

Formelsammlung

für die
HB3/9 Prüfung

Inhaltsverzeichnis

1	SI-Vorzeichen & Einheiten	1
2	Ohmisches/Leistungs Dreieck & Wellenlänge	2
2.1	Spannung	2
2.2	Strom	2
2.3	Widerstand	2
2.4	Leistung	2
2.5	Wellenlänge & Frequenz	2
3	Widerstand, Leistung & Messbereichserweiterung	3
3.1	Serieschaltung	3
3.2	Parallelschaltung	3
3.3	Leiterwiderderstand	3
3.4	Spannungsteiler	3
3.5	Wirkungsgrad	3
4	Wechselstrom	4
4.1	Effektivspannung	4
4.1.1	Sinus	4
4.1.2	Dreieck	4
4.1.3	Rechteck	4
5	Kondensator	5
5.1	Kapazität	5
5.2	Serieschaltung	5
5.3	Parallelschaltung	5
5.4	τ /Zeitkonstante	5
5.5	Dreh-/Plattenkondensator	5
5.6	Kapazitiver Blindwiderstand	6
5.7	Verlustfaktor/Güte	6

6 Spule	7
6.1 Induktivität	7
6.2 Induktion- & Selbstinduktionsspannung	7
6.3 Serieschaltung	7
6.4 Parallelschaltung	7
6.5 τ /Zeitkonstante	7
6.6 Verlustfaktor/Güte	8
6.7 Induktiver Blindwiderstand	8
7 Impedanz	9
7.1 Serieschaltung	9
7.2 Parallelschaltung	9
8 Transformator/Übertrager	10
8.1 Spannungs-/Strom-/Windungs-/ Widerstandsübersetzung	10
8.2 Stromdichte	10
9 RC-Glied	11
9.1 Grenzfrequenz	11
9.2 Shape-Faktor	11
10 Dezibel	12
10.1 Dezibel bei Leistug	12
10.2 Dezibel bei Spannung	12
11 LC-Schwingkreis	13
11.1 Resonanzfrequenz	13
11.2 Bandbreite	13
11.3 Güte	13
12 Diode	14
12.1 Vorwiderstand	14
12.2 Spannungsfestigkeit/Max. Spannung	14

13 Transistor/FET	15
13.1 Stromverstärkungsfaktor	15
13.2 R_1	15
13.3 R_C	16
13.4 I_C	16
13.5 P_V	16
14 Operationsverstärker	17
14.1 Invertierender Verstärker	17
14.2 Nichtinvertierender Verstärker	17
14.3 Differenzialverstärker	17
15 Elektromagnetisches Feld	18
15.1 Elektrische Feldstärke	18
15.2 Magnetische Feldstärke	18
15.3 Magnetische Flussdichte	18
15.4 Strahlungsdichte Kuglestrahler	18
15.5 Feldwellenwiderstand	18
15.6 Ersatzfeldstärke	19
15.6.1 Allgemein	19
15.6.2 Dipol	19
15.7 Brauchbare Grenzfrequenz	19
15.8 Optimale Grenzfrequenz	19
16 Antennentechnik	20
16.1 Dipol	20
16.1.1 Länge	20
16.1.2 Verkürzung	20
16.2 Antennengewinn	20
16.2.1 zum Dipol	20
16.2.2 zum isotropen Strahler	21
16.2.3 ERP	21
16.2.4 ERIP	22

17 Leitungen	23
17.1 Wellenwiderstand	23
17.1.1 Paralleldrahtleitung	23
17.1.2 Koaxialleitung	23
17.2 Verkürzungsfaktor	23
17.3 Dämpfung	23
17.4 Transformationsleitung	24
17.4.1 Koaxialleitung	24
18 Signale	25
18.1 Effektivspannung	25
18.1.1 Sinus	25
18.1.2 Dreieck	25
18.1.3 Rechteck	25
18.2 Wellenlänge & Frequenz	25
18.3 Bandbreite	25
18.3.1 DSB	25
18.3.2 SSB	26
18.3.3 FM	26
18.3.4 CW	26
18.3.5 RTTY	26
18.4 Modulationsindex FM	26
18.5 Besselfunktion	26
19 Modulation - Demodulation	27
19.1 Modulationsgrad	27
20 Frequenzaufbereitung	28
20.1 Überlagerung	28
20.1.1 $f_{osc} > f_e$	28
20.1.2 $f_{osc} < f_e$	28
20.2 Frequenz 3.Ordnung	28

21 Übertragungstechnik	29
21.1 Nquisttheorem	29
21.2 Dynamik	29
21.3 Baudrate	29
21.4 FSK	29
21.4.1 Bandbreite	29
21.5 PSK	30
21.5.1 Bandbreite	30
21.6 Totales Verbindungssystem	30
22 Messtechnik	31
22.1 Wheatstonsche Messbrücke	31
22.2 Shunt	31
22.3 SWR/VSWR	31
23 Gerätetechnik	32
23.1 Empfindlichkeit	32
24 EMV und Sicherheit	33
24.1 Windlast	33
24.2 Biegemoment	33
24.3 Sicherheitsabstand	33

1 SI-Vorzeichen & Einheiten

T	Tera	10^{12}	1000000000000
G	Giga	10^9	1000000000
M	Mega	10^6	1000000
k	Kilo	10^3	1000
m	Milli	10^{-3}	0.001
μ	Mikro	10^{-6}	0.000001
n	Nano	10^{-9}	0.000000001
p	Pico	10^{-12}	0.000000000001

Ladung	Q	Coulomb	$C = As$
Spannung	U	Volt	V
Leistung	L	Watt	W
Arbeit	W	Wattsekunde	VAs
Impedanz	R	Ohm	$\Omega = \frac{V}{A}$
Leitwert	G	Siemens	$S = \frac{1}{\Omega}$
Kapazität	C	Farad	$F = \frac{As}{V}$
Induktivität	L	Henry	$H = \frac{Vs}{A}$
El. Feldstärke	E	Volt pro Meter	$\frac{V}{m}$
Mag. Feldstärke	H	Ampere pro Meter	$\frac{A}{m}$
Flussdichte	B	Tesla	$T = \frac{Vs}{m^2}$
Frequenz	f	Herz	$Hz = \frac{1}{s}$

2 Ohmisches/Leistungs Dreieck & Wellenlänge

2.1 Spannung

$$U = RI = \frac{P}{I} = \sqrt{PR}$$

2.2 Strom

$$I = \frac{P}{U} = \frac{U}{R} = \sqrt{\frac{P}{R}}$$

2.3 Widerstand

$$R = \frac{U}{I} = \frac{P}{I^2} = \frac{U^2}{P}$$

2.4 Leistung

$$P = UI = \frac{U^2}{R} = RI^2$$

2.5 Wellenlänge & Frequenz

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

$$c = \text{Lichtgeschwindigkeit} \approx 3 * 10^8$$

$$c = 2.99792458 * 10^8$$

3 Widerstand, Leistung & Messbereichserweiterung

3.1 Serieschaltung

$$R_{\Sigma} = \sum R_i$$

3.2 Parallelschaltung

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\sum \frac{1}{R_i}}$$

3.3 Leiterwiderderstand

$$R = \frac{\rho l}{A}$$

$\rho = \text{spezifischer Widerstand}$

3.4 Spannungsteiler

$$U_x = U_x \frac{U_{\Sigma}}{R_{\Sigma}}$$

3.5 Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

$P_V = \text{Verlustleistung}$

$$P_{in} = P_{out} + P_V$$

4 Wechselstrom

4.1 Effektivspannung

4.1.1 Sinus

$$U_{eff} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}}$$

4.1.2 Dreieck

$$U_{eff} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{3}}$$

4.1.3 Rechteck

$$U_{eff} = \hat{U} \sqrt{DutyCycle}$$

5 Kondensator

5.1 Kapazität

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{A}{d}$$

$\varepsilon_0 =$ Elektrische Feldkonstante
 $\varepsilon_r =$ Permittivität
 $\varepsilon_0 = 8.854187817 * 10^{-12}$

5.2 Serieschaltung

$$C_{\Sigma} = \frac{1}{\sum \frac{1}{C_i}}$$

5.3 Parallelschaltung

$$C_{\Sigma} = \sum C_i$$

5.4 τ /Zeitkonstante

$$\tau = RC$$

$$\lim_{U \rightarrow 0\%/100\%} \Delta t = 5\tau$$

5.5 Dreh-/Plattenkondensator

$$C_p = \frac{f_u^2 \Delta C}{f_o^2 - f_u^2} - C_a$$

$C_p =$ Parallellkapazität
 $C_a =$ Anfangskapazität
 $f_u =$ untere Frequenz
 $f_o =$ obere Frequenz
 $\Delta C =$ Kapazität des Drehko

5.6 Kapazitiver Blindwiderstand

$$X_c = \frac{U}{I} = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

$$C = \frac{1}{\omega X_c} = \frac{1}{2\pi f X_c}$$

$$f = \frac{1}{2\pi X_c C}$$

$$I = \frac{U}{X_c}$$

5.7 Verlustfaktor/Güte

$$\tan \delta = \frac{I_R}{I_c} = \frac{X_c}{R_p}$$

$$Q = \frac{R_p}{X_c}$$

R_p = paralleler Verlustwiderstand

I_R = Strom durch R_p

I_c = Strom durch Kondensator

6 Spule

6.1 Induktivität

$$L = \frac{\mu_0 \mu_r A N^2}{l} = A_L N^2$$

μ_0 = Permeabilität im luftleeren Raum
 μ_r = Permeabilität des Kernmaterials
 A_L = Wert vorgefertigter Kerne

$$A_L = \frac{\mu_0 \mu_r A}{l}$$

6.2 Induktion- & Selbstinduktionsspannung

$$U_{ind} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$L = -U_{ind} \frac{\Delta t}{\Delta I}$$

6.3 Serieschaltung

$$L_{\Sigma} = \sum L_i$$

6.4 Parallelschaltung

$$L_{\Sigma} = \frac{1}{\sum \frac{1}{L_i}}$$

6.5 τ /Zeitkonstante

$$\tau = \frac{L}{R}$$

6.6 Verlustfaktor/Güte

$$\tan \delta = \frac{I_R}{I_L} = \frac{X_L}{R_s}$$

R_s = serielle Verlustwiderstand

I_R = Strom durch R_s

I_L = Strom durch Spule

$$Q = \frac{R_s}{X_L}$$

6.7 Induktiver Blindwiderstand

$$X_L = \omega L = 2\pi f L$$

$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{X_L}{2\pi f}$$

$$f = \frac{X_L}{2\pi L}$$

7 Impedanz

7.1 Serieschaltung

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

7.2 Parallelschaltung

$$Z = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right)^2}$$

8 Transformator/Übertrager

8.1 Spannungs-/Strom-/Windungs-/Widerstandsübersetzung

$$\ddot{u} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}$$

$$I_1 = I_2 \frac{U_2}{U_1} = I_2 \frac{N_2}{N_1} = I_2 \sqrt{\frac{Z_2}{Z_1}}$$

$$I_2 = I_1 \frac{U_1}{U_2} = I_1 \frac{N_1}{N_2} = I_1 \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}$$

8.2 Stromdichte

$$S = \frac{I}{A}$$

9 RC-Glied

9.1 Grenzfrequenz

$$f_g = \frac{1}{2\pi RC}$$

$$C = \frac{1}{2\pi f_g R}$$

$$R = \frac{1}{2\pi f_g C}$$

9.2 Shape-Faktor

$$\text{ShapeFaktor} = \frac{\text{Bandbreite bei } 60\text{db}}{\text{Bandbreite bei } 6\text{db}}$$

10 Dezibel

10.1 Dezibel bei Leistug

$$\nu = 10 \log \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

10.2 Dezibel bei Spannung

$$\nu = 20 \log \frac{U_{out}}{U_{in}}$$

11 LC-Schwingkreis

11.1 Resonanzfrequenz

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{f_{max} + f_{min}}{2}$$

$$L = \frac{1}{(2\pi f)^2 C}$$

$$C = \frac{1}{(2\pi f)^2 L}$$

11.2 Bandbreite

$$b = f_{max} - f_{min} = \frac{f_{res}}{Q}$$

11.3 Güte

$$Q = \frac{1}{R_s} * \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{f_{res}}{b} = \frac{R_p}{X_L} =$$

$$\frac{X_L}{R_s}$$

$$b = \frac{R_s}{2\pi L}$$

$$R_s = \frac{1}{Q} * \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$R_{res} = \frac{2\pi f_{res} L}{Q}$$

R_s = serieller Verlustwiderstand
 R_{res} = Resonanz Verlustwiderstand
 R_p = paralleler Verlustwiderstand

12 Diode

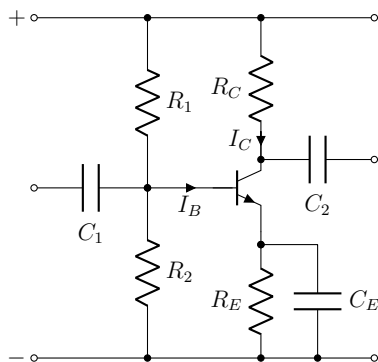
12.1 Vorwiderstand

$$R = \frac{U_{cc} - U_F}{I_F}$$

12.2 Spannungsfestigkeit/Max. Spannung

$$U = U_{in} * \sqrt{2} \text{ oder anderer Faktor Spitzenspannung}$$

13 Transistor/FET



13.1 Stromverstärkungsfaktor

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

13.2 R_1

$$I_B = \frac{I_E}{\beta + 1}$$

$$I_{R_1} = 11 * I_B$$

$$U_{R_1} = U - U_{BE}$$

$$R_1 = \frac{U_{R_1}}{I_{R_1}}$$

13.3 R_C

$$I_B = \frac{I_2}{9}$$

$$I_C = I_B \beta$$

$$U_{R_C} = U - U_C$$

$$R_C = \frac{U_{R_C}}{I_C}$$

13.4 I_C

$$I_E = \frac{U_E}{R_E}$$

$$I_B = \frac{I_E}{\beta + 1}$$

$$I_C = I_B \beta$$

13.5 P_V

$$U_{R_C} = R_C I_C$$

$$U_{Transistor} = U - U_{R_C}$$

$$P_{Verlust} = U_{Transistor} * I_C$$

14 Operationsverstärker

14.1 Invertierender Verstärker

$$U_{out} = -U_{in} \frac{R_2}{R_1}$$

14.2 Nichtinvertierender Verstärker

$$U_{out} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

14.3 Differenzialverstärker

$$\nu_{U1} = \frac{R_3}{R_1}$$

$$\nu_{U2} = \frac{1 + \frac{R_3}{R_1}}{1 + \frac{R_2}{R_4}}$$

$$U_{out} = U_{in2} * \nu_{U2} - U_{in1} * \nu_{U1}$$

15 Elektromagnetisches Feld

15.1 Elektrische Feldstärke

$$E = \frac{U}{d}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

15.2 Magnetische Feldstärke

$$H = \frac{I}{d}$$

15.3 Magnetische Flussdichte

$$B = \mu_0 \mu_r H$$

$$\mu_0 = \text{Permeabilität } 4\pi * 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$$

$$\mu_r = \text{Permeabilität des Materials}$$

15.4 Strahlungsdichte Kuglestrahler

$$S = \frac{P_{ERP}}{4\pi r^2}$$

$$P_{ERP} = \text{Leistung isotroper Strahler}$$

15.5 Feldwellenwiderstand

$$Z_0 = \frac{E}{H} = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} = 120\pi\Omega$$

$$Z_0 = \text{Feldwellenwiderstand}$$

15.6 Ersatzfeldstärke

15.6.1 Allgemein

$$E = \frac{\sqrt{30\Omega P_{ERIP}}}{r}$$

$$E = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{Z_0}{4\pi}} P_{ERIP}$$

P_{ERIP} = Leistung isotroper Strahler

15.6.2 Dipol

$$E \approx 7 \frac{\sqrt{P}}{r}$$

15.7 Brauchbare Grenzfrequenz

$$MUF \approx \frac{f_k}{\sin \alpha}$$

MUF = maximum usable frequency
 f_k = kritische Frequenz

15.8 Optimale Grenzfrequenz

$$f_{opt} \approx 0.85 MUF$$

MUF = maximum usable frequency
 f_{opt} = optimale Frequenz

16 Antennentechnik

16.1 Dipol

16.1.1 Länge

$$l = n \frac{\lambda}{2} \quad n \in \mathbb{N}$$

16.1.2 Verkürzung

$$l = k \frac{\lambda}{2} \quad n \in [0.93, 0.97]$$

16.2 Antennengewinn

16.2.1 zum Dipol

$$G_D = \frac{P_V}{P_D}$$

$$g_d = 10 \log_{10} \left(\frac{P_V}{P_D} \right) \text{ dbd}$$

$$g_d = 20 \log_{10} \left(\frac{E_V}{E_D} \right) \text{ dbd}$$

16.2.2 zum isotropen Strahler

$$G_i = \frac{P_V}{P_i}$$

$$g_i = 10 \log_{10} \left(\frac{P_V}{P_i} \right) \text{ dbd}$$

$$g_i = 20 \log_{10} \left(\frac{E_V}{E_i} \right) \text{ dbd}$$

16.2.3 ERP

$$P_{ERP} = \frac{P_{ERIP}}{1.64}$$

$$P_{ERP} = G_D P_S$$

$$P_{ERP} = P_S 10^{\frac{g_d}{10}} \text{ db}$$

$$P_{ERP} = G_D (P_{Sender} - P_{Verlust})$$

16.2.4 ERIP

$$P_{ERIP} = 1.64 P_{ERP}$$

$$P_{ERIP} = G_i P_S$$

$$P_{ERIP} = P_S \overline{\frac{g_i}{10^{10} \text{db}}}$$

$$P_{ERIP} = G_i (P_{Sender} - P_{Verlust})$$

17 Leitungen

17.1 Wellenwiderstand

$$Z_w = \sqrt{\frac{L'}{C'}}$$

17.1.1 Paralleldrahtleitung

$$Z_w = \frac{120\Omega}{\sqrt{\varepsilon_r}} \ln\left(\frac{2a}{d}\right)$$

17.1.2 Koaxialleitung

$$Z_w = \frac{60\Omega}{\sqrt{\varepsilon_r}} \ln\left(\frac{D}{d}\right)$$

17.2 Verkürzungsfaktor

$$\nu = \frac{1}{\sqrt{L'C'}}$$

$$k = \frac{\nu}{c}$$

$$k = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_r}}$$

17.3 Dämpfung

$$n = \sqrt{\frac{f_{hoch}}{f_{niedrig}}}$$

17.4 Transformationsleitung

$$R_i = Z_w = Z_{ant}$$

$$Z = \sqrt{Z_1 Z_2}$$

$$l = (2n - 1) \frac{\lambda}{4} k$$

17.4.1 Koaxialleitung

$$Z = \frac{138\Omega}{\sqrt{\epsilon_r}} \left(\frac{D}{d} \right)$$

$$D = d \sqrt{\frac{Z}{138\Omega}}$$

18 Signale

18.1 Effektivspannung

18.1.1 Sinus

$$U_{eff} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}}$$

18.1.2 Dreieck

$$U_{eff} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{3}}$$

18.1.3 Rechteck

$$U_{eff} = \hat{U} \sqrt{DutyCycle}$$

18.2 Wellenlänge & Frequenz

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

$$u = \sin(\omega t + \varphi)$$

$$c = \text{Lichtgeschwindigkeit} \approx 3 * 10^8$$
$$c = 2.99792458 * 10^8$$

18.3 Bandbreite

18.3.1 DSB

$$b_{AM} = 2f_{mod}$$

18.3.2 SSB

$$b_{SSB} = f_{NFmax} - f_{NFmin}$$

$$b_{SSB} \approx f_{mod}$$

18.3.3 FM

$$b_{FM} = 2(\Delta f_T + f_{mod})$$

$$b_{FM} \approx 2 \Delta f_T \quad f_{mod} \ll \Delta f_T$$

$$b_{FM} \approx 2 f_{mod} \quad m < 0.5$$

18.3.4 CW

$$b_{CW} = \frac{5 * WPM}{1.2}$$

18.3.5 RTTY

$$b_{RTTY} = 2 \left(\frac{\Delta f}{2} + 1.6Bd \right)$$

18.4 Modulationsindex FM

$$m = \frac{\Delta f_t}{f_{mod}}$$

18.5 Besselfunktion

$$u = {}_0 \sin(\omega_t t - m \cos(\omega_m t))$$

19 Modulation - Demodulation

19.1 Modulationsgrad

$$m = \frac{\hat{U}_{mod}}{\hat{U}_T}$$

20 Frequenzauflbereitung

20.1 Überlagerung

20.1.1 $f_{osc} > f_e$

$$f_z = \frac{f_{sp} - f_e}{2}$$

$$f_{osc} = f_e + f_z$$

f_e = Eingangsfrequenz
 f_{osc} = Überlagerungsfrequenz
 f_z = Zwischenfrequenz
 f_{sp} = Spiegelfrequenz

20.1.2 $f_{osc} < f_e$

$$f_z = f_e - f_{osc}$$

$$f_{sp} = f_e - 2f_z$$

f_e = Eingangsfrequenz
 f_{osc} = Überlagerungsfrequenz
 f_z = Zwischenfrequenz
 f_{sp} = Spiegelfrequenz

20.2 Frequenz 3.Ordnung

$$2f_1 - f_2 \wedge 2f_2 - f_1$$

21 Übertragungstechnik

21.1 Nyquisttheorem

$$f_{abt} > 2f_{imax}$$

21.2 Dynamik

$$D = 20 \log \left(\frac{U_{max}}{U_{min}} \right) dB$$

21.3 Baudrate

$$\nu_u = \frac{1}{t_{1bit}} Bd$$

21.4 FSK

21.4.1 Bandbreite

$$b_{FSK} = 2(\Delta f_T + f_{mod})$$

$$b_{FSK} \approx 2 \left(\frac{\Delta F}{2} + 1.6 f_u \right)$$

21.5 PSK

21.5.1 Bandbreite

$$b_{PSK} = 2(\Delta f_T + f_{mod})$$

$$b_{PSK} = 2 \frac{\nu_u}{2} = \nu_u$$

21.6 Totales Verbindungssystem

$$N = S \frac{S - 1}{2}$$

$N = \text{Strecken}$
 $S = \text{Stationen}$

22 Messtechnik

22.1 Wheatstonsche Messbrücke

$$R = \frac{R_4 R_1}{R_3}$$

22.2 Shunt

$$U = R_{Instr} I_{Instr} = R_p I_p$$

$$I_p = I_{Messbereich} - I_{Instrument}$$

$$R_p = \frac{U}{I_p}$$

$$R_p = \frac{R_{Instr}}{n - 1}$$

$$R_s = R_{Instr}(n - 1)$$

R_{Instr} = Instrumentwiderstand
 R_p = Shuntwiderstand parallel
 R_s = Shuntwiderstand seriell
 I_p = Strom durch Shunt
 I_{instr} = Instrumentenstrom
 n = Messbereichserweiterungsfraktor

22.3 SWR/VSWR

$$s = \frac{U_{max}}{U_{min}} = \frac{U_v + U_r}{U_v - U_r} = \frac{1 + |r|}{1 - |r|}$$

$$|r| = \frac{U_r}{U_v} = \sqrt{\frac{P_r}{P_v}} = \frac{s - 1}{s + 1}$$

$$s = \frac{R_2}{Z} \quad R_2 \geq Z$$

$$s = \frac{Z}{R_2} \quad R_2 \leq Z$$

s = SWR/VSWR
 r = Reflexionsfaktor
 Z = Wellenwiderstand(der Leitung)
 R_2 = Abschlusswiderstand
 U_v = hinlaufendeWelle
 U_r = rcklaufendeWelle

23 Gerätetechnik

23.1 Empfindlichkeit

$$P_R = kT_0bF$$

$$U_R = \sqrt{kT_0bRF}$$

$k = 1.38 * 10^{-23}$ (Boltzmann Konstante)

$T_0 =$ Temperatur [K]

$b =$ Bandbreite [Hz]

$R =$ Eingangswiderstand

$F =$ Rauschfaktor

$P_R =$ Rauschleistung

$U_R =$ Rauschspannung

24 EMV und Sicherheit

24.1 Windlast

$$F_A = pA$$

$$p = \text{Staudruck} \left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right]$$

$$A = \text{Wirckflche} [\text{m}^2]$$

24.2 Biegemoment

$$M_A = \sum F_i l_i$$

24.3 Sicherheitsabstand

$$d = \frac{\sqrt{30\Omega P_{ERIP}}}{E}$$