

Kieser·Meder

MIKRO- PROZESSOR- TECHNIK

**Aufbau
und Anwendung
des Mikroprozessor-
systems U880**



174 Bilder, 71 Tafeln

3., stark bearbeitete Auflage

© VEB Verlag Technik, Berlin, 1985

Lizenz 201-370/67/85

Printed in the German Democratic Republic

Gesamtherstellung: Offizin Andersen Nexø, Graphischer Großbetrieb, Leipzig III/18/38

Lektor: *Karl Belter*

Schutzumschlag: *Kurt Beckert*

DK 681.3-181.4:518.5;

DK 681.3.06/.07:62-50

LSV 3054 · VT 3/5537-3

Bestellnummer: 5534671

03600

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung in die Thematik	11
1.1. Entwicklung der Mikroprozessortechnik	11
1.2. Umsetzung von Problemen in Algorithmen	13
1.3. Zuordnung von Anwendungsbereichen	15
2. Einordnung des Mikroprozessorsystems U880	16
2.1. Entwicklungsrichtungen	16
2.2. Übersicht über das System U880	18
2.3. Bedeutung für andere Mikroprozessorsysteme	19
3. Beschreibung der Elemente des Systems U880	21
3.1. Zentrale Verarbeitungseinheit	21
3.1.1. Einführung	21
3.1.2. Struktureller Aufbau	22
3.1.2.1. Register	22
3.1.2.2. Arithmetik- und Logikeinheit (ALU)	24
3.1.2.3. Befehlsdekoder und CPU-Steuerung	24
3.1.2.4. Daten- und Adreßbussteuerung	24
3.1.3. Erläuterung der Anschlußbelegung	24
3.1.4. Zeitverhalten	27
3.1.4.1. Befehlskodelesen	28
3.1.4.2. Speicherlesen oder -schreiben	29
3.1.4.3. Datenein- und -ausgabe	30
3.1.4.4. Busanforderung und -bestätigung	31
3.1.4.5. Interruptanforderung und -bestätigung	32
3.1.4.6. Rücksprung aus HALT	34
3.1.5. Funktionelle Befehlsdarstellung	34
3.1.5.1. Einführung in die Befehlstypen	34
3.1.5.2. Adressierungsarten	36
3.1.5.3. Operandenbeschreibung	38
3.1.5.4. Mnemotechnische Instruktionsdarstellung	41
3.1.5.5. Zusammenfassende Befehlsangabe	47
3.1.5.6. Flagoperationen	64
3.1.5.7. Analyse der Befehle nach Maschinenzyklen	67
3.1.6. Interruptverhalten	72
3.1.6.1. Zweck des Interrupts	72
3.1.6.2. Sperrung und Freigabe	72
3.1.6.3. Verhalten der CPU	73
3.1.7. Zusammenfassung der technischen Daten	76

2. Einordnung des Mikroprozessorsystems U880

2.1. Entwicklungsrichtungen

Als erster Mikroprozessor der DDR wurde vom VEB Funkwerk Erfurt (heute: VEB Mikroelektronik „Karl Marx“ Erfurt) der Schaltkreis U808 entwickelt. Dieser Prozessor der ersten Leistungsklasse wurde in einer p-Kanal-Silizium-Technologie hergestellt. Er wies folgende Merkmale auf:

- 8-bit-Einchip-CPU in pSGT
- Basisbefehlssatz mit 48 Befehlen
- maximale Taktfrequenz 500 kHz
- Befehlsausführung in 12 bis 44 μ s, typisch 20 μ s
- Low-power-TTL-kompatibel
- 16 Kbyte direkt adressierbare Speicherkapazität
- 8-bit-Multiplexbus für Daten (8 bit), Adressen (14 bit), Steuersignale (2 bit)
- interner achtstufiger Adreßstapelspeicher (Stack)
- sieben Datenregister
- Programmunterbrechungsmöglichkeit durch Interrupteingang
- Synchronisationsanschluß für den Anschluß langsamer Speicher
- 18poliges DIL-Gehäuse
- kompatibel zu i8008 der Firma Intel.

Als Ergänzungselemente standen außer den folgenden Speichern keine weiteren systemzugehörigen Bauelemente zur Verfügung:

- U501 2-Kbit-(256 bit $\times$ 8)-ROM, maskenprogrammierbar, MNOS-Technologie
- U551 2-Kbit-PROM, elektrisch programmierbar, pSGT
- U552 2-Kbit-EPROM, elektrisch programmierbar, UV-löschbar, pSGT, kompatibel zu 1702 (z. B. Intel)
- CM8001 256-bit-RAM, pSGT, Import VR Bulgarien, ähnlich i1101 (Intel).

2.2. Übersicht über das System U880

Das System der zweiten Leistungsklasse mit dem Mikroprozessor U880 als bestimmendem MOS-LSI-Schaltkreis erfährt durch die Bereitstellung komplexer Peripherieschaltkreise eine wesentliche Hardwareunterstützung. Zur Schaltkreisfamilie gehören folgende systemzugehörige LSI-Elemente:

- U880 8-bit-Einchip-CPU, 158 Basisbefehle, paralleles Bussystem, leistungsfähige Interruptstruktur
- U855 parallele Ein-/Ausgabe-Einheit (PIO), zwei 8-bit-Ports
- U856 serielle Ein-/Ausgabe-Einheit (SIO), zwei Vollduplex-Kanäle mit Modemsteuerung, synchrone und asynchrone Betriebsarten (U8560, U8561) bzw. nur asynchrone Betriebsarten (DART U8563)
- U857 Zähler/Zeitgeberschaltkreis (CTC), vier 8-bit-Kanäle mit 8-bit-Vorteiler
- U858 DMA-Steuereinheit (DMAC), zwei unabhängige Adreßports für Datenquelle und Datensenke.

Diese Bauelemente sind prinzipiell mit unterschiedlichen Arbeitsgeschwindigkeiten und in zwei Arbeitstemperaturbereichen lieferbar. Die 4-MHz-Versionen der LSI-Elemente der Prozessorfamilie haben die Typbezeichnungen UA880, UA855, UA856, UA857 und UA858. Die CPU UA880 erreicht hierbei eine typische Befehlsabarbeitungszeit von 1 μ s. Die Standardversion des Systems weist eine Taktfrequenz von 2,5 MHz auf (UB880, UB855, UB856, UB857, UB858).

Der Arbeitstemperaturbereich der Schaltkreisfamilien UA880 und UB880 beträgt 0 bis 70°C. Die Bauelemente sind jedoch auch in einem erweiterten Temperaturbereich von -25 bis 85°C lieferbar. Sie werden dann als VB880, VB855 usw. bezeichnet. Die elektrischen und dynamischen Kennwerte entsprechen denen der UB-Typen.

Die genannten, dem Mikroprozessorsystem U880 zugehörigen Bauelemente sind vollständig kompatibel zu den jeweiligen Typen der international weit verbreiteten Familie Z80 der Firma Zilog/USA.

Zur Realisierung von kompletten Mikrorechnern steht eine breite Palette von MOS- und bipolaren Ergänzungselementen zur Verfügung. Als Speicher sind die nachstehenden Bauelemente vorgesehen:

- U505 8-Kbit-(1 Kbit $\times$ 8)-ROM, Zugriffszeit 450 ns (ähnlich i2308 von Intel/USA)
- U555 8-Kbit-(1 Kbit $\times$ 8)-EPROM, Zugriffszeit 450 ns (kompatibel 2708)
- U2716 16-Kbit-(2 Kbit $\times$ 8)-EPROM, Zugriffszeit 350 ns, 450 ns oder 650 ns
- U202 1-Kbit-(1 Kbit $\times$ 1)-RAM, statisch, nSGT, Zugriffszeit 400 ns (kompatibel zu 2102 bzw. K565RU2A aus UdSSR)
- U214 4-Kbit-(1 Kbit $\times$ 4)-RAM, statisch, nSGT, Zugriffszeit 200 ns, 300 ns oder 450 ns (kompatibel zu 2114 bzw. MK4114)
- U224 4-Kbit-(1 Kbit $\times$ 4)-RAM, statisch, CMOS-Technologie, Zugriffszeit 300 ns oder 450 ns (kompatibel zu 6514)

8. Begriffserklärung

Dieser Abschnitt soll eine zusammenfassende Erläuterung der wichtigsten Fachbegriffe der Mikroprozessortechnik geben. Die Auswahl der Stichwörter und Abkürzungen erfolgte nach dem Gesichtspunkt der Gebräuchlichkeit der Fachwörter im deutschen Sprachraum. Hierbei wird bei Begriffen aus dem Englischen grundsätzlich eine deutsche Übersetzung in Klammern angegeben. Bei deutschen oder eingedeutschten Termini wird der englische Begriff in Klammern angegeben, soweit dies sinnvoll erschien.

access (Zugriff) – Möglichkeit des Ansprechens und Lesens bei Speicherzellen

access time (Zugriffszeit) – Zeitintervall bei Speichern zwischen dem Anlegen der Adresse und der Verfügbarkeit der Daten

Adresse (address) – Kode zur Kennzeichnung einer Datenquelle oder -senke, z. B. einer Speicherzelle oder eines peripheren Elements

Adreßbus (address bus) – Sammelleitung für das Übertragen von Adressen, i. allg. zwischen CPU als Sender und Speicher sowie Peripherieelementen als Empfänger

ADU (Analog/Digital-Umsetzer; ADC analog to digital converter) – A/D-Wandler, dient zur Umsetzung analoger Eingangsgrößen in einen digitalen Kode

Akkumulator (accumulator) – Register, das in enger Verbindung mit dem Rechenwerk (s. ALU) eines Prozessors steht und die Möglichkeit zur Ergebnisausgabe bei den meisten arithmetischen und logischen Befehlen besitzt

ALGOL (ALGOritmic Language) – höhere Programmiersprache für mathematische und technisch-wissenschaftliche Probleme, wird jedoch i. allg. nicht bei Programmerstellung für Mikrorechner angewendet

Algorithmus (algorithm) – Rechenvorschrift, die ein Problem in endlich vielen Schritten löst bzw. darstellt

alphanumerisch – Begriff zur Kennzeichnung eines Zeichenvorrats mit Ziffern, Buchstaben und Sonderzeichen

ALU (Arithmetic Logic Unit; ALE Arithmetik-Logik-Einheit) – Rechenwerk eines Prozessors, in dem arithmetische, logische und Verschiebeoperationen ausgeführt werden

Analog/Digital-Wandler – siehe ADU

ASCII (American Standard Code for Information Interchange, amerikanischer Standardkode für den Informationsaustausch) – international gebräuchlicher 7-bit-Kode, der vielfach zur rechnerinternen Darstellung von alphanumerischen Zeichen und zur Datenübertragung verwendet wird; er beinhaltet 96 darstellbare Zeichen (Ziffern, Kleinbuchstaben, Großbuchstaben, Sonderzeichen) und 32 Steueranweisungen, z. B. Wagenrücklauf, Zeichenvorschub für die Datenübertragung

Assembler (assembler) – 1. Übersetzungsprogramm, das in Assemblersprache geschriebene Quellprogramme in die Maschinensprache übersetzt; Syntaxfehler können hierbei gekennzeichnet werden; 2. siehe Assemblersprache