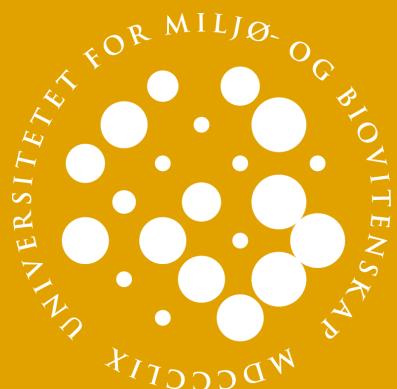


**INF100**  
**Prinsipper i informasjonsbehandling**

**Forelesning nr 9 – Del 2**

**7. november 2013**

Hans Ekkehard Plesser



# Dagens tema

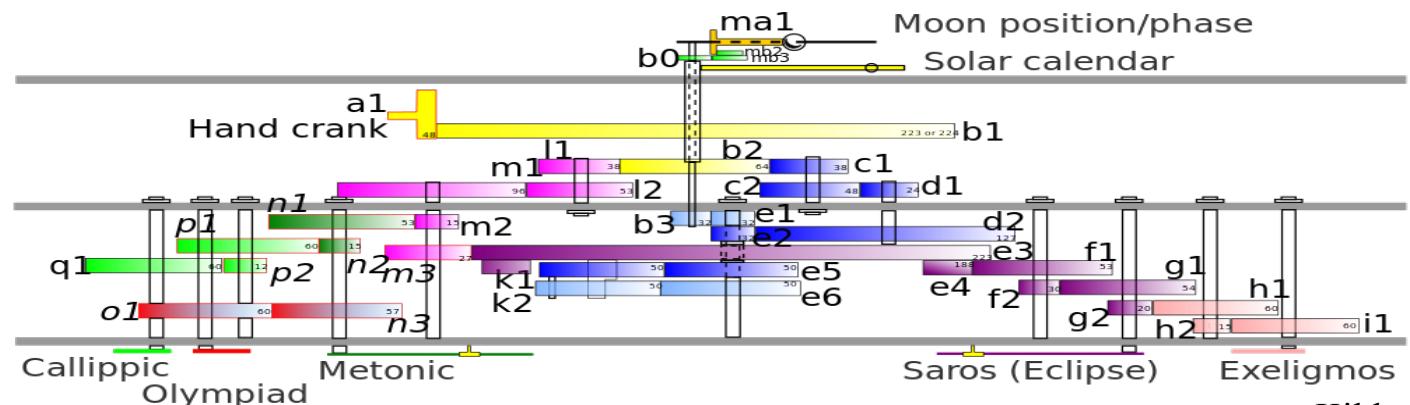
- 1) Renteberegning med Calc og Python  
(se plansjer Del 1)
- 2) Databehandling: Historie
- 3) Oppbygging av datamaskin

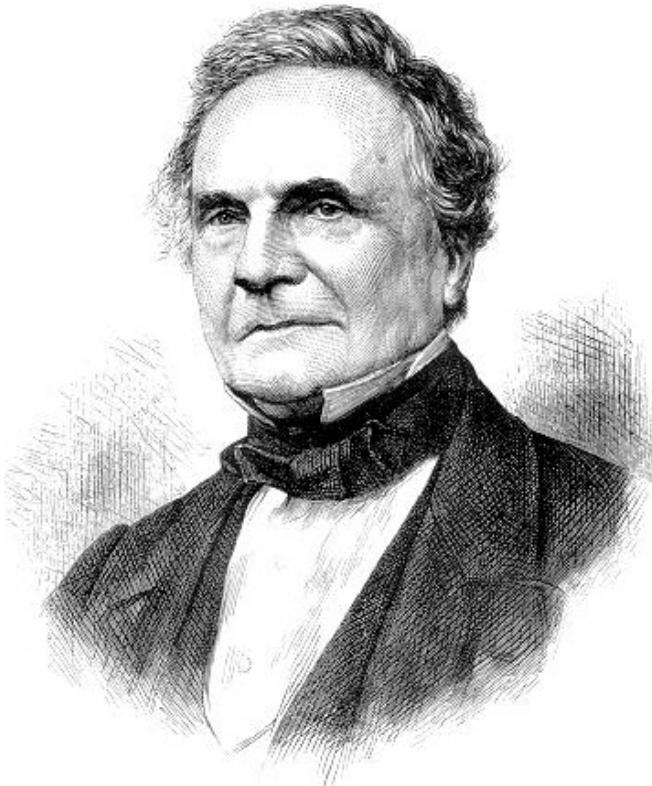
# Forhistorie



# Antikythera mekanismen

- Funnet i skipsvrak ved Antikythera, Hellas, 1900
- Laget ca 100-150 f kr
- Beregnet posisjon til sol, måne, planeter, mm
- «Verdens første datamaskin»
- [www.antikythera-project.gr](http://www.antikythera-project.gr)
- Wikipedia artikkell
- Nature Video Del 1, Del 2
- Rekonstruksjon i Lego





Charles Babbage  
(1791-1871)

# Babbage & Lovelace

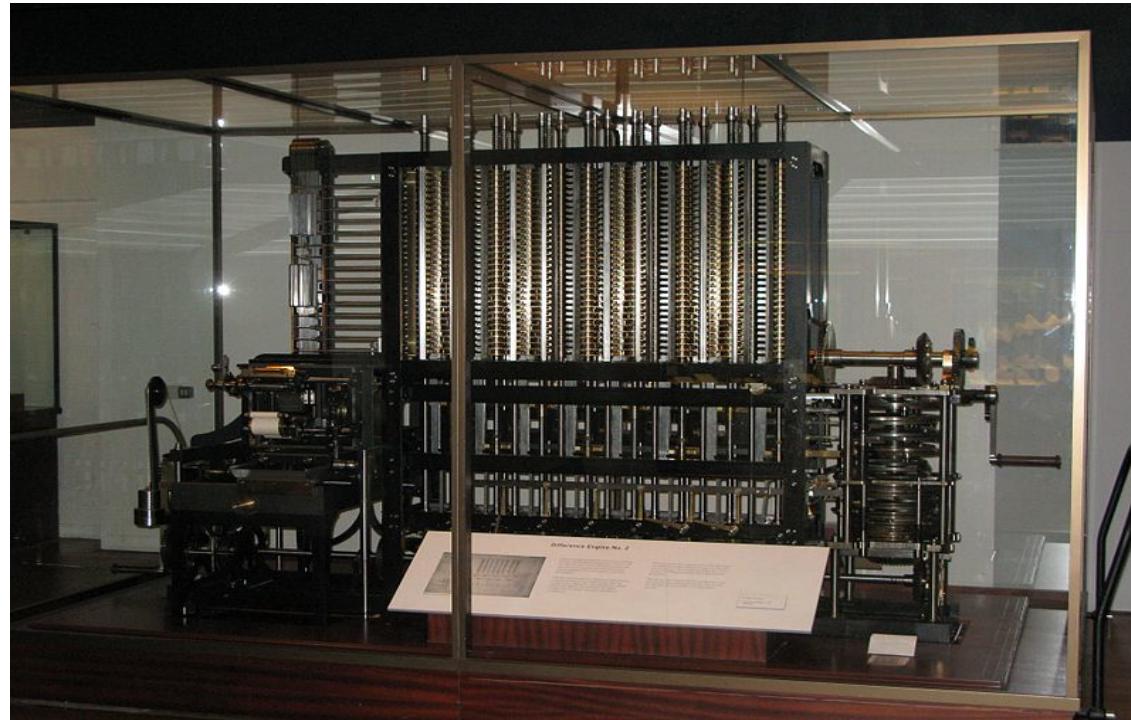


Augusta Ada King,  
Countess of Lovelace  
(1815-1852)

Kilde: Wikipedia

# Babbage's Difference Engine

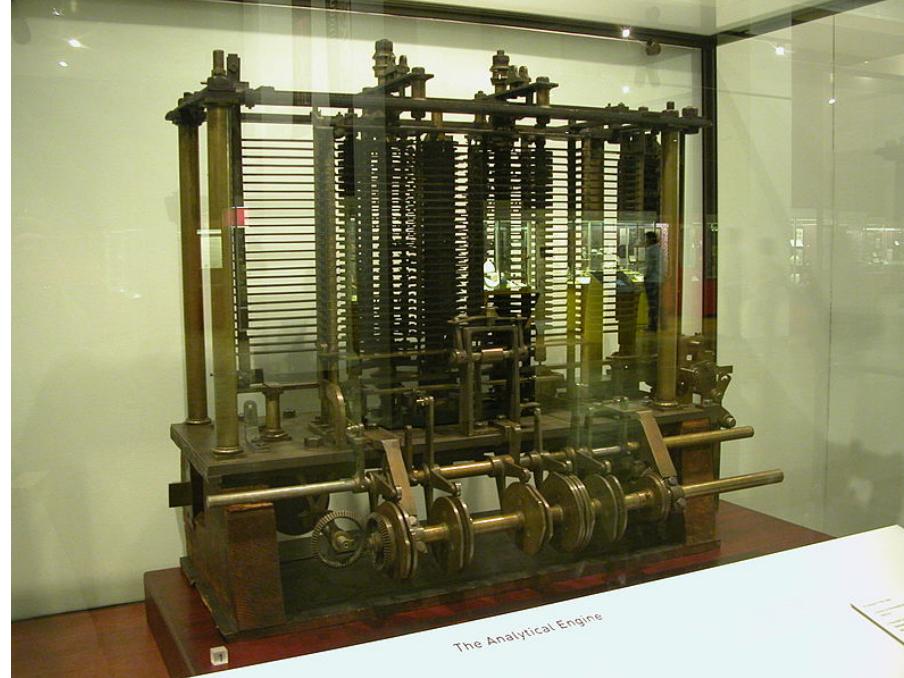
- Mekanisk regnemaskin foreslått av Charles Babbage
- Prosjektet startet 1822
- Stoppet i 1842 uten at maskinen ble ferdig
- Bygget ved London Science Museum 1989-1991
- Kan beregne visse matematiske tabeller



Kilde: Wikipedia

# Babbage's Analytical Engine

- Foreslått av Babbage i 1837
- Generell datamaskin styrt av programmer med
  - Lagringsplass for data
  - Løkker (for, while)
  - Forgreninger (if)
- Aldri bygget i sin helhet
- Bildet viser konstruksjon av en liten del



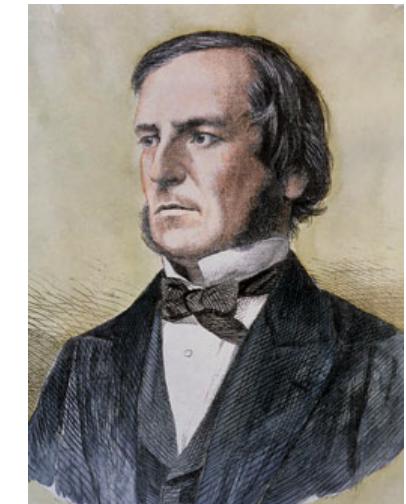
Kilde: Wikipedia

# Verdens første dataprogram

- Ada Lovelace, Note G on *Sketch on the Analytical Engine*, 1843
  - Skrevet for Babbage's *Analytical Engine*
  - Beregner Bernoulli tall
  - Programmeringsspråket ADA er oppkalt etter Ada Lovelace

# George Boole: Logikkens far

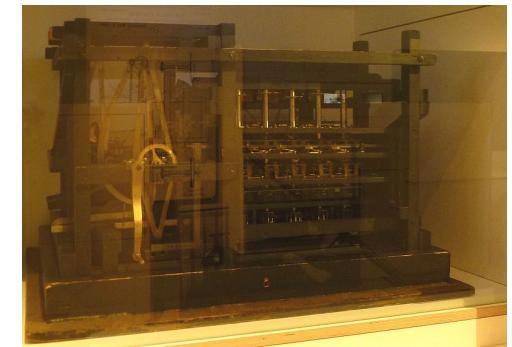
- Professor i matematikk
- Spesielt kjent for å ha utviklet symbolsk logikk
- I dag også kjent som *Boolesk algebra*
- Vesentlig for informatikken



George Boole  
(1815-1864)

# Svenske pionérer

- Georg Scheutz (1785-1873)
- Bygget regnemaskin basert på Babbage's idéer i 1843
- Flere eksemplarer solgt
- Benyttet til å beregne matematiske tabeller
- I dag på Tekniska museet, Stockholm
- 
- Martin Wiberg (1826-1905)
- Videreutviklet Scheutz' maskin til å trykke logaritmetabeller (1875)
- Ingen kommersiell suksess

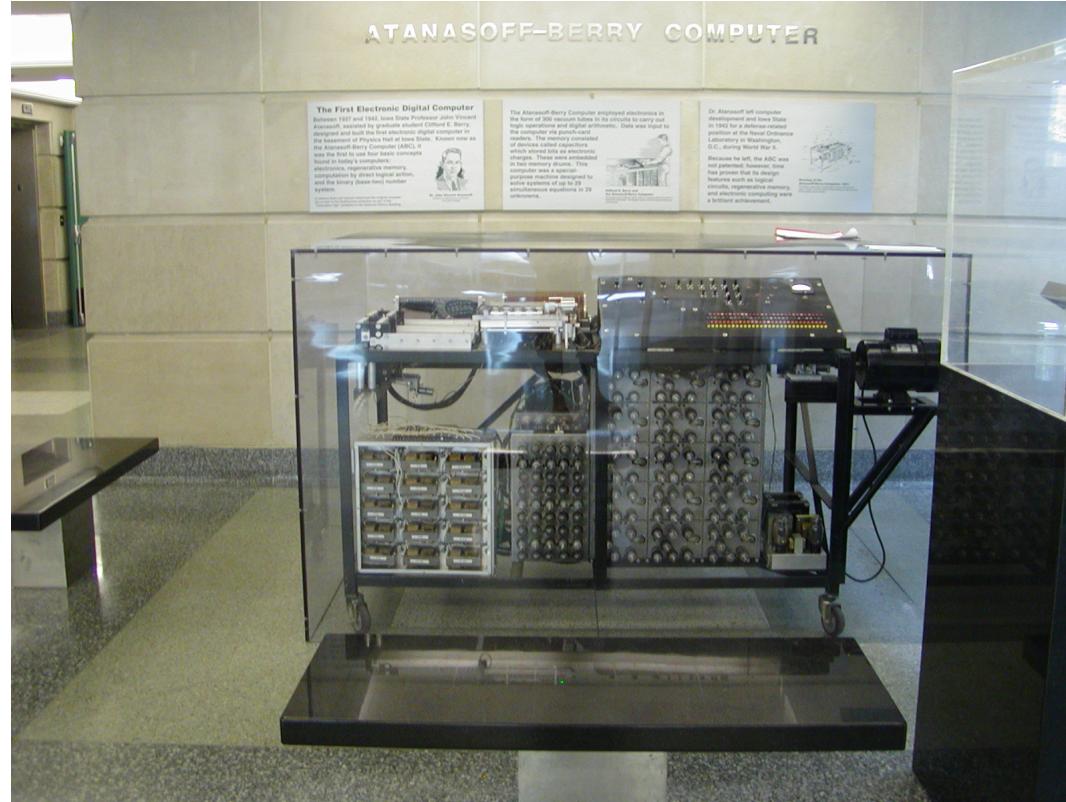


Kilde: Wikipedia

# Tidlige datamaskiner

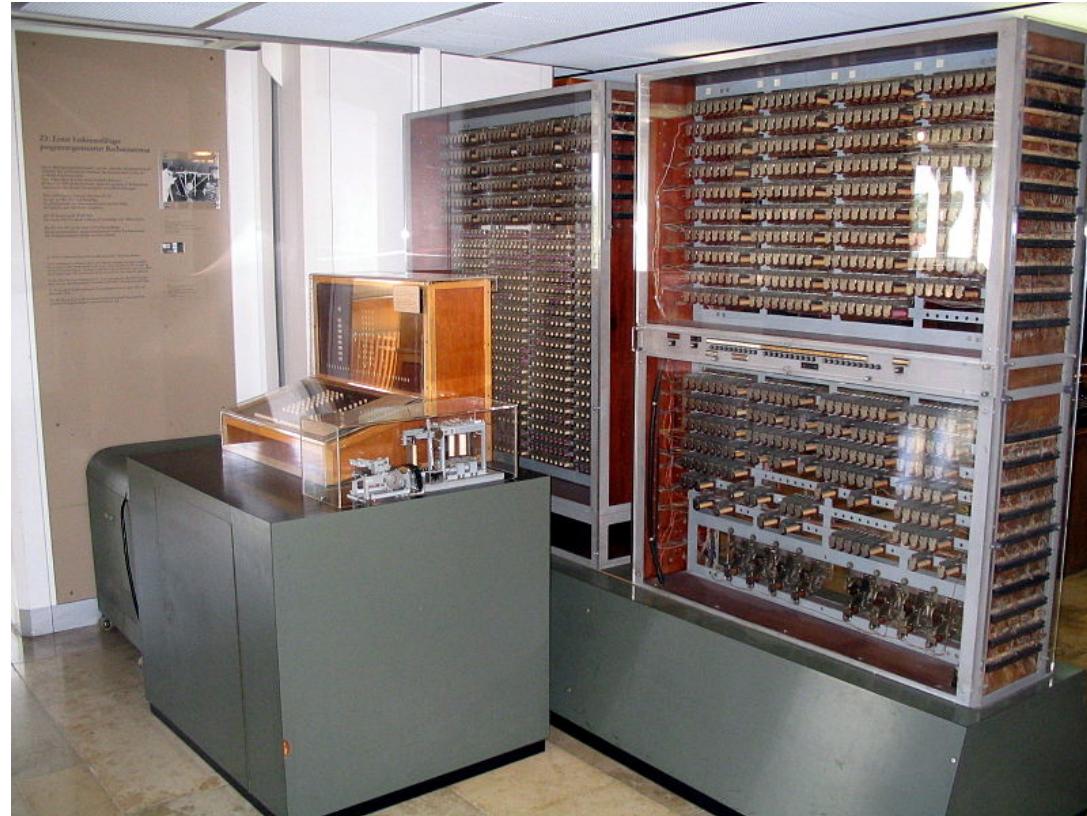


# Atanasoff-Berry Computer



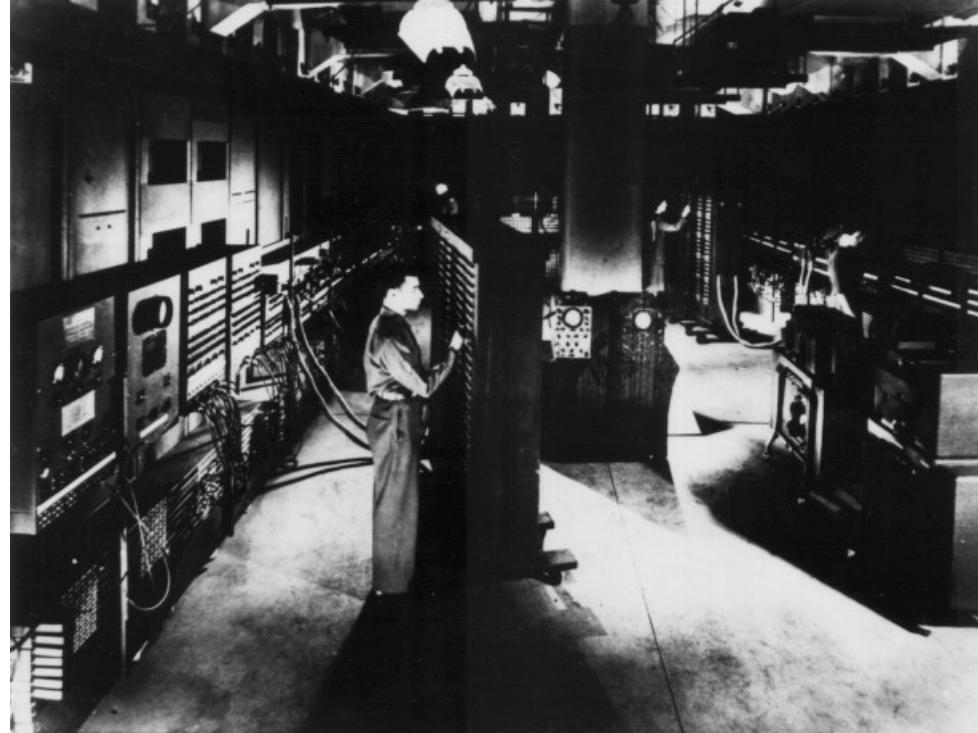
- Første elektroniske, binære datamaskin
- Ikke programmerbar
- John Atanasoff & Clifford Berry, Iowa State University
- 1937

# Zuse Z3



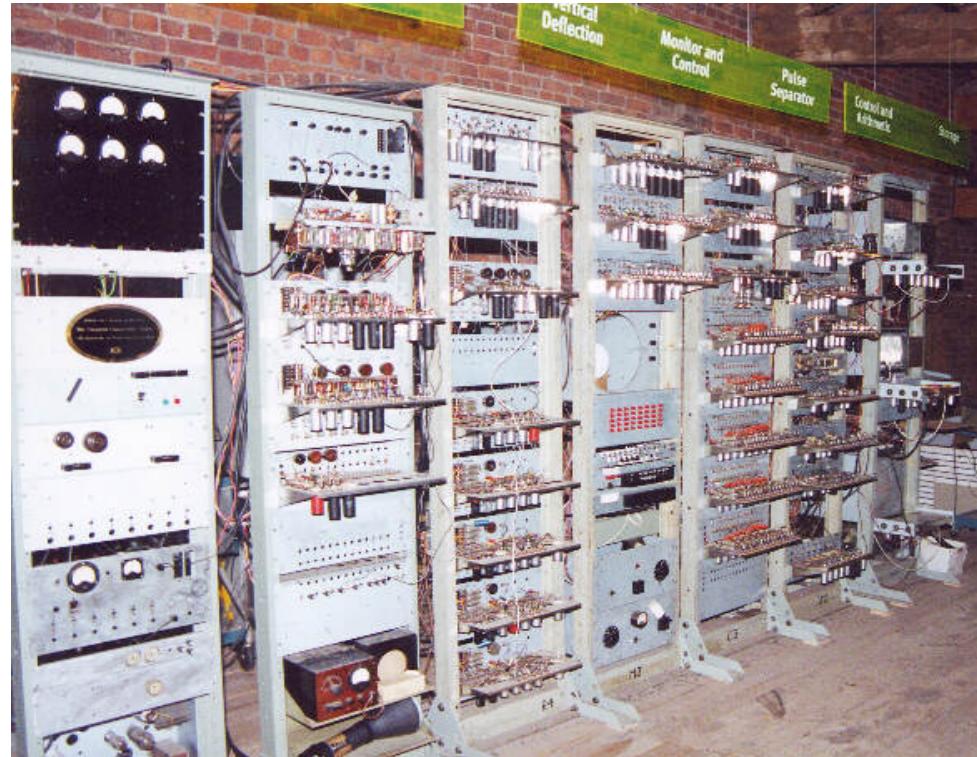
- Første programmerbare datamaskin
- Mekanisk (telefonreleer)
- Konrad Zuse, Berlin, 1941

# ENIAC



- ENIAC: Electronic Numerical Integrator and Calculator
- Første programmerbare elektroniske datamaskin
- U Pennsylvania, 1946
- Benyttet desimalsystem
- Programmering krevde omkobling

# Manchester «Baby»



- Første elektroniske datamaskin med lagret program
- Victoria University Manchester, 1948
- Verdens første *von Neumann maskin*

# Zuse Z4



- Bygget av Zuse 1942-45, videreutvikling av Z3
- Solgt til ETH Zürich i 1950
- Verdens første kommersielle binære datamaskin
- I bruk til 1959, i dag i Deutsches Museum, München
- 3 sekund per multiplikasjon

# Nusse: Norges første datamaskin



- NUSSE: Norsk Universell Siffermaskin Selvstyrt Elektronisk
- Bygget ved *Teoretisk Astrofysikk, UiO* 1950-1954
- I dag på Teknisk Museum

# Moderne datamaskiner



# IBM 360 & DEC PDP7



IBM360, Univ Newcastle



PDP7, U i Oslo

# En tidlig supercomputer: Cray-1

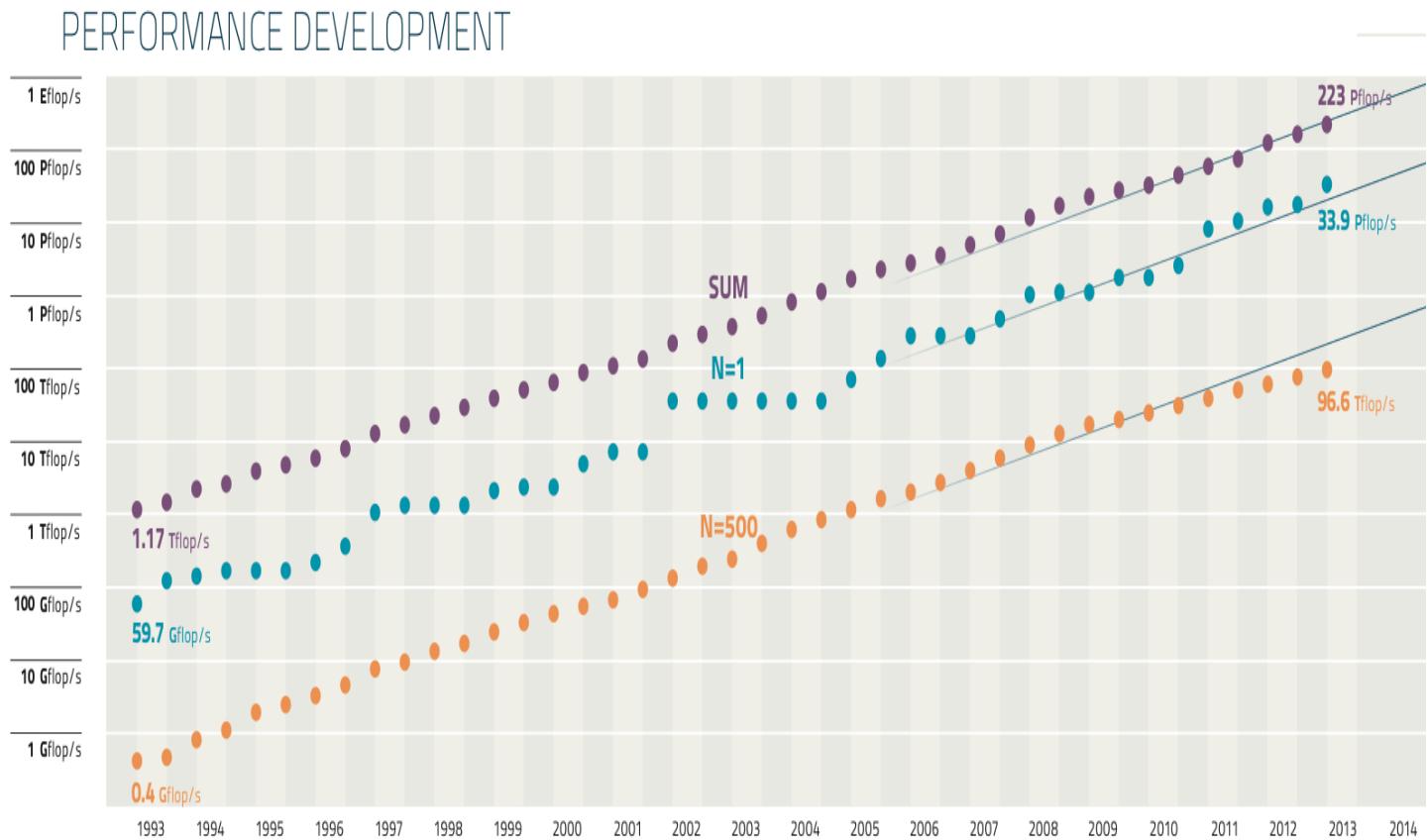
- Kom i 1975
- 80 MHz prosessortakt
- 8 MB minne
- 250 Mflops ytelse
- Vekt: ca 5 ton
- Strømforbruk: 115 kW
- 
- Modern Smartphone CPU (ARM Cortex A9): > 1000 Mflops  
(Kilde:  
[anandtech.com](http://anandtech.com))



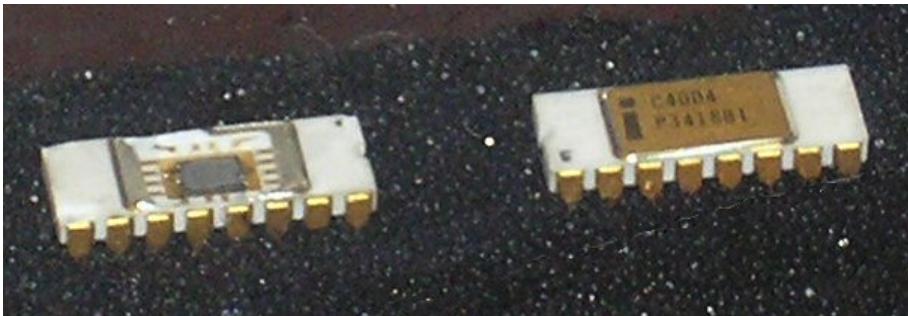
Mflops: Megaflops (floating-point operations per second)

Millioner regneoperasjoner med desimaltall per sekund

# Top500 maskiner: Ytelseseksplosjon



# Mikroprosessorene kommer



Intel 4004 (1971)  
4 bit, 740 kHz



MOS Technology 6502 (1975)  
8 bit, 1 Mhz  
Brukt i bl a Apple II



Motorola 68000 (1979)  
16/32 bit, 4-10 MHz  
Brukt i bl a Apple Macintosh



Intel 8086 (1978)  
16 bit, 5-10 Mhz  
Brukt i bl a IBM PC (8088 variant)

# Datamaskiner til alle



Apple II (1977)



IBM PC (1981)



Sinclair ZX81 (1981)



Osborne 1 (1981)



Commodore C64 (1982)



Atari 800 (1979)

# Plessers datamuseum

- Facit C1-13 mekanisk regnemaskin (ca 1970)
- Rockwell KIM-1 med 6502 og 1KB minne (1978)
- Apple IIe Med 6502, 1 MHz, 64KB minne (1983)
- Apple Macintosh Classic II med Motorola 68030, 16 Mhz, 2-10 MB minne, 40 MB hard disk (1993)
- Apple iMac med Intel Core 2 Duo, 2 Ghz, 2 GB minne, 250 GB hard disk
- SparkFun Inventor's Kit (Arduino) med Atmel ATmega328 microcontroller, 16MHz, 32 KB minne

# Oppbygging av datamaskiner

# Grunnleggende egenskap

## Von Neumann arkitektur (1945)

- Program i samme minne som data
- Program kan lett utveksles og endres
- Program kan manipuleres av virus



John v Neumann  
1903-57

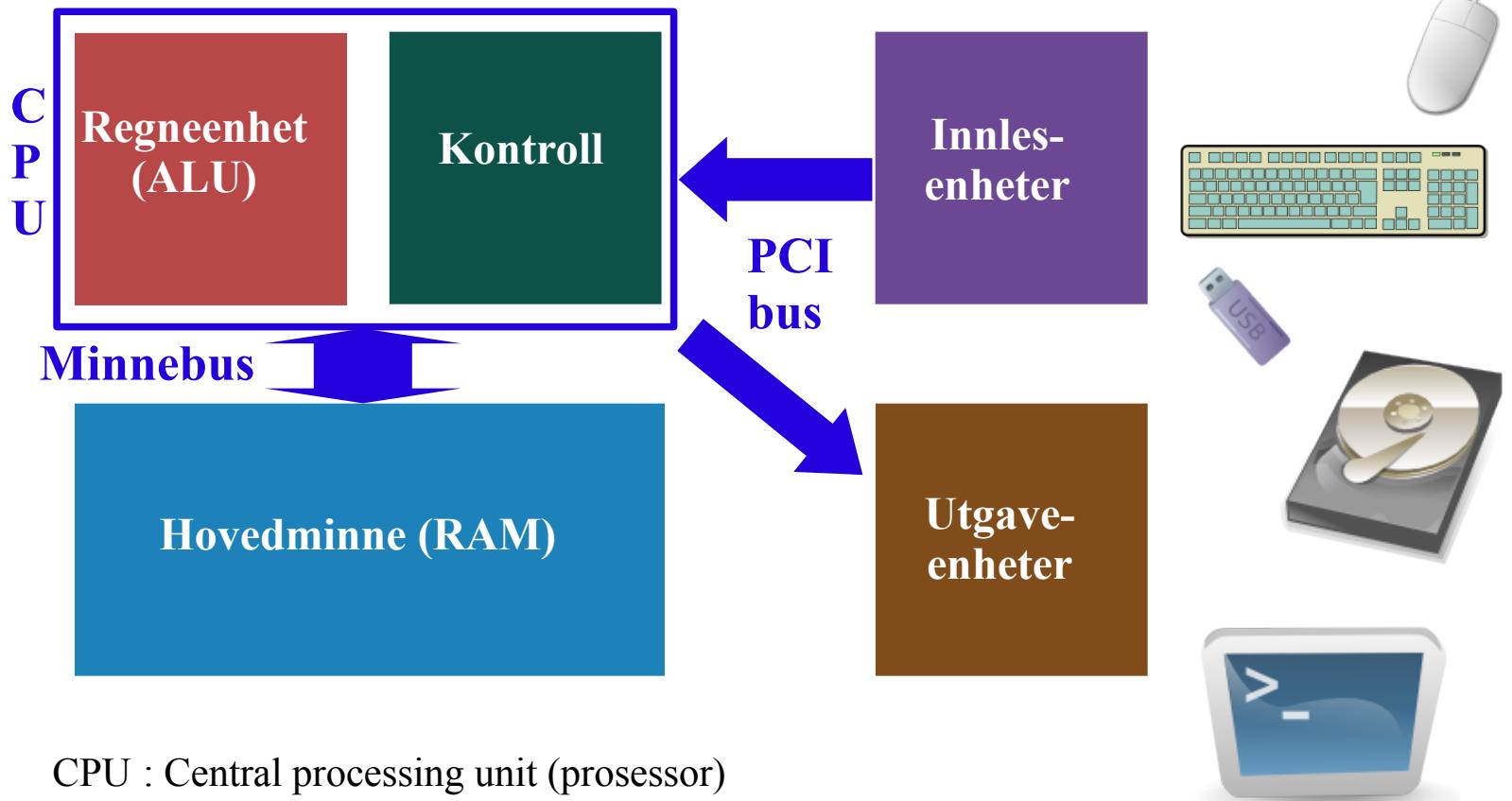
## Universell datamaskin (1936)

- Også kjent som *Turing maskin*
- Abstrakt datamaskin (teoretisk konsept)
- Kan simuleres med konkrete maskiner hvis de er *Turing-komplett*
- *Church-Turing hypotese* (1943): Et problem kan løses i endelig mange skritt iht presise instruksjoner hvis og bare hvis det kan løses med en Turing maskin.



Alan Turing  
1912-54

# Von Neumann datamaskinens hovedelementer



CPU : Central processing unit (prosessor)

ALU : Arithmetic/Logic Unit

RAM : Random Access Memory

BUS : Bidirectional Universal Switch

PCI : Peripheral Component Interconnect

- Har “altid” plass til
  - CPU
  - Minnebrikker
  - PCI kort
  - kontakter til disker
  - kontakter til USB
- *Chipset* koordinerer
  - CPU
  - minne
  - eksterne enheter (her: nForce 405)
- Eksempel: MSI K9N6SGM til Athlon prosessor

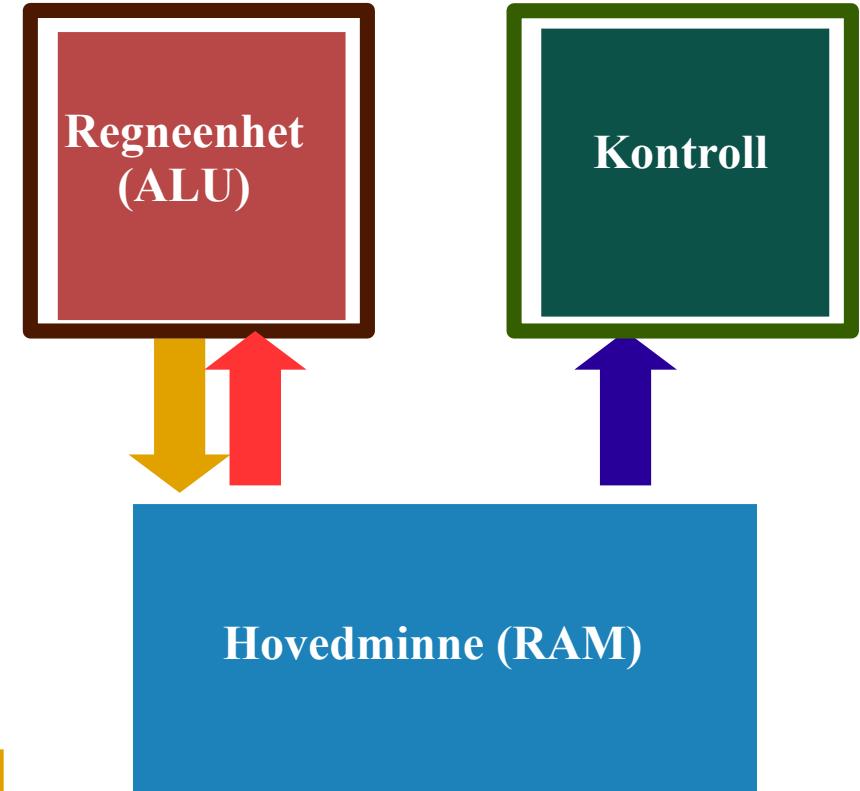
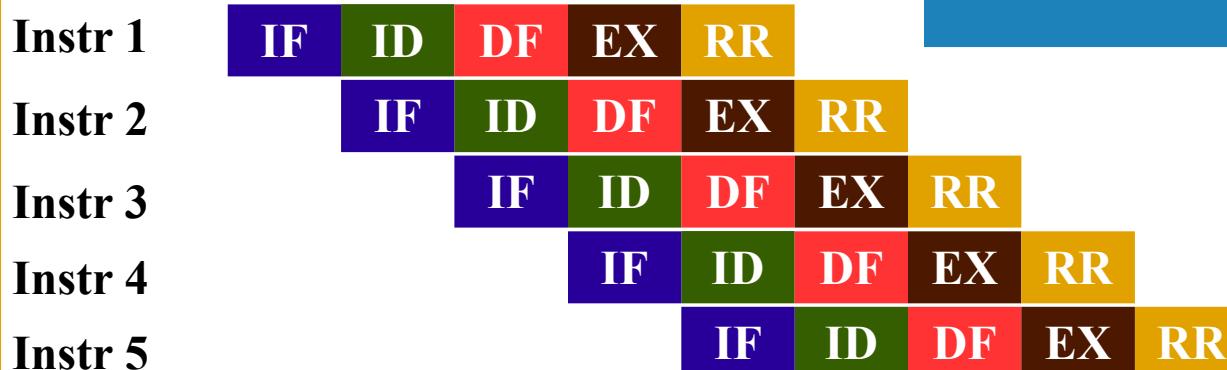


# Datamaskinens virkemåte

## Hent-Utfør-Syklus

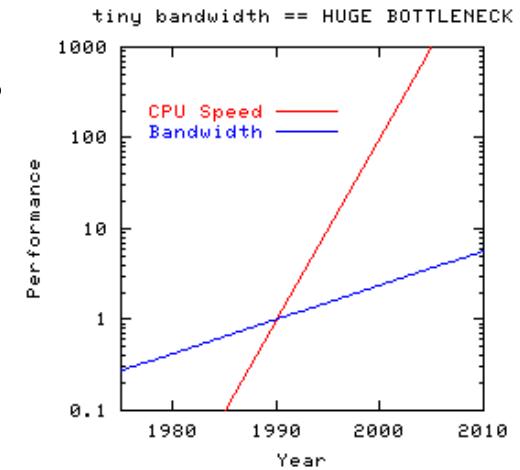
1. Hent instruksjon (IF)
2. Dekode instruksjon (ID)
3. Hent data (DF)
4. Utfør instruksjon (EX)
5. Lever resultat (RR)

## Instruksjonspipeline



# Hvor raskt er maskinen?

- Vanskelig å omregne fra klokkefrequens til *flops* (regneoperasjoner per sekund)
- Enkel regning:
  - full pipeline = en instruksjon per klokkepuls
  - en flop per Hz -> 1 Ghz = 1 Gflops
- Men:
  - moderne CPUer kan utføre flere regneop. samtidig -> flere flops
  - pipeline blir ofte avbrudd -> færre flops
- Minne er mye saktere enn CPU -> færre flops
- Multicore CPUer enda vanskeligere å forutsi
- Må teste med relevante tester (*benchmarks*)
- SpecINT, SpecFP, Stream (minne), Linpack (Top500)



# Kilo, Mega, Giga ...

- Vanlig: faktor  $10^3 = 1000$  mellom kilo, mega, giga ...
- Gjelder i databransjen for hastigheter: MHz, GHz
- Datamengder

- Måles i *byte* = 8 bit, har plass til ett tegn

1 KB	1024 B	$\sim 10^3$ B	kilo
1 MB	1024 KB	$\sim 10^6$ B	mega
1 GB	1024 MB	$\sim 10^9$ B	giga
1 TB	1024 GB	$\sim 10^{12}$ B	tera
1 PB	1024 TB	$\sim 10^{15}$ B	peta
1 EB	1024 PB	$\sim 10^{18}$ B	exa

- Harddiskstørrelse i reklame: bruker ofte faktor  $10^3$ 
  - $500$  reklame-GB =  $500 \times 10^9 / 2^{30} = 465$  “ekte” GB
  - faktisk kapasitet enda lavere pga forvaltningsdata