



# Wichtige Rechnerarchitekturen

Teil 4

PDP-11, VAX-11



TM



## PDP-11

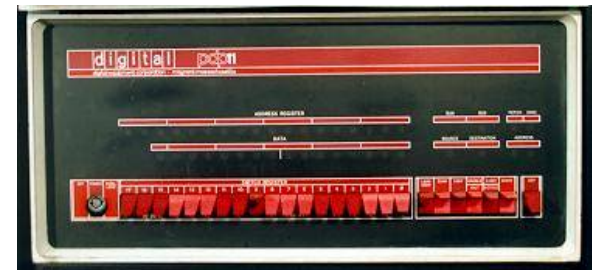
pdp11



- Einführung 1970 von DEC (Digital Equipment Corporation, Maynard Mass.),
- Produktion bis in die neunziger Jahre, heute noch etliche Maschinen in Gebrauch
- Name steht für "Programmed Data Processor"
- Nachfolger der populären PDP-8 (1965-1985, 12bit): erster "Minicomputer"; Kleinrechner ab 16.000\$
- Wortlänge 16 bit, prädestiniert für die direkte Steuerung technischer Anlagen (etwa im Ggs. zu /360 und CDC)
- Erstes Modell PDP-11/20: 4K Byte Speicher (maximal 64K)
- Seitenweise organisierter Speicher
- Rechner, für die das Betriebssystem Unix geschrieben wurde (zunächst PDP-7) -> "C" ist ein Abbild der Architektur der PDP-11
- [www.pdp11.org](http://www.pdp11.org) und <http://research.microsoft.com/users/GBell/Digital/PDP%2011%20Handbook%201969.pdf>

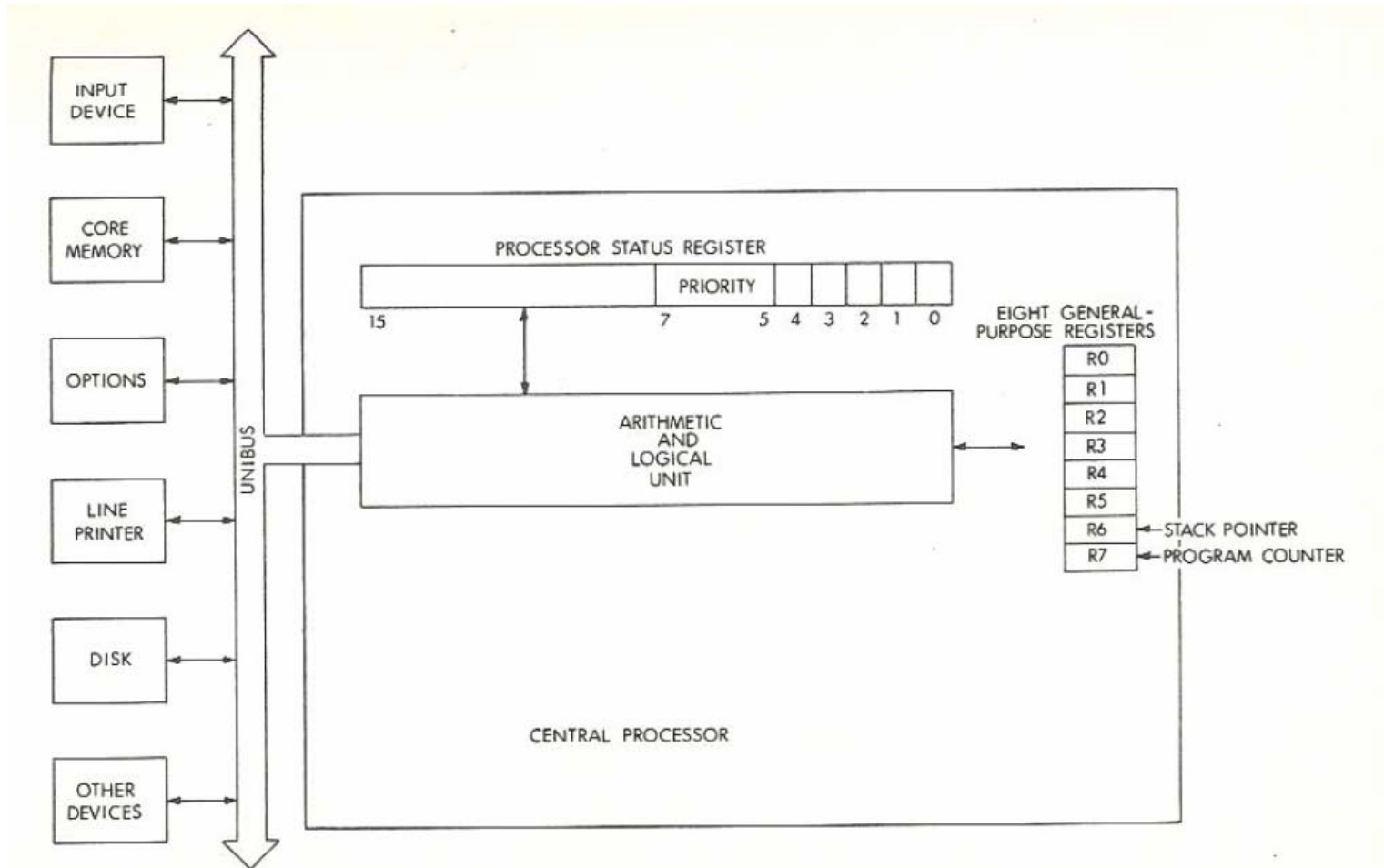


Ritchie und Thomson bei der Arbeit an der PDP-11, ca. 1970





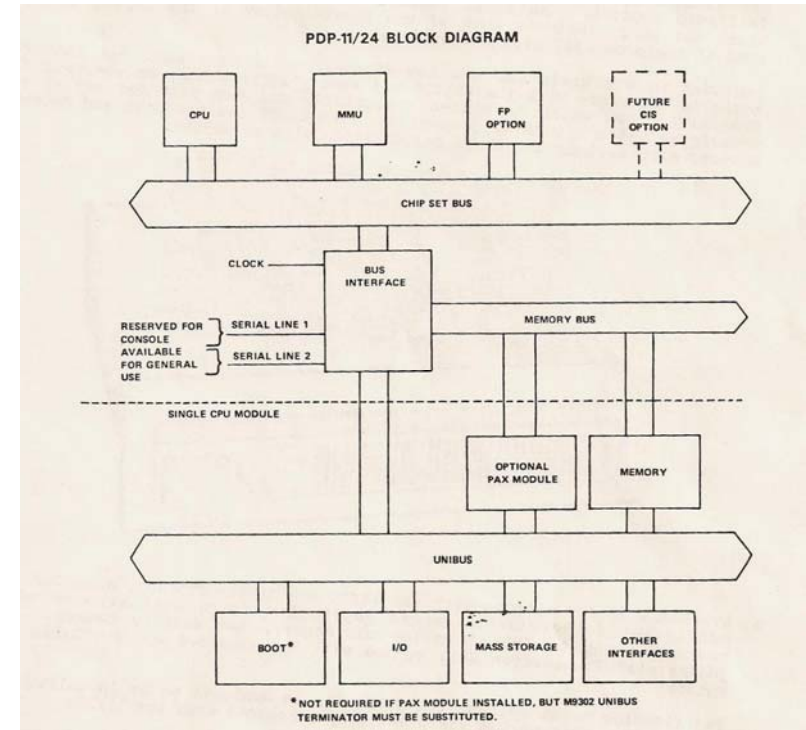
# PDP-11: Architektur





## PDP-11: Innovationen

- Universell nutzbare Register (8), auch Program Counter (PC) direkt modifizierbar
- Sehr vielseitige Adressierungsmodi, sehr systematischer und "orthogonaler" Befehlssatz: jede Instruktion mit jedem Adressiermodus kombinierbar (wo immer sinnvoll)
- Möglichkeit Wörter (16 Bit) und Bytes (8 Bit) zu adressieren
- Zeigergesteuerte Unterbrechungen (vectored interrupt)
- Mehrere Unterbrechungsebenen für priorisierte Unterbrechungsbehandlungen
- Unterbrechungs- und Unterprogrammbehandlung machen wiedereintrittsfesten Code (reentrant code) möglich
- Universales Bussystem für Speicher und Peripheriegeräte (keine getrennten Busse)
- Im Speicher abgebildete E/A Register (Memory-Mapped I/O), keine E/A-Befehle



```
.TITLE HELLO WORLD
.MCALL .TTYOUT, .EXIT
HELLO:: MOV #MSG, R1 ;STARTING ADDRESS OF STRING
1$: MOVB (R1)+, RO ;FETCH NEXT CHARACTER
BEQ DONE ;IF ZERO, EXIT LOOP
.TTYOUT ;OTHERWISE PRINT IT
BR 1$ ;REPEAT LOOP
DONE: .EXIT
MSG: .ASCIZ /Hello, world!/
.END HELLO
```

Macro-11 (Wikipedia)



## VAX11

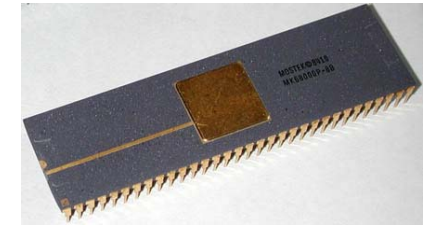
- PDP-11 war mit 16 bit Adreßraum für jeden Prozeß (auch nach Einführung von Speichermanagement und 22-bit Adressen) nach Aufkommen billiger Speicherchips nicht mehr konkurrenzfähig
- 1978 VAX-11: "Virtual Address eXtension" erstmals als Vax11/780 verkauft: Zusätzlich zu Paging und geschützten Speicher wird virtueller Speicher unterstützt
- Neue und extrem kleine 32-Bit Architektur: 32-bit Adreßraum für jeden Prozeß, 16 statt 8 Register
- Sehr umfangreicher großer Befehlssatz (CISC-Architektur) mit ausgefuchsten Adressierungsmodi
- Betriebssystem VMS (Virtual Memory System)
- Ausgehend von 11/780 Vielzahl unterschiedlichster Varianten: <http://www.netbsd.org/Documentation/Hardware/Machines/DEC/vax/sections.html>
- DEC gelang es nie, die gesamte Kundenbasis der PDP-11 auf die VAX zu ziehen, denn die PDP-11 hatte ein wesentlich besseres Echtzeitverhalten (bei Betriebssystem RT-11)
- Bislang unerreichte Skalierung: vom Großcomputer bis zum Schreibtischcomputer identische Programme lauffähig!



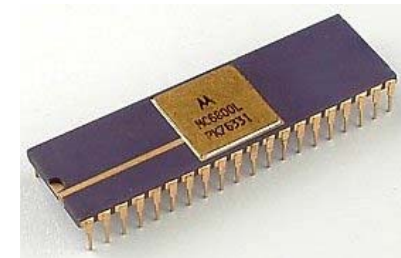


## Weitere durch PDP-11 inspirierte Rechner

- Mikroprozessor Motorola M68000 (1979):
  - doppelt so viele Universalregister (16) wie PDP-11
  - Befehlsstruktur und Syntax ähnlich wie PDP-11
  - Keine Kompatibilität zu 6800
  - Nachfolger: Motorola PowerPC
- Mikroprozessor Motorola M6800 (1975)
  - 8-Bit Rechner
  - 78 Instruktionen
  - 1-2 MHz Taktrate
  - 16 Bit Adressbus
  - Vater vieler Videospielprozessoren und Controller (68HC11)
- Mikroprozessor MOS Technology 6502 (1976)
  - Verbessertes, billigeres 6800 Design
  - Einbau in Apple-2 und Commodore-PET/64/VC-20/ ....
  - Mitte bis Ende der achtziger Jahre meistverkaufter Prozessor



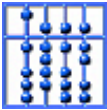
M68000



M6800



6502



## Betriebssystem VMS

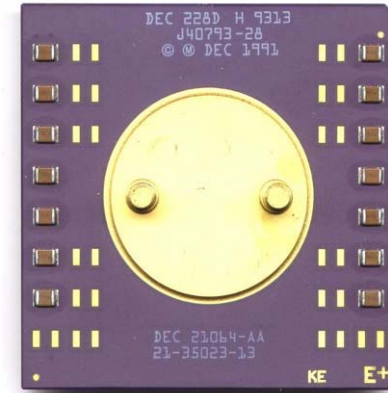
- 1978, Virtual Memory System
- Sehr fortschrittliches 32-Bit-Betriebssystem, UNIX in vielen Aspekten deutlich überlegen
- Multiuser- und Multitasking-fähig
- In Version 4 umfassende DECNET/Ethernet-Unterstützung
- Ab Version 5: Umgang mit graphischen Oberflächen (DEC war wesentlicher Sponsor für X-Window System)
- Windows NT/XP-Kern basiert auf VMS, der Projektleiter von Windows NT, David Cutler, war schon maßgeblich an der Entwicklung von VMS beteiligt
- als OpenVMS wird VMS weiterentwickelt  
<http://www.openvms.org/>





## DEC

- Gegründet 1957 von Kenneth. H. Olsen ; zunächst Produktion von Logikmodulen und anderen elektronischen Komponenten
- Durchbruch mit dem PDP-8
- Platzeinsparung war durch die Verwendung von integrierten Schaltkreisen möglich.
- 1970 PDP-11 und 1978 VAX-11
- In den 80er Jahren zweitgrößte Computerfirma der Welt nach IBM (über 100.000 Angestellte)
- DEC macht Ethernet populär
- Trend zu RISC-Architektur wird zu spät erkannt; weitere Fehlentscheidungen in der Produktpolitik führen zu starken Umsatzrückgängen Ende der 90er Jahre
- Entwicklung einer neuartigen CPU mit 64-Bit RISC-Architektur: der Alpha-Prozessor. Handoptimiertes Design, höchste Taktfrequenzen und mehrere technologische Durchbrüche
- Trotzdem kann sich Alpha-Prozessor nicht gegen intel-basierte PC-Server durchsetzen (obwohl bis 2004 die schnellsten Superrechner auf Alpha-basieren)
- 1998 wird DEC von Compaq übernommen
- 2002 wird Compaq von HP übernommen
- Alpha bis heute weiterentwickelt: HP Roadmap (bis mindestens 2011)
- VMS wird ebenfalls weitergepflegt
- Insgesamt war DEC eines der innovativsten/technologiegetriebenen Unternehmen der Computer-Branche (DEC VT 100, Ethernet, AltaVista, X-Window, ....)



Alpha-Chip

