

Age of Computers
Historiebok

IDI, NTNU

2005

Innhold

1	Historien om tallsystemer	6
1.1	Det binære tallsystemet	6
1.2	Egyptiske tallsystemer	6
1.3	Babylonske tallsystemer	8
2	Datamaskinens opprinnelse	9
2.1	Pascals regnemaskin	9
2.2	Leibnitz regnemaskin	9
2.3	Babbage og hans maskiner	9
2.4	Den første programmerer: Augusta Ada Lovelace	14
2.5	Hollerith og hullkortet	15
3	Andre verdenskrig	17
3.1	Konrad Zuses Z-maskiner	17
3.2	Enigma	19
3.3	Bomben	19
3.4	Kryptoskriveren og Robinson	22
3.5	Colossus	22
3.6	MARK 1	23
3.7	ENIAC	25
4	Teoretikerne	27
4.1	Alan Turing	27
4.2	John von Neumann	29
5	De første kommersielle datamaskinene	33
5.1	UNIVAC	33
5.2	Digital Equipment Corporation	33
5.3	Spacewar	37
5.4	Transistoren	38
5.5	Integrerte kretser	39
5.6	IBM	41
6	Norsk datamaskinhistorie	45
6.1	NUSSE	45
6.2	SAM-maskinene	46
6.3	GIER	46
6.4	DIANA	47
6.5	Norsk Data og Nord-maskinene	47

7	Hjemmedatamaskinen	51
7.1	Altair	51
7.2	Apple	52
7.3	Commodore	54
8	Introduksjon	58

Figurer

1.1	Leibniz	7
1.2	Gamle egypt	7
2.1	Blaise Pascal	10
2.2	Pascals regnemaskin	10
2.3	Nærbilde av hjulene på Pascals maskin	11
2.4	Leibnitz regnemaskin	11
2.5	Charles Babbage	12
2.6	Analytical Engine	13
2.7	Augusta Ada Lovelance	14
2.8	Hullkort med 90 kolonner	16
2.9	Maskin som ble brukt til å sortere hullkort	16
3.1	Konrad Zuse	18
3.2	Z3	19
3.3	Den gåtefulle maskinen, Enigma	20
3.4	The bombe	21
3.5	Colossus	23
3.6	MARK 1	24
3.7	ENIAC	25
4.1	Alan Turing	28
4.2	Turingmaskin	30
4.3	John von Neumann	31
5.1	UNIVAC	34
5.2	PDP-1	36
5.3	Spacewar	37
5.4	Transistorgutta	38
5.5	Den første transistoren	39
5.6	Jack Kilby	40
5.7	Integrert krets	40
5.8	Robert Noyce	40
6.1	Thomas Hysing og Nusse	45
6.2	Grunnleggerene av Norsk Data	48
6.3	Nord-1	48
6.4	Nord-5 maskin	49
7.1	Altair	51

7.2	Apple I, hovedkort	52
7.3	Apple I-kassett med BASIC	53
7.4	Apple I med kabinet	54
7.5	Commodorelogo	54
7.6	Commodore PET 2001	55
7.7	Commodore 64	55
7.8	Amiga 500	57

Kapittel 1

Historien om tallsystemer

1.1 Det binære tallsystemet

Binære tall, dvs tall som benytter base 2, er det tallsystemet som brukes i alle maskiner i dag. Men hvor kom de fra og hvor var de utviklet? Binære tall har to opphavsmenn, den mest kjente er Leibniz i 1666 og den mindre kjente er Pingala 1500 år før Leibniz.

Leibniz var en tysk matematiker som trengte en måte å representere logikk på ved hjelp av matematikk. Binære tall representerte boolske uttrykk for Leibniz, slik som ja/nei, sann/usann og av/på. Gjennom hans arbeid «kunsten å kombinere» introduserte han ideen om «tankenes lov», men denne ble ikke godt mottatt av folket i hans tid. Senere fikk han støtte av den kinesiske boken «I Ching» (Boken om endringer). Denne boken hjalp Leibniz til å omformulere arbeidet sitt. Leibniz mente at de binære tallene representerte skapelsen; tallet 1 var et bilde av Gud og tallet 0 var et bilde på det ugudelige.

På Pingalas tid brukte man binære tall til å beskrive musikk. «Chhandahshastra» av Pingala var kilden til denne oppdagelsen. Pingala dannet en matrise for å gi en unik verdi til hvert mål. Pingala brukte «Little Endian» skrivemåte på tallene sine, det vil si at han har det mest signifikante sifferet til høyre, i motsetning til slik vi bruker 10-tallsystemet med det mest signifikante sifferet til venstre (Big endian).

1.2 Egyptiske tallsystemer

I det gamle Egypt brukte de et duo-desimal system som vil si at de brukte 12 og 24 som base. Dette tallsystemet kan man finne igjen i våre dager ved å se på antall timer i døgnet og begreper som dusin (12).

Egypterne brukte leddene på hver finger til å telle. Hver finger har tre ledd, altså kan man telle til tre med en finger og ikke bare til en som i titallsystemet. De brukte tommelen til å telle med. Med de ti fingrene mennesker har kunne man altså telle til 24 og ikke bare til ti som i titallsystemet.

Kunnskapen om å kunne telle og beregne ble sett på som en stor visdom, derfor hadde tallkyndige egyptere høy anseelse og posisjon i samfunnet.



Figur 1.1: Leibniz



Figur 1.2: Gamle egypt

1.3 Babylonske tallsystemer

Rundt 1900–1800 f.kr begynte de gamle babylonerne å bruke et 60-basesystem med subbasene base 6 og base 1. Fordelen med å ha den relativt høye basen 60 er at den er delelig med både 2, 3, 4, 5, 6, 10, 15, 20 og 30.

Det er dette tallsystemet som har ført til at man i dag har 60 sekunder i minuttet og 360 grader i en sirkel. Gradetallet til sirkelen kommer av at man bruker hovedbasen 60 og multipliserer med subbasen 6 ($6 \cdot 60 = 360$).

Kapittel 2

Datamaskinens opprinnelse

2.1 Pascals regnemaskin

I 1642 utviklet Blaise Pascal (vist i Figur 2.1) adderingsmaskinen som var det neste steget i utviklingen mot dagens datamaskin etter Abakusen. Den mekaniske maskinen ligner mest på en kodelås uten regnekapasitet. Maskinen var konstruert slik at flere hjul med sifrene 0–9 var plassert ved siden av hverandre, slik som vist i figur 2.2. For eksempel hvis vi adderer tallet 908 til tallet som sto der fra før, skrur vi åtte hakk på det første hjulet, ingen på det neste og ni på det siste. Et slik hjul er vist i figur 2.3 Maskinen hadde også den fordelene at den kunne ta høyde for menteoverføring. Når null passerte et referansepunkt skjøv en tapp hjulet ved siden av et hakk frem.

De fleste vil synes at denne maskinen er simpel og tungvint, men den var genial på det tidspunktet og innførte en del prinsipper som finnes i moderne hjelpemidler. Adderingsmaskinen til Pascal er forgjengeren til alle måleinstrumenter i dag, slik som strømmålere, kilometertellere og kassaapparater. I dag har elektronikken tatt over det meste av det de mekaniske målemaskinene gjør.

2.2 Leibnitz regnemaskin

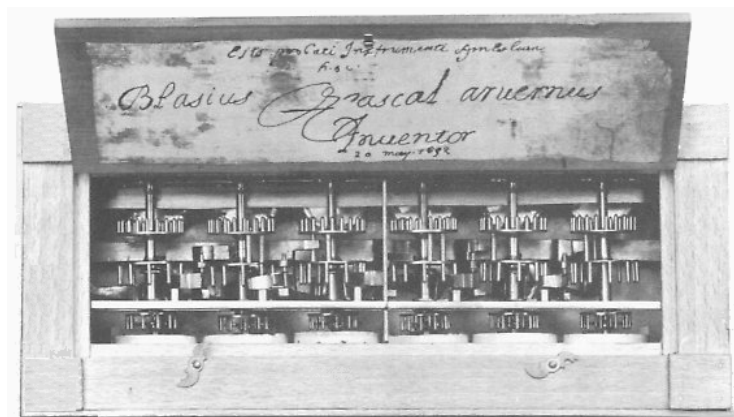
Gottfried Leibnitz konstruerte en regnemaskin som kunne multiplisere og dividere femti år etter Pascal. Dette gjorde han ved å introdusere sveiven, som vist i Figur 2.4. Han brukte addisjon for å multiplisere. For eksempel $12 \cdot 4$ er det samme som 12 addert fire ganger. Sveiven brukte han til å gjenta adderingen. Tilsvarende er divisjon subtraksjon fra det opprinnelige tallet det antall ganger som dividenden tilsier. Divisjon ble utført ved å sveive i motsatt retning av addisjon. Det som også var nytt med denne maskinen var at den var laget for mekanisk utregning av matematiske tabeller.

2.3 Babbage og hans maskiner

Hollerith utnyttet hullkortene på en elegant måte da han lagde maskinen som var med under folketellingen i 1890 i USA. Charles Babbage, vist i Figur 2.5,



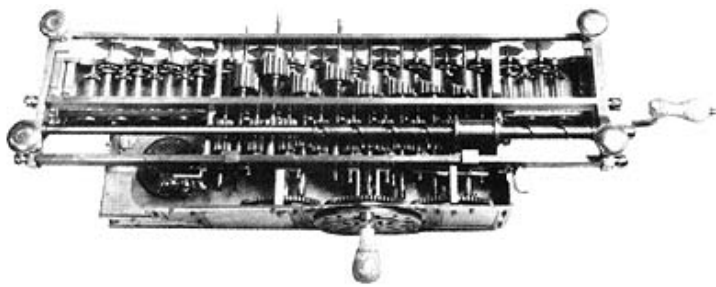
Figur 2.1: Blaise Pascal



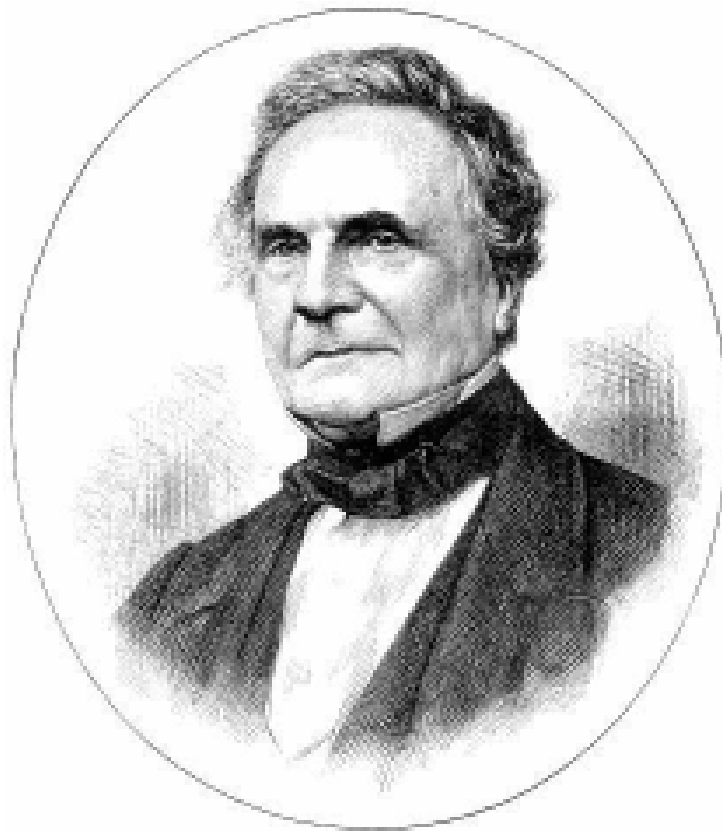
Figur 2.2: Pascals regnemaskin



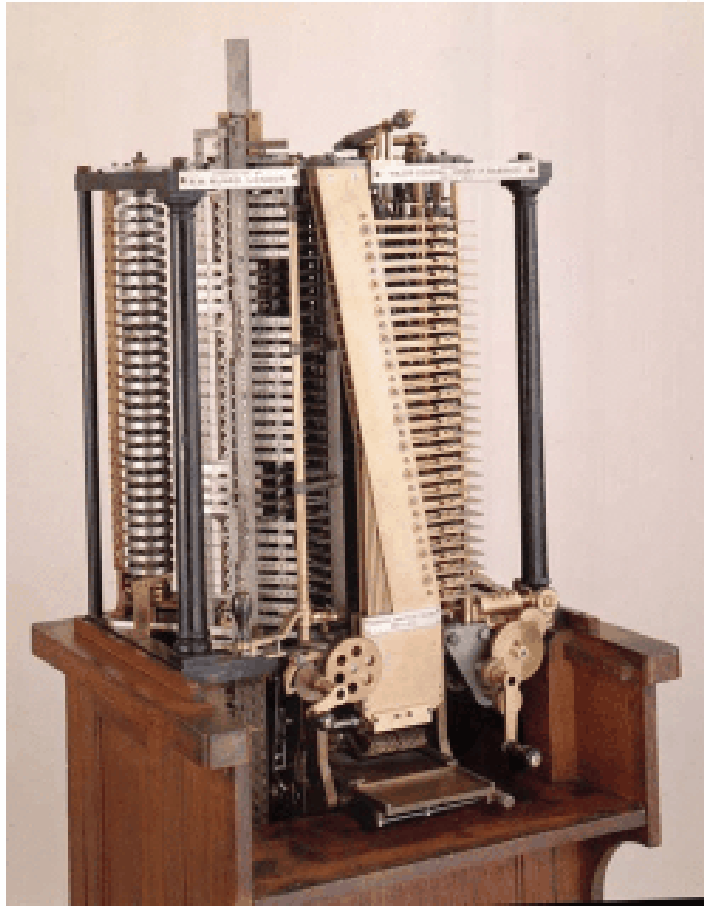
Figur 2.3: Nærbilde av hjulene på Pascals maskin



Figur 2.4: Leibnitz regnemaskin



Figur 2.5: Charles Babbage



Figur 2.6: Analytical Engine

er den mannen som kan pryde navnet sitt med å være den første datamaskin-konstruktør.

Charles Babbage(1791-1871) var matematiker og oppfinner. Den første maskinen han konstruerte var «The Difference Engine», men han kunne bare lage én prototyp av maskinen fordi den rett og slett var for dyr til å produsere på det tidspunktet. Maskinen i sin helhet ville ha bestått av 25.000 mekaniske deler som måtte være av høyeste kvalitet. Prototypen til The Different Engine stod ferdig i 1832. Maskinen var basert på regnemaskinene til Leibniz og Pascal og kunne kalkulere astronomiske forsknings- og navigasjonstabeller med tyve siffrers nøyaktighet. Denne maskinen var genial, men Babbage var ikke ferdig der.

Før Babbage var ferdig med The Different Engine-prosjektet hadde han allerede begynt på et nytt. I 1830 startet arbeidet med The Analytical Steam Engine og holdt på med dette helt til sin død i 1871. Intensjonen bak The Analytical Steam Engine var å beregne og ta avgjørelser på bakgrunn av tidligere utregninger. For å kontrollere denne automatiske kalkulatoren skulle maskinen bruke en løkke av Jacquards punched cards. Maskinen var også ment å ha flere egenskaper som er vanlig i dagens maskiner. Dette inkluderer blant annet



Figur 2.7: Augusta Ada Lovelance

sekvensiell kontroll og programhopp. Steam i tittelen på maskinen henspeler Babbage sin intensjon om at maskinen skulle gå på damp. Denne maskinen ble aldri laget, men den er likevel en forgjenger til dagens datamaskin.

2.4 Den første programmerer: Augusta Ada Lovelace

Augusta Ada Lovelace (1815-1852) var den første konseptuelle programmerer. Hun arbeidet med Babbage og var svært opptatt med utviklingen av begge hans maskiner. Ada møtte Babbage på en fest i 1833. Hun ble meget imponert og begynte å følge hans forelesninger og skapte på dette tidspunktet et livsvarig vennskap.

I 1834 giftet hun seg og hun skulle egentlig gå over til å være fin husfrue, men hennes mor, Annabella Milbanke, inngikk et kompromiss med ektemannen om at han skulle få gifte seg med Ada hvis Ada fikk fortsette med sine studier.

Menabreas, en italiensk ingeniør skrev i 1842 en fransk artikkel om hvordan den analytiske maskinen til Babbage fungerte. Denne artikkelen oversatte Ada til engelsk og viste den til Babbage. Ada gjenga ikke bare oversettelsen til Babbage, men hun kom med sine egne ideer også. Disse syntes Babbage var så interessante at han ba henne om å legge dem til artikkelen. Tillegget ble tre ganger så stort som selve artikkelen. I sin beretning fortalte hun hvordan den analytiske maskinen virket og dens framtidsutsikter. Hun la stor vekt på at regnemaskinen «The Difference Engine» og den analytiske maskinen var to forskjellige maskiner. Den analytiske maskinen kun lagre programmer, det vil si en serie med instruksjoner og funksjoner. Hun skrev om konseptene løkker og subrutiner. Disse forklaringene har gitt Ada tittelen den første programmerer. Ada mente også at lignende konstruksjoner kunne brukes til å lage komplisert musikk og grafikk. Hun skildret moderne datavitenskap.

Like etter at hun hadde oversatt denne artikkelen ble hun alvorlig syk. Hun klarte ikke å arbeide mer med Babbage og studiene av hans maskiner. Ada døde svært ung, bare 35 år.

2.5 Hollerith og hullkortet

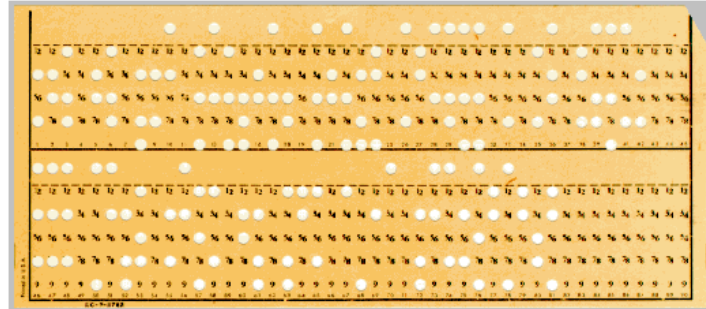
Hullkortet ble først brukt til dataprosessering av Herman Hollerith. Han brukte det til å føre statistikk i New York City Board of Health. Etter å ha prøvd ut teknikken i helsevesenet i USA, ble teknikken tilpasset for bruk under folketellingen i USA i 1890. Manntellingen var estimert til å ta 7000 årsverk og selve beregningen ble gjort i løpet av 30 dager. Vekten av kortene som ble fylt ut var 200 tonn og vekten av utskriften fra akkumulatoren var 150 tonn. Det var 3000 ansatte som hadde ansvaret for denne manntellingen.

Selv om Hollerith var den første til å bruke hullkort til dataprosessering var ikke oppfinnelsen hans ide. Han fikk ideen fra Jacquard, som brukte hullkort til å styre mekaniske vevestoler. Jacquard, som jobbet i Frankrike på 1810-tallet, kom opp med ideen om å bruke hull slått gjennom kort til å beskrive mønsteret som skulle bli vevet. Flere av Jacquards vevestoler finnes enda i bruk, og du finner enda originale hullkort av Jacquard til salgs.

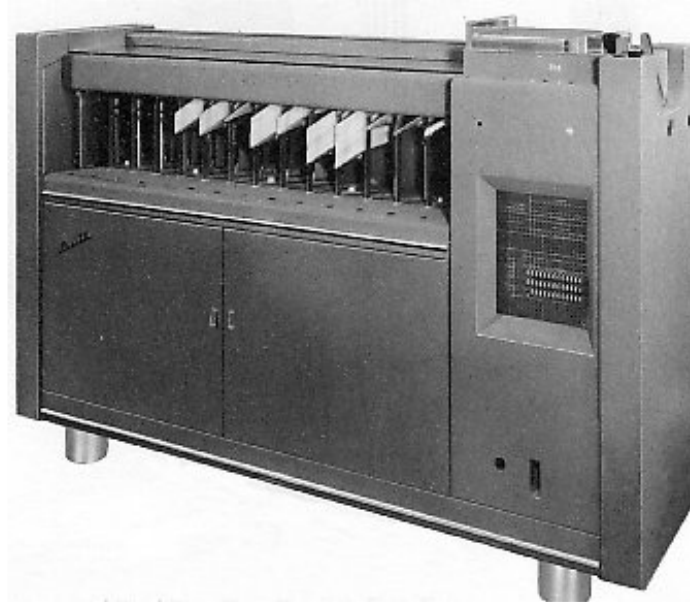
Jacquards ide om å bruke hullkort inspirerte Charles Babbage til å bruke hullkort til å kontrollere instruksjonene som ble utført på hans analytical engine. Babbage buntet sammen sine kort slik som Jacquard, mens Hollerith, som kom 50 år senere, behandlet sine kort som en kortstokk. Til tross for dette og at Babbage aldri bygde maskinen sin, fikk ideen hans så stor innflytelse på hullkortutviklingen at Hollerith aldri fikk tatt patent på den.

Det originale hullkortet hadde 240 forskjellige punkter hvor det kunne lages hull. På begynnelsen av 1900-tallet kom en ny standard med 45 kolonner med 12 hullplasser i hver kolonne (540 totalt). I 1928 introduserte Holleriths selskap, som i dag heter IBM, et kort som inneholdt 80 kolonner. Dette doblet nesten datakapasiteten på et kort. Senere kom en ny standard med 100 kolonner. I 1930 mente IBM at snart var hullkortenes tid over, men de holdt ut til langt ut på 70-tallet.

Vil du lese mer om Holleriths hullkortmaskin, kan du se på <http://www.columbia.edu/acis/history/hollerith.html>.



Figur 2.8: Hullkort med 90 kolonner



Figur 2.9: Maskin som ble brukt til å sortere hullkort

Kapittel 3

Andre verdenskrig

3.1 Konrad Zuses Z-maskiner

Konrad Zuse (1910–1995) bygget på 1930-tallet den første digitale maskinen lenge før alle andre. Dessverre fikk han ingen innvirkning på utviklingen av datamaskinen, da han var isolert av Hitlertyskland og 2. verdenskrig.

Zuse var allerede som student opptatt av hvordan tall best mulig kunne organiseres. Han konstruerte flytdiagrammer og regneskjema for hvordan man best kunne organisere utregningene. Ut fra disse skjemaene fant han ut at ingen tall egentlig tilhører noen plass. Han så derfor for seg en traverskran som kunne gå rundt på skjemaene å hente tall fra en plass til en annen og som kunne legge til tall når nye ble beregnet.

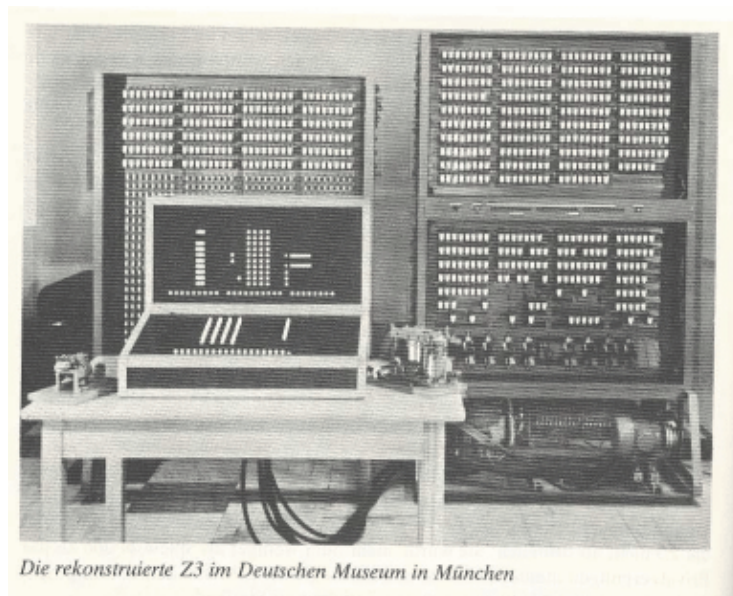
Zuse første maskin begynte han å planlegge i 1935 sammen med sin venn Henschel. Hele maskinen var basert på det binære tallsystemet. Datalagrings-elementet bestod av en lagerplate som inneholdt mange hull som det var trådd mange tynne stålpinner gjennom. Hvis en pinne stod ut på den ene siden betydde det null og hvis den sto ut på den andre siden betydde det én. For å lese ut data konstruerte de en heis-liknende mekanisme som sanset hvordan pinnene stod, mens en annen traversmekanisme skjøv pinnene inn og ut.

For å konstruere den aritmetiske enheten brukte Zuse relédiagrammer som var tiltenkt elektriske reléer. Ved hjelp av slike symbolske representasjoner tegnet Zuse hvordan enkelte av enhetene i beregningsmaskinen skulle endre tilstand. I 1938 bygget de denne aritmetiske enheten. Enheten var laget slik at den kunne samarbeide med datasystemets lagerenhet. Z1 var skapt.

Etter at Z1 ble bombet kom Z2 som inneholdt telefonreléer som var både billigere og mer pålitelige. Et telefonrelé ble brukt på automatiske telefonsentraler den gangen. Denne maskinen ble en stor forbedring fra Z1. De lagde også et styresystem til maskinene som var basert på innlesing av instruksjoner via en 35mm kinofilm. Z3 (vist på Figur 3.2) ble laget etter at Z2 ble totalskadet i et bombeangrep. Denne maskinen kunne utføre flyttallsberegninger med 14 bit mantisse og 7 bit eksponent. Senere konstruerte Zuse S1 og Z4. S1 var konstruert til å beregne produktnummer, noe som hjalp Henschel-fabrikken i konstruksjon av flybomber.



Figur 3.1: Konrad Zuse



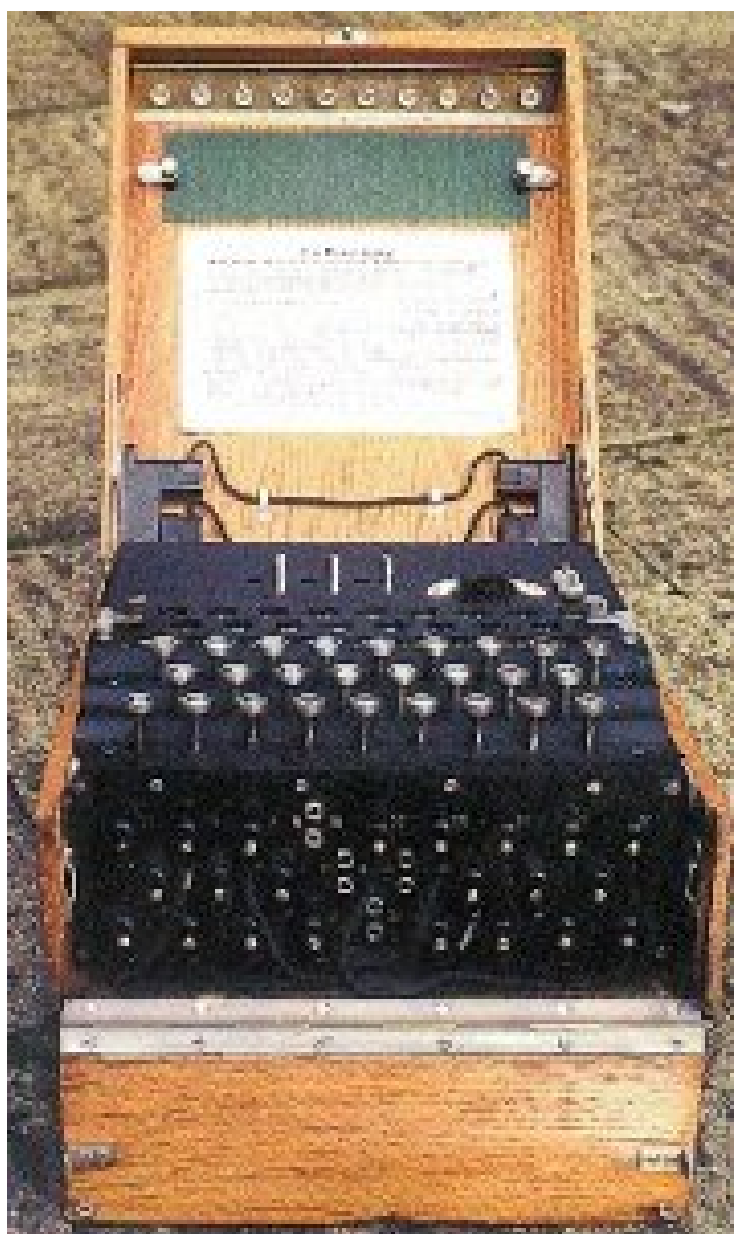
Figur 3.2: Z3

3.2 Enigma

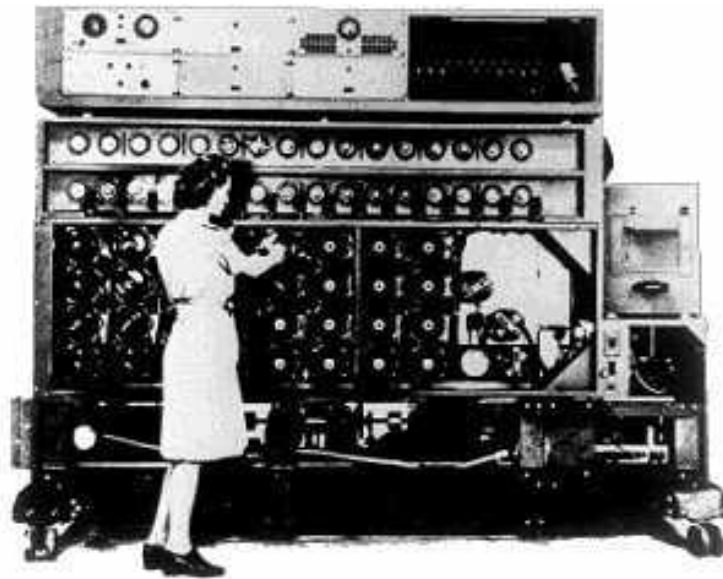
Denne gåtefulle maskinen ble konstruert på slutten av 1930-tallet. Den var tysklands beste våpen mot avlytting. Enigma, vist i figur 3.3, er en elektromekanisk krypteringsmaskin. Tyskerne brukte maskinen til å kryptere radiotrafikken som gikk mellom hovedbasene og meldingene som gikk mellom frontlinjene under andre verdenskrig. Denne enheten var portabel og var basert på en oppfinnelse av Arthur Scherbius i 1924. Maskinen fungerte slik at hvert skriftstegn som skulle krypteres, for eksempel bokstaven L, ble omgjort til et annet tegn ved hjelp av roterende hjul og til dels ved hjelp av en operatør oppsatt pluggebordforbindelse. Omgjøringen skjedde automatisk, slik at det alltid framstod nye verdier for et enkelt tegn. Den var polyalfabetisk. I dag kaller vi denne formen for kryptering kontinuerlig variert omforming. Hemmeligholdet lå i de enkelte innstillingene som brukeren kunne foreta før man startet å kryptere. Likhetstrekkene med en datamaskin lå i at den hadde et lager, den hadde en inngangstrøm av data som kom inn ved hjelp av en skrivemaskin og den hadde en utgangstrøm som bestod av etterfølgende lampesignaler. Maskinen krypterte også symboler som punktum og mellomrom og utstrømmen ble gitt i bolker av fem bokstaver. Enigma ble sett på som veldig sikker.

3.3 Bomben

Dette var maskinen engelskmennene skulle bruke for å knekke Enigma. I 1938 ble en gjeng med kunnskapsrike personer samlet på Bletchley Park for å lage en maskin som kunne dekryptere meldingene som ble generert av Enigma. Alferd Dilwyn Knox ledet gruppen som bestod av alt fra framstående matematikere, logikere og kryptoanalyserere til amatører med usedvanlige talenter innenfor



Figur 3.3: Den gåtefulle maskinen, Enigma



Figur 3.4: The bombe

blant annet matematikk, kryssordløsning og sjakk. Problemet med å finne en løsning på Enigma var at man kunne sette opp 10^{21} ulike begynnerstillinger. Med de gamle metodene tok det en måned å finne den rette klarteksten.

I årsskifte 1939-40 var den to meter høye bronsemaskinen ferdig. Bomben ble bygget av «The British Tabulating Company». Alan Turing og William Friedman var to av de personene som var samlet på Bletchley Park og det var deres ideer som gjorde at man kom fram til en løsning. Friedmans grunnleggende arbeid fra 1924 var utgangspunktet for løsningen. Løsningen gikk ut på å bruke to korrelasjonsparametre som Friedman kalte *kappa vilkårlig* og *kappa tekst*. Disse parametrene ble brukt til å sammenligne to eller flere kryptotekster. Hensikten var å bestemme om bokstavene i hver tekst hørte til en og samme bokstav i klarteksten. Denne sammenligningen representerte han som tall i en matematisk funksjon han kalte koinsidensindeks. Ved hjelp av tabeller med koinsidensindekser og Kerckhoffs metode kunne man finne klarteksten. Friedmans framgangsmåte gikk ut på å finne koinsidensindeksen til det lengste tilgjengelige kryptogrammet, det vil si det som var innstilt med den samme startstillingen. I begynnelsen var metoden upålitelig og resultatene var fraværende, men ingeniørene og matematikerne gav ikke opp. De fikset feil og forbedret framgangsmåte og fikk hjelp av Friedman som hadde vært borte på grunn av sykdom. Etter mye om og men strømmet klartekstmeldingene ut og bomben var virkelig sluppet. Denne maskinen fikk stor betydning for krigsutfallet. De senket blant annet Bismarck på grunn av meldinger de hadde klart å dekryptere med Bomben.

3.4 Kryptoskriveren og Robinson

Enigma ble knekt av Bomben, men tyskerne hadde fremdeles en sikker kommunikasjonskilde gjennom kryptoskriveren. Denne maskinen sendte direkte ut maskintelegrafiske koder. Hver bokstav ble representert ved hjelp av fem binære bit. Man kunne med andre ord konstruere 32 ulike bokstaver og andre tegn. Maskinen hadde også ulike skiftoperasjoner som gjorde det mulig å velge mellom store og små bokstaver, mellomrom, tall og start- og stoppkode. Man brukte papirhullbånd til input og output, det vil si at kryptoskriveren var helautomatisk. Maskinen brukte Vernam-kryptering. Denne metoden fungerer slik at man synkront leser inn papirhullbåndet med meldingen man skal sende og et nøkkelhullbånd. Ved bruk av binære operasjoner slik som OG-funksjonen ble båndene slått sammen til en sterkt kryptert melding. For å få klarteksten måtte man ha nøkkelhullbåndet og kjøre motsatt binæroperasjon.

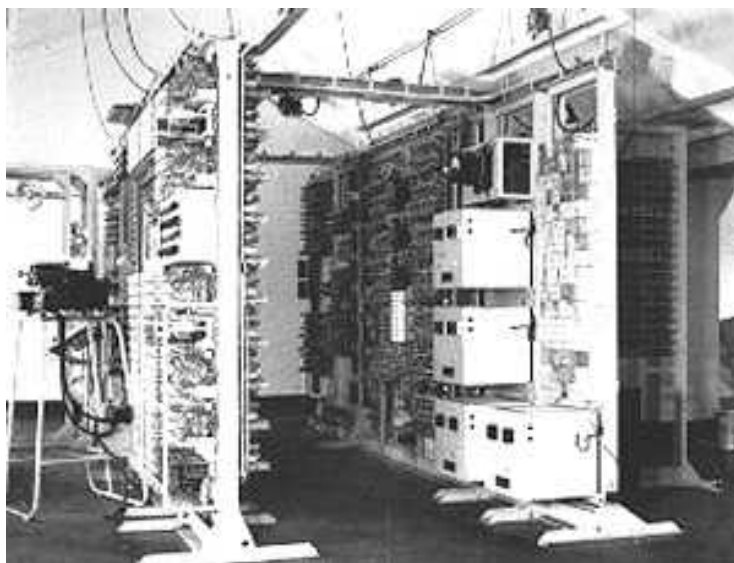
Alan Turing stod i spissen for arbeidet med å knekke kryptoskriveren, men det var ikke så enkelt. Først konstruerte han og de andre på Bletchley Park en serie med det de kalte Robinson-maskiner. Disse maskinene tok inn to papirbånd og brukte boolske funksjoner til å beregne statistiske egenskaper med tallsekvensen dvs. koincidenser. Et problem med disse maskinene var at papirhullbåndene hele tiden kjørte seg fast.

3.5 Colossus

Løsningen på problemene med Robinson-maskinene kom med konstruksjon av den elektroniske maskinen Colossus. Maskinen var mye større og hadde mye mer analytisk datakraft. Den krevde 1500 radiorør som var rekord på den tiden. Fordelen med maskinen var at den hadde et elektronisk lager som kunne lagre papirhullbåndene som ble lest inn. Dermed forsvant synkroniseringsproblemet som man hadde hatt med Robinson maskinene. Hele koincidensprosessen ble med denne maskinen gjort elektronisk. Siden man hele tiden lagret et hullbånd i datalagret, kunne man sammenligne dette båndet med tusenvis av innkommende bånd. For å kontrollere at alle operasjoner ble utført når de skulle ble hele maskinen styrt av en klokke. I 1943 kom den første klarteksten gjennom etter at det hadde gått 10 minutter. Folkene på Bletchley Park kunne ikke tro at det var sant, så de kjørte gjennom en gang til, men fikk akkurat det samme resultatet. Kryptoskriveren var med andre ord historie.

Colossus brukte elektroniske kretser og var en fleksibel maskin. Slike kretser hadde den fordelen at de kunne bli sammenkoblet på mange forskjellige måter. Etter den første Colossus konstruerte man flere slike maskiner som hadde høyere prosesseringshastighet og mer elektronikk. De nye maskinene kunne programmeres, da de hadde en rekke innebygde logiske funksjoner. Ved hjelp av brytere på et frontpanel kunne man nå programmere vanskelige mangetrinns logiske funksjoner. Maskinen kunne omprogrammeres underveis basert på utfallet man fikk på linjeskriveren.

Utviklingen av Colossus er en milepæl i datamaskinens historie. Colossus kan bli sett på som en fullverdig datamaskin, siden den har alle de enhetene og systemløsninger som man kjenner fra moderne datamaskinarkitektur. Den utførte sine operasjoner ved hjelp av elektronisk maskinvare og internlager, og den var enkel å programmere. De senere versjonene inneholdt også mulighet for lagring



Figur 3.5: Colossus

av programvare. Prosesseringen av operasjoner gikk via spesielle aritmetiske og logiske enheter og maskinen hadde kontrollerte inn og ut strømmer fra registrene. De seneste versjoner kunne lese 5000 bokstaver pr. sekund som var ganske imponerende i de tider.

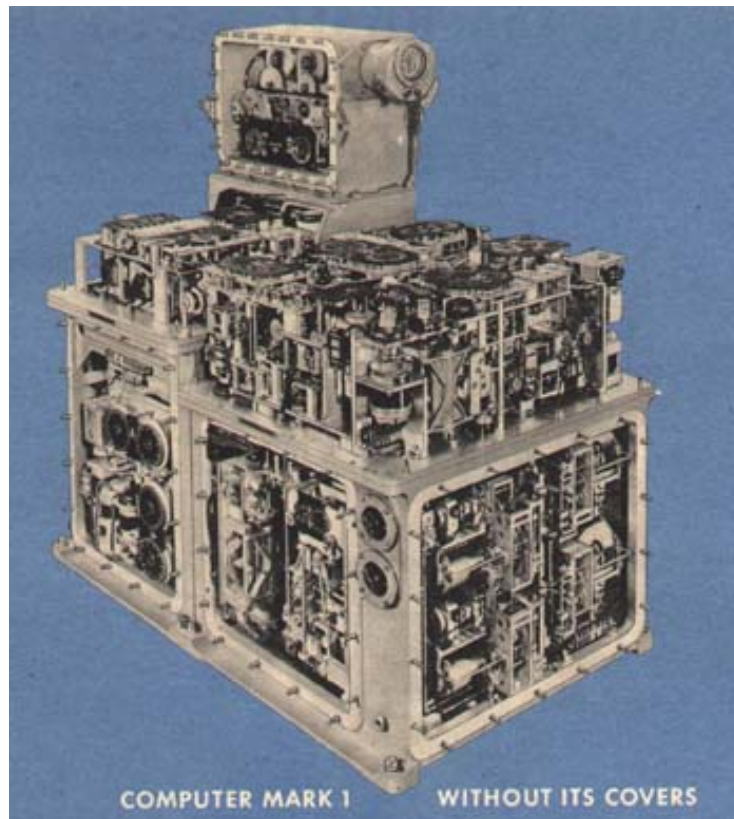
Colossus ble destruert etter krigen og hemmeligholdt frem til slutten av 1970-tallet. Den hadde derfor ikke noen direkte innflytelse på arkitekturen til senere datamaskiner som EDVAC. En fungerende rekonstruksjon av Colossus Mark finnes nå på museet i Bletchley Park.

3.6 MARK 1

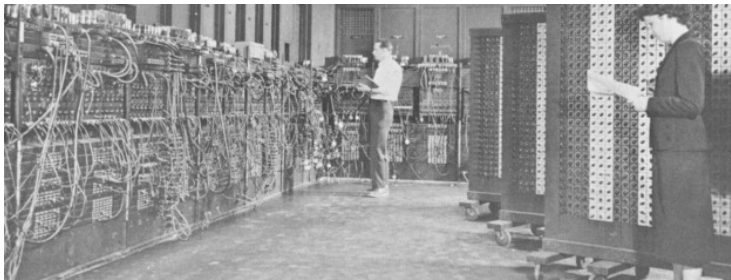
Professor Howard Aiken kom på ideen til MARK I-maskinen etter at han hadde sett seg lei på å sitte og regne lange differensialligninger med numeriske metoder på papir og bordregnemaskin. Det måtte finnes en bedre måte å beregne disse verdiene på. Aikens ide gikk ut på å lage en regnemaskin som kunne beregne de ulike delene til en funksjon, for eksempel $x^3 + 3x^2 + 4x$, på ulike maskiner samtidig. I dette tilfelle vil én maskin regne ut x^3 , neste $3x^2$ og så videre på tre ulike maskiner på samme tidspunkt. Deretter skulle resultatet av disse delberegningene bli sendt automatisk videre til en siste maskin som adderte delberegningene og sende de ut som en sum på et hullkort eller papir.

Det sentrale i Aikens regnemaskin var selvsagt den aritmetiske regneenheten. Regneenhetene var elektro-mekaniske. Det vil si at den sendte og mottok elektriske datasignaler, men den brukte mekaniske innstillinger for addering og subtraksjon. Enhetene skulle jobbe i parallell og de skulle være knyttet sammen med en drivaksel.

Selv om ideen var god var det ikke så lett å få den i produksjon. Aiken klarte i 1939 å overbevise IBM om å produsere maskinen etter at han hadde klart å skaffe finansiering av prosjektet hos den amerikanske marinen. I 1944



Figur 3.6: MARK 1



Figur 3.7: ENIAC

lanserte IBM og Harvard-Universitetet den 45 meter lange maskinen. Maskinen fikk navnet MARK I og bestod av 18 kabinetter som var koblet sammen med drivakslar. For å programmere maskinen kunne man velge mellom 1400 frontpanelvelgere og 3000 mekaniske datahjul. MARK I kunne utføre 72 aritmetiske operasjoner i parallell. Hver aritmetiske operasjon kunne bestå av 23 desimale tall og virket som en akkumulator – den kunne utføre addering og subtrahering. De 72 regneenheterne var drevet av en felles aksel som hadde en omdreiningstid på 0,3 sekunder. På en slik omdreining kunne man gjøre en dataoperasjon som addering eller subtraksjon eller en nullstilling av akkumulatoren. Det tok seks sekunder å gjennomføre en multiplikasjon eller en divisjon. Når maskinen gikk hørt det ut som en samling kvinner som satt og strikket.

Da MARK I ble lansert fikk den stor oppmerksomhet, men mange mente at den egentlig ikke var så fantastisk. Den brukte gamle og uegnede løsninger. Den positive siden med denne maskinen var at IBM innså at datamaskinmarkedet hadde potensialer. MARK I var betraktelig bedre enn de gamle hullkortmaskinene som IBM var mest anerkjent for på den tiden.

3.7 ENIAC

John W. Mauchley, professor ved Pennsylvania Universitet og assistenten hans J. Prespert Eckert var engasjert av det amerikanske forsvaret for å finne enkle måter å beregne nøyaktige prosjektilbaner. Problemet med oppskyting av prosjektiler (kanonkuler) er at banen er påvirket av så mange dynamiske variabler som vindretning, hastighet i ulike høyder, lufttetthet og den corioliskraften. Med andre ord endret gjenstandens posisjoner seg raskere enn man kunne beregne den riktige prosjektilbanen for å treffe gjenstanden.

Løsningen kom med ENIAC (Electronic Numeric Integrator and Computer). I 1940 holdt Mauchley et foredrag om elektrisk harmoni. Dette foredraget hørte John Atanasoff og gikk etter møtet bort til Mauchley for å drøfte sine datamaskinideer. De fant ut at de hadde mye til felles og Mauchley fant ut at han sannsynligvis kunne løse artilleribaneberegningsproblemet med bruk av den digitale maskinen som Atanasoff la fram for han.

I årene mellom 1942-1945 konstruerte Mauchley og Eckert en rekke delsystemer og prosessorenheter som til slutt ble den elektroniske datamaskinen ENIAC. Maskinen ble brukt til å beregne differensialligninger for artilleriprosjektiler ved numeriske beregninger istedenfor ved bruk av analoge beregninger. Dermed tok det bare 30 sekunder å beregne optimal bane for et prosjektil, mot de 15

minuttene det tok med de tidligere analoge maskinene. Dessverre ble denne maskinen ikke ferdigstilt før 1946 da andre verdenskrig var over og ingen lengre var interessert i beregning av slike baner.

Da maskinen sto ferdig besto den av 18.000 radorør som var fordelt på en rekke kabinetter som var på størrelse med en telefonkiosk. Den var som nevnt tidligere suveren til å beregne prosjektilbaner og den brukte bare tre millisekunder på å multiplisere to tall. Det var 300 ganger raskere enn noen annen maskin på den tiden.

Det beste med byggingen av ENIAC var at man under utviklingen av maskinen også hadde utviklet et miljø for utveksling av ideer og forslag til problemløsning mellom forskningsinstitutter og forskere på forskjellige universiteter. Det vil si mellom Mauchley og Eckert på Pennsylvania Universitetet, og John von Neuman fra Princeton Universitet. Maskinen var også en forgjenger for maskinen EDVAC.

Kapittel 4

Teoretikerne

4.1 Alan Turing

Alan Turing (1912–1954) var en matematiker og skrev en artikkel med tittelen «Computable Numbers» som vakte oppsikt i hele verden. I denne artikkelen tok Turing for seg klassiske matematiske problemer og arbeidet seg fram til mekaniske metoder for å løse dem. Denne delen var ikke av stor interesse, men det som vakte oppsikt var beskrivelsen av det han kalte Turing maskinen. Artikkelen beskrev kontrollsystemet, internlageret, de aritmetiske operasjonene og inn- og utlesingsfunksjonene. Denne teoretiske maskinen hadde uendelig stor lagringskapasitet og prosesseringstid. Dette gjorde at maskinen hadde ubegrenset fleksibilitet ved programmering. I senere tid har denne maskinen blitt sett på som den øvre grense for hva man kan oppnå ved hjelp av fysiske datamaskiner.

Turing ønsket først og fremst å lage en generell datamaskin som kunne vite hvor han var i prosesseringen og vite hvor den hadde vært før. Turing maskinen kunne vite hvor den var på et gitt tidspunkt, men ikke hva den hadde gjort før og hvor lenge det var til den var ferdig. Hans ideer om hvordan datamaskinen skulle oppføre seg løp ut fra teorien om at en datamaskin kunne sammenlignes med hjernen til et menneske når de utføre liknende funksjoner. Teorien gikk ut på at datamaskiner kunne ha intelligent oppførsel og bli lært opp som et nyfødt barn. En datamaskin startet opp med et tomt interntlager som et nyfødt barn starter med tom kunnskapsbase. Barnet lærer seg etter hvert hvordan det skal gjøre ting og slik mente Turing at en maskin også kunne gjøre.

Hans nytenkende ideer møtte mye motstand og han måtte tåle mye kritikk. Etter hvert forstod Turing at maskiner ikke kunne bli like smarte som mennesker. Han innså også at hvis man skulle gjennomføre en konstruksjon av en intelligent maskin, ville det ta veldig lang tid. Den store matematikeren og teoretikeren tok sitt eget liv i 1954. Det er vanskelig å vite hva hans bidrag til utviklingen ville bety hvis han ikke hadde gått bort så tidlig.

4.1.1 Turingtesten

Denne testen går ut på at man har en dommer som står i et rom med en skillevegg foran seg. På den andre siden av skilleveggen er det to rom. I det ene er det en datamaskin og i det andre en person. Dommeren skal stille spørsmål til maskinen og personen og de skal svare. Ut fra svarene som kommer inn skal



Figur 4.1: Alan Turing

dommeren bestemmer hvilket rom datamaskinen er i og hvilket rom personen sitter i. Om dommeren ikke klarer å skille de fra hverandre kan man si at datamaskinen er intelligent.

4.1.2 Turingmaskinen

Turingmaskinen er en teoretisk datamaskin som er umulig å bygge fult ut i praksis. Dette kommer av at den krever et uendelig langt bånd. Turing maskinen har likevel vært en av de mest anvendte modellene for å beskrive de essensielle delene i datamaskinens virkemåte. Turingmaskinen er bevist å kunne utføre alle beregninger som er «beregnbare», dvs som kan beregnes av en maskin. Dette har ført til begrepet «turingkomplett». Dersom en maskin er turingkomplett så er den generell og kan brukes til alle slags beregninger. En vanlig PC er turingkomplett gitt uendelig mye RAM.

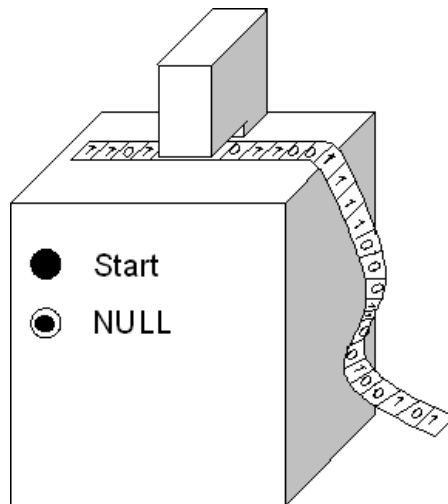
En Turingmaskin består av en lukket boks som er styrt av et lese- og skrivehode som vist i figur 4.2. Dette hodet leser fra eller skriver til et uendelig langt magnetbånd eller annet materiale som kan lagre data og kan endres uendelig mange ganger uten at data går tapt. Båndet består av uendelig mange lagerplasser dvs. lageradresser. Hver lagerplass kan inneholde et tegn som lese- og skrivehode kan lese fra eller skrive til. Boksen kan også lese og skrive til de fysiske lagerplassene. Båndet kan flyttes i begge retninger. Boksen har en START og en NULL knapp.

Maskinen fungerer slik at man først antar at S er sekvenser av tegn som er lagret på båndet, det vil si alfabetet til maskinen. Man antar så at hodet står over lagerplass X. Før man starter maskinen nullstiller man den ved å trykke på NULL. Maskinen startes ved å trykke på START og leser da hva som står under hodet. Ut fra det som står under hodet bestemmer maskinen nestetilstanden, det vil si hva den skal gjøre i neste operasjon. Før den forlater lagerplassen skriver den på nåværende lagringsplass. Den kan som sagt flytte begge veier. Dette gjør den helt til den stopper. Når den stopper har maskinen nådd slutttilstanden som vil si resultatet som er beregnet ut fra en sekvens med ord som man leste inn i begynnelsen. Den sekvensen av tegn som nå står på båndet er resultatet av innkommende sekvens S.

4.2 John von Neumann

John von Neumann (1903–1957) var født i Ungarn og vokste opp i Budapest. Da han var 17 år gammel gjennomførte han sin hovedoppgave ved Universitet i Budapest og skrev deretter en artikkel som vakte stor oppsikt. Denne mannen var rett og slett genial og han er en av de store datamaskinteoretikerne. I 1930 startet han et professorat ved Princeton Universitetet og i 1933 ble han ansatt ved Institute for Advanced Study (IAS). Han var den yngste der, men ga likevel ut 200 publikasjoner og gjorde en mengde strålende forskningsarbeid.

Datamaskiner vekket hans interesse da han trengte en måte å løse ikke-lineære differensialligninger. Han fant rask ut en fundamental måte å oversette matematiske prosedyrer til instruksjoner i en datamaskin. Den første datamaskinen han fikk være med å lage var ENIAC. Dessverre fikk han liten påvirkning på denne da Mauchley og Eckert var redde for at maskinen skulle bli forsinket. Von Neumanns ideer måtte vente og kom ikke til syne i noen datamaskin før



Figur 4.2: Turingmaskin

i EDVAC (Electronic Discret Variable Computer). Von Neumanns bidrag til denne maskinen var en konseptuell beskrivelse som han gav ut i artikkelen «Første utkast til rapport om EDVAC». Den artikkelen inneholdt en beskrivelse av EDVACs logiske oppbygning, noe som senere skulle bli kjent som von Neumann-arkitekturen. Det eneste avviket mellom artikkelen og arkitekturen er at i artikkelen står det at programtrinnene skal gjøres i parallell og ikke i sekvens som i arkitekturen.

Hans datamaskinprinsipp, von Neumann-arkitekturen, gikk ut på at datamaskinen skulle ha følgende:

- egen data- og programvareinnlesingsenhet
- en generell datalagringsenhet
- en sentral prosessorenhet for alle operasjoner det vil si logiske, aritmetiske og programmeringsorienterte
- data- og programvareutlesingsenhet
- databasert styringsenhet

Von Neumann-modellen gikk ut på at datamaskinen skulle styres av data, det vil si bygges opp omkring bruk av programmer lagret som vanlige data. Neumann ville gå bort fra virvaret av ledninger og bryterinnstillinger og heller satse på programmer bestående av tall og bokstaver. Han mente også at man skulle ha ubegrenset tilgang til internlageret og han innførte tilfeldig adressering. Tilfeldig adressering vil si at internlageret må muliggjøre tilgang til en hvilken som helst adresse på et hvilket som helst tidspunkt. Man skulle også ha et sekundærlager for langtidslagring. Dette kunne godt være tregere, men skulle ha større lagringskapasitet. For von Neumann var langtidslagring papirhullbånd, hullkort eller magnetbånd.

EDVAC (Electronic Discret Variable Computer) var en datamaskin som var et samarbeidsprosjekt mellom Mauchley, Eckert og von Neumann. Alle de



Figur 4.3: John von Neumann

involverte hadde meninger om hvordan maskinen burde være. Von Neumann fikk ikke gjennomslag for sine ideer og det ble tilslutt så mye konflikter at de avsluttet samarbeidet. Selv om EDVAC aldri ble realisert med von Neumanns arkitekturprinsipper, var interessen stor for hans ideer og tanker. Maurice Wilkes fra universitetet i Cambridge ble den første som lagde en maskin som bygget helt og fullt på von Neumanns prinsipper. Denne maskinen fikk navnet EDSAC. Senere tok både IBM og UNIVAC i bruk hans prinsipper. Von Neumann prøvde også selv å lage en maskin som fikk navnet IAS, men den ble aldri ferdig og den avvek mye fra hans modell og visjon. Han hadde rett og slett for mange andre ting han ønsket å forske på. Dessuten var han teoretiker og ikke en ingeniør. De fleste datamaskiner som blir laget i dag bruker von Neumann-arkitekturen.

Kapittel 5

De første kommersielle datamaskinene

5.1 UNIVAC

I 1951 stod UNIVAC, vist på figur 5.1 ferdig som den første kommersielle sivile datamaskin. Den var konstruert av Eckert og Mauchley, de samme som konstruerte ENIAC. I tidens løp hadde de samlet sammen en rekke datamaskinpatenter som de satte seg selv som eier på. Deres arbeidsplass Moore School mente at de hadde rett til alle disse patentene. Konflikten endte med at Eckert og Mauchley sluttet og startet sitt eget firma, «Eckert og Mauchley Computer Company». Bedriftens mål var å selge salgbare og kommersielle datamaskiner etter ENIAC og EDVAC prinsippet.

Bedriften fikk sin første kontrakt av det amerikanske folketellingsbyrået som ønsket å bytte ut sin gamle ineffektive hullkortmaskin. Maskinen skulle være elektrisk, hete UNIVAC, være ferdig innen et år og ikke koste mer enn \$320000. Dette klarte de ikke.

Ferdigstillingen lot vente på seg, da Eckert og Mauchley hadde så mange ideer til forbedringer til datamaskinen. Pengene rant også ut ganske fort og selskapet var truet av flere konkurser under utviklingen. De ble reddet flere ganger av bedrifter i travsporten og forskningsbransjen som så potensialer i maskinen. Etter mange års slit var den ferdig og fungerte slik den skulle. På dette tidspunktet var bedriften så fattig at konstruktøren bestemte seg for å selge bedriften til «Remington Rand Inc». Det var de som lanserte maskinen på verdensmarkedet. UNIVAC fikk sitt store gjennombrudd da den ble brukt under den TV-sendte folketellingen i 1952. Maskinen forutsa at Eisenhower kom til å vinne valget, da bare et par millioner stemmer hadde blitt talt opp. Det amerikanske folk hadde med dette blitt introdusert til en ny og meget kraftig teknologi som de hadde sett med sine egne øyne.

5.2 Digital Equipment Corporation

Digital Equipment Corporation (DEC) holdt til i småbyen Maynard i USA. De ble først kjent for å lage digitale maskinvaremoduler (trykte kretskort) for



Figur 5.1: UNIVAC

andre systemutviklere og datamaskinprodusenter. Men etter hvert fant de ut at de skulle satse på å lage datamaskiner selv. I 1960 hadde DEC et tett samarbeid med MIT som på dette tidspunktet forsket på maskiner som benyttet transistorer. MIT lagde prototypene TX0 og TX2 som var bygget av transistorer. Den første maskinen DEC laget, PDP-1 var basert på disse maskinene. Navnet til PDP-1, programmerbare dataprosessor (eng: Programmabel Data Processor), beskriver formålet med maskinen.

Målet til DEC var å produsere maskiner som var bygget på transistorteknologi og som hadde en enkel oppbygning. Maskinene skulle også være billig for brukeren og ikke minst pålitelig. Et annet mål var å lage maskiner som var så pass fleksibel at det var mulig å gjøre litt av hvert med den, det vil si at man skulle tillate stor grad av brukerinteraksjon og brukeren skulle ikke ha store problemer med å endre maskinen til sitt formål. DEC ville lage ingeniørenes egen maskin istedenfor å satse på datamaskiner for databehandling i firma.

5.2.1 PDP-1

PDP-1 bestod av fire sammenskrudde kabinetter, hver på størrelse med et stort kjøleskap. Maskinen var utstyrt med DECcards som var DEC sin egen maskinmodul. Denne hadde gullbelagte kantkontakter som ble plugget inn i en stor rygsideramme. Man brukte den nye teknologien rygsidekobling på kontakt-siden, for å binde sammen kretsmodulene. Maskinmodulen var bygget slik at alle kontakter for strømtilførsel og signalledere hadde en fast plass i alle maskinene. Denne standardiseringen gjorde at det ble enklere å vedlikeholde datamaskinen og det ble enklere å finne feil og skifte ut svake moduler. Maskinen bygget på von Neumann-prinsippet.

Brukergrensesnittet til maskinen var utformet som et sett med lamper og brytere for innlesing, lesing av akkumulatoren og registerinnhold. Maskinen hadde et internt lager på 4000 ord, men ble etter hvert utvidet til 8000 ord. Sekundærlageret bestod av 100000 ord og bestod av en trommelhukommelse. Ord lengden var på 18-bit og ble brukt til to ASCII tegn med feilkorrigerende

bit, til en mantisse eller til eksponenten til et flyttall. PDP-1 hadde fem mikrosekunder klokkeperiode og tre typer instruksjoner, for interne lageradresser, utføring av regneoperasjoner og for inn- og utskrivning til konsoll eller papirhullbånd. De fleste instruksjonene var av en-adresseformat for eksempel «LDA N» som betyr last akkumulatoren med innholdet til N.

Maskinen brukte en fjernskriver for konsollkontroll, noe som var både billig og gjorde det mulig å bruke papirhullbånd for inn- og utlesing. Fjernleseren brukte fem bits kode som gjorde at den kun kunne tilby 32 ulike muligheter for tegn, tall og bokstaver. For å løse dette problemet hadde man en omstiller som måtte stilles på hver gang man ville bytte mellom tall og bokstaver, tall og tegn, tegn og bokstaver og omvendt. Papirhullbåndene som ble brukt var standardisert med sju hull til data pluss hull til tannhulene.

Maskinen fungerte slik at man først skrev inn et startprogram (bootkode) ved hjelp av kontrollpanelet, dvs. manuelt ved hjelp av brytere. Deretter leste maskinen et mer omfattende program via papirhullbånd før man leste inn eventuelle ønskede programmer eller data via hullbånd. Resultatet av en kjøring kom ut på et hullbånd.

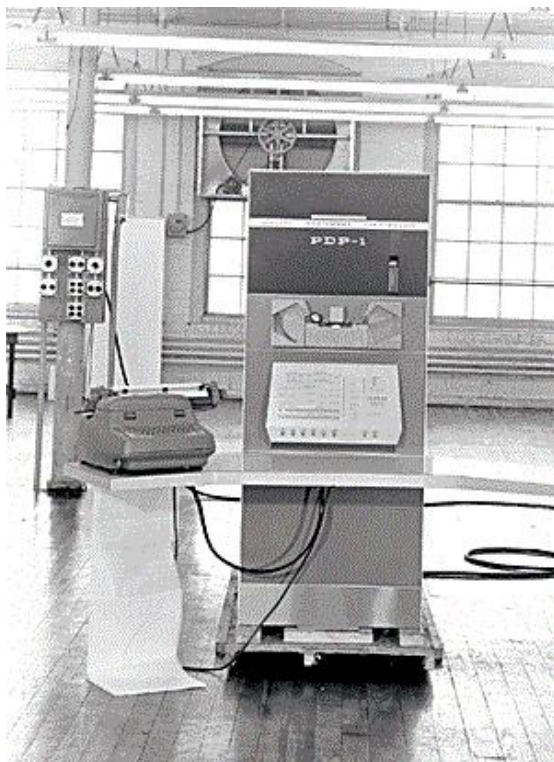
Maskinen ble først kjent innen forskermiljøet og det var de som først tok i bruk maskinen. Den første maskinen gikk til Lawrence Livemore Laboratory som brukte maskinen som en delmaskin i beregning av vitenskaplige og tekniske beregninger. De to neste maskinen ble kjøpt av henholdsvis firmaene Atomic Energy of Canada Limited og International Telephone and Telegraph Company. To ganske ulike firmaer.

5.2.2 Andre PDP-maskiner

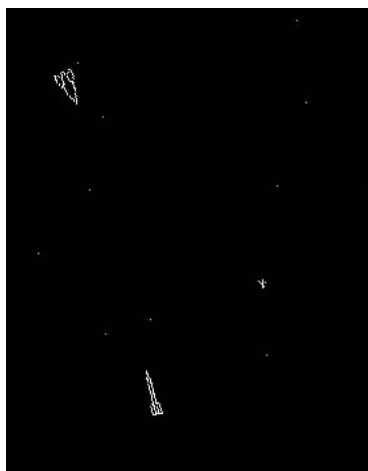
DEC lagde ikke bare én maskin. Senere kom flere, som for eksempel PDP-4, PDP-6, PDP-7, PDP-9 og PDP-15. Alle var med i PDP-11 familien som gjorde at de var bakoverkompatible. Men det var bare fra maskin ni og oppover at de var helt og fullt bakoverkompatible. Etter hvert som de utviklet maskinen ble fikk de mer og mer programvare. Alle maskinene hadde 16-bit dataord og et meget stort instruksjonssett, bortsett fra de aller første maskinene. Forskjellen mellom familiemedlemmene var ulik klokkefrekvens, lagringstørrelse og spesialutstyr.

Grunnen til at disse maskinene kunne bli en suksess, selv om DEC var et lite firma i forhold til giganten IBM, var at de satset på et åpent system der brukeren hadde mye frihet enn det man hadde med de lukkede systemene til IBM. DEC vekket nysgjerrigheten hos ingeniører og teknikere, fordi man så nye måter å bruke datamaskinen på. Nå kunne man bruke datamaskinen som en mindre byggekloss i et større system for å oppnå ulike mål. Datamaskinen skulle bli en usynlig byggekloss, der brukeren ikke visste at datamaskinen var en del av helheten. Slik som for eksempel i 1963 da Foxboro Company konstruerte en regne- og målemaskin som inneholdt en PDP-5 datamaskin. PDP-5 var den første datamaskinen som oversatte analoge signaler til digitale, regnet ut korreksjonssignaler med numeriske algoritmer og sendte ut styresignalene til kontrollventiler i produksjonsanlegget.

PDP-8 var den første maskinen i serien som inneholdt integrerte kretser og moderne produksjonsteknologi. Fordi den brukte integrerte kretser var den mye mindre enn sine forgjengere. Den var også mer fleksibel og billigere, kostet bare 18000 dollar som er en femtedel av tilsvarende maskinene på den tiden. Maskinen kunne brukes til hva som helst der man brukte datateknologi.



Figur 5.2: PDP-1



Figur 5.3: Spacewar

PDP-11 var et annen unik barn i PDP-11 familien. Den skulle først og fremst dekke de behov som beregningsoppgaver og programvareutvikling stilte. Maskinen kunne utføre store beregninger både raskt og effektivt, men ikke nødvendigvis rask inn- og utlesing, PDP-11 gav navnet til familien. PDP-11-familien holdt koken helt til man i 1970 årene krevde maskiner som hadde større datalagringskapasitet og utvidet operativ fleksibilitet. Etterkommerne til denne familien var VAX-familien.

5.3 Spacewar

I 1960 viste Steven Russel og en gruppe venner det første grafiske dataspillet på en dataskjerm på MIT. Spillet fikk navnet Spacewar og ble vist som to romskip i dødelig kamp rundt sola. Dette spillet var det første hintet om at et nytt underholdningsmedium var å se i horisonten. Spacewar demonstrerte også at enkel moro skulle bli en drivkraft for den underliggende progresjonen i data-teknologiens utvikling.

Selv om Russel (m.fl.) var pionerer, ble de ikke rike av å lage spill. I dag er det bare mindre spesielle miljøer som vet om arbeidet deres.

Spillet ble programmert og vist ved hjelp av en PDP-1 mikromaskin og en katoderørskjerm. Da spillet kom ut ble det så populært på MIT at man måtte sette opp regler for når man kunne få lov til å spille. Det var kun lov å spille i lunsjpausen og etter arbeidstid.

Spillet fungerte slik at hver spiller brukte tastaturknapper eller en joystick for å manøvrere et lite skip som kunne skyte torpedoer mens det bevegde seg over skjermen. For å ikke bli drept av den andre måtte man flytte seg lynraskt. Senere la de inn funksjonalitet som gjorde det mulig å forsvinne og dukke opp på en tilfeldig plass.

Etter hvert ble spillet sendt rundt til et dusin forskningssenter. Man sendte spillet som et papirhullbånd som kunne brukes på PDP mikromaskiner. Senere ble en modifisert versjon av spillet kommersialisert av Bill Pitts, men nå under navnet Galaxy Game. Denne versjonen av Spacewar kan man i dag finne på



Figur 5.4: Transistorgutta

«Computer Museum History Center» og man kan der spille spillet på en PDP-11 maskin.

5.4 Transistoren

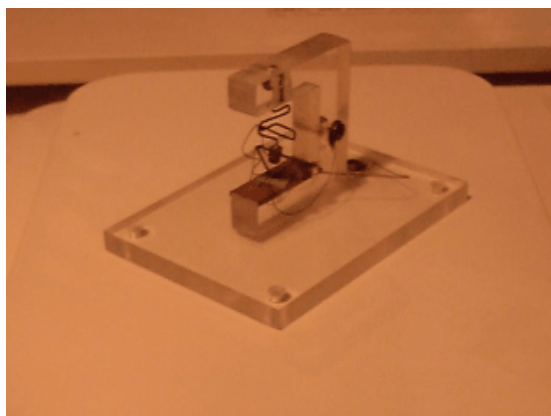
Bell Laboratories, et av verdens største industrilaboratorier, var forskningsgruppe for det gigantiske telefonselskapet American Telephone and Telegraph (AT and T).

I 1945 ble det dannet et team som skulle løse problemene med radorørene som er ekstremt upålitelige, bruker for mye strøm og produserer for mye varme. Teamet som var ledet av Bill Shockley skulle utvikle en halvleder-komponent som kunne ta over for radorørene. Shockley hadde Walter Brattain, en eksperimentell fysiker som kunne lage eller fikse nesten hva det skulle være, og teori-fysikeren John Bardeen. Eller så hadde han en lett blanding av fysikere, kjemikere og ingeniører på teamet sitt.

Våren 1945 designet Shockley den første halvlederforsterkeren som var avhengig av noe vi kaller felteffekt (field effect). Enheten fungerte ikke og Bardeen og Brattain ble satt til å finne ut hvorfor denne enheten ikke virket eller kunne fungere i det hele tatt. Dette var starten på et fantastisk samarbeid, der Bardeen tolket resultatene og Brattain bygget og kjørte eksperimentene.

Kort tid etter jul fant Bardeen ut at elektroners oppførsel i krystaller var annerledes enn man i utgangspunktet hadde trodd. Elektroner former en barriere på overflaten. Denne oppdagelsen var alt de trengte for å komme videre. Uten å fortelle Shockley om oppdagelsen, arbeidet Bardeen og Brattain videre og i desember 1947 lagte de den første «point-contact» transistoren. Den ble laget av striper av gullfolie på et plasttriangel, som var i kontakt med en plate av germanium.

Da Bardeen og Brattain fortalte Shockley om oppfinnelsen ble han både glad og rasende. Hvorfor hadde ikke han fått vite noe? I lys av sinne og kreativitet gikk han hjem til sitt hotellrom i Chicago og satte seg ned å arbeide. Etter to år og litt til hadde han kommet opp med en transistor som var mer praktisk og lettere å produsere enn Bardeen og Brattains transistor. Den ble en sentral komponent i den elektroniske alder og førte til splittelse og mye krangling om hva enheten skulle hete og hvem som hadde rett på patenten. Oppfinnelsen fikk lite oppmerksomhet i 1948 når den ble lansert, men Shockley så oppfinnelsens



Figur 5.5: Den første transistoren

potensiale. Han forlot Bell Lab og startet sitt eget firma, Shockley Semiconductor i Palo Alto, California. Han ansatte dyktige ingeniører og fysikere, men Shockleys personlighet drev bort åtte av de flinkeste.

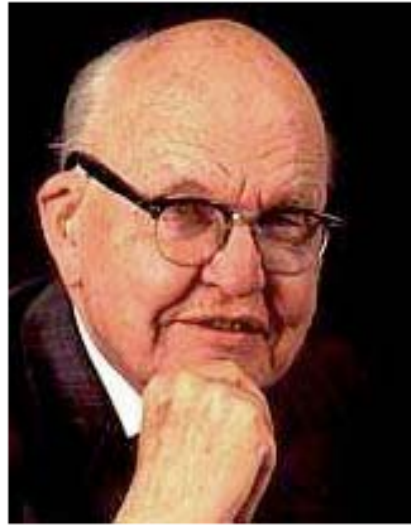
Transistorer som er laget av halvledere tok over plassen til radorør ved videre konstruksjon av datamaskiner, som førte til at datamaskinen kunne utføre de samme oppgavene som før, men nå tok den mindre plass og brukte mindre energi.

5.5 Integreerte kretser

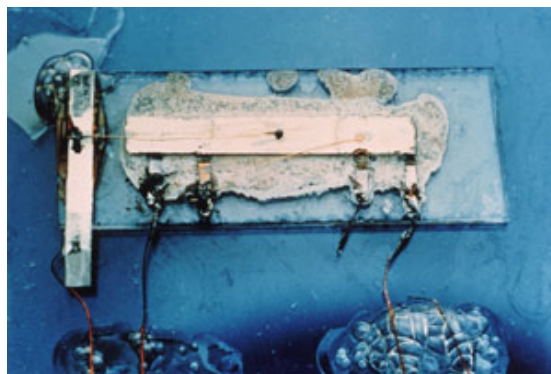
Året 1958: Transistoren var blitt vanlig i alt fra radioer til telefoner til datamaskiner og nå ønsker fabrikantene noe enda bedre. Selv om transistoren er mindre enn radorørene, er den ikke liten nok for nyere elektronikk. Størrelsen på transistoren har nådd sin nedre grense og det er begrenset hvor små ting mennesker med pinsetter kan håndtere.

En dag i slutten av juli satt Jack Kilby alene på Texas Instruments mens de andre hadde sommerferie. Mens han satt der og tenkte kom han på ideen om at alle deler av en krets kan bli lagd av silisium, ikke bare transistoren. På disse tider var det ingen som lagd kondensatorer eller motstander med halvledere. Hvis det hadde vært mulig kunne man få en mindre brikke og det ville bli mye enklere å produsere den. Sjefen til Kilby likte tanken og satte Kilby i arbeid. I september samme år hadde Kilby lagd en modell og i februar søkte Texas Instruments om patentet. Deres første «Solid Circuit», på størrelse med en blyantprikk, ble vist fram i mars 1959.

Men Kilby var ikke den eneste som satt og tenkte på smarte løsninger. I California satt Robert Noyce og arbeidet for Fairchild Semiconductor og tenkte på en lignende ide. Han hadde også forstått at en krets kunne bli lagd på en enkelt brikke. Mens Kilby satt og utarbeidet detaljene om hvordan de enkelte komponentene skulle lages, tenkte Noyce ut en mye bedre måte å sette sammen delene på. Den våren begynte Fairchild å bygge det de kalte «unitary circuits» og de søkte om en patent på ideen, selv om de visste at TI hadde søkt om patent på noe liknende.



Figur 5.6: Jack Kilby



Figur 5.7: Integrert krets



Figur 5.8: Robert Noyce

Robert Noyce vant til slutt patenten for integrerte kretser, mens Kilby sin søknad enda ble vurdert. Selv om Noyce vant over Kilby er begge anerkjente for å ha funnet opp den integrerte kretsen.

5.6 IBM

IBM (International Business Machines) ble stiftet i 1911, men fikk ikke navnet IBM før i 1924. De begynte tidlig å produsere hullkortmaskiner og tjente seg rike på det. Etter at UNIVAC hadde blitt lansert av Remington Rand, måtte også IBM satse på de elektroniske datamaskinene. De kunne ikke stå på sidelinjen.

De første elektroniske maskinene fra IBM basert på radiorør ble så dyre at ingen ville leie de. De kostet 20.000 dollar i måneden mot 300 dollar for en vanlig hullkortmaskin. I 1949–1950 ønsket IBM å satse på å lage datamaskiner som var mye mindre og som kunne produseres i større antall. Inntil da hadde datamaskiner vært skreddersydde for spesielle gjøremål. De ønsket å lage et produkt, ikke bare en maskin. Produktet skulle være pålitelig og ha moderate kostnader. Hensikten var at datamaskinen skulle få innpass alle plasser der kunden hadde bruk for den.

5.6.1 650

Med dette formålet i bakhodet konstruerte ingeniørene hos IBM 650-maskinene. Disse maskinene ble lansert i 1953 og var basert på von Neumanns prinsipp. Maskinen var en elektronisk seriemaskin bygget opp av radiorør og pluggetilkoblete sjassisenheter. Dens virkemåte var basert på desimalnumerisk datarepresentasjon. For å lagre data brukte maskinen en magnetisk trommel (Magnetic Drum Memory). Trommeloeverflaten inneholdt 40 spor som inneholdt 50 dataord hver, dvs. at trommelen kunne inneholde 2000 dataord. Den hadde en omdreiningshastighet på 12500 omdreininger pr. minutt og en gjennomsnittlig aksesstid på 2,4 millisekund. Med optimal lagring av instruksjoner og data på trommelen kunne operasjonen gjennomføres mye raskere enn rotasjonsventetiden tilsa. For å få mest mulig optimal plassering brukte man programmet SOAP (Symblic Optimal Assembly Program).

Dataord som hadde en lengde på ti desimale plasser pluss fortegn, kunne inneholde en instruksjon eller et ti-sifret tall. Data, tall og regnefunksjoner var internt kodet i en syv-bit representasjon som var feilkorrigerende. Når data ble laget på trommelen la man til bit slik at det i ettertid var mulig å detektere feil. Dette gjorde maskinen ved å gjøre to og to tall om til fem og fem dvs. den var bi-kvintær. De ekstra sifrene ble brukt til feildetektering.

Foruten den magnetiske trommelen og kabinetene bestod maskinen av en hullkortleser, en hullkortpunsjemaskin og en konsollskrivemaskin det vil si en elektrisk printer. Med alt dette utstyret kunne 650-maskinen gjøre mange ulike databehandlingsoppgaver.

I slutten av 1950 årene ble maskinserien utvidet med flere instruksjoner og datalager slik at det var mulig å gjøre alfanumeriske operasjoner. I Bergen konstruerte de et program som automatisk kunne oversette mellom engelsk og tysk. I neste omgang fikk 650-maskinene installert et magnetisk kjernelager som kunne lagre opp til 600 desimale tall. Deretter fikk maskinen det supereffektive integrerte platelageret som kunne lagre seks millioner ord noe som var enormt

mye den gangen. I 1960 ble 650-maskinen utstyrt med fjernskriverterminal for å gjøre operatørfunksjonene lettere og for å oppnå god dialog mellom bruker og maskin. På dette tidspunktet hadde maskinen blitt så bra at man ikke lenger så på den som en hullkortmaskin, men mer som en effektiv, fleksibel og billig datamaskin med generelle databehandlingsegenskaper.

5.6.2 7070

I 1958 la IBM om produksjonen av datamaskiner med radiorørkretser til datamaskiner med transistorer. Dette førte til at man lagde 7070-maskinen som var den transistoriserte versjonen av 650-maskinen. 7070-maskinen fikk et større lager. Maskinene var ikke bakoverkompatibel, fordi 650-maskinen brukte et to-adresse instruksjonsformat, mens 7070 brukte et en-adresse. Dette førte til at man måtte programmere alle programmene på nytt.

I 7070-maskinen ble data mellom internlager og prosesseringsenheten kjørt i parallell, mens databehandlingsoperasjoner fortsatt ble gjennomført som en sekvensiell serie, siffer etter siffer. Maskinen var også en av de første som brukte prioritert prosessering, som er en avbruddsmekanisme som gjorde det mulige for ulike prosesser å samarbeide og synkroniseres og gjøre seg avhengige av andres resultat. Det vil si at hovedprogrammet ble avbrutt når en inn- eller utenhet trengte oppmerksomhet.

5.6.3 Stormaskiner

IBM lagde ikke bare små maskiner som 650 og 7070. De lagde også store datamaskiner. I 1952 kom 701-modellen som var en den første store elektroniske datamaskinen IBM konstruerte. Denne maskinen var en revolusjon når det gjaldt ny teknologi, bedre programvare og større applikasjoner. For at maskinen skulle bli raskt ferdig strippet IBM bort alt som var mulig slik at man sto igjen med en enkel, spartansk, parallell og ren binær maskin som brukte enkeladresseinstruksjoner. Internlageret var katoderørbasert og kunne holde 2048 ord, der et ord er på 36 bit. Maskinen hadde 33 instruksjoner som spesielt var rettet mot databehandlingsfunksjonen: lese og skrive data fra magnetiske båndstasjoner, lese og skrive fra magnetiske trommellager, mate informasjon til en printer, lese og lagre informasjon fra et hullkort og skrive informasjon til en hullkortleser. Instruksjoner kunne adressere enten halve dataord (18-bit) eller hele (36-bit).

Neste modell i rekka var Model 704 som var basert på sin forgjenger, men den var ikke programvarekompatibel med sin forgjenger. Det nye med denne maskinen var at alle instruksjoner var 36-bit lange og man økte antall instruksjoner til 91. Maskinen ble også konstruert med maskinvare for flyttallsoperasjoner og brukte en av de første virkelige magnetkjernelagrene. Dette lageret kunne etter hvert inneholde 32768 ord. Model 704 sin spesialitet var at den brukte automatisk adressemodifisering via tre indeksregister. Disse registrene førte til at det ble mye lettere å relokere programvare og data i internlageret. Maskinen lanserte også automatisk flyttallsberegning, høyhastighets dataoverføring fra og til trommellageret og den hadde raskere maskinvare for aritmetiske og logiske operasjoner.

Så kom 709-serien som utførte synkronisering av alle dataoperasjoner (inn- og utlesninger). Dette førte til at det sentrale kontrollsystemet ble mindre belastet og at maskinytelsen økte. Med denne maskinen skulle ikke de enkelte ordene i

datamaskinlagrene lenger være faste. Delelinjene kunne være 18 eller 36 bit og skulle registreres og kontrolleres automatisk. 709-maskinen var også utstyrt med 180 instruksjoner, dvs. dobbelt så mange som sin forgjenger. Med disse kunne man for første gang gjøre konvertering mellom binære, oktale og desimale tall. Transistorversjonen av 709, 7090 kom i 1958 og ble en suksess over hele verden.

Med utviklingen av stormaskinene hadde IBM innført mange nye data-konsepter og økt datakraften to størrelsesordener. Ikke alle hadde råd til å bruke de beste maskinene dermed lagde IBM noen billigere maskiner, 7040 og 7044, som hadde mindre lagringskapasitet og ytelse. Disse maskinene var heller ikke programvarekompatible, noe som brukerne var svært misfornøyde med. Man lagde dermed et tilleggsett med instruksjoner som man måtte bruke for å få maskinen kompatibel. Senere introduserte man DCS (Direct Coupled System) som satte sammen en lavkostnadmaskin med en dyrere bedre maskin. Dette gjorde man for å få mest mulig datakraft til en billig penge.

5.6.4 System/360

I midten av 1960 årene fant IBM ut at maskintilbudet deres var uhyre forvirrende. IBM sine kunder kjøpte hele tiden nye produkter fra de, men ingen av data-maskinen passet sammen eller kunne bruke de samme perifere delene som for eksempel skrivere. Dermed fikk IBM et nytt mål. De ville lage en maskinserie der alt hang sammen dvs. at nye versjoner av datamaskinene eller andre deler skulle være kompatible med gamle. Dette var revolusjonerende på denne tiden. For å gjennomføre denne revolusjonen vurderte IBM alle sine maskiner, både data-maskiner og skrivere, og tok det beste ut fra alle sammen og lagde 360-systemet. Dette datasystemet stod ferdig i 1964 og fikk navnet etter sirkelens 360 grader. Maskinen i dette systemet skulle kunne dekke alle mulige bearbeidingsbehov. Hele IBMs fremtid stod på spill og IBMs dominans i datamarkedet stod og falt på dette kravet. Men maskinsystemet ble en stor suksess og IBM tjener fortsatt penger på 390-systemet som er en etterkommer av 360-systemet.

Med dette systemet innførte også IBM familiekonseptet. Medlemmene i familien hadde visse fellestrekk. Maskinene i familien hadde den samme prinsipielle oppbygningen og struktur, men kunne ha ulik maskin- og programvare. Dermed kunne kunden få en rask og dyr maskin med mye maskinvare eller en billig, tregere maskin med mye programvare. Det var også enkelt å oppgradere maskinen hvis kunden hadde nye behov.

360-systemet lanserte følgende nyskapinger innenfor datamaskinens arkitektur:

- Adresseområdet brukte en binærstrukturert åtte-bit gruppebasert lagerorganisering med 24-bit adresser for hver slik åtte-bitgruppe. Med andre ord kan System/360 adressere 16M grupper ($M = 1048576$). Den minste maskinen i systemet kunne lagre 64K åtte-bitgrupper i internlageret, men kunne adressere 16M slike.
- Adresseringsmetode: Adressering skjedde ved at en forkortet relativ 12-bit adresse ble brukt i instruksjonen som var en referanse til den fulle adressen som lå i registrene. Med denne innføringen kunne man lagre programvare og datafiler hvor man ville.
- Bruken av kontrollprogram: Systemet hadde et antall kontrollsystemer, et avbruddssystem, et effektivt skille mellom hva som var prosesserings-

tilstand og hva som var overvåkning av prosesser. Det hadde også et sett med lagerområdebeskyttende mekanismer og tre presisjonsklokker til rapportering og tidsmåling.

- Ut- og innlesing: Her brukte systemet multipleksing og et fellesprogram for styring av inn- og utlesingsprosessen.
- Generelle registre: Systemet hadde 16 høyhastighets registre som kunne brukes til akkumulatører for fastkomma og logiske operasjoner. Man kunne også bruke registrene til å holde på indeks og basisverdier. Dermed var hele styrken i datamaskinens aritmetiske og logiske enheter tilgjengelig også for å bestemme enhver indirekte adresse.
- Tegnrepresentasjon er representert med to ulike tegnformater. En åtte-bitgruppe for representasjon av alfanumeriske tegn og en fire-bit-gruppe av numeriske verdier. Med dette formatet har man mange formateringsmuligheter fordi man har mange ubenyttede verdier.
- Flyttall-dataformatet var delt inn i to formater; et for høypresisjon med et format på 64-bit og et for å få rask prosessering på 32-bit.
- Funksjonssikring gjorde man ved hjelp av en ferdskriver. Denne enheten fungerte slik at den automatisk registrerte maskintilstanden til maskinen før en feil ble detektert. Utstyret kunne starte maskinen fra hvilken som helst tilstand som gjorde det mulig å sikre maskinytelsen.

360-system var ikke et system uten problemer. Derfor fant IBM ut at man skulle lage et nytt system. Det nye systemet ble 370-systemet. Dette systemet inneholdt ny teknologi og var mer effektivt og hadde større datakraft.

Med utgangspunkt i arkitekturen til System/360 gjennomførte IBM i årene 1964-1980 utvikling og bygging av flere generasjoner datamaskiner. Den opprinnelige arkitekturen har vist seg å være levedyktig og anvendelig gjennom fornying av teknologi, programmeringssystemer og brukerkrav. Grunnen til dette er at IBM har holdt fast på produksjonsmåten, sammenknyttingsprinsippene og prinsippet om at arkitektur og realisering skal være adskilt.

Kapittel 6

Norsk datamaskinhistorie

6.1 NUSSE

I 1951 startet sivilingeniøren Thomas Hysing et datamaskinprosjekt ved det de den gang kalte «Sentralt institutt for industriell forskning» (SI) i Oslo. Dette prosjektet gikk ut på å lage en datamaskin basert på radiorør og reléer. Hysing ga maskinen navnet NUSSE (Norsk Universell Siffermaskin, Sekvensstyrt Elektronisk).

NUSSE var den første norske digitale datamaskin og stod ferdig i 1954. Den hadde en feritt-trommel som lager og kunne lagre 512 ord på 36-bit hver. Den brukte 500W. Maskinen var basert på desimaltall og brukte et tre-adresse-format. NUSSE kunne utføre addisjon, subtraksjon og multiplikasjon. Man kunne også spille enkle spill på den og den kunne fungere som en avansert skrive-maskin. «Nim» het spillet som ble mest spilt på NUSSE. Det ligner på bondesjakk, men isteden for brikker brukte de lyspærer. De første ordene NUSSE skrev ut var «Hurra, hurra, hurra». Maskinens første utregninger var beregning av stabilitet på skip. Figur 6.1 viser at Hysing bytter radiorør på NUSSE.

I dag er NUSSE utstilt på teknisk museum i Oslo.



Figur 6.1: Thomas Hysing og Nusse

6.2 SAM-maskinene

I begynnelsen av 1960 årene startet Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) på Kjeller en egen datamaskingruppe. Deres første prosjekt ble ledet av sivilingeniør Yngvar Lundh og skulle først og fremst være en maskin for forskning på datamaskinen. Med denne maskinen skulle de vinne erfaring og bygge opp innsikt hvordan datamaskinen best mulig kunne konstrueres. De var ikke opptatt av å ta opp konkurransen med de andre maskinene på markedet.

Den første maskinen til FFI stod ferdig i 1964 og fikk navnet SAM (Simulator of Automatic Machinery). Internlageret til SAM bestod av 4096 ord, hvert på 24-bit. Den hadde 19 registre, sju for indeksering og tolv for andre gjøremål som logiske og aritmetiske beregninger. Indeksregistrene var på 14-bit. Det som var spesielt med denne maskinen var at den hadde en videoskjerm tilknyttet seg. Man fikk en helt ny form for menneske-maskin interaksjon enn det man hadde hatt før. Denne formen for interaksjon var svært uvanlig på denne tiden. Man kunne benytte en lyspenn på videoskjermen som inputenhet. Maskinen trengte spesialprogramvare for at dette skulle være mulig. Denne programvaren var så ny og spesiell at det var kun interne kretser på MIT og de største datamaskin-firmaene som hadde den.

Ut fra disse erfaringene startet FFI et nytt prosjekt. Maskinprototypen som kom ut av dette prosjektet fikk navnet SAM-2. Denne maskinen skulle være mer jordnær og konstruktørene hadde fokus rettet mot å lage en småmaskin med alle de beste karakteristikkene. Prosjektet gikk over mange år. I 1967 overført man mesteparten av innsikten og erfaringen man hadde hatt med SAM-2 til det nyoppstartede firmaet A/S Norsk Data-Elektronikk. Prototypen ble derimot overdratt til Kongsberg Våpenfabrikk A/S (KV).

KV ville satse på flere markedsmuligheter; både våpen- og styresystemer og andre områder. Deres første prosjekt gikk ut på å lage en datamaskin for styring av store tegnemaskiner. Målet med denne maskinen var å få til dataassistert plassering og tegning, samt kunne tilrettelegge platene og profilene som inngår i bygging av stålskip. Man ville også lage en autogen gass-skjærebrenner som skulle være datastyrt. Denne skulle de bruke til nøyaktig skrogkonstruksjon. En slik datamaskin ble ferdig i 1969. Denne SAM-2 maskinen ble brukt i verftsindustrien til å styre en stålplatetegnemaskin. Maskinen kunne tegne store skipsplater med god nøyaktighet. Basert på denne maskinen lagde de en stålplateskjærebrenner for automatisk forming av skipsskrogplatene. Maskinen fikk navnet SM-1 og var nesten lik SAM-2 foruten noen endringer i registrene.

6.3 GIER

GIER er en av NTH og SINTEFs første datamaskiner. Den kom til NTH fra København i 1962 og var transistorbasert. Den ble plassert i niende etasje i Sentralbygg II. Maskinen ble lagd av Dansk Regnesentral A/S. GIER står for Geodetisk Institutt Elektronisk Regnemaskin.

Maskinen produserte mye varme så man måtte ha to store vifter for å bruke den, av og til måtte man kjøre med vinduene oppe. Klokket 20:45 den 22. november regnet maskinen ut sitt første program. GIER blir beskrevet som en lommekalkulator i et garderobeskap. Skapdørene var laget av mahogni og primærlageret på 1024 ord. Den hadde et trommellager på 12800 ord. Hvert ord

bestod av 42 bit, 40 for å beskrive et tall og to for å si om det var et flytall eller ikke. De to siste bitene ble også brukt til å si om det var lagret et helt eller et halvt ords ordre. For å få informasjon inn og ut av datamaskinen brukte man papirhullbånd. Båndene ble også brukt til mellom- og langtidslagring. Den første papirhullbåndleseren kunne lese 600 tegn i sekundet, men senere fikk de en som kunne lese 2000 ord i sekundet.

I 1963 fikk den et eget operativsystem som het «Hjælp» og en hurtig linjeskriver som kunne skrive 600 linjer i minuttet. Før hadde GIER brukt en langsom skrivemaskin eller en utskrift på et hullbånd som måtte skrives ut på en Flexowriter. Dette året ble maskinen flyttet til tredje etasje og fikk sitt etterlengtede kjøleanlegg. Maskinen ble programmert med programmeringsspråket ALGOL som var et meget bra programmeringsspråk den gangen.

Maskinen var operativt meget pålitelig, men utskriftsutstyret var det heller dårlig med. Dette kom av at maskinen var overbelastet. Populariteten bare steg og steg. I 1963 innførte man betaling på maskinen. De som var fra NTH eller SINTEF betalte ingen ting, men de som bedrev internforskning måtte betale 300 kr pr time. Eksterne personer måtte betale 600 kr pr.time for beregninger. Avregning ble foretatt ved hjelp av et stemplingsur. Etter hvert fant man ut at man trengte flere maskiner, siden GIER var en enbrukermaskin. I 1965 ble maskinen overført fra SINTEFs Regnesenter til Reguleringssteknikk.

Noen av delen til GIER kan man finne utstilt i 4.etasje i IT-vest.

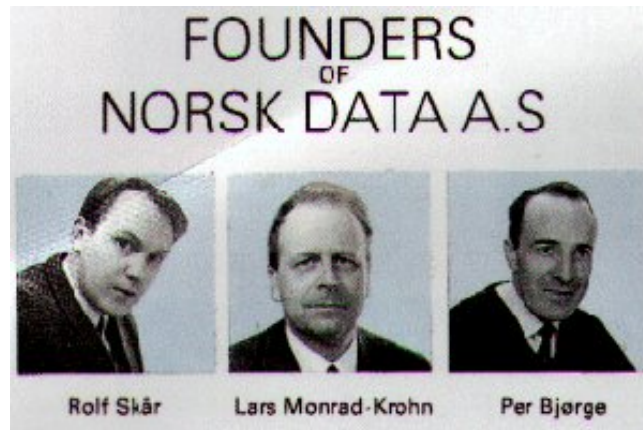
6.4 DIANA

DIANA (DifferensialANALysator) var et stort prosjekt som daværende dosent Jens Glad Balchen satte i gang i slutten av 1940-årene. Ideene hadde han hentet fra et studieopphold i USA. DIANA skulle være en elektronisk analogregnemaskin med mange avanserte regnekretser og fin systemløsning. Maskinen ble bygget over flere år ved hjelp av studentassistenter, hovedoppgaver og diverse andre personer i NTH-miljøet. I 1956 stod DIANA ferdig.

6.5 Norsk Data og Nord-maskinene

I 1967 dannet en gruppe forskere fra FFI firmaet «Norsk Data» (det hadde navnet «A/S Norsk Data-Elektronikk» i begynnelsen). Firmaet bestod av tre sivilingeniører, Per Bjørge, Lars Monrad-Krohn og Rolf Skaar, og to ingeniører, Svein Strøm og Thor Strand. Figur 6.2 viser et bilde av disse grunnleggerene. De klarte sammen med venner og familie å samle sammen en aksjekapital på 200.000 kroner. Deres mål var å konstruere datamaskiner som var på høyde med andre datamaskiner ute i verden. Datamaskinene skulle bygge på all erfaring og innsikt de hadde samlet hos FFI.

Den første maskinen de konstruerte var Nord-1 i 1968 (figur 6.3). Den var basert på den avanserte og finesserike datamaskinen SIGMA-II som var produsert i California. I forhold til IBM sine maskiner på denne tiden var Nord-1 en mye enklere og mer oversiktlig maskin som ikke var tilrettelagt for kommersiell anvendelse. Nord-1 var en maskin for beregning av teknisk-naturvitenskaplige beregningsoppgaver og for utvikling av programvare. Norsk data mente at dette bruksområdet for datamaskinen var det rette markedet å satse på for å tjene



Figur 6.2: Grunnleggerene av Norsk Data



Figur 6.3: Nord-1



Figur 6.4: Nord-5 maskin

pengar. Det var også mindre konkurranse på dette området da de konkurrerte med svakere maskiner.

Nord-1 var en ren binærmaskin. Den brukte 16-bits dataord og hadde et internlager med magnetkjerne som kunne inneholde 8000 ord. Dataordene kunne være satt sammen på tre ulike måter, flyttall som bestod av tre ord, normale som bestod av et og doble som besto av to. Flyttallsberegningene måtte gå gjennom en egen flyttallsenhet. Instruksjonsformatet bestod av fem bit opkode og tre bit operand. Maskinen inneholdt også 16 ulike avbruddsprioriteringer som hadde tilhørende maskinvareregister for avbruddshåndtering. For å programmere maskinen måtte man bruke programvarepakken MAC (Machine Assembly Code). Denne programvaren var enkel og det var enkelt for en bruker å lære seg basisprogrammering.

Denne maskinen var ikke spesielt revolusjonerende og brukeren måtte være svært tålmodig fordi maskinen hadde begrenset datakraft. Den brukte papirhullbånd og magnetbånd som sekundærlager, noe som også forsinket dataprosessen.

Etter Nord-1 kom flere maskiner. Norsk Data lagde en hel familie som fikk navnet Nord-familien. Alle medlemmene i familien var basert på de grunnleggende ideene som kom med Nord-1. Den eneste forskjellen var at etterkommerne tok i bruk nye tekniske løsninger og tilgjengelige komponenter. Nord-maskinen beholdt de 16-bit lange ordene som standard og begrensningene man fikk i operasjonskoden og adressemulighetene som en følge av denne standarden. Alle maskinene i familien var bakoverkompatible når det gjaldt programvare, men lite fleksible i forhold til annen programvare fra andre maskiner. Den første etterkommeren til Nord-1 maskinen var Nord-2B som var en enklere og mindre kostbar maskin. Nord-2B ble solgt til et stort antall CERN-organisasjoner i Genève og til en del institutter i Norge. Nord-4 ble den mest driftsikre og pålitelige maskinen, mens Nord-5 var en tilleggsmaskin som ble brukt for tallknusing.

Figur 6.4 viser en slik maskin. Meteorologisk institutt på Blindern og det store internasjonale værvarslingscenteret i Algerie tok i bruk Nord-5-maskinene. Senere kom maskiner som Nord-50 og Nord-100, men alle hadde den samme arkitektoniske utformingen som Nord-1. Operativsystemet het SINTRAN og var fra versjon II et flerbrukersystem.

Norsk data baserte hele bedriften sin på såkalte minimaskiner, som i dag er relativt store rent fysisk. Dette hadde de suksess med gjennom 1970-tallet.

Mikromaskinene, dvs hjemmedatamaskinene og PC-ene, kom sterkt utover 80-tallet men var en trend som ble ignorert av Norsk data. Økende arroganse og tro på egen fortrefelighet hjalp ikke situasjonen til Norsk data. Da PC-en (dvs. frittstående arbeidsstasjoner i nett) etter hvert tok over for minimaskinene klarte ikke Norsk data å omstille seg, og ble lagt ned tidlig på 1990-tallet.

Kapittel 7

Hjemmedatamaskinen

7.1 Altair

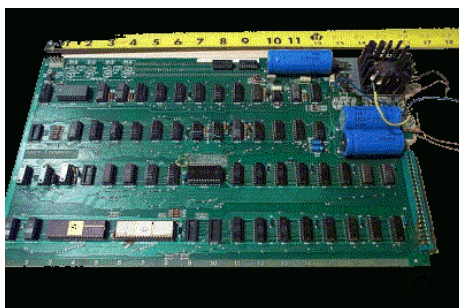
Altair (figur 7.1) var en av de tidligste datamaskiner for hjemmebruk og kom i 1975. Den ble laget av MITS (Model Instrumentation Telemetry System) som holdt til i byen Albuquerque i USA. Før de konstruerte Altair lagde de ulike elektroniske dupeditter som kalkulatorer. Firmaet ble ledet av Ed Roberts.

I 1974 holdt MITS på å gå under på grunn av den store konkurranse på kalkulatormarkedet. De måtte derfor komme på noe nytt. Ed kom over en Intel 8080-prosessor og det var det som ble kjernen i hans nye prosjekt. Prosjektet gikk ut på å lage byggesett for hobbyelektronikere som ville bygge sin egen datamaskin. Maskinen skulle ikke koste mer en 397 dollar og den skulle bruke en Intel 8080-prosessor. Prisen var fantastisk lav tatt i betraktning at prosessoren kostet 350 dollar. En datamaskin på den tiden kostet vanligvis flere millioner dollar.

MITS begynte å bygge en prototyp. Redaktøren Les Solomon av magasinet «Popular Electronics» hørte om den og ønsket å skrive en sak om den. De ville bruke den som forsidehistorie i januar 1975. Men før han kunne skrive om den måtte han se en prototyp som fungerte. Det fantes kun én prototyp og den ble derfor sent til magasinet med tog. Maskinen kom aldri fram; den ble borte i posten. For at «Popular Electronics» skulle få sitt forsidebilde av maskinen,



Figur 7.1: Altair



Figur 7.2: Apple I, hovedkort

lagde MITS i hui og hast et skall med knapper og lys. Maskinen stod på trykk uten noen som helst innmat. Maskinen fikk navnet Altair. Dette navnet fikk den fordi Solomons datter så Star Trek på TV, der romskipet Enterprise var på vei mot stjernen Altair.

Folk gikk mann av huse for å få tak i den nye PC-en. I en annonsekampanje for Altair innførte Ed Roberts uttrykket «personal computer». MITS fikk i løpet av sommeren 1975 meget god økonomi som følge av denne nyvinningen. Senere samme år lagde Bill Gates og hans venn Paul Allen BASIC for Altair.

Maskinen hadde en internhukommelse på 256 byte, men kunne utvides til 4096 via 18 kortplasser. Den hadde ikke skjerm eller tastatur. Før den fikk BASIC, måtte man programmere den i 8080-maskinspråk. Dette gjorde man ved hjelp av åtte brytere på et panel. Hver bryter stod for enten null eller én. Ed Roberts klarte å holde prisløftet sitt, det vil si at maskinen ikke kostet mer en 397 dollar som byggesett. Ønsket man en maskin som var ferdig sammensatt måtte man ut med 650 dollar. Maskinen var revolusjonerende og Ed tjente seg rik på den.

7.2 Apple

Apple ble konstruert av Steve Wozniak i 1976. Wozniak hadde lenge hatt lyst til å bygge en datamaskin, men han hadde ikke råd til å kjøpe en av prosessorene som var på markedet på den tiden. Intel 8080 som ble brukt i Altair kostet på den tiden 179 dollar og det samme gjorde den mer interessante Motorola 6800 prosessorchipen. Dyre brikker var et problem helt til han og en venn oppdaget 6502-prosessoren som «MOS Technology» solgte. Den var nesten identisk med Motorola sin brikke og kostet bare 25 dollar. Wozniak bestemte seg for å lage en datamaskin med den og lagde derfor et BASIC-program som kunne kjøre på 6502. Etter at BASIC-tolkeren var ferdig, konsentrerte han seg om designet.

Til maskinen lagde han et tastatur istedenfor det vanlige bryterpanelet, og en TV-terminal som gjorde det enklere å bruke en TV som skjerm. Wozniak brukte to 256x4 PROM-brikker til å lage en «monitor». Dette var et bitte lite operativsystem. Monitoren var temmelig enkel fordi den bare kunne ta i mot hex bytes, undersøke en del av lageret og kjøre et program på en gitt adresse. Maskinen var relativt treg fordi Wozniak ikke hadde råd til å kjøpe RAM og måtte bruke skiftregister for å sende tekst til TV-skjermen. Den kunne skrive 60 tegn pr. sekund. Svært tregt i forhold til dagens standard, men den var raskere



Figur 7.3: Apple I-kassett med BASIC

enn fjernskrivere som bare kunne skrive 10 tegn pr. sekund. Om kretskortet var fullt inneholdt det 8K dynamisk RAM, der 4K ble brukt til BASIC og resten kunne brukes til brukerens egne programmer. Datamaskinen var bare 40x30 cm stor og brukte kun 30-40 brikker, noe som var nokså lite den gangen.

I 1976 dro Wozniak til «Homebrew Computer Club» i Silicon Valley (Palo Alto, California) for å vise fram sin 6502-baserte datamaskin. Der møtte han en tidligere arbeidskollega, Steve Jobs, som ble svært interessert i maskinen. Jobs foreslo for Wozniak at de sammen skulle forbedre maskinen ved å bruke statisk RAM, og at de skulle lage noen kretskort for denne maskinen og selge de i klubben. Første april 1976 stiftet Wozniak og Jobs firmaet «Apple Computer Company». Jobs fant på navnet etter at han hadde jobbet i en eplehage som epleplukker. Han mente at eplet var den perfekte frukt, siden det har høyt næringsinnhold, kommer i en fin pakke og ikke blir så lett skadet. Apple skulle bli det perfekte firma. Dessuten kunne de ikke komme på noe bedre navn akkurat da.

For å få produktet sitt solgt gikk Jobs til eieren, Paul Terrell, av «The byte shop» for å spørre om ikke han kunne selge datamaskinen, Apple I. Terrell ble svært interessert i maskinen og sa at han skulle selge den om de kunne produsere hele datamaskiner. Plutselig ble det dyrt å produsere en datamaskin, men de klarte å låne til seg nok penger som de måtte betale innen 30 dager. Etter at de hadde fått penger bar det opp i garasjen til Jobs hvor de hadde et maraton av lodding og mekking. Da disse 30 dagene var over leverte de «hele» datamaskiner, det vil si de manglet strømforsyning, tastatur og monitor. Den så ut som et stort kretskort. Et slik kretskort er vist i Figur 7.2. Terrell kjøpte de likevel. I juli samme år ble Apple I solgt for 666,66 dollar som var det dobbelte av hva det kostet å produsere den. To hundre maskiner ble produsert og alle utenom 25 ble solgt i løpet av ti måneder.

Selv om Apple I var betraktelig mer brukervennlig en Altair måtte man bruke lang tid på å konfigurere datamaskinen før den kunne gjøre noe fornuftig. Dette ville Applegutta gjøre noe med. De lagde derfor et kassettgrensesnitt, en 5x5 cm stor enhet som ble knyttet til hovedkortet. Dette kortet gjorde det mulig å koble opp en kassettspiller som kunne lese kassetter som inneholdt BASIC-programmer og det ble brått mye enklere å få maskinen til å gjøre noe fornuftig. For at maskinen skulle selge enda bedre lagde de et trekabinett til Apple I, slik at det ikke lenger bare var et nakent kretskort. Apple I med kabinett er vist i figur 7.4 Apple I ble etter hvert godt kjent og folk var veldig imponert over den vesle maskinen.

Apple I ble videreutviklet til Apple II og maskina gikk fra å være en håndbygd maskin for hobbybruk til en masseprodusert maskin for hjemme- og firma-



Figur 7.4: Apple I med kabinett



Figur 7.5: Commodorelogo

bruk. Første Apple II ble solgt i juni 1977 og ble svært populær. Flere modeller av Apple II familien kom ut, og de ble solgt helt til 1992–1993.

7.3 Commodore

Jack Tramiel, tidligere konsentrasjonsleirfange i Auschwitz og Alum, startet i 1953 firmaet «Commodore Portable Typewriter» som hovedsaklig reparerte skrivemaskiner. Navnet skiftet etterhvert til «Commodore Business Machines» og fortsatte med skrivemaskiner og andre mekaniske kontormaskiner. I 1970 begynte Commodore med elektroniske kalkulatorer, og ble en stor produsent og leverandør av disse. Kalkulatoren baserte seg på brikker fra Texas Instruments (TI). Commodore fikk problemer da TI bestemte seg for å ta over markedet og sluttet å selge brikkene til Commodore. For å hindre at noe slikt skulle skje igjen, kjøpte Commodore chip-fabrikken «MOS Technology» i 1976. Dette ble starten på Commodore som en datamaskinprodusent. MOS hadde designet og produsert den revolusjonerende prosessoren 6502, som ble utgangspunktet for alle Commodores 8-bits datamaskiner.

7.3.1 «Computers for the masses, not the classes»

Commodores første datamaskin var «Commodore PET», lansert i 1977. Denne var komplett med tastatur, kassettpiller, og skjerm i en ferdigmontert enhet (figur 7.6), og var den første «all-in-one» hjemmedatamaskinen. Maskina brukte 6502-prosessoren og hadde opp til 8kB RAM. PET ble hovedsaklig solgt til skoler og små bedrifter. Maskina ble etterhvert utvidet til en hel datamaskin-



Figur 7.6: Commodore PET 2001



Figur 7.7: Commodore 64

familie med flere modeller med ulik ytelse (mer RAM, høyere skjermopløsning og bedre BASIC-tolker). Alle brukte imidlertid den samme 6502-prosessoren. Operativsystemet baserte seg på BASIC-tolkeren fra Microsoft.

PET-serien fortsatte med diverse modeller til utover 1980-tallet. Men Commodore ønsket å lage datamaskiner som alle kunne ha råd til, og PET var fremdeles for dyr som hjemmedatamaskin. I 1981 lanserte de VIC-20, basert på samme prosessor og BASIC-tolker som PET. Den hadde bare 5kB RAM, 22 · 23-tegns skjerm, men i farger. Det beste var prisen som var på \$299. VIC-20 ble den første datamaskin som ble solgt i mer enn 1 million enheter.

7.3.2 Commodore 64

I november 1981 bestemte presidenten i Commodore, Jack Tramiel at bedriften skulle lage en 64kB hjemmedatamaskin som de skulle vise på «Consumer Electronics Show» andre uken i januar 1982. Det vil si at de skulle lage en maskin på bare seks uker. To dager etter denne kunngjøringen var designet ferdig og i slutten av desember var maskinvaren for de fem VIC-30 prototypene ferdig og samlet. Resten av tiden brukte de til å tilpasse VIC-20 operativsystemet. Maskinen fikk navnet Commodore 64 (C64) og kostet 595 dollar. Prototypen var en stor suksess på showet og den ble med en gang satt i produksjon.

C64 var mye kraftigere og billigere enn konkurrentene på hjemmedatamaskin-markedet. C64 inneholder en VIC-II 6567 videobrikke med 16 farger, hardware-

spritestøtte, rasterkontroll og andre egenskaper egnet for spillgrafikk. Maskinen inneholder også den legendariske SID 6581 lydchipen. Den kunne generere tre oscillator-baserte synthstemmer med forskjellige bølgetyper, ADSR volumstyring og analoge filtre. C64 fremstod som den beste lydmaskinen på den tiden og langt fremover. SID 6581 benyttes fremdeles av musikere som ønsker den klassiske synthlyden. Maskinen var den første hjemmemaskinen som kunne reprodusere stemmen til en person uten å ta i bruk eksterne enheter. Alle spesialchipene i C64 var svært programmerbare, interne registre var synlige for programmereren noe som gjorde det mulig å presse maskinen til langt mer enn den opprinnelig var tenkt til.

Grunnen til at maskina ble en så stor suksess var at den var veldig billig, enkel men kraftig, og lett tilgjengelig. Maskinen ble solgt både i vanlige butikker og typiske databutikker. C64 er fremdeles den datamaskinmodellen som har solgt i flest eksemplarer, mellom 17 og 25 millioner enheter ble solgt mellom lansering i 1982 og produksjonsstans i 1993. C64 ble også veldig populær i Norge og de fleste husker sikker spill som *The Last Ninja* og *Monty on the Run*.

7.3.3 Amiga

Rekken av 8-bits datamaskiner fra Commodore ble videreutviklet med andre modeller, den viktigste var Commodore 128. Det skulle likevel bli en 16/32-bits maskin som dominerte Commodores siste år.

Jack Tramiel forlot Commodore i 1984 til fordel for Atari etter en internt maktkamp. Commodores ledelse bestemte at de trengte en kraftigere datamaskin, og kjøpte firmaet «Amiga» som hadde produsert prototype på en maskin med kodenavn «Lorraine». Commodore ferdigstilte maskinvaren og lagde et moderne operativsystem til maskina. Den første modellen, Amiga 1000, ble lansert høsten 1985.

Amiga 1000 var et stort skritt fremover, med imponerende maskinvarer:

- Motorola 68000 prosessor (16/32-bit)
- Avansert grafikk: 4096 farger, opp til 640x512 pixler (pluss overscan), hardware sprites og avansert rasterstyring gjennom en spesialprosessor
- Gode lydmuligheter: 4 uavhengige maksinvareriksede lydkanaler som kunne spille av 8-bits PCM lyd.

Det var uten tvil grafikk- og lydighetene som gjorde Amiga populær, men like imponerende var operativsystemet: Full støtte for ekte pre-emptiv multitasking og med et velutviklet grafisk brukergrensesnitt. På mange måter et mer teknisk avansert OS enn det konkurrentene Apple Macintosh og Atari ST hadde.

Flere Amiga-modeller kom etterhvert. Amiga 500 ble den første «low-end» Amiga (vist i figur 7.8).

7.3.4 Slutten

Til tross for at Amiga på mange måter var teknisk overlegen på slutten av 1980-årene, både maskinvarer- og programvaremessig, klarte ikke Commodore å holde seg flytende. Mye skyltes IBM og Microsofts svært velfungerende markedsapparat som gjorde IBM PC med MS-DOS og senere MS Windows markedsledende innen mer «seriøse» anvendelsesområder. Men like mye skyltes problemene



Figur 7.8: Amiga 500

en ledelse i Commodore som ikke forsto verken hvordan Amiga skulle markedsføres eller hvordan den burde videreutvikles. Commodore annonserte sin konkurs 29 april, 1994.

Kapittel 8

Introduksjon