

Architectuur

- Computersystemen
- Busarchitectuur van de computer
- Architectuur van de microprocessor

Architectuur

- Computersystemen
- Busarchitectuur van de computer
- Architectuur van de microprocessor

Computersystemen

□ Computersystemen

❖ Supercomputer:

Multiprocessorsystemen (100-1000'en) geoptimaliseerd voor het verwerken van zeer zware rekenbewerkingen (Cray, IBM).

❖ Mainframe:

Optimalisatie naar dataverkeer, betrouwbaarheid en zeer veel gebruikers (IBM met z/OS)

❖ Server:

Verlenen diensten (services) aan andere computers (clients), vaak multiprocessor.

❖ Workstation:

CAD/CAM, 3D- en grafisch ontwerpen, beeldbewerking en virtualisatie, vaak dual-processor

Computersystemen

□ Computersystemen

❖ Desktop:

Voor dagdagelijks gebruik, uniprocessor (standaardpc's, gaming pc's, entertainment pc's, home servers en thin clients)

❖ Laptop:

Zuinigere processoren en lichtere grafische processoren om zo de koeling en de batterijduur te optimaliseren.

Subnotebook en ultrabook: kleinere en lichtere variant.

Netbook: kleinere variant met ARM-processor

❖ Mobiel (tablet en smartphone)

Zeer draagbaar en gebaseerd op een aanraakscherm

Architectuur

- Computersystemen
- Busarchitectuur van de computer
- Architectuur van de microprocessor



Busarchitectuur

- Bussen algemeen
- IO Bussen (Intern & uitbreidingsSloten)
- IO bussen Extern
- Bussen voor opslagmedia

Busarchitectuur

□ Bussen algemeen

- ❖ Bussen algemeen
- ❖ Het moederbord
- ❖ Systeem bus en DIB (dual independent bus)
- ❖ Serieel vs parallel
- ❖ Chipsets
- ❖ IRQ
- ❖ DMA

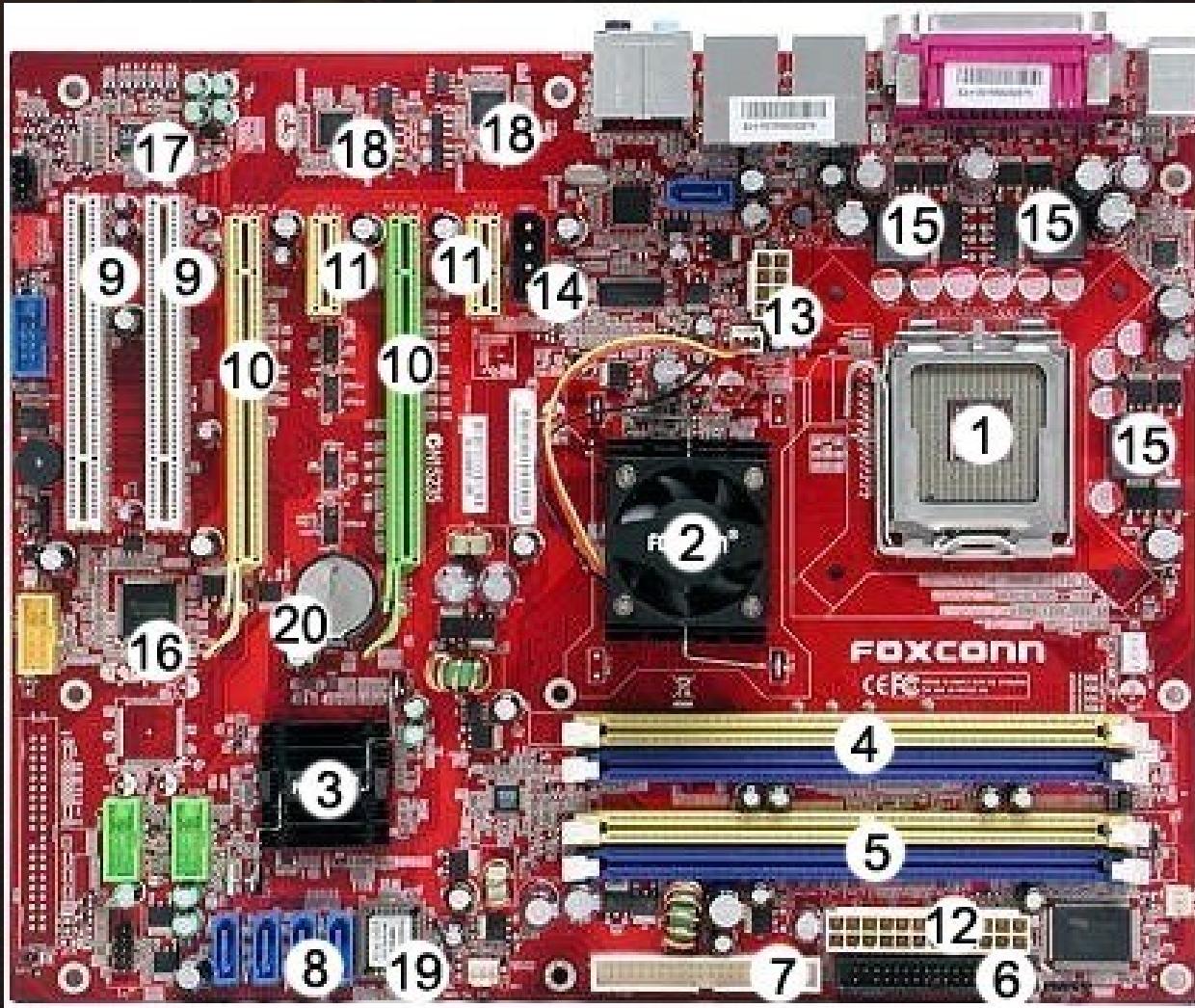
□ IO Bussen (Intern & uitbreidingsSloten)

□ IO bussen Extern

□ Bussen voor opslagmedia

Het moederbord

Onderdelen

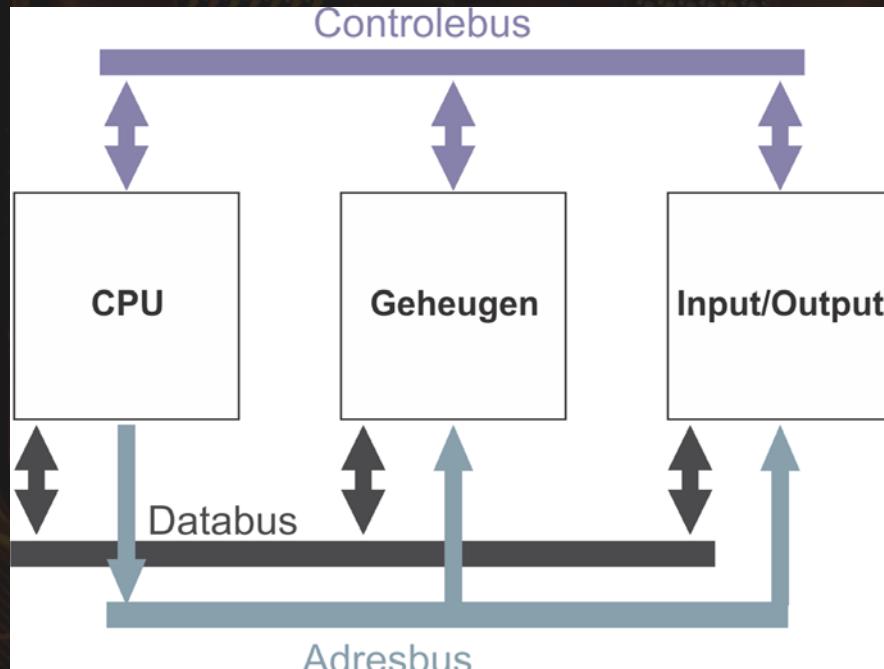


1. Processorsocket
2. Chipset (North Bridge) met actieve koeling
3. Chipset (South Bridge) met actieve koeling
4. DRAM-geheugen (channel 1)
5. DRAM-geheugen (channel 2)
6. Floppy disk connector
7. ATA100/ATA133 connector voor pATA-schijven
8. SATA connector (4 stuks) voor sATA-schijven
9. PCI (32 bit, 33 MHz)
10. PCI-express x16
11. PCI-express x1
12. 24 pins ATX-voeding
13. 8 pins ATX 12V voeding
14. Voeding voor zware grafische kaarten
15. CPU-voedingsregeling
16. Firewire controller
17. Audiochip
18. Netwerkchip
19. BIOS-chip
20. CMOS-batterij

Architectuur van de computer

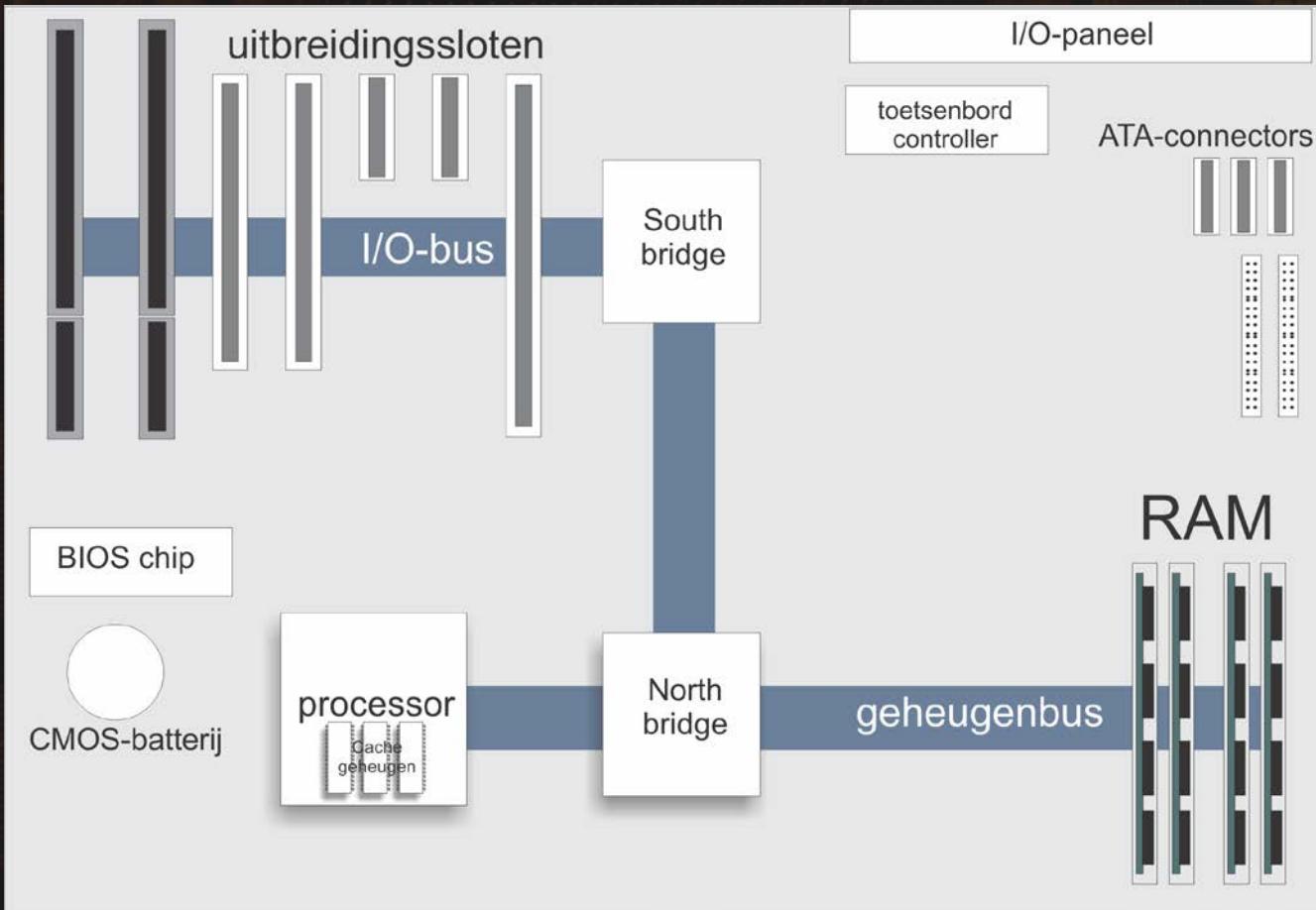
De busarchitectuur

- ❖ Adresbus: zorgt dat de gegevens van de correcte locatie opgehaald worden en terug weggeschreven worden;
- ❖ Databus: transporteert de gegevens over de databus;
- ❖ Controlebus: stuurt alle andere signalen.



Het moederbord

Onderdelen en busarchitectuur



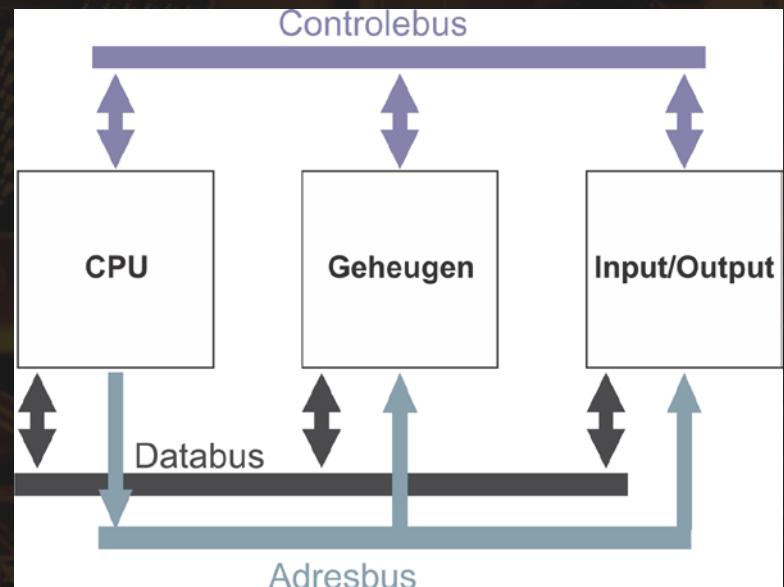
Busarchitectuur

□ Bussen

- ❖ Het transport van de gegevens gebeurt via bussen.
- ❖ Opgebouwd uit een reeks parallel lopende koperen draden die de gegevens transporterend van en naar de registers, de rekeneenheid, het geheugen, de uitbreidingskaarten enz.
- ❖ Externe bussen = overdracht tussen een component op het moederbord en randapparatuur
- ❖ Interne bussen = transport van gegevens tussen twee componenten op het moederbord

Het transport van gegevens

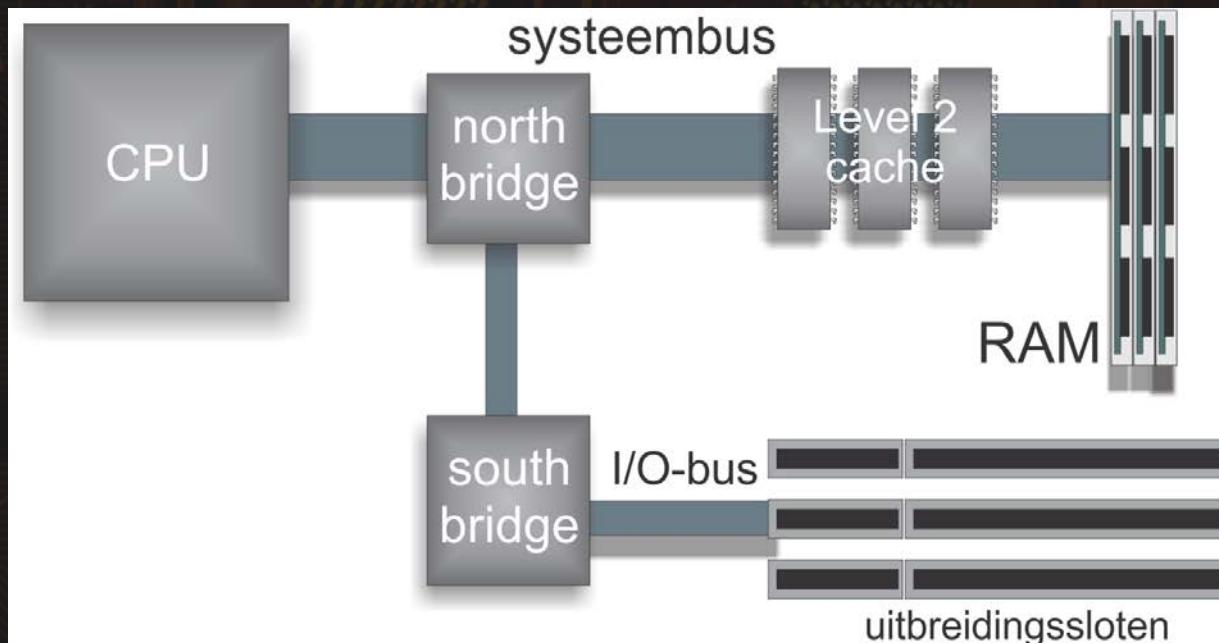
- ❖ **Databus:** vervoert de te verwerken gegevens en de resultaten van de bewerkingen.
- ❖ **Adresbus:** transport van informatie over de plaats in het geheugen (het adres) waar de gegevens worden gehaald of gestockeerd.
- ❖ **Controlebus:** vervoert de synchronisatie- en controlesignalen die vereist zijn voor de werking van het systeem.



De busarchitectuur

Systeembus:

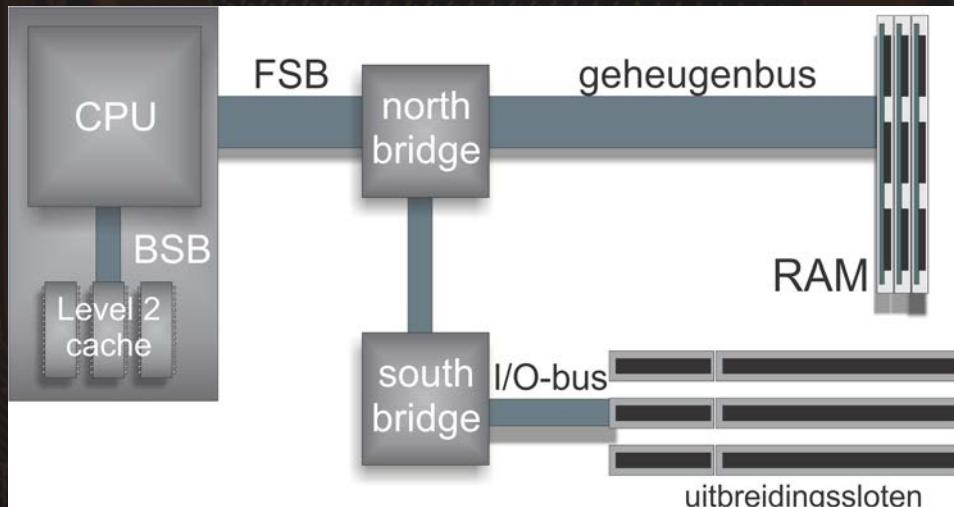
- ❖ Verbinding van de CPU met het geheugen.
- ❖ Trage bus (66 MHz).



De busarchitectuur

DIB: Dual Independent Bus

- ❖ Opsplitsing in twee onafhankelijke bussen.
- ❖ Front side bus (FSB) connecteert de CPU met het hoofdgeheugen en heeft de laagste snelheid (66, 100, 133, 166, 200, 266, 333, 400 MHz).
- ❖ Back side bus (BSB) verbindt de CPU en de geïntegreerde Level-2 cache. Snelheid is de volle processorfrequentie.

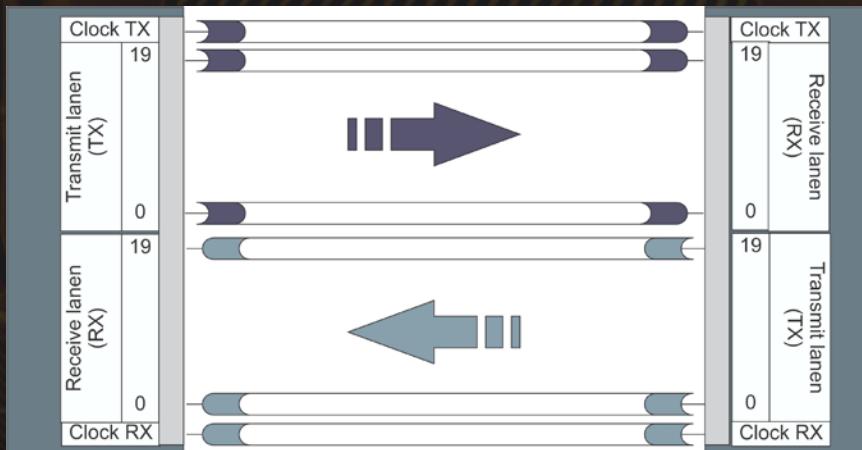


Relatie processorfamilie en frontsidebus

processor	Bussnelheid	Datablokken per cyclus	FSB	Busbreedte	Bandbreedte
486	33 MHz	1	33 MHz	32 bits	132 MB/s
Pentium	66 MHz	1	66 MHz	64 bits	528 MB/s
Pentium II	100 MHz	1	100 MHz	64 bits	800 MB/s
Pentium III	133 MHz	1	133 MHz	64 bits	1,06 GB/s
AMD Athlon	100 MHz	2	200 MHz	64 bits	1,60 GB/s
AMD Athlon	133 MHz	2	266 MHz	64 bits	2,13 GB/s
AMD Athlon	166 MHz	2	333 MHz	64 bits	2,66 GB/s
AMD Athlon	200 MHz	2	400 MHz	64 bits	3,20 GB/s
Pentium 4	100 MHz	4	400 MHz	64 bits	3,20 GB/s
Pentium 4	133 MHz	4	532 MHz	64 bits	4,26 GB/s
Pentium 4	200 MHz	4	800 MHz	64 bits	6,40 GB/s
Pentium 4	266 MHz	4	1.066 MHz	64 bits	8,53 GB/s
Core 2 Duo	266 MHz	4	1.066 MHz	64 bits	8.53 GB/s
Core 2 Duo	333 MHz	4	1.333 MHz	64 bits	10.66 GB/s
Core 2 Duo	400 MHz	4	1.600 MHz	64 bits	12.80 GB/s

De busarchitectuur

- Nehalem, Sandy Bridge en Haswell:
- QuickPath
 - ❖ Hypertransport bij AMD (Athlon64 X2, Opteron en Phenoms).
 - ❖ Direct connect architecture: meervoudige seriële verbinding.
 - ❖ Geheugencontroller geïntegreerd in CPU.
 - ❖ Totale bandbreedte van 25,6 GiBps.



Terug naar serieel

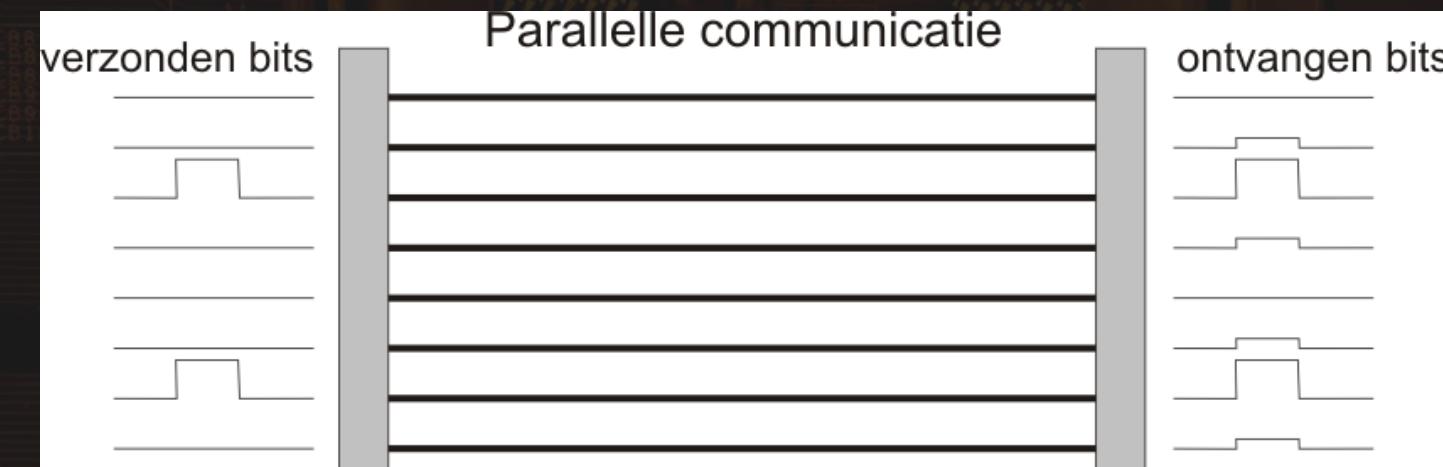
□ Opvallende migratie van parallele naar seriële communicatie.

- ❖ Parallelle apparaten zoals printers, scanners en externe opslagmedia worden aangesloten via USB (Universal Serial Bus) of FireWire en niet langer via parallele poorten zoals LPT of SCSI.
- ❖ Bij IDE harde schijven volgt Serial-ATA P-ATA (parallel ATA)-op.
- ❖ De SCSI-standaard voor harde schijven is ook omgevormd naar serieel.
- ❖ De parallelle PCI is vervangen door de seriële PCI Express versie.

Terug naar serieel

□ Elektromagnetische interferentie

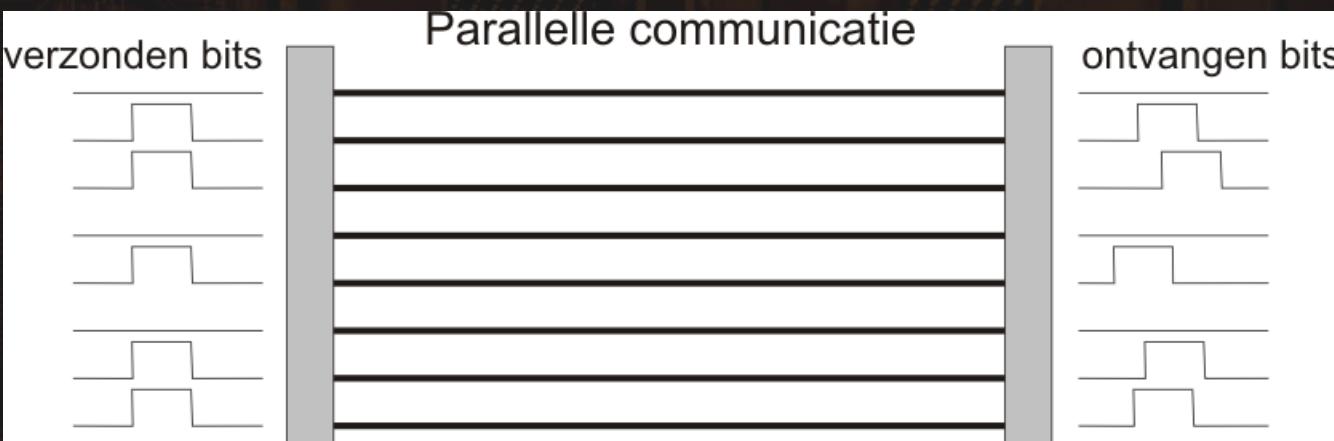
- ❖ Opvangen van “noise”;
- ❖ Verontreiniging door overspraak (crosstalk);
- ❖ Hoe hoger de frequentie, hoe hoger de kans.



Terug naar serieel

□ Timing bij ontvangst

- ❖ Problemen met timing: “propagation delay” (of signal skew);
- ❖ Ernstiger bij hogere bussnelheden.



Terug naar serieel

□ Full duplex

- ❖ Parallelle communicatie is half-duplex;
- ❖ Serieel transport is full-duplex;
- ❖ De parallelle datalijnen zijn de enige verbinding tussen verzender en ontvanger en moeten dus afwisselend gebruikt worden (half-duplex);
- ❖ Bij de seriële communicatie zijn er paren van datalijnen voorzien, een aparte lijn voor verzendende bits en een aparte voor ontvangende bits. Hierdoor kan er aan beide uiteinden van de kabel gelijktijdig ontvangen en verzonden worden (full-duplex). Aan dezelfde snelheid geeft dit theoretisch voor seriële communicatie een dubbele bandbreedte.

Het moederbord

□ Controllers – Chipsets

- ❖ Set van integrated peripheral controllers;
- ❖ Bepaalt in grote mate de ondersteuning van processor, RAM geheugen en I/O apparatuur;
- ❖ Voor zijn eigen processoren brengt Intel steeds een aangepaste chipset op de markt, maar naast Intel zijn ook VIA, SiS en Nvidia actief in de productie van chipsets voor Intel processoren.

Het moederbord

□ Controllers - Chipsets

- ❖ Een chipset bepaalt ondersteuning van
 - Processor type: ondersteuning van innovaties zoals hyperthreading, dual of quadcore, ...;
 - Snelheid van de Front Side Bus;
 - Hard disk controller: ATA, S-ATA, RAID, e-Sata, ...;
 - Grafische kaart: AGP, AGPx2, AGPx4, AGPx8, AGP-Pro, PCI-X;
 - Uitbreidingsssloten: ISA, PCI, PCI-e, USB 2, IEEE 1394, ...;
 - On board componenten: vga, audio, lan, modem, ...;
 - RAM geheugen: RD-DRAM, SDRAM, DDR-sDRAM, dual channel DDR-sDRAM, ...

Het moederbord

□ North bridge

❖ Systemcontroller:

- DMA controle: het regelen van de direct memory access zorgt ervoor dat bepaalde apparaten rechtstreeks kunnen communiceren met het geheugen zonder hierbij de processor te beladen. Hierdoor blijft de processor vrij zodat andere instructies gelijktijdig kunnen uitgevoerd worden;
- Interrupt controle: het toekennen van hardware interrupts aan apparaten en zo de prioriteit instellen van de apparaten;
- Timing: Regeling van de timing van microprocessor en geheugen;
- Power Management: het energiebeheer is pas de laatste jaren toegevoegd.

Het moederbord

□ North bridge

- ❖ Memory controller bepaalt welke type geheugen ondersteund wordt door het moederbord, waaronder:
 - Type geheugen: DDR-SDRAM, DDR2, DDR3;
 - Snelheid van het geheugen: 400 / 533 / 667 / 800 / 1066 / 1333 / 1600;
 - Ondersteuning van de dual channel technologie;
 - Ondersteuning van ECC (Error Correction Code).
- ❖ Bij de Core i, de AMD Athlon64 X2 en Opteron:
 - Memory controller geïntegreerd in de processor
 - PCI-express controller ook geïntegreerd.
 - In de toekomst moederborden zonder chipset.

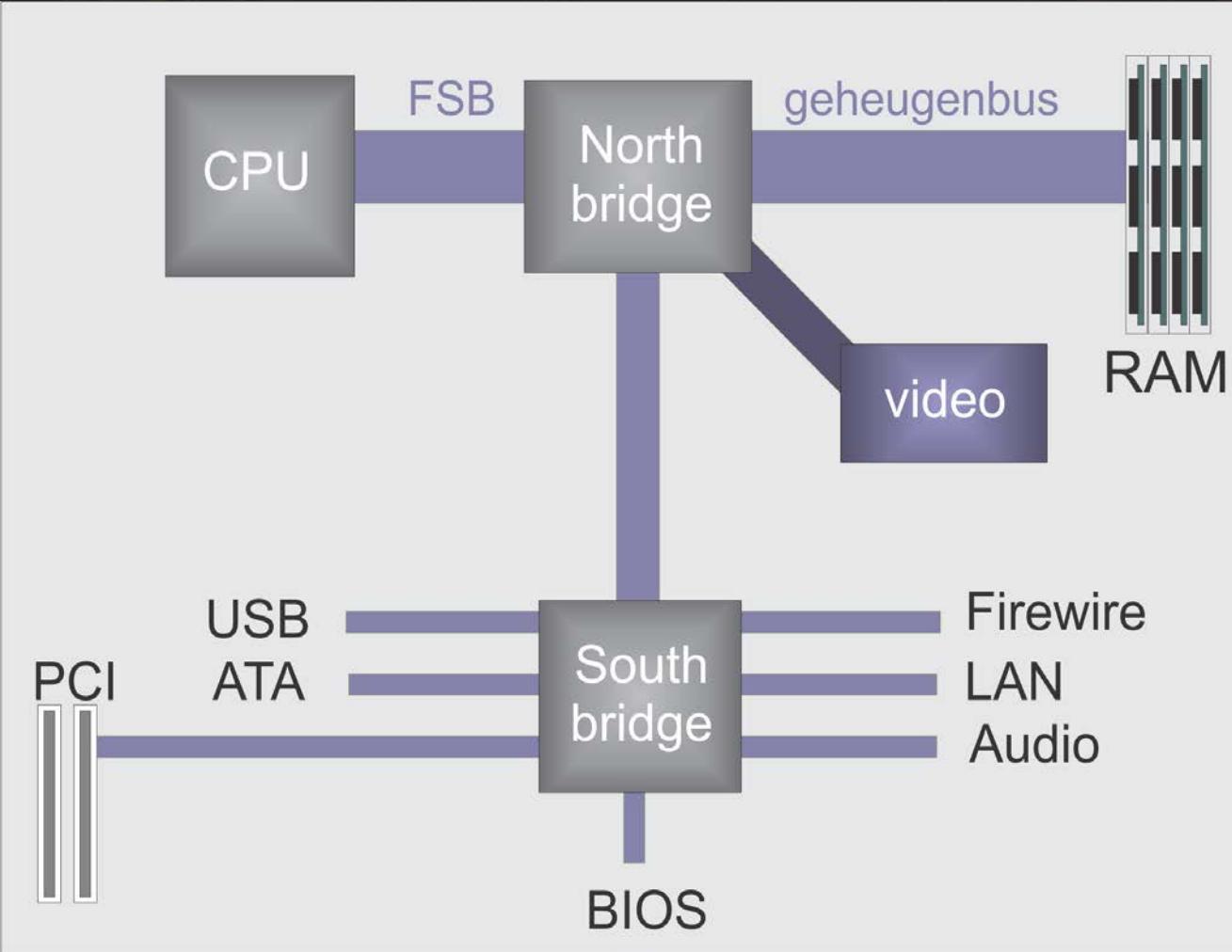
Het moederbord

□ South bridge

- ❖ Peripheral controller die de controle uitvoert op de aanwezige on-board componenten en de aangesloten uitbreidingskaarten en randapparatuur, waaronder:
 - Toetsenbord controller: vertaling van scancodes naar ASCII of UNICODE;
 - Floppy controller;
 - Hard disk controller: bepaling van type en snelheid van harde schijven en optische media;
 - I/O controller: controle van seriële en parallelle poorten.

Het moederbord

□ South bridge



Het moederbord

□ Interrupts requests

- ❖ In de computer gebruik gemaakt van **hardware interrupts**. Een I/O poort of apparaat vraagt de aandacht van de processor door het sturen van een **interrupt request (IRQ)**.
- ❖ Processor ontvangt deze interrupt (1byte) aanvraag, beëindigt de instructie die hij aan het uitvoeren was en plaatst een aantal zaken op de stapel (stack). Hierna de correcte **Interrupt Service Routine (ISR)** uitgevoerd worden die de byte ontvangt van de poort en in een buffer plaatst.

Het moederbord

□ Interrupts requests

- ❖ Niet alle interrupts zijn geassocieerd met I/O apparaten. Binnen de 8086 familie zijn er 256 interrupts voorzien. Hiervan zijn er slechts 15 hardware interrupts en 1 non-maskable interrupt (NMI). Alle interrupts zijn geplaatst in een Interrupt Vector Table (1024 bytes op adres 0000:0000). Aangezien alle ingangen 4 bytes lang zijn is er dus ruimte voor 256 interrupts.

Het moederbord

□ Hardware interrupts

- ❖ Het afhandelen van hardware interrupts gebeurt door de Programmable Interrupt Controller (PIC);
- ❖ Twee PIC's: één voor de IRQ's 0 tot 7 en een andere voor IRQ's 8 tot 15;
- ❖ Koppelen van beide PIC's ter hoogte van IRQ2;
- ❖ De prioriteit van de IRQ's 9 tot 15 is hoger dan die van de IRQ's 3 tot 7 en binnen elke reeks is het laagste nummer prioritair op hogere nummers;
- ❖ Steeds meer apparaten, beperkt aantal beschikbare interrupts (oplossing PCI).

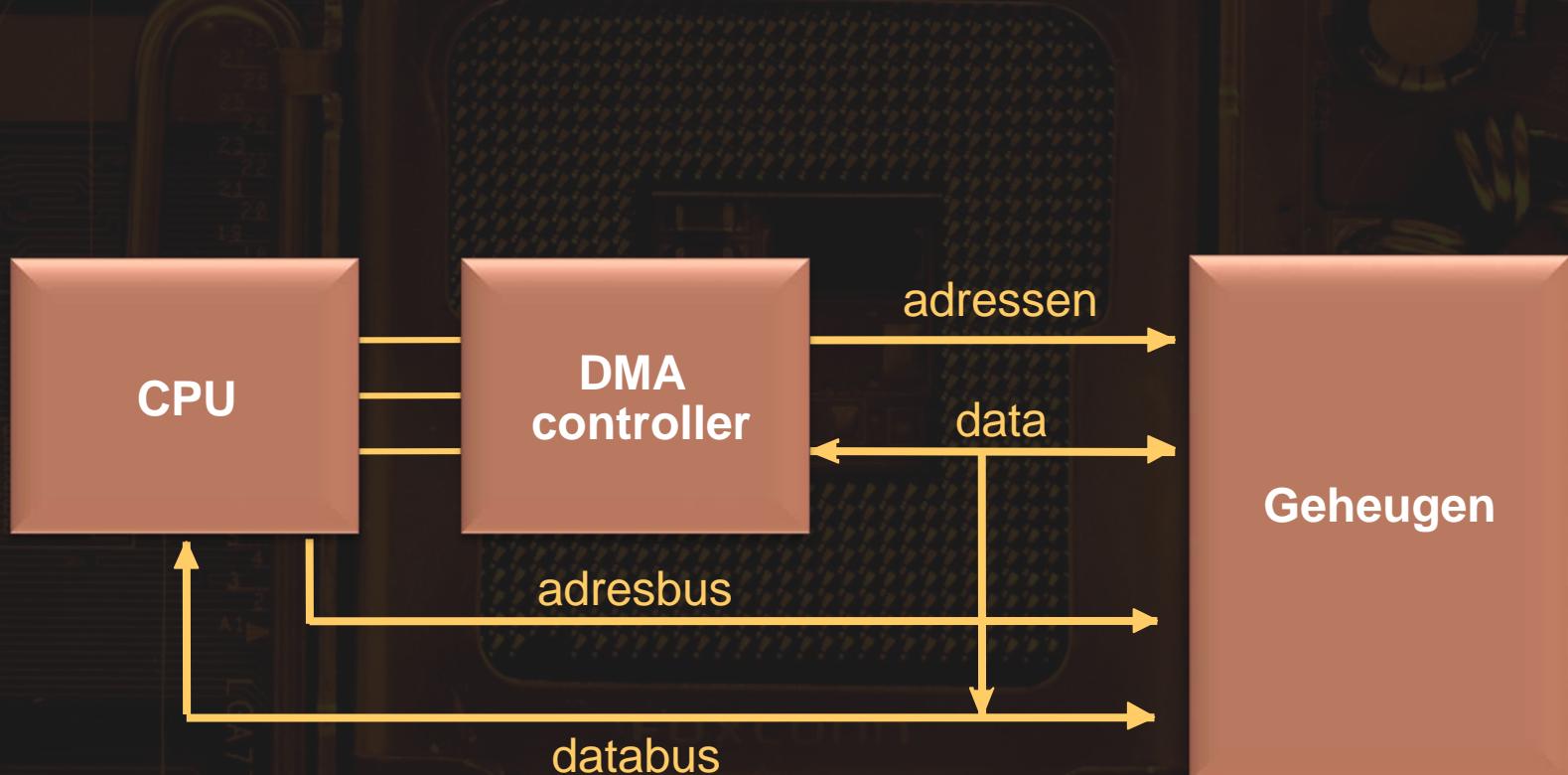
Het moederbord

□ Direct Memory Access

- ❖ Ontlasten van de centrale processor;
- ❖ Directe geheugentoegang aan apparaten toekennen;
- ❖ DMA-controller reserveert bepaalde blokken geheugen die vast in gebruik blijven voor de apparaten die DMA gebruiken;
- ❖ Eerst vier DMA-kanalen voorzien (0 tot 3), daarna bij de uitbreiding van de ISA-bus van 8 bit naar 16 bit een tweede controller toegevoegd (hogere kanalen 5, 6 en 7, enkel 16-bit kaarten);
- ❖ Kanaal 4 = brug tussen de 2 DMA-controllers.

Het moederbord

□ Direct Memory Access



Busarchitectuur

□ Bussen algemeen

- ❖ Bussen algemeen
- ❖ Het moederbord
- ❖ Systeem bus en DIB (dual independent bus)
- ❖ Serieel vs parallel
- ❖ Chipsets
- ❖ IRQ
- ❖ DMA

□ **IO Bussen (Intern & uitbreidingsSloten)**

□ **IO bussen Extern**

□ **Bussen voor opslagmedia**

Busarchitectuur

- Bussen algemeen
- **IO Bussen (Intern & uitbreidingsSloten)**
 - ❖ XT
 - ❖ ISA
 - ❖ VESA
 - ❖ PCI
 - ❖ AGP
 - ❖ PCIx
 - ❖ PCIe
- IO bussen Extern
- Bussen voor opslagmedia

I/O bussen en uitbreidingssloten

□ I/O bus:

- ❖ De verbinding van de CPU met de andere componenten of randapparatuur. De I/O bus is meestal de traagste bus.

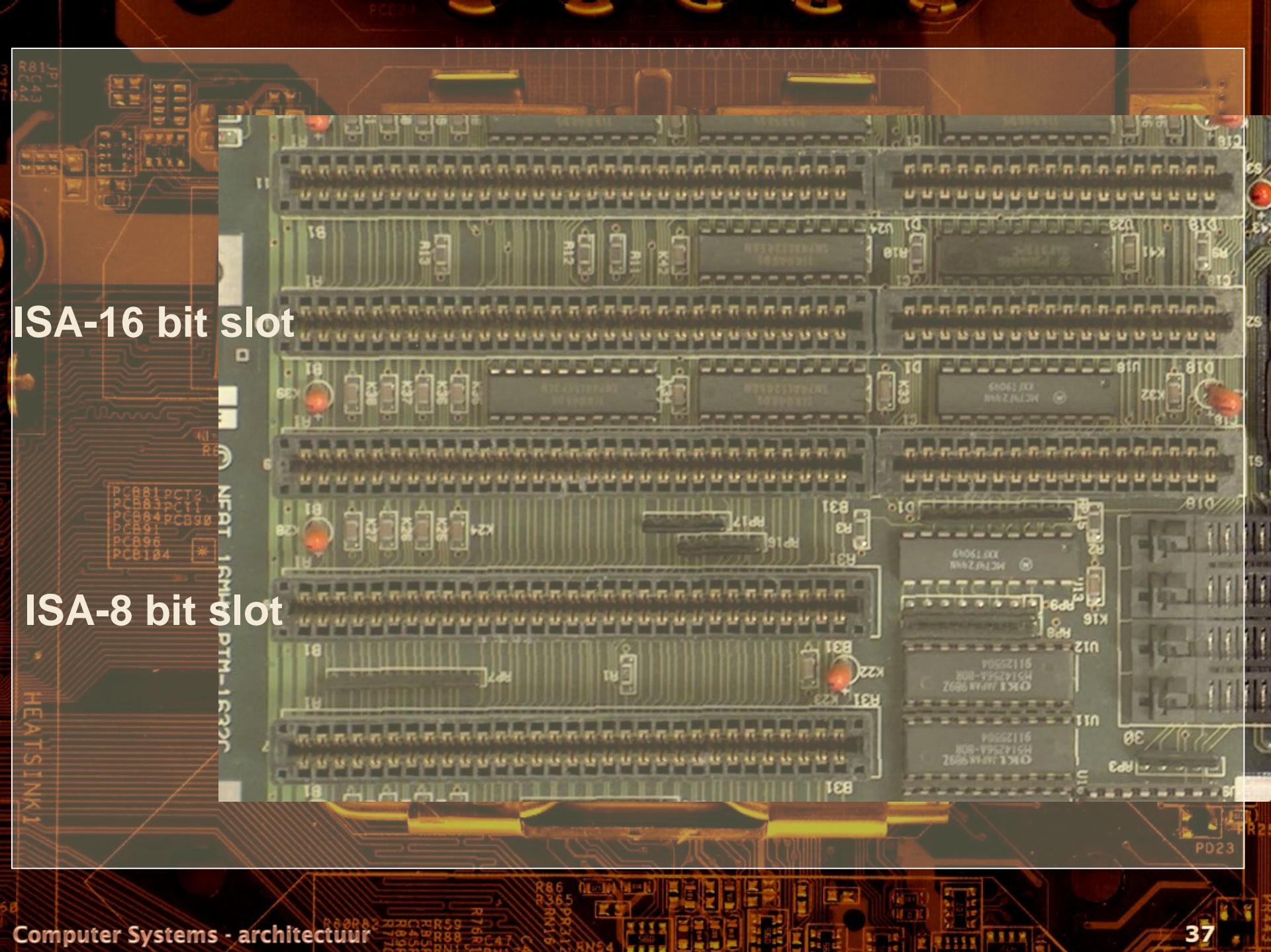
□ 'XT-bus'

- ❖ Ontwikkeld in 1981;
- ❖ De 8-bit XT bus liep aan 4.77 MHz;
- ❖ De 8-bit XT connector:
 - 62 contacten (8 data lijnen en 20 adres lijnen);
 - Een busfrequentie van 4.77 MHz;
 - Een theoretisch maximale overdrachtsnelheid van 4,77 MB/s.

I/O bussen en uitbreidingssloten

□ 'ISA-bus' (Industry Standard Architecture)

- ❖ Standaardisatie van de XT-bus;
- ❖ Frequentie van 8.33 MHz;
- ❖ De 8-bit ISA-connector:
 - 62 contacten (8 data lijnen en 20 adres lijnen);
 - Een busfrequentie van 8.33 MHz;
 - Theoretisch maximale overdrachtsnelheid van 8.3 MB/s.
- ❖ De 16-bit ISA-connector:
 - Extra 36 contacten (totaal van 98);
 - Bussnelheid van 8.33 MHz;
 - Een maximale bandbreedte van 16 MB/s;
 - $2 \text{ bytes} \times 8.330.000 \text{ cycli/s} = 16.660.000 \text{ B/s.}$



ISA-16 bit slot

ISA-8 bit slot

I/O bussen en uitbreidingssloten

□ De 'EISA-bus'

- ❖ Extended Industry Standard Architecture;
- ❖ Voor de 386DX is 32 bit nodig;
- ❖ 90 extra contacten bovenop de 16-ISA bus;
- ❖ Snelheid van 8.33 MHz;
- ❖ Maximale bandbreedte van 32 MB/s (4 bytes x 8.33 MHz);
- ❖ Het grote nadeel bij deze bus is dat, indien men geheugen gaat toevoegen de buscommunicatie van 8.33 MHz conflicten veroorzaakt met de 33MHz snelheid van de processor.

I/O bussen en uitbreidingssloten

□ De 'VESA Local Bus'

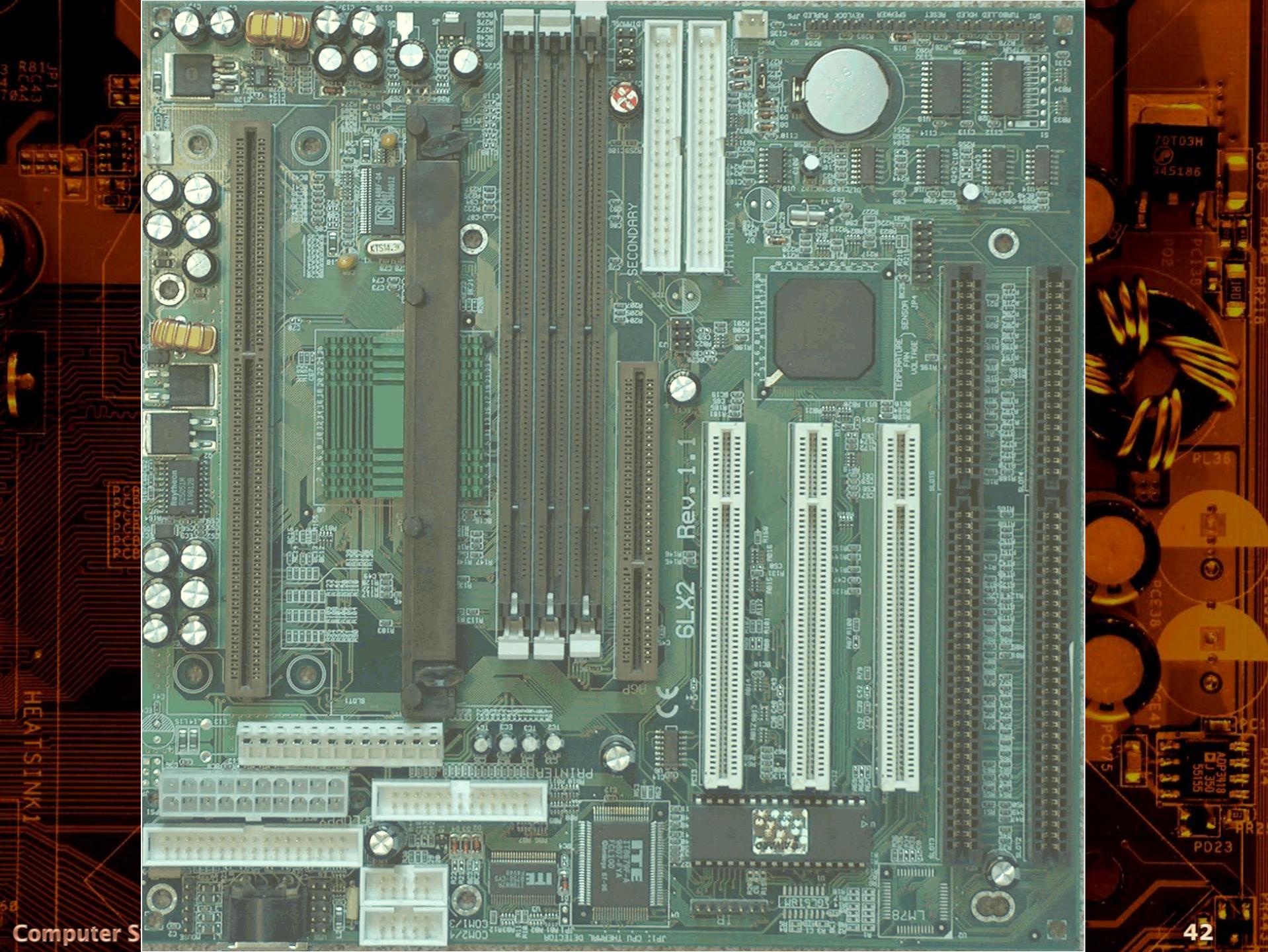
- ❖ 'Video Electronics Standard Associations';
- ❖ Lokale bus loopt aan de snelheid van de processor en is rechtstreeks op de adres- en datalijnen aangesloten;
- ❖ Extra bruine connector bovenop de 16-ISA bus;
- ❖ Busbreedte van 32 bit;
- ❖ Snelheid van 33 MHz;
- ❖ Maximale bandbreedte = 132 MB/s (4 bytes x 33 MHz);

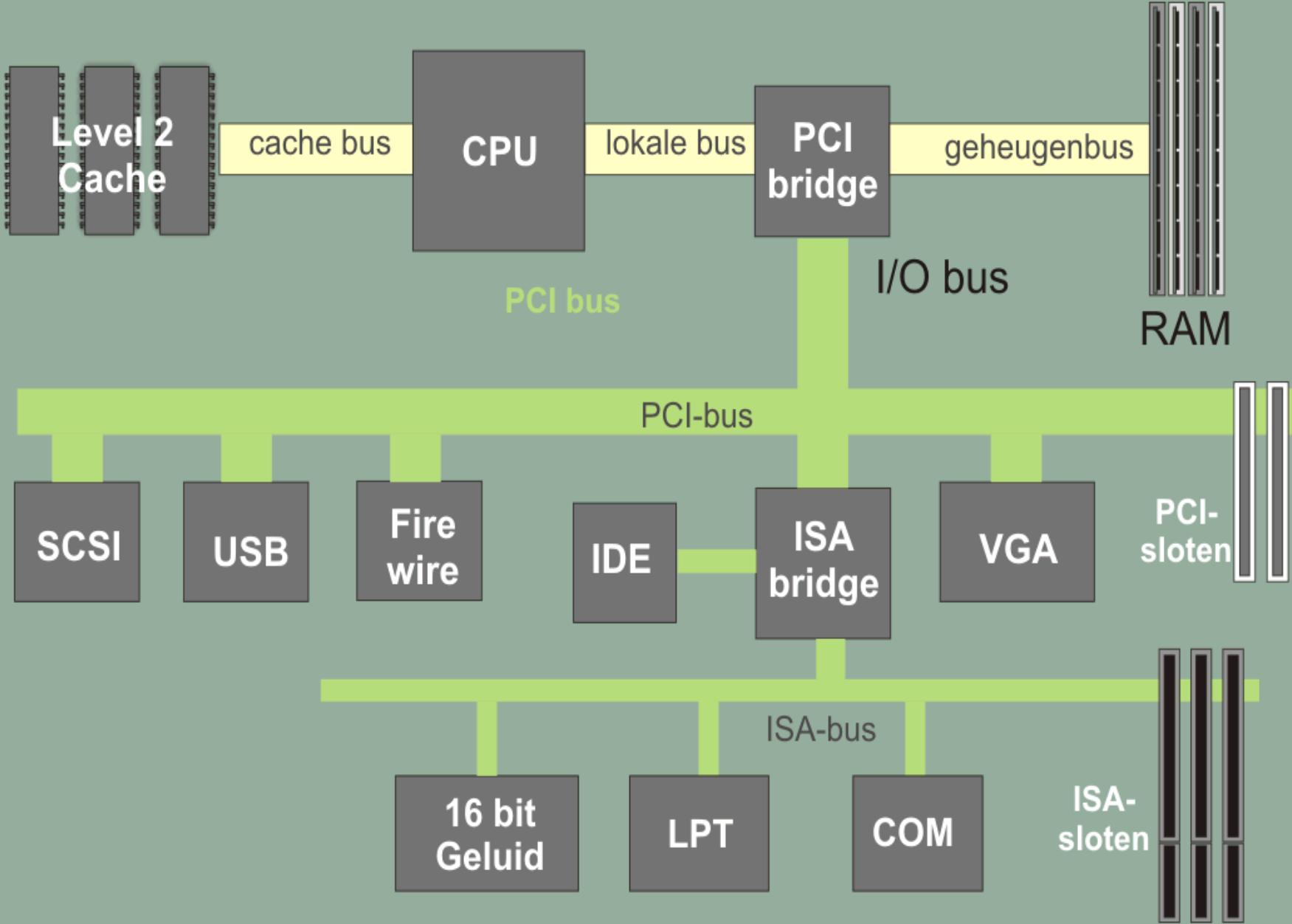
I/O bussen en uitbreidingsssloten

□ De PCI-bus

- ❖ 'Peripheral Components Interconnect'
- ❖ De PCI bus (versie 1.0):
 - 32 bits overdracht per cyclus;
 - Klokfrequentie van 33 MHz (max. 128 MB/s).
- ❖ De PCI bus (versie 2.x):
 - 32 bits of 64 bits overdracht per cyclus;
 - Snelheid van 66 MHz (max. 528 MB/s);
 - De PCI-uitbreidingssslots zijn rechtstreeks met het geheugen verbonden zodat randapparaten automatisch geconfigureerd worden (Plug and Play). Deze slots zijn herkenbaar aan hun witte kleur.

	PCI-Bus 32 bit 1.0	PCI-Bus 64 bit 2.0	PCI-Bus 32 bit 2.1	PCI-Bus 64 bit 2.1
Bus	synchroon	synchroon	synchroon	synchroon
Frequentie in MHz	33 MHz	33 MHz	66 MHz	66 MHz
Databusbreedte (bits)	32 bits	64 bits	32 bits	64 bits
Adresbusbreedte (bits)	32 bits	32 bits	32 bits	32 bits
Aantal devices	10	10	10	10
Aantal slots	4	4	4	4
max. burstlengte	onbegrensd	onbegrensd	onbegrensd	onbegrensd
	Doorvoersnelheid bij 33 MHz		Doorvoersnelheid bij 66 MHz	
Non-Burst-Read	44 MB/s	88 MB/s	88 MB/s	172 MB/s
Non-Burst-Write	66 MB/s	132 MB/s	132 MB/s	264 MB/s
Burst-Read	106 MB/s	211 MB/s	211 MB/s	423 MB/s
Burst-Write	117 MB/s	234 MB/s	234 MB/s	468 MB/s





Kenmerken van de PCI-bus

□ Multiplex Principe

- ❖ De 32 lijnen worden alternerend gebruikt voor adressen en data.

□ Interrupt Sharing

- ❖ Meerdere kaarten kunnen een interrupt delen. Volgens de PCI-specificatie heeft elk PCI-slot vier virtuele interrupts ter beschikking. Hiervan wordt telkens slechts één gebruikt. De andere interrupts worden dan door andere uitbreidingskaarten in gebruik genomen.

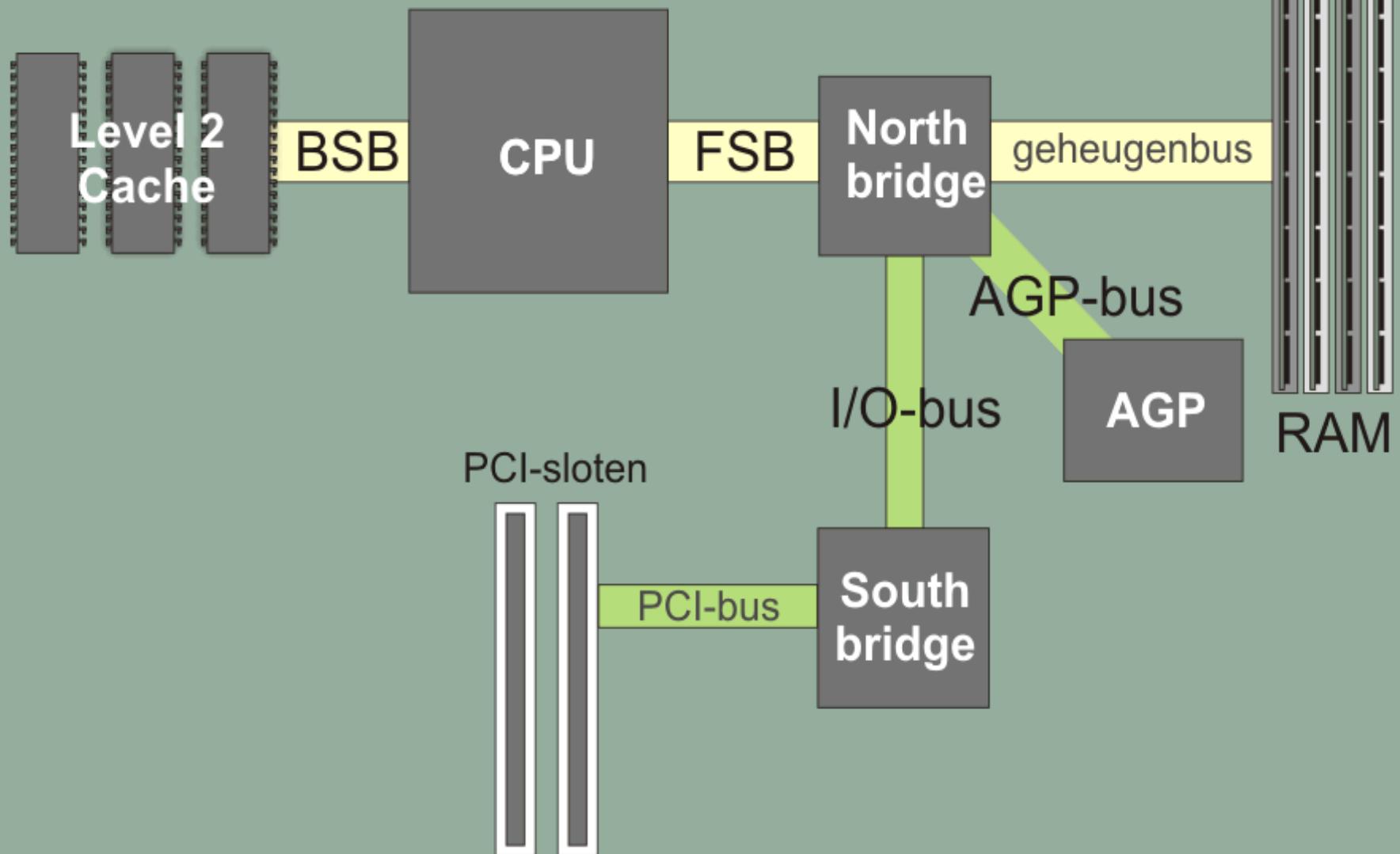
□ Uitbreidingskaartconfiguratie

- ❖ De PCI-Bios herkent elke uitbreidingskaart en zorgt zelfstandig voor de configuratie.

I/O bussen en uitbreidingsssloten

□ De AGP bus

- ❖ Accelerated Graphics Port
- ❖ De snelheid van de AGP-bus is dezelfde als de frontsidebus.
- ❖ 32 bit overdracht per cyclus
- ❖ De AGP-uitbreidingsssloten zijn bruin gekleurd, zoals de VESA Local Bus connectoren, maar zijn geen verlenging van de ISA bus en liggen verder van de rand van het moederbord verwijderd. Zij worden enkel gebruikt voor grafische kaarten.



I/O bussen en uitbreidingsssloten

□ De AGP bus

- ❖ AGP:
 - Eén datablok per cyclus aan 66 MHz (max. 264 MB/s).
- ❖ AGP-X2 bus:
 - Datatransport bij stijgende en dalende flank van klokcyclus (max. 528 MB/s).
- ❖ AGP-X4 bus:
 - 4 datablokken per klokcyclus (max. 1056 MB/s).
- ❖ AGP-X8 bus:
 - 8 datablokken per klokcyclus (max. 2 GB/s).
- ❖ AGP Pro:
 - Verbruiken meer stroom (tot 6-10A) dan door het AGP-slot kan geleverd worden.
 - Heeft 28 extra contacten voor 3,3V, een aarding en 12V.

I/O bussen en uitbreidingsssloten

□ De AGP compatibiliteit

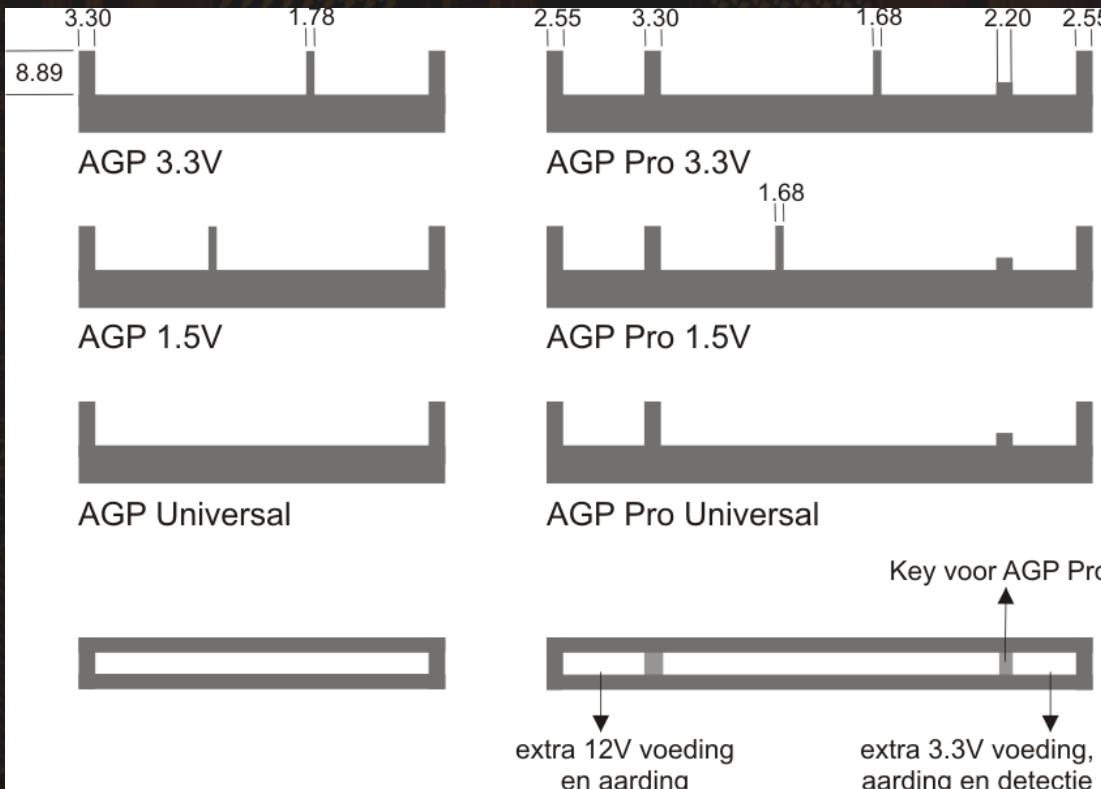
- ❖ Snelheid is backward compatible: schnellere kaart kan trager werken, een 4x kaart kan werken aan 2x en 1x.
- ❖ Voltage is oncompatibel:
 - 8x kaart = 0.8V
 - 4x kaart = 1.5V of 0.8V
 - 2x of 1x kaart = 3.3V of 1.5V
- ❖ Keys: Om te voorkomen dat kaarten in een ongeschikte connector worden geplugged zijn er extra mechanismen aangebracht.
 - AGP 1.0 en 2.0 kaarten = 1.5V key en een signaal van 1.5V
 - AGP 3.0 kaarten = 1.5V key en een signaal van 0.8V.

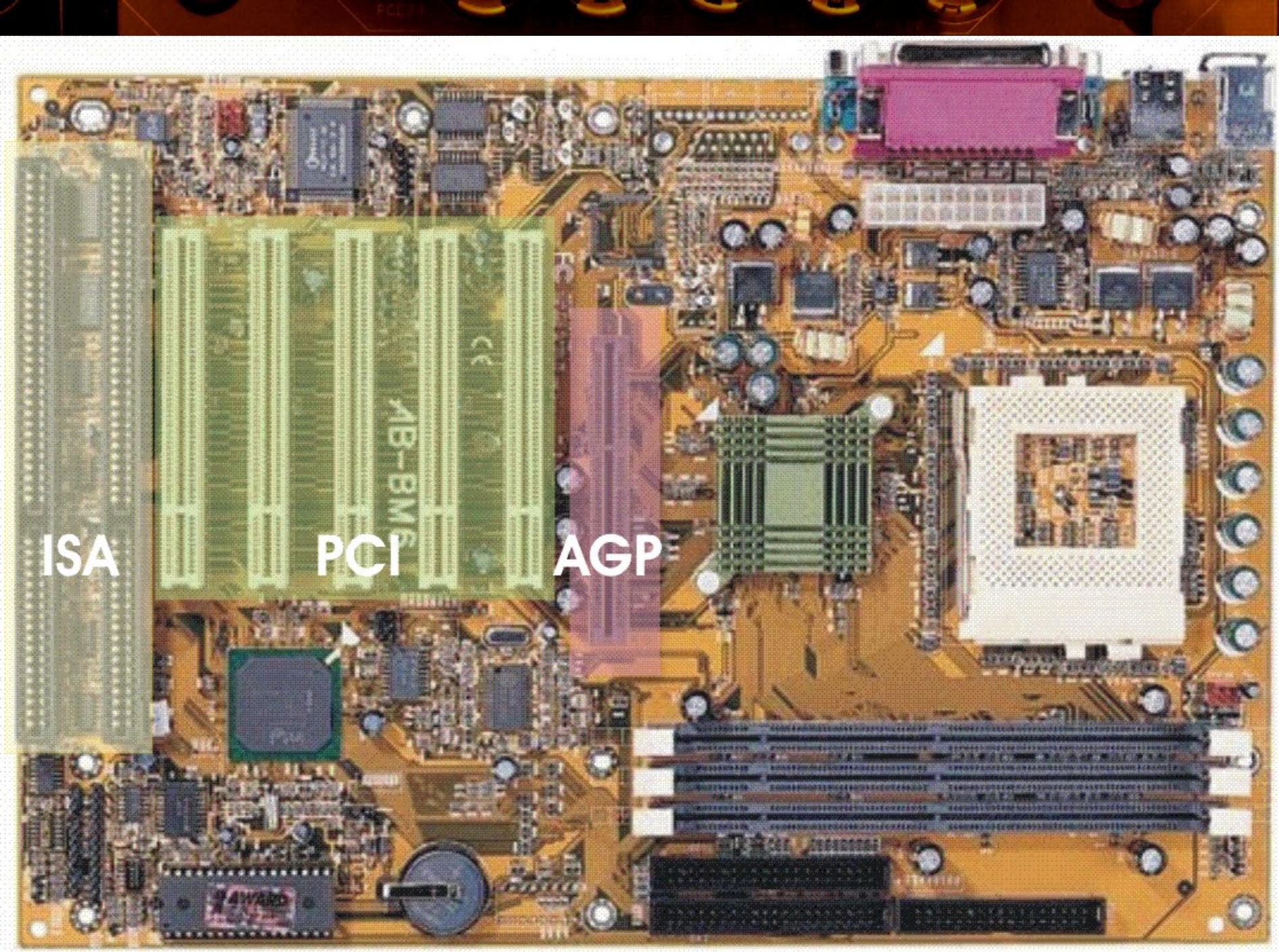
I/O bussen en uitbreidingssloten

□ De AGP compatibiliteit

❖ Keys:

- AGP 1.0 en 2.0 kaarten = 1.5V key en 1.5V signaal.
- AGP 3.0 kaarten = 1.5V key en 0.8V signaal.





ISA

PCI

AGP

I/O bussen en uitbreidingssloten

□ De PCI-X bus

- ❖ Peripheral Component Interconnect Extended;
- ❖ Vooral op server moederborden gebruikt;
- ❖ Twee versies: PCI-X 1.0b en PCI-X 2.0.
 - 'Backward compatible' met de PCI standaard en dit zowel hardware-, als softwarematig. PCI-X kaarten kunnen dus in een standaard PCI-slot geplugged worden, maar dit heeft wel een snelheidsverlaging tot 33 MHz tot gevolg.

I/O bussen en uitbreidingssloten

□ De PCI-X bus

❖ Revisie 1.0 van de PCI-X specificatie:

- PCI-X 66 en PCI-X 133 apparaten;
- Werken aan 133 MHz en met een bitbreedte van 32- of 64-bit. Voor de PCI-X 133 apparaten die 64-bit transporteren geeft dit een doorvoersnelheid van meer dan 8 Gbits/sec of 1GB/sec.

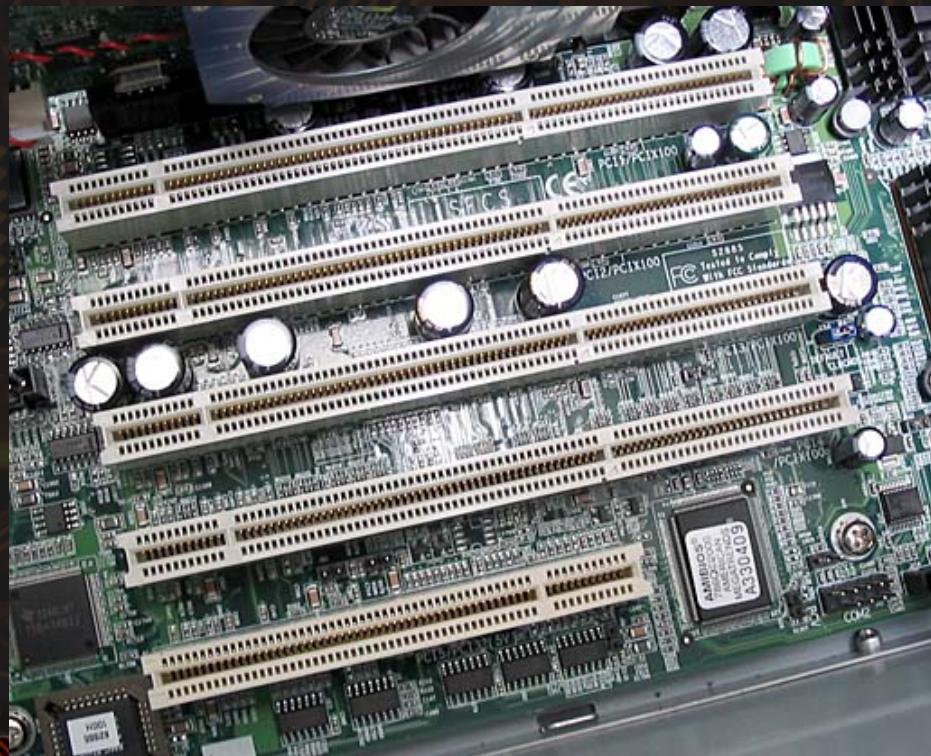
❖ Revisie 2.0 van PCI-X:

- Twee nieuwe snelheden: PCI-X 266 en PCI-X 533, met een maximale bandbreedte van 4.3 GBps;
- 32 keer sneller dan de eerste PCI generatie. Hierboven werd de betrouwbaarheid verhoogt door het invoeren van foutcontrole.

I/O bussen en uitbreidingssloten

□ De PCI-X bus

- ❖ PCI-X is een ideale technologie voor serverkaarten voor 10 GB Fibre Channel, RAID, high-speed networking, Infiniband architectuur, SCSI, iSCSI en andere veeleisende technologieën.



I/O bussen en uitbreidingssloten

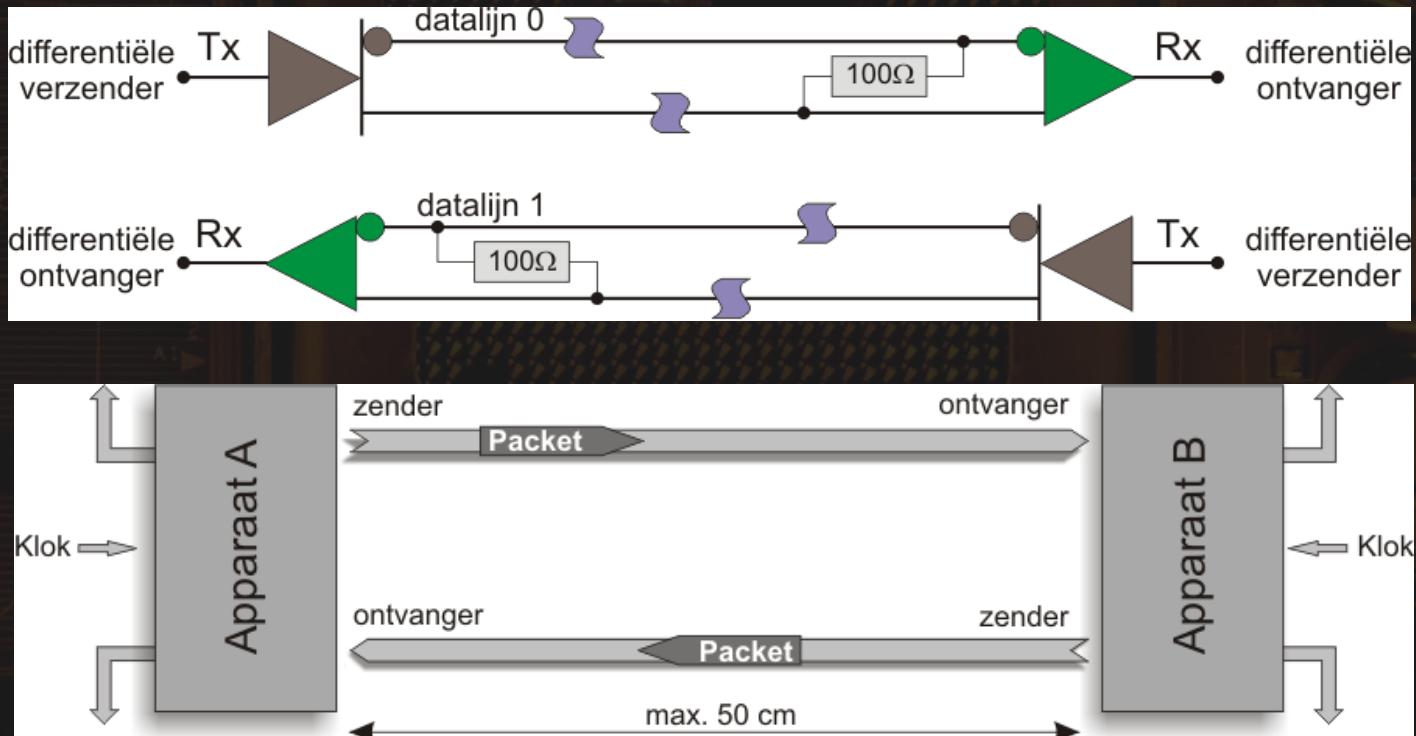
□ De PCI-Express bus

- ❖ PCI-E is een 2-weg, seriële connectie die de gegevens in pakketjes vervoert;
- ❖ Niet langer een enkelvoudige parallelle databus waardoor de data getransporteerd worden aan een vaste snelheid.
- ❖ Softwarematig compatibel met PCI 2.x.
- ❖ Hardwarematig niet compatibel met PCI 2.x.
- ❖ Vier types van connectoren: 1X (2.5Gb/s), 4x, 8x and 16x (4-5GB/s) connectoren.

I/O bussen en uitbreidingssloten

□ De PCI-Express bus

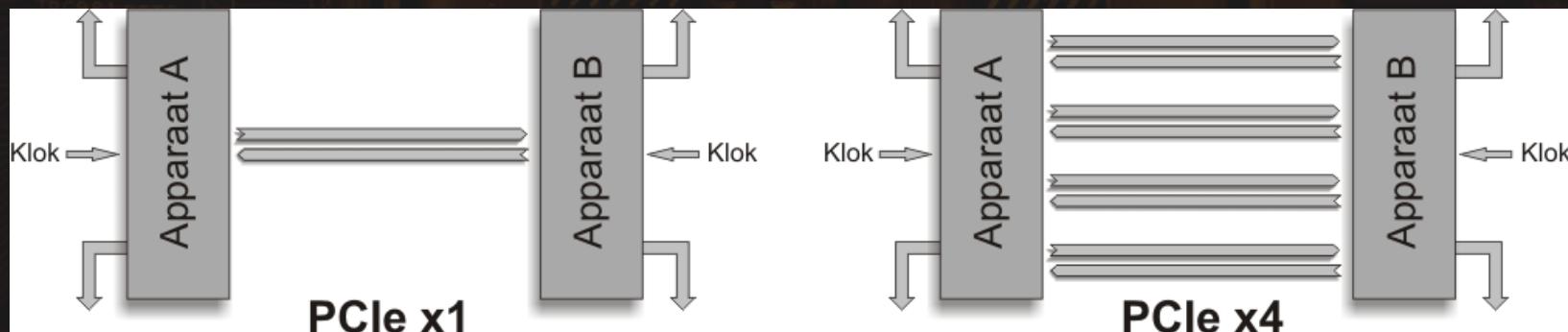
- ❖ Een samenstelling van seriële, point-to-point en individueel geklokte 'banen' die elk uit twee paar datalijnen bestaan (tweerichtingsverkeer).



I/O bussen en uitbreidingsssloten

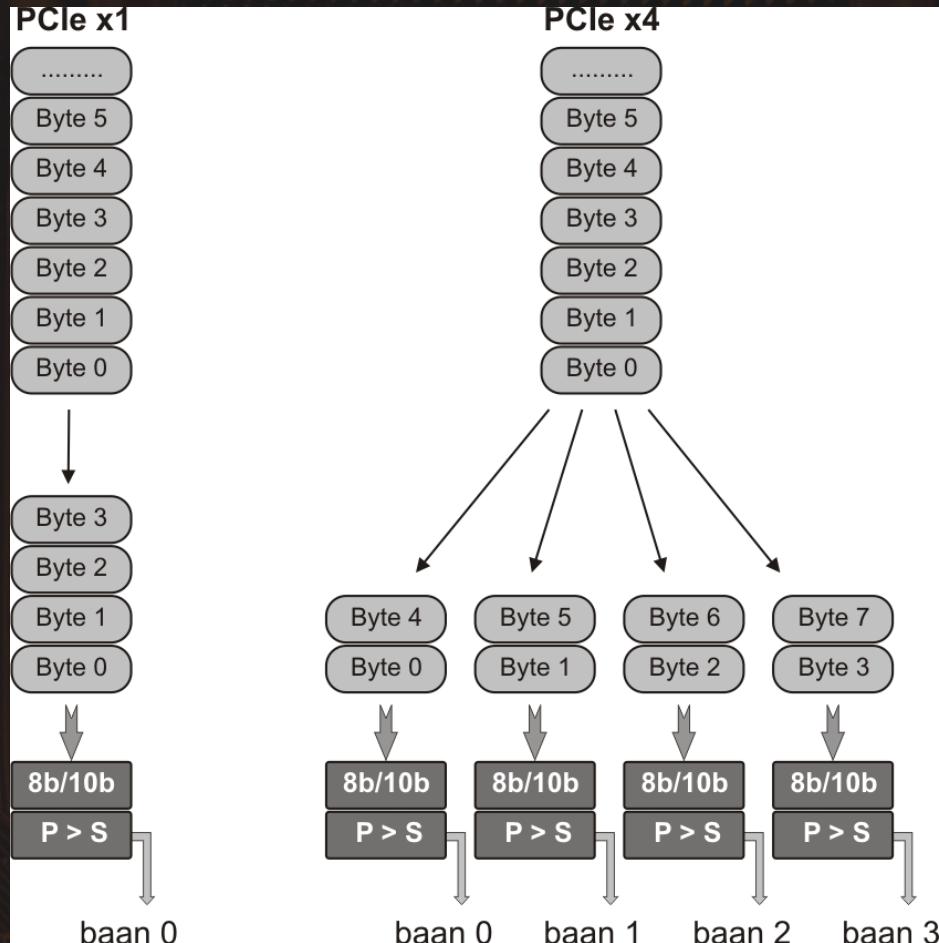
□ PCI-Express X1, X4, X8, X16

- ❖ De X1 connectoren zijn bedoeld voor vervanging van de meest gangbare PCI uitbreidingskaarten, zoals bijvoorbeeld Gigabit Ethernetkaarten.



I/O bussen en uitbreidingssloten

□ PCI-Express X1, X4, X8, X16



I/O bussen en uitbreidingsssloten

□ PCI-Express X1, X4, X8, X16

❖ Het 164-pin X16 slot is bedoeld als plaatsvervanger van het AGP slot en levert een bruikbare bandbreedte van ongeveer 4GB/s, het dubbele van de 2.1GB/s bandbreedte van de 8x AGP specificatie. Wat formaat betreft komt de X16 specificatie vrijwel overeen met AGP, beide technologieën zijn echter hardwarematig niet-compatibel met elkaar.

I/O bussen en uitbreidingsssloten

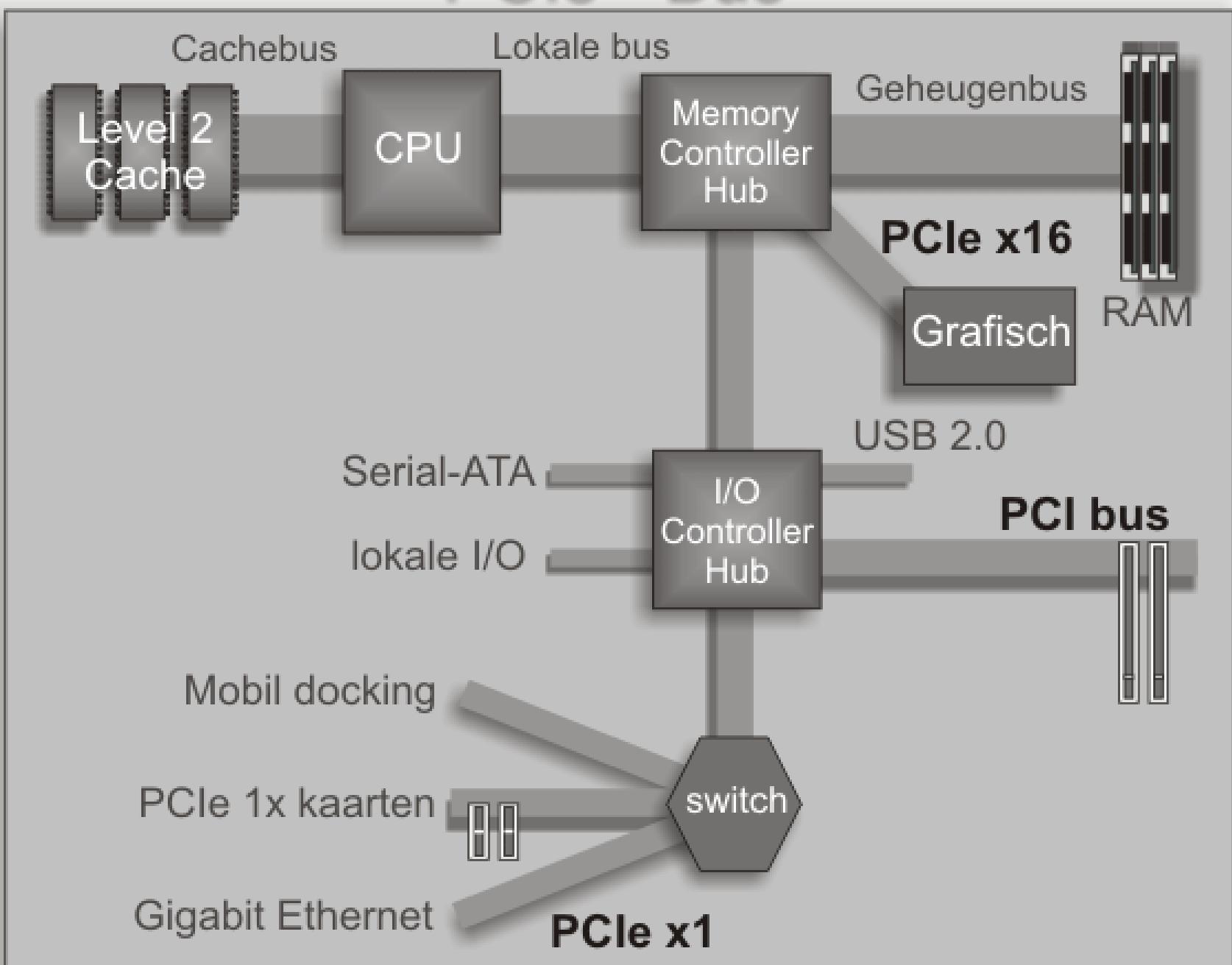
□ PCI-Express versie 2.0

- ❖ De frequentie is verdubbeld van 2.5 naar 5 GHz (serieel, dus gelijk aan 5Gbps). Dit geeft een bandbreedte van 500 MB/s voor 1x tot 8 GB/s voor 16x connectoren;
- ❖ Beter uitgerust voor Input/Output-virtualisatie;
- ❖ Energiezuiniger door de mogelijkheid om bepaalde lanes uit te schakelen bij idle-standen.

□ PCI-Express versie 3.0

- ❖ De frequentie is verhoogd naar 8 GHz;
- ❖ 128b/130b encoding;
- ❖ Doorvoersnelheid van 8 Gbps of 1GBps per lijn.

PCIe - Bus



PCI Express Example Connectors

x1

BANDWIDTH

Single direction: 2.5 Gbps/200 MBps

Dual Directions: 5 Gbps/400 MBps



x4

BANDWIDTH

Single direction: 10 Gbps/800 MBps

Dual Directions: 20 Gbps/1.6 GBps



x8



BANDWIDTH **Single direction:** 20 Gbps/1.6 GBps
Dual Directions: 40 Gbps/3.2 GBps

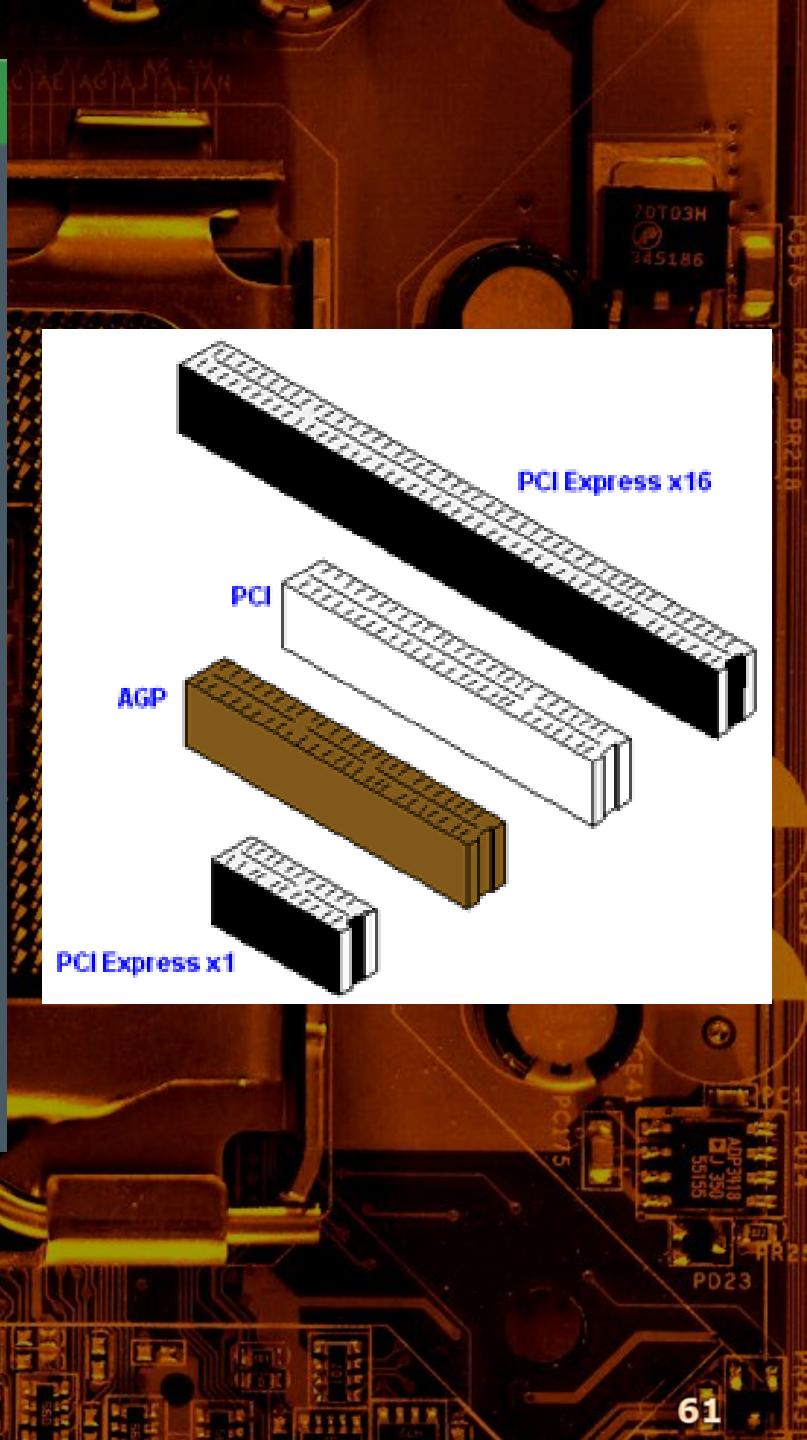
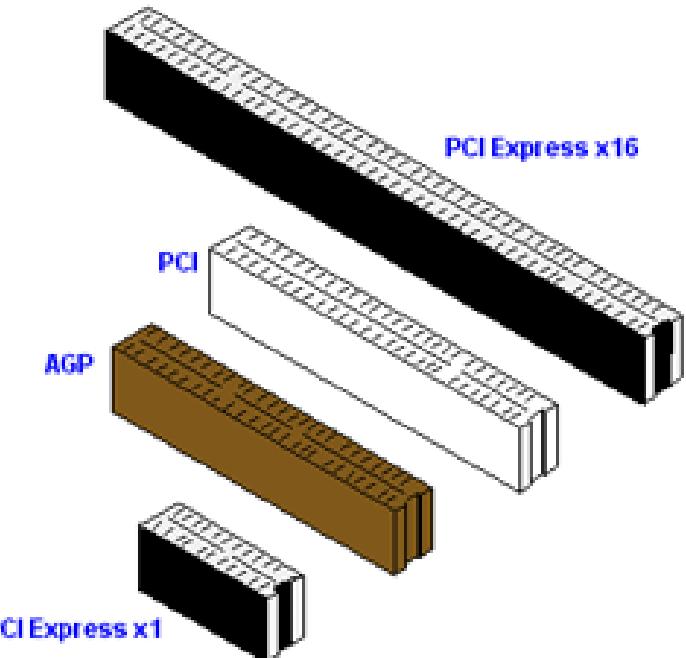
x16

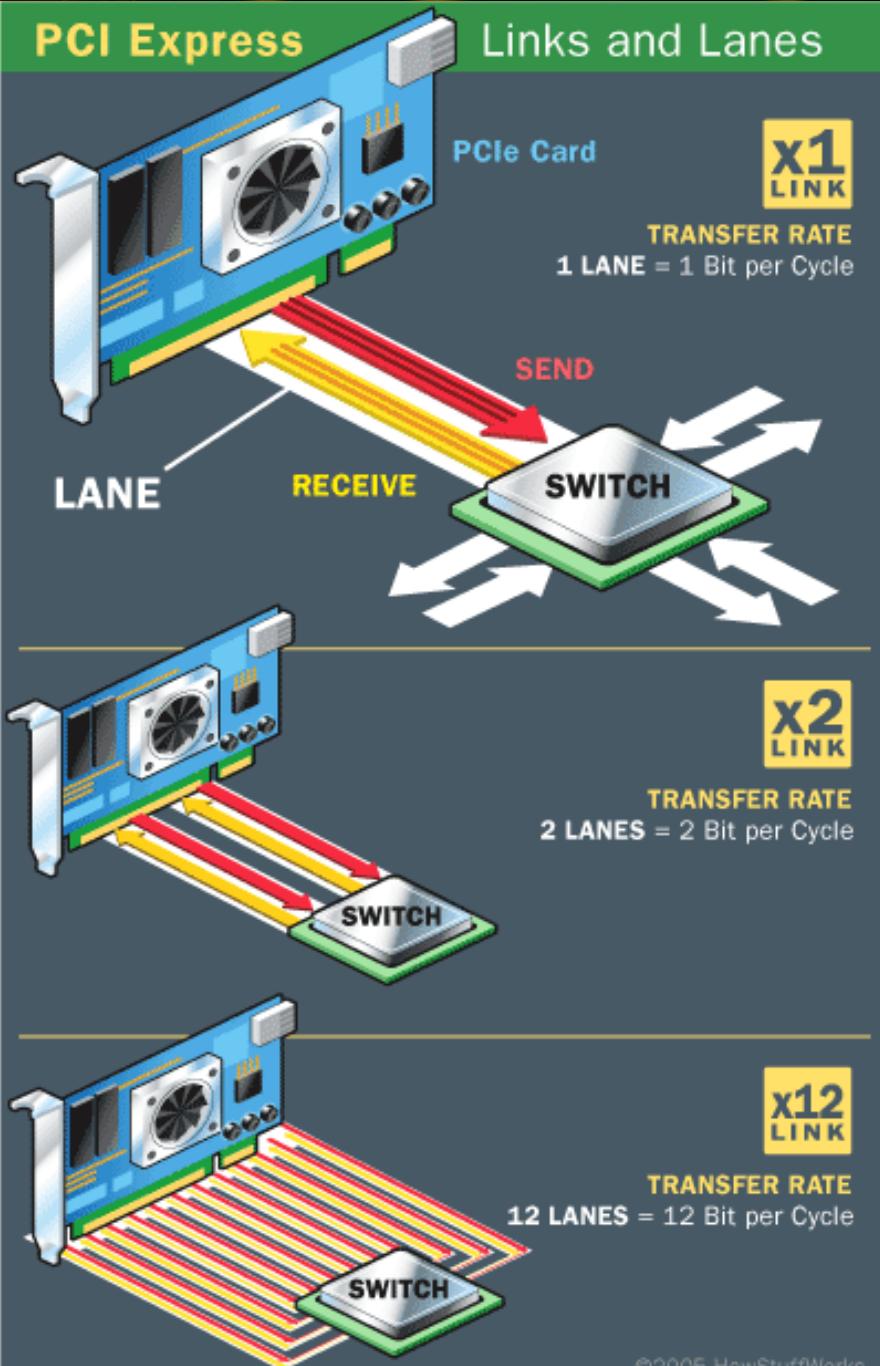
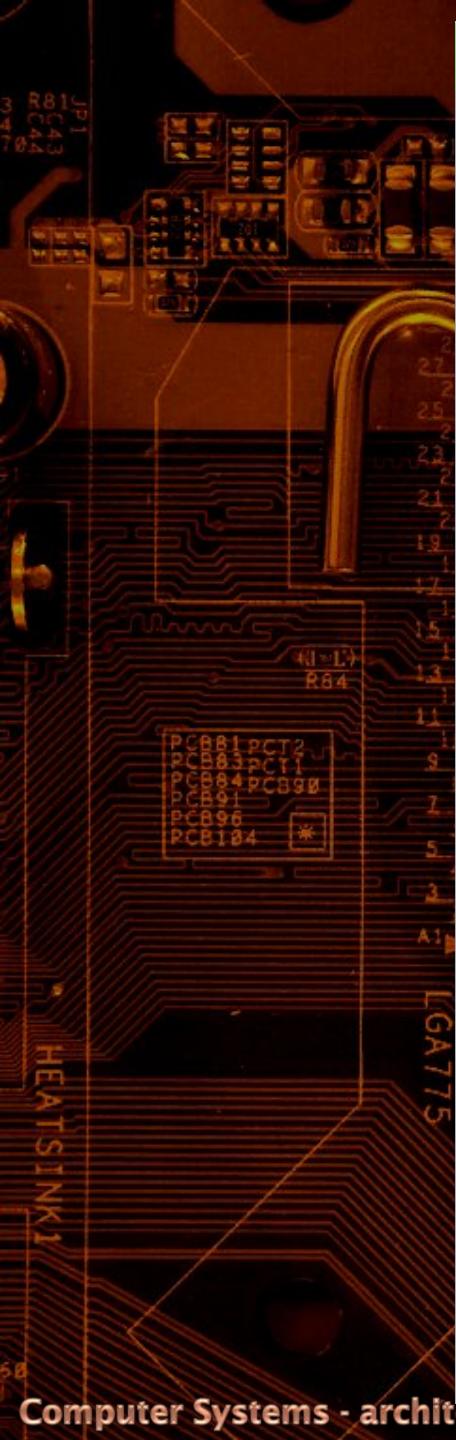


BANDWIDTH **Single direction:** 40 Gbps/3.2 GBps
Dual Directions: 80 Gbps/6.4 GBps

Source: IBM

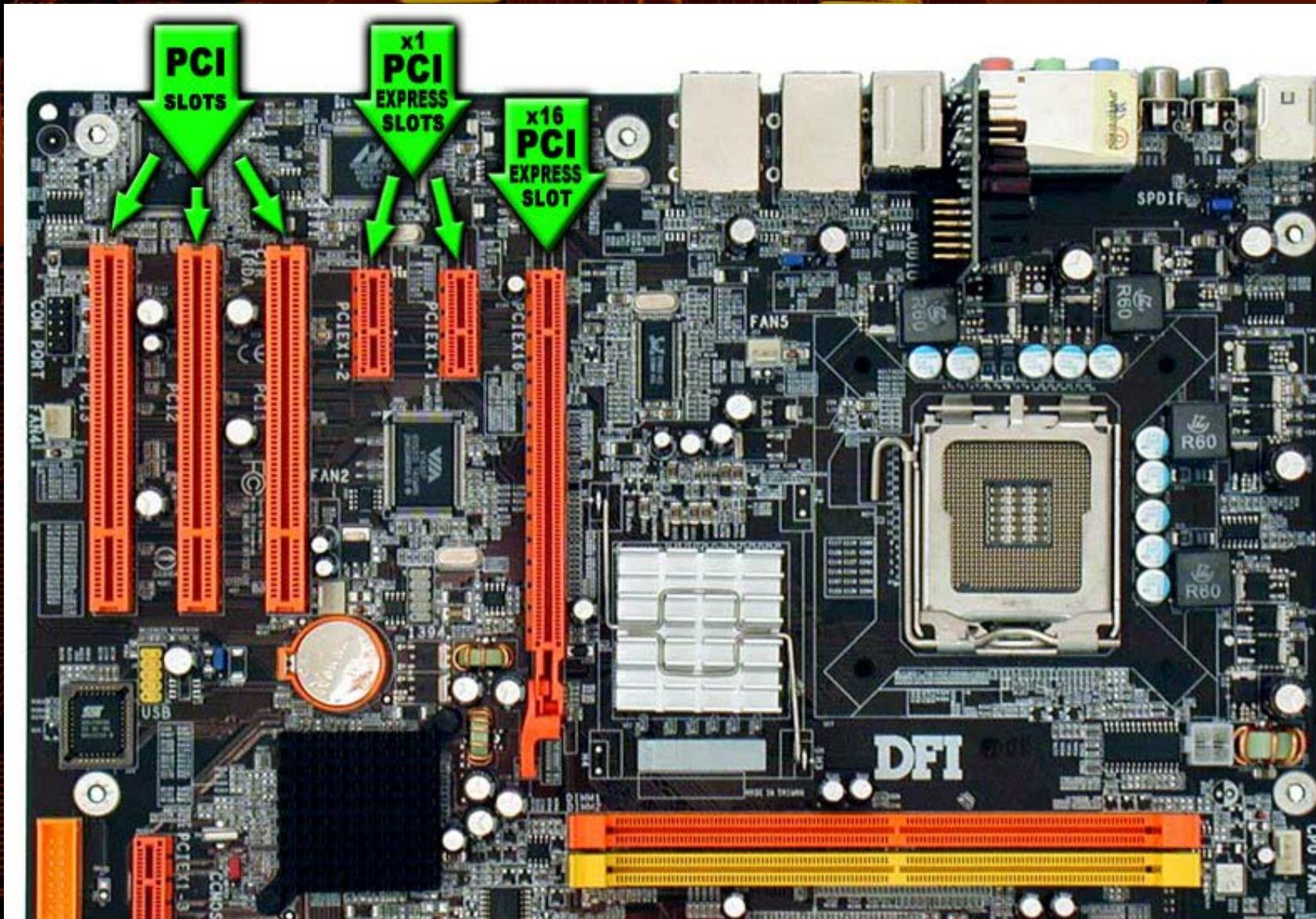
©2005 HowStuffWorks

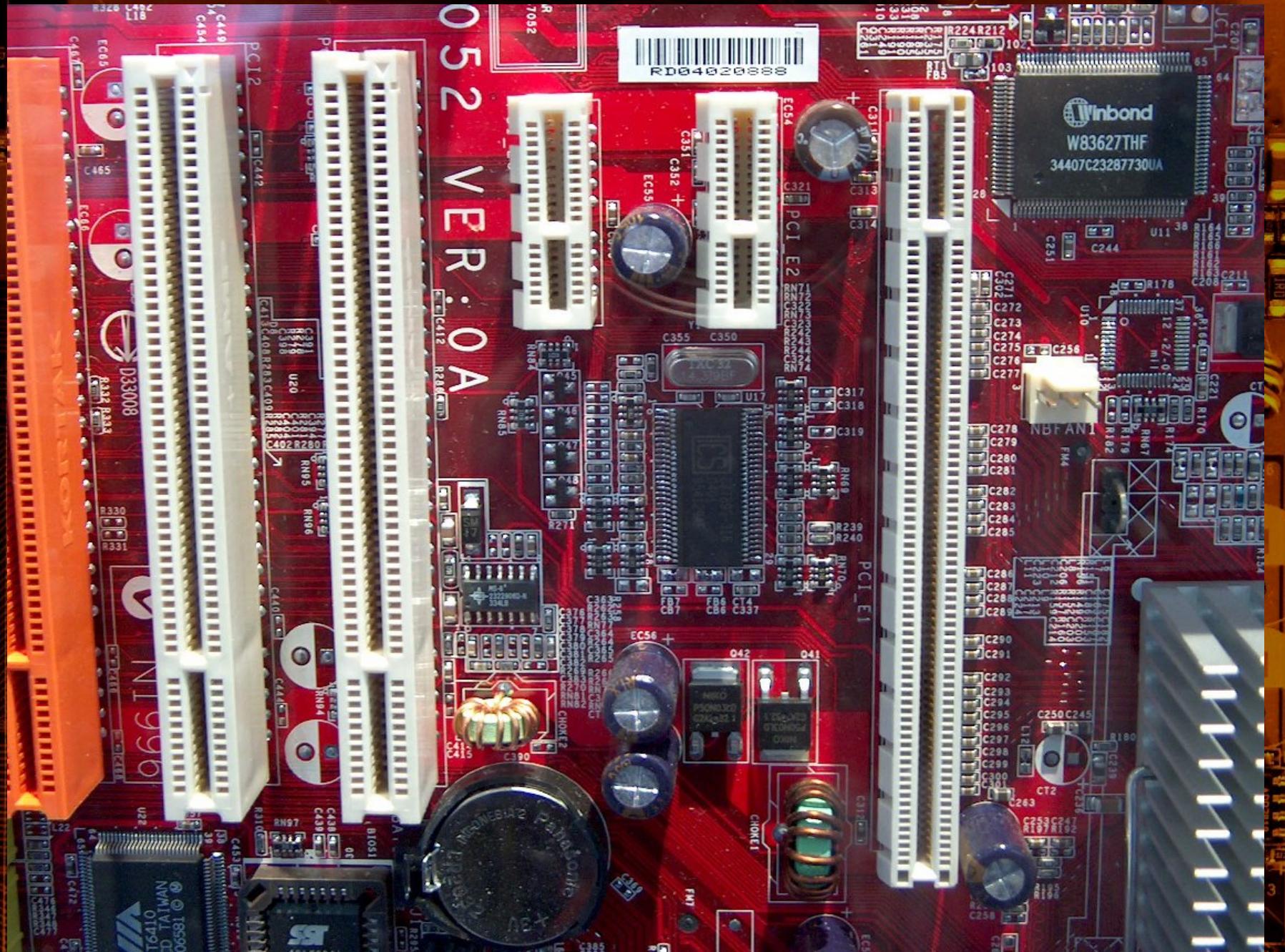


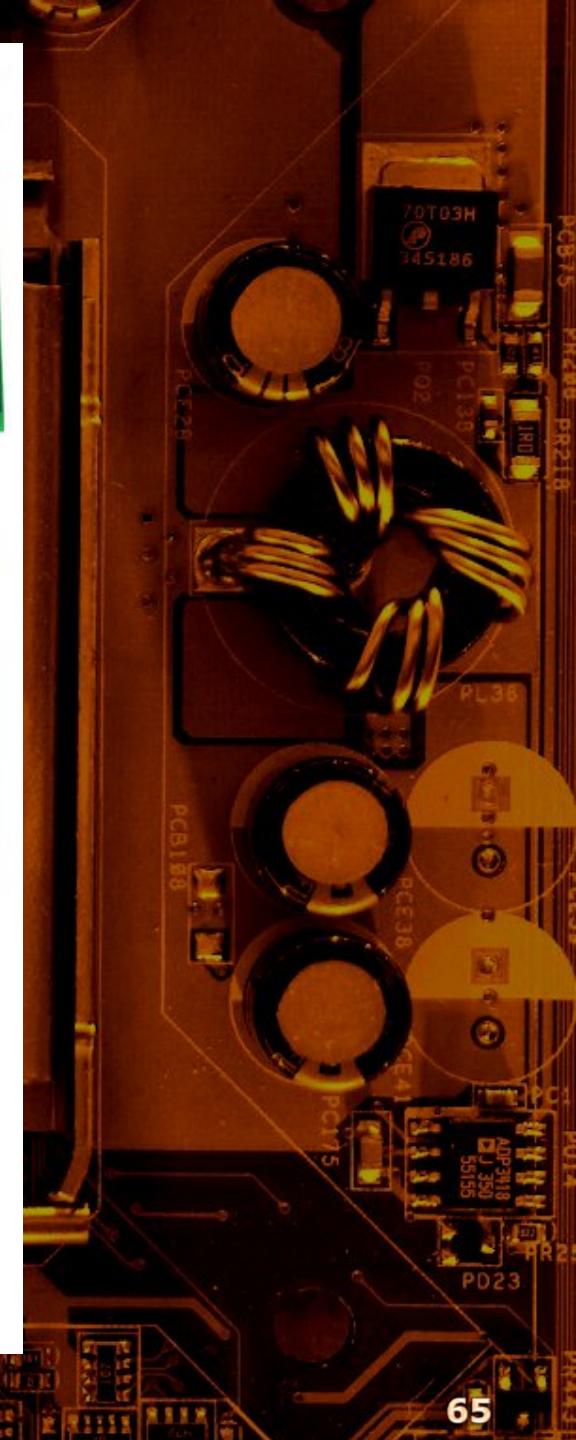
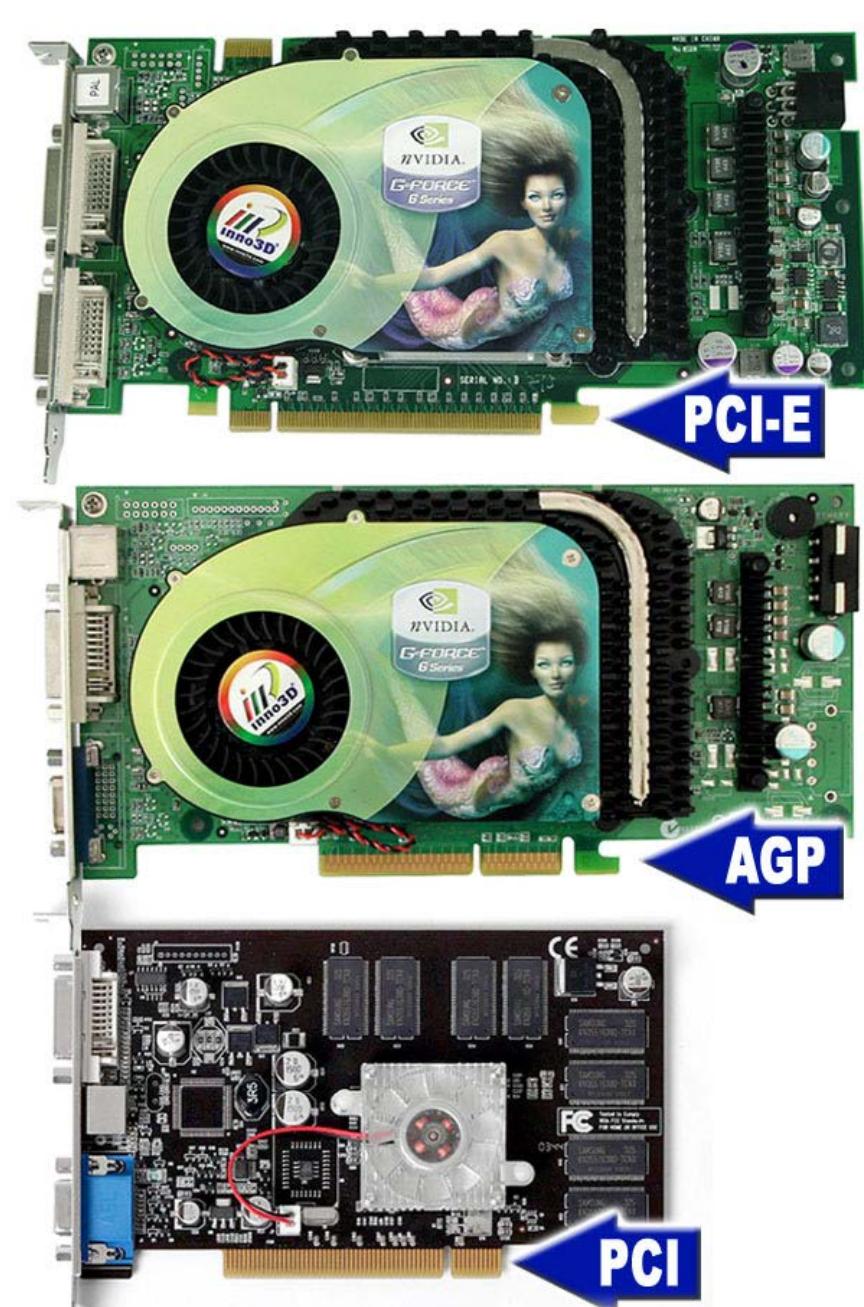
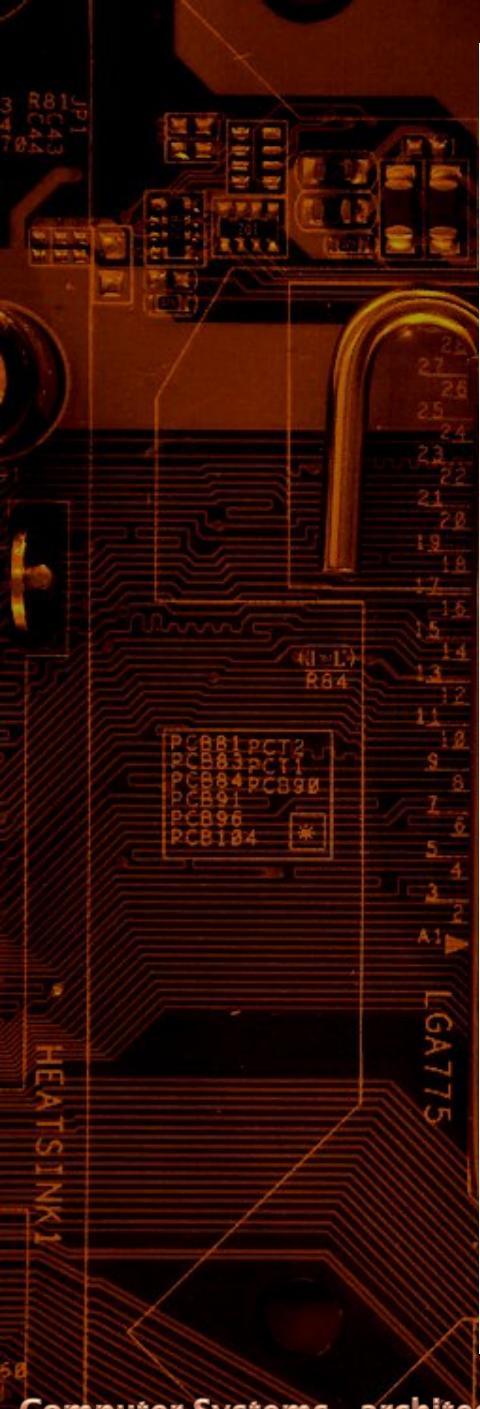


©2005 HowStuffWorks









Busarchitectuur

- Bussen algemeen
- **IO Bussen (Intern & uitbreidingsSloten)**
 - ❖ XT
 - ❖ ISA (Industry Standard Architecture)
 - ❖ VESA (Video Electronics Standard Associations)
 - ❖ PCI (Peripheral components Interconnect)
 - ❖ AGP (Accelerated Graphics Port)
 - ❖ PCIx (PCI eXtended)
 - ❖ Pcie (PCI Express) (2 weg serieel)
- IO bussen Extern
- Bussen voor opslagmedia

Busarchitectuur

- Bussen algemeen
- IO Bussen (Intern & uitbreidingsSloten)
- **IO bussen Extern**
 - ❖ USB
 - ❖ IEEE 1394
 - ❖ Thunderbolt
 - ❖ Parallel
 - ❖ Serieel
- Bussen voor opslagmedia

Moederbord

□ Aansluitingen

- Eerste blok: PS2-poort en twee USB3-poorten
- Tweede blok: WLAN-antenne aansluiting en DVI-poort
- Derde blok: DisplayPort en HDMI
- Vierde blok: twee USB2-poorten en een e-SATA poort
- Vijfde blok: gigabit LAN-poort (RJ-45) en USB3-poorten
- Zesde blok: Tweekanaals audiopoort



Externe bussen: USB

□ USB (Universal Serial Bus)

- ❖ Maximaal 127 apparaten per poort;
- ❖ Hot-plugged, hot unplugged onder Windows 98/2000/XP/Vista/7;
- ❖ USB 1.1
 - 12 Mbit/s USB
- ❖ USB 2.0
 - 480 Mbit/s USB (full speed)
- ❖ USB 3.0
 - 4,8 Gbit/s (super speed)
- ❖ USB 3.1
 - 10 Gbit/s

Externe bussen: USB

□ USB (Universal Serial Bus)

❖ USB 2.0 On-The-Go:

- Mobiele point-to-point verbindingsmogelijkheid;
- Apparaten zowel verzender (host) als ontvanger (randapparatuur): "dual role devices".

❖ Certified Wireless USB:

- Speciaal voor draadloze markt en dus in concurrentie met Bluetooth en de Wireless Ethernet standaard;
- De werkingssnelheid wordt verwacht rond 480Mbps op 3 meter afstand en 110Mbps op 10 meter.

❖ PoweredUSB:

- Extra connector voor stroomvoorziening;
- Drie voltages: 5V (30 Watt), 12V (72W) en 24V (144W).

Externe bussen: USB

□ USB (Universal Serial Bus)

- ❖ *USB-kabels: USB-A, USB-B, kabel met B- en A-aansluiting, kabel met A- en mini-USB-B*

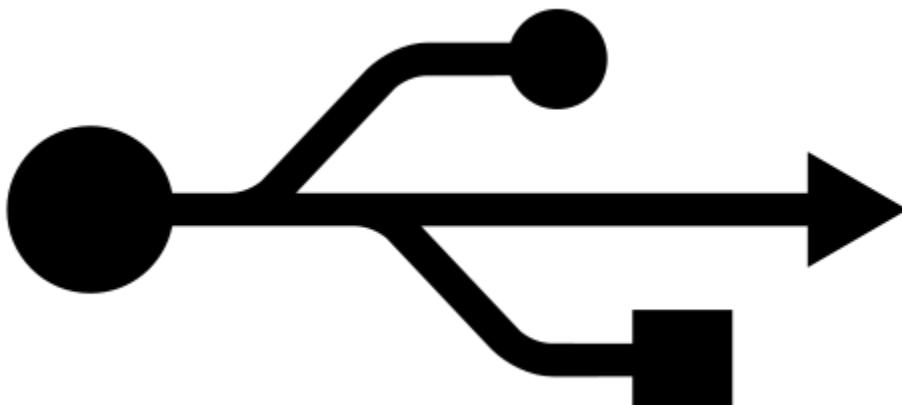


USB-A

Micro-B

Mini-B

USB-B



Externe bussen: IEEE-1394

□ IEEE-1394 (FireWire)

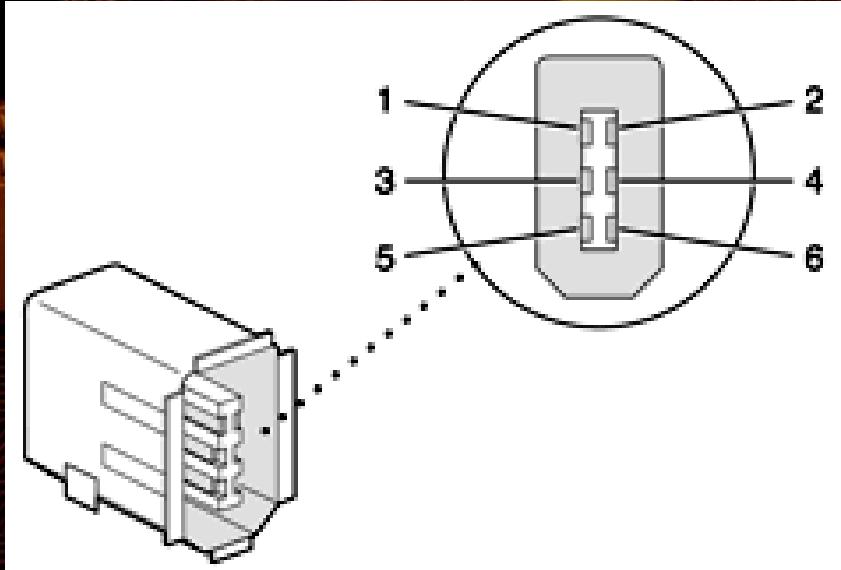
- ❖ Seriële, isochrone (real-time) hogesnelheidsbus;
 - IEEE-1394: 100, 200, 400 Mbps.
 - IEEE-1394b: 800, 1600 en 3200 Mbps.
- ❖ Veel sneller dan USB 1.1 en zelf bijna half zo snel als ATA133 voor interne opslagmedia;
- ❖ Voor externe apparaten (hot-pluggable) die ofwel hun voeding halen van de poort of zelf in hun voeding voorzien;
- ❖ Per bus kunnen er maximaal 63 apparaten aangesloten worden op een geschakelde ketting, op hun beurt kunnen nog eens 1023 bussen met elkaar geconnecteerd worden.

Externe bussen: IEEE-1394

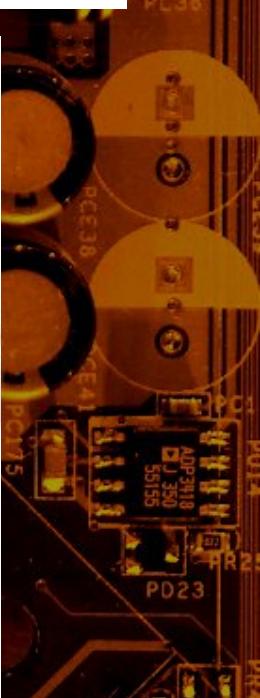
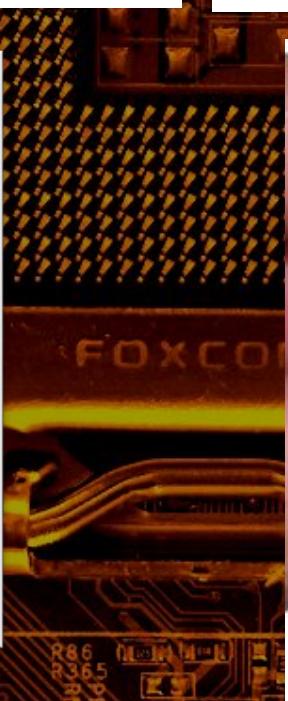
□ IEEE-1394 (FireWire)

- ❖ Aansluiting met stroomvoorziening: 6-draads kabel (2 stroomdraden, 2 draden voor dataoverdracht en 2 draden voor het kloksignaal);
- ❖ Aansluiting zonder voeding: 4-draads kabel;
- ❖ Firewire kabels hebben een maximale lengte van 15 meter;
- ❖ Connectie door een IEEE-1394 interface in de vorm van een PCI adapter kaart of onboard;
- ❖ IEEE 1394 standaard: peer-to-peer standaard. Firewire apparaten kunnen dus rechtstreeks met elkaar interconnecteren.

Firewire connector



Firewire kabel



Externe bussen: Thunderbolt

□ Thunderbolt

- ❖ Ontwikkeld door Intel;
- ❖ Toegepast door Apple in MacBook Pro in 2011;
- ❖ Combinatie van PCI Express en DisplayPort;
- ❖ Ontwikkeld voor glasvezelverbindingen, maar de koperverbinding laat toe om de vooropgestelde 10 Gbps te halen en is veel goedkoper. Later kan terug overgestapt worden naar glasvezel om 100 Gbps te halen.
- ❖ Connector is een Mini DisplayPort connector;
- ❖ Daisychain tussen zeven toestellen;
- ❖ Hoge bandbreedte van 10 Gbps in de twee richtingen is twee maal sneller dan USB 3.0.

Externe bussen: Thunderbolt

□ Thunderbolt



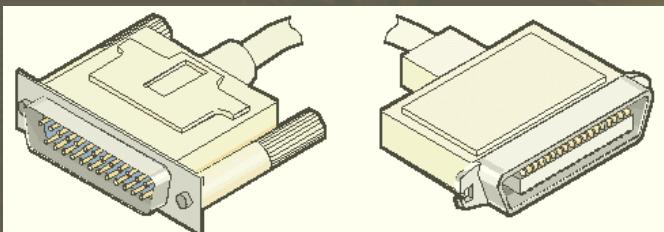
Parallelle en seriële poort

□ Parallelle poort (IEEE-1284)

- ❖ De parallelle poort wordt voornamelijk gebruikt voor het aansluiten van een printer door middel van een 25 pins SUB-D connector.

□ Seriële poort (RS-232C)

- ❖ RS-232 is een standaard voor seriële binaire datacommunicatie tussen computers en randapparatuur of tussen computers.



Externe bussen: PC-kaart

□ PC-kaart (PCMCIA)

- ❖ Mobiele computers eenvoudig uitbreiden met netwerkadapters, kleine harde schijven, Firewire adapters, modems, ...;
- ❖ De PC-kaart bus is afhankelijk van de PC-bus;
- ❖ Oorspronkelijk 16 bits breed en 10 MHz snel;
- ❖ Recentere versie (Cardbus) is 32 bit breed en heeft een snelheid van 33 MHz.



Externe bussen: PC-kaart

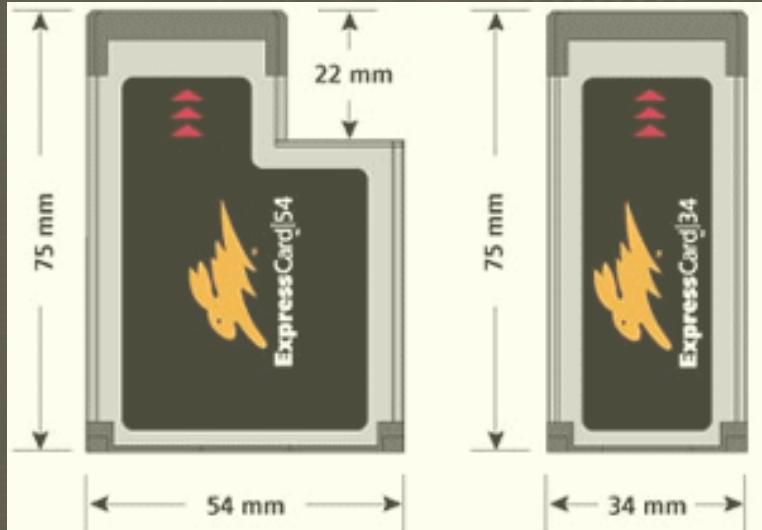
□ PC-kaart (PCMCIA)

- ❖ Type I: Vooral gebruikt in PDA's (Personal Digital Assistants) om extra geheugen te voorzien. De kaarten zijn 3.3 mm dik.
- ❖ Type II: Vooral gebruikt om laptops van modems, netwerkadapters of extra geheugen te voorzien. Het is een 5.0 mm dik slot.
- ❖ Type III: Voor verwijderbare harde schijven en 10.5 mm dik.
- ❖ Type IV: Kunnen twee types PC-kaartapparaten tegelijk regelen en zijn Plug&Play.

Externe bussen: PC-kaart

□ ExpressCard

- ❖ PC-kaart gebaseerd op de PCI-express technologie;
- ❖ Samenwerking tussen de PCMCIA en PCI groep.



Busarchitectuur

- Bussen algemeen
- IO Bussen (Intern & uitbreidingsSloten)
- **IO bussen Extern**
 - ❖ USB
 - ❖ IEEE 1394
 - ❖ Thunderbolt
 - ❖ Parallel
 - ❖ Serieel
- Bussen voor opslagmedia

Busarchitectuur

- Bussen algemeen
- IO Bussen (Intern & uitbreidingSloten)
- IO bussen Extern
- **Bussen voor opslagmedia**
 - ❖ IDE / ATA
 - ❖ SATA
 - ❖ SCSI (SKOEZI)
 - ❖ SAS

IDE – ATA standaard

□ IDE (Integrated Drive Electronics)

- ❖ meest gebruikte interface voor harde schijven en hun controllers.
- ❖ ATA (1994, "AT Attachment Interface for disk drives")
- ❖ Hele evolutiegeschiedenis:
 - ATA
 - ATA/ATAPI
 - EIDE
 - ATA-2
 - Fast ATA
 - ATA-3
 - Ultra ATA
 - Ultra DMA

IDE – ATA standaard

□ ATA-1 specificatie:

- ❖ max. twee harde schijven (master/slave)
- ❖ beperkt tot 528 MB
- ❖ PIO modes 0, 1 en 2 en
- ❖ single word DMA mode 0, 1 en 2 en multiword DMA mode 0.

□ ATA-2 specificatie:

- ❖ zelfde als Enhanced IDE (E-IDE)
- ❖ PIO modes 3 en 4 en multiword DMA modes 1 en 2 (tot 16 MBps)
- ❖ Twee poorten, dus een totaal van vier kanalen.
- ❖ Logical Block Addressing: disks/partities boven de 528 MB tot 2 GB of 8 GB (afh. van de BIOS).

IDE – ATA standaard

□ ATA-3 specificatie:

- ❖ SMART (Self-Monitoring, Analysis, and Reporting Technology). Deze technologie maakt het mogelijk om voor het effectief optreden van schijfproblemen stappen te ondernemen om te voorkomen dat de fout gaat optreden.

IDE – ATA standaard

□ ATA/ATAPI-4 specificatie:

- ❖ Aansluiting van randapparatuur = ATA Packet Interface (ATAPI)
- ❖ Doorvoersnelheid stijgt tot 33 MBps door ondersteuning van Ultra DMA modes 0, 1 en 2.
- ❖ 80 polige IDE-kabel, connector blijft 40-polig, de 40 extra draden zijn aardingslijnen
- ❖ Foutcontrole door cyclic redundancy checking
- ❖ Altijd beschreven met 16 koppen, ook al hebben ze in de praktijk slechts 2, 4 of 6 koppen.
- ❖ De opdruk op de schijf niet langer overeen met de werkelijke inwendige opbouw.

IDE – ATA standaard

□ ATA/ATAPI-5 specificatie:

- ❖ ATA/ATAPI-5 voegt de UltraDMA modes 3 en 4 toe, met een stijging van de doorvoersnelheid tot gevolg tot 66 MBps.

□ ATA/ATAPI-6 specificatie:

- ❖ ATA/ATAPI-6 biedt de toepassing van UltraDMA mode 5 met een doorvoersnelheid van 100 MBps.

□ ATA/ATAPI-7 specificatie:

- ❖ ATA/ATAPI-7 bevat de laatste versie van UltraDMA (mode 6) met een doorvoersnelheid van 133 MBps. Deze ATA-specificatie bevat ook de eerste versie van serial-ATA (150 MBps).

PIO en DMA modes

Mode	Specificatie	Doorvoersnelheid (MBps)
PIO mode 0	ATA	3.3
PIO mode 1	ATA	5.2
PIO mode 2	ATA	8.3
PIO mode 3	ATA-2	11.1
PIO mode 4	ATA-2	16.6
DMA mode 1	ATA-2	13.3
DMA mode 2	ATA-3	16.6
Ultra-DMA 0	ATA-4	16.66
Ultra-DMA 1	ATA-4	25.00
Ultra-DMA 2	ATA-4	33.33
Ultra-DMA 3	ATA-5	44.44
Ultra-DMA 4	ATA-5	66.66
Ultra-DMA 5	ATA-6	100.00
Ultra-DMA 6	ATA-7	133.00

Serial-ATA

□ Serial-ATA

- ❖ Seriële verbinding;
- ❖ 7 aansluitingen, maar 4 signaalpinnen;
- ❖ 0.25 volt (P-ATA is 5 volt);
- ❖ Harde schijven enkelvoudig verbonden.

- ❖ S-ATA 1 = 150 MBps
- ❖ S-ATA 2 = 300 MBps
- ❖ S-ATA 3 = 600 MBps
- ❖ eSATA (extern)



SCSI (skoezi)

□ 'Small Computer System Interface'.

- ❖ Hogere snelheid dan IDE;
- ❖ Groot aantal apparaten;
- ❖ SCSI-bus afgesloten met terminators;
- ❖ SCSI-identifiers nodig;

□ Drie generaties

- ❖ SCSI-1
- ❖ SCSI-2
- ❖ SCSI-3

SCSI



Specificatie	Busbreedte e (bits)	Bussnelhei d (MHz)	Transfe r (MB/s)	Kabel Lengte	Max. apparatu n
SCSI-1	8 bit	5 MHz	5 MB/s	6	7
Fast SCSI	8 bit	10 MHz	10 MB/s	6	7 or 15
Wide SCSI	16 bit	5 MHz	10 MB/s	3	15
Fast Wide SCSI	16 bit	10 MHz	20 MB/s	3	15
Ultra SCSI (Fast-20)	8 bit	20 MHz	20 MB/s	3	7
Ultra Wide SCSI (F-20 Wide)	16 bit	20 MHz	40 MB/s	3	3
Ultra2-SCSI (Fast-40)	8 bit	40 MHz	40 MB/s	12	7
Ultra2-Wide SCSI	16 bit	40 MHz	80 MB/s	12	15
Ultra3-SCSI	16 bit	40 MHz *2	160 MB/s	12	15
Ultra-320 SCSI	16 bit	80 MHz *2	320 MB/s	12	15
Ultra-640 SCSI	16 bit	160 MHz *2	640 MB/s	12	15

□ *Serial Attached SCSI (SAS)*

- ❖ Seriële versie: 3 GHz, dus bandbreedte 3 Gb/s;
- ❖ Geen terminatie nodig aangezien elk apparaat zijn eigen kabel heeft;
- ❖ “backward compatible” met SATA, zodat SATA-schijven aan een SAS-controller kunnen gekoppeld worden, maar niet omgekeerd.

□ *iSCSI*

- ❖ Internet Small Computer System Interface;
- ❖ Gebruikt Ethernet connectors en kabels, en het IP-protocol.
- ❖ Binnen datacenters om alle opslag van servers te centraliseren in een SAN-omgeving.

Busarchitectuur

- **Bussen algemeen**
- **IO Bussen (Intern & uitbreidingsSloten)**
- **IO bussen Extern**
- **Bussen voor opslagmedia**
 - ❖ IDE / ATA
 - Integrated Drive Electronics
 - Advance technology attachment)
 - ❖ SATA (Serial ATA)
 - ❖ SCSI (Small computer system interface)
 - ❖ SAS (Serial attached SCSI)

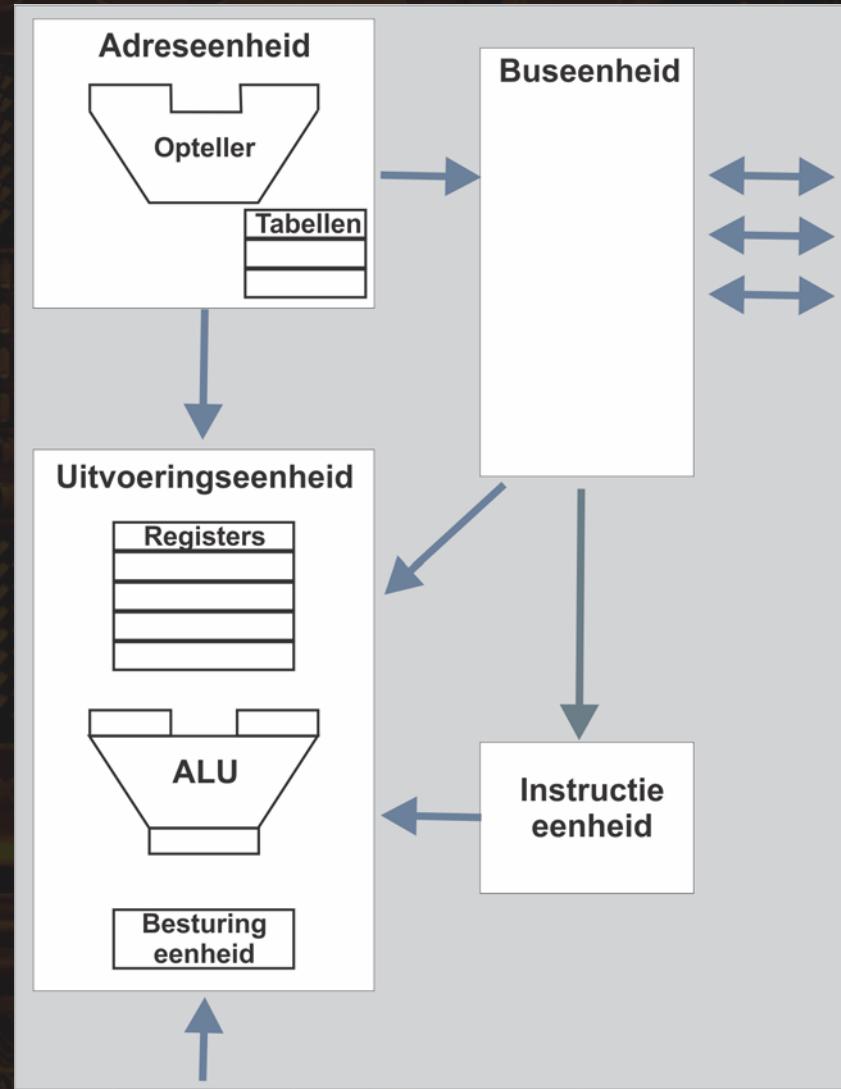
Microprocessorarchitectuur

□ De onderdelen van de microprocessor

- ❖ **Buseenheid:** verzorgt de communicatie met de bussen en genereert geheugen- en I/O-adressen;
- ❖ **Instructie-eenheid:** decodeert de gegevens, die door de businterface zijn opgehaald, als instructies, die vervolgens worden uitgevoerd;
- ❖ **Adreseenheid:** voert alle adresberekeningen intern en extern uit;
- ❖ **Uitvoeringseenheid:** voert de gedecodeerde instructies uit. Sommige instructies bevatten geheugenadressen. Deze instructies worden in de adreseenheid geplaatst voor verdere verwerking;

Microprocessorarchitectuur

□ Onderdelen



Microprocessorarchitectuur

□ Onderdelen uitvoeringseenheid

- ❖ De rekenkundige- en logische eenheid (ALU)
 - Arithmetic and Logic Unit: eigenlijk rekencircuit van de processor (twee data-inputs en één data-output);
- ❖ De besturingseenheid of Control Unit (CU)
 - Verantwoordelijk voor de communicatie tussen de ALU en de andere componenten van het moederbord;
 - Synchronisatie en de controle van het gehele systeem;
 - Beschikt over een programcounter (instructieteller).
- ❖ De registers

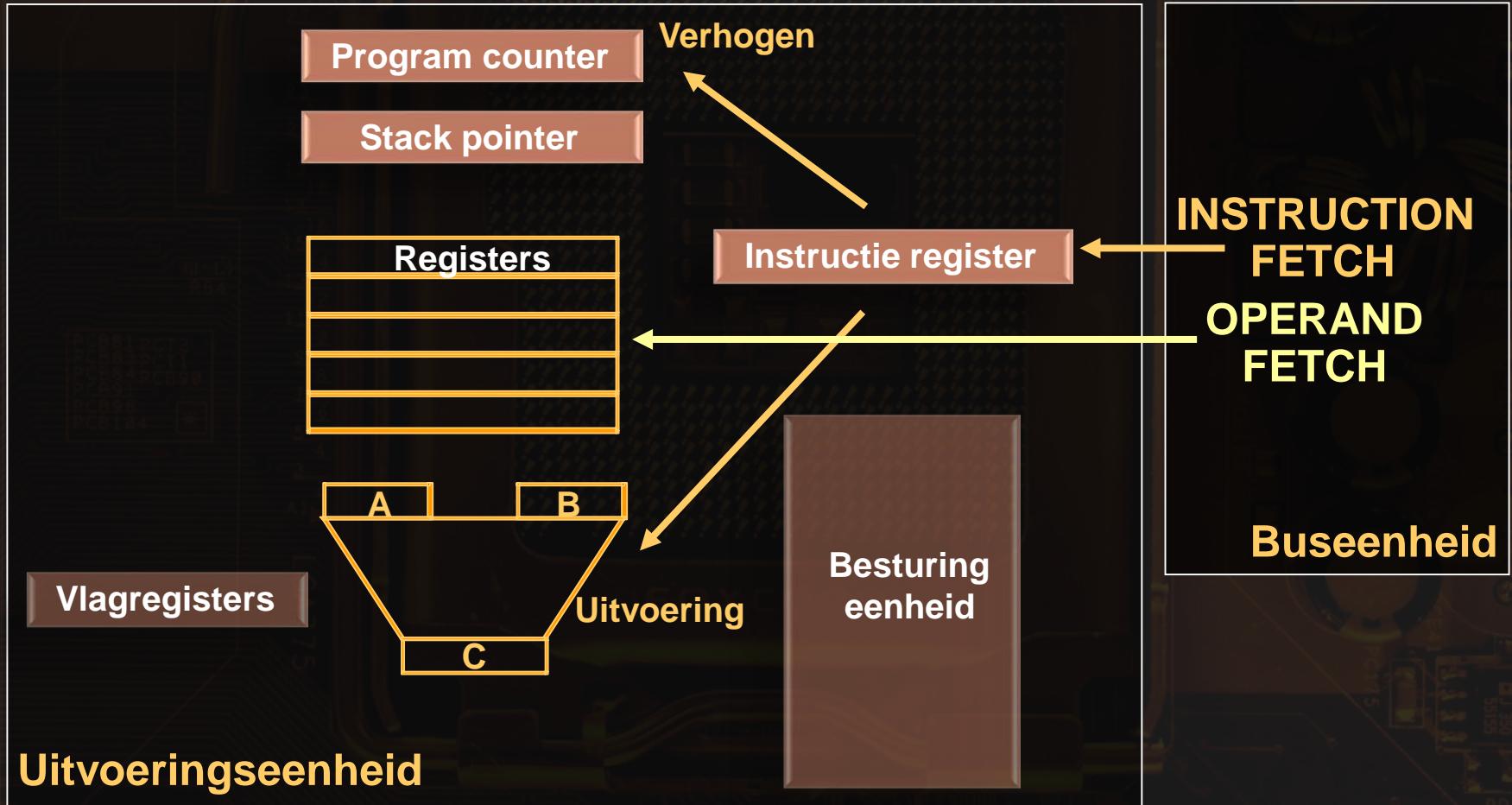
Von Neumann cyclus

□ Stap 1: Instruction Fetch

- ❖ De inhoud van de program counter wordt op de adresbus geplaatst, via de controlebus wordt een leessignaal doorgegeven. De machinetaal instructie (adres is inhoud van instruction pointer) wordt dan over de databus naar de microprocessor getransporteerd.
- ❖ Deze instructie wordt tijdelijk in het instructieregister geplaatst. De program counter zal nu verhogen met het aantal bytes dat de ingelezen instructie bevat, zodat de volgende instructie nu wordt aangewezen.

De Von-Neumancyclus

Stap 1



Uitvoeringseenheid

Von Neumann cyclus

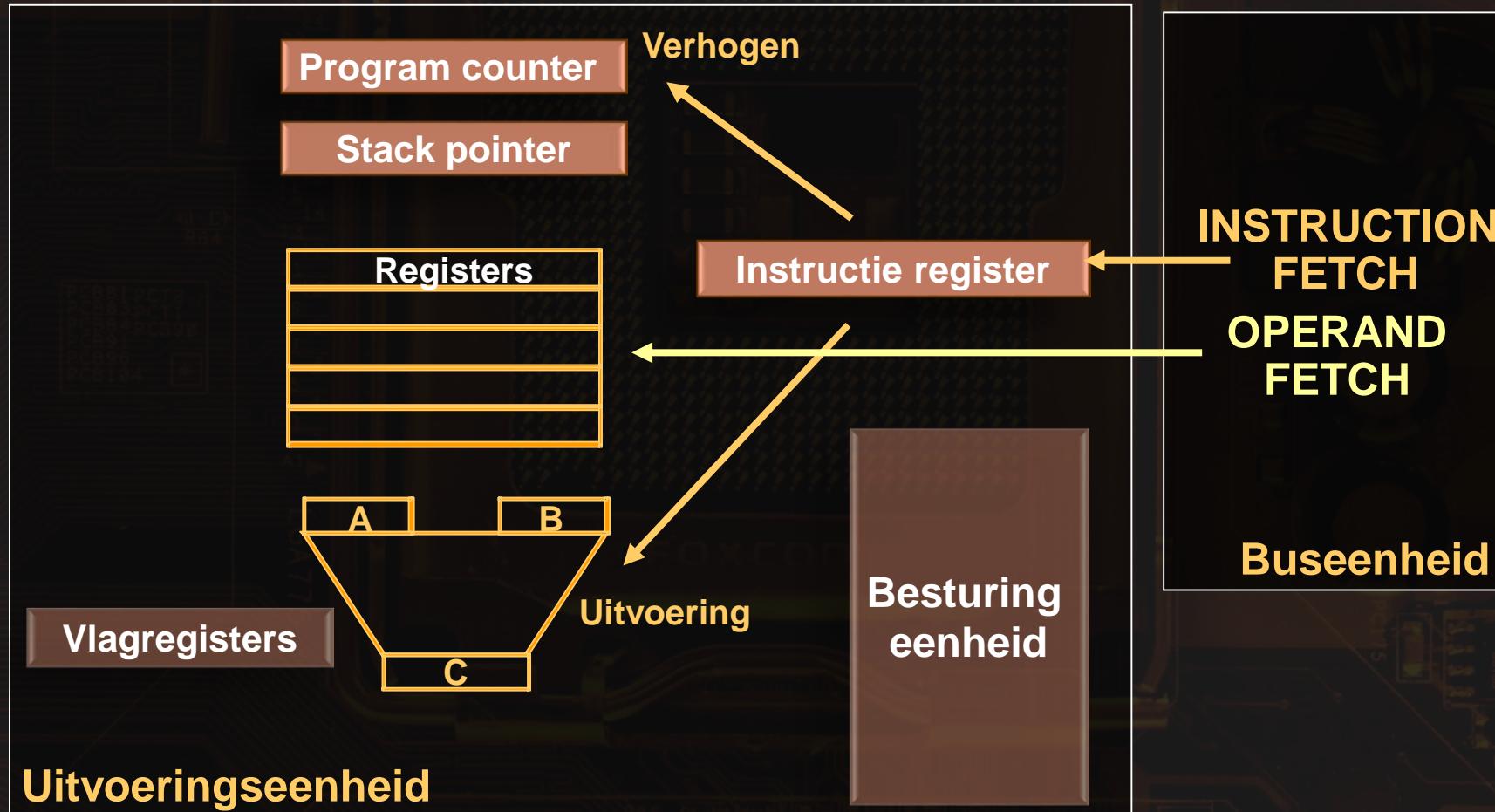
Stap 2: Instruction Decode

- ❖ De instructie wordt gedecodeerd zodat het juiste type instructie bepaald wordt. Indien het voor het uitvoeren van een instructie nodig is om data uit het geheugen te halen, dan wordt eerst bepaald op welk adres ze staan, ze worden daar opgehaald en in de registers geplaatst (**operand fetch**).

Von Neumann cyclus

Stap 3: Instruction Execution

- ❖ De instructie wordt uitgevoerd.



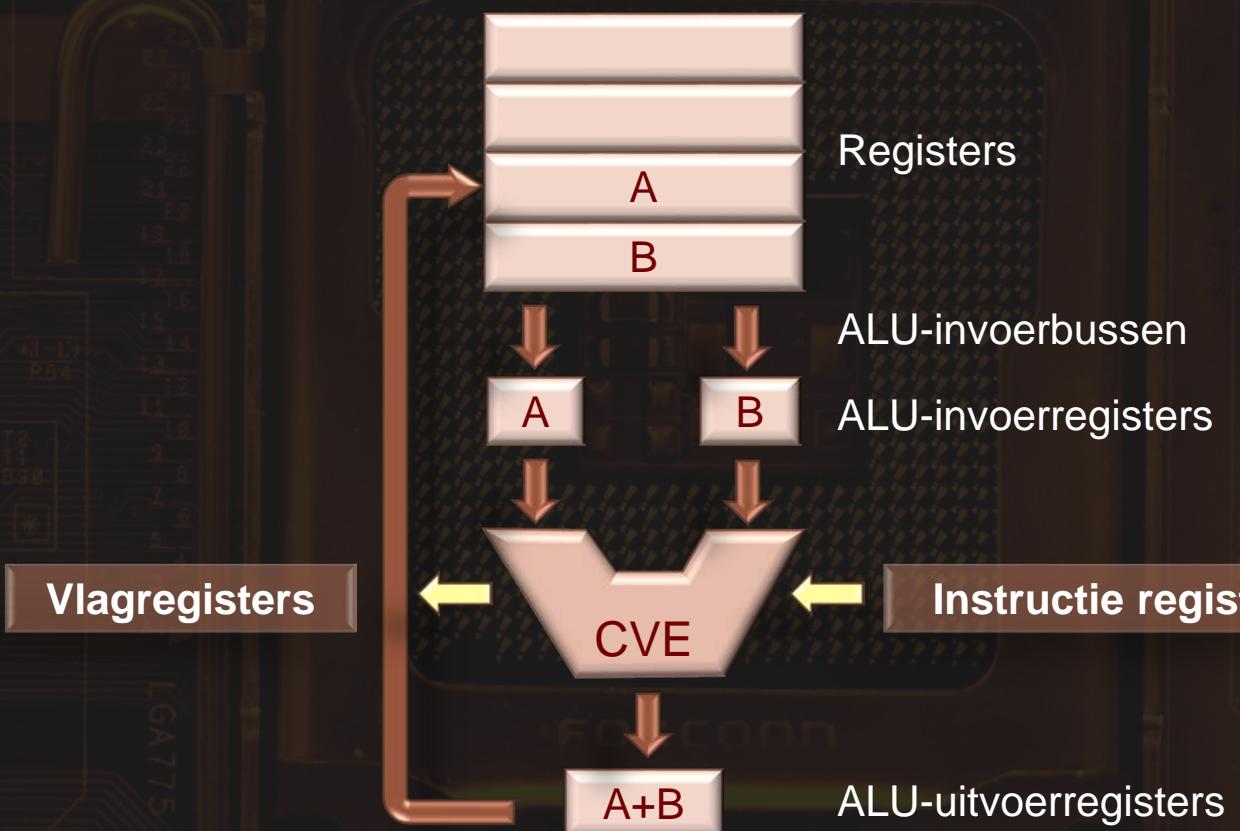
Uitvoeringseenheid

Von Neumann cyclus

Stap 4: Store

- ❖ Het (tussen)resultaat wordt opgeslagen en we keren terug naar stap 1 voor het uitvoeren van de eerstvolgende instructie (aangewezen door de verhoogde program counter).

Von Neumann cyclus



De registerset van de 8086

- De registerset van de 8086 kent een opdeling vijf groepen 16-bit registers:
 - ❖ 4 algemene registers;
 - ❖ 4 wijzer- en indexregisters;
 - ❖ 4 segmentregisters;
 - ❖ 1 instruction pointer;
 - ❖ 1 vlagregister.

Registerset van de 8086

Accumulator

Basis

Count

Data

Stack Pointer

Base Pointer

Destination Index

Source Index

Code Segment

Data Segment

Stack Segment

Extra Segment

Instruction Pointer

AH	AL
BH	BL
CH	CL
DH	DL
SP	
BP	
DI	
SI	
CS	
DS	
SS	
ES	
IP	

Algemene registers

Wijzer- en indexregisters

Segmentregisters

Registerset van de 8086

□ Vlagregister

- ❖ Statusvlag
- ❖ Systeemvlag
- ❖ Controlevlag



De registerset van de x86 (IA-32)

- De 32-bit processoren van de x86 kent een **opdeling** vijf groepen 32-bit registers:
 - ❖ 4 algemene registers;
 - ❖ 4 wijzer- en indexregisters;
 - ❖ 6 segmentregisters;
 - ❖ 1 instruction pointer;
 - ❖ 1 vlagregister.

Registerset van de x86 (IA-32)

Accumulator

Basis

Count

Data

Stack Pointer

Base Pointer

Destination Index

Source Index

Code Segment

Data Segment

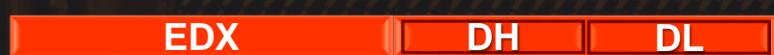
Stack Segment

Extra Segment

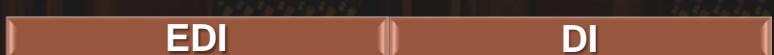
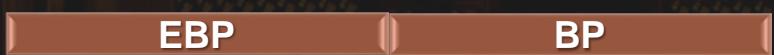
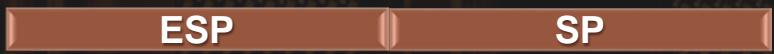
Extra Segment

Extra Segment

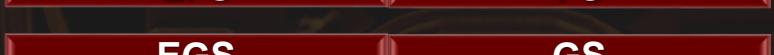
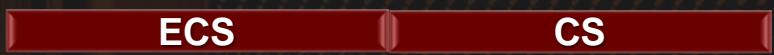
Instruction Pointer



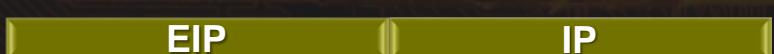
Algemene registers



Wijzer- en indexregisters



Segmentregisters



Registerset van de x86 (IA-32)

□ 32 bit vlagregister

- ❖ Statusvlag
- ❖ Systeemvlag
- ❖ Controlevlag

Vlagregister																																	
31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		

Identification (P5+) Virtual interrupt pending (P5+) Virtual interrupt flag (P5+) Alignment check (80486+) Virtual 86 mode (80386+) Resume flag (80386+)

Overloop Richting Interrupt enable Trap Teken Hulpcarry Pariteit Carry

