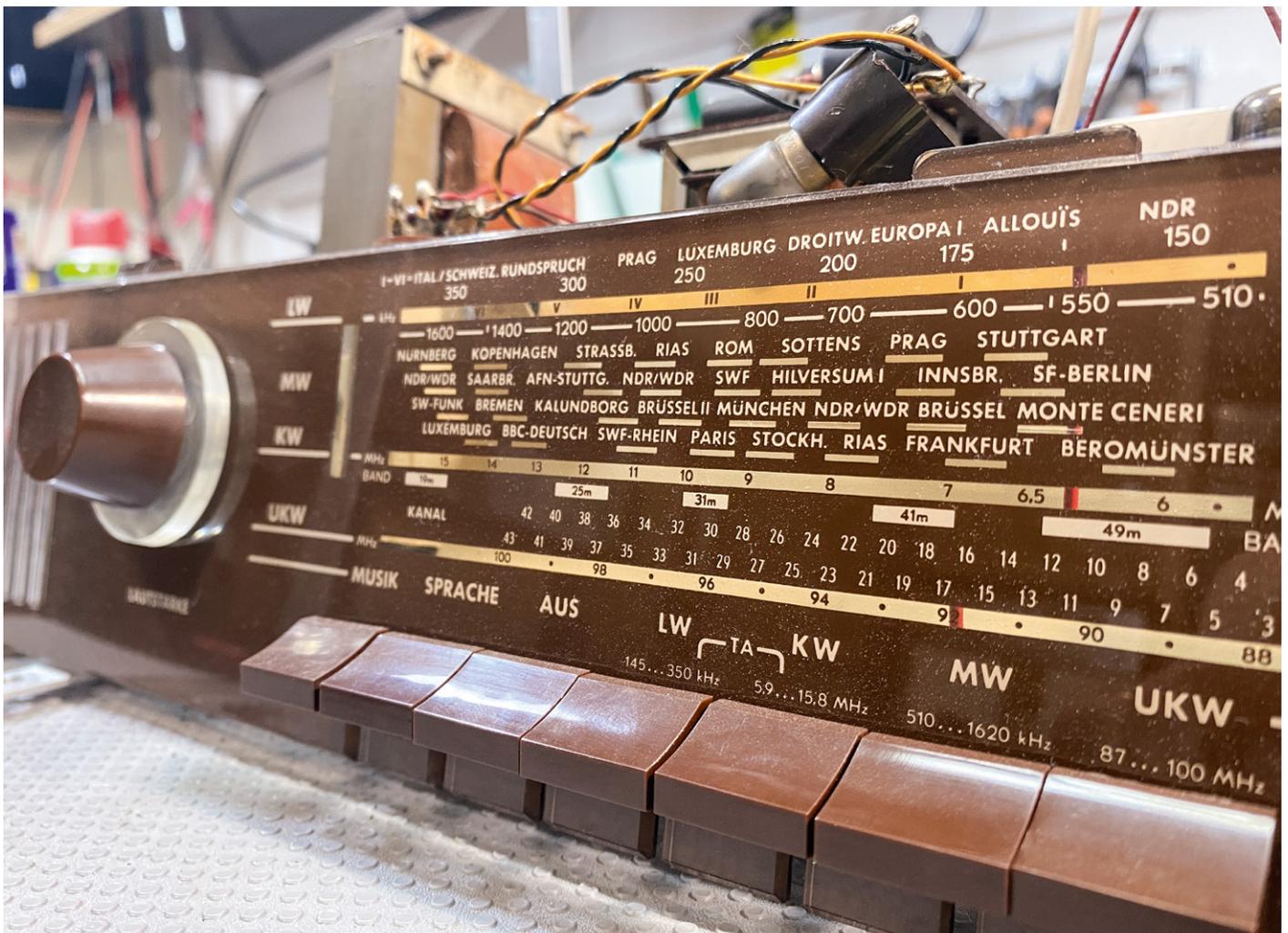


Röhrenradio-Restaurierung

Hochfrequenz- und Oszillatorabstimmung (Mittelwelle) Teil 9

Was genau ist die Hochfrequenz-Abstimmung und warum müssen wir sie durchführen? Eigentlich brauchen wir diesen Schritt oft gar nicht unbedingt zu befolgen. Wir haben nämlich den wichtigsten Abgleich bereits im vorherigen Beitrag erklärt und durchgeführt, und zwar die Abstimmung der Zwischenfrequenz. Bei diesem Vorgang haben wir unser Radio so abgeglichen, dass es die beste Empfindlichkeit und Selektivität erreicht. Wir haben den ganzen Pfad von der Mischstufe bis zur Detektorsektion verfolgt, um das eingehende Antennensignal optimal zu verarbeiten. Und was ist davor? Nun, das ist genau das, was beim Hochfrequenz-Abgleich optimiert werden soll. Man kann diese Phase auch als „Hochfrequenz- und Oszillatorabgleich“ bezeichnen. Warum, das erklären wir in diesem Beitrag.



Über diese Serie bzw. die Beiträge

Diese Artikelserie soll dem Leser einen Einblick in die praktische Seite der Vollrestaurierung eines Röhrenradios geben.

Ein Grundig 2147 aus dem Jahr 1961 ist das Anschauungsobjekt dieser Serie, da es enorme Möglichkeiten bietet, die Fähigkeiten zu erlernen, die zur Restaurierung eines solchen Radios in der Zukunft dienen könnten.

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 16500 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 430 Videos veröffentlicht.

Hochfrequenz-Abgleich – Ja oder nein?

Das offensichtlichste Merkmal der Notwendigkeit einer solchen Abstimmung ist eigentlich recht einfach zu erkennen. Bild 1 zeigt das Radio, das auf 1000 kHz im Bereich Mittelwelle eingestellt ist. Ich habe es auf diese Position eingestellt, weil ich am Antenneneingang ein Signal mit dieser Frequenz (1000 kHz) einspeise, das mit einem 1-kHz-Ton moduliert ist. Dieses Signal wird von meinem Signalgenerator erzeugt (Trägerfrequenz 1000 kHz mit einem aufmodulierten 1-kHz Signal) und dem Antenneneingang über eine Dummy-Antenne (s. [Kasten Dummy-Antenne](#)) eingespeist. Das ist so, als würde man versuchen, einen Radiosender einzustellen, von dem man weiß, dass er genau auf dieser Frequenz sendet. Die resultierende Wellenform, aufgezeichnet auf dem Oszilloskop am Lautsprecher (rechts oben im Bild), zeigt eine gezackte Linie, die überhaupt nicht wie ein Ton aussieht. Tatsächlich sieht es so aus (und klingt) wie Rauschen.

Was ist los mit unserem Radio? Nun, wenn das Signal nicht dort ist, wo wir es erwarten, sollten wir auf der Senderskala suchen, bis wir den 1-kHz-Ton hören. Wir finden den Ton ein wenig rechts von der 1000-kHz-Marke auf dem Ziffernblatt, wie in Bild 1 unten links zu sehen ist. Die resultierende Wellenform (rechts daneben) zeigt, dass offensichtlich ein Ton am Lautsprecher wiedergegeben wird.

Wir haben uns also auf das 1000-kHz-Signal bei etwa 970 kHz abgestimmt. Dieses Beispiel zeigt uns, dass unsere Skalenausrichtung nicht genau ist. Also müssen wir unseren Oszillator anpassen, um das Problem zu beheben. Wir wissen auch nicht, ob die Antennenschaltung

– der Teil des Radios vor der Mischstufe – optimal abgestimmt ist, damit das 1000-kHz-Signal mit maximaler Leistung durchkommt. Deshalb können wir auch diese Schaltung anpassen. Dieser Vorgang ist für alle Bänder erforderlich und wird als Hochfrequenz- und Oszillatorabgleich bezeichnet, weil er an beiden Schaltungen durchgeführt wird. Wenn unser Radio einen Hochfrequenz-Verstärker hätte, würde dieser Teil wahrscheinlich auch einen abstimmbaren Schaltkreis haben und könnte ebenfalls abgeglichen werden, um die Signalstärke zu optimieren.

Achtung, Gefahr! – Hochspannung!

Die Spannungen im Inneren eines Röhrenradios können sehr hoch sein – im Bereich von Hunderten von Volt, so dass 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.

Was genau stimmen wir ab?

Sie erinnern sich vielleicht daran, dass wir Schaltpläne vereinfachen können, um die Schaltung besser zu verstehen. Bild 2 zeigt dieses Verfahren für

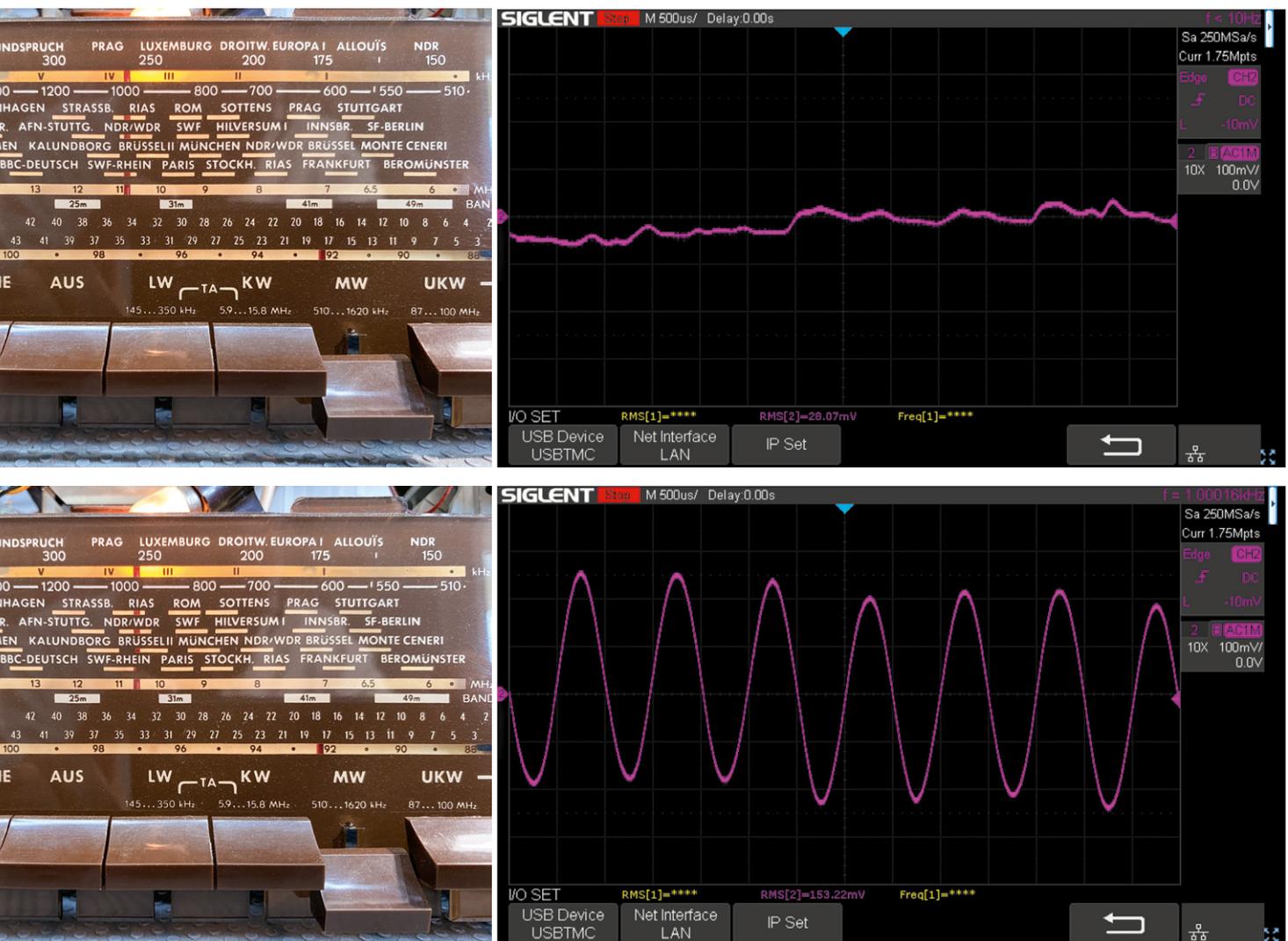


Bild 1: Wir empfangen ein 1000-kHz-Signal auf Mittelwelle und haben den Sender auf diese Position eingestellt (oben links). Die Audiowellensform (oben rechts) zeigt nur Rauschen und keine Zeichen eines Signals. Wenn wir nach dem Signal auf der Senderskala suchen, empfangen wir es etwas rechts von der 1000-kHz-Marke (unten links) und sehen an der Wellenform das Vorhandensein eines simulierten Radiosignals (unten rechts).

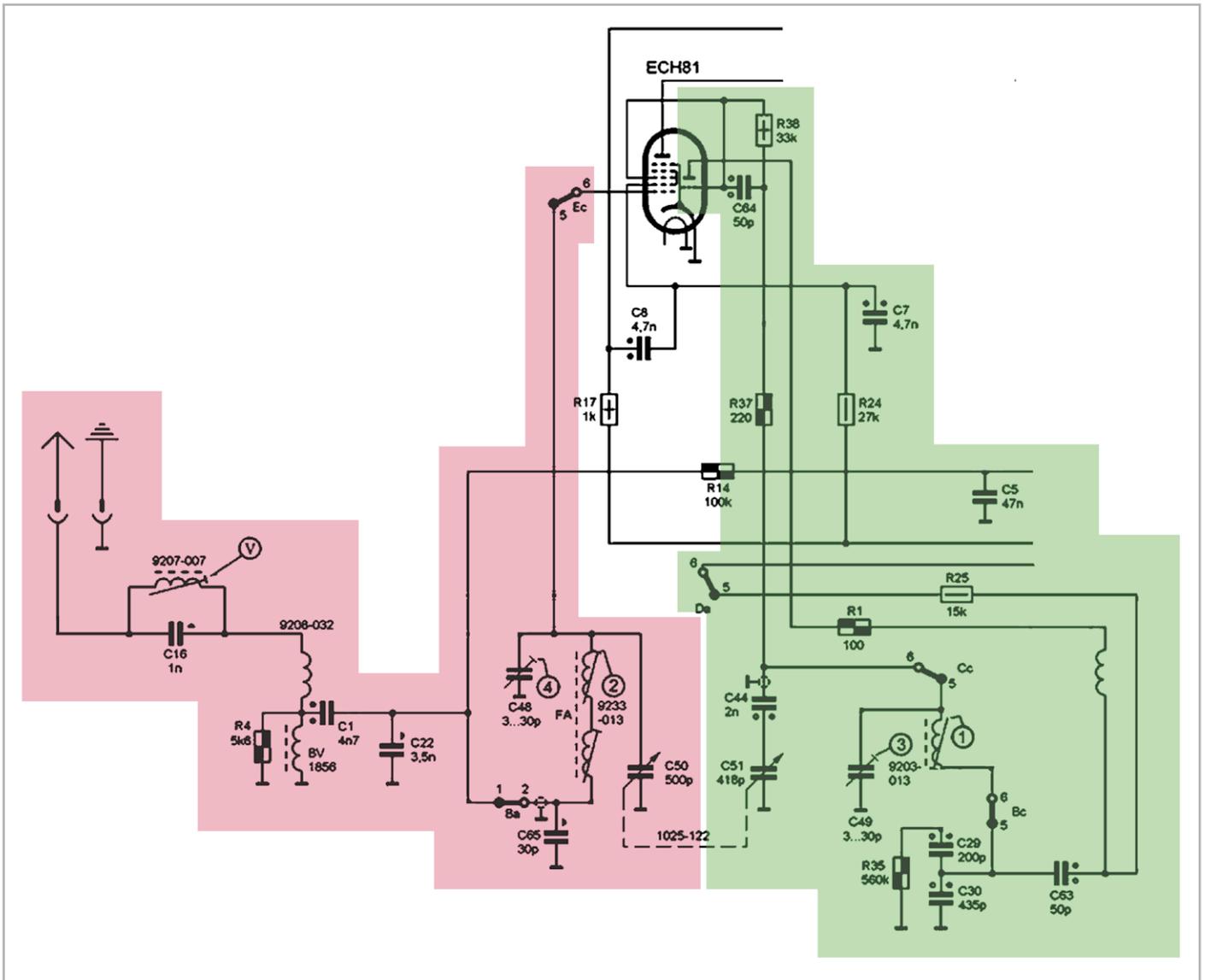


Bild 2: Front-End-Bereich (rosa) und Oszillatorteil (grün) des Radios

den Umstand, dass der Bereich Mittelwelle ausgewählt wurde. Wir sehen den Front-End-Bereich (rosa) und den Oszillatorteil (grün), der in Betrieb ist, wenn wir den Bereichswahlschalter auf Mittelwelle stellen.

Im Folgenden werden wir die Hochfrequenz- und Oszillatorabstimmung für den Mittelwellenbereich untersuchen. Dasselbe Konzept gilt dann auch für die anderen Bänder. Im Schaltbild (Bild 2) sehen wir mit

Zahlen markierte Bauteile: einen Trimmer-Kondensator ④, eine einstellbare Induktionsspule ② in der Front-End-Schaltung, einen weiteren Trimmer-Kondensator ③ und eine einstellbare Spule ① im Oszillatorteil. Diese Zahlen beziehen sich auf die Einstellpunkte in den Abgleichanweisungen in Tabelle 1.

AM-Oszillator- und Vorkreisabgleich

Bereich		Messsenderfrequenz	Zeigerstellung	Oszillator	Vorkreis	Bemerkungen
MW		560 kHz		① unteres Maximum	② Maximum	Zeigeranschlag auf Marke bei 510 kHz Wenn LW-Vorkreisspule nicht vorabgeglichen ist, muss nach LW-Abgleich MW nachgeglichen werden
		1450 kHz		③ Maximum	④ Maximum	
LW		160 kHz		⑤ oberes Maximum	⑥ Maximum	KW-Abgleich erst nach vollzogenem LW-MW-Abgleich durchführen und beim evtl. MW-Vorkreistrimmer-Nachgleich auch KW-Vorkreis nachgleichen
KW		6,5 MHz		⑦ unteres Maximum	⑧ Maximum (entgeg. Flansch)	KW-Oszillatortrimmer-Abgleich bei kleinerem C
		14 MHz		⑨ Maximum	⑩ Maximum	

Tabelle 1

Empfindlichkeit auf 50 mW bezogen, Messsender mit 400 Hz 30% moduliert

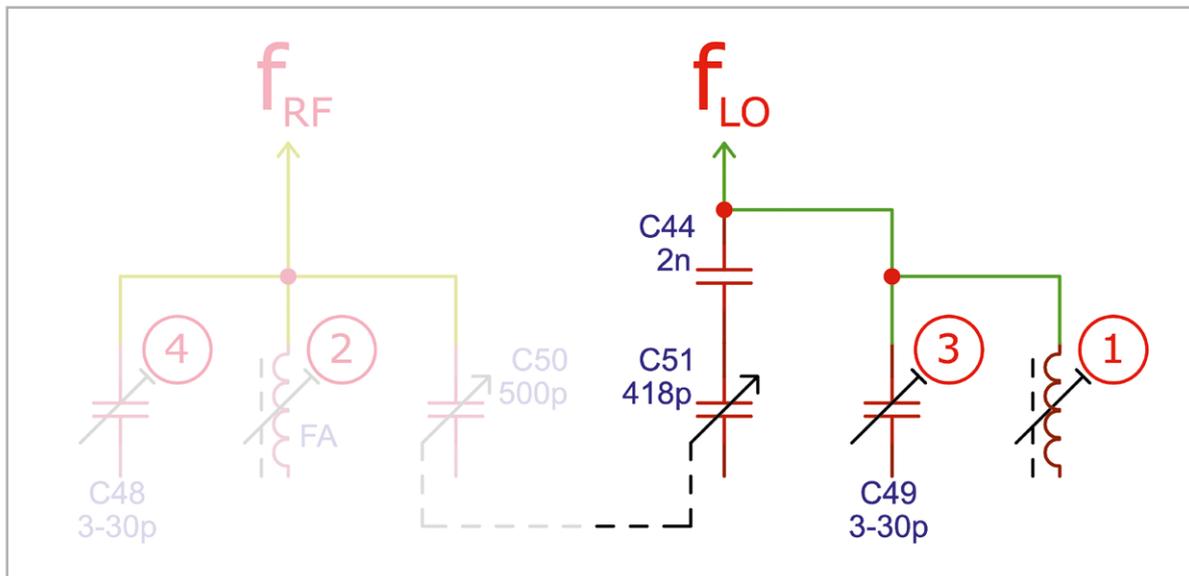


Bild 3: Die Schwingkreise, die wir abstimmen können – der lokale Oszillator (LO) auf der rechten Seite

Was bedeuten nun diese Abgleichanweisungen? Aus den vorangegangenen Diskussionen wissen wir, dass es das Ziel der Oszillatorschaltung ist, eine Frequenz zu erzeugen, die höher ist als die Frequenz, auf die wir abstimmen wollen, und zwar genau um 460 kHz (die Zwischenfrequenz). Für das Mittelwellenband, das von 510 kHz bis 1620 kHz reicht, muss die Oszillatorschaltung also von 970 kHz bis 2080 kHz abgestimmt werden.

Dieser Frequenzbereich wird durch einen abgestimmten Schaltkreis (Schwingkreis) erreicht, der im grünen Abschnitt in Bild 2 zu sehen ist. Um diese Schaltung leichter identifizieren zu können, wurde sie in Bild 3 reduziert wiedergegeben. Dort sehen wir den Schwingkreis des Lokaloszillators (LO), der sich aus einer einstellbaren Spule ①, einem Trimmerkondensator ③ und der Reihenschaltung von C44 und C51 zusammensetzt.

Sehen wir uns zunächst an, welche Funktion C44 hat. Wir wissen, dass C51 ein Teil des Doppelkondensators ist, mit dem wir den Sender abstimmen. Es ist ein variabler Kondensator, der von wenigen Pikofarad (pF), wenn er ganz offen ist, bis zu einem Maximum von 418 pF reicht. Er ist in Reihe mit C44, sodass Letzterer die Gesamtkapazität des Schwingkreises sieht.

Der Grund für seine Verwendung liegt darin, einen kleineren einstellbaren Kapazitätsbereich zu schaffen, der notwendig ist, um die höhere Frequenz zu erreichen, die der Oszillator im Verhältnis zum abgestimmten Front-End-Schaltkreis haben muss. C44 wird als Padding-Kondensator (Serien-Abgleichkondensator) bezeichnet. In einigen Fällen kann C44 auch ein Trimmer sein, um eine perfekte Nachführung am unteren Ende des Bandes zwischen dem Oszillator und dem Front-End (für eine konstante Differenz von 460 kHz am Mischer über das gesamte Band hinweg) zu erzeugen.

In unserem Radio ist C44 ein Festkondensator und besitzt eine viel höhere Kapazität als C51 (selbst wenn C51 bei seinem Maximum ist), also können wir ihn für alle praktischen Zwecke zur Prüfung dieses Schwingkreises ignorieren.

Was der Padding-Kondensator bewirkt, ist, dass der variable Bereich von C51 tatsächlich von 0 pF (weit offen) bis zu einem Maximum von 346 pF (vollständig geschlossen) reicht, wie der folgenden Gleichung entnommen werden kann:

$$C_{SER} = (C51 \times C44) / (C51 + C44)$$

Wir haben jetzt also einen Schwingkreis mit einem variablen Kondensator C_{SER} (im Bereich von 0 pF bis 346 pF), einen Trimmerkondensator C49 ③ (im Bereich von 3 pF bis 30 pF) und eine einstellbare Induktivität ①. Wir müssen beachten, dass von diesen drei Bauteilen die einzige Komponente, um einen Radiosender einzustellen, der Drehkondensator ist, denn der Trimmer und die Spule sind nach dem Abgleich „fest“.

Die Resonanzfrequenz eines Schwingkreises wird nach folgender Formel berechnet:

$$f_r = 1 / [2\pi \sqrt{LC}]$$

f_r = Resonanzfrequenz in Hz (Hertz)

L = Induktivität in Henry (H)

C = Kapazität in Farad (F)

Daher müssen wir sicherstellen, dass, wenn der Kondensator seinen Maximalwert erreicht hat, wir in der Lage sein müssen, auf die niedrigste Frequenz abzustimmen, die wir für den jeweiligen Bereich benötigen. In diesem Fall brauchen wir 970 kHz vom lokalen Oszillator (460 kHz höher als die 510 kHz am unteren Ende unseres Mittelwellenbands). Wir erreichen dies durch Einstellen der Induktivität, bis wir diese Resonanzfrequenz haben. Dann gehen wir zum anderen Ende des Bands – der höchsten Frequenz, auf die wir abstimmen müssen, wenn der Drehkondensator vollständig geöffnet ist. In dieser Position ist der Abstimmkondensator auf seinem Minimum (0 oder nahezu 0 pF), sodass die einzige Kapazität im Schwingkreis der Trimmer C49 ist.

Aus der Gleichung für die Resonanzfrequenz des Schwingkreises geht hervor, dass die Kapazität C nie wirklich 0 sein kann, sonst wäre die Resonanzfrequenz theoretisch unendlich (dividiert durch 0). Wir haben also zwischen 3 pF und 30 pF, um die 2080 kHz zu erzeugen, die vom Oszillator benötigt werden, um auf 1620 kHz, die höchste Frequenz auf dem Mittelwellenband, zu kommen.

Hin und Her

Mit der Einstellung auf der höchsten Frequenz „vermasseln“ wir jetzt aber gleichzeitig die unterste Frequenzausrichtung. Durch die Einstellung des Trimmerkondensators beim Abgleich der höchsten Frequenz ändern wir die maximale Gesamtkapazität, die die Schaltung sehen

wird, wenn wir den Abstimmkondensator wieder auf die niedrigste Frequenz abstimmen. Diese Einstellung wird dann nicht mehr exakt sein, sodass wir dann auf dieses Ende des Frequenzbandes abstimmen und die Induktivität erneut einstellen, um die Ausrichtung zu korrigieren. Aber jetzt haben wir wieder eine andere Induktivität, wenn wir auf die höchste Frequenz zurückgehen. Ja, das stimmt. Also müssen wir den Trimmerkondensator am oberen Ende des Frequenzbandes erneut einstellen.

Dieses Hin-und-Her-Verfahren muss wiederholt werden, bis wir die korrekte Ausrichtung bei der niedrigsten und bei der höchsten Frequenz erreichen. Dies kann eine ganze Reihe von Wiederholungen erfordern, aber jedes Mal nähern sich die Ausrichtungen den richtigen Positionen, und schließlich können wir beide Enden der Skala mit einem akzeptablen Grad an Genauigkeit ausrichten.

In der Anleitung wird nicht verlangt, dass wir uns an den absoluten Extremwerten der Skala orientieren müssen. Vielmehr sind die Ausrichtungspunkte ein wenig von den Enden entfernt, wie in [Tabelle 1](#) zu sehen ist. Für Mittelwelle werden 560 kHz als niedrigster Frequenzausrichtungspunkt (nicht 510 kHz) und 1450 kHz für das obere Ende des Frequenzbereichs (nicht 1620 kHz) genannt.

Der Grund dafür ist, dass wir eine über die gesamte Skala ziemlich genaue Nachführung erreichen wollen, die bekanntermaßen nicht linear ist, sodass eine Annäherung das Beste ist, worauf wir hoffen können. Die absoluten Enden des Frequenzbereichs werden recht nahe beieinander liegen, wenn wir uns an den vorgegebenen Sollwerten orientieren.

Sendermarke

Wir haben erwähnt, dass der einzige „bewegliche“ Teil des Abstimmungsprozesses der Drehkondensator für die Senderwahl ist, das ist aber nicht ganz richtig. Der eigentliche Zeiger, der den Sender auf der Skala anzeigt, kann auch entlang der Wählscheibe bewegt werden. Wir müssen sicherstellen, dass auch der Zeiger an der richtigen Position steht, bevor wir die Abstimmung vornehmen. Die Anweisungen von [Bild 4](#) besagen, dass der Zeiger genau auf der 510-kHz-Marke stehen muss, wenn der Drehkondensator voll geschlossen ist. Damit wird sichergestellt, dass wir nicht mit einem Ausrichtungsproblem beginnen, das nicht mit dem Schwingkreis zu tun hat. Wenn der Senderzeiger sich nicht an dieser Position befindet, kann man ihn vorsichtig entlang des Seilzugs an die richtige Stelle schieben. Manchmal wird ein wenig Lack verwendet, um sicherzustellen, dass sich die Sendermarke nicht auf der Schnur bewegt, daher kann es notwendig sein, den Lack zu lösen, um den Zeiger zu bewegen.

Was ist mit den anderen AM-Bändern?

Das gleiche Verfahren gilt für die beiden anderen amplitudenmodulierten Bänder, nämlich Langwelle (LW) und Kurzwelle (KW). Der einzige Unterschied sind die tatsächlichen Frequenzpunkte, die für den Abgleich verwendet werden. [Bild 4](#) zeigt uns diese Markierungen auf der Senderskala:

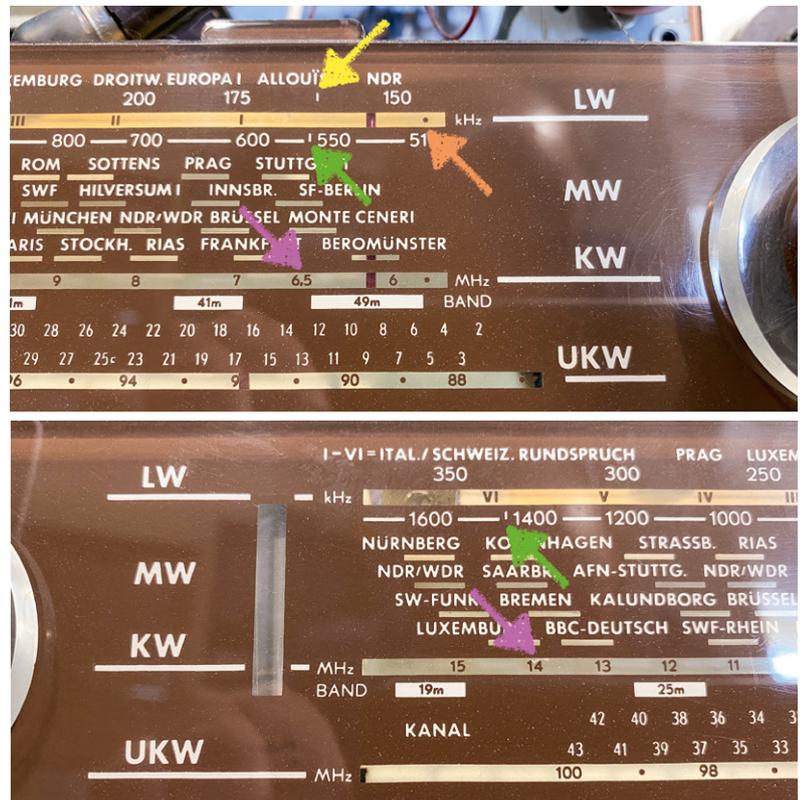


Bild 4: Die Markierungen auf der Senderskala für die Abstimmung des lokalen Oszillators

- 1) Der orangefarbene Pfeil zeigt auf die 510-kHz-Marke, auf die wir den Zeiger einstellen müssen.
- 2) Der gelbe Pfeil zeigt auf nur eine Position auf dem Zifferblatt, 160 kHz, die als der einzige Einstellungspunkt für LW verwendet wird. Dieses Band wird nicht wie die anderen auf zwei Positionen abgestimmt.
- 3) Die grünen Pfeile zeigen die unteren (560 kHz) und höheren (1450 kHz) Einstellpunkte für MW.
- 4) Die violetten Pfeile zeigen die unteren (6,5 MHz) und oberen höheren (14 MHz) Einstellpunkte für KW.

Der Abgleich des Antennenschaltkreises

Wir haben uns nun mit der Funktion des Oszillatorteils und dem damit verbundenen Abgleichverfahren beschäftigt. Allerdings gibt uns die Wartungsanleitung auch Abgleichpunkte für den Antennenkreis. Was hat es damit auf sich? Genauso wie der Oszillator abgeglichen wird, um eine genaue Korrelation zwischen der erzeugten Oszillatorfrequenz und dem Sender, auf den das Radio eingestellt wird (wie auf der Senderskala angezeigt), herzustellen, sorgt der Antennenkreis dafür, dass wir den bestmöglichen Empfang dieses Senders erhalten.

Die Antennenschaltung wählt nicht den Sender aus, den wir hören. Das ist die Aufgabe des Lokaloszillators und der eigentlichen Zwischenfrequenz, die am Radio eingestellt wurde. Mit anderen Worten: Wenn wir das Radio so einstellen, dass der Oszillator eine lokale Oszillatorfrequenz von 1460 kHz (fLO) erzeugt und die Zwischenfrequenz auf 460 kHz (fZF) eingestellt ist, dann wird der Sender die Frequenz (fHF) haben. Diese ergibt sich aus der Differenz zwischen diesen beiden Frequenzen:

$$fHF = fLO - fZF$$

Das bedeutet, dass wir den Sender, den wir empfangen wollen, durch die Abstimmung des lokalen Oszillators wählen. Das mag seltsam klingen, aber so funktioniert es. Was macht also die Antennenschaltung und warum hat sie auch einen Drehkondensator, der an den Drehkondensator des Lokaloszillators gekoppelt ist?

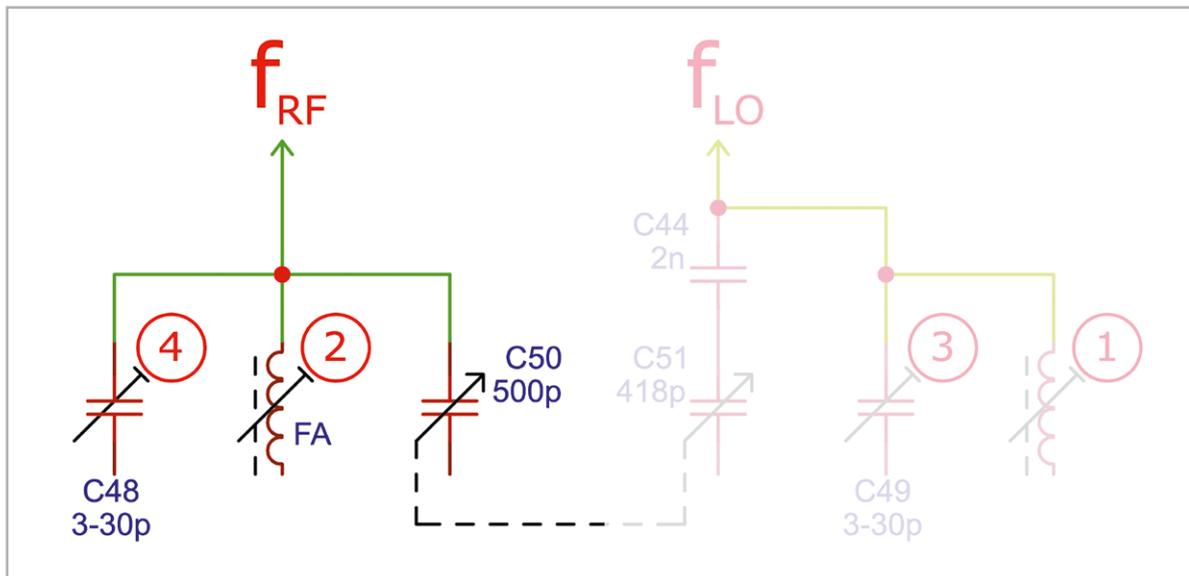


Bild 5: Die Schaltung des Schwingkreises der Antenne (links)

Front-End-Abstimmung

Das vereinfachte Schema in Bild 5 zeigt uns, dass der Antennenteil auch aus einem Schwingkreis besteht, der aus einer einstellbaren Spule ②, einem Trimmerkondensator ④ und einem Drehkondensator C50 besteht. Dieser Drehkondensator ist ein Teil des Abstimmkondensators, den wir zum Abstimmen des Radios verwenden.

Wir sehen, dass C50 mit C51 in der Oszillatorschaltung verbunden ist, sodass sich diese beiden immer zusammen bewegen. Die beiden Schwingkreise haben sehr unterschiedliche Funktionen:

1. Der Oszillator-Schwingkreis erzeugt ein Signal, das in den Mixer eingespeist wird, und zwar mit einer genauen Frequenz, die durch die Position des variablen Abstimmkondensators C51 bestimmt wird.
2. Der Schwingkreis der Antennenschaltung ist ein Filter, das ein Band von Frequenzen durchlässt, das sich mittig in der Mittenfrequenz des Filters befindet, die wiederum durch die Position des variablen Abstimmkondensators C50 bestimmt wird. Alle anderen Frequenzen werden abgeschwächt.

Das Ziel ist es, sicherzustellen, dass der Antennenkreis optimiert (abgestimmt) ist, um das Signal durchzulassen, das der Frequenz entspricht, die sich aus der Kombination Lokaloszillator und ZF-Frequenz ergibt. Das mag verwirrend klingen, aber Bild 6 macht es klarer.

Betrachten wir ein Beispiel, bei dem der lokale Oszillator 1460 kHz erzeugt, während die Zwischenfrequenz auf 460 kHz eingestellt ist. Unter diesen Umständen ist das Signal, das zu hören ist, der Sender bei 1000 kHz, wie er vom Antennenkreis der Antennenschaltung kommt.

Die Antenne bringt eine große Anzahl von Signalen ein, aber wir wollen nur den Sender bei 1000 kHz zur Mischstufe durchlassen. Daher geben wir das Antennensignal durch einen Filter, um alle unerwünschten Signale herauszufiltern und nur den gewünschten Sender durchzulassen. Dieses Filter ist

nicht sehr scharf. Auch wenn es leicht verstimmt ist, bedeutet dies nicht, dass wir den Sender überhaupt nicht hören können.

Bild 6 zeigt uns drei mögliche Situationen:

1. Wenn der Schwingkreis des Front-Ends (Antenne) unterhalb der 1000 kHz abgestimmt ist, als Ergebnis der mechanischen Position des Drehkondensators C50, dann ergibt sich die grüne Kurve. An der Stelle, an der sie die 1000-kHz-Position kreuzt, schneidet das Filter bereits einen Teil der Leistung dieses Signals ab, sodass die Signalstärke unseres gewünschten Senders reduziert wird.
2. Das Gleiche gilt, wenn die Abstimmung ein wenig zu hoch ist. Die blaue Kurve zeigt eine ähnliche Abschwächung der Signalstärke des gewünschten Senders.
3. Die rote Kurve zeigt einen optimal abgestimmten Antennen-Schwingkreis, bei dem die optimale Signalstärke an den Mischer weitergegeben wird. Unser Ziel ist es, diese optimale Abstimmung des Front-Ends zu erreichen, und zwar über das gesamte Band von 510 kHz bis zu 1620 kHz, während der lokale Oszillator von 970 kHz bis 2080 kHz abstimmt. Dies führt dazu, dass das Radio die höchstmögliche Signalstärke für den Sender aufweist, auf den das Radio abgestimmt ist, und der Frequenz entspricht, die der Zeiger auf der Senderskala anzeigt.

Abstimmen des Antennenschaltkreises

Ein Blick auf die Abstimmungsanweisungen in der Tabelle 1 zeigt uns, dass das Abgleichen der Antennenschaltung sehr ähnlich zu der des lokalen Oszillators ist. Der Unterschied besteht darin:

- 1) Um den Oszillator abzugleichen, verschieben wir das Signal auf die entsprechende Position der Skala.
- 2) Um den Antennenschaltkreis abzustimmen, stellen wir die Position auf der Skala so ein, dass die höchstmögliche Signalstärke an der entsprechend gewählten Frequenz empfangen wird und der Oszillator korrekt abgestimmt ist.

Wenn wir der logischen Reihenfolge der Anleitung folgen, sollen wir den Oszillator zunächst auf die niedrigere Frequenz abstimmen, um dann den Antennenkreis ebenfalls auf diese Frequenz abzustimmen. Danach folgt die höhere Frequenz mit der gleichen Vorgehensweise.

Wie jedoch bereits erwähnt, kann der Abgleich des Oszillators einige Wiederholungen erfordern, bis er hinreichend genau ausgeführt ist. Wenn wir den optimalen Abgleich des Antennenschaltkreises erreichen wollen, müssten wir diese Wiederholungen auch hinsichtlich der Antenne durchführen, um die bestmöglichen Ergebnisse zu erzielen. Ich ziehe es vor, dieses Verfahren zu vereinfachen, indem ich zuerst den Oszillator am unteren und oberen Ende ausrichte und erst dann das Gleiche für die Abstimmung des Antennenkreises durchführe. Der Abgleich des Antennenkreises erfordert ebenfalls ein paar Wiederholungen – genauso wie beim Oszillatorschaltkreis und aus den gleichen Gründen –, aber ich behandle es als separates Verfahren, nachdem ich weiß, dass die Oszillatorgenauigkeit erreicht ist.

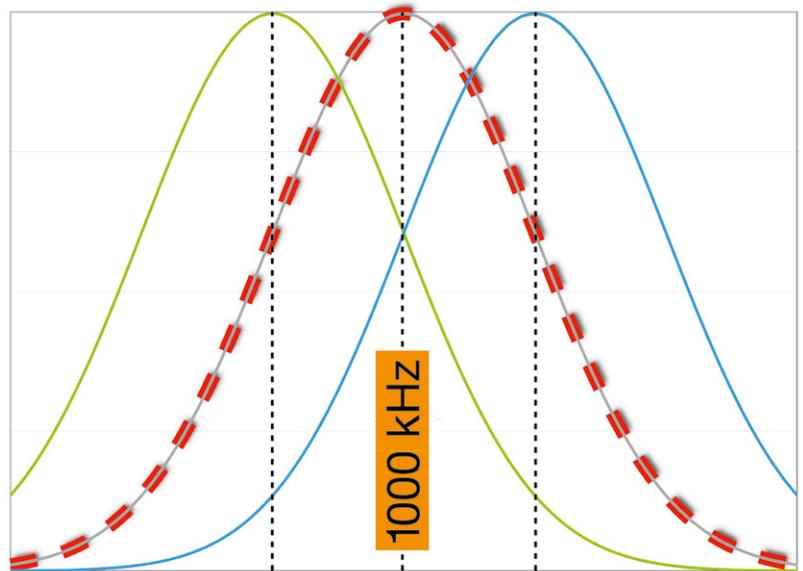


Bild 6: Ein optimal abgestimmtes Front-End (Schwingkreis der Antennenschaltung) erfasst die höchste Signalstärke von der Antenne für den gewünschten Sender.

Was ist eine Dummy-Antenne (Antennenattrappe)?

Der Zwischenfrequenz-Abgleich wurde mit einem Signalgenerator durchgeführt, indem das Signal an verschiedene Punkte in der Zwischenfrequenz-Kette angelegt wurde, und zwar ohne besonders auf die Impedanzanpassung zu achten. Wir haben lediglich einen Kondensator zum Abblocken der Gleichspannung verwendet und so die Wechselwirkung zwischen dem Testpunkt und dem Signalgenerator verhindert.

Um die Hochfrequenz- und Oszillatorbereiche abzugleichen, speisen wir das Signal in die Antennenbuchse des Radios ein. Die Antennenschaltungen erwarten eine „Langdraht“-Antenne mit einer ziemlich hohen Impedanz, sodass die 50 Ω des Signalgenerators die Abstimmung der empfindlichen Front-End-Schaltkreise verzerren würden. Wir könnten diese Schaltungen zwar auf diese Weise abstimmen, aber sobald wir den Signalgenerator entfernen würden, wäre die Abstimmung nicht mehr gewährleistet.

In der Regel wird ein Gerät zwischen dem Signalgenerator und dem Antenneneingang verwendet, das wie eine Antenne für das Radio aussieht. Dieses Gerät wird Dummy-Antenne (Antennenattrappe) genannt. Es gibt verschiedene Versionen und es ist nicht wirklich wichtig, dass Sie eine bestimmte davon verwenden. Alle basieren auf einer einfachen Schaltung, die aus passiven Bauteilen, wie in Bild 7 dargestellt, besteht.

Diese Schaltung wird als I.E.C.-Dummy-Antenne bezeichnet und kann sehr einfach mit Bauteilen realisiert werden, die in etwa den im Schaltplan angegebenen Werten entsprechen. Präzision wäre nur dann erforderlich, wenn wir genaue Empfindlichkeitsmessungen durchführen, um die Spezifikationen zu überprüfen, was nicht unsere Absicht ist. Viele Hersteller geben nur an, dass man einen 400- Ω -Widerstand zwischen dem Signalgenerator und dem Antenneneingang verwenden soll.

Ich habe vor einiger Zeit ein geschaltetes Pi-Dämpfungsglied gebaut, weil mein Signalgenerator zeitweise zu stark war, selbst auf niedrigster Ausgangsstufe. Ich kann nun 3 dB, 6 dB, 12 dB, 24 dB

oder eine beliebige Kombination davon von dem Signal abschwächen, indem ich einfach Stufen ein- oder ausschalte. Ich habe dann die Dummy-Antenne in ein Gehäuse eingebaut (Bild 8), sodass ich es einfach bedienen und die entsprechenden Stufen komfortabel einstellen kann.

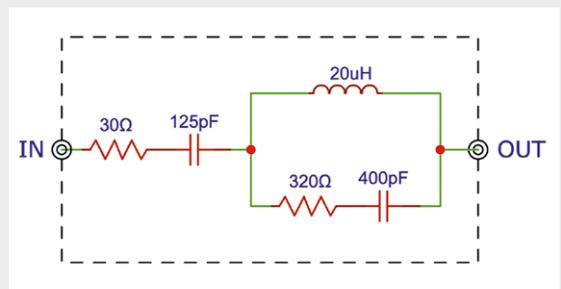


Bild 7: I.E.C.-Dummy-Antenne

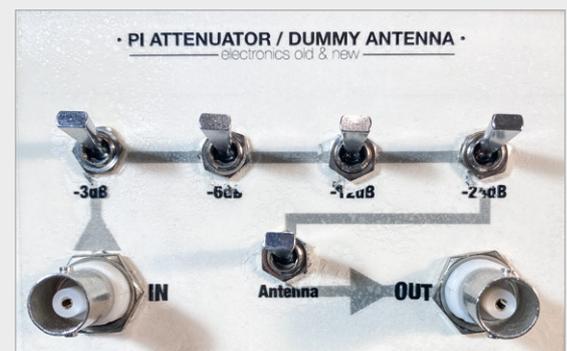


Bild 8: DIY-Pi-Dämpfungsglied

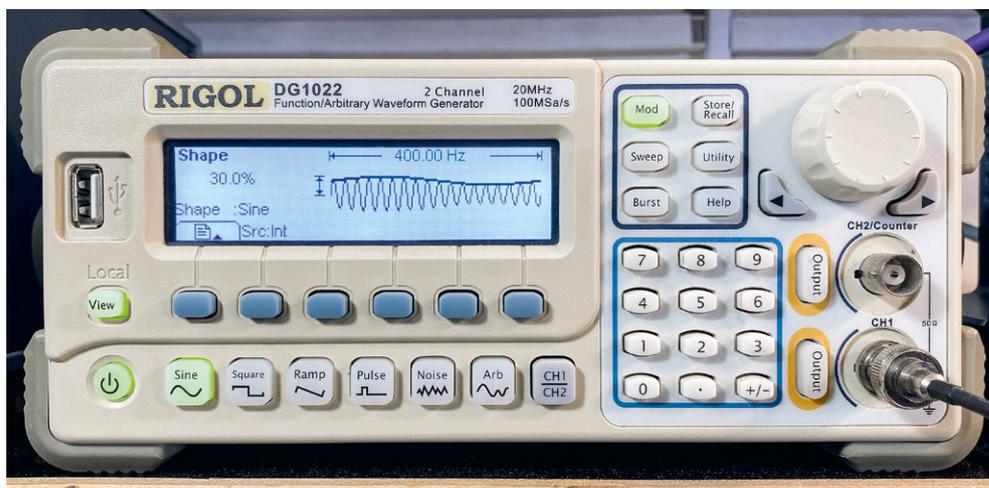
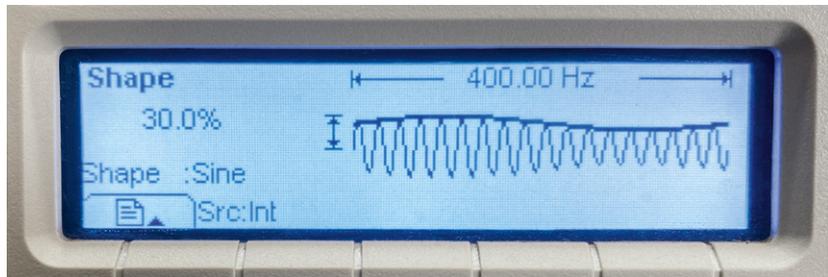
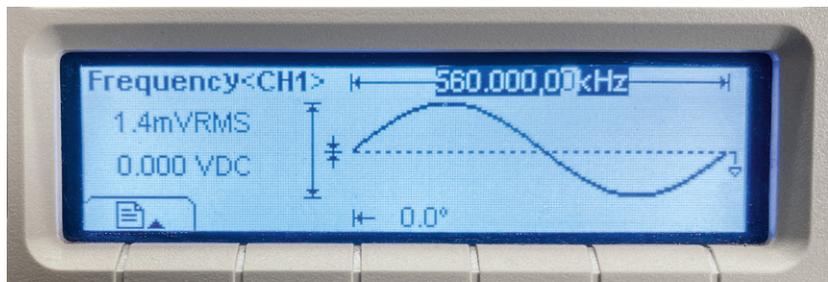


Bild 9: Das vom Signalgenerator erzeugte Testsignal (560 kHz, 30 % moduliert mit 400 Hz, minimale Amplitude) wird durch das Dämpfungsglied und die Dummy-Antenne geleitet und in die externe AM-Antennenbuchse des Radios eingespeist.

Testsignal und Überwachung der Signalstärke

Wir beginnen mit dem Abgleich der Mittelwelle. Den Anweisungen folgend stellen wir den Signalgenerator so ein, dass ein 560-kHz-Trägersignal erzeugt wird, auf das ein 400-Hz-Ton bei 30 % Modulation aufmoduliert wird. Zu Beginn stelle ich die Amplitude sehr niedrig ein, was bei meinem Signalgenerator 1,4 mVRMS bedeutet. Wir passen diese Amplitude nach Bedarf an, um einen hörbaren Ton an den Lautsprechern zu erreichen. Wir können sie erhöhen oder verringern, indem wir das geschaltete Dämpfungsglied mit der integrierten Dummy-Antenne im Signalweg zuschalten. Dieser Aufbau (Bild 9) bleibt für alle AM-Bandeinstellungen gleich, nur die Trägerfrequenzen werden je nach Bedarf eingestellt.

Ich verwende ein Wechselspannungsmessgerät (ich bevorzuge ein analoges Messgerät, da man die Abweichung der Nadel besser erkennt), das über die Lautsprecheranschlüsse angeschlossen wird, um die Amplitude des 400-Hz-Tons zu messen, der vom Trägersignal übertragen wird (Bild 10).

Bei fester Lautstärke können wir die relative Amplitude des Ausgangssignals messen und so unsere Einstellungen vornehmen, um einen maximalen Wert auf dem Voltmeter zu erreichen. Dies ist unser Indikator für die Stärke des durchkommenden Signals und damit die Genauigkeit der Ausrichtung.

Los geht's – Troubleshooting

Wenn alles richtig eingestellt ist, sollte es eigentlich recht einfach sein, alle erforderlichen Anpassungen vorzunehmen.

Solange Sie dem logischen Ablauf der Anleitung folgen, sollte alles reibungslos ablaufen. Wenn es doch nicht klappt, nachfolgend einige Hinweise zur Lösung von Problemen.

Keine Abstimmung ist wirklich völlig mühelos, und diese war keine Ausnahme. Lassen Sie mich die verschiedenen Schritte aufzeigen und was ich gefunden habe:

1. Die Einstellung von ① und ③ (Bild 11 unten und Bild 12) war einfach, sodass der Oszillator perfekt auf Mittelwelle abgestimmt war.
2. Die Einstellung der Mittelwelle und des Antennenkreises ④ war ebenfalls einfach, aber ② stellte ein Problem dar. Um ② abzustimmen, müssen Sie die beiden Spulen auf der Ferritantenne bewegen, wie in Bild 11 dargestellt. Diese waren jedoch vollständig eingewachst und zeigten keine Anzeichen dafür, dass sie seit dem Bau des Geräts bewegt wurden. Das Problem mit dem Bewegen dieser Spulen ist, dass man dies nicht mit einem leitfähigen Werkzeug machen kann, und selbst wenn man mit der Hand zu nahe an diese Spulen kommt verändert sich die Reaktion. Aus Erfahrung habe ich festgestellt, dass diese Spulen selten justiert werden müssen, es sei denn, jemand hat an ihnen herumgepfuscht. Ich habe daher getan, was ich schon bei vielen anderen Restaurationen getan habe: Ich habe sie so gelassen, wie sie waren.
3. Die Einstellung des Radios auf Langwelle erlaubte es mir, die Oszillatoreinstellung ⑤ ganz einfach vorzunehmen, da sie sehr zugänglich und ziemlich locker war. Die Abstimmung war nicht sehr weit vom Optimum entfernt, aber ich habe trotzdem eine kleine Anpassung vorgenommen.
4. Die Antennenausrichtung ⑥ für LW ist eine weitere Spule auf der Ferritantenne. Auch diese Spule war mit Wachs versiegelt und wurde nie verändert, also habe ich sie so gelassen.
5. Dann ging ich weiter zur Kurzwelle. Die Einstellung des Oszillators ⑦ bei 6,5 MHz war ein Problem. Es handelt sich um eine Spule, die sehr tief versenkt und zudem kaum beweglich ist. Die Abstimmung lag etwa 2 mm daneben, und ich beschloss, diesen „Fehler“ zu akzeptieren, anstatt den Bruch des Ferritkerns zu riskieren und dadurch ein großes Problem zu bereiten.
6. Die Einstellung von ⑨ bei 14 MHz war einfach, also war das schnell erledigt.
7. Das Auffinden von ⑧ erwies sich als Problem. Die Zeichnung in Bild 11 zeigt diesen Einstellpunkt als Loch im abgeschirmten Gehäuse des UKW-Front-Ends, aber bei meinem Radio ist dieses Loch einfach nicht vorhanden. Ich habe bereits erwähnt, dass einige der Informationen, die ich benutze, aus einem Grundig-97A-Servicehandbuch stammen, denn das Servicehandbuch für das Grundig 2147 enthält nicht alle notwendigen Informationen. Die beiden Radios sind nicht genau gleich, und das ist wohl einer der Unterschiede. Ich habe die Verdrahtung im Inneren des Radios verfolgt, sie mit dem Schaltplan verglichen und festgestellt, dass es sich um eine Spule handelt, die von der Oberseite des Gehäuses zugänglich ist, in einer Linie mit dem Kondensator ⑩ auf der Unterseite. Das Einstellen der Spule hatte keinen Einfluss auf die Empfindlichkeit.
8. Die Einstellung von ⑩ machte ebenfalls keinen Unterschied. Das zeigt, dass die Front-End-Antennenschaltungen ihre Einstellungen über all die Jahre beibehalten haben.



Bild 10: Ein analoges Voltmeter ist am besten geeignet, um die Antennenabstimmung durchzuführen.

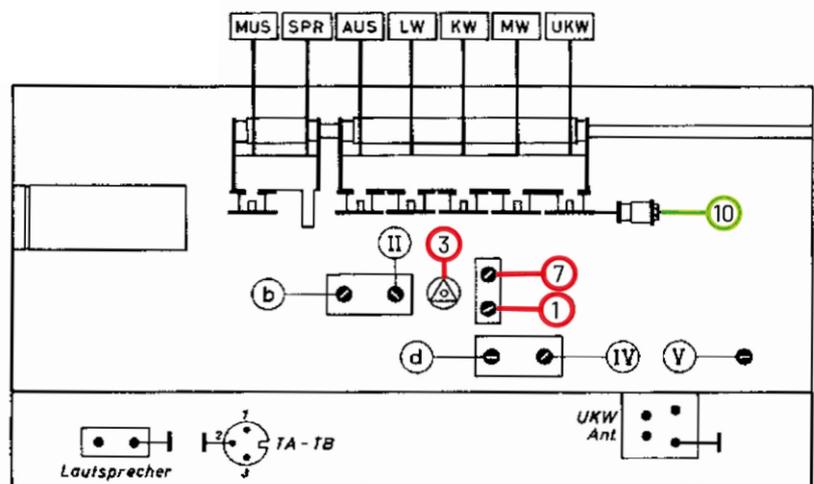
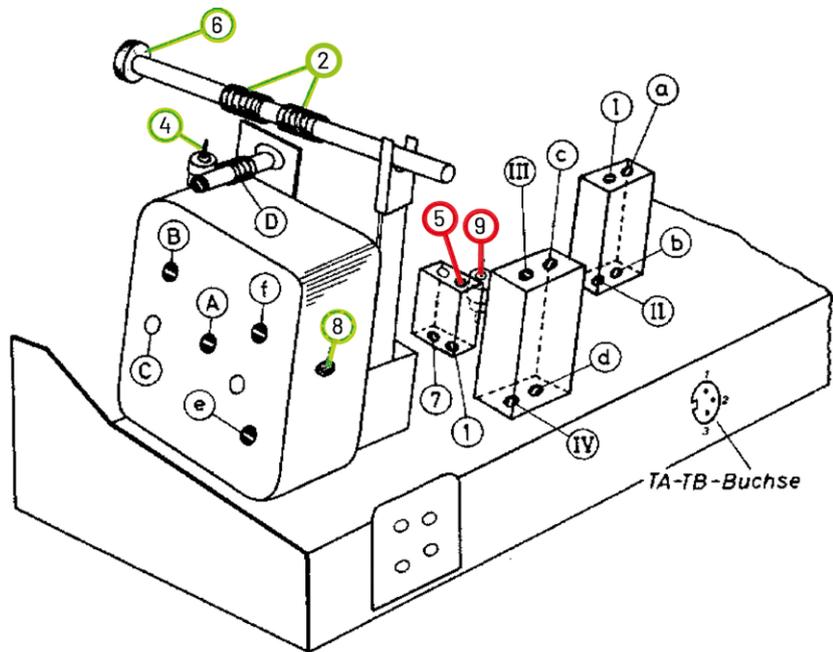


Bild 11: Kennzeichnung der Einstellpunkte für den Oszillator (rot) und die Antenne (grün)

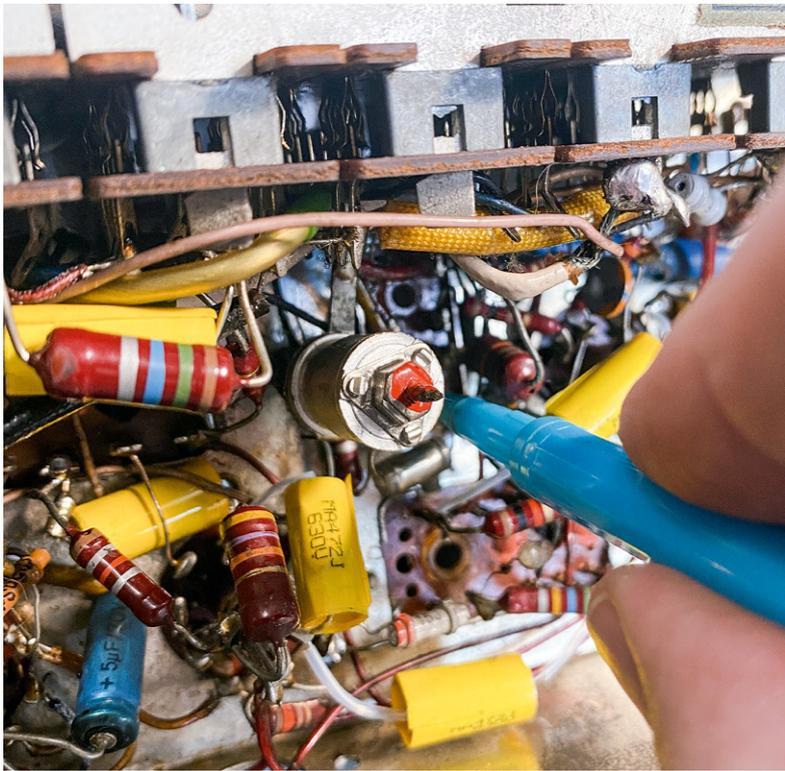


Bild 12: Einstellung von ① für die Abstimmung des MW-Oszillators bei 560 kHz

Tests in der Mitte der Bänder

Es ist immer eine gute Idee, die Genauigkeit der Abstimmung und Skala in der Nähe der Mitte jedes Bands zu prüfen, um sicherzustellen, dass wir einen erfolgreichen Abgleich erreicht haben.

Ich wähle Langwelle und 200 kHz als Prüfpunkt. Das tue ich, weil ich weiß, dass es eine Station bei 198 kHz gibt, die ich gerne höre. Die Genauigkeit war fantastisch, wie aus Bild 13 oben ersichtlich ist.

Für die Mittelwelle habe ich 800 kHz gewählt, und auch hier war die Genauigkeit sehr gut, wie das mittlere Bild 13 zeigt. Für den Test der Kurzwelle habe ich 10 MHz gewählt. Die tatsächliche Position des Signals liegt etwa 1 mm rechts von der Markierung auf der Senderskala. Das bedeutet, dass es nicht absolut genau ist, was zu erwarten war, da ich ⑦ nicht wie oben erwähnt eingestellt habe. Der Fehler ist jedoch so gering, dass ich ihn lieber akzeptiere, als eine defekte Spule zu riskieren, was ein wirklich schwer zu lösendes Problem wäre.

War es die Mühe wert?

Die Antwort auf diese Frage hängt von dem Grund ab, warum Sie überhaupt an dieser Art von Projekt arbeiten.



Bild 13: Prüfung der Abstimmung in der Mitte der Bänder zur Überprüfung der Genauigkeit. Bei LW (oberes Bild) ist die Ausrichtung bei 200 kHz absolut exakt. MW (mittleres Bild) ist auch am 800-kHz-Punkt genau richtig. Bei KW (unteres Bild) sehen wir eine leichte Fehlausrichtung bei 10 MHz.

Wenn Sie das Projekt für einen Kunden durchführen und die Arbeitsstunden auf ein Minimum beschränken, um die Kosten zu senken, dann ist die Antwort ein klares Nein. Wir haben gesehen, dass die Genauigkeit der Senderskala zu Beginn nicht allzu weit entfernt war und viele der Antennenanpassungen wurden entweder gar nicht vorgenommen oder führten nur zu einer sehr geringen Verbesserung der Signalstärke. Daraus können wir schließen, dass das Radio in einem akzeptablen Zustand war, auch ohne diesen Arbeitsschritt auszuführen.

Wenn es sich jedoch (wie bei mir) um ein Hobbyprojekt handelt, dann gelten andere Maßstäbe. Die schiere Befriedigung, alle Gründe für jeden Schritt zu verstehen und zu wissen, dass man alles getan hat, um das Radio zu perfektionieren, ist die größtmögliche Belohnung.

Ausblick

Wie geht's weiter? Der nächste Schritt in diesem Projekt wird sein, sich ganz auf das UKW-Band zu konzentrieren. Dieses Band ist wahrscheinlich dasjenige, das die meiste Freude bereiten wird, da es in unserem Teil der Welt immer noch viele Stationen auf UKW gibt.