

Studienarbeit

Entwicklung und Aufbau eines automatischen, Mikrocontroller gestützten Kurzwellen- Anpassungstransformators für den Frequenzbereich von $f = 1.8 - 30$ MHz

Michael Blasius

Universität Duisburg-Essen - Hochfrequenztechnik

Prof. Dr.-Ing. K.Solbach

Gliederung

- Einleitung

Gliederung

- Einleitung
- Anforderungen

Gliederung

- Einleitung
- Anforderungen
- Lösungsansatz

Gliederung

- Einleitung
- Anforderungen
- Lösungsansatz
- Systemkonzept

Gliederung

- Einleitung
- Anforderungen
- Lösungsansatz
- Systemkonzept
- Systemkomponenten

Gliederung

- Einleitung
- Anforderungen
- Lösungsansatz
- Systemkonzept
- Systemkomponenten
- Software

Gliederung

- Einleitung
- Anforderungen
- Lösungsansatz
- Systemkonzept
- Systemkomponenten
- Software
- Praktischer Aufbau

Gliederung

- Einleitung
- Anforderungen
- Lösungsansatz
- Systemkonzept
- Systemkomponenten
- Software
- Praktischer Aufbau
- Erweiterungsmöglichkeiten

Gliederung

- Einleitung
- Anforderungen
- Lösungsansatz
- Systemkonzept
- Systemkomponenten
- Software
- Praktischer Aufbau
- Erweiterungsmöglichkeiten
- Vorführung

Einleitung

- Übertragungsstrecke



Einleitung

- Übertragungsstrecke

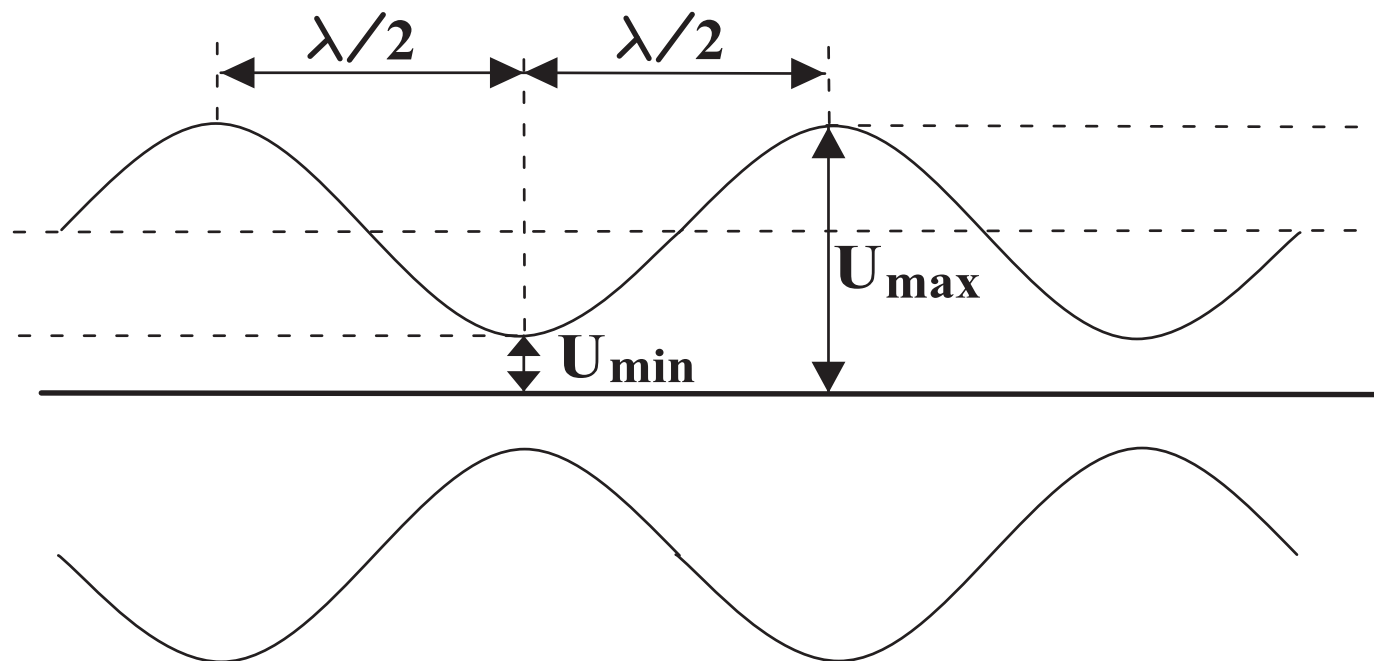


- Leistungsanpassung wenn:

$$\underline{Z}_0 = \underline{Z}_{\text{Antenne}}^*$$

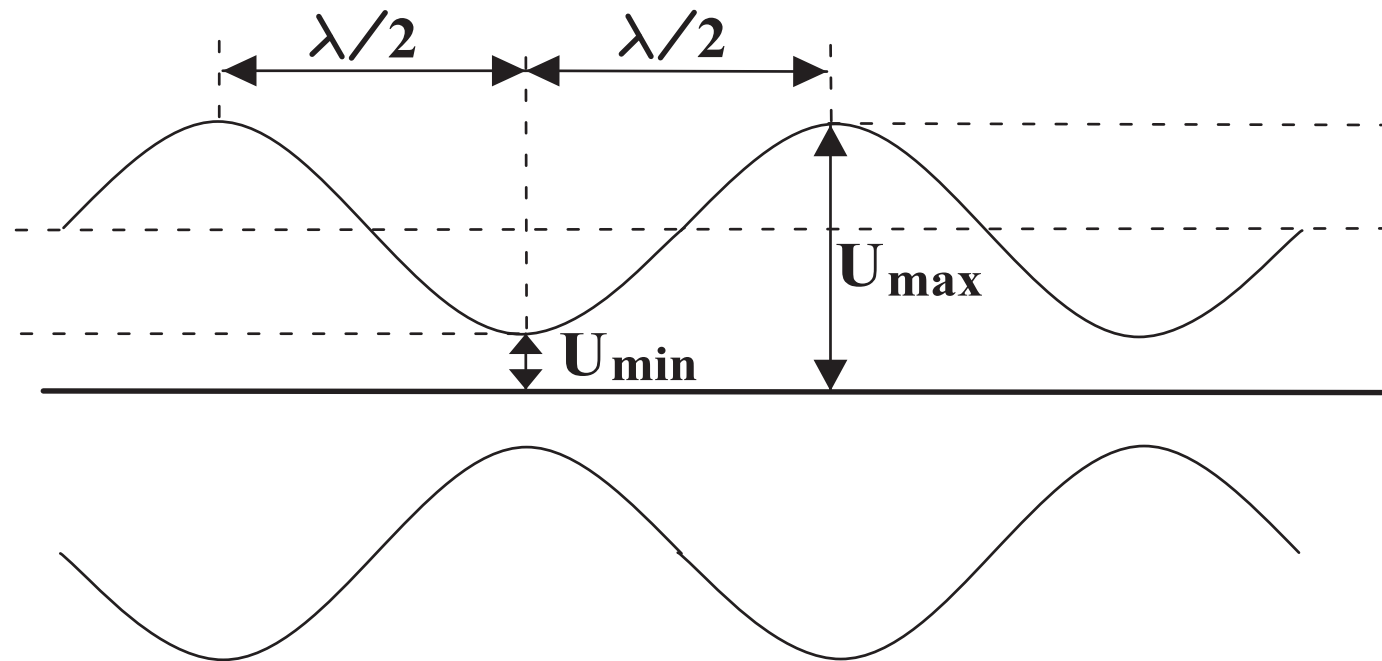
Einleitung

■ Stehende Welle



Einleitung

■ Stehende Welle

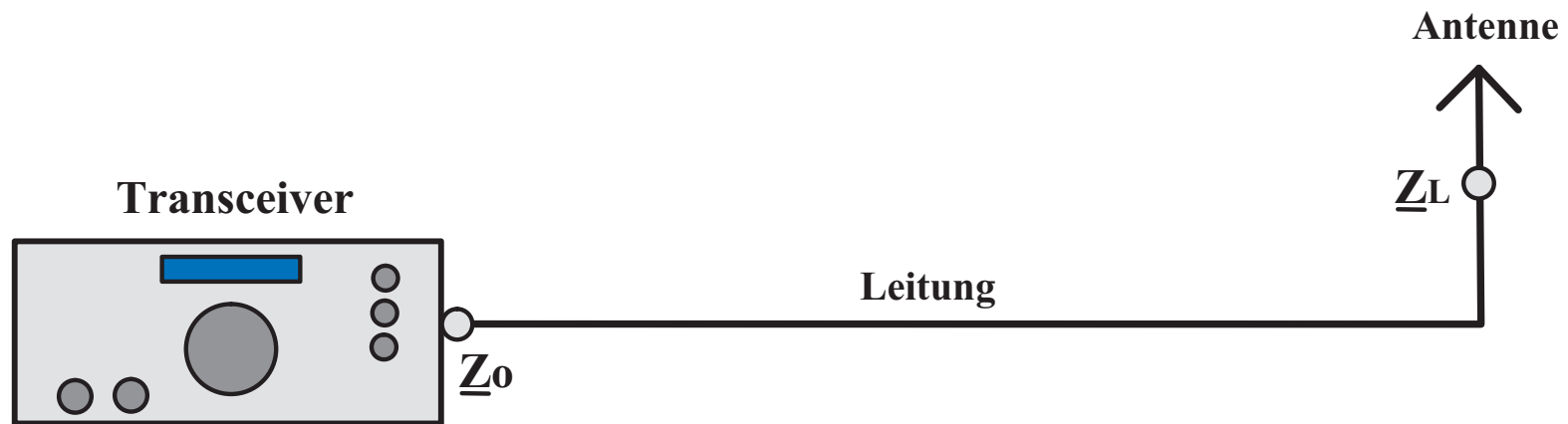


■ Stehwellenverhältnis VSWR

$$VSWR = \frac{U_{\max}}{U_{\min}}$$

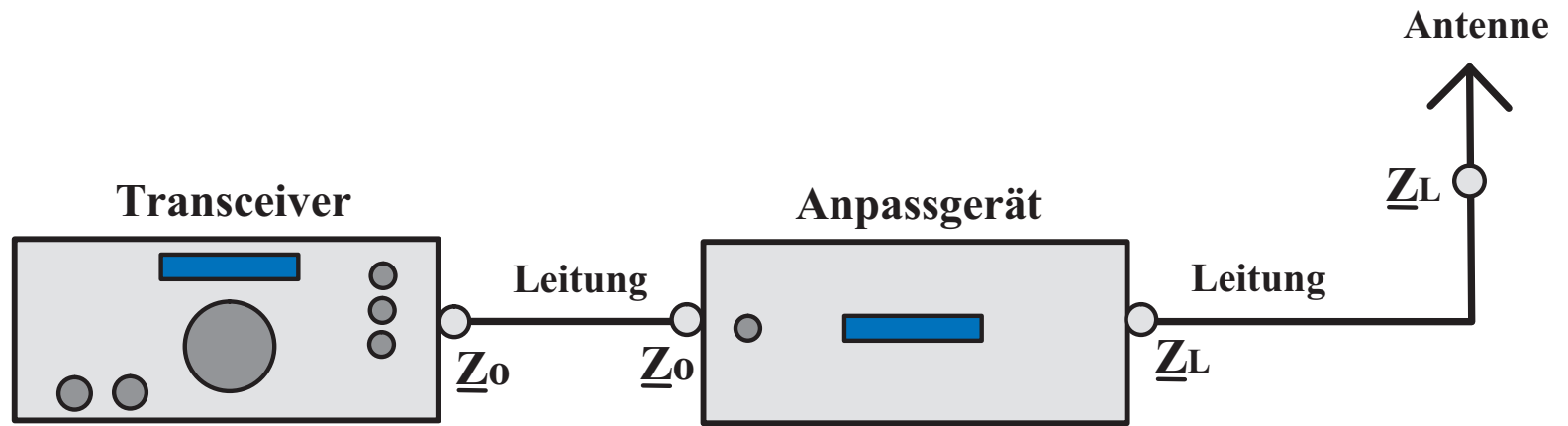
Einleitung

- Transceiver direkt an Antenne



Einleitung

- Transceiver über Tuner an Antenne



Systemanforderungen

- Automatische Anpassung

Systemanforderungen

- Automatische Anpassung
- Frequenzbereich 1.8MHz bis 30MHz
(Kurzwellenband)

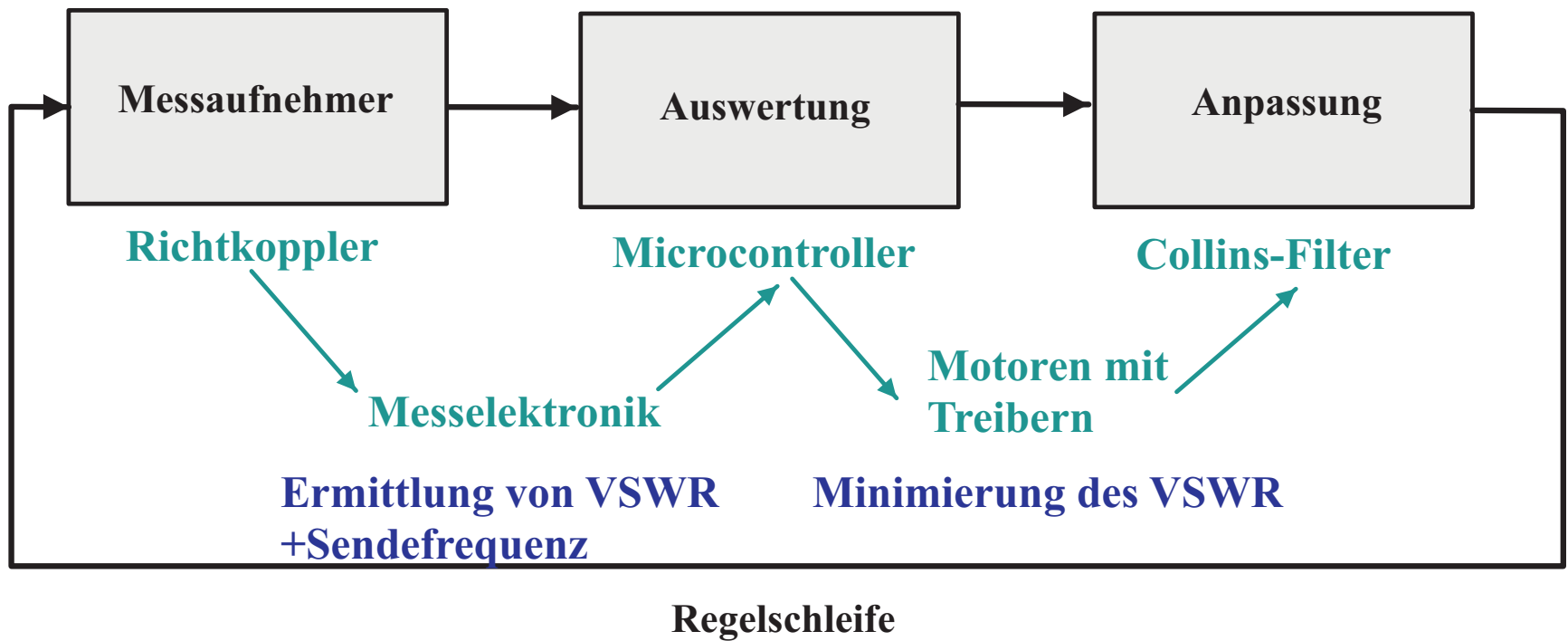
Systemanforderungen

- Automatische Anpassung
- Frequenzbereich 1.8MHz bis 30MHz
(Kurzwellenband)
- Praktikabler Anpassbereich von
Antennenimpedanzen

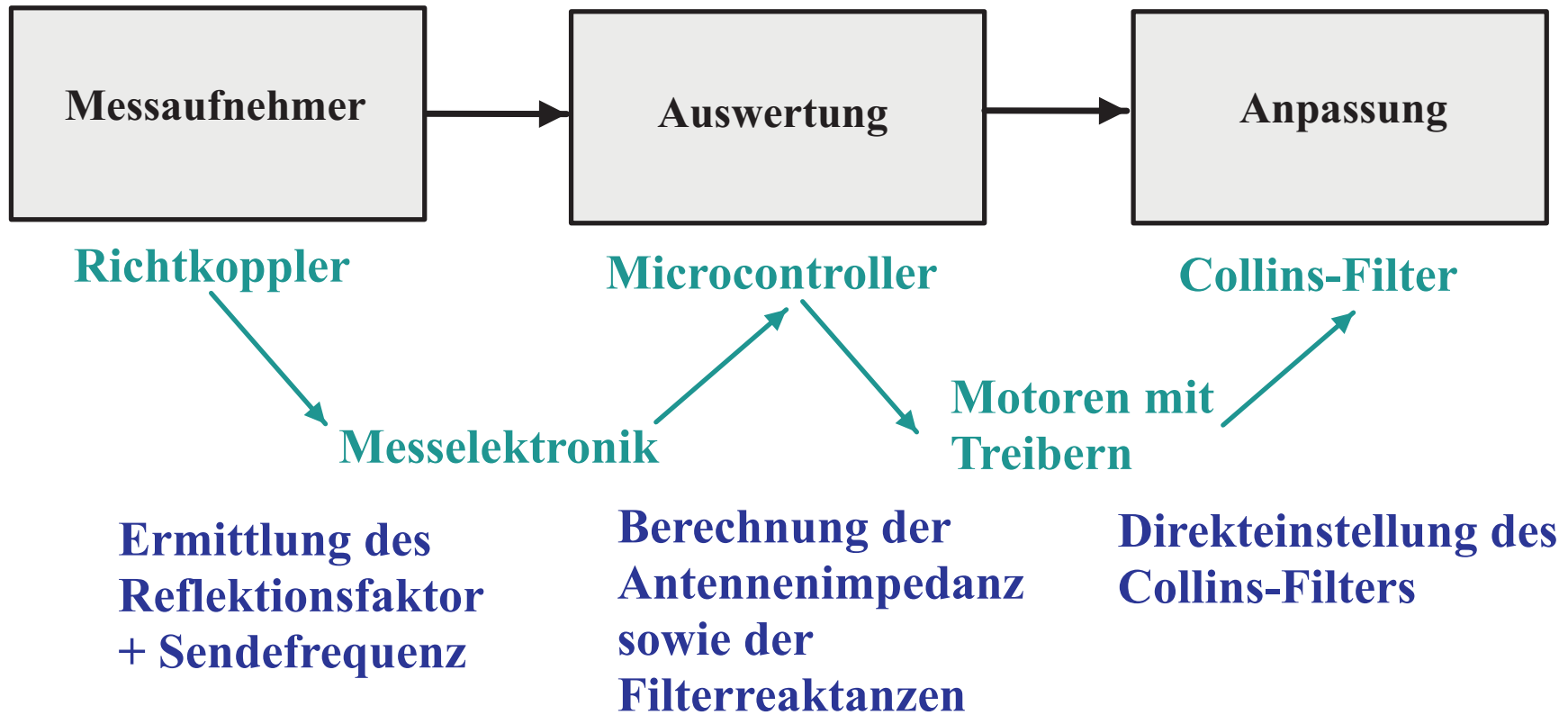
Systemanforderungen

- Automatische Anpassung
- Frequenzbereich 1.8MHz bis 30MHz
(Kurzwellenband)
- Praktikabler Anpassbereich von
Antennenimpedanzen
- Möglichst großer Leistungsbereich

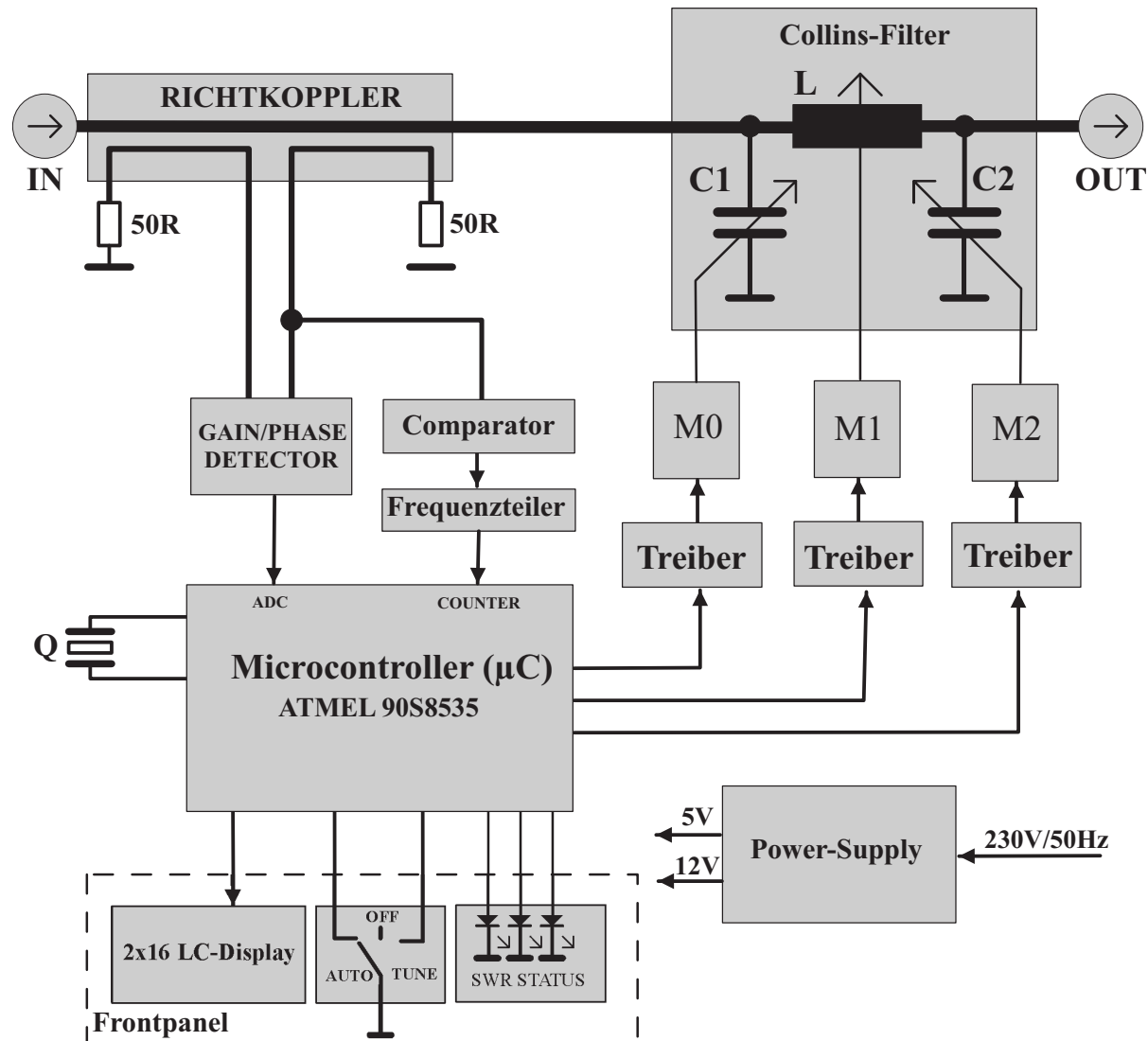
Lösungsansatz



Lösungsansatz



Systemkonzept



Systemkomponente: Collins-Filter

Anforderungen an das Collins-Filter:



Systemkomponente: Collins-Filter

Anforderungen an das Collins-Filter:

- Kontinuierliche Justierbarkeit via Motoren

Systemkomponente: Collins-Filter

Anforderungen an das Collins-Filter:

- Kontinuierliche Justierbarkeit via Motoren
- Großer Anpassbereich

Systemkomponente: Collins-Filter

Anforderungen an das Collins-Filter:

- Kontinuierliche Justierbarkeit via Motoren
- Großer Anpassbereich
- Ausreichende Leistungsfestigkeit

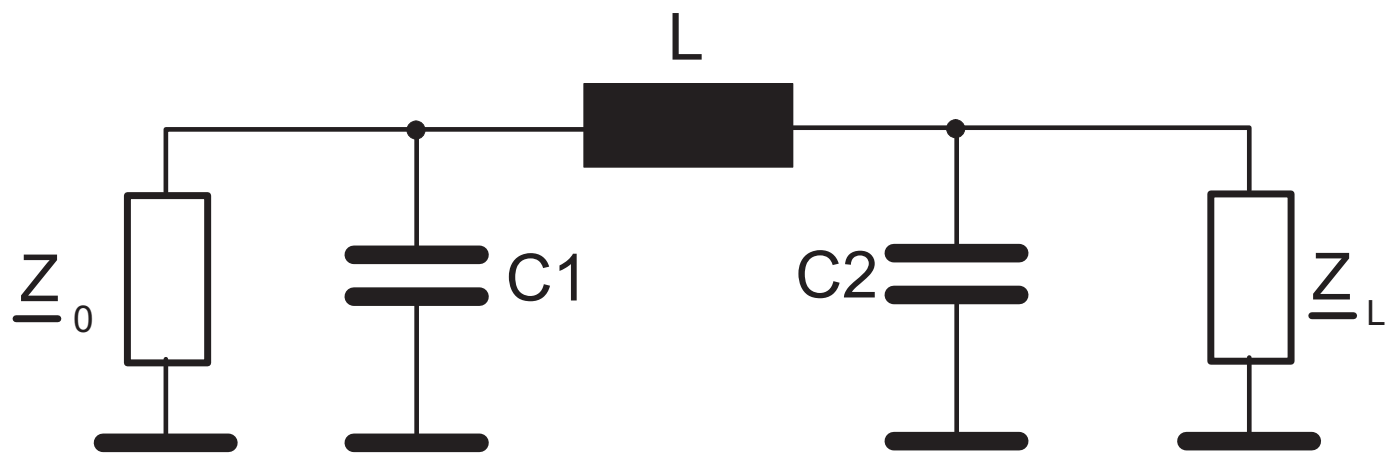
Systemkomponente: Collins-Filter

Anforderungen an das Collins-Filter:

- Kontinuierliche Justierbarkeit via Motoren
- Großer Anpassbereich
- Ausreichende Leistungsfestigkeit
- Abschirmung zum Schutz der übrigen Komponenten

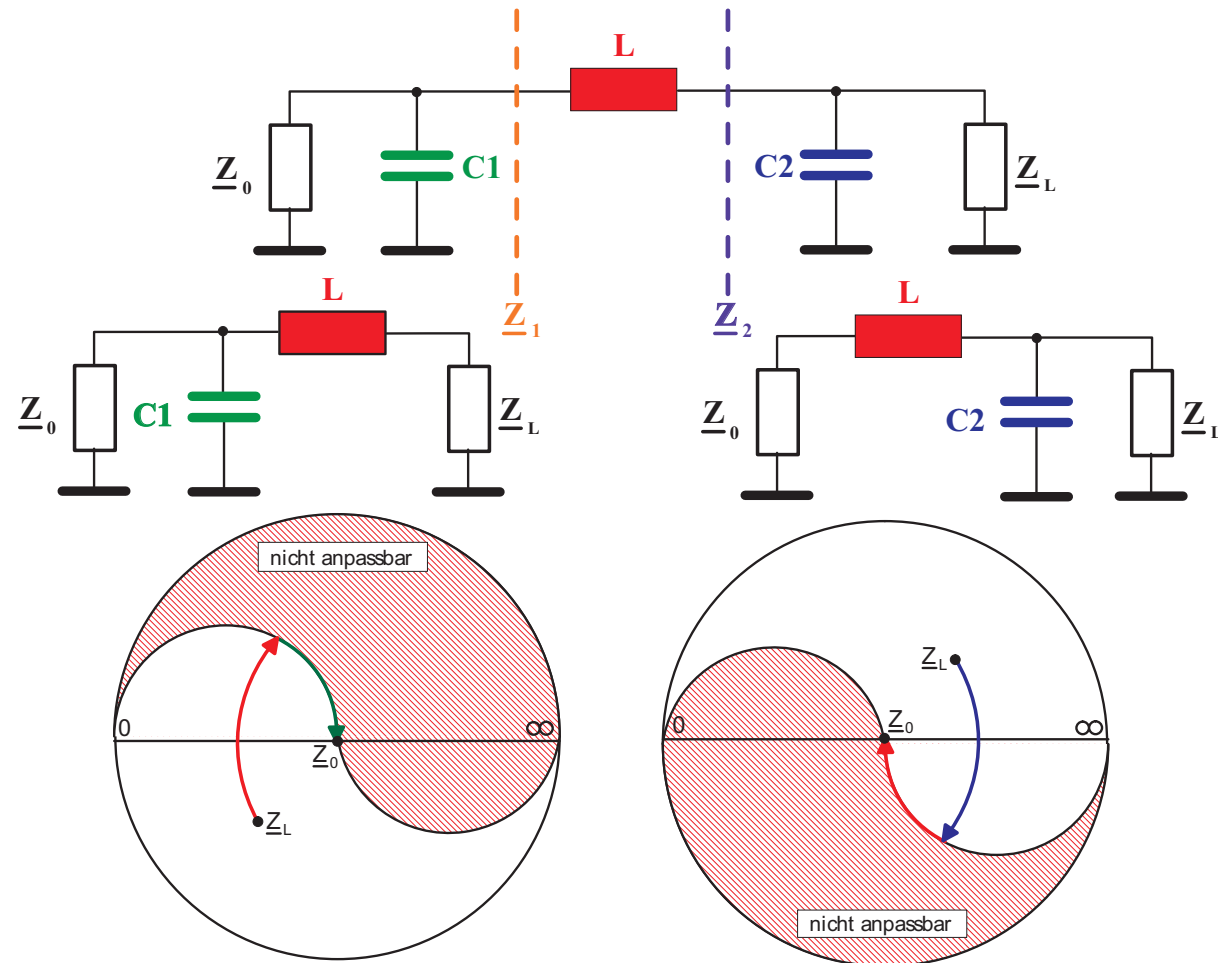
Systemkomponente: Collins-Filter

■ Collins-Filter



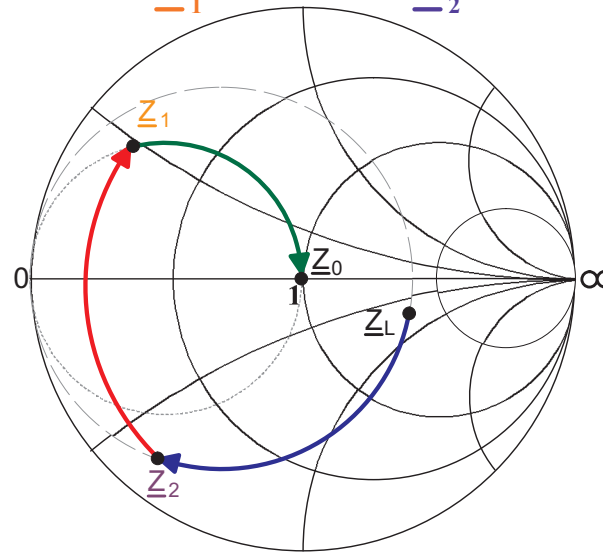
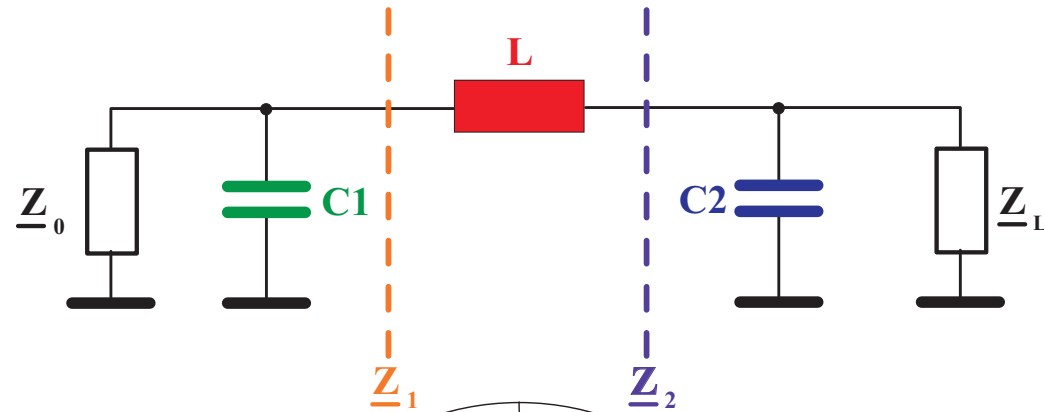
Systemkomponente: Collins-Filter

■ Teilanpassbereiche des Collins-Filter



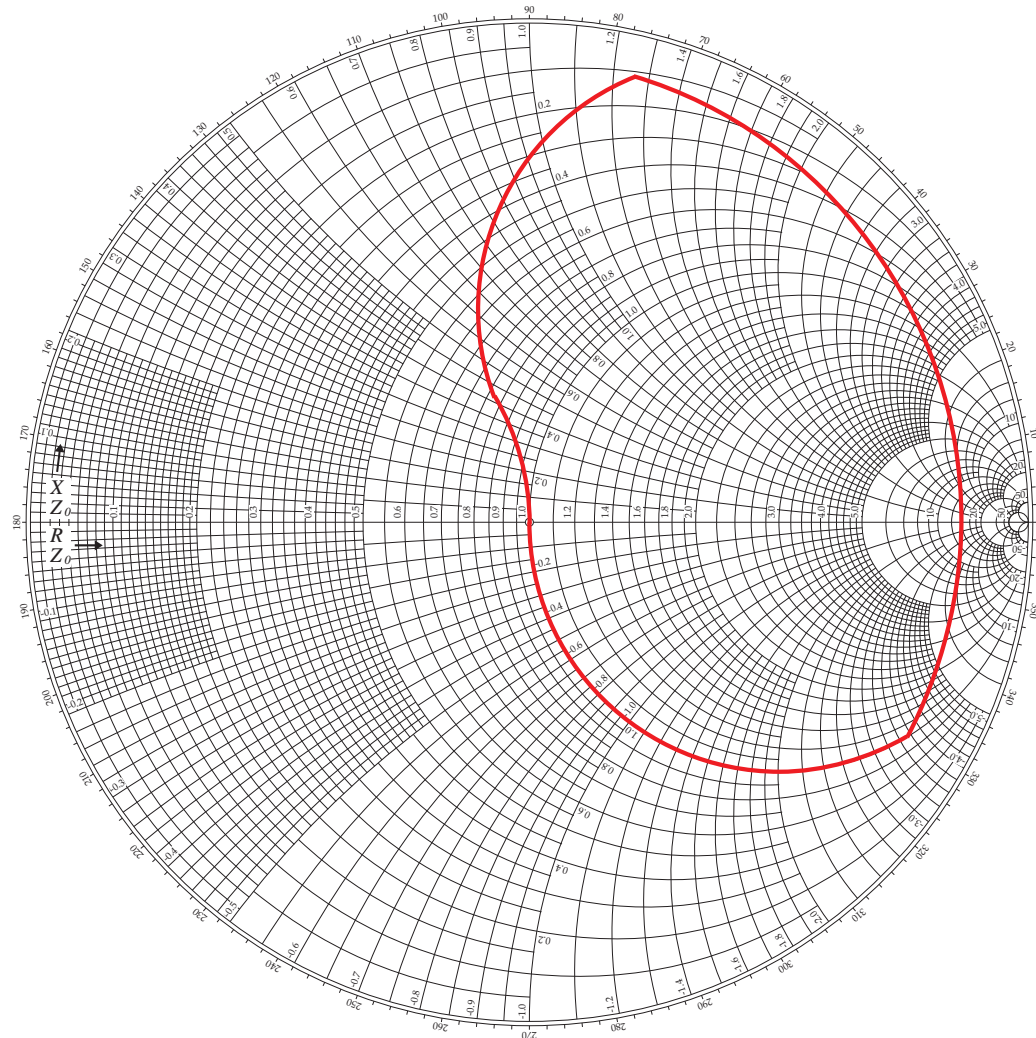
Systemkomponente: Collins-Filter

- Gesamtanpassbereich des Collins-Filter



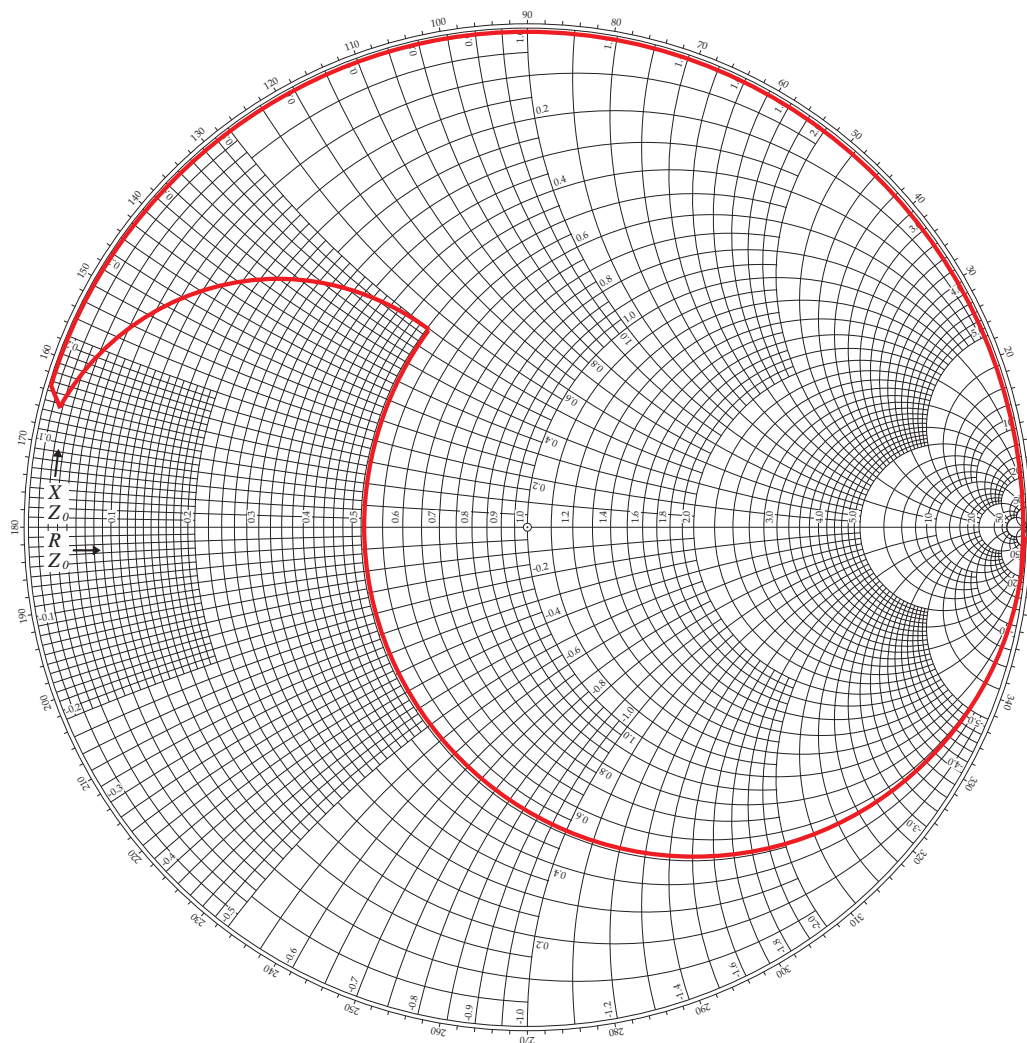
Systemkomponente: Collins-Filter

- Realer Anpassungsbereich bei 1.8MHz



Systemkomponente: Collins-Filter

- Realer Anpassungsbereich bei 28MHz



Systemkomponente: Richtkoppler

Anforderungen an den Richtkoppler:



Systemkomponente: Richtkoppler

Anforderungen an den Richtkoppler:

- Kleine Einfügedämpfung

Systemkomponente: Richtkoppler

Anforderungen an den Richtkoppler:

- Kleine Einfügedämpfung
- Eigenimpedanz von 50Ω

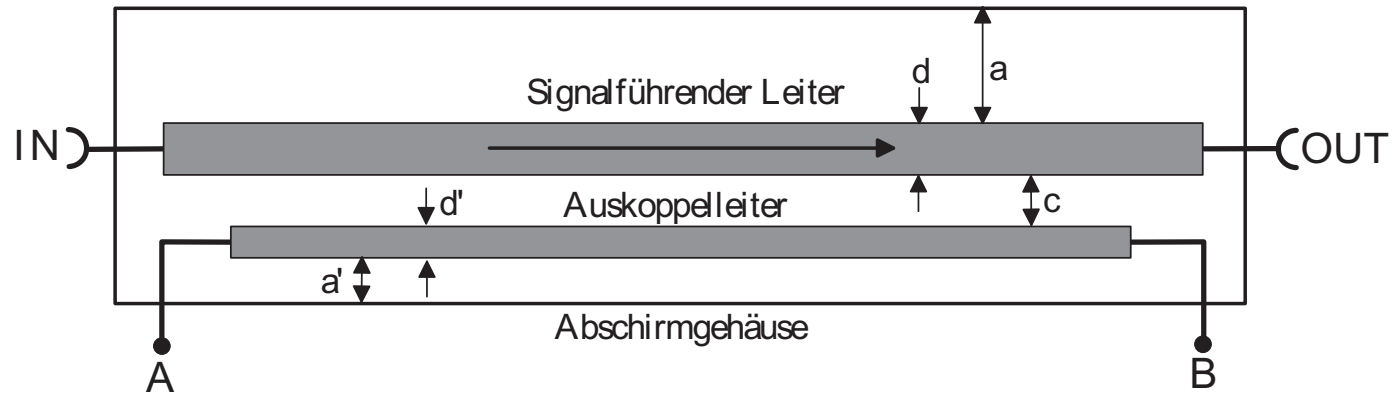
Systemkomponente: Richtkoppler

Anforderungen an den Richtkoppler:

- Kleine Einfügedämpfung
- Eigenimpedanz von 50Ω
- Ausreichende Leistungsfestigkeit

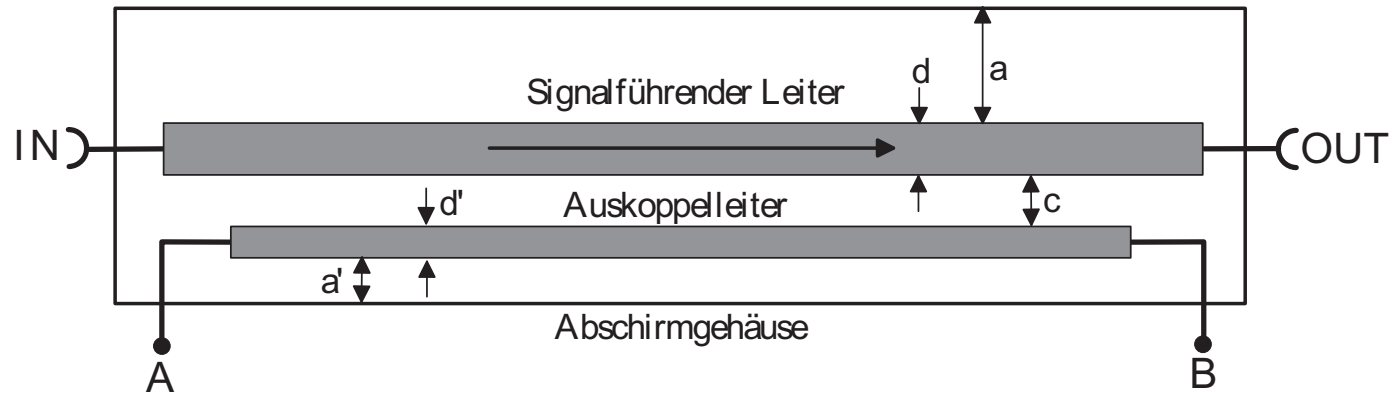
Systemkomponente: Richtkoppler

■ Design des Richtkopplers



Systemkomponente: Richtkoppler

■ Design des Richtkopplers

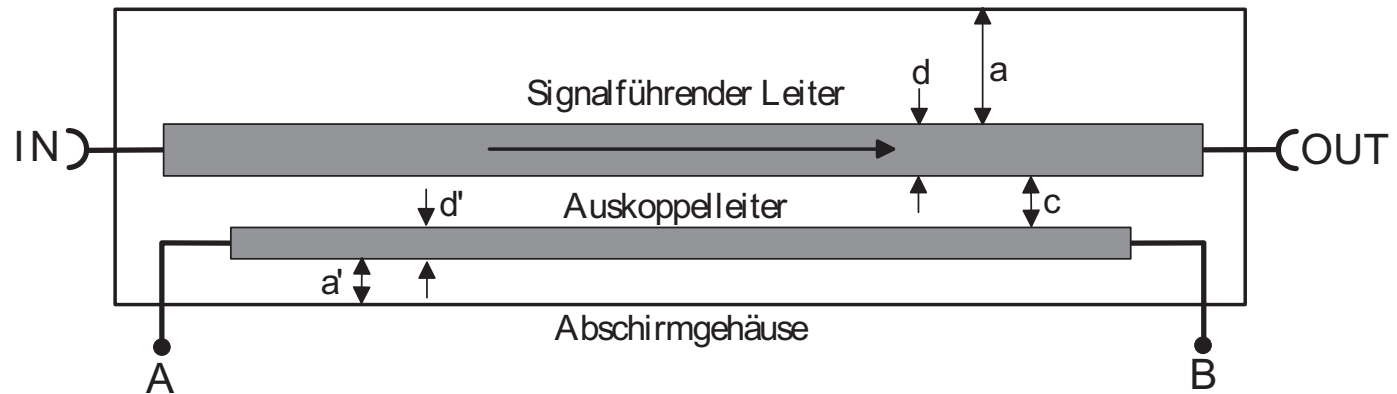


■ Dimensionierungsvorschrift für das Gehäuse

$$a \approx d \cdot \frac{1}{1.17} \cdot e^{\frac{z_0}{60}}$$

Systemkomponente: Richtkoppler

■ Design des Richtkopplers



■ Dimensionierungsvorschrift für das Gehäuse

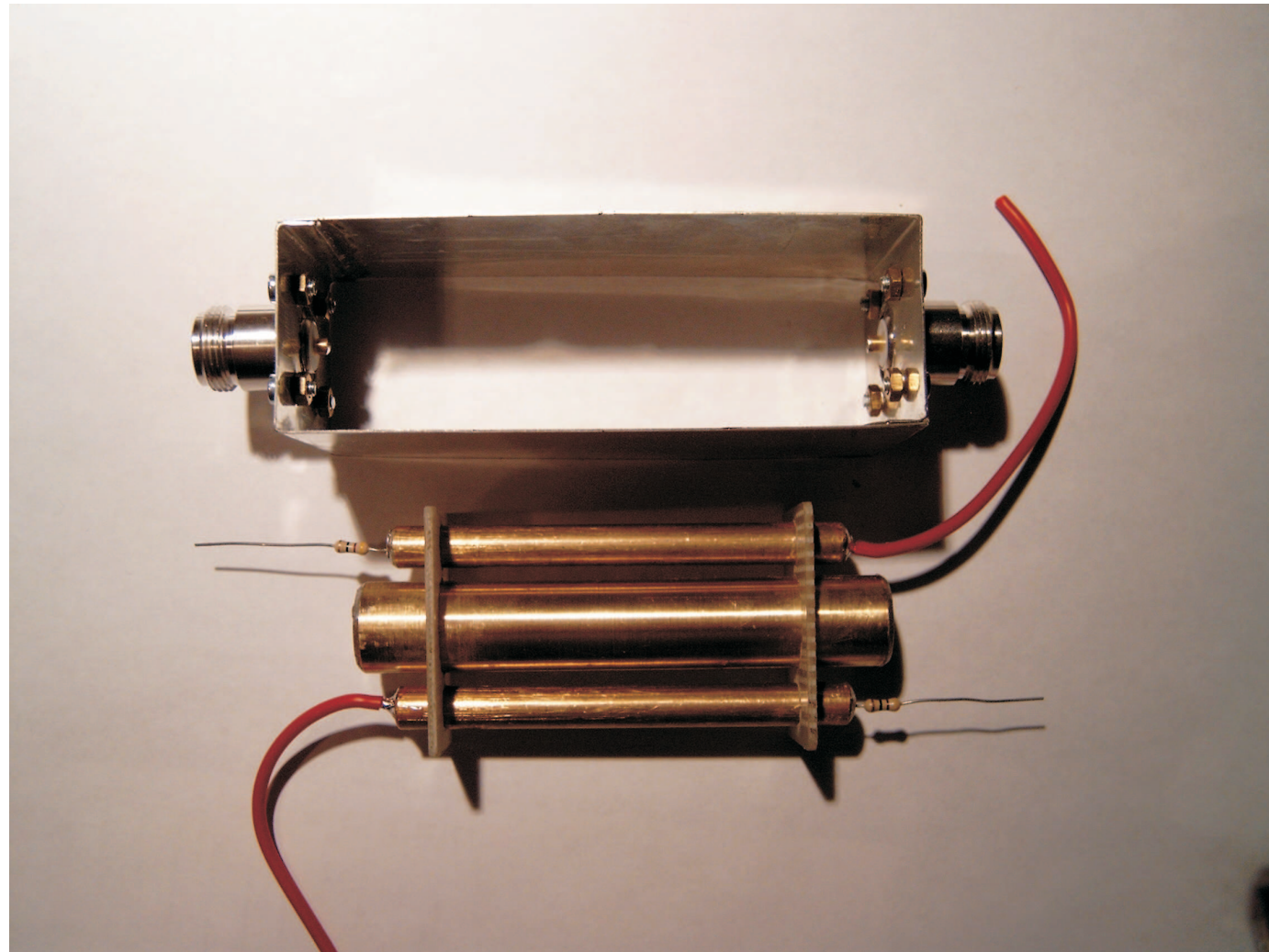
$$a \approx d \cdot \frac{1}{1.17} \cdot e^{\frac{Z_0}{60 \Omega}}$$

■ Dimensionierungsvorschrift für den Auskoppleiter

$$a' \approx d' \cdot \frac{1}{1.17} \cdot e^{\frac{Z_0}{60 \Omega}}$$

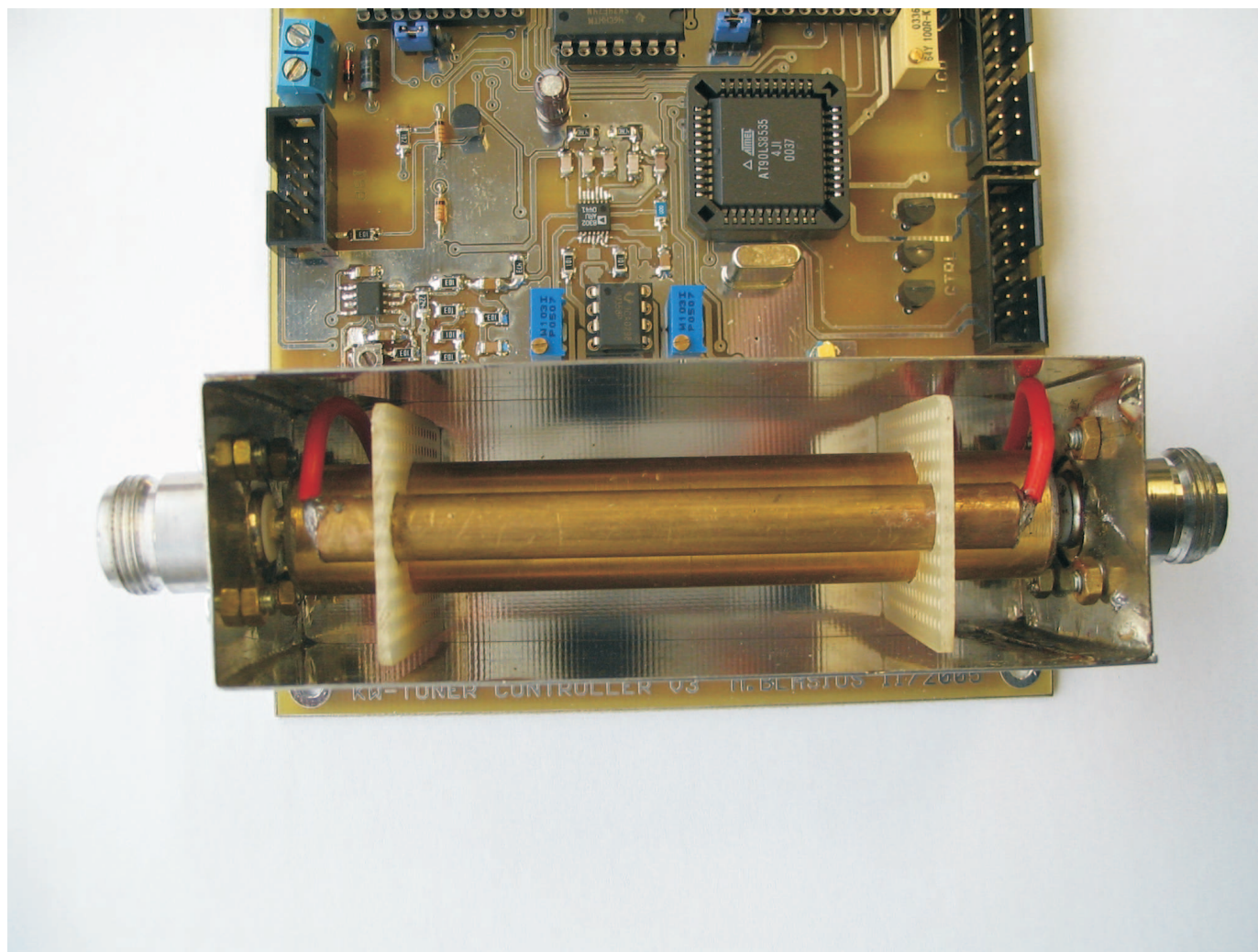
Systemkomponente: Richtkoppler

- Aufbau des Richtkopplers



Systemkomponente: Richtkoppler

- Fertig montierter Richtkoppler



Systemkomponente: Richtkoppler

Charakterisierung des Richtkopplers:

- Einfügedämpfung

$$a = -10 \cdot \log \left(1 - \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \right)$$

Systemkomponente: Richtkoppler

Charakterisierung des Richtkopplers:

- Einfügedämpfung

$$a = -10 \cdot \log \left(1 - \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \right)$$

- Einfügedämpfung $a \ll 1$ dB

Systemkomponente: Richtkoppler

Charakterisierung des Richtkopplers:

- Koppeldämpfung

Frequenz	Koppeldämpfung H	Koppeldämpfung L
MHz	dB	dB
1.8	48	49
3.5	42	43
7.0	37	38
14	31	32
28	26	27

Systemkomponente: Richtkoppler

- Richtschärfe (Directivity)

Systemkomponente: Richtkoppler

- Richtschärfe (Directivity)
- genügend groß

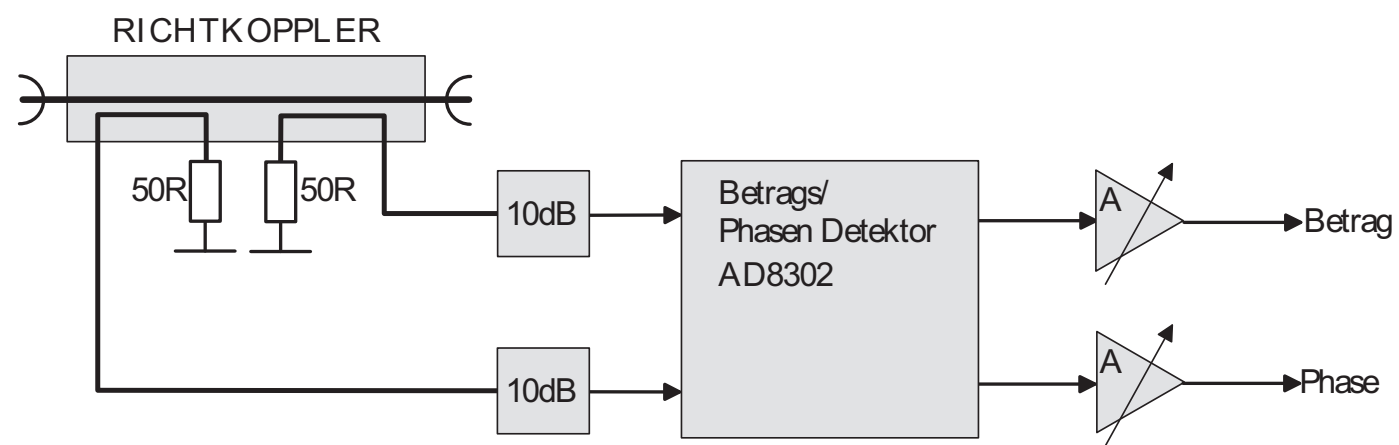
Systemkomponente: Richtkoppler

- Messung der Eigenimpedanz

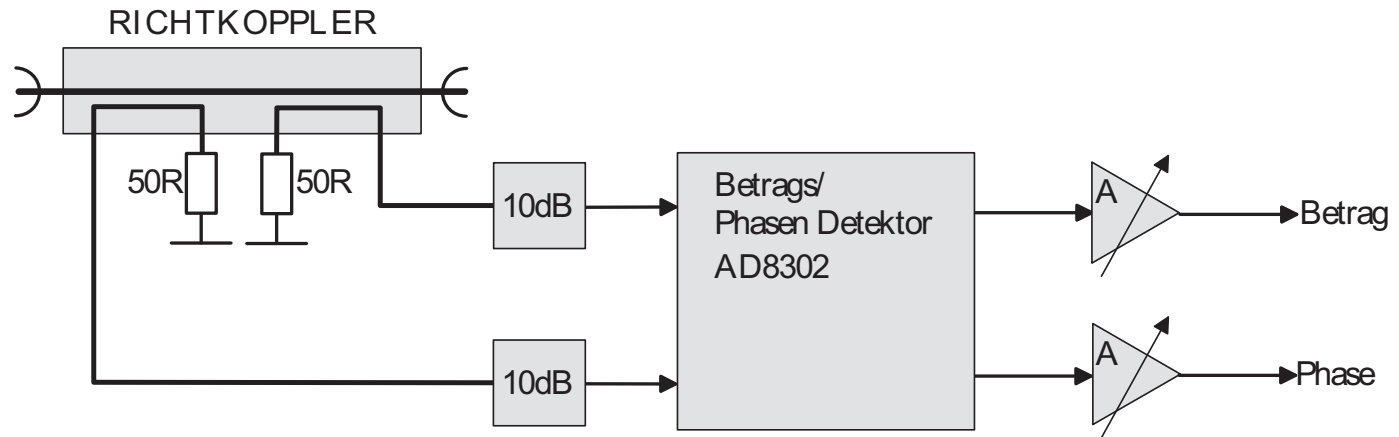
Systemkomponente: Richtkoppler

- Messung der Eigenimpedanz
- 50Ω auf gesamten KW-Band

Systemkomponente: r -Detektor

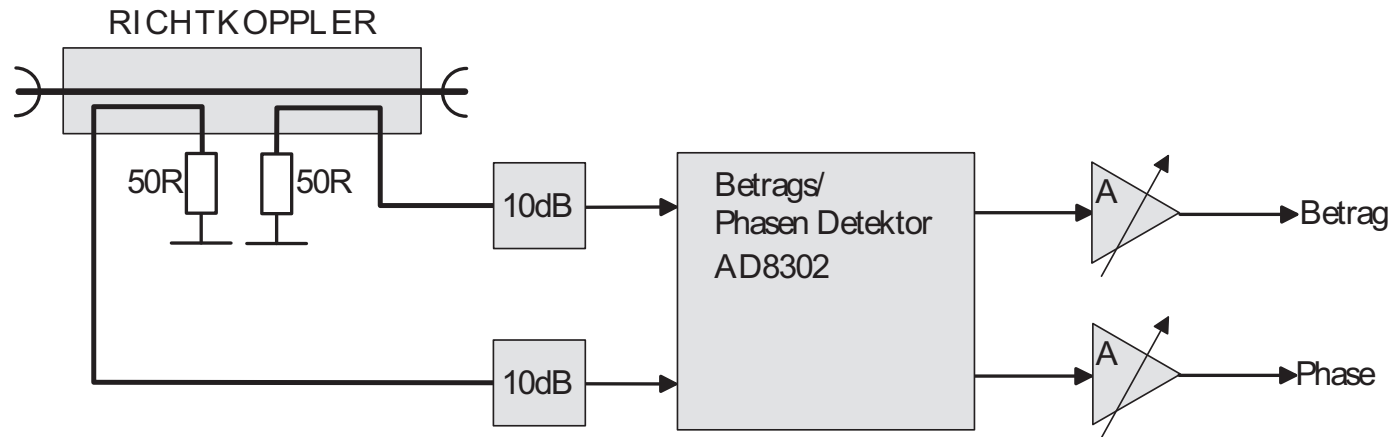


Systemkomponente: r -Detektor



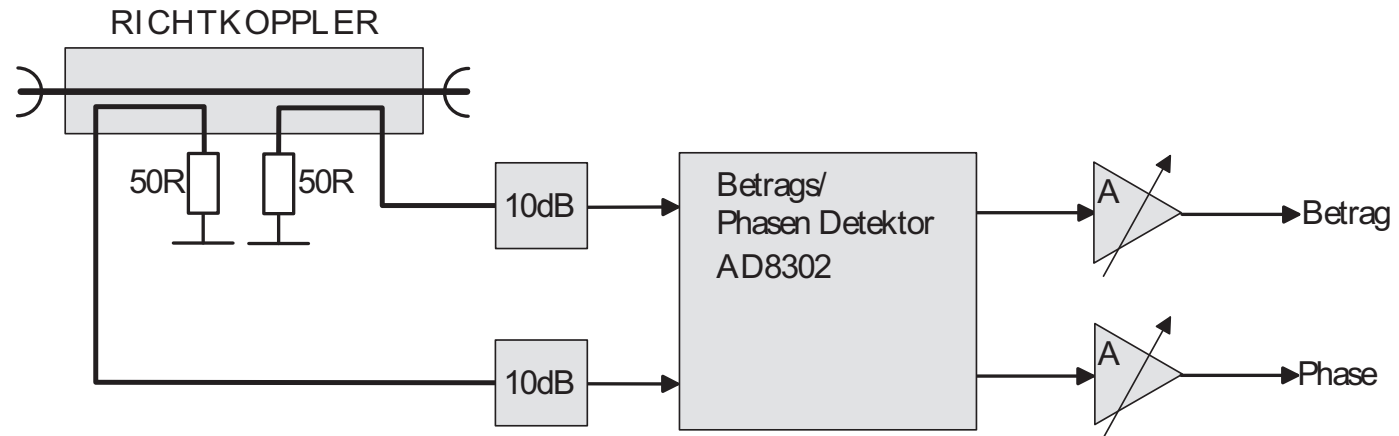
- Messwertausgabe als Analogspannungen

Systemkomponente: \underline{r} -Detektor



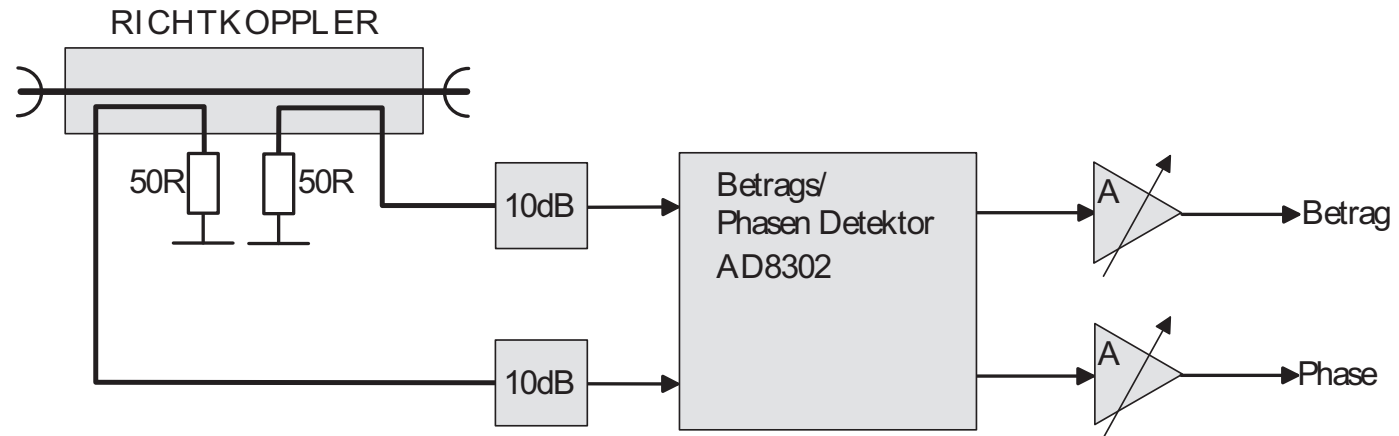
- Messwertausgabe als Analogspannungen
- Reflektionsfaktor-Betrag: 30 mV/dB

Systemkomponente: r -Detektor



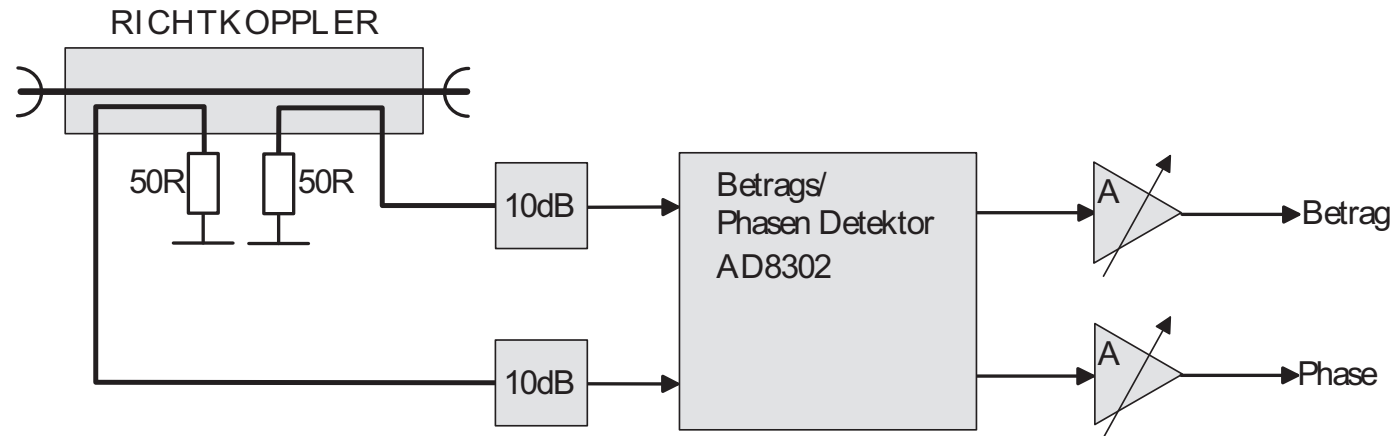
- Messwertausgabe als Analogspannungen
- Reflektionsfaktor-Betrag: 30 mV/dB
- Dynamikbereich von 60 dB

Systemkomponente: \underline{r} -Detektor



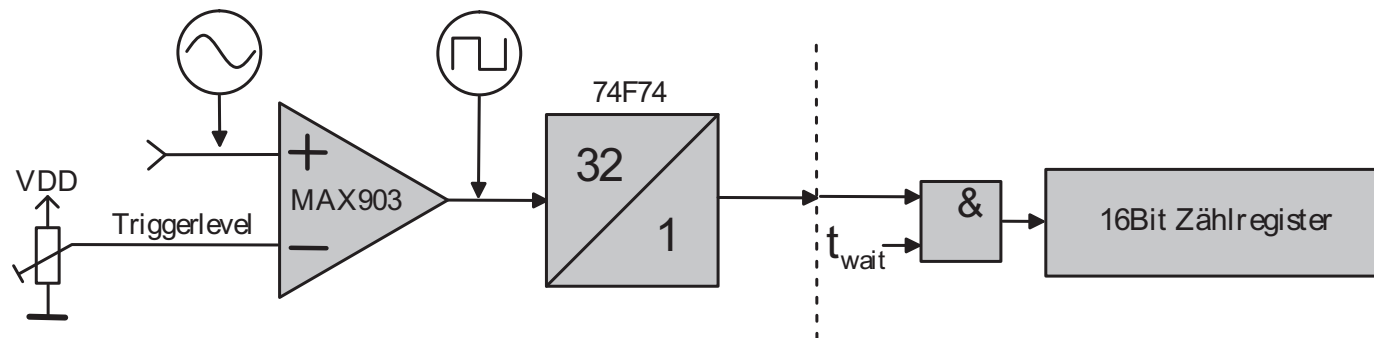
- Messwertausgabe als Analogspannungen
- Reflektionsfaktor-Betrag: 30 mV/dB
- Dynamikbereich von 60 dB
- Eingangspegel bis -60 dBm

Systemkomponente: \underline{r} -Detektor

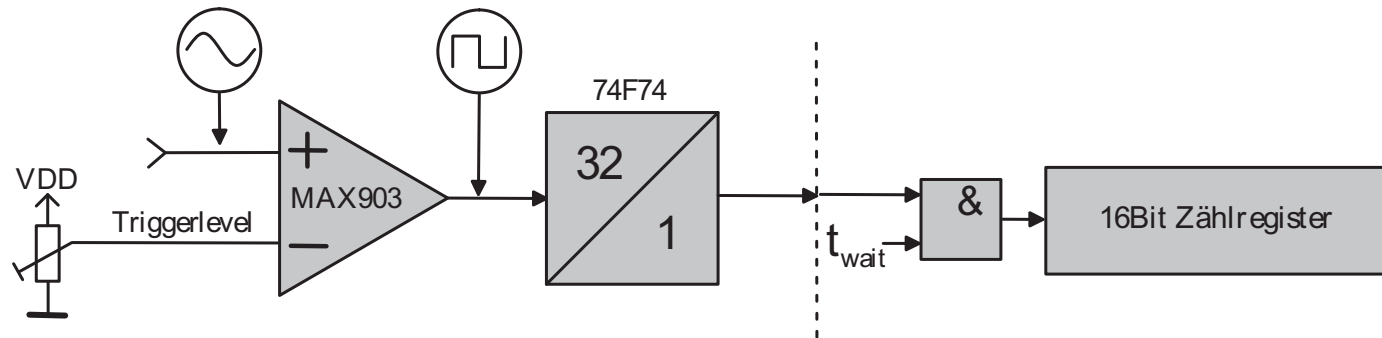


- Messwertausgabe als Analogspannungen
- Reflektionsfaktor-Betrag: 30 mV/dB
- Dynamikbereich von 60 dB
- Eingangspegel bis -60 dBm
- Reflektionsvektor-Phase: 10 mV/degree

Systemkomponente: Frequenzzähler



Systemkomponente: Frequenzzähler



- Zählergrenzfrequenz: $f_{\text{zähler}} < \frac{1}{2} f_{\text{Quarz}}$

Systemkomponente: Mikrocontroller

Typ: ATMEL AT90S8535



Systemkomponente: Mikrocontroller

Typ: ATMEL AT90S8535

- Codespeicher 8KByte Flash

Systemkomponente: Mikrocontroller

Typ: ATMEL AT90S8535

- Codespeicher 8KByte Flash
- 8-Kanal 10Bit AD-Converter

Systemkomponente: Mikrocontroller

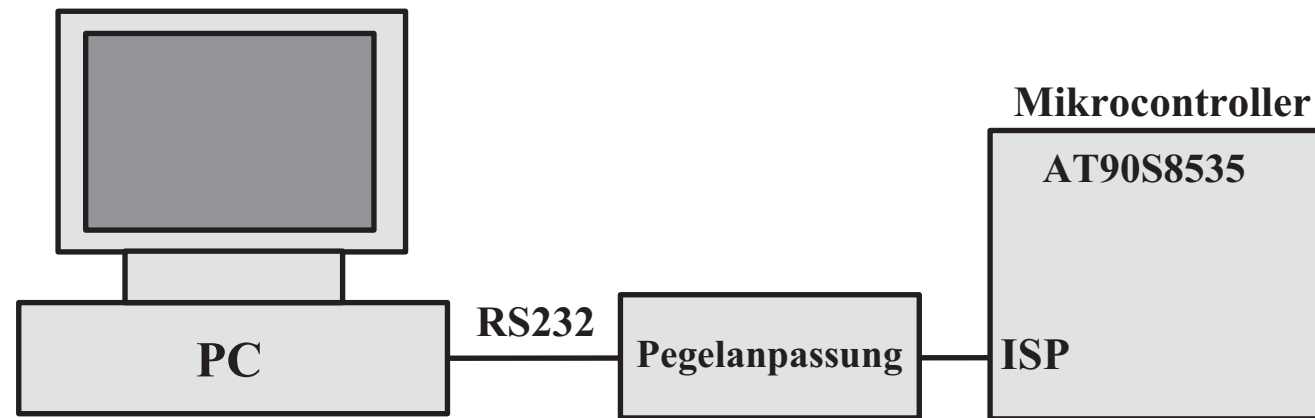
Typ: ATMEL AT90S8535

- Codespeicher 8KByte Flash
- 8-Kanal 10Bit AD-Converter
- Counter mit externem Eingang

Systemkomponente: Mikrocontroller

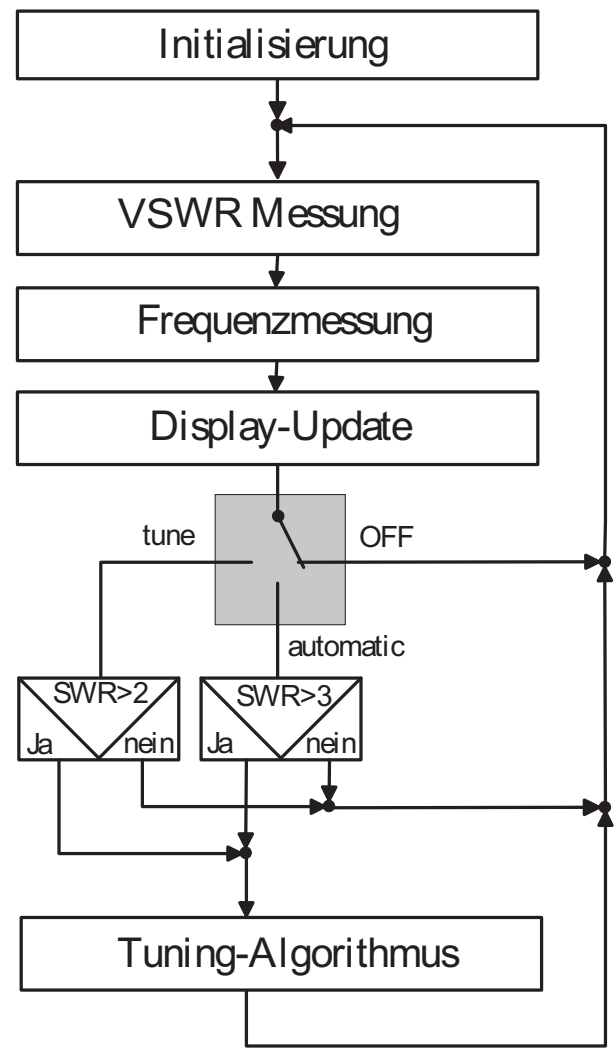
Typ: ATMEL AT90S8535

- Codespeicher 8KByte Flash
- 8-Kanal 10Bit AD-Converter
- Counter mit externem Eingang
- ISP Schnittstelle

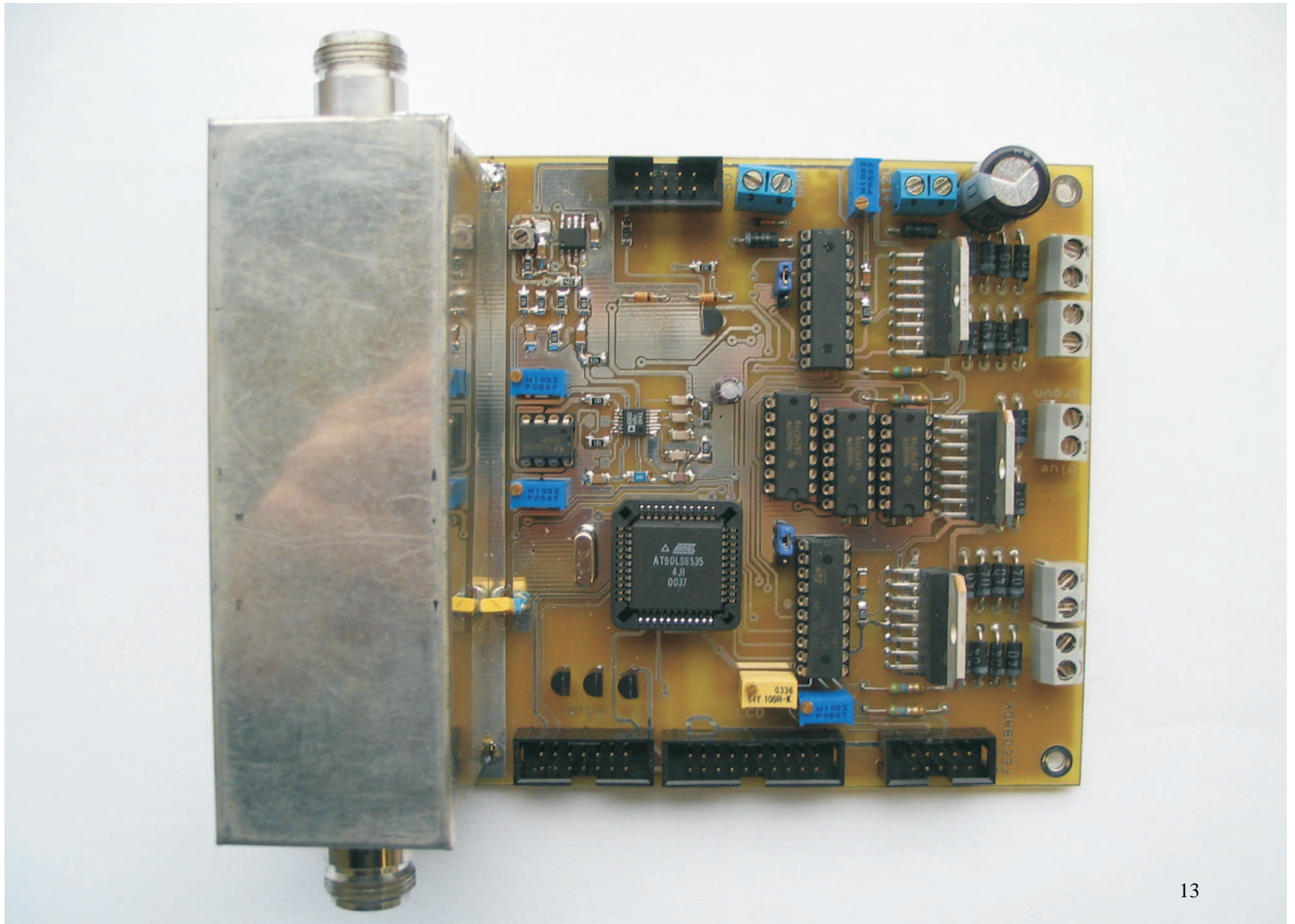


Entwicklungsumgebung: WinAVR
Flashsoftware: Ponyprog 2000

Software



Aufbau: Hauptplatine

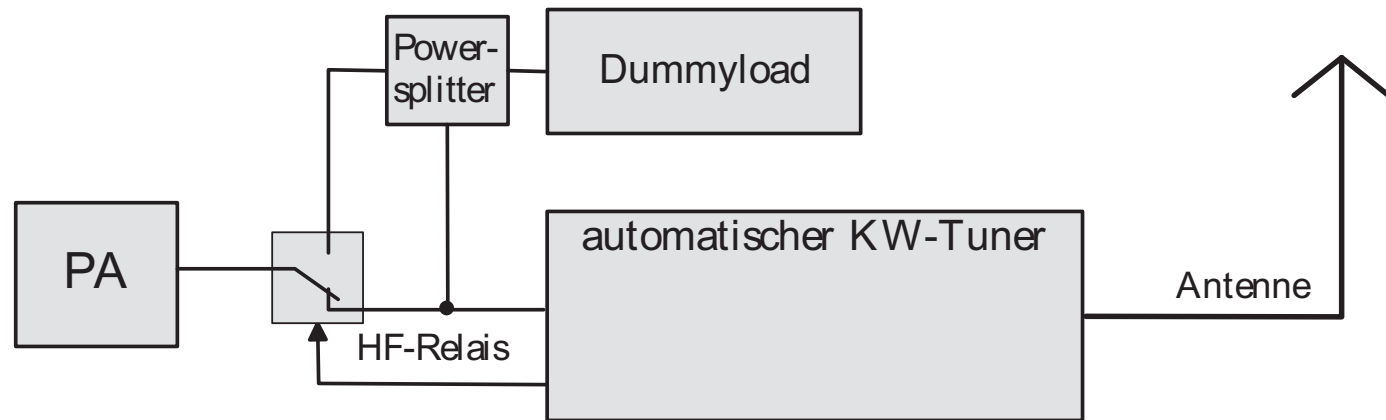


Erweiterungsmöglichkeiten und Ausblick

- Direktanpassung via Lastimpedanzvorbereitung

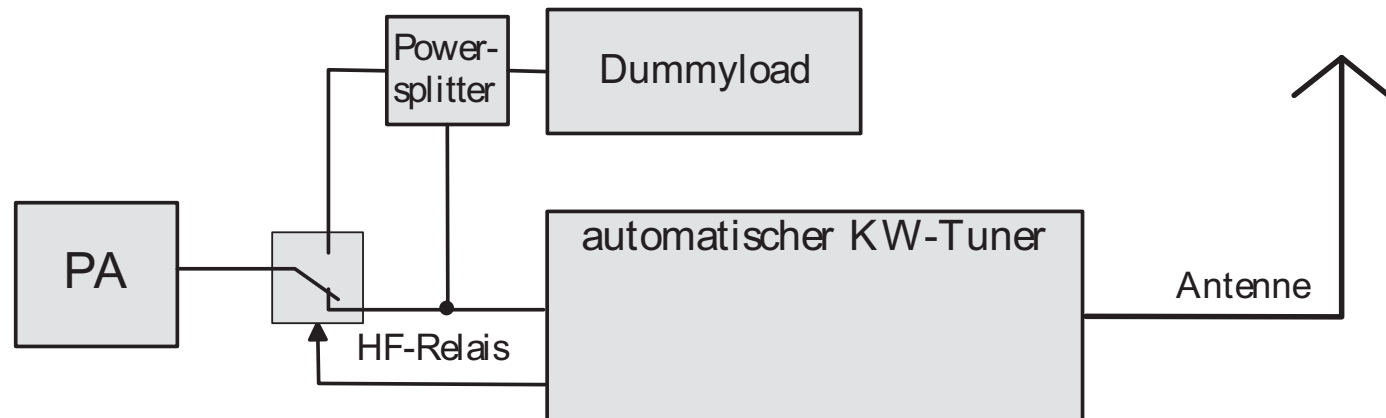
Erweiterungsmöglichkeiten und Ausblick

- Direktanpassung via Lastimpedanzvorbereitung
- Absicherung mit Dummyload



Erweiterungsmöglichkeiten und Ausblick

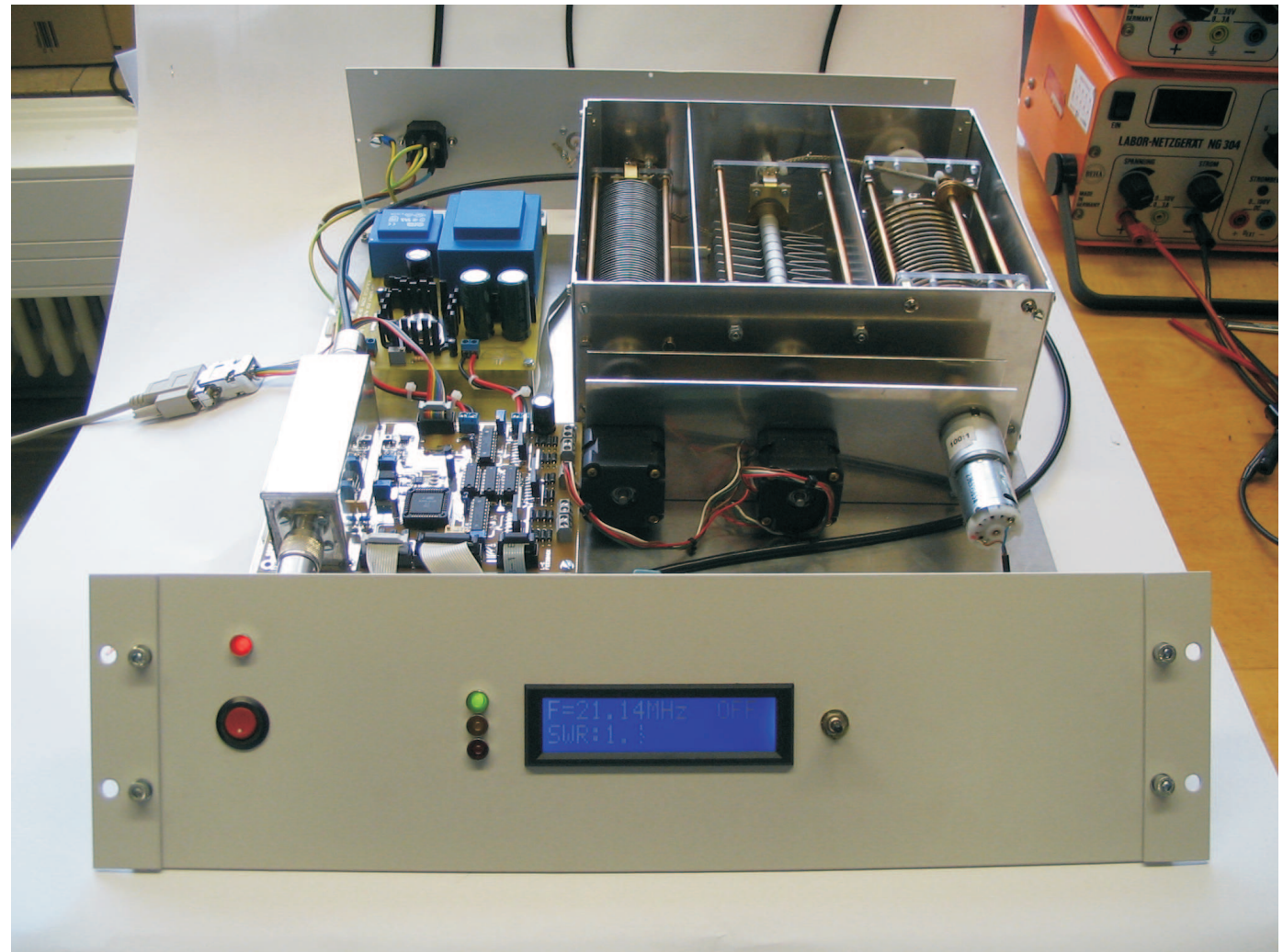
- Direktanpassung via Lastimpedanzvorbereitung
- Absicherung mit Dummyload



- Speichern von Filterkonfigurationen

Ende

■ Demonstration



Ende

- Danke für Ihre Aufmerksamkeit

