

NF-Rauschsperr

Eine Rauschsperr ist ein nützliches Accessoire für jedes Funkgerät, blendet sie doch das störende Rauschen während der Sprechpausen der Gegenstelle bzw. im Bereitschaftsbetrieb aus. Wir stellen eine Rauschsperr für den Einsatz in Eigenbau-Funkempfängern vor.

Rauschen stört

Kaum etwas ist beim Hören störender als Rauschen, egal, ob dies aus der heimischen Stereo-Anlage oder aus dem Walkie-Talkie kommt. Bei Funkgeräten wird immer nur dann gesendet, wenn die Sendetaste betätigt wird. Dies bedeutet, dass der Empfänger in den Sprech- bzw. Sendepausen nur Rauschen empfängt. Verfügt man über keine Rauschsperr (Stummschaltung, Muting), wirkt sich dies sehr störend aus.

Käufliche Empfänger (Scanner, Funkgeräte, CB-Funk, LPD-Funk usw.) verfügen in der Regel schon über eine eingebaute Stummschaltung (Mute), die den NF-Kanal in Sendepausen einfach sperrt bzw. den Rauschpegel so weit absenkt, dass das

Rauschen nicht mehr stört. Selbst wenn derartige Geräte nicht über eine solche Stummschaltung verfügen, darf man diese nach dem Gesetz nicht nachrüsten, da dies einen Eingriff darstellt, der die Betriebserlaubnis bzw. Zulassung erlöschen lässt.

Für Eigenbau-Geräte ist diese Restriktion jedoch ohne Belang, sodass man ein solches Gerät ohne weiteres mit einer Rauschsperr wie der hier vorgestellten nachrüsten kann.

Funktionsprinzip

Bei Funkgeräten (Amateurfunk, Betriebsfunk, LPD usw.) wird oft eine Schmalband-Frequenzmodulation eingesetzt. Dies bedeutet, dass der Hub des Sendersignals etwa im Bereich von ± 3 kHz bis ± 5 kHz

liegt, im Gegensatz zur Rundfunktechnik (UKW-Empfang), wo ein Hub von ± 75 kHz benötigt wird, um eine breitbandige NF-Übertragung (HiFi-Qualität, 20 Hz bis 15 kHz) zu gewährleisten. Bei der reinen Übertragung von Sprachsignalen kommt man mit weitaus weniger Bandbreite aus. Für eine gute Verständlichkeit reicht ein Frequenzspektrum von ca. 100 Hz bis 2 kHz aus, ähnlich wie beim Telefon.

Wir können also davon ausgehen, dass NF-Signale größer als ca. 3 kHz bei der Übertragung von Sprache (Funkgeräte) nicht vorkommen. Das Frequenzspektrum wird im Sender diesbezüglich begrenzt, das senkt auch den Gesamtaufwand auf Sender- und Empfängerseite. Diese Eigenschaft nutzen wir für unsere Rauschsperr aus.

Zur besseren Verständlichkeit der Schaltung hier zunächst eine kurze Erläuterung, wie ein Funk-Empfänger prinzipiell aufgebaut ist. In der Abbildung 1 A ist das Blockschaltbild eines solchen Empfängers mit bereits eingebauter Rauschsperr dargestellt. Das von der Antenne kommende HF-Signal wird im FM-Tuner auf eine niedrigere ZF (Zwischenfrequenz) herabgemischt. Bei einem Doppelsuper erfolgt dies sogar in zwei Stufen (z. B. 1.ZF = 21,4 MHz und 2.ZF = 455 kHz). Im nachfolgenden ZF-Demodulator wird eine Demodulation vorgenommen, nach der das NF-Signal zur Verfügung steht. Als nächste Stufe folgt eine Deemphasis-Schaltung, die eine Höhenabsenkung bewirkt, also im Prinzip nur ein Tiefpass ist. Senderseitig erfährt das NF-Signal vor der Modulation eine Preemphasis (Höhenanhebung). Preemphasis und Deemphasis heben sich gegenseitig wieder auf. Mit dieser Schaltungstechnik erzielt man einen besseren Signal-Rauschabstand.

Zum Schluss wird das NF-Signal noch verstärkt und über einen Lautsprecher ausgegeben.

Die Rauschsperr greift direkt hinter der Demodulationsstufe ein, also noch vor der Deemphasis. In Abbildung 2 ist das Blockschaltbild der Rauschsperr dargestellt. Über den Eingang NF-In 1 wird das noch unbearbeitete Signal zugeführt. Mit einem Bandpass-Filter werden Frequenzen im Bereich von 7,5 kHz herausgefiltert. In einem NF-Rauschsignal (rosa Rauschen) sind alle Frequenzen mit gleicher Amplitude vertreten. Lediglich wenn ein modulierte Trägersignal anliegt, sind nur Frequenzen im

Technische Daten: NF-Rauschsperr

Spannungsversorgung: 8 V - 12 V/extern
Stromaufnahme: 10 mA
Abmessungen: 62 x 51 mm

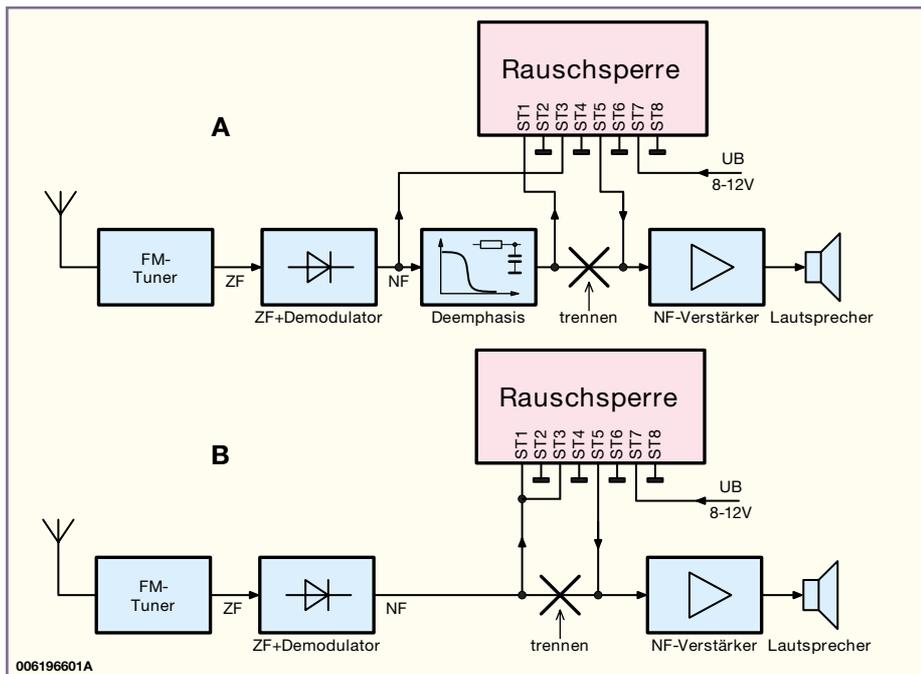


Bild 1: Einbauvarianten der Rauschsperrschaltung

Bereich von bis zu ca. 3 kHz vorhanden. Das aus dem Frequenzgemisch herausgefilterte 7,5-kHz-Signal zeigt uns also an, dass es sich um „Rauschen“ handelt. Dieses Signal erfährt anschließend eine Gleichrichtung und es wird mit einem Komparator ausgewertet. Die Schaltschwelle des Komparators kann man mit dem Einsteller „Squelch“ variieren. Am Ausgang des Komparators steht nun ein Schaltsignal zur Verfügung, das zum Aktivieren des Mute-Schalters dient. Das am zweiten Eingang (NF-In 2) liegende NF-Signal wird somit nur durchgelassen, wenn kein Rauschen vorhanden ist. Optional kann auch noch eine Deemphasis des Signals vorgenommen werden. Dies geschieht ganz einfach durch Einbau eines Kondensators.

Schaltung

Das Schaltbild der NF-Rauschsperrschaltung ist in Abbildung 3 dargestellt (siehe auch Blockschaltbild Abbildung 2). Die Span-

nungsversorgung der Schaltung erfolgt über die Anschlüsse ST 7 (+) und ST 8 (-). Die eingespeiste Gleichspannung sollte stabilisiert sein und im Bereich von 8 V bis 12 V liegen.

IC 1 D ist als Spannungsfolger geschaltet und liefert am Ausgang (Pin 14) eine Spannung von $U_B/2$, die als Arbeitspunkt für die restlichen Operationsverstärker benötigt wird.

Es stehen zwei NF-Eingänge zur Verfügung. Über den Eingang NF-In1 (ST 3) wird das NF-Signal zugeführt, das noch keiner Deemphasis unterzogen worden ist, d. h., Frequenzen im Bereich oberhalb von 3 kHz sind noch nicht abgesenkt. IC 1 B bildet zusammen mit C 4 bis C 6 sowie den Widerständen R 10 bis R 12 einen Bandpass 2. Ordnung mit einer Mittenfrequenz von 7,5 kHz. Über den Koppelkondensator C 7 gelang das gefilterte Signal auf die Diode D 2, die eine Gleichrichtung der negativen Halbwellen vornimmt. Der Elko C 8 dient hierbei als Siebkondensator. Die

an C 8 anliegende Gleichspannung ist somit abhängig vom Rauschpegel bei 7,5 kHz. Der nachfolgende Komparator IC 1 C vergleicht diese Spannung (Pin 9) mit der Spannung $U_B/2$, die über R 8 auf den Eingang Pin 10 des Komparators gelangt. Der Mitkoppelwiderstand R 9 sorgt für eine geringe Hysterese des Komparators.

Mit dem Trimmer R 20 kann der Gleichspannungsarbeitspunkt an Pin 9 und somit die Schaltschwelle des Komparators verändert werden. Die beiden Widerstände R 19 und R 22 begrenzen dabei den Einstellbereich von R 20.

Liegt nun ein Rauschsignal am NF-Eingang an (das ist dann der Fall, wenn kein Trägersignal vorhanden ist), sinkt die Spannung am Kondensator C 8. Ist die Spannung an Pin 9 (IC 1 C) geringer als an Pin 10, liegt der Ausgang des Komparators Pin 8 auf „High“. Die zur optischen Kontrolle dienende LED D 1 leuchtet nicht. Sobald nun ein Trägersignal (d. h. nur NF-Frequenzen im Sprachbereich bis 3 kHz) am Eingang anliegt, steigt die Spannung an C 8 an und der Komparatorausgang wechselt von High- auf Low-Pegel. Jetzt kann ein Strom durch R 15 und die LED D 1 fließen - die LED leuchtet.

Kommen wir nun zur Stummschaltung (Mute) und der optionalen Deemphasis, die im oberen Teil des Schaltbildes dargestellt ist. Am zweiten NF-Eingang NF-In2 (ST 1) liegt das NF-Signal an, das geschaltet werden soll (Nutzsignal). Über den Koppelkondensator C 1 sowie die Widerstände R 1 und R 2 gelangt das Signal auf den Eingang Pin 2 des Operationsverstärkers IC 1 A. Der Verstärkungsfaktor dieser Stufe wird durch das Verhältnis der Widerstände R 1, R 2 zu R 5 festgelegt und beträgt in unserem Fall 1 (ganz genau ist es 1.068). Das Ausgangssignal steht am Anschlusspunkt ST 5 zur Verfügung. Soll diese Stufe eine Deemphasis-Funktion realisieren, so ist der Kondensator C 2 hinzuzufügen. Hierdurch entsteht ein Tiefpass, dessen Grenzfrequenz durch C 2 und R 5 bestimmt wird. Die mathematische Formel hierfür lautet

$$F_g = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_5 \cdot C_2}$$

Mit den Werten 1,5 nF für C 2 und 47 kΩ für R 5 ergibt sich somit eine Grenzfrequenz von 2,26 kHz. Für die Deemphasis wird meist nicht die Grenzfrequenz, sondern die Zeitkonstante des Tiefpasses angegeben ($R \cdot C$). In unserem Fall wäre das $47 \text{ k}\Omega \cdot 1,5 \text{ nF} = 70,5 \text{ }\mu\text{s}$. Der Wert von C 2 kann je nach Bedarf geändert werden.

Die Stummschaltung erfolgt mit dem Transistor T 1. Die Basis von T 1 ist mit dem Ausgang des Komparators IC 1 C verbunden. Liegt der Ausgang des Kom-

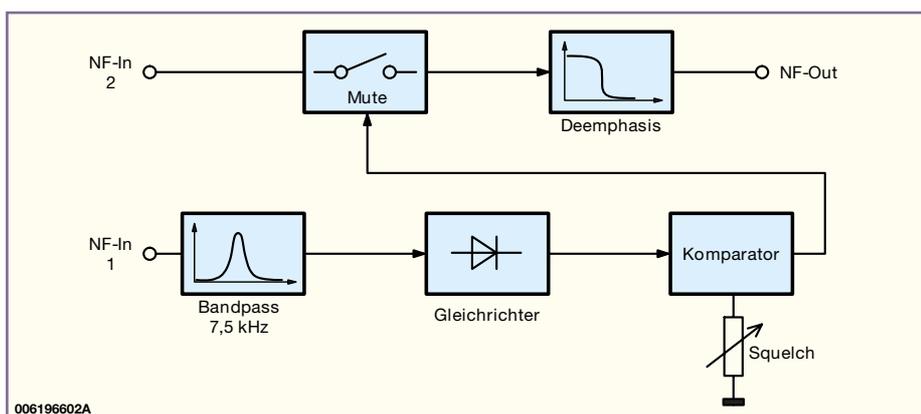


Bild 2: Blockschaltbild der NF-Rauschsperrschaltung

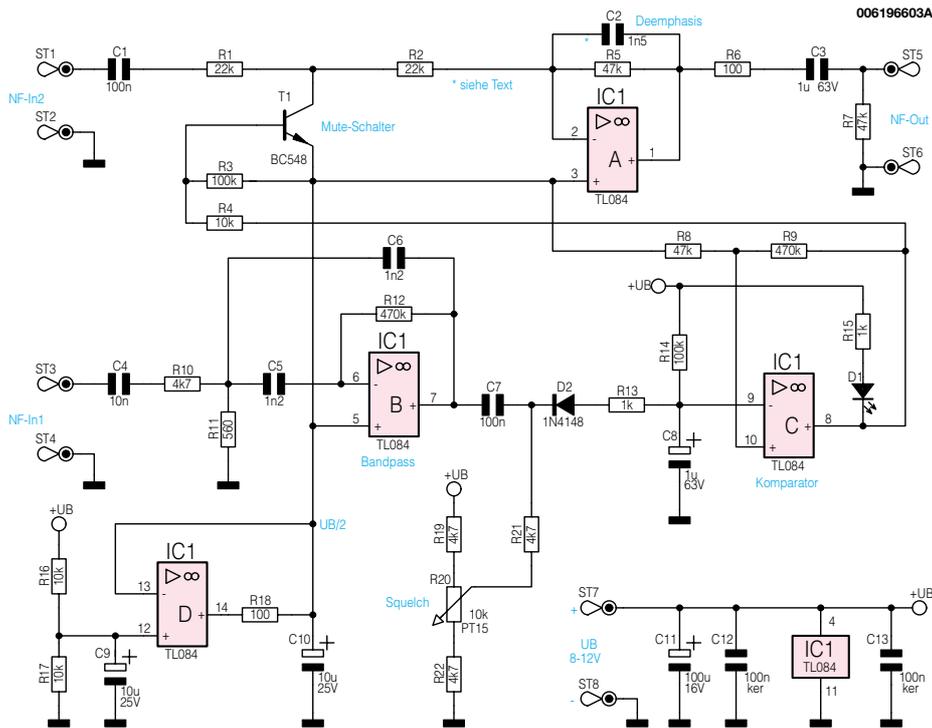


Bild 3: Schaltbild der NF-Rauschperre

parators auf „High“, steuert T 1 durch und schließt die NF gegen UB/2 kurz.

Nachbau

Der Nachbau erfolgt auf einer einseitigen Platine in bedrahteter Technik und kommt ohne Abgleicharbeiten aus.

Anhand der Stückliste und des Bestückungsplans beginnen wir die Bestückungsarbeiten mit dem Einsetzen der niedrigen Bauteile (Widerstände, Dioden usw.) gefolgt von den höheren Bauteilen. Entsprechend dem Rastermaß sind die Bauteile abzuwinkeln und anschließend in die dafür vorgesehenen Bohrungen zu stecken. Auf der Platinenunterseite werden die Anschlüsse verlötet und überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider ab-

geschnitten, ohne die Lötstelle dabei zu beschädigen.

Bei den Halbleitern sowie den Elkos ist unbedingt auf die richtige Einbaurichtung zu achten. Der „+“-Anschluss der LED (Anode) ist durch den etwas längeren Anschlussdraht zu erkennen. Bei Bedarf kann die LED auch abgesetzt von der Platine montiert werden. Zum Schluss erfolgt das Einsetzen des Trimmers R 20 sowie der Lötstifte.

Inbetriebnahme

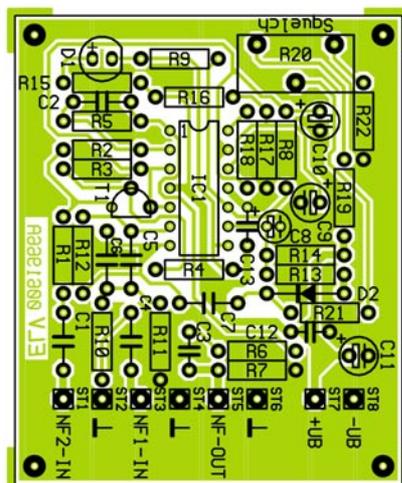
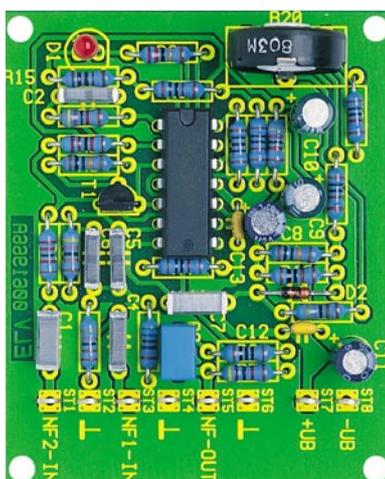
Für den Einbau der Rauschperre sind in Abbildung 1 zwei Varianten aufgezeigt. Wichtig ist, dass der Eingang NF-In1 (ST 3) immer direkt hinter dem Demodulator angeschlossen wird. Nach der Deemphasis

sind Frequenzen oberhalb von 3 kHz nur noch abgeschwächt vorhanden und die Rauschperre könnte nicht mehr korrekt arbeiten.

Im oberen Beispiel (Abbildung 1 A) wird die interne Deemphasis nicht benötigt, d. h., C 2 braucht nicht bestückt zu werden. Das NF-Signal wird hinter dem Modulator getrennt und mit ST 1 verbunden. Das von ST 5 zurückkommende Signal gelangt dann direkt auf den Eingang des NF-Verstärkers.

Im unteren Anschlussbeispiel (Abbildung 1 B) werden beide Eingänge der Rauschperre (ST 1 und ST 3) miteinander verbunden und am Ausgang des Demodulators angeschlossen. Hier muss noch eine Deemphasis vorgenommen werden, sodass C 2 zu bestücken ist. Der Wert für C 2 kann bei Bedarf vergrößert oder verkleinert werden, je nach Einsatzzweck oder Bedürfnis.

Zum Anschluss der NF-Leitungen an die Rauschperre sollte immer nur abgeschirmtes Kabel verwendet werden, um nicht statt des Rauschens jetzt ein Brummen zu „genießen“. Zum Abschluss sei noch einmal erwähnt, dass die Rauschperre keinesfalls in industriell hergestellte Geräte eingebaut oder an diese angeschlossen werden darf. **ELV**



Ansicht der fertig bestückten Platine der NF-Rauschperre mit zugehörigem Bestückungsplan

**Stückliste:
NF-Rauschperre**

Widerstände:

- 100Ω R6, R18
- 560Ω R11
- 1kΩ R13, R15
- 4,7kΩ R10, R19, R21, R22
- 10kΩ R4, R16, R17
- 22kΩ R1, R2
- 47kΩ R5, R7, R8
- 100kΩ R3, R14
- 470kΩ R9, R12
- PT15, stehend, 10kΩ R20

Kondensatoren:

- 1,2nF C5, C6
- 1,5nF C2
- 10nF C4
- 100nF C1, C7
- 100nF/ker C12, C13
- 1µF/63V/MKT C3
- 1µF/100V C8
- 10µF/25V C9, C10
- 100µF/16V C11

Halbleiter:

- TL084 IC1
- BC548 T1
- 1N4148 D2
- LED, 3 mm, rot D1

Sonstiges:

- Lötstifte mit Lötöse ST1-ST8