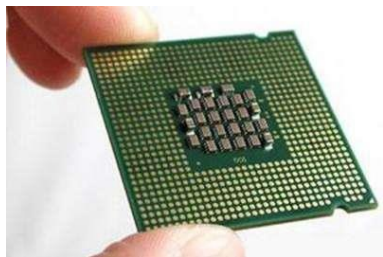


2.2 Processorn

Ämne	Sida
2.2 Processorn I	23
- Klockfrekvens	24
- Processorernas historia	24
- Moores lag	25
- Centralenheten	25
Processorns uppbyggnad	25
- Processorns uppgifter	26
- Olika typer av processorer	26
Intel processorer	27
- Arkitekturen	27
- Hyper Pipeline	27
- Execution Trace Cache	28
- Advanced Transfer Cache	28
2.2a Processorn II	29
- Rapid Execution Engine	29
- Floating Point Unit (FPU)	29
- Streaming SIMD Extensions (SSE)	29
- Multithreading	30
- Hyperthreading (HT)	30
- Kärna (Core)	30
- Visualiseringsstöd	30
- Front Side Bus (FSB)	30
- Intels processorfamilj	31
- Intels vPro-teknologi	31
AMD processorer	31
- APU	32
- Intels processorfamilj	32
- ARM processorer	33

Processorn, även kallad CPU (*Central Processing Unit*) är datorns hjärna. Processorn är den centrala enheten som är ansvarig för att bearbeta och utföra alla instruktioner och komandon som ges till datorn. När du t.ex. startar ett program, spelar ett spel eller surfar på internet är processorn den komponent som sköter alla dessa uppgifter. Den tar emot den information som matas in, utför beräkningar, kommandon osv., skickar ut data och ser till att alla processer löper smidigt utan att tidsmässigt krocka med varandra. Processorn är datorns viktigaste komponent.



Kylare Varje processor har sin egen kylare (fläkt). Detta beror på att processorn genererar värme när den arbetar. Om denna värme inte avleds kan processorn skadas eller till och med förstöras. Inte heller brandfara för omgivningen är utesluten.



Det finns många tillverkare av processorer till persondatorer. Den största är Intel. Några av de mest kända Intel-processorerna är *386*, *486*, *Pentium*, *Celeron*, *Core 2 Duo*, Näst störst är konkurrenten AMD med liknande produkter som *Turion*, *Athlon* osv. Processorn sätts fast på moderkortet i en sockel (eng. *slot*). Beroende på processorns storlek finns det också olika socklar.

Klockfrekvens

En processor arbetar med en viss rytm. I detta avseende kan vi jämföra den med mänskliga kroppens hjärta. Precis som ditt hjärta slår har även processorn en rytm. Denna rytm kallas för *klockfrekvens* och är ett mått för en processors prestanda. Ju högre klockfrekvens desto snabbare kan processorn bearbeta kommandon. Enheten i vilken klockfrekvensen mäts är *Hertz (Hz)*.

Processorernas historia

När vi här pratar om processorer menar vi processorer som är tillverkade för persondatorer till skillnad från andra datorarkitekturer som t.ex. stordatorer eller arbetsstationer. En *persondator* är en dator som är främst avsedd att användas av en enda person. De första persondatorerna kom upp i slutet av 70- och i början av 80-talet. Den s.k. PC-typen lanserades av *IBM (International Business Machines Corporation)* och den s.k. Mac-typen av företaget *Apple*. Intel utvecklade 1978 en processor vid namn *Intel 8086* för IBMs nya PC, som 1982 vidareutvecklades till *80286* som kunde köra alla program som var skrivna för föregångaren *8086*. Man pratar om *bakåtkompatibilitet* – en viktig egenskap vid vidareutveckling av både hård- och mjukvara, som dessvärre inte alltid är given. Detta var bl.a. grunden för PC dominansen som senare skulle följa och råda i årtionden. Samtidigt gav Intel AMD rätten att använda *x86*-serien för egna konstruktioner. 1985 lanserades *Intel 386* som fick stor spridning och blev nästan standard på den exploderande PC-marknaden. AMD kom med sin motsvarande modell några år senare.

I början fokuserades utvecklingen av processorer på att öka klockfrekvensen. Efter några år hade man dock nått upp till den i praktiken högsta möjliga gränsen på ca. 3 GHz. Fokuset gick över att öka prestandan genom att bygga processorer med *flera kärnor*, vilket innebär att flera processer (uppgifter) kan bearbetas samtidigt. En kärna kan i princip utföra endast en uppgift i taget, medan för flera uppgifter någon form av *time sharing* måste tillämpas.

Moore's lag

Lagen är kallad efter en av Intels grundare, *Gordon E. Moore*, som redan 1965 formulerade tesen att utvecklingen av en ny generation processorer dröjer ca. 18 månader. Om man definierar "ny generation" med en fördubbling av prestandan, kan man formulera denna tes rent tekniskt så här: Antalet transistorer som får plats i ett chip, vilket i sin tur bestämmer klockfrekvensen, fördubblas ca. var 18:e månad. Verkligheten har sedan dess bekräftat denna tes i stora drag.

Centralenheten

När en persondator är utrustad med flera processorer, vilket inte sällan förekommer, kallas datorns *samtliga* processorer för datorns *centralenhet*, anpassad till engelskans *Central Processing Unit* (CPU). En viss språkförbistring förekommer i detta sammanhang när man pratar om *mikroprocessorn* och menar datorns CPU. I själva verket kan en mikroprocessor vara en del av centralenheten. Dvs när datorn har flera processorer, kan en eller flera av dem vara mikroprocessorer.

Processorns uppbyggnad

Processorn innehåller generellt följande delar:

- en styr- eller kontrollenhet
- en aritmetisk-logisk enhet (ALU)
- en klocka med en oscillerande kristall
- ett antal register (minnen)
- tre bussar (*binary unit system*), se sid 22.

Ibland ingår inte alla dessa delar i mikroprocessorn. Kontrollenheten, aritmetisk-logisk enheten (ALU) samt registren är alltid inbyggda i processorn, medan klockan kan ligga utanför, speciellt kristallen p.g.a. sin storlek. Bussarna är ledningar som förbinder centralenhetens olika delar med varandra.

Kontrollenhetens uppgift är att se till att de instruktioner som finns i ett program, hämtas, tolkas och utförs i rätt ordningsföljd. Dessutom ska kontrollenheten även styra de övriga komponenterna, så att dataflödet synkroniseras mellan dem. Registren lagrar de data processorn arbetar med. Det finns tre typer av register:

- Adressregister, som anger vilken adress i minnet som ska läsas in härnäst.
- Dataregister, som innehåller de data som ska användas i beräkningarna.
- Kontroll- och statusregister, som innehåller styrande information samt uppgifter om läget efter den senaste operationen.

Bussar

Informationen överförs mellan de olika enheterna och systemet via bussarna. De tre vanligaste bussarna är:

- Databussen överför data och instruktioner mellan de olika enheterna.

- Adressbussen överför minnesadresser mellan enheterna, dvs var informationen ska hämtas eller vart den ska skickas.
- Kontrollbussen hanterar de signaler som synkroniserar hela systemet.

Om vi istället för processorns uppbyggnad fokuserar på dess *uppgifter* kan vi säga:

Processorns uppgifter

Processorn ansvarar för en mängd olika uppgifter. De viktigaste kan vi dela in i tre huvudområden:

1) Aritmetiska och logiska operationer

Den aritmetisk-logiska enheten (ALU) utför de faktiska beräkningarna. Här bearbetas alla matematiska och logiska operationer, t.ex. om du vill addera två tal med varandra. För att processorn ska kunna räkna, kodas all information med en kombination av nollor och ettor, s.k. *binär kod*.

2) Styrning och övervakning med hjälp av styr- eller kontrollenheten

Styrenheten är ledaren i processorn. Den hämtar de kommandon som ska utföras från arbetsminnet (RAM) och bestämmer i vilken ordning och vid vilken tidpunkt de ska utföras. För att göra detta läser styrenheten in- och utdata från andra komponenter i datorn, t.ex. från mus och tangentbord.

Styrenheten kontrollerar också att de uppgifter som den har tilldelats, utförs korrekt och varnar om något är fel. För att göra detta jämför den aktuella processer med målstatusen och gör detta synligt för dig. Det kan du t.ex. se när processorn visar hur långt en nedladdning har kommit.

3) Utbyte av data genom bussystemet

Bussystemet är kommunikationsnätverket i datorn. Det förbinder processorn med huvudminnet och andra komponenter som t.ex. hårddisken eller grafikkortet. Man kan jämföra det med ett vägnät där data transporteras från en plats till en annan.

Olika typer av processorer

Det finns en gräns för hur snabbt en processor kan arbeta, dvs klockfrekvensen är begränsad. Det är här *flerkärniga processorer* kommer in i bilden. När processorn har flera kärnor kan datorn utföra flera uppgifter samtidigt. Flerkärniga processorer används numera inte bara i persondatorer utan även i surfplattor och smartphones. Det finns olika typer av flerkärniga processorer:

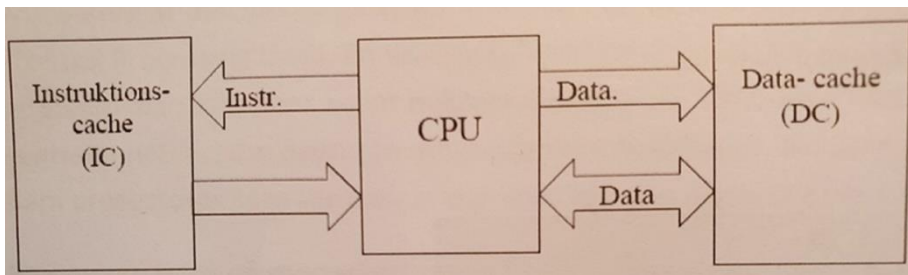
- Enkelkärniga processorer (single core)
- Processorer med dubbla kärnor
- Fyrkärniga processorer
- Sexkärniga processorer (hexakärniga)
- Åtta-kärniga processorer (octa core)

Intel processorer

Intel står för *Integrated Electronics*, grundades 1968 av kemisten *Gordon E. Moore* (sid 25) och fysikern *Robert Noyce*, meduppfinnare till den s.k. *integrerade kretsen*. I slutet av 90-talet var Intel ett av de största och mest framgångsrika bolagen i världen. Idag har företaget ca. 100 000 anställda. Intel har varit och är fortfarande ledande inom tillverkning av processorer. 1971 lanserade Intel vad som anses vara världens första mikroprocessor *Intel 4004*.

Vi ska nu titta på en av de mest kända Intel processorerna, nämligen *Pentium 4*, som kan anses som en modell för många av dess efterföljare.

Arkitekturen



Intelns processorer har en avancerad arkitektur som implementerar en lika avancerad minneshantering. Inte allt kan beskrivas här och inte allt som beskrivs kan visas på den förenklade bilden ovan. Det finns separata cacheminnen för instruktioner (IC) och data (DC). Dessa minnen är av enkel typ L1 (Level 1), medan CPU:n som sitter på samma krets, har en andra nivå cache av typ L2 (Level 2). Den är dessutom utrustad med en separat port (Data) mot DC, vilket medför att CPU:n samtidigt kan läsa från L2 cache (osynlig på bilden) och det vanliga datacacheminnet DC. Bussarna är ganska breda och kan överföra 64 bitar mot DC och 256 bitar mot L2 cachén.

Hyper Pipeline

När Intel processorn *Pentium 3 (P3)* vidareutvecklades till *Pentium 4 (P4)*, ökades antal steg som en instruktion måste gå igenom, till det dubbla. Genomgången av antal steg kallas för processorns *pipeline*. I en pipeline hanteras alla instruktioner samtidigt. I en P3 som har 10 steg hanteras 10 instruktioner samtidigt. En P4 har 20 steg, så att 20 instruktioner hanteras samtidigt. Man säger, djupet på *processorns pipeline* är större. Detta medför en effektivare hantering av instruktioner hos P4, även om det tar dubbelt så lång tid för *en* instruktion att gå igenom processorn. Men vid hantering av tusen- ja miljontals instruktioner är djupet på processorns pipeline avgörande för att öka processorns klockfrekvens. Man pratar om *Hyper Pipeline*. Logiken är jämförbar med att i andra sammanhang öka ordlängden t.ex. från 32 bitar till 64 bitars ordlängd.

För att öka processornas klockfrekvens (sid 24) kan man alltid minska på storleken av processornas kärna. Men detta stöter på en gräns av fysikaliska och materialtekniska skäl. Det är här Hyper Pipeline dvs ökning av antalet steg i processornas pipeline som ett alternativ blir relevant.

Execution Trace Cache

I vanliga processorer delas upp all data i instruktioner som utförs. Det innebär fler steg för processorn att avkoda informationen och sedan använda den. P3 arbetar på det sättet. I nyare processorer som P4 gör man så man *lagrar* den redan avkodade informationen i ett s.k. *trace cache*, ett spårminne. När informationen ska användas igen, hämtas endast de redan avkodade data och exekveras. Dessutom lagras den i den ordning som den ska användas, så att ingen tid slösas bort för sortering.

En *Execution Trace Cache* är alltså en specialiserad instruktionscache som lagrar den dynamiska ström av instruktioner som kallas *Trace*. Den bidrar till att öka bandbredden för hämtning av instruktioner och minska strömförbrukningen (t.ex. i P4) genom att lagra spår av instruktioner som redan har hämtats och avkodats. En Trace processor är en arkitektur som är utformad kring Trace cachen och bearbetar instruktionerna på spårnivå.

Advanced Transfer Cache

När vi diskuterade arkitekturen (förra sidan) nämnde vi två typer av minnen: den enkla typen L1 (Level 1) och den avancerade typen L2 (Level 2). Från ett L2 minne kan information hämtas varje klockcykel, medan samma sak kan göras av ett L1 minne varannan klockcykel. Detta medför att bandbredden ökar och tiden det tar att hämta information minskas. Detta minne används till att förutspå vilka instruktioner som kommer att användas.

Advanced Transfer Cache är alltså en typ av L2-cache som är inbäddad på samma chip som själva processorn, vilket ger en betydande ökning av cache-prestandan, vilket resulterar i märkbara prestandavinster per klockslag för processorn.