

Hochpassfilter

NF Filter zur Messung von leitungsgebundenen Störungen

Kontakt:

K&K Prime Deutschland GmbH

Günther Klenner

Hammerweg 17b

83022 Rosenheim

Deutschland

Telefon: (0)8031-20 80 555

Email: g.klenner@kk-prime.com



Überblick

Worum geht es in diesem Dokument?

In diesem Dokument geht es um die Beschreibung und den Aufbau eines Hochpassfilters für 150kHz, für den Messaufbau zur Messung leitungsgebundener Störungen.

Der Kunde hat das Problem, dass er die hochfrequenten Störungen oberhalb von 150 kHz

nicht messen kann, da die niederfrequenten Störungen, die in seinem Schaltnetzteil entstehen, dominieren.

Bestimmte Frequenzbereiche des Eingangssignals müssen unterdrückt werden.

Was macht das Filter?

Das Filter leitet nur Signale oberhalb des gewählten Grenzfrequenzpunktes weiter, ein Signal bei niedrigeren Frequenzen wird stark gedämpft.

Es verändert ein elektrisches Signal abhängig von der Frequenz.

Dadurch können unerwünschte Signalanteile abgeschwächt oder unterdrückt werden.

Schwächt die tiefen Frequenzen bis zu einer Grenzfrequenz, während alle höheren Frequenzen (mit der Verstärkung 1) durchgelassen werden.

Wie wurde das Problem gelöst?

Die Lösung bestand aus der Auswahl geeigneter Komponenten wie Kondensatoren und Induktivitäten.



Inhaltsverzeichnis

1.	Anwendung und Umgebung	4
2.	Technische Spezifikation	4
2.1.	Anforderungen	4
2.2.	Simulation	4
3.	Erprobungsmuster	5
3.1.	Mechanisches Konzept	6
3.2.	Fertiges Filter mit Gehäuse	7
4.	Test und Analyse	8
4.1.	Testaufbau	8
4.2.	Messungen	8
4.3.	Abschlussmessung	10
5.	Schlussfolgerungen	11

1. Anwendung und Umgebung

Die Anwendung ist:

- in geschlossenen Räumen,
- in einer Büroumgebung,
- an einem Messplatz,
- unter Aufsicht eines Messexperten.

2. Technische Spezifikation

2.1. Anforderungen

Der Kunde wünscht eine:

- Dämpfung im unteren Frequenzbereich unter 130-150 kHz,
- Dämpfung größer 50 dB im Sperrbereich unter 120 kHz und
- toleriert bis zu 2 dB Abweichung im Durchlassbereich ab 200 kHz.

2.2. Simulation

Für die Schaltungssimulation wurde die Software LT-Spice verwendet.

Dabei wurde die Kennlinie der Dämpfung über die Frequenz berechnet.

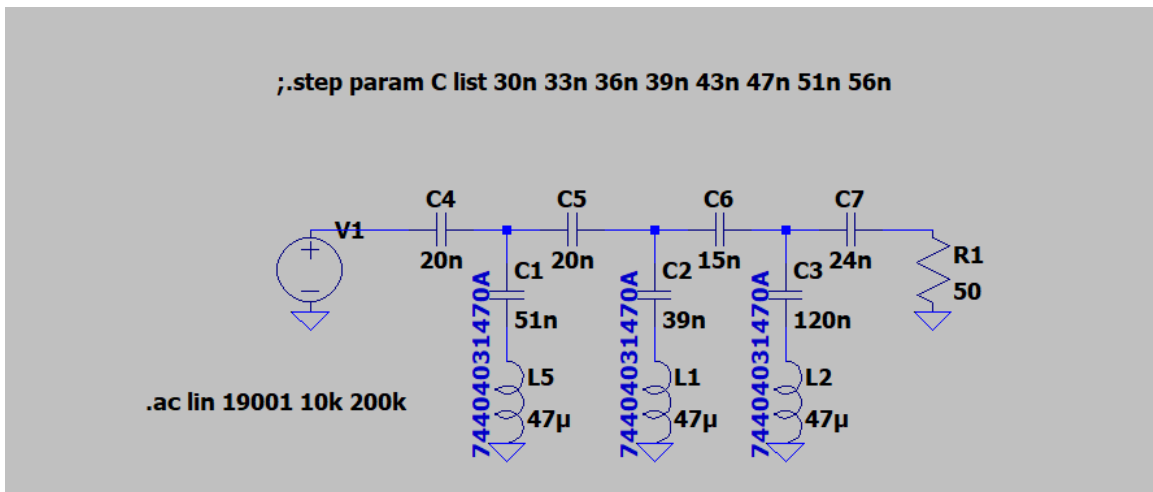


Abbildung 1 LT-Spice Schaltplan des Filters

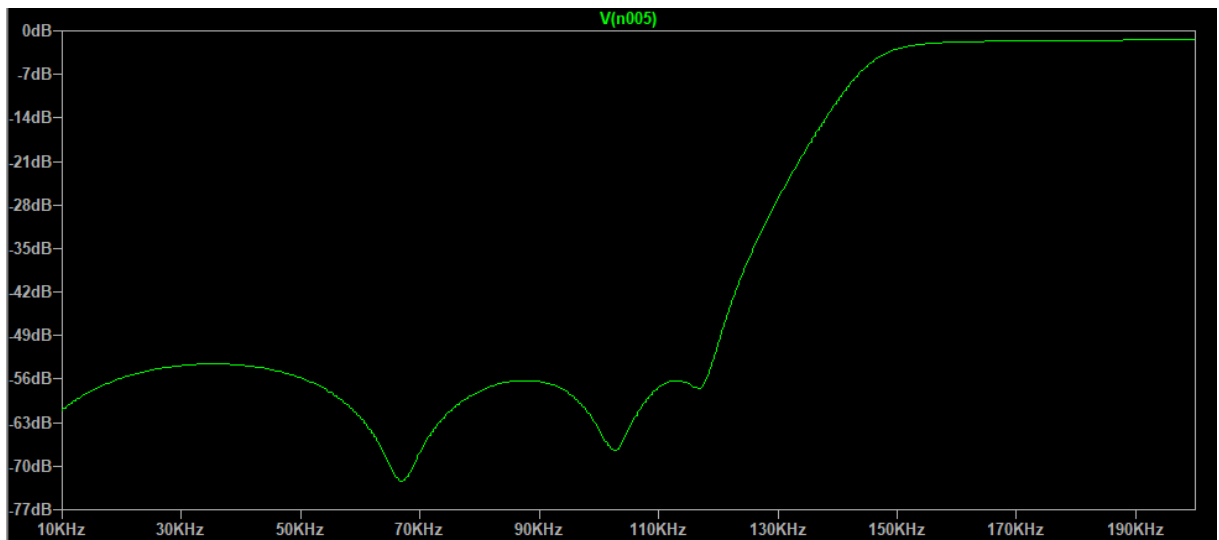


Abbildung 2 LT-Spice Simulation des Filters

3. Erprobungsmuster

Um die Daten aus der Simulation zu verifizieren, wurde ein Erprobungsmuster aufgebaut.

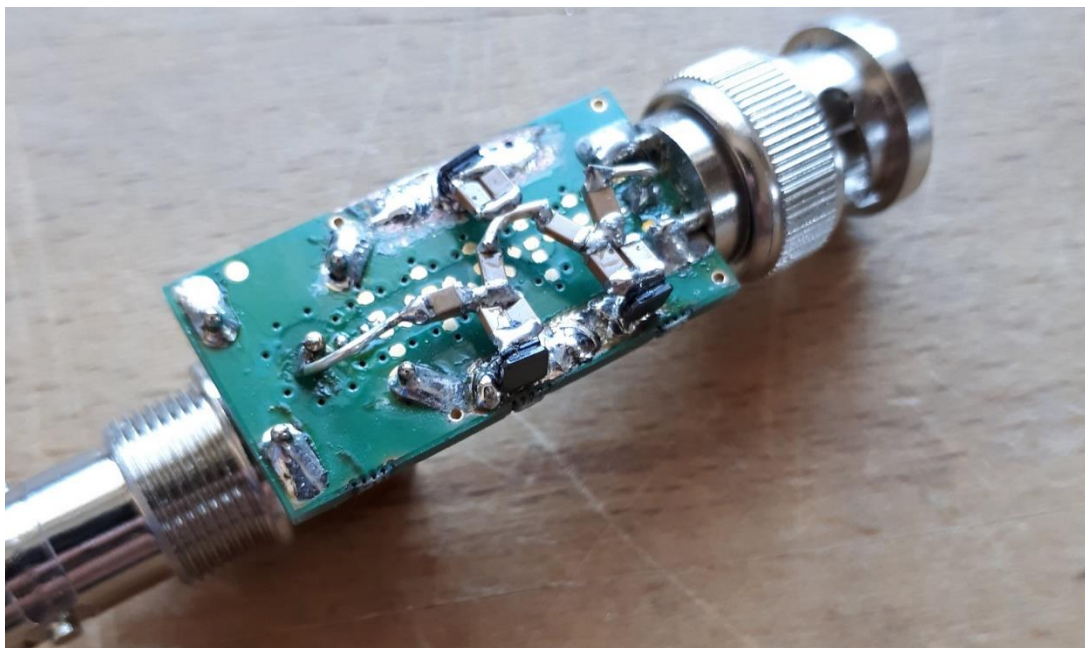


Abbildung 3 Erprobungsmuster des Filters

3.1. Mechanisches Konzept

- Alugehäuse 25 x 25 x 30 mm
- BNC-Stecker und -Buchse
- Spulen
- Kondensatoren
- Grund-Platine: 30 x 20 mm
- Platine 18 x 12 mm, die sich auf der Grundplatine befindet

Auf Grundlage des mechanischen Konzepts wurde eine Skizze im Maßstab 1:5 für 4 Testplatinen angefertigt.

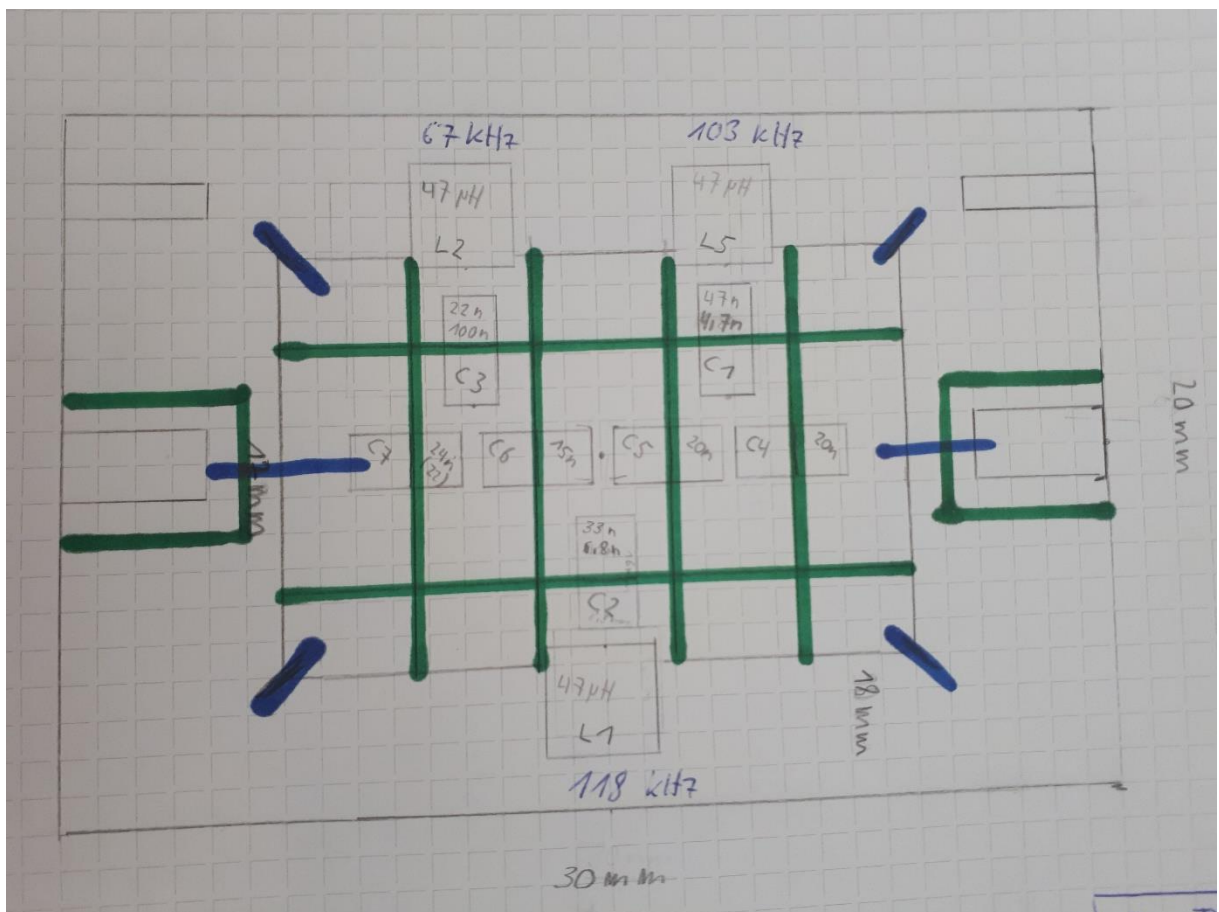


Abbildung 4 Skizze für den Filteraufbau

3.2. Fertiges Filter mit Gehäuse

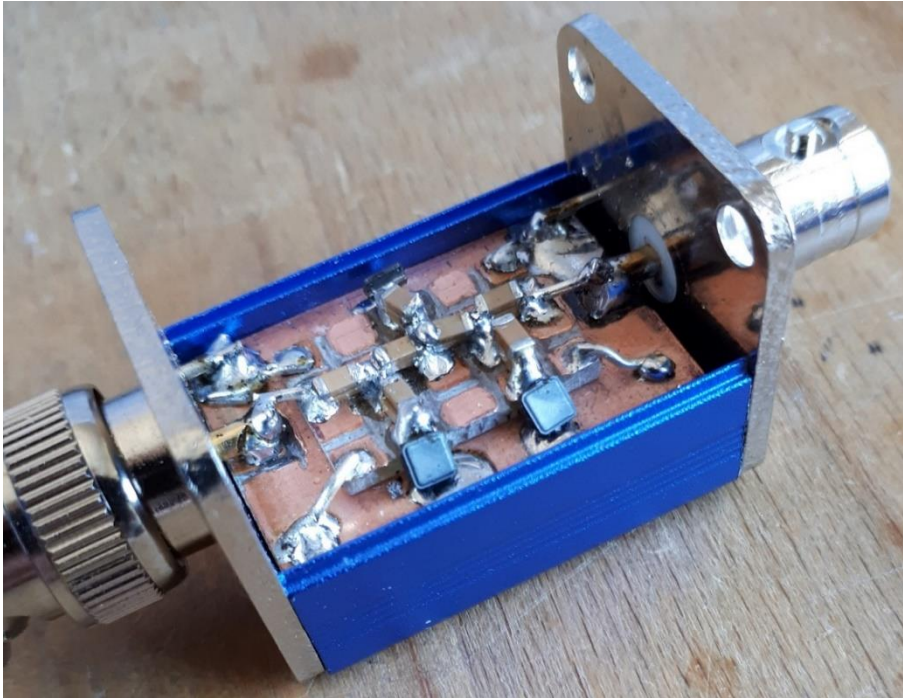


Abbildung 5 Filter mit Gehäuse Seitenansicht



Abbildung 6 Filter mit Gehäuse Draufsicht

4. Test und Analyse

4.1. Testaufbau

Ein Erprobungsmuster mit einer 15 x 30 mm Testplatine und BNC-Stecker/Buchse (Siehe Abbildung 3) wurde erstellt. Hierzu wurde:

- Massefläche auf den gegenüberliegenden Seiten am Rand freigeätzt um dort jeweils 1 Spule (L1) und auf der anderen Seite 2 Spulen (L2, L5) leicht senkrecht anzulöten.
- Kondensatoren (C1-C3) sind jeweils parallel an den einzelnen Induktivitäten angelötet.
- In der Mitte verlaufen parallel zu den Schwingkreisen die Kondensatoren (C4-C7).
- 3 Schwingkreise wurden mit einem Koaxialkabel am Kondensator und an Masse angelötet.

Nach dem Verlöten wurde der Aufbau vermessen. Dabei wurde die Resonanzfrequenz durch zusätzliche Kondensatoren auf den Sollwert abgestimmt.

Im Anschluss an den Aufbau aller 3 Schwingkreise und deren Messungen, wurden die restlichen Kondensatoren eingelötet (C4-C7).

4.2. Messungen

Mit dem Bode 100 und Bode Analyzer Suite 3.20 von OMICRON wurden die Messungen durchgeführt.



Messung	Istwert	Sollwert
Mittlerer Schwingkreis (L1 / C2)	133,8 kHz	118 kHz
Linker Schwingkreis (L5 / C1)	107,8 kHz	103 kHz
Rechter Schwingkreis (L2 / C3)	74 kHz	67 kHz

Die geforderten Werte konnten nicht mit einer Kapazität/Induktivität erreicht werden. Daher wurden mehrere Kondensatoren so parallel geschaltet, dass der Zielwert erreicht wurde.

Daher wie folgt der Aufbau:

	HP- Nr. 1	HP- Nr. 2	HP- Nr. 3	HP- Nr.4
Linker Schwingkreis L5 / C1	(47nF + 4,7nF) 103, 1 kHz	(47nF + 4,7nF) 103,7 kHz	(47nF + 4,7nF) 103,7 kHz	(47nF + 4,7nF) 102,5 kHz
Mittlerer Schwingkreis L1 / C2	(33nF + 4,7nF) 119,4 kHz	(33nF + 6,8nF) 118,7 kHz	(33nF + 6,8nF) 119,4 kHz	(33nF + 6,8nF) 119,4 kHz
Rechter Schwingkreis L2 / C3	(100nF + 22nF) 67, 9 kHz	(100nF + 22nF) 67,9 kHz	(100nF + 22nF) 67,5 kHz	(100nF + 22nF) 66,4 kHz

$$C4 = 19,51\text{nF} (15\text{n} + 4,7\text{n})$$

$$C5 = 20,72\text{nF} (15\text{n} + 4,7\text{n})$$

$$C6 = 14,94\text{nF} (10\text{n} + 4,7\text{n})$$

$$C7 = 23,67\text{nF} (22\text{n} + 1\text{n})$$



4.3. Abschlussmessung

Die fertigen Filter nach Aufbau wurden komplett vermessen. Sie zeigen, dass die geforderten Spezifikationen eingehalten wurden:

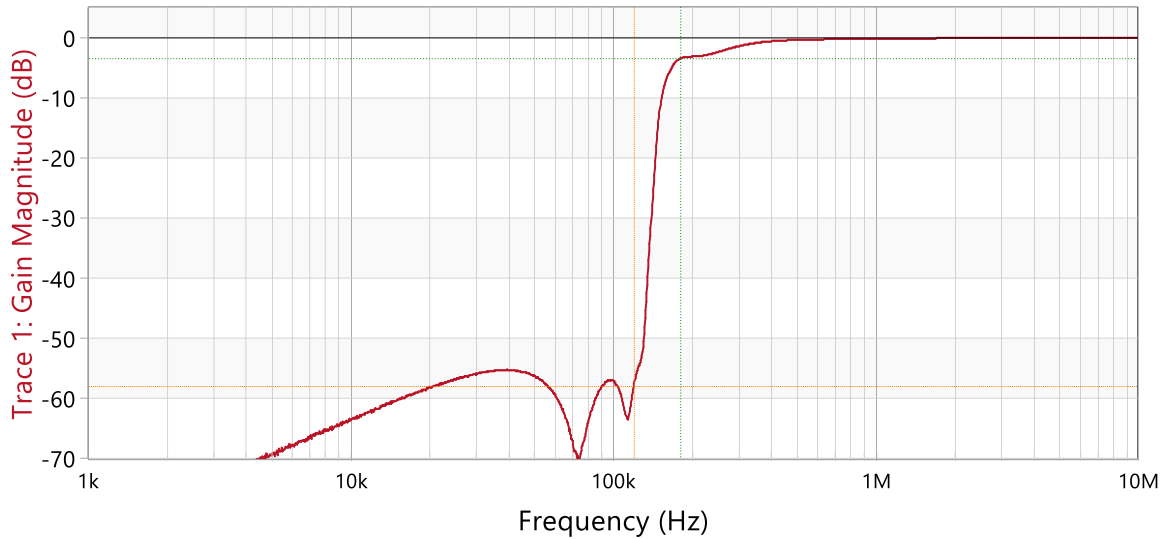


Abbildung 8 Messergebnis Filter 1

Zu jedem Filter wurde ein Messbericht angefertigt:

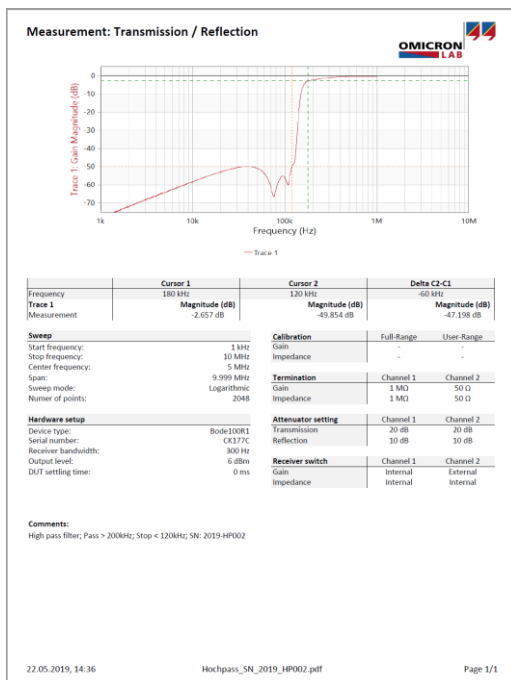


Abbildung 9 Messbericht Filter 2

5. Schlussfolgerungen



Abbildung 10 Filter

Der Aufbau dieser Filter hat mir gezeigt:

- wie aus einer Leiterplatte eine Platine für den Aufbau hergestellt werden kann, die ich ausgemessen, gesägt und gefräst habe.
- was ein LC-Filter ist, dass dieses aus Spulen und Kondensatoren besteht und daraus ein Schwingkreis berechnet werden kann.
- welche komplexen Begrifflichkeiten für mich das Thema Hochfrequenz enthält.
- wie eine Idee am Computer durch Berechnung und Simulation visualisiert und dann in die Praxis umgesetzt wird.
- welche weiteren Lötverfahren es gibt, die ich erlernen konnte.
- welche Anforderungen es von Seiten des Kunden gibt und wie dieser zufriedenzustellen ist.

Aris Kuball, K&K Prime, 2019-06-06