

# Kfz-Unterspannungs-Detektor

**Diese nützliche Schaltung hilft Ihnen, frühzeitig eine zu geringe oder eine zu hohe Akkuspannung zu erkennen.**

## Allgemeines

Zum Schutz Ihres wertvollen Akkus sowie zur Vermeidung unliebsamer Überraschungen bei entladendem Akku leistet die hier vorgestellte einfach zu realisierende Schaltung wertvolle Hilfe.

Befindet sich die Kfz-Bordspannung/Akkuspannung im „grünen Bereich“, wird dies bei eingeschalteter Zündung durch eine grüne LED signalisiert. Bei zu hoher Akkuspannung leuchtet eine gelbe LED auf, während eine Unterspannung durch eine rote LED angezeigt wird.

Zusätzlich besteht die Möglichkeit, den Unterspannungsfall durch einen Piezo-Signalgeber akustisch anzuzeigen. Dies ist besonders bei stationärem Akku-Betrieb (Camping, Solar usw.) nützlich.

## Schaltung

In Abbildung 1 ist das Schaltbild des Kfz-Unterspannungs-Detektors dargestellt. Im wesentlichen besteht die Schaltung aus einem Fensterkomparator sowie einer Generatorschaltung für den Piezo-Signalgeber. Die Betriebsspannung gelangt über ST 1 (+) und ST 3 (Masse) zur Schaltung, wobei C 5, C 6 und R 15 zur Siebung

dienen. ST 2 wird hinter dem Zündschloß angeschlossen, d. h. an einen Anschlußpunkt der nur bei eingeschalteter Zündung Spannung führt.

Widmen wir uns zuerst dem Fensterkomparator, bestehend aus IC 2 A, B mit Außenbeschaltung. Jeder dieser beiden Komparatoren besitzt einen „Open-Kollektor-Ausgang“, d. h. der Ausgang kann nur gegen Masse schalten. Infolgedessen wird ein Pull-up-Widerstand benötigt, der bei ausgeschalteter Zündung durch R 7 und R 9 sowie bei eingeschalteter Zündung zusätzlich durch R 6, D 1 und R 8, D 2 gebildet wird.

Damit der Ausgang nach Masse durchschaltet, muß der invertierende Eingang (-) des Komparators eine höhere Spannung als der nicht-invertierende Eingang (+) aufweisen.

## Technische Daten:

Betriebsspannung: ..... 8 V - 15 V  
**Schaltswelle**  
 Unterspannung: ..... 12 V (10,5 V)  
 Überspannung: ..... 14,5 V  
**Stromaufnahme**  
 Zündung aus: ..... ca. 1.3 mA  
 Zündung ein: ..... ca. 9 mA  
 Platinenabmessungen: 56 mm x 55 mm

Am invertierenden Eingang des IC 2 A sowie am nicht invertierenden Eingang des IC 2 B steht eine Referenzspannung von 1,23 V an, die in Verbindung mit IC 1 des Typs LM 385 und dem Vorwiderstand R 1 erzeugt wird. Die übrigen Eingänge Pin 3 und Pin 6 sind über einen Spannungsteiler, bestehend aus R 3 bis R 5 mit der zu messenden Eingangsspannung an ST 1 verbunden.

Die Fensterkomparatorschaltung kann folgende drei Zustände annehmen:

### Unterspannung ( $U < 12\text{ V}$ ):

Die Akkuspannung sinkt so weit ab, bis die Spannung an Pin 3 (IC 2) negativer wird als an Pin 2 (IC 2), wodurch der Komparator den Ausgang Pin 1 (IC 2) auf Masse legt. Ist die Zündung eingeschaltet, kann über ST 2, R 2, R 6 ein Strom durch die Leuchtdiode D 1 fließen und signalisiert damit „Unterspannung“. Bei ausgeschalteter Zündung leuchtet keine der drei LEDs, um die Batterie zu schonen.

### Überspannung ( $U > 14,5\text{ V}$ ):

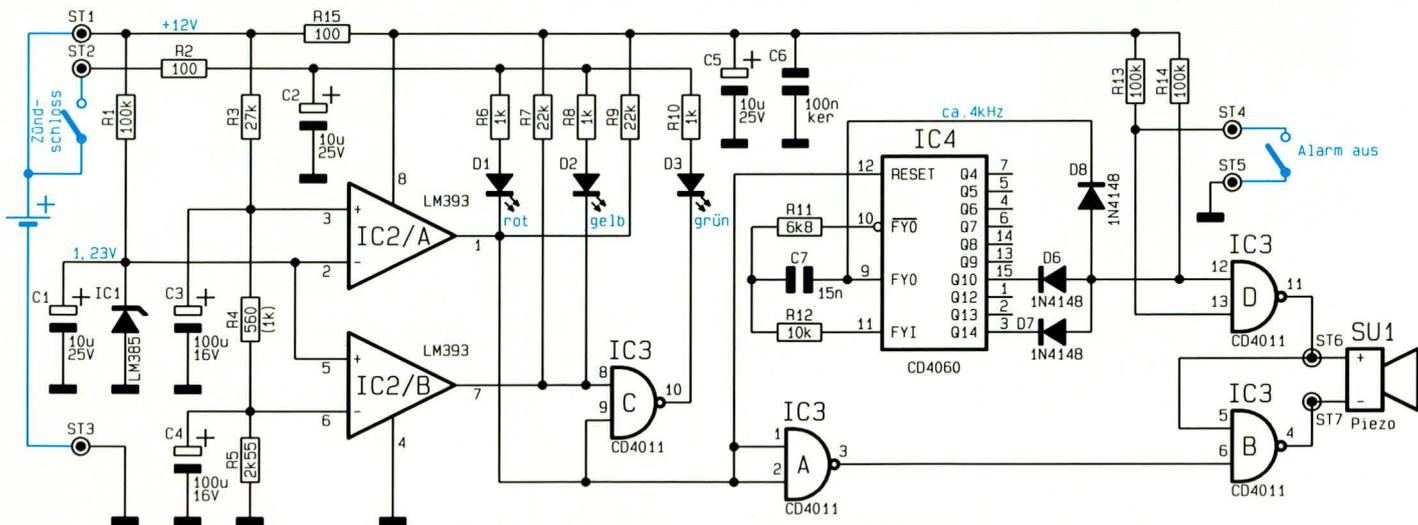
Sobald die Akkuspannung über 14,5 V ansteigt, wird die Spannung am invertierenden Eingang (Pin 6 des IC 2) des zweiten Komparators positiver gegenüber dem nicht invertierenden Eingang (Pin 5), und der Ausgang schaltet durch. D 2 signalisiert jetzt „Überspannung“.

### Normalspannung ( $12\text{ V} < U < 14,5\text{ V}$ ):

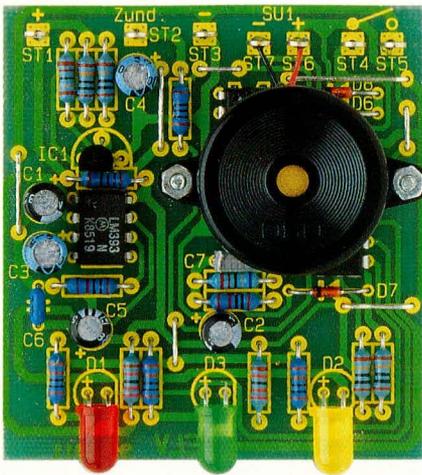
Bewegt sich die Akkuspannung im Bereich von 12 V bis 14,5 V, so ist keiner der beiden Komparatoren durchgeschaltet. Beide Ausgänge (Pin 1 und Pin 7 des IC 2) führen High-Pegel. Dieser Zustand wird durch ein NAND-Gatter (IC 3 D) ausgewertet, und die LED D 3 leuchtet bei eingeschalteter Zündung auf.

Kommen wir als nächstes zur Signaltonerzeugung. Im IC 4 des Typs CD 4060 sind ein Oszillator sowie ein 14stufiger Binärteiler integriert. Die Frequenz wird durch die Beschaltung mit R 11, R 12 und C 7 festgelegt, die bei der vorliegenden Dimensionierung ca. 4 kHz beträgt.

Da bei Unterspannung der Ausgang Pin 1



**Bild 1: Schaltbild des Kfz-Unterspannungs-Detektors**



Fertig aufgebaute Leiterplatte

des IC 2 Low-Potential (0 V) annimmt, ist dieser Anschluß mit dem Reset-Eingang des IC 4 verbunden. Hierdurch wird erreicht, daß der interne Oszillator nur im Alarmfall schwingt. Mit Hilfe der Dioden D 6 bis D 8 erfolgt die Verknüpfung verschiedener Frequenzen, so daß ein intermittierendes Taktsignal entsteht, welches über die Gatter IC 3 B, D zum Piezo-Signalgeber gelangt. Optional kann durch Verbinden von ST 4 und ST 5 das Alarm-signal gesperrt werden.

### Praktischer Einsatz

Für den Kfz-Unterspannungs-Detektor sind 2 grundsätzliche Einsatzmöglichkeiten vorgesehen:

1. Im Kfz mit einer Bordspannung zwischen 12 V und 14,5 V.
2. Im Solar- oder Campingbereich mit einer Spannung ab 10,5 V.

Im erstgenannten Anwendungsfall wird der Kfz-Unterspannungs-Detektor im Kfz eingebaut und direkt unter Zwischenschalten einer Sicherung an den Akku angeschlossen.

Die Nennspannung der Starterbatterie liegt bei ca. 12,5 V, während bei laufendem Motor die Lichtmaschine die Bordspannung im Bereich zwischen 13,8 V und 14,4 V einstellt. Für diesen Anwendungsfall ist die Schaltung dimensioniert, d. h. der „Grünbereich“ liegt zwischen 12 V und 14,5 V.

Sobald Sie den Starter betätigen, wird in der Regel die Unterspannungs-LED aufleuchten, obwohl der Akku selbst durchaus noch eine hinreichende Kapazität besitzt. Wenn der Motor hingegen läuft und die Batterie von der Lichtmaschine geladen wird, steigt die Spannung auf ca. 14 V an.

Im regulären Betrieb des Fahrzeugs wäre jedoch ein Unterschreiten der Bordspannung von 12 V ein nicht tolerierbarer Wert, der vom Kfz-Unterspannungs-Detektor angezeigt wird, obwohl der Akku selbst noch weitgehend volle Kapazität haben könnte. Durch die frühzeitige Anzeige kann

### Stückliste: Kfz-Unterspannungs-Detektor

#### Widerstände:

100Ω .....	R2, R15
560Ω .....	R4
1kΩ .....	(R4), R6, R8, R10
2,55kΩ .....	R5
6,8kΩ .....	R11
10kΩ .....	R12
22kΩ .....	R7, R9
27kΩ .....	R3
100kΩ .....	R1, R13, R14

#### Kondensatoren:

15nF .....	C6
100nF/ker .....	C7
10µF/25V .....	C1, C2, C5
100µF/16V .....	C3, C4

#### Halbleiter:

LM385 .....	IC1
LM393 .....	IC2
CD4011 .....	IC3
CD4060 .....	IC4
1N4148 .....	D6 - D7
LED, 5mm, rot .....	D1
LED, 5mm, gelb .....	D2
LED, 5mm, grün .....	D3

#### Sonstiges:

Piezo-Signalgeber .....	SU1
7 Lötstifte mit Lötöse	
2 Zylinderkopfschrauben, M2 x 20mm	
6 Muttern, M2	
10cm Silberdraht, blank	

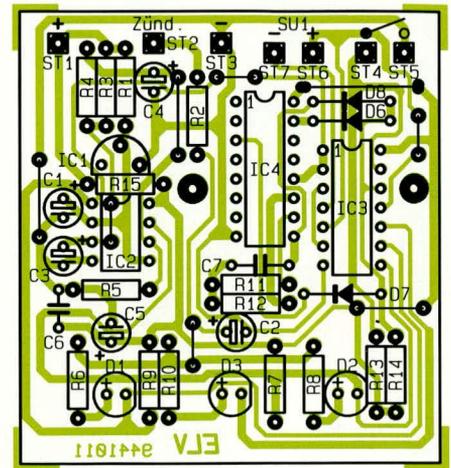
rechtzeitig ein Defekt im Kfz-Bordnetz erkannt werden.

Einen weiteren Anwendungsfall stellt der Einsatz im Bereich der Speisung von Verbrauchern durch einen 12 V-Bleiakkudar, ohne daß dieser ständig z. B. durch eine Kfz-Lichtmaschine nachgeladen wird. Entsprechende Einsatzfälle sind z. B. bei Solaranlagen, in Campingwagen o. ä. zu finden. Für diese Anwendungen soll eine Unterspannung üblicherweise erst dann signalisiert werden, wenn der Akku weitgehend entladen ist, jedoch rechtzeitig vor einer Tiefentladung. Als günstige Schaltschwelle zur Signalisierung einer Unterspannung hat sich ein Wert von 10,5 V erwiesen. Um diese Schaltschwelle zu realisieren, ist für R 4 der in Klammern angegebene Wert einzusetzen.

### Nachbau

Die Schaltung findet auf einer 56 mm x 55 mm messenden Leiterplatte Platz, die für den Einbau in ein ELV-Kfz-Gehäuse geeignet ist. In gewohnter Weise werden zunächst die niedrigen und anschließend die höheren Bauteile bestückt und auf der Rückseite verlötet. Bei den ICs, Dioden und Elkos ist auf die richtige Einbaulage bzw. Polung zu achten.

Die Anschlußdrähte der Leuchtdioden werden auf 90° abgewinkelt und dann in die entsprechenden Bohrungen gesteckt.



Bestückungsplan des Kfz-Unterspannungs-Detektors

Anschließend sind die Lötstifte zu bestücken und auf der Leiterplattenrückseite zu verlöten. Überstehende Drahtenden werden zum Schluß auf der Lötseite abgeschnitten, wobei die Lötstellen selbst nicht zu beschädigen sind.

Der Piezo-Signalgeber kann wahlweise auf der Platine befestigt oder über eine zweiadrige Leitung aus dem Gerät herausgeführt werden. Die Befestigung auf der Platine erfolgt durch 2 Schrauben M2 x 20 mm, die von der Lötseite durch die Platine gesteckt und von der Bestückungsseite mit jeweils einer M2-Mutter verschraubt werden. Anschließend wird auf jede Schraube eine weitere M2-Mutter aufgedreht, die dann etwa einen Abstand von 12 mm zur Platine aufweisen sollte. Jetzt kann der Signalgeber aufgesteckt und mit 2 weiteren M2-Muttern festgesetzt werden. Es empfiehlt sich, die Muttern mit etwas Kleber zu sichern, damit sich diese nicht durch Erschütterungen lösen. Der Anschluß des Signalgebers erfolgt an die Lötstifte ST 6 und ST 7.

Durch Überbrücken der beiden Kontaktstifte ST 4 und ST 5 wird der Alarm gesperrt. Dies kann, falls gewünscht, mittels eines einpoligen Schalters erfolgen.

Zum Abschluß unterziehen wir die Schaltung einem einfachen Funktionstest. Dazu werden ST 1 und ST 2 mit dem positiven Ausgang und ST 3 mit dem negativen Ausgang eines regelbaren Netzgerätes verbunden. Durch Verändern der Spannung im Bereich von 9 V bis 15 V sollten die entsprechenden Leuchtdioden aufleuchten bzw. bei Unterspannung auch ein Alarmton zu hören sein. Sind alle Überprüfungen zur Zufriedenheit verlaufen, kann die Schaltung ihrem bestimmungsgemäßen Einsatz im Kfz oder Wohnmobil zugeführt werden.

Dabei sollte darauf geachtet werden, daß die Anschlußleitungen möglichst nahe am Akku angebracht werden. Es muß sich aber auf jeden Fall eine Sicherung zwischen Akku und Kfz-Unterspannungs-detektor befinden.

