

Signalübertragung Faktor / Maß / Pegel

$$v_P = \frac{P_{aus}}{P_{ein}}$$

v_P Leistungs-Verstärkungsfaktor
 P_{aus} Leistung am Ausgang
 P_{ein} Leistung am Eingang

$$v_U = \frac{U_{aus}}{U_{ein}}$$

v_U Spannungs-Verstärkungsfaktor
 U_{aus} Spannung am Ausgang
 U_{ein} Spannung am Eingang

$$v_M = 10 * \log\left(\frac{P_{aus}}{P_{ein}}\right)$$

v_M Verstärkungsmaß in dB
 P_{aus} Leistung am Ausgang
 P_{ein} Leistung am Eingang

$$v_M = 20 * \log\left(\frac{U_{aus}}{U_{ein}}\right)$$

U_{aus} Spannung am Ausgang
 U_{ein} Spannung am Eingang

$$L_P = 10 * \log\left(\frac{P}{P_0}\right)$$

L_P Leistungspegel in dBmW o. dBm
 P Leistung in W
 P_0 Bezugsleistung in mW (1mW)

$$L_P = 10 * \log\left(\frac{P}{1mW}\right) \quad P = 10^{\frac{L_P}{10}} * 1mW$$

$$L_U = 20 * \log\left(\frac{U}{U_0}\right)$$

L_U Spannungspegel in dBµV o dBµ
 U Spannung in V
 U_0 Bezugsspannung in µV (1µV)

$$L_U = 20 * \log\left(\frac{U}{1µV}\right) \quad U = 10^{\frac{L_U}{20}} * 1µV$$

db Wert	U_{aus}/U_{ein}	P_{aus}/P_{ein}
-20	0,1	0,01
-6	0,5	0,25
0	1	1
3	1,41	2
6	2	4
9,5	3	9
10	3,16	10
12	4	16
15,5	6	36
18	8	64
20	10	100
40	100	10.000
60	1000	1.000.000

direkter Bezug von Leistungspegel und Spannungen

bei 50 Ω:

$$U = \sqrt{P * R} = \sqrt{1mW * 50Ω} = 224mV$$

$$U = 10^{\frac{L_P}{20}} * 224mV \quad L_P = 20 * \log\left(\frac{U}{224mV}\right)$$

bei 75 Ω:

$$U = \sqrt{P * R} = \sqrt{1mW * 75Ω} = 274mV$$

$$U = 10^{\frac{L_P}{20}} * 274mV \quad L_P = 20 * \log\left(\frac{U}{274mV}\right)$$

bei 600 Ω

$$U = \sqrt{P * R} = \sqrt{1mW * 600Ω} = 775mV$$

$$U = 10^{\frac{L_P}{20}} * 775mV \quad L_P = 20 * \log\left(\frac{U}{775mV}\right)$$

Rausch -Zahl / -Maß / -Faktor / -Pegel

$$SNR = 10 * \log\left(\frac{P_{Signal}}{P_{Noise}}\right)$$

SNR signal to noise ratio oder CNR (carrier to noise ratio) in dB
 P_{Signal} Nutzsignalleistung
 P_{Noise} Rauschleistung

$$SNR = 20 * \log\left(\frac{U_{Signal}}{U_{Noise}}\right)$$

U_{Signal} Nutzsignalspannung
 U_{Noise} Rauschspannung

$$P_{Noise} = k * T * \Delta f$$

k Boltzmann'sche Konstante
 $1,38 * 10^{-23} \text{ Ws/K}$
 T Temperatur in Kelvin
 Δf Bandbreite
 bei 290K oder 17°C
 $P_{Noise} = 4 * 10^{-21} \frac{\text{Watt}}{\text{Hertz}} * \Delta f$

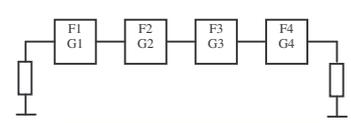
F Rauschzahl (Noise Figure) o. Rauschmaß (Noise Factor) o. Rauschpegel in dB
 NF

$$F = \frac{\left(\frac{P_{Signal}}{P_{Noise}}\right)_{Input}}{\left(\frac{P_{Signal}}{P_{Noise}}\right)_{Output}} = \frac{SNR_{Input}}{SNR_{Output}}$$

F Rauschzahl (Noise Figure) o. Rauschfaktor
 SNR_{input} keine dB-Werte
 SNR_{Output} keine dB-Werte
 G Leistungsverstärkung

$$NF = 10 * \log(F)$$

$$F = 10^{\frac{NF}{10}}$$



! keine dB-Werte verwenden !

$$F_{Gesamt} = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 * G_2} + \frac{F_4 - 1}{G_1 * G_2 * G_3} + \dots$$

F Rauschzahl (Noise Figure)
 G Leistungsverstärkung

Reflektion / -Faktor / -Dämpfung

$$v_{Kabel} = \frac{300000 \frac{km}{s}}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

v_{Kabel} Ausbreitungsgeschw. im Kabel
 ϵ_r Dielektrizitätskonstante

$$v_{Kabel} = \frac{l}{t_{Delay}}$$

l Kabellänge
 t_{Delay} Signallaufzeit

$$r = \frac{(Z_{Last} - Z)}{(Z_{Last} + Z)} = \frac{U_{Rück}}{U_{Hin}} = \frac{U_{Rück}}{U_0/2}$$

r Reflektionsfaktor
 Z_{Last} Lastwiderstand
 Z Leitungswiderstand (Wellenwiderstand)
 $U_{Rück}$ Rücklaufende Welle (Echo)
 U_{Hin} Hinlaufende Welle
 U_0 Urspannung

$$U_{Rück} = r * U_{Hin} \quad U_{Hin} = U_0/2$$

nur bei Leistungsanpassung

Material	ϵ_r	v in m/s
Vakuum	1	$3 * 10^8$
Luft	1,0006	$2,999 * 10^8$
Teflon	2,1	$2,07 * 10^8$
Polyethylen (RG58)	2,27	$2 * 10^8$
Polystyrol	2,5	$1,9 * 10^8$
Polyvinyl Chlorid	3,3	$1,65 * 10^8$
Nylon	4,9	$1,36 * 10^8$

$$a_r = 20 * \log(r)$$

a_r Reflektionsdämpfung
 r Reflektionsfaktor

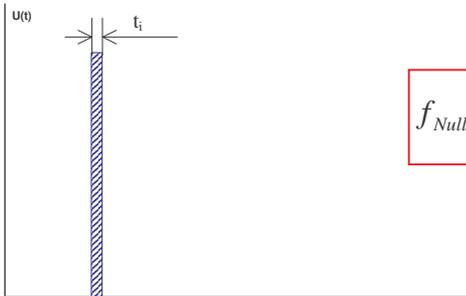
$$VSWR = \frac{U_{max}}{U_{min}} = \frac{1 + |r|}{1 - |r|}$$

VSWR Spannung-Stehwellen-Verhältnis
 U_{max} Maximalspannung
 U_{min} Minimalspannung

$$(Z_{Leitung})^2 = R_{Ein} * R_{Aus}$$

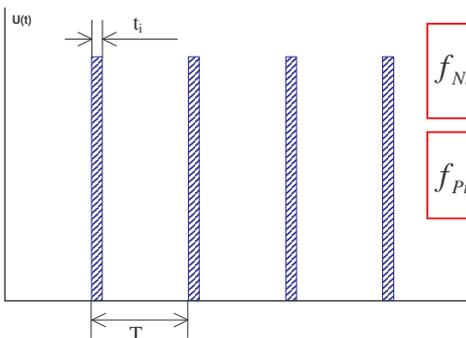
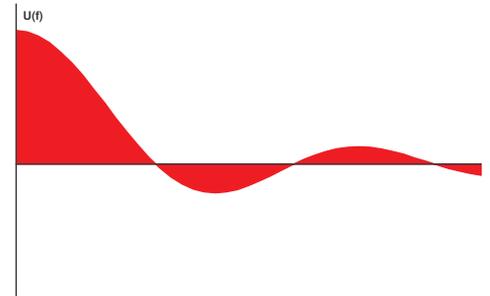
$Z_{Leitung}$ Leitungswiderstand (Wellenwiderstand)
 R_{Ein} Eingangswiderstand
 R_{Aus} Ausgangswiderstand

$$Z_{Last} = Z_{Leitung} * \left(\frac{1+r}{1-r} \right)$$



$$f_{Null} = \frac{1}{t_i}$$

f_{Null} Nullstelle der Oberwellenamplituden
 t_i Impulsdauer



$$f_{Null} = \frac{1}{t_i}$$

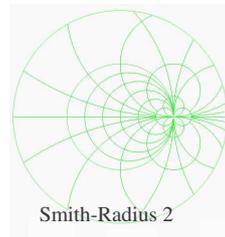
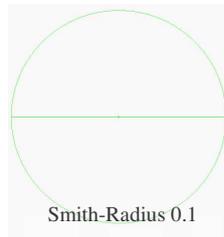
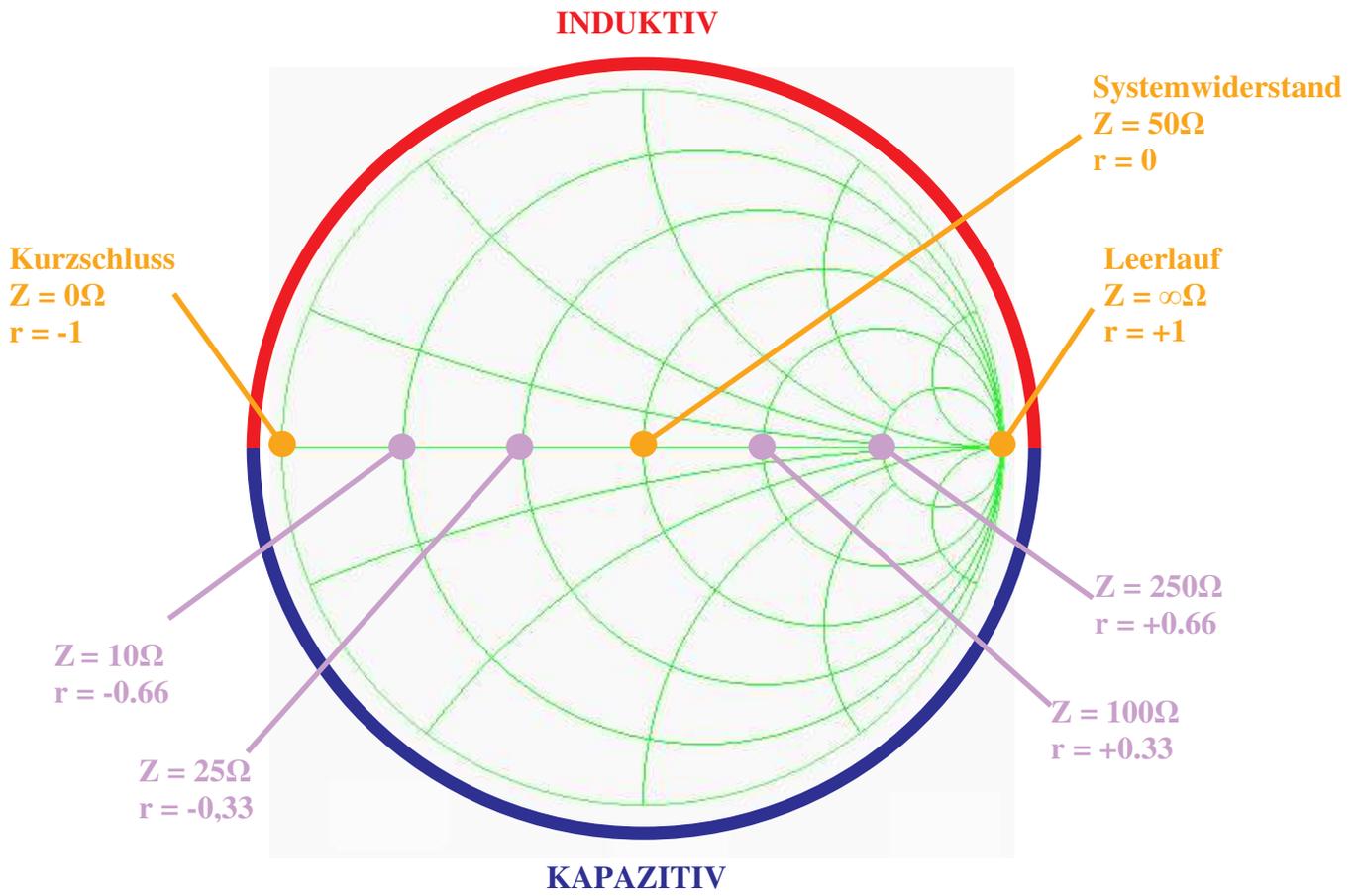
f_{Null} Nullstelle der Oberwellenamplituden
 t_i Impulsdauer

$$f_{Puls} = \frac{1}{T}$$

f_{Puls} Pulsfrequenz
 T Periodendauer



Smith-Diagramm



r		S11
0%	0	$-\infty$ dB
1%	0,01	-40 dB
10%	0,1	-20 dB
20%	0,2	-14 dB
50%	0,5	-6 dB
90%	0,9	-1 dB
100%	1	0 dB