

Echtzeituhr für Mikroprozessoren

Als Computer-Fan müssen Sie immer auf der Höhe der Zeit sein und auch bleiben. Was liegt also näher, als eine Uhr in Ihren Computer einzubauen? Immer die richtige Zeit und das richtige Datum auf einen Blick. Da heutzutage spezielle CMOS-ICs dafür zur Verfügung stehen, kann man die Uhr bequem mit Batterien puffern. So ist sie gegen Netzausfälle, gegen Störungen der Betriebspannung und gegen einen Computer-Kollaps gefeit: die richtige Zeit bleibt bestehen. Unsere elektronische Uhr "tickt" immer im richtigen Rhythmus weiter und arbeitet mit jedem 6502- und Z80-Mikroprozessor.

7eit im Bild!

Immer öfter werden moderne Computer mit eingebauter Uhr angeboten. Damit kann man Zeit und Datum jederzeit auf den Bildschirm holen. Nicht nur das: So eine Uhr läßt sich auch gut für allerlei Spiele (zur Messung von Spielzeiten, Reaktionszeiten und so weiter) und "seriöse" Programme verwenden (um beispielsweise die Rechenzeit von langen Berechnungen zu kontrollieren). Selbstbaucomputern fehlte bisher diese Möglichkeit. Also haben wir eine Schaltung entwickelt, mit der jeder Z80- und 6502-Computer mit Elektor-Bus seine eigene Uhr erhält. Sie ist mit einem vielseitigen Uhren-IC von Motorola aufgebaut, dem MC 146818. Wegen des geringen Stromverbrauchs war es möglich, eine Batterie-Notstromversorgung auf der Platine unterzubringen, so daß die Uhr auch dann noch läuft, wenn Strom oder. Spannung ausfallen.

MC 146818

Dieses speziell für Computer-Anwendungen geschaffene IC enthält eine Uhr mit Wecker und einen hundertjährigen Kalender, eine programmierbare, periodische Unterbrechungsmarke (interrupt) mit Rechteckgenerator und einen statischen, "Low power"-Schreib-/Lesespeicher (50-Byte-RAM). Das Ganze ist in CMOS-Technologie ausgeführt und kann an l-MHz-Computer-Systeme angeschlossen werden.

Bevor wir einen Blick auf das Blockschema werfen, muß erst etwas zur Speicher-Aufteilung des ICs gesagt werden, denn die muß man kennen, um das Folgende verstehen zu können. In Tabelle 1 ist die Aufteilung skizziert. Es gibt insgesamt 64 Speicher-Bytes. Die ersten zehn enthalten die Informationen für Zeit, Kalender und Weckzeit, die nächsten vier sind die Register, in denen alle Steuer- und Zustands-Bits enthalten sind. Die übrigen Speicherplätze können vom Prozessor beliebig belegt werden. Der Inhalt der vier Register A, B, C, D ist in Tabelle 2 dargestellt. Außerdem sind dort auch die Abkürzungen erklärt.

Das Blockschema

Bild 1 zeigt das Blockschema des MC 146818. An den eingebauten Oszillator muß man nur noch einen Quarz anschließen (an OSCI). Dabei können drei verschiedene Frequenzen gewählt werden: 4,194304 MHz; 1,048576 MHz und 32,768 kHz. Die "richtige" Frequenz wird dann mit den Bits DV2, DV1 und DV0 in

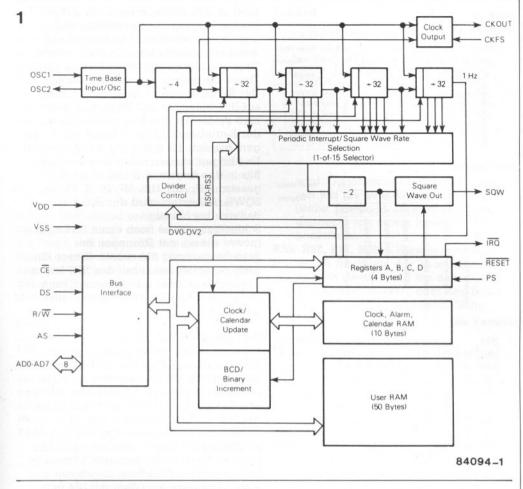


Bild 1. Das Blockschema des MC 146818 sieht doch nach etwas mehr als nach einer normalen Digitaluhr aus.

Tabelle 1.

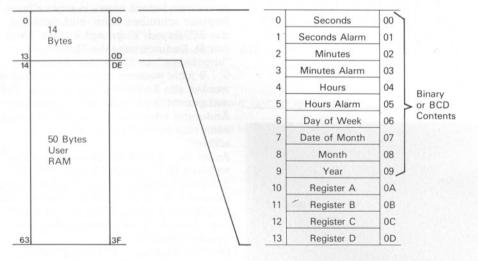


Tabelle 1. Die Adressen-Einteilung des Speichers im MC 146818. Die ersten zehn Bytes enthalten die Zeitinformationen.

Register A eingestellt (siehe Tabelle 3). Mit dem Signal am CKFS-Eingang kann man die Frequenz am Ausgang CKOUT festlegen. Was dabei herauskommt, ist in Tabelle 4 aufgelistet. Den CKOUT-Ausgang kann man beipielsweise als Frequenzgenerator für das übrige Mikroprozessor-System verwenden. Es gibt außerdem einen SQW-Ausgang (square wave), dessen Frequenz mit den Bits RS3...RS0 in Register A eingestellt wird (siehe Tabelle 5). Dieser Ausgang wird mit dem SQWE-Bit in Register B ein- und ausgeschaltet. AD0...AD7 bilden gemeinsam einen gemultiplexten, bidirektionalen Adressenund Daten-Bus, über den die Adressenund Daten-Informationen laufen. Mit dem AS-Eingang kann man den Bus auf Adressen-Verkehr und mit dem DS-Eingang auf Daten-Verkehr schalten. Bei einer fallenden Flanke am AS-Eingang werden die logischen Pegel auf dem Bus als Adressen eingelesen. Bei einem positiven Impuls am DS-Eingang fungiert der Bus als Datenbus. Der logische Pegel am R/W-Eingang bestimmt in diesem Fall, ob die Daten eingelesen oder ausgegeben werden sollen. Wenn der CE-Eingang am "Bus Interface" logisch 0 ist, reagiert der MC 146818 auf digitale Signale von außen. Der IRQ-Ausgang kann dazu benutzt werden, einen Unterbrechungsbefehl (inter-

Tabelle 2. REGISTER A (\$0A) MSB LSB Read/Write b7 b6 b5 b4 b3 b2 ь0 Register UIP DV2 DV1 DV0 RS3 RS2 RS1 RS0 except UIP REGISTER B(\$0B) Read/Write b7 b5 b4 b3 b2 b1 b6 b0 Register SET PIE AIE UIE SOWE DM 24/12 DSE set date upt interrupt interrupt savings 24/ REGISTER C (\$0C) Read-Only b3 b7 b6 b2 b1 b0 b5 b4 Register IRQF PF AF UF 0 0 flag flag flag flag upt upt Idu tdr REGISTER D (\$0D) b7 b6 b5 b4 b0 b3 b2 b1 Read-Only 0 Register time and RAM alid

Tabelle 2. Der Inhalt der Register A...D mit den Abkürzungs-Erklärungen.



Tabelle 3. Die Teiler-Einstellung für die verschiedenen Quarzfrequenzen.

Tabelle 3.

DIVIDER CONFIGURATIONS

Time-Base Frequency	Divider Bits Register A			Operation Mode	Divider Reset	Bypass First N-Divider Bits
in phaphia-a	DV2	DV1	DV0	Nation Cons	odam mip ed	
4.194304 MHz	0	0	0	Yes	함께 가는가 내용	N = 0
1.048576 MHz	0	0	1 0	Yes	lat repress) him	N = 2
32.768 kHz	0	1	0	Yes	in ab lim by	N = 7
Any	1	1	0	No	Yes	The state of the s
Any	1	1	11	No	Yes	-

rupt) an den Mikroprozessor zu geben. Dieser Ausgang kann unterschiedlich angesteuert werden. Er ist hochohmig, wenn er abgeschaltet ist, so daß andere Teile des Computers diese Leitung als "Interrupt-Leitung" verwenden können. Der RESET-Anschluß hat keinen Einfluß auf Uhr. Kalender und RAM. Vielmehr muß dieser Anschluß beim Einschalten der Betriebsspannung so lange auf "0" liegen, bis sich die Spannung stabilisiert hat. Im übrigen werden dabei verschiedene Bits in den Registern B und C auf Null gesetzt: PIE, AIE, UIE, UF, IRQF, PF, AF, SQWE. Außerdem wird der IRQ-Anschluß dadurch hochohmig. Schließlich gibt es noch einen PS-Eingang (power sense), der Störungen der

Schließlich gibt es noch einen PS-Eingang (power sense), der Störungen der Betriebsspannung überwacht. Dieser Eingang bestimmt den Inhalt des VRT-Bits in Register D, an dem man erkennen kann, ob die Daten im Speicher "gültig" sind oder nicht.

Zeit, Kalender und Wecker

Tabelle I zeigt bereits, was in den verschiedenen Registern steckt. Für Zeit, Kalender und Wecker werden die Register 0...9 verwendet. Diese Plätze können vom Prozessor gelesen und beschrieben werden. In Tabelle 6 findet man ein Inhaltsverzeichnis dieser Register (mit den möglichen Inhalten — versteht sich). Alle Bytes in diesen zehn Registern können in binärer oder in BCD-Form angeboten und ausgegeben werden (Wahl mit DM in Register B).

Bevor man jedoch etwas in eines dieser Register schreiben kann, muß zunächst das SET-Bit auf "l" gesetzt werden (Register B). Dadurch wird die Uhr intern "angehalten", so daß in den Registern 0...9 nicht weitergezählt wird. Außerdem werden alle Register in das gewählte Format gesetzt (binär oder BCD). Nach der Änderung oder dem Füllen der Register, kann man das SET-Bit wieder auf "0" setzen.

Außer den zehn Zeitregistern spielt ein weiteres Bit in Register B eine Rolle bei der Zeit-Einteilung: 24/12. Man kann damit zwischen 12- und 24-Stunden-Anzeige wählen. Dieses Bit kann übrigens nur durch eine Anpassung des Stunden-Registers geändert werden.

Die Zeit-, Kalender- und Wecker-Bytes können nicht ständig vom Computer ausgegeben werden. Einmal pro Sekunde braucht der MC 146818 nämlich etwas Zeit, um die zehn Register-Inhalte um 1 Sekunde weiterzustellen. Gleichzeitig wird "nachgesehen", ob die Weckzeit erreicht ist. Während dieser Zeit darf nicht gelesen werden, sonst sind die Daten in den Registern nicht stabil. In Tabelle 7 sind die dafür notwendigen Zeiten, die sogenannten Update-Cycle-Times, für die verschiedenen Quarzfrequenzen aufgelistet.

Mit den drei Weckzeit-Bytes kann man eine bestimmte Weckzeit einstellen. Es ist jedoch auch möglich, eine Don't-care-Information in ein Weckzeit-Register zu setzen, damit ein periodisch wiederkehrendes Wecksignal entsteht. So hat zum Beispiel ein "Don't care" im Stunden-Byte zur Folge, daß jede volle Stunde ein Signal gegeben wird. Mit "Don't care" ist hier eine Information zwischen C0 und FF gemeint. Die beiden höchstwertigen Bits des Byte sind dann "l".

Die Register-Inhalte

Die vier Register A...D enthalten viele Informationen, die vom Prozessor gelesen oder verändert werden können. Die Bedeutung der verschiedenen Abkürzungen stehen in Tabelle 2, dort wird auch jedes Bit kurz erläutert.

Register A

UIP — ist "1", wenn der Update-Zyklus beginnt oder ausgeführt wird. Bei einer "0" bleiben alle Daten in den Registern 0...9 wenigstens 244 μs lang stabil (siehe auch Tabelle 7). Dieses Bit kann nur gelesen werden. Es wird nicht von einem Reset-Befehl beeinflußt.

DV2, DV1, DV0 — Der Inhalt bestimmt, welche Zeitbasisfrequenz verwendet

Tabelle 4.

CLOCK OUTPUT FREQUENCIES

Time Base (OSC1) Frequency	Clock Frequency Select Pin (CKFS)	Clock Frequency Output Pin (CKOUT)
4.194304 MHz	High	4.194304 MHz
4.194304 MHz	Low	1.048576 MHz
1.048576 MHz	High	1.048576 MHz
1.048576 MHz	Low	262.144 kHz
32.768 kHz	High	32.768 kHz
32.768 kHz	Low	8.192 kHz

wird. Gleichzeitig kann man mit diesen Bits die Teilerkette zurücksetzen (siehe Tabelle 3). Diese drei Bits werden nicht von einem Reset-Befehl beeinflußt.

RS3, RS2, RS1, RS0 — Hiermit wird einer der 15 Ausgänge der 22-stufigen Teilerkette gewählt und mit dem SQW-Ausgang verbunden, oder der Teiler-Ausgang wird abgeschaltet. Siehe Tabelle 5.

Register B

SET — Bei einer "0" arbeitet die Update-Zyklus-Prozedur normal: Stellen einmal pro Sekunde. Bei einer "1" wird die Prozedur gestoppt, und der Prozessor kann die Register-Inhalte ändern. Wird nicht von Reset beeinflußt.

PIE — Eine "1" an dieser Stelle gibt die Unterbrechungsmarke PF frei (periodic interrupt flag), so daß sie den IRQ-Anschluß in der nach Tabelle 5 eingestellten Zeit zu "0" machen kann. Eine "0" blockiert den IRQ-Ausgang, aber nicht das PF-Bit. Wird bei Reset auf Null gesetzt.

AIE - Eine "l" gibt die Weckzeit-Marke

Echtzeituhr für Mikroprozessoren Elektor April 1985

Tabelle 4. Die Frequenz am Anschluß CKOUT, abhängig von der Quarzfrequenz und dem logischen Pegel am CKFS-Anschluß.

Tabelle 5. Die Frequenz am SQW-Ausgang kann mit den Bits RS3...RS0 eingestellt werden.

Tabelle 5.

PERIODIC INTERRUPT RATE AND SQUARE WAVE OUTPUT FREQUENCY

				4.194304 or 1 Time	.048576 MHz Base		8 kHz Base
Select Bits Register A				Periodic		Periodic	ro signals or
RS3	RS2	RS1	RS0	Interrupt Rate tPI	SQW Output Frequency	Interrupt Rate tpl	SQW Output Frequency
0	0	0	0	None	None	None	None
0	0	0	1	30.517 μs	32.768 kHz	3.90625 ms	256 Hz
0	0	1	0	61.035 μs	16.384 kHz	7.8125 ms	128 Hz
0	0	1	1	122.070 μs	8.192 kHz	122.070 μs	8.192 kHz
0	1	0	0	244.141 μs	4.096 kHz	244.141 μs	4.096 kHz
0	1	0	1	488.281 μs	2.048 kHz	488.281 μs	2.048 kHz
0	1	1	0	976.562 μs	1.024 kHz	976.562 μs	1.024 kHz
0	1	1	1	1.953125 ms	512 Hz	1.953125 ms	512 Hz
1	0	Q	0	3.90625 ms	256 Hz	3.90625 ms	256 Hz
1	0	0	1	7.8125 ms	128 Hz	7.8125 ms	128 Hz
1	0	1	0	15.625 ms	64 Hz	15.625 ms	64 Hz
1-	0	1	1	31.25 ms	32 Hz	31.25 ms	32 Hz
1	1	0	0	62.5 ms	16 Hz	62.5 ms	16 Hz
1	1	0	1	125 ms	8 Hz	125 ms	8 Hz
1	1	1	0	250 ms	4 Hz	250 ms	4 Hz
1	1	1	1	500 ms	2 Hz	500 ms	2 Hz

Tabelle 6.

TIME, CALENDAR, AND ALARM DATA MODES

Address	Function	Decimal	Rai	Range		nple*
		Binary Data Mode	BCD Data Mode	Binary Data Mode	BCD Data Mode	
0	Seconds	0-59	\$00-\$3B	\$00-\$59	15	21
1	Seconds Alarm	0-59	\$00-\$3B	\$00-\$59	15	21
2	Minutes	0-59	\$00-\$3B	\$00-\$59	3A	58
3	Minutes Alarm	0-59	\$00-\$3B	\$00-\$59	3A	58
4	Hours (12 Hour Mode) Hours	1-12	\$01-10C (AM) and \$81-\$8C (PM)	\$01-\$12 (AM) and \$81-\$92 (PM)	05	05
	(24 Hour Mode)	0-23	\$00-\$17	\$00-\$23	05	05
5	Hours Alarm (12 Hour Mode)	1-12	\$01-\$0C (AM) and \$81-\$8C (PM)	\$01-\$12 (AM) and \$81-\$92 (PM)	05	05
5	Hours Alarm (24 Hour Mode)	0-23	\$00-\$17	\$00-23	05	05
6	Day of the Week Sunday = 1	1-7	\$01-\$07	\$01-\$07	05	05
7	Date of the Month	1-31	\$01-\$1F	\$01-\$31	0F	15
8	Month	1-12	\$01-\$0C	\$01-\$12	02	02
9	Year	0-99	\$00-\$63	\$00-\$99	4F	79

Tabelle 6. Die Zeit-Adressen mit den entsprechenden Inhalten. Das Beispiel gilt für 5 Uhr, 58 Minuten und 21 Sekunden morgens, das Datum: 15. Februar 1979.

*Example: 5:58:21 Thursday 15 February 1979 (time is AM)

UPDATE CYCLE TIMES

Tabelle 7.

UIP Bit	Time Base (OSC1)	Update Cycle Time (tUC)	Minimum Time Before Update Cycle (tBUC)
1	4.194304 MHz	248 µs	dic i <u>a</u> lerrus
1	1.048576 MHz	248 µs	IRO America
1	32.768 kHz	1984 μs	met Con-maria
0	4.194304 MHz		244 µs
0	1.048576 MHz	AND TANKE AND THE	244 µs
0	32.768 kHz	AND THOM LOCKS	244 µs

Tabelle 7. Die Stellzeit (update cycle time) ist von der verwendeten Taktfrequenz abhängig.

AF zur Steuerung des IRQ-Ausgangs frei. Eine "0" blockiert den IRQ-Ausgang für das AF-Bit. Bei einem Reset wird AIE auf Null gesetzt.

UIE — Hiermit kann das UF-Bit zur Steuerung des IRQ-Ausgangs freigegeben werden. Eine fallende Flanke des RESET-Signals oder eine steigende Flanke des SET-Signals setzen das UIE-Bit zurück.

SQWE — Eine "1" in diesem Bit setzt ein Rechtecksignal mit einer Frequenz nach Tabelle 5 auf den SQW-Ausgang. Eine "0" hält den SQW-Ausgang auf Null. Ein Reset setzt das SQWE-Bit auf Null.

DM — Bestimmt den Kode für die Register 0...9 (binär oder BCD, "1" ist binär, "0" ist BCD). Wird nicht von Reset beeinflußt.

24/12 — Bestimmt die Stundenanzeige im Stundenregister. "1" ergibt eine 24-Stunden-Anzeige, "0" ergibt eine 12-Stunden-Anzeige.

DSE — Sommerzeit-/Winterzeit-Umschaltung, wenn dieses Bit "1" ist (geschieht am letzten Sonntag des April und am letzten Sonntag im Oktober). Dieses Bit wird von einem Reset nicht beeinflußt.

Register C

IRQF - Wird "l", wenn PF und PIE = "l"

oder AF und AIE = "1" oder UF und UIE = "1". Ist dieses Bit "1", dann wird der IRQ-Ausgang "0". Alle Marken-Bits (flag bits) werden bei einem Reset, oder bevor Register C ausgelesen ist, auf Null gesetzt.

PF — Kann nur gelesen werden. Wird "1", wenn ein Signal am gewählten Ausgang der Teilerkette auftaucht. Dieses Bit ist unabhängig von PIE. PF erzeugt ein IRQ-Signal und setzt das IRQF-Bit auf "1", wenn gleichzeitig PIE "1" ist. Wird von einem Reset oder beim Lesen des C-Registers auf Null gesetzt.

AF — Eine "1" zeigt an, daß die aktuelle Zeit mit der Weckzeit übereinstimmt. Dadurch wird der IRQ-Ausgang "0", und IRQF wird auf "1" gesetzt, wenn gleichzeitig AIE "1" ist. Ein Reset oder das Lesen von Register C setzt AF auf Null.

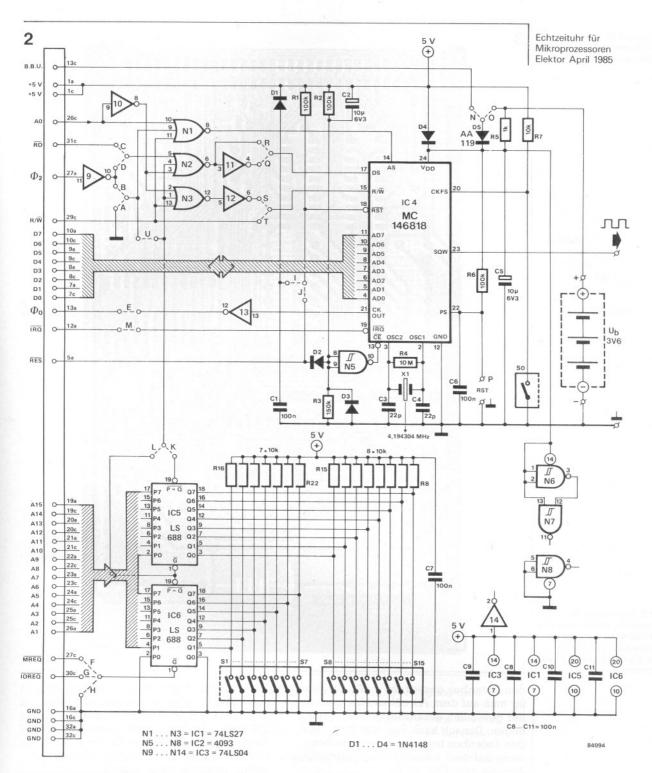
UF — Wird nach jedem Stellen (update cycle) auf "1" gesetzt. Ist UIE "1", dann wird auch das IRQF-Bit "1", wenn UF gleichzeitig "1" ist. Dann wird IRQ freigegeben. UF wird beim Lesen des C-Registers oder von einem Reset "gelöscht".

Register D

VRT — Gibt den Zustand des RAM-Bereichs an. Ist "0", wenn der Power-Sense-Anschluß logisch 0 ist. Der Prozessor kann das VRT-Bit auf "1" setzen, um damit anzuzeigen, daß die RAM- und Zeit-Daten "gültig" sind, wenn das Register ausgelesen wird.

Vom Multiplexen zum Nicht-Multiplexen

Das Uhren-IC ist für einen gemultiplexten Bus gedacht. Dabei "laufen" alle Adressen und Daten über dieselben Busleitungen. Die niedrigstwertigen acht Bits der Adressen liegen also in diesem Fall auf dem



Datenbus. Die beiden Teile des Multiplex-Zyklus müssen auseinandergehalten werden. Das geschieht mit einer Adressenerkennungs-Leitung (address strobe), die ein Signal liefert, wenn die Adresse auf dem Bus "gültig" ist, und einer Datenerkennungs-Leitung (data strobe), die anzeigt, wenn Daten auf dem Bus liegen.

Die Verbindung eines gemultiplexten Peripherie-Bausteins mit einem nichtgemultiplexten Bus erfordert ein Interface. Dazu betrachten wir die Uhr als ein Zwei-Register-Gerät: Ein Register speichert die Adressen (address latch), und das andere enthält die Daten. Zur Unterscheidung zwischen Adressen und Daten verwenden wir

die Adressenleitung AØ. Bei einem Schreib-Auftrag des Prozessors an eine geradzahlige Adresse (AØ = "0") werden die Informationen auf dem Datenbus vom Uhren-IC als Adressen angesehen. Die Pegel, die dann an den gemultiplexten Busanschlüssen liegen, werden durch den aus AØ und RD (für 6502) erzeugten AS-Impuls im Uhren-IC-internen Adressen-Speicher abgelegt. Daten-Betrieb ist dann möglich, wenn der Prozessor eine ungerade Adresse (AØ = "1") auf den Adreßbus setzt. Daraus wird dann ein DS-Signal gewonnen.

Die "Kommunikation" mit der Uhr läuft also folgendermaßen: Zunächst wird die Adresse des gewünschten Uhren-Bytes auf

Bild 2. Die Schaltung der Echtzeituhr. Die wichtigsten Teile sind das Uhren-IC (IC4), der Adreßdekoder (IC5, IC6) und das Interface zwischen gemultiplextem und nicht-gemultiplextem Bus (N1...N3, N9...N12).



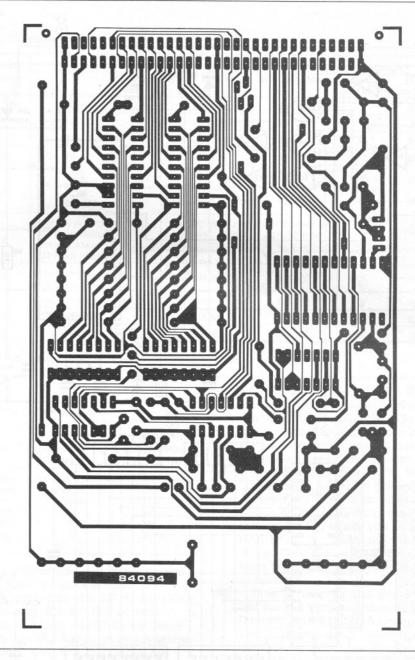


Bild 3. Die Platine für die Echtzeituhr besitzt einen Steckverbinder für den Elektor-Bus. Für Batterie oder Akku ist genug Platz vorhanden.

den Datenbus gesetzt (00...3F). Gleichzeitig muß auf dem Adreßbus eine der vorher gewählten geradzahligen Adressen liegen. Danach kann man das Byte über den Datenbus lesen oder beschreiben, wenn auf dem Adreßbus die geradzahlige Adresse plus Eins steht.

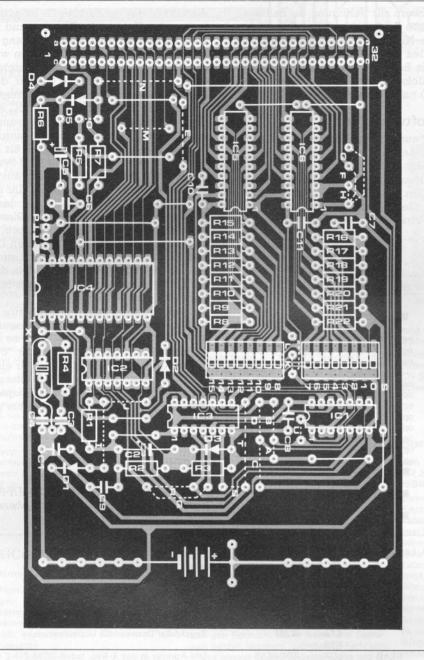
Software-mäßig kann man diese Prozedur recht einfach ausführen. Einige kurze Maschinensprache-Programme reichen aus.

Die Schaltung

Alles dreht sich hier natürlich um das Uhren-IC MC 146818. Außerdem wird der größte Teil der Schaltung in Bild 2 vom Adreßdekoder in Beschlag genommen: IC5, IC6, R8...R22 und S1...S15. Mit den Brücken K und L kann man zwischen 8-und 16-bit-Adreßdekodierung wählen. Mit S1...S15 wird die gewünschte Adresse für die Uhr eingestellt. Ein geschlossener Schalter entspricht einer "0", obwohl diese Position auf den DIL-Schaltern mit ON markiert ist.

Mit einer der Brücken F und G kann man festlegen, in welchen Teil des I/O- oder Speicher-Bereichs die Uhr für den Z80-Prozessor gelegt wird. Normalerweise (beim 6502) wird hier die Brücke H gelegt. Das Signal vom Adreßdekoder gelangt weiter an das Interface zwischen gemultiplextem Uhren-IC-Bus und nichtgemultiplextem Datenbus. Das Interface besteht aus den Gattern N1...N3 und N9...Nl2. Die Verbindungsleitungen werden hier nach Tabelle 8, abhängig vom Prozessor gelegt (6502 oder Z80). Mit der Brücke E kann man das Signal vom CLKOUT-Ausgang an den Bus führen, so daß das ganze System dann mit dem von IC4 erzeugten Takt "läuft". Beim Reset des Uhren-ICs können zwei Möglichkeiten gewählt werden: Mit Brücke J wird IC4 vom RES-Signal des Mikroprozessor-Systems zurückgesetzt; ist Brücke I gelegt. dann wird mit Rl und Cl beim Einschalten der Betriebsspannung ein Reset-Impuls erzeugt. Verwendet man den externen Reset (J), dann wird das IC auch über





N5 und den CE-Eingang "ausgeschaltet". Beim Abschalten des Reset-Signals reagiert das CE-Signal erst nach einer mit C2, R2 und R3 festgelegten Verzögerung. Mit den Brücken N und O kann man zwischen einer externen (N) oder einer internen (O) Pufferbatterie für die Uhr auf der Platine wählen. Als Trockenbatterie muß ein 4,5-V-Typ eingesetzt werden. R5 entfällt in diesem Fall. Nimmt man einen Akku, dann muß es ein 3,6-V-Typ (3 Zellen) sein. Der Akku wird über R5 geladen. Dabei muß R5 der Akku-Kapazität angepaßt werden. Bei R5 = 1 kOhm fließt ein Strom von etwa 1 mA. Richtwert für den Ladestrom: 1/100 der Nennkapazität des Akkus. Werden Batterie oder Akku einmal ausgetauscht, dann muß das Uhren-IC meistens "total" zurückgesetzt werden: Dazu ganz einfach Punkt P an Masse legen. Der SOW-Ausgang liefert ein Rechtecksignal für den Wecker. Falls gewünscht, kann dort direkt ein Piezo-Summer angeschlossen werden. Mit dem Schalter am CKFS-Eingang kann man die Frequenz

des Signals am CKOUT-Ausgang nach Tabelle 4 einstellen.

Die Brücke M muß dann gelegt werden, wenn man den $\overline{\text{IRQ}}$ -Anschluß verwenden möchte.

Der aktive Teil des Quarzoszillators steckt in IC4. Dazu gehören die passiven Bauteile R4, C3, C4 und der Quarz. C4 muß eventuell durch eine Parallelschaltung von 10 pF mit einem 30-pF-Trimmer ersetzt werden, damit ein Feinabgleich möglich wird. Läßt man den Prozessor mit seinem eigenen Quarztakt "laufen" (also nicht mit dem CLKOUT-Signal von IC4), dann sollte man die Quarzfrequenz (von XI) so niedrig wie möglich wählen, da dann auch die Stromaufnahme minimal ist (wichtig im Stand-by-Betrieb!). Bei der höchsten Quarzfrequenz ist der aufgenommene Strom maximal 4 mA, bei der niedrigsten Quarzfrequenz sind's nur 100 µA (maximal). Bild 3 zeigt das Layout und den Bestückungsplan für die Platine mit Elektor-Bus. Für den Anschluß von Batterie oder Akku stehen eine ganze Reihe

Stückliste

Widerstände:

R1,R2,R6 = 100 k

R3 = 150 k

R4 = 10 M R5 = 1 k (siehe Text)R7...R22 = 10 k

Kondensatoren:

C1,C6...C11 = 100 n C2,C5 = 10 μ /6V3 C3,C4 = 22 p

Halbleiter:

D1...D4 = 1N4148 D5 = AA 119

IC1 = 74LS27

IC1 = 74L327 IC2 = 4093

IC3 = 74LS04

IC4 = MC 146818 IC5,IC6 = 74LS688, AM 25LS2521

außerdem:

X1 = 4,194304-MHz-, 1,048576-MHz- oder 32,768-kHz-Quarz S0...S7, S8...S15 = 8-poliger DIL-Schalter 64-polige Messerleiste DIN 41612 NiCd-Akku 3,6 V oder (Alkali-Mangan-)Batterie 4,5 V Platine 84094

Bauteilekosten inkl. Platine ca. 135,— DM

von Löchern zur Verfügung, so daß verschiedene Bauformen eingesetzt werden können. Nicht vergessen, das Metallgehäuse des Quarzes mit Masse zu verbinden! Die Brücken werden mit Drahtstücken oder Kurzschlußsteckern (teurer!) nach Tabelle 8 gelegt.

Die Software für die Uhr

Die Software für das Schreiben in das IC und das Lesen aus dem Uhren-IC ist besonders einfach. Wichtig ist beim 6502, daß Adressen und Daten direkt aufeinander folgen. Geschieht das nicht, dann besteht die Gefahr, daß die Daten den falschen Adressen zugeordnet werden. Der

Tabelle 8. Die vom Prozessor abhängigen Brücken, die auf der Platine eingesetzt werden müssen.

Tabelle 8.

Bezeichnung	6502	Z80	Anmerkungen
В			
C	_		
D		_	
E	opt.	opt.	int./ext. Systemtakt
F	_	opt.	Speicherzugriff
G	22	opt.	I/O-Zugriff
Н		-3334	
1	opt.	opt.	int. Power-up-Reset
J	opt.	opt.	ext. Power-up-Reset
K	opt.	opt.	16-bit-Adreßdekodierung
L	opt.	opt.	8-bit-Adreßdekodierung
M	opt.	opt.	Unterbrechungsmarke nach Bus
N	opt.	opt.	ext. Batteriepuffer
0	opt.	opt.	int. Batteriepuffer
P	opt.	opt.	Uhr-Reset
Q	_		
R		-	
S			
T	2		
U	_		

Adreßdekoder des Uhren-ICs ist nämlich nur an den Data-strobe-Eingang und nicht etwa an den Address-Strobe-Eingang gekoppelt. Diesen Umstand haben wir in den Beispielprogrammen berücksichtigt. Beim Z80 sorgt die Brücke U dafür, daß der Adreßdekoder sowohl für Adressen als auch für Daten für das Uhren-IC wirksam ist. Deshalb kann man in diesem Fall die Uhr auch in BASIC programmieren. In Tabelle 9 sind die Programme für das Lesen und das Schreiben für 6502-Systeme (9a) und für Z80-Systeme (9b) aufgelistet. Bei den 6502-Systemen liegt die Uhr auf den Adressen E200 und E201, bei den Z80-Systemen auf 3000 und 3001. Diese Adressen kann man natürlich an sein eigenes System anpassen. Die Angaben DATA und ADDRESS in diesen Routinen stehen für zwei Speicherplätze im RAM, in denen die Daten und die interne Adresse für das Uhren-IC gespeichert werden. Außerdem ist in Tabelle 10 noch eine kleine Subroutine angegeben, eine sogenannte Poll-Routine, die den Prozessor so lange warten läßt, bis das UIP-Bit wieder "0" geworden ist. Diese Routine ist für einen 6502-Computer geeignet. Z80-Besitzer können aber leicht anhand dieses Beispiels eine ähnliche Routine für ihr System programmieren.

Literatur:

Motorola-Datenblatt MC 146818 Motorola-Applikations-Broschüre AN-864A: Interfacing multiplexed bus peripherals with non-multiplexed MPUs

Tabelle 9. Lese- und Schreibroutine	abelle 9. Lese- u	nd Schreibroutine
-------------------------------------	-------------------	-------------------

а	Für 6502-	Systeme:		
	WRITE	LDA LDX STX STA RTS	DATA ADDRESS \$E200 \$E201	Daten für die Uhr in den Akku laden. Uhr-Adresse in das X-Reg. laden. Uhr-Adresse in die Uhr schreiben. Zugehörige Daten in die Uhr schreiben.
	READ	LDX STX LDA STA RTS	ADDRESS \$E200 \$E201 DATA	Uhr-Adresse in das X-Reg. laden. Uhr-Adresse in die Uhr schreiben. Zugehörige Daten in den Akku laden. Daten in den RAM-Puffer kopieren.
b	Für Z80-S	ysteme:	AST TENEDUCE	- The state of the
	WRITE	LD LD LD LD RET	A, (ADDRESS) (3000H), A A, (DATA) (3001H), A	Uhr-Adresse in den Akku laden. Uhr-Adresse in die Uhr schreiben. Uhr-Daten in den Akku laden. Daten in die Uhr schreiben.
	READ	LD LD LD LD RET	A, (ADDRESS) (3000H), A A, (3001H) (DATA), A	Uhr-Adresse in den Akku laden. Uhr-Adresse in die Uhr schreiben. Zugehörige Daten in den Akku laden. Daten in den RAM-Puffer kopieren.

Tabelle 10. Poll-Routine für 6502

	LDXIM	\$ØA	Register 10 enthält UIP-Bit (Reg. A).
NOTSET	STX	\$E200	eselőténettésia Dant hanna Tanak
	LDA	\$E201	Inhalt von Register A holen.
	BPL	NOTSET	Warten bis Bit 7 gesetzt wird.
SET	STX	\$E200	or dean scorp out the month is believed
	LDA	\$E201	Inhalt von Register A holen.
	BMI	SET	Warten bis Bit 7 zurückgesetzt wird.
	RTS		ien dak dem Schalter am 200 Ele