

µP als Minizähler

Ganz schön einfach – mit dem Computer

Man kann sich kaum vorstellen, in welcher vielfältiger Weise ein Mikroprozessor eingesetzt werden kann! Zählen kann er jedenfalls auch. Beispielsweise, wie häufig etwas während einer bestimmten Zeit geschieht. Das nennt man "Frequenz".

G. Sullivan

Der Begriff "Frequenz" ist an ein periodisches, also sich regelmäßig wiederholendes Ereignis gebunden. Dem Monat Mai kann man beispielsweise eine Frequenz von 1 Sonnenuntergang pro 24 Stunden zuordnen. Das gilt übrigens auch für alle anderen Monate. Wenn eine Wechselspannung 100mal pro Sekunde auf eine bestimmte Weise die Polarität wechselt, dann spricht man von einer Frequenz von 100 Hz. In der Elektronik sind wir hauptsächlich an der Frequenz einer Wechselspannung oder eines Wechselstroms interessiert. Wie kann man die Frequenz messen?

Dadurch, daß eine Sekunde lang (1/s = 1 Hz!) die Polaritätswechsel gezählt werden: Ob von Plus nach Minus oder umgekehrt spielt dabei keine Rolle. Und wie bringt man einem Mikroprozessor das Zählen bei? Ganz einfach: Sorgen Sie dafür, daß sich ein Programm fortlaufend den Inhalt einiger Speicherplätze "ansehen" kann. Was es sieht, ist nicht mehr und nicht weniger als die (letzte) gemessene Frequenz. Außerdem muß das erwähnte Programm unterbrochen werden können ("interrupt"), falls eine Meßzeit von 1 Sekunde vergangen ist; oder falls festgestellt wird, daß die gemessene Wechselspannung auf eine bestimmte Weise ihre Polarität gewechselt hat. Das Programm, das auf einen Interrupt folgt, muß zunächst der Ursache der Unterbrechung nachgehen. Handelte es sich um einen Nulldurchgang, dann wird der Periodenzähler um Eins erhöht. Falls die Meßzeit von 1 Sekunde vergangen sein sollte, wird der Inhalt der Speicherplätze vom Periodenzähler in die Display-Puffer "kopiert". Gleichzeitig erfolgt der Start einer neuen Meßzeit. Das Ende vom Lied: Der Sprung zurück ins Hauptprogramm. Und das Ganze beginnt wieder von vorne. Der Lauf der Dinge ist in einem Flußdiagramm in Bild 1 skizziert.

Wie läuft die Messung in der Praxis ab? Sehen Sie sich bitte Bild 2 an. Hier handelt es sich um die notwendige Hardware, die man am Port-Konnektor des Junior-Computers anschließen muß, um die Frequenz-Information zu gewinnen. Ein ausreichend großes Eingangssignal erzeugt mit seinem Null-

Tabelle.

\$1A00	A9 00	INITPR	LDAIM	\$00
\$1A02	85 D0		STAZ	ACCUL
\$1A04	85 D1		STAZ	ACCUM
\$1A06	85 D2		STAZ	ACCUH
\$1A08	A9 29		LDAIM	IRQSRV
\$1A0A	8D 7E 1A		STA	IRQL
\$1A0D	A9 1A		LDAIM	IRQSRV/256
\$1A0F	8D 7F 1A		STA	IRQH
\$1A12	8D E6 1A		STA	EDETC
\$1A15	A9 10		LDAIM	\$10 (16 ₁₀)
\$1A17	85 D4		STAZ	TIMEH
\$1A19	85 D3		STAZ	COUNT
\$1A1B	A9 3D		LDAIM	\$3D (61 ₁₀)
\$1A1D	85 D5		STAZ	TIMEL
\$1A1F	8D FF 1A		STA	CNTH
\$1A22	58		CLI	
\$1A23	20 8E 1D LOOP		JSR	SCANDS
\$1A26	4C 23 1A		JMP	LOOP
\$1A29	48	IRQSRV	PHA	
\$1A2A	8A		TXA	
\$1A2B	48		PHA	
\$1A2C	98		TYA	
\$1A2D	48		PHA	
\$1A2E	2C D5 1A		BIT	RDFLAG
\$1A31	10 1C		BPL	ADD
\$1A33	A5 D5		LDAZ	TIMEL
\$1A35	8D FF 1A		STA	CNTH
\$1A38	C6 D3		DECZ	COUNT
\$1A3A	D0 28		BNE	EXIT
\$1A3C	A2 02		LDXIM	\$02
\$1A3E	A0 00		LDYIM	\$00
\$1A40	B5 D0	STORE	LDAZ	ACCUL,X
\$1A42	95 F9		STAZ	INH,X
\$1A44	94 D0		STYZ	ACCUL,X
\$1A46	CA		DEX	
\$1A47	10 F7		BPL	STORE
\$1A49	A5 D4		LDAZ	TIMEH
\$1A4B	85 D3		STAZ	COUNT
\$1A4D	D0 15		BNE	EXIT
\$1A4F	F8	ADD	SED	
\$1A50	18		CLC	
\$1A51	A5 D0		LDAZ	ACCUL
\$1A53	69 01		ADCIM	\$01
\$1A55	85 D0		STAZ	ACCUL
\$1A57	A5 D1		LDAZ	ACCUM
\$1A59	69 00		ADCIM	\$00
\$1A5B	85 D1		STAZ	ACCUM
\$1A5D	A5 D2		LDAZ	ACCUH
\$1A5F	69 00		ADCIM	\$00
\$1A61	85 D2		STAZ	ACCUH
\$1A63	D8		CLD	
\$1A64	68	EXIT	PLA	
\$1A65	A8		TAY	
\$1A66	68		PLA	
\$1A67	AA		TAX	
\$1A68	68		PLA	
\$1A69	40		RTI	

ADDITIONAL ZERO PAGE LOCATIONS

ACCUL	\$00D0
ACCUM	\$00D1
ACCUH	\$00D2
COUNT	\$00D3
TIMEH	\$00D4
TIMEL	\$00D5

Mit Hilfe dieses Programmes lernt der Junior-Computer, Periodendauern zu zählen.

durchgang nach "Minus" für einen "1"-nach-"0"-Sprung an Portleitung PA7. Im Programm wird dafür gesorgt, daß gleichzeitig ein IRQ-Interrupt auftritt.

Das Programm mit der Startadresse 1A00 ist in der Tabelle aufgelistet. Dadurch, daß Daten in den Speicherplatz EDET C geschrieben werden, führt ein "1"/"0"-Sprung an PA7 zu einem IRQ-Befehl. Andere Vorbereitungen betreffen die Definition des IRQ-Sprungvektors auf die Startadresse des Interrupt-Programms IRQSRV, das Starten des Intervall-Timers (CNTH, also alle 1024 Taktimpulse ein IRQ) und die Festlegung des Inhalts von Speicherplatz COUNT. Danach wird die Programmschleife LOOP ständig durchlaufen – in Erwartung eines IRQ-Befehls.

Sobald ein IRQ festgestellt wird – welcher Art auch immer – folgt die Abwicklung des Programms IRQSRV. Nach der Speicherung von A, X und Y im Stack (sie spielen im Laufe von SCANDS eine Rolle), sehen wir uns einmal die N-Flagge an. Falls N während der Timer-Flagge Null ist, kann der IRQ nicht als Folge eines "Time out" entstanden sein. Also war der IRQ die Folge eines Pegelsprungs an PA7: Eine neue Periode der Wechselspannung ist vergangen, und das Programm geht nach Label ADD. Die 24-bit-BCD-Zahl (ACCUH, ACCUM, ACCUL – der Periodenzähler aus Bild 1) wird um Eins erhöht. Nach der "Wiederherstellung" von A, X und Y (EXIT) und nach dem RTI geht's wieder zurück in die LOOP-"Tretmühle". War der IRQ die Folge eines "Time out" vom Intervall-Timer, dann wird der Timer erneut gestartet und der Inhalt von COUNT um Eins erhöht. Solange

1

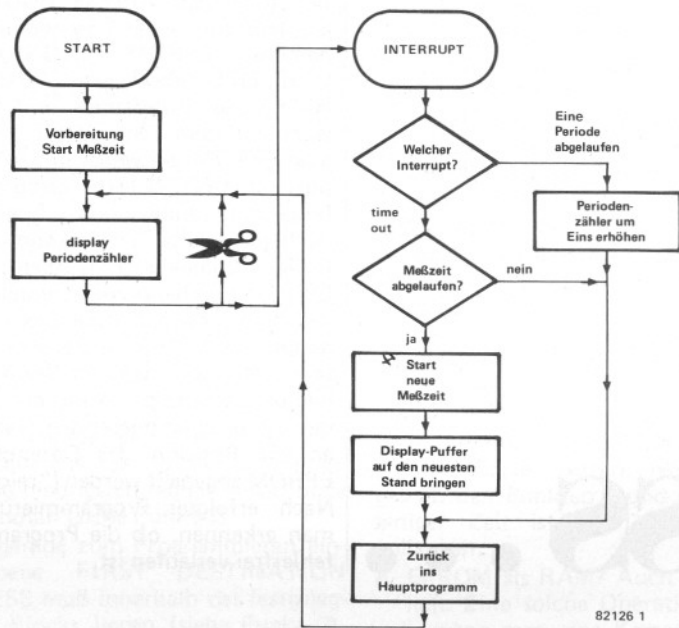


Bild 1. So wird's gemacht: Konstruktive Unterbrechungen (IRQ) für die Frequenz-Messung . . .

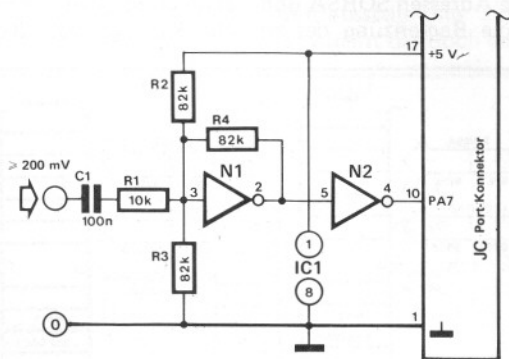
COUNT noch nicht Null ist, folgt direkt der Sprung nach EXIT. Ist COUNT allerdings Null, dann wird zunächst der Programmteil STORE durchlaufen. Die Meßzeit von einer Sekunde ist vergangen, und die bekannten Displaypuffer POINTH, POINTL und INH erhalten einen Inhalt, der gleich dem von ACCUH bzw. ACCUM bzw. ACCUL ist. Die Praxis? Die Hardware von Bild 2

an den Portkonnektor anschließen, das Programm eingeben (noch besser: von einer Kassette einlesen) und das Programm starten (mit Hilfe des Standard-Tastenfelds in Verbindung mit den für SCANDS notwendigen I/O-Definitionen). Die höchste meßbare Frequenz beträgt etwa 10 kHz. Bei tiefen Frequenzen kann man eine höhere Genauigkeit dadurch erreichen, daß die Meßzeit bis auf 10 s erhöht wird (TIMEH mit A0 anstelle von 10 laden; Adresse 1A16). Außerdem muß man die angegebene Zahl in diesem Fall durch Zehn teilen, um die richtige Frequenz zu erhalten.

Wir wünschen Ihnen viel Freude mit dieser kleinen Anwendung des Junior-Computers.

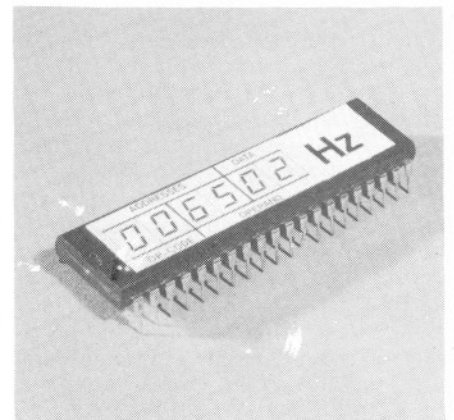
2

$N1, N2 = 1/3 IC1 = 4049$



82126 2

Bild 2. . . einer Wechselspannung, die über diese Schaltung mit dem Junior-Computer verbunden wird.



Literatur:
Kapitel 6 von Junior-Computer Buch 2