

P8000 – ein universelles 16-Bit-Mikrorechnerentwicklungssystem

Dr. Ludwig Claßen
Zentrum für Forschung
und Technologie,
Kombinat VEB Elektro-Apparate-Werke
Berlin-Treptow

0. Einleitung

Das aus einem 8-Bit- und einem 16-Bit-Mikrorechner bestehende P8000 ist ein universell einsetzbares Programmier- und Entwicklungssystem für Multi-User-/Multi-Task-Anwendungen aus dem Kombinat VEB Elektro-Apparate Werke Berlin-Treptow. Die Leistungsfähigkeit jedes Mikrocomputers wird wesentlich durch sein Betriebssystem bestimmt; auf dem P8000 sind, um eine große Anzahl von Anwendungsgebieten zu erschließen, vier Betriebssysteme implementiert:

WEGA	(kompatibel UNIX)
UDOS	(kompatibel RIO)
OS/M	(kompatibel CP/M)
IS/M	(kompatibel ISIS II)

Auf dem 16-Bit-Mikrorechner teil des P8000 läuft das Mehrbenutzer-Betriebssystem WEGA. Es stellt sowohl hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit als auch seiner Anwendungsbreite eine neue Qualität gegenüber bisher bekannten Betriebssystemen für 8-Bit-Mikrorechner dar.

Auf dem 8-Bit-Mikrorechner teil des P8000 sind, um die Aufwärtskompatibilität zu verfügbaren Softwaresystemen abzusichern, die Betriebssysteme

UDOS, OS/M und IS/M implementiert. Dadurch ist die Übernahme vorhandener erprobter Softwarelösungen auf das P8000 problemlos möglich.

Das P8000 bietet durch seine Ausstattung dem Anwender ein breites Spektrum an Softwarearbeitsmöglichkeiten, das für vielfältige Problemlösungen eingesetzt werden kann. Schwerpunkt der vorliegenden Realisierungsversion des P8000-Softwaresystems ist die Unterstützung der Softwareentwicklung für die Mikroprozessorfamilien

- U881/882
Einchipmikrorechner
- U880
8-Bit-Mikroprozessorsystem
- U8001/8002
16-Bit-Mikroprozessorsystem
- K 1810 WM 86
16-Bit-Mikroprozessorsystem.

Die Einbindung weiterer Mikroprozessorsysteme in das P8000-Entwicklungssystemkonzept ist möglich.

Für Echtzeitaufgaben in Anwendersystemen mit den 16-Bit-Mikroprozessoren U8001/U8002 wird zusätzlich das hocheffektive Real-Time-Betriebssystem IRTS 8000 (Kernel, Monitor, Debugger, Handler usw.) und das zugehörige – auf dem P8000 lauffähige – automatische Generierungssystem ICL 8000 bereitgestellt.

1. Hardwarekonfiguration

Das Gerätesystem P8000 besteht aus mehreren aufeinander abgestimmten Hardwareteilkomponenten /1/, die, abhängig vom jeweiligen Einsatzfall, in verschiedener Weise miteinander konfiguriert werden können (Bild 2):

- *P8000-Grundgerät* mit 8- und 16-Bit-Mikrocomputerzentraleinheit, mit bis zu 1 MByte Hauptspeicher und mit zwei Floppy-Disk-Laufwerken (5 1/4 Zoll)
- *P8000-Terminalarbeitsplatz* mit alphanumerischem Zeichenvorrat und V.24-Interface
- *P8000-EPROM-Programmiermodul* für EPROM-Schaltkreise der Typen 2700, 2716, 2732 und 2764 (EPROM – erasable programmable read only memory).
- *P8000-Hard-Disk-Beistellgerät* (5 1/4-Zoll-Winchesterlaufwerk) mit ST506-Anschlußsteuerung für Parallelinterface

- *P8000-Emulatorsystem* für den Einchipmikrorechner U881/U882.

Neben diesen, speziell für das Gerätesystem P8000 vorgesehenen, Hardwarekomponenten können in P8000-Konfigurationen auch beliebige Terminals, Drucker, Rechnerkoppeleinheiten, Grafikarbeitsplätze u. a. m. verwendet werden, die den beim P8000 gegebenen Hardware- und Software-Interfacebedingungen genügen. Die Zentraleinheit des P8000 ist in einem Kompaktgehäuse untergebracht (Abmessungen: 234 × 345 × 400 mm³). Eine Kartenbaugruppenaufnahme dient innerhalb des P8000-Grundgerätes zur mechanischen Fixierung von zwei miteinander verbundenen Einzelleiterplatten mit dem 8- und 16-Bit-Mikrorechner teil. Auf der Leiterplatte des 16-Bit-Mikrorechner teils befinden sich fünf 64polige Steckverbinder, die zur Aufnahme von Speicherbaugruppen mit 64-KBit-DRAM-Speicherschaltkreisen dienen. Auf jeder dieser einzeln steckbaren Speicherbaugruppen ist ein 256-KByte-DRAM-Speicherbereich mit Paritätsfehlerüberwachung untergebracht (DRAM – dynamic random access memory). Die nicht mit Speicherbaugruppen belegten 64poligen Steckverbinder auf dem 16-Bit-Mikrorechner teil können zur Aufnahme zusätzlicher Ein-/Ausgabenerweiterungsbaugruppen genutzt werden. Neben den Elektronikbaugruppen befinden sich im P8000-Grundgerät zwei 5 1/4-Zoll-Floppy-Disk-Laufwerke und eine kompakte Stromversorgungseinheit.

Das P8000-Grundgerät ist standardmäßig mit acht seriellen und zwei parallelen Interfaceschnittstellen (16 Bit) ausgestattet, die zur Ankopplung von Terminalarbeitsplätzen, Hard-Disk-Beistellgeräten, Druckern, In-Circuit-Emulatoren, EPROM-Programmiermodulen, Rechnerkoppeleinheiten u. a. m. dienen können. Im einzelnen hat das P8000-Grundgerät folgende Hardwaremerkmale (Bild 3; siehe auch /1/):

- *8-Bit-Mikrorechner teil* auf Basis UA880 (4 MHz) mit
– 2 Fassungen für EPROM-Schaltkreise der Typen 2716, 2732 oder 2764 (4, 8 oder 16 KByte)
– 8 64-KBit-DRAM-Schaltkreisen U264 (64 KByte)

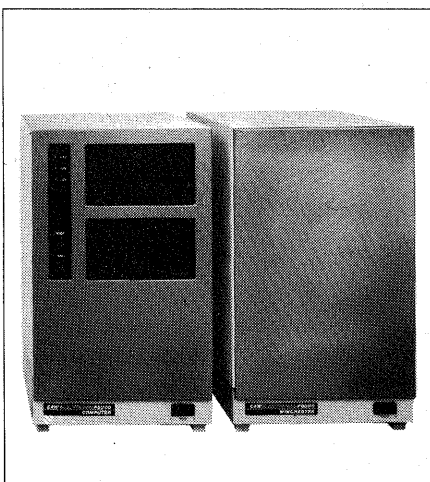


Bild 1 Programmier- und Entwicklungssystem
P8000 Foto: DEWAG – Weber

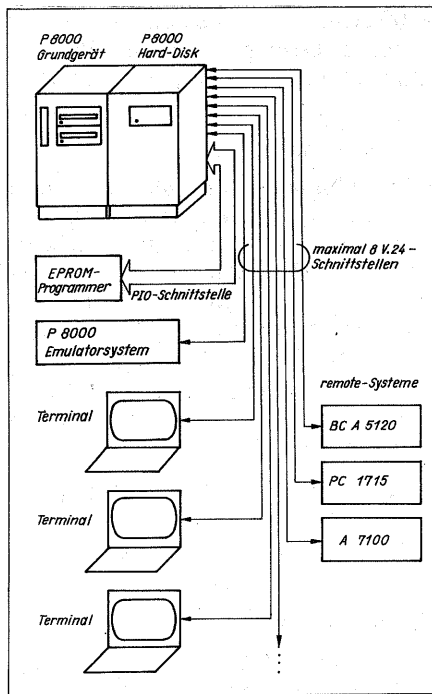


Bild 2 Hardwarestruktur einer P8000-Konfiguration

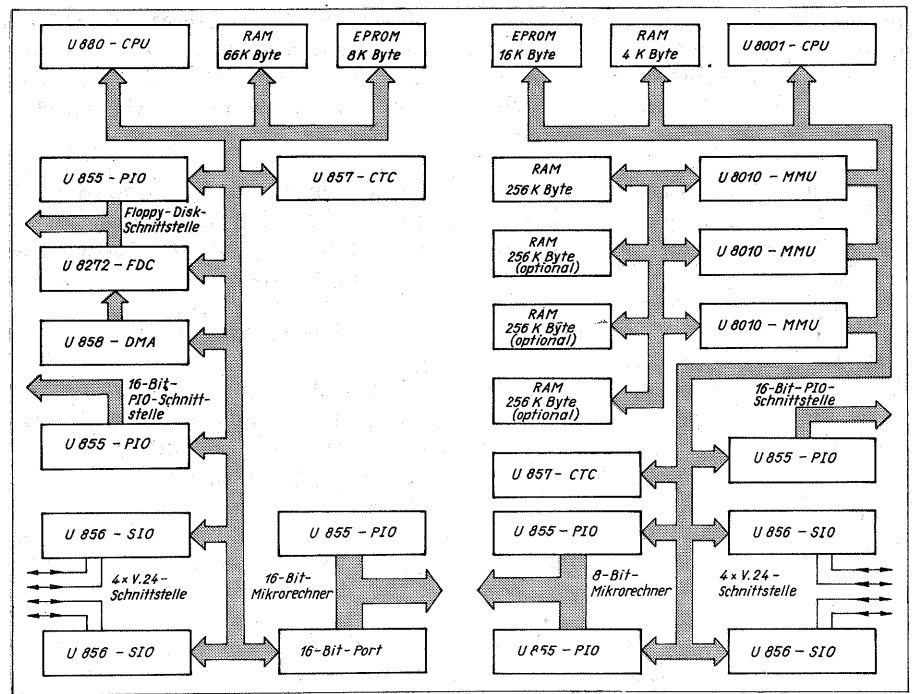


Bild 3 Hardwarestruktur des P8000-Grundgerätes

- 4 1K x 4-SRAM-Schaltkreise U214 (2 KByte)
- 2 UA856-SIO für vier serielle Schnittstellen (4 x V.24/IFSS, speziell für Terminal- und Druckeranschluß)
- 1 UA855-PIO für zwei 8-Bit-Parallelschnittstellen (speziell für EPROM-Programmiermodulanschluß)
- 1 UA858-DMA für direkten Speicherzugriff
- 1 U8272-FDC für Floppy-Disk-Anschluß (5 1/4 und 8 Zoll, FM- oder MFM-Aufzeichnungsverfahren (FM single density, MFM double density))

■ **16-Bit-Mikrorechner** auf Basis UB8001 (4 MHz) mit

- 4 Fassungen für EPROM-Schaltkreise der Typen 2716, 2732 oder 2764 (8, 16 oder 32 KByte)
- 4 1K x 4-SRAM-Schaltkreise U214 (2 KByte)
- 3 UB8010-MMU für Speicherverwaltungsaufgaben
- 2 UA856-SIO für vier serielle Schnittstellen (4 x V.24 oder 2 x V.24 und 2 x IFSS, speziell für Terminal- und Druckeranschluß)
- 1 UA855-PIO für zwei 8-Bit-Parallelschnittstellen (speziell für Hard-Disk-Anschluß)
- 5 Steckverbinder für Speicher- und Ein-/Ausgabeerweiterungskarten (insgesamt bis zu 1 MByte)

■ **Speichererweiterungskarten** mit je 38 64-KBit-DRAM-Schaltkreisen U264 (256 KByte) mit Paritätsfehlerkontrolle

■ zwei in das P8000-Grundgerät integrierte 5 1/4-Zoll-Floppy-Disk-Lauf-

werke (80 Spuren/FM oder MFM) und Anschlußmöglichkeit für Floppy-Disk-Beistellgerät mit zwei Laufwerken 5 1/4 Zoll (FM und MFM) oder zwei Laufwerken 8 Zoll (FM und MFM). Die Kommunikation zwischen dem 8- und 16-Bit-Mikrorechner läuft über einen speziellen 32-Bit-Parallelschnittstellenbus mit begleitenden Handshake-Steuersignalleitungen. Am P8000-Grundgerät befinden sich neben dem Netzschalter lediglich zwei Bedienelemente, die Taste RESET (Hardware-Reset) und die Taste NMI (NMI-Interrupt).

2. Firmwarekomponenten

Die Softwareteile, die fest und unveränderlich in den EPROM-Speicherbauelementen des P8000-Gerätesystems abgelegt wurden, werden als P8000-Firmware bezeichnet. EPROM-Speicherbauelemente mit Firmware befinden sich im P8000-Grundgerät, im P8000-Terminalarbeitsplatz, im P8000-Hard-Disk-Beistellgerät und im P8000-In-Circuit-Emulator. Der P8000-EPROM-Programmiermodul arbeitet ohne eigene EPROM-Firmware. Die im P8000-Grundgerät befindlichen EPROM-Speicherbauelemente umfassen, abhängig vom Bauelementtyp, auf dem 8-Bit-Mikrorechner einen Speicherbereich von 4, 8 oder 16 KByte und auf dem 16-Bit-Mikrorechner einen Speicherbereich von 8, 16 oder 32 KByte. Im einzelnen enthalten sie die Firm-

warekomponenten Hardwareeigentest, U880/U8001-Softwaremonitor, 8-/16-Bit-Mikrorechnerkommunikation und Betriebssystem-Anfangslader.

3. Betriebssystem des Gerätesystems P8000

3.1. Betriebssystem WEGA

Das Betriebssystem WEGA ist für die unterschiedlichsten Einsatzfälle konzipiert. Es ist ein Mehrbenutzer-Betriebssystem (Multi-User) mit Multitask-Eigenschaften, bei dem jeder Teilnehmer mehrere Prozesse (Programme) gleichzeitig bearbeiten lassen kann. Insgesamt sind bei der WEGA-Implementierung auf dem P8000-Grundgerät bis zu acht quasisimultan an einer Zentraleinheit arbeitende Nutzer zulässig. Jeder Nutzer ist über einen Terminalarbeitsplatz mit dem P8000-Grundgerät verbunden. WEGA ist kompatibel zum UNIX, System III. Es enthält alle Standardmerkmale dieses Betriebssystems, wie hierarchisches Dateiverwaltungssystem, Ein-/Ausgaberedirektion, Pipe- und Filterverarbeitungsmöglichkeiten, Shell-Kommandointerpreter, C-Sprachbasis usw. Auf Quellcodeebene ist WEGA mit den an UNIX angelehnten Betriebssystemen PSU (ESER), MUTOS (SM 4, K 1600) und zur MUTOS-8000-Implementierung auf dem Bürocomputer A 5120.16 kompatibel. Die Nutzung des Betriebssystems WEGA setzt ein an das P8000-Grundgerät über ein PIO-Inter-

face anschließbares Hard-Disk-Beistellgerät (5¹/₄-Zoll-Winchester-Hard-Disk) von minimal 10 MByte voraus. Die maximale Größe des externen Speichermediums ist nahezu unbegrenzt. Als Backup-Medium für den externen Festplatten-Massendatenspeicher werden die im P8000-Grundgerät eingebauten 5¹/₄-Zoll-Floppy-Disk-Laufwerke verwendet. UNIX ist international ein Standardbetriebssystem für 16-/32-Bit-Mikrorechner /2...5/. Es wird auf unterschiedlichsten Rechnern, vom Mikro- über Klein- bis zu den Großrechnern, vom Arbeitsplatzcomputer über CAD/CAM-Systeme bis zu EDV-Anlagen, eingesetzt. Entsprechend umfangreich ist die verfügbare Software. Das P8000-Softwaresystem ist in der vorliegenden Realisierungsversion primär vorgesehen als Entwicklungssystem zur Programmierung für verschiedene Mikroprozessorfamilien und als Zentralgerät zum Anschluß des P8000-Emulators.

Das P8000 ist darüber hinaus aber auch sofort ohne Zusatz oder Änderung einsetzbar für

- Aufgaben bei der Rationalisierung und Automatisierung der Büro- und Verwaltungsarbeit
- Basiskonfigurationen beim Aufbau von komplexen, allen Anforderungen entsprechenden Datenbanksystemen
- Textverarbeitungsaufgaben bis hin zur Aufbereitung von Texten für den Lichtsatz
- Zentralrechnersysteme, die dezentrale Echtzeitsteuer- und -regelsysteme überwachen und Dateiarbeit ausführen können
- Rechnerkopplungen des P8000-Grundgerätes mit gleichartigen oder mit unterschiedlichen Rechnern, wie Bürocomputern und Kleinrechnern sowie für Kopplungen des P8000-Grundgerätes über ein Modem an ein Datennetz
- Unterstützungsaufgaben bei der Entwicklung von Compilern für spezielle Sprachen (Fachsprachen der Meß-, Steuer- und Regelungstechnik, spezielle Prüfautomatensprachen usw.) durch Compiler-Entwicklungssoftware und für vieles andere mehr.

3.1.1. Struktur des Betriebs-systems WEGA

Das WEGA-Softwaresystem des P8000 besteht aus folgenden Komponenten:

- Anfangsladerprogramm und Stand-alone-Programme, die unter Steuerung des Anfangsladers arbeiten
- WEGA-Betriebssystemkern
- System-, Dienst- und Anwenderprogramme, die unter Steuerung des Betriebssystems WEGA arbeiten.

Nach dem Netzeinschalten und nach jedem Hardware-RESET ist die Soft-

ware im EPROM-Firmwarespeicher des P8000 aktiv. In ihr sind Debug-Funktionen des U880-/U8001-Softwaremonitors für die maschinennahe Softwarefehlersuche, ein Hardwareeigentestprogramm, Programme zur Abwicklung der Kommunikation zwischen 8- und 16-Bit-Mikrorechnern im P8000 sowie ein Programm zur automatischen Initialisierung des WEGA-Anfangsladers enthalten.

Der Ladeprozeß von WEGA erfolgt grundsätzlich von der Festplatte. Über die im P8000-Grundgerät eingebauten Floppy-Disk-Laufwerke kann die Festplatte bei Bedarf mit Hilfe der Stand-alone-Programme neu eingerichtet werden.

Das Betriebssystem WEGA kennt zwei Betriebsarten, den Single-User-Mode und den Multi-User-Mode.

Im Single-User-Mode ist nur die V.24-Systemkonsole des WEGA-Systemprogrammierers (WEGA-Superuser) aktiv. In dieser Betriebsart wird die Softwarewartung des Systems durchgeführt. Diese Betriebsart kann auch gewählt werden, wenn das P8000 als Einbenutzer-System eingesetzt werden soll.

Im Multi-User-Mode werden alle angeschlossenen und eingeschalteten Terminals aktiviert. Bis zu acht Nutzer können über separate Terminalarbeitsplätze in dieser Betriebsart quasisimultan an einem P8000-Grundgerät unter WEGA arbeiten.

Folgende Ein-/Ausgabegeräte sind standardmäßig unter Steuerung des WEGA-Betriebssystemkerns verfügbar:

- 8 serielle V.24-Kanäle für die WEGA-Systemkonsole, für Anwenderterminals, für einen Drucker (Typ: robotron K631x mit V.24-Schnittstelle) und zur Kopplung des P8000 mit weiteren Rechnern
- 2 Festplattenlaufwerke (P8000-Hard-Disk-Beistellgerät) mit jeweils mehreren logischen Dateisystemen, angeschlossen über einen ST506-Hard-Disk-Controller mit Parallelinterface
- 2 Floppy-Disk-Laufwerke 5¹/₄ Zoll (MFM-Aufzeichnungsverfahren, 80 Spuren) als Back-Up-Medium. Neben diesen Standardgeräten kann der Anwender, seinen speziellen Erfordernissen entsprechend, zusätzliche Ein-/Ausgabegeräte in das WEGA-Systemkonzept über spezielle Treiberprogramme einbinden.

3.1.2. Stand-alone-, System- und Dienstprogramme WEGA

Die Stand-alone-, System- und Dienstprogramme des Betriebssystems WEGA bilden die Softwarebasis des

P8000-Anwenders. Sie unterstützen ihn bei der Lösung seiner speziellen Aufgabenstellung in einem breiten Bereich.

● Stand-alone-Programme

Die Stand-alone-Programme dienen zur Initialisierung des WEGA-Softwaresystems. Ihre Nutzung ist nur beim Neustart, bei totalen Systemzusammenbrüchen und bei Softwarewartungsarbeiten notwendig. Die Stand-alone-Programme arbeiten unter Steuerung des WEGA-Anfangsladerprogrammes.

- boot
- Anfangslader (boot1) format
- Formatierungsprogramm Hard-Disk mkfs
- Einrichten eines WEGA-Dateisystems install
- Laden des Betriebssystems WEGA

● Systemprogramme

Die WEGA-Systemprogramme bilden ein Grundbausteinsortiment, das der Anwender standardmäßig bei der Lieferung des Betriebssystems WEGA komplett übergeben bekommt (WEGA-Kommandosatz). Die Systemprogramme überstreichen breite Anwendungsbereiche, von der Rechnerkommunikation über die Textverarbeitung bis zur Softwareentwicklungsunterstützung. Sie sichern außerdem den Zugriff des Anwenders zu den gesamten WEGA-Betriebssystemressourcen. Zum WEGA-Standardsoftwarekommandosatz gehören insbesondere die in der Tafel 1 (auf der 2. Umschlagseite) wiedergegebenen Systemprogramme. Weitere Systemprogramme, wie ein nutzerbezogenes Rechenzeitabrechnungsprogramm, ein Fortschreibungssystem für Anwenderquellprogramme (scs-source code control system), ein Utilitiessystem für die indexsequentielle Behandlung von Dateien, Koppelprogramme für den BC A 5120 bzw. den PC 1715 u. a. m., können, in Abhängigkeit von der Aufgabenstellung und der Größe des verfügbaren Hard-Disk-Plattenspeichers, genutzt werden.

● Dienstprogramme

Zur Abarbeitung unter Steuerung des WEGA-Softwaresystems werden Dienstprogrammepakete für die Mikroprozessorsoftwareentwicklung, für Datenbankverwaltungssysteme und für vieles andere mehr bereitgestellt.

Insbesondere stehen folgende Softwarepakete auf dem P8000-Gerätesystem unter Steuerung des Betriebssystems WEGA zur Verfügung:

- U8001/U8002 Assemblerprogramm-entwicklungspaket
- K 1810 WM 86 Assemblerprogramm-entwicklungspaket

- U880 Assemblerprogrammentwicklungspaket (mit C-Compiler)
- U881/U882 Assemblerprogrammentwicklungspaket
- Compilersystem für die höheren Programmiersprachen C, PASCAL, FORTRAN 77, BASIC, PLZ/SYS
- Relationales Datenbankverwaltungssystem WEGA-DATA
- Planungs- und Modellierungssystem WEGA-CALC
- Textverarbeitungsprogramm WEGA-TEXT
- Grafiksoftwaresystem WEGA-GRAFIK/IGE
- Emulationsprogramm WEGA-SCP-EMULATOR
- Echtzeitsoftwaregenerierungssystem IRIS/ICL-8001/8002

3.2. Betriebssystem UDOS

Das Betriebssystem UDOS ist ein Floppy-Disk-orientiertes Betriebssystem für den 8-Bit-Mikrorechner des P8000 /6/, /7/. Es zeichnet sich durch ein komfortables Dateiverwaltungssystem, die wahlfreie Zuordnung von Ein-/Ausgabedatenströmen, die automatische Speicherplatzverwaltung und einen umfangreichen Kommandosatz aus.

Unter Steuerung des Betriebssystems UDOS ist insbesondere Entwicklungsoftware für die in der DDR produzierten Mikroprozessorfamilien U880, U881/U882 und U8001/U8002 verfügbar. Daneben existiert eine Fülle weiterer UDOS-Softwarepakete, von Compilern für höhere Programmiersprachen über Makroprozessoren bis hin zur Textverarbeitung.

Das auf dem 8-Bit-Mikrorechner des P8000 laufende UDOS ist mit dem für die Personal- und Bürocomputer PC 1715 bzw. A 5120 existierenden UDOS 1715/U-1526 im grundsätzlichen Aufbau identisch. Zum UDOS 1715 existiert beim P8000 zusätzlich eine absolute Diskettenkompatibilität.

3.3. Betriebssystem OS/M

Das Betriebssystem OS/M ist ein Floppy-Disk-orientiertes Betriebssystem für den 8-Bit-Mikrorechner des P8000 /8/, /9/. Die Anwendung von OS/M ist begründet in der Verfügbarkeit einer großen Anzahl von Dienstprogrammen, von Compilern/Interpretern für höhere Programmiersprachen und von Applikationssoftwaresystemen. Sie betreffen den Komplex der kommerziellen Datenverarbeitung, den Komplex der Mikrorechnerentwicklungsoftware, aber auch viele weitere Anwendungslinien. Die Schnittstelle von OS/M auf dem P8000 zu den unter seiner Steuerung laufenden Programmen ist voll kompatibel mit der Schnittstelle des Betriebssystems CP/M, Version 2.2.

Außerdem ist beim P8000 die Kompatibilität mit dem in der DDR verfügbaren Betriebssystem SCPX 1526 für die Bürocomputer A 5120/A 5130 und SCPX 1715 für den Personalcomputer PC 1715 gegeben. Zum SCPX 1715 existiert beim P8000 zusätzlich eine absolute Diskettenkompatibilität. Mit zwei optional an das P8000 anschließbaren 8-Zoll-Standardlaufwerken wird die Dateiübernahme von CP/M-Standarddisketten einfacher Aufzeichnungsdichte (entsprechend dem Standardformat 3740) gewährleistet.

3.4. Betriebssystem IS/M

Das Floppy-Disk-Betriebssystem IS/M für den 8-Bit-Mikrorechner des P8000 unterstützt vorrangig die Programmentwicklung für die 16-Bit-Mikroprozessorlinie K 1810 WM 86. Die Schnittstelle IS/M auf dem P8000 ist vollständig kompatibel mit der Schnittstelle des Betriebssystems ISIS II. Die Kompatibilität sichert auf dem P8000 die Lauffähigkeit aller ISIS-II-Programme auf Maschinencodeebene. Mit zwei an das P8000 anschließbaren 8-Zoll-Standardlaufwerken wird die Diskettenkompatibilität zu originalen

ISIS-II-Standarddisketten einfacher Aufzeichnungsdichte (entsprechend Standardformat 3740) erreicht. Bei 5¹/₄-Zoll-Minidisketten existiert für ISIS II international kein standardisiertes Format. Auf den 5¹/₄-Zoll-Laufwerken des P8000 wird deshalb ein Format analog dem UDOS- und OS/M-Format mit 80 Spuren (Standardformat 34) realisiert.

Literatur

- /1/ Zuchold, W.; Heller, M.: Hardwarekonfiguration P8000. Firmenschrift KEAW; 1986
- /2/ UNIX (TM) User's Manual Release 3.0. Firmenschrift Bell Inc.; Juni 1980
- /3/ Programmers Manual for UNIX System III, Band 2A/2B. Firmenschrift WEC Inc.; Oktober 1981
- /4/ Claßen, L.; Oefler, U.: UNIX und C – Ein Anwenderhandbuch. VEB Verlag Technik 1987 (In Vorbereitung)
- /5/ Banahan, M.; Rutter, A.: UNIX: Lernen, verstehen, anwenden. Carl Hanser Verlag; München Wien 1984
- /6/ Claßen, L.; Oefler, U.: Wissenspeicher Mikrorechnerprogrammierung. VEB Verlag Technik 1986
- /7/ Claßen, L.; Brennenstuhl, H.; Gröger, R.: Universelles Software-Entwicklungskonzept UNOS/GDS 6000. Radio, Ferns., Elektron., Berlin 32 (1983) 8, S. 483–485

Fortsetzung auf Seite 76

Parallelverarbeitende Rechnersysteme

Dr. Hans Heuer
Technische Hochschule Magdeburg,
Sektion Rechentechnik
und Datenverarbeitung

Die Fortschritte bei der Erhöhung der Rechnerleistung waren in der Vergangenheit hauptsächlich auf Verbesserungen in der Bauelemente-Technologie zurückzuführen. Hier nähert man sich jedoch inzwischen einer physikalischen bzw. technischen Grenze. Insbesondere gilt dies für die wichtige technische Kennziffer der Operationsgeschwindigkeit, die zwar nicht das einzige Maß für die Leistungsfähigkeit eines Rechnersystems darstellt, jedoch als ein fundamentales Merkmal angesehen werden muß. Ein weiterer spürbarer Zuwachs der Verarbeitungsgeschwindigkeit kann nur auf der Basis innovativer Rechnerarchitekturen erzielt werden. Diese sind im Unterschied zu der streng sequentiellen Befehlsabarbeitung der konventionellen von-Neumann-Rechner durch eine parallele Verarbeitung gekennzeichnet.

Einschätzung des gegenwärtigen Standes

In den letzten beiden Jahrzehnten wurden in internationalem Maßstab bereits Rechnersysteme mit teilweiser oder vollständiger Parallelverarbeitung konzipiert bzw. hergestellt und genutzt. Nach Flynn werden die Rechnersysteme entsprechend der Anzahl der Befehls- und Datenströme in vier Klassen eingeteilt /2/, /3/:

SISD	Single Instruction – Single Data
SIMD	Single Instruction – Multiple Data
MISD	Multiple Instruction – Single Data
MIMD	Multiple Instruction – Multiple Data.

Die Klasse **SISD** umfaßt die gewöhnlichen Einprozessorsysteme (EPS) als Abkömmlinge des von-Neumann-Konzepts. In der Praxis sind reine von-Neumann-Maschinen selten anzutreffen, weil immer ein gewisser Grad von Parallelismus notwendig ist, um eine hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit zu erreichen.

Zu den Systemen der Klasse **SIMD** gehören die auch als Arrayrechner

Standardisierung auf der Basis des OSI-Referenzmodells. Dazu werden im Bereich des Hochschulwesens und der AdW der DDR sowie im Kombinat Robotron ebenso wie in den anderen sozialistischen Ländern Vorlauf- und Entwicklungsarbeiten mit dem Ziel durchgeführt, die produzierte Rechen-technik LAN-fähig zu gestalten.

Literatur

/1/ Boitschenkov, E. W. u. a.: Lokale Rechner-netze. Radio i Svjaz, Moskau, 1985

- /2/ Metcalfe, R. M.; Boggs, D. R.: Ethernet: Distributed packet switching for local computer networks. Comm. ACM 19 (1976) 7
- /3/ Yakubaitis, E. A.: Lokale Rechnernetze. Sinate, Riga, 1985
- /4/ Löffler, H.: Lokale Netze. Akademie-Verlag Berlin (Buchmanuskript 1986). erscheint 1987
- /5/ Information Processing Systems – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model, ISO/IS7498
- /6/ Heymer, V.: Verkopplung von Rechnersystemen zu Rechnernetzen. ZfR-Informationen, ZfR-84. 13, 1984
- /7/ Data communication – Local Area Networks (LAN) – Standards ISO DIS 8802/1 ... DIS 8802/6

Fortsetzung von Seite 71

- /8/ Claßen, L.: CP/M – ein Floppy-Disk-orientiertes Betriebssystem für Arbeitsplatzcomputer mit 8-Bit-Mikroprozessoren. msr, Berlin 27 (1984) 11, S. 500–504
- /9/ Meichsner, H.: Drei Betriebssysteme – SIOS, UDOS, SCP – laufen auf dem Bürocomputer robotron A 5120/A 5130. Neue Technik im Büro, Berlin 28 (1984) 3, S. 93–95

KONTAKT

Kombinat VEB Elektro-Apparate-Werke Berlin-Treptow, Zentrum für Forschung und Technologie, Abt. Basissoftware, Hoffmannstr. 15–26, Berlin, 1193, Tel. 4 38 87 30; Anfragen zum Vertrieb an Direktorat Absatz, Koll. Peschke.

AD31 – ein monolithisch integrierter A/D-Umsetzer

Jürgen Schmidt
Technische Hochschule Ilmenau

Vorbemerkungen

Für die Entwicklung von monolithisch integrierten MOS-A/D-Umsetzern besitzt das Verfahren der sukzessiven Approximation eine große Bedeutung, da hierbei ein Optimum hinsichtlich Wandlungszeit (kleiner $100 \mu s$), Auflösung ($8 \dots 12$ Bit) und der Verwendung weniger kritischer Analogbaugruppen erreichbar ist. Weiterhin stellt der hohe Anteil an Steuerlogik kein Problem für einen MOS-freundlichen Entwurf dar. Bild 1 zeigt das Blockschaltbild eines solchen A/D-Umsetzers. Bei dem sukzessiven Approximationsverfahren wird das Bitwort durch schrittweise Annäherung der Ausgangsspannung eines D/A-Umsetzers an die Eingangsspannung ermittelt. Eine genaue Beschreibung dieses Verfahrens ist in /1/ zu finden. Für den internen D/A-Umsetzer bietet sich in der MOS-Technologie ein Kapazitäts-Schalter-Netzwerk an; dafür sprechen nachfolgend genannte Vorteile (siehe dazu auch /2/):

- Kompatibilität zur MOS- bzw. CMOS-Technologie
- $8 \dots 10$ Bit Auflösung ohne zusätzlichen Abgleich
- Nutzung der Gesamtkapazität für eine interne sample-and-hold-Stufe
- geringer Einfluß der realen Eigenschaften der Analogschalter
- keine statische Belastung der Referenzspannung
- vernachlässigbarer Temperatureinfluß.

Des weiteren ist, auch aus der Literatur, bekannt, daß die Realisierung hochgenauer Kapazitätsverhältnisse relativ einfach möglich ist, wobei die dabei erreichbaren Werte denen präziser Dünnschichtnetzwerke sehr nahe kommen /2, 3, 4/.

Im Rahmen einer gemeinsamen Forschungsaufgabe der Technischen Hochschule Ilmenau, Sektionen Informationstechnik und theoretische Elektrotechnik sowie Physik und Technologie elektrotechnischer Bauelemente, und des Technikums des VEB Mikroelektronik „Karl Marx“ Erfurt entstand der im folgenden beschriebene A/D-Umsetzer.

Funktionsbeschreibung

Der IS AD31 ist ein Testschaltkreis, der einen vollständigen A/D-Umsetzer nach dem sukzessiven Approximationsverfahren beinhaltet und in der n-Kanal-Silizium-Gate-Technologie präpariert wurde. Auf einer Chipfläche von $2,5 \mu m$ mal $3,5 \mu m$ wurden dazu 1150 Transistoren und 260 diskrete Kapazitäten realisiert.

Als D/A-Umsetzer wurde das in Bild 2 dargestellte Netzwerk mit binärer Wichtung der Kapazitäten eingesetzt, in welchem das Verfahren der kapazitiven

Spannungsteilung angewendet wird. Um die maximal zulässigen Abweichungen der Kapazitätsverhältnisse von kleiner $0,39\%$ für einen 8-Bit-Umsetzer /5/ sicher einhalten zu können, wurden die Kapazitäten durch parallel geschaltete Einheitskapazitäten vom Wert C_0 realisiert, wobei auf die Symmetrie des Netzwerkes und auf gleiche geometrische Randbedingungen aller Einheitskapazitäten besonderer Wert gelegt wurde. Der D/A-Umsetzer und der Komparator sind die beiden genauigkeitsbestimmenden Baugruppen des A/D-Umsetzers. Dabei muß der Komparator den beiden Forderungen nach großer Verstärkung und schnellem Schalten gerecht werden, weshalb ein 4stufiger kapazitiv gekoppelter Chopperverstärker mit nachgeschaltetem D-Latch eingesetzt wurde. Die Logik ist, um bezüglich der benötigten Transistoren, unkritischer Taktung bei Taktfrequenzen bis 10 MHz, Leistungsaufnahme, Technologie- und Temperaturabhängigkeit ein Optimum zu erreichen, in semistatischer Schaltungstechnik ausgeführt. Sie umfaßt die Baugruppen 8-Bit-Approximationsregister, 10-Bit-Steuerschieberegister, Ausgaberegister mit tristate-Treibern und Takt- und Ablaufsteuerung. Mit Hilfe des Blockschaltbildes (Bild 3) wird im folgenden die Funktion des A/D-Umsetzers beschrieben. Dazu wird der zeitliche Ablauf in die 3 Zeitphasen Abtast-, Halte- und Approximationsphase unterteilt /6/.

Abtastphase

Der Schalter S_A ist geschlossen, und alle Kapazitäten sind über die Schalter S_0 bis S_8 zwischen Referenzspannung U_{Ref} und Eingangsspannung U_E geschaltet. Damit folgt die Ladung über allen Kapazitäten gemäß

$$Q(t) = (U_{Ref} - U_E(t)) * C_{ges} \quad (1)$$

der Eingangsspannung $U_E(t)$.

Haltephase

Die Haltephase wird mit dem Öffnen des Schalters S_A eingeleitet, womit auch

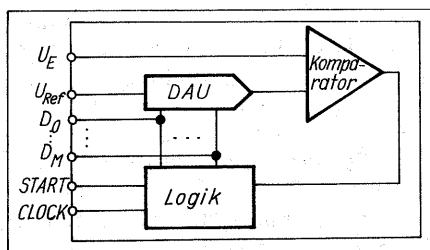


Bild 1 A/D-Umsetzer nach dem sukzessiven Approximationsverfahren