

Resistives Dämpfungsglied

-30 dB in FDM-Gehäuse

Christoph Schwärzler, OE1CGS

März 2017

Abstract

This article deals with a DIY attenuator for HF-applications. The specific design is for a -30 dB attenuation in a 50 Ω system, but the article references tools for calculating different values. The enclosure for the device was printed with a FDM 3D-printer.

Zusammenfassung

Der Artikel beschreibt ein selbstgebautes Dämpfungsglied für HF-Anwendungen. Das Design ist für eine -30 dB Dämpfung bei einer Systemimpedanz von 50 Ω ausgelegt, aber es werden im Artikel auch Berechnungsmöglichkeiten für andere Werte referenziert. Das Gehäuse wurde mit einem 3D-Drucker mittels Fused Deposition Modeling (FDM) erzeugt.

Hinweis

Dieses Projekt entstand einfach aus dem Spaß am Design und Bau dieses Teils. Obwohl durch das nun verfügbare 3D-Design¹ weitere Stücke einfach gedruckt werden können, sollte für einen Nachbau im Sinne der Zeitökonomie ernsthaft in Betracht gezogen werden, auf ein fertiges Metallgehäuse² zurückzugreifen.

1.) Schaltung

Die Schaltung ist sehr simpel und besteht aus einem resistiven Dämpfungsglied, angepasst an eine Ein- und Ausgangsimpedanz von 50 Ω . Die Berechnung der Bauteilparameter erfolgte mit RFSim99³, und hat für den Serienwiderstand einen Idealwert von 789,8 Ω ergeben und für die beiden Parallelwiderstände einen Wert von je 53,3 Ω . Alternativ kann die Berechnung mit einem von mehreren verfügbaren Onlinetools⁴ erfolgen. Als naheliegende, gerade bei mir verfügbare Widerstände habe ich 820 Ω und 51 Ω benutzt (Bild 1). Rechnerisch ergibt sich damit eine Dämpfung von 30,66 dB bei einer Impedanz von 48,1 Ω , entsprechend einem SWR von 1,04.

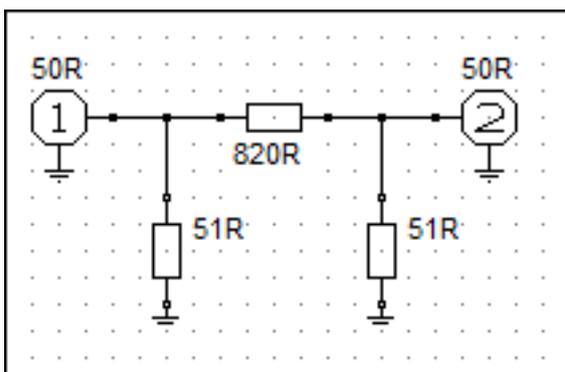


Bild 1: Reales resistives Dämpfungsglied -30 dB

Es wurden bedrahtete Metallschichtwiderstände für eine Nennleistung von 0,6 W benutzt. Die HF-Anschlüsse bestehen aus BNC-Buchsen für eine Gehäusemontage.

2.) Gehäuse

Das Gehäuse besteht aus 2 Teilen, die nach dem Einbau der Bauteile miteinander verklebt werden. Ein Teil inkludiert die beiden Endflächen des Quaders, welche bereits mit den passenden Ausnehmungen für die Montage von BNC-Buchsen gedruckt werden. Der zweite Teil besteht nur aus den restlichen beiden Seitenwänden des Quaders (Bild 2).



Bild 2: Montage der BNC-Buchsen im gedruckten Gehäuse

Da das Dämpfungsglied keinen widrigen Umgebungsbedingungen ausgesetzt sein wird, habe ich als Material das einfacher zu verarbeitende PLA gewählt.

Wird auf eine elektrische Abschirmung Wert gelegt, so muss das Gehäuse noch mit einem leitenden Material versehen werden. Ich habe dazu an der Innenseite des Gehäuses eine dünne Kupferfolie (0,3 mm) angebracht. Um deren Form leichter anzeichnen zu können, existiert auch eine gedruckte Schablone (Bild 3). Diese enthält auch Markierungen für die Bohr- und Knickstellen.

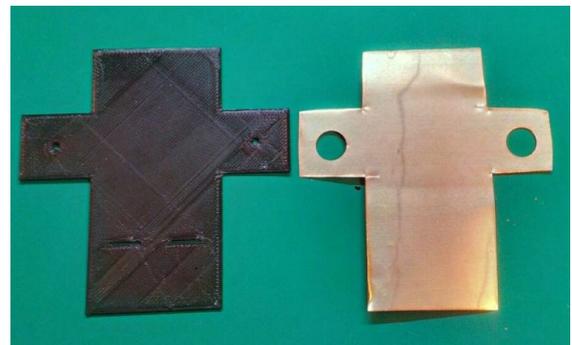


Bild 3: Schablone und zugeschnittenes Kupferblech für die Abschirmung

3.) Montage

Die Montage des Dämpfungsglieds gestaltet sich sehr einfach. Die BNC-Buchsen werden (nach dem Anbringen einer etwaigen Abschirmung) in den vorgesehenen Ausnehmungen verschraubt und das Widerstandsnetzwerk direkt mit den Buchsen verlötet (Bild 4). Nach einem einfachen Funktionstest (Durchgang Masse und Widerstandswerte) kann das Gehäuse bereits verklebt werden.



Bild 4: Fertig aufgebautes Dämpfungsglied vor dem Ankleben des Deckels

Mit einer abschließenden Beschriftung (Bild 5) ist dann ein auch optisch ansprechendes Teil entstanden.



Bild 5: Fertiges Dämpfungsglied

4.) Messungen

Die Messungen am fertigen Dämpfungsglied bestätigen die Tauglichkeit. So liegt die Eingangsimpedanz des – mit 50 Ω abgeschlossenen Dämpfungsglieds im Frequenzbereich von 1 bis 30 MHz zwischen 47,0 und 49,7 Ω .

Die HF-Dämpfung wurde mit -30,3 bis -30,7 dB gemessen (5 bis 15 MHz).

Die Belastbarkeit resultiert aus den verwendeten Widerständen und beträgt beim hier beschriebenen Gerät 0,6 W.

Anhang: Bauteileliste

Bezeichnung	Art.Nr. Conrad	Art. Nr. Reichelt
BNC-Buchse (2 Stück)	740632	RND 205-00438
Widerstand 820 Ω	1556835	METALL 820
Widerstand 51 Ω (2 Stück)	1417657	METALL 51,0

¹ Verfügbar zum Download unter: <https://www.thingiverse.com/thing:2164170>

² Wie z. B.: http://www.box73.de/product_info.php?products_id=1557

³ <http://elektronikbasteln.pl7.de/rfsim99-filter-berechnung.html>

⁴ z.B. <http://chemandy.com/calculators/matching-pi-attenuator-calculator.htm>