



## Anti-Collision-System ACS 2

### Kfz-Abstandsmessung mit Digitalanzeige

### Teil 2

Die detaillierte Schaltungsbeschreibung dieses digital arbeitenden Abstands-Meßsystems hat der zweite Teil dieses Artikels zum Inhalt.

#### Schaltung

Da die Schaltung doch recht umfangreich ist, haben wir zur besseren Übersichtlichkeit eine Aufteilung in 4 logisch zusammengehörende Teilschaltbilder vorgenommen, die wir nacheinander ausführlich beschreiben wollen.

#### Ultraschall-Sender (Bild 3)

In Abbildung 3 ist die Schaltung der 40kHz-Oszillatorstufe mit den angeschlossenen Endstufen und den Ultraschallwandlern S1 und S2 dargestellt.

Mit den NAND-Gattern IC 6 C, D und der externen Beschaltung mit R14 bis R16 sowie C19 ist der Sendeoszillator aufgebaut. Die Frequenz wird durch den Trimmer R15 auf 40kHz eingestellt, da dies der Resonanzfrequenz und somit dem höchsten Wirkungsgrad der Wandler S1 und S2 entspricht.

Das 40kHz-Rechtecksignal an Pin 10 des IC 6 wird nun über die Gatter IC 7 A bis IC 7 E auf den an ST3 und ST4 angeschlossenen Ultraschall-Sender gegeben. Durch den Inverter IC 7 E wird hierbei eine phasengedrehte Ansteuerung hervorgerufen, wodurch sich eine optimale Sendeleistung ergibt.

Für den darunter angeordneten Ultraschall-Sender werden diese Funktionen von den Gattern IC 8 A bis IC 8 E wahrgenom-

men. Die Kondensatoren C17 und C18 sorgen für eine Gleichspannungsentkoppelung der US-Wandler S1 und S2.

#### Ultraschall-Empfänger (Bild 4)

Als nächstes wenden wir uns der Empfängerschaltung in Abbildung 4 zu. Da beide Empfänger unabhängig voneinander arbeiten müssen, sind neben den eigentlichen Ultraschall-Empfängern E1 und E2 ebenfalls 2 getrennte Verstärkerstufen erforderlich. Aufgrund des völlig identischen Aufbaus beider Verstärkerstufen, wollen wir uns bei der Beschreibung auf die obere Verstärkerstufe konzentrieren.

Das empfangene Signal des an ST7 und an ST8 angeschlossenen Ultraschall-Empfängers gelangt über den Koppelkondensator C21 auf die erste mit IC 16A aufgebaute Verstärkerstufe. Der Arbeitspunkt dieser wie auch der nachfolgenden Verstärkerstufe IC 16B wird durch den Widerstandsteiler R46 bis R48 vorgegeben und an die nicht-invertierenden Eingänge der Operationsverstärker angelegt. Durch die Kondensatoren C25 und C26 wird hierbei eine „saubere“ Spannung erreicht.

Die Verstärkung der ersten OP-Stufe wird durch den Widerstand R42 sowie den im Gegenkoppelzweig liegenden Widerstand R43 festgelegt.

Durch den Kondensator C22, parallel zum Widerstand R43, wird die Bandbreite der Verstärkerstufe auf das erforderliche

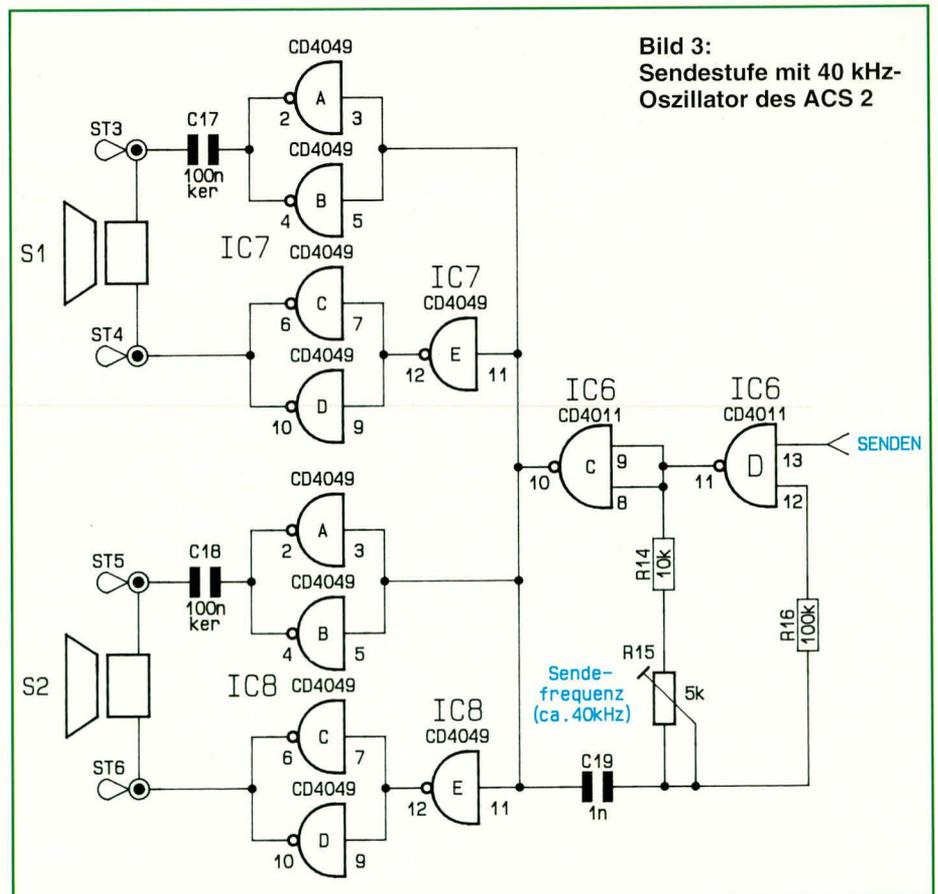
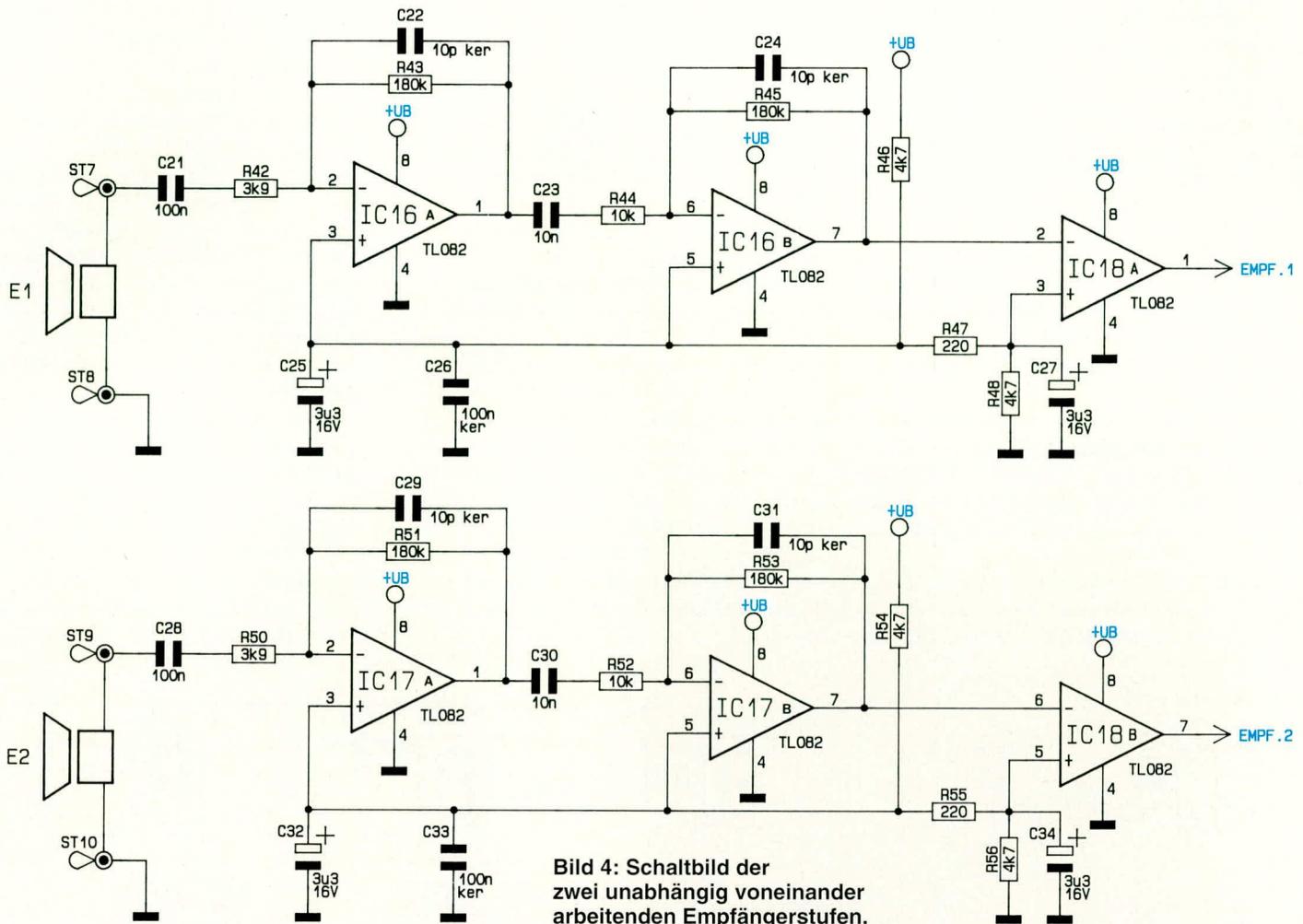


Bild 3: Sendestufe mit 40 kHz-Oszillator des ACS 2



**Bild 4: Schaltbild der zwei unabhängig voneinander arbeitenden Empfängerstufen.**

Maß reduziert. Neben der Schwingneigungsunterdrückung wird zudem eine Verringerung des Rauschens erreicht.

Über den Koppelkondensator C23 gelangt das Signal auf die mit IC 16B und Zusatzbeschaltung aufgebaute zweite Verstärkerstufe. Analog zur Stufe 1 wird auch hier die Verstärkung durch die Widerstände R44 und R45 bestimmt. C24 übernimmt die gleiche Funktion wie C22 für die erste Verstärkerstufe.

Das durch die beiden Verstärkerstufen um ca. 58 dB angehobene Eingangssignal gelangt auf den invertierenden Eingang des als Komparator geschalteten IC 18A. Die Schaltschwelle wird durch den Abgriff zwischen R 47 und R48 auf 4,39V festgelegt und liegt damit ca. 200 mV unter dem Gleichspannungspegel des IC 16 B Pin 7, wenn kein Signal empfangen wird.

Sobald das empfangene Signal einen Pegel von ca. 400 mV<sub>ss</sub> an Pin 7 des IC 16 B erreicht, schaltet der Komparator von Low- auf High-Pegel. Dies wird von der Steuerlogik (siehe Abbildung 6) entsprechend ausgewertet.

**Anzeige-Einheit (Bild 5)**

Kommen wir nun zu dem in Abbildung 5 gezeigten dritten Teilschaltbild. Hier sehen wir die 3 Dekadenzähler mit den ange-

schlossenen 7-Segment-Treibern sowie den Digitalanzeigen selbst. IC 12 bis IC 14 bilden den eigentlichen Zähler. Mit dem IC des Typs CD 4510 kommen 3 einzelne Dezimalzähler mit BCD-Ausgängen zum Einsatz, die kaskadiert sind. Jeweils Pin 10 der einzelnen Zählerbausteine liegt auf +UB, wodurch die Bausteine als Aufwärtszähler arbeiten.

Der Clock- sowie der Reset-Eingang des 3stufigen Zählers wird aus der Parallelschaltung der gleichbedeutenden Eingänge der Einzel-ICs gebildet. Die BCD-Ausgänge der Zählerbausteine (jeweils Pin 2, 6, 11, 14) sind direkt mit den entsprechenden Eingängen (jeweils Pin 2 bis 5) der Anzeigentreiber IC 9 bis IC 11 verbunden.

Durch die Steuereingänge ANZ.E/A (jeweils Pin 7 der 3 Treiberbausteine) werden die Anzeigen ein- oder ausgeschaltet.

Die Speicherung des Zählerstandes erfolgt über den Statureingang ANZ.SPEI.

Die einzelnen Segmente der LED-Displays sind direkt über die zur Strombegrenzung dienenden Widerstände R 17 bis R 37 mit den jeweiligen Ausgängen (Pin 9 bis Pin 15) der Treiberbausteine verbunden.

Bei den ICs 9 bis 11 handelt es sich um BCD-zu-7-Segment-Decoder mit integrierten Treibern, die sowohl für LED-Anzeigen mit gemeinsamer Katode als auch für

solche mit gemeinsamer Anode geeignet sind. Da die verwendeten Anzeigen des Typs HDSP-5501 eine gemeinsame Anode besitzen, sind die entsprechenden Eingänge (PI/Pin 6) von IC 9 bis IC 11 auf High-Pegel geschaltet.

Die Zählerausgänge Q 3 und Q 4 des IC 13 als auch Q 1 und Q 2 von IC 12 werden durch die Diodenlogik, bestehend aus D 12, D 13, D 16 und D 17 sowie dem Widerstand R 40, ausgewertet und dem NOR-Gatter IC 15 B an seinem Eingang Pin 5 zugeführt.

Liegt der gemessene Abstand unter 40 cm, so entsteht am Eingang (Pin 5) des IC 15 B ein Low-Pegel. Da dieser Low-Pegel nur zu bestimmten Zeitpunkten ausgewertet werden darf, erfolgt die Freigabe über den zweiten Gattereingang (Pin 6) von der Steuerlogik aus. Sobald beide Eingänge Low-Pegel führen, ergibt sich entsprechend der NOR-Funktion am Ausgang des IC 15 B ein High-Pegel, welcher über R 41 und D 15 zu dem Eingang des als Inverter geschalteten IC 15 C gelangt. Durch den Widerstand R 39 und den Kondensator C 20 ist eine Zeitkonstante realisiert, durch die sich am Eingang des IC 15 C ein permanenter High-Pegel einstellt, trotz der periodisch unterbrechenden Ansteuerung über IC 15 B.

Der Low-Pegel am Ausgang des IC 15 C gelangt über den Widerstand R 49 auf den Eingang (Pin 12) des IC 15 D, wodurch das 4,33 kHz-Signal des zweiten Gattereingangs (Pin 13) zu dem über R 38 angeschlossenen Piezo-Summer durchgeschaltet wird.

Um eine noch deutlichere Signalwirkung zu erreichen, ist ein Intervall-Signaltimer erforderlich. Aufgebaut mit den Gattern IC 8 F und IC 15 A mit Zusatzbeschaltung ist, ein ca 5 Hz-Multivibrator realisiert, der über die Diode D 14 die Intervall-Unterbrechung des 4,33 kHz-Signals hervorruft.

**Steuerlogik/Netzteil (Bild 6)**

In Abbildung 6 ist das vierte Teilschaltbild des ACS 2 dargestellt. Hier ist die Realisierung der Blöcke 6 bis 8 aus dem Blockschaltbild zu sehen.

IC 2 mit Zusatzbeschaltung bildet den 17,32 kHz-Oszillator (Block 8 im Blockschaltbild). Durch die interne Oszillator-

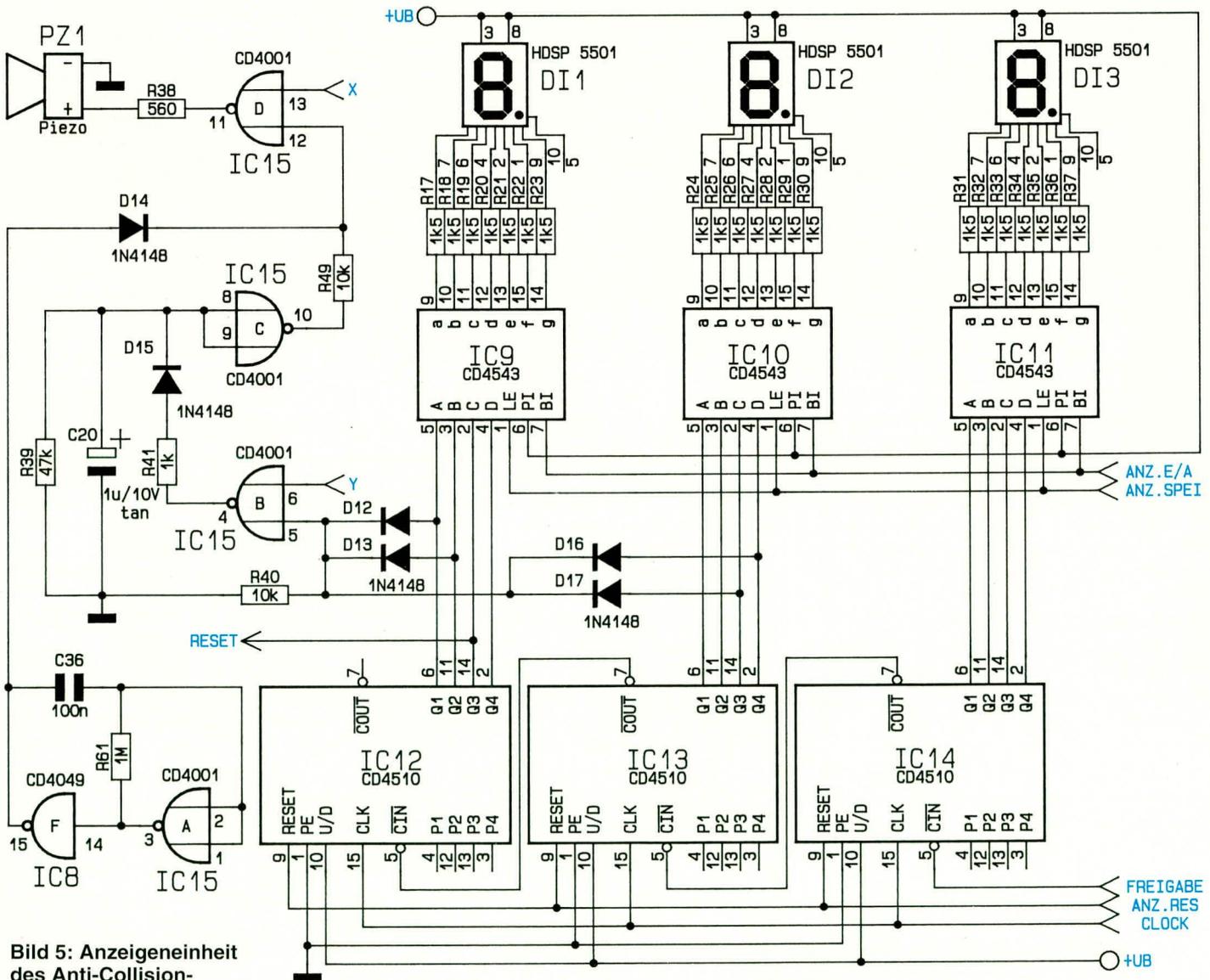
schaltung des CD4060 (IC 2) mit dem extern angeschalteten Quarz Q 1 sowie C 13, C 14 und den Widerständen R 1, R 2 wird zunächst ein 4,43 MHz-Signal generiert. Am Zählerausgang Q 8 steht nun das erforderliche 17,318 kHz-Signal für den Zähler sowie für die Steuerlogik zur Verfügung, während an Q 10 mit 4,33 kHz das Signal für den Piezo-Signalgeber aus Abbildung 5 abgenommen wird.

Als zentrales Bauelement innerhalb der Steuerlogik wird der Dezimalzähler IC 3 des Typs CD4017 verwendet. Nach einem Reset, d. h. zu Beginn eines jeden Meßzyklus, wird zunächst über die Zählerausgänge Q 1 und Q 2 (Pin 2, 4) durch die Dioden D 9, D 10 sowie R 8 das Steuersignal „senden“ erzeugt. Über dieses Steuersignal wird gleichzeitig das Mono-Flop IC 4 gestartet, woraufhin dieses über seinen Ausgang (Pin 6) in Verbindung mit D 11 und R 6 den Zählereingang ClkE (Clock-Enable) auf High-Pegel legt und den Zähler sperrt.

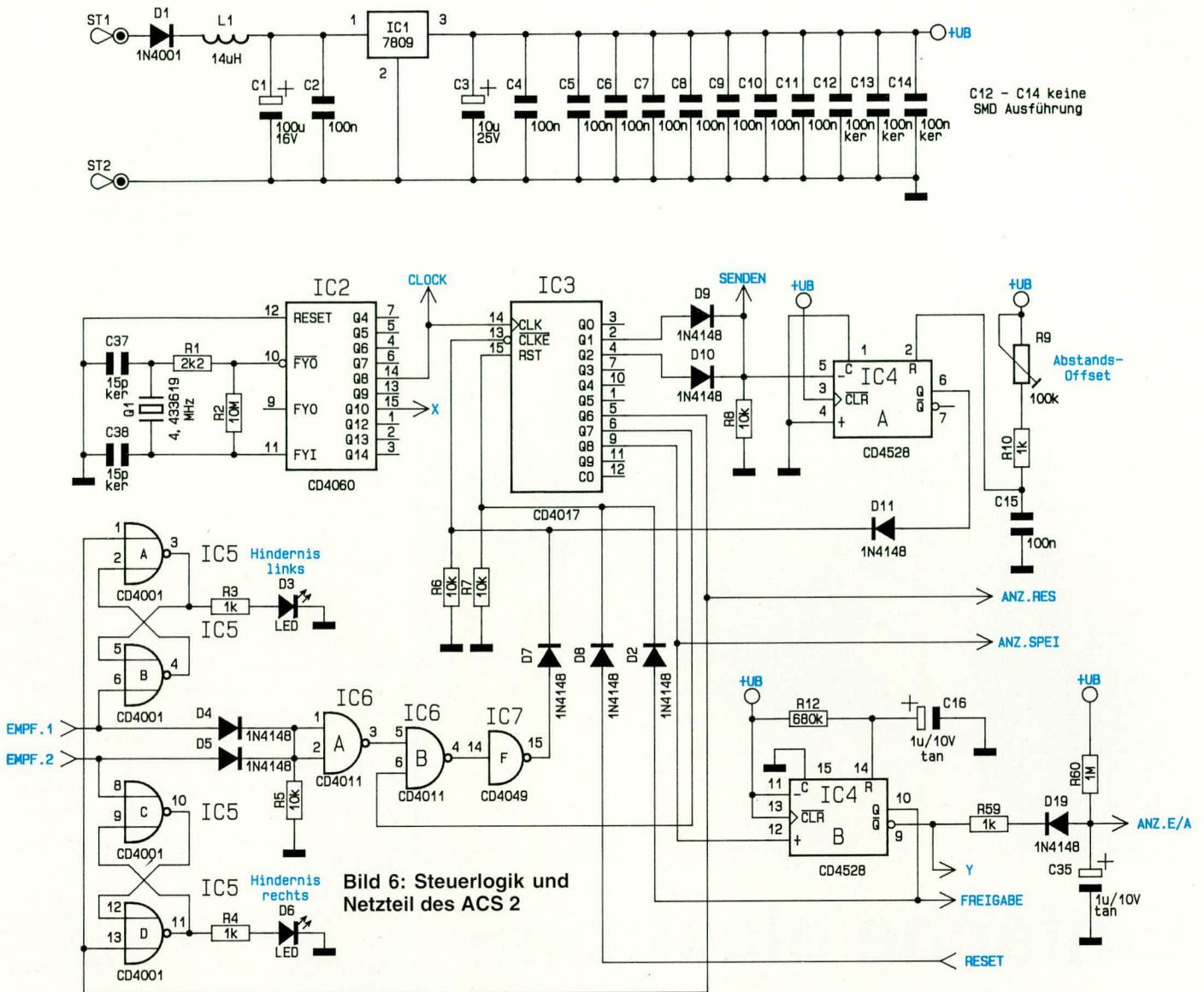
Die Sperrzeit wird mit den Widerständen R 9, R 10 sowie dem Kondensator C 15 festgelegt und ist über den Trimmer R 9 in einem weiten Bereich einstellbar. Die Schaltung um IC 4 A entspricht dem Block 7 aus unserem Blockschaltbild.

Nach Ablauf der Sperrzeit wird der Zähler wieder freigegeben. Über den Zählerausgang Q 6 wird der Anzeigenzähler (siehe Abbildung 5 ANZ.RES) zurückgesetzt. Mit dem nächsten Takt (Q 7, Pin 6 führt jetzt High-Pegel) wird der Zähler IC 3 wiederum gestoppt, während der Anzeigenzähler (Abbildung 5) mit einer neuen Zählung beginnt.

Die Sperrung des Zählers erfolgt wiederum über den Clock-Enable-Eingang durch die Gatter IC 6 B und IC 7 F sowie die Diode D 7. Pin 3 des NAND-Gatters IC 6 A führt zu diesem Zeitpunkt High-Pegel, da seine Eingänge über D 4, D 5 sowie R 5 von den Empfänger-Komparatoren IC 18 A, B (siehe auch Abbildung 4) auf Low-Potential gehalten werden.



**Bild 5: Anzeigeneinheit des Anti-Collision-System ACS 2**



**Bild 6: Steuerlogik und Netzteil des ACS 2**

Sobald nun von einem der Ultraschall-Empfänger ein entsprechendes Signal detektiert wird, wechseln die Pegelzustände an den Gattern IC 6 A, B sowie an IC 7 F, womit der Zähler IC 3 wieder freigegeben ist.

Gleichzeitig wird das Eintreffen eines Empfangssignals durch eines der beiden Flip-Flops (IC 5 A, B oder IC 5 C, D) gespeichert und durch die angeschlossenen LEDs (D 3 oder D 6) angezeigt. Durch die beiden LEDs ist zu erkennen, auf welcher Seite des Fahrzeugs das Hindernis detektiert wurde.

Mit dem nächsten Taktzyklus des Zählers IC 3 nimmt der Ausgang Q 8 (Pin 9) High-Potential an, wodurch über die Verbindung „ANZ.SPEI“ die Anzeigentreiber aus Schaltbild 5 den momentanen Anzeigewert speichern.

Gleichzeitig wird mit dem High-Pegel an Q 8 von IC 3 das mit IC 4 B und Zusatzschaltung aufgebaute Mono-Flop gestartet. Durch den Ausgang Q (Pin 10) dieses Mono-Flops, in Verbindung mit der

Diode D 2, wird ein Reset für die gesamte Steuerlogik ausgelöst, und über die Verbindung „Freigabe“ wird der Zähler (IC 12 - IC 14 aus Schaltbild 5) angehalten.

Durch den Ausgang  $\bar{Q}$  in Verbindung mit R 59, R 60 sowie C 35 und die Diode D 19 werden die Anzeigentreiber (IC 9 - IC 11 aus Schaltbild 5) aktiviert und die gemessene Distanz wird angezeigt. Direkt vom Ausgang  $\bar{Q}$  wird über die Verbindung „Y“ die Freigabe für die akustische Auswertung gegeben, die jedoch erst aktiv wird, wenn der gemessene Abstand  $\leq 39$  cm ist.

Befand sich kein Hindernis im Erfassungsbereich der Sensoren, d. h. der Zähler IC 3 ist über seinen Ausgang Q 7 in Verbindung mit den Gattern IC 6 B und IC 7 F gesperrt, so wird der zum Start eines neuen Meßzyklus erforderliche Reset-Impuls durch den Zählerausgang Q 3 des IC 12 (siehe Schaltbild Nr. 5) ausgelöst. Die Diode D 8 dient hierbei zur Entkopplung. Der Ausgang Q 3 des IC 12 entspricht einer Entfernung zum Hindernis von mehr als 4

Metern und wird zum Reset benutzt, da ein evtl. vorhandenes Hindernis nicht mehr im Erfassungsbereich der Sensoren liegen würde.

Die Spannungsversorgung der gesamten Schaltung erfolgt aus dem 12 V-Kfz-Bordnetz. Zur Stabilisierung dient ein 9 V-Festspannungsregler (IC 1, siehe Abbildung 6 oben). Ein wirksamer Verpolungsschutz wird durch D 1 erreicht, während L 1 in Verbindung mit C 1, C 2 zur Unterdrückung der auf dem PKW-Bordnetz eventuell vorhandenen Störimpulse eingesetzt wird. Zusätzlich dienen C 1, C 2 und C 3 der Schwingneigungs- und Störunterdrückung für den Festspannungsregler. Aus diesem Grunde sind die Kondensatoren räumlich direkt am IC 1 angeordnet. Die weiteren Kondensatoren C 5 bis C 12 sind innerhalb der Schaltung des ACS 2 verteilt und als Stütz- oder Blockkondensatoren eingesetzt.

Damit ist die Schaltungsbeschreibung abgeschlossen, und wir wenden uns im dritten Teil dem Nachbau zu.