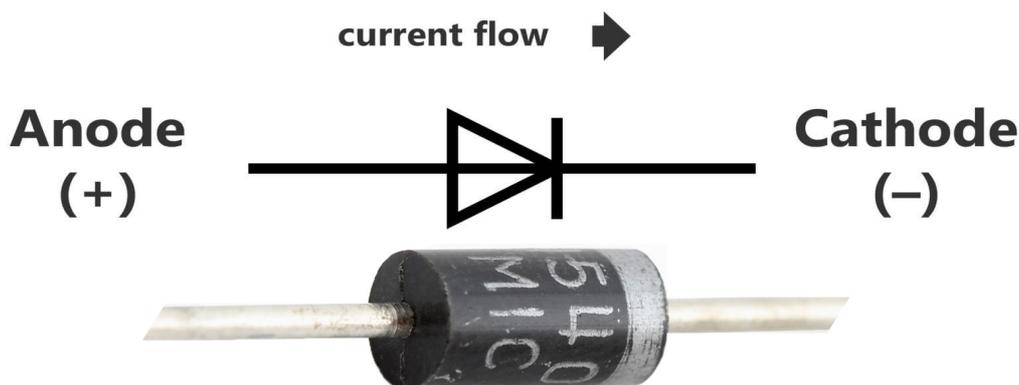


Stromversorgung

Beim BTR18 gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten der Stromversorgung: Entweder man nutzt den eingebauten Akkumulator (kurz: Akku) oder das Gerät wird extern mit einer Gleichspannung von 13,8 Volt (oder kurz 13,8 V) betrieben. Dann darf aber keinesfalls der interne Akku angeschlossen sein, denn der würde an dieser relativ hohen Spannung schnell zerstört werden. Allerdings kann der interne Akku über die Stromversorgungsbuchse Bu3 mittels eines Ladegerätes für Nickel-Metallhydrid-Akkus geladen werden. Bei Akkubetrieb beträgt die Versorgungsspannung nominell 9,6 V, hängt aber vom Ladezustand des Akkus ab.

Direkt an der Stromversorgungsbuchse befindet sich die Diode D10. Die Typenbezeichnung der Diode ist 1N5402. Mittels des zugehörigen Datenblattes [1] können die charakteristischen Eigenschaften dieser Diode festgestellt werden. Hier sei nur erwähnt, dass diese Diode (sehr!) kurzzeitig einen Strom von 200 A (Ampere) verkraftet. Diese Diode schützt den BTR18 davor, dass eine falsch gepolte Versorgungsspannung Schaden am Gerät anrichtet.

Normalerweise ist der innere Kontakt der Buchse Bu3 mit dem positiven Pol der Stromversorgung verbunden und der äußere Kontakt mit dem negativen Pol. In diesem Fall ist die Diode in Sperrrichtung betrieben. Das bedeutet, dass kein Strom durch die Diode fließt. Damit ist schon klar: Die Einbaurichtung der Diode ist entscheidend für die Funktion dieses Schaltungsteils. Deshalb tragen Dioden immer eine Kennzeichnung, die eindeutig kennzeichnet, welcher der beiden Anschlüsse welche Funktion hat. In der Regel sind das aufgedruckte Ringe auf dem Gehäuse, die die Kathode (Minusanschluss in Flussrichtung) kennzeichnen. Der andere Anschluss ist dann zwangsläufig die Anode (Pluspol in Flussrichtung).



Wenn du mehr über die Funktion einer Diode erfahren willst, dann schau mal unter [2] nach.

Jedem ist es aber schon mal passiert, dass die beiden Drähte der Zuleitung vertauscht wurden. In dem Fall ist die Diode D10 in Flussrichtung gepolt. Nun kann Strom durch die Diode fließen. Da der Strom in der Schaltung nicht wesentlich begrenzt wird, ist der Strom in der Theorie unendlich groß und löst damit eine vorgeschaltete (z.B. in der Zuleitung

angeordnete) Sicherung aus. Praktisch wird der Strom allerdings durch verschiedene Widerstände im Strompfad (z.B. der Widerstand der Zuleitung, der Kontakte in der Stromversorgungsbuchse oder in der Diode selbst) begrenzt.

Dieser sehr hohe Kurzschlussstrom ist auch der Grund, warum in Geräteleitungen grundsätzlich eine Sicherung eingebaut werden muss. Wenn dir ohne eine solche Sicherung an einem großen Akku oder Netzgerät eine Verpolung passiert, fließen schnell mal einige 10 bis 100 A. Das knallt ziemlich laut und die Abschaltung erfolgt durch Abbrennen von Zuleitungsdrähten oder Leiterbahnen auf der Platine und Halbleiter verabschieden sich unter Abgabe von viel Qualm.

Wenn der interne Akku verwendet wird, übernimmt die Sicherung F1 diese Aufgabe. Diese Sicherung ist eine Glasrohr-Feinsicherung mit 5 mm Durchmesser und 20 mm Länge. Interessanter sind natürlich die elektrischen Werte: 1 A Nennstrom und mittelträge Auslösecharakteristik.

Diese mittelträge Auslösecharakteristik bedeutet, dass die Sicherung geringe und kurzfristig auftretende Überströme noch nicht abschaltet, große Ströme aber sehr schnell abgeschaltet werden. Im konkreten Beispiel bedeutet das: 2 A führen erst nach 1 s zur Abschaltung, 10 A dagegen werden bereits nach 90 ms sicher abgeschaltet. Diese Werte können dem entsprechenden Datenblatt [3] entnommen werden.

Ein Teil der Schaltung liegt dauerhaft an dieser Stromversorgung an, nämlich der Teil, der richtig Strom braucht: Die Endstufe.

Dieser Teil wird über die Drossel Dr2 und die Kondensatoren C58 bis C60 versorgt. Diese Bauteile wirken als Tiefpassfilter und verhindern, dass Hochfrequenz aus der Endstufe in die Stromversorgung zurück schlägt. Die genaue Funktion eines Tiefpasses wird später beim Senderausgangsfiler (C61 bis C67 mit L2 und L3) genauer erläutert. An dieser Stelle sei nur eine kleine Eselsbrücke genannt sein: Bei Tiefpassfilter können tiefe Frequenz passieren, hohe Frequenzen werden gesperrt.

C60 ist ein Elektrolytkondensator (kurz: Elko) und hat eine vergleichsweise hohe Kapazität von 22 μF (Mikro-Fard) und die Eigenschaft, eine gewisse Menge an Energie in Form eines elektrischen Feldes zu speichern. Elkos sind genauso wie Dioden gepolte Bauelemente, die nicht verkehrt herum eingebaut werden dürfen weil sie sonst zerstört werden.

Die Anschlüsse sind entweder durch Gehäuseaufdruck oder durch unterschiedlich lange Anschlussbeinchen gekennzeichnet.



Dieser Elko hat eine Kapazität von 4700 μF bei einer maximalen Betriebsspannung von 16V. Der Minuspol ist durch Aufdruck und das kürzere Anschlussbeinchen gekennzeichnet.

Außerdem ist bei der Auswahl der Kondensatoren auch zu berücksichtigen, dass die Betriebsspannung des Kondensators in der Schaltung unter dessen Nennspannung bleibt. Diese Spannung steht im Datenblatt und ist meistens auf dem Gehäuse des Elkos ebenso aufgedruckt wie die Kapazität.

Die ähnliche Eigenschaft hat die Drossel Dr2. Eine Drossel ist eine Spule (also aufgewickelter Draht), die in ihrem Inneren ein Magnetfeld aufbaut, wenn sich der Strom durch den Draht ändert. Die Drossel speichert also Energie in Form eines Magnetfeldes. Die Fähigkeit Energie zu speichern wird oft durch einen Kern aus Eisen, gepresstem Eisenpulver oder Ferrit verbessert. Die Drossel Dr2 ist eine auf einen Ferritkern gewickelte Fertigschleife in sehender Ausführung:



Die gespeicherte Energie können der Elko und die Drossel wieder abgeben, wenn kurzfristig, z.B. in Modulationsspitzen, viel Strom gebraucht wird.

Gleichzeitig stellen diese beiden Bauteile auch Widerstände dar, deren Widerstandswerte frequenzabhängig sind.

Der Elko hat einen Wechselstromwiderstand, der mit steigender Frequenz abnimmt und den man leicht berechnen kann.

Alle Berechnungen erfolgen hier am Beispiel eines BTR18 für 7 MHz (40m-Band). Alle hier verwendeten Formeln können in den einschlägigen Formelsammlungen für die Amateurfunkprüfung nachgeschlagen werden, beispielsweise in der Formelsammlung des Teams Funken-Lernen [4].

$$\begin{aligned}
 X_C &= \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} \\
 &= \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 7 \text{ MHz} \cdot 22 \mu\text{F}} \\
 &= \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 7 \cdot 10^6 \text{ Hz} \cdot 22 \cdot 10^{-6} \text{ F}} \\
 &= \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 7 \cdot 22} \Omega \\
 &= \frac{1}{967,61} \Omega \\
 &= 0,00103 \Omega
 \end{aligned}$$

Für hochfrequente Signale wirkt C60 also annähernd als Kurzschluss und bedämpft so die Signale aus der Endstufe Richtung Stromversorgung.

Die Spule Dr2 hat im Gegensatz zu Kondensatoren einen Wechselstromwiderstand, der mit steigender Frequenz zunimmt.

$$\begin{aligned}
 X_L &= 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \\
 &= 2 \cdot \pi \cdot 7 \text{ MHz} \cdot 22 \mu\text{H} \\
 &= 2 \cdot \pi \cdot 7 \cdot 10^6 \text{ Hz} \cdot 22 \text{ F} \cdot 10^{-6} \\
 &= 2 \cdot \pi \cdot 7 \cdot 22 \Omega \\
 &= 967,61 \Omega
 \end{aligned}$$

Für hochfrequente Signale wirkt Dr2 also als hoher Widerstand und verhindert durch seine Reihenschaltung zur Stromversorgung, dass hochfrequente Energie von der Endstufe zur Stromversorgung fließen kann.

C58 und C59 und auch C69 haben vergleichsweise kleine Kapazitäten im Nano-Farad-Bereich (100 bis 470 nF), deren Wechselstromwiderstand also größer ist als beim Elko C60, denn der Wechselstromwiderstand ist nicht nur frequenzabhängig sondern auch umgekehrt proportional zur Kapazität des Kondensators. Trotzdem unterstützen Sie C60 in seiner Wirkung.

Die gesamte restliche Schaltung kann mit dem Schalter S1 von der Stromversorgung getrennt werden.

Direkt hinter diesem Schalter ist die Stromversorgung der Schaltungsteile abgezweigt, die keine besondere Anforderung an die Stabilität der Spannung haben, so zum Beispiel die Lautsprecherendstufe – IC 3 oder die Tastspannung für den Sender – U_{TX} . Die Spannung an dieser Stelle ist nominell 9,6 V und ist direkt abhängig von der eingespeisten Versorgungsspannung (bis zu 13,8 V).

Alle Teile, die eine besonders stabile Spannung brauchen (z.B. der Oszillator rund um den Transistor T9, weil er nur so eine stabile Ausgangsfrequenz erzeugen kann), werden aus dem Spannungsstabilisator IC 7 versorgt. Dieses Bauteil ist ein kleiner integrierter Schaltkreis (engl. Integrated Circuit, kurz IC), der durch seinen inneren Aufbau dafür sorgt, dass die Ausgangsspannung gegenüber dem Steueranschluss immer einen bestimmten "Abstand" hat. Der Steueranschluss liegt hier auf dem Massepotenzial der Schaltung. Das Massepotenzial ist beim BTR18 mit dem Minuspol der Stromversorgung verbunden. Um das Schaltbild nicht durch viele Leitungen auf dem Minuspotenzial unübersichtlich zu machen, ist im Schaltbild die „Masse“ durch folgendes Schaltzeichen dargestellt:



In unserem Fall ist dieser Abstand zwischen Masse und dem Ausgang des IC 7 6 V. Diese Spannung ist aus der Typenbezeichnung 78L06 abzulesen: 06 steht für 6 V. Die 78 am Anfang der Typenbezeichnung steht für Spannungsregler mit positiver Polarität. 79 würde hier für eine negative Spannung stehen. Und das L weist darauf hin, dass dieser Spannungsregler nur bis maximal 0,1 A belastet werden darf.

Die möglichen Beschaltungen solcher ICs kann man in den jeweiligen Datenblättern und darin enthaltenen Applikationsbeschreibungen [5] der Hersteller nachschlagen.

Hier haben wir eine Minimalbeschaltung vorliegen. Die beiden Kondensatoren C79 und C80 sollen dafür sorgen, dass das IC nicht schwingt und dann irgendwelchen Unsinn produzieren würde. Gleichzeitig verhindern auch diese Kondensatoren, dass HF-Signale (hochfrequente Signale) in diesen Schaltungsteil eindringen.

Linksammlung zur Stromversorgung:

- [1] Datenblatt Diode Fairchild 1N5402
<http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet/fairchild/1N5402.pdf>
- [2] Wikipedia-Eintrag zur Diode
<https://de.wikipedia.org/wiki/Diode>
- [3] Datenblatt Glasrohrsicherungen Eska
https://eska-fuses.de/fileadmin/produkte/datenblatt/G-Sicherungen_01042013.pdf
- [4] Formelsammlung Amateurfunkprüfung Klasse A des Team Funken-Lernen
<http://www.funken-lernen.de/cmsms/uploads/km/Formelsammlung/Technik%20A%20Formelsammlung%201.5.pdf>
- [5] Datenblatt Spannungsregler Fairchild 78L06
<http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet/fairchild/KA78L24A.pdf>