

**SEMESTRÁLNÍ PRÁCE Z PŘEDMĚTU SPECIÁLNÍ  
ČÍSLICOVÉ SYSTÉMY**

**Mikroprocesor Neuromatrix NM6403**



**NM6403 Digital Signal  
Processor**

**PRAHA 2005**

**MARTIN PODZEMNÝ**

## NeuroMatrix® NM6403 RISC/DSP Microprocessor

NeuroMatrix® NM6403 je velmi výkonný dvou-jádrový mikroprocesor s kombinací VLIW/SIMD architektury. Architektura obsahuje dvě základní jednotky: 32-bit RISC jádro a 64-bit VECTOR ko-procesor, který podporuje vektorové operace s elementy variabilní bitové délky. Obsahuje dvě identické programovatelné rozhraní pro práci s mnoha typy pamětí a také dva komunikační porty kompatibilními s TI DSP TMS320C4x, který umožňuje stavbu multi-procesorových systémů.



### Vlastnosti:

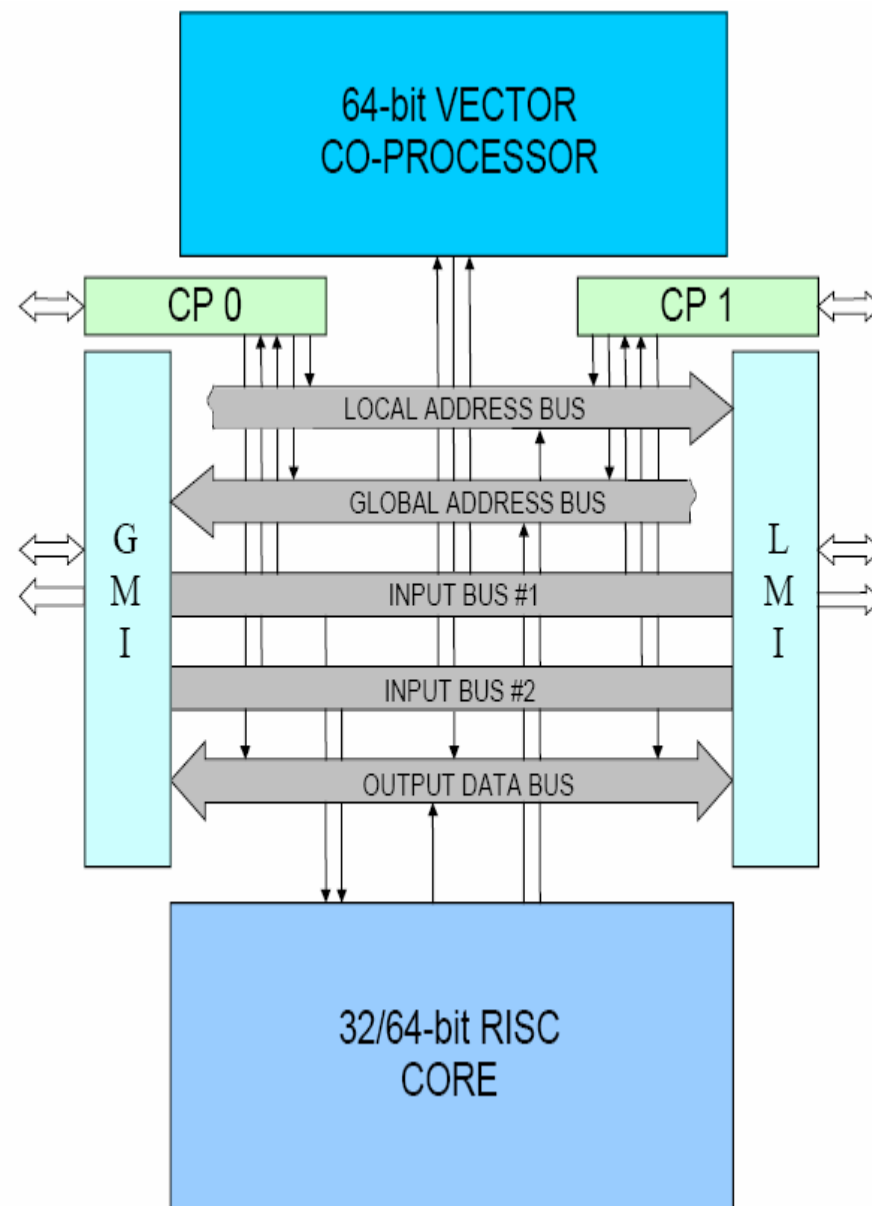
- Taktovací kmitočet - 40 MHz (25ns čas instrukčního cyklu);
- Použita CMOS 0.5 um technologie.;
- BGA256 pouzdro;
- Nízké napětí od 3.0 V do 3.6 V;
- Výkonová spotřeba @50 MHz kolem 1.6 W;
- Rozsah pracovních teplot: -60...+85 C.

## RISC-jádro

- 5-stupňové pipelines 32-bit RISC;
- procesorové instrukce 32 a 64 bit šířky (obvykle dvě operace spuštěny každou instrukcí );
- dva adresové generátory, adresový prostor - 16 GB;
- dvě 64 bit programovatelné rozhraní se SRAM/DRAM sdílenou pamětí;
- data formát: 32-bit digit integers;
- registry:
  - 8 z 32 bit obecných registrů;
  - 8 z 32 bit adresové registry;
  - speciální kontrolní a stavové registry;
- Dva rychlé I/O komunikační porty z bytovou šířkou hardwarově kompatibilní s TMS320C4x.

## VECTOR ko-procesor

- 1-64 bit délka slova vektorových operandů a produktů;
- datový formát: integer data ve 64-bit blocích ve formě variabilní délky slov od 1 do 64 bitů každé zvlášť;
- hardwarová podpora vektor-matice nebo matice-matice multiplikací;
- On-chip saturační funkce;
- On-chip tři 32\*64 bit RAM bloky.

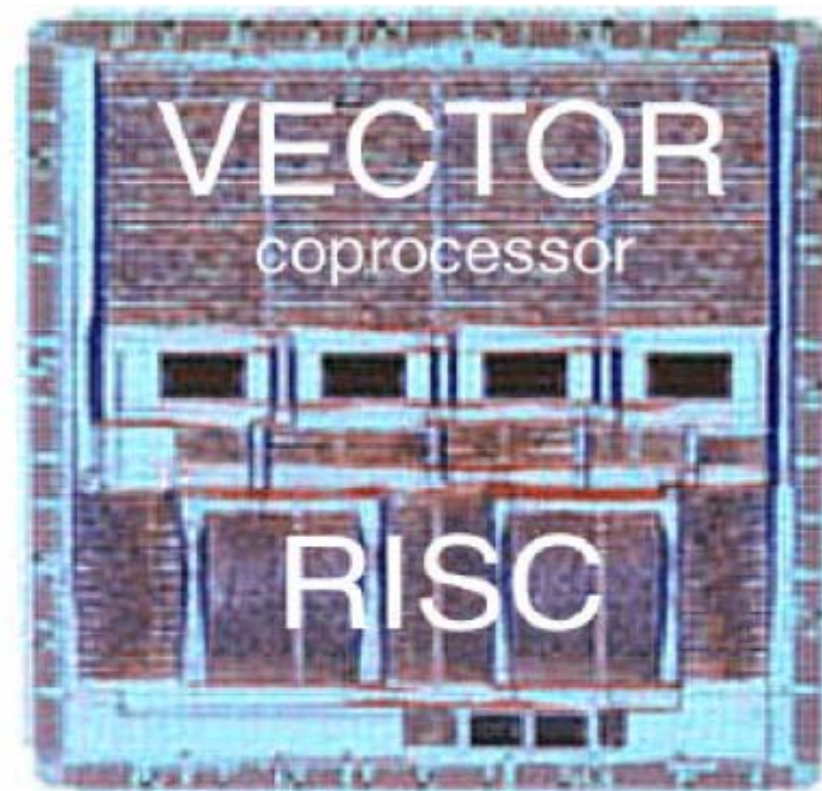


## Použití:

- Akcelerátory pro PC a pracovní stanice pro:
  - emulaci neuronových sítí;
  - signálový procesing;
  - obrazový procesing;
  - akcelerace vektorových a maticových počtů;
- telekomunikace;
- vestavěné systémy;
- základní blok pro stavbu rozsáhlých super paralelních výpočetních systémů.

## Výkon:

- skalární operace:
  - 40 MIPS;
  - 120 MOPS pro 32 bitová data;
- vektorové operace:
  - od 40 do 11.500+ MMAC (milionů multiplikací a akumulací za sekundu);
- I/O a rozhraní:
  - dvě programovatelné externí 64bit paměti s propustností k 800 MB/sec;
  - I/O komunikační porty s propustností až 20 MB/sec každý.



**NM6403 DSP Layout**

## Srovnávací testy

Typ procesoru	Sobel Transform (Frame Size: 384x288 bytes)	256-point FFT (32-bit data)
Intel, Pentium II, 300 MHz	N/A	200 usec.
Intel, Pentium, 200 MHz	21 frames/sec	N/A
Texas Instruments, TMS320C40, 50 MHz	6.80 frames/sec	464 usec. (11588 cycles)
RC "Module", NM6403, 40 MHz	68 frames/sec	102 usec. (4070 cycles)
Typ procesoru	Hadamard Transform (21 step, Initial Data: 5 bit)	Forward Propagation (1024 layers, 1024 neurons/layer)
Intel, Pentium II, 300 MHz	2.58 sec	N/A
Intel, Pentium, 200 MHz	2.80 sec	N/A
Texas Instruments, TMS320C40, 50 MHz	N/A	N/A
RC "Module", NM6403, 40 MHz	0.45 sec	1.54 sec

## vývojový software:

- C překladač;
- assembler;
- linker.
- Debugger
- Instruction Level Simulator
- Source Code Debugger
- C Run Time Library

## Funkční diagram

NM6403 je navržený pro práci s 32-bit skalárními daty a vektory variabilních bitových délek pakovaných do 64-bit datových slov.

Mikroprocesor zahrnuje následující funkční prvky:

- **RISC CORE** – Základní funkční blok navržený pro aritmetické a logické výpočty a posunové operace s 32-bit daty, 32-bit adresové výpočty dat a instrukcí pro přístup do paměti a kontrolu procesoru.
- **VCP** – Vektorový koprocessor slouží k aritmetickým a logickým operacím s 64-bit pakovanými slovy s variabilní bitovou délkou vektorových dat.
- **LMI** a **GMI** – dvě identické rozhraní programovatelných externích pamětí. Každá je spojena s externí pamětí s velikostí 231 32-bit slov. Procesor podporuje 32-bit a 64-bit paměťový přístup. Je zpřístupněna také dvě

sekvenční paměťová slova. Paměťový přístup je přes 15-bit adresovou sběrnici v časově sdíleném módu pro adresovou stránku a adresy do paměti. Paměťové banky připojené do rozhraní programovatelných pamětí může mít velké množství různých velikostních i časových parametrů. Také každé rozhraní programovatelných pamětí podporuje tři módy sdílené paměti pro jednoduchý návrh více-procesorových systémů.

□ **CP0** a **CP1** – dva identické komunikační porty. Každý z nich umožňuje point-to-point datový přenos přes obousměrný link bytové šířky mezi procesorem a externím zařízením. Porty jsou navrženy pro design na NM6403 založených velmi výkonných multi-procesorových systémů. Komunikační porty jsou kompatibilní s TMS320C4x. Každý komunikační port obsahuje DMA jednotku, která umožňuje 64-bit datový transport mezi portem a externí pamětí připojenou na globální, či lokální sběrnici.

Procesor obsahuje pět interních sběrnicí pro rychlou datovou výměnu mezi funkčními bloky:

□ **LOCAL ADDRESS BUS** a **GLOBAL ADDRESS BUS** jsou užity pro přenos instrukčních adres generovaných RISC jádrem a datové adresy generované RISC jádrem v program módu

a komunikačním portem v DMA módu pro příslušné rozhraní programovatelné paměti pro přístup do paměti.

□ **OUTPUT DATA BUS** je užita pro přenos dat, která mají být zapsána do externí paměti z RISC jádra, vektorového koprocesoru a komunikačních portů do příslušného rozhraní programovatelné paměti.

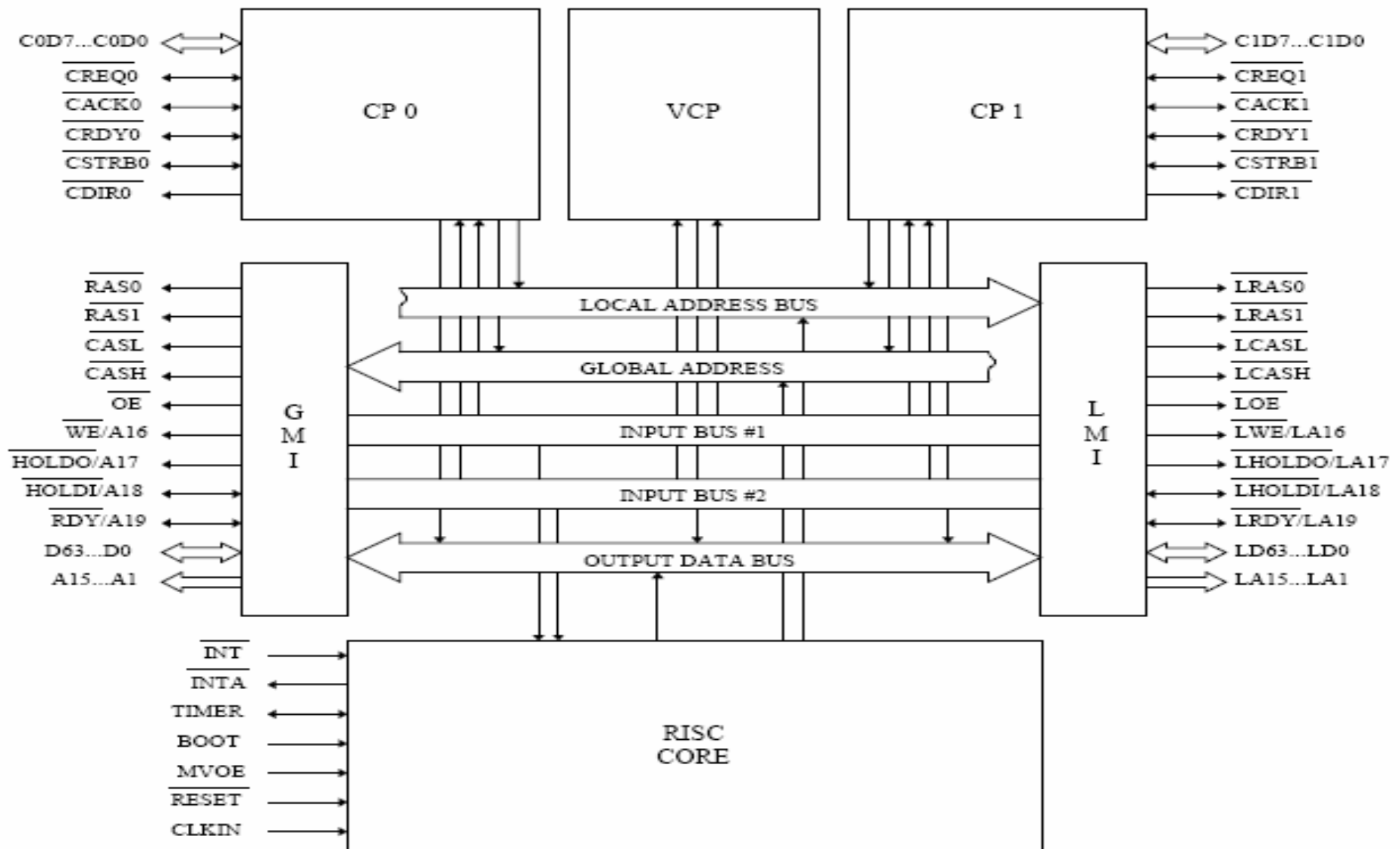
□ **INPUT BUS #1** a **INPUT BUS #2** jsou použity pro přenos instrukcí a sběr dat z globální a lokální externí paměti příslušným rozhraním programovatelných pamětí do některé ze základních procesorových funkčních jednotek. Sběrnice *INPUT BUS #2* je výhradně obsazena skalárními daty a *INPUT BUS #1* je především

využívána pro vektorová data. Datový přenos v DMA módu a instrukční přenos může užívat kteroukoliv vstupní sběrnici.

Datový přenos z jednoho skalárního registru do jiného a okamžité nahrání konstant z instrukčního bufferu se děje přes rozhraní programovatelných pamětí při užití vnitřních *OUTPUT DATA BUS* a *INPUT BUS #2*.

Vnitřní sběrnice *INPUT BUS #1*, *INPUT BUS #2* a *OUTPUT DATA BUS* mají 64-bitovou šířku. Je umožněn 32-bit nebo 64-bit přenos operací/cyklů přes tyto sběrnice. Pro zvýšení efektivity při přenosu dat mezi 32-bit skalárními registry a mezi 32-bit registry a paměti jsou tyto registry spojeny do 64-bit registrových párů. Také procesor obsahuje několik 64-bit registrů. Proto je možné říci, že procesor podporuje 64-bit přenos operací se skalárními daty. Braní instrukcí je přes 64-bit slova. Každé slovo je jedna 64-bit instrukce nebo dvě 32-bit Instrukce.





## NeuroMatrix® MC431 Single-DSP PCI Evaluation Board

MC431 je Single-DSP PCI deska navržena pro softwarové vyhodnocování a tvorbu systémových prototypů na NM6403 DSP. MC431 je levné řešení, které může být použito pro výuku NeuroMatrix® architektury a Software Development Kitu. Obsahuje jeden NM6403 DSP, 4MB SRAM a dva komunikační porty.

NM6403 DSP má přístup do dvou 2MB SRAM bank (jedna banka na každou sběrnici). Jedna banka je přístupná pro čtení/zápis s procesoru i PCI sběrnice. MC431 má dva externí komunikační porty pro připojení vstupně/výstupních zařízení

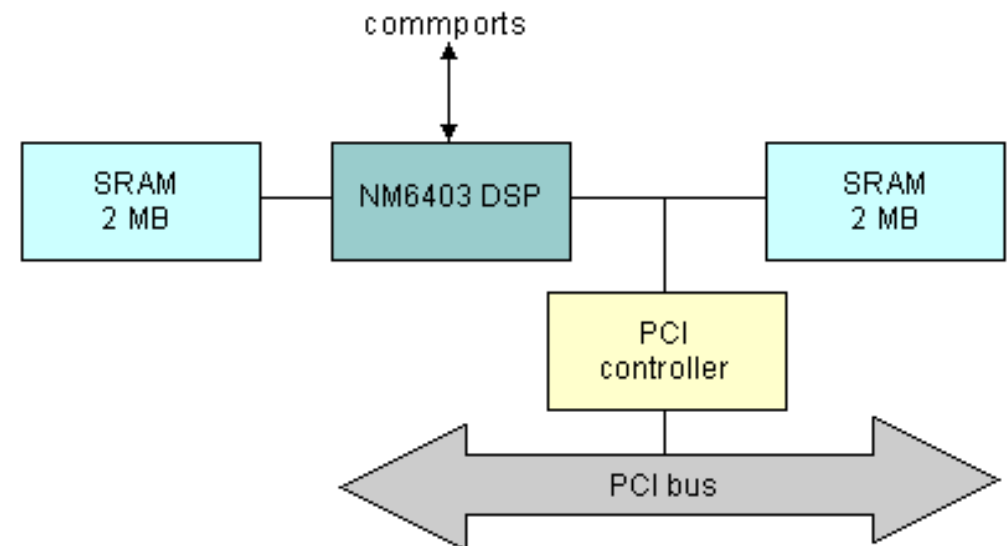


### Vlastnosti:

- Nízko-cenový výkonný vector-matrix engine - NM6403 DSP
- 4 MB SRAM
- Dva I/O komunikační porty hardwarově kompatibilní s TI 'C40 DSP
- PCI host interface

### Podpůrný Software:

- NeuroMatrix® NM6403 Software Development Kit



- NeuroMatrix Processing Library

## Specifikace:

Procesor:	jeden 32/1-64-bit NeuroMatrix® NM6403 RISC/DSP procesor
Výkon:	Skalární operace s 32-bit daty až 120 MOPS (špička) Vektorové operace s 8-bit daty až 960 MMAC (špička)
Paměť:	4 MB SRAM
Napájení:	zdroj 5.0V / 3.3V přibližná spotřeba 2.0 W
Vstup/Výstup:	Dva komunikační porty s propustností až 15 MB/sec každý PCI bus s propustností až 132 MB/sec
Design:	Poloviční PCI deska

## Použití:

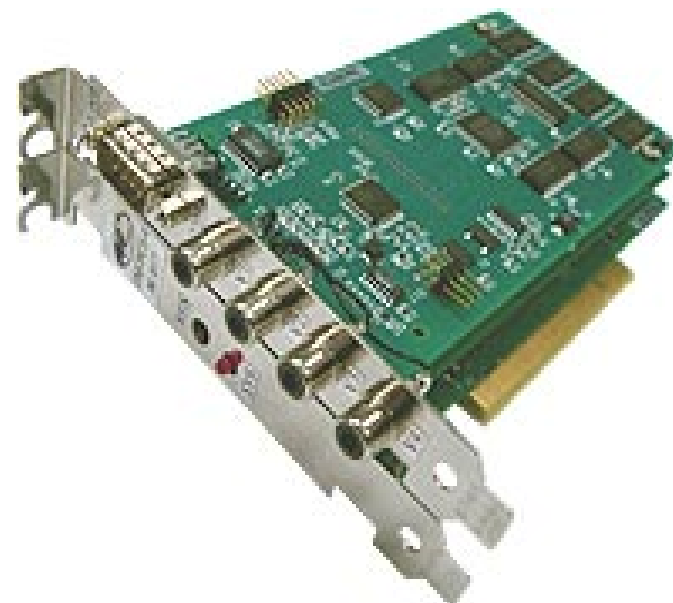
- Digitální Signálový Procesing
- Video-image procesing
- Neuronové Síťe
- Vector-maticové kalkulace

## NeuroMatrix® BM1 PCI/CompactPCI Video Image Processing (VIP) Development Set

BM1 je nekonzfigurovatelný vysoce výkonný více DSP-procesorový set navržený pro zpracování videa a obrazu v reálném čase a umělé neuronové sítě..

### Vlastnosti:

- Modulární Design
- Jedno nebo dvoj NeuroMatrix® CPU deska
- Až dva I/O na desce vybaveny snímkovým grabberem, RS-232/485 interfacem a watchdog
- PCI nebo CompactPCI Carrier Board



BM1 VIP set může být vybaven PCI nebo 3U CompactPCI Carrier Board a dvěma snímkovými grabery. To umožňuje užívat BM1 jako vývojový systém k získávání a zpracování video dat v reálném čase. Kompaktní design BM1 umožňuje použití zároveň jak části desktopového systému nebo začlenění do nějaké aplikace.

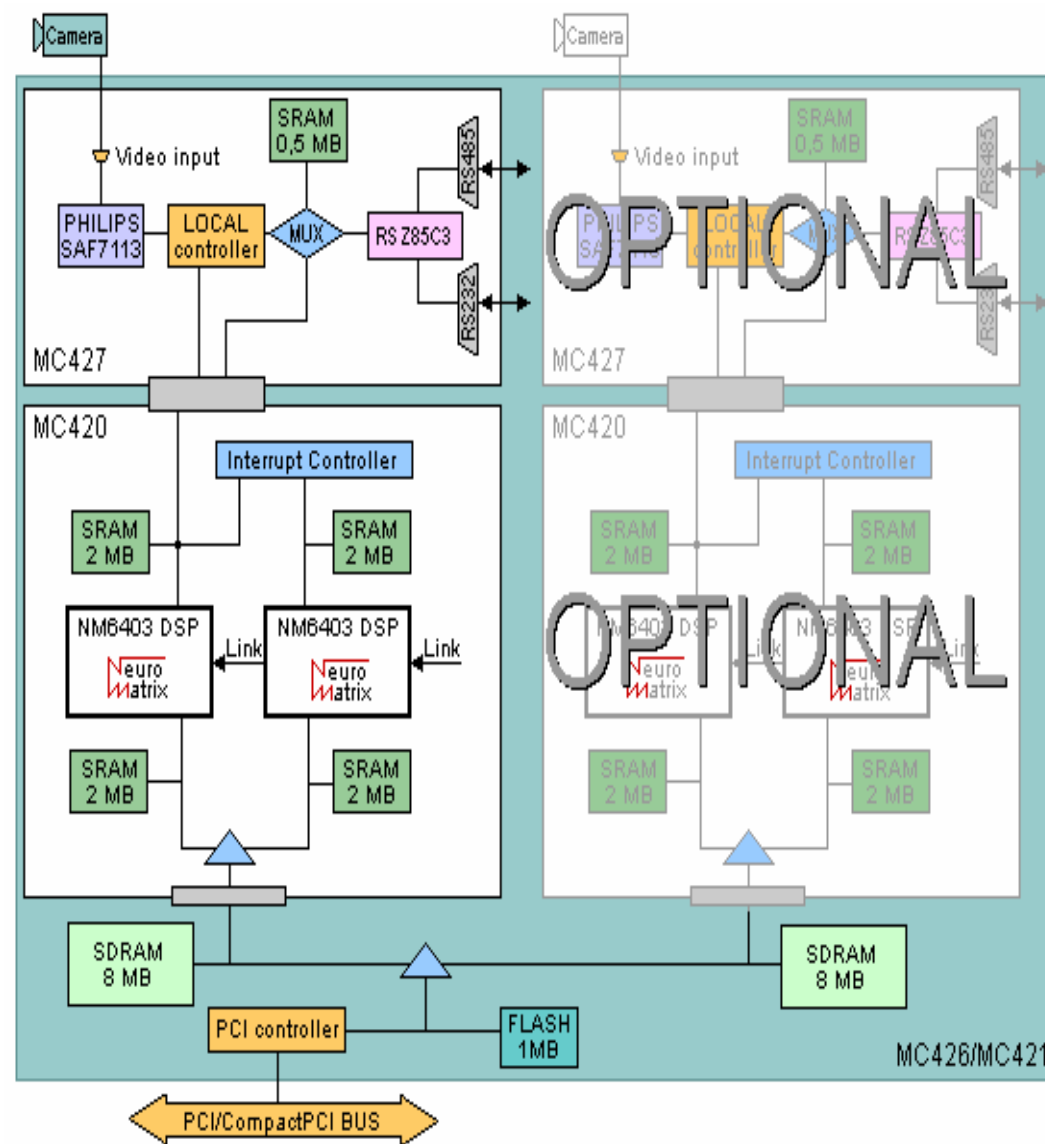
BM1 VIP set je podporován mnohými softwarovými vývojovými aplikacemi včetně C++ compileru, assembleru, debuggeru, optimalizovaných vector/maticových a image processing knihoven.

### Podpůrný Software:

- NeuroMatrix® NM6403 Software Development Kit
- NeuroMatrix Processing Library
- Hardware Abstraction Library

## Specifikace:

- Procesor: Dva nebo čtyři NeuroMatrix®  
NM6403 RISC/DSP procesory
- Paměť: up to 16 MB async. SRAM, 16  
MB SDRAM, 1 MB Flash
- Interface: dva 2 RS232/485 porty a TI 'C40  
linky
- Video: 2 snímkové grabery k snímání  
NTSC nebo PAL videa
- Host Interface: PCI or 32-bit 3U CompactPCI  
(master/slave)
- Napájení: 3.3V a 5V
- Výkonová  
spotřeba: do 8 W (3.3V)  
do 2.5 W (5V)
- Teplotní  
rozsah: 0 +70C nebo -40 +85C
- Design: poloviční PCI nebo 3U  
CompactPCI (167x77x50 mm)



## Použití:

- Video pozorování
- Inteligentní transportní systémy
- Zabezpečovací systémy
- Biometrická kontrola
- Detekce a rozeznávání tváří
- Systémy řídicí asistance
- Obrazový a video procesing v reálném čase

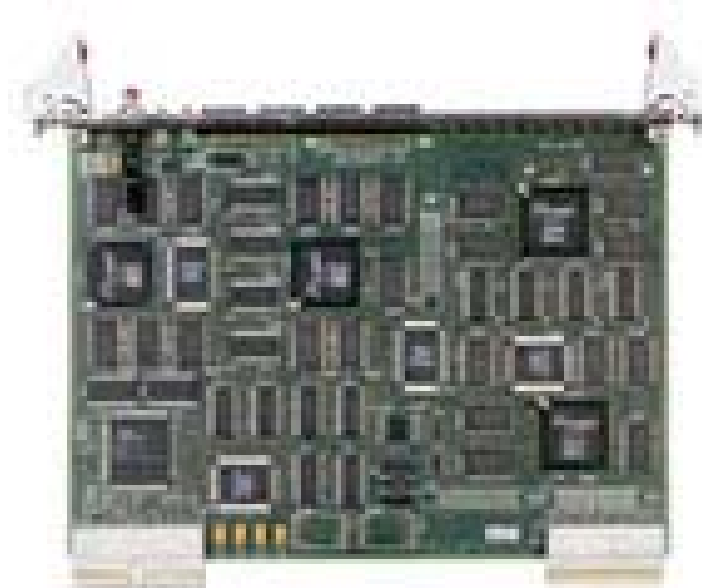
Modulární design, jednoduchost, nízká cena při užití BM1 VIP při užití ve vývojových systémech bez potřeby jakéhokoliv hardwarového redesignu.

## NeuroMatrix® NM4 Multi-DSP CompactPCI Board

NM4 je pokročilá velmi výkonná multi-DSP CompactPCI deska navržena pro obtížné pro obtížné zpracování videa a obrazu v reálném čase a umělé neuronové sítě.

### Vlastnosti:

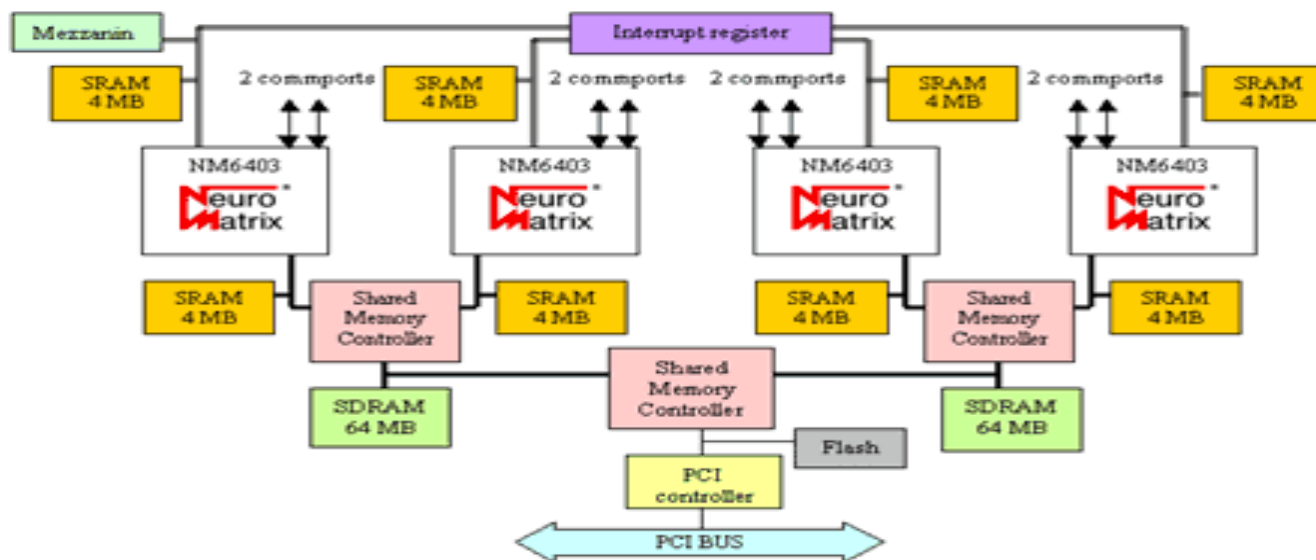
- čtyři 64-bitové NeuroMatrix® NM6403 RISC/DSP procesory;
- stupňovatelný výkon od 160 až do 46.000 MMAC;
- Vektor maticové počty přes elementy s variabilní bitovou délkou
- Optional IndustryPack® (IP) patrové modulové rozšiřování;
- 24 Mbyte statické paměti (SRAM);
- 128 Mbyte synchronní dynamické paměti (SDRAM);
- 1 Mbyte Flash paměti;
- Osm externích komunikačních portů s rychlostí k 20 Mbyte/sec pro každý;
- CompactPCI sběrnice s rychlostí k 30 Mbyte/sec.



NM4 umožňuje softwarový inženýring k použití vector-maticových kalkulací tak efektivně jako nikdy před tím. NM4 je podporována silnými vývojovými prostředky včetně C++ kompilery, assembleru, debuggeru, nízko-úrovňových vektor maticových knihoven a vysoko úrovňových bloků obrazového zpracování.

NM4 obsahuje čtyři výkonné 64-bit NeuroMatrix® NM6403 RISC/DSP procesory. Procesory jsou podporovány 4 MB SRAM na lokální 64-bitové sběrnici a 2 MB SRAM na globální 64-bitové sběrnici. 1 MB Flash paměti a 128 MB sdílené SDRAM paměti povolující zápis/čtení jak z procesorů, tak z CPCI kontroleru. NM4 má osm externích komunikačních portů hardwarově kompatibilních s TMS320C4x DSP a síť pro optional IndustryPack® (IP) patrové modulové rozšiřování. Výběr desek s Video/AD/DA/DIO patrovými moduly pro průmyslové řízení,

získávání dat, Digitální, Analogové, Sériové, Pohybovou Kontrolu, Data úložiště a sítě jsou umožněny pomocí RTSoft company.



## Specifikace:

1. Procesor  
čtyři 40 MHz NeuroMatrix® NM6403
2. On-Board Paměť  
čtyři 256 K x 64-bits (2 MB) async. SRAM  
čtyři 512 K x 64-bits (4 MB) async. SRAM  
dvě 8 M x 64-bits (64 MB) SDRAM



3. Vstup/Výstup  
Osm komunikačních portů s rychlostí k 20 MB/s  
CompactPCI sběrnice s rychlostí k 30 Mbyte/sec
4. PCI Interface  
32-bit CompactPCI (master/slave) systemémová sběrnice  
Přístup do sdílené paměti SRAM
5. Výkon  
Skalární operace s 32-bitovými daty až 480 MOPS (špička)  
Vektorové operace s 8-bitovými daty až 3.840 MMAC (špička)
6. Napájení 5.0V / 3.3V  
Spotřeba méně než 20W
7. Velikost  
160 mm x 233 mm

### Podpůrný Software:

- C++ compiler;
- Assembler;
- Linker;
- Librarian;
- C-source Debugger;
- Cycle accurate simulator;
- Drivers for Win95/NT;
- C run-time library with source code;
- Load and exchange library;
- Example of using the Load and Exchange library.

## Použití:

- Zpracování videa a obrazu v reálném čase;
- Video dozor;
- Radar/sonar data v reálném čase, pre- a post-processing;
- Více-kanálová rychlá Fourierova Transformace;
- Více-kanálová Hadamard-Walsha Transformace;
- Více-kanálová Fast Direct Cosine Transformace;
- Dekódování v reálném čase;
- Výzkum, vývoj a produkce paralelních DSP systémů;
- Rozsáhlé neuronové sítě

## Literatura:

Vše ze stránek <http://www.module.ru/products/nm/nm6403.shtml>