



Transponder-Sicherheitsschalter

Der Transponder-Sicherheitsschalter arbeitet mit "elektronischen Schlüsseln" in Form von Passiv-Transpondern und ist daher weder von Unbefugten noch versehentlich zu betätigen. Bis zu 99 unterschiedliche Transponder können bei diesem Schalter gleichzeitig eine Schaltberechtigung erhalten. Die Schaltung ist sowohl für Netzbetrieb als auch für Niederspannung geeignet und kann wahlweise im Toggle-Mode oder als Zeitrelais arbeiten.

Allgemeines

Transponder sind hermetisch gekapselte Datenträger für die berührungslose Identifikation, wobei die Energiezufuhr und der Datenaustausch induktiv nach dem Transformator-Prinzip erfolgen. Transponder sind äußerst robust und völlig unempfindlich gegen Staub, Feuchtigkeit und andere Umwelteinflüsse. Selbst unter rauesten Einsatzbedingungen im industri-

ellen Bereich bestehen keine Einschränkungen.

Die als elektronische Schlüssel fungierenden Passiv-Transponder nutzen ausschließlich die Energie aus dem elektromagnetischen Feld, sodass zur Spannungsversorgung keine Batterien erforderlich sind. Es besteht somit kein Verschleiß und eine nahezu unendliche Lebensdauer.

Aufgrund der Funktionsweise (Energie und Datenübertragung durch induktive Kopplung) kann die Leseinheit ebenfalls

in einem hermetisch geschlossenen Gehäuse untergebracht werden. Das bei unserem Transponder-Schalter verwendete Gehäuse ist staub- und spritzwassergeschützt nach IP 65.

Jeder Transponder besitzt zur Identifikation eine 64 Bit lange Identifikationsnummer, die sich in einem nicht flüchtigen Speicher befindet.

Bei der ersten Inbetriebnahme des Transponder-Sicherheitsschalters sind die Identifikationsnummer der schaltberechtigten Transponder im nicht flüchtigen Speicher der Leseinheit abzuspeichern. Hier bleiben dann die Daten auch ohne Betriebsspannung mindestens 10 Jahre gespeichert.

Im normalen Betrieb wird ausschließlich eine Schaltaktion ausgeführt, wenn die Identifikationsnummer des Transponders im Erfassungsbereich der Leseinheit exakt mit einer gespeicherten Information übereinstimmt. Beim Transponder-Sicherheitsschalter kann die Schaltberechtigung für bis zu 99 unterschiedliche Passiv-Transponder erteilt werden, auch wenn dies in der Praxis wohl kaum erforderlich sein dürfte.

Ausgangsseitig ist die Schaltung mit einem potentialfreien Schaltrelais ausgestattet, das wahlweise als Öffner oder Schließer zu beschalten ist.

Über eine interne DIP-Schaltung ist einstellbar, ob der Transponder-Schalter im Toggle-Mode (bei jeder Aktivierung ändert das Relais den Schaltzustand) oder als Zeitrelais arbeiten soll. In diesem Mode zieht das Relais für eine von 1 Sek. bis 3 Minuten einstellbare Zeit an.

Bei der Entwicklung des Transponder-Schalters wurde auf eine hohe Flexibilität und universelle Einsatzmöglichkeiten geachtet. So kann z. B. zur Spannungsversorgung des Schalters wahlweise die 230-V-Netzwechselspannung, eine unstabilierte Gleichspannung von 10 V bis 15 V oder eine Wechselspannung von 7 V bis 10 V dienen.

Ausgangsseitig ist das Relais sowohl zum Schalten einer Niederspannung als auch zum Schalten der Netzwechselspannung geeignet. Die max. zulässige Strombelastbarkeit beträgt dabei 16 A.

Da die komplette Empfangseinheit in einem staub- und spritzwassergeschützten Gehäuse untergebracht ist, kann der Einsatz auch unter rauesten Bedingungen, wie z. B. im Außenbereich erfolgen.

Bedienung und Funktion

Die Bedienung des Transponder-Schalters ist besonders einfach, da keine Bedienelemente erforderlich sind. Sobald sich ein Passiv-Transponder im Erfassungsbereich der Lesespule befindet, wird die 64 Bit lange Information ausgelesen. Eine Schalt-

Technische Daten: Transponder-Sicherheitsschalter

Transponder-Typ:	64 Bit (Read only)
Trägerfrequenz:	125 kHz
Modulation:	Absorptions-Modulation (Manchester-Code)
Erfassungsabstand:	ca. 3 cm
Schaltberechtigte Transponder:	max. 99
Programmierung:	mit Master-Transponder
Potentialfreies Ausgangsrelais:	Toggle-Funktion oder als Zeitrelais; 1 s, 2 s, 5 s, 10 s, 20 s, 60 s, 180 s
Schaltspannung:	max. 230 V
Schaltstrom:	max. 16 A
Spannungsversorgung:	wahlweise 230 V~, 7 V-10 V~ oder 10 V-15 V _{DC}
Gehäuse:	Schutzklasse IP 65
Abmessungen (B x T x H):	82 x 80 x 55 mm

aktion wird nur dann ausgeführt, wenn die ausgelesenen Daten (Identifikations-Code) mit einer abgespeicherten Information exakt übereinstimmen.

Die Datenstruktur der von uns eingesetzten Transponder von Silway ist in Tabelle 1 dargestellt. Die 64-Bit-Information ist dabei in 5 Gruppen aufgeteilt.

Die ersten 9 Bit sind maskenprogrammiert immer 1 und dienen als Header. Dann sind 10 Reihen Paritäts-Bits (P 0 bis P 9) und 4 Spalten Paritäts-Bits (PC 0 bis PC 3) vorhanden. Die Daten-Bits D 00 bis D 03 sowie D 10 bis D 13 enthalten kundenspezifische Informationen. 32 Daten-Bits erlauben 4 Billionen unterschiedliche Codekombinationen. Das Stopp-Bit (C) ist grundsätzlich auf logisch 0 gesetzt. Für die Datenübertragung wird der 125-kHz-Träger abhängig von den 64 Daten-Bits amplitudenmoduliert.

Damit der Transponder-Schalter auf die schaltberechtigten Transponder reagieren kann, müssen die zugehörigen Identifikations-Codes im Programmier-Mode in einer so genannten Zutrittsliste gespeichert werden. Damit diese Zutrittsliste nicht von Unbefugten verändert oder manipuliert werden kann, ist zum Programmieren des Systems ein "Master-Transponder" erforderlich, der an einem sicheren Ort aufzubewahren ist. Nur durch "Vorzeigen" dieses

Transponders ist später der Programmier-Mode des Systems wieder aufrufbar und z. B. das Hinzufügen von einzelnen Transpondern möglich.

Nach dem ersten Anlegen der Betriebsspannung befindet sich die Schaltung automatisch im Programmier-Mode, wo zuerst das EEPROM initialisiert wird. Nach ca. 5 Sekunden kann dann der erste Transponder vor die Antenne der Leseinheit gehalten werden. Dieser Transponder wird als Master-Transponder abgelegt und ist nicht zum Schalten zu nutzen.

Alle weiteren Transponder, die eine Schaltberechtigung erhalten sollen, sind dann nacheinander in dem Bereich der Erfassungsspule zu halten und werden vom System als Slave-Transponder abgespeichert. Die Abspeicherung jedes neuen Transponders wird mit 3 kurzen "Beeps" quittiert. Insgesamt sind vom System bis zu 99 Slave-Transponder speicherbar.

Ist ein vorgehaltener Transponder bereits abgespeichert, so wird dieser nicht noch einmal gespeichert und es ertönt ein langer tiefer Signalton.

Im Programmier-Mode führt kein Transponder zum Schalten des Ausgangsrelais.

Der Programmier-Mode wird automatisch verlassen, wenn 15 Sekunden kein Transponder in dem Erfassungsbereich der Empfangsspule gehalten wird.

1	1	1	1	1	1	1	1	1
9-Bit-Header				D00	D01	D02	D03	P0
8-Bit kundenspezifische Information (D 00 bis D 03 sowie D 10 bis D 13)				D10	D11	D12	D13	P1
32 Daten-Bits ermöglichen 4 Billionen Code-Kombinationen				D20	D21	D22	D23	P2
P 0 bis P 9 = Reihen-Paritäts-Bits				D30	D31	D32	D33	P3
PC 0 bis PC 3 = Spalten-Paritäts-Bits				D40	D41	D42	D43	P4
C = Stopp-Bit				D50	D51	D52	D53	P5
				D60	D61	D62	D63	P6
				D70	D71	D72	D73	P7
				D80	D81	D82	D83	P8
				D90	D91	D92	D93	P9
				PC0	PC1	PC2	PC3	C

Tabelle 1: Codeaufbau eines 64-Bit-Silway-Transponders

Durch "Vorzeigen" des Master-Transponders können dann jederzeit weitere Transponder hinzugefügt werden.

Alle gespeicherten Transponder werden gelöscht, indem die Betriebsspannung abgeschaltet, der DIP-Schalter DIP 4 in Stellung "Ein" gebracht und die Betriebsspannung wieder angelegt wird. Die Schaltung signalisiert diesen Betriebszustand durch einen langen tiefen Signalton. Nach Beendigung des Löschvorganges folgt dann ein zweiter Signalton.

Nun kann der DIP-Schalter wieder in die Ausgangsstellung gebracht werden (bei Netzspannungsbetrieb vorher die Spannung abschalten) und mit der Programmierung von neuem begonnen werden. Dazu ist zuerst der Master-Transponder "vorzuzeigen" bzw. zu bestimmen, was vom System mit drei kurzen "Beeps" quittiert wird. Das Hinzufügen von neuen Transpondern erfolgt dann wie bei der Erstinstallation.

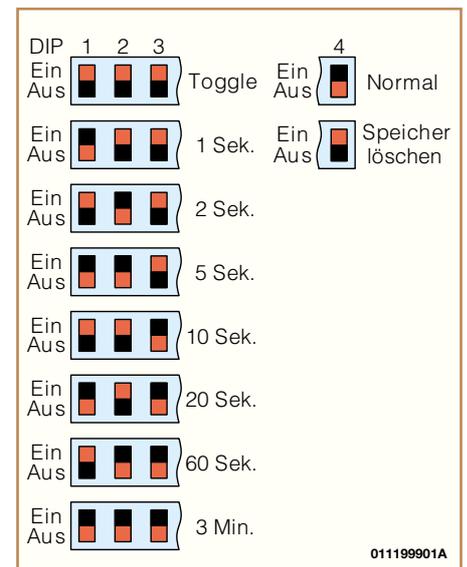


Tabelle 2: DIP-Schalter-Stellungen des Transponder-Sicherheitsschalters

Über die DIP-Schalter DIP 1 bis DIP 3 kann die Funktion des Schaltrelais ausgewählt werden, wobei das Relais wahlweise für eine einstellbare Zeit anzieht oder im Toggle-Mode arbeitet. Tabelle 2 zeigt die über DIP-Schalter einstellbaren Möglichkeiten.

Im normalen Betriebs-Mode wird jeder akzeptierte Transponder durch ein kurzes akustisches Quittungssignal bestätigt (Identifikations-Code stimmt mit einer Eintragung in der Zugangsliste überein).

Ungültige Transponder, d. h. wenn der Identifikations-Code nicht mit einer Eintragung in der Zugangsliste übereinstimmt, werden durch ein langes Quittungssignal gekennzeichnet.

Nach der ausführlichen Beschreibung von Bedienung und Funktion kommen wir nun zur Schaltungstechnik, die durch den

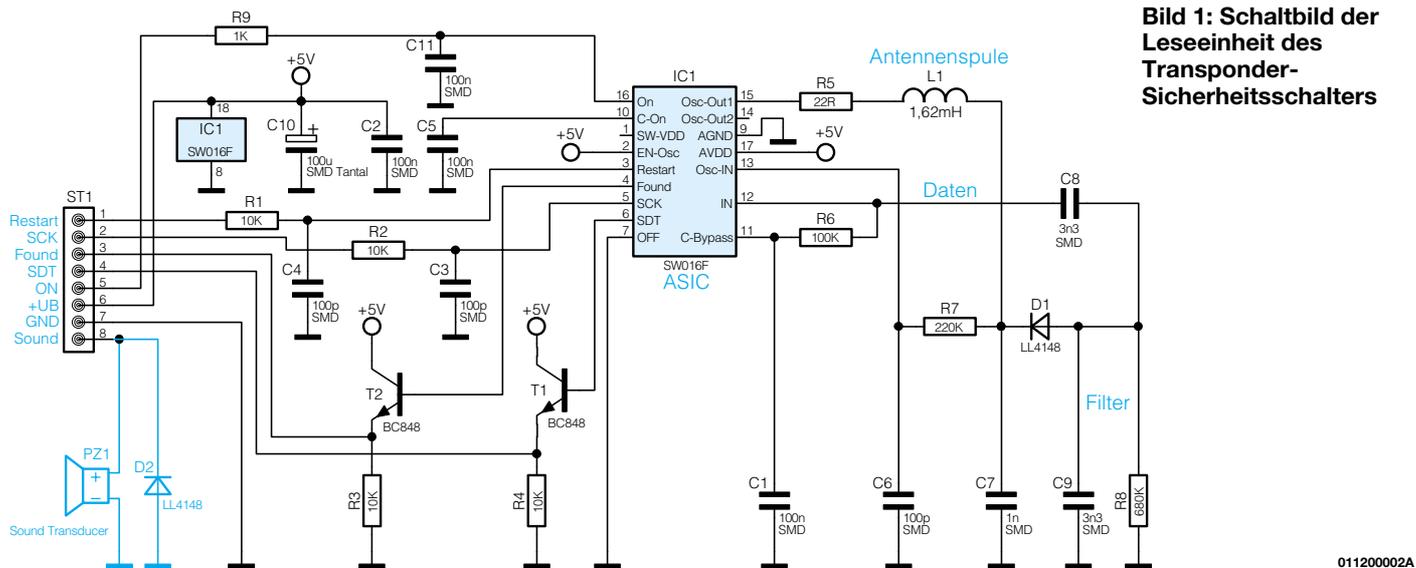


Bild 1: Schaltbild der Leseinheit des Transponder-Sicherheitsschalters

011200002A

Einsatz von hochintegrierten Schaltkreisen mit recht wenig Aufwand zu realisieren ist. Zentrale Bauelemente sind dabei ein hochintegriertes ASIC, das alle analogen und digitalen Baugruppen zum Auslesen der Transponder enthält und ein Single-Chip-Mikrocontroller, der die Schaltberechtigung überprüft, die Speicherverwaltung übernimmt und für die Steuerung des Schaltrelais zuständig ist.

Die Gesamtschaltung besteht aus den beiden Funktionsgruppen Leseinheit und Mikrocontrollereinheit, die auch auf zwei getrennten Leiterplatten untergebracht sind.

Schaltung der Leseinheit

Die Schaltung der mit dem hochintegrierten ASIC-Baustein SW 016 von Silway aufgebauten Leseinheit ist in Abbildung 1 zu sehen.

In diesem ASIC sind alle analogen und digitalen Baugruppen des Lesesystems integriert, sodass, abgesehen von zwei Treibertransistoren, nur noch wenige passive Komponenten erforderlich sind.

Das wichtigste externe Bauelement ist die Antennenspule, die mit C 7 einen Resonanzkreis bildet und auf ca. 125 kHz abgestimmt ist. Über den Oszillatorkreis (Pin 15) des ASICs wird der Schwingkreis angestoßen und mit Energie versorgt. Bei 5 V Betriebsspannung erhalten wir dann an C 7 eine Signalamplitude (Sinus) von mehr als 25 V_{ss}.

Sobald der auf Resonanz abgestimmte Codeträger in das Feld der Antennenspule gebracht wird, erfolgt die Energieversorgung. Der Codeträger schaltet daraufhin die Modulation für die zu übertragenden Daten (Identifikations-Code) ein und belastet durch Absorptionsmodulation den Schwingkreis des Lesers im Datenrhythmus.

Dadurch erhalten wir bei der 125-kHz-

Trägerfrequenz an C 7 im Datenrhythmus leichte Amplitudenschwankungen, die mit Hilfe der Bauelemente D 1, C 9 und R 8 ausgefiltert werden.

An der Anode von D 1 steht die reine Dateninformation zur Verfügung, die über C 8 auf den Demodulatoreingang des SW 016 (IC 1) geführt wird. Chipintern wird dieses Signal nochmals gefiltert und zu einem reinen Digitalsignal aufbereitet.

Über den mit R 6, C 1 aufgebauten Tiefpass liegt Pin 11 auf dem Gleichspannungsmittelwert des an Pin 12 anliegenden Signals. Die Rückkopplung des Oszillatorsignals erfolgt über R 7 auf Pin 13 des Chips.

Alternativ besteht beim SW 016 auch die Möglichkeit, an Pin 13 ein externes Oszillatorsignal mit CMOS-Pegel zuzuführen.

In der linken Schaltungshälfte sind die digitalen Ein- und Ausgänge des ASICs zu sehen, die in erster Linie als Interface zum externen Mikrocontroller dienen. In unserem System werden die Signale On, Found, SCK, SDT und Restart genutzt.

Sobald das ASIC einen gültigen Identifikations-Code detektiert hat, wechselt der Logik-Pegel am Found-Ausgang von Low nach High, und der Mikrocontroller der Basiseinheit kann mit dem Auslesen der Daten beginnen. Dazu wird der Lesetak an SCK (Pin 5) angelegt und mit jeder Low-High-Flanke steht das nächste Daten-Bit an Pin 6 (SDT) zur Verfügung.

Nach dem Auslesen des letzten Daten-Bit wird das ASIC mit einem High-Impuls am Restart-Eingang (Pin 3) für den nächsten Code-Empfang vorbereitet. Gleichzeitig löscht dieses Signal den gespeicherten Identifikations-Code im SW 016.

Im Bereich der Eingangssignale dient jeweils ein Tiefpass-Filter, aufgebaut mit R 1, C 4, R 2, C 3 und R 9, C 11 zur Störunterdrückung und die Ausgangssignale werden über die beiden als Emittier-

Folger arbeitenden Transistoren T 1 und T 2 ausgekoppelt.

Der akustische Signalgeber PZ 1 (Sound-Transducer) sowie die Freilaufdiode D 2 sind nur im Bedarfsfall zu bestücken.

Über die Mikrocontrollereinheit wird die Leseinheit mit Spannung (+5 V) versorgt, der Elko C 10 dient dabei zur allgemeinen Stabilisierung und C 2 verhindert direkt am ASIC hochfrequente Störeinkopplungen.

Die Leseinheit wird über ein 8-adriges Flachbandkabel mit der Mikrocontrollereinheit verbunden, deren Schaltungsbeschreibung nun folgt.

Schaltung der Mikrocontrollereinheit

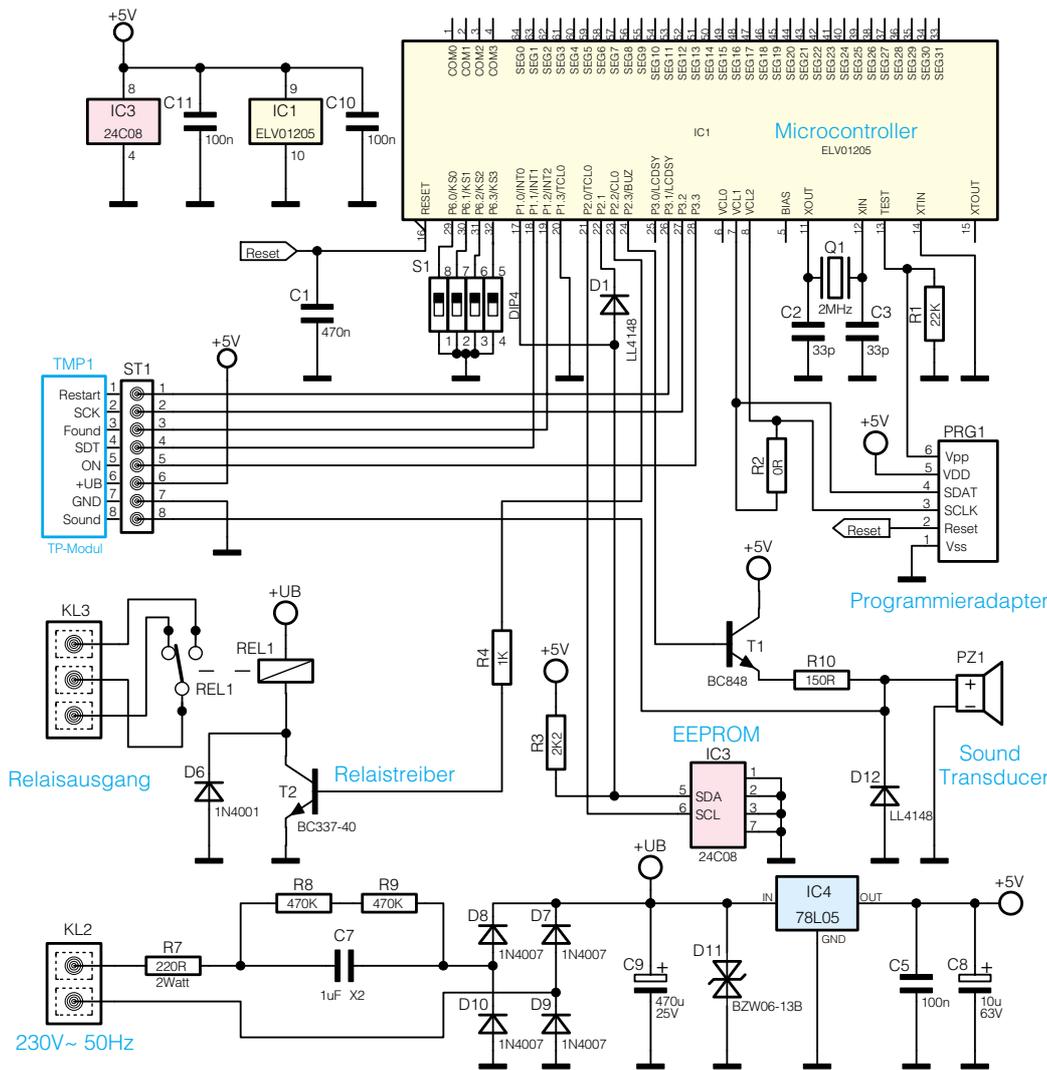
Die gesamte Schaltung der Mikrocontrollereinheit ist in Abbildung 2 dargestellt, wobei das zentrale Bauelement der Single-Chip-Mikrocontroller IC 1 ist. Hier erfolgt die Auswertung des von der Leseinheit übertragenen Identifikations-Codes und der Vergleich mit den Eintragungen im EEPROM (IC 3).

Im EEPROM befinden sich die Identifikations-Codes von sämtlichen schaltberechtigten Transpondern (max. 99), die auch bei einem Spannungsausfall nahezu unbegrenzt erhalten bleiben. Zur Kommunikation nutzt das EEPROM den I²C-Bus, der mit Port 1.0, Port 2.0 und Port 2.1 des Mikrocontrollers verbunden ist. R 3 dient dabei als Pull-up-Widerstand und D 1 zur Entkopplung.

An Port 6.0 bis Port 6.3 sind direkt die DIP-Schalter DIP 1 bis DIP 4 angeschlossen, mit deren Hilfe die Schaltart bzw. die Schaltzeiten des Ausgangsrelais programmierbar sind und die Liste der schaltberechtigten Transponder gelöscht werden kann.

Der chipinterne Taktoszillator des Mikrocontrollers ist an Pin 11 und Pin 12 zugänglich. Ein 2-MHz-Keramikresonator

Bild 2: Schaltbild der Mikrocontrollereinheit des Transponder-Sicherheitschalters



011199903A

und die beiden Kondensatoren C 2 und C 3 sind hier als externe Beschaltung erforderlich.

Der Anschluss PRG 1 für den Programmieradapter wird ausschließlich bei Fertigeräten, und zwar zum Programmieren des Mikrocontrollers, benötigt.

Über insgesamt 5 Datenleitungen kommuniziert der Mikrocontroller mit dem ASIC der Leseinheit (On, Found, SDT, SCK und Restart).

Eingeschaltet wird dabei das ASIC über Port 3.3 und der Takt zum Auslesen des ASIC steht an Port 3.2 zur Verfügung. Die von der Leseinheit kommenden Daten gelangen dann zum Port 1.1 des Mikrocontrollers. Mit dem von Port 3.1 kommenden Signal "Restart" wird das ASIC für einen neuen Code-Empfang vorbereitet. Sobald ein gültiger Code von der Leseinheit detektiert wurde, wird dies dem Mikrocontroller über die Found-Leitung an Port 1.2 mitgeteilt.

Bei Code-Übereinstimmung mit einer Eintragung in der Berechtigungsliste wird das potentialfreie Ausgangsrelais von Port 2.2 über den Transistor T 2 aktiviert. Die Freilaufdiode D 6 verhindert eine Gegen-

induktionsspannung und schützt somit den Transistor T 2.

Die an KL 3 angeschlossenen Relaiskontakte sind wahlweise als Öffner oder Schließer zu nutzen.

Über Port 2.3 und den Transistor T 1 wird der akustische Signalgeber PZ 1 angesteuert. R 10 dient dabei zur Anpassung der Signalamplitude und D 12 verhindert eine Gegeninduktionsspannung.

Kommen wir nun zur Spannungsversorgung des Transponder-Sicherheitschalters, die besonders flexibel ist und auch direkt aus dem 230-V-Wechselspannungsnetz erfolgen kann. In diesem Fall ist zu bedenken, dass die gesamte Elektronik auf Netzpotential liegt und der Betrieb ausschließlich in dem dafür vorgesehenen geschlossenen Gehäuse zulässig ist.

Die Netzwechselspannung wird an KL 2 angeschlossen und über den Schutzwiderstand R 7 sowie den kapazitiven Widerstand des X2-Kondensators C 7 auf den mit D 7 bis D 10 aufgebauten Brückengleichrichter gegeben. R 8 und R 9 dienen bei ausgeschalteter Spannungsversorgung zum Entladen des X2-Kondensators C 7.

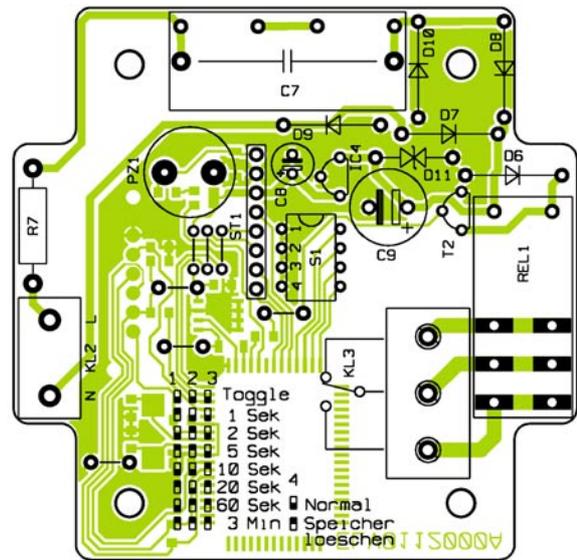
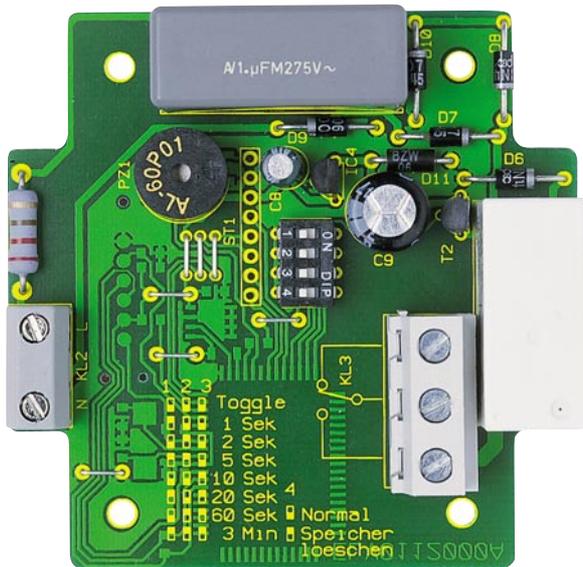
Nach der Gleichrichtung wird die Span-

nung mit Hilfe der Transil-Schutzdiode D 11 auf ca. 15 V begrenzt und C 9 nimmt eine erste Pufferung vor. Am Ausgang des Festspannungsreglers IC 4 steht letztendlich die zum Betrieb der Schaltung erforderliche stabilisierte Spannung von 5 V zur Verfügung.

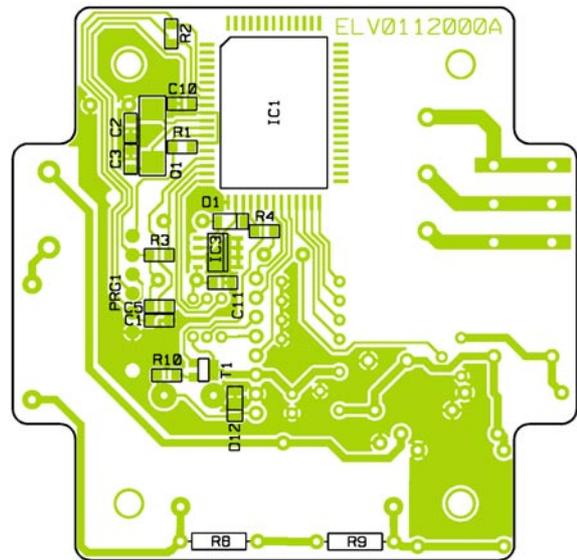
Soll die Schaltung mit Niederspannung betrieben werden, so sind der X2-Kondensator C 7 und der Schutzwiderstand R 7 jeweils durch eine Drahtbrücke zu ersetzen. An die Schraubklemmen kann dann wahlweise eine Gleichspannung zwischen 10 V und 15 V oder eine Wechselspannung zwischen 7 V und 10 V angeschlossen werden.

Nachbau

Beim praktischen Aufbau des Transponder-Sicherheitschalters kommen sowohl konventionelle, bedrahtete Bauelemente als auch SMD-Komponenten für die Oberflächenmontage zum Einsatz. Voraussetzung für die Verarbeitung von SMD-Komponenten von Hand ist Lötterfahrung. Besonders beim Auflöten des Mikrocontrollers mit seinen 64 Anschlusspins und sehr geringem Pinabstand ist eine beson-



Ansicht der fertig bestückten Platine der Mikrocontrollereinheit des Transponder-Sicherheitsschalters mit zugehörigem Bestückungsplan (oben: Bestückungsseite für konventionelle Bauteile, unten: SMD-Seite).



ders sorgfältige Arbeitsweise wichtig. Des Weiteren weisen wir auf die Gefahr durch die lebensgefährliche Netzspannung hin, wenn die Schaltung am 230-V-Wechselspannungsnetz betrieben werden soll. In diesem Fall gilt nachfolgender Sicherheitshinweis.

Wichtiger Sicherheitshinweis: Aufgrund der im Gerät frei geführten Netzwechselspannung dürfen Aufbau und Inbetriebnahme ausschließlich von Fachkräften ausgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die geltenden Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten.

Doch beginnen wir nun mit den Bestückungsarbeiten, wobei wir mit der Prozessorplatine anfangen. Hier wird zuerst die SMD-Bestückung an der Platinenunterseite vorgenommen. Entgegen der Bestückungsreihenfolge bei den bedrahteten

Bauelementen ist hier zuerst der Single-Chip-Mikrocontroller aufzulöten.

Dazu wird ein Lötbad an einer Gehäuseecke vorverzinnt, dann der Prozessor exakt positioniert und am vorverzinnten Lötbad angelötet (Einbaulage beachten). Wenn alle Anschlusspins exakt auf den zugehörigen Löt pads aufliegen, wird das komplette Bauteil verlötet. Sollte dabei versehentlich Lötzinn zwischen die Prozessoranschlüsse laufen, so ist das überschüssige Zinn am einfachsten mit Entlötlitze abzusaugen.

Im nächsten Schritt wird das 8-polige EEPROM in der gleichen Weise aufgelötet. Das IC-Gehäuse ist an der Pin 1 zugeordneten Seite leicht angeschragt.

Nach Auflöten des Transistors T 1 sind die SMD-Widerstände und -Kondensatoren an der Reihe. Während bei den Widerständen der Wert direkt auf dem Gehäuse aufgedruckt ist (die letzte Ziffer gibt die

Anzahl der Nullen an), sind SMD-Kondensatoren nicht gekennzeichnet. Um Verwechslungen vorzubeugen, sollten diese Bauteile daher erst direkt vor der Verarbeitung aus der Verpackung genommen werden.

Die beiden SMD-Dioden D 1 und D 12 sind, wie bei der bedrahteten Variante, an der Katodenseite durch einen Ring gekennzeichnet.

Nach dem Einbau des 2-MHz-Keramikeresonators Q 1 sind alle SMD-Bauelemente dieser Leiterplatte bestückt und wir können uns den bedrahteten Bauteilen an der Platinenoberseite zuwenden.

Hier werden zuerst der Spannungsregler IC 4 und der Transistor T 2 eingelötet, gefolgt von 7 Brücken aus versilbertem Schalt Draht.

Danach sind die an der Katodenseite durch einen Ring gekennzeichneten Di-

Stückliste: Transponder-Sicherheitsschalter, Prozesseinheit

Widerstände:

0Ω/SMD	R2
150Ω/SMD	R10
220Ω/2W	R7
1kΩ/SMND	R4
2,2ΩW/SMD	R3
22ΩW/SMD	R1
470ΩW	R8, R9

Kondensatoren:

33pF	C2, C3
100nF	C5, C10, C11
470nF	C1
1µF/275V~/X2	C7
10µF/63V	C8
470µF/25V	C9

Halbleiter:

ELV01205	IC1
24C08/SMD	IC3
78L05	IC4
BC337-40	T2
BC848	T1
BZW06-13	D11
LL4148	D1, D12
1N4001	D6
1N4007	D7-D10

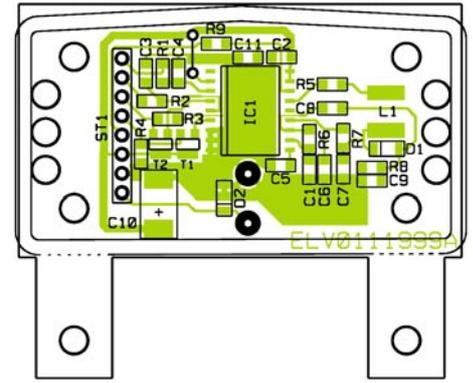
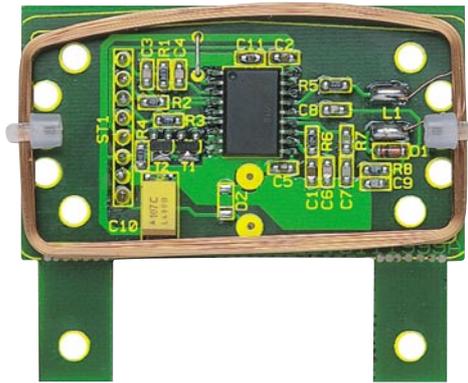
Sonstiges:

Keramik-Schwinger, 2MHz, SMD	Q1
Mini-DIP-Schalter, 4-polig	S1
Relais, 12V, 1 x um, 16A	REL1
Netz-Schraubklemme, 2-polig	KL2
Netz-Schraubklemme, 3-polig	KL3
Sound-Transducer	PZ1
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 5 mm	
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 40 mm	
2 Distanzrollen, 35 mm	
2 Netzkabeldurchführungen, ST-M16 x 1,5	
1 Industrie-Aufputz-Gehäuse IP 65, Typ 256, bearbeitet und bedruckt	
14 cm Schaltdraht, blank, versilbert	
5 cm Flachbandleitung, 8-polig, RM: 2,54	

oden D 6 bis D 10 und die Transil-Schutzdiode D 11 an der Reihe. Die Polarität der Transil-Diode ist dabei beliebig.

Nach der Bestückung des 4fach-DIP-Schalters sind die auf Rastermaß abgewinkelten Anschlussbeinchen der Widerstände R 7 bis R 9 durch die zugehörigen Platinenbohrungen zu führen und zu verlöten.

Beim Einbau der beiden Elektrolyt-Kondensatoren und des Sound-Transducers ist die korrekte Polarität zu beachten. Danach werden alle an der Platinenunterseite überstehenden Drahtenden direkt oberhalb der Lötstellen mit einem scharfen Seitenschneider abgeschnitten.



Ansicht der fertig bestückten Platine der Leseinheit des Transponder-Sicherheitsschalters mit zugehörigem Bestückungsplan.

Die beiden Schraubklemmleisten, das Leistungsrelais und der X2-Kondensator C 7 sind mit viel Lötzinn festzusetzen.

Danach werden an der Platinenunterseite die Leiterbahnen von den Relaiskontakten zur Schraubklemmleiste KL 3 mit Schaltdraht verstärkt (siehe Platinenfoto).

Aufbau der Leseinheit

Die Leseinheit besteht ebenfalls aus einer einseitigen Leiterplatte, die, abgesehen von der Antennenspule, ausschließlich mit SMD-Bauelementen bestückt wird.

Zuerst wird das an Pin 1 durch einen Punkt gekennzeichnete ASIC bestückt. Die Vorgehensweise ist dabei die gleiche wie bei der Bestückung der integrierten Schaltkreise der Zentraleinheit.

Als dann sind die beiden SMD-Transistoren und unter Beachtung der korrekten Polarität die SMD-Diode D 1, gefolgt von den passiven Widerständen und Kondensatoren aufzulöten.

Beim Elektrolyt-Kondensator C 10 ist die korrekte Einbauposition zu beachten (der Pluspol ist gekennzeichnet).

Da es sich um eine einseitige Leiterplatte handelt, sind zwei Drahtbrücken an der Platinenunterseite erforderlich.

Die Antennenspule wird, wie auf dem Platinenfoto zu sehen ist, mit 2 Kabelbindern auf der Platinenoberfläche befestigt. Als dann sind die Anschlussleitungen auf die erforderliche Länge zu kürzen, vorzuverzinnen und an die dafür vorgesehenen Lötflächen anzulöten.

Bevor nun beide Leiterplatten mit einem 6 cm langen, 8-poligen Flachbandkabel verbunden werden, erfolgt eine gründliche Überprüfung hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehlern.

Nach dem Verlöten des Flachbandkabels wird die Prozessorplatine so in das Gehäuse gesetzt, dass der Mikrocontroller zu den Kabelverschraubungen hinweist. Die Platine ist danach an der Seite der Kabelverschraubungen mit 2 Schrauben M 3 x 5 mm festzusetzen.

Stückliste: Transponder Leseinheit

Widerstände:

22Ω/SMD	R5
10Ω/SMD	R1-R4
100ΩW/SMD	R6
220ΩW/SMD	R7
680ΩW/SMD	R8

Kondensatoren:

100pF/SMD	C3, C4, C6
1nF/SMD	C7
3,3nF/SMD	C8, C9
100nF/SMD	C1, C2, C5, C11
100µF/10V/SMD	C10

Halbleiter:

SW 016F	IC1
BC848	T1, T2
LL4148	D1

Sonstiges:

Luftspule, 1,62 mH	L1
2 Kabelbinder, 90 mm	

An der gegenüberliegenden Platinenseite wird die Leseinheit befestigt. Dazu sind 2 Schrauben M 3 x 40 mm von oben durch die zugehörigen Befestigungslaschen der Leseinheit zu führen und von der Platinenunterseite 2 Distanzrollen M 3 x 35 mm aufzusetzen. Die Schraubenenden sind zuletzt durch die Befestigungsbohrungen der Prozessorplatine (neben dem X2-Kondensator C 7) zu führen und im Gehäuseunterteil fest zu verschrauben. Nach dem Einbau der beiden Kabelverschraubungen M 16 x 1,5 steht der Montage am gewünschten Einsatzort nichts mehr entgegen.

Bei Netzspannungsbetrieb ist eine doppelte Isolation der an KL 2 anzuschließenden Leitungen erforderlich. Daher ist über die beiden Einzelleitungen jeweils ein Gewebe-Isolierschlauch entsprechender Länge zu schieben.