

## Anwendungsbeispiel

### Mikrocontroller SAB 80515 und SAB 8051 mit Pulsweitenmodulations-Baustein SLE 4520.

#### Zwei Mikrocontroller für den Einsatz in der Antriebstechnik (Umrichtertechnik).

Für die Drehzahlsteuerung von Asynchronmotoren mit Hilfe von Frequenzumrichtern ist heute die Pulsweitenmodulation das übliche Verfahren. Dabei werden zur Ansteuerung der Endstufen Rechteckimpulse fester Frequenz erzeugt, deren Breite abhängig vom Verlauf der Sinusfunktion zu- oder abnimmt.

Neben einer Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten eignen sich der SAB 8051 mit externem Funktionsblock (SLE 4520) oder der SAB 80515 mit integrierter PWM-Hardware (Timer-2-Block) zur Erzeugung pulswertenmodulierter Rechtecksignale, wie sie für die Ansteuerung von Umrichterendstufen gebraucht werden. Sie stellen damit die Lösung antriebstechnischer Probleme bei erheblich reduziertem Bauelementeaufwand in Aussicht und werden wegen ihrer Flexibilität bei der Programmgestaltung verstärkt Eingang in kundenspezifische Lösungen finden.

Als dritte Variante bietet sich die wohl technisch günstigste Lösung für antriebstechnische Probleme an, nämlich die Kombination aus SAB 80515 und SLE 4520. Sie läßt in Bezug auf hohe Schaltfrequenz, Auflösung, A/D-Wandler und Speicherkapazität kaum noch Wünsche offen. Außerdem kann der Timer-2-Funktionsblock dann für andere Aufgaben genutzt werden.

#### 1. Merkmale der drei Kombinationen

##### 1.1 SAB 8051 mit SLE 4520

Bei dieser Kombination ist zwar die erzielbare Schaltfrequenz  $> 16$  kHz und die dann erzielbare Auflösung mit 7 bit relativ hoch, dafür fehlt jedoch der A/D-Wandler zur Realisierung geregelter Antriebslösungen. Er kann im Bedarfsfall auf einfache Weise hinzugefügt werden.

##### 1.2 SAB 80515 allein

Unter Mitbenutzung des integrierten Pulsweitenmodulationsblocks (Timer-2-Konfiguration) scheint auf den ersten Blick dies die Lösung mit den wenigsten Bauelementen für geregelte Frequenzumrichter zu sein, da auch ein A/D-Wandler bereits vorhanden ist.

Bei genauerem Hinsehen merkt man jedoch, daß zur Ansteuerung der sechs Leistungstransistoren mit entsprechender Totzeit die drei Ausgänge des T2-Blocks nicht ausreichen. Dazu ist in jedem Fall externe Logik erforderlich. Außerdem erfordert die spezielle Arbeitsweise der Vergleicher (Änderung des Ausgangssignals nur bei Gleichheit) eine ausgeklügelte Software-Routine, wenn man den ganzen Tastverhältnisbereich von 0...100% nutzen will.

##### 1.3 SAB 80515 mit SLE 4520

Die wohl günstigste Lösung für antriebstechnische Probleme ist aus jetziger Sicht die Kombination aus SAB 80515

und SLE 4520. Sie läßt in Bezug auf hohe Schaltfrequenz, Auflösung, A/D-Wandler und Speicherkapazität kaum noch Wünsche offen. Außerdem kann der Timer-2-Funktionsblock dann für andere Aufgaben genutzt werden.

#### 2. Vorteile des Pulsweitenmodulations-Bausteins SLE 4520

Bei genauer Betrachtung des SLE 4520 fällt auf, daß neben der Pulsweitenmodulation für drei Phasen sich weitere Möglichkeiten bieten, die für den Einsatz in Frequenzumrichtern sehr nützlich sind.

Es gibt sechs Ausgänge mit wählbarer Totzeit (16 Stufen), die Ströme bis zu 20 mA nach Masse schalten können und verriegelbar sind.

Das Sperren der Ausgänge ist dynamisch möglich durch Anlegen von High-Pegel an den Inhibiteingang oder statisch durch Setzen des Status-Flip-Flops, das einen Kontrollausgang besitzt.

Die setzbaren Rückwärtszähler, verantwortlich für die Pulsweite, können über einen programmierbaren Vorteiler mit einem Takt betrieben werden, der maximal  $f_{\text{Quarz}}/4$  und minimal  $f_{\text{Quarz}}/48$  beträgt.

Ferner ist ein Oszillator mit Treiberausgang zur Versorgung des Mikrocontrollers vorhanden.

### 3. Die Bildung des pulswertenmodulierten Signals

Prinzipiell wäre jeder der vorgenannten Mikrocontroller in der Lage, die Sinusfunktion an jeder beliebigen Stelle der Periode zu berechnen und daraus einen Binärwert zur Umwandlung in Pulsweite zu bilden. Die erforderliche Rechenzeit würde jedoch die Schaltfrequenz reduzieren.

Für hohe Schaltfrequenzen ist es daher günstiger, die "Abtastwerte" der Sinusfunktion aus einer ROM-Tabelle zu holen und an den entsprechenden Funktionsblock zu übergeben.

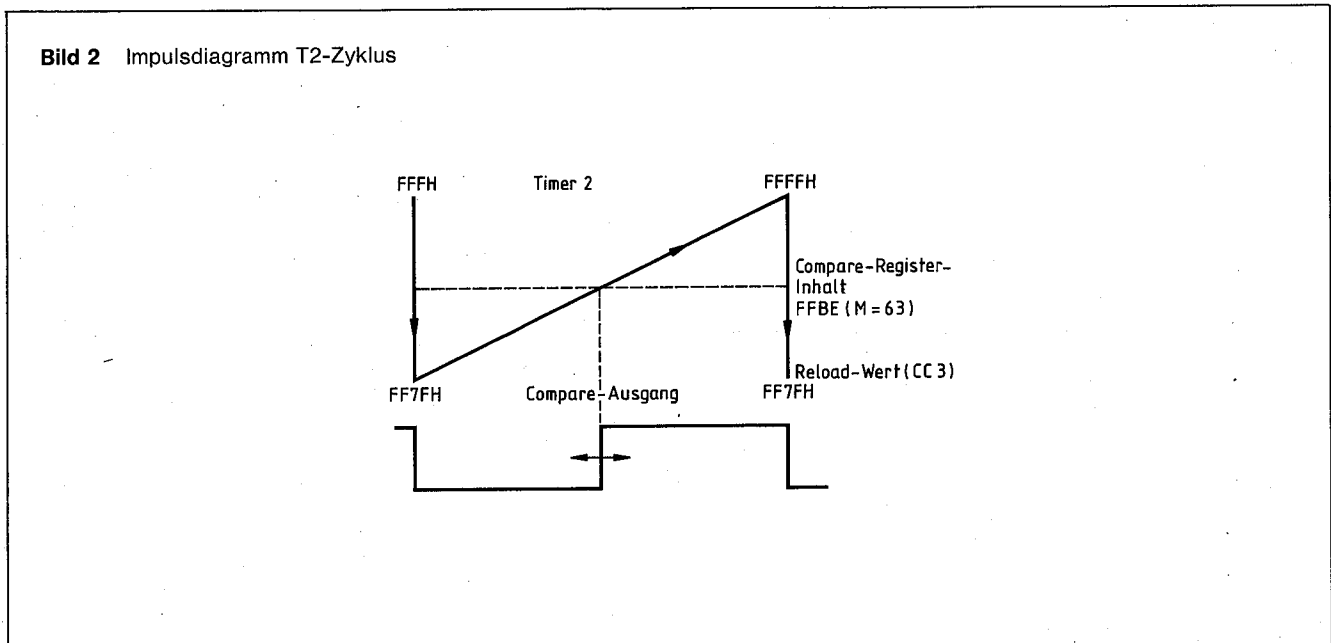
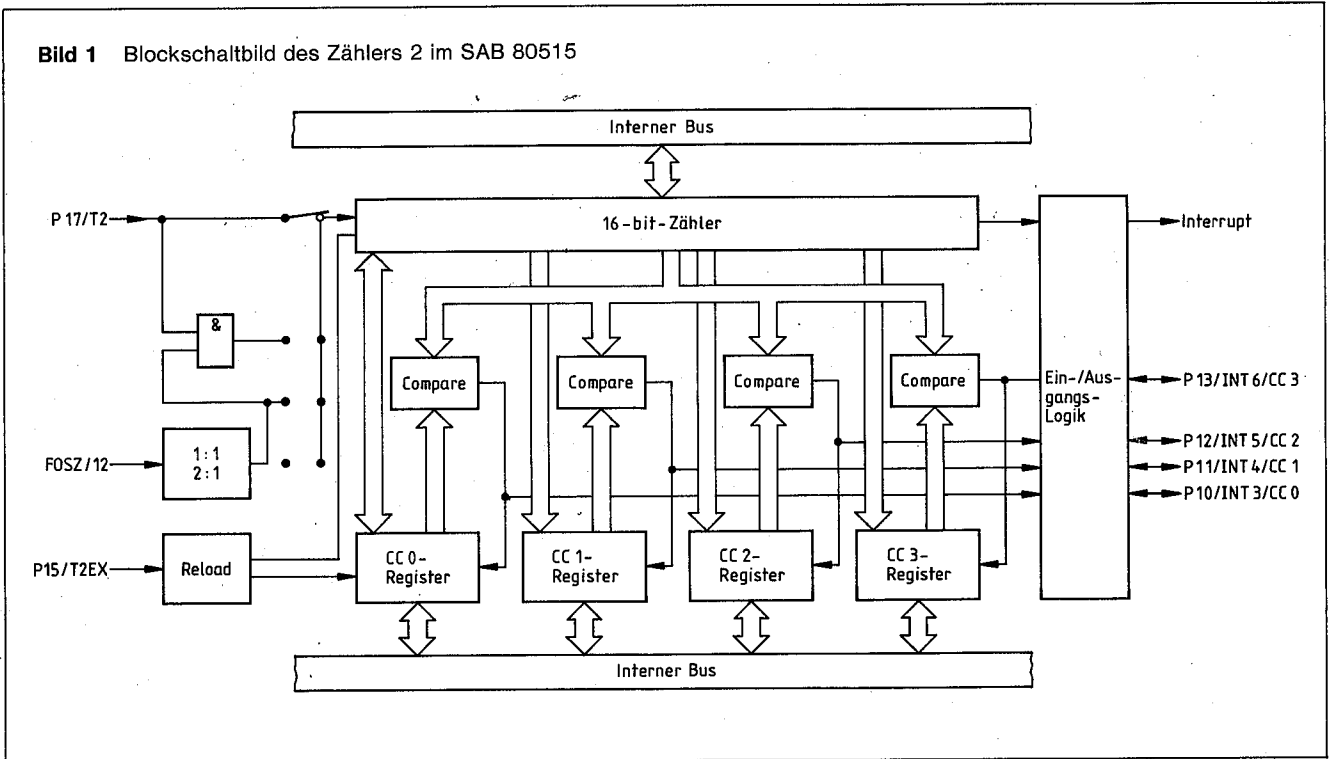
Dieser Funktionsblock zur Pulsweitenmodulation steht mit dem SLE 4520 als Peripheriebaustein zur 8051-Familie oder beim SAB 80515 als Timer-2-Konfiguration zur Verfügung.

### 3.1 Der Pulsweitenmodulations-Funktionsblock im SAB 80515

Für die Pulsweitenmodulation wird der 16-bit-Timer 2 (Takt 1 MHz bei 12 MHz-Quarz) zur Festlegung der Schaltfrequenz im Auto-Reload-Modus betrieben, d. h., er wird beim Überlauf aus dem 16-bit-Register CC3 nachgeladen.

Die Compare-Register CC0 bis CC2 werden im Mode 0 betrieben, was bedeutet, daß der entsprechende Compare-Ausgangs-Pin auf High-Pegel geht, wenn der Zähler den Wert im Compare-Register erreicht hat. Der Überlauf setzt dann alle Compare-Ausgänge wieder auf 0 zurück. Das Diagramm (Bild 2) verdeutlicht diese Aussage: Die Laufzeit des Timers 2 bis zur Gleichheit von Timer 2 und dem Compare-Registerinhalt bestimmt die Impulsbreite.

Das fortlaufende Beschreiben der Compare-Register mit den Werten aus der ROM-Tabelle führt dann zu einer Pulsweitenmodulation der positiven Ausgangsflanke.



### 3.2 Der Pulsweitenmodulations-Funktionsblock SLE 4520

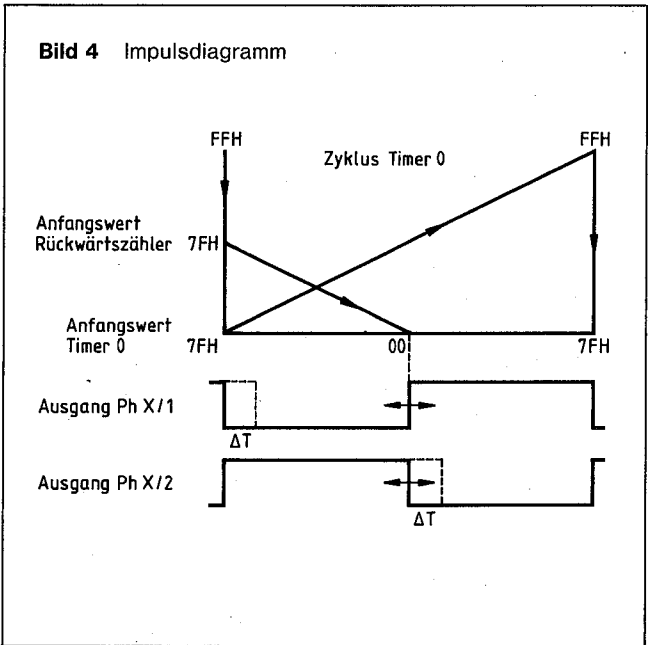
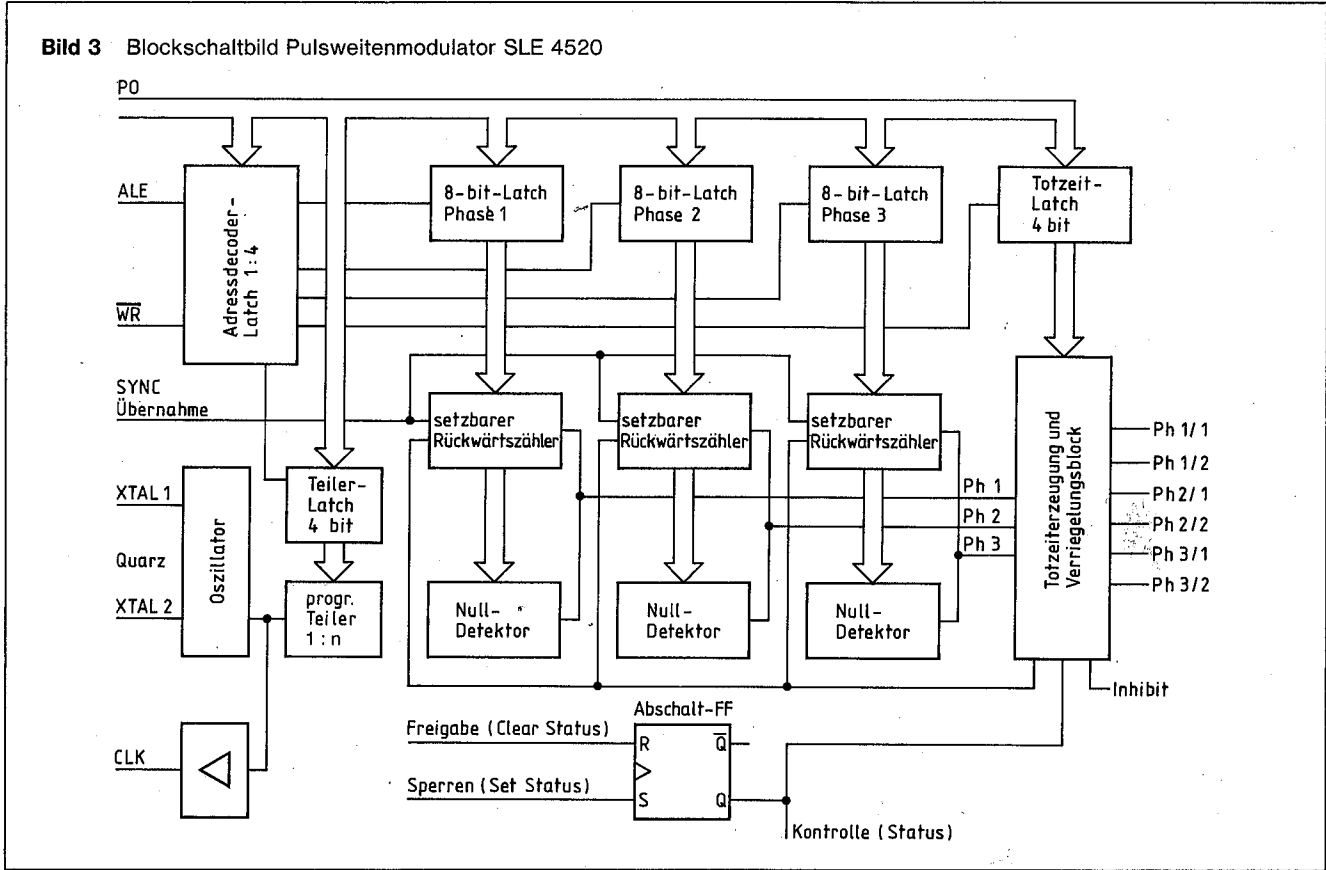
Die Impulsweite wird hier durch die Laufzeit eines setzbaren Rückwärtszählers bestimmt, der beim Erreichen der Null anhält.

Zur Bestimmung der Schaltfrequenzperiodendauer wird der Timer 0 im Mikrocontroller SAB 8051 im Auto-Reload-Modus (8 bit) betrieben.

Beim Überlauf (mit Interruptauslösung) wird ein Übernahmeimpuls erzeugt, der aus den Registern für Phase 1, 2 und 3 die vorher geladenen Datenwerte parallel in die entsprechenden Rückwärtszähler lädt und diese freigibt.

Da diese Rückwärtszähler mit der durch 6 (oder 4) geteilten Quarzfrequenz arbeiten (beim 12-MHz-Quarz also mit 2 MHz), kann hier die Auflösung bei gleicher Schaltfrequenz gegenüber dem SAB 8051 verdoppelt werden (Timer 2 im SAB 8051 läuft mit 1 MHz). Das Diagramm (Bild 4) verdeutlicht die Impulserzeugung bei der Kombination SAB 8051 und SLE 4520. Die Laufzeit des Rückwärtszählers im SLE 4520 bestimmt die Impulsbreite.

Im Fall der Totzeit werden die negativen Flanken um  $\Delta T$  verzögert. Hier wird deutlich, wie sich der Einfluß der programmierbaren Totzeit (Vermeidung von Schaltüberlappungen in der Leistungshalbbrücke) auf die negativen Flanken der Ausgangspulse auswirkt.



### 4. Die Bildung der ROM-Tabelle

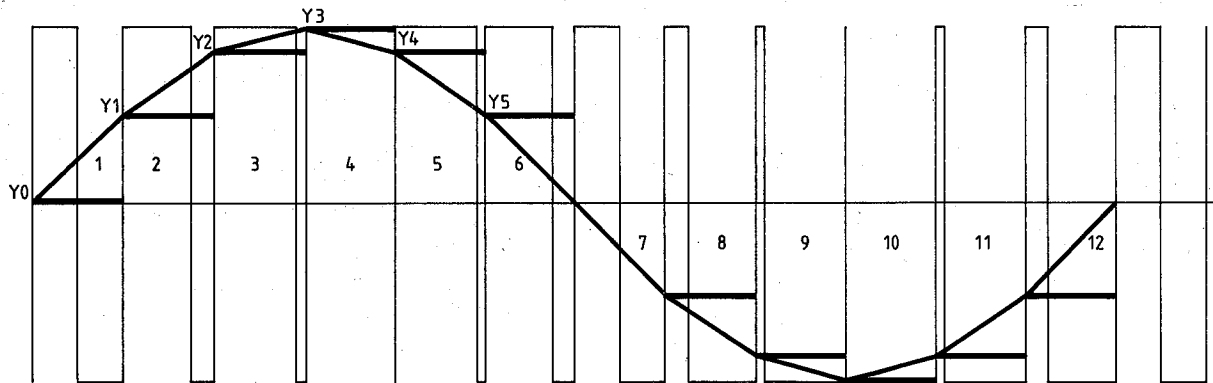
Die Werte der ROM-Tabelle werden gebildet, indem die Sinusvollwelle zunächst in  $N_{St} = n \cdot 6$  ( $n = 1 \dots 40$ ) gleiche Abschnitte aufgeteilt wird ( $\Delta \alpha = \frac{360^\circ}{n \cdot 6}$ ). Jeder Funktionswert  $y = \sin \alpha$  am Anfang eines Abschnitts wird dann mit Hilfe einer Formel in einen ganzzahligen Amplitudenwert  $A_w$  umgerechnet und nach einem bestimmten Schema, das auf die Tabellenbearbeitung abgestimmt ist, in Tabellenform abgelegt.

**Zur Bild 5:** Jede Stufe kann  $Z$  Impulse gleicher Breite beinhalten. Im Beispiel ist  $N_{St} = 12$  Stufen pro Vollwelle  $Z = 1$  Impuls pro Stufe und der Amplitudenfaktor  $F_A = 1$ .

Die Frequenz läßt sich durch Variation der Impulszahl  $Z$  pro Stufe, der Stufenzahl  $N_{St}$  oder der Schaltfrequenzdauer  $T_p$  gemäß folgender Beziehung stufenweise ändern:

$$f = \frac{1}{N_{St} \cdot Z \cdot T_p} \quad [\text{Hz}] \quad (1)$$

**Bild 5** Nachbildung der Sinusform durch treppenförmige Annäherung



**Zeichenerklärung**

- $F_A$  = Amplitudenfaktor
- $M$  = Mittelwert
- $A_w$  = Amplitudenwert
- $A$  = Auflösung in [bit]
- $N_{St}$  = Stufenzahl pro Vollwelle  
(Anzahl der Abschnitte einer Vollwelle)
- $T_p$  = Schaltfrequenzdauer
- $F_B$  = Oberwellenfaktor
- $Z$  = Impulszahl pro Stufe

**4.1 Kombination aus SAB 8051 und SLE 4520**

Für diesen Fall lautet die Formel für den Amplitudenwert:

$$A_{w51} = M \cdot (1 + F_A \cdot \sin \alpha) \quad (2)$$

Die Formel für den Mittelwert lautet:

$$M = 2^{(A-1)} - 1 \quad (3)$$

Bei einer Auflösung  $A$  von z. B. 7 bit errechnet sich gemäß (3) der Mittelwert zu  $M = 63$ .

Der Amplitudenfaktor  $F_A$  kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen.

Soll für höhere Ausgangsspannung eine 3. Oberwelle hinzugefügt werden, so wird der Klammerausdruck in (2) um  $(F_B \cdot \sin 3 \alpha)$  ergänzt. Die Formel  $A_{w51}$  lautet dann:

$$A_{w51} = M \cdot (1 + F_A \cdot \sin \alpha + F_B \cdot \sin 3 \alpha) \quad (4)$$

Der Oberwellenfaktor  $F_B$  kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen. Normalerweise beträgt er etwa 0,2.

**4.2 Für den SAB 80515:**

In diesem Fall lautet die entsprechende Formel:

$$A_{w515} = R_{LL} + M \cdot (1 + F_A \cdot \sin \alpha) \quad (5)$$

Hier muß das Low-Byte  $R_{LL}$  des Compare-Registers CC3, das im Auto-Reload-Modus zum Nachladen von Timer 2 gebraucht wird, zum Amplitudenwert " $A_{w51}$ " hinzugezählt werden, damit der Compare-Fall in der Zeit vom Nachladen des Timers 2 bis zum Überlauf auftreten kann. Für eine

Timer-2-Laufzeit von 128  $\mu$ s (Schaltfrequenz 7,8125 kHz) bis zum Überlauf beträgt der Nachladewert FFFFH - 80H = FF7FH und das Low-Byte  $R_{LL}$  erhält damit den Wert  $R_{LL} = 7$  FH.

**4.3 Kombination aus SAB 80515 und SLE 4520**

Für diesen Fall kann die Formel (2) bzw. (4) zur Tabellenbildung herangezogen werden, da die Tabellenbearbeitung wie beim SAB 8051 abläuft.

**5. Die Abarbeitung der ROM-Tabelle**

**5.1 Kombination SAB 8051 und SLE 4520**

Es gibt zwei verschiedene Möglichkeiten der Tabellenbearbeitung, die sich in der Programmaufzeit und im Tabellenumfang unterscheiden.

Im ersten Fall (Listing 1) wird auf die Tabellenwerte mit Hilfe des DPTR-Registers, in dem die Tabellenanfangsadresse steht, und eines Stufenzählers (R4), zu dem der jeweilige Phasenoffset (120°, 240° Phasenverschiebung) hinzuaddiert wird, zugegriffen. Für  $N_{St} = 48$  Stufen pro Vollwelle beträgt der Phasenoffset  $\frac{N_{St}}{3} = 16$ . Beim ersten Schleifendurchlauf sind R4, R5 = 0, und es wird auf den 1. Tabellenwert zugegriffen. Beim 2. Durchlauf ist R4 = 0, R5 = 16, und der 16. Tabellenwert wird geholt (120°). Anschließend wird bei R4 = 0, R5 = 32 auf den 32. Tabellenwert zugegriffen (240°). Nach Ausgabe der drei Phasenwerte wird der Stufenzähler R4 erhöht. Die Übernahme neuer Werte für Schaltfrequenz, Amplitude, Stufen/Periode, Impulszahl/Stufe erfolgt im Teil NLOAD nach Abarbeitung aller Stufen.

Der Tabellenumfang bei dieser Methode beträgt  $N_{St} \cdot \frac{5}{3}$  (siehe Table 9, Listing 1).

Im 2. Fall (Listing 2) wurde besonderes Augenmerk auf die Programmaufzeit der Ausgabesequenz gelegt und daher aus der Schleife ein durchlaufendes Programmstück gemacht.

Das hat zur Folge, daß die Werte für Phase 1 bis 3 für einen Winkel nacheinander in der Tabelle stehen und diese daher einen Umfang von  $N_{St} \cdot 3$  benötigt.

Die Verkürzung der Programmaufzeit wurde hier durch den Fortfall der Phasenoffsetaddition und der Schleifenabfrage erreicht.

## 5.2 Für den SAB 80515:

Die Bearbeitung der Tabellen geschieht hier im Prinzip nach dem selben Muster wie beim SAB 8051 und SLE 4520. Der einzige Unterschied besteht darin, daß die Tabellenwerte nicht direkt an die entsprechenden Compare-Register übergeben, sondern in Zwischenregister (R2, R3, R4) abgelegt werden (Listing 3).

Erst beim nächsten Durchlauf werden die Tabellenwerte in die Compare-Register geladen.

Der Grund für diese ungewöhnliche Prozedur liegt im Verhalten der digitalen Vergleicher (Compare), die nur bei Erkennen der Gleichheit von Zähler- und Registerinhalt eine Ausgangsänderung bewirken. Ist nämlich der Zähler-

stand von Timer 2 beim Beschreiben des Compare-Registers bereits höher als der Tabellenwert (Programm-laufzeit), so kann eine Gleichheit nicht mehr festgestellt werden, und der gewünschte Impuls fällt aus.

Die kleinste machbare Impulsweite ist also von der Programm-laufzeit beim Beschreiben der Compare-Register abhängig. Für obiges Beispiel dürfte sie ( $f_{\text{Quarz}} = 12 \text{ MHz}$ ) etwa bei max.  $12 \mu\text{s}$  liegen. Bei einer Beschränkung auf eine Variationsbreite von 5 bis 95% ( $5\% = 12 \mu\text{s}$ ,  $100\% = 240 \mu\text{s} = T_{\text{Schalt}}$ ) kann man damit eine Schaltfrequenz von  $4,166 \text{ kHz}$  erreichen.

Das bedeutet, daß eine Impulsweitenvariation von 0 bis 100% nach dieser Methode nicht realisierbar ist.

Listing 1

```

;Interruptionserviceroutine
TINTO:  SETB    P1.0           ;SYNC.-PULS FUER SLE 4520
        CLR    P1.0           ;IMPULSE ENDE
        PUSH   PSW            ;PSW DES HAUPTPROGRAMMES RETTEN
        PUSH   ACC            ;EBENSO DEN ACCU
        CLR    IE.7           ;INTERRUPT SPERREN
        DJNZ   R7,OVER        ;WENN ZAEHLER = 0 AUSGABE SONST OVER
        MOV    R7,10H         ;INHALT VON 10 IN REG.R7 UEBERNEHMEN
        JB     32.0,RWECH     ;BEI FLAG=1 RICHTUNGSWECHSEL
;-----AUSGABE DER 3 PHASENWERTE-----
        MOV    R0,#0H         ;ADRESSZAEHLER FUER EXT. REG.
ILOOP:  MOV    A,R4            ;TABELLENINDEX HOLEN
        ADD    A,R5            ;PHASENVERSCHIEBUNG BERUECKSICHTIGEN
        MOV    A,R4            ;TABELLENINDEX HOLEN
        MOVC  A,δA+DPTR       ;STUETZWERT AUS TABELLE HOLEN
        MOVX  δR0,A           ;STUETZWERT AUSGEBEN
        INC   R0              ;ADRESSZAEHLER EXT. ERHOEHEN
        MOV   A,11H           ;PHASENOFFSET HOLEN
        ADD   A,R5            ;ZUM TABELLENINDEX ADDIEREN
        MOV   R5,A            ;NEUEN TABELLENINDEX IN R5 ABLEGEN
        CJNE R0,#03H,ILOOP    ;DREIMALIGER SCHLEIFENDURCHLAUF
        MOV   R5,#0          ;TABELLENINDEX ZURUECKSETZEN
;-----
ABFR:   INC    R4              ;TABELLENZAEHLER ERHOEHEN
        MOV   A,R4            ;TABELLENINDEX HOLEN
        CJNE  A,17H,OVER      ;SIND ALLE STUFEN ABGEARBEITET?
;-----
NLOAD:  DEC    09H            ;ZEITZAEHLER -1
        JNB   32.2,AWERT      ;KEIN NEUER WERT, WENN 32.2=0
        MOV   10H,12H         ;NACH ERF. SCHALTERABFRAGE WERT-
        MOV   11H,13H         ;UEBERGABE IM NULLDURCHGANG
        MOV   17H,18H         ;STUFENANZAHL/VOLLWELLE
        MOV   TH0,14H         ;UEBERGABE NEUE SCHALTERFREQUENZ
        MOV   DPL,R2          ;UEBERGABE TABELLEN-
        MOV   DPH,R1          ;STARTADRESSE
        CLR   32.2            ;UEBERNAHMEFLAG LOESCHEN
        JNB   32.5,FORT        ;AENDERUNGSFLAG RICHTUNG
        SETB  32.0            ;AENDERUNG RICHTUNGSFLAG HIER
        SJMP AWERT            ;
FORT:   CLR    32.0           ;
AWERT:  MOV    R4,#00H        ;STUFENZAehler NULL SETZEN
OVER:   SETB   IE.7           ;INTERRUPT FREIGEBEN
        POP   ACC             ;ACCU WIEDER UEBERGEBEN
        POP   PSW            ;UND DAS PSW
        RETI
;-----PROGRAMMTEIL BEI RICHTUNGSWECHSEL-----
RWECH:  MOV    R0,#3          ;ADRESSZAEHLER FUER EXT. PHASENREGISTER
ILOOB:  DEC    R0              ;NAECHSTE PHASE
        MOV   A,R4            ;TABELLENINDEX BILDEN
        ADD   A,R5            ;AMPLITUDENWERT HOLEN
        MOVC  A,δA+DPTR       ;AUSGABE DES AMPLITUDENWERTES
        MOVX  δR0,A           ;PHASENOFFSET HOLEN
        MOV   A,11H           ;NEUEN TABELLENINDEX BILDEN
        ADD   A,R5            ;IN R5 ABLEGEN
        MOV   R5,A            ;DREIMALIGER SCHLEIFENDURCHLAUF
        CJNE R0,#0,ILOOB     ;STUFENZAHLABFRAGE
        SJMP  ABFR
    
```

;TABLE9= AMPLITUDENFAKTOR 1.0, TABELLE FUER 48 STUETZWERTE

TABLE9:	DB	63,71,79,87,94,101,108,113,118,121,124,125
	DB	126,125,124,121,118,113,108,101,94,87,79,71
	DB	63,55,47,39,32,25,18,13,08,05,02,01
	DB	00,01,02,05,08,13,18,25,32,39,47,55
	DB	63,71,79,87,94,101,108,113,118,121,124,125
	DB	126,125,124,121,118,113,108,101,94,87,79,71
	DB	63,55,47,39,32,25,18,13,08

## Listing 2

;Interruptserviceroutine

	RSEG	Ausgabe-Seg	
TINTO:	SETB	P1.0	;IMPULS FUER EXTERNE HARDWARE
	CLR	P1.0	;IMPULSE ENDE
	PUSH	PSW	;PSW DES HAUPTPROGRAMMES RETTEN
	PUSH	ACC	;EBENSO DEN ACCU
	CLR	IE.7	;INTERRUPT SPERREN
	DJNZ	R7,OVER	;AUSGABEZAEHLER = 0 AUSGABE SONST RETUR
	MOV	R7,10H	;INHALT VON 10 IN REG.R7 UEBERNEHMEN
	JB	Rwech-flag, RWECH	;BEI FLAG=1 RICHTUNGSWECHSEL
;-----AUSGABE DER 3 PHASENWERTE-----			
	MOV	R0,#0H	;ADRESSZAEHLER FUER EXT. REG. AUF NULL SETZEN
	MOV	A,R4	;TABELLENINDEX IN DEN AKKU LADEN
	MOVC	A,δA+DPTR	;STUETZWERT PHASE 1 AUS TABELLE HOLEN
	MOVX	δR0,A	;STUETZWERT AN PH.-REG. 1 AUSGEBEN
	INC	R0	;ADRESSZAEHLER ERHOEHEN FUER DIE 2. PHASE
	INC	R4	;TABELLENINDEX ERHOEHEN
	MOV	A,R4	;TABELLENINDEX HOLEN
	MOVC	A,δA+DPTR	;STUETZWERT PHASE 2 AUS TABELLE HOLEN
	MOVX	δR0,A	;STUETZWERT AN PH.-REG. 2 AUSGEBEN
	INC	R0	;ADRESSZAEHLER ERHOEHEN FUER DIE 3. PHASE
	INC	R4	;TABELLENINDEX ERHOEHEN
	MOV	A,R4	;TABELLENINDEX HOLEN
	MOVC	A,δA+DPTR	;STUETZWERT PHASE 3 AUS TABELLE HOLEN
	MOVX	δR0,A	;STUETZWERT ANPH.-REG. 3 AUSGEBEN
	NOP		;ZEIT AUSGLEICH FUER ANDERE RICHTUNG
	NOP		
;-----			
ABFR:	INC	R4	;TABELLENINDEX ERHOEHEN
	MOV	A,R4	;TABELLENINDEX HOLEN
	CJNE	A,11H, OVER	;SIND ALLE STUFEN ABGEARBEITET?
;-----			
NLOAD:	DEC	09H	;ZEITZAEHLER -1
	JNB	Ueber-flag,AWERT	;KEIN NEUER WERT, WENN FLAG=0
	MOV	10H,12H	;NACH ERF. SCHALTERABFRAGE WERT-
	MOV	11H,13H	;UEBERGABE IM NULLDURCHGANG
	MOV	TH0,14H	;UEBERGABE NEUE SCHALTFREQUENZ
	MOV	DPL,R2	;UEBERGABE TABELLEN-
	MOV	DPH,R1	;STARTADRESSE
	CLR	Ueber-flag	;UEBERNAHMEFLAG LOESCHEN
	JNB	Aender-flag,FORT	;AENDERUNGSFLAG RICHTUNG
	SETB	Rwech-flag	;AENDERUNG RICHTUNGSFLAG HIER
	SJMP	AWERT	
FORT:	CLR	Rwech-flag	
AWERT:	MOV	R4,#00H	;STUETZSTELLENZAEHLER NULL SETZEN
OVER:	SETB	IE.7	;INTERRUPT FREIGEBEN
	POP	ACC	;ACCU WIEDER UEBERGEBEN
	POP	PSW	;UND DAS PSW
	RETI		
;-----PROGRAMMTEIL BEI RICHTUNGSWECHSEL-----			
RWECH:	MOV	R0,#2H	;ADRESSZAEHLER EXTERNE REGISTER AUF 2 SETZEN
	MOV	A,R4	;TABELLENINDEX
	MOVC	A,δA+DPTR	
	MOVX	δR0,A	;AUSGABE DES 1. STUETZWERTES AN PHASENREG. 3
	DEC	R0	
	INC	R4	
	MOV	A,R4	
	MOVC	A,δA-DPTR	
	MOVX	δR0,A	;AUSGABE DES 2. STUETZWERTES AN PHASENREG. 2
	DEC	R0	
	INC	R4	
	MOV	A,R4	
	MOVC	A,δA+DPTR	
	MOVX	δR0,A	;AUSGABE DES 3. STUETZWERTES AN PHASENREG. 1
	SJMP	ABFR	;STUFENZAHLABFRAGE

TABLE9= AMPLITUDENFAKTOR 1.0, TABELLE FUER 48 STUETZWERTE

TABLE9:	DB	63,118,8,71,113,5,79,108,2,87,101,1
	DB	95,95,0,101,87,1,108,79,2,113,71,5
	DB	118,63,8,121,55,13,124,47,18,125,39,25
	DB	126,32,32,125,25,39,124,18,47,121,13,55
	DB	118,8,63,113,5,71,108,2,79,101,1,87
	DB	95,0,95,87,1,101,79,2,108,71,5,113
	DB	63,8,118,55,13,121,47,18,124,39,25,125
	DB	32,32,126,25,39,125,18,47,124,13,55,121
	DB	8,63,118,5,71,113,2,79,108,1,87,101
	DB	0,95,95,1,101,87,2,108,79,5,113,71
	DB	8,118,63,13,121,55,18,124,47,25,125,39
	DB	32,126,32,39,125,25,47,125,18,55,121,13

Listing 3:  
Die Abarbeitung der ROM-Tabelle beim SAB 80515

Laderoutine für die CC-Register

TINT2:	DJNZ R7, OVER	:	Zähler für Impulse/Stufe
	MOV CCL1, R2	:	Phase 1 aus R2 laden
	MOV CCL2, R3	:	Phase 2 aus R3 laden
	MOV CCL3, R4	:	Phase 3 aus R4 laden
	PUSH PSW		
	PUSH ACC		
	MOV R7, 10H	:	R7 nachladen
	JB 33.0, RWECH	:	Richtungsflag
;Register	R2 bis R4 mit Tabellenwert laden		
	MOV A, R5	:	Tabellenindex
	MOVC A, $\delta A+DPTR$	:	Phasenwert 1 holen
	MOV R2, A	:	in R2 ablegen
	INC R5	:	Index erhöhen
	MOV A, R5		
	MOVC A, $\delta A+DPTR$	:	Phasenwert 2 holen
	MOV R3, A	:	in R3 ablegen
	INC R5	:	Index erhöhen
	MOV A, R5		
	MOVC A, $\delta A+DPTR$	:	Phasenwert 3 holen
	MOV R4, A	:	in R4 ablegen
ABFR:	INC R5	:	Index erhöhen
	MOV A, R5	:	Index holen
	CJNE A, 11H, Over	:	Sind alle Tabellenwerte abgearbeitet?
	usw.		
OVER:	CLR TF2	:	Timer 2-Überlaufflag löschen
	POP ACC		
	POP PSW		

Tabelle 1: Vergleich zwischen SAB 8051 und SAB 80515

	SAB 8051	SAB 80515
Programmspeicher	4 KByte	8 KByte
Datenspeicher	128 Byte	256 Byte
davon Standby-versorgt	-	40 Byte
Zähler/Zeitgeber	2x16 bit	3x16 bit
		Timer 2 mit 4 x 16 bit
		Capture-/Compare-/Reload-Register
AD-Wandler	-	8 bit mit programmierbaren Referenzspannungen
Analogeingänge	-	8
Interrupts	5	12
Interrupt Prioritätsebene	2	4
Watchdog-Timer	-	ja
serielle Schnittstelle	ja	ja mit Standard-Baud-Raten 4800 und 9600 Baud
Ports	4x8 bit	6x8 bit
Gehäuse	DIL 40	PLCC 68

**Siemens AG, Bereich Bauelemente**  
**Balanstraße 73, Postfach 8017 09, D-8000 München 80**  
 ☎ (089) 41 44-0 ☎ 52 108-0 FAX (089) 41 44-26 89

## Siemens in Ihrer Nähe

### Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West)

Siemens AG  
 Salzufer 6-8  
**1000 Berlin 10**  
 ☎ (030) 3939-1, ☎ 1810-278  
 FAX (030) 3939-2630  
 Tlx 308190 = sieznb

Siemens AG  
 Lahnweg 10  
 Postfach 11115  
**4000 Düsseldorf 1**  
 ☎ (0211) 399-0, ☎ 8 581301  
 FAX (0211) 399-2506

Siemens AG  
 Lindenplatz 2  
 Postfach 105609  
**2000 Hamburg 1**  
 ☎ (040) 282-1, ☎ 2 15584-0  
 FAX (040) 282-2210

Siemens AG  
 Richard-Strauss-Straße 76  
 Postfach 202109  
**8000 München**  
 ☎ (089) 9221-0  
 ☎ 05 29421-19  
 FAX (089) 9221-4390

Siemens AG  
 Nicolaus-Otto-Straße 4  
 Postfach 3606  
**7900 Ulm 1**  
 ☎ (0731) 499-1  
 ☎ 7 12826  
 FAX (0731) 499-267

Siemens AG  
 Schweriner Straße 1  
 Postfach 7820  
**4800 Bielefeld 1**  
 ☎ (0521) 291-1, ☎ 932805  
 FAX (0521) 291-375

Siemens AG  
 Rödelheimer Landstraße 5-9  
 Postfach 111733  
**6000 Frankfurt 1**  
 ☎ (069) 797-0, ☎ 414131  
 FAX (069) 797-2253

Siemens AG  
 Am Maschpark 1  
 Postfach 5329  
**3000 Hannover 1**  
 ☎ (0511) 129-0, ☎ 922333  
 FAX (0511) 129-2799

Siemens AG  
 Von-der-Tann-Straße 30  
 Postfach 4844  
**8500 Nürnberg 1**  
 ☎ (0911) 654-0, ☎ 622251  
 FAX (0911) 654-3436, 3464

Siemens AG  
 Andreas-Grieser-Str. 30  
 Postfach 3280  
**8700 Würzburg 21**  
 ☎ (0931) 801-0  
 ☎ 68844  
 FAX (0931) 801-348

Siemens AG  
 Contrescarpe 72  
 Postfach 107827  
**2800 Bremen**  
 ☎ (0421) 364-0, ☎ 245451  
 FAX (0421) 364-2687

Siemens AG  
 Habsburgerstraße 132  
 Postfach 1380  
**7800 Freiburg 1**  
 ☎ (0761) 2712-1  
 ☎ 772842  
 FAX (0761) 2712-234

Siemens AG  
 Wittland 2-4  
 Postfach 4049  
**2300 Kiel 1**  
 ☎ (0431) 5860-1, ☎ 292814  
 FAX (0431) 5860-420

Siemens AG  
 Geschwister-Scholl-Straße 24  
 Postfach 120  
**7000 Stuttgart 1**  
 ☎ (0711) 2076-1, ☎ 723941-0  
 FAX (0711) 2076-706

### Siemens in Europa

**Belgien**  
 Siemens S.A.  
 chaussée de Charleroi 116  
 B-1060 Bruxelles  
 ☎ (02) 5362-111, ☎ 21 347

**Griechenland**  
 Siemens AE  
 Voulis 7  
 P.O.B. 3601  
 GR-10247 Athen  
 ☎ (01) 3293-1, ☎ 216291

**Italien**  
 Siemens Elettra S.p.A.  
 Via Fabio Filzi, 29  
 Casella Postale 10388  
 I-20100 Milano  
 ☎ (02) 67661, ☎ 330261

**Österreich**  
 Siemens Aktiengesellschaft  
 Österreich  
 Postfach 326  
 A-1031 Wien  
 ☎ (0222) 7293-0, ☎ 1372-0

**Schweiz**  
 Siemens-Albis AG  
 Freilagerstraße 28  
 Postfach  
 CH-8047 Zürich  
 ☎ (01) 495-3111, ☎ 558911

**Dänemark**  
 Siemens A/S  
 Borupvang 3  
 DK-2750 Ballerup  
 ☎ (02) 656565, ☎ 35313

**Großbritannien**  
 Siemens Ltd.  
 Siemens House  
 Windmill Road  
 Sunbury-on-Thames  
 Middlesex TW 16 7HS  
 ☎ (09327) 85691  
 ☎ 8951091

**Niederlande**  
 Siemens Nederland N.V.  
 Postb. 16068  
 NL-2500 BB Den Haag  
 ☎ (070) 782782, ☎ 31 373

**Portugal**  
 Siemens S.A.R.L.  
 Avenida Almirante Reis, 65  
 Apartado 1380  
 P-1100 Lisboa-1  
 ☎ (01) 538805, ☎ 12563

**Spanien**  
 Siemens S.A.  
 Orense, 2  
 Apartado-155  
 E-28080 Madrid  
 ☎ (01) 4552500, ☎ 27247

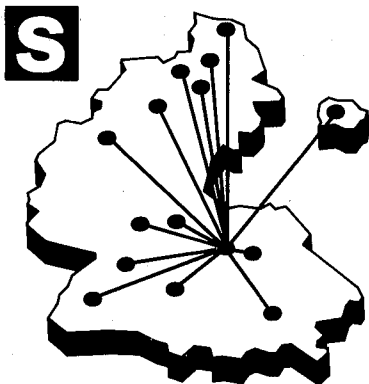
**Finnland**  
 Siemens Osakeyhtiö  
 Fach 8  
 SF-00101 Helsinki 10  
 ☎ (0) 1626-1, ☎ 124465

**Irland**  
 Siemens Ltd.  
 Unit 8-11 Slaney Road  
 Dublin Industrial Estate  
 Finglas Road  
 Dublin 11  
 ☎ (01) 302855, ☎ 24129

**Norwegen**  
 Siemens A/S  
 Østre Aker vei 90  
 Postboks 10, Veitvet  
 N-0518 Oslo 5  
 ☎ (02) 189090, ☎ 18477

**Schweden**  
 Siemens AB  
 Hälsingegatan 40  
 Box 23141  
 S-10435 Stockholm  
 ☎ (08) 161, ☎ 19880

**Türkel**  
 ETMAŞ Elektrik Tesisati ve  
 Mühendislik A.Ş.  
 Meclisi Mebusan Caddesi 55/35  
 Fındıklı  
 P.K. 1001 Karaköy  
 Istanbul  
 ☎ (011) 452090, ☎ 24233



### Problemlos bestellen mit der SBS-Preis- und Lagerliste.

**Für Kunden in der Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West)**  
 Die SBS-Preis- und Lagerliste erscheint jährlich neu. Sie umfaßt die Schwerpunkttypen aus dem Siemens-Bauteile-Gesamtprogramm mit Preisen und den wichtigsten technischen Daten. Ihre Bestellungen richten Sie bitte an den Ihnen nächstgelegenen Siemens-Bauteile-Vertrieb.

Die SBS-Preis- und Lagerliste erhalten Sie kostenlos bei Siemens AG, Infoservice Postfach 2348, D-8510 Fürth  
 ☎ (0911) 30 01-260, ☎ 6 23 313  
 FAX (0911) 30 01-271  
 Stichwort „SBS-Preis- und Lagerliste“.  
**Für Kunden im Ausland**  
 dient als Bezugsquelle der Vertrieb Bauteile der jeweiligen Landesgesellschaften oder Vertretungen.

Herausgegeben von Siemens AG, Bereich Bauelemente, Vertrieb, Produktinformation, Balanstraße 73, D-8000 München 80.  
 Für die angegebenen Schaltungen, Beschreibungen und Tabellen wird keine Gewähr bezüglich der Freiheit von Rechten Dritter übernommen.  
 Mit den Angaben werden die Bauelemente spezifiziert, nicht Eigenschaften zugesichert.  
 Liefermöglichkeiten und technische Änderungen vorbehalten.  
 Fragen über Technik, Preise und Liefermöglichkeiten richten Sie bitte an den Ihnen nächstgelegenen Siemens-Bauteile-Vertrieb in der Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West) oder an unsere Landesgesellschaften im Ausland.

S3d12/85