

Schaltungsanordnung zur Reduzierung der beim Schließen und Öffnen eines kapazitiv und ohmisch belasteten Schalters auftretenden Schaltleistung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Schaltungsanordnung zur Reduzierung der beim Schließen und Öffnen eines Schalters auftretenden Schaltleistung, dem eine Kapazität parallel geschaltet ist, die über ihren ersten Anschluß und einen ersten Widerstand mit dem spannungsführenden Pol und über ihren zweiten Anschluß mit dem geerdeten Pol einer ersten Gleichspannungsquelle verbunden ist.

- 5 Das Digitalsignal-Multiplexgerät DSMX64K/2F zur Bündelung oder Trennung von einunddreißig synchronen 64-kbit/s-Signalen oder dreißig Fernsprechsignalen benutzt im Fehlerfall die gleiche Sperrtechnik wie ein Trägerfrequenz-Kanalumsetzer: Es wird Erdpotential über die Phantomkreise der abgehenden Fernsprechadern abgegeben. Dies muß auch bei Totalausfall der Stromversorgung gewährleistet sein. Eine diesbezügliche Beschreibung findet sich in der Siemens-Druckschrift "Digitalsignal-Multiplexgerät
10 DSMX64K/2F", Bestell-Nr. S42023-A751-A1-1-29, Seiten 4 und 5, Punkt 5.

Ein Phantomkreis-Sperrschalter wird beim Schließen beispielsweise mit einer Parallelschaltung aus einem 33-Ω-Widerstand und maximal einer 6-μF-Kapazität gegen eine Gleichspannung von -60V belastet.

Ein Leistungs-Feldeffekt-Transistor SIPMOS ist aus dem Siemens-Datenbuch 1984/85, "SIPMOS Kleinsignaltransistoren Leistungstransistoren", Bestell-Nr. B3-B3209, Seiten 396 und 401 bekannt.

- 15 Aufgabe der Erfindung ist es, eine Schaltungsanordnung zur Reduzierung des über den Schalter fließenden Stromes beim Schließen und zur Reduzierung der im Zeitpunkt des Öffnens und Schließens am Schalter anliegenden Spannung zu realisieren. Diese Schaltungsanordnung soll einen geringen Platzbedarf benötigen und eine geringe Verlustleistung aufnehmen.

- Ausgehend von einer Schaltungsanordnung der einleitend geschilderten Art wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ein Umschalter vorgesehen ist, dessen erste dem Schalter entsprechende Schaltstrecke zwischen einem ersten Schaltkontakt und einem Kippschaltkontakt-Anschluß und dessen zweite Schaltstrecke zwischen einem zweiten Schaltkontakt und dem Kippschaltkontakt-Anschluß verläuft, und daß eine Schaltleistungs-Reduzierungsschaltung mit dem ersten und dem zweiten Anschluß verbunden und derart ausgebildet ist, daß zwischen dem ersten und dem zweiten Anschluß eine erste Reihenschaltung
25 aus einem zweiten Widerstand und einem Leistungs-Feldeffekt-Transistor mit Quelle (Source) und Senke - (Drain) vorgesehen ist, daß ein bipolarer Transistor vorgesehen ist, dessen Emittter mit dem ersten Anschluß, dessen Basis mit dem Abgriff der ersten Reihenschaltung und dessen Kollektor mit dem Tor (Gate) des Leistungs-Feldeffekt-Transistors verbunden ist, daß zwischen dem ersten Anschluß und dem Tor eine zweite Reihenschaltung mit einem Kondensator und einem dritten Widerstand vorgesehen ist, daß zwischen dem Tor und dem zweiten Anschluß ein vierter Widerstand vorgesehen ist, daß zwischen dem Abgriff der zweiten Reihenschaltung und dem zweiten Anschluß eine Diode vorgesehen ist und daß das Tor mit dem zweiten Schaltkontakt des Umschalters verbunden ist.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist als Umschalter der Kontaktsatz eines Relais vorgesehen, bei dem der erste Schaltkontakt ein Ruhekontakt ist.

- 35 Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung läßt sich vorteilhafterweise zum Schutz der ersten Schaltstrecke bei einem Ausfall und bei einer Wiederkehr der Versorgungsspannung des Relais und insbesondere bei einem Einsatz der ersten Schaltstrecke als Phantomkreis-Sperrschalter anwenden.

Anhand eines Ausführungsbeispiels wird die Erfindung nachstehend näher erläutert.

- 40 Fig. 1 zeigt eine bekannte Schaltung mit einem Phantomkreis-Sperrschalter,
Fig. 2 zeigt eine erfindungsgemäße Erweiterung,
Fig. 3a zeigt einen Spannungsverlauf in Abhängigkeit von der Zeit und
Fig. 3b zeigt einen Stromverlauf in Abhängigkeit von der Zeit.

- Fig. 1 zeigt die bekannte Anordnung mit einem Schalter 1a mit Schaltkontakt a und Kippschaltkontakt-Anschluß b als Phantomkreis-Sperrschalter in einem Digitalsignal-Multiplexgerät DSMX64K/2F, mit einem
45 aus einem Kondensator 2 und aus einem Widerstand 3 als Ersatzschaltung bestehenden Phantomkreis und einer Gleichspannungsquelle 4.

Im Fehlerfall soll das Digitalsignal-Multiplexgerät DSMX64K/2F über die Phantomkreise der abgehenden Fernsprechadern der von der Störung betroffenen Kanäle Erdpotential abgeben. Dazu wird bei dem einen dargestellten Phantomkreis der Schalter 1a geschlossen, wobei sich der Kondensator 2 über ihn entlädt.

Der Schaltkontakt a soll bei folgenden Grenzwerten arbeiten:

max. zulässige Schaltspannung -72 V

max. zulässiger Dauerstrom 1,8 A

max. zu schaltende Kapazität 6 μ F

5 Restspannung bei max. Strom ≤ 5 V

Reststrom bei einer Spannung von -60 V $\leq 0,5$ mA

Mit dem Bezugszeichen 5 ist eine erfindungsgemäße Schalteleistungs-Reduzierungsschaltung angedeutet, die den beim Schließen des Schalters 1a über ihn fließenden Strom auf einen zulässigen Wert begrenzt und beim Öffnen und Schließen des Schalters 1a die Spannung über ihm reduziert.

10 Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung läßt sich auch bei anderen kapazitiv belasteten Schaltern vorteilhaft einsetzen.

Figur 2 zeigt die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung detailliert. An die Stelle des Schalters 1a tritt ein Umschalter 1b. Sein Schaltkontakt a und sein Kippschaltkontakt-Anschluß b bilden weiterhin den ursprünglichen Schalter 1a. Zusätzlich enthält der Umschalter 1b einen Schaltkontakt c. Der Umschalter 1b 15 ist als Kontaktsatz eines Relais 15 ausgebildet, das an einer Gleichspannungsquelle 16 für 5 V angeschlossen ist. Der Schaltkontakt a ist bei stromlosem Relais 15 der Ruhekontakt; der Schaltkontakt c ist der Arbeitskontakt für störungsfreien Betrieb.

Die Schalteleistungs-Reduzierungsschaltung 5 enthält einen Leistungs-Feldeffekt-Transistor 8 (SIPMOS BUZ 73 A), einen bipolaren Transistor 9 (2N2222), einen Kondensator 13 (10 nF), Widerstände 10 (0,1 Ω), 20 11 (750 k Ω) und 12 (182 k Ω) sowie eine Diode 14 (BAX 12).

Figur 3a zeigt den Verlauf der Spannung U zwischen den Anschlüssen 6 und 7 und Figur 3b den Verlauf des Stroms I in die Schalteleistungs-Reduzierschaltung 5 hinein über der Zeit t.

In der Anordnung nach Fig. 2 wird ein Ausfall der Spannung der Gleichspannungsquelle 16 überwacht. Liegt am Relais 15 die Spannung +5V an, dann ist die Schaltstrecke b-c des Umschalters 1b geschlossen. 25 An dem Tor G und der Quelle S des Leistungs-Feldeffekt-Transistors 8 steht somit das Gleichspannungspotential von -60V an und dieser ist gesperrt. Der Reststrom über die Schaltstrecke b-c beträgt

$$I_R = \frac{60 \text{ V}}{182 \text{ k}\Omega \parallel 750 \text{ k}\Omega} = 0,41 \text{ mA.}$$

30 Dieser Zustand währt in Figur 3b im Zeitraum von t_0 bis t_1 .

Bei Ausfall der Gleichspannungsquelle 16 zum Zeitpunkt t, fällt das Relais 15 ab und die Schaltstrecke b-c des Umschalters 1b wird geöffnet. Bevor sich jedoch die Schaltstrecke a-b des Umschalters 1b im Totbereich des Relais 15 während des Zeitraums von t_1 bis t_2 (z.B. 200 μ s) schließt, wird der Leistungs-Feldeffekt-Transistor 8 leitend, da das Tor G über den Widerstand 12, sowie Widerstand 11 und Diode 14 35 mit Masse verbunden ist, an der Quelle S aber das Gleichspannungspotential von -60 V ansteht. Durch den bipolaren Transistor 9 wird in Verbindung mit dem Widerstand 10 der Strom durch den Leistungs-Feldeffekt-Transistor 8 auf 6A begrenzt. Dabei fallen an dem Widerstand 10 0,6 V ab. Der bipolare Transistor 9 wird dabei leitend und schließt das Tor G mit der Quelle S des Leistungs-Feldeffekt-Transistors 8 soweit kurz, daß der Strom durch diesen entsprechend begrenzt wird. Der die Last bildende Kondensator 40 2 wird somit in der Entladezeit

$$t_E = \frac{C \times U}{I} = \frac{6 \text{ }\mu\text{F} \times 60 \text{ V}}{6 \text{ A}} = 60 \text{ }\mu\text{s}$$

45 entladen. Sobald sich der Kondensator 2 auf eine Gleichspannung von weniger als etwa -4V entladen hat, würde der Leistungs-Feldeffekt-Transistor 8 sperren, da seine Tor-Schwellenspannung unterschritten ist. Um dies zu verhindern, sind zusätzlich der Widerstand 11 und der Kondensator 13 vorgesehen. Beide bewirken, daß beim Entladen an der dem Tor G zugewandten Seite des Kondensators 13 eine positive Spannung entsteht, die den Leistungs-Feldeffekt-Transistor 8 weiterhin im leitenden Zustand hält. Dadurch 50 wird erreicht, daß der Kondensator 2 vollständig entladen wird. An der Schaltstrecke a-b steht beim Schließen lediglich noch eine Restspannung $U_R \approx 0,81$ V an, die sich durch den Gleichspannungsabfall an dem Senke-Quelle-Einschaltwiderstand $R_{DS} \approx 0,35$ und dem Widerstand 10 ergibt.

$$55 \quad U_R \approx 60 \text{ V} \frac{0,1 \Omega + 0,35 \Omega}{33 \Omega + 0,1 \Omega + 0,35 \Omega} = 0,81 \text{ V}$$

Der Schaltstrom ergibt sich aus einem ohmschen Anteil von $I_S = \frac{60 \text{ V}}{33 \Omega} \approx 1,8 \text{ A}$ und einem kapazitiven Anteil, der sich durch die Entladung des auf nurmehr etwa 0,81 V aufgeladenen Kondensators 13 ergibt. Sobald zum Zeitpunkt t_2 die Schaltstrecke a-b geschlossen ist, fließt der Strom über diese. Die Schaltstrecke a-b wird somit zu ihrem Schutz nur mit dem Schaltstrom von $I_S \approx 1,8 \text{ A}$ und einem kapazitiven Anteil bei einer Schaltspannung von -0,81 V belastet. Liegt die Gleichspannung +5 V der Gleichspannungsquelle 16 zum Zeitpunkt t_2 wieder an dem Relais 15 an, so wird die Schaltstrecke a-b geöffnet. Sobald die Spannung U auf etwa -4 V (Tor-Quellen-Schwellenspannung) abgesunken ist, beginnt der Leistungs-Feldeffekt-Transistor 8 zu leiten und hält die Spannung solange fest, bis die Schaltstrecke b-c zum Zeitpunkt t_3 geschlossen wird. Dadurch wird der Leistungs-Feldeffekt-Transistor 8 gesperrt und die Spannung U kann auf -60V abfallen. Die Schaltstrecke a-b wird somit zu ihrem Schutz nur mit dem Schaltstrom von $I_S \approx 1,8 \text{ A}$ bei einer Schaltspannung von -4 V belastet.

Die Diode 14 verhindert, daß beim Öffnen der Schaltstrecke a-b die dem Tor-Anschluß G zugewandte Seite des Kondensators 13 negatives Potential annehmen kann. Dies vermeidet wiederum, daß bei einem kurzzeitigen Kurzschluß der Gleichspannungsquelle 16 der Leistungs-Feldeffekt-Transistor 8 nicht sofort wieder in den leitenden Zustand versetzt werden könnte.

Die Verlustleistung dieser Schaltungsanordnung ist gering.

Ansprüche

1. Schaltungsanordnung zur Reduzierung der beim Schließen und Öffnen eines Schalters (1a) auftretenden Schaltleistung, dem eine Kapazität (2) parallel geschaltet ist, die über ihren ersten Anschluß (6) und einen ersten Widerstand (3) mit dem spannungsführenden Pol und über ihren zweiten Anschluß (7) mit dem geerdeten Pol einer ersten Gleichspannungsquelle (4) verbunden ist,
 - dadurch gekennzeichnet ,
 - daß ein Umschalter (1b) vorgesehen ist, dessen erste dem Schalter (1a) entsprechende Schaltstrecke zwischen einem ersten Schaltkontakt (a) und einem Kippschaltkontakt-Anschluß (b) und dessen zweite Schaltstrecke zwischen einem zweiten Schaltkontakt (c) und dem Kippschaltkontakt-Anschluß (b) verläuft, und
 - daß eine Schaltleistungs-Reduzierungsschaltung (5) mit dem ersten (6) und dem zweiten (7) Anschluß verbunden und derart ausgebildet ist,
 - daß zwischen dem ersten (6) und dem zweiten (7) Anschluß eine erste Reihenschaltung aus einem zweiten Widerstand (10) und einem Leistungs-Feldeffekt-Transistor (8) mit Quelle (Source) (S) und Senke (Drain) (D) vorgesehen ist,
 - daß ein bipolarer Transistor (9) vorgesehen ist, dessen Emitter mit dem ersten Anschluß (6), dessen Basis mit dem Abgriff der ersten Reihenschaltung (8,10) und dessen Kollektor mit dem Tor (Gate) (G) des Leistungs-Feldeffekt-Transistors (8) verbunden ist,
 - daß zwischen dem ersten Anschluß (6) und dem Tor (G) eine zweite Reihenschaltung mit einem zweiten Kondensator (13) und einem dritten Widerstand (11) vorgesehen ist,
 - daß zwischen dem Tor (G) und dem zweiten Anschluß (7) ein vierter Widerstand (12) vorgesehen ist,
 - daß zwischen dem Abgriff der zweiten Reihenschaltung (11,13) und dem zweiten Anschluß (7) eine Diode (14) vorgesehen ist und
 - daß das Tor (G) mit dem zweiten Schaltkontakt (c) des Umschalters (1b) verbunden ist.
 2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1,
 - dadurch gekennzeichnet ,
 - daß als Umschalter (1b) der Kontaktsatz eines Relais (15) vorgesehen ist, bei dem der erste Schaltkontakt (a) ein Ruhekontakt ist.
 3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2,
 - gekennzeichnet durch
 - die Anwendung zum Schutz der ersten Schaltstrecke (a-b) bei einem Ausfall und bei einer Wiederkehr der Versorgungsspannung des Relais (15).
 4. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 - gekennzeichnet durch
 - die Anwendung zum Schutz eines Phantomkreis-Sperrschalters.

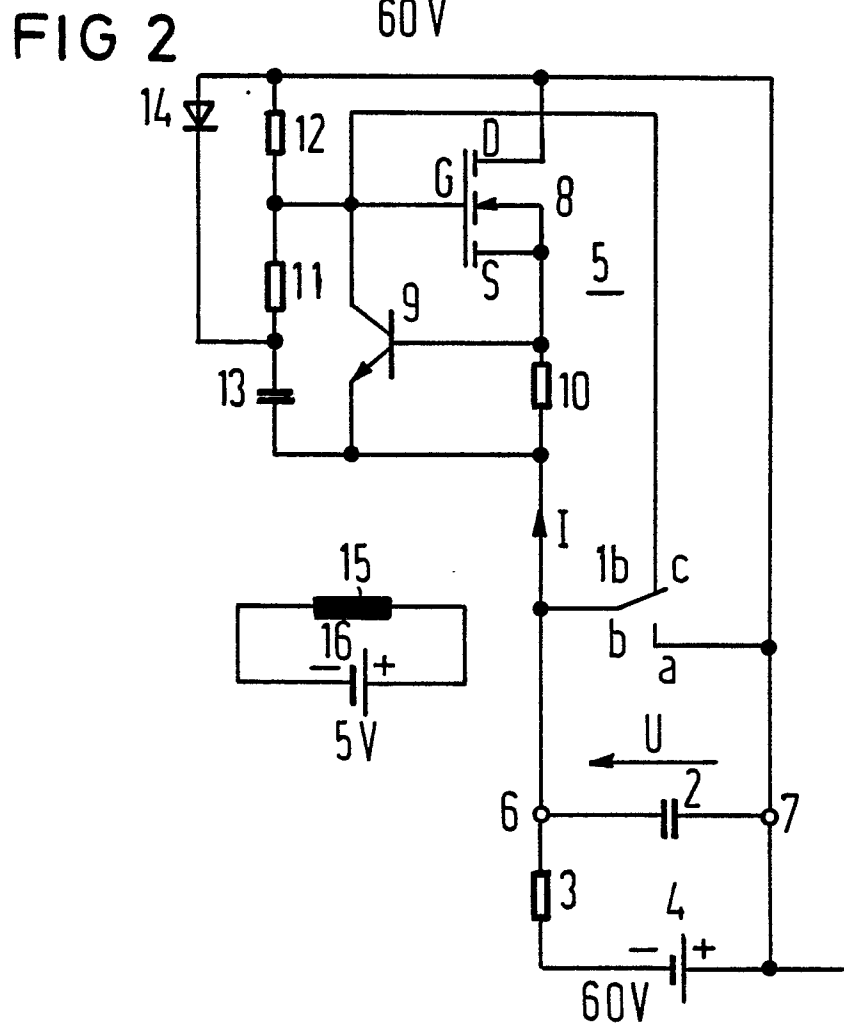
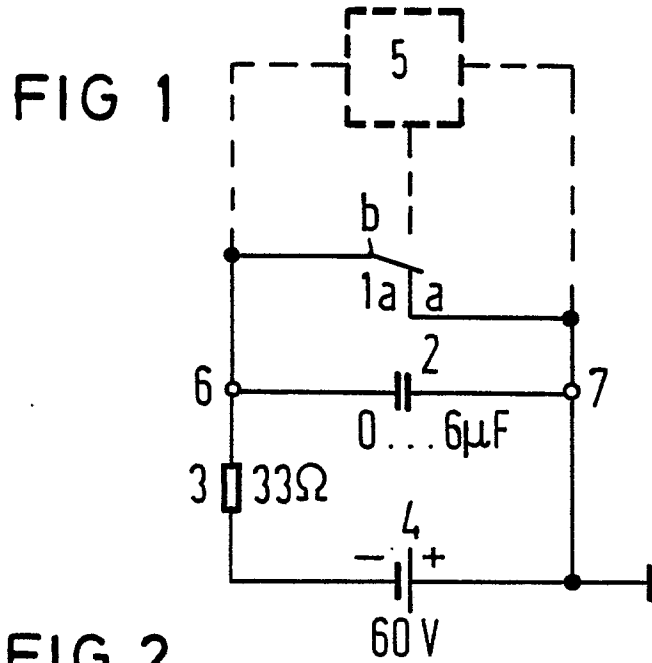


FIG 3a

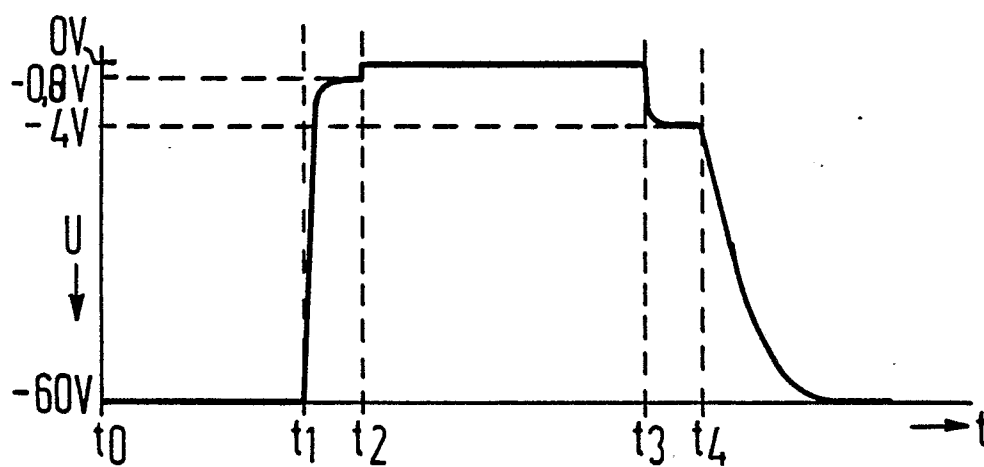


FIG 3b

