

Handliche Hochfrequenz

Anwendung des ELV HQ-Stereo-UKW-Prüfgenerators SUP3

Bei bestimmten Projekten wird eine zuverlässige Quelle für modulierte UKW-Signale benötigt, um beispielsweise den Abgleich von Radios zu erleichtern. Der ELV HQ-Stereo-UKW-Prüfgenerator SUP3 liefert die erforderlichen UKW-Trägersignale im Frequenzbereich von 87,5 bis 108 MHz, ermöglicht die Modulation von einer internen oder externen Quelle, hat einstellbare Signalausgangspegel, verfügt über eine einfach zu bedienende Schnittstelle und ermöglicht den Anschluss an einen PC, um ihn über die Windows-Steuersoftware zu bedienen. In diesem Beitrag stellt Röhrenradio-Spezialist und YouTuber Manuel Caldeira das Gerät in der praktischen Anwendung vor.



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 18200 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 450 Videos veröffentlicht.



Bild 1: Der HF-Signalgenerator HP8657 besitzt eine hohe Präzision und reichhaltige Funktionen.

Das Hobby und die Kosten

Ich restauriere als Hobby Röhrenradios. Dieser einleitende Satz enthält eine Reihe von wichtigen Anhaltspunkten für meinen Gerätebedarf und meine finanziellen Beschränkungen. Als Hobbyist kommt der Kauf von Testgeräten in Laborqualität nicht infrage. Die Kosten sind nicht sinnvoll. Wichtiger noch: Mein Hobby ist nicht die Entwicklung ultrasicherer Kommunikationsgeräte oder anderer qualitativ hochwertiger Hardware in diesem Bereich.

Die Präzision, die meine Ausrüstung benötigt, ist also viel geringer als die, die ein Labor-Testgerät verspricht, das so viel kostet wie ein Mittelklassewagen oder sogar mehr. Egal, ob Sie wegen hoher Preise oder überzogener Präzision auf teure Prüfgeräte verzichten – das Ergebnis ist dasselbe: Sie müssen kreativ werden und nach vernünftigeren Alternativen suchen.

Mit dem ELV Bausatz HQ-Stereo-UKW-Prüfgenerator SUP3 [1] habe ich eine qualitativ hochwertige und gleichzeitig kostengünstige Lösung gefunden. Es hat mir eine sehr mühsame Suche nach einer alternativen und zweifelsohne weniger effektiven Lösung erspart. Denn einen Teil der benötigten Ausrüstung kann man über die Suche nach alten Testgeräten erhalten, die über Auktionshäuser, Auktionsseiten oder lokale Webanzeigen angeboten werden. Diese Geräte benötigen oft eine Reparatur oder Restaurierung, können aber eine sehr erschwingliche Möglichkeit sein, Ihre Elektronik-Werkstatt einzurichten.



Bild 2: Der Hochfrequenz-Signalgenerator ELV SUP3

Für meine Restaurierungsprojekte benötige ich eine Reihe von Ausrüstungsgegenständen, die auf diese Weise recht einfach beschafft werden können. Also habe ich persönlich diesen Weg schon öfter beschritten und häufig zufriedenstellende Ergebnisse damit erzielt. Das Problem tritt dann auf, wenn wir nach einem Hochfrequenz-Signalgenerator zum Abgleich des UKW-Bandes an einem Röhrenradio oder Tuner suchen. Diese sind teuer, selbst wenn sie als gebrauchte oder nicht funktionsfähige Geräte verkauft werden.

Ein Beispiel (Bild 1) ist der HP8657. Das Gerät ist ein wirklich großartiger HF-Signalgenerator, der sich ideal zum Einrichten und/oder Abgleichen von einem Röhrenradio bis hin zu einem Monster-Stereo-UKW-Tuner eignet. Auf einer Auktionsseite werden derzeit Preise von bis zu 1500 Euro aufgerufen, das übersteigt bei Weitem das Budget vieler Hobbyisten. Möchte ich eines haben? Sicher. Brauche ich eins? Nun, eigentlich nicht. Denn dieses Gerät bietet einen Frequenzbereich, der weit über meinen Bedarf für die Ausrichtung eines UKW-Radios hinausgeht (im Allgemeinen 87,5 MHz bis zu einem Maximum von 108 MHz). Außerdem bietet es eine Präzision, für die ich einfach keine Verwendung habe, und es ist so sperrig, dass man wirklich viel Platz auf der Werkbank braucht, den die meisten Elektronik-Hobbyisten nicht haben.

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.

HQ-Stereo-UKW-Prüfgenerator SUP3

Der ELV SUP3 (Bild 2) ist ein vielseitiger, einfach zu bedienender, batteriebetriebener Hochfrequenz-Signalgenerator mit OLED-Display. Dank seiner geringen Größe (63 x 142 x 25 mm) ist er sehr einfach zu handhaben und aufzubewahren, und er bietet viele wirklich nützliche Funktionen, darunter:

- Frequenzbereich: 87,5–108 MHz
- HF-Ausgang: 88–118 dB μ V/75 Ω /IEC
- Audio-Eingänge: 3,5-mm-Stereo-Klinke
- Anzeige: OLED-Farbdisplay mit 128 x 128 Pixeln
- Audio: entweder analog (Klinke) oder digital (USB)
- Sendername (2x 8 Zeichen)
- RDS-Text (64 Zeichen)
- Betriebs- und Audiodaten (digital) über USB

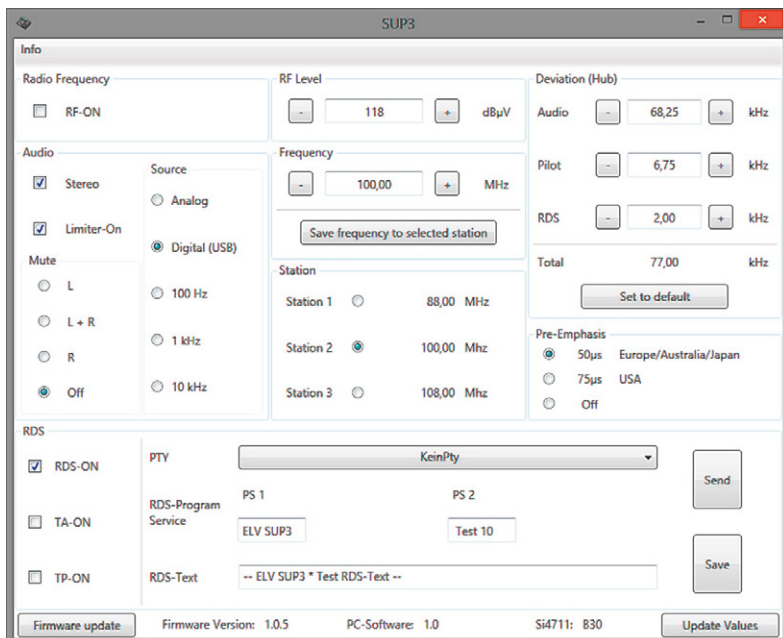


Bild 3: Alle Einstellungen können über die Software vorgenommen werden, wodurch die Bedienung erleichtert wird.

Betrieb über USB

Eines der innovativen Merkmale ist die Verbindung des SUP3 per USB an einen PC, über den die volle Kontrolle für den Betrieb des Geräts mithilfe einer Software erfolgen kann. Zuerst dachte ich, dass ich dies nicht nutzen würde, und war froh, dass das Gerät auch ohne PC-Anschluss sehr gut funktioniert. Nachdem ich es jedoch ausprobiert hatte, wurde mir schnell klar, dass die einfache Bedienung des Geräts per Software eine wirklich nützliche Funktion ist. Der USB-Anschluss versorgt das Gerät auch mit Spannung, sodass die Batterie nicht belastet wird.

Betrachtet man die Benutzeroberfläche der Software (Bild 3), erhält man einen Überblick über alle Funktionen, die dieses kleine Gerät bietet. Mit einem einfachen Mausklick können Sie verschiedene Einstellungen vornehmen:

- Die Hochfrequenz am Ausgang ein- und ausschalten
- Den Ausgangspegel von 87 bis 118 dBµV einstellen
- Die Ausgangsfrequenz von 88,5 bis 108 MHz einstellen
- Die Frequenz für jeden der drei voreingestellten Sender einstellen
- Den Hub für den Hauptträger, den RDS-Träger und den Pilotton getrennt einstellen. Da ich selten an modernen Empfängern arbeite, kümmere ich mich fast nie um diese und belasse es bei den Standardeinstellungen; wenn überhaupt, dann reduziere ich manchmal die Audio-Bandbreite auf den Wert, der in der Abgleichanweisungen einiger Röhrenradios angegeben ist
- Die Pre-Emphasis (Anhebung der hohen- bzw. die Absenkung der tiefen Frequenzen während des Aufzeichnens oder Sendens) auf 50 µs einstellen, wie es in Europa verwendet wird; die in den USA verwendeten 75 µs können auch gewählt werden
- Die digitale Signaleinbindung durch Aktivieren von RDS, TA oder TP einschalten. Ich verwende diese Option fast nie, aber es ist gut zu wissen, dass sie zur Verfügung steht, wenn ich an einem modernen Tuner arbeiten muss
- Den RDS-Text eingeben, der bei RDS-kompatiblen Empfängern über das Display läuft. Auch diese Funktion verwende ich selten, da meine Radios zu alt sind und diese Funktion nicht besitzen

Der Bereich Audio ist für mich am wichtigsten, und den werden wir uns als Nächstes ansehen.

Auswahl der Modulation

Zunächst einmal können Sie die Stereo-Funktion ein- oder ausschalten. Dies betrifft das eigentliche HF-Trägersignal und ist nicht zu verwechseln mit dem Audiosignal, mit dem wir das Trägersignal modulieren werden. Ich schalte es bei meinen alten Radios normalerweise aus und bei moderneren Empfängern an. Wir können dann das Audiosignal auswählen, das wir für die Modulation verwenden. Je nachdem, wie wir den Empfänger testen wollen, können wir verschiedene frequenzmodulierte Signale auf den Träger legen. Wenn wir keine Modulation verwenden, werden wir im Radio nichts hören, wenn wir es auf die entsprechende UKW-Frequenz einstellen.

Das SUP3 bietet drei voreingestellte Frequenztöne – 100 Hz, 1 kHz und 10 kHz –, die intern erzeugt werden, was die meisten meiner Bedürfnisse als Restaurator befriedigt. Ich verwende normalerweise 1 kHz, wenn ich den am Lautsprecher erzeugten Ton hören möchte, wie z. B. beim HF-Abgleich zur Korrektur der Genauigkeit der Skala des Radios. Der Ton ist eine Sinuswelle, also kann ich ihn auch leicht auf einem Oszilloskop wiedergeben, indem ich den Lautsprecherausgang des Radios überwache. So kann ich die Qualität der Sinuswelle beurteilen, die als Indikator für den Abgleich des UKW-Detektors im ZF-Signalweg des Geräts dient.

Der 100-Hz-Ton ist kaum hörbar, gibt aber einen guten Hinweis auf den Niederfrequenzbereich des Radios. Durch Überwachung mit dem Oszilloskop kann ich sehen, ob die Amplitude der des 1-kHz-Tons entspricht, was mir zeigt, ob der Frequenzgang des Radios gut ist. Dasselbe gilt für den 10-kHz-Ton, den ich fast nie hören kann, der aber auf meinem Oszilloskop sichtbar gemacht werden kann und mir zeigt, wie gut der Hochfrequenzgang ist.

Wenn die Amplituden aller drei Töne ähnlich sind (was man mit einem Oszilloskop überprüfen kann), sind die UKW-Detektorstufe, die Audiosektion und die Anhebung der hohen- bzw. die Absenkung der tiefen Frequenzen am Radio gut eingestellt.

Zusätzlich kann der SUP3 auch externe Quellen für das Modulationssignal verwenden. Es kann entweder ein Signal genutzt werden, das auf dem PC über den USB-Anschluss erzeugt wird (digital), oder ein normales Audiosignal, das über die Klinkenbuchse auf der Rückseite des Geräts eingespeist wird. Diese Funktion können Sie für Sprache oder Musik als Modulationsquelle verwenden und Ihr Gerät in einen Mini-„Radiosender“ verwenden, der Ihre Lieblingsmusik über Ihr Radio abspielt.

Beachten Sie, dass Sie theoretisch zwar das Signal vom SUP3 an die Antenne Ihres Radios über kurze Entfernungen übertragen und so eine „Radiostation“ nachbilden können, allerdings ist dies gesetzlich je nach Einsatzort nicht erlaubt. Beachten Sie daher unbedingt die für Sie geltende Gesetzeslage!

Stand-alone-Betrieb

Die Bedienung des SUP3 im Stand-alone-Betrieb ist recht einfach. Das OLED-Display ist zwar kompakt, zeigt aber alles an, was Sie für einen einwandfreien

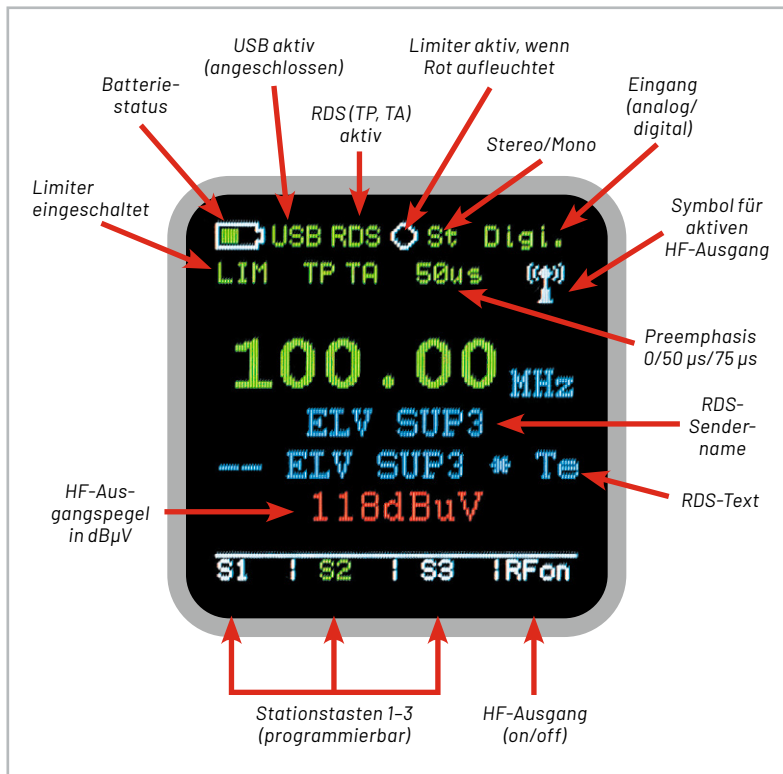


Bild 4: Alle anzeigbaren Elemente des SUP3 im OLED-Display



Bild 5: Das Drehgeber-Menüsystem ist einfach zu bedienen, auch mit nur einer Hand.

Betrieb benötigen. Bild 4 enthält alle Elemente, die im Betrieb angezeigt werden können, und Sie werden sicher zustimmen, dass alles, was Sie wissen müssen, deutlich sichtbar ist.

Die kompakte Größe des SUP3 macht es möglich, ihn mit einer Hand zu bedienen (Bild 5), was manchmal sehr praktisch ist. Ihr Daumen ruht auf dem orangefarbenen Drehgeber-Menüwahlrad, und die vier Funktionstasten darüber sind gut erreichbar und leicht zu bedienen. Das Dreh-Encoder-Rad hat einen Druckschalter und eine Drehfunktion, mit der Sie schnell zur gewünschten Einstellung navigieren und die notwendige Auswahl treffen können.

Alle Funktionen, die in der PC-Software vorhanden sind, können auf diese Weise aufgerufen und ausgewählt werden. Anfangs empfand ich dieses Menüsystem als etwas verwirrend, habe aber sehr schnell gemerkt, dass es doch recht einfach zu bedienen ist. Es folgt einer logischen Abfolge, wenn man von einem Menüpunkt zum nächsten navigiert.

Bild 6 zeigt uns diese Menü-Übersicht, die ich anfangs zurate gezogen habe, wenn ich Anpassungen vornehmen wollte. Der SUP3 speichert zudem die zuletzt benutzte Auswahl, sodass man oft keine Änderungen von einem Projekt zum nächsten vornehmen muss.

Der SUP3 für den HF-Abgleich

Die Verwendung des SUP3 zum HF-Abgleich benötigt nur die Einstellung der Frequenz (87,5–108 MHz), die Modulation mit einem 1-kHz-Ton und den Anschluss des Ausgangs an den Antenneneingang des Radios. Normalerweise lasse ich Stereo und RDS in der Position OFF. Diese Einstellungen bleiben im Speicher, sodass Sie sie bei der nächsten Verwendung nicht erneut vornehmen müssen.

Ein typischer Röhrenradio-HF-Abgleich umfasst Einstellungen auf drei Frequenzen. Zum Beispiel müssen Sie bei dem Röhrenradio Grundig 2147 Folgendes tun:

1. Den Abgleich bei 88 MHz durchführen, um die Oszillatorfrequenz am unteren Ende des Bandes zu korrigieren
2. Die Ausrichtung bei 99,5 MHz einzustellen, um die Oszillatorfrequenz am oberen Ende des Bands zu korrigieren
3. Einen Abgleich bei 91,5 MHz ausführen, um einen optimalen Durchlassbereich des UKW-Antennensignals zu gewährleisten

Um die Arbeit zu vereinfachen, stelle ich normalerweise diese drei Frequenzen als Voreinstellungen im SUP3 ein, damit ich während des Verfahrens schnell zwischen ihnen wählen kann. Wenn ich die Frequenz ändern möchte, benutze ich das Rad, um zur gewünschten Frequenz zu wechseln. Mit den voreingestellten Frequenzen sind solche und ähnliche Verfahren also recht einfach durchzuführen.

Abgleich mit 10,7 MHz

Wie steht es nun um den Abgleich der UKW-Zwischenfrequenz mit 10,7 MHz? Der SUP3 erzeugt leider nicht dieses wichtige Signal, das für den Ab-

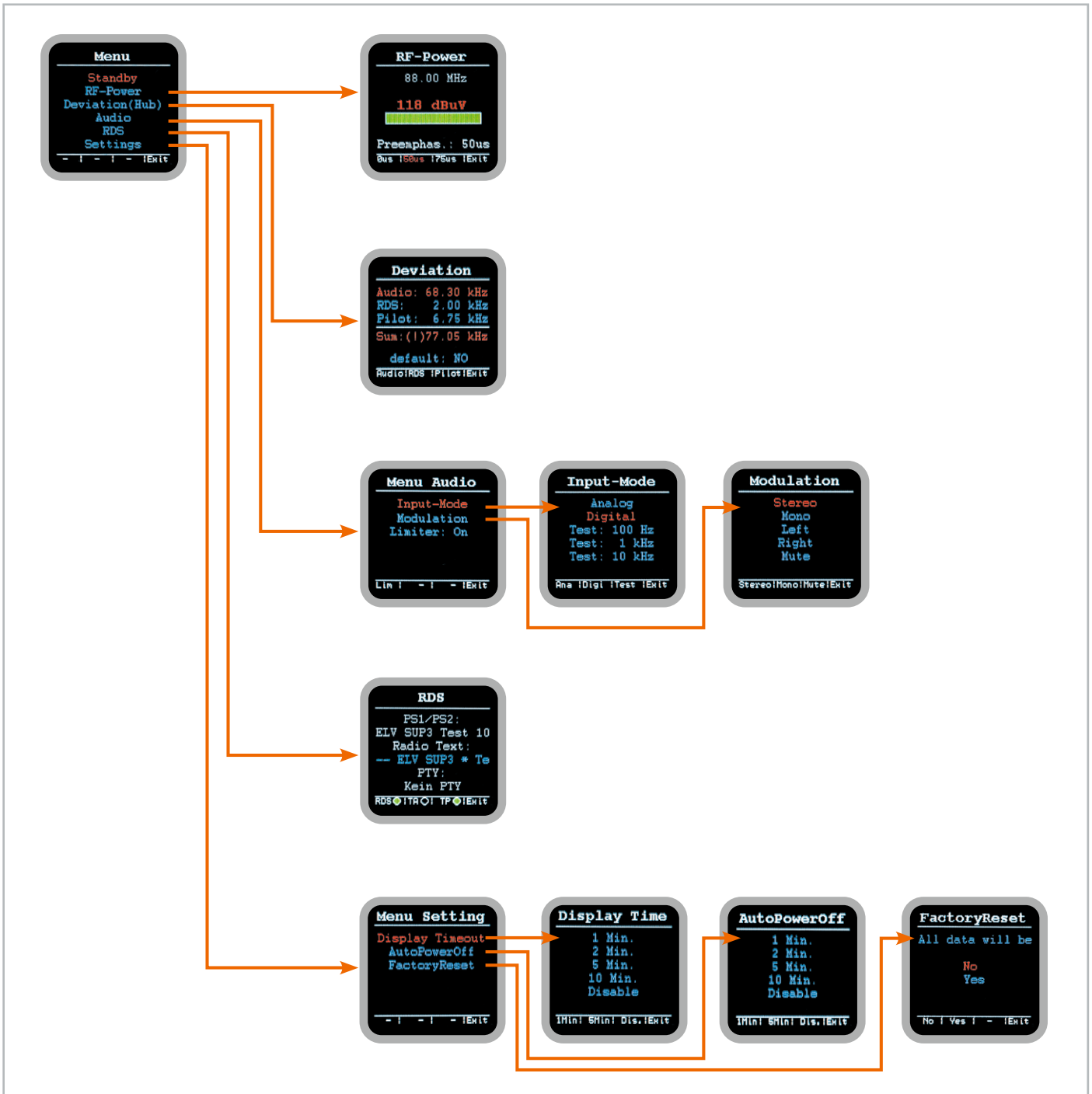


Bild 6: Das SUP3-Menüsystem ist nach ein wenig Übung sehr einfach zu bedienen.

gleich der Zwischenfrequenz (ZF) des UKW-Bands benötigt wird. Ihr Röhrenradio jedoch kann es erzeugen. Dies zu nutzen ist definitiv keine konventionelle Methode für den ZF-Abgleich des UKW-Bands, aber es funktioniert, also warum sollten wir es nicht ausprobieren?

Folgendermaßen kann dies durchgeführt werden:

1. Setzen Sie die SUP3-Ausgangsfrequenz auf 100 MHz, moduliert mit einem 1-kHz-Ton.
2. Stellen Sie Ihr Radio auf 100 MHz und justieren Sie die Einstellung, bis Sie den 1-kHz-Ton so deutlich wie möglich hören.
3. Da Sie bereits den HF-Abgleich durchgeführt haben, erzeugt Ihr Oszillator nun eine Frequenz von 110,7 MHz. Diese beiden Signale (100 MHz von der Antenne und 110,7 MHz vom Oszillator) durchlaufen danach den Mischer im UKW-Frontend, und es wird eine Zwischenfrequenz von 10,7 MHz erzeugt. Diese durchläuft den ZF-Signalweg, um im UKW-Detektorteil erkannt zu werden (Bild 7). Das Ergebnis ist

der 1-kHz-Ton, der an Ihrem Lautsprecher zu hören ist. Dies ist die grundlegende Heterodynfunktion in Aktion.

4. Stellen Sie nun Ihre Audio-Stummschaltung am SUP3 auf „L+R“, wodurch die gesamte Modulation stummgeschaltet wird und nur einen unmodulierten Träger erzeugt. Der Mixer des Radios gibt nun ein unmoduliertes 10,7-MHz-Signal aus – die durch den ZF-Signalweg laufende ZF-Frequenz.
5. Gleichen Sie die ZF-Transformatorkerne so genau aus, wie bei der Einspeisung eines „normalen“ 10,7-MHz-Signals von einem anderen Signalgenerator in das Frontend. Der Abgleich erfolgt normalerweise durch Ausrichten der Kerne, um die höchste negative Gleichspannung über dem Diskriminator-Kondensator zu erhalten.

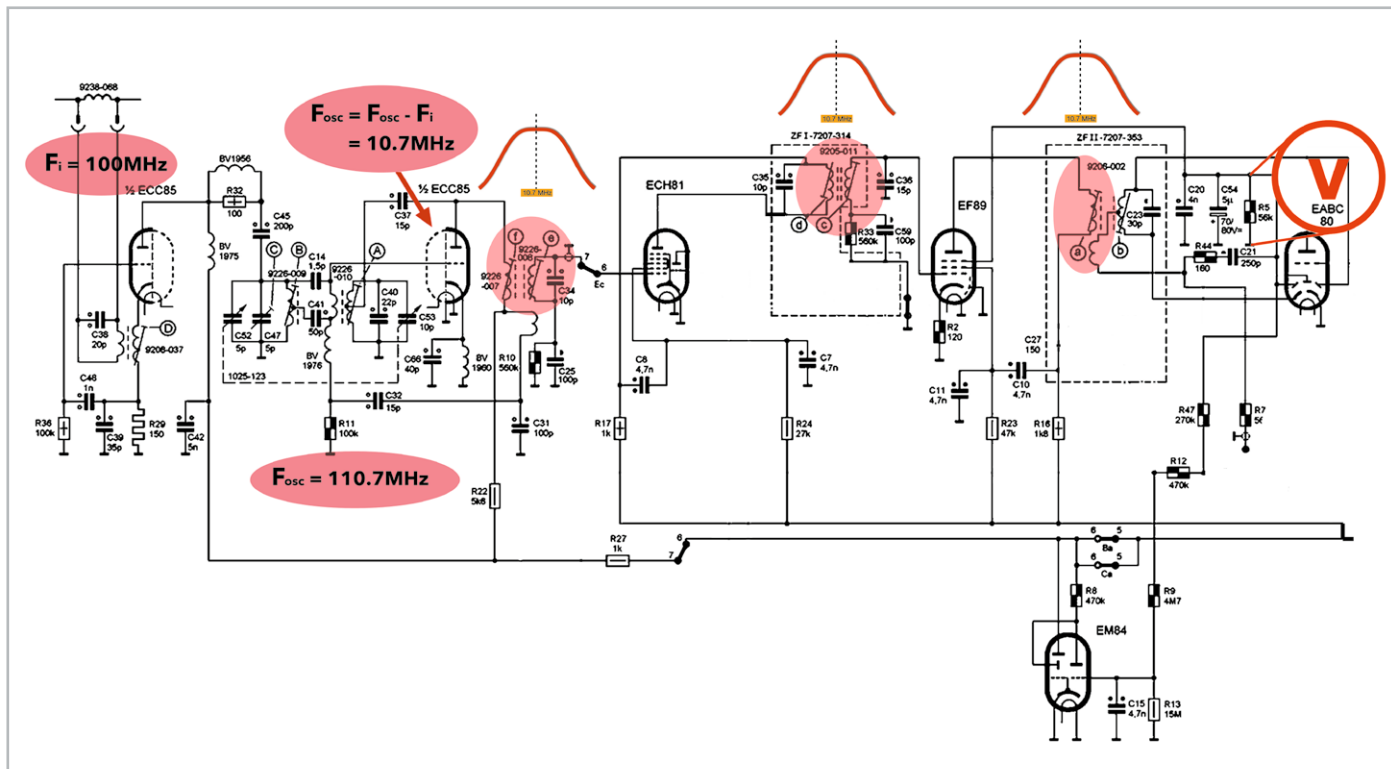


Bild 7: Die verschiedenen ZF-Transformatoren müssen aufeinander abgestimmt sein, um einen guten Durchlassbereich bei der ZF-Frequenz zu gewährleisten.



Bild 8: Drei Dämpfungsglieder zur Reduzierung des Ausgangssignalpegels, wenn 88 dBµV für Ihre Bedürfnisse zu hoch sind.



Bild 9: Ein geschaltetes Dämpfungsglied im Eigenbau und ein L-Pad zur Impedanzanpassung

6. Der letzte Kern, der auszurichten ist, ist der Kern des Ratiodetektors, und bei diesem ist es ein wenig anders. Da jedoch dieser Kern dazu dient, den Ratiodetektor auszugleichen, um die UKW-Erkennung mit möglichst geringen Verzerrungen zu erreichen, können Sie als letzten Ausweg einfach den 1-kHz-Ton zum SUP3-Signal hinzufügen und dann diesen Kern abstimmen, bis Sie die geringste Verzerrung aus dem Lautsprecher hören.

Diese Methode des ZF-Abgleichs ist nicht die beste, aber wenn Ihnen nur der SUP3 oder ein anderer Signalgenerator zur Verfügung steht, der die benötigten 10,7 MHz erzeugen kann, ist es eine willkommene Lösung, dies wie beschrieben durchzuführen.

Die Signalamplitude ist ein wenig zu hoch

Mit dem SUP3 können Sie den Signalpegel von 88 bis 118 dBµV an einer 75-Ω-Last einstellen. Ich habe festgestellt, dass dies in manchen Fällen etwas zu hoch sein kann, sodass eine Form der Dämpfung erforderlich ist. Zum Glück ist es recht einfach, Dämpfungsglieder zu finden, die bestens in die IEC-Ausgangsbuchse passen und mit denen man das Ausgangssignal dämpfen kann, ohne die Impedanz zu beeinträchtigen.

Ich habe drei dieser Dämpfungsglieder (Bild 8) mit den Werten 6 dB, 10 dB und 15 dB gekauft. Weil diese in Reihe geschaltet werden können, reihen Sie sie einfach aneinander, bis Sie die gewünschte Signalstärke für Ihre Bedürfnisse erreichen. Mit diesen drei Dämpfungsgliedern kann ich Dämpfungswerte von 6, 10, 15, 16, 21, 25 und 31 dB erhalten.

Was, wenn 75 Ω Impedanz nicht gewünscht sind?

Die Röhrenradios, die ich restauriere, erwarten im Allgemeinen eine 300-Ω-Impedanzantenne, was bedeutet, dass der SUP3 mit einer Ausgangsimpedanz von 75 Ω nicht perfekt für diesen Zweck geeignet ist. Er funktioniert trotzdem sehr gut, aber ich beschloss, einen Schritt weiterzugehen und habe ein geschaltetes Dämpfungsglied und L-Pad entworfen (Bild 9).

Das Konzept ist recht einfach. Sie können leicht Onlinerechner finden, die Ihnen die Widerstandswerte für die gewünschte Impedanzumwandlung errechnen. In diesem Fall benötigte ich eine Wandlung von

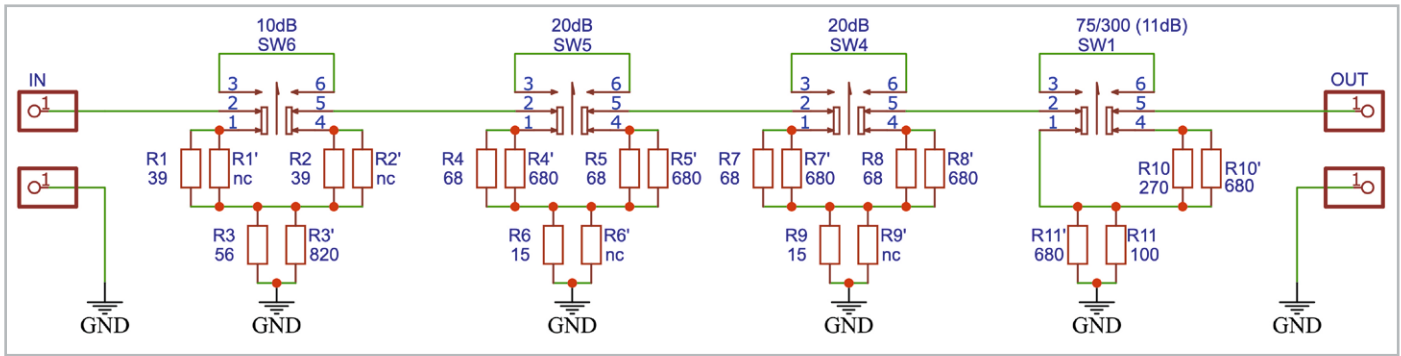


Bild 10: Der Schaltplan wurde von einem Online-Rechner abgeleitet, um die Widerstandswerte zu erhalten.

75 zu 300 Ω, und beschloss, auch eine Bypass-Option am letzten Schalter hinzuzufügen, falls ich das System bei 75 Ω belassen wollte.

Da ich das L-Pad selber entwarf, beschloss ich, auch ein geschaltetes Dämpfungsglied einzubauen. Ich berechnete Werte für Widerstände für 10 dB- und 20-dB-Dämpfungsglieder und nutzte diese speziellen Widerstände für die beiden Dämpfungsglieder (Bild 10). Die Werte gelten für eine Impedanz von 75 Ω und werden erst im letzten Abschnitt in die 300-Ω-Impedanz umgewandelt, die das Röhrenradio erwartet. Es sollte beachtet werden, dass das eigentliche L-Pad eine Dämpfung von 11 dB hinzufügt, sodass Sie dies zu den geschalteten Dämpfungswerten, die Sie verwenden, addieren müssen. Ich habe diese kleine Unterteilung als so praktisch empfunden, dass ich nur selten die zuvor beschriebenen IEC-Dämpfungsglieder benutze. Mein ELV SUP3 und mein DIY-Dämpfungsglied/L-Pad liegen nebeneinander im Regal (und nehmen nur wenig Platz ein) und arbeiten regelmäßig und bestens zusammen.

SUP3 – Fazit

Als Elektronik-Ingenieur, der als Hobby alte Geräte restauriert, weiß ich die Vielseitigkeit und Genauigkeit dieses Geräts zu schätzen. Der SUP3 kann bis zu einem gewissen Grad Geräte ersetzen, die sich die meisten Elektronik-Enthusiasten einfach nicht leisten können, diese aber wirklich brauchen, um ihre Projekte zu erledigen. Der ELV HQ-Stereo-UKW-Prüfgenerator SUP3 ist bei meiner Arbeit zu einem ständigen Begleiter geworden. **ELV**

Beitrag im ELVjournal und Videos zum SUP3

Neben dem ELVjournal-Bitrag „Perfekter Signallieferant - HQ-Stereo-UKW-Prüfgenerator SUP3“ (ELVjournal 4/2016: Artikel-Nr. 205745) gibt es eine Reihe von Videos auf YouTube von verschiedenen Autoren:

In der **praktischen Anwendung** im Zusammenhang mit der Röhrenradio-Restaurierung eines Grundig 2147 zeigt Manuel Caldeira den SUP3:



Im YouTube-Kanal ve99 Online gibt es ein **Video zur Montage des Bausatzes**:



Im YouTube-Kanal ve99 Online gibt es ein **Video mit einem Praxistest des SUP3**:



Manuel Caldeira hat zu dem Gerät ein **Video zur Montage und Inbetriebnahme** erstellt:



Ein **Montagevideo von ELV** finden Sie unter:



i Weitere Infos

[1] ELV Bausatz HQ-Stereo-UKW-Prüfgenerator mit OLED-Display SUP3: Artikel-Nr. 143310