

HF-Stufen-Dämpfungsglied

mit Dummy-Antenne

von Manuel Caldeira

Der Abgleich von Röhrenradio-HF-Sektionen erfordert Signale mit sehr kleiner Amplitude, was mit preiswerten Signalgeneratoren nicht immer möglich ist. In diesem Artikel wird ein einfaches, schaltbares Dämpfungsglied beschrieben, mit dem Sie das Signal des Generators in Schritten von bis zu 45 dB reduzieren können. In dem Beitrag wird außerdem eine Dummy-Antenne vorgestellt, die je nach den Anforderungen der Empfänger ein- oder ausgeschaltet werden kann.



Über den Autor

Manuel Caldeira schloss sein Studium der Elektrotechnik an der University of Natal (Durban) 1985 ab. Direkt nach der Universität begann er, bei Siemens (Südafrika) zu arbeiten. Danach ging er in die Wirtschaft, anstatt in der Technik zu bleiben. Schließlich kehrte er aus Spaß zur Elektronik zurück und genießt es, alte Röhrenradios zu restaurieren und an so ziemlich allem zu tüfteln, was ihm auf dem Gebiet der Elektronik gefällt.

Er betreibt von seinem Wohnsitz auf Madeira aus mit mehr als 20000 Abonnenten auf YouTube den Kanal „Electronics Old and New by M Caldeira“, der sich hauptsächlich mit Röhrenradios beschäftigt. In den vergangenen sechs Jahren hat er dazu mehr als 500 Videos veröffentlicht, die über 2,85 Millionen mal abgerufen wurden.

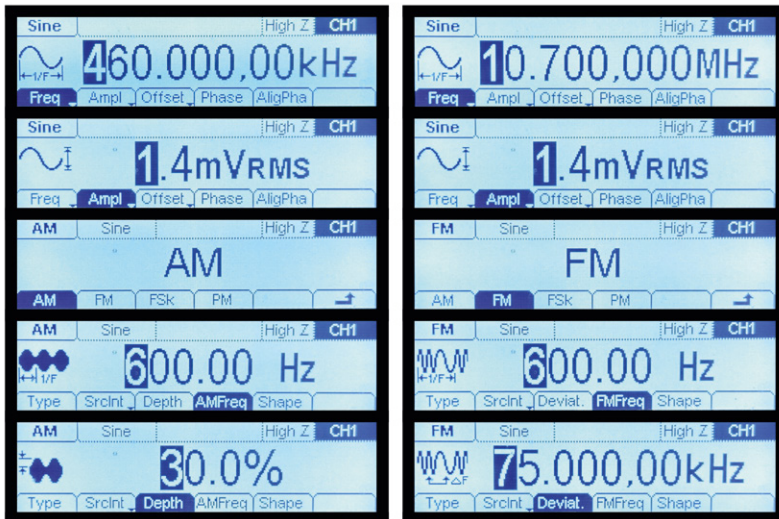


Bild 1: Typische Einstellungen für den ZF-Abgleich von AM (linke Spalte) und FM (rechte Spalte). Das einzige Problem ist die minimale Ausgangsamplitude, die 1,4 mVRMS beträgt und zu hoch sein kann.

Wofür brauchen wir ein solches Gerät?

Der Abgleich von Röhrenradio-HF-Teilen erfordert häufig die Einspeisung eines HF-Signals in die Schaltung, um die erforderlichen Anpassungen vorzunehmen. Auch wenn der Anschluss eines Signalgenerators an den entsprechenden Teil der Schaltung einfach erscheint, ist ein Faktor wichtig: die Amplitude des Signals.

In dieser speziellen Anwendung haben HF-Signale typischerweise eine sehr geringe Amplitude. Wenn man bedenkt, dass die Schaltung schwache Signale über die Antenne des Radios empfängt, ist für den Abgleich ein ebenso kleines Signal erforderlich. Um dies zu verdeutlichen, betrachten wir das Radiogerät Saba Meersburg 100 mit hochempfindlichen Empfängern, für die eine Empfindlichkeit von 2 μ V für FM und 5 μ V für AM angegeben wird. Andere, einfachere Empfänger haben zwar etwas höhere Werte (die auf eine geringere Empfindlichkeit hindeuten), aber die Gesamtsignalpegel bleiben sehr gering.

Zu diesem Zweck verwende ich einen Rigol-DG1022-Signalgenerator, der, obwohl er ein relativ einfaches und kostengünstiges Gerät ist, in der Lage ist, alle erforderlichen Wellenformen für ZF-Anpassungen sowohl von AM (typischerweise 460 kHz) als auch von FM (typischerweise 10,7 MHz) zu erzeugen, wie in Bild 1 dargestellt. Mit seinen AM- und FM-Modulationsfähigkeiten eignet er sich auch gut für den Abgleich von Antennenschaltungen auf den AM-Bändern, die bis zu 20 MHz reichen. Es deckt jedoch nicht die Frequenzen des FM-Bands ab, die für den eigentlichen HF-Abgleich erforderlich sind. Ein alternatives Gerät, das diese Einschränkung behebt, wird später in diesem Artikel besprochen.

Was ist nun das Problem? Das Problem liegt in der Tatsache, dass der niedrigste Amplitudenausgang dieses Generators 1,4 mVRMS beträgt, was fast 1000-mal höher ist als nötig, um eine Überlastung der Empfänger der Radiogeräte zu vermeiden.

An dieser Stelle kommt ein Dämpfungsglied ins Spiel. Es gibt verschiedene Arten von Dämpfungsgliedern, darunter feste Dämpfungsglieder, variable Dämpfungsglieder und Stufen-Dämpfungsglieder, die alle ihre eigenen Stärken und Schwächen haben. Viele dieser Geräte werden jedoch in erster Linie für den professionellen oder Laborgebrauch vermarktet, was zu hohen Kosten führt, die oft über das hinausgehen, was man privat investieren kann.

Aber es gibt auch eine gute Nachricht: Diese Dämpfungsglieder können erstaunlich einfach und kostengünstig selbst gebaut werden, wenn man sich gut informiert und seine spezifischen Anforderungen sorgfältig berücksichtigt. Lassen Sie uns auf unsere genauen Anforderungen eingehen:

- Eine exakte Dämpfungseinstellung ist für unsere Zwecke nicht erforderlich. Eine Standardauflösung von 2 dB oder 3 dB ist ausreichend.
- Die Signale, mit denen wir es zu tun haben, sind von sehr geringer Leistung, sodass die Wärmeableitung kein großes Problem darstellen sollte.
- Der Frequenzbereich unserer Signale ist relativ gering. In den anspruchsvollsten Szenarien müssen wir für den Abgleich von UKW-Tunern möglicherweise etwas über 100 MHz erreichen. Daher können wir die mit extrem hohen Frequenzen verbundenen Komplexitäten außer Acht lassen.
- Eine präzise Einstellung ist zwar keine Voraussetzung, doch sollte es einfach sein, die Dämpfung schrittweise zu erhöhen, bis wir den gewünschten Signalpegel für unsere spezifischen Anforderungen erreichen.
- Kosteneffizienz hat Priorität, und wir bevorzugen eine passive Lösung, um die Einfachheit unseres Aufbaus beizubehalten.

Wenn wir diese Faktoren berücksichtigen und eine geeignete Wahl treffen, können wir Dämpfungsglieder konstruieren, die unsere Bedürfnisse erfüllen, ohne übermäßige Kosten oder Komplexität zu verursachen.

Zur Vereinfachung konzentrieren wir uns auf die praktischsten und unkompliziertesten Dämpfungskonfigurationen: den T-Typ und den π -Typ, wie in Bild 2 dargestellt. Der Einfachheit halber verzichten wir auf eine eingehende Analyse anderer Dämpfungstypen.

Sowohl die T-Typ- (Bild 2a) als auch die π -Typ-Konfiguration (Bild 2b) dienen demselben Zweck und bestehen aus drei Widerständen. Sie unterscheiden sich lediglich in der Art und Weise, wie die Widerstände zusammengeschaltet sind. Bei der T-Typ-Konfiguration befinden sich zwei Widerstände im Signalpfad, wobei der dritte Widerstand die Verbindung zwischen den beiden Widerständen und der Erde herstellt und so eine T-Form bildet. Bei der π -Konfiguration befindet sich ein Widerstand zwischen dem Eingang und dem Ausgang gegen Masse, und ein dritter Widerstand verbindet den Eingang mit dem Ausgang und bildet eine π -Form.

Betrachten wir nun die Berechnung der Widerstandswerte, wobei zwei Aspekte zu berücksichtigen sind:

Impedanz: Wir haben uns mit den Anforderungen an die Signaldämpfung befasst, müssen jedoch noch über die Impedanz sprechen. Die in Bild 2 gezeigten Dämpfungskonfigurationen können verwendet wer-

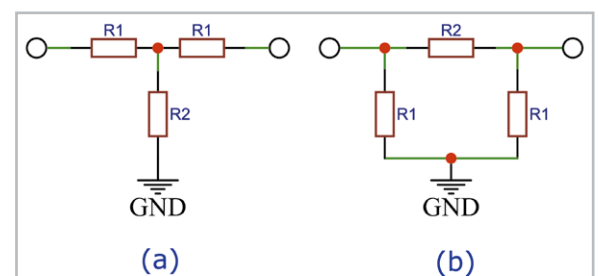


Bild 2: T-Typ- und π -Typ-Dämpfungsglied-Konfigurationen

den, wenn die Quellenimpedanz mit der Lastimpedanz übereinstimmt. In diesem Fall ähnelt der Ausgang einer abgeschwächten Version des Signalgenerators und behält die gleiche Impedanz (50 Ω) wie der Signalgenerator bei. Alternativ können die Dämpfungsglieder bei Bedarf auch für unterschiedliche Lastimpedanzen ausgelegt werden. Dank dieser Eigenschaft können die Dämpfungsglieder als Impedanzwandler dienen, auf die später noch näher eingegangen wird.

Gewünschte Dämpfung: Das Hauptziel dieses Projekts besteht darin, Signale mit niedrigerem Pegel aus dem Signalgenerator zu erzeugen. Daher konzentrieren wir uns auf die Erzeugung einer Dämpfung bei derselben Impedanz, die vom Signalgenerator bereitgestellt wird, nämlich 50 Ω .

Unter Berücksichtigung dieser Faktoren können wir mit der Bestimmung der geeigneten Widerstandswerte für unser Dämpfungsdesign fortfahren.

Dämpfungsschritte

Dämpfungsglieder können in Reihe geschaltet werden, und ihre Dämpfungswerte addieren sich arithmetisch in Dezibel (dB), sodass durch sorgfältige Auswahl der einzelnen Schritte jeder Stufe problemlos ein großer Bereich an Dämpfungswerten erreicht werden kann.

Betrachten wir beispielsweise drei Dämpfungsglieder mit Dämpfungswerten von 3 dB, 4 dB und 5 dB. Durch gezielte Reihenschaltung können wir Dämpfungswerte von 3 dB, 4 dB, 5 dB, 7 dB (3+4), 8 dB (3+5), 9 dB (4+5) und 12 dB (3+4+5) erreichen.

Beeindruckend, oder? Aber ist dies der optimale Ansatz? Die Antwort lautet: nein, denn der Bereich bietet zwar eine gute Auflösung, ist aber recht begrenzt. Die kleinen Unterschiede zwischen den Schritten sind kaum wahrnehmbar. Um einen spürbaren Unterschied im Signal zu erkennen, ist ein Unterschied von etwa 3 dB zwischen den Schritten erforderlich. Daher ist unsere Auflösung für praktische Zwecke zu hoch und geht auf Kosten der dringend benötigten Gesamtdämpfung.

Eine bessere Alternative besteht darin, die Stufen etwas weiter zu verteilen. Ich persönlich habe mich für vier Stufen mit den folgenden Werten entschieden: 3 dB, 6 dB, 12 dB und 24 dB. Auf diese Weise habe ich die folgenden Optionen: 3 dB, 6 dB, 9 dB, 12 dB, 15 dB, 18 dB, 21 dB, 24 dB, 27 dB, 30 dB, 33 dB, 36 dB, 39 dB, 42 dB und 45 dB.

Diese Wahl ist subjektiv, und die tatsächlichen Werte sollten entsprechend den spezifischen Anforderungen ausgewählt werden. In meinem Fall war ich davon überzeugt, dass diese Auswahl meinen Bedürfnissen bei der Arbeit mit dem Signalgenerator, den ich besitze, am besten entsprechen würde. Bild 3 zeigt grafisch, wie diese Schritte miteinander verbunden sind. Jeder Dämpfungswert kann mithilfe eines zweipoligen Wechselschalters, auch DPDT-Schalter (Double Pole, Double Throw) genannt, wie z. B. eines Kippschalters in meinem Gerät, zur Serienschaltung hinzugefügt oder daraus entfernt werden, sodass das Umschalten auf die gewünschte Dämpfungsstufe ein einfacher Vorgang ist.

Ein wesentlicher Vorteil dieser Konfiguration ist ihre Einfachheit und die Möglichkeit einer kostengünstigen Konstruktion. Da jeder Schritt aus drei Widerständen und einem einzelnen Schalter besteht, ist das Design offensichtlich unkompliziert und bietet kostengünstige Möglichkeiten.

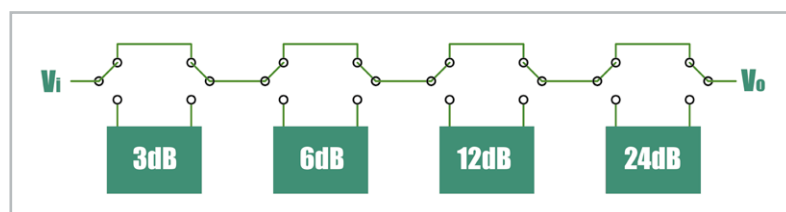


Bild 3: Die Stufen sind in Reihe geschaltet. Jede Stufe wird mit einem Schalter (DPDT) der Reihenschaltung hinzugefügt oder entfernt.

Berechnung der Widerstandswerte

Bei der Berechnung der Widerstandswerte für unser Dämpfungsglied können wir Online-Rechner verwenden, die auf verschiedenen Websites verfügbar sind. Eine einfache Suche mit dem Stichwort „Pi-Dämpfungsrechner“ liefert viele nützliche Tools, die Sie bei dieser Aufgabe unterstützen.

Um fortzufahren, müssen wir dem Rechner den Impedanzwert (der in unserem Fall 50 Ω beträgt) und den gewünschten Dämpfungsgrad bereitstellen. Nach der Eingabe generiert der Rechner die für die angegebene Dämpfung erforderlichen Werte von R1 (die beiden identischen Shunt-Widerstände) und R2.

Hier sind die Ergebnisse für meine erforderlichen Dämpfungswerte:

	R1	R2
3 db	292,40 Ω	17,61 Ω
6 db	150,48 Ω	37,35 Ω
12 db	83,54 Ω	93,25 Ω
24 db	56,73 Ω	394,65 Ω

Es besteht jedoch eine gewisse Herausforderung: Die berechneten Widerstandswerte stimmen wahrscheinlich nicht mit den Standard-Widerstandswerten überein, die in unseren Sortimentskästen verfügbar sind. Möglicherweise lässt sich dieses Problem lösen, indem Widerstände parallel geschaltet werden, um den theoretischen Werten so nahe wie möglich zu kommen. Anfangs habe ich versucht, dies mit zwei Widerständen für jede Position zu erreichen, entschied aber später, dass drei Widerstände besser geeignet wären, um zufriedenstellende Ergebnisse zu erzielen.

Die Tabelle in Bild 4 zeigt, wie bis zu drei allgemein verfügbare Standard-Widerstandswerte (in Ω) für diesen Zweck verwendet werden können.

Das war's dann, oder?

Nun, noch nicht ganz. Es gibt noch mehr zu bedenken. Um die Sicherheit bei der Verwendung des Dämpfungsglieds beim Ausrichtungsprozess unserer Funkgeräte zu erhöhen, können wir Trennkondensatoren an den Enden der Reihenschaltung

	3dB	6dB	12dB	24dB
R1	292.40	150.48	83.55	56.73
R1a	330	150	100	100
R1b	2700		1000	150
R1c	56000		1000	1000
	292.52	150.00	83.33	56.60
R2	17.62	37.35	93.25	394.65
R2a	33	47	100	500
R2b	47	220	1500	2200
R2c	220	1000		12000
	17.82	37.28	93.75	394.03

Bild 4: Die Verwendung von bis zu drei parallel geschalteten Widerständen führt zu einer sehr guten Annäherung an die erforderlichen Widerstandswerte.

einbauen, die verhindern, dass am Signaleinspeisepunkt anliegende hohe Gleichspannungen Schäden am Signalgenerator verursachen und umgekehrt. Um eine vollständige galvanische Trennung zu gewährleisten, habe ich an beiden Enden der Dämpfungskette einen Trennkondensator verwendet. Ideal sind Folienkondensatoren mit einem Wert, der den Frequenzgang des gelieferten Signals nicht beeinflusst. Ich persönlich bevorzuge die Verwendung eines 100nF/630V-Folienkondensators, der den vollen B+-Spannungen standhalten kann, denen er ausgesetzt sein kann. Durch Hinzufügen dieser Trennkondensatoren ähnelt das grafische Blockdiagramm nun [Bild 5](#).

Es gibt jedoch noch eine weitere Funktion, die sich als äußerst nützlich erweisen könnte: eine Dummy-Antenne. Die Einbeziehung einer Dummy-Antenne in unseren Aufbau würde die Vielseitigkeit und Benutzerfreundlichkeit unseres Stufen-Dämpfungsglieds weiter verbessern.

Dummy-Antenne

Beim Abgleich der Antennenkreise eines Radios ist es notwendig, ein Signal in die eigentliche Antennenbuchse des Radios mit bestimmten Frequenzen einzuspeisen, die für das abzugleichende Band relevant sind. Diese Signale sollten die tatsächlich empfangenen Radiosender simulieren, um eine optimale Abstimmung der Antennenschaltungen und des HF-Empfangsteils für einen optimalen Empfang auf diesem bestimmten Band zu ermöglichen.

Bei der Verwendung des Signalgenerators (mit oder ohne Dämpfungsglied) tritt jedoch ein Problem auf. Diese Anordnung bietet dem Antenneneingang eine Impedanz von 50 Ω , was nicht dem entspricht, was das Frontend des Radios erwartet. Da es sich beim Radio-Frontend im Wesentlichen um einen abgestimmten Schaltkreis handelt, wird die angeschlossene Antenne Teil dieses Schaltkreises und muss der Impedanz einer typischen, an die Buchsen angeschlossenen Antenne entsprechen. Hier ist eine Dummy-Antenne unerlässlich.

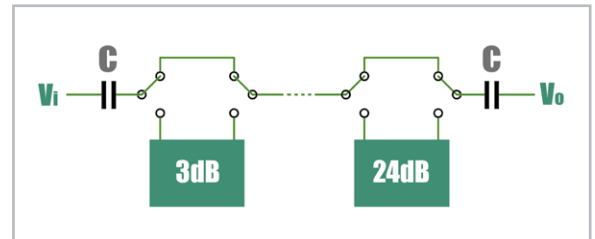


Bild 5: Trennkondensatoren bieten Schutz gegen hohe Gleichspannungen am Einfügepunkt.

Dummy-Antennen sind unschätzbare Hilfsmittel für die Simulation einer Antennenlast während der Abgleichverfahren. Sie sorgen für die richtige Impedanzlast und ermöglichen genaue Einstellungen, ohne auf eine tatsächliche Antenne angewiesen zu sein oder Interferenzen mit Radiosignalen zu riskieren.

Die Bedeutung der Verwendung einer Dummy-Antenne während der Ausrichtung liegt auf der Hand, da einige Servicehandbücher ausdrücklich einen einfachen Schaltplan für den Aufbau einer Dummy-Antenne enthalten, um den Prozess zu erleichtern.

Unter den verschiedenen verfügbaren Dummy-Antennenplänen ist die I.E.C.-Dummy-Antenne (dargestellt in [Bild 6](#)) eine häufige und einfache Wahl. Es handelt sich um eine unkomplizierte Schaltung, die darauf ausgelegt ist, eine 50- Ω -Quelle (vom Signalgenerator) zu empfangen und die Impedanz so umzuwandeln, dass sie mit dem Antenneneingang (300 Ω) des Radios übereinstimmt.

Da dieser Schaltkreis ebenso wie die verschiedenen Dämpfungsstufen überbrückt werden kann, ist es am praktischsten, ihn am Ende der Dämpfungskette zu platzieren. Er kann mit einem Schalter aktiviert oder umgangen werden, ähnlich den Schaltern, die ich für die Dämpfungsstufen verwendet habe. Mit dieser Ergänzung ist das endgültige Blockdiagramm unseres Entwurfs ([Bild 7](#)) nun vollständig und optimiert, um den Abgleich der Antennenkreise von Radios sicher und effektiv vorzunehmen.

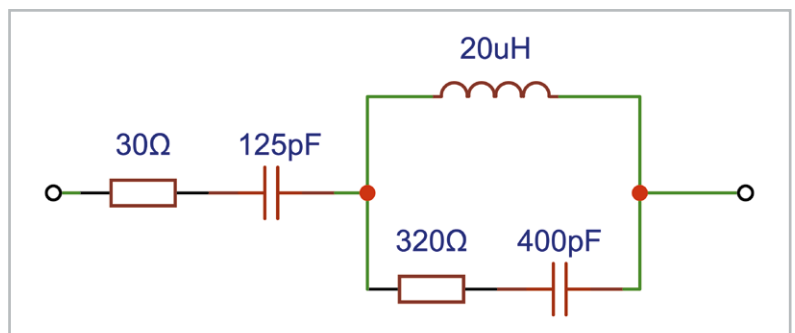


Bild 6: Der Schaltplan für eine I.E.C.-Dummy-Antenne – oft in den Servicehandbüchern deutscher Radios enthalten

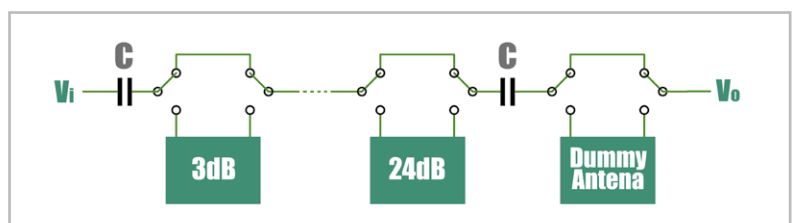


Bild 7: I.E.C.-Dummy-Antenne, die als überbrückbares Element in unser Dämpfungsglied hinzugefügt wurde

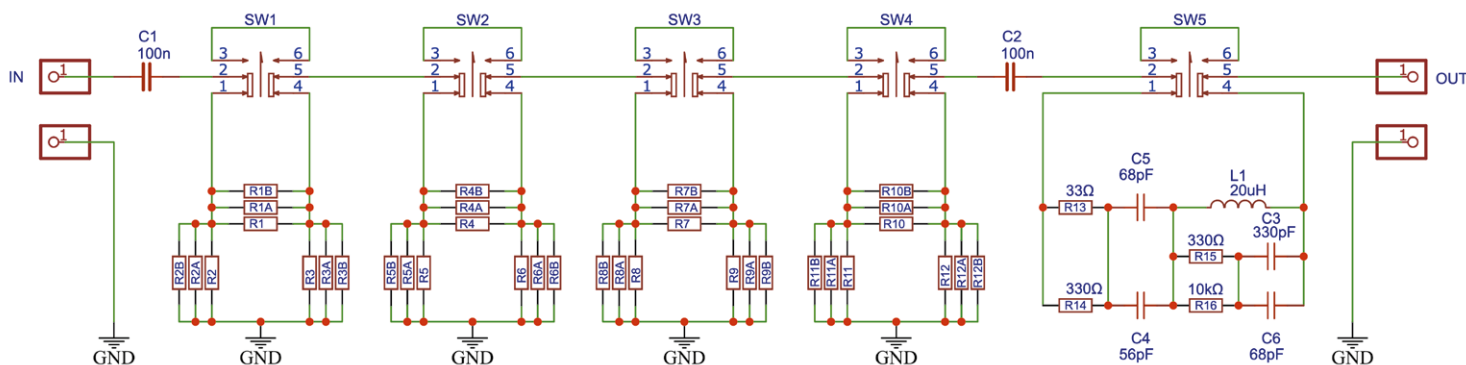


Bild 8: Der endgültige Schaltplan des Dämpfungsglieds, mit Dummy-Antenne

Der endgültige Schaltplan

Um das Problem der Verwendung von Standardwerten für Widerstände und Kondensatoren im Dummy-Antennenteil zu lösen, wurden Vorkehrungen getroffen, um wieder parallele Kombinationen von Widerständen und Kondensatoren zu verwenden. Auf diese Weise lassen sich die gewünschten Werte näherungsweise erreichen.

Das endgültige Schema, wie in Bild 8 dargestellt, umfasst alle Komponenten und Verbindungen, die während unseres Designprozesses besprochen wurden. Es umfasst die Dämpfungsstufen, die Trennkondensatoren und den Dummy-Antennenabschnitt.

Einer der wesentlichen Vorteile dieses vollständig mit passiven Bauteilen umgesetzten Entwurfs sind die niedrigen Kosten. Obwohl hochwertige Komponenten nicht notwendig sind, empfiehlt es sich trotzdem, die besten Komponenten zu verwenden, die in Ihr persönliches Budget passen.

Bei den Widerständen sind einfache 0,25-W-Metallfilmwiderstände mit 5 % Toleranz für die meisten Anwendungen ausreichend. Wenn jedoch verfügbar, kann die Wahl von Widerständen mit einer Toleranz von 1 % zu einer leicht verbesserten Genauigkeit führen.

Bei den Schaltern empfiehlt es sich, in qualitativ bessere zweipolige Wechselschalter (DPDT-Schalter) zu investieren. Zu preisgünstige Schalter sind oft nicht zuverlässig, und die Verwendung von hochwertigen Schaltern kann eine längere Lebensdauer Ihres Dämpfungsglieds gewährleisten.

Für die Ein- und Ausgangs-BNC-Buchsen ist die Verwendung von einigermaßen hochwertigen Teilen sinnvoll, da BNC-Buchsen mit guter Verarbeitungsqualität zuverlässige Verbindungen gewährleisten und den Bedienkomfort erhöhen.

Durch eine sorgfältige Auswahl der Komponenten können Sie ein Gleichgewicht zwischen Wirtschaftlichkeit und Qualität herstellen und so ein zuverlässiges und funktionales Stufen-Dämpfungsglied schaffen, das Ihre speziellen Anforderungen erfüllt, ohne übermäßig teuer zu sein.

Mein Aufbau

Meine Entscheidung über die Komponententypen wurde in erster Linie durch das gewünschte endgültige Layout und die Zweckmäßigkeit der Integration dieses Stufen-Dämpfungsglieds in meinen bestehenden Aufbau (Bild 9) bestimmt.

Im Laufe der Jahre habe ich mehrere Testgeräte gebaut, die ich auf einer Schiene unter dem ersten Regal meiner Werkbank anbringe, und ich wollte, dass dieses Stufen-Dämpfungsglied eine weitere nahtlose Ergänzung zu diesem System ist. Die Platzierung direkt unter dem Signalgenerator erleichterte das unkomplizierte Anschließen bei der Arbeit an einem Radio.

Um ein sauberes und übersichtliches Gerät zu erhalten, entwarf ich eine Leiterplatte (PCB) für das Stufen-Dämpfungsglied. Diese Leiterplatte vereinfachte die Platzierung der Komponenten und trug zu einem optisch ansprechenden Ergebnis bei.

Während des Aufbaus stellte ich fest, dass einige Bereiche Anpassungen erforderten, was zur Erstellung der nächsten Version der Leiterplatte führte (Bild 10). Zu diesen Änderungen gehörten die Unterbringung von zwei Widerständen und die Bereitstellung von Pads für zwei Kondensatoren im Antennenbereich.

Obwohl ich ursprünglich vorhatte, das Board zu überarbeiten, ist die Originalversion zum Zeitpunkt des Verfassens dieses Artikels schon über zwei Jahre im Einsatz und funktioniert einwandfrei und ohne Probleme.

Mir ist bewusst, dass die Arbeit mit oberflächenmontierten Bauteilen (SMD) für einige Personen umständlich sein kann. Für diejenigen, die es vorziehen, diese Schaltung mit bedrahteten Widerständen aufzubauen, können auch Punkt-zu-Punkt-Lötungen durchführen, wobei die Schaltflächen als Lötunkte dienen. Obwohl dieser Ansatz zweifellos zu einem funktionsfähigen Dämpfungsglied führen wird, muss unbedingt berücksichtigt werden, dass der resultierende Aufbau möglicherweise sperriger und schwieriger zu realisieren ist.

Letztendlich hängt die Wahl zwischen SMD- und bedrahteten Bauteilen von den individuellen Vorlieben und der Einfachheit der Umsetzung für jeden Entwickler ab.

Achtung, Gefahr! – Hochspannung!

Die Spannungen im Inneren eines Röhrenradios können sehr hoch sein – im Bereich von Hunderten von Volt, sodass äußerste Vorsicht geboten ist, um lebensbedrohliche Stromschläge zu vermeiden.

Die beschriebenen Arbeiten dienen nur als Anschauungsbeispiel und zum Verständnis der verwendeten Technologie und sollten nur von dafür qualifizierten Technikern durchgeführt werden.



Bild 9: Ich habe SMD-Widerstände verwendet, um eine kompakte Einheit zu schaffen, die perfekt auf die Ablagefläche der Geräte passt, die ich unter meiner Werkbank aufgebaut habe. Das Metallgehäuse reduziert die Rauschaufnahme und bietet einen stabilen Rahmen für die Schalter und BNC-Buchsen.

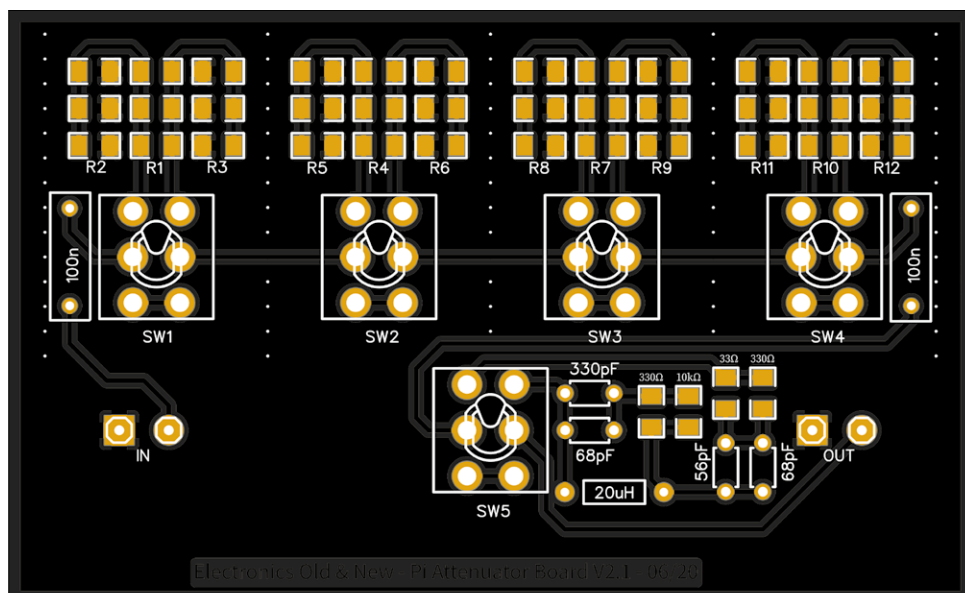


Bild 10: Eine verbesserte Version der Leiterplatte, die parallel geschaltete Widerstände und Kondensatoren im Dummy-Antennenabschnitt unterbringt



Bild 11: Das ELV SUP3, das im Artikel „Handliche Hochfrequenz – Anwendung des ELV HQ-Stereo-UKW-Prüfgenerators SUP3“ (Artikel-Nr. 253374) im ELVjournal 2/2023 besprochen wurde

Was ist mit den FM-HF-Frequenzen?

Wie bereits erwähnt, deckt der Rigol-Signalgenerator mit seinem Frequenzbereich die meisten der für den Abgleich eines Radiogeräts erforderlichen Frequenzen ab, mit Ausnahme der spezifischen FM-Frequenzen, die für die korrekte Abstimmung der FM-Antennen- und Oszillatorschaltungen im UKW-Bereich erforderlich sind. Für diese Einschränkung fand ich eine praktische Lösung in Form des SUP3 (Bild 11), eines nützlichen Geräts, das von ELV ent-



Bild 12: Ein Stufen-Dämpfungsglied mit L-Pad zur Verwendung bei UKW-HF-Abgleichen

wickelt und vertrieben wird und das ich bereits in einem der letzten Beiträge vorgestellt habe. (Fachbeitrag: Artikel-Nr. 253374).

Das ELV SUP3 erfüllt alle meine Anforderungen an den UKW-HF-Abgleich und erzeugt ein Signal mit ausreichender Stärke. Um jedoch die gewünschten Signalpegel für den Abgleich zu erreichen, habe ich ein Dämpfungsglied (Bild 12) konstruiert, das dem in diesem Artikel beschriebenen ähnelt. Dieses speziell angefertigte Dämpfungsglied ist in der Lage, die Amplitude des Signals effektiv auf die für einen präzisen Abgleich erforderlichen Pegel zu reduzieren.

Darüber hinaus verfügt das Dämpfungsglied über ein umschaltbares L-Pad, eine nützliche Ergänzung, die es mir ermöglicht, den 75-Ω-Impedanzausgang des ELV SUP3 in die 300-Ω-Impedanz umzuwandeln, die von der UKW-Antenne des Radios erwartet wird. Diese Impedanzanpassung gewährleistet einen optimalen Signalempfang während des Abgleichs.

Da ich die Details dieses speziellen Aufbaus in einem früheren Artikel behandelt habe, empfehle ich den Lesern diesen Artikel (s. o.), um weitere Informationen zum ELV SUP3 und zu seiner Integration mit dem Dämpfungsglied zu erhalten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ich durch die Kombination des Rigol-Signalgenerators, des ELV SUP3 und des selbst entwickelten HF-Stufen-Dämpfungsglieds mit schaltbarem L-Pad ein umfassendes und effektives Equipment für den Abgleich von Radios geschaffen habe, das genaue und präzise Abgleiche für verschiedene Projekte der Radiorestauration gewährleistet.

Fazit

Das vorgestellte Stufen-Dämpfungsglied mit Dummy-Antenne hat sich als unverzichtbares Werkzeug für alle meine Radiorestaurationsprojekte erwiesen. Dieses Gerät ist bemerkenswert einfach zu bauen und es bietet eine effektive und kosteneffiziente Lösung für den Abgleich von Radiogeräten.

In der Welt der Radiorestauration kann die Anschaffung von Spezialgeräten aus Kostengründen ein Problem darstellen. Diese Selbstbaulösung dient als Paradebeispiel dafür, wie ein unkomplizierter und praktischer Ansatz solche Einschränkungen überwinden kann.

Durch den Bau dieses Dämpfungsglieds und der Dummy-Antenne ist es mir gelungen, die Genauigkeit und Präzision des Abgleichs der Radios zu verbessern, was letztendlich zu einer besseren Leistung und Funktionalität der restaurierten Geräte führt.

Die Erfahrungen und Erkenntnisse, die ich mit diesem Projekt weitergegeben habe, mögen andere dazu anregen ich, selbst gebaute Lösungen für ihren Gerätebedarf zu entwickeln. Der Bau von eigenen Spezialgeräten ist nicht nur eine befriedigende und lehrreiche Erfahrung, sondern ermöglicht es Radioenthusiasten auch, die Kontrolle über ihre Projekte zu übernehmen und außergewöhnliche Ergebnisse zu erzielen.

Am Ende können Einfachheit und Innovation oft zu den lohnendsten Ergebnissen führen. Ich ermutige andere Radiobegeisterte, sich auf ähnliche Selbstbauprojekte einzulassen, da sie eine Welt voller neuer Möglichkeiten erschließen und ihre Reise zur Radiorestauration auf ein neues Niveau heben können.

ELV

Die 11-teilige Artikelserie von Manuel Caldeira zur Röhrenradio-Restauration finden Sie im ELVshop:

Teil 1	Ein praktischer Ansatz	Artikel-Nr. 252098	Teil 7	Der Mittelwellenbereich –	
Teil 2	Grundlagen und erste Messungen	Artikel-Nr. 252171		Langwelle, Mittelwelle und Kurzwelle	Artikel-Nr. 252716
Teil 3	Die Spannungsversorgung	Artikel-Nr. 252227	Teil 8	Abstimmung der Zwischenfrequenz	Artikel-Nr. 252785
Teil 4	Prüfen von Bauteilen und Verbindungen	Artikel-Nr. 252344	Teil 9	Hochfrequenz- und Oszillatorabstimmung (Mittelwelle)	Artikel-Nr. 253012
Teil 5	Audio-Schaltkreise	Artikel-Nr. 252463	Teil 10	Restauration und Abstimmung	Artikel-Nr. 253154
Teil 6	Audiotests und Bluetooth-Anbindung	Artikel-Nr. 252591	Teil 11	Restauration des Gehäuses	Artikel-Nr. 253238