



Phasenabschnitt- dimmer DI 300

Sowohl Halogenlampen mit vorgeschaltetem elektronischen Transformator als auch normale Glühlampen und Hochvolt-Halogenlampen lassen sich mit diesem neuen Phasenabschnittdimmer per Tastendruck dimmen und schalten.

Allgemeines

Halogenlampen erfreuen sich aufgrund der hohen Lichtausbeute bei kleiner Leistung und Bauform hoher Beliebtheit und sind heutzutage in fast jedem Haushalt vertreten.

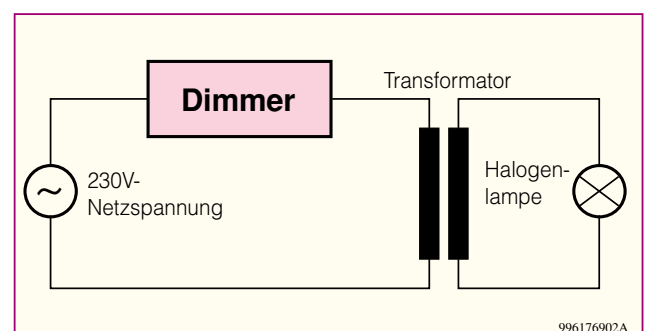
Da die Spannungsversorgung durch eine 12V-Wechselspannung erfolgt, muß die 230V-Netzspannung zunächst durch einen geeigneten Transformator auf 12 V herabgesetzt werden. Als Vorschalttrafos werden sowohl konventionelle Transformatoren, d. h. Trafos mit Ring- oder Eisenkern, als auch in immer größerem Umfang elektronische Trafos eingesetzt, die sich insbe-

sondere durch eine elektronisch geregelte Ausgangsspannung und geringe Abmaße auszeichnen. So sind elektronische Trafos aufgrund ihrer flachen Bauform z. B. bestens für die Montage in abgehängten Dek-

ken im Bade- oder Wohnzimmer geeignet.

Soll die Helligkeit der angeschlossenen Lampen variiert werden, wird in der Regel zwischen 230V-Netz und Transformator ein Dimmer geschaltet, siehe Abbildung 1.

Bild 1:
Zur Steuerung der Helligkeit wird ein Dimmer vorgeschaltet.



996176902A

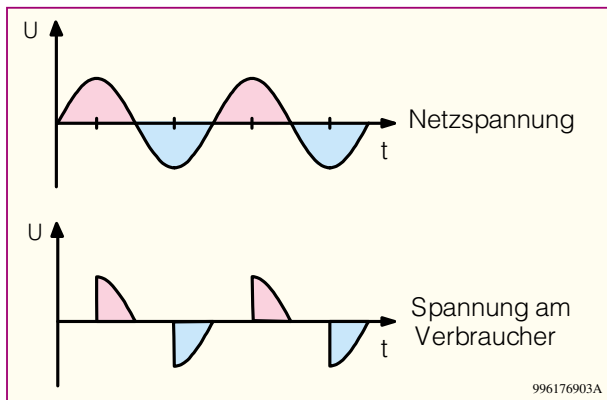


Bild 2:
Prinzip des
Phasenanschnitt-
dimmers

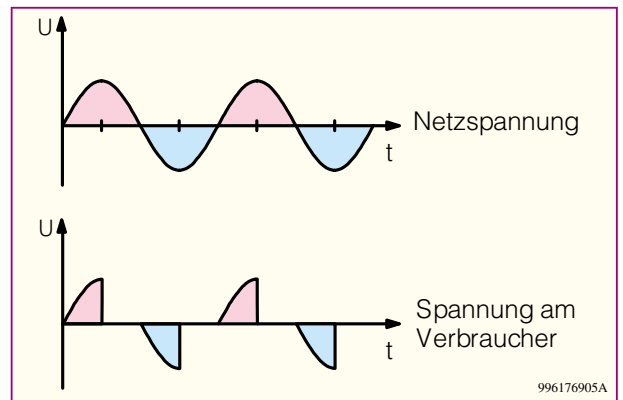


Bild 4:
Prinzip
des Phasen-
abschnitt-
dimmers

Jedoch stellen konventionelle und elektronische Transformatoren, wie nachstehend erläutert, verschiedene Anforderungen an den vorgeschalteten Dimmer.

Phasenanschnittdimmer

Konventionelle Transformatoren werden nach dem Prinzip der Phasenanschnitt-Steuerung gedimmt. Dabei wird die Spannung nur für einen bestimmten Zeitraum pro Netzperiode auf den Verbraucher geschaltet, siehe Abbildung 2. Die im Mittel umgesetzte Leistung, hier 50% der Vollast, wird von der Länge der Zeitspanne bestimmt. Beim Phasenanschnitt ist der Verbraucher nach dem Netznulldurchgang zunächst spannungslos. Nach Ablauf einer einstellbaren Zeit wird ein im Dimmer vorhandener Triac gezündet, der die Netzspannung einschaltet. Im darauffolgenden Nulldurchgang wird der Haltestrom des Triac unterschritten und die Spannung ist abgeschaltet. Nach jedem Nulldurchgang wiederholt sich der zuvor beschriebene Vorgang. Abbildung 3 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines Phasenanschnittdimmers.

Konventionelle Transformatoren stellen für den Dimmer eine induktive Last dar, wodurch zwischen Spannung und Strom eine Phasenverschiebung entsteht. Während die Spannung bereits den Nulldurchgang durchlaufen hat, ist der Strom noch nicht zu null geworden. Herkömmliche

Phasenanschnittdimmer sind für diesen Lastfall nicht geeignet, da der Triac nicht „stromrichtig“ angesteuert wird. Gibt der Dimmer einen Zündimpuls aus, bevor der Strom zu null geworden ist, ist dieser wirkungslos. Als Folge stellt sich ein sogenannter Halbwellenbetrieb ein, der den Transformator schnell in die Sättigung treibt und in der Regel zur Zerstörung führt.

So sind für das Dimmen von Halogenlampen mit konventionellen Trafos spezielle Phasenanschnittdimmer erforderlich, die durch Messen von Strom und Spannung bzw. Ermitteln der Nulldurchgänge eine Phasenverschiebung erkennen und den Zeitpunkt des Zündimpulses automatisch anpassen. Dimmer, die diese Anforderungen erfüllen, sind z. B. der Halogenlampen-Primär-Dimmer aus dem „ELVjournal“ 5/93 oder die Dimmer des ELV-Funkschaltsystems FS 10.

Phasenabschnittdimmer

Die meisten elektronischen Trafos hingegen erfordern für das Dimmen einen sogenannten Phasenabschnittdimmer. Auf dem Typenschild oder in der Bedienungsanleitung befindet sich dann der Hinweis „dimmbar“ oder „dimmbar mit Phasenabschnittdimmer“. Weiterhin lassen sich mit Phasenabschnittdimmern normale Glühlampen und Hochvolt-Halogenlampen problemlos dimmen.

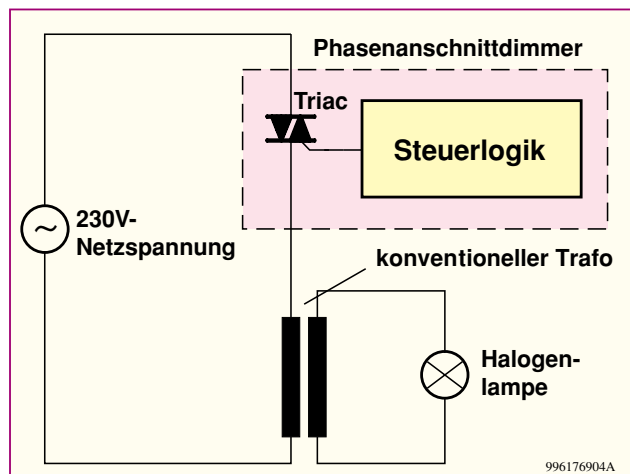


Bild 3: Arbeitsprinzip
des Phasenanschnitt-
dimmers mit Triac

Im Gegensatz zu einem Phasenanschnittdimmer schaltet ein Phasenabschnittdimmer die Netzspannung direkt im Nulldurchgang ein und nach Ablauf einer bestimmten einstellbaren Zeit wieder ab, siehe Abbildung 4. Da das Abschalten der Spannung während der Halbwellen mit einem herkömmlichen Triac nicht möglich ist, muß man, um einen solchen Dimmer zu realisieren, andere Wege beschreiten. Abbildung 5 zeigt die Prinzipschaltung des ELV-Phasenabschnittdimmers. Als Schalter wird ein Hochvolt-MOS-FET eingesetzt. Da ein MOS-FET lediglich für das Schalten von Gleichspannungen geeignet ist, wird die Netzspannung zunächst über einen Brückengleichrichter gleichgerichtet. Eine Steuerlogik, in diesem Fall ein Mikrocontroller, ermittelt die Nulldurchgänge der Netzspannung und schaltet den MOS-FET im Nulldurchgang ein. So steht die Netzspannung am Verbraucher, hier dem elektronischen Transformator, an. Nach Ablauf der eingestellten Zeit wird der MOS-FET abgeschaltet und der Verbraucher ist spannungslos. Dieser Vorgang wiederholt sich nach jedem Netznulldurchgang, wodurch sich am Verbraucher der in Abbildung 4 dargestellte Spannungsverlauf ergibt. Der in der Abbildung 5 eingezeichnete Taster dient zur Steuerung, d. h. zum Ein- und Ausschalten sowie zum Dimmen.

Die neue CoolMOS-Technologie von Siemens

In dem neuen ELV-Phasenabschnittdimmer kommt eine völlig neuartige Generation von Hochvolt-MOS-FETs zum Einsatz, die „CoolMOS“-Serie von Siemens. Nachdem die bekannte MOS-Struktur an ihre Entwicklungsgrenzen gestoßen war und sich der Einschaltwiderstand $R_{DS(on)}$, der im wesentlichen die Verlustleistung bestimmt, lediglich noch durch Maximierung der Siliziumfläche verringern ließ, reduziert die neue „CoolMOS“-Technologie von Siemens jetzt den $R_{DS(on)}$ um den Faktor 5 bis 10 bei gleicher Chipfläche. So verringert sich die Verlustleistung am Transistor im eingeschalteten Zustand erheblich. Weiterhin setzt die „CoolMOS“-Tech-

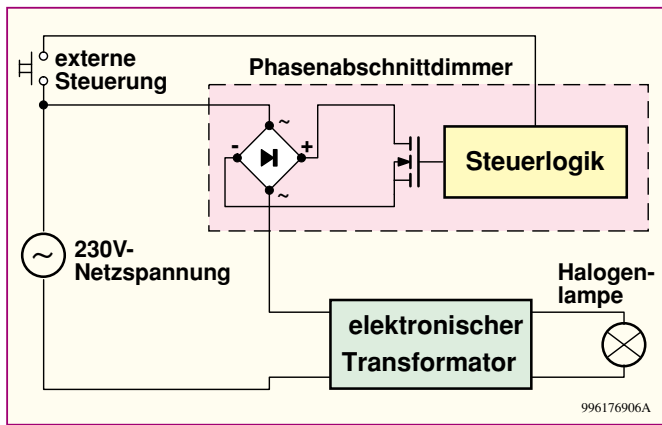


Bild 5:
Prinzip des
Phasenabschnitt-
dimmers mit
MOS-FET

nologie den Maßstab im Hinblick auf Schaltfrequenz, Steuerleistung, dynamische Verluste und Baugröße.

Eingesetzt wird in dieser Dimmerschaltung ein SPP 20N60S5 im TO220-Gehäuse. Die Spannungsfestigkeit beträgt 600 V, der Maximalstrom 20 A und der $R_{DS(on)}$ lediglich 0,19 Ω . Weiterhin ist eine Freilaufdiode bereits integriert. Ein Transistor mit vergleichbaren Daten war vorher nur im TO 264 oder Isotop-Gehäuse zu haben.

Der ELV-Phasenabschnittdimmer DI 300

Die Schaltungstechnik des Phasenabschnittdimmers DI 300 ist für den Zweileiterbetrieb ausgelegt, wodurch ein Austausch gegen herkömmliche Schalter oder Dimmer problemlos möglich ist. Das Ein- bzw. Ausschalten und Dimmen erfolgt über einen oder mehrere parallel liegende Taster. Durch die Möglichkeit, mehrere externe Taster anzuschließen, kann der Dimmer die Funktion eines Stromstoßrelais übernehmen. So kann an verschiedenen Stellen ein Taster montiert werden, und die Lampe ist von diesen Orten aus schalt- und dimmbar.

Die Abmessungen der Platine (Durchmesser 55 mm, Höhe 16,5 mm) wurden so gewählt, daß der Einbau in eine handelsübliche Unterputz-Schalterdose problemlos möglich ist. Eventuell kann die Montage

sogar direkt hinter dem Taster erfolgen. Bei dieser Installationsart ist jedoch unbedingt auf entsprechende Isolation und ausreichende Wärmeabfuhr zu achten.

Ein weiteres Merkmal dieses Dimmers ist ein im Vergleich zu herkömmlichen Phasenabschnittdimmern nahezu geräuschloses Arbeiten, da auf die Entstördrossel verzichtet werden konnte.

Die Helligkeit der angeschlossenen Lampe wird über die Bediendauer des Tasters eingestellt. Durch kurze Betätigung (zwischen 50 und 400 ms) schaltet man ein bzw. aus. Hält man den Taster länger als 400ms gedrückt, ändert sich die Lampenhelligkeit. Wurde die Lampe z. B. mit voller Helligkeit eingeschaltet, beginnt der Dimmer nach 400 ms Betätigung herunterzudimmen. Nach Erreichen der minimalen Helligkeit kehrt sich die Dimmrichtung um, usw. Läßt man den Taster kurz los und hält ihn anschließend wieder länger als 400 ms gedrückt, kehrt sich ebenfalls die Dimmrichtung um.

Nach dem Einschalten startet der Dimmer automatisch mit dem vor dem Ausschalten zuletzt aktiven Helligkeitswert. Als besondere Funktion kann man den DI 300 unabhängig vom zuletzt aktiven Helligkeitswert ebenfalls mit voller Helligkeit einschalten. Dazu braucht der Taster beim Einschalten nur länger als 400 ms gedrückt zu werden. Dann startet der Dimmer automatisch mit voller Helligkeit.

Schaltung

Abbildung 6 zeigt die übersichtliche, aus wenigen Bauelementen bestehende Schaltung des ELV-Phasenabschnittdimmers. Im ausgeschalteten Zustand steht die Netzspannung über den Verbraucher an der Klemme KL 1 an. Diese wird über die Sicherung SI 1 dem aus den Dioden D 1 bis D 4 bestehenden Brückengleichrichter zugeführt. Bezogen auf den Massepunkt des Gleichrichters (Anoden D 2 und D 4) steht an den Kathoden von D 1 und D 3 die gleichgerichtete Wechselfspannung an, die dem Hochvolt-MOS-FET T 1 sowie R 9

zugeführt wird. Schaltet die nachstehend beschriebene Logik den MOS-FET T 1 durch, wird die gleichgerichtete Netzwechselfspannung kurzgeschlossen und der Verbraucher mit Spannung versorgt.

Der Dimmer selbst benötigt zwei Versorgungsspannungen: Für die Ansteuerung des MOS-FETs wird eine Spannung von 10 V benötigt, während für die Versorgung des Prozessors lediglich 3,6 V erforderlich sind. Beide Spannungen werden, wie folgt beschrieben, generiert.

Die Widerstandskette R 9, R 10 und R 11 setzt die gleichgerichtete Netzspannung herab, die Z-Diode D 7 begrenzt auf maximal 10 V. Der Elko C 4 dient zur Siebung. D 6 verhindert die Entladung von C 4, wenn der MOS-FET eingeschaltet ist. Der Spannungsregler IC 1 (HT 1036) stellt an seinem Ausgang, Pin 3, eine auf 3,6 V stabilisierte Spannung zur Verfügung, mit der der Prozessor IC 2 an Pin 1 versorgt wird. C 7 und C 8 dienen hier zur weiteren Siebung.

Besonders wichtig ist die exakte und vom eingestellten Phasenwinkel unabhängige Erkennung des Nulldurchgangs. Über R4 wird dazu die vor dem Brückengleichrichter anliegende Eingangsspannung abgegriffen und mit der Z-Diode D 5 auf 3,9 V begrenzt. Wie im Schaltbild ersichtlich, bleibt lediglich die negative Flanke der an der Z-Diode D 5 anliegenden Spannung bei unterschiedlichen Phasenwinkeln zeitlich unverändert. Über den Widerstand R 5 wird dieses Signal dem Mikrocontroller IC 2 zugeführt. Wie leicht zu erkennen ist, steht die negative Flanke lediglich 1 mal pro Netzperiode zur Verfügung, die Ansteuerung des MOS-FET muß aber 2 mal pro Netzperiode erfolgen. Dazu berechnet der Mikrocontroller sich die Position des zweiten Netznulldurchgangs selbst.

Der Mikrocontroller ELV 99113 des Typs PIC 12C508 ist in dieser Anwendung mit einem 455kHz-Keramikschwinger, Q 1, beschaltet. Diese relativ langsame Arbeitsfrequenz bietet den Vorteil, daß der Controller lediglich 150 μ A verbraucht und das Netzteil dementsprechend stromsparend realisiert werden konnte.

Die Ansteuerung der MOS-FETs erfolgt vom Controller aus über den Transistor T 2. Über R 8 und R 7 liegt die 10V-Versorgungsspannung am Gate des MOS-FETs an. Um den MOS-FET abzuschalten, wird T 2 vom Controller über R 6 durchgesteuert, wodurch sich das Gate auf Massepotential befindet. Durch die RC-Kombination R 7, C 3 und die Gate-Kapazität des MOS-FETs wird die Abschaltflanke so eingestellt, d. h. künstlich verlangsamt, daß keine weiteren Entstörmaßnahmen im Hinblick auf die Einhaltung der EMV-Anforderungen erforderlich sind. Die bei herkömmlichen Phasenabschnittdimmern

| Technische Daten: Phasenabschnittdimmer | |
|--|---|
| Netzspannung: | 230 V/50 Hz |
| Anschlußleistung: | .. 25 W bis 300 W* |
| Verbraucher: | elektronische Halogenlampentrafos, Glühlampen, Hochvolt-Halogenlampen |
| Funktionen: | Ein, Aus, Dimmen |
| Steuerung: | ... ein oder mehrere Taster |
| Steuerzeiten: | 50-400 ms: Ein/Aus, > 400 ms: Dimmen |
| Abmaße (ϕ x H): | 55 x 16,5 mm |
| *abhängig von der Montageart, siehe Text | |

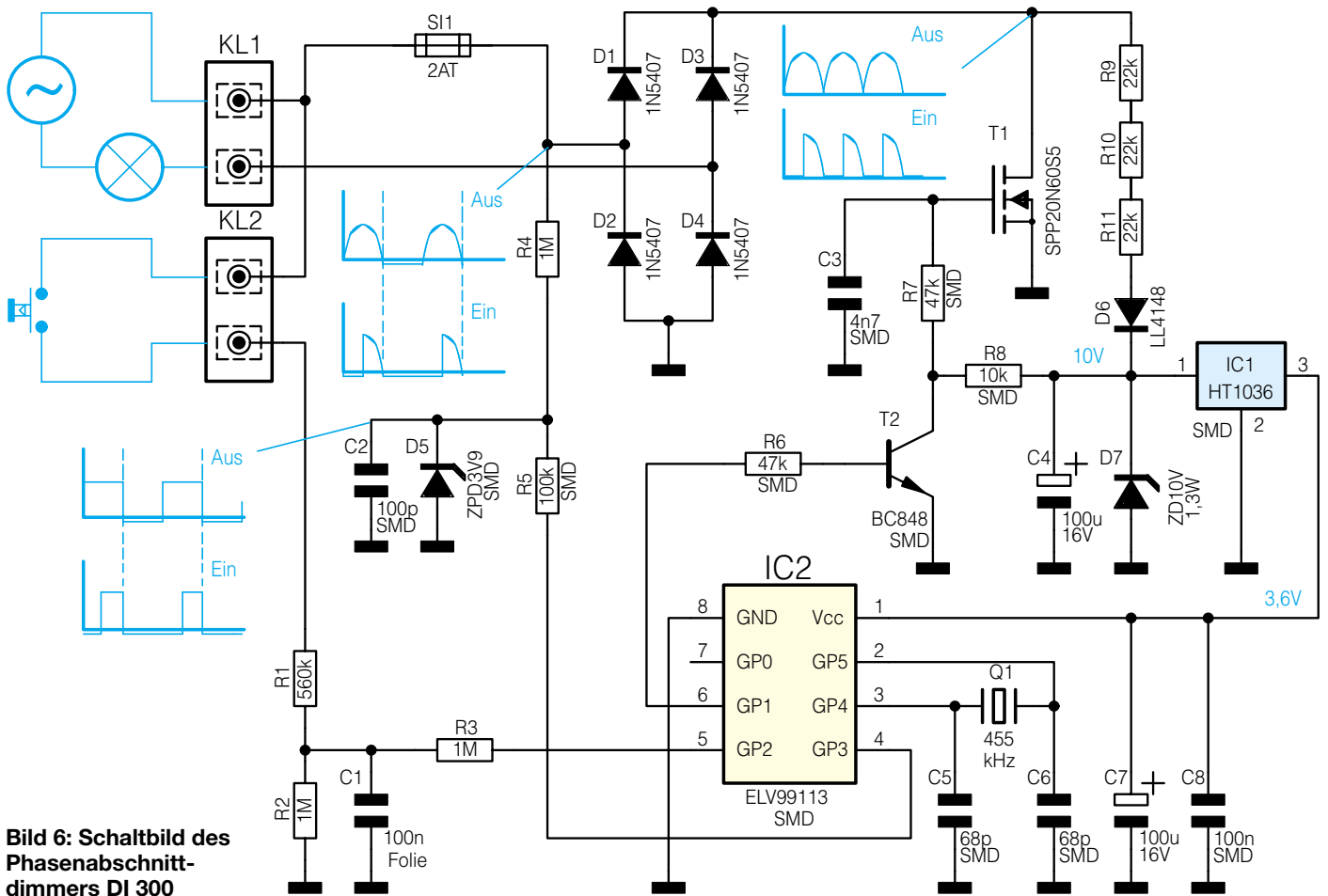


Bild 6: Schaltbild des Phasenabschnitt-dimmers DI 300

erforderliche Entstördrossel für den Triac kann hier entfallen.

Zum Schluß der Schaltungsbeschreibung soll noch kurz die Funktion des Tasters erläutert werden. Der oder die an die Klemme KL 2 angeschlossenen Taster schalten bei Betätigung die Phase auf den Widerstand R 1. Der Spannungsverlauf entspricht dem an KL 1. Die anstehenden Spannungspulse werden über C 1 aufintegriert und über R 3 dem Prozessor zugeführt. Der Prozessor selbst klemmt die Spannung am Portpin GP 2 (Pin 5) durch die internen Schutzdioden. Je nach Länge der Tasterbetätigung ändert sich der Schalt- bzw. Dimmzustand.

Nachbau

Trotz gemischter Bestückung mit SMD- und bedrahteten Bauelementen ist der Aufbau des Phasenabschnittdimmers problemlos und schnell möglich.

Achtung: Aufgrund der im Gerät geführten lebensgefährlichen Netzspannung dürfen Aufbau, Inbetriebnahme und Installation ausschließlich von Fachkräften vorgenommen werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten.

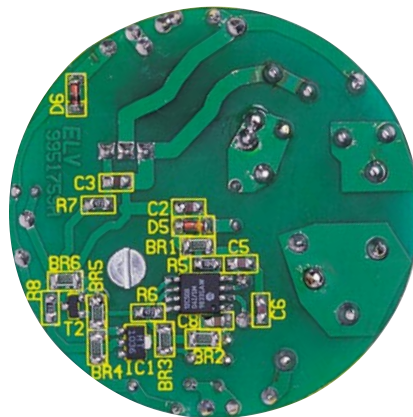
Nach diesem Hinweis wird die im Durchmesser 55 mm messende einseitige Platine anhand von Bestückungsplan, Platinfoto und Stückliste zunächst mit den SMD-Bauelementen auf der Lötseite bestückt.

Dazu empfiehlt sich die Verwendung eines Lötkolbens mit bleistiftspitzer Spitze, bitte achten Sie unbedingt auf sauberes Löten.

Bei der Montage eines SMD-Bauteils geht man wie folgt vor: Im ersten Schritt wird das entsprechende Pad leicht vorverzinnt. Anschließend ist das Bauteil mit

einer Pinzette zu plazieren, festzuhalten und zunächst auf einer Seite zu verlöten. Vor dem beidseitigen Verlöten ist die korrekte Position zu überprüfen.

Für die Montage der SMD-Bauteile sollte folgende Reihenfolge eingehalten werden: Widerstände und 0Ω-Brücken, Kondensatoren, Transistor, Dioden, Spannungsregler. Beim Einbau der Halbleiter ist genauso wie bei der folgenden Bestückung des Mikrocontrollers IC 2 unbedingt auf die richtige Einbaulage zu achten, d. h. die Markierungen im Bestückungsdruck und



Ansicht der fertig bestückten Platine des DI 300 von der Lötseite mit zugehörigem Bestückungsplan

Stückliste:
Phasenabschnittdimmer

Widerstände:

| | |
|-----------------|---------|
| 0Ω/SMD | BR1-BR6 |
| 10kΩ/SMD | R8 |
| 22kΩ | R9-R11 |
| 47kΩ/SMD | R6, R7 |
| 560kΩ | R1 |
| 100kΩ/SMD | R5 |
| 1MΩ | R2-R4 |

Kondensatoren:

| | |
|-----------------|--------|
| 68pF/SMD | C5, C6 |
| 100pF/SMD | C2 |
| 4,7nF/SMD | C3 |
| 100nF | C1 |
| 100nF/SMD | C8 |
| 100µF/16V | C4, C7 |

Halbleiter:

| | |
|--------------------|-------|
| HT1036/SMD | IC1 |
| ELV99113/SMD | IC2 |
| SPP20N60SS | T1 |
| BC848 | T2 |
| 1N5407 | D1-D4 |
| ZPD3,9V/SMD | D5 |
| LL4148 | D6 |
| ZPD10V/1,3W | D7 |

Sonstiges:

- Keramikschwinger, 455 kHz
- Netzschraubklemmen,
2polig
- Sicherung, 2 A, träge
- 1 Platinsicherungshalter (2 Hälften)
- 1 Kühlkörper, SK 13
- 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8mm
- 1 Mutter, M3
- 1 Fächerscheibe, M3

an den Bauteilen müssen übereinstimmen.

Nach Komplettierung der SMD-Bestückung werden auf der Bestückungsseite zunächst die Widerstände und Kondensato-

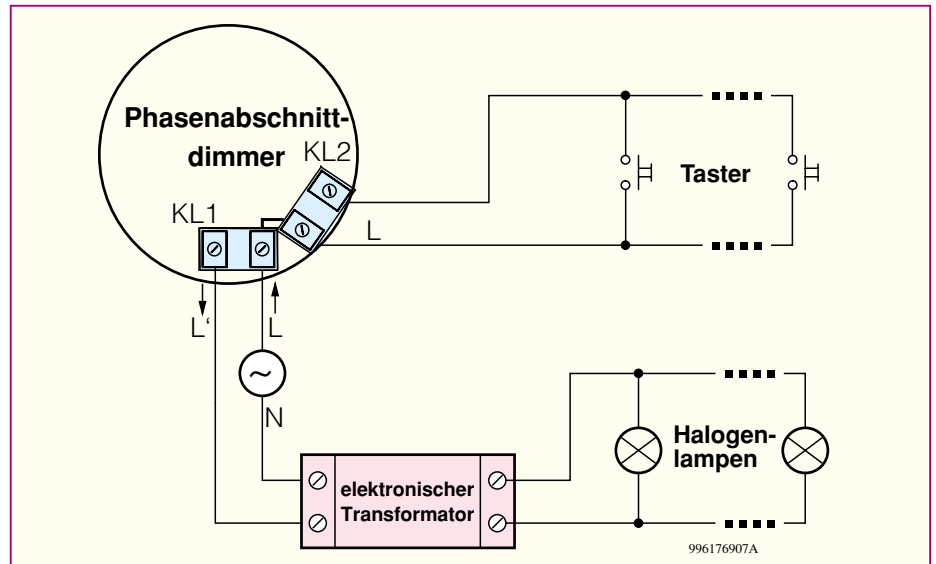
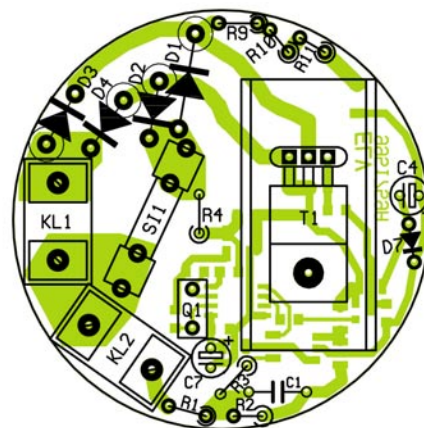


Bild 7: Installation des Dimmers DI 300

ren, der Keramikresonator, die Sicherungshalterhälften und die Z-Diode eingebaut. Die Dioden D 1 bis D 4 sind, wie im Bestückungsfoto ersichtlich, stehend einzusetzen. Beim Einbau der Schraubklemmen ist darauf zu achten, daß diese plan auf der Platine aufliegen und die Öffnungen nach außen zeigen.

Nachdem die Anschlußbeine des MOS-FETs in 3 mm Abstand vom Gehäuse um 90° nach hinten abgewinkelt wurden, kann die Montage erfolgen. Die M3x8mm-Zylinderkopfschraube wird von der Platinenunterseite durch die entsprechende Bohrung geschoben. Von der Bestückungsseite werden zunächst der Kühlkörper und der MOS-FET aufgesetzt. Es folgen die Zahnscheibe und die M3-Mutter. Nachdem die Schraube fest angezogen wurde, kann das Verlöten des Transistors erfolgen.

Nach dem Einsetzen der Sicherung in den Sicherungshalter ist der Aufbau fertiggestellt und die korrekte Bestückung ist zu überprüfen. Eventuell vorhandene Lötbrücken sind zu entfernen.



Ansicht der fertig bestückten Platine des DI 300 von der Bestückungsseite mit zugehörigem Bestückungsplan

Installation

Abbildung 7 zeigt den prinzipiellen Anschluß des Dimmers. Über die Klemme KL 1 wird der Dimmer in den Lampenstromkreis eingeschleift. An den rechten Klemmstein von KL 1 wird die ankommende Phase L angeschlossen, während an den linken Klemmstein „L“ der Verbraucher anzuschließen ist. Der Nulleiter N wird aufgrund des Zweileiterbetriebs am Dimmer selbst nicht benötigt.

An KL 2 sind ein oder mehrere Taster anschließbar. Wie in Abbildung 6 ersichtlich, ist die Phase L dimmer-intern von KL 1 nach KL 2 durchverbunden. Bei Betätigung eines Tasters wird die Phase L auf den Steuereingang geschaltet. Das Schalten der Phase bringt den Vorteil mit sich, daß lediglich eine Steuerleitung erforderlich ist, falls man die Phase am Montageort des Tasters sowieso zur Verfügung hat. Wichtig ist lediglich, daß es sich hierbei um dieselbe (!) Phase handelt und die Taster für eine solche 230V-Installation zugelassen sind.

Die Abmaße des Dimmers sind so gewählt, daß die Montage der Platine (Durchmesser 55 mm, Höhe 16,5 mm) in einer handelsüblichen Unterputz-Schalterdose problemlos möglich ist.

Eventuell kann die Montage sogar direkt hinter einem Taster erfolgen, wobei jedoch unbedingt auf entsprechende Isolation und ausreichende Wärmeabfuhr zu achten ist. Die maximale Anschlußleistung von 300 W kann sich je nach Montageort deutlich verringern.

Eine Alternative ist die Montage in einem geeigneten Gehäuse an beliebiger Stelle, z. B. in einer abgehängten Decke direkt vor dem Transformator. Wichtig ist ebenfalls ausreichende Isolation und die Möglichkeit der Wärmeabfuhr. **ELV**