



Unterbrechungsfreie Stromversorgung für 12-V-Geräte USV 12

Diese mit Standard-Akkus (4 Mignon-Zellen) betriebene unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) übernimmt bei Netzausfall die Spannungsversorgung bei Geräten, die mit Hilfe eines Steckernetzteils versorgt werden. Während des normalen Netzbetriebs wird der Akku-Satz geladen und ständig im voll geladenen Zustand gehalten, und sobald ein Spannungsausfall auftritt, übernimmt die USV die Versorgung des angeschlossenen Gerätes. Ein spezieller Schaltregler mit besonders gutem Wirkungsgrad generiert aus der Akkuspannung eine stabilisierte Gleichspannung von 12 V.

Allgemeines

In vielen Anwendungen hat ein Netzausfall, auch wenn dieser nur kurzzeitig auftritt, unangenehme Folgen. Oft nehmen Geräte nach einem Netzausfall nicht die zuletzt eingestellte Funktion wieder auf und gehen in einen Grundzustand. Die ursprünglich eingestellte Funktion muss neu konfiguriert

werden, damit das Gerät den Betrieb wiederaufnimmt. In diesem Fall spielt die Dauer eines Netzausfalls keine Rolle, da ohne manuellen Eingriff die Funktion nicht wiederaufgenommen wird. Besonders ärgerlich kann ein Netzausfall bei einer kontinuierlichen Datenaufzeichnung und -erfassung sein, da u. U. der komplette Datensatz nach dem Netzausfall nicht mehr brauchbar ist. Auf jeden Fall werden dann die Daten für die Zeit des Netzausfalls fehlen.

Das ganze Problem betrifft nicht nur Geräte, die direkt aus dem 230-V-Netz versorgt werden, sondern auch alle Geräte, die mit Hilfe von Steckernetzteilen betrieben werden.

Für die zuletzt genannte Gerätegruppe stellen wir nun eine elegante und besonders preiswerte Lösung vor, ohne dass dazu eine aufwändige Netz-USV eingesetzt werden muss. Anstatt die Netzspannung kontinuierlich bereitzustellen, liefert unsere unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV 12) eine Ersatzspannung für die sekundärseitige Gleichspannung des Steckernetzteils. Das Gerät wird einfach zwischen das Steckernetzteil und den Verbraucher geschaltet. Sobald das

Technische Daten: USV 12

Eingangsspannung:	12–16 Vdc
Ausgangsspannung:	12 Vdc
Ausgangsstrom:	max. 300 mA
Akkus:	4 x AA, Mignon
Anschluss Steckernetzteil:	wahlweise Kleinspannungsbuchse oder fester Anschluss
Anschluss Verbraucher:	Wahlweise Kleinspannungsbuchse oder fester Anschluss
Anzeigen:	LED für Netzbetrieb

Steckernetzteil keine Spannung mehr liefert, übernimmt die USV 12 diese Aufgabe unterbrechungsfrei, wobei eine stabilisierte Gleichspannung von 12 V zur Verfügung gestellt wird. Die vom Steckernetzteil kommende Eingangsspannung darf zwischen 12 V und 16 V liegen und der maximale Ausgangsstrom der USV 12 beträgt 300 mA.

Zum Anschluss des Steckernetzgerätes und des Verbrauchers steht jeweils eine Standard-Kleinspannungsbuchse zur Verfügung. Alternativ besteht auch die Möglichkeit, die vom Steckernetzteil kommende Leitung aufzutrennen und fest anzuschließen. Die Leitungsenden werden dann durch die zugehörigen Gehäusebohrungen geführt und an die entsprechenden Platinenanschlusspunkte angelötet.

Zum Betrieb sind 4 Standard Mignon-Akkus einzusetzen, die zuvor geladen werden sollten, da die USV 12 im Wesentlichen für die Erhaltungsladung sorgt und die Akkus dann ständig im voll geladenen Zustand hält. Eine komplette, integrierte Ladeschaltung hätte den Aufwand und die Kosten in einem nicht zu rechtfertigenden Rahmen erhöht. Eine Entladung des Akku-Satzes bei einem Netzausfall wird natürlich während des darauffolgenden normalen Betriebs automatisch wieder ausgeglichen. Der Einsatz von Einweg-Batterien ist nicht zulässig!

Eine Kontroll-LED zeigt den Netzbetrieb an und mit Hilfe eines zusätzlichen Schalters kann die USV-Funktion abgeschaltet werden. Eine integrierte Schutzschaltung schützt den Akku-Satz vor Tiefentladung und eine integrierte Temperaturüberwachung den Schaltregler vor Überhitzung. Des Weiteren verfügt der Baustein über eine Überstrom-Schutzschaltung und ein Kurzschluss-Schutz sorgt für weitere Sicherheit.

Da der Schaltregler-Baustein mit einer hohen PWM-Schaltfrequenz von 600 kHz arbeitet, wird nur eine recht kleine Speicherdrossel benötigt. Ein besonderes Feature des verwendeten Schaltregler-Bausteins ist der hohe Wirkungsgrad, der je nach Betriebsbedingung bis zu 87 % beträgt. Abbildung 1 zeigt den Wirkungsgrad in Abhängigkeit von der Eingangsspannung und des Ausgangsstroms.

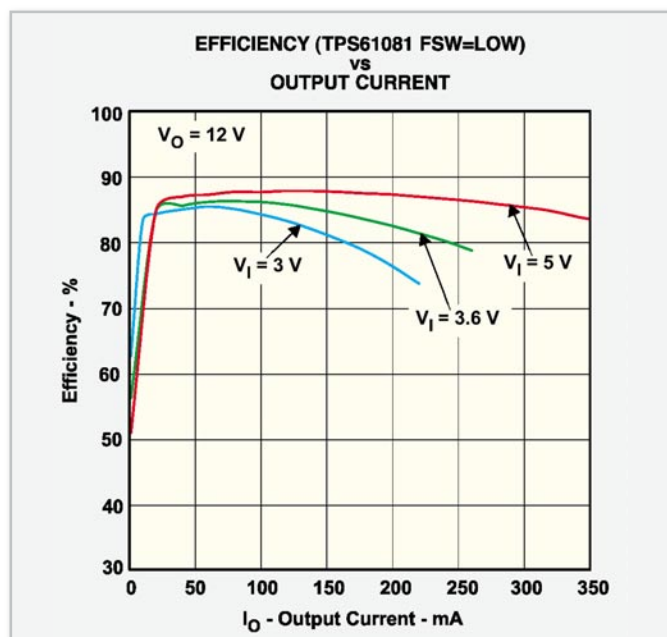


Bild 1: Wirkungsgrad des Schaltreglers TPS 61081 in Abhängigkeit von der Eingangsspannung und dem Ausgangsstrom

Schaltung

Das Schaltbild unserer unterbrechungsfreien Stromversorgung USV 12 ist in Abbildung 2 dargestellt. Zentrales Bauelement ist der integrierte Schaltregler TPS 61081 von Texas Instruments, dessen interner Aufbau in Abbildung 3 zu sehen ist. Da alle wesentlichen Komponenten, inkl. Endstufe, im TPS 61081 integriert sind, beschränkt sich die externe Beschaltung auf ein Minimum.

Die vom Steckernetzteil kommende Eingangsspannung (12 bis 16 V_{DC}) wird der Schaltung entweder an BU 1 oder an ST 1 und ST 2 zugeführt. Über die Sicherung SI 1 und die Diode D 3 gelangt die Spannung dann direkt zum Ausgang. Der Verbraucher mit max. 300 mA Stromaufnahme ist wahlweise an BU 2 oder an ST 3/ST 4 anzuschließen.

Die über R 1 mit Spannung versorgte Leuchtdiode D 1 signalisiert die Netzteilspannung und der Elko C 1 sorgt für eine gute Pufferung der unstabilisierten Spannung.

Über den zur Strombegrenzung dienenden Widerstand R 2, die Diode D 2 und die Sicherung SI 2 wird der Akku-Satz geladen bzw. ständig im voll geladenen Zustand gehalten (Erhaltungsladung). Der zwischen BAT 2 und BAT 3 angebrachte Schalter dient zum Abschalten der USV-Funktion.

Der Eingang des Step-up-Schaltreglers (IC 1, Pin 2) wird über SI 2 direkt mit der Akkuspannung versorgt, und die Überwachung der vom Steckernetzteil kommenden Eingangsspannung erfolgt mit T 1 und externer Beschaltung. Die Z-Diode D 6 und der Spannungsteiler R 10/R 11 bestimmen dabei die minimal erforderliche Eingangsspannung, die in unserem Fall 10 V beträgt. Solange die Spannung über diesem Wert liegt, ist der Transistor T 1 durchgesteuert und der Schaltregler IC 1 am Enable-Eingang abgeschaltet. Sobald die Eingangsspannung den Schwellwert unterschreitet, wird der Transistor T 1 in den Sperrzustand versetzt, der Enable-Eingang über R 6 auf „high“ gezogen und dadurch der Schaltregler aktiviert.

Beim Abschalten der USV-Funktion oder beim Entnehmen der Akkus verhindert die Z-Diode D 5, dass die Eingangsspannung des Schaltreglers auf unzulässig hohe Werte ansteigt, und C 4 dient zur Pufferung am Eingang des Schaltreglers.

Die Überwachung der Akkuspannung erfolgt mit dem Überwachungsbaustein IC 2 und externer Beschaltung. Die Schaltschwelle wird dabei mit dem Spannungsteiler R 3, R 4 definiert und R 5 sorgt für eine ausreichende Schalthysterese, um eine Schwingneigung beim Abschalten der Last zu verhindern.

Die Dimensionierung der Widerstände R 3 bis R 5 wurde so vorgenommen, dass bei Unterschreiten von 3,8 V der Schaltregler deaktiviert wird und der Step-up-Wandler den Betrieb erst wieder aufnimmt, wenn die Akkuspannung über 4,2 V steigt. Da die Endstufe direkt im Schaltregler-IC integriert ist, ist die Speicherdrossel L 1 direkt an Pin 1 und Pin 10 des TPS 61081 angeschlossen.

Die Ausgangsspannung des Step-up-Wandlers wird durch die Dimensionierung des Spannungsteilers R 7 bis R 9 am „Feedback-Pin“ (Pin 5) bestimmt. Die Dimensionierung wurde so vorgenommen, dass am Ausgang des Bausteins ca. 12,7 V anliegt. Durch den Spannungsabfall

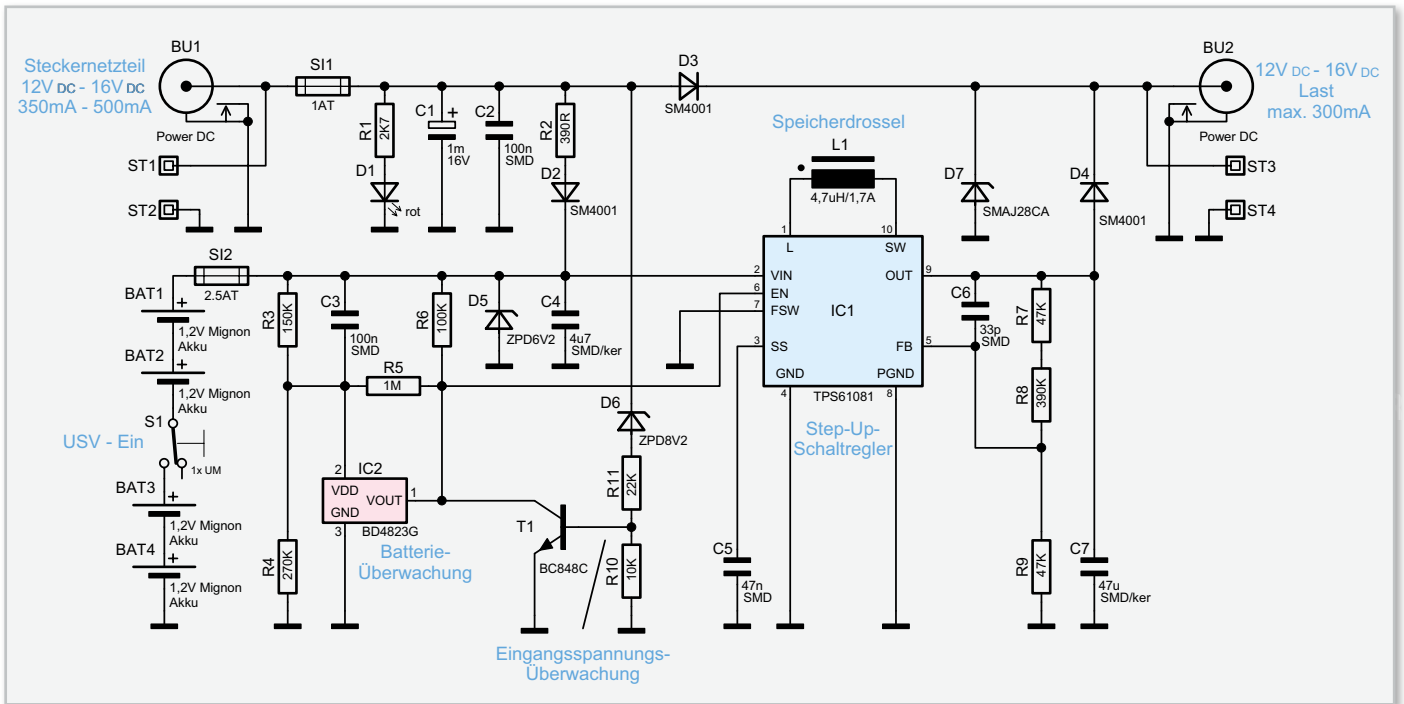
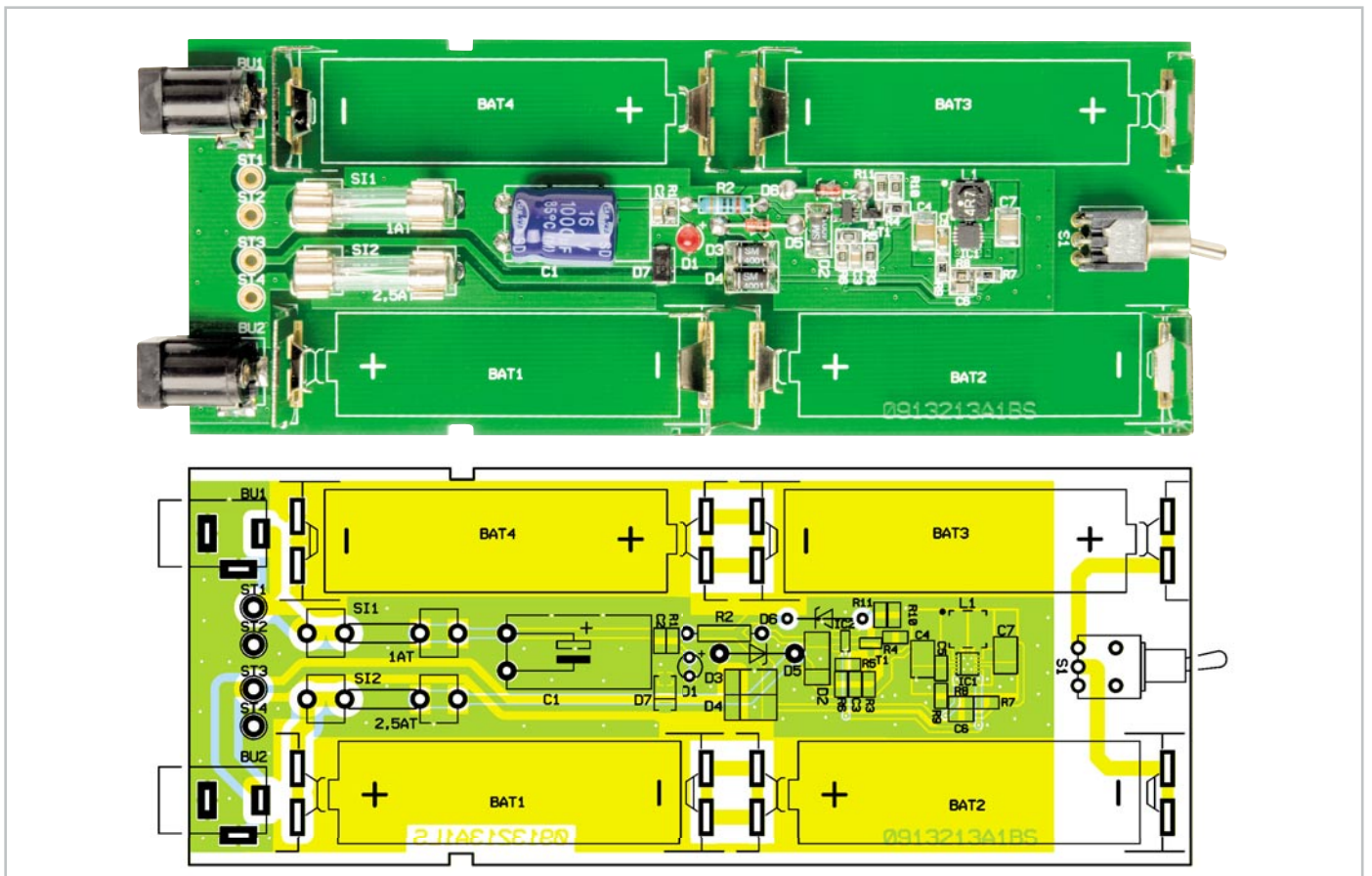


Bild 2: Schaltbild der unterbrechungsfreien Stromversorgung USV 12



Fertig aufgebaute Leiterplatte mit zugehörigem Bestückungsplan

an D 4 erhalten wir dann eine Ausgangsspannung von 12 V. Beim Ausgangskondensator C 7 muss es sich unbedingt um einen Low-ESR-Typ handeln. C 5 sorgt für einen Softstart beim Anlegen der Betriebsspannung und die Kondensatoren C 2, C 3 und C 6 dienen zur allgemeinen Störunterdrückung.

Nachbau

Der praktische Aufbau der unterbrechungsfreien Stromversorgung USV 12 stellt keine große Herausforderung dar, da wie bei allen ELV-Bausätzen sämtliche SMD-Komponenten werkseitig vorbestückt sind. Von Hand bleiben somit nur

Stückliste: Unterbrechungsfreie Stromversorgung für 12-V-Geräte USV 12

Widerstände:

390 Ω	R2
2,7 k Ω /SMD/0805	R1
10 k Ω /SMD/0805	R10
22 k Ω /SMD/0805	R11
47 k Ω /SMD/0805	R7, R9
100 k Ω /SMD/0805	R6
150 k Ω /SMD/0805	R3
270 k Ω /SMD/0805	R4
390 k Ω /SMD/0805	R8
1 M Ω /SMD/0805	R5

Kondensatoren:

33 pF/SMD/0805	C6
47 nF/SMD/0805	C5
100 nF/SMD/0805	C2, C3
4,7 μ F/6 V/tantal/SMD	C4
47 μ F/SMD/1210	C7
1000 μ F/16 V	C1

Halbleiter:

TPS61081DRCT/SMD/	IC1
BD4823G/SMD	IC2
BC848C	T1
SM4001/SMD	D2–D4
ZPD5,6 V/0,4 W	D5
ZPD8,2 V/0,4 W	D6
SMAJ28CA/SMD	D7
LED, 3 mm, Rot	D1

Sonstiges:

Speicherdrossel, SMD, 4,7 μ H/1,7 A	L1
DC-Buchse, print	BU1, BU2
Mini-Kippschalter, 1 x um, winkelprint	S1
Platinensicherungshalter (2 Hälften), print	SI1, SI2
Sicherung, 1 A, träge	SI1, SI2
Sicherung, 2,5 A, träge	SI2
Mignon-Batteriekontakt, „+“-Kontakt, print	BAT1–BAT4
Mignon-Batteriekontakt, „-“-Kontakt, print	BAT1–BAT4
2 Kabelbinder 90 mm	

1 Profil-Gehäuse, Lichtgrau, komplett, bearbeitet und bedruckt

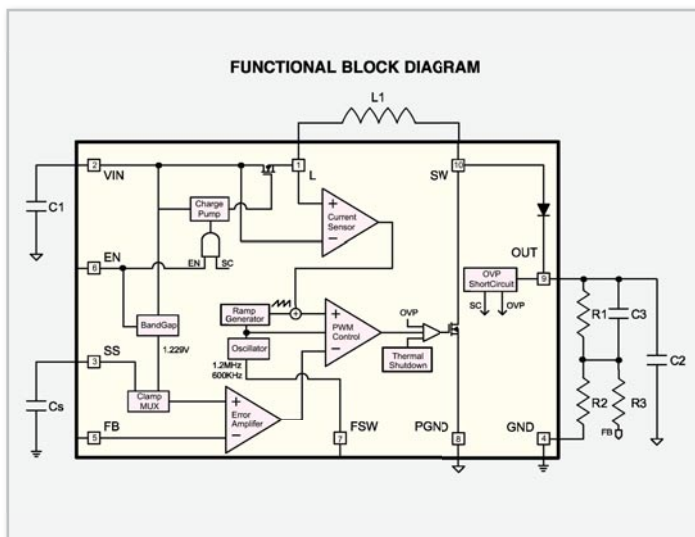


Bild 3: Interner Aufbau des TPS 61081

noch sehr wenige Bauteile in konventioneller Bauform einzulöten. Zuerst werden die Anschlüsse der beiden Dioden D 5 und D 6 auf Rastermaß abgewinkelt und danach die Anschlüsse unter Beachtung der korrekten Polarität von oben durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt. Am Bauteil ist der Katodenanschluss (Pfeilspitze) durch einen Ring gekennzeichnet. Unter Zugabe von ausreichend Lötzinn werden die Anschlüsse im nächsten Schritt verlötet. In der gleichen Weise ist danach der Widerstand R 2 mit einem Leiterplattenabstand von ca. 1 mm einzulöten. Alle überstehenden Drahtenden an der Platinenunterseite werden nach dem Verlöten mit einem scharfen Seitenschneider direkt oberhalb der Lötstellen abgeschnitten.

Als dann sind der Schalter S 1 und die Buchsen BU 1 und BU 2 einzulöten. Diese Bauteile müssen vor dem Verlöten unbedingt plan auf der Platinenoberfläche aufliegen. Das Gleiche gilt auch für die jeweils aus zwei Hälften bestehenden Plati-

nensicherungshalter SI 1 und SI 2, die gleich nach dem Einlöten mit den entsprechenden Feinsicherungen (SI 1 = 1 AT, SI 2 = 2,5 AT) bestückt werden.

Im nächsten Arbeitsschritt ist der Elektrolyt-Kondensator C 1 polaritätsrichtig in liegender Position einzusetzen und sorgfältig zu verlöten. Vorsicht! Falsch gepolte Elkos können explodieren. Elkos sind üblicherweise am Minuspol gekennzeichnet.

Es bleiben jetzt nur noch die Batteriekontakte zu bestücken. Dabei ist zu beachten, dass die Plus- und Minuskontakte nicht verwechselt werden dürfen und dass die Kontakte beim Verlöten einen rechteckigen geraden Sitz haben müssen. Mit einer ausreichend großen Lötspitze und viel Lötzinn werden die Kontakte letztendlich an der Platinenunterseite festgesetzt.

Nachdem die Bestückungsarbeiten so weit beendet sind, sollte eine gründliche Überprüfung hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehlern erfolgen.

Danach sind 4 Mignon-Akkus unter Beachtung der korrekten Polarität einzusetzen. Sofern das Steckernetzteil und der Verbraucher über die Kleinspannungsbuchsen angeschlossen werden sollen, ist nun die fertig aufgebaute Platine in das Schiebegehäuse einzusetzen und das Gehäuse zu schließen. Bei einem direkten Anschluss an ST 1 bis ST 4 der Leiterplatte werden zuerst die vom Steckernetzteil kommenden Leitungen durchgetrennt. Die Leitungsenden werden von außen durch die zugehörigen Gehäusebohrungen geführt, auf der Innenseite zur Zugentlastung jeweils mit einem Kabelbinder gesichert, auf 5 mm Länge abisoliert, verdreht und verzinkt. Die vom Steckernetzteil kommenden Leitungen sind von oben durch die Bohrungen von ST 1 (+) und ST 2 (-) zu führen und an der Platinenunterseite zu verlöten. In der gleichen Weise werden die zum Verbraucher gehenden Leitungen an ST 3 (+) und ST 4 (-) angelötet.