R O B O T R O N

Mikrorechnerbausatz Z 1 0 1 3

Handbuch Teil 1

Inhaltsverzeichnis

---

2. Grundbegiffe der Mikrorechentechnik 2 2.1. Hardware oder Software 2 2.2. Bestandteile eines Mikrorechners 3 2.2.1. Zentrale Verarbeitungseinheit 3 2.2.2. Speicher 4 2.2.2.1. Programmspeicher (Nur-Lese-Speicher) 4 2.2.2.2. Datenspeicher (Schreib-Lese-Speicher) 5 2.2.3. Ein-/Ausgabe-Einheiten 6 2.2.4. Verbindung der Funktionseinheiten 6 2.3. Programabarbeitung 7 2.3.1. Ablauf in der CPU 7 2.3.2. Holen der Befehle 7 2.3.3. Darstellung von Informationen im Speicher 8 2.4. Grundbegiffe der Software 10 2.4.1. Darstellung von Zahlen 10 2.4.2. Logische Operationen 13 2.4.3. Arithmetische Operationen 16 3. Hardware des Z1013 19 3.1. Blockschaltbild 19 3.2. Steuerung des Mikroprozessors 19 3.2.1. Beschreibung der Steuersignale 19 3.2.2. Takterzeugung 23 3.2.3. Resetlogik 24 3.3. Speichereinheiten 25 3.3.1. Anschluss 25 3.3.2. Zusammenarbeit mit der CPU 27 3.4. Ein-/Ausgabe-Baugruppen 27 3.4.1. Parallel Ein-/Ausgabe-Baustein U855-Pio 27 3.4.1.1. Beschreibung der Steuersignale 27 3.4.1.2. Programmierung 29 3.4.2. Tastaturanschluss 32 3.4.3. Magnetbandanschluss 32 3.4.4. Bildschirmsteuerung 33 3.5. Stromversorgung 34 3.6. Bussystem 35 4. Der Befehlssatz des Mikroprozessors U880 36 4.1. Befehlsschluessel 37 4.1.1. 1-Byte Befehle 37 4.1.2. 2-Byte Befehle 38 4.1.3. 3-Byte Befehle 39 4.1.4. 4-Byte Befehle 40 4.2. Adressierung 40 4.2.1. Registeradressierung 40 4.2.2. Direktwertadressierung 41 4.2.3. Registerindirektadressierung 41 4.2.4. Indexierte Adressierung 42 4.3. Maschinenbefehle und ihre Bedeutung 42 4.3.1. Ladebefehle 42 4.3.2. Byte- und Doppelbyte-Zaehl-Befehle 43 4.3.3. Arithmetische Befehle 44 4.3.4. Vergleichsbefehle 46 4.3.5. Logische Befehle 46 4.3.6. Spezielle arithmetische Hilfsoperationen 47 4.3.7. Befehle zur Bitmanipulation 48 4.3.8. Verschiebebefehle 48 4.3.9. Sprungbefehle 51 4.3.10. Kelleroperationen 53 4.3.11. Unterprogrammoperationen 55 4.3.12. Ein- und Ausgabebefehle 57 4.3.13. Gruppenoperationen fuer Lade-, Vergleichs-

```
        und Ein-/ Ausgabe-Befehle                        58
```

4.3.14. Austauschbefehle 60 4.3.15. CPU-Steuerbefehle 61 4.3.16. Bedeutung der Flags 61 4.4. Unterbrechungsorganisation 63

Bestandteile des Handbuches:

Handbuch Teil I Handbuch Teil II Anlagenteil

2. Grundbegriffe der Mikrorechentechnik

2.1. Hardware oder Software?

Dieses Kapitel ist vor allem fuer den Leser gedacht, der in der Mikrorechentechnik nicht bewandert

ist. Es werden hier einige Grundbegiffe erlaeutert, die das Verstaendnis der nachfolgenden Kapitel erleichtern sollen.

Der erste Begiff, der zu klaeren waere, ist der des Mikrorechners. Ein Mikrorechner ist ein komplexes System verschiedener Funktionseinheiten auf der Basis mikroelektronischer Schalt- kreise, die auf bestimmte Art miteinander in Verbindung treten und durch ihr Gesamtverhalten eine vorgegebene Aufgabe (Programm) loesen. Ein Programm stellt dabei eine Folge von Anweisungen (Befehlen) dar.

Gekennzeichnet wird ein Mikrorechner im wesentlichen durch seine Hard- und Software. Unter Hardware wird dabei sowohl die Gesamtheit der mechanischen und elektronischen Bauelemente, wie integrierte Schaltkreise, Transistoren, Widerstaende usw., als auch die Art und Weise der Verschaltung dieser Bauelemente verstanden.

Als Software eines Rechners werden seine Programme, z. B. Betriebsprogramm und BASIC-Interpreter, bezeichnet. Das Betriebsprogramm (oder auch Betriebssystem) enthaelt die Pro- gramme, die die Zusammenarbeit der einzelnen Systemkomponenten organisieren bzw. ueberhaupt ermeeglichen. Worin unter- scheidet sich aber nun ein Mikrorechner von einer herkoemlichen Schaltung?

Um eine bestimmte Steuerungsaufgabe loesen zu koennen oder immer wiederkehrende Berechnungen zu realisieren, muss nicht immer ein Mikroprozessor verwendet werden. Vielfach ist es einfacher, eine Schaltung mit einfachen Logikschaltkreisen aufzubauen. Eine solche Schaltung haette ueberdies den Vorteil, schneller als ein Mikroprozessor zu arbeiten. Aber be- reits einfache Aenderungen der Aufgabenstellung wuerden einen neuen Schaltungsentwurf erfordern, der mit einem bestimmten Arbeitsaufwand realisiert werden musste. Komplexere Aufgabenstellungen liessen sich auf diese Art ueberhaupt nicht realisieren, da der Aufwand zu hoch werden koennte. Die Loesung einer Aufgabe mit Hilfe eines Mikrorechners ist weitaus einfacher. Der Mikroprozessor ist in der Lage, alle Verknuep- fungsmoeglichkeiten der Logikschaltkreise nachzubilden und damit jedes gewuenschte Verhalten zu realisieren. Die uebrigen Funktionseinheiten des Mikrorechnere enthalten dann in den Speichereinheiten den Loesungsablauf der Aufgabe in Form von Anweisungen fuer den Mikroprozessor, die Ausgangsdaten sowie konstante Werte. Ueber andere Funktionseinheiten werden Signale aufgenommen sowie Steuersignale wieder abgegeben. Die erreichbare Arbeitsgeschwindigkeit ist kleiner als bei reinen Logikschaltungen. Da aber nicht die maximal erreichbare Arbeitsgeschwindigkeit, sondern die fuer den jeweiligen Prozess oder die Steuerung benoetigte Geschwindigkeit entscheidend ist, ist dieser Nachteil nur in wenigen Faellen von Bedeutung.

Eine Aenderung der Aufgabenstellung fuehrt meist nur zu einer Aenderung der Anweisungen fuer den Mikroprozessor. Diese Aenderung ist schnell realisierbar. Mit dem Mikroprozessor lassen sich ohne technische Veraenderungen vielerlei Aufgabenstellungen besen, es ist meist nur erforderlich, andere Anwei- sungen zu erarbeiten.

2.2. Bestandteile eines Mikrorechners

==== 2.2.1. Zentrale Verarbeitunseinheit ====

Die Zentrale Verarbeitungseinheit, im Englischen als „Central process unit“ (CPU) bezeichnet, ist der wichtigste Bestandteil eines Mikrorechners. Eine solche CPU liesse sich aus dis- kreten Elementen, d. h. Transistoren, Widerstaenden und Kondensatoren aufbauen, wuerde aber einen sehr grossen

Aufwand erfordern. Mit der Entwicklung der Mikroelektronik konnte diese Funktionseinheit in Form einer integrierten Schaltung als sogenannter Mikroprozessor bereitgestellt werden und damit zu einer wesentlichen Vereinfachung im Schaltungsentwurf beitragen. Am Beispiel des Mikroprozessors U880, der im MRB Z1013 Verwendung findet, sollen einige wichtige Bestandteile erlaeutert werden.

Dazu gehoeren:

- **CPU-Steuerung/Befehlsdekodierung**
  Hier werden anhand eines vorgegebenen Befehls bestimmte Signale erzeugt. Bestimmte Zustaende, die von der CPU-Steuerung erkannt werden, sowie der zugefuehrte Takt erzeugen zeitlich festgelegte Signalfolgen, die sowohl den Ablauf innerhalb der CPU steuern, die aber auch als Steuersignale in allenangeschlossenen Funktionseinheiten ausgewertet werden koennen und die gesamten Ablaeufe eines Mikrorechners koordinieren (siehe Zeitdiagramme Anlage 10).
- **Arithmetisch-logische Einheit (ALU)**
  In der ALU koennen Daten entsprechend eines Befehle verknuepft werden. Zu diesen Operationen mit Daten gehoeren: Addition, Subtraktion, UND-Verknuepfung (Konjunktion), ODER- Verknuepfung (Disjunktion) sowie eine Reihe weiterer Operationen wie Verschiebungen und Bitmanipulationen. Eine Veraenderung der Daten ist nur in der ALU moeglich, erforderlichenfalls muessen diese erst in die ALU geholt und danach zuruecktransportiert werden.
- **Registersatz (Zwischenspeicher)**
  In der CPU existieren Zwischenspeicher, die als Register bezeichnet werden. Hier koennen Zwischenergebnisse aufbewahrt und in der ALU miteinander verknuepft werden. Einige Register besitzen spezielle Bedeutung, wie z. B. der sogenannte Kellerzeiger (Stackpointer SP), Befehlszaehler (PC), Refreshregister und Interruptregister (s. auch Abschn. 4.). Bestimmte Register sind doppelt vorhanden und koennen durch einen Befehl umgeschaltet werden. Ein Register wird benutzt, um den Zustand der CPU waehrend der Befehlsabarbeitung zu speichern. Es wird als Flag-Register bezeichnet (die Bezeichnung „Flag“ sollte als Anzeiger verstanden werden). In einem Register wird der gelesene Befehl zwischengespeichert, bis die durch ihn veranlasste Operation beendet ist. Dieses Register heisst demzufolge Befehlsregister.

Die Arbeit der CPU wird durch eine Reihe von Systemsignalen gekennzeichnet, die als Anschluesse herausgefuehrt wurden und das Zusammenwirken mit den angeschlossenen Funktionseinheiten steuern.

2.2.2. Speicher

In der Mikrorechentechnik haben sich zur Speicherung von Informationen Halbleiterspeicher weitgehend durchgesetzt. Es sind integrierte Schaltungen in unterschiedlichen Gehaeusegroessen, je nach Kapazitaet des Speichers. Speicher werden zu verschiedenen Zwecken benoetigt, z. B. um der CPU die abzuarbeitenden Befehle zur Verfuegung zu stellen. Da die Register der CPU meist nicht ausreichen, alle Zwischenergebnisse aufzubewahren, muessen diese ebenfalls in den Speicher gebracht werden.

Als Modell eines Speichers mag ein langer Schrank mit vielen Faechern dienen. Diese Faecher sind einzeln numeriert. Diese Numerierung soll bei Null beginnen und lueckenlos bis zu einem Endwert erfolgen. Jedes Fach entspricht einem Speicherplatz und kann eine Information enthalten. Die maximale Anzahlnder Faecher bestimmt die Kapazitaet dieses Speichers.

Die Zeit, die vom Anlegen einer Speicherplatzadresse bis zur Bereitstellung der gespeicherten Daten beneetigt wird, wird Zugriffszeit genannt.

Zwischen der Speicherung von Daten und Programmen bestehen einige Unterschiede. Programme werden meist in Speichern aufbewahrt, die auch nach Abschalten der Versorgungsspannung ihren Inhalt behalten. Allerdings koennen diese Speicher nur gelesen werden, zum Beschreiben dieser Speicher sind spezielle Einrichtungen notwendig.

2.2.2.1. Programmspeicher (Nur-Lese-Speicher)

In einem Programmspeicher sind die Anweisungen fuer einen Mikroprozessor enthalten. Diese Anweisungen gehen auch nach Ausschalten des Rechners nicht verloren, sie sind nicht fluechtig. Diese Speicher bezeichnet man als Nur-Lese-Speicher (Read only memory - ROM), die Informationen werden einmal eingegeben und stehen staendig zur Verfuegung. Je nach Eingabe der Information unterscheidet man: ROM's, die bereits waehrend der Herstellung ihre Informationen erhalten und ROM's, die nachtraeglich elektrisch programmiert werden koennen (ein einmaliger Vorgang, da die Struktur des Speichers veraendert wird). Diese letztgenannten Speicher heissen PROM (Prograinmable ROM). Eine weitere Speicherart kann sowohl programmiert als auch wieder geleescht werden. Das Loeschen erfolgt mit ultraviolettem Licht (UV-Licht) und loescht immer den gesamten Speicher. Diese Speicherart nennt man EPROM (Erasable PROM). Das Einschreiben der Programme in den EPROM geschieht mit speziellen Funktionseinheiten, sogenannten EPROM- Programmiergeraeten. In den EPROM wird die zu speichernde Information mittels einer Programmierspannung als Ladungsmenge eingegeben. Nach Erreichen einer vorgegebenen Ladung ist der Baustein programmiert. Die Bestrahlung mit UV-Licht hat zur Folge, dass die gespeicherte Ladungemenge wieder abgebaut wird. Nach dem Loeschen ist der EPROM wieder programmierbar.

2.2.2.2. Datenspeicher (Schreib-Lese-Speicher)

Zur Aufbewahrung von Zwischenergebnissen oder anderen veraenderbaren Informationen werden Schreib-Lese-Speicher verwendet. Da diese Speicher wahlweise gelesen oder beschrieben werden koennen, nennt man sie Speicher mit wahlfreiem Zugriff (Random access memory - RAM). Mit Abschalten der Stromversorgung verlieren RAM's ihren Inhalt, sie sind also nicht zur Aufbewah- rung von Informationen verwendbar, die immer verfuegbar sein muessen. Es werden zwei grundsaetzliche Typen unterschieden: statische und dynamische RAM's.

In den statischen RAM's werden Transistorkombinationen zur Aufbewahrung der Informationen verwendet. Eine solche Transistorkombination kann zwei verschiedene Zustaende annehmen und behaelt eine somit eingetragene Information bis zum Abschalten oder Ueberschreiben mit einer neuen Information.

Dynamische RAM's speichern die, Information als Ladung eines kleinen Kondensators ab. Diese Ladung muss, auf Grund der Selbstentladung, periodisch erneuert werden, dieser Vorgang wird mit REFRESH (Auffrischen) bezeichnet. Das Auffrischen wird bereits erreicht, wenn der Speicher gelesen wird. Die CPU U880 unterstuetzt diesen Vorgang durch Aussenden einer REFRESH-Information, um die zeitlichen Bedingungen zum Auffrischen unter allen Umstaenden zu gewaehrleisten. Werden die Zellen der dynamischen RAM's nicht spaetestens nach 2 Millisekunden aufgefrischt, geht ihre gespeicherte Information verloren.

Trotz des nicht unerheblichen Mehraufwandes werden dynamische RAM's verwendet, da sie bei gleichen Abmessunngen der Bausteine eine groessere Speicherkapazitaet und kleinere Leistungsaufnahme gegenueber statischen RAM's aufweisen.

2.2.3. Ein/Ausgabe-Einheiten

Unter externen Geraeten sollen im folgenden alle Geraete verstanden werden, mit denen Informationen in den Mikrorechner eingegeben oder vom Mikrorechner ausgegeben werden. Damit ist es moeglich, sowohl Daten als auch Programme in den Mikrorechner zu bringen und die Ergebnisse fuer den Nutzer sichtbar zu machen. Solche Geraete sind Lochbandleser und -stanzer, Magnetbandtechnik, Tastaturen, Bildschirm usw.

Die Verbindung dieser Geraete mit dem Mikroprozessor erfolgt ueber sogenannte E/A-Funktionseinheit en, in denen spezielle integrierte Schaltungen enthalten sind. Diese Funktionseinheiten steuern selbstaendig die Arbeit der Geraete und treten mit der CPU nur zur Informationsuebermittlung in Kontakt. Damit wird die CPU entlastet und die Programmabarbeitung wesentlich effektiver.

Weiterhin koennen auch Funktionseinheiten angeschlossen werden, die beliebig zur Verfuegung gestellte Meldesignale aus zu ueberwachenden Prozessen aufnehmen und sie fuer den Mikroprozessor aufbereiten. Gleichermassen ist die Abgabe von Steuersignalen zur Beeinflussung bestimmter zu steuernder Prozesse moeglich. Als integrierte Schaltkreise werden dazu im MRB Z1013 parallele E/A-Schaltkreise (Parallel Input OutputPIO) vom Typ U855 verwendet.

2.2.4. Verbindung der Funktionseinheiten

Der Mikroprozessor (CPU) sendet Signale ab und wertet bestimmte empfangene Signale aus. Diese Signale werden i. a. in allen angeschlossenen Funktionseinheiten benoetigt.

Die Leitungen zur Uebermittlung von Daten, Adressen und Systemsignalen, wie z. B. LESEN, SCHREIBEN, werden entsprechend ihrer Funktion zu Leitungsbuendeln zusammengefasst.

Da diese Leitungen die Daten und Informationen zwischen den einzelnen Funktionseinheiten transportieren, wurde der Begriff „Bus“ fuer ein solches Leitungsbuendel gepraegt.

Demzufolge bezeichnet man die Datenleitungen als DATENBUS, die Adressleitungen werden als ADRESSBUS und die Systemleitungen als STEUERBUS bezeichnet. Gelegentlich steht der Begiff „SYSTEMBUS“ auch fuer alle Leitungen innerhalb des Mikrorechnersystems.

Durch Verwendung eines einheitlichen Systembusses ist es moeglich, beliebige Funktionseinheiten einem bestehenden System hinzuzufuegen, d. h. das System staendig zu erweitern. Voraussetzung ist die Uebereinstimmung der elektrischen Anschluesse der jeweiligen Einheiten.

From:
https://hc-ddr.hucki.net/wiki/ - **Homecomputer DDR**

Permanent link:
https://hc-ddr.hucki.net/wiki/doku.php/z1013/handbuecher/handbuch_1?rev=1279530677

Last update: **2010/07/18 22:00**