

Dimmbares 230V/12V-Halogen-Netzteil

Zum Betrieb von 12 V-Halogen-Lampen aus dem 230 V-Wechselspannungsnetz dient dieses 60 W-Elektronik-Netzteil. Im Gegensatz zu herkömmlichen Netztransformatoren erlaubt es unter anderem das Vorschalten eines Dimmers zur kontinuierlichen Helligkeitsbeeinflussung.

Allgemeines

Halogenlampen haben seit einigen Jahren ihren Siegeszug auf breiter Basis angetreten und sind inzwischen aufgrund vielfältiger Vorteile auch im privaten Bereich immer häufiger anzutreffen. Einen ausführlichen Bericht mit zahlreichen technischen Informationen finden Sie im ELV journal 5/90 im Rahmen des Artikels „ELV-Vario-Lights“.

Von Ausnahmen und Spezialfällen einmal abgesehen, werden Halogenlampen mit einer Spannung von 12 V betrieben. Hierbei ist es für die Lampen vollkommen unerheblich, ob es sich um eine Gleich-, Wechsel- oder Mischspannung handelt, solange nur der echte Effektivwert der Spannung 12,0 V nicht überschreitet.

In den Anfängen der Halogentechnik war häufig folgendes Argument zu hören: „Die Spannung muß exakt bei 12,0 V liegen, da den Glühwendeln sonst ein vorzeitiges Ende beschieden sein wird“.

Bei höheren Spannungen sieht dies jedermann leicht ein, während für geringere Spannungen, die im allgemeinen zur Lebensdauererhöhung von Glühlampen beitragen, folgende Begründung erhalten mußte: „Der Erhaltungsprozeß von Halogenlampen kann bei niedrigeren Betriebsspannungen nicht mehr einwandfrei arbeiten“.

Für einige Spezial-Typen mag dies zutreffen, nicht jedoch für die heute allgemein verfügbaren Halogenlampen. Ein Betrieb von 0 V bis zum Spannungsmaximum von 12,0 V ist ohne merkliche Lebensdauereinbuße zulässig.

Die Spannungsversorgung wird üblicherweise über einen 230 V/12 V-Netztransformator vorgenommen, dessen Leistung genau auf die zu betreibenden Halogenlampen abgestimmt sein sollte. Aufgrund des vergleichsweise hohen Innenwiderstandes von preiswerten Netztransformatoren spielt die genaue Anpassung eine entscheidende Rolle. Im Leerlauf oder bei geringer Belastung ist nämlich die Trafo-Ausgangsspannung zum Teil erheblich höher als unter Nennlast. Wird z. B. eine einzelne 12 V/20W-Halogenlampe an einem 12V/200 VA-Netztrafo betrieben, kann mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, daß dieser Lampe nur ein sehr kurzes Leben beschieden sein wird, da bei einer nur 10%-

igen Trafobelastung die Ausgangsspannung bei 14 V und mehr liegen dürfte.

Aus vorstehend Gesagtem ergibt sich, daß der verwendete Transformator zwar etwas, nicht aber erheblich überdimensioniert sein sollte (zulässig und angemessen ist 10 bis 20 % Leistungsreserve gegenüber der angeschlossenen Lampenleistung) und daß außerdem alle an einem einzigen Transformator betriebenen Halogenlampen gleichzeitig ein- oder ausgeschaltet werden sollten.

Ähnlich anspruchsvoll sind Halogenlam-

pen, wenn es um Dimmbarkeit und somit eine kontinuierliche Helligkeitsveränderung geht. Aufgrund der niedrigen Betriebsspannung lassen sich Dimmer nachträglich praktisch nicht mehr in den Sekundärkreis einschleifen, da der Spannungsabfall an den internen Halbleitern eine deutliche Verringerung der maximal zur Verfügung stehenden Ausgangsspannung zur Folge hat. Eine Regelung zur vollen Helligkeit der Lampen ist daher nicht oder nur noch in Sonderfällen möglich, wo von vornherein mit entsprechend erhöhter Sekundärspannung gearbeitet wird. Primärseitig hingegen sind Netztransformatoren mit herkömmlichen Dimmern nicht oder ebenfalls nur unter Sonderbedingungen ansteuerbar.

Angesichts all dieser Probleme hat ELV sich nun etwas Besonderes einfallen lassen. Wir stellen Ihnen im vorliegenden Artikel ein elektronisches Netzgerät vor, das speziell auf die Belange der Halogenlampen zugeschnitten ist. Die Versorgung erfolgt direkt aus dem 230 V-Wechselspannungsnetz, wobei eine Dimmbarkeit (Helligkeitsregelung) über handelsübliche Phasen-Anschnittsteuerschaltungen auf einfachste Weise möglich ist. Die Ausgangsspannung beträgt knapp 12 V_{eff}, wobei Lampen von 20 W bis 60 W anschließbar sind. Der hervorragende Wirkungsgrad liegt bei über 90 % und gewährleistet somit einen wirklich ökonomischen Betrieb.

Die genauen technischen Daten sind in Tabelle 1 zusammengefaßt. Tabelle 2 zeigt die Ausgangsspannung in Abhängigkeit von der angeschlossenen Lampenleistung. Demnach ergibt sich ein extrem niedriger Innenwiderstand von nur ca. 0,1 Ω (!), wie er mit handelsüblichen Netztransformatoren entsprechender Leistung nicht annähernd erreicht werden kann.

Zur Schaltung

Induktivitäten, Spulen, Drosseln, Ferrite usw. sind den meisten Elektronikern allesamt ein Dorn im Auge - und in der vorliegenden Schaltung wimmelt es nur so davon. Bevor also der große Frust ausbricht, möchten wir Ihnen daher an dieser Stelle zunächst versichern, daß es sich bei der hier von ELV vorgestellten Schaltung um ein außerordentlich nachbausicheres und funktionstüchtiges elektronisches Netzgerät handelt, das von ELV u. a. für die Se-

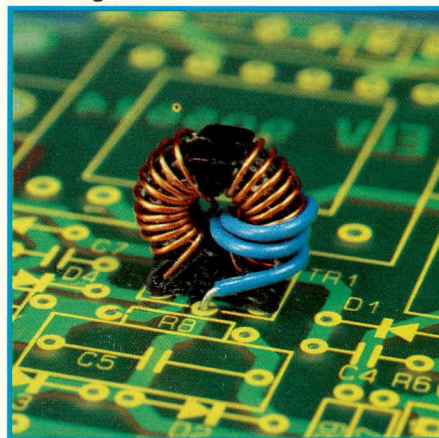
Tabelle 1
Technische Daten Lampen-Netzteil 60 W

Nenneingangsspannung:	230 V/50 Hz
Ausgangsspannung:	12 V _{eff}
Ausgangsleistung:	20 W bis 60 W
Schaltfrequenz:	ca. 45 kHz
Wirkungsgrad:	> 90 %
Leerlauffestigkeit:	gewährleistet
Schutz bei Überlast:	durch Schmelzsicherung
Dimmbarkeit:	extern, über normalen 230 V-Dimmer

Tabelle 2
Meßdaten des Mustergerätes

Eingangsspannung: 230 V / 50 Hz	
Last	U _{aus}
1 x 20 W	11,8 V _{eff}
2 x 20 W	11,7 V _{eff}
3 x 20 W	11,4 V _{eff}

Bild 1: Detailaufnahme des Übertragers TR 1



rienfertigung und für den Industrieinsatz konzipiert wurde.

Die entsprechenden Induktivitäten und speziellen Einzelteile sind alle separat erhältlich, so daß jeder, der bereits etwas Erfahrung im Aufbau elektronischer Schaltungen besitzt, diese interessante Schaltung problemlos aufbauen kann. Der völlige Wegfall von Abgleichpunkten trägt hierzu sicherlich ein gutes Stück bei.

In Abbildung 2 ist das komplette Schaltbild dieses anspruchsvollen elektronischen Netzteils dargestellt.

Die 230 V-Netzwechselspannung gelangt von den Klemmen KL 1 und KL 2 über die Schmelzsicherung SI 1 sowie die beiden Drosseln DR 1 und DR 2 auf den Brückengleichrichter, bestehend aus D 6 - D 9. Die beiden Drosseln stellen in Verbindung mit C 1 eine hochwertige Filterstufe dar, durch die die Schaltung zum einen vor Störungen aus dem Netz geschützt wird, zum anderen aber auch von der Schaltung selbst produzierte HF-Störsignale nicht ins Netz zurückgelangen können. Nach dem Ausschalten sorgt die Widerstandskette R 1 - R 3 für raschen Entladung des Kondensators C 1.

Die gleichgerichtete Netzspannung gelangt auf den Entstörkondensator C 2, während der Varistor R 2 einen wirksamen Schutz vor netzseitigen Spannungsspitzen bietet.

An C 2 steht nun eine im 100-Hz-Rhythmus pulsierende Gleichspannung zum Betrieb der weiteren Elektronik an. Sofern die Schaltung über eine Phasen-Anschnittsteuerung (Dimmer) betrieben wird, entstehen Spannungslücken, die jedoch den geordneten Betrieb nicht beeinträchtigen. Die genaue Funktionsweise sieht wie folgt aus:

Sobald ein Kurvensegment der speisenden Netzwechselspannung eine bestimmte Mindesthöhe erreicht hat, wird der Diac DC 1 gezündet (geringfügig über R 5/C 3

verzögert) und gibt hierdurch den Startimpuls auf die Wicklung W 2 des Steuertrafos TR 1. Gleichzeitig wird die Transistor-schaltstufe, bestehend aus T 2 mit Zusatzbeschaltung, angesteuert. In Verbindung mit der zweiten Transistorstufe T 1 mit Zusatzbeschaltung sowie dem Ringkern-Übertrager TR 1 mit seinen 3 Wicklungen ist ein Halbbrückenwandler aufgebaut, der mit einer Frequenz von ca. 45 kHz arbeitet.

Der Ausgang dieses Leistungs-Oszillators (Verbindungspunkt vom Emitter von T 1 mit dem Kollektor von T 2) steuert über die Wicklung W 3 von TR 1 die Primärwicklung des Ausgangs-Trenntransformators TR 2 an. Der zweite Anschluß dieser Wicklung liegt am Verbindungspunkt zwischen C 5, R 8 sowie C 8, R 12, wodurch der Spannungsmittelpunkt der Schaltung gebildet wird.

Der Ferrit-Übertrager TR 2 nimmt eine Umsetzung von der vergleichsweise hohen Ansteuerspannung auf die benötigten 12 V_{eff} vor.

Die beiden Dioden D 1 und D 4 tragen zur Begrenzung der Spannungsimpulse im Schaltmoment der nachgeschalteten Transistoren bei. Zur Funkenstörung sind über die Anschlußdrähte der Vorwiderstände R 6, R 10 Ferritperlen gesetzt. Ebenso dient das RC-Glied R 9, C 6 der Entstörung.

Wird die Schaltung dieses Elektronik-Transformators über eine Phasenanschnitt-Steuerung betrieben, erfolgt in den Lücken der Ansteuerspannung auch keine Leistungseinspeisung in die angeschlossenen Halogenlampen. Erst wenn eine ausreichende Ansteuerspannung zur Verfügung steht, wird über den Diac DC 1 in der bereits beschriebenen Weise der Halbbrückenwandler aktiviert. Hierdurch ist eine ausgezeichnete Dimmbarkeit, d. h. Helligkeitsregelung der angeschlossenen Halogenlampen in Verbindung mit einem separaten, vorge-schalteten Dimmer möglich.

Zu beachten ist, daß die gesamte Schaltung bis einschließlich der Primärseite des Trenntransformators TR 2 galvanisch direkt mit der lebensgefährlichen Netzwechselspannung verbunden ist. Erst TR 2 nimmt die Trennung zum Netz vor, so daß die Berührung der Ausgangsklemmen KL 3 und KL 4 unkritisch ist - so, wie man es von einer Niederspannung gewohnt ist.

Wenn man sich die Größe des Transformators TR 2 einmal näher anschaut, könnte man zunächst vermuten, daß es sich um einen Transformator mit einer Leistung von 1 VA handelt. Bezogen auf einen 50 Hz-Übertrager ist dies auch durchaus korrekt. Im vorliegenden Fall handelt es sich jedoch um einen Ferrit-Übertrager, der mit einer Frequenz von 45 kHz arbeitet und in der Tat im Dauerbetrieb bei geringsten Verlusten volle 60 VA zu übertragen in der Lage ist. Aufgrund der extrem geringen Baugröße und den damit in Zusammenhang stehenden kurzen Wicklungslängen ergibt sich u. a. der geringe Innenwiderstand und der hohe Wirkungsgrad.

Zum Nachbau

Wie eingangs bereits angesprochen, gestaltet sich der Nachbau ausgesprochen einfach. Da die Schaltung jedoch mit der lebensgefährlichen 230 V-Netzwechselspannung direkt betrieben wird, darf der Aufbau und die Inbetriebnahme nur von Profis vorgenommen werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt und hinreichend mit den entsprechenden VDE- und Sicherheitsbestimmungen vertraut sind.

Anhand des Bestückungsplanes werden zunächst die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente in gewohnter Weise auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Auf folgende Besonderheiten ist hierbei zu achten:

1. Die beiden Leistungstransistoren T 1

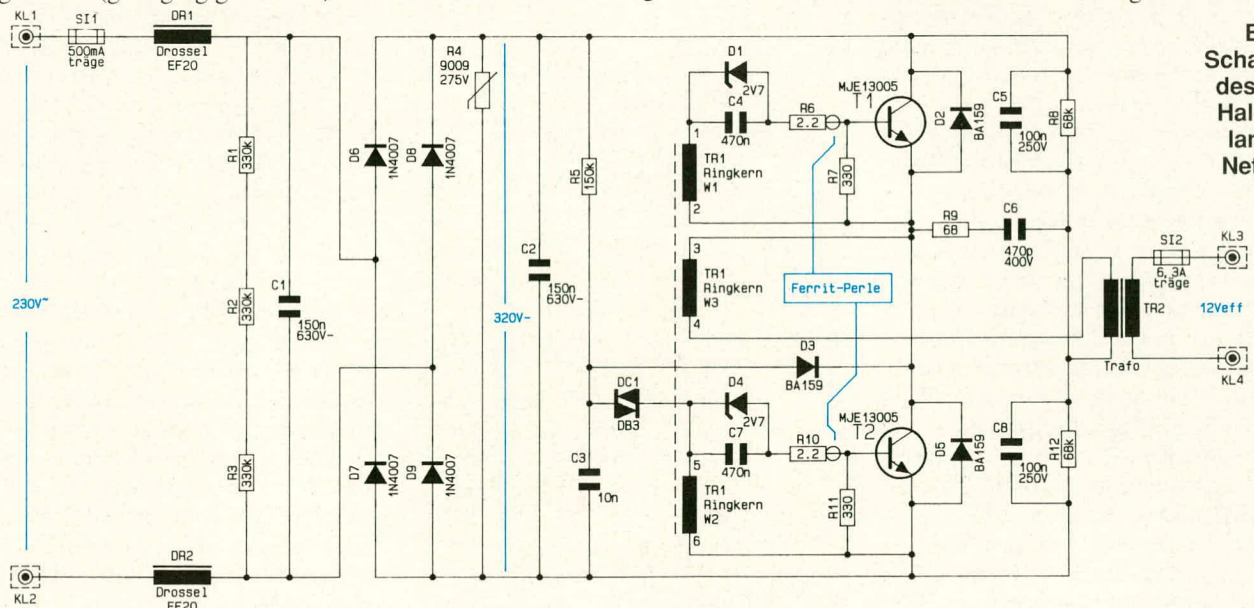


Bild 2:
Schaltung
des ELV-
Halogen-
lampen-
Netzteils

und T 2 des Typs MJE 13005 werden stehend ohne zusätzliche Kühlmaßnahmen eingebaut, wobei der Abstand zwischen Gehäuseunterseite und Leiterplattenoberseite (sichtbare Beinchenlänge) ca. 5 mm betragen sollte.

2. Die Einbaulage (Polarität) des Variators R 2 spielt keine Rolle.

3. Die beiden Drosseln DR 1 und DR 2 sind baugleich, und auch ihre Einbaulage (180° gedreht oder nicht) spielt keine Rolle.

4. Der Ausgangs-Trenntrafo TR 2 ist durch seine Anschlußpins so ausgelegt, daß nur eine einzige korrekte Einbaulage möglich ist, denn auf der Primärseite (230 V-Seite) fehlen in der Mitte der Anschlußstiftreihe 2 Stifte. Bei selbsterstellten Platinen könnte hier eventuell eine Fehlquelle auftreten. Daher nochmals ganz deutlich: Die Netzspannungsseite des Trafos besitzt lediglich 4 Anschlüsse und weist zur Platinenmitte, also zu TR 1.

5. Der Ringkernübertrager TR 1 ist werksseitig mit lediglich 2 Wicklungen (Schaltbildanschlußpunkte 1-2 und 5-6) versehen. Die 3. Wicklung, die lediglich aus 2 Windungen besteht, ist gemäß Abbildung 1 aus einem 7 cm langen isolierten Stück Schaltdraht (0,5 mm Ø) selbst aufzubringen. Der Wicklungssinn spielt hierbei eine entscheidende Rolle, und man hält sich demnach genau an das Foto.

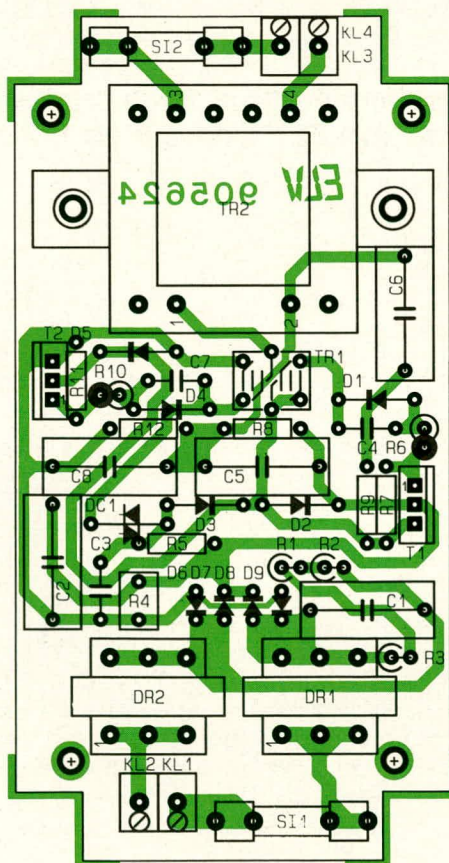
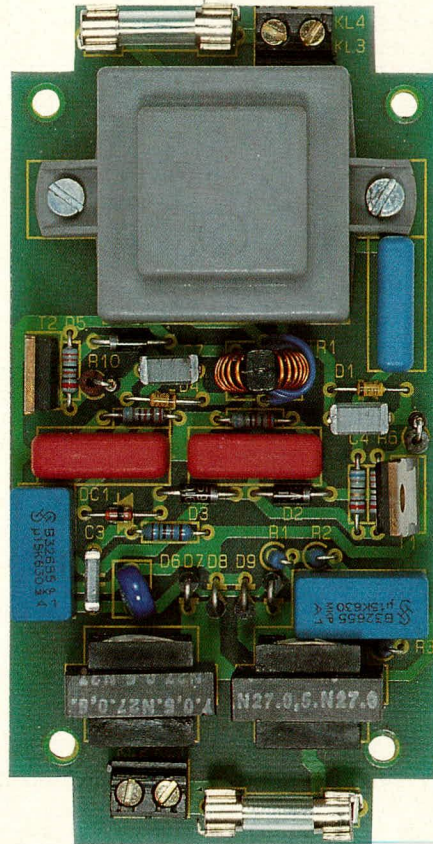
6. Der Widerstand R 6 wird stehend eingebaut, und zwar so, daß die zu D 1 hinweisende Bohrung mit dem stehenden Widerstand bestückt wird und der von oben nach unten verlaufende längere Anschlußdraht in das zugehörige, etwas weiter von D 1 entfernte Bohrloch geführt wird. Über diesen Anschlußdraht wird vor dem Einsetzen des Widerstandes eine Ferritperle geführt.

7. In gleicher Weise wird der Widerstand R 10 stehend eingebaut, wobei auch hier über den längeren Anschlußdraht eine Ferritperle zu setzen ist. Auch in diesem Fall wird der stehende Widerstand in die näher bei D 4 liegenden Bohrung eingesetzt, während die zweite, danebenliegende, jedoch etwas weiter von D 4 entfernte Bohrung mit dem Anschlußdraht einschließlich der Ferritperle zu bestücken ist.

Für den Einbau steht ein passendes Industriegehäuse zur Verfügung, in welchem die Schaltung mit 4 Schrauben M 3 x 5 mm festgeschraubt werden kann. Grundsätzlich ist auch der Einbau in andere Gehäuse denkbar, wobei unbedingt darauf zu achten ist, daß die Schaltung ausschließlich dann mit der Netzwechselspannung verbunden werden darf, wenn sie sich in einem berührungssicheren, vollisolierenden Kunststoffgehäuse befindet.

Wenn das Netzteil dauerhaft montiert werden soll, d. h. mit starr verlegten Leitungen, können alle Kabel über einfache

Bild 3: Ansicht von Löt- und Bestückungsseite des ELV-Halogenlampen-Netzteils



**Stückliste:
Halogenlampen-Netzteil**

Widerstände:

2,2Ω	R 6, R 10
68Ω	R 9
330Ω	R 7, R 11
68kΩ	R 8, R 12
150kΩ	R 5
330kΩ	R 1-R 3
9009/275V (Varistor)	R 4

Kondensatoren:

470pF/400V	C 6
10nF	C 3
100nF/250V	C 5, C 8
150nF/630V	C 1, C 2
470nF	C 4, C 7

Halbleiter

DB3	DC 1
MJE13005	T 1, T 2
BA159	D 2, D 3, D 5
ZPD/2,7V	D 1, D 4
1N4007	D 6-D 9

Sonstiges:

Ausgangstrafo	TR 2
Ringkernspule	TR 1
Drossel, EF 20	DR 1, DR 2
Sicherung, 500mA, träge	SI 1
Sicherung, 6,3 A, träge	SI 2
2 Ferrit-Perlen	
2 Platinensicherungshalter	
2 Klemmleisten, 2polig, print	
7 cm Schaltdraht, Ø 0,5 mm	

Gummitüllen ins Gehäuse ein- bzw. ausgeführt werden. Sind hingegen offene, flexible Zuleitungen und eine Verwendung als „fliegendes Gerät“ geplant, so sollten für sämtliche Leitungen Netzkabeldurchführungen mit Knickschutz und Zugentlastung verwendet werden.

Wie zu Beginn dieses Artikels bereits ausgeführt, kann diese Schaltung auch über einen handelsüblichen Dimmer zur Helligkeitssteuerung betrieben werden. Im einfachsten Fall sind hierfür die inzwischen recht preiswerten Standard-Dimmer für „normale“ Glühlampen einsetzbar. Aufgrund des großen Oberwellenanteils entsprechender Dimmer stellt sich jedoch im gedimmten Zustand ein deutlich hörbares Brummgeräusch ein. Dies ist auf die verwendeten Induktivitäten zurückzuführen. Günstiger wäre hier der Einsatz eines Spezialdimmers für induktive Lasten, mit dem auch „normale“ Transformatoren betrieben werden können. In diesem Fall ist das markante Brummgeräusch deutlich leiser.

Am günstigsten jedoch ist es, wenn die gesamte Schaltung komplett vergossen wird - dann kehrt selbst bei Ansteuerung mit „normalen“ Dimmern Ruhe ein. Nahezu derselbe Effekt ist übrigens durch Versiegeln der Induktivitäten mit Sekundenkleber (Cyanacrylat) zu erreichen.

Die VDE- und Sicherheitsbestimmungen sind zu beachten. **ELV**