

Kfz-Innenbeleuchtung mit SIPMOS-Transistor verzögert abschalten

Jeder Autofahrer empfindet es als angenehm, wenn bei Dunkelheit die Innenbeleuchtung seines Fahrzeugs nach dem Einsteigen und Schließen der Türe noch eine Zeitlang an bleibt, damit man Zünd- und Sicherheitsgurtschloß nicht ertasten muß. Erfahrungsgemäß sollte die Abschaltverzögerung mindestens acht Sekunden betragen, im allgemeinen aber auch nicht länger als 15 s sein, da sie sonst beim Wegfahren den Fahrer blenden könnte.

Obwohl die Aufgabe leicht erscheint, ist in der Praxis doch ein gewisser elektronischer Schaltungsaufwand nötig, da ein zunächst sehr niederohmiger ($\approx 1 \Omega$) Verbraucher geschaltet werden muß, eine verhältnismäßig lange Zeitkonstante benötigt wird und die Gesamtschaltung auch – wie eben im Kfz-Einsatz erforderlich – störimpulsfest sein muß. Außerdem soll der elektronische Schalter die mögliche Leuchtstärke nicht merklich vermindern, d. h. der Spannungsabfall an diesem Schalter soll möglichst klein sein (zumindest unter 0,5 V liegen). Weiter ist zu fordern, daß die Zusatzeinrichtung – obwohl sie ständig funktionsbereit sein muß – keinen oder nur einen verschwindend kleinen (unter 0,1 mA) Ruhestrom aufnimmt.

Die bislang bekannten Schaltungen arbeiten, wenn sie vollelektronisch, d. h. ohne Relais aufgebaut sind, im allgemeinen mit einem Darlingtons-Leistungstransistor, wobei dann noch etwa 15 weitere diskrete Bauelemente benötigt werden. Der Spannungsabfall beträgt also etwa 1 V, und der Bauelementeaufwand ist nicht gering.

Im folgenden wird gezeigt, daß sich unter Verwendung eines SIPMOS®-Transistors mit nur wenigen Zusatzelementen eine Abschaltverzögerung für die Innenbeleuchtung in Kraftfahrzeugen bauen läßt, die folgende Eigenschaften aufweist:

- Nur sehr kleiner Spannungsabfall am Schaltglied (z. B. $\approx 0,2$ V) und dadurch

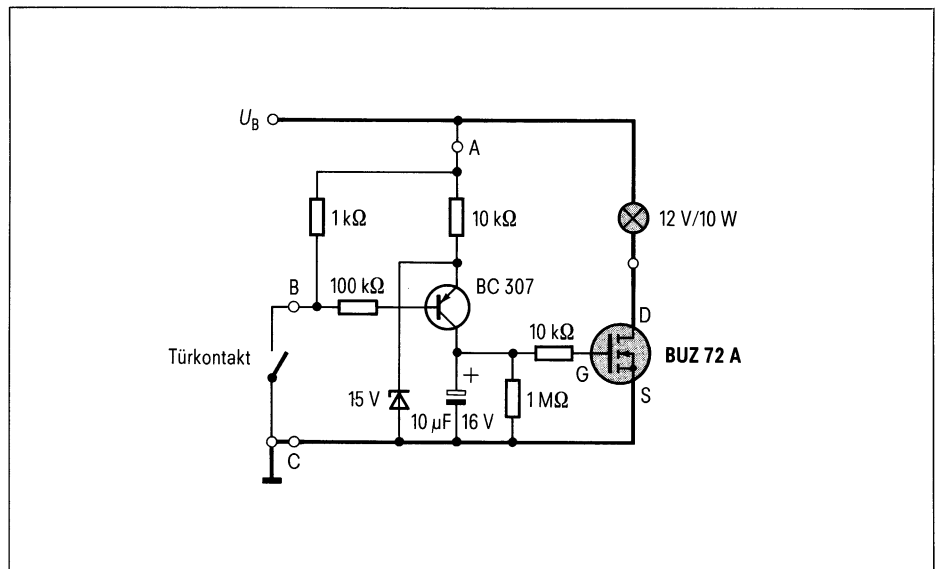


Bild 1 Abschaltverzögerungsschaltung für eine Glühlampe mit SIPMOS-Transistor für 12-V-Bordnetz

keine merkbare Beeinträchtigung der möglichen Leuchtstärke;

- kein abrupter Übergang von hell auf dunkel, d. h. physiologisch angenehmes Abschaltverhalten;
- Schonung der Glühlampe beim Einschaltvorgang durch Abflachung der Spannungsflanke, d. h. durch Vermeidung eines hohen Einschaltstromimpulses;
- mögliche Leuchtstärke auch bei höherem Übergangswiderstand im Türkontakt voll gewährleistet.

Darüber hinaus wurde die Schaltung so konzipiert, daß trotz ihrer ständigen Funktionsbereitschaft kein Ruhestrom benötigt wird und daß eine hohe Störimpulsfestigkeit (bis zu ± 100 V) vorhanden ist.

Die gesamte Schaltung zur Abschaltverzögerung ist im **Bild 1** zu sehen. Am Gate des sich im Hauptstromkreis befindlichen SIPMOS-Transistors ist über einen 10-k Ω -Widerstand ein RC-Glied gegen Masse (Source) angeschlossen.

Im Ruhezustand ist der Kondensator (10 μ F) vollständig entladen, d. h. der SIPMOS-Transistor gesperrt. Beim Öffnen der Tür (Schließen des Türkontaktes) wird dagegen der Kleinsignaltransistor BC 307 leitend und der Kondensator über den 10-k Ω -Widerstand, der zwischen Emitter und der Betriebsspannung U_B liegt, auf etwa 0,9 U_B aufgeladen, wobei die Zeitkonstante 0,1 s beträgt. Dadurch befindet sich nun der SIPMOS-Transistor im »Ein«-Zustand. Wegen des praktisch fast unendlich hohen Eingangswiderstandes am Gate entlädt sich der Kondensator nach dem Schließen der Autotür, d. h. nach dem Sperren des Transistors BC 307, nur über den 1-M Ω -Widerstand, also mit einer nominalen Zeitkonstante von 10 s. Erst wenn die am Gate anliegende Spannung einen gewissen Wert (Schwellspannung) unterschritten hat, ist die Glühlampe wieder erloschen. Knapp davor gibt es aber einen stetigen Übergang von hell auf dunkel, weil hier ein Bereich der Gate-

spannung durchlaufen wird, in dem der SIPMOS-Transistor nicht mehr den vollen Strom leiten kann. Die Verhältnisse sind im **Bild 2** grafisch veranschaulicht. Die Spannungs-Zeit-Kurve ist für die Steuerung maßgebend. Die Stromkurve ergibt sich aus der Übertragungscharakteristik des betreffenden SIPMOS-Transistors (s. Datenbuch). Berücksichtigt werden muß natürlich, daß in dieser Zeitphase eine erhöhte Verlustleistung P im SIPMOS-Transistor auftritt, was die entsprechende Kurve erkennen läßt. Der beim sanften Einschalten auftretende Verlustenergie-Impuls ist dagegen vernachlässigbar, da ja die Zeitkonstante um den Faktor 100 kleiner ist.

Wenn man den preisgünstigen SIPMOS-Typ BUZ 72 A einsetzt, ergibt sich für die Abschätzung der effektiven Verlustleistung während einer Arbeitsphase ($t = 0$ bis t_E) unter den bislang angenommenen Verhältnissen bei Raumtemperatur ein Wert von etwa 0,5 W. Der Hauptanteil davon wird vom Abschaltimpuls verursacht und ist somit unabhängig vom Durchlaßwiderstand. Bei erhöhter Temperatur wächst nur der kleinere Anteil auf maximal das Doppelte, so daß man im ungünstigsten Fall mit 0,7 W rechnen muß. Dieser Wert ist im wesentlichen unabhängig von der Zeitkonstante, da z. B. bei einer größeren Zeitkonstante zwar das Durchlaufen des verlustreichen Gebiets verlangsamt, aber auch die gesamte Phase (Zeit t_E) entsprechend verlängert wird. Im allgemeinen tritt außerdem die abgeschätzte maximale mittlere Verlustleistung nur sehr selten auf; allein wenn eine Tür genau im Zeittakt t_E ständig kurz geöffnet und dann wieder geschlossen wird, kann diese Verlustleistung im SIPMOS-Transistor auch länger entstehen. Daraus folgt, daß keine besonderen Maßnahmen zur Abführung der Verlustwärme erforderlich sind.

Die Schaltung ist störimpulsfest bis zu ± 100 V, da die beiden Halbleiterbauelemente entsprechend ausgelegt oder geschützt sind. Vom BC-Transistor werden negative Impulse durch die Z-Diode ferngehalten und positive auf 15 V begrenzt. Der SIPMOS-Transistor weist eine Spannungsfestigkeit von 100 V auf. Negative Störimpulse werden durch seine innere Inversdiode abgeleitet.

Der 10-k Ω -Widerstand in der Gate-Zuleitung hat die Aufgabe, wilde Schwingungen zu unterbinden. Der 1-k Ω -Widerstand zwischen dem Türkontakt-Eingang und U_B ist erforderlich, da man

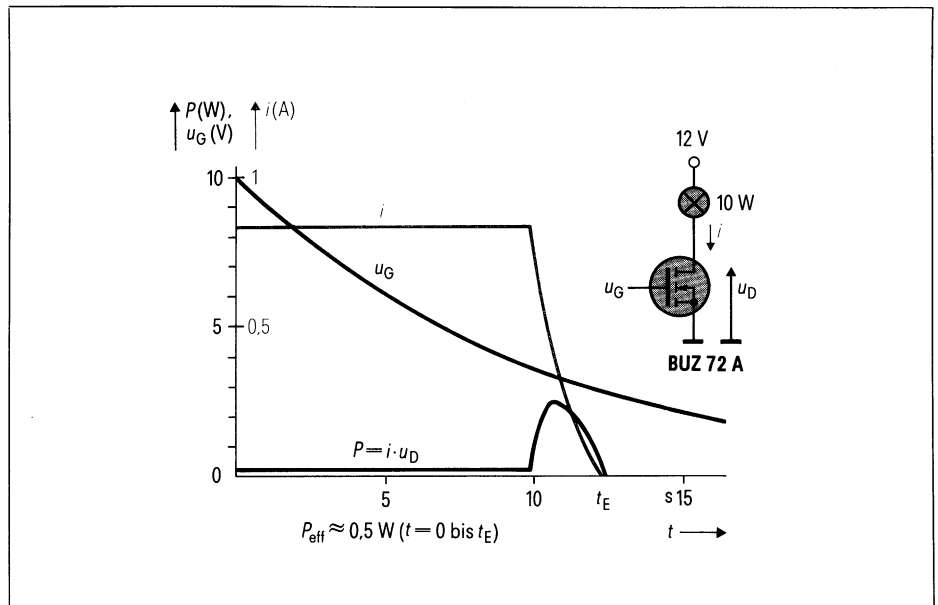


Bild 2 Strom durch den Verbraucher und Verlustleistung im SIPMOS-Transistor bei exponentieller Abnahme der Gatespannung (Zeitkonstante $\tau = 10$ s; Gatespannung am Beginn (u_G) $_{t=0} = 10$ V)

damit rechnen muß, daß bei offenem Kontakt der Widerstand gegen Masse nicht beliebig hoch ist (z. B. Feuchtigkeitsnebenschluß). Wenn man wegen des Selbstreinigungseffektes eine erhöhte Kontaktbelastung wünscht, müßte man diesen Widerstand noch niederohmiger dimensionieren, z. B. 120 Ω / 2 W.

Die Verzögerungsdauer t_E hängt von der Höhe der Bordnetzspannung U_B ,

der tatsächlichen Zeitkonstante RC und dem tatsächlichen Wert der Gate-Schwellenspannung ab, wobei die am stärksten toleranzbehafteten Größen, nämlich die Kapazität des Elektrolytkondensators und die Gate-Schwellenspannung, auch noch temperaturabhängig sind. In der Praxis muß man also mit entsprechenden Streuungen rechnen, falls man nicht eine Anpassung (z. B. mit dem R -Wert) oder eine

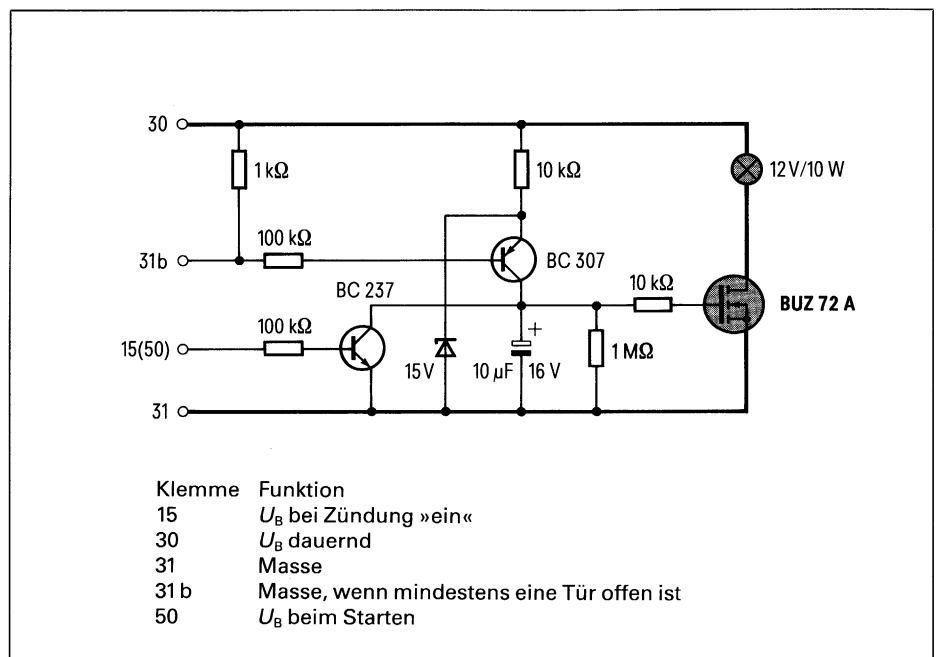


Bild 3 Schaltungsvariante mit Einbeziehung der Zündschlüsselstellung

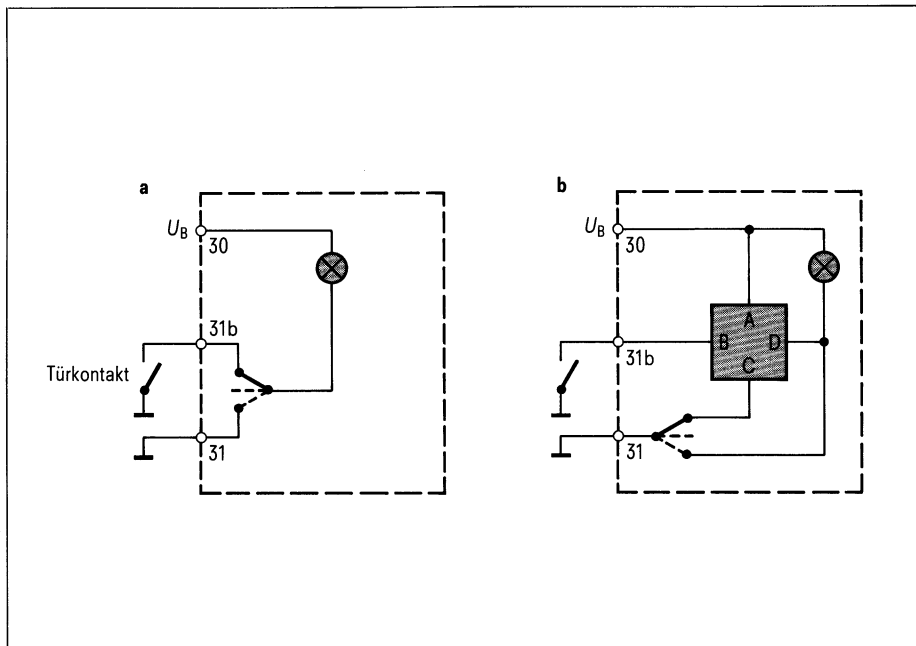


Bild 4 Schaltungen für die Innenbeleuchtung eines Kraftfahrzeugs

a übliche Anordnung ohne Elektronik,

b Anordnung mit der beschriebenen Elektronikbaugruppe

Einengung (z. B. des C-Wertes) vornimmt. Für den vorgesehenen Zweck dürfte es aber unerheblich sein, wie lang die Leuchtdauer tatsächlich ist, wenn nur eine bestimmte Mindest- sowie Maximalzeit eingehalten wird. Eine zu kurze Verzögerungszeit würde nämlich den Wert der Zusatzeinrichtung in Frage stellen. Andererseits ist aber auch eine zu lange Zeit unerwünscht, weil – wie schon erwähnt – der Fahrer hierdurch bei Dunkelheit die erste Wegstrecke geblendet werden kann. Letzteres läßt sich jedoch umgehen, wenn man die im **Bild 3** zu sehende Schaltungsvariante einsetzt. Bei dieser ist die Grundfunktion in der Weise ergänzt, daß die Innenraumbelichtung beim Einschalten der Zündung (Anschluß an Klemme 15) oder beim Starten des Motors (Anschluß an Klemme 50) verlischt, falls die Verzögerungszeit nicht sowieso schon abgelaufen war. Im ersten Fall erfolgt auch kein Aufleuchten, wenn bei eingeschalteter Zündung eine Tür geöffnet wird. Der Mehraufwand in der Schaltung (ein BC-Transistor und ein Widerstand) ist unerheblich, doch ist nun eine zusätzliche Leitung samt Stecker im Bordnetz erforderlich.

Im **Bild 4** ist zu erkennen, wie die im **Bild 1** zu sehende Elektronikbaugruppe in der Leuchte zu verdrahten ist. Im allgemeinen befindet sich bei der Leuchte noch ein Schalter, mit dem man eine der folgenden drei Funktionen auswählen kann:

- Betätigung der Beleuchtung durch die Türen,
 - Beleuchtung ständig ausgeschaltet,
 - Beleuchtung ständig eingeschaltet.
- Die übliche Anordnung (ohne Elektronik) ist im **Bild 4a** zu sehen. Wenn man die Elektronik unter Beibehaltung der gebräuchlichen Schalterkonstruktion in die Leuchte einfügte, hätte das zur Folge, daß die Verzögerung auch dann wirkt, wenn man die Lampe von Hand direkt einschaltet. Daß dann beim Abschalten das Licht nicht sofort erlischt, ist ein zumindest unerwarteter, in manchen Fällen sogar unerwünschter Effekt. Eine mögliche und zweckmäßige Umkonstruktion, bei der der Schalter nur umgedreht erscheint, ist im **Bild 4b** zu sehen: Die drei Schalterstellungen ergeben jetzt wieder das gewohnte, oben beschriebene Verhalten. Bei einem 24-V-Bordnetz sind folgende Umdimensionierungen bzw. Ergänzungen vorzunehmen:
- 30-V-Z-Diode (statt 15 V),
 - BUZ 73A (statt BUZ 72A),
 - 12-V-Z-Diode parallel zum RC-Glied.

Falls die Leistung der Beleuchtungsanordnung viel mehr als 10 W beträgt (z. B. 20 W), müßte der SIPMOS-Transistor mit einem kleinen Kühlkörper versehen werden. Überdies könnte und sollte man in diesem Fall auf einen Typ mit niedrigerem Durchlaßwiderstand übergehen.

Helmut Rabl