

Paukblätter Technik A:

$$f = \frac{c}{\lambda} \quad (\text{Einheiten: Hz , m})$$

C = Vakuumlichtgeschwindigkeit
= 300 000 Km/sec = 300 000 000 m/s
f = Frequenz

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

λ = Wellenlänge

Sonderfall:

$$f = \frac{300}{\lambda} \quad (\text{Einheiten: MHz , m})$$

Ohmsches Gesetz (Immer beim rechnen Grundeinheiten zu verwenden, Ω , V ,A , z.B. mA in A umrechnen)

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

Leistung: Einheit Watt (V.A)

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

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

Oberwellen: Vielfache der Grundfrequenz, **ausschließlich** der Grundwelle

1. Oberwelle = doppelte Grundfrequenz

Harmonische: Vielfache der Grundfrequenz **einschließlich** der Grundwelle

1. Harmonische = Grundfrequenz

Rauschen proportional zur Bandbreite: doppelte Bandbreite = doppeltes Rauschen

Eine Sinusschwingung entspricht λ (Wellenlänge) oder 2π (Eine Sinuswelle ist gedanklich ein Kreisumfang , entsprechend 2π (π))

Frequenzmodulation: Ungefähre Bandbreite = 2 (Modulationsfrequenz + Hub)

Beispiel: Hub 1,8 Khz Modulationsfrequenz 2 khz Bandbreite = 2 · (1,8 + 2) = 7,6 khz

Effektivspannung: U_{eff}

U_{ss} = Spannung Spitze - Spitze

U_{Spitze} = Spannung Spitze zur Nulllinie

$$U_{ss} = U_{Spitze} \cdot 2 = 2 \cdot U_{eff} \cdot \sqrt{2}$$

$$U_{eff} = \frac{U_{ss}}{2 \cdot \sqrt{2}}$$

Senderausgangsleistung: Gemessen direkt am Geräteausgang (vor externem Tuner)

Spitzenleistung eines Senders (PEP Peak envelope Power) TB901
= Leistung (Spitze - Spitze) entspricht Spannung Spitze -Spitze

Mittlere Leistung = durchschnittliche Leistung ähnlich U_{eff}

ERP = Äquivalente (effektive) Strahlungsleistung
= Strahlungsleistung, die von der Antenne abgestrahlt wird, bezogen auf einen Dipol

ERP = (Leistung Sender - Verluste) x Gewinn Antenne

EIRP = Äquivalente isotrope Strahlungsleistung
= Strahlungsleistung, die von der Antenne abgestrahlt wird, bezogen auf einen isotropen Kugelstrahler

EIRP = ERP + 2.15 dB oder ERP x 1,64

Wechselstromwiderstand Kondensator: (Kapazitiver Widerstand)

$$X_c = \frac{1}{\omega \cdot c} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot c} \quad \omega = \text{Kreisfrequenz} = 2 \cdot \pi \cdot f$$

= der kapazitive Widerstand fällt mit steigender Frequenz

Wechselstromwiderstand Spule: (Indukiver Widerstand)

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

= der induktive Widerstand steigt mit der steigender Frequenz

Transformator:

\ddot{u} = Übersetzungsverhältnis

N = Windungszahl

$$\ddot{U} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}$$

Z = Impedanz

$$U_1 = \ddot{u} \cdot U_2$$
$$Z_1 = \ddot{u}^2 \cdot Z_2$$

U_1 = Eingangsspannung

U_2 = Ausgangsspannung

Dioden: Elektronen fließen von N nach P

Flussrichtung: + an Anode - an Kathode
Sperrrichtung: - an Anode + an Kathode

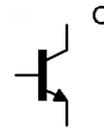
Schwellspannung: Schottkydiode 0,2 V
Germaniumdiode 0,2 - 0,4 V
Siliziumdiode 0,5 - 0,8 V
Leuchtdiode 1,6 - 2 V

Zehnerdiode: In Sperrrichtung betrieben (S. 26) - an Anode + an Kathode
 Kapazitätsdiode: In Sperrrichtung betrieben (S. xx) - an Anode + an Kathode

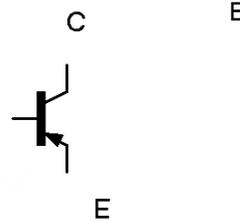
Abnehmende Sperrspannung > Kapazität steigt > Frequenz des Schwingkreises sinkt.

Transistor: npn und pnp = bipolare Transistoren

Npn = positive Spannung am Kollektor B



Pnp = negative Spannung am Kollektor B
 („Emitterpfeil nach Platte“)



Npn - Transistoren:

Basisspannung = 0 V = Emitterspannung > Kein Kollektorstrom = Transistor ist ausgeschaltet.

Basisspannung 0,6 Volt über Emitterspannung > Transistor leitet > Emitter-Basisdiode leitet.

Emitter - Kollektor - Basisschaltung:

Merksatz: Die Schaltung wird nach dem Transistoranschluss benannt, der wechselseitig (hochfrequenzmäßig) an Masse liegt.

Emitterschaltung: (Auskopplung des Signals am Kollektor)

Wechselspannungsverstärkung:	hoch 100 - 300
Wechselstromverstärkung:	hoch
Phasenverschiebung zwischen Ein- und Ausgang:	180 Grad
Wechselstromeingangswiderstand:	klein 100 Ω - 5 kΩ
Wechselstromausgangswiderstand:	groß 5 kΩ - 50 kΩ

Kollektorschaltung = Emitterfolger: = Impedanzwandler: (Auskopplung des Signals am Emitter)

Wechselspannungsverstärkung:	klein 0,9 - 0,98
Wechselstromverstärkung:	hoch
Phasenverschiebung zwischen Ein- und Ausgang:	0 Grad
Wechselstromeingangswiderstand:	groß 10 kΩ - 200 kΩ
Wechselstromausgangswiderstand:	klein 4 Ω - 100 Ω

Basisschaltung: (Auskopplung am Kollektor)

Wechselspannungsverstärkung:	hoch
Wechselstromverstärkung:	< 1
Phasenverschiebung zwischen Ein- und Ausgang:	0 Grad
Wechselstromeingangswiderstand:	klein 25 Ω - 500 Ω
Wechselstromausgangswiderstand:	groß 100 kΩ - 1000 kΩ

Leistungsverstärker:

Klasse A:	Wirkungsgrad:	40%
	Oberwellenanteil:	Geringstmöglicher Oberwellenanteil
	Ruhestrom:	hoch
Klasse B:	Wirkungsgrad:	80%
	Oberwellenanteil:	Geringer Oberwellenanteil
	Ruhestrom:	sehr gering
Klasse C:	Wirkungsgrad:	80 - 87%
	Oberwellenanteil:	hoher Oberwellenanteil
	Ruhestrom:	fast null

Übersteuerung > Splatter auf benachbarten Frequenzen

Digitaltechnik:

Grundbausteine:	Und-Glied	(AND)
	Oder-Glied	(OR)
	Nicht-Und-Glied	(NAND)
	Nicht-Oder-Glied	(NOR)
Versorgungsspannung	CMOS ICs:	+ 3 bis +15 Volt
	TTL IC's	+ 5 Volt

Dualzahlen:

Wert der Stellen . (Von re. nach links):

128 64 32 16 8 4 2 1 (In diesem Fall einer 8 stelligen Dualzahl)

Umrechnung Dual > Dezimalzahl: Entsprechend der Stelle der Dualzahl wird die entsprechende Dezimalzahl untereinander geschrieben, wenn die Dualzahlenstelle eine 1 hat.

Beispiel TC 720:	1000 1110
	128
	8
	4
	2

	142

Hexadezimal:	Dezimal	Hexadezimal:	Dezimal
0000	0	0001	1
0001	1	0001	16
0010	2	0001	17
0011	3	0001	18
0100	4	0001	19
0101	5	0001	20
0110	6		
0111	7		
1000	8		
1001	9	1001	9F
1010	A	1111	159
1011	B		
1100	C		
1101	D		
1110	E		
1111	F	1111	FF
			255

Beispiel: **TC721:** Hexadezimal 1A A = 10
 Die 2. Stelle bedeutet x mal 16
 In diesem Fall 1 mal 16 + A = 16 + 10 = 26
1A = 26

Schwingkreise:

Serienschwingkreis: In Resonanz niedrige Impedanz

Parallelschwingkreis: In Resonanz hohe Impedanz

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} \quad \text{Einheiten immer in Grundeinheiten umrechnen!!!!!!!}$$

$$C = \frac{1}{(2\pi \cdot f)^2 \cdot L} = \frac{1}{39,478 \cdot f^2 \cdot L} \quad (2 \cdot \pi)^2 = 39,478$$

$$L = \frac{1}{(2\pi \cdot f)^2 \cdot C} = \frac{1}{39,478 \cdot f^2 \cdot C}$$

Güte (Q): $Q = \frac{f}{B} = \frac{R_p}{X_l} = \frac{X_l}{R_s}$

B = Bandbreite

X_l = Impedanz der Spule = $2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$

Bandbreite $B = \frac{f}{Q}$

R_p = Parallelwiderstand (Parallelschwingkreis)

R_s = Serienwiderstand (Serienschwingkreis)

Beispiel: TD 216 (S.39)

L = 100µH C= 0.01 F R_s = 10 Ω

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{100 \cdot 10^{-6} \cdot 0.01 \cdot 10^{-6}}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{1 \cdot 10^{-12}}} = \frac{10^6}{2 \cdot \pi} = 159 \, 154 \, \text{Hz}$$

Funk-Empfänger: (S. 61)

Superhet: Hohe erste Zwischenfrequenz bringt hohe Spiegelfrequenzunterdrückung
1. ZF höher als die höchste Empfangsfrequenz
Erstes Quarzfilter heißt dann Roofing-Filter

Mit niedriger 2. Zwischenfrequenz erreicht man leichter eine gute Trennschärfe

Siegelfrequenzabstand = 2 fache der 1. Zwischenfrequenz

Notchfilter = Unterdrückung von Störungen

AGC = Automatische Verstärkungsregelung (Automatic Gain Control)

SSB Modulator: Balacemodulator erzeugt aus NF und BFO eine Zweiseitenband-Signal. Das restliche Seitenband wird mit eine Quarzfilter ausgelöscht.

CW Empfang: Differenz zwischen BFO Frequenz und der Frequenz der letzten Zwischenfrequenzstufe sollte 800 Hz betragen. Dies ergibt einen Ton mit 800 Hz.

Interception Point IP_3 beurteilt man die Großsignalfestigkeit

Signal-Rauschabstand (S/N) : Er gibt an, um wie viel dB das Nutzsignal eines VHF Empfängers stärker ist, als das Rauschen

Rauschzahl: Gibt an, um wie viel das Signal-Rauschverhältnis eines **UHF Vorverstärkers** sich bessert.
 $F = 2$ bedeutet, dass das Signal-Rauschverhältnis am Ausgang um 3 dB besser ist, als am Eingang.

DSP: Digitaler Signalprozessor
Unterdrückung von Störgeräuschen, zur Dynamikkompression (Sender)
Als Frequenzfilter (Statt vielen Quarzfiltern)

Tastklicks bei CW: Zu steile Flanken des Tastsignals. Abhilfe: Verrundung der Tastflanken

Frequenzvervielfacher: Nicht lineare Verstärkerstufe erzeugt Oberwellen, die ausgefiltert werden.
Muss gut abgeschirmt werden, wegen der Oberwellen.

Filter nach Sendeendstufen: KW = Tiefpass
VHF = Bandpass

Transceiver = Sende- Empfänger

Converter = Empfangsumsetzer zB. setzt dieser das 2 m Band auf das 10 m Band um.

Transverter = Wie Converter, nur dass beim Senden ebenfalls das Band umgesetzt wird, z.B. das 10 m Band ins 2 m Band.

Ausgangs-Pi-Filter: Es dient zur Anpassung der Last und verbessert die Unterdrückung der Oberwellen (Tiefpass)

PTT - Taste = Push to talk

VOX = Drücken um zu sprechen = Sendetaste
 = voice operated transmit = sprachgesteuertes Senden

Squelch = Rauschen. Regler blendet Grundrauschen aus

RIT = Regler verändert die Empfangsfrequenz. Sendefrequenz bleibt gleich.

Unerwünschte Aussendungen (Sender): < 0.25 μ W (-36 dBm) , falls größer gilt bei

KW (1,7 - 35 MHz) , dass diese 40 dB kleiner als die maximale PEP ist
 50 - 1000 MHz , dass diese 60 dB kleiner als die maximale PEP ist.

Antennen:

Dipol: **Länge** $\frac{\lambda}{2}$ Das bedeutet eine halbe Wellenlänge hat auf der Antenne Platz. Diese Sinushalbwellen entspricht dem Stromverlauf. Der Spannungsverlauf ist um 90 Grad verschoben, das heißt, am Ende ist die Spannung hoch und in der Mitte null. Am Einspeisungspunkt (in der Mitte) liegt ein Strombauch und ein Spannungsknoten. Nach dem Ohm'schen Gesetz $R = \frac{U}{I}$ ist dann der Einspeisungspunkt niederohmig. Stromspeisung.

Wird der **Dipol mit der doppelten Grundfrequenz** in Resonanz betrieben, so passt eine ganze Sinuswelle (λ) auf die Antenne. Dies bedeutet, dass in der Mitte am Einspeisungspunkt (Wichtig: Die gezeichnete Sinuswelle entspricht dem Stromverlauf) der Strom null ist, somit ein Stromknoten ist. Der Spannungsverlauf ist immer um 90 Grad verschoben. Somit ist am Einspeisungspunkt ein Spannungsbauch vorhanden. Nach dem Ohmschen Gesetz ist der Einspeisungspunkt hochohmig. Spannungsspeisung
Dies trifft für alle geradzahigen Vielfache der Grundfrequenz zu.

Verkürzungsfaktor für Drahtantennen = 95 %

Impedanz $\frac{\lambda}{2}$ Dipol mindestens 1 Wellenlänge über dem Boden = 70 Ω
 Impedanz Faltdipol = 240 Ω

Marconi - Antenne = gegen die Erde erregte $\frac{\lambda}{4}$ Antenne (Stab geerdet)
 $\frac{5}{8} \lambda$ = Vertikalantenne mit günstigsten Strahlungseigenschaften

Radiale sind bei einer Groundplane Gegengewichte

Trap = Parallelresonanzkreis in der Antenne. Erlaubt eine Anpassung für mindestens zwei Frequenzbereiche
 = Sperrkreis für die Erregerfrequenz, da bei Resonanz hochohmig.

Spulen in der Antennen bewirken eine induktive Verlängerung des Strahlers

Kondensatoren in der Antenne bewirken eine kapazitive Verkürzung des Strahlers.

Quad = Quadratische Antenne mit einem Umfang von λ .

Richtantenne (Yagiantenne)

Elemente: Reflektor, Strahler, Direktor 1, Direktor 2 Der **Reflektor ist am längsten** und der gegenüberliegende Direktor am kürzesten.

Die Impedanz eines Strahlers bei einer Richtantenne ist **niedriger** als bei einem alleinigen Dipol.

Antennengewinn : Normalerweise über Dipol angegeben . Einheit dB

$$G_d = 10^{\frac{g_d}{10}}$$

G_d = Antennengewinn (Vielfaches, nicht dB)

g_d = Antennengewinn in dB

$$G_i = G_d \cdot 1,64$$

g_i = Antennengewinn über isotropen Kugelstrahler in dB

G_i = Antennengewinn über isotropen Kugelstrahler

$$g_i = g_d + 2.15$$

Halbwertsbreite einer Antenne = Winkelbereich, bei dem die Feldstärke auf $0,707 \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)$ absinkt, ist der 3 dB Bereich.

Stehwellenverhältnis: s

Reflektionsfaktor : r

$$S = \frac{1+r}{1-r} = \frac{U_v+U_r}{U_v-U_r}$$

U_v = Spannung der vorlaufenden Welle

U_r = Spannung der rücklaufenden Welle

R_2 = Reeller Abschlusswiderstand der HF-Leitung

Z = Wellenwiderstand der HF-Leitung

$$S = \frac{R_2}{Z} \quad \text{bei } R_2 > Z$$

$$S = \frac{Z}{R_2} \quad \text{bei } R_2 < Z$$

Beispiel: Ein Kabel mit einem Wellenwiderstand von 50Ω wird mit einem 100Ω Widerstand abgeschlossen.

$$\text{Das Stehwellenverhältnis beträgt } s = \frac{100}{50} = 2 \quad r = \frac{2-1}{2+1} = \frac{1}{3}$$

$$P_r = \frac{1}{9} \cdot P_v$$

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

P_r = Reflektierte Leistung

P_v = Vorlaufende Leistung

$$P_r = r^2 \cdot P_v$$

$$\text{Beispiel (TH 220) : } s = 3 \quad r = \frac{3-1}{3+1} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

$$P_r = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \cdot P_v = \frac{1}{4} \cdot P_v$$

Das bedeutet, dass 75 % der Sendeleistung über die Antenne abgestrahlt und 25 % reflektiert wird.

Übertragungsleitungen:

$$\text{Koaxkabel: } Z = \frac{60\Omega}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot \ln \frac{D}{d}$$

D = Innendurchmesser des Außenleiters

d = Durchmesser Innenleiter

ϵ_r = Dielektrizitätszahl

= 1.00059 Luft

= 2.29 Vollpolyaethylen

Beispiel Th 315:

D = 4,4 mm d = 0.7 mm Isolierung Polyäthylen

$$Z = \frac{60}{\sqrt{2,29}} \cdot \ln \frac{4,4}{0,7} = 72,88 \Omega$$

$$\text{Zweidrahtleitung: } z = \frac{120\Omega}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot \ln \frac{2 \cdot a}{d}$$

a = Mittenabstand der Leiter

Beispiel Th 316: a = 20 cm d = 2 mm Isolierung = Luft

$$z = \frac{120\Omega}{\sqrt{1,00059}} \cdot \ln \frac{2 \cdot 20}{0,2} = 635,61 \Omega$$

Viertelwellentransformator: $\frac{\lambda}{4}$ Transformationsleitung Phasenverschiebung $90^\circ = \frac{\pi}{4}$

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

Z = erforderlicher Wellenwiderstand der $\frac{\lambda}{4}$ Leitung

Z_E = Eingangsimpedanz

$$Z_A = \frac{Z^2}{Z_E}$$

Z_A = Ausgangsimpedanz

Wellenausbreitung:

UV- Strahlen der Sonne ionisiert die Luft > je stärker die Sonnenstrahlen, je stärker die Ionisierung bis in die tiefen Schichten (D-Schicht)

Ionosphärische Schichten am Tag:

Maximaler Sprung (Hop):

D - Schicht 70 - 90 km

E - Schicht 90 - 120 km

2200 km

F1-Schicht 200 km

F2-Schicht 400 km

4000 km

Mögel-Dellinger-Effekt: Totalausfall der ionosphärischen Kurzwellenausbreitung durch höhere Ionisierung der D- Schicht durch Energieausbruch der Sonne (UV- und Röntgenstrahlen).

$f_c = F_{krit}$ = Höchste Frequenz, bei der die senkrecht in die Ionospäre eintretende Strahlung noch reflektiert wird.

MUF = Höchst nutzbare Frequenz, bei der die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen infolge ionosphärischer Reflektion möglich ist.

$$= \frac{f_c}{\sin \alpha}$$

α = Erhebungswinkel der Antenne gegen den Boden

$\alpha = 45^\circ$ $\sin \alpha = 0,7071$ (TI 227)

$\alpha = 90^\circ$ $\sin \alpha = 1$

f_{opt} = Optimale Arbeitsfrequenz

$$= MUF \cdot 0,85$$

LUF = Niedrigste Frequenz, bei der eine Kommunikation über die Raumwelle noch möglich ist.

Funkhorizont = geographischer Horizont + 15% (für UKW)

Troposphäre = untere Schicht der Atmosphäre, in der das Wetter stattfindet.

Überhorizontverbindungen im UHF/VHF Bereich = **Reflektion an Luftschichten** (Inversionen)

Aurora: Verursacht durch Eindringen geladener Teilchen von der Sonne in die Atmosphäre = Nordlichter
Aurora tritt in der E-Schicht auf
CW Signale sind verbrummt und flattern

Sporadic E = Reflektionen an lokal begrenzten Bereichen mit ungewöhnlich hoher Ionisation innerhalb der E-Schicht. Für VHF
Kommt am häufigsten in der nördlichen Hemisphäre vor.

Sonnenfleckenmaximum = hohe MUF.

Störfestigkeit: (S.125)

Definitionen: 0 dBm = 1 mW 0 dBw = 1 W 0 dBμ = 1 μV

Wichtig:	10 dB	10 fache Leistung,	jedoch 3,16 fache Spannung
	20 dB	100 fache Leistung,	jedoch 10 fache Spannung
	3 dB	2 fache Leistung,	jedoch 1,41 fache Spannung
	6 dB	4 fache Leistung,	jedoch 2 fache Spannung
	6 dB	eine S - Stufe	

S 9: KW: -73 dBm = 50 μV
 UKW -93 dBm = 5 μV

Feldstärke im Fernfeld der Antenne: Gilt für Abstand $d > \frac{\lambda}{2 \cdot \pi}$

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

E = Feldstärke (Einheit $\frac{V}{m}$)
d = Abstand von der Antenne
 P_{EIRP} = Strahlungsleistung der Antenne über Kugelstrahler (In Watt)

$$P_{EIRP} = (P_{Sender} - \text{Verluste (Kabel-Stecker)}) \cdot \text{Antennengewinn(Über Dipol)} \cdot 1,64$$

$$= P_{Sender} \cdot \text{Korrekturfaktor}$$

$$\text{Korrekturfaktor} = (\text{Antennengewinn} - \text{Verluste}) \cdot 1,64$$

$$= \text{Antennengewinn} - \text{Verluste} + 2,15 \quad \text{Ergebnis in dB} \quad > >>$$

$$\text{umrechnen auf Verhältnis} = 10^{\frac{dB}{10}}$$

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

$$P_{EIRP} = \frac{(E \cdot d)^2}{30\Omega}$$

Beispiel TL 207: $E = 28 \text{ V/m}$ Antennengewinn über Dipol $G_d = 7,5 \text{ dBd}$
Kabeldämpfung $1,5 \text{ dB}$ Sendeleistung $100 \text{ W} = 50 \text{ dBm}$

Korrekturfaktor = Antennengewinn - Verluste + 2,15 = $7,5 \text{ dB} - 1,5 \text{ dB} + 2,15 \text{ dB} = 8,15 \text{ dB}$

$$= 10^{\frac{8,15}{10}} = 6,531$$

$$P_{EIRP} = P_{Sender} \cdot \text{Korrekturfaktor} = 100 \cdot 6,531 = 653,1 \text{ Watt (EIRP)}$$

$$d = \frac{\sqrt{30\Omega \cdot P_{EIRP}}}{E} = \frac{\sqrt{30\Omega \cdot 653,1}}{28} = 4,99 \text{ m}$$