



5-V-Schaltnetzteil für Unterputz-Montage SPS05-UP

Beim SPS05-UP handelt es sich um ein Schaltnetzteil mit sehr geringem Stand-by-Verbrauch ($<0,4\text{ W}$), das speziell für die Montage in Unterputz-Schalterdosen konzipiert wurde und mit $5,1\text{ V}$ Ausgangsspannung und 900 mA Dauer-Strombelastbarkeit vielseitig einsetzbar ist.

Durch einen zusätzlichen Neutraleiteranschluss ist das Netzteil speziell für den Einsatz in Verbindung mit dem ELV-Radio (RDS100-UP) vorgesehen. In Verbindung mit dem RDS100-UP dient der zusätzliche Neutraleiteranschluss als Antenne.

Allgemeines

Im Bereich der Hausinstallation, insbesondere im Bereich der Hausautomatisierung, kommen immer mehr elektronische Geräte und Komponenten zum Einsatz, die mit einer Gleichspannung im Kleinspannungsbereich versorgt werden. Derartige Geräte und Baugruppen müssen dann durch externe Netzteile versorgt werden, die wiederum möglichst klein sein sollen, damit die Unterbringung in handelsübliche Schalterdosen erfolgen kann. Fest installierte Netzteile werden üblicherweise dauerhaft, d. h. rund um die Uhr, mit Spannung versorgt. Dadurch ergibt sich automatisch die Forderung nach einem möglichst geringen Stand-by-Verbrauch.

Alle zuvor aufgestellten Forderungen werden vom SPS05-UP erfüllt. Der Stand-by-Verbrauch beträgt $<0,4\text{ W}$ und aufgrund der Bauform kann man das Netzteil einfach in der Wand verschwinden lassen. Der Installationsaufwand ist gering und die zur Verfügung stehende Leistung ist für viele Anwendungen ausreichend. Das hier vorgestellte Schaltnetzteil ist besonders für den Einsatz in Verbindung mit dem ELV-Radio

RDS100-UP für Unterputzmontage ausgelegt. Das Antennensignal liefert in dieser Konstellation der zusätzliche Neutraleiteranschluss am Netzteil.

Natürlich ist das Netzteil auch für andere Aufgaben einsetzbar, in denen eine unauffällige Montage im Vordergrund steht. Die Abmessungen des SPS05-UP sind auf die genormte Größe einer sogenannten Schalterdose abgestimmt.

Technische Daten: SPS05-UP

Ausgangsspannung:	5 Vdc
Ausgangsstrom:	900 mA Dauer
Stand-by-Verbrauch:	$<0,4\text{ W}$
Eingangsspannung:	230 Vac
Netzfrequenz:	50/60 Hz
Primäranschlüsse:	Steckklemmen für $1,5\text{ mm}^2$ (N und L)
Zusatzanschluss:	Steckklemme für $1,5\text{ mm}^2$ (N')
Sekundäranschluss:	12 cm flexible Leitung, $0,75\text{ mm}^2$
Abmessungen (B x H x T):	57 x 49 x 32 mm

Installation

Wie bereits erwähnt, ist das Unterputz-Schaltnetzteil SPS05-UP für die Installation in eine Unterputz-Schalterdose vorgesehen. Mit seinem maximalen Durchmesser von ca. 57 mm lässt es sich einfach in die mit 60 mm Durchmesser genommene Dose einsetzen. Auch der Einbau in Unterputz-Abzweigdosen etc. ist möglich, wobei aber immer bei der Installation und beim Anschluss die in diesem Artikel beschriebenen Sicherheitshinweise unbedingt zu beachten sind.

Die eigentliche Installation gestaltet sich in der Regel sehr einfach:

Zuerst sind die Netzanschlussleitungen auf einer Länge von 10 mm abzuisolieren und dann in die zugehörigen seitlichen Klemmanschlüsse bis zum Anschlag einzuschieben. Hinweis: Zum Abklemmen einer Leitung ist der orange Schieber oberhalb der Klemme mit einem Schraubendreher zurückzudrücken und gleichzeitig die Leitung abzuziehen.

Auf der Sekundärseite sind die beiden Leitungen an die entsprechende Last anzuklemmen. Dabei ist unbedingt die korrekte Polung sicherzustellen. Die rote Leitung stellt den Plusanschluss, die schwarze Leitung den Masseanschluss der 5-V-Gleichspannung dar. Der fließende Dauer-Laststrom darf 900 mA nicht überschreiten, d. h. die Last darf eine maximale Dauer-Leistungsaufnahme von 4,6 W aufweisen. Nach dem Anschließen der Leitungen wird das Schaltnetzteil vorsichtig in die Unterputzdose eingeschoben, und diese ist letztendlich mit einem entsprechenden Deckel zu verschließen.

Schaltung

In Abbildung 1 ist das gesamte Schaltbild dieses kompakten Schaltnetzteils dargestellt. Aufgrund der komplexen Funktionalität des als Kernkomponente fungierenden SMPS-

Vorsicht!

Folgende Sicherheitshinweise sind unbedingt zu beachten:



- Aufbau, Inbetriebnahme und Installation des Gerätes dürfen ausschließlich von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind! Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten!
- Installationsarbeiten, sowohl am primärseitigen Netzanschluss als auch am Sekundäranschluss, dürfen nur im stromlosen Zustand erfolgen. Dabei sind alle einschlägigen Vorschriften des Installationshandwerks zu beachten!
- Die Leitungen der sekundärseitigen 5-V-Gleichspannung dürfen nicht direkt mit den netzspannungsführenden Leitungen in Berührung kommen.
- Die sekundärseitige 5-V-Gleichspannung darf nicht zusammen mit 230 V führenden Netzleitungen verlegt werden und es dürfen keine gemeinsamen Abzweigdosen etc. für die weitere Installation verwendet werden.

Controllers (switch mode power supply = Schaltnetzteil) IC 2 ist die Schaltung übersichtlich und die Anzahl der Komponenten begrenzt. Die 230-V-Netz-Wechselspannung wird an den Anschlussklemmen von KL 1 zugeführt und danach über die Sicherung SI 1 auf den Brückengleichrichter GL 1 geführt. Die Spulen L 1, L 2 sowie die Kondensatoren C 1, C 4 und C 12 dienen zur Störunterdrückung.

Durch die Gleichrichtung entsteht eine Gleichspannung von ca. 320 V, die an den Elkos C 2 und C 3 ansteht. In diesem Zusammenhang dient auch die Spule L 5 zur hochfrequenten Störunterdrückung.

Über den Leistungsüberträger TR 1 gelangt die 320-V-Gleich-

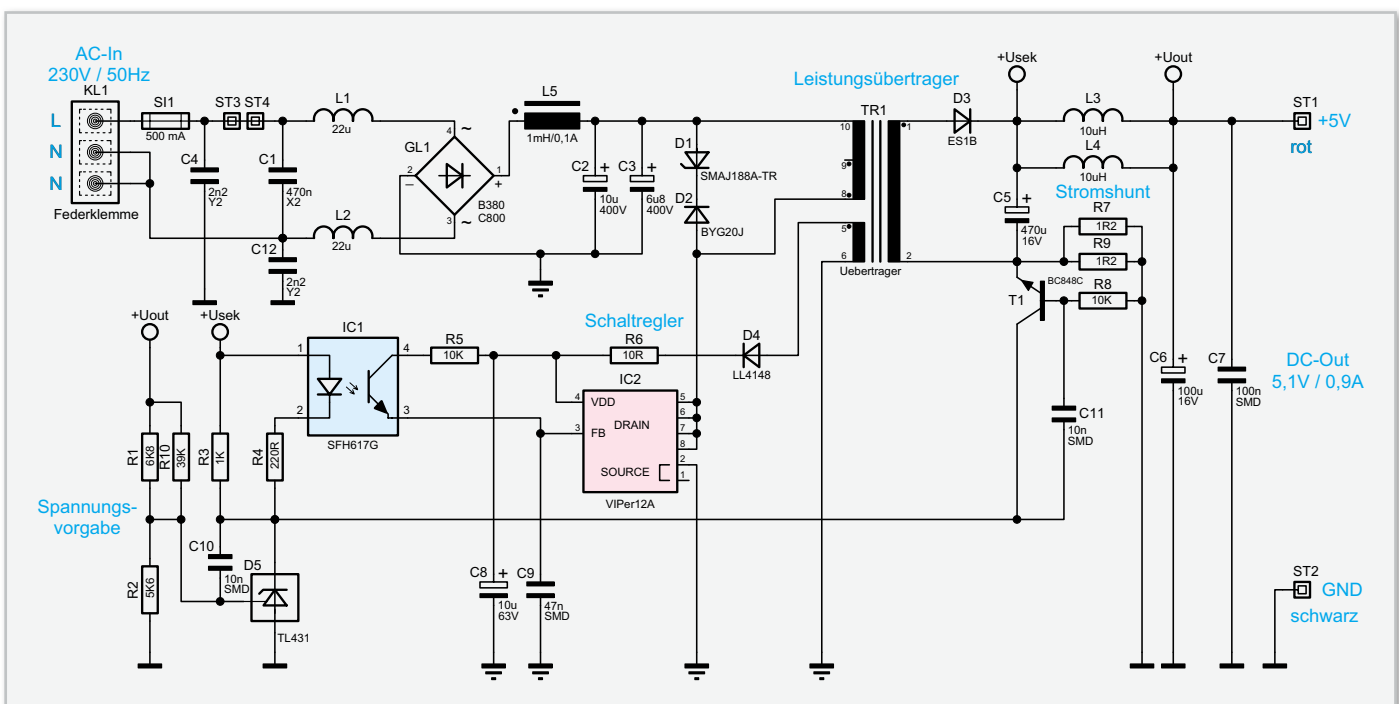


Bild 1: Schaltplan des Netzteils für die Unterputz-Montage

spannung auf den Drain-Anschluss des Schaltregler-ICs (IC 2), wo alle wesentlichen Stufen eines Schaltnetzteils integriert sind. Einen Überblick über die integrierten Stufen verschafft das Blockschaltbild (Abbildung 2). Neben dem integrierten Leistungs-MOSFET, der als Schalter arbeitet, sind in diesem kompakten IC alle Regelungs- und Sicherheitsfunktionen bereits implementiert. Die erforderliche externe Beschaltung ist entsprechend gering.

Da Schaltnetzteile im Anlaufmoment eine Spannungsversorgung erhalten müssen, sind besondere Schaltungsmaßnahmen erforderlich. Das IC erhält direkt nach dem Einschalten seine Versorgungsspannung über eine interne strombegrenzte Quelle aus dem Drain-Anschluss. Anschließend läuft der interne Oszillator an, der bei 60 kHz schwingt.

Nach dem Anschwingen des Oszillators werden die weiteren internen Stufen aktiv und der Power-MOSFET beginnt zu schalten. Die Begrenzung des Drain-Stroms geschieht über eine interne Regelschaltung und den externen Feedback-Anschluss. Hierüber erfolgt in unserer Applikation auch die Regelung der Ausgangsspannung. Ist der Schaltregler korrekt angelaufen, so versorgt die über die Hilfswicklung und D 4 generierte Spannung den Schaltregler, wobei der Elko C 8 zur Pufferung dient. R 6 übernimmt dabei eine Schutzfunktion. Die Schaltnetzteil-Ausgangsspannung erzeugt der Diodengleichrichter D 3 aus der Sekundärwicklung des Übertragers TR 1. Die Kondensatoren C 5 und C 6 dienen der Siebung und Glättung der Gleichspannung und C 7 zur Störunterdrückung.

Die Regelung der Ausgangsspannung erfolgt über eine Rückkopplung von der Sekundärseite auf den primärseitigen Schaltregler. Die Schaltung hat dabei zwei Regelzweige: die Spannungsregelung und die Begrenzung bei sekundärseitiger Überlastung.

Die Spannungsregelung und letztendlich auch die Spannungsvorgabe geschieht dabei über die Referenzdiode D 5, die ihren

Katodenanschluss so ausregelt, dass an ihrem Steuereingang eine Spannung von ca. 2,5 V ansteht. Dieser Anschluss wird über den Spannungsteiler aus R 1, R 2 und R 10 gespeist. Die Schaltung ist nun so ausgelegt, dass die Referenzdiode die Ausgangsspannung „DC Out“ auf 5 V ausregelt.

Über den Optokoppler IC 1 zur galvanischen Trennung wird die Regelschleife geschlossen. Durch den Strom durch die Optokoppler-Diode wird der Stromfluss im primärseitigen Optokoppler-Fototransistor verändert. So wird dann letztlich die Spannung am Feedback-Pin (FB) des Schaltreglers IC 2 so beeinflusst, dass der Schaltregler genau so viel Energie liefert, wie für eine Ausgangsspannung von 5 V erforderlich ist. Die Ausgangsspannung ist somit ausgeregelt.

Nur alleine mit der Spannungsregelung würde die Schaltung auch unter Überlastbedingungen, d. h. bei einem Ausgangsstrom von mehr als 900 mA, versuchen, die Ausgangsspannung auf 5 V stabil zu halten und so das PWM-IC und den Transformator überlasten. Zum Schutz ist daher noch eine Strombegrenzung implementiert. Über dem Shunt-Wider-

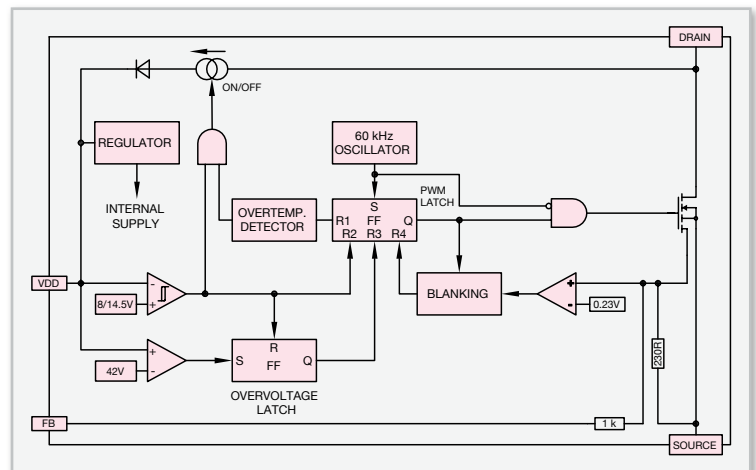
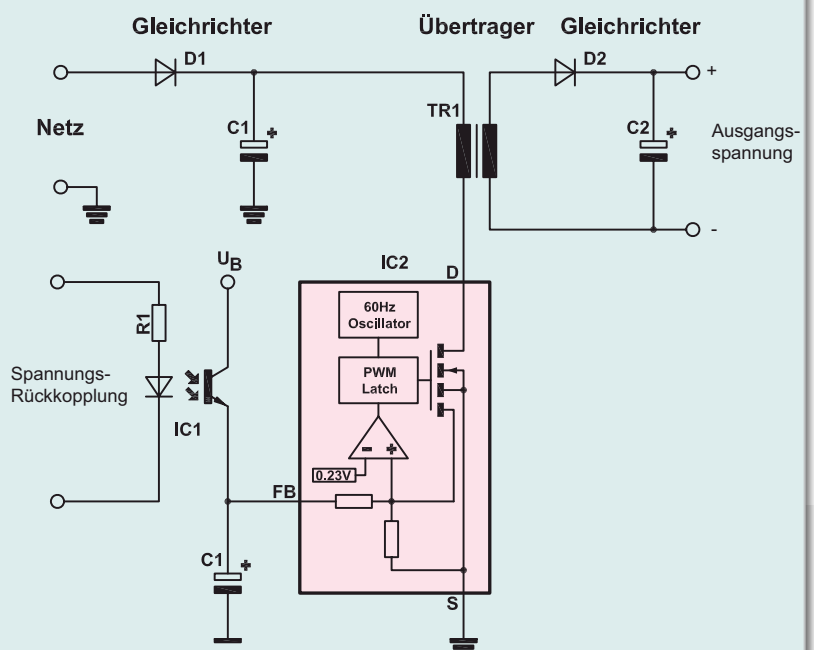


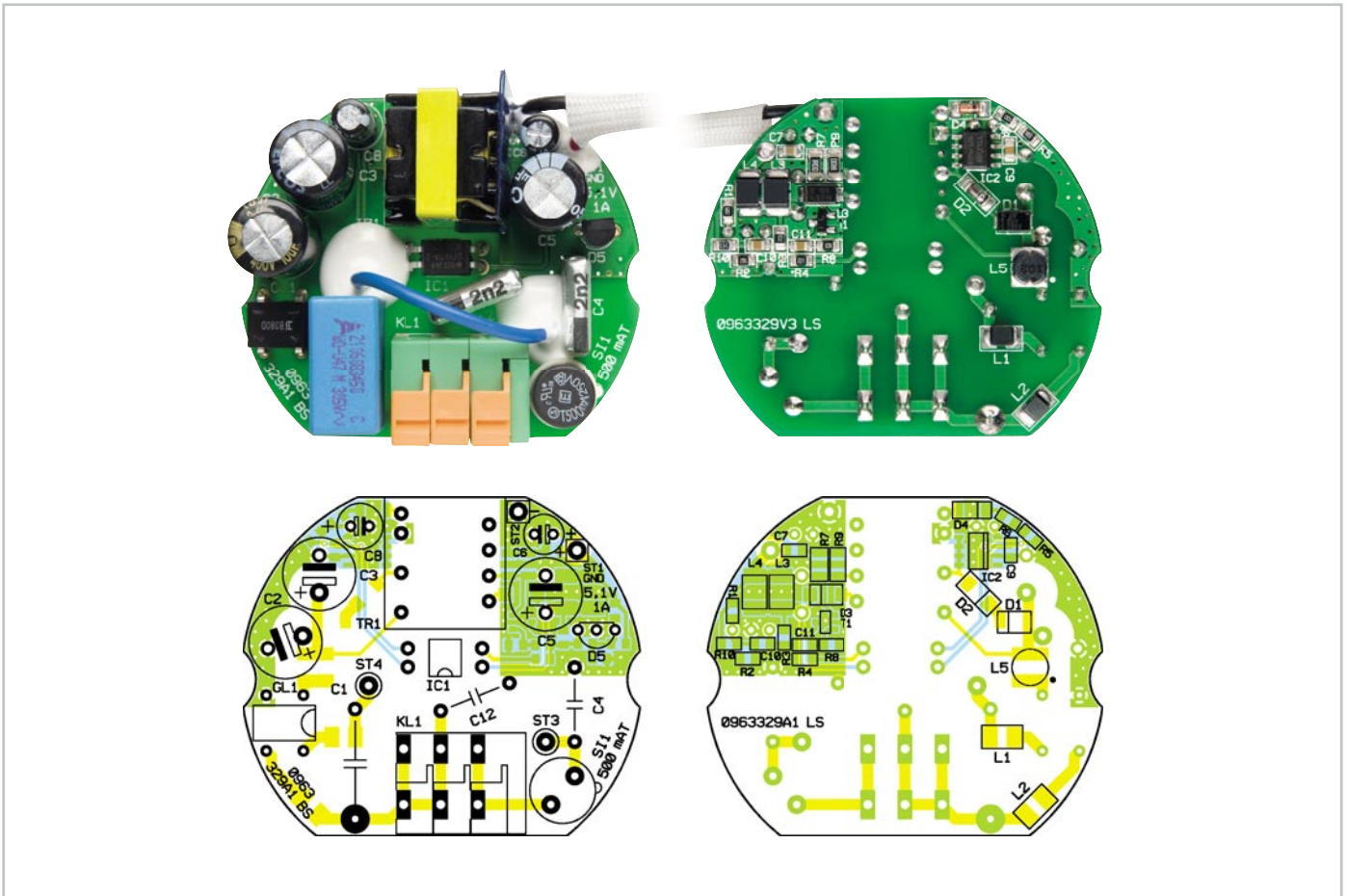
Bild 2: Funktionsblöcke des VIPer12A

Elektronikwissen – Schaltnetzteil

Die Zeichnung illustriert die grundsätzliche Funktionsweise von einem SMPS (switch mode power supply) = Schaltnetzteil mit galvanischer Trennung.

Zuerst wird die 50-Hz-Netz-Wechselspannung mit D 1 gleichgerichtet, mit C 1 gepuffert und dann direkt auf die Primärwicklung des Übertragers TR 1 gegeben. Die andere Seite der Primärwicklung ist am Drain-Anschluss des Schaltregler-ICs angeschlossen. Der im Schaltregler-IC (IC 2) integrierte FET wird mit ca. 60 kHz getaktet, so dass der Übertrager TR 1 (Netztrafo) anstatt mit 50 Hz mit 60 kHz betrieben wird. Die Abmessungen des Trafos und die Verluste werden dadurch deutlich geringer. Sekundärseitig wird die 60-kHz-Wechselspannung mit D 2 gleichgerichtet und mit C 2 gepuffert. Aufgrund der hohen Frequenz kann der Pufferelko deutlich kleiner ausfallen als bei konventionellen Netzteilen. Zur Regelung wird die Ausgangsspannung über einen Optokoppler (IC 1) galvanisch getrennt auf den „Feedback“-Eingang (FB) des Schaltregler-ICs gegeben.





Platinenfoto mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungs-, rechts von der SMD-Seite

Stückliste: SPS05-UP

Widerstände:

1,2 Ω /SMD/1206	R7, R9
10 Ω /SMD/0805	R6
220 Ω /SMD/0805	R4
1 k Ω /SMD/0805	R3
5,6 k Ω /SMD/0805	R2
6,8 k Ω /SMD/0805	R1
10 k Ω /SMD/0805	R5, R8
39 k Ω /SMD/0805	R10

Kondensatoren:

2,2 nF/250 V~/Y2	C4, C12
10 nF/SMD/0805	C10, C11
47 nF/SMD/0805	C9
100 nF/SMD/0805	C7
470 nF/250 V~/X2/MKP/RM = 15 mm	C1
6,8 μ F/400 V/105 °C	C3
10 μ F/63 V	C8
10 μ F/400 V/105 °C	C2
100 μ F/16 V	C6
470 μ F/16 V	C5

Halbleiter:

SFH617-2	IC1
VIPer12A/SMD	IC2
BC848C	T1
SMAJ188A-TR/SMD	D1
BYG20J	D2
ES1B/SMD	D3
LL4148	D4
TL431CLP	D5
B380C800	GL1

Sonstiges:

SMD-Induktivität, 22 μ H, 250 mA	L1, L2
SMD-Induktivität, 10 μ H	L3, L4
SMD-Induktivität, 1 mH/0,1 A	L5
Miniaturklemme, 3-polig, winkelprint	KL1
Übertrager WEL903-2143-00, 5 V/1,2 A, print	TR1
Rund-Sicherungshalter, print	SI1
Rundsicherung, 0,5 A, träge, print	SI1
2 Aderendhülsen, isoliert, 0,75 mm ² , 10 mm, Grau	
13 cm Gewebeisolierschlauch, \varnothing 4 mm	
15 cm flexible Leitung, ST1 x 0,75 mm ² , Rot	
15 cm flexible Leitung, ST1 x 0,75 mm ² , Schwarz	
6 cm flexible Leitung, ST1 x 0,50 mm ²	
2 Isolierfolien	

stand, bestehend aus der Parallelschaltung von R 7 und R 9, stellt sich eine zum Ausgangsstrom proportionale Spannung ein. Diese Spannung bildet die Basis-Emitter-Spannung des Transistors T 1. Überschreitet die Spannung einen Wert von ca. 550 mV, entsprechend einem Ausgangsstrom von 920 mA, so steuert der Transistor durch und regelt über die Optokoppler-Diode, wie bei der Spannungsregelung, die Ausgangsleistung zurück. Dies hat dann zur Folge, dass die Ausgangsspannung bei zu hohem Ausgangsstrom zusammenbricht, eine Überlastung der Schaltung ist somit nicht möglich.

Letztendlich steht an den Ausgangspins ST 1 und ST 2 die 5-V-Gleichspannung an, die eine maximale Dauer-Strombelastbarkeit von 900 mA aufweist.

Nachbau

Da die komplette Schaltung des SPS05-UP Platz in einer Standard-Unterputz-Schaltdose finden muss, ist ein kompakter Aufbau unumgänglich. Die Platine hat dabei einen maximalen Durchmesser von nur 55 mm, und im komplett aufgebauten Zustand misst die gesamte Schaltung eine Maximalhöhe von ca. 26 mm. Der Einbau der Platine erfolgt dann in ein speziell dafür vorgesehenes Unterputzdosen-Gehäuse.

Aufgrund der beengten Platzverhältnisse kommt es natürlich auf kleine Bauelemente an und die Platine ist in doppelseitiger Bestückung ausgeführt. Auf der Oberseite befinden sich die bedrahteten Bauteile, und die oberflächenmontierten SMD-Komponenten sind wie gewohnt auf der Lötseite untergebracht.

In gewohnter Weise erfolgen die gesamten Bestückungsarbeiten anhand des Bestückungsdruckes und der Stückliste, wobei aber auch die dargestellten Platinenfotos hilfreiche Zusatzinformationen liefern.

Wie bei allen ELV-Bausätzen sind die SMD-Komponenten bereits werkseitig vorbestückt, so dass sich die Platinenbestückung auf den Einbau der bedrahteten Bauelemente auf der Bestückungsseite beschränkt.

Hier wird mit dem Einbau der Kondensatoren begonnen, wobei neben der korrekten Polung der Elektrolyt-Typen vor allem darauf zu achten ist, dass die Bauteile plan auf der Platine aufliegen, bevor sie verlötet werden. Die Beachtung der Polarität ist gerade bei den Elkos wichtig, da falsch gepolte Elkos explodieren können.

Natürlich ist auch die korrekte Einbaulage bei den anderen gepolten Bauelementen wichtig. Die korrekte Einbaulage des Optokopplers IC 1 ist durch die Punktmarkierung auf dem Bauteil, die auch im Bestückungsdruck zu finden ist, gekennzeichnet.

Beim Einbau der Referenzdiode D 5 gibt das Symbol im Bestückungsdruck durch die Kennzeichnung der Gehäuseform die korrekte Polung vor.

Danach sind der Gleichrichter und der Klemmanschluss zu bestücken. In die Position der Sicherung wird der Sicherungshalter eingelötet, der anschließend sofort mit der kleinen Rundsicherung zu bestücken ist.

Eine 60 mm lange, einadrig isolierte Leitung (0,50 mm²) verbindet die Platinenanschlusspunkte ST 3 und ST 4. Die Lei-

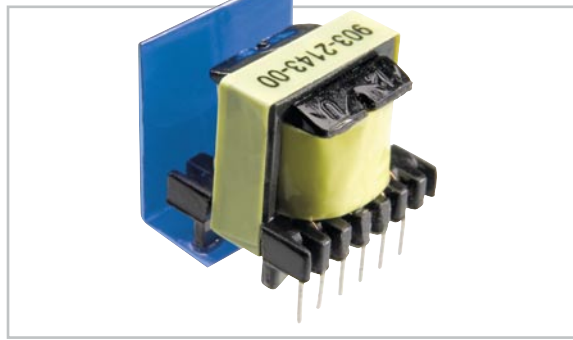


Bild 3: Am Leistungsübertrager ist zusätzlich eine doppel-lagige Isolierfolie wie abgebildet anzubringen.

tungsenden sind an beiden Seiten auf ca. 4 mm Länge abzuisolieren, zu verdrillen und vorzuverzinne. Danach werden die Leitungsenden von der Oberseite durch die zugehörigen Platinenbohrungen gesteckt und an der SMD-Seite verlötet. Die überstehenden Drahtenden sind direkt oberhalb der Lötstellen abzuschneiden. Auf der Platinenoberseite sind die Leitungsenden mit einem temperaturstabilen Klebstoff zu sichern (siehe Platinenfoto). Aufgrund der kompakten Einbauweise muss der Leistungsübertrager auf der Sekundärseite entsprechend Abbildung 3 mit einer doppel-lagigen Isolierfolie aus einem durchschlagsfesten Spezialkunststoff bestückt werden.

Danach ist der Übertrager zu bestücken und die Anschluss-pins werden an der Platinenunterseite verlötet. Abbildung 4 zeigt den korrekt eingebauten Übertrager.

Im letzten Schritt der Bestückungsarbeiten erfolgt der Anschluss der Ausgangsleitungen. Die Ausgangsspannung wird über zwei Leitungen, rot und schwarz, mit einem Querschnitt von 0,75 mm² herausgeführt. Beide Leitungen sind auf der in die Platine einzulötenden Seite zunächst auf 5 mm abzuisolieren, zu verdrillen und vorzuverzinne. Beim anschließenden Einfädeln der verdrillten Enden in die Bohrungen der Platine (die rote Leitung in ST 1, die schwarze in ST 2) muss sichergestellt werden, dass alle (!) einzelnen Adern korrekt durchgesteckt sind. Anschließend sind die Leitungen mit ausreichend Löt-zinn zu verlöten. Zur doppelten Sicherheit werden die Leitungsenden auf der Platinenoberseite mit einem temperaturstabilen Klebstoff verklebt.



Bild 4: Platine mit bestücktem Leistungsübertrager

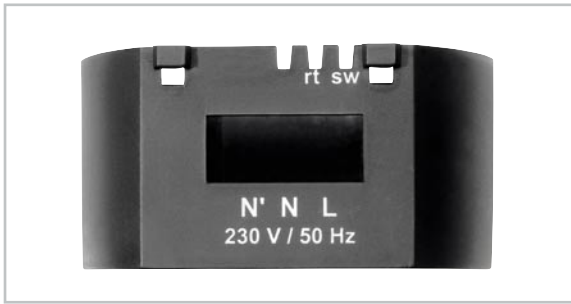


Bild 5: Gehäuseunterteil vor der Verarbeitung

Durch einen Gewebeschlauch, der gemeinsam über die beiden Leitungen zu ziehen ist, erfolgt eine weitere Isolation. Nach dem Abisolieren der freien Leitungsenden ist jeweils eine Aderenhülse aufzuquetschen. Damit sind die Bestückungsarbeiten abgeschlossen und es erfolgt der Einbau ins Gehäuse. Zuvor ist die Platine allerdings noch auf ordnungsgemäße Lötstellen und korrekte Bestückung hin zu prüfen.

Gehäuseeinbau

Das kompakte Gehäuse des Schaltreglers ist genau auf eine Standard-Schalterdose mit 60 mm Innendurchmesser abgestimmt. Zum Einbau der SPS05-UP-Platine muss das Gehäuse allerdings noch geringfügig vorbereitet werden. Die Kabelführung für die Sekundärleitung befindet sich seitlich am oberen Rand des Gehäuses, wobei aus Sicherheitsgründen die Ausgangsleitungen noch mit einem Gewebeschlauch überzogen sind. Einer der beiden Gehäusestege muss daher noch entfernt werden. Dies erfolgt am einfachsten mit einem scharfen Seitenschneider. Abbildung 5 zeigt den Detailausschnitt des Gehäuses vor der Bearbeitung und Abbildung 6 das Gehäuse danach. Anschließend wird die Platine so ins Gehäuse eingesetzt, dass die Anschlussklemmen (KL 1) durch die seitliche Aussparung im Gehäuse zugänglich sind. Der



Bild 7: Im Gehäuseunterteil eingesetzte Platine

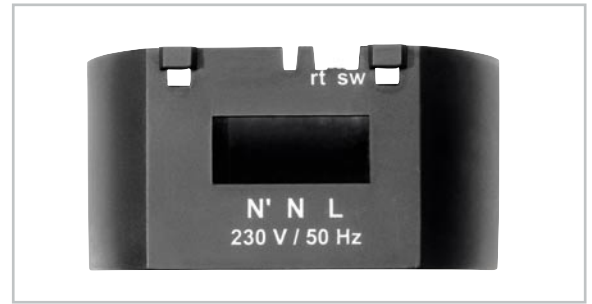


Bild 6: Gehäuseunterteil nach der Verarbeitung

Gewebeschlauch mit den sekundären Ausgangsleitungen wird in die bearbeitete Aussparung am oberen Gehäuserand gepresst (Abbildung 7). Für einen festen Sitz im Gehäuse ist die Platine am Rand mit einem temperaturstabilen Klebstoff festzusetzen. Mit dem Aufsetzen des Deckels, der über Klipp-haken gehalten wird, ist der Gehäuseeinbau abgeschlossen (Abbildung 8), und es erfolgt die Inbetriebnahme.

Inbetriebnahme

Bei der ersten Inbetriebnahme des Gerätes ist im Prinzip nur die grundsätzliche Funktion zu testen. Bei diesem ersten Funktionstest ist allerdings zur Sicherstellung der elektrischen Sicherheit ein Trenntransformator vorzuschalten. Als Last dient dabei ein ohmscher Lastwiderstand mit einem Widerstandswert von ca. 22Ω und einer maximal zulässigen Verlustleistung von $>1,5 \text{ W}$.

Im stromlosen Zustand sind zunächst die Verbindungen zum 230-V-Trenntrafo und zum Lastwiderstand herzustellen und nach dem Zuschalten der Eingangsnetzspannung ist die Ausgangsspannung zu überprüfen. Liegt diese im Bereich von $4,85 \text{ V}$ bis $5,35 \text{ V}$, arbeitet die Schaltung korrekt und der Installation des Unterputz-Schaltnetzteils SPS05-UP steht nichts mehr im Wege. **ELV**



Bild 8: Fertig aufgebautes Schaltnetzteil SPS05-UP im UP-Gehäuse