555-Kfz-Schaltungen

Achtung: Kfz-Änderungen und -Einbauten sind je nach Art/Land/Einsatzort evtl. genehmigungspflichtig!

Diverse Schaltungen mit dem 555

- LED-Blitzer als Betriebsanzeige

LED-Blitzer für die Kfz-Alarmanlage

- LED-Blitzer, mit Feinsicherung
- LED-Blitzer, mit Strombegrenzung
- LED-Blitzer, mit Strombegrenzung und LED-Treiber
- LED-Blitzer, mit Schutzwiderstand, H-aktiv
- LED-Blitzer, mit Verpolungs-Schutz, H-aktiv
- CMOS-LED-Blitzer, H-aktiv
- CMOS-LED-Blitzer, H-aktiv, Ausschalter extern
- CMOS-LED-Blitzer, H-aktiv, Ausschalter extern, Alarmblinken
- CMOS-LED-Blitzer, H-aktiv, Alarmblinken, Ausschalter gegen GND
- CMOS-LED-Blitzer, H-aktiv, Alarmblinken, Ausschalter intern/extern

Marder-Schreck mit Bewegungsmelder

- Allgemeines zum Marder im Kfz
- Ultrasonic Animal Chaser LS 937 CD
- Marderschreck 12VDC (1)
- LED-Blitzer (1), mit IC-Regler-Stromquelle, 20 LEDs
- LED-Blitzer (2), mit Transistor-Stromquelle, 20 LEDs
- LED-Blitzer (3), mit Transistor-Stromquelle, 30 LEDs
- LED-Intervall-Blitzer (4), mit Transistor-Stromquelle
- IR-Bewegungsmelder BM180 (Pollin)
- IR-Bewegungsmelder BM360AP (Pollin)
- IR-Bewegungsmelder BM360AP-12V (Umbau 12VDC)
- Regler 12V/8,2V mit Unterspannungsüberwachung
- Marderschreck mit Bewegungsmelder im Kfz (Vers. 1)

Diverse Schaltungen mit dem 555

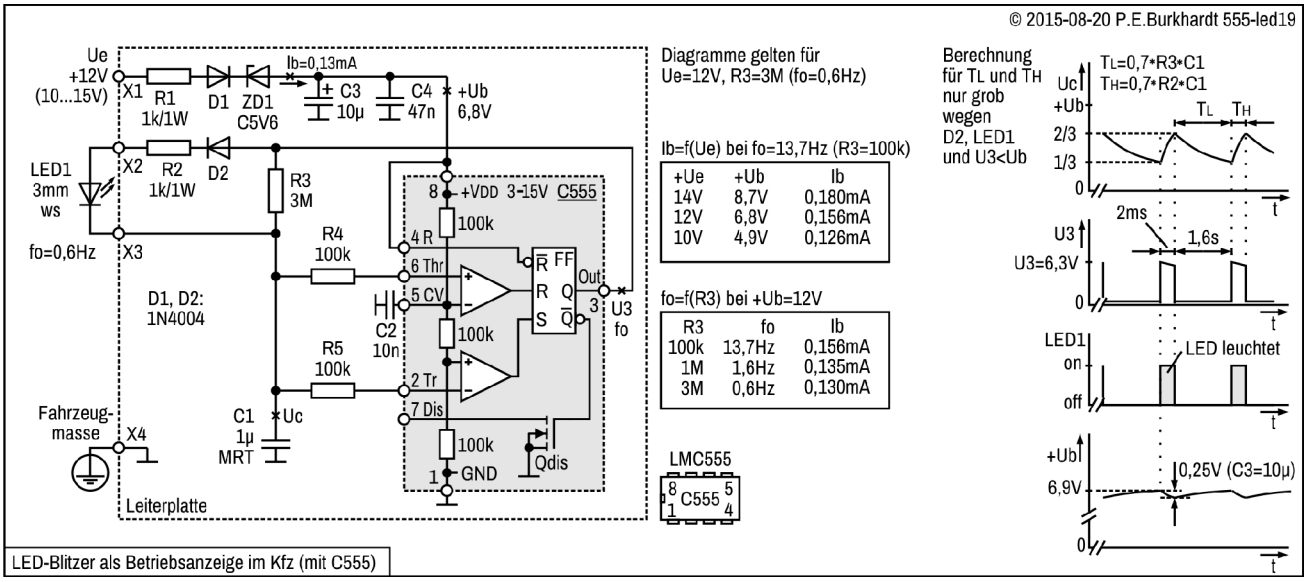
LED-Blitzer als Betriebsanzeige

Werden im Kfz Verbraucher über Dauerplus gespeist, soll möglichst wenig Strom fließen, wenn der Verbraucher inaktiv ist. Wäre das nicht so, würde die Batterie zu schnell entladen, wenn das Fahrzeug abgestellt ist. Eine an Dauerplus angeschlossene Steckdose z.B. darf die Batterie ohne angestecktem Verbraucher überhaupt nicht belasten. Andererseits ist es aber wünschenswert, mittels LED eine Anzeige zu haben, ob die Steckdose unter Strom steht.

Die folgende Schaltung realisiert eine LED-Betriebsanzeige mit einem Stromverbrauch, der niedriger als die natürliche Selbstentladung der Bleibatterie ist.

Eigenschaften

- LED-Blinken zur Betriebsanzeige, sobald die Bordspannung anliegt
- CMOS-Timer LMC555 als AMV zur Erzeugung der Blinkimpulse
- H-aktive 555-Steuerung (LED leuchtet bei H am 555-Ausgang)
- Optimierung auf geringste mittlere Stromaufnahme von nur 0,13 mA
- Schutz der Schaltung vor Falschpolung und falschem LED-Anschluss im Bereich der Bordspannung



LED-Blitzer als Betriebsanzeige im Kfz (mit C555)

Schaltungsbeschreibung

AMV mit kleinem Tastgrad

R3 und C1 bestimmen die LED-Dunkelphase. Die Hellphase wird dagegen von R2 und C1 bestimmt. D2-R2-LED1 bilden den Ladepfad für C1. Der entsprechende Ladestrom fließt aber nur, wenn der 555-Ausgang H führt (U3). Da dieser Pfad relativ niederohmig ist (R2), geschieht die C1-Aufladung schnell, d.h. die LED leuchtet nur kurz. Ist die obere 555-Schaltschwelle erreicht, schaltet der 555-Ausgang auf L. D2 ist jetzt gesperrt (Spannung von C1 ist höher als U3). Das hat zur Folge, dass sich C1 über den relativ hochohmigen Widerstand R3 langsam entlädt. Während dieser Zeit leuchtet die LED nicht, d.h. die LED-Dunkelphase ist entsprechend lang.

Dieser kleine Tastgrad spart wegen der langen Dunkelzeit Strom. Trotzdem ist das Aufblitzen deutlich zu erkennen, wenn Bordspannung anliegt. Im Bild sind verschiedene Dimensionierungen angegeben.

Optimierung auf geringe Stromaufnahme

Die Wahl der CMOS-Variante des 555-Timers ist zwingend, da der bipolare 555 einen viel zu hohen Eigenverbrauch hat. Der Eigenverbrauch des CMOS-555 liegt im unteren Spannungsbereich bei ca. 0,1 mA. Eine weitere Stromsparmaßnahme ist die Verringerung der 555-Betriebsspannung Ub auf ca. die Hälfte der Kfz-Bordspannung. Das wird mittels ZD1 erreicht, die ca. 5,6 V von der 12V-Bordspannung subtrahiert. D1 dient zusätzlich als Verpolungsschutz und vernichtet weitere 0,6 V. Die sich ergebenden 555-Spannungswerte am Pin 8 bei verschiedenen Bordspannungen (Ue) sind im Bild angegeben.

Auswahl der LED

Bei so geringem LED-Strom sollte die LED einen hohen Wirkungsgrad haben. Es gibt auch farbige Mini-LEDs (Low-Current-LEDs), die diese Bedingung erfüllen. Da nur normale 3mm-LEDs zur Verfügung standen, wurde eine glasklare LED ausgewählt. Deren Blitz war gegenüber farbigen 3mm-LEDs wesentlich besser erkennbar. 5mm-LEDs sind zu unempfindlich und eignen sich deshalb nicht.

Schutz vor Falschpolung bzw. falschem Anschluss

Da es passieren kann, dass beim Anschluss der Schaltung die Drähte vertauscht werden oder gar unbekanntes Potential haben, wurden die Anschlüsse so ausgelegt, dass die Schaltung keinen Schaden nimmt.

X1 und X2 sind durch R1 bzw. R2 und D1 bzw. D2 geschützt (zu hoher Strom und Falschpolung). X3 verkraftet ebenfalls positive oder negative Spannungen gegenüber den anderen Anschlüssen, da zusätzlich die Widerstände R4 und R5 eingefügt wurden. Pin 6 und Pin 2 des 555 benötigen max. 50 nA, so dass R4 und R5 entsprechend groß sein können, ohne die 555-Funktion zu gefährden, Die Polung der LED ist auch kein Problem, im schlimmsten Fall gibt es keine Anzeige.

Stromversorgung

Wie bereits gesagt, die Schaltung arbeitet mit ca. der halben Bordspannung. Der Elko C3 stützt +Ub soweit ab, dass in der LED-Hellphase der Spannungseinbruch nur ca. 250 mV beträgt. C4 und C2 könnten auch entfallen, sollten aber zur HF-Entkopplung eingefügt sein.

Fazit

Der Verzicht auf eine LED-Betriebsanzeige auch bei stehendem Kfz und inaktivem Verbraucher ist nicht nötig. Der geringe Betriebsstrom der Schaltung ist unbedeutend. Andere vom Kfz-Hersteller an Dauerplus geschaltete Verbraucher (Motorelektronik, Diebstahl-Warnanlage u.a.) verursachen meist einen Strom von mehreren mA, so dass die LED mit 0,13 mA ruhig blitzen darf.

LED-Blitzer für die Kfz-Alarmanlage

Anwendung

Die meisten Kfz-Alarmanlagen zeigen mit einer blinkenden LED an, dass die Anlage scharf geschaltet ist. Soll die LED-Anzeige eine scharf geschaltete Alarmanlage nur simulieren (Dummy-LED), können die folgenden Schaltungen Verwendung finden. Aber auch eingebaute Alarmanlagen ohne Anzeige-LED sind mit den Schaltungen erweiterbar.

LED-Blitzer, mit Feinsicherung

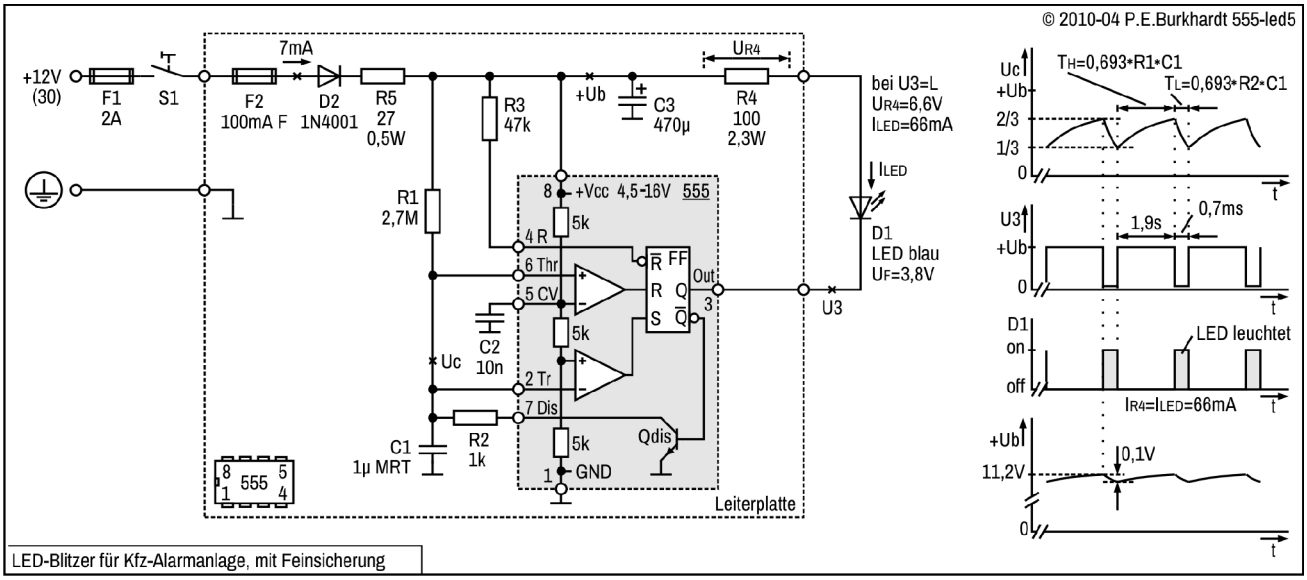
Eigenschaften

- LED-Blinken zur Betriebsanzeige der Kfz-Alarmanlage
- L-aktive 555-Steuerung (LED leuchtet bei L am 555-Ausgang)
- Versteckt montierbare Leiterplatte (keine Bedienelemente)
- LED-Anschluss zweipolig
- Ausschalten mit externem Schalter
- Bedingt kurzschlussfest (Sicherung auf Leiterplatte), Verpolungsschutz
- Mittlere Stromaufnahme 7 mA

Prinzip

Ein AMV erzeugt eine niedrige Blinkfrequenz von ca. 0,5 Hz mit extrem kleinem Tastgrad. Die Ansteuerung der LED erfolgt im 2-Sekunden-Abstand für die Zeitdauer von weniger als 1 ms mit relativ hohem Strom. Es entsteht ein gut sichtbarer Lichtblitz, ohne dass die Gesamtstromaufnahme der Schaltung die Batterie des abgestellten Kfz zu sehr belastet.

Die Schaltung kann im Dauerbetrieb laufen und ist von Hand abschaltbar.



LED-Blitzer für Kfz-Alarmanlage, mit Feinsicherung

AMV mit kleinem Tastgrad

Der 555 arbeitet als AMV. R1 und C1 bestimmen die LED-Dunkelphase von ca. 1,9 s. Die Hellphase wird von R2 bestimmt. In dieser Zeit führt der 555-Ausgang L-Signal und LED D1 leuchtet. Diese Hellphase ist mit ca. 0,7 ms sehr kurz. Dabei ist der Strom der blauen Kleinleistungs-LED mit 66 mA relativ hoch. Das ergibt einen hellen, auch am Tag gut sichtbaren Lichtblitz. Wegen der langen Dunkelphase ist aber der mittlere LED-Strom sehr gering, LED und Kfz-Batterie werden geschont.

Stromversorgung

Die Schaltung hängt an einem Dauer-Plus führenden Punkt des Kfz-Bordnetzes (normalerweise Klemme 30) oder auch am Versorgungspunkt für die Anhänger-Steckdose. F1 sichert die Leitung incl. S1 bis zur Leiterplatte ab. F1 ist eine übliche Kfz-Sicherung mit einem möglichst niedrigen Wert (2 oder 4 A).

Diode D2 ist Verpolungsschutz und dient der Entkopplung vom Bordnetz. Während der LED-Dunkelphase lädt sich Elko C3 über R5 auf. C3 kann dann während der kurzen Hellphase den nötigen LED-Strom liefern, ohne dass +Ub wesentlich abfällt (gemessen nur 100 mV, siehe Diagramm).

Insgesamt fließt nur ein Strom von 7 mA in die Schaltung. Das ist für eine Kfz-Batterie sehr wenig, so dass Dauerbetrieb möglich ist.

Kurzschluss-Schutz

Die Feinsicherung F2 auf der Platine ist unbedingt nötig, wenn R5 bei Dauer-Masseschluss (C3 oder 555 ist defekt) nicht überlastet werden soll. Je nach Bordspannung und Kurzschluss-Punkt fließen 0,3 bis 0,5 A. Dieser Strom muss F2 zum Abschmelzen bringen.

Auch Widerstand R4 wird bei Dauer-Masseschluss am oberen LED-Anschluss mit bis zu 1 W belastet. Dabei spricht F2 noch nicht an.

Abschalten der Dummy-LED

Sollte der LED-Blitz im normalen Fahrbetrieb stören, kann Schalter S1 eingebaut werden. S1 wird von Hand geschlossen, sobald das Kfz abgestellt ist und die nicht vorhandene Alarmanlage als scharf gestellt angezeigt werden soll.

Fazit

Vorteil ist die niedrige Stromaufnahme bei gut sichtbarem LED-Blitz. Die LED ist nicht zu übersehen und heller als bei mitgelieferten Alarmanlagen-LEDs. Allerdings kann der LED-Blitz nachts bereits störend wirken. Wünschenswert wäre, die LED-Helligkeit in Abhängigkeit vom Umgebungslicht zu steuern. Aber das ist bei fertigen Alarmanlagen auch nicht der Fall.

LED-Blitzer, mit Strombegrenzung

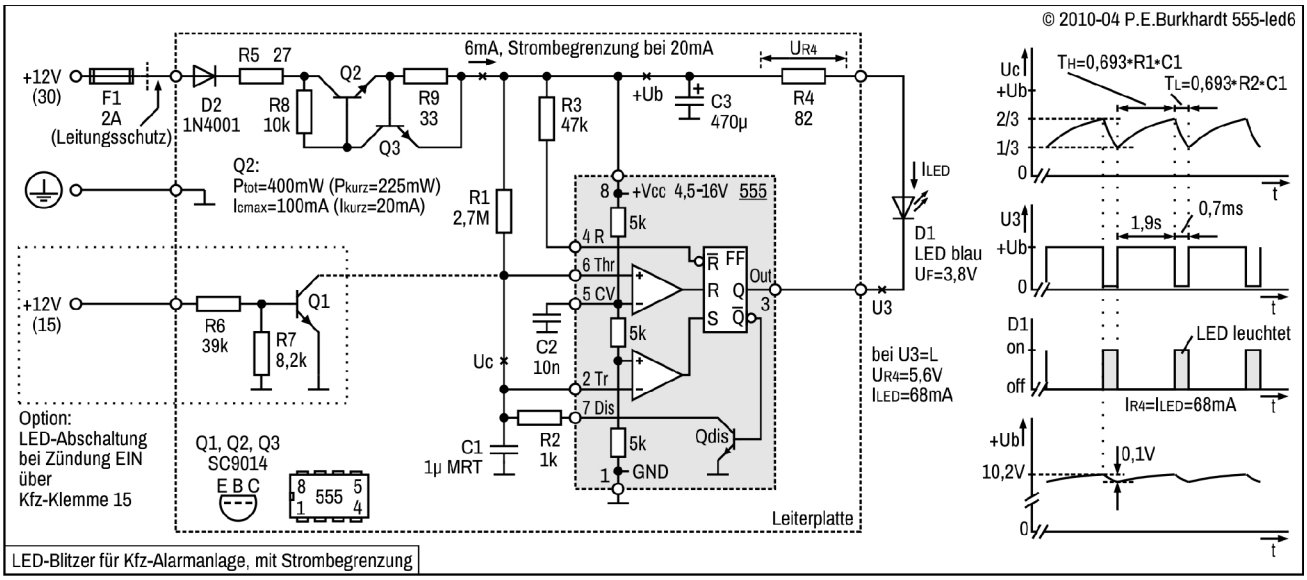
Eigenschaften

- LED-Blinken zur Betriebsanzeige der Kfz-Alarmanlage
- L-aktive 555-Steuerung (LED leuchtet bei L am 555-Ausgang)
- Versteckt montierbare Leiterplatte (keine Bedienelemente)
- LED-Anschluss zweipolig
- Kurzschlussfest durch aktive Strombegrenzung (keine Sicherung auf Leiterplatte), Verpolungsschutz
- LED-Abschaltung bei Zündung EIN (Steueranschluss, optional)
- Mittlere Stromaufnahme 6 mA

Prinzip

Ein AMV erzeugt eine niedrige Blinkfrequenz von ca. 0,5 Hz mit extrem kleinem Tastgrad. Die Ansteuerung der LED erfolgt im 2-Sekunden-Abstand für die Zeitdauer von weniger als 1 ms mit relativ hohem Strom. Es entsteht ein gut sichtbarer Lichtblitz, ohne dass die Gesamtstromaufnahme der Schaltung die Batterie des abgestellten Kfz spürbar belastet.

Die Schaltung kann im Dauerbetrieb laufen, optional kann die LED mit Einschalten der Zündung ausgeschaltet werden.



LED-Blitzer für Kfz-Alarmanlage, mit Strombegrenzung

AMV mit kleinem Tastgrad

Der 555 arbeitet als AMV. R1 und C1 bestimmen die LED-Dunkelphase von ca. 1,9 s. Die Hellphase wird von R2 bestimmt. In dieser Zeit führt der 555-Ausgang L-Signal und LED D1 leuchtet. Diese Hellphase ist mit ca. 0,7 ms sehr kurz. Dabei ist der Strom der blauen Kleinleistungs-LED mit 68 mA relativ hoch. Das ergibt einen hellen, auch am Tag gut sichtbaren Lichtblitz. Wegen der langen Dunkelphase ist aber der mittlere LED-Strom sehr gering, LED und Kfz-Batterie werden geschont.

Stromversorgung

Die Schaltung hängt an einem Dauer-Plus führenden Punkt des Kfz-Bordnetzes (normalerweise Klemme 30) oder auch am Versorgungspunkt für die Anhänger-Steckdose. F1 sichert die Leitung bis zur Leiterplatte ab. F1 ist eine übliche Kfz-Sicherung mit einem möglichst niedrigen Wert (2 oder 4 A).

Diode D2 ist Verpolungsschutz und dient der Entkopplung vom Bordnetz. Während der LED-Dunkelphase lädt sich Elko C3 über R5-Q2-R9 auf. C3 kann dann während der kurzen Hellphase den nötigen LED-Strom liefern, ohne dass +Ub wesentlich abfällt (gemessen nur 100 mV, siehe Diagramm).

Insgesamt fließt nur ein Strom von 6 mA in die Schaltung. Das ist für eine Kfz-Batterie sehr wenig, so dass Dauerbetrieb möglich ist.

Fehler-Schutz durch Strombegrenzung

Zum Schutz der Schaltung ist anstelle einer Feinsicherung eine sicherer arbeitende Strombegrenzung vorhanden (Q2, Q3, R8, R9). Q2 erhält Basisstrom über R8 und ist normalerweise durchgesteuert, Q3 ist gesperrt. Der Betriebsstrom beträgt nur ca. 6 mA (abhängig von Bordspannung und 555-Exemplar).

Steigt im Fehlerfall der Strom durch R9 an, wird Q3 durchgesteuert und entzieht Q2 den Basisstrom. Q2 steuert zu und begrenzt den Strom auf maximal 20 mA.

Zuverlässiger Schutz besteht bei folgenden Fehlern:

- Kurzschluss von C3
- 555-Fehler (zu hohe Stromaufnahme)
- Kurzschluss nach Masse an den LED-Anschlüssen
- LED-Überlastung durch Dauerlicht (555-Fehler)

Die Strombegrenzung auf nur 20 mA bewirkt, dass keine hochbelastbaren Widerstände nötig sind (alle nur 0,125-Watt). Es muss im Fehlerfall keine Sicherung gewechselt werden und die Schaltung ist nach LED-Masseschluss sofort wieder funktionsfähig.

Zusätzlich besteht LED-Schutz vor Überlastung bei Dauerlicht, wenn z.B. der AMV nicht arbeitet und der 555-Ausgang Pin 3 dauernd auf L steht. Die LED würde einen Dauerstrom von 68 mA nicht vertragen, bei 20 mA besteht keine Überlastungsgefahr.

Transistor Q2 kann ein 400mW-Kleinleistungstyp sein, da er im ungünstigsten Fall (Bordspannung 13 V) nur 240 mW umsetzen muss.

Abschalten der Dummy-LED

Sollte der LED-Blitz im normalen Fahrbetrieb stören, kann optional die LED-Abschaltung automatisch erfolgen. Dazu wird ein Punkt des Kfz-Bordnetzes genutzt, der nur dann +12 V führt, wenn die Zündung eingeschaltet ist (normalerweise Klemme 15).

Transistor Q1 wird bei Zündung EIN durchgesteuert, C1 liegt dauernd auf GND, der 555-Ausgang führt H und die LED bleibt dunkel. In diesem Zustand fließen nur noch ca. 5 mA in die Schaltung.

Fazit

Vorteil ist die niedrige Stromaufnahme bei gut sichtbarem LED-Blitz. Die LED ist nicht zu übersehen und heller als bei mitgelieferten Alarmanlagen-LEDs. Allerdings kann der LED-Blitz nachts bereits störend wirken. Wünschenswert wäre, die LED-Helligkeit in Abhängigkeit vom Umgebungslicht zu steuern. Aber das ist bei fertigen Alarmanlagen auch nicht der Fall.

Vorteilhaft für den sicheren Betrieb im Fehlerfall ist die Strombegrenzung. Kein Widerstand muss für den Fehlerfall hochlastig ausgelegt sein. Alle Bauelemente sind im Kleinleistungsbereich. Die Leiterplatte kann entsprechend klein sein, und sie kann durch die fehlende Sicherung unzugänglich montiert werden.

LED-Blitzer, mit Strombegrenzung und LED-Treiber

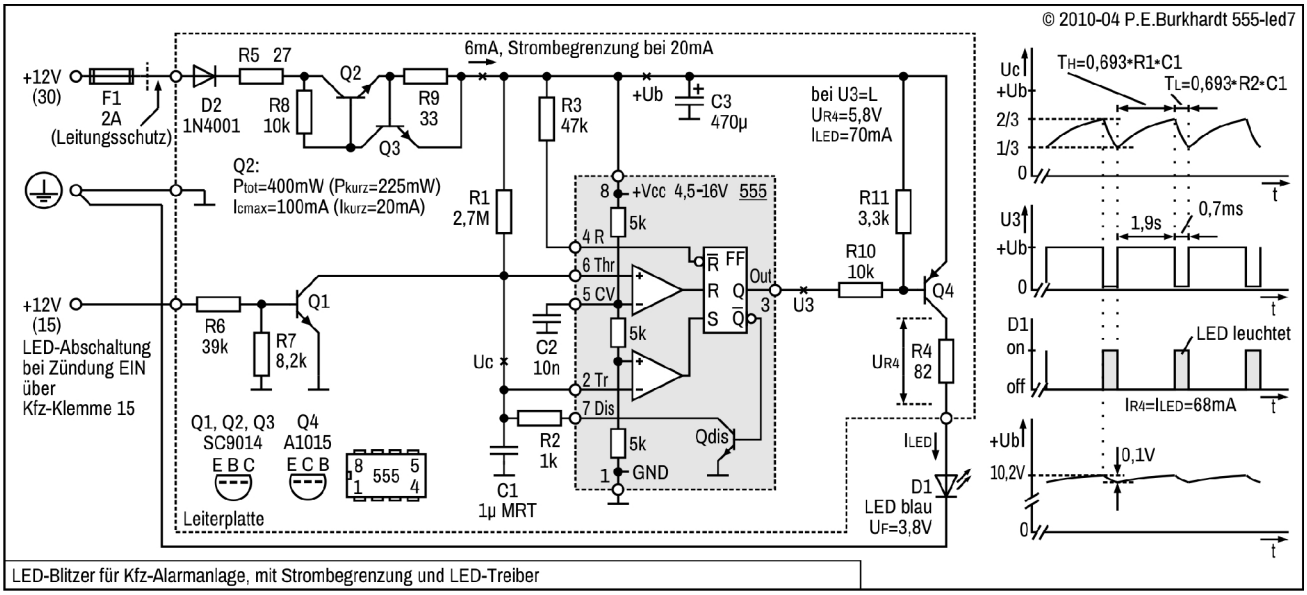
Eigenschaften

- LED-Blinken zur Betriebsanzeige der Kfz-Alarmanlage
- L-aktive 555-Steuerung (LED leuchtet bei L am 555-Ausgang)
- Versteckt montierbare Leiterplatte (keine Bedienelemente)
- LED-Anschluss einpolig gegen Fahrzeugmasse (LED-Treiber)
- Kurzschlussfest durch aktive Strombegrenzung (keine Sicherung auf Leiterplatte), Verpolungsschutz
- LED-Abschaltung bei Zündung EIN (Steueranschluss, optional)
- Mittlere Stromaufnahme 6 mA

Prinzip

Ein AMV erzeugt eine niedrige Blinkfrequenz von ca. 0,5 Hz mit extrem kleinem Tastgrad. Die Ansteuerung der LED erfolgt im 2-Sekunden-Abstand für die Zeitdauer von weniger als 1 ms mit relativ hohem Strom. Es entsteht ein gut sichtbarer Lichtblitz, ohne dass die Gesamtstromaufnahme der Schaltung die Batterie des abgestellten Kfz spürbar belastet.

Die Schaltung kann im Dauerbetrieb laufen, die LED ist mit Einschalten der Zündung ausgeschaltet.



LED-Blitzer, mit Strombegrenzung und LED-Treiber

AMV mit kleinem Tastgrad

Der 555 arbeitet als AMV. R1 und C1 bestimmen die LED-Dunkelphase von ca. 1,9 s. Die Hellphase wird von R2 bestimmt. In dieser Zeit führt der 555-Ausgang L-Signal und LED D1 leuchtet. Diese Hellphase ist mit ca. 0,7 ms sehr kurz. Dabei ist der Strom der blauen Kleinleistungs-LED mit 70 mA relativ hoch. Das ergibt einen hellen, auch am Tag gut sichtbaren Lichtblitz. Wegen der langen Dunkelphase ist aber der mittlere LED-Strom sehr gering, LED und Kfz-Batterie werden geschont.

Stromversorgung

Die Schaltung hängt an einem Dauer-Plus führenden Punkt des Kfz-Bordnetzes (normalerweise Klemme 30) oder auch am Versorgungspunkt für die Anhänger-Steckdose. F1 sichert die Leitung bis zur Leiterplatte ab. F1 ist eine übliche Kfz-Sicherung mit einem möglichst niedrigen Wert (2 oder 4 A).

Diode D2 ist Verpolungsschutz und dient der Entkopplung vom Bordnetz. Während der LED-Dunkelphase lädt sich Elko C3 über R5-Q2-R9 auf. C3 kann dann während der kurzen Hellphase den nötigen LED-Strom liefern, ohne dass +Ub wesentlich abfällt (gemessen nur 100 mV, siehe Diagramm).

Insgesamt fließt nur ein Strom von 6 mA in die Schaltung. Das ist für eine Kfz-Batterie sehr wenig, so dass Dauerbetrieb möglich ist.

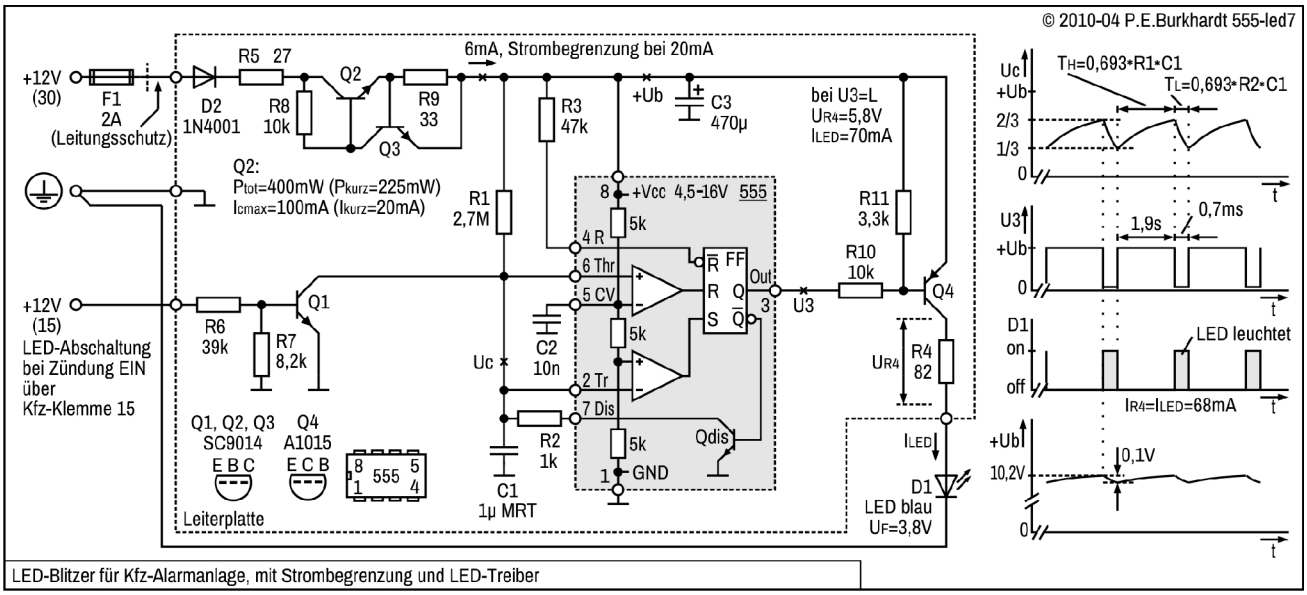
Fehler-Schutz durch Strombegrenzung und LED-Treiber

Eine Strombegrenzung (Q2, Q3, R8, R9) sorgt für den sicheren Betrieb auch im Fehlerfall. Q2 erhält Basisstrom über R8 und ist normalerweise durchgesteuert, Q3 ist gesperrt. Der Betriebsstrom beträgt nur ca. 6 mA (abhängig von Bordspannung und 555-Exemplar).

Steigt im Fehlerfall der Strom durch R9 an, wird Q3 durchgesteuert und entzieht Q2 den Basisstrom. Q2 steuert zu und begrenzt den Strom auf maximal 20 mA.

Der LED-Treiber wäre aufgrund des leistungsfähigen 555-Ausgangs nicht notwendig, erhöht aber die Fehler-Sicherheit im Zusammenhang mit der Strombegrenzung wesentlich. Q4 ist durchgesteuert und die LED leuchtet, wenn der 555-Ausgang L führt. R10 begrenzt den Basisstrom auf ca. 1 mA, R9 sorgt für das sichere Sperren von Q4, wenn Pin 3 auf H liegt. Der pnp-Transistor Q4 sollte mindestens eine Stromverstärkung von 100 haben (besser 200).

Die LED muss nur einpolig gegen Kfz-Masse an die Leiterplatte angeschlossen werden.



(Bild-Wiederholung) LED-Blitzer, mit Strombegrenzung und LED-Treiber

Zuverlässiger Schutz besteht bei folgenden Fehlern:

- Kurzschluss von C3
- 555-Fehler (zu hohe Stromaufnahme)
- Kurzschluss nach Masse an den LED-Anschlüssen
- LED-Überlastung durch Dauerlicht (555-Fehler oder Treiberfehler)

Die Strombegrenzung auf nur 20 mA bewirkt, dass keine hochbelastbaren Widerstände nötig sind (alle nur 0,125-Watt). Es muss im Fehlerfall keine Sicherung gewechselt werden und die Schaltung ist nach Masseschluss am LED-Anschluss sofort wieder funktionsfähig.

Zusätzlich besteht LED-Schutz vor Überlastung bei Dauerlicht, wenn z.B. der AMV nicht arbeitet und der 555-Ausgang Pin 3 dauernd auf L steht. Die LED würde einen Dauerstrom von 70 mA nicht vertragen, bei 20 mA besteht keine Überlastungsgefahr.

Transistor Q2 kann ein 400mW-Kleinleistungstyp sein, da er im ungünstigsten Fall (Bordspannung 13 V) nur 240 mW umsetzen muss.

Abschalten der Dummy-LED

Da der LED-Blitz im normalen Fahrbetrieb stört bzw. unsinnig ist, erfolgt die LED-Abschaltung automatisch. Dazu wird ein Punkt des Kfz-Bordnetzes genutzt, der nur dann +12 V führt, wenn die Zündung eingeschaltet ist (normalerweise Klemme 15).

Transistor Q1 wird bei Zündung EIN durchgesteuert, C1 liegt dauernd auf GND, der 555-Ausgang führt H und die LED bleibt dunkel. In diesem Zustand fließen nur noch ca. 5 mA in die Schaltung.

Fazit

Vorteil ist die niedrige Stromaufnahme bei gut sichtbarem LED-Blitz. Die LED ist nicht zu übersehen und heller als bei mitgelieferten Alarmanlagen-LEDs. Allerdings kann der LED-Blitz nachts bereits störend wirken. Wünschenswert wäre, die LED-Helligkeit in Abhängigkeit vom Umgebungslicht zu steuern. Aber das ist bei fertigen Alarmanlagen auch nicht der Fall.

Vorteilhaft für den sicheren Betrieb im Fehlerfall ist die Strombegrenzung in Verbindung mit dem LED-Treiber. Kein Widerstand muss für den Fehlerfall hochlastig ausgelegt sein. Alle Bauelemente sind im Kleinleistungsbereich. Die Leiterplatte kann entsprechend klein sein. Für den LED-Anschluss ist nur eine Leitung erforderlich, das andere Ende führt auf Fahrzeugmasse.

LED-Blitzer, mit Schutzwiderstand, H-aktiv

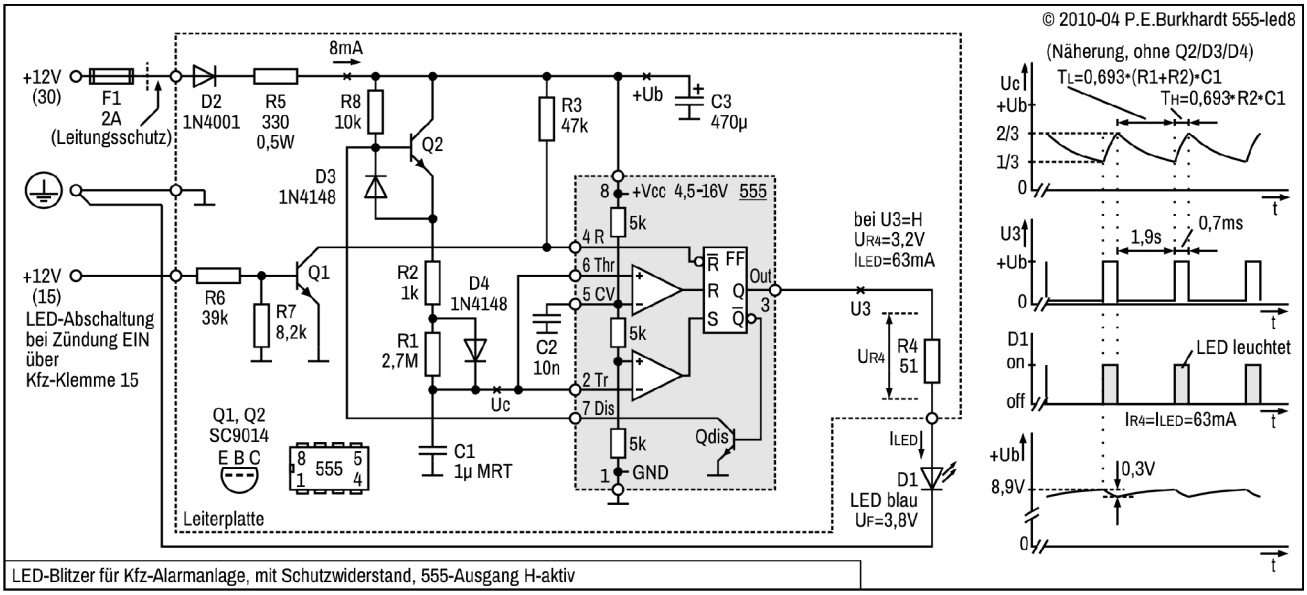
Eigenschaften

- LED-Blinken zur Betriebsanzeige der Kfz-Alarmanlage
- H-aktive 555-Steuerung (LED leuchtet bei H am 555-Ausgang)
- Versteckt montierbare Leiterplatte (keine Bedienelemente)
- LED-Anschluss einpolig gegen Fahrzeugmasse (ohne LED-Treiber)
- Kurzschlussfest durch Schutzwiderstände aller Anschlüsse, Verpolungsschutz
- LED-Abschaltung bei Zündung EIN (Steueranschluss)
- Mittlere Stromaufnahme 8 mA

Prinzip

Ein AMV erzeugt eine niedrige Blinkfrequenz von ca. 0,5 Hz mit extrem kleinem Tastgrad. Die Ansteuerung der LED erfolgt im 2-Sekunden-Abstand für die Zeitdauer von weniger als 1 ms mit relativ hohem Strom. Es entsteht ein gut sichtbarer Lichtblitz, ohne dass die Gesamtstromaufnahme der Schaltung die Batterie des abgestellten Kfz spürbar belastet.

Die Schaltung kann im Dauerbetrieb laufen, die LED ist mit Einschalten der Zündung ausgeschaltet.



LED-Blitzer, mit Schutzwiderstand, 555-Ausgang H-aktiv

AMV mit kleinem Tastgrad

Der 555 arbeitet als AMV. R1+R2 und C1 bestimmen die LED-Dunkelphase von ca. 1,9 s. Die Hellphase wird nur von R2 bestimmt. In dieser Zeit führt der 555-Ausgang H-Signal und LED D1 leuchtet. Diese Hellphase ist mit ca. 0,7 ms sehr kurz. Dabei ist der Strom der blauen Kleinleistungs-LED mit 63 mA relativ hoch. Das ergibt einen hellen, auch am Tag gut sichtbaren Lichtblitz. Wegen der langen Dunkelphase ist aber der mittlere LED-Strom sehr gering, LED und Kfz-Batterie werden geschont.

Die im Bild angegebenen Formeln zur Bestimmung der Dunkel- und Hellphase liefern nur Näherungswerte. D3, D4 und Q2 wurden nicht berücksichtigt.

C1-Ladung zur H-aktiven 555-Steuerung

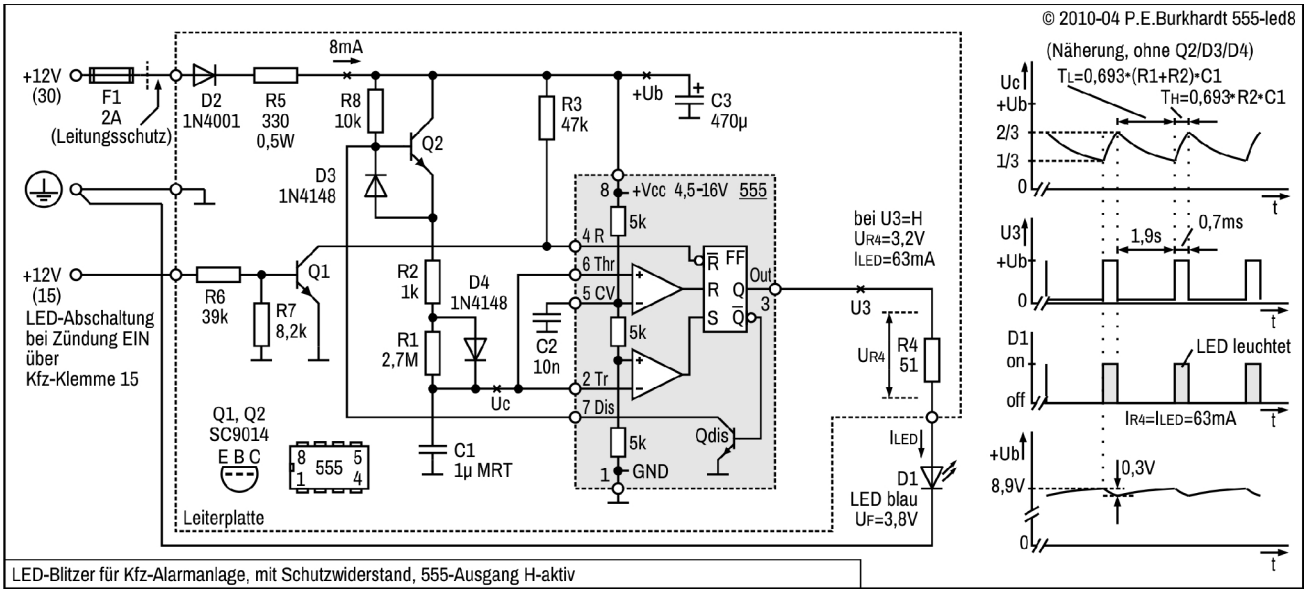
Damit die LED bei U3 = H blitzt, muss C1 schnell auf- und langsam entladen werden. Das schnelle Aufladen erfordert einen niederohmigen Widerstand (R2), das langsame Entladen einen hochohmigen Widerstand (R1). Während des Entladens soll aber kein zusätzlicher Strom von +Ub über den Entladetransistor Qdis abfließen, um die Gesamtstromaufnahme der Schaltung klein zu halten. Das wird mit Transistor Q2 erreicht, der nur in der kurzen C1-Ladezeit durchgeschaltet ist.

C1-Aufladen:

Der 555-Ausgang führt H, der 555-interne Entladetransistor Qdis ist gesperrt. Deshalb fließt über R8 Q2-Baissstrom, Q2 ist durchgesteuert. Über den niederohmigen R2 und D4 wird C1 schnell aufgeladen, LED D1 leuchtet in dieser Zeit (U3 = H).

C1-Entladen:

Hat die C1-Ladung die 2/3-Ub-Schwelle erreicht, wechselt U3 nach L, die LED verlischt. Außerdem wird der Entladetransistor Qdis durchgesteuert. Damit wird die Q2-Basis nach Masse gezogen, Q2 sperrt und die C1-Entladung erfolgt über R1+R2, D3 und Qdis. Da R1 gegenüber dem Ladewiderstand R2 sehr hochohmig ist, dauert die C1-Entladung entsprechend lange und damit auch die LED-Dunkelphase.



(Bild-Wiederholung) LED-Blitzer, mit Schutzwiderstand, 555-Ausgang H-aktiv

Stromversorgung

Die Schaltung hängt an einem Dauer-Plus führenden Punkt des Kfz-Bordnetzes (normalerweise Klemme 30) oder auch am Versorgungspunkt für die Anhänger-Steckdose. F1 sichert die Leitung bis zur Leiterplatte ab. F1 ist eine übliche Kfz-Sicherung mit einem möglichst niedrigen Wert (2 oder 4 A).

Diode D2 ist Verpolungsschutz und dient der Entkopplung vom Bordnetz. Während der LED-Dunkelphase lädt sich Elko C3 über R5 auf. C3 kann dann während der kurzen Hellphase den nötigen LED-Strom liefern, ohne dass +Ub wesentlich abfällt (gemessen nur 300 mV, siehe Diagramm).

Insgesamt fließt nur ein Strom von 8 mA in die Schaltung. Das ist für eine Kfz-Batterie sehr wenig, so dass Dauerbetrieb möglich ist.

Fehler-Schutz durch Schutzwiderstand und H-aktive 555-Steuerung

Ein Schutzwiderstand R5 mit relativ hohem Wert sorgt für den sicheren Betrieb auch im Fehlerfall.

Steigt im Fehlerfall der Strom durch R5 an (z.B. C3-Kurzschluss), können bei 12 V selbst im ungünstigsten Fall nur 36 mA über den Widerstand fließen. Das ergibt 0,43 W. Dafür muss R5 ausgelegt sein, wenn ein Dauer-Kurzschluss keinen Schaden verursachen soll.

In Verbindung mit R5 erhöht auch die H-aktive 555-Steuerung (schnelles Aufladen, langsames Entladen von C2) die Fehler-Sicherheit. Da der 555 bei H am Ausgang nur liefern kann, was er über Pin 8 von +Ub bekommt, wirkt R5 auch für den 555-Ausgang strombegrenzend. Selbst ein Masse-Schluss am LED-Anschluss schadet dem 555 nicht. Die LED muss nur einpolig gegen Kfz-Masse an die Leiterplatte angeschlossen werden.

Sollte der 555-Ausgang im Fehlerfall dauernd auf H stehen (AMV schwingt nicht), fließt nur ein unschädlicher LED-Dauerstrom von 13 mA. Auch das ist ein Verdienst von R5. Die LED würde einen Dauerstrom von 63 mA nicht vertragen.

Zuverlässiger Schutz besteht bei folgenden Fehlern:

- Kurzschluss von C3
- 555-Fehler (zu hohe Stromaufnahme)
- Kurzschluss nach Masse am LED-Anschluss
- LED-Überlastung durch Dauerlicht (555-Fehler oder C1-Kurzschluss)

Abschalten der Dummy-LED

Da der LED-Blitz im normalen Fahrbetrieb stört bzw. unsinnig ist, erfolgt die LED-Abschaltung automatisch. Dazu wird ein Punkt des Kfz-Bordnetzes genutzt, der nur dann +12 V führt, wenn die Zündung eingeschaltet ist (normalerweise Klemme 15).

Transistor Q1 wird bei Zündung EIN durchgesteuert, der 555 wird über Pin 4 rückgesetzt, der 555-Ausgang führt L und die LED bleibt dunkel. In diesem Zustand fließen ebenfalls nahezu 8 mA in die Schaltung. Das zeigt übrigens, dass der LED-Blitz den geringsten Strom verbraucht.

Fazit

Vorteil ist die niedrige Stromaufnahme bei gut sichtbarem LED-Blitz. Die LED ist nicht zu übersehen und heller als bei mitgelieferten Alarmanlagen-LEDs. Allerdings kann der LED-Blitz nachts bereits störend wirken. Wünschenswert wäre, die LED-Helligkeit in Abhängigkeit vom Umgebungslicht zu steuern. Aber das ist bei fertigen Alarmanlagen auch nicht der Fall.

Vorteilhaft für den sicheren Betrieb im Fehlerfall ist die strombegrenzende Wirkung des Schutzwiderstandes R5 in Verbindung mit der H-aktiven 555-Steuerung. Die R5-Verlustleistung von 0,4 W im ungünstigsten Fehlerfall ist aus brandschutztechnischer Sicht bedeutungslos. Alle anderen Bauelemente sind im Kleinleistungsbereich. Für den LED-Anschluss ist nur eine Leitung erforderlich, das andere Ende führt auf Fahrzeugmasse.

LED-Blitzer, mit Verpolungs-Schutz, H-aktiv

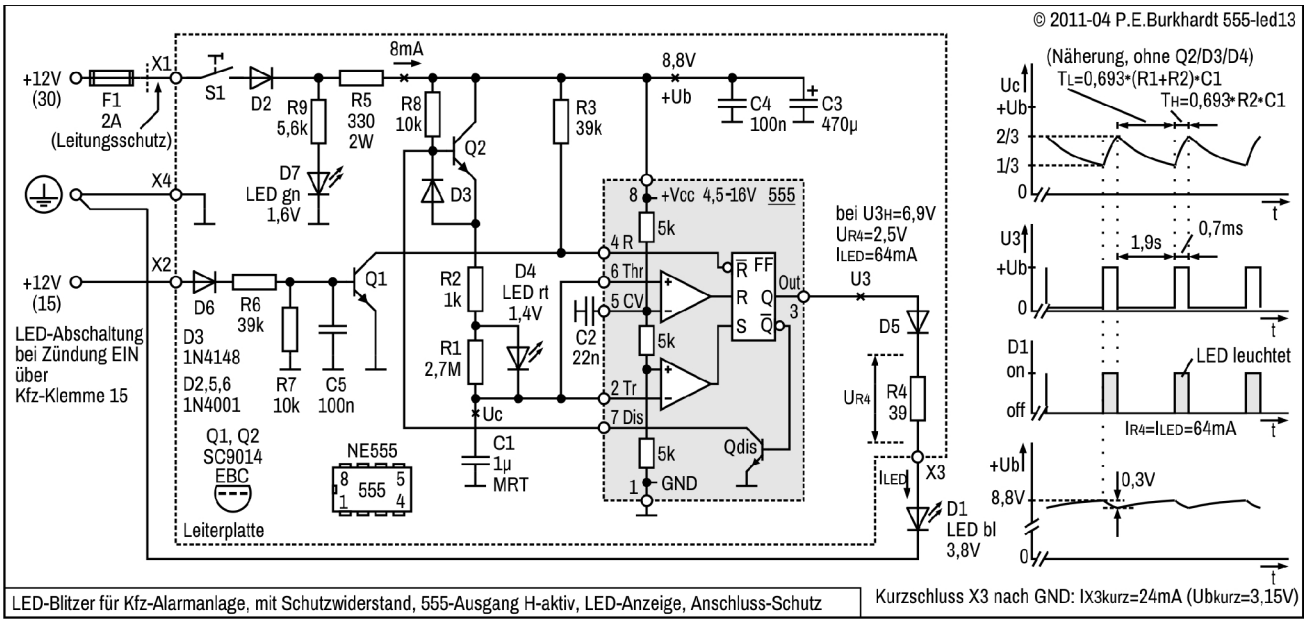
Eigenschaften

- LED-Blinken zur Betriebsanzeige der Kfz-Alarmanlage, Kontroll-LED und Ub-LED auf der Leiterplatte
- H-aktive 555-Steuerung (LED leuchtet bei H am 555-Ausgang)
- Leiterplatte mit Schalter (Abschalten für die Werkstatt)
- LED-Anschluss einpolig gegen Fahrzeugmasse (ohne LED-Treiber)
- Kurzschlussfest durch Schutzwiderstände und Verpolungsschutz aller Leiterplatten-Anschlüsse
- LED-Abschaltung bei Zündung EIN (Steueranschluss)
- Mittlere Stromaufnahme 8 mA

Prinzip

Ein AMV erzeugt eine niedrige Blinkfrequenz von ca. 0,5 Hz mit extrem kleinem Tastgrad. Die Ansteuerung der LED erfolgt im 2-Sekunden-Abstand für die Zeitdauer von weniger als 1 ms mit relativ hohem Strom. Es entsteht ein gut sichtbarer Lichtblitz, ohne dass die Gesamtstromaufnahme der Schaltung die Batterie des abgestellten Kfz spürbar belastet.

Die Schaltung kann im Dauerbetrieb laufen, die LED ist mit Einschalten der Zündung ausgeschaltet. Ein zusätzlicher Schalter ist für das dauerhafte Abschalten der Baugruppe (z.B. für die Werkstatt) vorgesehen.



LED-Blitzer, 555-Ausgang H-aktiv, LED-Anzeige, Verpolungsschutz

AMV mit kleinem Tastgrad

Der 555 arbeitet als AMV. R1+R2 und C1 bestimmen die LED-Dunkelphase von ca. 1,9 s. Die Hellphase wird nur von R2 bestimmt. In dieser Zeit führt der 555-Ausgang H-Signal und LED D1 leuchtet. Diese Hellphase ist mit ca. 0,7 ms sehr kurz. Dabei ist der Strom der blauen Kleinleistungs-LED mit 64 mA relativ hoch. Das ergibt einen hellen, auch am Tag gut sichtbaren Lichtblitz. Wegen der langen Dunkelphase ist aber der mittlere LED-Strom sehr gering, LED und Kfz-Batterie werden geschont.

Die im Bild angegebenen Formeln zur Bestimmung der Dunkel- und Hellphase liefern nur Näherungswerte. D3, D4 und Q2 wurden nicht berücksichtigt.

C1-Ladung zur H-aktiven 555-Steuerung

Damit die LED bei U3 = H blitzt, muss C1 schnell auf- und langsam entladen werden. Das schnelle Aufladen erfordert einen niederohmigen Widerstand (R2), das langsame Entladen einen hochohmigen Widerstand (R1). Während des Entladens soll aber kein zusätzlicher Strom von +Ub über den Entladetransistor Qdis abfließen, um die Gesamtstromaufnahme der Schaltung klein zu halten. Das wird mit Transistor Q2 erreicht, der nur in der kurzen C1-Ladezeit durchgeschaltet ist.

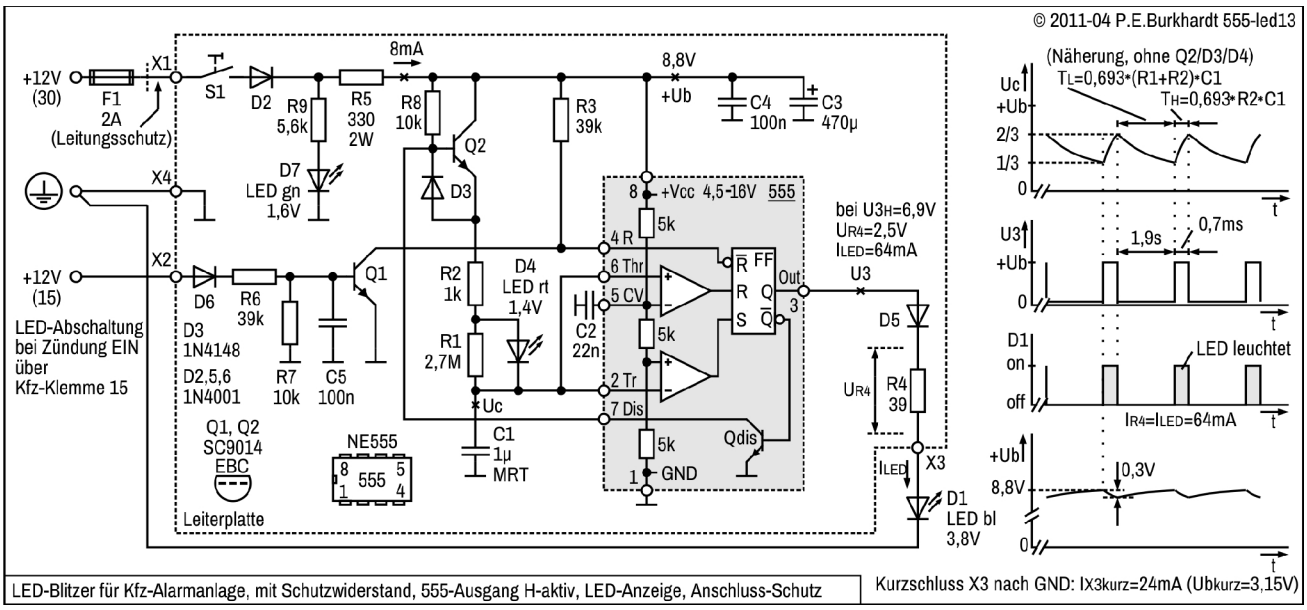
C1-Aufladen:

Der 555-Ausgang führt H, der 555-interne Entladetransistor Qdis ist gesperrt. Deshalb fließt über R8 Q2-Baissstrom, Q2 ist durchgesteuert. Über den niederohmigen R2 und D4 wird C1 schnell aufgeladen, LED D1 leuchtet in dieser Zeit (U3 = H).

Die rote 3mm-LED D4 auf der Leiterplatte blitzt ebenfalls kurz auf, auch wenn D1 nicht angeschlossen ist. Somit ist die Funktion der Schaltung jederzeit kontrollierbar. D4 kann auch durch eine normale Si-Diode ersetzt werden.

C1-Entladen:

Hat die C1-Ladung die 2/3-Ub-Schwelle erreicht, wechselt U3 nach L, LED D1 verlischt. Außerdem wird der Entladetransistor Qdis durchgesteuert. Damit wird die Q2-Basis nach Masse gezogen, Q2 sperrt und die C1-Entladung erfolgt über R1+R2, D3 und Qdis. LED D4 ist jetzt in Sperr-Richtung gepolt und verlischt ebenfalls. Da R1 gegenüber dem Ladewiderstand R2 sehr hochohmig ist, dauert die C1-Entladung entsprechend lange und damit auch die LED-Dunkelphase.



(Bild-Wiederholung) LED-Blitzer, 555-Ausgang H-aktiv, LED-Anzeige, Verpolungsschutz

Stromversorgung

Die Schaltung hängt an einem Dauer-Plus führenden Punkt des Kfz-Bordnetzes (normalerweise Klemme 30) oder auch am Versorgungspunkt für die Anhänger-Steckdose. F1 sichert die Leitung bis zur Leiterplatte ab. F1 ist eine übliche Kfz-Sicherung mit einem möglichst niedrigen Wert (2 oder 4 A).

Schalter S1 erlaubt das dauerhafte Abschalten der Baugruppe. Das ist vorteilhaft z.B. für die Werkstatt (TÜV-Abnahme) oder wenn aus anderen Gründen die LED nicht blitzen soll.

Diode D2 ist Verpolungsschutz und dient der Entkopplung vom Bordnetz. Während der LED-Dunkelphase lädt sich Elko C3 über R5 auf. C3 kann dann während der kurzen Hellphase den nötigen LED-Strom liefern, ohne dass +Ub wesentlich abfällt (gemessen nur 300 mV, siehe Diagramm).

Zu Kontroll-Zwecken ist die grüne 3mm-LED D7 auf der Leiterplatte angeordnet. R9 lässt ca. 1,2 mA fließen, genug, um die Betriebsspannung anzuzeigen.

Insgesamt fließt nur ein Strom von ca. 9,2 mA in die Schaltung (auch abhängig vom 555-Exemplar). Das ist für eine Kfz-Batterie sehr wenig, so dass Dauerbetrieb möglich ist.

Fehler-Schutz durch Schutzwiderstand und H-aktive 555-Steuerung

Ein Schutzwiderstand R5 mit relativ hohem Wert sorgt für den sicheren Betrieb auch im Fehlerfall.

Steigt im Fehlerfall der Strom durch R5 an (z.B. C3-Kurzschluss), können bei 12 V selbst im ungünstigsten Fall nur 35 mA über den Widerstand fließen. Das ergibt 0,4 W. Dafür muss R5 ausgelegt sein, wenn ein Dauer-Kurzschluss keinen Schaden verursachen soll.

In Verbindung mit R5 erhöht auch die H-aktive 555-Steuerung (schnelles Aufladen, langsames Entladen von C2) die Fehler-Sicherheit. Da der 555 bei H am Ausgang nur liefern kann, was er über Pin 8 von +Ub bekommt, wirkt R5 auch für den 555-Ausgang strombegrenzend. Selbst ein Masse-Schluss am LED-Anschluss schadet dem 555 nicht. Die LED muss nur einpolig gegen Kfz-Masse an die Leiterplatte angeschlossen werden.

Sollte der 555-Ausgang im Fehlerfall dauernd auf H stehen (AMV schwingt nicht), fließt nur ein unschädlicher LED-Dauerstrom von 13 mA. Auch das ist ein Verdienst von R5. Die LED würde einen Dauerstrom von 64 mA nicht vertragen.

Aber auch ein X3-Kurzschluss nach Masse (z.B. falscher Anschluss) lässt nur 24,1 mA fließen, +Ub bricht dabei wegen R5 auf 3,15 V zusammen. Über R4 fallen dabei ca. 0,94 V ab (Messwerte bei U_{X1} = 12,0 V).

Zuverlässiger Schutz besteht bei folgenden Fehlern:
- Kurzschluss von C3
- 555-Fehler (zu hohe Stromaufnahme)
- Kurzschluss von X3 nach Masse
- LED-Überlastung durch Dauerlicht (555-Fehler oder C1-Kurzschluss)

Verpolungs-Schutz

Nicht immer sind im Kfz sofort die richtigen Leitungen zu finden. Alle Anschlüsse der Baugruppe können beliebig mit Plus oder Fahrzeug-Masse belegt werden, ohne das Schäden zu befürchten sind.
- D2 schützt bei Masse an X1 und Plus an X4
- D6 schützt bei Masse an X2 und Plus an X4
- D5 schützt bei Plus an X3 und Masse an X4

Ob die Leitungen richtig angeschlossen sind, ist mittels D7 und D4 erkennbar. Selbst die Polung der Blitzer-LED D1 kann probeweise ermittelt werden, da bei D1-Falschpolung die Diode D5 vor Schaden schützt.

Schutz vor Hochfrequenz (EMV)

Neben direkter HF-Einstrahlung können im Kfz-Bordnetz auch Spannungsspitzen auftreten. C4, C2 und C5 erhöhen wirksam die erforderliche Störimmunität.

Abschalten der Dummy-LED

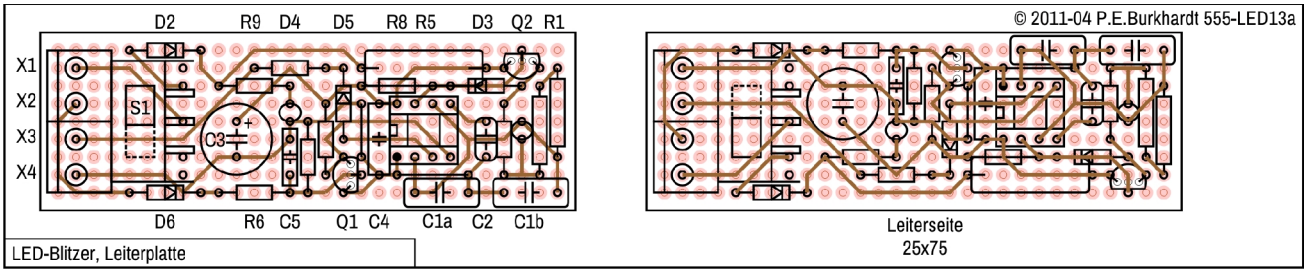
Da der LED-Blitz im normalen Fahrbetrieb stört bzw. unsinnig ist, erfolgt die LED-Abschaltung automatisch. Dazu wird ein Punkt des Kfz-Bordnetzes genutzt, der nur dann +12 V führt, wenn die Zündung eingeschaltet ist (normalerweise Klemme 15).

Transistor Q1 wird bei Zündung EIN durchgesteuert, der 555 wird über Pin 4 rückgesetzt, der 555-Ausgang führt L und die LED D1 bleibt dunkel. In diesem Zustand fließen ebenfalls nahezu 9,2 mA in die Schaltung. Das zeigt übrigens, dass der LED-Blitz den geringsten Strom verbraucht.

Wie weiter oben schon beschrieben, ist mit S1 das dauerhafte Abschalten der Betriebsspannung möglich. Die Baugruppe ist dann stromlos.

Leiterplatte

Eine mögliche Ausführung auf einer Universal-Lochrasterplatte zeigt das folgende Bild.



LED-Blitzer, mit Schutzwiderstand, 555-Ausgang H-aktiv, LED-Anzeige, Verpolungs-Schutz

C1 besteht aus 2 parallel geschalteten Kondensatoren (2x 0,47 µF), R1 besteht aus einer Reihenschaltung von 2 Widerständen (1,3 und 1,5 MΩ).

Die Leiterzüge sind mit Drahtbrücken auf der Leiteseite realisiert. Zuerst sollten alle Bauelemente eingesetzt und provisorisch angelötet werden. Dann können die Leiterzüge verlegt und endgültig mit den Lötaugen und Anschluss-Enden der Bauelemente verlötet werden.

Falls erforderlich, lässt sich leicht ein passendes Plastik-Gehäuse finden. Aber auch der freie Einbau im Verdrahtungsraum der Bedienelement-Konsole ist möglich, wenn die Baugruppe durch geeignete Abdeckungen geschützt wird.

Fazit

Vorteil ist die niedrige Stromaufnahme bei gut sichtbarem LED-Blitz. Die LED ist nicht zu übersehen und heller als bei mitgelieferten Alarmanlagen-LEDs. Allerdings kann der LED-Blitz nachts bereits störend wirken. Wünschenswert wäre, die LED-Helligkeit in Abhängigkeit vom Umgebungslicht zu steuern. Aber das ist bei fertigen Alarmanlagen auch nicht der Fall.

Vorteilhaft für den sicheren Betrieb im Fehlerfall ist die strombegrenzende Wirkung des Schutz-widerstandes R5 in Verbindung mit der H-aktiven 555-Steuerung. Die R5-Verlustleistung von 0,4 W im ungünstigsten Fehlerfall ist aus brandschutztechnischer Sicht bedeutungslos. Alle anderen Bauelemente sind im Kleinleistungsbereich.

Der Verpolungs-Schutz aller Anschlüsse sorgt für den gefahrlosen Anschluss auch bei nicht genau bekannten Kfz-Leitungen.

Für den LED-Anschluss ist nur eine Leitung erforderlich, das andere Ende führt auf Fahrzeugmasse.

CMOS-LED-Blitzer, H-aktiv

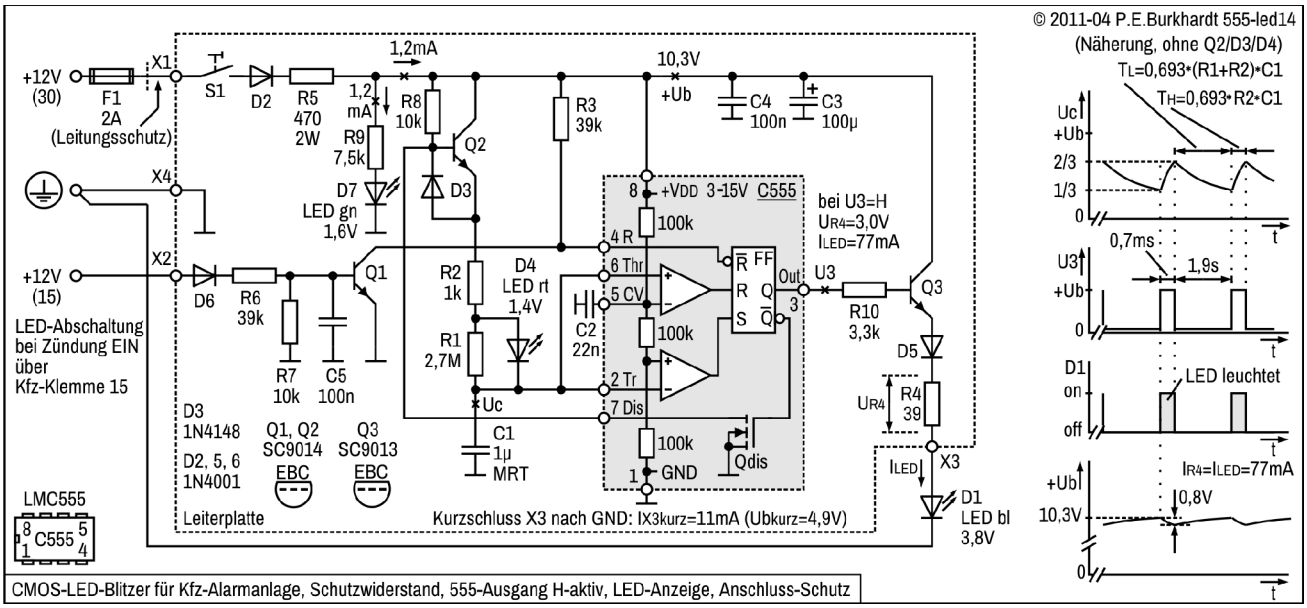
Eigenschaften

- LED-Blinken zur Betriebsanzeige der Kfz-Alarmanlage, Kontroll-LED und Ub-LED auf der Leiterplatte
- H-aktive 555-Steuerung (LED leuchtet bei H am 555-Ausgang)
- Leiterplatte mit Schalter (Abschalten für die Werkstatt)
- LED-Anschluss einpolig gegen Fahrzeugmasse (ohne LED-Treiber)
- Kurzschlussfest durch Schutzwiderstände und Verpolungsschutz aller Leiterplatten-Anschlüsse
- LED-Abschaltung bei Zündung EIN (Steueranschluss)
- Mittlere Stromaufnahme nur 2,5 mA durch CMOS-555

Prinzip

Ein AMV erzeugt eine niedrige Blinkfrequenz von ca. 0,5 Hz mit extrem kleinem Tastgrad. Die Ansteuerung der LED erfolgt im 2-Sekunden-Abstand für die Zeitdauer von weniger als 1 ms mit relativ hohem Strom. Es entsteht ein gut sichtbarer Lichtblitz, wobei die Gesamtstromaufnahme der Schaltung nur ca. 2,4 mA beträgt und somit die Batterie des abgestellten Kfz wenig belastet.

Die Schaltung kann im Dauerbetrieb laufen, die LED ist mit Einschalten der Zündung ausgeschaltet. Ein zusätzlicher Schalter ist für das dauerhafte Abschalten der Baugruppe (z.B. für die Werkstatt) vorgesehen.



CMOS-LED-Blitzer (Dummy-LED), 555-Ausgang H-aktiv, Ausschalter auf Leiterplatte

AMV mit kleinem Tastgrad

Der 555 arbeitet als AMV. R1+R2 und C1 bestimmen die LED-Dunkelphase von ca. 1,9 s. Die Hellphase (LED-Blitz) wird von R2 und C1 bestimmt. In dieser Zeit führt der 555-Ausgang H-Signal und LED D1 leuchtet. Diese Hellphase ist mit ca. 0,7 ms sehr kurz. Dabei ist der Strom der blauen Kleinleistungs-LED mit 77 mA relativ hoch. Das ergibt einen hellen, auch am Tag gut sichtbaren Lichtblitz. Wegen der langen Dunkelphase ist aber der mittlere LED-Strom gering, LED und Kfz-Batterie werden geschont.

Dem 555 ist ein Emitterfolger nachgeschaltet, um den 555-Ausgang nicht unnötig zu belasten.

Berechnung der Blinkfrequenz

Die im Bild angegebenen Formeln zur Bestimmung der Dunkel- und Hellphase liefern nur Näherungswerte. D3, D4 und Q2 wurden nicht berücksichtigt.

LED-Blitz bei H am 555-Ausgang

Damit die LED bei U3 = H blitzt, muss C1 schnell auf- und langsam entladen werden. Das schnelle Aufladen erfordert einen niederohmigen Widerstand (R2), das langsame Entladen einen hochohmigen Widerstand (R1). Während des Entladens soll aber kein zusätzlicher Strom von +Ub über den Entladetransistor Qdis abfließen, um die Gesamtstromaufnahme der Schaltung klein zu halten. Das wird mit Transistor Q2 erreicht, der nur in der kurzen C1-Ladezeit durchgeschaltet ist.

C1-Aufladen

Der 555-Ausgang führt H, der 555-interne Entladetransistor Qdis ist gesperrt. Deshalb fließt über R8 Q2-Baissstrom, Q2 ist durchgesteuert. Über den niederohmigen R2 und D4 wird C1 schnell aufgeladen, LED D1 leuchtet in dieser Zeit, da mit U3 = H der Treibertransistor Q3 durchgesteuert ist. Der LED-Treiber muss sein, da der 555-Ausgang bei H nur mit max. 10 mA belastet werden sollte (siehe Datenblatt).

Die rote 3mm-LED D4 auf der Leiterplatte blitzt ebenfalls kurz auf, auch wenn die blaue Blitzer-LED D1 nicht angeschlossen ist. Somit ist die Funktion der Schaltung jederzeit kontrollierbar. D4 kann auch durch eine normale Si-Diode ersetzt werden.

C1-Entladen

Hat die C1-Ladung die 2/3-Ub-Schwelle erreicht, wechselt U3 nach L, Q3 sperrt, LED D1 verlischt. Außerdem wird der Entladetransistor Qdis durchgesteuert. Damit wird die Q2-Basis nach Masse gezogen, Q2 sperrt und die C1-Entladung erfolgt über R1+R2, D3 und Qdis. LED D4 ist jetzt in Sperr-Richtung gepolt und verlischt ebenfalls.

Da R1 gegenüber dem Ladewiderstand R2 sehr hochohmig ist, dauert die C1-Entladung entsprechend lange und damit auch die LED-Dunkelphase.

Abschalten der Blitzer-LED mit Zündung EIN

Da der LED-Blitz im normalen Fahrbetrieb stört bzw. unsinnig ist, erfolgt die LED-Abschaltung automatisch. Dazu wird ein Punkt des Kfz-Bordnetzes genutzt, der nur dann +12 V führt, wenn die Zündung eingeschaltet ist (normalerweise Klemme 15).

Bei Zündung EIN liegt also an der X2-Klemme positives Potential, das über D6 und R6 den Transistor Q1 durchsteuert. Damit wird der 555 über Pin 4 rückgesetzt, der 555-Ausgang führt L und die Blitzer-LED D1 bleibt dunkel.

In diesem Zustand der Automatik-Blitzer-Unterdrückung fließen ebenfalls nahezu 2,4 mA in die Schaltung. Das zeigt übrigens, dass der LED-Blitz den geringsten Strom verbraucht.

Abschalten der Blitzer-LED von Hand mit S1

Mit Schiebschalter S1 das dauerhafte Abschalten der Betriebsspannung möglich. Die Baugruppe ist dann stromlos. Da S1 auf der Leiterplatte angeordnet ist, muss die Baugruppe im Fahrzeug zugänglich bleiben.

S1 ist vorteilhaft, wenn beim Einsatz als Dummy-LED das Blitzen dauerhaft (unabhängig von der Zündung) unterdrückt werden soll (z.B. Werkstattbesuch).

Kontroll-LED zur +Ub-Anzeige

Zu Kontroll-Zwecken ist die grüne 3mm-LED D7 auf der Leiterplatte angeordnet. R9 lässt ca. 1,2 mA fließen, genug, um die Betriebsspannung anzuzeigen. Da LED D4 auch signalisiert, ob die Schaltung richtig angeschlossen ist und funktioniert, können LED D7 und R9 auch weggelassen werden. Dadurch wird die Stromaufnahme weiter verringert.

Stromversorgung

Die Schaltung hängt an einem Dauer-Plus führenden Punkt des Kfz-Bordnetzes (normalerweise Klemme 30) oder auch am Versorgungspunkt für die Anhänger-Steckdose. F1 sichert die Leitung bis zur Leiterplatte ab. F1 ist eine übliche Kfz-Sicherung mit einem möglichst niedrigen Wert (2 oder 4 A).

Schalter S1 erlaubt das dauerhafte Abschalten der Baugruppe. Das ist vorteilhaft z.B. für die Werkstatt (TÜV-Abnahme) oder wenn aus anderen Gründen die LED nicht blitzen soll.

Diode D2 ist Verpolungsschutz und dient der Entkopplung vom Bordnetz. Während der LED-Dunkelphase lädt sich Elko C3 über S1-D2-R5 auf. C3 kann dann während der kurzen Hellphase den nötigen LED-Strom liefern, ohne dass +Ub wesentlich abfällt (gemessen 800 mV, siehe Diagramm). Gegenüber der Schaltung mit Bipolar-555 ist trotz des höheren Wertes von R5 (470 Ω anstelle 330 Ω) die Betriebsspannung für den C555 höher (10,3 V anstelle 8,8 V), so dass C3 von 470 µF auf 100 µF verringert werden konnte.

Insgesamt fließt nur ein Strom von ca. 2,4 mA in die Schaltung (ohne LED D7 nur 1,2 mA). Das ist für eine Kfz-Batterie sehr wenig, so dass Dauerbetrieb möglich ist.

Fehler-Schutz durch Schutzwiderstand und H-aktive 555-Steuerung

Ein Schutzwiderstand R5 mit relativ hohem Wert sorgt für den sicheren Betrieb auch im Fehlerfall.

Steigt im Fehlerfall der Strom durch R5 an (z.B. C3-Kurzschluss), können bei 12 V selbst im ungünstigsten Fall nur 25 mA über den Widerstand fließen. Das ergibt 0,3 W. Dafür muss R5 ausgelegt sein, wenn ein Dauer-Kurzschluss keinen Schaden verursachen soll.

In Verbindung mit R5 erhöht auch die H-aktive 555-Steuerung (schnelles Aufladen, langsames Entladen von C2) die Fehler-Sicherheit. Da der 555 bei H am Ausgang nur liefern kann, was er über Pin 8 von +Ub bekommt und Q3 als Emitterfolger arbeitet, wirkt R5 auch für den Q3-Emitterstrom strombegrenzend. Selbst ein Masse-Schluss am LED-Anschluss schadet Q3 nicht. Die LED muss nur einpolig gegen Kfz-Masse an die Leiterplatte angeschlossen werden.

Sollte der 555-Ausgang im Fehlerfall dauernd auf H stehen (AMV schwingt nicht), fließt nur ein unschädlicher LED-Dauerstrom von 12,5 mA, da Ub auf 6,3 V zusammenbricht. Auch das ist ein Verdienst von R5. Die LED würde einen Dauerstrom von 77 mA nicht vertragen.

Aber auch ein X3-Kurzschluss nach Masse (z.B. falscher Anschluss) lässt nur 11 mA fließen, +Ub bricht dabei wegen R5 auf 4,9 V zusammen. Über R4 fallen dabei ca. 0,43 V ab (Messwerte bei U_{x1} = 12,0 V).

Zuverlässiger Schutz besteht bei folgenden Fehlern:

- Kurzschluss von C3
- 555-Fehler (zu hohe Stromaufnahme)
- Kurzschluss von X3 nach Masse
- LED-Überlastung durch Dauerlicht (555-Fehler, Q3-Fehler oder C1-Kurzschluss)

Verpolungs-Schutz

Nicht immer sind im Kfz sofort die richtigen Leitungen zu finden. Alle Anschlüsse der Baugruppe können beliebig mit Plus oder Fahrzeug-Masse belegt werden, ohne das Schäden zu befürchten sind.

- D2 schützt bei Masse an X1 und Plus an X4
- D6 schützt bei Masse an X2 und Plus an X4
- D5 schützt bei Plus an X3 und Masse an X4

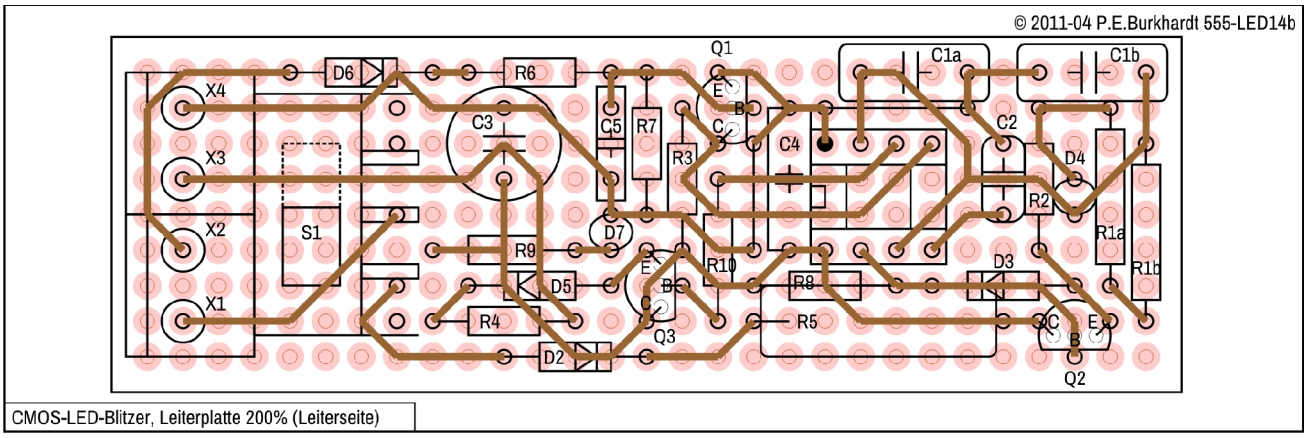
Ob die Leitungen richtig angeschlossen sind, ist mittels D7 und D4 erkennbar. Selbst die Polung der Blitzer-LED D1 kann probeweise ermittelt werden, da bei D1-Falschpolung die Diode D5 vor Schaden schützt.

Schutz vor Hochfrequenz (EMV)

Neben direkter HF-Einstrahlung können im Kfz-Bordnetz auch Spannungsspitzen auftreten. C4, C2 und C5 erhöhen wirksam die erforderliche Störimmunität.

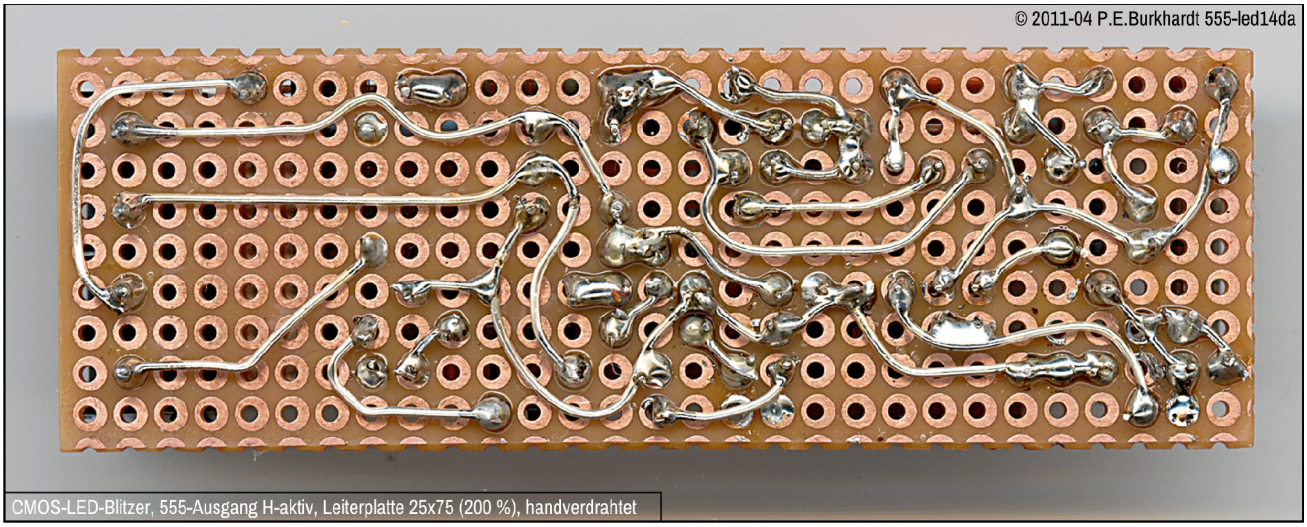
Leiterplatte

Eine mögliche Ausführung auf einer Universal-Lochrasterplatte zeigen die folgenden Bilder.



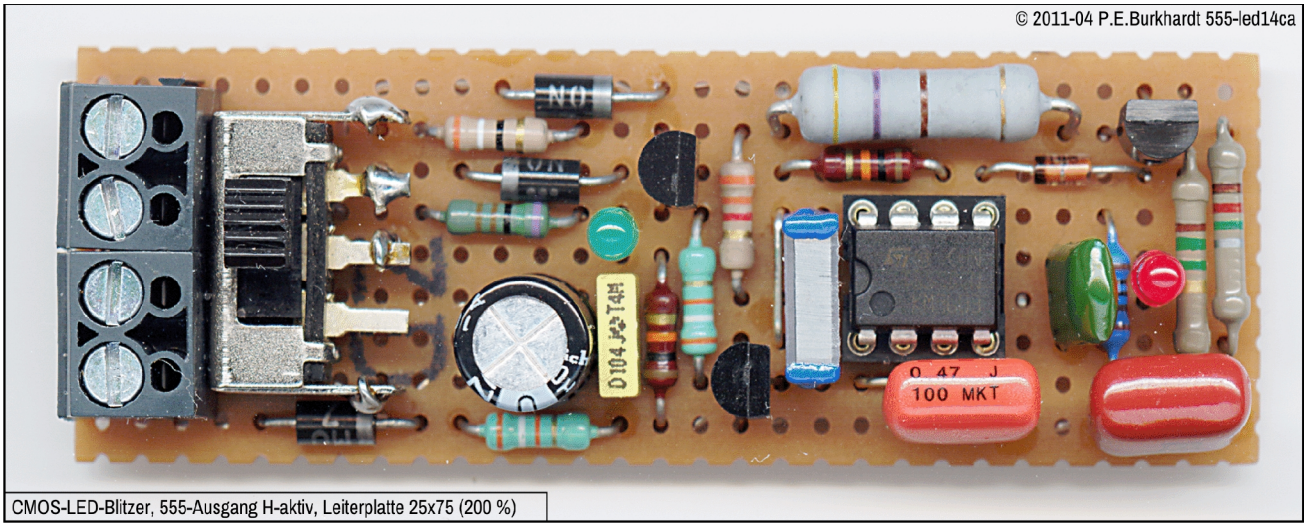
CMOS-LED-Blitzer, Leiterplatte 200% (Leiterseite)

C1 besteht aus 2 parallel geschalteten Kondensatoren (2x 0,47 µF), R1 besteht aus einer Reihenschaltung von 2 Widerständen (1,3 und 1,5 MΩ).

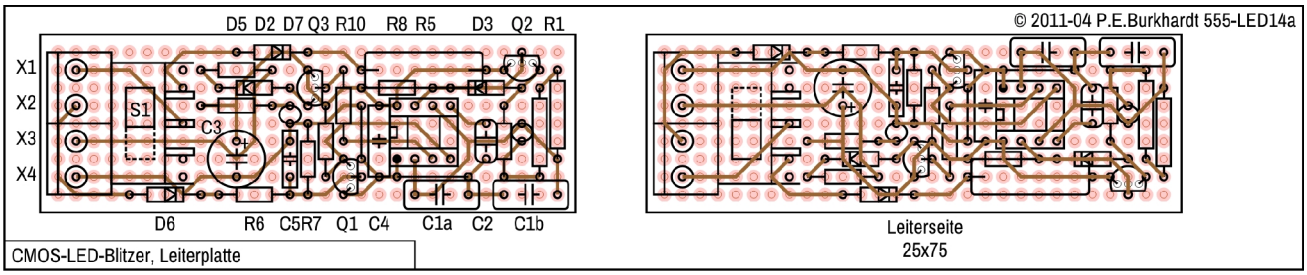


CMOS-LED-Blitzer, 555-Ausgang H-aktiv, Leiterplatte 25x75 (200 %), handverdrahtet

Die Leiterzüge sind mit Drahtbrücken auf der Leiteseite realisiert. Zuerst sollten alle Bauelemente eingesetzt und provisorisch angelötet werden. Dann können die Leiterzüge verlegt und endgültig mit den Lötaugen und Anschluss-Enden der Bauelemente verlötet werden.



CMOS-LED-Blitzer, 555-Ausgang H-aktiv, Leiterplatte 25x75 (200 %)



CMOS-LED-Blitzer, Leiterplatte

Einbau und Verdrahtung

Die Leiterplatte ist zwar wartungsfrei (keine Schmelzsicherung), muss aber wegen des Schalters S1 so eingebaut werden, dass S1 für die gelegentliche Abschaltung erreichbar bleibt. Die Baugruppe ist kurzschlussfest und erzeugt nur wenig Wärme (selbst im dauerhaften Fehlerfall maximal 0,3 W). Ein passendes Gehäuse ist vorteilhaft, je nach Einbauort aber auch entbehrlich.

Dauer-Plus für Klemme X1 wird vorteilhaft von einer freien Sicherung abgenommen. Ist dies nicht möglich, kann auch eine fliegende Kfz-Sicherung die Leitung vom Sicherungsfeld bis zur Baugruppe absichern. Dabei ist die Leitung von der vorgeschalteten stärkeren Sicherung des Sicherungsfelds bis zur neuen Baugruppen-Sicherung (F1) kurz zu halten und sorgfältig vor allem gegen Masseschluss zu schützen. Die Leitung zur X1-Klemme kann länger sein, da sie dann durch F1 geschützt ist. Für F1 ist der kleinstmögliche verfügbare Wert ausreichend.

Plus bei Zündung EIN (Kfz-Klemme 15) für Klemme X2 ist ebenso sorgfältig zu verlegen, ein kurzer Leitungsweg ist auch hier vorteilhaft.

Die Leitung an Klemme X3 und die Masseleitung X4 ist weniger kritisch. An X3 verursacht ein Masseschluss keinen Schaden, ein Überstrom kann nicht auftreten. Vorteilhaft ist in diesem Zusammenhang der nur einpolige Anschluss von D1. Das andere Ende führt auf Fahrzeugmasse. Eine Rückleitung ist meist nicht nötig.

Alle Ein- und Ausgänge sind gegen Falschpolung und Überlastung im Rahmen des Kfz-Bordnetzes geschützt. Selbst im dauerhaften Fehlerfall tritt nur eine unbedeutende Eigenerwärmung auf. Der für die Baugruppe gefahrlose Anschluss auch bei nicht genau bekannten Kfz-Leitungen ist durch Probieren möglich. Auch die Polung der Blitz-LED kann durch Test ermittelt werden.

Fazit

Vorteil ist die niedrige Stromaufnahme bei gut sichtbarem LED-Blitz. Die Abschaltung der Betriebsspannung bei Nichtgebrauch ist nicht nötig.

Der Verpolungsschutz aller Anschlüsse sorgt für den gefahrlosen Anschluss auch bei nicht genau bekannten Kfz-Leitungen.

CMOS-LED-Blitzer, H-aktiv, Ausschalter extern

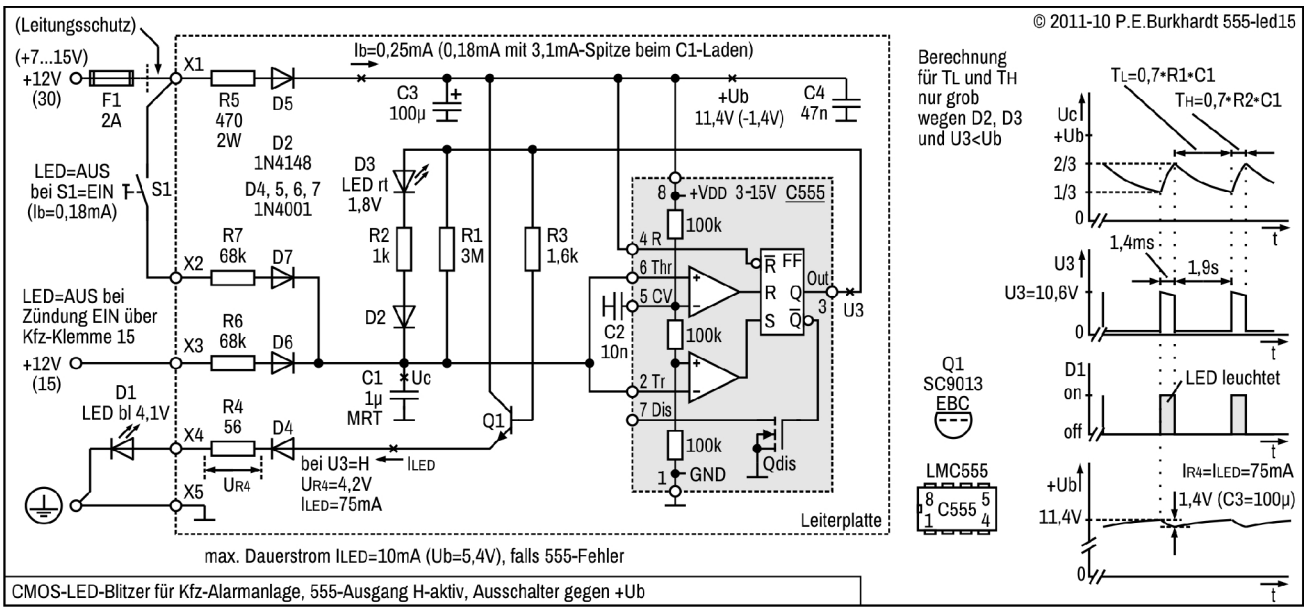
Eigenschaften

- LED-Blinken zur Betriebsanzeige der Kfz-Alarmanlage, Kontroll-LED auf der Leiterplatte
- H-aktive 555-Steuerung (LED leuchtet bei H am 555-Ausgang)
- Steueranschluss für externen Schalter (Abschalten für die Werkstatt)
- LED-Anschluss einpolig gegen Fahrzeugmasse (LED-Treiber)
- Kurzschlussfest durch Schutzwiderstände und Verpolungsschutz aller Leiterplatten-Anschlüsse
- LED-Abschaltung bei Zündung EIN (Steueranschluss)
- Optimiert auf geringste mittlere Stromaufnahme von nur 0,25 mA durch CMOS-555

Prinzip

Ein AMV erzeugt eine niedrige Blinkfrequenz von ca. 0,5 Hz mit extrem kleinem Tastgrad. Die Ansteuerung der blauen LED erfolgt im 2-Sekunden-Abstand für die Zeitdauer von ca. 1,4 ms mit relativ hohem Strom. Es entsteht ein gut sichtbarer Lichtblitz, wobei die Gesamtstromaufnahme der Schaltung nur ca. 0,25 mA beträgt und somit die Batterie des abgestellten Kfz sehr wenig belastet.

Die Schaltung kann im Dauerbetrieb laufen, die LED ist mit Einschalten der Zündung ausgeschaltet. Ein zusätzlicher externer Schalter (außerhalb der Leiterplatte) ist für das dauerhafte Abschalten der Baugruppe (z.B. für die Werkstatt) vorgesehen.



CMOS-LED-Blitzer, 555-Ausgang H-aktiv, Ausschalter gegen +12 V

AMV mit kleinem Tastgrad

Der 555 arbeitet als AMV. R1 und C1 bestimmen die LED-Dunkelphase von ca. 1,9 s. Die Hellphase (LED-Blitz) wird von R2 und C1 bestimmt. In dieser Zeit führt der 555-Ausgang H-Signal und LED D1 leuchtet. Diese Hellphase ist mit ca. 1,4 ms sehr kurz. Dabei ist der Strom der blauen Kleinleistungs-LED mit 75 mA relativ hoch. Das ergibt einen hellen, auch am Tag gut sichtbaren Lichtblitz. Wegen der langen Dunkelphase ist aber der mittlere LED-Strom sehr gering, LED und Kfz-Batterie werden geschont.

Die LED-Stromimpulse liefert der Emitterfolger mit Q1, der vom 555-Ausgang Pin 3 gesteuert wird. Insgesamt weicht die Schaltung wesentlich von der AMV-Standardschaltung ab, damit nur dann Strom fließt, wenn er für die LED benötigt wird. Selbst der C1-Ladestrom wird zur internen Funktionskontrolle ausgenutzt (LED D3).

Berechnung der Blinkfrequenz

Die im Bild angegebenen Formeln zur Bestimmung der Dunkel- und Hellphase liefern nur Näherungswerte. Diode D2 und interne Anzeige-LED D3 wurden nicht berücksichtigt. Außerdem hängt die C1-Ladeschaltung zur Stromersparnis nicht an der Betriebsspannung +Ub, sondern wird vom C555-Ausgang mit einer etwas niedrigeren Spannung gespeist. Auch das ist in den Formeln nicht berücksichtigt.

LED-Blitz bei H am 555-Ausgang

Damit die LED bei U3 = H blitzt, muss C1 schnell auf- und langsam entladen werden. Das schnelle Aufladen erfordert einen niederohmigen Widerstand (R2), das langsame Entladen einen hochohmigen Widerstand (R1).

Sowohl der Lade- als auch der Entladezweig laufen über den 555-Ausgang Pin 3 und nicht wie üblich über +Ub. Auch der LED-Emitterfolger mit Q1 wird vom 555-Ausgang gesteuert. Q1 ist nur in der kurzen C1-Ladezeit durchgeschaltet.

C1-Aufladen

Der 555-Ausgang führt H. Damit wird C1 über LED D3, den niederohmigen R2 und Diode D2 schnell aufgeladen. Damit blitzt die rote 3mm-LED D3 auf der Leiterplatte kurz auf, auch wenn die blaue Blitzer-LED D1 nicht angeschlossen ist. Somit ist die Funktion der Schaltung jederzeit kontrollierbar.

Gleichzeitig wird über R3 der LED-Treiber Q1 durchgesteuert. Die externe Blitzer-LED D1 erhält nun direkt von +Ub über Q1, D4 und R4 Strom. Der LED-Treiber muss sein, da der 555-Ausgang bei H nur mit max. 10 mA belastet werden sollte (siehe Datenblatt).

C1-Entladen

Hat die C1-Ladung die 2/3-Ub-Schwelle erreicht, wechselt U3 nach L. Damit fließt kein C1-Ladestrom mehr vom 555-Ausgang über den R2-Zweig, D2 sperrt, LED D3 verlischt.

Außerdem wird die Q1-Basis über Basis-Widerstand R3 nach Masse gezogen (wegen U3 = L), Q1 sperrt und die externe Blitzer-LED D1 erhält keinen Strom mehr. In dieser langen Dunkel-Phase wird also kein Q1-Basisstrom verschwendet.

Die C1-Entladung erfolgt über den hochohmigen Widerstand R1 und den unteren 555-Endstufen-Zweig. Die C1-Entladung dauert entsprechend lange und damit auch die LED-Dunkelphase.

Abschalten der Blitzer-LED mit Zündung EIN

Da der LED-Blitz im normalen Fahrbetrieb stört bzw. unsinnig ist, erfolgt die LED-Abschaltung automatisch. Dazu wird ein Punkt des Kfz-Bordnetzes genutzt, der nur dann +12 V führt, wenn die Zündung eingeschaltet ist (normalerweise Klemme 15).

Bei Zündung EIN liegt also an der X3-Klemme positives Potential, das über R6 und D6 den Kondensator C1 geladen hält. Dadurch kann der 555-Ausgang nicht auf H schalten, der LED-Blitz wird unterdrückt.

Abschalten der Blitzer-LED von Hand mit S1

Genau wie bei der automatischen Abschaltung wird auch hier positives Potential dem Kondensator C1 zugeführt, damit der 555-Ausgang nicht auf H schalten kann.

Ist S1 (z.B. Kippschalter) geschlossen, erhält C1 positives Potential über X2-R7-D7. Der 555-Ausgang bleibt auf L, die LEDs D1 und D3 bleiben dunkel.

S1 ist vorteilhaft, wenn beim Einsatz als Dummy-LED das Blitzen dauerhaft (unabhängig von der Zündung) unterdrückt werden soll (z.B. Werkstattbesuch).

In diesem Zustand der S1-Blitzer-Unterdrückung war der gemessene Betriebstrom I_b ca. 180 µA. Ein Schalter in der +Ub-Versorgungsleitung ist deshalb nicht nötig.

Stromversorgung

Die Schaltung hängt an einem Dauer-Plus führenden Punkt des Kfz-Bordnetzes (normalerweise Klemme 30) oder auch am Versorgungspunkt für die Anhänger-Steckdose. F1 sichert die Leitung bis zur Leiterplatte ab. F1 ist eine übliche Kfz-Sicherung mit einem möglichst niedrigen Wert (2 oder 4 A).

Diode D5 ist Verpolungsschutz und dient der Entkopplung vom Bordnetz. Während der LED-Dunkelphase lädt sich Elko C3 über R5 auf. C3 kann dann während der kurzen Hellphase den nötigen LED-Strom liefern, ohne dass +Ub wesentlich abfällt (gemessen 1,4 V bei 100 µF, mit größerem C3 entsprechend kleinerer Spannungseinbruch).

Insgesamt fließt im Mittel nur ein Strom von ca. 250 µA in die Schaltung (ohne LED-Blitz 180 µA, siehe Bild). Das ist für eine Kfz-Batterie sehr wenig, so dass mit und ohne LED-Blitz Dauerbetrieb möglich ist.

Fehler-Schutz durch Schutzwiderstand

Ein Schutzwiderstand R5 mit relativ hohem Wert sorgt für den sicheren Betrieb auch im Fehlerfall.

Steigt im Fehlerfall der Strom durch R5 an (z.B. C3-Kurzschluss), können bei 12 V selbst im ungünstigsten Fall nur 25 mA über den Widerstand fließen. Das ergibt ca. 0,3 W. Dafür muss R5 ausgelegt sein, wenn ein Dauer-Kurzschluss keinen Schaden verursachen soll.

Sollte der 555-Ausgang im Fehlerfall dauernd auf H stehen (AMV schwingt nicht), fließt nur ein unschädlicher LED-Dauerstrom von 10 mA, da Ub auf 5,4 V zusammenbricht. Auch das ist ein Verdienst von R5. Die LED würde einen Dauerstrom von 75 mA nicht vertragen.

Die Blitzer-LED muss nur einpolig gegen Kfz-Masse an die Leiterplatte angeschlossen werden. Aber auch ein X4-Kurzschluss-Strom nach Masse (z.B. falscher Anschluss) wird durch R4 und R5 begrenzt.

Verpolungs-Schutz
Nicht immer sind im Kfz sofort die richtigen Leitungen zu finden. Deshalb sind alle Leiterplatten-Anschlüsse mit Widerständen und Schutzdioden versehen. Jeder Anschluss kann beliebig mit Plus oder Fahrzeug-Masse belegt werden, ohne das Schäden zu befürchten sind. Ob die Leitungen richtig angeschlossen sind, ist mittels LED D3 erkennbar.

Selbst die Polung der Blitzer-LED D1 kann probeweise ermittelt werden, da bei D1-Falschpolung die Diode D4 vor Schaden schützt.

Schutz vor Hochfrequenz (EMV)
Neben direkter HF-Einstrahlung können im Kfz-Bordnetz auch Spannungsspitzen auftreten. C4, C2 und C5 (nächstes Bild) erhöhen wirksam die erforderliche Störimmunität.

Einbau und Verdrahtung
Die Leiterplatte ist wartungsfrei (keine Schmelzsicherung), kurzschlussfest und erzeugt nur wenig Wärme (selbst im dauerhaften Fehlerfall weniger als 0,3 W). Der Einbau ist deshalb an versteckter Stelle im Kfz möglich (einbauen und vergessen!). Ein passendes Gehäuse ist vorteilhaft, je nach Einbauort aber auch entbehrlich.

Dauer-Plus für Klemme X1 wird vorteilhaft von einer freien Sicherung abgenommen. Ist dies nicht möglich, kann auch eine fliegende Kfz-Sicherung die Leitung vom Sicherungsfeld bis zur Baugruppe absichern. Dabei ist die Leitung von der vorgeschalteten stärkeren Sicherung des Sicherungsfelds bis zur neuen Baugruppen-Sicherung (F1) kurz zu halten und sorgfältig vor allem gegen Masseschluss zu schützen. Die Leitung zur X1-Klemme kann länger sein, da sie dann durch F1 geschützt ist. Für F1 ist der kleinstmögliche verfügbare Wert ausreichend.

Plus bei Zündung EIN (Kfz-Klemme 15) für Klemme X3 ist ebenso sorgfältig zu verlegen, ein kurzer Leitungsweg ist auch hier vorteilhaft.

Die Leitungen an den Klemmen X2, X4 und die Masseleitung X5 sind weniger kritisch. X2 und X4 kommen hochohmig von der Baugruppe, ein Masseschluss verursacht keinen Schaden, ein Überstrom kann nicht auftreten.

Vorteilhaft ist in diesem Zusammenhang der nur einpolige Anschluss von D1. Das andere Ende führt auf Fahrzeugmasse. Eine Rückleitung ist meist nicht nötig. Auch Schalter S1 muss nicht unbedingt +12 V von der Leiterplatten-Klemme X1 erhalten, sondern kann an anderer Stelle im Fahrzeug mit Dauer-Plus verbunden werden.

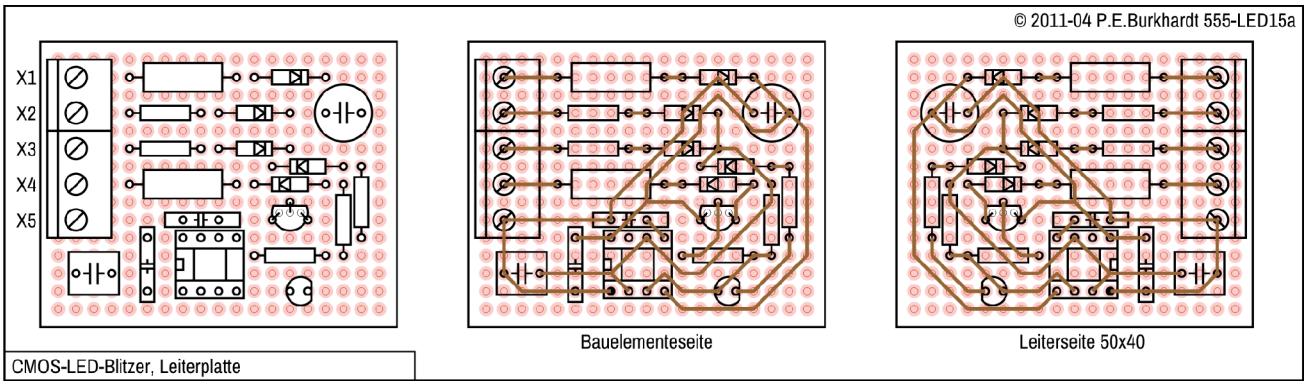
Alle Ein- und Ausgänge sind gegen Falschpolung und Überlastung im Rahmen des Kfz-Bordnetzes geschützt. Selbst im dauerhaften Fehlerfall tritt nur eine unbedeutende Eigenerwärmung auf. Der für die Baugruppe gefahrlose Anschluss auch bei nicht genau bekannten Kfz-Leitungen ist durch Probieren möglich. Auch die Polung der Blitz-LED kann durch Test ermittelt werden.

Fazit

Vorteil ist die sehr niedrige Stromaufnahme bei gut sichtbarem LED-Blitz. Die Abschaltung der Betriebsspannung bei Nichtgebrauch ist nicht nötig. Der externe Ausschalter S1 erlaubt den versteckten Einbau der Leiterplatte.

Der Verpolungsschutz aller Anschlüsse sorgt für den gefahrlosen Anschluss auch bei nicht genau bekannten Kfz-Leitungen.

Leiterplatte
Eine mögliche Ausführung auf einer Universal-Lochrasterplatte zeigt das folgende Bild.



CMOS-LED-Blitzer, Leiterplatte

Die Leiterzüge sind mit Drahtbrücken (0,3 mm Cu-Draht, versilbert) auf der Leiteseite realisiert. Zuerst sollten alle Bauelemente eingesetzt und provisorisch angelötet werden. Dann können die Leiterzüge verlegt und endgültig mit den Lötaugen und Anschluss-Enden der Bauelemente verlötet werden.

CMOS-LED-Blitzer, H-aktiv, Ausschalter extern, Alarmblinken

Eigenschaften

- LED-Blinken zur Betriebsanzeige der Kfz-Alarmanlage, Kontroll-LED auf der Leiterplatte
- H-aktive 555-Steuerung (LED leuchtet bei H am 555-Ausgang)
- Steueranschluss für externen Schalter (Abschalten für die Werkstatt)
- LED-Anschluss einpolig gegen Fahrzeugmasse (LED-Treiber)
- LED-Abschaltung bei Zündung EIN (Steueranschluss)
- Umschaltung auf ca. 10-fache Blinkfrequenz (Alarmblinken)
- Blinkfrequenz-Umschaltung extern gegen Fahrzeugmasse
- Kurzschlussfest durch Schutzwiderstände und Verpolungsschutz aller Leiterplatten-Anschlüsse
- Optimiert auf geringste mittlere Stromaufnahme von nur 0,25 mA durch CMOS-555

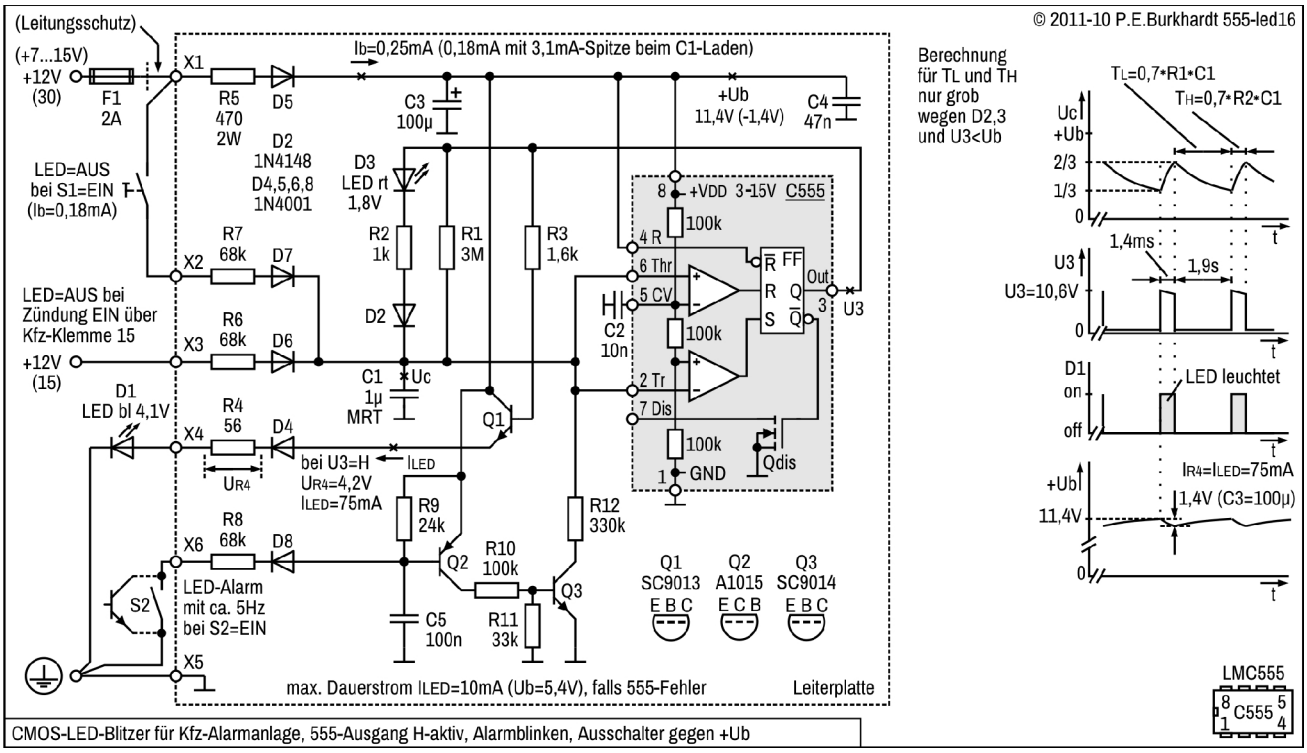
Prinzip

Ein AMV erzeugt eine niedrige Blinkfrequenz von ca. 0,5 Hz mit extrem kleinem Tastgrad. Die Ansteuerung der blauen LED erfolgt im 2-Sekunden-Abstand für die Zeitdauer von ca. 1,4 ms mit relativ hohem Strom. Es entsteht ein gut sichtbarer Lichtblitz, wobei die Gesamtstromaufnahme der Schaltung nur ca. 0,25 mA beträgt und somit die Batterie des abgestellten Kfz sehr wenig belastet.

Die Schaltung kann im Dauerbetrieb laufen, die LED ist mit Einschalten der Zündung ausgeschaltet. Ein zusätzlicher externer Schalter (außerhalb der Leiterplatte) ist für das dauerhafte Abschalten der Baugruppe (z.B. für die Werkstatt) vorgesehen.

Eine erhöhte Blinkfrequenz kann einen zweiten System-Zustand anzeigen, z.B. Alarm (nach externer Auslösung dauernd) oder Bestätigung der Türverriegelung (extern zeitgesteuert).

Die Steuerung der Blinkfrequenz ist mit einem externen Schalter (Transistor oder mechanisch) aktivierbar. Der Anschluss ist einpolig gegen Fahrzeugmasse.



CMOS-LED-Blitzer, 555-Ausgang H-aktiv, Ausschalter gegen +12 V, Alarmblinken

AMV mit kleinem Tastgrad

Der 555 arbeitet als AMV. R1 und C1 bestimmen die LED-Dunkelphase von ca. 1,9 s. Die Hellphase (LED-Blitz) wird von R2 und C1 bestimmt. In dieser Zeit führt der 555-Ausgang H-Signal und LED D1 leuchtet. Diese Hellphase ist mit ca. 1,4 ms sehr kurz. Dabei ist der Strom der blauen Kleinleistungs-LED mit 75 mA relativ hoch. Das ergibt einen hellen, auch am Tag gut sichtbaren Lichtblitz. Wegen der langen Dunkelphase ist aber der mittlere LED-Strom sehr gering, LED und Kfz-Batterie werden geschont.

Im Modus Alarmblinken ist der Entladewiderstand R12 zugeschaltet und damit die Dunkelphase ca. 10-fach verkürzt. Die Hellphase (Lichtblitz) bleibt unbeeinflusst.

Die LED-Stromimpulse liefert der Emitterfolger mit Q1, der vom 555-Ausgang Pin 3 gesteuert wird. Insgesamt weicht die Schaltung wesentlich von der AMV-Standardschaltung ab, damit nur dann Strom fließt, wenn er für die LED benötigt wird. Selbst der C1-Ladestrom wird zur internen Funktionskontrolle ausgenutzt (LED D3).

Berechnung der Blinkfrequenz

Die im Bild angegebenen Formeln zur Bestimmung der Dunkel- und Hellphase liefern nur Näherungswerte. Diode D2 und interne Anzeige-LED D3 wurden nicht berücksichtigt. Außerdem hängt die C1-Ladeschaltung zur Stromersparnis nicht an der Betriebsspannung +Ub, sondern wird vom C555-Ausgang mit einer etwas niedrigeren Spannung gespeist. Auch das ist in den Formeln nicht berücksichtigt. Die Formeln gelten für den normalen Blink-Modus.

Im Modus Alarmblinken wirkt zusätzlich der Entladewiderstand R12, der dann dem Entladewiderstand R1 parallel liegt.

LED-Blitz bei H am 555-Ausgang

Damit die LED bei U3 = H blitzt, muss C1 schnell auf- und langsam entladen werden. Das schnelle Aufladen erfordert einen niederohmigen Widerstand (R2), das langsame Entladen einen hochohmigen Widerstand (R1).

Sowohl der Lade- als auch der Entladezweig laufen über den 555-Ausgang Pin 3 und nicht wie üblich über +Ub. Auch der LED-Emitterfolger mit Q1 wird vom 555-Ausgang gesteuert. Q1 ist nur in der kurzen C1-Ladezeit durchgeschaltet.

C1-Aufladen

Der 555-Ausgang führt H. Damit wird C1 über LED D3, den niederohmigen R2 und Diode D2 schnell aufgeladen. Damit blitzt die rote 3mm-LED D3 auf der Leiterplatte kurz auf, auch wenn die blaue Blitzer-LED D1 nicht angeschlossen ist. Somit ist die Funktion der Schaltung jederzeit kontrollierbar.

Gleichzeitig wird über R3 der LED-Treiber Q1 durchgesteuert. Die externe Blitzer-LED D1 erhält nun direkt von +Ub über Q1, D4 und R4 Strom. Der LED-Treiber muss sein, da der 555-Ausgang bei H nur mit max. 10 mA belastet werden sollte (siehe Datenblatt).

C1-Entladen

Hat die C1-Ladung die 2/3-Ub-Schwelle erreicht, wechselt U3 nach L. Damit fließt kein C1-Ladestrom mehr vom 555-Ausgang über den R2-Zweig, D2 sperrt, LED D3 verlischt.

Außerdem wird die Q1-Basis über Basis-Widerstand R3 nach Masse gezogen (wegen U3 = L), Q1 sperrt und die externe Blitzer-LED D1 erhält keinen Strom mehr. In dieser langen Dunkel-Phase wird also kein Q1-Basisstrom verschwendet.

Die C1-Entladung erfolgt über den hochohmigen Widerstand R1 und den unteren 555-Endstufen-Zweig. Die C1-Entladung dauert entsprechend lange und damit auch die LED-Dunkelphase.

Abschalten der Blitzer-LED mit Zündung EIN

Da der LED-Blitz im normalen Fahrbetrieb stört bzw. unsinnig ist, erfolgt die LED-Abschaltung automatisch. Dazu wird ein Punkt des Kfz-Bordnetzes genutzt, der nur dann +12 V führt, wenn die Zündung eingeschaltet ist (normalerweise Klemme 15).

Bei Zündung EIN liegt also an der X3-Klemme positives Potential, das über R6 und D6 den Kondensator C1 geladen hält. Dadurch kann der 555-Ausgang nicht auf H schalten, der LED-Blitz wird unterdrückt.

Abschalten der Blitzer-LED von Hand mit S1

Genau wie bei der automatischen Abschaltung wird auch hier positives Potential dem Kondensator C1 zugeführt, damit der 555-Ausgang nicht auf H schalten kann.

Ist S1 (z.B. Kippschalter) geschlossen, erhält C1 positives Potential über X2-R7-D7. Der 555-Ausgang bleibt auf L, die LEDs D1 und D3 bleiben dunkel.

S1 ist vorteilhaft, wenn beim Einsatz als Dummy-LED das Blitzen dauerhaft (unabhängig von der Zündung) unterdrückt werden soll (z.B. Werkstattbesuch).

In diesem Zustand der S1-Blitzer-Unterdrückung war der gemessene Betriebstrom I_b ca. 180 µA. Ein Schalter in der +Ub-Versorgungsleitung ist deshalb nicht nötig.

Umschalten auf Alarmblinken mit S2 (Alarm-Modus)

Zur Anzeige eines weiteren Betriebszustandes der Alarmanlage ist die Erhöhung der Blitzer-Frequenz möglich.

Dazu ist an Klemme X6 gegen Fahrzeugmasse ein Schalter (Transistor oder mechanisch) anschließbar. Ist S2 geschlossen, wird Q2 und damit auch Q3 leitend. Das C1-Potential ist nun über R12 mit GND verbunden. Das bedeutet, R12 liegt dem normalen Entladewiderstand R1 parallel. Damit wird C1 schneller entladen, die LED-Dunkelphase verkürzt sich, die LED-Blinkfrequenz steigt. Auf das C1-Laden hat die Schaltung keinen Einfluss, der Blitzimpuls ist so stark wie bei normaler Blinkfrequenz.

Durch Verringern von R12 kann eine noch höhere Alarm-Frequenz eingestellt werden. Die Alarm-Frequenz des Schaltungsmusters von ca. 5 Hz hat sich als günstig erwiesen.

Stromversorgung

Die Schaltung hängt an einem Dauer-Plus führenden Punkt des Kfz-Bordnetzes (normalerweise Klemme 30) oder auch am Versorgungspunkt für die Anhänger-Steckdose. F1 sichert die Leitung bis zur Leiterplatte ab. F1 ist eine übliche Kfz-Sicherung mit einem möglichst niedrigen Wert (2 oder 4 A).

Diode D5 ist Verpolungsschutz und dient der Entkopplung vom Bordnetz. Während der LED-Dunkelphase lädt sich Elko C3 über R5 auf. C3 kann dann während der kurzen Hellphase den nötigen LED-Strom liefern, ohne dass +Ub wesentlich abfällt (gemessen 1,4 V bei 100 µF, mit größerem C3 entsprechend kleinerer Spannungseinbruch).

Insgesamt fließt im Mittel nur ein Strom von ca. 250 µA in die Schaltung (ohne LED-Blitz 180 µA, siehe Bild). Das ist für eine Kfz-Batterie sehr wenig, so dass mit und ohne LED-Blitz Dauerbetrieb möglich ist.

Fehler-Schutz durch Schutzwiderstand

Ein Schutzwiderstand R5 mit relativ hohem Wert sorgt für den sicheren Betrieb auch im Fehlerfall.

Steigt im Fehlerfall der Strom durch R5 an (z.B. C3-Kurzschluss), können bei 12 V selbst im ungünstigsten Fall nur 25 mA über den Widerstand fließen. Das ergibt ca. 0,3 W. Dafür muss R5 ausgelegt sein, wenn ein Dauer-Kurzschluss keinen Schaden verursachen soll.

Sollte der 555-Ausgang im Fehlerfall dauernd auf H stehen (AMV schwingt nicht), fließt nur ein unschädlicher LED-Dauerstrom von 10 mA, da Ub auf 5,4 V zusammenbricht. Auch das ist ein Verdienst von R5. Die LED würde einen Dauerstrom von 75 mA nicht vertragen.

Die Blitzer-LED muss nur einpolig gegen Kfz-Masse an die Leiterplatte angeschlossen werden. Aber auch ein X4-Kurzschluss-Strom nach Masse (z.B. falscher Anschluss) wird durch R4 und R5 begrenzt.

Verpolungs-Schutz

Nicht immer sind im Kfz sofort die richtigen Leitungen zu finden. Deshalb sind alle Leiterplatten-Anschlüsse mit Widerständen und Schutzdioden versehen. Jeder Anschluss kann beliebig mit Plus oder Fahrzeug-Masse belegt werden, ohne das Schäden zu befürchten sind. Ob die Leitungen richtig angeschlossen sind, ist mittels LED D3 erkennbar.

Selbst die Polung der Blitzer-LED D1 kann probeweise ermittelt werden, da bei D1-Falschpolung die Diode D4 vor Schaden schützt.

Schutz vor Hochfrequenz (EMV)

Neben direkter HF-Einstrahlung können im Kfz-Bordnetz auch Spannungsspitzen auftreten. C4, C2 und C5 (nächstes Bild) erhöhen wirksam die erforderliche Störimmunität.

Einbau und Verdrahtung

Die Leiterplatte ist wartungsfrei (keine Schmelzsicherung), kurzschlussfest und erzeugt nur wenig Wärme (selbst im dauerhaften Fehlerfall weniger als 0,3 W). Der Einbau ist deshalb an versteckter Stelle im Kfz möglich (einbauen und vergessen!). Ein passendes Gehäuse ist vorteilhaft, je nach Einbauort aber auch entbehrlich.

Dauer-Plus für Klemme X1 wird vorteilhaft von einer freien Sicherung abgenommen. Ist dies nicht möglich, kann auch eine fliegende Kfz-Sicherung die Leitung vom Sicherungsfeld bis zur Baugruppe absichern. Dabei ist die Leitung von der vorgeschalteten stärkeren Sicherung des Sicherungsfelds bis zur neuen Baugruppen-Sicherung (F1) kurz zu halten und sorgfältig vor allem gegen Masseschluss zu schützen. Die Leitung zur X1-Klemme kann länger sein, da sie dann durch F1 geschützt ist. Für F1 ist der kleinstmögliche verfügbare Wert ausreichend.

Plus bei Zündung EIN (Kfz-Klemme 15) für Klemme X3 ist ebenso sorgfältig zu verlegen, ein kurzer Leitungsweg ist auch hier vorteilhaft.

Die Leitungen an den Klemmen X2, X4, X6 und die Masseleitung X5 sind weniger kritisch. X2, X4 und X6 kommen hochohmig von der Baugruppe, ein Masseschluss verursacht keinen Schaden, ein Überstrom kann nicht auftreten.

Vorteilhaft ist in diesem Zusammenhang der nur einpolige Anschluss von D1 und X6. Das jeweils andere Ende führt auf Fahrzeugmasse. Eine Rückleitung ist meist nicht nötig. Auch Schalter S1 muss nicht unbedingt +12 V von der Leiterplatten-Klemme X1 erhalten, sondern kann an anderer Stelle im Fahrzeug mit Dauer-Plus verbunden werden.

Alle Ein- und Ausgänge sind gegen Falschpolung und Überlastung im Rahmen des Kfz-Bordnetzes geschützt. Selbst im dauerhaften Fehlerfall tritt nur eine unbedeutende Eigenerwärmung auf. Der für die Baugruppe gefahrlose Anschluss auch bei nicht genau bekannten Kfz-Leitungen ist durch Probieren möglich. Auch die Polung der Blitz-LED kann durch Test ermittelt werden.

Fazit

Vorteil ist die sehr niedrige Stromaufnahme bei gut sichtbarem LED-Blitz. Die Abschaltung der Betriebsspannung bei Nichtgebrauch ist nicht nötig. Der externe Ausschalter S1 erlaubt den versteckten Einbau der Leiterplatte.

Die zweite Blinkfrequenz ist im Verbund mit der Alarmanlage vorteilhaft zur Alarmanzeige.

Der Verpolungsschutz aller Anschlüsse sorgt für den gefahrlosen Anschluss auch bei nicht genau bekannten Kfz-Leitungen.

CMOS-LED-Blitzer, H-aktiv, Alarmblinken, AUS gegen GND

Es gibt 2 Varianten dieser Schaltung, einmal nur mit externem Ausschalter (1) und einmal mit zusätzlichem Ausschalter und Sicherung auf der Leiterplatte (2).

Eigenschaften

- LED-Blinken zur Betriebsanzeige der Kfz-Alarmanlage, Kontroll-LED auf der Leiterplatte
- H-aktive 555-Steuerung (LED leuchtet bei H am 555-Ausgang)
- Steueranschluss für externen Schalter gegen Fahrzeugmasse (Abschalten für die Werkstatt)
- LED-Anschluss einpolig gegen Fahrzeugmasse (LED-Treiber)
- LED-Abschaltung bei Zündung EIN (Steueranschluss), mit Schalter extern
- Umschaltung auf ca. 10-fache Blinkfrequenz (Alarmblinken)
- Blinkfrequenz-Umschaltung extern gegen Fahrzeugmasse
- Kurzschlussfest durch Schutzwiderstände und Verpolungsschutz aller Leiterplatten-Anschlüsse
- Optimiert auf geringste mittlere Stromaufnahme von nur 0,23 mA durch CMOS-555

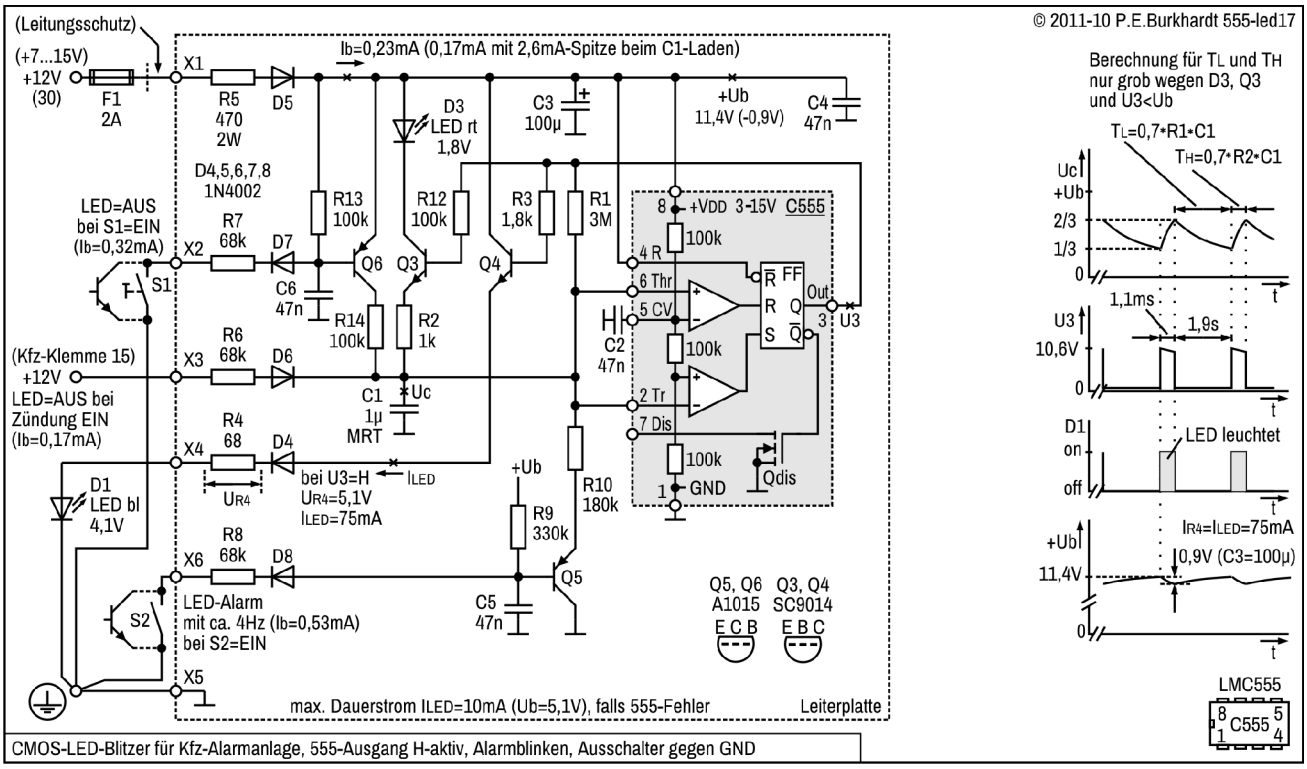
Prinzip

Ein AMV erzeugt eine niedrige Blinkfrequenz von ca. 0,5 Hz mit extrem kleinem Tastgrad. Die Ansteuerung der blauen LED erfolgt im 2-Sekunden-Abstand für die Zeitdauer von ca. 1,1 ms mit relativ hohem Strom. Es entsteht ein gut sichtbarer Lichtblitz, wobei die Gesamtstromaufnahme der Schaltung nur ca. 0,23 mA beträgt und somit die Batterie des abgestellten Kfz sehr wenig belastet.

Die Schaltung kann im Dauerbetrieb laufen, die LED ist mit Einschalten der Zündung ausgeschaltet. Ein zusätzlicher externer Schalter (außerhalb der Leiterplatte, einpolig gegen Fahrzeugmasse) ist für das dauerhafte Abschalten der Baugruppe (z.B. für die Werkstatt) vorgesehen.

Eine erhöhte Blinkfrequenz kann einen zweiten System-Zustand anzeigen, z.B. Alarm (nach externer Auslösung dauernd) oder Bestätigung der Türverriegelung (extern zeitgesteuert).

Die Steuerung der Blinkfrequenz ist mit einem externen Schalter (Transistor oder mechanisch) aktivierbar. Der Anschluss ist einpolig gegen Fahrzeugmasse.



Schaltungsbeschreibung

AMV mit kleinem Tastgrad

Der 555 arbeitet als AMV. R1 und C1 bestimmen die LED-Dunkelphase von ca. 1,9 s. Die Hellphase (LED-Blitz) wird von R2 und C1 bestimmt. In dieser Zeit führt der 555-Ausgang H-Signal und LED D1 leuchtet. Diese Hellphase ist mit ca. 1,1 ms sehr kurz. Dabei ist der Strom der blauen Kleinleistungs-LED mit 75 mA relativ hoch. Das ergibt einen hellen, auch am Tag gut sichtbaren Lichtblitz. Wegen der langen Dunkelphase ist aber der mittlere LED-Strom sehr gering, LED und Kfz-Batterie werden geschont. Im Modus Alarmblinken ist der Entladewiderstand R10 zugeschaltet und damit die Dunkelphase ca. 10-fach verkürzt. Die Hellphase (Lichtblitz) bleibt unbeeinflusst.

Insgesamt weicht die Schaltung wesentlich von der AMV-Standardschaltung ab, damit nur dann Strom fließt, wenn er für die LED benötigt wird. So erfolgen die Steuerung des Ladetransistors Q3, die Steuerung des LED-Treibers Q4 und die C1-Entladung über den H-aktiven 555-Ausgang. Nur in der kurzen H-Phase fließt für alle Elemente der benötigte Strom. Selbst der C1-Ladestrom wird zur internen Funktionskontrolle ausgenutzt (LED D3). In der Dunkelphase dagegen fließt nur der Ruhestrom des 555.

Berechnung der Blinkfrequenz

Die im Bild angegebenen Formeln zur Bestimmung der Dunkel- und Hellphase liefern nur Näherungswerte. Die interne Anzeige-LED D3 und der Ladetransistor Q3 wurden nicht berücksichtigt. Außerdem hängt die C1-Ladeschaltung am C555-Ausgang, dessen H-Spannung niedriger als +Ub ist. Auch das ist in den Formeln nicht berücksichtigt. Die Formeln gelten für den normalen Blink-Modus.

Im Modus Alarmblinken wirkt zusätzlich der Entladewiderstand R10, der dann dem Entladewiderstand R1 parallel liegt.

LED-Blitz bei H am 555-Ausgang

Damit die LED bei U3 = H blitzt, muss C1 schnell auf- und langsam entladen werden. Das schnelle Aufladen erfordert einen niederohmigen Widerstand (R2), das langsame Entladen einen hochohmigen Widerstand (R1 bzw. R10).

Sowohl der Lade- als auch der Entladezweig laufen über den 555-Ausgang Pin 3 und nicht wie üblich über +Ub. Auch der LED-Emitterfolger mit Q1 wird vom 555-Ausgang gesteuert. Q1 ist nur in der kurzen C1-Ladezeit durchgeschaltet.

C1-Aufladen

Der 555-Ausgang führt H. Deshalb fließt über R12 der Q3-Basisstrom, Ladetransistor Q3 ist durchgesteuert. Damit wird C1 über LED D3, Q3 und den niederohmigen R2 schnell aufgeladen. Q3 entkoppelt die Ladeschaltung vom 555-Ausgang, der H-Impuls wird nur wenig belastet.

Gleichzeitig wird über R3 der LED-Treiber Q4 durchgesteuert. Die externe Blitzer-LED D1 erhält nun direkt von +Ub über Q4, D4 und R4 Strom. Der LED-Treiber muss sein, da der 555-Ausgang bei H nur mit max. 10 mA belastet werden sollte (siehe Datenblatt).

Die rote 3mm-LED D3 auf der Leiterplatte blitzt kurz auf, auch wenn die blaue Blitzer-LED D1 nicht angeschlossen ist. Somit ist die Funktion der Schaltung jederzeit kontrollierbar.

C1-Entladen

Hat die C1-Ladung die 2/3-Ub-Schwelle erreicht, wechselt U3 nach L, Ladetransistor Q3 sperrt. Damit fließt kein C1-Ladestrom mehr von +Ub über LED D3, Q3 und R2. LED D3 verlischt.

Gleichzeitig sperrt auch der LED-Treiber Q4. Die externe Blitzer-LED D1 verlischt.

Die C1-Entladung erfolgt über den hochohmigen Widerstand R1 und den unteren 555-Endstufen-Zweig. Die C1-Entladung dauert entsprechend lange und damit auch die LED-Dunkelphase.

Abschalten der Blitzer-LED mit Zündung EIN

Da der LED-Blitz im normalen Fahrbetrieb stört bzw. unsinnig ist, erfolgt die LED-Abschaltung automatisch. Dazu wird ein Punkt des Kfz-Bordnetzes genutzt, der nur dann +12 V führt, wenn die Zündung eingeschaltet ist (normalerweise Klemme 15). Bei Zündung EIN liegt also an der X3-Klemme positives Potential, das über R6 und D6 den Kondensator C1 geladen hält. Dadurch kann der 555-Ausgang nicht auf H schalten, der LED-Blitz wird unterdrückt.

In diesem Zustand der Automatik-Blitzer-Unterdrückung fließt nur ein Betriebsstrom I_b von ca. 170 µA.

Abschalten der Blitzer-LED von Hand mit S1

Genau wie bei der automatischen Abschaltung wird auch hier positives Potential dem Kondensator C1 zugeführt, damit der 555-Ausgang nicht auf H schalten kann.

Um den Schalter S1 (z.B. Kippschalter) gegen Fahrzeugmasse schalten zu können, ist Transistor Q6 vorhanden. Ist S1 geschlossen, erhält der pnp-Transistor Q6 von GND über S1-X2-R7-D7 Basisstrom. Q6 ist durchgesteuert und liefert dem C1 über R14 positives Potential. Der 555-Ausgang bleibt auf L, die LEDs D1 und D3 bleiben dunkel. R14 ist so niedrig gewählt, dass er einen größeren Ladestrom im Vergleich zum Entladestrom über R1 und ggf. R10 zulässt.

S1 ist vorteilhaft, wenn beim Einsatz als Dummy-LED das Blitzen dauerhaft (unabhängig von der Zündung) unterdrückt werden soll (z.B. Werkstattbesuch). Wegen GND-Bezug ist S1 aber auch durch einen Transistor ersetzbar, so dass die Abschaltung elektronisch durch eine deaktivierte Alarmanlage erfolgen kann.

In diesem Zustand der S1-Blitzer-Unterdrückung war der gemessene Betriebstrom I_b ca. 320 µA. Ein Schalter in der +Ub-Versorgungsleitung ist deshalb nicht nötig.

Umschalten auf Alarmblinken mit S2 (Alarm-Modus)

Zur Anzeige eines weiteren Betriebszustandes der Alarmanlage ist die Erhöhung der Blitzer-Frequenz möglich.

Dazu ist an Klemme X6 gegen Fahrzeugmasse ein Schalter (Transistor oder mechanisch) anschließbar. Ist S2 geschlossen, erhält der pnp-Transistor Q5 von GND über S2-X6-R8-D8 Basisstrom. Q5 ist durchgesteuert und das C1-Potential ist nun über R10 mit GND verbunden. Das bedeutet, R10 liegt dem normalen Entladewiderstand R1 parallel. Damit wird C1 schneller entladen, die LED-Dunkelphase verkürzt sich, die LED-Blinkfrequenz steigt. Auf das C1-Laden hat die Schaltung keinen Einfluss, der Blitzimpuls ist so stark wie bei normaler Blinkfrequenz.

In diesem Alarm-Modus war der gemessene Betriebstrom I_b ca. 530 µA. Dieser Strom steigt allerdings weiter an, wenn durch Verringern von R10 eine noch höhere Alarm-Frequenz eingestellt wird. Die Alarm-Frequenz des Schaltungsmusters von ca. 4 Hz hat sich als günstig erwiesen.

Stromversorgung

Die Schaltung hängt an einem Dauer-Plus führenden Punkt des Kfz-Bordnetzes (normalerweise Klemme 30) oder auch am Versorgungspunkt für die Anhänger-Steckdose. F1 sichert die Leitung bis zur Leiterplatte ab. F1 ist eine übliche Kfz-Sicherung mit einem möglichst niedrigen Wert (2 oder 4 A).

Diode D5 ist Verpolungsschutz und dient der Entkopplung vom Bordnetz. Während der LED-Dunkelphase lädt sich Elko C3 über R5-D5 auf. C3 kann dann während der kurzen Hellphase den nötigen LED-Strom liefern, ohne dass +Ub wesentlich abfällt (gemessen 0,9 V bei 100 µF, mit größerem C3 entsprechend kleinerer Spannungseinbruch).

Insgesamt fließt im Mittel nur ein Strom von ca. 230 µA in die Schaltung (ohne LED-Blitz 170 µA bzw. 320 µA, siehe Bild). Das ist für eine Kfz-Batterie sehr wenig, so dass mit und ohne LED-Blitz Dauerbetrieb möglich ist.

Schutzmaßnahmen

Fehler-Schutz durch Schutzwiderstand

Ein Schutzwiderstand R5 mit relativ hohem Wert sorgt für den sicheren Betrieb auch im Fehlerfall.

Steigt im Fehlerfall der Strom durch R5 an (z.B. C3-Kurzschluss), können bei 12 V selbst im ungünstigsten Fall nur 25 mA über den Widerstand fließen. Das ergibt ca. 0,3 W. Dafür muss R5 ausgelegt sein, wenn ein Dauer-Kurzschluss keinen Schaden verursachen soll.

Sollte der 555-Ausgang im Fehlerfall dauernd auf H stehen (AMV schwingt nicht), fließt nur ein unschädlicher LED-Dauerstrom von 10 mA, da Ub auf 5,1 V zusammenbricht. Auch das ist ein Verdienst von R5. Die LED würde einen Dauerstrom von 75 mA nicht vertragen.

Die Blitzer-LED muss nur einpolig gegen Kfz-Masse an die Leiterplatte angeschlossen werden. Aber auch ein X4-Kurzschluss-Strom nach Masse (z.B. falscher Anschluss) wird durch R4 und R5 begrenzt.

Verpolungs-Schutz

Nicht immer sind im Kfz sofort die richtigen Leitungen zu finden. Deshalb sind alle Leiterplatten-Anschlüsse mit Widerständen und Schutzdioden versehen. Jeder Anschluss kann beliebig mit Plus oder Fahrzeug-Masse belegt werden, ohne das Schäden zu befürchten sind. Ob die Leitungen richtig angeschlossen sind, ist mittels LED D3 erkennbar.

Selbst die Polung der Blitzer-LED D1 kann probeweise ermittelt werden, da bei D1-Falschpolung die Diode D4 vor Schaden schützt.

Schutz vor Hochfrequenz (EMV)

Neben direkter HF-Einstrahlung können im Kfz-Bordnetz auch Spannungsspitzen auftreten. C2, C4, C5 und C6 erhöhen wirksam die erforderliche Störimmunität.

Einbau und Verdrahtung

Die Leiterplatte ist wartungsfrei (keine Schmelzsicherung), kurzschlussfest und erzeugt nur wenig Wärme (selbst im dauerhaften Fehlerfall weniger als 0,3 W). Der Einbau ist deshalb an versteckter Stelle im Kfz möglich (einbauen und vergessen!). Ein passendes Gehäuse ist vorteilhaft, je nach Einbauort aber auch entbehrlich.

Dauer-Plus für Klemme X1 wird vorteilhaft von einer freien Sicherung abgenommen. Ist dies nicht möglich, kann auch eine fliegende Kfz-Sicherung die Leitung vom Sicherungsfeld bis zur Baugruppe absichern. Dabei ist die Leitung von der vorgeschalteten stärkeren Sicherung des Sicherungsfelds bis zur neuen Baugruppen-Sicherung (F1) kurz zu halten und sorgfältig vor allem gegen Masseschluss zu schützen. Die Leitung zur X1-Klemme kann länger sein, da sie dann durch F1 geschützt ist. Für F1 ist der kleinstmögliche verfügbare Wert ausreichend.

Plus bei Zündung EIN (Kfz-Klemme 15) für Klemme X3 ist ebenso sorgfältig zu verlegen, ein kurzer Leitungsweg ist auch hier vorteilhaft.

Die Leitungen an den Klemmen X2, X4, X6 und die Masseleitung X5 sind weniger kritisch. X2, X4 und X6 kommen hochohmig von der Baugruppe, ein Masseschluss verursacht keinen Schaden, ein Überstrom kann nicht auftreten.

Vorteilhaft ist in diesem Zusammenhang der nur einpolige Anschluss von S1, S2 und D1. Das jeweils andere Ende führt auf Fahrzeugmasse. Eine Rückleitung ist meist nicht nötig.

Alle Ein- und Ausgänge sind gegen Falschpolung und Überlastung im Rahmen des Kfz-Bordnetzes geschützt. Selbst im dauerhaften Fehlerfall tritt nur eine unbedeutende Eigenerwärmung auf. Der für die Baugruppe gefahrlose Anschluss auch bei nicht genau bekannten Kfz-Leitungen ist durch Probieren möglich. Auch die Polung der Blitz-LED kann durch Test ermittelt werden.

Fazit

Vorteil ist die sehr niedrige Stromaufnahme bei gut sichtbarem LED-Blitz. Die Abschaltung der Betriebsspannung bei Nichtgebrauch ist nicht nötig. Durch Steueranschlüsse ist das Einbinden in die Alarmanlage kein Problem.

Kurzschlussfestigkeit und Verpolungsschutz erfordert allerdings einen erhöhten Aufwand.

CMOS-LED-Blitzer, H-aktiv, Alarmblinken, AUS intern/extern

Es gibt 2 Varianten dieser Schaltung, einmal nur mit externem Ausschalter (1) und einmal mit zusätzlichem Ausschalter und Sicherung auf der Leiterplatte (2).

Eigenschaften

- LED-Blinken zur Betriebsanzeige der Kfz-Alarmanlage, Kontroll-LED auf der Leiterplatte
- H-aktive 555-Steuerung (LED leuchtet bei H am 555-Ausgang)
- Steueranschluss für externen Schalter gegen Fahrzeugmasse (Abschalten für die Werkstatt)
- LED-Anschluss einpolig gegen Fahrzeugmasse (LED-Treiber)
- LED-Abschaltung bei Zündung EIN (Steueranschluss), mit Schalter extern und/oder intern
- Umschaltung auf ca. 10-fache Blinkfrequenz (Alarmblinken)
- Blinkfrequenz-Umschaltung extern gegen Fahrzeugmasse
- Kurzschlussfest durch Schutzwiderstände und Verpolungsschutz aller Leiterplatten-Anschlüsse
- Optimiert auf geringste mittlere Stromaufnahme von nur 0,23 mA durch CMOS-555

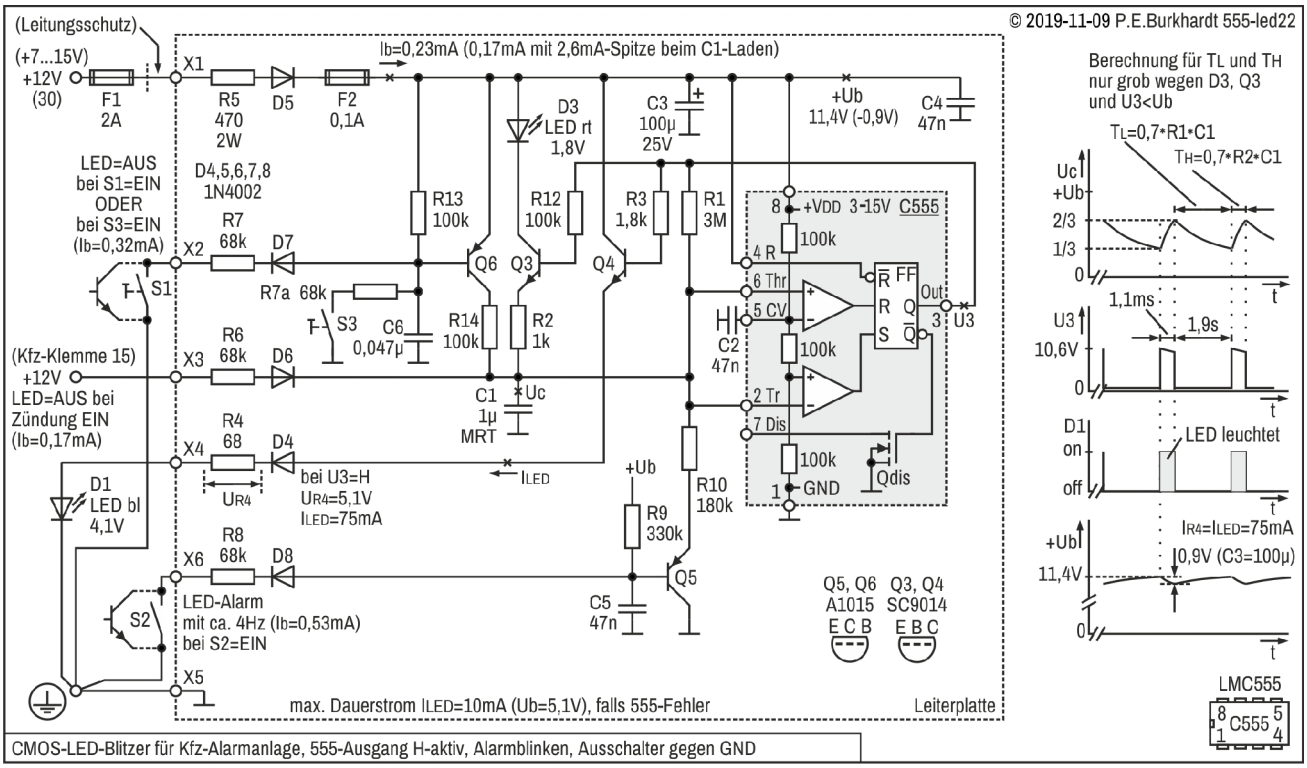
Prinzip

Ein AMV erzeugt eine niedrige Blinkfrequenz von ca. 0,5 Hz mit extrem kleinem Tastgrad. Die Ansteuerung der blauen LED erfolgt im 2-Sekunden-Abstand für die Zeitdauer von ca. 1,1 ms mit relativ hohem Strom. Es entsteht ein gut sichtbarer Lichtblitz, wobei die Gesamtstromaufnahme der Schaltung nur ca. 0,23 mA beträgt und somit die Batterie des abgestellten Kfz sehr wenig belastet.

Die Schaltung kann im Dauerbetrieb laufen, die LED ist mit Einschalten der Zündung ausgeschaltet. Ein zusätzlicher externer Schalter (außerhalb der Leiterplatte, einpolig gegen Fahrzeugmasse) ist für das dauerhafte Abschalten der Baugruppe (z.B. für die Werkstatt) vorgesehen.

Eine erhöhte Blinkfrequenz kann einen zweiten System-Zustand anzeigen, z.B. Alarm (nach externer Auslösung dauernd) oder Bestätigung der Türverriegelung (extern zeitgesteuert).

Die Steuerung der Blinkfrequenz ist mit einem externen Schalter (Transistor oder mechanisch) aktivierbar. Der Anschluss ist einpolig gegen Fahrzeugmasse.



Schaltungsbeschreibung

AMV mit kleinem Tastgrad

Der 555 arbeitet als AMV. R1 und C1 bestimmen die LED-Dunkelphase von ca. 1,9 s. Die Hellphase (LED-Blitz) wird von R2 und C1 bestimmt. In dieser Zeit führt der 555-Ausgang H-Signal und LED D1 leuchtet. Diese Hellphase ist mit ca. 1,1 ms sehr kurz. Dabei ist der Strom der blauen Kleinleistungs-LED mit 75 mA relativ hoch. Das ergibt einen hellen, auch am Tag gut sichtbaren Lichtblitz. Wegen der langen Dunkelphase ist aber der mittlere LED-Strom sehr gering, LED und Kfz-Batterie werden geschont. Im Modus Alarmblinken ist der Entladewiderstand R10 zugeschaltet und damit die Dunkelphase ca. 10-fach verkürzt. Die Hellphase (Lichtblitz) bleibt unbeeinflusst.

Insgesamt weicht die Schaltung wesentlich von der AMV-Standardschaltung ab, damit nur dann Strom fließt, wenn er für die LED benötigt wird. So erfolgen die Steuerung des Ladetransistors Q3, die Steuerung des LED-Treibers Q4 und die C1-Entladung über den H-aktiven 555-Ausgang. Nur in der kurzen H-Phase fließt für alle Elemente der benötigte Strom. Selbst der C1-Ladestrom wird zur internen Funktionskontrolle ausgenutzt (LED D3). In der Dunkelphase dagegen fließt nur der Ruhestrom des 555.

Berechnung der Blinkfrequenz

Die im Bild angegebenen Formeln zur Bestimmung der Dunkel- und Hellphase liefern nur Näherungswerte. Die interne Anzeige-LED D3 und der Ladetransistor Q3 wurden nicht berücksichtigt. Außerdem hängt die C1-Ladeschaltung am C555-Ausgang, dessen H-Spannung niedriger als +Ub ist. Auch das ist in den Formeln nicht berücksichtigt. Die Formeln gelten für den normalen Blink-Modus.

Im Modus Alarmblinken wirkt zusätzlich der Entladewiderstand R10, der dann dem Entladewiderstand R1 parallel liegt.

LED-Blitz bei H am 555-Ausgang

Damit die LED bei U3 = H blitzt, muss C1 schnell auf- und langsam entladen werden. Das schnelle Aufladen erfordert einen niederohmigen Widerstand (R2), das langsame Entladen einen hochohmigen Widerstand (R1 bzw. R10).

Sowohl der Lade- als auch der Entladezweig laufen über den 555-Ausgang Pin 3 und nicht wie üblich über +Ub. Auch der LED-Emitterfolger mit Q1 wird vom 555-Ausgang gesteuert. Q1 ist nur in der kurzen C1-Ladezeit durchgeschaltet.

C1-Aufladen

Der 555-Ausgang führt H. Deshalb fließt über R12 der Q3-Basisstrom, Ladetransistor Q3 ist durchgesteuert. Damit wird C1 über LED D3, Q3 und den niederohmigen R2 schnell aufgeladen. Q3 entkoppelt die Ladeschaltung vom 555-Ausgang, der H-Impuls wird nur wenig belastet.

Gleichzeitig wird über R3 der LED-Treiber Q4 durchgesteuert. Die externe Blitzer-LED D1 erhält nun direkt von +Ub über Q4, D4 und R4 Strom. Der LED-Treiber muss sein, da der 555-Ausgang bei H nur mit max. 10 mA belastet werden sollte (siehe Datenblatt).

Die rote 3mm-LED D3 auf der Leiterplatte blitzt kurz auf, auch wenn die blaue Blitzer-LED D1 nicht angeschlossen ist. Somit ist die Funktion der Schaltung jederzeit kontrollierbar.

C1-Entladen

Hat die C1-Ladung die 2/3-Ub-Schwelle erreicht, wechselt U3 nach L, Ladetransistor Q3 sperrt. Damit fließt kein C1-Ladestrom mehr von +Ub über LED D3, Q3 und R2. LED D3 verlischt.

Gleichzeitig sperrt auch der LED-Treiber Q4. Die externe Blitzer-LED D1 verlischt.

Die C1-Entladung erfolgt über den hochohmigen Widerstand R1 und den unteren 555-Endstufen-Zweig. Die C1-Entladung dauert entsprechend lange und damit auch die LED-Dunkelphase.

Abschalten der Blitzer-LED mit Zündung EIN

Da der LED-Blitz im normalen Fahrbetrieb stört bzw. unsinnig ist, erfolgt die LED-Abschaltung automatisch. Dazu wird ein Punkt des Kfz-Bordnetzes genutzt, der nur dann +12 V führt, wenn die Zündung eingeschaltet ist (normalerweise Klemme 15). Bei Zündung EIN liegt also an der X3-Klemme positives Potential, das über R6 und D6 den Kondensator C1 geladen hält. Dadurch kann der 555-Ausgang nicht auf H schalten, der LED-Blitz wird unterdrückt.

In diesem Zustand der Automatik-Blitzer-Unterdrückung fließt nur ein Betriebsstrom I_b von ca. 170 µA.

Abschalten der Blitzer-LED von Hand mit S1 oder S3

Genau wie bei der automatischen Abschaltung wird auch hier positives Potential dem Kondensator C1 zugeführt, damit der 555-Ausgang nicht auf H schalten kann.

Um den Schalter S1 (z.B. Kippschalter) gegen Fahrzeugmasse schalten zu können, ist Transistor Q6 vorhanden. Ist S1 geschlossen, erhält der pnp-Transistor Q6 von GND über S1-X2-R7-D7 Basisstrom. Q6 ist durchgesteuert und liefert dem C1 über R14 positives Potential. Der 555-Ausgang bleibt auf L, die LEDs D1 und D3 bleiben dunkel. R14 ist so niedrig gewählt, dass er einen größeren Ladestrom im Vergleich zum Entladestrom über R1 und ggf. R10 zulässt.

S1 ist vorteilhaft, wenn beim Einsatz als Dummy-LED das Blitzen dauerhaft (unabhängig von der Zündung) unterdrückt werden soll (z.B. Werkstattbesuch). Wegen GND-Bezug ist S1 aber auch durch einen Transistor ersetzbar, so dass die Abschaltung elektronisch durch eine deaktivierte Alarmanlage erfolgen kann.

Zusätzlich oder ersatzweise zu S1 ist auf der Leiterplatte der Schalter S3 vorhanden, der die gleiche Funktion wie S1 hat.

In diesem Zustand der S1- bzw. S2-Blitzer-Unterdrückung war der gemessene Betriebstrom I_b ca. 320 µA. Ein Schalter in der +Ub-Versorgungsleitung ist deshalb nicht nötig.

Umschalten auf Alarmblinken mit S2 (Alarm-Modus)

Zur Anzeige eines weiteren Betriebszustandes der Alarmanlage ist die Erhöhung der Blitzer-Frequenz möglich.

Dazu ist an Klemme X6 gegen Fahrzeugmasse ein Schalter (Transistor oder mechanisch) anschließbar. Ist S2 geschlossen, erhält der pnp-Transistor Q5 von GND über S2-X6-R8-D8 Basisstrom. Q5 ist durchgesteuert und das C1-Potential ist nun über R10 mit GND verbunden. Das bedeutet, R10 liegt dem normalen Entladewiderstand R1 parallel. Damit wird C1 schneller entladen, die LED-Dunkelphase verkürzt sich, die LED-Blinkfrequenz steigt. Auf das C1-Laden hat die Schaltung keinen Einfluss, der Blitzimpuls ist so stark wie bei normaler Blinkfrequenz.

In diesem Alarm-Modus war der gemessene Betriebstrom I_b ca. 530 µA. Dieser Strom steigt allerdings weiter an, wenn durch Verringern von R10 eine noch höhere Alarm-Frequenz eingestellt wird. Die Alarm-Frequenz des Schaltungsmusters von ca. 4 Hz hat sich als günstig erwiesen.

Stromversorgung

Die Schaltung hängt an einem Dauer-Plus führenden Punkt des Kfz-Bordnetzes (normalerweise Klemme 30) oder auch am Versorgungspunkt für die Anhänger-Steckdose. F1 sichert die Leitung bis zur Leiterplatte ab. F1 ist eine übliche Kfz-Sicherung mit einem möglichst niedrigen Wert (2 oder 4 A).

Diode D5 ist Verpolungsschutz und dient der Entkopplung vom Bordnetz. Während der LED-Dunkelphase lädt sich Elko C3 über R5-D5 auf. C3 kann dann während der kurzen Hellphase den nötigen LED-Strom liefern, ohne dass +Ub wesentlich abfällt (gemessen 0,9 V bei 100 µF, mit größerem C3 entsprechend kleinerer Spannungseinbruch).

Insgesamt fließt im Mittel nur ein Strom von ca. 230 µA in die Schaltung (ohne LED-Blitz 170 µA bzw. 320 µA, siehe Bild). Das ist für eine Kfz-Batterie sehr wenig, so dass mit und ohne LED-Blitz Dauerbetrieb möglich ist.

Fehler-Schutz durch Schutzwiderstand

Ein Schutzwiderstand R5 mit relativ hohem Wert sorgt für den sicheren Betrieb auch im Fehlerfall.

Steigt im Fehlerfall der Strom durch R5 an (z.B. C3-Kurzschluss), können bei 12 V selbst im ungünstigsten Fall nur 25 mA über den Widerstand fließen. Das ergibt ca. 0,3 W. Dafür muss R5 ausgelegt sein, wenn ein Dauer-Kurzschluss keinen Schaden verursachen soll.

Sollte der 555-Ausgang im Fehlerfall dauernd auf H stehen (AMV schwingt nicht), fließt nur ein unschädlicher LED-Dauerstrom von 10 mA, da Ub auf 5,1 V zusammenbricht. Auch das ist ein Verdienst von R5. Die LED würde einen Dauerstrom von 75 mA nicht vertragen.

Die Blitzer-LED muss nur einpolig gegen Kfz-Masse an die Leiterplatte angeschlossen werden. Aber auch ein X4-Kurzschluss-Strom nach Masse (z.B. falscher Anschluss) wird durch R4 und R5 begrenzt.

Schutzmaßnahmen

Verpolungs-Schutz

Nicht immer sind im Kfz sofort die richtigen Leitungen zu finden. Deshalb sind alle Leiterplatten-Anschlüsse mit Widerständen und Schutzdioden versehen. Jeder Anschluss kann beliebig mit Plus oder Fahrzeug-Masse belegt werden, ohne das Schäden zu befürchten sind. Ob die Leitungen richtig angeschlossen sind, ist mittels LED D3 erkennbar.

Selbst die Polung der Blitzer-LED D1 kann probeweise ermittelt werden, da bei D1-Falschpolung die Diode D4 vor Schaden schützt.

Schutz vor Hochfrequenz (EMV)

Neben direkter HF-Einstrahlung können im Kfz-Bordnetz auch Spannungsspitzen auftreten. C2, C4, C5 und C6 erhöhen wirksam die erforderliche Störimmunität.

Einbau und Verdrahtung

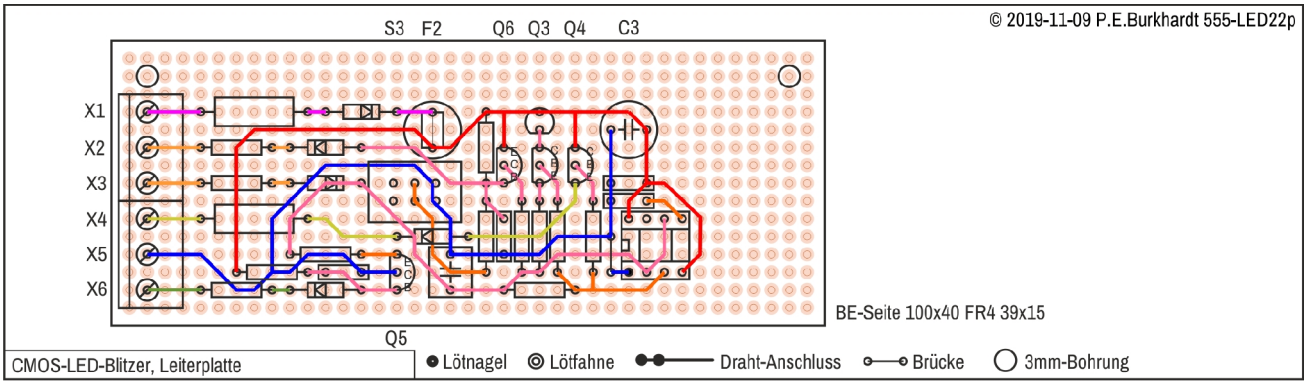
Auf der Leiterplatte ist eine kleine runde eingelötete Sicherung vorhanden, die aber nur bei einem Fehler der Schaltung ansprechen dürfte. Durch die beschriebenen Schutzmaßnahmen tritt durch externe falsche Beschaltung der Sicherungsfall nicht ein. Die Schaltung ist kurzschlussfest und erzeugt nur wenig Wärme (selbst im dauerhaften Fehlerfall weniger als 0,3 W). Der Einbau ist aber trotzdem an einer zugänglichen Stelle vorzunehmen, wenn der Ausschalter S3 betätigt werden soll. Ein passendes Gehäuse ist vorteilhaft, je nach Einbauort aber auch entbehrlich.

Dauer-Plus für Klemme X1 wird vorteilhaft von einer freien Sicherung abgenommen. Ist dies nicht möglich, kann auch eine fliegende Kfz-Sicherung die Leitung vom Sicherungsfeld bis zur Baugruppe absichern. Dabei ist die Leitung von der vorgeschalteten stärkeren Sicherung des Sicherungsfelds bis zur neuen Baugruppen-Sicherung (F1) kurz zu halten und sorgfältig vor allem gegen Masseschluss zu schützen. Die Leitung zur X1-Klemme kann länger sein, da sie dann durch F1 geschützt ist. Für F1 ist der kleinstmögliche verfügbare Wert ausreichend.

Plus bei Zündung EIN (Kfz-Klemme 15) für Klemme X3 ist ebenso sorgfältig zu verlegen, ein kurzer Leitungsweg ist auch hier vorteilhaft.

Leiterplatte

Eine mögliche Ausführung auf einer Universal-Lochrasterplatte zeigt das folgende Bild. Es wurde eine Standardgröße verwendet, so dass noch Platz für eine kleine Erweiterung vorhanden ist.



Die Leiterzüge sind mit Drahtbrücken auf der Leiteseite realisiert. Zuerst sollten alle Bauelemente eingesetzt und provisorisch angelötet werden. Dann können die Leiterzüge verlegt und endgültig mit den Lötaugen und Anschluss-Enden der Bauelemente verlötet werden.

Fazit

Vorteil ist die sehr niedrige Stromaufnahme bei gut sichtbarem LED-Blitz. Die Abschaltung der Betriebsspannung bei Nichtgebrauch ist nicht nötig. Durch Steueranschlüsse ist das Einbinden in die Alarmanlage kein Problem.

Kurzschlussfestigkeit und Verpolungsschutz erfordert allerdings einen erhöhten Aufwand.

Marder-Schreck mit Bewegungsmelder

Allgemeines zum Marder im Kfz

Marder suchen sich gern einen warmen Platz für die Nacht, so auch den noch warmen Motor eines Autos. Das ist ungefährlich, solange das Tier "seinen" Unterschlupf für sich allein hat. Kommt aber ein zweites Tier auf die gleiche Idee und riecht den Vorbesitzer, wirkt sein Revierinstinkt. Der zweite Marder versucht alles auszulöschen, was an den ersten Marder erinnert. Dazu beißt er in Weichteile (Schläuche, Matten, Leitungsisolierung) und markiert die eroberte Schlafstelle. Seine spitzen Zähne können beträchtlichen Schaden verursachen.

Diese Beißwut kann als Ersatzhandlung gewertet werden. Der zweite Marder hätte ja zu gern den ersten Marder ins Bein (?) gebissen. Doch dieser ist längst verschwunden. Der Geruch hält sich sehr lange im Auto, so dass noch nach Monaten (oder Jahren) dieser Geruch den "Revierkampf" des zweiten Marders auslöst.

Was ist zu tun? Sinnvoll ist, den vermeintlich idealen Marder-Schlafplatz ungemütlich zu machen oder den Zugang zu versperren. Das kann mechanisch erfolgen (Motorraum-Kapselung von unten, zusätzliche Bleche, Gitter o.ä.) oder der Zutritt bzw. Aufenthalt wird dem Marder elektrisch/akustisch verleidet.

Die mechanische Absperrung ist sicher, kann aber am Fahrzeug nicht lückenlos erfolgen. Das betrifft z.B. nichtmetallische Bremsleitungen, Kraftstoffleitungen, Kabelisolierungen usw., die sich am Unterboden oder in Radkästen befinden.

Ersatzweise kann elektrisch, akustisch oder optisch versucht werden, den Marder vom Auto fern zu halten oder zu verscheuchen. Und genau dies bewirkt mit mehr oder weniger Erfolg der Marderschreck.

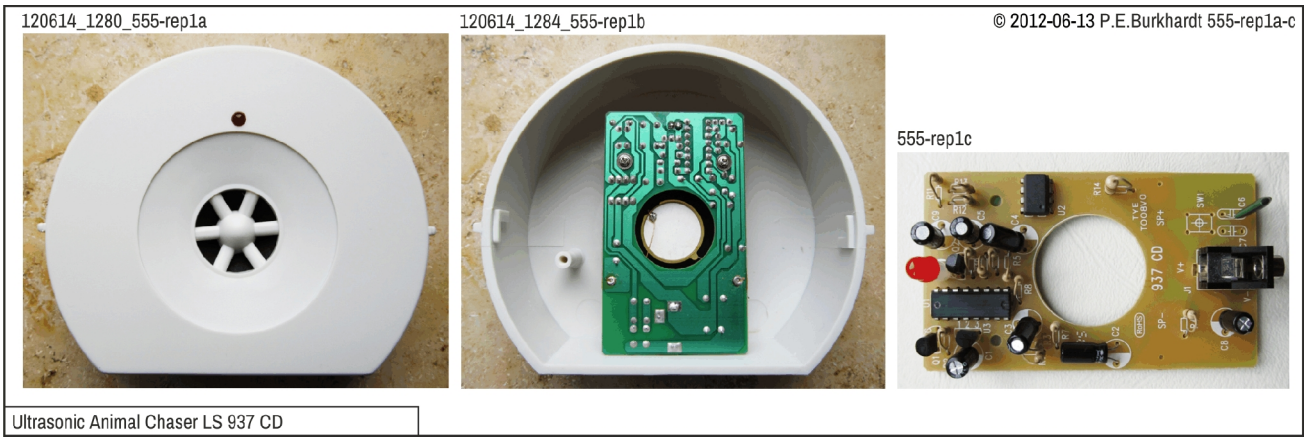
Manche Geräte arbeiten mit Hochspannungsplatten, bei deren Berührung der Marder durch Überbrücken von Platte und Fahrzeugmasse einen elektrischen Schlag bekommt und somit (hoffentlich) vertrieben wird. Diese Geräteart soll hier nicht beachtet werden, da deren Einsatz sowohl beim Werkstattbesuch (Abschalten erforderlich!) als auch aus Gründen des Tierschutzes bedenklich erscheint.

Aus eigener leidvoller Erfahrung heraus (bezüglich Marderbesuch) habe ich deshalb nach einer Lösung gesucht, den Marder akustisch und optisch zu vertreiben. Im Folgenden sind ausgehend von handelsüblichen Geräten einige Schaltungen beschrieben.

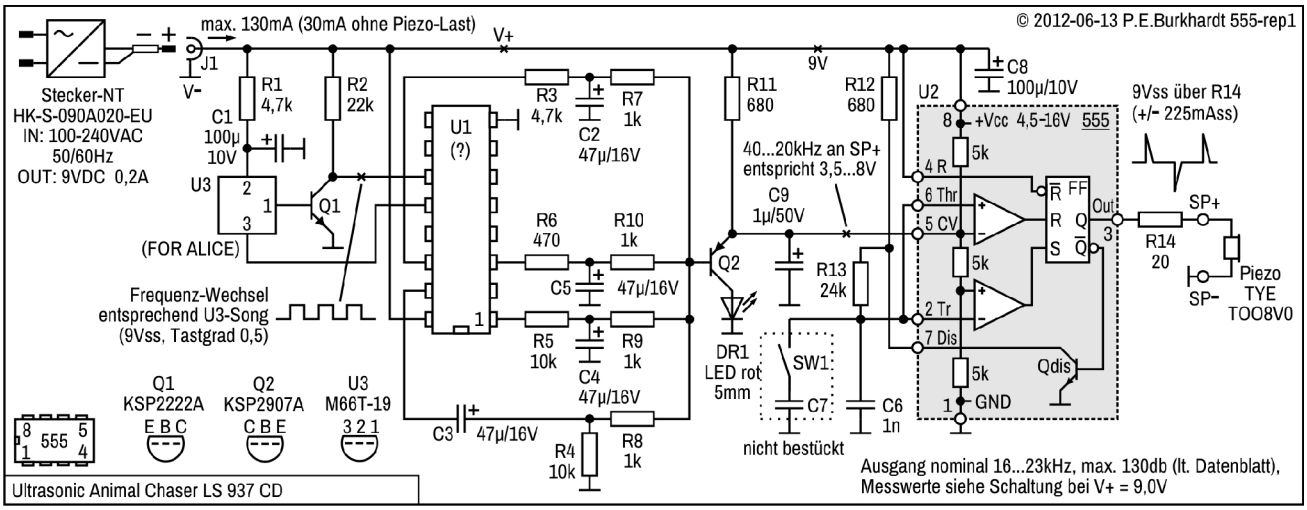
Um die Kfz-Batterie nicht dauernd zu belasten, soll eine Bewegungsmelder erkennen, ob ein Marder (oder anderes Tier) in den Motorraum eindringt. Erst dann soll der Marderschreck für eine bestimmte Zeit einschalten.

Ultrasonic Animal Chaser LS 937 CD

Der Animal Chaser LS937 soll Katzen, Marder u.a. durch wechselnde Töne im für Menschen nicht hörbaren Bereich (ab 16 kHz) vertreiben. Diese höheren Töne werden von Tieren gut gehört, gleichzeitig aber als unangenehm empfunden.



Die Schaltung konnte nicht vollständig rekonstruiert werden (U1).



Schaltung

Das Gerät wird extern von einem Steckernetzteil mit 9 VAC versorgt und arbeitet im Dauerbetrieb. Die Tonfolge generiert ein Melodie-IC (U3, FOR ALICE). Dieser steuert über den Entkopplungstransistor Q1 den IC U1 an. U1 konnte nicht identifiziert werden (Oberfläche war abgeschliffen). Es handelt sich wahrscheinlich um einen Zähler/Wandler, da dessen Ausgänge gewichtet an der Q2-Basis zu einem höherfrequenten Signal zusammengeführt werden.

Der Q2-Kollektorstrom fließt durch die LED DR1, so dass die wechselnde Tonfolge sichtbar wird. Außerdem ist am Q2-Emitter Pin 5 (Control Voltage) des Timers 555 angeschlossen. Dadurch wird die AMV-Frequenz des 555 wechselnd verändert.

Am 555-Ausgang hängt über R14 das als hochfrequenter Lautsprecher dienende Piezo-Element.

Mit dem optionalen (nicht bestückten) Schalter SW1 kann ein weiterer Kondensator C7 zugeschaltet werden, um die AMV-Grundfrequenz in einen niedrigeren Bereich zu ändern. Weitere technische Daten stehen im obigen Bild.

Mögliche Anwendung und Nachteile

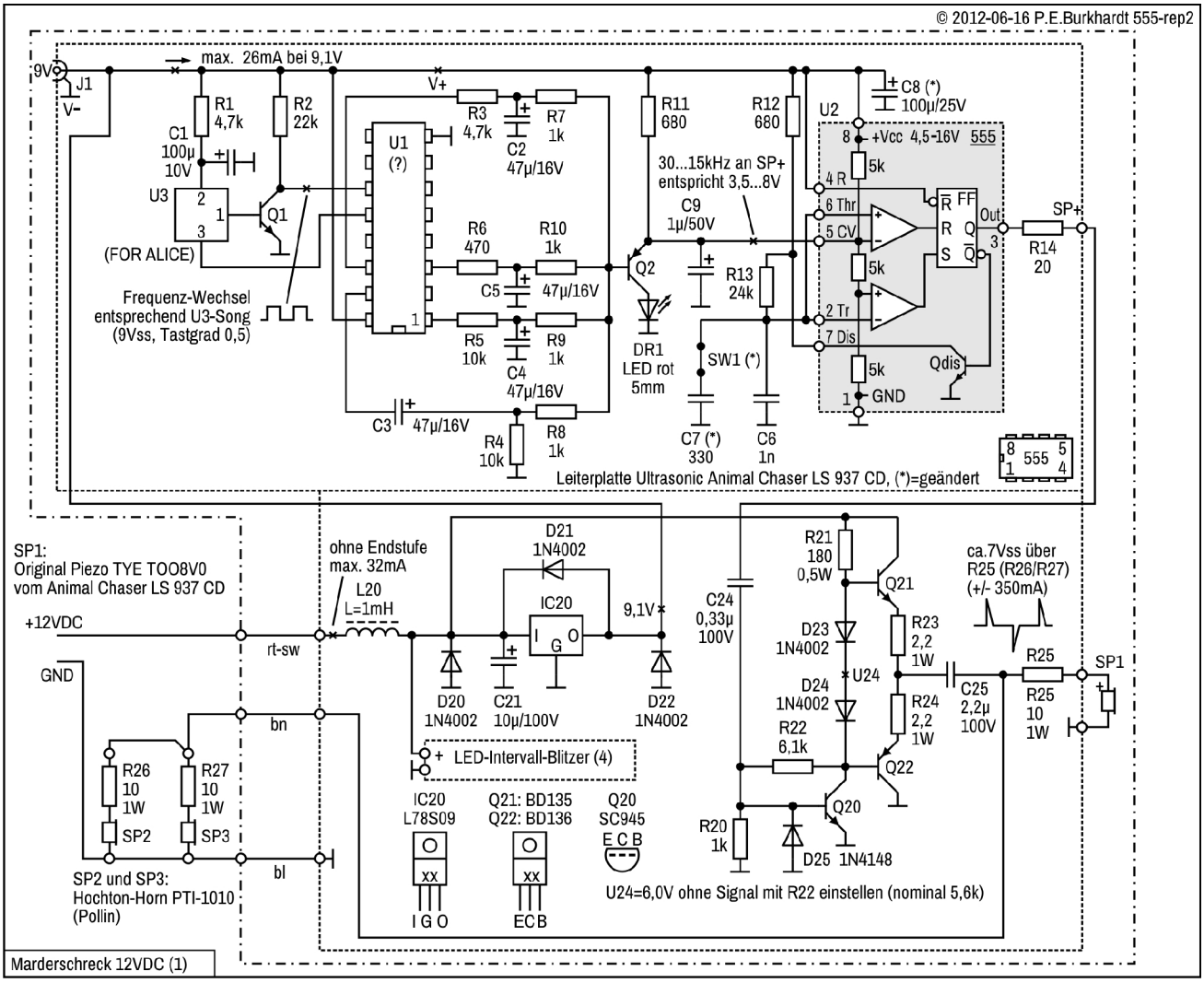
Die Versorgungsspannung +V ist 9 V, im Kfz sind 12 V verfügbar. Ob auf Dauer die bis zu 14 V Bordspannung zu hoch für den Chaser sind, wurde nicht erprobt und ist zu unsicher. Eine Anpassung (Netzteil) wäre also erforderlich.

Die nominale Ausgangsleistung wird zwar mit 130 db angegeben, angesichts des kleinen Piezo-Lautsprechers kommen aber Zweifel auf. Außerdem wäre eine höhere Leistung verteilt auf mehrere Lautsprecher wünschenswert. Die Lautsprecher könnten dann an verschiedenen Orten im Motorraum montiert werden, so dass sich das Unbehagen für den Marder vergrößern sollte.

Es sind also einige Schaltungsänderungen bzw. Ergänzungen erforderlich, die im folgenden Abschnitt beschrieben sind.

Marderschreck 12VDC (1)

Die folgende Marderschreck-Schaltung hat den Chaser LS937 zur Grundlage und ist um eine Endstufe, ein Netzteil und um einen LED-Intervall-Blitzer erweitert.



Chaser

Der Chaser wurde schon im vorigen Abschnitt beschrieben. Die AMV-Frequenz ist mit C7 auf eine untere Chaser-Frequenz von 15 kHz festgelegt. Der 555-Ausgang speist nun nicht mehr direkt den Piezo-Lautsprecher, sondern dient als Eingangssignal für die zusätzliche Endstufe.

Endstufe

Es findet ein altes Schaltungsprinzip mit npn/pnp-Transistor und npn-Steuerstufe Anwendung. Über C24 erhält Q20 das hochfrequente NF-Signal. Diode D25 schützt die Q20-Basis, da wegen C24 das Signal auch negative Anteile hat.

Der Zweig R21-D23-D24-Q20 sorgt in Verbindung mit R22 für die halbe Ub am Endstufenausgang (Knoten R23-R24). Somit wird die Endstufe symmetrisch zwischen GND und +Ub (Kfz-Bordspannung) ausgesteuert.

C25 überträgt das Signal an die parallel geschalteten Piezo-Lautsprecher SP1 bis SP3. SP1 ist der originale Piezo vom Chaser LS937, SP2 und 3 sind auf Piezo-Basis arbeitende Hochton-Lautsprecher.

Jeder Lautsprecher ist mit einem Vorwiderstand versehen. Entsprechend den angegebenen Daten dieser Lautsprecher müsste der Wirkungsgrad für die hohen Frequenzen ausreichen. Allerdings wurde der Schalldruck mangels geeigneter Meßtechnik nicht gemessen.

Regelteil 9 V

Der Chaser benötigt 9 V. Ein L78S09 (IC20) stellt 9,1 V bereit (gemessen). Die Dioden D21 und D22 schützen den Regler, Diode D20 schützt bei Falschpolung. Da der Versorgungseingang direkt am Kfz-Bordnetz hängt, wurde Drossel L20 vorgesehen, um hochfrequente Anteile von der Schaltung fern zu halten.

L20 ist eine Drossel hoher Induktivität mit Ferrittopfkern aus dem Zeilenfrequenz-Teil eines alten CRT-TV-Empfängers. Die genaue Induktivität ist nicht bekannt.

LED-Intervall-Blitzer

Wie weiter oben schon bemerkt, ist neben der akustischen auch eine optische Marderabwehr sinnvoll. Marder sind auch nachtaktiv und mögen helles Licht nicht, vor allem wenn dieses Licht sich impulsartig ändert.

Anforderungen an einen Blitzer:

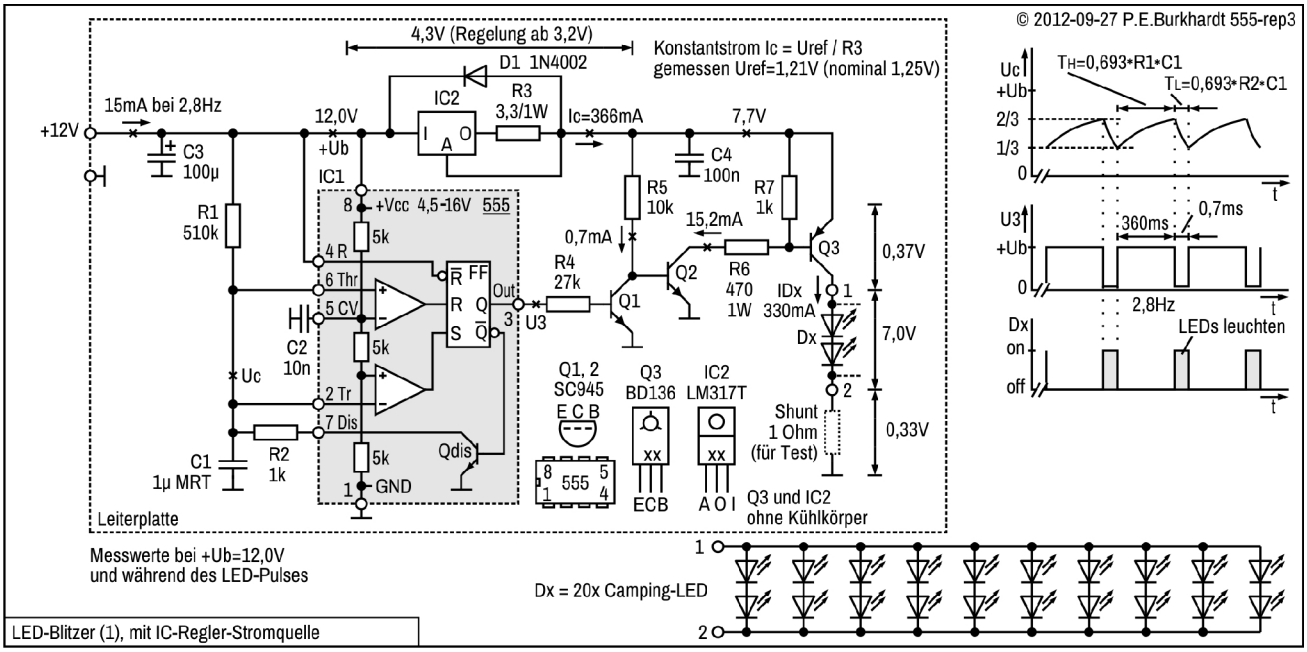
- Möglichst helles Licht, um eine hohe Wirkung zu erzielen
- LEDs als Lichtquelle, da Glühlampen für gleiche Helligkeit zu viel Strom benötigen
- Kein Dauerbetrieb, sondern Impulssteuerung der LEDs wegen geringerer Stromaufnahme
- Schalten der LEDs elektronisch (Transistor, Mosfet), nicht mit Relais
- LED-Strombegrenzung wegen der variablen Kfz-Bordspannung
- Aufleuchten der LEDs in kurzen Abständen, möglichst unregelmäßig

Es wurden verschiedene Blitzer entworfen und getestet, die im Folgenden beschrieben sind.

LED-Blitzer (1), mit IC-Regler-Stromquelle, 20 LEDs

Eigenschaften:

- 20 LEDs aus einer Campingleuchte (jeweils 2 LEDs in Reihe)
- 555 als AMV mit kleinem Tastgrad
- LED-Strombegrenzung mit Spannungsregler-IC
- LED-Schalter mit Transistor



Schaltungsbeschreibung

Der 555-AMV arbeitet etwas abweichend von der Standard-Schaltung. C1 wird langsam über R1 aufgeladen, über R2 aber schnell entladen. Während dieser kurzen Entladephase führt Ausgang Pin 3 L-Potential, Q1 sperrt, Q2 schaltet durch und liefert Basisstrom für die pnp-Schaltstufe Q3. Die LEDs leuchten.

Spannungsregler IC2 ist als Stromquelle geschaltet und liefert unabhängig von der Bordspannung den mit R3 festgelegten Maximalstrom.

Da die LEDs im Impulsbetrieb belastet werden, darf der Strom relativ hoch sein. Die Impulspause zur Abkühlung ist groß genug. Allerdings muss der maximal zulässige LED-Impulsstrom beachtet werden.

Spannungsverhältnisse

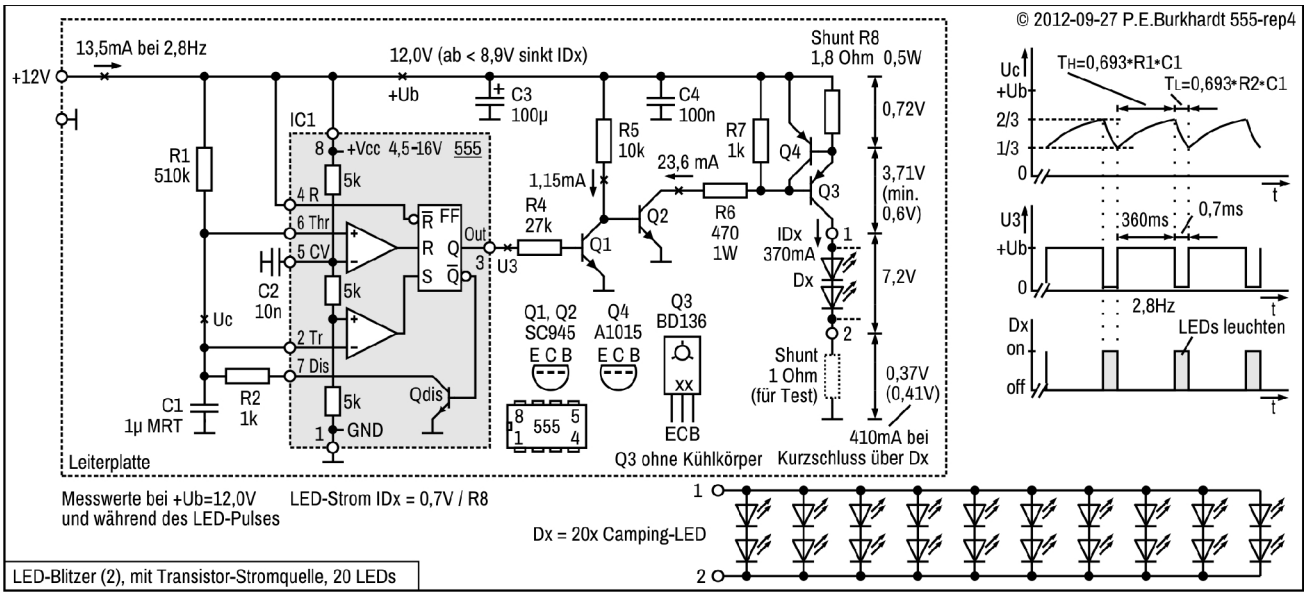
Stromregler IC2 benötigt bei dem eingestellten Strom mindestens 3,2 V, um regeln zu können. Das ist relativ viel, der eingestellte LED-Strom wird also erst ab 10,57 V Bordspannung erreicht.

Diese Spannungsverhältnisse hängen natürlich stark von der LED-Fluss-Spannung und der Anzahl der in Reihe geschalteten LEDs ab. Bei dieser Schaltung würden 3 LEDs in Reihe nicht mehr möglich sein.

LED-Blitzer (2), mit Transistor-Stromquelle, 20 LEDs

Eigenschaften:

- 20 LEDs aus einer Campingleuchte (jeweils 2 LEDs in Reihe)
- 555 als AMV mit kleinem Tastgrad
- LED-Strombegrenzung mit Transistor
- LED-Schalter mit Transistor



Schaltungsbeschreibung

Der 555-AMV arbeitet etwas abweichend von der Standard-Schaltung. C1 wird langsam über R1 aufgeladen, über R2 aber schnell entladen. Während dieser kurzen Entladephase führt Ausgang Pin 3 L-Potential, Q1 sperrt, Q2 schaltet durch und liefert Basisstrom für die pnp-Schaltstufe Q3. Die LEDs leuchten.

Transistor Q4 begrenzt den LED-Strom. Der Spannungsabfall über R8 ist gleichzeitig die Q4-Basis-Emitter-Spannung und proportional zum Q3-Emitterstrom. Steigt der Q3-Emitterstrom (und damit der LED-Strom) soweit an, dass die Q3-U_{BE} ca. 0,6 V erreicht, beginnt Q4 zu leiten. Dadurch wird zunehmend ein Teil des Q3-Basisstroms nach +Ub abgeleitet. Das bewirkt aber, Q3 steuert zu, der Q3-Kollektorstrom sinkt, d.h. der Erhöhung des LED-Stroms wird entgegengewirkt, der LED-Strom wird wie gewollt begrenzt.

Da die LEDs im Impulsbetrieb belastet werden, darf der Strom relativ hoch sein. Die Impulspause zur Abkühlung ist groß genug. Allerdings muss der maximal zulässige LED-Impulsstrom beachtet werden.

Spannungsverhältnisse

Die Strombegrenzung mit Transistor hat den Vorteil, dass für die Regelung minimal nur etwa 1,4 V benötigt werden (ca. 0,7 V Q3-U_{CE} und ca. 0,7 V Q4-U_{BE}). Das ist viel weniger als bei der Variante mit IC-Stromregelung (voriger Abschnitt).

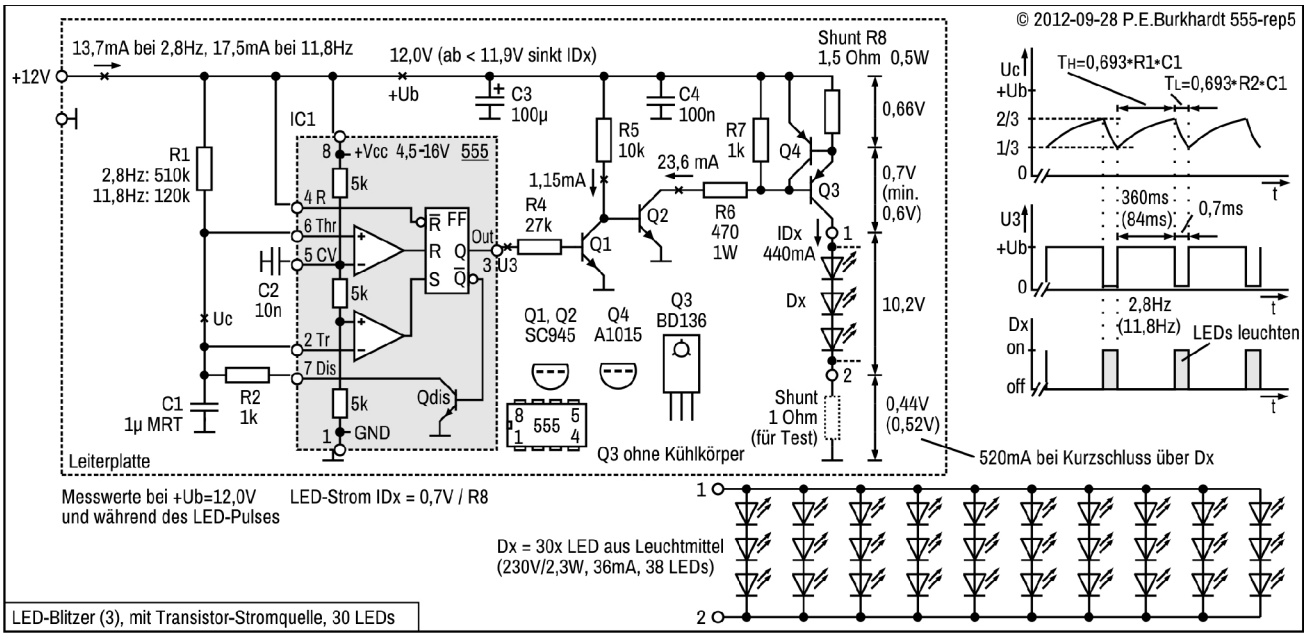
Zu beachten ist, dass Q3 in der kurzen LED-Leuchtphase (0,7 ms) aufgrund der Strombegrenzung nicht voll durchgesteuert ist. Q3 muss die restliche Spannung vernichten, die von den LEDs bei dem mit R8 eingestelltem LED-Strom nicht benötigt wird. In der Schaltung ergeben sich 3,71 V bei 370 mA.

Die Spannungsverhältnisse zeigen, dass 3 LEDs in Reihe geschaltet werden könnten.

LED-Blitzer (3), mit Transistor-Stromquelle, 30 LEDs

Eigenschaften:

- 30 LEDs aus 230V-Leuchtmittel (jeweils 3 LEDs in Reihe)
- 555 als AMV mit kleinem Tastgrad
- LED-Strombegrenzung mit Transistor
- LED-Schalter mit Transistor



Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung entspricht dem Blitzer im vorigen Abschnitt, allerdings wird hier die Kfz-Bordspannng voll ausgenutzt. Es sind jeweils 3 LEDs in Reihe geschaltet, so dass wenig Verluste entstehen.

Die hier benutzten LEDs sind höher belastbar als in der Schaltung mit Campingleuchten-LEDs. Damit ergibt sich eine höhere Helligkeit.

Spannungsverhältnisse

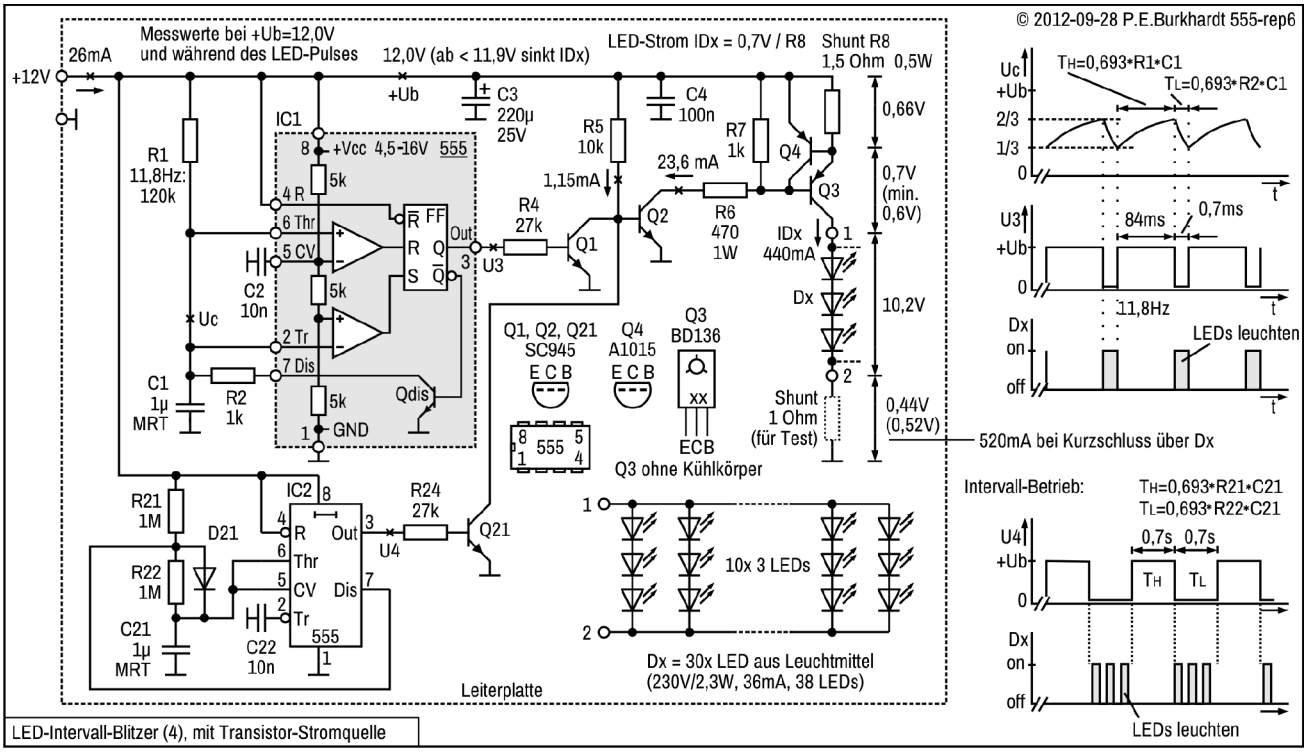
Entsprechend den Messungen (siehe Bild) sinkt der eingestellte LED-Strom von 440 mA bereits ab weniger als 11,9 V. Das ist aber nicht tragisch, da die Bordspannung ohne Belastung nie unter 12 V sinkt (andernfalls währe die Batterie tiefentladen oder defekt). Die Bordspannung wird also voll genutzt, über Q3 fallen bei Strombegrenzung nur noch 0,7 V ab. Die Q3-Belastung ist sehr gering.

Die Spannungsverhältnisse zeigen, dass 3 LEDs in Reihe für 12 V optimal sind.

LED-Intervall-Blitzer (4), mit Transistor-Stromquelle

Eigenschaften:

- 30 LEDs aus 230V-Leuchtmittel (jeweils 3 LEDs in Reihe)
- 555 als AMV mit kleinem Tastgrad
- LED-Strombegrenzung mit Transistor
- LED-Schalter mit Transistor
- Intervall-Schaltung mit zusätzlichem 555



Schaltungsbeschreibung

Zwei 555 arbeiten als AMV, der obere (IC1) als LED-Pulsgeber, der untere (IC2) als Intervallschalter. Die EIN/AUS-Intervalle sind gleich (jeweils 0,7 s). IC2 liefert also Impulse mit Tastgrad 0,5.

Die U4-Intervallimpulse (IC2-Ausgang Pin 3) werden mit Q21 invertiert, so dass sie den oberen LED-Pulsgeber so steuern, dass sich das intervallmäßige EIN/AUS-Schalten der LED-Pulse ergibt. Beide AMVs arbeiten asynchron, d.h. unabhängig voneinander.

Der 555-AMV mit IC1 arbeitet etwas abweichend von der Standard-Schaltung. C1 wird langsam über R1 aufgeladen, über R2 aber schnell entladen. Während dieser kurzen Entladephase führt Ausgang Pin 3 L-Potential, Q1 sperrt, Q2 schaltet durch und liefert Basisstrom für die pnp-Schaltstufe Q3. Die LEDs leuchten.

Transistor Q4 begrenzt den LED-Strom. Der Spannungsabfall über R8 ist gleichzeitig die Q4-Basis-Emitter-Spannung und proportional zum Q3-Emitterstrom. Steigt der Q3-Emitterstrom (und damit der LED-Strom) soweit an, dass die Q3-U_{BE} ca. 0,6 V erreicht, beginnt Q4 zu leiten. Dadurch wird zunehmend ein Teil des Q3-Basisstroms nach +Ub abgeleitet. Das bewirkt aber, Q3 steuert zu, der Q3-Kollektorstrom sinkt, d.h. der Erhöhung des LED-Stroms wird entgegengewirkt, der LED-Strom wird wie gewollt begrenzt.

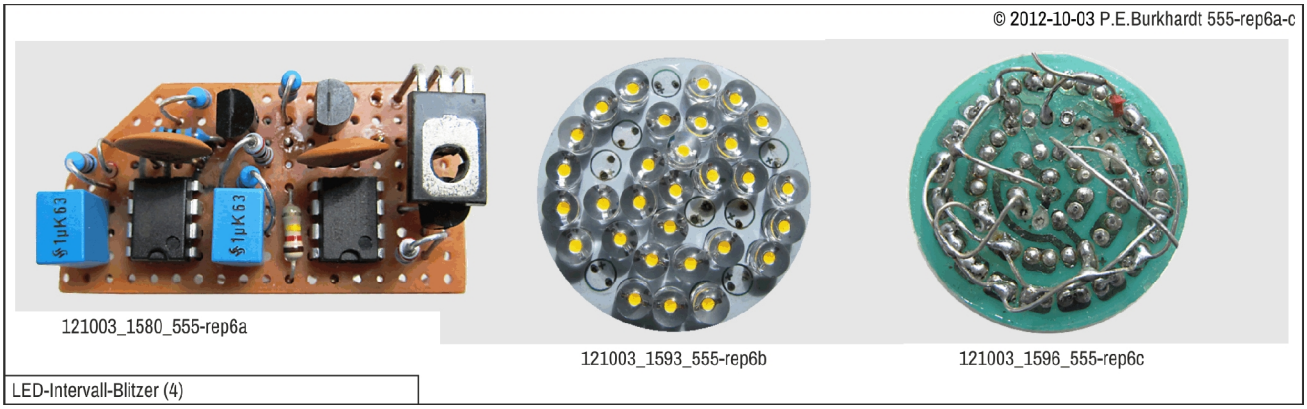
Da die LEDs im Impulsbetrieb belastet werden, darf der Strom relativ hoch sein. Die Impulspause zur Abkühlung ist groß genug. Allerdings muss der maximal zulässige LED-Impulsstrom beachtet werden.

Spannungsverhältnisse

Die Kfz-Bordspanng wird voll ausgenutzt. Es sind jeweils 3 LEDs in Reihe geschaltet, so dass wenig Verluste entstehen.

Für die LEDs wurde ein 230V-Leuchtmittel so umgelötet, dass sich 10 Reihen zu 3 LEDs ergeben. Ursprünglich waren 38 LEDs auf der Platte. 8 LEDs wurden ausgelötet, um so die neue Verdrahtungsstruktur realisieren zu können.

Die LEDs sind mit 44 mA je LED-Zweig (440 mA gesamt) noch nicht voll ausgelastet. Normalerweise vertragen LEDs, die mit 36 mA Dauerstrom arbeiten, mindestens den doppelten Impulsstrom. 720 mA wären also problemlos möglich. Das Schaltbild zeigt die gemessenen Werte.



Intervall-Blitzer Leiterplatte, LED-Platte und Rückseite der LED-Platte

Fazit

Die Helligkeit ist ausreichend. Die Stromaufnahme ist mit durchschnittlich 26 mA sehr gering. Wo es nicht stört, könnte der Blitzer zusammen mit dem Chaser LS937 nachts im Dauerbetrieb laufen, ohne dass die Kfz-Batterie morgens leer ist.

Die einfache Steuerung als regelmäßges EIN/AUS-Schalten der LED-Blitze ist zwar nicht ganz so optimal wie ein zufallsgesteuerter Schalter. Die Schaltung wäre dann aber aufwändiger.

IR-Bewegungsmelder BM180 (Pollin)

Bewegungsmelder für den Marderschreck

IR-Bewegungsmelder BM180

Bewegungsmelder auf Basis eines IR-Sensors (Infra-Rot-Sensor) erfassen durch die eingebaute Fresnell-Linse und entsprechende Schaltungstechnik tatsächlich nur die Bewegung eines Objektes. Alle Körper senden Wärmestrahlung aus, die sich bei Bewegung durch die ungleiche Körperoberfläche oder die Wärme des Körpers im Vergleich zur Umgebung ändert. Diese Änderung ist ein Maß für die Bewegung, wenn zeitlich zweierlei Temperaturen durch den Sensor wahrgenommen werden.

Das bedeutet, die absolute (sich nicht ändernde) Temperatur spielt keine Rolle und wird nicht erfasst. Das bedeutet weiterhin, die Motorwärme nach dem Abstellen des Fahrzeugs oder die sich langsam ändernde Außentemperatur, wenn es Nacht wird, löst den Bewegungsmelder nicht aus.

Somit kann ein Bewegungsmelder den Marder erkennen und die akustische und optische Abwehr starten. Der Marderschreck sollte dann einige Zeit seine Arbeit tun und sich wieder abschalten.

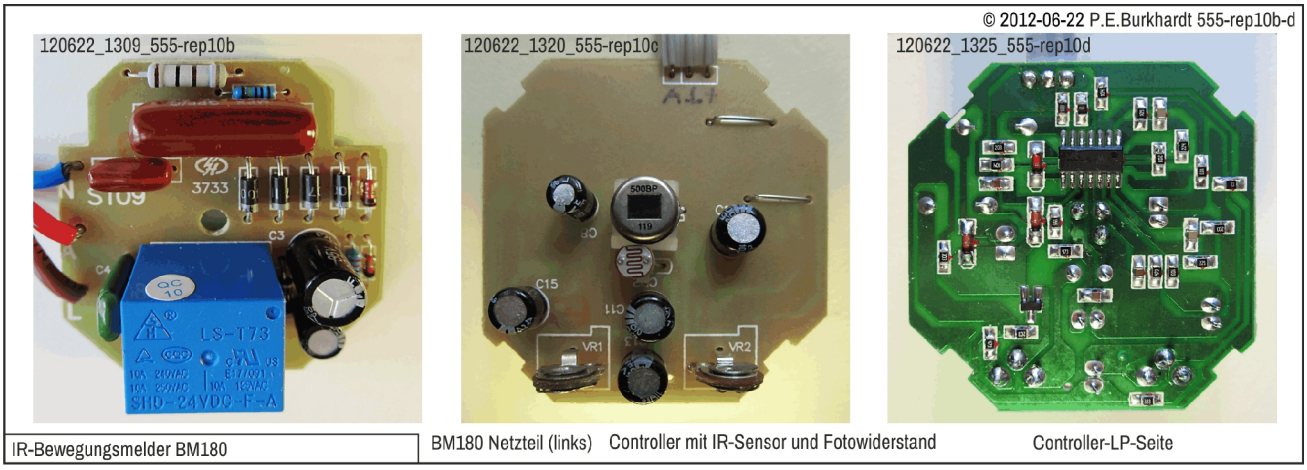
Sinn der ganzen Geschichte ist, dass einerseits der Marderschreck nicht die ganze Nacht läuft und andere Tiere (oder Menschen) in der Umgebung stört, dass andererseits die Belastung der Kfz-Batterie minimiert wird.

Warum es für das Auto keinen Marderschreck mit Bewegungsmelder zu kaufen gibt (lt. meiner Recherche im Web) ist mir rätselhaft.

Die nachfolgenden Abschnitte sind das Ergebnis der Suche nach einem geeigneten kostengünstigen Bewegungsmelder.

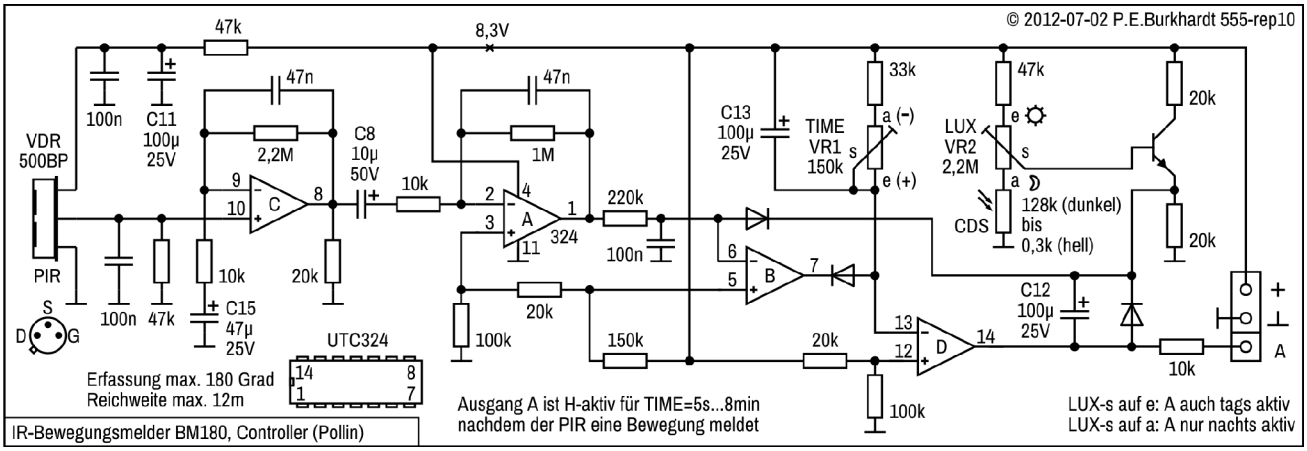
Beschreibung IR-Bewegungsmelder BM180

Der Bewegungsmelder BM180 hat 180 Grad Erfassungsbereich, Netzanschluss und ein Relais mit Schließer.

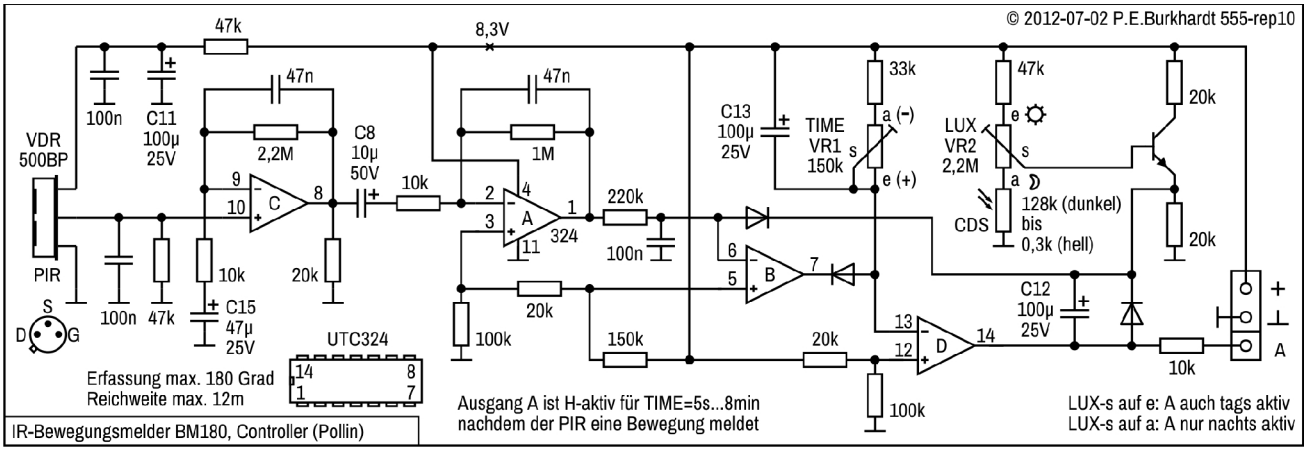


IR-Bewegungsmelder BM180 BM180 Netzteil (links) Controller mit IR-Sensor und Fotowiderstand Controller-LP-Seite

Netzteil und Controller befinden sich auf getrennten Leiterplatten, die übereinander gestapelt sind.



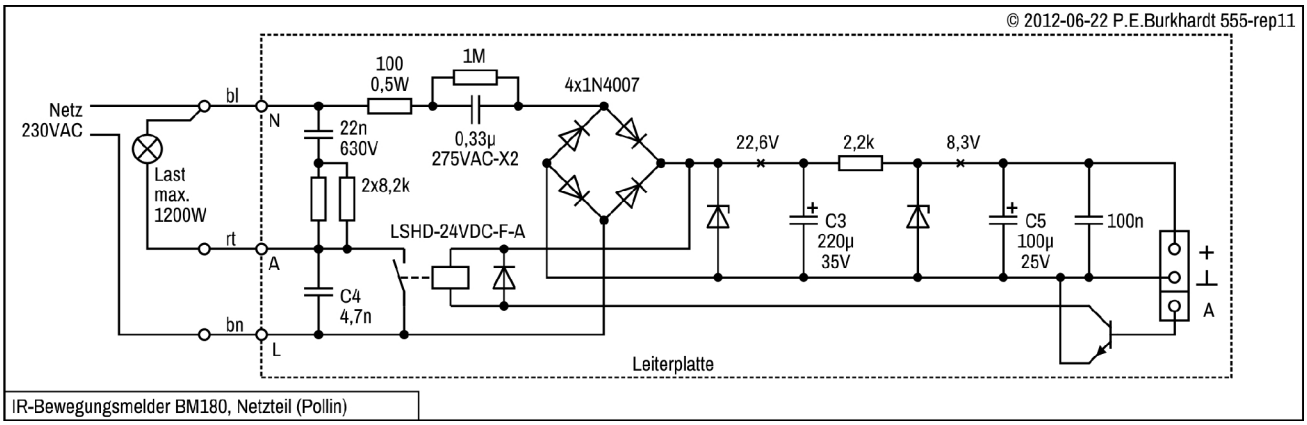
IR-Bewegungsmelder BM180, Controller (Pollin)



(Bild-Wiederholung)

Zur Schaltung sei hier nur bemerkt, dass mit dem Poti VR1 (TIME) maximal 8 min Aktivzeit einstellbar sind. Das reicht für die Marderschreck-Anwendung. Das Poti VR2 (LUX) legt den Helligkeits-Schwellwert fest, ab dem der Bewegungsmelder aktiviert wird. VR1 kann so eingestellt werden, dass der BM180 immer arbeitet (tags und nachts).

Der Controller wird von einem Kondensator-Netzteil versorgt, hat also direkte Verbindung zum 230V-Netz.



Die Netzteil-Leiterplatte enthält neben Gleichrichtung und Z-Dioden-Stabilisierung auch das Relais mit dem Treibertransistor.

Netzteil und Controller sind mit 3 Leitungen verbunden. Der Anschluss nach außen ist ebenfalls 3-polig für Netz-Phase (L), Null (N) und Relaiskontakt (Last, A).

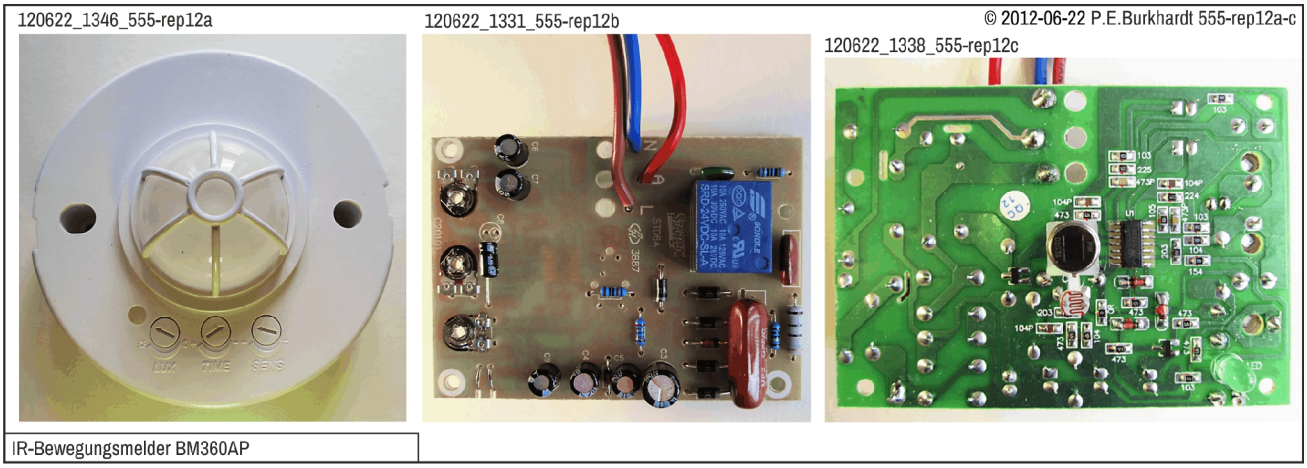
Anwendung für den Marderschreck

Das Netzteil müsste auf 12 V Eingangsspannung umdimensioniert werden. Außerdem sollten weiterhin 8,3 V für den Controller zur Verfügung stehen. Auch das 24V-Relais müsste gegen ein 12V-Relais getauscht werden.

Mechanisch ist das Gerät BM180 etwas ungünstig. Das im Folgenden beschriebene BM360 erwies sich geeigneter.

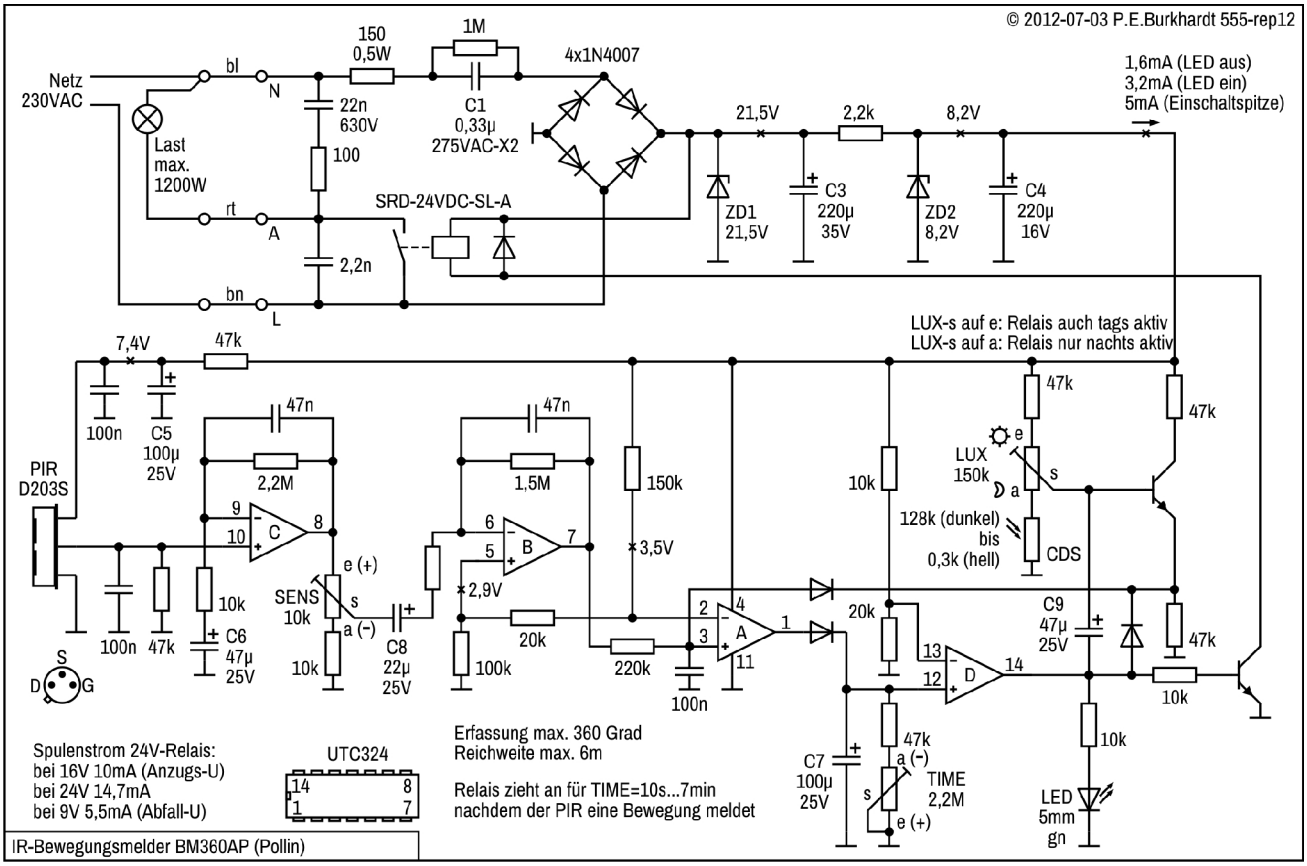
IR-Bewegungsmelder BM360AP (Pollin)

Der Bewegungsmelder BM360 hat 360 Grad Erfassungsbereich, Netzanschluss und ein Relais mit Schließer. Netzteil und Controller sind zusammen auf einer Leiterplatte angeordnet.



IR-Bewegungsmelder BM360AP

Die Schaltung ist ähnlich der des BM180, allerdings mit zusätzlicher Einstellmöglichkeit der Empfindlichkeit. Diese Eigenschaft und der 360°-Erfassungsbereich lassen das Gerät für den Marderschreck-Einsatz geeignet erscheinen.



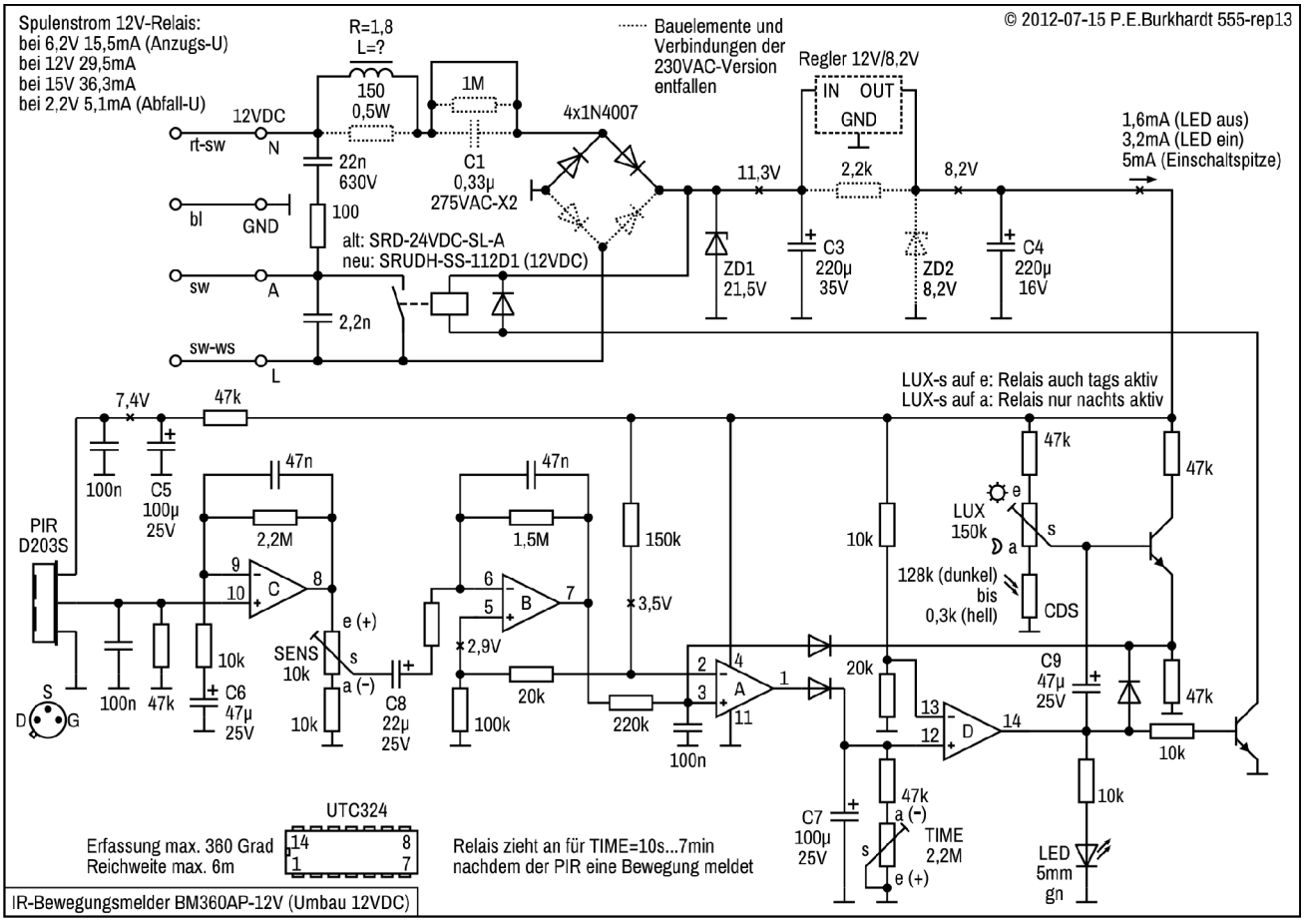
IR-Bewegungsmelder BM360AP (Pollin)

Auch hier muss für den Kfz-Einsatz das Netzteil auf 12 V umgestellt werden. Das Relais ist durch ein 12V-Relais zu ersetzen. Die Controller-Schaltung kann bleiben.

Vorteilhaft ist der geringe Stromverbrauch (siehe gemessene Werte). Im nächsten Abschnitt ist der Umbau beschrieben.

IR-Bewegungsmelder BM360AP-12V (Umbau 12VDC)

Der Umbau besteht hauptsächlich im Weglassen von Netzteil-Bauelementen. Allerdings ist eine Stabilisierung der 8,2V-Versorgungsspannung nötig. Die Regelschaltung ist weiter unten beschrieben.



Änderungen im Netzteil

Alle gestrichelt gezeichneten Bauelemente werden entfernt. Die neu eingefügte Drossel am 12V-Anschluss soll hochfrequente Spitzen des Kfz-Bordnetzes von der Schaltung fernhalten. Es ist eine Drossel mit Ferritkörper aus dem Zeilenfrequenzteil eines CRT-TV-Empfängers. Die Induktivität ist nicht bekannt, sollte aber möglichst hoch bei geringem ohmschen Widerstand sein.

Eine Hälfte der Diodenbrücke bleibt und dient als Verpolungsschutz. Z-Diode ZD1 schadet nicht und begrenzt ggf. eine Spannungsspitze.

Die Stabilisierung mit ZD2 wird durch einen Regler ersetzt, der gleichzeitig eine Unterspannungsüberwachung enthält.

Beim Tausch des Relais ist auf Baugröße und Strombedarf zu achten. Im Bild sind die Werte des 12V-Relais eingetragen. Der Treibertransistor sollte selbst den gemessenen 15V-Maximalstrom sicher verkraften. Der Schließer muss wenigstens 1 A schalten können, da über ihn die Versorgung des Marderschrecks inkl. LED-Intervallblitzer erfolgt.

Schaltung des Controllers

Der PIR-Sensor D203 ist in vielen ähnlichen Bewegungsmeldern zu finden. Das Signal wird intern verstärkt und steht am Pin 2 FET-entkoppelt relativ niederohmig zur Verfügung. Die weitere Signalverarbeitung erledigt der 4-fach-OPV 324 (LM324).

Im Signalweg sind verschiedene Zeitkonstanten wirksam, die im Zusammenhang mit der vorgesetzten Fresnell-Linse für eine gute Bewegungserkennung sorgen.

Wichtig ist der Empfindlichkeitsregler SENS, mit dem im doch recht engen Motorraum die Empfindlichkeit reduziert werden kann, damit es nicht oder selten zu einer Fehlauslösung kommt.

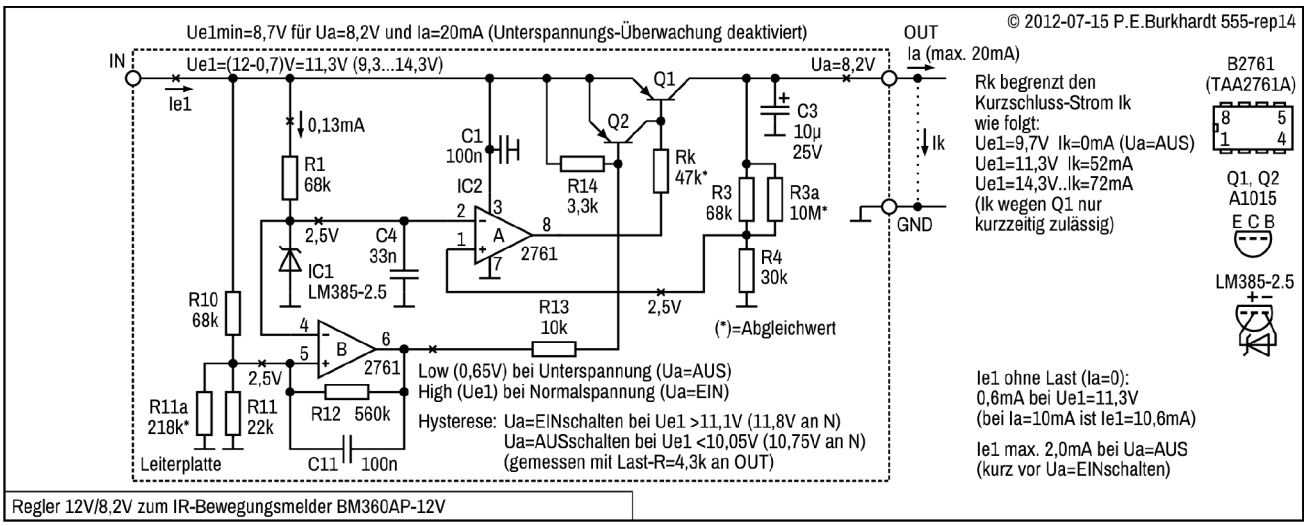
Der TIME-Regler wird sinnvollerweise auf 2 bis 3 min eingestellt. Das sollte reichen, um einen Marder zu vertreiben. Übrigens stört eine Fehlauslösung kaum, da dann nur eben diese 2 bis 3 min das nicht hörbare akustische Signal ertönt und das LED-Licht flackert.

Sollte während der Aktivzeit eine weitere Bewegung erkannt worden sein, beginnt die Aktivzeit neu, d.h. es wird nachgetriggert.

Der LUX-Regler muss am Sonnen-Ende (e) stehen, da der Bewegungsmelder auch tags arbeiten soll.

Regler 12V/8,2V mit Unterspannungsüberwachung

Im Netzteil des 12VDC-Bewegungsmelders (siehe voriger Abschnitt) liegt eine Schutzdiode in Serie zur Versorgungsspannung. Dadurch verbleiben von den nominal 12 V nur noch 11,3 V als Eingangsspannung. 8,2 V sollen zur Verfügung stehen. Gewählt wurde ein diskreter Low-Dropout-Regler. Es ergab sich die folgende Schaltung.

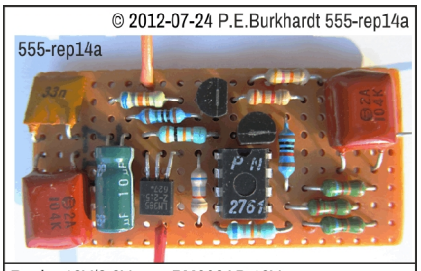


Regler 12V/8,2V zum IR-Bewegungsmelder BM360AP-12V

Wirkungsweise

Zunächst soll nur die Regelung betrachtet werden (ohne die Bauelemente um den OPV 2762:2 und Q2). OPV 2761:1 vergleicht die IC1-Referenzspannung mit der geteilten Ausgangsspannung (Knoten R3-R4). Bei Gleichheit (beide OPV-Eingänge 2,5 V) stellt sich der mit dem Teilerverhältnis R3/R4 festgelegte Ausgangsspannungswert ein, in diesem Fall 8,2 V.

Dazu wird der pnp-Regeltransistor Q1 mehr oder weniger vom 2761:1-Ausgang (Pin 8) durchgesteuert. Transistor Q2 und Widerstand R14 gehören zur Unterspannungsüberwachung und sind für die Regelung nicht erforderlich.



Regler 12V/8,2V zum BM360AP-12V

Reglerplatine vor dem Einbau

Der OPV 2761:2 vergleicht dagegen die 2,5V-Referenzspannung mit der Eingangsspannung Ue1. Der Teiler R10-R11 legt fest, wie hoch die Eingangsspannung sein muss, damit Ausgang Pin 6 auf High liegt. In diesem Fall ist Q2 gesperrt und dem Längsregler Q1 wird kein Basisstrom entzogen, d.h. Q1 kann seine Arbeit tun.

Sinkt die Eingangsspannung Ue1 unter den mit R10-R11 festgelegten Wert, sinkt auch das 2761:2-Ausgangspotential und Q2 wird durchgesteuert. Das heißt aber, die Q1-U_{BE}-Strecke wird niederohmig. Dem Transistor Q1 wird der Basisstrom entzogen, Q1 sperrrt, die Ausgangsspannung Ua ist abgeschaltet.

Zwischen Ue1-Einschaltwert und Ausschaltwert besteht eine Hysterese, deren Wert mit R12 beeinflusst werden kann. Im konkreten Fall ergaben sich die im Bild angegebenen Werte.

Die Schaltung ist kurzzeitig kurzschlussfest, der Kurzschluss-Strom wird durch Widerstand Rk bestimmt. Der genaue Wert hängt bei einem vorgegebenen Kurzschluss-Strom von der Q1-Stromverstärkung ab, muss also abgeglichen werden. Soll die Schaltung dauernd kurzschlussfest sein, muss Q1 ein Leistungstransistor sein (BD136).

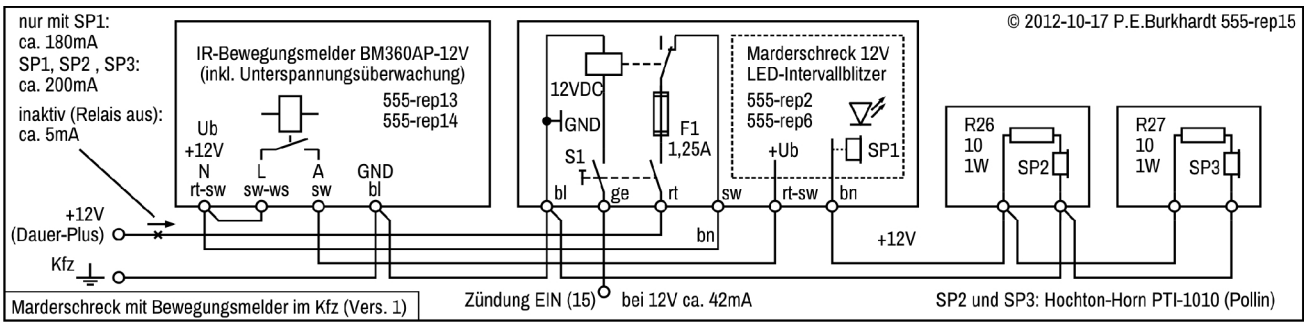
Das Abschalten der Ausgangsspannung bei zu niedriger Eingangsspannung ist notwendig, um die Tiefentladung der Kfz-Batterie im Falle eines Defekts des Marderschreck-Gerätes zu verhindern.

Marderschreck mit Bewegungsmelder im Kfz (Vers. 1)

Zum Marderschreck Version 1 gehören folgende Baugruppen:

- IR-Bewegungsmelder BM360AP-12V (Umbau 12VDC) inkl. Unterspannungsüberwachung
- Marderschreck 12VDC (mit Piezo-Lautsprecher SP1) inkl. LED-Intervallblitzer
- Zündung-EIN-Abschaltung, Hand-Abschaltung, Sicherung (im Marderschreck-Gehäuse)
- Piezo-Lautsprecher SP2
- Piezo-Lautsprecher SP3

Das folgende Bild zeigt die Verdrahtung.



Schalter S1 (im Marderschreck-Gehäuse) trennt alle Baugruppen vom Bordnetz, sinnvoll z.B. für den Werkstatt-Aufenthalt. Die Spannungsversorgung von Dauer-Plus ist zusätzlich abgesichert. Zum Leitungsschutz (z.B. bis zum Sicherungskasten des Kfz) muss eine entsprechende Sicherung vorgeschaltet sein.

Bei Zündung EIN (normalerweise Klemme 15) zieht das Relais an und unterbricht so die Spannungsversorgung. Während der Fahrt wird ja der Marderschreck nicht benötigt.

Sobald der IR-Bewegungsmelder aktiv ist, d.h. sobald eine Bewegung erkannt wird, schließt der Relais-Kontakt im Bewegungsmelder. Marderschreck und LED-Intervall-Blitzer erhalten jetzt +12 V und können arbeiten. SP1, 2 und 3 sowie der Intervallblitzer sind aktiv. Ist die eingestellte Aktivzeit des IR-Bewegungsmelders abgelaufen, fällt das Relais wieder ab, der Kontakt öffnet sich, der Marderschreck ist wieder abgeschaltet.

Das Abschalten nach der eingestellten Aktivzeit erfolgt aber nur, falls keine neue Bewegung innerhalb der Aktivzeit erkannt wurde. Bei Bewegung innerhalb der Aktivzeit beginnt die eingestellte Zeit neu, d.h. die gesamte aktive Zeit verlängert sich entsprechend.

Das Bewegungsmelder-Relais kann natürlich nur anziehen, wenn die Unterspannungsüberwachung nicht angesprochen hat. Das Aktivieren ist nur bei einer Kfz-Bord-Spannung ab 11,8 V möglich. Das Abschalten erfolgt, wenn die Bord-Spannung auf unter 10,75 V sinkt. Dieser Abschaltwert ist zwar relativ niedrig (Batterie wäre schon tiefentladen), doch maßgebend ist der Einschaltwert von 11,8 V. Normalerweise ist der Marderschreck abgeschaltet und braucht zum Einschalten diese 11,8 V.

Die Gesamtstromaufnahme ist relativ gering, gemessen an der abgegebenen Leistung an 3 Lautsprecher und zusätzlich das LED-Blitzen. Im inaktiven Überwachungs-Modus fließen nur ca. 5 mA, ein für die Kfz-Batterie unbedeutender Wert. Die Anlage kann also stets eingeschaltet bleiben. Schalter S1 ist eigentlich nur erforderlich, wenn die Lichtblitze bei Werkstatt-Arbeiten im Motorraum stören sollten.