
Internminnet

Håkon Tolsby

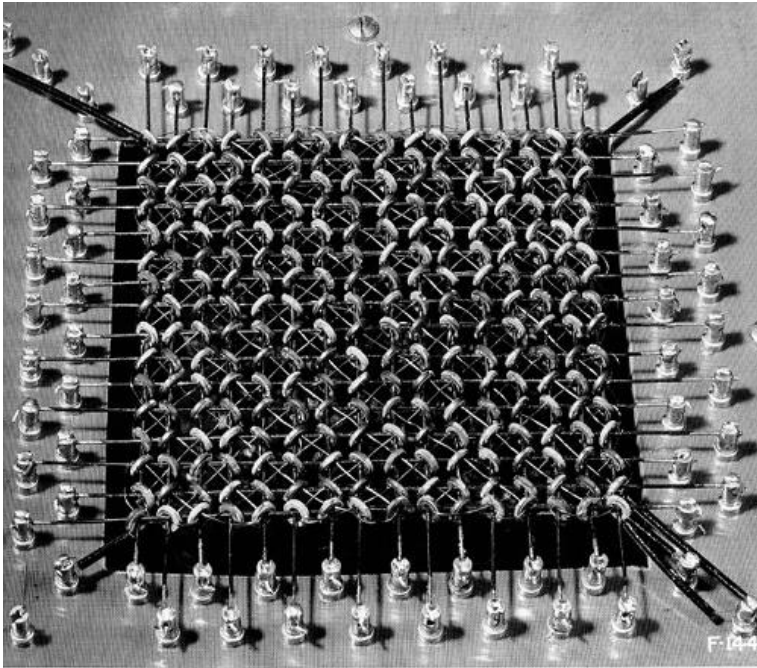
Innhold:

- Internminnet
- RAM
- DRAM - SDRAM - DDR (2, 3, 4, 5)
- ROM
- Cache-minne

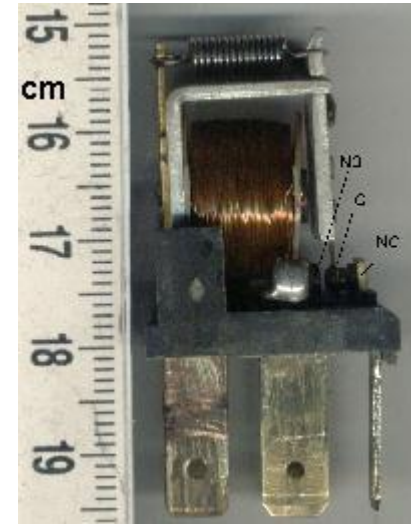
Internminnet

- Minnebrikkene som finnes på hovedkortet.
 - Vi kaller det internminnet for å kunne skille det fra eksterne lagringsenheter som harddisk og magnetbånd. Disse brikkene kan ikke gjøre annet enn å lagre data, i motsetning til prosessoren, som kan utføre beregninger.
- Data som lagres i internminnet, kan være tekst, tall eller programmer som inneholder instruksjoner til prosessoren.
- Alt er kodet med binære siffer, 0 og 1

Tidlige typer internminnet



Ferittkjerener. Hver ring kan magnetiseres og lagre en bit

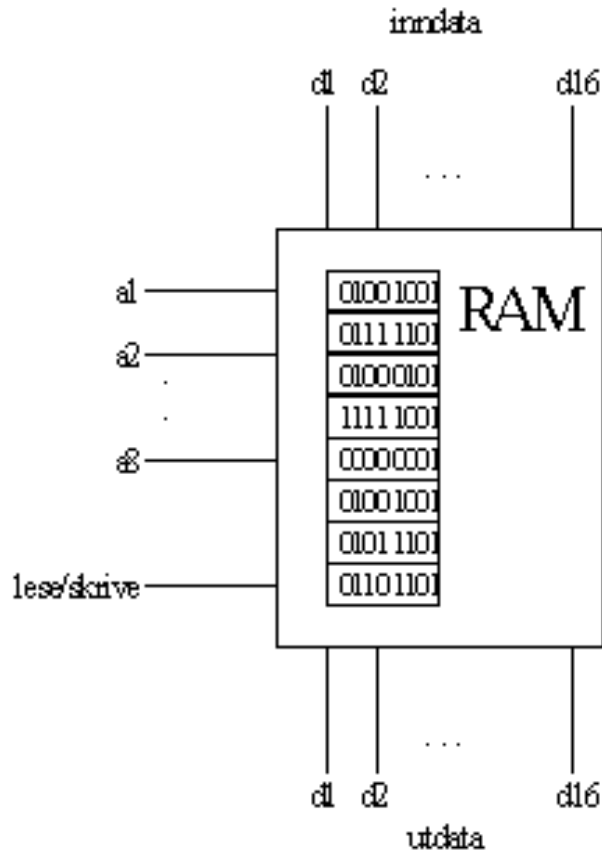


Relè, en bit

Mye internminne = rask datamaskin

- En av de viktigste egenskapene ved en datamaskin, er hvor mye minne eller hukommelse (engelsk: memory) den har.
- Vi måler størrelsen på minnet i byte, og en byte er definert til å være åtte biter.
- Hver byte i internminnet har en egen adresse, og således kan prosessoren holde orden på hvor i minnet den skal lese eller skrive.
 - 2 byte – half word
 - 4 byte – word
 - 8 byte – double word

Lese fra og skrive til internminnet



- Internminnet (RAM og ROM), består av adresserbare lagringsenheter som kalles ord (engelsk: word) som består av 1 eller flere byter.

Skrive til internminnet:

- adressen til lagringsenheden legges på adressebussen
- et skrivesignal sendes til minnebrikken
- data fra databussen "skrives" til den adresserte lagringsenheden

Lese fra internminnet:

- adressen til lagringsenheden legges på adressebussen
- et lesesignal sendes til minnebrikken
- data fra lagringsenheden overføres til databussen ("leses")

Måleenheter for minne

| | | |
|----------|----|---|
| kilobyte | kB | $2^{10} = 1\,024$ byter |
| megabyte | MB | $2^{20} = 1024^2 = 1\,048\,576$ byter |
| gigabyte | GB | $2^{30} = 1024^3 = 1,07374 * 10^9$ byter |
| terabyte | TB | $2^{40} = 1024^4 = 1,09951 * 10^{12}$ byter |
| petabyte | PB | $2^{50} = 1024^5$ byter |
| exabyte | EB | $2^{60} = 1024^6$ byter |

RAM (Random Access Memory)

- RAM (engelsk: Random Access Memory) kalles ofte lese- og skriveminne. Alle datamaskiner som er basert på von Neuman-arkitekturen, bruker RAM på den samme måte (i praksis alle).
- RAM kan sammenlignes med et kladdemark. Når et program skal kjøres, overføres det først fra en disk og legges i RAM. Her ligger programmene midlertidig lagret, slik at prosessoren kan hente instruksjonene en etter en og utføre dem. Data som skal bearbejdes, ligger også midlertidig lagret i RAM.
- Grunnen til at datamaskinen mellomlagrer data i internminnet (RAM), er at den ikke kan lese og skrive direkte mot en disk eller en annen perifer enhet. Disse mediene er altfor seine i forhold til den raske prosessoren. Det tar 300-400 ganger så lang tid å lese/skrive til en harddisk som å lese/skrive til RAM.
- Det som ligger i RAM, blir borte når strømmen på datamaskinen slås av.
- Det er en fordel at datamaskinen har så mye RAM som mulig. Aller best hadde det vært med plass nok til alle program og data som skal brukes.
- Hvis det ikke er plass til hele programmet i RAM, må det stadig leses nye programdeler fra harddisken, etter hvert som det er behov for dem. Det tar tid, og reduserer maskinens ytelse. Problemet kan reduseres ved hjelp av hurtigminne for disk (engelsk: diskcache).

DRAM - SDRAM

Den nåværende RAM-teknikken er basert på SDRAM – Synchronous DRAM (Dynamic RAM)

- **DRAM** (engelsk: Dynamic RAM) er minnebrikker hvor hver bit lagres som en ladning på en kondensator koblet til en transistor. Problemet er at kondensatoren ikke klarer å holde på spenningen, men må friskes opp hele tiden, ca hvert andre millisekund.
- De første PC-ene hadde DRAM-brikker på 16 Kb (kilobiter) som ble plassert rett på hovedkortet. Deretter fikk man DRAM-brikker som var festet til DIMM-moduler (engelsk: Dual Inline Memory Module) slik vi kjenner det i dag. Det er små kretskort hvor DRAM-brikkene sitter ferdigmontert med 8, 16 eller 32 brikker på en DIMM.
- **SDRAM** (Synchronous DRAM) er en fellesbetegnelse på RAM som er synkronisert med den klokkehastigheten som prosessoren bruker til å kommunisere på systembussen. Hastigheten på SDRAM angis derfor i MHz, og SDRAM for 133 MHz har en kapasitet på 528 MB/sek.



DDR (Double Data Rate) 2, 3 og 4

- **DDR** (Double Data Rate) er en videreutvikling av SDRAM hvor man utnytter klokkepulsene to ganger og overfører data både når spenningen stiger og faller.
- **DDR2** og **DDR3** opererer med høyere hastighet på bussen fordi de har en enklere bussprotokoll (400 - 800 MHz). Videre er minste lese/skrive-enhet økt fra to til henholdsvis fire (DDR2) og åtte ord (DDR3).
 - Teoretisk båndbredde 10-20 GB/s
- **DDR4**
 - Båndbredde på over 50 GB/s
 - Frekvens mellom 800 and 2133 MHz
 - point-to-point arkitektur (seriebuss til memory controller)
 - Opptil 512 GB per modul (teoretisk)
- **DDR5**
 - Seriebuss????

DDR-5

- Bruker mindre strøm
- Mindre plass
- 2020



SRAM (engelsk: Static RAM)

- **SRAM** har en annen oppbygning enn DRAM og trenger ikke å bli frisket opp kontinuerlig. Bitcellene holder på bitverdien så lenge det er strøm til stede (statisk).
- SRAM er mye raskere enn DRAM og brukes derfor til hurtigminne-RAM (engelsk: cache-RAM).
- Ulempen med SRAM er at den tar større plass og er dyrere å konstruere enn DRAM. Fire transistorer går med til hver bitcelle

ROM (Read Only Memory)

- ROM (engelsk: Read Only Memory) er internminne som prosessoren bare kan lese fra og ikke skrive til. Data som ligger i ROM, er permanente. De blir ikke borte når strømmen blir slått av.
- ROM brukes til å lagre programmer, som skal ligge i datamaskinen i hele dens levetid. Det er systemprogrammer, som er spesifikke for det aktuelle hovedkortet.
- Tidligere ble ROM brukt til å lagre programmer for å starte maskinen og programmer for å kommunisere mot perifere inn- og utenheter som tastatur, skriver, disk osv. ROMBIOS (engelsk: Basic Input Output System).
- ROMBIOS er nå byttet ut med UEFI-Unified Extensible Firmware Interface. I prinsipp et OS for å laste et OS. Når du starter maskinen (booter), lastes EFI programfiler (.efi) fra en del av disken.

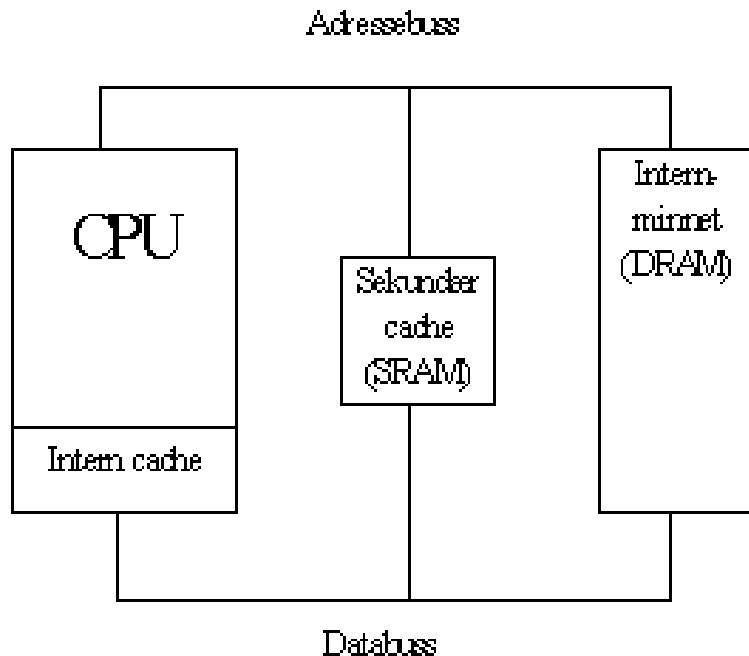
Ulike typer ROM:

- **PROM** (engelsk: Progammmable ROM).
Kan skrives til bare en gang (brenner over sikringer for å lagre bitene), men leses så ofte det er ønskelig.
- **EPROM** (engelsk: Eraseable Progammmable ROM).
Spesiell type PROM-brikke hvor innholdet kan endres. Sletting gjøres med bestråling av ultrafiolett lys. Prosessen tar 20 minutter og sletter alt på brikken.
- **EEPROM** (engelsk: Electrical Eraseable Progammmable ROM).
Bruker elektrisitet til å slette med umiddelbar virkning, og en kan velge ut hvilke deler som skal slettes. Det tar lang tid å skrive til EEPROM. Egnet til å lagre små mengder konfigurasjonsdata. Fjerner data på byte-nivå
- **Flash RAM** (NVRAM) er den vanligste teknologien i dag.
Den ligner på EEPROM, men hastigheten for å skrive til brikken er tilnærmet lik hastigheten for å skrive til tradisjonell RAM. Fjerner data i bolker. Oppstartvalg (boot options) lagres i flash ram.

Cache-minne

- Cache er anvendelse av RAM som bufferlager mellom prosessor og internminne og mellom internminne og harddisk. Det siste kalles hurtigminne for disk (engelsk: diskcache).
- Hurtigminne brukes fordi dagens raske prosessorer trenger tilførsel av data og instruksjoner fra internminne mye raskere enn det som er mulig med DRAM-brikkenes tilgangstid (tenk på de ulike hastighetene som prosessoren og systembussen arbeider etter).
- Hurtigminne består av rask statisk RAM (SRAM), som er raskere en de vanlige DRAM-brikkene som benyttes i internminnet. Problemet med SRAM er at det er relativt kostbart og plasskrevende. Derfor består ikke hele internminnet av SRAM.

Cache



- Hurtigminnet fungerer slik at mens prosessoren utfører en instruksjon, sørger en spesiell hurtigminnekontrollør for å lese den neste programinstruksjonen (eller dataelementet) fra internminnet og legge den i det raskere hurtigminnet. Dermed kan prosessoren lese den neste instruksjonen direkte fra det raske hurtigminnet istedenfor å hente den fra det trege internminnet.
- Datamaskiner har ofte flere nivåer av hurtigminne. Det kan være integrert som en del av prosessoren. Det kalles primært hurtigminne (primærcache). Eller det kan være plassert mellom minnet og prosessoren i egne brikker. Det kalles da sekundært hurtigminne.