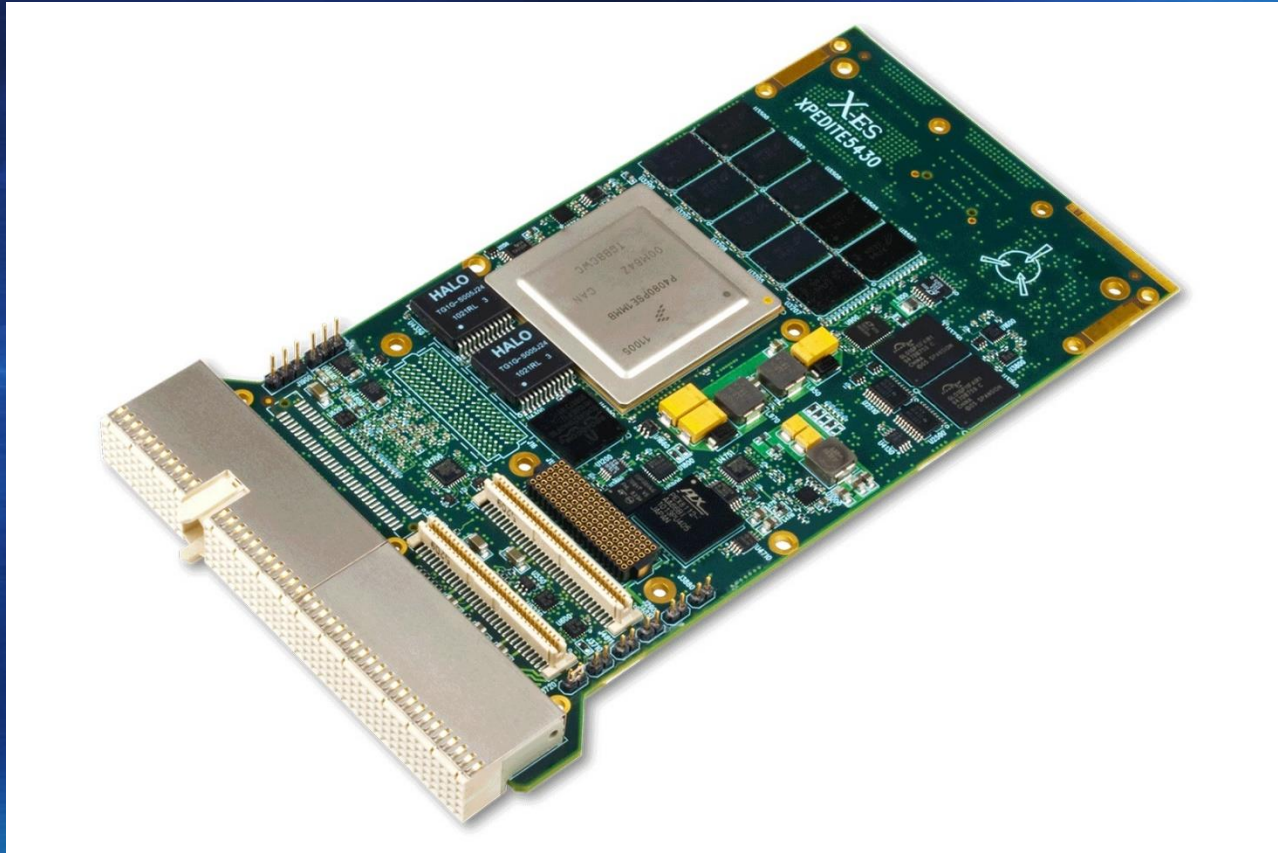
Prezentare generală CompactPCI (3)



Prezentare generală CompactPCI (4)

- Plăci de bază pasive → întreținere simplă
- Număr mai mare de socluri decât în sistemele PCI convenționale
 - Conectori cu pini și socluri de calitate ridicată
 - Număr mare de pini de masă
- Conectori
 - HM (*Hard Metric*), pas de 2 mm
 - 22 rânduri x 5 pini, zonă pentru cheie la J1
 - Modul 6U cu 5 conectori: 535 pini

Prezentare generală CompactPCI (5)



Modul 3U CompactPCI (© Extreme Engineering Solutions)

Prezentare generală CompactPCI (6)



Șasiu 6U CompactPCI (© Kontron S&T AG)

Prezentare generală CompactPCI (7)

- Extensii CompactPCI
 - Permit utilizarea sistemelor CompactPCI în aplicații variate
- Hot Swap (PICMG 2.1)
 - Definește cerințe suplimentare pentru adăugarea și eliminarea modulelor în timpul funcționării
 - Sunt prevăzuți pini cu lungimi multiple
- Conectivitate Ethernet (PICMG 2.16)
 - Permite crearea unei rețele locale între module de extensie multiple
 - Max. 2 Gbiți/s pentru fiecare soclu CompactPCI

Prezentare generală CompactPCI (8)

- **Avantaje CompactPCI**
 - Modularitate, robustețe
 - Scalabilitate
 - Independență față de procesor
 - Suport extins software și SO, compatibilitate cu drivere și aplicații existente
 - Cost redus al circuitelor PCI și PCIe
 - Extensiile specificației de bază permit tranziția la interconexiuni seriale

Module CompactPCI

- Module CompactPCI
 - Prezentare generală CompactPCI
 - Module CompactPCI Express
 - Module CompactPCI PlusIO
 - Module CompactPCI Serial

Module CompactPCI Express (1)

- Extensia PICMG EXP.0
 - Utilizarea tehnologiei PCIe de către plăcile de bază CompactPCI
 - Revizia 2.0: suport pentru generația 2 (Gen 2) și generația 3 (Gen 3) a magistralei PCIe
- Sistem CompactPCI Express:
 - Soclu (slot) și placă sistem
 - Socluri și plăci pentru periferice
 - Soclu și placă pentru comutator
 - Socluri hibride pentru periferice

Module CompactPCI Express (2)

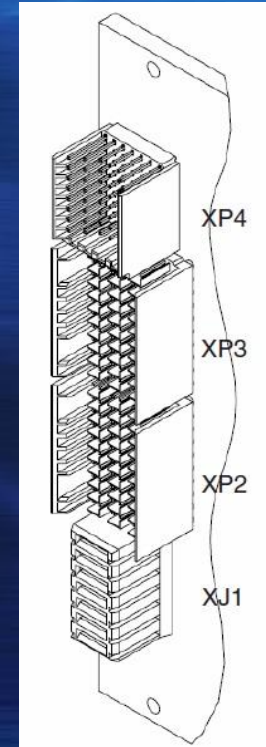
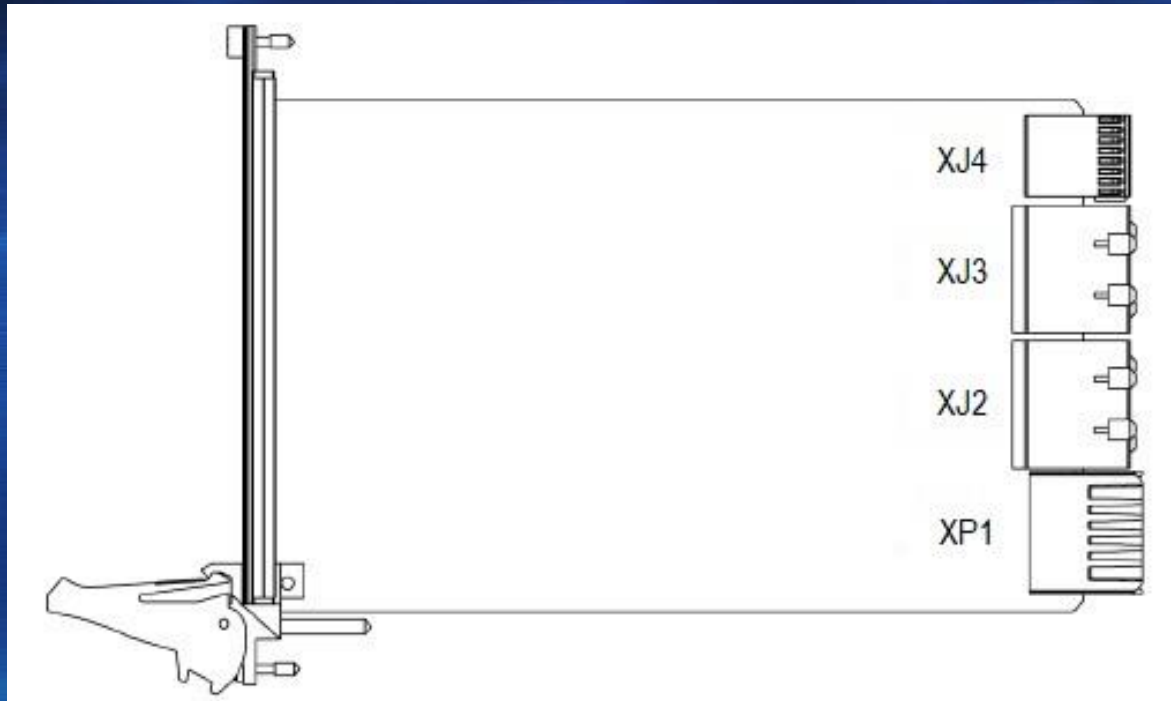
- Soclu și placă sistem
 - Conține max. 24 benzi PCIe, 2 sau 4 legături PCIe
- Socluri și plăci periferice: tip 1, tip 2
 - Plăci periferice de tip 1
 - Aceeași definiție a pinilor ca și la placa sistem
 - Maxim 16 benzi PCIe
 - Plăci periferice de tip 2
 - Se pot insera în socluri de tip 1, tip 2 sau socluri hibride pentru periferice
 - Maxim 8 benzi PCIe

Module CompactPCI Express (3)

● Conectori

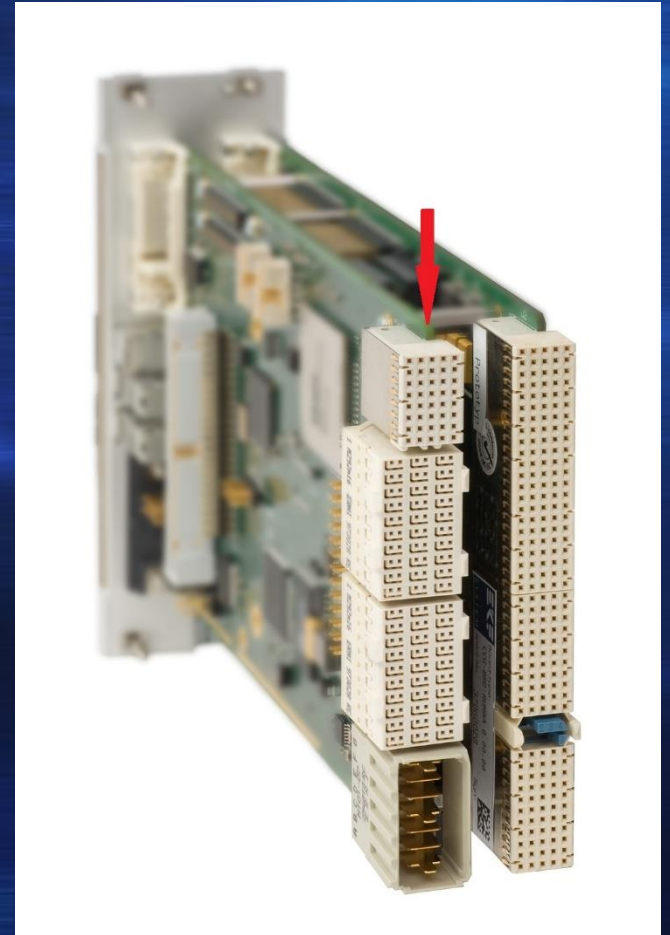
- Conectorii **J1/P1** și **J2/P2** sunt înlocuiți cu conectori îmbunătățiți
- Conectori pe plăci sistem și plăci periferice de **tip 1**: **XP1** (alimentare); **XJ2**, **XJ3** (semnale diferențiale); **XJ4** (pini de I/E utilizator)
- Conectori pe plăci periferice de **tip 2**: **XJ3**, **XJ4**
- Conectorii **J3**, **J4**, **J5** de pe plăcile **6U** sunt aceleași ca și la **CompactPCI** standard

Module CompactPCI Express (4)



Module CompactPCI Express (5)

- Conector **XJ4/XP4** (sus)
 - eHM (*enriched Hard Metric*)
- Conectorii **XJ3/XP3**,
XJ2/XP2 (mijloc)
 - **ADF** (*Advanced Differential Fabric*)
- Conector **XP1/XJ1** (jos)
 - **UPM** (*Universal Power Module*)
 - Putere de 400 W



© EKF Elektronik GmbH

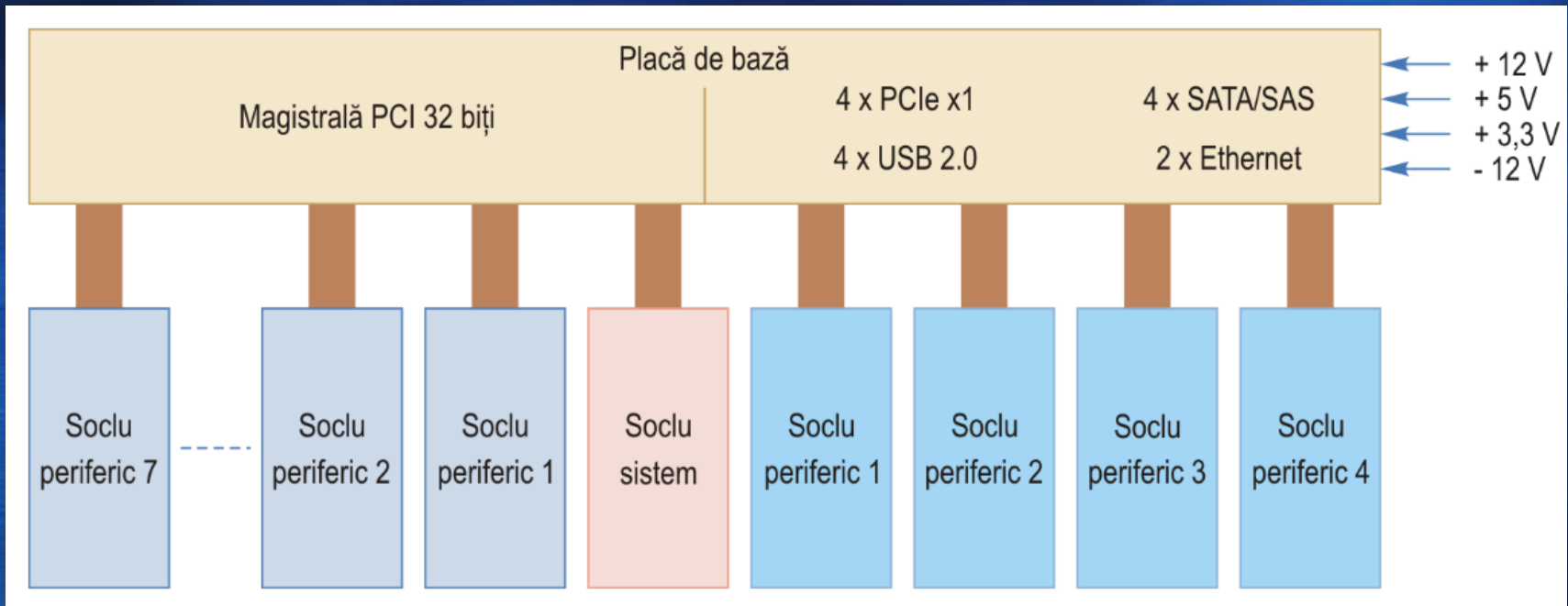
Module CompactPCI

- Module CompactPCI
 - Prezentare generală CompactPCI
 - Module CompactPCI Express
 - Module CompactPCI PlusIO
 - Module CompactPCI Serial

Module CompactPCI PlusIO (1)

- Extensia PICMG 2.30
 - Permite adăugarea unor conexiuni și interfețe seriale rapide într-un mod standard
 - Specifică asignarea pinilor și a funcției pinilor utilizator din conectorul J2
 - Păstrează magistrala PCI paralelă
 - Limitată la 32 biți → J2 este utilizat pentru interconexiuni seriale
 - Legături/interfețe seriale: 4 x PCIe (x1), 2 x Gigabit Ethernet, 4 x USB 2.0, 4 x SATA/SAS

Module CompactPCI PlusIO (2)



Module CompactPCI PlusIO (3)

- Compatibilitate completă cu module de extensie **CompactPCI 3U** și **6U** de 32 biți
 - Un soclu sistem poate controla până la 7 plăci periferice **CompactPCI** și până la 4 plăci periferice **CompactPCI PlusIO**
 - Plăci de bază hibride: conțin socluri **CompactPCI**, **CompactPCI PlusIO** și **CompactPCI Serial**
 - Sistemele hibride permit migrarea la conexiuni complet seriale

Module CompactPCI

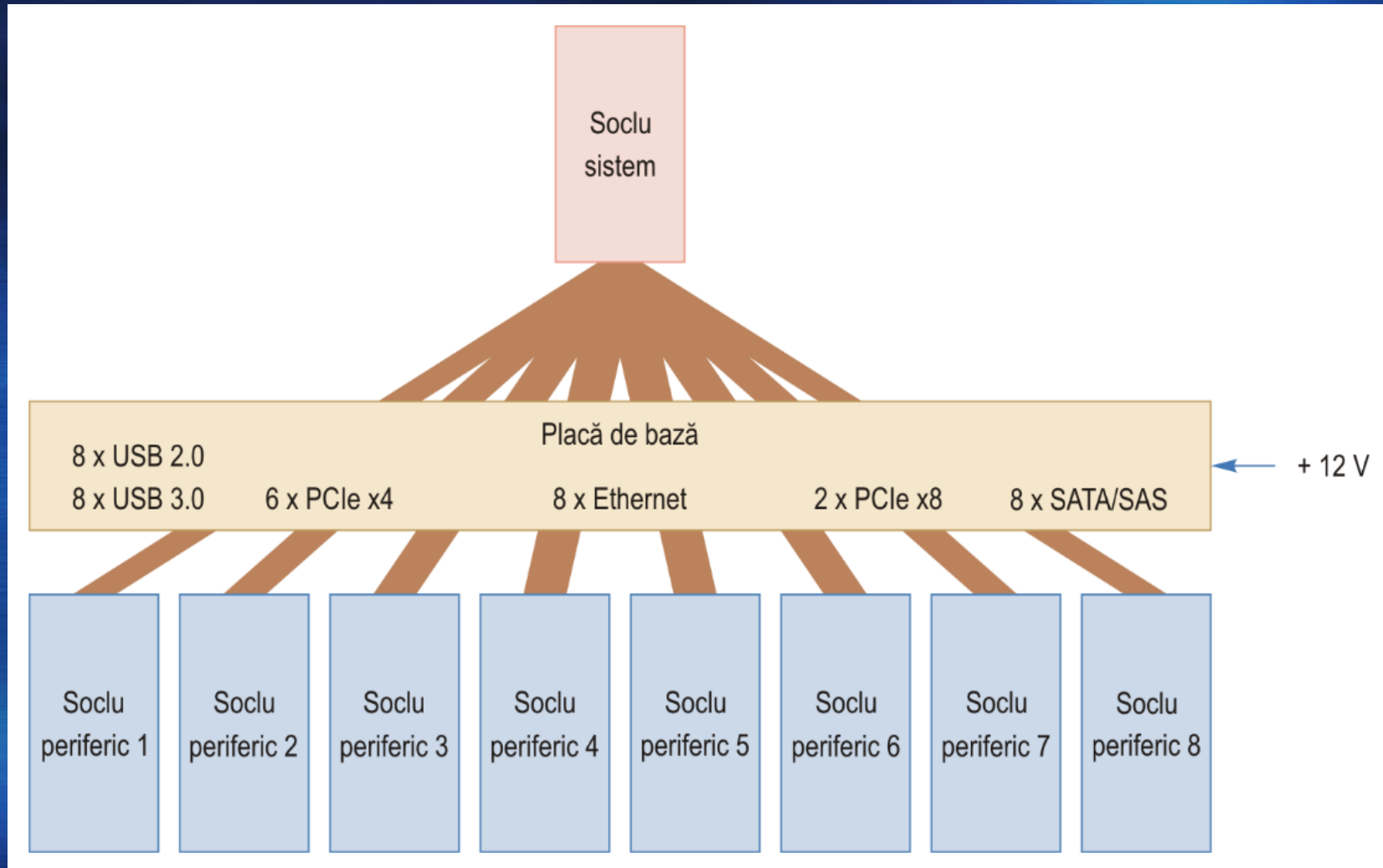
- Module CompactPCI
 - Prezentare generală CompactPCI
 - Module CompactPCI Express
 - Module CompactPCI PlusIO
 - Module CompactPCI Serial

Module CompactPCI Serial (1)

**CompactPCI®
Serial**

- Extensia **PICMG CPCI-S.0**
 - Înlocuiește în totalitate magistrala PCI paralelă cu interconexiuni seriale rapide
 - Conectorii originali **HM** sunt înlocuiți cu noi conectori care permit semnale diferențiale
 - Formate Eurocard **3U** și **6U**, cu răcire prin convecție sau prin conducție
 - Permite înlocuirea modulelor în timpul funcționării
 - Placă de bază complet pasivă

Module CompactPCI Serial (2)

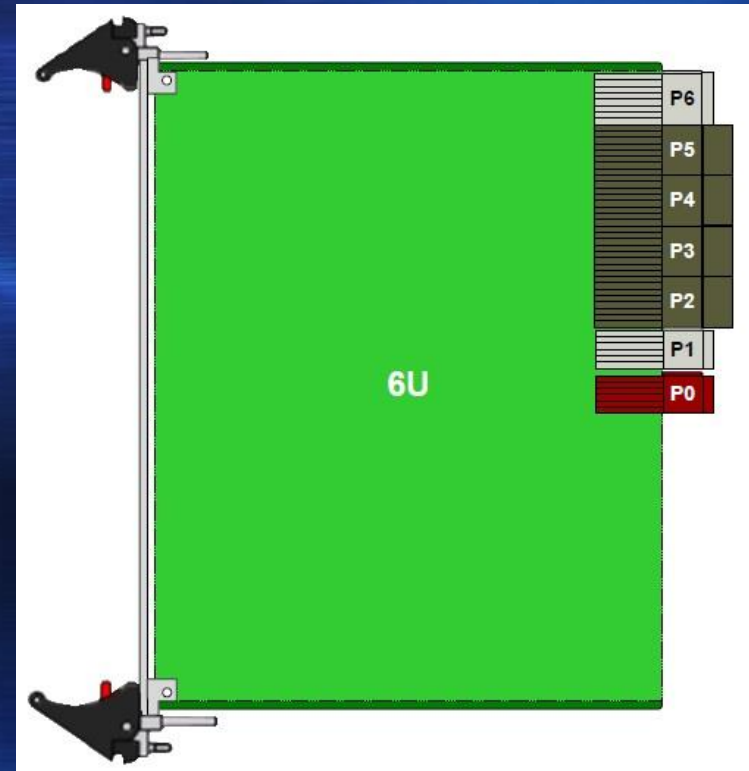


Module CompactPCI Serial (3)

- Interfețe permise de soclurile periferice:
 - O legătură PCIe (până la x8)
 - O interfață SATA/SAS
 - O interfață USB 2.0
 - O interfață USB 3.0
 - Până la 8 interfețe Ethernet
- Conectori
 - Conectorul mufă este amplasat pe modul
 - Conectori AirMax: permit rate de transfer de 12 Gbiți/s; până la 184 perechi pe un modul 3U

Module CompactPCI Serial (4)

- Module **3U**: până la 6 conectori, **P1 .. P6**
- Module **6U**: până la 7 conectori, **P0 .. P6**
- **P2 .. P6**: 360 pini de I/E definiți de utilizator
- Asignarea pinilor este identică pentru module **3U** și **6U**
- Conectorul **P0**: permite interfețe Ethernet suplimentare pentru servere



4. Module de extensie pentru sisteme înglobate

- Cerințe pentru sisteme înglobate
- Module VME
- Module CompactPCI
- Module mezanin
- Module COM Express

Module mezanin

- Module mezanin
 - Prezentare generală
 - Module mezanin precedente
 - Module XMC
 - Module FMC

Prezentare generală

- **Module mezanin:** plăci proiectate pentru a fi inserate în module principale (purtătoare)
 - Amplasate în plan paralel cu modulul principal
 - Asigură **flexibilitate** unui modul principal
 - Pot **extinde funcțiile** modulului principal atunci când spațiul este insuficient
- Definite prin standarde industriale
 - Mai eficiente ca și cost decât modulele de I/E proprietare
 - Modulele purtătoare pot utiliza orice arhitectură, de ex., **VME, VXS, VPX, CompactPCI Serial**

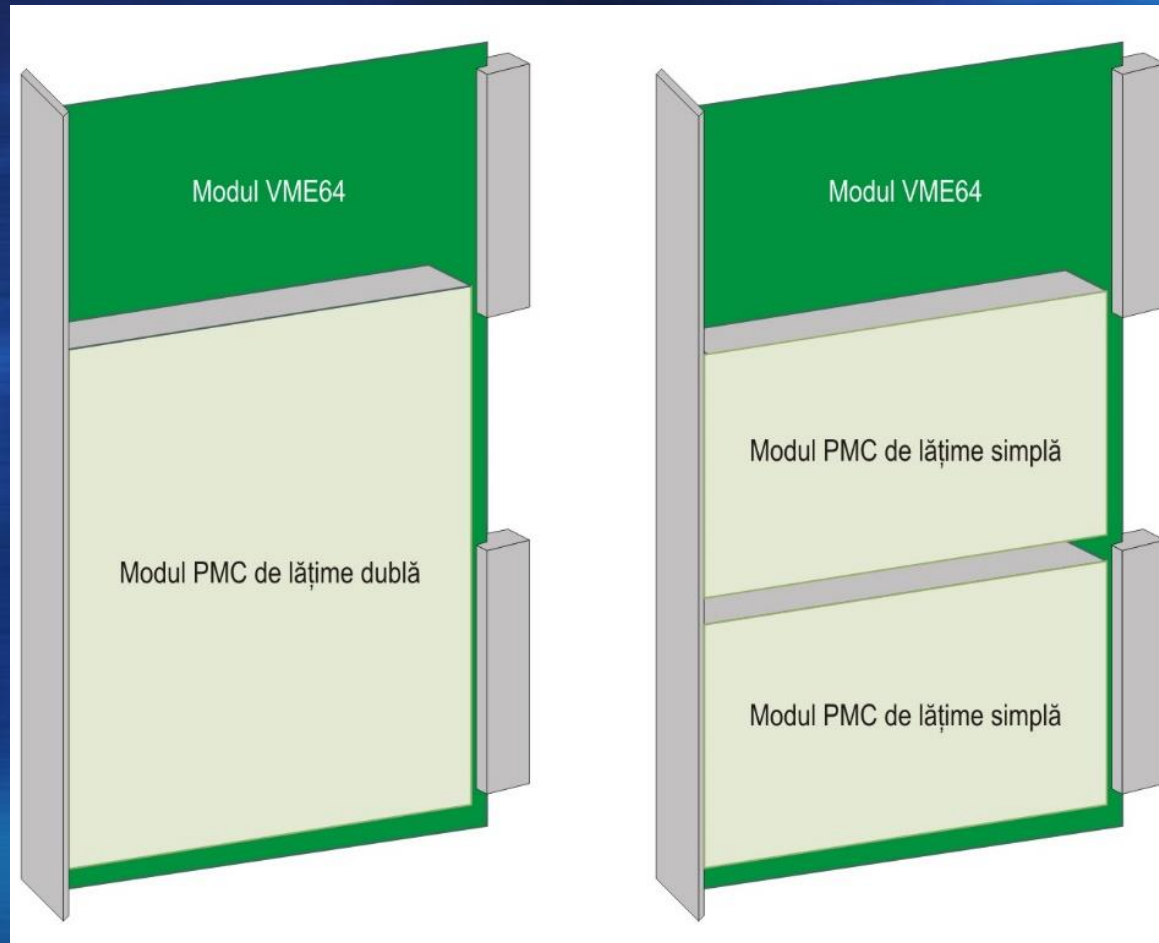
Module mezanin

- Module mezanin
 - Prezentare generală
 - Module mezanin precedente
 - Module XMC
 - Module FMC

Module mezanin precedente (1)

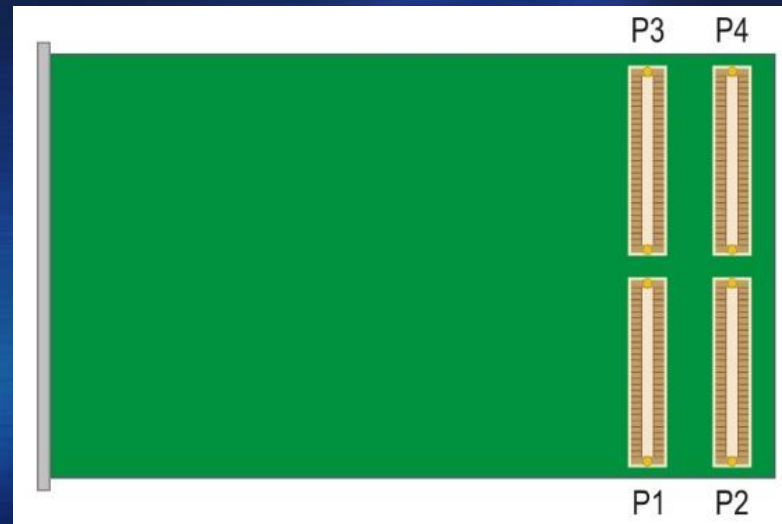
- **Common Mezzanine Card (CMC)**
 - Standard IEEE 1386
 - Specifică o placă și conector pentru magistrala **VME**
- **PCI Mezzanine Card (PMC)**
 - Extensie a standardului IEEE 1386
 - Combină caracteristicile electrice ale magistralei **PCI** cu cele mecanice ale **CMC**
 - Module **PMC** cu lățime simplă și lățime dublă
 - Module purtătoare: Eurocard **3U** sau **6U**

Module mezanin precedente (2)



Module mezanin precedente (3)

- Conectori mezanin pe un modul PMC
 - P1, P2: pentru magistrala PCI de 32 biți
 - P3: pentru magistrala PCI de 64 biți
 - P4: pentru 64 semnale de I/E definite de utilizator



Module mezanin

- Module mezanin
 - Prezentare generală
 - Module mezanin precedente
 - Module XMC
 - Module FMC

Module XMC (1)

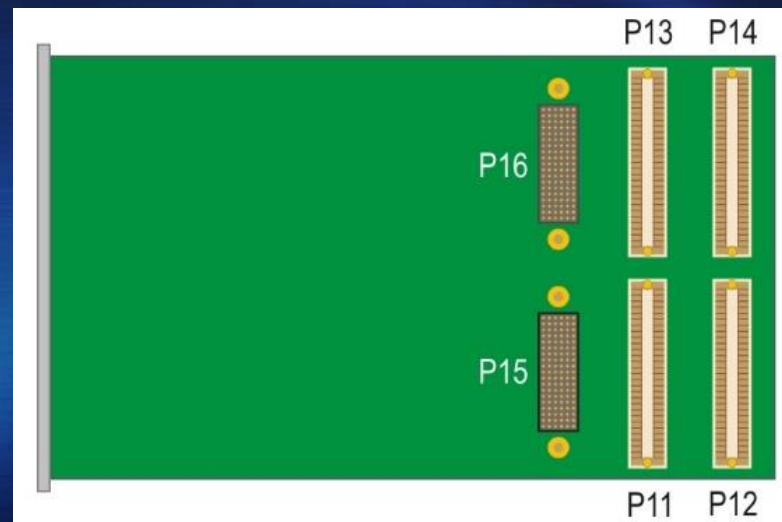


- **XMC** (*Switched Mezzanine Card*)
- Extinde formatul **PMC** cu interconexiuni seriale rapide și noi conectori
- Standarde ANSI/VITA
 - ANSI/VITA 42.0: Specificație de bază
 - ANSI/VITA 42.2: Protocol **Serial RapidIO**
 - ANSI/VITA 42.3: Protocol **PCIe**
 - ANSI/VITA 42.6: Protocol **Ethernet 10 Gb**
- Modulele **XMC** sunt compatibile cu modulele **PMC** precedente

Module XMC (2)

- Conectori mezanin

- 1 .. 4 conectori pentru magistrala PCI: P11, P12, P13, P14 → identici cu P1, P2, P3, P4
- 1 .. 2 conectori cu densitate ridicată pentru interfețe seriale: P15, P16



Module XMC (3)



Modul mezanin **XMC** și modul purtător **CompactPCI Serial**
(© EKF Elektronik GmbH)

Module mezanin

- Module mezanin
 - Prezentare generală
 - Module mezanin precedente
 - Module XMC
 - Module FMC

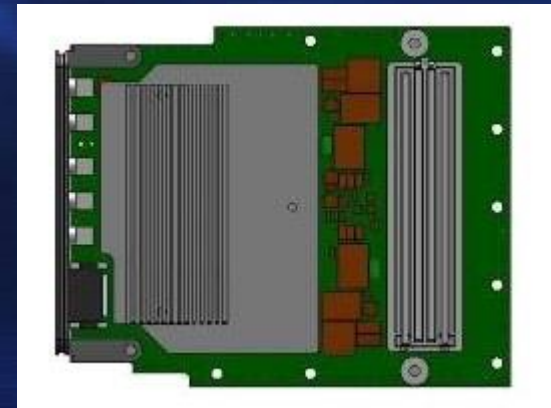
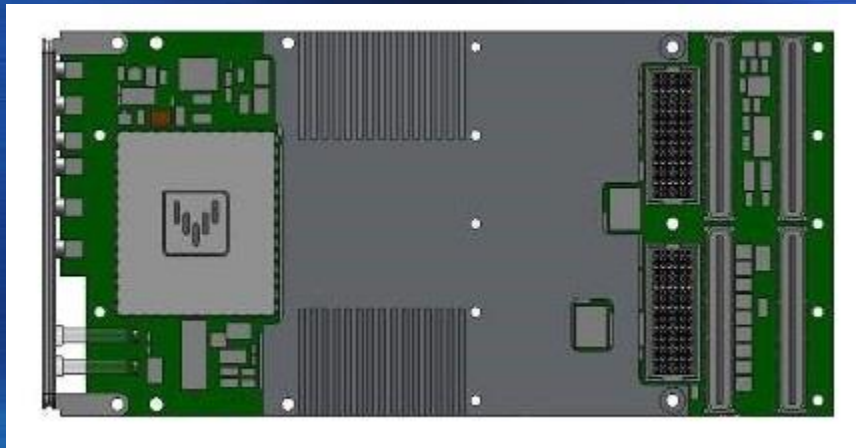
Module FMC (1)



- **FMC** (*FPGA Mezzanine Card*)
 - Standard **ANSI/VITA 57.1**
 - Dezvoltat deoarece modulele **PMC/XMC** nu sunt optime pentru proiecte FPGA
 - Specifică o placă mezanin, conectori și o interfață modulară cu circuite FPGA de pe o placă purtătoare
 - **Placă purtătoare**: conține unul sau mai multe circuite FPGA; implementează funcții comune
 - **Modul FMC**: implementează funcții care pot varia în cadrul unui sistem

Module FMC (2)

- Modul **FMC** cu lățime simplă
 - 69 mm x 76,5 mm, un conector (P1)
- Modul **FMC** cu lățime dublă
 - 139 mm x 76,5 mm, 1 .. 2 conectori (P1, P2)



Modul **XMC** cu lățime simplă (stânga); modul **FMC** cu lățime simplă (dreapta)

Module FMC (3)

- Conector **Low Pin Count (LPC)**
 - 160 contacte
 - 68 semnale simple sau 34 semnale diferențiale
 - O bandă serială duplex → conectare directă la un transmițător/receptor serial al unui circuit FPGA
- Conector **High Pin Count (HPC)**
 - 400 contacte
 - 160 semnale simple sau 80 semnale diferențiale
 - 20 perechi diferențiale → conectare la 10 transmițătoare/receptoare seriale
 - 4 semnale de ceas diferențiale, o magistrală I²C

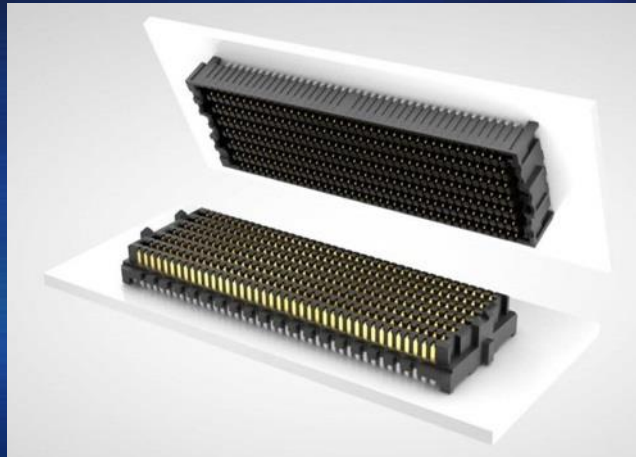
Module FMC (4)



- FMC+ – Standard ANSI/VITA 57.4
 - Conector îmbunătățit: până la 24 benzi seriale, 28 Gbiți/s pe fiecare bandă
 - Definește module FMC cu lățime triplă
 - Permite extinderea lungimii modulului FMC original cu 10 mm → nou conector cu 8 benzi seriale
 - Rata totală a datelor cu noul conector: $32 \times 28 \text{ Gbiți/s} = 896 \text{ Gbiți/s}$

Module FMC (5)

- Conectori
 - High Serial Pin Count (HSPC): 560 contacte (14x40)
 - HSPC extension (HSPCe): 80 contacte (4x20)
 - Proiectare mecanică: SEARAY (Samtec, Inc.)



Conector HSPC SEARAY (© Samtec, Inc.)

Module FMC (6)



Modul **FMC** ADC/DAC (© VadaTech, Inc.)

4. Module de extensie pentru sisteme înglobate

- Cerințe pentru sisteme înglobate
- Module VME
- Module CompactPCI
- Module mezanin
- Module COM Express

Module COM Express

- Module COM Express
 - Prezentare generală
 - Module COM Express de tip 10
 - Module COM Express de tip 6
 - Module COM Express de tip 7

Prezentare generală (1)



- **Computer on Module Express**
 - Familie de module cu diferite dimensiuni și tipuri de aranjamente ale pinilor
- Un modul **COM Express** se poate utiliza ca:
 - Un calculator pe o singură placă
 - Modul mezanin procesor conectat la o placă purtătoare
- Fiecare modul **COM Express** conține:
 - Procesor; memorie; magistrale și interfețe seriale cu viteze ridicate

Prezentare generală (2)

- Specificații elaborate de consorțiul PICMG
 - Revizia curentă: 3.1 (2022)
 - Destinate procesoarelor bazate pe arhitectura x86 (Intel, AMD)
- Dimensiuni ale modulelor
 - Mini (84 mm x 55 mm)
 - Compact (95 mm x 95 mm)
 - Basic (125 mm x 95 mm)
 - Extended (155 mm x 110 mm)

Prezentare generală (3)

- Semnalele sunt rutate la unul sau doi conectori cu densitate ridicată (pas de 0.5 mm)
 - A-B, C-D (220 pini fiecare)



Prezentare generală (4)

● Tipuri de module

- Fiecare tip conține anumite interfețe și are o configurație diferită a pinilor
- Tipuri de module definite în prezent: 1, 10, 2, 3, 4, 5, 6 și 7
- **Tip 1, tip 10**: un singur conector
- Cele mai utilizate: **tip 10, tip 6**
- **Tip 7**: definit în revizia 3.0
- Putere consumată: 68 W (un conector), 137 W (doi conectori)

Prezentare generală (5)

- **Avantaje ale modulelor COM Express**
 - **Performanțe ridicate:** datorită magistralelor și interfețelor seriale cu viteze ridicate
 - **Flexibilitate:** dimensiuni și tipuri variate
 - Se pot utiliza **independent** sau cu o **placă purtătoare** a utilizatorului
 - **Cost** și timp de dezvoltare redus
 - **Actualizări simple** atunci când se utilizează cu o placă purtătoare

Prezentare generală (6)

● Aplicații

- Control industrial
- Transport feroviar
- Achiziții de date
- Echipamente medicale
- Vehicule militare, module aerospațiale
- IoT (*Internet of Things*)
- Module de tip 7: în centre de date și pentru supraveghere video

Module COM Express

- Module COM Express
 - Prezentare generală
 - Module COM Express de tip 10
 - Module COM Express de tip 6
 - Module COM Express de tip 7

Module COM Express de tip 10 (1)

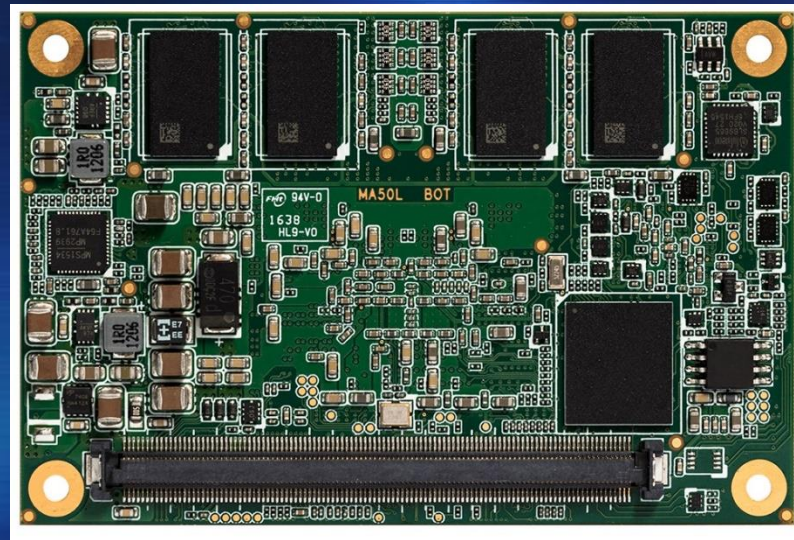
- Implementate în formatul **Mini**
 - Destinate procesoarelor cu consum redus
- Număr limitat de interfețe
 - Magistrală **PCIe** cu 1 .. 4 benzi
 - Porturi **Serial ATA** (SATA) (1 .. 2)
 - Port **Gb Ethernet** (1)
 - Porturi **seriale** (0 .. 2)
 - Magistrală **LPC** (*Low Pin Count*) → pentru conectarea perifericelor cu viteze reduse

Module COM Express de tip 10 (2)

- **SPI** (*Serial Peripheral Interface*) (1 .. 2)
- **System Management Bus** (1)
- Magistrală **I²C** (1)
- Interfață **CAN** (*Controller Area Network*) (opțional)
- Porturi **USB 2.0** (4 .. 8)
 - Opțional: 2 porturi de pot configura ca **USB 3.x**
- **DDI** (*Digital Display Interface*) (opțional)
 - Se poate adapta la: **DVI**, **HDMI**, **DisplayPort** sau **SDVO** (*Serial Digital Video Out*)

Module COM Express de tip 10 (3)

- Canal LVDS (*Low-Voltage Differential Signaling*) (opțional)
- Embedded DisplayPort (eDP) pe pinii LVDS (opțional)



Modul COM Express de tip 10 (© congatec GmbH)

Module COM Express

- Module COM Express
 - Prezentare generală
 - Module COM Express de tip 10
 - Module COM Express de tip 6
 - Module COM Express de tip 7

Module COM Express de tip 6 (1)

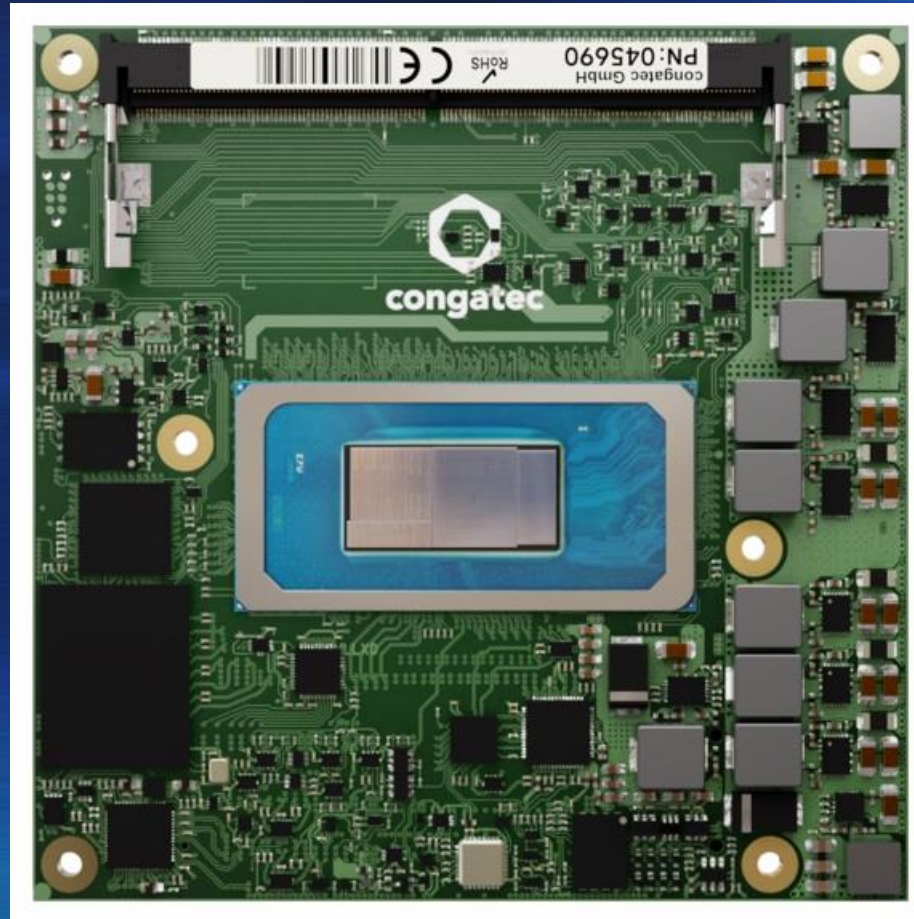
- Bazate pe module de tip 2
- Disponibile în formatele Compact și Basic
 - Destinate procesoarelor cu performanțe mai ridicate
- Doi conectori
 - Primul conector: configurația pinilor apropiată de cea a modulelor de tip 2
 - Al doilea conector: suport pentru interfețe seriale actuale și viitoare

Module COM Express de tip 6 (2)

● Interfețe

- Aceleași ca și ale modulelor de tip 10: serială, Gb Ethernet, LPC, SMBus, I²C, CAN, USB 2.0
- Magistrală PCIe cu 1 .. 24 benzi
- Porturi SATA (1 .. 4)
- 4 porturi USB se pot configura ca USB 3.x
- Până la 3 canale DDI (opțional)
- Până la 2 canale LVDS (opțional)
- PCI Express Graphics (PEG) (opțional): conector PCIe x16

Module COM Express de tip 6 (3)



Modul COM Express Compact de tip 6 (© congatec GmbH)

Module COM Express

- Module COM Express
 - Prezentare generală
 - Module COM Express de tip 10
 - Module COM Express de tip 6
 - Module COM Express de tip 7

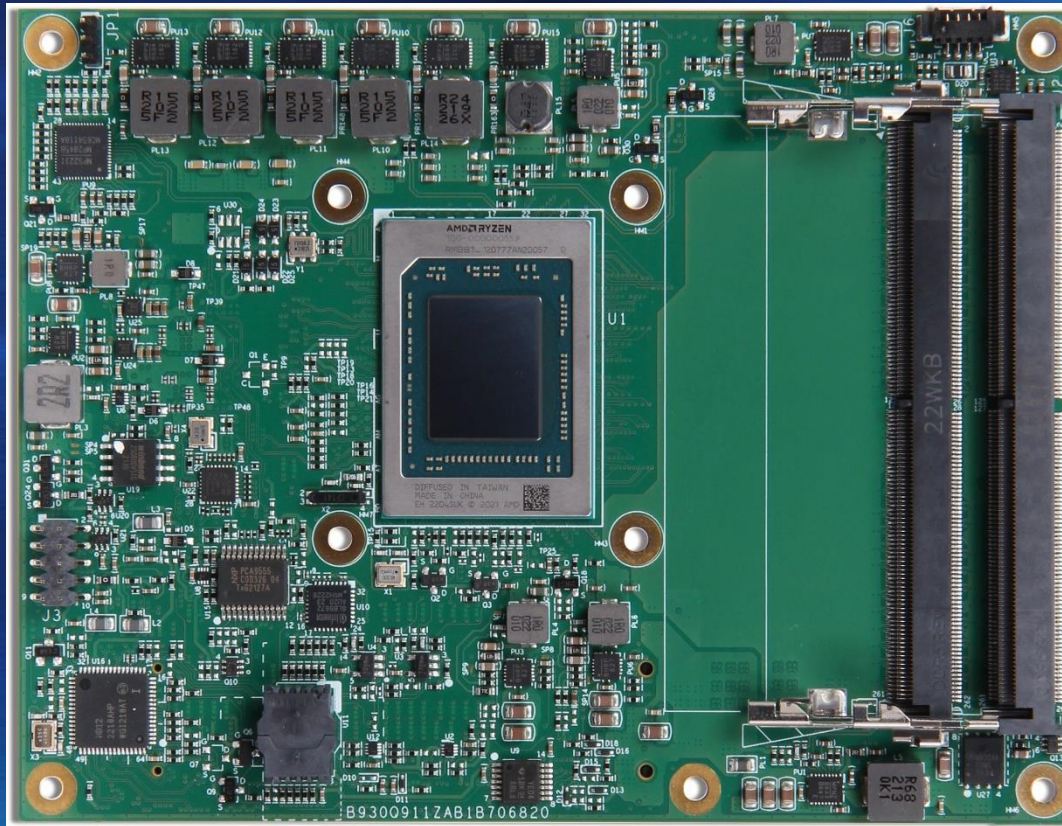
Module COM Express de tip 7 (1)

- Dezvoltate pentru **servere modulare**
- Disponibile în formatele **Basic** și **Extended**
 - Destinate procesoarelor proiectate pentru servere
- Interfețe eliminate:
 - 4 **USB 2.0**, 2 **SATA**, interfețele pentru afișaje
- Magistrale/interfețe noi:
 - Benzi **PCIe** (8)
 - **10 Gb Ethernet** (1 .. 4): nivelul transmisiei fizice nu este implementat pe modul

Module COM Express de tip 7 (2)

- Motive pentru eliminarea porturilor **SATA**:
 - Înlocuirea treptată a unităților de discuri magnetice cu **unități de discuri semiconductoare** (*Solid State Drive – SSD*)
 - Înlocuirea interfeței **SATA** cu interfața **NVMe** (*Non-Volatile Memory Express*)
- **Interfețe**
 - Aceleași ca și ale modulelor de tip 6: serială, **LPC, SMBus, I²C, CAN, Gb Ethernet**
 - Magistrală **PCIe** (până la x32), **2 SATA, 4 USB 2.0** (configurabile ca **USB 3.x**), **10 Gb Ethernet**

Module COM Express de tip 7 (3)



Modul COM Express **Basic** de tip 7 (© American Portwell Technology, Inc.)

Rezumat (1)

- **Cerințe** pentru sisteme înglobate: fiabilitate ridicată, întreținere simplă
 - Conectori cu pini metalici și socluri
 - Panouri frontale și sisteme de ghidare
 - Plăci de bază pasive
- Module **VME paralele**
 - Formate **Eurocard 3U, 6U și 9U**
 - Perechi de conectori **P/J**
 - Plăci de bază **standard, VME64x și VME320**
 - Sunt disponibile module cu **răcire prin conducție**

Rezumat (2)

- Module **VXS** (*VMEbus Switched Serial*)
 - Plăcile comutatoare au conexiuni punct la punct cu plăcile normale
 - Plăcile normale păstrează compatibilitatea cu modulele **VME**; conțin și un conector serial
 - Topologii ale plăcilor de bază **VXS**: stea simplă, stea duală, plasă, lanț
- Module **VPX**
 - Utilizează numai interconexiuni seriale
 - Conectori: **MultiGig RT2** (VPX Gen 4, 16 Gbiți/s), **MultiGig RT3** (VPX Gen 5, 25,8 Gbiți/s)

Rezumat (3)

- **CompactPCI** combină magistrala **PCI** paralelă cu formatele **Eurocard 3U** și **6U**
 - Placă de bază pasivă
 - Număr mai mare de socluri pentru periferice
- Modulele și plăcile de bază **CompactPCI Express** utilizează tehnologia **PCIe**
 - Plăci/socluri sistem, periferice, comutator
 - Conectori îmbunătățiți
- **CompactPCI PlusIO** păstrează magistrala **PCI** de 32 biți și o extinde cu legături/interfețe seriale

Rezumat (4)

- **CompactPCI Serial** înlocuiește magistrala **PCI** paralelă cu interconexiuni seriale
 - Topologie stea
 - Legături **PCIe** și diferite interfețe: **SATA/SAS, USB, Ethernet**
- **Modulele mezanin** sunt inserate în module principale într-o configurație stivă
- **Switched Mezzanine Card (XMC)** se bazează pe formatul precedent **PCI Mezzanine Card (PMC)**
 - Extinde formatul **PMC** cu interconexiuni seriale și noi conectori mezanin

Rezumat (5)

- Formatul **FPGA Mezzanine Card (FMC)** a fost dezvoltat pentru comunicarea cu circuite FPGA amplasate pe o placă purtătoare
 - Formatul **FMC+** utilizează un conector îmbunătățit și crește numărul benzilor seriale
- **COM Express** definește o familie de module cu diferite dimensiuni și tipuri
 - Se pot utiliza pentru calculatoare pe o placă
 - Dimensiuni: **Mini, Compact, Basic, Extended**
 - Cele mai utilizate tipuri de configurații ale pinilor: **tip 10, tip 6, tip 7**

Noțiuni, cunoștințe (1)

- Caracteristici ale formatului CompactPCI
- Avantaje ale formatului CompactPCI
- Plăci și socluri CompactPCI Express
- Magistralele și interfețele CompactPCI PlusIO
- Arhitectura CompactPCI Serial
- Interfețele CompactPCI Serial
- Avantaje ale modulelor mezanin
- Caracteristici ale formatului XMC

Noțiuni, cunoștințe (2)

- Caracteristici ale formatului FMC
- Îmbunătățiri introduse de formatul FMC+
- Dimensiuni și tipuri de module COM Express
- Avantaje ale utilizării modulelor COM Express
- Magistrale și interfețe incluse pe modulele COM Express de tip 10
- Deosebiri între modulele COM Express de tip 6 și de tip 10