

SIEMENS

Schaltbeispiele

Neu: Mit Software-Anwendungsbeispielen

Ausgabe 1980/81

(direkte Nachfolge der letzten Ausgabe 1978/79)



**Herausgegeben von Siemens AG,
Bereich Bauelemente, Produkt-Information,
Balanstraße 73, 8000 München 80.**

Die in diesem Buch enthaltenen Schaltungen und Beschreibungen sind Anregungen und sollen die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten von elektronischen Bauelementen zeigen.

Gleichartige Anwendungsfälle wurden in Gruppen zusammengefaßt.

Für die angegebenen Schaltungen, Beschreibungen und Tabellen wird keine Gewähr bezüglich der Freiheit von Rechten Dritter übernommen.

Liefermöglichkeiten und technische Änderungen vorbehalten.

Fragen über Technik, Preise und Liefermöglichkeiten richten Sie bitte an unsere Zweigniederlassungen im Inland, Abteilung VB, oder an unsere Landesgesellschaften im Ausland (siehe Geschäftsstellenverzeichnis).

Bezüglich Nachdruck (auch auszugsweisen Nachdruck) wenden Sie sich bitte an den Herausgeber.

Siemens Bauteile Service

Um Bestellungen von Bauelementen schnell ausführen zu können, haben wir den Siemens Bauteile Service eingerichtet.

Bestellungen ab Lager bitten wir an folgende Adresse zu richten:

Siemens Bauteile Service
Lieferzentrum Fürth
Grundlacher Straße 260
Postfach 146
8510 Fürth-Bislohe

Telefon (0911) 3001-1 (von 8 bis 16.30 Uhr)
nach 16.30 Uhr Anrufbeantworter
Telex-Sammelnummer 623818

Bei technischen Klärungen, Rückfragen, Reklamationen und in Angelegenheit des Zahlungsverkehrs ist die zuständige Geschäftsstelle anzusprechen. Das Verzeichnis der Geschäftsstellen finden Sie auf den letzten Seiten des Buches.

Die Bestellungen sollen folgende Angaben enthalten:

1. Stückzahl (Mindest- und Höchstbestellmengen lt. Preis- + Lagerliste beachten)
2. Bestellnummer
3. Typ } siehe Preis- und Lagerliste
4. Preis } „Siemens Bauteile Service“
5. Ihre Adresse bzw. Lieferanschrift
6. gewünschte Versandart

Stimmt die von Ihnen angegebene Typenbezeichnung mit der zugehörigen Bestellnummer nicht überein, so bildet die Bestellnummer das Kriterium der Auslieferung.

Die Embargobestimmungen sind bei Bestellung zu beachten.

Im übrigen gelten die allgemeinen Verkaufsbedingungen sowie die „Allgemeinen Lieferbedingungen für Erzeugnisse und Leistungen der deutschen Elektroindustrie“.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Hochfrequenzschaltungen	
1.1 UKW-Tuner mit MOS-Vorstufe	8
1.2 FM-ZF-Verstärker mit hoher Selektion	13
1.3 Stereodekoder mit TCA 4500 A	16
1.4 Breitband-Kettenverstärker mit 8mal CFY 11	19
1.5 Doppelüberlagerung bei Kurzwelle mit IS S 054 T in einem AM-Empfangsteil	21
1.6 VHF-Frequenzsynthesizer mit dem MOS-Baustein S 187	27
2. Niederfrequenzschaltungen	
2.1 NF-Verstärker für Autosuper mit TDA 2003	32
2.2 Digital steuerbarer Stereoverstärker mit Infrarot-Fernbedienung	34
2.3 Ein 2-Kanal-PCM-Codec für digitale Vermittlungssysteme	45
3. Fernschaltungen	
3.1 Siemens-Digitales-Abstimmssystem SDA 200	48
3.2 Einblendung von Kanal- und Programmnummer auf dem Bildschirm von Fernsehempfängern	55
3.3 Bild-ZF-Verstärker mit TDA 5500, OFW und AFC	58
3.4 Bild-ZF-Verstärker mit Quasi-Parallelton	62
3.5 Bild-ZF-Verstärker mit AFC in Quasi-Parallelton-IS	65
3.6 Bild-ZF-Verstärker mit TDA 5610	68
3.7 Bild-ZF-Verstärker mit TDA 5610, Quasi-Parallelton TDA 4281 und OFW 730	71
3.8 Bildmustergenerator mit Frequenzsynthese	74
4. Fernbedienungen und Bedienungskomfort	
4.1 Infrarot-Fernbedienungssender für 126 Befehle	76
4.2 Empfänger für Infrarot-Fernbedienungen mit 63 Befehlen	82
4.3 Digitales Abstimmssystem für Rundfunkempfänger	86
4.4 Rundfunkfrequenzanzeige mit SDA 5680	90
4.5 Fernsteuerempfänger für 5 Funktionen	94
4.6 Stapelverarbeitung mehrerer Befehle über Software	96
4.7 Baustein SDA 2008 als Tastatureingabe für Mikrocomputer	99
4.8 Uhrenmodul mit täglich wiederkehrendem Alarm	106
5. Optoschaltungen	
5.1 Vierstellige Programm- und Kanalanzeige mit seriellem Dateneingang für Fernsehgeräte	107
5.2 Infrarot-Reflexlichtschranke mit SFH 400 und TDA 4050	109
5.3 Einfach-Infrarot-Fernsteuerung mit geringem Stromverbrauch	114
5.4 Solarzellen-Generator für zeigerlose Belichtungskontrolle in Kameras	118
5.5 Blinkdiode mit niedrigem Stromverbrauch	120

5.6	Reglerschaltung für Solarzellen-Panel SFH 140-36	122
5.7	Nachregelschaltung für Lichtschranken	124

6. Meß-, Steuer- und Regelschaltungen

6.1	Linearisierung der Kennlinie des Silizium-Temperatur-Sensors KTY 10	125
6.2	Analogschaltung zur Signalaufbereitung bei Temperaturmessungen mit Si-Temperatursensor KTY-10	127
6.3	Temperatur- und Tendenzanzeige mit KTY-10	130
6.4	Ein Widerstand/Frequenzwandler zur Temperaturmessung mit Temperatur-Sensor KTY-10	137
6.5	Schaltung für blinkende Kühlwasser-Übertemperaturanzeige	140
6.6	Mikrocomputergesteuerte Klima-Anlage	142
6.7	Digital anzeigendes Hygrometer	146
6.8	Schwellwertschalter mit TCA 105	149
6.9	Drehzahlregelung mit TCA 955	151
6.10	Nachlaufregelung mit TCA 965 und Gleichstrommotor als Stellglied	154
6.11	Drehzahlmessung mit Hall-Sensor SAS 231 W	156
6.12	Drehmomentmessung mit Hall-Sensoren	159
6.13	LSL-Zeitglied mit FZK 101	162

7. Energieelektronik-Schaltungen

7.1	Dimmer-Hauptstelle mit dem S 576	163
7.2	Nebenstelle für Dimmer-IS S 566 und S 576	167
7.3	Schlummerschalter zum Anschluß an S 576	171
7.4	Sensor-Dimmer für Ein- und Zweiphasenbetrieb	174
7.5	Temperatursicherung für Dimmer S 576	175
7.6	Kostengünstige Ansteuerung von zündempfindlichen Thyristoren und Triacs	176
7.7	Kontaktloser, elektronischer Drehzahlwächter für Lüfter	184
7.8	Elektronische Universalmotorsteuerung mit Temperaturüberwachung und Anlaufstrombegrenzung	187
7.9	Gleichrichterbetrieb mit halbgesteuerter Einphasenbrückenschaltung und optoelektronischen Koppelementen	190
7.10	Elektronischer Drehzahlsteller für ein Gebläse mit einem Vollaststrom von 20 A	192

8. Netzteile-Schaltungen

8.1	Sperrwandlernetzteil mit TDA 4600	194
8.2	Halbbrücken-Schaltnetzteil mit der IS TDA 4700	198
8.3	Parallelschaltung von Spannungsreglern	202
8.4	Mikrocomputer-Netzteil	203
8.5	20-kHz-Thyristor-Schaltregler mit einstellbarer Ausgangsspannung 0 bis 30 V	206
8.6	Schaltnetzteil mit umschaltbarer (umsteuerbarer) Betriebsfrequenz	209
8.7	Tastlücken-Generator für Gegentakt-Schaltnetzteile	214
8.8	50 W-Gleichspannungswandler mit SIPMOS-Leistungstransistoren und integrierter Steuer-IS	217

9. Mikrocomputeranwendungen System, 8080/8085		Seite
9.1	Betrieb der Tastatur-IS S 600/8255 an 8-Bit-Mikroprozessoren	220
9.2	Mikrocomputerprogramm zur Anzeige des Tastverhältnisses einer Impulsfolge	226
9.3	Programm zur Periodendauermessung	237
9.4	Programm zum Ausdrucken aller Speicheradressen mit einem gesuchten Inhalt	239
9.5	Programm zur Ausgabe von Text beliebiger Länge	251
9.6	Programm zur Eingabe von Adressen und Daten	253
9.7	Programm zur Ausgabe von Hexadezimalzahlen	260
 10. Mikrocomputeranwendungen, System 8048		
10.1	Hard- und Software für die Anschaltung des AD-Wandlers SAB 3060 P an 8048 Mikrocomputer-Systeme	263
10.2	Anzeigetafel mit Flüssigkristall-Display-Modul LCM 1001	269
10.3	LED-Laufschrift	278
10.4	Zeitzeichengesteuerte Uhr mit Mikrocomputer	284
10.5	Fernseh-Grautrepfen-Generator	300
 11. Anwendungsbeispiele für den Personal-Computer PC 100		
11.1	Programm zur Berechnung von Schwingkreisen	307
11.2	Programm zur Berechnung der Grenzfrequenz von RC-Gliedern	308
11.3	Programm zur Umwandlung einer Dezimalzahl in eine Hexzahl (Sedezimalzahl)	309
11.4	Programm zur Umwandlung einer Hexzahl (Sedezimalzahl) in eine Dezimalzahl	310
11.5	Programm zur Ausgabe des ASCII-Äquivalents einer gedrückten Taste	312
11.6	Programm zur Initialisierung der seriellen Ausgabe	313
11.7	Programm zum Einlesen von $4\frac{1}{2}$ Stellen BCD-Daten	315

1. Hochfrequenzschaltungen

1.1 UKW-Tuner mit MOS-Vorstufe

Für Spitzengeräte wurde ein UKW-Tuner mit MOS-Vorstufe entwickelt (**Bild 1.1**). Ein zweikreisiges Eingangsbandfilter sorgt für eine gute Vorselektion, eine extreme Großsignalfestigkeit wird durch die MOS-Vorstufe und die nachfolgende Ringmischer-IS erreicht. Zwischen Vorstufe und Ringmischer befindet sich nochmals ein zweikreisiges Zwischenbandfilter, so daß eine sehr gute Spiegelselektion erzielt wird. Die Hochfrequenz gelangt dann über eine Auskoppelwicklung symmetrisch auf die IS SO42P. Ebenfalls symmetrisch wird die Oszillatorspannung über L_8 eingekoppelt. Durch diesen symmetrischen Aufbau wird eine besonders gute Entkoppelung zwischen Hochfrequenz und Oszillatorfrequenz erreicht.

Einerseits kann der Oszillator bei extrem hohen Eingangsspannungen von der Eingangsfrequenz nicht mitgezogen werden, andererseits ist die Oszillator-Störspannung am Sekundärkreis des Bandfilters bereits durch die Symmetrie stark unterdrückt.

Über den Kondensator C_{12} gelangt die Oszillatorfrequenz auf einen Trennverstärker mit dem Transistor BF 502, welcher auf einen Frequenz-Teiler 8:1 führt. An den Frequenzteiler können in bekannter Weise Frequenzsynthese-Systeme oder ein Frequenzzähler angeschlossen werden.

Die Schaltung besitzt eine Regelspannungserzeugung zur Vorstufenregelung. Dazu wird von der Sekundär-Seite des ersten ZF-Filters über C_{28} eine Spannung abgegriffen und mit den Dioden D_7 und D_8 gleichgerichtet. Der Transistor BC 238 verstärkt diese Regelspannung und stellt die für die Regelung der Vorstufe an Gate 2 notwendige Polarität her. Im einfachsten Falle sind die beiden Anschlüsse U_R und U_F miteinander zu verbinden. Durch diese Regelung werden die Störstellen vermindert und der Anzeigebereich der Feldstärkeanzeige auf 120 dB erweitert.

Der ZF-Ausgang ist niederohmig mit Emitterfolger ausgeführt. Dadurch ist die Gefahr einer Einstrahlung auf die ZF-Verbindung zwischen Tuner und ZF-Verstärker verringert.

Technische Daten

Speisespannung	$U_{s1} = 15 \text{ V}$
	$U_{s2} = 5 \text{ V}$
Stromaufnahme	$I_{s1} = 33 \text{ mA}$
	$I_{s2} = 120 \text{ mA}$
Abstimmspannung	$U_D = 4,8 \div 28 \text{ V}$
Leistungsverstärkung	$V_p > 35 \text{ dB}$
Rauschzahl	$F < 5 \text{ dB}$
HF-Bandbreite	$B_{HF} < 1,2 \text{ MHz}$
ZF-Bandbreite	$B_{ZF} = 400 \text{ kHz}$
Regelumfang	$\Delta V_p > 50 \text{ dB}$
Temperaturdrift des Oszillators	$\Delta f_0 < 2 \text{ kHz/K}$

Spulendaten

L_1	1 Wdg	0,5 mm \varnothing CuL
L_2	5 Wdg	0,8 mm \varnothing CuAg
L_3	5 Wdg	0,8 mm \varnothing CuAg Anzapf. bei 3 Wdg
L_4	6 Wdg	0,8 mm \varnothing CuAg
L_5	5 Wdg	0,8 mm \varnothing CuAg
L_6	2 Wdg	0,5 mm \varnothing CuL
L_7	7 Wdg	0,5 mm \varnothing CuL
L_8	2 Wdg	0,5 mm \varnothing CuL
L_9	12 Wdg	0,2 mm \varnothing CuL
L_{10}	2 Wdg	0,2 mm \varnothing CuL
L_{11}	12 Wdg	0,2 mm \varnothing CuL
$L_{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8}$		auf Spulenkörper 4,3 mm \varnothing
$L_{1, 2, 3, 4, 5, 6}$		Gewindekern B 63310-B 3021-X017
$L_{7, 8}$		Gewindekern 3,5 \times 0,5 5 \times 10 aus Messing
$L_{9, 10, 11}$		auf Vogt-Filterbausatz D 41-2520
Dr.		Drossel 6,8 μ H
Ferritperle		B 62110 N 22

Bauteile-Liste zu Schaltung 1.1

Bauteil		Bestellnummer
1 MOS-Transistor	BF 961	Q62702-F518
1 Transistor	BF 451	Q62702-F313
1 Transistor	BF 502	Q62702-F572
1 Transistor	BF 255	Q62702-F329
1 Transistor	BC 238	Q62702-C698
1 Integrierte Schaltung	SO42P	Q67000-A335
1 Frequenzteiler 8:1	(F 10016)	–
5 Abstimmdioden	BB 204 grün	Q62702-B57-X5
1 Diode	BA 127 d	Q60201-X127-D9
2 Dioden	AA 118	Q60101-X118
1 Keramikkondensator	1,5 pF/63 V	B38060-A6010-C506
1 Keramikkondenstor	3,3 pF/63 V	B38062-A6030-C306
1 Keramikkondensator	4,7 pF/63 V	B38062-A6040-C706
1 Keramikkondensator	27 pF/63 V	B38062-A6270-G6
1 Styroflexkondensator	27 pF/160 V	B31063-B1270-H
1 Keramikkondensator	82 pF/63 V	B38062-A6820-G6
1 Keramikkondensator	100 pF/63 V	B38062-A6101-G6
1 Styroflexkondensator	150 pF/160 V	B31063-B1151-H
1 Styroflexkondensator	180 pF/160 V	B31063-B1181-H
1 Keramikkondensator	470 pF/63 V	B32076-A6471-G6
8 Keramikkondensatoren	1000 pF/250 V	B37462-B2102-S1
4 MKT-Kondensatoren	10 nF/63 V	B32509-A0103-M
1 Keramikkondensator	47 nF/63 V	B37449-F6473-S2
2 MKT-Kondensatoren	47 nF/63 V	B32509-A0473-M
1 Elektrolytkondensator	2,2 µF/63 V	B41313-A8225-T
1 Elektrolytkondensator	10 µF/25 V	B41313-A5106-T
1 Gewindekern		B63310-B3021 X17
1 Perle		B62110

Bauteile-Liste zu Schaltung 1.1

Bauteil		Bestellnummer
1 Widerstand	22 Ω /0,5 W	B51261-Z4220-J1
1 Widerstand	120 Ω /0,5 W	B51261-Z4121-J1
1 Widerstand	47 k Ω /0,5 W	B51261-Z4473-J1
2 Widerstände	220 Ω /0,5 W	B51261-Z4221-J1
1 Widerstand	270 Ω /0,5 W	B51261-Z4271-J1
1 Widerstand	510 Ω /1,0 W	B51276-A2511-G
1 Widerstand	820 Ω /0,5 W	B51261-Z4821-J1
1 Widerstand	1 k Ω /0,5 W	B51261-Z4102-J1
1 Widerstand	1,2 k Ω /0,5 W	B51261-Z4122-J1
1 Widerstand	1,5 k Ω /0,5 W	B51261-Z4152-J1
2 Widerstände	2,2 k Ω /0,5 W	B51261-Z4222-J1
1 Widerstand	3,3 k Ω /0,5 W	B51261-Z4332-J1
1 Widerstand	4,7 k Ω /0,5 W	B51261-Z4472-J1
3 Widerstände	10 k Ω /0,5 W	B51261-Z4103-J1
2 Widerstände	18 k Ω /0,5 W	B51261-Z4183-J1
2 Widerstände	22k Ω /0,5 W	B51261-Z4223-J1
1 Widerstand	47 k Ω /0,5 W	B51261-Z4473-J1
5 Widerstände	56 k Ω /0,5 W	B51261-Z4563-J1
1 Widerstand	68 k Ω /0,5 W	B51261-Z4683-J1
1 Widerstand	100 k Ω /0,5 W	B51261-Z4104-J1
1 Widerstand	150 k Ω /0,5 W	B51261-Z4154-J1
1 Widerstand	560 k Ω /0,5 W	B51261-Z4564-J1
1 Widerstand	1 M Ω /0,5 W	B51261-Z4105-J1

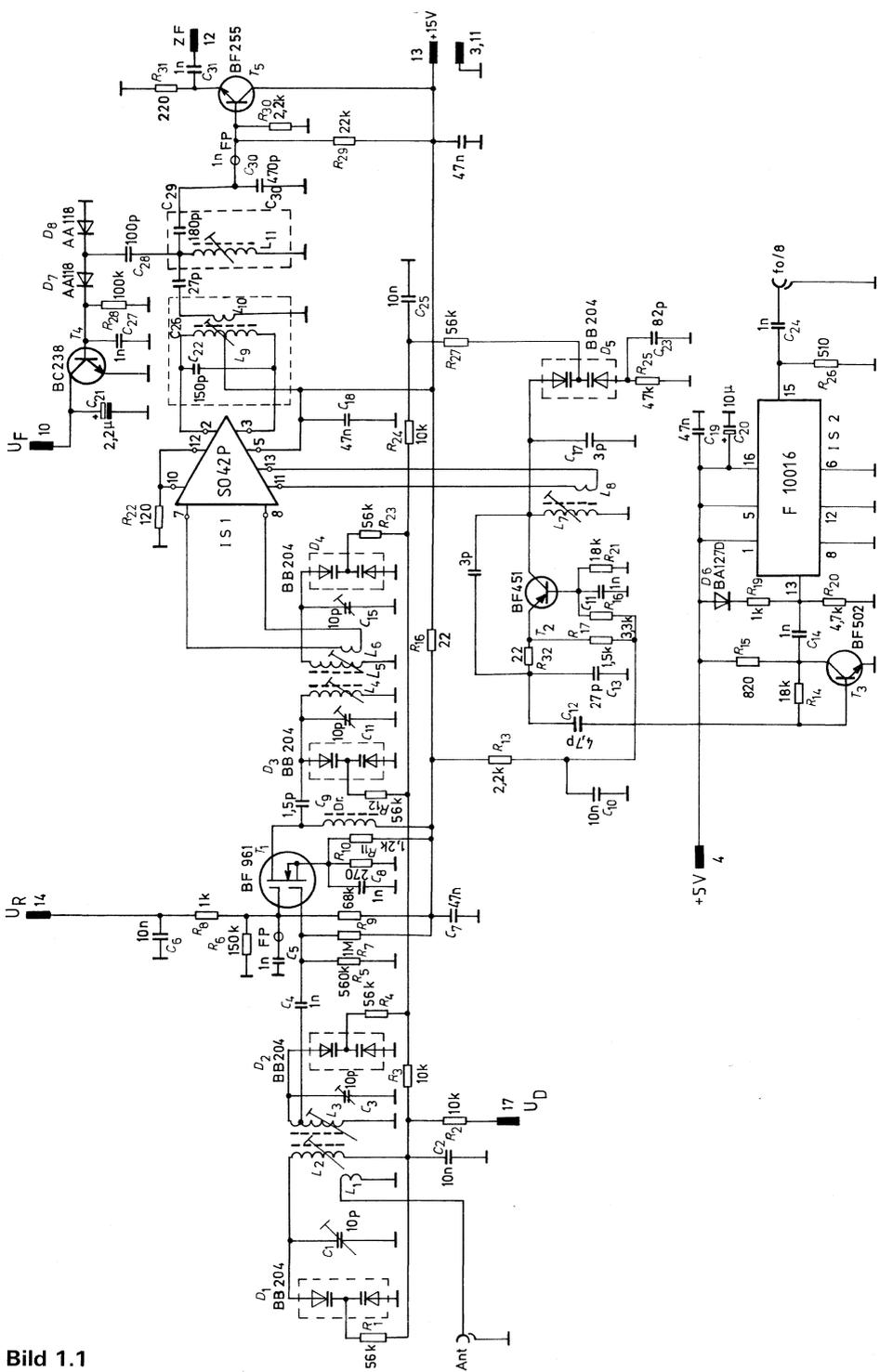


Bild 1.1

1.2 FM-ZF-Verstärker mit hoher Selektion

Die Schaltung nach **Bild 1.2** zeichnet sich durch eine extrem gute Nachbarkanalselektion aus. Sie wird durch zwei gepaarte Keramikfilter erzielt. Zwischen den beiden Filtern ist der Transistor T_4 zur Entkopplung geschaltet. T_2 und T_4 arbeiten infolge der Gegenkopplungen mit R_{10} und R_{21} linear innerhalb des Dynamikbereichs des Tuners.

Als Zwischenfrequenz-Hauptverstärker dient die IS TDA 1047 mit integriertem Koinzidenzmodulator. Durch Verwendung eines Bandfilters als Demodulatorkreis wird ein niedriger Klirrfaktor erzielt. Die Rauschunterdrückung ist feldstärke- und verstimmungsabhängig. Ihr Einsatzpunkt kann mit dem Einsteller P_7 , die Restlautstärke mit Einsteller P_5 bestimmt werden. Die Stereoschwelle ist mit P_6 einstellbar. Dem Demodulator ist ein zusätzlicher NF-Verstärker mit T_6 nachgeschaltet.

Eine Besonderheit wird mit dem 4fach-OP IS 2 erreicht. Er faßt die Feldstärkeinformationen vom UKW-Tuner, von der FM-ZF sowie von den AM-Bereichen zusammen. Dies ergibt von kleinen bis zu großen Feldstärken eine kontinuierliche Anzeige. Die Umschaltung von FM auf AM erfolgt automatisch.

Technische Daten:

Betriebsspannung	15 V
Stromaufnahme	45 mA
Empfindlichkeit für 26 dB S/R	12 dB/ μ V
Begrenzungseinsatz	23 dB/ μ V
Geräuschspannungsabstand	>70 dB
AM-Unterdrückung	>65 dB
Nachbarkanalunterdrückung	>80 dB
Klirrfaktor (H = 75 kHz)	0,25%
NF-Ausgangsspannung	0,5 V
Anzeigeumfang der Feldstärkeanzeige mit Tuner	120 dB

Bauteile-Liste zu Schaltung 1.2

Bauteil		Bestellnummer
1 FM-ZF-Verstärker mit Demodulator	TDA 1047	Q67000-A1091
1 4fach-OP	TAA 4761 A	Q67000-A1032
2 Transistoren	BC 238	Q62702-C698
1 Transistor	BC 559 C	Q 62702-C695-V3
2 Transistoren	BF 451	Q62702-F313
1 Zenerdiode	BZX 97/C3V3	Q62702-Z1223-F82
2 Dioden	BA127D	Q60201-X127-D9
2 Keramikkondensatoren	8,2 pF/63 V	B38062-A6080-C206
2 Keramikkondensatoren	33 pF/63 V	B38062-J6330-G6
2 Styroflexkondensatoren	470 pF/160 V	B31063-B1471-H
1 Keramikkondensator	1 nF/250 V	B37462-J2102-S1
4 Keramikkondensatoren	22 nF/63 V	B37449-F6223-S2
2 MKT-Kondensatoren	47 nF/63 V	B32509-C473-M
1 MKT-Kondensator	330 nF/100 V	B32510-D1334-K
1 MKT-Kondensator	470 nF/100 V	B32510-D1474-K
1 Elektrolytkondensator	1 µF/40 V	B41313-A7105-V
3 Elektrolytkondensatoren	2,2 µF/63 V	B41313-A8225-T
2 Elektrolytkondensatoren	4,7 µF/40 V	B41313-A7475-T
3 Elektrolytkondensatoren	10 µF/25 V	B41313-A5106-T
1 Elektrolytkondensator	47 µF/25 V	B41283-A5476-T
1 Elektrolytkondensator	100 µF/25 V	B41283-A5107-T
1 Widerstand	10 Ω/0,5 W	B51261-Z4100-J1
1 Widerstand	68 Ω/0,5 W	B51261-Z4680-J1
3 Widerstände	330 Ω/0,5 W	B51261-Z4331-J1
1 Widerstand	560 Ω/0,5 W	B51261-Z4561-J1
2 Widerstände	820 Ω/0,5 W	B51261-Z4821-J1
2 Widerstände	1 kΩ/0,5 W	B51261-Z4102-J1
3 Widerstände	2,2 kΩ/0,5 W	B51261-Z4222-J1
1 Widerstand	3,3 kΩ/0,5 W	B51261-Z4332-J1
1 Widerstand	4,7 kΩ/0,5 W	B51261-Z4472-J1
2 Widerstände	5,6 kΩ/0,5 W	B51261-Z4562-J1
9 Widerstände	10 kΩ/0,5 W	B51261-Z4103-J1
3 Widerstände	22 kΩ/0,5 W	B51261-Z4223-J1
1 Widerstand	27 kΩ/0,5 W	B51261-Z4273-J1
2 Widerstände	33 kΩ/0,5 W	B51261-Z4333-J1
4 Widerstände	56 kΩ/0,5 W	B51261-Z4563-J1
1 Widerstand	68 kΩ/0,5 W	B51261-Z4683-J1
3 Widerstände	100 kΩ/0,5 W	B51261-Z4104-J1
1 Widerstand	180 kΩ/0,5 W	B51261-Z4184-J1
1 Widerstand	680 kΩ/0,5 W	B51261-Z4684-J1

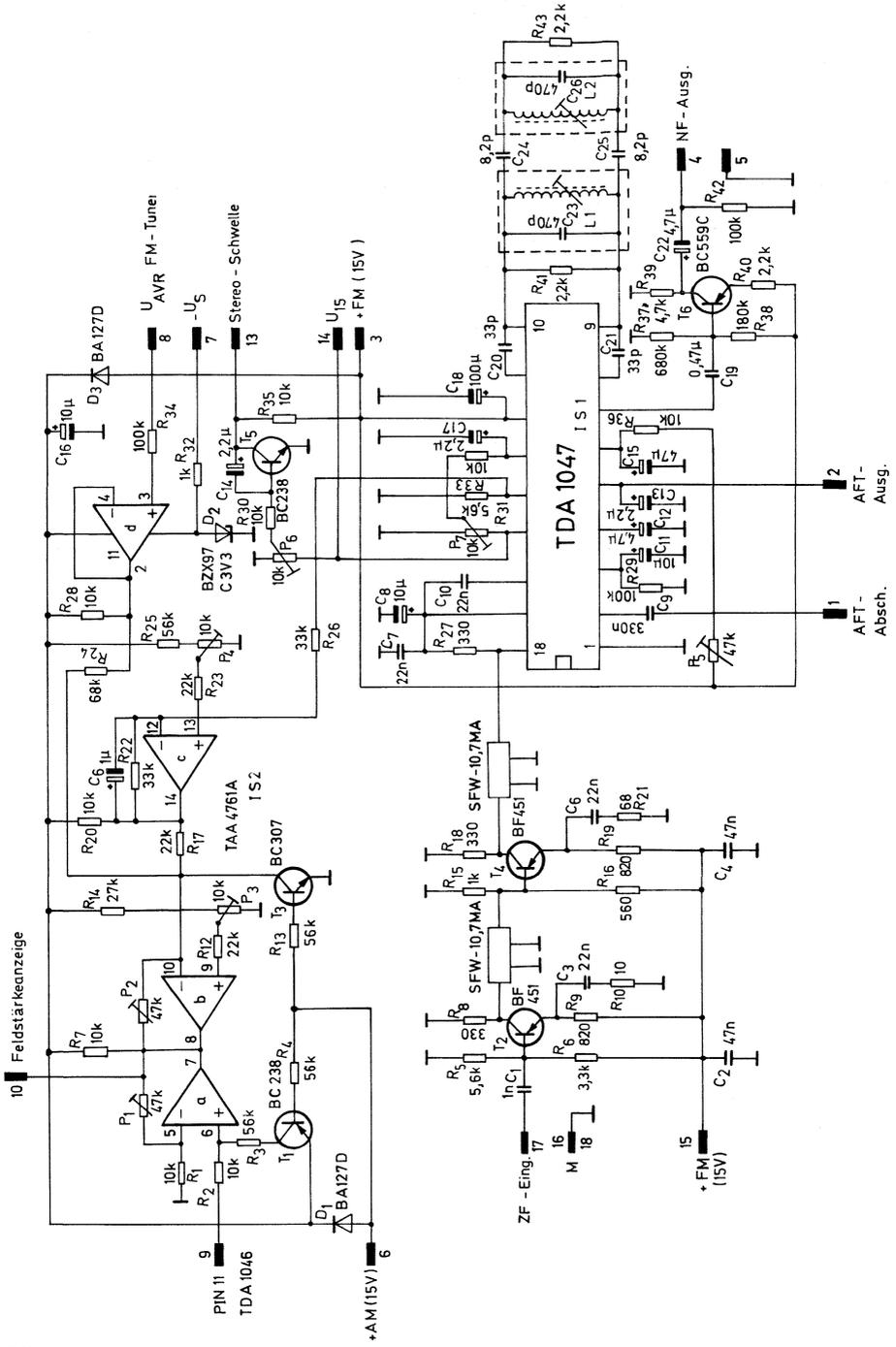


Bild 1.2

1.3 Stereodekoder mit TCA 4500 A

Die Anwendung des PLL-Prinzips ergibt eine sehr hohe Kanaltrennung und gute Langzeitstabilität. Die Frequenz des spannungsgesteuerten Oszillators (**Bild 1.3**) läßt sich mit dem Einsteller P_1 , die Kanaltrennung mit P_2 justieren. Als Besonderheit in der Schaltung ist ein gleitender Mono-Stereo-Übergang durch eine Steuerspannung am Anschluß 2 der IS TCA 4500 A realisiert. Dieser gleitende Übergang verhindert eine sprunghafte Rauschzunahme beim Übergang auf Stereoempfang. Bei noch relativ schwachen Eingangssignalen geht der Monoempfang kontinuierlich auf Stereo über, wobei sich die Basisbreite allmählich vergrößert. Dieser Übergangsbereich wird auch durch die Stereoanzeige-LED angezeigt, indem die Lumineszenzdiode nicht abrupt eingeschaltet, sondern ihre Helligkeit im Übergangsbereich gesteuert wird. Die dem Stereodekoder nachgeschalteten NF-Filter unterdrücken den Pilotton und höherfrequente NF-Anteile. Eine gute Unterdrückung ist besonders wichtig bei Tonbandaufnahmen, da hier leicht Interfrequenzen mit der Frequenz des Vormagnetisierungs-Oszillators entstehen können.

Die NF-Umschaltung zwischen den AM-FM-Bereichen erfolgt elektronisch über die Transistoren T6 bis T9.

Technische Daten:

Betriebsspannung	15 V
Stromaufnahme	60 mA
Kanaltrennung (1 kHz)	46 dB

Bauteile-Liste zu Schaltung 1.3

Bauteil		Bestellnummer
1 Stereodekoder-IS	TCA 4500 A	Q67000-A1471
1 Transistor	BC 238	Q62702-C698
8 Transistoren	BC 239 C	Q62702-C282
1 Lumineszenzdiode	LD 41 I	Q62703-Q115-S2
1 Germaniumdiode	AA 118	Q60101-X118
1 Keramikkondensator	220 pF/50 V	B37979-J5221-J
1 Keramikkondensator	330 pF/50 V	B37979-J5331-J
2 Keramikkondensatoren	1 nF/250 V	B37462-J2102-S1
6 Styroflexkondensatoren	3,3 nF/160 V	B31063-B1332-H
2 MKT-Kondensatoren	4,7 nF/63 V	B32509-C472-M
1 MKT-Kondensator	10 nF/63 V	B32509-C103-M
2 Keramikkondensatoren	10 nF/63 V	B37449-N6103-S2
2 MKT-Kondensatoren	220 nF/100 V	B32510-D1224-K
3 MKT-Kondensatoren	470 nF/100 V	B32510-D1474-K
1 Elektrolytkondensator	1 μ F/100 V	B41313-A9105-T
5 Elektrolytkondensatoren	2,2 μ F/63 V	B41313-A8225-T
1 Elektrolytkondensator	10 μ F/25 V	B41313-A5106-T
1 Elektrolytkondensator	47 μ F/25 V	B41283-A5476-T
1 Widerstand	150 Ω /0,5 W	B51261-Z4151-J1
1 Widerstand	470 Ω /0,5 W	B51261-Z4471-J1
1 Widerstand	560 Ω /0,5 W	B51261-Z4561-J1
1 Widerstand	1 k Ω /0,5 W	B51261-Z4102-J1
2 Widerstände	1,2 k Ω /0,5 W	B51261-Z4122-J1
2 Widerstände	2,2 k Ω /0,5 W	B51261-Z4222-J1
4 Widerstände	5,6 k Ω /0,5 W	B51261-Z4562-J1
2 Widerstände	4,7 k Ω /0,5 W	B51261-Z4472-J1
4 Widerstände	8,2 k Ω /0,5 W	B51261-Z4822-J1
2 Widerstände	10 k Ω /0,5 W	B51261-Z4103-J1
6 Widerstände	22 k Ω /0,5 W	B51261-Z4223-J1
2 Widerstände	33 k Ω /0,5 W	B51261-Z4333-J1
3 Widerstände	47 k Ω /0,5 W	B51261-Z4473-J1
5 Widerstände	100 k Ω /0,5 W	B51261-Z4104-J1
2 Widerstände	220 k Ω /0,5 W	B51261-Z4224-J1

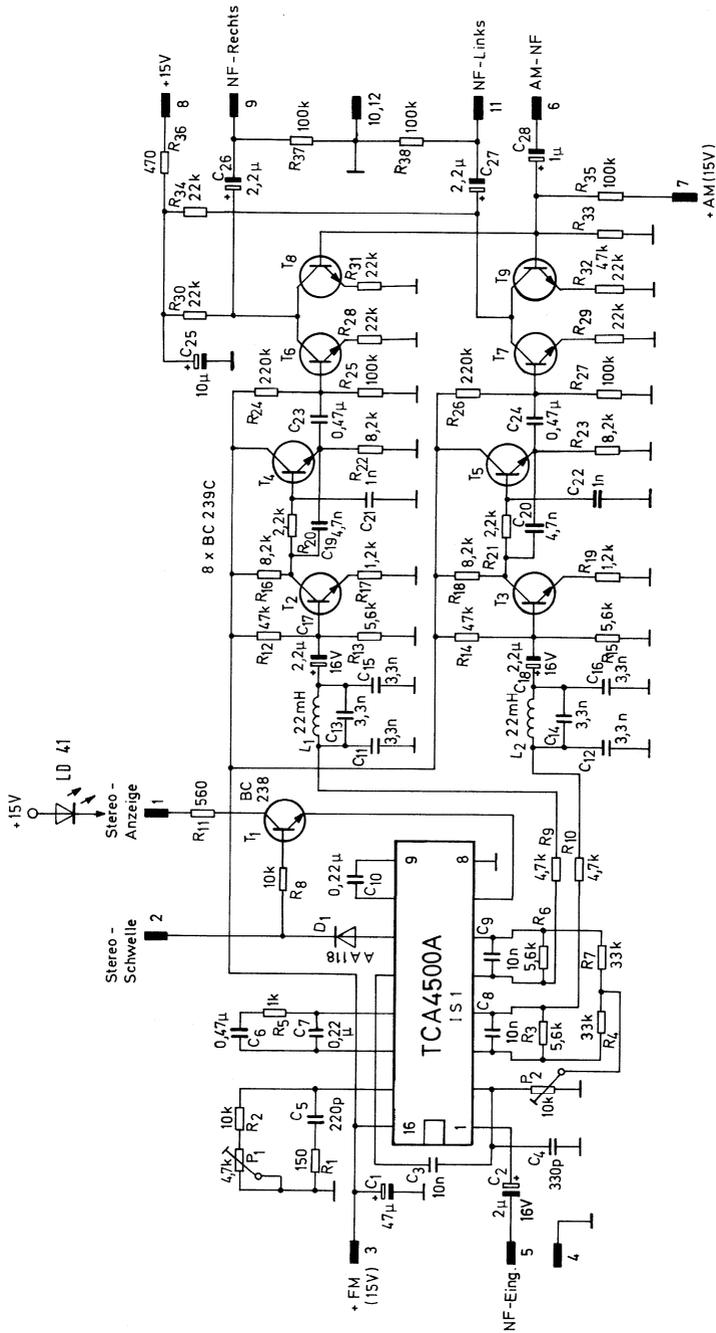


Bild 1.3

1.4 Breitband-Kettenverstärker mit 8mal CFY 11

Der GaAs-Schottky-Barrier Feldeffekttransistor CFY11 ist für Anwendungen bis 14 GHz geeignet. Er besitzt ein extrem niedriges Eigenrauschen. Wegen seiner hohen Verstärkung und guten Linearität läßt er sich sowohl in Schaltungen der Nachrichtentechnik als auch in Digital-Systemen mit kleinen Schaltzeiten einsetzen. Die relativ konstante Eingangs- und Ausgangsimpedanz unterhalb von 1 GHz erlaubt die Entwicklung von einfachen Breitbandverstärkersystemen mit hoher Verstärkung und kleinem Rauschmaß. **Bild 1.4** zeigt die Schaltung eines Kettenverstärkers. Die Spulen bestehen aus Leitungskreisen, wobei jeweils zwei Halbglieder zwischen den Gate-Anschlüssen und zwei Halbglieder zwischen den Drain-Anschlüssen geschaltet sind. Die Gate- und Drainblindanteile bilden dabei die Querkapazitäten der Tiefpaßgrundglieder. Ein- und Ausgänge sowie die Abschlüsse enden nur mit jeweils einem Halbglied.

Eine Skizze über die praktische Realisierung auf einem Teflon-Substrat kann auf Wunsch beige stellt werden.

Technische Daten:

Frequenzbereich	1 MHz bis 2,5 GHz
Eingangsreflexionsfaktor	<0,2
Ausgangsreflexionsfaktor	<0,3
Verstärkung	>14 dB
Rückwärtsverstärkung	<0,04
Rauschmaß	<3,8 dB
lineare Ausgangsspannung	550 mV ($R_G=R_L=50 \Omega$, $d_{1M}=60$ dB, $f=800$ MHz)

Bauteile-Liste zu Schaltung 1.4

Bauteil		Bestellnummer
8 GaAs-Feldeffekttransistoren	CFY 11	Q62703-F1
3 Keramikchipkondensatoren	47 nF/50 V	B37947-B5473-K9
2 HF-Drosseln	100 μ H	B78108-S1104-J

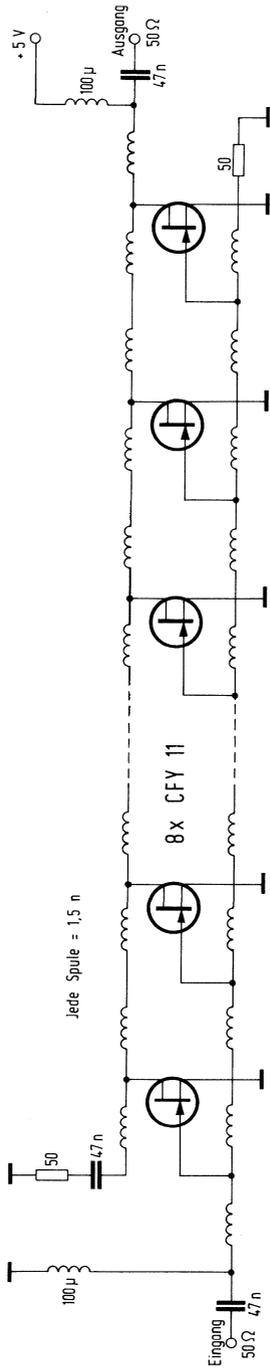


Bild 1.4

1.5 Doppelüberlagerung bei Kurzwelle mit IS S 054 T in einem AM-Empfangsteil

Mit geringem Aufwand an Bauelementen kann ein qualitativ hochwertiger AM-Empfänger aufgebaut werden, der bei Kurzwelle durch Doppelüberlagerung besonders gute Eigenschaften aufweist.

Er enthält als aktive Verstärkerelemente zwei IS (S 054 T und TDA 1046), im Mittelwellenbereich zusätzlich eine MOS-Vorstufe mit dem Transistor BF 961.

Für die Abstimmung wurden im KW-Bereich 2 Dioden BB 709 wegen ihres geringen Serienwiderstandes und bei Mittelwelle eine BB 312 eingesetzt. Die Bereichsumschaltung übernehmen 4 Schalterdioden BA 282, 2 BA 127 D und ein NF-Transistor BC 307 B.

Kurzwellenteil

Für guten Kurzwellenempfang sind Spiegelselektion, Großsignalfestigkeit und eine gute Schwundregelung von entscheidender Bedeutung. Eine gute Spiegelselektion kann nur mit Doppelüberlagerung erreicht werden. Die hier verwendete Integrierte Schaltung S 054 T (**Bild 1.5.1**) bietet zudem den Vorteil einer geringen äußeren Beschaltung.

Der Antenneneingang ist für 50 Ohm angepaßt. Kurze Stabantennen können direkt an den Eingangskreis gelegt werden, während Hochantennen induktiv an den Kreis gekoppelt werden. Hier enthält die Koppelspule eine geänderte Windungszahl.

Der Eingangskreis mit den beiden Koppelspulen ist als einlagige Zylinderspule gewickelt. Er wird, wie auch der Oszillatorkreis, mit je einer BB 709 abgestimmt. Diese Kapazitätsdiode ist für den Kurzwellenbereich gut geeignet, weil sie neben einem relativ großen Hub einen geringen Serienwiderstand aufweist. Bei Kurzwelle können so Kreise mit relativ hoher Güte realisiert werden. Über die zweite Koppelspule ist die Integrierte Schaltung an den Vorkreis angeschlossen.

Die Integrierte Schaltung S 054 T ist speziell für Doppelüberlagerung ausgelegt. Sie enthält eine geregelte Vorstufe mit 45 dB Regelumfang, einen Gegentaktmischer, einen geregelten Oszillator und eine interne Regelspannungsgewinnung. Der zweipolige Oszillator liefert am Kreis (L_5, C_7) eine konstante Amplitude von $300 \text{ mV}_{\text{eff}}$ und ist damit besonders für Diodenabstimmung gut geeignet. An Anschluß 12 kann die Oszillatorfrequenz für einen Zähler bzw. für eine Frequenzsynthese entnommen werden.

Nach Mischung und Verstärkung gelangt die 1. Zwischenfrequenz von 2 MHz an den ersten Bandfilterkreis. Am kalten Ende dieses Kreises und an Anschluß 3 der IS liegt der Einsteller P_1 , mit dem der Regeleinsatz der internen Regelung verändert werden kann. Im vorliegenden Konzept erwies es sich als günstig, den Regeleinsatz spät, mit größerer Verzögerung (Regeleinsatz bei ca. $0,15 \text{ mV}$ [EMK, $R_i=50 \Omega$]) einzustellen, um ein gutes Signal-Rauschverhältnis zu erreichen.

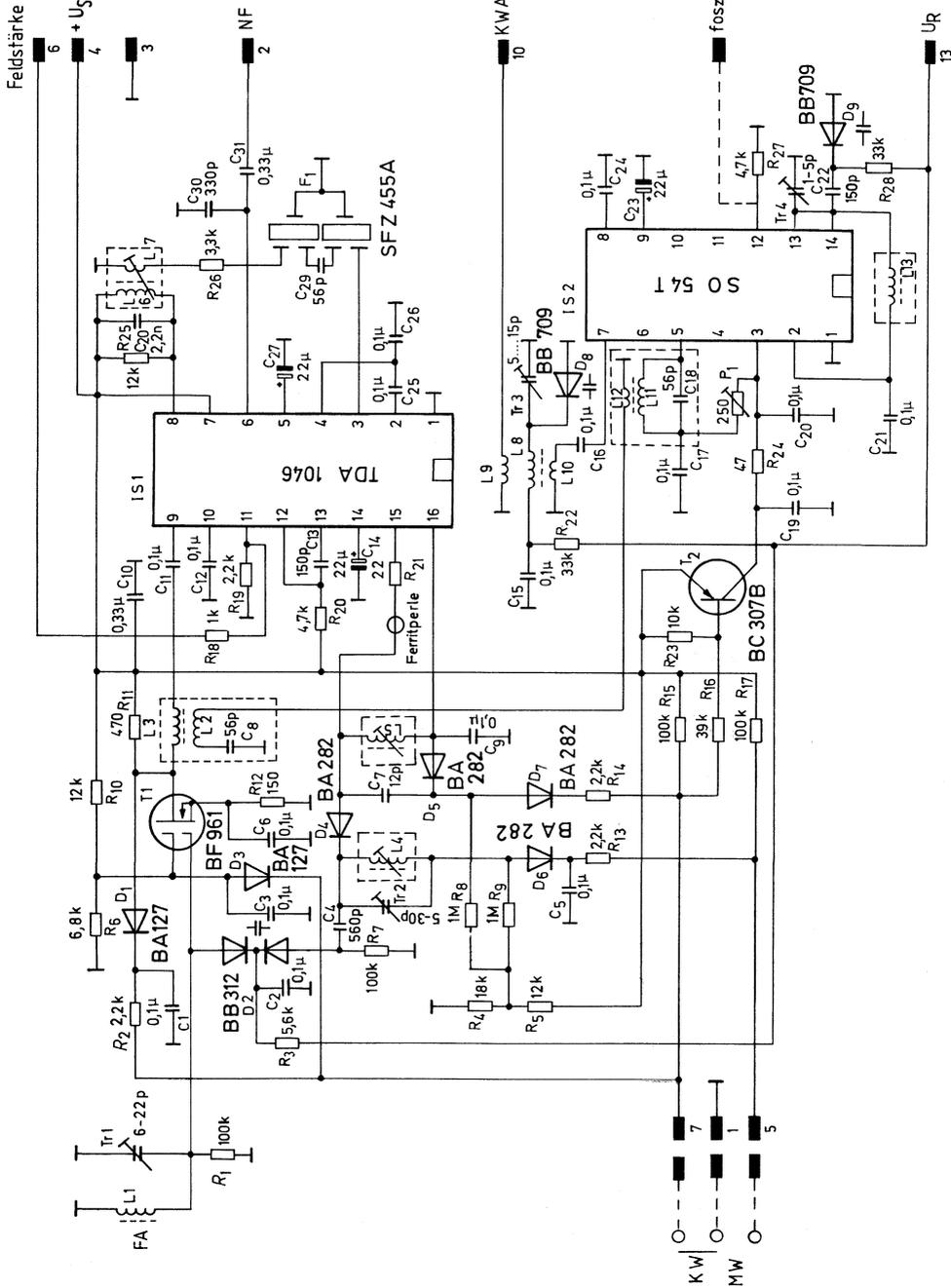


Bild 1.5.1

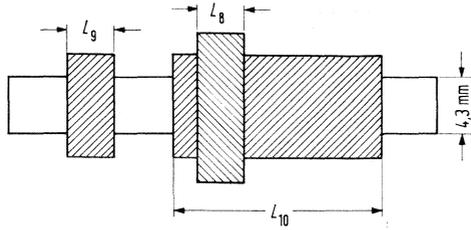


Bild 1.5.2

Das 2 MHz-Bandfilter für die 1. Zwischenfrequenz ist mit Kreisen hoher Güte aufgebaut und induktiv gekoppelt. Über eine Auskoppel-Wicklung wird die 1. Zwischenfrequenz dem TDA 1046 zugeführt.

Da bei Kurzwellenempfang die Mittelwellenvorstufe mit dem BF 961 gesperrt werden muß, wird Gate 2 von normalerweise 4,5 V über eine Diode auf ca. 0,7 V gezogen und Drain über eine weitere, in Flußrichtung gesteuerte Diode durch einen Kondensator geerdet. Damit ist sichergestellt, daß auch starke Mittelwellensender nicht einstreuen können.

Der TDA 1046 ist ein kompletter AM-Empfängerbaustein, dem bei KW-Empfang die erste Zwischenfrequenz von 2 MHz zugeführt wird. Der Oszillator schwingt auf einer Festfrequenz von 2,455 MHz, dies ergibt eine zweite Zwischenfrequenz von 455 kHz.

Zum Oszillatorteil des TDA 1046 ist zu bemerken, daß zur Vermeidung von parasitären Schwingungen ein 22 Ohm-Widerstand mit einer Ferritperle in Reihe zum Schwingkreis liegt. Die Ferritperle muß festgeklebt werden.

Mittelwellenteil

Bei Mittelwelle wird die Empfangsspannung, die der Ferritstab aufnimmt, in der MOS-Tetrode BF 961 verstärkt. Das bringt eine Reihe von Vorteilen mit sich:

Neben der höheren Verstärkung und einem verbesserten Signal-Rauschabstand spart man eine Koppelwicklung (für die IS).

Man kann die Bandbreite der Ferritantenne optimieren, da der Antennenkreis durch den BF 961 nicht wesentlich belastet wird. Die Güte der Antennenspule kann geringer sein, wodurch sich der Spulenaufbau vereinfacht.

Der Eingangskreis wird von einem System der Abstimmidiode BB 312 durchgestimmt. Die HF gelangt nach Verstärkung in der MOS-Tetrode vom Drain über die Koppelwicklung des 2 MHz-Bandfilters, welches für KW-Empfang die Selektion für die 1. ZF realisiert, an den Eingang des TDA 1046. Störungen durch Kurzwellensender können nicht auftreten, da der S 054T bei Mittelwellenempfang abgeschaltet ist.

Der diodenabgestimmte Oszillator ist ebenfalls amplitudengeregelt und intern rückgekoppelt. Die Kreisinduktivität wird hier aus den beiden parallelgeschalteten Spulen

L_4 und L_5 gebildet. L_5 ist – wie oben erwähnt – die Kurzwellenspule des 2,455 MHz-Oszillatorkreises. Durch die Bereichsumschaltung mit den 4 Schaltdioden wird erreicht, daß bei KW nur der Kurzwellen-Oszillatorkreis mit seiner Festkapazität wirksam ist. Bei Mittelwelle wird die Kurzwellenkapazität C_7 abgeschaltet und dafür die Parallelschaltung L_4 mit Trimmer und dem zweiten System der BB 312 dazugeschaltet. Die Schaltdioden werden jeweils über Hochohmwiderstände an entsprechend große Sperrspannungen gelegt.

Nach Mischung, Verstärkung und Gleichrichtung der Zwischenfrequenz in der IS steht am Ausgang, an Anschluß 6, die NF zur Verfügung.

Technische Daten

$$U_s = 12 \text{ V}$$

$$I_s = 43 \text{ mA bei KW}$$

$$I_s = 24 \text{ mA bei MW}$$

KW-Empfangsbereich von 5,8 bis 11 MHz

MW-Empfangsbereich von 520 bis 1640 kHz

Abstimmspannung 1 bis 28 V

1. Zwischenfrequenz (KW) = 2 MHz

2. Zwischenfrequenz (KW) = 455 kHz

Signal-Rauschabstand für den Kurzwellenbereich:

Eingangsspannungen für:

Signal/Rauschabstand	(EMK an 50 Ω ; $f=6,8$ und 10 MHz)
10 dB	3,2 bis 4 μV
20 dB	9,5 bis 12 μV
26 dB	20 bis 26 μV
40 dB	100 bis 160 μV

Signal-Rauschabstand für den Mittelwellenbereich:

Feldstärke für:

Signal/Rauschabstand	Feldstärke
10 dB	0,072 bis 0,1 mV/m
20 dB	0,27 bis 0,32 mV/m
26 dB	0,52 bis 0,9 mV/m
40 dB	2,7 bis 3,3 mV/m

Eingangskreisbandbreiten bei Kurzwelle:

f_e	6 MHz	8 MHz	10 MHz
$B_{3 \text{ dB}}$	120 kHz	160 kHz	290 kHz

1. Zwischenfrequenz (2 MHz)

$$B_{3 \text{ dB}} = 30 \text{ kHz}$$

2. Zwischenfrequenz (455 kHz)

$$B_{3 \text{ dB}} = 4,5 \text{ kHz}$$

Spiegelselektion bei Kurzwelle:

f_e	6 MHz	10 MHz
a_s	48 dB	35 dB

Bandbreite der Ferritantenne bei Mittelwelle:

f_e	0,6 MHz	1 MHz	1,6 MHz
$B_{3 \text{ dB}}$	7 kHz	13,5 kHz	31 kHz

Spulendaten:

$L_1 = 45 \text{ Wdg}$	12X0,05 CuLS
$L_2 = 85 \text{ Wdg}$	4X0,05 CuLS
$L_3 = 8 \text{ Wdg}$	4X0,05 CuLS
$L_4 = 140 \text{ Wdg}$	4X0,05 CuLS
$L_5 = 110 \text{ Wdg}$	4X0,05 CuLS
$L_6 = \left. \begin{array}{l} \text{ZF - Filter von General Instruments} \\ \text{Kennfarbe rot - blau} \end{array} \right\}$	
$L_7 = \left. \begin{array}{l} \text{ZF - Filter von General Instruments} \\ \text{Kennfarbe rot - blau} \end{array} \right\}$	
$L_8 = 60 \text{ Wdg}$	3X0,05 CuLS
$L_9 = 3 \text{ Wdg}$	3X0,05 CuLS
$L_{10} = 5 \text{ Wdg}$	3X0,05 CuLS
$L_{11} = 85 \text{ Wdg}$	4X0,05 CuLS
$L_{12} = 1 \text{ Wdg}$	4X0,05 CuLS
$L_{13} = 30 \text{ Wdg}$	4X0,05 CuLS

L_1 auf Ferritstab Bestell-Bezeichnung B61610-J1017-X025 (Siemens)

$L_{2, 3, 5, 11, 12, 13}$ auf Vogt-Filterbausatz D41-2520

L_4 auf Vogt-Filterbausatz D41-2640

$L_{8, 9, 10}$ auf Vogt-Spulenkörperteil Nr. 313200000

Ferrit-Gewindekern Bestell-Bezeichnung B63310-B3021-X012 (Siemens)

Dämpfungssperle N 22 Bestell-Bezeichnung B62110-A3011-X022 (Siemens)

Bauteile-Liste zu Schaltung 1.5

Bauteil		Bestellnummer
1 Integrierte Schaltung	S 054 T	Q67000-A1472
1 Integrierte Schaltung	TDA 1046	Q67000-A1092
1 MOS-Transistor	BF 961	Q62702-F518
1 Transistor	BC 307 B	Q62702-C324
1 Zweifachabstimm-diode	BB 312	Q62702-B143
2 Abstimm-dioden (gepaart)	BB 709	Q62702-B169
4 Schaltdioden	BA 282	Q62702-A428
2 Dioden	BA 127 D	Q60201-X127-D9
1 Keramikkondensator	12 pF/63 V	B38062-B6120-G6
3 Keramikkondensatoren	56 pF/63 V	B38062-B6560-G6
2 Keramikkondensatoren	150 pF/63 V	B38062-B6151-G6
1 Keramikkondensator	330 pF/63 V	B37205-A5331-S1
1 Keramikkondensator	560 pF/63 V	B37062-A6561-K
1 Styroflexkondensator	2200 pF/160 V	B31063-B1222-H
18 MKT-Kondensatoren	100 nF/100 V	B32510-D1104-K
2 MKT-Kondensatoren	330 nF/100 V	B32510-D1334-K
3 Tantal-Elektrolytkondensatoren	22 μ F/16 V	B45181-B2226-M
1 Gewindekern		B63310-B3021-X12
1 Dämpfungssperle		B62110-A3011-X22
1 Ferritstab		B61610-J1017-X25
1 Widerstand	22 Ω /0,5 W	B51261-Z4220-J1
1 Widerstand	47 Ω /0,5 W	B51261-Z4470-J1
1 Widerstand	150 Ω /0,5 W	B51261-Z4151-J1
1 Widerstand	470 Ω /0,5 W	B51261-Z4471-J1
1 Widerstand	1 k Ω /0,5 W	B51261-Z4102-J1
4 Widerstände	2,2 k Ω /0,5 W	B51261-Z4222-J1
1 Widerstand	3,3 k Ω /0,5 W	B51261-Z4332-J1
2 Widerstände	4,7 k Ω /0,5 W	B51261-Z4472-J1
1 Widerstand	5,6 k Ω /0,5 W	B51261-Z4562-J1
1 Widerstand	6,8 k Ω /0,5 W	B51261-Z4682-J1
1 Widerstand	10 k Ω /0,5 W	B51261-Z4103-J1
3 Widerstände	12 k Ω /0,5 W	B51261-Z4123-J1
1 Widerstand	18 k Ω /0,5 W	B51261-Z4183-J1
2 Widerstände	33 k Ω /0,5 W	B51261-Z4333-J1
1 Widerstand	39 k Ω /0,5 W	B51261-Z4393-J1
4 Widerstände	100 k Ω /0,5 W	B51261-Z4104-J1
2 Widerstände	1 M Ω /0,5 W	B51261-Z4105-J1

1.6 VHF-Frequenzsynthesizer mit dem MOS-Baustein S 187

Die digitale Senderwahl setzt sich aufgrund der immer billiger werdenden MOS-LSI-Bausteine bei Sprechfunkgeräten (CB, Polizei-, Taxifunk usw.) und Rundfunkempfängern in zunehmendem Maße durch. Bei mehr als 5 frequenzgenau einzustellenden Sender- oder Empfangskanälen ist das Frequenzsynthesesystem kostenmäßig überlegen. Mit nur einem Schwingquarz können mit der universell einsetzbaren S 187 je nach Anwendungsfall bis zu 500 000 verschiedene Frequenzen eingestellt werden. Jede Frequenz weist die gleiche Genauigkeit und Konstanz auf, wie die des quarzstabilisierten Referenz-Oszillators.

Funktion der PLL-Frequenzsynthese

Bild 1.6.1 zeigt das Blockschaltbild eines Frequenzsynthesizers mit dem MOS-Baustein S 187 für den VHF-Frequenzbereich $f=155,77$ bis $155,95$ MHz mit einem Kanalabstand von 20 kHz. In der digitalen PLL-Schaltung wird die zu regelnde Frequenz mit einer quarzstabilen Referenzfrequenz verglichen und je nach Frequenz- und Phasenlage über ein Integrationsglied (TP) eine Regelspannung gewonnen, die die Kapazitätsdiode des VCO (Voltage Controlled Oszillator) steuert.

Die quarzstabile Referenzfrequenz von 3,2 MHz wird über einen Frequenzteiler ($\div 640$) dem einen Eingang des Phasenvergleichers zugeführt. Dadurch ergibt sich eine „Vergleichsfrequenz“ von 5 kHz. Am 2. Eingang des Phasenvergleichers liegt eine vom VCO abgeleitete Frequenz. Fällt diese in den Fangbereich der Schaltung, so wird die VCO-Frequenz über eine Kapazitätsdiode so lange nachgezogen, bis Frequenz- und Phasengleichheit an den beiden Eingängen des Vergleichers besteht. Die Teilung der VCO-Frequenz auf die Größe der Vergleichsfrequenz wird durch einen umschaltbaren Vorteiler (S 89) und die im S 187 integrierten Synchronsteiler A und B vorgenommen. Die Programmierung der Synchronsteiler (aktiv „High“) erfolgt an den Programmieringängen A_1 bis A_{64} und B_1 bis B_{256} über die Diodenmatrix S 353. Zwischen der VCO-Frequenz und der Vergleichsfrequenz besteht die Beziehung:

$$\frac{f_{\text{VCO}}}{f_{\text{Vergl.}}} = (Q - P) \times a + P \times b \quad (1)$$

dabei ist:

a = Teilverhältnis des Synchronsteilers A
 b = Teilverhältnis des Synchronsteilers B
 P = Teilverhältnis 100 } des Vorteilers
 Q = Teilverhältnis 101 }
 $f_{\text{Vergl.}} = (3,2 \text{ MHz} : 640) = 5 \text{ kHz}$

Im vorliegenden Fall errechnet sich mit $P=100$ und $Q=101$ f_{VCO} zu:

$$f_{\text{VCO}} = (a + 100b) \cdot 5 \text{ kHz}, \quad (2)$$

d.h. eine Erhöhung von „ a “ um 1 bewirkt eine Frequenzerhöhung von 5 kHz, eine Erhöhung von „ b “ eine solche von 500 kHz.

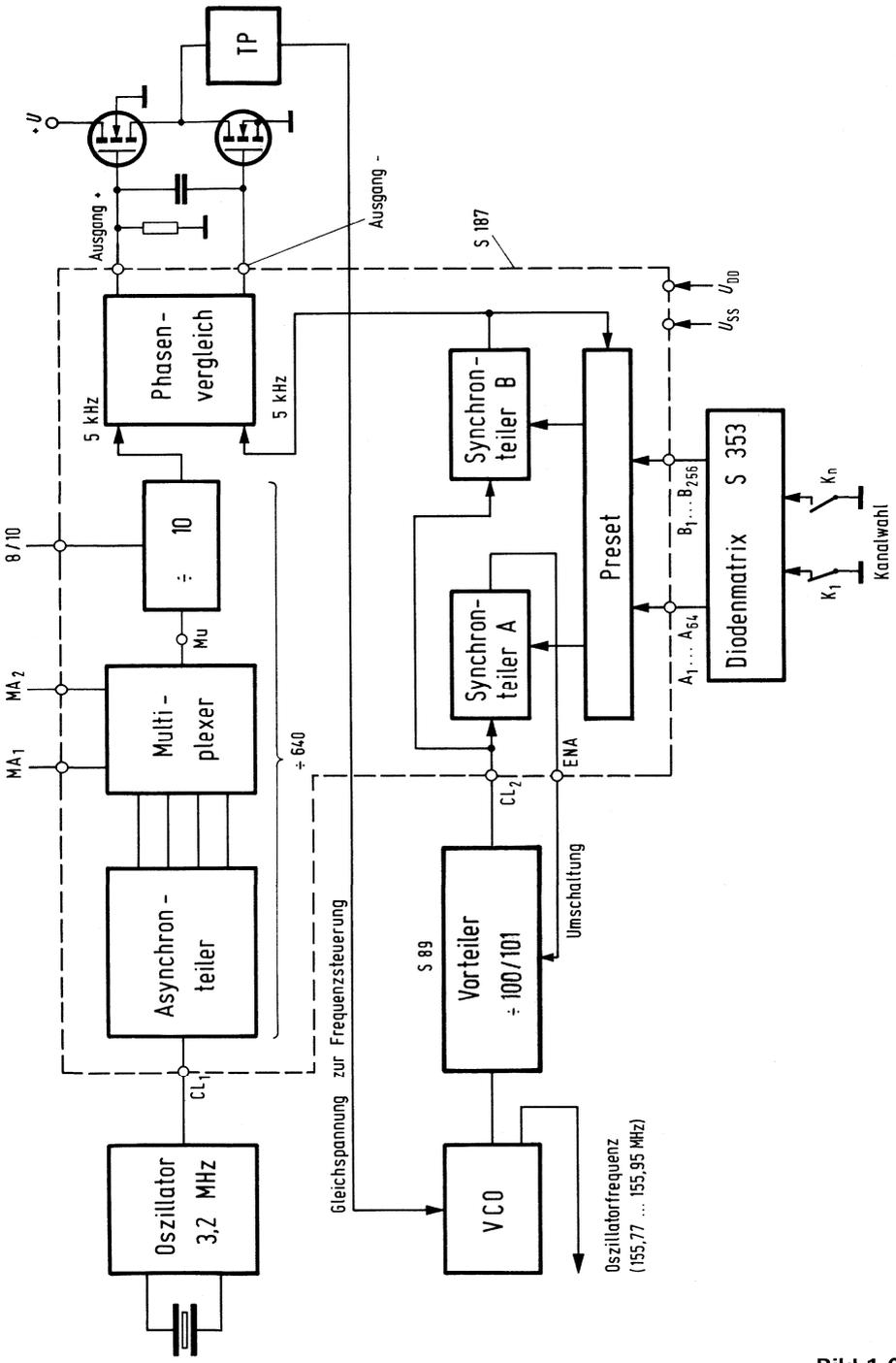


Bild 1.6.1

Für die hier gewählten VCO-Frequenzen sind die aus (2) abgeleiteten Teilverhältnisse der Synchronsteiler A und B in der folgenden Tabelle zusammengefaßt. Die Tabelle enthält außerdem auch Angaben über die Programmierung der Diodenmatrix S 353. Die Programmierbedingungen sind im Datenblatt der IS angegeben.

Fre- quenz	Teiler		Diodenmatrix Programmierung															
	A	B	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂	A ₁₃	A ₁₄	A ₁₅	A ₁₆
155,77	54	311 E ₁	X	O	X	O	X	X	O	X	X	X	O	X	X	O	O	X
155,79	58	311 E ₂	O	X	X	O	X	X	O	X	X	X	O	X	X	O	O	X
155,81	62	311 E ₃	X	X	X	O	X	X	O	X	X	X	O	X	X	O	O	X
155,83	66	311 E ₄	O	O	X	O	O	O	X	X	X	X	O	X	X	O	O	X
155,85	70	311 E ₅	X	O	X	O	O	O	X	X	X	X	O	X	X	O	O	X
155,87	74	311 E ₆	O	X	X	O	O	O	X	X	X	X	O	X	X	O	O	X
155,89	78	311 E ₇	X	X	X	O	O	O	X	X	X	X	O	X	X	O	O	X
155,91	82	311 E ₈	O	O	X	O	X	O	X	X	X	X	O	X	X	O	O	X
155,93	86	311 E ₉	X	O	X	O	X	O	X	X	X	X	O	X	X	O	O	X
155,95	90	311 E ₁₀	O	X	X	O	X	O	X	X	X	X	O	X	X	O	O	X

X=Diodenstrecke unterbrochen
 Die Matrixausgänge A₈ bis A₁₆ bleiben bei allen 10 Kanaleinstellungen (E₁ bis E₁₀) unverändert, da das Teilverhältnis von Teiler B sich nicht ändert.

Schaltungsaufbau:

Bild 1.6.2 zeigt die komplette Schaltung des Frequenzsynthesizers für das VHF-Frequenzband f=155,77 bis 155,95 MHz. Als Betriebsspannung sind 10 V, für den Vorteiler zusätzlich 5 V erforderlich.

Das Referenzsignal von 3,2 MHz wird in einem quarzstabilisierten Oszillator erzeugt (BC 238 B). Die exakte Frequenzeinstellung erfolgt mit dem Trimmer C₂ (10 bis 40 pF). In der nachfolgenden Stufe (BSY 62 A) wird das Oszillatorsignal verstärkt und dem Eingang CL1 des PLL-Bausteins mit der erforderlichen Amplitude von ca. 10 V_{ss} zugeführt.

Der VCO besteht aus einer kapazitiv rückgekoppelten Oszillatorstufe mit dem Transistor BF 606 A. Der PNP-Transistor bietet hier den Vorteil, daß der Kollektor über den Oszillator-Schwingkreis direkt an Masse liegen kann. Zur erforderlichen Frequenz-Abstimmung enthält der Schwingkreis die Kapazitätsdiode BB 505 G. Die Einstellung der Kanalfrequenzen erfolgt durch Änderung der Abstimmspannung von U_R=4,6 bis 5,1 V. Über C₉ (0,5 pF) ist der VCO-Ausgang lose mit dem nach dem Modulo-N-Prinzip funktionierenden Frequenzteiler S 89 verbunden (U_E ≥ 50 mV), der hier die VCO-Frequenz um den Faktor 100 bzw. 101 dividiert an den PLL-Baustein abgibt.

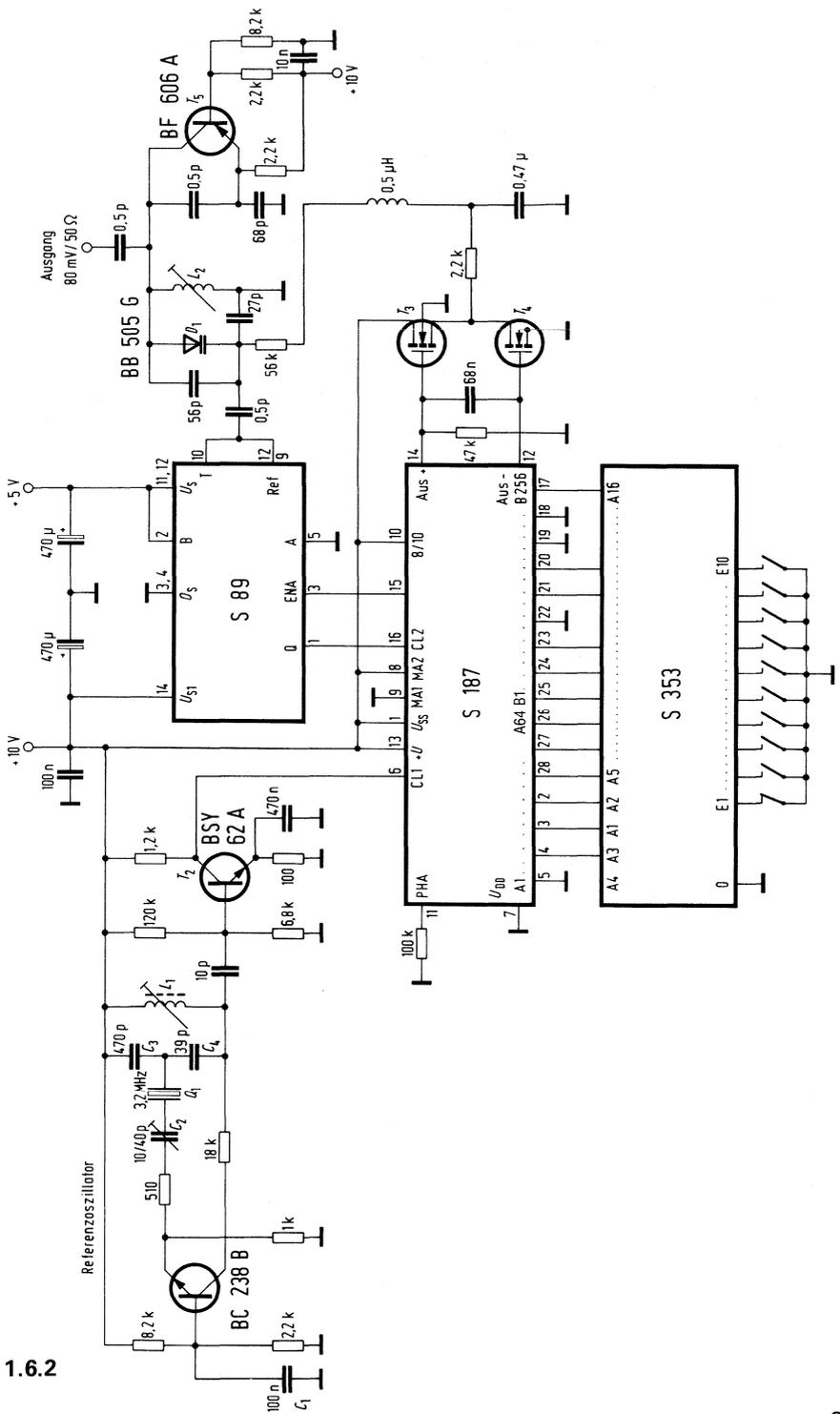
Am Ausgang des Phasenvergleichers auftretende Steuerimpulse werden über die beiden selbstsperrenden N-Kanal-MOS-Transistoren T₄ und T₅ dem passiven Tiefpaßfilter R₁₅, C₁₈ zugeführt. Aufgrund der integrierenden Wirkung des Filters liegt an dessen Ausgang eine von Impulsresten befreite Gleichspannung, die über die Kapazitätsdiode D₁ die quarzgenaue Einstellung der VCO-Frequenz bewirkt.

Der Aufbau des Frequenzsynthesizers ist unkritisch. Lediglich bei der Festlegung der Leitungen – einschließlich der Masseleitungen – ist darauf zu achten, daß eine Beeinflussung des VCO durch den Impulsteil vermieden wird.

Bauteile-Liste zu Schaltung 1.6

Bauteil		Bestellnummer
1 Integrierte Schaltung	S 89	Q67000-H1694
1 Integrierte Schaltung	S 187	Q67100-Y199
1 Integrierte Schaltung	S 353	Q67000-R109
2 FET N-Kanal (selbstsperrend)		Versuchstypen
1 Transistor	BC 238 B	Q62702-C279
1 Transistor	BSY 62 A	Q60218-Y62-A
1 Transistor	BF 606 A	Q62702-F535
1 Diode	BB 505 G	Q62702-B115
1 Quarz	3200 kHz	–
3 Keramikkondensatoren	0,5 pF/500 V	B38182-A5000-C502
1 Keramikkondensator	10 pF/63 V	B38062-A6100-G6
1 Keramikkondensator	27 pF/63 V	B38062-J6270-G6
1 Keramikkondensator	39 pF/63 V	B38066-J6390-G6
1 Keramikkondensator	56 pF/63 V	B38066-J6560-G6
1 Keramikkondensator	68 pF/63 V	B38066-J6680-G6
1 Keramikkondensator	470 pF/63 V	B37062-A6471-K6
1 Keramikkondensator	1 nF/63 V	B37062-A6102-K6
1 MKT-Kondensator	10 nF/63 V	B32509-C103-M
1 MKT-Kondensator	68nF/63 V	B32509-C683-M
2 MKT-Kondensatoren	100 nF/63 V	B32509-C104-M
2 MKT-Kondensatoren	470 nF/100 V	B32560-D1474-J
2 Elektrolytkondensatoren	470 µF/16 V	B41286-A4477-T
1 Schwingkreispule L_1 (Fa. Toko)		YXNS 30931 X
1 Schwingkreispule (Luftpule) 3 Wdg, 3,5 mm \varnothing , CuAG 0,8 mm		–
1 HF-Drossel 0,5 µH (Luftpule)		–
1 Widerstand	100 Ω /0,5 W	B51261-Z4101-J1
1 Widerstand	510 Ω /1 W	B51276-A2511-G
1 Widerstand	1 k Ω /0,5 W	B51261-Z4102-J1
1 Widerstand	1,2 k Ω /0,5 W	B51261-Z4122-J1
4 Widerstände	2,2 k Ω /0,5 W	B51261-Z4222-J1
2 Widerstände	8,2 k Ω /0,5 W	B51261-Z4822-J1
1 Widerstand	6,8 k Ω /0,5 W	B51261-Z4682-J1
1 Widerstand	18 k Ω /0,5 W	B51261-Z4183-J1
1 Widerstand	47 k Ω /0,5 W	B51261-Z4473-J1
1 Widerstand	56 k Ω /0,5 W	B51261-Z4563-J1
1 Widerstand	100 k Ω /0,5 W	B51261-Z4104-J1
1 Widerstand	120 k Ω /0,5 W	B51261-Z4124-J1

Bild 1.6.2



2. NF-Schaltungen

2.1 NF-Verstärker für Autosuper mit TDA 2003

Die integrierte Schaltung TDA 2003 ist ein Gegentakt-B-Leistungsverstärker im Kunststoffgehäuse TO-220 mit einer typischen NF-Ausgangsleistung von 6 W an 4Ω (10 W an 2Ω) bei $U_s=14,4 \text{ V}$. Die IS ist kurzschlußfest und durch eine integrierte Sicherungsschaltung vor thermischer Überlastung geschützt.

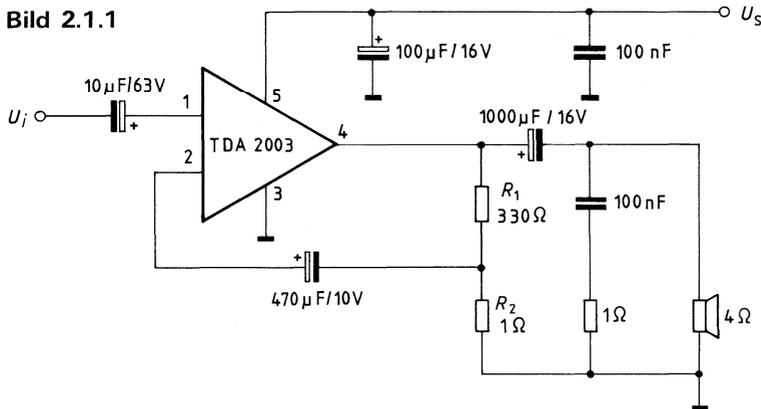
Die typische Schaltung für Autoradios zeigt Bild 2.1.1

Der im Gegenkopplungszweig liegende Widerstand R_2 ist je nach gewünschter Verstärkung auszuwählen. $R_2=3,3 \Omega$ bis 1Ω entsprechend dabei Verstärkungswerten $V_u=40 \text{ dB}$ bis 50 dB .

Im vorliegenden Schaltungsbeispiel wurde V_u auf 50 dB mit $R_2=1 \Omega$ eingestellt.

Mit dieser relativ hohen Verstärkung steigt zwar der Klirrfaktor etwas an, er ist aber im Mittel immer noch kleiner als bei üblichen diskreten Verstärker. Die Ausgangsleistung beträgt 6 W an 4Ω bei $K=10\%$ und $U_s=14,4 \text{ V}$. Die obere Grenzfrequenz liegt bei ca. 15 kHz .

Bild 2.1.1



Bauteile-Liste zu Schaltung nach Bild 2.1.1

Bauteil		Bestell-Nr.
1 Integrierter NF-Verstärker	TDA 2003	Q67000-A1606
2 Keramik-Kondensatoren	100 nF/63 V	B37449-F6104-S2
1 Elektrolyt-Kondensator	10 µF/63 V	B41316-A8106-V
1 Elektrolyt-Kondensator	100 µF/16 V	B41316-A4107-V
1 Elektrolyt-Kondensator	470 µF/10 V	B41316-A3477-V
1 Elektrolyt-Kondensator	1000 µF/16 V	B41316-A4108-V
1 Widerstand	1 Ω/0,4 W	B54311-Z5010-G1
1 Widerstand	1 Ω/1 W	B54314-Z5010-G1
1 Widerstand	330 Ω/0,4 W	B54311-Z5331-G1

Im Bild 2.1.2 ist ein Brückenverstärker mit 2mal TDA 2003 dargestellt

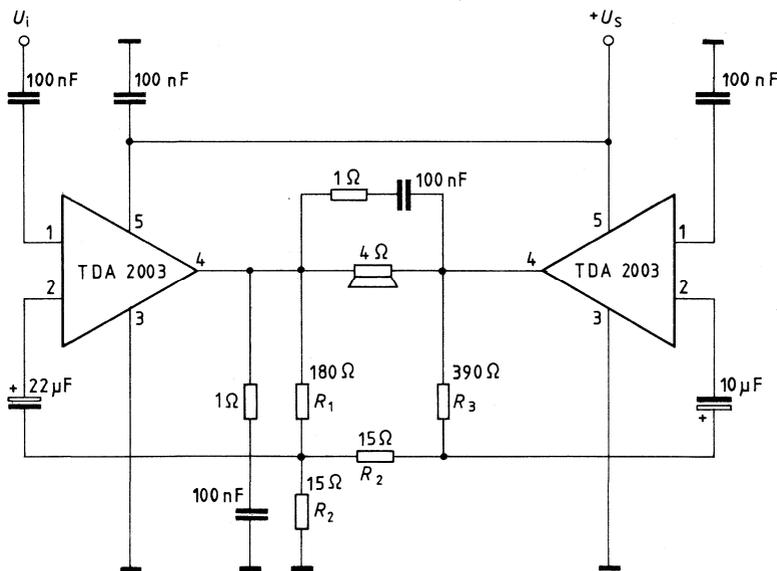
Mit dieser Schaltung wird eine Ausgangsleistung von 20 W an 4 Ω bei K=10% und $U_s=14,4\text{ V}$ erreicht. Von Vorteil ist, daß der kostspielige Ausgangselko entfällt.

Die Verstärkung der Schaltung berechnet sich nach der Gleichung:

$$V_u \approx 4 \cdot \frac{R_1}{R_2} \quad \text{mit} \quad R_3 \approx 2 R_1$$

Für die dargestellte Dimensionierung ergibt sich eine Verstärkung von 48fach $\cong 34\text{ dB}$ und eine daraus resultierende Grenzfrequenz von ca. 50 kHz.

Bild 2.1.2



Bauteile-Liste zu Schaltung nach Bild 2.1.2

Bauteile		Bestell-Nr.
1 Integrierter NF-Verstärker	TDA 2003	Q67000-A1606
5 Keramik-Kondensatoren	100 nF/63 V	B37449-F6104-S2
1 Elektrolytkondensator	10 μF/63 V	B41316-A8106-V
1 Elektrolytkondensator	22 μF/63 V	B41316-A8226-V
2 Widerstände	1 Ω/1 W	B54314-Z5010-G1
2 Widerstände	15 Ω/0,5 W	B51261-Z4150-J1
1 Widerstand	180 Ω/0,5 W	B51261-Z4181-J1
1 Widerstand	390 Ω/0,5 W	B51261-Z4391-J1

2.2 Digital steuerbarer Stereoverstärker mit Infrarot-Fernbedienung

Drahtlos fernsteuerbare Stereoverstärker erforderten bisher einen großen technischen Aufwand. Mit dem zunehmenden Einsatz von Mikrocomputern und integrierten Schaltungen läßt sich der Aufwand erheblich reduzieren. Die mit Gleichspannung steuerbare IS TDA 4290 für die Lautstärke, Klang- und Balanceeinstellung ermöglicht es, die Bedienelemente ohne abgeschirmte NF-Leitungen an beliebiger Stelle der Frontplatte anzuordnen.

Fernbedienbar sind die folgenden Funktionen:

1. NF-Quellenumschaltung für Schallplatte (TA), Tonband (TB), Tuner (U) und Zusatzeingang (AUX),
2. Stereo/Mono-Umschaltung,
3. Lautstärke,
4. Lautstärkecharakteristik in Abhängigkeit von der Frequenz umschaltbar von linear auf physiologisch,
5. Quickton,
6. Normalton,
7. Stummschaltung,
8. Balance,
9. Höhen,
10. Tiefen.

Die Forderungen der DIN 45500 bezüglich Nenneingangspegel, Frequenzverlauf, Übersprechdämpfung und Klirrfaktor werden eingehalten. Der Verstärker ist wegen des geringen Bauelementeaufwandes kostengünstig aufzubauen.

Bild 2.2.1 zeigt das Blockschaltbild. Der Stereoverstärker enthält die NF-Quellenumschaltung, den Stereo-Mono-Umschalter, die Umschaltung linear/physiologisch, die Quickton-, Normalton- und Stummschaltung sowie die Höhen-, Tiefen-, Balance- und Lautstärkesteller. Für magnetische Tonabnehmer ist ein Entzerrervorverstärker vorgesehen. Die Endverstärker wurden in Brückenschaltung mit je zwei 15-W-NF-Leistungsverstärkern aufgebaut.

Die digitale Steuerinformation kommt von einem mikrocomputergesteuerten Bediensystem oder IR-System und erreicht über den MOS-Baustein SAB 4209 (Infrarot-Fernsteuersystem-Empfänger) den Stereoverstärker SV-79. Dort werden die Digitalsignale für die einstellbaren Funktionen wie Lautstärke, Höhen, Tiefen und Balance in Analogsignale umgeformt. Die Anzeige der Bedienungsfunktionen ist über die Ansteuer-IS UAA 180 mit LEDs möglich.

Die Anschlüsse und die Funktionsblöcke des Stereoverstärkers SV-79 zeigt **Bild 2.2.2**.

Die Umschaltung der vier Stereosignaleingänge TA, TB, TU und AUX erfolgt elektronisch durch den MOS-Baustein TDA 1195.

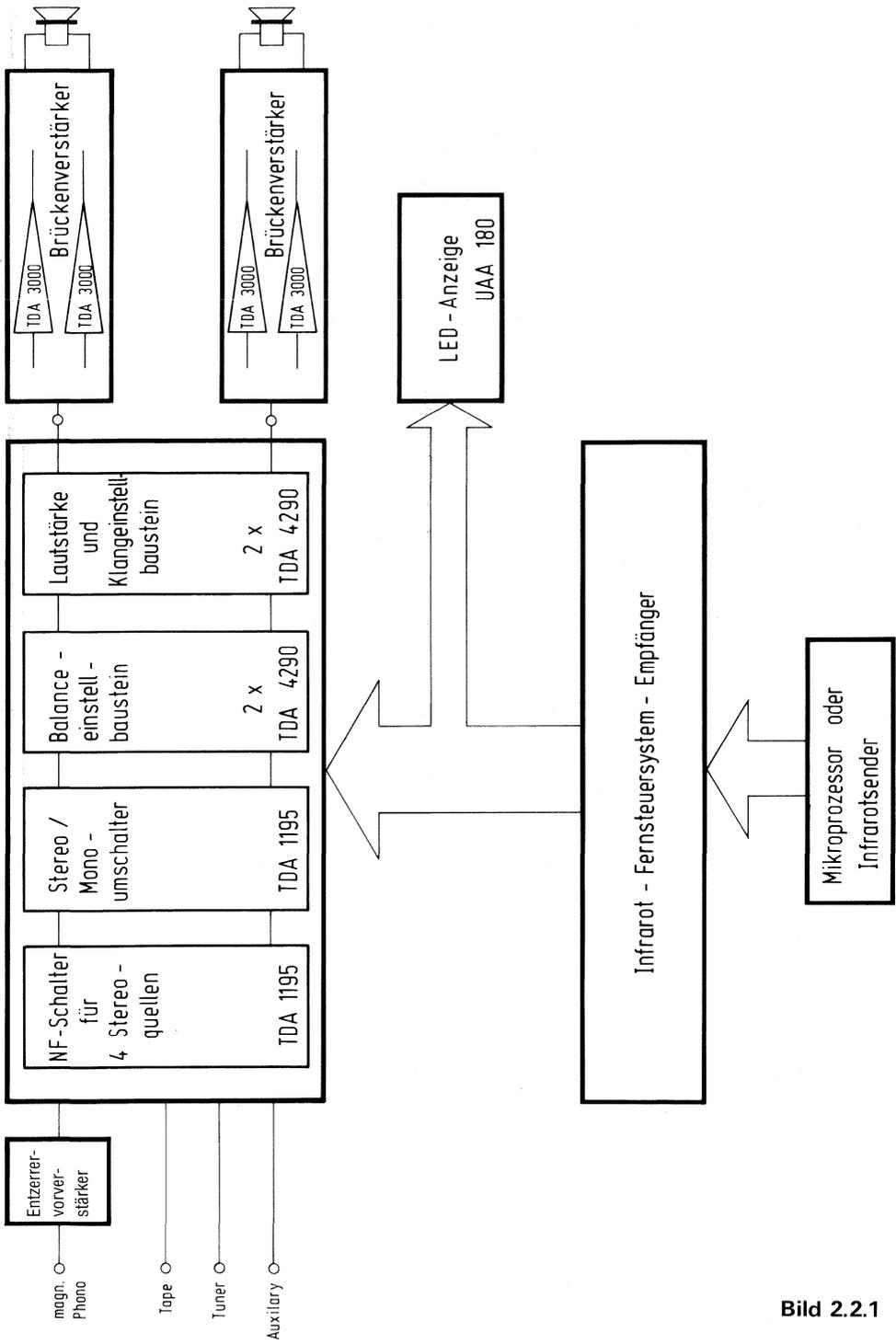


Bild 2.2.1

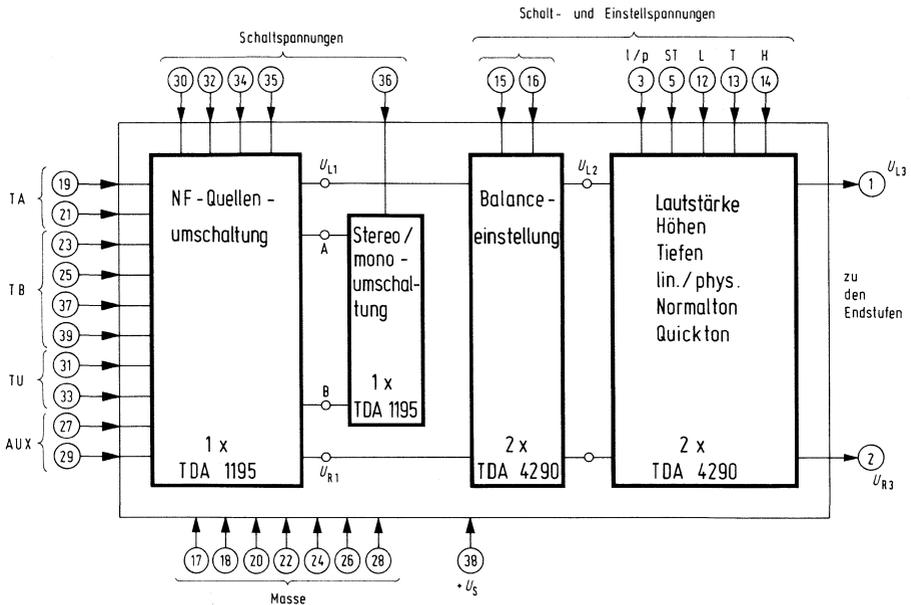


Bild 2.2.2

Das Anlegen der digitalen Steuersignale an die Anschlüsse 30, 32, 34 und 35 bewirkt das elektronische Umschalten der NF-Eingangssignale. Nachfolgende Tabelle zeigt die Wirkung der Steuersignale.

Einstellspannungen	Anschluß	Funktion	Abkürzung
0 bis +15 V	15	Balance	U
+15 bis 0 V	16	Balance	Ü
0 bis +15 V	12	Lautstärke	L
0 bis +15 V	13	Tiefen	T
0 bis +15 V	14	Höhen	H

Schaltspannungen	Anschluß	Funktion	Abkürzung
+15 V	36	Monoumschaltung	M
+15 V	3	Physiologieumschaltung	I/p
0 V	5	Stummschaltung	St
+5 V	12	Normalton	L
0 bis +15 V	12	Quickton	L

Codierung der Schaltspannungen für die NF-Quellenumschaltung

	Anschluß-Nr.				Schaltsignal	L $\hat{=}$ 0 V H $\hat{=}$ 15 V
	30	32	34	35		
TA	L	H	H	H		
TB	L	L	H	H		
TU	H	H	L	H		
AUX	H	H	L	L		

Den kompletten Stromlauf für den Funktionsblock „NF-Quellenumschaltung“ zeigt **Bild 2.2.3**.

Die für die Funktion des TDA 1195 nötige Vorspannung von $U_S/2$ wird durch die hochohmigen Eingangsspannungsteiler der nachfolgenden Emitterfolger erzeugt. Der niederohmige Ausgangswiderstand dieser Stufen gewährleistet eine optimale Anpassung für die nachfolgende Balancestufe. Ein zweiter Emitterfolger verhindert Rückwirkungen durch die TB-Ausgangsbuchse.

Die Ausgänge A und B des NF-Quellenumschalters sind mit dem Stereo-Mono-Umschalter TDA 1195 verbunden. Beim Anlegen eines H-Signals an den Steuereingang 36 (**Bild 2.2.2**) wird Monobetrieb durch Parallelschalten der Ausgänge erreicht. In **Bild 2.2.4** ist die Anschlußbelegung des TDA 1195 gezeigt.

Die Balanceeinstellung der NF-Signale erfolgt durch zwei Bausteine TDA 4290 mit linearer Beschaltung (**Bild 2.2.5**). Als Stelleingang dient jeweils der Eingang am Anschluß 5. Die für die Funktion dieser Bausteine nötigen Einstellspannungen werden wie folgt erzeugt: Das aus dem IR-Fernsteuerempfänger SAB 4209 kommende, im Tastverhältnis gesteuerte Digitalsignal durchläuft einen Inverter.

Beide Signale, invertiert und nicht invertiert, werden über gleichdimensionierte RC-Glieder integriert und stehen nun als gegenläufige Gleichspannungen den Stellern zur Verfügung (**Bild 2.2.6**).

Die Beeinflussung der Balance auf beide Kanäle ist so ausgelegt, daß bei Absenkung eines Kanals gegen Null der zweite Kanalpegel um +4 dB angehoben wird und dann konstant bleibt. Die Balancemitte liegt demnach um -4 dB unter dem Maximalsignal.

Die Schaltung zur Lautstärkeeinstellung mit schaltbarer Physiologie finden Sie in **Bild 2.2.7**.

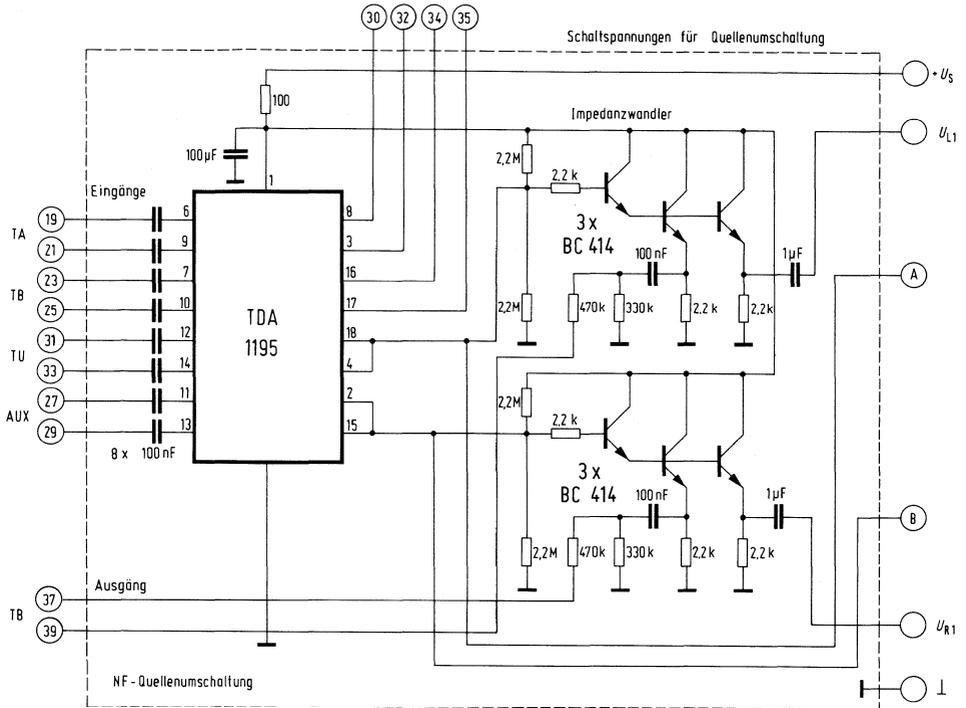


Bild 2.2.3

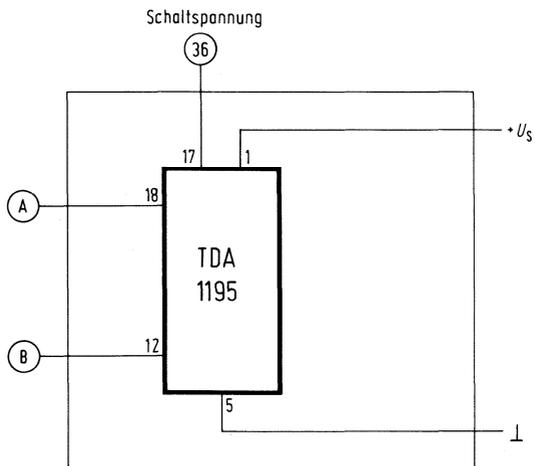


Bild 2.2.4

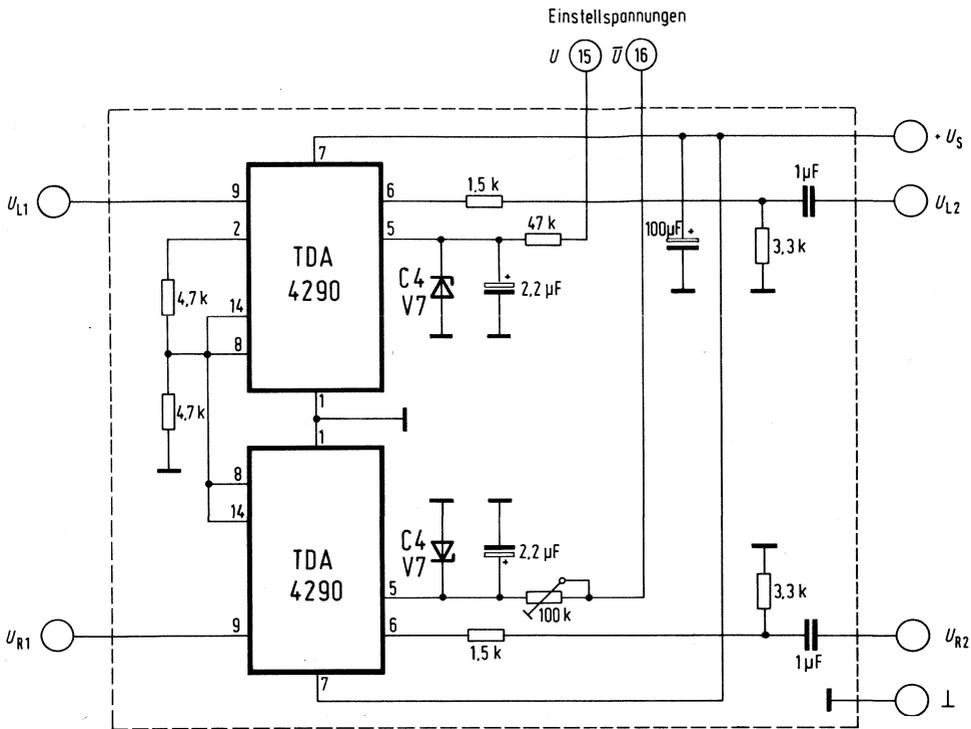


Bild 2.2.5

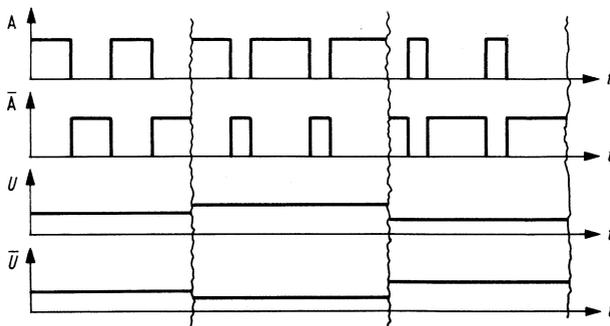


Bild 2.2.6

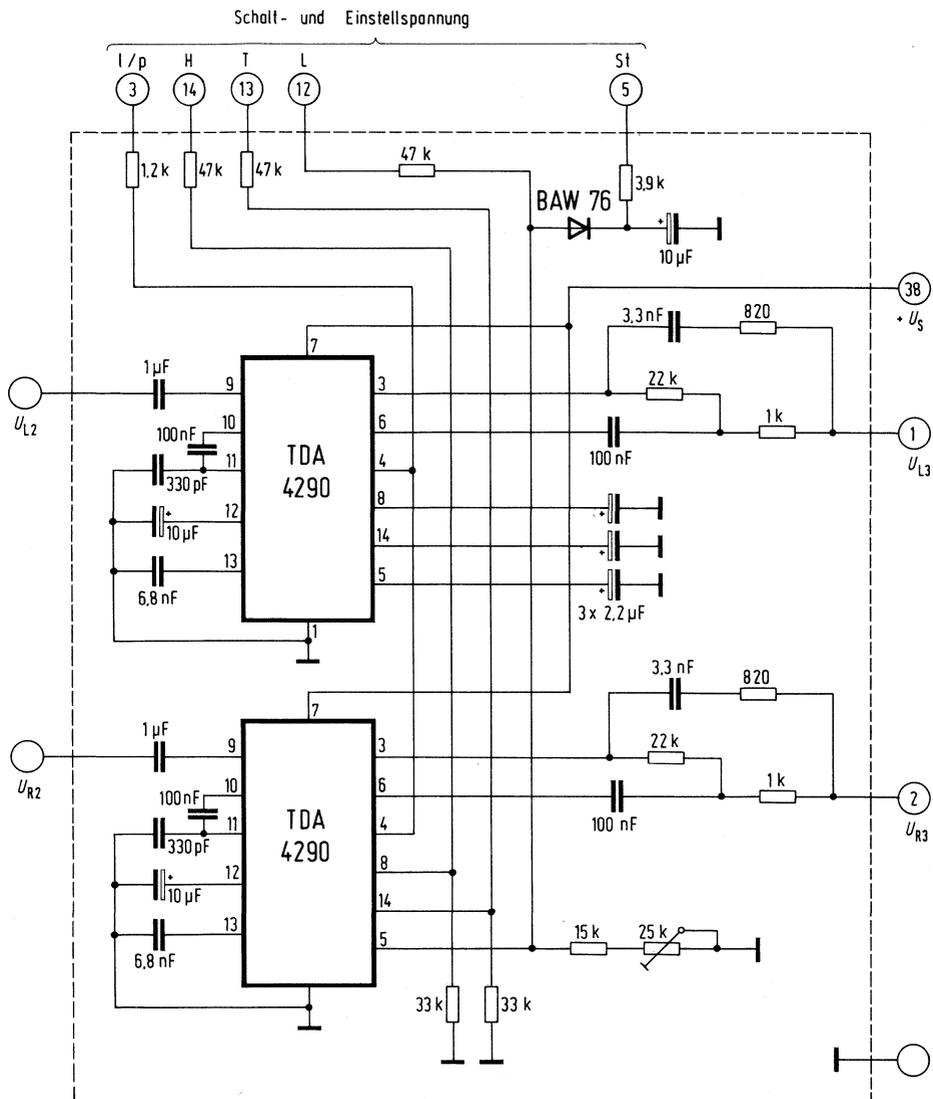


Bild 2.2.7

Die innere Schaltung des TDA 4290 besteht im wesentlichen aus vier Operationsverstärkern mit elektronischen Potentiometern. Für die Lautstärkereinstellung mit schaltbarer Physiologie werden die Ausgänge von zwei Operationsverstärkern über ein RC-Netzwerk parallel geschaltet. Durch Umschalten auf eine unterschiedliche Dämpfungscharakteristik dieser elektronischen Potentiometer bewirkt das RC-Netzwerk den physiologischen Frequenzverlauf in Abhängigkeit von der Lautstärkereinstellung. Beim Umschalten auf gleichen Dämpfungsverlauf (Linearbetrieb) ist die Frequenzkorrektur unwirksam. Das Umschalten der Charakteristik von physiologisch auf linear geschieht durch L-Signal am Anschluß 3 (Bild 2.2.7). Bei gepaarten TDA 4290 ist ein Gleichlauf der Lautstärkereinstellung von $\pm 0,5$ dB erreichbar.

Die Beeinflussung der Höhen und Tiefen geschieht mit den restlichen beiden Operationsverstärkern im TDA 4290. Diese sind ebenfalls als elektronische Potentiometer geschaltet und ermöglichen bei minimaler externer Beschaltung eine Anhebung und Absenkung der Höhen und Tiefen mit Hilfe von Stellgleichspannungen an den Anschlüssen 13 und 14. Der externe Bauelementeaufwand der Höheneinstellung bzw. Tiefeneinstellung besteht aus nur je einem Kondensator. Der Variationsbereich innerhalb der Stellgrenzen beträgt 32 dB bei den Meßfrequenzen 40 Hz und 15 kHz; bei halber Stellgleichspannung wird lineare Charakteristik erreicht.

Der Endverstärker besteht aus zwei Endstufen mit je zwei 15 W-NF-Leistungsverstärkern TDA 3000 in Brückenschaltung (**Bild 2.2.8**). Durch diese Brückenschaltung ist bei gleicher Betriebsspannung theoretisch die 4fache Ausgangsleistung gegenüber Gegentakt-A- bzw. B-Verstärkern möglich.

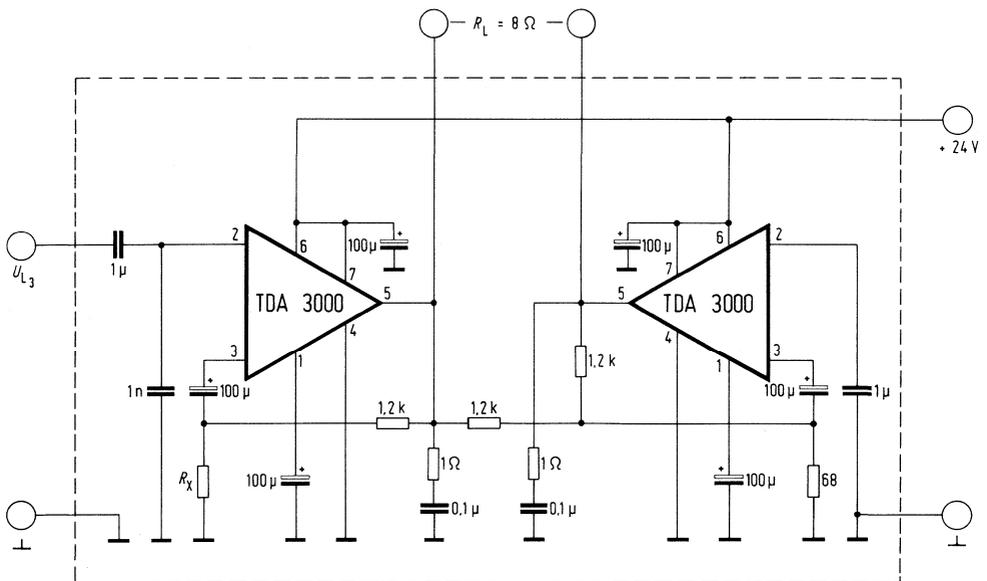


Bild 2.2.8

Die Aussteuerung erfolgt gleichzeitig, jedoch untereinander mit 180° Phasendrehung. Da der Lastwiderstand zwischen beiden Ausgängen liegt, ist der Spannungsabfall über dem Lastwiderstand doppelt so groß als bei Einzelbetrieb (B-Endstufe) gegen Masse. Die Phasendrehung des Ausgangssignals des zweiten Leistungsverstärkers IC2 erfolgt durch den Invertierenden Eingang am Anschluß 3. Die Spannungsverstärkung wird an IC1 eingestellt. Die Ausgangsgleichspannungsdifferenz zwischen beiden Verstärkern sollte möglichst klein sein, da sonst unnötige Verlustleistungen in den integrierten Schaltungen und am Lastwiderstand auftreten.

In die Brückenschaltung können die Integrierten Schaltungen TDA 2003 (zu empfehlen bei Betriebsspannung $U_S \leq 18\text{ V}$) oder TDA 3000 (bei $U_S \leq 26\text{ V}$) eingesetzt werden. Die geringen Restspannungen dieser Bausteine ermöglichen eine hohe Ausgangsleistung. Der Kostenaufwand für die Endstufe ist wegen der minimalen Bauelementebeschriftung äußerst niedrig. Dies gilt auch für das Netzteil, da nur eine Versorgungsspannung notwendig ist. Durch Ändern des Gegenkoppelwiderstandes R_x ist die Spannungsverstärkung der Endstufe einstellbar.

Bild 2.2.9 zeigt die Gesamtschaltung des Stereoverstärkers.

Technische Daten

Sinusausgangsleistung ($f=1\text{ kHz}$; $R_L=8\ \Omega$)	$2 \times 25\text{ W}$	
Übertragungsbereich ($\pm 1,5\text{ dB}$)	30 Hz bis 100 kHz	
Leistungsbandbreite (-3 dB ; $k=1\%$, $R_L=8\ \Omega$)	12 Hz bis 36 kHz	
Frequenzgang (40 Hz bis 16 kHz) bezogen auf 1 kHz	-1 dB	
Physiologie, wirksam ab	-10 dB	
Klangeinstellung: Höhen (10 kHz)	$\pm 14\text{ dB}$	
Tiefen (50 Hz)	$\pm 14\text{ dB}$	
Effektive Eingangsspannung bezogen auf Nennleistung an $R_L=8\ \Omega$ (TA, TU, TB, AUX) (Übersteuerungsfestigkeit +12 dB)	500 mV	
Effektive Ausgangsspannung für Tonbandaufnahme (DIN, $R_L=10\text{ k}\Omega$)	20 mV	
Fremdspannungsabstand bei $2 \times 50\text{ mW}$ Ausgangsleistung (AUX)	50 dB	
Klirrfaktor ($f_i=1\text{ kHz}$, $P_A=25\text{ W}$, $R_L=8\ \Omega$)	0,3%	
Übersprechungsämpfung zwischen beiden Stereokanälen $f_i=1\text{ kHz}$	48 dB	
Zwischen zwei Eingangskanälen		
$f_i=1\text{ kHz}$ {	AUX-TB	46 dB
	AUX-TA	56 dB
	AUX-TU	48 dB

Bauteile-Liste zu Schaltungen 2.2.3, 2.2.4, 2.2.5 und 2.2.7

Bauteil		Bestellnummer
2 Integrierte Schaltungen	TDA 1195	Q67100-Y389
4 Integrierte Schaltungen	TDA 4290	Q67000-A1359
6 Transistoren	BC 414	Q62702-C376
1 Diode	BAW 76	Q62702-A397
2 Zenerdioden	BZY97/C4V7	Q68000-A945-F82
2 Keramikkondensatoren	330 pF	B37979-J5331-J
2 MKT-Kondensatoren	3,3 nF	B32510-D6332-K
2 MKT-Kondensatoren	6,8 nF	B32509-C682-M
2 MKT-Kondensatoren	68 nF	B32509-C683-M
13 MKT-Kondensatoren	100 nF	B32509-C104-M
4 MKT-Kondensatoren	1 μ F	B32512-D1105-K
7 Elektrolytkondensatoren	2,2 μ F	B41313-A8225-T
2 Elektrolytkondensatoren	10 μ F	B41313-A5106-T
1 Elektrolytkondensator	22 μ F	B41313-A5226-T
1 Elektrolytkondensator	220 μ F	B41283-B4227-T
2 Widerstände	820 Ω /0,4 W	B54311-Z5821-G1
8 Widerstände	1 k Ω /0,4 W	B54311-Z5102-G1
1 Widerstand	1,2 k Ω /0,4 W	B54311-Z5122-G1
4 Widerstände	2,2 k Ω /0,4 W	B54311-Z5222-G1
2 Widerstände	3,9 k Ω /0,4 W	B54311-Z5392-G1
2 Widerstände	4,7 k Ω /0,4 W	B54311-Z5472-G1
3 Widerstände	10 k Ω /0,4 W	B54311-Z5103-G1
2 Widerstände	15 k Ω /0,4 W	B54311-Z5153-G1
2 Widerstände	22 k Ω /0,4 W	B54311-Z5223-G1
2 Widerstände	33 k Ω /0,4 W	B54311-Z5333-G1
5 Widerstände	47 k Ω /0,4 W	B54311-Z5473-G1
3 Widerstände	56 k Ω /0,4 W	B54311-Z5563-G1
2 Widerstände	330 k Ω /0,4 W	B54311-Z5334-G1
2 Widerstände	470 k Ω /0,4 W	B54311-Z5474-G1
4 Widerstände	1,2 M Ω /0,66 W	B54312-Z5125-G1
1 Einsteller	47 k Ω /0,2 W	B58076-Z473-M320
1 Einsteller	100 k Ω /0,2 W	B58076-Z104-M320

Bauteile-Liste zu Schaltung 2.2.8

2 Integrierte Schaltungen	TDA 3000	Q67000-A1332
1 Keramikkondensator	1 nF	B37462-J2102-S1
2 MKT-Kondensatoren	100 nF	B32509-C104-M
1 MKT-Kondensator	1 μ F	B32512-D1105-K
1 Elektrolytkondensator	1 μ F	B41313-A7105-V
2 Elektrolytkondensatoren	22 μ F	B41313-A5226-T
3 Elektrolytkondensatoren	100 μ F	B41316-A4107-V
1 Elektrolytkondensator	220 μ F	B41316-A4227-V
2 Widerstände	1 Ω	B54311-Z5010-G1
1 Widerstand	47 Ω	B54312-Z5470-G1
1 Widerstand	68 Ω	B54311-Z5680-G1
3 Widerstände	1,2 k Ω	B54311-Z5122-G1

2.3 Ein 2-Kanal-PCM-Codec für digitale Vermittlungssysteme

Während für kleinere Nebenstellenanlagen auch die galvanische Durchschaltung der analogen Sprachsignale mittels elektronischer Koppelpunkte infrage kommt, treten bei der Planung von Systemfamilien bis zu höchsten Ausbaustufen die Vorteile digitaler Koppelnetze in den Vordergrund, da diese kompakt und kostengünstig aus integrierten Logik- und Speicherbausteinen aufgebaut werden können.

Bei rein digitalen Systemen erfolgt die Durchschaltung im Koppelnetz nur für die digitalisierten Sprachsignale. Alle Einrichtungen für den Anschluß von Endgeräten und anderen Ämtern müssen daher individuell vorgeleistet werden. Für analoge Endgeräte sind dies die Schaltungskomplexe **Subscriber Line Interface Circuit (SLIC)**, Sende- und Empfangsfilter sowie **Codierer/Decodierer (CODEC)**.

Die Gesamtkonzeption des Codec wurde so durchgeführt, daß sowohl die komplexen Digitalfunktionen als auch die hochgenauen Analogfunktionen mit zuverlässig beherrschbaren Integrationstechnologien auf möglichst wenig Siliziumfläche realisiert werden konnten. Dies führte zu einer Aufteilung der Gesamtfunktionen auf zwei Chips mit jeweils angepaßter Technologie, was eine kostengünstige Produktion hochzuverlässiger Bausteine erlaubt. Die dynamischen Anforderungen lassen dabei die Integration aller Schaltungsteile für zwei Kanäle zu, so daß eine kleine Einbaufäche der Codecfunktion pro Kanal auf der Teilnehmerschaltung-Baugruppe erreicht wird. Die Vereinigung beider Chips in einem 28poligen Gehäuse führt zu der höchsten bisher erreichten Packungsdichte.

Von den zahlreichen Methoden der Analog/Digital-Wandlungen wurde für den Codec das Verfahren der sukzessiven Approximation ausgewählt, da es einen optimalen Kompromiß zwischen Arbeitsfrequenz und Aufwand an Analognormalen darstellt. **Bild 2.3** zeigt die Anschaltung des 2-Kanal-Codec.

Der PCM-2-Kanal-Codec SM 61 C ist für die Anwendung in einer Teilnehmerschaltung digitaler Vermittlungssysteme aller Ausbaugrößen optimiert. Sende- und Empfangs-PCM-Worte werden bitseriell zwischen Multiplex-Leitung und Codec-Register mit 2,048 Mbit/s ausgetauscht. Dieser Austausch sowie der gesamte interne Ablauf zum Codieren und Decodieren zweier Kanäle wird von einem 2,048 MHz-Takt abgeleitet. Die Synchronisation und damit die Festlegung der Austauschzeiten der zwei Kanäle im Gesamtsystem erfolgt durch die negative Flanke des $\overline{\text{INSY}}$ -Impulses. Die Dauer des Impulses muß lediglich länger als eine 2,048 MHz-Periode sein. Ein 125 µs-Rahmen zwischen zwei Abtastungen eines Kanals besteht aus 32 Zeitschlitzen zu je acht 2,048 MHz-Taktperioden. Der Gesamt Ablauf der Codecfunktionen besteht aus folgenden Teilschritten:

- Austausch des 8 bit PCM-Wortes für Kanal 1: PCM IN (SUB 1), PCM OUT (SUB 1),
- Ausgabe des decodierten Analogsignals von Kanal 1: A OUT 1,
- Nullabgleich des Komparators: AUT C,
- Abtastung des Analog-Eingangssignals von Kanal 2: A IN 2,
- Sukzessiver Aufbau des PCM-Wortes für Kanal 2, 1 bit für Vorzeichen, 3 bit für Segment, 4 bit für Einteilung im Segment,

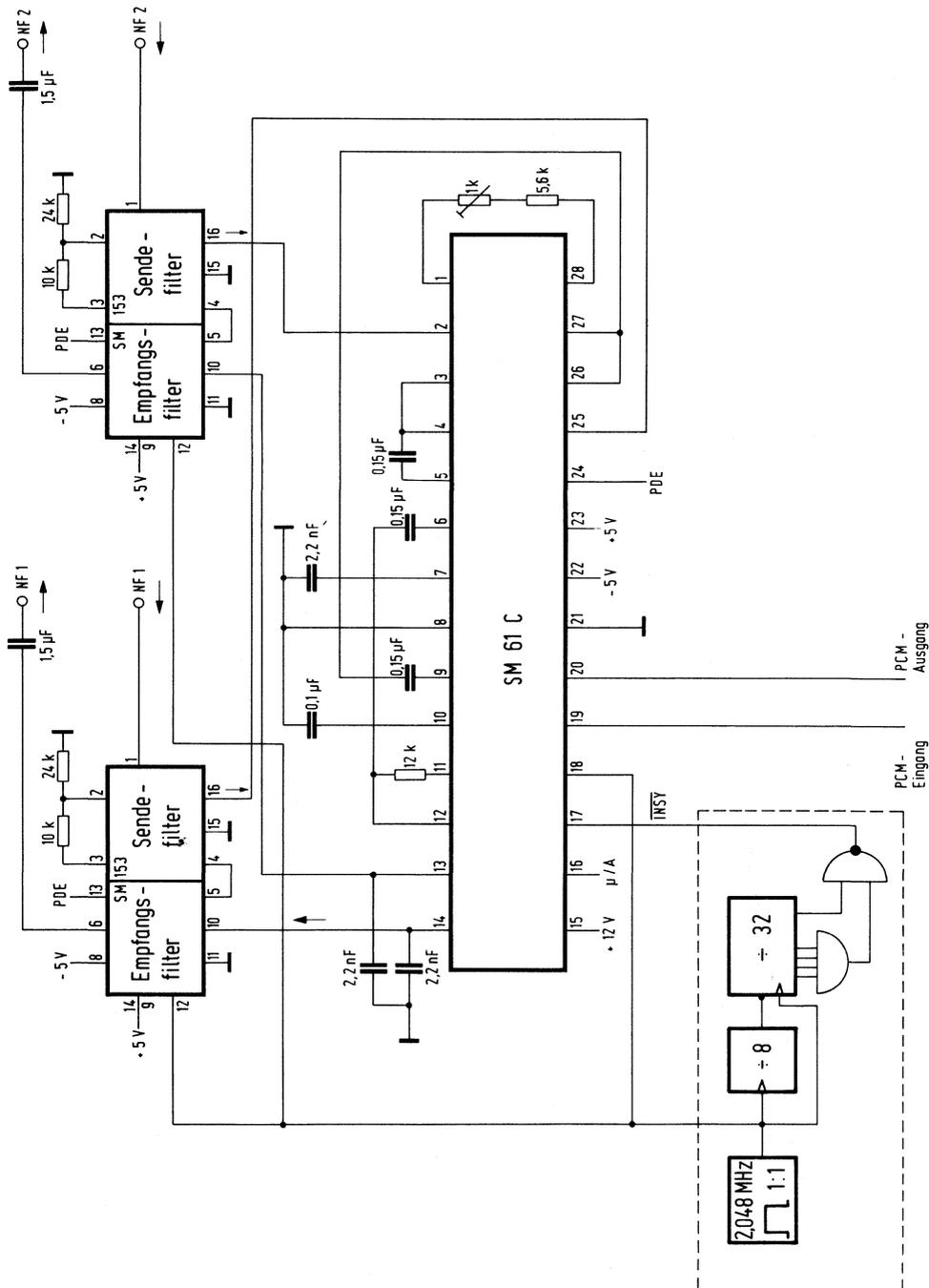


Bild 2.3

- Austausch des PCM-Wortes für Kanal 2: PCM OUT (SUB 2)
PCM IN (SUB 2).
- Ausgabe des decodierten Analogsignals von Kanal 2: A OUT 2,
- Nullabgleich des Strom-Spannungswandlers: OUT CV,
- Abtastung des Analog-Eingangssignals von Kanal 1: A IN 1.
- Aufbau des PCM-Wortes für Kanal 1.

Bauteile-Liste zu Schaltung 2.3

Bauteil		Bestellnummer	
1	2-Kanal-PCM-Codec	SM 61 C	Q67100-Z141
2	Empfangs-Sendefilter	SM 153	Q67100-Y606
3	Polypropkondensator	2200 pF/160 V	B33063-B1222-H
2	MKT-Kondensatoren	100 nF/63 V	B32509-C104-M
1	MKT-Kondensator	150 nF/63 V	B32509-C154-M
2	MKT-Kondensatoren	1,5 µF/100 V	B32512-D1155-K
1	Widerstand	5,6 kΩ/0,5 W	B51261-Z4562-J1
2	Widerstände	10 kΩ/0,5 W	B51261-Z4103-J1
1	Widerstand	12 kΩ/0,5 W	B51261-Z4123-J1
2	Widerstände	24 kΩ/0,5 W	B51261-Z4243-J1

3. Fernschaltungen

3.1 Siemens-Digitales-Abstimmssystem SDA 200

Bild 3.1.1 zeigt das Block-Schaltbild des digitalen Abstimmsystems. Es setzt sich im wesentlichen aus drei Blöcken zusammen:

- Frequenzaufbereitung
- Ablaufsteuerung und Display
- Stationsspeicher.

Die gewünschten Frequenzen werden mit einem Frequenzsynthese-Generator nach dem Phase-Locked-Loop-Prinzip erzeugt. Die PLL wird von einem VCO (dies ist der Tuner-Oszillator), dem Vorteiler SDA 2001 mit dem festen Teilerfaktor 64:1, dem im SDA 2002 enthaltenen programmierbaren Teiler mit digital wählbarem Teilerfaktor und einem Phasenkomparator gebildet. Die Referenzfrequenz für den Phasenkomparator wird aus einem Quarzoszillator mit der Frequenz 4 MHz und anschließendem Teiler 2048:1 gewonnen. Multipliziert man die Referenzfrequenz von 1,93 kHz mit dem Teilerfaktor des SDA 2001, so erhält man $1,93 \text{ kHz} \cdot 64 = 125 \text{ kHz}$. Dies ist der kleinstmögliche Abstimmschritt.

Der Vorteiler SDA 2001 ist in ECL-Technologie aufgebaut, besitzt für VHF und UHF zwei getrennte, integrierte Vorverstärker und hat den festen Teilerfaktor 64. Die maximale Eingangsfrequenz für den UHF-Eingang ist 950 MHz. Um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten, sollte die sinusförmige Eingangsspannung bei 470 MHz 300 mV, bei 900 MHz 100 mV nicht unterschreiten. Für den VHF-Eingang

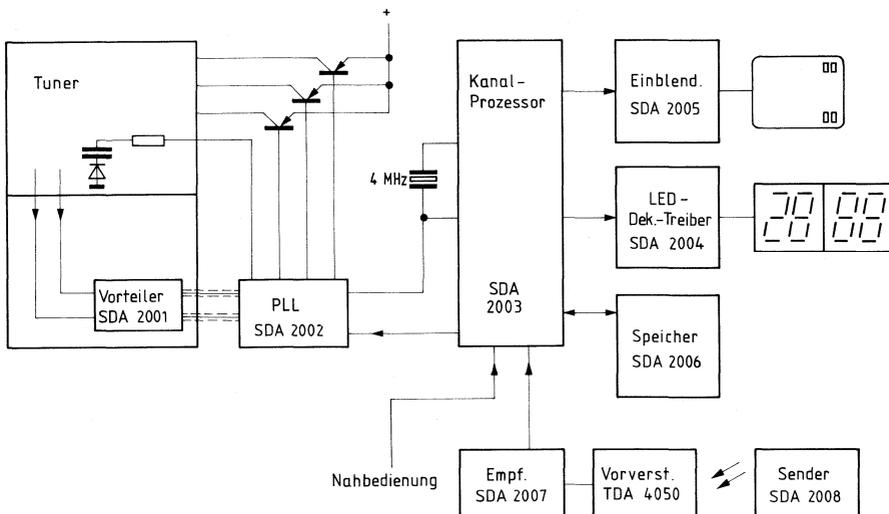


Bild 3.1.1

beträgt die minimale Eingangsfrequenz 60 MHz, die Eingangsspannung sollte $>500\text{ mV}$ sein. Zweckmäßigerweise wird dieser Vorteiler mit in das Tunergehäuse eingebaut.

Bild 3.1.2 zeigt die Zusammenschaltung des SDA 2001 an einen Fernseh-tuner. Die Gegentaktausgänge ergeben sowohl eine gute Störfestigkeit gegen Ein-streuungen, als auch geringe Störstrahlung bei dem Ausgangspegel von 1 V_{SS} . Die Umschaltung von UHF auf VHF erfolgt über eine Steuerspannung am Anschluß 2 (UHF $>3\text{ V}$, VHF $<0,6\text{ V}$).

Im PLL-Baustein SDA 2002 ist ein 13-Bit binär-programmierbarer Synchron-teiler (Teilerfaktor $N=256$ bis 8191) enthalten. Seine Eingangsfrequenz beträgt maximal 15 MHz . Die Eingabe des Teilerfaktors erfolgt seriell in ein 16-Bit Schieberegister, bei dem 13-Bit für diese Information ausgenutzt werden. Weitere 3 Bit speichern die Information für die Bandumschaltung. Das niederwertigste Bit LSB wird als erstes, das höchstwertige Bit MSB als letztes eingeschoben (**Bild 3.1.3**). Die Über-nahme der Information erfolgt bei der steigenden Flanke des Schiebetaktes CPL. Dem 16-Bit Schieberegister ist ein 16-Bit Pufferspeicher nachgeschaltet. Die Infor-mationsübernahme in dem Puffer erfolgt mit dem L-Pegel des Freigabeeinganges PLE. Bezogen auf die fallende Flanke des Freigabesignales werden nur die letzten 16 Takte verwertet. Evtl. vorausgehende zusätzliche Bits bleiben ohne Bedeutung.

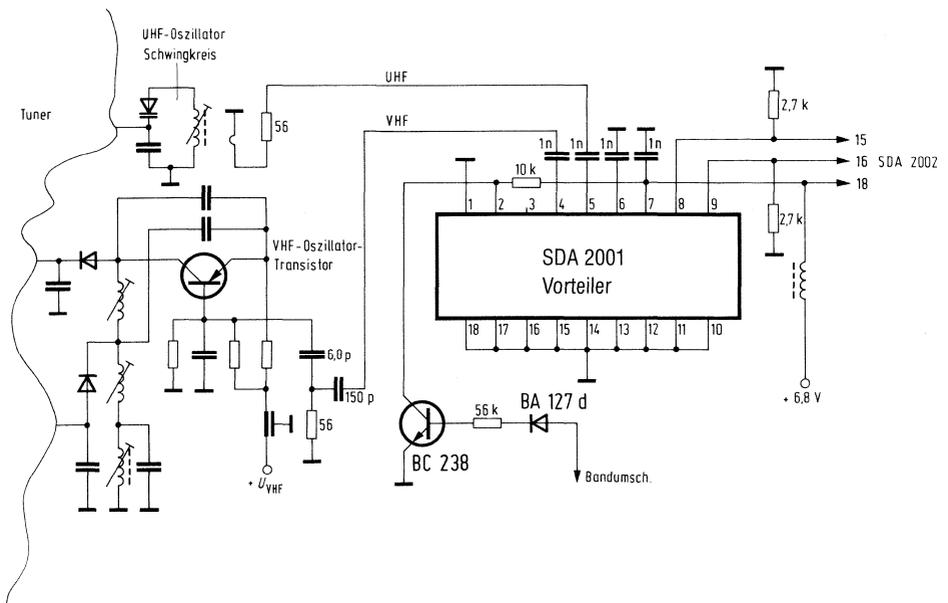
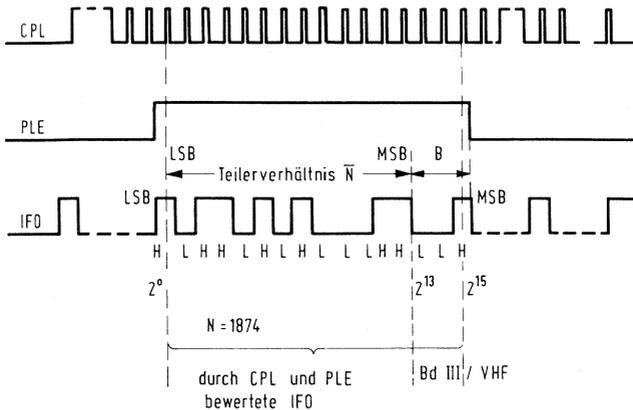


Bild 3.1.2



Wahrheitstabelle für die Bereichsumschaltung

Eingang "IFO" Bit			Bereich			
2^{13}	2^{14}	2^{15}	B_1	B_2	B_3	Bereich
H	H	H	H	H	L	
H	L	H	H	L	H	Bd I / VHF
L	L	H	L	L	H	Bd III / VHF
L	H	H	L	H	H	Kabelkanal

Bei positiver Logik bilden die "IFO"-Bits $2^0 \dots 2^{12}$ das Komplement des dualen Codes vom Teilerverhältnis N.

Bild 3.1.3

Am offenen Kollektorausgang CL wird ein Takt mit der Frequenz 62,5 kHz zur Verfügung gestellt (**Bild 3.1.4**). Der Eingang des Sychronteilers: N ist zum Anschluß eines Gegentaktsignales mit ECL-Pegeln ausgelegt. Ist die PLL-Schleife synchronisiert, erhält man am Ausgang LOCKIND L-Signal. Der Phasendetektor kann mit einer getrennten Spannungsversorgung U_{S2} (max. 32 V) betrieben werden, um die für den Fernsehuner benötigte Abstimmspannung von 30 V am Ausgang U_D zu erhalten.

Der Mikrocomputer SDA 2003 übernimmt als Bindeglied zwischen dem programmierbaren Teiler der PLL-Schaltung und dem elektrisch programmierbaren Abstimm-speicher, der die Zuordnung von Abstimminformationen und Programm-Nummern speichert, die Organisation des Ablaufes bei der Sendersuche und Abspeicherung sowie die Steuerung der Programm- bzw. Kanalanzeige. Er wird deshalb auch als Kanalprozessor betitelt. In ihm wird die Abstimminformation in eine Frequenzinformation umgewandelt. Die Frequenzinformation ist eine binäre Zahl, die den Teilerfaktor für den PLL-Teiler darstellt. Die IS SDA 2003 gibt die Information in serieller Form an die PLL-Schaltung SDA 2002 und den Anzeigendecoder SDA 2004 zur Anzeige der Programm- und der Kanalnummer ab. Die Daten gehen dabei über die für alle externen Bausteine gemeinsame IFO-Leitung. Die Zuordnung der Information zu der anzusprechenden Schaltung geschieht über drei Taktleitungen: Clock-Kanal (CKA), Clock-PLL (CPLL) und Clock-Programm (CPR). Dadurch ist es mög-

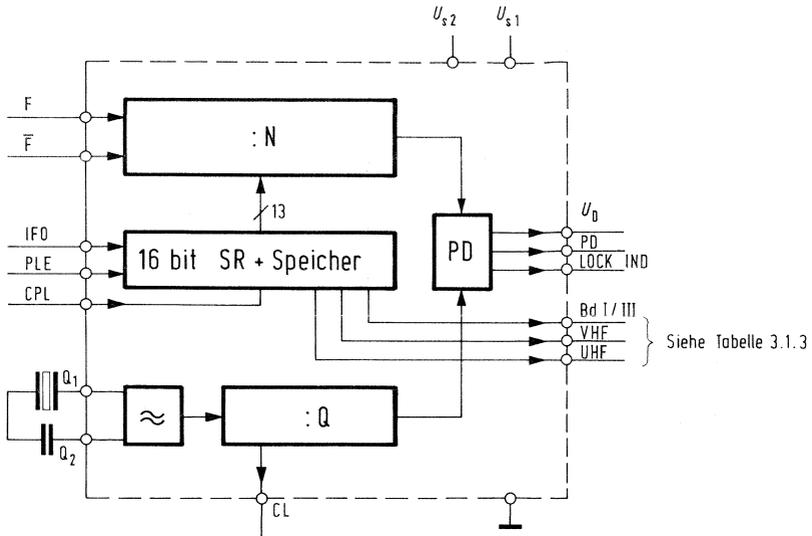


Bild 3.1.4

lich, ohne Änderung des Anzeigebausteines oder Einblendbausteines die Anzeigen auf beliebige Plätze zu verteilen. Den Stationstasten ist eine Programmadresse des Abstimmspeichers zugeordnet, unter der die gewünschte absolute Kanalnummer eingespeichert werden kann. Beim späteren Betätigen einer Stationstaste wird vom Fernsteuerempfänger über die Leitung DLE der Befehl an den Controller SDA 2003 gegeben und dort decodiert. Der Controller holt dann die Abstimminformation aus dem Abstimm Speicher, wandelt sie in eine Frequenzinformation um und gibt diese an den PLL-Baustein seriell wieder ab. Das Fernsehgerät wird auf die gewünschte Frequenz mit Quarzgenauigkeit abgestimmt. **Bild 3.1.5** zeigt die Zusammenschaltung des Controllers mit dem Fernbedienungsempfänger, den Stationsspeicher und den Anzeige- bzw. Einblendbausteinen.

Das Einstellen eines noch nicht abgespeicherten Fernsehsenders kann sowohl über die Fernbedienung als auch über die Nahbedienung erfolgen. Zuerst wird die gewünschte Programm-Nr. gewählt, dann wird durch Drücken der Taste KAN auf der Fernbedienung von Programm- auf Kanal-Mode umgeschaltet. Jetzt muß innerhalb von 8 sec die gewünschte Kanalzahl eingegeben werden, und zwar zuerst die Zehner und dann die Einer. Bei den Kanälen 02 bis 09 ist die führende Null mit einzugeben. Erfolgt keine weitere Bedienung, so schaltet der SDA 2003 nach 8 sec wieder auf Programmwahl zurück. Will man vor Ablauf der 8 sec wieder in die Programmwahl zurück, so braucht nur beispielsweise der Befehl „Ein“ gegeben zu werden. Bei jedem Verstellen der Kanalnummer setzt der Controller diese Information in die zugehörige Frequenzinformation um und gibt sie an die PLL-Schaltung weiter.

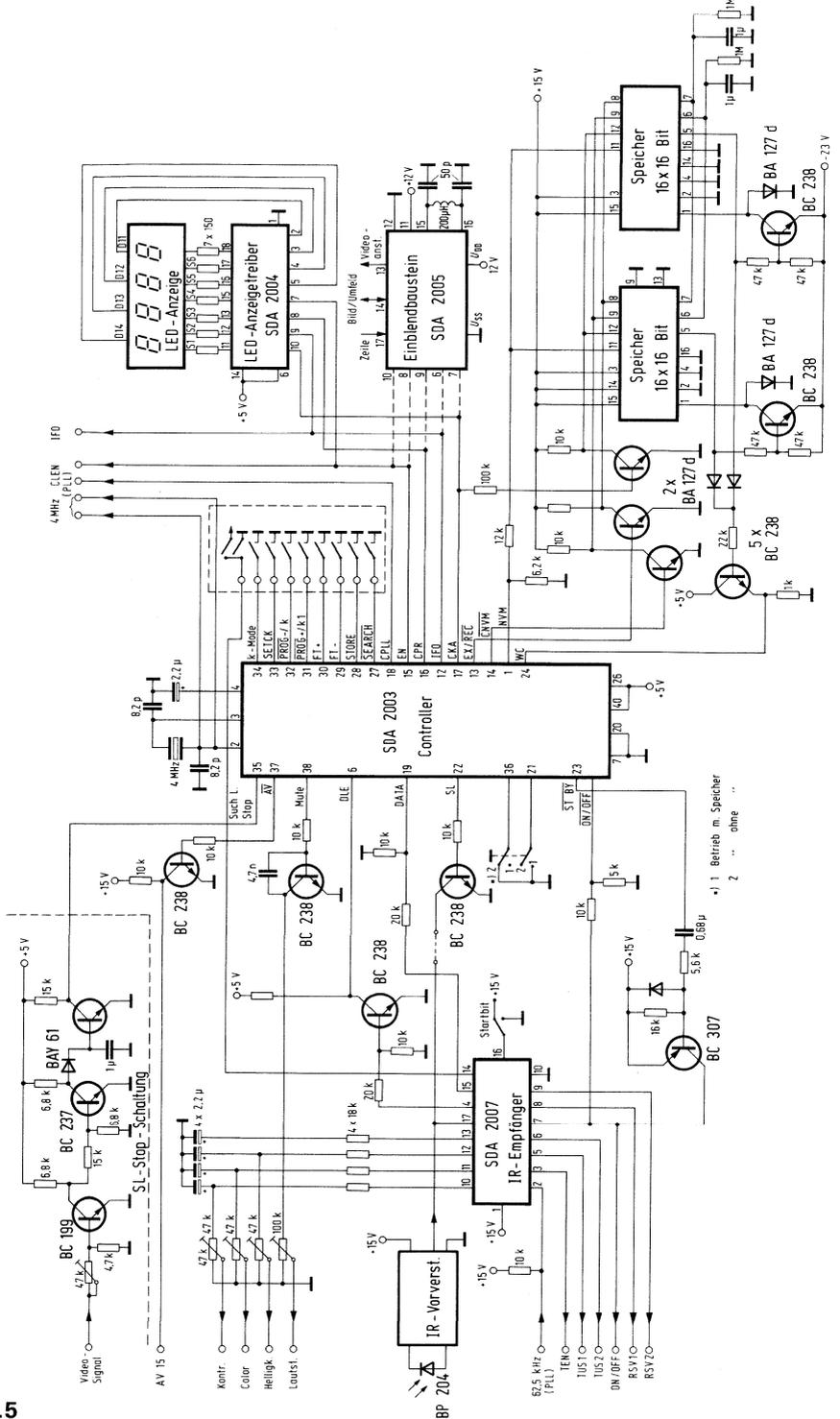


Bild 3.1.5

Am Bildschirm kann beobachtet werden, ob auf dem zugehörigen Kanal ein Sender vorhanden ist.

Daneben verfügt das System über einen Sendersuchlauf. Gestartet wird der Suchlauf über die Stelltaste Suchlauf Start „SL“. Daraufhin gibt der Controller nacheinander alle in dem internen ROM enthaltenen Frequenzinformationen einzeln an die PLL-Schaltung aus. Wird ein arbeitender Fernsehsender gefunden, wird der Ablauf automatisch durch das Signal „Suchlauf Stop“ unterbrochen.

Über die Stelltasten Feinabstimmung Plus „FT +“ und Feinabstimmung Minus „FT –“ lassen sich Frequenzabweichungen von +3,875 bis –4 MHz von der Nennfrequenz des einzelnen Kanals in 125 kHz Schritten einstellen. Die Frequenzabstimmung verstellt sich automatisch beim Dauerdrücken der Taste alle 250 msec. Sie läuft innerhalb der oben angegebenen Verstellgrenzen gegen einen elektronischen Anschlag (Überlaufsperr). Wenn dieser erreicht ist, blinkt die Kanalnummeranzeige, solange die Stelltaste noch weiter gedrückt wird. Von jedem einmal eingestellten Fernsehsender kann durch Betätigung der Speichertaste die zugehörige Abstimminformation (Kanalnummer) einschließlich Feinabstimminformation im Abstimm Speicher abgelegt werden. Im ROM des Controllers sind die Frequenzinformationen von 100 Fernsehkanälen sowie die Bandauswahl abgelegt. Die Bandwahl unterscheidet zwischen VHF-Bereich I, III und UHF.

Der Datenaustausch zwischen dem SDA 2003 und dem Abstimm Speicher erfolgt in Form eines Datenbusses. Er besteht aus dem Schiebetakt \overline{CNVM} , den Daten selbst (IFO) und einem Freigabesignal EX/ \overline{REC} . Das Datenwort enthält die Information der Kanalnummer und der Feinabstimmung. Aus der Kanalnummer wird der Mittelwert der Frequenzinformation gewonnen. Für die endgültige Frequenzinformation wird der jedem Programm individuell zugeordnete Feinabstimmwert aufaddiert, die Summe dann an den PLL-Baustein weitergegeben.

Zum IS-Paket des SDA 200-Systems gehört noch der Infrarot-Fernbedienungssenderbaustein SDA 2008, der IR-Fernbedienungsempfänger SDA 2007, welche im Abschnitt 4.1 bzw. 4.2 behandelt werden, sowie der LED-Anzeigentreiber SDA 2004, welcher in Abschnitt 5.1 behandelt wird, und der Einblendbaustein SDA 2005 (siehe Abschnitt 3.2).

Bauteile-Liste zu Schaltung 3.1.2

Bauteil		Bestellnummer
1 Vorteiler	SDA 2001	Q67000-A1464
1 Transistor	BC238	Q62702-C698
1 Diode	BA127D	Q60201-X127-D9
1 Keramikkondensator	6,8 pF	B38062-A6060-C806
1 Keramikkondensator	150 pF	B38066-J6151-G6
4 Keramikkondensatoren	1 nF	B37462-J2102-S1
2 Widerstände	56 Ω /1 W	B51276-A2560-G
2 Widerstände	2,7 k Ω /0,5 W	B51261-Z4272-J1
1 Widerstand	10 k Ω /0,5 W	B51261-Z4103-J1
1 Widerstand	56 k Ω /0,5 W	B51261-Z4563-J1

Bauteile-Liste zu Schaltung 3.1.5

Bauteil		Bestellnummer	
2	Keramikkondensatoren	8,2 pF/63 V	B38062-A6080-C206
2	Keramikkondensatoren	47 pF/63 V	B38062-J6470-G6
1	Keramikkondensator	4,7 nF/63 V	B37062-A6472-K6
1	MKT-Kondensator	0,68 μ F/100 V	B32560-D1684-J
3	MKT-Kondensatoren	1 μ F/250 V	B32563-D3105-J
1	MKT-Kondensator	2,2 μ F/250 V	B32563-D3225-J
1	R-Netzwerk	7 \times 150 Ω /10%	B92442-A151-K307
7	Widerstände	150 Ω /0,5 W	B51261-Z4151-J1
3	Widerstände	6,8 k Ω /0,5 W	B51261-Z4682-J1
2	Widerstände	15 k Ω /0,5 W	B51261-Z4153-J1
1	Widerstand	4,7 k Ω /0,5 W	B51261-Z4472-J1
4	Widerstände	18 k Ω /0,5 W	B51261-Z4183-J1
2	Widerstände	20 k Ω /0,5 W	B51261-Z4203-J1
8	Widerstände	10 k Ω /0,5 W	B51261-Z4103-J1
1	Widerstand	16 k Ω /1 W	B51276-A2163-G
1	Widerstand	5 k Ω /1 W	B51276-A2562-G
1	Widerstand	5,6 k Ω /0,5 W	B51261-Z4562-J1
1	Widerstand	100 k Ω /0,5 W	B51261-Z4104-J1
1	Widerstand	12 k Ω /0,5 W	B51261-Z4123-J1
1	Widerstand	6,2 k Ω /1 W	B51276-A2622-G
1	Widerstand	1 k Ω /0,5 W	B51261-Z4102-J1
1	Widerstand	22 k Ω /0,5 W	B51261-Z4223-J1
4	Widerstände	47 k Ω /0,5 W	B51261-Z4473-J1
2	Widerstände	1 M Ω /0,5 W	B51261-Z4105-J1

3.2 Einblendung von Kanal- und Programmnummer auf dem Bildschirm von Fernsehempfängern

Bild 3.2.1 zeigt die Anschaltung des Einblendbausteines SDA 2005 an den Kanalprozessor SDA 2003 und an die RGB-Schaltung TDA 2530. Durch äußere Verdrahtung kann frei gewählt werden, ob die Einblendung rechts oben (Platz 2) oder rechts unten (Platz 1) auf dem Bildschirm erscheint. Die Ziffernhöhe beträgt 21 Halbbildzeilen. Beide Anzeigeplätze können je zwei Ziffern abbilden. Die Information für ein Ziffern paar wird seriell eingelesen, die Leitung DATA ist für beide Paare gemeinsam. Jedes Ziffern paar besitzt jedoch einen eigenen Freigabeeingang ENA und einen eigenen Takteingang CL. Ein Überlesen der seriellen Informationen erfolgt lediglich mit den Clock-Impulsen. Soll ein Anzeigenplatz nicht benutzt werden, so sind einfach die Freigabe- und Taktanschlüsse mit Masse zu verbinden. In **Bild 3.2.1** sind die Freigabeeingänge mit dem Ausgang EG des SDA 2003 verbunden. Der Takteingang CL1 (Anzeigeplatz rechts unten) ist mit dem Takt der Kanalanzeige, der Takteingang CL2 (Anzeigeplatz rechts oben) mit dem Takt für die Programmausgabe verbunden. Vertauscht man beide Takteingänge, werden damit automatisch die Anzeigeplätze für Programm und Kanal auch vertauscht. Beim Einschalten sind die Anzeigeplätze dunkel getastet. Der Einblendbaustein besitzt ferner den Eingang TCR, mit dem bei H-Signal die Anzeige auf dem Bildschirm unterdrückt werden kann. Man kann damit also die Anzeigedauer für die Programm- oder Kanalnummer steuern. Während das Freigabesignal auf H-Pegel ist, erfolgt ebenfalls keine Anzeige. Wenn die Freigabe vorübergehend auf H-Pegel war, jedoch keine Clock-Impulse aufgetreten sind, wird der vorher eingelesene alte Inhalt wieder angezeigt.

Der eingebaute Oszillator ist als Start-Stopp-Oszillator ausgelegt. Als frequenzbestimmende Glieder wird an Anschluß 15 und 16 ein π -Glieder, bestehend aus einer Spule 200 μ H und zwei Kondensatoren 50 pF, angeschaltet. Durch das Start-Stopp-Prinzip wird der Oszillator phasenrichtig mit der Zeilenfrequenz synchronisiert.

Je nachdem, ob man weiße Schrift oder farbige Schrift darstellen möchte, wird das Video-Ansteuersignal entweder über eine Koppeldiode dem Y-Signal zusätzlich aufgeprägt (**Bild 3.2.2**), oder es werden über zwei Austasttransistoren sowohl das Y-Signal als auch das entsprechende Farbdifferenz-Signal beeinflusst. In diesem Fall kann eine grüne, rote oder blaue Schrift dargestellt werden. Für Mischfarben müssen drei Austasttransistoren eingesetzt werden, da in diesem Fall zwei Farbdifferenzkanäle angesteuert werden müssen.

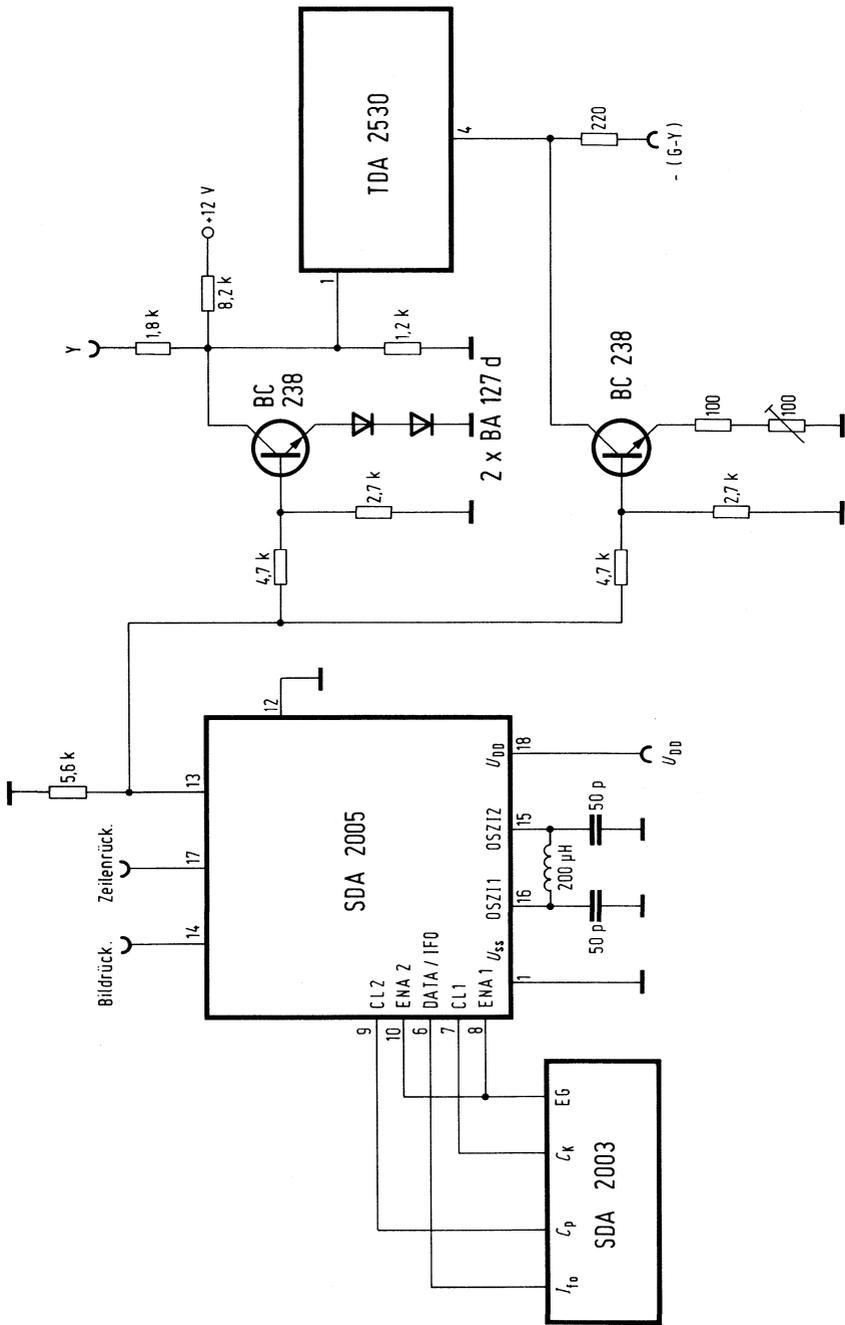


Bild 3.2.1

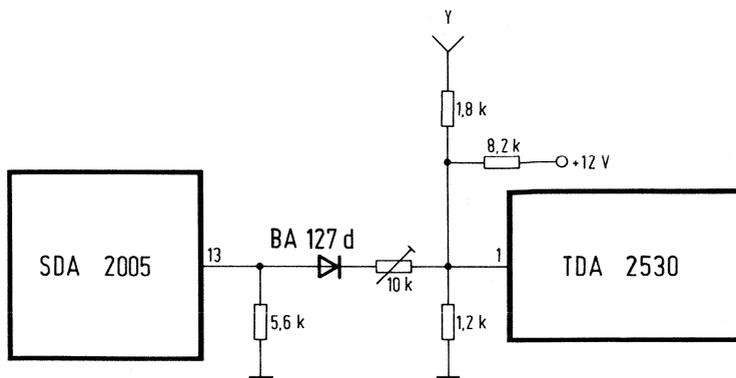


Bild 3.2.2

Bauteile-Liste zu Schaltung 3.2.1

Bauteil		Bestellnummer	
1	Kanalprozessor	SDA 2003	Q67120-C32
1	Einblendbaustein	SDA 2005	Q67100-Y502
1	Video-Matrix	TDA 2530	Q67000-A1295
2	Transistoren	BC 238	Q62702-C698
2	Dioden	BA 127 d	Q60201-X127-D9
2	Keramikkondensatoren	47 pF/63 V	B38062-A6470-G6
1	Widerstand	100 Ω/0,5 W	B51261-Z4101-J1
1	Widerstand	220 Ω/0,5 W	B51261-Z4221-J1
1	Widerstand	1,2 kΩ/0,5 W	B51261-Z4122-J1
1	Widerstand	1,8 kΩ/0,5 W	B51261-Z4182-J1
2	Widerstände	2,7 kΩ/0,5 W	B51261-Z4272-J1
2	Widerstände	4,7 kΩ/0,5 W	B51261-Z4472-J1
1	Widerstand	5,6 kΩ/0,5 W	B51261-Z4562-J1
1	Widerstand	8,2 kΩ/0,5 W	B51261-Z4822-J1

zusätzlich zu Schaltung 3.2.2:

1	Diode	BA 127 d	Q60201-X127-D9
1	Widerstand	1,2 kΩ/0,5 W	B51261-Z4122-J1
1	Widerstand	1,8 kΩ/0,5 W	B51261-Z4182-J1
1	Widerstand	5,6 kΩ/0,5 W	B51261-Z4562-J1
1	Widerstand	8,2 kΩ/0,5 W	B51261-Z4822-J1

3.3 Bild-ZF-Verstärker mit TDA 5500, OFW und AFC

Das Anpassungsnetzwerk (**Bild 3.3**) ist als Ergänzungskreis zum Tuner so dimensioniert, daß Tunerausgang und Anpaßschaltung zusammen ein Bandfilter mit der Güte $Q=7$ ergeben. Die Ausgangsimpedanz des Bandfilters beträgt 75Ω . Eine Ankopplung an die folgende ZF-Verstärkerstufe bleibt somit unkritisch.

Der einstufige ZF-Vorverstärker mit dem besonders rückwirkungsarmen Transistor BF 959 sorgt für eine Leistungsanpassung zwischen Tuner und ZF-Platine. Da das nachfolgende Oberflächenwellenfilter einen niederohmigen Quellwiderstand fordert, ist der Transistor spannungsgegenggekoppelt. Die Spannungsverstärkung der Stufe beträgt bei einem Emitterstrom von 20 mA etwa 26 dB. Damit ist die Einfügedämpfung von 22 dB des nachfolgenden Oberflächenwellenfilters ausreichend ausgeglichen. Beim Arbeitspunkt 20 mA liegt die maximale Aussteuerfähigkeit des BF 959. Bei richtiger Einstellung der verzögerten Tunerregelung ist an dieser Stelle mit keiner Kreuzmodulation zu rechnen.

Das Oberflächenwellenfilter OFW 361 (G-Norm), aus Lithiumniobat hergestellt, ersetzt das herkömmliche Spulen-Kompaktfilter. Ein Abgleich sowie Nachgleich durch mögliche Alterung wird überflüssig. Der Frequenzgang und die Gruppenlaufzeit sind durch die Geometrie der interdigitalen Wandler fest vorgegeben und entsprechen der vorgegebenen Norm.

Im folgenden integrierten Bild-ZF-Verstärker TDA 5500 wird das symmetrisch eingespeiste ZF-Signal verstärkt. Eine getastete Regelung hält die Video-Ausgangsspannung in einem Spannungsbereich von maximal 55 dB konstant.

Der Ausgang eines internen, in der integrierten Schaltung untergebrachten Begrenzungsverstärkers führt über die Anschlüsse 8 und 9 auf einen Hilfskreis. Dieser ist auf die Trägerfrequenz 38,9 MHz abgestimmt. Durch eine zusätzliche Serienkapazität von 12 pF entsteht eine Saugstelle bei 36,15 MHz. Damit ergibt sich eine wirksame Unterdrückung des „Schrifttafeleffektes“ (Schnarren im Ton). Die Videofrequenz wird aus der Bild-ZF durch einen mittels dieser 38,9 MHz gesteuerten Demodulator erzeugt. Das positive Videosignal (Anschluß 11) sowie das negative Videosignal (Anschluß 12) werden an niederohmigen Ausgängen (100Ω) mit einer Signalamplitude von $3 V_{ss}$ bereitgestellt. Der maximale Strom dieser Ausgänge beträgt 5 mA.

VCR-Betrieb ist über den Normanschluß 10 möglich ($1 V_{ss}$ an 75Ω). Mit einer Schaltspannung von 12 V kann von Aufnahme auf Wiedergabe umgeschaltet werden. Diese Schaltspannung gelangt über eine Diode BA 127 und einen Widerstand 2,7 k Ω auf den Anschluß 4 und regelt den Bild-ZF-Verstärker zu. Gleichzeitig wird über eine weitere Diode und einen Widerstand 820 Ω das Emitterpotential des Vorstufentransistors BF 959 so weit angehoben, daß er gesperrt ist. Damit ist ein Durchschlagen eines Senders bei VCR-Wiedergabe mit Sicherheit vermieden.

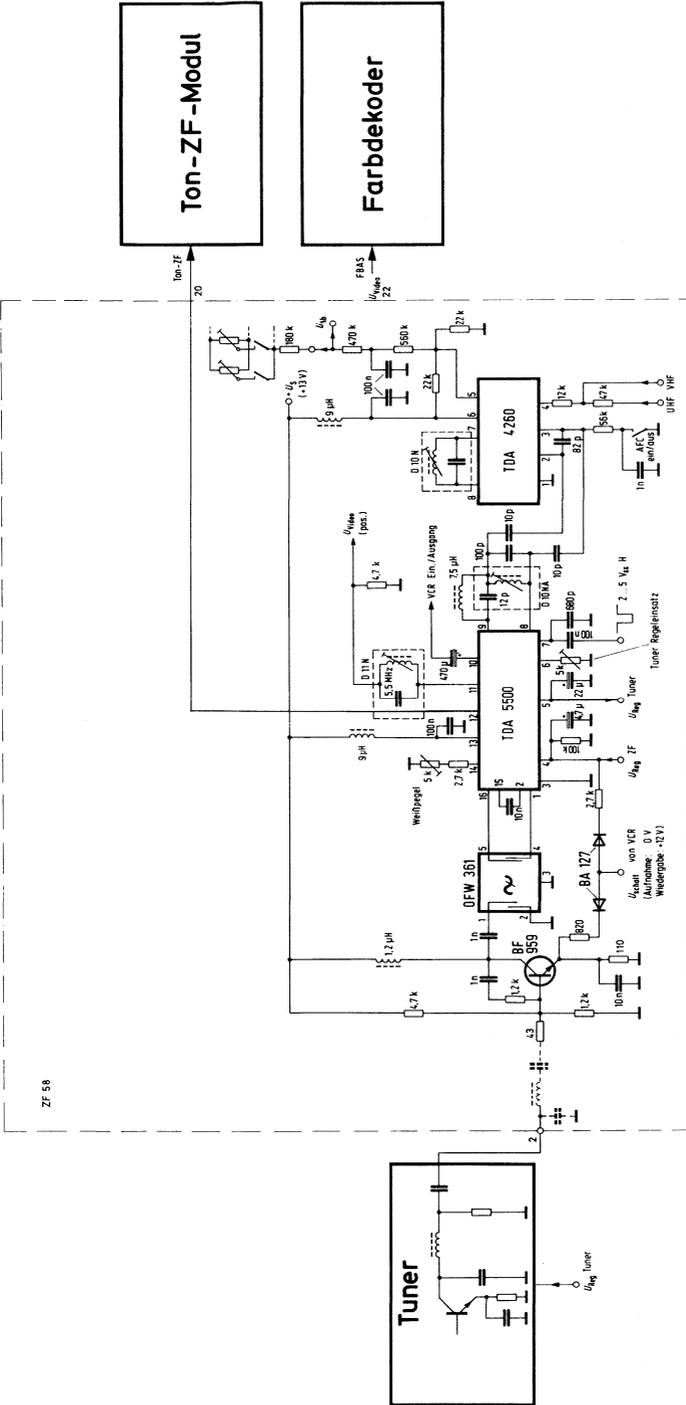
Ein Abgleich des Weißpegels läßt sich mit dem Einsteller am Anschluß 14 vornehmen. Der Synchronpegel wird dabei stets festgehalten.

Im Videosignalweg sorgt eine Tonfalle (5,5 MHz) für die Abschwächung der Ton-ZF um etwa 20 dB.

Für die Tunerregelung wird am Anschluß 5 des TDA 5500 eine Stromsenke bis zu 15 mA bereitgestellt. Die Einsatzschwelle läßt sich mit dem Einsteller am Anschluß 6 beeinflussen.

Die AFC wird in der speziellen IS TDA 4260 gewonnen. Die IS begrenzt den Bildträger (38,9 MHz), der den symmetrischen Koinzidenzdemodulator steuert. Zusammen mit dem an den Anschlüssen 7 und 8 angeschlossenen Schwingkreis wirkt er als Frequenzdiskriminator. Bei Frequenzablage erscheint an Anschluß 5 je nach Frequenzlage ein positiver oder negativer Strom. Das über ein Widerstandsnetzwerk gewonnene Korrektursignal wird dann der Abstimmspannung des Tuners aufaddiert. Um sich den unterschiedlichen Abstimmhüben zwischen UHF- und VHF-Bereich anzupassen, ist die Möglichkeit gegeben, eine Änderung der Regelsteilheit mit einem Widerstandsnetzwerk am Anschluß 4 vorzunehmen. Als sinnvoll wird für den VHF-Bereich ein Strom von 1 mA und für den UHF-Bereich ein Strom von 0,25 mA angesehen.

Mit der relativ schwachen Ankopplung des TDA 4260 über zwei Kapazitäten von 10 pF an den Demodulatorkreis des TDA 5500 ist ein genügend enger und symmetrischer Fangbereich gegeben, der auch bei eingeschalteter AFC ein Umschalten zwischen beliebigen Kanälen ermöglicht. Die Abschaltung der AFC geschieht über eine Sperrung des Begrenzerverstärkers im TDA 4260 durch Potentialverschiebung am Anschluß 3.



ZF 58

Bild 3.3

Bauteile-Liste zu Schaltung 3.3

Bauteil		Bestellnummer
1 Video-ZF-Schaltung mit VCR-Anschluß	TDA 5500	Q67000-A1377
1 AFC-IS mit programmierbarem Stromhub	TDA 4260	Q67000-A1300
1 Transistor	BF 959	Q62702-F640
2 Dioden	BA 127	Q60201-X127-D9
1 Oberflächenwellenfilter	OFW 361	B39936-A1-X18
2 Keramikkondensatoren	10 pF/500 V	B38116-J5100-J1
1 Keramikkondensator	82 pF/63 V	B38066-J6820-G6
1 Keramikkondensator	100 pF/50 V	B37979-J5101-J
1 Keramikkondensator	680 pF/63 V	B37062-A6681-K6
4 Keramikkondensatoren	1 nF/63 V	B37062-A6102-K6
3 Keramikkondensatoren	10 nF/63 V	B37449-N6103-S2
5 Keramikkondensatoren	100 nF/63 V	B37449-F6104-S2
1 Elektrolytkondensator	4,7 µF/16 V	B41313-A4475-V
1 Elektrolytkondensator	22 µF/25 V	B41313-A5226-T
1 Elektrolytkondensator	470 µF/10 V	B41283-A3477-T
1 Widerstand	43 Ω/1 W	B51276-A2430-G
1 Widerstand	110 Ω/1 W	B51276-A2111-G
1 Widerstand	820 Ω/0,5 W	B51261-Z4821-J1
3 Widerstände	1,2 kΩ/0,5 W	B51261-Z4122-J1
1 Widerstand	2,7 kΩ/0,5 W	B51261-Z4272-J1
1 Widerstand	4,7 kΩ/0,5 W	B51261-Z4472-J1
1 Widerstand	12 kΩ/0,5 W	B51261-Z4123-J1
2 Widerstände	22 kΩ/0,5 W	B51261-Z4223-J1
1 Widerstand	56 kΩ/0,5 W	B51261-Z4563-J1
1 Widerstand	100 kΩ/0,5 W	B51261-Z4104-J1
1 Widerstand	470 kΩ/0,5 W	B51261-Z4474-J1
1 Widerstand	560 kΩ/0,5 W	B51261-Z4564-J1
1 Filter (Fa. Toko)	D 10 N	} ohne Best.-Nr.
1 Filter (Fa. Toko)	D 10 NA	
1 Filter (Fa. Toko)	D 11 N	
1 Drossel (Fa. Salota)	1,2 µH	
1 Drossel	7,5 µH	
2 Drosseln	9 µH	
2 Einsteller	5 kΩ	

3.4 Bild-ZF-Verstärker mit Quasi-Parallelton

In **Bild 3.4** ist eine Bild-ZF-Variante mit Quasi-Paralleltonverfahren ausgeführt. Die FBAS-Gewinnung und die AFC-Schaltung ist mit dem Beispiel 3.3 identisch. Die wesentliche Verbesserung des Systems stellt die separate Gewinnung der Ton-ZF (5,5 MHz) in der Quasi-Parallelton-IS TDA 2840 dar. Der Tonträger in der Bild-ZF-Lage bei 33,4 MHz wird vor der Demodulation nicht mehr durch die Tontreppe im Oberflächenwellenfilter OFW 361 abgesenkt, da das gesamte Bild-ZF-Signal zuvor breitbandig an der Vorstufe abgegriffen wird. Das Signalrauschverhältnis des Fernsehbegleittones verbessert sich dadurch um den Betrag der Tontreppenabsenkung. Eine weitere Reduktion von Störanteilen des Bildinhaltes im Ton wird durch eine verbesserte 38,9 MHz Schaltträgeraufbereitung in der Quasi-Parallelton-IS TDA 2840 erzielt. Diese besteht aus einem dreistufigen, geregelten Eingangsverstärker mit einem Regelbereich von 50 dB, dem Koinzidenzdemodulator mit Trägerregeneration an den Anschlüssen 7 und 8 sowie einem Tiefpaß und einem Impedanzwandler, der es ermöglicht, ohne weitere Beschaltungsmaßnahmen ein keramisches 5,5 MHz-Ton-ZF-Filter an Anschluß 3 anzuschließen.

Die Ausgangsamplitude der 5,5 MHz-FM-ZF beträgt minimal 10 mV. Sie ist über die Spitzenwertregelung in der IS ab einer ZF-Eingangsspannung von 100 μ V geregelt.

Bauteile-Liste zu Schaltung 3.4

Bauteil		Bestellnummer
1 Video-ZF-Schaltung mit VCR-Anschluß	TDA 5500	Q67000-A1377
1 AFC-IS mit programmierbarem Stromhub	TDA 4260	Q67000-A1300
1 Quasi-Parallelton-IS	TDA 2840	Q67000-A1268
1 Oberflächenwellenfilter	OFW 361	B39936-A1-X18
1 Transistor	BF 959	Q62702-F640
2 Dioden	BA 127	Q60201-X127-D9
2 Keramikkondensatoren	3,3 pF/63 V	B38062-A6030-C306
1 Keramikkondensator	4,7 pF/63 V	B38062-A6040-C706
1 Keramikkondensator	39 pF/63 V	B38062-A6390-G006
2 Keramikkondensatoren	10 pF/500 V	B38116-J5100-J1
1 Keramikkondensator	82 pF/63 V	B38066-J6820-G6
1 Keramikkondensator	100 pF/50 V	B37979-J5101-J
1 Keramikkondensator	680 pF/63 V	B37062-A6681-K6
3 Keramikkondensatoren	1 nF/63 V	B37062-A6102-K6
6 Keramikkondensatoren	10 nF/63 V	B37449-N6103-S2
6 Keramikkondensatoren	100 nF/63 V	B37449-F6104-S2
1 Elektrolytkondensator	4,7 μ F/16 V	B41313-A4475-V
1 Elektrolytkondensator	22 μ F/25 V	B41313-A5226-T
1 Elektrolytkondensator	470 μ F/16 V	B41283-A4477-T

Bauteile-Liste zu Schaltung 3.4 (Fortsetzung)

Bauteil	Bestellnummer	
1 Widerstand	43 Ω/1 W	B51276-A2430-G
1 Widerstand	110 Ω/1 W	B51276-A2111-G
1 Widerstand	220 Ω/0,5 W	B51261-Z4221-J1
1 Widerstand	820 Ω/0,5 W	B51261-Z4821-J1
2 Widerstände	1,2 kΩ/0,5 W	B51261-Z4122-J1
1 Widerstand	1,8 kΩ/0,5 W	B51261-Z4182-J1
1 Widerstand	2,7 kΩ/0,5 W	B51261-Z4272-J1
1 Widerstand	4,7 kΩ/0,5 W	B51261-Z4472-J1
1 Widerstand	5,6 kΩ/0,5 W	B51261-Z4562-J1
1 Widerstand	12 kΩ/0,5 W	B51261-Z4123-J1
2 Widerstände	22 kΩ/0,5 W	B51261-Z4223-J1
1 Widerstand	56 kΩ/0,5 W	B51261-Z4563-J1
1 Widerstand	100 kΩ/0,5 W	B51261-Z4104-J1
1 Widerstand	470 kΩ/0,5 W	B51261-Z4474-J1
1 Widerstand	560 kΩ/0,5 W	B51261-Z4564-J1
2 Filter (Fa. Toko)	D 10 N	} ohne Best.-Nr.
1 Filter (Fa. Toko)	D 10 NA	
1 Filter (Fa. Toko)	D 11 N	
1 Drossel (Fa. Salota)	1 μH	
1 Drossel (Fa. Salota)	7,5 μH	
2 Drosseln (Fa. Salota)	9 μH	
2 Einsteller	5 kΩ	

3.5 Bild-ZF-Verstärker mit AFC in Quasi-Parallelton-IS

Bei der Schaltung in **Bild 3.5** ist die Quasi-Parallelton-Schaltung und die AFC in einer IS TDA 2841 vereinigt. Vorverstärker, Oberflächenwellenfilter und Bild-ZF-Verstärker und Demodulation entsprechen dem Schaltbild 3.3.

Zur Verbesserung der Weitabselektion ist vor der IS TDA 2841 noch ein auf das Bildzwischenfrequenzband abgestimmtes Bandfilter geschaltet.

Zur Demodulation der Ton-ZF (5,5 MHz) und zur AFC-Informationsgewinnung benötigt man nur einen Regenerationskreis an Anschluß 7 und 8, der auf 38,9 MHz Mittenfrequenz abgeglichen wird. Auch bei der IS TDA 2841 besteht die Möglichkeit, den Stromhub des AFC-Stromausganges dem Abstimmverhältnis anzugleichen. Die AFC-Stromausgänge Anschluß 9 und 10 sind zueinander invers und können gemäß der gewünschten Regelcharakteristik ausgewählt werden.

Der maximale Stromhub an diesen Ausgängen beträgt etwa $\pm 0,5$ mA. Den Programmierstrom an Anschluß 11 kann man in einem Bereich von 0 bis 300 μ A variieren.

Bauteile-Liste zu Schaltung 3.5

Bauteil		Bestellnummer
1 Video-ZF-Schaltung mit VCR-Anschluß	TDA 5500	Q67000-A1377
1 Quasi-Parallelton-IS mit AFC	TDA 2841	Q67000-A1473
1 Oberflächenwellenfilter	OFW 361	B39936-A1-X18
1 Transistor	BF 959	Q62702-F640
2 Dioden	BA 127 D	Q60201-X127-D9
2 Keramikkondensatoren	3,3 pF/63 V	B38062-A6030-C306
1 Keramikkondensator	4,7 pF/63 V	B38062-A6040-C706
1 Keramikkondensator	100 pF/63 V	B37979-J5101-J
1 Keramikkondensator	680 pF/63 V	B37062-A6681-K6
5 Keramikkondensatoren	1 nF/63 V	B37062-A6102-K6
5 Keramikkondensatoren	10 nF/63 V	B37449-N6103-S2
6 Keramikkondensatoren	100 nF/63 V	B37449-F6104-S2
1 Elektrolytkondensator	4,7 µF/16 V	B41313-A4475-V
1 Elektrolytkondensator	22 µF/25 V	B41313-A5226-T
1 Elektrolytkondensator	470 µF/63 V	B41283-A3477-T
1 Widerstand	43 Ω/1 W	B51276-A2430-G
1 Widerstand	110 Ω/1 W	B51276-A2111-G
1 Widerstand	220 Ω/0,5 W	B51261-Z42221-J1
1 Widerstand	820 Ω/0,5 W	B51261-Z4821-J1
2 Widerstände	1,2 kΩ/0,5 W	B51261-Z4122-J1
1 Widerstand	2,2 kΩ/0,5 W	B51261-Z4222-J1
1 Widerstand	2,7 kΩ/0,5 W	B51261-Z4272-J1
2 Widerstände	4,7 kΩ/0,5 W	B51261-Z4472-J1
2 Widerstände	22 kΩ/0,5 W	B51261-Z4233-J1
1 Widerstand	24 kΩ/0,5 W	B51261-Z4243-J1
1 Widerstand	100 kΩ/0,5 W	B51261-Z4104-J1
1 Widerstand	470 kΩ/0,5 W	B51261-Z4474-J1
1 Widerstand	560 kΩ/0,5 W	B51261-Z4564-J1
1 Filter (Fa. Toko)	D 10 N	} ohne Best.-Nr.
1 Filter (Fa. Toko)	D 10 NA	
1 Filter (Fa. Toko)	D 11 N	
1 Drossel (Fa. Salota)	1 µH	
1 Drossel (Fa. Salota)	7,5 µH	
1 Drossel (Fa. Salota)	9 µH	
2 Einsteller	5 kΩ	

3.6 Bild-ZF-Verstärker mit TDA 5610

Bei der Schaltung in **Bild 3.6** ist der Bild-Zwischenfrequenz-Verstärker und die AFC in der IS TDA 5610 integriert. Auf einen VCR-Anschluß wurde verzichtet. Wenn gewünscht, muß dieser videofrequent vorgesehen werden. Mit der VCR-Schaltspannung von 12 V kann bei Wiedergabe der Bild-ZF-Verstärker gesperrt werden.

Der ZF-Vorverstärker und das Oberflächenwellenfilter entsprechen in ihrer Beschaltung dem Beispiel 3.3. Die folgende ZF-IS TDA 5610 stellt eine weitere Vereinfachung und Reduzierung des Schaltungsaufwandes im ZF-Teil dar. Sie enthält einen dreistufigen, mit getasteter Regelung versehenen ZF-Verstärker mit einem trägergesteuerten AM-Demodulator. Der Dreipunktkreis (Anschluß 8 und 11) dient zur Schallträgergewinnung und wird ebenso wie der AFC-Kreis (Anschluß 9 und 10) auf 38,9 MHz abgeglichen. Beide Kreise sind über zwei Kapazitäten von 1 pF lose miteinander gekoppelt.

Die gleichgerichtete positive und negative Videoinformation steht an niederohmigen Ausgängen (Anschluß 13 und 14) zur Verfügung.

Der Weißwert kann über den Einsteller 5 k Ω an Anschluß 16 verändert werden.

Die positive Videoinformation gelangt über einen Sperrkreis (5,5 MHz) auf den Emitterfolger mit dem Transistor BC 238. Nach einem Spannungsteiler steht eine Videospannung von 1 V_{ss} an 75 Ω zur Verfügung. Am Anschluß 12 kann ein AFC-Strom von maximal $\pm 2,5$ mA entnommen werden. Er beeinflusst über ein Widerstandsnetzwerk die Abstimmspannung des Tuners. Die Abschaltung der AFC kann über eine hochohmige Verbindung des Anschlusses 9 mit Masse bewirkt werden.

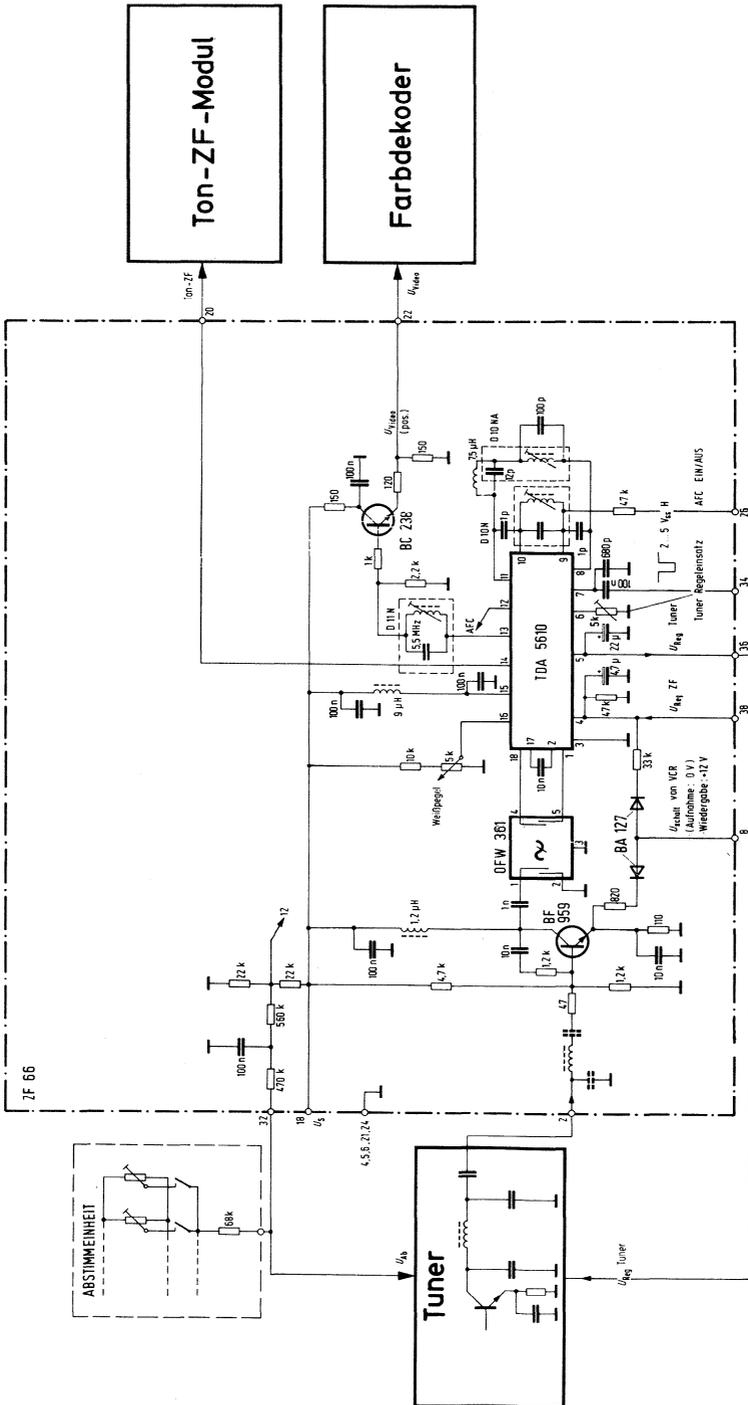


Bild 3.6

Bauteile-Liste zu Schaltung 3.6

Bauteil		Bestellnummer
1 ZF-IS	TDA 5610	Q67000-A1526
1 Oberflächenwellenfilter	OFW 361	B39936-A1-X18
1 Transistor	BC 238	Q62702-C698
1 Transistor	BF 959	Q62702-F640
2 Dioden	BA 127	Q60201-X127-D9
2 Keramikkondensatoren	1 pF/63 V	B38060-A6010-C6
1 Keramikkondensator	100 pF/50 V	B37979-J5101-J
1 Keramikkondensator	680 pF/63 V	B37062-A6681-K6
2 Keramikkondensatoren	1 nF/63 V	B37062-A6102-K6
3 Keramikkondensatoren	10 nF/63 V	B37449-N6103-S2
6 Keramikkondensatoren	100 nF/63 V	B37449-F6104-S2
1 Elektrolytkondensator	4,7 μ F/16 V	B41313-A4475-V
1 Elektrolytkondensator	22 μ F/25 V	B41313-A5226-T
1 Widerstand	43 Ω /1 W	B51276-A2430-G
1 Widerstand	110 Ω /1 W	B51276-A2111-G
1 Widerstand	120 Ω /0,5 W	B51261-Z4121-J1
2 Widerstände	150 Ω /0,5 W	B51261-Z4151-J1
1 Widerstand	820 Ω /0,5 W	B51261-Z4821-J1
1 Widerstand	1 k Ω /0,5 W	B51261-Z4102-J1
2 Widerstände	1,2 k Ω /0,5 W	B51261-Z4122-J1
1 Widerstand	2,2 k Ω /0,5 W	B51261-Z4222-J1
1 Widerstand	2,7 k Ω /0,5 W	B51261-Z4272-J1
1 Widerstand	4,7 k Ω /0,5 W	B51261-Z4472-J1
2 Widerstände	22 k Ω /0,5 W	B51261-Z4223-J1
1 Widerstand	47 k Ω /0,5 W	B51261-Z4473-J1
1 Widerstand	100 k Ω /0,5 W	B51261-Z4104-J1
1 Widerstand	470 k Ω /0,5 W	B51261-Z4474-J1
1 Widerstand	560 k Ω /0,5 W	B51261-Z4564-J1
1 Filter (Fa. Toko)	D 10 N	} ohne Best.-Nr.
1 Filter (Fa. Toko)	D 10 NA	
1 Filter (Fa. Toko)	D 11 N	
1 Drossel (Fa. Salota)	1,2 μ H	
1 Drossel (Fa. Salota)	7,5 μ H	
1 Drossel (Fa. Salota)	9 μ H	
2 Einsteller	5 k Ω	

3.7 Bild-ZF-Verstärker mit TDA 5610, Quasiparallelton TDA 4281 T und OFW 730

Die Schaltung nach **Bild 3.7** enthält außer der Bild-ZF und der AFC die Quasiparallelton-IS TDA 4281 T. Der ZF-Vorverstärker ist **Bild 3.3** entnommen. Es schließt sich das neue Quasiparallelton-OFW 730 mit 2 symmetrischen ZF-Ausgängen für Bild-ZF und die Quasiparallelton-Bild-ZF an. Die Gewinnung der Video-Information und der AFC entspricht dem **Bild 3.6**. Unterschiedlich zum Oberflächenwellenfilter OFW 361 hat das OFW 730 zwei getrennte Selektionswege mit unterschiedlichem Frequenzgang und unterschiedlicher Gruppenlaufzeit für Bild-ZF und Ton-ZF-Gewinnung. Im Bild-ZF-Zweig entfällt die Tontreppe. Der Tonträger (33,4 MHz) wird um ≥ 40 dB abgesenkt. Im Zweig zur Gewinnung der Ton-ZF werden hingegen Bildträger (38,9 MHz) und Tonträger (33,4 MHz) mit annähernd gleicher Amplitude bei konstanter Gruppenlaufzeit ausgefiltert.

Die IS TDA 4281 T besteht aus zwei Funktionsblöcken. Im ersten Block wird das in der Bild-ZF-Lage befindliche Signal über einen dreistufigen, regelbaren ZF-Verstärker geführt und in einem Mischer mit Regenerationskreis (Anschluß 3 und 4), dessen Mittenfrequenz auf 38,9 MHz abgestimmt ist, zugeleitet. Das aus Bild- und Ton-Träger entstehende Differenzsignal von 5,5 MHz wird an Anschluß 7 herausgeführt. Der Differenzträger wird über ein keramisches Filter selektiert und in Anschluß 10 wieder eingespeist. Der zweite Block enthält in üblicher Form einen mehrstufigen Begrenzerverstärker mit einem Begrenzungseinsatz von $60 \mu\text{V}$, einen Koinzidenz-Demodulator mit an den Anschlüssen 14, 15 und 16 extern angeschaltetem keramischen Demodulatorkreis. Die Niederfrequenz ($300 \text{ mV}_{\text{eff}}$ an Anschluß 11) wird einem nachfolgenden Niederfrequenz-Verstärker zugeführt. Für VCR-Aufnahme und Wiedergabe ist ein getrennter Ein- und Ausgang (Pegel $600 \text{ mV}_{\text{eff}}$) am Anschluß 12 vorgesehen. Der Schaltspannungseingang für VCR-Aufnahme und Wiedergabeumschaltung befindet sich am Anschluß 8.

Wenn senderseitig ein zweiter Tonträger ausgestrahlt wird, besteht die Möglichkeit, den zweiten, in der Regel auf 5,75 MHz liegenden Träger, am Anschluß 6 zu entnehmen und einem weiteren Ton-FM-Demodulator zuzuführen.

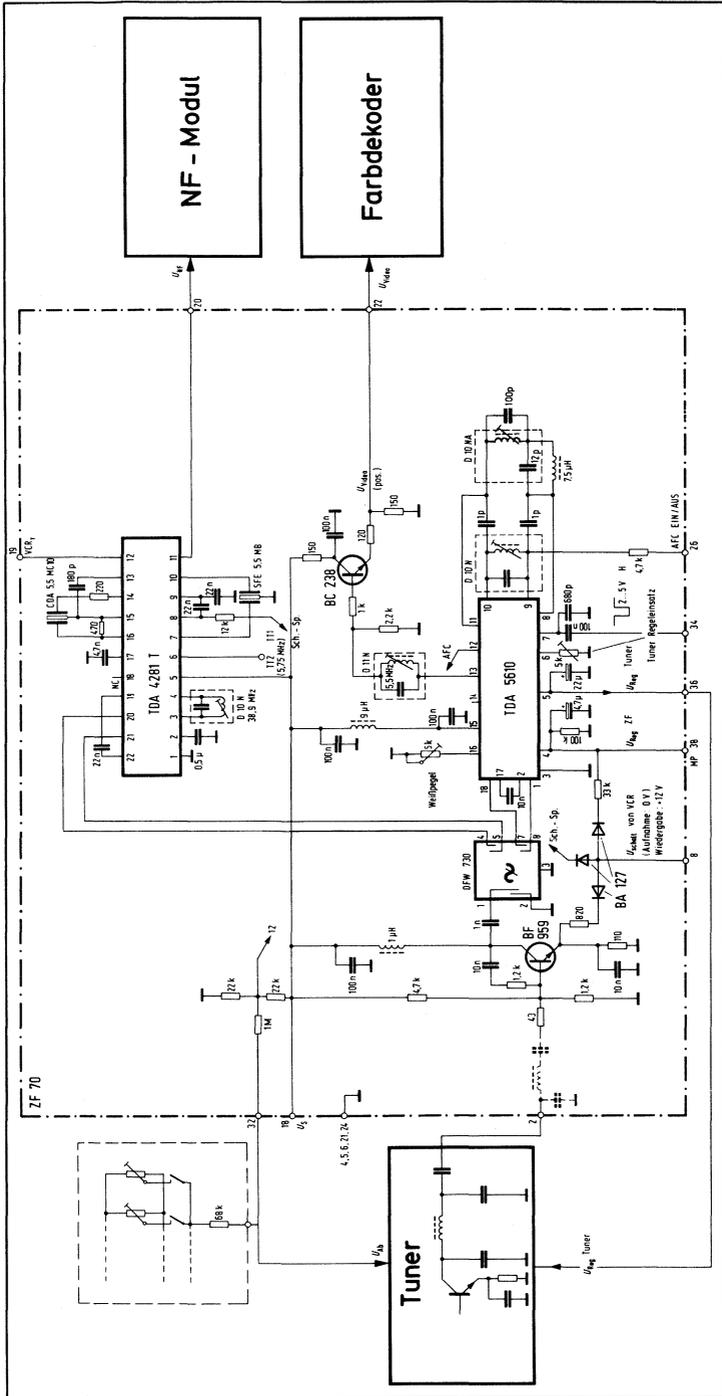


Bild 3.7

Bauteile-Liste zu Schaltung 3.7

Bauteil		Bestellnummer
1 ZF-IS	TDA 5610	Q67000-A1526
1 Quasiparallelton-IS	TDA 4281 T	Q67000-A1589
1 Oberflächenwellenfilter	OFW 730-G	B39973-A
1 Transistor	BF 959	Q62702-F640
1 Transistor	BF 238	Q62702-C698
3 Dioden	BA 127 D	Q60102-X127-D9
2 Keramikkondensatoren	1 pF/63 V	B38062-A6010-C6
1 Keramikkondensator	100 pF/50 V	B37979-J5101-J
1 Keramikkondensator	180 pF/63 V	B37062-A6181-K6
1 Keramikkondensator	680 pF/63 V	B37062-A6681-K6
1 Keramikkondensator	1 nF/63 V	B37062-A6102-K6
1 Keramikkondensator	4,7 nF/63 V	B37062-A6472-K6
3 Keramikkondensatoren	10 nF/63 V	B37449-N6103-S2
4 Keramikkondensatoren	22 nF/63 V	B37449-F6223-S2
6 Keramikkondensatoren	100 nF/63 V	B37449-F6104-S2
1 Elektrolytkondensator	4,7 μ F/16 V	B41313-A4475-V
1 Elektrolytkondensator	22 μ F/16 V	B41313-A5226-T
1 Widerstand	43 Ω /1 W	B51276-A2430-G
2 Widerstände	100 Ω /0,5 W	B51261-Z4101-J1
1 Widerstand	120 Ω /0,5 W	B51261-Z4121-J1
2 Widerstände	150 Ω /0,5 W	B51261-Z4151-J1
2 Widerstände	220 Ω /0,5 W	B51261-Z4221-J1
1 Widerstand	470 Ω /0,5 W	B51261-Z4471-J1
1 Widerstand	820 Ω /0,5 W	B51261-Z4821-J1
1 Widerstand	1 k Ω /0,5 W	B51261-Z4102-J1
2 Widerstände	1,2 k Ω /0,5 W	B51261-Z4122-J1
1 Widerstand	2,2 k Ω /0,5 W	B51261-Z4222-J1
1 Widerstand	4,7 k Ω /0,5 W	B51261-Z4472-J1
1 Widerstand	12 k Ω /0,5 W	B51261-Z4123-J1
1 Widerstand	18 k Ω /0,5 W	B51261-Z4183-J1
2 Widerstände	22 k Ω /0,5 W	B51261-Z4223-J1
1 Widerstand	47 k Ω /0,5 W	B51261-Z4473-J1
1 Widerstand	100 k Ω /0,5 W	B51261-Z4104-J1
1 Widerstand	1 M Ω /0,5 W	B51261-Z4105-J1
2 Filter (Fa. Toko)	D 10 N	} ohne Best.-Nr.
1 Filter (Fa. Toko)	D 10 NA	
1 Filter (Fa. Toko)	D 11 N	
1 Keramikfilter	SFE 5,5 MB	} ohne Best.-Nr. nach eigener Wahl
1 Keramikfilter	CDA 5,5 MC	
1 Drossel	1,5 μ H	
1 Drossel	7,5 μ H	
2 Drosseln	9,1 μ H	
1 Einsteller	5 k Ω	
1 Einsteller	10 k Ω	

3.8 Bildmustergenerator mit Frequenzsynthese

Aufbauend auf das SDA 200-System kann ein mikrocomputergesteuerter Bildmuster-generator aufgebaut werden (**Bild 3.8**).

Die Vorteile eines solchen Service-Gerätes sind:

1. Exaktes Abstimmen des Service-Generators im Kanalaraster.

Dies erlaubt z.B. das Voreinstellen und Vorprogrammieren von Geräten mit Spannungssynthese beim Kunden, ohne daß ein Fernsehsender läuft. Da bekanntlich der Suchlauf bei der Spannungssynthese ohne Träger nicht stoppt, ist eine exakte Voreinstellung ohne Generator nicht möglich. Mit herkömmlichen Bildmustergeneratoren ist aufgrund der ungenauen Skala nur eine unvollkommene Voreinstellung möglich. Mit Hilfe eines Programmspeichers im Service-Generator, in welchen dann die ortsüblichen Fernsehsender nach Kanal bzw. Frequenz abgespeichert werden, können mit dem Generator diese beliebig oft und exakt reproduzierbar abgerufen werden.

Die Vorteile eines solchen Konzeptes sind:

1. Das Display liefert dabei eine genaue Kanal- und Frequenzanzeige.
2. Erzeugen von Spezial-Testbildern oder Bildfolgen für VCR durch Software
3. Einfache Umschaltmöglichkeit des Generators auf mehrere Normen.
4. Abspeichermöglichkeit oft benutzter Testkanäle im Programmspeicher.
5. Einblendmöglichkeit von Kanal, Frequenz, Pegel etc.

Diese Vorteile sind verbunden mit der Möglichkeit eines sehr kompakten Aufbaus. Desweiteren ist dieses Prinzip auch für Meßsender allgemeinerer Art anwendbar, z.B. in Prüfgeräten für Rundfunkempfänger, da diese ebenfalls in zunehmendem Maße mit Frequenzanzeigen auf Synthese- oder Frequenzzählerbasis ausgerüstet werden.

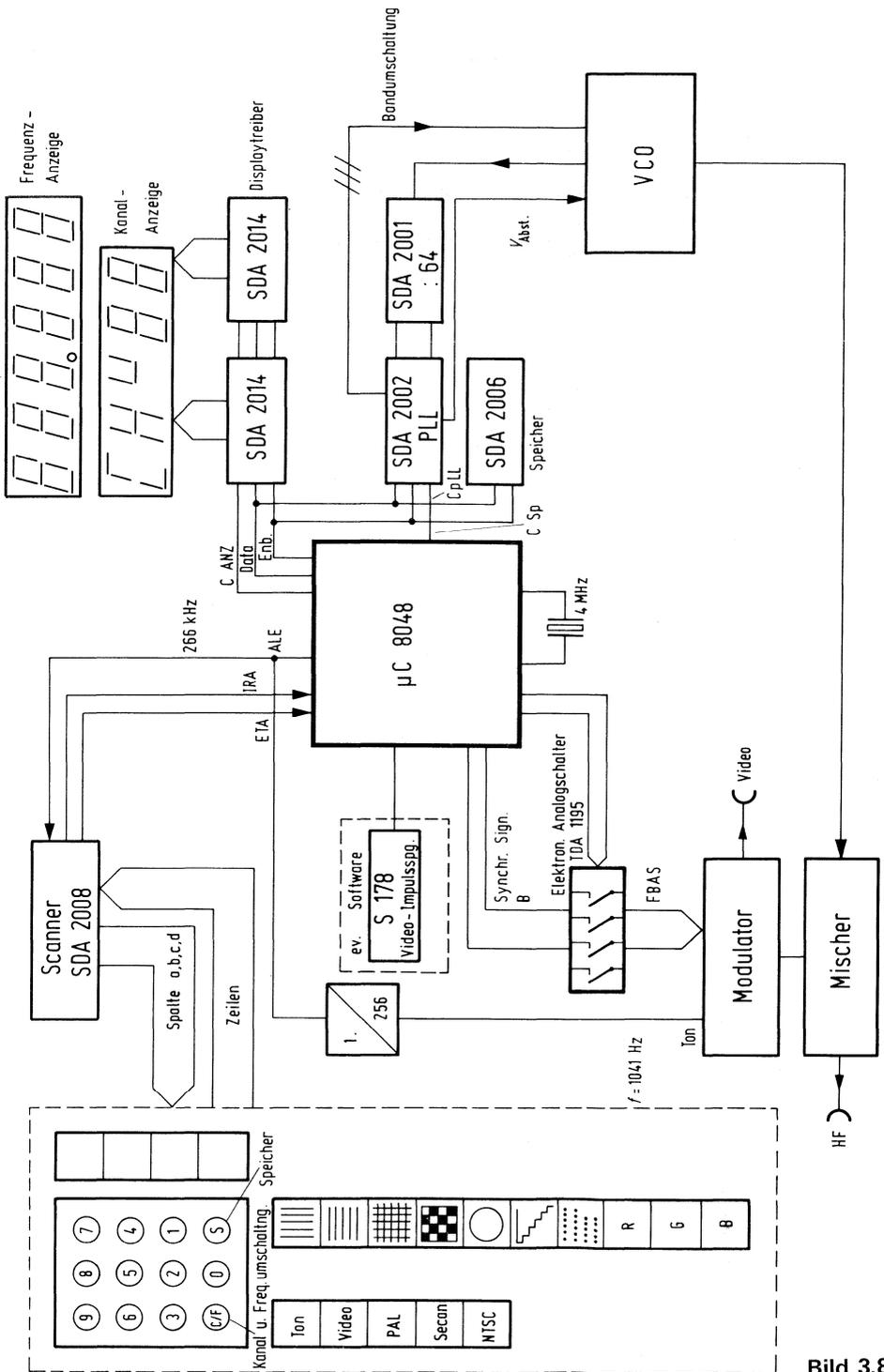


Bild 3.8

4. Fernbedienungen und Bedienungskomfort

4.1 Infrarot-Fernbedienungssender für 126 Befehle

Die integrierte Schaltung SDA 2008 ist eine Weiterentwicklung des SAB 3210, welcher im Schaltbeispieleheft Ausgabe 1977/78 Seite 64 beschrieben wurde. Die neue Schaltung besitzt eine abschaltbare Teilerstufe 8:1. Dadurch kann der Oszillator mit Keramikschiwingern und Schwingfrequenzen bis zu 500 kHz aufgebaut werden. Der Funktionsbereich ist auf Speisespannungen von 5 bis 16 V erweitert worden. Die Außenbeschaltung (**Bild 4.1.1**) konnte erheblich vereinfacht werden.

Im Standby-Betrieb nimmt die Schaltung nur einen Ruhestrom von $<10 \mu\text{A}$ auf. Der Strom fließt über den Widerstand (22 k Ω) nach Anschluß 7. Um den Sender einzuschalten und einen Befehl auszusenden, muß eine der 4 Spalten mit einer der 8 Zeilen verbunden werden. Dabei erhöht sich die Stromaufnahme über dem Anschluß 7 bis der Transistor BC 238 leitend wird und die Batteriespannung voll an den Anschluß U_{DD} durchschaltet. Die Stromaufnahme beträgt dann 3 mA ohne die Sendeendstufe. Die Stromergiebigkeit des Ausgangs IRA ist so bemessen, daß unter Zwischenschaltung eines einzigen Transistors BC 338 die Infrarot-Sendediode

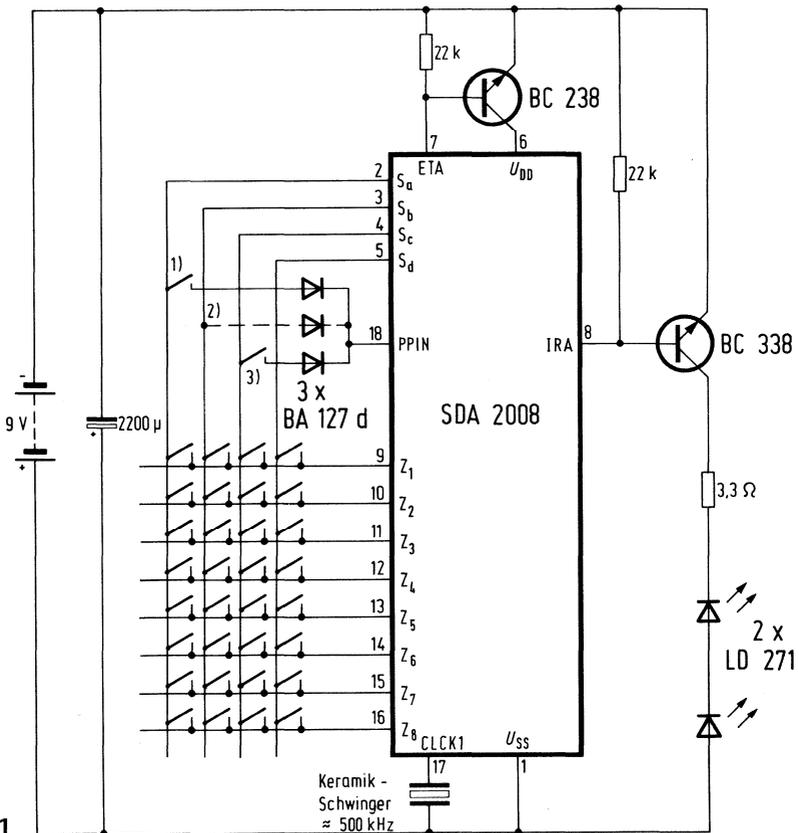


Bild 4.1.1

direkt angesteuert werden können. Der Keramikschwinger als frequenzbestimmendes Glied kann einpolig an Anschluß 17 angeschlossen werden. Das Bezugspotential befindet sich am Anschluß 1.

Durch Pinprogrammierung am Anschluß 18 können folgende Erweiterungen vorgenommen werden:

Verbindung mit:	Funktion:
Spalte a	shiften in 2. Befehlsgruppe
Spalte b	verkürzter Befehlsabstand
Spalte c	Start-Bit = „0“
Spalte d	keine Trägerung des IRA-Signals
IRA	Überbrücken des Vorteilers

Soll mehr als eine Funktion programmiert werden, so sind in jede Verbindung Entkopplungsdioden, die mit der Kathode mit Anschluß 18 verbunden sind, zu schalten.

Befehlsweiterungen

Befehlsweiterungen können am einfachsten durch eine „shift“-Taste bzw. durch die Start-Bit-Umschaltung vorgenommen werden. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Anordnung einer 5. Matrixspalte nach **Bild 4.1.2**. Durch Verbinden der Zei-

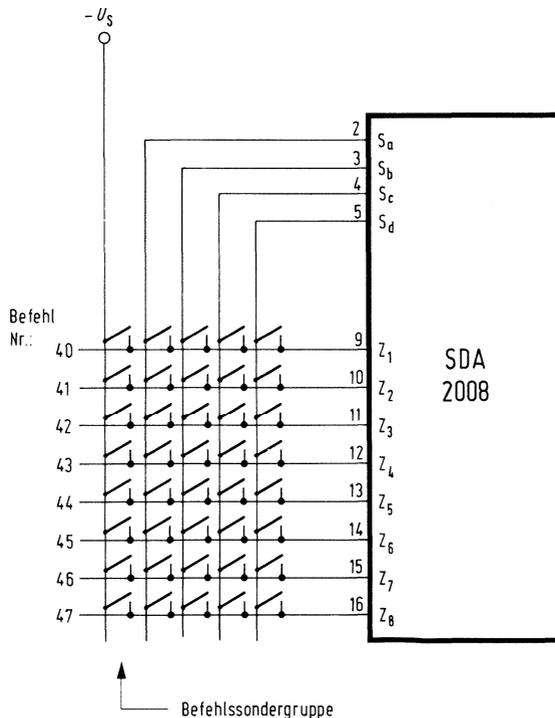


Bild 4.1.2

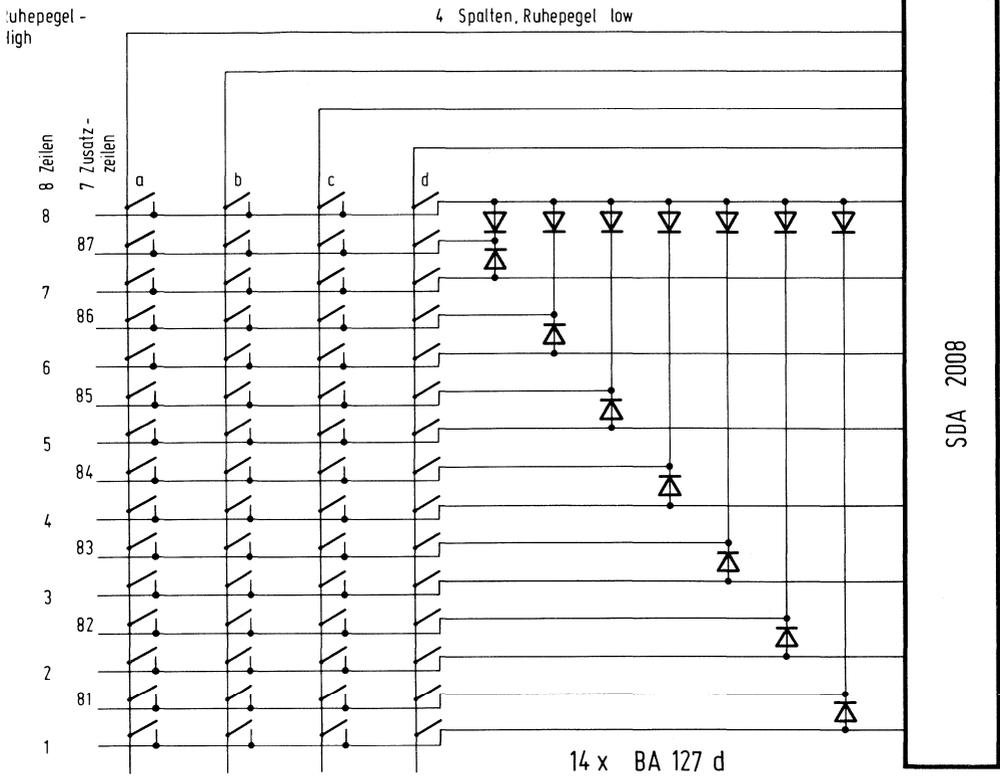


Bild 4.1.3

leneingänge 1 bis 8 mit $-U_s$ können die Befehle 40 bis 47 ausgelöst werden. Ebenso wie früher beim SAB 3210 kann eine Erweiterung für 60 Befehle mit zusätzlichen Dioden nach Bild 4.1.3 vorgenommen werden.

Verriegelung gegen Fehlbedienung

Die Tastatur ist gegen Fehlbedienung vollständig verriegelt. Auch bei der zur Befehlseingabe vorgesehenen Doppelbedienung innerhalb einer Spalte mit einer der Zeilen 1 bis 7 und mit Zeile 8 ist durch Drücken zweier Tasten praktisch kein Falschbefehl zu erzeugen, da beide Tasten hierzu absolut gleichzeitig gedrückt werden müßten.

Nach der Aussendung des ersten Informationsbefehls ist eine Veränderung des Befehls nur noch durch Ausschalten des Senders und Loslassen aller Tasten möglich. Dies schützt vor einer weiteren Fehlbedienung, da ein vorzeitiges Loslassen der „shift“-Taste oder das Drücken einer weiteren Taste keine ungewollte Befehlsänderung bewirken kann.

Neben dem bisherigen Schlußbefehl wird ein „Startbefehl“ gesendet. Der „Startbefehl“ entspricht genau dem Schlußbefehl, nur wird er vor den Informationsbefehlen gesendet. Dadurch wird die Trennung zwischen zwei Tastenbetätigungen noch sicherer erkannt und der Vorverstärker auf der Empfangsseite hat mehr Zeit für die Verstärkungsregelung. Bei der Abfrage der Matrix wird eine Entprellzeit von ca. 20 ms abgewartet. Diese Entprellzeit kann durch Verbinden der Anschlüsse ETA und U_{SS} unterdrückt werden.

Rücksetzung

Werden die Spalten a und b gleichzeitig auf H-Potential gezwungen, erfolgt die Rücksetzung der Ablaufsteuerung und des Befehlsregisters.

Biphase-Code

Der Sender setzt den eingegebenen Befehl in einen Biphase-Code um. Vor den 6 Informationsbits wird ein Vorsignal und ein über Anschluß PPIN umschaltbares Startbit gesendet. Das Vorsignal erlaubt auf der Empfangsseite eine einfache Verstärkungsregelung. Das Startbit ist zur Empfängerunterscheidung gedacht. Dadurch wird es möglich, mit dem gleichen Fernsteuer-Bedienungskästchen unabhängig voneinander ein Fernsehgerät und ein Rundfunkgerät in einem Raum fernzusteuern.

Befehlsabstand

Der Abstand zwischen zwei ausgegebenen Befehlen beträgt etwa das 12fache der Befehlsdauer. Durch Verbinden von Spalte b mit dem Anschluß PPIN kann dieser Abstand auf das ca. 5fache der Befehlsdauer verringert werden, um etwa bei kleinen Taktfrequenzen keine zu großen Befehlsabstände zu erhalten.

Mehrsenderbetrieb

Bild 4.1.4 zeigt die Außenbeschaltung bei einer Kaskadierung von zwei SDA 2008. Dazu wird ausgenutzt, daß die Ablaufsteuerung und das Befehlsregister rückgesetzt wird, wenn die Spalten a und b gleichzeitig auf H-Potential gezwungen werden. Dies erfolgt mit den beiden Dioden D_1 und D_2 , welche von der Spalte Sa des Mastersenders angesteuert werden. Die beiden Anschlüsse 8 (IRA) können einfach parallel geschaltet werden. Ebenso erfolgt die Takterzeugung mit einem Keramikschwinger sowie die Einschaltung der Bausteine über den Anschluß U_{DD} mit dem Transistor BC 238 gemeinsam.

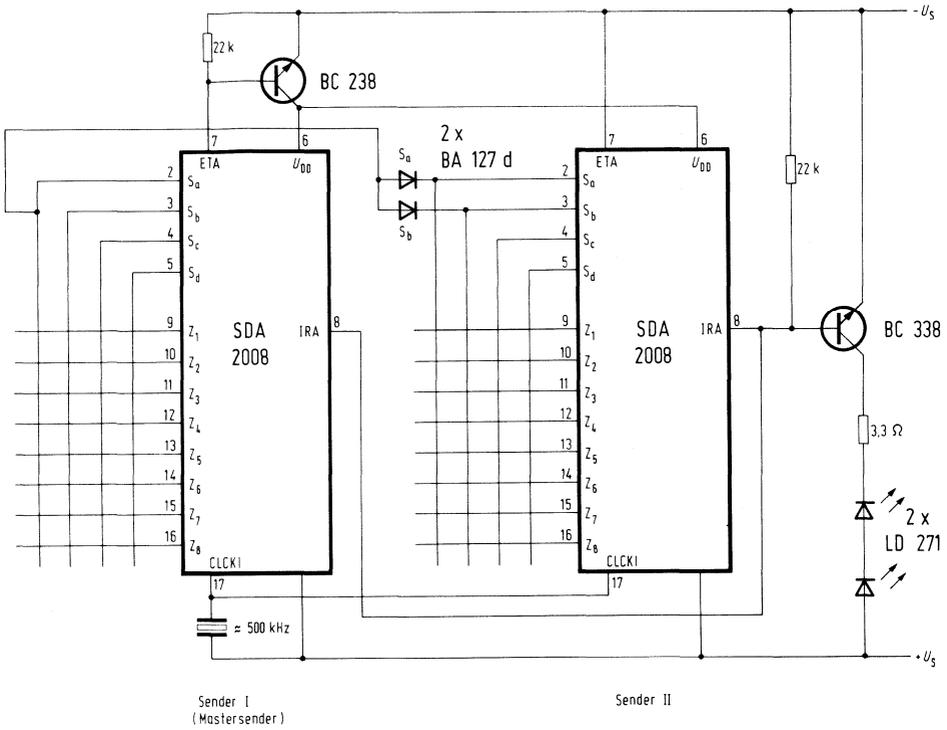


Bild 4.1.4

Bauteile-Liste zu Schaltung 4.1.1

Bauteil		Bestellnummer
1 Infrarot-Fernsteuersystem-Sender	SDA 2008	Q67100-Y503
1 Transistor	BC 238	Q62702-C698
1 Transistor	BC 338	Q62702-C314
2 Infrarot-Lumineszenzdioden	LD 271	Q62703-Q148
3 Silizium-Dioden	BA 127 D	Q60201-X127-D9
1 Elektrolyt-Kondensator	2200 μ F/16 V	B41316-A4228-V
2 Widerstände	22 k Ω /0,5 W	B51261-Z4223-J1
1 Widerstand	3,3 Ω /0,4 W	B54311-Z5030-G301

Bauteile-Liste zu Schaltung 4.1.2

1 Infrarot-Fernsteuersystem-Sender-	SDA 2008	Q67100-Y503
-------------------------------------	----------	-------------

Bauteile-Liste zu Schaltung 4.1.3

1 Infrarot-Fernsteuersystem-Sender	SDA 2008	Q67100-Y503
14 Siliziumdioden	BA 127 D	Q60201-X127-D9

Bauteile-Liste zu Schaltung 4.1.4

2 Infrarot-Fernsteuersystem-Sender	SDA 2008	Q67100-Y503
1 Transistor	BC 238	Q62702-C698
1 Transistor	BC 338	Q62702-C314
2 Infrarot-Lumineszenzdioden	LD 271	Q62703-Q148
2 Dioden	BA 127 D	Q60201-X127-D9
1 Widerstand	3,3 Ω /0,4 W	B54311-Z5030-G301
2 Widerstände	22 k Ω /0,5 W	B51261-Z4223-J1

4.2 Empfänger für Infrarot-Fernbedienungen mit 63 Befehlen

Die vom Sender kommenden, durch eine Fotodiode aufgenommenen und in einem Vorverstärker aufbereiteten Signale werden dem Anschluß 17 (RSIG) zugeführt. Passende Vorverstärker wurden im Schaltbeispieleft Ausgabe 1978/79 Seite 80 beschrieben. Die integrierte Schaltung SDA 2007 (**Bild 4.2.1**) ist eine Weiterentwicklung des SAB 3209 bzw. SAB 4209. Der SDA 2007 akzeptiert sowohl die vom SAB 3210 als auch die vom SDA 2008 als IR-Befehlsgeber abgegebenen Kommandos. Er ist besonders für den Betrieb mit einem Mikrocomputer ausgelegt und enthält keinen Programmspeicher. Dieser muß dann in Form von Schreib/Lesespeicherstellen im Mikrocomputer definiert werden.

Der IR-Empfangsteil hat die Anschlüsse RSIG und STBT. Der Anschluß RSIG nimmt das IR-Signal auf und gibt die empfangenen Befehle auf der Serienschnittstelle (DATA) ab. Das IR-Signal besteht aus einem mit ca. 30 kHz getragerten Bit-Muster mit einer Dauer von ca. 0,5 msec je Impulsgruppe. Über den Eingang STBT kann der Empfangsteil auf ein negiertes Startbit für die Trennung zwischen Fernseh- und Rundfunk-Fernbedienungen umgestellt werden. Der Startbitpegel entspricht dem an den Anschluß STBT angelegten logischen Pegel.

Die Serien-Schnittstelle besteht aus den drei Anschlüssen DATA, DLE und TE. Die eigentliche Information wird seriell über den Anschluß DATA geleitet, die Anschlüsse DLE und TE führen jeweils Freigabeimpulse, deren Rückflanke etwa in der Mitte des Datenbits ist. Desweiteren sind noch die beiden Anschlüsse TUS 1

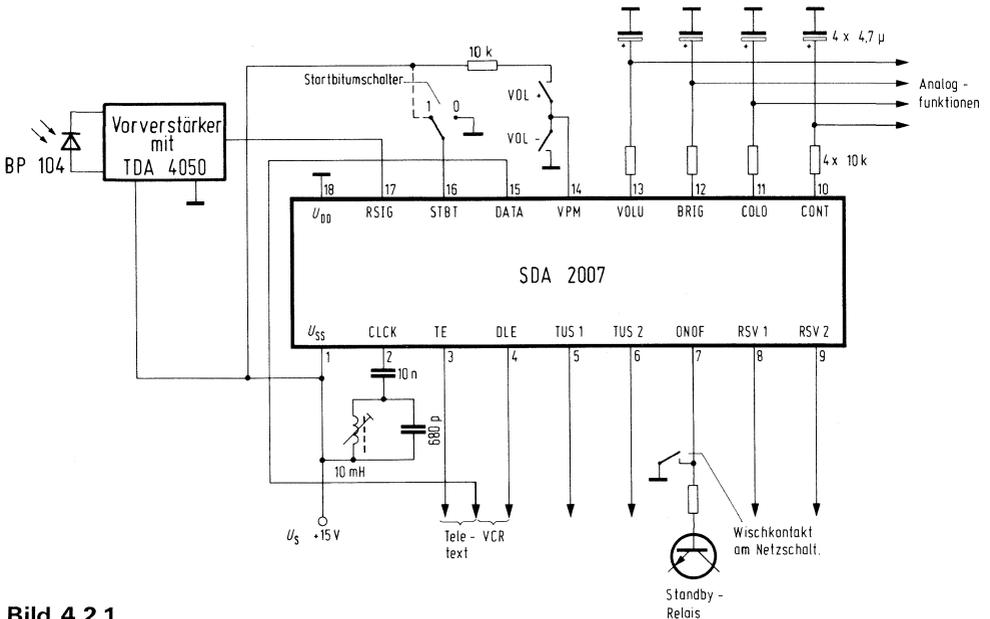


Bild 4.2.1

	TUS 1	TUS 2	DLE - Ausgabe	TE - Ausgabe
TV - Ebene	L	L	alle Befehle im Repeat - Modus	alle Befehle im Repeat - Modus
Text - Ebene	H	L	DLE = L	mit Ausnahme der Befehle 2 und 62 alle Befehle im Single - Modus (ohne Schlußbefehl)
Reserve - Ebene	L	H		

Bild 4.2.2

und TUS 2 vorhanden. Diese beiden Anschlüsse werden von der Tastaturumschaltung der Fernbedienung gesteuert und führen die Pegel nach **Bild 4.2.2**.

Die Ausgangsstufen sind open-drain-Stufen mit eingebauten Lastwiderständen.

Die IS enthält vier Speicher für die Einstellung von Lautstärke, Helligkeit, Farbsättigung und Kontrast. Die analoge Ausgangsspannung läßt sich in ca. 60 Stufen verstellen und an den Anschlüssen VOLU, BRIG, COLO und CONT abnehmen. Die Spannungen werden als Rechteckspannung mit einer Frequenz von ca. 1 kHz ausgegeben, wobei das Tastverhältnis dem Analogwert entspricht. Diese Spannung wird dann integriert und bildet das Maß für die Einstellung. Durch den Befehl „Normalstellung“ werden die Analogspeicher in eine maskenprogrammierbare Grundstellung gesetzt. Dieselbe Grundstellung wird gesetzt, wenn die Speisespannung eingeschaltet wird. Im Zustand „standby“ werden alle Analogspeicherausgänge auf „low“ gehalten, die zuletzt eingestellten Analogwerte bleiben gespeichert.

Solange das Quickton-Flipflop gesetzt ist, wird der Lautstärkeausgang auf „low“ gehalten. Durch den Befehl „Quickton“ wird das Flipflop in den jeweils komplementären Zustand gesetzt. Rückgesetzt wird das Flipflop durch die Befehle Lautstärke +, Standby, Normal, 16 bis 25, TUS 1 oder TUS 2.

Über den Eingang VPM kann der Lautstärkespeicher nahbedient werden. Beim Anlegen von Highpegel entspricht dies der Eingabe von Befehl „Lautstärke +“, beim Anlegen von Lowpegel der Eingabe von „Lautstärke -“. Die Verstellgeschwindigkeit des Speichers ist wie bei der Bedienung über den Sender ca. 8 Hz.

Über den Standby-Ausgang ONOF kann das Netzteil elektronisch ein- oder ausgeschaltet werden. Dabei entspricht der Pegel „low“ dem Ein, der Pegel „high“ dem Standby. Außer über die Standby-Taste wird der Standby-Ausgang beim Einschalten der Betriebsspannung und durch die Befehle 5 bis 7 und 16 bis 25 auf „low“ gesetzt.

Für eine Tastaturumschaltung sind die Anschlüsse TUS 1 und TUS 2 vorgesehen, die von je einem Wechsel-Flipflop gesteuert werden. Bei jedem Druck auf die Taste am Sender wechselt der zugehörige Ausgang in den komplementären Zustand. Analog dazu gibt es die Anschlüsse RSV1 und RSV2 für Reservefunktionen.

Bild 4.2.3 zeigt die Anschaltung eines zusätzlichen Bausteines SDA 2008 zur Nahbedien-
 dung.

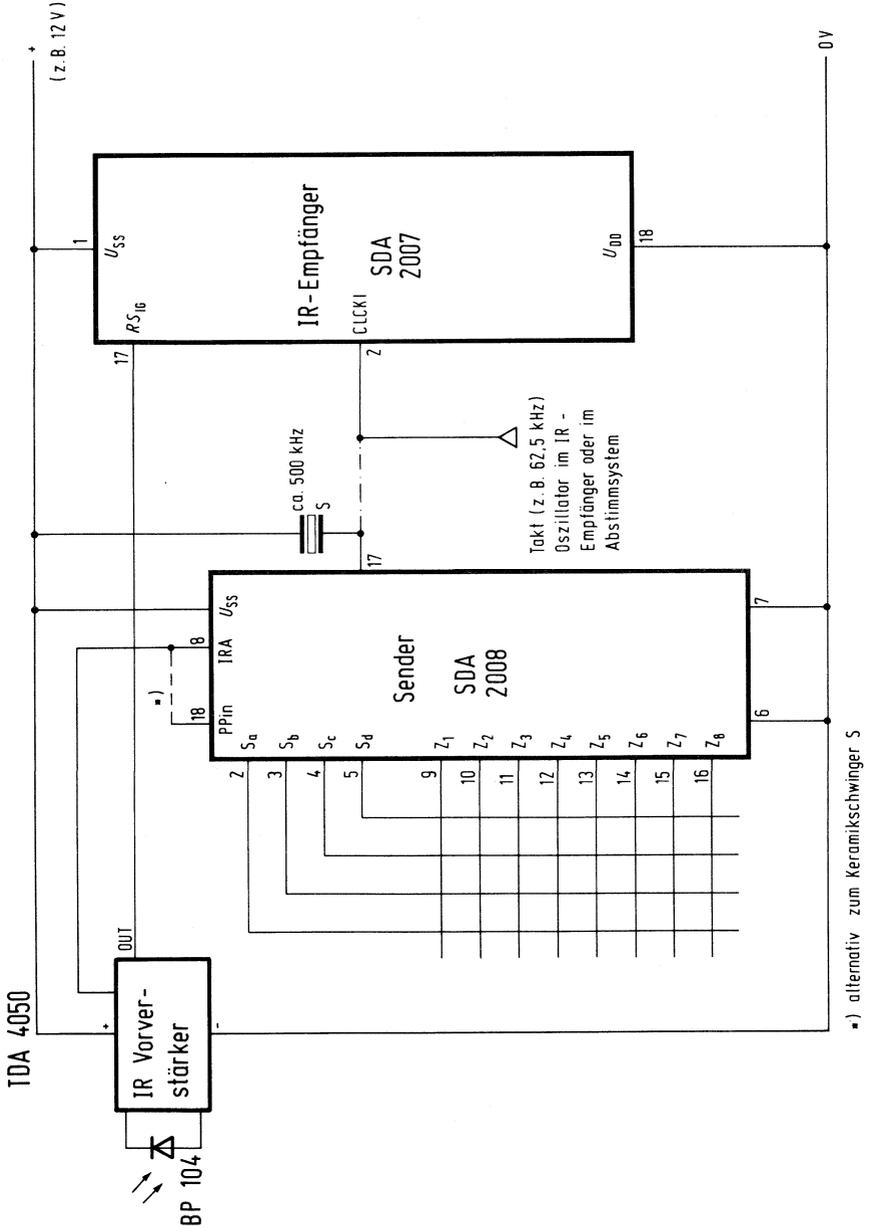


Bild 4.2.3

Bauteile-Liste zu Schaltung 4.2.1

Bauteil		Bestellnummer
1 Vorverstärker	TDA 4050 B	Q67000-A1373
1 IR-Fernbedienungsempfänger	SDA 2007	Q67100-Y504
1 Fotodiode	BP 104	Q62702-P84
1 Polypropylenkondensator	680 pF/160 V	B33063-B6681-H
1 MKH-Schichtkondensator	10 nF/63 V	B32509-C103-M
4 Elektrolytkondensatoren	4,7 μ F/16 V	B41313-A4475-V
5 Widerstände	10 k Ω /0,5 W	B51261-Z4103-J1

Bauteile-Liste zu Schaltung 4.2.3

1 IR-Vorverstärker	TDA 4050 B	Q67000-A1373
1 IR-Fernbedienungsempfänger	SDA 2007	Q67100-Y504
1 IR-Fernsteuersystem-Sender	SDA 2008	Q67100-Y503

4.3 Digitales Abstimmssystem für Rundfunkempfänger

Ähnlich dem Siemens-Digitalen-Abstimmssystem SDA 200 läßt sich mit einem Frequenzsynthese-Generator nach dem Phase-Locked-Loop-Prinzip ein Abstimmssystem für Rundfunkempfänger aufbauen (**Bild 4.3**). Ein Mikrocomputer SAB 8048 übernimmt dabei die Organisation. Mit dem PLL-Baustein SDA 2002R und einem festen Vorteiler 8:1 kann das FM-Band in 25 kHz-Schritten und alle AM-Bänder in 1 kHz-Schritten ohne festen Vorteiler durchgestimmt werden.

Die Frequenzsynthese wird mit den Funktionseinheiten Vorteiler, PLL mit Bereichsdecoder, Mikrocomputer mit Fernsteuerempfänger und Erweiterungsmodul und einem Programm-Speichermodul vorgenommen. Zur Bedienung ist sowohl ein Infrarot-Fernbedienungssender und gegebenenfalls für die Nahbedienung ein Nahbedienungsmodul vorgesehen. Zu diesem Komplex gehört auch der Infrarot-Vorverstärker. Die Anzeige umfaßt sowohl eine mehrstellige 7-Segment-Anzeige für die Frequenz- und die Betriebszustandsanzeigen, als auch 4 Analogwertanzeigen mit den IS UAA 180 für die Anzeige der Stellung Lautstärke, der Höhen- und Tiefenbeeinflussung sowie der Balance.

Der Mikrocomputer ist ein spezifisch programmierter 1-Chip-Computer vom Typ SAB 8048. Er bildet das Herz des Abstimmsystems. Bei Verwendung des SAB 8048 wird noch ein Erweiterungsbaustein SAB 8355 zur Erweiterung der Speicherkapazität hinzugefügt. Der Mikrocomputer übernimmt folgende Aufgaben:

- Empfang und Bearbeitung von Befehlen, die vom Bedienungsfeld oder aus der peripheren Schaltung kommen,
- Empfang, Decodierung und Bearbeitung von Fernbedienungsbefehlen, die vom Infrarotempfänger SDA 2007 kommen,
- Steuerung des Datenverkehrs zum PLL-Baustein SDA 2002
- Steuerung des Datenverkehrs zur LED-Frequenzanzeige
- Steuerung des Datenverkehrs zur Digit-Adressierung
- Steuerung des Datenverkehrs zum NF-Quellenumschalter
- Steuerung des bidirektionalen Datenverkehrs mit dem nichtflüchtigen Speicher (Programmspeicher) SDA 2006
- Steuerung des Datenverkehrs zur Kanal-/Programmanzeige
- Überwachung der eingegebenen Daten auf Zulässigkeit
- Signalisierung von Fehlbedienungen durch optische Hilfsmittel und Benutzerführung.

Zusätzlich zur Einstellung von Sendern durch die Fern- oder Nahbedienung ist eine Handabstimmung durch Inkrementieren bzw. Dekrementieren der binären Frequenzinformation möglich. Durch einen Speicherbefehl läßt sich die neue Einstellung abspeichern. Die Informationen zu den einzelnen Bausteinen und von den Bausteinen gehen über einen gemeinsamen Datenbus, der im wesentlichen aus der Datenleitung IFO, der Enableleitung ENB und einer jedem Baustein zugeordneten Taktleitung besteht. Für den Programmspeicher besteht noch eine weitere Leitung DM, über die serielle Daten übertragen werden können.

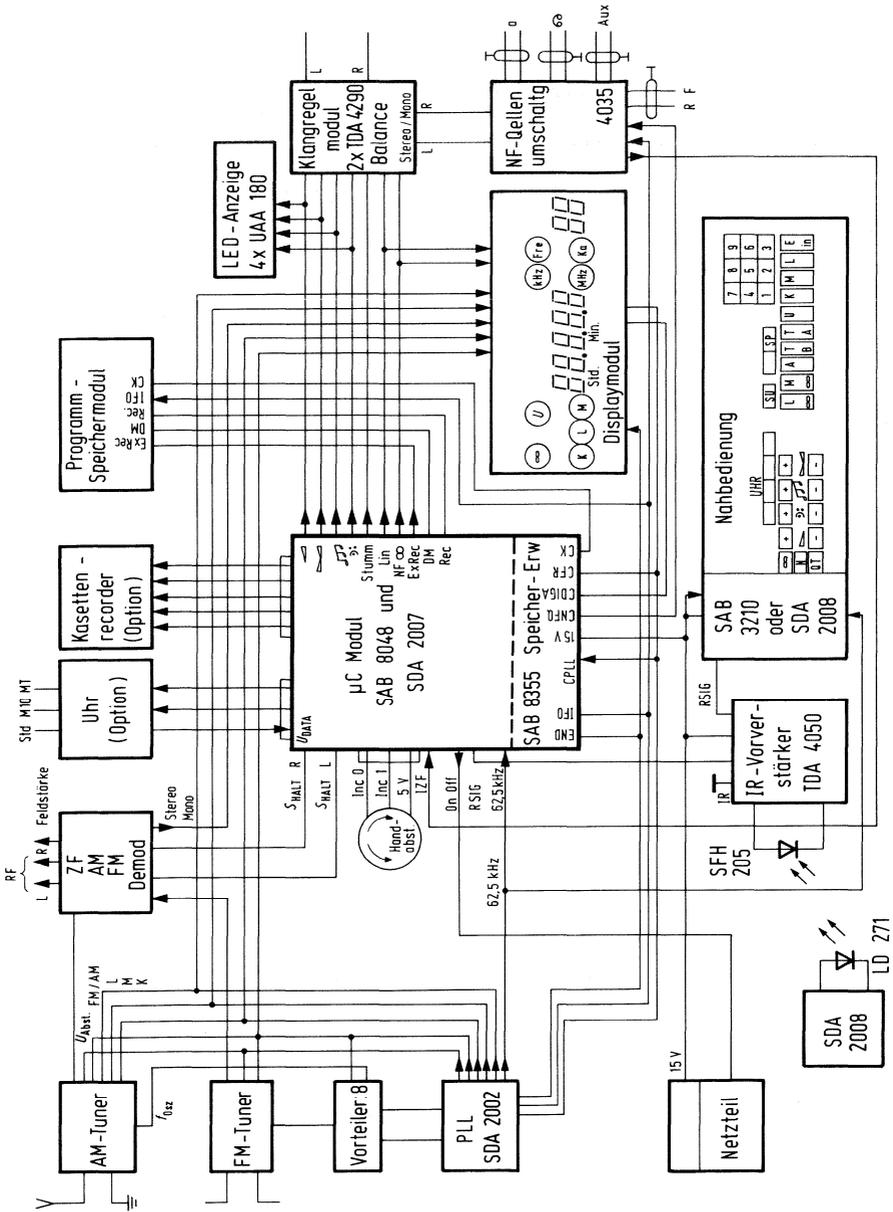


Bild 4.3

Bei Netzausfall wird über ein automatisches Reset der Stand-By-Betrieb gesetzt. Beim Stand-By-Betrieb bleibt nur der Infrarot-Vorverstärker, Infrarot-Empfänger und der Mikrocomputer in Betrieb. Bei Betätigung des Netzschalters wird bei einem nachfolgenden Einschaltbefehl die definierte Anfangsstellung Programm 1 aufgerufen und angezeigt. Enthält die aufgerufene Programm-Speicherstelle 1 eine unzulässige Binärkombination, so wird die Banduntergrenze aufgerufen und angezeigt.

Für die NF-Quellenumschaltung sind 5 NF-Quellen vorgesehen:

Rundfunkteil
Plattenspieler
Kassetten- bzw. Tonbandgerät
2 frei wählbare NF-Eingänge.

Für die Bereichsumschaltung sind in der Grundausführung 4 Wellenbereiche – UKW, KW, MW und LW – vorgesehen. Es lassen sich aber auch alternativ mehrere Mittelwellen- und mehrere Kurzwellenbereiche einfügen.

Die Abstimmung kann auf verschiedenste Art und Weise vorgenommen werden:

1. Relative Programmwahl über die Stationstasten. Die Frequenzinformationen für die Programme sind dann im Programmspeicher abgelegt,
2. direkte Frequenzeingabe über eine Dezimaltastatur,
3. Abstimmung mittels Handrad Inkremental- bzw. Dekrementalgeber,
4. Suchlauf,
5. bei FM ist auch eine direkte Kanalwahl möglich.

Die Feinabstimmung kann folgendermaßen vorgenommen werden: Nach der Wahl der letzten, für eine vollständige dezimale Tastatureingabe notwendigen Ziffer, bewirkt jede weitere eingegebene Ziffer ein Überschreiben der vorletzten Ziffer. Auf diese Weise ist eine Feinabstimmung bei AM in 1 kHz-Schritten, bei FM in 25 kHz-Schritten möglich. Eine ähnliche Feinabstimmung läßt sich durch Drehen des Handrades vornehmen. Sämtliche Einstellungen lassen sich mittels des Store-Befehls speichern. Die Abspeicherung kann innerhalb von 8 s durch ein nochmaliges Drücken der Store-Taste zurückgenommen werden.

Der modulare Aufbau des Mikrocomputer-Programmes gestattet es, auf verhältnismäßig einfache Weise das Programm um zusätzliche Funktionen zu erweitern. Nachstehend einige Optionsmöglichkeiten:

- Sequenzieller Programmwechsel in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung
- Suchlauf in beiden Abstimmrichtungen
- Umrechnen von Frequenz in Wellenlänge bei Kurzwellen und Anzeige derselben auf 5stelligem Display
- Uhrzeit und Datumsanzeige
- Ereignisspeicher für zeitabhängige Schalterereignisse Wecker, Nachrichtensendung etc.
- Individuelle, in einem nichtflüchtigen Speicher abgespeicherte Normalstellung der Analogfunktionen
- Individuelle, in nichtflüchtigen Speichern abgespeicherte Klangfunktionstasten
- Sendersuchlauf nach dem stärksten Sender

- Verkehrsfunk und Bereichskennung
- Inkrementalabstimmung mit \pm Funktion mittels Fernbedienung
- ausgeprägtere Benutzerführung mit neuartigen Displays.

Auf die Software wird hier nicht näher eingegangen, da der Mikrocomputerbaustein nur bereits fertig programmiert, bei Abnahme größerer Stückzahlen, geliefert wird.

Bauteile-Liste zu Schaltung 4.3

Bauteil		Bestellnummer
1 Mikrocomputer	SAB 8048-P	Q67120-C32-D113
1 Abstimmsystem	SDA 2007	Q67100-Y504
1 Speicher-Erweiterungsbaustein	SAB 8355 P	Q67120-R22-D88
1 IR-Vorverstärker	TDA 4050	Q67000-A1373
2 IR-Fernsteuersystem-Sender	SDA 2008	Q67100-Y503
1 PLL-Baustein	SDA 2002	Q67000-A1465
2 Lautstärke- und Klangreglerbausteine	TDA 4290	Q67000-A1359
1 NF-Quellenumschalter	4035	
4 LED-Ansteuerbausteine	UAA 180	Q67000-A1104
1 Fotodiode	SFH 205	Q62702-P102

4.4 Rundfunkfrequenzanzeige mit SDA 5680

Der SDA 5680 ist eine 1-Chip-Lösung eines Frequenzzählers für Rundfunkempfänger. Die Empfangsfrequenzen im Gesamtbereich von LW bis UKW können angezeigt werden (**Bild 4.4**). Das fünfstellige Flüssigkristall-Display FAN 5132 T wird von den integrierten Treiberstufen direkt angesteuert. Wird eine solche Frequenzanzeige nachträglich in ein Gerät eingebaut, müssen die benötigten AM- bzw. FM-Oszillatorsignale lose über Zusatzschaltungen ausgekoppelt und verstärkt werden. Außerdem müssen die für die Frequenzbereichswahl von der IS benötigten Steuersignale erzeugt werden. Wird eine solche Schaltung bei einem neuen Konzept mit vorgesehen, sind meistens schon die Oszillator-Auskoppel-Signale und Steuersignale an den IS vorhanden. Die Mindest-Eingangsspannungen für den Zähler sind von dem gewählten Frequenzbereich abhängig:

$$\begin{array}{ll}
 U_{i_{2,4,5}} \geq 150 \text{ mV}_{\text{eff}} & 600 \text{ kHz} \leq f \leq 1 \text{ MHz} \\
 \geq 80 \text{ mV}_{\text{eff}} & 1 \text{ MHz} \leq f \leq 2 \text{ MHz} \\
 \geq 40 \text{ mV}_{\text{eff}} & 2 \text{ MHz} \leq f
 \end{array}$$

Gemessen wird jeweils die Oszillatorfrequenz. Die angezeigte Empfangsfrequenz ergibt sich aus der Differenz der gemessenen Oszillatorfrequenz und der Zwischenfrequenz. Im Bereich Kurz, Mittel, Lang beträgt die Zwischenfrequenz bei offenem Anschluß 9 460 kHz, bei UKW 10,7 MHz. Die Zuordnung der Anzeige zu den verschiedenen Bereichen wird mit dem Spannungspegel am Anschluß 6 durch den Schalter S1 bestimmt.

Wellenbereich	Spannungspegel an Anschluß 6	ZF	Frequenz- anzeige in
UKW	$U_{i_{6H}} \geq 2,4 \text{ V}$	10,7 MHz	MHz
KW	$0,9 \text{ V} \leq U_{i_{6M}} \leq 1,1 \text{ V}$	460 kHz	MHz
MW/LW	$U_{i_{6L}} \leq 0,2 \text{ V}$		kHz

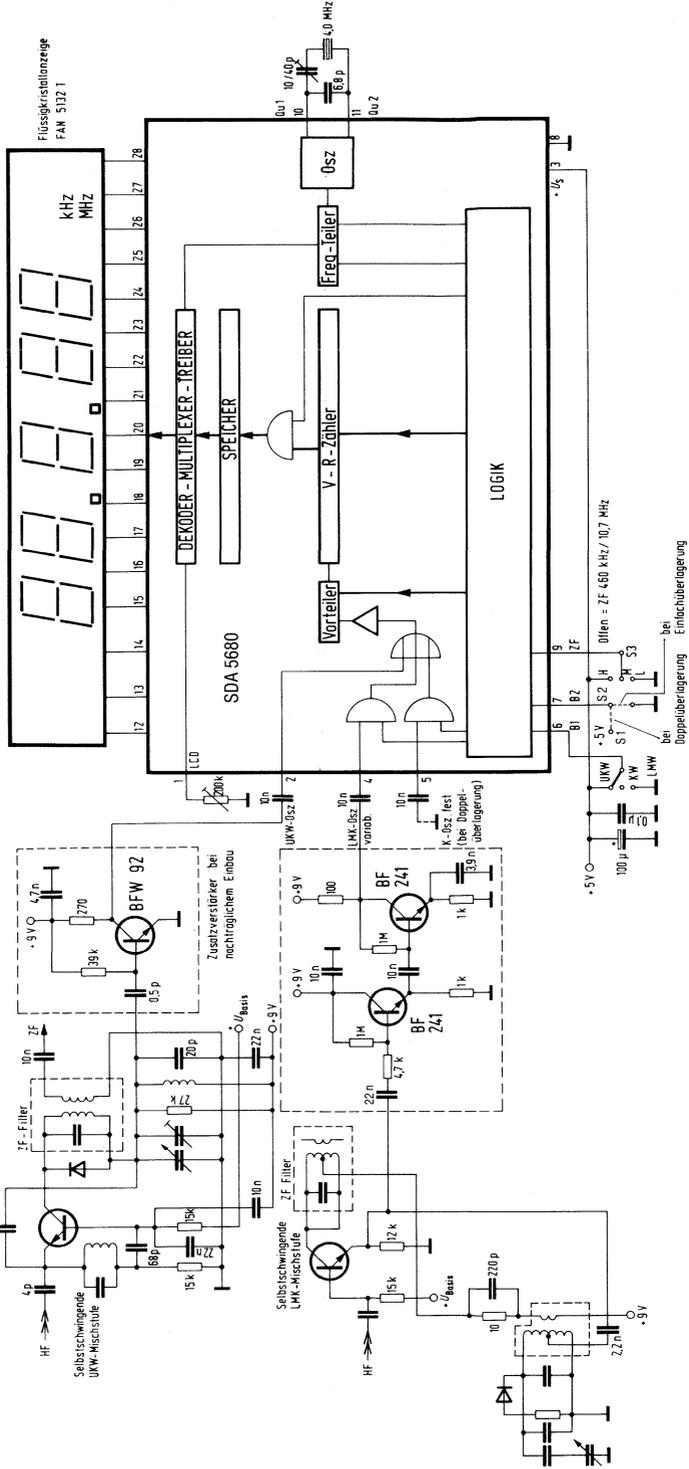


Bild 4.4

Je nachdem, ob bei Kurzwelle eine Einfach- oder Doppelüberlagerung vorhanden ist, verbindet man den Anschluß 7 mit der Masse oder +5 V.

Bei Bedarf kann die Zwischenfrequenz durch Anlegen eines H- oder L-Pegels an Anschluß 9 auf einen höheren oder tieferen Wert gelegt werden:

	AM	FM
L	-1 kHz	-25 kHz
H	+1 kHz	+25 kHz

Bild 4.4 zeigt den Aufbau beim nachträglichen Einbau in ein Rundfunkgerät. Die UKW-Oszillator-Frequenz wird direkt vom Oszillator-Schwingkreis über einen Kondensator von 0,5 pF ausgekoppelt. Der Transistor BFW 92 verstärkt die Schwingung auf einen Wert von >40 mV. Die meist geringfügige Verstimmung wird durch den Parallel-Trimmer ausgeglichen.

Die Schwingung des LMK-Oszillators wird am Emitter der selbstschwingenden Mischstufe ausgekoppelt. Zwei Transistoren BF 241 verstärken die Schwingung auf die geforderten Eingangspegel des Frequenzzählers.

Durch die geringe Anzahl der benötigten Bauelemente kann die gesamte Anordnung auf einer Platinen-Abmessung von $50 \times 55 \text{ mm}^2$ untergebracht werden. Die Zusatzverstärker für die Oszillator-Schwingungen sind zweckmäßigerweise unmittelbar neben den entsprechenden Stufen im Gerät anzuordnen. Die Kontaktierung der Flüssigkristallanzeige erfolgt über Leitgummis, die zwischen dem Display und einer Kontaktplatine liegen.

Einer räumlichen Trennung von Display und Zähler steht nichts entgegen. Man kann die Leitungen z.B. über ein Flachbandkabel führen. Es ergeben sich keine Schwierigkeiten, solange die Kapazität zwischen zwei benachbarten Leiterbahnen unter 500 pF bleibt. Der Frequenzzähler ist zwischen 4,7 und 6 V funktionsfähig. Die Stromaufnahme beträgt bei 5 V ca. 32 mA.

Bauteile-Liste zu Schaltung 4.4

Bauteil		Bestellnummer	
1	Frequenzzähler-IS	SDA 5680 A	Q67000-Y505-A
1	LCD-Display	FAN 5132 T	Q28-X658
1	Keramik-Kondensator	6,8 pF/63 V	B38062-A6060-C806
1	Keramik-Kondensator	2,2 pF/63 V	B37062-A6222-K6
3	Keramik-Kondensatoren	10 nF/63 V	B37449-F6103-S2
1	Keramik-Kondensator	100 nF/63 V	B37449-F6104-S2
1	Elektrolyt-Kondensator	100 µF/10 V	B41283-B3107-T
1	Scheibentrimmer	6/22 pF	—
1	Quarz	4 MHz	—
1	Federleiste	17-polig	1-163683-6 ¹⁾)
1	Stiftkontakte	17-polig	1-163749-6 ¹⁾)
1	Stiftgehäuse	9-polig	MKS5839-6-0-909 ²⁾)
1	Leitgummi	LZ 302	Q29-X111

¹⁾ Fa. AMP-Deutschland; 607 Langen/FFM

²⁾ Fa. STOCKO; 5600 Wuppertal 1

Bauteile-Liste zu Schaltung 4.4 (Fortsetzung)

Vorverstärker für LMK

Bauteil		Bestellnummer	
2	Transistoren	BF 241	Q62702-F303
1	Polypropylen-Kondensator	3,9 nF/160 V	B33063-B1392-H
2	Keramikkondensatoren	10 nF/63 V	B37448-N6103-S2
1	Keramikkondensator	22 nF/63 V	B37448-F6223-S2
1	Widerstand	100 Ω/0,5 W	B51261-Z4101-J1
2	Widerstände	1 kΩ/0,5 W	B51261-Z4102-J1
1	Widerstand	4,7 kΩ/0,5 W	B51261-Z4472-J1
2	Widerstände	1 MΩ/0,5 W	B51261-Z4105-J1

Vorverstärker für UKW

1	Transistor	BFW 92	Q62702-F321
1	Keramikkondensator	0,5 pF/500 V	B38182-A5000-B502
1	Keramikkondensator	4,7 nF/63 V	B37062-A6472-K6
1	Widerstand	270 Ω/0,5 W	B51261-Z4271-J1
1	Widerstand	39 kΩ/0,5 W	B51261-Z4393-J1

4.5 Fernsteuerempfänger für 5 Funktionen

Mit dem Baustein SDA 3205 können 5 Funktionen ferngesteuert werden. Die beiden Funktionen + und – PROG gestatten, 16 unterschiedliche Programme anzuwählen. Die beiden Funktionen + und – „Analog“ sind z.B. für die Lautstärkeveränderung gedacht. Die 5. Funktion ist eine Ein-/Aus-Funktion. Im Falle „Aus“ wird das Gerät auf Standby geschaltet (**Bild 4.5.1**). Im Standby-Betrieb führt der Ausgang PC H-Pegel. Dies hat zur Folge, daß die Programmfortschaltstufe am Gerätebedienteil unwirksam ist. Während über die Fernbedienung mit den Befehlen Programmfortschaltung P+ und P– gleichzeitig von Standby auf „Ein“ geschaltet wird, ist dies bei der Gerätebedienung normalerweise nicht der Fall. Mit der Zusatzbeschaltung nach **Bild 4.5.2** kann jedoch ein gleiches Verhalten der Fernsteuerung und Gerätebedienung erreicht werden. Beim Drücken der Taste TA1 wird der Transistor BC 238 stromführend und zwingt den SB-Ausgang E/A auf L-Pegel. Der SDA 3205 speichert diesen Low-Zustand aufgrund seiner speziellen Eigenschaften dieses Ein-/Ausganges. Da nunmehr der SB-Ausgang auf „Low“ (=Ein-Zustand) steht, wirkt das an den Eingang PC angelegte positive Signal als Fortschaltessignal P+ für den Programmzähler. Die Diode BA 127 D entkoppelt während des Standby-Zustandes die an PC liegende positive Spannung, so daß sie nicht an die Basis des Transistors gelangen kann.

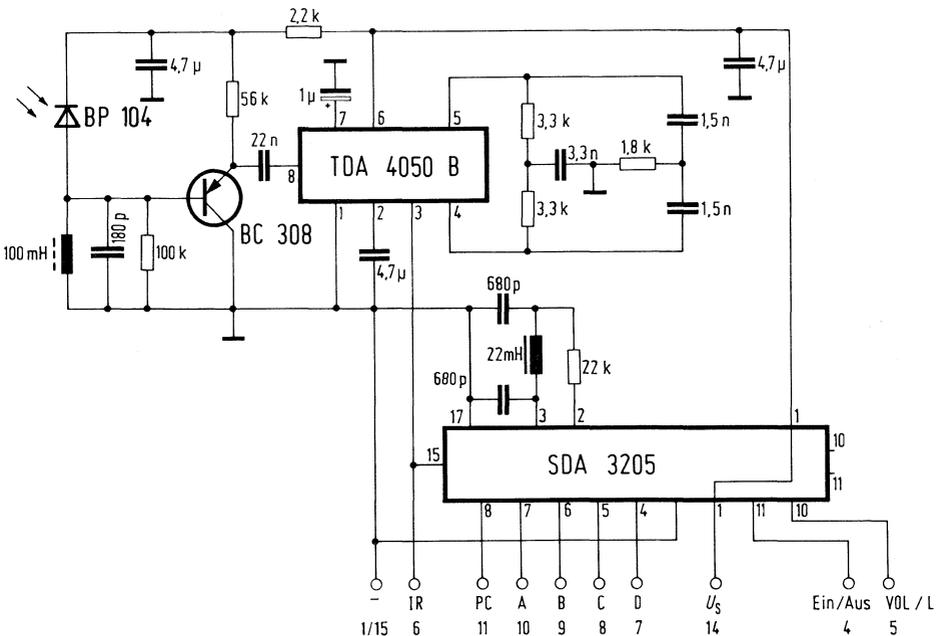


Bild 4.5.1

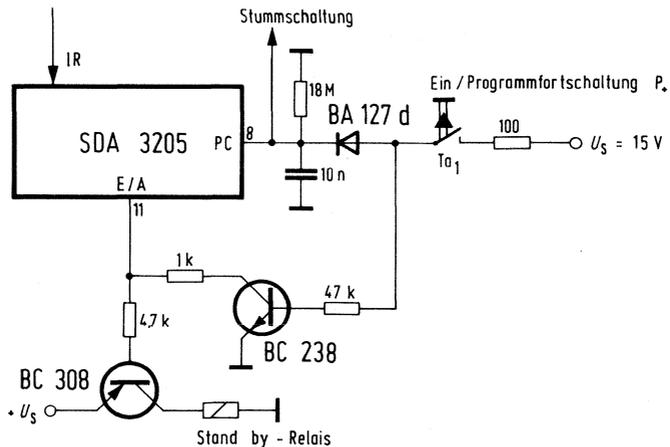


Bild 4.5.2

Bauteile-Liste zu Schaltung 4.5

Bauteil		Bestellnummer
1 Integrierte Schaltung	SDA 3205	Q67100-Y578
1 Integrierte Schaltung	TDA 4050 B	Q67000-A1373
1 Transistor	BC 416 C	Q62702-C378-V3
1 IR-Diode	BP 104	Q62702-P84
1 Spule gekapselt	100 mH	Fa. Salota
1 Spule	22 mH	Fa. Componex A2788
1 Styroflexkondensator	180 pF	B33063-B1181-H
2 Styroflexkondensatoren	680 pF	B33063-B1681-H
2 Styroflexkondensatoren	1,5 nF	B33063-B1152-H
1 Styroflexkondensator	3,3 nF	B33063-B1332-H
1 Keramikkondensator	22 nF	B37448-F6223-S2
3 Tantalkondensatoren	4,7 µF	B41313-A7105-V
1 Tantalkondensator	1 µF	B41313-A7475-T
1 Widerstand	1,8 kΩ/0,5 W	B51261-Z4182-J1
1 Widerstand	2,2 kΩ/0,5 W	B51261-Z4222-J1
2 Widerstände	3,3 kΩ/0,5 W	B51261-Z4332-J1
1 Widerstand	4,7 kΩ/0,5 W	B51261-Z4472-J1
1 Widerstand	22 kΩ/0,5 W	B51261-Z4223-J1
1 Widerstand	56 kΩ/0,5 W	B51261-Z4563-J1
1 Widerstand	100 kΩ/0,5 W	B51261-Z4104-J1

Zusatzbeschaltung für Sofort-Einschaltung:

1 Transistor	BC 238 B	Q62702-C279
1 Diode	BA 127 D	Q60201-X127-D9
1 Keramikkondensator	10 nF	B37448-N6103-S2
1 Widerstand	100 Ω/0,5 W	B51261-Z4101-J1
1 Widerstand	1 kΩ/0,5 W	B51261-Z4102-J1
1 Widerstand	47 kΩ/0,5 W	B51261-Z4473-J1
1 Widerstand	18 MΩ/0,5 W	B51264-Z4186-J1

4.6 Stapelverarbeitung mehrerer Befehle über Software

Wird an einen Empfänger für Infrarot-Fernbedienungen ein Mikrocomputer angeschlossen, so besteht die Möglichkeit, mit einem einzigen eingegebenen Befehl durch entsprechende Programmierung des Mikrocomputers eine Reihe der im Fernsteuerbaustein vorhandenen Funktionen hintereinander zu beeinflussen. **Bild 4.6.1** zeigt die Schaltung. Ein Anschluß des Mikrocomputers wird als Bi-Phase-Ausgang deklariert und über eine Diode auf den Infrarot-Eingang des Empfängerbausteines geschaltet. Über das Programm entsteht damit eine Rückkopplung, welche die Stapelverarbeitung veranlaßt. Die Biphase-codierte Ausgangssignale des Mikrocomputers werden per Software erzeugt. **Bild 4.6.2** zeigt das Flußdiagramm für die Erzeugung von IR60-Biphase-Signalen. Das Programm für den SAB 8048 hat eine Länge von 36 Bytes (**Bild 4.6.3**). Die Anzahl der Bits für das serielle Signal wird in das mit R_x bezeichnete Register geladen, die Länge der Warteschleife in das mit R_y bezeichnete Register. Da beim SAB 8048 die Register R_0 und R_1 für die indirekte Adressierung benutzt werden können und in diesem Anwendungsfall das Register R_7 als Zwischenspeicher für den Akku dient, können für R_x und R_y die freien Register R_3 bis R_6 genommen werden.

Das komplette Programm ist als Unterprogramm geschrieben. Bevor das Unterprogramm mit CALL aufgerufen wird, muß die gewünschte Info in den Akkumulator geladen werden.

Ein typisches Anwendungsbeispiel für diese Beschaltung ist das auf H-Pegel-setzen der Bit-parallelen Ausgänge des SAB 3209 bzw. SAB 4209 durch den Befehl 15. Diese Maßnahme wird benötigt, wenn die Mikroprozessor-Eingänge gleichzeitig zur Übermittlung von Daten und Abfragen von Tasten eingesetzt werden.

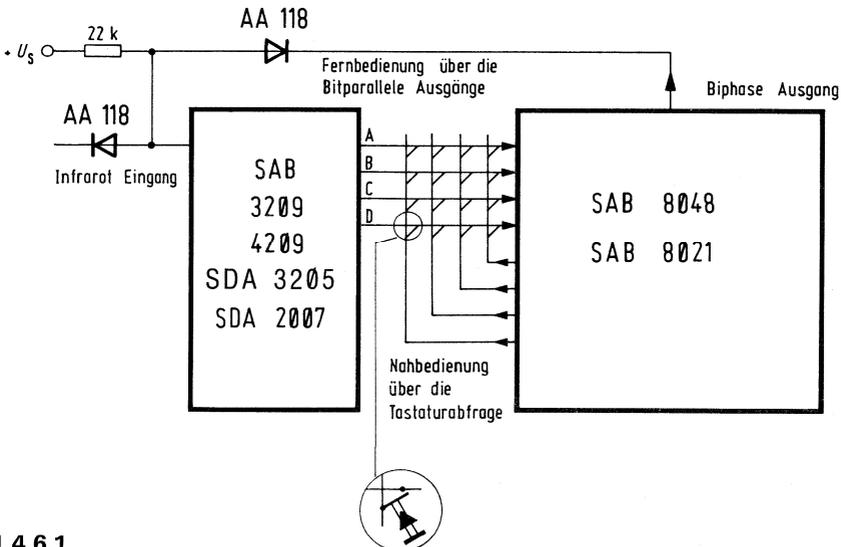


Bild 4.6.1

Eine weitere Anwendung wäre z.B., daß man beim Einschalten eines weiteren Programmes immer die Analog-Funktionen in die Normalstellung führt.

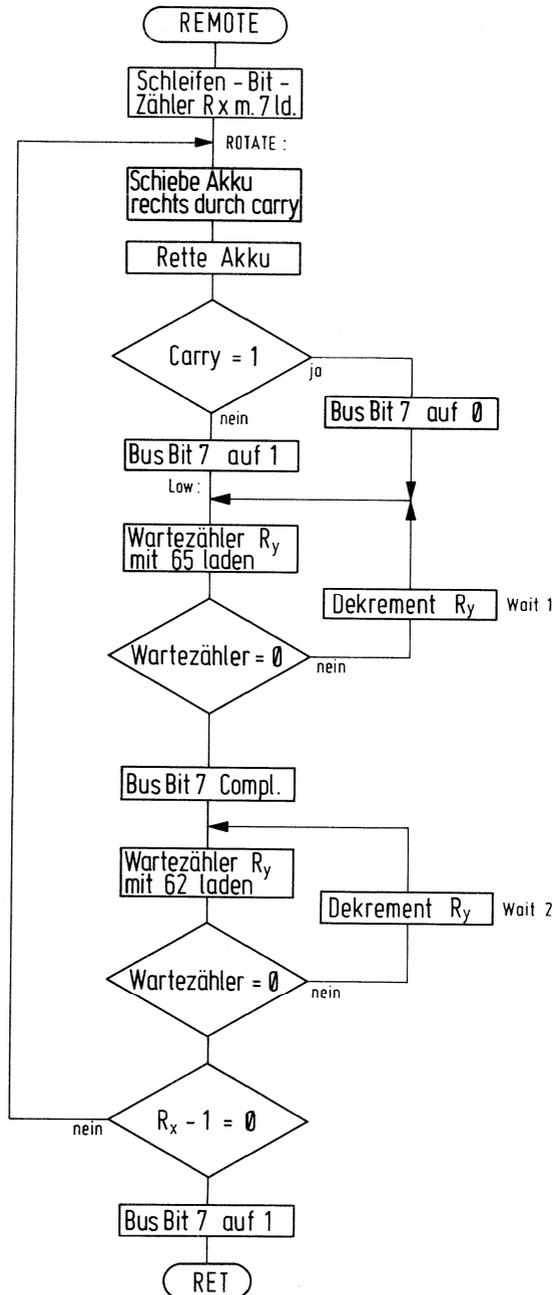


Bild 4.6.2

```

LOC OBJ          LINE          SOURCE STATEMENT
0000 BA07        1 REMOTE: MOV    R2,#7    ;LADE SCHLEIFENZAehler MIT ANZAHL DER BITS
0002 2F          2 ROTATE: XCH   A,R7     ;R7=ZWISCHENSPEICHER FUER AKKU
0003 67          3 RRC          A         ;AKKU EINE STELLE NACH RECHTS DURCH CARRY
0004 2F          4 XCH          A,R7     ;RETTE AKKU
0005 F60B        5 JC           LOWPEG   ;
0007 880B        6 ORL          BUS,#00H ;BUS-BIT 7 =1 SETZEN
0009 040F        7 JMP          WAIT1    ;
000B 987F        8 LOWPEG: ANL   BUS,#7FH ;BUS-BIT 7 =0 SETZEN
000D BB41        9 MOV          R3,#65D  ;WARTESCHLEIFE CA. 400 MYSEC
000F EB0F        10 WAIT1: DJNZ  R3,WAIT1 ;
0011 0B          11 INS         A,BUS    ;
0012 D30B        12 XRL          A,#00H  ;KOMPLEMENT ZWEITES HALBBIT DES BIPHASE
0014 02          13 OUTL        BUS,A    ;KOMPLEMENT AM BUS-BIT 7 AUSGEBEN
0015 FF          14 MOV          A,R7    ;
0016 BB3E        15 MOV          R3,#62D  ;WARTESCHLEIFENZAehler LADEN
0018 EB18        16 WAIT2: DJNZ  R3,WAIT2 ;WARTESCHLEIFE CA 465 MYSEC
001A EA02        17 DJNZ        R2,ROTATE;
001C 987F        18 ANL          BUS,#7FH ;BUS-BIT 7 RUHEPEGEL "H"
001E 83          19 RET
20 END

```

USER SYMBOLS

```

LOWPEG 000B  REMOTE 0000  ROTATE 0002  WAIT1 000F  WAIT2 0018

```

```

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

```

Bauteile-Liste zu Schaltung 4.6

Bauteil		Bestellnummer
1 Mikrocomputer	SAB 8048-P oder SAB 8021-P oder	Q67120-C32-D113 Q67120-C64-D88
1 Infrarot-Empfängerbaustein	SAB 3209 oder SAB 4209 oder SDA 3205 oder SDA 2007	Q67100-Y395 Q67100-Y460 Q67100-Y578 Q67100-Y504
2 Germanium-Dioden	AA 118	Q60101-X118

4.7 Baustein SDA 2008 als Tastatureingabe für Mikrocomputer

Der als Sender-Baustein für Infrarot-Fernsteuerung entwickelte SDA 2008 besitzt eine Matrix-Abfrage für ein Tastenfeld sowie eine Bit-serielle Schnittstelle. Die serielle Binär-Information kann durch ein einfaches Programm in einem Mikrocomputer weiterverarbeitet werden. Vorteil dieser Lösung (**Bild 4.7.1**) ist, daß nur drei Leitungen zum Mikrocomputer notwendig sind. Die für den SDA 2008 benötigte Taktfrequenz wird dem Mikrocomputer direkt entnommen (ALE-Impulse). Diese direkte Verkoppelung der Taktfrequenzen macht die beschriebene Lösung unabhängig von der jeweils im Mikrocomputer verwendeten Taktfrequenz. Das ETA-Signal führt auf Anschluß P12, das IRA-Signal auf Anschluß P13.

Die Bilder **4.7.2a** und **b** zeigen die Flußdiagramme für das serielle Einlesen der Biphase-Information in den Mikrocomputer. Hier wird angenommen, daß der Baustein SDA 2008 vom ALE-Signal des Mikrocomputers getaktet wird. Durch diese feste Kopplung der Taktfrequenz hat das Flußdiagramm für jede beliebige Mikrocomputer-Taktfrequenz Gültigkeit. **Bild 4.7.3** zeigt das Zeitdiagramm für den Biphase-Code. **Bild 4.7.4** zeigt das Zusammenwirken des Mikrocomputers mit dem Ausgangssignal des SDA 2008. In **Bild 4.7.5** sind zum besseren Verständnis der Zeitzusammenhänge am Beispiel des Befehls 77 die Zeichen mit jeweils 64 ALE-Impulse in Zusammenhang gebracht.

In der gezeigten Kombination können bis zu 126 Befehle, d.h. fast der volle 7-Bit-ASCII-Code mit einer Geschwindigkeit von bis zu 25 Zeilen/Sek. eingegeben werden.

Bild 4.7.6 zeigt das Listing der Unterprogramme SCAN, IN7BIT und UPWAIT.

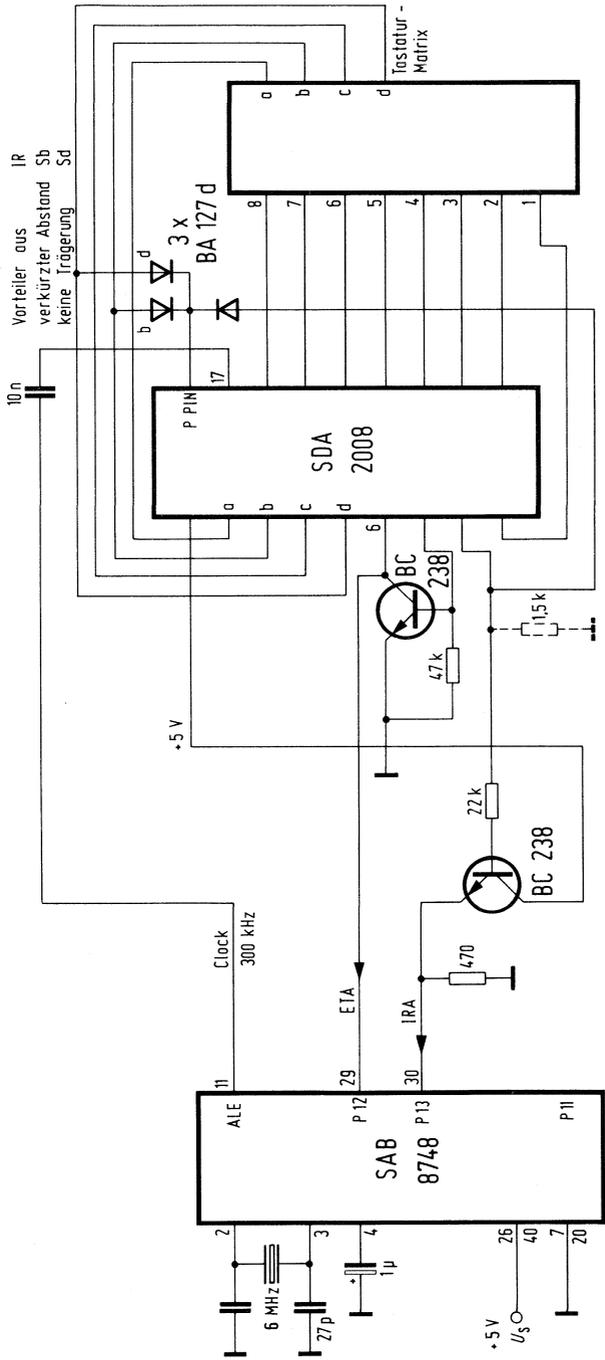


Bild 4.7.1

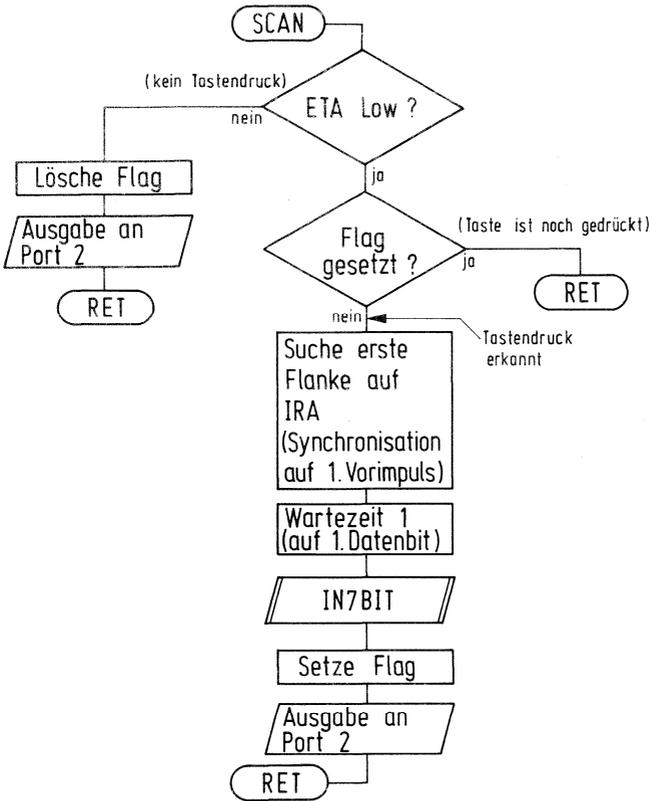


Bild 4.7.2a

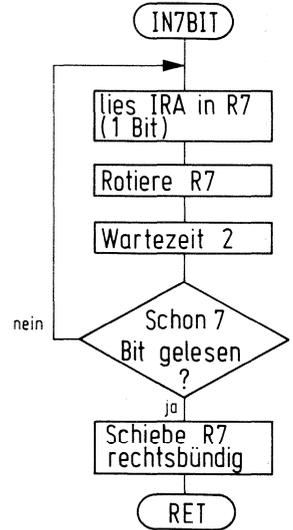


Bild 4.7.2b

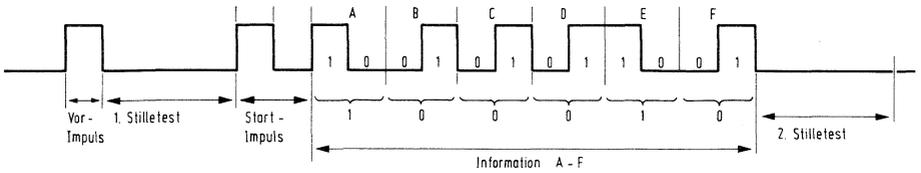


Bild 4.7.3

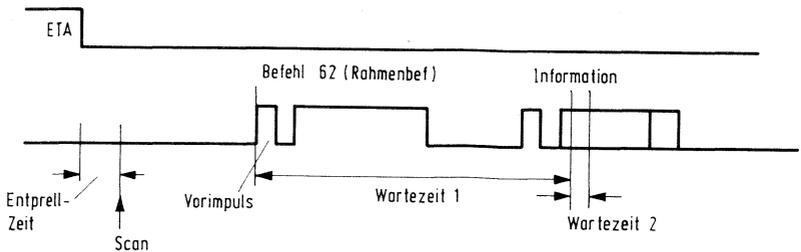


Bild 4.7.4

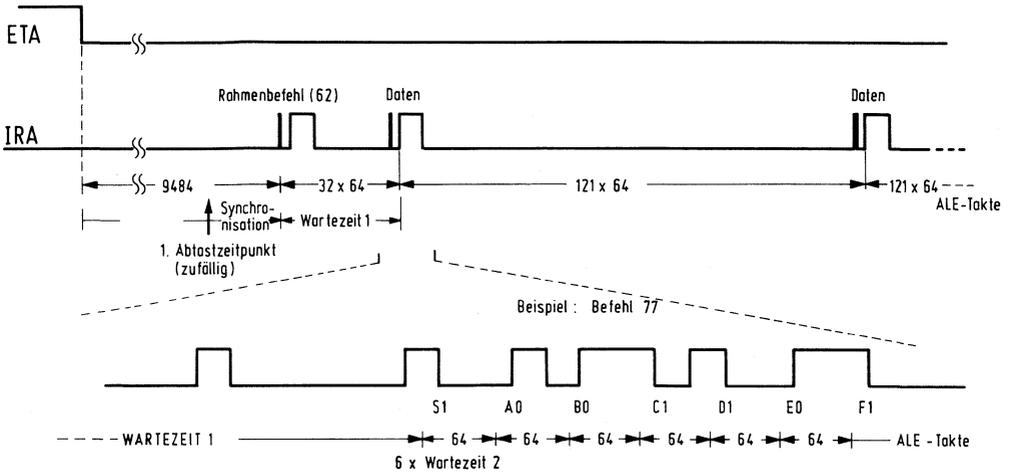


Bild 4.7.5

LOC	OBJ	SEQ	SOURCE STATEMENT
		1	***** PROGRAM SCAN *****
		2	;
		3	;
		4	;
		5	;
		6	;
		7	;
		8	;
		9	;
		10	;
		11	;
		12	;
		13	;;FESTLEGUNG VON KONSTANTEN:
0002		14	ETA SET 2 ; ETA LIEGT AN BIT2 / PORT1
0003		15	IRA SET 3 ; IRA LIEGT AN BIT3 / PORT1
		16	;
		17	;
		18	;
0000 00		19	ARBEIT: NOP ;HIER STEHT DAS
0001 00		20	NOP ;ARBEITSPROGRAMM
0002 00		21	NOP ;
		22	;
		23	;
		24	;;MODUL ZUR ABFRAGE VON ETA. SOLANGE ETA=1 IST,WIRD NICHTS UNTERNOHMEN
0003 140C		25	CALL SCAN ;
		26	;
		27	;
0005 0400		28	JMP ARBEIT ;
		29	;
		30	;
		31	*****
		32	;
		33	;; SUBROUTINEN
		34	;
0007 E807		35	UPWAIT: DJNZ R0,UPWAIT ;
0009 E907		36	DJNZ R1,UPWAIT ;
000B 83		37	RET ;
		38	;
		39	;;
000C 09		40	SCAN: IN A,P1 ;
000D 5304		41	ANL A,#1 SHL ETA ;
000F C617		42	JZ TASTE ; WENN ETA=0, DANN TASTE GEDRUECKT
0011 FF		43	MOV A,R7 ;
0012 537F		44	ANL A,#7FH ;LOESCHE FLAG
0014 AF		45	MOV R7,A ;
0015 3A		46	OUTL P2,A ;
0016 83		47	HALTEN: RET ;
		48	;
0017 FF		49	TASTE: MOV A,R7 ;
0018 F216		50	JB7 HALTEN ;WENN FLAG GESETZT, DANN BEF. SCHON GELESEN
		51	;
		52	;;WARTE AUF ERSTEN VORIMPULS:

Bild 4.7.6

Fortsetzung siehe nächste Seite

LOC	OBJ	SEQ	SOURCE STATEMENT
001A	09	53	WAIT: IN A,P1 ;
001B	5300	54	ANL A,#1 SHL IRA ;
001D	C61A	55	JZ WAIT ;
		56	;VORIMPULS ANGEKOMMEN !! WARTEN AUF ERSTES DATEN-BIT:
001F	B858	57	MOV R0,#50H ;
0021	B905	58	MOV R1,#5 ;
0023	1407	59	CALL UPWAIT ;
0025	142D	60	CALL IN7BIT ; EINLESEN
0027	FF	61	MOV A,R7 ;
0028	4300	62	ORL A,#00H ;SETZE FLAG
002A	AF	63	MOV R7,A ;
002B	3A	64	OUTL P2,A ;
002C	83	65	RET ;
		66	;
		67	;
002D	BF00	68	IN7BIT: MOV R7,#0 ;
002F	BA07	69	MOV R2,#7 ;
0031	09	70	BIT: IN A,P1 ;
0032	5300	71	ANL A,#1 SHL IRA ;
0034	2F	72	XCH A,R7 ;
0035	E7	73	RL A ;
0036	4F	74	ORL A,R7 ;
0037	2F	75	XCH A,R7 ;
		76	;
0038	B816	77	MOV R0,#16H ;
003A	B901	78	MOV R1,#1 ;
003C	1407	79	CALL UPWAIT ;
		80	;
003E	EA31	81	DJNZ R2,BIT ;
0040	2F	82	XCH A,R7 ;
		83	REPT IRA ;
		84	RR A ;
		85	ENDM ;
0041	77	86+	RR A ;
0042	77	87+	RR A ;
0043	77	88+	RR A ;
0044	2F	89	XCH A,R7 ;
0045	83	90	RET ;
		91	;
		92	;
		93	END

USER SYMBOLS

ARBEIT 0000 BIT 0031 ETA 0002 HALTEN 0016 IN7BIT 002D IRA 0003 SCAN 000C TASTE 0017
 UPWAIT 0007 WAIT 001A

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

Bauteile-Liste zu Schaltung 4.7.1

Bauteil		Bestellnummer
1	Mikrocomputer	SAB 8048-P oder SAB 8748-D
		Q67120-C32-D113 Q67120-C37-D88
1	Infrarot-Fernsteuer- System-Sender	SDA 2008
		Q67100-Y503
2	Transistoren	BC 238
		Q62702-C698
3	Dioden	BA 127D
		Q60201-X127-D9
1	Schwingquarz	6 MHz
		—
2	Keramikkondensatoren	27 pF/63 V
		B38062-J6270-G6
1	Keramikkondensator	10 nF/63 V
		B37448-N6103-S2
1	Elektrolytkondensator	1 μ F/40 V
		B41313-A7105-V
1	Widerstand	470 Ω /0,5 W
		B51261-Z4471-J1
1	Widerstand	15 k Ω /0,5 W
		B51261-Z4153-J1
1	Widerstand	22 k Ω /0,5 W
		B51261-Z4223-J1
1	Widerstand	47 k Ω /0,5 W
		B51261-Z4473-J1

4.8 Uhrenmodul mit täglich wiederkehrendem Alarm

Der Uhrenmodul LZC 085102 B löst normalerweise in Abhängigkeit von Uhrzeit und Datum einen Alarm nur einmal aus. Will man am nächsten Tag zur gleichen Zeit den Alarm wiederholen, mußten bisher die Tasten S3 und S4 gleichzeitig gedrückt werden.

Die Schaltung in **Bild 4.8** übernimmt nun automatisch das Drücken der beiden Tasten, welche durch den Transistor BC 307 überbrückt werden. Die Ansteuerung des Transistors erfolgt mit der abfallenden Flanke des Schaltsignales über das Differenzglied C_1/R_2 . Dabei entlädt sich der zunächst auf $+U_s$ aufgeladene Kondensator C_2 , wodurch eine Selbstsperrung des Transistors eintritt.

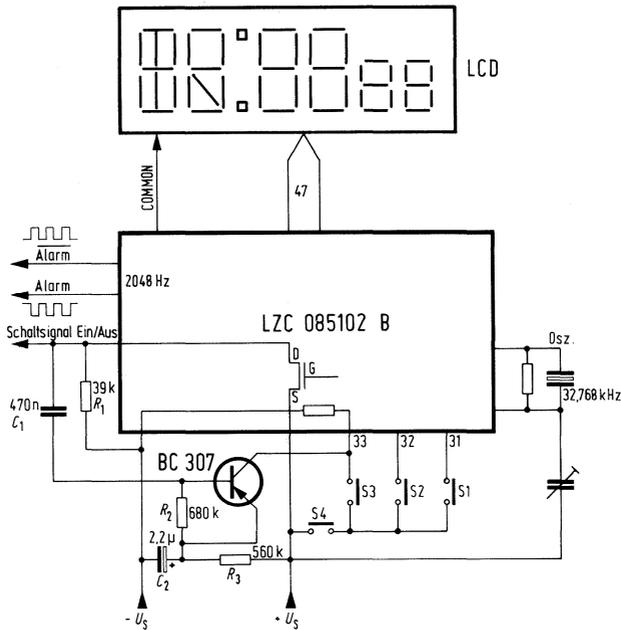


Bild 4.8

Bauteileliste zu Schaltung 4.8

Bauteil		Bestellnummer
1 Uhrenmodul	LZC 085102 B	Q29-X99
1 PNP-Siliziumtransistor	BC 307	Q62702-C703
1 MKH-Schichtkondensator	470 nF/100 V	B32560-D1474-J
1 Elektrolytkondensator	2,2 μF/25 V	B41313-A5225-V
1 Widerstand	39 kΩ/0,5 W	B51261-Z4393-J1
1 Widerstand	460 kΩ/0,5 W	B51261-Z4461-G
1 Widerstand	480 kΩ/0,5 W	B51261-Z4481-G

5. Optoschaltungen

5.1 Vierstellige Programm- und Kanalanzeige mit seriellem Dateneingang für Fernsehgeräte

Bild 5.1.1 zeigt das Blockschaltbild des LED-Anzeigentreibers SDA 2004¹⁾. Die Informationen werden seriell über die Leitung IFO eingegeben. Die Schaltung kann zweimal 8 Bit in zwei getrennte Schieberegister einlesen. Das obere Schieberegister ist den Digits 1 und 2, das untere Schieberegister den Digits 3 und 4 zugeordnet. Nach Aktivieren der Freigabeleitung EN übernimmt das obere Register mit dem Takt C_{PR} jeweils ein Bit mit der fallenden Flanke des Schiebetaktes. Für das untere Schieberegister ist der Takt C_{KA} zuständig. Mit der fallenden Flanke des Freigabesignales wird der Inhalt der Schieberegister in zwei Zwischenspeicher übernommen. Die angeschlossene vierstellige LED-Anzeige arbeitet im Multiplex-Betrieb. An die Anoden der LEDs gelangt die Segment-Information a bis g. Die verschiedenen Digits werden mit den Auswahlsignalen $\overline{D11}$ bis $\overline{D14}$ freigegeben. $\overline{D11}$ ist der linken Anzeigestelle, $\overline{D14}$ der rechten Anzeigestelle zugeordnet. Ein interner Taktgenerator bedient den Multiplexer und die Digit-Auswahlausgänge. Durch Verbinden des Einganges $\overline{4D1}$ mit Masse arbeitet der Multiplexer nur für die Digits 1 und 2. Das Tastverhältnis für den Takt des Multiplexers wird dabei mit umgeschaltet.

Die LED-Segmente müssen über Strombegrenzungs-Widerstände (ca. 150 Ω) angeschlossen werden (siehe **Bild 5.1.2**).

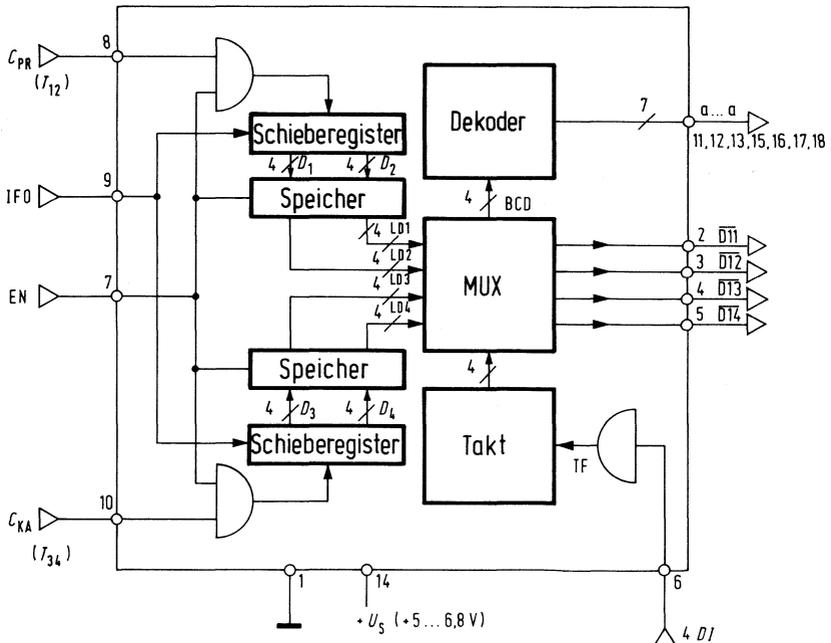


Bild 5.1.1

¹⁾ Der LED-Anzeigentreiber dient zur Ansteuerung von Displays mit gemeinsamer Kathode.

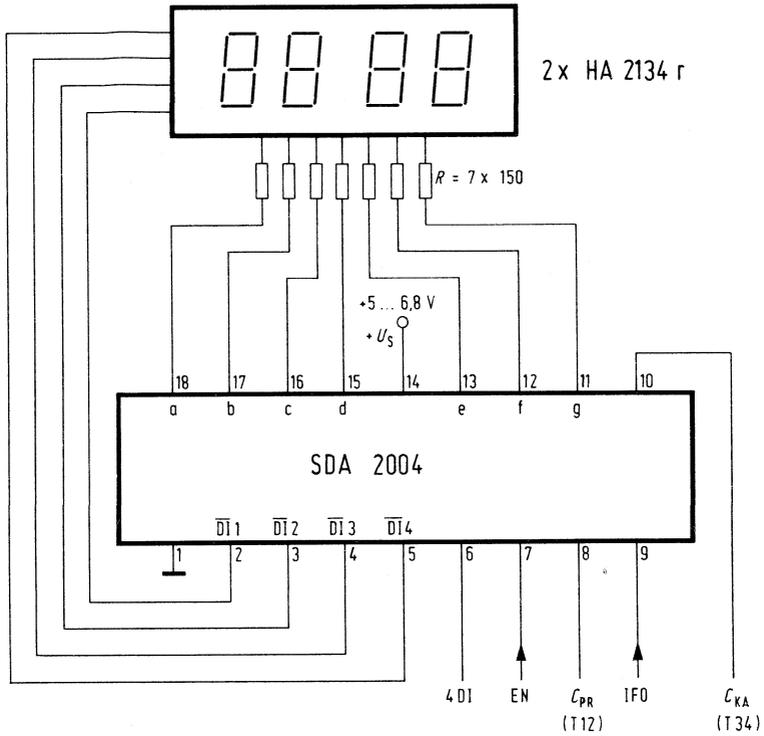


Bild 5.1.2

Bauteile-Liste zu Schaltung 5.1.2

Bauteil		Bestellnummer
1 LED-Anzeigentreiber	SDA 2004	Q67000-Y501
2 LED-Displays	HA 2134 r	Q30-X4-V
7 Widerstände	150 Ω /0,5 W	B51261-Z4151-J1

5.2 Infrarot-Reflexlichtschranke mit SFH 400 und TDA 4050

Die Schaltung arbeitet mit der besonders stark bündelnden IR-Diode SFH 400 als Sender. Als Empfänger-Vorverstärker ist der TDA 4050 eingesetzt. Die Reichweite bei Verwendung eines Tripel-Spiegels mit einer Fläche von ca. 20 cm² als Reflektor ist minimal 10 m. Das zulässige Umlicht kann bei Einstrahlung in Achsenrichtung bis zu 200 Lux (Glühlicht) betragen. Dies entspricht einer mit 50 klx beleuchteten weißen Fläche im gesamten Akzeptanzbereich des Empfängers. Sender und Empfänger können im gleichen Gehäuse untergebracht werden. Die Schaltung ist insbesondere zur Decodierung schnell veränderlicher Code-Muster (z.B. vorbeilaufende Strichraster), sowie als Strahlschranke geeignet.

Im Gegensatz zu IR-Fernsteuerungen werden bei IR-Reflexlichtschranken sehr schmale Sende- und Empfangscharakteristiken benötigt. Ferner ist wegen der hier geforderten kurzen Reaktionszeit ein kontinuierliches Sendersignal nötig. Demzufolge sind auch keine so hohen Impulsströme wie bei den Fernbedienungen möglich, da sonst die Sendedioden thermisch überfordert wären.

Sender

Eine Schaltung aus 2 CMOS-NAND-Gliedern (**Bild 5.2.1**) erzeugt eine Rechteck-Schwingung mit einer Frequenz von ca. 30 kHz. Das Tastverhältnis wurde mit 4:1 gewählt. Es ergibt sich hiermit erfahrungsgemäß ein guter Wirkungsgrad. Um das gewünschte Puls-Pause-Verhältnis zu erreichen, wurde der Umladewiderstand teilweise durch eine Diode überbrückt. Die 30 kHz-Trägerschwingung wird durch ein zweites Gatterpaar mit 1 kHz moduliert. Werden vorbeilaufende Strichraster decodiert, kann diese Modulation entfallen, da die Modulation dann durch das Objekt selbst erfolgt.

Eine Darlington-Stufe mit BC 875 treibt die Sendediode mit Spitzenströmen zwischen 200 und 250 mA. Es ergibt sich ein mittlerer Diodenstrom von rund 25 mA. Ohne Modulation steigt der mittlere Diodenstrom auf den doppelten Wert an.

Empfänger

Das von der Fotodiode BP 104 (**Bild 5.2.2**) empfangene IR-Signal wird durch eine Transistorstufe um 20 dB verstärkt. Die Verstärkung wird sowohl durch den Kollektorwiderstand von 4,7 k Ω , als auch durch den wechselstrommäßig parallel liegenden Eingangswiderstand des TDA 4050 von ca. 1,8 k Ω bestimmt. Die Koppelkapazität (22 nF) und das im Ermittlerzweig liegende RC-Glied schwächen die tiefen Frequenzen, vor allem die bei Kunstlicht vorhandenen 50 und 100 Hz-Komponenten stark ab.

Die integrierte Schaltung TDA 4050 arbeitet mit einer Verstärkung von ca. 60 dB zwischen Eingang und Ausgang. Zur Bandbegrenzung ist zwischen Anschluß 4 und 5 ein aktives Filter, bestehend aus einem Doppel-T-Glied, geschaltet. Die Bandbreite wird damit auf etwa 10 kHz begrenzt.

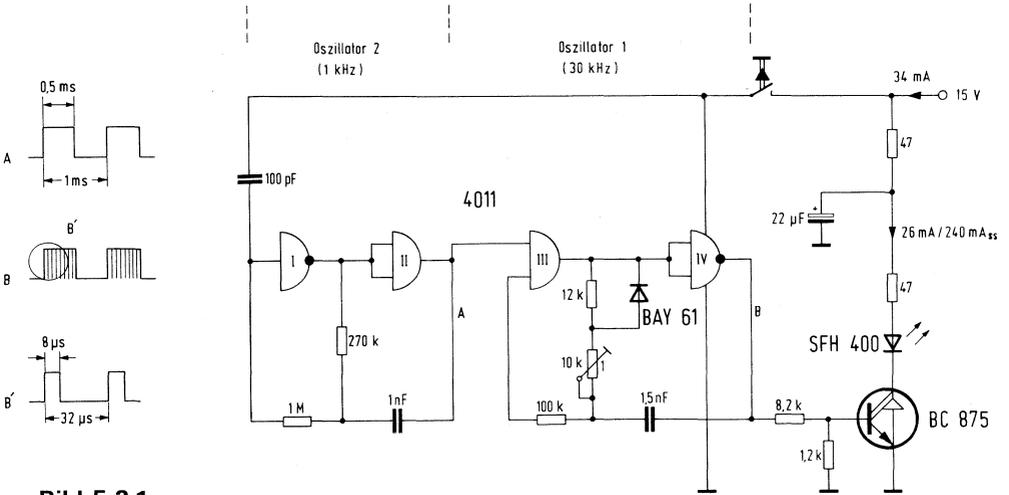


Bild 5.2.1

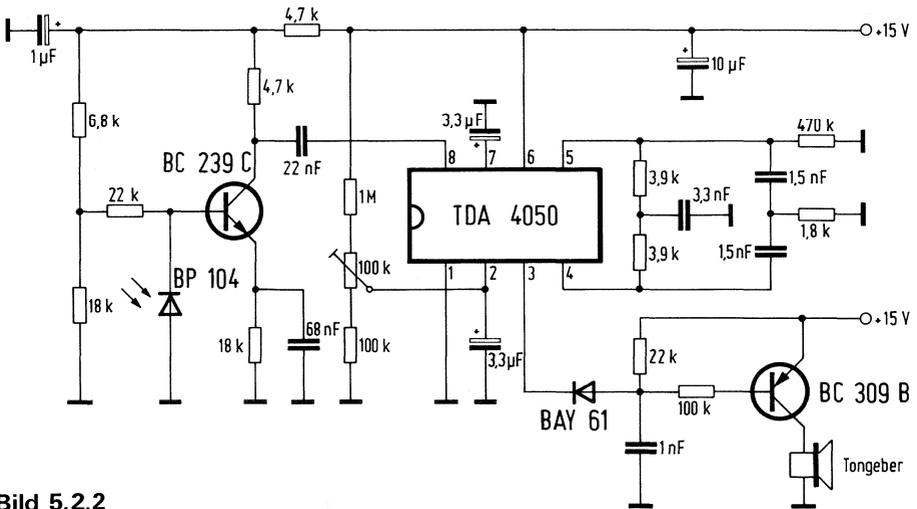


Bild 5.2.2

Die Verstärkung des TDA 4050 hängt vom Potential am Regeleingang (Anschluß 2) ab. Normalerweise hängt an diesem Anschluß nur ein Kondensator, an dem sich eine Spannung von 1 V ohne Signal aufbaut. In der Schaltung nach **Bild 5.2.2** wird über einen Spannungsteiler eine Grundspannung von 1,85 V eingestellt und damit die Verstärkung um etwa 20 dB herabgesetzt. Dies ist in diesem Anwendungsbeispiel notwendig, weil sonst bei der erhöhten Verstärkung am Ausgang kurzzeitige Spitzen durch den Regelvorgang entstehen, die die Funktion stören würden. Trotz Einstellung der Grundverstärkung am Anschluß 2 bleibt die automatische Regelung

erhalten. Eine Übersteuerung des Empfängers wird dadurch vermieden. Durch unterschiedliche Lade- und Entladewiderstände in der inneren Schaltung des TDA 4050 erfolgt eine Regelung in Richtung kleiner Verstärkung sehr schnell, in Richtung größerer Verstärkung jedoch relativ langsam. Die Regelzeitkonstante selbst wird durch den an Anschluß 2 angeschalteten Kondensator bestimmt.

Überschreitet das Eingangssignal an der Fotodiode einen Signalstrom von 5 nA_{ss} , wird der Ausgang am Anschluß 3 nach Minus gezogen.

Akustische Anzeige und Auswertung

Will man das Empfangssignal auch akustisch anzeigen, wird Anschluß 3 mit einer Auswertschaltung in Form eines Tongebers verbunden. Sie besteht beispielsweise aus einem Lautsprecher mit einem Transistor BC 309. Man kann mit dieser Schaltung auch sehr leicht feststellen, wann man in die Gegend der Grenzbereichweite kommt, da dann der Ton unsauber wird.

Optik

Für den Empfänger wurde eine Sammellinse mit $15 \text{ mm}\varnothing$ und 30 mm Brennweite verwendet. Dadurch ergibt sich eine 30mal größere effektive Empfängerfläche wie mit der Fotodiode BP 104 allein. Gleichzeitig wird der Akzeptanzwinkel auf etwa $\pm 3^\circ$ beschränkt. Mit einer Vergrößerung des Linsendurchmessers würde die Reichweite proportional zunehmen. Eine gleichzeitige Vergrößerung der Brennweite schränkt jedoch den Akzeptanzwinkel weiter ein.

Senderseitig wird keine zusätzliche Optik verwendet. Es werden jedoch die parasitären Strahlungsreste außerhalb des eigentlichen Öffnungswinkels durch einen innen geschwärzten Tubus unwirksam gemacht.

Elektrischer Aufbau

Der Sender muß gegenüber dem Empfänger gut abgeschirmt sein, damit keine Einstreuungen in den hochempfindlichen Empfängereingang erfolgen können. Die elektrische Trennung über die Leitungen ist mit den angegebenen Siebgliedern ausreichend.

Technische Daten

a) Sender

Stromverbrauch bei $U_s = 15\text{ V}$	
unmoduliert	60 mA
mit 1 kHz-Modulation, Tastverhältnis 0,5	34 mA
Trägerfrequenz (Rechteckschwingung)	30 kHz
Träger-Tastverhältnis	0,25
Träger-Pulsspitzen-Strahlstärke	100 mW/sr
Opt. Wellenlänge	950 nm
Öffnungskegel (Halbwinkel)	6°

b) Empfänger

Stromverbrauch bei $U_s = 15\text{ V}$	
ohne Auswerteschaltung	10 mA
Auswerteschaltung allein	18 mA
Akzeptanzwinkel mit Linse $D = 15\text{ mm}$, $f = 30\text{ mm}$	$\pm 3^\circ$
Mittelfrequenz	30 kHz
Bandbreite (3 dB)	10 kHz
Min. Pulsspitzenleistung auf Diode BP 104	10 nW
Max. Modulationsfrequenz	
normale Empfindlichkeit	5 kHz
eingeschränkte Empfindlichkeit	10 kHz
Regelbereich	60 dB
Max. Störlicht (Glühlicht in Achsenrichtung)	200 Lux

c) Gesamtschaltung

Stromverbrauch bei $U_s = 15\text{ V}$	max. 70 mA ¹⁾
Reichweite mit einfachen Tripelspiegeln als Reflektor	
Reflektorgröße 20 cm ²	ca. 12 m
Reflektorgröße 1 000 cm ²	ca. 80 m
Reichweite mit hochwertigem Pentagonprisma als Reflektor	
Reflektorgröße 25 cm ²	ca. 20 m

¹⁾ Ohne Modulation und Auswerteschaltung

Bauteile-Liste zu Schaltung 5.2

Bauteil		Bestellnummer
Sender		
1 Nand-Gatter	4011 PC	Q67100-H792
1 Darlington-Transistor	BC 875	Q62702-C853
1 IR-Sendediode	SFH 400/II	Q62702-P783
1 Silizium-Diode	BAY 61	Q62702-A389
1 Kondensator	100 pF	B38066-J6101-G6
1 Kondensator	1 nF	B37062-A6102-K6
1 Kondensator	1,5 nF	B37062-A6152-K
1 Elektrolytkondensator	22 μ F	B41283-C8226-T
2 Widerstände	47 Ω /0,5 W	B51261-Z4470-J1
1 Widerstand	1,2 k Ω /0,5 W	B51261-Z4122-J1
1 Widerstand	8,2 k Ω /0,5 W	B51261-Z4822-J1
1 Widerstand	12 k Ω /0,5 W	B51261-Z4123-J1
1 Widerstand	100 k Ω /0,5 W	B51261-Z4104-J1
1 Widerstand	270 k Ω /0,5 W	B51261-Z4274-J1
1 Widerstand	1 M Ω /0,5 W	B51261-Z4105-J1
1 Einsteller	10 k Ω	
Empfänger		
1 Integrierte Schaltung	TDA 4050 B	Q67000-A1373
1 Transistor	BC 239 C	Q62702-C282
1 Transistor	BC 309 B	Q62702-C289
1 Fotodiode	BP 104	Q62702-P84
1 Diode	BAY 61	Q62702-A389
1 Kondensator	1 nF	B37062-A6102-K6
2 Kondensatoren	1,5 nF	B37062-A6152-K
1 Kondensator	3,3 nF	B37062-A6332-K
1 Kondensator	22 nF	B37449-F6223-S2
1 Kondensator	68 nF	B32509-A683-M
1 Elektrolytkondensator	1 μ F	B41313-A7105-V
2 Tantal-Elektrolytkonden- satoren	3,3 μ F	B45170-E4335-M
1 Elektrolytkondensator	10 μ F	B41313-A7106-T
1 Widerstand	1,8 k Ω /0,5 W	B51261-Z4182-J1
2 Widerstände	3,9 k Ω /0,5 W	B51261-Z4392-J1
2 Widerstände	4,7 k Ω /0,5 W	B51261-Z4472-J1
1 Widerstand	6,8 k Ω /0,5 W	B51261-Z4682-J1
2 Widerstände	18 k Ω /0,5 W	B51261-Z4183-J1
2 Widerstände	22 k Ω /0,5 W	B51261-Z4223-J1
2 Widerstände	100 k Ω /0,5 W	B51261-Z4104-J1
1 Widerstand	470 k Ω /0,5 W	B51261-Z4474-J1
1 Widerstand	1 M Ω /0,5 W	B51261-Z4105-J1
1 Einsteller	100 k Ω	

5.3 Einfach-Infrarot-Fernsteuerung mit geringem Stromverbrauch

Zur drahtlosen Ausführung von Schaltvorgängen kann eine sehr einfache Fernsteuerung dienen. Das IR Signal besteht aus einem 20 kHz-Burst von ca. 1 ms Dauer. Um eine gute Störsicherheit gegenüber Umlicht und Lichtblitzen zu erreichen, wird empfängerseitig ein Integrierglied verwendet, das erst nach Eintreffen mehrerer unmittelbar aufeinanderfolgender Impulse einen Trigger-Impuls abgibt.

Sender

Ein aus zwei CMOS-NAND-Gliedern (**Bild 5.3.1**) aufgebauter Oszillator hat eine Eigenfrequenz von ca. 20 kHz. Die Schwingung wird unterbrochen, solange der Ausgang von Gatter 2 auf L liegt. Nach Drücken der Taste T erhält der Eingang von Gatter 1 und damit auch der Ausgang von Gatter 2 H-Potential und der Oszillator beginnt zu schwingen. Nach einer Zeit, die durch die Zeitkonstante des Gliedes $R_1 C_1$ bestimmt wird, unterschreitet die Spannung am Eingang von Gatter 1 die H-Ansprechschwelle. Damit wird die Schwingung unterbrochen. Die Zeitkonstante von $R_1 C_1$ ist so dimensioniert, daß der Schwingungszug (Burst) eine Länge von 1 ms hat. Der Kondensator von 1 nF am Ausgang des Gatters 1 dient zur Unterdrückung von Störspitzen beim Einschalten.

Durch die Schwingung am Ausgang von G_4 wird der Darlington-Transistor BC 875 periodisch leitend gesteuert. Die Sendedioden LD 271 führen dabei Spitzenströme bis zu 1 A. Die Energie wird während der 1 ms von dem 470 μ F Elko geliefert. Seine Spannung sinkt während des Burstes um rund 1 V ab.

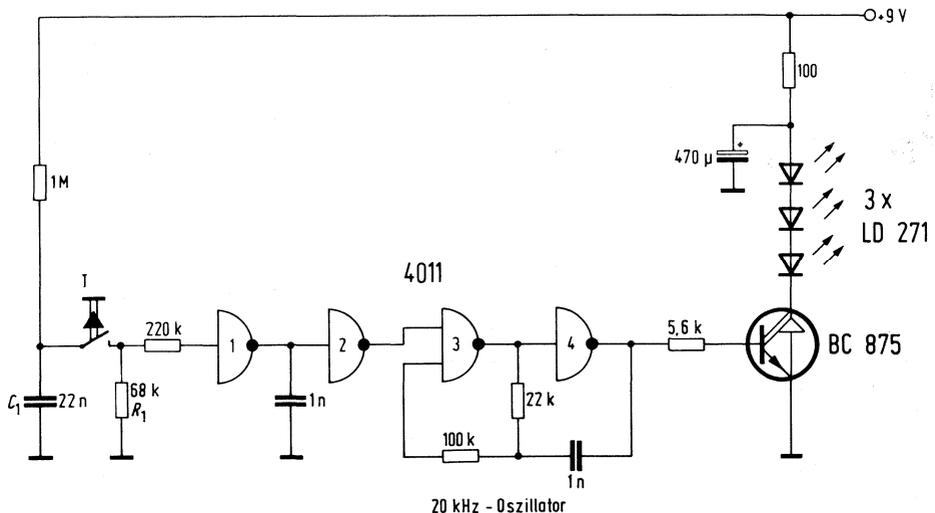


Bild 5.3.1

Empfänger

Die Fotodiode BP 104 mit integriertem IR-Filter arbeitet auf einem Widerstand von 56 k Ω als Außenwiderstand (**Bild 5.3.2**). Dieser Widerstand ist bei normalem Umlicht noch genügend niederohmig, um keinen störenden Spannungsabfall zu erzeugen. Die erste nachfolgende Verstärkerstufe ist als Emitter-Folger geschaltet und hat einen Eingangswiderstand von ca. 1 M Ω . Zusammen mit der zweiten Stufe ergibt sich eine etwa 100fache Verstärkung. Der Gleichstrom-Arbeitspunkt wird durch eine Gegenkopplung stabilisiert. Die nächsten beiden Stufen, die ebenfalls in die Gegenkopplung einbezogen sind, verstärken das Signal nochmals um den Faktor 100.

Das insgesamt um den Faktor 10000 verstärkte Eingangssignal wird anschließend einer Gleichrichterschaltung mit Integration zugeführt. Bei jedem Impuls wird der 10 nF-Kondensator um einen gewissen, vom Verhältnis der Kapazitäten (680 pF und 10 nF) abhängigen Spannungswert aufgeladen. Sobald der Schwellwert des nach der Gleichrichtung folgenden Transistors BC 308 erreicht ist, entsteht an dessen Kollektor eine positive Schaltflanke, die über die 4 Inverter noch versteilert wird. Die Flanke triggert das als Monoflop nachgeschaltete JK-Flip-Flop 4027. An seinem Ausgang steht ein sauberer Impuls für die Umschaltung des folgenden Flip-Flops 4027 zur Verfügung. Die antivalenten Ausgänge werden hier zum Steuern einer roten bzw. einer grünen Leuchtdiode verwendet.

Technische Daten

Sender

Betriebsspannung	9 V
Impulsdauer (Einzelimpuls)	ca. 1 ms
Trägerfrequenz	\approx 20 kHz
Spitzenstrom	ca. 1 A

Empfänger

Betriebsspannung	9 V
Stromverbrauch (ohne LED)	2 mA
Mittelfrequenz	\approx 20 kHz
Verstärkung	ca. 80 dB
Reichweite	\geq 15 m

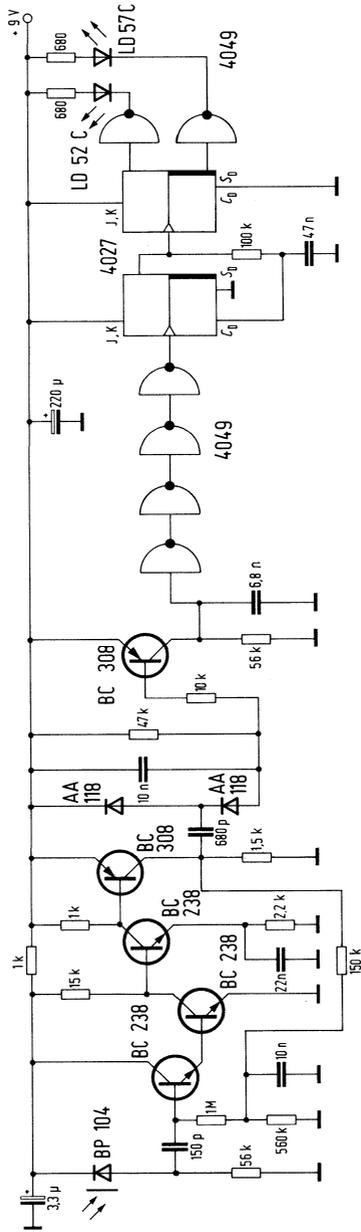


Bild 5.3.2

Bauteile-Liste zu Schaltungen

Sender 5.3.1

Bauteil		Bestellnummer
1 C-MOS 4-fach NAND-Gatter	4011 PC	Q67100-H792
3 Sendedioden	LD 271	Q62703-Q148
1 Transistor	BC 875	Q62702-C853
2 MKT-Kondensatoren	1 nF/100 V	B32510-D6102-K
1 Keramikkondensator	22 nF/63 V	B37449-F6223-S2
1 Al-Elektrolytkondensator	470 μ F/10 V	B41283-A3477-T
1 Widerstand	100 Ω /0,5 W	B51261-Z4101-J1
1 Widerstand	4,6 k Ω /0,4 W	B54311-A462-F402
1 Widerstand	22 k Ω /0,5 W	B51261-Z4223-J1
1 Widerstand	68 k Ω /0,5 W	B51261-Z4683-J1
1 Widerstand	100 k Ω /0,5 W	B51261-Z4104-J1
1 Widerstand	220 k Ω /0,5 W	B51261-Z4224-J1
1 Widerstand	1 M Ω /0,5 W	B51261-Z4105-J1

Empfänger 5.3.2

Bauteil		Bestellnummer
1 C-MOS JK-Flip-Flop	4027 PC	Q67100-J536
1 C-MOS Hex-Inverter	4049 DC	Q67100-H980
1 Fotodiode	BP 104	Q62702-P84
3 Transistoren	BC 238	Q62702-C698
2 Transistoren	BC 308	Q62702-C704
2 Germaniumdioden	AA 118	Q60101-X118
1 Leuchtdiode	LD 57 C	Q62703-Q100-S4
1 Leuchtdiode	LD 52 C	Q62703-Q160
2 Keramikkondensatoren	10 nF/63 V	B37449-N6103-S2
1 Keramikkondensator	22 nF/63 V	B37449-F6223-S2
1 MKT-Kondensator	47 nF/100 V	B32510-D1473-K
1 Tantal-Elektrolytkondensator	3,3 μ F	B45170-E4335-M
1 Al-Elektrolytkondensator	220 μ F/10 V	B41283-C3227-T
1 Schalter		-
2 Widerstände	680 Ω /0,5 W	B51261-Z4681-J1
2 Widerstände	1 k Ω /0,5 W	B51261-Z4102-J1
1 Widerstand	1,5 k Ω /0,5 W	B51261-Z4152-J1
1 Widerstand	2,2 k Ω /0,5 W	B51261-Z4222-J1
1 Widerstand	10 k Ω /0,5 W	B51261-Z4103-J1
1 Widerstand	15 k Ω /0,5 W	B51261-Z4153-J1
1 Widerstand	47 k Ω /0,5 W	B51261-Z4473-J1
2 Widerstände	56 k Ω /0,5 W	B51261-Z4563-J1
1 Widerstand	100 k Ω /0,5 W	B51261-Z4104-J1
1 Widerstand	150 k Ω /0,5 W	B51261-Z4154-J1
1 Widerstand	650 k Ω /0,5 W	B51261-Z4651-G
1 Widerstand	1 M Ω /0,5 W	B51261-Z4105-J1

5.4 Solarzellen-Generator für zeigerlose Belichtungskontrolle in Kameras

Belichtungsmesser arbeiten üblicherweise mit einem Drehspulinstrument. Mit einer Feldeffekt-Flüssigkristallanzeige, einem Solar-Generator mit 2 Fotoelementen BPY 64 kann eine vollelektronische Helligkeitskontrolle ohne mechanisch bewegte Teile durchgeführt werden. Der Umschlagpunkt der Anzeige wird bei einer Beleuchtungsstärke von 100 Lux (Farbtemperatur 2850 K) erreicht. Damit ist eine Belichtungsanzeige für Billigkameras ohne Batterie möglich.

Schaltung

Voraussetzung ist ein Oszillator, der bereits bei Spannungen unter 100 mV anschwingt. Zwei Fotoelemente BPY 64 speisen einen Sperrschwinger mit dem Transistor AC 121 VII (**Bild 5.4**). Wegen der bei niedrigen Beleuchtungsstärken geringen zur Verfügung stehenden Fotospannung mußte ein Germaniumtransistor mit niedriger Schwellenspannung verwendet werden. Im Betrieb ist der Transistor zunächst leitend, so daß sich in der Primärwicklung des Transformators Tr ein magnetisches Feld aufbauen kann. Über die Sekundärwicklung wird im Basiskreis eine Gegenspannung induziert, die schließlich den Transistor sperrt. In diesem Moment bricht das Spulenfeld zusammen. Der dabei zwischen Kollektor und Basis kurzzeitig auftretende hohe Potentialunterschied beträgt am Umschlagpunkt der Flüssigkristallanzeige etwa 5 V. Um eine zu starke Bedämpfung des Basiskreises durch die Kapazität der Anzeige zu verhindern, sind zwei Dioden in Reihe zur LCD geschaltet. Die Impulsbreite des Sperrschwingersignales wird im wesentlichen von der Eigeninduktivität und Eigenkapazität der Spule bestimmt, während die Wiederholfrequenz von der Zeitkonstante des Basiskreises abhängt. Ein Optimum der Ausgangsspannung ergibt sich bei einer Wiederholfrequenz von ca. 3 kHz. Die Schwingungen setzen bei einer Kollektorspannung U_{CE} von -60 mV und einem mittleren Strom $I_C = 30$ μ A ein.

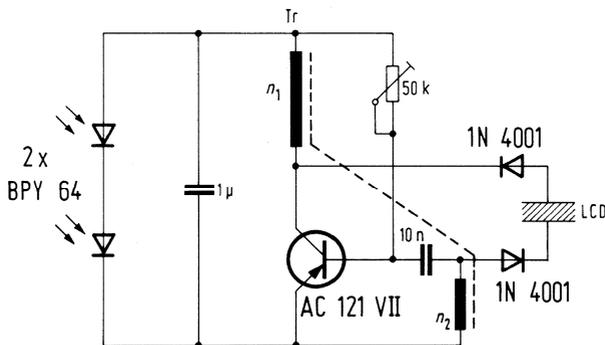


Bild 5.4

Bauteile-Liste zu Schaltung 5.4

Bauteil		Bestellnummer
2 Fotoelemente	BPY 64 P	Q60215-Y67
1 Transistor	AC 121 VII	Q60103-G121
2 Siliziumdioden	1 N 4001	C66047-Z1306-A21
1 Flüssigkristallanzeige	(nach Anforderung)	–
1 MKT-Kondensator	10 nF/63 V	B32509-A103-M
1 Elektrolytkondensator	1 μ F/25 V	B43286-C4105-T
1 Einsteller	50 k Ω	–
1 Transformator, bestehend aus Schalenkern nach		B65541-K000-R030

Wickeldaten des Sperrschwingertrafos:

Schalenkern 14 \times 8 Werkstoff N30 (B65541-K0000-R030)

$N_1 = 666$ Wdg 0,07 CuL, $N_2 = 333$ Wdg 0,07 CuL, $L_1 = 1,8$ H

5.5 Blinkdiode mit niedrigem Stromverbrauch

Für batteriebetriebene Geräte wird oft eine gut sichtbare und wenig Strom verbrauchende Einschalt-Anzeige gewünscht. Sie soll verhindern, daß bei Meßgeräten das Ausschalten vergessen wird. Handelsübliche Blinkdioden haben einen Stromverbrauch von 20 mA. Bei der Schaltung nach **Bild 5.5** kommt man mit einem Stromverbrauch von 200 μA aus. Der Strom kann noch weiter reduziert werden, wenn die Blinkfrequenz erniedrigt wird. Mit kurzen, kräftigen Lichtimpulsen, die in größerem Zeitabstand aufeinander folgen, kann mit wenig Leistung ein gut sichtbares Warnsignal erzeugt werden.

Die zu überwachende Spannung lädt über einen Widerstand von 22 k Ω einen Kondensator von 47 μF auf. Beim Erreichen eines durch die Eingangskennlinie und die beiden Dioden LD 35¹⁾ bestimmten Schwellwertes wird der Transistor BC 875 durchgeschaltet und die Leuchtdiode LD 32 C leuchtet auf. Durch den Stromverbrauch sinkt die Spannung am Kondensator C_1 . Nach ca. 1 ms hat der Eingang des ersten Inverters L-Pegel erreicht. Der Schalttransistor sperrt wieder. C_1 lädt sich erneut auf und der Vorgang wiederholt sich. Um den Stromverbrauch der CMOS-Schaltung zu reduzieren, wird in die Versorgungsleitung ein zusätzlicher Widerstand von 22 k Ω vorgeschaltet.

Da die Kennlinie der CMOS-Schaltung stark auf den Schwellwert eingeht, muß evtl. durch Reihenschaltung weiterer Dioden oder Weglassen einer Diode der Umschaltzeitpunkt korrigiert werden.

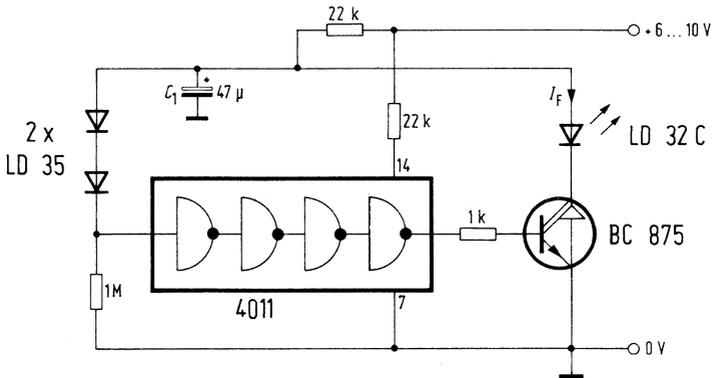


Bild 5.5

¹⁾ Es könnten auch mehrere Si-Dioden in Serie sein

Meßwerte:

Versorgungsspannung	$U_s = 9 \text{ V}$
Stromaufnahme	$I_s = 200 \text{ } \mu\text{A}$
Blinkfrequenz	1,6 Hz
Spitzenstrom der Lumineszenzdiode	100 mA
Tastverhältnis	0,002

Bauteile-Liste zu Schaltung 5.5

Bauteil		Bestellnummer
1 C MOS Nand Gatter (als Inverter geschaltet)	4011 PC	Q67100-H792
1 Transistor	BC 875	Q62702-C853
1 Leuchtdiode	LD 32 A	Q62703-Q194
2 Leuchtdioden	LD 35 A	Q62703-Q118-S1
1 Elektrolytkondensator	47 $\mu\text{F}/40 \text{ V}$	B41283-D7476-T
1 Widerstand	1 k Ω /0,5 W	B51261-Z4102-J1
2 Widerstände	22 k Ω /0,5 W	B51261-Z4223-J1
1 Widerstand	1 M Ω /0,5 W	B51261-Z4105-J1

5.6 Reglerschaltung für Solarzellen-Panel SFH 140-36¹⁾

In der praktischen Anwendung werden Solarzellen-Panele in der Regel mit Pufferbatterien betrieben. Die Reglerschaltung soll eine Überladung des Puffer-Akkus verhindern, wenn gerade zu wenig Laststrom der Anordnung entnommen wird. Die Schaltung (**Bild 5.6**) besteht aus einem Schmitt-Trigger mit nachgeschalteter Trennstufe, die das Schaltrelais treibt. Für den Schmitt-Trigger wurde eine Hysterese von 0,25 V vorgesehen. Sie kann durch Umdimensionierung des Widerstandes R_1 verändert werden. Die Ausschaltspannung der Anordnung beträgt 14 V, die Einschaltspannung 13 V. Damit wird sicher ein Überladen des Akkus verhindert. Wird die Ausschaltspannung des Schmitt-Triggers, die mit dem Einsteller P_1 justiert werden kann, erreicht, trennt der Kontakt r die Pufferbatterie von dem Solarzellen-Panel ab.

Der Gleichrichter BSY 26 verhindert eine Entladung der Pufferbatterie über die Solarzellen, wenn durch zu kleine Beleuchtungsstärken die Spannung des Solarzellen-Panels unter die Pufferbatteriespannung sinkt.

Stromaufnahme der Reglerschaltung:

Bei $U_s = 12 \text{ V}$ $I_s = 41 \text{ mA}$
 bei $U_s = 14 \text{ V}$ $I_s = 10 \text{ mA}$

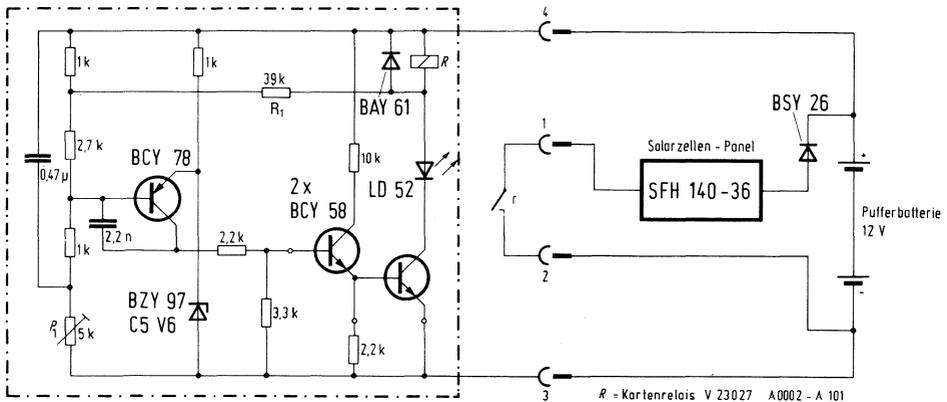


Bild 5.6

¹⁾ Komplexere Reglerschaltungen auf Anfrage lieferbar.

Bauteile-Liste zu Schaltung 5.6

Bauteil		Bestellnummer
1 Solarzellen-Panel	SFH 140-36	Q62702-P842-F1
2 Transistoren	BCY 58	Q60203-Y58
1 Transistor	BCY 78	Q60203-Y78
1 Lumineszenzdiode	LD 52 A	Q62703-Q157
1 Zenerdiode	BZX 97 C5V6	Q62702-Z1229-F82
1 Schottky-Diode	BYS 26	C67047-Z1325-A1
1 Diode	BAY 61	Q62702-A389
1 Keramikkondensator	2,2 nF/63 V	B37062-A6222-K6
1 Elektrolytkondensator	0,47 μ F/63 V	B41313-A8474-V
1 Kartenrelais		V23027-A0002-A101
1 Einsteller	5 k Ω	—
3 Widerstände	1 k Ω /0,5 W	B51261-Z4102-J1
2 Widerstände	2,2 k Ω /0,5 W	B51261-Z4222-J1
1 Widerstand	2,7 k Ω /0,5 W	B51261-Z4272-J1
1 Widerstand	3,3 k Ω /0,5 W	B51261-Z4332-J1
1 Widerstand	39 k Ω /0,5 W	B51261-Z4393-J1

5.7 Nachregelschaltung für Lichtschranken

Bei Lichtschranken tritt häufig das Problem auf, daß mit Alterung der Lumineszenzdioden und Fototransistoren ein Daueralarm auftritt, ohne daß die Lichtschranke unterbrochen ist. Die Schaltung nach **Bild 5.7** gleicht den lebensdauerbedingten Rückgang der Lumineszenzdioden-Strahlungsleistung durch Nachführen des Diodenstromes (bis max. 100 mA) aus. Damit ist eine konstante Ausgangsspannung hinter dem Fototransistor gewährleistet. Als Anfangsstrom durch die Lumineszenzdiode wird mit P_1 ein Strom von 50 mA eingestellt.

Der Emitter des Fototransistors ist über einen Widerstand mit dem invertierenden Eingang des Operationsverstärkers verbunden. Sinkt die Ausgangsspannung am Emitter, erhöht der Operationsverstärker den über die Lumineszenzdiode fließenden Strom. Durch den Widerstand von 68Ω wird der Strom auf etwa 100 mA maximal begrenzt.

Bauteile-Liste zu Schaltung 5.7

Bauteil		Bestellnummer
1 Operationsverstärker	TAA 761 A	Q67000-A522
1 Fototransistor	BPX 43 II	Q62702-P16-S2
1 GaAs-Lumineszenzdiode	SFH 400/II	Q62702-P783
1 Keramikkondensator	100 pF	B37979-J5101-J
1 Elektrolytkondensator	10 μ F/6,3 V	B41313-A2106-V
1 Trimmerwiderstand	220 k Ω	B58042-Z224-M620
1 Widerstand	68 Ω	B51261-Z4680-J1
1 Widerstand	10 k Ω	B51261-Z4103-J1
1 Widerstand	100 k Ω	B51261-Z4104-J1
1 Widerstand	1,5 M Ω	B51261-Z4155-J1

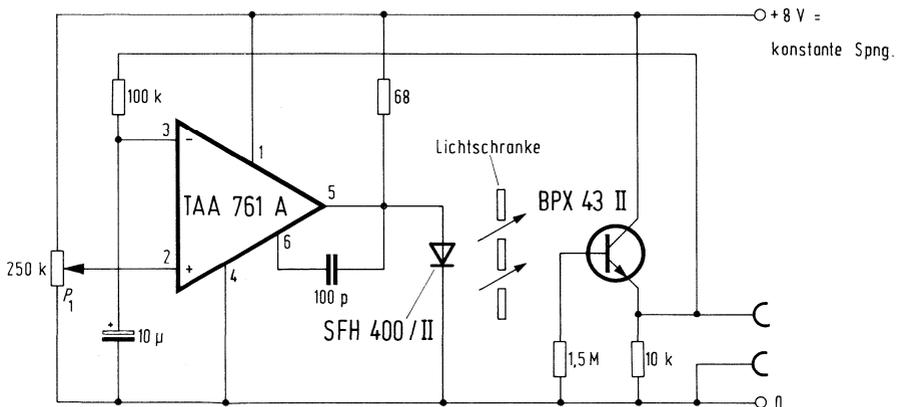


Bild 5.7

6. Meß-, Steuer- und Regelschaltungen

6.1 Linearisierung der Kennlinie des Silizium-Temperatur-Sensors KTY 10

Die relativ lineare Widerstandskennlinie $R(T)$ des Silizium-Temperatur-Sensors KTY 10 erlaubt eine Linearisierung über einen großen Temperaturbereich durch nur einen zusätzlichen Widerstand. Beim Betrieb an einer Konstant-Spannungsquelle wird der Widerstand in Serie geschaltet, beim Betrieb an einer Konstant-Stromquelle parallel.

Bild 6.1.1 zeigt die theoretische Spannung U_T über der Temperatur. Für minimale Abweichung wird T_W in die Mitte des betrachteten Meßbereiches gelegt und der optimale Widerstand R_{OPT} aus der Kurve nach **Bild 6.1.2** entnommen. In der praktischen Schaltung wird jedoch der durch den Vorwiderstand R_{OPT} und den Temperatur-Sensor gebildete Spannungsteiler durch den Eingangswiderstand der nachfolgenden Schaltung belastet (**Bild 6.1.3**). Der aus der Kurve entnommene Vorwiderstand ist dann noch nach der Formel

$$R_{OPT}^* = \frac{R_{OPT}}{1 - \frac{R_{OPT}}{R_E}}$$

zu korrigieren.

Der Verlauf von U_T über T wird flacher, der Wendepunkt bleibt bei Ersatz von R_{OPT} durch R_{OPT}^* erhalten.

Einfacher ist der Betrieb mit einer Konstant-Stromquelle (**Bild 6.1.4**). In diesem Falle wird parallel zum Temperatur-Sensor ein Widerstand von $6,8 \text{ k}\Omega$ geschaltet. In diesem Widerstand ist der Eingangswiderstand der nachfolgenden Schaltung mit berücksichtigt. Es ergibt sich nur eine minimale Linearitätsabweichung der Funktion $U_T(T)$ von $\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ über den Temperaturbereich von $-50 \text{ }^\circ\text{C}$ bis $+150 \text{ }^\circ\text{C}$.

Für den Bereich $0 \text{ }^\circ\text{C}$ bis $100 \text{ }^\circ\text{C}$ beträgt die Linearitätsabweichung $\pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$. Der resultierende TK hat den Wert $0,56\%/K$. Der Strom I_T durch den Sensor soll wegen der Eigenerwärmung $1,5 \text{ mA}$ nicht überschreiten.

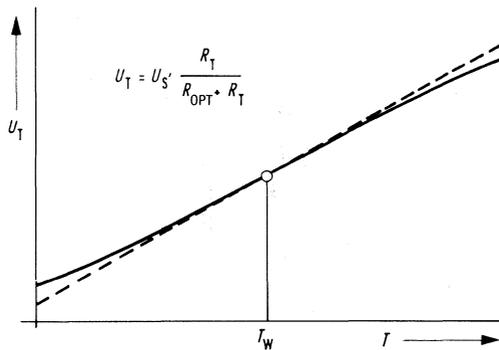


Bild 6.1.1

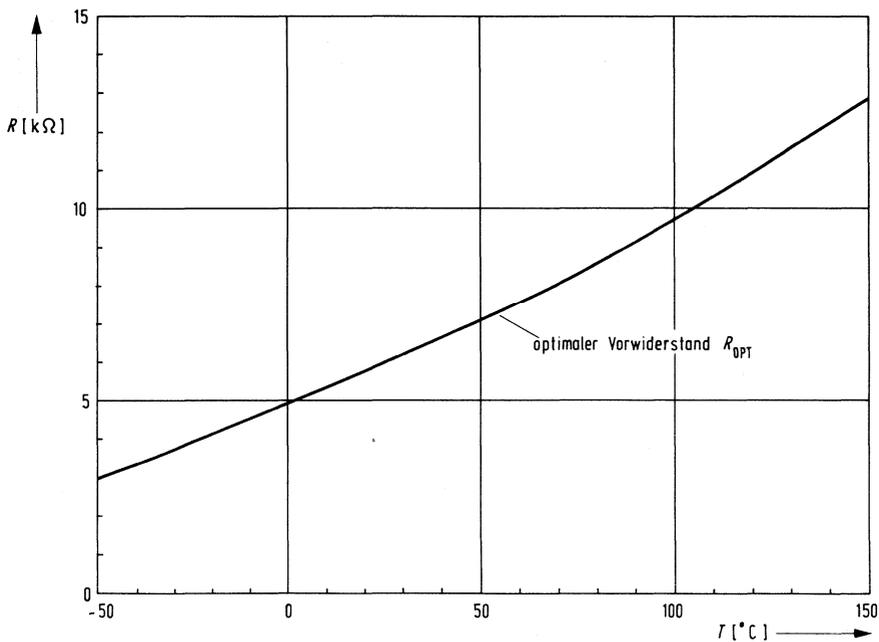


Bild 6.1.2

Schaltung

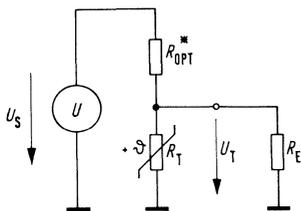


Bild 6.1.3

Schaltung

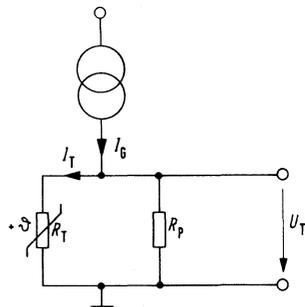


Bild 6.1.4

6.2 Analogschaltung zur Signalaufbereitung bei Temperaturmessung mit Si-Temperatursensor KTY-10

Die Schaltung zeigt **Bild 6.2.1**. Es handelt sich um eine Brückenschaltung. In dem einen Brückenweig liegt der Temperatursensor und ein Widerstand von 6,8 k Ω , in dem anderen Brückenweig die Widerstände R_1 und R_2 . Die Brückenspannung wird mit der Referenzdiode 1N5731D stabilisiert. Dies ist notwendig, um Spannungsabfälle an den Zuleitungswiderständen nicht zur Wirkung kommen zu lassen.

Der im Rückkopplungsweig des Operationsverstärkers TAA 761 fließende Strom I wird über einen pnp-Transistor an die Last ausgekoppelt. Die Schaltung ist für einen Strombereich von 0 bis 20 mA ausgelegt. Die Abhängigkeit des Ausgangsstromes von der Umgebungstemperatur des Temperatursensors wird in **Bild 6.2.2** dargestellt. Die Abweichung vom normalen Verlauf zeigt **Bild 6.2.3**. Der Linearitätsfehler beträgt 1 $^{\circ}$ / $_{00}$ vom Meßbereich. Auf die Meßgenauigkeit gehen folgende Größen ein:

- Widerstandstoleranzen
- Toleranz der Zenerspannung
- Versorgungsspannungsänderung ΔU_s
- Temperaturverhalten der Zenerspannung
- Temperaturverhalten der Widerstände.

Die obere und untere Kurve in **Bild 6.2.3** geben die Extremfälle beim Abweichen der Widerstände um 1% wieder. Unter der Voraussetzung, daß der Abgleich mit dem Einsteller R_p bei $T=40$ °C auf $I=0$ mA erfolgte, tritt der maximale Fehler bei $T=100$ °C auf. Da die obere und untere Kurve annähernd als Gerade erscheinen, arbeitet die Schaltung mit einem konstanten relativen Fehler über den gesamten Meßbereich. Hinzu kommen noch Toleranzen für Abweichungen der Zenerspannung sowie der Einfluß von Versorgungsspannungsänderungen ΔU_s auf den maximalen absoluten Fehler bei 100 °C. Die genannten Fehler addieren sich linear, so daß eine Gesamtgenauigkeit von $\pm 2\%$ vom Endwert bei Einhaltung folgender Betriebsgrenzen erreicht wird.

Technische Daten der Stromquelle:

Speisespannung	U_s	11,5 bis 12,5	V
Ausgangsstrom	I	0 bis 20	mA
Leerlaufstromaufnahme bei $I=0$ mA	I_{s0}	70	mA
Stromaufnahme bei $I=20$ mA	I_s	91	mA
Z-Spannung	U_z	$6,2 \pm 1\%$	V
Z-Impedanz	Z_{zT}	10	Ω
TK der Z-Spannung	TK	+2,3	mV/K
Umgebungstemperatur	T_U	0 bis +70	°C
Meßtemperatur	T	+40 bis +100	°C
Ausgangsspannung an R_L	U_{Lmax}	8	V
Maximaler Lastwiderstand	R_{Lmax}	400	Ω
Fehler bei $T_{max}=100$ °C	F_A	± 2	°C

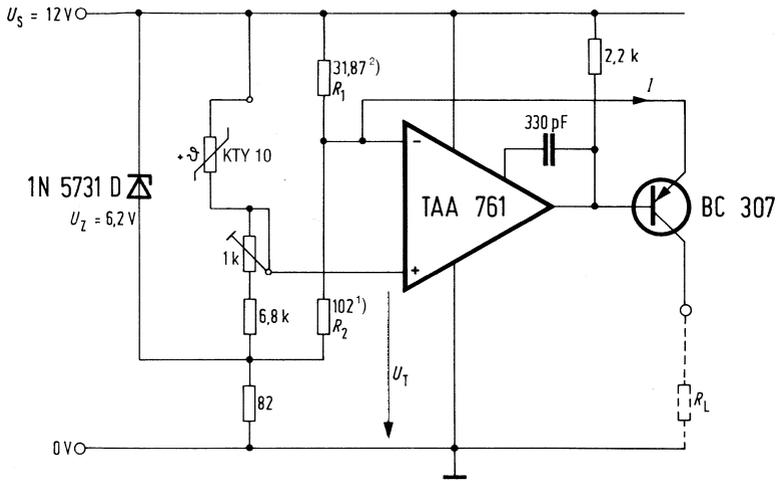


Bild 6.2.1

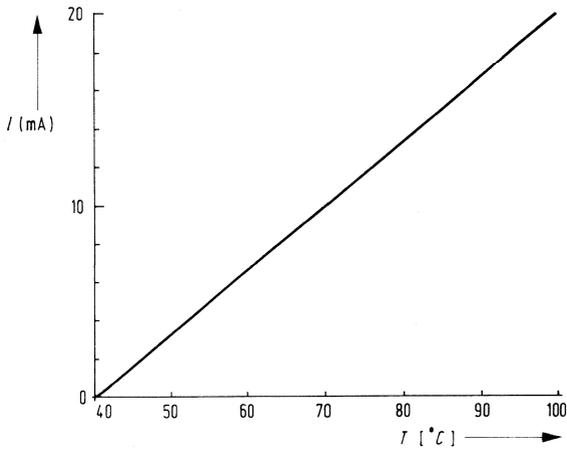


Bild 6.2.2

1) $27\ \Omega + 75\ \Omega$
 2) $56\ \Omega \parallel 75\ \Omega$

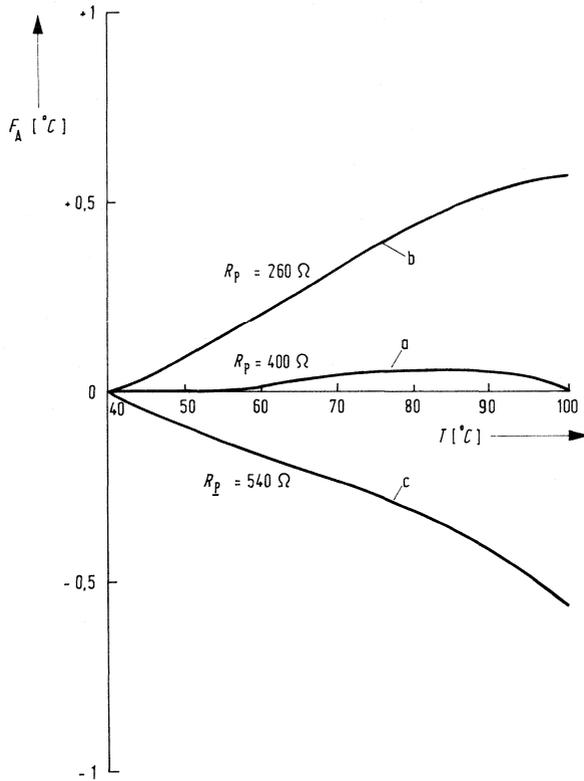


Bild 6.2.3

Bauteile-Liste zu Schaltung 6.2

Bauteil		Bestellnummer
1	Temperatur-Sensor	KTY 10 A
1	Operationsverstärker	TAA 761
1	Transistor	BC 307
1	Z-Diode	1N5731D
1	Keramik Kondensator	330 pF/50 V
1	Widerstand	27 Ω /1,1 W/1%
1	Widerstand	56 Ω /1,1 W/1%
1	Widerstand	82 Ω /1,1 W/1%
2	Widerstände	75 Ω /1,1 W/1%
1	Widerstand	2,2 k Ω /0,5 W/5%
1	Widerstand	6,8 k Ω /1,1 W/1%
		Q62705-k1
		Q67000-A224
		Q62702-C703
		B37979-J5331-J
		B54321-B4270-F2
		B54321-B4560-F2
		B54321-B4820-F2
		B54321-B4750-F2
		B51261-Z4222-J1
		B54321-B4682-F2

6.3 Temperatur- und Tendenzanzeige mit KTY 10

Für genaue und reproduzierbare Temperaturmessungen ist es vorteilhaft, wenn angezeigt wird, wann der Fühler den Temperatur-Endwert erreicht hat.

Mit dem Temperatursensor KTY 10 wird die Meßgröße „Temperatur“ in einen äquivalenten Widerstandswert umgewandelt. Die Auswerteelektronik zeigt den Meßwert auf einer LED-Skala an. Bei der hier beschriebenen Schaltung reicht der Temperaturbereich von +18 bis +41 °C. Durch Umdimensionieren der Brückenschaltung bzw. der Auswerteelektronik läßt sich der Meßbereich auf -50 bis +150 °C erweitern. Ein Differenzierglied für Frequenzen ab $1 \cdot 10^{-3}$ Hz ermöglicht die Tendenzanzeige bis zu einer Auflösung von $3 \cdot 10^{-3}$ °C/s. Damit werden auch sehr kleine Temperaturänderungen sicher erkannt und angezeigt.

Bei Anwendungen, die genaue und reproduzierbare Messungen mit Fühlern erfordern (z.B. Fieberthermometer, Oberflächenmeßfühler), wird sichtbar gemacht, wann der Fühler den Temperaturendwert erreicht hat. Diese deutlich sichtbare Anzeige über das Ende des Meßvorganges bedeutet für die Handhabung der Geräte eine große Erleichterung.

Für automatische Meßsysteme mit Prozessoren läßt sich mit der beschriebenen Schaltung ein Interruptsignal zur Übernahme des Meßwertes ableiten. Damit kann man aufwendige Software-Routinen zur Erkennung des Endwertes umgehen.

Prinzipiell kann man die Schaltung zur Absolut- und Tendenzanzeige auch anderer physikalischer Größen mit ähnlichen Zeitverläufen verwenden.

Die analoge Temperaturmeßschaltung (Blockschaltbild in **Bild 6.3.1**) ist mit dem Silizium-Temperatursensor KTY 10 A als Fühler aufgebaut. Sein Nennwiderstand ist $2 \text{ k}\Omega$ ($\pm 1\%$) bei $T_U = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ und einem Meßstrom von 1 mA . Der Temperaturkoeff-

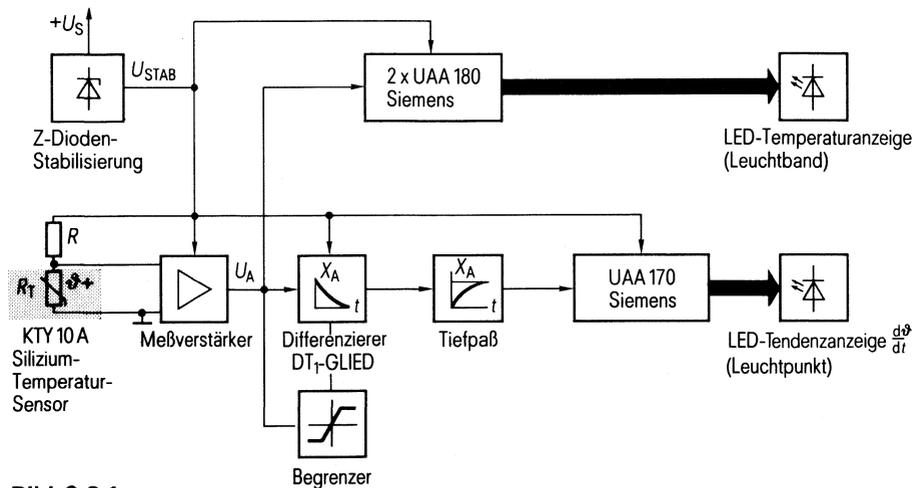


Bild 6.3.1

fizient beträgt $+0,75\%/K$. Der Meßverstärker liefert eine temperaturproportionale Ausgangsspannung U_A , die die LED-Leuchtbandanzeige über zwei Bausteine UAA 180 ansteuert. Die Temperatur wird von $+18$ bis $+41$ °C in Schritten von 1 °C je LED angezeigt.

Zur Anzeige der Temperaturänderungstendenz wird die Spannung U_A differenziert. Störspitzen aus dem Netz unterdrückt der nachgeschaltete Tiefpaß. Er steuert die LED-Leuchtpunktanzeige über den Ansteuerbaustein UAA 170 an. Die Begrenzerschaltung dient zum Vermeiden von Sättigungs- und damit störenden Verzögerungserscheinungen des Differenzierers bei bereichsüberschreitenden Änderungen der Eingangsspannung U_A .

Die Z-Dioden-Stabilisierungskette hält die Mittenspannung des Differenzierers konstant. Außerdem versorgt sie die Meßbrücke und die Bereichspotentiometer der LED-Ansteuerbausteine.

Z-Dioden-Stabilisierung

Bezogen auf den Ausgang hat die 4fache Z-Dioden-Stabilisierung D_1 bis D_4 einen Gesamtinnenwiderstand von etwa $5,5 \Omega$. Bei einer Eingangsspannungsänderung $\Delta U_s = 1$ V ändert sich die stabilisierte Ausgangsspannung um nur $0,1\%$.

Meßverstärker

Dem Temperatursensor ist ein Meßverstärker (**Bild 6.3.2**) mit dem Operationsverstärker TAA 761 A nachgeschaltet.

Es handelt sich um einen Brückenverstärker, gebildet aus R und R_T sowie R_1 und R_2 . Die Diagonalspannung der Brücke wird durch den mit R_N gegengekoppelten OP verstärkt. Durch R_T (KTY 10 A) fließen $0,7$ mA, der Ausgangshub des OP reicht über den Meßbereich ($+18$ bis $+41$ °C) von $1,5$ bis $4,5$ V.

Temperaturanzeige

Durch die Kaskadierung von zwei UAA 180 (IS2, IS3, Ansteuer-IS für LED-Reihen, Leuchtbandanzeige) sind 24 LEDs ansteuerbar. Die Ausgänge der UAA 180 sind mit PNP-Transistoren in Ermitterschaltung beschaltet. Jede LED nimmt etwa 45 mA Strom auf.

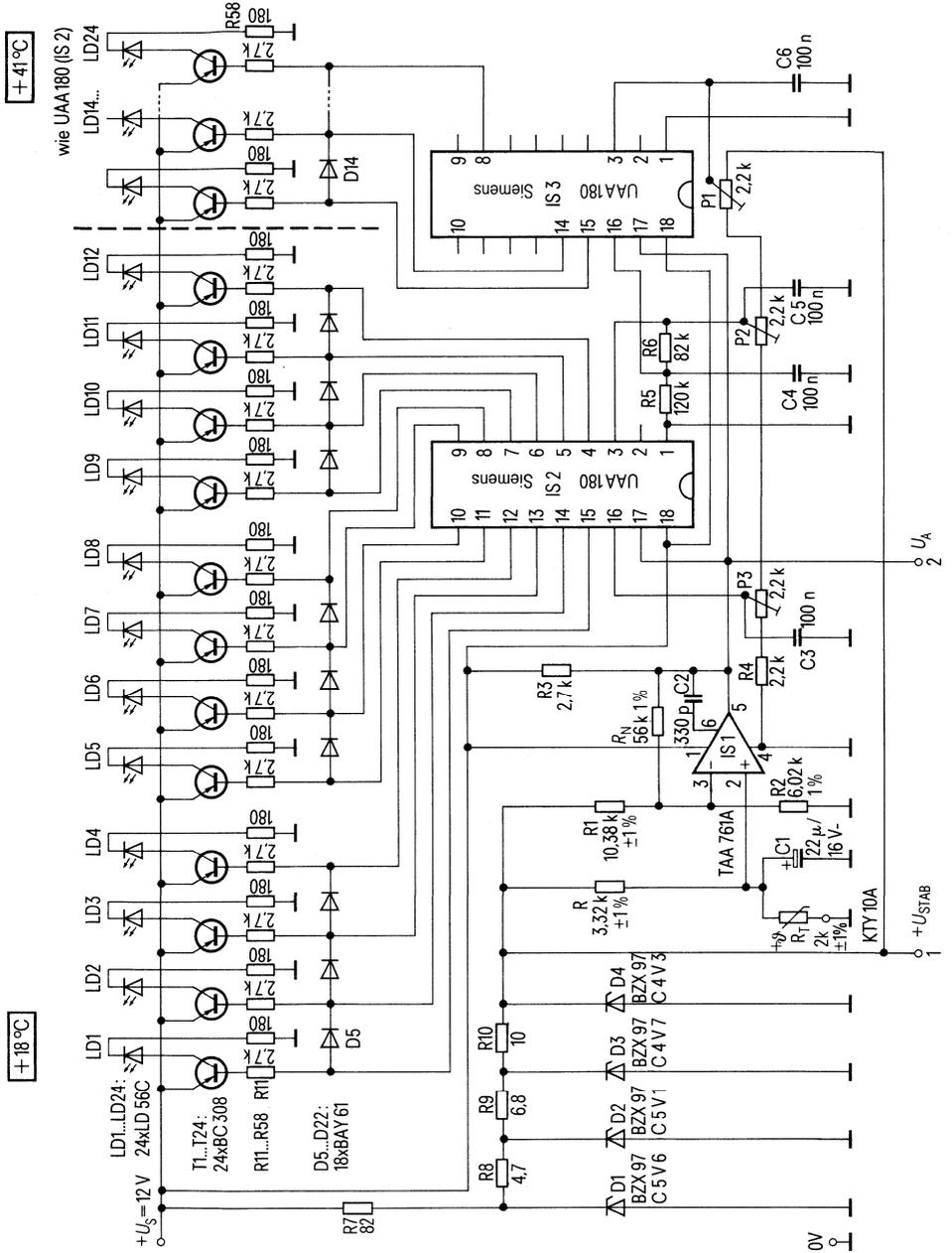


Bild 6.3.2

Bauteile-Liste zu Schaltung 6.3.2

Bauteil		Bestellnummer
1	Operationsverstärker TAA 761 A	Q67000-A522
2	Ansteuer-IS für LED-Reihen UAA 180	Q67000-A1104
24	Silizium-NF-Transistoren BC 308 B	Q62702-C286
24	Lumineszenzdioden LD 56 C	Q62703-Q165
1	Silizium-Z-Diode BZX 97/C 5 V 6	Q62702-Z1229-F82
1	Silizium-Z-Diode BZX 97/C 5 V 1	Q62702-Z1228-F82
1	Silizium-Z-Diode BZX 97/C 4 V 7	Q62702-Z1227-F82
1	Silizium-Z-Diode BZX 97/C 4 V 3	Q62702-Z1226-F82
18	Silizium-Schaltdioden BAY 61	Q62702-A389
1	Keramik-Vielschicht-kondensator 330 pF	B37979-J5331-J
4	Keramik-Vielschicht-kondensatoren $\pm 10\%$ 100 nF	B37987-J5104-K
1	Tantal-Elektrolytkondensator 22 μ F, 16 V	B45181-A2226-M
1	Metallschichtwiderstand 3,32 k Ω 0,4 W, $\pm 1\%$	B54311-A332-F202
1	Metallschichtwiderstand 6,81 k Ω 0,4 W, $\pm 1\%$	B54311-A682-F102
1	Metallschichtwiderstand 3,57 k Ω 0,4 W, $\pm 1\%$	B54311-A352-F702
2	Metallschichtwiderstände 3,01 k Ω } 6,02 k Ω 0,4 W, $\pm 1\%$	B54311-A302-F102
1	Metallschichtwiderstand 56 k Ω 0,4 W, $\pm 1\%$	B54311-A563-F2
3	Kohleschichtwiderstände 0,5 W $\pm 5\%$	B51261-Z4...J1
3	Kohleschichtwiderstände KARBOWID 1 W $\pm 2\%$ (Hochlast-Kleinstwiderstände)	B51276-A2...G
48	Kohleschichtwiderstände 0,5 W $\pm 5\%$	B51261-Z4...J1
1	Silizium-Temperatursensor KTY 10 A	Q62705-K1
3	Spindel-Trimmwiderstände 2,2 k Ω , 0,75 W	B58612-Z222-K310

Zum Kalibrieren des Thermometers sowie zum Abgleich der Offsetspannungen von IS2 und IS3 dienen die Einsteller P_1 bis P_3 .

Zunächst wird mit P_1 die obere Temperaturgrenze von $+41\text{ °C}$ (alle LEDs leuchten, einschließlich LD24) und mit P_3 die untere Temperaturgrenze von $+18\text{ °C}$ (nur LD1 leuchtet) festgelegt. P_2 dient dann zum Einstellen des Übergangs zwischen den beiden Ansteuerbausteinen IS2 und IS3. Bei $+29\text{ °C}$ wird P_2 so eingestellt, daß alle LEDs einschließlich LD12 leuchten. Damit ist der Abgleich beendet. Stehen keine genauen Temperaturmeßmittel zur Verfügung, kann man anstelle des Temperatursensors KTY 10 (R_T) auch ein Potentiometer verwenden und eine Temperaturänderung durch eine Widerstandsänderung simulieren. Bei einem Nennwiderstand von $R_T=2000\ \Omega$ ($+25\text{ °C}$) ergeben sich für:

$+41\text{ °C}$: 2245,4 Ω (obere Grenze),

$+29\text{ °C}$: 2060,0 Ω ,

$+18\text{ °C}$: 1897,1 Ω (untere Grenze).

Tendenzanzeige

Um den Spannungsanstieg thermischer Erwärmungsvorgänge mit Zeitkonstanten bis $\tau=20\text{ s}$ differenzieren zu können, muß der Differenzierer (**Bild 6.3.3**) eine zehnmal größere Zeitkonstante haben.

Die Größe der Kapazitäten von C_1 , C_2 wird durch den Leckstrom begrenzt, so daß bei $R=10\text{ M}\Omega$ nur eine aktive Schaltung mit einem OP möglich ist. Wegen des hochohmigen Rückkopplungswiderstandes R_τ wird der J-FET-OP, LF 335 N, verwendet. Über P_1 wird die Mittenspannung auf 3 V eingestellt, um den OP im zulässigen Gleichtaktbereich zu betreiben. Der Widerstand R_2 (15 k Ω) dient zur Dämpfung des invertierenden Differenzierers. Für eine Anstiegsgeschwindigkeit der Eingangsspannung von 3 mV/s liefert der Ausgang einen Hub von 0,6 V über der Mittenspannung.

Ein Tiefpaß dient zur Unterdrückung kurzzeitiger Störimpulse aus dem Netz. Mit einer Grenzfrequenz von $f_g=1\text{ Hz}$ wird das Nutzsignal praktisch nicht gedämpft.

Der Bereich der Leuchtpunktanzeige (UAA 170) wird über die Einsteller P_2 und P_3 justiert. Es wird jeweils eine von 16 LEDs mit einem Durchlaßstrom von 45 mA angesteuert, der durch die Beschaltungswiderstände festgelegt ist. LD1 bis LD8 dienen zur Anzeige steigender Tendenz, LD9 bis LD16 zeigen fallende Tendenz an. Im Ruhezustand sollen LD8 und LD9 mit gleicher Helligkeit leuchten. Der Abgleich erfolgt mit P_1 . Dabei sollte wegen der ruhigeren Anzeige der Eingang U_A des Differenzierers nicht mit dem Meßverstärker (**Bild 6.3.2**) verbunden sein, sondern für die Dauer der Einstellung über einen zusätzlichen Widerstand von 2,7 k Ω mit Masse verbunden werden. Mit P_2 und P_3 werden die Bereichsgrenzen symmetrisch zur Mittenspannung festgelegt. Wird der Bereich eingeengt, so steigt die Empfindlichkeit der Anzeige und der Übergang von einer LED zur nächsten erfolgt fließender.

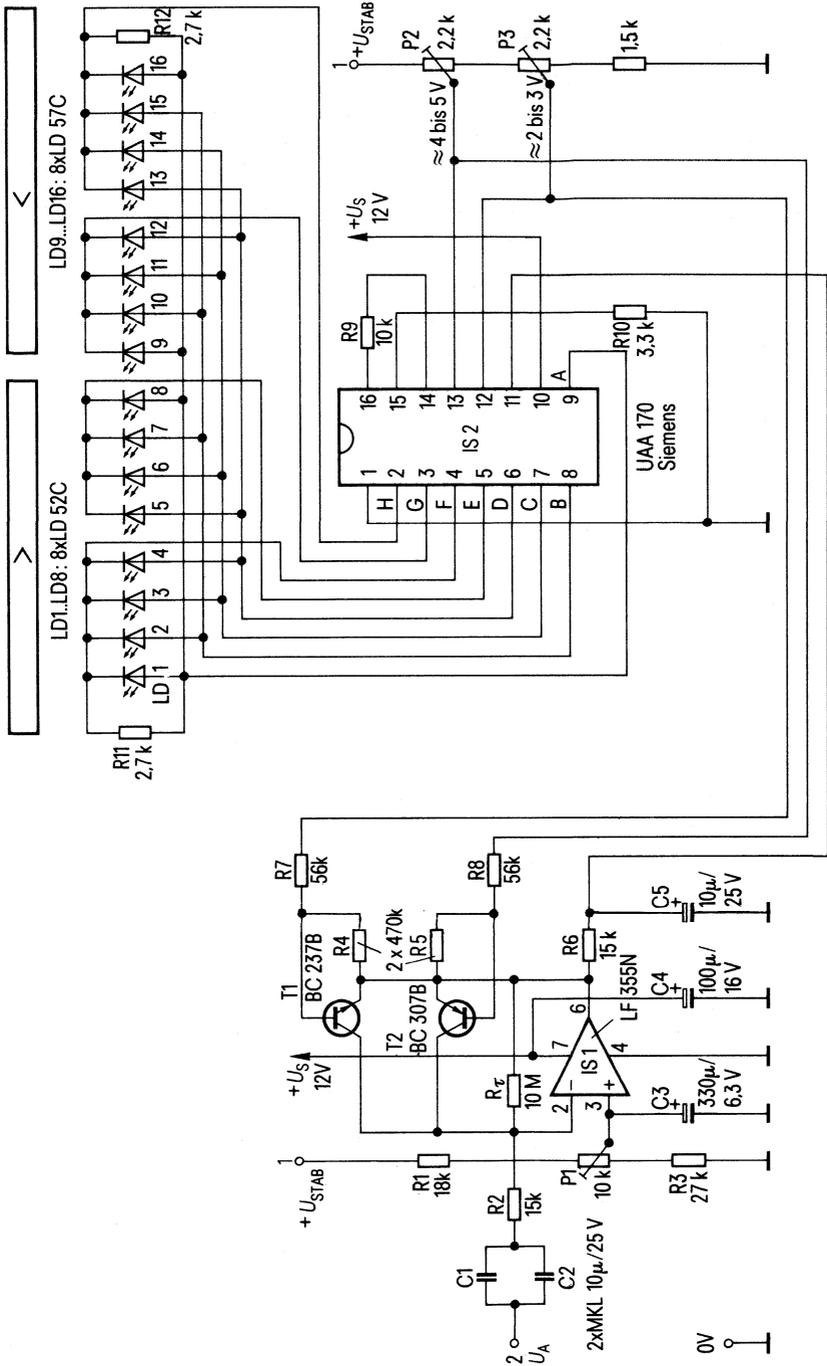


Bild 6.3.3

Begrenzerschaltung

Bei raschen Eingangsspannungsänderungen ΔU_A wird der Differenzierer übersteuert, der Ladestrom der Eingangskapazität jedoch durch den 10-M Ω -Widerstand begrenzt. Durch Überbrücken dieses Widerstands mit Transistor T_1 (beim Unterschreiten der unteren Aussteuerungsgrenze) sowie mit T_2 (beim Überschreiten der oberen Aussteuerungsgrenze) wird der Ausgang des Operationsverstärkers begrenzt und der Ladevorgang beschleunigt. P_2 und P_3 legen die Schwellspannungen dieser Transistoren fest. Der LF 355 N ist dauerkurzschlußfest, so daß der Nachladevorgang mit größtzulässigem Strom erfolgt.

Bauteile-Liste zu Schaltung 6.3.3

Bauteil		Bestellnummer
1 J-FET-Operationsverstärker	LF 355 N	Q67000-A1397
1 Ansteuer-IS für LED Reihe	UAA 170	Q67000-A940
1 Silizium-NF-Transistor	BC 237 B	Q62702-C277
1 Silizium-NF-Transistor	BC 307 B	Q62702-C324
8 TSN-Lumineszenzdioden (rotleuchtend)	LD 52 C	Q62703-Q160
8 GaP-Lumineszenzdioden (grünleuchtend)	LD 57 C	Q62703-Q100-S4
2 MKL- (MKU-)Kondensatoren	10 μ F/25 V	B32110-D3106-M
1 Elektrolytkondensator	10 μ F/25 V	B41313-A5106-T
1 Elektrolytkondensator	100 μ F/16 V	B41283-B4107-T
1 Elektrolytkondensator	330 μ F/6,3 V	B45181-A337-M
1 Spindel-Trimmwiderstand	10 k Ω	B58612-Z103-K310
2 Spindel-Trimmwiderstände	2,2 k Ω , 0,75 W	B58612-Z222-K310
1 Kohleschichtwiderstand	10 M Ω , 1 W \pm 5%	B51264-Z4106-J1
8 Kohleschichtwiderstände	0,33 W, \pm 5%	B51261-Z4...-J1
4 Kohleschichtwiderstände	0,33 W, \pm 5%	B51261-Z4...-J1

6.4 Ein Widerstand/Frequenzwandler zur Temperaturmessung mit Temperatur-Sensor KTY 10

Für digitale Meßwertverarbeitung (Mikroprozessoren) ist es günstiger, nicht den Widerstand des Sensors zu messen, sondern ihn in einer Schaltung in einem Widerstand/Frequenzwandler als Meßglied einzusetzen. Das Ausgangssignal dieser Schaltung ist so beschaffen, daß z.B. TTL-Zählerbausteine oder Mikroprozessoren direkt angesteuert werden können. Besonderer Vorteil dieser Ausführung ist, daß neben der Masseleitung nur eine Datenleitung zum Mikrocomputer benötigt wird, falls der Mikrocomputer mit Zähler ausgestattet ist.

Bei der Schaltung nach **Bild 6.4** wird der Temperatursensor zur Linearisierung seiner $R(T)$ -Kennlinie mit einem Vorwiderstand R_V als Spannungsteiler betrieben. Die Teiler-Ausgangsspannung U_i ist der Temperatur proportional. Sie wird einem Spannungs-/Frequenz-Wandler zugeführt. In diesem Wandler wird U_i von einer gesteuerten Stromquelle in einen Ladestrom I_L für C_T umgewandelt. Ein Komparator vergleicht U_{CT} mit U_{R1} und entlädt C_T über den Transistor T_2 bei $U_{CT} = U_{R1}$.

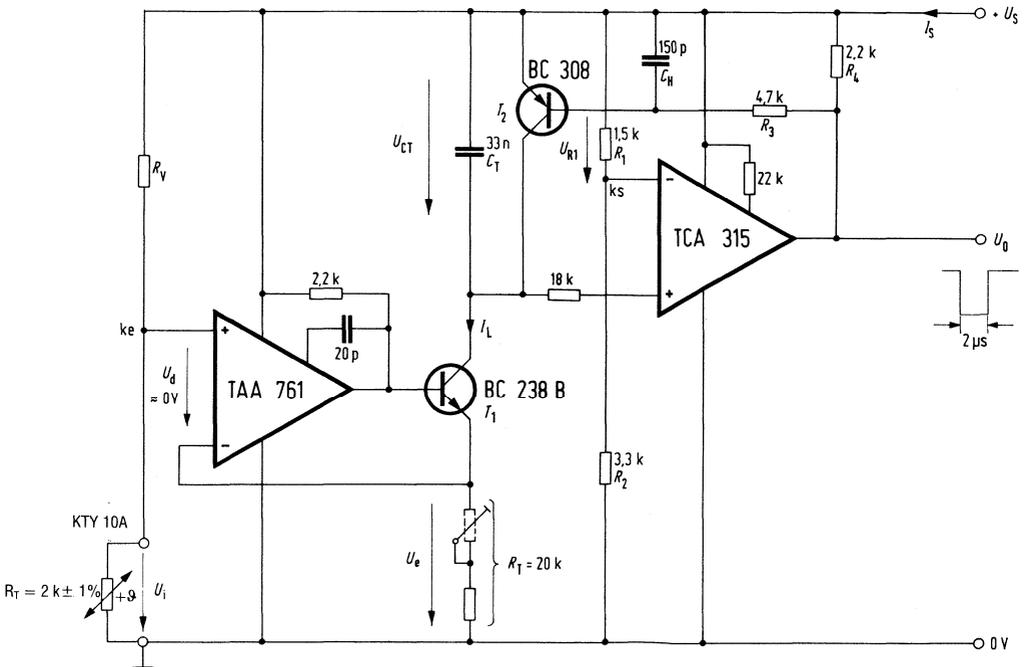


Bild 6.4

Der Operationsverstärker TAA 761 bildet zusammen mit dem Transistor T_1 eine spannungsgesteuerte Stromquelle. Solange U_{CT} kleiner als U_{R1} ist, liegt der Ausgang des Komparators TCA 315 auf dem Potential der Versorgungsspannung. Damit ist der Transistor T_2 gesperrt und C_T wird durch I_L aufgeladen. Erreicht U_{CT} den Wert der Spannungsschwelle U_{R1} , schaltet der Komparator bis auf eine Restspannung von 0,2 V durch. Über R_3 wird der Transistor T_2 mit einem kräftigen Basisstrom in die Sättigung gesteuert. C_T entlädt sich über T_2 . Die Frequenz der Ausgangsspannung errechnet sich zu:

$$f = \frac{I_L}{C_T \cdot U_{CT}} \quad \text{mit } k_e = \frac{R_{Th}}{R_v + R_{Th}} \quad \text{und } k_s = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$f = \frac{k_e}{R_T C_T k_s}$$

Die Ausgangsfrequenz ist außer von der frequenzbestimmenden Zeitkonstante $R_T \cdot C_T$ nur von den Teilverhältnissen k_e und k_s , nicht aber von der Versorgungsspannung U_s abhängig. Damit entfällt die Notwendigkeit einer Speisespannungsstabilisierung.

Die Variation der Ausgangsfrequenz hängt von der möglichen Variation von k_e ab:

$$0,2 \leq k_e \leq \frac{U_s - 2V}{U_s}$$

Einflüsse, die zur Abweichung des tatsächlichen Frequenzverlaufs vom theoretischen Verlauf führen, sind:

- endliche Restspannung von T_2
- Offsetspannung des Komparators
- Schaltzeiten von T_2 und Komparator.

Die Wirkungen dieser Einflüsse sind gegenläufig und kompensieren sich teilweise. Für Frequenzen oberhalb 10 kHz steigt der Fehler überproportional an, so daß sich Linearitätsfehler von besser $\pm 1\%$ nur für Frequenzen unter 10 kHz erzielen lassen. Für den Feinabgleich der Frequenz und den Ausgleich der Bauelemente-Toleranzen ist es zweckmäßig, R_T einstellbar zu machen.

Technische Daten

Speisespannung	U_s	4,75 bis 12	V
Stromaufnahme	I_s	5 bis 10	mA
Linearität der Ausgangsfrequenz	F_L	$\leq 1 $	%
Abhängigkeit der Ausgangsfrequenz von der Speisespannung ($k_e = 0,6, 4,5 \leq U_s \leq 5,5$)	$\frac{\Delta f}{\Delta U_s}$	3	$\frac{Hz}{V}$

Das Ausgangssignal ist TTL-kompatibel für $U_s = 5 V$

Bauteile-Liste zu Schaltung 6.4

Bauteil		Bestellnummer
1	Operationsverstärker TAA 761	Q67000-A224
1	Operationsverstärker TCA 315	Q67000-A1004
1	Transistor BC 238	Q62702-C698
1	Transistor BC 308	Q62702-C704
1	Temperatursensor KTY 10 A	Q62705-K1
1	Styroflexkondensator 20 pF/160 V	B31063-B1200-H
1	Styroflexkondensator 150 pF/160 V	B31063-B1151-H
1	MKT-Schichtkondensator 33 nF/63 V	B32509-A333-M
1	Widerstand 1,5 kΩ/0,5 W	B51261-Z4152-J1
2	Widerstände 2,2 kΩ/0,5 W	B51261-Z4222-J1
1	Widerstand 3,3 kΩ/0,5 W	B51261-Z4332-J1
1	Widerstand 4,7 kΩ/0,5 W	B51261-Z4472-J1
1	Widerstand 18 kΩ/0,5 W	B51261-Z4183-J1
1	Widerstand 22 kΩ/0,5 W	B51261-Z4223-J1

6.5 Schaltung für blinkende Kühlwasser-Übertemperaturanzeige

Häufig ist es zweckmäßig, die Aufmerksamkeit des Autofahrers auf eine Übertemperatur des Kühlwassers durch eine blinkende Anzeige zu lenken. Dazu wird die an sich vorhandene Reihenschaltung des mit dem Kühlwasser in thermischem Kontakt stehenden Heißleiters und dem Hitzdraht-Instrument, das am Instrumentenboard die Kühlwassertemperatur anzeigt, durch einen weiteren Spannungsteiler R_1/R_2 zu einer Brückenschaltung ergänzt. Die Spannung E^- , die am negativen Eingang des OP anliegt, entspricht der Spannung am Brückenpunkt B und der Durchlaßspannung der Diode. Die Spannung E^+ , die am positiven Eingang des OP anliegt, wird dagegen kleiner, wenn die am Brückenpunkt A herrschende Spannung absinkt, d.h. das Kühlwasser heißer wird. Solange die Spannung E^+ größer ist als die Spannung E^- ist der Ausgangstransistor des Operationsverstärkers gesperrt; die Lumineszenzdiode LD 41 kann nicht aufleuchten. Wird jedoch die Spannung E^+ kleiner als die Spannung E^- , entsteht über dem Spannungsteiler R_4/R_5 eine Rückkopplung, schaltet der Ausgangstransistor des OP durch und die Lumineszenzdiode leuchtet auf. Gleichzeitig wird die an E^+ anliegende Spannung infolge der Rückkopplung über den Widerstand R_5 weiter verringert und der Kondensator C_2 entlädt sich über den Widerstand R_3 so lange, bis die Spannung E^- kleiner wird als die Spannung E^+ , wodurch der Ausgangstransistor des OP wieder nichtleitend wird. Durch die Mitkopplung über R_5 führt das zu einem raschen Umkippen des Ausgangs und zum Erlöschen der Lumineszenzdiode. Nunmehr kann sich der Konkippvorgang, solange sie eine bestimmte Kühlwassertemperatur ($\approx 90^\circ\text{C}$) überschritten ist.

Hinweis

Die Betriebsspannung U_S muß – wie im Schaltbild gezeigt – identisch sein mit der Betriebsspannung des Temperatur-Anzeigeeinstruments (diese Spannung ist im allgemeinen auf $\approx 10\text{ V}$ stabilisiert).

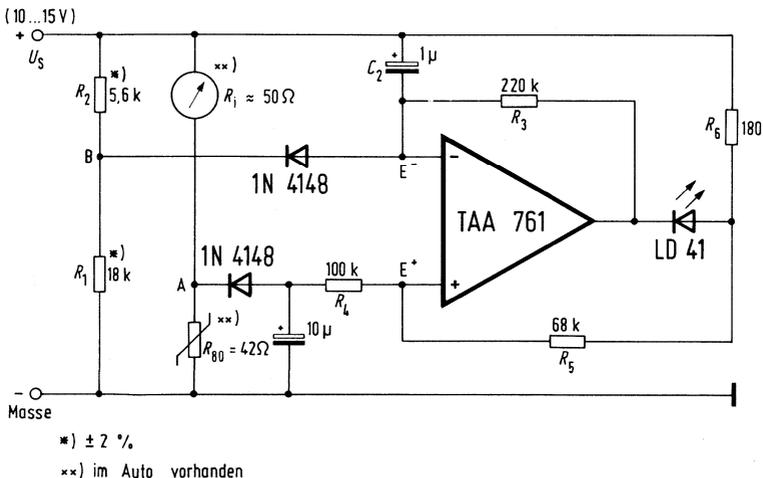


Bild 6.5

Bauteile-Liste zu Schaltung 6.5

Bauteil		Bestellnummer
1	Operationsverstärker TAA 761	Q67000-A224
1	Lumineszenzdiode LD 41 A	Q62703-Q115-S1
2	Schaltdioden 1N4148	Q62702-A273-F100
1	Elektrolytkondensator 1 μ F/40 V	B41313-A7105-V
1	Elektrolytkondensator 10 μ F/25 V	B41313-A5106-T
1	Widerstand 180 Ω /0,5 W	B51261-Z4181-J1
1	Widerstand 5,6 k Ω /0,5 W	B51261-Z4562-J1
1	Widerstand 18 k Ω /0,5 W	B51261-Z4183-J1
1	Widerstand 68 k Ω /0,5 W	B51261-Z4683-J1
1	Widerstand 100 k Ω /0,5 W	B51261-Z4104-J1
1	Widerstand 220 k Ω /0,5 W	B51261-Z4224-J1

6.6 Mikrocomputergesteuerte Klima-Anlage

Nachstehend wird das Prinzip für eine drahtlose und drahtgebundene fernsteuerbare Klimaanlage beschrieben.

Bild 6.6.1 zeigt die Schaltung für die drahtlose Fernsteuereinheit. Der Fernsteuer- sender ist mit dem Tastaturcoder SDA 2008 bestückt. Von den 62 möglichen Fernsteuer- befehlen werden jedoch nur 6 ausgenutzt.

Ähnlich aufgebaut ist die drahtgebundene Fernsteuerung nach **Bild 6.6.2**. Sie ist ebenfalls mit dem Fernsteuerbaustein SDA 2008 bestückt. Die Tasteninformation wird über eine einzige Kabelader seriell direkt an den Empfangsdecoder SDA 2007 übermittelt. Über einen dreiadrigen Serienbus (DATA, Dataline-enable, Clock) kann der vom Mikrocomputer in der Gerätebedieneinheit eingestellte Gerätezustand an die drahtgebundene Fernsteuereinheit zur Rückmeldung in ein Schieberegister einge- lesen werden. Die entsprechenden Schieberegisterstufen steuern die zugehörigen LED-Indikatoren an. Gegenüber konventionellen Lösungen wird der Verdrahtungs- aufwand durch Einsatz des Fernsteuerbausteines SDA 2008 von 21 auf 6 Verbind- ungsadern gesenkt. Neben der Kosteneinsparung ist das dünnere Kabel flexibler und damit handlicher.

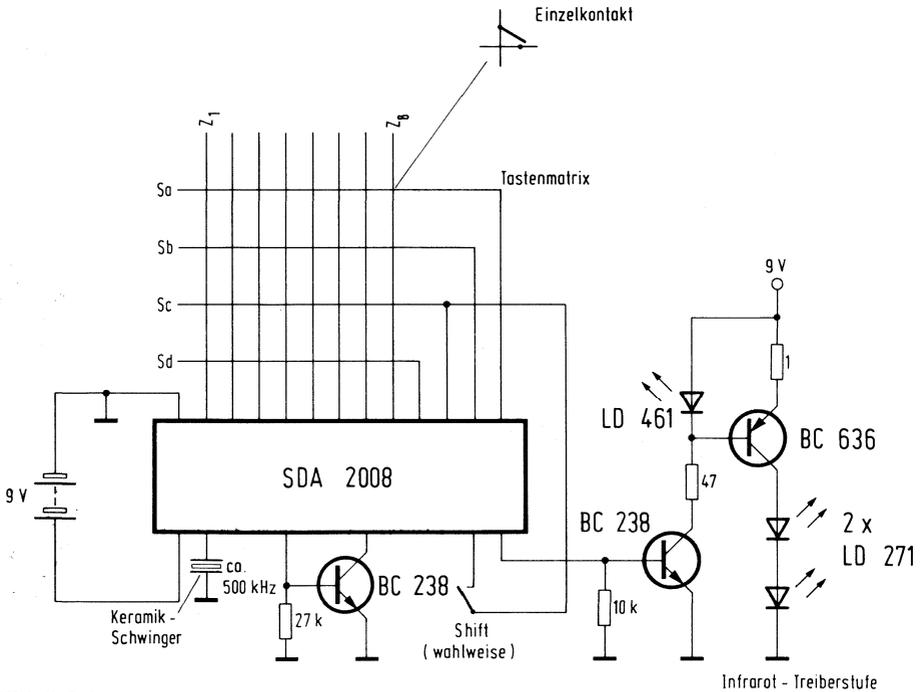


Bild 6.6.1

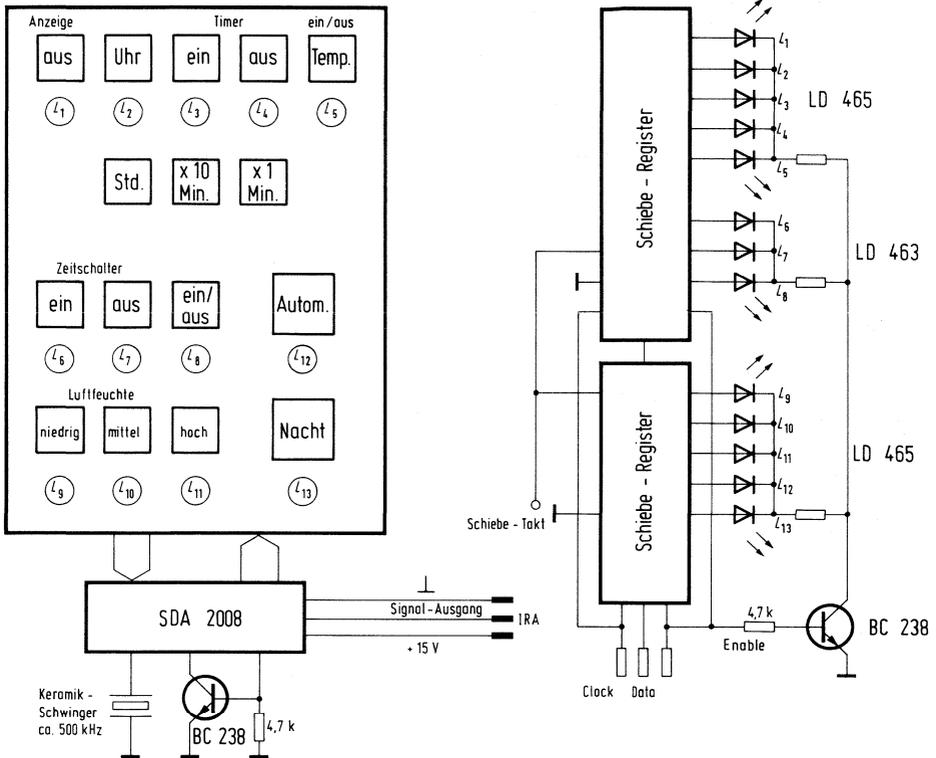


Bild 6.6.2

Bild 6.6.3 zeigt die Zusammenschaltung der einzelnen Komponenten an den Mikrocomputer. An ihm ist die als SCAN-Matrix ausgebildete Tastatur angeschlossen, ferner der Fernsteuerempfänger SDA 2007 über eine Serienschnittstelle und ein Displaytreiberbaustein SDA 2004 für 4 Digits. Durch eine kleine Zusatzbeschriftung kann der Displaytreiber auf dem Digit Nr. 2 auch ein F anzeigen, wie es für die 10stufige Anzeige der Lüftergeschwindigkeit üblich ist.

Die einzelnen Funktionen gehen aus der Beschriftung von Bild 6.6.2 hervor.

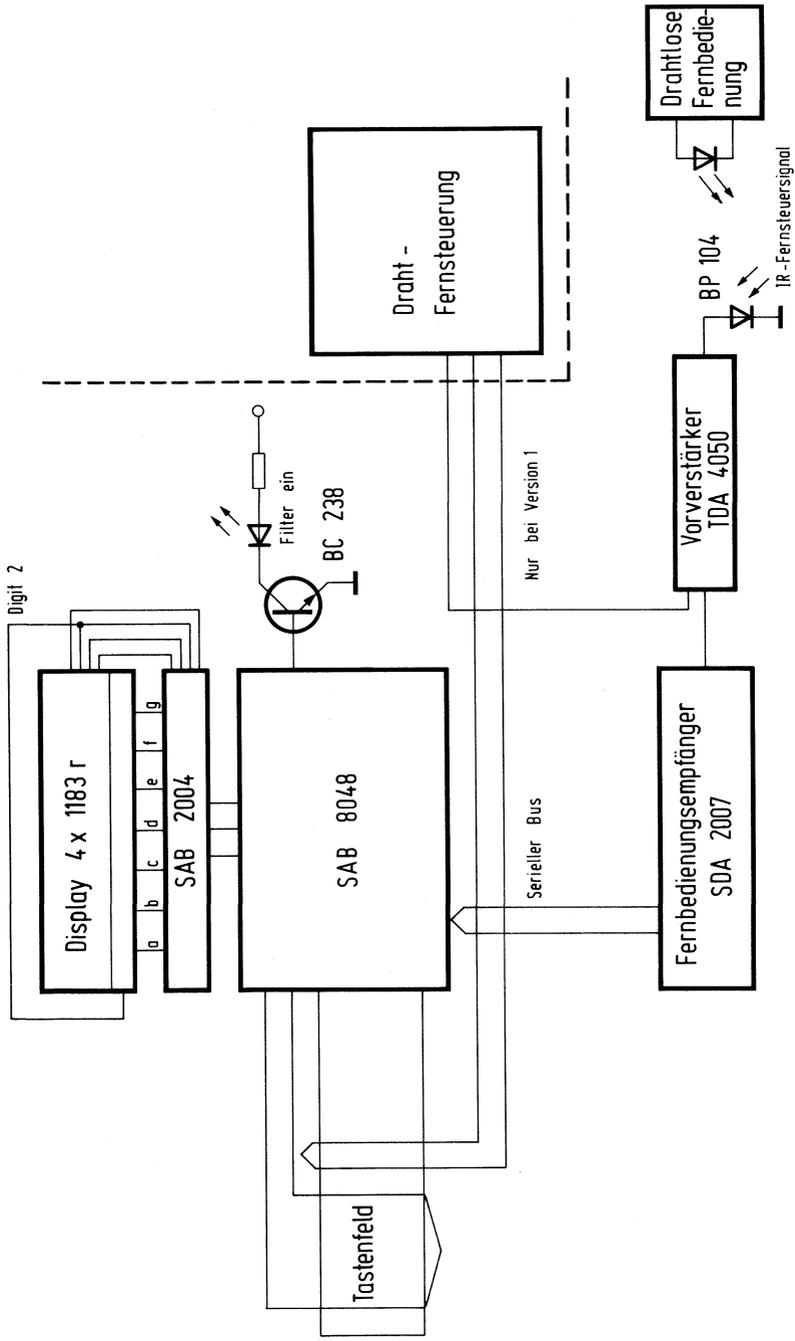


Bild 6.6.3

Bauteile-Liste zu Schaltung 6.6

Bauteil		Bestellnummer
1 Mikrocomputer	SAB 8048-P	Q67120-C32-D113
1 Vorverstärker	TDA 4050 B	Q67000-A1373
1 Fernbedienungsempfänger	SDA 2007	Q67100-Y504
2 Fernbedienungssender	SDA 2008	Q67100-Y503
1 Displaytreiber	SDA 2004	Q67000-Y501
5 Transistoren	BC 238	Q62702-C698
1 Transistor	BC 636	Q68000-A3365
2 Infrarot-Lumineszenzdioden	LD 271	Q62703-Q148
1 Infrarot-Fotodiode	BP 104	Q62702-P84
2 Lumineszenzdioden-Zeilen	LD 465	Q62703-Q83
1 Lumineszenzdioden-Zeile	LD 463	Q62703-Q81
1 Lumineszenzdiode	LD 461	Q62703-Q79
1 Widerstand	1 Ω /0,4 W	B54311-Z5010-G1
1 Widerstand	47 Ω /0,5 W	B51261-Z4470-J1
1 Widerstand	10 k Ω /0,5 W	B51261-Z4103-J1
1 Widerstand	27 k Ω /0,5 W	B51261-Z4273-J1

6.7 Digital anzeigendes Hygrometer

Mit dem kapazitiven Feuchtefühler KHY10 wurde eine Hygrometerschaltung realisiert, bei der die relative Feuchte in Prozenten auf einem zweistelligen Flüssigkristall-Display angezeigt wird (**Bild 6.7**). Von einem 1 kHz-Oszillator wird periodisch ein Monoflop angestoßen, dessen Impulsdauer von der Kapazität des Fühlerlements abhängt. Bei der Feuchte Null sind der vom Monoflop abgegebene Impuls und die eine Halbwelle der Oszillatorschwingung gleich lang. Bei der Feuchte 100% ist die Dauer des Monoflop-Impulses ca. 20% größer. Beide Impulse führen auf ein EX-ODER-Glied. Der durch dieses Glied gebildete Differenzimpuls ist je nach Feuchte zwischen 0 und 100 μs lang. Anschließend wird die Dauer des Differenzimpulses durch Auszählen mit einer höheren Frequenz gemessen. Hierzu wird der Differenzimpuls zusammen mit 200 kHz-Nadelimpulsen über ein UND-Glied geleitet. Am Ausgang sind die Nadelimpulse nur dann vorhanden, wenn auch der Differenzimpuls ansteht.

Da bei einer maximalen Breite der Differenzimpulse von 100 μs und einem Abstand der Nadelimpulse von 5 μs die Auflösung bei Auszählung eines einzigen Impulses relativ schlecht ist, werden in der praktischen Schaltung die Nadelimpulse während etwa 500 Differenzimpulsen ausgezählt. Zu diesem Zweck wird der dritte Eingang des UND-Gatters mit einer Frequenz von 1 Hz getastet, so daß eine Torzeit von 500 ms entsteht.

Damit eine gute Genauigkeit bei der Impulsbreitenmessung erreicht werden kann, darf der 1 kHz-Oszillator nicht mit dem 200 kHz-Oszillator synchronisiert sein. Es werden also zwei voneinander unabhängige Oszillatoren benutzt. Wichtig ist ferner, daß die 200 kHz-Frequenz und die Torzeit im richtigen Verhältnis zueinander stehen. Dies wird durch eine Teilerkette, mit der der 200 kHz-Oszillator auf 1 Hz heruntergeteilt wird, garantiert.

Am Ausgang des UND-Gliedes können bei 100% Luftfeuchte maximal 10^4 Impulse auftreten. Da die Anzeige zweistellig sein soll, wird die Impulszahl durch 100 geteilt und dann erst auf einen 2-Dekaden-BCD-Zähler gegeben. Über einen Speicher-Decoder-Treiber wird das Zählergebnis einer Flüssigkristall-Anzeige zugeführt. Am Ende der Auswertzeit wird mit der Schaltung unten links im **Bild 6.7** ein Übernahmeimpuls erzeugt, mit dem der jeweilige Zählerinhalt gespeichert wird. Sodann wird der Zähler zusammen mit dem Vorteiler rückgesetzt.

BZX 83
C6 V8

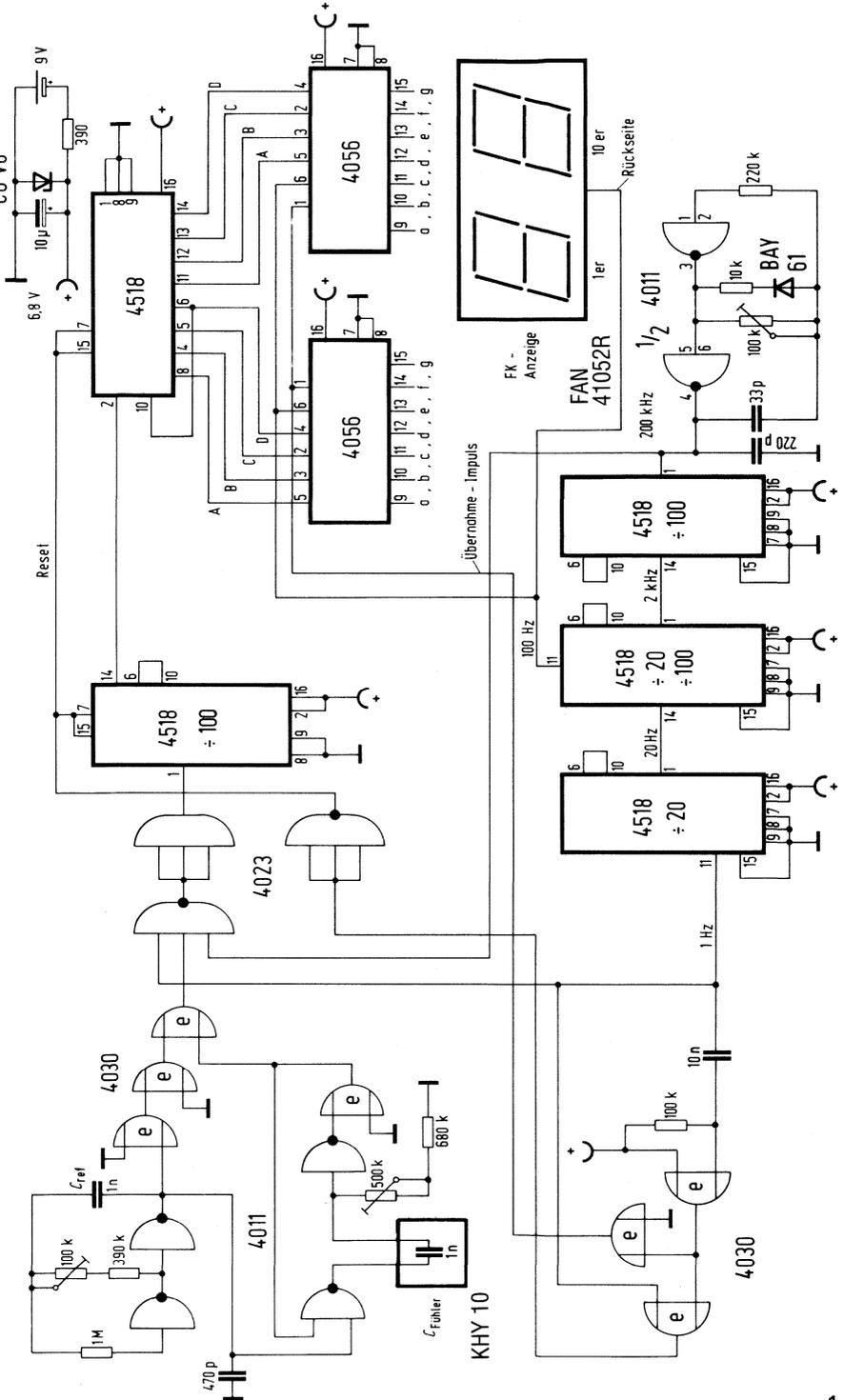


Bild 6.7

Bauteile-Liste zu Schaltung 6.7

Bauteil		Bestellnummer
2 NAND-Glieder	4011 PC	Q67100-H792
1 NAND-Glied	4023 DC	Q67100-H1433
2 EXODER-Glieder	DC 4030 AE	Q67100-H871
5 Zählerbausteine	4518 DC	Q67100-J670
2 BCD-7-Segment-Decoder	CD 4056 BF	Q67100-L177
1 Z-Diode	BZX 83/C6V8	Q62702-Z1073-F82
1 Diode	BAY 61	Q62702-A389
1 Feuchtesensor	KHY 10	Q62705-K40
1 Flüssigkristall-Anzeige	FAN 41052 R	Q28-X194
1 Polypropylenkondensator	33 pF/630 V	B33063-B6330-F
1 Polypropylenkondensator	220 pF/630 V	B33063-B6221-H
1 Polypropylenkondensator	1 nF/160 V	B33063-B1102-H
1 MKH-Schichtkondensator	10 nF/63 V	B32509-A103-M
1 Elektrolytkondensator	10 μ F/25 V	B41313-A5106-T
1 Widerstand	390 Ω /0,5 W	B51261-Z4391-J1
1 Widerstand	10 k Ω /0,5 W	B51261-Z4103-J1
1 Widerstand	220 k Ω /0,5 W	B51261-Z4224-J1
1 Widerstand	390 k Ω /1 W	B51276-A2391-G
1 Widerstand	680 k Ω /0,5 W	B51261-Z4684-J1

6.8 Schwellwertschalter mit TCA 105

Die integrierte Schaltung TCA 105 ist ein Schwellwertschalter, der als Schaltverstärker für Sensoren, als Spannungswächter, in Zeitschaltungen, Lichtschranken und besonders in induktiven Näherungsschaltern eingesetzt werden kann. Besondere Merkmale dieses Bausteines sind die interne Spannungsstabilisierung, der weite Betriebsspannungsbereich 4,5 bis 30 V, zwei antivalente Ausgangsstufen, TTL-Kompatibilität und ein großer Ausgangsstrom (50 mA), so daß Relais direkt angesteuert werden können.

Bild 6.8 zeigt die Anwendung in einer Lichtschranke bzw. mit einem optoelektronischen Koppellement. Wird der Lichtstrahl unterbrochen, so schaltet das Relais ein. Außer dem Fototransistor sind für die Empfängerschaltung keine externen Bauelemente erforderlich. Die Temperaturabhängigkeit des Fotostromes bei konstantem Lumineszenzdiodenstrom wird durch den gegenläufigen Eingangsschaltstrom des TCA 105 nahezu kompensiert. Der Schaltpunkt ist im Speisespannungsbereich von 4,5 bis 30 V konstant. Mit dem Widerstand R kann bei Bedarf die Hysterese vergrößert werden.

Häufig ist die galvanische Trennung zweier Stromkreise erforderlich. Ersetzt man in Bild 6.8 die LED und den Foto-Transistor durch ein optoelektronisches Koppellement (unten in der Schaltung), so ergibt sich eine galvanische Trennung mit hoher Isolationsspannung. Die Lumineszenzdiode des Koppellementes kann beispielsweise von TTL-, μ C- oder LSL-Schaltungen angesteuert werden. Der Strombedarf ist dabei kleiner als 1 mA.

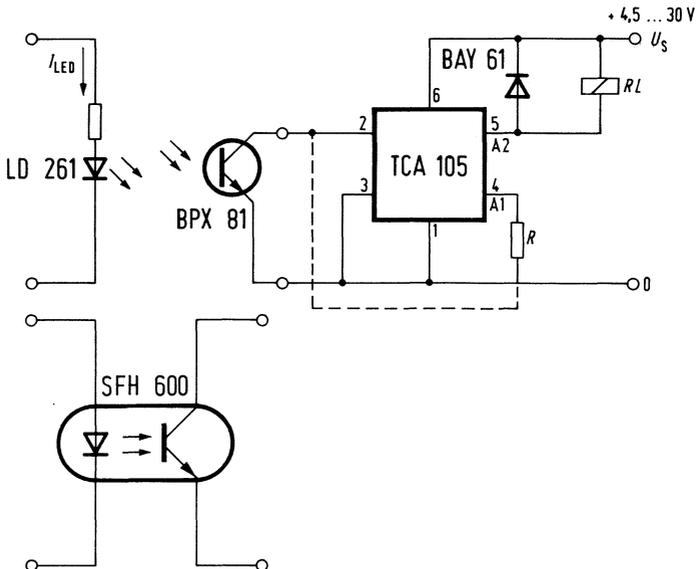


Bild 6.8

Bauteile-Liste zu Schaltung 6.8

Bauteil	Bestellnummer
1 Schwellwertschalter TCA 105	Q67000-A527
1 Lumineszenzdiode LD 261 IV	Q62703-Q66
1 Fototransistor BPX 81	Q62702-P20
1 Diode BAY 61	Q62702-A389
1 Relais (mit Ansteuerstrom <50 mA)	-
Für Potentialtrennung:	
1 optoelektronisches Koppel- element SFH 600 I	Q68000-A4861

6.9 Drehzahlregelung mit TCA 955

In elektronischen Antrieben, deren Drehzahl bei schwankender Versorgungsspannung sowie bei Belastungs- und Temperaturänderungen konstant bleiben soll, werden bevorzugt Gleichstrommotoren eingesetzt. Sie können vorteilhaft über ihre Ankerspannung geregelt werden. Das Regelprinzip der IS TCA 955 entspricht dem eines Gleichspannungswandlers, mit dem die Versorgungsspannung weitgehend verlustlos reduziert werden kann.

Der Anker wird pulsbreitenmoduliert, mit der doppelten Frequenz des Tachogenerators, angesteuert. In der Pulspause entlädt sich die in der Ankerinduktivität gespeicherte Energie, so daß nahezu Gleichstrom im Motor fließt.

Bei zu kleiner elektrischer Motorzeitkonstante kann der Schaltfrequenzoszillator zugeschaltet und mit hoher Frequenz getaktet werden.

Gegenüber herkömmlichen Regelschaltungen hat diese Regelung zwei wesentliche Vorteile:

- Die Drehzahlregelung erfolgt unabhängig von der Amplitude des Tachogenerators,
- bei höherer Versorgungsspannung wird ein besserer Wirkungsgrad der Regelung erreicht. Dadurch verlängern sich bei batteriebetriebenen Geräten die Betriebszeiten mit einem Batteriesatz.

Bild 6.9.1 zeigt eine Drehzahlregelung für einen Gleichstrommotor (Nennspannung 4,5 V, Leistungsaufnahme 0,6 W, Ankerwiderstand 6 Ohm, Tachogenerator 6 Polpaare), dessen elektrische Motorzeitkonstante $T_{\text{Mot}} > \frac{30}{n \cdot p}$ bei der Söldrehzahl von 2200 U/min ist. Die Schaltung arbeitet ohne Schaltfrequenzoszillator. Der externe Schaltungsaufwand ist dabei minimal. **Bild 6.9.2** zeigt die Regelgenauigkeit und die Stromersparnis in Abhängigkeit von der Versorgungsspannung.

Drehzahlregelschaltung ohne Schaltfrequenzoszillator

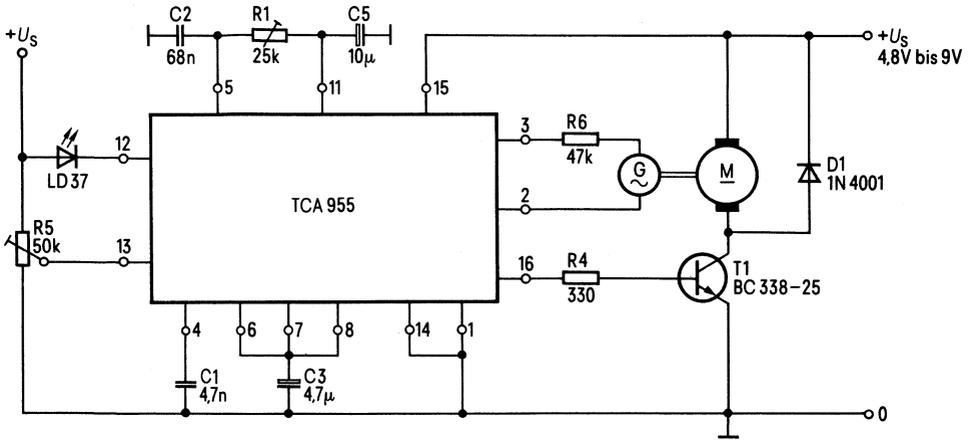
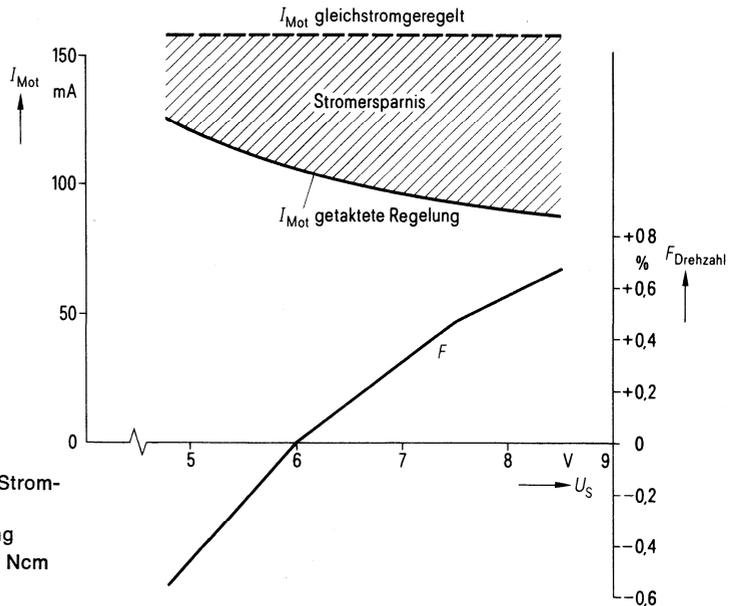


Bild 6.9.1



Drehzahlfehler und Stromaufnahme in Abhängigkeit von der Versorgungsspannung
 $n_{Nenn} = 2200 \text{ U/min}$; $M = 0,1 \text{ Ncm}$

Bild 6.9.2

Bauteile-Liste zu Schaltung 6.9.1

Bauteil		Bestellnummer
1 Drehzahlregel-IS	TCA 955	Q67000-A983
1 Transistor	BC 338-25	Q62702-C314-V2
1 Lumineszenzdiode	LD 37 A	Q62703-Q99-S1
1 Diode	1N 4001	C66047-Z1306-A21
1 MKT-Schichtkondensator	4,7 nF/63 V	B32509-A472-M
1 MKC-Schichtkondensator	68 nF/100 V	B32540-C1683-J
1 Elektrolytkondensator	4,7 μ F/40 V	B41313-A7475-T
1 Elektrolytkondensator	10 μ F/25 V	B41313-A5106-T
1 Widerstand	330 Ω /0,5 W	B51261-Z4331-J1
1 Widerstand	47 k Ω /0,5 W	B51261-Z4473-J1

6.10 Nachlaufregelung mit TCA 965 und Gleichstrommotor als Stellglied

Der TCA 965 arbeitet hier als Dreipunktregler, der Regelgröße (Istwert) und Führungsgröße (Sollwert) vergleicht, sowie eine Stellgröße zur Ansteuerung des Stellgliedes erzeugt. Es handelt sich also um eine sogenannte Folgeregelung. Der Regelkreis setzt sich aus mechanischen, elektromechanischen und elektronischen Einheiten zusammen.

Bei einer guten Nachlaufregelung ist der Totbereich und damit die Genauigkeit über den gesamten Regelbereich konstant. Diese Konstanz wird auch von einer evtl. notwendigen Schalthysterese verlangt. In Nachlaufregelungen mit dem Fensterdiskriminator TCA 965 werden diese Forderungen ohne großen externen Bauteileaufwand automatisch erfüllt. **Bild 6.10** zeigt die Schaltung des Reglers einschließlich Motor. Das Fenster wird über die Mittenspannung U_8 und die halbe Fensterbreite U_9 eingestellt. Soll- und Istwert stehen in Form einer Spannung am Abgriff (Schleifer) des Soll- und Istwertpotentiometers zur Verfügung. Beide Potentiometer liegen an der konstanten Spannung U_{10} . Das Istwertpotentiometer ist mechanisch mit dem Motor gekoppelt. Mit dem Einsteller P_{tot} stellt man den Totbereich (zweimal U_9) ein. Eine evtl. notwendige Hysterese erreicht man mit R_H . Der Motor M wird in einer Brückenschaltung T_1 bis T_4 angeordnet, die von den Ausgängen 2 und 14 des TCA 965 angesteuert wird. Befindet sich der Istwert der Regelgröße $U_{6/7}$ innerhalb des Fensters, so liegen die Ausgänge 2 und 14 an $+U_S$. Der Motor steht still; er ist über T_1 und T_2 kurzgeschlossen. Geht nun z.B. U_8 in positive Richtung (neue Sollwertvorgabe), dann bekommt Ausgang 14 Massepotential, Ausgang 2 bleibt auf $+U_S$. T_1 und T_3 werden leitend, T_2 und T_4 gesperrt; durch den Motor fließt der Strom in die Richtung, daß sich die Last und der Schleifer des Istwertpotentiometers in Richtung Sollwert drehen. Sobald der Istwert $U_{6/7}$ ins Fenster kommt, geht Ausgang 14 nach $+U_S$ und der Motor wird über T_1 und T_2 kurzgeschlossen. Durch das Kurzschließen erreicht man kürzere Bremszeiten des Motors, was sich in einer größeren Genauigkeit des Systems auswirkt.

Die an den INHIBIT-Eingängen liegenden mechanischen Kontakte stellen Anschläge dar, die den Motor abschalten, wenn er die vorgegebene Endstellung erreicht hat. Auch kontaktlose Schalter wie Hall-IS oder Näherungsschalter sind möglich.

Mit der gegebenen Konstanz und Einstellbarkeit von Hysterese und Totbereich im gesamten Regelbereich läßt sich jede Nachlaufregelung so einstellen, daß unter den gegebenen Bedingungen ein Optimum bezüglich Genauigkeit, Stellzeit und Stabilität des Regelkreises erreicht wird.

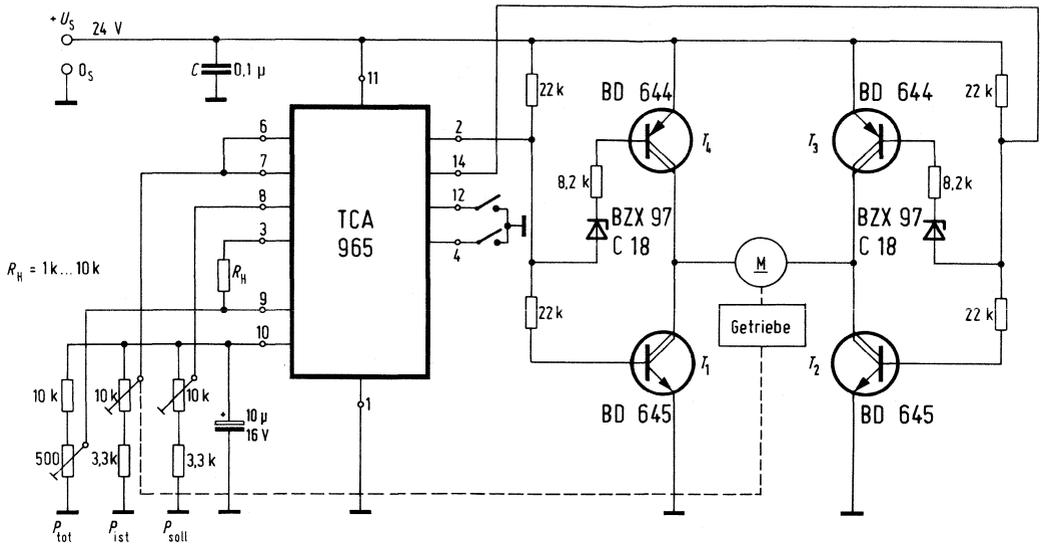


Bild 6.10

Bauteile-Liste zu Schaltung 6.10

Bauteil		Bestellnummer
1 Fensterdiskriminator-IS	TCA 965	Q67000-A982
2 Darlington-Transistoren	BD 644	Q62702-D230
2 Darlington-Transistoren	BD 645	Q62702-D231
2 Z-Dioden	BZX 97 C 18	Q62702-Z1241-F82
1 MKT-Schichtkondensator	0,1 μF/10 V	B32560-D1104-J
1 Elektrolytkondensator	10 μF/25 V	B41313-A5106-T
2 Widerstände	3,3 kΩ/0,5 W	B51261-Z4332-J1
2 Widerstände	8,2 kΩ/0,5 W	B51261-Z4822-J1
1 Widerstand	10 kΩ/0,5 W	B51261-Z4103-J1
4 Widerstände	22 kΩ/0,5 W	B51261-Z4223-J1

6.11 Drehzahlmessung mit Hall-Sensor SAS 231 W

Der Baustein SAS 231 W liefert am Ausgang eine Spannung, die proportional zur magnetischen Induktion (Flußdichte) ist. Die Ausgangsspannung nimmt zu, wenn der Südpol eines Magneten der Chipoberseite genähert wird. Der Nullpunkt kann durch externen Abgleich eingestellt werden. Die Steilheit der Kennlinie wird durch externe Beschaltung am Anschluß 3 bestimmt (**Bild 6.11**). Je niederohmiger dieser Anschluß mit Minus verbunden wird, desto höher ist die Verstärkung. Die Reihenschaltung von R_1 und C_1 bewirkt, daß die Empfindlichkeit nur für Wechselspannungen heraufgesetzt wird.

Sind im Betrieb nur Wechselfelder zu messen, so kann eine besonders hohe Empfindlichkeit eingestellt werden, da der Arbeitspunkt des SAS 231 durch eine Gleichspannungs-Gegenkopplung zwischen Anschluß 4 (Ausgang) und Anschluß 2 (Eingang) stabilisiert werden kann.

Die Schaltung ist so ausgelegt, daß sich der richtige Arbeitspunkt ($U_4=5\text{ V}$) unter allen Bedingungen automatisch einstellt. Dies erreicht man, indem eine Gleichstrom-Gegenkopplung vom Ausgang des Hall-Sensors (Anschluß 4) über einen Operationsverstärker und einen Spannungsteiler R_2/R_3 auf den Eingang (Anschluß 2) führt. Das Spannungsteilverhältnis ist für die Einstellung des Arbeitspunktes bestimmend. Durch diese starke Gegenkopplung spielt die Temperaturabhängigkeit des Hall-Sensors nur noch eine untergeordnete Rolle. Der Kondensator C_2 muß unmittelbar zwischen die Anschlüsse 1 und 2 des SAS 231 angebracht werden, damit keine unerwünschten Einstreuungen eintreten. Ebenso ist es sinnvoll, den Kondensator C_3 in unmittelbarer Nähe der IS anzuordnen.

Um ein einwandfreies Ausgangssignal auch bei niedrigen Drehzahlen zu erhalten, wird das Ausgangssignal des Hall-Sensors einem Schmitt-Trigger zugeführt. Hierzu wird der zweite Operationsverstärker verwendet. Die Trigger-Schwelle läßt sich mit dem Einsteller P_1 bestimmen. Der Schmitt-Trigger invertiert dabei das am Ausgang des SAS 231 liegende Signal.

Der nächste Operationsverstärker ist als Monoflop geschaltet. Gelangt über den Kondensator C_4 eine steigende Spannung an den invertierenden Eingang (Anschluß 10), gibt der Monoflop einen etwa $70\ \mu\text{s}$ breiten Impuls ab. Durch die Invertierung im Schmitt-Trigger geschieht dies also jedesmal bei der fallenden Flanke des Ausgangssignales vom SAS 231.

Dem Monoflop ist eine invertierende Pufferstufe (4. OP) nachgeschaltet, so daß am Ausgang kurze positive Impulse konstanter Dauer bei jeder Umdrehung erscheinen. Bei der in **Bild 6.11** angegebenen Dimensionierung reicht der Meßbereich für die Drehzahlen von etwa 1 Hz bis 10 kHz.

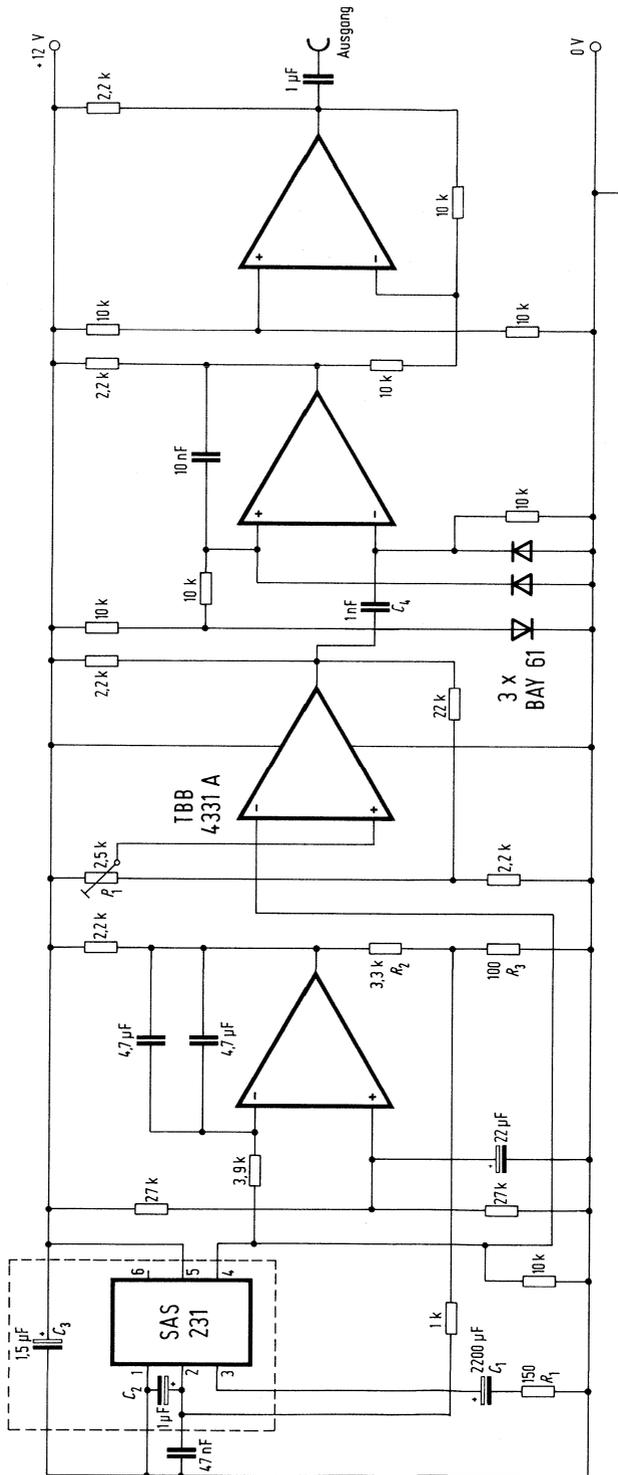


Bild 6.11

Bauteile-Liste zu Schaltung 6.11

Bauteil		Bestellnummer	
1	Hall-IS	SAS 231 W	Q67000-A1468-W
1	4fach Operationsverstärker	TBB 4331 A	Q67000-A1166
3	Dioden	BAY 61	Q62702-A389
1	MKT-Schichtkondensator	1 nF/400 V	B32560-D6102-J
1	MKT-Schichtkondensator	10 nF/400 V	B32560-D6103-J
1	MKT-Schichtkondensator	47 nF/250 V	B32560-D3473-J
1	MKT-Schichtkondensator	1 µF/100 V	B32561-D1105-J
1	Elektrolytkondensator	1 µF/100 V	B41313-A9105-T
1	Elektrolytkondensator	2,2 µF/63 V	B41313-A8225-T
2	MKT-Schichtkondensatoren	4,7 µF/100 V	B32563-D1475-M
1	Elektrolytkondensator	22 µF/25 V	B41313-A5226-T
1	Elektrolytkondensator	2200 µF/16 V	B41316-A4228-V
1	Einsteller	2,5 kΩ	–
1	Widerstand	100 Ω/0,5 W	B51261-Z4101-J1
1	Widerstand	150 Ω/0,5 W	B51261-Z4151-J1
1	Widerstand	1 kΩ/0,5 W	B51261-Z4102-J1
5	Widerstände	2,2 kΩ/0,5 W	B51261-Z4222-J1
1	Widerstand	3,3 kΩ/0,5 W	B51261-Z4332-J1
1	Widerstand	3,9 kΩ/0,5 W	B51261-Z4392-J1
1	Widerstand	22 kΩ/0,5 W	B51261-Z4223-J1
2	Widerstände	27 kΩ/0,5 W	B51261-Z4273-J1

6.12 Drehmomentmessung mit Hall-Sensoren

Die Grundlage der Drehmomentmessung ist die Ermittlung des Drillwinkels. Denkt man sich auf einer Achse zwei deckungsgleiche Nocken in einem gewissen axialen Abstand voneinander angebracht, so kann der zeitliche Durchgang der Nocken von außen her sehr genau mit einem Hall-Sensor bestimmt werden.

Bei Belastung und Rotation wird aus der zeitlichen Verschiebung der Nockenimpulse der Drillwinkel ermittelt. Der Drillwinkel ist proportional dem Drehmoment. Mit der Schaltung in **Bild 6.12.2** kann der Drillwinkel unabhängig von der Drehzahl erfaßt werden. Die beiden Nocken liefern am Ausgang der Hall-Sensoren zwei voneinander versetzte, etwa sinusförmige Impulse (**Bild 6.12.1**). Mit zwei Schmitt-Trigger, die aus dem Doppel-OP TBB 1458 B aufgebaut sind, werden zwei versetzte Rechteckimpulse erzeugt. Die den Operationsverstärkern nachgeschalteten EXODER-Glieder dienen als Puffer. Ihre Ausgänge führen auf ein weiteres EXODER-Glied, welches die nichtüberlappenden Bereiche der beiden Impulse als Signal ausgibt. Mit einem weiteren NAND-Glied wird der zweite, rückseitige Impuls eliminiert. Damit erhält man einen bezüglich der Breite der Phasendifferenz proportionalen Impuls. Das weitere NAND-Glied dient als Puffer und führt zu einem dritten NAND-Glied, in dem der Impuls mit einer höheren Frequenz getastet wird. Ein viertes NAND-Glied dient wieder als Puffer.

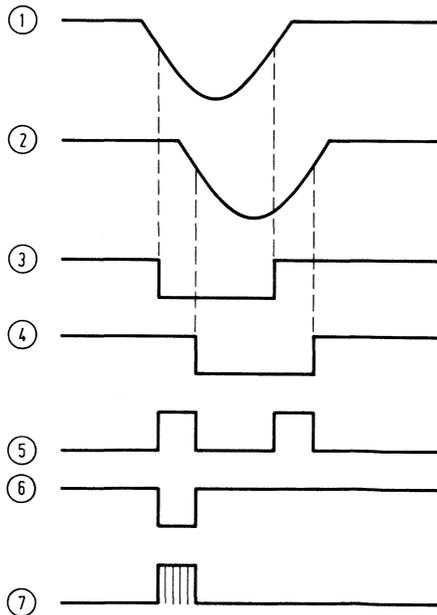


Bild 6.12.1

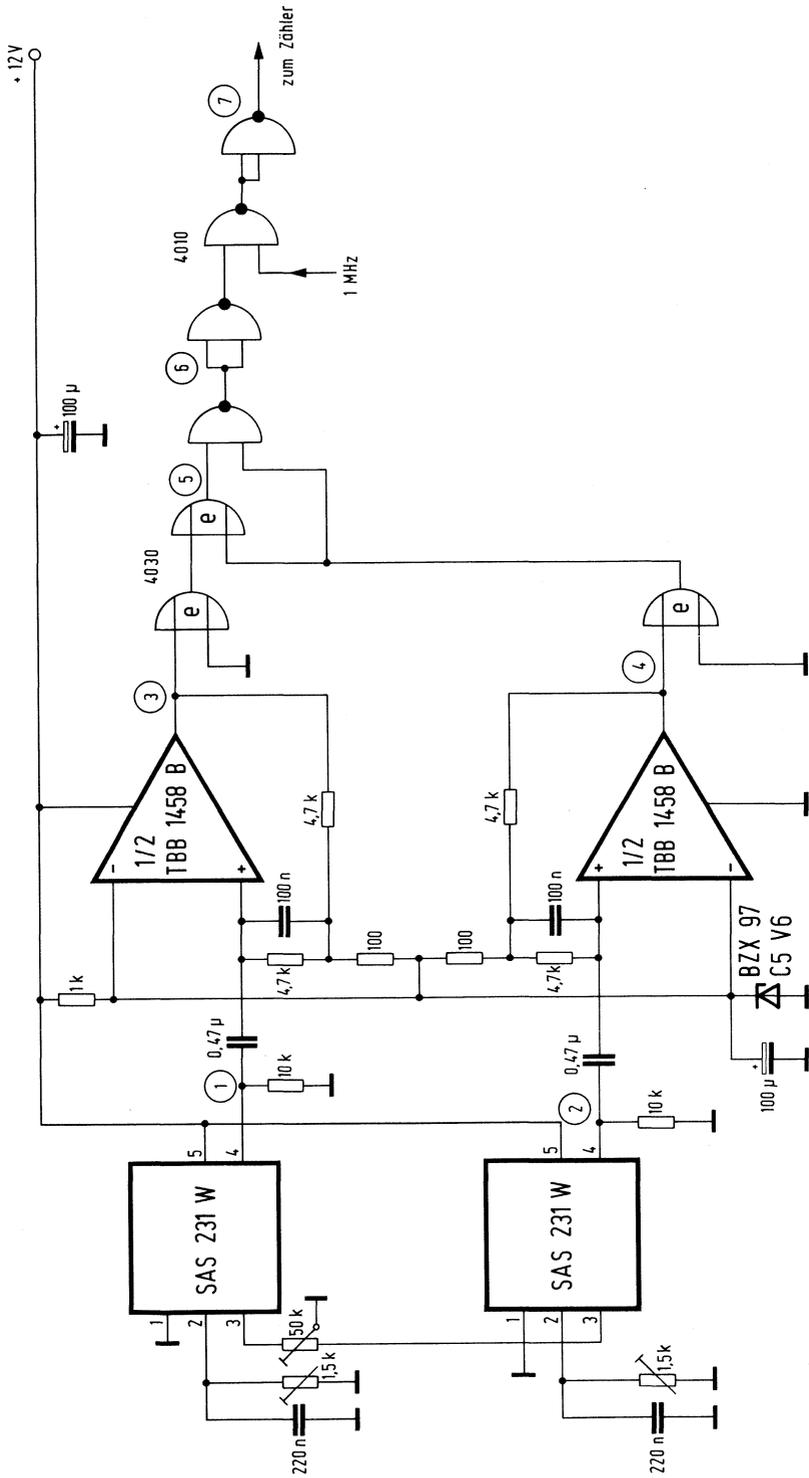


Bild 6.12.2

Wird am Ausgang die Zahl der 1 MHz-Impulse während einer festen Bezugszeit (z.B. 1 s) gezählt, so hat man eine dem Phasenwinkel proportionale Meßgröße gewonnen. Diese ist unabhängig von der Drehzahl, sofern die Drehzahl nicht zu klein ist. Um die Meßzeit zu verkürzen bzw. die Genauigkeit zu erhöhen, wird anstelle einer einzelnen Nocke ein Zahnkranz verwendet. Dies setzt allerdings eine hohe Genauigkeit in der mechanischen Ausführung voraus.

Bauteile-Liste zu Schaltung 6.12

Bauteil		Bestellnummer	
1	Hall-IS	SAS 231 W	Q67000-A1468W
1	Doppel-Operationsverstärker	TBB 1458 B	Q67000-A1036
1	NAND-Gatter	4010	—
1	EXODER-Gatter	4030	—
1	Z-Diode	BZX 97/C5V6	Q62702-Z1229-F82
2	MKH-Schichtkondensatoren	100 nF/100 V	B32510-D1104-K
2	MKM-Schichtkondensatoren	220 nF/100 V	B32511-D1224-K
2	MKM-Schichtkondensatoren	0,47 µF/100 V	B32512-D1474-K
2	Elektrolytkondensatoren	100 µF/16 V	B41283-B4107-T
1	Einsteller	50 kΩ	—
2	Widerstände	100 Ω/0,5 W	B51261-Z4101-J1
3	Widerstände	4,7 kΩ/0,5 W	B51261-Z4472-J1
2	Widerstände	10 kΩ/0,5 W	B51261-Z4103-J1

6.13 Störsicheres Zeitglied mit FZK 101

Um die Störsicherheit der LSL-Serie beim Zeitglied FZK 101 als Monoflop voll ausnützen zu können, ist es wichtig, die Integrierte Schaltung nach HF-Gesichtspunkten auf der Platine anzuordnen (**Bild 6.13**). Dazu soll die Platine rund um den FZK 101-Baustein mit Massepotential kaschiert sein. Die Versorgungsspannung wird am Anschluß 16 mit einem für Hochfrequenz geeigneten Kondensator von 100 nF abgeblockt. Die Eingangs- und Ausgangsleitungen sind geschirmt. Zusätzlich werden die Anschlüsse 5, 11, 12 und 13 mit Kondensatoren von 1 nF gegen Masse abgeblockt. Dabei ist zu beachten, daß diese Kondensatoren eine zusätzliche Zeitverzögerung der Ausgangsschaltflanke bewirken.

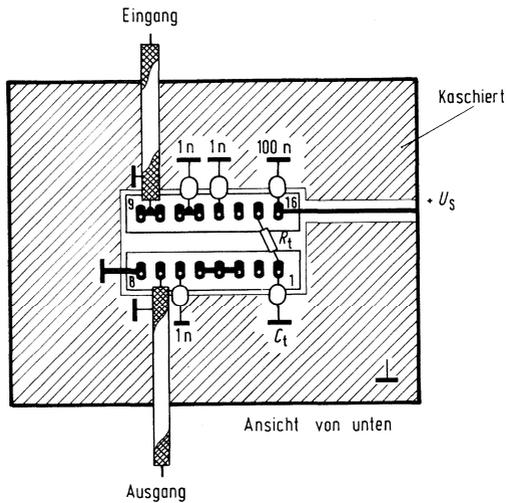


Bild 6.13

Bauteile-Liste zu Schaltung 6.13

Bauteil		Bestellnummer
1 LSL-Zeitglied	FZK 101	Q67000-K6
3 Keramikkondensatoren	1 nF/25 V	B37982-S0102-M3
1 Keramikkondensator	100 nF/32 V	B37463-A3104-S
1 MKT-Schichtkondensator oder Polypropylenkondensator	Größe je nach Impulslänge	—
1 Widerstand	Größe je nach Impulslänge	—

7 Energieelektronik-Schaltungen

7.1 Dimmer-Hauptstelle mit dem S 576

Der MOS-Dimmer S 576 ist der Nachfolge-Typ der bewährten IS S 566.

Integriert wurde die Triac-Ansteuerstufe, so daß der früher erforderliche Treibertransistor entfällt. Anschluß 2 ist beim S 576 der Schlummerschaltereingang. Er wird auf den gemeinsamen Bezugspunkt 0V (\cong Phase) geschaltet, wenn diese Funktion nicht genutzt wird. An diesem Anschluß konnte die Beschaltung mit einem Kondensator eingespart werden.

Prinzip des MOS-Dimmers

Das Prinzip eines Berührungssensors beruht auf dem endlichen Ableitwiderstand des Körpers und des Fußbodens zur Erde. Damit kann das Eingangspotential einer elektronischen Schaltung verändert und ein Schalt- oder Steuervorgang ausgelöst werden. Da mit einem einzigen Sensor die Befehle „EIN“, „AUS“ und „Phasenanschnittwinkel ändern“ gesteuert werden sollen, steht die Zeitdauer der Berührung als einziges Unterscheidungskriterium zur Verfügung. Die Verarbeitung dieser Eingangsinformation, ihre Speicherung und die phasenrichtige Ansteuerung des Triacs ist Aufgabe der integrierten MOS-Schaltung (IS) S 576. Mit einem Phasenregelkreis (PLL) erzeugt er die internen Arbeitstakte und synchronisiert sie frequenz- und phasenrichtig mit dem Netz. Die weitgehend digitale Arbeitsweise sorgt für eine genaue und stabile Einstellung des gewünschten Phasenanschnittwinkels. Die Zündung des Triacs erfolgt in jeder Halbwelle durch einen etwa 30 μ s langen Impuls am Anschluß 8.

Schaltungsbeschreibung

Bild 7.1.1 zeigt eine Dimmerschaltung für Glühlampen, die mit dem üblichen mechanischen Schaltkontakt, der in Serie zur Lampe liegt, austauschbar ist. Die Funktion des Schalters wird dabei vom Triac übernommen. Im Sperrzustand liegt an den Triacanschlüssen die volle Netzspannung, im durchgeschalteten Zustand steht nur noch die Restspannung zur Verfügung. Die elektronische Regelschaltung benötigt jedoch zur Funktion eine Gleichspannung von 15 V. Die IS wurde daher auf einen einstellbaren Phasenwinkel von minimal etwa 30° ausgelegt. Mit der während dieses Winkels zur Verfügung stehenden Spannung wird über den Gleichrichter D_2 der Kondensator C_3 auf die Betriebsspannung der IS aufgeladen. Wegen der sehr geringen Stromaufnahme der Schaltung kann man dabei mit einem kleinen Elektrolytkondensator auskommen. R_1 und C_2 dienen zur Strombegrenzung für die Z-Diode D_1 . Der Kondensator C_1 und die Drossel D_r bewirken die vorgeschriebene Funk-Entstörung.

Die Synchronisation mit der Netzfrequenz erfolgt mit der am Triac liegenden Wechselspannung, die über R_2 zum Anschluß 4 geführt wird. C_4 filtert darin enthaltene Störsignale aus. C_5 gehört zum internen Regelkreis der IS. Beim Berühren der Sensorfläche wird das Potential des Spannungsteilers am Steuereingang (Anschluß 5) beeinflusst, wobei R_8 und R_9 als Berührungsschutzwiderstände nötig sind und mit R_7 die Empfindlichkeit des Sensors eingestellt werden kann. Weitere Berühr-

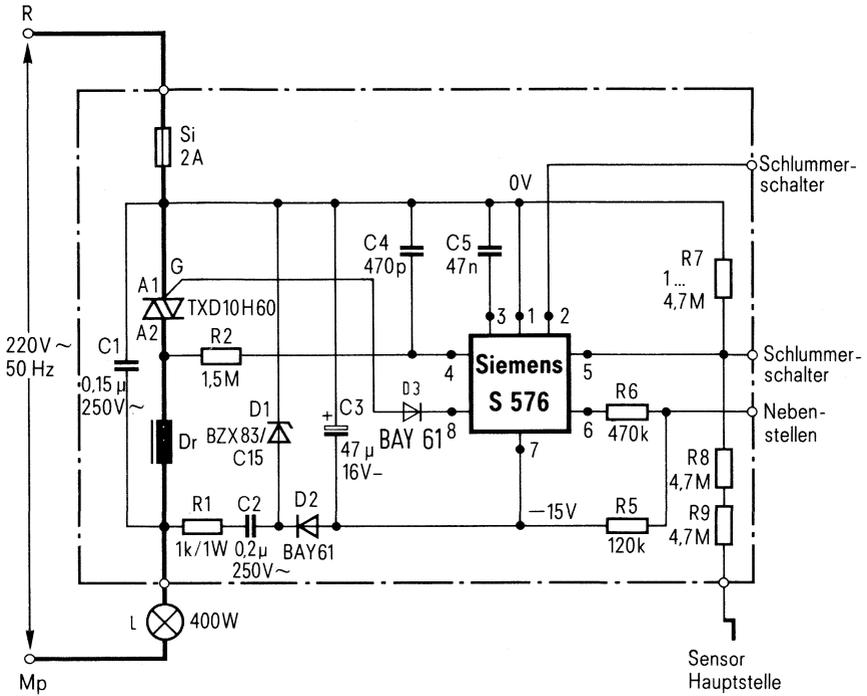
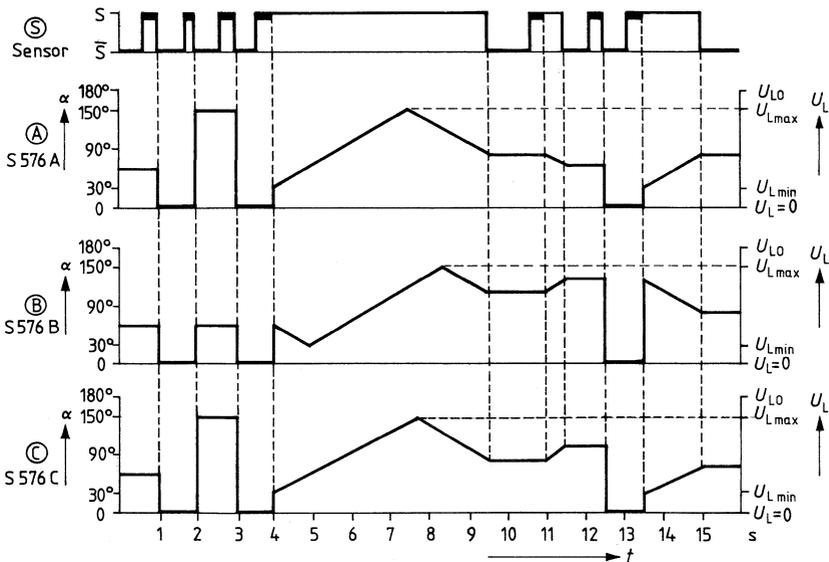


Bild 7.1.1



α Stromflußwinkel
 U_L Lampenspannung

S Steuersignal: S Sensor berührt
 ($\approx 0,4$ s, $\approx 0,4$ s)
 \bar{S} Sensor unberührt

Bild 7.1.2

tasten können nicht einfach parallel an diesen Eingang angeschlossen werden, da auf langen Leitungen bei diesem hochohmigen Abschluß zu große Störungen eingekoppelt würden. Hierfür ist ein zweiter, invertierender Eingang vorgesehen, der niederohmiger abgeschlossen werden kann. Zur Steuerung ist eine Nebenstelle nach **Bild 7.2.1** anzuschalten.

Die Widerstände R_5 und R_6 dienen zur Strombegrenzung bei Verpolung des Nebenstellenanschlusses. Die beiden Widerstände können entfallen, wenn keine Nebenstelle angeschlossen werden soll. Anschluß 6 muß dann mit U_{DD} (Anschluß 7) verbunden werden.

Für die Funktion des Sensors ist es erforderlich, die Schaltung richtig zu polen, d.h. den Anschluß R an Phase und L über die Lampe an M_p zu legen.

Die Ansteuerung des Triacs erfolgt im 3. und 4. Quadranten. D_3 dient zur Verminderung positiver Spannungen, die bei manchen Triac-Typen im gezündeten Zustand am Gateanschluß entstehen, auf Werte unter $U_{ss} + 0,5 \text{ V}$ (vgl. Kenndaten). Bei Einsatz geeigneter Triacs kann die Diode D_3 entfallen. (Diese Eigenschaft des Triacs ist abhängig vom Anodenstrom und dem inneren Widerstand zwischen G und A_1 , sie kann vom Hersteller spezifiziert und gemessen werden.) Die maximale Leistung des angeschlossenen Verbrauchers ist durch die Grenzdaten des gewählten Triacs begrenzt. Das Funk-Entstörglied ist entsprechend anzupassen. Bei Glühlampensteuerungen ist der durch den niedrigen Kaltwiderstand verursachte Einschaltstromstoß zu berücksichtigen, der das 5- bis 10fache des Lampen-Nennstroms erreichen kann.

Steuerverhalten

Die drei Varianten S 576 A, B, C unterscheiden sich in ihrem Steuerverhalten voneinander:

S 576 A: Beim Wiedereinschalten wird immer die max. Helligkeit eingestellt, beim Dimmen von min. Helligkeit ausgehend gesteuert. Bei neuerlichem Dimmen wird in derselben Richtung (z.B. „heller“) weitergesteuert.

S 576 B: Beim Ausschalten wird die gewählte Helligkeit gespeichert und beim Wiedereinschalten wieder eingestellt. Beim Dimmen wird von diesem gespeicherten Wert aus weitergesteuert, bei wiederholtem Dimmen kehrt sich die Steuerrichtung um.

S 576 C: Beim Wiedereinschalten wird immer die max. Helligkeit eingestellt, beim Dimmen von min. Helligkeit ausgehend gesteuert. Bei wiederholtem Dimmen kehrt sich die Steuerrichtung um.

Bild 7.1.2 veranschaulicht diese Funktionen, wobei zunächst der Dimmer durch kurzes Berühren des Sensors ausgeschaltet ist.

Lichtschalter S 576 D

Bei Berührung der Sensorfläche ($>50 \text{ ms}$) wird die Lampe wechselweise mit maximaler Helligkeit eingeschaltet oder ausgeschaltet. Der Schaltvorgang wird bei Beginn der Berührung ausgelöst.

Ein Abdunkeln und Ausschalten des Lichtes über den Takteingang 2 ist wie beim Helligkeitsregler möglich.

Bauteile-Liste zu Schaltung 7.1.1

Bauteil		Bestellnummer
1 Elektronischer Helligkeitsregler	S 576 C	Q67100-Y506
1 Triac	TXC 10 H60	C67048-A1505-A6
1 Z-Diode	BZX 83/C 15	Q62702-Z1081-F82
1 Silizium-Schaltdiode	BAY 61	Q62702-A389
1 Keramik-Scheibenkondensator	SDPN, 470 pF/400 V	B37205-A5471-S1
1 MKT-Schichtkondensator	47 nF, 250 V, $\pm 5\%$	B32560-D3473-J
1 Funk-Entstörkondensator	0,15 μF , 250 V	B81111-B-B27
1 Funk-Entstörkondensator	0,2 μF , 250 V	B81111-B-B28
1 Al-Elektrolytkondensator	47 μF , 16 V	B41316-A4476-V
4 Kohleschichtwiderstände	1 bis 4,7 M Ω /0,5 W, $\pm 5\%$	B51261-Z4...-J1
2 Kohleschichtwiderstände, hochspannungsfest	4,7 M Ω /0,5 W, $\pm 5\%$	
1 Kohleschichtwiderstand	1 k Ω /1 W	B51276-A2102-G
1 Funk-Entstördrossel		B82603-V-B11
1 Feinsicherung	2 A, mittelträge	–

Kompatibilität der Nebenstelle zu S 566 und S 576

Beide Typen können am Nebenstelleneingang über mechanische Taster oder eine elektronische Schaltung nach **Bild 7.2.1** bedient werden. Bei S 566 ist in jedem Fall eine Dämpfung der eingekoppelten Störspannung zu empfehlen, um auch bei Leitungskapazitäten, die größer als etwa 1 nF sind, ein ungewolltes Einschalten zu vermeiden. Dafür gibt es prinzipiell zwei Möglichkeiten:

1. Kompensationskondensator in der Hauptstelle (**Bild 7.2.2**)
 Vorteil: Anschluß beliebig vieler Nebenstellen möglich,
 Nachteil: Platzbedarf in der Hauptstelle.
2. Kompensationskondensator in der Nebenstelle (**Bild 7.2.3**)
 Vorteil: kein Platzproblem,
 Nachteil: Nebenstellenanzahl begrenzt (max. 3).

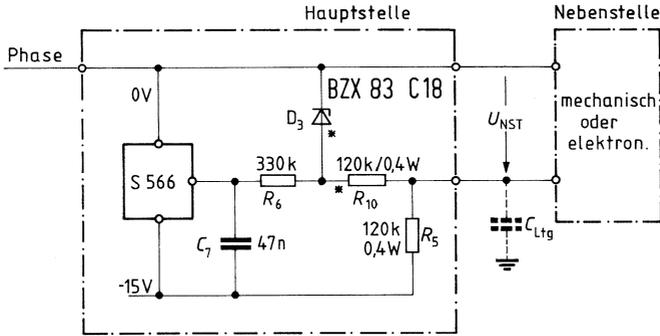


Bild 7.2.2

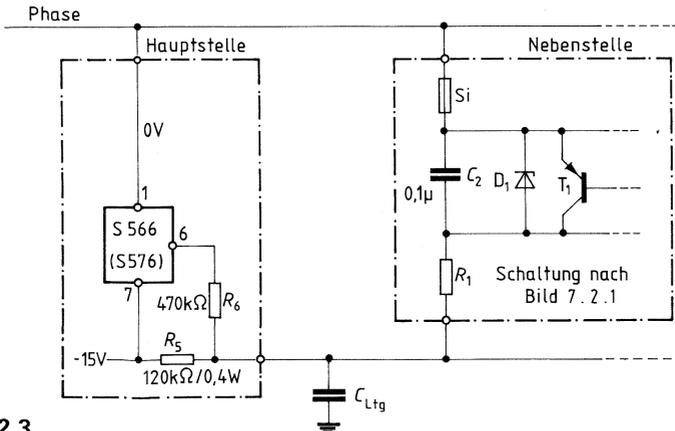


Bild 7.2.3

Zu 1. (Bild 7.2.2):

Bei Bedienung über mechanische Taster an der Nebenstelle begrenzt die Z-Diode D_3 die Amplitude der eingekoppelten Spannung, der Vorwiderstand R_{10} schützt die Z-Diode bei Verpolung der Anschlüsse. Diese beiden Bauelemente können entfallen, wenn eine elektronische Nebenstelle nach **Bild 7.2.1** eingesetzt wird. Der Kompensationskondensator C_7 lädt sich bei Einkopplung von Wechselspannung auf einen Gleichspannungswert von ca. $-1/2 U_z(D_3) \approx 9 \text{ V}$ auf, dem eine dreieckförmige Wechselspannung überlagert ist. Mit $C_{\text{Ltg}} = 17 \text{ nF}$ und $C_7 = 47 \text{ nF}$ beträgt die Amplitude der Nebenstellenspannung max. $-6,5 \text{ V}$ und liegt damit unter der minimalen Schaltschwelle von -5 V . (Dieser Wert entspricht den praktischen Ergebnissen aus der Serienfertigung und liegt über dem im Datenblatt genannten Standardwert $U_{\text{IL}} = -8 \text{ V}$).

Bei einer eventuellen Umstellung der Produktion auf Hauptstellen mit S 576 kann dessen hohe Störsicherheit ohne Änderung der Nebenstellen voll genutzt werden.

Zu 2. (Bild 7.2.3):

Bei dieser Schaltung summieren sich die Kompensationskapazitäten aller angeschlossenen Nebenstellen. Die Aufladung der Kompensationskondensatoren nach einem Netzausfall muß innerhalb der Immunitätszeit des Eingangs erfolgen, da sonst ein H-Signal erkannt wird. Dadurch ist die Summen-Kapazität nach oben begrenzt. In der Schaltung nach **Bild 7.2.3** mit $R_5 = 120 \text{ k}\Omega$ beträgt die maximal zulässige Kapazität ca. 400 nF . Mit einer Kompensationskapazität von ca. 100 nF je Nebenstelle können bis zu 3 Nebenstellen angeschlossen werden. Das stellt einen für die praktischen Einsatzfälle im allgemeinen befriedigenden Kompromiß zwischen ausreichender Störsicherheit und Anzahl der möglichen Nebenstellen dar. Pro Nebenstelle können damit etwa 3 nF Erdkapazität kompensiert werden.

Bei einer Umstellung auf S 576 kann die Nebenstelle unverändert verwendet werden, eine größere Anzahl (>3) von Nebenstellen bei voller Störsicherheit kann jedoch nur mit Nebenstellen ohne Kondensator (Zeitkonstante!) ermöglicht werden.

Bauteile-Liste für Schaltung 7.2.1

Bauteil		Bestellnummer
2 Transistoren	BC 308 B	Q62702-C286
1 Z-Diode	BZX 97/C6V8	Q62702-Z1231-F82
1 Z-Diode	BZY 97/C18	Q68000-A959-F82
1 Diode	BAY 61	Q62702-A389
1 MKT-Schichtkondensator	10 nF/100 V	B32510-D1104-K
1 Widerstand	220 Ω /1 W	B51276-A2221-G
1 Widerstand	1 M Ω /0,5 W	B51261-Z4105-J1
1 Widerstand	2,2 M Ω /0,5 W	B51261-Z4225-J1
1 Widerstand	3,3 M Ω /0,5 W	B51261-Z4335-J1
2 Widerstände, hochspannungsfest	4,7 M Ω /0,5 W	

Bauteile-Liste für Schaltung 7.2.2

1 Zenerdiode	BZX 83 C 18	Q62702-Z1083-F82
1 MKT-Schichtkondensator	47 nF/100 V	B32510-D1104-K
2 Widerstände	120 k Ω /0,5 W	B51261-Z4124-J1
1 Widerstand	330 k Ω /0,5 W	B51261-Z4334-J1

Bauteile-Liste für Schaltung 7.2.3

1 MKT-Schichtkondensator	0,1 μ F/100 V	B32510-D1104-K
1 Widerstand	120 k Ω /0,5 W	B51261-Z4124-J1
1 Widerstand	470 k Ω /0,5 W	B51261-Z4474-J1

7.3 Schlummerschalter zum Anschluß an S 576

Der Baustein S 576 bietet neben den Funktionen Ein-/Ausschalten sowie Dimmen von der Hauptstelle oder mehreren Nebenstellen aus die Möglichkeit, mit Hilfe eines externen Taktgebers einen Schlummerschalter zu realisieren.

Ein Schlummerschalter hat die Aufgabe, nach seiner Betätigung das Licht in einem vorgegebenen Zeitraum kontinuierlich auf geringste Helligkeit zu reduzieren, um endlich vollständig abzuschalten. Die Abdimmdauer ist in der Schaltung nach **Bild 7.3** zwischen 10 und 60 min einstellbar. Der Aufwand an Bauteilen für den Schlummerschalter wurde so klein wie möglich gehalten. Daher ist diese Schaltung zusammen mit der Hauptstellenschaltung (MOS-Dimmer S 576, Triac usw.) in der UP-Dose (55 mm) unterzubringen. Mit einer zweiten Sensorfläche, oder der Taste T kann der Schlummerschalter betätigt werden.

Der geringe Stromverbrauch dieser Zusatzschaltung von weniger als 100 μA wurde durch Einsatz eines CMOS-Schaltkreises möglich.

Bild 7.3 zeigt den Aufbau des Schlummerschalters, der aus der Hauptstelle mit dem S 576 und der Zusatzschaltung (einem Flip-Flop aus zwei CMOS-NAND-Gattern G_1 , G_2 und einem RC-Taktgenerator) besteht.

Der S 576 arbeitet digital. Bei jedem Taktimpuls an Anschluß 2 reduziert er den Phasenansteuerwinkel des Triacs geringfügig, für das Auge in der Helligkeit nahezu unmerklich. Mit dem 84. Impuls ist die Lampe ausgeschaltet.

Mit Berühren des Schlummerschaltersensors kippt das Flip-Flop, der Ausgang des Gatters G_1 schaltet auf H-Signal und gibt den Taktgenerator frei, dessen Ausgangsimpulse dem Anschluß 2 des S 576 zugeführt sind. Der Taktgenerator arbeitet so lange, bis der Hauptstellensensor erneut berührt wird, dadurch schaltet der Ausgang des Gatters G_2 auf H-Signal, das Flip-Flop kippt zurück und stoppt den Taktgenerator.

Der Taktgenerator ist mit dem Gatter G_3 und den beiden Transistoren T_1 und T_2 aufgebaut. Der Gegentaktausgang des Gatters G_3 schaltet den Widerstand R_4 und den Widerstand R des zeitbestimmenden RC-Gliedes zwischen 0 und -15 V . Über R_4 wird die Emitterspannung von T_1 zwischen $-4,5$ und $-10,5\text{ V}$ umgeschaltet. Die Spannung am Kondensator C_2 folgt der Emitterspannung und führt im Schaltpunkt von T_2 zum Umschalten des Gatters G_3 .

Die Periodendauer T_{Takt} der Taktfrequenz ist von der Zeitkonstante des RC-Gliedes und vom Spannungshub am Emitter von T_2 abhängig. Im Ausführungsbeispiel berechnet sich die Periodendauer zu

$$T_{\text{Takt}} = 1,79 \cdot R \cdot C_2.$$

Mit dem Trimmer R_5 kann die Periodendauer von 8,4 bis 44,2 s eingestellt werden. Die Abdimmdauer beträgt dann 12 bis 62 min.

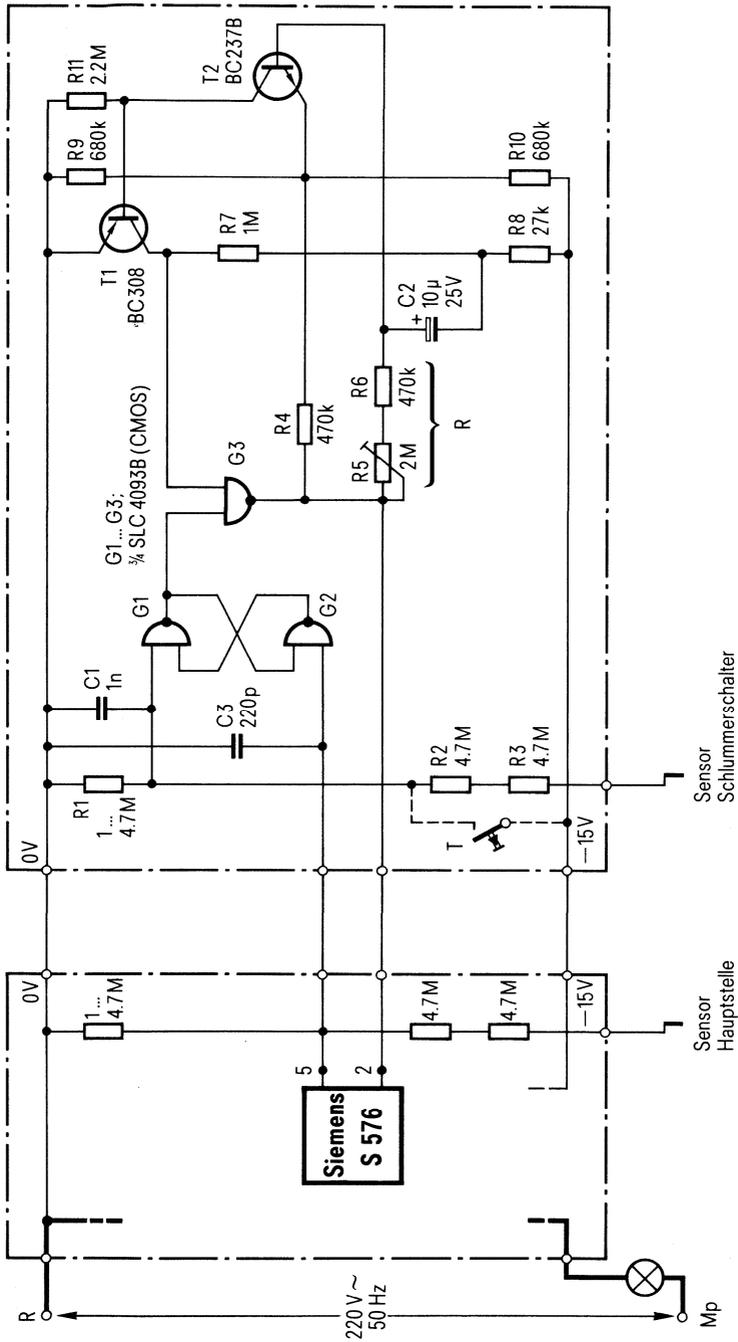


Bild 7.3

Flache Schaltflanken führen zu relativ hoher Stromaufnahme der CMOS-Gatter von etwa 1,5 mA. Mit den Transistoren T_1 , T_2 wird eine steile Schaltflanke am Eingang des Gatters G_3 erzeugt. Dadurch konnte die Stromaufnahme der Gesamtschaltung auf 25 bis 100 μ A reduziert werden.

Bauteile-Liste zu Schaltung 7.3

Bauteil		Bestellnummer
1 CMOS-NAND-Schmitt-Trigger	SLC 4093 B	
1 Silizium-PNP-Transistor	BC 308	Q62702-C704
1 Silizium-NPN-Transistor	BC 237 B	Q62702-C277
1 Keramik-Scheibenkondensator	220 pF, 400 V	B37205-A5221-S1
1 MKT-Schichtkondensator	1 nF, 400 V	B32510-D6102-K
1 Tantal-Elektrolytkondensator	10 μ F, 25 V	B45181-B3106-M
8 Kohleschichtwiderstände	1 bis 4,7 M Ω /0,5 W, \pm 5%	B51261-Z4...-J1
2 Kohleschichtwiderstände, hochspannungsfest	4,7 M Ω /0,5 W, \pm 5%	
1 Trimmerwiderstand	2 M Ω , 0,1 W	—

7.4 Sensor-Dimmer für Ein- und Zweiphasenbetrieb

Unsere MOS-Dimmer-Familie ist für den Betrieb zwischen Phase und MP ausgelegt. Die Sensorabfrage erfolgt etwa 20° nach dem Nulldurchgang der Phasenspannung.

Bei Betrieb des Dimmers zwischen zwei Phasen eines Drehstromnetzes, wie häufig in ausländischen Netzen üblich, ist zwischen dem Synchron- und Sensorsignal eine zu große Phasendifferenz, sodaß der Dimmer sich nicht steuern läßt.

Mit der in **Bild 7.4** dargestellten Schaltung arbeitet der Sensordimmer unabhängig von der Phasenlage. Der Nebenstellen-Eingang der Dimmer-IS wird während beider Netzhalbwellen auf H-Pegel geschaltet. Diese Gleichspannungssteuerung bewirkt der Speicherkondensator C_1 . Er hält während der negativen Netzhalbwelle den Transistor T_1 leitend.

Mit einem H-Pegel von ≥ -2 V ist die Schaltung sowohl für S 566, als auch für S 576 geeignet.

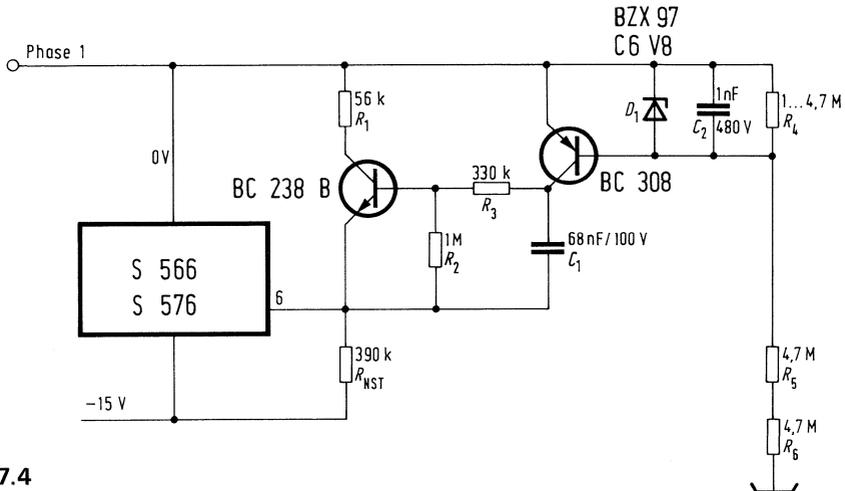


Bild 7.4

Bauteile-Liste zu Schaltung 7.4

Bauteil		Bestellnummer
1 Transistor	BC 238 B	Q62702-C279
1 Transistor	BC 308	Q62702-C704
1 Diode	BAY 61	Q62702-A389
1 MKT-Schichtkondensator	1 nF/400 V	B32510-D6102-K
1 MKT-Schichtkondensator	68 nF/100 V	B32510-D1683-K
1 Widerstand	56 kΩ/0,5 W	B51261-Z4563-J1
1 Widerstand	330 kΩ/0,5 W	B51261-Z4334-J1
1 Widerstand	1 MΩ/0,5 W	B51261-Z4105-J1
2 Widerstände, hochspannungsfest	4,7 MΩ/0,5 W	
1 Widerstand	1 bis 4,7 MΩ/0,5 W	B51261-Z4...-J1

7.5 Temperatursicherung für Dimmer S 576

Um die Dimmerschaltung vor unzulässiger Erwärmung im Betrieb zu schützen, kann eine Kaltleitersicherung nach **Bild 7.5** eingebaut werden. Bei Erwärmung wird der Kaltleiter hochohmig und schaltet den Zündstrom des Triacs ab. Nach Abkühlung schaltet sich die Anlage wieder selbständig ein. Die Abschaltung der Triac-Ansteuerung hat gegenüber dem Abschalten der Gesamtschaltung den Vorteil, daß die IS weiterhin in Funktion bleibt und nach Abkühlen die Beleuchtung wieder auf den vorher eingestellten Wert geschaltet wird.

Als Sicherung wird ein Kaltleiter vom Typ P350-B11 zwischen Anschluß 8 des S 576 und dem Gate des Triacs geschaltet. Er geht bei 80 °C in den hochohmigen Zustand über. Da der Kaltleiter im niederohmigen Bereich laut Datenblatt bis zu 200 Ω annehmen kann, ist diese Schaltung jedoch nur in Verbindung mit Triacs anwendbar, deren Zündströme ≤ 50 mA sind. Für andere Abschalttemperaturen sind die entsprechenden Typen auszuwählen.

Bauteile-Liste zu Schaltung 7.5

Bauteil		Bestellnummer
1 Kaltleiter	P350-B11	Q63100-P350-B11

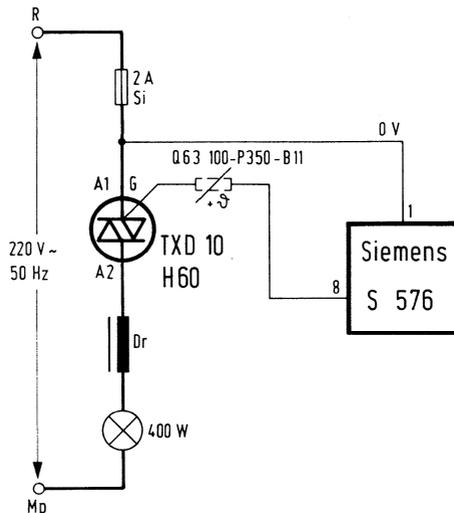


Bild 7.5

7.6 Kostengünstige Ansteuerung von zündempfindlichen Thyristoren und Triacs

Die neuen zündempfindlichen Thyristoren der Typenreihen BSt C10 und BSt D10 benötigen nur noch etwa 5 bis 10% des Zündstromes von Standardthyristoren.

Die zündempfindlichen Triacs TXC10, TXD10, Zündklasse H, sind etwa doppelt so empfindlich wie andere Typen.

Diese modernen Leistungshalbleiter können mit einfachen Steuerschaltungen gezündet werden, was zur Senkung der Systemkosten führt.

Die Ansteuerung von Thyristoren und Triacs kann mit Kurzimpulsen $t \leq 100 \mu\text{s}$, Langimpulsen $t \leq 1 \text{ ms}$ und Dauerimpulsen erfolgen. Thyristoren dürfen nur angesteuert werden, wenn die positive Halbwelle an der Anode liegt.

Direkte Thyristoransteuerung

Mikrocomputer-Ein-Ausgabebausteine, TTL- und MOS-Logikbausteine liefern einen Ausgangsstrom bei H-Pegel von etwa 10 mA (**Bild 7.6.1**). Dieser Strom reicht zur Ansteuerung zündempfindlicher Thyristoren mit einem max. Zündstrom $I_{GT \max} \leq 5 \text{ mA}$ aus. Der negative TK des Zündstromes läßt bei $T_U = -20 \text{ }^\circ\text{C}$ den Zündstrom auf $I_{GT} \approx 7,5 \text{ mA}$ ansteigen. Um den Thyristor sicher zu sperren, muß der L-Pegel $< 0,2 \text{ V}$ sein. $R_1 \approx 4,7 \text{ k}\Omega$ senkt den L-Pegel noch etwas ab. Die Ansteuerung darf bei Thyristoren nur während der positiven Halbwelle der Netzspannung erfolgen.

Ansteuerschaltungen mit galvanischer Trennung durch Optokoppler

Moderne Optokoppler haben einen hohen Qualitätsstand erreicht. Durch neue Technologien konnte die Halbwertzeit des Typs SFH 600 auf 200 000 h verdoppelt werden. Die Isolationsspannung beträgt 2,5 kV, der Koppelfaktor ist mit 63 bis 500% bei $I_F = 10 \text{ mA}$ außerordentlich hoch.

Dieser neue Koppler ermöglicht eine preisgünstige und zuverlässige Ansteuerung der zündempfindlichen Leistungshalbleiter und gewährleistet die häufig geforderte galvanische Trennung von Steuer- und Leistungsteil.

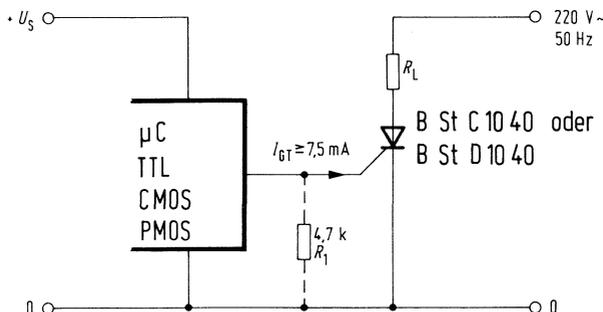


Bild 7.6.1

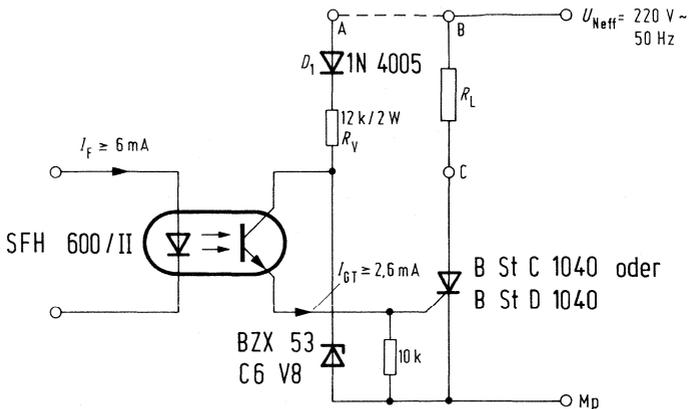


Bild 7.6.2

Halbwellenschaltung

Die Steuerstromversorgung erfolgt hier über den Vorwiderstand R_V vom Netz (**Bild 7.6.2**).

Anzustreben ist dabei eine möglichst geringe Verlustleistung in R_V und ein großer Stromflußwinkel-Steuerbereich. Mit der Diode D_1 wird die Verlustleistung in R_V halbiert. Die Zenerdiode begrenzt die Sperrspannung am Kollektor des Fototransistors.

Eine Verbindung von A mit C (statt mit B) bewirkt eine Verringerung der Verlustleistung in R_V bei leitendem Thyristor. Nachteilig kann evtl. der Grundstrom im Lastwiderstand bei gesperrtem Thyristor sein.

Vollwellenschaltung

Bild 7.6.3 zeigt die Ansteuerung einer Antiparallel-Thyristorschaltung. Die Ansteuerung erfolgt, wie in der Schaltung nach **Bild 7.6.2**, mit einem Steuerbereich von 6 bis 174°. Möglich sind wieder Kurz-, Lang- und Dauerimpulse.

Steuerstromversorgung mit Vorwiderstand und Speicherkondensator, Steuerbereich $\varphi = 0$ bis 180° (Kurz-, Lang- und Dauerimpulse)

Der Kondensator C_S speichert während der negativen Halbwelle der Netzspannung die Steuerenergie, so daß der Phasenwinkel 0 bis 180° betragen kann (**Bild 7.6.4**).

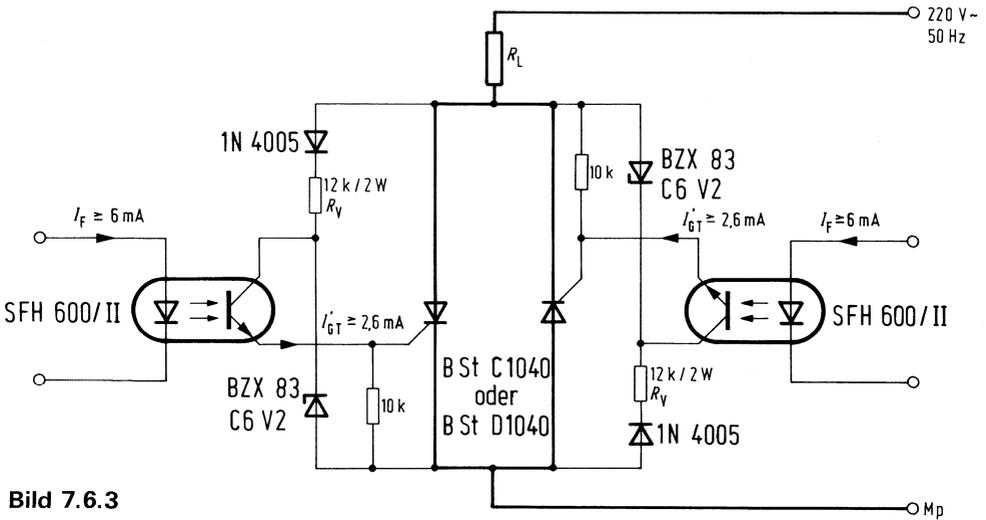


Bild 7.6.3

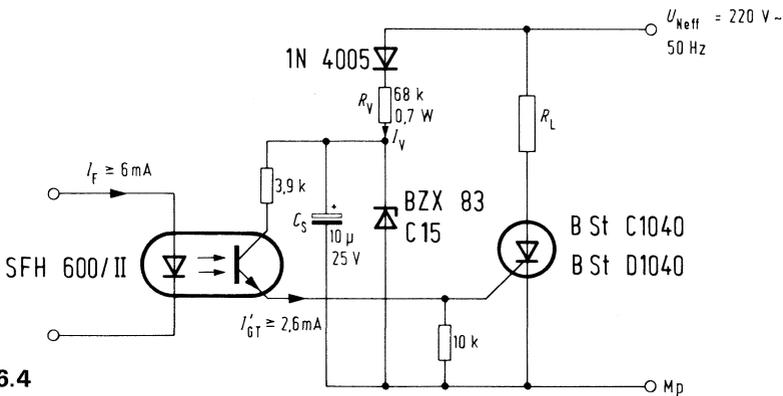


Bild 7.6.4

Steuerstromversorgung mit Vorwiderstand und Speicherkondensator, Steuerbereich $\varphi = 0$ bis 180° (Langimpuls)

Wird der Optokoppler mit Steuerimpulsen $t_i \leq 1$ ms beaufschlagt, dann kann die Verlustleistung in R_V und die Kapazität C_S erheblich reduziert werden (Bild 7.6.5).

Thyristoren mit höherem Steuerstrom erfordern eine proportionale Vergrößerung von C_S und eine umgekehrt proportionale Verkleinerung von R_V und R_1 .

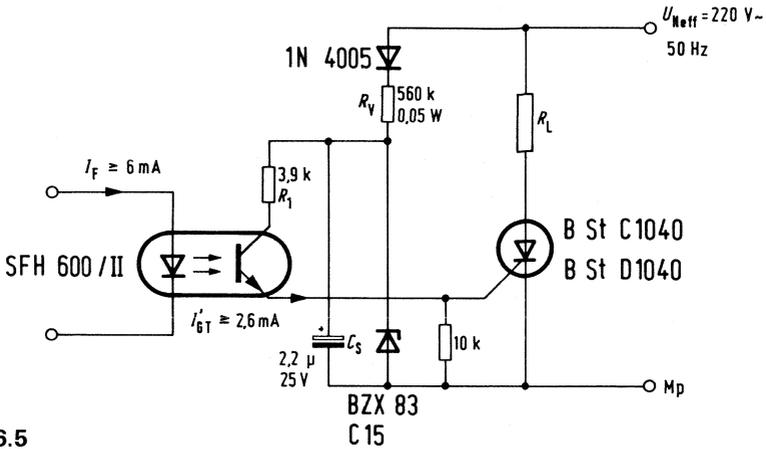


Bild 7.6.5

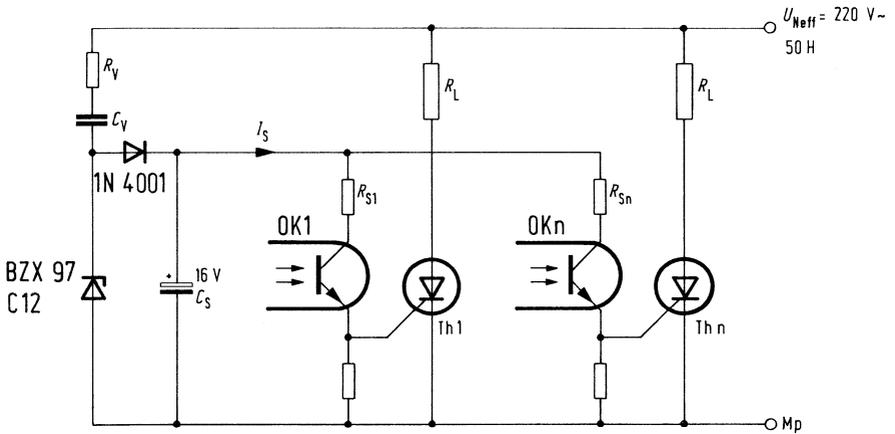


Bild 7.6.6

Gemeinsame Steuerstromversorgung für mehrere zündempfindliche Thyristoren mit kapazitivem Vorwiderstand

Für die Ansteuerung von mehreren Thyristoren empfiehlt sich eine verlustarme Stromversorgung über einen kapazitiven Vorwiderstand (Bild 7.6.6). Die Kapazität C_V bestimmt den max. entnehmbaren Gleichstrom I_S .

$$I_S \approx 2,82 \cdot C_V \cdot U_{Neff} \cdot f$$

R_V begrenzt den Einschaltstrom.

Mit $C_V = 0,68 \mu\text{F}$ ist der entnehmbare Gleichstrom $I_S = 21 \text{ mA}$. Damit können 15 Thyristoren der Zündklasse H mit Dauerimpulsen $t = 10 \text{ ms}$ angesteuert werden.

Triacsteuerung über Optokoppler

Langimpulsansteuerung, $I_{GTmax.} \leq 25 \text{ mA}$

Bei $T_U = 25^\circ\text{C}$ benötigen die Triacs der Typenreihe TXC 10 und TXD 10 und der Zündklasse H einen Steuerstrom von $I_{GT} \leq |-25 \text{ mA}|$, der auf $|-40 \text{ mA}|$ bei $T_U = -20^\circ\text{C}$ ansteigt. In diesem Fall ist die Verwendung eines zusätzlichen Transistors erforderlich (Bild 7.6.7).

Der Triac wird mit negativen Steuerströmen versorgt, deren Impulsdauer $t_i \leq 1 \text{ ms}$ ist.

Eine nahezu verlustlose Steuerstromversorgung ist mit dem Kondensator C_V als kapazitiver Vorwiderstand möglich. Damit wird auch eine Gleichstrombelastung des Netzes vermieden. R_V begrenzt den Einschaltstromstoß.

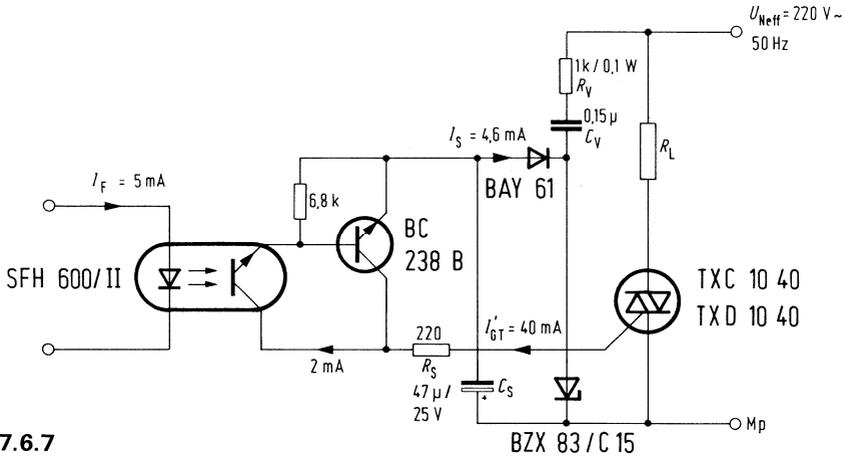


Bild 7.6.7

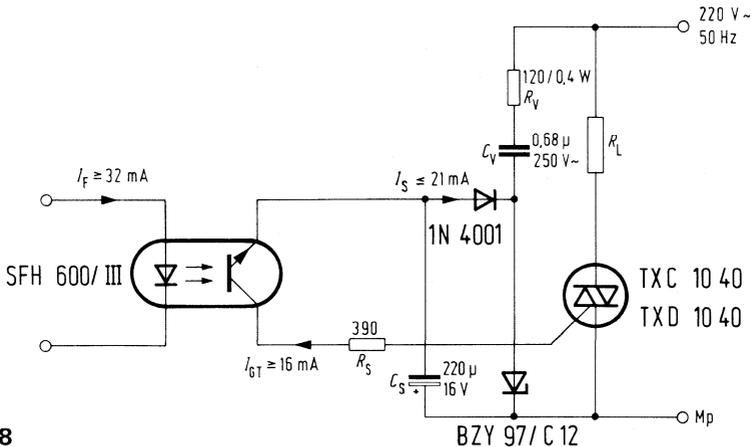


Bild 7.6.8

Dauerimpulsansteuerung, $I_{GTmax.} \leq 10 \text{ mA}$

Triacs derselben Typenreihe mit noch höherer Zündempfindlichkeit ($I_{GTmax.} \leq 10 \text{ mA}$) können direkt vom Fototransistor des Optokopplers angesteuert werden.

Im **Bild 7.6.8** ist die Dimensionierung für Dauerimpulsansteuerung eingetragen. Für Langimpulsansteuerung, $I_{GT} \leq 10 \text{ mA}$ sind abweichende Bauelemente für C_V , C_S und R_V nach Bauteileliste einzusetzen.

Bauteile-Liste zu Schaltung 7.6.1

Bauteil		Bestellnummer
1 Thyristor, Zündklasse S1, S2 oder D	BStC1040 (oder BStD1040)	C67048-A1425-A29
1 Widerstand	4,7 k Ω /0,5 W	B51261-Z4472-J1

Bauteile-Liste zu Schaltung 7.6.2

1 Optokoppler	SFH 600/II	Q68000-A5054
1 Thyristor, Zündklasse S2	BStC1040 (oder BStD1040)	C67048-A1425-A29
1 Z-Diode	BZX 83/C6V8	Q62702-Z1073-F82
1 Diode	1N4005	C66047-Z1306-A25
1 Widerstand	10 k Ω /0,5 W	B51261-Z4103-J1
1 Widerstand	12 k Ω /2 W	

Bauteile-Liste zu Schaltung 7.6.3

2 Optokoppler	SFH 600/II	Q68000-A5054
2 Thyristoren, Zündklasse S2	BStC1040 (oder BStD1040)	C67048-A1425-A29
2 Z-Dioden	BZX 83/C6V2	Q62702-Z1072-F82
2 Dioden	1N4005	C66047-Z1306-A25
2 Widerstände	10 k Ω /0,5 W	B51261-Z4103-J1
2 Widerstände	12 k Ω /2 W	

Bauteile-Liste zu Schaltung 7.6.4

1 Optokoppler	SFH 600/II	Q6800-A5054
1 Thyristor, Zündklasse S2	BStC1040 (oder BStD1040)	C67048-A1425-A29
1 Z-Diode	BZX 83/C15	Q62702-Z1081-F82
1 Diode	1N4005	C66047-Z1306-A25
1 Elektrolytkondensator	10 μ F/25 V	B41313-A5106-T
1 Widerstand	3,9 k Ω /0,5 W	B51261-Z4392-J1
1 Widerstand	10 k Ω /0,5 W	B51261-Z4103-J1
1 Widerstand	68 k Ω /1 W	B54314-Z5683-G1

Bauteile-Liste zu Schaltung 7.6.5

Bauteil		Bestellnummer
1 Optokoppler	SFH 600/II	Q68000-A5054
1 Thyristor, Zündklasse S2	BStC1040 (oder BStD1040)	C67048-A1425-A29
1 Z-Diode	BZX 83/C15	Q62702-Z1081-F82
1 Diode	1N4005	C66047-Z1306-A25
1 Elektrolytkondensator	2,2 μ F/25 V	B41313-A5225-T
1 Widerstand	3,9 k Ω /0,5 W	B51261-Z4392-J1
1 Widerstand	10 k Ω /0,5 W	B51261-Z4103-J1
1 Widerstand	560 k Ω /0,5 W	B51261-Z4564-J1

Bauteile-Liste zu Schaltung 7.6.6.

1 bis n Optokoppler	SFH 600/II	Q68000-A5054
1 bis n Thyristoren, Zündklasse S2	BStC1040 (oder BStD1040)	C67048-A1425-A29
1 Z-Diode	BZX 97/C12	C62702-Z1237-F82
1 Diode	1N4001	C66047-Z1306-A21
1 MKT-Kondensator	0,68 μ F/100 V	B32510-D1683-K
1 Elektrolytkondensator	220 μ F/16 V	B41283-B4227-T

Bauteile-Liste zu Schaltung 7.6.7

1 Optokoppler	SFH 600/II	Q68000-A5054
1 Triac, Zündklasse K	TX C 1040 (oder TX D 1040)	C67048-A1505-A2
1 Transistor	BC 238 B	Q62702-C279
1 Z-Diode	BZX 83/C15	Q62702-Z1081-F82
1 Diode	BAY 61	Q62702-A389
1 MKT-Kondensator	0,15 μ F/630 V	B32655-J6154-K
1 Elektrolytkondensator	47 μ F/25 V	B41283-B5476-T
1 Widerstand	220 Ω /0,5 W	B51261-Z4221-J1
1 Widerstand	1 k Ω /0,5 W	B51261-Z4102-J1
1 Widerstand	6,8 k Ω /0,5 W	B51261-Z4682-J1

Bauteile-Liste zu Schaltung 7.6.8

Bauteil		Bestellnummer
Für Dauerimpuls-Ansteuerung:		
1 Optokoppler	SFH 600/III	Q68000-A5055
1 Triac, Zündstrom ≤ 10 mA	TX C 1040 (oder TX D 1040)	C67048-A1505-A2
1 Z-Diode	BZY 97/C12	Q68000-A955-F82
1 Diode	1N4001	C66047-Z1306-A21
1 MKT-Kondensator	0,68 μ F/250 V~	B32655-J6684-K
1 Elektrolytkondensator	220 μ F/16 V	B41283-B4227-T
1 Widerstand	120 Ω /0,5 W	B51261-Z4121-J1
1 Widerstand	390 Ω /0,5 W	B51261-Z4391-J1

Für Langimpuls-Ansteuerung:

Bauteil		Bestellnummer
1 Optokoppler	SFH 600/III	Q68000-A5055
1 Triac, Zündstrom = 10 mA	TX C 1040 (oder TX D 1040)	C67048-A1505-A2
1 Zenerdiode	BZY 97/C12	C68000-A955-F82
1 Diode	1N4001	C66047-Z1306-A21
1 MKT-Kondensator	0,1 μ F/250 V~	B32655-J6104-K
1 Elektrolytkondensator	22 μ F/25 V	B41313-A5226-T
1 Widerstand	120 Ω /0,5 W	B51261-Z4121-J1
1 Widerstand	390 Ω /0,5 W	B51261-Z4391-J1

7.7 Kontaktloser, elektronischer Drehzahlwächter für Lüfter

In Geräten und Anlagen, die mit Lüftern zur Kühlung ausgerüstet sind, werden zur Temperaturüberwachung häufig Bimetallfühler verwendet. Damit wird, solange die Lüfter im Nenndrehzahlbereich laufen, eine unzulässig hohe Zulufttemperatur oder eine zu große Temperaturentwicklung im Inneren des Gerätes zuverlässig erkannt. Wenn die Lüfter jedoch durch Unterbrechung des Motorstromkreises oder durch Lagerschaden ausfallen bzw. durch beginnenden Lagerschaden in der Drehzahl abfallen, sinkt die Konvektion so stark, daß die Bimetallfühler nicht oder zu spät ansprechen und Funktionsstörungen durch z.B. thermisch überlastete Halbleiter auftreten können. Ein sicherer Schutz wird durch das zusätzliche Überwachen der Lüfterdrehzahl gewährleistet.

Der Drehzahlwächter besteht aus einer Magnetschranke als Drehzahlfühler (Dauermagnet und Hall-IS) und der Auswerteelektronik.

Bei der Entwicklung dieser Schaltung wurde von der Bedingung ausgegangen, die Drehzahl ohne mechanische Nacharbeit an den Lüftern zu erfassen.

Ein kleiner Dauermagnet (VACOMAX, Fa. Vakuumschmelze GmbH, Hanau) wird auf den Rotor des Lüfters geklebt. Die auf einer gedruckten Schaltung aufgebaute Auswerteelektronik mit Hall-IS SAS 251 wird mit Hilfe eines Haltebügels über der rotierenden Achse des Lüfters zentriert. Bei jeder Umdrehung gibt die Hall-IS einen Impuls an die Auswerteelektronik ab.

Bild 7.7.1 zeigt das Schaltbild des Drehzahlwächters. Die IS TCA 955 enthält bis auf das Totzeitglied, die Ausgangsstufe und die Hall-IS alle erforderlichen Schaltungskomponenten.

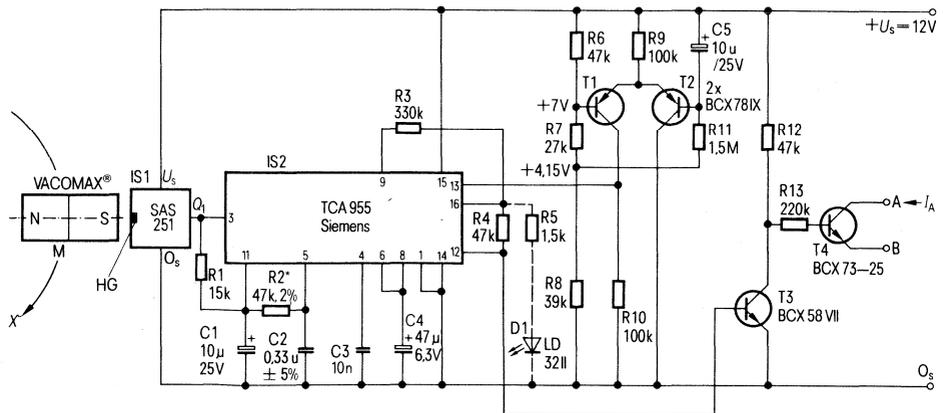


Bild 7.7.1

Die von der Hall-IS SAS 251 abgegebenen Impulse werden in eine drehzahlproportionale Gleichspannung umgesetzt. Anschließend folgt der Soll-Istwert-Vergleich. Der Schmitt-Trigger schaltet auf H-Signal, wenn die Lüfterdrehzahl unter $n = 2000 \text{ min}^{-1}$ abfällt. Dann wird auch die LED-Ausfallanzeige eingeschaltet. Das Totzeitglied hat die Aufgabe, während der Hochlaufzeit des Lüfters (etwa 7 s) über eine Verriegelungsschaltung die Ausgangsstufe leitend zu halten. Damit wird ein Fehlsignal vermieden.

Der Drehzahl-Sollwert wird vom Zeitglied R_2 , C_2 sowie den Schaltschwellen der IS bestimmt.

Am Siebkondensator C_4 entsteht die drehzahlproportionale Gleichspannung. Sie ist mit einer Dreiecksspannung von etwa 60 mV (Spitze-Spitze) überlagert. Um eindeutige Schaltzustände zu erreichen, erzeugt der Rückkopplungswiderstand R_3 eine Hysterese.

Zur Service-Unterstützung kann auf jeder Wächterplatine eine Lumineszenzdiode (LED) angebracht werden, die den Lüfterausfall anzeigt. Die LED leuchtet auch während der kurzen Hochlaufphase des Lüfters.

Das Totzeitglied ist mit dem Differenzverstärker T_1 , T_2 und dem Zeitglied R_{11} , C_5 aufgebaut. Beim Anlegen der Versorgungsspannung ist T_1 leitend. Der Komparator (Batteriestandsanzeige) des TCA 955, Eingang Anschluß 13, Ausgang Anschluß 12, ist leitend und verriegelt die Ausgangsstufe. Nach dem Ablauf der Verzögerungszeit wird die Ausgangsstufe freigegeben.

Bis zu 24 Ausgangsstufen (**Bild 7.7.2**) sowie zusätzliche Bimetallfühler können in Serie geschaltet werden. Sie sind in der Zentralüberwachung nur an einen Komparator angeschaltet. Im Normalbetrieb sind die Ausgänge leitend, so daß bei Leitungsunterbrechung Alarm ausgelöst wird.

Bei der Serienschaltung muß der Ausgangstransistor den Kollektor- und Basisstrom des vorhergehenden Transistors übernehmen.

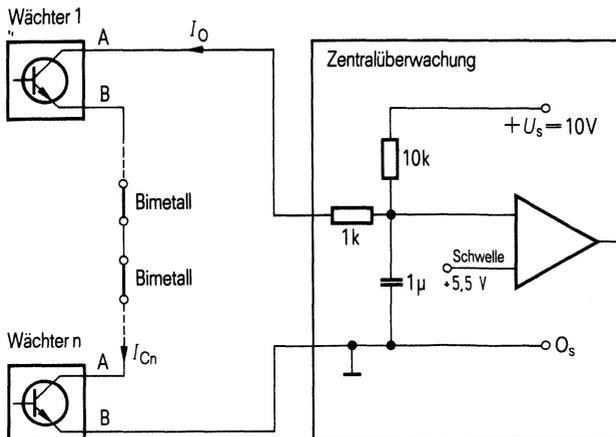


Bild 7.7.2

Die Restspannung des Transistors BCX 73-25 ist <150 mV, so daß mit 24 Ausgangsstufen die Schaltschwelle des zentralen Komparators von 5,5 V sicher unterschritten bleibt.

Bauteile-Liste zu Schaltung 7.7.1

Bauteil		Bestellnummer
1 Magnetisch betätigter kontaktloser Schalter (statische Ausgänge)	SAS 251	Q67000-S47
1 Drehzahlregler	TCA 955	Q67000-A983
1 Silizium-NPN-Transistor	BCX 58 VII	Q62702-C618
1 Silizium-NPN-Transistor	BCX 73-25	Q62702-C634-S2
2 Silizium-PNP-Transistoren	BCX 78 IX	Q62702-C628
1 Diode, rot, TSN-LED, 3 mm	LD 32 II	Q62703-Q175
1 Keramik-Vielschichtkondensator	10 nF	B37981-J5103-K
1 MKT-(MKH)-Schichtkondensator	0,33 μ F, 100 V	B32560-D1334-J
2 Tantal-Elektrolytkondensatoren	10 μ F, 25 V	B45181-C3106-M
1 Tantal-Elektrolytkondensator	47 μ F, 6,3 V	B45181-B476-M
13 Kohleschichtwiderstände	0,33 W \pm 5%	B51261-Z4...-J1
1 Dauermagnet VACOMAX [®] , 6 mm·6 mm·2,5 mm, Magnetisierung in Richtung der 2,5-mm-Kante		Fa. Vacuumschmelze GmbH, Hanau

7.8 Elektronische Universalmotorsteuerung mit Temperaturüberwachung und Anlaufstrombegrenzung

Größere Universalmotore (500 bis 1000 W) brauchen beim Einschalten oft einen so hohen Anlaufstrom, daß die Netzsicherung frühzeitig zerstört wird.

In der vorliegenden Schaltung (**Bild 7.8**) wird beim Einschalten der Anlaufstrom über eine Phasenanschnittsteuerung von Null an langsam bis zum eingestellten Wert erhöht. Für die Steuerung des Phasenwinkels ist die IS TCA 780 eingesetzt. Das Synchronisiersignal wird über einen hochohmigen Widerstand (1 M Ω) von der Netzspannung abgeleitet. Ein Nulldetektor wertet die Nulldurchgänge aus und führt sie dem Synchronisierspeicher zu.

Dieser steuert einen Rampengenerator, der den Kondensator C_3 durch einen Konstantstrom (bestimmt durch $R_1 + R_2$) auflädt. Überschreitet die Rampenspannung am Anschluß 10 die Steuerspannung am Anschluß 11 (Schaltwinkel φ), wird ein Signal an die Logik weitergeleitet. Abhängig von der Größe der Steuerspannung am Anschluß 11 kann der Schaltwinkel φ zwischen 0° und 180° Phasenwinkel verschoben werden.

An den Ausgängen 14 und 15 erscheint für jede Halbwelle ein positiver Impuls von ca. 370 μ s Dauer. Die Zündimpulsbreite wird durch die Größe des Kondensators C_4 bestimmt. Mit dem Inhibiteingang 6 können die Ausgänge gesperrt werden.

Nach dem Einschalten lädt sich der Glättungskondensator C_1 relativ schnell auf und an der IS steht eine Versorgungsspannung von 12 V. Der Kondensator C_2 kann sich nicht so schnell aufladen, weil sein Minus-Anschluß über einen 15 k Ω -Widerstand (IS-intern) nach Masse führt.

Deswegen wird der Steuerspannungspegel so lange über dem Sägezahnpegel (Anschluß 10) gehalten, bis die Versorgungsspannung voll zur Verfügung steht. Erst dann beginnt die Aufladung zum gewünschten Steuerspannungswert (Phasenanschnittwinkel α) hin.

Bei Änderungen der Steuerspannung am Potentiometer zu tieferen Werten hin (α steigt) wird der Transistor gesperrt und die Änderung folgt verzögert über die Ladezeitkonstante von C_2 . Bei Änderungen zu positiveren Werten hin ist der Transistor geöffnet und der Kondensator entlädt sich relativ schnell mit dem Strom, der durch den Kollektorwiderstand begrenzt ist (α sinkt).

Der Spannungsteiler am Inhibiteingang (Anschluß 6) sorgt dafür, daß der Triac den Motor bei ca. 100 °C Motortemperatur abschaltet. (Bei langsamem Übergang Halbwellenbetrieb.)

Bei der Dimensionierung der Schaltung muß folgendes beachtet werden:

Bei Erhöhung des Kondensators C_1 über den in **Bild 7.8** angegebenen Wert tritt bei kurz aufeinanderfolgendem Aus-/Einschalten folgender Effekt auf:

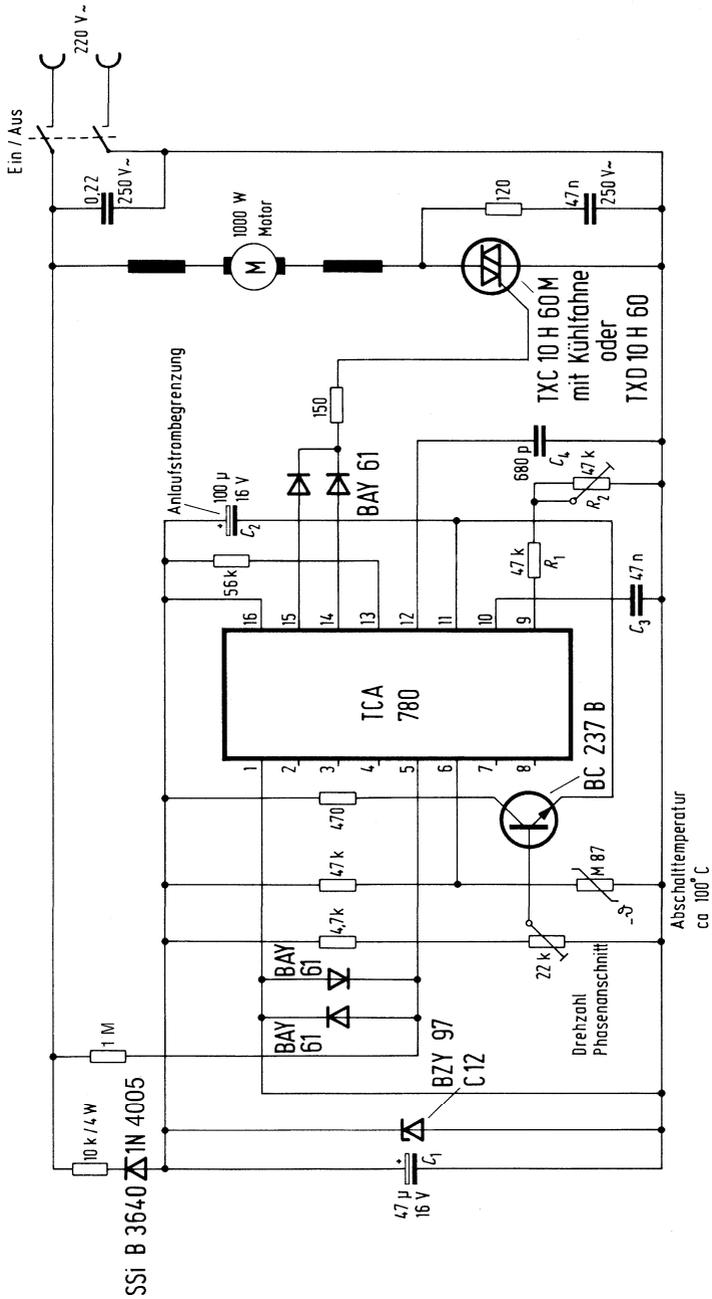


Bild 7.8

Der Triac zündet in der positiven Halbwelle (bessere Zündempfindlichkeit für positive Zündimpulse) weit unter dem eingestellten Wert, läuft dann zu kleineren An-schnittswinkeln und nach Erreichen der Versorgungsspannung an der IS wieder zum eingestellten Wert zurück.

Ursache: Der Sägezahn des Rampengenerators kann sich nicht schnell genug auf-bauen, wird durch die noch zu kleine Versorgungsspannung begrenzt und liefert eine Falschinformation an die Impulslogik.

Bauteile-Liste zu Schaltung 7.8

Bauteil		Bestellnummer
1 Phasenanschnittssteue-rungs-IS	TCA 780	Q67000-A1087
1 Triac mit Kühlfahne oder	TXC 10H60M	C66048-A1505-A9
1 Triac mit Kühlfahne	TXD 10H60	C66048-A1504-A8
1 Zenerdiode	BZY 97C12	Q68000-A955-F82
1 Transistor	BC 237 B	Q62702-C277
4 Dioden	BAY 61	Q62702-A389
1 Diode	1 N 4005	C66047-Z1306-A25
1 Heißeleiter	M 87/20%/200 k Ω	Q63087-M204-M
1 Polypropylenkondensator	680 pF/160 V	B33063-B1681-H
1 MKT-Schichtkondensator	47 nF/100 V	B32510-D3473-K
1 MKT-Schichtkondensator	47 nF/250 V \sim	B32655-J6473-K
1 MKT-Schichtkondensator	0,22 μ F/250 V	B32655-J6224-K
1 Elektrolytkondensator	47 μ F/25 V	B41283-B5476-T
1 Elektrolytkondensator	100 μ F/16 V	B41283-B4107-T
1 Widerstand	120 Ω /0,5 V	B51261-Z4121-J1
1 Widerstand	150 Ω /0,5 W	B51261-Z4151-J1
1 Widerstand	470 Ω /0,5 W	B51261-Z4471-J1
1 Widerstand	4,7 k Ω /0,5 W	B51261-Z4472-J1
1 Widerstand	10 k Ω /4 W	B56675-A2103-J
1 Widerstand	47 k Ω /0,5 W	B51261-Z4473-J1
1 Widerstand	56 k Ω /0,5 W	B51261-Z4563-J1
1 Widerstand	1 M Ω /1 W	B51261-A2105-J1

7.9 Gleichrichterbetrieb mit halbgesteuerter Einphasen-Brückenschaltung und optoelektronischen Koppellementen

Halbgesteuerte Einphasen-Brückenschaltungen werden je zur Hälfte mit Thyristoren und mit Dioden bestückt. Der Vorteil gegenüber der vollgesteuerten Einphasen-Brückenschaltung liegt in der auf die Hälfte reduzierten Anzahl von Thyristoren, sowie in einer erheblich geringeren Welligkeit des Gleichstroms und geringerer Belastung des Netzes mit Steuerblindleistung.

Die halbgesteuerte Brückenschaltung kann als zwei in Reihe geschaltete Mittelpunktschaltungen aufgefaßt werden, wobei die eine gesteuert, die andere ungesteuert ist. Es entsteht so eine Folgesteuerung innerhalb einer Stromrichterschaltung. Man unterscheidet zwischen symmetrischen und unsymmetrischen halbgesteuerten Einphasen-Brückenschaltungen. Bei der symmetrischen Brückenschaltung wird nur eine Brückenseite gesteuert. Bei der unsymmetrischen Brücke wird hingegen auf beiden Brückenseiten nur je ein Brückenzweig gesteuert. Ein Vorteil der unsymmetrischen halbgesteuerten Brückenschaltung liegt darin, daß bei induktiver Last der Laststrom nach dem Abschalten durch die Thyristoren über die beiden ungesteuerten Ventile weiterfließen kann, bis die in der Induktivität gespeicherte Energie verbraucht ist. Eine Freilaufdiode parallel zur Induktivität erübrigt sich dabei.

An der Schnittstelle zwischen Steuer- und Hauptstromkreisen eines Stromrichters wird man mit Problemen unterschiedlicher Potentiale konfrontiert. Steuerschaltungen

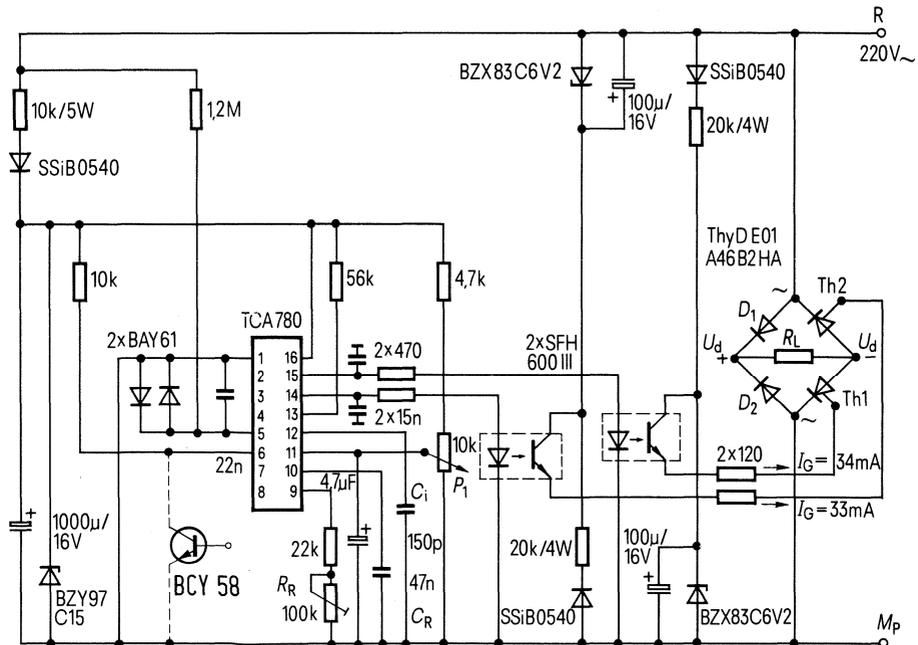


Bild 7.9

für Thyristoren müssen deshalb diese Potentialunterschiede überbrücken. Hier setzt man optoelektronische Koppellemente zur galvanischen Trennung zwischen Steuer- teil und Leistungsschaltern ein.

Bild 7.9 zeigt eine Schaltung mit der Phasenanschnitt-IS TCA 780. Die Leistung kann kontinuierlich am Gleichstromverbraucher gesteuert werden. Man erhält am Gleichstromausgang 100 angeschnittene Sinushalbwellen je Sekunde. Die Steuer- schaltung entspricht im Prinzip der in **Abschnitt 7.8** beschriebenen Schaltung. Die Leistungsstufe der Brücke besteht aus dem neuen Kompaktbaustein Thy D E01.

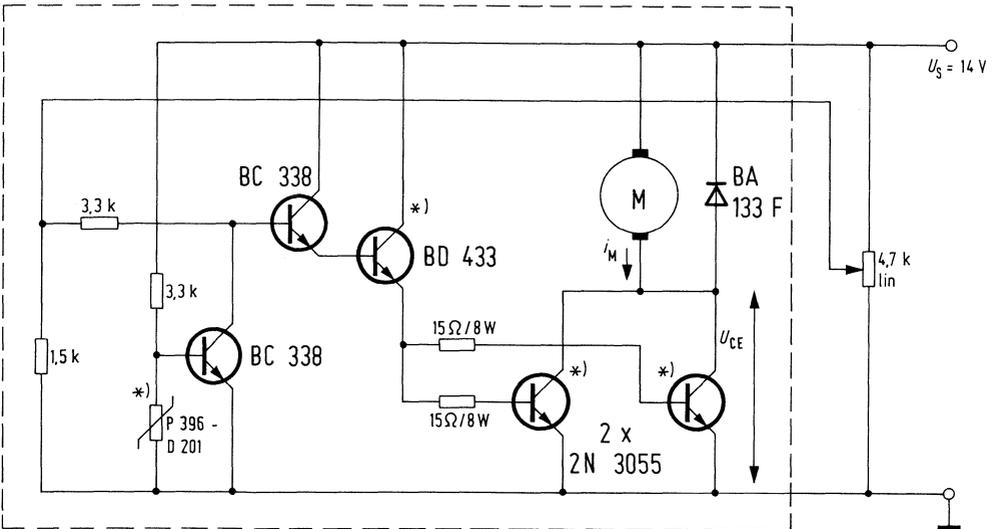
Bei einem Wärmewiderstand des Kühlkörpers von 0,2 K/W können Gleichstromver- braucher-Leistungen bis 3 kW angeschlossen werden.

Bauteile-Liste zu Schaltung 7.9

Bauteil		Bestellnummer
1 Phasenanschnittssteuerungs-IS	TCA 780	Q67000-A1087
1 Kompaktbaustein	Thy DE01A46-B2HK	Q67067-A1801-A105
1 Transistor	BCY 58	Q60203-Y58
2 Optokoppler	SFH 600 III	Q68000-A5055
2 Zenerdioden	BZX 83/C6V2	Q62702-Z1072-F82
1 Zenerdiode	BZY 97/C15	Q68000-A957-F82
2 Gleichrichterioden	SSi B0540	C66047-A1005-A4
2 Dioden	BAY 61	Q62702-A389
1 Keramikkondensator	150 pF/63 V	B38066-J6151-G6
2 MKT-Schichtkondensatoren	15 nF/400 V	B32510-D6153-K
1 MKT-Schichtkondensator	22 nF/250 V	B32510-D3223-K
1 MKT-Schichtkondensator	47 nF/250 V	B32510-D3473-K
1 Elektrolytkondensator	4,7 µF/40 V	B41313-A7475-T
2 Elektrolytkondensatoren	100 µF/16 V	B41283-B4107-T
1 Elektrolytkondensator	1000 µF/16 V	B41316-A4108-V
2 Widerstände	120 Ω/0,5 W	B51261-Z4121-J1
2 Widerstände	470 Ω/0,5 W	B51261-Z4471-J1
1 Widerstand	4,7 kΩ/0,5 W	B51261-Z4472-J1
1 Widerstand	10 kΩ/0,5 W	B51261-Z4103-J1
1 Widerstand	10 kΩ/5 W	B52136-A103-J
1 Widerstand	20 kΩ/5 W	B52136-A203-J
1 Widerstand	22 kΩ/0,5 W	B51261-Z4223-J1
1 Widerstand	56 kΩ/0,5 W	B51261-Z4563-J1
1 Widerstand	1,2 MΩ/1 W	B51276-A2125-G

7.10 Elektronischer Drehzahlsteller für ein Gebläse mit einem Vollaststrom von 20 A

Die Schaltung (Bild 7.10) ist so ausgelegt, daß sie für einen Vollaststrom von 20 A geeignet ist und bei vollem Strom eine möglichst kleine Restspannung am Regelglied abfällt. Dazu sind zwei Transistoren 2N3055 parallel geschaltet, die über zwei getrennte Basisvorwiderstände angesteuert werden. Den nötigen Basis-Steuernstrom liefern zwei in Reihe geschaltete Emitterfolger mit den Transistoren BC 338 und BD 433. Der durch den Motor fließende Strom und damit die Drehzahl hängt von der Stellung des 4,7-k Ω -Potentiometers ab. Wenn die auf einen Kühlkörper montierten Leistungstransistoren in geeigneter Weise im Gebläse-Luftstrom angeordnet werden, läßt sich die am Kühlkörper maximal auftretende Übertemperatur auf einen Wert von kleiner 30K begrenzen. Wird der Motor künstlich abgebremst, so daß die Luftstromkühlung der Elektronik unterbleibt, tritt der thermische Überlastschutz in Tätigkeit. Wenn nämlich die Temperatur des Kühlkörpers über 120 °C ansteigt, wird der mit ihm in Wärmekontakt stehende Halbleiter hochohmig, so daß der untere Transistor BC 338 eine Basisansteuerung bekommt und dem oberen BC 338 die Ansteuerung durch Nebenschluß entzogen wird.



*) gemeinsam auf Kühlkörper montiert, der sich im Gebläse - Luftstrom befindet

Bild 7.10

Bauteile-Liste zu Schaltung 7.10

Bauteil		Bestellnummer
2 Transistoren	2N3055	Q62702-U58-F14
1 Transistor	BD 433	Q62702-D201
2 Transistoren	BC 338	Q62702-C314
1 Diode	BA 133 F	Q62702-A505-F4
1 Kaltleiter	P 396-D201	Q63100-P396-D201
2 Widerstände	15 Ω /8 W	B52137-A150-J
1 Widerstand	1,5 k Ω /0,5 W	B51261-Z4152-J1
2 Widerstände	3,3 k Ω /0,5 W	B51261-Z4332-J1

An der Sekundärwicklung 2–16 entstehen während der Sperrzeit des BU 208 Spannungsspitzen, die über 4 Gleichrichter BY 258 gleichgerichtet werden und die Betriebsspannungen ergeben. Mit dem Einsteller P_1 wird die 150 V-Spannung justiert.

Durch eine besondere Dimensionierung und Verkopplung der Rückkopplungswicklung 9–15 wird erreicht, daß Lastschwankungen auf der 18 V- und der 25 V-Spannung sich nur minimal auf die Konstanz der 150 V-Spannung auswirken.

Anlaufverhalten

Während des Anlaufs (Einschaltens) werden nacheinander drei Betriebszustände durchlaufen.

1. Aufbau einer internen Referenzspannung zur Versorgung des Spannungsreglers. Sie bewirkt auch die Aufladung des Koppel-Elkos 100 μF zum Schalttransistor.
2. Freigabe der internen Spannungsversorgung – Referenzspannung $U_1 = 4 \text{ V}$. Diese Spannung wird schlagartig bei $U_9 \approx 12 \text{ V}$ eingeschaltet und bildet für alle Stufen der IS, bis auf die Steuerlogik, eine thermisch stabile und überlastfeste Stromversorgung.
3. Freigabe der Steuerlogik. Unmittelbar mit der Referenzspannung wird über ein weiteres Stabilisierungsglied die Stromversorgung der Steuerlogik eingeschaltet, damit ist die IS betriebsbereit.

Diese Anlaufolge wurde notwendig, um die Ladung des Koppel-Elkos zum Schalttransistor zu garantieren. Dann erst ist ein exaktes Schalten des Schalt-Transistors BU 208 gewährleistet.

Normalbetrieb/Regelbetrieb

Am Eingang (Anschluß 2) werden die Nulldurchgänge der von der Rückkoppelspule eingespeisten Frequenz registriert und an die Steuerlogik weitergegeben.

An Anschluß 3 (Regeleingang, Überlast und „Standby“-Kennung) werden die gleichgerichteten Amplitudenänderungen von der Rückkoppelspule angelegt. Der Regelverstärker arbeitet mit einer Eingangsspannung von angenähert 2 V und einem Querstrom von $\sim 1 \text{ mA}$. Die Überlastkennung begrenzt in Verbindung mit dem Kollektorstromnachbilder (Anschluß 4) den Regelbereich des Regelverstärkers in Abhängigkeit von zwei internen Spannungsreferenzen. Die Nachbildung des Kollektorstromes erfolgt durch ein externes RC-Glied an Anschluß 4 und intern festgelegten Schwellspannungen. Bei Vergrößerung der Kapazität (8,2 nF) vergrößert sich der größtmögliche Kollektorstrom des Schalttransistors (Umkehrpunkt). Damit ist der gewünschte Regelbereich festgelegt. Der Regelumfang liegt zwischen einer auf 2 V geklemmten Gleichspannung und einer sägezahnförmig ansteigenden Wechselspannung, die bis auf eine maximale Amplitude von 4 V (Referenzspannung) sich verändern kann. Bei sekundärer Lastminderung bis etwa 20 Watt wird die Schaltfrequenz erhöht ($\sim 50 \text{ kHz}$). Das Tastverhältnis ($\sim 0,3$) bleibt fast konstant. Bei weiterer sekundärer Lastverkleinerung bis etwa 1 Watt ändert sich neben der Schaltfrequenz ($\sim 70 \text{ kHz}$) zusätzlich das Tastverhältnis auf ca. 0,09. Gleichzeitig reduziert sich der Kollektorspitzenstrom auf $< 1 \text{ A}$.

Im Trigger werden die Ausgangspegel des Regelverstärkers, der Überlastkennung und des Kollektorstromnachbilders verglichen und an die Steuerlogik weitergegeben.

Am Anschluß 5 besteht eine zusätzliche Trigger- und Blockiermöglichkeit. Bei Spannungen an Anschluß 5 von $\leq 2,2 \text{ V}$ wird der Ausgang (Anschluß 8) gesperrt.

In Abhängigkeit von der Anlaufschaltung, der Nulldurchgangsidentifikation und der Freigabe durch den Trigger werden in der Steuerlogik „Flip-Flops“ gesetzt, die den Basisstromverstärker und den Basisstromabschalter steuern. Der Basisstromverstärker gibt den sägezahnförmigen U_4 -Spannungsverlauf an den Ausgang (Anschluß 8) weiter. Zwischen Anschluß 8 und Anschluß 7 wurde eine Stromgegenkopplung mit einem externen Widerstand ($R \approx 0,68 \Omega$) eingeführt. Der Widerstandswert bestimmt die maximale Amplitude des Basisansteuerstromes für den Schalttransistor.

Schutzbetrieb

Der Basisstromabschalter, durch die Steuerlogik beeinflusst, klemmt den Ausgang (Anschluß 7) auf $1,6 \text{ V}$ und sperrt somit die Ansteuerung des Schalttransistors. Diese Schutzmaßnahme wird ausgelöst, wenn entweder die Speisespannung am Anschluß 9 einen Wert von $\leq 7,0 \text{ V}$ annimmt, oder wenn am Anschluß 5 Spannungen $\leq 2,2 \text{ V}$ auftreten. Bei Kurzschluß der sekundären Wicklungen des Schaltnetztes regelt die IS auf einen sich wiederholenden Abfragezustand hin. Bei sekundär völlig lastfreiem Betrieb wird die IS auf ein kleines Tastverhältnis gesetzt. Die Gesamtleistungsaufnahme des Schaltnetztes wird somit in beiden Betriebszuständen auf $N=6$ bis 10 Watt gehalten. Nachdem der Ausgang unterhalb einer Speisespannung von $U_9=7 \text{ V}$ gesperrt wird, schaltet bei weiterem Verkleinern von $U_9=6 \text{ V}$ die Referenzspannung (4 V) ab.

Vor einem Wechsel der IS TDA 4600 muß der Kondensator C_1 entladen werden.

Bauteile-Liste zu Schaltung 8.1

Bauteil		Bestellnummer
1 Ansteuer-IS für Schalt- netzteile	TDA 4600	Q67000-A1451
1 Transistor	BU 208	Q68000-A494
1 Brückengleichrichter	C2540B250 C1500/1000	C66067-A1735-A5
1 Diode	BY258/200	C66047-A1071-A7
3 Dioden	BY258/600	C67047-A1071-A4
1 Diode	BY258/800	C67047-A1071-A8
1 Diode	BY295/450	C66047-A1063-A6
1 Diode	1N4006	C66047-Z1306-A26
1 Diode	1N4007	C66047-Z1306-A27
1 Keramikkondensator	22 pF	B38116-J5220-J1
4 Keramikkondensatoren	270 pF	B37370-A2271-K3
1 MKP-Kondensator	2,2 nF/1500 V	B32650-A1222-K
2 MKT-Kondensatoren, Raster 7,5 mm	8,2 nF/250 V	B32560-D3822-K
1 MKP-Kondensator	0,68 μ F/400 V	B32650-A4684-K
1 Elektrolytkondensator	1 μ F/40 V	B41315-A7105-V
1 Elektrolytkondensator	22 μ F/350 V	B43052-D4226-T
1 Elektrolytkondensator	47 μ F/250 V	B43052-V2476-T1
1 Elektrolytkondensator	100 μ F/6,3 V	B41316-A2107-V
1 Elektrolytkondensator	100 μ F/16 V	B41316-A4107-V
1 Elektrolytkondensator	100 μ F/25 V	B41283-B5107-T
1 Elektrolytkondensator	220 μ F/385 V	B43306-B4227-T
1 Elektrolytkondensator	470 μ F/25 V	B41012-A5477-T
1 Elektrolytkondensator	470 μ F/40 V	B41012-B7477-T
1 Ferritperle		B62110-A5028-X25
1 Sperrwandlertrafo	AZ 56120	–
1 Trimmer, 9 liegend	10 k Ω	B58054-Z103-M300
1 Drossel	4,7 μ H	B78108-S1472-K
1 Widerstand	0,68 Ω /0,5 W	
1 Widerstand	2,7 Ω /4 W	
1 Widerstand	27 Ω /0,4 W	B54311-Z5270-G1
1 Widerstand	100 Ω /3 W	
1 Widerstand	220 Ω /0,4 W	B54311-Z5221-G1
1 Widerstand	1,2 k Ω /0,5 W	B51261-Z4122-J1
1 Widerstand	10 k Ω /0,5 W	B51261-Z4103-J1
1 Widerstand	10 k Ω /3 W	B52135-A2103-J
1 Widerstand	12 k Ω /0,5 W	B51261-Z4123-J1
1 Widerstand	56 k Ω /0,5 W	B51261-Z4563-J1
2 Widerstände	100 k Ω /0,5 W	B51261-Z4104-J1
1 Widerstand	270 k Ω /0,5 W	B51261-Z4274-J1

8.2 Halbbrücken-Schaltnetzteil mit der IS TDA 4700

Die Halbbrückenschaltung (**Bild 8.2**) findet wegen der geringen Spannungsbelastung der Leistungs-Schalttransistoren und der guten Transformatorausnutzung in zunehmendem Maße immer breiteren Einsatz. Der Transformator Tr.1 ist mit einem Kondensator C_{sym} gekoppelt, um eine Vormagnetisierung des Transformator-kerns durch Schaltungs-Unsymmetrien auszugleichen. (Bei herkömmlichen Gegentakt- und Vollbrückenschaltungen kann mit einer Symmetrierschaltung über die IS-Eingänge 6 und 24 die Vormagnetisierung verhindert werden.)

Die Ansteuerung der Leistungs-Schalttransistoren erfolgt über zwei Treibertransformatoren, die primär von den Treibertransistoren T_1 und T_2 gespeist werden. T_1 und T_2 sind direkt von der IS TDA 4700 angesteuert.

Die IS-Beschaltung ist für eine Oszillatorfrequenz von 40 kHz ausgelegt. Wahlweise kann die IS freilaufend oder synchronisiert betrieben werden. Der Synchron-Ausgang dient als „Master“ für mehrere, parallellaufende Schaltnetzteile.

Die Kollektorströme der Leistungstransistoren werden über den Stromwandler Tr.4 und somit galvanisch getrennt übertragen. Bei Überschreiten des zulässigen Kollektorstromes sperrt der in der IS befindliche Komparator die Einstufen sofort für die Dauer einer Halberiode.

Die Regelung der Ausgangsspannung und Abschaltung des Schaltnetzteiles bei Ausgangsüberspannung erfolgt über den Spannungsteiler $R_8/R_9/R_{10}$. Die Ausgangsspannung ist dabei auf die Referenzspannung von 2,5 V geteilt. Der Toleranzabgleich wird mit dem Trimmer R_9 vorgenommen.

Bei 10% Ausgangsüberspannung (eingestellt mit R_6/R_7) spricht ein weiterer Komparator in der IS an und schaltet das Schaltnetzteil so lange ab, bis die Hilfsspannung kurz ausgeschaltet oder der Eingang 21 kurz auf Masse gelegt wird. Ohne Verbindung von Anschluß 21 und 20 schaltet das Schaltnetzteil selbsttätig wieder ein, wenn die Überspannung abgebaut ist.

Die Vorsteuerung zur Netzbrummunterdrückung kann durch Einspeisung der Störgröße am Rampengenerator-Anschluß 12 durchgeführt werden. Sie erfordert eine Übertragung der analogen Größe, z.B. mit kompensierten Optokopplern, und ist hier in diesem Beispiel nicht ausgeführt.

Mit dem Transformator Tr.5 und Gleichrichter Gl 2 wird eine Hilfsspannung erzeugt, die der Komparator für „Eingangs-Unterspannung“ überwacht. Gleichzeitig kann die IS an diesem Eingang ferngesteuert ein- oder ausgeschaltet werden.

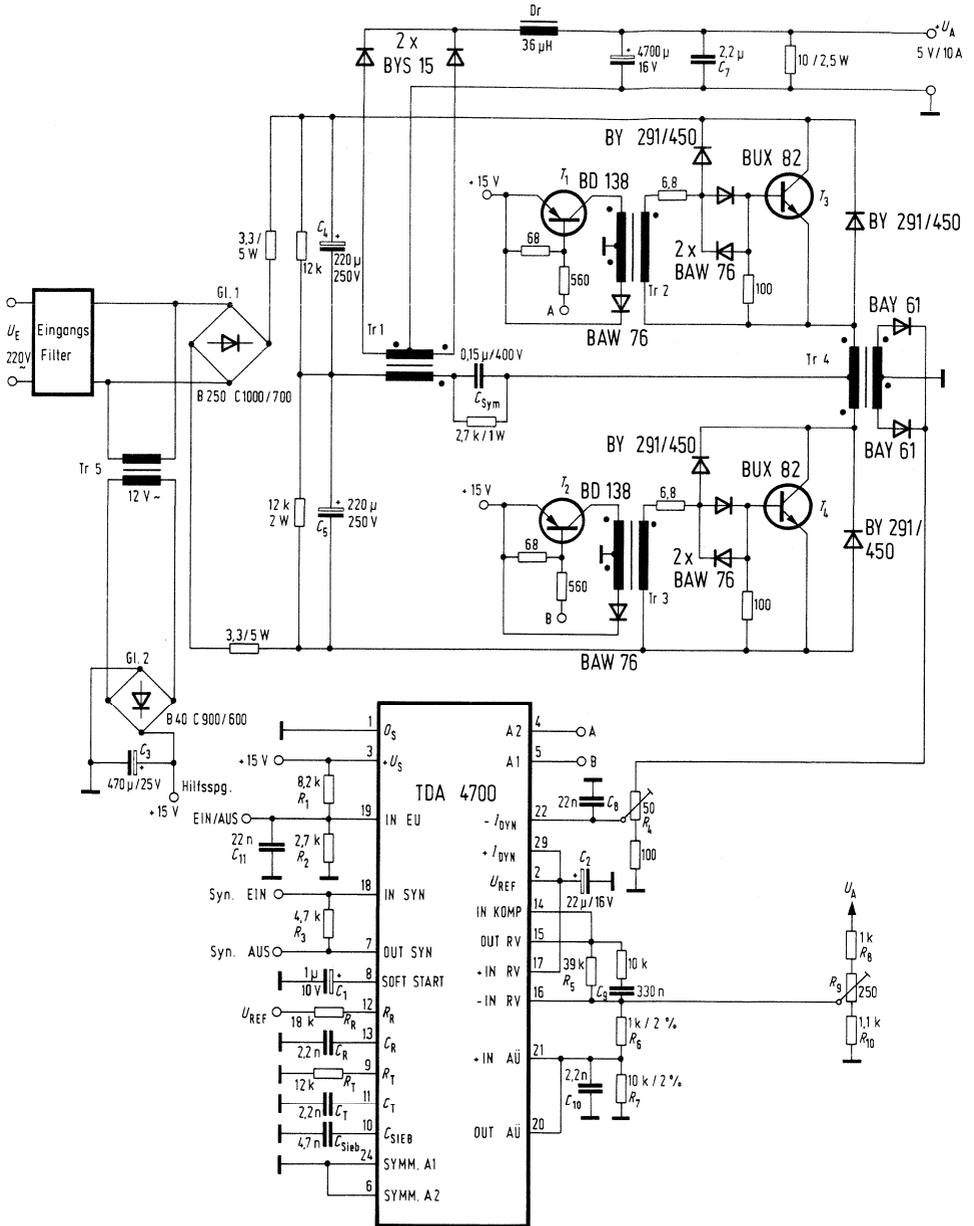


Bild 8.2

Wickeldaten:

Tr 1 (Leistungstrafo):

Kern EC 41/19/12 – N27; $A_L=530$

primär 75 Wdg

3 Lagen 0,6 mm Außen- \varnothing

sekundär 2 \times 5 Wdg bifilar

Litze 1,2 mm Außen- \varnothing

4-drähtig gewickelt

Tr 2 = Tr 3 (Treibertrafo):

Kern EF 25; N27; $A_L=550$ nH (Luftspalt 0,1 mm)

primär 2 \times 100 Wdg bifilar

0,25 mm \varnothing (28 Wdg/Lage)

sekundär 23 Wdg

0,5 mm

Tr 4 (Stromwandler):

Kern EF 16; N27; $A_L=1000$ nH

primär 6 Wdg

sekundär 240 Wdg

Drossel Dr ($L=36$ μ H):

Kern RM12, N41; $A_L=160$; Litze 156 Wdg 2 \times 100 \times 0,1

Bauteile-Liste zu Schaltung 8.2

Bauteil		Bestellnummer
1 Ansteuer-IS für Schalt- netzteile	TDA 4700 A	Q67000-Y594
2 Transistoren	BD 138	Q62702-D109
2 Transistoren	BUX 82	Q68000-A4676
1 Brücken-GR	B250 C 1000/700	C66067-A1706-A4
1 Brücken-GR	B40 C 900/600	C66067-A1751-A3
2 Dioden	BAY 61	Q62702-A389
6 Dioden	BAW 76	Q62702-A397
4 Dioden	BY 291/450	C66047-A1044-A6
2 Dioden	BYS 15	C67047-Z1318-A1
2 MKT-Schichtkondensatoren	2,2 nF/400 V	B32560-D6222-J
1 MKT-Schichtkondensator	4,7 nF/400 V	B32560-D6472-J
2 MKT-Schichtkondensatoren	22 nF/250 V	B32560-D3223-J
1 MKT-Schichtkondensator	330 nF/100 V	B32560-D1334-J
1 MKT-Schichtkondensator	0,15 μ F/400 V	B32562-D6154-J
1 Al-Elektrolytkondensator	1 μ F/100 V	B41313-A9105-T
1 MKT-Schichtkondensator	2,2 μ F/250 V	B32563-D3225-J
1 Ta-Elektrolytkondensator	33 μ F/10 V	B45181-B1336-M
2 Al-Elektrolytkondensatoren	220 μ F/250 V	B43306-B2227-T
1 Al-Elektrolytkondensator	470 μ F/25 V	B41010-B5477-T
1 Al-Elektrolytkondensator	4700 μ F/16 V	B41010-C4478-T
2 Widerstände	3,3 Ω /5 W	B52136-A30-J300
2 Widerstände	6,8 Ω /0,4 W	B54311-Z5060-G801
1 Widerstand	10 Ω /4 W	B52135-A100-J
2 Widerstände	68 Ω /0,5 W	B51261-Z4680-J1
2 Widerstände	100 Ω /0,5 W	B51261-Z4101-J1
2 Widerstände	560 Ω /0,5 W	B51261-Z4561-J1
2 Widerstände	1 k Ω /0,5 W/5%	B51261-Z4102-J1
1 Widerstand	1 k Ω /0,5 W/2%	B51261-Z4102-G1
1 Widerstand	2,7 k Ω /0,5 W	B51261-Z4272-J1
1 Widerstand	4,7 k Ω /0,5 W	B51261-Z4472-J1
1 Widerstand	8,2 k Ω /0,5 W	B51261-Z4822-J1
1 Widerstand	10 k Ω /0,5 W/5%	B51261-Z4103-J1
1 Widerstand	10 k Ω /0,5 W/2%	B51261-Z4103-G1
1 Widerstand	12 k Ω /0,5 W	B51261-Z4123-J1
2 Widerstände	12 k Ω /2 W	B52135-A123-J
1 Widerstand	33 k Ω /0,5 W	B51261-Z4333-J1
1 Widerstand	39 k Ω /0,5 W	B51261-Z4393-J1
1 Trafokern	EC 41/10/12	B66339-G0250-X127
1 Trafokern	EF 25	B66317-G0100-X127
1 Trafokern	EF 16	B66307-G0000-X127
1 Drosselkern	RM 12	B65815-J0160-A041

8.3 Parallelschaltung von Spannungsreglern

Spannungsregler lassen sich normalerweise – d.h. ohne Selektion – nicht parallel schalten, weil zu große Stromunterschiede durch Streuungen der Referenzwege in der IS auftreten. Nur bei einer verhältnismäßig engen Selektion sind sie im Parallelbetrieb einsatzfähig.

Eine einfache Lösung stellt die Symmetrierung durch ein Symmetrierpotentiometer im Fußpunkt dar. Bei dieser Schaltung kann auf eine Paarung gänzlich verzichtet werden (**Bild 8.3**). Die Ausgangsspannung wird nur ganz geringfügig „weicher“.

Die Schwingschutzkondensatoren mit $0,1 \mu\text{F}$ je IS haben sich als erforderlich erwiesen. Ohne diese gibt es am Eingang Schwingungen, die bei Lastwechsel ein sprunghaftes (Hysterese) Verhalten verursachen.

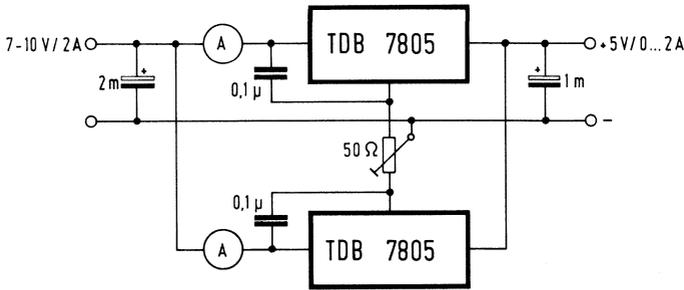


Bild 8.3

Bauteile-Liste zu Schaltung 8.3

Bauteil		Bestellnummer
2 Spannungsregler z.B.	TDB 7805 T	Q67000-A1048
2 MKT-Schichtkondensatoren	$0,1 \mu\text{F}/100 \text{ V}$	B32560-D1104-J
1 Elektrolytkondensator	$1 \text{ mF}/6 \text{ V}$	B41283-A2108-T
1 Elektrolytkondensator	$2 \text{ mF}/16 \text{ V}$	B41010-E4228-T

8.4 Mikrocomputer-Netzteil

Das Netzteil nach **Bild 8.4.1** ist für die Netzspannungen 220 V/110 V/50 Hz ausgelegt. Um Störspannungen aus dem Netz abzufangen, ist nach der Sicherung ein Störschutzkondensator von 100 nF vorgesehen. Die Sekundärseite liefert die Spannungen für 5 V/2 A, +12 V/0,5 A, -12 V/0,5 A und 24 V/0,25 A. Die Spannungen 5 V und 12 V sind mit integrierten Konstant-Spannungs-Stabilisatoren ausgestattet. Je Eingang ist ein Schwingschutz-Kondensator mit 0,33 µF gesetzt. Gelegentlich ist es erforderlich, auch auf der Ausgangsseite Schwingschutz-Kondensatoren anzuordnen. Die stabilisierte Ausgangsspannung von 5 V mit einer Belastbarkeit von 2 A wird durch Parallelschaltungen von 2 Spannungsstabilisatoren gewonnen. Um unsymmetrische Zweigströme zu vermeiden, ist ein Symmetrier-Regler (50 Ω) in die Minus-Bezugsleitungen eingefügt. Damit kann eine gute Symmetrie eingestellt werden. Die Gleichrichtung erfolgt für die 4 Sekundärspannungen mit Silizium-Brückengleichrichtern. Die Trafodaten sind nachstehend incl. Wicklungsschema (**Bild 8.4.2**) angegeben.

Transformatordaten Tr 1:

Schnittbandkern	SM 65
Magnetische Induktion	1,6 T=16 kGs
Spezifische Windungen/Volt	5,45 W/V

Sekundäre Wicklungen für	$\left\{ \begin{array}{l} 5 \text{ V}/2 \text{ A} \quad (n_1)/5 \text{ bis } 6 = 54 \text{ Wg}/2 \times 0,60 \text{ } \varnothing \text{ CuL} \\ 12 \text{ V}/0,5 \text{ A} \quad (n_2)/3 \text{ bis } 4 = 86 \text{ Wg}/0,45 \text{ mm } \varnothing \text{ CuL} \\ 12 \text{ V}/0,5 \text{ A} \quad (n_3)/7 \text{ bis } 8 = 86 \text{ Wg}/0,45 \text{ mm } \varnothing \text{ CuL} \\ 24 \text{ V}/0,5 \text{ A} \quad (n_4)/1 \text{ bis } 2 = 110 \text{ Wg}/0,55 \text{ mm } \varnothing \text{ CuL} \end{array} \right.$
-----------------------------	---

Primär- Wicklung für	$\left\{ \begin{array}{l} 110 \text{ V} \quad (n_5)/9 \text{ bis } 11 = 600 \text{ W}/0,32 \text{ mm } \varnothing \text{ CuL} \\ 110 \text{ V} \quad (n_6)/10 \text{ bis } 12 = 600 \text{ W}/0,32 \text{ mm } \varnothing \text{ CuL} \end{array} \right.$
-------------------------	--

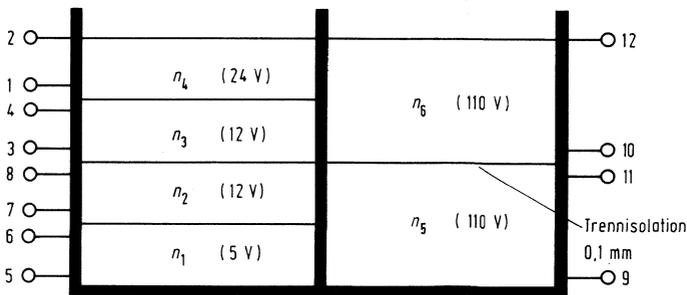


Bild 8.4.2 $n_1 \dots n_4$ Lagen und Trennisolation 0,05 mm

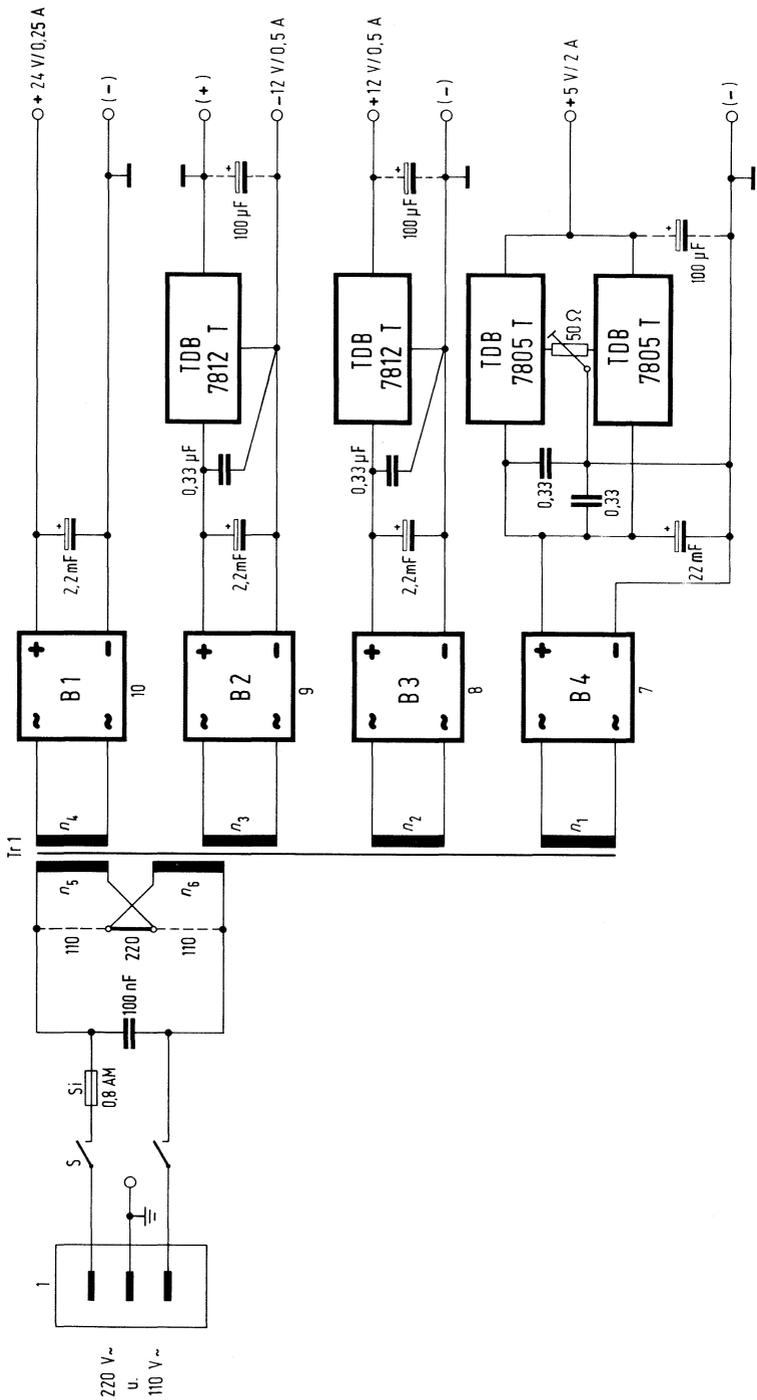


Bild 8.4.1

Bauteile-Liste zu Schaltung 8.4

Bauteil		Bestellnummer	
2	Spannungsregler	TDB 7805 T	Q67000-A1048
2	Spannungsregler	TDB 7812 T	Q67000-A1057
1	Transformator lt. Bauvorschrift	Tr 1	–
1	Brückengleichrichter	B40C5000/3300	E2106-B40C5000/3300
3	Brückengleichrichter	B40C1500/1000	B1906-B40C1500/1000
1	Kondensator	100 nF/250 V	B81111-B-B26
4	MKT-Schichtkondensatoren	0,33 μ F/100 V	B32560-D1334-J
3	Elektrolytkondensatoren	100 μ F/16 V	B41283-B4107-T
2	Elektrolytkondensatoren	2,2 mF/25 V	B41293-J5228-T
1	Elektrolytkondensator	2,2 mF/40 V	B41293-B7228-T
1	Elektrolytkondensator	22 mF/16 V (stehend)	B41306-K4229-T
1	Einsteller	50 Ω /0,3 W	–
1	Feinsicherung	0,8 A M	–

8.5 20-kHz-Thyristor-Schaltregler mit einstellbarer Ausgangsspannung 0 bis 30 V

Bei der hier vorgestellten Schaltung dient ein schneller Thyristor als gesteuerter Gleichrichter. Er ist der Sekundärwicklung eines 20-kHz-Wandlers nachgeschaltet. Die üblichen Gleichrichterioden entfallen dabei. Durch Phasenanschnitt der Sekundärspannung erhält man eine stetig einstellbare Ausgangsspannung ab 0 V mit hoher Stabilität. Der Wirkungsgrad beträgt je nach Last 60 bis 75%.

Die Eingangsleistung dieses Schaltreglers liefert ein externer Festfrequenzgenerator (20 kHz) mit sinus-, trapez- oder rechteckförmiger Spannung, dessen Dimensionierung hier nicht erläutert werden soll. Es wird davon ausgegangen, daß die Sekundärwicklung dieses Generators die gewünschten Spannungs- und Stromwerte liefert. Die Generatorspannung kann dabei unreguliert sein. Kurzschlußfestigkeit wird über den nachgeschalteten 20-kHz-Schaltregler erreicht.

Die Schaltung nach **Bild 8.5** wurde für Spannungen zwischen 0 und 30 V bei einem maximalen Ausgangsstrom von 5 A konzipiert. Diese Daten können vom Anwender jedoch je nach Bedarf geändert werden.

Der externe Generator G liefert die im Mustergerät halbsinusförmige Spannung an die Wicklung N_1 von Tr 1. Der Generatorstrom ist dreieckförmig.

Dem NPN-Transistor T_1 wird über R_1 die Wechselfspannung der Hilfswicklung N_2 zugeführt. Beim positiven Nulldurchgang der Wechselfspannung wird T_1 leitend und schaltet das Differenzierglied C_1 und R_2 gegen Masse. Mit der negativen Flanke an Anschluß 2 von IS 1 wird der als monostabiler Multivibrator geschaltete TDB 0555B getriggert (Ausgang 3 auf H). Die Zeitkonstante $t = R_5 \cdot C_3$ ist so gewählt, daß der Multivibrator länger als die Dauer der positiven Halbwelle der Sekundärspannung an N_3 auf H bleibt. Der NPN-Transistor T_2 ist über R_6 bereits leitend. Es liegen R_7 , T_2 und R_8 in Reihe und damit dem Widerstand R_9 parallel. Der resultierende Gesamtwiderstand ist, falls T_2 leitend (T_5 gesperrt) ist, entsprechend klein. Die Ausgangsimpulse von IS 1 werden mit C_4 , C_{16} und der Widerstandskombination R_7 (T_2), R_8 , R_9 differenziert, wobei der Transistor T_3 nach der positiven Flanke an IS 1, Anschluß 3, für 2 bis 3 μs gesperrt wird. Die an f entstehende Spannung wird dann über R_{13} und C_5 erneut so differenziert, daß der Treibertransistor T_4 etwa 5 bis 8 μs lang leitend ist. Wenn die gewünschte, mit P_1 eingestellte Ausgangsspannung erreicht ist, wird der Regelverstärker mit T_5 leitend und führt T_2 die negative Sperrspannung von $-6,2$ V (Z-Diode D_3) zu. T_3 bleibt jetzt länger gesperrt und der Thyristor wird später gezündet.

Je länger der Transistor T_3 gesperrt ist, d.h. je größer die positive Abweichung der zu regelnden Ausgangsspannung ist, um so später wird die Kollektorspannung an f von Null auf $+10$ V springen und den Treiber T_4 ansteuern. Der Triggerimpuls hat eine Breite von etwa 6 bis 8 μs .

Schwankende Eingangsspannungen werden auf etwa 0,1% ausgegletet. Die Ausgangsspannungsänderung bei einer Laständerung zwischen 0 und 100% ist $\leq 1\%$.

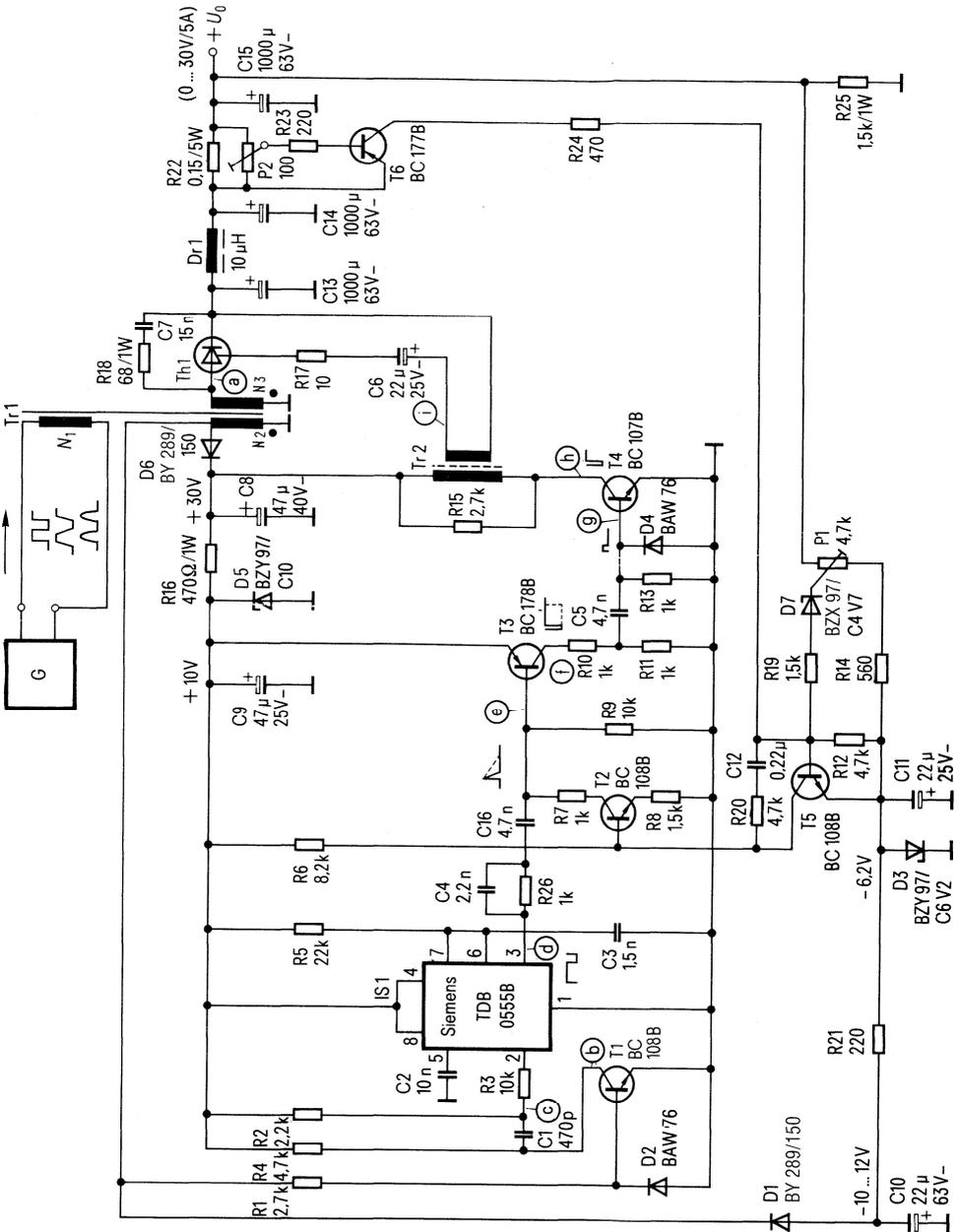


Bild 8.5

Für die Restwelligkeit sind – je nach Dimensionierung des Siebgliebes C_{13} , Dr 1 und C_{14} – Werte um 1 ‰ erreichbar.

Bei Kurzschluß wird T_6 leitend und steuert T_5 ebenfalls in leitende Richtung. Th 1 wird später gezündet. Der Kurzschlußstrom im Mustergerät lag bei 5,5 A gegenüber dem Nennstrom von 5 A.

Bauteile-Liste zu Schaltung 8.5

Bauteil		Bestellnummer
1 Zeitgeberschaltung	TDB 0555B	Q67000-A1044
1 Thyristor	BSt C 0606 (TO-66)	C66048-A1408-A2
3 Silizium-NF-Transistoren	BC 108B	Q62702-X108-B
1 Silizium-NF-Transistor	BC 177B	Q62702-C142
1 Silizium-NF-Transistor	BC 178B	Q62702-C154
2 Schnelle Silizium-Gleichrichterdioden	BY 289/150	C66047-A1028-A8
2 Silizium-Schaltdioden	BAW 76	Q60201-A397
1 Silizium-Z-Diode	BZY 97/C6V2, 1,5 W	Q68000-A948-F82
1 Silizium-Z-Diode	BZY 97/C10	Q68000-A953-F82
1 Silizium-Z-Diode	BZX 97/C4V7	Q62702-Z1227-F82
1 STYROFLEX-Kondensator	470 pF, 63 V	B31063-A5471-H
1 MKT-Schichtkondensator	1,5 nF, 400 V	B32560-D6152-J
1 MKT-Schichtkondensator	2,2 nF, 400 V	B32560-D6222-J
2 MKT-Schichtkondensatoren	4,7 nF, 400 V	B32560-D6472-J
1 MKT-Schichtkondensator	10 nF, 400 V	B32560-D6103-J
1 MKT-Schichtkondensator	15 nF, 400 V	B32560-D6153-J
1 MKT-Schichtkondensator	0,22 μ F, 100 V	B32560-D1224-J
2 Alu-Elektrolytkondensatoren	22 μ F, 25 V	B41313-A5226-T
1 Alu-Elektrolytkondensator	22 μ F, 63 V	B41283-C8226-T
1 Alu-Elektrolytkondensator	47 μ F, 25 V	B41283-B5476-T
1 Alu-Elektrolytkondensator	47 μ F, 40 V	B41283-D7476-T
3 Alu-Elektrolytkondensatoren	1000 μ F, 63 V	B41293-A8108-T
1 Trimmerwiderstand	100 Ω , 0,2 W stehend	B58076-Z101-M320
1 Trimmerwiderstand	4,7 k Ω , 0,2 W stehend	B58076-Z472-M320
21 Kohleschichtwiderstände	0,33 W, \pm 5%	B51261-Z4...-J1
1 Kohleschichtwiderstand	68 Ω /1 W	B51276-A2680-G
1 Kohleschichtwiderstand	470 Ω /1 W	B51276-A2471-G
1 Kohleschichtwiderstand	1,5 k Ω /1 W	B51276-A2152-G
1 Drahtwiderstand, bestehend aus 2 parallel geschalteten Widerständen	0,15 Ω /5 W 0,3 Ω /7 W	B52136-A000-K300 –
1 Siebdrossel mit Luftspalt	10 μ H/5 A	–

8.6 Schaltnetzteil mit umschaltbarer (umsteuerbarer) Betriebsfrequenz

Mit umsteuerbaren bzw. umschaltbaren Betriebsfrequenzen für ein Schaltnetzteil können spezielle Aufgaben gelöst werden. So kann z.B. über eine induktive bzw. induktiv/ohmsche Last der Arbeitsstrom nach einem Programm geändert werden. Induktive Lasten sind Schütze, Magnetkupplungen, Relais u.ä. Der Einschaltstrom kann so um ein Vielfaches größer gewählt werden als der Haltestrom, um sehr kurze Anzugszeiten zu bekommen.

Der Generator **Bild 8.6.1** arbeitet als astabiler Multivibrator, der jedoch an den Basen von T_1 und T_2 eingepprägten Strom erhält. Die Konstantströme werden durch die Transistoren T_3 und T_4 gewonnen. Sie sind einstellbar über den Teiler R_2 , wobei R_1 die minimale und R_3 die maximale Frequenz begrenzen. Die Zenerdiode D_1 gibt eine stabilisierte Spannung von 10 V an die Basen von T_3 und T_4 . Sie bewirkt eine Stabilisierung der eingestellten Frequenz bei Spannungsänderungen.

Über die Emitterwiderstände R_4 , R_5 und R_3 wird der maximal mögliche Einprägstrom festgelegt (f_{max}).

Die Konstantströme laden die Schwingkondensatoren C_2 und C_3 abwechselnd auf. Die Entladung erfolgt über das Schalten der Transistoren T_1 und T_2 . Beim Laden der Kondensatoren wird das Ausgangssignal an A und B oben etwas abgerundet.

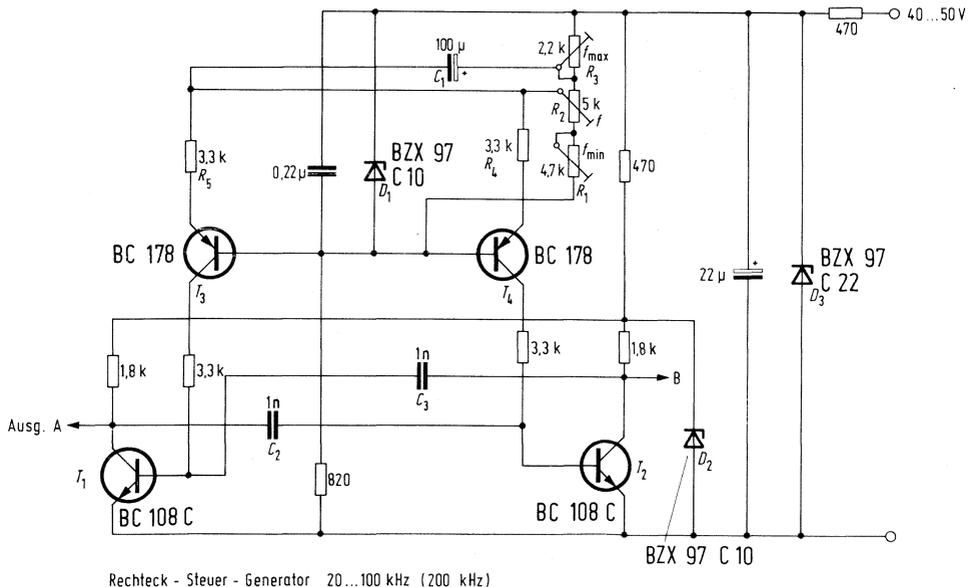


Bild 8.6.1

C_1 ermöglicht ein Anschwingen von einer hohen Frequenz her, was bei der Steuerung von SNT sehr wichtig ist (weicher Anlauf). Seine Größe bestimmt die Anlaufgeschwindigkeit. Der vorliegende Rechteckgenerator erlaubt die Einstellung der Frequenz von ca. 10 kHz bis 200 kHz.

Frequenzvariabler Rechteckgenerator mit Tastlückenaufbereitung und Treiberteil.

Im **Bild 8.6.2** ist ein einfacherer frequenzvariabler Multivibrator als Steuer-Generator T_1, T_1' angewendet. Die Frequenzvariation ist dabei kleiner als bei dem Generator nach **Bild 8.6.1**.

Wegen der Transistor-Speicherzeiten und sonstiger Verzögerungszeiten sind im Gegentaktbetrieb die Steuerströme mit Tastlücken auszustatten. Mit der Signalverschleifung R_4C_4 und R_4C_4' ist es nun möglich, über die Kondensatoren C_1 und C_2 (**Bild 8.6.2**) und Wahl der Widerstände R_1 und R_2 die gewünschten bzw. erforderlichen Tastlücken des Ausgangssignals zu bekommen (z.B. 4 μ s). Die Tastlücken können mit R_3 gemeinsam eingestellt werden. Mit R_2 kann nur eine Lücke verändert werden. Die Bildung der Tastlücke geschieht in der vorgesehenen Weise durch den Aufbau einer Vorspannung an den Kondensatoren C_1, C_2 und C_3 , so daß die Steuerung von R_2 und T_2 nur während der Spannungskuppen möglich ist. Dadurch aber sind die Tastlücken ohne großen Aufwand mit „eingebaut“. Die Transistoren T_2 und T_2' verstärken das Signal, jeweils versetzt um eine halbe Periode, wie dies für den Gegentaktbetrieb erforderlich ist.

Bemerkt sei, daß an den Punkten A und B (**Bild 8.6.2**) auch ein entsprechender, im Tastverhältnis variierbarer Steuergenerator angeschlossen werden kann, wobei die Tastlückenbildung wie besprochen oder bereits im Steuergenerator vorhanden ist.

Die Transistoren T_3 und T_4 (sowie T_3' und T_4') arbeiten in Seriengegentaktschaltung über den Kondensator C_2 auf den Treibertransformator. Für den Treibertransformator wurde der Kern EF 25 Mat. N27 gewählt. Seine Daten sind:

Tr 1, Tr 2: EF 25 Mat. N27

1–2 50 Wg/0,3 \varnothing CuL

3–4 18 Wg/0,6 \varnothing CuL

5–6 50 Wg/0,3 \varnothing CuL

Endstufe

Die Versorgungsspannung des Steuer- und Treiberteiles richtet sich nach der Höhe der erforderlichen Basisströme für die Endstufen (**Bild 8.6.3**), wobei der Basisstrom durch eine Änderung des Trafoübersetzungsverhältnisses von Tr1 oder auch R_2/R_2' eingestellt werden kann. Die Dämpfungsglieder $R_1-C_1, R_3-C_2, R_4-C_3, R_5-C_4$ sind für ein ausgeführtes Beispiel mit den angegebenen Werten ermittelt worden. Diese Werte können sich ändern, je nach Aufbau und Variation der Schaltung (Bauelemente). Die Dioden BY 294/400 arbeiten als Rückstromdioden und halten Inversströme von den Transistoren T_1 und T_2 fern. Die Kondensatoren C_6 und C_7 mitteln die

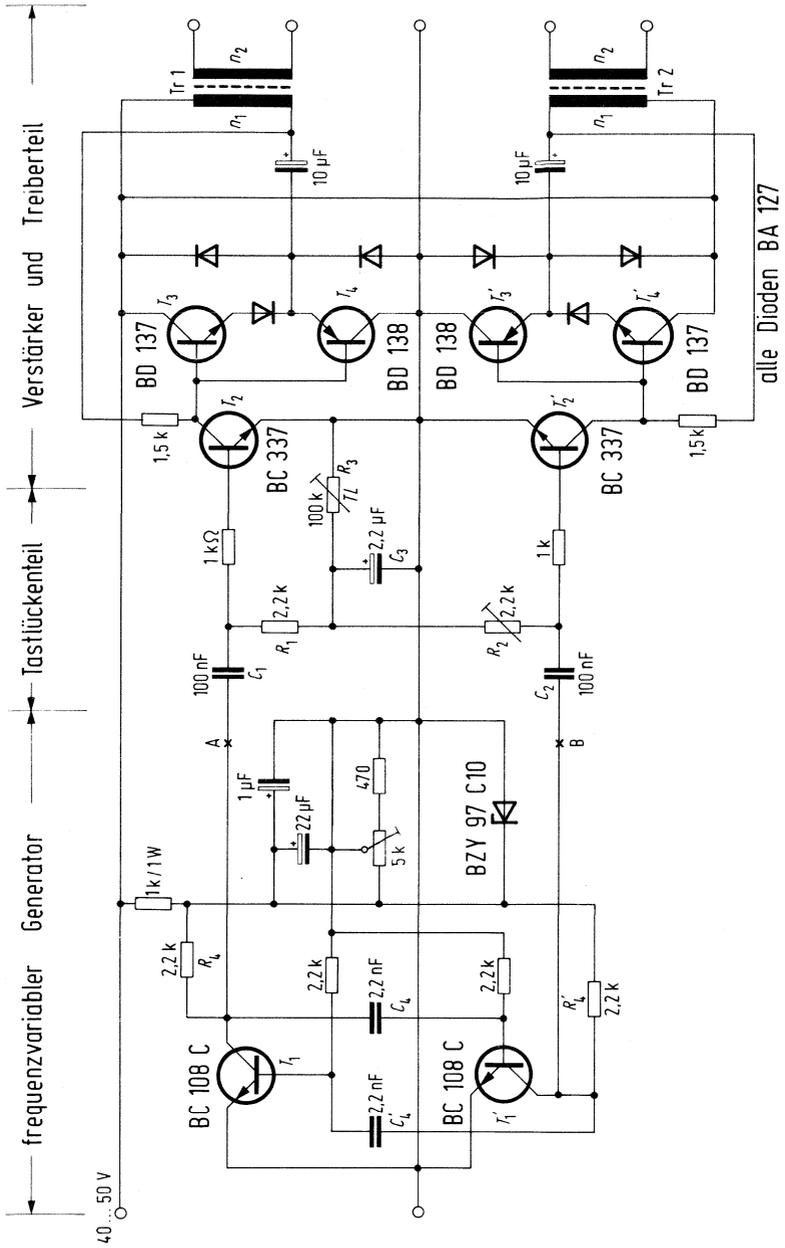


Bild 8.6.2

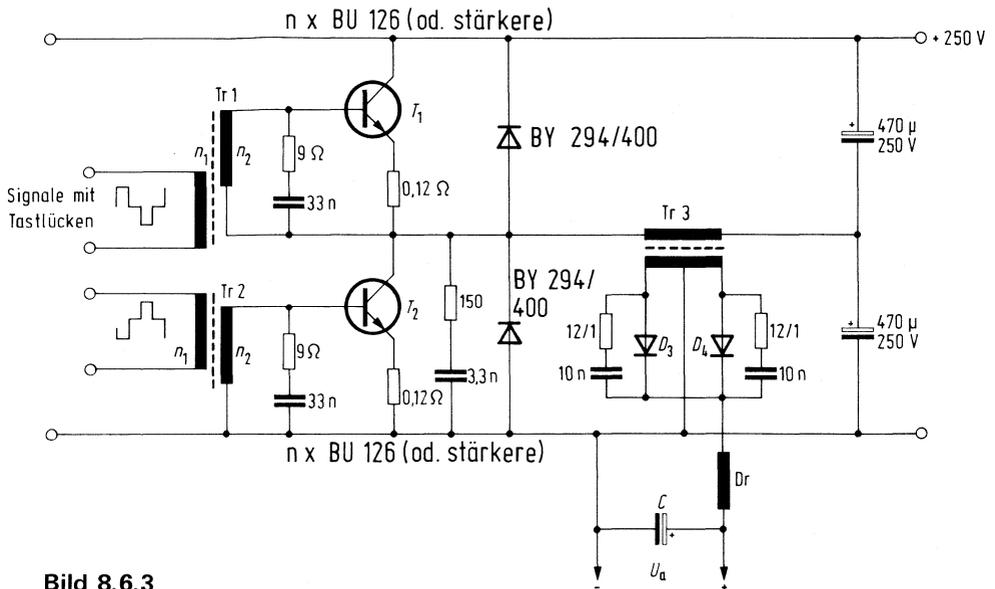


Bild 8.6.3

Versorgungsspannung bei Betrieb mit zeitlich versetzten, aber sonst gleichen Halbwellentastzeiten. Diese Endstufe eignet sich aber auch für eine Ansteuerung mit tastzeit- und frequenzgesteuerten Signalen mit entsprechenden Tastlücken.

Bauteile-Liste zu Schaltung 8.6.1

Bauteil		Bestellnummer
2 Transistoren	BC 108C	Q60203-X108-C
2 Transistoren	BC 178	Q62702-C685
2 Z-Dioden	BZX 97C10	Q62702-Z1235-F82
1 Z-Diode	BZX 97C22	Q62702-Z1243-F82
1 MKT-Kondensator	0,22 μ F	B32561-D1224-J
2 MKT-Kondensatoren	1 μ F	B32560-D6102-J
1 Elektrolytkondensator	22 μ F/63 V	B41316-A8226-V
1 Elektrolytkondensator	100 μ F/25 V	B41316-A5107-V
2 Widerstände	470 Ω /0,5 W	B51261-Z4471-J1
1 Widerstand	820 Ω /0,5 W	B51261-Z4821-J1
2 Widerstände	1,8 k Ω /0,5 W	B51261-Z4182-J1
4 Widerstände	3,3 k Ω /0,5 W	B51261-Z4332-J1

Bauteile-Liste zu Schaltung 8.6.2

Bauteil		Bestellnummer
2 Transistoren	BC 108C	Q60203-X108-C
2 Transistoren	BC 337	Q62702-C313
2 Transistoren	BD 137	Q62702-D108
2 Transistoren	BD 138	Q62702-D109
1 Z-Diode	BZY 97C10	Q68000-A953-F82
6 Dioden	BA 127	Q60201-X127-D9
2 MKT-Kondensatoren	2,2 nF	B32560-D6222-J
2 MKT-Kondensatoren	100 nF	B32561-D3104-J
1 Elektrolytkondensator	1 μ F/63 V	B41316-A8105-V
1 Elektrolytkondensator	2,2 μ F/63 V	B41316-A8225-V
2 Elektrolytkondensatoren	10 μ F/63 V	B41316-A8106-V
1 Elektrolytkondensator	22 μ F/63 V	B41316-A7226-V
1 Widerstand	470 Ω /0,5 W	B51261-Z4471-J1
2 Widerstände	1 k Ω /0,5 W	B51261-Z4102-J1
1 Widerstand	1 k Ω /1 W	B51276-A2102-G
2 Widerstände	1,5 k Ω /0,5 W	B51261-Z4152-J1
5 Widerstände	2,2 k Ω /0,5 W	B51261-Z4222-J1

Bauteile-Liste zu Schaltung 8.6.3

Bauteil		Bestellnummer
2 Transistoren	BU 126	Q62702-U167
2 Dioden	BY 294/400	C66047-A1060-A7
1 MKT-Kondensator	3,3 nF/400 V	B32560-D6332-J
2 MKT-Kondensatoren	10 nF/400 V	B32560-D6103-J
2 MKT-Kondensatoren	33 nF/250 V	B32561-D3333-J
2 Elektrolytkondensatoren	470 μ F/250 V	B43306-A2477-T
Tr. 3 – Dr. – D_3 – D_4 – C entsprechend gewünschter Sekundär-Spannung		–
2 Widerstände	9 Ω /1 W	B51276-A2090-G100
2 Widerstände	12 Ω /1 W	B51276-A2120-G
1 Widerstand	150 Ω /0,5 W	B51261-Z4151-J1

8.7 Tastlücken-Generator für Gegentakt-Schaltnetzteile

Gegentakt-Endstufen in Schaltnetzteilen müssen mit Signalen angesteuert werden, die entsprechend der Speicherzeit der Endstufentransistoren Tastlücken besitzen. **Bild 8.7.1** zeigt eine hierfür geeignete Schaltung. Die am Schwingkreis $L/C_1, C_2$ stehende Spannung wird über die Kondensatoren C_3 und C_4 auf die Basis der Transistoren T_1 und T_2 gekoppelt. Dadurch, daß nur während eines Teilbereiches T (Kuppen) der Sinusspannungen die Transistoren leitend werden, entsteht am Ausgang der Transistoren eine treppenförmige Spannung nach **Bild 8.7.2**. Die Basis der Transistoren T_3 und T_4 sind mit den beiden Kollektoren der Transistoren T_1 und T_2 verbunden. Sie sind als Emitterfolger geschaltet und werden abwechselnd durchgesteuert.

Während der Tastpausen sind die Transistoren T_1 und T_2 nicht leitend. An der Basis von T_3 und T_4 liegt die über R_2 und R_3 geteilte halbe Versorgungsspannung. Diese wird über die beiden Emitterfolger niederohmig auf den Koppelkondensator C_5 weitergereicht, so daß beim Vorzeichen-Wechsel der magnetischen Energie der Trafo Tr stark gedämpft ist und die Treppenausgangsspannung nur wenig Überschwinger enthält.

Die Gesamtschaltung arbeitet selbstschwingend mit fester Frequenz. Über R_4 wird vom Ausgang der Emitterfolger die Spannung auf den Schwingkreis rückgekoppelt. Die richtige Phasenlage wird durch Aufteilung der Schwingkreiskondensatoren in die beiden Einzelkondensatoren C_1 und C_2 erreicht.

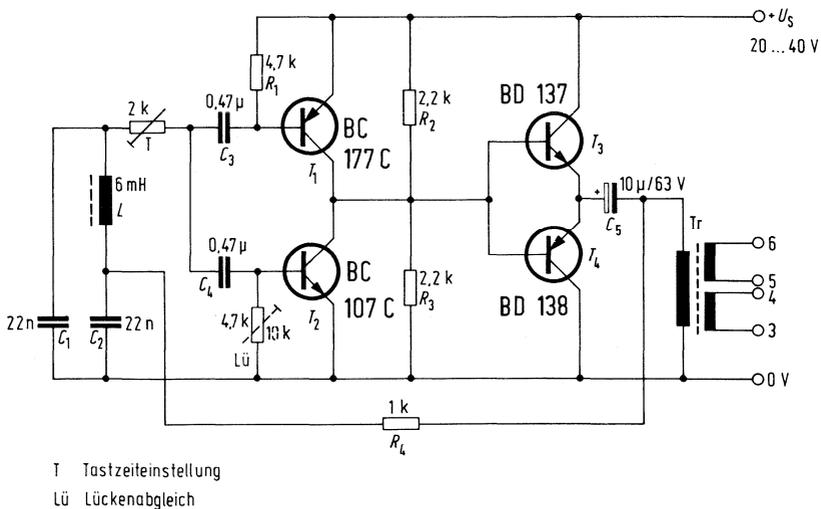


Bild 8.7.1

Beim Einschalten der Versorgungsspannung schwingt die Schaltung selbständig an, da zunächst T_3 stromführend ist und den Kondensator C_5 auflädt. Über den Rückkopplungsweg (R_4) fließt ein über L verzögerter Strom über C_4 in die Basis von T_2 und läßt die Schwingung einsetzen. Im eingeschwungenen Zustand arbeiten alle Transistoren als Schalter. Die Schwingkreisinduktivität ist eine Spule aus einem Stiefelkern $20\text{ mm} \times 6\text{ mm } \varnothing$ und besitzt eine Wicklung entsprechend **Bild 8.7.3**.

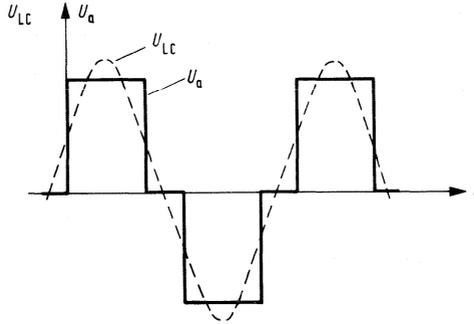


Bild 8.7.2

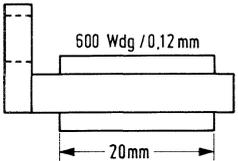


Bild 8.7.3

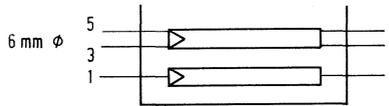


Bild 8.7.4

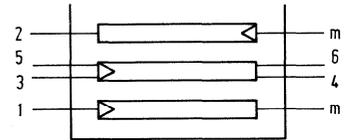


Bild 8.7.5

L : Stiefel $20 \times 6\text{ mm } \varnothing$ Gew. Kern $16 \times 4,5\text{ mm } \varnothing$
 $n = 600$ Wdgn $0,12$ CuL, ohne Lagen-Isolation

Für den Transformator sind zwei Beispiele nach **Bild 8.7.4** und **8.7.5** nachstehend beschrieben.

EF 20 N27 o.L

1-2	100/0,2 CuL	} bifilar gewickelt	} f. 0,5 bis 2 A_{sec}	(Bild 8.7.4)
3-4	8/0,4 CuLS			
5-6	8/0,4 CuLS			

Tr.: EF 25 N27 A 630

1-m	50/0,3 CuL	} bifilar gewickelt	} f. 2 bis 5 A_{sec}	(Bild 8.7.5)
3-4	12/0,5 CuLS			
5-6	12/0,5 CuLS			
m-2	50/0,3 CuL			

Bauteile-Liste zu Schaltung 8.7.1

Bauteile	Bestellnummer
1 Transistor	BC 107 C Q60203-X107-C
1 Transistor	BC 177 C Q62702-C143
1 Transistor	BD 137 Q62702-D108
1 Transistor	BD 138 Q62702-D109
2 MKT-Schichtkondensatoren	22 nF/250 V B32510-D3223-K
2 MKT-Schichtkondensatoren	0,47 μ F/100 V B32512-D1474-K
1 Elektrolytkondensator	10 μ F/63 V B41283-A8106-T
2 Widerstände	2,2 k Ω /0,5 W B51261-Z4222-J1
1 Widerstand	4,7 k Ω /0,5 W B51261-Z4472-J1
2 Schalenkerne	EF 20d N27 B66317-G100-X127

8.8 50-W-Gleichspannungswandler mit SIPMOS-Leistungstransistoren und integrierter Steuer-IS

Der in Gegentaktschaltung arbeitende Wandler (**Bild 8.8**) enthält den integrierten Baustein TDA 4700, der alle nötigen Steuer-, Regel- und Überwachungsfunktionen mit einem Minimum an externem Schaltungsaufwand übernimmt. Die Schaltung ist für eine Eingangsspannung von 20 V bis 28 V ausgelegt. Die Ausgangsspannung beträgt 5 V bei maximal 10 A, die Oszillatorfrequenz der IS ist 40 kHz. Ein- und Ausgang sind nicht potentialgetrennt. Die pulsbreitenmodulierten Ausgänge des TDA 4700 steuern über eine einfache push-pull-Stufe nahezu leistungslos das Gate der SIPMOS-Transistoren. Deren Sourceströme fließen über einen gemeinsamen Stromfühlerwiderstand R_s . Der Spannungsabfall wird für eine dynamische Strombegrenzung herangezogen. Der Wandler wird dadurch kurzschlußfest.

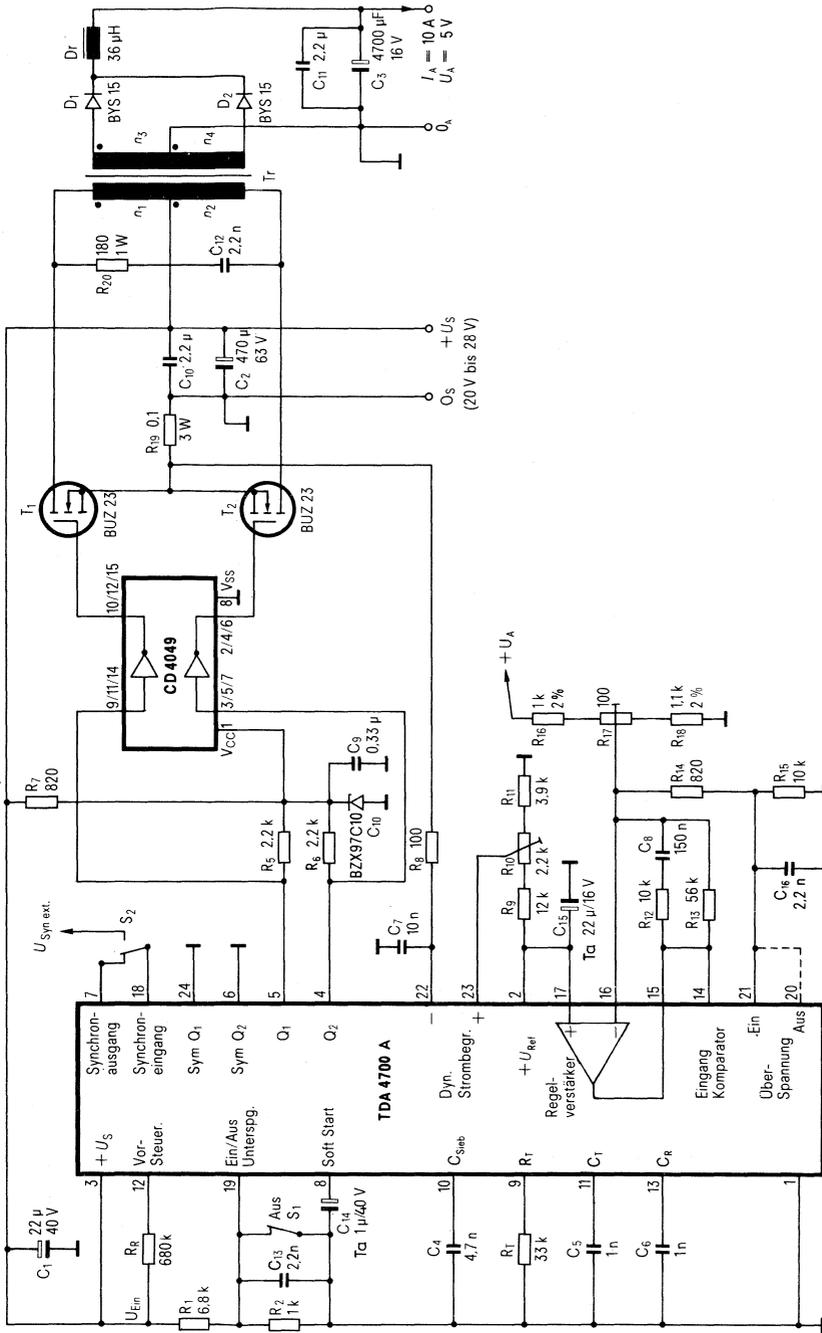
Technische Daten:

		min	typ	max	Einheit
Eingangsspannung	V_{in}	20	24	28	V
Ausgangsspannung	V_{out}	–	5		V
Ausgangsstrom	I_{out}	0		10	A
Lastausregelung (Lastsprung 30%–100%)	$\frac{\Delta V_{out}}{\Delta I_{out}} \cdot \frac{10 A}{5 A}$		0,2		%
Wirkungsgrad	η			81	%
Verluste an einem SIPMOS-Transistor:					
Durchlaßverluste	P_{VD}		1		W
Schaltverluste	P_{Vs}		0,4		W
Gesamtverluste	$P_{VD} + P_{Vs}$		1,4		W
Kühlkörper je BUZ 23				10	K/W
Kühlkörper für 2 × BYS 15				2,3	K/W

Bauteile-Liste zu Schaltung 8.8

Bauteile	Bestellnummer
1 Steuer-IS für Schaltnetzteile	TDA 4700 A
2 SIPMOS-Transistoren	BUZ 23
2 Schottky-Dioden	BYS 15
1 Z-Diode	BZX97C10
1 CMOS-Inverter	CD4049
	Q67000-Y594
	C67078-A1002-A2
	C67017-Z1318-A1
	Q62702-Z1235-F82
	–

(Fortsetzung Seite 219)



Bauteile-Liste zu Schaltung 8.8 (Fortsetzung von Seite 217)

Bauteile		Bestellnummer
1	Trimpotentiometer 100 Ω	B51655-Z101-M401
1	Trimpotentiometer 2,2 k	B58655-Z222-M401
2	MKT-Schichtkondensatoren 1 nF/400 V	B32560-D6102-J
3	MKT-Schichtkondensatoren 2,2 nF/400 V	B325600-D6222-K
1	MKT-Schichtkondensator 4,7 nF/400 V	B32560-D6472-K
1	MKT-Schichtkondensator 0,01 μF/400 V	B32560-D6103-K
1	MKT-Schichtkondensator 0,15 μF/100 V	B32560-D1154-K
1	MKT-Schichtkondensator 0,33 μF/100 V	B32560-D1334-J
2	MKT-Schichtkondensatoren 2,2 μF/100 V	B32562-D1225-K
1	Ta-Elektrolytkondensator 1 μF/40 V	B45181-C4105-M
1	Ta-Elektrolytkondensator 22 μF/16 V	B45181-B2226-M
1	Al-Elektrolytkondensator 22 μF/40 V	B41316-A7226-V
1	Al-Elektrolytkondensator 470 μF/63 V	B41010-D8477-T
1	Al-Elektrolytkondensator 4700 μF/16 V	B41010-C4478-T
1	Widerstand 0,1 Ohm/3 W	-
1	Widerstand 100 Ohm/0,5 W	B51560-Z4101-J1
1	Widerstand 180 Ohm/1 W	B54314-Z5181-G1
2	Widerstände 820 Ohm/0,5 W	B51261-Z4821-J1
1	Widerstand 1 kOhm/0,5 W	B51260-Z4102-J1
1	Widerstand 1 kOhm/0,5 W 2%	B51261-Z4102-G1
1	Widerstand 1,1 kOhm/0,5 W 1%	B54310-Z5112-F2
2	Widerstände 2,2 kOhm/0,5 W	B51260-Z4222-J1
1	Widerstand 6,8 kOhm/0,5 W	B51260-Z4682-J1
1	Widerstand 10 kOhm/0,5 W	B51260-Z4103-J1
1	Widerstand 12 kOhm/0,5 W	B51260-Z4133-J1
1	Widerstand 33 kOhm/0,5 W	B51260-Z4333-J1
1	Widerstand 39 kOhm/0,5 W	B51260-Z4393-J1
1	Widerstand 56 kOhm/0,5 W	B51260-Z4563-J1
1	Widerstand 680 kOhm/0,5 W	B51276-A2684-G
1	Schalter S1	C42315-A60-A1
Transformator Tr		
1	Kern EC41, N27, O.L	B66339-G0000-X127
1	Spulenkörper	B66274-A1001-T001
1	Halterung	B66274-B2001-X000
Wicklung: prim. $n_1 = n_2 = 14$ Wdg. bifilar, Litze 120 × 0,1 CuLS		
sek. $n_3 = n_4 = 5$ Wdg. bifilar, Litze 120 × 0,1 CuLS		
Drossel Dr		
1	Kern RM12, N41, $A_L = 160$	B65815-J0160-A041
1	Spulenkörper	B65816-A1002-D001
2	Klammern	B65816-A2001-X000
Wicklung: 15 Wdg., Litze 100 × 0,1 CuL		

9. Mikrocomputeranwendungen System 8080/8085

9.1 Betrieb der Tastatur-IS S 600/8255 an 8-Bit-Mikroprozessoren

Einleitung

Der Tastaturbaustein S 600 kann eine Tastatur von 10×9 Tasten und 10 Steuertasten abfragen und liefert entsprechend der gedrückten Taste eine 10-Bit-Information in paralleler Form.

Mit einem Zeichenvorrat von 360 möglichen Bitmustern kann er als Encoder für größere Tastaturen dienen. Man kann ihn auch zur Eingabe in einen 8-Bit-Mikrocomputer einsetzen. Um die Funktion an einem praktischen Beispiel zu demonstrieren, wurde ein Mikroset 8080 verwendet.

Eingabe über den E/A-Baustein SAB 8255

Die Zwischenspeicherung im E/A-Baustein SAB 8255 des Mikroset 8080 ermöglicht eine problemlose Übernahme der Information von der langsamen P-MOS-Schaltung S 600 an das schnellere Mikrocomputersystem. Im Mikroset 8080 wird Port B und drei Leitungen des Port C ($PC_{0,1,2}$) für das interne Tastenfeld benötigt, so daß für den Anschluß des S 600 Port A gewählt wurde. Für den Quittungsverkehr zwischen S 600 und 8255 und die Interrupt-Meldung zum Prozessor werden außerdem noch $PC_{3,4,5}$ belegt.

Diese Lösungsmöglichkeit ist immer dort sinnvoll, wo aus anderen Gründen ein 8255 im System enthalten ist, der ein Port mit 8 Bit und 3 Leitungen von Port C frei hat.

Bild 9.1.1 zeigt die aufgebaute Schaltung.

Aus dem von S 600 angebotenen 10-Bit-Muster werden hier nur die unteren 8 Bits verwendet und direkt an die Anschlüsse PA_0 bis PA_7 des 8255 im Mikroset geführt. Das Meldesignal vom S 600 mit aktiv-LOW kann unmittelbar dem Eingang PC_4 des 8255 zugeführt werden, während die Quittung an PC_5 mit ihrem aktiv-HIGH-Signal vor der Rückführung zum S 600 noch invertiert werden muß. Auch die Interruptanforderung, die der 8255 an PC_3 abgibt, muß hier noch invertiert werden, weil der Bus des Mikroset 8080 ein \overline{INT} -Signal, also aktiv-LOW, benötigt. Damit der 8255 eine Interruptanforderung abgeben kann, muß zum Beginn des Programms durch Bit-setzen von PC_4 das Freigabeflipflop $INTE_A$ im 8255 gesetzt werden.

Als einfaches Programmbeispiel dient „S 600/8255“ (**Bild 9.1.2**). Im Hauptprogramm wird nach Interruptfreigabe zunächst der E/A-Baustein 8255 (im Mikroset 8080 Steuerwortadresse $\emptyset FFH$) durch das Steuerwort $\emptyset B7H$ auf Betriebsart 1, Port A getakteter Eingang, programmiert, wobei nur die erste Hexziffer B relevant ist. Die 7 ist hier bedeutungslos, weil die Stifte PC_6 , PC_7 nicht benötigt werden und

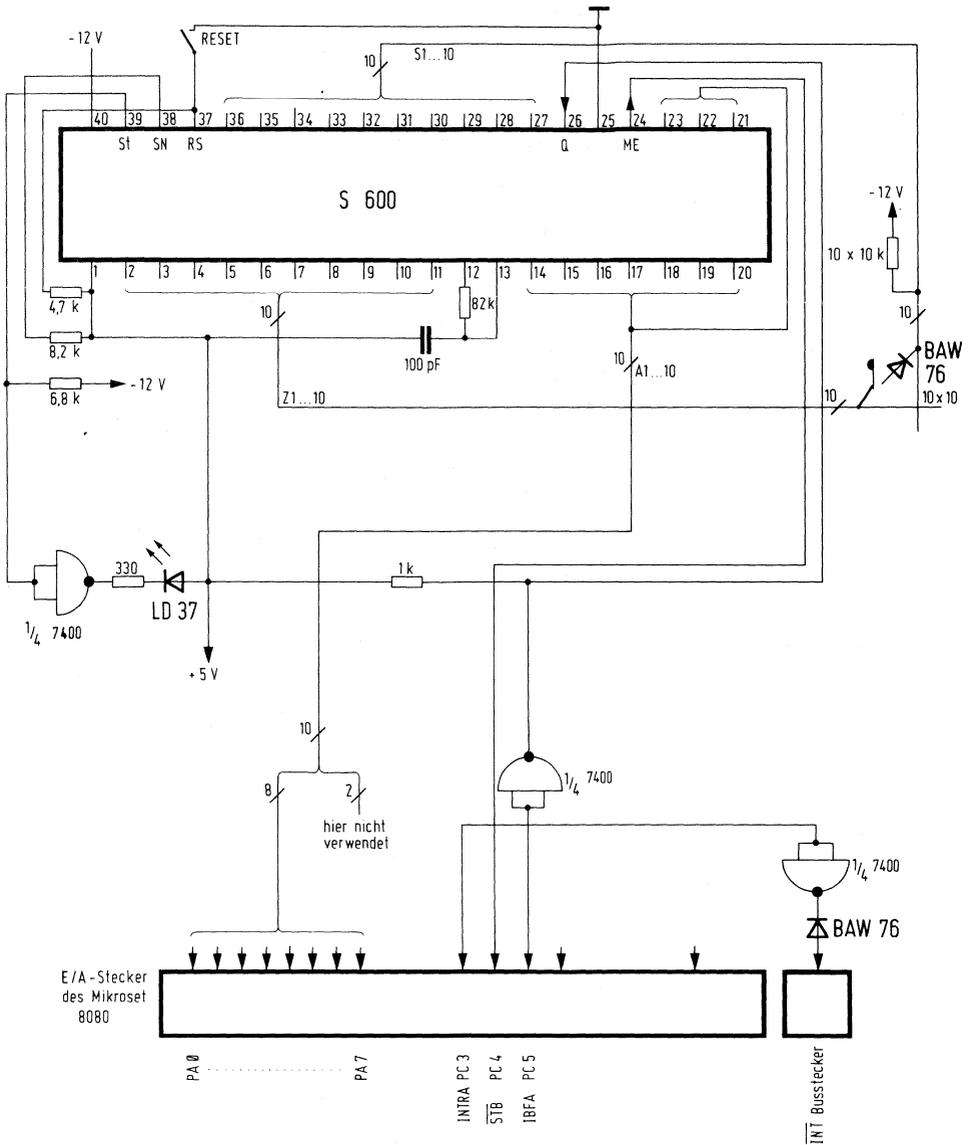


Bild 9.1.1

```

LOC  OBJ      SEQ      SOURCE STATEMENT
      1 $TITLE('S600/8255')
      2 ;HAUPTPROGRAMM
0700  3  ORG      0700H
0700  4  EI              ;INTERRUPTFREIGARE
0701  5  MVI      A,0B7H ;STEUERWORT FUER I/C-PORT
0703  6  OUT      0FFH  ;AUSGEBEN AN 8255
0705  7  MVI      A,39H ;STEUERWORT FUER C4
0707  8  OUT      0FFH  ;AUSGEBEN AN 8255
0709  9  LXI      H,00H ;HL NULLSETZEN
070C 10  MOV      E,H   ;E NULLSETZEN (ZAEHLT INTERRUPTS)
070D 11 ANZE:  CALL  01C0H ;ANZEIGE DER DATEN *)
0710 12  MOV      A,E   ;INTERRUPTZAEHLER NACH A
0711 13  CALL  01D3H  ;ANZEIGE DER ANSCHLAEGE **)
0714 14  JMP      ANZE ;
07FA 15  ORG      07FAH
07FA 16  JMP      0720H ;STARTADRESSE FUER INTERRUPTROUTINE
      17 ;INTERRUPTPROGRAMM
      18 ORG      0720H
0720 19  DAD      H      ;
0721 20  DAD      H      ;)HL-WORT UM EIN ZEICHEN
0722 21  DAD      H      ;)NACH LINKS
0723 22  DAD      H      ;
0724 23  IN       0FCH  ;EINLESEN
0726 24  RRC              ;
0727 25  RRC              ;)LINKE HEXZIFFER
0728 26  RRC              ;)NACH RECHTS
0729 27  RRC              ;
072A 28  ANI      0FH   ;MASKIERUNG
072C 29  ORA      L     ;UEBERSCHREIBUNG IM AKKU
072D 30  MOV      L,A   ;ZURUECK NACH L
072E 31  INX      D     ;DE UM EINS HOEHER ZAEHLEN
072F 32  EI              ;INTERRUPTFREIGARE
0730 33  RET              ;RUECKSPRUNG
      34  END

```

PUBLIC SYMBOLS

EXTERNAL SYMBOLS

USER SYMBOLS
ANZE A 070D

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

Bild 9.1.2

Port B im Mikroset intern verwendet wird, also dem Anwender nicht zur Verfügung steht. Danach wird das Steuerwort 39H an dieselbe Adresse ausgegeben, es enthält die führende Null (Hexziffer 3) und die zweite Hexstelle 9, die das interne Interrupt-freigabeflipflop des 8255 setzt.

Nach dem Nullsetzen der benötigten Register endet das Hauptprogramm in einer Schleife, die Registerpaar H,L auf dem 4-stelligen Adreßfeld und Register E auf dem zweistelligen Datenfeld des Mikroset 8080-Displays zur Anzeige bringt.

Jedesmal, wenn eine Taste des S 600 gedrückt wird, springt der 8080 in das Interruptprogramm.

Als Beispiel wurde hier ein Programm gewählt, das von der aus dem S 600 stammenden 8-Bit-Information nur die 4 oberen Bits verwendet, die entsprechende Hexziffer

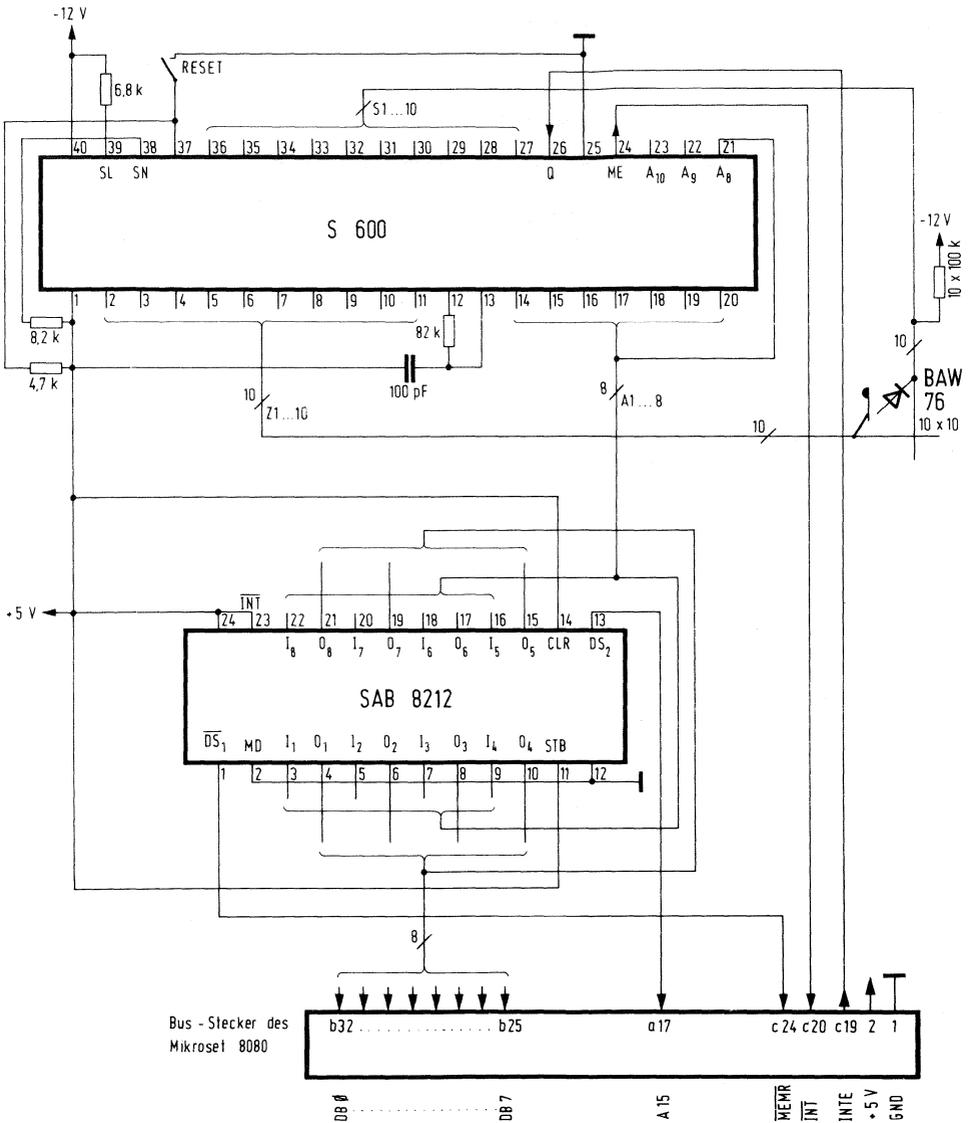


Bild 9.1.3

an die niedrigste Stelle des Adreßfeldes (Registerpaar H, L) schreibt und die früher eingetasteten Ziffern um eine Stelle nach links schiebt. Die älteste Ziffer, die vorher im oberen Teil von Register H stand, wird herausgeschoben und geht verloren. Im Register E wird die Anzahl der Anschläge aufsummiert; wenn dabei 0FFH erreicht ist, wird wieder bei 00 begonnen.

Eingabe über den 8080-Bus mit dem Baustein SAB 8212

Der Baustein S 600 in PMOS-Technologie wird zweckmäßig über schnelle Tristatustufen an den 8080-Bus angekoppelt.

Die Beschaltung des S 600 (**Bild 9.1.3**) bleibt gegenüber **Bild 9.1.1** praktisch unverändert, nur sind die Ausgangsleitungen zu den Eingängen des 8212 geführt, die Meldeleitung geht direkt an den Bus und zur Quittung wird das INTE-Signal¹⁾ verwendet, das während der Interruptroutine auf LOW ist. Dabei muß sichergestellt sein, daß die Interruptroutine mindestens so lange dauert, wie die Taktperiode des S 600 (15 µs), andernfalls besteht die Gefahr, daß die Quittung vom S 600 nicht immer angenommen wird.

Zur Adressierung bieten sich die Eingänge \overline{DS}_1 und DS_2 des 8212 an. Da beim Mikroset 8080 sowohl die Leitung E/A-Lesen, als auch Speicherlesen aktiv-LOW sind, ist der Adreßeingang \overline{DS}_1 mit $\overline{MEM R}$ zu verbinden, wenn kein weiterer Adreßdecoder eingebaut ist. Für die eigentliche Adressierung muß dann der Eingang

ASM80 S600B.SRC

ISIS-II 8080/8085 MACRO ASSEMBLER, V2.0
S600/8212

MODULE PAGE 1

```
LOC OBJ      SEQ      SOURCE STATEMENT
                                     1 $TITLE('S600/8212')
                                     2 ;HAUPTPROGRAMM
0700          3 ORG      0700H
0700 FB       4          EI          ;
0701 210000   5          LXI      H,0000H ;HL NULLSETZEN
0704 5C       6          MOV      E,H   ;E NULLSETZEN
0705 CDC001   7 ANZA:  CALL      01C0H ;ANZEIGE DER DATEN
0708 5F       8          MOV      E,A   ;INTERRUPTZAEHLER NACH A LADEN
0709 CDD301   9          CALL      01D3H ;ANZEIGE DER ANSCHLAEGE
070C C30507  10         JMP      ANZA   ;
07FA         11 ORG      07FAH
07FA C32007  12         JMP      0720H ;STARTADRESSE FUER INTERRUPTROUTINE
13 ;INTERRUPTPROGRAMM
0720         14 ORG      0720H
0720 29       15         DAD      H      ;
0721 29       16         DAD      H      ;)HL/WORT UM 4 BIT NACH LINKS
0722 29       17         DAD      H      ;
0723 29       18         DAD      H      ;
0724 3A0000   19         LDA      8000H ;EINLESEN AUS TASTATUR
0727 0F       20         RRC          ;
0728 0F       21         RRC          ;)AKKU 4 BIT NACH RECHTS
0729 0F       22         RRC          ;
072A 0F       23         RRC          ;
072B E60F     24         ANI      0FH   ;MASKIEREN
072D 85       25         ORA      L      ;UEBERSCHREIBEN
072E 6F       26         MOV      L,A   ;ZURUECK NACH L
072F 13       27         INX      D      ;DE UM 1 HOEHER ZAEHLEN
0730 FB       28         EI          ;INTERRUPTFREIGABE
0731 C9       29         RET          ;RUECKSPRUNG
                                     30         END
```

PUBLIC SYMBOLS

EXTERNAL SYMBOLS

USER SYMBOLS
ANZA A 0705

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

Bild 9.1.4

¹⁾ Nur anwendbar, wenn außer zur Datenübernahme aus dem Tastaturbaustein keine weiteren Interruptroutinen vorgesehen sind.

DS₂ mit aktiv-HIGH dienen. Da beim Mikroset aber alle E/A-Adreßbits mit HIGH bereits im Grundausbau intern verwendet werden (FC bis FF), wurde für das vorliegende Beispiel Speicher E/A (memory mapped) gewählt, und zwar wird das Adreßbit A₁₅ zur Adressierung der Tastatur herangezogen (Adressen 8000 bis FFFF).

Das folgende kleine Programm „S 600/8212“ (**Bild 9.1.4**) führt dieselben Funktionen aus wie das vorstehende Programm „S 600/8255/S 600/8212“, jedoch sind die Ausgänge des 8212 an den 8080-System-Bus angeschlossen.

Bauteile-Liste zur Schaltung 9.1.1

Bauteil		Bestellnummer
1 Tastatur-Encoder mit Zwischenspeicher	S 600 E5-T	Q67100-Z133-V5
1 NAND-Gatter	7400	Q67000-H1
1 Lumineszenzdiode	LD 37 A	Q62703-Q99-S1
11 Dioden	BAW 76	Q62702-A397
1 Polypropylen-Kondensator	100 pF/630 V	B33063-B6101-H
1 Widerstand	330 Ω/0,5 W	B51261-Z4331-J1
1 Widerstand	1 kΩ/0,5 W	B51261-Z4102-J1
1 Widerstand	4,7 kΩ/0,5 W	B51261-Z4472-J1
1 Widerstand	6,8 kΩ/0,5 W	B51261-Z4682-J1
1 Widerstand	8,2 kΩ/0,5 W	B51261-Z4822-J1
10 Widerstände	10 kΩ/0,5 W	B51261-Z4103-J1
1 Widerstand	82 kΩ/0,5 W	B51261-Z4823-J1

Bauteile-Liste zu Schaltung 9.1.3

Bauteil		Bestellnummer
1 Tastatur-Encoder mit Zwischenspeicher	S600 E5-T	Q67100-Z133V5
1 8-Bit-Ein-/Ausgabe- Baustein	SAB 8212-P	Q67020-P3
10 Dioden	BAW 76	Q62702-A397
1 Polypropylen-Kondensator	100 pF/630 V	B33063-B6101-H
1 Widerstand	4,7 kΩ/0,5 W	B51261-Z4472-J1
1 Widerstand	6,8 kΩ/0,5 W	B51261-Z4682-J1
1 Widerstand	8,2 kΩ/0,5 W	B51261-Z4822-J1
1 Widerstand	82 kΩ/0,5 W	B51261-Z4823-J1
10 Widerstände	100 kΩ/0,5 W	B51261-Z4104-J1

9.2 Mikrocomputerprogramm zur Anzeige des Tastverhältnisses einer Impulsfolge

Sensoren geben häufig mit der angeschlossenen Elektronik den Meßwert als Tastverhältnis einer Rechteckschwingung aus.

Nachstehendes Programm dient zur Anzeige des Tastverhältnisses auf dem Mikroset 8080. Es zeigt das Verhältnis der H-Periode zur Gesamtperiode in Prozenten.

Das Programm mittelt das Tastverhältnis über 16 Perioden, bildet den Quotienten der H-Tastzeit zur Gesamtlänge, rechnet den Prozentsatz aus und wandelt das ursprünglich als Sedezimalzahl vorhandene Ergebnis in eine Dezimalzahl um.

Das angegebene Programm läßt sich für alle 8080/8085-Systeme verwenden, wenn der Adreßbereich entsprechend umgeändert wird. Das Eingangssignal (TTL-Pegel) wird mit PC 7 des Mikroset verbunden. Für den Ein-Chip-Mikrocomputer 8048 muß das Programm umcodiert und die Schleifenzahl für die Fehlermeldung neu bestimmt werden.

Programmaufbau

Das Programm besteht aus einem Hauptprogramm und 6 Unterprogrammen. Es ist strukturiert aufgebaut (**Bild 9.2.1**). Die Unterprogramme können auch für andere Zwecke von anderen Programmen her aufgerufen werden.

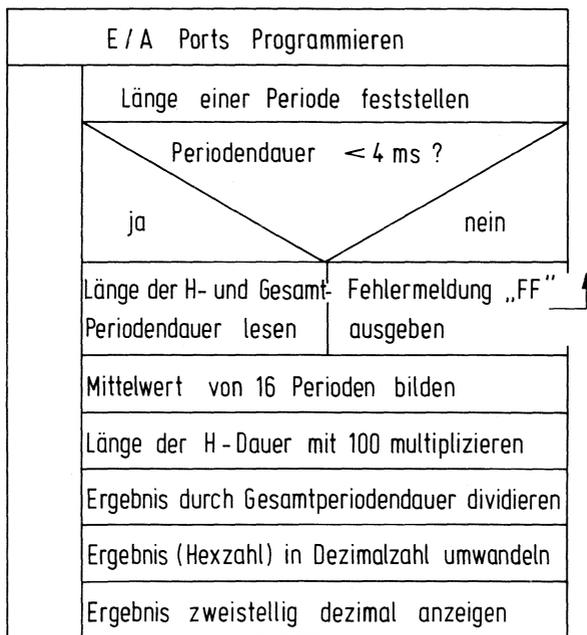


Bild 9.2.1

Programm „Sensor-Auswertung“

Im Fall des Mikroset startet das Programm (**Bild 9.2.2**) bei der Adresse 0600H. Als erstes wird der Ein-/Ausgabe-Baustein 8255 so programmiert, daß die Abfrageklemme PC7 als Eingabe geschaltet ist. Das Unterprogramm „Test für Impulswiederholungsfrequenz“ (**Bild 9.2.3**) prüft, ob die Periodendauer nicht länger als 4 ms ist. Eine längere Periodendauer würde im nachfolgenden Unterprogramm das Zählerregister B zum Überlauf bringen. Ergibt sich eine zu kleine Frequenz (Periodendauer > 4 ms), wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

ASM80 SENSOR.SRC

ISIS-II 0000/0085 MACRO ASSEMBLER, V2.0 MODULE PAGE 1
 SENSOR-AUSWERTUNG

LOC	OBJ	SEQ	SOURCE STATEMENT
		1	*TITLE('SENSOR-AUSWERTUNG')
		2	;FUNKTION:DAS PROGRAMM Liest DAS TASTVERHAELTNIS
		3	;EINES RECHTECKWECHSELS EIN,MITTELT UEBER 16 PERIODEN
		4	;BILDET DEN QUOTIENTEN DER H-TASTZEIT ZUR GESAMTLAENGE UND
		5	;GIBT DEN WERT IN PROZENTEN AUS.UEBERSCHREITET DIE PERIODEN-
		6	;LAENGE DIE OBERE MESSGRENZE VON 4 MS ERFOLGT FEHLERMELDUNG FFFF
		7	;PROGRAMM ABLAUFFAEHIG AUF MIKROSET. EINGANG: PC7
		8	;MESSWERTUEBERGABE UEBER REGISTERPAAR H,L MIT ADRESSANZEIGE
		9	ORG 0600H
0600		10	AANZ EQU 01C0H
01C0		11	SPEICH EQU 0750H
0750		12	PORTC EQU 0FEH
00FE		13	ZELLE EQU SPEICH + 26H
0776		14	PUBLIC SPEICH
		15	PUBLIC ZELLE
		16	PUBLIC FEHL
		17	EXTRN TEST
		18	EXTRN TASTV
		19	EXTRN MITW
		20	EXTRN MUL100
		21	EXTRN DIVID
		22	EXTRN HEXBCD
		23	CSEG
		24	START: MVI A,8AH ;
0000	3E8A	25	OUT 0FFH ;
0002	D3FF	26	CALL TEST
0004	CD0000	E 27	CALL TASTV
0007	CD0000	E 28	LXI H,SPEICH
000A	215007	29	CALL MITW
000D	CD0000	E 30	LXI H,SPEICH+1
0010	215107	31	CALL MITW
0013	CD0000	E 32	CALL MUL100
0016	CD0000	E 33	MOV D,H
0019	54	34	MOV E,L
001A	5D	35	LXI H,SPEICH+20H
001B	217007	36	MOV L,M
001E	6E	37	MVI H,00
001F	2600	38	XRA A
0021	AF	39	STA ZELLE
0022	327407	40	CALL DIVID
0025	CD0000	E 41	LXI H,ZELLE
0028	217607	42	CALL HEXBCD
002B	CD0000	E 43	LXI H,ZELLE
002E	217607	44	MOV E,M
0031	5E	45	H
0032	23	46	XRA A
0033	AF	47	MOV A,M
0034	7E	48	RAL
0035	17	49	RAL
0036	17	50	RAL
0037	17	51	RAL
0038	17	52	ORA E
0039	B3		

Bild 9.2.2 Fortsetzung nächste Seite

```

LOC OBJ      SEQ      SOURCE STATEMENT
003A 5F      53      MOV    E,A
003B 23      54      INX   H
003C 56      55      MOV    D,M
003D EB      56      XCHG
003E CDC001  57      CALL  AANZ
0041 C30000  C 58      JMP   START
      59
0044 26FF     60 FEHL: MVI   H,0FFH
0046 2EFF     61      MVI   L,0FFH
0048 CDC001  62      CALL  AANZ
004B C9      63      RET
      64      END

PUBLIC SYMBOLS
FEHL C 0044  SPEICH A 0750  ZELLE A 0776

EXTERNAL SYMBOLS
DIVID E 0000  HEXBCD E 0000  MITW E 0000  MUL100 E 0000  TASTV E 0000  TEST E 0000

USER SYMBOLS
AANZ A 01C0  DIVID E 0000  FEHL C 0044  HEXBCD E 0000  MITW E 0000  MUL100 E 0000  PORTC A 00FE
SPEICH A 0750  START C 0000  TASTV E 0000  TEST E 0000  ZELLE A 0776

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS
    
```

Bild 9.2.2 (Fortsetzung)

Als nächstes folgt das Programm „Tastverhältnis“. Es liest 16mal hintereinander die Länge der H-Signale in die ungeraden Speicherstellen, die Längen der Gesamtperiode in die geraden Speicherstellen ein. Im Falle des Mikroset wird die Anfangsadresse des Speichers auf 0750H festgelegt. Im nachfolgenden Programm „Mittelwertbildung“ wird der Mittelwert aus diesen 16 Messungen gebildet. Der Mittelwert der H-Perioden wird mit 100 (dezimal) multipliziert. Mit dem Unterprogramm „Division“ wird die mit 100 multiplizierte Dauer der H-Signale durch die Gesamtperiodendauer dividiert. Durch die Multiplikation mit 100 wurde erreicht, daß der Quotient bereits die Dauer des H-Signales in Prozenten angibt. Für die Umwandlung der sich ergebenden Sedezimalzahl in eine BCD-Zahl wird das Unterprogramm „Hexadezimal-Dezimal-Umwandlung“ aufgerufen. Die entsprechende BCD-Zahl steht in drei Speicherzellen des RAM-Bereiches, von denen bis zur Ausgabe „99%“ nur zwei Stellen gebraucht werden. Um das Programm aber universell einsetzen zu können, wird die dritte Stelle mit übertragen.

Im Hauptprogramm wird jetzt die in drei Bytes stehende dreistellige Dezimalzahl in zwei Bytes gepackt und auf die Adreßanzeige des Mikroset gegeben.

Im Falle einer Fehlermeldung werden die Register H und L mit den Sedezimalzahlen FFH geladen und auf der Adreßanzeige ausgegeben. Das „Listing“ finden Sie in **Bild 9.2.2**. Zum besseren Verständnis wird zunächst die Funktion des Unterprogrammes „Tastverhältnis“ erklärt, aus diesem heraus ergibt sich dann die Notwendigkeit des Unterprogrammes „Test“.

Unterprogramm „Tastverhältnis“

Als erstes wird das Registerpaar H, L mit der Anfangsadresse des Speicherbereiches geladen (Listing des Programmes **Bild 9.2.4**). Register D dient als Schleifenzähler

```

LOC  OBJ      SEQ      SOURCE STATEMENT
      1 $TITLE('TEST FUER IMPULSWIEDERHOLUNGSFREQUENZ')
      2 ;FUNKTION: DIE DAUER ZWEIER AUF EINANDERFOLGENDER H- UND L-SIGNALE
      3 ;WIRD GETESTET. ERGIBT SICH EINE ZU LANGE ZEIT (KLEINE FREQUENZ),
      4 ;DIE BEIM PROGRAMM 'TASTVERHAELTNIS' EINEN UEBERLAUF DES REGISTERS
      5 ;ERGEBEN WUERDE, WIRD EINE FEHLERMELDUNG AUSGEGEBEN.
      6
      7 PUBLIC TEST
      8 EXTRN FEHL
00FE  9 PORTC EQU 0FEH
      10 CSEG
0000 0600 11 TEST: MVI B,0 ;
0002 DBFE 12 TEST1: IN PORTC ;
0004 E680 13 ANI 80H ;
0006 C20200 C 14 JNZ TEST1 ;
0009 DBFE 15 TEST2: IN PORTC ;
000B E680 16 ANI 80H ;
000D CA0900 C 17 JZ TEST2 ;
0010 3E01 18 TEST3: MVI A,01 ;
0012 80 19 ADD B ;
0013 DA0000 E 20 JC FEHL ;
0016 47 21 MOV B,A ;
0017 DBFE 22 IN PORTC ;
0019 E680 23 ANI 80H ;
001B C21000 C 24 JNZ TEST3 ;
001E 3E01 25 TEST4: MVI A,01 ;
0020 80 26 ADD B ;
0021 DA0000 E 27 JC FEHL ;
0024 47 28 MOV B,A ;
0025 DBFE 29 IN PORTC ;
0027 E680 30 ANI 80H ;
0029 CA1E00 C 31 JZ TEST4 ;
002C 70 32 MOV A,B ;
002D D69B 33 SUI 9BH ;
002F D20000 E 34 JNC FEHL ;
0032 C9 35 RET ;
      36 END ;

PUBLIC SYMBOLS
TEST C 0000

EXTERNAL SYMBOLS
FEHL E 0000

USER SYMBOLS
FEHL E 0000 PORTC A 0FEH TEST C 0000 TEST1 C 0002 TEST2 C 0009 TEST3 C 0010 TEST4 C 001E

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

```

Bild 9.2.3

für die 16 Meßdurchgänge. Im Register B steht die Gesamtlänge einer Periode, im Register C die Länge des H-Anteiles einer Periode.

Um einen definierten Anfangspunkt für die Abzählung der H- und L-Bereiche zu erzwingen, sind zwei Abfrageschleifen mit den symbolischen Adressen ABF1 und ABF2 vorgesehen. Die Schleife ABF1 wird so lange nicht verlassen, wie H-Pegel an PC7 anliegt. Erst dann geht das Programm in die Schleife ABF2 über, so lange wie L-Pegel an PC7 liegt (**Bild 9.2.5**).

Wechselt jetzt der Pegel auf H, wird die Schleife ABF2 verlassen und der Inhalt des Registers D um 1 erhöht. In Schleife ABF3 wird alle 15,625 µs der Eingangswert

```

LOC OBJ      SEQ      SOURCE STATEMENT
          1 $TITLE('TASTVERHAELTNIS')
          2 ;FUNKTION:AN KLEMME PC7 WIRD GEPRUEFT,WIE LANGE JEWEILS
          3 ;H- ODER L-SIGNAL ANLIEGT.DIE LAENGE DES SIGNALS IST
          4 ;PROPORTIONAL DER ANZAHL DURCHLAUFENER SCHLEIFEN,DIE
          5 ;IN REGISTER B UND C EINGEZAHLT WERDEN.ZUR MITTELUNG
          6 ;WERDEN 16 MESSUNGEN DURCHGEFUEHRT.DIE ZAHLEN FUER DIE
          7 ;LAENGE DER H-SIGNALE WERDEN IN DEN UNGERADEN SPEICHER-
          8 ;STELLEN,DIE ZAHLEN FUER DIE GESAMTLAENGE IN DEN GERADEN
          9 ;SPEICHERSTELLEN UEBERGEHEN.
          10 PUBLIC TASTV
          11 EXTRN  SPEICH
          12 PORTC EQU 0FEH
          13 CSEG
00FE
0000 210000 E 14 TASTV: LXI  H,SPEICH;
0003 1600 15 MVI  D,0 ;
0005 0600 16 ABF0: MVI  B,0 ;
0007 0E00 17 MVI  C,0 ;
0009 DBFE 18 ABF1: IN   PORTC ;
000B E680 19 ANI  00H ;
000D C20900 C 20 JNZ  ABF1 ;
0010 DBFE 21 ABF2: IN   PORTC ;
0012 E680 22 ANI  00H ;
0014 CA1000 C 23 JZ   ABF2 ;
0017 14 24 INR  D ;
0018 DBFE 25 ABF3: IN   PORTC ;
001A 04 26 INR  B ;
001B E680 27 ANI  00H ;
001D C21800 C 28 JNZ  ABF3 ;
0020 4B 29 MOV  C,B ;
0021 DBFE 30 ABF4: IN   PORTC ;
0023 04 31 INR  B ;
0024 E680 32 ANI  00H ;
0026 CA2100 C 33 JZ   ABF4 ;
0029 70 34 MOV  M,B ;
002A 23 35 INX  H ;
002B 71 36 MOV  M,C ;
002C 23 37 INX  H ;
002D 7A 38 MOV  A,D ;
002E FE10 39 CPI  10H ;
0030 C20500 C 40 JNZ  ABF0 ;
0033 C9 41 RET  ;
          42 END

```

PUBLIC SYMBOLS

TASTV C 0000

EXTERNAL SYMBOLS

SPEICH E 0000

USER SYMBOLS

```

ABF0 C 0005 ABF1 C 0009 ABF2 C 0010 ABF3 C 0018 ABF4 C 0021 PORTC A 00FE SPEICH E 0000
TASTV C 0000

```

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

Bild 9.2.4

der Klemme PC 7 abgefragt. Nach jeder Abfrage wird der Inhalt des Registers B um 1 erhöht. Geht das Signal auf L über, wird die Schleife ABF3 verlassen und die Anzahl der Abfragen vom Register B in das Register C übertragen.

In Schleife ABF4 wird jetzt wieder alle 15,625 µs die Klemme PC 7 abgefragt, wobei zu dem bisherigen Inhalt des Registers B die Anzahl der Abfragen hinzugefügt wird. Beim Übergang von PC 7 auf H-Signal wird Schleife ABF4 verlassen und

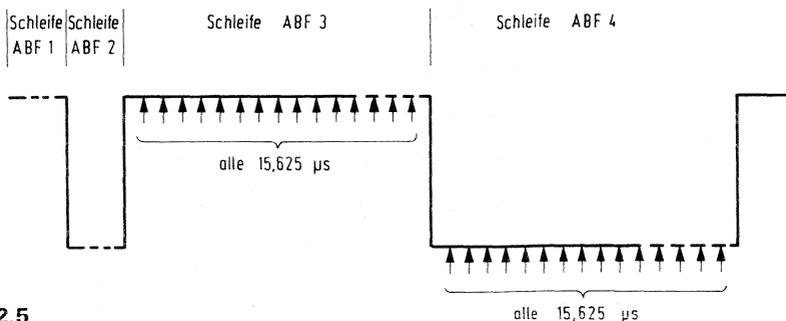


Bild 9.2.5

der Inhalt des Registers B in die durch das Registerpaar H, L adressierte Speicherstelle eingeschrieben. Sodann wird das Registerpaar H, L um 1 erhöht und der Inhalt des Registers C in diese Speicherstelle gebracht. Damit die letzte Speicherstelle nicht durch das nächste Ergebnis überschrieben wird, wird das Register H, L nochmals um 1 erhöht. Jetzt erfolgt eine Abfrage, wie oft die Messung bereits durchgeführt ist. Die Anzahl der Messungen steht im Register D. Ist die Anzahl kleiner als 16, erfolgt ein Rücksprung zur symbolischen Adresse ABF0 und eine weitere Periode wird wieder auf die Länge des H-Zyklus und der Gesamtlänge untersucht und in die nächstfolgenden Speicherstellen eingeschrieben. Dies wiederholt sich 16mal, bis in das Hauptprogramm zurückgesprungen wird.

Die Messung erfolgt so lange einwandfrei, wie mindestens eine Abfrage pro H- und pro L-Periode vorhanden ist. Die andere Grenze ist durch die maximale Speicherkapazität von 8 Bit gegeben. Sie beträgt 0FFH, das ist dezimal ausgedrückt die Zahl 255. Sind in einer Periode mehr als 255 Abfragepunkte vorhanden, fängt das Register B wieder bei 0 an zu zählen. Es würde sich bei der späteren Auswertung ein falscher Wert ergeben. Um dies zu vermeiden, wird vor dem Unterprogramm „Tastverhältnis“ ein Unterprogramm „Test für Impulswiederholungsfrequenz“ aufgerufen. Dieses Programm prüft, ob die Länge einer Periode den zulässigen Wert von 4 ms nicht überschreitet. Grundsätzlich könnte man diese Überprüfung mit in dem Programm „Tastverhältnis“ vornehmen, würde aber an Meßgenauigkeit etwa den Faktor 2 verlieren. Dies kommt dadurch zustande, daß der Befehl INR (Inkrementieren eines Registers) kein Carry-Bit setzt, welches zur Anzeige des Registerüberlaufes herangezogen werden könnte. Stattdessen muß man die Befehle MVI A,01, ADD B, JC FEHL und MOV D,A verwenden. Gegenüber 5-Takt-Zyklen beim Befehl INR benötigt man für die letztgenannten Befehle 28 Taktzyklen. Zusammen mit den Befehlen, die gleich geblieben sind, ergibt sich eine Erhöhung um etwa den Faktor 2.

Unterprogramm „Test für Impulswiederholungsfrequenz“

Das Unterprogramm gibt Fehlermeldung aus, wenn die Periodenlänge größer als 4 ms ist und dadurch ein Überlauf des Registers B beim Programm „Tastverhältnis“ ergeben würde. Die Schleifen Test 1 und Test 2 entsprechen den Schleifen ABF0 und ABF1 (Listing **Bild 9.2.3**). Bei den Schleifen Test 3 und Test 4 wird jeweils immer nur der Inhalt des Registers B erhöht. Beim Überlauf wird sofort eine Fehlermeldung ausgegeben. Entsteht nach dem Durchlauf der Schleifen Test 3 und Test 4

LOC	OBJ	SEQ	SOURCE STATEMENT
		1	\$TITLE('MITTELWERTBILDUNG')
		2	;FUNKTION: DIE 16 UEBERGEBENEN MESSWERTE WERDEN JEDER FUER
		3	;SICH AUFADDIERT UND DURCH 16 GETEILT.
		4	;UEBERGABE DER MESSWERTE: SPEICHERSTELLE,+2,+4,USW.
		5	;ERGEBNIS: SPEICHERST.+20H+22H
		6	;ANFANGADRESSE DER SPEICHERSTELLE IN REG. H,L.
		7	EXTRN DIVID
		8	PUBLIC MITW
		9	CSEG
0000	AF	10	HITW: XRA A ;
0001	47	11	MOV B,A ;
0002	4F	12	MOV C,A ;
0003	57	13	MOV D,A ;
0004	7E	14	SCHL1: MOV A,M ;
0005	83	15	ADD E ;
0006	5F	16	MOV E,A ;
0007	3E00	17	MVI A,0 ;
0009	17	18	RAL ;
000A	82	19	ADD D ;
000B	57	20	MOV D,A ;
000C	23	21	INX H ;
000D	23	22	INX H ;
000E	04	23	INR B ;
000F	78	24	MOV A,B ;
0010	FE10	25	CPI 10H ;
0012	C20400	26	JNZ SCHL1 ;
0015	E5	27	PUSH H ;
0016	2400	28	MVI H,00 ;
0018	2E10	29	MVI L,10H ;
001A	CD0000	30	CALL DIVID ;
001D	E1	31	POP H ;
001E	73	32	MOV M,E ;
001F	23	33	INX H ;
0020	23	34	INX H ;
0021	72	35	MOV M,D ;
0022	C9	36	RET ;
		37	END ;

PUBLIC SYMBOLS
MITW C 0000

EXTERNAL SYMBOLS
DIVID E 0000

USER SYMBOLS
DIVID E 0000 MITW C 0000 SCHL1 C 0004

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

Bild 9.2.6

noch kein Überlauf, wird der Inhalt des Registers B mit der Hexzahl 9BH verglichen. Diese Zahl entspricht einem Inhalt des Registers B im Programm „Tastverhältnis“ von 255 (dezimal). Wird die Zahl 9BH überschritten, erfolgt ebenfalls eine Fehlermeldung.

Unterprogramm „Mittelwertbildung“

Das Programm „Mittelwertbildung“ (Listing **Bild 9.2.6**) addiert die 16 in den Speicherstellen eingeschriebenen Meßwerte. Die 8 Bit werden im Register E addiert. Ein Überlauf wird gegebenenfalls im Register D gespeichert und auch aufaddiert. Die Summe wird dann durch 16 dividiert. Dazu wird das Unterprogramm „Division“ aufgerufen. Das Ergebnis wird im Registerpaar D, E übergeben.

Unterprogramm „Multiplikation mit 100“

Um das Verhältnis der H-Periode zur Gesamtperiode des Signales in Prozenten zu erhalten, wird die Anzahl der H-Perioden mit 100 multipliziert. Das Listing des Unterprogrammes finden Sie in **Bild 9.2.7**.

Unterprogramm „Division“

Das Listing finden Sie in **Bild 9.2.8**.

Unterprogramm „Hexadezimal-Dezimal-Umwandlung“

Das in **Bild 9.2.9** abgedruckte Programm wandelt die Hexzahl in eine dreistellige BCD-Zahl um.

Binden der Programme

Die Unterprogramme wurden mit dem Hauptprogramm gebunden (Ausdruck in **Bild 9.2.10**).

Adressenzuweisung

Für die Anwendung in dem Mikroset 8080 wurde das gebundene Gesamtprogramm mit dem Locater auf die Startadresse 0600H fixiert (**Bild 9.2.11**). Die sich ergebende Codeliste mit den richtigen Sprungadressen finden Sie in **Bild 9.2.12**.

ASM80 MUL100.SRC

ISIS-II 8080/8085 MACRO ASSEMBLER, V2.0 MODULE PAGE 1
MULTIPLIKATION MIT 100

LOC	OBJ	SEQ	SOURCE STATEMENT
		1	\$TITLE('MULTIPLIKATION MIT 100')
		2	;FUNKTION:DER IM REGISTER D,E UEBERGEBENE WERT WIRD MIT 100
		3	; (DEZIMAL) MULTIPLIZIERT.DAS PRODUKT WIRD IM AKKU UND DEM
		4	;REGISTERPAAR H,L AUSGEGEBEN.
		5	PUBLIC MUL100
		6	CSEG
0000	3E64	7	MUL100: MVI A,64H ;
0002	0E08	8	MVI C,8 ;
0004	210000	9	LXI H,0 ;
0007	29	10	MULTI1: DAD H ;
0008	17	11	RAL ;
0009	D20F00	12	JNC MULTI2 ;
000C	19	13	DAD D ;
000D	CE00	14	ACI 0 ;
000F	0D	15	MULTI2: DCR C ;
0010	C20700	16	JNZ MULTI1 ;
0013	C9	17	RET ;
		18	END ;

PUBLIC SYMBOLS
MUL100 C 0000

EXTERNAL SYMBOLS

USER SYMBOLS
MUL100 C 0000 MULTI1 C 0007 MULTI2 C 000F

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

Bild 9.2.7

```

LOC OBJ          SEQ          SOURCE STATEMENT
1 $TITLE ('DIVISION')
2 ;FUNKTION:DER DIVIDEND WIRD IM REGISTERPAAR D,E,DER DIVISOR
3 ;IM REGISTERPAAR H,L UEBERGEBEN.DER QUOTIENT STEHT IM REGI-
4 ;STERPAAR D,E,DER REST IM REGISTERPAAR H,L ALS ZWISCHEN-
5 ;SPEICHER WIRD DIE SPEICHERSTELLE 'ZELLE' BENOETIGT.
6
7 EXTRN    ZELLE
8 PUBLIC    DIVID
9 CSEG
0000 220000    E 10 DIVID: SHLD    ZELLE            ;
0003 010000    11            LXI        B,0            ;
0006 C5        12            PUSH       B            ;
0007 210200    E 13            LXI        H,ZELLE+2       ;
000A 3611      14            MVI        H,17           ;
000C 7B        15 DIVID1: MOV        A,E            ;
000D 17        16            RAL                   ;
000E 5F        17            MOV        E,A           ;
000F 7A        18            MOV        A,D           ;
0010 17        19            RAL                   ;
0011 57        20            MOV        D,A           ;
0012 210200    E 21            LXI        H,ZELLE+2       ;
0015 35        22            DCR        H            ;
0016 E1        23            POP        H            ;
0017 CA3100    C 24            JZ         DIVID2       ;
001A 3E00      25            MVI        A,0           ;
001C 17        26            RAL                   ;
001D 29        27            DAD        H            ;
001E 44        28            MOV        B,H           ;
001F 85        29            ADD        L            ;
0020 2A0000    E 30            LHLD       ZELLE       ;
0023 95        31            SUB        L            ;
0024 4F        32            MOV        C,A           ;
0025 78        33            MOV        A,B           ;
0026 9C        34            SBB        H            ;
0027 47        35            MOV        B,A           ;
0028 C5        36            PUSH       B            ;
0029 D20C00    C 37            JNC        DIVID1       ;
002C 09        38            DAD        B            ;
002D E3        39            XTHL                   ;
002E C30C00    C 40            JMP        DIVID1       ;
0031 7A        41 DIVID2: MOV        A,D           ;
0032 2F        42            CMA                   ;
0033 57        43            MOV        D,A           ;
0034 7B        44            MOV        A,E           ;
0035 2F        45            CMA                   ;
0036 5F        46            MOV        E,A           ;
0037 C9        47            RET                   ;
              48            END
    
```

PUBLIC SYMBOLS
 DIVID C 0000

EXTERNAL SYMBOLS

ZELLE E 0000

USER SYMBOLS
 DIVIQ C 0000 DIVID1 C 000C DIVID2 C 0031 ZELLE E 0000

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

LOC	OBJ	SEQ	SOURCE STATEMENT
		1	*TITLE ('HEXADEZIMAL-DEZIMAL-UMWANDLUNG')
		2	;FUNKTION: DIE IM AKKU UEBERGEBENE HEXADEZIMALZAHL WIRD IN
		3	;EINE 3-STELLIGE BCD-ZAHL UMGEWANDELT.UEBERGABE IN DER MIT
		4	;DEM REGISTERPAAR H,L ADRESSIERTEN SPEICHERSTELLE UND
		5	;DEN DARAUFFOLGENDEN 2 SPEICHERSTELLEN.
		6	
		7	PUBLIC HEXBCD
		8	CSEG
		9	
0000	23	10	HEXBCD: INX H
0001	23	11	INX H
0002	0E64	12	MVI C,100D
0004	CD0E00	C 13	CALL HEBCD1
0007	0E0A	14	MVI C,10D
0009	CD0E00	C 15	CALL HEBCD1
000C	77	16	MOV M,A
000D	C9	17	RET
000E	3600	18	HEBCD1: MVI M,0
0010	91	19	HEBCD2: SUB C
0011	DA1800	C 20	JC HEBCD3
0014	34	21	INR M
0015	C31000	C 22	JMP HEBCD2
0018	81	23	HEBCD3: ADD C
0019	2B	24	DCX H
001A	C9	25	RET
		26	END

PUBLIC SYMBOLS
 HEXBCD C 0000

EXTERNAL SYMBOLS

USER SYMBOLS
 HEBCD1 C 000E HEBCD2 C 0010 HEBCD3 C 0018 HEXBCD C 0000

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

Bild 9.2.9

ISIS-II LINKER V2.1 WAS INVOKED BY:
 LINK SENSOR.OBJ,TEST.OBJ,TASTV.OBJ,MITW.OBJ,MUL100.OBJ,DIVID.OBJ,HEXBCD.OBJ TO SENSOR.LNK MAP PRINT(:TO:)

LINK MAP FOR SENSOR.LNK(SENSOR)

SEGMENT INFORMATION:
 START STOP LENGTH REL NAME

13DH B CODE

INPUT MODULES INCLUDED:
 SENSOR.OBJ(MODULE)
 TEST.OBJ(MODULE)
 TASTV.OBJ(MODULE)
 MITW.OBJ(MODULE)
 MUL100.OBJ(MODULE)
 DIVID.OBJ(MODULE)
 HEXBCD.OBJ(MODULE)

Bild 9.2.10

Eine geringfügige Verkürzung des Programmes kann dadurch erreicht werden, daß im Divisionsprogramm nicht Zähler und Nenner mit 16 Bit behandelt werden, sondern der Nenner auf 8 Bit beschränkt wird. Auf die Vereinfachung wurde aber hier verzichtet, um das Divisionsprogramm evtl. auch an anderen Stellen universell einsetzen zu können.

Liegt die Periodendauer der Impulsfolge fest und ist eine Unterschreitung der Folgefrequenz 250 Hz nicht zu befürchten, so kann auf das Unterprogramm „Test für Impulswiederholungsfrequenz“ und auf das Ausgabeprogramm „FEHL“ am Ende des Hauptprogrammes verzichtet werden.

```
ISIS-II LOCATER V2.1 INVOKED BY:
-LOCATE SENSOR.LNK TO SENSOR.V1 CODE(0600H) START(0600H) MAP PRINT(:TO:) PUBLICS SYMBOLS
```

```
SYMBOL TABLE OF MODULE SENSOR
READ FROM FILE :F0:SENSOR.LNK
WRITTEN TO FILE :F0:SENSOR.V1
```

VALUE TYPE SYMBOL

```
0750H PUB SPEICH
0776H PUB ZELLE
06EAH PUB DIVID
0644H PUB FEHL
06B3H PUB MITW
06D6H PUB MUL100
064CH PUB TEST
067FH PUB TASTU
0722H PUB HEXBCD
```

```
MEMORY MAP OF MODULE SENSOR
READ FROM FILE :F0:SENSOR.LNK
WRITTEN TO FILE :F0:SENSOR.V1
MODULE START ADDRESS 0600H
```

```
START STOP LENGTH REL NAME
0600H 73CH 13DH B CODE
73DH F6BFH EF83H B MEMORY
```

Bild 9.2.11

Codetabelle

```
0600H 3EH 8AH D3H FFH CDH 4CH 06H CDH 7FH 06H 21H 50H 07H CDH B3H 06H
0610H 21H 51H 07H CDH B3H 06H CDH D6H 06H 54H 5DH 21H 70H 07H 6EH 26H
0620H 00H AFH 32H 76H 07H CDH EAH 06H 21H 76H 07H CDH 22H 07H 21H 76H
0630H 07H 5EH 23H AFH 7EH 17H 17H 17H 17H B3H 5FH 23H 56H EBH CDH C0H
0640H 01H C3H 00H 06H 26H FFH 2EH FFH CDH C0H 01H C9H 06H 00H DBH FEH
0650H E6H 00H C2H 4EH 06H DBH FEH E6H 00H CAH 55H 06H 3EH 01H 00H DAH
0660H 44H 06H 47H DBH FEH E6H 00H C2H 5CH 06H 3EH 01H 00H DAH 44H 06H
0670H 47H DBH FEH E6H 00H CAH 6AH 06H 78H D6H 9BH D2H 44H 06H C9H 21H
0680H 50H 07H 16H 00H 06H 00H 0EH 00H DBH FEH E6H 00H C2H 88H 06H DBH
0690H FEH E6H 00H CAH 8FH 06H 14H DBH FEH 04H E6H 80H C2H 97H 06H 48H
06A0H DBH FEH 04H E6H 00H CAH A0H 06H 70H 23H 71H 23H 7AH FEH 10H C2H
06B0H 84H 06H C9H AFH 47H 4FH 57H 7EH 03H 5FH 3EH 00H 17H 82H 57H 23H
06C0H 23H 04H 78H FEH 10H C2H B7H 06H E5H 26H 00H 2EH 10H CDH EAH 06H
06D0H E1H 73H 23H 23H 72H C9H 3EH 64H 0EH 00H 21H 00H 00H 29H 17H D2H
06E0H E5H 06H 19H CEH 00H 0DH C2H DDH 06H C9H 22H 76H 07H 01H 00H 00H
06F0H C5H 21H 78H 07H 36H 11H 7BH 17H 5FH 7AH 17H 57H 21H 78H 07H 35H
0700H E1H CAH 1BH 07H 3EH 00H 17H 29H 44H 85H 2AH 76H 07H 95H 4FH 78H
0710H 9CH 47H C5H D2H F6H 06H 09H E3H C3H F6H 06H 7AH 2FH 57H 7BH 2FH
0720H 5FH C9H 23H 23H 0EH 64H CDH 30H 07H 0EH 0AH CDH 30H 07H 77H C9H
0730H 36H 00H 91H DAH 3AH 07H 34H C3H 32H 07H 81H 2BH C9H
*
```

Bild 9.2.12

9.3 Programm zur Periodendauermessung

Bei üblichen Frequenzmessern werden die Null-Durchgänge pro Zeiteinheit gezählt. Dies hat bei tiefen Frequenzen den Nachteil, daß für eine annehmbare Meßgenauigkeit ein sehr langer Meßzeitraum benötigt wird. Will man beispielsweise eine Frequenz von 10 Hz mit einer Genauigkeit von 1% messen, wird bereits eine Meßzeit von 10 s benötigt. Es ist daher auch bei normalen Frequenzmessern üblich, tiefe Frequenzen nicht direkt, sondern über die Periodendauer zu messen. Mit der nachstehend beschriebenen Anordnung kann man Frequenzen von 1 Hz bis 30 kHz messen, wobei die Meßgenauigkeit mit steigender Frequenz abnimmt. Das Meßergebnis ist nach zwei Perioden bereits vertugbar.

Steht die Niederfrequenz bereits als rechteckförmige Spannung mit TTL-Pegeln zur Verfügung, so kann man diese direkt an die Klemme PC 7 anschalten. Auch ist es möglich, mit Hilfe von Schmitt-Trigger-Bausteinen sich aus der sinusförmigen Nf ein rechteckförmiges Signal zu formen.

Bild 9.3.1 zeigt den Programmausdruck. Als erstes wird der Ein-/Ausgabebaustein 8255 so programmiert, daß PC 7 als Eingabe geschaltet ist. Das Registerpaar H, L

ASH80 PDM5G.SRC

```

ISIS-II 8080/8085 MACRO ASSEMBLER, V2.0      MODULE PAGE 1
PERIODENDAUERMESSUNG

LOC  OBJ      SEQ      SOURCE STATEMENT
1 $TITLE('PERIODENDAUERMESSUNG')
2 ;FUNKTION:AN KLEMME PC7 WIRD GEPRUEFT,WIE LANGE JEWEILS
3 ;H- ODER L-SIGNAL ANLIEGT.DIE LAENGE DES SIGNALS IST
4 ;PROPORTIONAL DER ANZAHL DURCHLAUFENER SCHLEIFEN,DIE
5 ;IN REGISTERPAAR H,L EINGEZAHLT WERDEN.
6 PORTC EQU 0FEH
0600 7      ORG 0600H ;
0600 3E8A 8      MVI A,8AH ;
0602 D3FF 9      OUT 0FFH ;
0604 2600 10     ABF0: MVI H,0 ;
0606 2E00 11     MVI L,0 ;
0608 DBFE 12     ABF1: IN PORTC ;
060A E680 13     ANI 80H ;
060C C20006 14     JNZ ABF1 ;
060F DBFE 15     ABF2: IN PORTC ;
0611 E680 16     ANI 80H ;
0613 CA0F06 17     JZ ABF2 ;
0616 DBFE 18     ABF3: IN PORTC ;
0618 23 19     INX H ;
0619 E680 20     ANI 80H ;
061B C21606 21     JNZ ABF3 ;
061E DBFE 22     ABF4: IN PORTC ;
0620 23 23     INX H ;
0621 E680 24     ANI 80H ;
0623 CA1E06 25     JZ ABF4 ;
0626 CDC001 26     CALL 01C0H ;AUSGABE AUF ADRESSANZEIGE
0629 C30406 27     JNP ABF0 ;
28     END

PUBLIC SYMBOLS
EXTERNAL SYMBOLS
USER SYMBOLS
ABF0 A 0604 ABF1 A 0608 ABF2 A 060F ABF3 A 0616 ABF4 A 061E PORTC A 00FE

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

```

Bild 9.3.1

ist als Schleifenzähler geschaltet. Es wird bei der symbolischen Adresse ABF0 zunächst auf Null gesetzt. Um einen definierten Anfangspunkt für die Abzählung der H- und L-Bereiche zu erzwingen, sind zwei Abfrageschleifen mit den symbolischen Adressen ABF1 und ABF2 vorgesehen. Die Schleife ABF1 wird so lange nicht verlassen, wie H-Pegel an PC 7 anliegt. Erst dann geht das Programm in die Schleife ABF2 über, so lange, wie L-Pegel an PC 7 liegt (**Bild 9.3.2**). In Schleife ABF3 wird alle 15,625 µs der Eingangswert der Klemme PC 7 abgefragt und der Inhalt des Registerpaares H, L um 1 erhöht. Geht das Signal auf L über, wird die Schleife ABF3 verlassen und die Anzahl der Abfragen in Schleife ABF4 zu dem bisherigen Inhalt des Registerpaares H, L hinzugefügt. Beim Übergang von PC 7 auf H-Signal wird Schleife ABF4 verlassen. Das Ergebnis (Inhalt des Registerpaares H, L) wird auf der Adreßanzeige des Mikroset 8080 ausgegeben.

Für Frequenzen oberhalb von 250 Hz wird nur das niederwertige Byte des Ergebnisses benötigt. Die Hexzahl ist mit 15,625 µs zu multiplizieren und ergibt die Periodendauerlänge. Die Frequenz ist der Reziprokwert der Periodendauer.

Will man die Meßergebnisse direkt in Frequenzen anzeigen, so muß man die Dezimalzahl 64000 = Hexzahl 0FA00 durch den Inhalt des Registerpaares H, L dividieren. Das Ergebnis ist eine Anzeige der Frequenz in Hz.

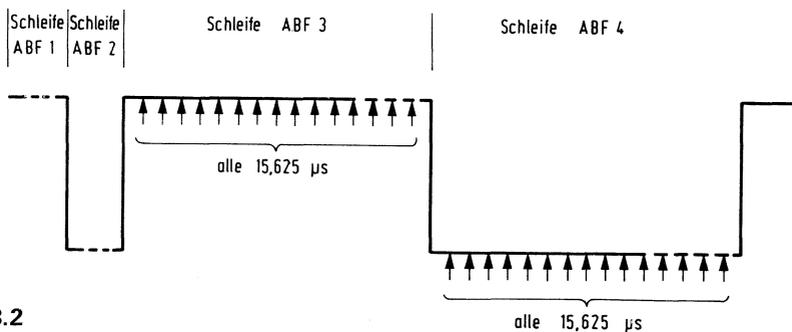


Bild 9.3.2

9.4 Programm zum Ausdrucken aller Speicheradressen mit einem gesuchten Inhalt

Das Programm ist für alle 8080/8085-Systeme ausgelegt und druckt die Adressen der Speicherstellen aus, deren Inhalt mit dem eingegebenen Code übereinstimmen. Es ist benutzergeführt, d.h. am Terminal wird der Benutzer durch Textausgabe aufgefordert, die gewünschte Eingabe zu tätigen. **Bild 9.4.1** zeigt das Struktogramm des Grundprogrammes. Als Eingabegrößen werden die Anfangsadresse, Endadresse und das gesuchte Codewort verlangt. Diese drei Größen werden hintereinander

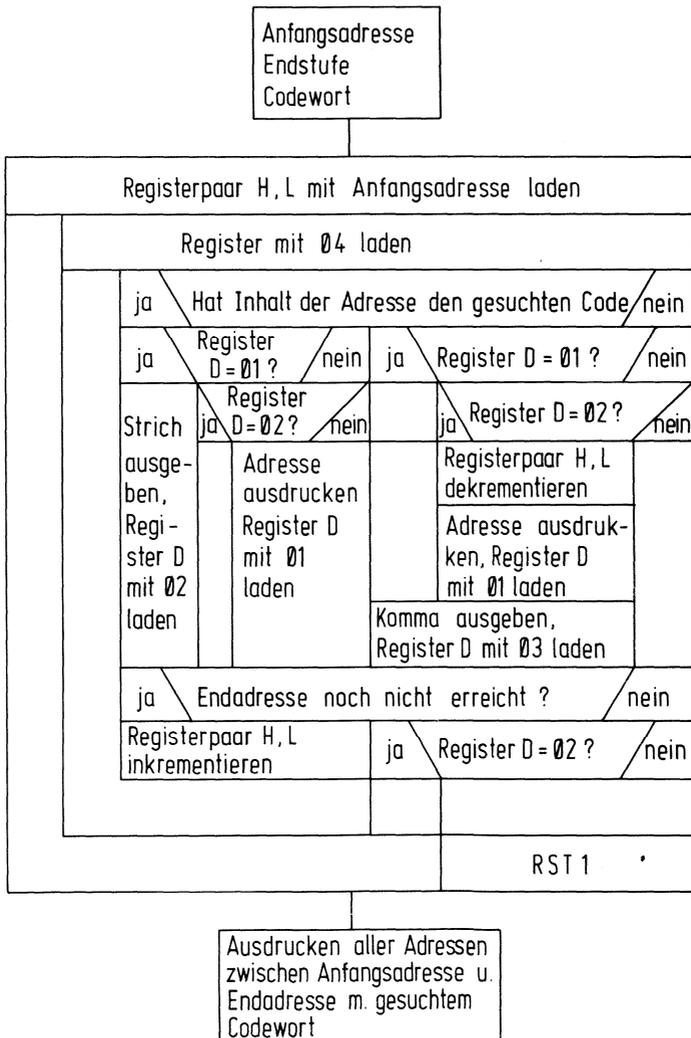


Bild 9.4.1

angefordert. Macht der Benutzer bei der Eingabe einen Fehler, erscheint die Fehlermeldung „fehlerhafte Eingabe“ und nochmals die letzte Eingabeaufforderung. Adressen und Codewort sind in Hexadezimal-Code einzugeben, die Eingabe wird mit dem Zeichen „CR“ abgeschlossen.

Das Programm teilt sich in das Hauptprogramm und Unterprogramme auf, die zunächst als Module mit relativen Adressen assembliert sind. Nach dem Assemblieren werden alle Programme gebunden und die endgültigen Speicherplätze mit dem Locater festgelegt. **Bild 9.4.2** zeigt das Listing des Hauptprogrammes. Die Einsprungsadressen der Unterprogramme bzw. des Textes sind als Externals ausgewiesen.

ASH80 SUCODE.SRC

ISIS-II 8080/8085 MACRO ASSEMBLER, V2.0 MODULE PAGE 1
SUCHEN EINES CODES

LOC	OBJ	SEQ	SOURCE STATEMENT
		1	*TITLE ('SUCHEN EINES CODES')
		2	;DAS PROGRAMM DRUCKT DIE ADRESSEN DER SPEICHERSTELLEN AUS,
		3	;DEREN INHALT MIT DEM EINGEGEBENEN CODE UEBEREINSTIMMT.
		4	EXTRN ANENCO
		5	EXTRN ANFA
		6	EXTRN AUSG3
		7	EXTRN CO
		8	EXTRN ENDA
		9	EXTRN NMQUT
		10	EXTRN PRCODE
		11	EXTRN TEXT11
		12	EXTRN TEXT12
		13	EXTRN TEXTX
		14	CSEG
0000	310000	S	15 START: LXI SP,STACK;
0003	210000	E	16 LXI H,TEXT11;
0006	CD0000	E	17 CALL AUSG3 ;
0009	210000	E	18 LXI H,TEXT12;
000C	220000	E	19 SHLD TEXTX ;
000F	CD0000	E	20 CALL ANENCO
0012	3A0000	E	21 LDA PRCODE
0015	5F		22 MOV E,A ;
0016	2A0000	E	23 LHL D,ANFA ;
0019	1604		24 MVI D,04H ;
001B	CD4900	C	25 SCHL1: CALL AUSGA ;
001E	3A0000	E	26 SCHL2: LDA ENDA ;
0021	BD		27 CMP L ;
0022	C23000	C	28 JNZ FORTS ;
0025	3A0100	E	29 LDA ENDA+1 ;
0028	BC		30 CMP H ;
0029	C23000	C	31 JNZ FORTS ;
002C	CD4900	C	32 CALL AUSGA ;
002F	CF		33 RST 1 ;
0030	23		34 FORTS: INX H ;
0031	7E		35 MOV A,M ;
0032	BB		36 CMP E ;
0033	CA6600	C	37 JZ STRICH ;
0036	3E01		38 MVI A,01H ;
0038	BA		39 CMP D ;
0039	CA5B00	C	40 JZ KONHA ;
003C	3E03		41 MVI A,03H ;
003E	BA		42 CMP D ;
003F	CA1E00	C	43 JZ SCHL2 ;
0042	2B		44 DCX H ;
0043	CD4900	C	45 CALL AUSGA ;
0046	C35B00	C	46 JMP KONHA ;
0049	3E01		47 AUSGA: MVI A,01H ;
004B	BA		48 CMP D ;
004C	C8		49 RZ ;
004D	7E		50 MOV A,H ;
004E	BB		51 CMP E ;
004F	C0		52 RNZ ;

Bild 9.4.2

Fortsetzung nächste Seite

LOC	OBJ	SEQ	SOURCE STATEMENT
0050	7C	53	MOV A,H ;
0051	CD0000	E 54	CALL NMOUT ;
0054	7D	55	MOV A,L ;
0055	CD0000	E 56	CALL NMOUT ;
0058	1601	57	MVI D,01H ;
005A	C9	58	RET ;
005B	0E2C	59 KOMMA:	MVI C,2CH ;
005D	CD0000	E 60	CALL CO ;
0060	1603	61	MVI D,03H ;
0062	23	62	INX H ;
0063	C31B00	C 63	JMP SCHL1 ;
0066	3E02	64 STRICH:	MVI A,02H ;
006B	BA	65	CMP D ;
0069	CA1E00	C 66	JZ SCHL2 ;
006C	3E01	67	MVI A,01H ;
006E	BA	68	CMP D ;
006F	C21B00	C 69	JNZ SCHL1 ;
0072	0E2D	70	MVI C,2DH ;
0074	CD0000	E 71	CALL CO ;
0077	1602	72	MVI D,02H ;
0079	C31E00	C 73	JMP SCHL2 ;
0000		C 74	END START

PUBLIC SYMBOLS

EXTERNAL SYMBOLS

ANENCO E 0000	ANFA E 0000	AUSG3 E 0000	CO E 0000	ENDA E 0000	NMOUT E 0000	PRCODE E 0000
TEXT11 E 0000	TEXT12 E 0000	TEXTX E 0000				

USER SYMBOLS

ANENCO E 0000	ANFA E 0000	AUSG3 E 0000	AUSGA C 0049	CO E 0000	ENDA E 0000	FORTS C 0030
KOMMA C 005B	NMOUT E 0000	PRCODE E 0000	SCHL1 C 001B	SCHL2 C 001E	START C 0000	STRICH C 0066
TEXT11 E 0000	TEXT12 E 0000	TEXTX E 0000				

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

Bild 9.4.2 (Fortsetzung)

Um die Textausgabe für das Codewort variabel gestalten zu können, wird die Einsprungadresse des Textes in der Speicherstelle Text X zwischengespeichert. In diesem Falle wird als Text X der Text 12 verwendet. Zur Eingabe der Anfangsadresse, Endadresse und des Codes wird das Unterprogramm ANENCO (**Bild 9.4.3, 9.4.4**) aufgerufen. Als erster Schritt in diesem Unterprogramm wird der Stapelzeiger in der Speicherzelle STRCKA und STRCKA +1 gerettet. Diese Maßnahme ist notwendig, weil bei Fehlermeldungen das Programm aus Unterprogrammen herauspringt, ohne später an diese Stelle wieder zurückzukehren.

Sodann wird die Speicherstelle RCKAD und RCKAD +1 mit der Rückkehradresse R1 geladen und der Text 4 „Anfangsadresse?“ ausgegeben. Die Konsole erwartet nunmehr die Eingabe der Anfangsadresse, es wird jedes Zeichen auf Gültigkeit geprüft, die Eingabe mit „CR“ abgeschlossen. Die Anfangsadresse wird in der Zelle ANFA und ANFA +1 gespeichert.

Nunmehr werden die Zellen RCKAD und RCKAD +1 mit der Rückkehradresse R2 geladen und der Text 5 „Endadresse?“ ausgegeben. Auf der Konsole muß die Endadresse eingegeben werden, welche in den Zellen ENDA und ENDA +1 abgespeichert wird.

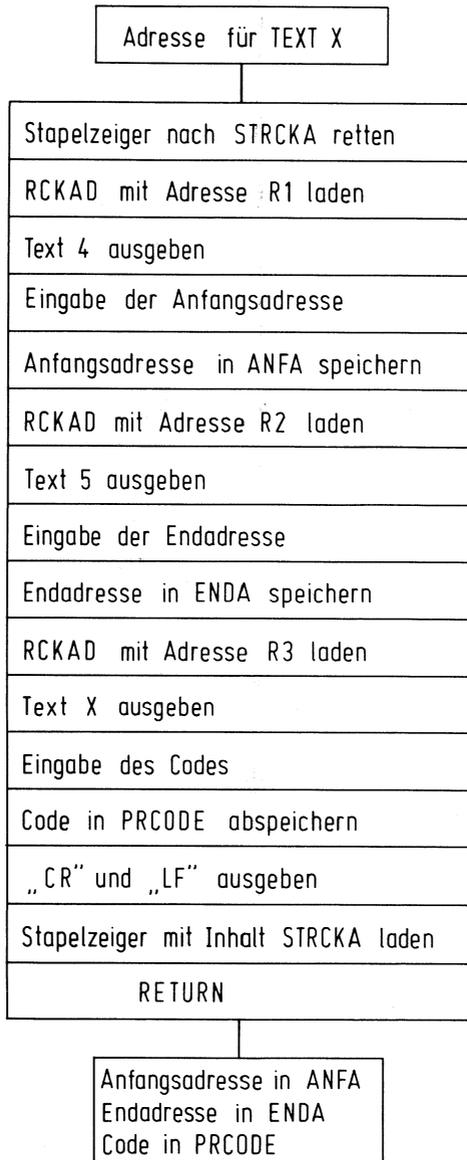


Bild 9.4.3

Die Texte finden Sie im Textmodul Texte (**Bild 9.4.5**).

Nach Laden der Zelle RCKAD und RCKAD +1 mit der Rückkehradresse R3 wird der Text X – in diesem Falle der Text 12 „gesuchtes Codewort?“ – ausgegeben und der eingegebene Code in der Zelle PRCODE abgespeichert.

```

LOC OBJ      SEQ      SOURCE STATEMENT
                1 $TITLE('EINGABE VON ANFANGSADRESSE,ENDADRESSE UND CODE')
                2 EXTRN  ANFA
                3 EXTRN  AUSG3
                4 EXTRN  CO
                5 EXTRN  ENDA
                6 EXTRN  PRCODE
                7 EXTRN  RCKAD
                8 EXTRN  EING1
                9 EXTRN  TEXT4
               10 EXTRN  TEXT5
               11 EXTRN  TEXTX
               12 PUBLIC ANENCO
               13 CSEG
0000 210600  C   14 ANENCO: LXI   H,R1  ;
0003 220000  E   15      SHLD  RCKAD ;
0006 210000  E   16 R1:  LXI   H,TEXT4 ;
0009 CD0000  E   17      CALL  AUSG3 ;
000C 210000  E   18      LXI   H,ANFA ;
000F 1E05    E   19      MVI   E,5  ;
0011 CD0000  E   20      CALL  EING1 ;
0014 211400  C   21 R2:  LXI   H,R2  ;
0017 220000  E   22      SHLD  RCKAD ;
001A 210000  E   23      LXI   H,TEXT5 ;
001D CD0000  E   24      CALL  AUSG3 ;
0020 210000  E   25      LXI   H,ENDA ;
0023 1E05    E   26      MVI   E,5  ;
0025 CD0000  E   27      CALL  EING1 ;
0028 212000  C   28 R3:  LXI   H,R3  ;
002B 220000  E   29      SHLD  RCKAD ;
002E 2A0000  E   30      LHLD  TEXTX ;
0031 CD0000  E   31      CALL  AUSG3 ;
0034 21FFFF  E   32      LXI   H,PCODE-1;
0037 1E03    E   33      MVI   E,3  ;
0039 CD0000  E   34      CALL  EING1 ;
003C 0E0D    E   35      MVI   C,0DH ;
003E CD0000  E   36      CALL  CO   ;
0041 0E0A    E   37      MVI   C,0AH ;
0043 CD0000  E   38      CALL  CO   ;
0046 C9      E   39      RET   ;
                40      END
    
```

PUBLIC SYMBOLS
 ANENCO C 0000

EXTERNAL SYMBOLS
 ANFA E 0000 AUSG3 E 0000 CO E 0000 EING1 E 0000 ENDA E 0000 PRCODE E 0000 RCKAD E 0000
 TEXT4 E 0000 TEXT5 E 0000 TEXTX E 0000

USER SYMBOLS
 ANENCO C 0000 ANFA E 0000 AUSG3 E 0000 CO E 0000 EING1 E 0000 ENDA E 0000 PRCODE E 0000
 R1 C 0006 R2 C 0014 R3 C 0028 RCKAD E 0000 TEXT4 E 0000 TEXT5 E 0000 TEXTX E 0000

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

Bild 9.4.4

Damit die nunmehr ausgegebenen Adressen mit einer neuen Zeile anfangen, wird noch das Zeichen CR und LF ausgegeben. Jetzt wird der Stapelzeiger regeneriert, indem er mit der in den Speicherstellen STRCKA und STRCKA + 1 geretteten Adresse geladen wird.

Das Programm ANENCO benutzt die Unterprogramme AUSG3 sowie EING1, welche nach der Besprechung des Hauptprogrammes behandelt werden.

Das eigentliche Programm hat jetzt folgenden Verlauf: Das Registerpaar H, L wird mit der Anfangsadresse und das Register D mit dem Inhalt 04 geladen. Sodann wird geprüft, ob der Inhalt der Speicherstelle von der Anfangsadresse mit dem gesuchten Code übereinstimmt. Ist dies bei dieser ersten Abfrage der Fall, kann die zweite Entscheidung, ob der Inhalt des Registers D=01 ist, nur „nein“ sein. Auch die zweite Abfrage, ob das Register D den Inhalt 02 hat, kann nur mit „nein“ beantwortet werden. Die erste gültige Adresse wird ausgedruckt. Dazu wird das Unterprogramm NMOU (siehe Abschn. 9.7) aufgerufen. Als Kennzeichen dafür, daß eine Adresse ausgedruckt wurde, wird das Register D mit 01 geladen.

Bild 9.4.5

ASM80 TEXTE.SRC

```

ISAS-II 8080/8085 MACRO ASSEMBLER, V2.0          MODULE PAGE 1
TEXTE

LOC OBJ      SEQ      SOURCE STATEMENT

                1 $TITLE('TEXTE')
                2 PUBLIC TEXT4
                3 PUBLIC TEXT5
                4 PUBLIC TEXT7
                5 PUBLIC TEXT11
                6 PUBLIC TEXT12
                7 CSEG
0000 00      8 TEXT4: DB      0DH,0AH,'ANFANGSADRESSE DES SPEICHERBEREICHES ?',03H
0001 0A
0002 414E4641
0006 4E475341
000A 44524553
000E 53452044
0012 45532053
0016 50454943
001A 48455242
001E 45524549
0022 43484553
0026 203F
0028 03
0029 0D      9 TEXT5: DB      0DH,0AH,'ENDADRESSE DES SPEICHERBEREICHES ?',03H
002A 0A
002B 454E4441
002F 44524553
0033 53452044
0037 45532053
003B 50454943
003F 48455242
0043 45524549
0047 43484553
004B 203F
004D 03
004E 0D     10 TEXT7: DB      0DH,0AH,'FEHLERHAFT EINGABE',0DH,0AH,03H
004F 0A
0050 4645484C
0054 45524841
0058 46544520
005C 45494E47
0060 414245
0063 0D
0064 0A
0065 03
0066 50454C4B     11 TEXT11: DB      'PELKA SUCH-CODE-PROGRAMM',0DH,0AH,03H
006A 41205355
006E 43482D43
0072 4F44452D
0076 50524F47
007A 52414D4D
007E 0D
007F 0A
0080 03
0081 0D     12 TEXT12: DB      0DH,0AH,'GESUCHTES CODEWORT ?',03H

```

Fortsetzung nächste Seite

```

LOC  OBJ          SEQ          SOURCE STATEMENT

0002  0A
0003  47455355
0007  43485445
000B  5320434F
000F  444574F
0093  5254203F
0097  03

13 END

PUBLIC SYMBOLS
TEXT11 C 0066    TEXT12 C 0001    TEXT4  C 0000    TEXT5  C 0029    TEXT7  C 004E

EXTERNAL SYMBOLS

USER SYMBOLS
TEXT11 C 0066    TEXT12 C 0001    TEXT4  C 0000    TEXT5  C 0029    TEXT7  C 004E

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS
  
```

Bild 9.4.5 (Fortsetzung)

Jetzt wird geprüft, ob die Endadresse erreicht ist. Nehmen wir an, sie ist noch nicht erreicht, wird das Registerpaar H, L inkrementiert, damit der Inhalt der nächsten Speicherstelle geprüft werden kann. Angenommen, der Inhalt dieser Speicherstelle hätte wieder den gesuchten Code. Das Register D hat von der vorhergehenden Ausgabe der Adresse den Inhalt 01. Die Konsole wird einen Strich ausgeben und als Kennzeichen dafür das Register D mit 02 laden. Für den Fall, daß die Endadresse noch immer nicht erreicht wäre, wird das Registerpaar H, L wiederum inkrementiert, um den Inhalt der nächsten Speicherstelle zu prüfen. Wir nehmen jetzt an, daß der Inhalt der Speicherstelle wiederum mit dem gesuchten Codewort übereinstimmte, jedoch dies bereits die Endadresse ist. Von dem vorhergehenden Strich ist das Register immer noch mit 02 geladen. Die Abfrage der Endadresse gibt „ja“. Danach wird jedoch noch einmal abgefragt, ob das Register mit 02 geladen ist, da ja die letzte Adresse jetzt noch ausgedruckt werden muß. Die Verzweigung führt über die Schleife an den Anfang des Programmes, wo das Register D mit 04 geladen wird. Es wird ein zweites Mal geprüft, ob der Inhalt der Adresse mit dem gesuchten Code übereinstimmt. Die Antwort ist „ja“. Das Register D hat jedoch nicht den Inhalt 01 und auch nicht den Inhalt 02. Die Adresse wird ausgedruckt und das Register als Kennzeichen für den Ausdruck der Adresse mit 01 geladen. Die zweite Abfrage der Endadresse ergibt „ja“. Das Register hat nicht den Inhalt 02. Die Verzweigung führt zu dem Befehl RST1, der das Programm zu einem Sprung zur Speicherstelle 0008 veranlaßt. In dieser Speicherstelle steht jetzt ein Sprungbefehl, der entweder in ein Monitorprogramm, oder, wie dies beim SME 800 der Fall ist, in das Betriebssystem ISIS führt.

Jetzt haben wir aber noch nicht die Fälle abgehandelt, bei denen der Inhalt der Speicherstellen mit dem gesuchten Codewort nicht übereinstimmt. Hier muß man 6 Fälle voneinander unterscheiden:

1. Es war bisher keine Adresse gefunden worden, bei der das Codewort übereinstimmt.

2. Bei der vorhergehenden Adresse stimmte das Codewort überein, es wurde die Adresse ausgedruckt.
3. In der vorhergehenden Speicherstelle stimmte das Codewort überein, es wurde ein Strich ausgedruckt.
4. In der vorhergehenden Stelle stimmte das Codewort nicht überein, es wurde ein Komma ausgegeben.
5. In der vorhergehenden Stelle stimmte das Codewort mit dem Inhalt überein, es wurde aber nichts ausgegeben, weil vorher schon ein Strich ausgegeben wurde.
6. In der vorhergehenden Stelle stimmte das Codewort nicht überein, es wurde jedoch nichts ausgegeben, weil vorher schon ein Komma ausgegeben wurde.

Fall 1 :

Der Inhalt des Registers ist 04. Die Abfragen, ob das Register den Inhalt 01 oder 02 hat, werden daher mit „nein“ beantwortet. Auch die Endadresse ist nicht erreicht. Es wird also lediglich das Registerpaar H, L inkrementiert, und zwar in einer Schleife so lange, bis der Inhalt der Adresse mit dem gesuchten Code übereinstimmt.

Fall 2:

Das Register D hat den Inhalt 01. Es wird ein Komma ausgegeben und zur Kennzeichnung das Register D mit 03 geladen. Ist die Endadresse noch nicht erreicht, führt die Schleife wieder zur erneuten Abfrage, ob der Inhalt der nunmehr gültigen Adresse mit dem gesuchten Code übereinstimmt.

Fall 3:

Der jetzige Fall ist dadurch kompliziert, weil von der vorhergehenden Adresse, bei der das Programm zunächst in der Annahme, es kommen noch mehr Adressen mit der Übereinstimmung des Codes, einen Strich ausgedruckt hatte, die letzte Adresse mit der Übereinstimmung noch ausdrucken muß. Das Register hat den Inhalt 02. Im nächsten Schritt wird das Registerpaar H, L zunächst dekrementiert, die Adresse ausgedruckt und das Register D mit 01 geladen. Als nächstes wird ein Komma ausgegeben und das Register mit 03 geladen. Jetzt wird ein zweites Mal die Adresse durch Inkrementierung des Registerpaares H, L erreicht. Diesmal tritt aber der Fall 4 ein.

Fall 4:

Das Register D hat den Inhalt 03. Da der Inhalt der Adresse nicht mit dem gesuchten Codewort übereinstimmt, geschieht nichts. Es wird lediglich abgefragt, ob die Endadresse erreicht ist und das Registerpaar H, L wieder inkrementiert und in einer Schleife geht das Programm wieder nach vorn.

Fall 5:

Dieser Fall entspricht dem Fall 3, da von dem letzten Ausdrucken des Striches das Register D noch mit 03 geladen ist.

Fall 6:

Dieser Fall entspricht dem Fall 4, da bei einer der vorhergehenden Adressen, bei der der Inhalt nicht mit dem gesuchten Code übereinstimmte, ein Komma und danach kein weiteres Zeichen ausgegeben wurde.

Bisher nicht besprochen wurde der Fall, daß nach Ausgabe eines Striches eine oder mehrere Adressen kommen, deren Inhalt mit dem gesuchten Code übereinstimmen. In diesem Falle ist der Inhalt des Registers D=02. Das Programm läuft in einer Schleife, in der abgefragt wird, ob die Endadresse erreicht ist, das Registerpaar H, L erhöht wird und eine erneute Abfrage, ob der Inhalt der neuen Adresse mit dem gesuchten Code übereinstimmt.

Wie schon eingangs erwähnt, besteht das Programm aus dem Hauptmodul SUCODE.SRC und 9 Unterprogrammen, welche alle als Module geschrieben sind. Ferner gehören zwei Textmodule zu den Programmen. Um die Programme auf unterschiedlichen Maschinen laufen lassen zu können (SME, SIKIT, SMP 80 usw.) wird ein weiterer Modul ADZUW1 hinzugefügt. Auf diesem Modul werden die Speicherstellen ANFA ENDA PRCODE RCKA, STRCKA und Text X (**Bild 9.4.6**) festgelegt. Im Fall der Verwendung des Systembausatzes SIKIT-DK/8080 stehen in diesem Modul auch die Ansprungadressen der Unterprogramme, die bereits im Monitor des SIKIT

ASM80 ADZUW1.SRC

ISIS-II 8080/8085 MACRO ASSEMBLER, V2.0
ADRESSZUWEISUNG

MODULE PAGE 1

LOC	OBJ	SEQ	SOURCE STATEMENT
		1	\$TITLE('ADRESSZUWEISUNG')
		2	PUBLIC ANFA
		3	PUBLIC ENDA
		4	PUBLIC PRCODE
		5	PUBLIC RCKAD
		6	PUBLIC STRCKA
		7	PUBLIC TEXTX
F2F0		8	ANFA EQU 0F2F0H
F2F2		9	ENDA EQU 0F2F2H
F2FB		10	PRCODE EQU 0F2FBH
F2FA		11	RCKAD EQU 0F2FAH
F2FE		12	STRCKA EQU 0F2FEH
F2FC		13	TEXTX EQU 0F2FCH
		14	END

PUBLIC SYMBOLS

ANFA A F2F0 ENDA A F2F2 PRCODE A F2FB RCKAD A F2FA STRCKA A F2FE TEXTX A F2FC

EXTERNAL SYMBOLS

USER SYMBOLS

ANFA A F2F0 ENDA A F2F2 PRCODE A F2FB RCKAD A F2FA STRCKA A F2FE TEXTX A F2FC

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

Bild 9.4.6

LOC	OBJ	SEQ	SOURCE STATEMENT
		1	\$TITLE('ADRESSZUWEISUNG')
		2	PUBLIC ANFA
		3	PUBLIC CI
		4	PUBLIC CNVBN
		5	PUBLIC CO
		6	PUBLIC DIGTB
		7	PUBLIC ECHO
		8	PUBLIC ENDA
		9	PUBLIC GETCH
		10	PUBLIC NHOUT
		11	PUBLIC PRCODE
		12	PUBLIC PRVAL
		13	PUBLIC RCKAD
		14	PUBLIC STRCKA
		15	PUBLIC TEXTX
		16	PUBLIC VALDG
10F0		17	ANFA EQU 10F0H
03FD		18	CI EQU 03FDH
01DA		19	CNVBN EQU 01DAH
03FA		20	CO EQU 03FAH
03BF		21	DIGTB EQU 03BFH
01F4		22	ECHO EQU 01FAH
10F2		23	ENDA EQU 10F2H
021B		24	GETCH EQU 021BH
02C3		25	NHOUT EQU 02C3H
10FB		26	PRCODE EQU 10FBH
02DE		27	PRVAL EQU 02DEH
10FA		28	RCKAD EQU 10FAH
10FE		29	STRCKA EQU 10FEH
10FC		30	TEXTX EQU 10FCH
036F		31	VALDG EQU 036FH
		32	END

PUBLIC SYMBOLS

ANFA	A 10F0	CI	A 03FD	CNVBN	A 01DA	CO	A 03FA	DIGTB	A 03BF	ECHO	A 01F4	ENDA	A 10F2
GETCH	A 021B	NHOUT	A 02C3	PRCODE	A 10FB	PRVAL	A 02DE	RCKAD	A 10FA	STRCKA	A 10FE	TEXTX	A 10FC
VALDG	A 036F												

EXTERNAL SYMBOLS

USER SYMBOLS

ANFA	A 10F0	CI	A 03FD	CNVBN	A 01DA	CO	A 03FA	DIGTB	A 03BF	ECHO	A 01F4	ENDA	A 10F2
GETCH	A 021B	NHOUT	A 02C3	PRCODE	A 10FB	PRVAL	A 02DE	RCKAD	A 10FA	STRCKA	A 10FE	TEXTX	A 10FC
VALDG	A 036F												

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

Bild 9.4.7

vorhanden sind (**Bild 9.4.7**), ebenso die Einsprungsadressen CI und CO für die serielle Eingabe bzw. serielle Ausgabe.

Im Falle der Verwendung des SME 800 wird für die Einsprungsadresse CI und CO beim „Linking“ die System.LIB mit eingebunden.

Bild 9.4.8 zeigt das Protokoll des Linkers und **Bild 9.4.9** des Locaters im Falle der Anwendung im SME 800, **Bild 9.4.10/9.4.11** im Falle der Anwendung im SIKIT. Man sieht, daß im letzteren Falle weniger Unterprogramme eingebunden werden mußten, da sie bereits im Monitor existent sind. Da die Adressen dieser Monitorprogramme im Adreß-Zuweisungsmodul als „publics“ aufgeführt sind, erscheinen sie im Locaterprotokoll auch als „publics“.

ISIS-II LINKER V2.1 WAS INVOKED BY:
 LINK SUCODE.OBJ, ANENCO.OBJ, AUSG3.OBJ, EING1.OBJ, NMOUT1.OBJ, PRVAL1.OBJ, FEHLER.OBJ, &
 CNVBN.OBJ, GETCH.OBJ, VALDG.OBJ, ADZUW1.OBJ, TEXTE.OBJ, SYSTEM.LIB TO SUCOD1.LNK MAP PRINT(:TO:)

LINK MAP FOR SUCOD1.LNK(SUCOD1)

SEGMENT INFORMATION:

START STOP LENGTH REL NAME

20EH B CODE

INPUT MODULES INCLUDED:

SUCODE.OBJ(MODULE)
 ANENCO.OBJ(MODULE)
 AUSG3.OBJ(MODULE)
 EING1.OBJ(MODULE)
 NMOUT1.OBJ(MODULE)
 PRVAL1.OBJ(MODULE)
 FEHLER.OBJ(MODULE)
 CNVBN.OBJ(MODULE)
 GETCH.OBJ(MODULE)
 VALDG.OBJ(MODULE)
 ADZUW1.OBJ(MODULE)
 TEXTE.OBJ(MODULE)
 SYSTEM.LIB(CI)
 SYSTEM.LIB(CO)

Bild 9.4.8

ISIS-II LOCATER V2.1 INVOKED BY:
 -LOCATE SUCOD1.LNK TO SUCODE CODE(0F000H) START(0F000H) STACK(0EFFFH) &
 **ORDER(STACK, CODE, MEMORY) MAP PUBLICS SYMBOLS PRINT(:TO:)

SYMBOL TABLE OF MODULE SUCOD1

READ FROM FILE :F0:SUCOD1.LNK

WRITTEN TO FILE :F0:SUCODE

VALUE TYPE SYMBOL

F2F2H PUB ENDA
 F2F0H PUB ANFA
 F2FCH PUB TEXTX
 F2FEH PUB STRCKA
 F2FAH PUB RCKAD
 F2F8H PUB PRCODE
 F003H PUB CI
 F009H PUB CO
 F152H PUB GETCH
 F159H PUB VALDG
 F13CH PUB FEHLER
 F124H PUB PRVAL
 F07CH PUB ANENCO
 F149H PUB CNVBN
 F105H PUB WEITER
 F109H PUB NMOUT
 F19FH PUB TEXT5
 F176H PUB TEXT4
 F1C4H PUB TEXT7
 F0C3H PUB AUSG3
 F0CFH PUB EING1
 F1DCH PUB TEXT11
 F1F7H PUB TEXT12

MEMORY MAP OF MODULE SUCOD1

READ FROM FILE :F0:SUCOD1.LNK

WRITTEN TO FILE :F0:SUCODE

MODULE START ADDRESS F000H

START STOP LENGTH REL NAME

F000H F20DH 20EH B CODE
 F20EH F6BFH 4B2H B MEMORY

Bild 9.4.9

Für diejenigen, die die Unterprogramme nicht verfügbar haben, sind sie in den nachfolgenden Abschnitten 9.5 bis 9.7 kurz besprochen.

```
ISIS-II LINKER V2.1 WAS INVOKED BY:
LINK SUCODE.OBJ, ANENCO.OBJ, AUSG3.OBJ, EING1.OBJ, FEHLER.OBJ, ADZUW2.OBJ, &
TEXTE.OBJ TO SUCOD2.LNK MAP PRINT(:TO:)
```

```
LINK MAP FOR SUCOD2.LNK(SUCOD2)
```

```
SEGMENT INFORMATION:
START STOP LENGTH REL NAME

1AEH B CODE
```

```
INPUT MODULES INCLUDED:
SUCODE.OBJ(MODULE)
ANENCO.OBJ(MODULE)
AUSG3.OBJ(MODULE)
EING1.OBJ(MODULE)
FEHLER.OBJ(MODULE)
ADZUW2.OBJ(MODULE)
TEXTE.OBJ(MODULE)
```

Bild 9.4.10

```
ISIS-II LOCATER V2.1 INVOKED BY:
-LOCATE SUCOD2.LNK TO SUCODE.V2 CODE(4800H) START(4800H) STACK(10EFH) ORDER(STACK, CODE, MEMORY) &
**MAP PUBLICS SYMBOLS PRINT(:TO:)
```

```
SYMBOL TABLE OF MODULE SUCOD2
READ FROM FILE :F0:SUCOD2.LNK
WRITTEN TO FILE :F0:SUCODE.V2
```

```
VALUE TYPE SYMBOL
```

```
021BH PUB GETCH
036FH PUB VALDG
10F2H PUB ENDA
10F0H PUB ANFA
02DEH PUB PRVAL
10FCH PUB TEXTX
01DAH PUB CNVBN
10FEH PUB STRCKA
02C3H PUB NMOUT
10FAH PUB RCKAD
01F4H PUB ECHO
10FBH PUB PRCODE
03FDH PUB CI
03FAH PUB CO
03BFH PUB DIGTB
4909H PUB FEHLER
487CH PUB ANENCO
4905H PUB WEITER
493FH PUB TEXT5
4916H PUB TEXT4
4964H PUB TEXT7
48C3H PUB AUSG3
48CFH PUB EING1
497CH PUB TEXT11
4997H PUB TEXT12
```

```
MEMORY MAP OF MODULE SUCOD2
READ FROM FILE :F0:SUCOD2.LNK
WRITTEN TO FILE :F0:SUCODE.V2
MODULE START ADDRESS 4800H
```

```
START STOP LENGTH REL NAME

4800H 49ADH 1AEH B CODE
49AEH F6BFH AD12H B MEMORY
```

Bild 9.4.11

9.5 Programm zur Ausgabe von Text beliebiger Länge

Das Programm ist als Unterprogramm geschrieben. Die Anfangsadresse des Textes wird im Registerpaar H, L übergeben. Vor Aufruf des Unterprogramms ist also das Registerpaar H, L mit der Anfangsadresse des Textes zu laden. Als Kriterium für den Schluß des Textes ist am Ende des Textes das Zeichen „ETX“ (03H) zu setzen. **Bild 9.5.1** zeigt das Struktogramm, **Bild 9.5.2** den Programmausdruck. Aus der im Registerpaar H, L stehenden aktuellen Adresse wird der Inhalt in das Register C gelesen. Es wird geprüft, ob in der aktuellen Adresse das Schlußzeichen 03 steht. Wenn nein, wird das Zeichen ausgegeben. Dazu wird das Unterprogramm CO aufgerufen. Anschließend wird das Registerpaar H, L und damit die Adresse inkrementiert. Eine Schleife führt an den Anfang des Programmes zurück.

Steht das Schlußzeichen 03 in der aktuellen Adresse, erfolgt eine Rückkehr in das aufrufende Programm.

Das Unterprogramm CO (**Bild 9.5.3**) steht im Monitor des Systems (SME 800 bzw. Sikit). Die Adresse wird entweder durch Bindung mit der System.Lib oder im Adreßzuweisungsmodul als „PUBLICS“ ausgewiesen. Das auszugebende Zeichen wird im Register C übergeben.

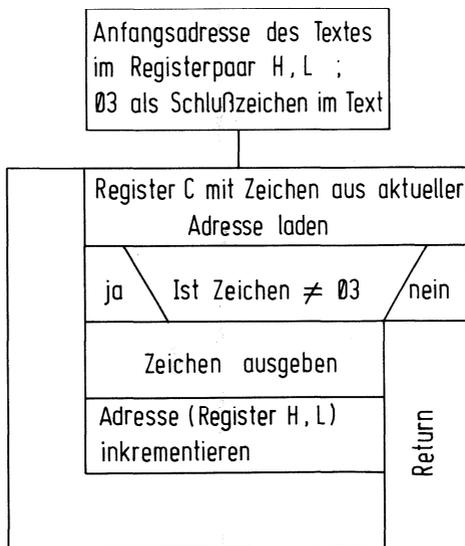


Bild 9.5.1

ASM80 AUSG3.SRC

ISIS-II 8080/8085 MACRO ASSEMBLER, V2.0 MODULE PAGE 1
AUSGABE VON TEXT

LOC	OBJ	SEQ	SOURCE STATEMENT
		1	*TITLE ('AUSGABE VON TEXT')
		2	; DAS PROGRAMM GIBT EINEN TEXT AUS, DESSEN ERSTER BUCHSTABE IN DER
		3	; SPEICHERZELLE MIT ADRESSE DES INHALTES VOM REGISTERPAAR H,L STEHT.
		4	; AM ENDE DES TEXTES MUSS DAS STEUERZEICHEN 'ETX'='03H STEHEN.
		5	EXTRN CD
		6	PUBLIC AUSG3
		7	CSEG
0000	4E	8	AUSG3: MOV C,H ;
0001	3E03	9	MVI A,03H ;
0003	BE	10	CMP H ;
0004	C8	11	RZ ;
0005	CD0000	E	CALL CD ;
0008	23	13	INX H ;
0009	C30000	C	JMP AUSG3 ;
		15	END ;

PUBLIC SYMBOLS
AUSG3 C 0000

EXTERNAL SYMBOLS
CD E 0000

USER SYMBOLS
AUSG3 C 0000 CD E 0000

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

Bild 9.5.2

ASM80 CO.SRC

ISIS-II 8080/8085 MACRO ASSEMBLER, V2.0 MODULE PAGE 1

LOC	OBJ	SEQ	SOURCE STATEMENT
01E3		1	ORG 01E3H
01E3	DBFB	2	CD: IN 0FBH ;
01E5	E601	3	ANI 01H ;
01E7	CAE301	4	JZ CO ;
01EA	79	5	MOV A,C ;
01EB	D3FA	6	OUT 0FAH ;
01ED	C9	7	RET ;
		8	END ;

PUBLIC SYMBOLS

EXTERNAL SYMBOLS

USER SYMBOLS
CO A 01E3

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

Bild 9.5.3

9.6 Programm zur Eingabe von Adressen und Daten

Das Programm steuert die Eingabe einer Adresse, bestehend aus zwei Zeichen, oder die Eingabe von Daten, bestehend aus einem Zeichen. Die Eingabe wird mit „CR“ abgeschlossen. Die Zeichenzahl wird im Register E übergeben und schließt das „CR“ mit ein. Im Registerpaar H, L wird die erste Speicheradresse, in die die Zeichen eingelesen werden, übergeben.

Bei der Eingabe von Adressen werden üblicherweise zuerst die zwei höherwertigen Hexadezimalstellen und danach die beiden niederwertigen Hexadezimalstellen eingegeben. Jeweils zwei Stellen werden in gepackter Form in einem Byte abgespeichert. Um die Adresse im Speicher auch stellenrichtig wieder abzubilden, wird daher zunächst die Bestimmungsadresse um eins erhöht, um die beiden höherwertigen Stellen abzuspeichern. Nach zwei Entscheidungen, ob noch weitere Zeichen einzugeben sind, oder bereits das Schlußzeichen „CR“ abgegeben wurde, wird zunächst die aus 4 Bit bestehende erste Hexadezimalzahl um 4 Bit nach links geschoben und zwischengespeichert (**Bild 9.6.1, 9.6.2**). Nach Eingabe des nächsten Zeichens wird jeweils das erste und zweite Zeichen in ein Byte gepackt und abgespeichert. Sodann wird die Bestimmungsadresse um eins erniedrigt. In einer Schleife können jetzt die weiteren Zeichen eingegeben werden. Dies sind bei einer Adresse entweder die beiden niederwertigen Stellen, oder bei Abspeicherung eines Datenwortes das Abschlußzeichen „CR“.

Das Register E wird also bei Anforderung der Eingabe einer Adresse mit 5, bei Anforderung eines Codewortes mit 3 geladen.

In dem Unterprogramm EING 3 wird das eingegebene Zeichen als Echo ausgegeben, geprüft, ob es sich um eine Hexadezimalzahl handelt, und der ASCII-Code in einen Binär-Code umgewandelt.

Werden Buchstaben oder Zeichen eingegeben, die keine Hexzahl sind, erfolgt eine Fehlermeldung. Ebenso erfolgt eine Fehlermeldung, wenn zuviele Zeichen eingegeben wurden oder bereits ein „CR“, wenn noch eine Ziffer erwartet wurde. Es müssen also bei den Adressen stets alle 4 Zeichen, bei Daten alle beiden Zeichen eingegeben werden (Struktogramm zu Unterprogramm EING 3 **Bild 9.6.3**, Listing siehe **Bild 9.6.2**).

In diesem Programm verwendete Unterprogramme:

GETCH (GET-Character)

Das Unterprogramm GETCH fragt die Konsole nach einem eingegebenen Zeichen ab, setzt das höchstwertige Bit auf 0 (Entfernung des Paritätszeichens) und transferiert das eingegebene Zeichen in das Register C (**Bild 9.6.4, 9.6.5**). In diesem Unterprogramm wird wiederum das Unterprogramm CI verwendet. Beim SME 800 liegt die Einsprungstelle auf F803H, beim Sikit auf 03FDH bzw. 01D0H.

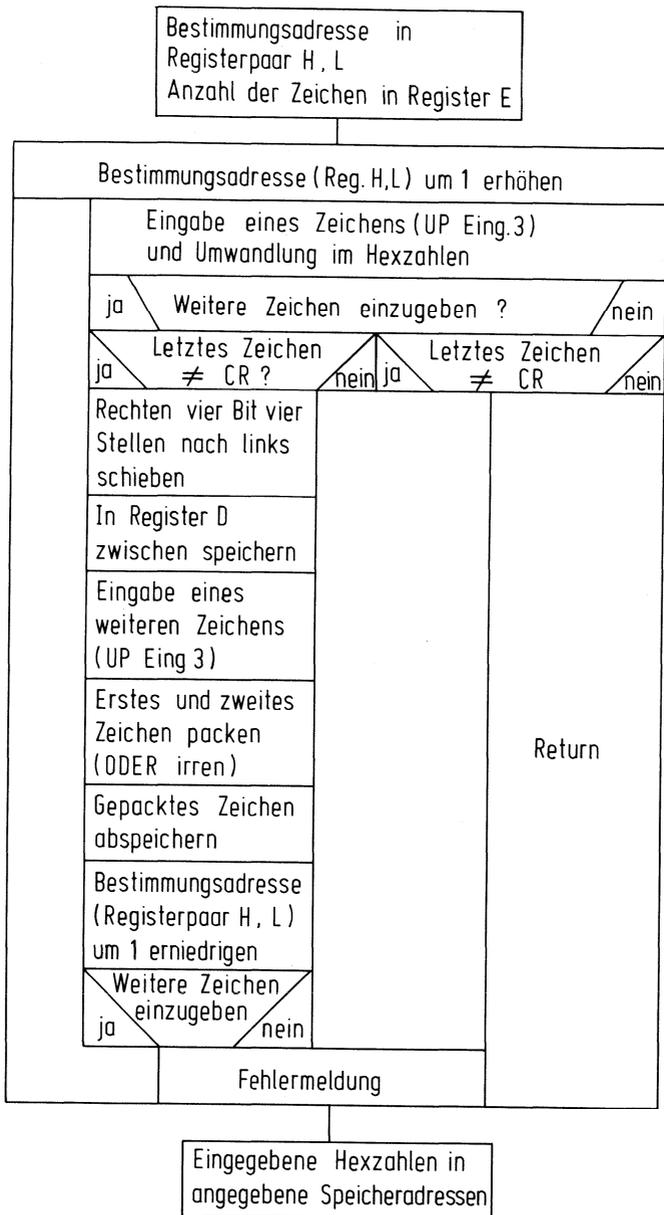


Bild 9.6.1

LOC OBJ SEQ SOURCE STATEMENT

```

1 $TITLE ('EINGABE')
2 ; DAS PROGRAMM STEUERT DIE EINGABE EINER ANZAHL ZEICHEN. DIE
3 ; EINGABE WIRD MIT 'CR' ABGESCHLOSSEN. DIE ZEICHENZAHL WIRD IM
4 ; REGISTER E UEBERGEHEN UND SCHLIESST DAS 'CR' EIN. IM
5 ; REGISTERPAAR H,L STEHT DIE ERSTE SPEICHERADRESSE, IN DIE DIE
6 ; ZEICHEN EINGELESEN WERDEN.
7 EXTRN CNVBN
8 EXTRN CO
9 EXTRN FEHLER
10 EXTRN GETCH
11 EXTRN VALDG
12 PUBLIC EING1
13 PUBLIC WEITER
14 CSEG
0000 23      15 EING1: INX      H
0001 CD0000 E      16 EING2: CALL      GETCH
0004 1D      17      DCR      E
0005 CA2700 C      18      JZ      E1
0008 FE0D      19      CPI      0DH
000A CC0000 E      20      CZ      FEHLER
000D CD2D00 C      21      CALL      E2
0010 07      22      RLC
0011 07      23      RLC
0012 07      24      RLC
0013 07      25      RLC
0014 57      26      MOV      D,A
0015 CD0000 E      27      CALL      GETCH
0018 FE0D      28      CPI      0DH
001A CC0000 E      29      CZ      FEHLER
001D CD2D00 C      30      CALL      E2
0020 B2      31      ORA      D
0021 77      32      MOV      M,A
0022 2B      33      DCX      H
0023 1D      34      DCR      E
0024 C20100 C      35      JNZ      EING2
0027 FE0D      36 E1:      CPI      0DH
0029 C40000 E      37      CNZ      FEHLER
002C C9      38      RET
002D CD0000 E      39 E2:      CALL      CO
0030 CD0000 E      40      CALL      VALDG
0033 D20000 E      41      JNC      FEHLER
0036 CD0000 E      42 WEITER: CALL      CNVBN
0039 C9      43      RET
            44      END
    
```

PUBLIC SYMBOLS
 EING1 C 0000 WEITER C 0036

EXTERNAL SYMBOLS
 CNVBN E 0000 CO E 0000 FEHLER E 0000 GETCH E 0000 VALDG E 0000

USER SYMBOLS
 CNVBN E 0000 CO E 0000 E1 C 0027 E2 C 002D EING1 C 0000 EING2 C 0001 FEHLER E 0000
 GETCH E 0000 VALDG E 0000 WEITER C 0036

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

Bild 9.6.2

VALDG (Valid-Digit)

Das Unterprogramm VALDG prüft, ob es sich bei dem eingegebenen ASCII-Zeichen um eine Hexadezimalzahl handelt. Zunächst wird abgefragt, ob der eingegebene Wert ≥ 30 H ist, dann ob er ≤ 39 H ist. Dies entspricht den Ziffern 0 bis 9. War dies nicht der Fall, wird noch einmal abgefragt, ob er ≥ 41 H ist, oder ≤ 47 H.

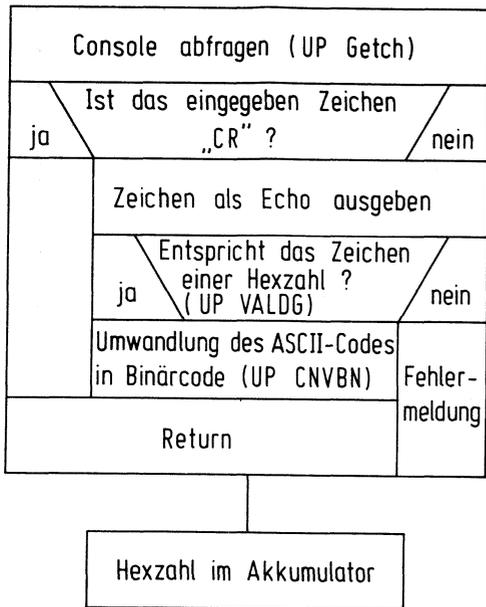


Bild 9.6.3

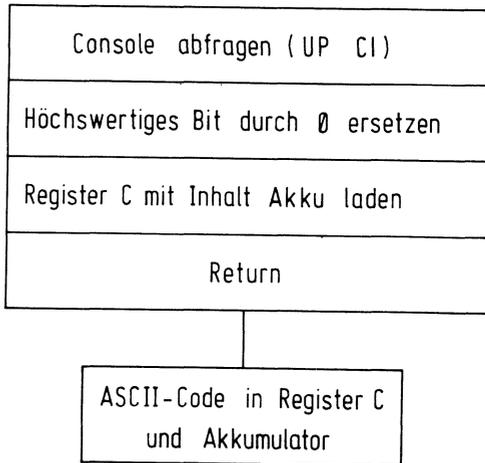


Bild 9.6.4

```

ASH00 GETCH.SRC

ISIS-II 8080/0085 MACRO ASSEMBLER, V2.0      MODULE PAGE 1

LOC OBJ      SEQ      SOURCE STATEMENT

          1 PUBLIC GETCH
          2 EXTRN  CI
          3 CSEG
0000 CD0000 E 4 GETCH: CALL  CI
0003 E67F   5          ANI  7FH
0005 4F    6          MOV  C,A
0006 C9    7          RET
          8 END

PUBLIC SYMBOLS
GETCH C 0000

EXTERNAL SYMBOLS
CI E 0000

USER SYMBOLS
CI E 0000 GETCH C 0000

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

```

Bild 9.6.5

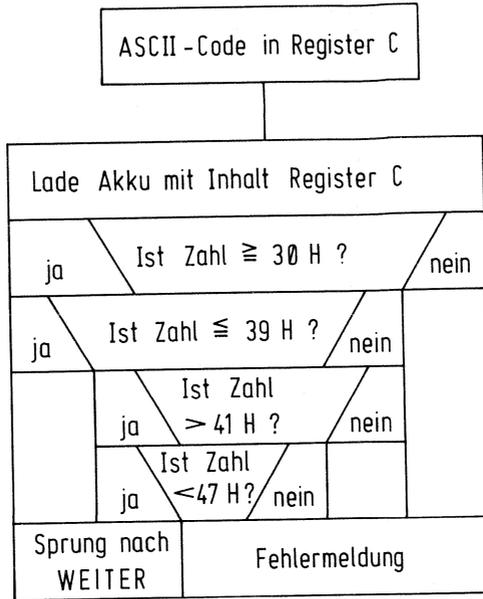


Bild 9.6.6

ASH80 VALDG.SRC

ISIS-II 8080/8085 MACRO ASSEMBLER, V2.0 MODULE PAGE 1

LOC	OBJ	SEQ	SOURCE STATEMENT
		1	PUBLIC VALDG
		2	EXTRN FEHLER
		3	EXTRN WEITER
		4	CSEG
0000	79	5	VALDG: MOV A,C
0001	FE30	6	CPI '0'
0003	FA1A00	7	JM FRET
0006	FE39	8	CPI '9'
0008	FA1800	9	JM SRET
000B	CA1800	10	JZ SRET
000E	FE41	11	CPI 'A'
0010	FA1A00	12	JM FRET
0013	FE47	13	CPI 'G'
0015	F21A00	14	JP FRET
0018	37	15	SRET: STC
0019	C9	16	RET
001A	37	17	FRET: STC
001B	3F	18	CMC
001C	C9	19	RET
		20	END

PUBLIC SYMBOLS
VALDG C 0000

EXTERNAL SYMBOLS
FEHLER E 0000 WEITER E 0000

USER SYMBOLS
FEHLER E 0000 FRET C 001A SRET C 0018 VALDG C 0000 WEITER E 0000

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

Bild 9.6.7

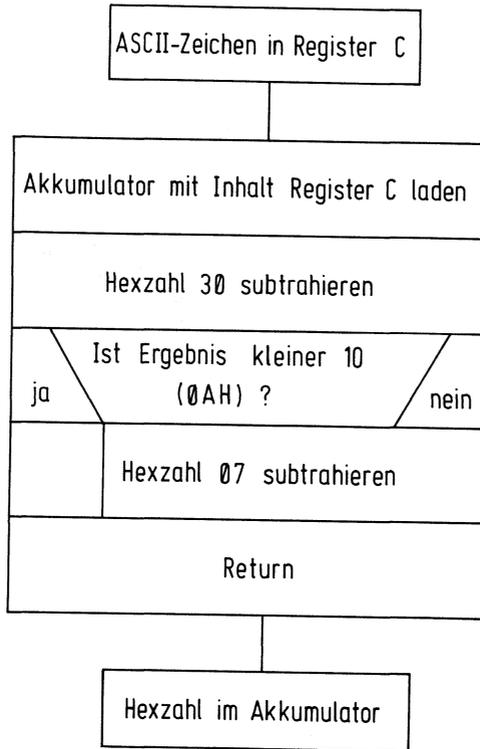


Bild 9.6.8

ASM80 CNVBN.SRC

ISIS-II 8080/8085 MACRO ASSEMBLER, V2.0 MODULE PAGE 1

LOC	OBJ	SEQ	SOURCE STATEMENT
		1	PUBLIC CNVBN
		2	CSEG
0000	79	3	CNVBN: MOV A,C
0001	D630	4	SUI 30
0003	FE0A	5	CPI 10
0005	F8	6	RM
0006	D607	7	SUI 7H
0008	C9	8	RET
		9	END

PUBLIC SYMBOLS
CNVBN C 0000

EXTERNAL SYMBOLS

USER SYMBOLS
CNVBN C 0000

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

Bild 9.6.9

Dies entspricht den Ziffern A bis F, entsprechend der Dezimalzahl 10 bis 15. Trifft keiner der Bereiche zu, springt das Programm weiter zu einer Fehlermeldung (Bild 9.6.6, 9.6.7).

CNVBN (Convert to Binary)

Mit diesem Unterprogramm werden die ASCII-Zeichen in Binärzeichen umgewandelt. Von dem ASCII-Zeichen wird zunächst die Hexzahl 30 abgezogen und das Ergebnis abgefragt, ob es <10 ist. Dies entspricht dann den Ziffern 0 bis 9.

Ist das Ergebnis nicht <10, wird nochmals die Hexzahl 07 subtrahiert. Das Ergebnis ist dann eine Hexzahl zwischen A und F (Bild 9.6.8, 9.6.9).

FEHLER (Fehlermeldung)

Beim Unterprogramm „Fehlermeldung“ (Bild 9.6.10) wird das Registerpaar H, L mit der Anfangsadresse Text 7 geladen. Beginnend bei dieser Anfangsadresse steht der Text „fehlerhafte Eingabe“. Mit dem Unterprogramm AUSG 3 wird dieser Text ausgegeben. Dann wird das Registerpaar H, L mit der in der Speicherstelle RCKAD abgespeicherten Rückkehradresse geladen und diese mit dem Befehl PUSH H in den Kellerspeicher abgespeichert. Mit dem nachfolgenden Befehl RETURN wird somit das Programm bei der eingeschriebenen Rückkehradresse fortgesetzt.

```

ASM00 FEHLER.SRC

ISIS-II 0000/0005 MACRO ASSEMBLER, V2.0          MODULE PAGE 1
FEHLERMELDUNG

LOC OBJ          SEQ          SOURCE STATEMENT

          1 $TITLE ('FEHLERMELDUNG')
          2 PUBLIC FEHLER
          3 EXTRN AUSG3
          4 EXTRN TEXT7
          5 EXTRN RCKAD
          6 CSEG
0000 210000 E    7 FEHLER: LXI  H,TEXT7 ;
0003 CD0000 E    8          CALL  AUSG3 ;
0006 E1          9          POP   H ;
0007 E1         10         POP   H ;
0000 2A0000 E   11         LHLD  RCKAD ;
000B E5         12         PUSH  H ;
000C C9         13         RET   ;
          14         END    ;

PUBLIC SYMBOLS
FEHLER C 0000

EXTERNAL SYMBOLS
AUSG3 E 0000 RCKAD E 0000 TEXT7 E 0000

USER SYMBOLS
AUSG3 E 0000 FEHLER C 0000 RCKAD E 0000 TEXT7 E 0000

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

```

Bild 9.6.10

9.7 Programm zur Ausgabe von Hexadezimalzahlen

Bei Mikroprozessor-Systemen werden Hexadezimalzahlen im allgemeinen zweistellig in einem Byte zusammengefaßt. Zur Ausgabe auf einer Konsole muß jede Stelle einzeln ausgegeben werden. Außerdem muß eine Umformung in ASCII-Code erfolgen. Das Unterprogramm NMOU1 gestattet die Ausgabe einer zweistelligen Hexadezimalzahl auf der Konsole. Die Zahl wird im Akku übergeben (**Bild 9.7.1, 9.7.2**). Nachdem das Registerpaar H, L und der Akku mit den Flags im Kellerspeicher abgespeichert ist, werden die beiden Nibbles im Akku durch 4 Rotationsbefehle vertauscht. Die höherwertige Stelle steht jetzt im niederwertigen Nibble des Akkus. Dieses Nibble wird maskiert und mit dem Unterprogramm PRVAL1 die Hexzahl

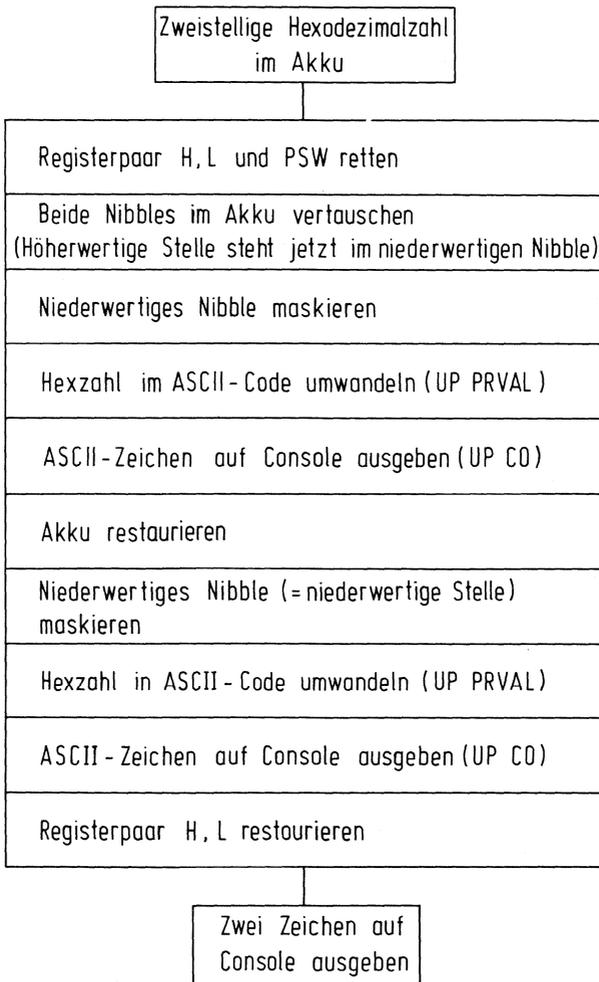


Bild 9.7.1

```

LOC  OBJ          SEQ          SOURCE STATEMENT
                                1 PUBLIC  NMOUT
                                2 EXTRN  CO
                                3 EXTRN  PRVAL
                                4 CSEG
0000 E5           5 NMOUT:  PUSH  H      ;
0001 F5           6         PUSH  PSW    ;
0002 0F           7         RRC      ;
0003 0F           8         RRC      ;
0004 0F           9         RRC      ;
0005 0F          10         RRC      ;
0006 E60F        11         ANI   0FH    ;
0008 4F          12         MOV   C,A    ;
0009 CD0000     E 13         CALL  PRVAL  ;
000C CD0000     E 14         CALL  CO     ;
000F F1          15         POP  PSW    ;
0010 E60F        16         ANI   0FH    ;
0012 4F          17         MOV   C,A    ;
0013 CD0000     E 18         CALL  PRVAL  ;
0016 CD0000     E 19         CALL  CO     ;
0019 E1          20         POP  H      ;
001A C9          21         RET
                                22 END
    
```

PUBLIC SYMBOLS

NMOUT C 0000

EXTERNAL SYMBOLS

CO E 0000 PRVAL E 0000

USER SYMBOLS

CO E 0000 NMOUT C 0000 PRVAL E 0000

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

Bild 9.7.2

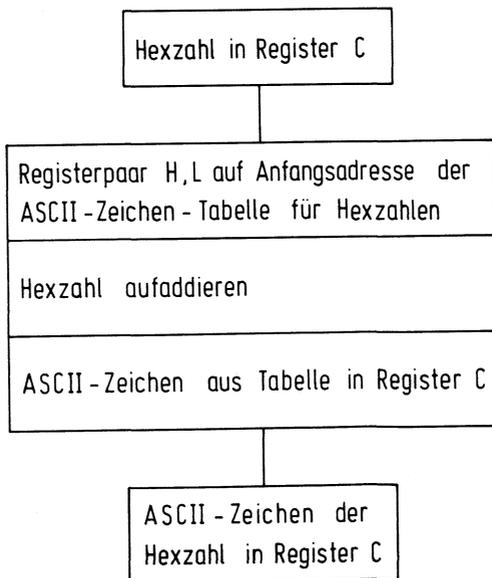


Bild 9.7.3

in einen ASCII-Code umgewandelt. Das ASCII-Zeichen wird mit dem Unterprogramm CO (Bild 9.5.3) auf der Konsole ausgegeben. Sodann wird die ursprüngliche Zahl vom Kellerspeicher wieder in den Akku geholt, das niederwertige Nibble maskiert, in eine Hexzahl umgewandelt und auf der Konsole ausgegeben. Durch Restaurieren des Registerpaares H, L wird der ursprüngliche Zustand des Programms wieder hergestellt.

PRVAL1 (Print value)

Das Unterprogramm PRVAL1 (Bild 9.7.3, 9.7.4) wandelt die im Register C stehende Hexzahl in ein ASCII-Zeichen um. Hierzu wird eine ASCII-Tabelle benutzt. Das Registerpaar H, L wird mit der Anfangsadresse der ASCII-Zeichen-Tabelle geladen und die auszugebende Hexzahl aufaddiert. Im Registerpaar steht nunmehr die Adresse des auszugebenden Zeichens. Der Befehl MOV C,M bringt das ASCII-Zeichen in das Register C, von dort aus kann es mit dem Unterprogramm CO (Bild 9.5.3) auf die Konsole ausgegeben werden.

Beim SME 800 ist für das Unterprogramm CO die Einsprungadresse F809H, beim Systembausatz Sikit-DK/8080 03FAH bzw. 01E3H.

```

ASN80 PRVAL1.SRC

ISIS-II 8080/8085 MACRO ASSEMBLER, V2.0          MODULE PAGE 1

LOC OBJ          SEQ          SOURCE STATEMENT

          1 PUBLIC PRVAL
          2 CSEG
0000 210800 C    3 PRVAL: LXI    H,DIGTB ;
0003 0600      4          MVI    B,0 ;
0005 09        5          DAD    B ;
0006 4E        6          MOV    C,M ;
0007 C9        7          RET
0008 30313233  8 DIGTB: DB    '0123456789ABCDEF'
000C 34353637
0010 38394142
0014 43444546

          9 END

PUBLIC SYMBOLS
PRVAL C 0000

EXTERNAL SYMBOLS

USER SYMBOLS
DIGTB C 0008 PRVAL C 0000

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

```

Bild 9.7.4

10. Mikrocomputeranwendungen, System 8048

10.1 Hard- und Software für die Anschaltung des AD-Wandlers SAB 3060 P an 8048-Mikrocomputer-Systeme

Zur Erfassung von Sensorsignalen wird bei Weiterverarbeitung in einem Mikrocomputer-System ein AD-Wandler benötigt. Es wird gezeigt, wie durch Software der von Siemens vertriebene SAB 3060 P den Erfordernissen der Weiterverarbeitung durch Mikrocomputer der Familie 8048 angepaßt werden kann. Drei Programmvarianten werden besprochen.

Anschaltung und Programm

Die Datenausgänge des AD-Wandlers werden direkt an den Mikrocomputer-Datenbus DB 0 bis DB 7 angeschlossen (**Bild 10.1.1**). Der Takt für den AD-Wandler wird dem Anschluß T0 des Mikrocomputers entnommen. Intern teilt der Mikrocomputer die Quarzfrequenz durch den Faktor 3. Bei einer Quarzfrequenz von 6 MHz gibt der Mikrocomputer am Testpunkt T0 eine Taktfrequenz von 2 MHz ab.

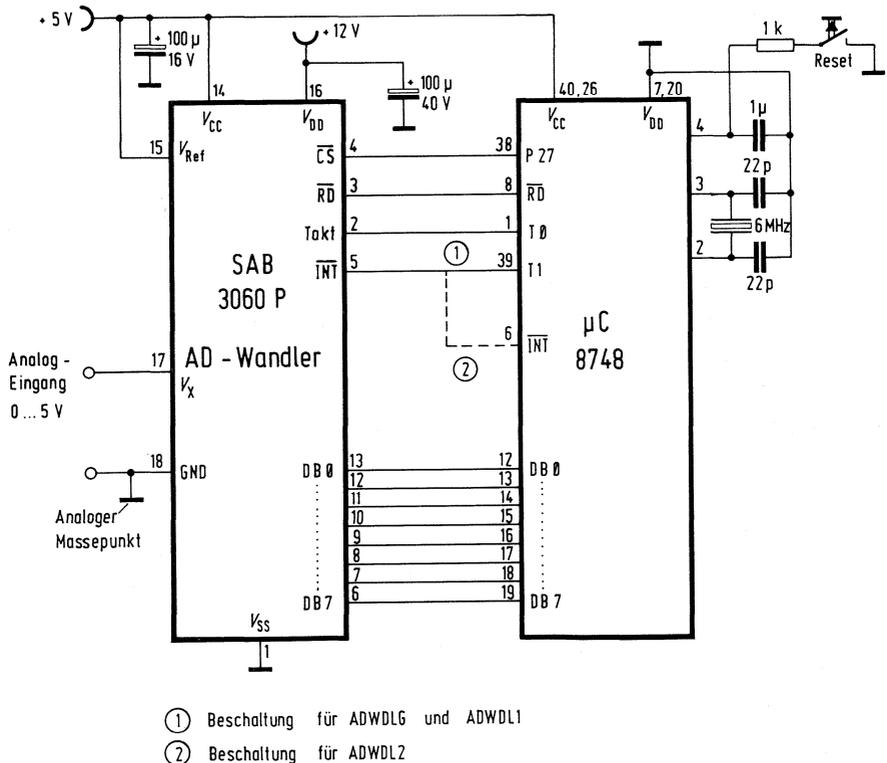


Bild 10.1.1

Das Ausgangssignal $\overline{\text{INT}}$ des SAB 3060 P führt auf den Testanschluß T1 des Mikrocomputers. Die beiden Klemmen $\overline{\text{RD}}$ sind miteinander verbunden. Zur Bausteinwahl $\overline{\text{CS}}$ wird vom Mikrocomputer ein Signal an P27 entnommen.

Das Programm finden Sie in **Bild 10.1.2**. Der erste Befehl ENT0 CLK verbindet den Testpunkt T0 mit der Pufferstufe für den Taktausgang. Der darauffolgende Sprungbefehl hält den Adreßraum für den Interrupt-Vektor und den Timer-Interrupt-Vektor frei. Als nächstes wird das Unterprogramm ADWDLG aufgerufen. Dieses Unterprogramm organisiert die Abfrage des AD-Wandlers. Die Daten sind anschließend im Akkumulator gespeichert und werden hier beispielsweise mit dem Befehl OUTL P1,A auf Port1 ausgegeben. An Port1 kann ein Display angeschlossen werden. Ein weiterer Befehl JMP START schließt den Kreis für eine zyklische Abfrage, wenn nicht vom Mikrocomputer weitere Aufgaben auszuführen sind.

ASM48 TEST1.SRC

ISIS-II MCS-48/UPI-41 MACRO ASSEMBLER, V3.0 PAGE 1

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
0000	75	1	ENT0 CLK ;TAKT AUF T0 LEGEN
0001	040A	2	JMP START ;ADRESSRAUM FUER INTERRUPT- UND
000A		3	ORG 0AH ;TIMERINTERRUPTVEKTOR FREIHALTEN
000A	140F	4	START: CALL ADWDLG ;ABFRAGE AD-WANDLER
000C	39	5	OUTL P1,A ;WANDLUNGSERGEBNIS AUF P1
000D	040A	6	JMP START ;ZYKLISCHE WIEDERHOLUNG BZW.
		7	
		8	
		9	\$INCLUDE(ADWDLG.SRC)
		= 10	;UNTERPROGRAMM 'ADWDLG' FRAGT DEN AD-WANDLER
		= 11	;SAB 3060 AB UND GIBT DEN MESSWERT AN DEN AKKUMULATOR
		= 12	;CHIP-SELECT = P27
000F	9A7F	= 13	ADWDLG: ANL P2,#7FH ;CHIP-SELECT SETZEN
0011	80	= 14	MOVX A,0R0 ;INT-QUER RUECKSETZEN
0012	5612	= 15	WDLG: JTI WDLG ;WARTEN, BIS INT-QUER=0
0014	08	= 16	INS A,BUS ;WERT IN AKKU LESEN
0015	8A80	= 17	ORL P2,#80H ;CHIP ABSCHALTEN
0017	83	= 18	RET
		19	END

USER SYMBOLS
ADWDLG 000F START 000A WDLG 0012

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

Bild 10.1.2

Unterprogramm ADWDLG

Der Befehl ANL P2,#7FH auf der symbolischen Adresse ADWDLG setzt den Anschluß P27 auf L-Pegel und wählt damit den Baustein SAB 3060 P an. Der nachfolgende Befehl MOVX A,@R0 hat zwei Funktionen: Einmal wird mit diesem Befehl der Datenbus des Mikrocomputers hochohmig gesetzt, zum anderen gibt dieser Befehl einen \overline{RD} -Impuls aus, welcher bewirkt, daß das \overline{INT} -Signal des SAB 3060 P rückgesetzt wird, wenn ein Wandlungsergebnis im Ausgaberegister vorliegt. Für die Funktion dieses Befehls ist es belanglos, welcher Inhalt im Register R0 steht. In diesem Falle werden die Daten, welche in den Akku übernommen wurden, später überschrieben. Mit dem Ende des \overline{RD} -Impulses ($\overline{RD}=H$) beginnt eine neue Umwandlung im AD-Wandler. Dies wurde hier absichtlich vorgesehen, damit beim Aufrufen des Unterprogrammes ADWDLG jeweils der neueste Stand des Analogeinganges abgefragt wird. Nunmehr benötigt der AD-Wandler 84 Taktimpulse für die Wandlungsdauer. Das Ergebnis steht also frühestens nach weiteren 42 μs zur Verfügung. Lag noch kein Wandlungsergebnis vor, ist der \overline{RD} -Impuls für den SAB 3060 P ohne Wirkung, da bereits ein neuer Wandlungsprozeß gerade läuft.

L-Pegel an \overline{INT} zeigt an, daß ein Wandlungsergebnis im Ausgaberegister vorhanden ist. Mit dem Befehl JT1 WDLG fragt der Mikrocomputer seine Eingangsklemme T1 ab, ob H-Pegel anliegt. Solange H-Pegel anliegt, ist also noch kein Wandlungsergebnis vorhanden und der Mikrocomputer setzt sein Programm bei der symbolischen Adresse WDLG fort, d.h. er bleibt in der Schleife dieser einen symbolischen Adresse. Geht jetzt \overline{INT} auf L-Pegel, kann das Programm fortgesetzt werden und mit dem nächsten Befehl INS A,BUS wird das Wandlungsergebnis vom Ausgaberegister in den Akkumulator gelesen. Nunmehr wird der Chip mit dem Befehl ORL P2,#80H abgeschaltet (P27 geht auf H-Pegel). Der nächste Befehl RET veranlaßt den Rücksprung ins Hauptprogramm.

In diesem Fall wurde das Unterprogramm so ausgelegt, daß möglichst immer der letzte Stand des Analogeinganges auf den Mikrocomputer übergelesen wird. Das Programm hat eine Laufzeit von ca. 70 μs (bei 6 MHz-Quarz).

Unterprogramm ADWDL1

Eine andere Möglichkeit besteht darin, den AD-Wandler abzufragen, ob seit der letzten Einlesung ein neueres Wandlungsergebnis vorliegt. Wenn ja, wird dann dieses Wandlungsergebnis in einer RAM-Speicherstelle zwischengespeichert. Liegt noch kein Ergebnis vor, wird sofort wieder aus dem Unterprogramm in das Hauptprogramm übergegangen. Diesen zweiten Weg wird man wählen, wenn die Wartezeit vom Hauptprogramm her nicht erwünscht ist. In diesem Fall muß man das Unterprogramm wie folgt abwandeln (**Bild 10.1.3**).

Im ersten Befehl wird der Testpunkt T1 abgefragt, ob H-Pegel anliegt (kein neues Wandlungsergebnis vorhanden). In diesem Falle springt das Unterprogramm sofort auf die symbolische Adresse RETURN, auf der der Befehl RET steht, mit dem in das aufrufende Programm zurückgekehrt wird.

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
0000	75	1	ENT0 CLK ;TAKT AUF T0 LEGEN
0001	040A	2	JMP START ;ADRESSRAUM FUER INTERRUPT- UND
000A		3	ORG 0AH ;TIMERINTERRUPTVEKTOR FREIHALTEN
000A	B827	4	START: MOV R0,#27H ;ADRESSIERUNG DES ZWISCHENSPEICHERS
000C	1412	5	CALL ADWDL1 ;ABFRAGE AD-WANDLER OB NEUE DATEN
000E	F0	6	MOV A,@R0 ;ZWISCHENSPEICHER IN AKKU
000F	39	7	OUTL P1,A ;WANDLUNGSERGEBNIS AUF P1
0010	040A	8	JMP START ;ZYKLISCHE WIEDERHOLUNG BZW.
		9	;HIER WEITERES PROGRAMM
		10	
		11	
		12	\$INCLUDE(ADWDL1.SRC)
		= 13	;UNTERPROGRAMM 'ADWDL1' FRAGT DEN AD-WANDLER SAB 3060 AB UND
		= 14	;GIBT DEN MESSWERT IN DIE MIT R0 ADRESSIERTE SPEICHERSTELLE.
		= 15	;CHIP-SELECT = P27
0012	561A	= 16	ADWDL1: JTI RETURN ;RETURN, WENN KEIN WANDLUNGSERGEBNIS
0014	9A7F	= 17	ANL P2,#7FH ;CHIP-SELECT SETZEN
0016	80	= 18	MOVX A,@R0 ;WERT IN AKKU LESEN
0017	A0	= 19	MOV @R0,A ;WERT IN RAM-SPEICHER
0018	8A80	= 20	ORL P2,#80H ;CHIP ABSCHALTEN
001A	83	= 21	RETURN: RET
		22	END

USER SYMBOLS

ADWDL1 0012 RETURN 001A START 000A

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

Bild 10.1.3

Wird mit L-Pegel an Testpunkt T1 angezeigt, daß ein neues Wandlungsergebnis vorliegt, setzt der nachfolgende Befehl ANL P2,#7FH den Anschluß P27 auf L-Pegel und wählt damit den Baustein SAB 3060 an. Mit dem Befehl MOVX A,@R0 wird das Wandlungsergebnis in den Akku übernommen. Der nachfolgende Befehl MOV @R0,A schreibt dieses Ergebnis in eine RAM-Speicherstelle, die mit dem Inhalt des Registers R0 adressiert ist. Mit dem nächsten Befehl ORL P2,#80H wird P27 wieder auf H-Pegel gesetzt. Der Start einer neuen Wandlung wurde bereits bei der steigenden Flanke des \overline{RD} -Signales im Befehl MOVX A,@R0 bewirkt. Der letzte Befehl RET veranlaßt den Mikrocomputer, in das aufrufende Programm zurückzukehren.

Vor Aufruf dieses Unterprogrammes muß im aufrufenden Programm mit dem Inhalt des Registers R0 die Speicherstelle bestimmt werden, auf der das Wandlungsergebnis des AD-Wandlers zwischengespeichert werden soll. Das Unterprogramm nach **Bild 10.1.3** hat eine Ausführungszeit von 27,5 µs (bei 6 MHz-Quarz) und vor-handenem Wandlungsergebnis. Ohne Wandlungsergebnis hat das Programm nach **Bild 10.1.3** eine Laufzeit von 7,5 µs.

Abfragen des AD-Wandlers über Interrupt

In diesem Falle führt die Leitung $\overline{\text{INT}}$ des SAB 3060 P auf $\overline{\text{INT}}$ des Mikrocomputers. Im Hauptprogramm **Bild 10.1.4** steht im Interrupt-Vektor (Adresse 0003) ein Sprungbefehl zum Unterprogramm ADWDL2. Da an der unterbrochenen Stelle des Hauptprogrammes das Register R0 einen beliebigen Inhalt haben kann, muß im Unterbrechungs-Unterprogramm als erstes das Register R0 auf die gewünschte Speicheradresse gesetzt werden; in diesem Fall 27H (**Bild 10.1.4**). Um die Daten des Registers R0 der Registerbank 0 nicht zu zerstören, wird vorher noch die Registerbank 1 angewählt (SEL RB1). Die Abfrage der Klemme T₁ fällt fort, da hier ja über den Interrupt jedesmal, wenn ein neues Wandlungsergebnis vorliegt, eine Unterbrechung des laufenden Programms bewirkt wird. Die weiteren Befehle sind wie in **Bild 10.1.3**, jedoch wird hier der Rücksprungbefehl RETR benutzt. Der Befehl setzt die Bits 4 bis 7 des Programmstatus-Wortes und somit auch die Registerbank auf den alten Zustand vor dem Interrupt zurück.

ASM48 TEST02.SRC

ISIS-II MCS-48/UPI-41 MACRO ASSEMBLER, V3.0

PAGE 1

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
0000	75	1	ENT0 CLK ;TAKT AUF T0 LEGEN
0001	040A	2	JMP START ;HAUPTPROGRAMM AUSFUEHREN
0003		3	ORG 03H ;INTERRUPTVEKTOR
0003	0413	4	JMP ADWDL2 ;ABFRAGE AD-WANDLER
000A		5	ORG 0AH ;TIMERINTERRUPTVEKTOR FREIHALTEN
000A	1413	6	START: CALL ADWDL2 ;STARTEN DER 1.AD-WANDLUNG
000C	05	7	WDHOLE: EN I ;INTERRUPT FREIGEBEN
000D	B827	8	MOV R0,#27H ;ADRESSIERUNG ZWISCHENSPEICHER
000F	F0	9	MOV A,R0 ;ZWISCHENSPEICHER IN AKKU
0010	39	10	OUTL P1,A ;WANDLUNGSERGEBNIS AUF P1
0011	040C	11	JMP WDHOLE ;ZYKLISCHE WIEDERHOLUNG BZW.
		12	;HIER WEITERES PROGRAMM
		13	
		14	
		15	
		16	\$INCLUDE(ADWDL2.SRC)
		= 17	;UNTERPROGRAMM 'ADWDL2' FRAGT DEN AD-WANDLER SAB 3060 AB UND
		= 18	;GIBT DEN MESSWERT IN DIE RAM-SPEICHERSTELLE 27H AUS.
		= 19	;CHIP-SELECT = P27
0013	D5	= 20	ADWDL2: SEL RB1 ;REGISTERBANK 1 ANWAELHEN
0014	B827	= 21	MOV R0,#27H ;SPEICHERSTELLE ADRESSIEREN
0016	9A7F	= 22	ANL P2,#7FH ;CHIP-SELECT SETZEN
0018	80	= 23	MOVX A,R0 ;WERT IN AKKU LESEN
0019	A0	= 24	MOV R0,A ;WERT IN RAM-ZWISCHENSPEICHER
001A	8A80	= 25	ORL P2,#80H ;CHIP ABSCHALTEN
001C	93	= 26	RETR ;RETURN MIT RESTORE PSW
		27	END

USER SYMBOLS

ADWDL2 0013 START 000A WDHOLE 000C

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

Bild 10.1.4

Beim Einschalten des Mikrocomputers muß einmal der AD-Wandler gestartet werden, da er sonst nicht umwandelt und dann auch kein $\overline{\text{INT}} = \text{L}$ zustande käme, welches den Interrupt auslösen soll. Das Starten geschieht hier mit dem Befehl CALL ADWDL2. Da beim Befehl MOVX A,@R0 im Unterprogramm noch kein Wandlungsergebnis des AD-Wandlers vorliegen kann, wird das erste Mal ein undefinierter Wert in den Zwischenspeicher (hier Adresse #27H) eingelesen (Wandlungszeit $\approx 42 \mu\text{s}$).

Will man dies vermeiden, werden statt CALL ADWDL2 die beiden Befehle

```
ANL P2,#7FH
und ORL P2,#80H
```

benutzt.

Im Hauptprogramm selbst kann der Interrupt mit dem Befehl DIS I (externe Interrupt-Signale werden ignoriert) unterbunden werden. Dies ist insbesondere dann nötig, wenn der Inhalt des Akkumulators durch ein Unterinterrupt-Unterprogramm nicht zerstört werden darf. Wird ein neues Meßergebnis vom AD-Wandler gewünscht, wird im Hauptprogramm der Interrupt mit dem Befehl EN I freigegeben.

Vor dem Auslesen der Speicherstelle (hier #27H) muß das Register R0 den Inhalt dieser Adresse haben, da im Unterprogramm R0 der Registerbank RB1 benutzt wurde.

Vor- und Nachteile der Varianten

1. ADWDLG: Das Unterprogramm bewirkt einen neuen Wandlungsstart.
Vorteil: Analogwert nach dem letzten Stand wird ausgegeben.
Nachteil: Unterprogramm benötigt immer die Wandlungszeit des AD-Wandlers.
2. ADWDL1: Unterprogramm wird sofort verlassen, wenn kein Wandlungsergebnis vorliegt.
Vorteil: Optimale Laufzeit.
Nachteil: Bei längerem Hauptprogramm kann Wandlungsergebnis nicht der aktuelle Stand des Analog-Einganges sein.
3. ADWDL2: Durch Interrupt wird Zwischenspeicher mit dem jeweils neuesten Wandlungsergebnis überschrieben.
Vorteil: Optimale Laufzeit.
Nachteil: Hauptprogramm wird häufig durch Interrupt unterbrochen. Für weiteren Interrupt zusätzlicher Hard- und Softwareaufwand.

Bauteile-Liste zu Schaltung 10.1

Bauteile	Bestellnummer
1 Einchip-8-Bit-Mikrocomputer (6-MHz-Version)	SAB 8048-D Q67120-C37-D88
1 8-Bit-Analog-Digital-Wandler	SAB 3060-P Q67120-P53
2 Polypropylen-Kondensatoren	22 pF/630 V B33063-B6220-F
1 Tantal-Elektrolytkondensator	1 μF /40 V B45181-B4105-M
2 Alu-Elektrolytkondensatoren (+50, -10%)	100 μF /16 V B41588-C4107-T
1 Kohleschichtwiderstand	1 k Ω , 0,5 W, $\pm 5\%$ B51261-Z4102-J1
1 Schwingquarz	6 MHz -

10.2 Anzeigetafel mit Flüssigkristall-Display-Modul LCM 1001

Die Anzeigetafel ist mit zwölf 4stelligen Anzeigen, bestückt mit Flüssigkristalldisplay-Moduln LCM 1001, aufgebaut, wobei die Anzeigen im Format DIN A4 in zwei Reihen zu je 6 Stück untereinander angeordnet sind. Jede Anzeige läßt sich über die Tastatur direkt anwählen, beschreiben und löschen. Der Abschluß einer Eingabe ist durch Betätigung der Quittungstaste vorgenommen. Für die Tastatur werden einfache Arbeitskontakt-Taster (ohne Tastencoder) verwendet.

Bild 10.2.1 zeigt die Ansteuerschaltung. Kernstück dieser Schaltung ist der anwenderprogrammierbare Mikrocomputer SAB 8748 mit dem Ein-/Ausgabe-Erweiterungsbaustein SAB 8243. Außer den für die Display-Anwahl erforderlichen Decodern 4514 und Gatterbausteinen 4081 (siehe **Bild 10.2.2**) werden an integrierten Schaltungen nur noch ein Monoflop 4047 zur Erzeugung des Interruptfreigabe-Impulses und vier Pufferstufen 4050 als Trennstufen für die Tastaturzeilenmatrix benötigt.

Programmablauf

Die Programmübersicht zeigt Struktogramm **Bild 10.2.3**, das Programm selbst **Bild 10.2.4**.

Nach Anlegen der Betriebsspannung erfolgt ein automatischer Reset, die Displays werden zurückgesetzt (Unterdrückung der führenden Nullen). Bis zum Eintreffen einer Interrupt-Aufforderung durch Tasteneingabe verharrt die Schaltung in einer Warteschleife.

Nach erfolgter Tastenbetätigung werden die Spalten der Tastenmatrix nacheinander aktiviert (High-Pegel) und die Zeilen sequentiell abgefragt. Die dem Tastenaufruf entsprechende Ziffer wird im Register 1 abgespeichert und anschließend in das Anzeigeregister 4 transferiert. Diese Zwischenspeicherung im Register 1 ist nötig, da zwischenzeitlich geprüft werden muß, ob das Anzeigeregister 4 leer ist, oder dieses durch Verschieben des Inhalts in ein höherwertiges Anzeigeregister geleert werden muß.

Im Folgenden ist nun zu unterscheiden, ob mit dem nächsten Tastenaufruf eine Display-Adressierung (Reihe A oder B) vorgenommen werden soll, oder ob eine weitere Ziffer eingeschrieben wird.

Bei der Display-Adressierung wird über einen Decoder das durch Register 4 adressierte Display angewählt. Die Freigabe erfolgt über die in den Leitungen befindlichen UND-Glieder.

Wird eine weitere Ziffer eingeschrieben, so wird diese entsprechend ihrem dezimalen Stellenwert in das Anzeigeregister Reg. 4, 5, 6 oder 7 transferiert.

Die Übernahme der Anzeigeregisterinhalte in das Display erfolgt durch Betätigen der Taste Q (Quittung). Da nach erfolgtem Einschreibevorgang die Adresse zur Unterdrückung der führenden Nullen in die Anzeigeregister eingespeichert wird, kann bei erneuter Betätigung der Taste Q das Display gelöscht werden.

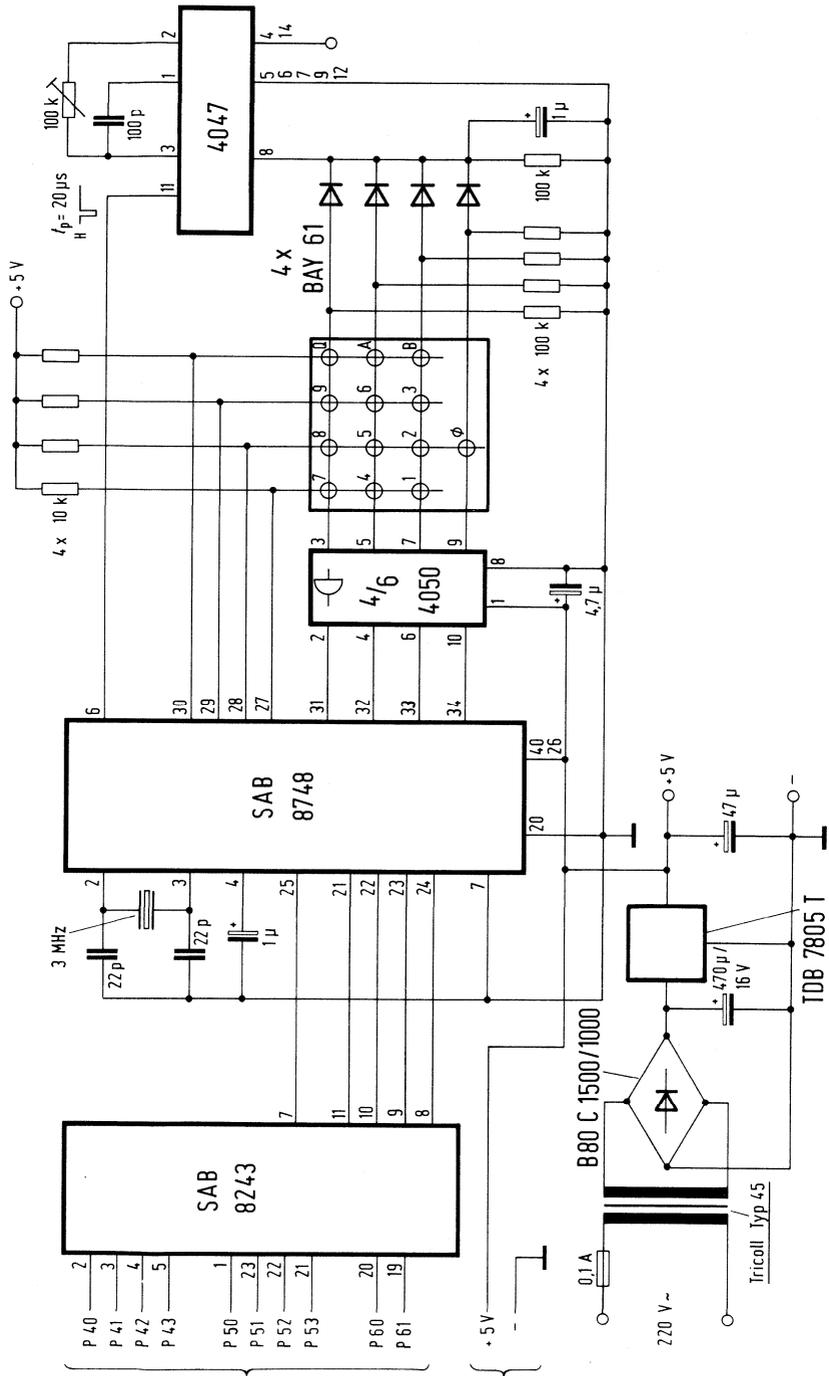


Bild 10.2.1

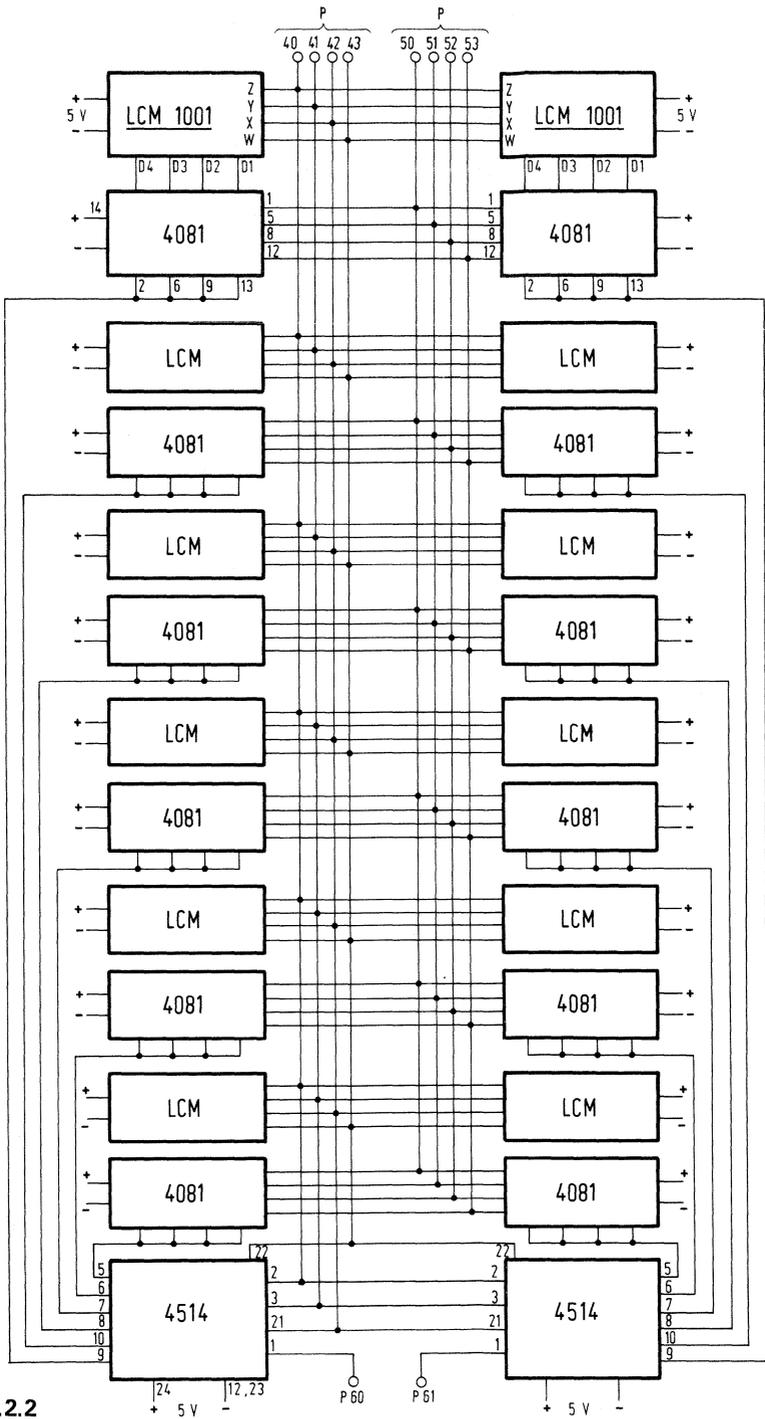


Bild 10.2.2

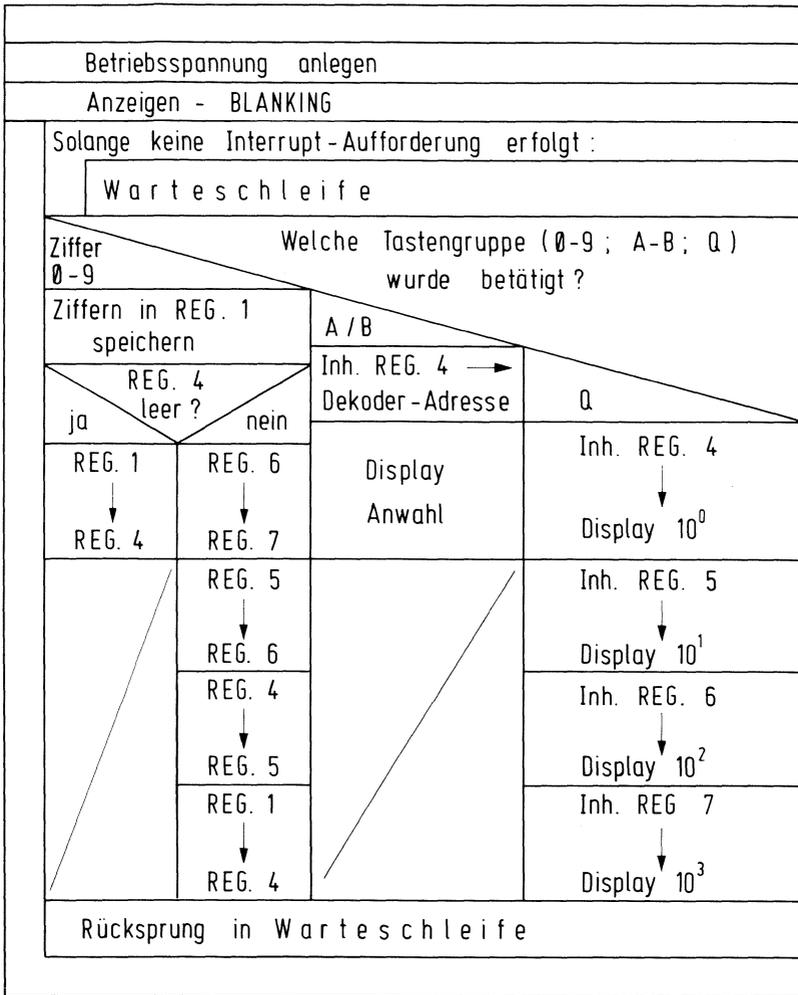


Bild 10.2.3

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		1	;***** ANZEIGETAFEL *****
		2	;BESCHREIBEN VON ZWOELF 4-STELLIGEN LCD-ANZEIGE-MODULEN
		3	;UEBER EINGABETASTATUR .
		4	;EDITOR: B AT SE (LINDL)
		5	;
		6	;
		7	;
0000		8	ORG 0000H ;START-ADRESSE
0000	0410	9	JMP ANFG
0003		10	ORG 0003H ;INTERRUPTVEKTOR-ADRESSE
0003	0417	11	JMP ARBEIT
0010		12	ORG 0010H
0010	14FE	13	ANFG: CALL CLEAR ;DISPLAY-BLANK
0012	09FF	14	WARTE: ORL P1,#0FFH ;SPALTEN,ZEILEN HIGH
0014	05	15	EN I
0015	0412	16	JMP WARTE ;WARTESCHLEIFE,BIS INTERRUPT-AUFFORDERUNG ERFOLGT
		17	\$EJECT

Bild 10.2.4 1. Teil

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		18	;ABFRAGE DER ZEILENMATRIX UND TRANSFER DES DEN TASTENAUFTRUF
		19	;ENTSPRECHENDEN ZEICHENS IN DIE ANZEIGEREISTER R4,5,6,7.
0017	05	20	ARBEIT: CLR F0 ;FLAG 0 RUECKSETZEN
0018	23F1	21	MOV A,#0F1H
001A	39	22	OUTL P1,A ;SPALTE 1 AKTIVIERT
001B	09	23	IN A,P1 ;PORT 1 FUER ZEILENABFRAGE IN AKKU
001C	F7	24	RLC A ;BIT 7 IN UEBERTRAG
001D	F7	25	RLC A ;BIT 6 IN UEBERTRAG
001E	F6DA	26	JC ZIF1 ;WENN CB -1 ZIF1 IN ANZEIGEREISTER
0020	F7	27	RLC A ;BIT 5 IN UEBERTRAG
0021	F6E6	28	JC ZIF4
0023	F7	29	RLC A
0024	F6F2	30	JC ZIF7
0026	23F2	31	MOV A,#0F2H
0028	39	32	OUTL P1,A ;SPALTE 2 AKTIVIERT
0029	09	33	IN A,P1
002A	F7	34	RLC A
002B	F6D6	35	JC ZIF0
002D	F7	36	RLC A
002E	F6DE	37	JC ZIF2
0030	F7	38	RLC A
0031	F6EA	39	JC ZIF5
0033	F7	40	RLC A
0034	F6F6	41	JC ZIF8
0036	23F4	42	MOV A,#0F4H ;SPALTE 3 AKTIVIERT
0038	39	43	OUTL P1,A
0039	09	44	IN A,P1
003A	F7	45	RLC A
003B	F7	46	RLC A
003C	F6E2	47	JC ZIF3
003E	F7	48	RLC A
003F	F6EE	49	JC ZIF6
0041	F7	50	RLC A
0042	F6FA	51	JC ZIF9
0044	23F8	52	MOV A,#0F8H
0046	39	53	OUTL P1,A ;SPALTE 4 AKTIVIERT
0047	09	54	IN A,P1
0048	F7	55	RLC A
0049	F7	56	RLC A
004A	F674	57	JC ZIFB ;AUFRUF DISPLAYREIHE B
004C	F7	58	RLC A
004D	F667	59	JC ZIFA ;AUFRUF DISPLAYREIHE A
004F	F7	60	RLC A
0050	F6B1	61	JC QITTU ;WENN CB =1,INH.ANZG.-REG. IN DISPLAY EINSCHREIBEN
0052	93	62	RETR ;RUECKSPRUNG IN WARTESCHLEIFE
		63	\$EJECT

Bild 10.2.4 2. Teil

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		64	;ANZEIGEREGISTER ZURUECKSETZEN (=ANZEIGE-BLANK)
0053	BF0F	65	BLANK: MOV R7,#0FH
0055	BE0F	66	MOV R4,#0FH
0057	BD0F	67	MOV R5,#0FH
0059	BC0F	68	MOV R4,#0FH
005B	83	69	RET
		70	;
		71	;POSITIONSDEKODER RUECKSETZEN.
005C	2300	72	DEKRES: MOV A,#00H
005E	3C	73	MOVD P4,A
005F	3E	74	MOVD P6,A
0060	230F	75	MOV A,#0FH
0062	3E	76	MOVD P6,A
0063	2300	77	MOV A,#00H
0065	3E	78	MOVD P6,A
0066	83	79	RET
0067	145C	80	ZIFA: CALL DEKRES
0069	FC	81	MOV A,R4
006A	3C	82	MOVD P4,A ;ANWAHL DES GEWUENSCHTEN DISPLAYS (DATEN)
006B	2301	83	MOV A,#01H
006D	3E	84	MOVD P6,A ;DEKODER AKTIVIEREN (REIHE A)
006E	2300	85	MOV A,#00H
0070	3E	86	MOVD P6,A
0071	1453	87	CALL BLANK
0073	93	88	RETR
0074	145C	89	ZIFB: CALL DEKRES
0076	FC	90	MOV A,R4
0077	3C	91	MOVD P4,A
0078	2302	92	MOV A,#02H
007A	3E	93	MOVD P6,A
007B	2300	94	MOV A,#00H
007D	3E	95	MOVD P6,A
007E	1453	96	CALL BLANK
0080	93	97	RETR
		98	*EJECT

Bild 10.2.4 3. Teil

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		99	;UEBERNAHME DER ANZEIGEREGISTER-INHALTE IN DIE
		100	;DISPLAY-SPEICHER
0081	FC	101	QITTU: MOV A,R4
0082	3C	102	MOVD P4,A ;DATEN AUS REG.4 AUF DATENLEITUNG P4 GEBEN
0083	2301	103	MOV A,#01H
0085	3D	104	MOVD P5,A ;EINSCHREIBEN IN DIGIT 1
0086	00	105	NOP ;SCHREIBIMPULSVERLAENGERUNG
0087	2300	106	MOV A,#00H
0089	3D	107	MOVD P5,A ;RESET SCHREIBIMPULS
008A	FD	108	MOV A,R5
008B	3C	109	MOVD P4,A
008C	2302	110	MOV A,#02H
008E	3D	111	MOVD P5,A ;EINSCHREIBEN IN DIGIT 2
008F	00	112	NOP
0090	2300	113	MOV A,#00H
0092	3D	114	MOVD P5,A
0093	FE	115	MOV A,R6
0094	3C	116	MOVD P4,A
0095	2304	117	MOV A,#04H
0097	3D	118	MOVD P5,A ; " " " " 3
0098	00	119	NOP
0099	2300	120	MOV A,#00H
009B	3D	121	MOVD P5,A
009C	FF	122	MOV A,R7
009D	3C	123	MOVD P4,A
009E	2300	124	MOV A,#00H ; " " " " 4
00A0	3D	125	MOVD P5,A
00A1	00	126	NOP
00A2	2300	127	MOV A,#00H
00A4	3D	128	MOVD P5,A
00A5	B6D3	129	JF0 CA ;WENN F0 GESETZT,INCR.REG3 UND FORTSETZ. CLEAR
00A7	1453	130	CALL BLANK
00A9	93	131	RETR ;RET. WARTESCHLEIFE
		132	*EJECT

Bild 10.2.4 4. Teil

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		133	;ORDNEN DER EINGEGEBENEN ZAHLEN IN DEN ANZEIGEREGISTERN
00AA	FC	134	NUME: MOV A,R4 ;INHALT REGISTER 4 IN AKKU
00AB	F7	135	RLC A ;BIT 7 IN UEBERTRAG
00AC	E6BB	136	JNC TA ;WENN CB=1,DANN REG.1 CHANGE REG.4
00AE	FD	137	MOV A,R5 ;INHALT REG.5 IN AKKU
00AF	F7	138	RLC A
00B0	E6BE	139	JNC TB
00B2	FE	140	MOV A,R6
00B3	F7	141	RLC A
00B4	E6C3	142	JNC TC
00B6	FF	143	MOV A,R7
00B7	F7	144	RLC A
00B8	E6CA	145	JNC TD
00BA	93	146	RETR
00BB	F9	147	TA: MOV A,R1
00BC	2C	148	XCH A,R4
00BD	93	149	RETR
00BE	FC	150	TB: MOV A,R4
00BF	2D	151	XCH A,R5
00C0	F9	152	MOV A,R1
00C1	2C	153	XCH A,R4
00C2	93	154	RETR
00C3	FD	155	TC: MOV A,R5
00C4	2E	156	XCH A,R6
00C5	FC	157	MOV A,R4
00C6	2D	158	XCH A,R5
00C7	F9	159	MOV A,R1
00C8	2C	160	XCH A,R4
00C9	93	161	RETR
00CA	FE	162	TD: MOV A,R6
00CB	2F	163	XCH A,R7
00CC	FD	164	MOV A,R5
00CD	2E	165	XCH A,R6
00CE	FC	166	MOV A,R4
00CF	2D	167	XCH A,R5
00D0	F9	168	MOV A,R1
00D1	2C	169	XCH A,R4
00D2	93	170	RETR
00D3	1B	171	CA: INC R3
00D4	2402	172	JMP CC
		173	JEJECT

Bild 10.2.4 5. Teil

```

LOC OBJ          LINE      SOURCE STATEMENT
174 ;EINSCHREIBEN DER DEM TASTENAUFBRUF ENTSPRECHENDEN ZIFFERN
175 ;# - 9 IN DAS ANZEIGEREGISTER R1,WOBEI DIE VOR DEM HEXZIFFERN-
176 ;WERT STEHENDE ' 8 ' ZUR KONTROLLE DER REGISTERBELEGUNG
177 ;BENUTZT WIRD.
00D6 B980      178 ZIF0:  MOV R1,#00H
00D8 04AA      179          JMP NUME
00DA B981      180 ZIF1:  MOV R1,#01H
00DC 04AA      181          JMP NUME
00DE B982      182 ZIF2:  MOV R1,#02H
00E0 04AA      183          JMP NUME
00E2 B983      184 ZIF3:  MOV R1,#03H
00E4 04AA      185          JMP NUME
00E6 B984      186 ZIF4:  MOV R1,#04H
00E8 04AA      187          JMP NUME
00EA B985      188 ZIF5:  MOV R1,#05H
00EC 04AA      189          JMP NUME
00EE B986      190 ZIF6:  MOV R1,#06H
00F0 04AA      191          JMP NUME
00F2 B987      192 ZIF7:  MOV R1,#07H
00F4 04AA      193          JMP NUME
00F6 B988      194 ZIF8:  MOV R1,#08H
00F8 04AA      195          JMP NUME
00FA B989      196 ZIF9:  MOV R1,#09H
00FC 04AA      197          JMP NUME
198          ;
199 ;MIT CLEAR WERDEN IN 6 SCHRITTEN ALLE ANZEIGEN GEBLANKT.
00FE BB01      200 CLEAR:  MOV R3,#01H ;DATEN ZUR ANWAHL DER ANZEIGEN IN REIHEI EINGEBEN
0100 BB07      201          MOV R0,#07H ;EINGABE POSITIONSREGISTER(=6 DISPLAYREIHEN)
0102 FB        202 CC:    MOV A,R3
0103 3C        203          MOVV P4,A ;DATEN AN DEKODER
0104 2300      204          MOV A,#00H
0106 3E        205          MOVV P6,A
0107 2303      206          MOV A,#03H ;DEKODER (A,B) AKTIVIEREN
0109 3E        207          MOVV P6,A
010A 2300      208          MOV A,#00H
010C 3E        209          MOVV P6,A
010D CB        210          DEC R0 ;POSITIONSREGISTER(R0) DEKREMENTIEREN
010E F8        211          MOV A,R0
010F 9612      212          JNZ CB ;WENN INHALT R0 = 1,SPRUNG NACH CB
0111 83        213          RET
0112 1453      214 CB:    CALL BLANK ;ANZEIGEREGISTER RUECKSETZEN
0114 85        215          CLR F0
0115 95        216          CPL F0 ;FLAG 0 SETZEN!(VERHINDERT RUECKSPRUNG IN
0116 0401      217          JMP DITTU ;WARTESCHLEIFE BEI DITTU
218          ;ANZEIGEN WERDEN IN DITTU GEBLANKT
219          END

USER SYMBOLS
ANFG 0010  ARBEIT 0017  BLANK 0053  CA 00D3  CB 0112  CC 0102  CLEAR 00FE  DEKRES 005C
NUME 00AA  DITTU 0001  TA 00BB  TB 00BE  TC 00C3  TD 00CA  WARTE 0012  ZIF0 00D6
ZIF1 00DA  ZIF2 00DE  ZIF3 00E2  ZIF4 00E6  ZIF5 00EA  ZIF6 00EE  ZIF7 00F2  ZIF8 00F6
ZIF9 00FA  ZIFA 0067  ZIFB 0074
    
```

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

Bild 10.2.4 6. Teil

Bedienung bei Eingabe

1. Display-Anwahl

- Drücken der dem Display zugeordneten Ziffer (1-6)
- Betätigen der Spaltentaste A oder B

2. Zifferneingabe

- Eingabe der entsprechenden Zahl (max. 4 Stellen)
- Betätigen der Taste Q (Übernahme in Display)

3. Anzeige löschen

- Erfolg automatisch bei neuer Zifferneingabe oder durch
- Betätigen der Q-Taste ohne Zifferneingabe

Bauteile-Liste zu Schaltung 10.2

Bauteil		Bestellnummer	
1	Mikrocomputer-IS	SAB 8748-8-D	Q67120-C31-D88
1	E/A-Erweiterungs-IS	SAB 8243-D	Q67120-P25-D88
12	Anzeigemodule	LCM 1001	Q29-X121
12	UND-Glieder-IS	4081 BDC	Q67100-H1049
2	4 bis 16-Dekoder-IS	4514 BF	Q67100-Y207
1	Hex-Puffer-IS	4050 BDC	Q67100-H981
1	Monoflop-IS	4047 BDC	Q67100-K69
4	Dioden	BAY 61	Q62702-A389
1	Quarz	Typ A 5,990400 MHz	Q81002-S5990-H400
1	Spannungsregler	TDB 7805 T	Q67000-A1047
1	Gleichrichter	B1912-B80C1500/1000	C66067-A1707-A3
1	Trafo Tricoll	Typ 45	Commerzstahl München
2	Polypropylen-Kondensatoren	22 pF/630 V	B33063-B6220-F
1	Polypropylen-Kondensator	100 pF/630 V	B33063-B6101
2	Tantal-Elektrolytkondensatoren	1 µF/40 V	B45181-C4105-M
1	Elektrolytkondensator	47 µF/10 V	B41313-A3476-T
1	Elektrolytkondensator	470 µF/16 V	B41283-A4477-T
4	Widerstände, alternativ	10 kΩ/0,5 W	B51261-Z4103-J1
1	Widerstandsnetzwerk ¹⁾	4 × 1 kΩ	B92442-A102-J304
5	Widerstände, alternativ	100 kΩ/0,5 W	B51261-Z4104-J1
1	Widerstandsnetzwerk ¹⁾	5 × 10 kΩ	B92442-A103-J305

¹⁾ Bei Einsatz von Widerstandsnetzwerken wird der Wert um Faktor 10 reduziert. Das Teilungsverhältnis bleibt dabei 10:1.

10.3 LED-Laufschrift

Die Ausgabe bzw. Anzeige von Texten mit wichtigen Informationen für den Bediennenden ist nicht nur auf Geräte und Anlagen der Datentechnik beschränkt, sondern wird zunehmend auch in anderen Bereichen, z.B. in der Industrie- und Konsumelektronik sowie in der Meßtechnik angewendet. Die Informationen der verschiedensten Art (z.B. Programmsergebnisse, Meßergebnisse, Fehlerhinweise, Entscheidungshilfen usw.) wirken als Laufschrift besonders deutlich und auffällig.

Bei einer Verweilzeit von 0,25 s je Zeichen und Stelle ist der Text noch mühelos zu lesen. Ein besonderer Vorteil von Laufschriften mit elektronischer Steuerung durch einen Mikrocomputer ist das rasche Ändern der Information. Bei der hier vorgestellten Schaltung können im 1-KByte-Programmspeicher (EPROM) des SAB 8748 bis zu 900 Zeichen bereitgehalten werden. Ein Ändern der Information ist durch Austausch gegen einen Mikrocomputer mit anderem Speicherinhalt möglich.

Die hier beschriebene Lösung, mit dem Einchip-Mikrocomputer SAB 8748 und der alphanumerischen 16-Segment-LED-Anzeige DL 2416 mit integriertem Speicher, Decoder und Treiber, zeichnet sich durch besonders geringen Aufwand aus.

Hardware

Die Datenübertragung vom SAB 8748 zu den Anzeigen DL 2416 erfolgt im ASCII-Code über den Busport (DB0 bis DB6) und \overline{WR} als Strobe (**Bild 10.3.1**). Die Anschlüsse P20 und P21 des Ports 2 adressieren die einzelnen Stellen innerhalb

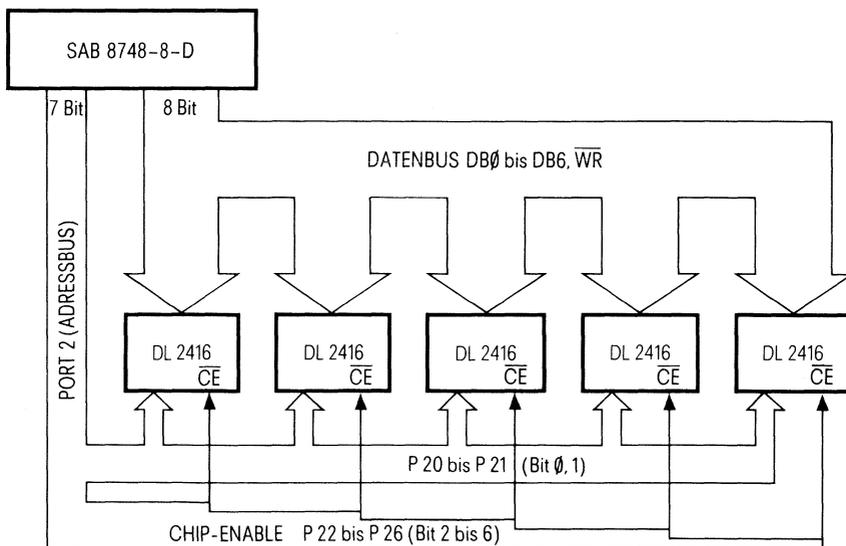


Bild 10.3.1

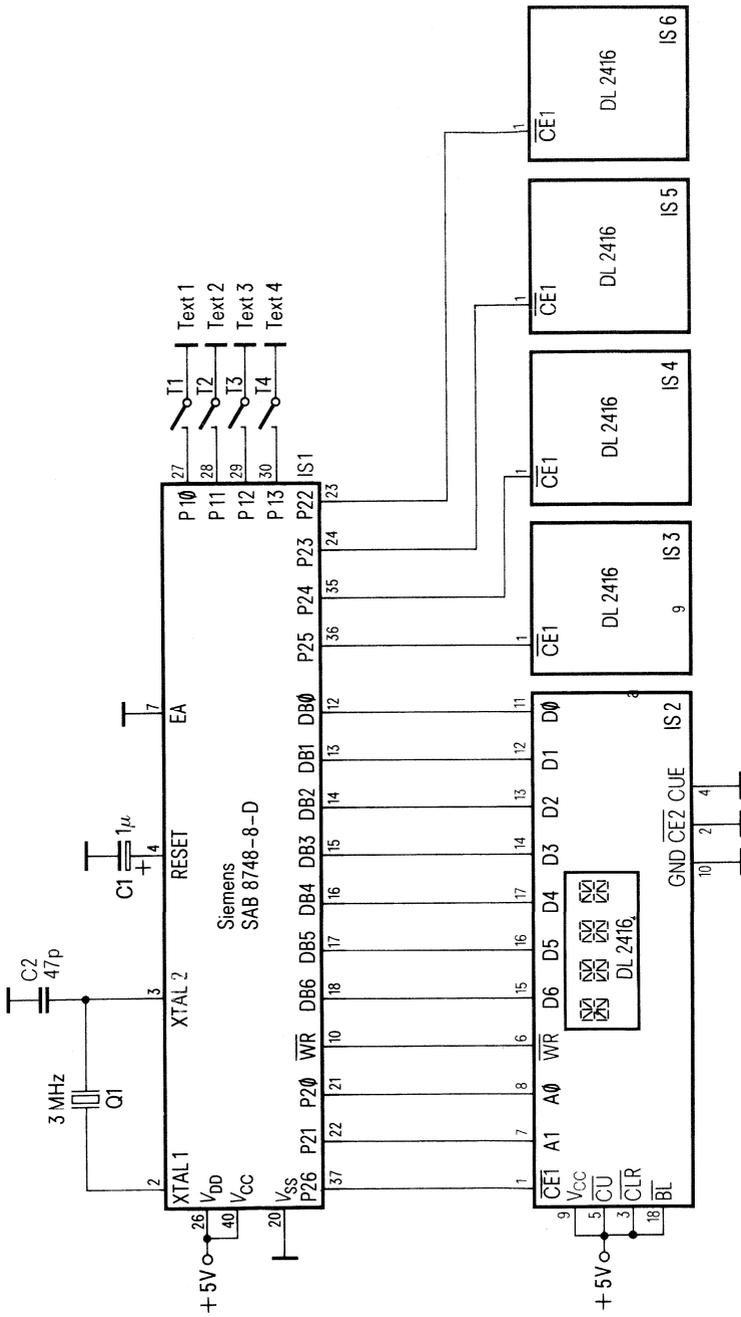


Bild 10.3.2

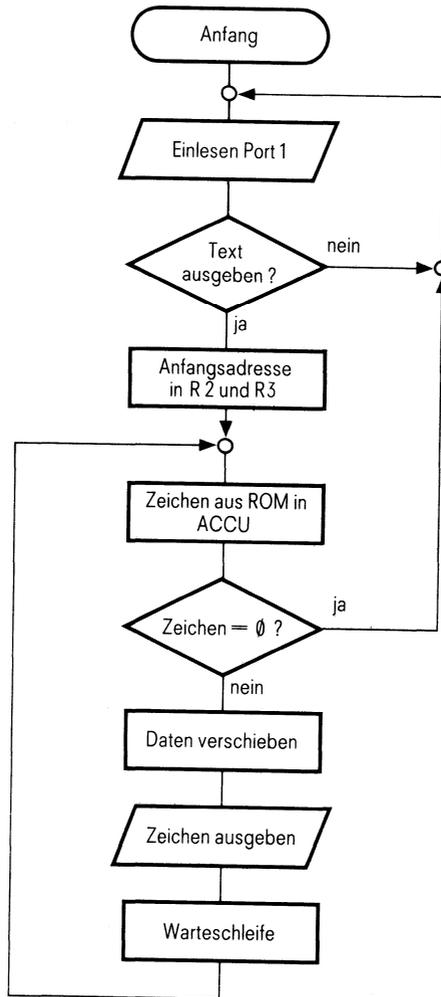


Bild 10.3.3

der Anzeige DL 2416, während P22 bis P26 die einzelnen Bausteine über die Chip-Enable-Eingänge $\overline{CE1}$ ansprechen. Wird ein Anschluß des Ports 1 mit Masse verbunden, reagiert der Prozessor darauf mit der Ausgabe des entsprechenden Textes. Dabei können vier verschiedene Textteile eingespeichert und abgerufen werden. Die Länge der einzelnen Textteile ist beliebig, solange die Speicherkapazität (900 Byte) dies zuläßt. Außer der in **Bild 10.3.2** angegebenen Beschaltung für den Oszillator und Reset ist keine weitere Beschaltung notwendig.

Software

Die ersten 100 Byte des PROM sind für das Programm belegt. Der Programmspeicher läßt sich nur innerhalb 256 Byte als Datenspeicher lesen, deshalb sind am Anfang jeder „Page“ (s. Listing) noch Befehle nötig. Zu Beginn des Programms wird

der Port 1 in einer Schleife abgefragt. Erscheint ein Low an einem Anschluß, so wird die Anfangsadresse des entsprechenden Textes in die Register 2 (Lowadresse) und 3 (Highadresse) geladen. Nun sind in die Ausgaberegister 20H bis 32H Leerzeichen zu übertragen. Danach wird der erste Buchstabe aus dem Textspeicher geholt und in den Datenspeicher nachgeschoben. Der Prozessor verharrt jetzt in einer Warteschleife, die die Geschwindigkeit der Laufschrift bestimmt. Bei einer Oszillatorfrequenz von 3 MHz läuft der Timer alle 40,96 ms über ($\frac{1}{3} \cdot 10^{-6} \mu\text{s} \cdot 15 \cdot 32 \cdot 256$). Wartet man sechs Überläufe ab, rückt die Schrift viermal in der Sekunde weiter. Die 900 Zeichen benötigen zusammen immerhin $3\frac{3}{4}$ Minuten. Wurde als Zeichen das 8-Bit-Wort Null (Zahl 0, nicht ASCII-Zeichen für 0) gelesen, erkennt das Programm dies als Textende. Ein Mitzählen ist also nicht nötig. Es sind damit alle Zeichen ausgegeben und der Prozessor fragt wieder den Port 1 ab. **Bild 10.3.3** zeigt das Flußdiagramm, das komplette Listing ist in **Bild 10.3.4** aufgeführt.

Bauteile-Liste zu Schaltung 10.3.2

Bauteil		Bestellnummer
1	Einchip-8-Bit-Mikrocomputer (1-KByte-EPROM 3-MHz-Version) SAB 8748-8-D	Q67120-C31-D88
5	4stellige alphanumerische LED-Anzeigen mit Speicher, Decoder und Treiber (4 mm Symbolhöhe, 16 Segmente) DL 2416	Q68000-A5577-F114
1	Schwingquarz 3 MHz	–
4	Drucktasten für Leiterplattenmontage, 2 Umschaltkontakte, seitliche Betätigung	C42315-A60-A3

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		1	%MACROFILE PAGELENGTH (100) PAGEWIDTH (93)
		2	;30.1.1980
0000	0A	3	IN A,P2 ;TASTENABFRAGE
0001	37	4	CPL A
0002	120C	5	JB0 AUS1
0004	3212	6	JB1 AUS2
0006	5218	7	JB2 AUS3
0008	721E	8	JB3 AUS4
000A	0400	9	JMP 0
		10	
000C	B800	11	AUS1: MOV R2,#LOW (TEXT1 -1)
000E	BB00	12	MOV R3,#HIGH (TEXT1-1) ;ADRESSE TEXT1
0010	0422	13	JMP ANFANG
		14	
0012	BAA1	15	AUS2: MOV R2,#LOW (TEXT2-1)
0014	BB00	16	MOV R3,#HIGH (TEXT2-1) ;ADRESSE TEXT2
0016	0422	17	JMP ANFANG
		18	
0018	BAC2	19	AUS3: MOV R2,#LOW (TEXT3-1)
001A	BB00	20	MOV R3,#HIGH (TEXT3-1) ;ADRESSE TEXT3
001C	0422	21	JMP ANFANG
		22	
001E	BAE3	23	AUS4: MOV R2,#LOW (TEXT4-1)
0020	BB00	24	MOV R3,#HIGH (TEXT4-1) ;ADRESSE TEXT4
		25	
0022	55	26	ANFANG: STRT T
0023	B820	27	MOV R0,#20H
0025	BD14	28	MOV R5,#20
0027	2320	29	MOV A,#20H ;LEERSTELLE
0029	A0	30	LOECH: MOV @R0,A
002A	18	31	INC R0
002B	ED29	32	DJNZ R5,LOECH ;LEERSTELLE IN RAM 20H - 32H
002D	1464	33	SCHL: CALL EINFUE ;NAECHSTES ZEICHEN
002F	C600	34	HALT: JZ 0 ;LETZTES ZEICHEN ?
0031	BD14	35	MOV R5,#20
0033	B820	36	MOV R0,#20H
0035	20	37	SCHL1: XCH A,@R0 ;NACHSCHIEBEN
0036	18	38	INC R0
0037	ED35	39	DJNZ R5,SCHL1
0039	B820	40	MOV R0,#20H
003B	BCF8	41	MOV R4,#0F8H ;CHIP SELECT 1. DISPLAY
003D	1459	42	CALL AUS4BY ;AUSGABE 4 STELLEN
003F	BCF4	43	MOV R4,#0F4H ;CHIP SELECT 2. DISPLAY
0041	1459	44	CALL AUS4BY
0043	BCEC	45	MOV R4,#0ECH ;CHIP SELECT 3. DISPLAY
0045	1459	46	CALL AUS4BY
0047	BCDC	47	MOV R4,#11011100B ;CHIP SELECT 4. DISPLAY
0049	1459	48	CALL AUS4BY
004B	BCBC	49	MOV R4,#110111100B ;CHIP SELECT 5. DISPLAY
004D	1459	50	CALL AUS4BY
004F	BD0A	51	MOV R5,#10
0051	1655	52	WARTE: JTF WEITER ;WARTESCHLEIFE 240 MS
0053	0451	53	JMP WARTE
0055	ED51	54	WEITER: DJNZ R5,WARTE
0057	042D	55	JMP SCHL
		56	
		57	;UNTER PROGRAMM AUSGABE 4 STELLEN
		58	;R0 POINTER ZUM AUSZUGEBENDEN ZEICHEN
		59	;R4 CHIP SELECT UND 2 BIT ADRESSE
		60	;R5 SCHLEIFENZAehler
		61	
0059	BD04	62	AUS4BY: MOV R5,#4
005B	FC	63	AUS4B1: MOV A,R4
005C	39	64	OUTL P1,A
005D	1C	65	INC R4
005E	F0	66	MOV A,@R0
005F	02	67	OUTL BUS,A
0060	18	68	INC R0
0061	ED5B	69	DJNZ R5,AUS4B1
0063	B3	70	RET
		71	\$EJECT

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		72	;UNTERPROGRAMM EINHOHLEN NAECHSTES ZEICHEN
		73	;ADRESSE IN R2 (LOW) UND R3 (HIGH)
		74	;SPRINTG AUF JEWEILIGEN SEITENANFANG
		75	;VON DORT RETURN INS HAUOTPROGRAMM
		76	
0064	1A	77	EINFUE: INC R2
0065	FA	78	MOV A,R2
0066	966B	79	JNZ UNGEH
0068	BA02	80	MOV R2,#2
006A	1B	81	INC R3
006B	FB	82	UNGEH: MOV A,R3
006C	036F	83	ADD A,#JMPADR
006E	B3	84	JMPP 0A
006F	73	85	JMPADR: DB JMPADR +4
0070	76	86	DB JMPADR +7
0071	79	87	DB JMPADR +10
0072	7C	88	DB JMPADR +13
0073	FA	89	MOV A,R2
0074	047F	90	JMP DATEN ;PAGE 0 ANFANG DER DATEN
0076	FA	91	MOV A,R2
0077	2400	92	JMP 100H ;PAGE 1
0079	FA	93	MOV A,R2
007A	4400	94	JMP 200H ;PAGE 2
007C	FA	95	MOV A,R2
007D	6400	96	JMP 300H ;PAGE 3
		97	
007F	A3	98	DATEN: MOVP A,0A
0080	83	99	RET
0081	54455854	100	TEXT1: DB ;TEXTAUSGABE 1 ,0
0085	41555347		
0089	41424520		
008D	31202020		
0091	20202020		
0095	20202020		
0099	20202020		
009D	20202020		
00A1	00		
00A2	54455854	101	TEXT2: DB ;TEXTAUSGABE 2 ,0
00A6	41555347		
00AA	41424520		
00AE	32202020		
00B2	20202020		
00B6	20202020		
00BA	20202020		
00BE	20202020		
00C2	00		
00C3	54455854	102	TEXT3: DB ;TEXTAUSGABE 3 ,0
00C7	41555347		
00CB	41424520		
00CF	33202020		
00D3	20202020		
00D7	20202020		
00DB	20202020		
00DF	20202020		
00E3	00		
00E4	54455854	103	TEXT4: DB ;TEXTAUSGABE 4 ,0
00E8	41555347		
00EC	41424520		
00F0	34202020		
00F4	20202020		
00F8	20202020		
00FC	20202020		
0100	A3	104	MOVP A,0A ;DIESE BEFEHLE MUESSEN AN DEN
0101	83	105	RET ;STELLEN 100H 200H UND 300H
0102	20202020	106	DB ;STEHEN ,ANFANG JEDER "PAGE"
0106	00		
		107	END

USER SYMBOLS

ANFANG	0022	AUS1	000C	AUS2	0012	AUS3	0018	AUS4	001E	AUS4B1	005B
AUS4BY	0059	DATEN	007F	EINFUE	0064	HALT	002F	JMPADR	006F	LOECH	0029
SCHL	002D	SCHL1	0035	TEXT1	0081	TEXT2	00A2	TEXT3	00C3	TEXT4	00E4
UNGEH	006B	WARTE	0051	WEITER	0055						

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

10.4 Zeitzeichengesteuerte Uhr mit Mikrocomputer

Der Zeitzeichensender DCF 77 steht in der Nähe von Frankfurt/Main und strahlt mit einer hochstabilen Trägerfrequenz von 77,5 kHz die amtliche (Atom-)Zeitskala der Physikalisch Technischen Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig aus. Der Empfangsradius des 27-kW-Senders beträgt etwa 800 km. In BCD-codierter Form werden Minuten, Stunden, Kalendertag, Wochentag, Kalendermonat und Kalenderjahr aufmoduliert. Die Sekunden selbst werden in Form einer Absenkung des Trägers auf 25% seines Amplitudenwertes übertragen.

Ab der 20. Sekunde von jeder Minute beginnt die codierte Zeitübertragung. Mit jeder folgenden Sekunde wird ein Bit übertragen, insgesamt sind es 39. Bei einer „0“ dauert die Absenkung 0,1 s, bei einer „1“ 0,2 s. Die 59. Sekunde wird unterdrückt, um die nächste Minute anzukündigen. Bauelement- und Verdrahtungsaufwand sind minimal. Bei Störungen läuft die Uhr mit eigener Gangreserve weiter. Programm und Schaltung wurden mit der EPROM-Version des 8048 (8748) entwickelt.

Die Uhr besteht aus den vier Platinenmoduln Netzteil, Mikrocomputer mit Anzeigetreiber, LED-Anzeige und Empfänger.

Eine konstante 5-V-Spannung versorgt den Mikrocomputer (μC) und den Vorverstärker (**Bild 10.4.1**). Die Displays haben eine geregelte Versorgungsspannung, bei der mit einem Fototransistor als Sensor die Helligkeit der Anzeige dem Umlicht angepaßt wird.

Im Empfänger (**Bild 10.4.2**) wird das Antennensignal verstärkt. Nach der Demodulation erhält man 0,1 und 0,2 s breite Sekundenimpulse, die dem Mikrocomputer zugeführt werden. Der Verstärker ist streng nach HF-Gesichtspunkten aufgebaut und in drei Kammern aufgeteilt. Der Ferritstab führt das HF-Signal der ersten Kammer zu, in der sich eine Darlingtonstufe und ein Bandfilter befinden. Der Sekundärkreis ist ggf. mit einer Abschirmkappe zu versehen.

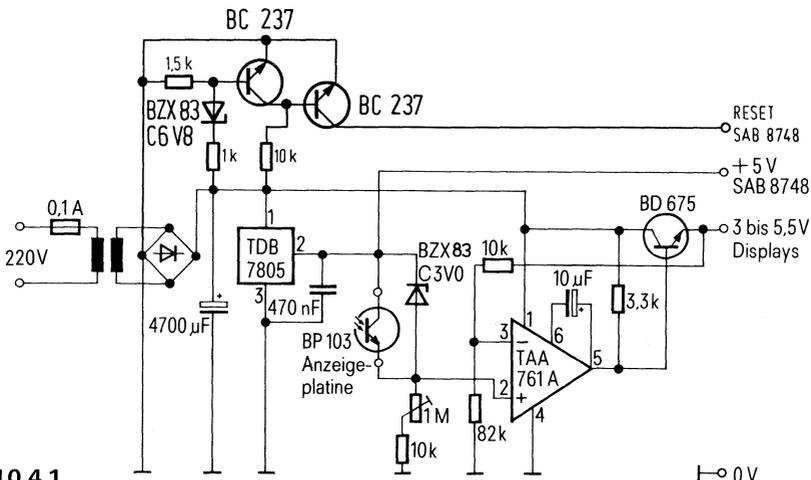


Bild 10.4.1

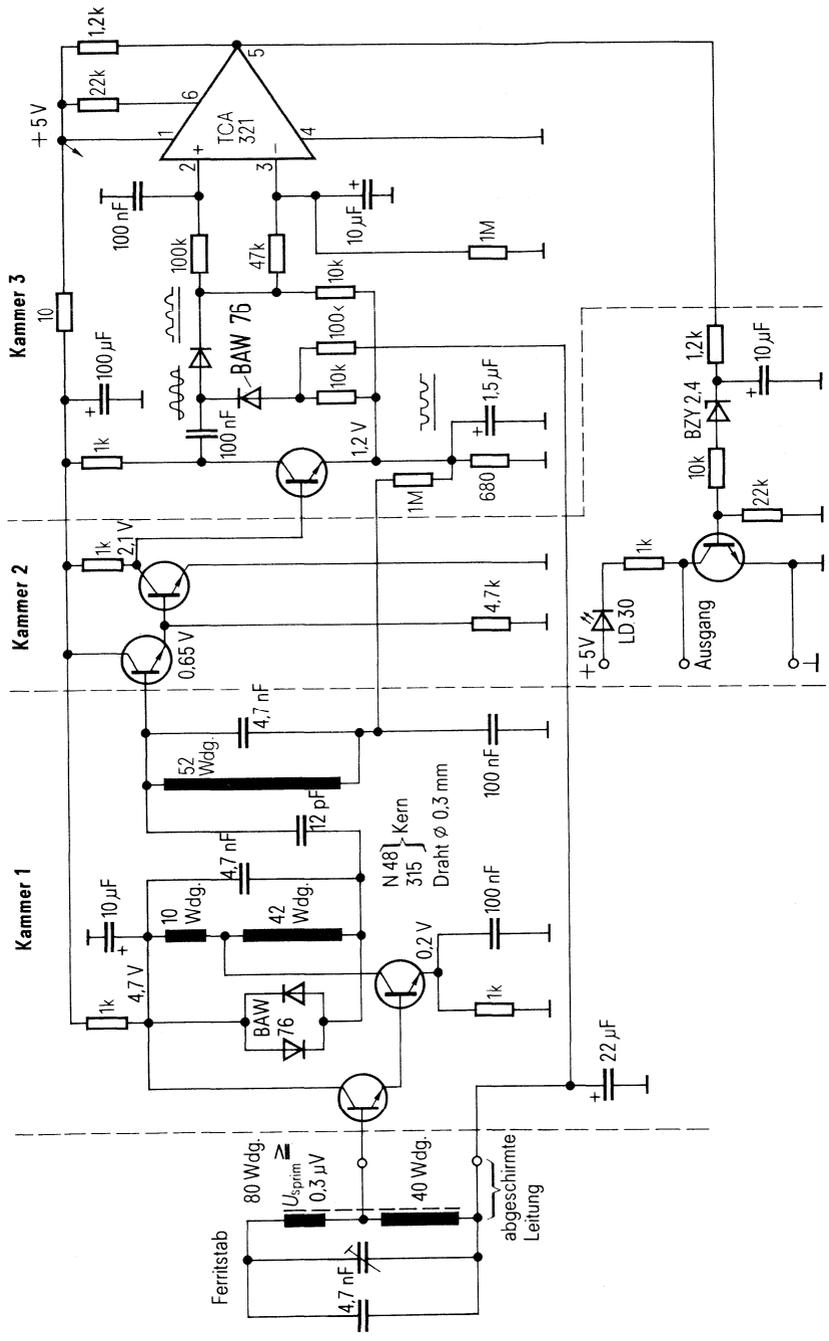


Bild 10.4.2

Dieser Schaltungsteil legt die Bandbreite auf etwa 100 Hz fest. In der Kammer 2 wird das Signal nochmals verstärkt und dem Demodulator in Kammer 3 zugeführt. Die LED dient zur optischen Empfangskontrolle und blinkt bei einwandfreiem Empfang im Sekundentakt. Wegen der Störsignale von der Multiplexausgabe des Mikrocomputers ist die Ferritantenne etwa 1 m entfernt vom Uhrengehäuse anzuordnen und nach dem Sender auszurichten.

Der Mikrocomputer (**Bild 10.4.3**) hat die Aufgabe, die codierten Sekundensignale in eine zeitmultiplexe 7-Segmentinformation umzuformen, womit über Treibertransistoren die LED-Segmente und Anoden angesteuert werden. Es werden immer zwei Stellen parallel ausgegeben. Bei Senderausfall übernimmt der Mikrocomputer mit seinem Quarz als Zeitbasis das Weiterlaufen von Uhr und Kalender. Wurde die Übertragung des Zeitsignals gestört, verschwinden die Dezimalpunkte der Anzeige und erscheinen erst wieder nach der nächsten störungsfreien Übertragung.

Bei Netzausfall erscheint 2 min nach Rückkehr der Spannung die richtige Zeit.

Das Programm

Der Mikrocomputer bearbeitet vier Aufgaben zur gleichen Zeit:

- Einlesen des DCF 77 Signals,
- Anzeigen der Uhrzeit,
- Weiterzählen der Uhr.

Das Einlesen der Uhrzeit geschieht so langsam (100 ms oder 200 ms breite Sekundenimpulse), daß man es zur Ausgabe unterbrechen kann. Ausgegeben werden zur Anzeige 15 Digits, und zwar 2 für Sekunden, 2 für Minuten, 2 für Stunden, 2 für den Kalendertag, 2 für den Monat, 4 Digits für das Jahr, 1 für Wochentag. Anzustreben ist eine Multiplexfrequenz zwischen 50 und 100 Hz und ein Tastverhältnis zwischen 5:1 und 10:1. Bei der Ausgabe zweier 7-segmentdecodierter Digits ergibt sich ein Tastverhältnis von 8:1. Daraus folgt eine Ausgabefolge von minimal 10 ms: $8 = 1,25 \text{ ms}$. Bei einer Oszillatorfrequenz von 3 MHz wird der Timer des 8748 alle $\frac{1}{3} \cdot 10^{-6} \cdot 15 \cdot 32 = 160 \text{ } \mu\text{s}$ erhöht.

Für die Gangreserve bei Senderausfall muß man durch Teilung auf 1 s kommen (1 s: $160 \text{ } \mu\text{s} = 6250$ Timerschritte). Läßt man den Timer alle 10 Schritte überlaufen, ergibt sich eine Ausgabefolge von $160 \text{ } \mu\text{s} \cdot 10 = 1,6 \text{ ms}$.

Zwischen zwei Überläufen stehen demnach $32 \cdot 20 = 640$ Zyklen zur Verfügung; diese müssen für Ausgabe, Gangreserve, Weckzeiterkennung und natürlich auch zum Einlesen ausreichen. Eine Sekunde ist nach $1 \text{ s} : 1,6 \text{ ms} = 625$ Ausgabefolgen erreicht. Sie lassen sich in zwei Schleifen zu je 25 Folgen aufteilen.

Das Einleseprogramm wird also alle 1,6 ms unterbrochen. In der Interruptroutine werden zuerst die nächsten zwei Digits ausgegeben, danach die Weckzeit mit der aktuellen Zeit verglichen und zum Schluß die Uhrzeit weitergezählt.

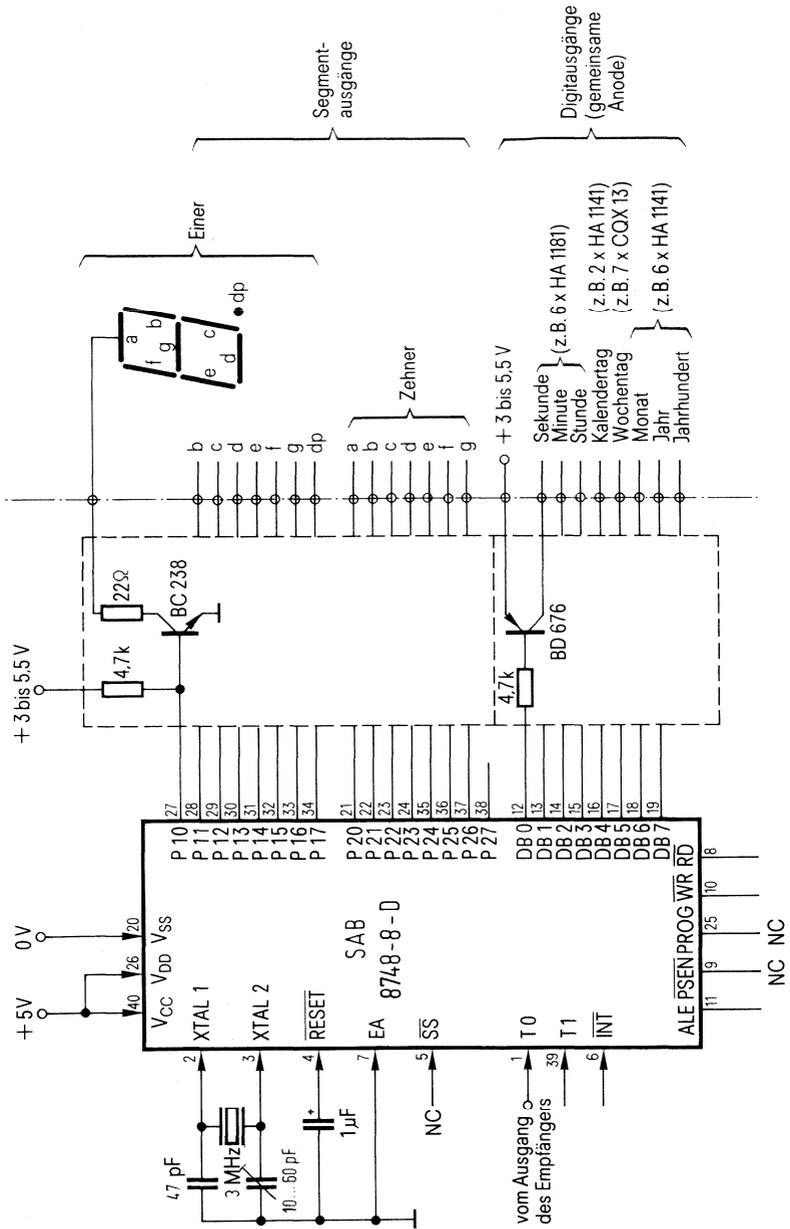


Bild 10.4.3

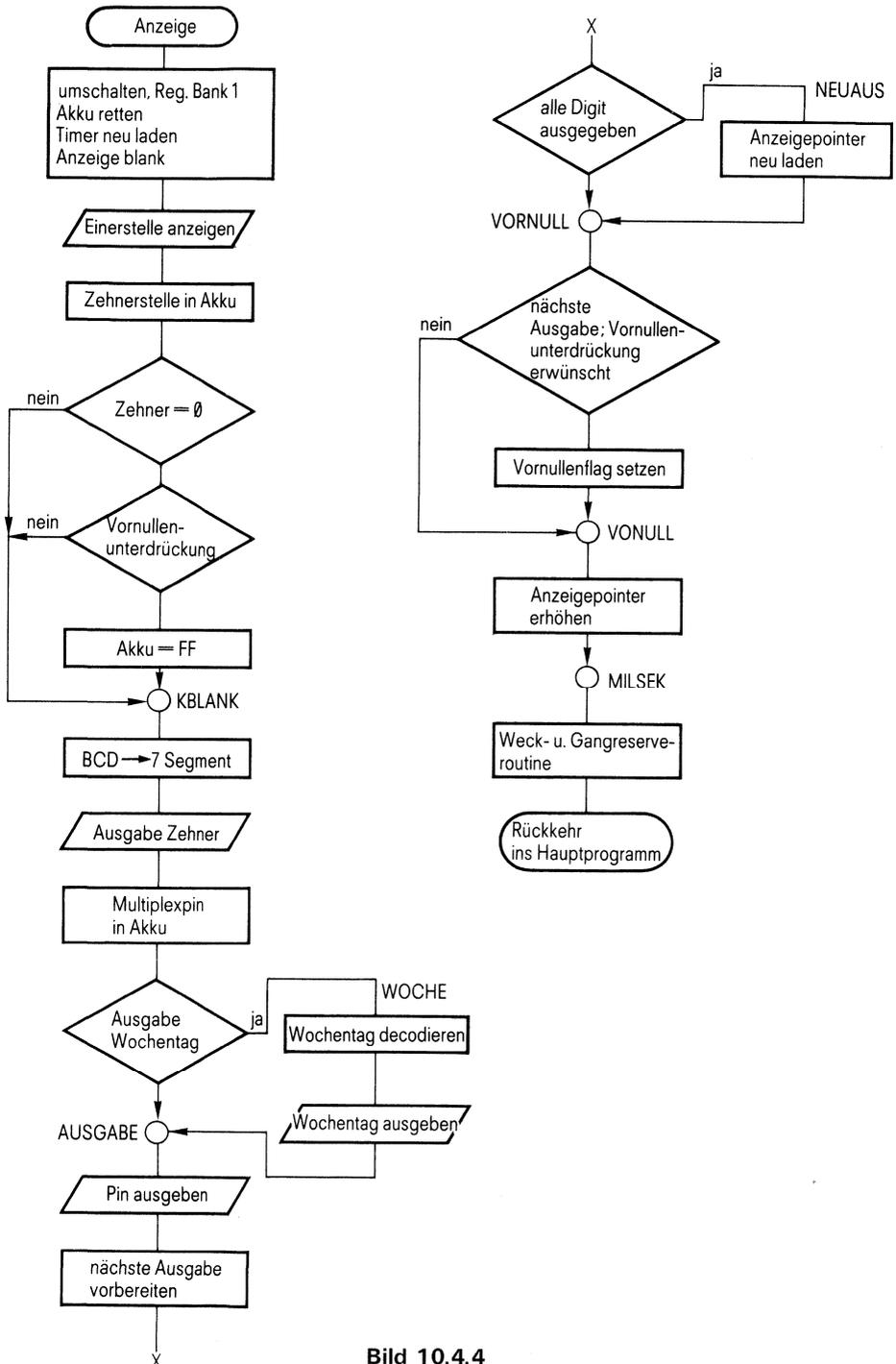


Bild 10.4.4

Programmteil Anzeigeroutine

Bevor das Flußdiagramm (**Bild 10.4.4**) erstellt wird, muß man sich über die benötigten Datenspeicherplätze im klaren sein. Datum und Uhrzeit benötigen 8 Byte. Sie werden im RAM unter den Adressen 20H bis 27H abgelegt. Der Zugriff zu den Speicherplätzen erfolgt über das Register 0. Das Register 1 wird als Adreßregister für die Gangreserve benötigt. Die Register 2 und 3 dienen als Schleifenzähler für die Sekunde. Das Register 4 beinhaltet die Ausgabeleitung des Multiplexers. Das Register 5 enthält die Information, ob die Uhr synchron läuft (0FFH) oder nicht (07FH). Das Register 7 nimmt den Akkuinhalt der Einleseroutine auf. Flag 1 zeigt die Vornullenunterdrückung an. **Bild 10.4.5** zeigt das Listing des kompletten Programms. Die einzelnen Befehle sind mit Kommentaren versehen.

Weckzeit

Über die Multiplexausgänge und zwei weitere Eingänge (T_1 , INT) läßt sich eine Tastatur mit 16 Tasten anschließen. Damit kann man über eine Dezimaltastatur Weckzeiten eingeben, die sich dann in einem externen, nichtflüchtigen Speicher ablegen lassen und somit gegen Netzausfall geschützt sind. Zur Steuerung anderer Geräte kann die Datums- und Uhrzeitausgabe auch parallel oder seriell im BCD-Code erfolgen.

Tabelle

Registerbelegung bei der Anzeigeroutine

Ausgabeprogramm für Zeitzeichensender DCF 77
3 MHz Programm

Register Belegung

Register Bank 1

R0 Anzeige Pointer
R1
R2 1,6 ms Multiplexer, Uhr
R3 40 ms Multiplexer, Uhr
R4 Digitpin
R5 Dezimalpunkt
R6
R7 Akku

Daten Bytes

20 Ausgabe Sekunde
21 Ausgabe Minute
22 Ausgabe Stunde
23 Ausgabe Kalendertag
24 Ausgabe Wochentag
25 Ausgabe Monat
26 Ausgabe Jahr
27 Ausgabe Jahrhundert

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		1	;EMPFANGS PROGRAMM FUER ZEITZEICHENSENDER DCF 77
		2	;3 MHZ PROGRAMM , KEINE WECKZEIT
		3	;VIEHMANN WIS TE231 9.5.80
		4	;REGISTER BELEGUNG
		5	
		6	;R0 EINLESE POINTER
		7	;R1
		8	;R2 40 MS FUER MINUTEN PULS
		9	;R3 SEKUNDEN BEIM EINLESEN
		10	;R4 SCHLEIFENZAELER
		11	;R5 1,6 MS EINLESEN
		12	;R6 40 MS "
		13	;R7 PARITY REGISTER
		14	
		15	;REGISTER BANK 1
		16	
		17	;R0 ANZEIGE POINTER
		18	;R1
		19	;R2 1,6 MS MULTIPLEXER ,UHR
		20	;R3 40 MS "
		21	;R4 DIGIT PIN "
		22	;R5 DEZIMALPUNKT
		23	;R6
		24	;R7 ACCU
		25	
		26	;DATEN BYTES
		27	
		28	;20 AUSGABE SEKUNDE
		29	;21 " MINUTE
		30	;22 " STUNDE
		31	;23 " KALENDER TAG
		32	;24 " WOCHEN TAG
		33	;25 " MONAT
		34	;26 " JAHR
		35	;27 " JAHRHUNDERT
		36	;28
		37	;29 EINLESE MINUTE
		38	;2A " STUNDE
		39	;2B " KALENDER TAG
		40	;2C " WOCHEN TAG
		41	;2D " MONAT
		42	;2E " JAHR
		43	;2F " JAHRHUNDERT
		44	
		45	\$EJECT

Bild 10.4.5 (Page 1)

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		46	
00F6		47	FREQUE EQU 246
		48	
		49	
0000	65	50	STOP TCNT
0001	85	51	CLR F0
0002	0409	52	JMP RESET
0007		53	ORG 7
0007	2400	54	JMP ANZEIG ;SPRUNG NACH TIMER INTERRUPT ZUR ANZEIGEROUTINE
0009	27	55	RESET: CLR A
000A	B820	56	MOV R0,#20H
000C	B908	57	MOV R1,#8 ;BLANK IN ANZEIGE REGISTER 20 - 28 H
000E	A0	58	BLANK: MOV @R0,A
000F	18	59	INC R0
0010	E90E	60	DJNZ R1,BLANK
0012	23F6	61	MOV A,#FREQUE
0014	62	62	MOV T,A ;TIMER LADEN MIT 256 - 10
0015	D5	63	SEL RB1
0016	BA19	64	MOV R2,#25
0018	BB19	65	MOV R3,#25 ;MILLISEKUNDENZAehler SETZEN
001A	B820	66	MOV R0,#20H
001C	BC01	67	MOV R4,#1 ;ANZEIGE POINTER AUF SEKUNDEN
001E	BD7F	68	MOV R5,#7FH ;DEZIMALPUNKT DUNKEL
0020	C5	69	SEL RB0
0021	2625	70	JNT0 EINS ;ENTSCHEIDEN OB 0 ODER 1 AN T0
0023	3623	71	WARTA0: JT0 WARTA0 ;WARTEN AUF "0"
0025	2625	72	EINS: JNT0 EINS ;WARTEN AUF 0 > 1 FLANKE
0027	55	73	STRT T ;STARTEN DER UHR
		74	EN TCNTI
0029	BA00	75	WART59: MOV R2,#0
002B	BD19	76	MOV R5,#25 ;1,6 MS EINLESE ZAEHLER SETZEN
002D	BE19	77	MOV R6,#25 ;40MS " "
002F	362F	78	WARTMI: JT0 WARTMI ;WARTEN AUF "0"
0031	2631	79	WART00: JNT0 WART00 ;WARTEN AUF "0" -"1" FLANKE
0033	BD19	80	MOV R5,#25
0035	BE19	81	MOV R6,#25
0037	FA	82	MOV A,R2 ;40 MS - ZAEHLER IN ACCU
0038	03CF	83	ADD A,#207
003A	E686	84	JNC FALSCH ;T < 1,96 SEK WARTEN AUF 59. SEKUNDE
003C	03FE	85	ADD A,#254
003E	F6B6	86	JC FALSCH ;T > 2,04 SEK
0040	B800	87	MOV R3,#0 ;SEKUNDENZAehler ZURUECKSETZEN
0042	B65D	88	JF0 AUSFAL ;UEBERSPRINGEN,DA AUSFALL
0044	B81D	89	MOV R0,#10H
0046	B0FF	90	MOV @R0,#0FFH ;DEZIMALPUNKT RUECKSETZEN
0048	B81A	91	MOV R0,#1AH
004A	B019	92	MOV @R0,#25
004C	18	93	INC R0
004D	B019	94	MOV @R0,#25 ;MILLISEKUNDENZAehler ZURUECKSETZEN
004F	B820	95	MOV R0,#20H ;POINTER ANZEIGE REGISTER
0051	B929	96	MOV R1,#29H ; " EINLESE REGISTER
0053	B000	97	MOV @R0,#0 ;SEKUNDEN ANZEIGE RUECKSETZEN
0055	BC07	98	MOV R4,#7
0057	18	99	UEBERT: INC R0
0058	F1	100	MOV A,@R1

Bild 10.4.5 (Page 2)

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT	
0059	A0	101	MOV R0, A	;UEBERTRAG VON EINLESE - IN
005A	19	102	INC R1	
005B	EC57	103	DJNZ R4,UEBERT	;ANZEIGEREGISTER
005D	85	104	AUSFAL: CLR F0	
005E	BC07	105	MOV R4,#7	
0060	B830	106	MOV R0,#30H	
0062	C8	107	LOSCH: DEC R0	
0063	B000	108	MOV R0,#0	
0065	EC62	109	DJNZ R4,LOSCH	;EINLESEREGISTER LOESCHEN
0067	14BE	110	SEK20: CALL SEKUND	;0,1 S ODER 0,2 S
0069	FB	111	MOV A,R3	
006A	03EB	112	ADD A,#235	
006C	9667	113	JNZ SEK20	;21 SEKUNDEN NICHT VORBEI
006E	E6B6	114	JNC FALSCH	;0,1 S PULS
0070	BC08	115	MOV R4,#0	;SCHLEIFENZAehler FUER MINUTEN LADEN
0072	BF00	116	MOV R7,#0	;PARITY REGISTER LOESCHEN
0074	14E6	117	CALL EINSCH	;MINUTEN EINSCHIEBEN
0076	537F	118	ANL A,#7FH	;PARITY KILLEN
0078	14F4	119	CALL ANSCH2	
007A	12B6	120	JB0 FALSCH	;PARITAET UNGERADE
007C	BC07	121	MOV R4,#7	;SCHLEIFENZAehler STUNDEN LADEN
007E	14E6	122	CALL EINSCH	;STUNDEN EINSCHIEBEN
0080	77	123	RR A	;LEERSTELLE NACHSCHIEBEN
0081	533F	124	ANL A,#3FH	;PARITY KILLEN
0083	14F4	125	CALL ANSCH2	
0085	12B6	126	JB0 FALSCH	
0087	BC06	127	MOV R4,#6	;SCHLEIFENZAehler KALENDERTAG
0089	14E6	128	CALL EINSCH	
008B	BC02	129	MOV R4,#2	;2 MAL SCHIEBEN
008D	14F1	130	CALL ANSCH1	
008F	BC03	131	MOV R4,#3	;SCHLEIFENZAehler WOCHENTAG
0091	14E6	132	CALL EINSCH	
0093	BC05	133	MOV R4,#5	
0095	14F1	134	CALL ANSCH1	
0097	BC05	135	MOV R4,#5	;SCHLEIFENZAehler KALENDERMONAT
0099	14E6	136	CALL EINSCH	
009B	BC03	137	MOV R4,#3	
009D	14F1	138	CALL ANSCH1	
009F	BC08	139	MOV R4,#8	;SCHLEIFENZAehler KALENDERJAHR
00A1	14E6	140	CALL EINSCH	
00A3	18	141	INC R0	
00A4	0387	142	ADD A,#087H	
00A6	27	143	CLR A	
00A7	A7	144	CPL C	
00A8	1319	145	ADDC A,#19H	
00AA	57	146	DA A	
00AB	A0	147	MOV R0, A	;19 ODER 20. JAHRHUNDERT
00AC	18	148	INC R0	
00AD	BC01	149	MOV R4,#1	
00AF	14E6	150	CALL EINSCH	;PARITY BIT EINLESEN
00B1	FF	151	MOV A,R7	
00B2	12B6	152	JB0 FALSCH	
00B4	0431	153	JMP WART00	;WARTEN AUF MINUTEN ANFANG
00B6	85	154	FALSCH: CLR F0	
00B7	95	155	CPL F0	;SETZEN FEHLER FLAG

Bild 10.45 (Page 3)

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT	
00B8	B91D	156	MOV R1,#1DH	
00BA	B17F	157	MOV R1,#7FH	;DEZIMALPUNKT SETZEN
00BC	0429	158	JMP WART59	;WARTEN AUF MINUTEN ANFANG
		159	*EJECT	

Bild 10.45 (Page 4)

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		160	;UNTER PROGRAMM SEKUND
		161	;ERHOET R3 (SEKUNDEN ZAEHLER FUER EINLESE PROGRAMM)
		162	;SETZT BEI FEHLER F0
		163	;0 ODER 1 ALS INFORMATION IN CARRY
		164	
00BE	26BE	165	SEKUND: JNT0 SEKUND ;L > H FLANKE
00C0	BA00	166	MOV R2,#0
00C2	BD19	167	MOV R5,#25
00C4	BE19	168	MOV R6,#25
00C6	36C6	169	SEKUN1: JT0 SEKUN1 ;H > L FLANKE
00C8	1B	170	INC R3 ;SEKUNDEN ERHOEHEN
00C9	FE	171	MOV A,R6 ;MILLISEKUNDEN IN ACCU
00CA	03E0	172	ADD A,#232
00CC	F6DF	173	JC FEHLER ;T < 0,08 SEK.
00CE	0305	174	ADD A,#5
00D0	E6DF	175	JNC FEHLER ;T > 0,24 SEK.
00D2	FE	176	MOV A,R6 ;MILLISEKUNDEN IN ACCU
00D3	03E9	177	ADD A,#233
00D5	E6D9	178	JNC LOGI1 ;T > 0,12 SEK.
00D7	97	179	CLR C ;"0" IN CARRY
00D8	83	180	RET ;RUECKKEHR MIT "0" INS HAUPT PROGRAMM
00D9	37	181	LOGI1: CPL A
00DA	C6DF	182	JZ FEHLER ;0,12 SEK < T < 0,16 SEK.
00DC	97	183	CLR C
00DD	A7	184	CPL C ;"1" IN CARRY
00DE	83	185	RET ;RUECKKEHR MIT "1" INS HAUPT PROGRAMM
00DF	85	186	FEHLER: CLR F0
00E0	95	187	CPL F0 ;FEHLER FLAG SETZEN
00E1	B91D	188	MOV R1,#1DH
00E3	B17F	189	MOV @R1,#7FH ;DEZIMALPUNKT SETZEN
00E5	83	190	RET
		191	
		192	;EINSCHIEBE PROGRAMM
		193	;R0 P0INTER ZUM EIN SCHIEBE BYTE
		194	;R4 SCHLEIFENZAehler
		195	;R7 PARITY REGISTER
		196	;RUFT UNTERPROGRAMM SEKUNDE AUF
		197	
00E6	14BE	198	EINSCH: CALL SEKUND ;0 ODER 1 IN CARRY
00E8	E6EB	199	JNC NERHOE
00EA	1F	200	INC R7
00EB	F0	201	NERHOE: MOV A,@R0 ;EINSCHIEBE BYTE IN ACCU
00EC	67	202	RRC A ;0 ODER 1 NACH SCHIEBEN
00ED	A0	203	MOV @R0,A ;EINSCHIEBE BYTE ZURUECK
00EE	ECE6	204	DJNZ R4,EINSCH
00F0	83	205	RET
		206	
		207	;UNTERPROGRAMM ANSCH
		208	;ERHOET R0 ALS EILESE POINTER
		209	;SCHIEBT @R0 UM R4 BITS NACH RECHTS
		210	;LAED PARITY REGISTER IN ACCU
		211	
00F1	77	212	ANSCH1: RR A
00F2	ECF1	213	DJNZ R4,ANSCH1
00F4	A0	214	ANSCH2: MOV @R0,A

Bild 10.4.5 (Page 5)

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
00F5	18	215	INC R0
00F6	FF	216	MOV A,R7
00F7	83	217	RET
0100		218	ORG 100H
		219	
		220	\$EJECT

Bild 10.4.5 (Page 6)

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		221	
		222	;INTERRUPT BEDDIENUNG
0100	D5	223	ANZEIG: SEL RB1 ;UMSCHALTEN AUF RB1
0101	AF	224	MOV R7,A ;ACCU RETTEN
0102	23F6	225	MOV A,#FREQUE
0104	62	226	MOV T,A ;TINER NEU LADEN
0105	23FF	227	MOV A,#0FFH
0107	02	228	OUTL BUS,A ;ANZEIGE VERDUNKELN
0108	B5	229	CPL F1 ;VOR NULL UNTERDRUECKUNG
0109	F0	230	MOV A,#00
010A	530F	231	ANL A,#0FH ;NAECHSTE ANZEIGESTELLE IN ACCU
010C	E3	232	MOVFP3 A,#A ;EINERSTELLE
010D	5D	233	ANL A,R5 ;BCD > 7 SEGMENT
010E	39	234	OUTL P1,A ;DEZIMALPUNKT FUER ANZEIGE
010F	F0	235	MOV A,#00 ;AUSGABE AN P1
0110	47	236	SWAP A
0111	530F	237	ANL A,#0FH ;ZEHNERSTELLE
0113	9618	238	JNZ KBLANK ;KEINE 0
0115	7618	239	JF1 KBLANK ;JAHRESZAHL
0117	37	240	CPL A ;A = FF
0118	E3	241	KBLANK: MOVFP3 A,#A ;BCD > 7 SEG.
0119	3A	242	OUTL P2,A ;AUSGABE ZEHNER
011A	FC	243	MOV A,R4 ;DIGIT PIN
011B	922F	244	JB4 WOCH
011D	37	245	AUSGAB: CPL A ;WOCHENTAG IN ANZEIGE
011E	02	246	OUTL BUS,A ;DIGIT AUSGABE
011F	FC	247	MOV A,R4
0120	E7	248	RL A ;NAECHSTES DIGIT VORBEREITEN
0121	1237	249	JB0 NEUAUS ;ALLE DIGITS AUSGEBEN
0123	C637	250	JZ NEUAUS ;PIN VERLOREN
0125	AC	251	MOV R4,A ;RUECK SPEICHERN
0126	A5	252	VORNUL: CLR F1
0127	5353	253	ANL A,#0101011B ;0 = VORNULLEN UNTERDRUECKUNG
0129	962C	254	JNZ JAHRZA ;NAECHSTE AUSGABE VORNULLEN UNTERDRUECKEN
012B	B5	255	CPL F1
012C	18	256	JAHRZA: INC R0 ;AUSGABE REG + 1
012D	243E	257	JMP MILSEK ;SPRUNG MILLISEKUNDEN ERHOEHEN
012F	F0	258	WOCH: MOV A,#00 ;WOCHENTAG IN ACCU
0130	4310	259	ORL A,#10H ;SEL WOCHENTAG WANDLUNG
0132	E3	260	MOVFP3 A,#A ;WOCHENTAG PIN IN ACCU
0133	3A	261	OUTL P2,A ;WOCHENTAG PIN AUSGEBEN
0134	FC	262	MOV A,R4
0135	241D	263	JMP AUSGAB ;ZURUECK ZUR AUSGABE
0137	B81F	264	NEUAUS: MOV R0,#1FH ;POINTER AUF SEKUNDEN
0139	BC01	265	MOV R4,#1
013B	B5	266	CPL F1
013C	2426	267	JMP VORNUL
013E	EAD1	268	MILSEK: DJNZ R2,RUECK ;40 MILSEK NICHT VORBEI
0140	BA19	269	MOV R2,#25
0142	EBD1	270	DJNZ R3,RUECK ;1 SEK
0144	BB19	271	MOV R3,#25
0146	B920	272	MOV R1,#20H
0148	F1	273	MOV A,#0R1 ;SEKUNDEN IN ACCU
0149	0301	274	ADD A,#1
014B	57	275	DA A

Bild 10.4.5 (Page 7)

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
014C	A1	276	MOV @R1,A ;SEK + 1 IN SEK REG.
014D	03A0	277	ADD A,#0A0H
014F	E6D1	278	JNC RUECK ;60 SEK NOCH NICHT VORBEI
0151	27	279	CLR A
0152	A1	280	MOV @R1,A ;0 IN SEK REG
0153	19	281	INC R1
0154	F1	282	MOV A,@R1 ;MIN IN ACCU
0155	0301	283	ADD A,#1
0157	57	284	DA A
0158	A1	285	MOV @R1,A ;MIN +1
0159	03A0	286	ADD A,#0A0H
015B	E6D1	287	JNC RUECK ;60 MIN
015D	27	288	CLR A
015E	A1	289	MOV @R1,A ;0 IN MINUTEN REG.
015F	19	290	INC R1
0160	F1	291	MOV A,@R1 ;STUNDEN IN ACCU
0161	0301	292	ADD A,#1
0163	57	293	DA A
0164	A1	294	MOV @R1,A ;H + 1 IN H REG
0165	03DC	295	ADD A,#0DCH
0167	E6D1	296	JNC RUECK ;24 H
0169	B100	297	MOV @R1,#0 ;0 IN STUNDEN
016B	19	298	INC R1
016C	F1	299	MOV A,@R1 ;TAG
016D	0301	300	ADD A,#1
016F	57	301	DA A
0170	A1	302	MOV @R1,A
0171	19	303	INC R1
0172	F1	304	MOV A,@R1 ;WOCHENTAG
0173	17	305	INC A
0174	A1	306	MOV @R1,A
0175	72CD	307	JB3 MONTAG ;WOCHENANFANG
0177	C9	308	KEIMON: DEC R1
0178	F1	309	MOV A,@R1 ;KALENDERTAG
0179	03D7	310	ADD A,#0D7H
017B	E6D1	311	JNC RUECK ;28 TAGE NOCH NICHT VORBEI
017D	F1	312	MOV A,@R1
017E	03CF	313	ADD A,#0CFH
0180	F6AA	314	JC DREISI ;30 TAGE VORBEI
0182	B925	315	MOV R1,#25H
0184	F1	316	MOV A,@R1 ;MONAT
0185	03FE	317	ADD A,#0FEH
0187	96D1	318	JNZ RUECK ;KEIN FEBRUAR
0189	19	319	INC R1
018A	F1	320	MOV A,@R1 ;JAHR
018B	5313	321	ANL A,#13H
018D	C6A3	322	JZ SCHALT ;SCHALTJAHR
018F	F1	323	MOV A,@R1
0190	531B	324	ANL A,#1BH
0192	D312	325	XRL A,#12H
0194	C6A3	326	JZ SCHALT ;SCHALTJAHR
0196	B923	327	MONAT: MOV R1,#23H
0198	B101	328	MOV @R1,#1
019A	B925	329	MOV R1,#25H
019C	F1	330	MOV A,@R1 ;1. KALENDERTAG

Bild 10.4.5 (Page 8)

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
019D	0301	331	ADD A,#1
019F	57	332	DA A
01A0	A1	333	MOV @R1,A ;MONAT +1
01A1	24BD	334	JMP JAHR
01A3	B923	335	SCHALT: MOV R1,#23H
01A5	F1	336	MOV A,@R1 ;KALENDERTAG
01A6	12D1	337	JB0 RUECK ;29 . FEB. SCHALTJAHR
01A8	2496	338	JMP MONAT
01AA	B923	339	DREISI: MOV R1,#23H
01AC	F1	340	MOV A,@R1 ;KALENDERTAG
01AD	3296	341	JB1 MONAT ;31. KALENDERTAG
01AF	B925	342	MOV R1,#25H
01B1	F1	343	MOV A,@R1 ;MONAT
01B2	72B9	344	JB3 AUGUST
01B4	92B9	345	JB4 AUGUST
01B6	37	346	CPL A
01B7	1296	347	JB0 MONAT ;APRIL ,JUNI
01B9	1296	348	AUGUST: JB0 MONAT ;SEPT. ,NOV
01BB	24D1	349	JMP RUECK ;MONAT HAT 31 TAGE
01BD	D313	350	JAHR: XRL A,#13H
01BF	96D1	351	JNZ RUECK ;KEIN 1.1.
01C1	17	352	INC A
01C2	A1	353	MOV @R1,A ;JANUAR IN MONATS REG.
01C3	19	354	INC R1
01C4	61	355	ADD A,@R1 ;JAHR + 1
01C5	57	356	DA A
01C6	A1	357	MOV @R1,A
01C7	19	358	INC R1
01C8	27	359	CLR A
01C9	71	360	ADDC A,@R1 ;JAHRHUNDERT
01CA	A1	361	MOV @R1,A
01CB	24D1	362	JMP RUECK
01CD	B101	363	MONTAG: MOV @R1,#1 ;MONTAG IN WOCHENTAG REG
01CF	2477	364	JMP KEIMON
01D1	FF	365	RUECK: MOV A,R7 ;ACCU RUECKSPEICHERN
01D2	C5	366	SEL RB0
01D3	EDE5	367	DJNZ R5,RUECK1
01D5	BD19	368	MOV R5,#25
01D7	2A	369	XCH A,R2
01D8	0301	370	ADD A,#1
01DA	2A	371	XCH A,R2
01DB	E6E1	372	JNC DEC40H
01DD	D5	373	SEL RB1
01DE	BD7F	374	MOV R5,#7FH
01E0	C5	375	SEL RB0
01E1	EEEE	376	DEC40H: DJNZ R6,RUECK1
01E3	BE19	377	MOV R6,#25
01E5	93	378	RUECK1: RETR
		379	
		380	\$EJECT

Bild 10.4.5 (Page 9)

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
0300		381	ORG 300H
0300	RF	382	DB 00FH
0301	86	383	DB 086H
0302	DB	384	DB 0DBH
0303	CF	385	DB 0CFH
0304	E6	386	DB 0E6H
0305	E0	387	DB 0EDH
0306	FD	388	DB 0FDH
0307	87	389	DB 087H
0308	FF	390	DB 0FFH
0309	EF	391	DB 0EFH
030F		392	ORG 30FH
030F	80	393	DB 80H
0310	80	394	DB 80H
0311	81	395	DB 81H
0312	82	396	DB 82H
0313	84	397	DB 84H
0314	88	398	DB 88H
0315	90	399	DB 90H
0316	A0	400	DB 0A0H
0317	C0	401	DB 0C0H
03FF		402	ORG 3FFH
03FF	80	403	DB 80H
03FF	80	404	DB 80H
03FF	80	405	END
USER SYMBOLS			
ANSCH1	00F1	ANSCH2	00F4
KREIS1	01AA	EINS	0025
KLANK	0118	KEIMON	0177
NEVALS	0137	RESET	0009
UEBERT	0057	VORNUL	0126
AUSFAL	005D	AUGUST	01B9
FEHLER	00DF	FALSCH	00B6
MITSEK	013E	LOSCH	0062
SCHALT	01A3	RUECK1	01E5
WARTAB	0023	WART159	0029
AUSGAB	011D	ANZEIG	0160
FREQUE	00F6	EINSCH	00E6
MONAT	0196	LOGI1	00D9
SEK20	0057	RUECK	01D1
WARTMI	002F	WART00	0031
BLANK	000E	ANZIG	0160
JAH	01BD	EINSCH	00E6
MONTAG	01CD	LOGI1	00D9
SEKUN1	0057	RUECK	01D1
WOCHE	012F	WART00	0031
DEC40M	01E1	ANZIG	0160
JAHZA	012C	EINSCH	00E6
NERHOE	00EB	LOGI1	00D9
SEKUND	00BE	RUECK	01D1
WOCHE	012F	WART00	0031

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

Bauteile-Liste zu Schaltung 10.4.1

Bauteil		Bestellnummer	
1	Operationsverstärker	TAA 761 A	Q67000-A522
1	Positiv-Spannungsregler	TDB 7805	Q67000-A1047
1	Fototransistor	BP 103II	Q62702-P79-S1
2	Transistoren	BC 237	Q62702-C697
1	Transistor	BD 675	Q62702-D238
1	Zenerdiode	BZX83C3V0	Q62702-Z1064-F82
1	Zenerdiode	BZX83C6V8	Q62702-Z1073-F82
1	Brückengleichrichter	C1406-B40C3700/2200	Q67067-A1786-A2
1	MKT-Schichtkondensator	470 nF/100 V	B32560-D1474-J
1	Elektrolytkondensator	10 μ F/25 V	B41313-A5106-T
1	Elektrolytkondensator	4700 μ F/10 V	B41010-C3478-T
1	Widerstand	1 k Ω /0,5 W	B51261-Z4102-J1
1	Widerstand	1,5 k Ω /0,5 W	B51261-Z4152-J1
1	Widerstand	3,3 k Ω /0,5 W	B51261-Z4332-J1
3	Widerstände	10 k Ω /0,5 W	B51261-Z4103-J1
1	Widerstand	82 k Ω /0,5 W	B51261-Z4823-J1
1	Einsteller	1 M Ω	–

Bauteile-Liste zu Schaltung 10.4.2

1	Operationsverstärker	TCA 321	Q67000-A1006
4	Transistoren	BC 414 C	Q62702-C376-V2
4	Dioden	BAW 76	Q62702-A397
1	Leuchtdiode	LD 30 A	Q62705-P23
1	Styroflexkondensator	12 pF/160 V	B31861-A1120-F
3	Styroflexkondensatoren	4,7 nF/160 V	B33063-B1472-H
3	MKT-Schichtkondensatoren	100 nF/100 V	B32560-D1104-J
1	Tantalkondensator	1,5 μ F/25 V	B45181-C3155-M
3	Elektrolytkondensatoren	10 μ F/6,3 V	B41313-A2106-V
1	Elektrolytkondensator	22 μ F/10 V	B41313-A3226-T
1	Ferritstab	104 \times 0,25	B61610-J
2	Schalenkerne mit eingeklebter Gewindehülse	RM5/Nh8/Az315 nH	B65805-N315-A48
1	Klammer		B65806-C2001
1	Spulenkörper	6 Stifte, 2 Kammern	B65806-B1001-D1
1	Abgleichschraube grün	Werkstoff N22	B65806-B3001-X22

Bauteile-Liste zu Schaltung 10.4.3

Bauteil		Bestellnummer
1	Einchip-Mikrocomputer SAB 8048-D	Q67120-C62-D88
8	Transistoren BC 238	Q62702-C698
8	Transistoren BD 676	Q62702-D239
7	Lumineszenzdioden CQX 13I	Q62703-Q144-S1
8	LED-Anzeigen HA 1141 r	Q68000-A3843
6	LED-Anzeigen HA 1181 r	Q68000-A3878
1	Polypropylenkondensator 47 pF/630 V	B33063-B6470-H
1	Tantal-Elektrolytkondensator 1 µF/40 V	B45181-C4105-M
1	Schwingquarz 3 MHz	–
8	Widerstände 22 Ω/0,5 W	B51261-Z4220-J1
10	Widerstände 4,7 kΩ/0,5 W	B51261-Z4472-J1

10.5 Fernseh-Grautreppe-Generator

Mit dem Mikrocomputer SAB 8048 können per Software bestimmte Bit-Muster an den Ports erzeugt werden. Dieses Anwendungsbeispiel soll zeigen, wie leistungsfähig dieser Einchip-Mikrocomputer ist. Per Programm wird eine 6stufige Grautreppe einschließlich der Zeilensynchron- und Bildwechselimpulse mit Zeilensprung erzeugt. Hierzu werden vornehmlich die Befehle, die eine unmittelbare logische Verknüpfung des gewählten Ausgangsports mit einer Maske bewirken, herangezogen. Der Inhalt des Akkumulators wird dadurch nicht beeinflusst. Diese Befehle gestatten ein gezieltes Setzen bzw. Rücksetzen einzelner Bits, ohne dabei die restlichen Bits der Ports zu verändern. Man kann damit eine Folge von Rechteckimpulsen erzeugen, deren Tastverhältnis auch 2:1 betragen kann, und deren Periodendauer 4 Prozessor-Maschinen-Zyklen lang sind. Bei einem Steuerquarz für den Prozessor von 6 MHz lassen sich also Rechtecksignale mit einer Frequenz von 100 kHz erzeugen. Um normgerechte Zeilenfrequenzen und angenähert normgerechte Impulslängen zu erzeugen, wurde in dem hier gezeigten Beispiel eine Quarzfrequenz von 5,15625 MHz gewählt (**Bild 10.5.1**).

Die drei Ausgänge P10 bis P12 des Mikrocomputers führen auf den Adreßeingang eines 8-Kanal-Analog-Multiplexers 4051. An den Analogeingängen werden mit den 8 Einstellern die Pegel für den Synchronwert, Schwarzwert, Weißwert und die 5 Grauzwischenstufen eingestellt. Der Ausgang des Analog-Multiplexers führt auf einen Puffertransistor BF 254, welcher am Ausgang ein BAS-Signal $1 V_{ss}$ an 75Ω abgibt. Anstelle des Analog-Multiplexers und der Einstellregler läßt sich ohne weiteres eine geeignete Widerstandsmatrix verwenden, die durch die 3 Adreßbits angesteuert wird. Zusätzlich stehen für Meßzwecke an P16 der Impuls des ersten Trabanten (TVB) und an P17 der Impuls des zehnten Trabanten (TNB) zur Verfügung.

Programm

Bild 10.5.2 zeigt das „Listing“ des kompletten Programmes. Es umfaßt nur 195 Bytes. Die entsprechenden Funktionen sind mit Kommentaren versehen.

Nach Drücken der Reset-Taste werden zunächst alle Ausgänge auf Null gesetzt.

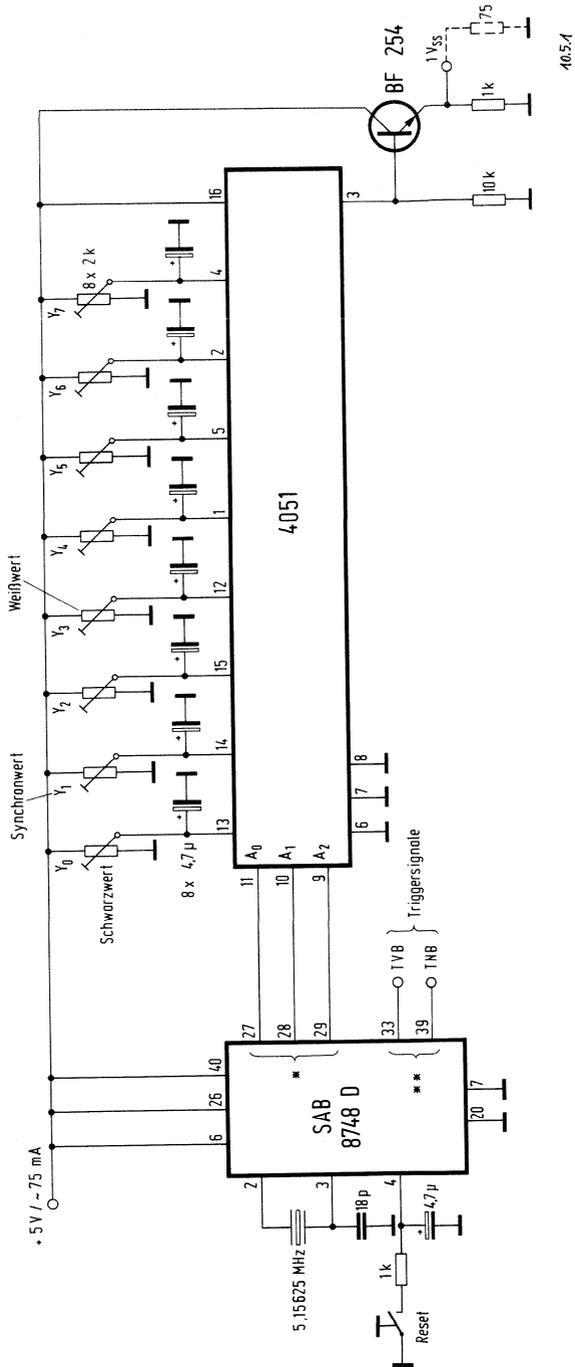
Das Programm springt nach Zeile 191.

Um einen Zeilensprung zu erreichen, werden jeweils bei jedem zweiten Bildwechsel vor und nach den Bildwechsel-Impulsen eine Halbzeile hinzugefügt. Ansonsten werden der Reihe nach aufgerufen:

- Ein Unterprogramm zur Erzeugung von N-Dunkelzeilen,
- das Unterprogramm für die vertikale Grautreppe und wiederum
- das Unterprogramm zur Erzeugung von N-Dunkelzeilen.

Die Zahl N wird im Register R_5 , in diesem Fall = 11 Zeilen, übergeben. Die Grautreppe selbst hat 282 Zeilen. Da sich ein Register aber nur bis zur Dezimalzahl 255 laden läßt, wurde hier folgender „Kniff“ angewendet: Der sich wiederholende Teil des Programms nach der symbolischen Adresse SMU01R (Zeile 146) wurde zweimal

Bild 10.5.1



* Part 1 Bit 0 ... Bit 2
 ** Part 1 Bit 6 ... Bit 7

10.5.1

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		1	\$MACROFILE
		2	\$PAGELENGTH(100)
		3	;HOEHN B AT FE 14.5.80
		4	;
		5	; GRAUTREPPENGEGENERATOR
		6	;
		7	\$NOGEN
		8	;
0000	2300	9	RESET: MOV A,#0 ;
0002	39	10	OUTL P1,A ;
0003	04B4	11	JMP MUST1 ;
		12	;
		13	;
		14	\$INCLUDE(UBIWE1.SRC)
		= 15	;
		= 16	; UNTERPROGRAMM ZUR ERZEUGUNG VON BILDWECHSELIMPULSEN
		= 17	;
0005	00	= 18	RTRAB2: NOP ;
0006	00	= 19	NOP ;
0007	00	= 20	NOP ;
0008	00	= 21	NOP ;
0009	27	= 22	CLR A ;
		= 23	;
000A	8901	= 24	TRABR2: ORL P1,#1 ;
000C	39	= 25	OUTL P1,A ;
000D	EA05	= 26	DJNZ R2,RTRAB2 ;
000F	93	= 27	RETR ;
0010	27	= 28	UBIWE1: CLR A ;
0011	8941	= 29	ORL P1,#65 ; 1. TRABANT MIT TVB
0013	39	= 30	OUTL P1,A ;
0014	00	= 31	NOP ;
0015	00	= 32	NOP ;
0016	00	= 33	NOP ;
0017	BA03	= 34	MOV R2,#3 ;
		= 35	;
0019	140A	= 36	CALL TRABR2 ; 2. BIS 4. TRABANT
		= 37	;
001B	27	= 38	CLR A ;
001C	00	= 39	NOP ;
001D	00	= 40	NOP ;
001E	8901	= 41	ORL P1,#1 ;
0020	39	= 42	OUTL P1,A ; 5. TRABANT
0021	00	= 43	NOP ;
0022	00	= 44	NOP ;
0023	00	= 45	NOP ;
0024	BA05	= 46	MOV R2,#5 ;
		= 47	;
0026	9938	= 48	HPTIR2: ANL P1,#56 ;
0028	8901	= 49	ORL P1,#1 ; 1. BIS 5. HAUPTIMPULS
002A	27	= 50	CLR A ;
002B	00	= 51	NOP ;
002C	00	= 52	NOP ;
002D	00	= 53	NOP ;
002E	00	= 54	NOP ;
002F	EA26	= 55	DJNZ R2,HPTIR2 ;
0031	9938	= 56	ANL P1,#56 ;
		= 57	;
0033	8901	= 58	ORL P1,#1 ; 6. TRABANT
0035	39	= 59	OUTL P1,A ;
0036	00	= 60	NOP ;
0037	00	= 61	NOP ;
0038	00	= 62	NOP ;
0039	BA03	= 63	MOV R2,#3 ;
		= 64	;
003B	140A	= 65	CALL TRABR2 ; 7. BIS 9. TRABANT
		= 66	;
003D	00	= 67	NOP ;
003E	00	= 68	NOP ;
003F	00	= 69	NOP ;
0040	8981	= 70	ORL P1,#129 ; 10. TRABANT UND TRIGGERSIGNAL TNB
0042	39	= 71	OUTL P1,A ;
0043	93	= 72	RETR ;
		= 73	;
		= 74	;
		= 75	\$EJECT

Bild 10.5.2 (Page 1)

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		76	\$INCLUDE(UNDURS.SRC)
		= 77	; UNTERPROGRAMM ZUR ERZEUGUNG VON N DUNKELZEILEN
		= 78	;
0044	FD	= 79	UNDURS: MOV A,R5 ; EINGABE N UEBER R5
0045	AA	= 80	MOV R2,A ;
0046	CA	= 81	DEC R2 ;
0047	00	= 82	NOP ;
0048	00	= 83	NOP ;
0049	00	= 84	NOP ;
004A	00	= 85	NOP ;
004B	00	= 86	RUECK: NOP ;
		= 87	REPT 6 ;
		= 88	NOP ;
		= 89	ENDM ;
0052	8901	= 96	ORL P1,#1 ; ZEILENSYNCHRONZEICHEN
0054	99FE	= 97	ANL P1,#254 ;
		= 98	REPT 9 ;
		= 99	NOP ;
		= 100	ENDM ;
005F	EA4B	= 110	DJNZ R2,RUECK ;
0061	93	= 111	RETR ;
		= 112	;
		113	\$EJECT

Bild 10.5.2 (Page 2)

LOC	OBJ	LINE	SOURCE STATEMENT
		114	\$INCLUDE(USMU01.SRC)
		= 115	;
		= 116	; SCHWARZWEISSBILDMUSTER 01 VERTIKALE GRAUTREPPE
		= 117	;
		= 118	;14.5.00
		= 119	;
0062	00	= 120	USMU01: NOP ;
0063	00	= 121	NOP ;
0064	00	= 122	NOP ;
0065	8901	= 123	ORL P1,#1 ; VORZEILE
0067	99F8	= 124	ANL P1,#248 ;
		= 125	REPT 16 ;
		= 126	NOP ;
		= 127	ENDM ;
0079	BA8D	= 144	MOV R2,#141 ;
		= 145	;
007B	8901	= 146	SMU01R: ORL P1,#1 ; ZEILEN MIT GRAUTREPPE
007D	99F8	= 147	ANL P1,#248 ;
007F	00	= 148	NOP ;
0080	00	= 149	NOP ;
0081	8903	= 150	ORL P1,#3 ; ADS 3
0083	99FA	= 151	ANL P1,#250 ; ADS 2
0085	8906	= 152	ORL P1,#6 ; ADS 6
0087	8907	= 153	ORL P1,#7 ; ADS 7
0089	99FD	= 154	ANL P1,#253 ; ADS 5
008B	99FC	= 155	ANL P1,#252 ; ADS 4
008D	99F8	= 156	ANL P1,#248 ; ADS 0 SCHWARZWERT
008F	00	= 157	NOP ;
0090	00	= 158	NOP ;
0091	8901	= 159	ORL P1,#1 ;
0093	99F8	= 160	ANL P1,#248 ;
0095	00	= 161	NOP ;
0096	00	= 162	NOP ;
0097	8903	= 163	ORL P1,#3 ; ADS 3
0099	99FA	= 164	ANL P1,#250 ; ADS 2
009B	8906	= 165	ORL P1,#6 ; ADS 6
009D	8907	= 166	ORL P1,#7 ; ADS 7
009F	99FD	= 167	ANL P1,#253 ; ADS 5
00A1	99FC	= 168	ANL P1,#252 ; ADS 4
00A3	99F8	= 169	ANL P1,#248 ; ADS 0 SCHWARZWERT
00A5	EA7B	= 170	DJNZ R2,SMU01R ;
00A7	8901	= 171	ORL P1,#1 ;
00A9	99F8	= 172	ANL P1,#248 ;
00AB	93	= 173	RETR ;
		= 174	;
		175	\$EJECT

Bild 10.5.2 (Page 3)

```

LOC OBJ      LINE      SOURCE STATEMENT
              176 $INCLUDE(UHALBS.SRC)
              = 177
              = 178 ; UNTERPROGRAMM FUER HALBZEILE (ZEILENSPRUNG)
              = 179 ;
              = 180 ;
00AC 00      = 181 UHALBS:  NOP          ;
00AD 00      = 182          NOP          ;
00AE 00      = 183          NOP          ;
00AF 8901    = 184          ORL   P1,#1   ;
00B1 99FE    = 185          ANL   P1,#254 ;
00B3 93      = 186          RETR         ;
              = 187 ;
              = 188 ;
              = 189 ;
              = 190 ;
00B4 B00B    191 MUST1:  MOV    R5,#11   ; BRAUTREPPE MIT ZEILENSPRUNG
00B6 1410    192 MUSTE1: CALL   UBIWE1   ;
00B8 1444    193          CALL   UNDURS   ;
00BA 1462    194          CALL   USMU01   ;
00BC 1444    195          CALL   UNDURS   ;
00BE 14AC    196          CALL   UHALBS   ;
00C0 00      197          NOP          ;
00C1 00      198          NOP          ;
00C2 1410    199          CALL   UBIWE1   ;
00C4 14AC    200          CALL   UHALBS   ;
00C6 1444    201          CALL   UNDURS   ;
00CB 1462    202          CALL   USMU01   ;
00CA 1444    203          CALL   UNDURS   ;
00CC 04B6    204          JMP    MUSTE1   ;
              205 ;
              206 ;
              207          END

USER SYMBOLS
HPTIR2 0026  MUST1 00B4  MUSTE1 00B6  RESET 0000  RTRAB2 0005  RUECK 004B  SMU01R 007B  TRABR2 006A
URIWE1 0010  UHALBS 00AC  UNDURS 0044  USMU01 0062

ASSEMBLY COMPLETE, NO ERRORS

```

Bild 10.5.2 (Page 4)

hintereinander geschrieben, als Zeitausgleich mehrere NOP-Befehle hinzugefügt. Der Schleifenzähler R_2 wird jetzt nur mit der halben Zeilenzahl (141) geladen.

Erweiterungsmöglichkeiten

Da für dieses Programm nicht einmal ein Viertel der zur Verfügung stehenden Speicherkapazität benötigt wird, lassen sich durch entsprechendes Schreiben weiterer Unterprogramme und durch einen an Port 2 angeschlossenen Codierschalter durch Softwareabfrage unterschiedliche Bildmuster, aber auch unterschiedliche Fernsehnormen einstellen.

Bauteile-Liste zu Schaltung 10.5.1

Bauteil		Bestellnummer	
1	Einchip-Mikrocomputer	SAB 8748-D	Q67120-C37-D88
1	8-Kanal-Analog-Multiplexer	4051BDC	Q67100-Y234
1	Transistor	BF 254	Q62702-F201
1	Polypropylenkondensator	18 pF/630 V	B33063-B6180-F
8	Elektrolytkondensatoren	4,7 µF/40 V	B41313-A7475-T
1	Tantal-Elektrolytkondensator	4,7 µF/40 V	B45181-C4475-M
1	Schwingquarz	5,15625 MHz	—
2	Widerstände	1 kΩ/0,5 W	B51261-Z4102-J1
1	Widerstand	10 kΩ/0,5 W	B51261-Z4103-J1
8	Einstellregler	2 kΩ	—

Weitere Schaltbeispiele mit Mikrocomputern der 8048-Familie finden Sie in Abschnitt 4.3, 4.6, 4.7, 6.6.

11. Anwendungsbeispiele für den Personal-Computer PC 100

Der Personal-Computer PC 100 schließt die Lücke zwischen einfachen Mikrocomputer-Systemen und Systemen der mittleren Datentechnik. Er findet seine Anwendung vor allem in der Meß-, Steuer- und Prüftechnik. Durch die einfache Handhabung ist er außerdem ein ausgezeichnetes Lernmittel für Programmierung, Mikroprozessor- und Computertechnik.

Nachstehende Programmbeispiele sollen den Einstieg in die Programmiersprache BASIC erleichtern und gleichzeitig eine Hilfe für den Laboringenieur sein.

BASIC-Programme, die auf dem PC 100 erstellt werden, sind selbstverständlich auch auf Nachfolgetypen ablauffähig, da bei Weiter- und Neuentwicklung eine Aufwärtskompatibilität in der BASIC-Ebene bestehen wird.

Wollen Sie nachstehende Programme benutzen, ist es sinnvoll, sie auf einer Tonbandkassette abzuspeichern. Vor Abspeicherung eines Programmes ist grundsätzlich der Befehl POKE 41993,64 zu geben. Sodann wird der Befehl SAVE eingegeben und die RETURN-Taste gedrückt. Es erscheint auf der Anzeige ein OUT =

daraufhin ist ein T einzugeben,
es erscheint ein F =

jetzt kann der Name eingegeben werden, unter dem der Computer das Programm auf dem Kassettenband sucht. Dieser Name darf maximal 5 Buchstaben umfassen.

Es erscheint ein T =

jetzt geben wir 1 ein und schalten den Kassettenrekorder an. Erst wenn der Kassettenrekorder läuft, wird die Taste RETURN gedrückt. Nun erscheinen auf der rechten Seite Ziffern, die die Block-Nr. der abgespeicherten Daten anzeigen. Erscheint links ein Pfeil nach oben, ist die Abspeicherung abgeschlossen. Umgekehrt wird das Programm von der Kassette in den Computer mit dem Befehl LOAD geladen. Hier ist auch wieder nach dem Wort LOAD die RETURN-Taste zu drücken.

es erscheint ein IN =
worauf ein T einzugeben ist.

Nach dem F =
den Namen des Programms eingeben
und nach dem Erscheinen T =
wieder eine 1 eingeben.

In diesem Fall kann die RETURN-Taste sofort gedrückt werden. Der Computer wartet so lange, bis das entsprechende Programm auf dem Band erscheint.

11.1 Programm zur Berechnung von Schwingkreisen

Nachdem das Programm eingetippt oder von der Kassette geladen wurde, wird es mit dem Befehl RUN gestartet (**Bild 11.1**). Es erscheint auf der Anzeige das Wort SCHWINGKREIS und kurz darauf C=?, L=?, F=?, Pfeil nach oben. Je nachdem, ob der Schwingkreiskondensator, die Schwingkreisinduktivität oder die Frequenz des Schwingkreises berechnet werden soll, wird ein C, L oder F eingegeben.

Nehmen wir zunächst einmal an, das Schwingkreis-C soll berechnet werden, geben wir ein C ein und drücken die Taste RETURN. Es erscheint auf der Anzeige ein F IN Hz?. Wir geben die Frequenz des Schwingkreises in Hz ein, z.B. 1 MHz mit 1 E 6 und drücken die RETURN-Taste. Als nächstes fragt der Computer L IN μ H? und erwartet die Eingabe der Spulengröße in μ H. Geben wir als Beispiel 100 ein und drücken wieder die RETURN-Taste, erscheint der errechnete Kapazitätswert von $C = 253,302967$ pF.

Um eine neue Rechnung auszuführen, wird jetzt die Taste N gedrückt und es erscheint die erste Frage, ob eine Kapazität, eine Induktivität oder eine Frequenz errechnet werden soll.

Sinngemäß erfolgt die Abfrage und Errechnung für Schwingkreisinduktivitäten und Schwingkreisfrequenzen.

Zum Aussteigen aus dem Programm wird – statt C, L oder F einzugeben – nur die RETURN-Taste gedrückt.

```
LIST
1 REM**B AT PELKA
2 REM**15.1.80
3 REM**SCHWK
4 REM**PROGRAMM ZUR BERECHNUNG VON SCHWINGKREISEN**
10 PRINT "SCHWINGKREIS":GOSUB 200
20 INPUT " C=?,L=?,F=":A$
30 IF A$="C" THEN 270
40 IF A$="L" THEN 140
50 IF A$="F" THEN 80
60 PRINT"FALSCH EINGABE":GOSUB 200:GOTO 20
80 INPUT"C IN PF ";C
90 INPUT "L IN UH ";L
100 F=1E9/(2*3.1415926*SQR(C*L))
110 IF F>1E6 THEN F=F/1E6:PRINT "F=";F;"MHZ":GOTO 220
120 IF F>1E3 THEN F=F/1E3:PRINT "F=";F;"KHZ":GOTO 220
130 PRINT "F=";F;"HZ":GOTO 220
140 INPUT "C IN PF ";C
150 INPUT "F IN HZ ";F
160 L=1E15/((2*3.1415926*F)^2*C)
170 IF L<1E-4 THEN L=L*1E6:PRINT "L=";L;"MH":GOTO 220
180 IF L<1 THEN L=L*1E3:PRINT "L=";L;"UH":GOTO 220
190 PRINT "L=";L;"MH":GOTO 220
200 FOR I=1 TO 1000:NEXT I
210 RETURN
220 GET F$
230 IF LEN(F$)=0 THEN 220
240 F=ASC(F$)
250 IF F=78 GOTO 20
260 GOTO 220
270 INPUT "F IN HZ ";F
280 INPUT "L IN UH ";L
290 C=1E12/((2*3.1415926*F)^2*L)
300 IF C<1E-3 THEN C=C*1E6:PRINT "C=";C;"PF":GOTO 220
310 IF C<1 THEN C=C*1E3:PRINT "C=";C;"NF":GOTO 220
320 PRINT "C=";C;"UF":GOTO 220
330 END
```

Bild 11.1

11.2 Programm zur Berechnung der Grenzfrequenz von RC-Gliedern

Nachdem das Programm (**Bild 11.2**) eingetippt oder von der Kassette geladen wurde, wird es mit dem Befehl RUN gestartet. Es erscheint auf der Anzeige „GRENZFREQUENZ VON RC-GLIEDERN“ und kurz darauf „R=?, C=?, FG=?“, Pfeil nach oben.

Je nachdem, ob der Widerstand, der Kondensator oder die Grenzfrequenz berechnet werden soll, wird ein R, C, oder FG eingegeben.

Nehmen wir zunächst an, der Widerstand soll berechnet werden, dann geben wir ein „R“ ein und drücken die Taste RETURN. Es erscheint auf der Anzeige „C IN FARAD?“. Wir geben die Kapazität in Farad ein, z.B. 100 μF mit 100E-6 und drücken die RETURN-Taste.

Als nächstes fragt der Computer „FG in Hz?“ und erwartet die Eingabe der Frequenz. Geben wir als Beispiel 50 ein und drücken wieder die RETURN-Taste, erscheint der errechnete Widerstand von $R=31,8309142 \Omega$.

Um eine neue Rechnung auszuführen, wird jetzt die Taste N gedrückt, und es erscheint die erste Frage, ob ein Widerstand, eine Kapazität oder die Grenzfrequenz errechnet werden soll.

Sinngemäß erfolgt die Abfrage und Errechnung für Kapazität und Grenzfrequenz. Zum Aussteigen aus dem Programm wird, statt R, C oder FG einzugeben, nur die RETURN-Taste gedrückt.

```
LIST
1 REM**B AT PELKA
2 REM**20.5.80
3 REM**RC-GL
4 REM**PROGRAMM ZUR BERECHNUNG VON RC-GLIEDERN
10 PRINT"GRENZFREQUENZ VON":GOSUB 200
20 PRINT"RC-GLIEDERN":GOSUB 200
30 DIM A$(10)
40 INPUT"R=?,C=?,FG=";A$
50 IF A$="R"THEN160
60 IF A$="C"THEN 120
70 IF A$="FG"GOTO 80
75 PRINT "FALSCH EINGABE":GOSUB 200:GOTO 40
80 INPUT " R IN OHM ";R
90 INPUT "C IN FARAD ";C
100 F=1/(2*3.1416*R*C)
105 IF F>1E6 THEN F=F/1E6:PRINT"FG=";F;"MHZ":GOTO 220
110 IF F>1E3 THEN F=F/1E3:PRINT"FG=";F;"KHZ":GOTO 220
115 PRINT"FG=";F;"HZ":GOTO 220
120 INPUT " R IN OHM ";R
130 INPUT " FG IN HZ ";F
140 C=1E6/(2*3.1416*R*F)
145 IF C<1E-3 THEN C=C*1E6:PRINT"C=";C;"PF":GOTO 220
150 IF C<1 THEN C=C*1E3:PRINT"C=";C;"NF":GOTO 220
155 PRINT "C=";C;"UF":GOTO 220
160 INPUT " C IN FARAD ";C
170 INPUT " FG IN HZ ";F
180 R=1/(2*3.1416*C*F)
185 IF R>1E6 THEN R=R/1E6:PRINT"R=";R;"MOHM":GOTO 220
190 IF R>1E3 THEN R=R/1E3:PRINT"R=";R;"KOHM":GOTO 220
195 PRINT "R=";R;"OHM":GOTO 220
200 FOR I=1 TO 1000:NEXT
210 RETURN
220 GET F$
225 IF LEN(F$)=0 GOTO 220
230 F=ASC(F$)
240 IF F=78 GOTO 40
250 GOTO 220
260 END
```

Bild 11.2

11.3 Programm zur Umwandlung einer Dezimalzahl in eine Hexzahl (Sedezimalzahl)

Beim Umgang mit Mikrocomputern müssen häufig Dezimalzahlen in Hexzahlen oder umgekehrt umgerechnet werden. Der PC 100 ist durch Einsetzen eines zusätzlichen Festwertspeichers für eine solche Umwandlung nachrüstbar. Eine solche Umwandlung kann aber auch durch Software vorgenommen werden. Das nachstehende Programm gestattet die Umwandlung von Dezimalzahlen in Hexzahlen bis zu 20 Bit.

Nachdem das Programm (**Bild 11.3**) eingetippt oder von der Kassette geladen wurde, wird mit dem Befehl RUN gestartet. Es erscheint auf der Anzeige das Wort „DEZIMALZAHL?“, Pfeil nach oben.

Der Computer erwartet die Eingabe einer Zahl, die kleiner als 1048575 ist und anschließendes Drücken der RETURN-Taste. Nehmen wir an, wir geben die Dezimalzahl 64560 ein und drücken die RETURN-Taste, so erscheint auf der Anzeige „HEXZAHL=0FC30H“.

Eine neue Zahl kann durch Drücken der Taste N eingegeben werden.

Zum Aussteigen aus dem Programm wird, statt die Dezimalzahl einzugeben, nur die RETURN-Taste gedrückt.

```
LIST
1 REM**B AT PELKA
2 REM**10.1.80
3 REM**DEZHE
4 REM**PROGRAMM ZUR UMWANDLUNG EINER DEZIMALZAHL
5 REM**IN EINE HEXZAHL(SEDEZIMALZAHL)
10 FOR N=1 TO 5
20 B(N)=16^(5-N)
30 NEXT N
40 INPUT " DEZIMALZAHL ";A
50 IF A<0 THEN PRINT " ZAHL IST NEGATIV":GOSUB 200
60 IF A>1048575 THEN PRINT "ZAHL IST > 20 BIT":GOSUB 200
80 B$=""
90 FOR N=1 TO 5
100 X=INT(A/B(N))
110 GOSUB 160
120 B$=B$+X$
130 A=A-X*B(N)
140 NEXT N
145 IF LEFT$(B$,2)=""00"THEN B$=RIGHT$(B$,LEN(B$)-1):GOTO 145
150 PRINT "HEXZAHL=";B$;"H"
155 GOTO 220
160 IF X<10 THEN X$=RIGHT$(STR$(X),1):RETURN
170 X$=CHR$(X+55)
180 RETURN
200 FOR I=1 TO 1000:NEXT
210 GOTO 40
220 GET F$
230 IF LEN(F$)=0 THEN GOTO 220
240 F=ASC(F$)
250 IF F=78 GOTO 40
260 GOTO 220
270 END
```

Bild 11.3

11.4 Programm zur Umwandlung einer Hexzahl (Sedezimalzahl) in eine Dezimalzahl

Beim Umgang mit Mikrocomputern ist es häufig erforderlich, Hexzahlen in Dezimalzahlen umzurechnen. Durch Einsetzen eines zusätzlichen Festwertspeichers kann der PC 100 für eine solche Funktion nachgerüstet werden. Man kann aber auch diese Umrechnung mittels Software vornehmen. Nachstehendes Programm nimmt diese Umwandlung vor. Die Größe der Hexzahl ist lediglich durch den Funktionsumfang des PC 100 durch die größte darstellbare Zahl von $1,70141183 \times 10^{38}$ begrenzt.

Nachdem das Programm (**Bild 11.4**) eingetippt oder von der Kassette geladen wurde, wird es mit dem Befehl RUN gestartet. Es erscheint auf der Anzeige das Wort „HEXZAHL?“, Pfeil nach oben. Nunmehr ist die Hexzahl einzugeben, gleich anschließend an die Hexzahl ist ein großes H einzutippen, danach die RETURN-Taste zu drücken. Wird die Eingabe des „H“ vergessen, erfolgt eine erneute Anforderung „HEXZAHL?“. Es kann sofort die neue Zahl eingegeben werden. Bei der Hexzahl ist es bedeutungslos, ob eine führende Null mit eingegeben wird oder nicht. Wurde versehentlich eine falsche Zahl eingegeben, so kann mit der Eingabe des Buchstabens X, Drücken der RETURN-Taste und anschließendes Drücken des Buchstabens N der Abfragezustand wiederhergestellt werden.

Geben wir als Beispiel die Hexzahl 0FE8DH ein und drücken die RETURN-Taste, so erscheint auf der Anzeige „DEZIMALZAHL=65165“.

```
LIST
1 REM**B AT PELKA
2 REM**14.1.80
3 REM**HEXDE
4 REM**PROGRAMM ZUR UMWANDLUNG EINER HEXZAHL
5 REM**(SEDEZIMALZAHL) IN EINE DEZIMALZAHL
10 INPUT "HEXZAHL ";A$
20 IF RIGHT$(A$,1)="X" THEN GOTO 220
30 IF RIGHT$(A$,1)="H" THEN GOTO 55
40 PRINT "MIT 'H' BEENDEN!"
50 GOTO 218
55 E=0:E1=LEN(A$)-1
60 FOR N=1 TO E1
70 C$=MID$(A$,N,1)
80 GOSUB 200
90 E=E+C*16^(E1-N)
100 NEXT N
180 PRINT "DEZIMALZAHL=";E
190 GOTO 220
200 C1=ASC(C$)
201 IF C1<48 THEN 217
202 IF C1>57 THEN 204
203 C=C1-48:RETURN
204 IF C1<64 THEN 217
205 IF C1>70 THEN 217
206 C=C1-55 :RETURN
217 PRINT " FALSCH EINGABE"
218 FOR I=1 TO 1000:NEXT
219 GOTO 10
220 GET F$
230 IF LEN(F$)=0 THEN GOTO 220
240 F=ASC(F$)
250 IF F=78 GOTO 10
260 GOTO 220
270 END
```

Bild 11.4

Ist die ausgerechnete Dezimalzahl größer als 999999, so erscheint auf der Anzeige lediglich die Ziffer. Dies hängt mit dem Anzeigemechanismus des PC 100 zusammen.

Um eine neue Rechnung auszuführen, wird die Taste N gedrückt, und es erscheint wieder die Aufforderung „HEXZAHL?“. Zum Aussteigen aus dem Programm wird, statt die Hexzahl einzugeben, nur die RETURN-Taste gedrückt.

11.5 Programm zur Ausgabe des ASCII-Äquivalentes einer gedrückten Taste

Bei der Programmierung in BASIC ist es häufig von Bedeutung, das ASCII-Äquivalent der einzelnen Tasten zu kennen. Für die sichtbaren Zeichen sind diese im BASIC-Handbuch ausgedruckt. Weniger bekannt ist jedoch, daß für die Steuerzeichen das Dezimal-Äquivalent 0 bis 26 (durch gleichzeitiges Drücken der Tasten „CTRL“ und eines der Buchstaben A bis Z) eingegeben werden kann.

Mit Hilfe dieses Programmes kann unkompliziert und schnell das ASCII-Äquivalent jeder gedrückten Taste unter Einbeziehung der Umschalttasten „SHIFT“ und „CTRL“ sofort festgestellt werden.

Nachdem das Programm (**Bild 11.5**) eingetippt oder von der Kassette geladen wurde, wird es mit dem Befehl RUN gestartet. Es erscheint auf der Anzeige: „TASTE DRÜCKEN!“. Nach dem Drücken einer Taste erscheint auf der Anzeige das ASCII-Äquivalent dieser Taste, z.B. beim Drücken der Taste A

A = Dezimal-Äquivalent 65.

Handelt es sich um ein unsichtbares Zeichen, z.B. CTRL C, erscheint nur „= Dezimal-Äquivalent 3“.

Jeweils beim Drücken einer neuen Taste erscheint sofort das Äquivalent.

Zum Aussteigen aus dem Programm wird die Taste F_1 gedrückt.

```
LIST
1 REM**B AT PELKA
2 REM**20.5.80
3 REM**ASCII
4 REM**PROGRAMM ZUR AUSGABE DES
5 REM**ASCII-AEQUIVALENTES EINER GEDRUECKTEN TASTE
6 PRINT" TASTE DRUECKEN !"
10 GET A$
15 IF LEN(A$)=0 THEN 10
20 A=ASC(A$)
30 PRINT A$;"=DEZ.AEQ.";A
40 GOTO 10
```

Bild 11.5

11.6 Programm zur Initialisierung der seriellen Ausgabe

Am Anwenderstecker steht der serielle Ausgang „TTY PTR“ am Anschluß „U“ zur Verfügung. Es handelt sich um einen Open Collector-Ausgang eines NAND-Gliedes. Möglicherweise muß das Peripheriegerät über eine Interfaceschaltung betrieben werden (z.B. Beschaltung mit einem Optokoppler und Strombegrenzungswiderstand nach +5 V). Der serielle Ausgang wird durch das nachfolgend beschriebene Programm aktiviert.

Bevor das Programm (**Bild 11.6**) eingetippt oder von der Kassette geladen wird, muß auf die Frage „MEMORY SIZE“ der Wert 4064 oder ein kleinerer Wert eingegeben werden, weil die höheren Bytes des Speichers durch das Ausgabeprogramm belegt werden.

Damit ein weiteres Programm geladen werden kann, wurde dieses Ausgabeprogramm auf sehr hohe Zeilen-Nrn. gelegt. Bitte, achten Sie darauf, daß dieses Programm nicht versehentlich durch den Befehl „NEW“ gelöscht wird.

Die serielle Schnittstelle wird durch den Befehl „RUN 59000“ initialisiert. Als erstes erscheint auf der Anzeige „BAUDRATE?“; es dürfen folgende Baudraten eingegeben werden: 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 Baud. Nach Eingabe der Baudrate ist die RETURN-Taste zu drücken. Somit ist die serielle Schnittstelle initialisiert. Alles, was auf der Anzeige des PC 100 erscheint, wird auch auf die serielle Schnittstelle ausgegeben.

Sollen Programme auf die Kassette geschrieben oder von der Kassette geladen werden, muß die serielle Schnittstelle abgeschaltet werden. Dies ist durch den Befehl RUN 59300 möglich.

LIST

```
59000 REM**B AT FE KNOEPFLE
59001 REM**21.5.80
59002 REM**S.AUS
59003 REM**PROGRAMM ZUR INITIALISIERUNG DER
59004 REM**SERIELLEN AUSGABE AM PC100
59010 INPUT"BAUDRATE ?";B
59020 RESTORE
59030 READ A
59040 IF A<0 GOTO 59120
59050 IF A=B GOTO 59090
59060 READ A
59070 READ A
59080 GOTO 59030
59090 READ A:POKE 42007,A
59100 READ A:POKE 42008,A
59110 GOTO 59030
59120 POKE 41990,224
59130 POKE 41991,15
59140 READ A
59150 READ B
59160 IF B<0 THEN 59200
59170 POKE A,B
59180 A=A+1
59190 GOTO 59150
59200 POKE 4,224
59210 POKE 5,15
59220 X=USR(X)
59230 DATA 110,35,63,150,25,183,300,12,194,600,6,63
59240 DATA 1200,2,253,2400,1,93,4800,0,141,9600,0,37,-1
59250 DATA 4064,141,255,15,41,127,201,13,240,3,76,168,238
59260 DATA 169,10,32,168,238,173,255,15,76,168,238,-1
59270 END
59290 REM**AUSGABE ARSCHALTEN
59300 POKE41990,5:POKE41991,239
59310 END
```

Bild 11.6

11.7 Programm zum Einlesen von $4^{1/2}$ Stellen BCD-Daten

Der PC 100 besitzt einen Applikationsstecker (**Bild 11.7.1**), an dessen Anschlüssen Meßdaten direkt übernommen werden können. Die Daten werden zweckmäßigerweise in BCD-codierter Form angeliefert. Der max. Wert, der nach Bild 11.7.1 übernommen werden kann, ist 19999. Es werden nur positive Werte berücksichtigt, ein Vorzeichen ist nicht vorgesehen. Während der positiven Flanke an Anschluß CA₁ (20) werden die Daten eingelesen. Der Rechner ordnet diese einem Nennwert mit einem Toleranzfeld, welcher am Beginn des Programmes eingegeben werden muß, zu. Am Anzeigefeld gibt die Formatierung gleichzeitig eine Aussage über den eingegangenen Meßwert:

Ausdruck am linken Rand → zu klein
Ausdruck in der Mitte → Meßwert im Toleranzfeld
Ausdruck am rechten Rand → zu groß.

Beim Betätigen der Taste „M“ werden folgende Werte am Drucker ausgedruckt:

- Anzahl der bisher verarbeiteten Meßdaten
- Kumulierter Mittelwert der Meßdaten
- Anzahl der Meßdaten unterhalb, innerhalb und oberhalb der zulässigen Toleranz.

Nach dem Ausdrucken der Daten werden weitere eingehende Meßwerte vom PC 100 übernommen.

Bei der Steckerbeschaltung ist darauf zu achten, daß sämtlichen Leitungen feste Pegel zugeordnet sind und diese nicht hochohmig (offen) sind. Beim Anschluß TTY-KYBD muß die Basis des im Gerät vorhandenen Transistors durch einen Vorwiderstand von ca. 1kΩ geschützt werden.

Programm

Bild 11.7.2 zeigt das Flußdiagramm, **Bild 11.7.3** den Ausdruck des Programmes. In Zeile 25 bis 40 wird der Nennwert und der Toleranzbereich eingelesen. Zeile

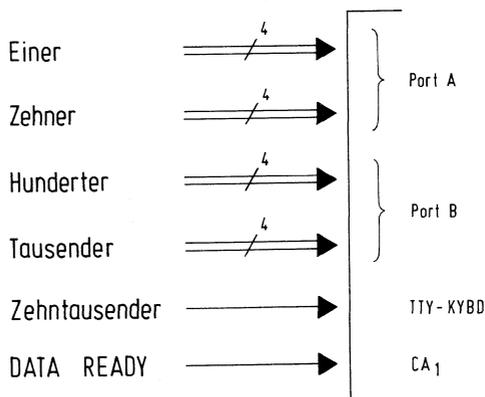


Bild 11.7.1

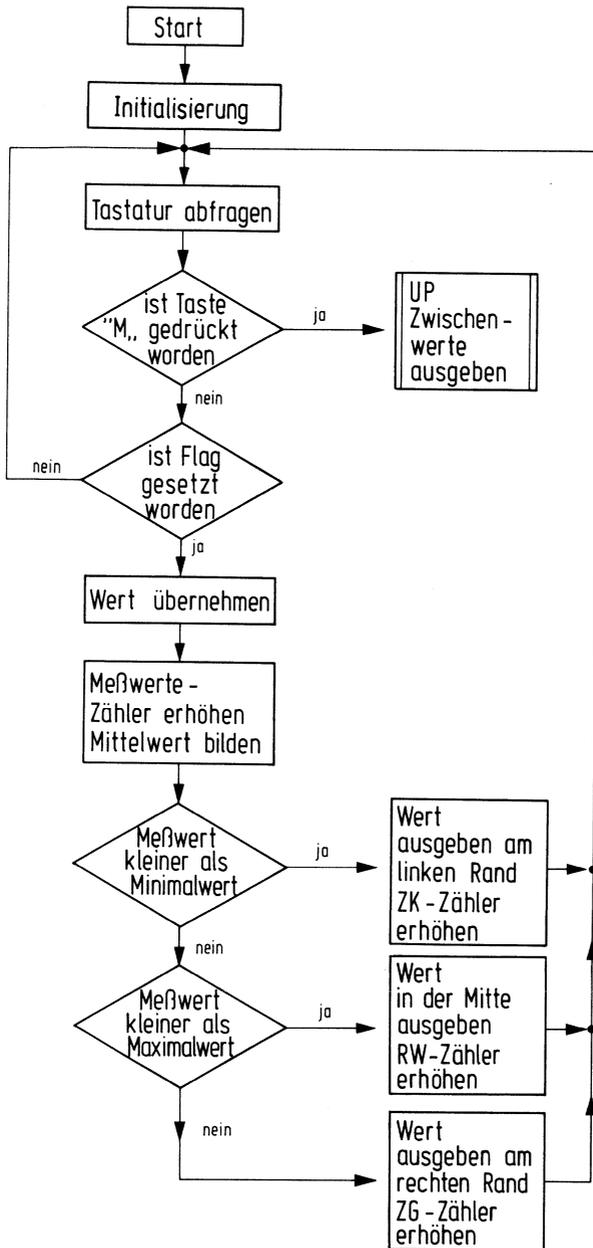


Bild 11.7.2

```

LIST
1 REM**RS EBG V 3 BUETTNER
2 REM**22.5.80
3 REM**BCD
4 REM**PROGRAMM ZUM EINLESEN VON BCD-DATEN
5 POKE42001,0:REM ** DRUCKER AUS **
10 POKE40962,0:REM ** PORT B INPUT **
15 POKE40963,0:REM ** PORT A INPUT **
20 POKE40972,1:REM ** CA1 SETZT FLAG (ADR = 40973) **
21 REM ** BEI POSITIVER FLANKE **
25 INPUT"NENNWER=";NW
30 INPUT"+ TOLERANZ IN % =";PT
40 INPUT"- TOLERANZ IN % =";MT
50 G1=NW-(NW*(MT*.01))
60 G2=NW+(NW*(PT*.01))
70 DEFFNB(X)=(BAND240)/16*1000+(BAND15)*100
80 DEFFNA(X)=(AAND240)/16*10+(AAND15)
85 DEFFNC(X)=(CAND64)/64*10000
90 GETA$:IFA$="H"THEN1000
100 IFPEEK(40973)AND2=2THEN120
110 GOTO90
120 A=PEEK(40961):B=PEEK(40960):C=PEEK(43008)
130 Z=FNA(X)+FNB(X)+FNC(X):Y=Y+Z:I=I+1:D=INT(Y/I+.5)
140 IFZ<G1THEN100
150 IFZ<G2THEN200
160 PRINTTAB(13);Z:ZG=ZG+1
170 GOTO90
180 PRINTZ:ZK=ZK+1
190 GOTO90
200 PRINTTAB(8);Z:RW=RW+1
210 GOTO90
1000 PRINT!SPC(40);"GESANTANZAHL ";I
1010 PRINT!"MITTELWERT: ";D
1020 PRINT!"INNERHALB TOL.: ";RW
1030 PRINT!"ZU KLEIN: ";ZK
1040 PRINT!"ZU GROSS: ";ZG
1050 PRINT!"*****"
1060 PRINT"
1070 GOTO90

```

Bild 11.7.3

50 und 60 berechnet aus Nennwert und Toleranz die Grenzwerte G1 (Minimalwert) und G2 (Maximalwert). In Zeile 70 bis 85 werden Funktionen definiert, die die anstehenden Daten an den Ports als BCD-Werte interpretieren.

Die Funktion B(X) weist den 8 Bit an Port B die beiden Dezimalstellen 1000 und 100 zu. Das geschieht wie folgt: Der Port B wird gelesen ($B = \text{PEEK}(40960)$) und das untere Halbbyte mit AND 240 ausgeblendet. Die Korrekturgröße $1/16$ ist notwendig, um den binären Wert richtig als Dezimalziffer zu interpretieren. Der Stellenwert 1000 wird durch die Multiplikation mit 1000 erreicht. Dann wird das obere Halbbyte mit AND 15 ausgeblendet. Hier ist keine Korrektur nötig, da der entstehende Binärwert entsprechend dem Dezimalwert ist. Die Multiplikation mit 100 weist dieser Ziffer den Stellenwert 100 zu. Dieser wird zum Tausender addiert. Auf ähnliche Weise werden die Zehner- und Einerstellen gewonnen.

Die Zehntausender-Stelle weicht davon ab. Hier wird die TTY-KYBD-Leitung verwendet. Diese kann am PB6 von Z32 abgefragt werden. Dazu werden mit AND64 alle anderen Leitungen des Port B von Z32 ausgeblendet. Der Korrekturwert entspricht dem binären Stellenwert G4. Durch Multiplikation mit 10000 wird dieser Wert zur höchsten Dezimalstelle bestimmt.

Hiermit ist die Initialisierung abgeschlossen.

Den Zeilen 90 bis 210 sind folgende Funktionen zugeordnet:

- 90: Tastaturabfrage. Wenn Taste „M“ gedrückt wurde, dann Sprung zum Unterprogramm „Zwischenwerte“.
- 100: Wenn Flag gesetzt ist, dann Meßwert übernehmen.
- 110: Sonst Rücksprung zur Tastaturabfrage.
- 120: Werte von den Ports einlesen.
- 130: Dezimalwert errechnen, Zähler für Anzahl der Meßwerte erhöhen und Mittelwert bilden.
- 140: Wenn Meßwert kleiner als untere Toleranzgrenze, dann Sprung zu „Ausgabe am linken Rand“.
- 150: Wenn Meßwert kleiner als obere Toleranzgrenze, dann Sprung zu „Ausgabe in der Mitte“.
- 160: Meßwertausgabe am rechten Rand.
- 170: Rücksprung zur Tastaturabfrage.
- 180: Anweisung für Ausgabe am linken Rand; Zähler für zu kleine Werte erhöhen.
- 190: Rücksprung zur Tastaturabfrage.
- 200: Anweisung für Ausgabe in der Mitte; Zähler für richtigen Wert erhöhen.
- 210: Rücksprung zur Tastaturabfrage.

Zeile 1000 wird durch Drücken der Taste „M“ erreicht. Die ab Zeile 1000 folgenden Befehle dienen zum Ausdrucken der Gesamtanzahl von Meßdaten, des Mittelwertes und der Zuordnung zum Toleranzbereich.

Unsere Geschäftsstellen

Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West)

Siemens AG
Salzufer 6-8
Postfach 11 05 60
1000 Berlin 11
☎ (030) 3939-1, ☎ 1810-278
FAX (030) 3939-2630

Siemens AG
Contrescarpe 72
Postfach 107827
2800 Bremen 1
☎ (0421) 364-1, ☎ 245451
FAX (0421) 364-687

Siemens AG
Lahnweg 10
Postfach 11 15
4000 Düsseldorf 1
☎ (0211) 3030-1, ☎ 8581301
FAX (0211) 3030-506

Siemens AG
Gutleutstraße 31
Postfach 4183
6000 Frankfurt 1
☎ (0611) 262-1, ☎ 4 14 131
FAX (0611) 262-2253

Siemens AG
Lindenplatz 2
Postfach 105609
2000 Hamburg 1
☎ (040) 282-1, ☎ 2 162721
FAX (040) 282-2210

Siemens AG
Am Maschpark 1
Postfach 5329
3000 Hannover 1
☎ (0511) 199-1, ☎ 9 22333
FAX (0511) 199-2799

Siemens AG
N. 7, 18 (Siemenshaus)
Postfach 2024
6800 Mannheim 1
☎ (0621) 296-1, ☎ 4 62261
FAX (0621) 296-222

Siemens AG
Richard-Strauss-Straße 76
Postfach 202109
8000 München 2
☎ (089) 9221-1, ☎ 5 29421-25
FAX (089) 9221-4499

Siemens AG
Von-der-Tann-Straße 30
Postfach 4844
8500 Nürnberg 1
☎ (0911) 654-1, ☎ 622251
FAX (0911) 654-3436,
34614, 3716

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

Siemens Bauteile Service
Lieferzentrum Fürth
Postfach 146
8510 Fürth-Bislohe
☎ (0911) 3001-1, ☎ 623818

Europa

Belgien

Siemens S.A.
chaussée de Charleroi 116
B-1060 Bruxelles
☎ (02) 5373100, ☎ 21347

Bulgarien

RUEN,
Büro für Firmenvertretungen und
Handelsvermittlungen bei der
Vereinigung „Interpred“
San Stefano 14/16
BG-1504 Sofia 4
☎ 457082, ☎ 22763

Dänemark

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

Finnland

Siemens Osakeyhtiö
Mikonkatu 8
Fach 8
SF-00101 Helsinki 10
☎ (90), 1626-1, ☎ 124465

Frankreich

Siemens S.A.
39-47, boulevard Ornano
F-93200 Saint-Denis
(B.P. 109, F-93203 Saint Denis
CEDEX 1)
(für Personalpost: B.P. 122,
F-93204 Saint-Denis CEDEX 1)
☎ (16-1) 8206120, ☎ 620853

Griechenland

Siemens Hellas E.A.E.
Voulas 7
P.O.B. 601
Athen 125
☎ (01) 3293-1, ☎ 216291

Großbritannien

Siemens Limited
Siemens House
Windmill Road
Sunbury-on-Thames
Middlesex TW 16 7HS
☎ (09327) 85691, ☎ 8951091

Irland

Siemens Limited
8, Raglan Road
Dublin 4
☎ (01) 684727, ☎ 5341

Island

Smith & Norland H/F
Nóatún 4
P.O.B. 519
Reykjavik
☎ 28322, ☎ 2055

Italien

Siemens Elettra S.p.A.
Via Fabio Filzi, K 25/A
Casella Postale 4183
I-20124 Milano
☎ (02) 6248, ☎ 330261

Jugoslawien

Generalexport
Masarikova 5/XIV
Poštanski fah 223
YU-11001 Beograd
☎ (011) 684866, ☎ 11287

Luxemburg

Siemens Société Anonyme
17, rue Glesener
B.P. 1701
Luxembourg
☎ 49711-1, ☎ 3430

Niederlande

Siemens Nederland N.V.
Wilhelmina van Pruisenweg 26
NL-2595 AN Den Haag
(Postbus 16068,
NL-2500 BB Den Haag)
☎ (070) 782782, ☎ 31373

Norwegen

Siemens A/S
Østre Aker vei 90
Postboks 10, Veitvet
N-Oslo 5
☎ (02) 153090, ☎ 18477

Österreich

Siemens Aktiengesellschaft
Österreich
Apostelgasse 12
Postfach 326
A-1031 Wien
☎ (0222) 7293-0, ☎ 131866

Polen

PHZ Transactor S.A.
ul. Stawki 2
P.O.B. 276
PL-00-950 Warszawa
☎ 398910, ☎ 815554

Portugal

Siemens S.A.R.L.
Avenida Almirante Reis, 65
Apartado 1380
P-1100 Lisboa-1
☎ (019) 538805, ☎ 12563

Rumänien

Siemens birou
de consultajii tehnice
Strada Edgar Quinet Nr. 1
R-70106 Bucuresti 1
☎ 151825, ☎ 11473

Schweden

Siemens Aktiebolag
Norra Stationsgatan 69
Box 23141
S-10435 Stockholm 23
☎ (08) 24 1700, ☎ 11672

Schweiz

Siemens-Albis AG
Freilagerstraße 28
Postfach
CH-8047 Zürich
☎ (01) 2473111, ☎ 52131

Spanien

Siemens S.A.
Ornse, 2
Apartado 155
Madrid 20
☎ (91) 4552500, ☎ 27769

Tschechoslowakei

EFEKTIM,
Technisches Beratungsbüro
Siemens AG
Anglická ulice 22, 3. Stock
P.O.B. 1087
CS-12000 Praha 2
☎ 258417, ☎ 122389

Türkei

ETMAŞ Elektrik Tesisatı ve
Mühendislik A.Ş.
Meclisi Mebusan Caddesi 55/35
Findikli
P.K. 213 Findikli
Istanbul
☎ 009011/452090, ☎ 24233

Ungarn

Intercooperation AG,
Siemens Kooperationsbüro
Böszörményi út 9-11
P.O.B. 1525
H-1126 Budapest
☎ (01) 154970, ☎ 224133

Union der

Sozialistischen Sowjetrepubliken

Ständige Vertretung der
Siemens AG in Moskau
Internationales Postamt
Postfach 77
SU-Moskau G 34
☎ 2027711, ☎ 7413

Afrika

Ägypten

Siemens Resident Engineers
33, Dokki Street
P.O.B. 775
Dokki/Cairo
Arab Republik Egypt
☎ 982671, ☎ 321

Äthiopien

Siemens Ethiopia Ltd.
P.O.B. 5505
Addis Ababa
☎ 151599, ☎ 21052

Algerien

Siemens Algerie S.A.R.L.
3, Viaduc Youghourta
B.P. 224, Alger-Gare
Alger
☎ 615966/67, ☎ 52817

Libyen

Siemens Resident Engineers
Socialist People's Libyan Arab
Jamahiriyah
P.O.B. 46
Tripoli
☎ 41534, ☎ 20029

Marokko

SETEL
Société Electrotechnique
et de Télécommunications S.A.
Immeuble Siemens
km 1, Route de Rabat
Casablanca-Ain Sebâa
☎ 351025, ☎ 25914

Nigeria

Siemens Nigeria Ltd.
Siemens House
Industrial estate 3 f,
Block A
P.O.B. 304, Apapa
Oshodi (Lagos)
☎ 842502, ☎ 21357

Sudan

National Electrical
& Commercial Company (NECC)
P.O.B. 1202
Khartoum
Republic of Sudan
☎ 80818, ☎ 642

Südafrika

Siemens Limited
Siemens House,
Corner Wolmarans and
Biccard Streets, Braamfontein 2001
P.O.B. 4583
Johannesburg 2000
☎ (011) 7159111, ☎ 58-7721

Tunesien

Sitelec S.A.,
Immeuble Saâdi - Tour C
Route de l'Ariana
Tunis-El Menzah TN
☎ 231526, ☎ 12326

Zaire

Siemens Zaire S.P.R.L.
B.P. 9897
5e und 6e Straße (Limité)
Kinshasa 1
☎ 77206, ☎ 21377

Amerika

Argentinien

Siemens Sociedad Anónima
Avenida Pte. Julio A. Roca 516
Casilla Correo Central 1232
RA-1067 Buenos Aires
☎ 00541/300411, ☎ 121812

Bolivien

Sociedad Comercial é Industrial
Hansa Limitada
CalleMercadoesquinaYanacochoa
Cajón Postal 1402
La Paz
☎ 355317, ☎ 5261

Brasilien

Icotron S.A.
Indústria de
Componentes Eletrônicos
Avenida Mutinga, 3650
Pirituba
BR-05110 São Paulo-SP
(Caixa Postal 1375,
BR-01000 São Paulo)
☎ (011) 2610211
☎ 005511-23633, 11-23641

Chile

Gildemeister S.A.C.,
Area Siemens
Casilla 99-D
Santiago de Chile
☎ 82523,
☎ TRA SGO 392, TDE 40588
FAX 82523

Ecuador

Siemens S.A.
Avenida América y
Hernández Girón s/n.,
Casilla de Correos 3580
Quito
☎ 454000, ☎ 22190

Kanada

Siemens Electric Limited
7300 Trans-Canada Highway
Pointe Claire, Québec H9R 1C7
(P.O.B. 7300, Pointe Claire,
Québec H9R 4R6)
☎ (514) 6957300, ☎ 5-822778

Kolumbien

Siemens S.A.
Carrera 65, No. 11-83
Apartado Aéreo 80150
Bogotá 6
☎ 2628811, ☎ 44750

Mexico

Siemens S.A.
Poniente 116, No. 590
Col. Ind. Vallejo
Apartado Postal 15064
México 15, D.F.
☎ 5670722, ☎ 1772700

Uruguay

Conatel S.A.
Ejido 1690
Casilla de Correo 1371
Montevideo
☎ 917331, ☎ 934

Venezuela

Siemens S.A.
Apartado 3616
Caracas 101
☎ (02) 2392133, ☎ 25131

Vereinigte Staaten von Amerika

Siemens Corporation
186 Wood Avenue South
Iselin, New Jersey 08830
☎ (201) 494-1000
☎ WU 844491
TWX WU 7109980588

Asien

Afghanistan

Afghan Electrical Engineering
and Equipment Limited
Alaudin, Karte 3
P.O.B. 7
Kabul 1
☎ 40446, ☎ 35

Bangladesch

Siemens Bangladesh Ltd.
74, Diskusha Commercial Area
P.O.B. 33
Dacca 2
☎ 244381, ☎ 5524

Hongkong

Jebsen & Co., Ltd.
Siemens Division
Prince's Building, 24th floor
P.O.B. 97
Hong Kong
☎ 5225111, ☎ 73221

Indien

Siemens India Ltd.
Head Office
134-A, Dr. Annie Besant Road, Worli
P.O.B. 6597
Bombay 400018
☎ 379906, ☎ 112373

Indonesien

Panatraco Ltd.
Jl. Kebon Sirih 4
P.O.B. 332
Jakarta Pusat
☎ 366464, ☎ 44258

Irak

Siemens Iraq Consulting Office
P.O.B. 3120
Baghdad
☎ 98198, ☎ 2393

Iran

Siemens Sherkate Sahami Khass
Ave. Ayatolla Taleghani 32
Siemenshaus
Teheran 15
☎ (021) 614-1, ☎ 212351

Japan

Fuji Electronic Components Ltd.
New Yurakucho Bldg., 8F
12-1, Yurakucho 1-chome,
Chiyoda-ku
Tokyo 100
☎ 201-2451, ☎ j22130

Korea (Republik)

Siemens Electrical
Engineering Co., Ltd.
C.P.O.B. 3001
Seoul
☎ 7783431, ☎ 23229

Kuwait

Abdul Aziz M. T. Alghanim Co.
& Partners
Abdulla Fahad Al-Mishan Building
Al-Sour Street
P.O.B. 3204
Kuwait, Arabia
☎ 423336, ☎ 2131

Libanon

Ets. F. A. Kettaneh S.A.
(Kettaneh Frères)
Medawar
P.B. 110242
Beyrouth
☎ 251040, ☎ 20614

Malaysia

Electcoms Bumi Engineering
Sdn. Bhd.
18, Jalan 225
P.O.B. 310
Petaling Jaya/Selangor
☎ 762520, ☎ 37418

Pakistan

Siemens Pakistan Engineering
Co. Ltd.
Ilaco House, Abdullah Haroon Road
P.O.B. 7158
Karachi 3
☎ 516061, ☎ 2820

Philippinen

Maschinen + Technik Inc. (MATEC)
Greenbelt Mansion, Ground Floor,
Perea Street, Legaspi Village
Makati
P.O.B. 1872 MCC
Manila
☎ 818111,
☎ 756-3972 MTI PN

Saudi-Arabien

Arabia Electric Ltd.
Head Office
P.O.B. 4621
Jeddah
☎ 0096621/605089
☎ 401864
FAX 605089

Singapur

Siemens Components Pte. Ltd.
10-15E, Block 7
51 Ayer Rajah Industrial Estate
Singapore 0513
☎ 7760283, ☎ RS 21000

Syrien

Syrian Import
Export & Distribution
Co., S.A.S. SIEDCO
Port Said Street
P.O.B. 363
Damas
☎ 1343133, ☎ 11267

Taiwan

Tai Engineering Co. Ltd.
6th Floor Central Building
No. 108 Chung Shan N. Rd. Sec. 2
P.O.Box 68-1882
Taipei
☎ 5363171, ☎ 27860 tai engco

Thailand

B. Grimm & Co., R.O.P.
1643/4, Phetburi Road
(Extension)
G.P.O.B. 66
Bangkok 10
☎ 2524081, ☎ 2614

Yemen (Arab. Republik)

Tihama Tractors
& Engineering Co. Ltd.
P.O.B. 49
Sanaa
Yemen Arab Republic
☎ 2462, ☎ 2217

Australien Australien

Siemens Industries Limited
544 Church Street, Richmond
Melbourne, Vic. 3121
☎ (03) 4297111, ☎ 30425

