

Über- und Unterspannungsschutz für Funkgeräte

und andere teure 12-Volt-Geräte

Funktion:

- Schutz vor Überspannungen
- schnelle, sichere Abschaltung
- hoher Wirkungsgrad
- keine mechanischen Bauteile



Spannungsmonitor mit Schnellabschaltung bei Über- und Unterspannung

Zahlreiche HF/VHF/UHF-Mobilfunkgeräte werden im Shack als Heimstation genutzt und aus einem geregelten Netzteil gespeist. Dieser Spannungsmonitor vermeidet wirkungsvoll mögliche Gerätedefekte durch Überspannungen des Netzteils und schaltet im Akkubetrieb auch bei Unterspannung ab.

Ein wesentlicher Nachteil linear geregelter Netzteile ist die Tatsache, dass bei einem Defekt der Leistungstransistoren am Ausgang des Netzteils möglicherweise die volle Eingangsspannung des Transformators am Funkgerät anliegt. Der TRX quittiert daraufhin in den meisten Fällen den Dienst. Zu Schade, wenn es sich dabei um ein neues Funkgerät oder etwas ähnlich Kostspieliges handelt! Um derart teure Abenteuer zu vermeiden, wurde diese Schaltung entwickelt. Sie prüft permanent die Spannung des Netzteils auf ein gültiges "Spannungsfenster". Wird sie über- oder unterschritten, wird die Spannungsversorgung zum angeschlossenen Gerät blitzartig unterbrochen.

Relais oder "Solid State"?

Ein Überspannungsschutz ist keineswegs eine neue Erfindung, also habe ich einmal nachgeschaut, wie andere das Problem gelöst haben. Die Idee, das Funkgerät über ein mechanisches Relais zu schalten, ist sicher eine Variante, die wegen der Mechanik recht langsam ist. Das Gerät dürfte schon einen Defekt aufweisen, wenn das Relais im Falle einer Überspannung endlich abfällt. Ebenso wenig elegant ist die Methode, bei einer Überspannung einen Kurzschluss herbei zu führen, der dann eine Sicherung durchbrennen lässt.

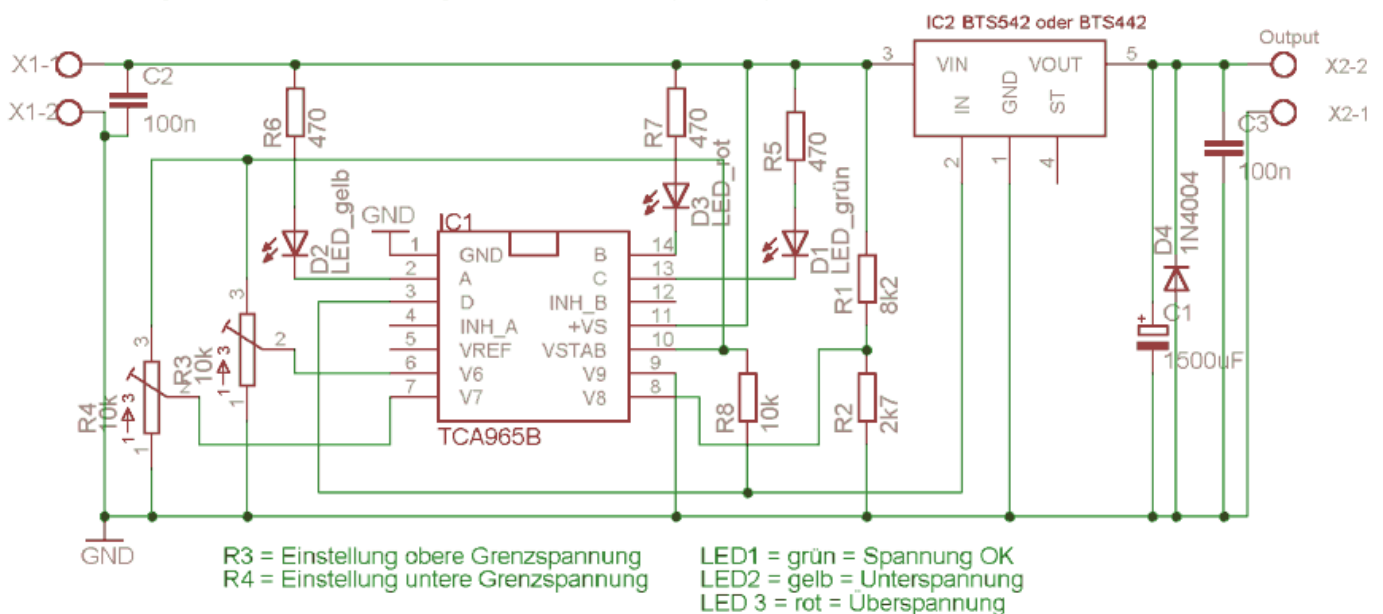
Wenn man jedoch das mechanische Relais durch eine wirklich schnelle Elektronik ersetzt, sollte man bessere Resultate erzielen. Mit modernen Bauteilen ist das leicht machbar. Zentraler Baustein ist daher ein Siemens PROFET BTS542 oder BTS442, ein sogenannter "intelligenter Smart Highside Switch". Es handelt sich dabei um einen N-Kanal Power-FET mit integrierter Ladungspumpe, Temperaturabschaltung, Strombegrenzung und Kurzschlusserkennung. Das fast unverwüsthliche Bauteil wirkt wie ein sehr schnelles Relais.

Es wird über einen mP-kompatiblen Eingang gesteuert. Liegt an Pin 2 eine Spannung von 0,5 bis 6 Volt an, so schaltet der BTS542/442 durch und hat dabei einen Innenwiderstand von nur 18 Milliohm! Fällt die Spannung an Pin 2 ab, trennt der PROFET die Last von der Spannungsquelle. Pin 4 ist der Diagnoseausgang (Open Kollektor), an den man eine digitale oder analoge Schaltung anschließen kann, um die High/Low-Information zu interpretieren.

Dabei verträgt der BTS542 Spannungen bis zu 42 Volt, der Spannungsschutz auf dem Chip selbst spricht bei 63 Volt an. Es können Ströme bis zu 21 A fließen, kurzzeitig sind bis zu 70 Ampere möglich. Der BTS542 wird in einem fünfpoligen TO218/5-Gehäuse geliefert und ist damit etwas größer und breiter als beispielsweise der Spannungsregler 7805 oder ein BD240, hat jedoch ein vergleichbares Gehäuse. Der BTS442 kommt in einem Gehäuse TO220AB/5 daher und ist etwas schmaler als der BTS542.

Die Siemens BTS542 und BTS442 IC sind zwei Mitglieder der großen Familie intelligenter Power-MOS-Schalter der BTS-Serie. Während BTS542 und 442 wie erwähnt einen Strom von 21 A schalten, ist beispielsweise der BTS432 auf 11 Ampere eingerichtet. Prachtstück der Serie ist der Hochstrom-PROFET BTS555P, der bis zu 400 Ampere schaltet. Die wichtigsten Daten anderer Familienmitglieder entnehmen Sie bitte der Tabelle.

Voltage Protection w. High Side Switch (21 A)



Schaltbild

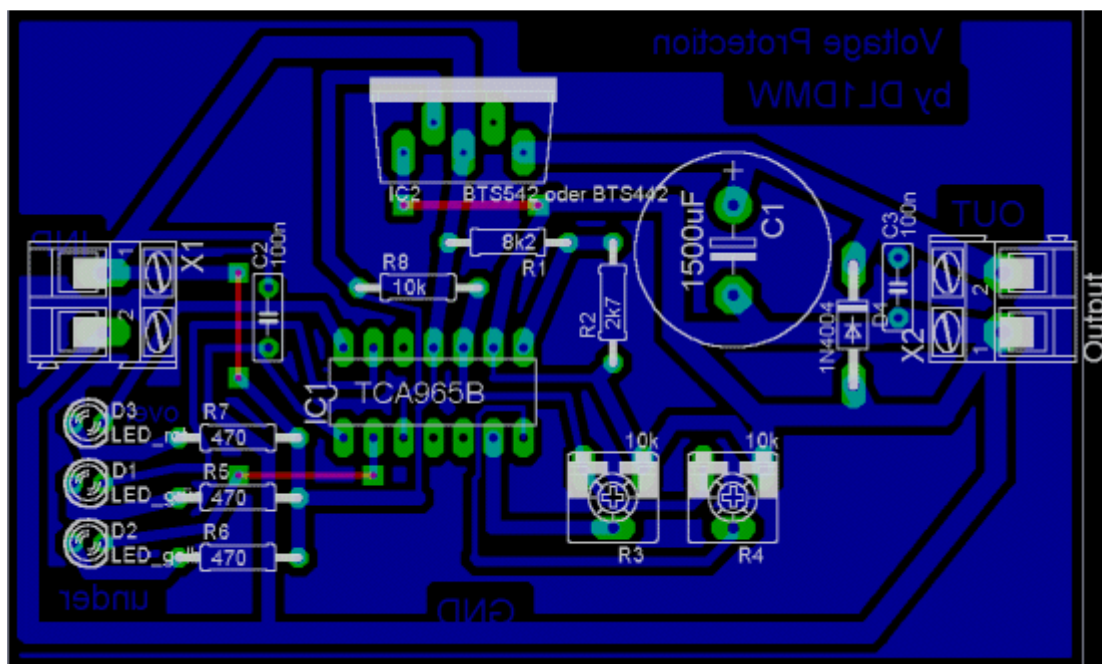
So funktioniert's

Die abgebildete Schaltung ist bei ausreichender Dimensionierung des Kühlbleches für 20 A Dauerlast ausgelegt und dürfte damit auch für lange Durchgänge im RTTY- oder FM-Betrieb auf der Kurzwelle ausreichen. Was aber ist eine ausreichende Kühlung? Gehen wir von 20 A Last bei 13,8 Volt aus, fallen bei 18 Ohm am BTS542/442 360 mV ab. Das entspricht einer Verlustleistung von maximal 7,2 Watt. Das Kühlblech muss also nicht sehr groß sein, um diese Wärmeleistung abzuführen. Zwei Potentiometer bestimmen die Ansprechschwelen der Elektronik und legen damit Unter- und Überspannungsgrenzen fest. Ein Fensterdiskriminator TCA965 -- für viele Elektronikbastler seit den späten 70-er Jahren ein alter Bekannter -- sorgt für die Auswertung der Spannungen und entscheidet darüber, ob es eine Spannung im gültigen Bereich ist. Dann leuchtet die grüne Leuchtdiode und der High-Side-Switch ist durchgeschaltet.

Wird eine Überspannung erkannt, leuchtet die rote LED und bei Unterspannung die gelbe. In beiden Fällen wird der digitale Ausgang D des TCA965 low und die Spannungszufuhr wird blitzschnell unterbrochen. Während der sehr kurzen Zeit zwischen Auftreten einer Überspannung und deren Erkennung (es wurden 25 bis 30 μs gemessen) nimmt der im Ausgang befindliche Elko die überschüssige Energie auf. Der Elko ist auf die Ausgangsspannung mit 25 V Spannungsfestigkeit abgestimmt. Die Diode D4 im Ausgang schützt den PROFET vor induktiven Spannungsspitzen, falls die Schaltung für Motoren oder andere induktive Lasten genutzt wird.

Aufbau

Die Anzahl der Bauteile ist durchaus überschaubar, daher gibt es zum Aufbau nicht viel zu beachten. Beginnen Sie wie immer mit den Drahtbrücken, hier sind es drei. Die Drahtbrücke am BTS führen Sie bitte möglichst robust aus, da sie einigen Strom aufnehmen muss. Wichtig ist, alle stark beanspruchten stromführenden Leitungen gut zu dimensionieren, bei 20 Ampere sollte daher Silberdraht von mindestens 1,5 qmm zum Einsatz kommen. Besser sind 2,5 qmm sowohl für die Plus-, als auch für die Masseleitungen, die Sie auf die breiten Bahnen der Platine löten. Den TCA965B setzen Sie auf einen IC-Sockel. Die Schaltung können Sie wahlweise in ein bestehendes Netzteil integrieren oder als eigenständiges Gerät vor das zu schützende Funkgerät in die Spannungsversorgung einschleifen. In jedem Fall sollte man es in ein Metallgehäuse setzen, um HF-Einstrahlungen zu vermeiden.



Einstellung der Spannungsgrenzwerte

Dazu benötigen Sie ein in der Spannung regelbares Netzgerät. Stellen Sie es auf die gewünschte Höchstspannung ein, z. B. 14,5 Volt, und drehen Potentiometer R3 solange, bis die rote LED gerade aufleuchtet. Stellen Sie das Netzteil nun auf die Mindestspannung, z. B. 11,5 Volt, und drehen R4 solange, bis die gelbe LED leuchtet. Verbinden Sie nun den Ausgang der Schaltung mit einer unverwüstlichen Last, etwa einer Glühlampe, ein Motor oder ähnliches. Testen Sie die Schaltung nun intensiv auf ihre Funktion. Erst wenn alles in Ordnung ist, schließen Sie ihr Funkgerät an.

Etwa vor vier Jahren...

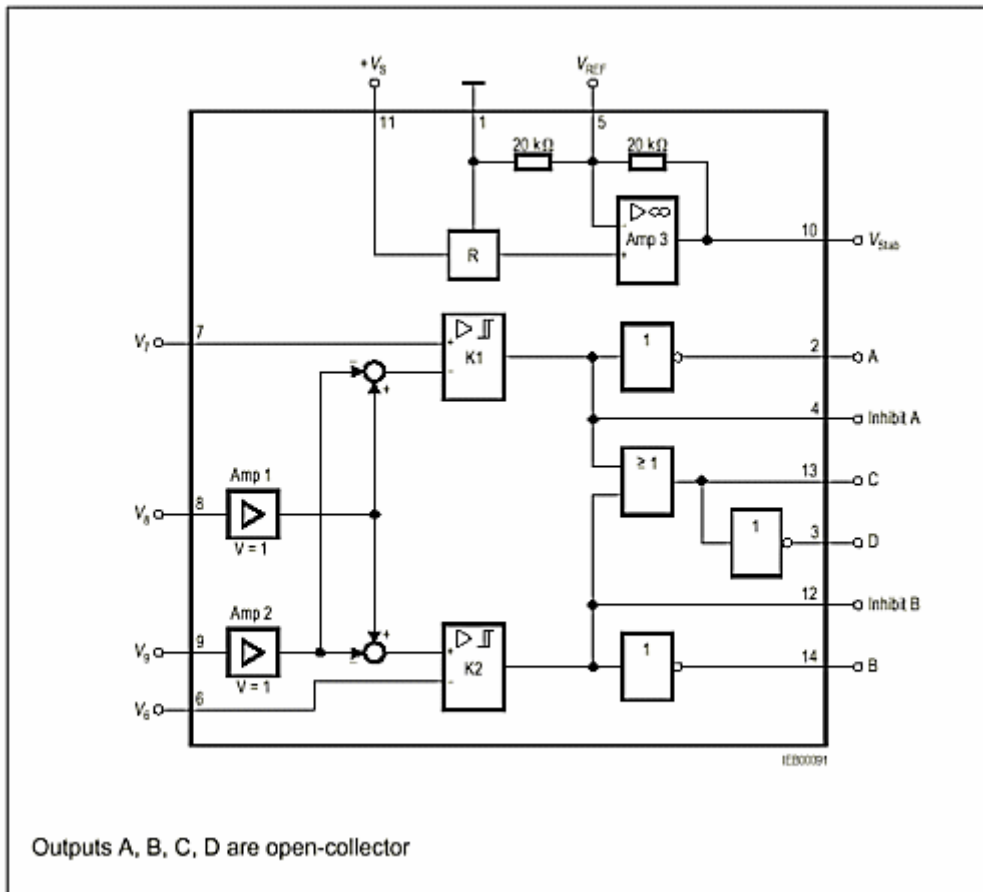
... erschien in der FUNK eine sehr ähnliche Schaltung zum Schutz des Funkgerätes vor Überspannungen (siehe auf dieser Homepage weiter unten). Damals kam gleichfalls ein PROFET BTS 542 zum Einsatz, die Überspannung wurde jedoch durch einige diskrete Bauelemente ermittelt, eine Erkennung der Unterversorgung fand nicht statt. Das war ein Nachteil der damaligen Schaltung. Die Folge: Sank die Spannung, etwa weil das Funkgerät über einen Bleiakku gepuffert wurde (das speisende Netzteil sei abgeschaltet), geriet es in eine Art "pumpen". Auf Grund der geringen Spannung stellte das Gerät den Dienst ein. Der Stromverbrauch sinkt, also steigt die Akkuspannung an und das Gerät schaltete ein. Der Akku kann die Last nicht halten, also sinkt die Spannung erneut, das Gerät schaltet ab, und so fort. Dieses "pumpen" wird nun bei korrekter Vorgabe der unteren Spannungsgrenze von der Unterspannungserkennung verhindert. Vorteil: Das Gerät schaltet ab, Funkgerät und Akku werden geschont.

Neben Funkgeräte profitieren auch andere 12-Volt-Geräte von einem Überspannungsschutz. Sei es die kleine PA, gar ein Laptop oder welches kostspielige Gerät auch immer: Mit beiden Trimpotentiometer bestimmen Sie Mindest- und Maximalspannung ihrer wertvollen Geräte.

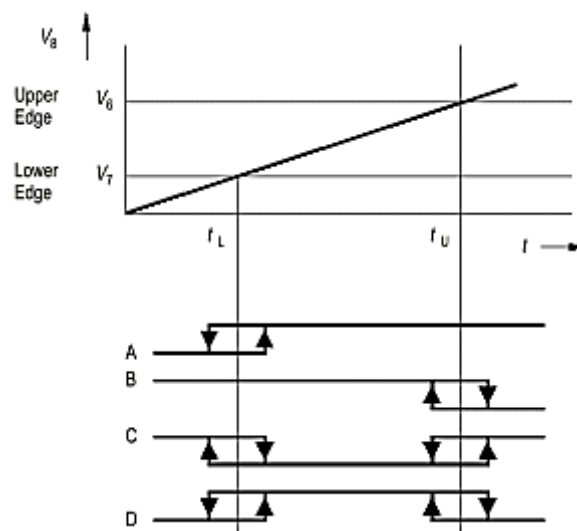
Ein weiterer Grund, weshalb diese Schaltung neu aufgelegt und verbessert wurde, liegt in der Verfügbarkeit der Bauelemente begründet. Waren die PROFETs damals lediglich bei einem Siemens-Großhändler erhältlich, so gibt es sie heute auch bei [1] zu kaufen. Es scheint so, als seien Sie im Jahr 2000 oder 2001 in den Katalog "gerutscht". Den schon recht betagten TCA965 gibt es zum Zeitpunkt der Niederschrift dieses Artikels dort immer noch, so dass die Bauteilbeschaffung kein Problem bereiten wird. Siemens weist im TCA965-Datenblatt von 1998 bereits auf der ersten Seite darauf hin, dass der integrierte Schaltkreis nicht für neue Entwicklungen zum Einsatz gelangen sollte. Für die Verfügbarkeit in der Zukunft kann daher keine Aussage erfolgen. Vielleicht sollte man sich einige Exemplare auf Lager legen?

Exkurs: Window Discriminator TCA965

Ein Fensterdiskriminator vergleicht eine Eingangsspannung mit einem definierten Spannungsfenster. Die digitalen Ausgänge zeigen, ob die Spannung darunter, im Fenster oder darüber liegt. Mit dem Begriff "Fenster" ist hier ein als gültig betrachteter Spannungsbereich definiert. Das Fenster, oder genauer: die obere und untere Spannungsgrenze des gültigen Bereiches kann auf zweierlei Weise bestimmt werden. Bei der direkten Bestimmung des Fensters erscheint die Eingangsspannung an Pin V8 des TCA965, die obere Grenzspannung an Pin V6 und die untere an Pin V7. Hinter V6 und V7 sorgen jeweils ein Komparator für den Vergleich und die Auswertung des Signals.



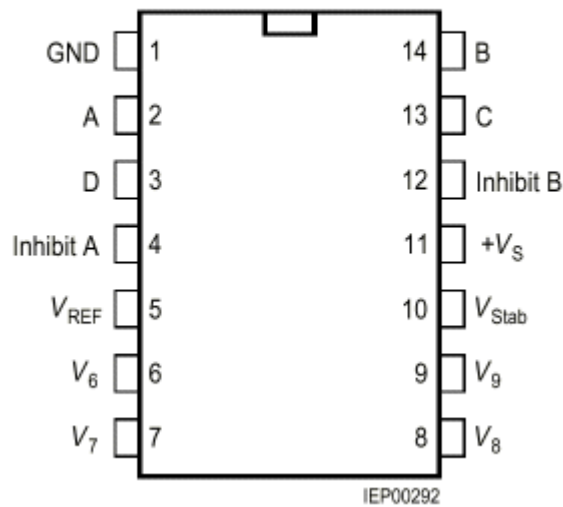
Das zweite Verfahren wird als indirekte Einstellung bezeichnet. Das Fenster wird definiert durch eine Zentralspannung und eine weitere Spannung, die der halben Fensterbreite entspricht. Ein Beispiel: Sei die Zentralspannung 10 Volt und die halbe Fensterbreite 2 Volt, so ist das Fenster auf den Bereich 10 minus 2 V bis 10 plus 2 V = 8 bis 12 V definiert. Hierbei liegt die Eingangsspannung sowohl an Pin V6 und V7 an, die Zentralspannung (Center Voltage) an V8 und die Spannung "Half Windows Width" an V9.



Da letztere Methode etwas weniger durchsichtig ist, verwenden wir die direkte Methode zur Einstellung der Grenzwerte. Für die Anzeige des Resultates stehen vier digitale Open-Kollektor-Ausgänge zur Verfügung, dessen Zustände durch zwei Inhibit-Eingänge modifiziert werden können. Da wir lediglich die Information Unterspannung, Spannung im gültigen Bereich und Überspannung benötigen, bleiben diese Eingänge laut Datenblatt unbeschaltet. Das Diagramm zeigt die logischen Pegel für diese drei Zustände. LED Unterspannung ist daher an Ausgang A, LED Überspannung an Ausgang B und die grüne LED an Ausgang C

angeschlossen. Der Steuereingang für den PROFET, der ein High-Pegel benötigt, findet seinen Platz an Ausgang D. Jeder der digitalen Ausgänge leistet bis zu 50 mA, ausreichend für eine Leuchtdiode.

TCA 965 B



PROFET's der Familie BTS			
Typ	V _{bb} [V/max]	I [A]	R [mOhm/max]
BTS305	>50	9	80
BTS306	>50	1.6	38
BTS410	>60	1.8	220
BTS432	>60	11	38
BTS442	>60	20	11
BTS542	>60	21	18
BTS555	>50	400	3,5
BTS550	>50	280	5,0
BTS650	>50	175	8

Die Familie der Siemens PROFETs ist umfangreich und reicht von 1,6 A bis hin zu 400 A Schaltleistung.