

Uhrenschaltkreise U 130 X, U 131 G und U 132 X

Dipl.-Ing. BERND SEEGER

Nach einem Vortrag, gehalten auf dem 10. Halbleiterbauelemente-Symposium in Frankfurt (Oder) vom 17.-19. 5. 1983

U 132 X

Dieser Uhrenschaltkreis wurde für den Einsatz in digitalanzeigenden Damen- und Herrenquarzarmbanduhren entwickelt. Er wird als gehäuseloses Chip im Scheibenverband mit den Abmessungen von 5,5 mm mal 3 mm hergestellt. Auf der Chipfläche sind etwa 2 600 Transistoren integriert. Die Bondinselbelegung und die zugeordneten Funktionen zeigen Bild 1 und Tafel 1.

Die äußere Beschaltung des U 132 X zeigt Bild 2. Eine integrierte Spannungsverdopplerschaltung erzeugt die für den Betrieb der LC-Anzeige, die vom Schaltkreis gleichspannungsfrei angesteuert wird, benötigte Spannung. Die Ausgangssignale der Segmenttreiber und des Gegenelektrodentreibers sind mit 32 Hz getaktet. Auf dem Display können die Stunden und Minuten, der Monat und Kalendertag oder die Sekunden dargestellt werden. Über die entsprechende Belegung des Programmiereinganges P1 kann zwischen einer 12- bzw. 24-h-Anzeige gewählt werden.

$P1 = U_{DD}$: 12-h-Anzeige

$P1 = U_{EE}$: 24-h-Anzeige

Das Datum wird bei Betätigen der Haupttaste angezeigt, das bedeutet, daß der Eingang HT mit U_{DD} verbunden wird. Nach 2 s erscheint wieder die aktuelle Uhrzeit. Der U 132 X hat einen Vierjahreskalender. Die Monatslänge wird automatisch ohne Berücksichtigung der Schaltjahre korrigiert. Wird die Haupttaste zweimal hintereinander betätigt, erfolgt die Sekundenanzeige. Nach einem weiteren Tastendruck erscheint wieder die Uhrzeit.

Mit den Tasten VT und HT kann eine Korrektur der Uhrzeit und des Datums vorgenommen werden. Ebenso ist die Möglichkeit einer Sekundenschnellkorrektur mit Auf- oder Abrunden gegeben. Durch die Testeingänge ist eine schnelle Prüfung des Schaltkreises möglich.

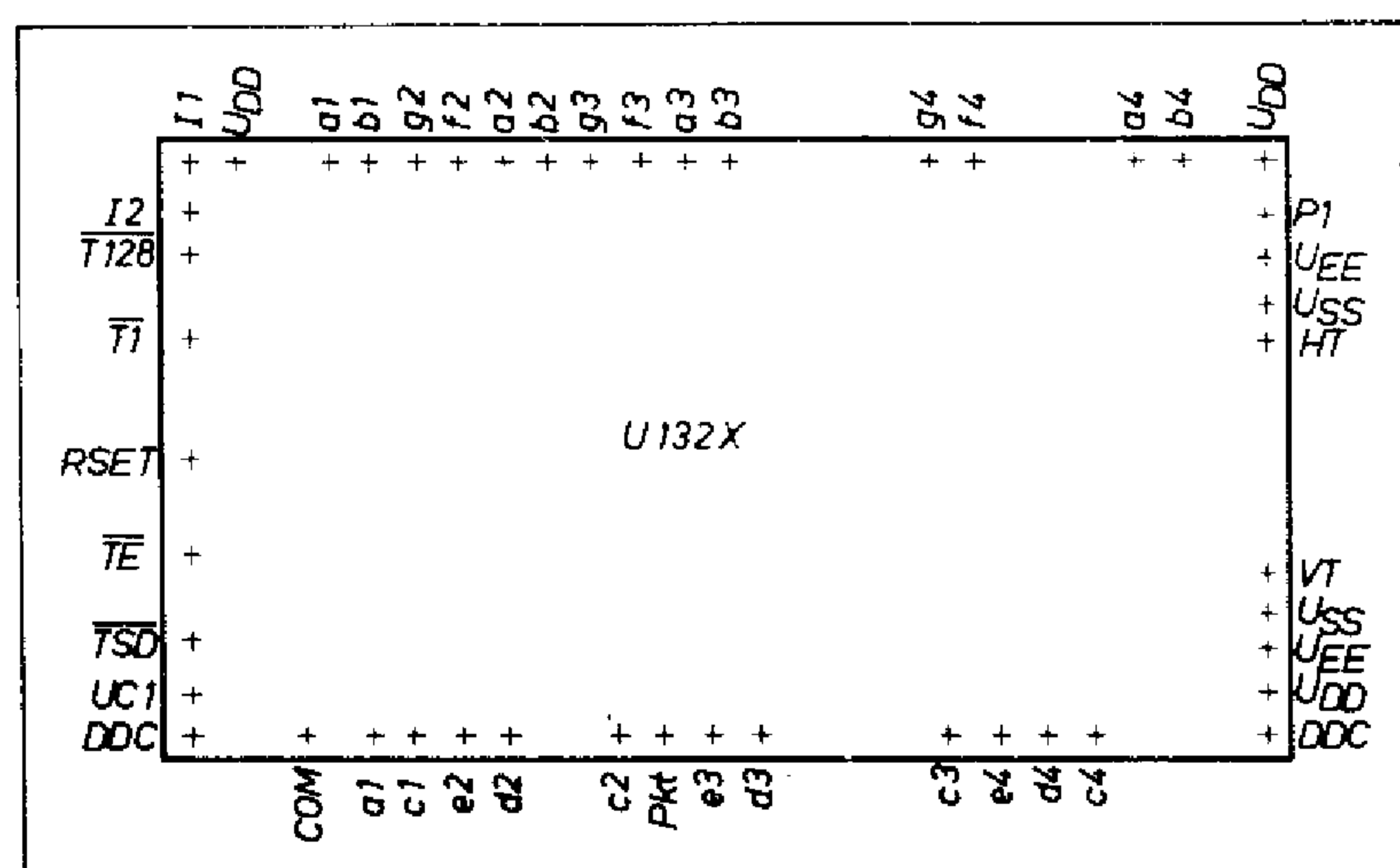


Bild 1: Bondinselbelegung des U 132 X

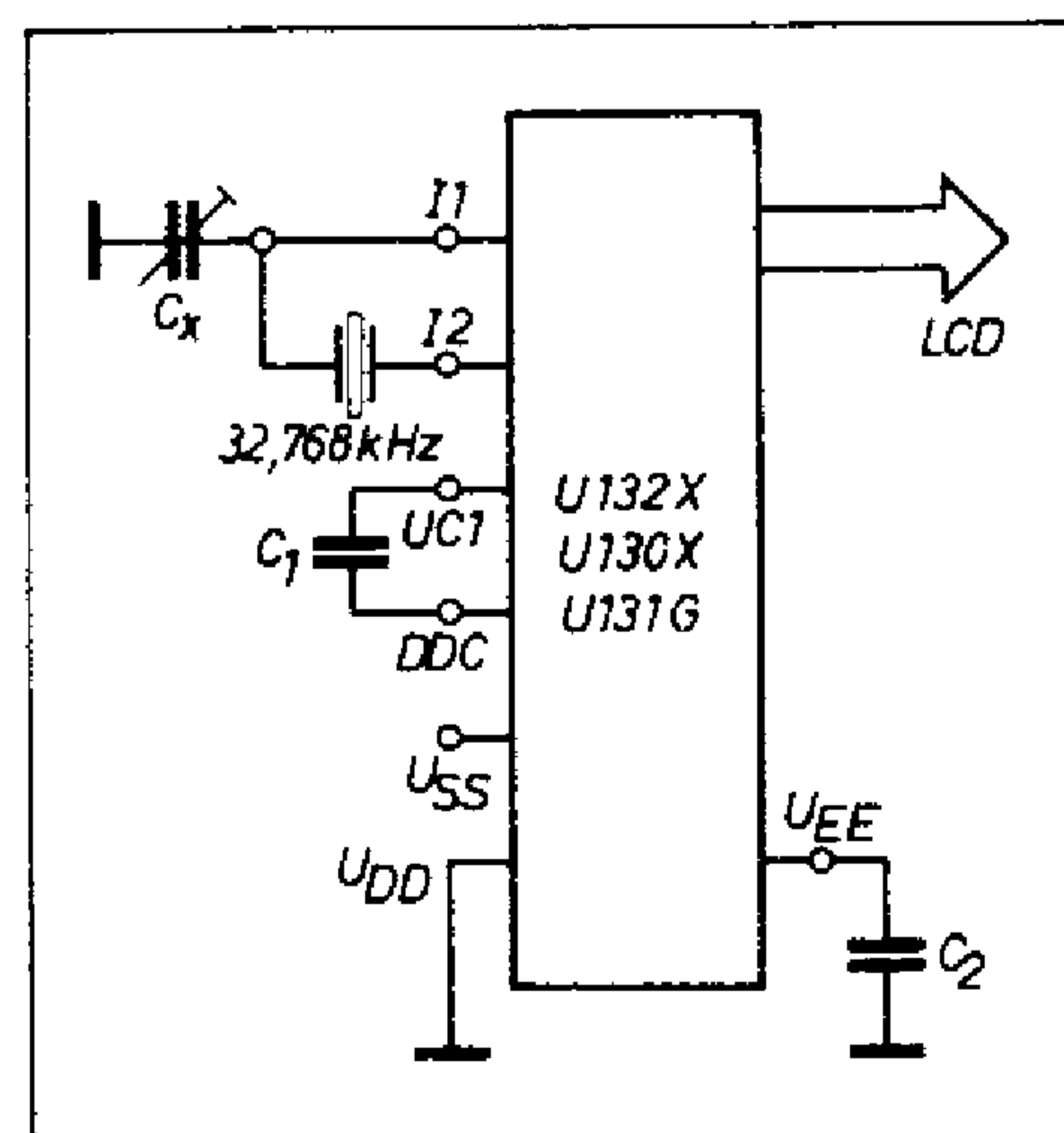


Bild 2: Äußere Beschaltung der Schaltkreise

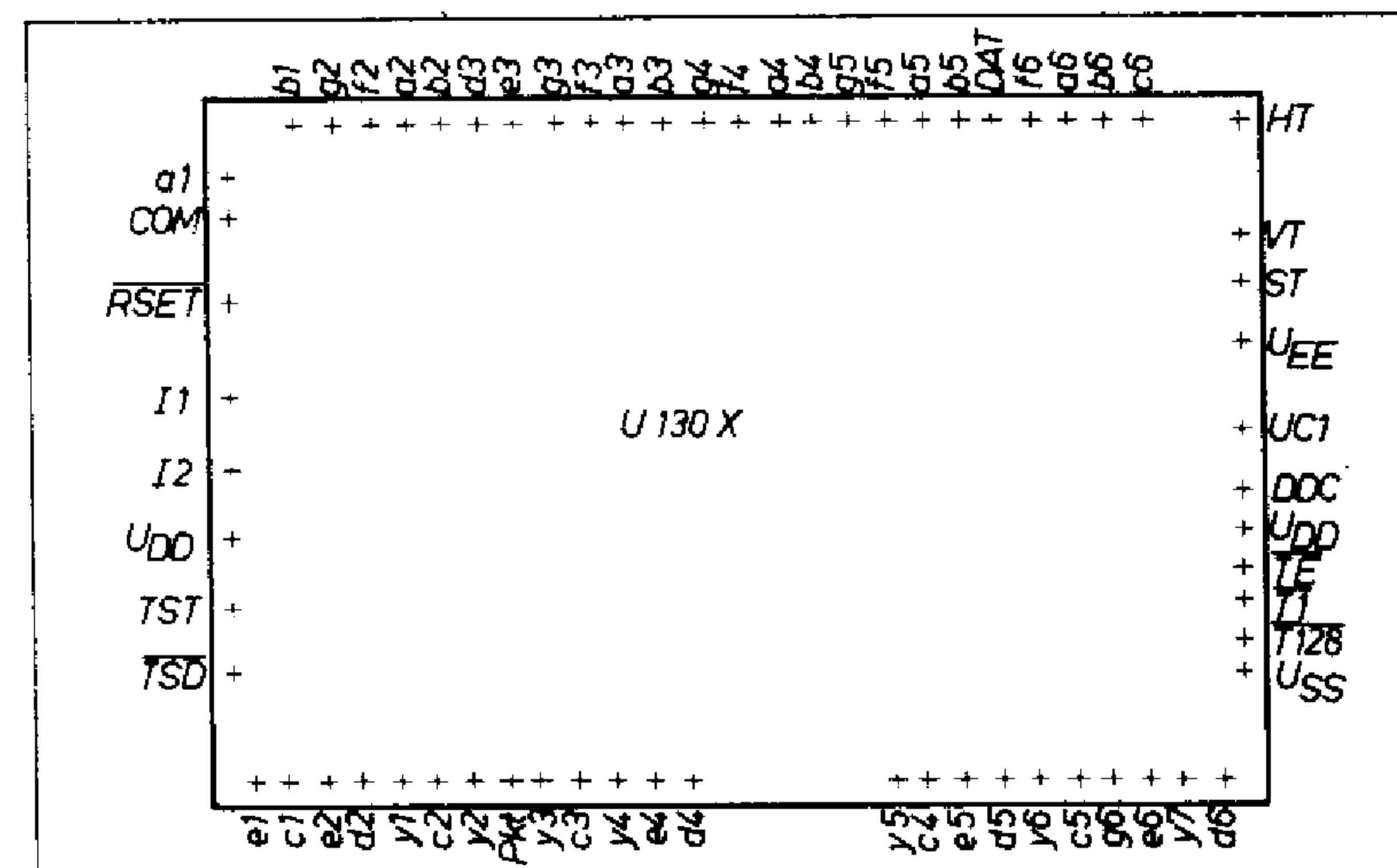


Bild 3: Bondinselbelegung des U 130 X

Die CMOS-Uhrenschaltkreise U 130 X, U 131 G und U 132 X sind für den Einsatz in Quarzuhren mit LC-Anzeige vorgesehen. Sie werden in der Metall-Gate-CMOS-Technologie hergestellt und arbeiten bei einer Frequenz von 32,768 kHz. Der U 130 X und der U 132 X werden in Armbanduhren eingesetzt, der U 131 G ist für Radioschaltuhren, allgemeine Schaltuhren, Wecker und Wohnraumuhren bestimmt. In diesem Beitrag werden die Funktionsweise und Besonderheiten der Schaltkreise beschrieben.

Tafel 1: Anschlußbelegung des U 132 X

a1 bis g4	Segmenttreiberausgänge
Pkt	Ausgang für Punktanzeige
UC1, DDC	Anschlüsse für Spannungsverdopplerkapazität
COM	Ausgang für Gegenelektrode der Flüssigkristallanzeige
RSET	Testein- und Testausgänge
\overline{TSD} , \overline{TE} , $\overline{T1}$, $\overline{T128}$	
P1	Programmiereingang
HT	Anschluß für Haupttaste
VT	Anschluß für versenkte Taste
I1	Oszillatoreingang
I2	Rückkopplungsanschluß
U_{DD}	Bezugspotential
U_{SS}	Betriebsspannung
U_{EE}	Anschluß verdoppelte Betriebsspannung

Tafel 2: Anschlußbelegungen des U 130 X (Es werden nur die in Tafel 1 nicht angegebenen zusätzlichen Belegungen angegeben)

a1 bis g6	Segmenttreiberausgänge
y1 bis y7	Ausgänge für Wochentagssymbole
DAT	Ausgang für Sondersymbol Datum
RSET, TST	Testein- und Testausgänge
\overline{TSD} , \overline{TE} , $\overline{T1}$, $\overline{T128}$	
ST	Anschluß für Stoptaste

U 130 X

Für den Einsatz in digitalanzeigenden Herrenquarzarmband- sowie Quarzstoppuhren ist der U 130 X gedacht. Er wird ebenfalls als gehäuseloses Chip im Scheibenverband mit den Abmessungen 6,4 mm \times 4,2 mm und mit etwa 4 100 integrierten Transistoren hergestellt. Die Bondinselbelegung und die Anschlußbezeichnungen zeigen Bild 3 und Tafel 2.

Innerer Aufbau

Die Oszillatorschaltung besteht aus einem Inverter mit internem Rückkopplungswiderstand und Kondensator. Die Frequenzstabilität der im Oszillator erzeugten Schwin-

gun gen wird im wesentlichen durch einen Quarz bestimmt. Ein Feinabgleich der Frequenz kann über einen Trimmer vorgenommen werden. Zwei nachfolgende Inverterformen das Oszillatorsignal rechteckförmig. Damit die Stromaufnahme des Schaltkreises gering bleibt, beginnt die Teilerkette mit einem dynamischen 4:1-Teiler. Es folgen 13 statische Master-Slave-Flip-Flops. Die danach folgenden Zählerstufen (Zeit-, Datum- und Stoppuhrzähler) haben den gleichen Aufbau wie die Teiler. Nach den Zählerstufen folgen der Anzeigeartumschalter und der Dekoder, die den Inhalt des jeweiligen anzuzeigenden Zählers für die Anzeige anpassen können. Die Segmenttreiber steuern direkt jedes einzelne Segment bzw. Sondersymbol der Anzeige an. Damit für die Flüssigkristallanzeige eine hohe Lebensdauer garantiert werden kann, muß sie gleichspannungsfrei angesteuert werden. Dazu wird die gemeinsame Rückelektrode der Anzeige mit einer aus der Teilerkette gewonnenen Rechteckspannung von 32 Hz getaktet. Segmente, die sichtbar sein sollen, erhalten eine gegenüber der Rückelektrode invertierte Rechteckspannung. Bei den Segmenten, die nicht sichtbar sein sollen, sind beide Rechteckspannungen phasengleich. Zwischen den Teilerstufen für 512 Hz und 256 Hz ist ein Pegelwandler angeordnet. Der danach folgende Schaltungsteil arbeitet mit 3 V. Eine Spannungsverdopplerschaltung liefert die für eine kontrastreiche Anzeige erforderliche Betriebsspannung (U_{EE}). Die Stoppuhr muß mit 100 Hz angesteuert werden. Diese Frequenz ist jedoch nicht aus der Teilerkette ableitbar. Durch einen speziellen Teiler wird daher aus 128 Hz die erforderliche Frequenz erzeugt, indem die 28 zusätzlichen Impulse ausgeblendet werden.

Ein spezieller Schaltungsteil realisiert einen Rücksetzimpuls, wenn die Batterie an die Uhrenleiterplatte angeschlossen wird. Zur Prüfung aller Uhrenfunktionen innerhalb kurzer Zeit sind Testanschlüsse vorgesehen.

Diese werden durch zwei umschaltbare Ein- und Ausgänge nach den Teilerstufen 8 bei 128 Hz bzw. 15 bei 1 Hz realisiert. Zwei andere arbeiten als Ein- bzw. Ausgang und bewirken den Umschaltvorgang. Ein Testausgang ist zwischen dem 1/100-s- und dem Sekundenwähler angeordnet. Der Testeingang dient dem Rücksetzen der Teilerkette (ab Teilerstufe 9), der Zähler und der Logik.

Der Uhrenhersteller kann die Uhr in Bezug auf die Anzeige und deren Kontaktierung zur Leiterplatte prüfen, indem die versenkte Taste (VT) und die Stelltaste (ST) gleichzeitig betätigt werden. Dann werden alle Segmente und Sonderzeichen angesteuert (Segmenttest).

Entprellschaltungen an den Tasteneingängen sorgen für eine störungsfreie Eingabe.

Funktionsweise

Die äußere Beschaltung zeigt Bild 2. Ein im Schaltkreis integrierter Spannungsverdoppler erzeugt die für den Betrieb der LC-Anzeige benötigte Spannung. Die folgenden Funktionen können auf sechs Stellen des Displays mit sieben zusätzlichen Symbolen und einem Sondersymbol dargestellt werden:

- Anzeigeart 1: Stunde, Minute, Sekunde, Wochentag
- Anzeigeart 2: Monat, Tag, Jahr, Wochentag und Sondersymbol
- Anzeigeart 3: Stunde, Minute, Tag, Wochentag und Sondersymbol
- Stoppuhr: Gesamtstoppzeit von 30 Minuten mit Anzeige der 1/100 s; Zwischenzeitanzeige bei intern weiterlaufender Stoppzeit; additive Stoppung

Der Jahreszähler des Kalenders zeigt die Jahre 1980 bis 2019 an, d. h., es erfolgt eine automatische Berücksichtigung der Schaltjahre. Mit den Tasten VT und HT kann eine Korrektur der Uhrzeit und des Kalenders vorgenommen werden. Außerdem besitzt der U 130 X die Möglichkeit einer einfachen Sekundenschnellkorrektur.

U 131 G

Dieser Uhrenschaltkreis wurde für den Einsatz in digitalanzeigenden Radioschaltuhren, allgemeinen Schaltuhren, Quarzweckern und Wohnraumuhren entwickelt. Er wird im 53poligen Quadflatpack-Plastgehäuse ausgeliefert. Der U 131 G ist auf einem Chip mit den Abmessungen 5,3 mm mal 5,3 mm untergebracht. Auf der Chipfläche sind etwa 5 800 Transistoren integriert. Die Abmessungen des Gehäuses betragen 20 mm x 14 mm x 1,8 mm, die Anschlüsse sind 2,6 mm lang. Bild 4 und Tafel 3 zeigen die Anschlußbelegung und -bezeichnung des U 131 G.

Funktionsweise

Die äußere Beschaltung des Schaltkreises zeigt wieder Bild 2. Ein im Schaltkreis integrierter Spannungsverdoppler erzeugt die für den Betrieb der LC-Anzeige, die gleichspannungsfrei angesteuert werden muß, benötigte Spannung. Die Ausgangssignale der Segment- und der Gegenelektroden-treiber sind mit 64 Hz bzw. 128 Hz getaktet. Der U 131 G steuert die Anzeige im Multiplexbetrieb. Die nachfolgend genannten Funktionen können auf sechs Stellen und

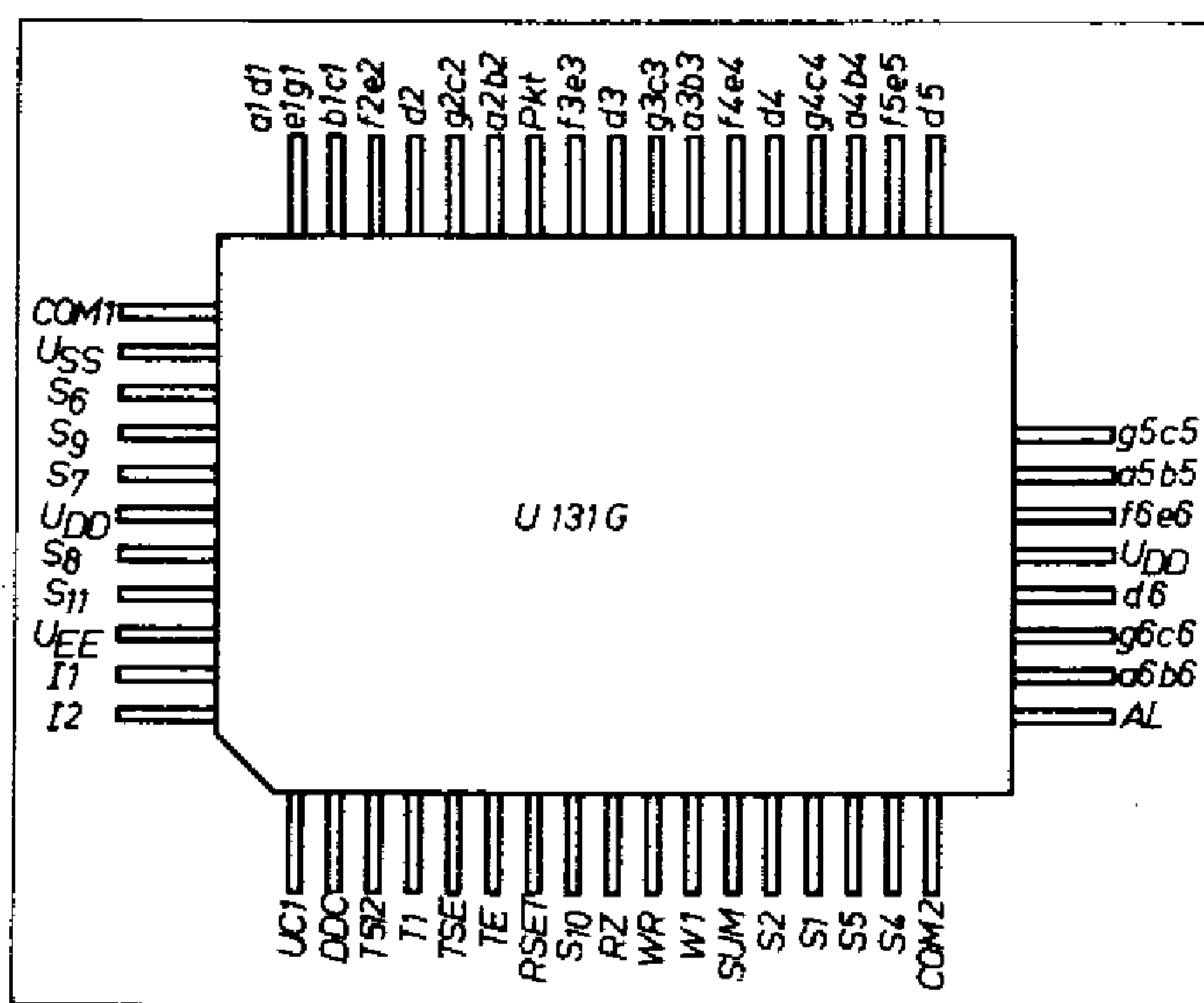


Bild 4: Anschlußbelegung des U 131 G

Tafel 3: Anschlußbezeichnungen des U 131 G (Es werden nur die in Tafel 1 und 2 nicht genannten Bezeichnungen angegeben)

COM1, COM2	Ausgänge für Gegenelektroden der Flüssigkristallanzeige
AL	Ausgang für Weckzeichensymbol
S ₁ , S ₂ , S ₄ , S ₅	Schaltereingänge
S ₆ bis S ₁₁	Tasteneingänge
W1	Schaltausgang für Weckzeit 1
WR	Schaltausgang für Weckzeit 2 und 3
SUM	Summerausgang
RZ	Schaltausgang für Rückwärtszähler 2
RSET	Rücksetzeingang
TSE, TE, T ₁ , T512	Testein- und Testausgänge

mit einem Sondersymbol des Displays dargestellt werden:

- Stunde, Minute, Sekunde
- drei voneinander unabhängige Weckzeiten in drei Betriebsarten einstellbar
- Rückwärtszähler (RZ₂) von 59 bis 00 Minuten: Der Schaltausgang RZ schaltet auf L-Pegel, wenn RZ₂ programmiert wurde, und schaltet auf H-Pegel zurück, wenn die Stellung 00 erreicht ist.
- Schnellkorrektur: Die Sekundenstellen werden auf 00 gesetzt. Bei einem Sekundenstand ≥ 30 s erfolgt ein Übertrag auf den Minutenzähler, bei < 30 s werden die Sekunden auf 00 zurückgesetzt.
- Zeitkorrektur: Nacheinander können die Minuten und/oder Stundenstellen korrigiert werden. Dabei läuft die Uhr weiter. Die Minutenkorrektur erfolgt für Einer- und Zehnerstellen getrennt, die Stundenkorrektur für beide Stellen gleichzeitig.
- verkürzte Zeitkorrektur: Das betrifft die Minuteneiner- und/oder die Minutenzehner und/oder die Stundenstellenkorrektur.

Funktionsgruppen

Der U 131 G enthält folgende Funktionsgruppen:

- Oszillator mit Verstärker
- 15stufige Frequenzteilerkette mit 1-Hz-Ausgang
- Zähler für Sekunden, Minuten und Stunden
- Eingabezähler
- Rückwärtszähler RZ₁ und RZ₂
- Tastatur- und Schaltereingangslogik
- Programmierlogik für die Betriebsarten
- Zeitkorrekturlogik
- Weckzeiteingabelogik
- Schreib-Lese-Speicher für drei Weckzeiten
- Speicherdekoder
- Vergleichs- und Wecklogik

- integrierter Spannungsverdoppler
- Segmentsteuerlogik zur Realisierung einer gleichstromfreien Wechselstromansteuerung der Flüssigkristallanzeige bei 2-Phasen-Multiplexbetrieb
- Anzeigelogik mit sechsstelliger Zeit-, vierstelliger Weckzeit- und zweistelliger Rückwärtszähleranzeige

Funktionsumfang

In drei Betriebsarten werden folgende nachstehende Funktionen durch den U 131 G realisiert:

Betriebsart 1

- eine Weckzeit WZ₁ einstellbar
- Schaltausgang W1, der bei Erreichen der Weckzeit WZ₁ auf L-Pegel schaltet. Nach einer Stunde wird W1 automatisch abgeschaltet.
- Summerausgang SUM mit Weckprogramm und Wecktonrepetition

Betriebsart 2

- zwei Weckzeiten WZ₂ und WZ₃ einstellbar
- Schaltausgang WR, der bei Erreichen der ersten Weckzeit WZ₂ auf L-Pegel schaltet und bei Erreichen der zweiten Weckzeit WZ₃ auf H-Pegel zurückschaltet (An- und Abschaltzeit). Die erste Weckzeit ist bis zu einer Stunde repetierbar, wobei die zweite Weckzeit unverändert bleibt.
- Summerausgang SUM mit Weckprogramm und Wecktonrepetition, der durch beide Weckzeiten aktiviert wird.

Betriebsart 3

- drei Weckzeiten einstellbar WZ₁, WZ₂, WZ₃
- Schaltausgang W1, der bei Erreichen der Weckzeit WZ₁ auf L-Pegel schaltet. Nach einer Stunde wird W1 automatisch abgeschaltet.
- Schaltausgang WR, der bei Erreichen der Weckzeit WZ₂ auf L-Pegel schaltet und bei Erreichen der Weckzeit WZ₃ auf H-Pegel zurückschaltet. Die Weckzeit WZ₂ ist bis zu einer Stunde repetierbar, wobei die Weckzeit WZ₃ unverändert bleibt.
- Summerausgang SUM mit Weckprogramm und Wecktonrepetition, der durch alle drei Weckzeiten aktiviert wird.
- Einstellen des Rückwärtszählers RZ₁ von 59 bis 00 Minuten: Der Summerausgang SUM wird mit dem Weckprogramm beschaltet, wenn der Rückwärtszähler RZ₁ die Stellung 00 erreicht hat.

Ist der Wecker aktiviert, dann erscheint auf der Anzeige das Weckzeichensymbol AL. Wird eine Weckzeit angezeigt, so erscheint neben dem A noch die Nummer der jeweiligen Weckzeit. Bei der Zeit- oder Weckzeiteinstellung blinken die angewählten Stellen im 2-Hz-Takt.

Am Summerausgang SUM liegt bei Erreichen jeder Weckzeit folgendes Weckprogramm an (Bild 5 zeigt die dazugehörige Impulsfolge):

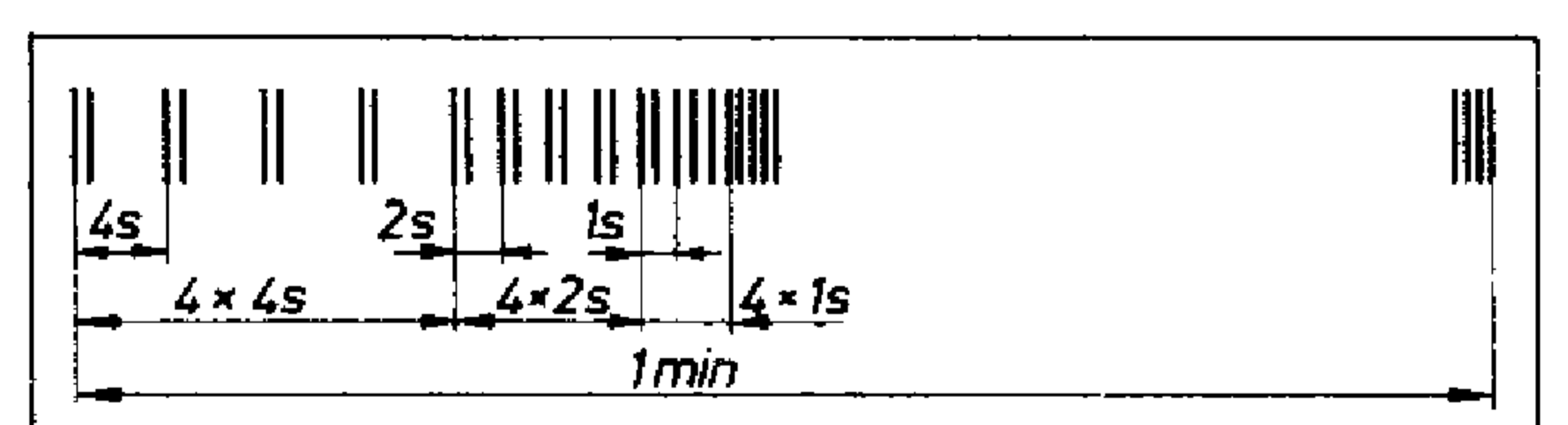


Bild 5: Impulsfolge des Weckprogramms

Tafel 4: Übersicht der technischen Daten der Typen U 132 X, U 130 X und U 131 G

	Einstellwerte	U 132 X	U 130 X	U 131 G
Quarzfrequenz f_0 in kHz	—	32,768	32,768	32,768
Betriebsspannung $-U_{SS}$ in V	—	1,55	1,55	1,55
Stromaufnahme $ I_{SS} $ in μA	$-U_{SS} = 1,55 V$	1,35...1,8	1,35...1,8	1,2...1,8
	$C_N = 10 pF$	$\leq 2,0$	$\leq 2,5$	$\leq 6,0$
Oszillatorstabilität $\Delta f/f$ je 100 mV	$-U_{SS} = 1,45 V$	$\leq 1,5 \cdot 10^{-6}$	$\leq 1,5 \cdot 10^{-6}$	$\leq 1,5 \cdot 10^{-6}$
	$-U_{SS} = 1,55 V$			
Anschwingzeit t_{osz} in s	$f_0 = 32,768 kHz$	≤ 10	≤ 10	≤ 8
	$-U_{SS} = 1,4 V$			
Ausgangsstrom des Segmenttreibers	$f_0 = 32,768 kHz$	$\geq 1,5$	$\geq 1,5$	≥ 5
$-I_{OHSE}$ (I_{OLSE}) in μA	$-U_{SS} = 1,55 V$	$(\geq 1,5)$	$(\geq 1,5)$	(≥ 5)
	$-U_{EE} = 2,5 V$			
	$-U_0 = 0,2 V$			
	(2,3 V)			
Ausgangsstrom des Gegenelektrodentreibers	$-U_{SS} = 1,55 V$	≥ 20	≥ 25	≥ 50
$-I_{OHCOM}$	$-U_{EE} = 2,5 V$	(≥ 20)	(≥ 25)	(≥ 50)
(I_{OLCOM}) in μA	$-U_0 = 0,2 V$			
	(2,3 V)			
Ausgangsspannung des Spannungsverdopplers	$-U_{SS} = 1,35 V$	$\geq 2,5$	$\geq 2,5$	$(\geq 2,1)$
$-U_{EE}$ in V	($-U_{SS} = 1,2 V$)			
	$-U_{IH} = 0,05 V$			
	($-U_{IH} = 0,05 V$)			
	$-U_{IL} = 1,3 V$			
	($-U_{IL} = 1,15 V$)			
	$-I_{OEE} = 1,5 \mu A$			
Ansteuerung der Anzeige	—	direkt	direkt	Multiplex (2 Gegenelektroden)
zugehöriges LCD	—	FAT 07 B FAT 07 BZ 1	FAT 02 B FAT 02 BZ 1	FAR 11 A FAS 13 A
Ausgangsstrom der Schalt- und Weckausgänge	$-U_{SS} = 1,25 V$	keine Schalt- bzw. Weckausgänge	keine Schalt- bzw. Weckausgänge	≥ 100 (≥ 100)
$-I_{OHSUM}$ (I_{OHSUM}) in μA	$-U_{EE} = 2,5 V$			
	$-U_0 = 0,5 V$			
	(0,75 V)			
Betriebstemperaturbereich θ_a in $^{\circ}C$	—	-10...+70	-10...+70	-10...+50
äußere Beschaltung				
Lastkapazität C_L in pF		10...14	10...14	10...14
variable Kapazität C_X in pF		6...30	6...30	6...30
Festkapazität C_1, C_2 in μF		0,1	0,1	0,1...0,5

- Gesamtdauer: 4 min (entspricht vier gleichen Impulsfolgen mit der Dauer von 1 min)
- Tonfrequenz 2 048 Hz
- Impulsgruppe: 0,125 s Tonfrequenz - 0,125 s Pause - 0,125 s Tonfrequenz

Wird während des Weckprogramms die Taste Weckprogrammrepetition betätigt, so wird das Wecken unterbrochen und nach vier Minuten wiederholt. Diese Repetition kann bis zu einer Stunde fortgeführt werden.

Schalterfunktionen

Die Schalter sind entweder beide offen oder einzeln mit U_{DD} verbunden.

- S_1, S_2 : Einstellen der Betriebsart
- S_4, S_5 : Vorwahl der Stellfunktionen sowie Aktivierung des Summerausganges und der Schaltausgänge W1 und WR

Tastenfunktionen

Bei Betätigen einer Taste (S_i) wird der entsprechende Eingang des Schaltkreises mit U_{DD} verbunden.

- S_6 : Zyklische Anzeige von Uhrzeit-Weckzeiten-Rückwärtszähler (je nach Betriebsart)
- S_7 : Abstellen des Summerausganges und der Rückwärtszähler RZ₁ und RZ₂ sowie Abstellen der Anschaltzeit für Schaltausgang WR während der Repetierpause
- S_8 : Korrektur und Eingabe
- S_9 : Stellenanwahl
- S_{10} : Weckprogrammrepetition
- S_{11} : Einstellen bzw. Anzeige des Rückwärtszählers RZ₁

Außerdem soll auf eine Besonderheit im Korrekturmodus hingewiesen werden.

Tastenkorrektur: Wenn S_8 in einer Zeit $< 2 s$ betätigt wird, dann zählt die entsprechende Stelle um 1 weiter.

Automatikkorrektur: Wird S_8 in einer Zeit $> 3 s$ betätigt, zählt die entsprechende Stelle automatisch im 1-Hz-Rhythmus weiter.

Auf weitere Einzelheiten des Zeitkorrektur- und des Weckzeiteingabemodus sowie der Einstellung der Rückwärtszähler RZ₁ und RZ₂ soll nicht eingegangen werden. Sie sind im Werkstandard FS 457.19 enthalten. Durch die Testeingänge ist eine schnelle Prüfung des Schaltkreises bei der Herstellung möglich.

- T 512: Ein- und Ausgang nach Teiler 6 (512 Hz)
- T 1: Ein- und Ausgang nach Teiler 15 (1 Hz)
- TE, TSE: durch Verbinden dieser Anschlüsse mit U_{EE} oder U_{DD} bzw. wechselseitig mit U_{EE} und U_{DD} kann zwischen Normalbetrieb, Teilerprüfung 1 oder 2, Prüfbetrieb und Zählerprüfung umgeschaltet werden
- TE, TSE, RSET: durch gemeinsame Verbindung dieser Anschlüsse mit U_{DD} werden alle Segmente der Anzeige gleichzeitig angesteuert (Anzeigetest).

Durch gleichzeitige Betätigung von S_8 und S_9 wird der Summerausgang mit dem Weckprogramm beschaltet (Weckerbetrieb; S_4 und S_5 sind offen).

Abschließend sollen in Tafel 4 die wichtigsten technischen Daten der genannten Schaltkreise für Digitaluhren gegenübergestellt werden.

Fortsetzung von Seite 450

Reparaturfall größer als angegeben eingesetzt, so besteht die Gefahr, daß der Netzteil nach dem Einschalten keine stabilisierte Spannung liefert. Wird R_{1604} kleiner als angegeben eingesetzt, verschlechtern sich die Brumm- und Regeleigenschaften. R_{1602} stellt eine weitere Brummkompensation her.

Zeigerbeleuchtung und Betriebszustandsanzeige

Die Beleuchtung des Skalenzeigers ist in Funktion, wenn bei einer gedrückten Wellenbereichstaste zusätzlich die PF 2-Taste (nichtrastend) betätigt wird. Die dann leuchtende LED VD₀₆₀₅ ist so auf dem Zeiger montiert, daß ein maximaler Lichtaustritt in der Umgebung des Zeigers gegeben ist.

Die Betriebszustandsanzeige VD₆₈₀₁ ist stets in Funktion, wenn das Gerät eingeschaltet ist. Bei Batteriebetrieb wird zusätzlich der Zustand der Batterien angezeigt. Der Einstellwiderstand R_{1802} wird so eingestellt, daß bei einer Betriebsspannung von $U_B = 6,3 V$ die LED VD₆₈₀₁ gerade verlischt.