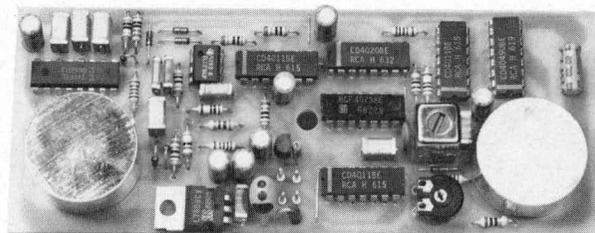
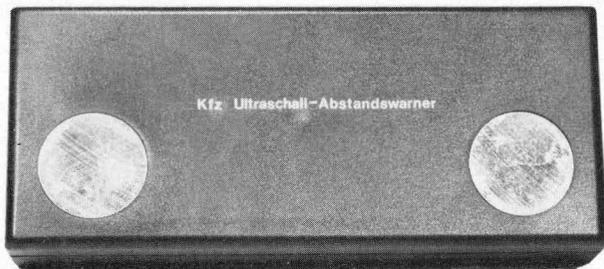


ELV-Serie Kfz-Elektronik: Kfz-Ultraschall-Abstandswarner



Zur rechtzeitigen Anzeige eines kritischen Abstandes zum rückwärtig parkenden Fahrzeug dient diese Schaltung. Sobald der vorgewählte Mindestabstand unterschritten wird, ertönt intervallartig ein 2 kHz Signalton.

Allgemeines

An ein Abstandsmeßsystem, das für den Einsatz im rauen Kfz-Alltag geeignet ist, sind hohe Anforderungen zu stellen. Bei der Entwicklung dieses Gerätes wurde daher auf folgende Punkte besonderer Wert gelegt:

1. Hohe Zuverlässigkeit und Störsicherheit
2. Großer Temperatur-Betriebsbereich
3. Witterungsbeständig
4. Weitgehend unempfindlich gegen Schmutz und Spritzwasser
5. Großer Abstandsmeßbereich
6. Breite Abstrahlcharakteristik

Die grundsätzliche Funktionsweise des am Fahrzeugheck montierten Gerätes beruht darauf, daß ein Ultraschallsender ca. fünfmal pro Sekunde kurze Impulspakete aussendet. Diese werden an einem hinter dem eigenen Fahrzeug befindlichen Objekt (parkendes Fahrzeug, Hauswand o. ä.) reflektiert und erreichen nach einer gewissen Zeit den direkt neben dem Sender angeordneten Empfänger. Aus der Laufzeit, d. h. aus der Differenz zwischen Sendepuls und Empfangssignal, läßt sich in Verbindung mit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schallwellen in der Luft der Abstand zwischen dem Abstandswarner und dem schallreflektierenden Objekt nach der Formel bestimmen:

$$s = v \cdot \frac{t}{2}$$

s = Abstand

t = Laufzeit

v = Schallgeschwindigkeit (ca. 340 m/s)

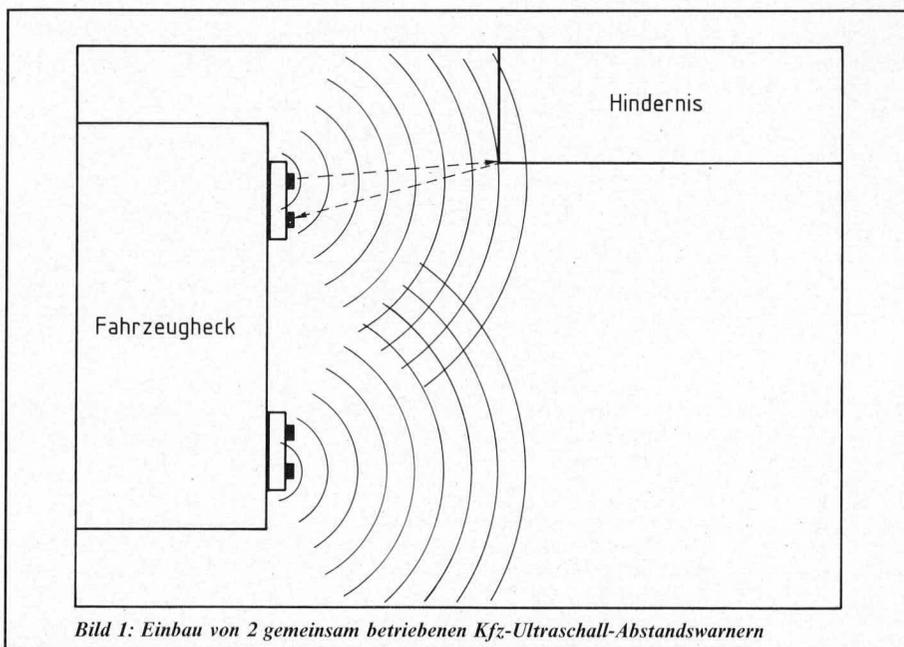
Zwar ändert sich die Ausbreitungsgeschwindigkeit geringfügig mit den Schwankungen der Lufttemperatur, jedoch spielt

dies im Rahmen der hier geforderten Genauigkeit keine Rolle, da die Abweichungen lediglich bei wenigen Prozent liegen (es dürfte unerheblich sein, ob der Warnton z. B. bei 52,1 cm oder bei 52,8 cm einsetzt).

Bei jedem Sendepuls wird gleichzeitig ein Zeitfenster geöffnet, dessen Länge einstellbar ist. Unterschreitet der Abstand zum schallreflektierenden Objekt einen gewissen Wert, der dem Alarmabstand entspricht, so fällt das Empfangssignal in den Bereich des vorgewählten Zeitfensters und ein kurzer, 2 kHz Signalton wird abgegeben. Da sich dieser Vorgang ca. fünfmal pro Sekunde wiederholt, ertönt somit ein intermittierendes 2 kHz Signal. Der Signalgeber selbst wird zweckmäßigerweise im Fahrzeuginnenraum angeordnet.

Der einstellbare Minimalabstand liegt bei ca. 40 cm, während auch größere Distanzen bis über 5 m ausgewertet werden können (z. B. Rangierabstand bei Lkws mit Hebebühne o. ä.).

Damit sich die Handhabung des Gerätes besonders komfortabel gestaltet, empfiehlt sich eine Spannungsversorgung direkt parallel zu den Glühlampen der Rückfahrcheinwerfer, wodurch sich eine Bedienung praktisch erübrigt. Sobald der Rückwärtsgang eingelegt wird, beginnt das Gerät zu arbeiten. Nähert sich nun das rückwärts fahrende eigene Fahrzeug im Erfassungsbereich des Abstandswarngerätes einem Hindernis soweit, daß der vorgewählte Alarmabstand unterschritten wird, beginnt im Fahrzeuginnenraum der 2 kHz Signalgeber



intermittierend zu ertönen. Der Fahrzeugführer hat auf diese Weise auch bei ungünstigen Sichtverhältnissen im Heckbereich eine zusätzliche Information.

In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, daß man sich niemals „blind“ auf das Gerät verlassen sollte, sondern es grundsätzlich als zusätzliches Informationsmittel einstuft. Dünne Pfeiler, kurze Pflöcke, Begrenzungssteine o. ä. werden vom Gerät nicht in jedem Fall registriert. Auch ist zu berücksichtigen, daß der „Sichtbereich“ nicht unbedingt die gesamte Fahrzeugbreite überstreicht, so daß sich speziell bei größeren Fahrzeugen der Einsatz von 2 Geräten, entsprechend der Abbildung 1, empfiehlt. Diese müssen allerdings synchronisiert werden. Es wird noch darauf hingewiesen, daß, wie bei allen technischen Geräten, auch dieser Abstandswarner ausfallen kann und allein aus diesem Grunde nur als zusätzliche, wenn auch höchst nützliche, niemals jedoch als einzige Informationsquelle beim rückwärtigen Einparken dienen kann.

Zur Schaltung

In Bild 2 ist das Blockschaltbild und in Bild 3 sind die wesentlichen Signalimpulse des Ultraschall-Abstandswarnsystems dargestellt.

Über einen zentralen Oszillator/Taktgeber erfolgt die Ablaufsteuerung der Schaltung.

Ca. fünfmal pro Sekunde strahlt der Ultraschall-Sender ein 30 kHz-Impulspaket für die Dauer von ca. 0,5 ms Sekunden ab. Gleichzeitig mit jedem Sendeimpulspaket wird ein Monoflop gestartet. Der Ausgang dieses Monoflops öffnet sofort für die eingestellte Zeitdauer (Monozeit) das Tor N 2. Trifft innerhalb der Toröffnungszeit ein vom Ultraschallempfänger registriertes Empfangssignal auf den zweiten Eingang des Tor-Gatters N 2, so gibt der Signalgeber einen kurzen 2 kHz-Ton ab. Dieser Vorgang entspricht der linken Hälfte der in Bild 3 gezeigten Impulsverläufe.

Ist der Abstand zum schallreflektierenden Objekt so groß, daß die Laufzeit größer ist als die Monozeit (von N 3/N 4), ist das Tor N 2 bereits wieder gesperrt, bevor der Empfangsimpuls auf den zweiten Eingang von N 2 gelangt. Der Signalgeber bleibt verstummt.

Durch Verändern der Monozeit kann die zeitliche Ansprechschwelle und damit der Abstand, bei dessen Unterschreitung das Warnsignal ertönen soll, eingestellt werden.

Da die Meßfolgefrequenz ca. 5 Hz beträgt, ertönt der Signalgeber bei Unterschreiten des Warnabstandes fünfmal pro Sekunde.

Der Einstellbereich des Monoflops wurde so gewählt, daß der Abstandseinstellbereich von knapp 40 cm bishin zu 5 m reicht und dadurch dem Gerät universelle Einsatzmöglichkeiten eröffnet.

Im einzelnen sieht die Schaltung wie folgt aus:

Der mit dem Gatter N 18 und Zusatzbeschaltung aufgebaute Oszillator schwingt auf einer Frequenz von ca. 60 kHz. Fre-

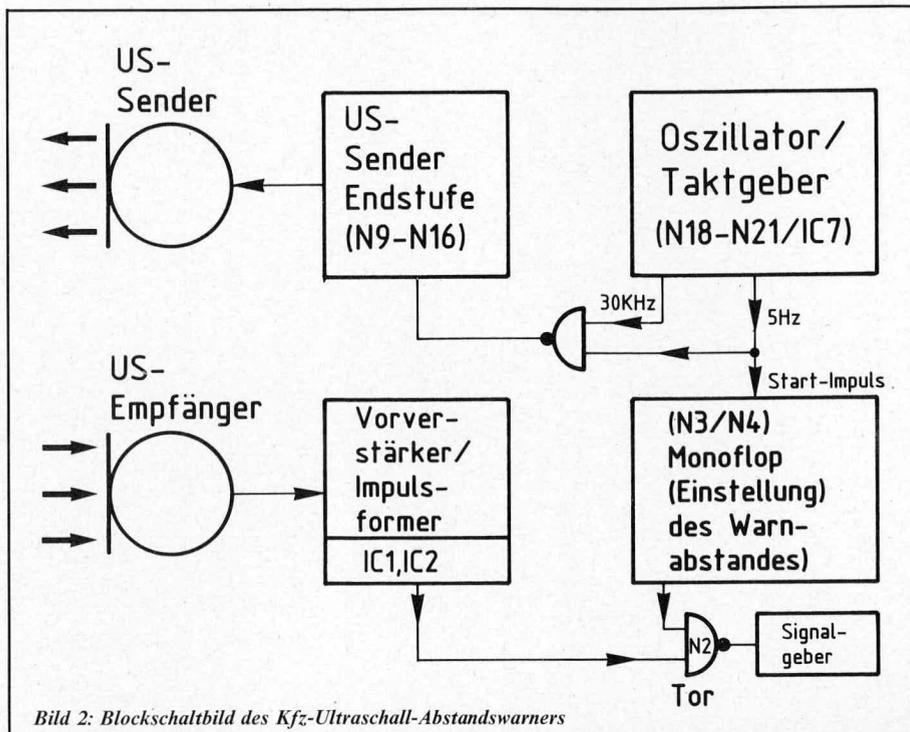


Bild 2: Blockschaltbild des Kfz-Ultraschall-Abstandswarners

quenzbestimmend ist hierbei der Schwingkreis C 15/L 1, wobei ein Feinabgleich mit dem Ferritkern des Übertragers Tr 1 erfolgt. Durch die Verwendung eines LC-Oszillators ergibt sich eine besonders gute Frequenzstabilität, gerade auch im Hinblick auf größere Temperaturschwankungen, wie sie im „rauen Kfz-Alltag“ auftreten können.

Der Ausgang von N 18 (Pin 11) arbeitet auf den Eingang (Pin 10) des Teiler-ICs 7 des Typs CD 4020. Nach der ersten Teilerstufe wird eine Frequenz von 30 kHz an Pin 9 des IC 7 ausgekoppelt und über N 15 auf die obere Endstufenhälfte, bestehend aus N 9 bis N 11, gegeben.

Über N 16 wird die zweite Endstufenhälfte, bestehend aus N 12 bis N 14, mit einem invertierten, d. h. um 180 Grad phasenverschobenen Signal angesteuert. Hierdurch ergibt sich eine Amplitudenverdoppelung. Die beiden Gatter N 15 und N 16 haben eine weitere Funktion, und zwar bilden sie eine Torschaltung. Über den Ausgang (Pin 10) des als Inverter arbeitenden Gat-

ters N 17 können N 16 (über Pin 1) und N 15 (über Pin 5) gesperrt werden.

Alle 200 ms geht der Ausgang des Gatters N 21 (Pin 6) für ca. 0,5 ms auf „low“. Infolgedessen wechselt das Potential am Ausgang von N 17 (Pin 10) für ca. 0,5 ms auf „high“ und N 15, N 16 lassen die von Pin 9 des IC 7 kommenden 30 kHz-Impulse auf die Endstufe gelangen. Der als Sender geschaltete Ultraschall-Wandler US 2 strahlt das Signal ab.

Die Gatter N 19 bis N 21 sind so geschaltet, daß in Verbindung mit dem IC 7 die Impulsfolge sich fünfmal pro Sekunde wiederholt.

Die genaue, mit Tr 1 einstellbare Sendefrequenz ist auf die Resonanzfrequenz der beiden Ultraschall-Wandler US 1 und US 2 einzustellen (siehe Kapitel „Abgleich“).

Gleichzeitig mit dem Start des Sendeimpulses wird über Pin 9, das aus den Gattern N 3, N 4 mit Zusatzbeschaltung bestehende Monoflop, getriggert. Für eine mit R 15 einstellbare Zeitspanne zwischen ca. 2 ms

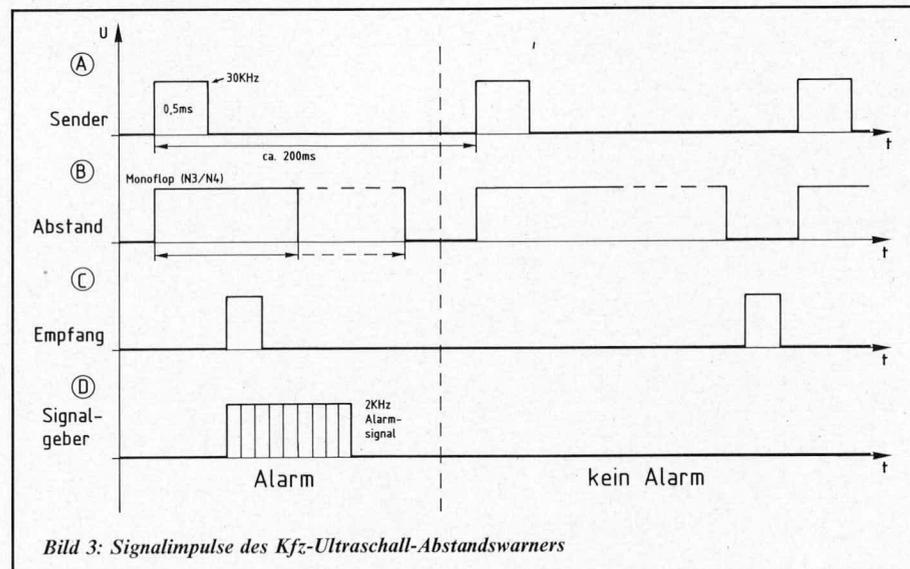
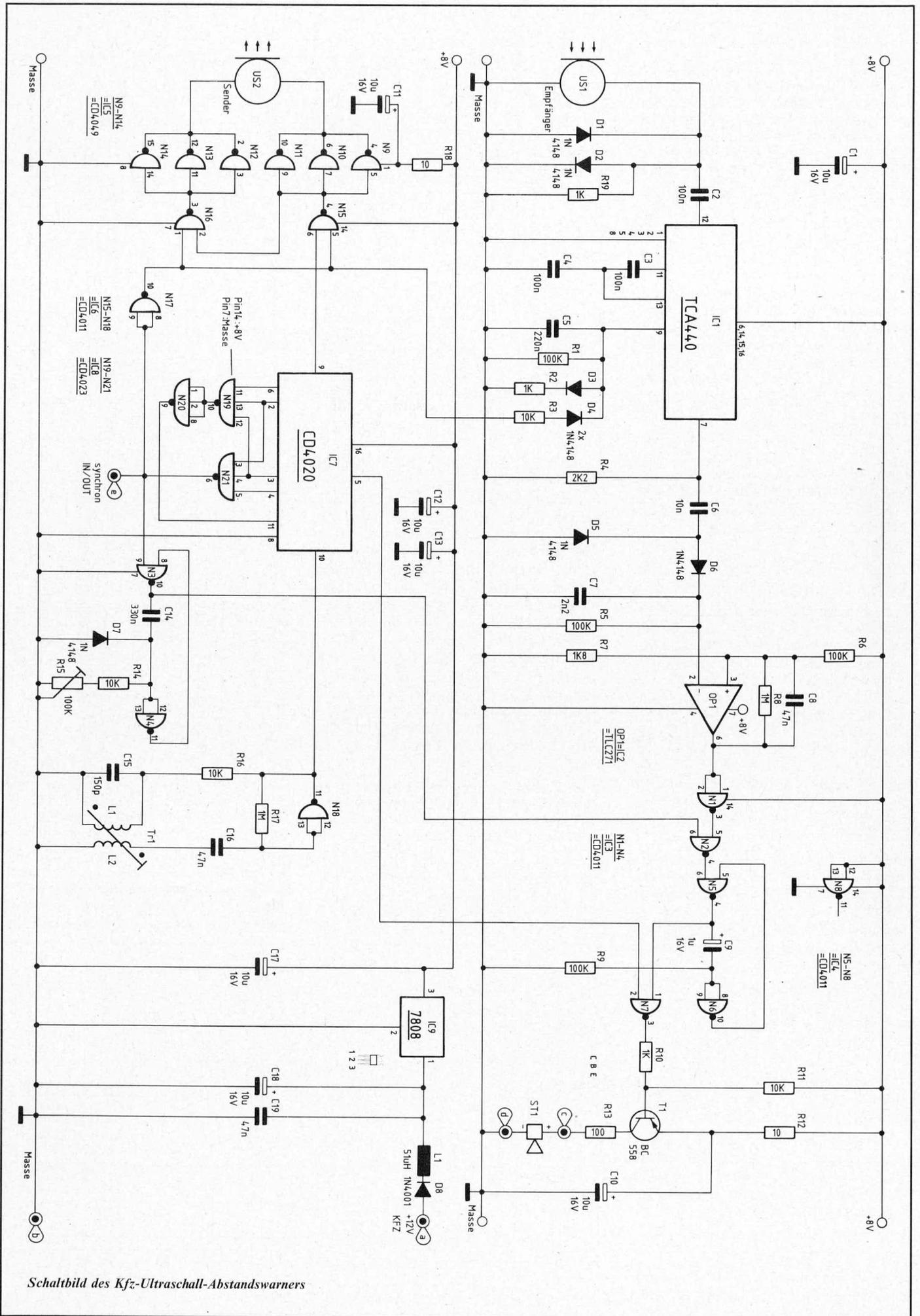


Bild 3: Signalimpulse des Kfz-Ultraschall-Abstandswarners



Schaltbild des Kfz-Ultraschall-Abstandswarner

und 25 ms geht der Ausgang des Gatters N 3 (Pin 10) auf „high“ (ca. 8 V) und gibt das Tor-Gatter N 2 (über Pin 6) frei.

Falls nun das abgestrahlte Ultraschall-Sendesignal innerhalb des Erfassungsbereiches auf ein Hindernis trifft und reflektiert wird, gelangt dieses Signal auf den Ultraschall-Empfänger US 1.

Die Verzögerung (Laufzeit) zwischen Sendepuls und Empfangssignal ist dabei dem Abstand zum reflektierenden Objekt direkt proportional. 1 ms entspricht einer vom Schall zurückgelegten Strecke von ca. 34 cm, d. h. der Abstand beträgt ca. 17 cm (Hin- und Rücklaufstrecke).

Über C 2 gelangt das Empfangssignal auf den Eingang (Pin 12) des automatisch regelbaren Vorverstärkers IC 1 des Typs TCA 440. Je größer die Spannung am Steuerungseingang Pin 9 des IC 1 ist (0 bis max. 1 V), desto niedriger ist die Verstärkung.

Jeweils mit Beginn des Sendesignals wird über D 4, R 3 der Kondensator C 5 aufgeladen, wodurch die Verstärkung während des Sendesignals auf einem minimalen Wert liegt. Direkt nach Abbruch des Sendepulses erfolgt zunächst über D 3, R 2 eine teilweise Schnellentladung von C 5, um bereits nach kurzer Zeit eine ausreichende Ansprechempfindlichkeit des Vorverstärkers zu erhalten (nach ca. 1 ms). Die weitere Entladung von C 5 erfolgt über R 1 mit einer Zeitkonstanten von ca. 10 ms. Hierdurch wird die Verstärkung automatisch so angepaßt, daß bei größerem Abstand und dadurch geringerem Empfangssignal die Verstärkung steigt. Dies bedeutet eine hohe Störsicherheit bei großer Reichweite.

Am Ausgang (Pin 7) des IC 1 steht das verstärkte Empfangssignal zur Verfügung. Die Amplitude liegt in der Größenordnung von ca. 2 V_{ss}.

Es erfolgt eine Signalauskopplung über C 6 sowie eine anschließende auf Masse bezogene Spitzenwertgleichrichtung mit D 5, D 6 sowie C 7.

OP 1 stellt mit seiner Zusatzschaltung einen Komparator dar, an dessen Ausgang (Pin 6) ein sauberes Rechtecksignal zur Verfügung steht.

Dieses mit N 1 invertierte Signal liegt im Ruhezustand auf „low“-Potential. Sobald ein Empfangssignal registriert wird, erfolgt im selben Moment ein Wechsel des Ausgangs (Pin 3) von N 1 auf „high“ (+8 V).

Nur wenn beide Eingänge des Tor-Gatters N 2 (Pin 5 und Pin 6) auf „high“-Potential liegen, wechselt der Ausgang (Pin 4 von

N 2) auf „low“ und das Monoflop, bestehend aus N 5, N 6 mit Zusatzbeschaltung, wird getriggert.

Die Monozeit liegt bei ca. 100 ms. Genau für diese Zeitspanne werden die 2 kHz-Impulse, die an Pin 2 des Gatters N 7 anliegen, über Pin 1 von N 7 freigegeben und der Sound-Transducer ST 1 wird über R 13 und T 1 angesteuert.

Die Versorgung der gesamten Schaltung erfolgt mit Hilfe des Festspannungsreglers IC 9 aus der Kfz-Bordspannung. D 8, L 1, C 18, C 19 dienen dem Verpolungsschutz

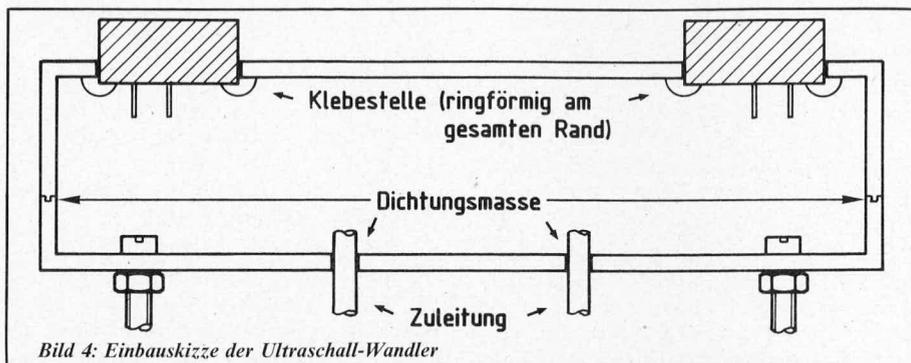


Bild 4: Einbauskizze der Ultraschall-Wandler

und der Entkopplung sowie zur Störunterdrückung.

Werden 2 Abstandswarner parallel betrieben, so ist es erforderlich, die Sendepulse gleichzeitig abzustrahlen, d. h. beide Systeme müssen miteinander synchronisiert werden. Dies erfolgt auf einfache Weise dadurch, indem beim zweiten Gerät das IC 8 des Typs CD 4023 ersatzlos entfällt und eine Steuerleitung vom Hauptgerät zum zweiten Gerät gezogen wird, die bei beiden Leiterplatten jeweils die mit „e“ bezeichneten Punkte miteinander verbindet. Hierzu verwendet man eine isolierte, ladrige, abgeschirmte Leitung, wobei die Abschirmung mit der Schaltungsmasse („b“) zu verbinden ist.

Durch diese Maßnahme läuft das IC 7 im zweiten Gerät kontinuierlich. Die Sendepulsabstrahlung mit den daran angeknüpften weiteren Funktionsbedingungen erfolgt jetzt synchron zum Hauptgerät.

Die übrigen Funktionen des Gerätes werden genauso beibehalten wie beim Einsatz eines einzelnen Gerätes, d. h. auch beide Signalgeber sind zu installieren.

Zum Nachbau

Sämtliche Bauelemente finden auf einer einzigen Platine mit den Abmessungen 135 mm x 53,5 mm Platz. Der Aufbau wird dadurch besonders einfach.

Zunächst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platine gesetzt und verlötet. Auf die korrekte Einbaulage des Übertragers Tr 1 ist zu achten. Am Übertragergehäuse befindet sich zur Kennzeichnung ein schwarzer Kunststoffnippel, der im Bestückungsplan durch einen Punkt markiert ist.

Die beiden Ultraschall-Wandler des Typs US 89 B (Sender und Empfänger sind gleich) werden über 2 kurze, flexible isolierte Leitungen an die direkt darunterliegenden Platinenanschlußpunkte gelötet. Vorher sind jedoch die Wandler selbst entsprechend der Abbildung 4 in das Gehäuseoberenteil einzukleben. Als Klebstoff eignet sich Zwei-Komponenten- oder auch Heißkleber.

Nachdem der im folgenden beschriebene Abgleich durchgeführt wurde, erfolgt der Einbau ins Gehäuse. In der Rückwand befinden sich 2 Bohrungen, deren Durchmesser so bemessen wird, daß die beiden jeweils ladrigen, abgeschirmten Zuleitungen stramm hindurchpassen. Der Anschluß der Zuleitungen erfolgt direkt an der Platinenunterseite.

Die Mittelader der ersten Zuleitung wird mit dem Platinenanschlußpunkt „a“ (+ 12 V) und die zugehörige Abschirmung mit dem Platinenanschlußpunkt „b“ (Masse) verbunden. Das andere Ende dieser Leitung wird parallel zu den Rückfahrcheinwerfern angeschlossen. Selbstverständlich ist es auch möglich, das Abstandswarnsystem vom Fahrzeugarmaturenbrett aus über einen Kippschalter zu aktivieren. In diesem Fall empfiehlt sich das Parallelschalten einer Kontroll-LED mit einem 1 k Ω -Vorwiderstand.

Die Mittelader der zweiten Zuleitung wird an den Platinenanschlußpunkt „c“ und die zugehörige Abschirmung an den Platinenanschlußpunkt „d“ angeschlossen und in den Kfz-Innenraum verlegt. Das Ende dieser Zuleitung speist den Signalgeber.

Damit die Schaltung vor Feuchtigkeit geschützt ist, wird vor dem endgültigen Zusammenschrauben der beiden Gehäusehalbschalen in die Verbindungsnut etwas Siliconpaste oder ersatzweise Uhu-Alleskleber eingestrichen. In gleicher Weise erfolgt ein zusätzliches Verkleben der beiden Austrittsöffnungen für die Zuleitungen.

Damit auch bei extremen Temperaturschwankungen kein Feuchtigkeitsfilm auf der Schaltung gebildet wird, legt man ohne besondere Befestigung ein kleines Säckchen mit Trockenmittel in das Gehäuse. Hierzu wird etwa 10 Gramm des Trockenmittels in ein Stückchen Tuch (Reste eines Taschentuches, notfalls auch eines Papiertaschentuches) gegeben und mit Bindfäden oder Nähgarn verschürzt. Da das Gehäuse weitgehend luftdicht verschlossen ist, schützt das Trockenmittel die Schaltung dauerhaft vor Feuchtigkeit.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß die Abstrahlfläche der Ultraschall-Wandler von Zeit zu Zeit gereinigt werden sollte. Ein stärkerer Schmutzfilm kann die Ansprechempfindlichkeit der Schaltung beeinträchtigen.

Der Abgleich

Die Frequenz des Oszillators (N 18 mit Zusatzbeschaltung) muß sich im Bereich zwischen 60,0 und 61,2 kHz bewegen. Sie kann an Pin 11 gemessen werden. Die Ankopplung muß jedoch kapazitätsarm erfolgen, da sich sonst durch den Meßvorgang die Frequenz verstellen kann.

Da die beiden Ultraschall-Wandler eine sehr ausgeprägte Resonanzkurve besitzen, ist es erforderlich, die Oszillatorfrequenz darauf anzupassen. Für die Einstellung selbst sind jedoch keine Meßinstrumente

erforderlich. Man geht auf einfache Weise wie folgt vor:

Pin 12 oder 13 des Gatters N 4 werden über eine kurze Verbindungsleitung mit der +8 V-Versorgungsspannung verbunden. Dies bewirkt, daß jeder empfangene Ultraschall-Impuls einen Signalton zur Folge hat.

Ultraschall-Sender und -Empfänger werden nun 1 bis 2 m von einer davorliegenden Wand entfernt positioniert. Durch vorsichtiges Verdrehen des Ferritkerns des Übertragers Tr 1 verändert man die Oszillatorfrequenz, bis sich ein einwandfreies Empfangssignal ergibt (Signalgeber ertönt ca. fünfmal pro Sekunde).

Anschließend vergrößert man den Abstand zur Wand und stellt gleichzeitig die Oszillatorfrequenz nach. Je weiter man sich von der schallreflektierenden Wand entfernt, desto kleiner wird der mögliche Einstellbereich des Übertragers. Die Einstellung ist optimal bei größtmöglicher Reichweite, die mindestens 4 m beträgt.

Ist die Einstellung zur Zufriedenheit verlaufen, kann die Verbindung des Einganges von Gatter N 4 mit der positiven 8 V-Ver-

sorgungsspannung wieder aufgehoben werden.

Mit dem Trimmer R 15 kann jetzt die Einstellung des Ansprechabstandes im Bereich von ca. 0,4 m bis 5 m vorgenommen werden.

Montage am Fahrzeug

Zweckmäßigerweise wird der Ultraschall-Abstandswarner am Heck des Fahrzeugs oberhalb der Stoßstange montiert. Hierdurch ist das Gerät sowohl mechanisch als auch vor unnötiger Verschmutzung geschützt.

Die Befestigung selbst erfolgt, indem 2 Schrauben M 4 x 25 mm (oder nach Bedarf auch länger) von der Gehäuseinnenseite durch entsprechende Bohrungen in der Rückwand gesteckt und von außen mit 2 Muttern fest verschraubt werden. Der Abstand der beiden Befestigungsschrauben sollte zwischen 50 und 100 mm liegen. Zu beachten ist, daß die Schraubköpfe im Innern des Gehäuses keinen Kurzschluß von Leiterbahnen verursachen. Es empfiehlt sich daher, die Schraubköpfe zu isolieren (Isolierband).

Die beiden Schrauben werden anschließend durch 2 Bohrungen im Fahrzeugheck gesteckt und von der Fahrzeuginnenseite her verschraubt.

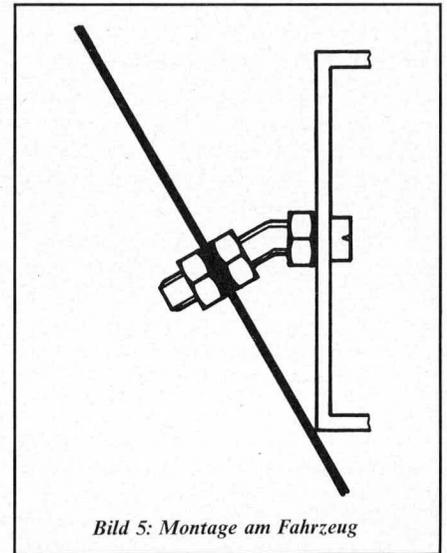


Bild 5: Montage am Fahrzeug

Es ist darauf zu achten, daß die Abstrahlfläche der Ultraschallwandler möglichst senkrecht zur Fahrbahndecke weist, um eine optimale Ausnutzung des reflektierten Ultraschall-Signals zu erzielen. Ist dies aufgrund eines schräg stehenden Fahrzeughecks nicht möglich, kann die Montage auch entsprechend der Abbildung 5 erfolgen, indem die Befestigungsschrauben nach erfolgter Montage leicht abgewinkelt werden.

Stückliste:

Kfz-Ultraschall-Abstandswarner

Widerstände

10 Ω	.....	R 12, R 18
100 Ω	.....	R 13
1 kΩ	.....	R 2, R 10, R 19
1,8 kΩ	.....	R 7
2,2 kΩ	.....	R 4
10 kΩ	.....	R 3, R 11, R 14, R 16
100 kΩ	.....	R 1, R 5, R 6, R 9
1 MΩ	.....	R 8, R 17
100 kΩ, Trimmer, liegend	...	R 15

Kondensatoren

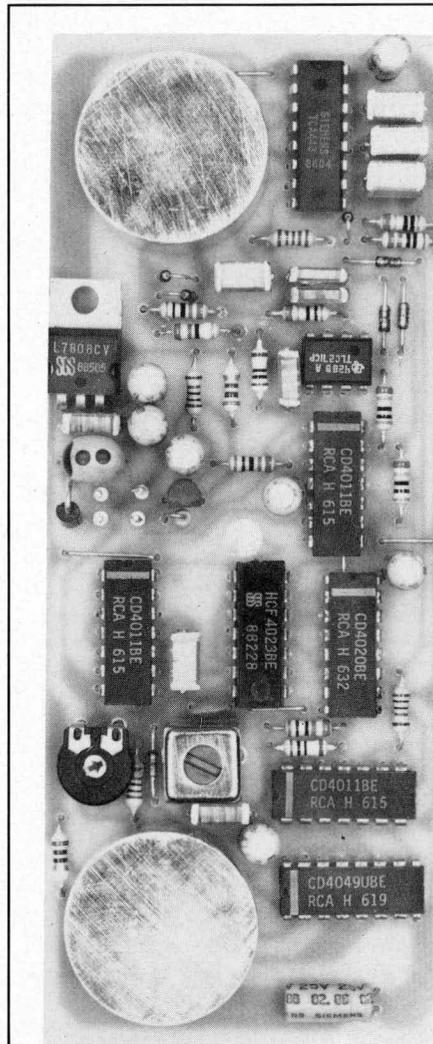
150 pF	.....	C 15
2,2 nF	.....	C 7
10 nF	.....	C 6
47 nF	.....	C 8, C 16, C 19
100 nF	.....	C 2, C 3, C 4
220 nF	.....	C 5
330 nF	.....	C 14
1 µF/16 V	.....	C 9
10 µF/16 V	.....	C 1, C 10-C 13, C 17, C 18

Halbleiter

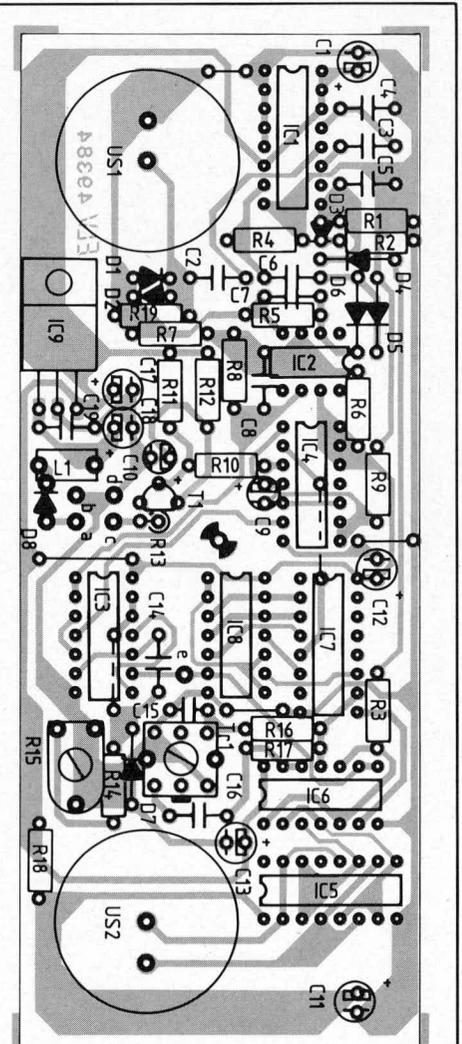
TLC 271	.....	IC 2
TCA 440	.....	IC 1
CD 4011	.....	IC 3, IC 4, IC 6
CD 4020	.....	IC 7
CD 4023	.....	IC 8
CD 4049	.....	IC 5
7808	.....	IC 9
BC 558	.....	T 1
1 N 4001	.....	D 8
1 N 4148	.....	D 1-D 7

Sonstiges

CEC-D 377 S	.....	Tr 1
US 89 B	.....	US 1, US 2
51 µH, Spule	.....	L 1
Sound Transducer	.....	ST 1
5 m ladrige abgeschirmte Leitung		
9 Lötstifte		
10 g Silicagel		



Ansicht der fertig bestückten Platine



Bestückungsseite der Platine