

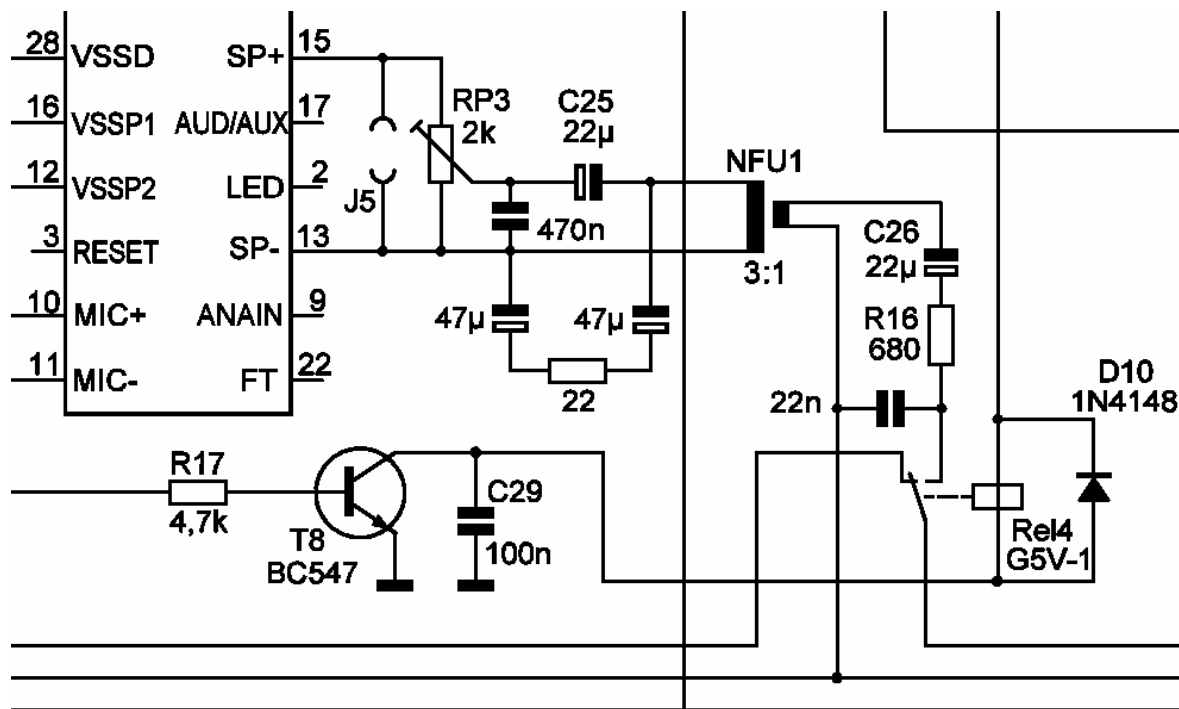
FA-Stationsmanager BX-182 nach DH8BQA

Verbesserung des Audiofrequenzgangs beim Sprach-Sendespeicher

Einleitung

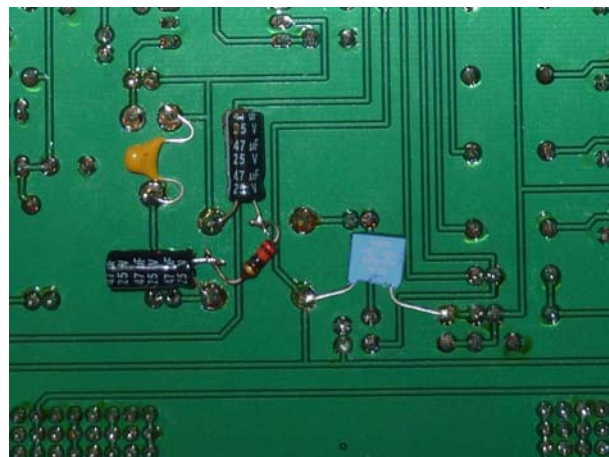
Der FA-Stationsmanager [1] ist ein ideales Zusatzgerät, um den störungsfreien Betrieb von Transceiver, Vorverstärker und Endstufen bei SSB und CW-Betrieb zu gewährleisten. Neben einer 3-stufigen Ablaufsteuerung, die keine Wünsche mehr offen lässt, enthält sie Sendespeicher für CW und SSB und für eine CW eine Sendeverzögerung, die das Verstümmeln des ersten Zeichens verhindert.

Leider entspricht der Frequenzgang des SSB-Papageis keinesfalls den Ansprüchen eines anspruchsvollen Contesters. Dabei ist ein Umbau recht einfach möglich. Es müssen keine Leitungen aufgefäst werden und neben dem Umdrehen des Trafos und dem Ersatz des Potentiometers gegen ein 2k-Exemplar müssen nur einige Bauteile auf der Leiterseite parallel geschaltet werden. Die Einzelheiten lassen sich dem folgenden Stromlaufauszug und dem Foto der Platinenrückseite entnehmen.



Bilder oben und rechts:

Ergänzter Stromlaufauszug aus [1] mit fünf neuen Bauteilen: 470nF, 2x 47µF, 22 Ohm und 22nF. RP3 hat jetzt 2kohm und die hochohmige Seite des Trafos liegt jetzt über C25 am Schleifer des Potentiometers.



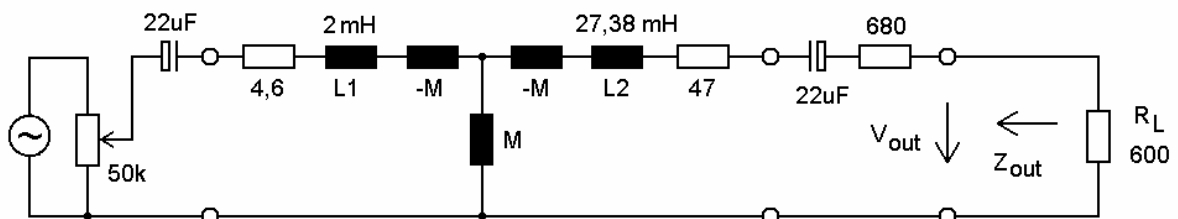
Problembeschreibung

Bei der Originalschaltung klingen die aus den 4 Sprachspeichern abgerufenen Texte selbst bei identischem Mikrophon und unveränderter Sprechweise total anders als die vom OP direkt gesprochenen Sequenzen. Das führt im Contest immer wieder zu Irritationen beim anrufenden Partner, wenn er sich nicht sicher ist, ob ihm überhaupt die „richtige“, cq-rufende Station antwortet. Der Papagei klingt stark höhenbetont, was übrigens dem Funkpartner auch das schnelle richtige Abstimmen erschwert.

Bei näherer Untersuchung mit einem Tongenerator – verifiziert durch Schaltungssimulation – bestätigt sich, dass der Wiedergabefrequenzgang um 6 dB pro Oktave ansteigt. Zwischen 300 Hz und 2,4 kHz (3 Oktaven) sind das beachtliche 18 dB, die der Pegel bei 2,4 kHz über dem bei 300 Hz liegt. Dabei klingt der Papagei vollkommen normal, wenn man das Signal an J5 abhört. Auch die Messungen zeigen, dass der Frequenzgang an dieser Stelle noch vollkommen in Ordnung ist.

Nun haben es Contester allerdings gerne, wenn die tiefen Frequenzen etwas abgesenkt sind, da sie einen großen Teil der Sendeleistung benötigen. Allerdings gilt das sowohl für das direkte Signal als auch für den Papagei. Die Tiefenreduktion muss also entweder schon im Mikrophon selbst (kleineres Koppel-C) oder aber im TRX erfolgen und damit für beide Signale gleichermaßen wirksam sein.

Vor der Berechnung der Schaltung musste zunächst der NF-Trafo (Reichelt NFU 1-3) einer Messung seiner Induktivitäten unterzogen werden, weil das Datenblatt des Lieferanten darüber keine Angaben enthält [2]. Die Messungen mit einem R&S LARU lieferten Messwerte, die zum einen auf schlechte Gütewerte schließen ließen und die andererseits nicht besonders „kongruent“ waren. Je nachdem aus welchen Messungen man das Ersatzschaltbild berechnet, ergaben sich leicht unterschiedliche Werte. Als vernünftiges „mittleres“ Modell wurde schließlich die im Bild gezeigte Schaltung gewählt. Auffällig sind die extrem kleinen Induktivitätswerte bei hohen Serienwiderständen und der geringe Koppelgrad, der weit vom idealen $k=1$ entfernt ist. Auch das Übersetzungsverhältnis weicht mit 3,7:1 vom Datenblattwert 3:1 ab.



Der Trafo mit $L1 = 2 \text{ mH}$ und $L2 = 27,38 \text{ mH}$ besitzt ein Übersetzungsverhältnis von 1:3,7 und einen Kopplungsgrad von $k = 0,7689$ woraus sich die Gegeninduktivität $M = k \cdot \sqrt{L1 \cdot L2} = 5,69 \text{ mH}$ in obigem Ersatzschaltbild errechnet.

CADEC DISK # 1 DH2MIC

10-28-2012 00:38:41 FILE FA-SM1

FA-SM-Audio

US= 2579.5 ZS= 12500 ZL= 600 ZR= 50

FREQUENCY/HZ	UOG/M	UOG/DB	ZOU/RE	ZOU/IM
300.0000	1.0001	0.0012531	727.0092	27.4957
600.0000	1.9960	6.0031	727.0368	91.1630
1.2000E3	3.9562	11.9455	727.1472	200.4116
2.4000E3	7.6434	17.6657	727.5888	409.8651

Die Berechnung der Schaltung zeigt deutlich den hörbaren Frequenzanstieg über 3 Oktaven von knapp 17,7 dB. Gemessen wurde ein Spannungsverhältnis von 16 dB, was als gute Übereinstimmung angesehen werden kann. Der Ausgangswiderstand setzt sich aus R16 (680 Ohm) und dem Spulenwiderstand der hochohmigen Sekundär-Trafowicklung von 47 Ohm zusammen. Zusätzlich zeigt sich der induktive Widerstand der Trafowicklung, der für den leichten Abfall des mit 18,06 dB ($3 \cdot 6,02$ dB) theoretisch erwarteten Anstieges auf 17,7 dB verantwortlich ist.

Daraufhin wurde versucht, durch Umdrehen des Trafos – hochohmige Seite an die Quelle und niederohmige Seite zum Ausgang – eine Verbesserung zu erzielen. Überraschenderweise ändert sich so gut wie nichts. Der frequenzproportionale Anstieg und die Pegelverhältnisse bleiben unverändert. Nur der induktive Anteil am Ausgangswiderstand fällt geringer aus und der ohmsche Anteil am Ausgangswiderstand beträgt erwartungsgemäß 684,6 Ohm.

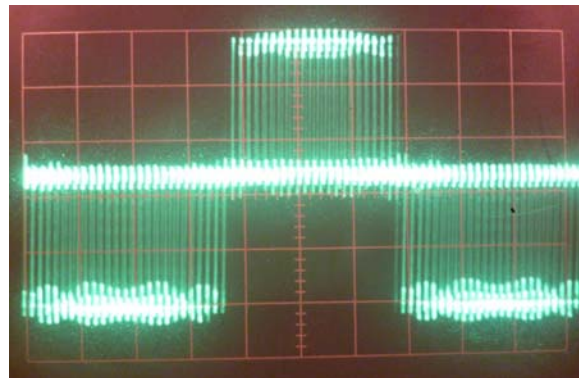
Grund für den mit der Frequenz ansteigenden Frequenzgang ist der - im Vergleich zum Quellwiderstand des Potentiometers - sehr geringe induktive Widerstand der Trafowicklung. Und aus dieser Erkenntnis leitet sich auch der als Lösung gefundene Schaltungsvorschlag ab.

Die geänderte Ausgangsschaltung

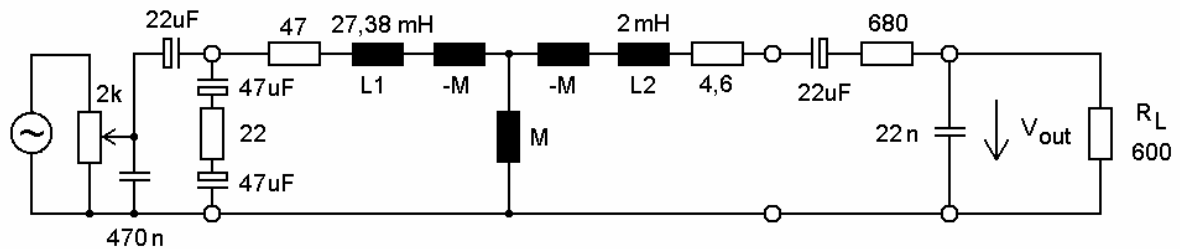
Auf der Eingangsseite wird dem „umgedrehten“ Trafo (hochohmige Seite zum Potentiometer) ein niederohmiger Widerstand parallel geschaltet. Er muss kleiner sein als der Induktive Widerstand der Primärwicklung bei der unteren Grenzfrequenz. Getestet wurden Werte von 15 bis 22 Ohm. Damit der Ausgangspegel des Papageis bei Mittelstellung des Potentiometers in etwa dem des OPs im direkten QSO entspricht, wurde das Potentiometer durch eine Ausführung mit einem Wert von 2k Ohm ersetzt.

Dieses erste Ergebnis ermutigte. Nur ein Abfall von rund 3 dB bei tiefen Frequenzen, der durch den Spulenwiderstand der Primärwicklung von 47 Ohm in Verbindung mit der Induktivität des Trafos entsteht, störte noch. Er kann aber durch die Serienschaltung eines Kondensators zum neuen Parallelwiderstand beseitigt werden. Bei 22 Ohm ergab die Simulation einen Wert von 23,5 μ F, was durch Reihenschaltung von zwei 47 μ F Elkos realisierbar ist. Damit ist auch kein bipolarer Elko erforderlich.

Wie man dem an J5 aufgenommenen Oszillogramm bei 2,4 kHz entnehmen kann, besteht das NF-Signal aus +/- 2,5 Volt großen Impulsen, die in der Breite moduliert sind. Um diese Störsignale vom Mikrophoneingang des TRX fernzuhalten wurden zwei Parallelkondensatoren eingefügt; einer am Eingang und ein weiterer am Ausgang der Schaltung. Zusammen unterdrücken sie die Schaltsignale von ca. 55 kHz um rund 20 dB, ohne dass bei 2,4 kHz ein nennenswerter Abfall des Frequenzganges zu bemerken wäre. Auch der nun etwas kapazitive Ausgangsquellwiderstand geht vollkommen in Ordnung.



Im folgenden Stromlauf mit den zusätzlichen Bauteilen beträgt die Gegeninduktivität M ebenfalls 5,69 mH. In der Schaltungsbeschreibung sind jeweils L1-M und L2-M zu einem Wert zusammengefasst.



CADEC DISK # 1 DH2MIC 10-27-2012 23:34:43 FA-SM2

```

PRI FA-SM-Audio
1: SRC          251.08V  500ohm
3: TER          600ohm
4: SFR          300Hz
5: SFR          600Hz
6: SFR          1.2kHz
7: SFR          2.4kHz
8: SFR          55kHz
9: CP           470nF
10: .CS         22uF
    ..CAS
11: .RP         22ohm
12: ..CP       23.5uF
    ...SER
    ..CAS
13: .RS         47ohm
    ..CAS
14: .LS         21.69mH
    ..CAS
15: .LP         5.69mH
    ..CAS
16: .LS        -3.69mH
    ..CAS
17: .RS         4.6ohm
    ..CAS
18: .CS         22uF
    ..CAS
19: .RS         680ohm
    ..CAS
20: .CP         22nF
    ..CAS
    .OUT UOG/M  UOG/DB  ZOU/RC
  
```

CADEC DISK # 1 DH2MIC 10-28-2012 22:56:31 FILE FA-SM2

```

FA-SM-Audio
US= 251.08  ZS= 500  ZL= 600  ZR= 50
  
```

FREQUENCY/HZ	UOG/M	UOG/DB	ZOU/RE	ZOU/IM
300.0000	0.9734701	-0.2335478	684.2569	-40.4093
600.0000	1.0001	0.0012922	683.8760	-46.6998
1.2000E3	0.9936529	-0.0553057	678.7370	-76.6200
2.4000E3	0.9802203	-0.1735262	657.4514	-140.8445
55.0000E3	0.1081056	-19.3230	24.0377	-136.8052

Zusammenfassung

Durch Austausch des 50-k-Potentiometers RP3 gegen ein gleichartiges Exemplar von 2 k Ohm, dem Umdrehen des 1:3 Trafos und ein paar zusätzlich auf der Leiterseite parallel geschalteten passiven Bauelementen, wird der Frequenzgang vollkommen eben und die störenden Frequenzanteile des pulsbreitenmodulierten Ausgangssignals sind um 20 dB unterdrückt. Bei Mittelstellung von RP3 entspricht der Signalpegel des Papageis recht genau dem des direkt gesprochenen Signals, wenn bei der Aufzeichnung der TRX schon angeschlossen ist.

[1] http://www.box73.de/download/bausaetze/BX-182_Baumappe.pdf

[2] <http://www.reichelt.de/Trenntrafos/NFU-1-3/3/index.html?ARTICLE=32776>