



---

## *Commodore BASIC 7.0*

*för Commodore 128*

*av Anders Hesselbom*

---

# Commodore BASIC 7.0

## för Commodore 128

av Anders Hesselbom

Publicerad 2024-03-XX, revision 0, 2024-03-XX. Rättningar och kommentarer skickas till [anders@winsoft.se](mailto:anders@winsoft.se)  
Revisionshistorik finns här: <https://ahesselbom.se/pages/commodorebasic70.html>  
Samtliga böcker om Commodore finns listade här: <https://ahesselbom.se/pages/commodorebasic.html>

# Innehåll

Introduktion.....	3
Om Commodore 128.....	10
Allmänna förbättringar i BASIC .....	16
Text .....	21
Grafik .....	23
Sprites .....	25
Ljud.....	27
Musik .....	34
Avancerade ljudeffekter .....	36
Användarinteraktion.....	38
80-kolumnsläge .....	40
Commodore BASIC 7.0 DOS .....	43
Commodore 64-läge.....	47
CP/M.....	49
Appendix A: Felsökning .....	51
Appendix B: Ordförklaringar .....	55
Appendix C: En jämförelse mellan Commodore 128, Commodore 64 och VIC-20 .....	66
Appendix D: Maskinkod .....	68
Index .....	70
Bilder.....	73

## KAPITEL 1: INTRODUKTION

## Introduktion

Commodore 128 är en av de mest mångsidiga och kapabla datorer som någonsin skapats. Maskinen har en avancerad BASIC (som är denna boks primära fokus), är kompatibel med Commodore 64, har två huvudprocessorer som används antingen inom eller utanför diskoperativsystemet CP/M, och har en generös uppsättning av inbyggda kommandon och verktyg.

Min bok om **Commodore BASIC 2.0 second release** handlar främst om det nämnda *språket*. Om du köpte en VIC-20 eller en Commodore 64 var det den BASIC-versionen du fick inbyggd i din dator. Commodore BASIC 2.0 second release saknar kommandon för multimedia, så ska du skriva program som utnyttjar datorns kapacitet för grafik och ljud är du hänvisad till att sätta minnesadresser eller rent av välja maskinkod istället för BASIC. Den boken är neutral till ditt val av dator.

Commodore BASIC 7.0 är ett språk framtaget för just Commodore 128, och den datorn har ungefär samma multimediacapacitet som Commodore 64. Den här boken är därför knuten till en specifik dator, nämligen just Commodore 128, och vänder sig till dig som vill bemästra den datorn, främst genom att lära sig dess BASIC – Commodore BASIC 7.0 – ett språk som erbjuder avancerade kommandon för multimedia.

Den här boken ger inte någon komplett bild av Commodore BASIC 7.0, utan fokuserar på datorn Commodore 128 och nyheterna i Commodore BASIC 7.0, som introducerats sedan Commodore BASIC 2.0 second release, vilket innebär att det kan vara bra att ha det min tidigare nämnda bok som förkunskap.

För att få grunderna i Commodore BASIC, få en mer komplett terminologi och kunskap om principerna som gäller för din Commodore-dator, läs min bok om **Commodore BASIC 2.0 second release** först! Har du redan grundkunskaper BASIC och vill fördjupa din kunskap om Commodore 128, är det rätt bok du håller i din hand.

## Konventioner i boken

Indata som programrader eller kommandon skrivs med följande teckensnitt:

```
PRINT "HEJ"
```

Samma teckensnitt används för svaren från datorn.

Hänvisningar till tangenter på Commodore 128 skrivs med fetstil. Bilden visar till exempel **Return** till höger, **Run Stop** till vänster, och så vidare.



Figur 1: Tangentbordslayout på Commodore 128. Foto: Evan Amos

Den exakta tangentbordslayouten varierar beroende på vilken marknad du den dator du köpt är avsedd för. Bilden ovan visar en engelsk Commodore 128. För information om de olika tangenternas funktion, se din dators användarmanual.

Ibland ska du trycka ner två tangenter. Om det står till exempel **Shift+A** ska **Shift** hållas nedtryckt medan **A** trycks ner.

Bildförklaringar och kodförklaringar skrivs i *kursiv stil*, som också används för att emfasera termer eller viktiga poänger. Även namn på felmeddelanden skrivs med kursiv stil.

## Commodore BASIC 7.0

Commodore BASIC 7.0 är en vidareutveckling av Commodore BASIC 2.0 second release, och innehåller ungefär samma uppsättning av kommandon som Commodore BASIC 3.6. Förutom samtliga kommandon från 2.0 och några kommandon för flödeskontroll och felsökning handlar de flesta antingen om I/O eller multimedia.

Version 3.6 togs fram till en bärbar dator, *Commodore LCD*, som aldrig nådde marknaden. Men mycket arbete som Commodore gjorde, togs med till Commodore 128, däribland BASIC, som färdigutvecklat fick versionsnumret 7.0.

Kommandot `SYS`, har utökats för att vara mer mångsidigt.

För flödeskontroll har vi fått både ett `ELSE`-kommando och några nya sätt att skapa iterationer med `DO` och `LOOP`.

För den som vill analysera eller manipulera textsträngar finns t.ex. det nya kommandot `INSTR`.

För I/O finns en rik uppsättning kommandon för att skriva och läsa data, som t.ex. `BLOAD` och `BSAVE`.

För att hantera användarinteraktioner finns kommandon för att läsa av joystick (styrspak) och ljuspenna.

För högupplöst grafik finns inbyggda kommandon för att rita figurer som linjer, cirklar och rektanglar.

För rörlig grafik finns en uppsättning av kommandon för att hantera sprites.

För att skapa musik finns det mycket avancerade kommandot `PLAY`, och för den som vill utveckla egna ljudeffekter finns kommandot `SOUND`.

I princip finns det kommandon för att komma åt Commodore 128:s samtliga funktioner.

## Versioner

Commodore BASIC finns i de versioner som presenteras nedan.

**Version 1.0** för Commodore PET 2001 som baseras på Microsoft BASIC.

**Version 2.0** för Commodore PET 2001 som är en vidareutveckling av version 1.0.

**Version 4.0** för Commodore PET 4000 och CBM 8000 är den sista vidareutvecklingen av första version 2.0.

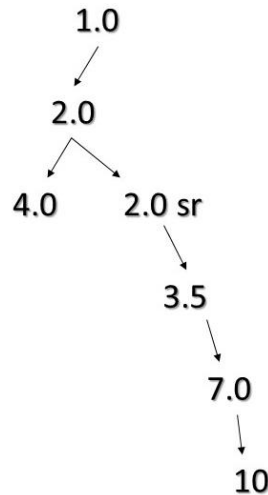
**Version 2.0 second release** som avhandlas i min tidigare bok (se sida 3) är en buggriktad version av version 2.0 för PET 2001.

**Version 4+** för Commodore CBM-II är en vidareutveckling på version 2.0 för PET 2001.

**Version 3.5** för Commodore 16, Commodore 116 och Plus/4 är en vidareutveckling av Commodore BASIC 2.0 second release.

**Version 7.0** för Commodore 128 är en vidareutveckling av version 3.5. Denna fanns även i prototypen Commodore LCD med versionsnumret 3.6, och är den version som är ämnet för denna bok.

**Version 10** utvecklades för prototypen Commodore 65. Varken Commodore 65 eller Commodore LCD nådde någonsin konsumentmarknaden. Tyska *MEGA Museum of Electronic Games and Art* arbetar med att få ut en färdigställd Commodore 65-klon på marknaden.



Figur 2: Språkets utveckling.



## Bokens innehåll

Den här boken innehåller, inklusive introduktionen, 13 kapitel och tre bilagor. Här följer en överblick över bokens kapitel, utöver detta första kapitel:

- Det andra kapitlet beskriver **allmänna förbättringar** i Commodore BASIC 7.0 jämfört med
- Det tredje kapitlet ger en övergripande beskrivning om datorn boken handlar om, **Commodore 128**.
- Kapitlet **Text** presenterar nya möjligheter att analysera och manipulera text.
- I kapitlet om **grafik** beskrivs hur högupplöst grafik kan skapas med Commodore BASIC 7.0.
- **Sprites** handlar om rörlig grafik och enklare animationer.
- Kapitlet om **ljud** visar hur man kan få Commodore 128 att spela upp enklare toner och effekter.
- I kapitlet om **musik** beskrivs hur melodier kan komponeras och framföras av flera röster.
- I kapitlet om **avancerade ljudeffekter** beskrivs tidigare odokumenterade funktioner för att skapa nya ljud med Commodore BASIC 7.0.
- Kapitlet om **användarinteraktion** beskriver hur man läser av tangentbordet, joysticks och ljuspennan.
- I kapitlet om **80-kolumnsläge** förklaras hur man kan dra nytta av datorns förmåga att dubblera antalet tecken som visas på skärmen.
- Därefter beskrivs de utökade möjligheterna att bevara data på disk i kapitlet om **DOS**.
- **Commodore 64-läget** beskrivs i det tolfte kapitlet.
- Det trettionde och sista kapitlet ger en introduktion till **CP/M**.

Här följer en beskrivning av bokens fyra bilagor, kallade *appendix A*, *B*, *C* och *D*:

- **Appendix A** handlar om felsökning (debugging).
- **Appendix B** förklarar de tekniska termer som används i boken.
- **Appendix C** jämför Commodore 128 med föregångarna Commodore 64 och VIC-20.
- **Appendix D** ger en introduktion till maskinkod.

## KAPITEL 2: OM COMMODORE 128

## Om Commodore 128

Commodore 128 introducerades på marknaden år 1985, och såldes fram till och med år 1989, när 16-bitarssystemen som Atari ST och Amiga började vinna mark. Som namnet indikerar har datorn 128 kilobyte (KB) RAM (som kunde utökas till 640 KB) vilket räcker ganska långt för många olika typer av program, men det är kanske lite i underkant för mer avancerade animationer och avancerad multimedia.

Detta kapitel ger en snabb överflygning över datorns chips, hur BASIC-program matas in, vilka datatyper BASIC hanterar och vilken minneshanteringskapacitet som BASIC erbjuder.

Datorn har två huvudprocessorer. MOS 8502 klarar samma instruktioner som de processorer som satt i bl.a. Commodore 64 (MOS 6510 eller MOS 8500) och VIC-20 (MOS 6502). Det är denna som normalt driver runt din Commodore 128 med en arbetshastighet på 1-2 megahertz (MHz). Den andra processorn är en Zilog Z80 på 4 MHz. Det är denna som driver runt din dator när du arbetar i CP/M-läge.

Det finns ett antal olika operativsystem för Commodore 128. Datorn kan köras med eller utan operativsystemet CP/M. CP/M (*Control Program for Microcomputers*) behöver läsas in från diskett (att "boota" operativsystemet). Datorn levererades med version CP/M Plus version 3.0, och ger tillgång till avancerad mjukvara som t.ex. Turbo Pascal eller Microsoft Basic.

För den som inte vill köra operativsystem som likt CP/M styrs med textkommandon, finns möjligheten att köpa till det grafiska operativsystemet GEOS som kontrolleras med mus. GEOS (Graphic Environment Operating System) använder sig av rullgardinsmenyer, fönster och ikoner för att låta användaren kontrollera datorn.

Commodore 128 har samma ljudkapacitet som Commodore 64, som drivs av MOS-chippet 6581 (8580 i senare modeller). Dessa kallas kort och för SID (Sound Interface Device).

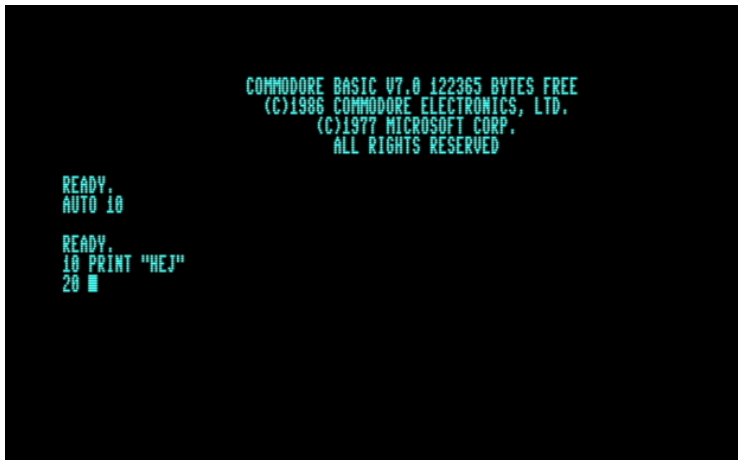
För grafik har Commodore 128 en VIC-II E med ungefär samma kapacitet som VIC-II som satt i Commodore 64, vilket innebär en skärmapplösning på 320×200 punkter (pixlar), 16 färger, 8 sprites och raster. Förutom detta har version E även stöd för blitter och ett extra grafikläge med en skärmapplösning på 640×200 punkter.

Om inget operativsystem startas, används själva Commodore BASIC 7.0 för att kontrollera datorn genom BASIC-kommandon.

För att programmera Commodore 128 används företrädesvis just Commodore BASIC, som i utförande 7.0 är väldigt kraftfullt. Den stora nackdelen med BASIC är dess undermåliga prestanda. BASIC kan göra allt du önskar men om prestanda är en faktor måste du titta på något annat, t.ex. maskinkod. Maskinkod presenteras överskådligt i appendix C.

## Inmatning av BASIC-program

Språket har två lägen. Det ena kallas *direkt*, och innebär att man skriver en instruktion utan radnummer, som exekveras direkt när man trycker på **Return**. Det andra kallas *runtime*. Instruktioner som får ett radnummer, exekveras i runtime, alltså när programmet körs med (normalt) RUN. Om inget annat anges, kan alla kommandon användas både i direktläge och i runtime-läge. För den intresserade bjuds en hel del trevliga tricks, som t.ex. AUTO, som visas på bilden.



Figur 3: AUTO erbjuder automatisk inskrivning av radnummer.

Kommandot AUTO tar ett argument, och det är avståndet från nuvarande rad till nästa. Genom att skriva AUTO 10 så säger man till datorn att nästa radnummer ska vara nuvarande plus 10, vilket gör att datorn föreslår 20 efter att ett kommando matats in på rad 10, och så vidare.

För att stänga av automatiskt förslag på radnummer, skriv `AUTO` utan några parametrar och tryck **Return**.

Om du vill infoga ett kommando mellan, säg, rad 10 och rad 20, kan du kalla den nya raden för 15. Genom att skriva in dessa tre rader...

```
10 PRINT "A"  
20 PRINT "B"  
15 PRINT "C"
```

...så får du följande program, som kan visas med `LIST`:

```
10 PRINT "A"  
15 PRINT "C"  
20 PRINT "B"
```

Om du infogar tillräckligt många rader mellan rad 10 och 20, kommer utrymmet att ta slut. Kommandot `RENUMBER` justerar avståndet mellan existerande rader så att den första raden börjar på 10 och att avståndet mellan alla rader. Exempel:

```
RENUMBER
```

```
READY.  
LIST
```

```
10 PRINT "A"  
20 PRINT "C"  
30 PRINT "B"
```

Det finns även en möjlighet att själv ange startnummer och steg. Genom att anropa `RENUMBER 3,2` kommer programmet att starta på rad 3 och efterföljande rader kommer med ett avstånd på 2.

```
RENUMBER 3,2
```

```
READY.  
LIST
```

```
3 PRINT "A"  
5 PRINT "C"  
7 PRINT "B"
```

Du kan även ange `RENUMBER` endast ska agera på rader som är lika med eller större än ett visst befintligt radnummer genom att komplettera med ett

startnummer. `RENUMBER 1000,10,5` programmet starta på rad 100 och efterföljande rad kommer på ett avstånd på 2, men det gäller bara raderna som nu är större än eller lika med 5 (alltså inte rad 3).

```
RENUMBER 1000,10,5
```

```
READY.
```

```
LIST
```

```
3 PRINT "A"
1000 PRINT "C"
1010 PRINT "B"
```

Om du använder `RENUMBER` i ett program så uppstår felet *direct mode only*, och `RENUMBER` får inte användas när programmet har en `GOTO` eller `GOSUB` som inte pekar på en existerande rad, då uppstår felet *unresolved reference*. Om programmet slår över taket (högsta tillåtna radnummer är 63999) uppstår felet *line number too large*.

En liten varning! I Commodore BASIC definieras subrutiner av ett radnummer, vilket innebär att du behöver kontrollera vilka nya radnummer dina subrutiner har fått efter att du använt `RENUMBER`. Annars kan det bli svårt att anropa dessa på nytt.

## Datatyper

Commodore BASIC 7.0 har stöd för tre datatyper. Dessa är *realtal*, *heltal* och *strängar*. Realtal använder punkt som decimalavgränsare och strängar omges av citattecken. Variablernas typ deklarerar med ett postfix på variabelnamnet, där `$` (dollartecken) avser sträng och `%` (procenttecken) avser heltal. Realtal är variabler som saknar ett avslutande tecken. Apropå variabelnamn så identifieras variabler endast av de två första bokstäverna i sitt namn. En mer ingående beskrivning av datatyper och variabelnamn finns i boken *Commodore BASIC 2.0 second release*<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Finns att ladda hem i PDF-format eller EPUB-format här:  
<https://ahesselbom.se/pages/commodorebasic20.html>

## Minneshantering

Commodore 128 arbetar med s.k. minnesbanker. En minnesbank är en fördefinierad minneskonfiguration, och du bestämmer vilken minnesbank som är tillgänglig för processorn genom att använda kommandot `BANK`. Som argument tar `BANK` ett tal mellan 0 och 15. Exempel:

```
BANK 4
```

Du kan hoppa mellan nio olika banker. Dessa har nummer 0, 1, 4, 5, 8, 9, 12, 13, 14 och 15. 2 är samma som 0, 3 är samma som 1, 6 är samma som 4, 7 är samma som 6, 10 är samma som 8 och 11 är samma som 9. Val av minnesbank påverkar kommandon som använder minnet direkt. Dessa kommandon är `SYS`, `PEEK`, `POKE` och `WAIT`. Minnesbank 0 är den som är förvald.

Vill du se en konsekvens av att växla mellan minnesbanker, kan du köra ett enkelt testprogram<sup>2</sup>.

10 POKE 4096,75	<i>Rad 10 skriver värdet 75 i aktuell minnesbank (vilket är 0 eller 3 om inget annat har sagts).</i>
20 PRINT PEEK(4096)	<i>Rad 20 konstaterar det skrivna värdet.</i>
30 BANK 1	<i>Rad 30 växlar minnesbank till 1.</i>
40 POKE 4096,90	<i>Rad 40 skriver 90 till samma adress, fast i bank 1 istället för bank 0 eller 3.</i>
50 PRINT PEEK(4096)	<i>Rad 50 konstaterar det skrivna värdet.</i>
60 BANK 0	<i>Rad 60-70 växlar tillbaka till bank 0 (eller 3) och konstaterar att adressen fortfarande innehåller 75.</i>
70 PRINT PEEK(4096)	

Utöver detta, kommandot `STASH` och kommandot `FETCH` används för att kopiera data mellan minnesbanker och `SWAP` används för att låta två minnesbanker byta data mellan varandra.

Avslutningsvis, om du vill läsa av minnesadressen till en specifik variabel används funktionen `POINTER`. Exempel:

```
PRINT POINTER(A)
```

Resultatet av ovanstående är att minnesadressen till `A` skrivs på skärmen.

---

<sup>2</sup> Kom ihåg att använda kommandot `NEW` för att radera eventuellt befintligt BASIC-program ur minnet, innan du skriver in ett nytt program.



## KAPITEL 3: ALLMÄNNA FÖRBÄTTRINGAR I BASIC

## Allmänna förbättringar i BASIC

Den stora skillnaden mellan Commodore BASIC 2.0 second release (programmeringsspråket som Commodore 64 och VIC-20 är utrustad med) och Commodore BASIC 7.0 (som är inbyggt i din Commodore 128) handlar om DOS och om multimedia. Men det finns några allmänna förbättringar i version 7.0 som verkligen underlättar arbetet för den som vill bygga mjukvara. Förbättringarna rör följande områden:

- Tester
- Iterationer
- Prestanda

Kapitlet tar även upp några övriga förbättringar som inte passar in i något av de övriga kapitlen.

### Tester

En viktig förändring i hur tester fungerar är att ett eller flera kommandon kan exekveras om ett uttryck är sant. Nyckelordet `ELSE`, som används tillsammans med `IF`, åstadkommer detta.

Låt säga att du vill att två saker ska hända om `A` är lika med 5, men två andra saker om `A` inte är lika med 5. På en Commodore 64 skulle detta kunna se ut så här:

```
630 IF X=5 THEN PRINT "A":PRINT "B"  
640 IF X<>5 THEN PRINT "C":PRINT "D"
```

Exemplet ovan är hypotetiskt och utgör inte ett komplett program. De två ting som utförs om `X` har värdet 5 är förmodligen något annat än `PRINT "A"` och `PRINT "B"` i ett realistiskt exempel.

Det finns två problem med ovanstående kod, båda beror på att det falska uttrycket på rad 640 (i förhållande till det på rad 630) måste formuleras uttryckligen. Dels ökar det risken för buggar, eftersom vi har två uttryck som egentligen beskriver ett uttryck och dess motsats. Och dels måste uttrycket `X=5` utvärderas två gånger – först som det är skrivet och därefter i sin motsats.

Genom att istället använda `ELSE` så löser man båda dessa problem. `ELSE` antar att om det första uttrycket är falskt, är det koden som står efter `ELSE` som ska köras. Det innebär att `X=5` endast behöver utvärderas en gång, och

att det inverterade uttrycket inte behöver tillhandahållas av programmeraren. Denna programsats gör samma sak som exemplet ovan (radbytet ska inte vara med):

```
630 IF X=5 THEN PRINT "A":PRINT "B":  
    ELSE PRINT "C":PRINT "D"
```

Notera att `ELSE` kräver ett kolon (`:`) före, men inte efter.

Om du vill att flera programrader ska köras om ett villkor är sant, kan `IF` kompletteras med `BEGIN` och `BEND`. `BEGIN` och `BEND` anger att vi har att göra med ett *kodblock*, d.v.s. programsatser som hör ihop. Exemplet på föregående sida, som skriver ut "A" och "B" om X är lika med 5 skrevs så här:

```
630 IF X=5 THEN PRINT "A":PRINT "B"
```

Att skriva mer än en programsats på en rad kan göra att programmet blir svårare att underhålla. Därför är det att föredra att skriva `BEGIN` efter `THEN` enligt följande:

```
630 IF X=5 THEN BEGIN  
640 PRINT "A"  
650 PRINT "B"  
660 BEND
```

Resultatet blir detsamma, men vi slipper klämma in flera programsatser på en rad. Hela exemplet från föregående sida, fast med `BEGIN` och `BEND` skulle se ut så här:

```
630 IF X=5 THEN BEGIN  
640 PRINT "A"  
650 PRINT "B"  
660 BEND: ELSE BEGIN  
670 PRINT "C"  
680 PRINT "D"  
690 BEND
```

Om du skriver programsatser på samma rad som `BEGIN`, behövs ett kolon (`:`) efter, vilket skiljer `BEGIN` från `ELSE`.

## Iterationer

Förutom direkta hopp med `GOTO` och iterationer med `FOR` (som båda beskrivs i min bok Commodore BASIC 2.0 second release), kan

Commodore 128:ans BASIC iterera<sup>3</sup> så länge ett villkor är sant eller tills ett villkor blir sant med `DO` och `LOOP`.

XXXXXXXXXXXXXX

## **Prestanda**

Commodore 128 är tillräckligt bra för att driva runt någorlunda avancerade spel och andra typer av datorprogram. En väldigt stor del av datorns funktionalitet görs tillgänglig för användaren genom BASIC, men BASIC är ytterst långsamt. Detta märks främst när man programmerar datorspel.

Men om en tidsödslande beräkning ska göras, så erbjuder BASIC en lösning: Man kan stänga av bilduppdateringen och därmed använda mer av processorns uppmärksamhet till att lösa en uppgift. Nackdelen är att bildskärmen är blank under tiden beräkningen görs. Kommandot `FAST` läcker skärmen och ökar prestandan i BASIC, och kommandot `SLOW` återgår till normalläge.

Följande program exekverar på 482 jiffies:

```
10 T=TI
20 SCNCLE
30 A=150000
40 A=A+1:A=A*2
50 A=A/3:A=A+A/4
60 PRINT A
70 IF A>5.01 THEN 40
80 PRINT TI-T
```

Om vi kompletterar programmet så att första raden släcker skärmen...

```
5 FAST
```

...och sista raden tändar skärmen...

```
90 SLOW
```

...så blir exekveringstiden istället 236 jiffies, vilket innebär en förbättring på ungefär 50%.

---

<sup>3</sup> Med iterera menas att upprepa utförandet av ett antal programsatser.

Kommandot `SCNCLR` rensar textskärmen och placerar markören på sin hemposition, som är 0×0.

## **Övrigt**

För att pausa ett program används `SLEEP` följt av ett önskat antal sekunder (angivet som heltal). Det innebär att kommandot `SLEEP 60` pausar datorn under en hel minut. `SLEEP 0` pausar till nästa interrupt, vilken aldrig är längre än 16,7 millisekunder bort. Tidigare nämnda `FAST` och `SLOW` påverkar inte beteendet för `SLEEP`.

## KAPITEL 4: TEXT

## Text

Commodore 128 erbjuder en rik uppsättning av funktioner för att tolka och manipulera text. Detta kapitel tar upp det viktigaste från Commodore BASIC 2.0 second release samt alla nyheter.

### Text till tal

En textsträng innehållande ett decimaltal (alltså ett tal som beskrivs av tecknen 0 till och med 9 och möjligtvis en punkt decimalavgränsare) konverteras till ett tal med funktionen `VAL`. Detta enkla program skriver värdet 40 på skärmen.

<pre>10 X=VAL ("20") 20 PRINT X*2</pre>	<p><i>Rad 10 konverterar en sträng innehållande en tvåa och en nolla till talet 20.</i></p> <p><i>Rad 20 multiplicerar resultatet med 2 och skriver ut det (40) på skärmen.</i></p>
---	---

Exemplet visar hur en sträng innehållande ett tal kan konverteras till ett riktigt tal och användas i numeriska beräkningar. Detta är ganska standard inom BASIC, och har varit med länge i Commodore BASIC.

Utöver `VAL` kan Commodore 128 även jobba med strängrepresentationer av det hexadecimala talsystemet. De lite förlåtande formuleringarna som `VAL` tillåter<sup>4</sup>, hittar vi även i DEC, men DEC tillåter inte någon decimalavgränsare (punkt).

### Formatera ett tal

TODO PUDEF

---

<sup>4</sup> Se min bok

## KAPITEL 5: GRAFIK



# **Grafik**

XXX

## KAPITEL 6: SPRITES

# **Sprites**

## KAPITEL 7: LJUD

## Ljud

Commodore 128 har ungefär samma kapacitet till ljud som Commodore 64. I datorn finns en avancerad synthesizer innehållande tre röster och fyra vågformer. Vågformerna är triangel, sågtand, fyrkantsvåg och brus. Fyrkantsvågen har ställbar pulsbredd, vilket ger möjlighet till stora variationer.

Till skillnad från Commodore 64, tillåter Commodore 128 att man använder BASIC-kommandon för att åtgärda datorns ljudkapacitet. Kommandot `SOUND` ger dig möjlighet att spela ljud i någon av de tre kanalerna, i valfri frekvens under valfri tid. Kommandot har även stöd för att böja frekvensen<sup>5</sup> på tonen ljudet som spelar.

Tre argument är obligatoriska. Dessa är val av röst (1, 2 eller 3), val av frekvens (0 till 65535) och längd (angivet i sextiondels sekunder). Använd endast dessa tre argument, spelas en rak ton med i en fyrkantsvåg med en neutral inställning på pulsbredden. Följande spelar tonen A under en sekund:

```
SOUND 1, 3800, 60
```

Du som kan musikteori kanske noterar att 3800 inte är jämt delbart med 220, och det beror på att frekvensangivelsen (det andra argumentet) ligger på en egen skala som inte stämmer med faktisk svängningshastighet.

Argumenten identifieras av sin ordning. Samtliga argument är:

1. Kanal (1, 2 eller 3)
2. Val av frekvens (0 till 65535)
3. Längd (antal sekunder genom 60)
4. Frekvensändring (0 = upp, 1 = ned, 2 = upp och ned)
5. Låg frekvens (vid frekvensändring, också 0 till 65535)
6. Hastighet vid frekvensändring (stegstorlek, också 0 till 65535)
7. Vågform (0 till 3, se sida 29 i detta kapitel)
8. Pulsbredd (0 till 4096, se sida 30 i detta kapitel)

Bara genom att läsa argumentlistan så förstår vi att kommandot `SOUND` är ganska kompetent. Men vi ser också att det saknas en hel del kapacitet innan

---

<sup>5</sup> På engelska: *Pitch bend*.

vi kan säga att vi har en komplett synthesizer, inte minst ADSR<sup>6</sup>-inställningar.

## Argumenten identifieras av sin ordning

Låt säga att jag vill spela samma ljud som tidigare, men jag vill ange vågformens pulsbredd. Igen, pulsbredd kommer att förklaras på sida 30, men för nu behöver du bara förhålla dig till att jag vill ange den. Att anropa SOUND med argument 1, 2, 3 (som tidigare) och 8 (pulsbredd), utan att ange något där emellan, innebär att jag anger fem kommatecken för att tala om att det är just det åttonde argumentet jag vill ange.

```
SOUND 1,3800,60,,,2,50
```

Du bör nu höra ett A, fast med en lite förändrad karaktär på ljudet.

## Frekvensändring

Oavsett om du vill böja en ton uppåt, nedåt eller oscillera (upp och ned), så måste du ange den högsta frekvensen som argument 2 och den lägsta frekvensen som argument 5.

Om du vill gå upp en oktav från låga A till höga A, kan du skriva följande kommando:

```
SOUND 1,3800,60,0,1900,32
```

*Kanal 1, hög tonhöjd är 3800, längd är en sekund, riktning är uppåt, låg tonhöjd är 1900, frekvensändringens hastighet är 32.*

Ett problem med att böja toner uppåt är att det andra argumentet faktiskt inte bara är den höga frekvensen, utan även startfrekvensen. Ljudet du hör från ovanstående kommando klättrar en oktav (från 1900), men avslöjar målfrekvensen (3800) under en mycket kort stund.

Om vi ändrar riktning från 0 (upp) till 1 (ned) så spelas frekvensändringen helt felfritt, eftersom vi lämnar startfrekvensen till målfrekvensen som är argument 5.

```
SOUND 1,3800,60,1,1900,32
```

---

<sup>6</sup> Attack, Decay, Sustain, Release – se kapitlet om ordförklaringar (appendix B).

Men när jobbet är slutfört, så återstartas det, vilket kan höras i slutet på ovanstående ljud. Det kan man vända till sin fördel, om man vill sätta ljud på t.ex. ett rymdskepp som upprepat skjuter med laser på en fiende:

SOUND 1,8000,60,1,3000,700

Man kan riktigt se laserstrålarna färdas genom rymden!

Nu har vi testat att böja en ton uppåt (riktning 0) och nedåt (riktning 1). Genom att välja att oscillera kan du skapa ljud som låter som larmtoner, som t.ex. detta:

SOUND 1,12000,360,2,9000,64

*Kanal 1, tonhöjd är 12000, längden är sex sekunder, riktning är upp och ned, låg tonhöjd är 9000, frekvensändringens hastighet är 64.*

## Vågformer

Vågformen beskriver ljudets mest basala karaktär. Commodore 128 kan återge fyra olika vågformer. Dessa är:

- 0: Triangel (mjuka ljud som xylofon eller flöjt)
- 1: Sågtand (en klang liknande dragspel eller gitarr)
- 2: Fyrkant med variabel pulsbredd (lite vassare ljud som trumpet eller piano)
- 3: Brus (ofta slagverk)

Dessa fyra vågformer utgör grunden för de olika musikinstrument som din dator kan återge. Detta program spelar upp två sekunder från varje ljud, där fyrkantsvågen återges i sitt grundutförande med en pulsbredd på 2048:

10 FOR A=0 TO 3	<i>Rad 10 räknar från 0 till 3, vilket innebär att rad</i>
20 SOUND 1,3800,120,,,A	<i>20 och 30 körs fyra gånger.</i>
30 SLEEP 3	<i>Rad 20 spelar en ton i två sekunder som byggs</i>
40 NEXT	<i>upp av de fyra vågformer som din Commodore</i>
	<i>kan återge.</i>
	<i>Rad 30 pausar och rad 40 upprepar.</i>

När du kör programmet så kommer du att höra fyra vågformer, som spelas upp i turordning. Förutom dessa fyra vågformer, kan din Commodore 128 ändra ljudets karaktär rejält när vågform 2 (fyrkant) används, för fyrkantsvågen har variabel pulsbredd.

## Pulsbredd

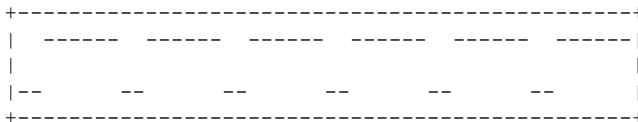
Pulsbredden anger förhållandet mellan impulsens höga och låga värde. Fyrkantens värde består i sitt ursprungsförhållande av lika lång hög som låg impuls, vilket skapar denna figur:



Detta motsvara alltså den ursprungliga pulsbredden 2048. 0 är lägst och 4096 är högst. Du kan skriva in följande kommando för att höra den ursprungliga pulsbredden:

```
SOUND 1,3800,60,,,,2,2048
```

Halverar du talet 2048 (alltså om du anger 1024) får du följande kurva:



Testa genom att skriva:

```
SOUND 1,3800,60,,,,2,1024
```

Ljudet är nästan identiskt med det ljud du hade fått av att istället addera hälften (1024) ursprungspulsbredden (2048):

```
SOUND 1,3800,60,,,,2,3072
```

Det motsvarar följande vågform:



Testa gärna att skriva program som varierar pulsbredden!



## Ljudstyrka

Kommandot `VOL` påverkar ljudstyrkan både för pågående ljud och efterföljande ljud. `VOL` accepterar ett argument som är ett tal mellan 0 och 15, där 0 betyder absolut tystnad och 15 betyder högsta möjliga ljud. Ett för högt eller för lågt värde ger felet *illegal quantity*. Följande program använder `VOL` för att oscillera ljudstyrkan:

10 SOUND 1,12000,360,2,9000,64	<i>Rad 10 startar ett larmljud.</i>
20 FOR T=0 TO 8	
30 FOR A=15 TO 0 STEP -1	<i>Rad 20 säger att volymoscillering ska ske 9 gånger (0 till 8).</i>
40 VOL A	
50 FOR P=0 TO 10:NEXT	
60 NEXT A	<i>Rad 30-60 sänker volymen med en kort paus (rad 50).</i>
70 FOR A=0 TO 15	
80 VOL A	<i>Rad 70-100 höjer volymen.</i>
90 FOR P=0 TO 10:NEXT	
100 NEXT A	<i>Rad 110 hoppar tillbaka till rad 30 så länge T är mindre än eller lika med 8.</i>
110 NEXT T	

Inför de kommande två kapitlen om musik och om avancerade ljudeffekter, så kan det vara bra att veta när datorn spelar ett ljud direkt, och när datorn väntar. Grundregeln är att datorn väntar med att spela upp ett ljud, tills det ljud som spelas ljud nu är färdigt, givet att det nya ljudet begärs i en kanal som redan spelar ett ljud. Det innebär följande:

Kommandot `SOUND` sätter processorn i arbete utan att blockera BASIC-tolken, vilket vi tidigare sett i kapitlet om sprites. Skillnaden här är att om din dator satts i arbete att spela ett ljud i en sekund på en viss kanal, och stöter på ett kommando som ger datorn i uppdrag att spela en ny ton i samma kanal, så väntar BASIC-tolken på att pågående uppdrag ska vara utfört innan nästa uppdrag påbörjas. Vi kan studera detta genom att titta på följande program som spelar ett C dur-ackord i en kanal. Det kommer inte att fungera. Istället för att höra ett ackord, så hör vi en ton i taget spelas upp (C, E och G). Vi väljer full ljudstyrka.

```
10 VOL 15
20 SOUND 1,8900,120,,,,1
30 SOUND 1,11100,120,,,,1
40 SOUND 1,13500,120,,,,1
```

Orsaken är att kanal 1 inte kan spela något annat än C innan den är färdig. Och när den är färdig, och börjar spela ett E, så kan den inte spela nästa ton

innan den har spelat färdigt E. Lösningen är att spela varje ton i C dur-ackordet i var sin kanal, så här:

```
10 VOL 15
20 SOUND 1,8900,120,,,,,1
30 SOUND 2,11100,120,,,,,1
40 SOUND 3,13500,120,,,,,1
```

Om nya instruktioner att spela ljud inkommer, väntar din dator med att utföra dem tills ackordet är färdigt. Men det finns undantag, vilket vi tittar på i kapitlet om avancerade ljudeffekter.

## KAPITEL 8: MUSIK

# **Musik**

XXX

## KAPITEL 9: AVANCERADE LJUDEFFEKTER

## **Avancerade ljudeffekter**

XXX

## KAPITEL 10: ANVÄNDARINTERAKTION

# **Användarinteraktion**

XXX



## KAPITEL 11: 80-KOLUMNSLÄGE

## 80-kolumnsläge

Commodore 128 kan startas i 40-kolumnsläge (vilket motsvarar det läge som Commodore 64 alltid körs i) och det mer textorienterade 80-kolumnsläget. Vid uppstart tittar datorn på om knappen **40/80 display** är nedtryckt eller ej, och väljer läge därefter.

Om knappen inte är nedtryckt, startar Commodore 128 i 40-kolumnsläge och bilden skickas ut genom kompositporten<sup>7</sup> (5-polig DIN) eller RF-porten. Om knappen är nedtryckt, startar datorn i 80-kolumnsläge och bilden skickas ut genom RGBI-anslutningen. (En monokrom bild skickas dessutom ut genom den 5-poliga DIN-kontakten.)

80-kolumnsläget är främst till för att köra mer avancerade textbaserade program för ordbehandling och kalkyl, så alla BASIC-kommandon som har med grafik att göra, har ingen synlig effekt<sup>8</sup> i det läget. När jag kör mer avancerade program, som t.ex. SwiftCalc, eller CP/M-program som t.ex. Microsoft BASIC eller Turbo Pascal, så föredrar jag ändå 80-kolumnsläget eftersom det då är värt väldigt mycket att ha gott om utrymme på skärmen.

Färgpaletten ser lite annorlunda ut i 80-kolumnsläge. Tabellen på nästa sida visar vilken färg varje kod representerar i respektive läge. Dessutom är det bra att veta att bakgrundsfärgen och borderfärgen i 80-kolumnsläge alltid är svart. Kommandot `COLOR` påverkar endast den grafik som skickas till kompositporten eller RF-porten.

---

<sup>7</sup> Se manualen till Commodore 128 för information om vilka portar som finns tillgängliga och vilken som gör vad.

<sup>8</sup> Om du har två monitorer, en som är inkopplad i RGBI-porten och en som är inkopplad i DIN-porten eller RF-porten, så kommer du faktiskt se effekten av de grafikkommandon som körs i den sistnämnda monitorn. Detta är inte dokumenterat av Commodore, förmodligen för att deras monitorer är så dyra att de flesta ändå bara äger högst en enda.

Tabellen visar färg per färgkod i respektive läge. Skillnaderna (hälften av färgerna) är markerade med en stjärna (\*).

Färgkod	Färg i 40-kolumnsläge	Färg i 80-kolumnsläge
1	Svart	Svart
2	Vit	Vit
3	Röd	Mörkröd*
4	Turkos	Ljusturkos*
5	Lila	Ljusbila*
6	Grön	Mörkgrön*
7	Blå	Mörkblå*
8	Gul	Ljusbil*
9	Orange	Mörklila*
10	Brun	Brun
11	Ljusröd	Ljusröd
12	Mörkgrå	Mörkturkos*
13	Grå	Grå
14	Ljusgrön	Ljusgrön
15	Ljusblå	Ljusblå
16	Ljusgrå	Ljusgrå

Om du arbetar med dubbla skärmar så växlar du mellan 40- och 80-kolumnskärmen genom att skriva:

SYS 49194

Om du skulle råka göra detta anrop utan att ha en andra skärm ansluten, skriv anropet igen (i blindo) och tryck **Enter**, så återgår din enda skärm till att vara aktiv.

## KAPITEL 12: COMMODORE BASIC 7.0 DOS

## Commodore BASIC 7.0 DOS

Diskoperativsystemet (DOS) är implementerat i din diskdrive, men Commodore 128 har en rik uppsättning kommandon som låter dig utföra avancerad filhantering direkt från BASIC. För att följa med i detta kapitel behöver du ha tillgång till en diskdrive av modell 1540, 1541, 1570, 1571, 1580 eller 1581<sup>9</sup>. Dessutom behöver du ha en floppydisk som inte innehåller något som du inte kan avvara, för det som ligger lagrat på den diskett du använder när du följer med i övningarna kommer att försvinna. Alla praktiska frågor kring hur en diskdrive fungerar och hur disketter används finns i din manual.

Du förbereder din diskett med kommandot `HEADER`. Processen kallas normalt för formatering, och innebär att information om vad som ligger på disketten skrivs ned, tillsammans med ett namn och ett ID-nummer. Informationen som skrivs ned om diskettens innehåll säger att disketten är tom, vilket är orsaken till att du behöver ha en ny diskett eller en gammal diskett vars innehåll du kan avvara för att testa.

Det argument som behöver anges för att `HEADER` ska göra jobbet, är diskettens namn. 16 tecken är reserverade för namnet, och skickar man in fler tecken uppstår felet *string too long*.

```
HEADER "MIN DISK"
```

Efter att detta kommando har körts, är din disk tömd på innehåll och redo att spara ditt data. Om något fel uppstår under någon process, visar din diskdrive det genom att pulsera med grönt ljus. Alltså, om du ser pulserande grönt ljus, har den senaste uppgiften du gav din diskdrive misslyckats.

### HEADER

Kommandot `HEADER` formaterar alltså en diskett (se ovan). Förutom diskettens namn (16 tecken) kan kommandot ta emot ett ID (två tecken), ett drivarnummer och ett enhetsnummer. Kommandot använder sig av prefix för att hålla reda på vilken inmatning som är vad. För ID används `I`, för drivarnummer används prefixet `D` och för enhetsnummer används prefixet `U`.

---

<sup>9</sup> Jag använder en Commodore 1571, som är den bästa enheten för att hantera 5,25"-disketter. Commodore 1580 och framåt jobbar med de mer moderna 3,5"-disketterna.

För snabbformatering, utelämna ID. Befintligt ID återanvänds och diskens innehållstabell rensas utan att diskdriven gör någon översyn över ytan i övrigt.

Enhetsnummer beror på hur din diskdrive är konfigurerad, men normalt har den enhetsnumret 8. Drivarnumret är 0 för den första diskdriven och 1 för en eventuell annan diskdrive. Om det är disketten i den första diskdriven som ska formateras så kan du välja mellan att specificera D0 eller U8 (om den är konfigurerad som enhet 8), och det går att ange båda. Följande exempel ger en full formatering på disketten i enhet 8 med ID YT:

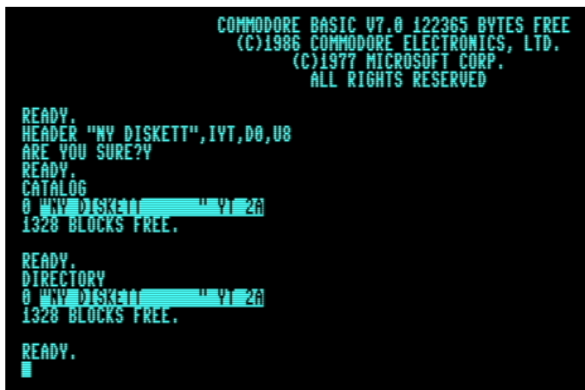
```
HEADER "NY DISKETT", IYT, D0, U8
```

Eftersom ID angavs, tar formateringen en ganska lång stund att genomföra, men nu har du en diskett som är redo att laborera med!

## Vad finns på disketten?

Nu är disketten tom, men helt oavsett så används kommandot `DIRECTORY` (som är synonymt med `CATALOG`) för att presentera innehållet på en diskett.

Detta är en radikal förbättring från förutsättningarna som Commodore gav till t.ex. sina Commodore 64-användare. Där behövde man skriva avancerade DOS-kommandon, eller helt enkelt offra allt man hade i BASIC-minnet, bara för att få veta vad som finns på den diskett som sitter i diskettstationen!



Figur 4: Tom diskett.

Detta är en inte så liten förbättring mot Commodore BASIC 2.0 second release, där man lydigt skrev `LOAD "$",8,1` på bekostnad av eventuella BASIC-program!

## KAPITEL 13: COMMODORE 64-LÄGE



## **Commodore 64-läge**

Din manual beskriver hur du startar din Commodore 128 i olika lägen, men du kan växla från standardläget till Commodore 64-läget med kommandot `GO64`. I direktläge frågar datorn om du verkligen vill växla till Commodore 64-läget (ditt BASIC-program går förlorat), men om `GO64` används i ett program, växlar datorn läge direkt, utan varning. Det går att infoga ett blanksteg mellan `GO` och `64`, och som kuriosas kan det vara bra att veta att `64` kan ersättas med ett uttryck som utvärderas till just `64`. Om du t.ex. tilldelar variabeln `AT` värdet `64`, går det bra att växla till 64-läge genom att skriva `GOAT`, eller om du tilldelar `HO` värdet `64`, kan du växla till 64-läge genom att skriva `GO HOME`.

## KAPITEL 14: CP/M

**CP/M**

XXX

## APPENDIX A: FELSÖKNING

## Appendix A: Felsökning

Commodore 128 innehåller en del avancerade funktioner som underlättar felsökningen av ett program (debugging). Bland dessa hittar vi EL. Detta kapitel beskriver funktionerna och hur de kan vara till nytta.

### EL

Så snart ett programfel uppstår laddas systemvariabeln EL med det senaste radnumret där felet uppstod. Följande program kommer att orsaka ett fel på rad 20, eftersom Commodore 128 inte tillåter division med 0.

```
10 PRINT "EN DIVISION"  
20 PRINT 10/0
```

När detta program startats med RUN ger datorn följande svar:

```
EN DIVISION  
  
?DIVISION BY ZERO ERROR IN 20  
READY
```

Om du nu läser av EL får du svaret 20, eftersom felet inträffade på svar 20.

```
PRINT EL  
20  
  
READY.
```

Om du läser av EL innan något fel har inträffat, får du svaret 65535. Du vet att inget fel har uppstått, eftersom ett giltigt radnummer på Commodore 128 är ett tal mellan 0 och 63999. Fel som inträffar i direktläge ändrar inte värdet i EL. Om rättar ett fel i ett program så att inget fel uppstår, och därefter kör programmet så återställs värdet av EL till 65535.

### ER

Systemvariabeln ER innehåller normalt värdet -1, men om ett fel skulle uppstå laddas ER med felkoden för det senaste felet, och håller det värdet tills antingen ett nytt fel uppstår eller tills variabelminnet rensas. De kommandon som rensar variabelminnet är RUN, NEW och CLR. Trots att ER innehåller -1 när inget fel har uppstått, så finns det ingen felkod 0 i datorn. De fel som kan uppstå har kod 1, 2, 3, och så vidare upp till 41. Funktionen ERR\$ ger namnet på dessa fel (som listas sist i detta kapitel).

## Lista över felkoder

Dessa felkoder kan rapporteras i BASIC på Commodore 128:

Kod	Namn	Förklaring
1	TOO MANY FILES	
2	FILE OPEN	
3	FILE NOT OPEN	
4	FILE NOT FOUND	
5	DEVICE NOT PRESENT	
6	NOT INPUT FILE	
7	NOT OUTPUT FILE	
8	MISSING FILE NAME	
9	ILLEGAL DEVICE NUMBER	
10	NEXT WITHOUT FOR	
11	SYNTAX	
12	RETURN WITHOUT GOSUB	
13	OUT OF DATA	
14	ILLEGAL QUANTITY	
15	OVERFLOW	
16	OUT OF MEMORY	
17	UNDEF'D STATEMENT	
18	BAD SUBSCRIPT	
19	REDIM'D ARRAY	
20	DIVISION BY ZERO	
21	ILLEGAL DIRECT	
22	TYPE MISMATCH	
23	STRING TOO LONG	
24	FILE DATA	
25	FORMULA TOO COMPLEX	
26	CAN'T CONTINUE	
27	UNDEFINED FUNCTION	
28	VERIFY	
29	LOAD	
30	BREAK	
31	CAN'T RESUME	
32	LOOP NOT FOUND	
33	LOOP WITHOUT DO	
34	DIRECT MODE ONLY	
35	NO GRAPHICS AREA	
36	BAD DISK	
37	BEND NOT FOUND	
38	LINE NUMBER TOO LARGE	<i>Felet uppstår när kommandot RENUMBER körs, om körningen resulterar i att någon rad skulle få ett radnummer högre än 63999.</i>
39	UNRESOLVED REFERENCE	<i>Felet uppstår när kommandot RENUMBER körs, om det finns programrader som</i>

		<i>refererar till icke-existerande programrader (t.ex. en GOTO-sats som pekar på en icke-existerande rad).</i>
40	UNIMPLEMENTED COMMAND	<i>Det finns reserverade nyckelord som inte är implementerade kommandon (t.ex. QUIT eller OFF). Använder man dessa uppstår detta fel.</i>
41	FILE READ	<i>Något fel har uppstått under en läsning från en fil. Det kan t.ex. vara att diskettluckan har öppnats under pågående operation.</i>

Eftersom funktionen `ERR$` tar en felkod och ger felets namn som svar, så kommer `PRINT ERR$(41)` ge svaret `FILE READ`.

## APPENDIX B: ORDFÖRKLARINGAR



## Appendix B: Ordförklaringar

### Adress

Den minsta allokeringsbara enheten i en 8-bitarsdator är en byte, varje byte har en *adress* (eller *minnesadress*). Vissa är läs- och skrivbara (RAM), andra är endast läsbara (ROM).

### ADSR

XXXXXXXX TODO!!!!!!

### Användardefinierad variabel

En användardefinierad variabel är en variabel skapad av datoranvändaren. Här placeras värdet 24 i variabeln AX:

AX=24

En användardefinierad variabel är inte en systemvariabel.

### Argument

Data som skickas till (till exempel) en funktion för att påverka dess funktionalitet. Ett argument är samma sak som en *parameter*.

### Array

En array är en samling av variabler som identifieras av ett index. I BASIC har arrayen själv ett namn som följer reglerna för variabelnamn, där varje element identifieras av ett 0-baserat index som anges inom parentes, till exempel A(31). Ordet *vektor* kan användas synonymt med array.

### Binär logik

Binär logik är logik som är tvåställig i betydelsen att ett uttryck antingen är sant eller falskt, precis som en bit.

### Binära talsystemet

Det binära talsystemet använder endast två tecken för att beskriva ett tal, till skillnad från det decimala talsystemet som använder tio eller det hexadecimala som använder sexton. Det innebär att de fem första talen (noll till fyra) skrivs 0, 1, 10, 11 och 100.

## Bit

En bit är ett tal mellan 0 och 1. Åtta bitar utgör en byte. Det binära talsystemet utgörs av bitar, från engelskans "binary digits".

## Bitvis

En bitvis operator agerar på värdets bitmönster, bestående av 0 eller 1. och kan därför användas i binär aritmetik. Som exempel är  $2 \text{ OR } 4$  lika med 6, eftersom  $00000010 \text{ OR } 00000100$  är lika med  $00000110$ . De binära bitvisa operatoreerna är AND och OR, den unära är NOT.

## Bitmaskning

Med bitmaskning avses metoder att läsa av individuella bitar i en byte, eller skriva till en eller flera bitar utan att påverka andra bitar. Bitmaskning måste behärskas av den som vill kunna sätta eller läsa av flaggor, som t.ex. vilken sprite som ska vara synlig.

## Blitter

Ett chip som hanterar blitter ansvarar för snabb manipulering av data i RAM, vilket möjliggör rörlig datorgrafik.

## Booleskt värde

Ett booleskt värde är ett värde som antingen är sant eller falskt. I Commodore BASIC 2.0 second release representeras 0 som falskt och icke-0 som sant vid test. Som testresultat är 0 falskt och -1 sant. Vid bit-operationer är 0 falskt och 1 sant.

## Border

Ramen runt den yta som VIC-20 och Commodore 64 kan visa text och högupplöst grafik på benämns som *border*. Borderfärgen är ramens färg, medan bakgrundsfärgen avser färgen på ytan med text och grafik.

## Byte

En byte är den minsta enheten med en egen adress. En byte består av åtta bitar (eller två nibbles), vilket innebär att en byte kan befinna sig i ett av 256 olika tillstånd, till exempel ett tal mellan 0 och 255.

## Call stack

Varje hopp som görs med GOSUB lagras i datorns *call stack*, som är ett slags lista över vilka rader som anropats med GOSUB. När kommandot RETURN

påträffas, plockas ett hopp från datorns call stack, och exekveringen fortsätter på raden efter. Både VIC-20 och Commodore 64 har avsatt 256 bytes för sin call stack, och klarar att hålla programhopp i 23 led i minnet.

## Datatyp

Din Commodore-dator kan endast lagra ettor och nollor, vilket representerar talet 0 eller talet 1. Dessa kallas bitar och är alltid grupperade om 8. Åtta bitar utgör en byte, och antalet tal som kan beskrivas med åtta bitar (en byte) är 256 (0-255). De individuella bitarna saknar minnesadress, men varje byte (åtta bitar) har var sin minnesadress. Så snart man vill läsa något annat än individuella tal mellan 0 och 255 (åtta bitar) måste man veta hur olika bytes ska kombineras. En datatyp är en konfiguration av kombinationer av bytes. till exempel består talet 16961 av en kombination av två bytes, nämligen 65 och 66 ( $66 * 256 + 65 = 16961$ ), medan textsträngen AB också består av samma kombination av bytes. Om man vet vilken datatyp man hanterar, kan man avkoda informationen korrekt.

## DOS

DOS står för *Disk Operating System* och med DOS avser operativsystem kapabla att serva användaren i användandet av skivminnen som sekundärminne. Commodore-maskinerna erbjuder BASIC-tolken som användarens gränssnitt för att använda skivminnen (floppydisk), och den diskdrive som är inkopplad till enheten, erbjuder ytterligare kommandon som kan skickas till enheten för utförande. Exakt vilka kommandon som står till förfogande beror på vilken modell av diskdrive som är inkopplad till datorn. Några modeller som kan förekomma är 1540, 1541 som normalt såldes till VIC-20 och Commodore 64, 1541 II, den externa 1571 och den interna 1571 som normalt såldes till Commodore 128 respektive 128D. Denna bok tar avstamp i modell 1541.

## Envelope

Engelsk term för ADSR (sida 55).

## Fysisk fil

En *fysisk fil* är, till skillnad från en *logisk fil*, en faktisk fil som finns lagrad på floppydisk eller på kassetband. En fysisk fil har ett namn och en startadress eller en (förhoppningsvis) specifik struktur.

## Grafikläge

En Commodore-maskin har olika grafiklägen som anger vad som kan visas på skärmen. I textläget (som används vid uppstart) kan VIC-20 visa text i 22 rader med 23 kolumner eller 25 rader och 40 kolumner för Commodore 64. I bitmapsläge hanterar man i stället individuella pixlar i två olika upplösningar, där flerfärgsläget har hälften så många individuella pixlar på skärmen som är möjligt i enfärgsläget (eller det högupplösta läget).

- Commodore 64, enfärgsläget: 320×200 pixlar
- Commodore 64, flerfärgsläget: 160×200 pixlar
- VIC-20, enfärgsläget: 176×184 pixlar
- VIC-20, flerfärgsläget: 88×184 pixlar

## Hard reset

En *hard reset* innebär att datorn återställs och att hela datorns minne (BASIC-program och övrig data) raderas. Jämför med *soft reset*.

## Hexadecimala talsystemet

Det hexadecimala talsystemet använder hela sexton olika tecken för att beskriva ett tal, till skillnad från det decimala talsystemet som använder tio eller det binära talsystemet som använder två. Det innebär att de tjugo första talen (noll till nitton) skrivs 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F, 10, 11, 12 och 13.

## Interrupten

*Interrupten* är en funktion för multitasking som finns inbyggd i VIC-20 och Commodore 64. Huvudprocessorn kan, med jämna mellanrum, släppa in andra uppgifter, vilket liknar det som idag kallas *time slicing*.

## I/O

I/O är en förkortning av input/output och avser operationer som läser eller skriver från/till externa enheter som till exempel tangentbord, printer, skärm eller floppydisk.

## Jiffy

Vad en *jiffy* (flera *jiffies*) är varierar från plattform till plattform, men i Commodore BASIC 2.0 second release är en jiffy en sextiondels sekund. En jiffy är alltså 1/60 sekunder och 60 jiffies är en sekund. En mer samtida godtycklig tidsenhet är en *tick*, som ofta är kortare, till exempel en tusendels sekund.

## Joystick

En joystick (styrspak) är en populär enhet för att styra spel. Commodore 128 (och Commodore 64) kan hantera två joysticks samtidigt, vilket innebär att spel där två spelare samarbetar eller tävlar är möjliga. Både i standardutförande och i D-modell återfinns styrportarna till höger.



*Figur 5: Commodores Atari-kompatibla joystick (styrspak) för VIC-20, Commodore 64/128 och Amiga.*

## Kilobyte

En *kilobyte* (kort *K*) är 1024 bytes. 16 K betyder således 16 kilobytes eller 16384 bytes.

## Konsol

Konsolen (textkonsolen) är gränssnittet mellan användaren och datorn som användaren använder genom datorns tangentbord. Man känner igen konsolen på den blinkande markören.

## Ljuspenna

En ljuspenna är en enhet man kopplar till datorn och håller mot skärmen för att ange en position. Med korrekt mjukvara kan man använda en ljuspenna för att rita, ungefär som man även med korrekt mjukvara kan använda musen till detsamma. Ljuspennan rapporterar till datorn när skärmens elektronstråle träffar den, och därmed kan datorn räkna ut var på skärmen ljuspennan pekar.

**"I turned my TV into a video drawing board with my computer and a Tech-Sketch Light Pen."**



"It was so easy. My Daddy bought me a Tech-Sketch Light Pen with its free Paint-N-Sketch™ program and instruction book . . . all for only \$39.95. In just a few minutes I was drawing all kinds of pictures and in colors too!"

It's true. Now you can make your Atari, Commodore 64 or Apple home computer come alive without the keyboard using applicable software. Plug a Tech-Sketch Light Pen into the joystick port, touch the pen to the screen and draw pictures the natural way.

**Tech-Sketch Light Pen LP-10S plus  
FREE Paint-N-Sketch Level I  
Program and Instruction Book only \$39.95.**

**Paint-N-Sketch Level II**

Figur 6: Reklam för ljuspennan Paint-N-Sketch Level II.

## Loader

En *loader* är ett program som laddar in ett program i minnet. I Commodore-världen är detta typiska exempel:

- Ett dataspel som ska laddas från kassett. Första programmet har till uppgift att visa en pausbild på skärmen, medan det hämtar in huvudprogrammet från kassettbandet.
- Ett BASIC-program som skriver ett maskinkodsprogram till minnet, som visas i avsnittet om DATA.

## Logisk fil

Normalt är en fil ett stycke namngivet data på floppydisk, men en *logisk fil* kan vara precis vad som helst som kan läsas från eller skrivas till *som om* det vore en fil på en floppydisk. Förutom olika typer av filer, kan en logisk fil vara en kanal till en skrivare.

## Markör

Textmarkören anger var nästa tecken från tangentbordet kommer att hamna. Markören illustreras som en blinkande rektangel.

## Multitasking

Multitasking innebär att två program körs samtidigt. Det kan till exempel vara ett maskinkodsprogram som körs samtidigt som ett BASIC-program. När man programmerar en Commodore-maskin pratar man om *interrupten*, som lite slarvigt är en svensk bestämd form av engelskans *interrupt*, vilket i sammanhanget närmast kan liknas med *att bryta in*. I enkelhet kan man tänka att datorn är utrustad timers som med jämna mellanrum kan exekvera din maskinkod. Det innebär att flera maskinkodsrutiner, och även någon BASIC-rutin, kan exekvera simultant. Detta sker på bekostnad av prestandan.

## Operand

En *operand* är ett värde i en ekvation. I följande exempel är 1 och 2 operander, medan + är *operator*:

$X = 1 + 2$

## Operator

En *operator* är symbol eller en funktion i en matematisk operation. I följande exempel är + operator medan 1 och 2 är *operander*:

$X = 1 + 2$

## Paddel

xxxxxxxxx

## PAL

PAL, Phase Alternate Line, är en standard för analog färg-tv som primärt används i Europa. I Amerika används NTSC och i Asien används SECAM.

## Parameter

Data som skickas till (till exempel) en funktion för att påverka dess funktionalitet. En parameter är samma sak som ett *argument*.

## Pekare

Pekare är inget som BASIC har stöd för, men man kommer ofta i kontakt med pekare när man använder datorns inbyggda funktioner. En minnesadress som syftar till att hålla reda på en minnesadress är en pekare. Olika pekare används på olika sätt. Ett par exempel som specifikt gäller Commodore 64: Adress 785-786 ett 16-bitarstal som är den exakta adressen för funktionen `USR`, medan på adress 2048 talar om var i minnet bilddata för den åttonde spriten på ligger, om man multiplicerar värdet med 64.

## PETSCII

PETSCII (PET Standard Code of Information Interchange) är namnet på teckentabellen som används av bland andra VIC-20 och Commodore 64. PETSCII är Commodores version av ASCII, och teckentabellen är uppkallad efter den första datorn som använde den, Commodore PET (år 1977).

## Pixel

Bilden som visas på skärmen består av punkter av olika färger, i en matris. Varje punkt (egentligen *bildelement*) som utgör bilden, kallas för *pixel*.

## Primärminne

Primärminnet är datorns arbetsminne (datorns RAM-minne).

## Pseudografik

Pseudografik är textbaserad grafik som syftar till att se ut som högupplöst rastergrafik. På din Commodore-dator finns massor av tecken framtagna för att kunna passa till pseudografik. Se kapitlet om text för mer information.

## Radnummer

BASIC-program på Commodore 128 använder tal för att hålla reda på vilket kommando som ska utföras i vilken ordning, och framför allt, vilka kommandon som ingår i ett program, genom att numrera programsatserna.

## RAM

RAM står för *random access memory* och ordet avser minne som man kan skriva till eller läsa av i valfri ordning – man kan ange värdets minnesadress. I boken menas *datorns primärminne* eller *arbetsminne*.



## Ren funktion

En *ren funktion* agerar endast på inkommande data och ger ett svar utifrån det, utan att läsa från annat minne eller skriva till ett annat minne. Ett sådant exempel är `SQR` som ger roten av ett tal (beskrivs i boken Commodore BASIC 2.0 second release) eller funktionen `ERR$` som beskrivs appendix A om felsökning.

## Reset

En *reset* återställer datorn, vilket innebär att BASIC-program går förlorat. Se *hard reset* och *soft reset*.

## ROM

ROM står för *read only memory* (minne som endast kan läsas, inte skrivas) och avser datorminne som beskriver datorns inbyggda funktioner.

## Sekundärminne

Sekundärminnet används, till skillnad från primärminnet, till långvarig lagring. Commodore använder antingen floppydisk eller datasette som sekundärminne.

## Sekventiell fil

Definitionsmässigt utgörs en sekventiell datafil innehåll av data i den ordningen den skrevs till filen. En konsekvens av detta är att filen måste läsas samma ordning som den skrevs. Detta är utmärkande för programfiler, textfiler och till exempel bildfiler.

## Soft reset

En *soft reset* innebär att datorn återställs och att datorns BASIC-minne raderas. Jämför med *hard reset*.

## Sprite

En *sprite* är en liten grafisk symbol som kan röra sig fritt på skärmen, utan att störa annan grafik. Commodore 64 kan visa åtta sprites men VIC-20 saknar sprites – vill man ha tillgång till sprites på VIC-20 så får man bygga en egen *sprite*-rutin. Se appendix E, som jämför VIC-20, Commodore 64 och Commodore 128 med varandra för mer information.

## Systemvariabel

En systemvariabel är en variabel som får sitt värde från systemet snarare än från datoranvändaren. En systemvariabel är inte en *användardefinierad* variabel. Vissa systemvariabler kan initieras eller uppdateras av användaren, andra systemvariabler är helt skrivskyddade, men alla uppdateras av systemet.

## Vektor

I BASIC används ordet *vektor* synonymt med ordet *array*. En array (eller en vektor) har ett antal element och varje element har ett värde.

APPENDIX C: EN JÄMFÖRELSE MELLAN COMMODORE 128,  
COMMODORE 64 OCH VIC-20

## Appendix C: En jämförelse mellan Commodore 128, Commodore 64 och VIC-20

Tabellen nedan visar specifikationerna för VIC-20, Commodore 64 (C64) och Commodore 128 (C128).

	VIC-20	C64	C128
Lanseringsår	1980	1982	1985
Programmeringsspråk	Commodore BASIC 2.0 second release	Commodore BASIC 2.0 second release	Commodore BASIC 7.0
Längsta programsats	88 tecken (4 rader)	80 tecken (2 rader)	160 tecken (4 rader i 40-kolumnsläge, 2 rader i 80-kolumnsläge)
Operativsystem <sup>10</sup>	-	GEOS (tillval)	GEOS (tillval), CP/M 3.0
Huvudprocessor	MOS 6502	MOS 6510	MOS 8502, Z80B
Klockfrekvens <sup>11</sup>	1,1 MHz	0,99 MHz	1-2 MHz, 4 MHz
ROM	20 KB	20 KB	72 KB
RAM	5 KB	64 KB	128 KB
Expansionsmöjlighet RAM	32 KB <sup>12</sup>	320 KB	512 KB
Text	22×23	40×25	40×25, 80×25
Skärmupplösning	176×184 plus border	320×200 plus border	320×200 plus border, 640×200
Monokrom grafik	176×184	320×200	320×200
Flerfärgsgrafik	88×184	160×200	160×200
Videoutgång	Analog (A/V)	Analog (RF, A/V)	Analog (RF, A/V)/Digital (RGBI)
Ljud	Tre fyrkantsvågor och ett brusljud, tre kanaler	Konfigurerbar fyrkantsvåg, triangelvåg, sinusvåg, brus, filter, med mera. Tre kanaler	Konfigurerbar fyrkantsvåg, triangelvåg, sinusvåg, brus, filter, med mera. Tre kanaler
Maskinkodsmonitor	-	-	Ja
Sprites	-	8	8
Sprite-editor	-	-	Ja

<sup>10</sup> Utöver BASIC.

<sup>11</sup> Processorns hastighet är aningen olika för PAL-anpassade datorer och NTSC-anpassade datorer. För Commodore 128 gäller 4 MHz när Z80B-processorn används.

<sup>12</sup> Bryter kompatibiliteten.

## APPENDIX D: MASKINKOD

## **Appendix D: Maskinkod**

XXX

## INDEX

# Index

- 16-bitarstal, 36
- 40/80 display, 40
- 40-kolumnsläge, 40
- 80-kolumnsläge, 40
- adress, 55
- ADSR, 28
- användardefinierad variabel, 55
- argument, 55
- array, 55
- AUTO, 11
- BANK, 14
- BEGIN, 17
- BEND, 17
- bildelement, 62
- binär logik, 55
- binära talsystemet, 55
- bit, 56
- bitmaskning, 56
- bitvis, 56
- blitter, 10
- booleskt värde, 56
- border, 56, 66
- byte, 56
- call stack, 56
- CATALOG, 44
- CLR, 51
- COLOR, 40
- Commodore 128, 66
- Commodore 64, 66
- DATA, 60
- datatyp, 57
- debugging, 8
- direct mode only, 13
- DIRECTORY, 44
- DOS, 57
- EL, 51
- ELSE, 16
- envelope, 57
- ER, 51
- FAST, 18
- felkod, 52
- FETCH, 14
- floppydisk, 43
- formatering, 43
- fysisk fil, 57
- GO64, 47
- grafikläge, 58
- hard reset, 58, 63
- HEADER, 43
- hexadecimala talsystemet, 58
- I/O, 58
- IF, 16
- interrupten, 58, 61
- iteration, 17
- jiffy, 58
- joystick, 59
- K, 59
- kilobyte, 59
- konsol, 59
- line number too large, 13
- ljudstyrka, 31
- ljuspenna, 59
- loader, 60
- logisk fil, 60
- markör, 61
- Microsoft BASIC, 40
- minnesadress, 55
- multitasking, 61
- NEW, 51
- operand, 61
- operator, 61
- PAL, 61
- parameter, 61
- Pekare, 62
- PETSCII, 62
- pixel, 62
- POINTER, 14
- prestanda, 18



primärminne, 62  
pseudografik, 62  
pulsbredd, 30  
pulserande grönt ljus, 43  
radnummer, 11, 62  
RAM, 62  
random access memory, 62  
ren funktion, 63  
rensa textskärmen, 19  
RENUMBER, 12  
reset, 63  
ROM, 63  
RUN, 51  
SCNCLR, 19  
sekundärminne, 63  
sekventiell fil, 63  
SLEEP, 19  
SLOW, 18  
soft reset, 63

SOUND, 27  
sprite, 63  
STASH, 14  
string too long, 43  
styrspak, 59  
SWAP, 14  
SwiftCalc, 40  
systemvariabel, 64  
textkonsol, 59  
textmarkör, 61  
Turbo Pascal, 40  
unresolved reference, 13  
VAL, 21  
vektor, 64  
VIC-20, 66  
VOL, 31  
vågform, 29  
växla 40- och 80-kolumn, 41

## BILDER

## Bilder

Figur 1: Tangentbordslayout på Commodore 128. Foto: Evan Amos .....	4
Figur 2: Språkets utveckling.....	6
Figur 3: AUTO erbjuder automatisk inskrivning av radnummer.....	11
Figur 4: Tom diskett.....	44
Figur 5: Commodores Atari-kompatibla joystick (styrspak) för VIC-20, Commodore 64/128 och Amiga. ....	59
Figur 6: Reklam för ljuspennan Paint-N-Sketch Level II. ....	60
Figur 7: Om detta uppstår befinner du dig i maskinkodsmonitorn. Skriv X för att återgå till BASIC så att du kan skriva kommandot igen. ....	74

## Erkännanden

Omslagsbilden föreställande en Commodore 128 är fotograferad av Evan Amos (CC BY-SA 3.0). Bilden används även för att visa datorns tangentbordslayout på sida 4.

## Buggar

Om du startar din Commodore 128 i dess normala BASIC-läge och skriver `PRINT""+-1` kan din dator reagera märkligt. Hamnar du i maskinkodsmonitorn, skriv `x` för att avsluta. Upprepar du detta kommando totalt fyra gånger så har datorn låst sig helt.



*Figur 7: Om detta uppstår befinner du dig i maskinkodsmonitorn. Skriv X för att återgå till BASIC så att du kan skriva kommandot igen.*

## Böcker i denna serie

**Commodore BASIC 2.0 second release** (2021)

<https://ahesselbom.se/pages/commodorebasic20.html>

**Commodore BASIC 7.0 för Commodore 128** (2024)

<https://ahesselbom.se/pages/commodorebasic70.html>