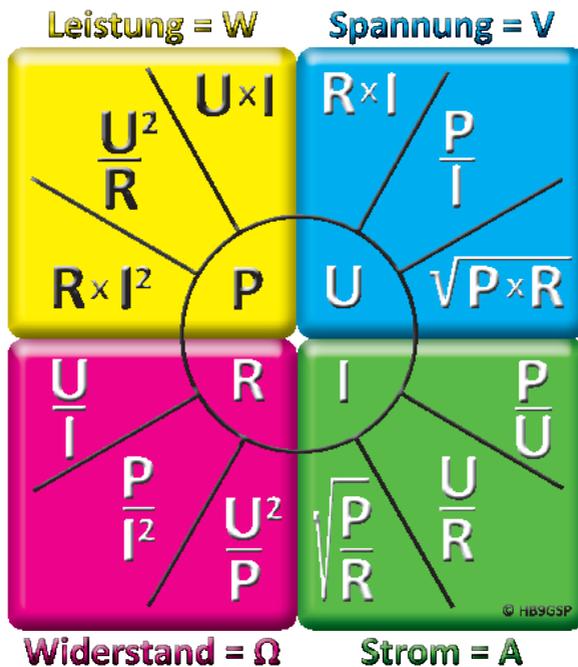


Formelsammlung HB9GSP für eine erfolgreiche HB9-Prüfung

mit separaten HB3-Formeln



Haftungsausschluss

Diese Formelsammlung wurde durch HB9GSP Josua Studer Allschwil erstellt, mit Adobe Indesign, ohne Gewähr auf Richtigkeit und Vollständigkeit. Wer Fehler findet, kann sie behalten. Ergänzungswünsche dürfen an hb9gsp@brummi.ch gesendet werden.

Anwendung der Formelsammlung

Die Anwendung der Formelsammlung ist folgendermassen angedacht: Suchbegriff der Frage im reichhaltigen Inhaltsverzeichnis suchen und auf der angegebenen Seite die entsprechende Formel anhand bekannter Werte auswählen. Fehlt eine Angabe, so ist diese zuerst auszurechnen und es ist wieder im Inhaltsverzeichnis nach dem Begriff zu suchen und auf der angegebenen Seite die entsprechende Formel zu verwenden. Als Taschenrechner empfiehlt es sich, einen mehrzeiligen Grafikrechner zu verwenden wie Casio 991 oder Texas Instrument TI-30X Pro. Diese Rechner erhält man portofrei bei www.taschenrechner.ch. Entsprechende Manuals befinden sich auf meiner Website www.hb9gsp.ch.

Für eine erfolgreiche Funkamateurlösung CEPT beim BAKOM genügen derzeit diese Formeln. Für eine HB3-Prüfung genügen die Formeln auf den Seiten 14+15.

Aktualität

Stand dieser Formelsammlung ist 11. September 2024.

Infos im Web

Unter www.hb9gsp.ch ist diese Formelsammlung als PDF-Datei zu finden. Weiter sind von HB9GSP erstellte Lösungswege zu den BAKOM-Fragen und diverse Tipps und Links aufgeschaltet.

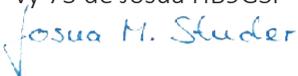
Schulungsempfehlung

Der [Amateurfunkclub Basel](http://www.amateurfunkclub.ch) (FACB) bietet in der Regel jährlich eine Schulung ab August an. Die Dauer ist 3-4 Monate und findet ca. 14tägig an einem Samstag statt. Weitere Infos unter www.amateurfunkkurs.ch.

Man kann sich zwar das Wissen für eine HB9er-Prüfung selber aneignen und mit dem [HAM-Radio-Trainer](http://www.ham-radio-trainer.ch) lernen, für ein fundiertes Wissen und Verständnis für die Zusammenhänge ist der Besuch einer Schulung unumgänglich.

Jetzt wünsche ich viel Spass und Erfolg beim Lernen.

vy 73 de Josua HB9GSP

 Josua M. Studer

Inhaltsverzeichnis

3. Ordnung Frequenz.....	21
Abkürzungen/Bezeichnungen	13
AM Bandbreite	26
Ansteuerung Linearendstufe	25
Antennenanpassung.....	17
Antennenfusspunkt Impedanz Antennenkabel	17
Antennenfusspunkt Leistung.....	16
Antennenkabel	16
Antennen Stub Saugkreis Notch	16
Antennenverkürzungsfaktor.....	16
Antenne VSWR/SWR	17
Ausgangsleistung Linearendstufe	25
Ausgangsleistung Verstärkung Gesamtverstärkung.....	25
Ausgangsspannung Verstärker Gesamtverstärkung	37
Bandbreite.....	21
Bandbreite AM	26
Bandbreite CW	26
Bandbreite FM.....	26
Bandbreite RTTY	26
Bandbreite SSB	26
Bezeichnungen/Abkürzungen.....	13
Blindwiderstand bei der Spule.....	32
Blindwiderstand beim Kondensator	23
Brückengleichrichter Spannung.....	38
Brückenschaltung (Wheatstonsche Messbrücke).....	40
C + R + L-Schaltung	29
C + R + L Schaltung Dimensionierung der Spule	30
C + R + L Schaltung Grösse des Kondensator	30
C + R + L Schaltung Spannung über dem Kondensator	30
C + R + L Schwingkreis	29
C + R Parallel Kombination	30
C + R Serieschaltung	30
CW Bandbreite	26
dB Gewinn beim Aufstocken von Yagi-Antennen	16

dB in Leistungsverhältnis umrechnen	18
dB in Spannungsverhältnis umrechnen	18
dBm (dB Milliwatt).....	18
dBm in Leistung	18
dB umrechnen Leistungsverhältnis	18
dB umrechnen Spannungsverhältnis.....	18
Differenzverstärker	36
Dimensionierung der Spule bei C + R + L Schaltung	30
Dioden	19
Dioden Spannungsfestigkeit	19
Dipol-Antennen, Verkürzungsfaktor	16
Distanz und Feldstärke	17
Distanz und Spannung.....	17
Drehkondensator Parallelkapazität	23
Drehkondensator, Zuschaltung für Reduktion	23
Dritte Ordnung Frequenz	21
Effektive Strahlungsleistung, ERP (Effective radiated power).....	41
Effektivspannung / Spitzenspannung / Scheitelwert.....	38
Effektivstrom / Spitzenstrom / Scheitelwert	38
Eichmarkengeber.....	21
Elektrische Feldstärke.....	22
Empfängereingangssignal.....	24
Endstufe Wirkungsgrad	24
ERP, effektive Strahlungsleistung.....	41
Feldstärke elektrische.....	22
Feldstärke und Distanz	17
FM Bandbreite.....	26
Formel-Quadrat / Ohmsches Gesetz	12
Frequenz 1. Überlagerungoszillator	21
Frequenz 3. Ordnung.....	21
Frequenz Impedanz Minimum	29
Frequenz Kondensator	23
Frequenz/Periodendauer/Wellenlänge Wechselspannung/Wechselstrom	38
Frequenz Spulen.....	33
Frequenztoleranz.....	21
Frequenzvariation Parallelschwingkreis	31

Frequenz/Wellenlänge/Lambda Antenne	16
Gatter	37
Gesamtinduktivität Spulen ohne gegenseitige Beeinflussung	32
Gesamtverstärkung Ausgangsleistung Verstärkung.....	25
Gesamtverstärkung Ausgangsspannung Verstärker	37
Gleichstromverstärkung Transistor.....	35
Grenzfrequenz.....	30
Grösse des Kondensator bei C + R + L Schaltung.....	30
Güte Q beim Schwingkreis	31
Güte Q der Spule	31
Güte Q Serieschwingkreis.....	31
HB3-Formeln	14
Hochpass & Tiefpass.....	30
Hüllkurvenspitzenleistung (Peak envelope Power, PEP).....	25
Impedanz Antennenkabel mit Antennenfusspunkt.....	17
Impedanz Minimum Frequenz	29
Impedanz mit Kunstlast am Antennenkabel.....	17
Impedanz Resonanz	29
Impedanz Scheinwiderstand Serieschaltung R + C	30
Impedanz Schwingkreis bei Resonanz	29
Impedanztransformation Viertelwellen	41
Induktionsspannung.....	32
Induktiver Blindwiderstand (Spule)	32
Induktivität, Kapazität und Widerstand.....	29
Induktivität (Spule).....	32
Intermodulationsprodukt.....	18
Invertierender Verstärker	36
Kabeldämpfung	16
Kabeldämpfung im Antennenkabel.....	16
Kapazität	23
Kapazität, Induktivität und Widerstand.....	29
Klemmenspannung	20
Knotenpunkt.....	20
Koaxialkabel.....	16
Kondensator Aufladungsspannung	22
Kondensator Elektr. Feldstärke	22

Kondensator Frequenz	23
Kondensator Grösse bei C + R + L Schaltung	30
Kondensator, Kapazität, kapazitiver Blindwiderstand	23
Kondensator Laden/Entladen, Zeitkonstante Tau.....	22
Kondensator Parallelschaltung	22
Kondensator Serieschaltung.....	22
Kondensator Spannung bei C + R + L Schaltung	30
Kondensator Spannungsfestigkeit	22
Kondensator-Spannung / -Strom	23
Kondensator-Spannung / Strom Schwingkreis	28
Kondensator Strom	28
Kreisfrequenz.....	20
Kunstlast Impedanz am Antennenkabel.....	17
Kunstlast Spannung	17
Kunstlast Strom	17
Laden/Entladen Kondensator, Zeitkonstante Tau.....	22
Lamda/Wellenlänge/Frequenz Antenne	16
Lampen Vorwiderstand	39
Leistung am Empfängereingang	24
Leistung in dBm	18
Leistung Intermodulationsprodukt.....	18
Leistung Oberwelle nach Tiefpassfilter	24
Leistungsverhältnis dB umrechnen	18
Leistungsverhältnis in dB umrechnen	18
Leuchtdioden Vorwiderstand	19
Linearendstufe Ausgangsleistung.....	25
Linearendstufe Wirkungsgrad	24
Messbereichserweiterung.....	40
Messbereichserweiterung Spannungsmessung (Vorwiderstand)	40
Messbereichserweiterung Strommessung (Parallelwiderstand „Shunt“)	40
Modulation AM Bandbreite	26
Modulation CW Bandbreite (Continuous Wave)	26
Modulation FM Bandbreite	26
Modulation RTTY Bandbreite (Funkfern schreiben)	26
Modulationsindex	27
Modulation SSB Bandbreite	26

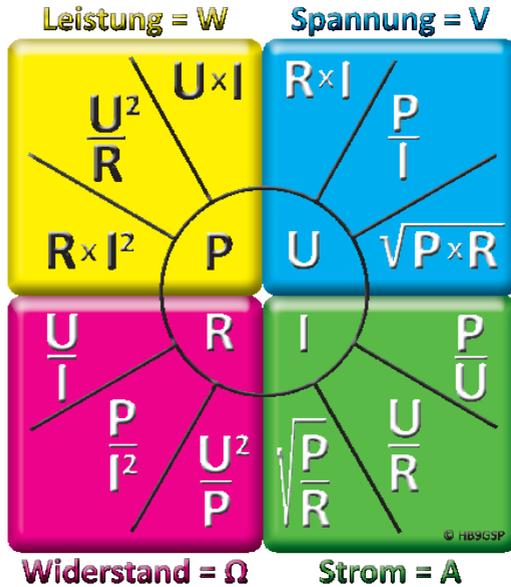
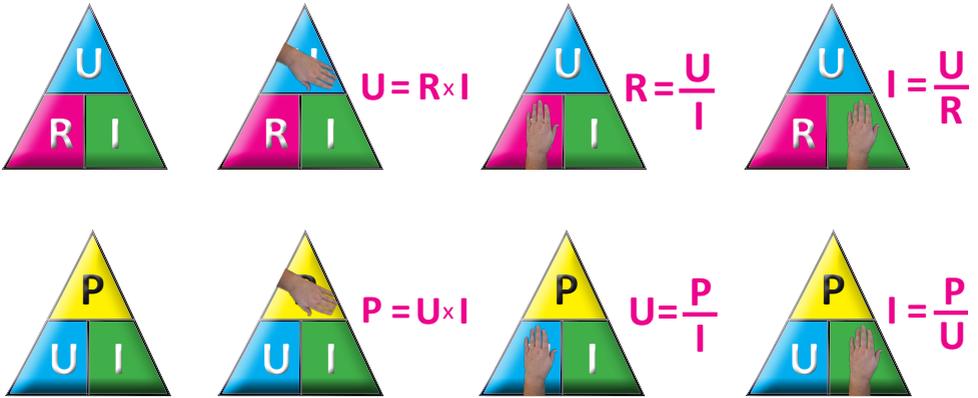
Nicht-invertierender Verstärker.....	36
Notch.....	16
Oberwelle nach Tiefpassfilter.....	24
Ohmsches Gesetz / Formel-Quadrat	12
Operationsverstärker.....	36
Oszillatorfrequenz	21
Parallelschaltung Kondensator	22
Parallelschaltung Spulen	32
Parallelschaltung Widerstände.....	39
Parallelkapazität Drehkondensator	23
Parallelwiderstand.....	40
PEP Peak envelope Power, Hüllkurvenspitzenleistung	25
Periodendauer/Frequenz Wechselfspannung/Wechselstrom	38
Plattenkondensator/Drehkondensator	23
PUI-Formel	12
R + C Parallel Kombination Grenzfrequenz Hochpass & Tiefpass	30
R + C Serieschaltung	30
Rauschabstand / Signal am Empfängerausgang	21
Resonanzfrequenz veränderbar (Frequenz-Variation).....	28
Resonanzfrequenz.....	28
Resonanzfrequenz bei C + R + L Schwingkreis	29
Resonanzimpedanz	29
Resonanzwiderstand Schwingkreis.....	29
RTTY Bandbreite.....	26
Saugkreis	16
Scheinwiderstand, R + C Serieschaltung.....	30
Scheitelwert / Spitzenspannung / Effektivspannung	38
Scheitelwert / Spitzenstrom / Effektivstrom	38
Schwingkreis C + R + L	29
Schwingkreis Güte Q	31
Schwingkreisimpedanz bei Resonanz.....	29
Schwingkreis Kondensator-Spannung / Strom	28
Schwingkreis mit veränderbarer Resonanzfrequenz (Frequenz-Variation).....	28
Schwingkreis Resonanzfrequenz (Thomsonsche Schwingkreisformel)	28
Schwingkreis Resonanzwiderstand.....	29
Schwingkreis Serie Güte	31

Schwingkreis Spule-Spannung/Strom	28
Selbstinduktionsspannung	32
Sendeleistung erhöhen um Faktor	24
Sendeleistung per dB reduzieren	24
Sendeleistung per Faktor reduzieren	24
Sendeleistung reduzieren per Faktor	18
Senderausgangs-Spitzenleistung	25
Senderleistung.....	24
Serieschaltung Kondensator.....	22
Serieschaltung R + C	30
Serieschaltung Spulen	32
Serieschaltung Widerstände.....	39
Serieschwingkreis Güte	31
Shape-Faktor	20
Shunt	40
Signaleingang Empfänger	24
Signal / Rauschabstand am Empfängerausgang	21
Siliziumdioden Verlustleistungen	19
Siliziumtransistor	19
Spannung am Empfängereingang.....	24
Spannung am Gerät.....	20
Spannung an einem Widerstand	39
Spannung an Kunstlast	17
Spannung Brückengleichrichter.....	38
Spannung im Kondensator	23
Spannungsfestigkeit Dioden	19
Spannungsfestigkeit Kondensator	22
Spannungsteiler.....	20
Spannungsverhältnis dB umrechnen.....	18
Spannungsverhältnis in dB umrechnen	18
Spannung über dem Kondensator bei C + R + L Schaltung.....	30
Spannung und Distanz	17
Speisegerät	20
Speisekabel.....	20
Spezifischer Widerstand.....	40
Spiegelfrequenz.....	21

Spiegelfrequenz.....	21
Spitzenleistung Senderausgang.....	25
Spitzenspannung / Effektivspannung / Scheitelwert.....	38
Spitzenstrom / Effektivstrom / Scheitelwert.....	38
Spule.....	32
Spule Induktiver Blindwiderstand	32
Spulen Dimensionierung bei C + R + L Schaltung	30
Spulen Frequenz.....	33
Spulen Güte	33
Spulen Parallelschaltung	32
Spulen Serieschaltung	32
Spule-Spannung/Strom Schwingkreis	28
Spule-Spannung/Strom Schwingkreis	33
SSB Bandbreite	26
Stehwellen-Verhältnis (SWR / VSWR).....	17
Strom an Kunstlast	17
Strom durch Kondensator	23
Strom durch Kondensator	28
Strom in einem Parallel Widerstand.....	39
Stub	16
SWR	17
SWR Stufen in Dezibel	18
Tau Zeitkonstante , Kondensator Laden/Entladen.....	22
Thomsonsche Schwingkreisformel	28
Tiefpassfilter Leistung Oberwelle	24
Tiefpass & Hochpass	30
Transformator und Windungen.....	34
Transistoren.....	35
Transistor Gleichstromverstärkung.....	35
Transistor Silizium.....	19
Überlagerung (Oszillatorfreq., Spiegelfreq., Zwischenfreq., 3. Ordnung)	21
Überlagerungoszillator 1. Frequenz.....	21
U_Q und R_i	20
URI-Formel	12
Verkürzungsfaktor bei Dipol-Antenne	16
Verlustleistung.....	25

Verlustleistungen bei Siliziumdioden	19
Verstärkerberechnung Ausgangsleistung	25
Verstärkerberechnung Ausgangsspannung Gesamtverstärkung	37
Verstärker differenziert	36
Verstärker invertierend.....	36
Verstärker nicht-invertierend	36
Viertelwellen-Impedanztransformation	41
Vorwiderstand.....	40
Vorwiderstand bei Lampe	39
Vorwiderstand Leuchtdioden	19
VSWR.....	17
Wechselspannung/Wechselstrom Freq./Periodendauer/Wellenlänge.....	38
Wellenlänge/Frequenz/Lambda Antenne	16
Wellenlänge/Frequenz/Periodendauer Wechselspannung/Wechselstrom	38
Wert R_L	39
Wheatstonsche Messbrücke Widerstandmessung mittels Brückenschaltung.....	40
Widerstände Parallelschaltung.....	39
Widerstände Serieschaltung.....	39
Widerstand, Induktivität und Kapazität.....	29
Widerstandmessung mittels Brückenschaltung (Wheatstonsche Messbrücke)	40
Widerstandspannung	39
Widerstand Spannungsteiler	20
Widerstand Strom in einem Paralell Widerstand	39
Widerstand von Drähten (Spezifischer Widerstand)	40
Widerstand Vorwiderstand Lampen	39
Windungen und Transformatorer	34
Wirkungsgrad	25
Wirkungsgrad Endstufe	24
Wirkungsgrad Linearendstufe	24
Yagi-Antenne aufstocken	16
Zeitkonstante Tau, Kondensator Laden/Entladen	22
Zenerdiode	19
Zwischenfrequenz	21

Formel-Quadrat / Ohmsches Gesetz
Ohmsches Gesetz / Formel-Quadrat
URI-Formel / PUI-Formel



- A = Ampère
- V = Volt
- W = Watt
- Ω = Ohm
- Hz = Hertz
- m = Meter
- F = Farad (C)
- H = Henry (L)

T	Tera / Billion	10 ¹²	1'000'000'000'000	T	Tera
G	Giga / Milliarde	10 ⁹	1'000'000'000	G	Giga
M	Mega / Million	10 ⁶	1'000'000	M	Mega
K	Kilo / Tausend	10 ³	1'000	K	Kilo
		10 ⁰	1		
m	Milli / Tausendstel	10 ⁻³	0.001	m	Milli
μ	Micro / Millionstel	10 ⁻⁶	0.000'001	μ	Micro
n	Nano / Milliardenstel	10 ⁻⁹	0.000'000'001	n	Nano
p	Pico / Billionstel	10 ⁻¹²	0.000'000'000'001	p	Pico

Abkürzungen/Bezeichnungen Bezeichnungen/Abkürzungen

Δ	= Veränderbare Grösse
A	= Querschnittfläche, Quadratmillimeter (mm ²)
b	= Bandbreite, Hertz (Hz)
C	= Kondensator, Farad (F)
d	= Durchmesser, Millimeter (mm)
E	= Elektrische Feldstärke, Volt/Meter (V/m)
f	= Frequenz, Hertz (Hz)
F	= Faktor
f_e	= Eingangsfrequenzfrequenz, Hertz (Hz)
f_g	= Grenzfrequenz (-3dB Punkt), Hertz (Hz)
f_{osc}^g	= Oszillatorfrequenz (Überlagerungsfrequenz), Hertz (Hz)
f_{res}^o	= Resonanzfrequenz, Hertz (Hz)
f_{sp}^s	= Spiegelfrequenzfrequenz, Hertz (Hz)
f_z	= Zwischenfrequenz, Hertz (Hz)
I	= Strom, Ampère (A)
L	= Spule, Henry (H)
l	= Umfang oder Länge, Meter/Millimeter (m/mm)
λ	= Lamda = Wellenlänge
P	= Leistung, Watt (W)
P_{in}	= Eingangsleistung, Watt (W)
P_{out}	= Ausgangsleistung, Watt (W)
Q	= Güte
R	= Widerstand, Ohm (Ω)
r	= Radius, Millimeter (mm)
U	= Spannung, Volt (V)
U_{eff}	= Effektivspannung, Volt (V)
U_{in}	= Eingangsspannung, Volt (V)
U_{out}	= Ausgangsspannung, Volt (V)
U_s	= Spitzenspannung, Volt (V)
U_{ss}	= Spitzen-Spitzenspannung, Volt (V)
V	= Verlust
v	= Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen, Meter/Sekunden (m/s)
X_C	= Kapazitiver Blindwiderstand, Ohm (Ω)
X_L	= Induktiver Blindwiderstand, Ohm (Ω)
Z	= Impedanz, Ohm (Ω)
β	= Verstärkungsfaktor
π	= Pi = 3.141592654
τ	= Tau = Zeit in Sek. beim Laden/Entladen von Kondensatoren,
ω	= Kreisfrequenz (klein Omega) = (2π * Frequenz)

HB3-Formeln

HB3-Formeln

HB3 - Spannung an Widerstand

Welche Spannung darf maximal an einen Widerstand von R , P angelegt werden?

$$U = \sqrt{P * R}$$

R = Widerstand (Impedanz), Ohm (Ω)

U = Spannung, Volt (V)

P = Leistung, Watt (W)

HB3 - Vorwiderstand Dimension

Wie gross muss der Vorwiderstand dimensioniert werden?

$$U_{RV} = U - U_L \Rightarrow I = \frac{P_L}{U_L} \Rightarrow R_V = \frac{U_{RV}}{I}$$

U_{RV} = Spannung Vorwiderstand, Volt (V)

U = Spannung Funkgerät, Volt (V)

I = Strom, Volt (V)

U_L = Spannung Lampe Volt (V)

P_L = Leistung Lampe, Watt (W)

HB3 - Leistung am Empfänger

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

P = Leistung, Watt (W)

U = Spannung, Volt (V)

R = Widerstand (Impedanz), Ohm (Ω)

HB3 - Frequenz berechnen

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

f = Frequenz, Hertz (Hz)

c = Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen, Meter/Sekunde (m/s)

Im Vakuum ist v = Lichtgeschwindigkeit = $3 * 10^8$ m/s

λ = Wellenlänge, Meter (m)

HB3 - Wellenlänge berechnen

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

f = Frequenz, Hertz (Hz)

c = Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen, Meter/Sekunde (m/s)

Im Vakuum ist v = Lichtgeschwindigkeit = $3 * 10^8$ m/s

λ = Wellenlänge, Meter (m)

HB3 - Spitzen-Spannung / Peak-Spannung

HB3 - Peak-Spannung / Spitzen-Spannung

$$U_s = U_{eff} * \sqrt{2}$$

U_s = Spitzen-/Peak Spannung, Volt (V)

U_{eff} = Effektivspannung, Volt (V)

HB3 - Gesamtinduktivität Spulen ohne gegenseitige Beeinflussung

$$X_L = L_1 + L_2 + \dots$$

X_L = Induktiver Blindwiderstand, Ohm (Ω)

L = Induktivität, Henry (H)

HB3 - Frequenztoleranz

$$f_{tol} = f * \pm ?$$

f = Frequenz, Hertz (Hz)

f_{tol} = Frequenz, Hertz (Hz)

HB3-Formeln

HB3-Formeln

HB3-Formeln

HB3-Formeln

HB3 - Antennenfusspunkt Leistung

$$V = \text{dB auf gesamte Länge} * \left(\frac{\text{Effektive Länge Antennen-Kabel}}{\text{gesamte Länge Ant-Kabel}} \right) = \text{dB}$$

$$\text{Faktor} = 10^{\left(\frac{\text{dB}}{10}\right)} \quad \text{Grafik-Rechner wie Formel, sonst Eingabe } \text{dB} : 10 = * 10^x$$

$$P_{\text{out}} = \frac{P_{\text{in}}}{F}$$

- dB = Verstärkung/Dämpfung, Dezibel (dB)
- V = dB auf bestimmte Länge eines Antennenkabels
- F = Faktor
- P_{in} = Sendeleistung Funkgerät, Watt (W)
- P_{out} = Sender-Ausgangsleistung am Antennenfusspunkt, Watt (W)

HB3 - PEP-Wattmeter Leistungsanzeige

$$\text{PEP} = P_{T_{\text{max}}} * (1 + 1)^2 \quad P_{T_{\text{max}}} = \text{maximale Trägerleistung Watt (W)}$$

P_{PEP} = Hüllkurvenspitzenleistung (Peak envelope Power), Watt (W)

HB3 - Windungszahl Sekundärwicklung

$$N_2 = \frac{N_1 * U_2}{U_1}$$

- N_1 = Windungszahl primär
- N_2 = Windungszahl sekundär
- U_1 = Primärspannung, Volt (V)
- U_2 = Sekundärspannung, Volt (V)
- \ddot{u} = Übersetzungsverhältnis
- Z_1 = Widerstand, primär, Ohm (Ω)
- Z_2 = Widerstand, sekundär, Ohm (Ω)

HB3 - Windungszahlverhältnis Übertrager

$$\ddot{u} = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$$

HB3 - Spannung Sekundär

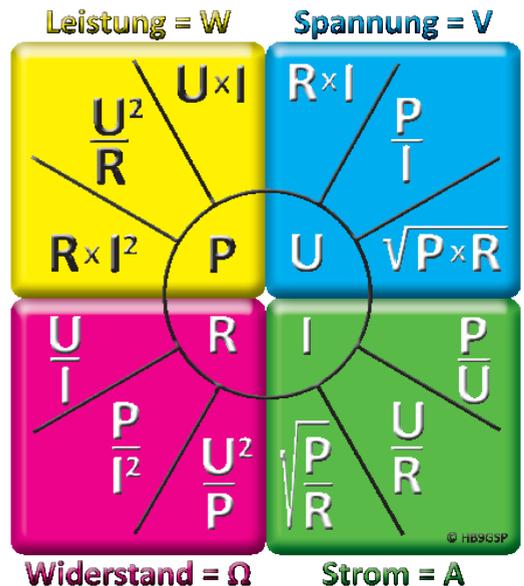
$$U_2 = \frac{N_2 * U_1}{N_1}$$



$$U = R \times I$$

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

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



HB3-Formeln

HB3-Formeln

Antennen

Wellenlänge/Frequenz/Lambda Antenne

Frequenz/Wellenlänge/Lambda Antenne

Lambda/Wellenlänge/Frequenz Antenne

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

λ = Wellenlänge, Meter (m)
 l = 1 Wellenlänge
 t = Zeit einer Wellenlänge
 f = Frequenz, Hertz (Hz)
 c = Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen, Meter/Sekunde (m/s)
Im Vakuum ist v = Lichtgeschwindigkeit = $3 \cdot 10^8$ m/s

Verkürzungsfaktor bei Dipol-Antenne

Dipol-Antennen, Verkürzungsfaktor Antennenverkürzungsfaktor

$$\lambda = \frac{c}{f} \rightarrow l = \frac{\lambda}{4} \rightarrow l_A = l * F_{\text{Verk}}$$

Yagi-Antenne aufstocken

dB = Verstärkung, Dezibel (dB)

dB Gewinn beim Aufstocken von Yagi-Antennen

Jede Versoppelung ergibt zusätzlich 3dB Gewinn

1+1=2 Yagi (+3dB) 2+2=4 Yagi (3dB+3dB=6dB) 4+4=8 (9dB) etc.

Antennen Stub Saugkreis Notch

Saugkreis

Stub

Notch

$$\lambda = \frac{c}{f} \rightarrow l = \frac{\lambda}{4} \rightarrow l_A = l * F_{\text{Verk}}$$

λ = Wellenlänge, Lambda

c = Lichtgeschwindigkeit ($3 \cdot 10^8$)

f = Frequenz

l = Länge

l_A = Länge Antenne

F_{Verk} = Verkürzungsfaktor

Antennenfußpunkt Leistung Kabeldämpfung Koaxialkabel

Antennenkabel Kabeldämpfung im Antennenkabel

$$V = \text{dB auf gesamte Länge} * \left(\frac{\text{Effektive Länge Antennen-Kabel}}{\text{gesamte Länge Ant-Kabel}} \right) = \text{dB}$$

$$\text{Faktor} = 10^{\left(\frac{\text{dB}}{10}\right)}$$

$$P_{\text{out}} = \frac{P_{\text{in}}}{F}$$

dB = Verstärkung/Dämpfung, Dezibel (dB)

V = dB auf bestimmte Länge eines Antennenkabels

F = Faktor

P_{in} = Sendeleistung Funkgerät, Watt (W)

P_{out} = Sender-Ausgangsleistung am Antennenfußpunkt, Watt (W)

Antennen

Stehwellen-Verhältnis (SWR / VSWR)

Antenne VSWR/SWR

SWR

VSWR

$$SWR = \frac{\sqrt{P_F} + \sqrt{P_R}}{\sqrt{P_F} - \sqrt{P_R}}$$

SWR = Stehwellen-Verhältnis

P_F = Ausgangsleistung des Senders, Watt (W)

P_R = Reflektierende Leistung, Watt (W)

Impedanz mit Kunstlast am Antennenkabel

Kunstlast Impedanz am Antennenkabel

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

Spannung an Kunstlast

Kunstlast Spannung

$$U = \sqrt{R * P}$$

R = Widerstand (Impedanz), Ohm (Ω)

U = Spannung, Volt (V)

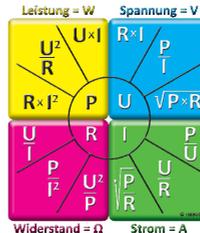
P = Leistung, Watt (W)

I = Strom, Ampère (A)

Strom an Kunstlast

Kunstlast Strom

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



Impedanz Antennenkabel mit Antennenfusspunkt

Antennenfusspunkt Impedanz Antennenkabel

$$Z = \sqrt{Z_E * Z_A}$$

Z = Wellenwiderstand (Impedanz), Ohm (Ω)

Z_E = Eingang-Impedanz, Ohm (Ω)

Z_A = Ausgangs-Impedanz, Ohm (Ω)

Feldstärke und Distanz

Distanz und Feldstärke

E = Feldstärke am Messpunkt, Volt/Meter (V/m)

P = Abgestrahlte Leistung ERP, Watt (W)

d = Distanz zwischen Antenne und Messpunkt, Meter (m)

U = Spannung (V)

$$E = 7 * \sqrt{\frac{P}{d^2}}$$

$$d = \frac{\sqrt{P} * 7}{E}$$

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

Distanz und Spannung

Spannung und Distanz

Antennenanpassung

$$P^2 = U * \frac{D_1}{D_2}$$

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

Dezibel

Rechnereingabe

einfacher Rechner von hinten nach vorne rechnen, Grafikrechner wie Formel

Leistungsverhältnis in dB umrechnen dB umrechnen Leistungsverhältnis

$$\text{dB} = 10\text{LOG Faktor} \quad \text{oder} \quad \text{dB} = 10\text{LOG} \left(\frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \right)$$

Spannungsverhältnis in dB umrechnen dB umrechnen Spannungsverhältnis

$$\text{dB} = 20\text{LOG Faktor} \quad \text{oder} \quad \text{dB} = 20\text{LOG} \left(\frac{U_{\text{out}}}{U_{\text{in}}} \right)$$

dB in Leistungsverhältnis umrechnen Leistungsverhältnis dB umrechnen

$$\text{Faktor} = 10^{\left(\frac{\text{dB}}{10}\right)}$$

dB in Spannungsverhältnis umrechnen Spannungsverhältnis dB umrechnen

$$\text{Faktor} = 10^{\left(\frac{\text{dB}}{20}\right)}$$

dBm (dB Milliwatt) dBm in Leistung Leistung in dBm

$$P = 10^{\left(\frac{\text{dB}}{10}\right)} * 1\text{mW} \quad \text{Achtung! Leistung in mW/1mW}$$

$$\text{dBm} = 10\text{LOG} \left(\frac{\text{Leistung}}{1\text{mW}} \right), \text{ also auf 1 Milli-Watt bezogen}$$

$$\text{dBW} = 10\text{LOG} \left(\frac{\text{Leistung}}{1\text{W}} \right), \text{ also auf 1 Watt bezogen}$$

Intermodulationsprodukt Leistung Intermodulationsprodukt

$$\text{Faktor} = 10^{\left(\frac{\text{dB}}{10}\right)}$$

$$P_2 = \frac{P_1}{F} \quad \text{dBm} = 10\text{LOG} \left(\frac{P_2}{P_0} \right)$$

Sendeleistung reduzieren per Faktor SWR Stufen in Dezibel

$$\text{S-Stufen Differenz} * \text{dB pro Stufe danach} \quad \text{Faktor} = 10^{\left(\frac{\text{dB}}{10}\right)}$$

dB = Verstärkung/Dämpfung, dezibel (dB)

dBm = Leistung, dezibel-Milliwatt, (mW)

Faktor = Leistungsverstärkung oder Dämpfung

P = Leistung, Milliwatt (mW)

P₁ = Ausgangsleistung, Milliwatt (mW)

P₂ = Intermodulationsleistung, Milliwatt (mW)

P₀ = 1 Milliwatt (mW)

LOG = Logarithmus (Taste auf Rechner)

Dioden

Dioden

Verlustleistungen bei Siliziumdioden Siliziumdioden Verlustleistungen

an Siliziumdioden

$$U_R = U_{in} - U_F$$

$$I = \frac{U_R}{R_1}$$

$$P_V = U_R * I$$

$$P_V = U_f * I$$

in Siliziumdioden

$$U_R = R * I_R$$

$$U_D = U - U_R$$

$$P_V = U_D * I_R$$

Strom

$$U_R = U_{in} - U_F$$

$$I = \frac{U_R}{R_1}$$

$$I_1 = \frac{I}{2} \text{ bei parallel Diode}$$

Vorwiderstand Leuchtdioden Leuchtdioden Vorwiderstand

$$U_R = U_{in} - U_F$$

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

Spannungsfestigkeit Dioden Dioden Spannungsfestigkeit

$$U = U_{in} * \sqrt{2}$$

Siliziumtransistor $U_{Si} = 0.7V$ Transistor Silizium

$$U_{out} = U_Z - U_{Si}$$

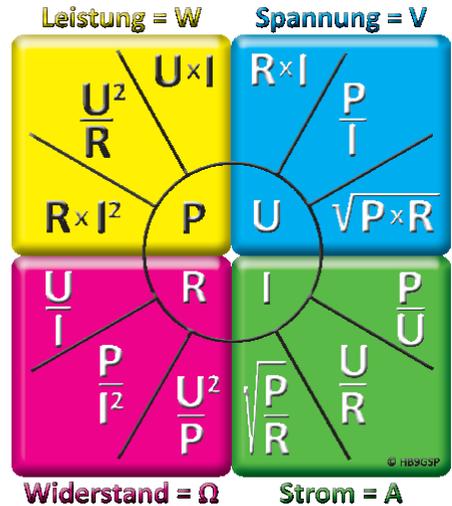
Zenerdiode

$$U_{R1} = U_{in} - U_{out}$$

$$I = \frac{U_{R1}}{R_1}$$

$$I_{R2} = \frac{U_{out}}{R_2}$$

$$I_Z = I - I_{R2}$$



- I = Strom, Ampère (A)
- P = Leistung, Watt (W)
- U_{RV} = Spannung Vorwiderstand, Volt (V)
- U_{RL} = Spannung Widerstand Leuchtdiode, Volt (V)
- U_{Si} = Spannung Siliziumdiode, Volt (V)
- U_D = Spannung Diode, Volt (V)
- U_Z = Spannung Zenerdiode, Volt (V)
- P_V = Leistungsverlust, Watt (W)
- P_R = Reflektierende Leistung, Watt (W)

Diverses

Speisegerät Speisekabel Spannung am Gerät

$$R = \frac{\rho * l}{A} \quad U_{\text{Kabel}} = I * R \quad U_{\text{out}} = U - U_{\text{Kabel}} \quad A = r^2 * \pi \quad r = \frac{d}{2}$$

ρ = Spezifischer Widerstand des Materials, Ohm * mm² / m

l = Länge, Meter (m)

A = Querschnittsfläche, Quadratmillimeter (mm²) $\frac{\Omega * \text{mm}^2}{\text{m}}$

r = Radius

d = Durchmesser

Spannungsteiler

Widerstand Spannungsteiler

$$U_{R1} = \frac{U_2 * R_1}{R_2} \quad U_{R2} = \frac{U_1 * R_2}{R_1} \quad U_{R1} = \frac{U_{\text{gesamt}} * R_1}{R_{\text{gesamt}}} \quad U_{R2} = \frac{U_{\text{gesamt}} * R_2}{R_{\text{gesamt}}}$$

Kreisfrequenz

$$\omega = 2 \pi * f$$

ω = Kreisfrequenz klein Omega ($2\pi * \text{Frequenz}$)

f = Frequenz, Hertz (Hz)

Shape-Faktor

$$\text{Shape-Faktor} = \frac{b_{-60\text{dB}}}{b_{-6\text{dB}}}$$

$b_{-60\text{dB}}$ = Bandbreite bei -60dB Dämpfung, Hertz (Hz)
 $b_{-6\text{dB}}$ = Bandbreite bei -6dB Dämpfung, Hertz (Hz)

Knotenpunkt

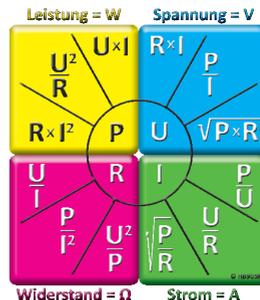
Summe der heraus fließenden Ströme - Summe der hinein fließenden Ströme.

Klemmenspannung

$$U = R * I$$

U_q und R_i

$$U_q = U_k \quad R_i = \frac{U}{I}$$



Frequenzen

Bandbreite

$$b = f_{\max} - f_{\min}$$

Frequenztoleranz

Eichmarkengeber

$$f_{\text{tol}} = f * \pm ?$$

f = Frequenz, Hertz (Hz)

f_{tol} = Frequenz, Hertz (Hz)

f_{OSC} = Freq. Überlagerungoszillator, Hertz (Hz)

f_e = Eingangsfrequenz, Hertz (Hz)

f_z = Zwischenfrequenz, Hertz (Hz)

f_{SP} = Zwischenfrequenz, Hertz (Hz)

3. Ordnung Frequenz

Dritte Ordnung Frequenz

$$2 * f_1 - f_2 \quad \text{und} \quad 2 * f_2 - f_1$$

Überlagerungoszillator 1. Frequenz

Frequenz 1. Überlagerungoszillator

$$f_{\text{OSC}} = f_e + f_z$$

Rauschabstand / Signal am EmpfängerAusgang

Signal / Rauschabstand am EmpfängerAusgang

Eingangsrauschen minus Empfängerrauschen

Spiegelfrequenz

wenn Oszillatorfrequenz **über** Eingangsfrequenz liegt

$$f_z = f_{\text{OSC}} - f_e \quad \text{dann} \quad f_{\text{SP}} = f_{\text{OSC}} + f_z \quad \text{oder} \quad f_{\text{SP}} = f_e + 2 * f_z$$

wenn Oszillatorfrequenz **unter** Eingangsfrequenz liegt

$$f_z = f_e - f_{\text{OSC}} \quad \text{dann} \quad f_{\text{SP}} = f_{\text{OSC}} - f_z \quad \text{oder} \quad f_{\text{SP}} = f_e - 2 * f_z$$

Überlagerung (Oszillatorfreq., Spiegelfreq., Zwischenfreq., 3. Ordnung)

Oszillatorfrequenz

Spiegelfrequenz

Zwischenfrequenz

Frequenz 3. Ordnung

Wenn die Oszillatorfrequenz **über** der Eingangsfrequenz liegt ($f_{\text{osc}} > f_e$) gilt:

$$f_z = \frac{f_{\text{SP}} - f_e}{2} \quad f_{\text{osc}} = f_e + f_z$$

Wenn die Oszillatorfrequenz **unter** der Eingangsfrequenz liegt ($f_{\text{osc}} < f_e$) gilt:

$$f_z = f_e - f_{\text{osc}} \quad f_{\text{sp}} = f_e - 2 * f_z$$

Kondensatoren

Kondensator Elektr. Feldstärke
Elektrische Feldstärke
Feldstärke elektrische

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

$$d_2 = E_1 / E_2 * d_1$$

Serienschaltung Kondensator
Kondensator Serienschaltung

$$C_g = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots} = \frac{1}{C_g}$$

C_g = Gesamtkapazität, Farad (F)

Parallelschaltung Kondensator
Kondensator Parallelschaltung

$$C_g = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

C_g = Gesamtkapazität, Farad (F)

Spannungsfestigkeit Kondensator
Kondensator Spannungsfestigkeit

$$U_s = U_{eff} * \sqrt{2}$$

Kondensator Aufladungsspannung

$$U_c = U_B * \frac{R_3}{R_{1+3}}$$

oder $I = \frac{U}{R_{1+3}}$ $U = R_3 * I$

Kondensator Laden/Entladen, Zeitkonstante Tau

Laden/Entladen Kondensator, Zeitkonstante Tau
Zeitkonstante Tau, Kondensator Laden/Entladen
Tau Zeitkonstante , Kondensator Laden/Entladen

$$\tau = R * C \quad \tau = \text{Zeitkonstante Tau, Sekunden (s)}$$

Innerhalb jeder Zeitkonstante τ (tau) lädt oder entlädt sich ein Kondensator um 63% der angelegten bzw. geladenen Spannung.

Nach 5 Zeitkonstanten ist ein Kondensator fast aufgeladen bzw. fast entladen. Die Lade- bzw. Entladezeit beträgt 5 τ (tau) bzw. 5 Mal Widerstand mal Kapazität.

E = Elektrische Feldstärke, Volt/Meter (V/m)

U = Spannung zwischen den Platten, Volt (V)

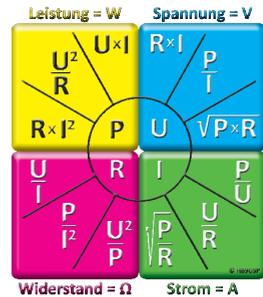
l = Abstand der Platten, Meter (m)

d_1 = Distanz 1

d_2 = Distanz 2

E_1 = Elektrische Feldstärke 1

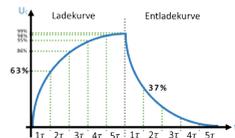
E_2 = Elektrische Feldstärke 2



U = Spannung Volt (V)

I = Strom (A)

R = Widerstand (Ω)



Kondensatoren

Kondensator Frequenz Frequenz Kondensator

$$Z = \frac{U}{I} \quad f = \frac{1}{2\pi * Z * C}$$

U = Spannung Volt (V)
I = Strom (A)
C = Kapazität, Farad (F)
Z = Impedanz, (Ω)
 ω = Kreisfrequenz ($2\pi * \text{Frequenz}$)
f = Frequenz, Hertz (Hz)

Drehkondensator Parallelkapazität Parallelkapazität Drehkondensator Plattenkondensator/Drehkondensator

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

C_p = Parallelkapazität
 C_a = Anfangskapazität Kondensator
 f_u = Frequenz unten
 f_o = Frequenz oben
 ΔC = Veränderbare Kapazität (Anfang bis Ende)

Drehkondensator, Zuschaltung für Reduktion

$$C_s = \frac{1}{\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1}}$$

Kondensator, Kapazität, kapazitiver Blindwiderstand

Blindwiderstand beim Kondensator Kapazität

$$X_c = \frac{U}{I} \quad X_c = \frac{1}{\omega * C} = \frac{1}{(2\pi * f) * C} \quad C = \frac{1}{\omega * X_c} = \frac{1}{(2\pi * f) * X_c}$$

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

X_c = Kapazitiver Blindwiderstand, Ohm (Ω)
f = Frequenz, Hertz (Hz)
C = Kapazität, Farad (F)
 ω = Kreisfrequenz Omega ($2 * \pi * \text{Frequenz}$)

Kondensator-Spannung / -Strom

Strom durch Kondensator Spannung im Kondensator

$$U_c = \frac{I_c}{\omega * C} = \frac{I_c}{(2\pi * f) * C} \quad I = \frac{U}{Z} \quad I = \frac{U}{X_c} \quad Z = \frac{U}{I}$$

$$f = \frac{1}{2\pi * Z * C} \quad f_{res} = \frac{1}{2\pi * \sqrt{L * C}} \quad X_c = \frac{1}{\omega * C} = \frac{1}{(2\pi * f) * C}$$

Leistung

Senderleistung Empfängereingangssignal Signaleingang Empfänger

$$R_i = \frac{U_{in1}^2}{P} \quad R_i = \frac{U_{in2}^2}{R}$$

Sendeleistung per Faktor reduzieren

$$S\text{-Stufe}_{diff} = S\text{-Stufe} - S\text{-Stufe} \Rightarrow dB = S\text{-Stufe}_{diff} * dB/S\text{-Stufe} \Rightarrow F = 10^{\left(\frac{dB}{10}\right)}$$

Sendeleistung per dB reduzieren

$$dB = 20 \log\left(\frac{\text{Feldstärke}_1}{\text{Feldstärke}_2}\right)$$

dB = Verstärkung/Dämpfung, Dezibel (dB)
LOG = Logarithmus (Taste auf Rechner)

Sendeleistung erhöhen um Faktor

$$S\text{-Stufe}_{diff} = S\text{-Stufe} - S\text{-Stufe} \xrightarrow{dann} S\text{-Stufe}_{diff} * dB/S\text{-Stufe} \xrightarrow{dann} F = 10^{\left(\frac{dB}{10}\right)}$$

dB = Verstärkung/Dämpfung, Dezibel (dB)
F = Faktor

Spannung am Empfängereingang

$$\text{Verstärkung}_{Rest} = \text{Verstärkung} - \text{Dämpfungen} \xrightarrow{dann} F = 10^{\left(\frac{dB}{20}\right)} \xrightarrow{dann} U = U_{in} * F$$

Leistung am Empfängereingang

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

P = Leistung, Watt (W)
U = Spannung, Volt (V)
R = Widerstand (Impedanz), Ohm (Ω)

Leistung Oberwelle nach Tiefpassfilter

Oberwelle nach Tiefpassfilter Tiefpassfilter Leistung Oberwelle

$$dB_g = dB_1 + dB_2 + \dots \quad F = 10^{\left(\frac{dB_g}{10}\right)} \quad P_{out} = \frac{P_{in}}{F}$$

dB_g = alle Dämpfungen (dB)

F = Faktor

P_{in} = Sender-Ausgangsleistung, Watt (W)

P_{out} = Sender-Ausgangsleistung gedämpft, Watt (W)

Wirkungsgrad Endstufe Linearendstufe Wirkungsgrad

Endstufe Wirkungsgrad Wirkungsgrad Linearendstufe

$$P_{in} = U * I \quad \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} * 100$$

Leistung

Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} * 100$$

η = Wirkungsgrad (Anteil der P_{out} an der P_{in}), Prozent (%)

P_{out} = Ausgangsleistung, Watt (W)

P_{in} = Eingangsleistung, Watt (W)

$$P_{\text{out}} = \frac{\eta_t}{100} * P_{\text{in}}$$

Ausgangsleistung Linearendstufe

Linearendstufe Ausgangsleistung Ansteuerung Linearendstufe

$$\text{Faktor} = 10^{\left(\frac{\text{dB}}{10}\right)}$$

F = Faktor

P_{in} = Sendeleistung Funkgerät, Watt (W)

P_{out} = Sender-Ausgangsleistung am Antennenfusspunkt, Watt (W)

η = Wirkungsgrad (Anteil der P_{out} an der P_{in}), Prozent (%)

U = Spannung, Volt (V)

$$P_{\text{out}} = F * P_{\text{in}}$$

Verstärkerberechnung Ausgangsleistung

Ausgangsleistung Verstärkung Gesamtverstärkung

Gesamtverstärkung Ausgangsleistung Verstärkung

$$F = 10^{\left(\frac{\text{dB}}{10}\right)}$$

P_{out} = Verstärkungen

F = Faktor

$$P_{\text{out}} = U_{\text{in}} * \text{Faktor}$$

Verlustleistung

$$P_{\text{in}} = P_{\text{out}} + P_{\text{V}}$$

P_{V} = Verlustleistung, Watt (W)

P_{out} = Ausgangsleistung, Watt (W)

P_{in} = Eingangsleistung, Watt (W)

η = Wirkungsgrad (Anteil der P_{out} an der P_{in}), Prozent (%)

$$P_{\text{out}} = P_{\text{in}} * \eta$$

Hüllkurvenspitzenleistung (Peak envelope Power, PEP)

PEP Peak envelope Power, Hüllkurvenspitzenleistung

Senderausgangs-Spitzenleistung Spitzenleistung Senderausgang

$$\text{PEP} = P_{\text{Tmax}} * (1 + 1)^2$$

$$P_{\text{PEP}} = \frac{U_{\text{eff}}^2}{R}$$

$$U_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{peak}}}{\sqrt{2}}$$

P_{PEP} = Hüllkurvenspitzenleistung (Peak envelope Power), Watt (W)

U_{eff} = Effektive Spannung Volt (V)

U_{peak} = Spitzenspannung Volt (V)

P_{Tmax} = maximale Trägerleistung Watt (W)

Modulationen

Modulation AM Bandbreite AM Bandbreite Bandbreite AM

$$b_{AM} = 2 * f_{max}$$

b_{AM} = Bandbreite FM, Hertz (Hz)
 f_{max}^{AM} = max. Frequenz des modulierten Audiosignals, Hertz (Hz)
 Δf = Hub, Hertz (Hz)

Modulation FM Bandbreite FM Bandbreite Bandbreite FM

$$b_{FM} = 2 * (\Delta f + f_{max})$$

b_{FM} = Bandbreite FM, Hertz (Hz)
 f_{max}^{FM} = max. Frequenz des modulierten Audiosignals, Hertz (Hz)
 Δf = Hub, Hertz (Hz)

Modulation SSB Bandbreite SSB Bandbreite Bandbreite SSB

$$b_{SSB} = f_{NF\ max} - f_{NF\ min}$$

b_{SSB} = Bandbreite FM, Hertz (Hz)
 $f_{NF\ max}^{SSB}$ = max. Frequenz des modulierten Audiosignals, Hertz (Hz)
 $f_{NF\ min}^{SSB}$ = max. Frequenz des modulierten Audiosignals, Hertz (Hz)

Modulation CW Bandbreite (Continuous Wave) CW Bandbreite Bandbreite CW

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

b_{CW} = Bandbreite CW (Morsen), Hertz (Hz)
WPM = Wörter pro Sekunde, Standartwort "Paris"

Modulation RTTY Bandbreite (Funkferschreiben) RTTY Bandbreite Bandbreite RTTY

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

- b_{RTTY} = Bandbreite RTTY (Funkferschreiben), Hertz (Hz)
BAUD = Symbole pro Sekunde, Baud (Bd)
 Δf = Frequenzversatz (Shift) bei FSK oder AFSK, typisch $\Delta f = 170$ Hz

Modulationen

Modulationsindex

$$\eta = \frac{\Delta f}{f_{NF}}$$

Δf = Hub, Hertz (Hz)
 f_{NF} = maximale Frequenz des modulierten Audiosignals, Hertz (Hz)
 η = Modulationsindex

Schwingkreise - Filter - Güte

Schwingkreis Resonanzfrequenz (Thomsonsche Schwingkreisformel)

Resonanzfrequenz

Thomsonsche Schwingkreisformel

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} \quad L = \frac{1}{(2\pi \cdot f_{res})^2 \cdot C} \quad C = \frac{1}{(2\pi \cdot f_{res})^2 \cdot L}$$

$$f_{res} = \frac{f_{max} + f_{min}}{2} \quad Q = \frac{f_{res}}{f_{max} - f_{min}}$$

Schwingkreis mit veränderbarer Resonanzfrequenz (Frequenz-Variation)

Resonanzfrequenz veränderbar (Frequenz-Variation)

$$f_{max} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C_{min}}} \quad f_{min} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C_{max}}} \quad V_c = \frac{f_{max}}{f_{min}}$$

V_c = Kapazitätsverhältnis L = Induktivität, Henry (H) C = Kapazität, Farad (F)

Schwingkreis Kondensator-Spannung / Strom

Kondensator-Spannung / Strom Schwingkreis

Strom durch Kondensator Kondensator Strom

$$U_c = \frac{I_c}{\omega \cdot C} = \frac{I_c}{(2\pi \cdot f) \cdot C} \quad I = \frac{U}{Z} \quad I = \frac{U}{X_c} \quad Z = \frac{U}{I}$$

$$f = \frac{1}{2\pi \cdot Z \cdot C} \quad f_{res} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} \quad X_c = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{(2\pi \cdot f) \cdot C}$$

Schwingkreis Spule-Spannung/Strom

Spule-Spannung/Strom Schwingkreis

$$I = Z = \sqrt{R^2 + ((2\pi \cdot f \cdot L) - (\frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}))^2}$$

$$U = f_{res} = \frac{1}{(2\pi \cdot f \cdot L \cdot \sqrt{L \cdot C})}$$

f_{res} = Resonanzfrequenz, Hertz (Hz)

L = Induktivität, Henry (H)

C = Kapazität, Farad (F)

b = Bandbreite, Hertz (Hz)

Q = Güte

$$I = \frac{U}{Z} \quad U = \frac{I}{2\pi \cdot f_{res} \cdot C}$$

Schwingkreise - Filter - Güte

Resonanzwiderstand Schwingkreis Impedanz Resonanz
Schwingkreis Resonanzwiderstand Resonanzimpedanz

$$f_{\text{res}} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

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

f_{res} = Resonanzfrequenz, Hertz (Hz)

L = Induktivität, Henry (H)

Q = Güte

Resonanzfrequenz bei C + R + L Schwingkreis

Schwingkreis C + R + L

C + R + L Schwingkreis

$$f_{\text{res}} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

Impedanz Schwingkreis bei Resonanz
Schwingkreisimpedanz bei Resonanz

$$f_{\text{res}} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} \quad R = \frac{X_L}{Q}$$

U = Spannung, Volt (V)

R = Widerstand, Ohm (Ω)

f = Frequenz

L = Induktivität, Henry (H)

C = Kapazität, Farad (F)

Q = Güte

Frequenz Impedanz Minimum

Impedanz Minimum Frequenz

$$f_{\text{res}} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

Kapazität, Induktivität und Widerstand

Induktivität, Kapazität und Widerstand

Widerstand, Induktivität und Kapazität

C + R + L-Schaltung

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{(2\pi \cdot f) \cdot C}$$

$$X_L = \omega \cdot L = (2\pi \cdot f) \cdot L$$

Z = Impedanz, Ohm (Ω)

X_L = Induktiver Blindwiderstand, Ohm (Ω)

X_C = Kapazitiver Blindwiderstand, Ohm (Ω)

I = Strom (A)

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

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

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

wenn $X_L > X_C$

wenn $X_C > X_L$

Schwingkreise - Filter - Güte

R + C Parallel Kombination Grenzfrequenz Hochpass & Tiefpass

Grenzfrequenz C + R Parallel Kombination

Hochpass & Tiefpass

Tiefpass & Hochpass

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

R = Widerstand, Ohm (Ω)

C = Kapazität, Farad (F)

f_g = Grenzfrequenz (-3dB Punkt, Hertz (Hz))

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

R + C Serieschaltung C + R Serieschaltung

Impedanz Scheinwiderstand Serieschaltung R + C

Scheinwiderstand, R + C Serieschaltung

Serieschaltung R + C

Z = Impedanz, Ohm (Ω)

R = Widerstand, Ohm (Ω)

X_c = Kapazitiver Blindwiderstand, Ohm (Ω)

$$Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$$

C + R + L Schaltung Spannung über dem Kondensator

Spannung über dem Kondensator bei C + R + L Schaltung

Kondensator Spannung bei C + R + L Schaltung

$$f_{res} = \frac{1}{2 \pi * \sqrt{L * C}}$$

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

$$U_c = \frac{I}{\omega * C} = \frac{I}{(2 \pi * f) * C}$$

L = Induktivität, Henry (H)

ω = Kreisfrequenz ($2\pi * \text{Frequenz}$)

C + R + L Schaltung Grösse des Kondensator

Grösse des Kondensator bei C + R + L Schaltung

Kondensator Grösse bei C + R + L Schaltung

$$C = \frac{1}{(2 \pi * f_{res})^2 * L}$$

C = Kapazität, Farad (F)

L = Induktivität, Henry (H)

f_{res} = Resonanzfrequenz, Hertz (Hz)

C + R + L Schaltung Dimensionierung der Spule

Dimensionierung der Spule bei C + R + L Schaltung

Spulen Dimensionierung bei C + R + L Schaltung

$$L = \frac{1}{(2 \pi * f_{res})^2 * C}$$

Schwingkreise - Filter - Güte

Güte Q beim Schwingkreis
Schwingkreis Güte Q

$$Q = \frac{1}{R_V * \sqrt{L * C}} \quad b = f_1 - f_2 \quad Q = \frac{f_{res}}{b}$$

Güte Q Serieschwingkreis
Schwingkreis Serie Güte
Serieschwingkreis Güte

$$Q = \frac{1}{R_V} * \sqrt{\frac{L}{C}} \quad f_{res} = \frac{f_{max} + f_{min}}{2} \quad Q = \frac{f_{res}}{f_{max} - f_{min}}$$
$$R_V = \frac{1}{Q} * \sqrt{\frac{L}{C}} \quad Q = \frac{f_{res}}{b}$$

Q = Güte

f_{res} = Resonanzfrequenz, Hertz (Hz)

L = Induktivität, Henry (H)

C = Kapazität, Farad (F)

R_V = Verlustwiderstand (der Spule bzw. des Schwingkreises), Ohm (Ω)

$$b = f_{max} - f_{min}$$

Güte Q der Spule

$$X_L = \omega * L = (2 \pi * f) * L \quad f = \frac{X_L}{2 \pi * L}$$

$$Q = \frac{X_L}{R_V} \quad X_L = Q * R_V$$

X_L = Induktiver Blindwiderstand, Ohm (Ω)

Q = Spulengüte

R_V = Widerstand durch Spulenverluste, Ohm (Ω)

Frequenzvariation Parallelschwingkreis

$$f_1 = \frac{1}{2 \pi * \sqrt{L * C_1}} \rightarrow f_2 = \frac{1}{2 \pi * \sqrt{L * C_2}} \rightarrow X = \frac{f_1}{f_2}$$

Spulen

Induktivität (Spule)

Spule Selbstinduktionsspannung

Induktionsspannung

$$U = L * \Delta I \quad L = \frac{U}{\Delta I} \quad L = \frac{U * \Delta t}{\Delta I} \quad U = \frac{\Delta I * L}{\Delta t}$$

L = Induktivität, Henry (H)

U = Induzierte Spannung (Gegenspannung), minus Volt (-V)

ΔI = Stromänderung, Ampère (A)

Δt = Zeitspanne der Stromänderung, Sekunde (s)

Gesamtinduktivität Spulen ohne gegenseitige Beeinflussung

$$X_L = L_1 + L_2 + \dots$$

X_L = Induktiver Blindwiderstand, Ohm (Ω)

L = Induktivität, Henry (H)

Induktiver Blindwiderstand (Spule)

Spule Induktiver Blindwiderstand Blindwiderstand bei der Spule

$$X_L = \omega * L = (2 \pi * f) * L$$

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

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

X_L = Induktiver Blindwiderstand, Ohm (Ω)

f = Frequenz, Hertz (Hz)

L = Induktivität, Henry (H)

ω = Kreisfrequenz Omega ($2 \pi * \text{Frequenz}$)

Serieschaltung Spulen

Spulen Serieschaltung

$$L_g = L_1 + L_2 + L_3 + \dots$$

L_g = Gesamtinduktivität, Henry (H)

Parallelschaltung Spulen

Spulen Parallelschaltung

$$L_g = \frac{1}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots} = \frac{1}{\frac{1}{L_g}}$$

L_g = Gesamtinduktivität, Henry (H)

Spulen

Spule-Spannung/Strom Schwingkreis

$$I = Z = \sqrt{R^2 + \left((2\pi * L) - \left(\frac{1}{2\pi * f * C} \right) \right)^2}$$

$$U = f_{res} = \frac{1}{(2\pi * f * L * \sqrt{L * C})}$$

f_{res} = Resonanzfrequenz, Hertz (Hz)

L = Induktivität, Henry (H)

C = Kapazität, Farad (F)

b = Bandbreite, Hertz (Hz)

Q = Güte

$$I = \frac{U}{Z} \quad U = \frac{I}{2\pi * f_{res} * C}$$

Spulen Güte Spulen Frequenz Frequenz Spulen

$$X_L = \omega * L = (2\pi * f) * L \quad f = \frac{X_L}{2\pi * L}$$

$$Q = \frac{X_L}{R_V} \quad X_L = Q * R_V$$

X_L = Induktiver Blindwiderstand, Ohm (Ω)

Q = Spulengüte

R_V = Widerstand durch Spulenverluste, Ohm (Ω)

Transformatoren und Windungen

Windungen und Transformatorer Transformator und Windungen

$$\ddot{u} = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}$$

$$Z_1 = \frac{N_1^2 * Z_2}{N_2^2}$$

$$Z_1 = \frac{Z_2}{\ddot{u}^2}$$

$$Z_2 = \frac{Z_1}{\ddot{u}^2}$$

$$N_1 = \frac{N_2 * U_1}{U_2}$$

$$N_1 = N_2 * \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}$$

$$N_2 = \frac{N_1 * U_2}{U_1}$$

$$N_2 = N_1 * \sqrt{\frac{Z_2}{Z_1}}$$

$$I_1 = \frac{U_2 * I_2}{U_1}$$

$$I_2 = \frac{U_1 * I_1}{U_2}$$

$$U_1 = \frac{N_1 * U_2}{N_2}$$

$$U_2 = \frac{N_2 * U_1}{N_1}$$

\ddot{u} = Übersetzungsverhältnis

N_1 = Windungszahl primär

N_2 = Windungszahl sekundär

U_1 = Primärspannung, Volt (V)

U_2 = Sekundärspannung, Volt (V)

I_1 = Primärstrom, Ampère (A)

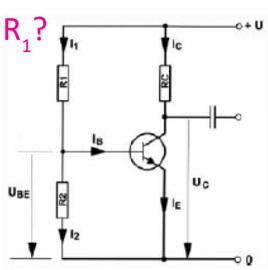
I_2 = Sekundärstrom, Ampère (A)

Z_1 = Impedanz, primär, Ohm (Ω)

Z_2 = Impedanz, sekundär, Ohm (Ω)

Transistoren

Transistoren



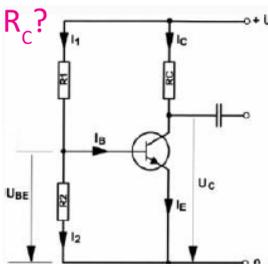
$$I_B = \frac{I_E}{\beta + 1}$$

$$I_{R1} = 11 * I_B$$

$$U_{R1} = U - U_{BE}$$

$$R_1 = \frac{U_{R1}}{I_{R1}}$$

- β = Verstärkungsfaktor
- β_g = Gleichstromverstärkung gesamt
- β_1 = Gleichstromverstärkung 1
- β_2 = Gleichstromverstärkung 2
- I_B = Basis-Strom, Ampère (A)
- I_C = Kollektor-Strom, Ampère (A)
- I_E = Emitter-Strom, Ampère (A)
- I_B = Verstärkungsstrom, Ampère (A)
- P = Leistung, Watt (W)
- R = Widerstand, Ohm (Ω)
- U = Spannung, Volt (V)

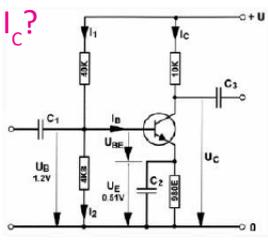


$$I_B = \frac{I_C}{\beta}$$

$$I_C = \beta * I_B$$

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

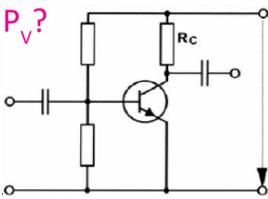
$$R_C = \frac{U_{RC}}{I_C}$$



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

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

$$I_C = \beta * I_B$$



$$U_{RC} = R_C * I_C$$

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

$$P_V = U_{Transistor} * I_C$$

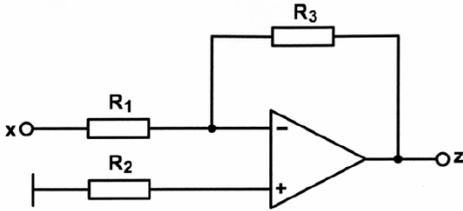
Transistor Gleichstromverstärkung Gleichstromverstärkung Transistor

$$\beta_g = \beta_1 * \beta_2$$

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

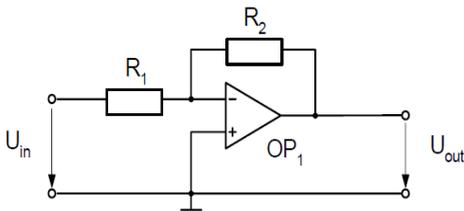
Verstärker

Operationsverstärker Invertierender Verstärker Verstärker invertierend



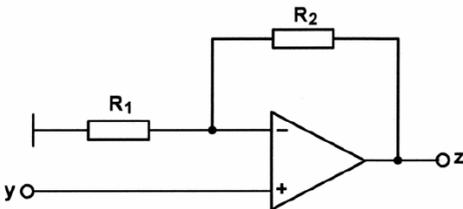
V = Verstärkung Volt (V)
 V_{U1} = Verstärkung von U_1 Volt (V)
 V_{U2} = Verstärkung von U_2 Volt (V)
 U_{in1} = Verstärkereingang - Volt (V)
 U_{in2} = Verstärkereingang + Volt (V)
 U_{out} = Verstärkerausgang Volt (V)

$$U_{out} = \frac{R_3}{R_1} * - U_{in}$$



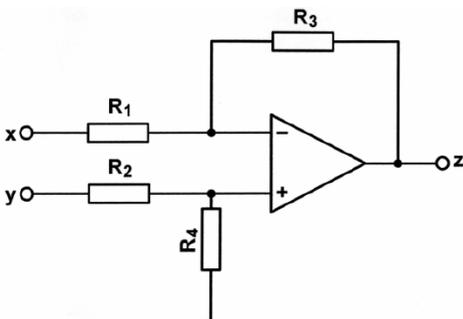
$$U_{out} = \frac{R_2}{R_1} * - U_{in}$$

Nicht-invertierender Verstärker Verstärker nicht-invertierend



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

Differenzverstärker Verstärker differenziert



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

$$V_{U2} = \frac{\left(\frac{R_3}{R_1} + 1\right)}{\left(\frac{R_2}{R_4} + 1\right)}$$

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

Verstärker

Verstärkerberechnung Ausgangsspannung Gesamtverstärkung
 Ausgangsspannung Verstärker Gesamtverstärkung
 Gesamtverstärkung Ausgangsspannung Verstärker

$$dB_{\text{total}} = V_1 + V_2$$

$$F = 10^{\left(\frac{dB_{\text{total}}}{20}\right)}$$

$$U_{\text{out}} = U_{\text{in}} * \text{Faktor}$$

dB_{total} = Verstärkungen

F = Faktor

U = Ausgangsverstärkungsspannung

Digital

Gatter

AND-Gatter		
A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

NAND-Gatter		
A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

OR-Gatter		
A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

NOR-Gatter		
A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

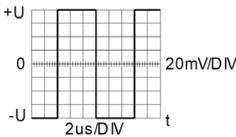
NOT-Gatter	
A	X
0	1
1	0

Wechselstrom

Wechselspannung/Wechselstrom Freq./Periodendauer/Wellenlänge
Frequenz/Periodendauer/Wellenlänge Wechselspannung/Wechselstrom
Periodendauer/Frequenz Wechselspannung/Wechselstrom
Wellenlänge/Frequenz/Periodendauer Wechselspannung/Wechselstrom

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

λ = Wellenlänge, Meter (m)
 1 = 1 Wellenlänge
 t = Zeit einer Wellenlänge
 f = Frequenz, Hertz (Hz)
 c = Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen, Meter/Sekunde (m/s)
 Im Vakuum ist v = Lichtgeschwindigkeit = $3 \cdot 10^8$ m/s



$$U_{\text{eff}} = \text{Anzahl Kästli} \cdot \text{Wert} \quad f = \frac{1}{t}$$

$$t = \text{Anzahl Kästli} \cdot \text{Wert}$$

Effektivspannung / Spitzenspannung / Scheitelwert
Spitzenspannung / Effektivspannung / Scheitelwert
Scheitelwert / Spitzenspannung / Effektivspannung

$$U_{\text{eff}} = \frac{U_s}{\sqrt{2}} \quad U_s = U_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2} \quad U_{\text{eff}} = \sqrt{P \cdot R}$$

U_{eff} = Effektivspannung, Volt (V)
 U_s = Spitzen-/Scheitelwertspannung, Volt (V)

Effektivstrom / Spitzenstrom / Scheitelwert
Spitzenstrom / Effektivstrom / Scheitelwert
Scheitelwert / Spitzenstrom / Effektivstrom

$$I_{\text{eff}} = \frac{I_s}{\sqrt{2}} \quad I_s = I_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2} \quad I_{\text{eff}} = \sqrt{P \cdot R}$$

U_{eff} = Effektivspannung, Volt (V)
 U_s = Spitzen-/Scheitelwertspannung, Volt (V)

Brückengleichrichter Spannung
Spannung Brückengleichrichter

$$U_s = U_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2}$$

U_{eff} = Effektivspannung, Volt (V)
 U_s = Spitzen-/Scheitelwertspannung, Volt (V)

Widerstände

Serienschaltung Widerstände Widerstände Serienschaltung

$$R_g = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

R_g = Gesamtwiderstand, Ohm (Ω)

Parallelschaltung Widerstände Widerstände Parallelschaltung

$$R_g = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots} = \frac{1}{R_g}$$

R_g = Gesamtwiderstand, Ohm (Ω)

Spannung an einem Widerstand Widerstandsspannung

$$U = \sqrt{P \cdot R}$$

R = Widerstand (Impedanz), Ohm (Ω)

U = Spannung, Volt (V)

P = Leistung, Watt (W)

Strom in einem Parallel Widerstand Widerstand Strom in einem Parallel Widerstand

$$I_{R?} = \frac{U}{R?} \quad R_g = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{1}{R_g} \quad U = R_g \cdot I$$

$I_{R?}$ = Strom in gesuchtem Widerstand, Ampère (A)

R_g = Gesamtwiderstand, Ohm (Ω)

U = Spannung, Volt (V)

Vorwiderstand bei Lampe

Lampen Vorwiderstand Widerstand Vorwiderstand Lampen

$$U_{RV} = U - U_L \quad I = \frac{P_L}{U_L} \quad R_V = \frac{U_{RV}}{I}$$

U_{RV} = Spannung Vorwiderstand, Volt (V)

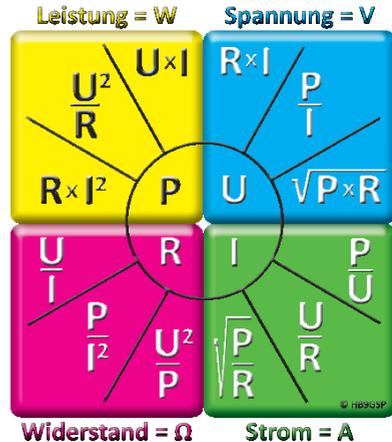
P_L = Leistung Lampe, Watt (W)

U_L = Spannung Lampe Volt (V)

R_V = Vorwiderstand, Ohm (Ω)

Wert R_L

$$U_{RV} = U_{in} - U_{RL} \quad I = \frac{U_{RV}}{R_V} \quad R = \frac{U_{out}}{I}$$



Widerstände

Messbereichserweiterung Spannungsmessung (Vorwiderstand) Vorwiderstand

$$R_V = \frac{U_V}{I_M}$$

R_V = Vorwiderstand, Ohm (Ω)

U_V = Spannungsabfall am Vorwiderstand, Volt (V)

I_M = Strom (durch das Messwerk bei Vollausschlag), Ampère (A)

$$U_V = R_V * I_M$$

Messbereichserweiterung Strommessung (Parallelwiderstand „Shunt“) Shunt Parallelwiderstand Messbereichserweiterung

$$U = R_{Instr} * I_{Instr}$$

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

$$R_P = \frac{U}{I_P}$$

$$U = R_P * I_P$$

R_{Instr} = Instrumentwiderstand, Ohm (Ω)

R_P = Parallelwiderstand bzw. Shunt, Ohm (Ω)

I_P = Strom durch den Parallelwiderstand bzw. Shunt, Ampère (A)

I_{Instr} = Instrumentenstrom, Ampère (A)

Widerstand von Drähten (Spezifischer Widerstand) Spezifischer Widerstand

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

ρ = Spezifischer Widerstand des Materials, Ohm * mm² / m

l = Länge, Meter (m)

A = Querschnittsfläche, Quadratmillimeter (mm²) $\frac{\Omega * mm^2}{m}$

$$U_{Kabel} = I * R$$

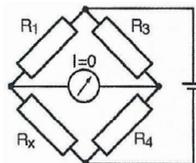
$$U_{out} = U_{in} - U_{Kabel}$$

Widerstandsmessung mittels Brückenschaltung (Wheatstonsche Messbrücke)

Brückenschaltung (Wheatstonsche Messbrücke)

Wheatstonsche Messbrücke Widerstandsmessung mittels Brückenschaltung

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



Widerstände

Viertelwellen-Impedanztransformation Impedanztransformation Viertelwellen

$$Z = \sqrt{Z_E * Z_A}$$

Z = Wellenwiderstand (Impedanz) der $\lambda/4$ HF-Leitung, Ohm (Ω)

Z_E = Eingang-Impedanz, Ohm (Ω)

Z_A = Ausgangs-Impedanz, Ohm (Ω)

Effektive Strahlungsleistung, ERP (Effective radiated power) ERP, effektive Strahlungsleistung

$$\text{Faktor} = 10^{\left(\frac{\text{dB}}{10}\right)}$$

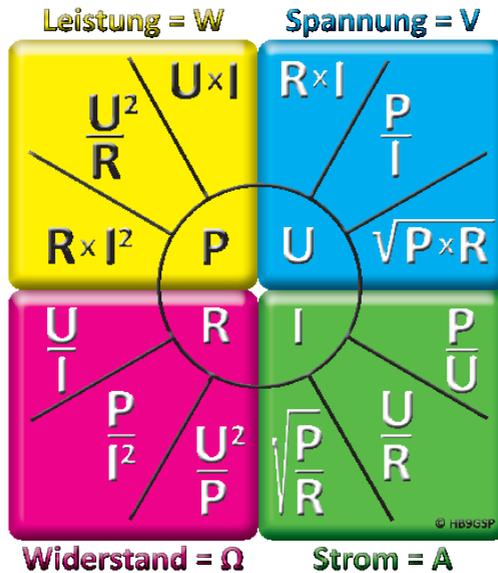
$$\text{ERP} = F * P_{\text{in}}$$

F = Faktor

P_{ERP} = Effektive Strahlungsleistung (ERP), Watt (W)

P_{out} = Sender-Ausgangsleistung, Watt (W)

$$P_{\text{out}} = \frac{\text{PERP}}{F}$$

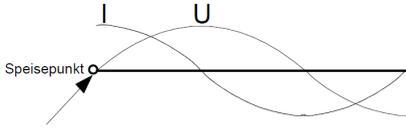


Wichtiges Wissen

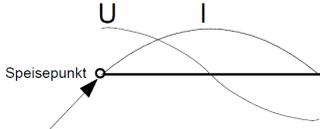
ggf. können nachstehende Seiten an einer BAKOM-Prüfung als Nachschlagewerk gewertet werden. Daher empfiehlt es sich, diese vorgängig aus der Formelsammlung zu entfernen.

Antennen

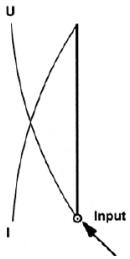
Stromgekoppelt = niederohmig



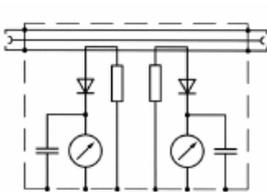
Spannungsggekoppelt = hochohmig



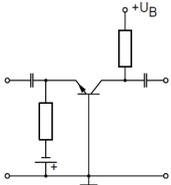
I/U-Verteilung vertikale $\lambda/4$ Antenne



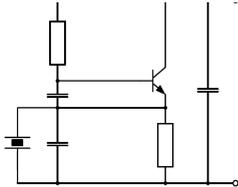
Messeinrichtung für Stehwellen



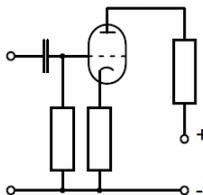
Basisschaltung



Kein Oberton-Oszillator

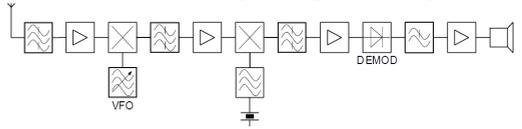


Negative Gittervorspannung

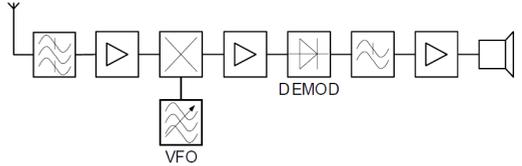


Schaltbilder

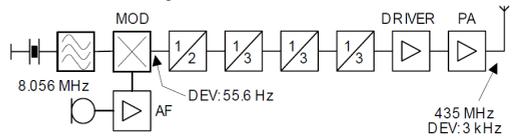
2-fach Überlagerungsempfänger



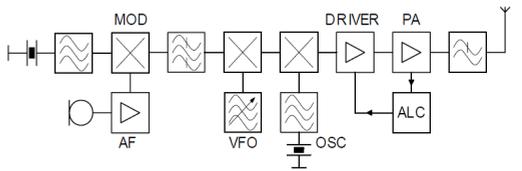
Blockschaltbild AM-Empfänger



Frequenzvervielfacher



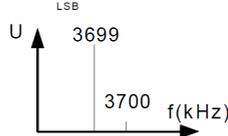
Blockschaltbild SSB-Sender



Bauteil für einen FM-Modulator, Oszillatoren

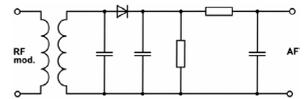


SSB-Sender auf 700kHz mit Sinus-Ton von 1kHz

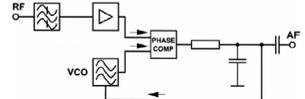


Demodulatoren

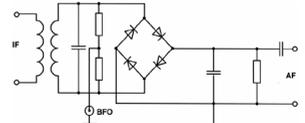
AM-Modulator



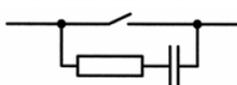
FM-Modulator



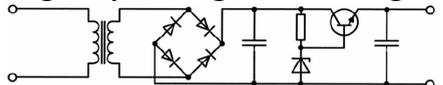
SSB-Modulator



Funkenlöscher

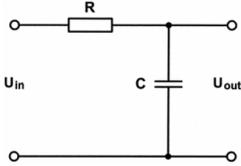


Gegen Spannungsschwankungen

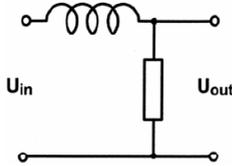


Passfilter

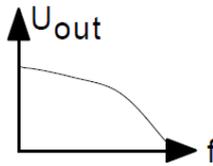
Tiefpass



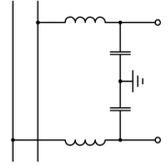
Tiefpass



Tiefpass

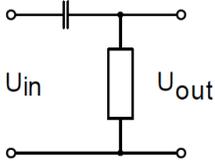


Tiefpass

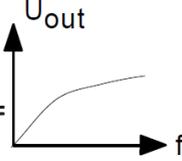


Tiefpass, wenn Störungen in einem bestimmten TV-Kanal (Direktempfang). Zwischen Sender und Antenne einsetzen, um empfindliche Verbraucher fernzuhalten.

Hochpass

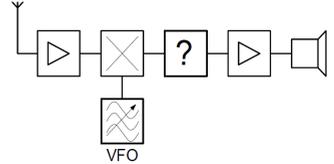


Hochpass



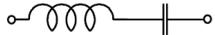
Hochpass, wenn Antennenverstärker eines TV durch Signale einer Amateurstation übersteuert wird.

Bandpass-Filter

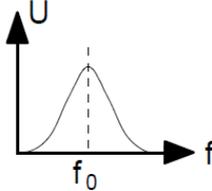
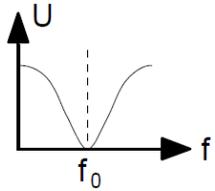


Schwingkreise

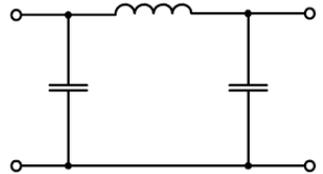
Serienschwingkreis



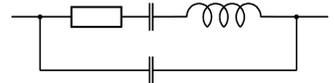
Parallelschwingkreis



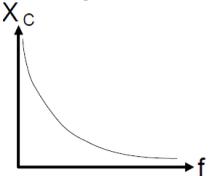
Pi-Filter



Schwingquarz



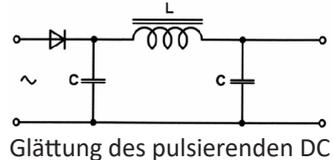
Kapazität



Ideale Spule

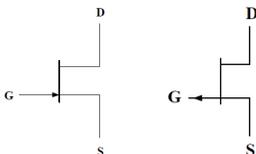


Funktion C-L-C-Glied

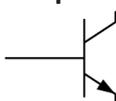


Transistoren

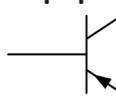
Feldeffekttransistor N-Kanal P-Kanal



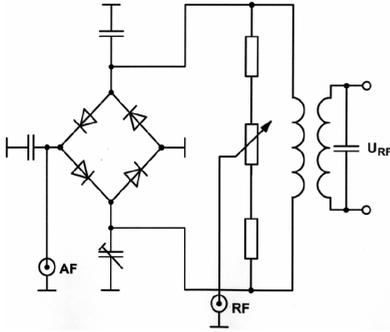
Transistor npn



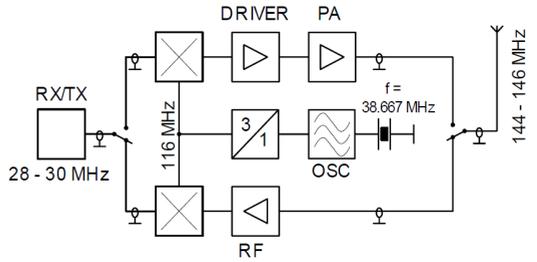
Transistor pnp



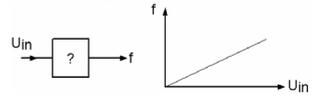
Was ist das ?
Ein Ringmodulator



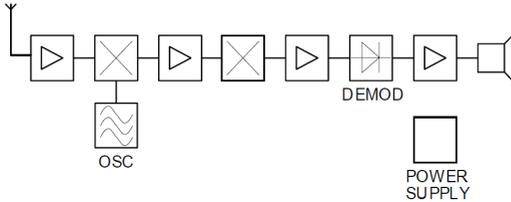
Was ist das ?
Ein Transverter



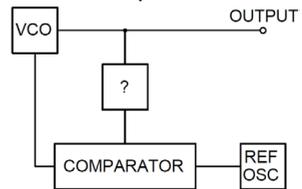
Was ist das? (VCO)
Spannungsgesteuerter Oszillator



Welches Teil fehlt beim Doppelsuperhet?
2. Oszillator

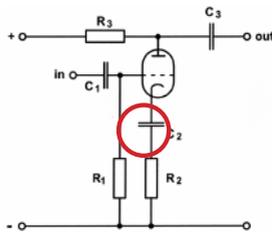


Was ist in der Blackbox?
Ein Frequenzteiler



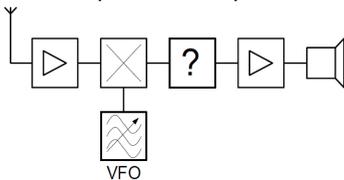
Welches Bauteil verhindert das richtige Funktionieren dieses Röhrenverstärkers?

Kondensator im roten Kreis



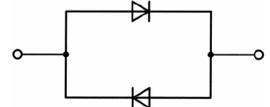
Welches Teil fehlt?

NF Tiefpass o. Baudpassfilter

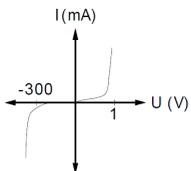


Zwei antiparallel geschaltete Dioden

Knackschutz



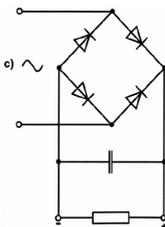
Siliziumdiode



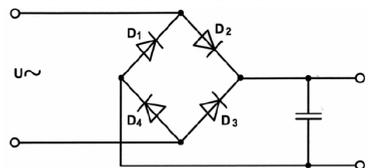
Thyristor



Graetz-Schaltung



Brückenschaltfehler = D4



Wissenswertes Begriffe

2m-Bereich = Überreichweiten dank Inversion

ALC = Automatische Leistungsregelung ALC passt Sender an Antenne an.

Aliasing = Hohe Frequenzen beim Digitalisieren von analogen Signalen. Abhilfe, ein Tiefpassfilter.

Auroraeffekt = Reflektion von ultrakurzen Wellen an den Ionisationsfeldern.

Baluntransformator = ein Symmetrierglied oder Symmetrierglied mit Impedanztransformation

Bandbreite AM = Aussendung (A3E) mit Modulationsfrequenzen von 0.3 - 3kHz = 6kHz ($b = 2 \cdot NF_{max}$)

Bandbreite FM = abhängig von der Modulationsfrequenz und vom Frequenzhub ($b = 2 \cdot NF + 2 \cdot \text{Frequenzhub}$)

Bandbreite SSB mit Sprache im NF-Bereich von 0.3 - 3kHz = 2.7kHz
($b = NF_{max} - NF_{min}$)

Begrenzer in einem Empfänger = Unterdrückt den AM-Anteil des HF-Signals vor dem Demodulator bei FM (F3E)-Empfang.

Bodenwellenausbreitung = Ausbreitung entlang der Erdoberfläche. Die mögliche Übertragungsdistanz wird mit zunehmender Frequenz kleiner.

Clarifier = Das RIT (Receiver Incremental Tuning) erlaubt die Empfangsfrequenz unabhängig von der Sendefrequenz um einen geringen Betrag (RX ca. +/-10kHz) zu verschieben, ohne die Sendefrequenz zu verändern.

Doppelsuperhet = Überlagerungsempfänger, hat einen 2. Oszillator

Fading bzw. Schwund = In Bereichen wo Bodenwellen und Raumwellen oder mehrere Raumwellen mit unterschiedlicher Laufzeit (unterschiedliche Phasenlage) empfangen werden können, kann es durch Überlagerung und einer Anhebung oder Auslöschung des Empfangssignals kommen.

Geradeusempfänger = Die Demodulation erfolgt unmittelbar auf der Empfangsfrequenz.

Halbleitermaterial = Selen, Germanium und Silizium.

HF-Vorstufe eines Empfängers = Verbessert die Empfindlichkeit, dämpft die Spiegelfrequenz, vermeidet die Abstrahlung des Oszillatorsignals.

IF Shift = Die IF Shift gestattet die Mittenfrequenz des ZF-Empfangsfrequenzbandes so zu verschieben, dass ein Störträger der am Rand des Überlagerungsbandes liegt durch die steile Flanke des ZF-Filters gedämpft wird, ohne dass die Frequenzlage bei CW- oder SSB Betrieb verfälscht wird.

Inversion = Im 2m-Bereich sind Überreichweiten (in Telefonie) aus meteorologischen Gründen möglich.

Kerbfilter/Notchfilter = Mit dem Notchfilter kann ein einzelnes Störsignal, welches innerhalb des Übertragungsbandes liegt, gedämpft werden (Ausblenden eines frequenznahen Störers).

Kondensator Ladung/Entladung 1 Tau = 63%/37%, komplett 5 Tau.

Kreuzmodulation = Übernahme der Modulation eines Störsenders durch das Nutzsignal.

LUF = LUF (lowest usable frequency) ist die niedrigste Frequenz, die für einen bestimmten Übertragungsweg benutzt werden kann. Sie wird durch den Zustand der D-Schicht bestimmt. Sie kann durch Erhöhen der Sendeleistung gesenkt werden.

MUF = MUF (maximum usable frequency) ist die höchste Frequenz, die für einen bestimmten Übertragungsweg benutzt werden kann. Sie wird durch den Zustand der Ionosphäre bestimmt. Nicht leistungsabhängig. Sie wird durch die Schichten E, F1 und F2 bestimmt.

Mögel-Dellinger-Effekt = Zeitlich begrenzter Totalausfall der Kurzwellenverbindungen durch aussergewöhnliche Ionisation der D-Schicht.

Nachbarkanalselektivität = Die Dämpfung eines Signals im Nachbarkanal zum Nutzkanal.

Noise Blanker = unterdrückt Störimpulse.

Oberwelle = ganzzahlige Vielfache der Grundfrequenz

Öffnungswinkel bei Antennen = Gibt den Winkelabstand der beiden Punkte an, bei denen der Gewinn gegenüber dem maximalen Wert um 3dB abgefallen ist.

Piezoeffekt = Druckänderungen auf einem Quarzkristall erzeugen elektrische Ladungen.

PLL = geregelter Oszillator

Pufferstufe = Entkopplung von Oszillator- oder Mischstufen von vorangehenden oder folgenden Baugruppen.

Raumwellenausbreitung = Ausbreitung der Funkwellen durch Reflexion an der Ionosphäre und an der Erdoberfläche. Dadurch können sehr grosse Entfernungen überbrückt werden (Kurzwellenfunk).

Rauschzahl = Das Verhältnis zwischen Signal/Rauschabstand am Empfänger zum Signal/Rauschabstand am Eingang des Demodulators.

Rechtecksignal = eine Sinus-Grundwelle und theoretisch unendlich viele Oberwellen.

Ressonanz = Die Blindwiderstände der Spule und des Kondensators sind gleich ($X_L = X_C$).

Scatter = Verbindungen durch Vakuum.

Short Skip = Reflexion an sporadischen E-Schichten.

Skin Effekt = Bestreben eines HF-Stromes, an der Oberfläche eines Leiters zu fließen.

Spannungsabfall = Potentialdifferenz an den Klemmen eines Widerstandes gemessen.

Spannungsbauch bei halbwellen Dipol = maximum an den Enden Spannungsgekoppelt gespiesene Antenne = Hochohmig

Splatter = sind unerwünschte Ausstrahlungen von Nebenwellen. Sie entstehen durch Übersteuerung von Senderendstufen. Den Mike-Gain verringern, die ALC (Automatische Level Control) prüfen/einstellen.

Squelch = Rauschunterdrückung. NF-Verstärker wird gesperrt, wenn kein HF-Signal anliegt.

Stromgekoppelt gespiesene Antenne = Niederohmig.

Überlagerungsempfänger = Die Frequenz wird zwischen Empfängereingang und Demodulation ein- oder mehrmals umgesetzt.

Überlagerungoszillator BFO = Er liefert bei den Betriebsarten CW und SSB die zur Demodulation fehlende Trägerfrequenz.

Überreichweiten im 2m Band = Inversion aus meteorologischen Gründen.

Yagi-Antennen zusammengesaltet = jede Verdoppelung ergibt 3dB Gewinn.

Vor-/Rückverhältnis = Angabe über das Verhältnis der abgestrahlten Leistung in der Hauptstrahlrichtung zur abgestrahlten Leistung in Rückwärtsrichtung (der Hauptstrahlrichtung um 180° entgegengesetzt)

Störungen und deren Behebungen

Wieso kommt SSB-Aussendung aus den Lautsprechern einer Stereoanlage?

Die HF-Energie gelangt über die Zuleitungen direkt in den NF-Teil des Gerätes und wird dort gleichgerichtet.

Ein Empfänger arbeitet auf der Frequenz 436.575MHz. Seine erste Zwischenfrequenz liegt bei 10.7MHz. Er wird durch einen Sender der auf 145.525MHz läuft, gestört.

Es handelt sich bestimmt um eine Störung durch Oberwellen (3. Harmonische)

Ursache für eine, durch eine Amateurfunkanlage verursachte, TV-Empfangsstörung? Übersteuerung des Empfängereingangs oder des Antennenverstärkers.

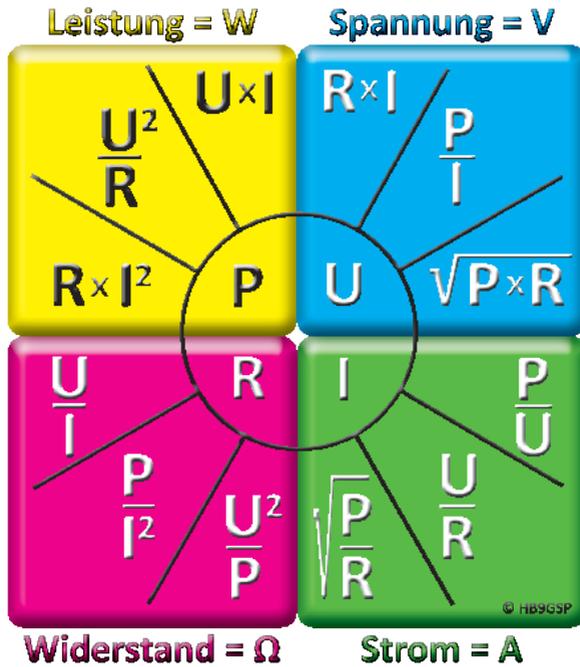
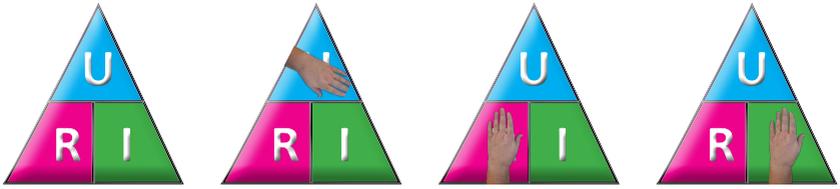
Durch eine Amateurfunkanlage verursachte Störung in einer Empfangsanlage. Zu kleine Empfindlichkeit der Empfangsanlage.

Der Antennenverstärker einer Fernsehempfangsanlage wird durch die Signale einer benachbarten KW-Amateursendeanlage übersteuert. Einschleifen eines Hochpassfilters vor den Antennenverstärker.

Eine Rundfunkempfangsanlage wird durch einen Amateursender gestört. Dämpfungsglied in die Antennenzuleitung einbauen.

Massnahme auf Senderseite bei störender Beeinträchtigung des Rundfunkempfanges. Verminderung der effektiven Strahlungsleistung (ERP)

Ein am 230-Volt-Netz betriebener tragbarer Kassettenrecorder wird beim Abspielen von Kassetten durch die SSB-Aussendungen eines benachbarten Amateurs gestört. Bei Batteriebetrieb des Recorders verschwinden die Störungen. Einbau eines Netzfilters beim Kassettenrecorder.



Formelsammlung HB9GSP