

Eigenbau eines Vektor Netzwerkanalysators für Amateurfunkzwecke

Prof. Dr. Thomas Baier
DG8SAQ

Cal Start = 10,685 MHz Center = 10,7 MHz Span = 30 kHz Stop = 10,715 MHz

S21 dB

Mem2 Smith

Prof. Dr. Thomas Baier / DG8SAQ

Juli 2006

Ziele

- Messbereich mindestens 100 KHz ... 30 MHz
- Ausreichende Genauigkeit um S-Parameter für Simulationen zu verwenden
- Nutzung der Möglichkeiten eines Standard-PCs
- Möglichst geringer Hardwareaufwand
- Möglichst Standardbauteile, mit Amateurmitteln lötbar

Cal Start = 10,685 MHz Center = 10,7 MHz Span = 30 kHz Stop = 10,715 MHz

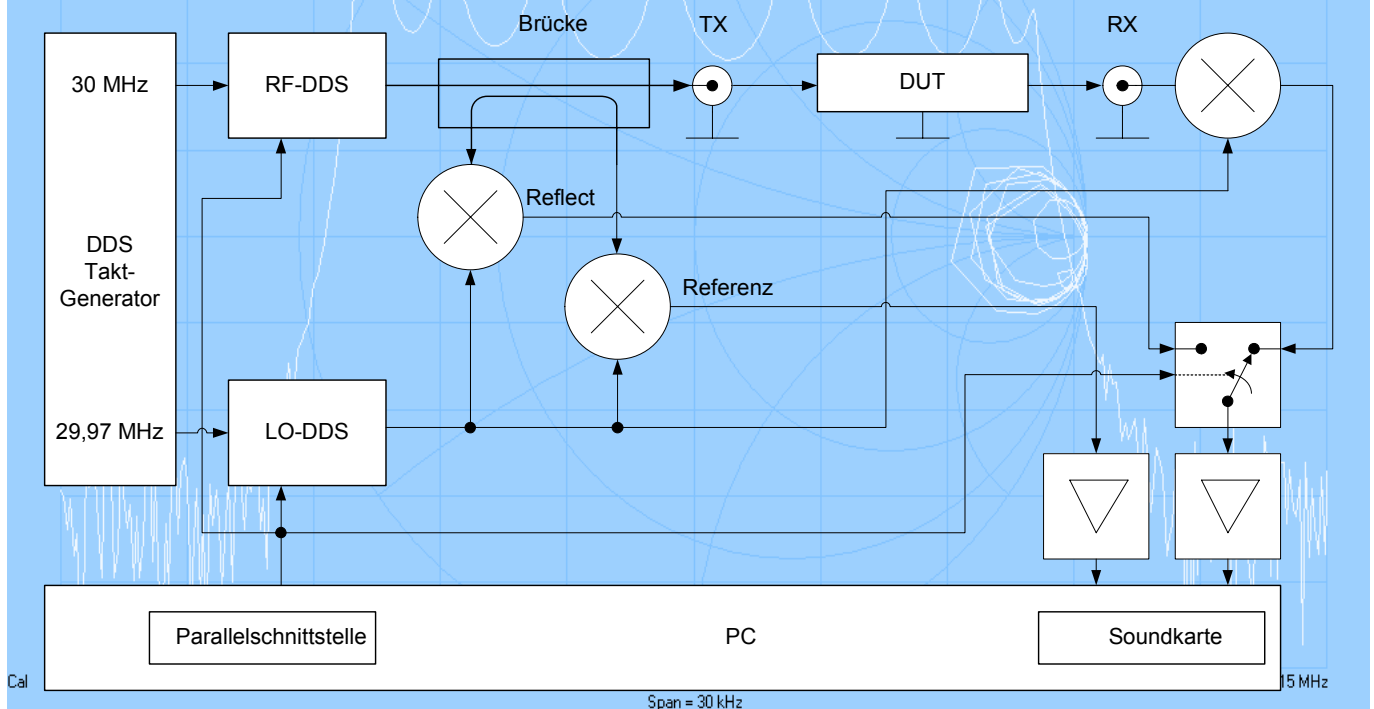
S21 dB

Mem2 Smith

Prof. Dr. Thomas Baier / DG8SAQ

Juli 2006

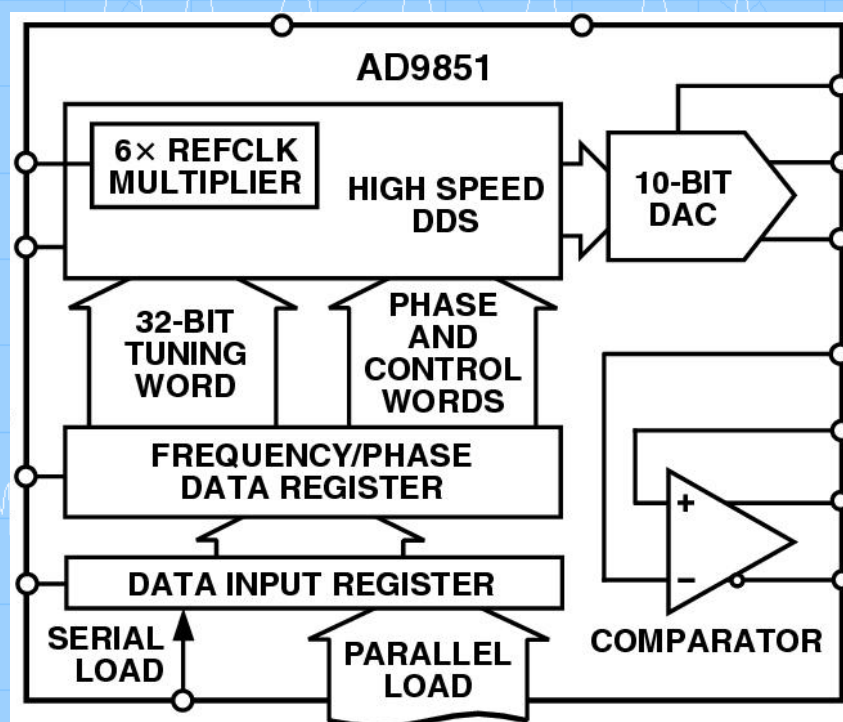
Prinzip VNWA



Prof. Dr. Thomas Baier / DG8SAQ

Juli 2006

AD9851 DDS-Baustein



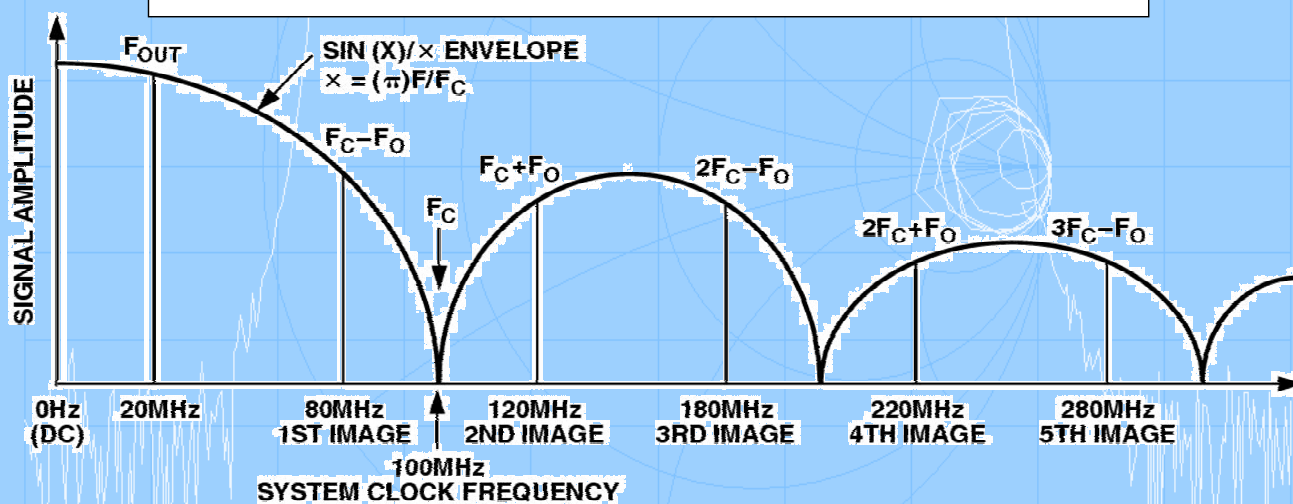
Start = 10,685 MHz

Stop = 10,715 MHz

Prof. Dr. Thomas Baier / DG8SAQ

Juli 2006

Ausgangsspektrum eines DDS-Bausteins



aus Datenblatt AD9851, Analog Devices

Cal Start = 10,685 MHz

Center = 10,7 MHz
Span = 30 kHz

Stop = 10,715 MHz

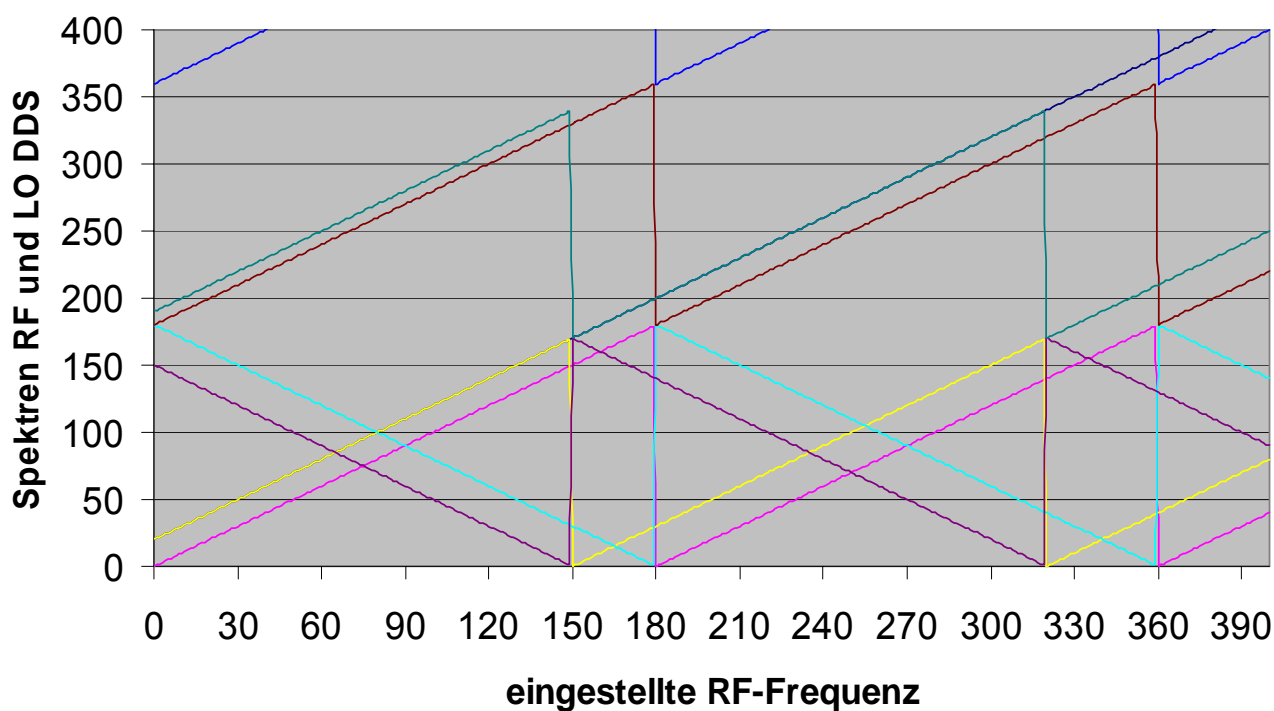
S21 dB

Mem2 Smith

Prof. Dr. Thomas Baier / DG8SAQ

Juli 2006

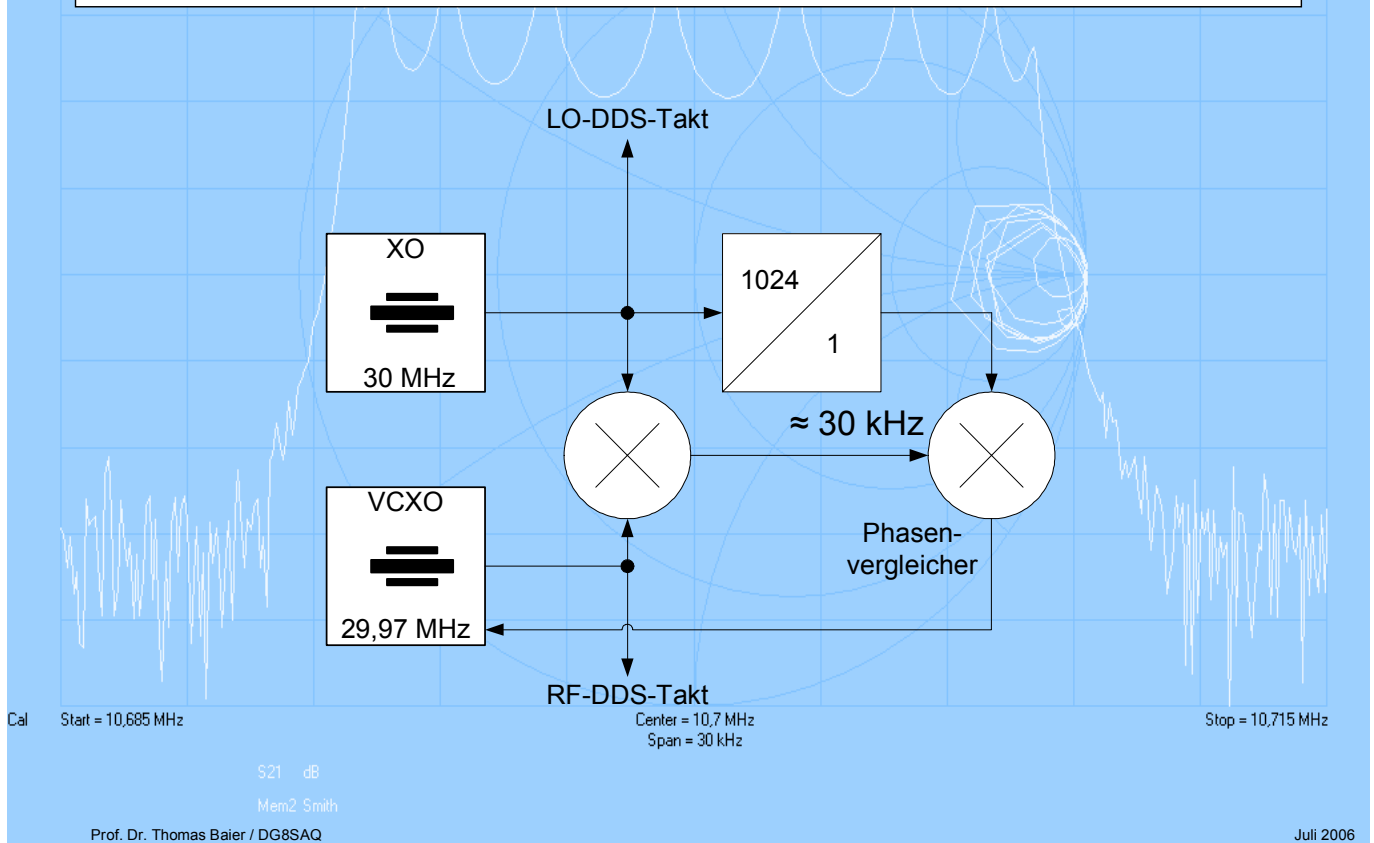
DDS Aliasfrequenzen



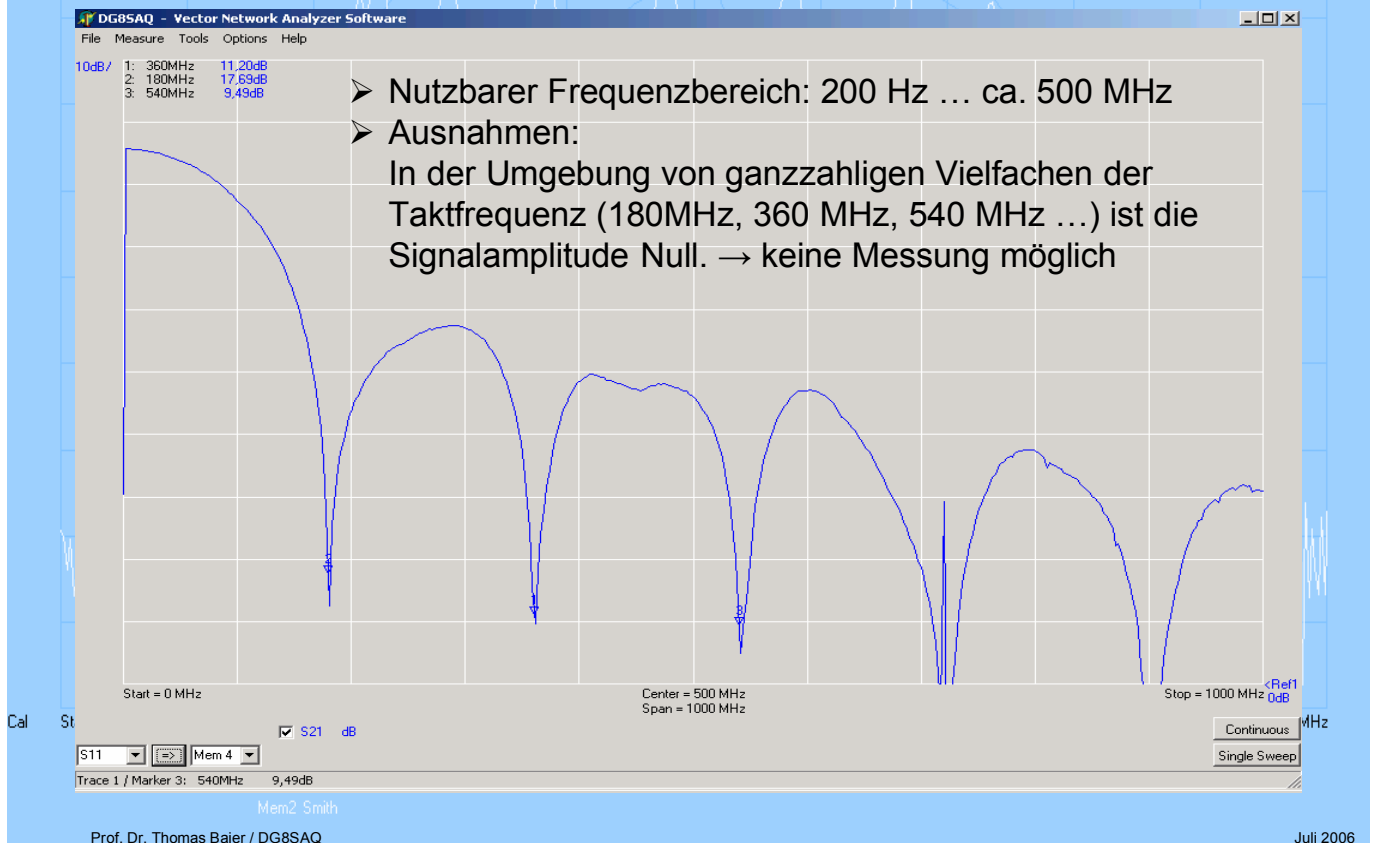
Rechenbeispiel: Clockfrequenz RF-DDS: 180 MHz
Clockfrequenz LO-DDS: 170 MHz

→ ZF: 10 MHz

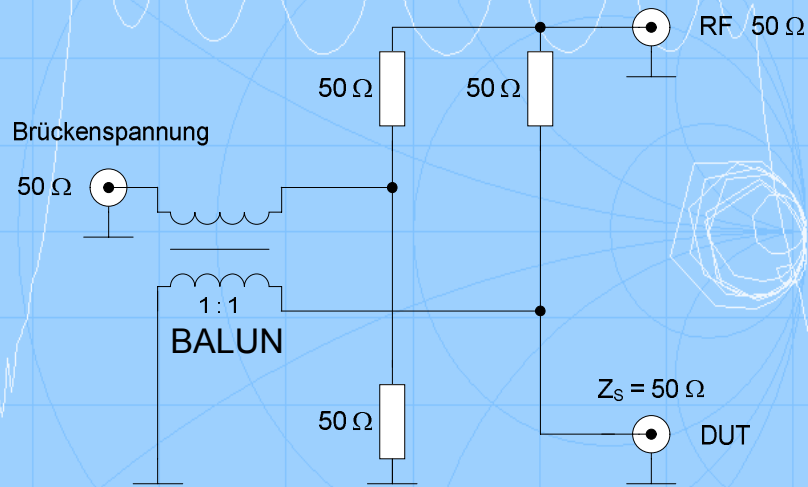
Taktgenerator für DDS



Referenzsignal gemessen



Standard-Messbrücke

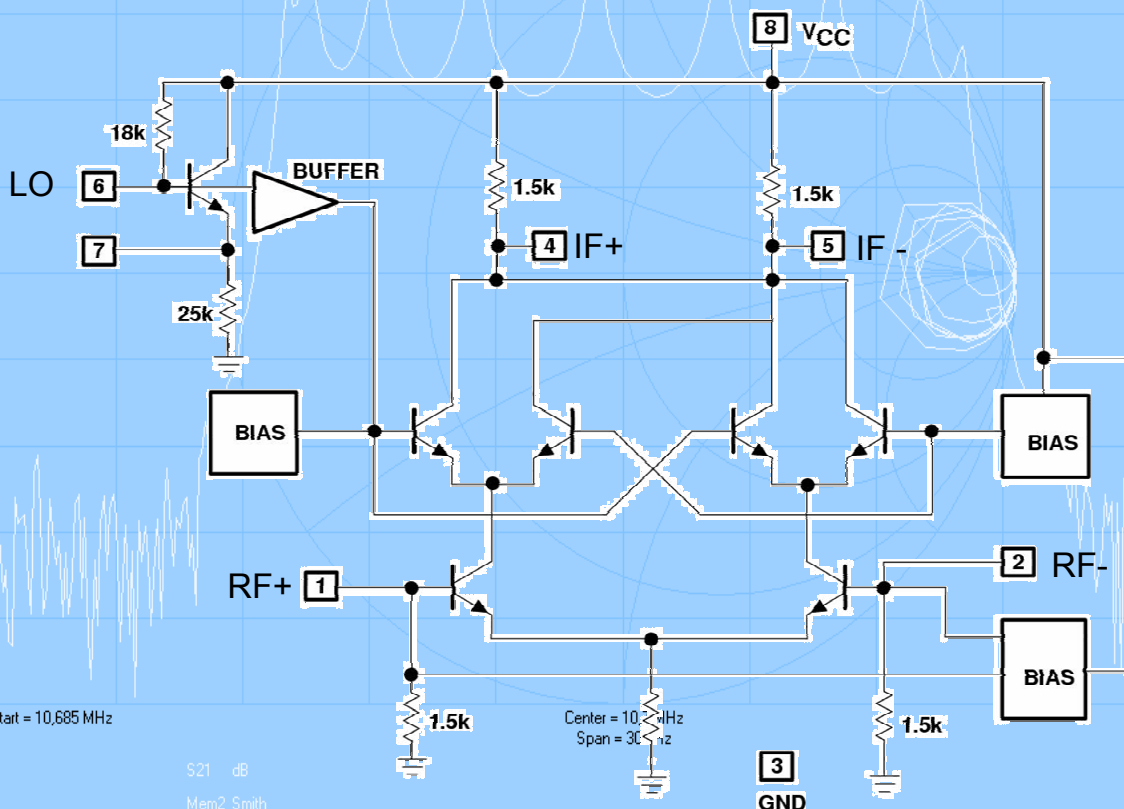


Problem: Breitbandige Realisierung des BALUN
Lösung: *Gilbert Cell Mixer*

Prof. Dr. Thomas Baier / DG8SAQ

Juli 2006

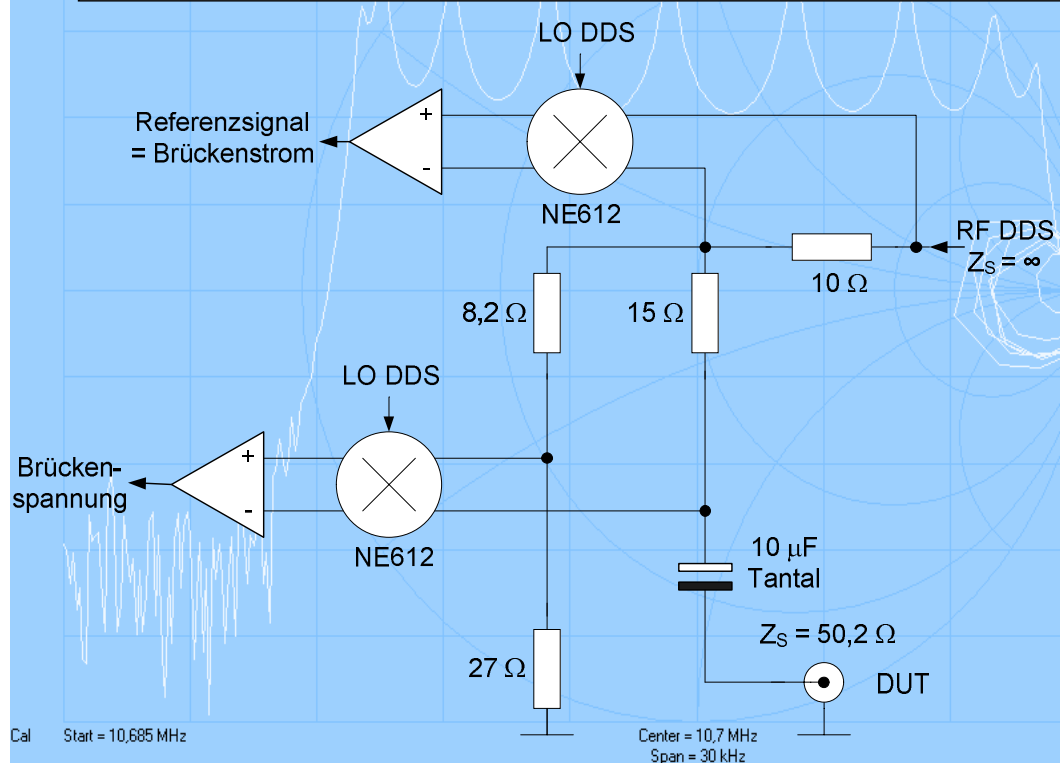
Gilbert Cell Mixer NE612



Prof. Dr. Thomas Baier / DG8SAQ

Juli 2006

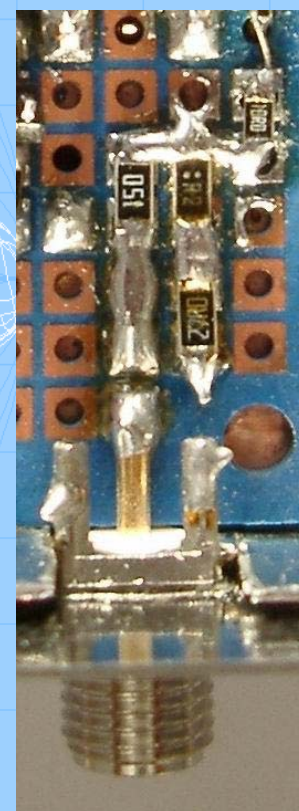
Brücke



Problem: Frequenzgang des DC-Blocks im Hz - Bereich

Prof. Dr. Thomas Baier / DG8SAQ

Juli 2006

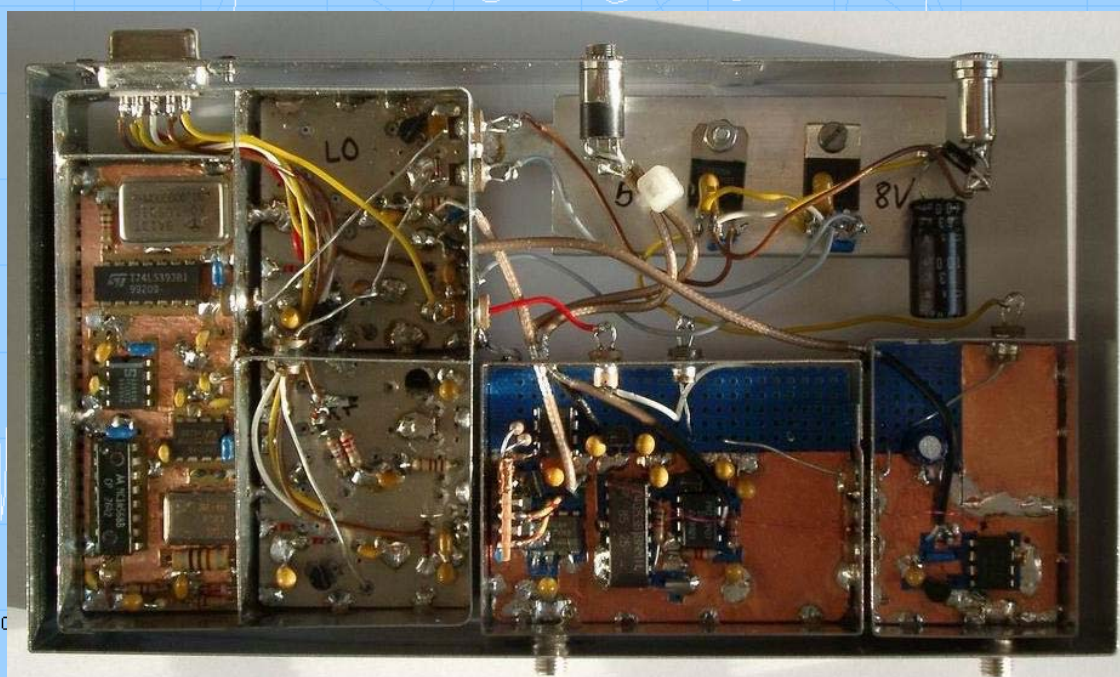


Realisierung (1)

zur Parallelschnittstelle

zum Line In

+12V/250mA



100mm

10,715 MHz

TX

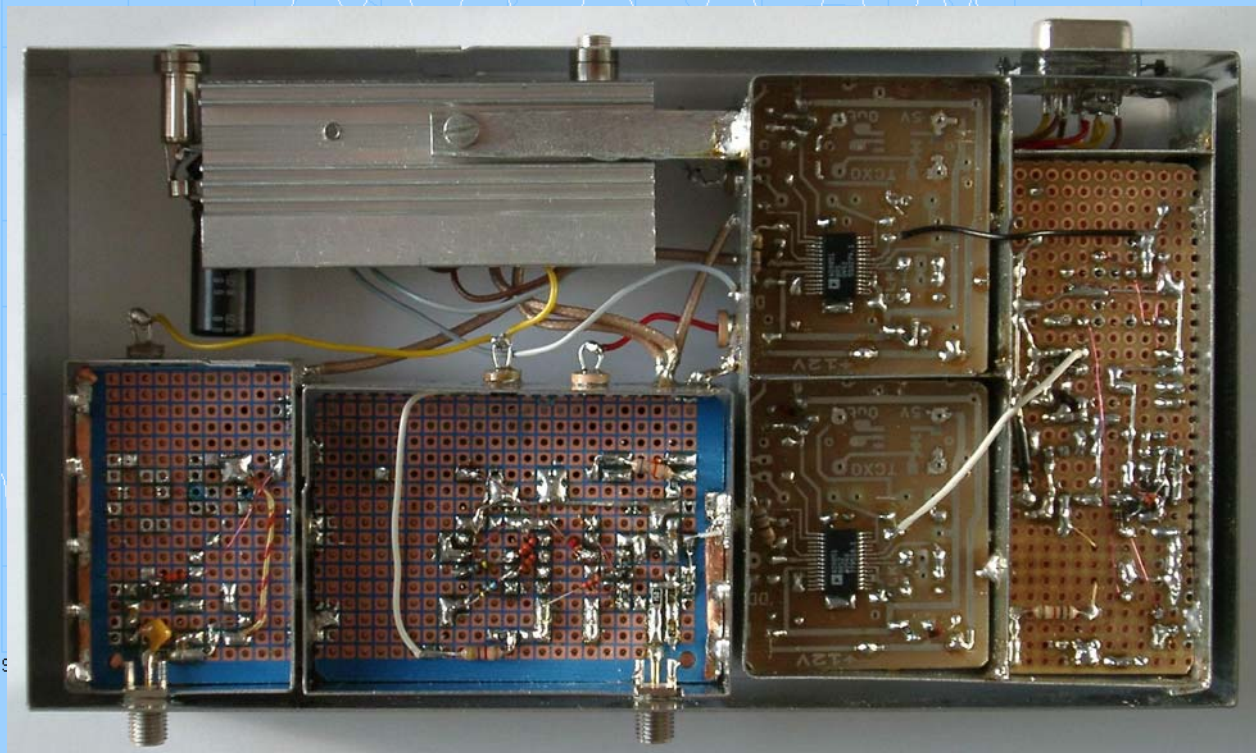
RX

Mem2 Smith

Prof. Dr. Thomas Baier / DG8SAQ

Juli 2006

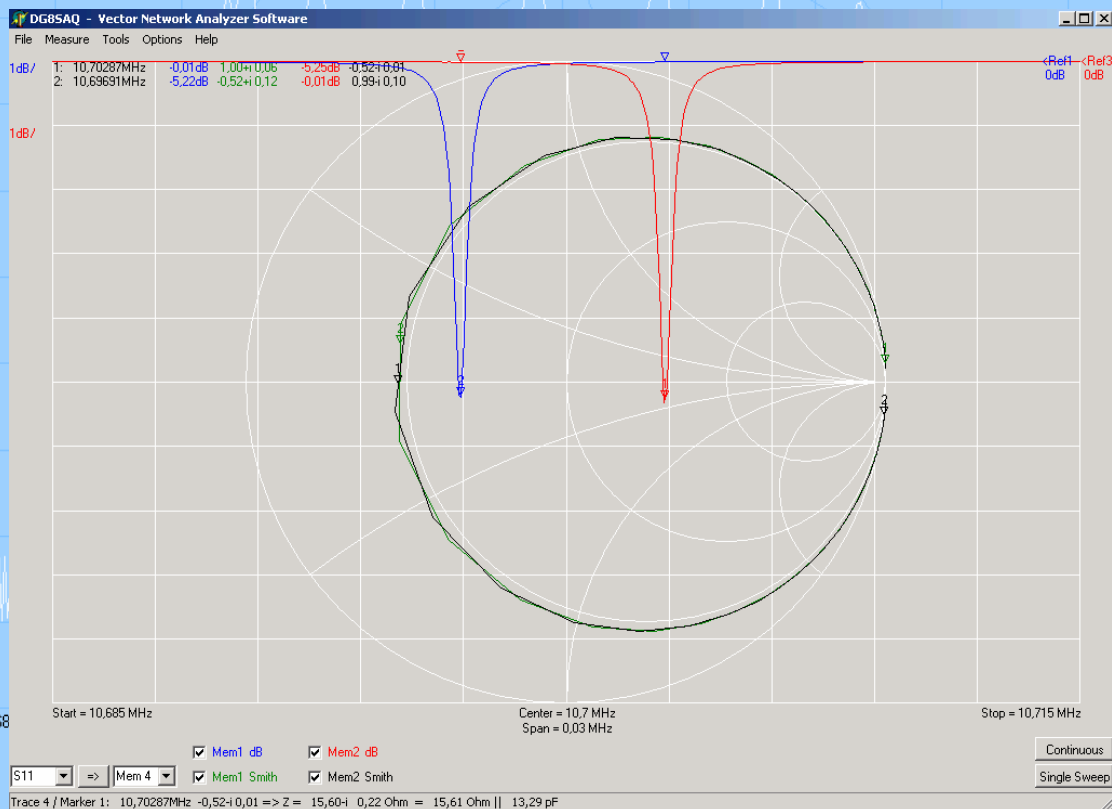
Realisierung (2)



Prof. Dr. Thomas Baier / DG8SAQ

Juli 2006

Messung von Eintoren ...

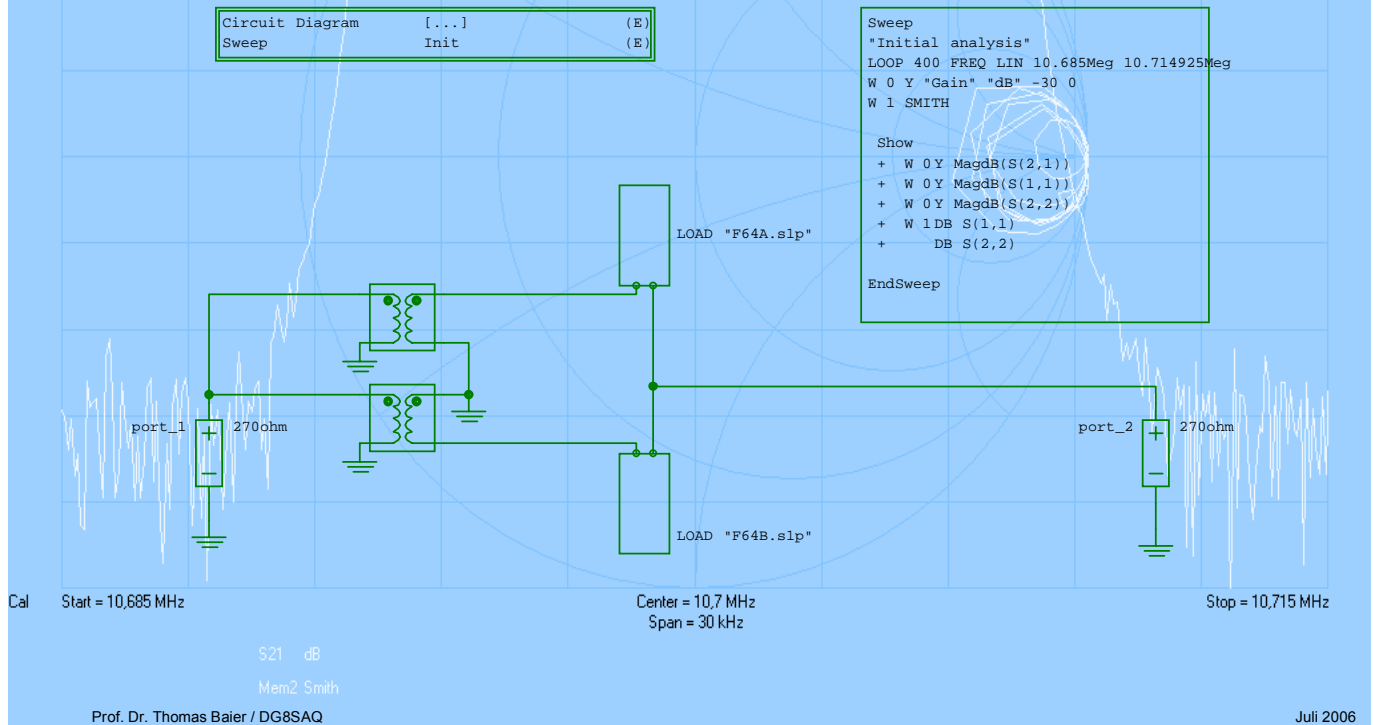


Prof. Dr. Thomas Baier / DG8SAQ

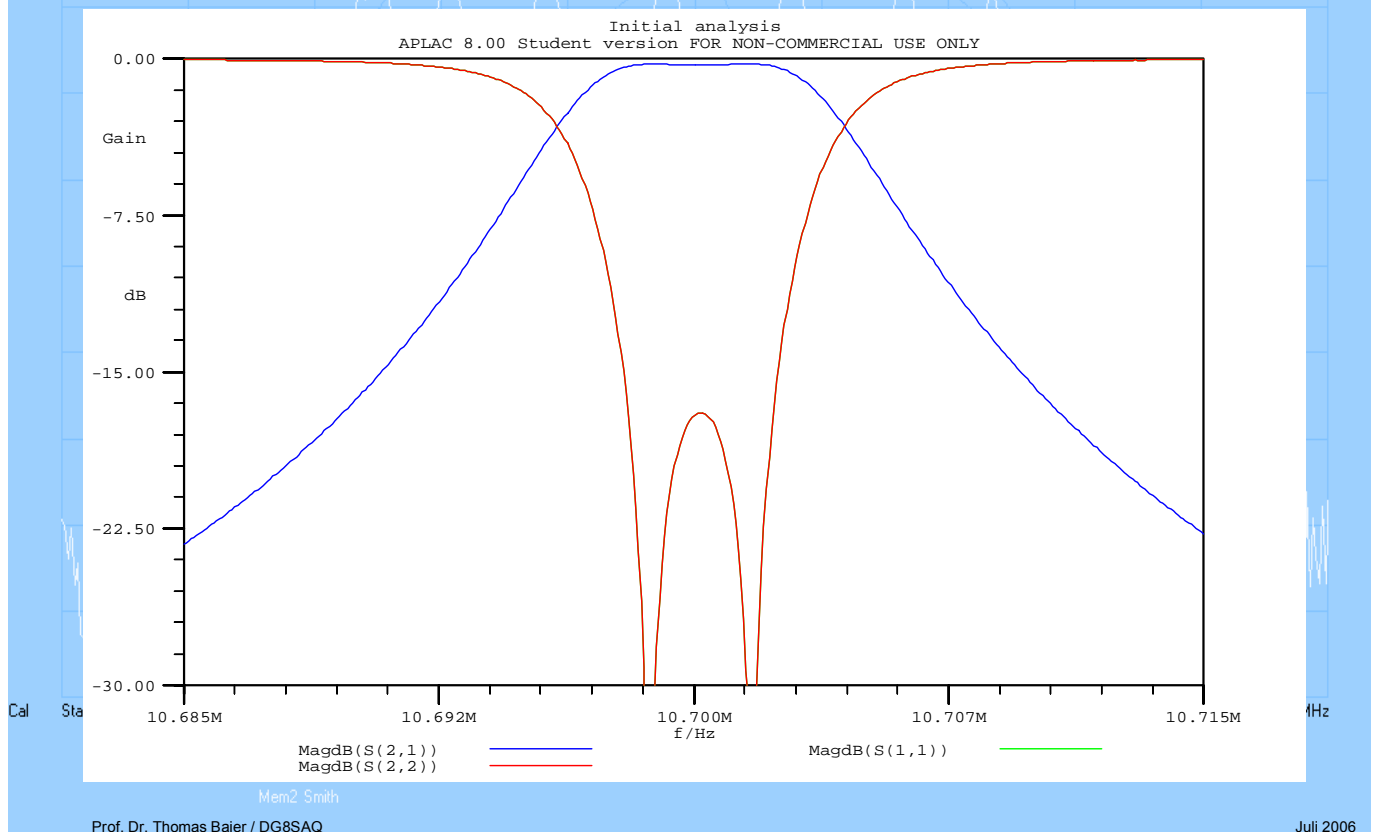
Juli 2006

... und Netzwerksynthese (1)

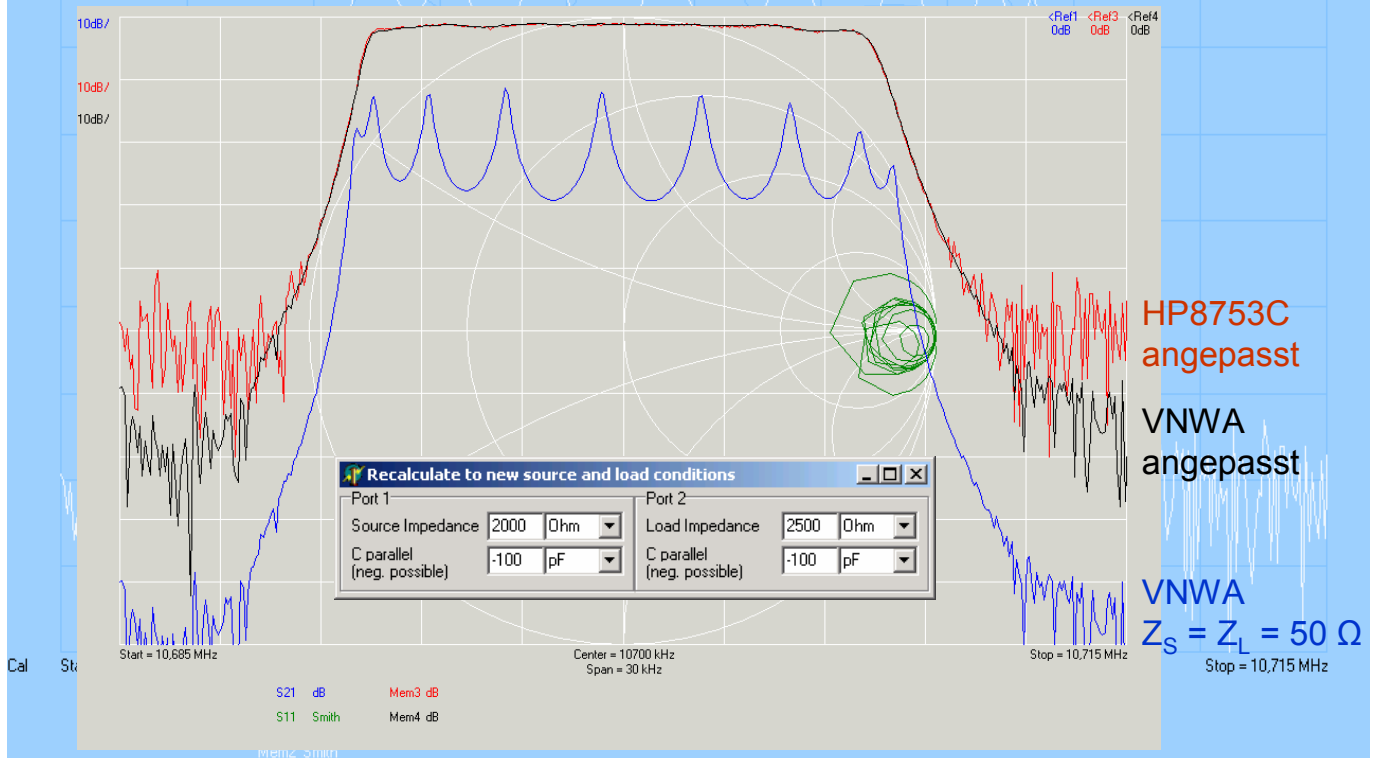
... z.B. mit APLAC:



Netzwerksynthese (2)



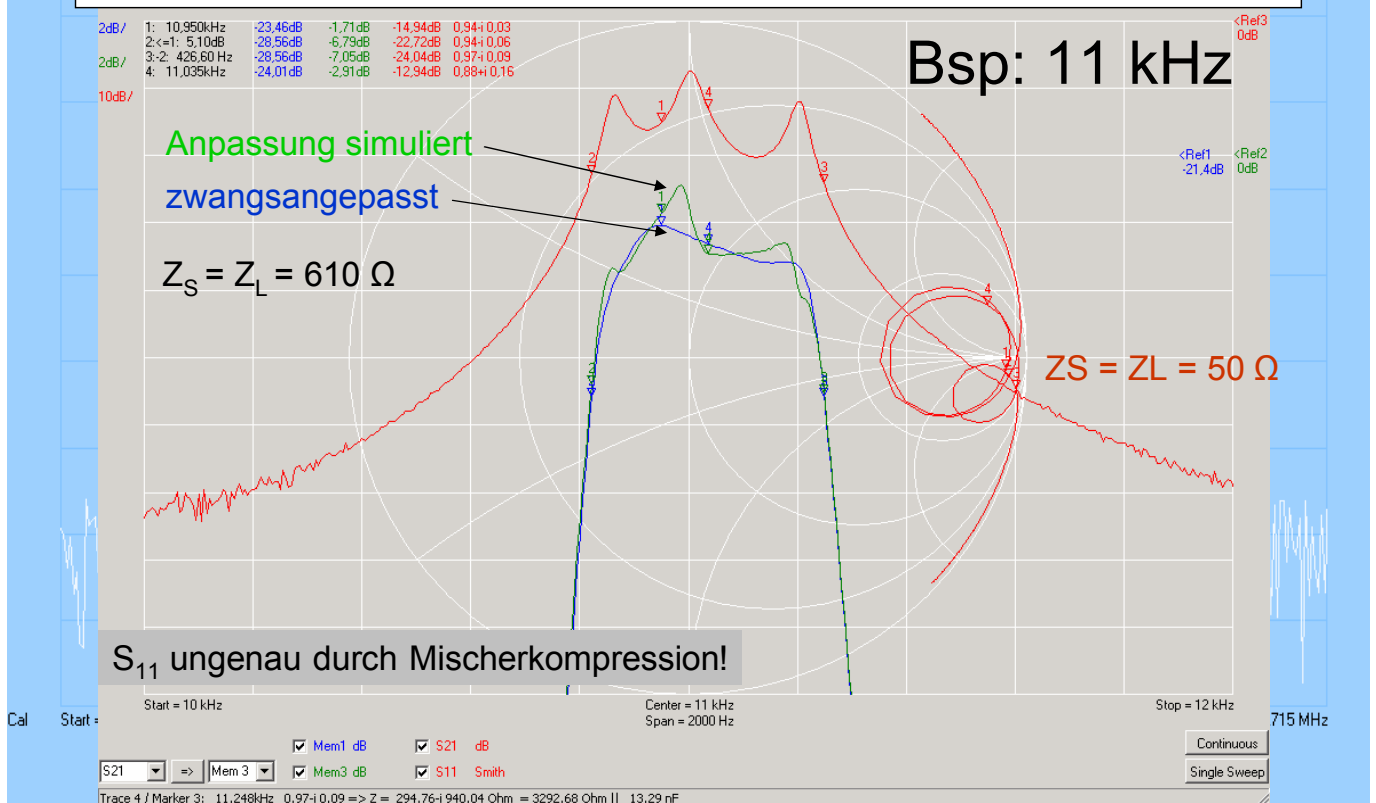
Messung von Zweitoren



Prof. Dr. Thomas Baier / DG8SAQ

Juli 2006

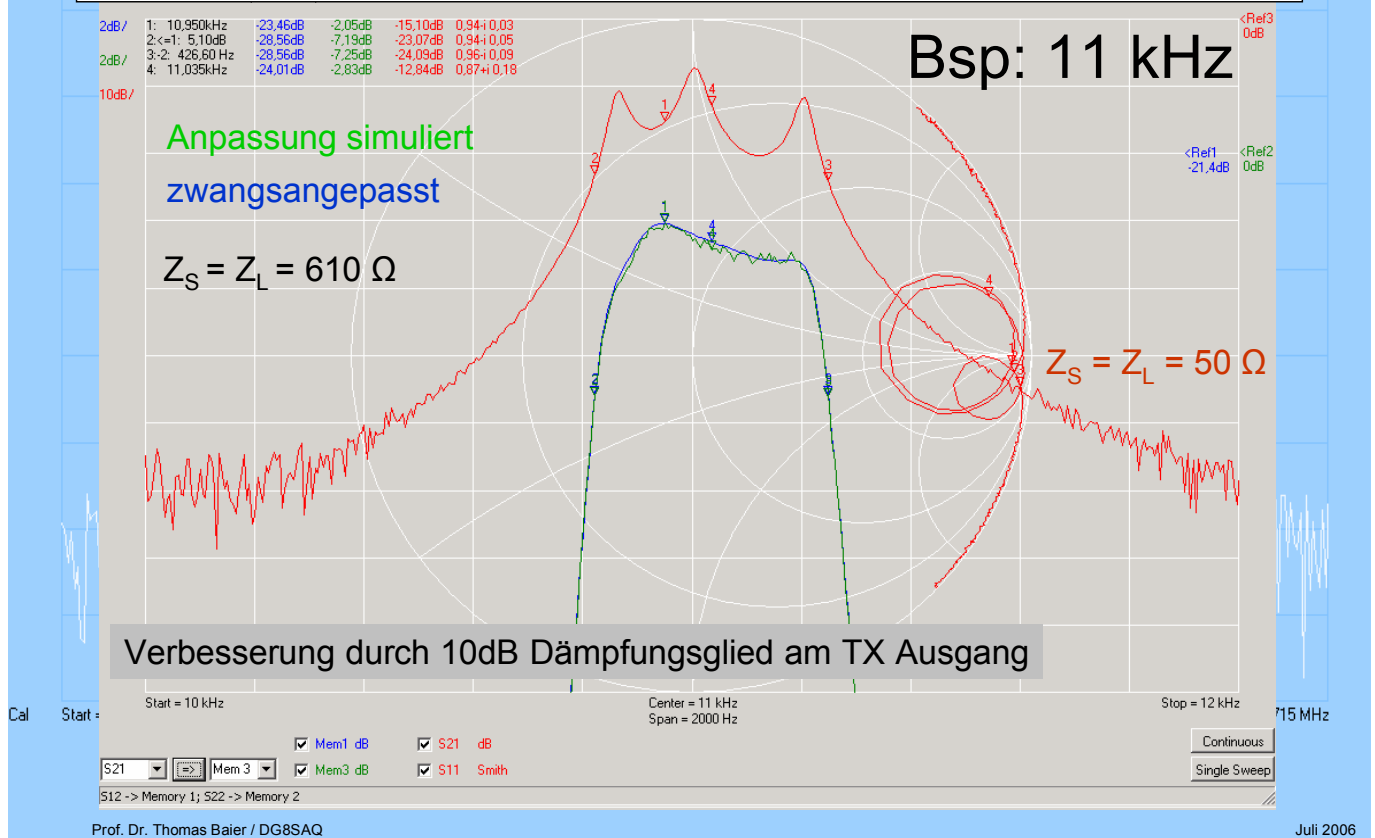
Untere Frequenzgrenze (1)



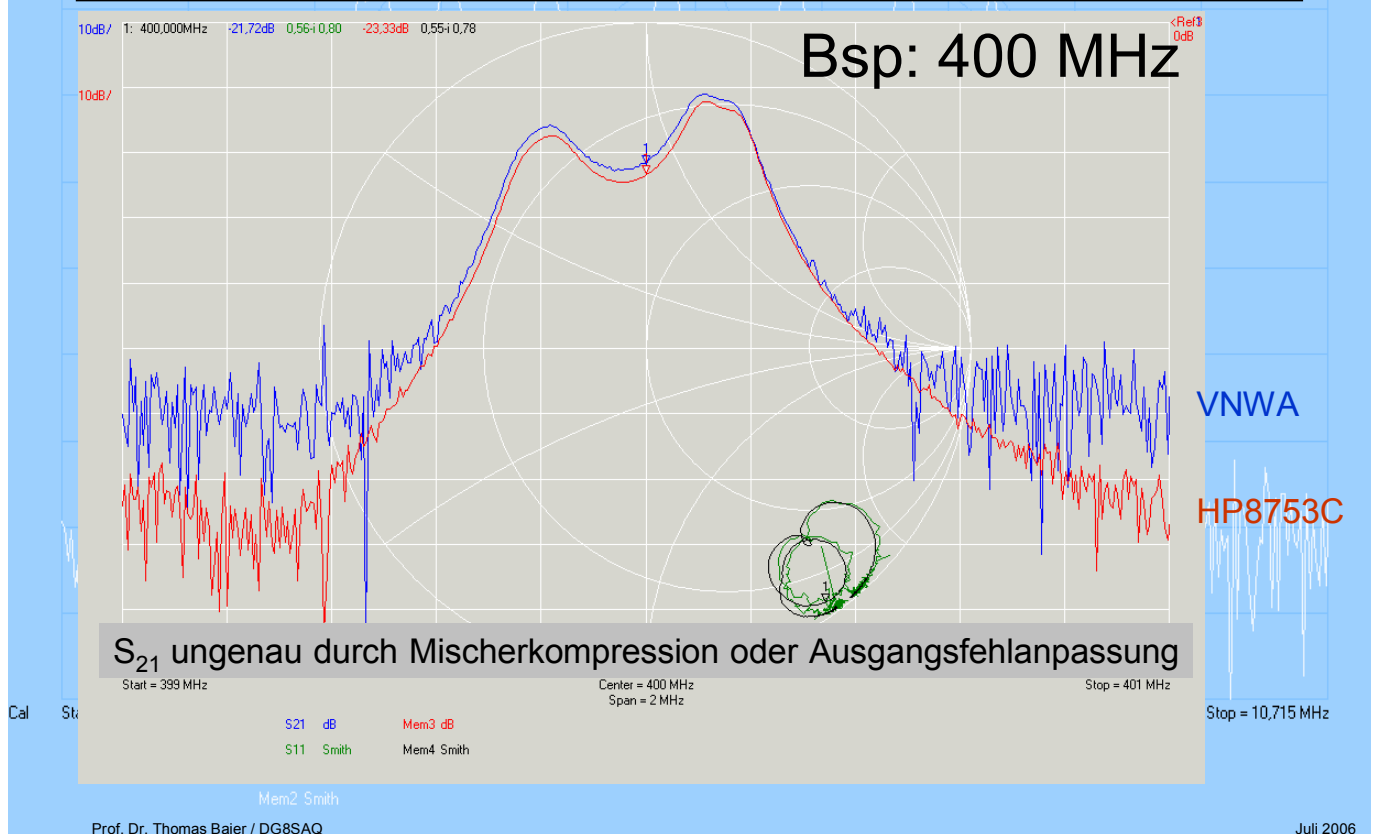
Prof. Dr. Thomas Baier / DG8SAQ

Juli 2006

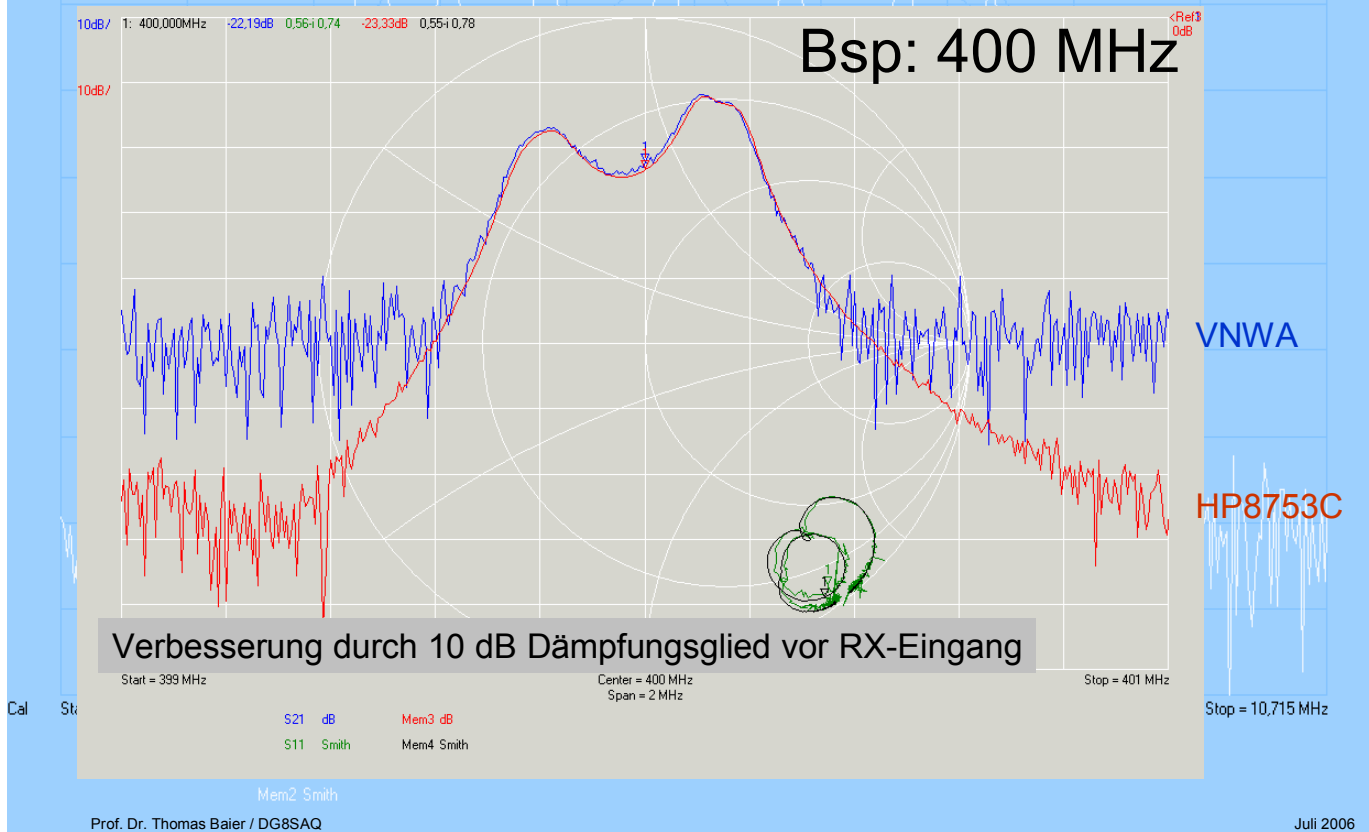
Untere Frequenzgrenze (2)



Obere Frequenzgrenze (1)



Obere Frequenzgrenze (2)



Zusammenfassung

Erreicht:

- 200 Hz – 500 MHz mit Lücken abgedeckt, insbesondere VLF-UKW, 2m, 70cm
- Genauigkeit ausreichend für Schaltungssynthese
- Geringer Hardwareaufwand, abgleichfrei
- Universell verwendbare Software
- Prinzipielle Messgenauigkeit: 0,01dB und 0,1°, momentan noch größere Fehler durch Mischer

Optimierungen:

- Großsignalfestere Mischer oder ...
- ... niedrigerer RF-Pegel und höhere ZF-Verstärkung
- Berücksichtigung von Thru-Match bei der Kalibrierung

Warnung bei Übersteuerung



Ausblick

- Erweiterung Frequenzbereich mit anderem DDS (AD9858 – 1 GHz)
- Komplette neue Hardware in Kombination mit der bisherigen Software:
YIGs, Diodenmischer, Richtkoppler
für Frequenzen bis 18 GHz

Cal Start = 10,685 MHz Center = 10,7 MHz Stop = 10,715 MHz
Span = 30 kHz

S21 dB

Mem2 Smith

Prof. Dr. Thomas Baier / DG8SAQ

Juli 2006