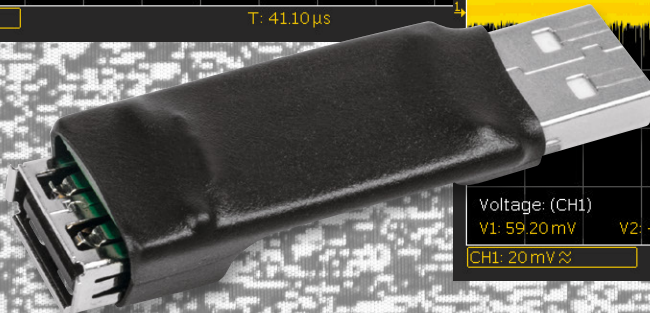
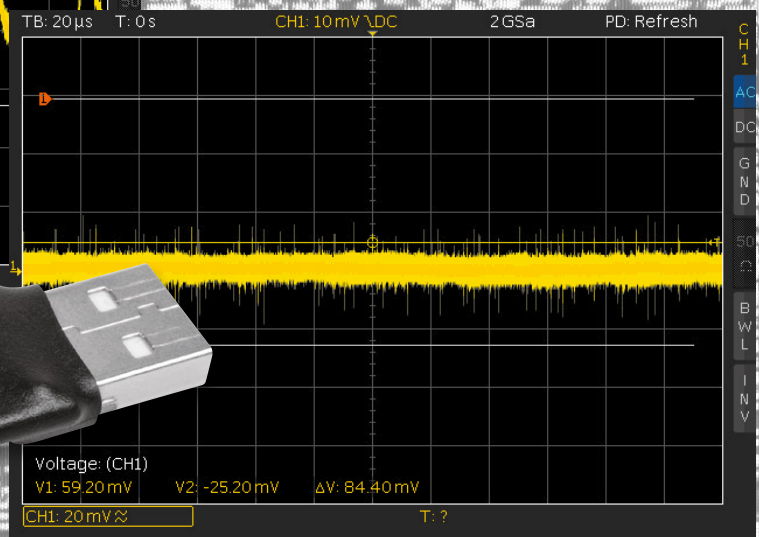


Eliminiert Schaltnetzteil-Störungen auf Leitungen

Hilft, den Funkempfang (DCF77) zu stabilisieren



USB-Entstörfilter

Störungsfreie Nutzung von Schaltnetzteilen

Infos zum Bausatz

im ELV Shop

#10204

Die starke Verbreitung von Schaltnetzteilen im Consumerbereich hat Vor-, aber auch Nachteile. Letztere wirken sich durch das Aussenden von teilweise funktionsbedingten Störungen sowohl in die Umgebung des Schaltnetzteils selbst als auch hauptsächlich über die Zuleitungen bzw. Ausgänge des Netzteils aus. Zahlreiche elektronische Schaltungen, insbesondere Empfängerschaltungen wie DCF77-Empfänger, reagieren darauf empfindlich mit Funktionseinschränkungen oder gar -ausfällen. Das hier vorgestellte USB-Entstörfilter eliminiert diese Störungen mit einer hohen Dämpfung; es ist speziell für das Einschleifen in 5-V-USB-Versorgungsleitungen konzipiert.

Die Störer im Haus

Durch die Verwendung moderner und energieeffizienter Schaltnetzteile haben sich die Stand-by-Verbräuche bei vielen verschiedenen Geräten stark verbessert. Auch der Platzbedarf sowie die Bauteilkosten dieser Netzteile sind durch den Einsatz der modernen Schaltreglertechnik immer weiter gesunken. Aus diesem Grund sind solche Netzteile wie die typischen USB-Netzteile auch nicht mehr wegzudenken.

Leider gibt es aber auch negative Eigenschaften, die sich in letzter Zeit immer mehr auswirken.

Schaltnetzteile erzeugen zum Teil umfangreiche elektromagnetische Störungen, die zum einen über die leitungsgebundene Ebene, aber auch über die Funkebene verteilt werden. Dabei werden die Störungen, vor allem bei nicht durchdachter Konstruktion, sowohl über das Gerät selbst als auch über seine Zu- und Ableitungen verbreitet. Diese transportieren die Störungen über den Leitungsweg, wirken selbst aber auch als abstrahlende Antennen.

Diese Störungen werden besonders dann zum Ärgernis, wenn sonst alltägliche Aufgaben durch diese Störungen komplett oder nur sporadisch nicht mehr richtig funktionieren. Das wohl verbreitetste Beispiel dafür sind nicht oder schlecht funktionierende Funkuhren.

Während bei den meisten Schaltnetzteilen die über die Funkebene erzeugten Störungen nur im unmittelbaren Umfeld eine Auswirkung haben, gibt es einige andere, bei denen sich die Störungen erst durch eine Vergrößerung des Abstands zwischen Schaltnetzteil

Daten

| | |
|--------------------------|--------------------------------|
| Geräte-Kurzbezeichnung: | USB-EF1 |
| Versorgungsspannung: | 5 V _{DC} /USB-powered |
| Stromaufnahme: | max. 1 A |
| Umgebungstemperatur: | 5 bis 35 °C |
| Abmessungen (B x H x T): | 56 x 11 x 17 mm |
| Gewicht: | 9 g |

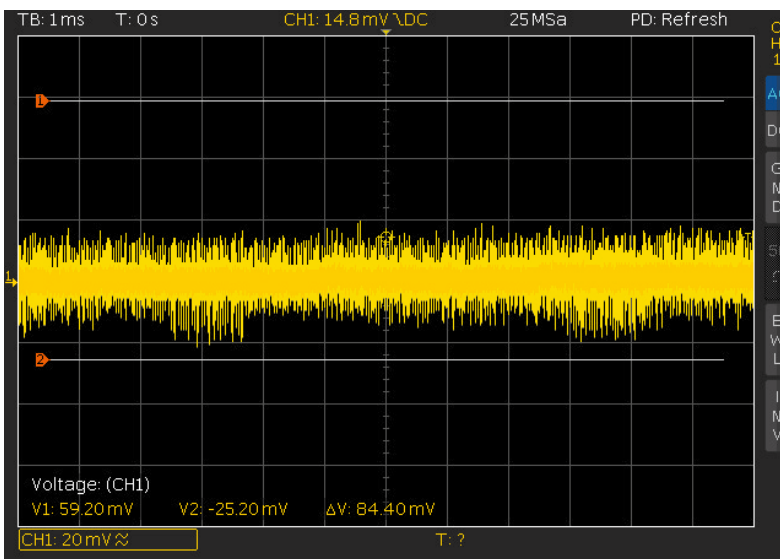
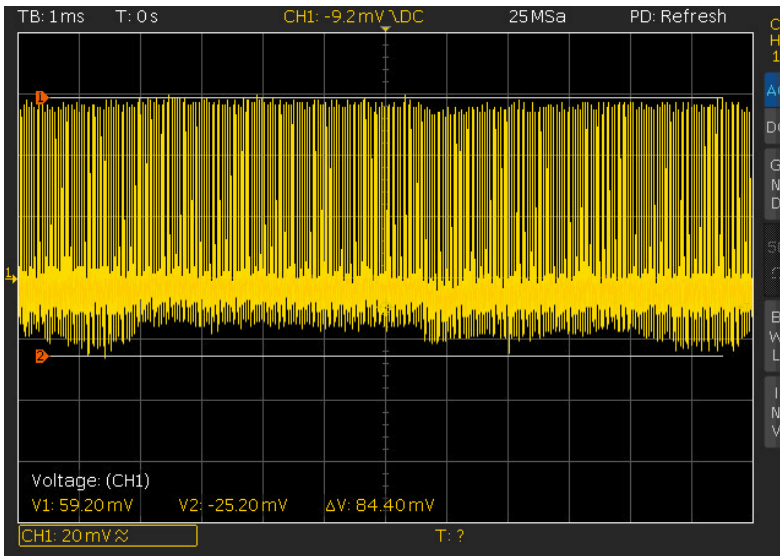


Bild 1: Der Signalverlauf einer 5-V-Spannung, die aus einem 5-V-USB-Schaltnetzteil stammt, mit und ohne USB-EF1 und mit 1 ms Zeitbasis erfasst

und betriebenem Gerät so weit dämpfen lassen, dass diese keine Auswirkungen mehr haben.

Die leitungsgebundenen Störungen jedoch sind nicht so einfach zu eliminieren. Da sich in diesem Fall die Störungen direkt auf den zur Versorgung des Geräts verwendeten Leitungen befinden, gelangen sie somit auch ungehindert in das Gerät. Leider ist es nicht ohne Weiteres erkenntlich, welches Schaltnetzteil eventuell stört oder nicht. Selbst normenkonforme Schaltnetzteile können solche Störungen aussenden, auch wenn sie alle vorgeschriebenen Grenzwerte einhalten. Selbst kleine Spannungsstörungen können bei empfindlichen Bauteilen zu einer geminderten Funktion oder gar einer kompletten Fehlfunktion führen.

Grund hierfür ist die nicht mehr komplett stabile Gleichspannung – ihr sind zahlreiche Störungen überlagert, die Schaltungen mit empfindlichen Eingängen irritieren.

Besonders beim Funkuhr-Empfang (DCF77) kam es durch die leitungsgebundenen Störungen immer wieder zu erheblichen Problemen, da die eingesetzten DCF-Empfangs-ICs mit einer automatisch geregelten Verstärkungseinstellung (AGC, Automatic Gain Control) arbeiten. Aber genau diese automatische Regelung lässt sich sehr einfach durch Spannungsspitzen auf der Masse- oder der Versorgungsleitung stören – die Regelung „sieht“ einen hohen Spannungsimpuls und regelt die Eingangsstufe ab. Die Auswirkung ist ein sehr unempfindlicher Empfangseingang am DCF-Empfangs-IC, der nur noch leistungsstarke DCF-Signale erkennt und so einzelne DCF-Datenpakete oder gar das komplette DCF-Signal nicht mehr empfängt. Mit dem USB-Entstörfilter USB-EF1 können solche hartnäckigen Störungen auf der Versorgungs- und Masseleitung effektiv gefiltert und der einwandfreie Empfang von DCF-Datenpaketen am gewünschten Standort wieder ermöglicht werden. Welche Wirkung der kleine Filterbaustein hat, lässt sich in der Bilderfolge in Bild 1 deutlich ablesen. Hier ist jeweils das gleiche Signal mit und ohne Filter zeitlich identisch aufgelöst zu sehen.

Schaltungsbeschreibung

Das in Bild 2 dargestellte Schaltbild des USB-EF1 ist durch die geringe Anzahl an eingesetzten Bauteilen sehr übersichtlich. Das Gerät besteht komplett aus passiven Bauteilen, die in ihrer Anordnung ein Filter realisieren. Die vom USB-Netzteil bereitgestellte Spannung gelangt über den USB-Stecker ST1 in das Filternetzwerk, beginnend mit dem parallel geschalteten Tantal-Kondensator C1. Da sich die vom USB-Netzteil erzeugten Störungen nicht nur über die 5-V-Versorgungsleitung (Pin 1), sondern auch über die dazugehörige Masseleitung (Pin 4) ausbreiten, folgt nach dem Kondensator C1 je eine in Reihe geschaltete Induktivität (L1 und L3) in den beiden Leitungen. Hinter den beiden Induktivitäten wiederholt sich dann die Bauteilformation mit den Komponenten C2, L2 und L4. Den Abschluss des LC-Filternetzwerks bildet der Kondensator C3. Die nun gefilterte Masse- und Spannungsversorgungsleitung wird dann über die USB-Buchse BU1 dem zu versorgenden Gerät zur Verfügung gestellt. Die beiden USB-Datenleitungen (Pin 2 und Pin 3) sind direkt, also ohne Filterfunktion, zwischen dem Stecker und der Buchse miteinander verbunden.

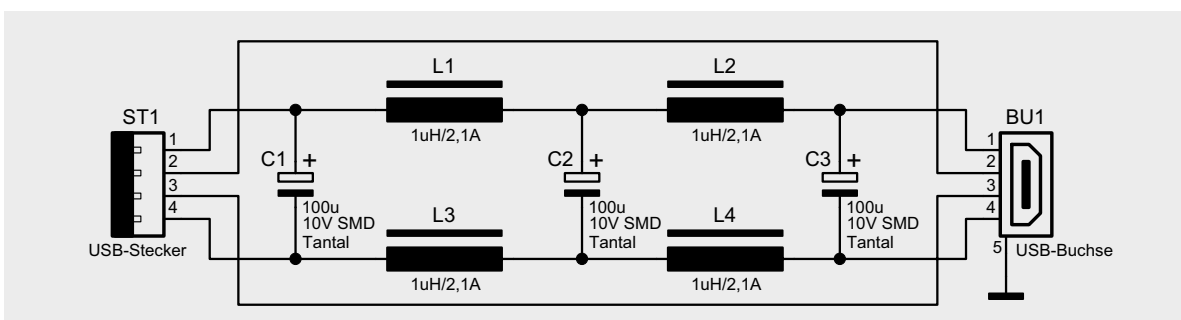


Bild 2: Das Schaltbild des USB-Entstörfilters USB-EF1

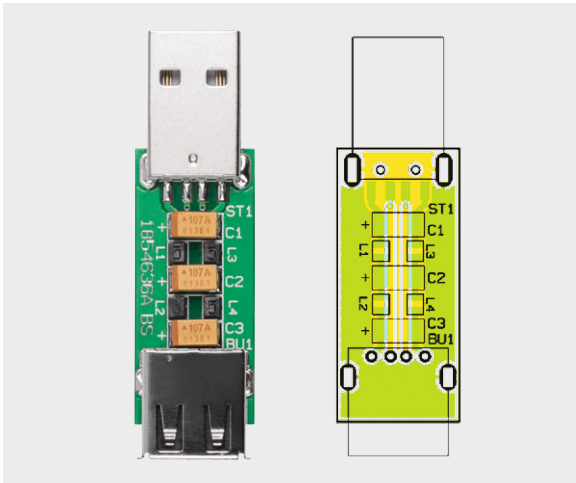


Bild 3: Das Platinenfoto des USB-EF1 mit dem zugehörigen Bestückungsplan

ander verbunden. Die hier gewählte Schaltung eines LC-Filters arbeitet sehr wirkungsvoll und setzt die Spannungswelligkeit der Netzteil-Ausgangsspannung stark herab.

Nachbau und Inbetriebnahme

Der Nachbau des USB-EF1 ist sehr einfach. Er besteht nur aus dem Bestücken und Anlöten der beiden USB-Anschlüsse ST1 und BU1, da alle anderen Bauteile als SMD-Bauteile ausgeführt und bereits werkseitig bestückt sind. Dabei sollte man, auch wenn die Bauteilanzahl so gering ist, die korrekte Bestückung der SMD-Komponenten prüfen, ebenso sichtet man die Bestückung auf eventuelle Lötzinnbrücken. Eine Hilfe sind dabei die in Bild 3 dargestellten Platinenfotos und Bestückungspläne sowie die Stückliste.

Nach der Montage des USB-Steckers und der USB-Buchse muss noch zum Schutz der Bauteile vor Berührung und als Schutz vor Kurzschlüssen der dem Bausatz beiliegende Schrumpfschlauch um das Gerät geschrumpft werden. Das Schrumpfschlauchstück ist mit 40 mm Länge so dimensioniert, dass es die komplette Platine einhüllt und so die Bauteile überdeckt. Zum Einschrumpfen setzt man am besten einen Heißluftfön ein, der auf eine Temperatur von zirka 130 °C eingestellt ist, und erwärmt mit dem Luftstrom den über die Platine gesteckten Schrumpfschlauch. Nach kurzer Zeit beginnt der Schlauch zu schrumpfen und liegt dann fest um die Platine und die zu schützenden Bauteile. Falls kein Heißluftfön zur Verfügung steht, kann der Schrumpfschlauch auch mittels der Hitze einer Lötkolbenspitze erwärmt werden. Hierbei



Bild 4: Das USB-EF1 vor und nach dem Einschrumpfen

ist nur zu beachten, dass die Spitze das Material nicht berührt, da es ansonsten Schaden nehmen könnte.

In Bild 4 ist das Gerät vor und nach dem Einschrumpfen dargestellt.

Damit sind alle notwendigen Schritte für den Nachbau erledigt, und die Inbetriebnahme kann erfolgen.

Die Inbetriebnahme des USB-EF1 beschränkt sich auf das Verbinden des Moduls mit der zu versorgenden Hardware und dem USB-Netzteil.

In Bild 5 ist das USB-Entstörfilter direkt an ein USB-Netzteil angeschlossen dargestellt. Dies ist die effektivste Lösung, da hier auf dem Weg zum Filter keine abstrahlenden Kabel mehr liegen. Das USB-Kabel, das vom Entstörfilter abgeht, ist dann mit der zu nutzenden Hardware verbunden und versorgt diese. Wenn das zu versorgende Gerät normal startet, wurden alle beschriebenen Schritte korrekt umgesetzt und man hat eine wirksam entstörte 5-V-Spannungsversorgung. **ELV**



Bild 5: Das Entstörfilter, hier direkt an ein störendes USB-Netzteil angeschlossen



Vorsicht:

Bitte beachten Sie, dass bei der Verwendung des USB-Entstörfilters USB-EF1 der maximale Strom zur Versorgung einer angeschlossenen Hardware auf 1 A limitiert wird.

Stückliste

Kondensatoren:

100 µF/10 V

C1–C3

Sonstiges:

Speicherdrosseln, SMD, 1,0 µH/2,1 A

L1–L4

USB-A-Buchse, winkelprint, liegend

BU1

USB-Einbaustecker, abgewinkelt, ultraflach, SMD

ST1

Schrumpfschlauch, 19 mm (3/4"), schwarz