

Structuur en organisatie van computersystemen

2	COMPUTERAPPARATUUR	3
2.1	EENHEDEN EN PREFIXEN	3
2.2	DIGITALE LOGICA.....	3
2.3	GEHEUGENS MET ONMIDDELIJKE TOEGANG.....	4
2.4	NIET VLUCHTIGE GEHEUGENS	6
2.5	MAGNEETSCHIJVEN	6
2.6	OPTISCHE SCHIJVEN	8
2.7	MAGNEETBANDEN EN -CASSETTES.....	9
2.8	MESSAGEHEUGENS	10
2.9	GEGEVENSTRANSPORT	10
2.10	EEN BUSVERBINDING	10
2.11	VOORGEHEUGENS.....	11
2.12	PIPELINING	11
2.13	INSTRUCTIEARCHITECTUUR.....	12
2.14	MULTI-PROCESSOREN	12
2.15	HARDWARE HYPER-THREADING	13
2.16	COMPUTERPRESTATIES.....	13
3	BASISPROGRAMMATUUR.....	14
3.1	DE VERTALER.....	14
3.2	DE MACRO-VOORVERTALER	15
3.3	DE LADER	15
3.4	DE BINDER.....	15
3.5	DE VERTOLKER.....	17
3.6	HET SPEURPROGRAMMA	17
3.7	HET OPSTARTEN VAN DE COMPUTER	17
4	BESTURINGSSYSTEMEN	18
4.1	INLEIDING	18
4.2	HET PROGRAMMA-TOESTANDSWOORD	18
4.3	PROGRAMMA-ONDERBREKINGEN	18
4.4	INVOER EN UITVOER.....	19
4.5	PROCESSORTOESTANDEN	20
4.6	MULTIPROGRAMMATIE	21
4.7	SOORTEN BESTURINGSSYSTEMEN	21
4.8	TAKEN/DIENSTEN VAN HET BESTURINGSSYSTEEM	21
4.9	KOSTEN/BATEN ASPECTEN	22
5	COMPUTERNETWERKEN.....	23
5.1	INLEIDING	23
5.2	FYSISCHE LAAG	24
5.3	DATAVERBINDINGSLAAG.....	24
5.4	LOKALE NETWERKEN	25
5.5	NETWERKLAAG	25
5.6	NETWERKEN VERBINDEN: EEN INTERNET	26
5.7	TRANSPORTLAAG	26
5.8	NAAMDIENTEN	26
5.9	TOEPASSINGEN	26
5.10	DE WOLK.....	27
5.11	RFID	27
5.12	HET INTERNET DER DINGEN	27

2 Computerapparatuur

2.1 Eenheden en prefixen

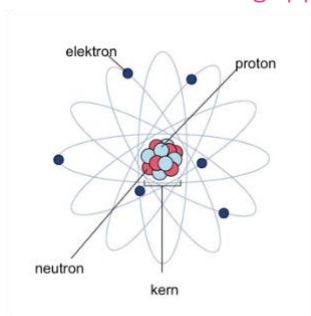
Begrip	Afkorting	Verklaring
Bit	b	Binary digit
Nibble		4 bits
Byte	B	Binary term, 8 bits
Octet		Synoniem voor byte
Seconde	s	Tijdseenheid
	ps	Per seconde
Hertz	Hz	Aantal trillingen per seconde
Meter	m	Eenheid van lengte
Ohm	Ω	Eenheid elektrische weerstand
Ampère	A	Eenheid elektrische stroomsterkte
Coulomb	C	Eenheid van een lading
Volt	V	Eenheid elektrische spanning

Prefix	Symbol	Informatica	Metriek
kilo	k	2^{10}	10^3
mega	M	2^{20}	10^6
giga	G	2^{30}	10^9
tera	T	2^{40}	10^{12}
peta	P	2^{50}	10^{15}
exa	E	2^{60}	10^{18}
zetta	Z	2^{70}	10^{21}
yotta	Y	2^{80}	10^{24}
milli	m		10^{-3}
micro	μ		10^{-6}
nano	n		10^{-9}
pico	p		10^{-12}
femto	f		10^{-15}

2.2 Digitale logica

De basisschakelingen waaruit een computer is opgebouwd zijn EN-, OF- en NIET-schakelingen.

2.2.1 Enkele begrippen uit de elektriciteit



Elektron heeft een lading van $-1,59 \cdot 10^{-19}C$.

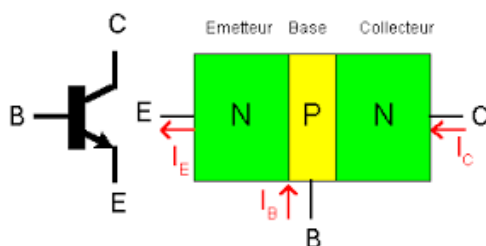
Spanning	E	Volt	V
Stroomsterkte	I	Ampère	A
Weerstand	R	Ohm	Ω

De wet van ohm: $I = E/R$. Stroom vloeit van + naar –

2.2.2 Transistoren

Er zijn 3 klassen van materialen: Geleiders, niet-geleiders en halfgeleiders

- Geleiders: elektronen losjes vastgehouden dus kunnen verplaatsen onder invloed van een elektrisch veld
- Niet-geleiders: (isolatoren of diëlektrica), elektronen zeer vast gebonden, kunnen praktisch niet bewegen
- Halfgeleiders: onder normale omstandigheden gedragen ze zich als niet-geleiders. Door vreemde atomen in de kristalstructuur in te brengen geleid het wel, “doperen van de halfgeleider”. Er zijn twee situaties p-type: plaats voor extra elektronen n-type: elektronen op overschot. Combinaties met deze twee types zijn diode (er kan enkel stroom lopen van p naar n) en transistoren (sandwichstructuur).



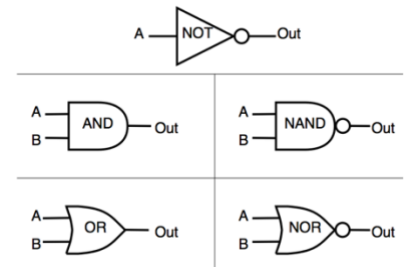
Een transistor is een samenvoeging van gedopeerde halfgeleiders, een voorbeeld de bipolaire n-p-n transistor. Het is een zeer snelle binaire schakelaar. Als de basis een positieve potentiaal heeft tov de emitter, sluit de transistor zich en is het een geleider. Anders, opent de transistor en is het een oneindig grote weerstand. De schakeltijd is enkele nanoseconden.

- NEN-poort (niet-en): twee transistoren in serie, uitgangsspanning is laag als beide ingangsspanningen hoog zijn
- NOF-poort (niet-of): twee transistoren in parallel, de uitgangsspanning is hoog als beiden ingangsspanningen laag zijn.

Bipolaire transistor, waarom bipolair? Beide polariteiten spelen een rol bij de werking. Twee voornaamste bipolaire technologieën: TTL (transistor-transistor logic) en ECL (emitter coupled logic) deze is sneller, maar meer energie en plaats nodig op de chip.

MOS-transistor (Metal Oxide Semiconductor)

- PMOS: transistor sluit als de basis geaard wordt
- NMOS: transistor sluit als er aan basis een positieve spanning gelegd wordt
- CMOS: Complementaire MOS: combi van PMOS en NMOS die in stabiele toestand geen energie verbruikt.



MOS nemen minder plaats	MOS schakelen trager dan bipolaire
MOS verbruiken minder energie	
MOS werken minder storend op naburige transistoren	
MOS zijn eenvoudiger en goedkoper te maken	

2.2.3 Enkele begrippen uit de schakelalgebra

Er zijn 3 basisbewerkingen:

- EN-bewerking
- OF-bewerking
- NIET-bewerking

2.2.4 Geïntegreerde schakelingen

2.2.5 Wet van Moore

Wet van Moore (stichter Intel) elke 18 maanden 2X zoveel transistoren op een chip. kostprijs van een chip hetzelfde gebleven, kost transistor is dus exponentieel gedaald. Hogere snelheid want liggen dicht bij elkaar. Miniaturisatie waardoor elk huishoud apparaat een computer bevat. Voortdurende capaciteits verdubbeling.

2.3 Geheugens met onmiddellijke toegang

In het engels: RAM "Random access memories". Er kan zowel gelezen worden als geschreven. Vandaag 2 soorten: SRAM (statische ram) en DRAM (dynamische ram).

2.3.1 Het verleden: ferrietkerngeheugens

In 1950 hoofdgeheugens uit ferrietkernen (cores => core memory). Bestaat uit kleine ringetjes die in 2 richtingen gemagnetiseerd kunnen worden, deze worden met geleiders gevlochten tot tweedimensionale matten. Verdwenen door de komst van micro-elektronica maar hadden twee voordelen, niet vluchtig (spanning weg en geheugen bewaard) en niet gevoelig voor straling. Maar niet compact en moeilijk te produceren.

2.3.2 Statische geheugens-SRAM

Een geheugencel is een schakeling die een binaire waarde kan onthouden. De schakeling kent dus twee stabiele toestanden. SRAM (statische RAM) want aanleggen van een spanning is voldoende om informatie te bewaren. Er bestaan veel varianten, bipolaire transistoren vaak vervangen door MOS-transistoren. CMOS geheugens verbruiken zeer weinig energie, de batterij kan ervoor zorgen dat informatie opgeslagen blijft, NOVRAM (non-volatile RAM).

2.3.3 Dynamische geheugens-DRAM

Elke geheugencel bestaat uit één kleine condensator en transistor. De condensator kan geladen zijn of niet geladen zijn, één of nul de transistor dient als schakelaar. Bij een schrijfoperatie zal er positieve spanning aanleggen aan de bitlijn of de bitlijn aarden en positieve spanning aanleggen aan woordlijn voor het sluiten van de transistor. Bij een leesoperatie wordt de condensator met de bitlijn verbonden. Of de spanning op bitlijn opgedreven tot de maximum spanning of condensator volledig ontladen. Als iets niet regelmatig gelezen wordt vloeit de lading weg, logisch circuit verfrist deeltjes van het geheugen. DRAM versus SRAM

minder transistoren dus minder plaats nodig op de chip	Extra logische schakelingen nodig voor het opfrissen van het geheugen
Lagere energieconsumptie	Er wordt destructief gelezen, bij elke leesoperatie moet de bit herschreven worden
Compacter geheugen	Het is trager door de opfrissing en herschrijven
DRAM is goedkoper	DRAM is veel omgevingsgevoeliger. Licht kan de lading van de condensator beïnvloeden

2.3.4 Geheugenchips, -modules en -bestuur

De bits in een RAM-geheugen worden gerangschikt in een tweedimensionale matrix. Verschillende varianten. DRAM chips worden in geheugenmodules georganiseerd die in expansieslots van het moederbord kunnen gepluggd worden, het is een afzonderlijke printplaat met een aantal chips. SIMM (Single Inline Memory Module), 32-bit in hoek van 30 graden in geheugenexpansieslots. DIMM (Dual Inline Memory Module), 64-bit in hoek van 90 graden in geheugenexpansieslots. De geheugenmodules worden verbonden met de geheugenbestuurder, deze ontvangt de lees en schrijf opdrachten en stuurt de geheugenmodules aan.

2.3.5 Eigenschappen

- Capaciteit: maximaal aantal gegevensbits die opgeslagen kunnen worden
- Snelheid: technologie, soort en geheugenbestuurder
 - Toegangstijd: tijd die geheugen nodig heeft om een opdracht uit te voeren
 - Geheugencyclus: tijd die minimaal moet verstrijken tussen twee opdrachten

2.3.6 Verbeterde DRAMs

- FPM DRAM: Fast page mode DRAM: oudste vorm nog in gebruik. Geheugencellen in opeenvolgende kolommen kunnen sneller uitgelezen worden.
- EDO DRAM: Extended Data Out DRAM: een nieuw adres kan worden aangeboden nog voor de vorige operatie compleet is. De geheugentoeegangen overlappen elkaar.
- SDRAM: Synchronous DRAM: de data en adreslijnen worden door één klok gestuurd, geheugen kan sneller gelezen worden. (de vorige zijn asynchroon).
- DDR SDRAM: double data rate SDRAM: 2X snelheid van SDRAM
- RDRAM: Rambus DRAM: Nog snellere DDR SDRAM
- VRAM: Video RAM: gebruikt voor grafische systemen. Gelijkaardig aan FPM DRAM.

2.3.7 Nieuwe ontwikkelingen

MRAM: magneto-resistieve RAM met twee magnetiseerbare lagen gescheiden door diëlektrische laag. Beide lagen gelijk gemagnetiseerd, weerstand laag en bit 0, Beiden lagen tegengesteld gemagnetiseerd, weerstand hoog en bit 1. Voordelen MRAM combinatie goede eigenschappen van andere geheugentypes zoals compact (zoals DRAM), snel (zoals SRAM), niet-vluchtig (zoals Flasgeheugen) nadelen MRAM PRIJS.

2.4 Niet vluchtige geheugens

2.4.1 ROM – Read-Only Memory

Indien spanning aangelegd aan de woordlijn, zal de transistor sluiten en wordt de bitlijn op spanning V gebracht, als er geen transistor is gebeurd dit uiteraard niet. Ze zijn compacter dan DRAM geheugens want maar 1 bouwsteen. Toegangstijd ongeveer gelijk aan DRAM en cyclustijd korter dan bij DRAM, nadelen: kunnen niet meer gewijzigd worden en soms te duur (niet kosteneffectief om speciale maskers te maken voor kleine oplagen).

2.4.2 PROM – Programmable ROM

PROM is een leesbaar geheugen dat slechts één keer geschreven kan worden. Een zekering zorgt dat het niet kan overschreven (na eenmalige beschrijving) worden, het opblazen van de zekering schrijft nullen overal waar geen 1 staat.

2.4.3 EPROM – Erasable PROM

Wissen en herschrijven is mogelijk door bloot te stellen aan een UV licht, wist alles (met speciaal toestel) maar veel wissen en herschrijven verslechtert de eigenschappen van de chip.

2.4.4 EEPROM – Electrically Erasable PROM

Ter plaatse herschrijven en wissen mogelijk (meest flexibel), nadelen zijn half zo snel als EPROM, 10x trager als SRAM of DRAM. BIOS wordt er in opgeslagen 2 varianten: full featured (duurste, wissen gebeurt op byte-niveau), flash memory.

2.4.5 Flashgeheugen

Flashgeheugens zijn de recentere variant van EEPROM. Opgedeeld in blokken van enkele kilobytes, wissen gebeurt op blok-niveau, capaciteit ongeveer tientallen gigabytes en herschrijfbaarheid (10.000 tot 100.000 keer) limiteren de competitie met harde schijven.

2.5 Magneetschijven

2.5.1 Fysisch principe

Het schrijfmechanisme werkt op het feit dat als er elektrische stroom door een geleider vloeit, er rond die geleider een elektrisch veld ontstaat, dit kan het in een bepaalde richting magnetiseren. Het leesmechanisme, bewegende schijf die beweegt langs een geleider wekt een stroom op die dan verwerkt wordt.

2.5.2 Harde schijf

Een magneetschijf bestaat uit meerdere platen gemaakt uit aluminium, glas of composietmateriaal. Elke plaat is bedekt met een magnetiseerbare laag (vroeger ijzeroxide). De platen zijn verticaal gestapeld rond een holle as dat roteert aan een constante snelheid (7200 toeren/min). Elke plaatzijde heeft eigen lees- en schrijfkop, die kop is gemonteerd op een arm.

- **Logische opdeling van de schijf**

Het oppervlak wordt verdeeld in sporen, concentrische ringen en van buiten naar binnen genummerd beginnend bij 0 ongeveer 800-2000 tracks/cm. De sporen worden verdeeld in sectoren, de kleinste hoeveelheid die in een keer gelezen of geschreven kan worden. De lineaire bitdichtheid niet constant dus worden schijven in zones opgedeeld zones (meer zones op de buitenringen, grotere capaciteit (optimalisatie)). Een cilinder zijn sporen die boveneen liggen op de verschillende platen.

- **Een sector**

Tussenruimte	HD	Data	ECC	Tussenruimte
--------------	----	------	-----	--------------

HD: hoofding met sectornummer

Data: 512 bytes tot 4 kbytes

ECC: Error Correcting Code, stelt de bestuurder in staat kleine fouten te verbeteren formatteren (moet alvorens informatie op te kunnen bewaren)

- laag-niveau : (fabriek) schijf onderverdeeld in sporen en sectoren, hoofding geschreven en checken of beschreven en gelezen worden

- hoog-niveau : tabel weggeschreven door besturingssysteem

- **De lees en schrijfkoppen**

positieve of negatieve stroom door spoel in schrijfelement als stroom toegevoegd schrijf operatie anders lees operatie. Er kan zowel verticale als horizontale magnetisering zijn (verticaal = veel plaats & precisie vereist). Lees- en schrijfkoppen zitten in een glijder (slider) want ze zijn te klein voor rechtstreekse montage. Chronologisch Ferriet-koppen dan dunne-filmkoppen dan magneto-resistievelkoppen (MR-koppen). Als de schijf niet in gebruik is rusten de koppen op de schijven in de landingszone (binnenkant van de schijf) of ze worden van de plaat gehaald en rusten op een helling.

- **Behuizing**

Koppen zweven 0.2 nanometer boven de schijf dus het kleinste stofdeeltje zou een botsing (head crash) veroorzaken met de koppen. Wordt vermeden door luchtdicht afsluiten (NIET luchtledig) door gebruik (Winchester-techniek).

- **Snelheid van een schijfstation**

- › Zoektijd (seektime): de koppen moeten boven het juiste spoor gebracht worden (5-15ms)

- › Rotatiewachttijd (latency): wachten tot de juiste sector onder de kop komt. Snelheid is recht evenredig met rotatiesnelheid (ms)

- › Transporttijd (transfer time): sector moet gelezen of geschreven worden. Hangt af van: rotatiesnelheid, bitdichtheid, grootte van een sector. Product van de eerste twee zijn samen de overdrachtsnelheid (of debiet).

- › Opstarttijd (spinup time): soms zal de schijf stil worden gelegd om energie te sparen. Het kan enkele seconden duren vooraleer de schijf weer op volle snelheid is.

- › Kalibreren: door het snelle toerental worden de schijven zeer warm, ze zetten uit. De kop moet soms weer kalibreren om de juiste hoogte boven de plaat te hebben. Kan rampzalige gevolgen hebben voor programma's die snel info verwachten.

- **Schijfbestuurder (controller)**

Een chip die het schijfstation bestuurt, geheugen transport van en naar geheugen. De bestuurder beschikt over intern geheugen (buffer). Chronologisch IDE, EIDE, ATA, ATAPI en SATA. Een ander soort schijven zijn SCSI-schijven (Small Computer System Interconnection).

2.5.3 Soepele schijf

Enkele verschillen met magneetschijven zijn dat ze gemaakt zijn van buigzaam plastic in een kartonnen/plastieken hoes met metalen sluiters. De lees- en schrijfkoppen glijden over het oppervlak, daardoor is er wrijvingswarmte en treedt er sleet op. Een diskette is trager dan een harde magneetschijf.

2.5.4 RAID

RAID (Redundant Array of Inexpensive/individual Disks) is een methode om schrijven sneller en betrouwbaarder te maken. Er zijn 6 elementaire niveaus. Is gebaseerd op de volgende concepten.

- spiegeling (mirroring): data wordt naar twee schijven weggeschreven
- ont dubbeling (duplexing): uitbreiding spiegeling met verdubbeling bestuurders
- gebruiken van streken (data striping): grote hoeveelheid wordt opgedeeld en naar verschillende schijven geschreven (sneller)
- pariteits strook: informatie reconstrueren van uitgevallen schijf

2.5.5 Solid state disks/drives

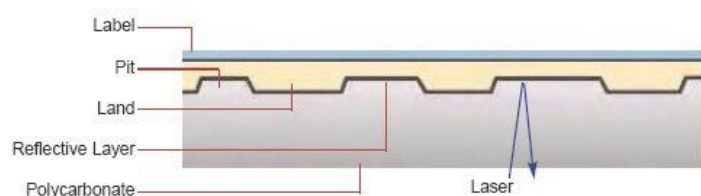
Voordelen	Nadelen
Sneller (leessnelheid overal hetzelfde en kleinere toegangstijd)	Duur met beperkte capaciteit
Betrouwbaar, weinig warmte/energie	Verslijten na 5 000 tot 10 000 overschrijvingen
Wegen weinig	Complexe software

2.5.6 Varianten

Er zijn veel varianten die niet compatibel zijn met elkaar bv ZIP (omega) of HiFD (Sony).

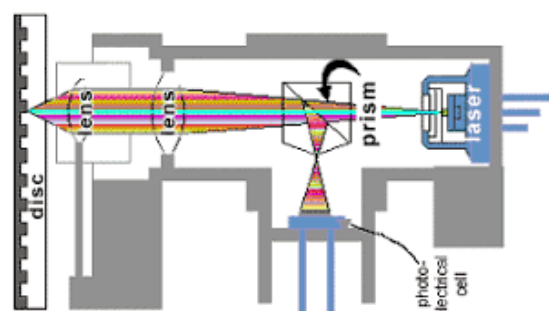
2.6 Optische schijven

CD (compact disc) kwam ter vervanging van de vinylplaat. De technische gegevens werden in het rode boekje beschreven. De muziek wordt digitaal opgeslagen, de hoogte van het signaal wordt digitaal voorgesteld.



- Maken van een CD: Een infraroodlaser met hoge energie wordt gebruikt om gaatjes te branden in een glazen plaat, er wordt een matrix gemaakt en daar hars in gesmolten zodat die dezelfde vorm (pits & lands) als de glazenplaat krijgt. Daarboven komt een dunne reflecterende aluminium laag en laklaag.

- Afspelen van een CD: Met een infraroodlaser die breder is dan de putjes. Lichtgolven reflecteren of botsen om een 1 (overgang tussen pits en lands) of een 0 (geen overgang) te weergeven. Putjes worden als een doorlopende spiraal geschreven van binnen naar buiten. Om de muziek aan een uniforme snelheid af te spelen moeten de bits aan een constante lineaire snelheid worden uitgelezen, daarom CLV (Constant Linear Velocity, vertraagd naarmate de leeskop aan de buitenkant komt).



2.6.1 CD-ROM

Compact Disc read only memory(geel), fysisch dezelfde kenmerken als audio-cd dus compatibel met elkaar. 14-bit symbolen, 42 (24 data) symbolen vormen 1 frame (588 bits), 98 frames vormen sector. Het positioneren van de laserstraal moet voortdurend bij geregeld worden. De gemiddelde toegangstijd hangt af van enkele factoren, tijd nodig om snelheid aan te passen, zoektijd, rotatie wachttijd. Gemiddelde toegangstijd ongeveer 100 ms, totale capaciteit: 650 Mbyte.

2.6.2 CD-R

Compact Disc – Recordable (oranje)kan één keer beschreven worden en daarna onbeperkt gelezen (WORM). De cd moet in een doorlopende operatie geschreven worden (geen stroomonderbrekingen), er bestaan grote buffers in RAM-geheugen om schommelingen op te vangen, er kan ook een “image” bestand klaargemaakt worden op de schijf.

2.6.3 CD-RW

Compact Disc Rewritable is een CD die herschrijfbaar is. De legering heeft twee stabiele vaste toestanden kristalijn en amorf. De lasers in de stations hebben 3 vermogens, hoog: putje (amorf), gemiddeld: land (kristalijn), laag: lezen. De legering is in een sandwich structuur, legering tussen 2 diëlectrische lagen voor warmte afvoer. CD-RW duurdert dan CD-R

2.6.4 DVD

Digital Video/Versatile Disc heeft kleinere putjes, dichter gewonden spiraal, rode laser om te lezen. Er zijn verschillende capaciteiten: - enkelzijdig, een laag = 4,7 GB - enkelzijdig, dubbel laag = 8,5 GB - dubbelzijdig, een laag = 9,4 GB - dubbelzijdig, dubbel laag = 17 GB.

2.6.5 DCD-R, DVD-RAM, DVD+RW

DVD-R is de WORM(Write Once, Read Many) versie van de DVD. DVD-RAM, DVD-RW, DVD+RW zijn herschrijfbaar (varianten zijn niet compatibel met elkaar)

2.6.6 HD DVD en Blu-ray

HD-DVD: Toshiba/NEC,15 GB/laag. Blu-ray: Sony, 25 GB/laag Aparte apparatuur nodig voor beide Blu-ray gewonnen(19 feb 2008).

2.6.7 Magneto-optische schijven

Zowel optische (laser bij lezen en schrijven) als machnetische (bits magnetisch bijgehouden) technologieën.

Verschillen met harde magneetschijven

Stabiel bij kamertemperatuur

Magnetisatie gebeurt verticaal

Bits worden afgelezen met een laserstraal

- Schrijven: opwarmen boven Curietemperatuur, elektromagneet creëert magnetisch veld, bitpositie koelt af en magnetisatie verandert niet meer.
- Lezen: Weerkaatste straal is gepolariseerd in uurwerkzin of tegengestelde zin afhankelijk van magnetisatie van het oppervlak (kerr-effect)

2.7 Magneetbanden en -cassettes

2.7.1 Magneetbanden

Een magneetband is een plastiekenlint met een magnetiseerbaar laagje. De meeste banden hebben 9 sporen, er zijn dus 9 lees en schrijfkoppen. Densiteiten gaan tot 6250 bits per duim, totale capaciteit van 180Mbyte. Magneetbanden zijn sequentiele geheugens, in volgorde gelezen en geschreven. LTO (linear tape open), negende generatie heeft capaciteit van 18 Tbyte.

2.7.2 Magneetband cassettes

Magneetvanden al lang niet meer in gebruik, vervangen door magneetbandcassettes. Het aantal sporen is veel groter. Cassettes worden voor backups gebruikt, gesloten behuizing, compacter, slangvormig schrijven (serpentine recording) ,1/2", 1/4" (meerdere standaarden die niet compatibel zijn), 8mm, 4mm (beide 8 en 4 hebben sporen die op 5 graden geschreven/gelezen worden)

2.8 Massageheugens

Mediawisselaar met zeer grote capaciteiten maar trage toegankelijkheid (tientallen seconden), bestaan uit groot aantal verwijderbare media, gebruikt voor automatische backups, bijvoorbeeld back-up van een cloud.

2.9 Gegevenstransport

Serieel: bits 1 per 1 verstuurd, punt-tot-punt verbinding

Parallel: meerdere bits tegelijkertijd, busverbinding, mogelijk tijdelijk uitstel

2.10 Een busverbinding

Een bus is een gemeenschappelijk pad tussen meerdere componenten. Adresbus (brengt adres over), gegevensbus (brengt data over), controlebus (controle signalen). Alternatief is de gemultiplexte bus.

2.10.1 Busbreedte

Het totaal aantal busverbindingen is de busbreedte, hoe breder de bus hoe duurder. Breedte van adresbus bepaalt het adres bereik, databus 8, 16, of 32 lijnen, breedte van controlebus hangt af van de hoeveelheid verschillende opdrachten.

2.10.2 Busprotocol

De gebruiksregels van de bus, hoe toegang verkrijgen, welke signalen via welke lijn, timing van elk signaal, hoe men de bus vrijgeeft.

2.10.3 Synchrone of asynchrone bussen

synchrone bus: alles op kadans van een klok

asynchrone bus: elke busactie neemt alle tijd nodig in beslag, maar nooit meer

2.10.4 Busarbitrage

Het gebruik van de bus is onderhevig aan strikte regels, component moet eerst Master over de bus worden, de andere component is de Slave. Om chaos te voorkomen bestaan er twee verschillende arbitragemechanismen, gecentraliseerd (apart component beslist), gedecentraliseerd (apparaten beslissen onderling).

2.10.5 Busoperaties

verschillende soorten operaties, voorbeelden: lees-cyclus, schrijf cyclus, bloktransfer cyclus, lees-wijzig-schrijf cyclus (test and set), programmaonderbreking (interrupt).

2.11 Voorgeheugens

2.11.1 Het principe

Door twee soorten geheugen (snel, duur, klein en traag, goedkoop, groot) te combineren blijft er snel, redelijk, en groot over. Processor zoekt in de cache, treffer als info gevonden is, anders misser en verder zoeken in het hoofdgeheugen. Lokaliteit in de tijd, als op tijdstip t locatie x nodig is, is de kans groot dat op tijdstip $t + dt$ dezelfde locatie nodig is. Lokaliteit in de ruimte, als op tijdstip t locatie x nodig is, is de kans groot dat op tijdstip $t + dt$ locatie $x + dx$ nodig is.

2.11.2 Organisatievormen

- Direct afgebeeld voorgeheugen: elk geheugenblok heeft een vaste plaats in het voorgeheugen, meeste voorgeheugens zijn van dit type
- Associatief voorgeheugen: uniek labelveld, eerste 3 cijfers van het adres zijn uniek, gelijktijdig of incrementeel vergelijken om hits te zoeken in de cache, missers vervangen een ander stuk data in het voorgeheugen, duurste, maar niet noodzakelijk het beste
- Set-associatief voorgeheugen, compromis tussen associatief en direct afgebeeld, elke regel kan nu op enkele verschillende plaatsen staan (adres bepaalt)

2.11.3 Schrijven in het voorgeheugen

- Write through the cache: zowel het voorgeheugen als hoofdgeheugen worden aangeschreven, als er geschreven wordt naar een regel dat nog niet in het voorgeheugen zit wordt er direct in het hoofdgeheugen geschreven.
- Write back: Voorlopig enkel voorgeheugen later ook hoofdgeheugen, als er geschreven wordt naar een regel dat nog niet in het voorgeheugen zit wordt deze volledige regel in het voorgeheugen gehaald.

2.11.4 Vervangingsstrategieën

- soms ligt de keuze vast
- minst gebruikte word verwijderd (least recently used)
- de regel die al het langste in voorgeheugen zit wordt vervangen (first in, first out)
- willekeurig

2.11.5 Ontwerpparameters

De grootte, regellengte, organisatie van het voorgeheugen, gezamenlijk/gesplitst (instructies en data) en aantal voorgeheugens moet bepaald worden.

2.11.6 Prestatieverbetering

De trefkans hangt af van de grootte, de organisatie en lokaliteitseigenschappen van het programma zelf.

2.12 Pipelining

Pipelining is een techniek die de snelheid van de processor opdrijft zonder de kloksnelheid te laten toenemen, bevelencysclus:

1. ophalen instructie plus ophogen bevelenteller (BT)
2. analyseren instructie
3. berekenen van het adres van de operand
4. ophalen (indien nodig) van de operand uit het geheugen
5. uitvoeren van de instructie

2.12.1 Het principe

Alles wordt aan een lopende band gedaan en veronderstel dat elke stap even lang duurt.

2.12.2 Prestatieverbetering

Door het overlappen van opdrachten gaat het sneller (vijf keer).

2.12.3 De complexere werkelijkheid

1. Adressen: instructie kan afhankelijk zijn van een vorige instructie hardware detecteert afhankelijkheden en afhankelijkheden worden niet toegestaan NOP (No-Operation) instructies
2. sprong bevelen oplossing: sprong bevel naar voor schuiven, NOP inlassen, geen bevelen ophalen tot het adres berekend is
3. voorwaardelijke sprong oplossing: tweede lopende band voorspellen of al dan niet gesprongen moet worden

2.13 Instructiearchitectuur

Vroeger werd om de snelheid te verhogen de kloksnelheid verhoogd aangezien alle acties gebeuren op cadans van de klok. Maar hogere kloksnelheid is hoger verbruik en meer warmte dat afgevoerd moet worden om oververhitting te voorkomen. Er is een limiet bereikt bij het opdrijven van de kloksnelheid dus moet op een andere manier de snelheid opgedreven worden. De processor eenvoudiger maken zodat er minder stappen nodig zijn, 80% van de tijd werden maar 20% van de bevelen gebruikt, de complexere werden niet gebruikt.

CISC (complex instruction set computer): uitgebreide instructieset en veel verschillende adresseringsmodi.

RISC (Reduced instruction set computers): beperkte instructieset en klein aantal adresseringsmodi.

2.14 Multi-processoren

Een multi-processorsysteem kan meerdere programma's tegelijkertijd uitvoeren. De snelheid van de computer zal niet veel veranderen aangezien de processor ook input nodig heeft van relatief trage randapparaten. Bij web-, file- of database-servers kan een multiprocessor wel voor snelheidswinst zorgen. Een monoprocessor-systeem kan ook meerdere programma's uitvoeren *op hetzelfde moment* (multiprogrammatie), elk programma komt dan een paar keer per seconde aan beurt. Multi-core processoren zijn verschillende processoren in dezelfde behuizing of op dezelfde chip. Deze brengen een aantal problemen en uitdagingen met zich mee.

- **Verbruik en warmteafvoer**
Kan tegen gegaan worden door processoren die geen werk hebben stil te leggen en het kloksignaal tegen te houden. Ook zullen de processoren aan een lagere klokfrequentie werken dan de snelste monoprocessoren.
- **Beheer van voorgeheugens**
Bij elke schrijfoperatie moeten alle voorgeheugens van de andere processoren mogelijk aangepast worden
- **Benutten van de beschikbare rekenkracht**
Een subtaak die afzonderlijk kan uitgevoerd worden, zo kunnen verschillende processoren samen werken.

2.15 Hardware hyper-threading

Een deel van de processor ontdubbelen (alles wat met de toestand van een thread te maken heeft) aangezien ze het controleorgaan en rekenorgaan gemeenschappelijk hebben is toestand opslaan van de threads niet nodig. Threads waar men moet wachten worden overgeslaan, het besturingsysteem moet aangepast worden om logische en echte processoren te onderscheiden voor optimaal gebruik.

2.16 Computerprestaties

2.16.1 MIPS, MFLOPS, SPEC

- MIPS (Million instructions per second)
 - niet alle instructies even langdurig
 - niet alle instructies even frequent
 - niet alle processoren gebruiken dezelfde instructieset
 - niet alle instructies werken op dezelfde gegevenstypes
- MFLOPS (Million Floating Point Operations per second)
 - andere bewerkingen worden ook gebruikt
 - verschillende processoren verschillen in bevelenset
 - randapparatuur telt ook mee
- SPEC (Standard Performance Evaluation Corporation)

Organisatie zonder winstoogmerk, definiëren de standaarden (Benchmarks). SPEC int = getallen en lijsten SPEC fl = zwaar rekenwerk, SPEC maat is het gemiddelde van de uitslag van deze twee programma's. Andere test programma's zijn benchmark Whetstone (wetenschappelijk en grafische toepassingen) benchmark Dhrystone (geen bewegende komma)

2.16.2 Gebruikersstandpunt

Een gebruiker is geïnteresseerd in de responstijd (tijd tussen het geven van een opdracht en het zien dat er iets gebeurt), doorlooptijd (tijd om een programma volledig op te starten) en doorvoer (hoeveel programma's afgewerkt zijn).

3 Basisprogrammatuur

3.1 De vertaler

3.1.1 DRAMA-machine-instructies

Een vertaler zet broncode om in een uitvoerbaar programma in machinetaal.

Opcode (0-1)	Modus (2-3)	Accumulator (4)	Index (5)	Operand (6-9)
--------------	-------------	-----------------	-----------	---------------

- Opcode geeft aan welke bewerking moet uitgevoerd worden
- Modus geeft aan hoe de operand van de instructie berekend moet worden
- Accumulator geeft aan op welk rekenregister de instructie van toepassing is
- Index geeft aan welk rekenregister als indexregister gebruikt moet worden
- Operand kan een getal of een adres bevatten

3.1.2 De MNI-DRAMA-vertaler

De MINI-DRAMA taal kent enkel mnemotechnische functie codes (geheugen). De taal kent geen symbolische adressen noch geheugen reservaties. De vertaler gaat als volgt te werk:

1. Verwijderen van eventuele commentaar
2. Hij gaat na wat er van de lijn overblijft (Niets, decimaal getal, instructie, EINDPR)
3. Hij genereert het equivalente in DRAMA-machinetaal

Negatieve constanten worden omgezet naar hun 10-complementsvoorstelling. Wanneer er velden zijn die geen betekenis hebben voor een bepaalde instructie vult de computer aan met negens.

3.1.3 De DRAMA-vertaler

Er is een extra directief namelijk RESGR, dit kan opgevat worden als een verkorte notatie voor opeenvolgende 0-constanten. Andere verschil punten zijn 10 verschillende register aanduidingen, sommige operanden zijn enkel geldig bij bepaalde instructies, interpretaties(.a,.w,.d of .i) hebben invloed op de inhoud van het modusveld. De moeilijkste opdracht is het behandelen van symbolische adressen.

Symbolische adressen: Het probleem zijn voorwaartse referenties (refereren naar symbolische adressen voor ze gedefinieerd zijn) de tegenhanger achterwaartse referenties zorgen niet voor problemen. Bij het voorbeeld HIA R5,N zal de computer dit vertalen naar 113150???? aangezien het nog niet geweten is waar N zich zal bevinden. Het moet dus een tweede keer de broncode overlopen. Het is dus gemakkelijker om de functies van elke stap gescheiden te houden.

1. Het werkelijke geheugenadres van elk symbolisch adres bepalen en opslaan in de symbooltabel
2. De code genereren met behulp van de symbooltabel

Opstellen symbooltabel: Lijnteller (telt lijnen van de invoer), programmateller (adres van het bevel bijhoudt) en symbooltabel (symbolische adressen bijgehouden).

3.1.4 Vertaler voor een hogere programmeertaal

Een compiler is veel complexer dan een assembleerprogramma. De taken die een compiler moet vervullen zijn:

1. Het herkennen van de woorden van de taal (lexicale analyse)
2. Het herkennen van individuele opdrachten (syntactische analyse)
3. Het begrijpen van individuele opdrachten (semantische analyse)
4. Code genereren (soms eerst intermediair programma)

Een kruiscompiler (cross-compiler) is een compiler die code genereert voor een andere computer dan waarop hij zelf uitgevoerd wordt.

3.2 De MACRO-voorvertaler

Macro-expansie is het vervangen van een macro-oproep door het gepaste stukje code, dit is symboolmanipulatie.

3.2.1 Enkel MACRO- en MCREINDE-directieven

De voorvertaler moet drie verschillende taken kunnen uitvoeren:

1. Alles wat niet met macro's te maken heeft, kopiëren
2. Macrodefinities verwijderen en tijdelijk bewaren (voor toekomstige macro-expansies)
3. Macro-oproepen expanderen (vervangen door eventueel licht gewijzigde macrodefinitie)

Er zijn drie verschillende toestanden:

1. Kopieermodus: als er in de ingelezen lijn het MACRO-directief staat ga naar 2, oproep van een gedefinieerde MACRO ga naar 3, anders blijf kopiëren.
2. Definitiemodus: ofwel wordt de volgende lijn toegevoegd aan de MACRO of MCREINDE ga dan naar 1.
3. Expansiemodus: vult een MACRO in

3.2.2 Extra macrodirectieven

3.3 De lader

Een lader steekt het uitvoerbaar programma in het geheugen (de lader zit zelf ook in het geheugen) er zijn verschillende laderalgoritmes.

3.3.1 De absolute lader

De absolute lader zal de lengte inlezen en de opeenvolgende getallen van het programma inlezen en wegbergen in opeenvolgende geheugenplaatsen beginnen bij adres 0000 en tenslotte de uitvoering starten. Een uitvoerbaar programma bestaat uit een hoofding (lengte laadadres), programmacode en symbooltabel.

3.3.2 De relocerende lader

De vertaler zegt aan de lader hoe de machinecode moet aangepast worden als het programma niet van het geheugenadres 0000 begint. Daardoor wordt de code reloceerbaar. Er is een relatief adres waarbij het laadadres wordt opgeteld.

3.3.3 Dynamische relocatie

3.4 De binder

3.4.1 Waarom een binder

Bij grotere projecten worden opgedeeld in kleinere stukken, modules, die elk afzonderlijk opgeslagen en vertaald worden, de binder moet deze samenvoegen tot één groot uitvoerbaar programma. Het is makkelijk als verschillende programmeurs aan één project kunnen werken in elk hun eigen bestand en dat achteraf pas samen gevoegd wordt.

3.4.2 Modules

Een module is een gedeelte van een programma en zal dus ook verwijzen naar andere modules dit kan door de EXTERN-directief (verwijzingen naar een symbolisch adres dat buiten de module gedefinieerd is) en de GLOBAAL-directief (er mag vanuit een andere module gerefereerd worden).

3.4.3 Bestanden

Elke module wordt in een afzonderlijk bestand bewaard, programma's mogen niet willekeurig opgesplitst worden. In een lagere programmeertaal elk bevel moet tot één module behoren. In een hogere programmeertaal zijn er meer beperkingen, een functie mag niet gesplitst worden over verschillende modules.

3.4.4 Hoofdprogramma

Om aan te geven welke module het hoofdprogramma bevat maakt men gebruik van het STARTPR-directief. Een vertaalde module is niet uitvoerbaar, we geven het de naam objectmodule.

3.4.5 De taken van de binder

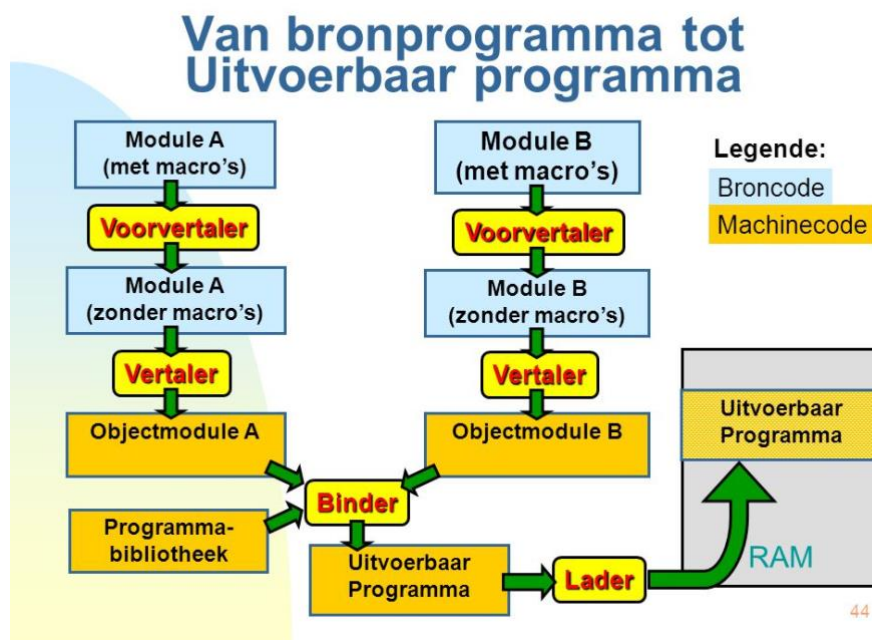
- Plaats voorzien
- De machinecode samenvoegen
- Het startadres van de uitvoering bepalen
- Code reloceren
- De externe referenties in rekening brengen
- Als het resultaat reloceerbaar moet zijn een relocatie tabel opstellen

De binder werkt in 2 stappen

1. Allocatie- en globale symbooltabel
 - A. Het allocatiegedeelte: beginadres voor elke module in allocatietabel
 - B. Het symbolengedeelte: lokale en externe symbolische adressen worden genegeerd, globale etiketten worden met hun verhoogde waarde in de globale symbolentabel ingevoegd.
2. Samenvoegen, reloceren en binden

Dynamische relocatie heeft weinig invloed op de binder maar de vertaler wordt complexer (externe symbolische adressen verwerken, relocatie/bindingslabel toevoegen aan elk object module)

3.4.6 Van bronprogramma tot uitvoering



3.5 De vertolker

3.5.1 Werking van een vertolker

Een vertolker combineert de vertalingsfase en de uitvoeringsfase. Het is niet echt geschikt voor lagere programmeertaal maar wel voor een hogere programmeertaal omdat je hier niet kan “rekenen” met bevelen. Stel er is een bepaalde machinecode voor een doelcomputer en je wilt deze gebruiken op een gastcomputer dan zijn er twee opties. Een vertaler maken maar dat is lastig of een vertolker ontwerpen die het gedrag van de doelcomputer nabootst op de gast computer (simulator).

3.5.2 Voordelen van vertolking

Een vertolker is makkelijker te schrijven dan een compiler, het heeft geen geheugenruimte nodig voor het volledig vertaalde programma, zinnellere foutmeldingen.

3.5.3 Nadelen van vertolking

Het duurt meestal langer, het zal een deel van het werk van een vertaler overdoen, elke opdracht wordt eerst geanalyseerd en dan uitgevoerd dus opdrachten in een lus worden meerdere keren geanalyseerd. Moderne vertolkers hebben wel een aantal optimalisaties.

3.5.4 Toepassingen van vertolking

Als er een nieuwe programmeertaal uitgevonden wordt is het makkelijker een vertolker te schrijven dan een vertaler. Hogere programmeertalen van zeer hoog niveau specificeren niet wat er moet gebeuren maar hoe, hierbij is een vertolker ook handig. Sommige programmeertalen zijn dynamisch hierbij kiest men bij voorkeur een vertolker. Ook een simulator en een emulator zijn toepassingen.

3.6 Het speurprogramma

Een speurprogramma of debugger helpt de gebruiker bij het opsporen van logische fouten. Een breekpunt is een punt waar het programma wordt onderbroken. Symbolische speurprogramma's zijn een debugger voor hogere programmeertalen.

3.7 Het opstarten van de computer

Besturingspaneel is een controle paneel om computer op te starten (vroeger, niet meer gebruikt) halt toestand (computer doet niks), uitvoeringstoestand (computer doet iets) bootstrap procedure, starten van een simpel programma en daarmee complexere programma's laden. Bij moderne computers wordt een deel van het geheugen als leesgeheugen uitgevoerd, het is een bestendig geheugen, beveiligd en vlugger.

4 Besturingssystemen

4.1 Inleiding

Besturingssystemen hebben twee doelstellingen, de computer toegankelijker te maken en dus zo ook het gebruik van de computer efficiënter maken. Een besturingssysteem regelt of controleert de werking van een computer.

4.2 Het programma-toestandswoord

Het programma-toestandswoord (PTW) bevat informatie over de toestand van het programma en over de machine zelf. In DRAMA conditiecode, bevelenteller en indicatoren

4.3 Programma-onderbrekingen

4.3.1 Inleiding

Belangrijk om een correcte werking te garanderen. Een programma zal onderbroken worden bij een overloop, als een getal niet meer correct kan voorgesteld worden. Of bij een oneindige while-lus.

4.3.2 De bevelencyclus

1. De instructie wordt opgehaald
2. De instructie wordt geanalyseerd
3. De instructie wordt uitgevoerd

De sequentiële besturing kan enkel onderbroken worden door een sprongbevel of een onderbreking van het programma.

4.3.3 Het programma-onderbrekingsmechanisme

Er komt een 4^{de} bevel bij die checkt of er een onderbreking is en die meldt.

4.3.4 Soorten onderbrekingen

- Externe oorzaken, reset toets
- Randapparatuur, toetsenbord
- Machinefout, wegvallen spanning
- Programmafout, overloop
- Geprogrammeerde PO, debugger

4.3.5 Verbieden van programma-onderbrekingen

Verbieden kan betekenen opschorten/uitstellen of negeren. Uitstellen kan op twee manieren in drama maskers (PO komen niet door) en prioriteiten.

Globale maskers, als deze aanstaat wordt geen enkele PO toegestaan.

Prioriteiten zorgen ervoor dat de processor weet welke PO belangrijker is dan een andere en welke dus voorrang moet krijgen.

4.3.6 Programma-onderbrekingsroutines

PO-(behandelings)routine (interrupt service routine / interrupt handler), moet de vorige uitvoering kunnen verder zetten KTO (Keer Terug na Onderbreking) dus eindigt PO-routine.

- opgeroepen door apparatuur
- BT krijgt oude waarde terug
- onderbrekingsniveau terug zijn vorige waarde
- conditiecode (cc) en overloop indicatoren krijgen oude waarde terug
- tijdens behandeling van PO-onderbrekingen worden alle vlaggen genegeerd

4.3.7 Geprogrammeerde programma-onderbreking

Geprogrammeerde PO's worden geplaatst door speciale instructie (onderbrekingsinstructie, OND). Het argument dat meegegeven wordt is het dienstnummer en duid het onderscheid aan tussen de verschillende diensten die het BP aanbiedt. De meeste PO's hebben met I/O-apparaten te maken.

4.4 Invoer en uitvoer

Een van de belangrijkste taken van het besturingsprogramma is het besturen van de randapparaten. De gebruiker is enkel geïnteresseerd in hoog-niveau opdrachten, het besturingssysteem zet deze om in specifieke opdrachten in machinetaal.

4.4.1 Randapparaten

Een randapparaat bestaat meestal uit een mechanisch en elektronisch gedeelte. Het elektronisch gedeelte is de bestuurder en kan meestal meerder apparaten besturen. Processor communiceert met randapparaat via bestuurder die speciale registers (poorten) heeft, zo kunnen er opdrachten gelezen en geschreven worden. Dit kan op 2 manieren

1. Speciale in- en uitvoer instructies
Keuze in drama want anders verlies van geheugen, kan enkel lezen uit de toestand-poort (klaar, bezig, gegevens, fout(herinitialisatie))
2. Memory mapped I/O

4.4.2 Intermezzo: I/O en PO-routines in C

getPort (int) & setPort (int) uitbreiding van C (C kent interrupt niet), 4 verschillen met een gewone procedure zijn:

1. alle accumulatoren bewaard op een vaste plaats
2. alle accumulatoren op het einde hersteld
3. routine keert terug via een KTO commando, niet KTG
4. voldoende plaats word gereserveerd (naam afgeleid van PO-routine)

4.4.3 In- en uitvoer organisatievormen

A. Geprogrammeerde in- en uitvoer

De oudste methode en wordt enkel gebruikt op zeer eenvoudige microprocessoren. Er is een synchronisatie nodig tussen processor en bestuurder (processor gaat na of de bestuurder zich in de juiste toestand bevindt). Er zijn twee kenmerken alle gegevenstransport gebeurt via de processor en de processor synchroniseert zichzelf met de bestuurder. Als randapparaat verbonden is via communicatie verbinding zal deze een vraag-boodschap sturen (polling) om te kijken of randapparaat klaar is.

B. In- en uitvoer m.b.v. programma-onderbrekingen

Bestuurder brengt processor op de hoogte (wanneer klaar/bezet is), hij vraagt een PO telkens een tussenkomst van de processor gewenst is (nieuwe opdracht vragen, herinitialiseren, gegevenspoort lezen). De processor bepaalt wat er gebeurt maar de bestuurder geeft aan wanneer het mag gebeuren. Enkel gebruikt wanneer het gegevensdebiet eerder laag is (overhead).

C. Directe geheugentoegang

Direct memory access, processor geeft een opdracht aan de bestuurder en die werkt alles af en zal zelf dingen in het geheugen plaatsen (of eruit ophalen) zonder tussenkomst van de processor. De tijdswinst hangt af van het type schijf (rotatiewachttijd en debiet), bestuurder steelt geheugen cycli (cycle stealing) aangezien de bus maar door één apparaat gebruikt kan worden. Bij grotere installaties wordt de bestuurder verbonden met geheugen via een ander pad (eigen bus). Een bestuurder met directe gegevenstoegang heeft geen gegevenstoestand.

D. Kanaalbestuurders

Grote computers met veel randapparaten hebben speciale invoer/uitvoer processoren (kanaalbestuurders). De processor geeft een lijst met invoer/uitvoer opdrachten aan de kanaalbestuurder en deze zal de processor pas onderbreken als de lijst volledig is afgewerkt.

E. Satelliet-computers

Front-end (IO) of back-end (beheer).

Voordelen	Nadelen
Kunnen grote variëteiten van randapparaten besturen	betrouwbaarheid verslechterd - Een tweede computer - verzekering : onderhouds contract (hoe korter, hoe duurder)
Kan ook voor gewone berekeningen zorgen	
Eenvoudiger programmatuur te vervangen	
Niet fabrikant afhankelijk	

4.4.4 Randapparatuur-besturingsroutines

Het is zeer complex om met een randapparaat te werken. Hoe moet het bestuurd worden, welke bevelen zijn beschikbaar? Een soort "standaard" maar er zijn veel standaarden, bv SCSI (Small Computer System Interface). Door PO nood aan een soort buffering (goede boekhouding zodat geen data verloren gaat). Er kunnen ook tijdsafhankelijke problemen kunnen optreden. Randapparaat-besturingsroutines om de programmeur te ontlasten.

4.5 Processortoestanden

4.5.1 Halttoestand en uitvoeringsstand

halt toestand : geen bevelen opgehaald/uitgevoerd, houdt wel PO vlaggen in de gaten (STP)
uitvoeringstoestand : vraagt bevelen op en voert ze ook uit

4.5.2 Probleemtoestand en supervisietoestand

Stel dat een programmeur een deel van de schijf zou kunnen overschrijven kan dat ernstige gevolgen hebben.

supervisie toestand : voert het besturingssysteem uit

probleemtoestand : voert een programma uit (niet OS)

Er zijn 3 opvallende zaken bij de overgangen van de verschillende toestanden

1. Elke programma onderbreking zet de processor in supervisie toestand
2. Terugkeer uit de PO-routine brengt de processor in de vorige staat
3. STP-bevel brengt de processor in halt toestand

4.5.3 Geprivilegieerde toestanden

Geprivilegieerde bevelen: alleen uitvoeren als processor in supervisietoestand staat

Niet-geprivilegieerde bevelen: probleemtoestand + supervisietoestand

4.5.4 Supervisie-oproep

Een supervisie oproep (supervisor call) heeft als effect een routine van het supervisie-programma oproepen. Echo-transmissie is een ontvangen symbool naar het scherm sturen.

4.5.5 De volledige bevelencyclus

1. Indien PTW = 0 (halttoestand) ga naar stap 4, anders volgende instructie opgehaald op adres BT
2. Instructie analyseren, indien geprivilegieerd instructie en processor niet in supervisietoestand wordt bevel niet uitgevoerd en PO vlag geplaatst (ook bij ongeldige instructie). Anders operand wordt berekend en uit het geheugen opgehaald.
3. Instructie wordt uitgevoerd, STP brengt processor in "halttoestand".
4. Processor gaat na of hij PO moet ingaan zo niet ga naar stap 1

4.6 Multiprogrammatie

4.6.1 Het principe

Terwijl de randapparaten bezig zijn kan de processor iets anders doen, het kan gelijktijdig andere programma's uitvoeren waardoor het zelden werkloos (idle) is. Multiprogrammatie is de tegenstelling van monoprogrammatie.

4.6.2 De doorvoer

De doorvoer (throughput) is het aantal programma's per tijdseenheid dat afgewerkt wordt. Grotere systemen gebruiken zelden/nooit monoprogrammatie want geen enkel programma kan processor 100% bezighouden.

4.6.3 Het STP-bevel

Een gewoon programma mag de processor nooit in halttoestand brengen enkel het BP mag dat en daarom is het STP-bevel geprivilegieerd.

4.6.4 Het besturingsprogramma

Multiprogrammatie is essentieel om een computer op efficiënte wijze te gebruiken maar er komt heel wat boekhouding bij kijken.

- waarden van de accumulatoren
- de plaats waar de processor gekomen was (BT)
- de waarde van de conditiecode, de indicatoren, etc.

Als de spanning wordt opgezet, wordt code die in ROM-geheugen zit uitgevoerd, boot-sector bevat lader-programma dat de rest van het OS in leest.

4.7 Soorten besturingssystemen

1. systemen van algemeen nut (general purpose system):
 - niet interactieve: stapel verwerking (batch systems)
 - interactieve: single user (windows 95/NT/xp), multiple users (time-sharing systems)
2. Specifiek doel (dedicated systems): real-time systems (eg. Computer op't vliegtuig, bankautomaten, etc.), ze moeten instaat zijn om binnen een vaste tijdslimiet te reageren.

4.8 Taken/diensten van het besturingssysteem

4.8.1 Geheugenbeheer

Het BP moet beslissen welk stuk geheugen aan welk programma gegeven wordt. De processor wordt uitgebreid met twee speciale geheugenbeschermingsregisters die de onder- en bovengrens van een toegekend geheugen aanduiden.

4.8.2 Processorbeheer

Het BP beslist aan welk programma de processor wordt gegeven en hoe lang, dit kan volgens hoogdringendheid of volgens een beurtrol. Een programma kan zich in verschillende toestanden bevinden passief te wachten, paraat, in uitvoering, afgewerkt. Bij timesharing werken verschillende gebruikers gelijktijdig, responstijd is cruciaal zodat het voor de gebruiker lijkt dat hij een eigen computer heeft.

4.8.3 Beheer van randapparaten

Voor elk randapparaat zal het BP een tabel bijhouden die aangeeft wat de toestand is van het apparaat, klaar, bezig of defect.

4.8.4 Bestandenbeheer

Het BP houdt gegevens en programma's van gebruikers bij en stelt ze op aanvraag ter beschikking. Een bestand (file) is een hoeveelheid informatie die samen hoort via een gebruikersvriendelijke naam.

4.8.5 Informatiebeheer

Het BP houdt heel wat informatie bij en stelt deze op aanvraag ter beschikking. Zo kan de datum en tijd via twee verschillende manieren bij houden.

1. Circuit dat op regelmatige tijdstippen "tikt", niet erg nauwkeurig want de lijn spanning kan fluctueren
2. Kristaloscillator, zeer nauwkeurig

4.8.6 Boekhouding

Het BP houdt een boekhouding bij over alle programma's die worden uitgevoerd.

- Facturatie: hoeveel geheugen, hoeveel "processor-tijd"
- Statistieken: hoe dikwijls centraal geheugen volledig in gebruik, hoe vaak de processor werkloos is

4.9 Kosten/baten aspecten

4.9.1 De baten

Verhoogt de gebruiksvriendelijkheid, de correcte werking en verhoogt de efficiëntie

4.9.2 De kosten

Er zijn drie soort kosten apparatuur (complexe processor), programmatuur (ontwikkelingskosten) en overhead aan tijd

4.9.3 Het uiteindelijke rendement

Rendement:

- 80% van de processortijd besteed aan BP
- 20% van de processortijd aan gebruikers programma's

- 80% van de apparatuur dient voor het beheer van die apparatuur
- 20% van de apparatuur dient voor het uitvoeren van bevelen

Tijdsgebruik gebruiker programma's

- 75% organisatie
- 25% effectief rekenwerk

5 Computernetwerken

5.1 Inleiding

5.1.1 Waarom computernetwerken?

Het heeft veel voordelen om gebruik te maken van computernetwerken

- gemeenschappelijk gebruik van resources: via het netwerk kunnen duurdere componenten in de computerinfrastructuur voor alle gebruikers beschikbaar gesteld worden
- verhoogde betrouwbaarheid en beschikbaarheid: op het netwerk kunnen reservecomponenten beschikbaar voor gebruik bij pannes.
- kostenreductie: randapparatuur van hoge kwaliteit wordt gemeenschappelijk gebruikt
- snel en eenvoudig communicatiemiddel: versturen van boodschappen en bestanden

5.1.2 Componenten in een computernetwerk

- Communicatienetwerk: communicatiediensten
 - lange afstandscommunicatienetwerk: onderling verbonden schakelaars, als verbinding transmissiemedia (coaxiale kabels/fiberoptics). De bandbreedte is het verschil tussen hoogste en laagste frequentie.
 - Lokaal netwerk: alle computersystemen zijn aangesloten op één coaxiale kabel
- Gedistribueerd systeem: onderling verbonden computersystemen die zich aan de gebruiker aanbieden als een enkel virtueel systeem

Intermezzo: De geschiedenis van de telefoon

5.1.3 Schakeltechnieken

- Lijnschakelen: In 3 fases, opzetten, gebruik en verbreken
- Boodschapschakelen: geen reservatie van kanalen, store-and-forward mechanisme, grotere vertraging t.o.v. lijnschakelingen aangezien elke schakelaar alles eerst volledig ontvangt en bewaard in een geheugen.
- Pakketschakelen: boodschappen worden in pakketten opgesplitst en ieder pakket afzonderlijk verzonden.

5.1.4 Netwerkarchitectuur

Problemen die zich voordoen bij communicatie tussen computers: bittransport moet betrouwbaarder zijn, route voor elk pakket moet bepaald worden, boodschappen splitsen en samenvoegen. **Protocol** is een stel van regels tussen 2 entiteiten bij onderlinge samenwerking om zo een bepaalde dienst te kunnen aanbieden. **Gelaagde architectuur**, elke laag heeft een eigen protocol die een dienst levert aan een andere laag, bijvoorbeeld een tolk die vertaalt naar een andere taal (andere laag, dienst) die de boodschap per mail (protocol) doorgeeft.

5.1.5 OSI-referentiemodel

OSI (Open System Intercommunication) is een referentiemodel dat 7 lagen definieert.

1. Fysische laag: versturen van bits over de fysische kabel
2. Dataverbindinglaag: creatie van foutenvrij communicatie kanaal
3. Netwerklaag: verkeer van pakketten doorheen een of meerdere netwerken
4. Transportlaag: eerste protocols tussen eindstelsystemen
5. Sessielag: organisatie van de samenwerking
6. Presentatielaag: behoud van de betekenis van de uitgewisselde informatie
7. Applicatielaag: protocollen voor applicaties, standaard applicaties en deelproblemen in tal van applicaties

5.1.6 Internetmodel

Applicatielaag, presentatielaag en sessielaag vormen samen applicatielaag.

5.2 Fysische laag

5.2.1 Basisbegrippen

Analoog verwijst naar iets wat continu kan veranderen, digitaal verwijst naar iets wat discreet is (een eindig aantal punten zonder tussenliggende punten). Een signaal is periodiek als een patroon over een bepaalde tijd T herhaald wordt. Twee voorbeelden van transmissiemedia zijn gevlochten koperparen (soms te grote vervormingen) en coaxiale kabels (keuze tussen basisband of breedband).

5.2.2 Digitale communicatie

Bij een digitaal signaal kan een 1 voorgesteld worden door +5 volt en 0 door -5 volt uit te sturen. Maar de betrouwbaarheid is niet gewaarborgd want signaal wordt verzwakt, vervormd, snelheid afhankelijk van frequentie (vertraging) en ruis.

5.2.3 Modems

Modem is een samentrekking van MODuleren en DEModuleren. Er zijn drie kenmerken van de draaggolf die in aanmerking komen voor wijzigingen:

1. Amplitude: gebruik van verschillende spanningsniveaus
2. Frequentie: gebruik van verschillende tonen
3. Fase: gebruik van signaal met andere fase

Het aantal signaalveranderingen per tijdseenheid wordt baud genoemd.

ADSL

5.3 Dataverbindingslaag

5.3.1 Taken

- Afbakenen van pakketten: vaak 01111110, in een boodschap na 5 "1" bits komt er 0 die bij het inlezen wordt weggelaten
- Detectie van fouten: controle bits
- Stroombeheersing: flow control
- Pakketlayout: beginpatroon, hoofding, data, controlebits en eindpatroon

5.3.2 Algoritmen en protocollen

5.3.3 Protocol 1: geen fouten, geen stroombeheersing

Veronderstel dat de ontvangende computer oneindig snel is, dan kan er een oneindige lus zijn met het versturen van pakketten.

5.3.4 Protocol 2: met stroombeheersing, geen fouten

De ontvanger geeft zender toestemming om volgend pakket te versturen (toelatingspakketten)

5.3.5 Protocol 3: stroombeheersing, fouten mogelijk

Er kunnen zich twee soorten fouten voordoen, pakket niet ontvangen of fout herkend (door controlebits). Als na een bepaalde wachttijd T er geen reactie komt wordt het pakket als verloren beschouwd en wordt het nogmaals verzonden. Om duplicaten te voorkomen zijn er volgnummers

5.3.6 Protocol 4: 1-bit vensterprotocol

Gebruik van volgnummers in bevestigingen (tegen het kruisen van pakketten)

5.4 Lokale netwerken

5.4.1 Algemene kenmerken

Computers binnen een beperkt geografisch gebied met elkaar verbinden zonder afzonderlijke schakelaars en een eenvoudige topologie. Het fysische communicatiekanaal wordt door alle computersystemen gemeenschappelijk gebruikt waardoor ze allemaal pakketten kunnen versturen en elk computersysteem ontvangt ieder pakket. De dataverbindingslaag en fysische laag worden opgedeeld in (en fysische laag ook nog erbij)

- LLC (Logical Link Control) : gemeenschappelijk voor alle lokale netwerken. Zorgt er voor dat dezelfde dienst wordt aangeboden op alle lokale netwerken van de netwerklaag
- MAC (Medium Access Control) : typisch voor ieder lokaal netwerk maar onbetrouwbaar transport van pakketten.

5.4.2 Ethernet

Het sturen van een pakket kan door een elektrisch signaal dat zich voort plant naar beide uiteinden van de kabel, bij het gelijktijdig uitzenden van twee systemen is er een botsing van pakketten (kan gedetecteerd worden).

regel 1: sturen mag pas wanneer geen signaal opgevangen wordt regel

2: uitzendende computer blijft luisteren terwijl hij stuurt. Stopt met uitzenden bij botsing +stuur stoorsignaal

regel 3: na botsing, willekeurige tijd wachten vooraleer te hervatten

CSMA/CD : Carrier Sense Multiple Access Collision Detect

Voordelen	Nadelen
Lage belasting: snel starten	geen waarborg dat pakketten effectief
Hoge belasting: 90% gebruik van transmissiecapaciteit nog steeds mogelijk	verstuurd kunnen worden door een systeem
	pakketten minimaal 64 bytes

Een adres bestaat uit zes bytes, in de hoofding staat het adres van de zender en bestemming.

5.4.3 Draadloze LAN (Wifi)

5.5 Netwerklaag

5.5.1 Diensten

De netwerklaag kan twee types van diensten aanbieden, virtuele verbindingen (niet in deze cursus) en datagramdienst waarbij er geen garantie van aflevering is de volgorde van afleveren niet hetzelfde moet zijn als de volgorde van verzenden.

5.5.2 Protocol

- netwerkadres van de bestemming
- netwerkadres van de zender
- protocol van de transportlaag, waaraan data moet worden gegeven

5.5.3 Routing

Statische routing: routingstabellen worden op elke schakelaar geplaatst
Routeringsprotocol: schakelaars wisselen onderling informatie uit over de aangesloten computersystemen

5.6 Netwerken verbinden: een internet

Het is niet realistisch om aan te nemen dat alle computers op een netwerk aangesloten zullen worden. Een bedrijf wil volledige controle hebben maar wel met andere bedrijven communiceren, bij de KUL heeft ieder departement zijn lokaal netwerk. De term "internet" of internet verwijst naar een netwerk dat opgebouwd is door het verbinden van een aantal verschillende netwerken. (WAN: lange-afstandsnetwerken, LAN: Lokale netwerken)

5.6.1 Adressering

In het internet is het adres een getal van 32-bits, een IP adres. Dit is echter niet genoeg meer dus kunnen adressen dynamisch (tijdelijk) toegekend worden of netwerkadresvertaling (globaal IP adres en binnen netwerk eigen IP. De nieuwe standaard is 128-bit IP-adres.

5.6.2 Diensten en protocol

Binnen het internet biedt de netwerklaag uitsluitend een datagram service aan.

5.6.3 Routing

Door middel van een routingstabel weet de router hoe het verder sturen van pakket moet.

5.6.4 Een praktisch voorbeeld

5.7 Transportlaag

5.7.1 Adressering

De adressen van communicatie-eindpunten voor processen worden binnen het internet gevormd door <IP-adres, poortnummer>.

5.7.2 TCP-protocol en diensten

TCP ondersteunt virtuele verbindingen.

5.7.3 UDP protocol en diensten

UDP ondersteunt een datagram dienst tussen de eindpunten.

5.8 Naamdiensten

5.8.1 Domeinnamen

Er zijn 3 groepen van TLD's (top level domains)

- 2 letter landcodes, be, eu
- Generieke namen (verwijzen naar gelijkaardige organisaties), com,org,net
- Namen die verwijzen naar organisaties binnen de US (edu, gov, mil)

5.8.2 Omzetting van domeinnamen naar IP-adressen

Een naam beheerder (name server) zet adresnamen om in IP adressen met behulp van een tabel.

5.9 Toepassingen

5.9.1 Elektronische post

- SMTP (simple mail transfer protocol): tussen e-mailservers
- POP (post office protocol): mail ophalen bij de server
- IMAP (internet mail access protocol: communicatie e-mailprogramma en server

5.9.2 WWW

URL = Uniform Resource Allocator

HTML = HyperText Markup Language

5.10 De wolk

De wolk (cloud) is een metafoor voor het Internet, cloud computing is het op aanvraag beschikbaar stellen van hardware, software en gegevens, ongeveer zoals elektriciteit uit het lichtnet.

- SaaS: Software as a service: software niet meer op drive maar via abonnement of per gebruik betalen.
- IaaS: Infrastructure as a service: een virtuele machine (infrastructuur) ter beschikken met een zekere rekenkracht, opslagcapaciteit.
- PaaS: Platform as a service: een tussenvorm, een platform waarop een toepassing ontwikkeld kan worden zonder dat ze zelf dit platform moeten beheren.
- STaaS: storage as a service
- Daas: Desktop as a service
- DBaaS: Database as service
- Baas: backup as a service
- Caas: communications as a service

Voordelen	Nadelen
Beperkte investeringskosten	Veiligheid
Beheer is goedkoper	
Onderhoud hoeft niet lokaal	Niet eenvoudig om te veranderen van aanbieder
Hard- en software optimaler gebruikt	

5.11 RFID

RFID staat voor Radio Frequency IDentification, bestaat al sinds de tweede wereld oorlog om te kijken of een vliegtuig van de vijand was of niet. Een RFID-tag bestaat uit microchip, radiozender en ontvanger. De productcode, EPC (Electronic product code) is een 96-bit getal. Er zijn passieve (halen energie uit de lezer en kunnen enkel iets sturen als er iets is aangekomen) en actieve tags (hebben batterij). Aangezien de ontvanger niet meerdere signalen tegelijk kan ontvangen gaat die zijn oproep aanpassen tot er 1 reactie is. Een belangrijk probleem is wel de privacy, iedereen kan een tag uitlezen.

5.12 Het internet der dingen

Het internet der dingen zijn objecten die uitgerust zijn met een processor of communicatieapparatuur. Bijvoorbeeld James laten stofzuigen of de sonos. De grootste uitdagingen beveiliging en privacy maar ook energiebehoeften, opslagcapaciteit en e-waste.