

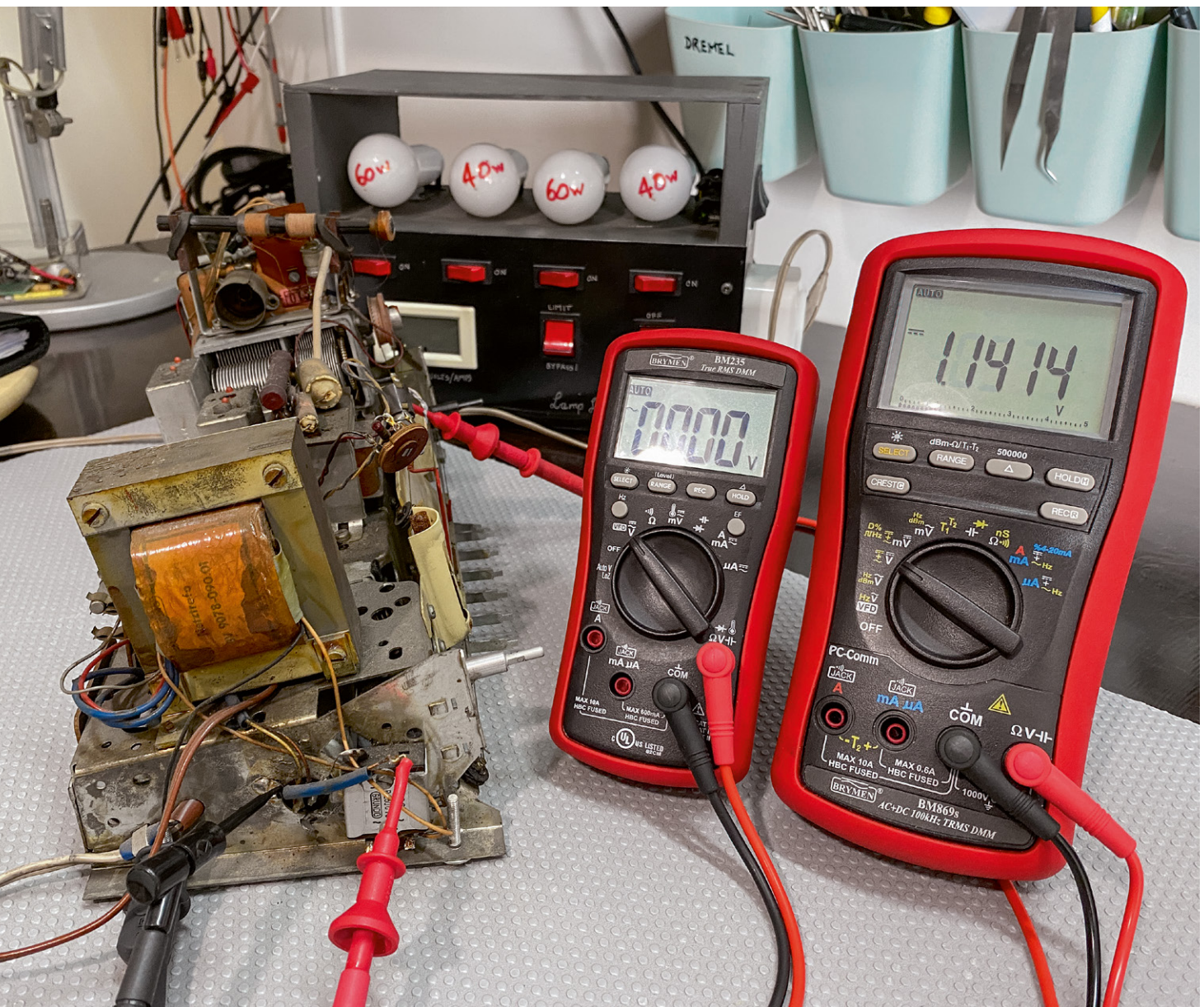


Röhrenradio-Restaurierung

Die Spannungsversorgung

Teil 3

Im vorigen Artikel haben wir durch eine Reihe einfacher Tests festgestellt, dass sowohl der Ausgangs- als auch der Netztransformator in Ordnung zu sein scheinen. Alle diese Tests wurden im stromlosen Zustand durchgeführt, sodass wir uns bezüglich der Funktion nicht absolut sicher sein können, aber es ist ein guter Anfang. Können wir das Radio jetzt ans Stromnetz anschließen und einschalten? Nein, leider nicht.





Das erste Einschalten

Viele dieser Radios wurden jahrelang, wenn nicht sogar jahrzehntelang gelagert, ohne dass sie mit Spannung versorgt wurden. Sie können in einer Umgebung mit hoher Luftfeuchtigkeit aufbewahrt oder mit Nage-tieren in Kontakt gekommen sein, die ihnen Gesellschaft geleistet haben. Wenn Hochspannung auf die verschiedenen Teile der Schaltkreise trifft, kann daher alles passieren. Es ist immer ratsam, keine Spannung an ein Röhrengerät anzulegen, bevor nicht einige einfache Schritte unternommen wurden. So kann man sicherstellen, dass nicht Rauch das erste Lebenszeichen nach dem Anschalten ist.

Erfahrung wird diesen Prozess stark vereinfachen, und nach einer Weile werden Sie in der Lage sein, einige dieser Schritte zu überspringen. Aber zunächst ist es immer gut, die wichtigsten Regeln zu lernen.

Spannung anlegen – aber wie?

Wir wissen, dass zum ordnungsgemäßen Testen des Radios Spannung angelegt werden muss. Wie machen wir das auf eine sichere Art und Weise? Es gibt im Wesentlichen drei Geräte/Werkzeuge, die diese Aufgabe erleichtern:

- Glühlampen-Begrenzer
- Variable AC-Stromquelle – Autotransformator/Variac
- Trenntransformator

Diese Geräte werden alle zwischen Radio und Stromnetz geschaltet und ermöglichen es uns, die Stromversorgung auf kontrollierte Weise anzulegen. Ziel ist es, die Auswirkungen von Kurzschlüssen oder empfindlichen Bauteilen, die unter Belastung kaputtgehen können, zu begrenzen und gleichzeitig die Arbeit am Gerät für den Restaurator so sicher wie möglich zu machen.

Idealerweise sollten die drei Geräte zusammen verwendet werden, um sicherzustellen, dass die Spannung langsam angelegt wird. Außerdem sollte ein Strombegrenzer im Stromkreis vorhanden sein, für den Fall, dass etwas beim Ansteigen der Spannung kaputtgeht. Wir werden sehen, wie das funktioniert.

Glühlampen-Begrenzer

Dieses Gerät, das in der Regel vom Restaurator selbst gebaut wird, stellt ein sehr einfaches Mittel dar, um sicherzustellen, dass Kurzschlüsse oder defekte Komponenten beim Einschalten keinen hohen Stromstoß zulassen. Denn der könnte weitere schwere Schäden am Radio verursachen. Der Glühlampen-Begrenzer besteht aus einer Glühlampe, die in Reihe mit dem Radio geschaltet wird, wenn es an das Stromnetz angeschlossen ist (Bild 1).

A ist der Netzstecker, der in die Wandsteckdose gesteckt wird. Der stromführende Draht wird dann durch einen normalen EIN-/AUS-Schalter **B** geführt, mit dem eingeschaltet wird. Dieser führt zu einem Kontakt der Glühlampe **C**, während der andere Kontakt zum stromführenden Pol einer Netzsteckdose **D** führt, in die Sie Ihr Radio einstecken können. Der Nullleiter des Netzsteckers wird direkt an den Nullleiter der Steckdose angeschlossen. Das bedeutet, dass das Radio beim Einschalten mit einer Glühlampe in Reihe geschaltet wird, die als Serienlast fungiert, sodass das Radio der Netzspannung nicht direkt ausgesetzt ist.

Was bewirkt das? Nun, stellen Sie sich vor, dass Sie einen Kurzschluss in Ihrem Radio haben. Das wäre genau dasselbe, als wenn Sie die beiden Stifte der Fassung **D** kurzschließen würden, die als Schalter für die Glühlampe fungieren. Der maximale Strom, der durch den Kurzschluss fließt, ist auf den maximalen Strom begrenzt, den die Glühlampe durchlässt. Bei einer 100-W-Glühlampe sind das z. B. ca. 416 mA ($I = 100 \text{ W}/240 \text{ V}$), was möglicherweise nicht ausreicht, um weitere Schäden zu verursachen.

Ich beginne in der Regel mit Glühlampen kleinerer Leistung (40 oder 60 W) und füge weitere Glühlampen parallel zur ersten hinzu, wenn sich beim ersten Einschalten keine Fehler bemerkbar machen. Indem man mehr Glühlampen hinzufügt (oder die Glühlampe gegen eine mit höherer Leistung austauscht), erhöht man den maximalen Strom, der durchge-

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. Das beinhaltet in der Regel einige Audioanwendungen, aber das ist keine Regel. Er betreibt von seinem Wohnsitz auf Madeira aus auf YouTube mit mehr als 12.500 Abonnenten den Kanal „Electronics Old and New by M Caldeira“, der sich hauptsächlich mit Röhrenradios beschäftigt. In den vergangenen fünf Jahren hat er dazu mehr als 300 Videos veröffentlicht.

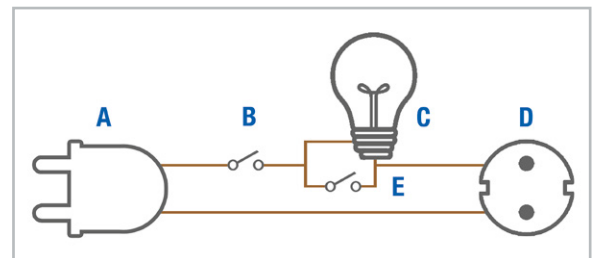


Bild 1: Verdrahtung des Glühlampen-Begrenzer

lassen werden darf. So bringt man die Versorgung näher an die maximale Kapazität, ohne einen massiven Stromstoß zu riskieren.

Diese Anordnung schützt das Radio auch in Situationen mit übermäßiger Stromaufnahme, selbst wenn es keinen Kurzschluss hat. Wenn der Strom ansteigt, erhöht sich der Spannungsabfall über der Glühlampe, wodurch die Spannung, die das Radio zieht, reduziert wird. Wenn das Radio zu viel Strom zieht, leuchtet die Glühlampe sehr hell und dient als Warnung, dass etwas nicht in Ordnung ist.

Es ist wichtig, dass es sich bei der Lampe um eine herkömmliche Glühlampe handelt, da der Glühfaden seinen Widerstand ändert, wenn er sich erwärmt, und so den nötigen Schutz bietet. Diese Glühlampen werden in vielen Ländern aufgrund von Umweltbedenken immer seltener, aber einige sind noch erhältlich.

Mit dem Schalter **E** können Sie einfach die Einschränkung der Glühlampe umgehen, wenn Sie sicher sind, dass es keine Probleme im Radio gibt.

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.

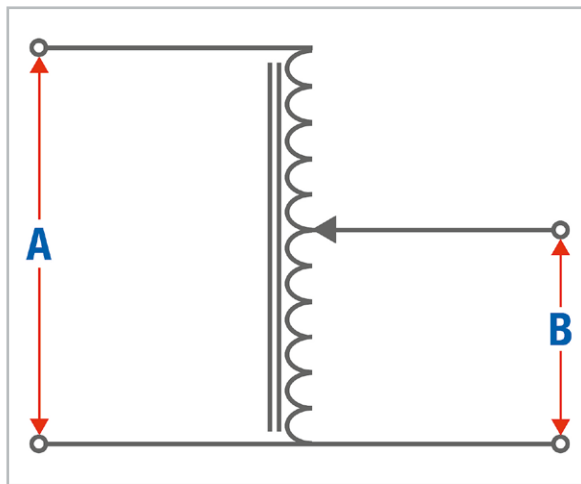


Bild 2: Schaltbild Variac

Variabler Spartransformator (Variac)

Einige Komponenten entwickeln Schwächen, wenn sie längere Zeit nicht benutzt wurden. So können sie versagen, wenn sie plötzlich hohen Spannungen ausgesetzt werden. Elektrolytkondensatoren sind ein gutes Beispiel dafür. Im Idealfall sollte man die Spannungsversorgung, die das Radio erhält, langsam erhöhen, um zu sehen, ob etwas Ungewöhnliches auftritt. Eine variable Wechselspannungsquelle ist die beste Lösung. Besonders praktisch ist die Verwendung eines variablen Spartransformators (Bild 2), der allgemein als Variac bezeichnet wird – nach der Marke, die dieses Gerät populär gemacht hat.

Es handelt sich um einen Transformator, der nur eine Wicklung hat, die als Primär- und Sekundärwicklung fungiert. Die Netzspannung wird über die primären Anschlüsse **A** zugeführt, und ein Teil dieser Spannung wird an der Sekundärseite **B** entnommen. Diese Seite hat einen Anschlusspunkt, der an die Primärseite geht (in der Regel den Neutralanschluss). Der andere Anschluss ist eine Anzapfung an der Wicklung, die mithilfe eines Schleifers, der ähnlich wie ein Potentiometer über die Wicklung gleitet, variabel gemacht wird. In der Minimalstellung beträgt die Ausgangsspannung null Volt, in der Maximalstellung ist es die volle Netzspannung.

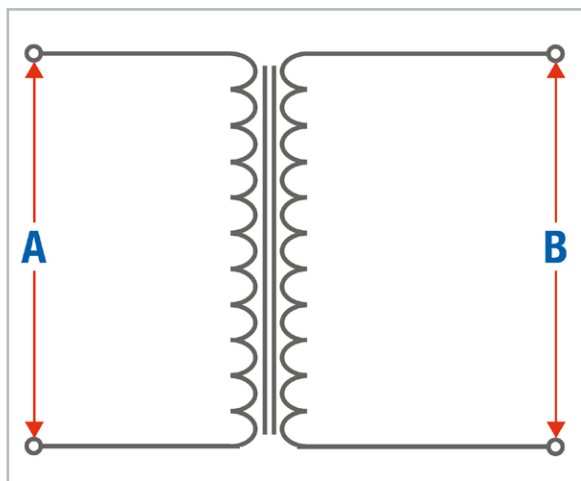


Bild 3: Schaltplan Trenntransformator

Trenntransformator

Die beiden oben beschriebenen Geräte liefern einen Spannungsausgang, der auf die Netzerde bezogen ist. Der Neutralleiter ist in der Regel intern mit der Netzerde verbunden, während der stromführende Leiter auf dem Netzpotential oberhalb des Neutralpotentials liegt. Das bedeutet, dass Sie bei Berührung des spannungsführenden Endes der Versorgung sehr wahrscheinlich einen Stromschlag bekommen, da Sie normalerweise Teil der Erdung sind.

Ein Trenntransformator (Bild 3) hat in seiner einfachsten Form eine Primär- und eine Sekundärwicklung, wobei das Wicklungsverhältnis normalerweise 1:1 ist. Das bedeutet, dass die Sekundärspannung gleich der Primärspannung ist. Das wichtige Detail ist, dass die beiden Wicklungen elektrisch voneinander isoliert sind, sodass keiner der beiden Drähte bei der Sekundärversorgung auf die Netzerde bezogen ist. Wenn Sie einen der beiden separat berühren, sollten Sie keinen Stromschlag bekommen. Wenn Sie jedoch beide berühren, fließt aufgrund der Potenzialdifferenz zwischen den beiden ein Strom durch Ihren Körper, und das ist extrem gefährlich.

Diese Vorrichtung ist besonders wichtig, wenn Sie mit „Hot Chassis“-Radios arbeiten (s. Teil 1 der Serie), die keinen Transformator verwenden. Sie funktionieren so, dass der Neutralleiter als Masse (oder null Volt) der Stromversorgung des Radios betrachtet und die Spannung gleichgerichtet wird, um die Spannung B+ zu erzeugen.

Alle drei zusammen

Idealerweise verwenden Sie alle drei Geräte gemeinsam auf einer Restaurationswerkbank. Sie schließen sie der Reihe nach an:

1. Mit dem Spartransformator, der an das Netz angeschlossen wird, können Sie die Versorgungsspannung langsam erhöhen.
2. Der Trenntransformator, eingesteckt in die Ausgangsbuchse des Spartransformators, stellt sicher, dass die Versorgung ab diesem Punkt nicht geerdet ist.
3. Der Glühlampen-Begrenzer schützt vor Kurzschlüssen oder zu hoher Stromaufnahme durch Fehler im Gerät.

Bild 4 zeigt eine Eigenbaulösung mit einem DIY-Trenntransformator kombiniert mit einem Glühlampen-Begrenzer.

Zurück zum Radio

Jetzt wollen wir mit unserem Projekt, dem Grundig 2147, weitermachen. Wenn wir uns auf dem Schaltplan den Teil der Spannungsversorgung ansehen (Bild 5), ist der erste Punkt von Interesse – der Selen-Brückengleichrichter (B250 C75). Danach kommt der erste Filterkondensator, der die Hälfte eines Doppel-Elektrolytkondensators C55/C56 ist. Das Ergebnis ist die Hauptversorgungsgleichspannung B+.

Gemäß dem Schaltplan müssen wir 245 V bei gewählter Mittelwelle, 238 V bei UKW und 244 V bei TA (Kassetten-/Plattenspieler-Ausgang) erhalten. Diese Spannungswerte sagen uns, dass die tatsächliche Spannung, die wir messen werden, von den in Betrieb befindlichen Teilen der Schaltung abhängt. Wir sollten also nicht überrascht sein, dass die Werte abweichen.

Die genannten Voltangaben sagen uns auch, dass der tatsächliche Spannungswert von den Strömen abhängt, die von den verschiedenen aktiven Komponenten im Radio, in diesem Fall den Röhren, gezogen werden. Dies ist wichtig, da wir zur Sicherheit einen Einschaltvorgang mit entfernten Röhren durchführen werden. Wir können daher einen viel höheren Spannungswert erwarten, wenn wir B+ unter diesen Bedingungen messen, da sehr wenig Strom fließen sollte. Wenn dies nicht der Fall ist, dann haben wir irgendwo ein Problem.



Bild 4: DIY-Trenntransformator und Glühlampen-Begrenzer. Er hat einen ON-/OFF-Hauptschalter, einen LIMIT-/BYPASS-Schalter und ermöglicht außerdem das Zuschalten verschiedener Glühlampen, um den Strom zu begrenzen. Zwei 40- und zwei 60-W-Glühlampen ermöglichen eine große Kombination von zuschaltbaren Lampen-Leistungstufen (40-60-80-100-120-140-160-200 W). Außerdem hat das Gerät zwei Schalter an der Seite, die es ermöglichen, die Netzerde hinzu- oder wegzuschalten sowie den Isolationstransformator komplett zu überbrücken. Ein digitales Messgerät zeigt den aufgenommenen Strom und die Spannung, die tatsächlich an die Last (das Radio) weitergeleitet wird. Ich verwende normalerweise nur dieses Gerät, ohne einen Spartransformator, mit sehr guten Ergebnissen.

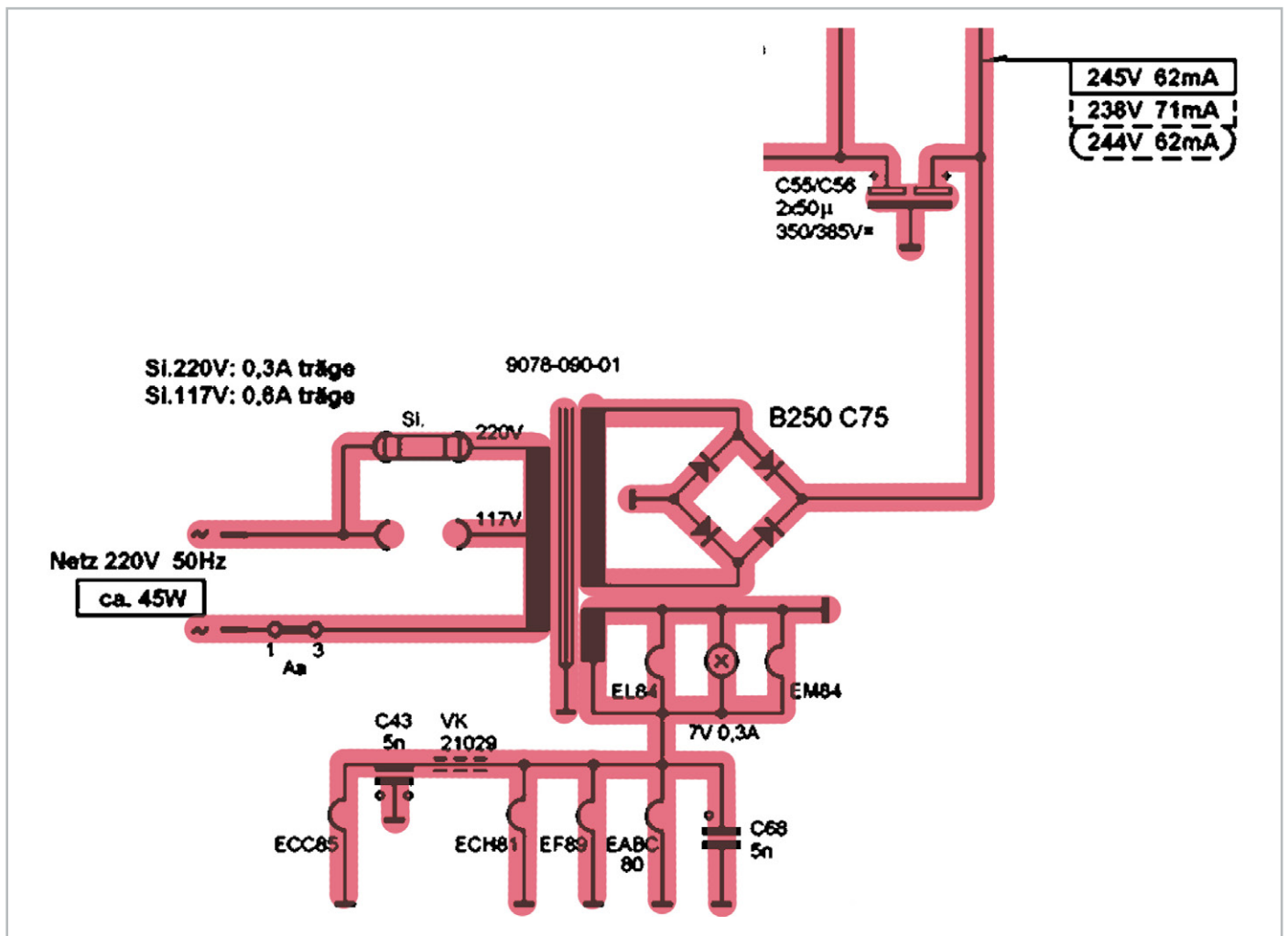


Bild 5: Baugruppe der Spannungsversorgung des Grundig 2147

Was könnte falsch sein? Nun, eigentlich viele Dinge. Wenn die Röhren entfernt sind, kann immer noch ein hoher Stromfluss aufgrund eines defekten Selen-Gleichrichters oder kurzgeschlossener, sehr undichter Kondensatoren und allgemeiner Kurzschlüsse im Chassis vorhanden sein. Es ist ratsam, diese Möglichkeiten zu überprüfen, bevor Sie riskieren, dass die Röhren kaputtgehen, da Ersatz teuer ist.

Ein Wort zu Kondensatoren

In der Regel tausche ich im Laufe der Restauration alle Papier- und Elektrolytkondensatoren aus (Bild 6). Es gibt viele Diskussionen zu diesem Thema. Einige Restauratoren sind der Meinung, dass man nur die Kondensatoren ersetzen sollte, die tatsächlich defekt gemessen wurden. Andere sprechen sich dafür aus, dass man alle Kondensatoren ersetzen sollte. Sie vertreten das Prinzip, dass die Kondensatoren entweder defekt sind oder es bald sein werden.

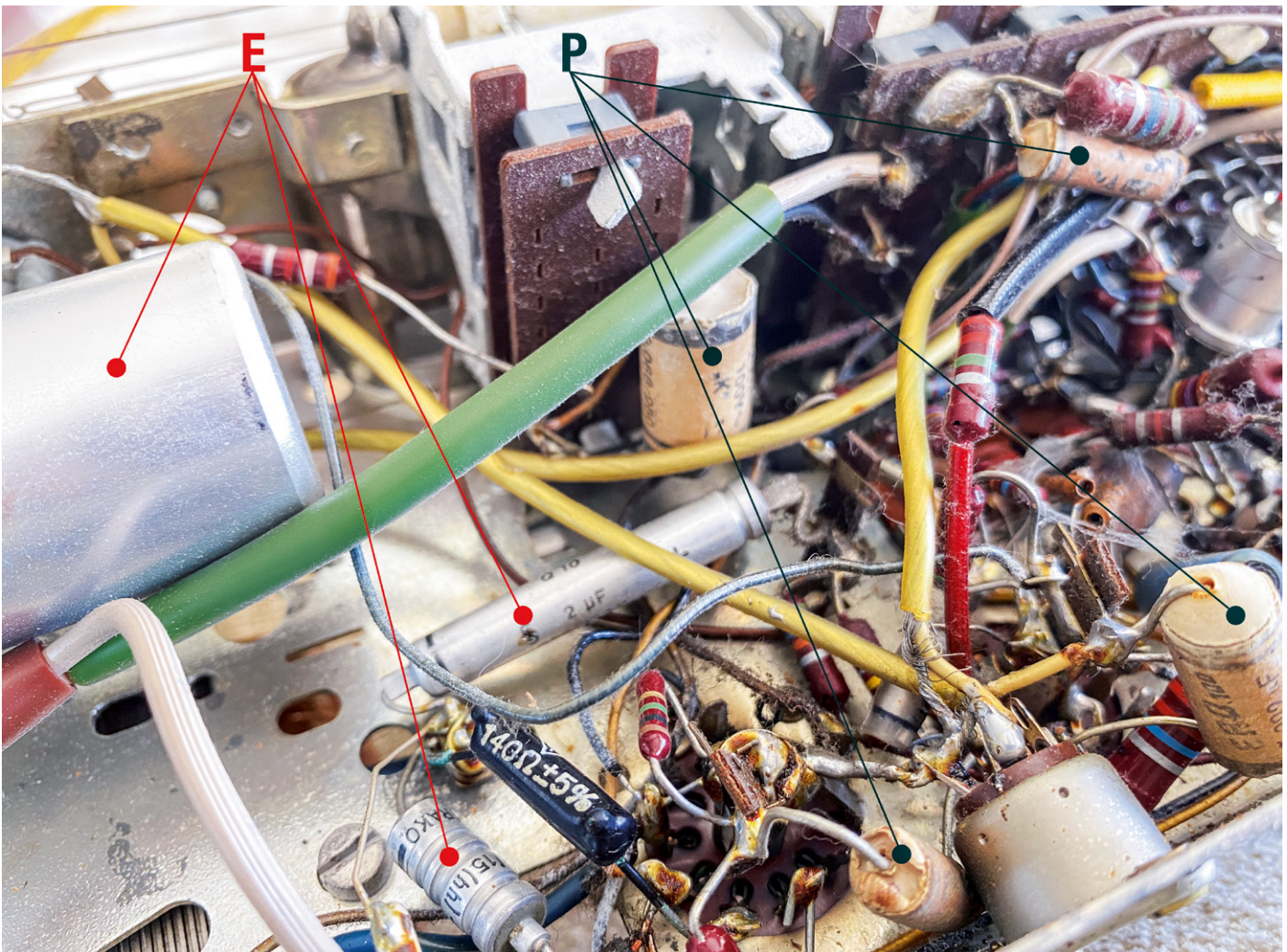


Bild 6: Hinweise auf die Kondensatoren, die normalerweise ausgetauscht werden müssen. **E** sind Elektrolytkondensatoren. Sie neigen dazu, ihre Eigenschaften mit der Zeit durch Austrocknung des Elektrolyts zu verlieren, was zu einer Veränderung des Kapazitätswerts und zu erhöhtem ESR (Äquivalenter Serienwiderstand) führen kann. **P** sind Papierkondensatoren. Sie tendieren dazu, stark zu altern, mit der Folge, dass sich ihr Wert ändert und die Leckströme zunehmen.



Ich neige dazu, der zweiten Meinung zu folgen. Denn diese Komponenten altern ohnehin und nehmen an Qualität ab. Und da Sie sowieso an dem Projekt arbeiten, können Sie sie gleich komplett ersetzen. Diese Radios zu öffnen und für die Reparatur vorzubereiten, kann sehr mühsam sein. Daher erscheint es ziemlich unnötig, sie in naher Zukunft wieder zu öffnen, nur um einen Kondensator zu ersetzen, den man bereits mit zehn Minuten Arbeit hätte reparieren können.

Es gibt noch andere Arten von Kondensatoren im Radio, wie z. B. Keramik- und Styroflex-Kondensatoren, aber diese altern oft nicht sehr stark. Man sollte sie trotzdem überprüfen, aber ich habe selten einen ersetzen müssen.

Filterkondensatoren

Das Thema Kondensatoren wurde hier angesprochen, weil wir gleich zu Beginn der Restauration zwei sehr wichtige Exemplare beurteilen müssen. Es handelt sich um die beiden Elektrolytkondensatoren, die die Glättungselemente (C55/C56) auf dem Netzteil bilden, mit denen wir beginnen wollen. Diese beiden Kondensatoren befinden sich in der Tat in einer Aluminiumdose. Bei diesem Radio befindet sich die Dose auf der Unterseite des Chassis, aber sehr oft ist sie tatsächlich auf der Oberseite und gut sichtbar. Nun die Frage: Ersetzen wir den Kondensator komplett oder versuchen wir, das Aussehen des Radios zu erhalten, indem wir die Dose an ihrem Platz lassen?

Restaurieren vs. reparieren

Diese Unterscheidung ist wichtig, da wir es mit einem Restaurierungsprojekt zu tun haben. Es ist unser Ziel, das Radio wieder zum Leben zu erwecken und zu garantieren, dass es seinen Dienst tut, so wie es das Werk verlassen hat. Das bedeutet, dass viele Teile, die nicht defekt sind, unter Umständen ausgetauscht werden müssen, um die Haltbarkeit zu gewährleisten. Eine Reparatur hingegen bedeutet, das Radio einfach wieder zum Laufen zu bringen, nachdem ein Fehler gefunden wurde, und nicht mehr.

Einfache Reparaturen an Röhrenradios sind meiner Meinung nach überhaupt keine gute Idee. Wenn Sie ein Gerät nehmen, das jahrzehntelang gelagert wurde, und nur eine defekte Röhre austauschen, wird es wahrscheinlich funktionieren. Das ist aber so, als würde man ein Auto nach jahrzehntelangem Stillstand aus der Garage holen, den Motor zum Laufen bringen und einen steilen Berg hinunterfahren. Die Wahrscheinlichkeit, dass die Bremsen bei einiger Benutzung versagen, ist ziemlich hoch, und die Folgen ... nun, das überlasse ich Ihrer Fantasie.

Das Konzept der Restauration selbst ist Quelle vieler hitziger Debatten. Ersetzt man die entsprechenden Komponenten durch moderne und lässt sie sichtbar, oder versucht man, die Tatsache zu verbergen, dass man überhaupt etwas ausgetauscht hat?

Man kann einen alten Papierkondensator nehmen, ihn aufbohren und einen neuen Folienkondensator hineinstecken und so die Tatsache weitgehend verbergen, dass das Bauteil ausgetauscht wurde. Das Gleiche gilt für den mehrteiligen Filterkondensator. Diesen können Sie auf verschiedene Arten austauschen:

- Entfernen Sie ihn komplett aus dem Chassis und bestücken Sie die Schaltung mit neuen Kondensatoren.
- Schneiden Sie die alten Kondensatoranschlüsse ab (entfernen Sie sie aus der Schaltung) und montieren Sie neue Kondensatoren auf einer zusätzlichen Leiste, wodurch das „Aussehen“ des Filterbeckens auf dem Chassis erhalten bleibt.
- Öffnen Sie den Boden des Filterkondensatorbeckens, entfernen Sie das Innenleben und montieren Sie neue Kondensatoren, bevor Sie alles erneut zusammensetzen und den Becher wieder auf das Chassis setzen, um so die Tatsache zu verbergen, dass tatsächlich etwas ersetzt wurde.

Jeder Restaurator wird letztendlich seine eigene Entscheidung treffen, welches Prinzip er verfolgt. Ich arbeite mit einer Mischung: Ich verstecke nicht die Tatsache, dass Papierkondensatoren oder Widerstände ausgetauscht wurden, aber ich stopfe oft den Hauptfilterkondensator neu, um das Aussehen dieser prominenten Komponente am oder im Chassis zu erhalten. Ich restauriere nicht für Museen, also ist die Tatsache, dass eine Restauration durchgeführt wurde, etwas, das ich nicht zu verbergen versuche. Ich verstehe jedoch die Ansicht, dass es von Vorteil ist, das Radio so original wie möglich aussehen zu lassen.

Bereit zum Einschalten

Alle Vorbemerkungen zum ersten Einschalten waren notwendig, weil dies die erste Begegnung mit gefährlichen Spannungen ist. Zudem geht es hier um den wichtigsten Baustein des gesamten Projekts: Die Stromversorgung ist der wichtigste Teil des Radios, denn ohne sie funktioniert nichts. Sie erfordert eine sorgfältige Vorbereitung, denn Fehler können teure und sogar schmerzhaft Folgen haben.

Also, legen wir los:

- Entfernen Sie alle Röhren aus dem Radio und überprüfen Sie, dass keine losen Drähte oder Komponenten sichtbar sind, die Kurzschlüsse verursachen könnten.
- Stellen Sie das Radio auf eine isolierte Fläche und entfernt von Metallgegenständen. Sie wollen nicht, dass ein Kurzschluss versehentlich durch Werkzeuge auf Ihrer Werkbank verursacht wird.
- Schließen Sie das Radio an die Quelle für den Glühlampen-Begrenzer/Trenntransformator an. Stellen Sie sicher, dass die kleinstmögliche Glühlampe verwendet wird, um eine möglichst hohe Strombegrenzung zu erreichen (ich beginne mit einer 40-W-Lampe). Vergewissern Sie sich, dass der Bypass-Schalter ausgeschaltet ist, um sicherzustellen, dass die Glühlampe eingeschaltet ist. Vergewissern Sie sich, dass der Hauptnetzschalter auf OFF steht. Wir werden diesen Schalter für die Stromversorgung des Radios verwenden. Schließen Sie den Glühlampen-Begrenzer an das Stromnetz an.
- Schließen Sie ein Multimeter, das auf Gleichspannung eingestellt ist, an B+ des Radios an. Die Kennzeichnung „+“ am Selen-Gleichrichter ist gut zugänglich. Schließen Sie ein anderes Multimeter, das auf Wechselspannung eingestellt ist, an den Spannungspunkt der Heizung an. Die Lötfläche an der Skalenlampe ist der einfachste Anschlusspunkt.
- Drücken Sie eine der Kanaltasten, um das Radio einzuschalten, damit es bereit ist, Strom zu erhalten, wenn Sie den Glühlampen-Begrenzer einschalten.
- Prüfen Sie nochmals alles.
- Machen Sie sich bereit, den Schalter am Begrenzer zu betätigen, und behalten Sie die Glühlampe im Auge. Wenn Sie den Schalter betätigen, sollte die Glühlampe hell aufleuchten, wenn sich die Filterkondensatoren aufladen, und sich wieder abdunkeln, wenn der Strom sinkt. Wenn die Glühlampe hell bleibt, schalten Sie sie sofort aus, da wahrscheinlich ein Kurzschluss im Radio vorliegt.



Bild 7: Der Glühlampen-Begrenzer zeigt eine sehr geringe Stromaufnahme an.

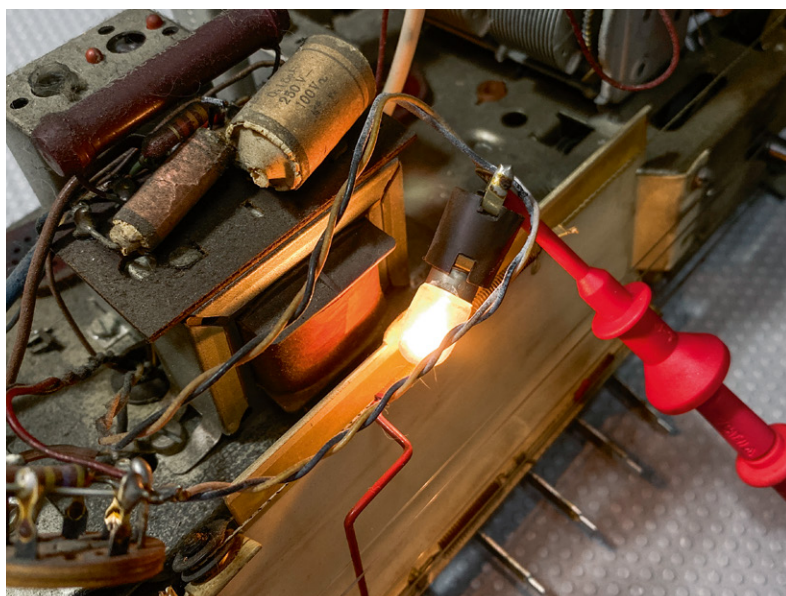


Bild 8: Ein gutes Zeichen, dass die Heizungs-Spannungsversorgung in Ordnung ist – das Leuchten der Glühlampe an der Frequenz-Skala



Bild 9: Die Heizspannung und Hauptversorgungsgleichspannung B+ sind vorhanden und scheinen in Ordnung zu sein.

Die Lampe an der Frequenz-Skala geht an.

Ach, wirklich? Ist das alles?

Wenn Sie den Schalter umlegen, kann dies der dramatischste oder auch der am wenigsten dramatische Teil des Projekts sein. Es kann entweder ein volles und gleichmäßiges Glühen der Glühlampe am Begrenzer verursachen, oder ... eine einzelne Glühlampe an der Frequenz-Skala leuchtet auf. Glauben Sie mir, dies ist ein Fall, in dem „langweilig“ gut ist. Die leuchtende Skalenlampe allein sagt schon eine Menge aus, aber gehen wir Schritt für Schritt vor.

Glühlampen-Begrenzer (Bild 7)

Die Glühlampe am Begrenzer leuchtet kurz auf und wird dann sehr schwach. Das ist gut. Es bedeutet, dass zunächst ein höherer Strom geflossen ist. Als sich die Kondensatoren aufgeladen haben, ist der Strom gesunken. Es gibt also keinen tatsächlichen Kurzschluss im Radio oder irgendein Bauteil, das zu viel Strom zieht.

Wir lesen 223 V_{AC} und 60 mA auf dem Messgerät ab, was uns sagt, dass das Radio fast die volle Netzspannung erhält (sehr geringer Abfall über der Glühlampe) und 60 mA zieht, was normal ist.

Skalenlampe (Bild 8)

Die Tatsache, dass die Glühlampe der Frequenz-Skala leuchtet, zeigt uns, dass sie nicht durchgebrannt ist (was oft vorkommt). Aber was noch wichtiger ist: Sie zeigt uns, dass die Heizungs-Spannungsversorgung vorhanden ist.

Spannungsmesswerte (Bild 9)

Wir sehen, dass die Heizungsversorgung vorhanden ist. Sie ist mit 7,32 V_{AC} etwas hoch. Sie sollte bei 6,3 V_{AC} liegen, aber wir werden uns darüber jetzt keine Gedanken machen, da sie im Moment wirklich nur die Skalenlampe antreibt, also effektiv unbelastet ist. Diese Spannung sollte ein wenig sinken, wenn sie beginnt, die eigentlichen Röhrenheizungen zu versorgen.

B+ ist ebenfalls vorhanden und liegt mit 299,71 V_{DC} viel höher, als wir erwartet haben. Wie bereits erwähnt benötigen wir zwischen 238 V_{DC} und 245 V_{DC}, je nachdem, welche Taste am Radio gewählt ist. Das wiederum ist normal, weil es eigentlich keine Last versorgt, außer die Filterkondensatoren und eventuelle Leckagen in anderen Kondensatoren im Radio.

Was können wir daraus schließen?

Wir wissen jetzt, dass der Netztransformator ganz gut arbeitet. Wir wissen auch, dass der Selen-Gleichrichter funktioniert ebenso wie die Filterkondensatoren. Die Tatsache, dass es keine übermäßige Stromaufnahme gibt, sagt uns auch, dass es keine Kurzschlüsse im Radio gibt. Soweit sind das alles gute Nachrichten.

Heißt das, dass der Selen-Gleichrichter und die Filterkondensatoren einwandfrei sind? Nein, das bedeutet es eigentlich nicht. Die Filterkondensatoren könnten tatsächlich mehr „lecken“, als sie sollten, und schließlich eine Menge Wärme entwickeln. Die Fähigkeit, die Versorgungswelligkeit zu filtern, kann beeinträchtigt sein und würde sich als hörbares Brum-



men beim Betrieb des Radios bemerkbar machen. Unabhängig von ihrem tatsächlichen Zustand werde ich sie aufgrund der Tendenz, dass sie im Laufe der Jahre austrocknen und ausfallen, ersetzen.

Der Selen-Gleichrichter

Der Selen-Gleichrichter kann beansprucht sein und einen Austausch erfordern. Auch dieses Bauteil gehört zu denjenigen, die in der Restaurationswelt für hitzige Diskussionen sorgen. Viele argumentieren, dass der Selen-Gleichrichter letztendlich ausfallen wird, während andere argumentieren, dass er nicht ausgetauscht werden muss, wenn er seine Aufgabe erfüllt.

Um ihn zu ersetzen, könnten Sie ihn einfach durch einen Silizium-Brückengleichrichter ersetzen, der aus vier Dioden besteht, oder sogar durch eine der verfügbaren Brückengleichrichter-Einheiten. Sie müssen nur sicherstellen, dass er etwa 250 V_{AC} verarbeiten kann und die 75 mA liefert, die der vorhandene verarbeitet. Ich verwende normalerweise vier 1N4007-Dioden, die für 1000 V ausgelegt sind und mehr als genug Strom für diese Anwendung liefern können. Ganz so einfach ist es jedoch nicht.

Der Unterschied zwischen dem Selen-Gleichrichter und der Silizium-Alternative hat mit dem Spannungsabfall der Dioden zu tun, den wir in beiden Fällen erhalten. Wir wissen, dass ein Silizium-Brückengleichrichter nach Filterung Gleichspannung erzeugt, die wie folgt berechnet werden kann:

$$V_{DC} = (V_{AC} \times 1,414) - 1,4$$

Das liegt daran, dass die Dioden den Filterkondensator effektiv auf seine Spitzenspannung aufladen, und dann verliert man zwei Diodenspannungsabfälle von jeweils etwa 0,7 V.

Was erhalten wir mit dem Selen-Gleichrichter? Nun, schauen wir mal. Bild 10 zeigt uns die Wechselspannung im Selen-Gleichrichter und den resultierenden Gleichstromausgang. Wenn wir die obige Formel für eine Siliziumbrücke verwenden, sollten wir erhalten:

$$V_{DC} = (231,8 \times 1,414) - 1,4 = 326,4 \text{ V}_{DC}$$

Da unser Messwert tatsächlich 298,9 V beträgt, haben wir eine Diskrepanz von 27,5 V, die anscheinend durch den Selen-Gleichrichter verloren gehen. Das sagt uns, dass dieses Gerät einen viel größeren „Diodenabfall“ hat als die Siliziumbrücke, sodass wir eine Spannung an das Radio anlegen würden, die über das hinausgeht, was es für einen ordnungsgemäßen Betrieb benötigt. Wir müssten also einen Weg finden, diese Spannung ein wenig abzusenken, um sie mehr in Einklang mit den im Schaltplan gezeigten Spannungen zu bringen.

Der einfachste Weg ist, einen Widerstand in Reihe mit dem positiven Ausgang hinzuzufügen. Dieser erzeugt einen Spannungsabfall über ihm, sobald Strom entnommen wird. Damit ist der gewünschte B+-Spannungspegel zu erreichen. Das effektive Ersatzschaltbild, das benötigt wird, um den Selen-Gleichrichter zu ersetzen, ist daher in Bild 11 dargestellt.

Der tatsächliche Wert des Widerstands R ist in der Tat schwer theoretisch zu berechnen. Das mag seltsam klingen, ergibt aber tatsächlich Sinn. Der Spannungsabfall, den wir benötigen (27,5 V), wird durch den Strom erreicht, der durch den Widerstand fließt,



Bild 10: Ablesung der Wechselspannung des Selen-Gleichrichters und der Gleichspannung am Ausgang

d. h. dem tatsächlichen Strom, den die B+-Versorgung liefern wird. Der größte Teil dieses Stroms wird jedoch als Anodenstrom von den Röhren gezogen, und der Strom, den diese durchlassen, hängt von ihren Anodenspannungen ab.

Sie sehen also, dass es sich um einen dynamischen Prozess handelt. Die Anodenspannung bestimmt den Anodenstrom, der, wenn er steigt, die Anodenspannung senkt, die wiederum den Anodenstrom senkt und so weiter. Der beste Weg, um auf einen geeigneten Wert für R zu kommen, ist durch Versuch und Irrtum.

Ich schließe vorübergehend einen 50-Ω-Widerstand an und sehe, wie sich dies auf B+ auswirkt. Wenn mehr Spannungsabfall benötigt wird, versuche ich 100 Ω, bis ich den richtigen Wert für die Anwendung erreiche. Die Leistung des Widerstands ist wichtig. Ein Widerstand (oder eine Kombination von Widerständen) sollte für etwa 5 W ausgelegt sein, um sicher zu sein.

Ebenfalls muss man berücksichtigen, dass man nicht wirklich weiß, wie hoch die genaue Stromaufnahme sein wird, bis man die Restauration tatsächlich abgeschlossen und das Radio in seinen endgültigen stabilen Zustand gebracht hat. Deshalb lasse ich den Selen-Gleichrichter (wenn er funktioniert, wie in unserem Fall) normalerweise bis zum Ende der Restaurierung an Ort und Stelle. Erst dann ersetze ich ihn durch die neue Alternative, einen geeigneten Widerstand, der sich aus der endgültigen, stabilen Stromaufnahme ergibt, die durch die Restaurierung erreicht wurde.

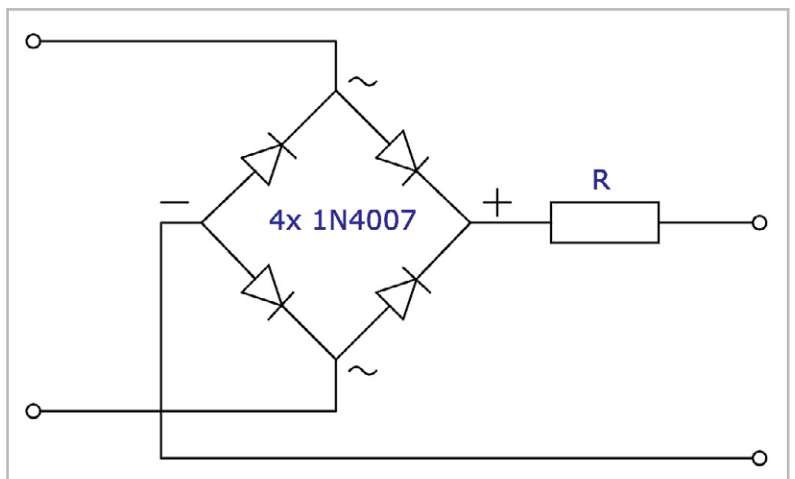


Bild 11: Erforderliche Schaltung, um den Selen-Gleichrichter durch Siliziumdioden zu ersetzen

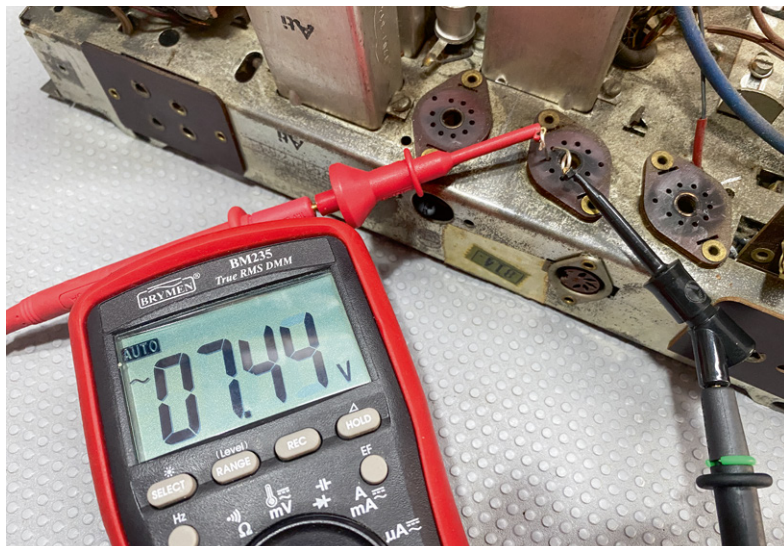


Bild 12: Direktes Prüfen der Heizspannung an jedem Röhrensockel

Prüfen der Versorgungsspannung

Nachdem wir festgestellt haben, dass der Transformator seine Aufgabe erfüllt, müssen wir sicherstellen, dass die Versorgungsspannung an alle Teile der Schaltung gelangt, wo sie benötigt wird. Normalerweise beginne ich mit der Heizungsversorgung, da dies recht einfach ist.

Die Röhren in diesem Radio sind alle von dem Typ, der die Pins 4 und 5 der Röhren als Heizungsversorgungspins verwendet. Der Schaltplan zeigt uns, dass einer der Anschlüsse der Heizungswicklung mit der Masse des Gehäuses verbunden ist. Wir können also einfach das Radio einschal-

ten, wie wir es zuvor getan haben, und Pin 4 oder 5 jedes Röhrensockels mit einem Multimeter auf Wechselspannung abtasten, um nach der erwarteten Heizspannung zu suchen, wobei der andere Multimeteranschluss mit dem Gehäuse verbunden ist.

Dies ist jedoch nicht die beste Methode, da sie voraussetzt, dass einer der Pins (4 oder 5) tatsächlich mit dem Chassis verbunden ist. Ich ziehe es vor, die Spannung zwischen den Pins 4 und 5 jedes Röhrensockels direkt mit den beiden Multimeterensonden zu prüfen, um absolut sicher zu sein, dass die Spannung vorhanden ist. Bild 12 zeigt diese Vorgehensweise.

Markieren des Schaltplans

Um die Teile der Schaltung, die ich überprüft habe, genau im Auge zu behalten, habe ich ursprünglich das gemacht, was die meisten Restauratoren tun. Ich habe den Schaltplan ausgedruckt und mit einem Filzstift die zu prüfenden Leitungen markiert.

Später bin ich auf eine viel umweltfreundlichere und einfachere Methode umgestiegen. Ich Sorge dafür, dass der Schaltplan in einem sauberen PDF-Dokument zusammengestellt wird, und benutze die „Kommentare“-Funktion der kostenlosen Adobe-Reader-Software, um alle geprüften Leitungen und ausgetauschten Komponenten zu markieren. Diese Software erlaubt es, die Deckkraft und die Dicke der Linien zu verändern und Textkommentare in das Dokument einzufügen, wenn sie benötigt werden. Es ist auch

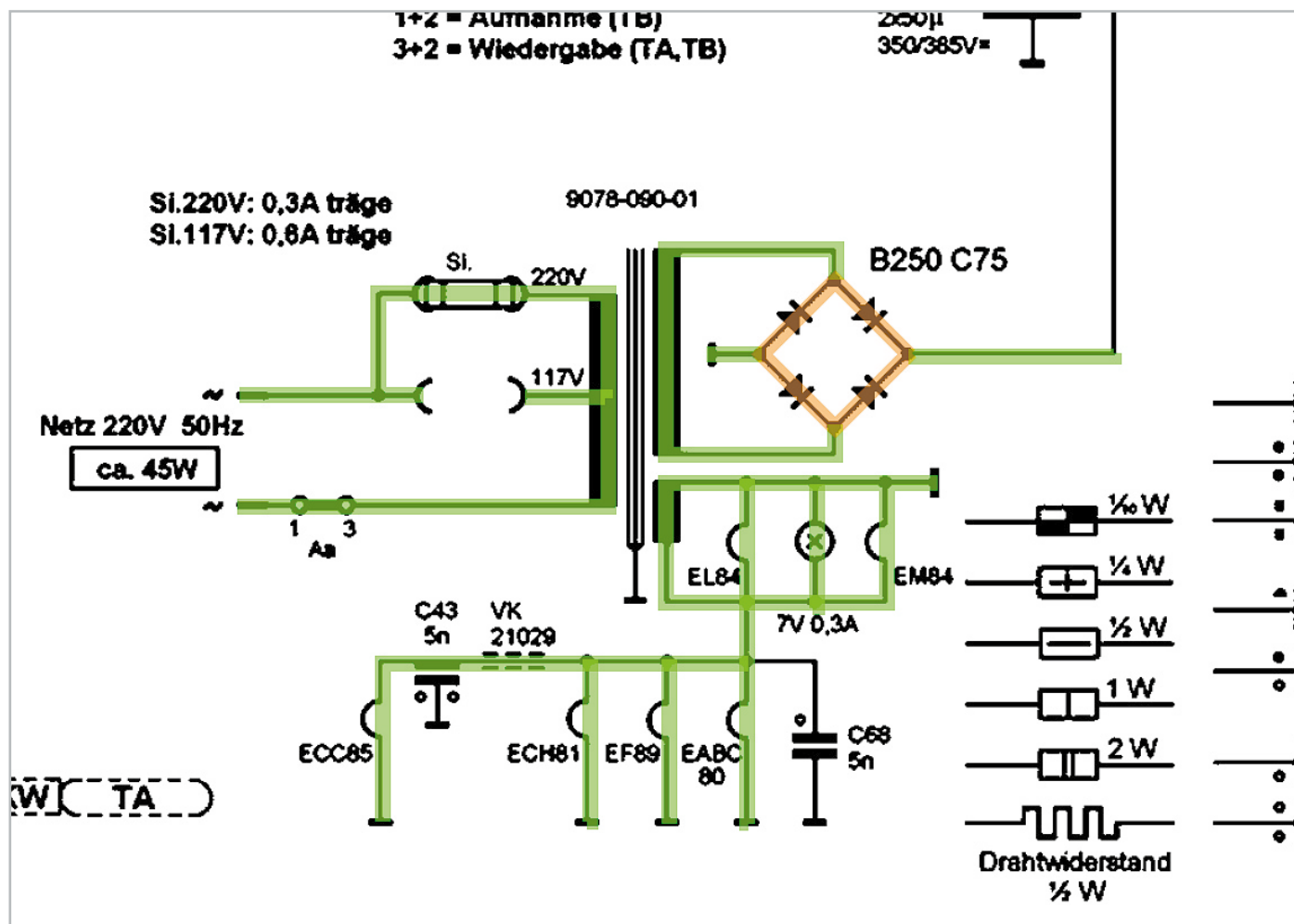


Bild 13: Markieren der geprüften Leitungen und ausgetauschten Komponenten



viel einfacher, ein PDF-Dokument abzuspeichern, als die zahlreichen ausgedruckten Seiten mit Notizen zu ordnen, die man nach Abschluss des Projekts unweigerlich hätte.

Das Ergebnis der bisherigen Tests erlaubt es uns, die Teile des Schaltplans, wie in **Bild 13** gezeigt, zu markieren. Der Selen-Gleichrichter ist in Orange belassen, da er am Ende des Projekts ausgetauscht werden muss.

Die B+-Versorgung

Die Überprüfung dieser Versorgung ist tatsächlich etwas kniffliger als bei der Heizungsspannung. Denn die positive Hochspannungsversorgung, die als B+ beginnt, führt zu vielen Teilen der Schaltung und durchläuft auf ihrem Weg zahlreiche Bauteile.

Die meisten dieser Komponenten sind Widerstände und Induktivitäten, sodass wir hier die einmalige Gelegenheit haben, zwei Aufgaben gleichzeitig zu erledigen: Wir können prüfen, ob die Versorgung dort ankommt, wo sie ankommen soll, und ob die Widerstände im Pfad die korrekten Messwerte liefern. Induktivitäten in der Versorgungsleitung sind ebenfalls leicht zu messen, da sie normalerweise einen sehr niedrigen Gleichstromwiderstand darstellen.

Wenn die Röhren entfernt sind, können die meisten Widerstände und Induktivitäten im Stromkreis gemessen werden, was die Arbeit sehr erleichtert. Daher können wir, wenn wir nur ein Multimeter im Widerstandsbereich verwenden, buchstäblich jede Hochspannungsleitung im Schaltplan überprüfen. Wir können auch sehen, welchen Widerstand wir

auf dieser Leitung erwarten und ob wir einen Messwert erhalten, der nahe genug ist, um normale Widerstandstoleranzen zu berücksichtigen. Wenn das der Fall ist, markieren wir diese Leitung im Schaltplan grün. Ist dies nicht der Fall, müssen wir das Bauteil in der Schaltung überprüfen, um festzustellen, ob es im Wert gedriftet ist, einen Kurzschluss hat oder anderweitig beschädigt ist. Das betreffende Bauteil wird dann ausgetauscht und die entsprechende Markierung auf dem Schaltplan angebracht, um den Fortschritt zu verfolgen.

Beachten Sie, dass dies alles ohne Spannungszufuhr zum Radio geschieht, was die Ausführung des Prozesses deutlich sicherer macht.

Ausblick

In diesem Beitrag haben wir uns mit den Grundlagen der Spannungsversorgung in einem Röhrenradio beschäftigt und wesentliche Schritte sowie Hilfsmittel zur sicheren Inbetriebnahme angeschaut. In Anbetracht der zu erwartenden Herausforderungen, die wir bei der Überprüfung der Hochspannungsversorgung finden sollten, werden wir diese im nächsten Beitrag angehen. **ELV**

Mein ELVprojekt

Viele Ideen für Ihr Smart Home

Bei uns erwarten Sie viele spannende, ausführlich beschriebene Projekte für Einsteiger und Profis. Diese Projekte haben wir als Produktmanager und Techniker alle selbst erfolgreich umgesetzt.

Wir zeigen Ihnen z. B., wie Sie für mehr Komfort und Energieeinsparung Rollläden automatisieren, mit einer intelligenten Heizungssteuerung Energiekosten sparen oder Ihr Zuhause vor Einbrechern wirkungsvoll schützen können. Sie erhalten Informationen zum geschätzten Zeitaufwand und zum Schwierigkeitsgrad und alle verwendeten Produkte aus unserem Sortiment werden für Sie übersichtlich aufgeführt. Für viele Projekte gibt es außerdem hilfreiche Installationsvideos.

Setzen Sie Ihr Projekt mit ELV erfolgreich um!



Alle Projekte finden Sie online unter: de.elv.com/elvprojekte
ch.elv.com/elvprojekte

