

Cuprinsul cursului

- 1. Introducere
- 2. Metode pentru operații de I/E
- 3. Magistrale
- 4. Module de extensie pentru sisteme înglobate
- 5. Afișaje ale calculatoarelor
- 6. Adaptoare grafice
- 7. Discuri optice

4. Module de extensie pentru sisteme înglobate

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

Cerințe pentru sisteme înglobate (1)

- **Sisteme înglobate** utilizate în: automatizări industriale, transporturi, apărare
- **Cerințe:** fiabilitate ridicată, întreținere simplă
- Calculatoarele de birou utilizează:
 - **Contacte cu lamele** pentru conectori
 - **Plăci de bază active**
- Într-un mediu industrial sau militar, placa de bază este expusă la solicitări mecanice

Cerințe pentru sisteme înglobate (2)

- Fiabilitate ridicată:
 - Conectori cu pini metalici și socluri
 - Panouri frontale pentru fixare, ghidaje
 - Plăci de bază pasive – numai conectori
- Întreținere simplă:
 - Timp redus necesar reparațiilor – defectele unei plăci de bază pasive sunt rare
 - Înlocuirea simplă a plăcilor
- De obicei, se utilizează magistrala VME

4. Module de extensie pentru sisteme înglobate

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

Module VME

- Module VME
 - Module VME paralele
 - Module VXS
 - Module VPX

Module VME paralele (1)

- Dimensiuni ale modulelor VME paralele
 - Înălțime simplă: 3U x 160 mm (U – unitate de măsură; 1U = 1.75" = 44,45 mm)
 - Înălțime dublă: 6U x 160 mm
 - Înălțime triplă: 9U x 400 mm
- Module VME cu răcire prin conducție
 - Utilizate în aplicații militare și aerospațiale
 - Căldura este condusă prin placa de circuit imprimat sau printr-o placă de conducție

Module VME paralele (2)

- Plăci de bază VME

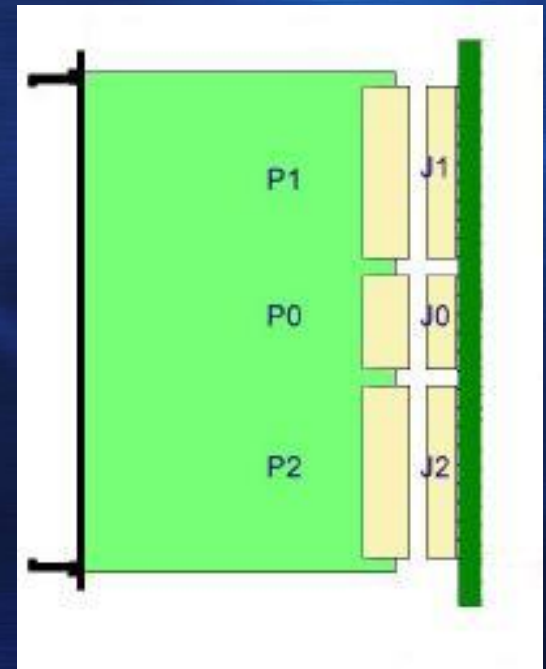
- Lungime de 19"; 1 .. 21 conectori
- **Standard**: conectori cu 3 rânduri
- **VME64x**: conectori cu 5 rânduri
- **VME320**

- Tipuri de conectori VME

- **P (Plug)**: amplasați pe module de extensie
- **J (Jack)**: amplasați pe placa de bază
- **P1/J1, P2/J2**: conectori cu 96 sau 160 pini

Module VME paralele (3)

- **P3/J3**: se pot include pe module **9U**
- **P0/J0**: module **VME64x**
 - Conectori cu 95 pini
 - Se pot utiliza pentru semnale de viteză ridicată
- Se pot amplasa conectori speciali între **P1/J1** și **P2/J2**, de ex., pentru:
 - Cablu coaxial
 - Cablu cu fibră optică



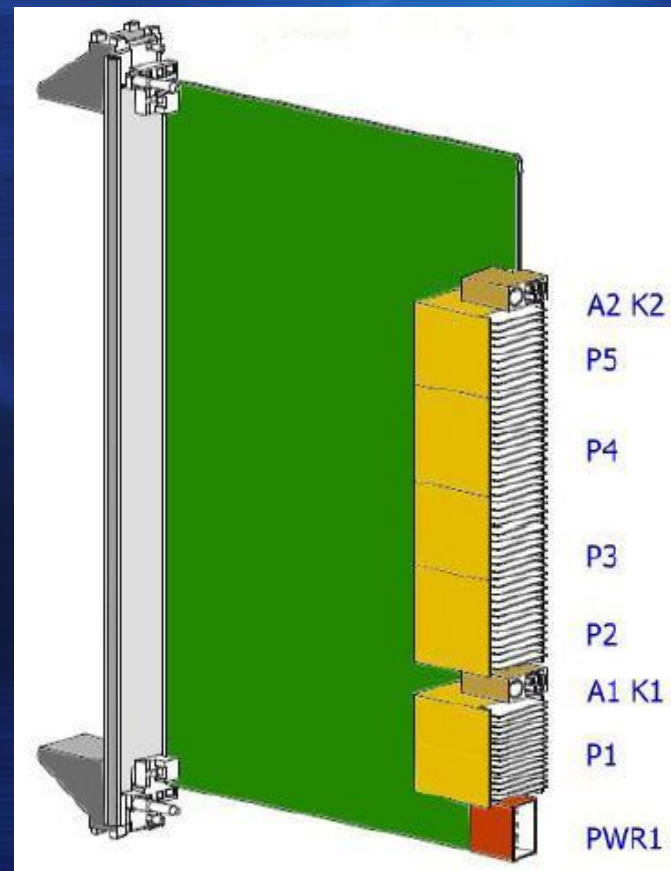
Module VME

- Module VME
 - Module VME paralele
 - Module VXS
 - Module VPX

Module VXS (1)

● Plăci VXS comutatoare

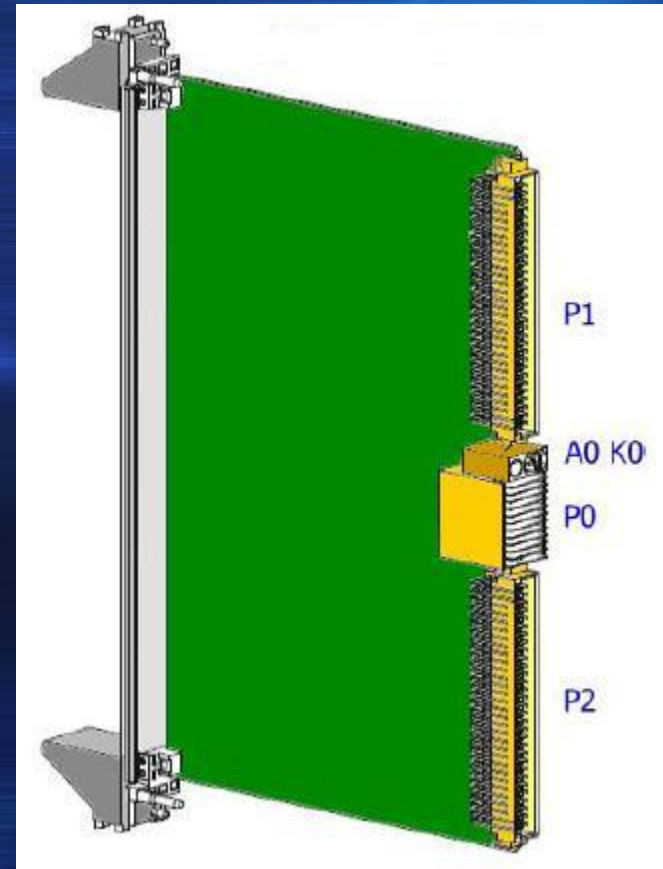
- Au conexiuni punct la punct cu celelalte plăci
- 6U x 160 mm
- Conectorii paraleli P1 și P2 sunt înlocuiți cu 5 conectori seriali (**P1** .. **P5**)
- Conectori MultiGig RT
- **A1 K1**, **A2 K2**: conectori de aliniere și cheie
- **PWR1**: conector de alimentare



Module VXS (2)

● Plăci VXS normale

- **P1, P2**: conectori paraleli VME64x; 5 rânduri
- **P0**: conector serial de viteză ridicată; 7 rânduri
- Conectorul **P0** asigură opt legături seriale duplex integral (până la 2,5 GB/s sau 5 GB/s în fiecare direcție)
- **A0 K0**: conector de aliniere și cheie

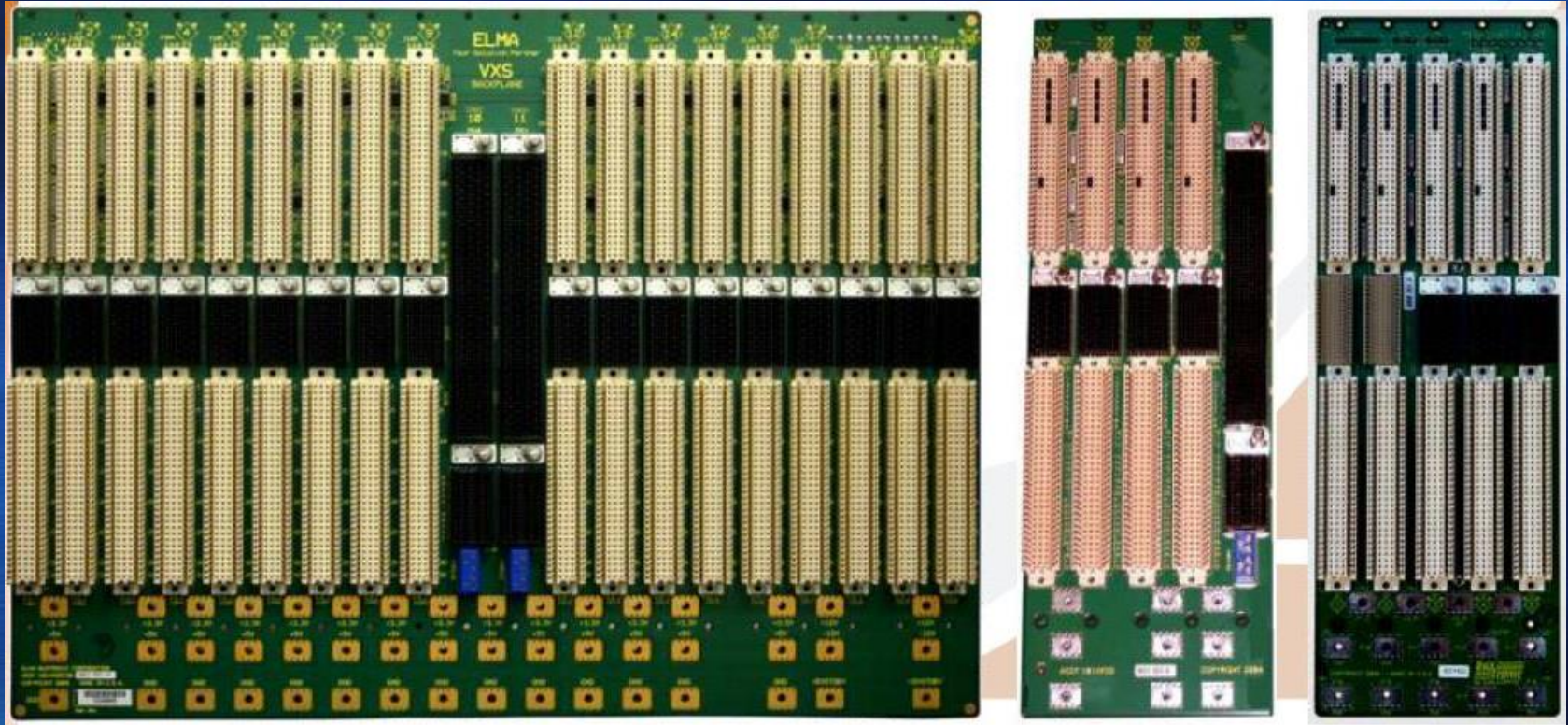


Module VXS (3)

● Plăci de bază VXS

- Configurație maximă: 18 plăci normale; 2 plăci comutatoare; 1 placă VME64x
- **Topologie stea simplă**: fiecare placă normală se conectează la o singură placă comutatoare
- **Topologie stea duală**: fiecare placă normală se conectează la ambele plăci comutatoare
- **Topologie plasă**: până la 3 plăci normale se conectează direct fără o placă comutatoare
- **Topologie în lanț**: fiecare placă normală se conectează cu plăcile vecine

Module VXS (4)



Topologii VXS: stea duală; stea simplă; plasă

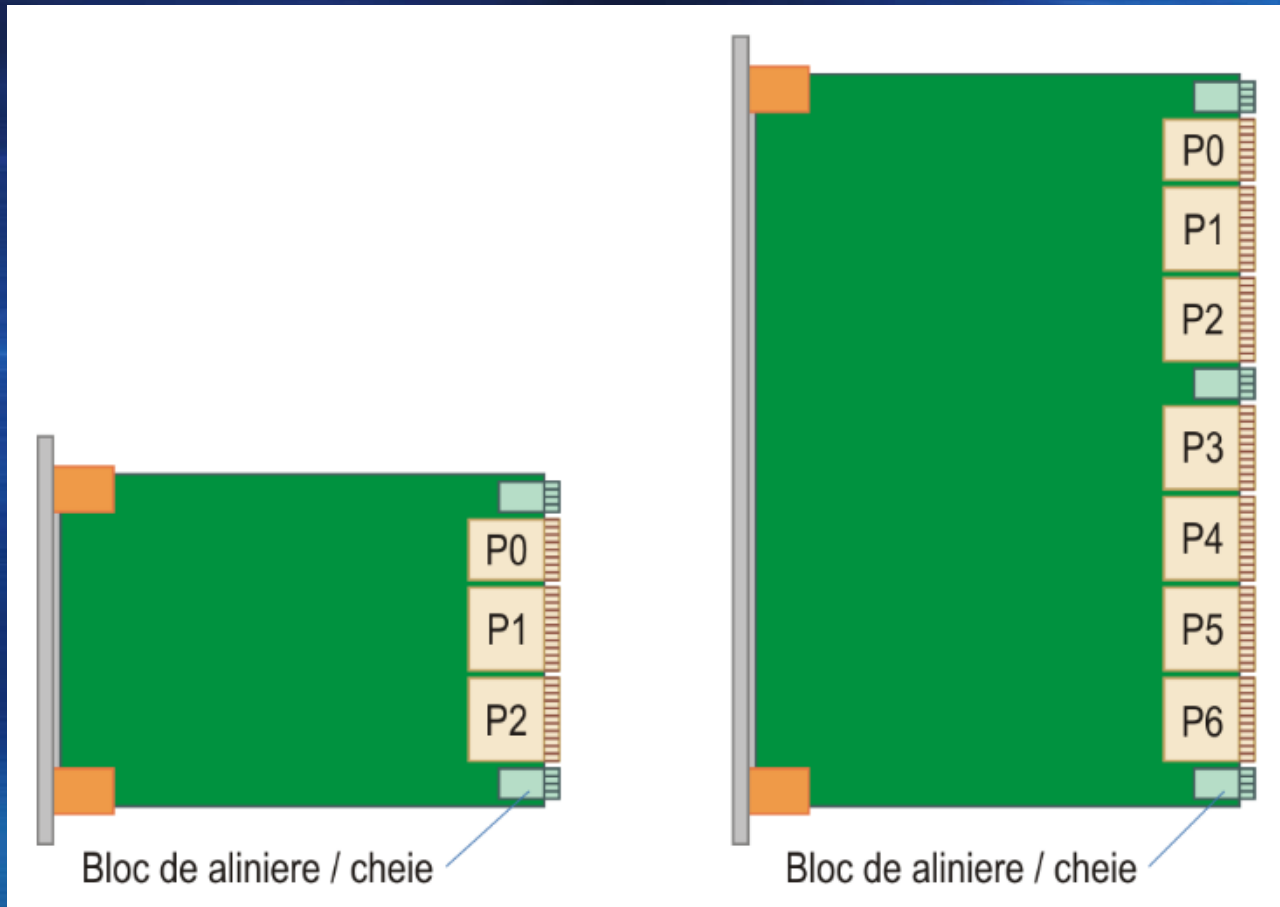
Module VME

- Module VME
 - Module VME paralele
 - Module VXS
 - Module VPX

Module VPX (1)

- Sunt păstrate formatele Eurocard 3U și 6U ale specificațiilor VME
 - Se pot utiliza și plăci de bază 6U hibride pentru conectarea plăcilor VME64, VXS, VPX
- VPX Gen 4: conectori MultiGig RT2
 - Rate de transfer de până la 16 Gbiți/s
 - Module 3U: trei conectori (P0 .. P2)
 - Module 6U: șapte conectori (P0 .. P6)
 - Prevăzute cu blocuri de aliniere/cheie robuste

Module VPX (2)

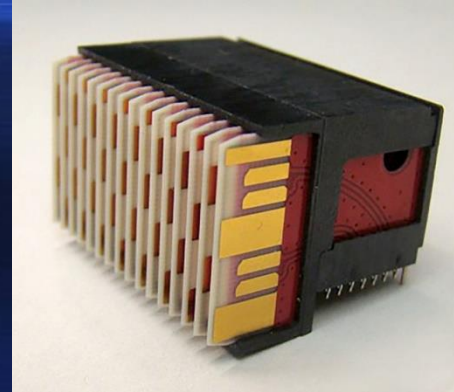


Module VPX (3)

- **Conector P0**
 - 8 x 7 contacte
 - Alimentare, resetare sistem, ceas de referință, gestiunea magistralei, alte semnale utilitare
- **Conector P1**
 - 16 x 7 contacte
 - 32 perechi diferențiale, 8 semnale simple
- **Conectorii P2 .. P6**
 - Identici cu P1 din punct de vedere mecanic
 - În total, 128 de perechi diferențiale pentru I/E definite de utilizatori

Module VPX (4)

- VPX Gen 5: conectori MultiGig RT3
 - Rate de până la 25,8 Gbiți/s
 - Compatibili cu conectorii MultiGig RT2
 - Contacte: circuite imprimate cu plăci aurite



Stânga: MultiGig RT2; dreapta: MultiGig RT3
(© Tyco Electronics)

Module VPX (5)



Modul VPX 6U (© Extreme Engineering Solutions)

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)

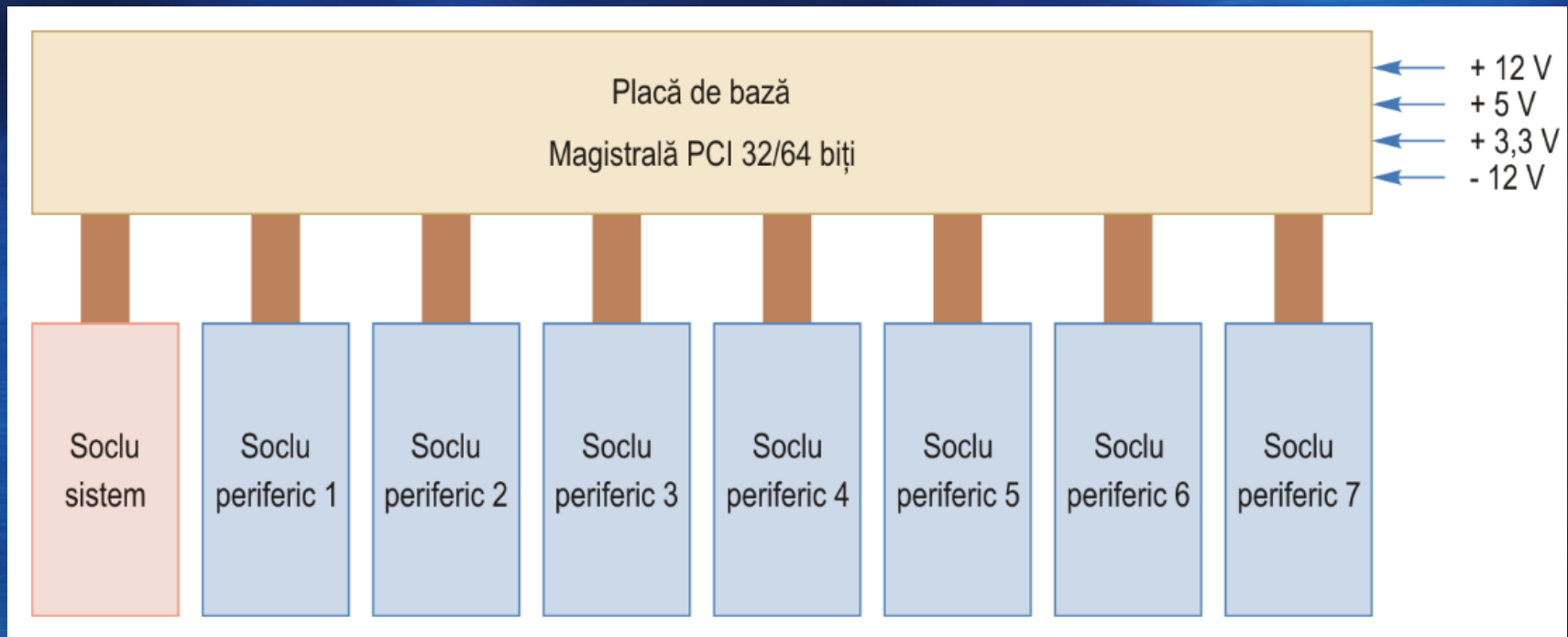
The logo for CompactPCI, featuring the text "CompactPCI" in a bold, italicized, sans-serif font, with a registered trademark symbol (®) at the end. The logo is set against a white rectangular background.

- 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**)

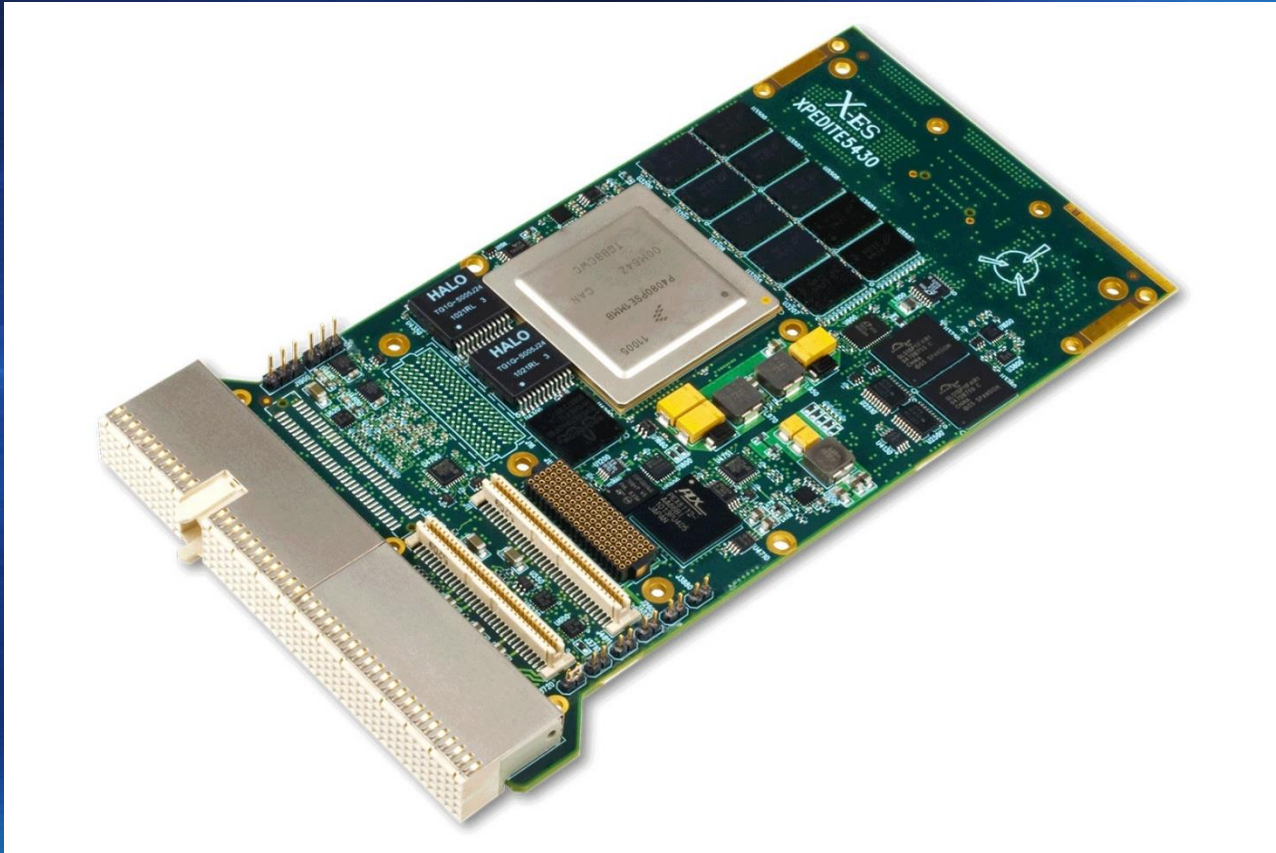
Prezentare generală CompactPCI (3)



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)



Şasiu 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 **PCle** de către plăcile de bază **CompactPCI**
 - Revizia 2.0: suport pentru generația 2 (Gen 2) și generația 3 (Gen 3) a magistralei **PCle**
- 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

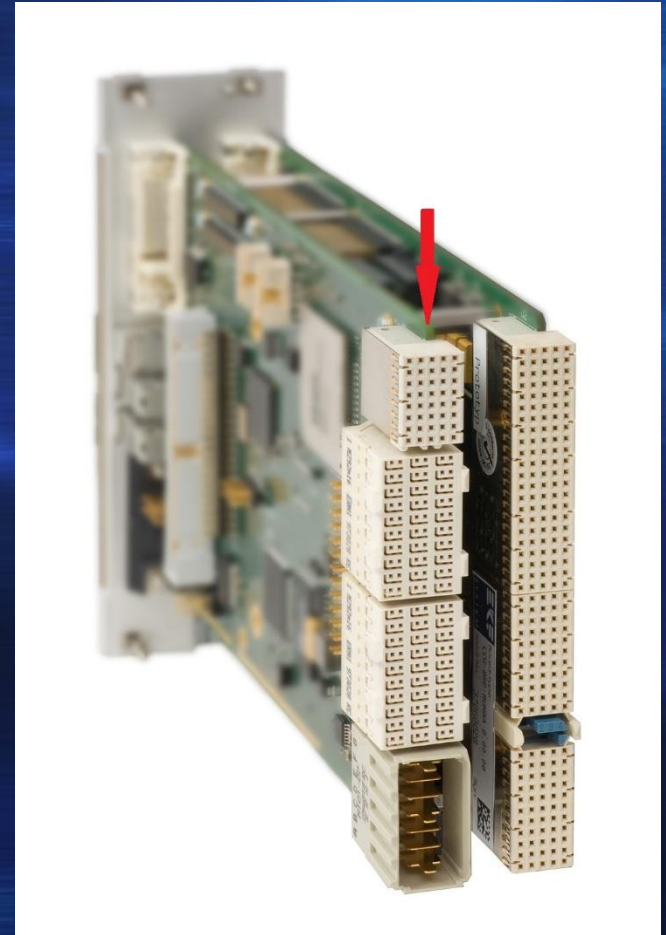
Module CompactPCI Express (3)

● 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)

- 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

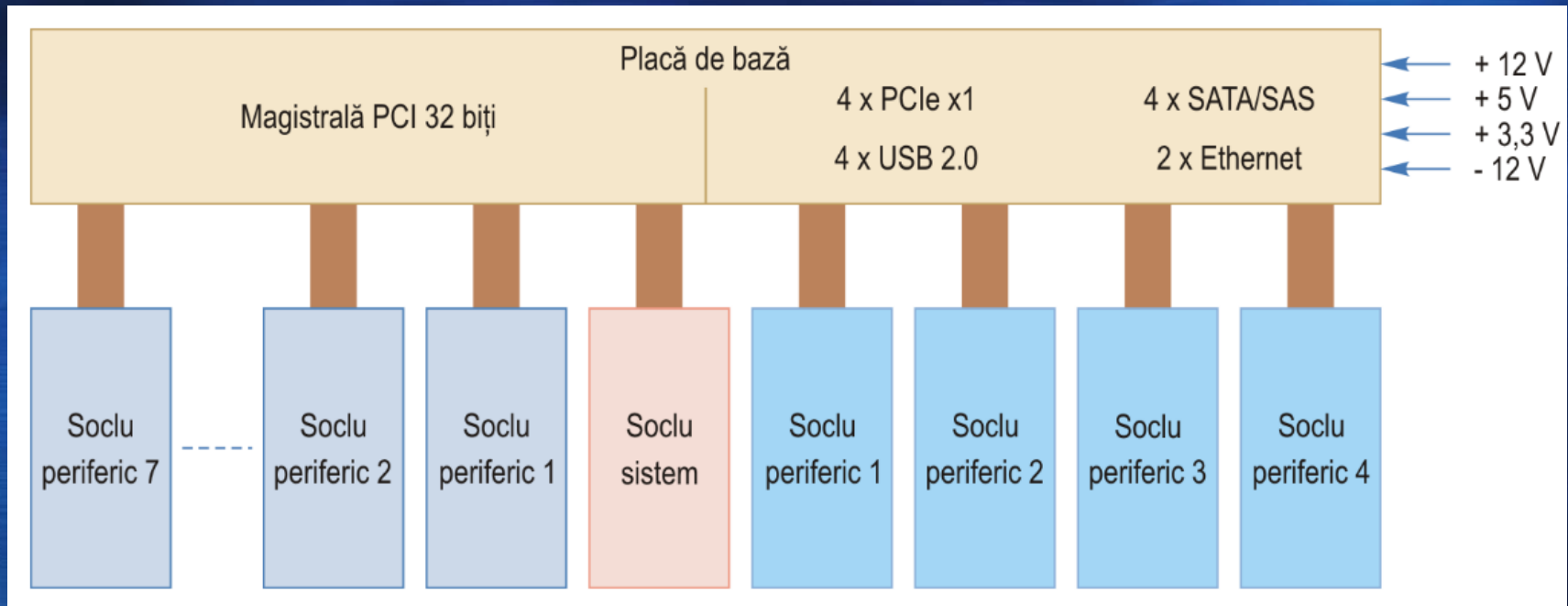
Module CompactPCI

- 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 **PCle** (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

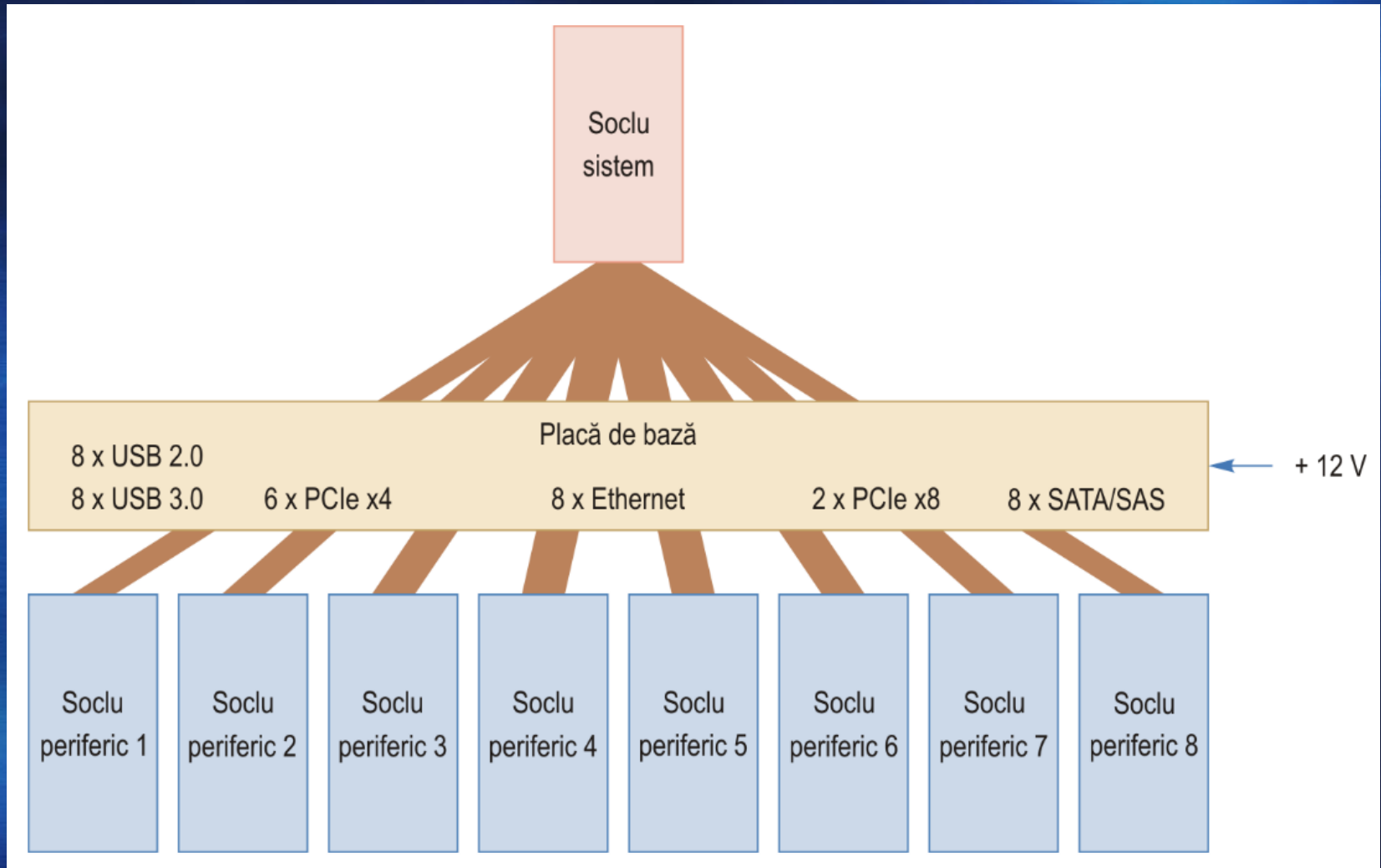
- Module CompactPCI
 - Prezentare generală CompactPCI
 - Module CompactPCI Express
 - Module CompactPCI PlusIO
 - Module CompactPCI Serial

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)

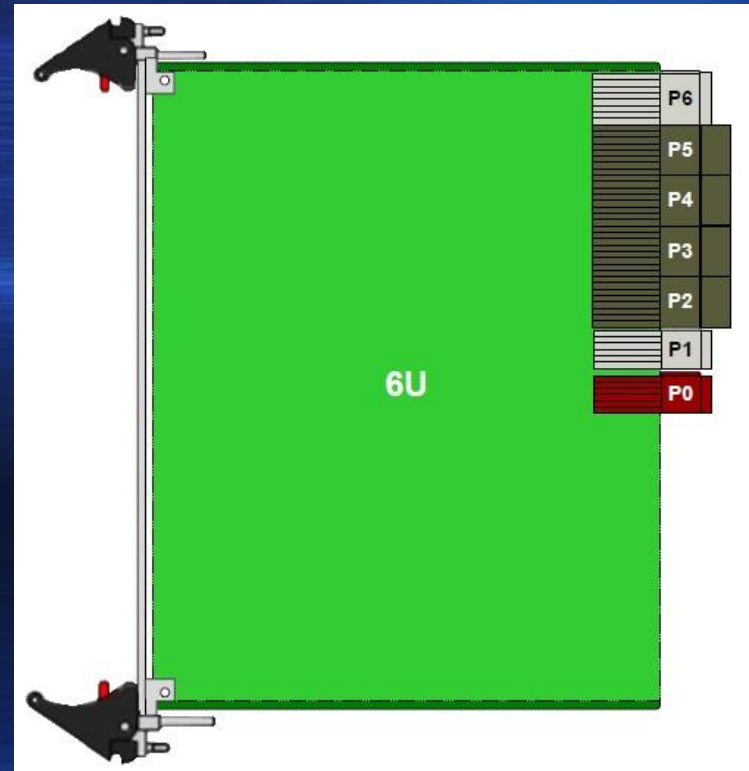


Module CompactPCI Serial (3)

- **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**

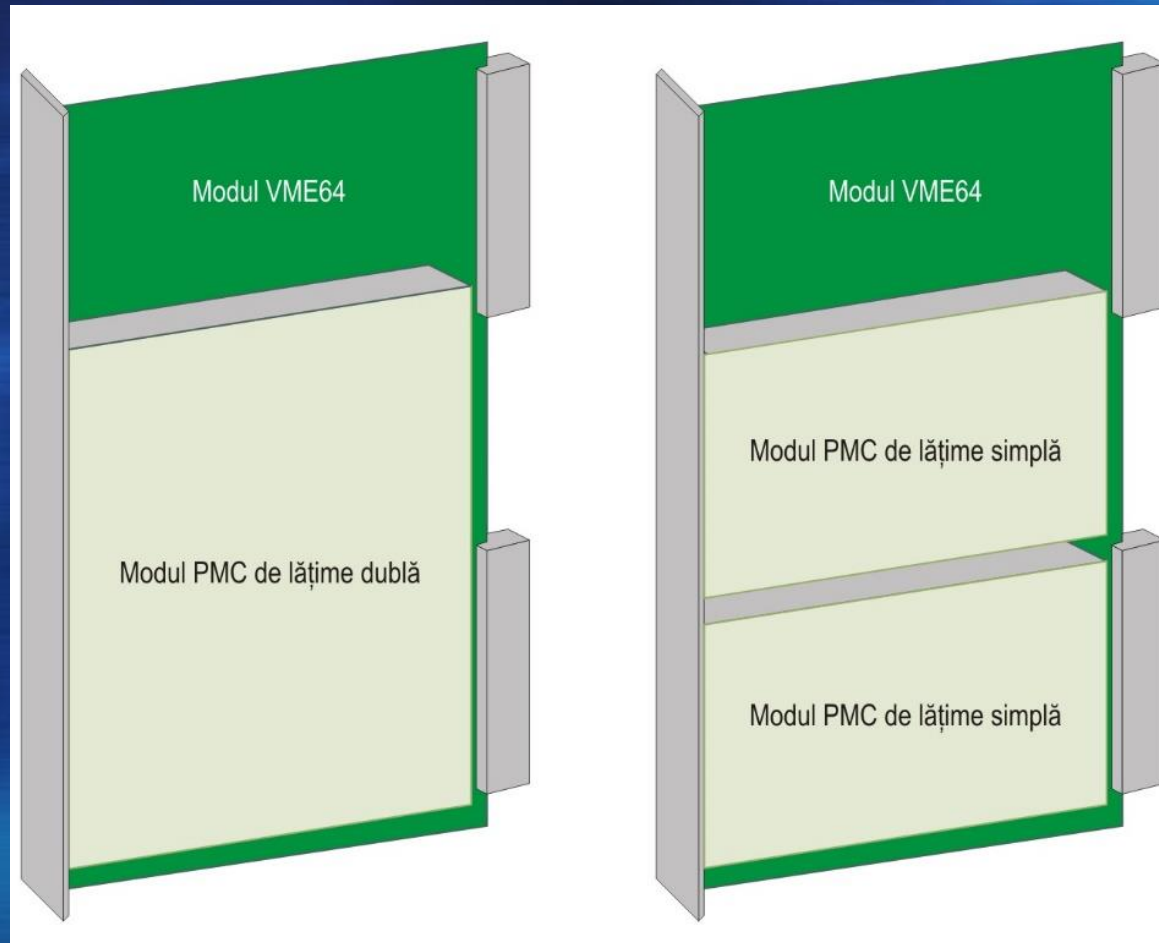
Module mezanin

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

Module mezanin precedente (1)

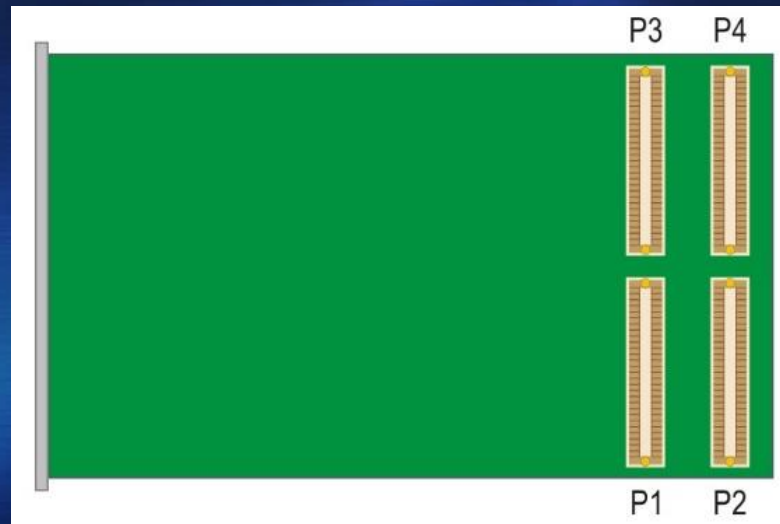
- Common Mezzanine Card (CMC)
 - Standard IEEE 1386
 - Specifică o placă și conector pentru magistrala VME
- PCI Mezzanine Card (PMC)
 - Extensie a standardului IEEE 1386
 - Combină caracteristicile electrice ale magistralei PCI cu cele mecanice ale CMC
 - Module PMC cu lățime simplă și lățime dublă
 - 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 mezanin XMC
 - Module mezanin FMC

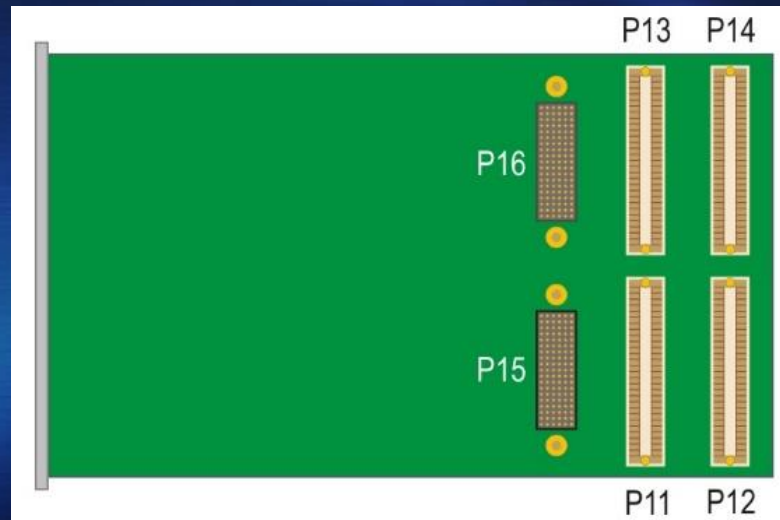
Module mezanin XMC (1)

- **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 mezanin 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 mezanin XMC (3)



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

Module mezanin

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

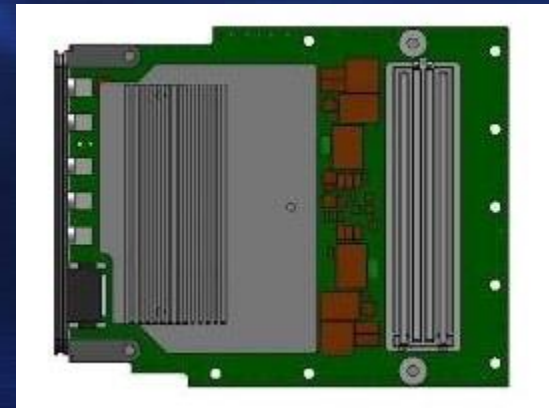
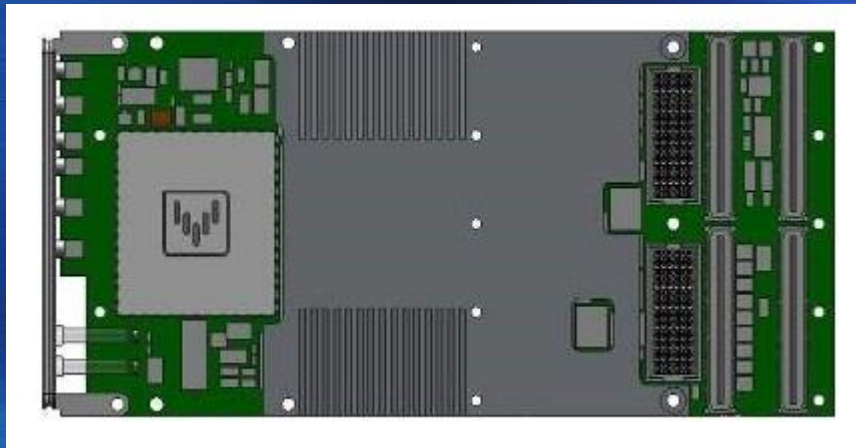
Module mezanin FMC (1)



- **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 mezanin 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 mezanin 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 mezanin 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 mezanin 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 mezanin 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 (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

Module COM Express (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)

Module COM Express (3)

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

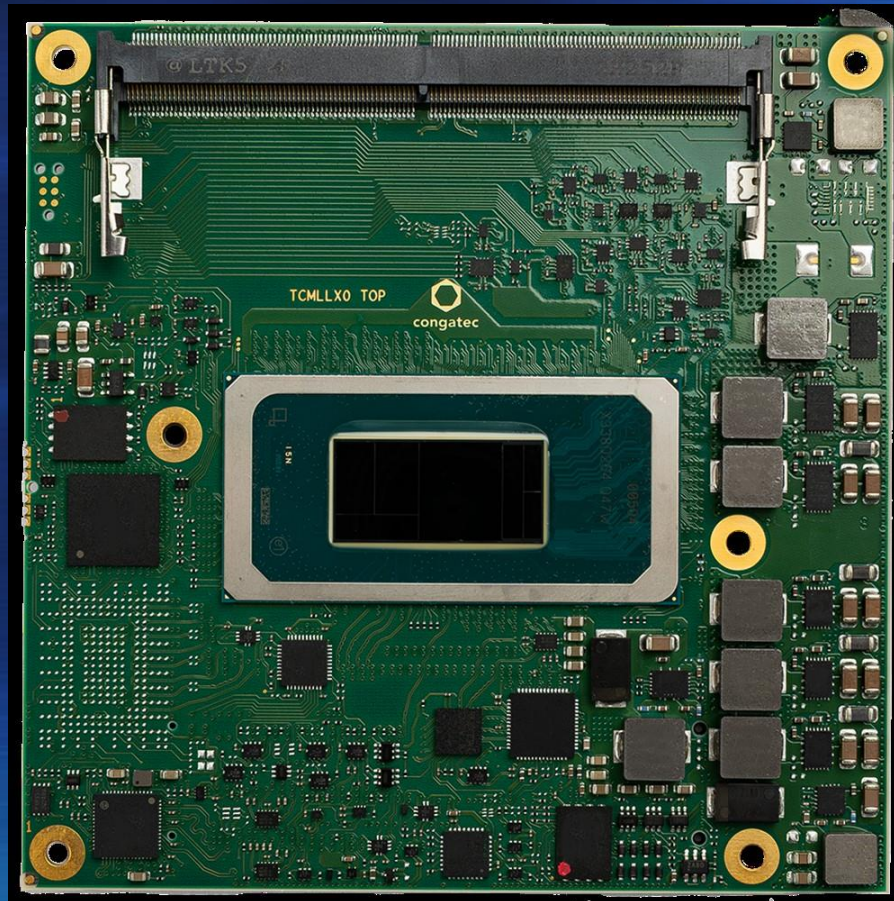


Module COM Express (4)

● Tipuri de module

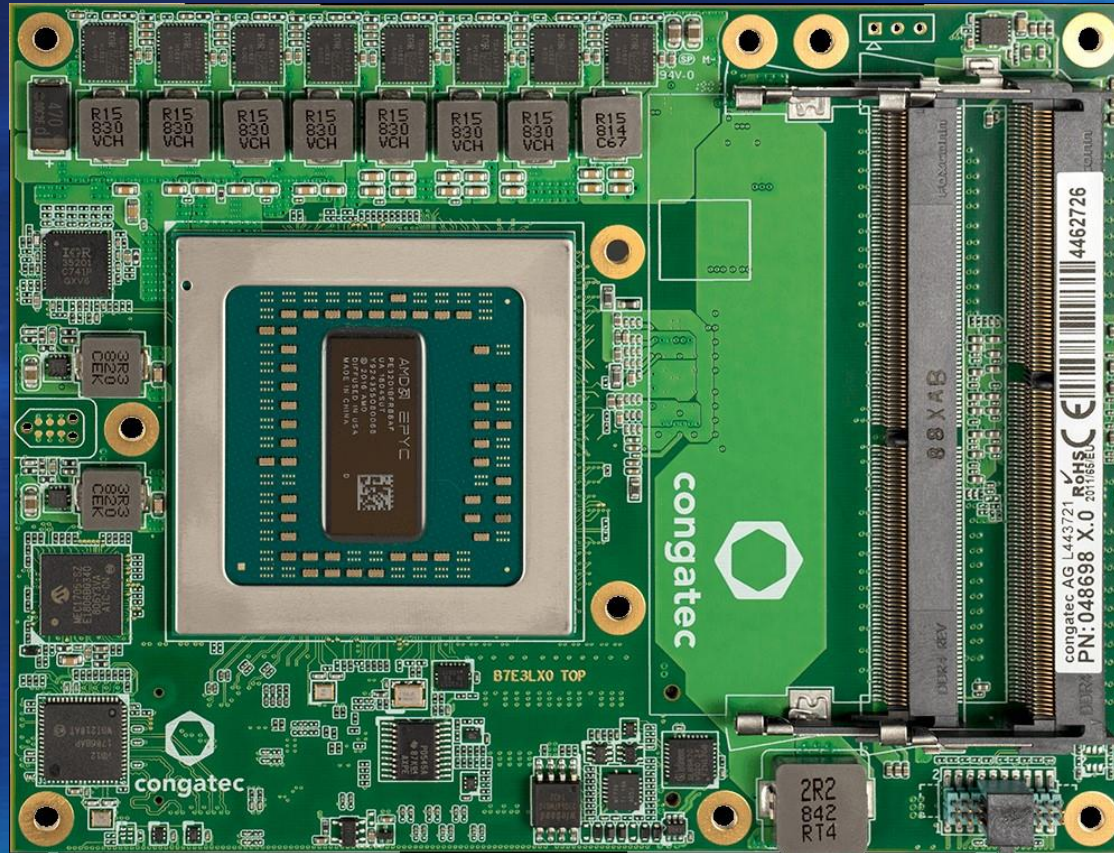
- Fiecare tip conține anumite interfețe și are o configurație diferită a pinilor
- Tipuri de module definite în prezent: 1, 10, 2, 3, 4, 5, 6 și 7
- **Tip 1, tip 10**: un singur conector
- Cele mai utilizate: **tip 10, tip 6**
- **Tip 7**: definit în revizia 3.0 pentru servere
- Putere consumată: 68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

Module COM Express (5)



Modul COM Express **Compact** de **tip 6** cu procesor Intel Core Ultra (© congatec GmbH)

Module COM Express (6)



Modul COM Express **Basic** de **tip 7** cu procesor AMD EPYC Embedded 3000 (© congatec GmbH)

Module COM Express (7)

- **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

Module COM Express (8)

● 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

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 **PCle**
 - 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)

- Cerințe pentru sisteme înglobate
- Tipuri de module VME paralele
- Module VME cu răcire prin conducție
- Plăci VXS comutatoare
- Plăci VXS normale
- Topologii ale plăcilor de bază VXS
- Caracteristici ale formatului CompactPCI
- Avantaje ale formatului CompactPCI
- Plăci și socluri CompactPCI Express

Noțiuni, cunoștințe (2)

- Magistralele și interfețele CompactPCI PlusIO
- Arhitectura și interfețele CompactPCI Serial
- Avantaje ale modulelor mezanin
- Caracteristici ale formatului XMC
- Caracteristici ale formatului FMC
- Îmbunătățiri introduse de formatul FMC+
- Dimensiuni și tipuri de module COM Express
- Avantaje ale utilizării modulelor COM Express