



# Reflection Measurement Circuit for Adaptive Impedance Matching System

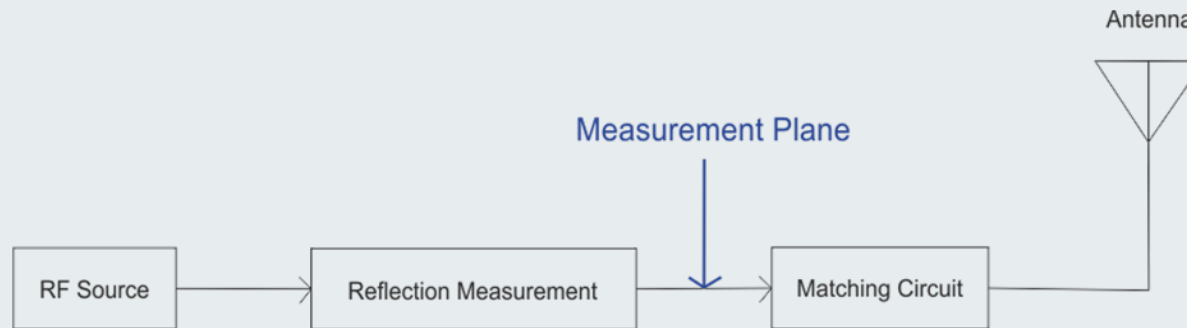
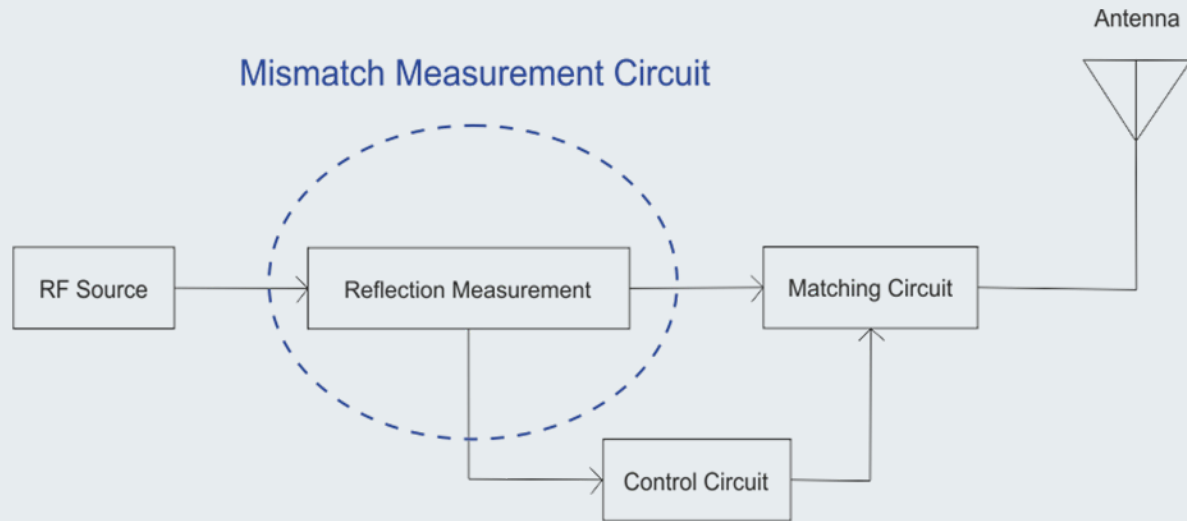
UNIVERSITÄT  
DUISBURG  
ESSEN

angefertigt von  
**cand.-Ing. Nataša Penić**  
bei  
**Prof. Dr.-Ing. K. Solbach**  
Fachgebiet  
Hochfrequenztechnik  
an der  
**Universität Duisburg-Essen**

- Motivation
- Das Konzept – das Reflektometer
- AD8302 – Gain and Phase Detector
- Reflection Measurement Circuit
- Messaufbau
- Messauswertung
- Verbesserungen der Messauswertung
- Ausblick



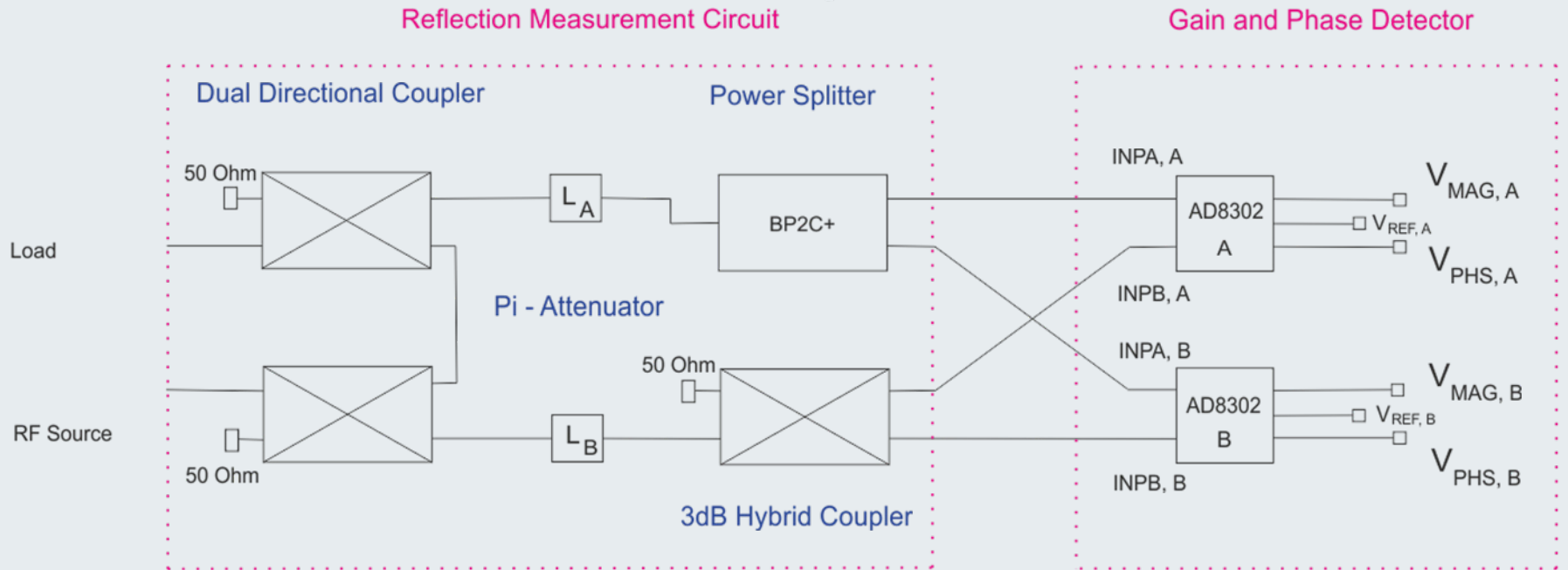
# „Adaptive Impedance Matching“ System



  
Reflection (dB)



# Das Konzept – das Reflektometer



# AD8302 – Gain and Phase Detector

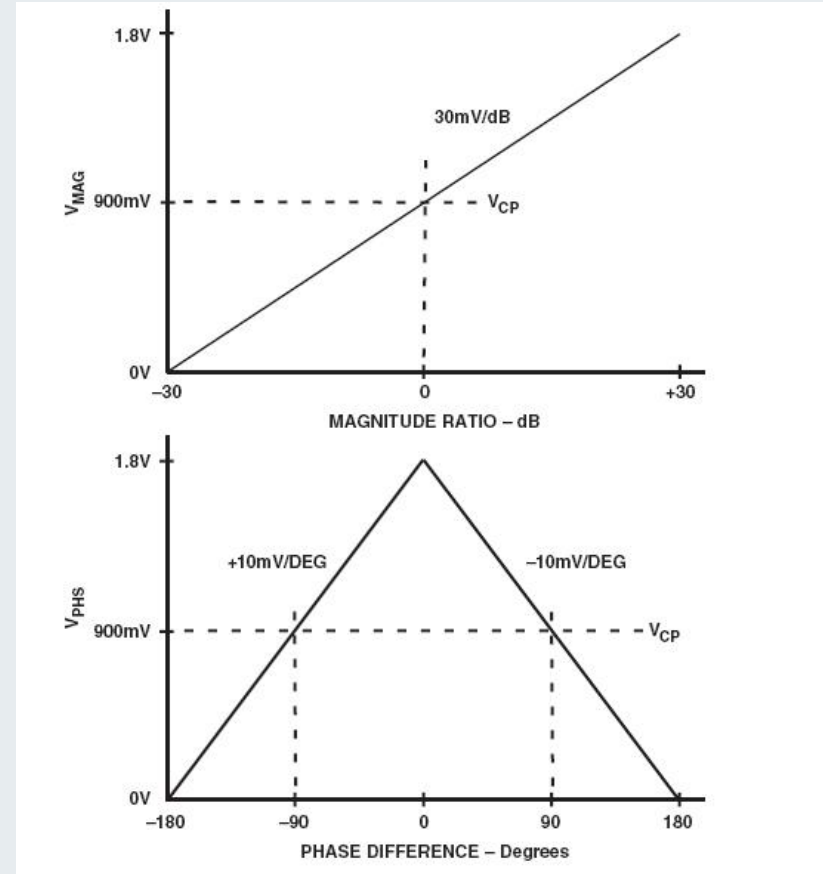
## Die Eigenschaften des AD8302:

- Der AD8302 ist in der Lage die Verstärkung und Phase eines Signals zu messen
- Er benötigt eine Spannungsversorgung von 2.7V - 5.5V
- Der Bereich für ein Eingangssignal liegt bei -60dBm bis 0dBm
- Für den Reflektometer wird der IC im Messmodus mit Hilfe externer Bauelemente angesteuert
- Die Referenzspannung ist  $V_{REF} = 1.8 \text{ V}$



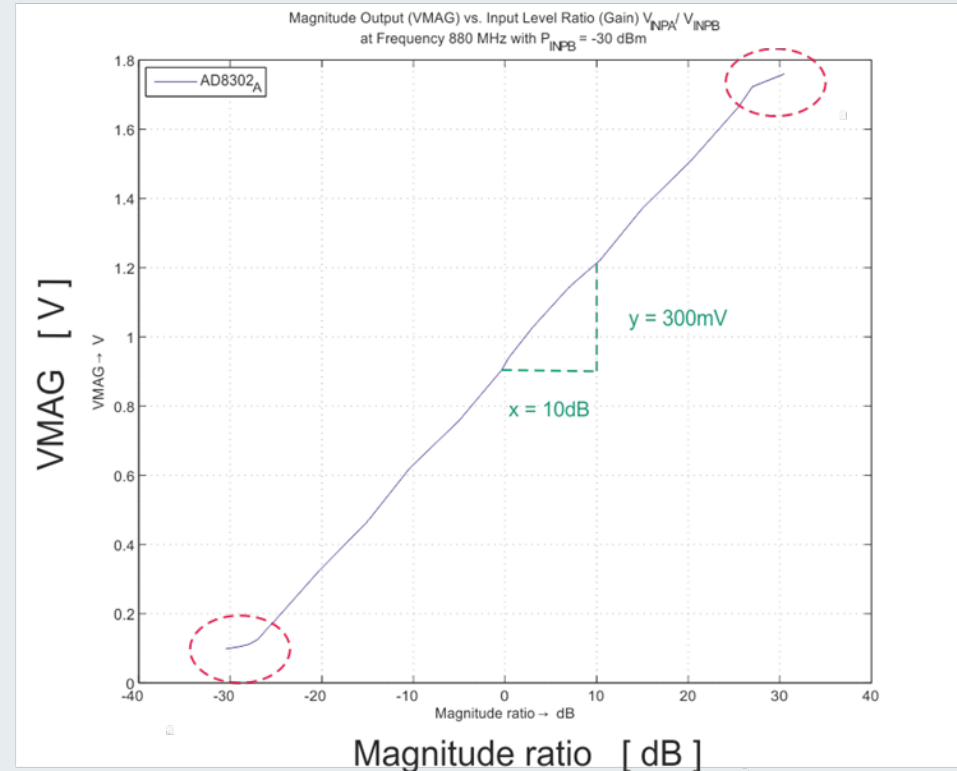
# AD8302 – Gain and Phase Detector

- Eine Vermessung der GPD Schaltung mit Hilfe von unterschiedlichen Dämpfungsgliedern und Phasen
- Die Erzeugung der zwei Graphen, die für eine spätere Auswertung benötigt werden
- Abgedeckt wird nur ein Phasenbereich von  $0^\circ - 180^\circ$
- Deshalb werden zwei AD8302 IC's verwendet, um eine Phasenabdeckung von  $0^\circ - 360^\circ$  zu bekommen



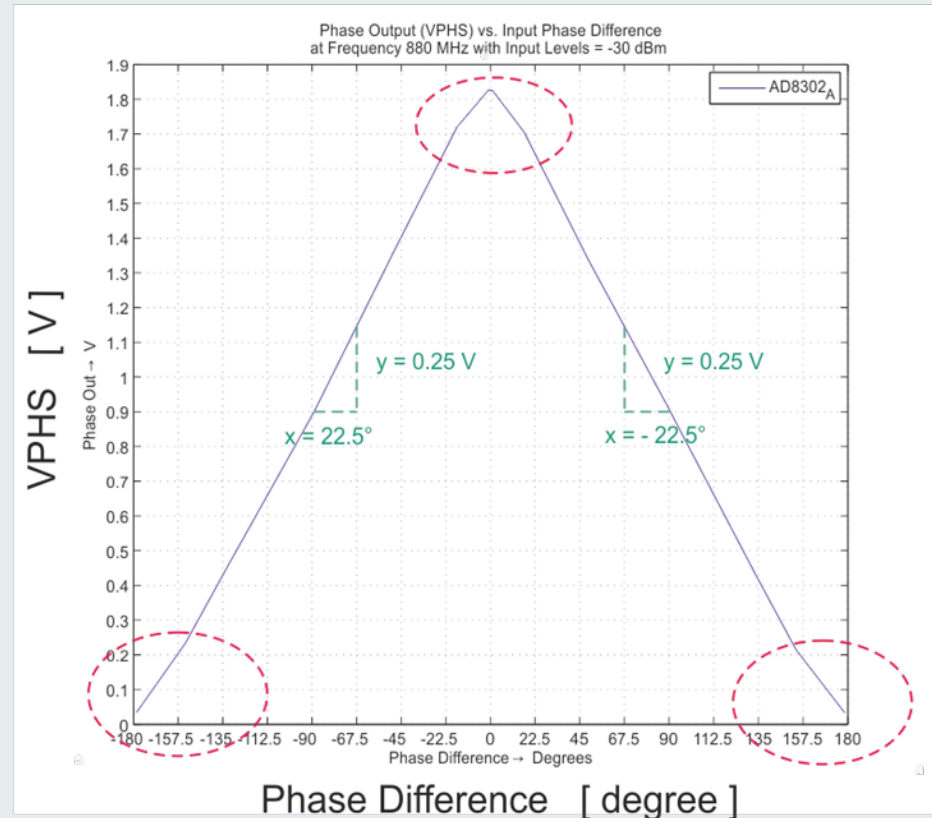
# AD8302 – Gain and Phase Detector

- Die Ausgangsspannung  $V_{MAG}$  in Abhängigkeit des Amplitudenverhältnisses  $V_{INA}/V_{INB}$  in dB
- Linearität der Kurve mit einer Steigung von  $m = 30\text{mV} / \text{dB}$
- Zwei kritische Bereiche ab einem Amplitudenverhältnis von  $-25\text{dB}$  und  $25\text{dB}$ , dort herrscht keine Linearität mehr



# AD8302 – Gain and Phase Detector

- Die Ausgangsspannung  $V_{PHS}$  in Abhängigkeit der Phasendifferenz  $|\phi(V_{INA}) - \phi(V_{INB})|$
- Linearität in beiden Kurven
- Die Steigung ist  $m = \pm 10\text{mV} / \text{degree}$
- Kritischer Bereich, wo keine Linearität mehr herrscht, bei einer Phasendifferenz von  $-22.5^\circ$  bis  $22.5^\circ$  und ab  $-150^\circ$  und  $150^\circ$





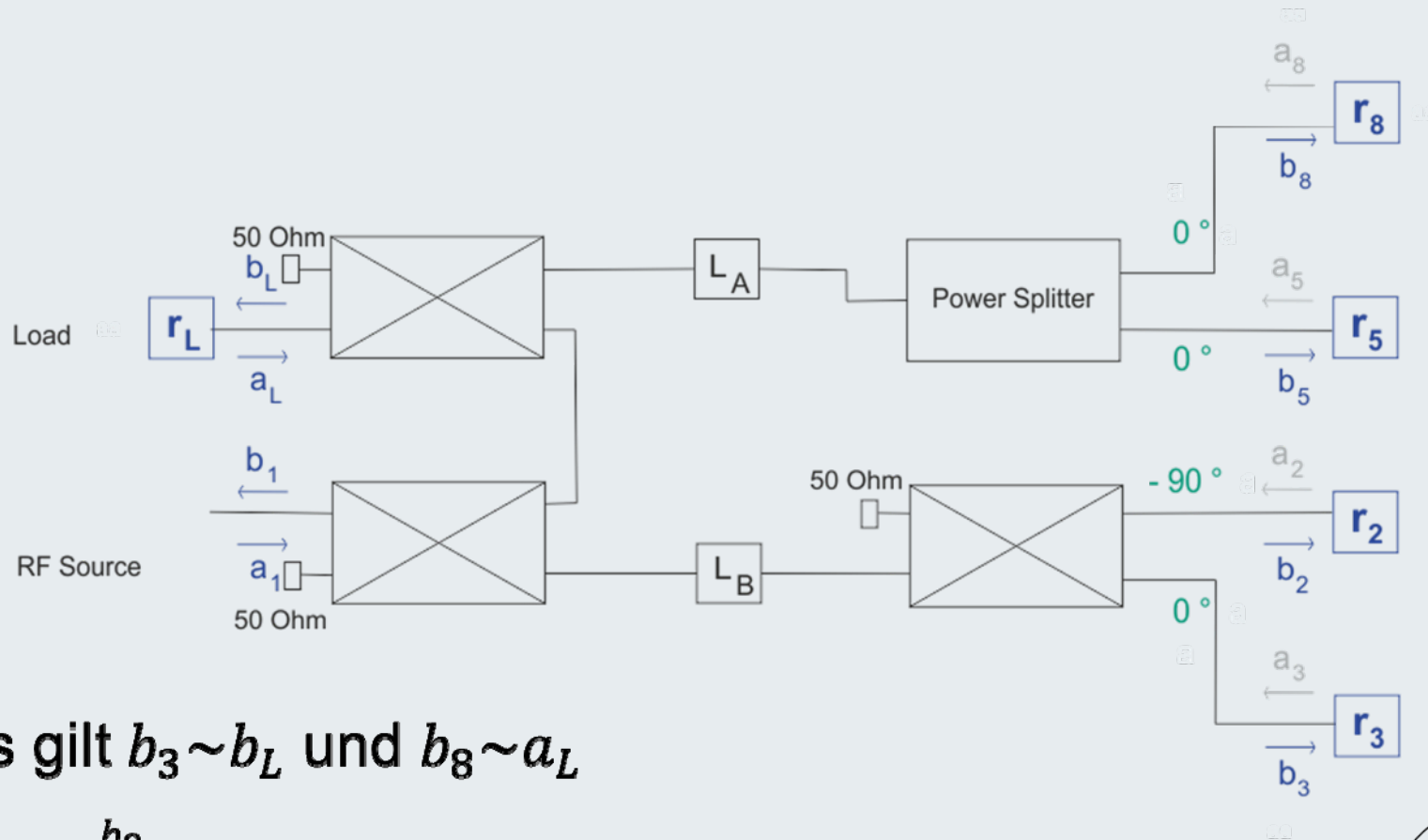
# AD8302 – Gain and Phase Detector

- Für eine genauere Auswertung wurden in MatLab aus den Umkehrfunktionen jeweils ein *Polynom*\* zur Approximierung erzeugt, um von den gemessenen Ausgangsspannungen  $V_{MAG}$  und  $V_{PHS}$  auf die gesuchten Verhältnisse oder Differenzen zu schließen

Anmerkung:  
*Polynom*\* ist 8. Grades



# Reflection Measurement Circuit



Es gilt  $b_3 \sim b_L$  und  $b_8 \sim a_L$

$$\Rightarrow \frac{b_8}{b_3} \sim r_L * \text{Faktor}$$



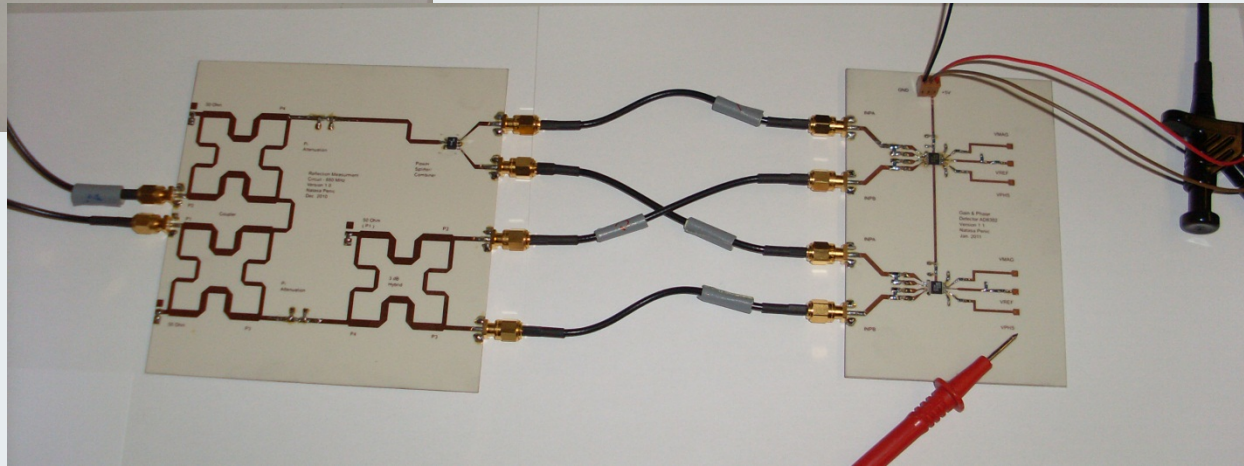
HFT

# Reflection Measurement Circuit

- Die Vermessung der „Reflection Measurement“ Schaltung mit unterschiedlichen Loads
- Der Referenz Ausgang ist P3, denn dieser hat keinen Einfluss vom Load
- Die Ausgänge P8 und P5 haben die gleiche Amplitude [dB] und die gleiche Phase [degree]
- Die Ausgänge P2 und P3 haben die gleiche Amplitude [dB], aber die Phase ist an P2 um  $-90^\circ$  verschoben



# Der Messaufbau



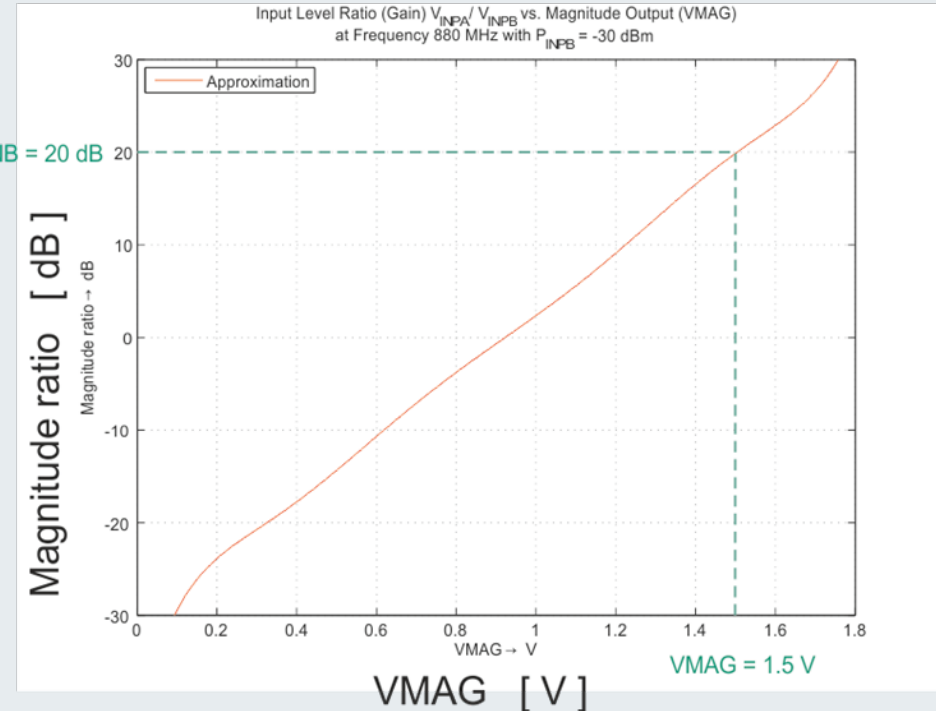
# Der Messaufbau

- Die Spannungs- und Stromquelle mit einer Spannung von 5 V und einem Strom von 40 mA
- Der Signalgenerator mit einer Eingangsfrequenz von 880 MHz und einer Eingangsleistung von 5 dBm
- Die unterschiedlichen Loads
- Die Messung mit dem Handmultimeter an der „Gain & Phase Detector“ Platine



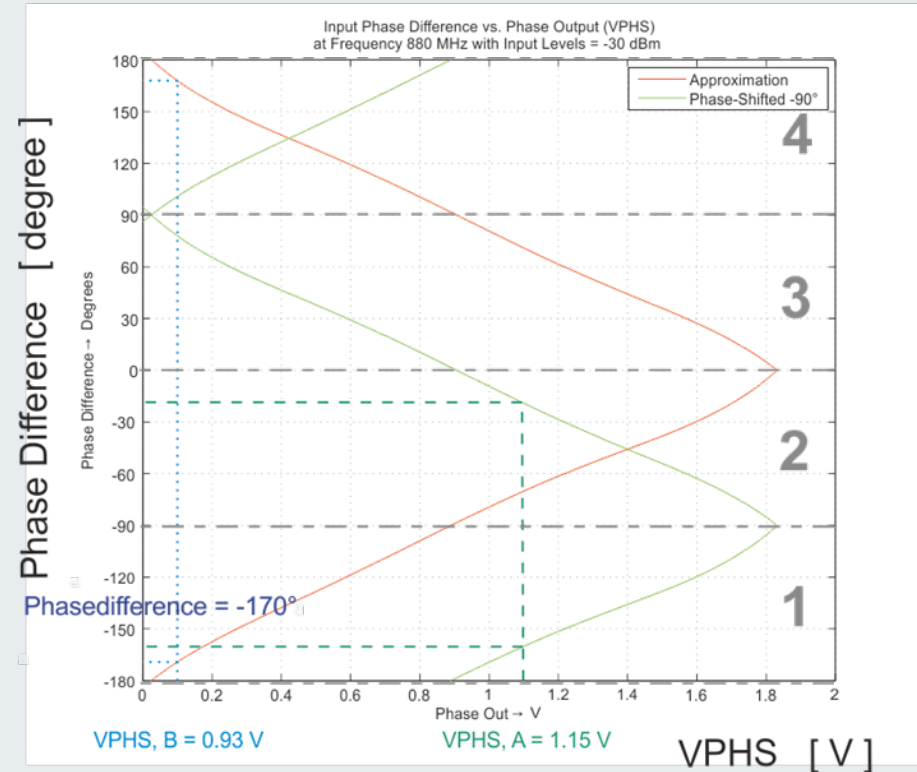
# Messauswertung

- Die gemessenen Spannungen  $V_{MAG,A}$  und  $V_{MAG,B}$  haben fast identische Werte
- Eine direkte Auswertung des Amplitudenverhältnisses mit Hilfe der Kurve ist möglich
- Beispiel: bei dem Kurzschluss als Load wurde  $V_{MAG} = 1.5 \text{ V}$  gemessen, abgelesen wird ein Verhältnis von 20 dB zwischen Eingang INPA und INPB



# Messauswertung

- Die gemessenen Spannungen  $V_{PHS,A}$  und  $V_{PHS,B}$  sind unterschiedlich wegen dem 3dB Hybrid Koppler
- Eine Auswertung der Phasendifferenz erfolgt mit Hilfe der grünen Kurve
- Beispiel: bei dem KS wurde  $V_{PHS,A} = 1.15 \text{ V}$  und  $V_{PHS,B} = 0.93 \text{ V}$  gemessen, im Quadranten 1 liegen beide Messungen, abgelesen wird eine Differenz von  $-170^\circ$

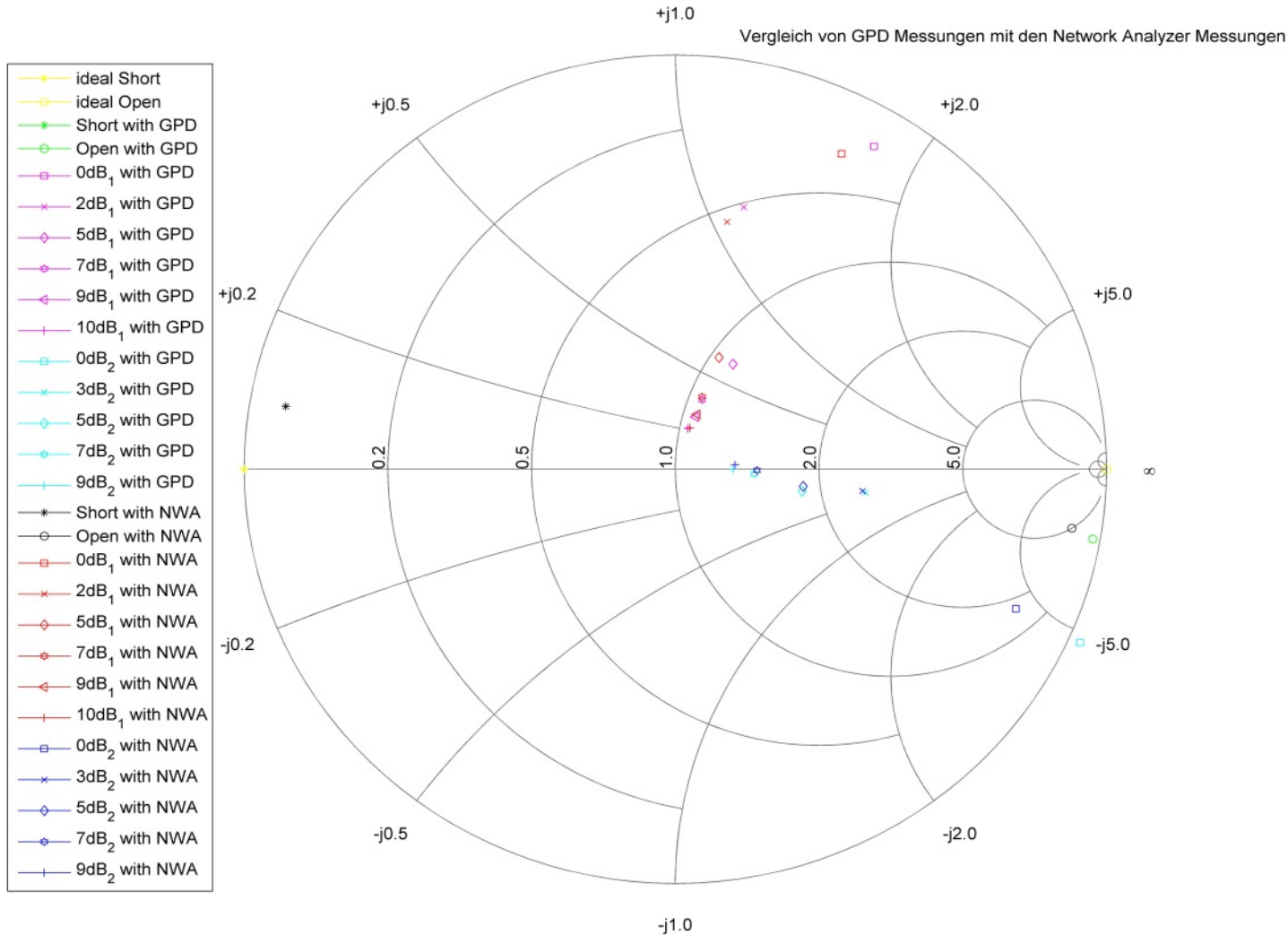


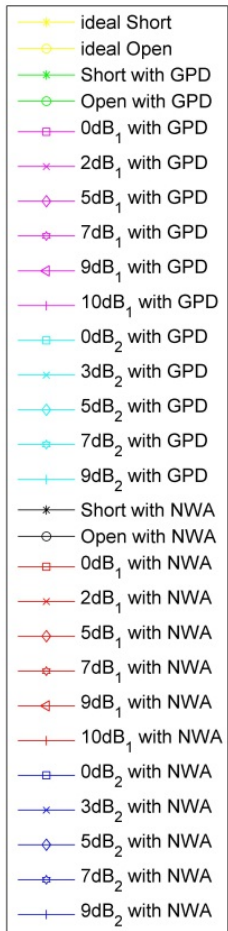
# Messauswertung

- Die Auswertung der abgelesenen Amplitudenverhältnisse  $V_{INPA}/V_{INPB}$  und Phasendifferenzen  $|\phi(V_{INA}) - \phi(V_{INB})|$  erfolgt mit Hilfe der Eintor-Kalibrierung, wie Sie in jedem Netzwerkanalysator statt findet
- Mit Hilfe der Eintor-Kalibrierung werden die Fehlerkoeffizienten, die die Schaltung erzeugt, bestimmt und so kann der unbekannte Reflexionskoeffizient  $r_L$  bestimmt werden
- Es werden drei beliebig bekannte Abschlüsse, der Open und zwei Kurzschlüsse, für die Eintor-Kalibrierung verwendet

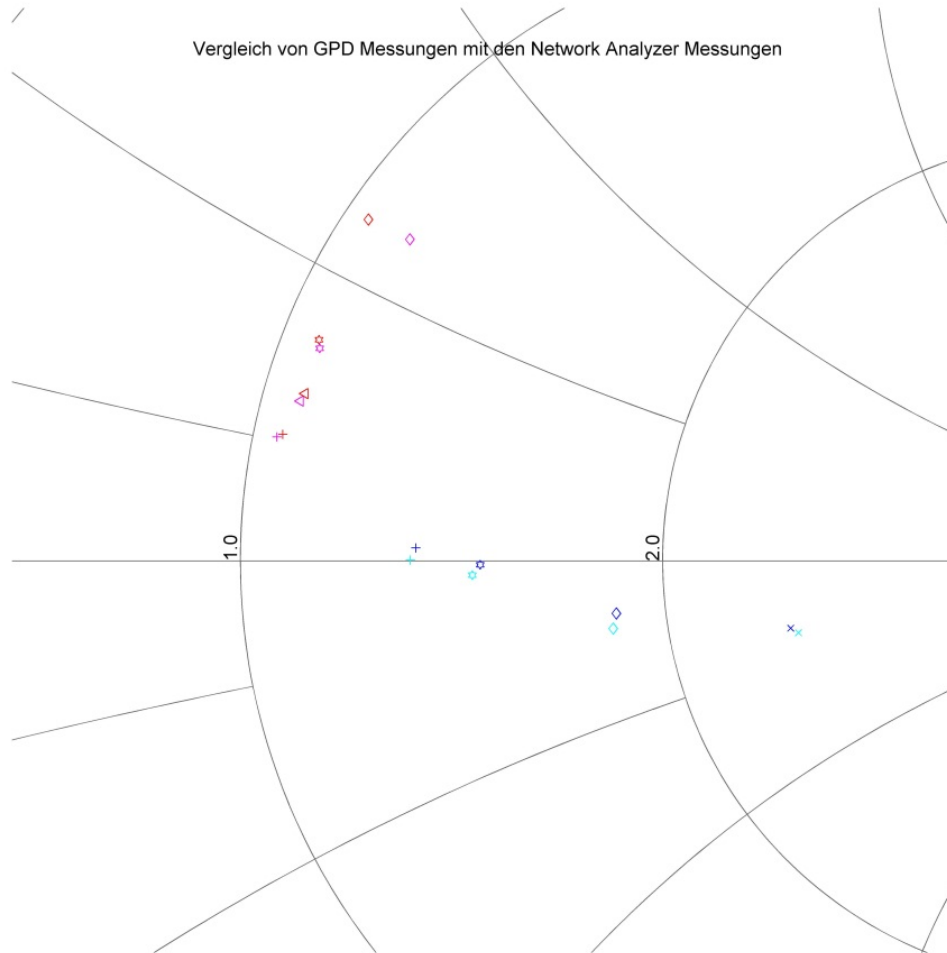








Vergleich von GPD Messungen mit den Network Analyzer Messungen



5.0

- Die Messungen haben eine geringe Abweichung, wenn  $|r_L| < 0.5$  ist
- Bei  $|r_L| > 0.5$  steigt die Abweichung
- Dies ist dadurch zu erklären, dass die Schaltung auf ein  $|r_L| = 0.1$  ausgelegt worden ist



# Verbesserungen der Messauswertung

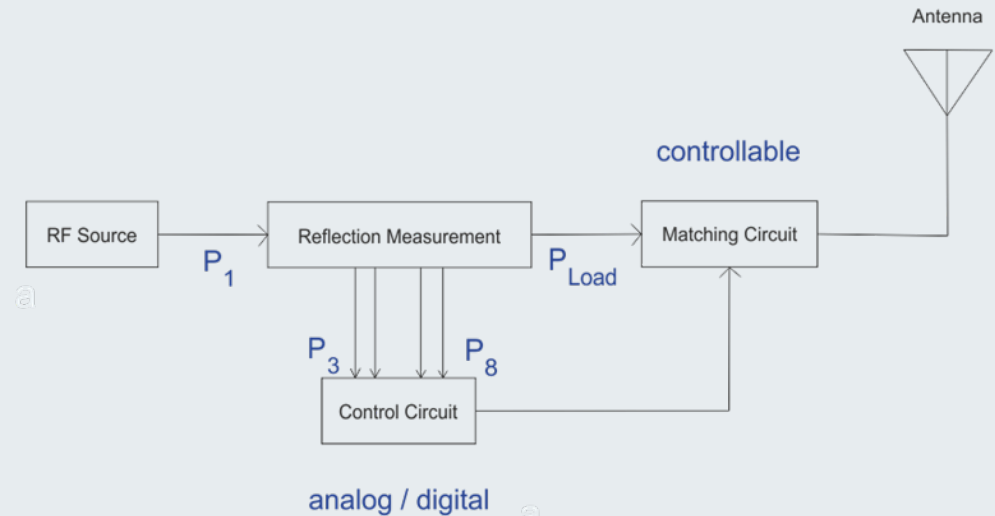
## Mögliche Fehlerquellen:

- Mehr Messpunkte bei der Vermessung der „Gain and Phase Detector“ Schaltung (Folien 7 und 8), so wird die Interpolation der Punkte genauer
- Dadurch ist eine genauere Approximierung der beiden Kurven möglich
- Über die Kalibrierung würden dann genauere Werte für den Reflexionskoeffizienten  $r_L$  berechnet werden



# Ausblick

- Der nächste Schritt ist das Design der Steuerungsschaltung (Control Circuit)
- Mit dem Design der Anpassungsschaltung (Matching Circuit) kann nun die bekannte Fehlanpassung verringert werden



# Ende

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!

