

CEPAC-65:

Der steuert (fast) alles

Christian Persson

Software anstelle von festverdrahteter Logik — dieses Konzept liegt unserer CEPAC-Serie zugrunde. Mit dem CMOS-Einplatinen-Allzweck-Computer CEPAC-80 hat c't (in Heft 1/84) bereits einen recht komfortabel ausgestatteten Kleinstcomputer für diesen Anwendungsbereich vorgestellt. Jetzt folgt der CEPAC-65 — ein Minimalsystem, das alle Chancen, Deutschlands preisgünstigster Steuerungscomputer zu werden.

Das 'Rechenzentrum' des CEPAC-65 ist die CPU 6502 — bekanntlich der weltweit am meisten verwendete Mikroprozessor. Die Programmentwicklung für den CEPAC-65 kann auf jedem Computer erfolgen, der mit dieser CPU ausgestattet ist, also beispielsweise auf dem AIM-65, einem Apple- oder Commodore-Rechner. Selbstverständlich kann man auch ein Z80-System mit Cross-Assembler verwenden. Besonders gut eignet sich der in unserer Schwesterzeitschrift elrad vorgestellte COBOLD-Computer, der auch im Hinblick auf die Hardware weitgehend mit dem CEPAC-65 kompatibel ist.

Das 'C' in CEPAC-65 weist darauf hin, daß der Computer vollständig mit CMOS-Bauste-

nen bestückt werden kann. Der Strombedarf der gesamten Einheit liegt in dieser Version bei nur rund 12 mA (je nach EPROM-Typ). Ein weiterer Vorzug der CMOS-Version ist die höhere Störspannungsfestigkeit. Darüber hinaus besitzt die CMOS-CPU einen erweiterten und somit leistungsfähigeren Befehlssatz.

Die CMOS-Version der 6502-CPU wird von mehreren Firmen hergestellt — beispielsweise von Rockwell (Typenbezeichnung: R65C02) und von GTE Microcircuits (Typenbezeichnung: G65SC02). Die Rockwell-CPU besitzt einen um vier Befehle größeren Befehlssatz. Der RIOT-Baustein wird nach unseren Informationen zur Zeit nur von GTE in einer CMOS-Ausführung angeboten (Typenbezeichnung: G65SC32).

Die NMOS-Ausführung unseres Kleinstcomputers stellt etwas höhere Anforderungen an die Stromversorgung (Strombedarf: rund 250 mA). Wo das keine Rolle spielt, kann man aus dem 'CEPAC' einen besonders preisgünstigen 'EPAC' machen. Nach unserer überschlüssigen Berechnung läßt sich die NMOS-Version für weniger als 80 Mark aufbauen.

Viel Platz für Festprogramme

In seinem typischen Anwendungsbereich arbeitet der CEPAC-65 mit einem Festprogramm, das sich im EPROM befindet. Ein Arbeitsspeicher (RAM) wird natürlich ebenfalls benötigt — beispielsweise für den Stack, auf dem der Prozessor beim Sprung in Unterprogramme die Rückkehrradressen ablegt, und zur Speicherung von Variablen. Allerdings braucht der Schreib-/Lesespeicher nicht besonders groß zu sein, wogegen das Festprogramm einen beträchtlichen Umfang haben kann.

Nach diesen Kriterien richtet sich die Speicherausstattung des CEPAC-65: Als Arbeitsspeicher stehen 128 Bytes statisches RAM im RIOT 6532 zur Verfügung, die bei geschickter Programmierung für die meisten Anwendungen genügend Platz bieten. Die Kapazität des EPROM-Bereichs kann nahezu jedem Bedarf angepaßt werden — bei Verwendung des EPROM-Typs 27256 lassen sich stolze 32 KByte unterbringen!

Wer mit dem auf der Karte zur Verfügung stehenden Speicherplatz nicht auskommt oder gar den CEPAC-65 zu einem größeren System ausbauen möchte, sei auf die optionale Ausstattung verwiesen: An der Stirnseite der Platine kann man eine 64-polige Messerleiste anbringen, an der dann alle wichtigen Prozessorleitungen zur Verfügung stehen. Eine zusätzliche Memory-Deselect-Leitung erlaubt es, extern eine weitergehende Adreßdekodierung vorzunehmen und den auf der Karte vorhandenen Speicher bei Bedarf abzuschalten.

An der Messerleiste liegen übrigens auch alle 16 Portleitungen, die der CEPAC-65 zur Aufnahme von Daten oder zur Steuerung angeschlossener Baugruppen zur Verfügung stellt. Die Ein-/Ausgabe erfolgt über den bereits erwähnten RIOT-Baustein (RAM, In/Out, Timer) 6532, der zwei 8-Bit-Ports, einen programmierbaren Interrupt-Timer und einen Flankendetektor besitzt. Der Timer erweist sich als besonders nützlich beim Einsatz für Steuerungszwecke. Wie der RIOT-Chip programmiert wird, erläutern wir in dieser

Ausgabe unter der Rubrik 'c't-Applikation'.

Für den CEPAC-65 haben wir zwei Platinenversionen vorgesehen: Version A hat die Abmessungen 100 x 80 mm (halbes Europaformat) und ermöglicht besonders platzsparende Anwendungen. Ein Lochreasterstreifen von 38 x 4 Lötunkten erlaubt es dennoch, Steckverbinder und sogar Treibertransistoren oder ähnliche Bauelemente zusätzlich unterzubringen. Version B besitzt Europaformat und bietet mit einem 38 x 34-Lochreasterfeld sehr viel Platz für frei verdrahtete Anwendungsschaltungen. Alle Portleitungen sind an die erste Lochreihe geführt.

Adressenlage

Eine vollständige Adreßdekodierung ist bei einem Minimalsystem von der Art des CEPAC-65 nicht nur überflüssig — sie kann sich sogar als nachteilig erweisen: Die wegen der unvollständigen Dekodierung auftretende 'Spiegelung' des EPROM-Bereichs — ein 2-KByte-EPROM beispielsweise scheint 16-fach vorhanden

X1	
a	c
Masse	1 Masse
RES in	2 RES out
φ0	3 MEM Deselect
φ2	4 RIW
PA1	5 PA0
PA3	6 PA2
PA5	7 PA4
PA7	8 PA6
PB1	9 PB0
PB3	10 PB2
PB5	11 PB4
PB7	12 PB6
NM	13 SYNC
TRQ	14 M [*]
RDY	15 φ1
A1	16 A0
A3	17 A2
A5	18 A4
A7	19 A6
A9	20 A8
A11	21 A10
A13	22 A12
A15	23 A14
BE*	24 c.o.
D1	25 D0
D3	26 D2
D5	27 D4
D7	28 D6
b	29 a
d	30 c
f	31 c
U	32 5V

* bei bestimmten 65xx-Versionen (z. B. 65SC102, 65SC112)

Tabelle 1. Signale an der 64-poligen Messerleiste, die bei Bedarf eingesetzt wird.

rungsarten nicht verwendet werden könnten.

Bei der Entwicklung von CEPAC-65-Programmen ist zu beachten, daß der Arbeitsspeicher in der unteren Hälfte jeder Speicherseite liegt. Der Stackpointer muß infolgedessen mit 7Fh initialisiert werden, und nicht, wie gewöhnlich, mit FFh.

Klar, daß Variablen nur den unteren Teil des RAM belegen dürfen. Der obere Teil ist für den Stack reserviert, der von 7Fh abwärts 'wächst'. Während in 'großen' 65er-Systemen bis zu 256 Byte als Stack zur Verfügung stehen, muß sich die CPU beim CEPAC-65 den knappen Speicherplatz mit dem Programmierer teilen. Man sollte deshalb — vor allem beim Entwurf wohlstrukturierter Programme — darauf achten, daß Variablenbereich und Stack nicht miteinander in Konflikt geraten, weil zuviele Unterprogrammaufrufe ineinander verschachtelt sind.

Aufbau

Der Aufbau des CEPAC-65 auf der durchkontaktierten und mit Bestückungsaufdruck versehenen Platine stellt keine besonderen Anforderungen. Selbstverständlich sollten Sie beim Umgang mit CMOS-Bauelementen die üblichen Vorsichtsmaßnahmen gegen statische Elektrizität treffen. Achten Sie bitte auch auf die Polung der ICs und Tantal-Kondensatoren. Trotz Lötstopplack sind Lötfehler bei der relativ engen Leiterbahnführung

nicht auszuschließen. Gehen Sie deshalb beim Einlöten der Bauteile sehr sorgfältig vor. Wie 24-polige EPROMs in die 28-polige Fassung eingesetzt werden müssen, zeigt der Bestückungsplan.

Tabelle 2 können Sie entnehmen, welche Brücken für welche EPROM-Typen eingesetzt werden müssen. Eine weitere Brücke in einem der Felder 7...9 legt die System-Taktfrequenz fest. Normalerweise beträgt diese 1 MHz (Brücke 7);

EPROM	Brücken
2716	1, 3
2732	2, 3
2764	2, 3, 5
27128	2, 4, 5
27256	2, 4, 6

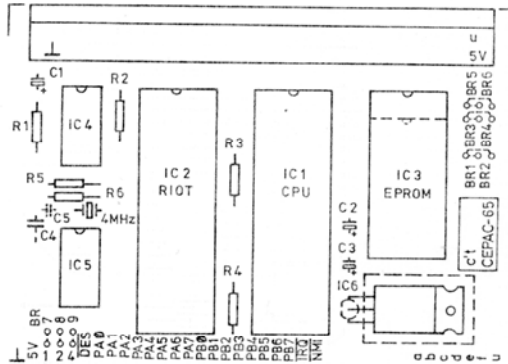
nur, wenn Sie schnellere Versionen der CPU, des RIOT und des EPROMs verwenden, darf ein schnellerer Systemtakt eingestellt werden. Beim Aufbau des Oszillators unter Verwendung von Invertern mit Schmitt-Trigger-Eingängen (IC4) kommt es in Einzelfällen vor, daß der Quarz auf einer Oberwelle schwingt. Ein kleiner Kondensator (C5) löst dieses Problem. Er sollte nicht eingesetzt werden, wenn der Taktgenerator einwandfrei arbeitet.

Die Spannungsversorgung mit einer geregelten und stabilisier-

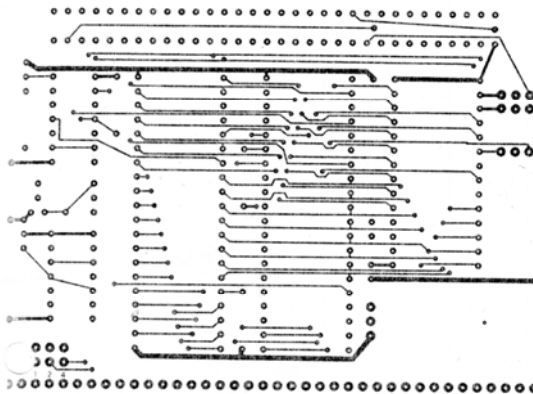
ten Gleichspannung kann an den im Bestückungsplan mit 5V gekennzeichneten Anschlüssen erfolgen. Bei Bedarf läßt sich auch ein Spannungsregler auf der Platine unterbringen. Die Versorgungsspannung wird dann an einem der mit U gekennzeichneten Punkte zugeführt. Sie sollte zwischen 7,5 und 12 Volt liegen. (Die Spannungsregler verkräften zwar bis zu 30 Volt am Eingang, die steigende Verlustleistung würde aber zusätzliche Kühlmaßnahmen erfordern.) Bitte beachten Sie, daß bei Einsatz eines Spannungsreglers auch der zusätzliche Kondensator C3 eingesetzt werden muß. Eine auf dem Lochrasterfeld eventuell zusätzlich aufgebaute Schaltung kann aus der geregelten Spannung versorgt werden, soweit das nicht die Belastbarkeit des Spannungsreglers überschreitet.

Stückliste

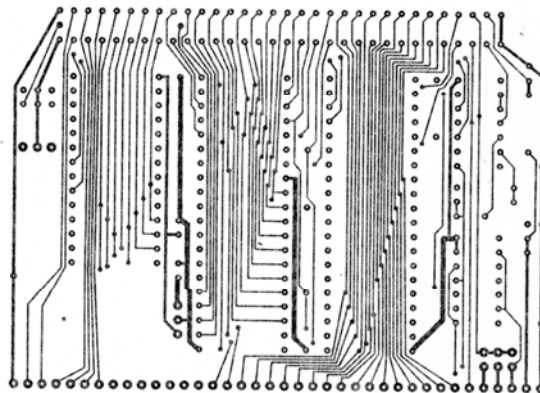
- Widerstände
R1 3k3
R2...4 47k
R5,6 1k8
- Kondensatoren
C1,2 4µ7, min. 10V, Tantal
C4 100nF
(C5 15pF⁽¹⁾*)
- Halbleiter
IC1 R6502⁽¹⁾, G65SC02⁽²⁾
IC2 R6532⁽¹⁾, G65SC32⁽²⁾
IC3 EPROM nach Bedarf (s. Tabelle 2), 450 ns, ggfs. CMOS-Typ
IC4 74LS14⁽¹⁾, 74HC04⁽²⁾
IC5 74LS74⁽¹⁾, 74HC74⁽²⁾
- Verschiedenes
Platine Version A (80x100 mm) bzw. Version B (160x100 mm)
- Optional
IC6 7805⁽¹⁾, 78L05⁽²⁾
C3 1µF, 35V, Tantal
- ⁽¹⁾ NMOS-Version
⁽²⁾ CMOS-Version
* siehe Text



Die Bestückung erfolgt wahlweise mit NMOS- und TTL- oder mit CMOS-Bausteinen.



Bestückungsseite



Lötseite