



Power-Saver PS 100

Stand-by-Abschaltung
mit IR-Fernbedienung

Bis zu 2 große Kraftwerke arbeiten in Deutschland nur für die Bereitstellung der Leistung, die viele Elektrogeräte im Stand-by-Betrieb benötigen. Dies führt in jedem Haushalt zu Stromkosten von bis zu 100 Euro pro Jahr. Durch eine intelligente Abschaltetelektronik wie dem hier vorgestellten Power-Saver PS 100 können diese Ausgaben bequem eingespart werden.

Kosten sparen durch Stand-by-Abschaltung

Trotz der ständig steigenden Stromkosten verzichten noch immer viele Hersteller von Unterhaltungselektronik auf energiesparende Schaltungen für die Stand-by-Funktion ihrer Produkte. Die eingesetzte preiswertere Elektronik führt jedoch im Endeffekt zu einer erheblichen Mehrbelastung für den Eigentümer und für die Umwelt. In einer Veröffentlichung aus dem Jahr 2006 gibt das Umweltbundesamt diese Kosten mit mindestens 4 Milliarden Euro an. Bereits 1 Watt Stand-by-Leistung kostet den Verbraucher ungefähr 1,50 Euro pro Jahr. Zwar beginnen heute einige Hersteller, Geräte mit niedrigem Stand-by-Stromverbrauch zu produzieren, was jedoch die wenigsten neuen Geräte betrifft. Eine Leistungsaufnahme zwischen 3 und 20 Watt pro Komponente ist üblich und führt je nach Geräteanzahl zu Stromkosten von bis zu 100 Euro pro Jahr – einfach zu viel!

Stand-by-Betrieb ist andererseits für den Benutzer eine feine Sache – es genügt der bequeme Griff zur Fernbedienung, um die Geräte aus der Ferne ein- und auszuschalten. In den ersten Jahren des Einsatzes dieser Technik kam noch hinzu, dass die Hersteller geradezu vorschrieben, die Geräte niemals vollständig vom Stromnetz zu trennen, da sonst alle Nutzereinstellungen wie Senderspeicher oder die zuletzt gewählten Einstellungen gelöscht würden. Erst durch den Einsatz von EEPROM-Speicherbausteinen änderte sich das, und heute bleiben bei den meisten Geräten auch beim vollständigen Abschalten die Einstellungen erhalten. Lediglich zeitgesteuerte Geräte wie Videorecorder oder Festplattenreceiver sollten nicht vom Netz getrennt werden, da sie sonst nicht selbstständig Sendungen aufzeichnen könnten. Bei diesen Geräten lohnt es sich, bereits beim Kauf auf eine geringe Leistungsaufnahme im Stand-by zu achten. Alle anderen Geräte lässt

Technische Daten: PS 100

Einschalten der Netzspannung:	über angelernte IR-Fernbedienung
Ausschalten der Netzspannung:	automatisch 30 Sek. nach Erreichen der zuvor angelernten Stand-by-Stromstärke
Anzahl anlernbarer Fernbedienungen:	3
Unterstützte IR-Übertragungs-Protokolle:	RC5, RC6, RECS80, RCMM, NEC-Code, Sharp-Code, R-2000, SIRC, Toshiba, Micom Format und weitere ähnlich aufgebaute Protokolle
Anzeige:	rote LED für Schaltzustand und Anlernen
Bedienelement:	Taster zum Anlernen
Speichern der Einstellungen:	netzausfallsicher im EEPROM
Betriebsspannung:	230 V/50 Hz
Max. Stromaufnahme ohne Geräte:	0,07 A
Wirkleistung im Stand-by (Relais aus):	0,3 W
Wirkleistung im Betrieb (Relais ein):	1 W
Maximale Schaltleistung / Schaltstrom:	1380 Watt / 6 A
Kabellänge Netzkabel und Mehrfachdose:	jeweils 1,40 m
Abmessung Gehäuse (B x H x T):	60 x 30 x 112 mm

man heute nur noch aufgrund des Bedienkomforts im Stand-by, um sie jederzeit bequem per Fernbedienung einschalten zu können. Dies führt jedoch zu den genannten Kosten.

Dabei lassen sich diese Ausgaben leicht vermeiden. Bereits 1997 hatte ELV den Power-Saver PS 97 entwickelt, der automatisch erkannte, wann ein angeschlossener Fernseher in den Stand-by-Betrieb wechselt, und ihn dann vollständig abgeschaltet hat. Die gesamte Leistungsaufnahme wurde damit auf unter 1 Watt gesenkt, da lediglich der Power-Saver ständig in Bereitschaft blieb. Das Einschalten erfolgte bequem über die TV-Fernbedienung.

Heute, zehn Jahre später, befinden sich nur wenige ähnlich funktionierende Geräte auf dem Markt. Die erhältlichen Produkte sind zudem größtenteils weder auf dem Stand der Technik noch glänzen sie durch Qualität und Funktion. Bei genauerem Hinsehen fallen sogar einige verbreitete Geräte durch ihre mangelhafte Qualität dermaßen auf, dass sie für den Verbraucher bereits ein Sicherheitsrisiko darstellen. Zudem reagieren diese Geräte auch ungewollt auf jedes IR-Signal. Hier soll nun der PS 100 eine Lücke schließen, der, ausgerüstet mit einer präzisen Strommesstechnik und einem lernfähigen IR-Empfängersystem, auch in der Lage ist, nur auf

bestimmte Fernbedienungsbefehle zu reagieren. Dadurch kann beispielsweise eine häufig genutzte Musikanlage per Fernbedienung bedient werden, ohne dass der am PS 100 angeschlossene Fernseher mit angeschaltet wird. Das einfache, gezielte Anlernen von bis zu 3 Fernbedienungen an den PS 100 ermöglicht es, sowohl mehrere Geräte an einem PS 100 anzuschließen als auch mehrere PS 100 gleichzeitig in einem Raum einzusetzen.

Abbildung 1 zeigt zwei mögliche Geräte-Kombinationen. Im linken Beispiel sind ein Fernsehgerät, ein DVD-Player und ein Receiver an einem PS 100 angeschlossen. Die Ein/Aus-Tasten der 3 zugehörigen Fernbedienungen sind am PS 100 angelernt. Wird nun eine der Fernbedienungstasten gedrückt gehalten, so versorgt der PS 100 zuerst das ganze TV-System mit Netzspannung. Direkt im Anschluss schaltet sich das gewünschte Gerät ein, da nun auch dieses den Befehl von der Fernbedienung empfängt. Die anderen Geräte können anschließend mit der jeweils zugehörigen Fernbedienung eingeschaltet werden.

Nachdem alle Geräte wieder in den Stand-by-Zustand versetzt sind, erkennt dies der PS 100 anhand des gemessenen Stroms und trennt das ganze System nach 30 Sekunden wie-

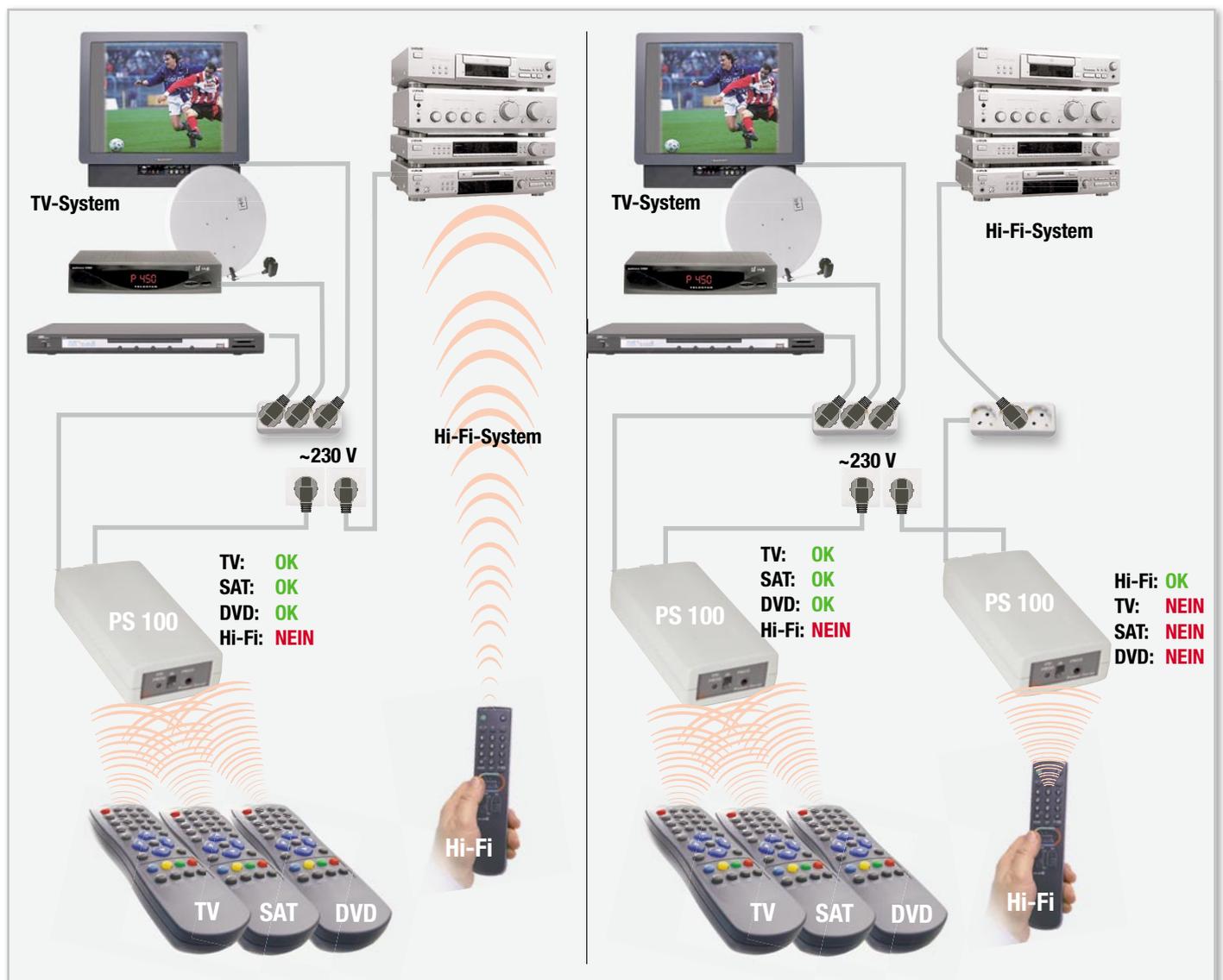


Bild 1: Einzel- und Mehrfacheinsatz des PS 100: Durch gezieltes Anlernen der gewünschten Fernbedienungen wird eine gegenseitige Beeinflussung ausgeschlossen – was nicht im jeweiligen PS 100 gespeichert ist, wird ignoriert!

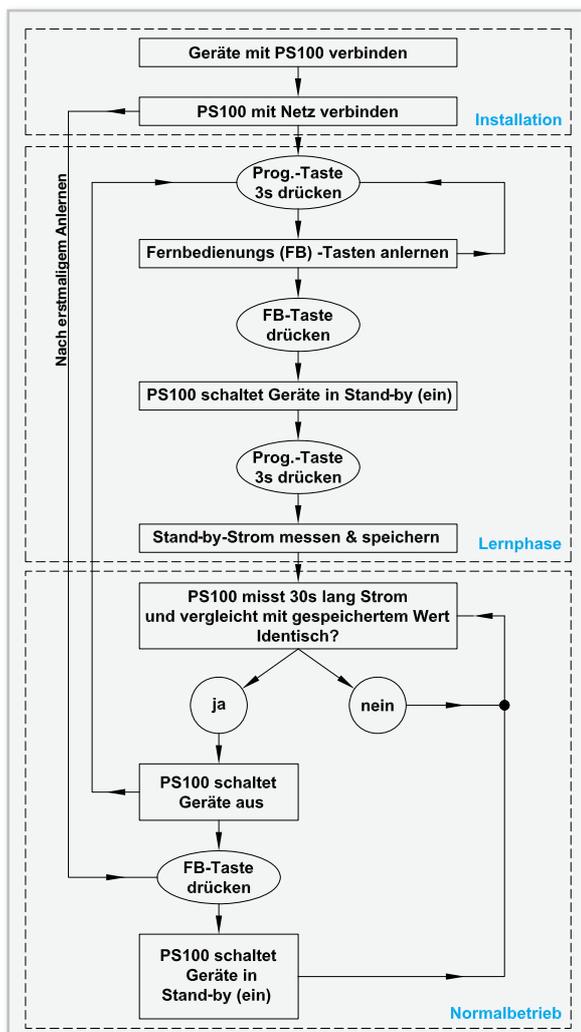


Bild 2: Das Funktionsdiagramm des PS 100

komfortabler! Gleiches gilt auch für andere heimliche Stromfresser im Haushalt.

Installation und Bedienung

Die Installation des PS 100 beschränkt sich auf wenige Arbeitsschritte und ist sehr einfach gehalten. Wie im Funktionsdiagramm in Abbildung 2 dargestellt, werden lediglich alle zu schaltenden Geräte in die Mehrfachdose eingesteckt und der PS 100 anschließend mit Netzspannung verbunden. Die rote LED in der Gehäusefront blinkt einmal kurz auf und erlischt wieder. Die angeschlossenen Geräte bleiben vorerst spannungsfrei. In der nun folgenden Lernphase können bis zu 3 Tasten von beliebigen Infrarot-Fernbedienungen angelesen werden. Wird eine vierte Taste angelesen, so wird dadurch die erste Taste wieder gelöscht. Sinnvoll ist es, diejenigen Fernbedienungstasten zu wählen, die das zugehörige Gerät einschalten, also z. B. „ON“ oder bei TV-Geräten eine der Programmtasten 1 bis 9 o. Ä. Sollen weitere Tasten hinzugefügt oder bereits vorhandene gelöscht werden, so ist das immer dann möglich, wenn die angeschlossenen Geräte spannungsfrei geschaltet sind – die LED also noch aus ist.

Das Anlernen wird gestartet, indem die Programmier-Taste des PS 100 für mindestens 3 Sekunden gedrückt wird und die rote LED aufleuchtet. Daraufhin hält man die Fernbedienung in Richtung des IR-Empfängers und drückt die gewünschte Fernbedienungstaste einmal kurz. Die Fernbedienung sollte dabei mindestens einen Meter vom Empfänger entfernt gehalten werden, damit nicht ein zu starkes IR-Signal den übertragenen IR-Code verfälscht. Die rote LED erlischt erst wieder, wenn die Lernphase abbricht (LED geht ohne zu blinken aus) oder wenn sie erfolgreich beendet wird (LED blinkt zweimal). Ein Abbruch erfolgt entweder gewollt durch nochmaliges Drücken der Programmier-Taste oder durch ein fehlerhaftes IR-Signal, was beispielsweise von einer störenden Leuchtstofflampe herrühren kann. Für ein Anlernen weiterer Fernbedienungstasten ist die beschriebene Prozedur zu wiederholen.

Wird anschließend eine der angelesenen Tasten betätigt, so schaltet der PS 100 die angeschlossenen Geräte ans Stromnetz und bringt diese damit in den Stand-by-Betrieb. Dabei ist zu beachten, dass einige Geräte nicht direkt in den Stand-by-Betrieb gehen, sondern sich vollständig einschalten, nachdem sie mit Spannung versorgt werden. Dies gilt insbesondere für Set-Top-Boxen, Satelliten- und Kabel-Receiver, die z. B. nach neu angeschlossenen Zubehör oder nach einer neuen Firmware suchen. Nach einiger Zeit sollten auch diese Geräte selbstständig in den Stand-by-Betrieb wechseln. Wenn dies nicht der Fall ist, sollten solche Geräte manuell in den Stand-by geschaltet werden. Erst wenn sichergestellt ist, dass sich alle Geräte im Stand-by-Modus befinden, ist die Programmier-Taste am PS 100 für mindestens 3 Sekunden zu drücken, womit der aktuelle Stromfluss gemessen und im EEPROM gespeichert wird. Dieser Vorgang wird durch ein Blinken der LED angezeigt. Das Speichern im EEPROM hat den Vorteil, dass die Daten auch nach einem Stromausfall erhalten bleiben.

Damit ist der PS 100 betriebsbereit und schaltet die an-

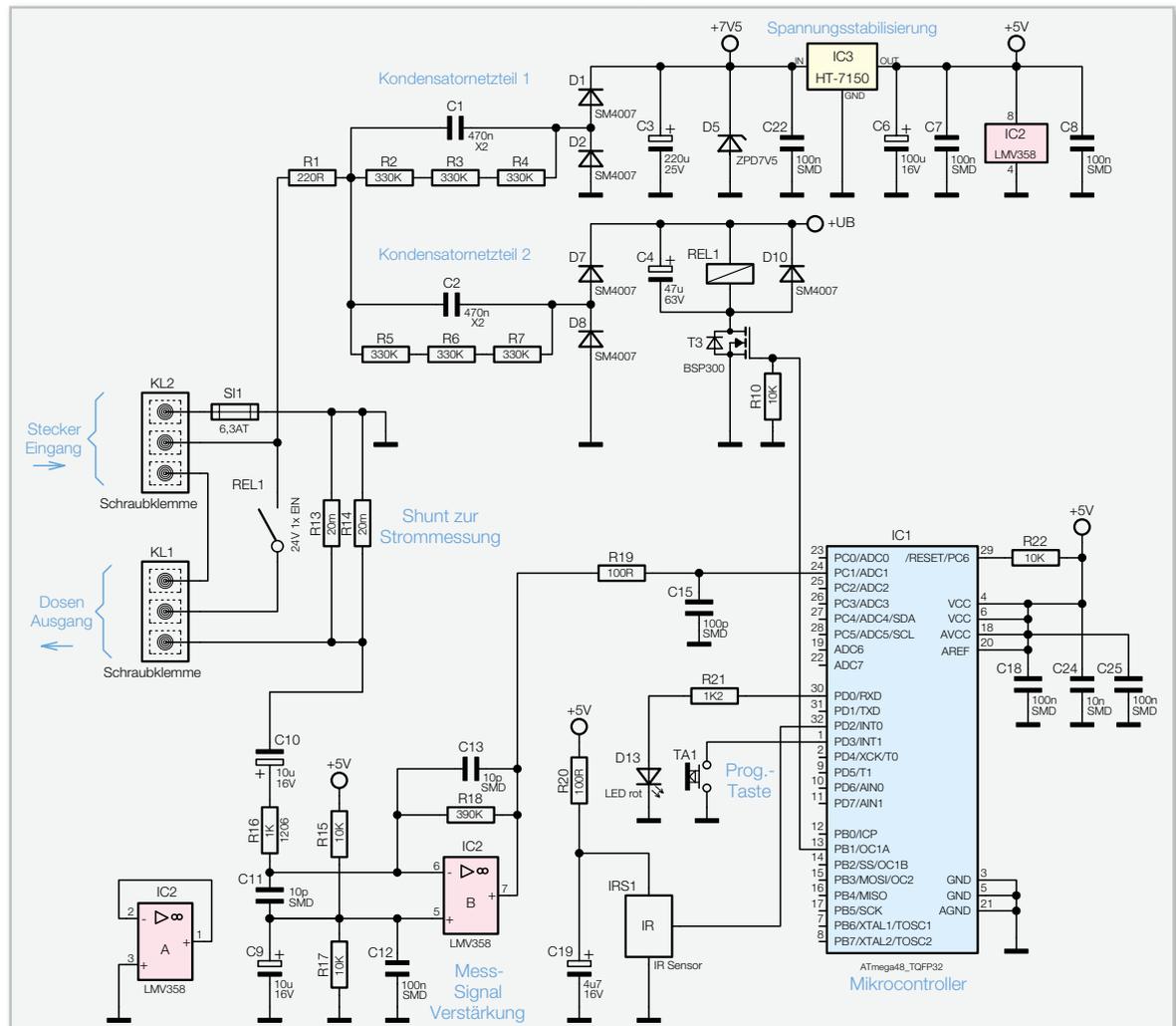
der von der Netzspannung ab. Das im selben Raum aufgestellte Hi-Fi-System kann gleichzeitig über Fernbedienung bedient werden, ohne dass der PS 100 das TV-System wieder ans Stromnetz schaltet. Das nicht angelesene IR-Signal wird einfach ignoriert.

Im rechten Beispiel in Abbildung 1 ist am ersten PS 100 wieder das TV-System angeschlossen.

Zusätzlich gibt es in diesem Fall einen zweiten PS 100, an dem das Hi-Fi-System angeschlossen ist. Drei Fernbedienungen sind am ersten Power-Saver und eine ist am zweiten PS 100 angelesen (natürlich können auch hier drei Fernbedienungen angelesen werden). Hört man nun den ganzen Tag Musik, so bleiben Fernsehgerät, DVD-Player und Receiver ausgeschaltet und nehmen keine Leistung auf. Am Abend hingegen, wenn die TV-Anlage in Betrieb ist, nimmt so das Hi-Fi-System keinen Strom auf. Durch solch eine gezielte Zusammenstellung der Geräte lässt sich das Sparpotential optimal ausnutzen.

Im Übrigen lassen sich auf diese Weise beliebige Geräte ein- und ausschalten, auch wenn sie selbst nicht über eine Fernbedienung gesteuert werden. Bestes Beispiel ist das PC-System. Moderne Computer und Monitore nehmen auch im scheinbar ausgeschalteten Zustand weiter Strom auf, was man aber meist nicht einmal an einer Kontrollleuchte sieht! Hier kann man sich zwar mit der berühmten schaltbaren Steckdosenleiste behelfen, aber mit dem PS 100 und einer beliebigen Fernbedienung geht das wesentlich eleganter und

Bild 3: Schaltbild des PS 100



geschlossenen Geräte nach 30 Sekunden spannungsfrei, vorausgesetzt dass innerhalb dieser Zeit kein Gerät eingeschaltet wird und den fortlaufend gemessenen Strom dadurch erhöht. Sollten während der 30 Sekunden Geräte eingeschaltet werden, so schaltet der PS 100 erst dann alles ab, nachdem das letzte Gerät in den Stand-by-Betrieb gewechselt ist und erneut 30 Sekunden vergangen sind.

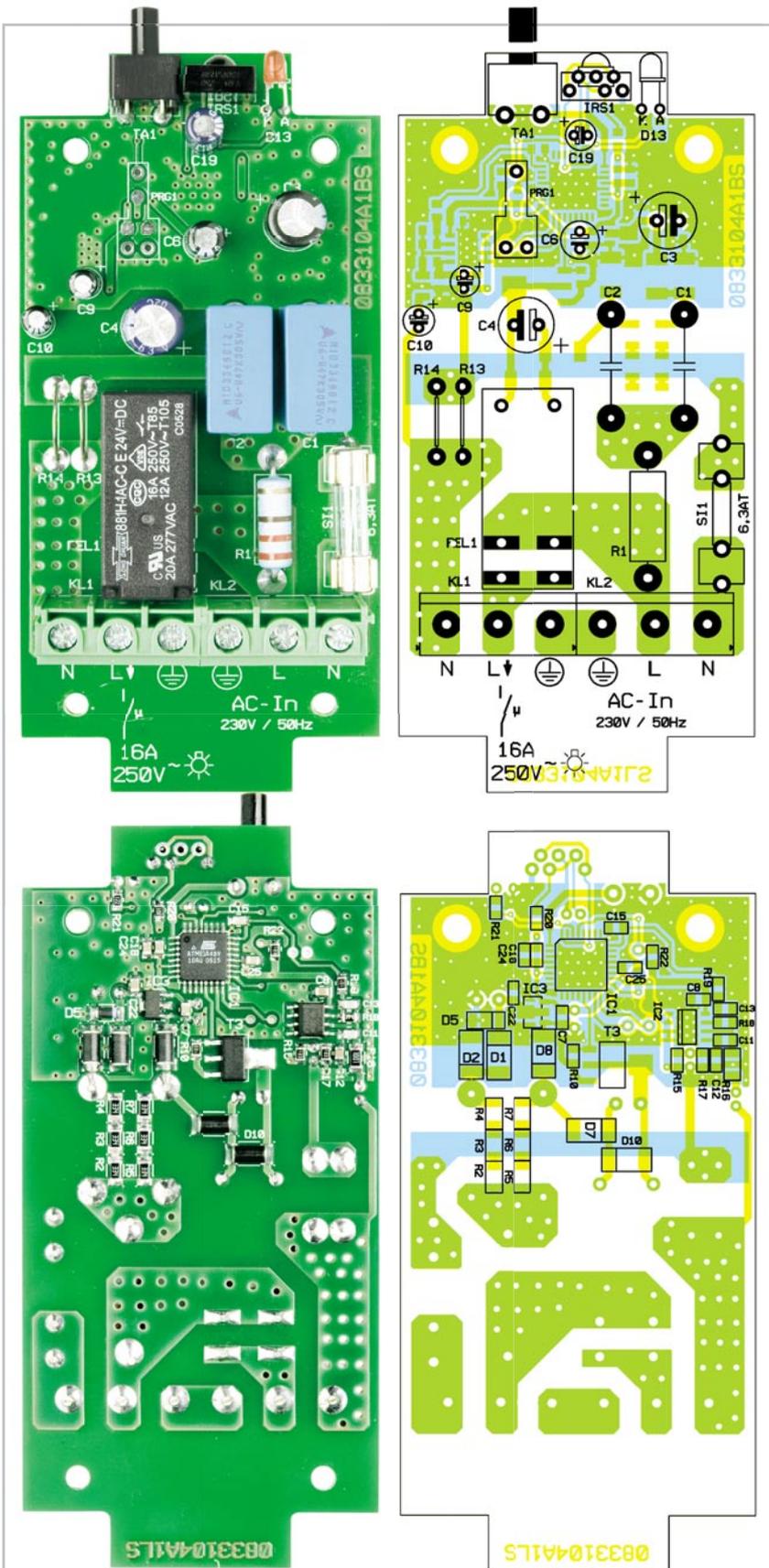
Zuletzt sollen zwei Sonderfunktionen beschrieben werden, die durch eine bestimmte Vorgehensweise aktiviert werden können. Zum einen kann der PS 100 in den Auslieferungszustand zurückgesetzt werden, indem alle gespeicherten Einstellungen gelöscht werden. Zum anderen kann der PS 100 bei Bedarf in einen Einfach-Modus umgeschaltet werden. In diesem Modus reagiert der PS 100 auf alle IR-Fernbedienungen, ohne dass bestimmte IR-Codes angelernt werden müssen. Dieser Modus kann eventuell weiterhelfen, wenn die gewünschte Fernbedienung nicht ganz kompatibel ist und sich nicht richtig anlernen lässt.

Aktiviert werden diese Sonderfunktionen durch den folgenden Ablauf: Zuerst wird der PS 100 vollständig von der Netzspannung getrennt – entweder über eine schaltbare Steckdosenleiste oder durch das Ziehen des PS-100-Netzka-bels. Anschließend wird die Programmier-Taste gedrückt gehalten und das Netzkabel wieder eingesteckt bzw. die Steckdosenleiste eingeschaltet. Während die Taste gehalten wird, blinkt die LED regelmäßig auf. Wird die Taste nach zweimaligem Blinken losgelassen, so wird der PS 100 vom Standard-

in den Einfach-Modus umgeschaltet (der Wechsel zurück in den Standard-Modus erfolgt auf die gleiche Art und Weise). Wird die Taste länger gedrückt gehalten, bis die LED 5-mal geblinkt hat, so wird der PS 100 in den Auslieferungszustand zurückgesetzt.

Schaltung

Das Schaltbild des Power-Saver PS 100 ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Erzeugung der beiden Betriebsspannungen für das Relais und die übrige Elektronik erfolgt mittels zweier Kondensatornetzteile direkt aus der 230-V-Netzspannung. Aus diesem Grund gibt es keine galvanische Trennung, wodurch alle Teile der Elektronik inklusive GND direkt mit der Netzspannung verbunden sind! Der Betrieb der Schaltung ist daher ausschließlich in dem dafür vorgesehenen Gehäuse zulässig und bei Aufbau und Inbetriebnahme sind die im Kapitel „Nachbau“ gegebenen Sicherheitshinweise zu beachten. Als strombegrenzende Sicherheitselemente und kapazitive Vorwiderstände werden die beiden X2-Kondensatoren C 1 und C 2 verwendet. Die Widerstandsketten R 2, R 3, R 4 und R 5, R 6, R 7 dienen der schnellen Entladung der Kondensatoren bei Trennung des PS 100 vom Netz. Der in Reihe geschaltete Metalloxidwiderstand R 1 begrenzt den Einschaltstrom, da C 1 und C 2 im Einschaltmoment sehr kleine Widerstandswerte besitzen.



Ansicht der fertig bestückten Platine des PS 100 mit zugehörigem Bestückungsplan, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite

begrenzt. Ohne die Z-Diode würde bei geringer Last die Eingangsspannung auf weit über 100 V ansteigen. Mit der Schutzfunktion wird zwar ein kontinuierlicher Strom über die Z-Diode in Kauf genommen, der jedoch durch den Kondensator C 1 auf maximal 33 mA begrenzt ist. Damit bleibt die Verlustleistung unterhalb von 0,25 W.

Der Kondensator C 3 glättet die Eingangsspannung und versorgt dadurch den Spannungsregler IC 3 zwischen den positiven Halbwellen mit ausreichend Strom. Der Keramik-Kondensator C 22 dient der Unterdrückung hochfrequenter Störungen.

Das zweite, mit C 2, D 7 und D 8 aufgebaute Kondensatornetzteil bleibt während des Stand-by-Betriebs dauerhaft im Leerlauf, ohne Leistung aufzunehmen. Erst wenn der PS 100 die angeschlossenen Geräte mit Netzspannung versorgen soll, schaltet der Mikrocontroller IC 1 den MOSFET-Transistor T 3 und damit das Relais REL 1. Die Kapazität von C 2 ist dabei so gewählt, dass sich mit dem fließenden Strom am Relais eine Spannung von ca. 20 V einstellt. Der Elko C 4 glättet diese pulsierende Spannung.

Im Leerlauf nimmt dieses Kondensatornetzteil zwar fast keine Leistung auf, jedoch bewirkt die fehlende Last eine hohe Drain-Source-Spannung von 650 V_{ss} an T 3. Der Transistor muss daher ein besonders spannungsfester Typ mit einer Durchbruchspannung von über 700 V sein. Aber auch ein Durchbruch würde in der vorliegenden Schaltung den Transistor nicht zerstören, da C 2 den Strom auf 33 mA begrenzt. Nach einem Durchbruch würde die Drain-Source-Spannung sofort auf unter 1 V sinken und T 3 wieder sperren.

Sobald die an Klemme KL 1 angeschlossenen Geräte über den Relaiskontakt mit Netzspannung versorgt werden, fließt ein Strom über die parallel geschalteten 20-m Ω -Shunt-Widerstände R 13 und R 14. Bei einer Stand-by-Leistung von 23 W fließt beispielsweise ein Strom von 100 mA, der an den Shunts einen Spannungsabfall von 1 mV bewirkt. Solch kleine Signalpegel erfordern eine entsprechend hohe Verstärkung, die mit dem Operationsverstärker IC 2 B realisiert wird. Der Verstärkungsfaktor wird durch das Verhältnis von R 18 zu R 16 bestimmt. Der zum Stromfluss proportionale Spannungsverlauf gelangt nach der Verstärkung zum A/D-Wandler des Mikrocontrollers. Da es sich bei dem Signal um eine Wechsellspannung handelt, wird ihr ein Gleichanteil überlagert (DC-Offset), bevor es zum A/D-Wandler gelangt. Dieser kann Eingangssignale von 0 bis 5 V digitalisieren. Der Gleichanteil wird über den Spannungsteiler R 15 und R 17 am nicht-invertierenden Eingang des Operationsverstärkers festgelegt.

Der Elko C 10 entkoppelt das Messsignal, während C 9 die Offset-Spannung möglichst konstant hält. Der Keramik-Kondensator C 11 dient der Unterdrückung von HF-Störungen und C 13 der Unterdrückung von Schwingneigungen des OPs.

Die Dioden D 1 und D 7 bilden Einweg-Gleichrichter, die nur die positiven Halbwellen durchlassen. Der Massebezug wird über die Klemmdioden D 2 und D 8 festgelegt.

Die Stabilisierung der 5-V-Versorgungsspannung erfolgt über den Festspannungsregler IC 3. Der verwendete Typ HT-7150 verträgt eingangsseitig bis zu 26 V, weshalb die Z-Diode D 5 die Eingangsspannung auf einen zulässigen Wert

Achtung:

Aufgrund der im Gerät frei geführten Netzspannung dürfen Aufbau und Inbetriebnahme nur von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten.

Insbesondere ist bei allen Arbeiten am geöffneten Gerät, z. B. bei der Reparatur, ein Netz-Trenntrafo vorzuschalten, da beim PS 100 keine Netztrennung vorhanden ist und daher an jedem Bauelement Netzspannung anliegt.

Der Empfang des Einschaltbefehls mittels einer Infrarot-Fernbedienung erfolgt über den IR-Empfänger IRS 1. Dieser demoduliert ankommende IR-Signale und leitet sie direkt an den Mikrocontroller weiter. Dieser speichert im Anlernmodus bis zu drei empfangene IR-Codes dauerhaft im integrierten EEPROM. Im Normalbetrieb vergleicht der Mikrocontroller alle neu empfangenen IR-Codes mit den bereits gespeicherten und schaltet über T 3 das Relais, sobald eine Übereinstimmung festgestellt wird.

Über die Programmier-Taste wird dem Mikrocontroller mitgeteilt, dass er einen neuen IR-Code einer gedrückten Fernbedienungstaste erkennen und speichern soll oder dass er den momentanen Stand-by-Strom messen und ebenfalls im EEPROM dauerhaft speichern soll.

Die rote LED D 13 zeigt an, ob das Relais angezogen ist, ob sich der PS 100 in der Lernphase befindet und ob das Anlernen erfolgreich war.

Nachbau

Zum Nachbau ist unbedingt der Sicherheitshinweis zu beachten!

Der größte Teil der PS-100-Elektronik ist mit SMD-Bauteilen realisiert, die bereits werkseitig bestückt sind. Nur noch wenige bedrahtete Bauteile sind von Hand zu bestücken, so dass der praktische Aufbau schnell und einfach erfolgen kann.

Die Bestückung erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste, des Bestückungsdrucks und des Schaltbildes. Die Bauteilanschlüsse werden von oben in die dafür vorgesehenen Bohrungen gesteckt und von unten verlötet.

Bei den Elkos C 3, C 4, C 6, C 9, C 10 und C 19 und der Leuchtdiode D 13 ist unbedingt auf die richtige Polarität zu achten. Falsch gepolte Elkos können sogar platzen. Der Minuspol der Elkos ist auf einer Seite am Gehäuse gekennzeichnet. Auf der Platine ist hingegen der Pluspol (+) deutlich markiert.



Bild 4: So erfolgt die richtige Bestückung des IR-Empfängers.

Die Anode (A) der LED ist durch den etwas längeren Anschluss gekennzeichnet. Die LED wird so eingelötet, dass sich ihre Gehäuseunterseite 10 mm über der Platinenoberfläche befindet. Nach dem Einlöten wird die LED in 5 mm Höhe um 90° zur Vorderseite hin umgebogen, so dass sie nach der Montage der Platine ins Gehäuse durch das vorgesehene Sichtfenster in der Frontblende hindurchleuchten kann.

Der Taster TA 1 und der Infrarot-Empfänger IRS 1 werden so eingelötet, dass sie plan auf der Platine aufliegen. Die Anschlüsse des IR-Empfängers müssen in die genau passenden, nebeneinander liegenden drei Bohrlöcher gesteckt und einge-

Stückliste: Power-Saver PS 100

Widerstände:

4 cm Manganindraht, 1,513 Ω /m	R13, R14
100 Ω /SMD/0805	R19, R20
220 Ω /2 W/Metalloxid	R1
1 k Ω /SMD/1206	R16
1,2 k Ω /SMD/0805	R21
10 k Ω /SMD/0805	R10, R15, R17, R22
330 k Ω /SMD/1206	R2-R7
390 k Ω /SMD/0805	R18

Kondensatoren:

10 pF/SMD/0805	C11, C13
100 pF/SMD/0805	C15
10 nF/SMD/0805	C24
100 nF/SMD/0805	C7, C8, C12, C18, C22, C25
470 nF/250 V-/X2/MKP/RM = 15 mm	C1, C2
4,7 μ F/16 V	C19
10 μ F/16 V	C9, C10
47 μ F/63 V	C4
100 μ F/16 V	C6
220 μ F/25 V	C3

Halbleiter:

ELV07745/SMD	IC1
LMV358	IC2
HT7150/SMD	IC3
BSP300/SMD	T3
SM4007/SMD	D1, D2, D7, D8, D10
ZPD 7V5/SMD	D5
LED, 3 mm, Rot, Low current	D13
TSOP1138	IRS1

Sonstiges:

Schraubklemmleiste, 3-polig, 24 A/500 V	KL1, KL2
Print-Taster, 1 x ein, Schwarz, winkelprint	TA1
Relais, 1 x ein, 24 V/17 A, print	REL1
Sicherung, 6,3 A, träge	SI1
Platinensicherungshalter (2 Hälften), print	SI1
4 Kunststoffschrauben, 3,0 x 5 mm	
2 Kabeldurchführungen mit Zugentlastung, 7,6 mm, Schwarz	
4 Gehäusefüße 12,7 x 3,5 mm, selbstklebend, Schwarz	
1 Element-Gehäuse, G407, Dunkelgrau, komplett, bearbeitet und bedruckt	
6 Aderendhülsen, 0,75 mm ² , 6 mm lang	
1 Dreifach-Steckdose mit 1,5 m Netzzuleitung	
1 Netzkabel, 3-adrig, Weiß, 1,5 m	

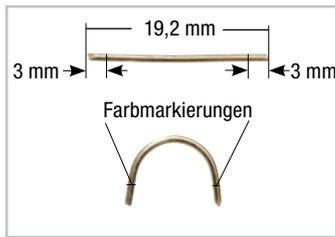


Bild 5: Abmessung und Form der Shunt-Widerstände

lötet werden. Die drei zusätzlichen, direkt daneben liegenden Bohrlöcher sind für eine alternative Gehäusebauform vorgesehen und bleiben frei. Abbildung 4 zeigt die richtige Anordnung des IR-Empfängers.

Die beiden X2-Kondensatoren C 1 und C 2 haben zwar keine vorgeschriebene Polung, dürfen aber keinesfalls durch einen anderen Kondensatortyp ersetzt werden, da nur dieser Typ durch eine spezielle Konstruktion auch bei Überlast nicht in Brand gerät und Spannungsimpulsen bis 2500 V (z. B. durch Blitzschlag in das Stromnetz) standhält. Daraus folgt auch die relativ große Bauform für einen 470-nF-Kondensator.

Die Kondensatoren C 1, C 2, das Relais REL 1 und die Anschlussklemmen KL 1 und KL 2 müssen ebenfalls plan aufliegen, bevor man sie verlötet. Bei den Kontakten des Relais und der beiden Schraubklemmen ist darauf zu achten, dass die Lötstellen mit reichlich Lötzinn ausgeführt werden, da hier später hohe Ströme fließen.

Die beiden zur Strommessung dienenden Shunt-Widerstände aus Manganindraht müssen vor dem Einlöten, wie in Abbildung 5 dargestellt, abgelängt und gebogen werden. Der verwendete Draht hat einen Widerstandswert von $1,513 \Omega/\text{m}$, so dass wir für einen $20\text{-m}\Omega$ -Widerstand eine wirksame Drahtlänge von $13,2 \text{ mm}$ benötigen. Für die Befestigung auf der Platine werden zusätzlich 3 mm an jedem Drahtende benötigt, also insgesamt $19,2 \text{ mm}$ pro Shunt. Dafür werden vom 40 mm langen Stück Manganindraht zwei $19,2 \text{ mm}$ lange Stücke abgeschnitten. Jetzt werden vom linken und vom rechten Ende genau 3 mm abgemessen und mit einem feinen, wasserfesten Stift markiert. Der Draht wird gebogen und so durch die Bohrlöcher gesteckt, dass die Markierung oberhalb der Platine gut zu erkennen ist. Anschließend werden die Drähte auf beiden Platinenseiten sorgfältig verlötet, wobei darauf zu achten ist, dass das Lötzinn gerade bis an die Markierungen reicht. Abbildung 6 zeigt die so verlöteten Shunt-Widerstände.

Der liegend zu bestückende Metalloxidwiderstand R 1 ist mit 1 bis 3 mm Abstand zur Platinenoberfläche zu verlöten.

Für die Montage der Elektronik in das beiliegende Gehäuse

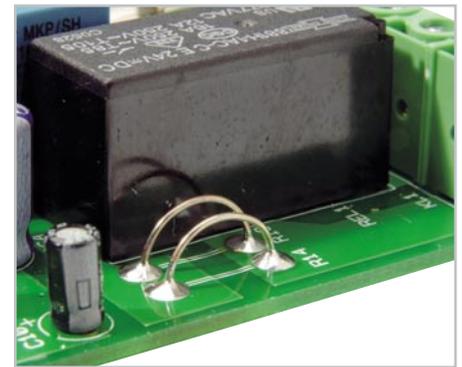


Bild 6: Die ordnungsgemäß eingelöteten Shunt-Widerstände

wird zuvor die bedruckte Frontblende ins Gehäuseunterteil gesteckt. Dieses ist an den vier durchgeführten Bohrungen zu erkennen. Anschließend wird die Platine so ins Gehäuse gesetzt, dass der Taster durch die vorgesehene Bohrung der Frontplatte ragt. Befestigt wird sie mit den vier kurzen Schrauben.

Die offenen Kabelenden der Mehrfachsteckdose und des Netzanschlusskabels werden durch die Bohrungen der Gehäuserückseite geführt, wie es in Abbildung 7 zu sehen ist. Dabei ist wichtig, dass – von außen auf die Rückwand gesehen – links das Kabel zur Mehrfachsteckdose und rechts das Netzanschlusskabel hindurchgeführt werden. Bevor die Kabel an den Schraubklemmen befestigt werden, sind beide Kabel von außen mit dem zugehörigen Zug- und Knickschutz in die Rückwand zu klemmen. Der Zug- und Knickschutz ist so über das Kabel zu führen, dass der breite Kragen nach außen weist und an der Innenseite noch ca. 7 mm Kabelisolierung überstehen. Der Zugschutz muss fest in die vorgesehene Bohrung gepresst werden, bis er einrastet und nicht wieder herausgezogen werden kann. Danach ist die Rückwand in die untere Gehäuseschale einzusetzen.

Die Anschlussdrähte werden wie in Abbildung 7 gezeigt und wie auf der Platine aufgedruckt in den Schraubklemmen verschraubt. Die PE-Leitungen sind etwas länger ausgeführt, damit sie im Falle eines Abrisses zuletzt aus den Klemmen herausgezogen werden.

Nach dem Anschluss der Kabel wird der Gehäusedeckel so aufgesetzt, dass die umlaufende Nut genau in die Feder passt. Von unten ist das Gehäuse mit den vier Gehäuseschrauben zu verschrauben.

Abschließend werden die vier Gehäusefüße über oder neben die Schraubenköpfe geklebt – und der PS 100 ist bereit, Energie und Kosten einzusparen!

ELV

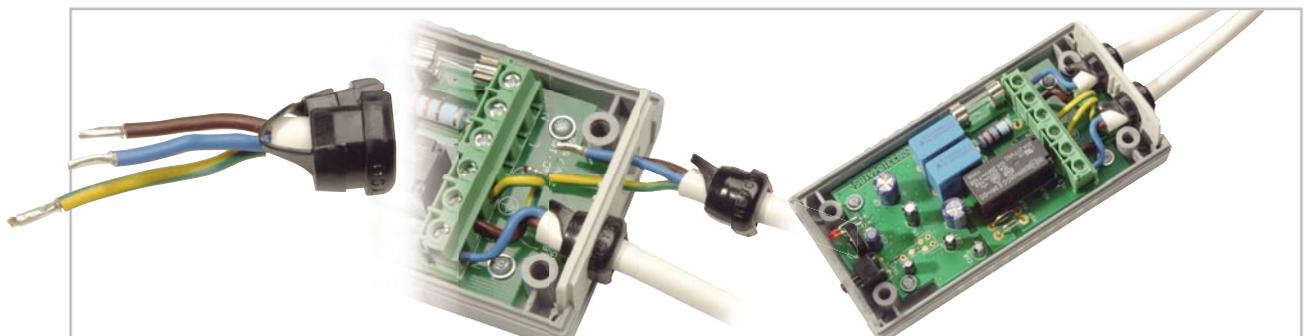


Bild 7: Der Anschluss der Netzkabel: Links sieht man den über das Kabel geführten Zug- und Knickschutz, in der Mitte das Einsetzen des Kabels in die Gehäuserückwand und rechts die fertig geklemmte Verkabelung.