

SIEMENS

Schaltbeispiel

Dimmbares 100-kHz-Schaltnetzteil für eine 12 V/50 W Halogenlampe mit low cost SIPMOS-Transistoren 2 × BUZ 74

Bereits vor einem Jahr wurde in Siemens Components [1] ein Schaltungskonzept mit SIPMOS-Transistoren zur Speisung von Niedervolt-Halogenlampen (24 V/250 W, 24 V/150 W und 12 V/50 W) veröffentlicht. Dabei handelt es sich um eine selbstschwingende Halbbrückenschaltung als Ersatz für einen schweren 50-Hz-Netztransformator. Die hochfrequente (120 kHz) und annähernd sinusförmige Lampenspannung ist, wie bei den 50-Hz-Trafos, weder geregelt noch einstellbar.

Aufgrund einer Vielzahl von Kundenanfragen wurde ein neues Schaltungskonzept entwickelt, in dem die Betriebsfrequenz des Schaltnetzteils mit einem Potentiometer weitgehend veränderbar ist. Dadurch läßt sich die Helligkeit der Lampe von 0 bis 100% einstellen.

Funktionsbeschreibung

Bild 1 zeigt das Schaltbild des Schaltnetzteils zum Dimmen einer 12-V/50-W-Halogenlampe. Es ist eine Halbbrückenschaltung mit eigenem Oszillator.

Bereitstellung der Speisespannung für die Ansteuerschaltung

Schaltet man das Gerät ein, so liegt die gleichgerichtete und geglättete Netzspannung (etwa 300 V) am Elko C5. Der Elko C10 wird über den hochohmigen Widerstand R2 langsam aufgeladen. Erreicht die Spannung an diesem Elko die Zündspannung von etwa 24 V des Diac D1, so zündet er und es fließt ein Strom über den Diac, über den Widerstand R4 und den Transistor T1 in den Elko C8 und lädt diesen auf. Mit einer Spannung von 8 bis 10 V am Elko C8 werden der Generator IS 1 und der mit den Transistoren T2 und T3 als Halbbrückenschaltung ausgeführte Treiber in Betrieb gesetzt und die SIPMOS®-Transistoren T4 und T5 angesteuert. Sobald die hochfrequente Wechselspannung an der Hilfswicklung n_2 des Leistungstrafos Tr2 24 V übersteigt, wird sie durch die Diode D4 gleichgerichtet und über den niederohmigen Widerstand R8 an den Elko C10 angeschlossen. Sie liegt je nach Einstellung der Lampenleistung bzw. der Helligkeit zwischen 18 V (bei $f_{\max} = 215$ kHz bzw. $P_{L\min} \approx 1,5$ W) und 45 V (bei $f_{\min} = 95$ kHz bzw. $P_{L\max} \approx 46$ W). Will man den Einstellbereich $P_L = 100$ bis 3% einengen auf z. B. 100 bis 30%, so können durch Verringerung der Windungszahl n_2 von Tr2 die Spannung bei f_{\min} (95 kHz) an C10 (< 45 V) z. B. auf 30 bis 35 V reduziert und dadurch die Verluste in R3, R4 und T1 gesenkt werden. Der Kaltwiderstand der Lampe ist mindestens 10mal niedriger als der Warmwiderstand (Lampe bei Nennleistung),

und der Einschaltstrom der Lampe und die Drainströme von T4 und T5 sind in dem hier beschriebenen Schaltnetzteil etwa 3,5mal höher als im Nennbetrieb.

Daher kann auch die Spannung am Elko C10 beim Einschalten 3- bis 4mal höher als im Nennbetrieb sein. Um diese hohe Einschaltspannung an C10 zu begrenzen, wurde die Z-Diode D2 vorgesehen. Die Z-Diode begrenzt in Verbindung mit R4 und D1 diese Einschaltspannung auf maximal 85 V. Aus der Spannung an C10 (18 bis 45 V im Betrieb) wird über D1, R4 und T1 die niedrigere Speisespannung (etwa + 14,5 V) für die Ansteuerschaltung entnommen und durch die Z-Diode D3 in Verbindung mit R3 und T1 stabilisiert. Zur Erhöhung des Haltestroms von D1 wurde der Widerstand R5 an die Speisespannung (U_{CB}) angeschlossen, und somit ist sichergestellt, daß der Diac D1 sogar bei 18 V an C10 leitend bleibt und die Speisespannung bei allen Betriebszuständen aufrecht erhalten wird. Der Spannungsabfall an dem leitenden Diac (Haltespannung U_H) beträgt 0,5 bis 1,5 V. Die Kondensatoren C6, C7, C9 und C13 sind induktivitätsarme MKT-Kondensatoren, was bewirkt, daß die jeweiligen Spannungen, die an diese Kondensatoren angeschlossen sind, kaum höherfrequente Wechselspannungsanteile oder Spikes aufweisen.

Bild 1 Schaltbild des Schaltnetzteils zum Dimmen von Niedervoltlampen.

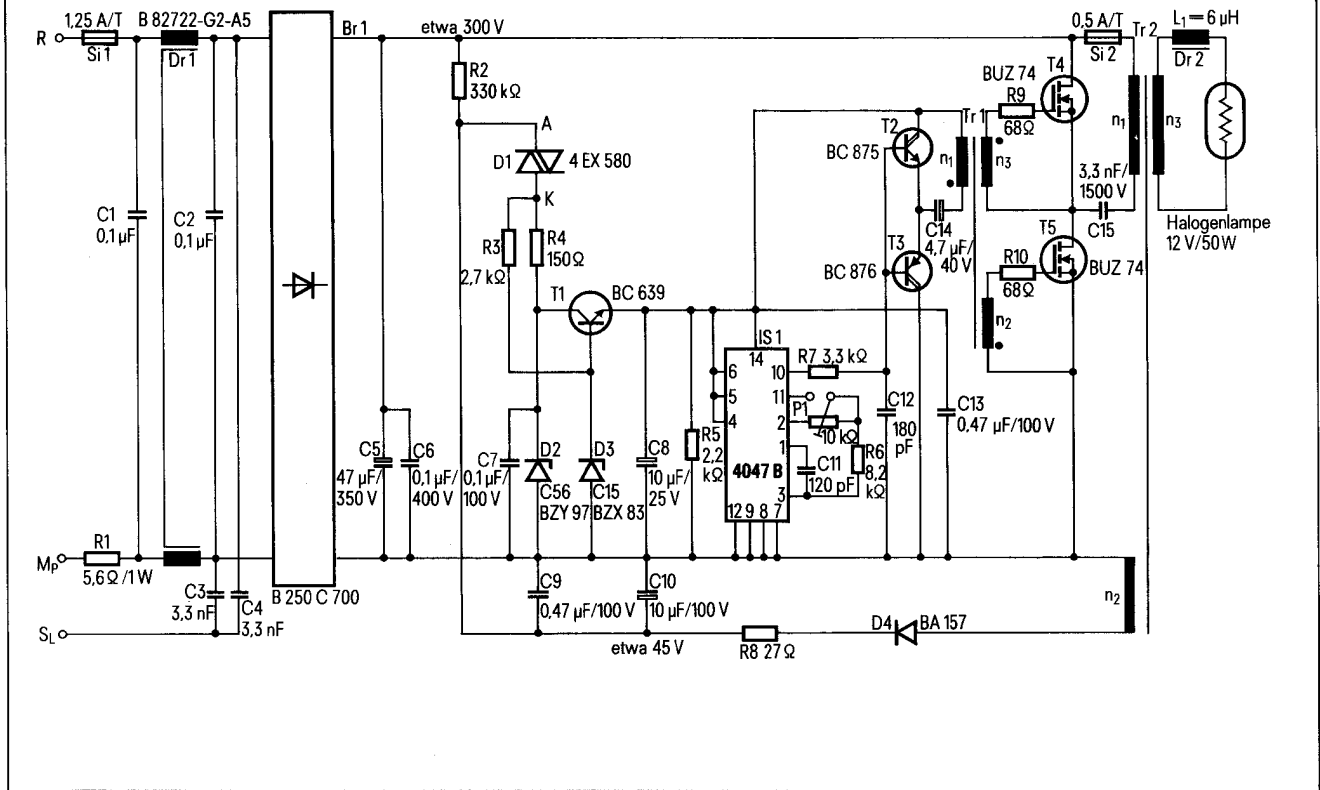


Tabelle 1 Stückliste des Schaltnetzteils

Stck.	Bauteil	Bestell-Nr.
2	SIPMOS-Transistoren BUZ 74	C67078-A1314-A2
1	Transistor BC 639	Q68000-A3361
1	Darlingtontransistor BC 875	Q62702-C853
1	Darlingtontransistor BC 876	Q62702-C943
1	Diac 4EX 586	*
1	Diode BA 157	*
1	Z-Diode BZY 97 C 56	*
1	Z-Diode BZX 83 C 15	*
1	Gleichrichterbrücke Br. 1	*
1	IS 4047 B	*
1	Elko 47 μF/350 V	B43588-D4476-T
1	Elko 10 μF/100 V	B41326-A9106-T
1	Elko 10 μF/25 V	B41326-A5106-V
1	Elko 4,7 μF/40 V	B41326-A7475-V
1	MKT-Kondensator 0,1 μF/100 V	B32560-D1104-J
2	MKT-Kondensatoren 0,47 μF/100 V	B32560-D1474-J
1	MKT-Kondensator 0,1 μF/400 V	B32562-D6104-J
1	Polypropylen-Kond. 120 pF/630 V	B33061-C6121-H
1	Polypropylen-Kond. 180 pF/630 V	B33061-C6181-H
1	MKP-Kond. 3,3 nF/1500 V	B32650-K1332-J
2	X-Kond. 0,1 μF/~ 250 V	B81121-C-B125
2	Y-Kond. 3,3 nF/~ 250 V	B81121-C-B142
1	Treibertrafo Tr. 1 BV.1	
1	Leistungstrafo Tr.2 BV.2	
1	Funk-Entstördrossel Dr. 1	
1	Ausgangsdrossel Dr. 2 BV.3	B82722-G2-A5

* nicht im Siemens-Lieferprogramm

Die Ansteuerschaltung

Der Baustein IS 1 ist ein preisgünstiger Standard-CMOS-IC. Er enthält einen Multivibrator als Oszillator und ein nachgeschaltetes Flipflop. Die Oszillatorfrequenz entspricht der doppelten Schaltfrequenz und ist durch das externe RC-Glied (R6,P1 und C11) bestimmt. Die Ausgangssignale (Pin 10 und 11) weisen mit ausreichender Genauigkeit ein Tastverhältnis von 1:1 auf. Ein Abgleich ist nicht notwendig. Es wurde bei dem hier vorgestellten Schaltungskonzept nur ein Ausgang (Pin 10) benutzt. Die Treiberstufe besteht aus den zwei BC-Transistoren T2 und T3, einem Elko C14 und einem Übertrager Tr1.

Die Tastlücken

Das Ausgangssignal des Taktgebers IS 1 (Pin 10) wird über einen Tiefpaß, R7 und C12 zum Eingang der komplementären Darlington-Treibertransistoren T2 und T3 angeschlossen. Die Rechteckspannung mit steilen Flanken des Taktgebers wird durch den Tiefpaß gerundet bzw. abgeflacht. Die Widerstände R9 und R10 in den Sekundärkreisen des Treibertransformators Tr1 und die Gate-Kapazitäten der jeweiligen SIPMOS-Transistoren bilden auch je einen weiteren Tiefpaß.

Außerdem verhindern R9 und R10 die mögliche Entstehung von Partialschwingungen und das Überschwingen von Gatespannungen. Diese geschilderten Tiefpässe wurden so dimensioniert, daß die beiden SIPMOS-Transistoren mit gerade notwendigen Tastlücken, d. h. mit möglichst langer Einschaltedauer, ohne eventuelle Querströme schalten. Die hinreichend kleinen Tastlücken sind im **Bild 2a** (U_{DT5}) nicht erkennbar, weil die minimale Schaltfrequenz des Schaltnetzteils etwa 5 kHz höher als die Resonanzfrequenz des Schwingkreises gewählt ist. D. h., der Schwingkreis verhält sich bei dieser Frequenzeinstellung bereits geringfügig induktiv, und die kleinen Tastlücken eilen den Ein- und Ausschaltflanken der Drain-Source-Spannungen der Transistoren T4 und T5 vor. Diese Voreilung der Tastlücken ist z. B. aus dem kleinen Inversanteil des Drainstroms vom T5 (**Bild 2a** und **2c**) ersichtlich. Wenn man $f_{min} = f_{LCres.}$ wählen würde, könnte man (bei f_{min} -Einstellung) im **Bild 2a** beim Oszillogramm U_{DT5} die exakt symmetrischen Tastlücken erkennen. Da bei diesem dimmbaren SNT die Frequenz wegen der Helligkeitseinstellung individuell vom Gerätebenutzer immer wieder verändert wird, wurde auf eine exakte Übereinstimmung von f_{min} und $f_{LCres.}$ verzichtet.

Ansteuerung der SIPMOS-Transistoren

Die Gatekapazitäten von T4 und T5 werden direkt von den Sekundärwicklungen n_2 und n_3 des Treibertransformators Tr 1 über die jeweilig vorgeschalteten Vorwiderstände R9 und R10 auf- bzw. entladen (**Bild 2a**).

Leistungstrafo, Ausgangsdrossel und Schwingkreis

Der Transformator Tr 2 ist ein Stromwandler und seine Streuinduktivität L_{st} liegt mit der auf die Primärseite transformierten Drosselinduktivität ($L_{Dr,2}^* = L_{Dr,2} \cdot \dot{U}^2$) in Reihe. Diese beiden Induktivitäten sind auf der Primärseite alleine wirksam, wenn n_3 von Tr 2 mit einer Lampe abgeschlossen ist. Die auf die Primärseite wirksame Gesamtinduktivität ($L_{ges} = L_{st} + L_{Dr,2}^*$) bildet mit dem Kondensator C15 im Betrieb mit einer vorhandenen Lampe einen Schwingkreis und seine Resonanzfrequenz wird durch C_{15} und L_{ges} bestimmt. Bei $f_{min} \approx 95$ kHz ($\triangleq 100\%$ Last) wurde eine Schwingkreisgüte von etwa 2 erzielt. Um die sonst verhältnismäßig große Induktivität der Primärwicklung n_1 zu verringern, und dadurch eine Erhöhung des Magnetisierungsstromes zu ermöglichen, wurde ein Trafokern mit 0,16 mm Luftspalt gewählt, wodurch die Magnetisierungs- und Entmagnetisierungsvorgänge auch bei bewußt reduzierter

Last oder sogar im völligen Leerlauf (mit defekter Lampe) definiert ablaufen und die Flankensteilheit der Drain-Source-Spannung der SIPMOS-Transistoren nahezu lastunabhängig bleibt (siehe U_{DT5} im **Bild 2a** und **3a**). Diese und im Abschnitt über die Tastlücken geschilderten Maßnahmen schließen in allen möglichen Betriebszuständen (Vollast, Teillast, Leerlauf, Einschalten sowie Kurzschluß in der Lampenfassung) einen Querstrom über die beiden SIPMOS-Transistoren T4 und T5 völlig aus.

Bei der Primärwicklung n_1 wurde die zur Verfügung stehende Fensterbreite des Wickelkörpers voll ausgenutzt, während bei n_2 und n_3 zur Erhöhung der Isolationsspannung nicht die gesamte Fensterbreite bewickelt wurde (siehe Wickelschema **Bild 4**).

Die Spannung an der Wicklung n_3 von Tr 2 wäre ohne die Drossel Dr 2 annähernd rechteckförmig (nicht abgebildet). Um diese Spannung abzufachen (wegen Störstrahlung durch die Zuleitungen zur Lampe und durch die Lampe selbst) und den Lampenstrom und die Drainströme von T4 und T5 sinusförmig zu gestalten (**Bild 2a** und **b**), wurde die Drossel mit $L_{Dr,2} \approx 6 \mu\text{H}$ in der Lampenleitung vorgesehen. **Bild 2b** zeigt die Spannung an n_3 mit Dr 2, die sinusförmige Lampenspannung und den ebenso verlaufenden Lampenstrom. Die Drosselinduktivität wirkt außerdem beim Einschalten mit kalter Lampe und in einem eventuellen Kurzschlußabfall in der Lampenfassung strombegrenzend. Wegen hoher Betriebsfrequenz und des hohen I_L wurde $L_{Dr,2}$ zu nur $6 \mu\text{H}$ gewählt (kleine Abmessungen und niedrigere Verluste).

Betriebsverhalten

Schalten der SIPMOS-Transistoren

Wegen des günstigen Verlaufs der Drain-Source-Spannung und des sinusförmigen Drainstroms (bei P_{Lmax} und in ihrer Nähe) ist das Schaltverhalten der Transistoren T4 und T5 sehr gut (**Bild 2a**). D. h. die Transistoren schalten mit sehr geringen Flankenverlusten (**Bild 2 c**).

Leerlauf

Mit einer defekten (z. B. durchgebrannten) Lampe ist die Lastwicklung n_3 von Tr 2 nicht belastet, also im totalen Leerlauf. Nun ist im Vergleich zum Lastbetrieb, trotz eines Luftspalts beim Trafokern, eine große Primärinduktivität vorhanden. Diese Induktivität ($L \geq 5$ mH) und der Kondensator C15 ($C = 3,3$ nF) können keinen hochfrequenten Resonanzkreis bilden, während die durch das Potentiometer P1 eingestellte Betriebsfrequenz (zwischen 95 und 215 kHz) unverändert bleibt. Jetzt ist die Wechselspannung an der unbelasteten Wicklung n_3 rechteckförmig (siehe **Bild 3b**), und sie beträgt je nach der Frequenzeinstellung 11 bis 15 V an der Lampenfassung.

Kurzschluß

Da sich an den Lampenzuleitungen oder an der Lampenfassung ein unbeabsichtigter Kurzschluß nie ganz ausschließen läßt, wurde, um die SIPMOS-Transistoren T4 und T5 (ohne Kühlkörper) gegen Zerstörung zu schützen, auf der Primärseite des Leistungstrafos Tr 2 eine träge Schmelzsicherung Si2 vorgesehen (**Bild 1**). Diese Sicherung wurde so gewählt, daß sie beim Einschalten und im Dauerbetrieb den Primärstrom aushält und nur in einem völligen Kurzschluß am Ausgang nach etwa 0,8 s schmilzt. In solch einem Kurzschlußfall betragen die Drainströme von T4 und T5 etwa 2,5 A, wenn die Frequenzeinstellung auf f_{min} ($\triangleq P_{Lmax}$) steht. Sie sind also 4mal höher als im Nennbetrieb (**Bild 2a**) und damit noch zulässig. Bei $f \geq 130$ kHz ist ein Kurzschluß weit harmloser.

Bild 2 Oszillogramme zum Betrieb des Schaltnetzteils bei maximaler Helligkeitseinstellung.

a oben: Gatespannung von T5 (10 V/Skt),
Mitte: Drainstrom von T5 (0,5 A/Skt),
unten: Drainspannung von T5 (100 V/Skt),

b oben: Spannung an der Wicklung n_3 von Transformator Tr2 (20 V/Skt),
Mitte: Lampenspannung (10 V/Skt),
unten: Lampenstrom (5 A/Skt),

c Arbeitskennlinie des Transistors T5,
vertikal: Drainstrom (0,2 A/Skt),
horizontal: Drainspannung (50 V/Skt)

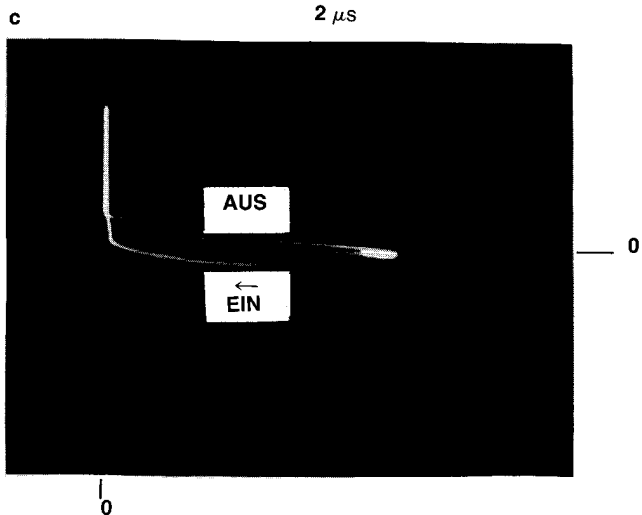
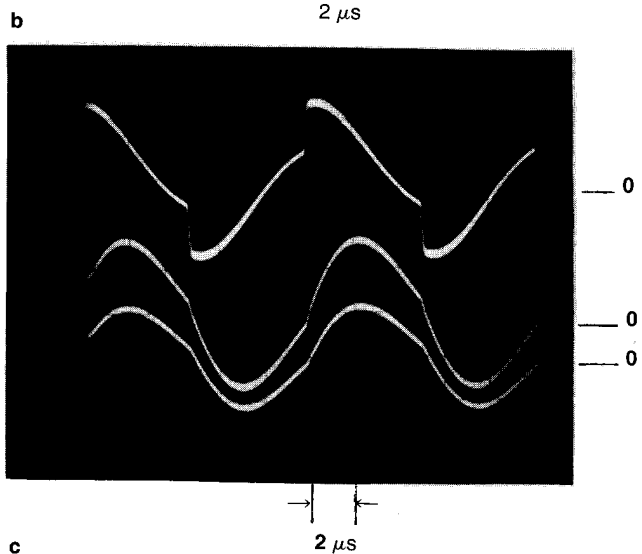
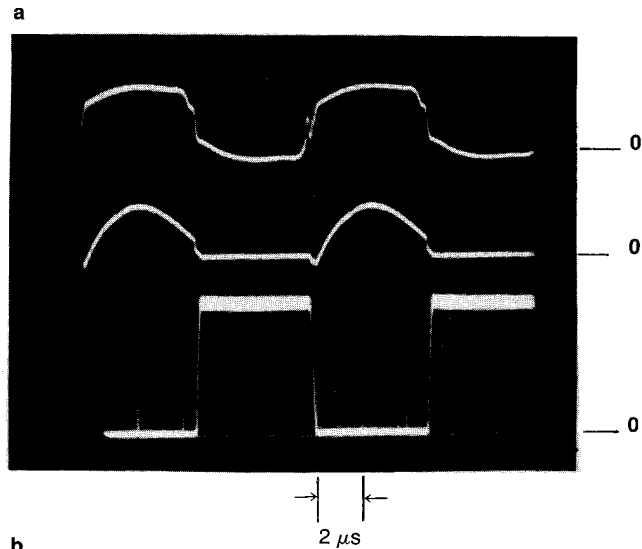


Bild 3 Oszillogramme zum Betrieb des Schaltnetzteils bei minimaler Helligkeitseinstellung.

a oben: Gatespannung von T5 (10 V/Skt),
Mitte: Drainstrom von T5 (0,2 A/Skt),
unten: Drainspannung von T5 (100 V/Skt),

b oben: Spannung an der Wicklung n_3 von Transformator Tr 2 (20 V/Skt),
Mitte: Lampenspannung (2 V/Skt),
unten: Lampenstrom (2 A/Skt),

c Lampenstrom beim Einschalten und im Nennbetrieb (10 A/Skt)

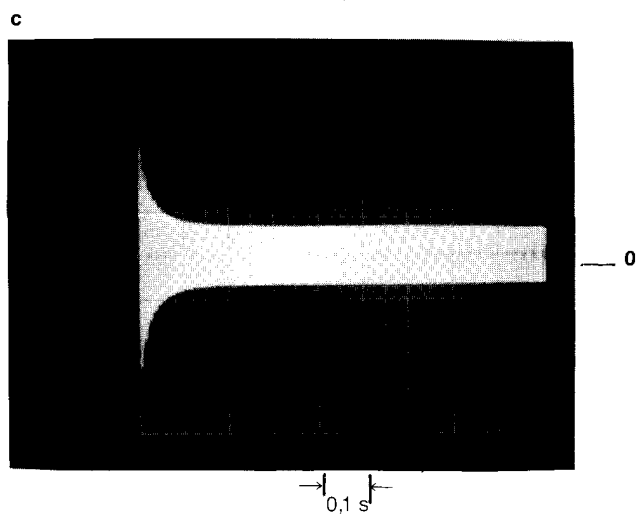
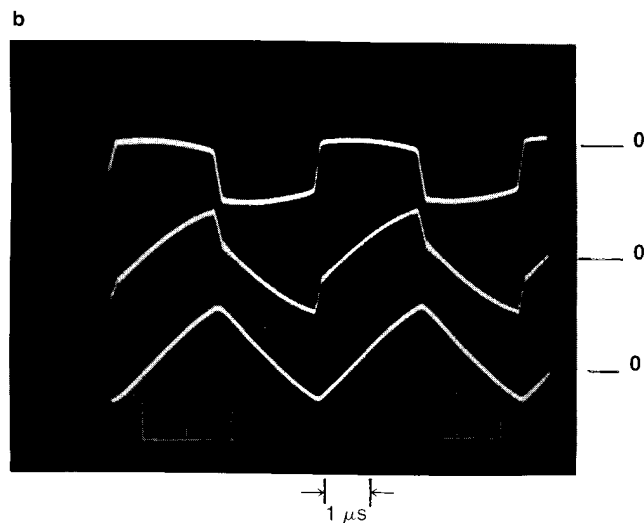
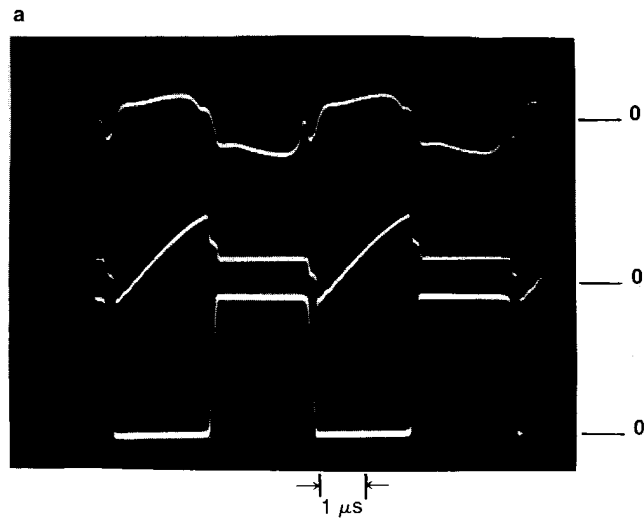
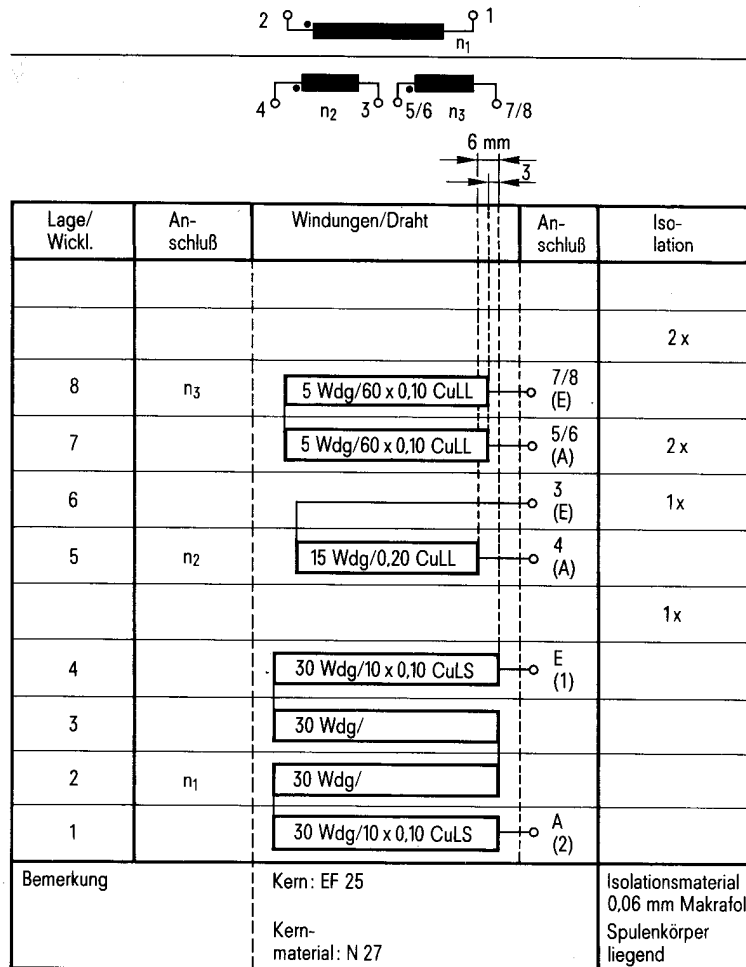


Bild 4 Wickel- und Wicklungsanordnungsschema (BV.2) für den Transformator Tr2.

Das Dimmen

Wie bereits erwähnt, wird die Oszillator- bzw. Schaltfrequenz des SNT durch ein externes RC -Glied bestimmt. Der zeitbestimmende Widerstand wurde beim hier vorgestellten Schaltungskonzept teilweise veränderbar gewählt. Der $8,2\text{-k}\Omega$ -Festwiderstand R_6 ist mit P_1 in Reihe geschaltet. Der veränderbare Widerstand, hier das Potentiometer P_1 kann zwischen 0 und $10\text{ k}\Omega$ eingestellt werden. D. h., $R_{\text{ges}} = 8,2$ bis $18,2\text{ k}\Omega$ und $C_{11} = 120\text{ pF}$ bestimmen die Oszillator- und somit die Betriebsfrequenz des SNT. Durch Verstellung des Potentiometers P_1 kann man bei der vorgestellten Schaltung die Frequenz des Gerätes zwischen 95 und 215 kHz beliebig und stetig einstellen. Die Induktivität der Drossel $Dr\ 2$ wurde zu $6\ \mu\text{H}$ gewählt. Ihre Impedanz ändert sich mit der Betriebsfrequenz linear und in Verbindung mit der Frequenzänderung von 120 kHz und der Schwingkreisgüte von 2 wird eine Lampenleistungseinstellung von 50 bis $1,5\text{ W} \approx 100$ bis 3% ermöglicht.

Diesen Einstellhub kann man bei gleichbleibenden L_{Dr2} und Q durch eine Umdimensionierung des RC -Gliedes einengen oder erweitern. Die Halogenlampe ist eine ohmsche Last, aber der Lampeninnenwiderstand R_i ist sehr temperaturabhängig. Reduziert man die Lampenleistung durch eine Erhöhung der Betriebsfrequenz mit P_1 , so wird die

Lampe kühler und ihr R_i kleiner. Dieser Effekt ist positiv und macht die Helligkeitsregelung (von Hand) effektvoller und leichter, wodurch man bei einer Leistungsverstellung von $P_L = 50$ bis $1,5\text{ W} (\approx 100$ bis $3\%)$ mit einer 120-kHz -Frequenzänderung und einer Schwingkreisgüte von etwa 2 völlig auskommt. Je höher die Betriebsfrequenz beim Dimmen durch P_1 eingestellt wird, desto stärker induktiv wirkt der Schwingkreis (**Bild 3b bis c**). Die Betriebsfrequenz ($f_{\text{min}} = 95\text{ kHz}$ bei $P_{L\text{max}}$) ist nur etwa 5 kHz höher als die Resonanzfrequenz des Schwingkreises gewählt. Dieser 5-kHz -Abstand zwischen beiden Frequenzen wird natürlich um so größer je höher man die Betriebsfrequenz einstellt.

Schlußbemerkung

Der Einsatz der SIPMOS-Transistoren ermöglicht es, ein einfaches und sehr sicheres Gerät mit hoher Betriebsfrequenz ($f_{\text{min}} = 95\text{ kHz}$) zur Speisung von Halogenlampen zu konzipieren. Durch die gewählte hohe Betriebsfrequenz konnten die Abmessungen der bewickelten Bauteile klein gehalten werden. Die Betriebsfrequenz kann sehr einfach mit einem Potentiometer verändert werden, wodurch die Helligkeit der Lampe von fast 0 bis 100% einstellbar ist. Trotz hoher Betriebsfrequenz wurde ein beachtlicher Wirkungsgrad von $\eta = 88\%$ erreicht.

Tabelle 2 Bauvorschriften zum 100-kHz-SNT

BV.1 für Tr.1		Bestellbezeichnung
Kern	: ein Satz EF 12,6 (N30; o.L.)	B66305-G-X130
Wickelkörper	:	B66202-A1-M1
Bügel	:	B66202-A2001-X
Isolationsmaterial	: 0,06 mm Makrofol	
Wicklungen	: $n_1 = 37$ Wdg/0,15 mm CuLL $n_2 = n_3 = 48$ Wdg/0,12 mm CuLL	
Bewicklung	: 1. n_1 wickeln 2. einmal Isolation 3. n_2 wickeln 4. einmal Isolation 5. n_3 wickeln 6. zweimal Isolation	
BV.2 für Tr.2		Bestellbezeichnung
Kern	: EF 25 (N27) 1 Kern (o. L.) 1 Kern (mit $0,16 \pm 0,02$ mm Luftspalt $\triangleq A_L \approx 400$ nH)	B66317-G-X127 B66317-G0160-X127
Wickelkörper	:	B66208-A1003-R1
Bügel	:	B66208-A2001-X
Wicklungen	: $n_1 = 120$ Wdg/10 \times 0,10 mm CuLS; HF-Litze $n_2 = 15$ Wdg/0,20 mm CuLL; Voll-Draht $n_3 = 10$ Wdg/60 \times 0,10 mm CuLL; HF-Litze	
Bewicklung und Wicklungsanordnung	: Siehe Wickel- und Anordnungs-Schema!	
BV.3 für Dr.2		Bestellbezeichnung
Kern	: Ein Satz EF 16 (N27; je mit einem $0,50 \pm 0,05$ mm Luftspalt $\triangleq A_{Lges.} \approx 41$ nH)	B66307-G500-X127
Spulenkörper	:	B66308-A1001-T1
Wicklung	: $n = 12$ Wdg/60 \times 0,10 mm CuLS; HF-Litze	
$L \approx 6 \mu\text{H} (=6,3 \mu\text{H})$ Die Kernhälften werden geklebt.		

Tabelle 3 Technische Daten des 100-kHz-SNT zum Dimmen einer 12 V/50 W Halogenlampe

Eingangswchelsspannung	$U_E = 220$ V
Lampenspannung	$U_L = 12$ bis 1,3 V, einstellbar
Lampenleistung	$P_L = 50$ bis 1,5 W \triangleq 100 bis 3%, einstellbar
Frequenz	$f = 95$ bis 215 kHz, einstellbar
Wirkungsgrad	$\eta \approx 88\%$
Gewicht	145 g
Umgebungstemperatur	$T_u \leq 60^\circ\text{C}$

Siemens AG, Bereich Bauelemente
Balanstraße 73, Postfach 8017 09, D-8000 München 80
☎ (089) 41 44-0 ☎ 52 108-0 FAX (089) 41 44-26 89

Siemens in Ihrer Nähe

Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West)

Siemens AG
 Salzufer 6-8
1000 Berlin 10
 ☎ (030) 39 39-1, ☎ 1810-278
 FAX (030) 39 39-2630
 Tlx 308190 = sieznb

Siemens AG
 Lahnweg 10
 Postfach 11 15
4000 Düsseldorf 1
 ☎ (0211) 399-0, ☎ 8581301
 FAX (0211) 399-2506

Siemens AG
 Lindenplatz 2
 Postfach 105609
2000 Hamburg 1
 ☎ (040) 282-1, ☎ 215584-0
 FAX (040) 282-2210

Siemens AG
 Richard-Strauss-Straße 76
 Postfach 202109
8000 München
 ☎ (089) 9221-0
 ☎ 529421-01
 FAX (089) 9221-4499

Siemens AG
 Nicolaus-Otto-Straße 4
 Postfach 3606
7900 Ulm 1
 ☎ (0731) 499-1
 ☎ 712826
 FAX (0731) 499-267

Siemens AG
 Schweriner Straße 1
 Postfach 7820
4800 Bielefeld 1
 ☎ (0521) 291-1, ☎ 932805
 FAX (0521) 291-375

Siemens AG
 Rödelheimer Landstraße 5-9
 Postfach 11 1733
6000 Frankfurt 1
 ☎ (069) 797-0, ☎ 414131-0
 FAX (069) 797-2253

Siemens AG
 Am Maschpark 1
 Postfach 5329
3000 Hannover 1
 ☎ (0511) 129-0, ☎ 922333
 FAX (0511) 129-2799

Siemens AG
 Von-der-Tann-Straße 30
 Postfach 4844
8500 Nürnberg 1
 ☎ (0911) 654-0, ☎ 622251
 FAX (0911) 654-4064

Siemens AG
 Andreas-Grieser-Str. 30
 Postfach 3280
8700 Würzburg 21
 ☎ (0931) 801-0
 ☎ 68844
 FAX (0931) 801-348

Siemens AG
 Contrescarpe 72
 Postfach 107827
2800 Bremen
 ☎ (0421) 364-0, ☎ 245451
 FAX (0421) 364-2687

Siemens AG
 Habsburgerstraße 132
 Postfach 1380
7800 Freiburg 1
 ☎ (0761) 2712-1
 ☎ 772842
 FAX (0761) 2712-234

Siemens AG
 Wittland 2-4
 Postfach 4049
2300 Kiel 1
 ☎ (0431) 5860-0, ☎ 292814
 FAX (0431) 5860-420

Siemens AG
 Geschwister-Scholl-Straße 24
 Postfach 120
7000 Stuttgart 1
 ☎ (0711) 2076-0, ☎ 723941-0
 FAX (0711) 2076-3706

Siemens in Europa

Belgien
 Siemens S.A.
 chaussée de Charleroi 116
 B-1060 Bruxelles
 ☎ (02) 536-2111, ☎ 21347

Dänemark
 Siemens A/S
 Borupvang 3
 DK-2750 Ballerup
 ☎ (02) 656565, ☎ 35313

Finnland
 Siemens Osakeyhtiö
 PL 8
 SF-00101 Helsinki 10
 ☎ (0) 1626-1, ☎ 124465

Frankreich
 Siemens S.A.
 B.P. 109
 F-93203 Saint-Denis CEDEX 1
 ☎ (1) 48206120
 ☎ 620853

Griechenland
 Siemens AE
 Vouli 7
 P.O.B. 3601
 GR-10247 Athen
 ☎ (01) 3293-1, ☎ 216291

Großbritannien
 Siemens Ltd.
 Siemens House
 Windmill Road
 Sunbury-on-Thames
 Middlesex TW 16 7HS
 ☎ (09327) 85691
 ☎ 8951091

Irland
 Siemens Ltd.
 Unit 8-11 Slaney Road
 Dublin Industrial Estate
 Finglas Road
 Dublin 11
 ☎ (01) 302855, ☎ 24129

Italien
 Siemens Elettra S.p.A.
 Via Fabio Filzi, 29
 Casella Postale 10388
 I-20100 Milano
 ☎ (02) 67661, ☎ 330261

Niederlande
 Siemens Nederland N.V.
 Postb. 16068
 NL-2500 BB Den Haag
 ☎ (070) 782782, ☎ 31373

Norwegen
 Siemens A/S
 Østre Aker vei 90
 Postboks 10, Veitvet
 N-0518 Oslo 5
 ☎ (02) 153090, ☎ 18477

Österreich
 Siemens Aktiengesellschaft
 Österreich
 Postfach 326
 A-1031 Wien
 ☎ (0222) 7293-0, ☎ 1372-0

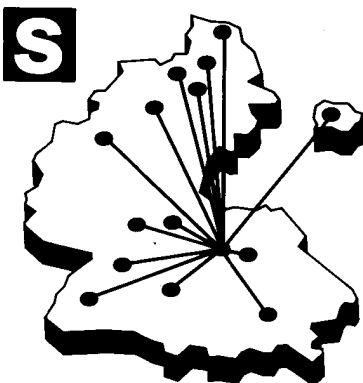
Portugal
 Siemens S.A.R.L.
 Avenida Almirante Reis, 65
 Apartado 1380
 P-1100 Lisboa-1
 ☎ (01) 538805, ☎ 12563

Schweden
 Siemens AB
 Hälsingegatan 40
 Box 23141
 S-10435 Stockholm
 ☎ (08) 161-100, ☎ 19880

Schweiz
 Siemens-Albis AG
 Freilagerstraße 28
 Postfach
 CH-8047 Zürich
 ☎ (01) 495-3111, ☎ 558911

Spanien
 Siemens S.A.
 Orense, 2
 Apartado 155
 E-28080 Madrid
 ☎ (01) 4552500, ☎ 27247

Türkei
 ETMAŞ Elektrik Tesisatı ve
 Mühendislik A.Ş.
 Meclisi Mebusan Caddesi 55/35
 Fındıklı
 P.K. 1001 Karaköy
 İstanbul
 ☎ (01) 1452090, ☎ 24233



Problemlos bestellen mit der SBS-Preis- und Lagerliste.

Für Kunden in der Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West)
 Die SBS-Preis- und Lagerliste erscheint jährlich neu. Sie umfaßt die Schwerpunkttypen aus dem Siemens-Bauteile-Gesamtprogramm mit Preisen und den wichtigsten technischen Daten. Ihre Bestellungen richten Sie bitte an den Ihnen nächstgelegenen Siemens-Bauteile-Vertrieb.

Die SBS-Preis- und Lagerliste erhalten Sie kostenlos bei Siemens AG, Infoservice Postfach 23 48 D-8510 Fürth
 ☎ (0911) 30 01-260, ☎ 6 23 313
 FAX (0911) 30 01-271
 Stichwort „SBS-Preis- und Lagerliste“.
Für Kunden im Ausland dient als Bezugsquelle der Vertrieb Bauteile der jeweiligen Landesgesellschaften oder Vertretungen.

Herausgegeben von Siemens AG, Bereich Bauelemente, Vertrieb, Produktinformation, Balanstraße 73, D-8000 München 80.

Für die angegebenen Schaltungen, Beschreibungen und Tabellen wird keine Gewähr bezüglich der Freiheit von Rechten Dritter übernommen. Mit den Angaben werden die Bauelemente spezialisiert, nicht Eigenschaften zugesichert. Liefermöglichkeiten und technische Änderungen vorbehalten.

Fragen über Technik, Preise und Liefermöglichkeiten richten Sie bitte an den Ihnen nächstgelegenen Siemens-Bauteile-Vertrieb in der Bundesrepublik Deutschland und Berlin (West) oder an unsere Landesgesellschaften im Ausland.

S3 d 7/86