

SG230 Tuner

Reparatur und Funktionen

Bela Bechtold, DL8NFA

Vorgeschichte, Einführung

Umzug in das neue QTH

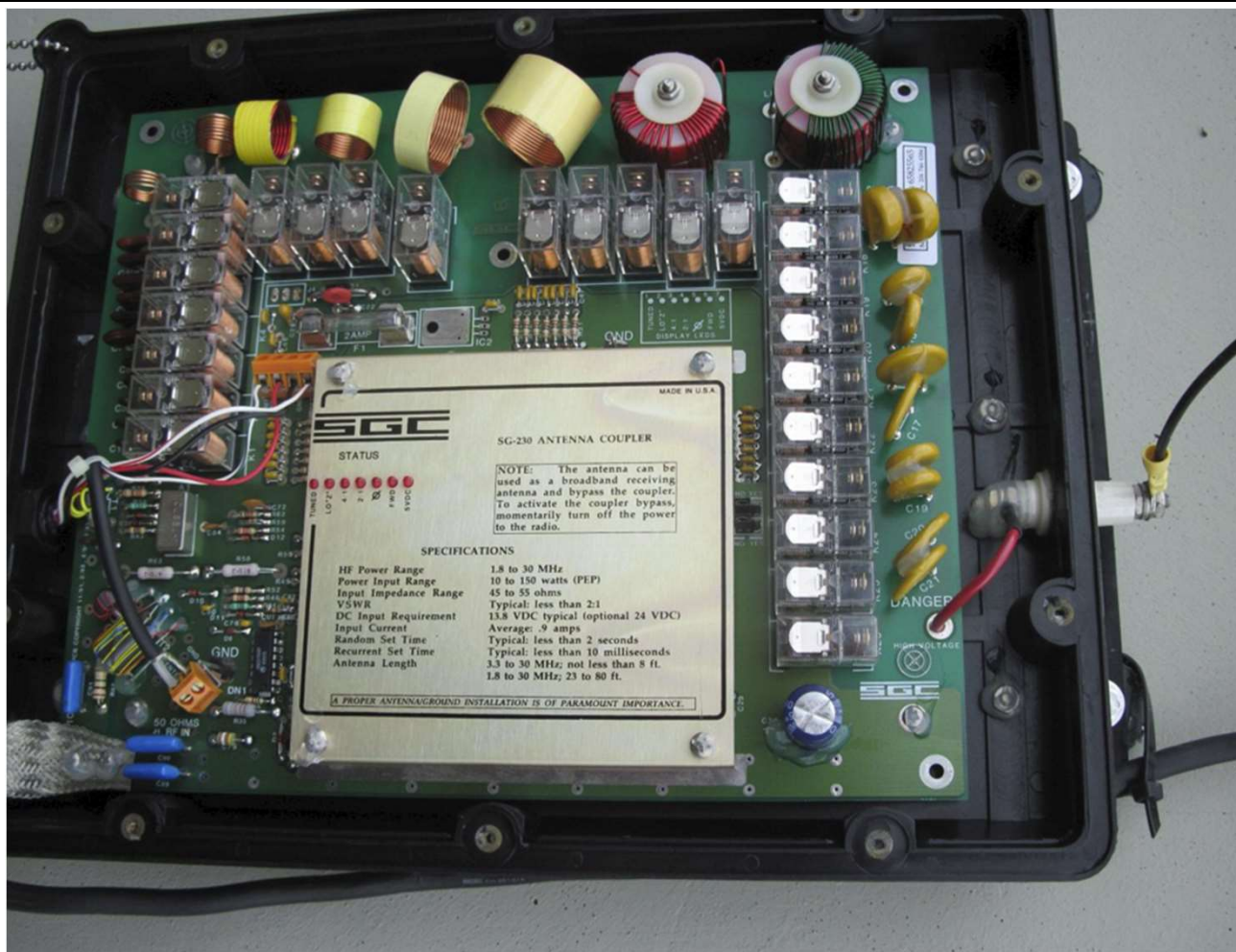
- Januar 2019 bezogen wir das neue QTH in Frauenaaurach
- Beim Aufbau der Antennen (Stepp IR und LW) wurde festgestellt, der SG 230 Smartuner ist defekt
- Die LW wurde mit ICOM AT 120 Tuner installiert



Der SG 230 Smartuner Beschreibung und Funktionen



Der SG 230 Smartuner Innenansicht



Der SG 230 Smartuner

Kurze Beschreibung



- Der SG 230 Smartuner arbeitet mit jedem Tranceiver.
- Das Abstimmnetzwerk ist entweder Pi oder L Type.
- Abstimminformationen werden im Gerät gespeichert.
- Bei gleichen Bedingungen werden die gespeicherten Einstellungen gelesen. In diesem Fall ist die Abstimmzeit ca. 20 mSec.
- Bei geänderten TRX oder Antennenkonditionen startet ein neuer Abstimmvorgang, die Daten werden gespeichert.
- Der Tuner benötigt keine Bedienelemente

Der SG 230 Smartuner

Technische Daten

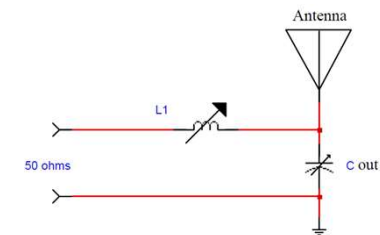
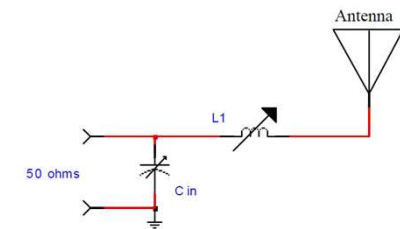
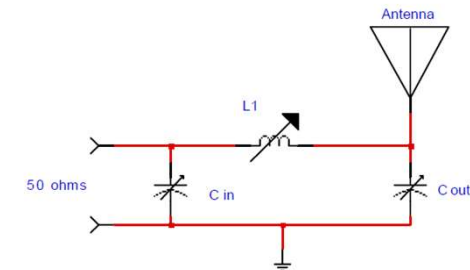


- HF Frequenzband 1,8 MHz bis 30 MHz
- Leistungsbereich 3 Watt bis 200 Watt (PEP)
- Eingangsimpedanz 45 – 55 Ohm
- Abstimmnetzwerk Pi oder L
- Stehwellenbereich <1,4:1
- Versorgungsspannung 10,5 VDC bis 15 VDC (13,8 V)
- Speicherplätze 170
- Antennenlänge Minimum 2,4m (8 ft.) ab 3,5 MHz
Minimum 7m (23 ft.) ab 1,8 MHz
- Gegengewicht Größe soll mindestens so groß wie die Antenne sein.

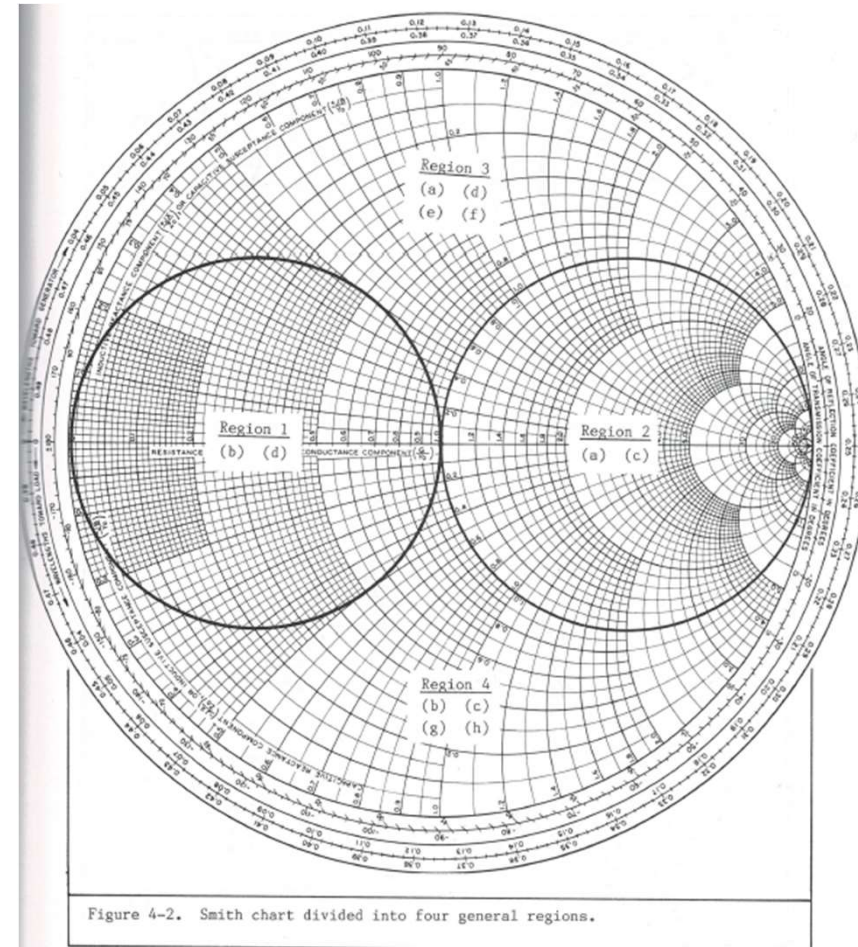
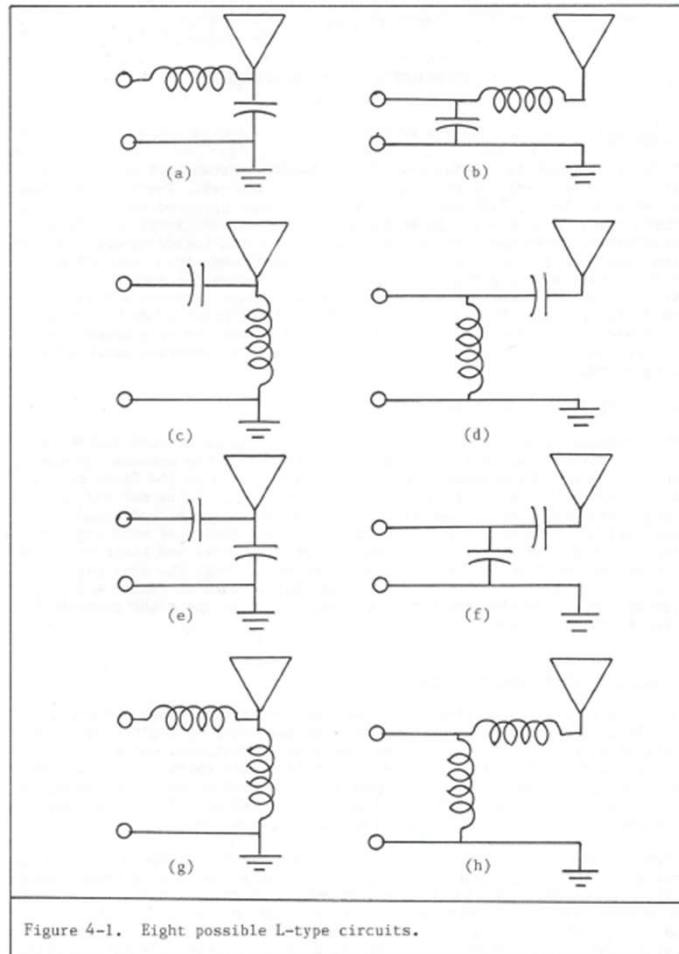
Der SG 230 Smartuner Das Abstimmnetzwerk



- Das PI Abstimmnetzwerk beinhaltet:
 - 64 Eingangskondensator - Einstellungen
 - 32 Ausgangskondensator – Einstellungen
 - 256 unterschiedliche Induktivitätseinstellungen
 - Mit insgesamt 26 Relais
- Netzwerk für kurze Antennen
- Netzwerk für zu lange Antennen

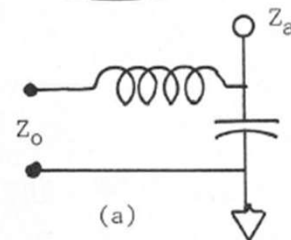
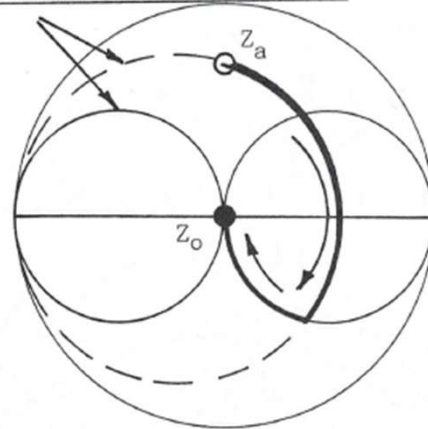


Der SG 230 Smartuner Abstimmung mit L Netzwerken

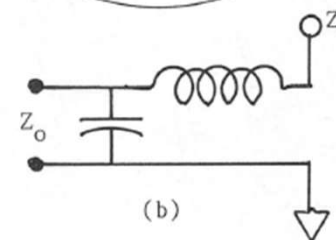
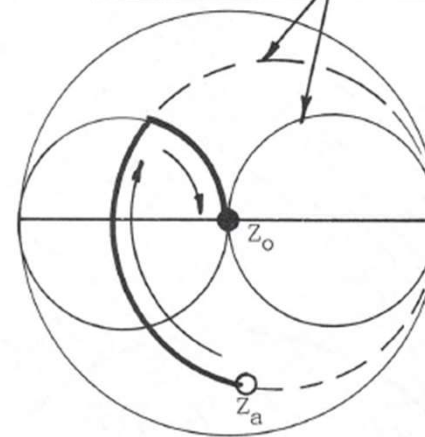


Der SG 230 Smartuner Abstimmvarianten

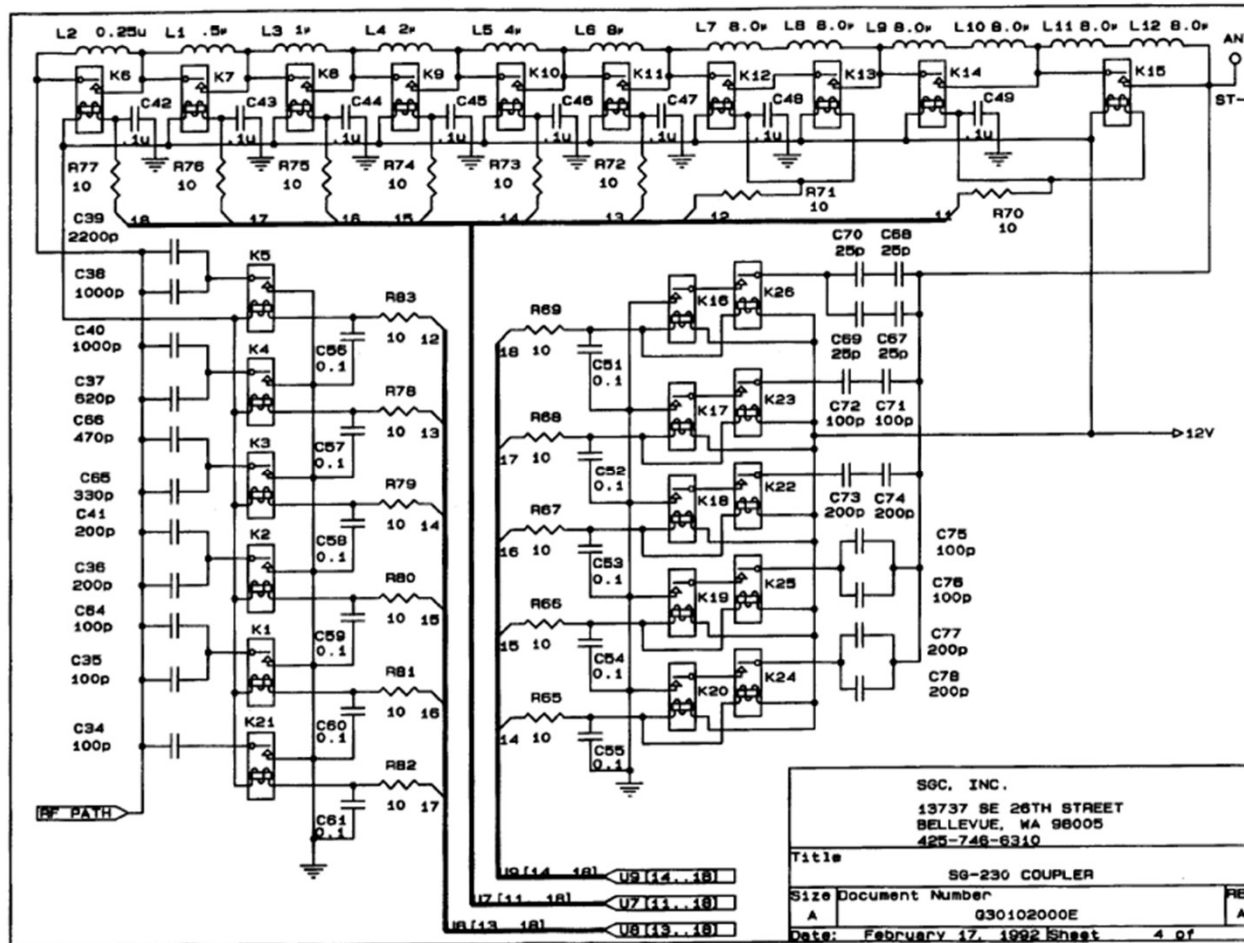
Constant conductance circles



Constant resistance circles



Der SG 230 Smartuner Das Abstimmnetzwerk



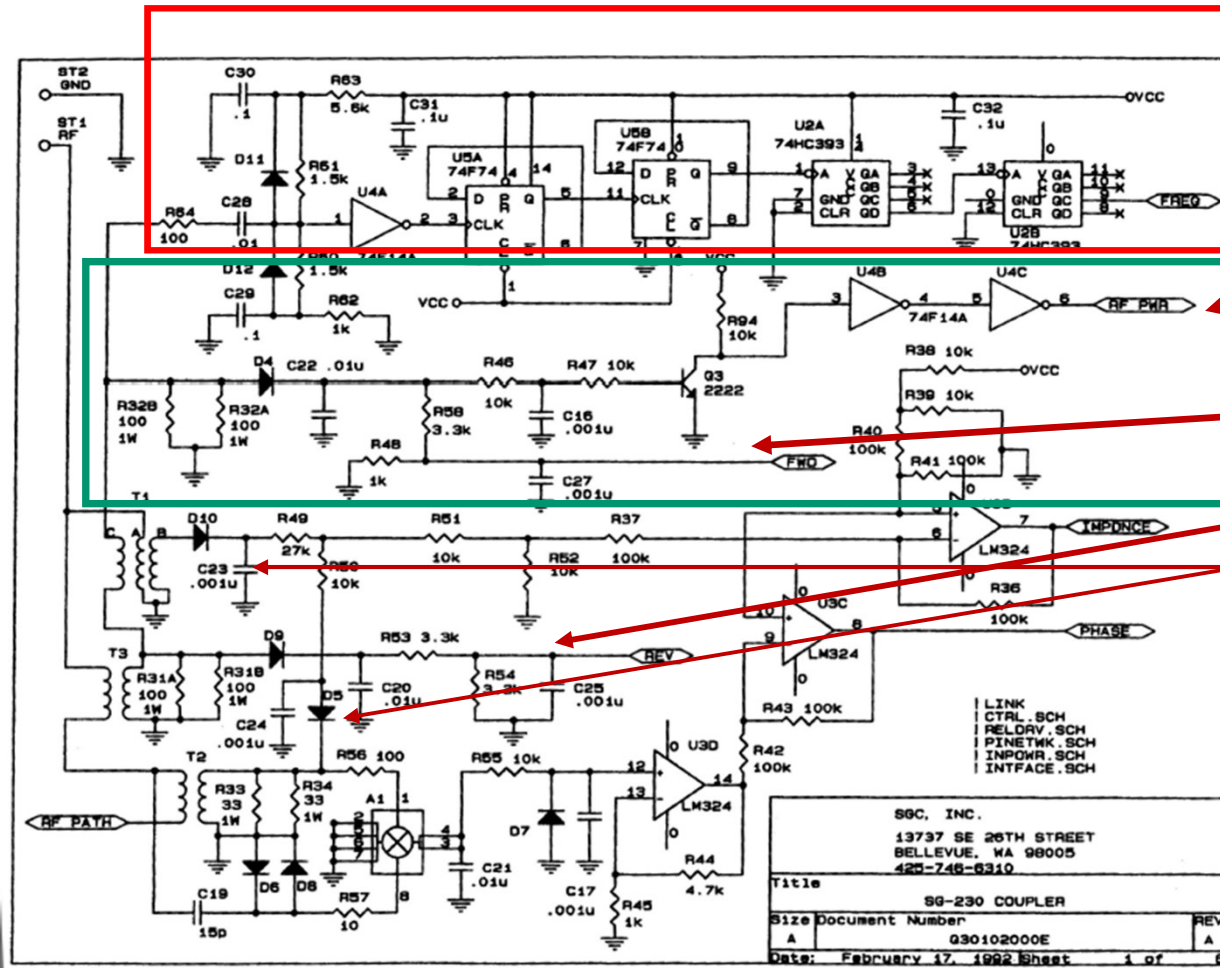
Der SG 230 Smartuner

Der Abstimmvorgang



- Abstimmvorgang
 - Die Vorwärts Leistung wird kontrolliert. Die Software stimmt nur ab, wenn ausreichende Vorwärts – Leistung vorhanden ist, um eventuelle Fehlmessungen zu vermeiden.
 - Als erster Schritt wird der Betrag der Impedanz bestimmt.
 - Bei $Z > 50\Omega$ steigt die Spannung, bei $Z < 50\Omega$ wird die Spannung niedriger als 0 V.
- In der Messmimik werden folgende Größen ermittelt:
 - Impedanz (Betrag und Phase)
 - Stehwellenverhältnis
 - HF Leistung
 - Frequenz

Der SG 230 Smartuner Die Messmimik



Frequenzmessung mit 2*2
Plus einem 7 Bit Teilern
Entspricht einer Teilung
von 1:512.

Trigger zur Messung

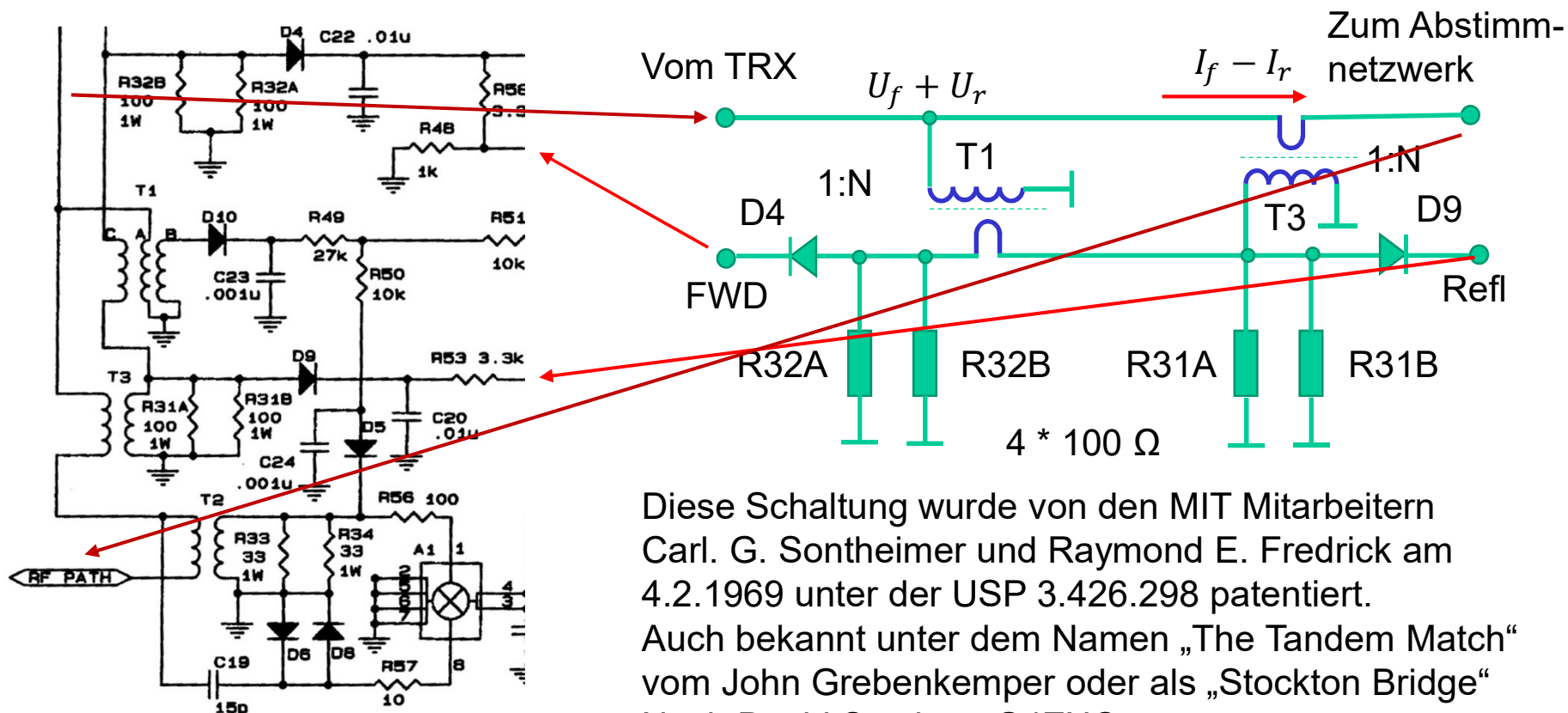
Vorwärts Leistung

Reflektierte Leistung

Impedanz Messung

Phasenmessung

Der SG 230 Smartuner Die SWR Messbrücke



Diese Schaltung wurde von den MIT Mitarbeitern Carl. G. Sontheimer und Raymond E. Fredrick am 4.2.1969 unter der USP 3.426.298 patentiert. Auch bekannt unter dem Namen „The Tandem Match“ vom John Grebenkemper oder als „Stockton Bridge“ Nach David Stockton G4ZNQ.

Der SG 230 Smartuner

Der Abstimmvorgang



- Richtkoppler
 - Der T3 Stromwandler und T1 Transformator zusammen mit den R31 und R32 bilden den Richtkoppler.
 - Die Ausgangsspannung der D4 Diode wird über den Transistor Q3, die Verstärker U4 B und C als Trigger für eine Messung/Abstimmvorgang als Interrupt benutzt
- Phasendetektor
 - Der T2 Transformator und der A1 balanced Mischer formen den Phasendetektor. Die Ausgangsspannung wird in den Bereich 0 bis 5V verschoben und vom Prozessor benutzt.

Der SG 230 Smartuner

Der Abstimmvorgang



- Start des Tuners
 - Die Hardware wird initialisiert und wenn gespeicherte Eistellung vorhanden, diese wird geladen
- Leistung ist da
 - Wird Vorwärts Leistung erkannt ($> 3W$), wird die Frequenz und die aktuelle Stehwelle bestimmt. Ist die Stehwelle > 2 oder die Frequenz hat sich geändert, ein neuer Abstimmvorgang wird gestartet. Der Abstimmalgorithmus wird in Abhängigkeit der Frequenz, Impedanz der Antenne und der Stehwelle von mehreren Subroutinen ausgewählt.
 - Eine vereinfachte Beschreibung in der nächste Folie.

Der SG 230 Smartuner Die beschädigte Diode

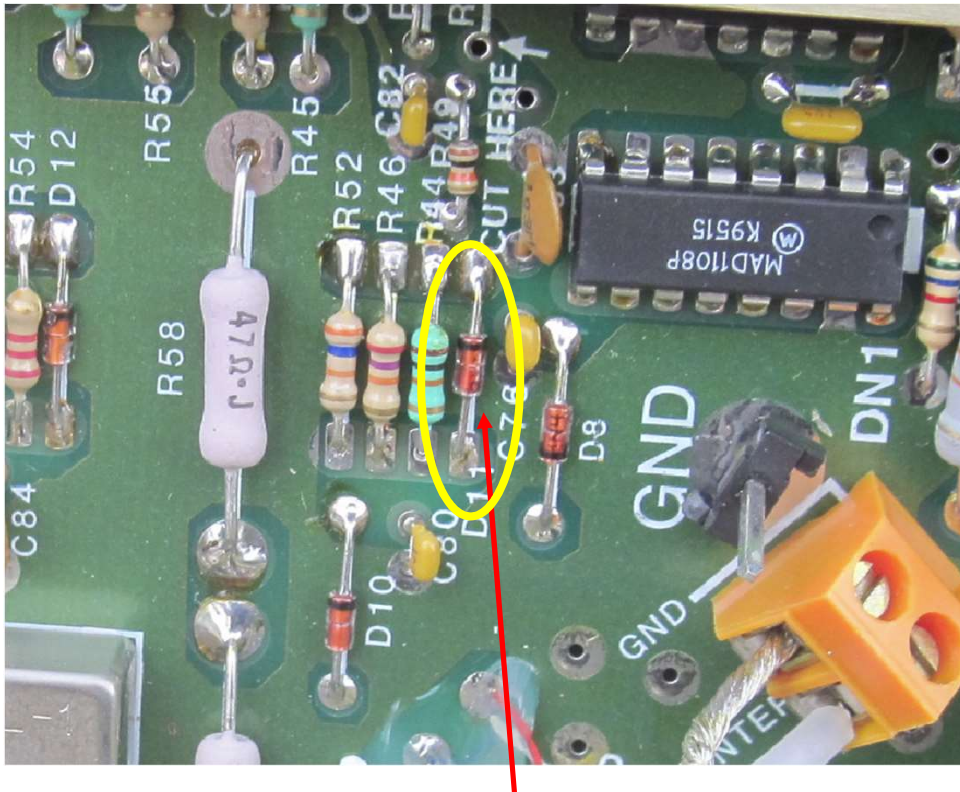
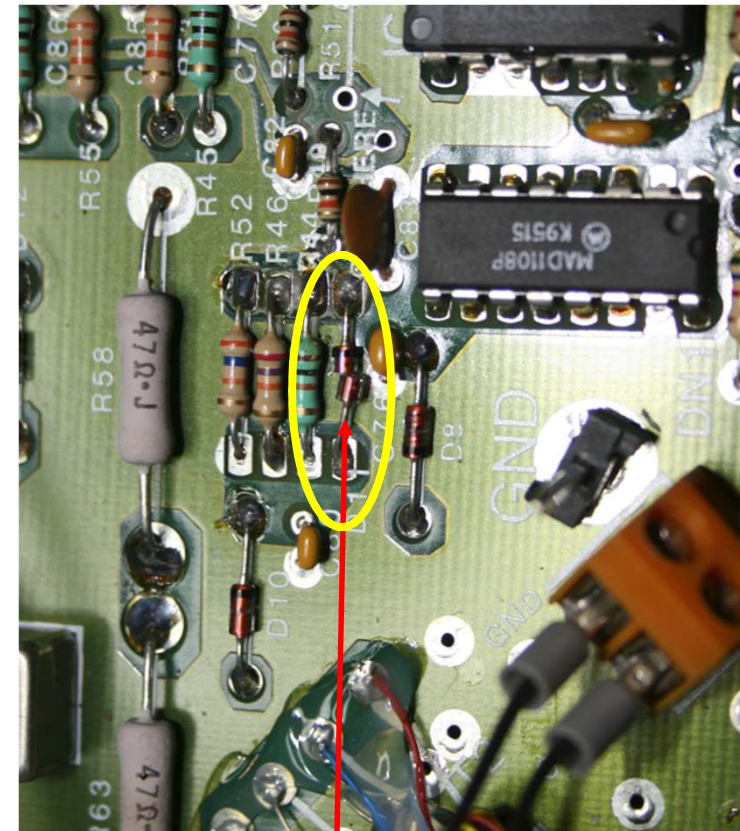


Bild von DL6NEJ vor der Reparatur



Die beschädigte Diode
Bild DL8NFA

Der SG 230 Smartuner Die Messmimik

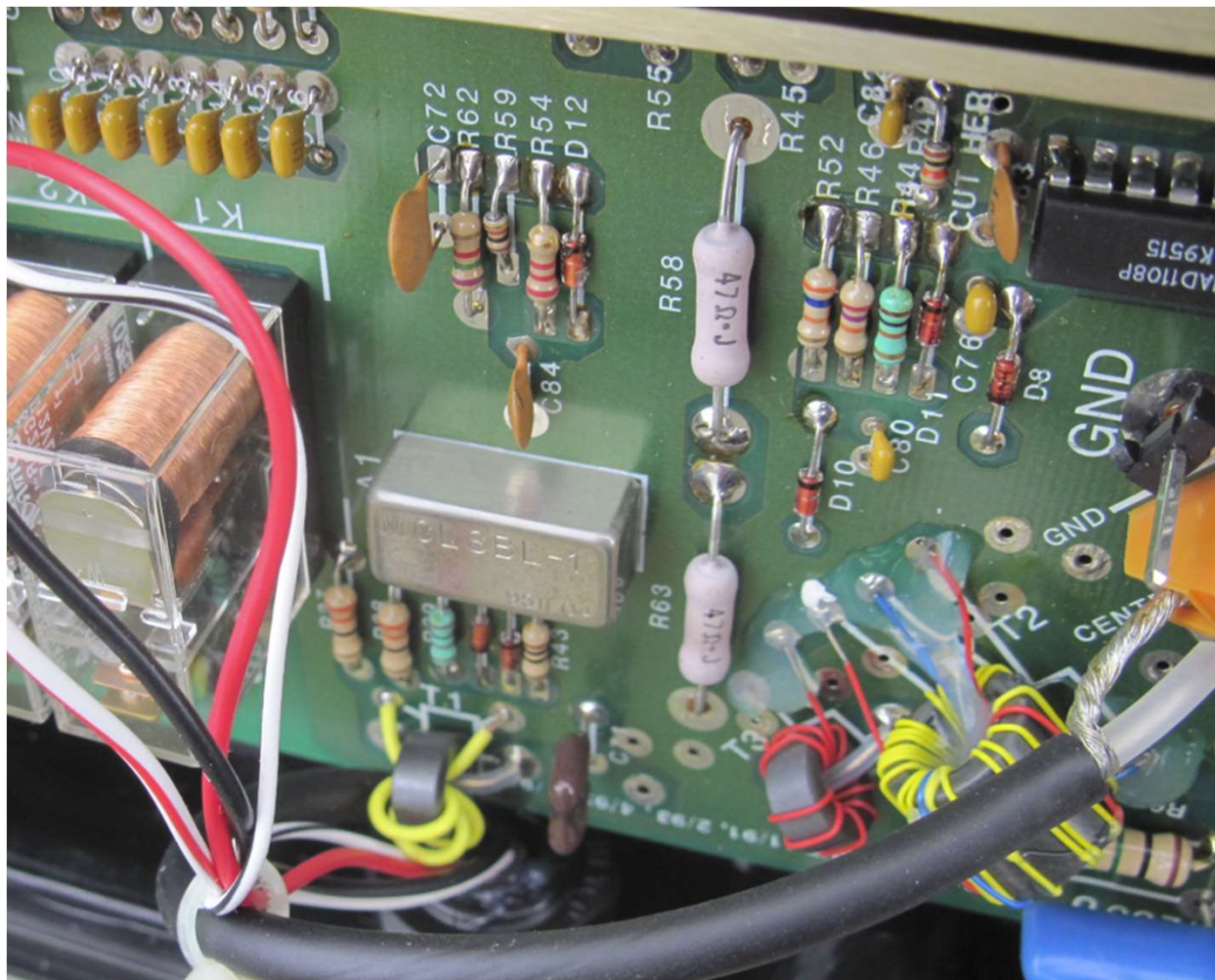
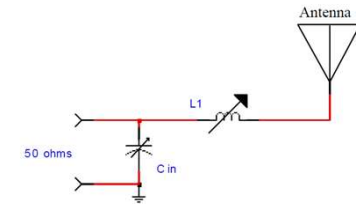


Bild DL6NEJ

Der SG 230 Smartuner Der Abstimmalgorithmen



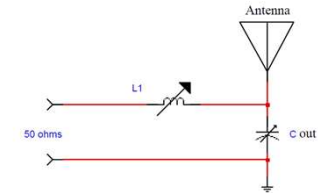
- Kapazitive Antenne
 - Serielle Induktivität wird zugeschaltet, bis die Impedanz Induktiv wird. Dann wird die Eingangskapazität erhöht bis die Antenne nicht mehr induktiv ist.
 - Das Programm variiert die Induktivität in kleinen Schritten und korrigiert die Eingangsimpedanz mit Kapazitäten bis eine Stehwelle 2:1 erreicht wird.
 - Das Programm setzt diesen Vorgang fort, bis nach einem Minimum die SWR 2:1 wieder erreicht wird. Dabei werden die Relaiseinstellungen beim Minimum im Speicher abgelegt.
 - Das gefundene Minimum wird als Einstellung aus dem Speicher geholt und die CPU geht in „Stopp“ Zustand.



Der SG 230 Smartuner Der Abstimmalgorithmen



- Induktive Antenne
 - Ausgangskapazität wird zugeschaltet, bis die Impedanz Kapazitiv wird. Dann wird die Serieninduktivität erhöht bis die Antenne nicht mehr kapazitiv ist.
 - Das Programm variiert die Eingangskapazität in kleinen Schritten und korrigiert die Eingangsimpedanz mit der Serieninduktivität bis eine Stehwelle 2:1 erreicht wird.
 - Das Programm wiederholt die letzten zwei Schritte der „kapazitiven Antenne“.
- Diese Beschreibung zeigt nur die Grobabstimmung des Tuners. Wesentlich komplexere Unterprogramme sorgen für eine präzisere Abstimmung auch in Fällen, wo dieser einfache Algorithmus nicht zum Erfolg führt



Antennentuning Dipol, 30m Band

$$Z_0 := 50\Omega \quad f := 10.1\text{MHz} \quad \omega := 2 \cdot \pi \cdot f \quad \mu\text{H} := 10^{-6}\text{H}$$

$$Z_a := 30\Omega + \frac{1}{j \cdot \omega \cdot 265 \cdot \text{pF}} \quad Z_a = (30 - 59.464j)\Omega$$

$$Z_{an} := \frac{Z_a}{Z_0} \quad Z_{an} = 0.6 - 1.189j$$

$$x := 1.2$$

$$\text{Vorgabe} \quad \frac{\text{Re}(Z_{an})}{\text{Re}(Z_{an})^2 + (x + \text{Im}(Z_{an}))^2} = 1$$

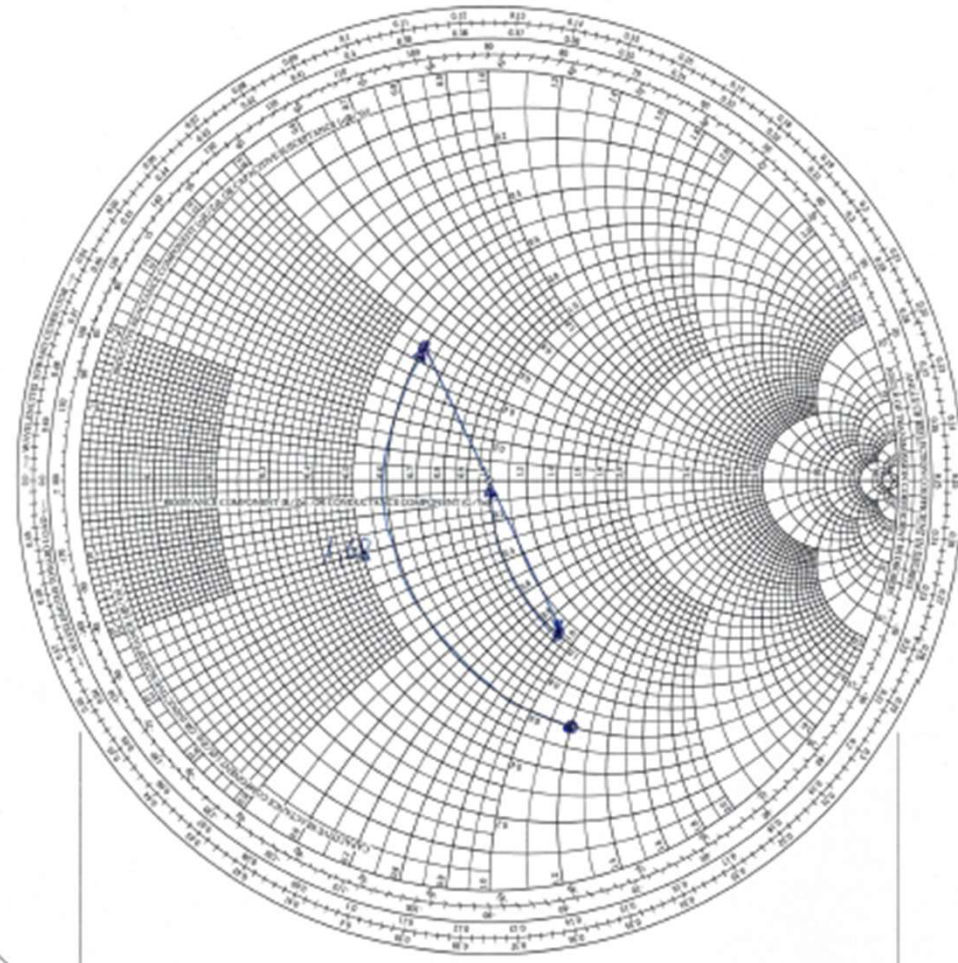
$$xw := \text{suchen}(x)$$

$$xw = 1.679 \quad \frac{1}{\omega} := \frac{xw \cdot Z_0}{\omega} \quad 1 = 1.323\mu\text{H}$$

$$Y_2 := \frac{1}{0.6 + j \cdot (xw + \text{Im}(Z_{an}))} \quad Y_2 = 1 - 0.816j$$

$$C_k := \frac{|\text{Im}(Y_2)|}{Z_0 \cdot \omega} \quad C_k = 257.326\text{pF}$$

$$Z_2 := \frac{1}{Y_2 - j \cdot \text{Im}(Y_2)} \quad Z_2 = 1$$



Der SG 230 Smartuner

Funktion der SWR Brücke

$$U_1 = -\frac{U_f + U_r}{2 * N} - \frac{(I_f - I_r) * R}{2 * N}$$

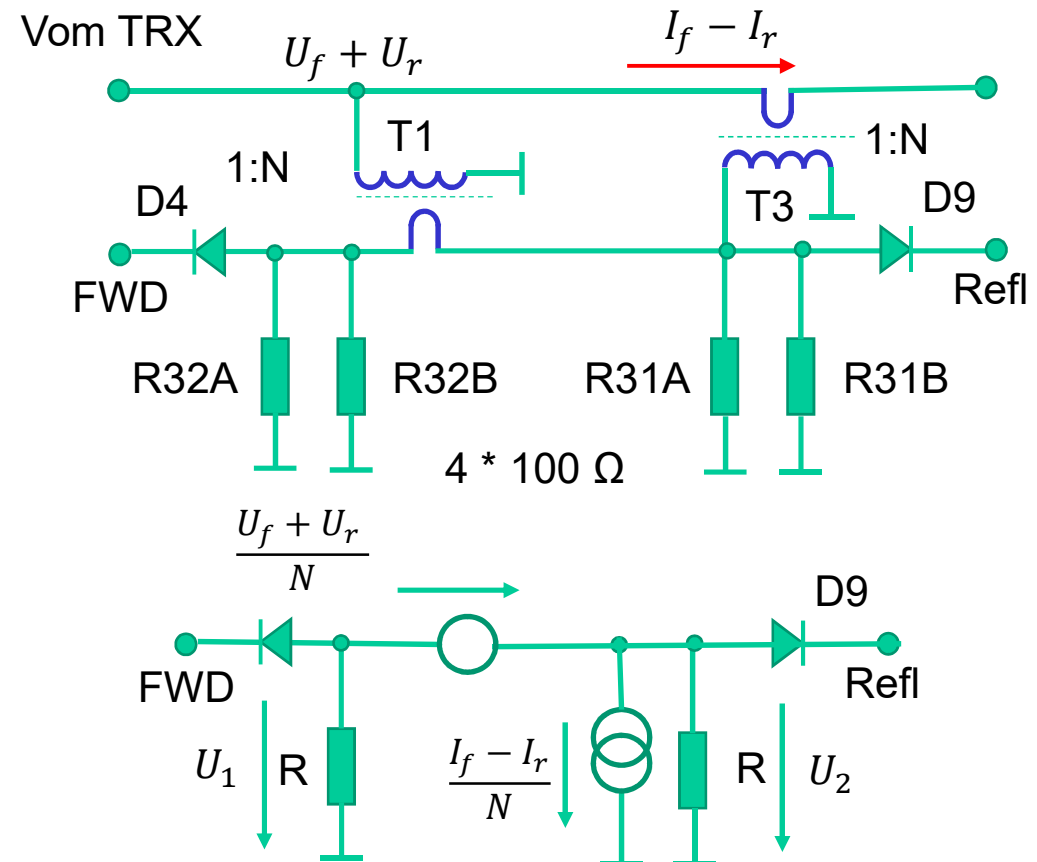
$$U_1 = -\frac{U_f + U_r + I_f * R - I_r * R}{2 * N}$$

$$U_1 = -\frac{U_f}{2}$$

$$R = Z_0 = 50\Omega$$

$$U_f = I_f * R$$

$$U_r = I_r * R$$

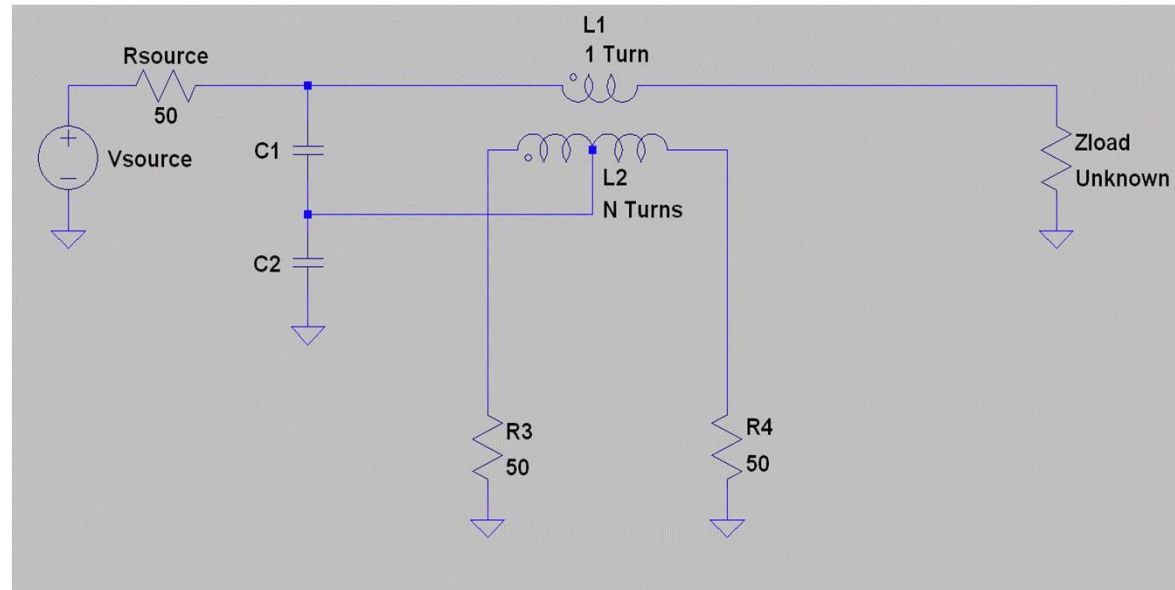


Der SG 230 Smartuner Die Bruene SWR Brücke

Die Bruene Brücke
(April 1959 in QST)
finden wir in vielen
kommerziellen TRX
und Stehwellen-
messgeräten.

Nachteil dieser Mess-
brücke ist,

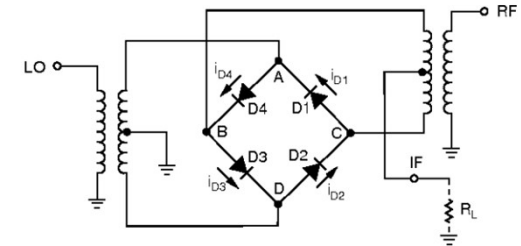
dass wegen parasitären Elemente der
Spannungsteiler C1 / C2 Abgeglichen werden muss



Mixer als Phasendetektor

Mathematische Ableitung

- Mischer als Phasendetektor
 - LO und RF mit der gleichen Frequenz aber unterschiedliche Phasen.
 - LO ist $\cos(\omega t)$
 - RF ist $\cos(\omega t + \varphi)$



$$IF = \cos(\omega t) * \cos(\omega t + \varphi)$$

$$IF = \cos(\omega t) * [\cos(\omega t) * \cos(\varphi) - \sin(\omega t) * \sin(\varphi)]$$

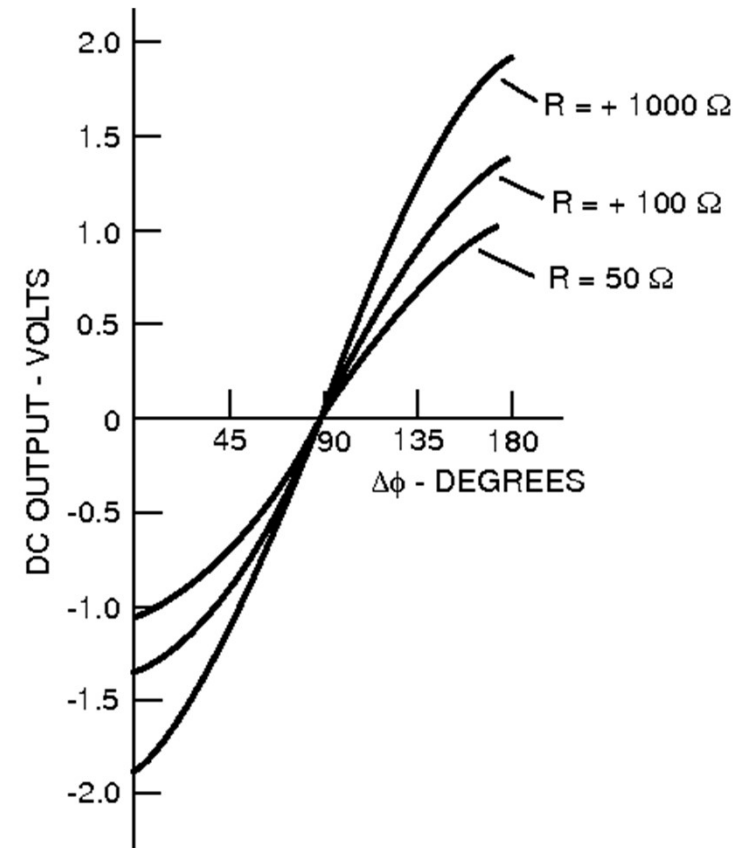
$$IF = \cos(\varphi) * (\cos(\omega t))^2 - \cos(\omega t) * \sin(\omega t) * \sin(\varphi)$$

$$(\cos(\omega t))^2 = \frac{1 + \cos(2\omega t)}{2} \text{ und } \sin(\omega t) * \cos(\omega t) = \frac{\sin(2\omega t)}{2} \text{ gleichanteil}$$

$$IF = \frac{\cos(\varphi)}{2}$$

Mixer als Phasendetektor Überlegungen

- Das Ausgangssignal entspricht einer Cosinus Funktion
- Im Op. Manual steht aber, dass bei 0 Phase das Ausgangssignal 0V, bei negativer Phase negativ und bei positiver Phase positiv ist, muss eine 90° Phasenverschiebung zwischen LO und RF geben.
- Im Schaltplan ist C19 (15pF) beim RF Eingang, hier könnte die Phasenverschiebung sein. Messtechnisch wurde nicht geprüft!



Der SG 230 Smartuner

Verwendete und empfohlene Literatur



Literatur

Mixer as a Phase Detector: www.rfcafe.com/references/articles/wj-tech-notes/Mixers

Notes on Directional Couplers: <http://k6jca.blogspot.de/2015/01/notes-on-directional-couplers-for-hf.h...>

C.G. Sontheimer et al.: Broadband Directional Coupler

US Pat. No. 3426298, Feb 4th 1966

http://g3ynh.info/zdocs/refs/patents/3426298_Sontheimer_Fredrick_1969.p...

Wilfred N. Caron: Antenna Impedance matching ARRL 1989

Bronstein, Semendjajew: Taschenbuch der Mathematik Verlag Harri Deutsch 1995

SG 230 Smartuner Installation and Operations Manual, Revision 2000