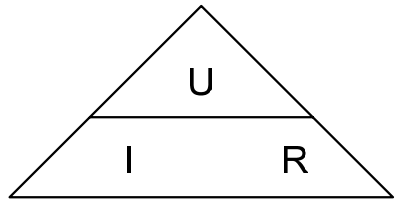
AFU Kurs Technik Klasse 1

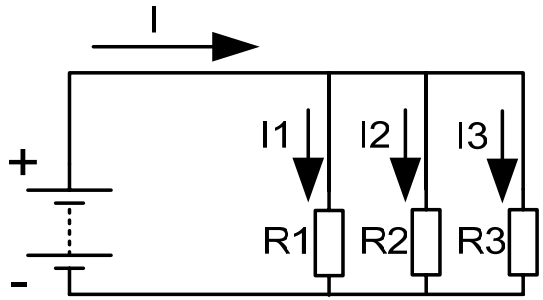
Frage 1:

Ohmsches und Kirchhoff'sches Gesetz

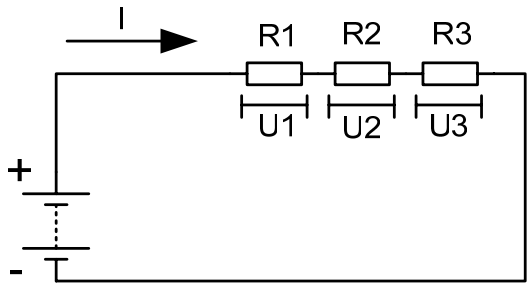
Das Ohmsche Gesetz gibt den Zusammenhang zwischen einem Widerstand, der anliegenden Spannung und dem durch den Widerstand fließenden Strom wieder.
Das **Ohmsche Gesetz** lautet:
U = I * R (bzw. I = U/R, R = U/I)
Spannung = **Strom** x **Widerstand**



Das **1. Kirchhoffsche Gesetz** lautet:
Bei der Parallelschaltung ist der Gesamtstrom gleich der Summe der Teilströme.



Das **2. Kirchhoffsche Gesetz** lautet:
Bei der Reihenschaltung ist die Gesamtspannung gleich der Summe der Teilspannungen.



Frage 2:

Begriff Leiter, Halbleiter, Nichtleiter

Leiter sind Materialien, die den elektrischen Strom sehr gut leiten.
Beispiele: Alle Metalle, Kohle, Säuren...

Sehr gute Leiter sind (In der Reihenfolge abnehmender Leitfähigkeit):
Silber, Kupfer, Aluminium, Gold, Messing

Halbleiter sind Materialien, die ihre Leitfähigkeit aufgrund physikalischer oder elektrischer Einflüsse verändern können, wie Silizium, Germanium...

Nichtleiter sind Materialien, die den elektrischen Strom sehr schlecht leiten (Isolatoren).
Beispiele: Keramik, Kunststoff, trockenes Holz...

Gute Isolatoren sind:
Glas, Keramik, Kunststoff, Pertinax, Glasfaser-Harz, Teflon, Gummi usw.

Frage 3:

Kondensator, Begriff Kapazität, Einheiten – Verhalten bei Gleich- und Wechselspannung

Ein Kondensator ist ein Ladungsspeicher und besteht aus zwei elektrisch leitenden Materialien, die voneinander durch einen Isolator getrennt sind.

Bei Gleichspannung verhält sich ein Kondensator wie ein Speicher, das heißt, er lädt sich auf und kann später die Ladung wieder an einen Verbraucher abgeben.

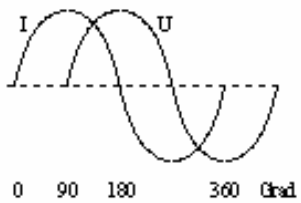
An Wechselspannung kommt es durch die dauernde Umladung, bedingt durch die Polaritätswechsel zu einem Stromfluss durch den Kondensator, der mit steigender Frequenz zunimmt.

Das bedeutet, dass sein Blindwiderstand Xc mit steigender Frequenz abnimmt.

Einheit: **Farad (F)**. Kleinere Einheiten: Mikrofarad, Nanofarad, Picofarad.

0,000001 F = 1 µF = 1000 nF = 1 000 000 pF 1nF = 1000 pF

Formelzeichen: **C**



Bei Wechselspannung fließt zuerst ein Strom, der den Kondensator auflädt. Dadurch entsteht eine 90° Phasen-verschiebung zwischen Strom und Spannung (Strom vor Spannung).

Frage 4:

Spule, Begriff Induktivität, Einheiten – Verhalten bei Gleich- und Wechselspannung

Eine Spule besteht aus einer oder mehreren Windungen eines Leiters, die ggf. auf einem magnetisch leitenden Kern aufgebracht werden. Sie wird auch als Induktivität bezeichnet.

Bei Gleichspannung baut eine Spule ein Magnetfeld auf.

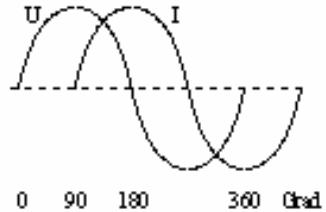
An Wechselspannung kommt es durch die dauernde Ummagnetisierung (bedingt durch die Polaritätswechsel) zu einem Stromfluss durch die Spule, der mit steigender Frequenz abnimmt.
Das bedeutet, dass der Blindwiderstand X**L** mit steigender Frequenz zunimmt.

$$X_L = 2 * \pi * f * L \qquad f \text{ in Hz, } L \text{ in Henry}$$

Einheit **Henry (H)**. Kleinere Einheiten: Millihenry, Mikrohenry, Nanohenry

1 H = 1000 mH = 1 000 000 µH

Formelzeichen : **L**



Bei Wechselspannung wird durch die Ummagnetisierung ein Strom erzeugt, der dem äußeren Strom entgegenwirkt. Dadurch entsteht eine 90° Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung (Spannung vor Strom).

Frage 5:

Wärmeverhalten von elektrischen Bauelementen

Alle Metalle und die meisten guten Leiter **erhöhen** mit steigender Temperatur ihren Widerstand. (PTC)

Die meisten Halbleiter **verringern** mit steigender Temperatur ihren Widerstand. (NTC)

AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 6:

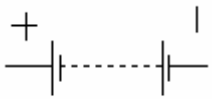
Stromquellen (Kenngrössen)

<u>Primärbatterien</u> – Durch einen chem. Prozess wird eine Spannung erzeugt (nicht reversibel).

<u>Sekundärbatterien</u> – Durch eine vorhergehende Aufladung kann daraus Strom entnommen werden. Durch den chem. Prozess wird Strom erzeugt, was beim Laden umgekehrt wird. (Akkumulator)

Kenngrößen:

- Spannung,
- Strombelastbarkeit, sowie die
- Kapazität in Ah.



Schaltsymbol für Primär- und Sekundärbatterien.
Die punktierte Linie deutet die Serienschaltung von mehreren Elementen an.

Beispiele: Bleiakku, Nickel-Cadmium -, Nickel-Metallhydrid -, Lithium-Ionen Akku, Solarzellen, Piezzo-Elemente, …

<u>230V Steckdose</u> – liefert im Gegensatz zu den Batterien nicht Gleichstrom, sondern 50 Hz Wechselstrom.

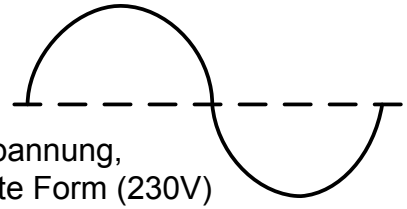
AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 7:

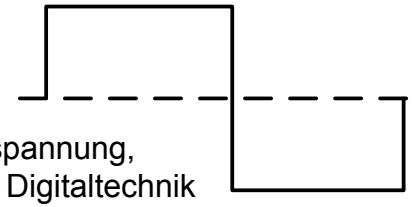
Sinus- und nicht-sinusförmige Signale

Sinusförmige Wechselspannungen haben einen Amplitudenverlauf, der exakt einer mathematischen Sinusfunktion entspricht.
Diese Form der Wechselspannung ist völlig frei von Oberwellen.
Nicht sinusförmige Wechselspannungen sind: Dreiecksignal, Rechtecksignal, Trapezsignal, Sägezahnsignal. Alle diese Signalformen setzen sich aus mehreren Sinus-Schwingungen zusammen und haben daher einen erheblichen Anteil an Oberwellen (alle Sinus-Schwingungen außer der Grundwelle).

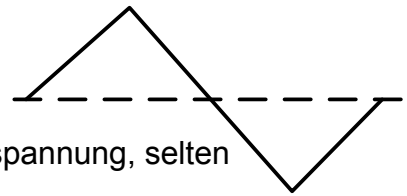
Im Gegensatz zur Gleichspannung, die nur einen Parameter zu seiner Definition benötigt, nämlich die Spannung, besitzt eine Wechselspannung immer mindestens 3 Parameter:
Die Scheitelspannung. Sie wird gemessen von der Nulllinie bis zum höchsten Punkt der Kurve.
Die Kurvenform, z.B.: Sinus (Rechteck, Dreieck, Sägezahn entstehen durch zusätzliche Oberwellen).
Die Frequenz. Damit bezeichnet man die Anzahl der Perioden in einer Sekunde.
Maßeinheit ist das Hertz. 1 Hz = 1 Schwingung pro Sekunde



Sinusspannung, häufigste Form (230V)



Rechteckspannung, zumeist in Digitaltechnik



Dreieckspannung, selten

1 GHz = 1000 MHz = 1 000 000 kHz = 1 000 000 000 Hz

AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 8:

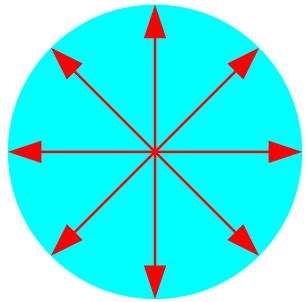
Was verstehen Sie unter dem Begriff Skin-Effekt ?

Jeder Leiter stellt eine Induktivität dar. Durch die Gegeninduktion bei höheren Frequenzen wird der Stromfluss immer mehr aus der Mitte des Leiters zum Rand hin abgedrängt.

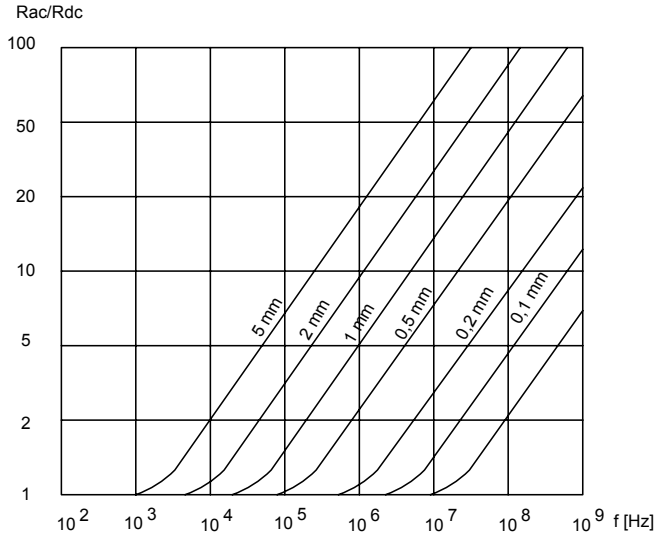
Strom fließt praktisch nur mehr auf der <u>Außenhaut des Leiters</u> (Skin).

<u>Abhilfe:</u>

Verwendung HF-Litze,
dickere Drähte,
Rohre,
versilbern des Cu-Drahtes.



<u>Skin:</u> 9,38 mm bei 50Hz,
70 µm bei 1 MHz, also 2x der Cu Beschichtung auf Leiterplatten,
7 µm bei 100 MHz, also ein Zehntel davon!



AFU Kurs Technik Klasse 1

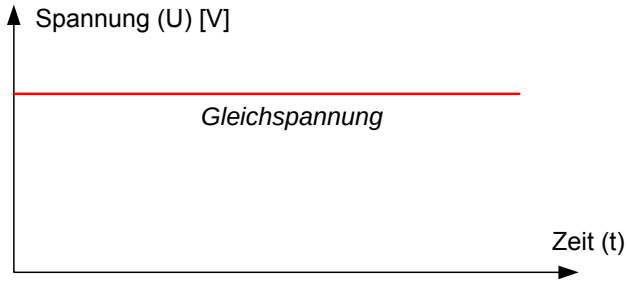
Frage 9:

Gleich- und Wechselspannung - Kenngrößen

<u>Gleichspannung:</u>

Die Spannung ist konstant, die Polarität verändert sich nicht.

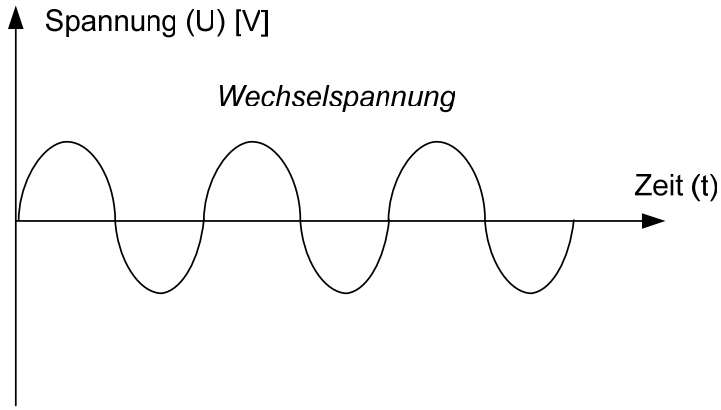
Kenngrößen sind
Spannung,
Strombelastbarkeit der Quelle ,
Kapazität in Ah (bei Primär- oder Sekundärbatterien).



<u>Wechselspannung:</u>

Die Spannung ändert sich permanent entsprechend der Kurvenform, die Polarität wechselt permanent

Kenngrößen:
Spannung (Amplitude),
Frequenz
Kurvenform
Strombelastbarkeit der Quelle



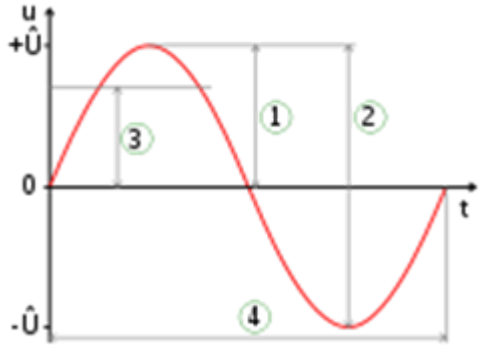
AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 9A:

Gleich- und Wechselspannung - Kenngrößen

Effektivwert:
Unter dem **Effektivwert** (Abk: **RMS** englisch: root mean square) versteht man den quadratischen Mittelwert eines zeitlich veränderlichen Signals. Zu einer Wechselgröße (Wechselstrom, Wechselspannung) gibt der Effektivwert denjenigen Wert einer Gleichgröße an, die an einem ohmschen Verbraucher in einer vorgegebenen Zeit die selbe Leistung umsetzt. Der Effektivwert hängt sowohl vom Scheitelwert (Amplitude) als auch von der Kurvenform ab.

Spitzen- oder Scheitelwert:
Als **Scheitelwert** bezeichnet man den größten Betrag der Augenblickswerte eines Wechsel-Signals; Bei sinusförmigen Wechselsignalen wird der Scheitelwert als Amplitude bezeichnet.



1 = Spitzen-Wert, Amplitude,
2 = Spitze-Spitze-Wert,
3 = Effektivwert,
4 = Periodendauer

Spitze-Spitze-Wert:
Der **Spitze-Spitze-Wert** gibt die Höhe der Auslenkung vom niedrigsten Wert bis zum höchsten Wert.
Bei symmetrischen Wechselgrößen entspricht der Spitze-Spitze-Wert dem doppelten Maximalwert.
Die Spitze-Spitze-Spannung kann mit dem Oszilloskop gemessen werden.
Der Spitze-Spitze-Wert einer Wechselspannung ist die Summe der maximalen Spannung der positiven Halbschwingung und des Betrages der minimalen Spannung der negativen Halbschwingung.

Frage 10:

Was verstehen Sie unter dem Begriff Permeabilität ?

Ist ein Eisenkern in eine Spule eingebracht, erhöht dies die Induktivität der Spule. Die Permeabilität gibt ein Maß für die Erhöhung der Induktivität und ist materialabhängig.
Man bezeichnet diese Eigenschaft des Materials auch als „ferro-magnetisch“.

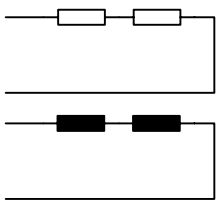
Formelzeichen: μ (mü)

Einheit: als Verhältnis ist die Permeabilität dimensionslos.

Permeabilität Luft: 1, Al: 250, Ni: 600, Fe: 5000, Mu Metall: 100.000

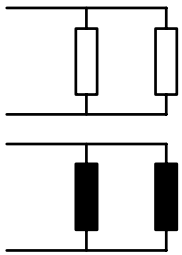
Frage 11:

Serien- und Parallelschaltung von R, L, C



Bei Serienschaltung von Widerständen oder Induktivitäten ist die Gesamt-Widerstand (-Induktivität) größer als die größte Einzel-Widerstand (-Induktivität).

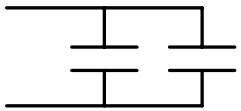
Lges = L1 + L2 + L3 Rges = R1 + R2 + R3



Bei parallel geschalteten Widerständen oder Induktivitäten ist die Gesamt-Widerstand (-Induktivität) kleiner als die kleinste Einzel-Widerstand (-Induktivität).

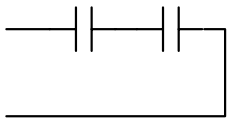
1 / Lges = 1 / L1 + 1 / L2 + 1 / L3

1 / Rges = 1 / R1 + 1 / R2 + 1 / R3



Bei parallel geschalteten Kondensatoren ist die Gesamtkapazität größer, als der größte Einzelkondensator.

$$C_{ges} = C_1 + C_2 + C_3$$



Bei Serienschaltung von Kondensatoren ist die Gesamtkapazität kleiner, als der kleinste Einzelkondensator

$$\frac{1}{C_{ges}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

Frage 12:

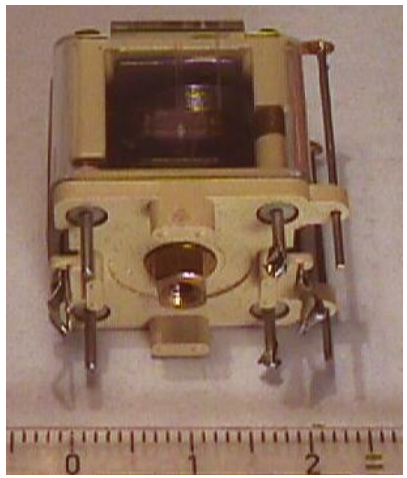
Was verstehen Sie unter dem Begriff Dielektrikum ?

Das Dielektrikum ist die isolierende Schicht zwischen den beiden Platten eines Kondensators. Z.B. Keramik, Kunststoff, Teflon, Aluminiumoxyd etc.

Dielektrizitätskonstanten:
Materialkonstante, die angibt, um wie viel höher die Kapazität gegenüber Luft ist, wenn dieses Material zwischen den Kondensatorplatten angeordnet wird.
Luft: 1, Aluminiumoxid: 7, Papier: 1-4, Teflon: 2, Tantalpentoxid: 27 (!),
Wasser: 80 (! aber nur reines Wasser ist Isolator !)

Dielektrikum Luft:

Folie:



Die wichtigsten Eigenschaften des Dielektrikum:

- Hohe Dielektrizitätskonstante
- Hohe Spannungsfestigkeit
- Geringe Dicke

AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 13:

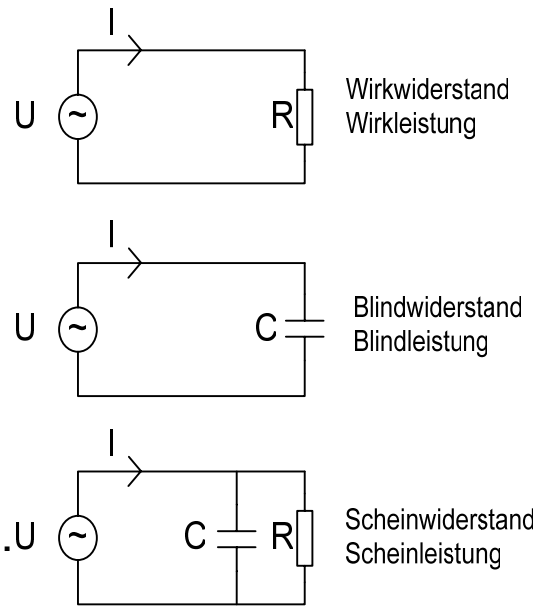
Wirk- Blind- und Scheinleistung bei Wechselstrom.

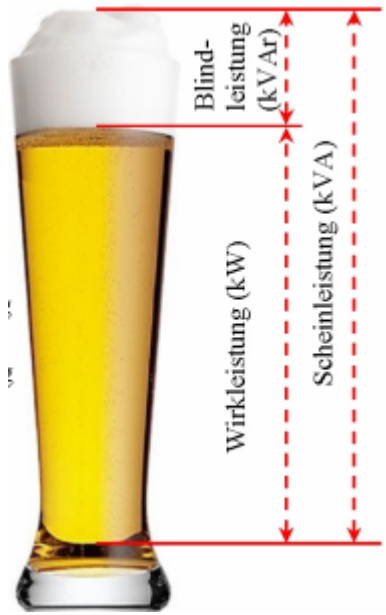
Wirkleistung ergibt sich, wenn im Stromkreis nur rein ohmsche Verbraucher vorhanden sind. **Blindleistung** ergibt sich, wenn nur rein kapazitive oder induktive Blindwiderstände im Stromkreis vorhanden sind. **Scheinleistung** tritt auf, wenn im Stromkreis sowohl ohmsche als auch kapazitive oder induktive Widerstände vorkommen.

Wirkleistung nur an Ohmschen Widerstand (P = U*I).

Blindleistung nur an Kapazitiven od. induktiven Blindwiderstand.

Scheinleistung nur bei Parallel- oder Serienschaltung von Wirk- und Blindwiderständen (Impedanz).





AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 14:

Begriff elektrischer Widerstand (Schein- Wirk- und Blindwiderstand), Leitwert

---

Ohmsche Widerstände bewirken keine Phasenverschiebung (**Wirk-Widerstand**).

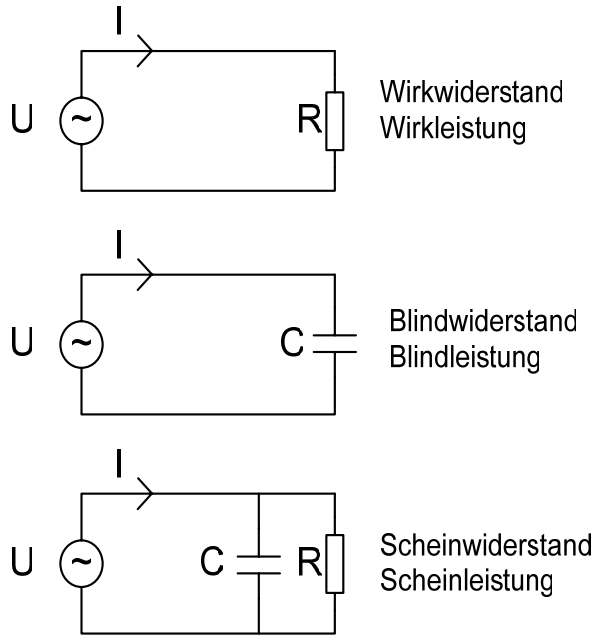
Kondensatoren und Induktiväten bewirken eine Phasenverschiebung zwischen Strom- und Spannungs-Verlauf um 90 Grad (**Blind-Widerstand**).

Schaltungen mit RC- oder RL-Kombinationen ergeben eine Phasenverschiebung im Bereich von 0 bis 90 Grad.

Der resultierende Gesamtwiderstand bei RC- oder RL-Kombinationen wird als **Scheinwiderstand** oder Impedanz (Einheit: Ohm) bezeichnet.

Der **Leitwert** (Formelzeichen: G, Einheit: (S)iemens) ist der Kehrwert des Ohmschen Widerstandes.

$$G = 1 / R$$



Frage 15:

Berechnen Sie den induktiven Blindwiderstand einer Spule mit 30 µH bei 7 MHz (Werte sind variabel)

<u>Formel:</u> XL = 2 * π * f * L, wobei f in Hz, L in Henry

<u>Berechnung:</u>

XL = 6,28 * f * L
= 6.28 * 7 000 000 * 30 / 1 000 000 = <u>1318,8 Ohm</u>

Frage 16:

Berechnen Sie den kapazitiven Blindwiderstand eines Kondensators von 500 pF bei 10 MHz (Werte sind variabel)

<u>Formel:</u> **XC = 1 / (2 * π * f * C),** wobei f in Hz, C in F

<u>Berechnung:</u>

XC = 1 / (2 * 3,14 * f * C)

= 1 / (6.28 * 10.000.000 * 500 / 1.000.000.000.000) = <u>31,84 Ohm</u>

<u>Anmerkung:</u>

1 pF (pikoFarad) = 10 F = 0,000.000.000.001 F

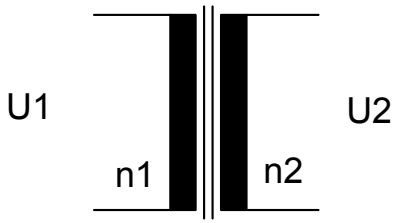
10 MHz (MegaHertz) = 10 Hz = 10.000.000 Hz

AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 17:

Der Transformator - Prinzip und Anwendung

Auf einem gemeinsamen Eisenkern befinden sich zwei Wicklungen.
Die Wechselspannungen an den Wicklungen verhalten sich proportional zum Windungsverhältnis. Anwendung zur Auf- oder Abwärtstransformation in der **Stromversorgungs-, NF- und -HF-Technik**



$$\frac{U1}{U2} = \frac{n1}{n2}$$

Transformatoren werden auch als Übertrager bezeichnet, wenn damit Signale übertragen werden.

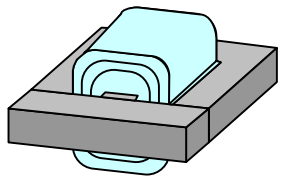
Eingangs- und Ausgangsspannung des Transformators verhalten sich proportional zu den Windungsverhältnissen

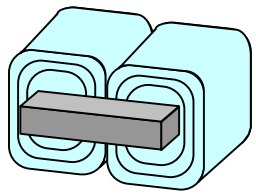
Eingangs- und Ausgangsstrom verhalten sich umgekehrt proportional zu den Windungsverhältnissen

Eingangs- und Ausgangsimpedanz werden im Quadrat des Windungsverhältnisses transformiert.

Kenndaten von Transformatoren:

- **Primär- und Sekundärspannung,**
- **Windungszahlen,**
- **max. übertragbare Leistung,**
- **Übersetzungsverhältnis,**
- **Impedanz**





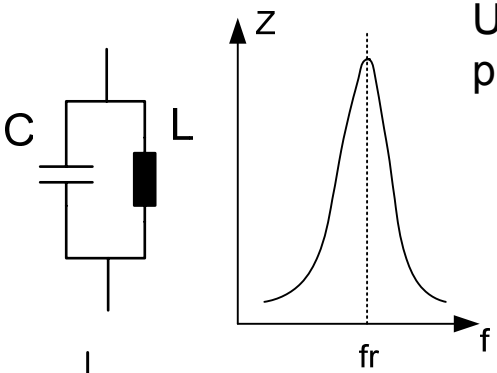
Eisenkerne werden zumeist aus einzelnen Blechen gefertigt, um Wirbelstromverluste zu minimieren.

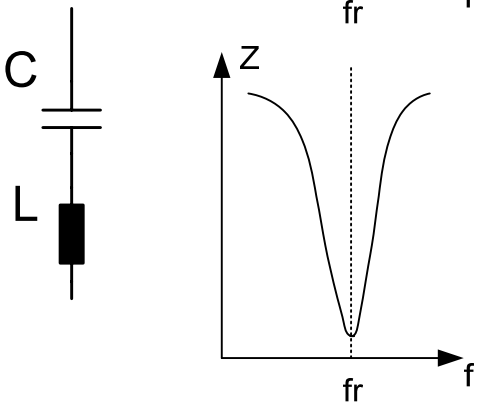
AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 18:

Der Resonanzschwingkreis - Kenngrößen

Besteht aus Spule und Kondensator.
Kenngrößen: **Resonanzfrequenz, Güte, Bandbreite**





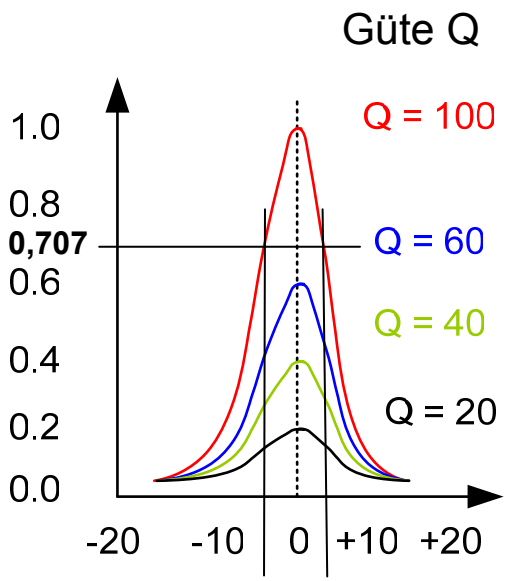
Die Resonanzfrequenz kann nach der Schwingungsformel nach Thomson errechnet werden, für Kurzwelle und Ultrakurzwelle ist die folgende Technikerformel viel praktischer:

$$f = \frac{159}{\sqrt{L*C}}$$

(**f in MHz**, **C in pF**, **L in uH**)

Welche Resonanzfrequenz hat ein Schwingkreis mit C = 100 pF, L = 21 uH?

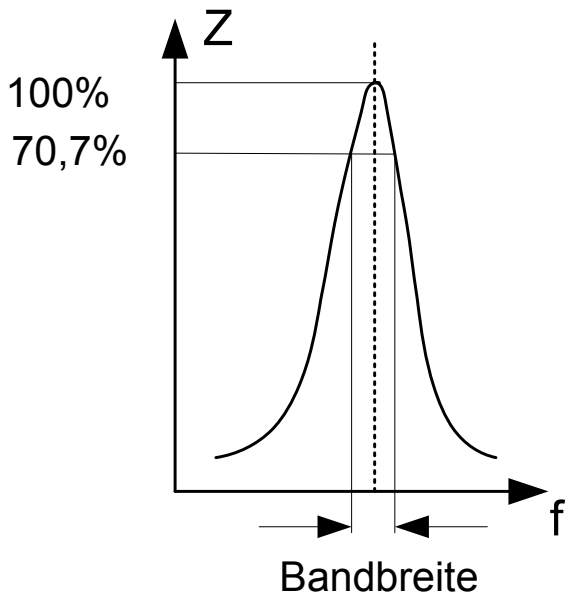
$$f = \frac{159}{\sqrt{21*100}} = \frac{159}{45{,}82} = 3{,}47 \text{ MHz}$$

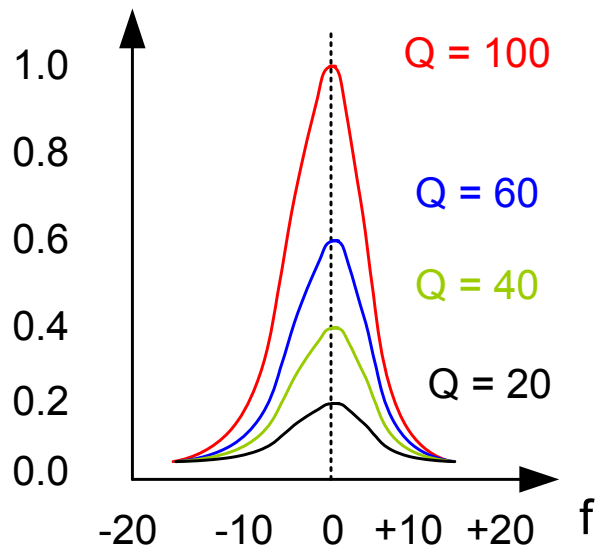


Bandbreite B = f2-f1, Güte Q = f/B, Beispiel f = 10.000kHz, B = 100kHz, Q = 10000/100 = 100

Frage 18A:

Der Resonanzschwingkreis - Kenngrößen





Bandbreite B = f_2-f_1, Güte Q = f / B,

Beispiel: f = 10.000kHz
B = 100kHz
Q = 10000/100 = 100

Die Güte Q ist ein Maß für die Verluste im Schwingkreis.

Hohe Güte (hohe Q-Werte): geringe Verluste!

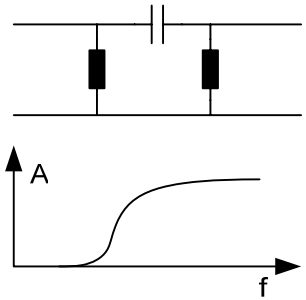
AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 19:

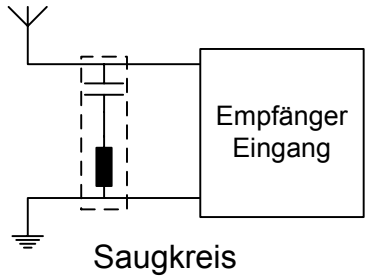
Der Resonanzschwingkreis - Anwendungen in der Funktechnik

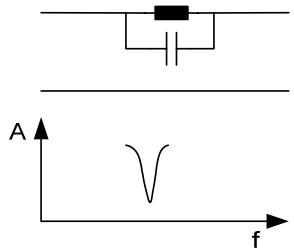
Selektionsmittel in Eingangsschaltungen, ZF Verstärkern, Bandfilter, Sperrkreis

Der Hochpass läßt hohe Frequenzen passieren und sperrt bei tiefen Frequenzen

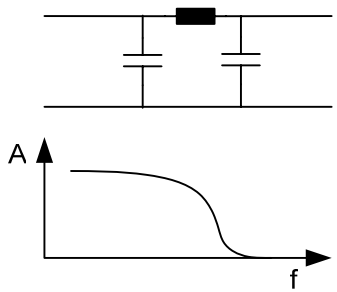


Die Bandsperre sperrt eine(n) Frequenz(bereich) und läßt andere Frequenzen passieren

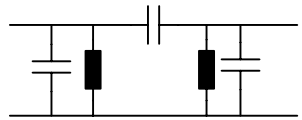


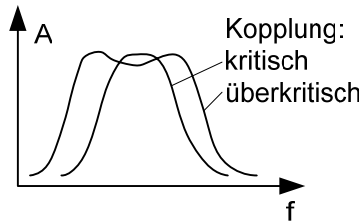


Der Tiefpass läßt tiefe Frequenzen passieren und sperrt bei hohen Frequenzen



Der Bandpass als Filter großer Güte bei größerer Bandbreite als beim Einzelfilter





AFU Kurs Technik Klasse 1

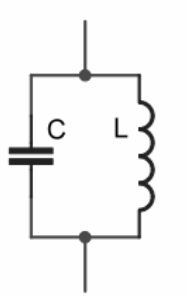
Frage 20:

Berechnen Sie die Resonanzfrequenz eines Schwingkreises mit folgenden Werten: L = 15 H, C = 30 pF (Werte sind variabel)

$$F = 159 / \sqrt{L * C} = 159 / \sqrt{15*30} = 159 / 21{,}213 = 7.494 \text{ MHz}$$

Achtung Werte: L in µH, C in pF f, in MHz!

<u>Parallelresonanz</u>:



Bei Resonanz hochohmig!

<u>Serienresonanz</u>:

Bei Resonanz niederohmig!

Frage 21:

Filter – Arten, Aufbau, Verwendung und Wirkungsweise

Filter können als **Hochpass-**, **Tiefpass-**, **Bandpass-**, oder **Bandsperr-**Filter aufgebaut werden.
Alle Filter lassen sich aus R-C oder L-C Schaltungen realisieren.

Anwendung:

Zum Filtern unerwünschter Frequenzen (Hochpass, Tiefpass, Bandpass)
Zur Erhöhung der Selektivität (Bandpass am Eingang von Empfängern)
Schwingkreis als frequenzbestimmendes Teil in Oszillatoren

Ein Quarz verhält sich wie ein Schwingkreis mit extrem hoher Güte.
Dadurch lassen sich mit mehreren Quarzen Filter mit sehr guter Selektion und Flankensteilheit herstellen. (Quarzfilter).

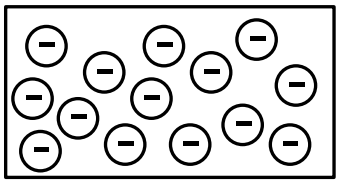
Filter können auch mit Operationsverstärkern aufgebaut werden, wobei man dann von „aktiven Filtern“ spricht.

Frage 22:

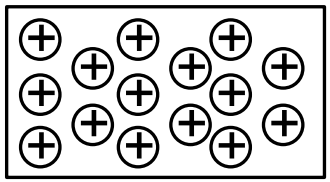
Was sind Halbleiter ?

Halbleiter sind Bauteile, deren Leitfähigkeit durch elektrische oder physikalische Einflüsse gesteuert werden kann. Das Ausgangsmaterial ist Silizium oder Germanium, das mit einer winzigen Verunreinigung versehen wird (Dotierung).

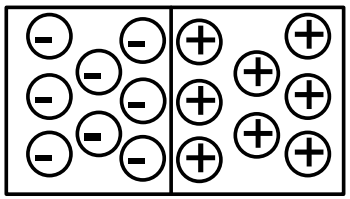
N-leitend



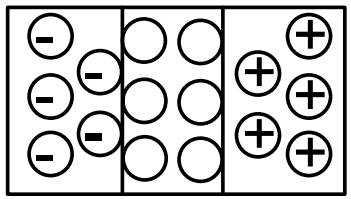
P-leitend



Durch die Dotierung mit 3- oder 5-wertigen Stoffen entsteht ein Elektronen-Mangel oder Überschuss im 4-wertigen Grundmaterial. Dies ergibt die „Halbleiter-Eigenschaften“. 3-wertige Dotierung ergibt p-Material, 5-wertige Dotierung ergibt n-Material.



P-N-Übergang



Sperrschicht durch Rekombination

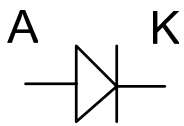
Wird ein p- und ein n-dotiertes Material zusammengebracht, entsteht ein p-n-Übergang. An der Grenzschicht entsteht durch Rekombination eine Sperrschicht.

AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 22A:

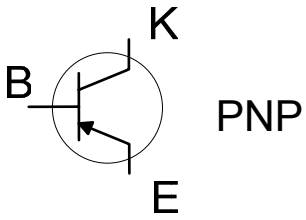
Was sind Halbleiter ?

Halbleiter mit <u>einem P-N Übergang</u> sind Dioden.
Sie werden für Gleichrichterzwecke eingesetzt.

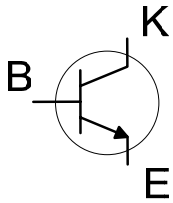


Schaltsymbol **tatsächliches Aussehen (gekennzeichnet wird immer die Kathode)**

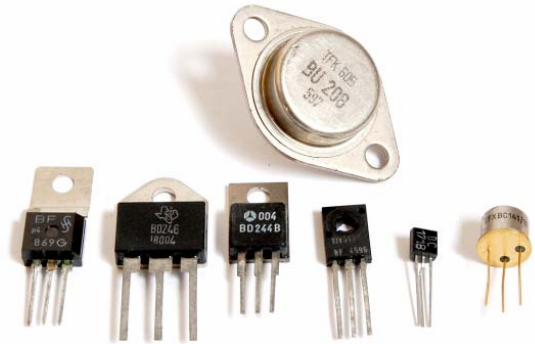
Halbleiter mit <u>zwei P-N Übergängen</u> sind Transistoren.
Sie werden für Verstärkerzwecke oder als Schalter eingesetzt.



PNP



NPN

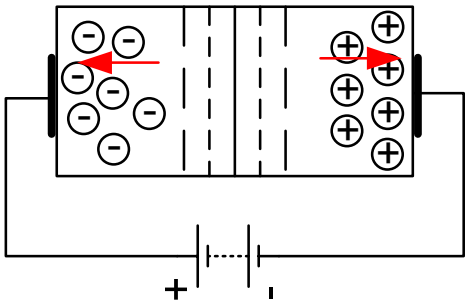


AFU Kurs Technik Klasse 1

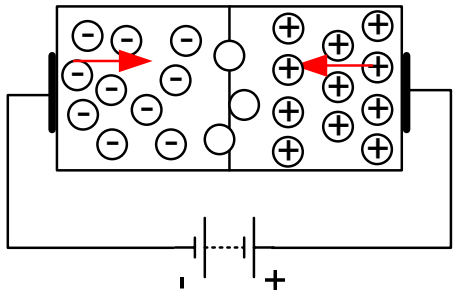
Frage 23:

Die Diode - Aufbau, Wirkungsweise und Anwendung

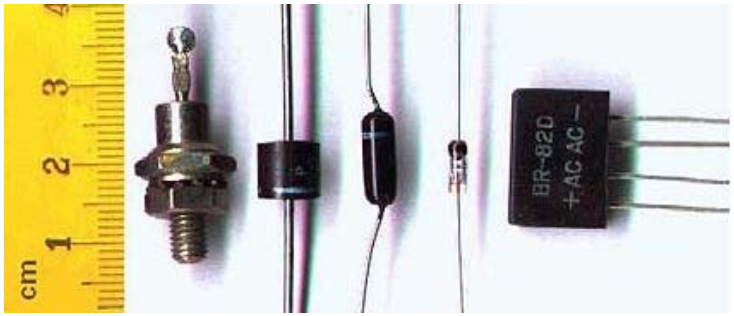
Ein p-leitender und ein n-leitender Halbleiter werden miteinander verbunden.
Dadurch entsteht an der Kontaktstelle eine Sperrschicht, da sich dort Elektronenmangel und –Überschuss ausgleichen (Rekombination).
Legt man jetzt eine Spannung an, wird diese Sperrschicht entweder vergrößert (Pluspol an p-Material) oder so verkleinert, dass sie verschwindet (Pluspol an n-Material) und dadurch ein Stromfluss durch die Diode erfolgen kann. Die Diode leitet den Strom daher nur in einer Richtung, man spricht vom "Gleichrichter-Effekt".
Verwendung: zur Gleichrichtung von Wechselspannungen.

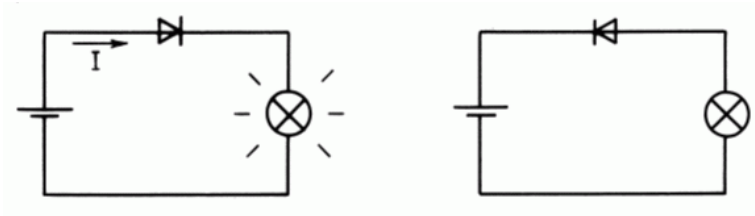


p-n-Übergang in Sperrichtung



p-n-Übergang in Durchlassrichtung





Demonstration von Durchlassrichtung und Sperrrichtung der Diode

Weitere Dioden:Kapazitätsdioden, Zener-Dioden, PIN-Dioden, ….

Frage 23A:

Die Diode - Aufbau, Wirkungsweise und Anwendung

Weitere Dioden:Kapazitätsdioden, Zener-Dioden, PIN-Dioden, ….

Zener-Diode:
Normalerweise werden Dioden, bei denen die maximale Sperrspannung überschritten wird, durch einen sog. Durchbruch (dabei erfolgt ein Spannungs-Überschlag an der Sperrschicht) zerstört. Zener-Dioden sind so gebaut, dass sie diesen Durchbruch aushalten. Dabei ist jedoch der beim Durchbruch entstehende Strom durch einen Vorwiderstand zu begrenzen. Der Vorteil ist, dass diese "Durchbruchspannung" vom fließenden Strom nahezu unabhängig, d.h. sehr konstant ist.
Zenerdioden werden daher für eine bestimmte Durchbruchspannung gebaut und zur Stabilisierung von Gleichspannungen verwendet.

Kapaziäts-Diode:
Der Aufbau einer Diode entspricht auch der Definition eines Kondensators: zwei leitende Materialien (n- bzw. p-Schicht), die durch eine isolierende Schicht (Sperrschicht) voneinander getrennt sind. Daher hat jede Diode auch eine Kapazität. Normalerweise ist diese störend und bei der Entwicklung von Dioden wird versucht, diese Kapazität so gering als möglich zu halten.
Kapazitäts-Dioden werden jedoch so gebaut, dass diese Kapazität (vergleichsweise) hoch ist. Betreibt man eine solche jetzt mit einer Gleichspannung in Sperrichtung, vergrößert sich die Sperrschicht und damit sinkt auch die Kapazität. Dies kann man zur Steuerung von Oszillatoren (Schwingungserzeugern) durch Gleichspannung (VCO = voltage controlled oscillator) verwenden.

AFU Kurs Technik Klasse 1

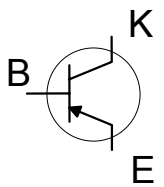
Frage 24:

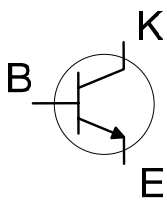
Der Transistor - Aufbau, Wirkungsweise und Anwendung

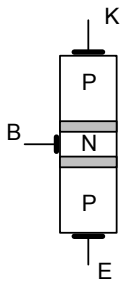
Zwei n-leitende Halbleiter werden mit einem p-leitenden Halbleiter verbunden, damit entsteht ein Bauteil mit 3 Anschlüssen. Genau so gut kann der Aufbau auch p-n-p lauten. Der mittlere Anschluss ist die Basis. Die äußeren Anschlüsse heißen Kollektor und Emitter.

Wird ein sehr geringer Strom in die Basis eingespeist, ruft dieser im Kollektorkreis einen wesentlich größeren Strom hervor. Diese Verstärkung wird genutzt für NF und HF Verstärker, Oszillatoren, Gleichspannungsanwendungen.

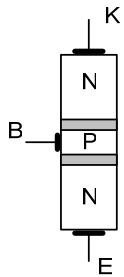
In digitalen Schaltkreisen werden eine Vielzahl von Transistoren auf einem gemeinsamen Substrat realisiert.







PNP



NPN

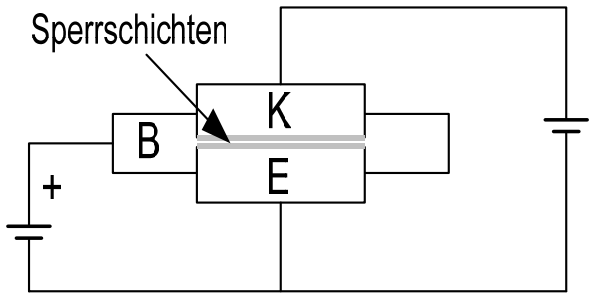
Kenndaten von Transistoren:

- Typ (NPN oder PNP)
- Stromverstärkung
- maximale Kollektorspannung
- maximaler Kollektorstrom
- Grenzfrequenz

AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 24A:

Der Transistor - Aufbau, Wirkungsweise und Anwendung

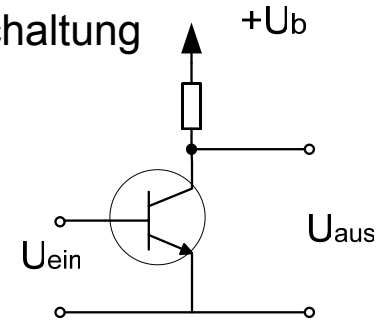


Zwischen Basis und Emitter bzw. Basis und Kollektor bilden sich die beiden Sperrschichten (Rekombination) aus. Weil die Basis sehr dünn und schwach dotiert ist, können die Elektronen bei fließendem Basisstrom auch die B-K-Sperrschicht überwinden und über den Kollektor-Anschluss abfließen. Damit kann der Kollektorstrom durch einen im Verhältnis dazu kleinen Basisstrom gesteuert werden.

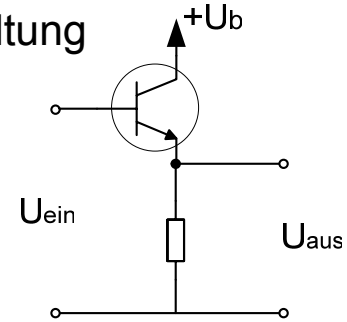
Der Transistor verhält sich wie ein elektrisch gesteuerter, veränderlicher Widerstand.

Strom fließt erst, wenn Basisstrom fließt, d.h. wenn die Spannung Ube zwischen Basis und Emitter mindestens +0,7 V (für Si-Transistoren) beträgt (siehe Sperrschicht einer Diode).

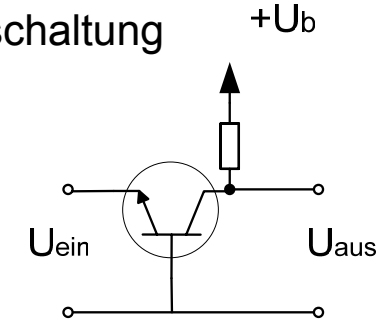
Emitterschaltung



Kollektorschaltung



Basisschaltung



<u>Emitterschaltung</u>: Verstärkerschaltungen (Ein- und Ausgang sind 180° phasenversetzt)
<u>Kollektorschaltung</u>: Impedanzwandlung, Entkopplung, Verstärkung = 1
<u>Basisschaltung</u>. Wie Emitterschaltung, Ein- und Ausgang in Phase

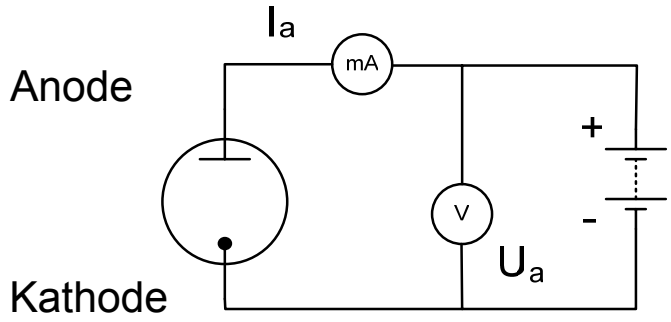
Frage 25:

Die Elektronenröhre - Aufbau, Wirkungsweise und Anwendung

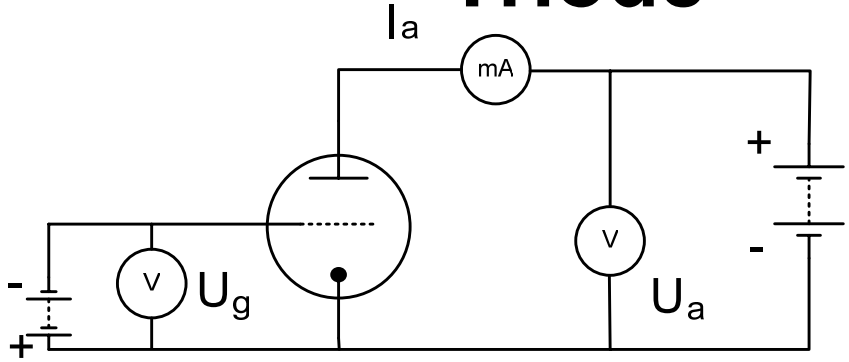
In einem luftleeren Glaskolben befinden sich 2 oder mehr Elektroden. Eine davon, die Kathode wird durch einen Heizfaden zum Glühen gebracht und emittiert dadurch freie Elektronen. Die gegenüberliegende Elektrode heißt Anode und fängt diese Elektronen auf. Ein Stromfluss ist deshalb nur in einer Richtung möglich. (Diode)
Wird zwischen Kathode und Anode noch eine gitterförmige Elektrode eingebracht, kann hier mit einer kleinen Spannungsänderung eine große Anodenstromänderung bewirkt werden.
Damit entsteht eine Triode. Verwendung als Verstärker.

Röhren werden im Amateurfunk fast nur mehr für HF-Leistungsverstärker (PA) verwendet.

Diode



Triode

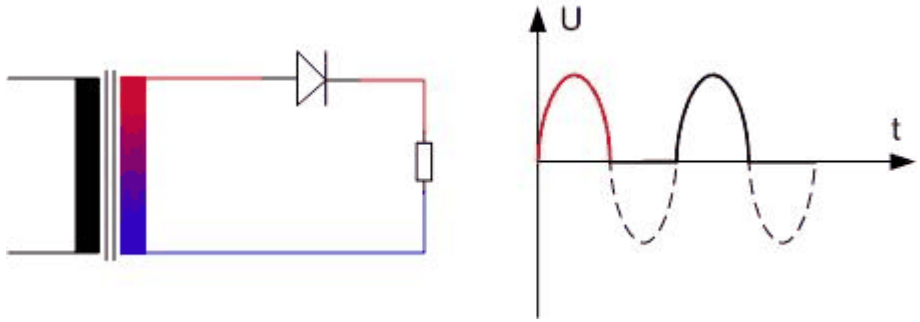


AFU Kurs Technik Klasse 1

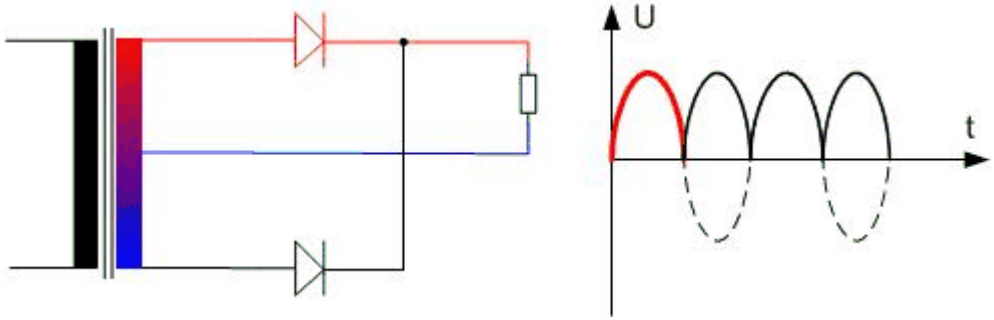
Frage 26:

Arten von Gleichrichterschaltungen - Wirkungsweise

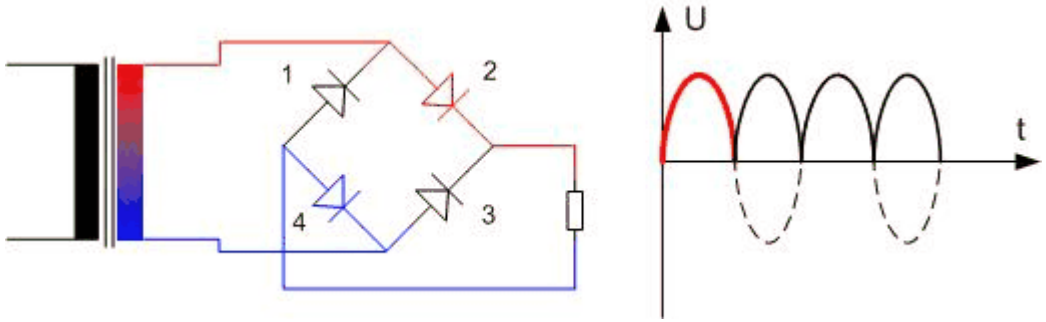
<u>Einweg Gleichrichter:</u> Es wird nur eine Halbwelle der Wechselspannung verwendet.
Hohe Restwelligkeit, 50Hz



<u>Doppelweg Gleichrichter:</u> Es werden beide Halbwellen der Wechselspannung verwendet. „Mittelanzapfung“ beim Trafo nötig!
Geringere 100Hz Restwelligkeit.



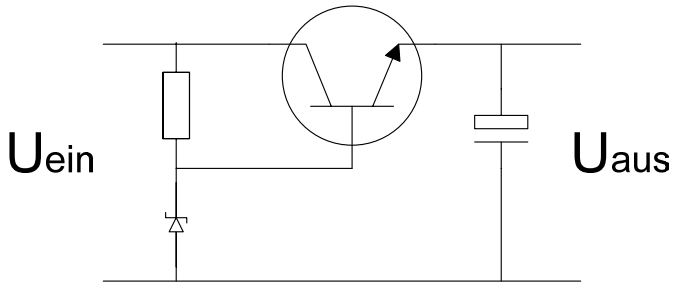
<u>Vollweg- oder Brückengleichrichter:</u>
Beide Halbwellen werden verwendet, zudem ist nur eine Trafowicklung notwendig.
Geringere 100Hz Restwelligkeit.



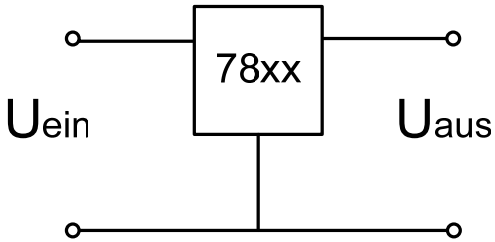
Frage 27:

Stabilisatorschaltungen

Mit einer Zenerdiode und einem Längstransistor kann eine einfache Spannungsstabilisierung aufgebaut werden.



Die Ausgangsspannung ist um die B-E-Spannung kleiner als die Nennspannung der Zenerdiode



Festspannungsregler sind als integrierte Schaltungen fertig erhältlich.

AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 28:

Hochspannungsnetzteil - Aufbau, Dimensionierung und Schutzmaßnahmen

---

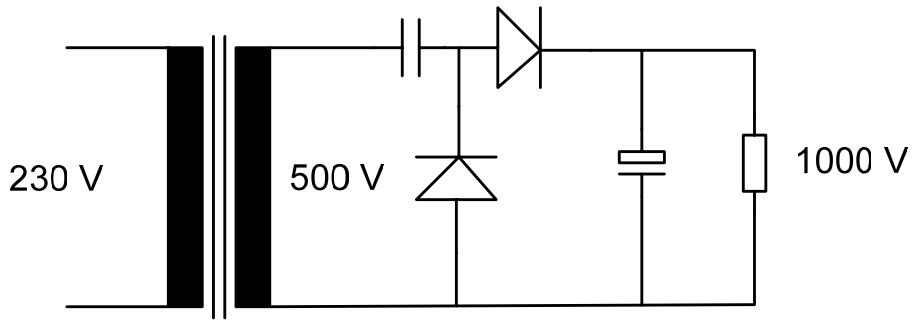
Zur Erzielung hoher Spannungen wird bei der Gleichrichtung oft Spannungsverdoppelung verwendet.

Gleichspannungen im Bereich von 1000 Volt und mehr sind absolut lebensgefährlich! <u>Bereits ab 42 V sind Schutzmaßnahmen</u> erforderlich.

Deshalb ist bei Hochspannung perfekter <u>Berührungsschutz</u> zwingend vorgeschrieben. Dieser wird erreicht durch <u>geschlossenen Hochspannungskäfig mit Deckelschalter, Entladewiderstände über die Elkos</u>.

Vor jedem Eingriff in ein Hochspannungsnetzteil ist der <u>Netzstecker zu ziehen</u> und einige Minuten zum <u>Entladen der Elkos abzuwarten</u>.

Stromversorgung mit Spannungsverdopplung



AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 29:

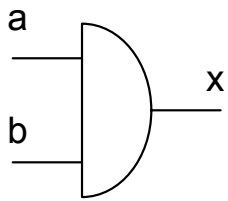
Welche Arten von digitalen Bauteilen kennen Sie ? - Wirkungsweise

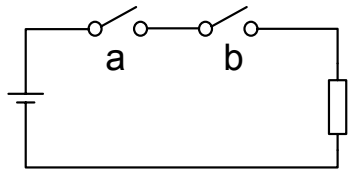
---

Es gibt <u>statische Digitalbausteine</u> (sogenannte <u>Gatter)</u> und **<u>dynamische Digitalbausteine</u>, z.B.: sind die <u>Kippstufen (Flip Flop</u>), welche zur Frequenzteilung/-zählung verwendet werden. Sie bestehen aus Dioden, Transistoren und Widerständen in miniaturisierter Form auf einem gemeinsamen Substrat.**

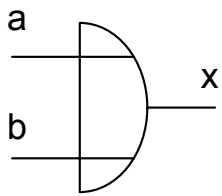
Typ	Symbol	Schaltfunktion	Funktionstabelle Eingang A	Eingang B	Ausgang X
AND	A, B, & → Q	$X=A*B$	0	0	0
			0	1	0
			1	0	0
			1	1	1
OR	A, B, ≥1 → Q	$X=A+B$	0	0	0
			0	1	1
			1	0	1
			1	1	1
NOT	A, 1 → Q	$X=\overline{A}$	0	-	1
			1	-	0
NAND	A, B, & → Q	$X=\overline{A*B}$	0	0	1
			0	1	1
			1	0	1
			1	1	0
NOR	A, B, ≥1 → Q	$X=\overline{A+B}$	0	0	1
			0	1	0
			1	0	0
			1	1	0
XOR	A, B, =1 → Q	$X=\overline{A}B+A\overline{B}$	0	0	0
			0	1	1
			1	0	1
			1	1	0

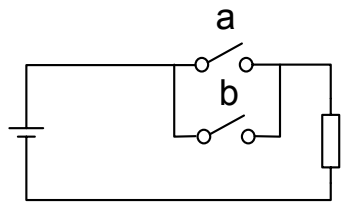
UND





ODER



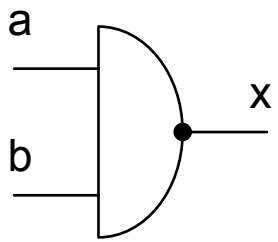


Digitale Bausteine kennen nur logische Eingangs- und Ausgangszustände (0 oder 1) aber keine Zwischenwerte.

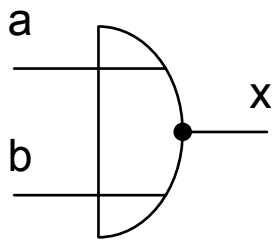
Frage 30:

Was sind elektronische Gatter ? -Wirkungsweise

Gatter sind logische Digitalbauelemente, die nur 2 Zustände kennen, wie z.B. low oder high, aktiv oder passiv, 0 oder 1.
Es gibt AND, NAND, OR, NOR und Inverter



NAND-Gatter: Wenn beide Eingänge „1“ sind, ist der Ausgang „0“



NOR-Gatter: Wenn mindestens ein Eingang „1“ ist, ist der Ausgang „0“

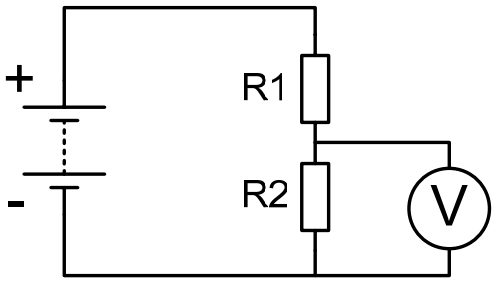
AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 31:

Messung von Spannung und Strom am Beispiel eines vorgegebenen Stromkreises

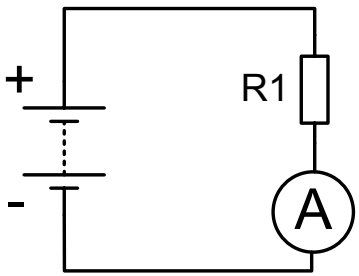
---

<u>Spannung</u> wird mit einem Voltmeter parallel zum interessierenden Schaltungsteil gemessen.
<u>Strom</u> wird durch Auftrennen des Stromkreises in Reihe zu diesem mit einem Amperemeter gemessen.



Spannungsmessung mit Voltmeter V, das den Spannungsabfall an R_2 misst

Innenwiderstand des Spannungsmessers soll möglichst hoch sein um den Meßwert nicht zu verfälschen!



Strommessung mit Amperemeter A, das den Strom durch R_1 misst

Innenwiderstand des Strommessers soll möglichst gering sein!

AFU Kurs Technik Klasse 1

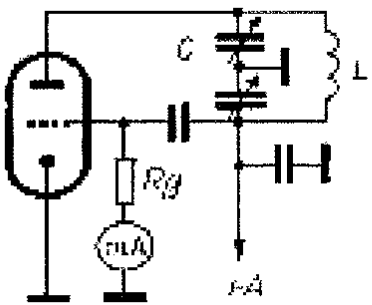
Frage 32:

Erklären Sie die prinzipielle Wirkungsweise eines Griddipmeters, Anwendung und Funktion

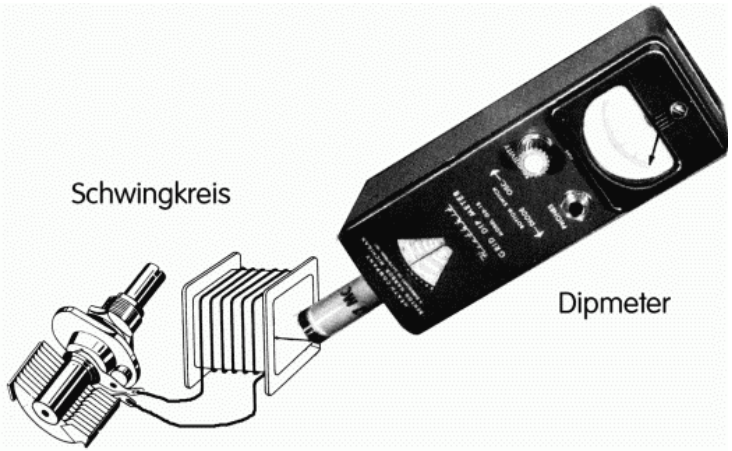
---

Der Schwingkreis eines Transistor- oder Röhrenoszillators (Griddipmeter) wird einem unbekannten Schwingkreis genähert.

Wenn die beiden Resonanzfrequenzen übereinstimmen, wird dem Oszillator im Dip-Meter Energie entzogen. Das kann an einem Messinstrument abgelesen werden. Somit kann die Frequenz festgestellt werden.



Beispiel eines älteren Griddip-Meters. Da moderne Geräte keine Röhren, somit auch kein Gitter haben spricht man jetzt einfach von einem Dipmeter.

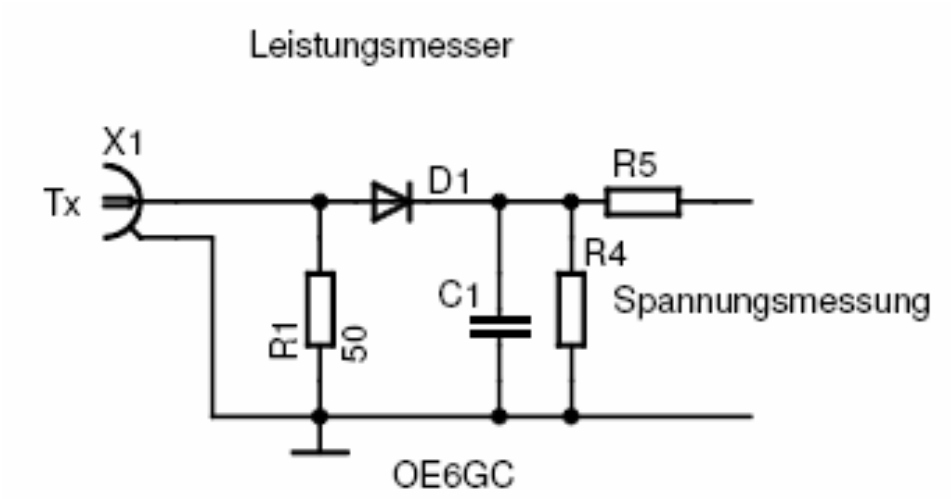


AFU Kurs Technik Klasse 1

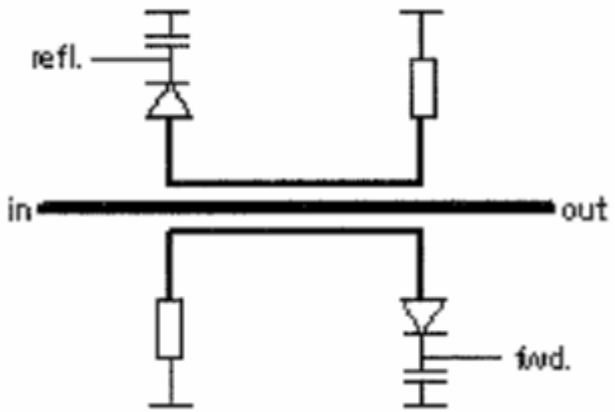
Frage 33:

Erklären Sie die Funktionsweise eines HF-Wattmeters

Entweder direkt oder über einen Richtkoppler wird die HF einem Diodengleichrichter zugeführt. Damit wird praktisch eine Spannungsmessung vorgenommen, aber bei konstantem Abschlusswiderstand kann die Skala des Messwerks direkt in Watt kalibriert werden.



Schaltbild SWR-Meter, beinhaltet Leistungsmesser für fwd. u. refl. Welle



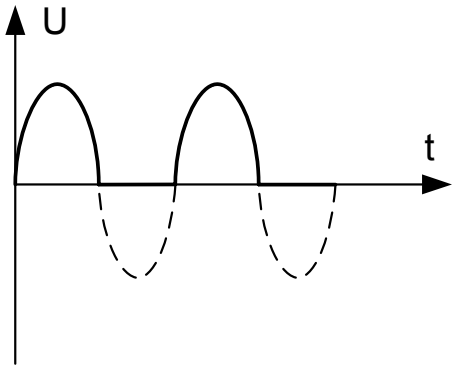
OE6GC

AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 34:

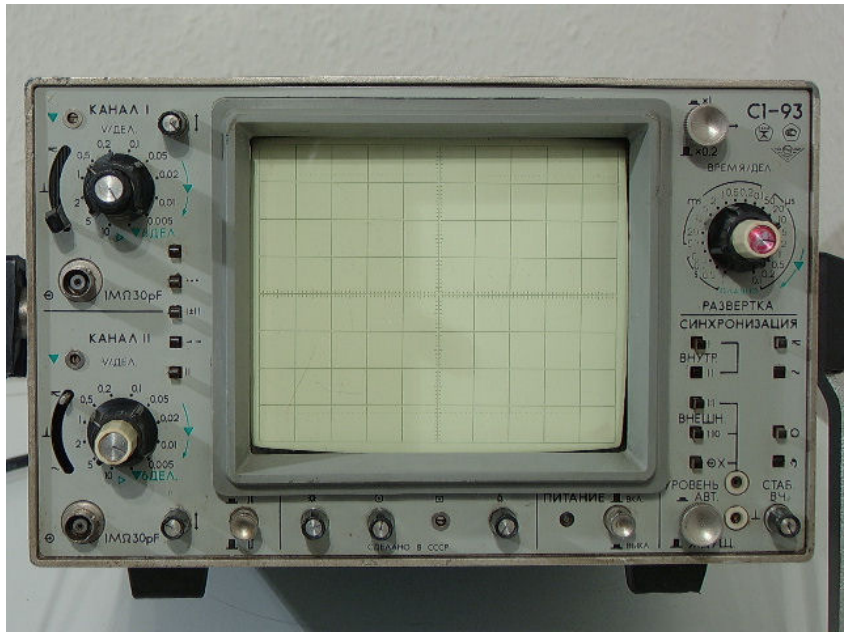
Erklären Sie die Funktionsweise eines Oszillografen (Oszilloskop)

Über eine Kathodenstrahlröhre können Wechselspannungen in ihrem zeitlichen Verlauf dargestellt und gemessen werden (horizontal: Zeit, vertikal: Spannung/Amplitude).
Bei einem Oszilloskop wird ein Kathodenstrahl in einer Röhre ständig von einer Seite zur anderen abgelenkt und (abgedunkelt) wieder an die Anfangsseite zurückgeführt. Die Frequenz, mit der dies erfolgt, kann eingestellt und damit an die Frequenz des darzustellenden Signals angepasst werden.
Das Eingangssignal wird verstärkt und damit der Kathodenstrahl in senkrechter Richtung abgelenkt.
Damit kann der zeitliche Verlauf der Eingangsspannung dargestellt werden.



<u>Dargestellt wird:</u>

- Amplitude
- Frequenz
- Kurvenform

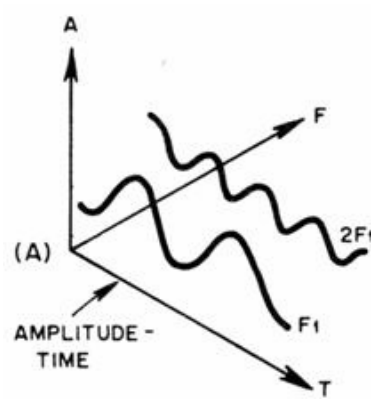


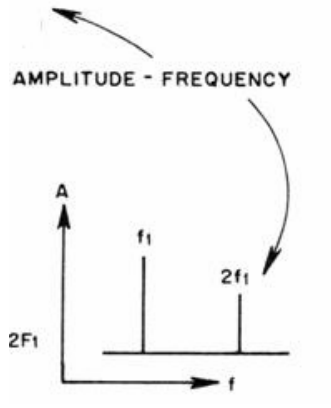
AFU Kurs Technik Klasse 1

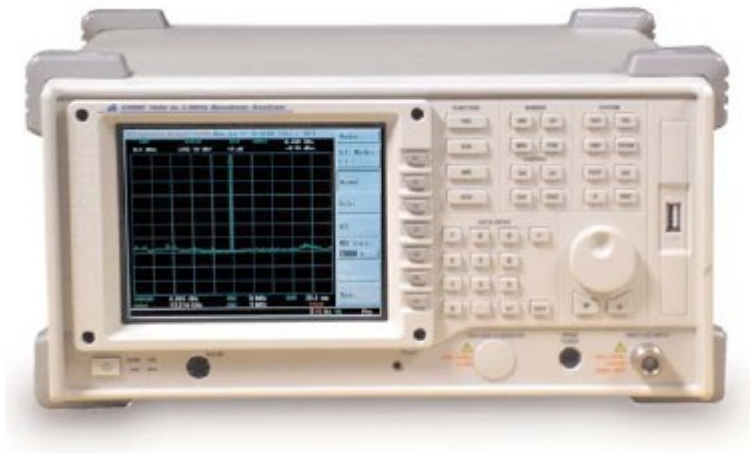
Frage 35:

Erklären Sie die Funktionsweise eines Spektrumanalysators

Über eine Kathodenstrahlröhre können Frequenzen in einem Frequenzbereich dargestellt und gemessen werden (horizontal: Frequenz, vertikal: Amplitude).
Auf dem Bildschirm ist ein bestimmter Frequenzbereich zu sehen. Ist in diesem Frequenzbereich ein Signal vorhanden, wird dies durch eine der Amplitude entsprechende Auslenkung des Strahls dargestellt.
Damit lassen sich ein Frequenzbereich, das Nutzsignal und ev. Nebenaussendungen optisch darstellen.







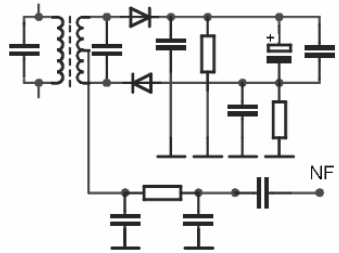
Quelle: DJ4UF

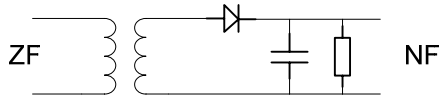
Frage 36:
Begriff Demodulation

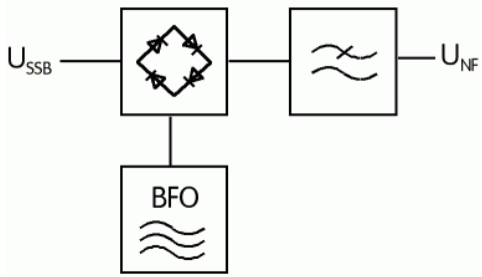
Bei der Demodulation wird das niederfrequente Signal (Sprache oder Daten) aus dem modulierten Hochfrequenzträger zurückgewonnen.

Der **Demodulator** ist eine Baugruppe, die der Wiedergewinnung der niederfrequenten Sprachmodulation aus dem hochfrequenten Signal dient. Je nach verwendeter Modulationsart muss der Demodulator ganz unterschiedlich aufgebaut sein:

- **Frequenzmodulation:** Ratiodetektor, Quadraturdemodulator
- **Amplitudenmodulation:** Diodendemodulator, Synchrondetektor
- **Einseitenband Modulation:** Produktdetektor



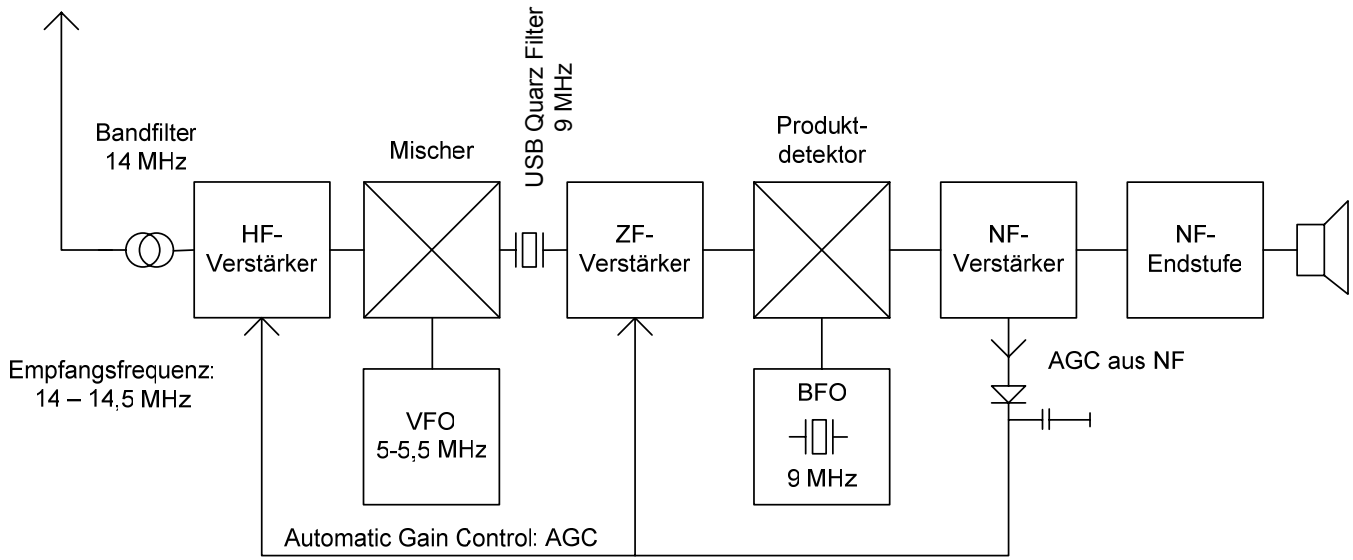




AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 37:

Zeichnen Sie das Blockschaltbild eines Überlagerungsempfängers



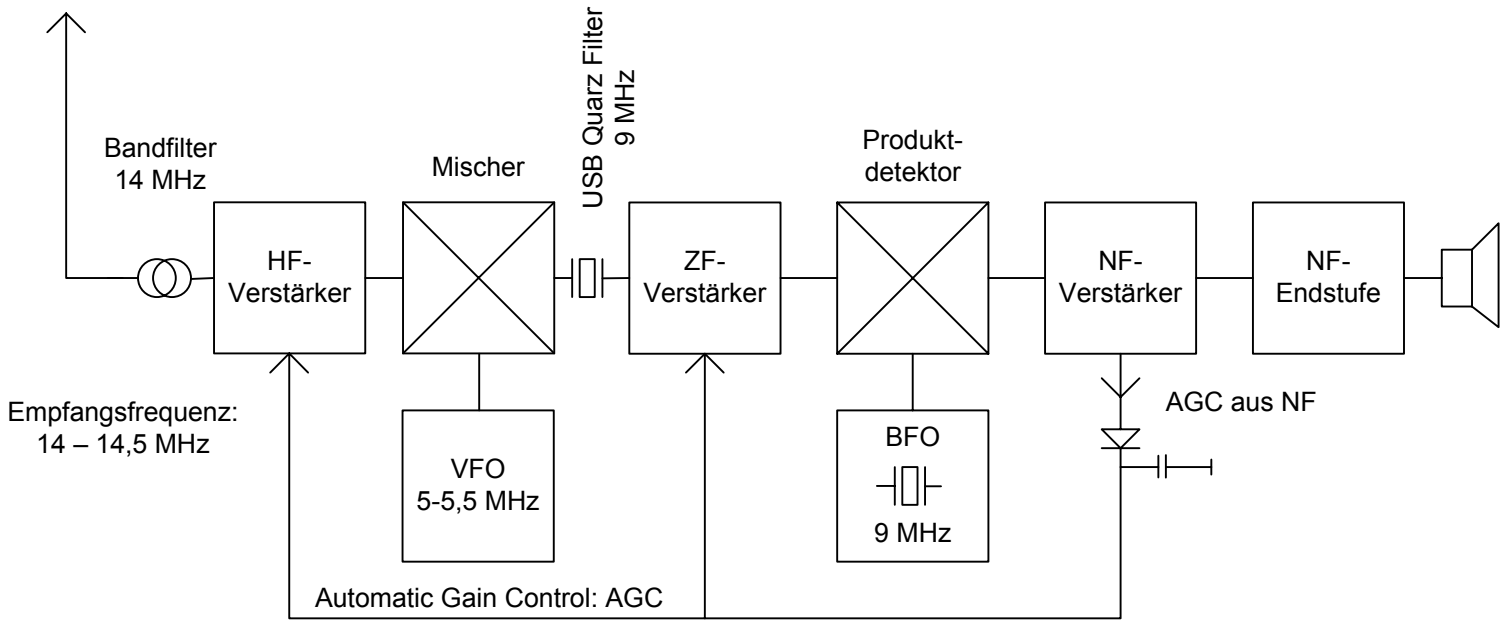
Über die Antenne gelangen alle Empfangsfrequenzen zum Bandpass-Filter, das das gewünschte Frequenzband herausfiltert.
Nach Verstärkung wird das Empfangssignal mit dem VFO-Signal gemischt. Aus den Mischprodukten (Summe und Differenz) wird durch das ZF-Filter (Quarz-Filter) die gewünschte Empfangsfrequenz (ZF – Zwischenfrequenz) herausgefiltert und verstärkt.

Im Produktdetektor erfolgt eine weitere Mischung mit dem BFO-Signal um dem SSB ZF-Signal den fehlenden Träger wieder zuzusetzen. Das entstehende AM-Signal wird demoduliert und das NF-Signal wird verstärkt und dem Lautsprecher zugeführt..

AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 38:

Was verstehen Sie unter Spiegelfrequenz und Zwischenfrequenz ?



Bei der Mischung mit der VFO-Frequenz entstehen die Summe und die Differenz der beiden Frequenzen. In diesem Beispiel ist nur die Differenz erwünscht (14 MHz – 5 MHz VFO = 9 MHz ZF). Bei einem Eingangssignal von 4 MHz entsteht im Mischer als Summe (4 MHz + 5 MHz = 9 MHz ZF) ebenfalls die ZF-Frequenz, die vom ZF-Filter durchgelassen wird.

Diese **„Spiegelfrequenz“** kann nur durch ein entsprechendes <u>Bandpass Filter</u> im Eingang unterdrückt werden, welches nur die Empfangsfrequenz ungehindert passieren lässt.

Frage 39:

Erklären Sie die Kenngrößen eines Empfängers – Empfindlichkeit, intermodulationsfreier Bereich, Eigenrauschen

---

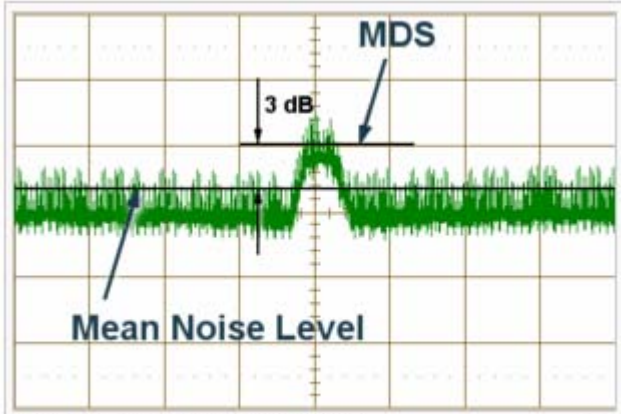
- **Empfindlichkeit ist die Fähigkeit eines Empfängers ein kleinstes Signal mit einem Signal / Rauschabstand von 3dB (Minimum Detectable Signal, MDS) oder 10 dB zu empfangen.**

  > Üblich im AFU besser 0,2µV oder -130dBm für 10dB S/N

- **Die zwei größten gleich starken Signale, die ein Empfänger verkraften kann, ohne zu übersteuern ergibt den intermodulationsfreien Bereich.**

  > Gute Empfänger haben einen intermodulations-freien Dynamikbereich von mindestens 90 dB.

- **Das Eigenrauschen bestimmt den Eingangspegel unter dem normalerweise kein Empfang möglich ist (Rauschflur).**



Signalgröße zur Messung des MDS

AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 40:

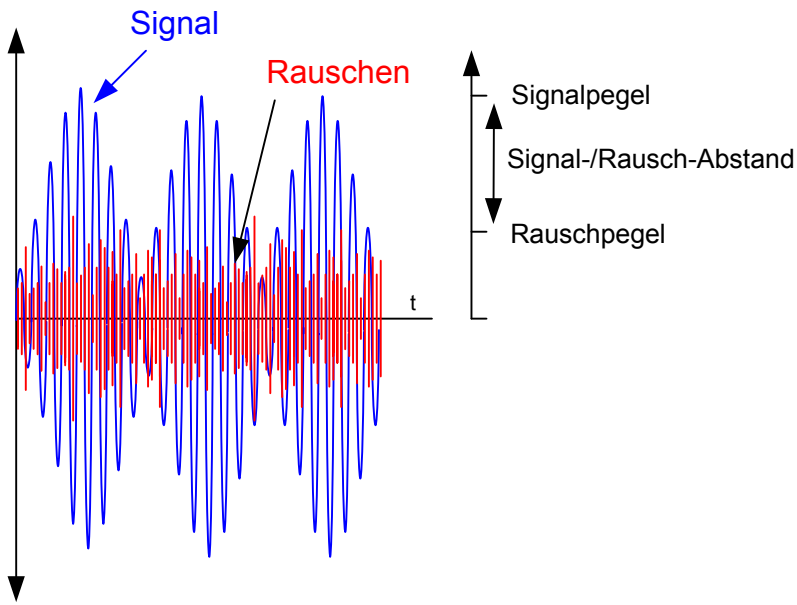
Erklären Sie den Begriff des Rauschens. - Auswirkungen auf den Empfang.

Durch unregelmäßige Elektronenbewegungen entsteht in jedem Bauteil ein Rauschen.
Je kleiner dieses Rauschen gehalten werden kann, desto schwächere Signale kann der Empfänger noch aufnehmen.

Alle durch die Bauteile innerhalb eines Gerätes zusammenwirkenden Rauschquellen ergeben das „Eigenrauschen“, das nur durch Verwendung rauscharmer Bauteile oder Kühlung verringert werden kann.

Dazu kommt das „äußere Rauschen“, das sich aus dem atmosphärischen Rauschen, dem galaktischen Rauschen und dem sog. „man made noise“ (technische Rauschquellen) zusammensetzt.

Das äußere Rauschen ist frequenz- und standortabhängig.



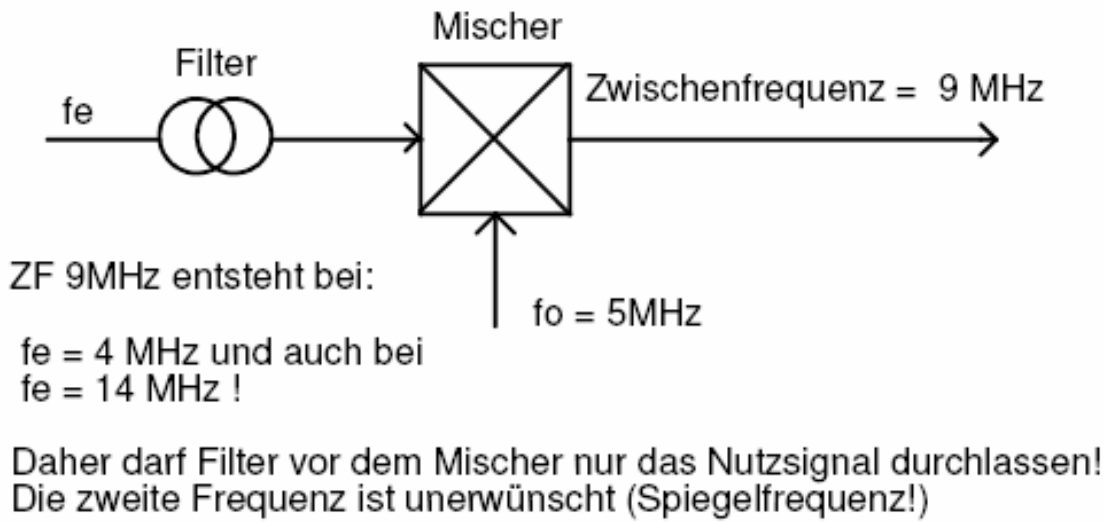
AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 41:

Mischer in Empfängern – Funktionsweise und mögliche technische Probleme

---

Der Mischer mischt die Empfangsfrequenz mit einem im Gerät befindlichen Oszillator (VFO). Dadurch entstehen die Summe und die Differenz der beiden Frequenzen. Falls die unerwünschte <u>Spiegelfrequenz</u> nicht schon am Eingang ausgefiltert (unterdrückt) wird, besteht die Gefahr des Spiegelfrequenzempfanges.



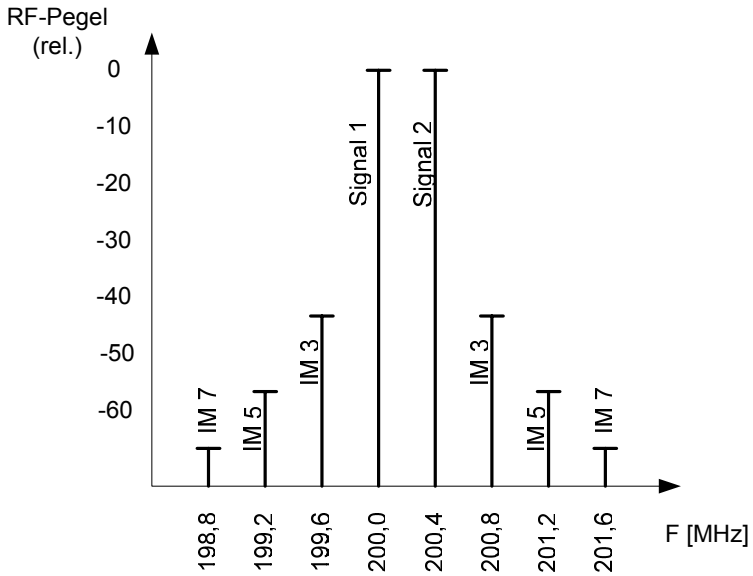
Quelle: OE6GC

AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 42:

Nichtlineare Verzerrungen - Ursachen und Auswirkungen

<u>Nichtlineare Verzerrungen</u> = Intermodulation (Kreuzmodulation). Falls durch starke Signale im Empfangszweig eine Stufe in den nichtlinearen Kennlinienteil ausgesteuert wird, entstehen scheinbar weitere Signale, die am Eingang gar nicht vorhanden sind (Geistersignale).
In einem solchen Fall kann eine Vorstufe des Empfängers durch zwei oder mehrere starke anliegende unerwünschte Signale diese in den Empfangsbereich des Empfängers als Störungen „hineinmischen“.



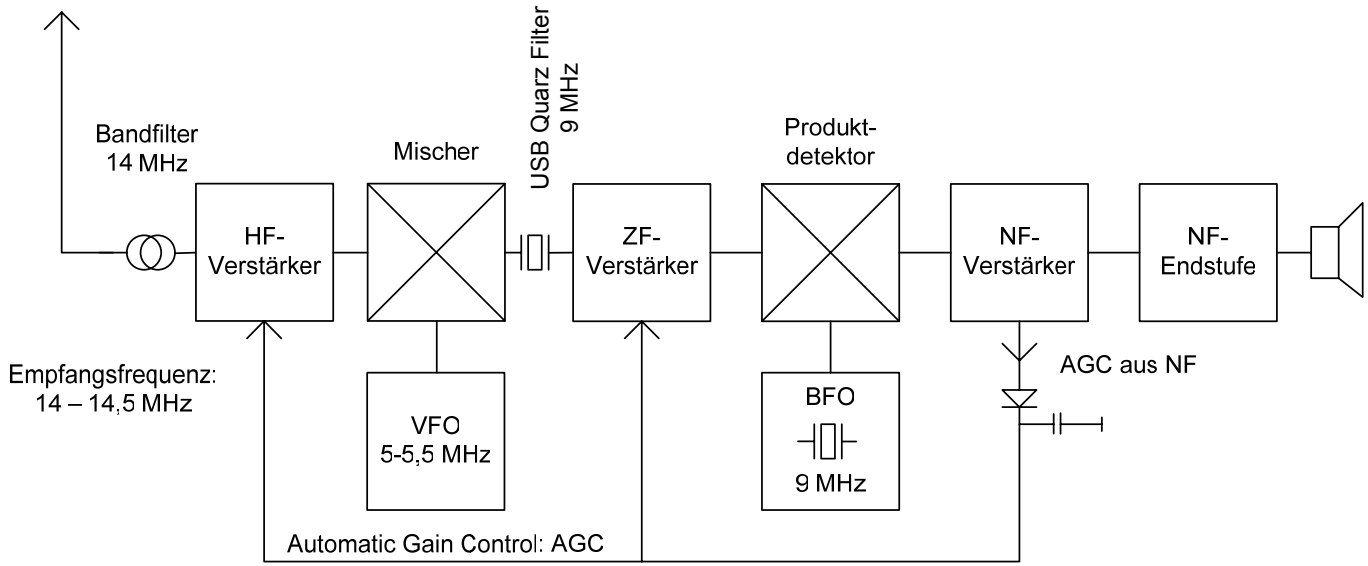
Eine Verbesserung ist durch Einschaltung eines Abschwächers vor dem Empfänger zu erzielen:

AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 43:

Empfängerstörstrahlung - Ursachen und Auswirkungen

Jeder Oszillator (VFO, BFO, …) ist ein Sender kleiner Leistung. Dieser muss vom Antenneneingang so gut entkoppelt werden, dass die Oszillatorleistung auf keinen Fall über die Antenne abgestrahlt werden kann.
Diese Entkopplung erfolgt durch HF-Vorverstärker, aktive Mischer und Bandfilter, welche nur das gewünschte Empfangssignal durchlassen, das Oszillatorsignal jedoch unterdrücken.
Die Messung der Empfängerstörstrahlung erfolgt mit einem Spektrumanalysator am Antenneneingang oder mit einer Hilfsantenne am Spektrumanalysator mit welcher direkte Abstrahlung lokalisiert werden kann.

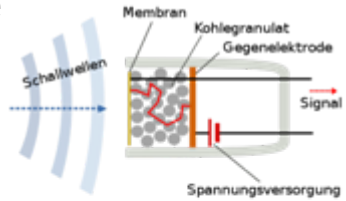


AFU Kurs Technik Klasse 1

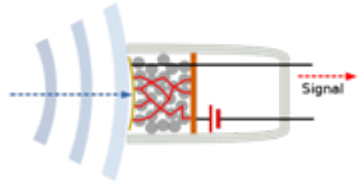
Frage 44:

Mikrofonarten - Wirkungsweise

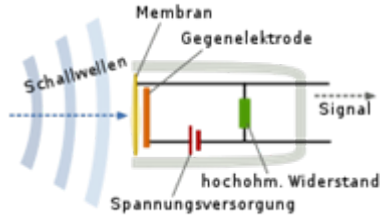
Mikrofon dient zur Umwandlung von Schallwellen in elektrische Wellen, **Lautsprecher** u. **Kopfhörer** wandeln elektrische Wellen in Schallschwellen um.



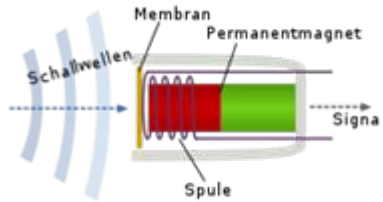
Kohlemikro: Membran presst Kohlekörnchenschicht zusammen. Druck der Schallwellen ändert den elektrischem Widerstand.



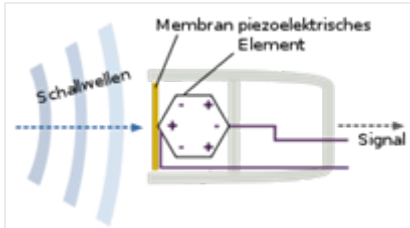
Elektretmikro: Kunstharzmasse bildet Elektret, ändert beim Verformen die Ladung der Kapazität, Ausgangssignal hochohmig, daher Einbau eines Vorverstärkers notwendig.



Dynamisches Mikrofon: Membran mit beweglicher Spule verbunden, taucht in Magnetfeld eines Dauermagneten ein, induziert Wechselspannung.



Kristallmikro: Kristalle aus Seignetsalz und Keramiken geben bei mech. Belastung elektrische Spannung ab, Piezoeffekt.



AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 45:

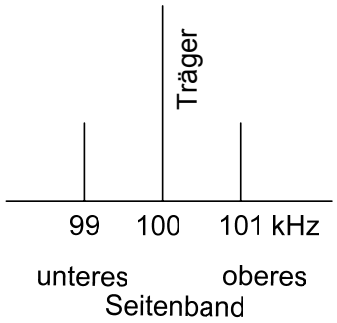
Prinzip, Arten und Kenngrößen der Einseitenbandmodulation

Ausgehend von einer Amplitudenmodulation (AM) werden der Träger und ein Seitenband unterdrückt. Das Ergebnis heißt „Einseitenbandmodulation = SSB (single side band).

Kenngrößen:

- Trägerunterdrückung,
- Unterdrückung unerwünschtes Seitenband,
- Spitzenausgangsleistung.

Der Vorteil der Einseitenbandmodulation liegt in der weit günstigeren Leistungsausbeute und der geringeren belegten Bandbreite, wodurch sich auch gleichzeitig eine geringere Störanfälligkeit ergibt.



Wir sehen, dass im Träger 50% der gesamten Sendeenergie steckt und in jedem Seitenband nur 25% enthalten sind. Wenn es also gelingt, den Träger und ein Seitenband zu unterdrücken, steigt die Sendeleistung für das erwünschte Seitenband auf das 4-fache. Dieses Verfahren wurde von Funkamateuren entwickelt und ist heute weltweit im Einsatz, auch bei kommerziellen Sendestationen.

Es gibt 2 Verfahren, ein Einseitenbandsignal zu erzeugen:

- Die Filtermethode
- Die Phasenmethode

Bei der Filtermethode wird nur ein Seitenband mittels Quarzfilter durchgelassen.

Bei der Phasenmethode wird das SSB-Signal über Phasenschieber-Netzwerke erzeugt.

AFU Kurs Technik Klasse 1

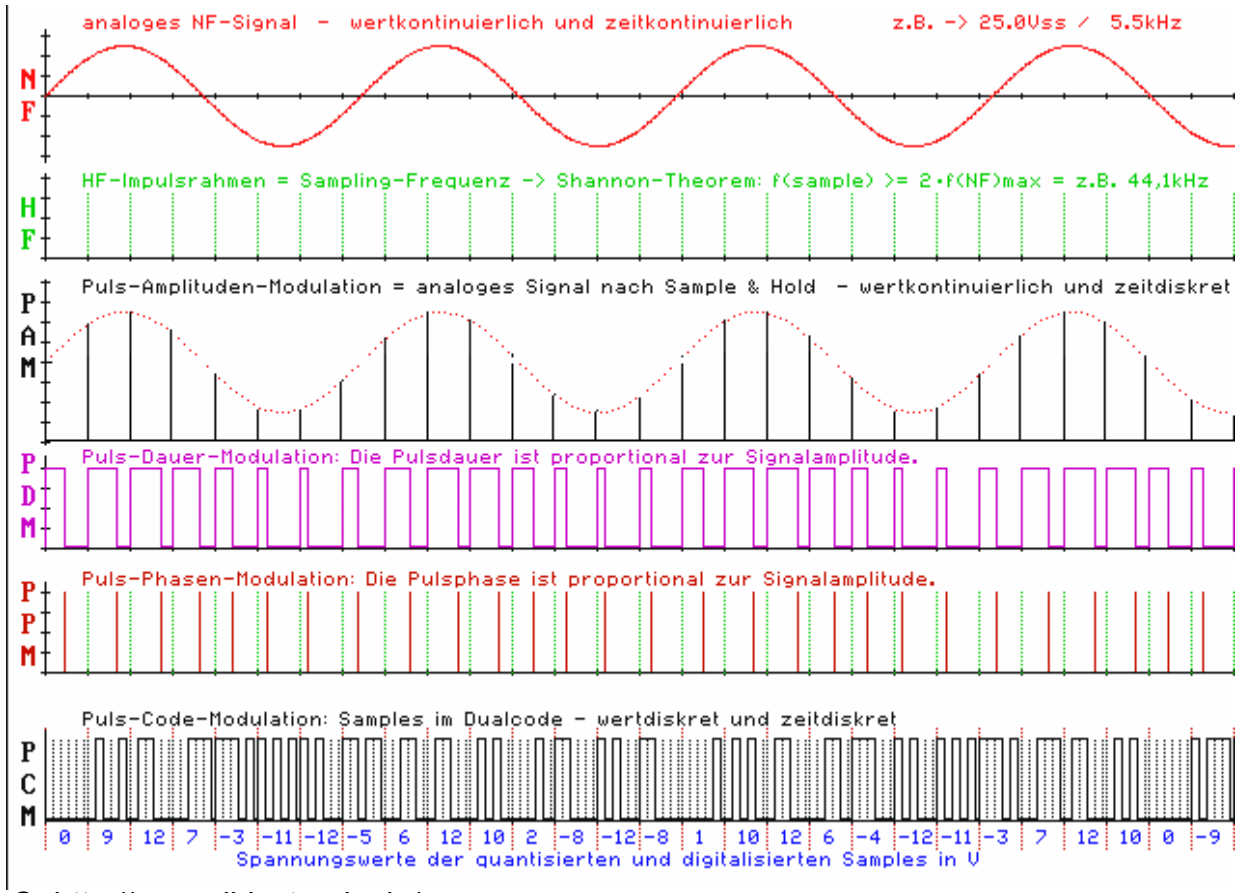
Frage 46:
Prinzip, Arten und Kenngrößen der Pulsmodulation

PAM = Pulsamplitudenmodulation,
PDM = Pulsdauer Modulation,
PFM = Pulsfrequenzmodulation.
PCM = Pulscodemodulation
u.weitere

Bei der Pulsmodulation werden einzelne Impulse gesendet. Die Information liegt in der Höhe (Amplitude), der Dauer, der Lage usw. der Impulse. Bei der PCM wird der zu übertragende Wert der Niederfrequenz (Amplitude) digital codiert gesendet.

Kenngrößen sind Pulsamplitude, -dauer, -phasen/frequenzhub, bzw. Codierung d. quantisierten Samples.

Diese Modulationsarten werden nur auf sehr hohen Frequenzen, über dem 70cm Band, angewendet!



Q: http://www.didactronic.de/

Frage 47:

Erklären Sie die wichtigsten Anwendungen der digitalen Modulationsverfahren

---

FSK: Frequenzumtastung z.B. für RTTY, Packet Radio
PSK: Phasenumtastung mit 2 oder 4 möglichen Zuständen z.B. für PSK 31,
QAM: Quadratur - Amplitudenmodulation. Eine Kombination von Amplituden- und Phasenmodulation, z.B. für digitales Fernsehen, Datenübertragung

<u>FSK: Frequenzumtastung</u>, (frequency shift keying) eine Art der Frequenzmodulation. Der Träger wird zwischen 2 fix definierten Frequenzen hin und her getastet.

<u>PSK: Phasenumtastung</u>, (phase shift keying) eine Art Phasenmodulation. Der Träger wird um 45 oder 90 Grad in der Phase verschoben. Dadurch können in einer HF-Schwingung 2 oder 4 digitale Zustände ausgedrückt werden.

<u>QAM: Quadratur Amplitudenmodulation</u>, dabei wird der Träger sowohl in der Amplitude, als auch in der Phase moduliert. So können noch mehr Informationen pro HF-Schwingung über-tragen werden.

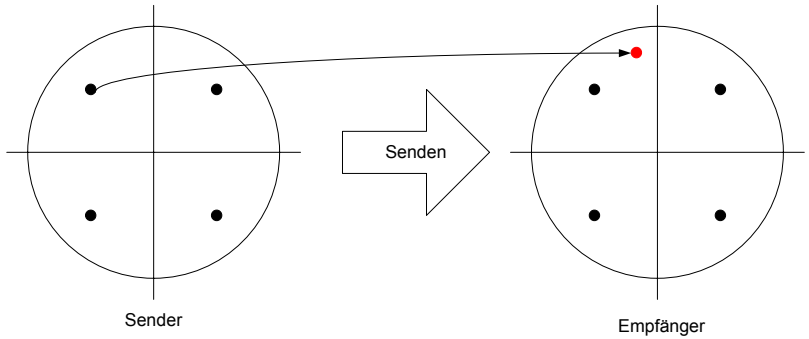
Frage 48:

Erklären Sie die Begriffe CRC und FEC

<u>CRC: Cyclic Redundancy Check.</u> In einer Digitalaussendung wird eine binäre Prüfsumme für die Daten errechnet und mitgesendet.
Im Empfänger wird diese neu errechnet und mit der empfangenen verglichen.
Stimmt diese nicht überein, fordert der Empfänger eine Wiederholung des Datenpaketes an (ARQ – automatic repeat request).

<u>FEC: Forward Error Correction.</u> Bereits bei der Aussendung werden redundante Informationen mitgesendet, die eine fehlerfreie Decodierung bzw. die Korrektur von Übertragungsfehlern beim Empfänger ermöglichen.

<u>Fehler-Erkennung durch Modulationsverfahren:</u>
Empfänger erkennt auf Grund der verschobenen Phase und Amplitude den Fehler



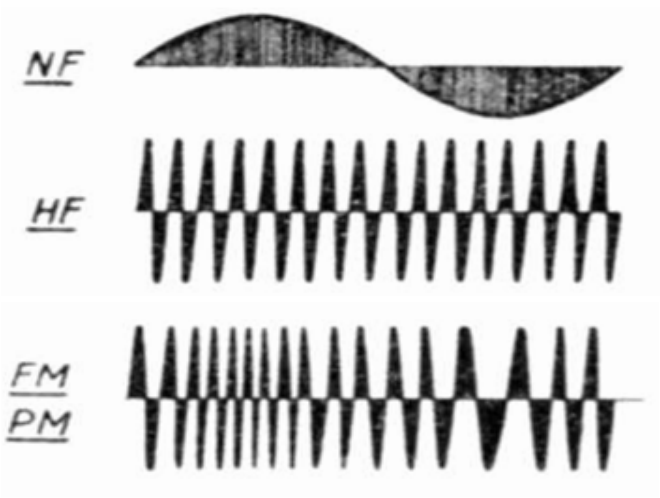
AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 49:

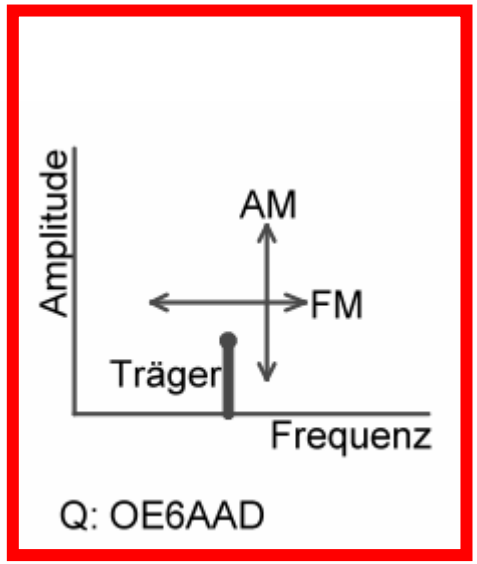
Prinzip und Kenngrößen der Frequenzmodulation

Das Modulationssignal verändert die Grundfrequenz des Sende-Oszillators. Kenngrößen sind **Frequenzhub** in kHz und **Modulationsindex** (Verhältnis „Frequenzhub“ zu „Modulations-frequenz“). Die Lautstärke des Modulationssignals ergibt die Weite der Ablenkung von der Trägerfrequenz. Typisch für Amateurfunkgeräte ist ein Frequenzhub von 5 kHz.
FM wird auf 2m und 70cm eingesetzt.

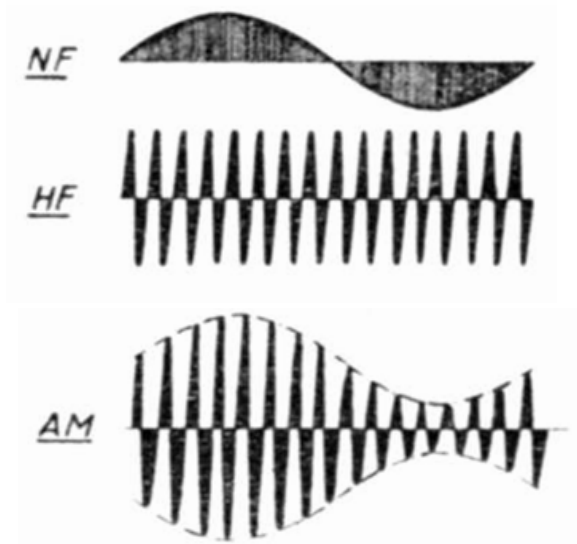
FM (UKW Rundfunk):



leicht zu merken:



Vergleich mit AM (Flugfunk):



FM: Lautstärke liegt in der Frequenzauslenkung des Trägers!

AM: Lautstärke liegt in der Amplitudenänderung des Trägers!

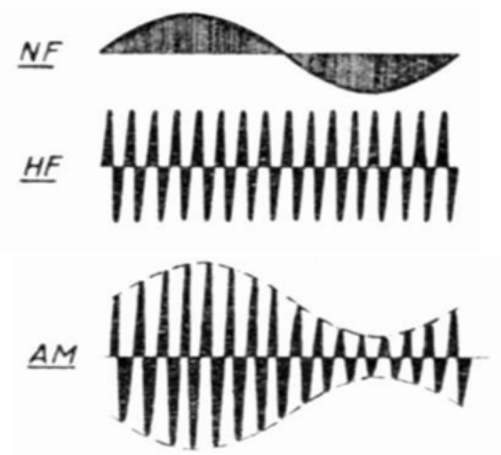
AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 50:

Prinzip und Kenngrößen der Amplitudenmodulation

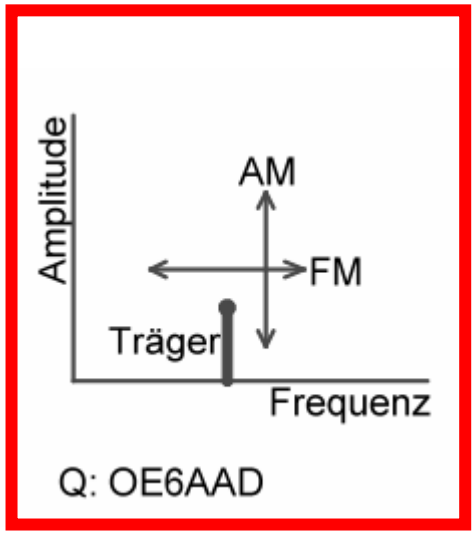
Das Modulationssignal verändert die Ausgangsleistung des Senders (Amplitude). Kenngröße ist der **Modulationsgrad** von 0 bis 100 %. Die Lautstärke des Modulationssignals ergibt die Amplitude des HF-Trägers. Die Frequenz des Modulationssignals ergibt die Bandbreite der Seitenbänder. Wird der Modulationsgrad von 100% überschritten (übermoduliert), dann kommt es zu Verzerrungen der ausgesendeten Signale. Amateurfunk auf KW jedoch praktisch nur mehr in SSB wegen besserer Leistungs- und Frequenznutzung!

AM (Flugfunk):

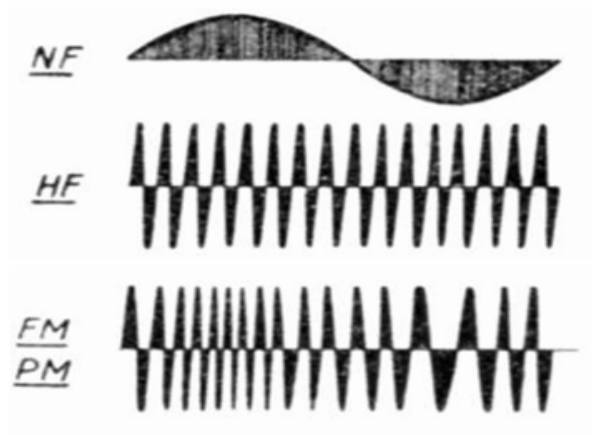


AM: Lautstärke liegt in der Amplitudenänderung des Trägers!

leicht zu merken:



Vergleich mit FM (UKW Rundfunk):



FM: Lautstärke liegt in der Frequenzauslenkung des Trägers!

AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 51:

Erklären Sie den Begriff Modulation (analoge und digitale Verfahren)

Modulation ist der Vorgang, bei dem einem hochfrequenten Träger ein niederfrequentes Signal aufgeprägt wird.

Wenn das niederfrequente Signal jeden Zwischenwert zwischen höchstem und niedrigstem Pegel annehmen kann, spricht man von analoger Modulation (Sprache, Musik).

Wenn das niederfrequente Signal nur 2 Zustände (digital) kennt, spricht man von digitaler Modulation (Fernschreiben, Datenübertragung).

Addition: Multiplikation:

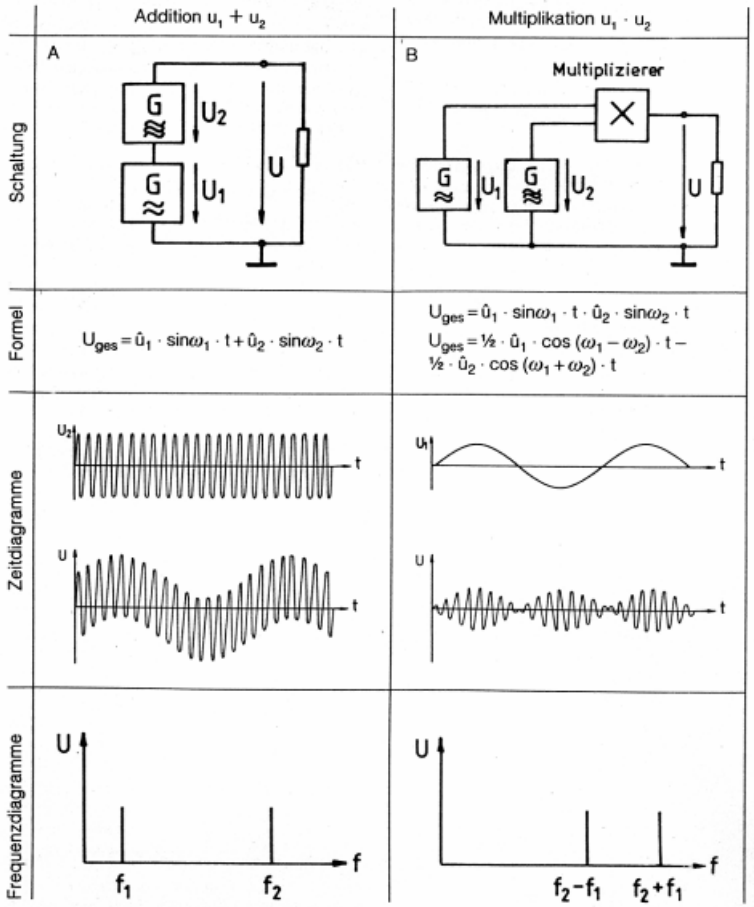


Abb. 3: Addition und Multiplikation von zwei Frequenzen

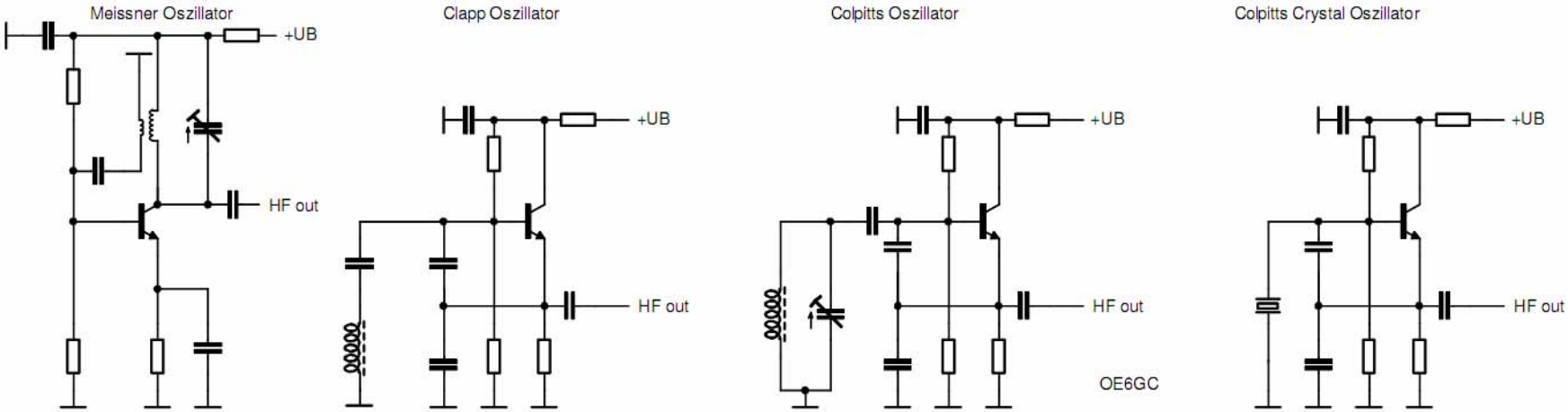
AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 52:

Oszillatoren - Grundprinzip, Arten

Ein Oszillator benötigt ein frequenzbestimmendes Bauteil, meist ein Schwingkreis (oder einen Quarz) und einen Verstärker, der per Rückkopplung einen Teil des verstärkten Signals in den Schwingkreis zurückführen kann.

Bekannte Oszillatorarten sind: Meißner, Clapp, Hartley, Colpitts, Huth-Kühn



Wird anstelle eines Schwingkreises ein Quarz mit seiner wesentlich höheren Güte und Temperaturstabilität eingesetzt, bekommt man wesentlich stabilere Oszillatorfrequenzen.

AFU Kurs Technik Klasse 1

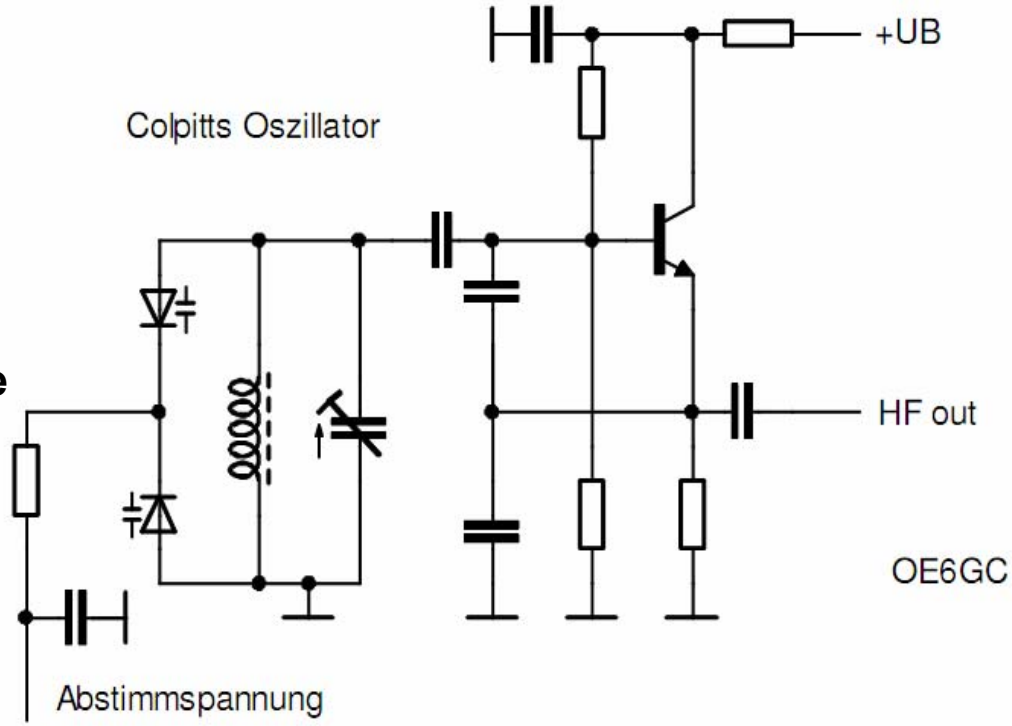
Frage 53:

Erklären Sie den Begriff VCO

<u>VCO = voltage controlled oscillator</u> = spannungsgesteuerter Oszillator
Dem frequenzbestimmenden LC-Glied eines Oszillators wird eine Kapazitätsdiode parallel geschaltet. An diese Diode wird eine variable Gleichspannung angeschlossen.

Bei jeder Diode verhält sich die Sperrschicht wie ein Kondensator. Je höher die Spannung in Sperr-Richtung ist, desto geringer ist die Kapazität (Sperrschicht wird dicker, „Plattenabstand“ größer) .

Damit verändert die Kapazitätsdiode je nach angelegter Spannung ihre Kapazität, und auch die Ausgangs-frequenz des Oszillators wird entsprechend verändert.



AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 54:

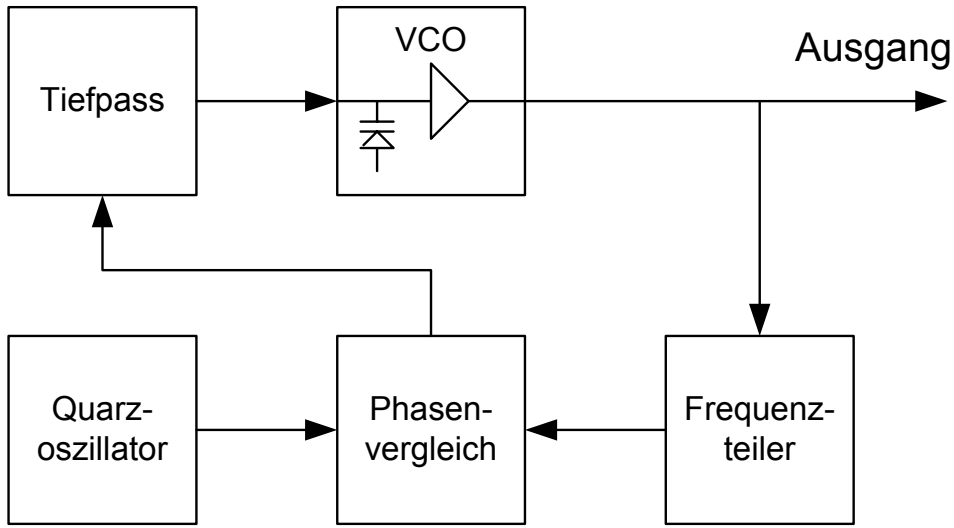
Erklären Sie den Begriff PLL

PLL = phase locked loop = phasenverriegelte Schleife

Die Ausgangsfrequenz eines VCO wird über einen <u>Frequenzteiler</u> einem <u>Phasenvergleicher</u> zugeführt. Die <u>Referenzfrequenz</u> des Vergleichers bildet meist ein Quarzoszillator. Am Ausgang steht eine veränderliche Gleichspannung zur Verfügung, die die Kapazitätsdiode des Oszillators steuert. Somit entsteht ein <u>geschlossener Regelkreis</u>, der die Oszillatorfrequenz stets auf den Sollwert nachstimmt.

Als Ergebnis bekommt man ein quarzstabiles Signal auf wesentlich höheren Frequenzen, als man es mit Quarzen erzeugen könnte.

Durch Ändern des Teilungsverhältnisses des Frequenzteilers kann die PLL auf die gewünschte Frequenz abgestimmt werden.

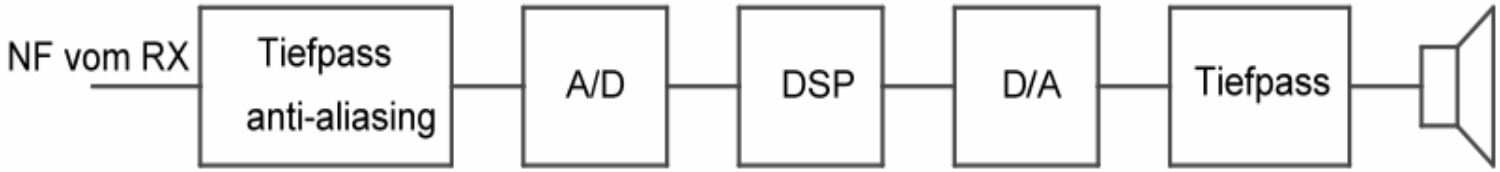


Frage 55:

Erklären Sie den Begriff DSP

Mit Hilfe der Prozessortechnik können viele Aufgaben in Sendern und Empfängern, wie Modulation und Demodulation, Verstärkung, Filterung, Rauschunterdrückung u.a.m., erfüllt werden. Das kann in der HF-, ZF- oder NF-Ebene erfolgen.

Beispiel: DSP zur besseren SSB Wiedergabe



Das zu verarbeitende analoge Signal wird auf seinen Amplitudenwert hin abgetastet und gespeichert (sampling). Die Abtastung hat nach dem Abtasttheorem von Shannon/Nyquist mindestens mit der doppelten Frequenz zu erfolgen. Anti aliasing Filter vor dieser Abtastung (A/D) dienen dazu, das Ausgangssignal von Fehlinterpretationen durch die Signalabtastung zu befreien.

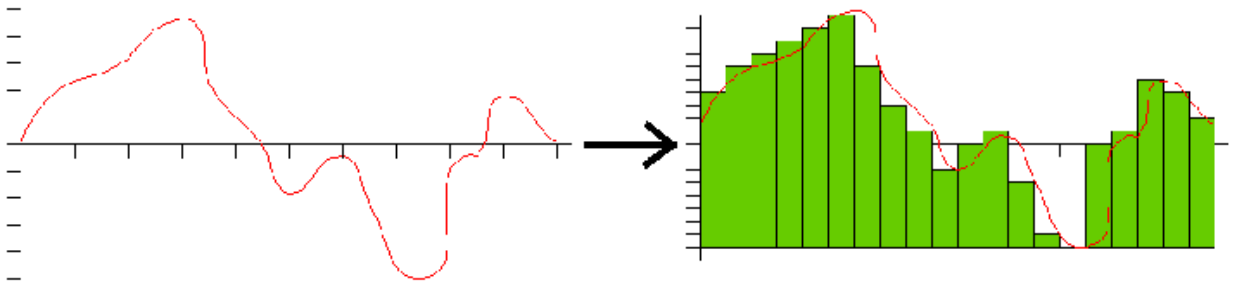
Mit dem Signalprozessor (DSP) wird die gewünschte analoge Funktion realisiert. Dann muss das Ergebnis noch durch einen Digital Analog Converter (D/A) wieder in ein analoges Signal zurückgewandelt werden. Ein nachfolgender Tiefpass unterdrückt Störungen aus dem DSP.

AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 56:

Erklären Sie die Begriffe sampling, anti aliasing filter, ADC/DAC

<u>Sampling:</u> Abtastung. Der Wert des zu digitalisierenden Signals wird mit einer bestimmten Frequenz abgetastet und zur weiteren Verarbeitung gespeichert.



<u>Anti aliasing filter:</u> Ist die Eingangsfrequenz höher als die halbe Abtastfrequenz, entstehen bei der Abtastung unerwünschte „Alias-“ Signale. Daher wird durch ein Tiefpassfilter am Eingang sicher gestellt, dass Frequenzen, die höher sind, unterdrückt werden.

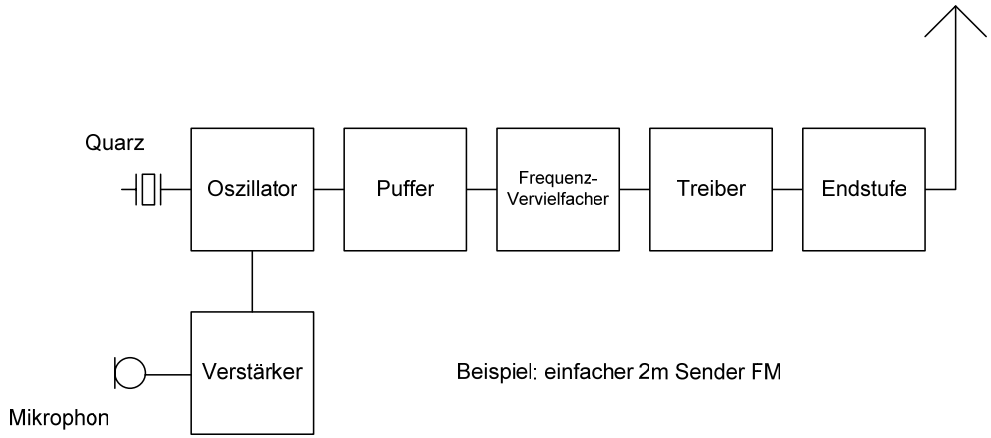
<u>ADC/DAC:</u> Analog Digital Converter bzw. Digital Analog Converter

AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 57:

Merkmale, Komponenten, Baugruppen eines Senders.

Ein einfacher FM-Sender besteht aus:
Oszillator, Modulator, Pufferstufe, Frequenzvervielfacher, Treiber, Endstufe,



Das Oszillator-Signal wird vom Modulator in seiner Frequenz moduliert. Über die Puffer-Stufe gelangt das Signal zum Frequenzvervielfacher, der die gewünschte Sende-Frequenz erzeugt, die über die Treiber-Stufe und die Endstufe über die Antenne gesendet wird.

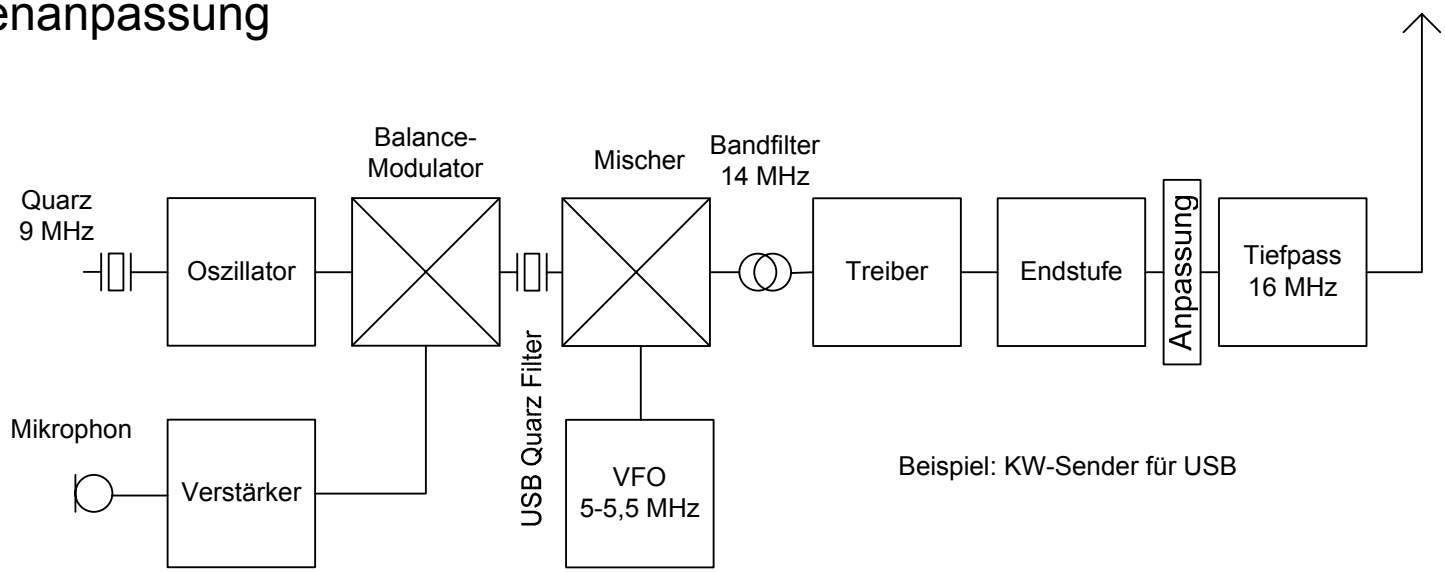
Anwendung nur mehr in einfacheren UKW-Sendern!

AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 57A:

Merkmale, Komponenten, Baugruppen eines Senders.

Ein SSB-Sender besteht aus:
Oszillator, Modulator, Balance-Modulator, Mischstufe, Filter, Treiber, Endstufe, Antennenanpassung



Das Signal des Quarz-Oszillators wird im Balance-Modulator mit dem NF-Signal gemischt zu einer ZF. Durch das Quarz-Filter wird ein Seitenband heraus gefiltert und ein SSB-Signal erzeugt. Diese wird mittels Mischer und den VFO auf die Sendefrequenz hochgemischt und über Treiber, Endstufe und Antennenanpassung über die Antenne abgestrahlt.

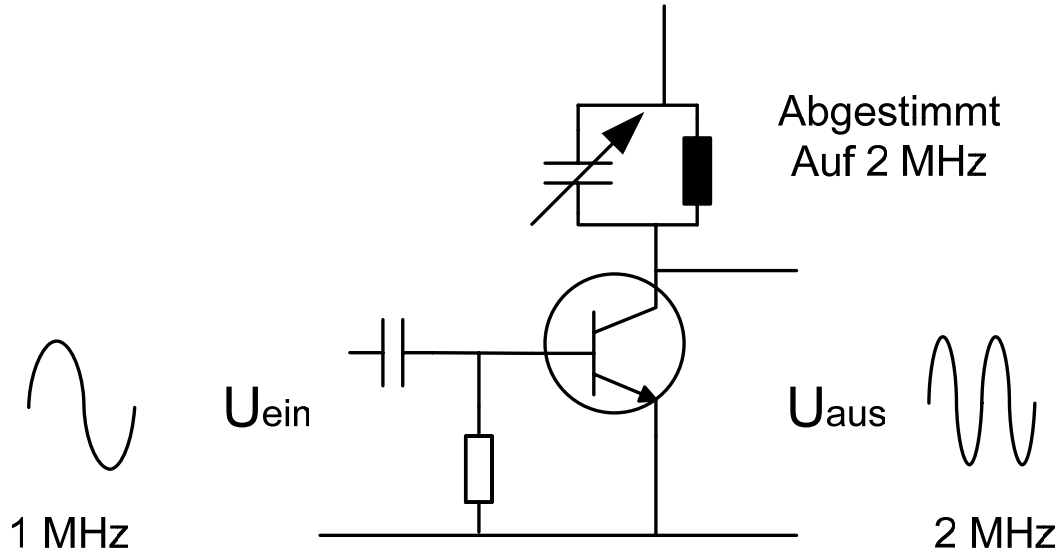
AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 58:

Zweck von Puffer- und Vervielfacherstufen, Aufbau.

Pufferstufe: Entkopplung des Oszillators von den nachfolgenden Stufen.
Meist als sehr schwach gekoppelter Verstärker aufgebaut.

Vervielfacher: Eine stark übersteuerte Verstärkerstufe erzeugt viele Oberwellen. Am Ausgang filtert ein Resonanzkreis die gewünschte Oberwelle aus und unterdrückt die anderen Oberwellen und die Grundwelle.

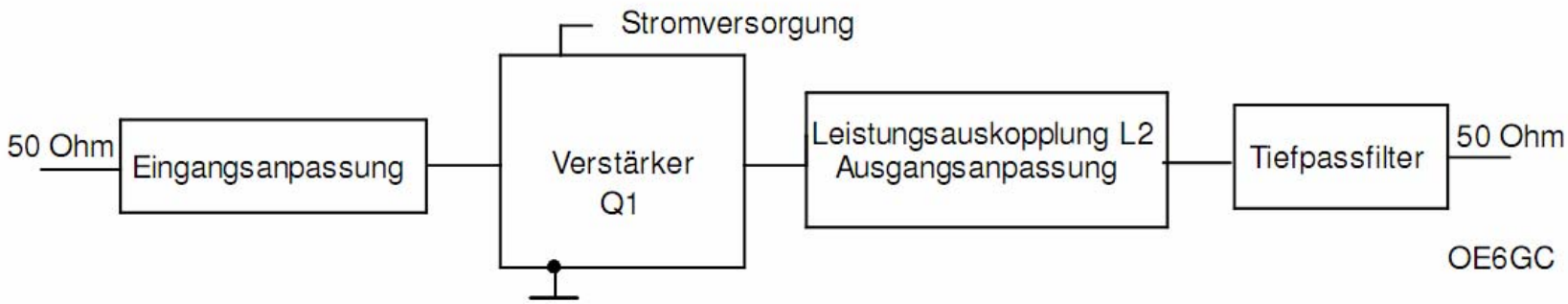


Frage 59:

Aufbau einer Senderendstufe, Leistungsauskopplung.

Die Senderendstufe verstärkt das Signal auf die erwünschte/geforderte Sendeausgangsleistung.
Dabei können die verstärkenden Elemente (Röhren oder Transistoren) einzeln, parallel oder in Gegentakt betrieben werden.

Mit Hilfe der Leistungsauskopplung (L2) wird der Hochfrequenzwiderstand der verstärkenden Elemente (Q1) auf den Normwiderstand der Senderschnittstelle transformiert (heute typisch 50 Ohm), damit eine optimale Leistungsabgabe sichergestellt wird. Das folgende Tiefpassfilter dient der Oberwellenunterdrückung.



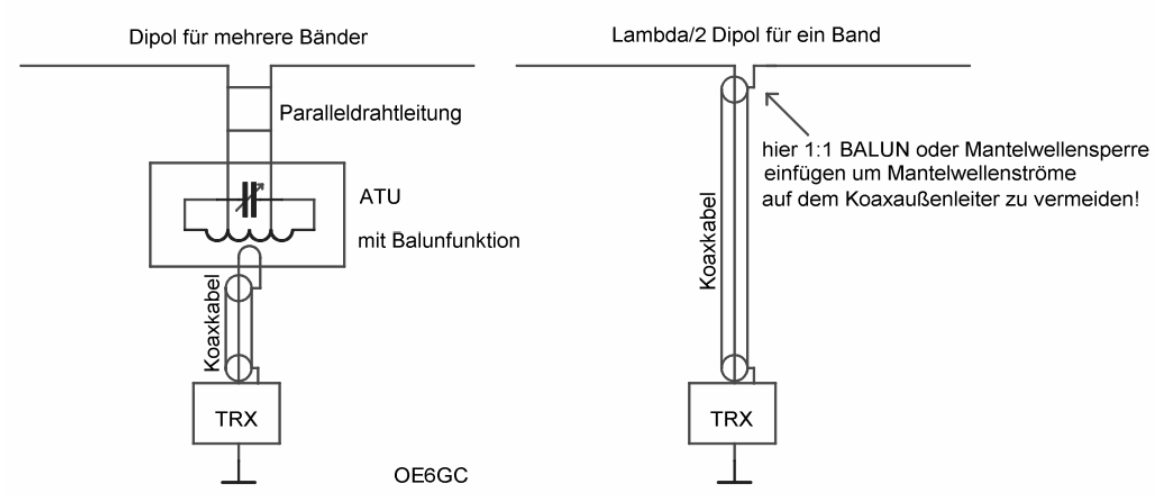
AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 60:

Anpassung eines Senderausganges an eine symmetrische oder unsymmetrische Antennenspeiseleitung.

Stimmen Senderschnittstelle und Antennenspeiseleitung sowohl bezüglich des Wellenwiderstandes als auch den Symmetrieeigenschaften überein, erfolgt eine optimale Leistungsübertragung.
Stimmt eine oder beide dieser Kenngrößen nicht überein, dann muss transformiert (Wellenwiderstand, Anpassung) und/oder mittels Balun symmetriert werden, da sonst keine optimale Leistungsentnahme möglich ist oder Mantelwellen auftreten.

In kombinierter Form erfolgt dieser Vorgang durch ein „Anpassgerät“ mit BALUN-Funktion.



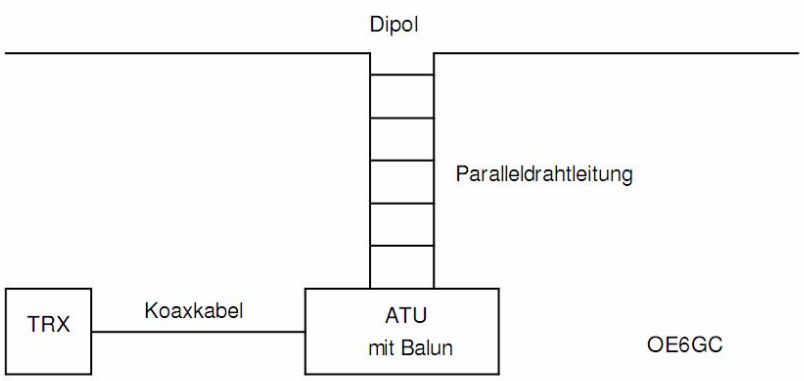
Eine Mantelwellensperre ist auch dann erforderlich, wenn ein Lambda/2 Dipol im verbauten Gebiet nicht vollkommen frei und symmetrisch errichtet werden kann, oder das Koax nicht senkrecht nach unten weggeführt werden kann!

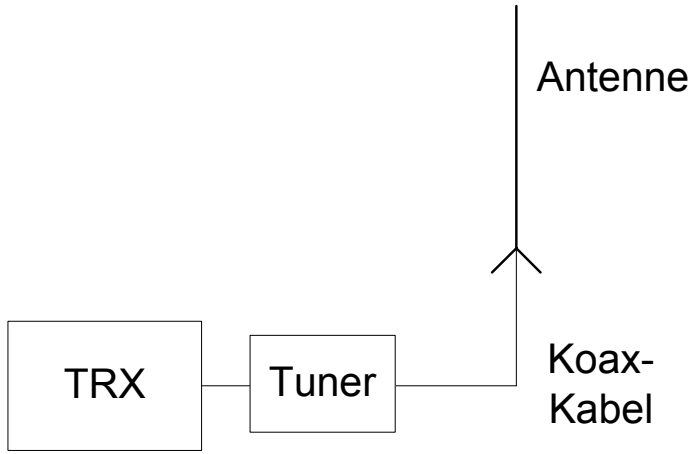
AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 61:

Der Antennentuner, Wirkungsweise, 2 typische Beispiele (Skizze).

Der „echte“ Antennentuner (Anpassung) sitzt idealerweise unmittelbar an der Antennenschnittstelle und dient zur Resonanzabstimmung der Antenne. Meistens wird jedoch ein Anpassgerät an der Schnittstelle Senderausgang – Antennenkabel verwendet, um den Sender den geforderten Nennwiderstand (heute meistens 50 Ohm) anzubieten und so die geforderte Nennleistung des Senders zu erhalten.
Bei Fehlanpassung ohne Verwendung eines Anpassgerätes regelt die Schutzschaltung moderner Sender sicherheitshalber die Sendeleistung zurück!



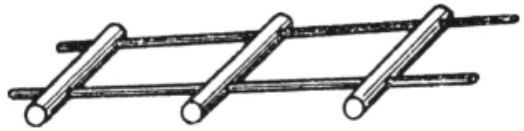


AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 62:

Antennenzuleitungen – Aufbau, Kenngrößen.

Symmetrische Speiseleitungen sind Bandkabel und Paralleldrahtleitung.
Aufbau: 2 Leiter durch isolierende Abstandshalter geführt.



Unsymmetrische Speiseleitungen sind Koaxialkabel.
Aufbau: Innenleiter, Dielektrikum, Außenleiter, Isolation

Hohlleiter: Im GHz Bereich kann HF-Energie sehr verlustarm durch rechteckige oder runde Rohre ohne einen weiteren Innenleiter transportiert werden. Der Querschnitt muss in einem bestimmten Zusammenhang zur Wellenlänge stehen.
Material: Kupfer, Aluminium, versilberte Werkstoffe.

Kenngrößen von Antennenzuleitungen:

- Impedanz (Wellenwiderstand; Kabelkennwert, unabhängig von Länge und Frequenz),
- Dämpfung (frequenzabhängig, längenabhängig),
- Verkürzungsfaktor (Kabelkennwert, unabhängig von Länge und Frequenz),
- Belastbarkeit (Kabelkennwert, unabhängig von Länge und Frequenz).

Dazu kommen mechanische Kenngrößen wie kleinster Krümmungsradius, mechanische Belastbarkeit etc.
Für einfach geschirmte Koaxialkabel gilt der 5-fache Kabeldurchmesser, bei doppelt geschirmten der 10-fache als kleinster Krümmungsradius.

AFU Kurs Technik Klasse 1

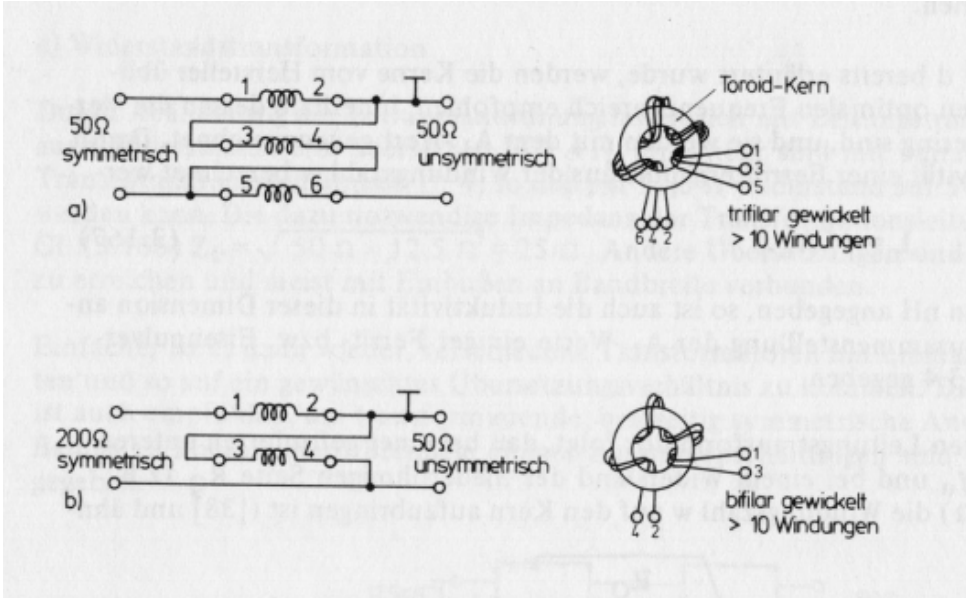
Frage 63:

Erklären Sie den Begriff Balun – Aufbau, Verwendung und Wirkungsweise.

Kunstwort aus dem Englischen: balanced to unbalanced
Dieses Bauteil kann eine symmetrische Last an eine unsymmetrische Last anpassen und umgekehrt. Typische Verwendung an der Schnittstelle einer unsymmetrischen Antennenleitung (Koaxialkabel) und symmetrischen Antennenformen (z.B. Dipol).

Wird nicht symmetriert, dann treten am Koaxialkabel sog. „Mantelwellen“ auf. Dadurch geht die Schirmwirkung des Koaxialkabels teilweise oder gänzlich verloren und das Kabel beginnt selbst zu strahlen und wirkt als Antenne.

Besonders bei Kabelführung innerhalb von Gebäuden kann dies leicht zu Störungen (TVI, BCI) führen.

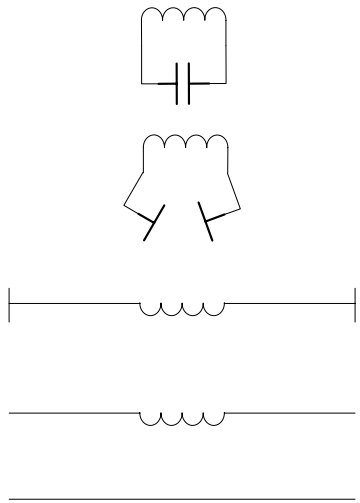


AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 64:

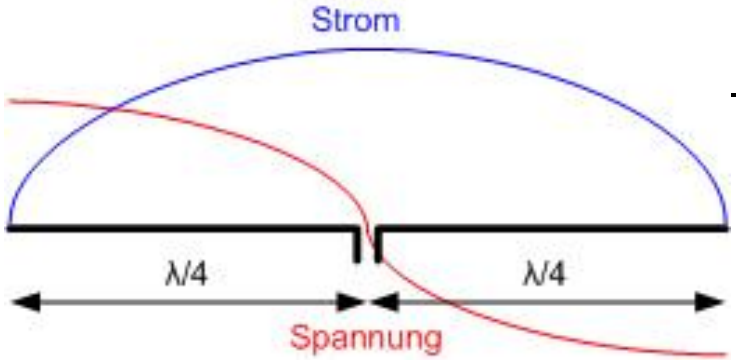
Der Dipol – Aufbau, Kenngrößen und Eigenschaften.

Unter einem Dipol versteht man eine aus zwei gleichlangen Leiterhälften bestehende Antennenform.
Bei einer elektrischen Gesamtlänge von einer halben Wellenlänge spricht man von einem „Halbwellendipol“.



Wird dieser mittig angespeist, zeigt sich ein Wellenwiderstand um 50 Ohm, so dass eine symmetrische Anspeisung mit herkömmlichen Koaxialkabel bei Verwendung eines BALUNS leicht möglich ist.

Das Strahlungsdiagramm dieses Halbwellendipols hat die Form einer Acht, d.h. es treten quer zur Antennenebene zwei Strahlungsmaxima auf, in der Antennenebene hingegen zwei Minima.



<u>Im Amateurfunk häufig verwendete Formen:</u>

gestreckte Drahtdipole,
abgewinkelte Dipole („Inverted Vee“)

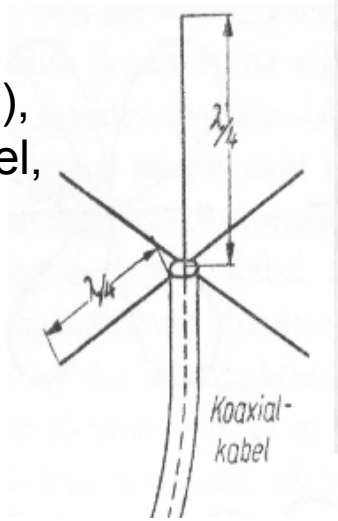
AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 65:

Die Vertikalantenne – Aufbau, Kenngrößen und Eigenschaften.

Vertikalantennen sind senkrecht zur Erdoberfläche angeordnete Antennen, die dadurch zu einer vertikalen Polarisation führen. Verbreitet ist die Verwendung von „Viertelwellenstrahlern“, bei der die zum Halbwellendipol fehlende Strahlerhälfte durch ein Erdnetz oder durch sog. „Radials“ simuliert wird. Im Resonanzfall ergibt sich ein Strahlungswiderstand von etwa 30 Ohm. Die horizontale Antennencharakteristik ergibt einen Rundstrahler, die vertikale Charakteristik ist stark von den umgebenden Bodeneigenschaften abhängig.
Typische Verwendung als Mobilantennen („Peitschenantennen“), wobei das Fahrzeugchassis das erforderliche Gegengewicht darstellt.

Kenngrößen:
Frequenz(bereich),
Gewinn (Wirkungsgrad),
vertikaler Abstrahlwinkel,
Bandbreite



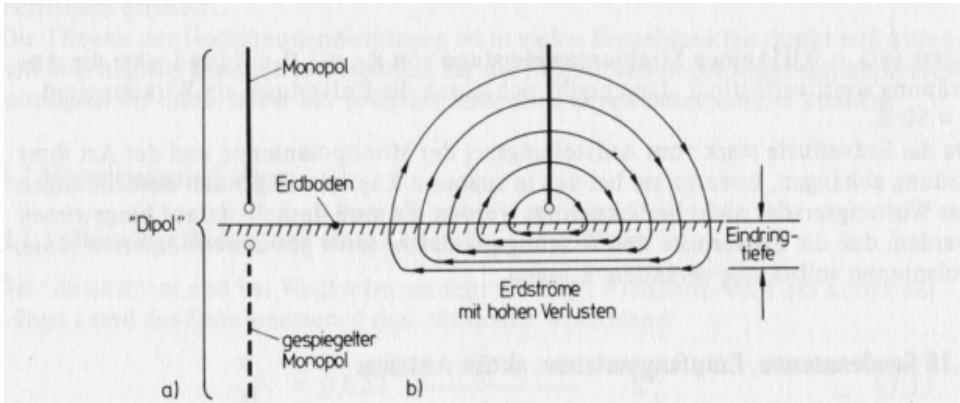


Abb. 2.30 a) Ergänzung der Monopolantenne durch Spiegelung zur Dipolantenne b) Feldlinienverlauf unter einer kurzen Monopolantenne [14]

AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 66:

Gekoppelte Antennen – Aufbau, Kenngrößen und Eigenschaften.

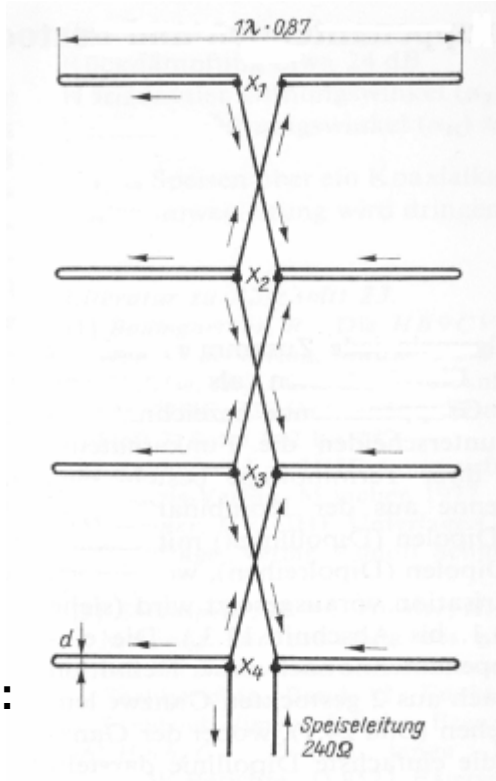
Mehrere Dipole können über Koppelleitungen so verbunden werden, dass alle Dipole die gleiche Abstrahlphase besitzen. Dadurch entsteht die sehr leistungsfähige Gruppenantenne mit ausgeprägter Richtwirkung.

Der Gewinn verdoppelt sich (+3dB) mit jeder Verdoppelung der Dipolanzahl. Ein Reflektor hinter dieser Gruppenantenne erhöht den Gewinn weiter.

Kenngrößen:

- Frequenz(bereich)
- (Fußpunkt-) Impedanz
- Gewinn,
- vertikaler und horizontaler Öffnungswinkel,
- Rückwärts- und Seitwärtsdämpfung,
- Nebenkeulen.

Gruppenantennen:



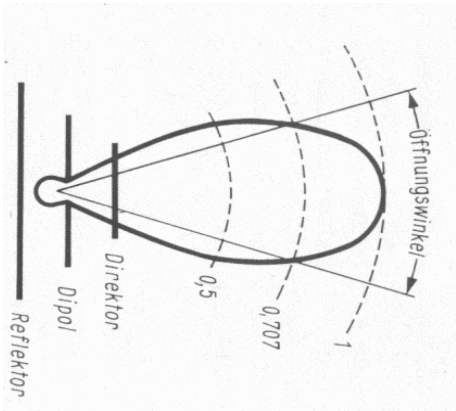
AFU Kurs Technik Klasse 1

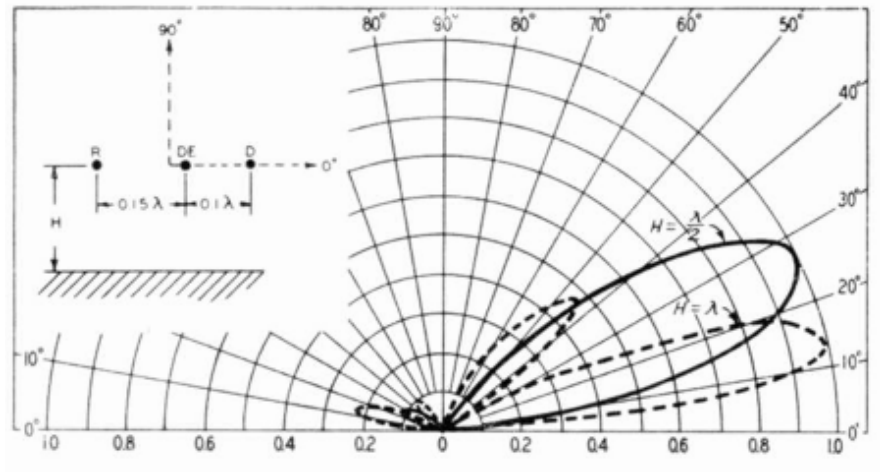
Frage 67:

Strahlungsdiagramm einer Antenne.

Das Strahlungsdiagramm einer Antenne zeigt die räumliche Verteilung des abgestrahlten Feldes um die Antenne („Energiedichte-Verteilung“). Beim terrestrischen Funk stellt die Erdoberfläche die Bezugsfläche dar. Das räumliche Diagramm kann meist ausreichend durch das „Horizontaldiagramm“ (Strahlungsverteilung parallel zur Erdoberfläche) und das „Vertikaldiagramm“ (Strahlungsverteilung senkrecht zur Erdoberfläche) charakterisiert werden.

Wichtige Kenngrößen:
vertikaler Erhebungs-/Abstrahlwinkel,
horizontaler Öffnungswinkel („3 dB-Winkel“)
Hauptkeule(n),
Nebenkeulen,
Vor-Rückwärtsverhältnis.





AFU Kurs Technik Klasse 1

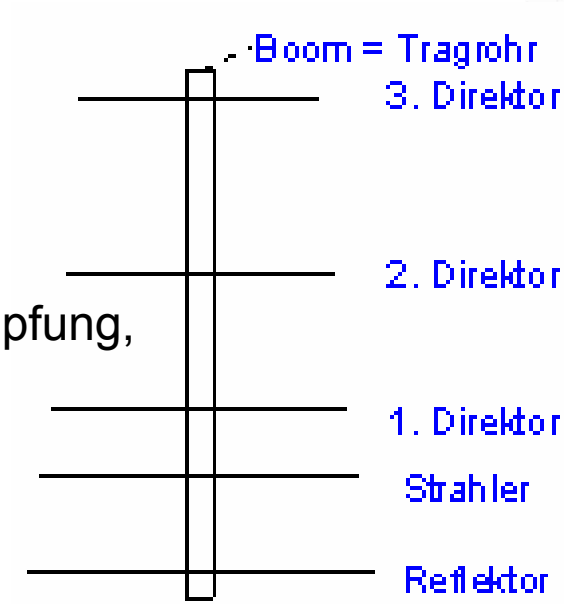
Frage 68:

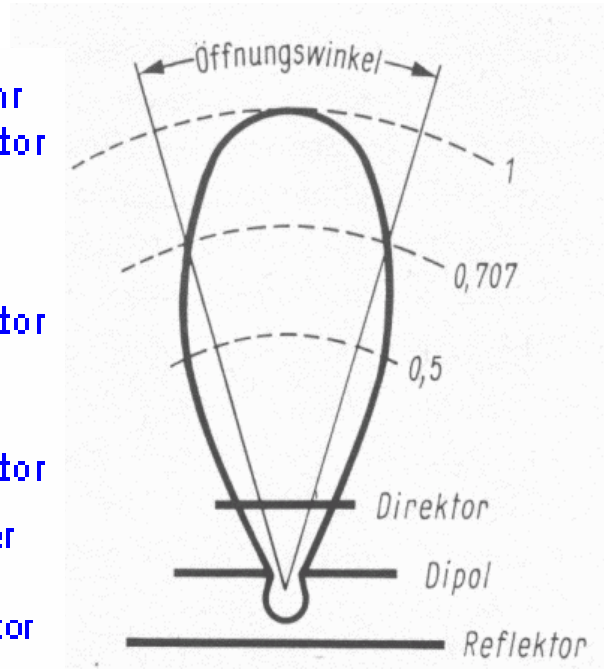
Die Yagi-Antenne – Aufbau, Kenngrößen und Eigenschaften.

Wird ein aktiv angespeister resonanter Halbwellendipol durch zwei oder mehrere Halbwellenstrahler ergänzt, dann spricht man von einer Yagi Antenne, die eine einseitige Richtwirkung zeigt. Während in Richtung des Reflektors die Strahlung reflektiert wird („Rückdämpfung“), wird sie in Richtung des oder der Direktoren verstärkt. Je mehr Direktoren, desto größer die Richtwirkung, jedoch nicht unbegrenzt steigerbar (Grenze bei etwa 18 dB).

Kenngrößen:

- Frequenz(bereich)
- (Fußpunkt-) Impedanz
- Gewinn (in dB),
- horizontaler Öffnungswinkel („3dB-Öffnungswinkel“),
- Rückwärts- und Seitwärtsdämpfung,
- Nebenkeulen.





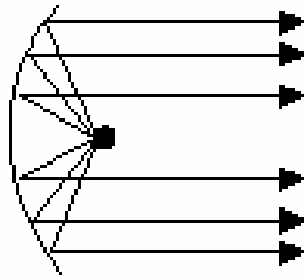
Yagi Antenne 5 el.

AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 69:

Die Parabolantenne – Aufbau, Kenngrößen und Eigenschaften.

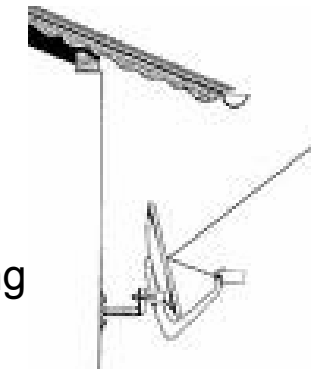
Wird hinter einem Strahler eine parabolförmige Reflektorwand angebracht, dann ergibt diese Kombination eine sehr ausgeprägte Richtwirkung. Dabei befindet sich der Strahler im Brennpunkt des Paraboles. Gewinne deutlich über 30 dB bei ausgeprägter Rückwärtsdämpfung sind möglich.



Kenngrößen:

- Frequenz(bereich)
- (Fußpunkt-) Impedanz
- Gewinn,
- (3 dB) Öffnungswinkel der Hauptkeule,
- Rückdämpfung,
- Nebenkeulen,
- Flächenwirkungsgrad.

Bei SAT-Antennen wird asymmetrische Spiegelanordnung verwendet (Off-set)!



AFU Kurs Technik Klasse 1

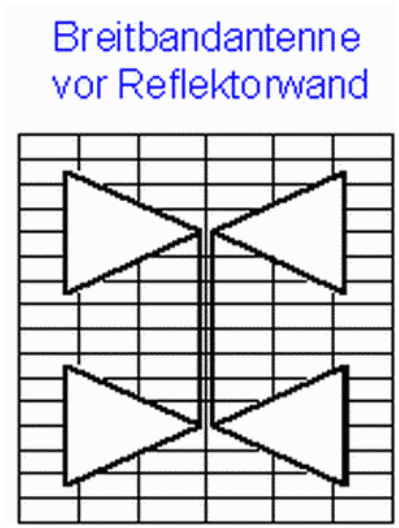
Frage 70:

Breitbandantennen – Aufbau, Kenngrößen und Eigenschaften.

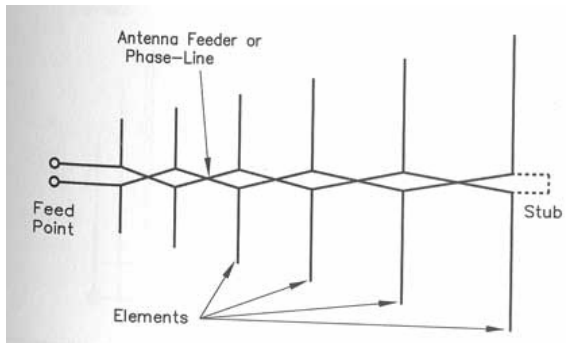
Breitbandantennen sind dadurch gekennzeichnet, dass sich innerhalb eines definierten Frequenzbereiches die Antenneneigenschaften nicht wesentlich ändern. Dabei steht vor allem der Fußpunktwiderstand (Schnittstellenwiderstand) im Vordergrund. Je nach Bauformen und Aufwand sind Bandbreiten von 1:2 bis über 1:10 erzielbar.

Realisierung des breitbandigen Verhaltens durch

- dicke Antennenelemente in Rohr- oder Rheusenform (mechanische Grenzen!),
- durch „Bedämpfung“ der Antennen zwecks Herbeiführung einer annähernd linearen Stromverteilung
  (dabei Verluste bis 50 % zu Gunsten der Breitbandigkeit) oder
- durch aufwendige geometrische Bauformen
  z.B. sog. logarithmisch-periodische Antennen“ (LP).



Log Periodic



AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 71:

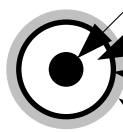
Erklären Sie den Begriff Wellenwiderstand.

Unter dem Wellenwiderstand versteht man die Kenngröße einer Leitung, die angibt, mit welchem Ohmschen Widerstand eine Leitung abgeschlossen werden müsste, damit Anpassung herrscht. Er ist eine charakteristische Kenngröße für hochfrequente Leitungen und vom L- und C-Belag der Leitung abhängig.

Erläuterung:

Eine Speiseleitung kann man sich als eine fortgesetzte Kombination von Parallelkapazitäten und Reiheninduktivitäten vorstellen. Wenn diese Leitung unendlich lang wäre, ergäbe sich dadurch ein charakteristischer Wellenwiderstand Z, der bei einer realen Leitung genau mit dieser Impedanz abgeschlossen werden muss, um Verluste durch Fehlanpassung zu verhindern.

Gängige Wellenwiderstände von Koaxialkabeln sind Z = 50, 75, oder 93 Ohm. Dabei wird die Impedanz vom Durchmesserverhältnis zwischen Innen- und Außenleiter bestimmt.



Innenleiter	Kupfer, Stahl verkupfert od. versilbert
Dielektrikum	Luft, Kunststoff, od. PTFE
Außenleiter	Kupfergeflecht, Folie od. massiv
Schutzmantel	Kunststoff

AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 72:

Stehwellen und Wanderwellen, Ursachen und Auswirkungen.

Ist eine hochfrequente Schnittstelle (z.B. Antenne, Senderausgang) impedanzrichtig abgeschlossen, treten auf einer Leitung nur Wanderwellen auf und der Leistungstransport erfolgt nur in einer Richtung.

Bei Fehlanpassung kommt es zum Auftreten von Stehwellen, da ein Teil der Leistung an der Schnittstelle reflektiert wird. Die charakteristische Kenngröße dafür ist das „Stehwellenverhältnis“ (SWR). Durch die Fehlanpassung kommt es zu einer Überlastung der Endstufe und einem zusätzlichen Leistungsverlust auf der fehlangepassten Leitung.

Wird ein symmetrischer Dipol direkt von einem Koaxkabel angespeist (ohne Balun), dann treten auf der abgeschirmten Leitung (Koaxialkabel) Mantelwellen auf und die Leitung beginnt auch selbst zu strahlen. Dies kann Störungen in benachbarten elektronischen Geräten (BCI/TVI) bewirken.

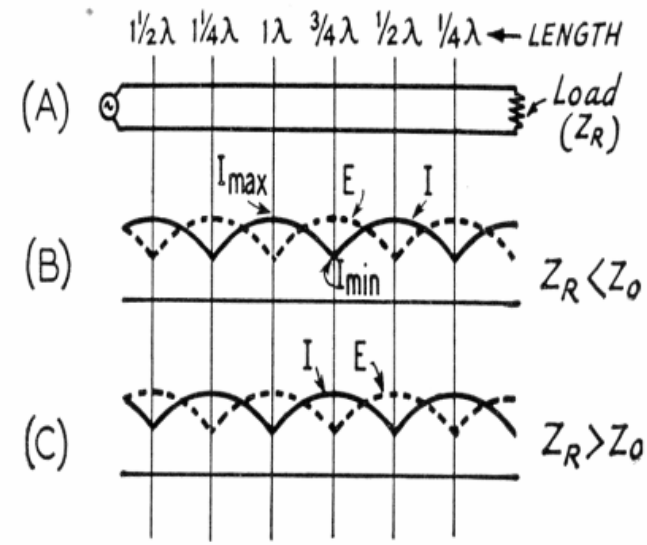


Fig. 13-4 — Standing waves on a transmission line terminated in a resistive load.

Frage 73:
Strahlungsfeld einer Antenne, Gefahren.

Funkamateure sind zur Beachtung der einschlägigen Vorschriften der Europäischen Union und der darauf bezugnehmenden nationalen Normen und Rechtsvorschriften insbesondere der ÖNORM S1120 (zukünftig ÖVE/ÖNORM E 8850) verpflichtet, welche die Grenzwerte für die Exposition der Bevölkerung durch elektromagnetische Felder (EMF) festlegen.

Folgende technische Maßnahmen sind zur Minderung der Gefahren durch Exposition geeignet:

(a) Vergrößerung des Abstandes zur Antenne (Montagehöhe!)
(b) Absenkung oder Vermeidung der Emission (z.B. Leistungsreduktion; Abschalten;
Anordnung der Antennen)
(c) Beschränkung der Aufenthalts-/Expositionsdauer

AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 74:

Aufbau und Kenngrößen eines Koaxialkabels.

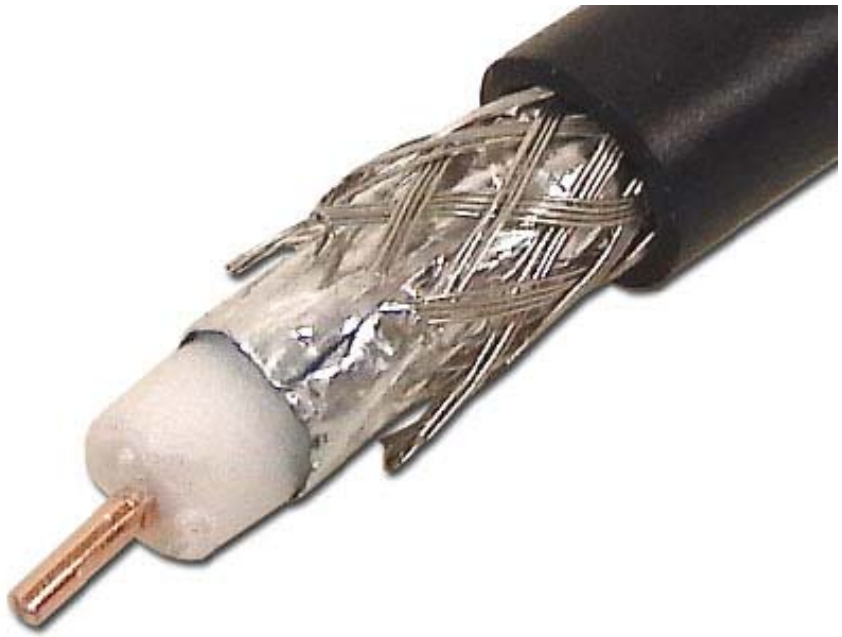
Aufbau Koaxialkabel: Zentraler Innenleiter aus Kupfer, oder versilbert, Dielektrikum aus Kunststoff, Teflon, etc., Außenleiter aus Kupfergeflecht, oder Kupferfolie, darüber Kunststoffisolation als Schutz nach außen.

Kenngrößen:

- Dämpfung (in dB/100m; frequenzabhängi
- Schirmungsfaktor,
- Spannungsfestigkeit,
- Leistungsbelastbarkeit

Mechanische Eigenschaften:

- kleinster zulässiger Biegeradius,
- mech. Zugfestigkeit
- etc.



AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 75:

Erklären Sie den Begriff Dezibel am Beispiel der Anwendung in der Antennentechnik.

Dezibel in der Antennentechnik beschreibt z.B. ein Leistungsverhältnis:

Eine Antenne mit 6 dB Gewinn über Dipol strahlt in ihrer Hauptstrahlrichtung die 4-fache Leistung als ein Dipol ab. Bei 13dB Gewinn die 20-fache Leistung!

<u>Merke:</u>

3dB	doppelte Leistung
6dB	vierfache Leistung
10dB	10 fache Leistung
13dB	20 fache Leistung
20dB	100 fache Leistung

<u>Merke: dB kann auch Spannungsverhältnisse beschreiben!</u>

6dB	doppelte Spannung
12dB	vierfache Spannung
20dB	10 fache Spannung

Umrechnung: Beispiele		
Leistungs-verhältnis	Spannungs-verhältnis	L
10000	100	40 dB
100	10	20 dB
10	≈ 3,16	10 dB
≈ 4	≈ 2	6 dB
≈ 2	≈ 1,41	3 dB
≈ 1,26	≈ 1,12	1 dB
1	1	0 dB
≈ 0,79	≈ 0,89	-1 dB
≈ 0,5	≈ 0,71	-3 dB
≈ 0,25	≈ 0,5	-6 dB
0,1	≈ 0,32	-10 dB
0,01	0,1	-20 dB
0,0001	0,01	-40 dB

AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 76:

Was versteht man unter Richtantennen, Anwendungsmöglichkeiten

---

Richtantennen weisen eine oder mehrere Vorzugsrichtungen im Antennendiagramm auf.
Dadurch kann die Sendeleistung gezielt in eine vorgegebene Richtung gebündelt werden (Gewinn). Gleichzeitig können unerwünschte Signale/Störungen ausgeblendet werden.

Typische Bauformen:

- Yagiantenne
- Dipolzeilen, Dipolflächen (Arrays, Gruppenantennen,
- Logarithmisch periodische (LP) Antennen
- V-Antennen, Rhombic Antennen

Kenngrößen (siehe auch Frage 67)

- Frequenz(bereich)
- Gewinn
- (3 dB) Öffnungswinkel
- Rückdämpfung
- Seitendämpfung
- Nebenkeulen
- Abstrahlwinkel.

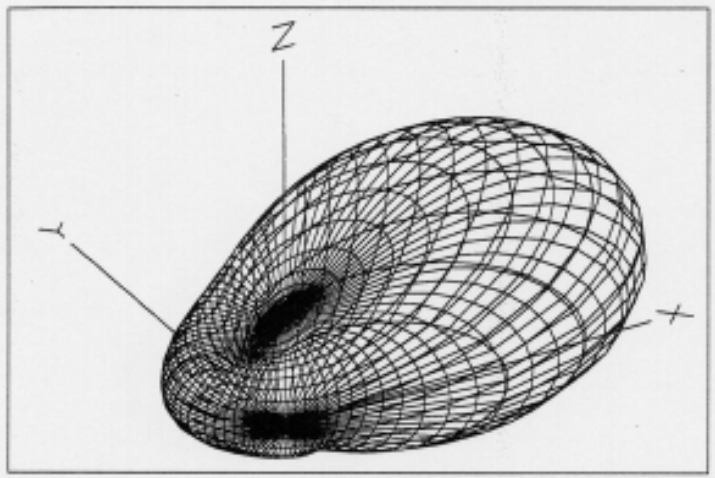
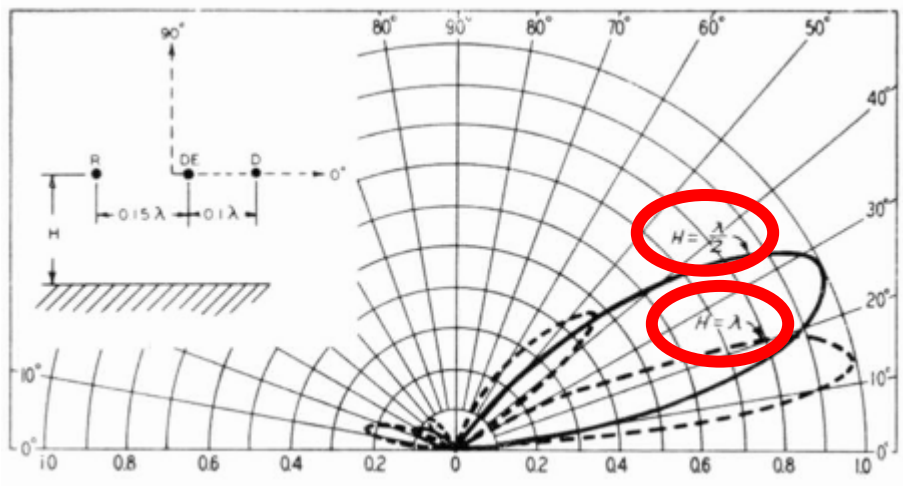


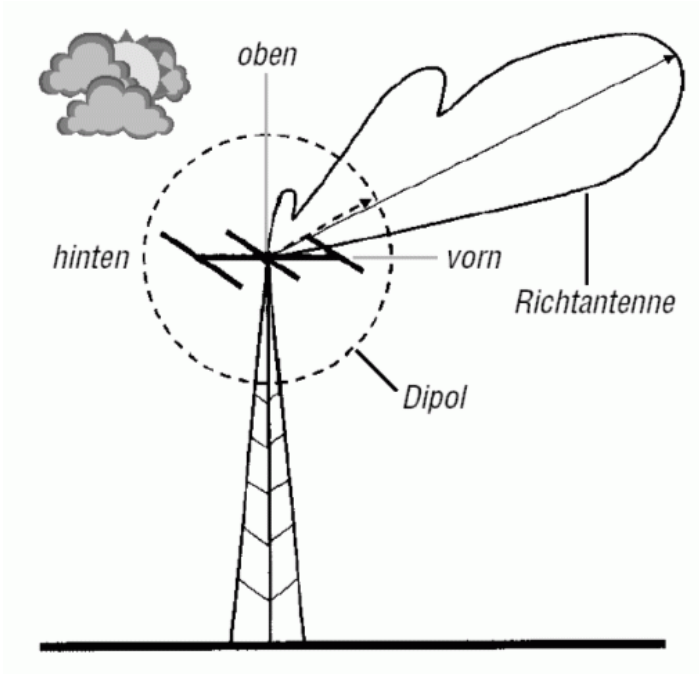
Bild 5: Räumliches Strahlungsdiagramm bei einer Höhe von λ/2 (8,28 m) über realem Erdboden

Frage 76A:

Was versteht man unter Richtantennen, Anwendungsmöglichkeiten

Vertikaldiagramm und Einfluss der Höhe





Merke: Je höher, um so flacher.

Wenn es um flache Abstrahlung geht, gibt es keinen Ersatz für Höhe!

Vertikaldiagramme von Dipol und Yagi

Frage 77:

Welche Kenngrößen von Antennen kennen Sie und wie können sie gemessen werden

---

In Datenblättern zu finden:

Resonanzfrequenz: mit dem Dipmeter;

Fußpunktwiderstand: mit der Impedanzmessbrücke;

Gewinn und Strahlungsdiagramm:
mit Messender, Pegelmessgerät und Referenzantenne;

Bandbreite: mittels eines Stehwellenmessgerätes.

Maximal zulässige Leistung; ergibt sich aus Stärke und Material der verwendeten Leiter und Anpasselemente.

Frage 78:

Dimensionieren Sie einen Halbwellendipol für f = 3,6 MHz; v = 0.97 (Werte sind bei der Prüfung variabel)

---

l [m] = v * 300 / (2 * f) [MHz]

= 0.97 * 300 / (2 * 3,6) = 40,41 m
= 291 / 7,2 = 40,41 m

Der Verkürzungsfaktor v hängt von der Drahtstärke ab (je dicker desto kürzer) und vom etwaig verwendeten Isoliermantel (kürzer).

Frequenz	Band	λ/2-Dipol
1,9 MHz	160m Band	83 m
3,5 MHz	80m Band	41 m
7 MHz	40m Band	20 m
14 MHz	20m Band	10 m
21 MHz	15m Band	7 m
28 MHz	10m Band	5 m

λ(Lambda) ist das Symbol für die Wellenlänge und wird in Metern, Dezimetern oder cm angegeben.

λ(m) = 300 / f [MHz]

Frage 79:

Bestimmen Sie die effektive Strahlungsleistung bei folgenden Gegebenheiten: Sendeleistung: 200 Watt; Dämpfung der Antennenleitung: 6 dB/100m; Kabellänge: 50 m; Gewinn: 10 dB (Werte sind variabel)

Die Kabeldämpfung ist 6 * (50 / 100) = 3 dB,
also wird an der Antenne die halbe Leistung = 200 / 2 = 100 Watt ankommen.

Der Antennengewinn ist 10 dB = 10-fach,
ergibt eine effektive Strahlungsleistung von 100 * 10 = 1000 Watt.

Frage 80:

Bestimmen Sie die effektive Strahlungsleistung bei folgenden Gegebenheiten: Sendeleistung: 100 Watt; Dämpfung der Antennenleitung: 12 dB/100m; Kabellänge: 25 m; Rundstrahlantenne mit einem Gesamtwirkungsgrad von 50 % (Werte sind variabel)

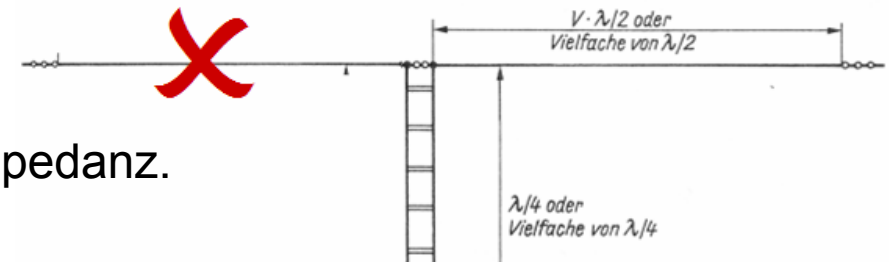
Lösung:

Kabeldämpfung ist 3 dB (1/4 von 100 Meter)
also halbe Leistung = 50 Watt.
Wirkungsgrad der Antenne ist 50 %,
daher ergibt sich eine eff. Strahlungsleistung von 25 Watt.

Frage 81:

Langdrahtantennen – Aufbau, Kenngrößen und Eigenschaften

Langdrahtantennen sind lineare Antennenformen (z.B. Drahtantenne), die länger als eine Wellenlänge sind. Dadurch steigt der Gewinn gegenüber einem Halbwellendipol allmählich an und das Strahlungsdiagramm zeigt zunehmend Vorzugsrichtungen, die sich immer mehr der Antennenachse nähern.



Bei „Endspeisung“ oft hohe Fußpunktimpedanz.

Klassische Lösungen für nicht notwendig resonante Antennen:

Gestreckter Dipol (beide Äste gleich lang, „Doppelzepp“) mit Speisung über offene Speiseleitung. Im Speisepunkt kann ein Strom- oder Spannungsbauch vorliegen.

„Zeppelin-Antenne“: Entsteht, wenn man einen Halbwellendipol am Ende mit einer Zweidrahtspeiseleitung versieht. Diese Leitung ist mit einem Leiter an das Endes des Strahlers angeschlossen, das andere Ende bleibt frei.

Frage 82:

Zweck von Radials / Erdnetz bei Vertikalantennen – Dimensionierung

Zweck ist, eine fehlende Dipolhälfte durch Spiegelung an einer möglichst gut leitenden Fläche (Salzwasser, Erdboden) zu verbessern bzw. zu ersetzen. Dazu werden im Boden eine Vielzahl (mindestens 20) radial verlaufende (=sternförmig verlegte) Drähte eingegraben, die im Zentrum verbunden sind und an einen Pol der Speiseleitung angeschlossen werden. Der andere Pol wird an einen (in der Regel) vertikalen Viertelwellenstrahler („Monopol“) angeschlossen, der direkt am Erdboden aufsitzt.

Vertikalantennen dieser Art zeichnen sich durch besonders flache Abstrahlwinkel aus.

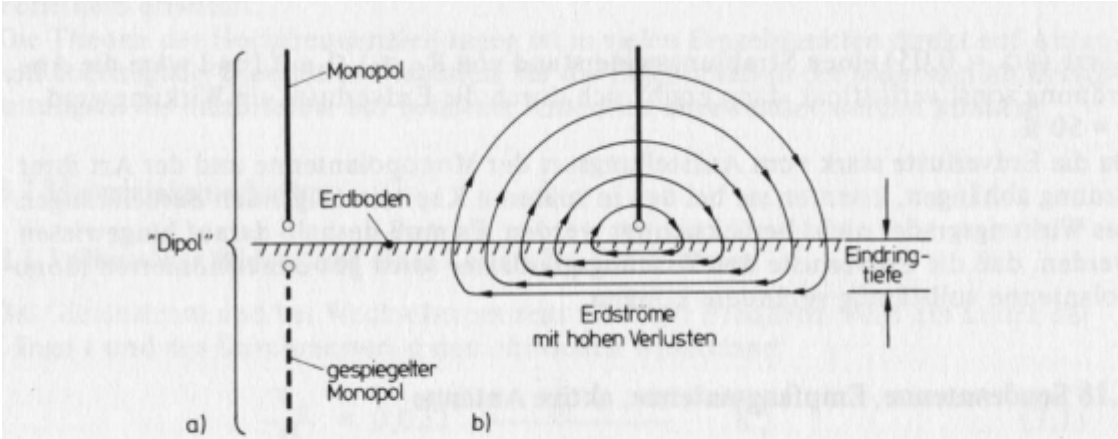
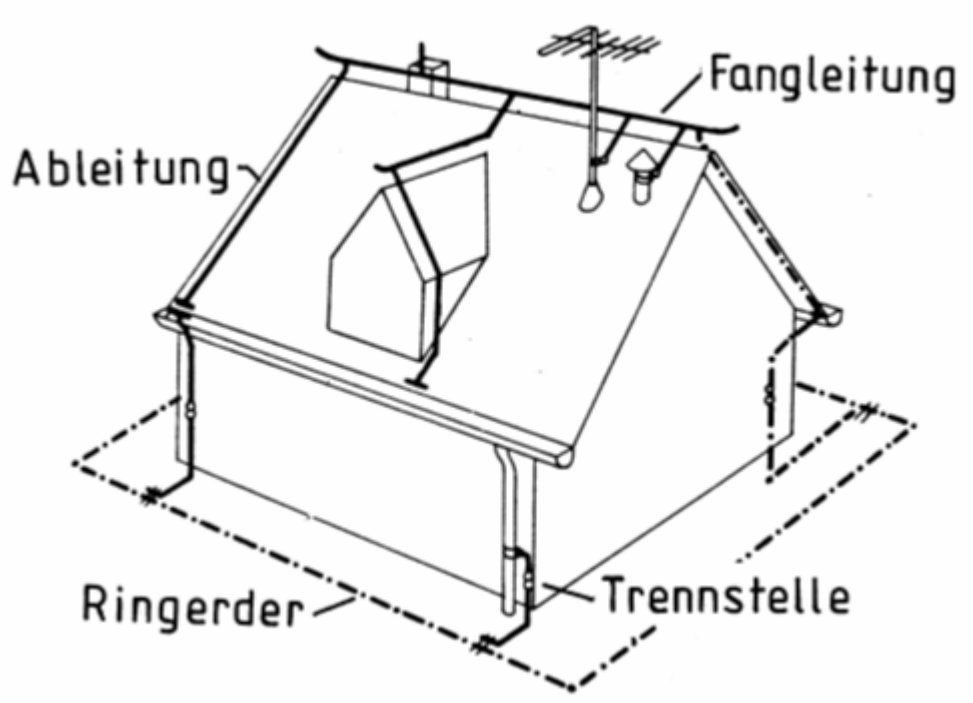


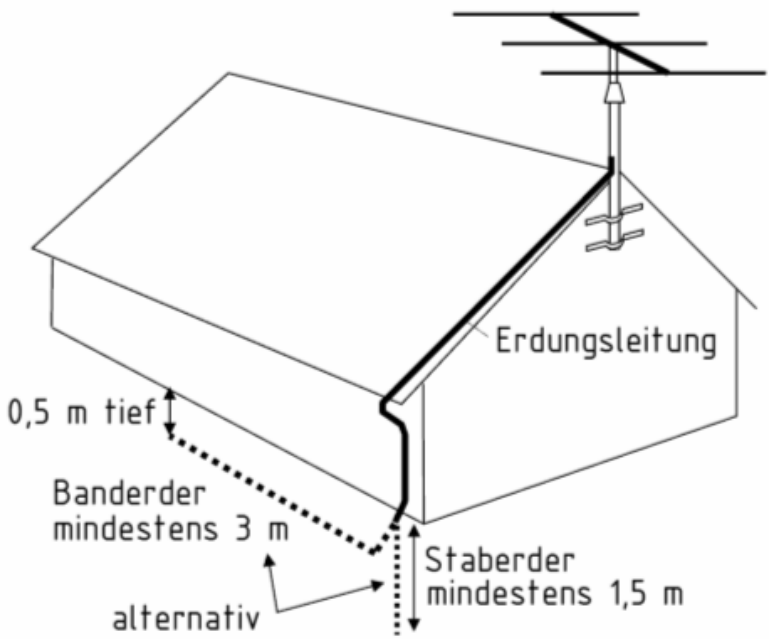
Abb. 2.30 a) Ergänzung der Monopolantenne durch Spiegelung zur Dipolantenne b) Feldlinienverlauf unter einer kurzen Monopolantenne [14]

Frage 83:

Blitzschutz bei Antennenanlagen

Das Standrohr von Außenantennen und deren Ableitungen (Antennenkabel) müssen über geeignete Komponenten an den Blitzschutz angeschlossen bzw. für sich blitzschutzmäßig geerdet werden. Ist kein Blitzschutz vorhanden, muss ein Blitzschutz von einer konzessionierten Blitzschutz-Firma installiert werden.





Quelle: DJ4UF

Frage 84:
Sicherheitsabstände bei Antennen

Hier geht es um die grundlegende Sicherheit von Antennenanlagen, auch wenn keine elektromagnetische Felder abgestrahlt werden, also auch wenn die Antennenanlage nur zu Empfangszwecken benützt wird (!):

Die gesamte Anlage muss so ausgeführt sein, dass elektrische und mechanische Sicherheit gewährleistet ist. Der Errichter ist für alle Schäden haftbar.

Mehrere Antennenanlagen auf einem Dach dürfen sich gegenseitig nicht behindern.

Antennenstandrohre sind vom Fachmann an den vorhandenen Blitzableiter anzuschließen. Ist kein Blitzschutz vorhanden, muss ein solcher angebracht werden. Auch diese Arbeit darf nur vom Fachmann ausgeführt werden.

Falls die Antennenanlage als Bauwerk eingestuft werden muss, sind die baupolizeilichen Vorschriften einzuhalten. Näheres regelt die Bauordnung des betreffenden Bundeslandes.

Frage 85:

Erklären Sie den Begriff elektromagnetisches Feld, Kenngrößen

Bei der Abstrahlung von hochfrequenten Wellen bildet sich immer ein elektromagnetisches Feld aus, das sich von der Antenne mit Lichtgeschwindigkeit wegbewegt. Je nach Antennenform wird dabei zuerst die elektrische oder die magnetische Komponente des Feldes angeregt bzw. ausgenützt. Außer den kleinen Rahmenantennen werden im Amateurfunk vorrangig elektrische Antennen verwendet.

Das elektromagnetische Feld wird per Definition durch das Verhalten der elektrischen Feldkomponente charakterisiert. Dieses wird durch den elektrischen Feldvektor eindeutig beschrieben.

<u>Charakteristische Kenngrößen:</u>

- Feldstärke (V/m),
- Polarisation (Schwingungsebene des elektrischen Feldanteils, bezogen auf die Erdoberfläche (vertikal, horizontal; zirkular)
- Ausbreitungsrichtung.

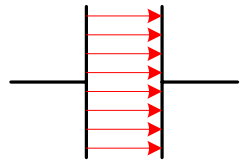
Merke: Die Entstehung des elektromagnetischen Feldes und seine Fortpflanzung beruht auf folgender Gesetzmäßigkeit:
Wenn sich ein elektrisches Feld *ändert* wird ein magnetisches Feld *erzeugt*,
wenn sich ein magnetisches Feld *ändert*, wird ein elektrisches Feld *erzeugt*.

Frage 86:

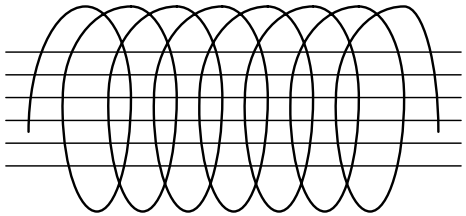
Begriff elektrisches und magnetisches Feld, Abschirmmaßnahmen für das elektrische bzw. das magnetische Feld

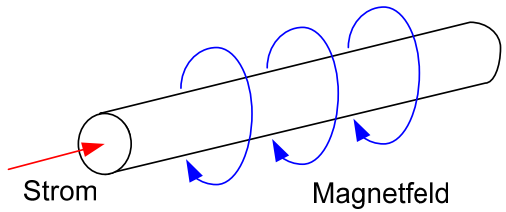
---

Zwischen den Platten eines Kondensators bildet sich ein elektrisches Feld aus, das durch die elektrische Feldstärke (V/m) gekennzeichnet wird.



Um einen stromdurchflossenen Leiter bildet sich ein magnetisches Feld aus. (Messgröße „magn. Flussdichte“ in „Tesla“)





Elektrische Felder können durch „Abschirmung“ am Eindringen bzw. Austreten eines Raumes gehindert werden („Faradayscher Käfig“). Kenngröße: Schirmfaktor. Eine Abschirmung von magnetischen Gleichfeldern kann nur unvollständig durch ferromagnetische Stoffe (Kenngröße Permeabilität) bzw. von magnetischen Wechselfeldern durch elektrisch gut leitende Materialien (z.B. Kupferblech) bewirkt werden (Achtung: keine Kurzschlüsse erzeugen, in jedem Fall Wirbelstromverluste!)

.

Frage 87:

Erklären Sie den Begriff EMV und deren Bedeutung im Amateurfunk

---

Unter der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) versteht man das Verhalten eines elektrischen/elektronischen Gerätes gegenüber elektromagnetischen Feldern.

<u>Bedeutung für Amateurfunk:</u>
Beeinflussung anderer Kommunikationsanlagen,
Beeinflussung von elektrischen und elektronischen Geräten.

Beeinflussung wird meist als störend empfunden, da es die bestimmungsgemäße Funktion der beeinflussten Anlagen bzw. Geräte beeinträchtigt.

Frage 88:

Erklären Sie den Begriff EMVU und deren Bedeutung im Amateurfunk

---

Unter der EMVU versteht man das Verhalten biologischen Gewebes gegenüber elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern, wobei die mögliche Gefährdung des Menschen im Vordergrund steht.

Grundsätzlich erwärmt sich biologisches Gewebe durch Absorption der Felder (kontrollierte medizinische Anwendung: Diathermiegeräte in eigens zugewiesenen Frequenzbereichen, kontrollierte Anwendung im Haushalt: Mikrowellenherde), wobei es in Abhängigkeit von der Frequenz von Wechselfeldern sogar zu Resonanzeffekten kommen kann (bildgebende Magnetresonanzgeräte in der med. Diagnostik). Erwärmung von Gewebe durch hohe Feldstärken im Nahfeld von Mobiltelefonen ist nachweisbar.

Kritische Kenngrößen:

- **Abstand zur Strahlungsquelle,**
- **Sendeleistung,**
- **Frequenz.**

Maßnahmen sind zur Minderung der Exposition:

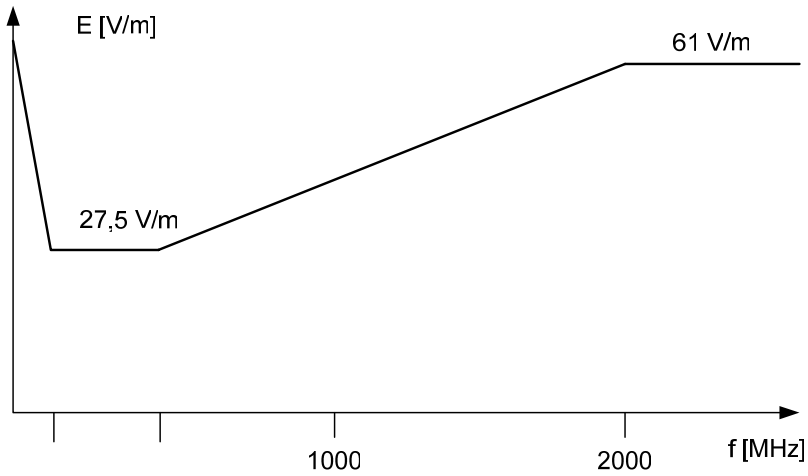
- **Vergrößerung des Abstandes zur Antenne** (Anordnung der Antennen)
- **Absenkung oder Vermeidung der Emission** (z.B. Leistungsreduktion; Abschalten)
- **Beschränkung der Aufenthalts-/ Expositionsdauer**

AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 88A:

Erklären Sie den Begriff EMVU und deren Bedeutung im Amateurfunk

Frequenzbereich	Elektrische Feldstärke
unter 10 MHz	E = 87 / √f(MHz) [V/m]
10 bis 400 MHz	E = 27,5 [V/m]
400 - 2000 MHz	E = 1,375 * √f(MHz) [V/m]
über 2000 MHz	E = 61 [V/m]



Der nötige Sicherheitsabstand läßt sich berechnen:
Beispiel: bei einem Dipol für 28 MHz und einer P_{EIRP} von 164 W:

$$r = \frac{\sqrt{30 * P_{EIRP}\,[W]}}{E\,[V/m]} \qquad \frac{\sqrt{30 * 164}}{28} = 2{,}50\ m$$

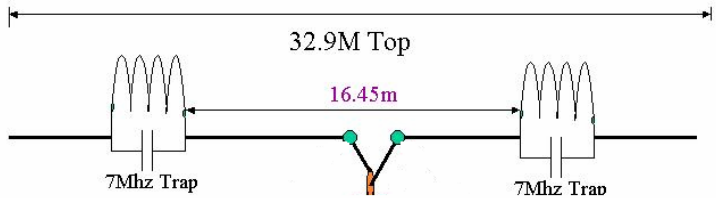
Es muss also von jedem Punkt der Antenne ein Abstand von mindestens 2,50 m eingehalten werden.

AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 89:

Erklären Sie den Begriff Trap, Aufbau und Wirkungsweise

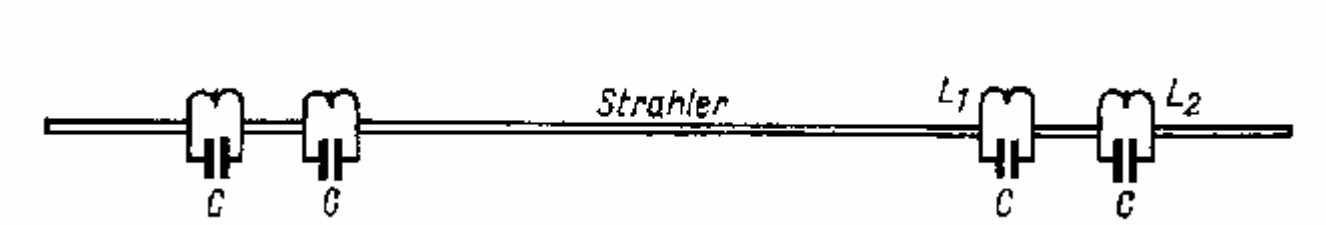
„Trap heißt Falle“. Ein Dipol kann mit Traps zu einer Mehrbandantenne gemacht werden. Meist als Parallelschwingkreis gefertigt, sperrt er für die höhere Frequenz und wirkt für die tiefere Frequenz als Verlängerungsspule für die äußeren Antennenelemente.



<u>Anwendung:</u>

Mehrbandantennen, typische Vertreter sind:

- W3DZZ Antenne (Dipol)
- Mehrband Yagi Antennen verschiedener Hersteller (es gibt auch Mehrband Yagi Antennen, die die volle Elementlänge besitzen (full size Antennen))



- VK2AOU Mehrband Antenne

Traps werden auch in Empfängern und Sendern als Sperrkreise eingesetzt, um unerwünschte Frequenzen zu unterdrücken.

Frage 90:

Was versteht man unter einem Hohlraumresonator, Anwendung

Rechteckiger oder runder Hohlzylinder mit einer geeigneten HF-Ankopplung. Durch die Abmessungen ergibt sich Resonanz im GHz-Bereich und er kann als Schwingkreis, oder Filter verwendet werden.

Da das Einbringen von Leitern oder Nichtleitern die Resonanzfrequenz eines derartigen Gebildes verändern kann, werden zur Feinabstimmung oft Schrauben verwendet, die mehr oder weniger weit in den Hohlraum hineinragen.

Beispiel:
Mikrowellenherd

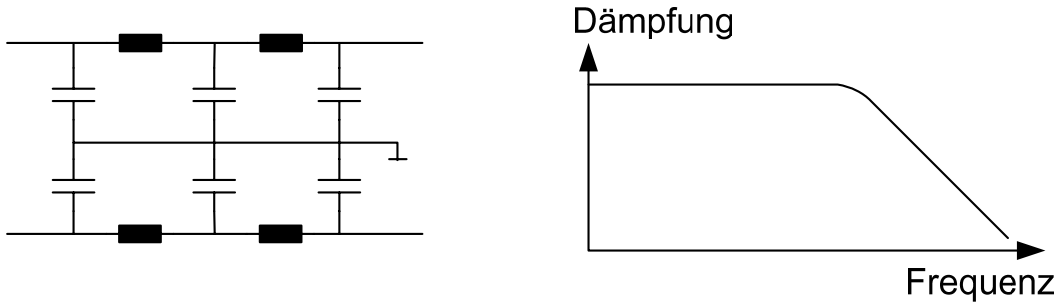
Vergleichsbeispiel aus der Akustik:
- Blasinstrumente,
- Orgelpfeifen,
- „Heulen“ von Kaminen bei Sturmwind.

Frage 91:

Funkentstörmaßnahmen im Bereich Stromversorgung der Amateurfunkstelle

---

Durch korrekte Verdrosselung und Abblockung der Netzzuleitungen kann das Abfließen von HF in das Stromnetz verhindert werden.



Schaltung und Durchlassbereich eines Breitbandnetzfilters

<u>Typische Werte:</u>

- Induktivitäten im Bereich 10 - 50 mH
- Kapazitäten im Bereich 10 - 100 nF

AFU Kurs Technik Klasse 1

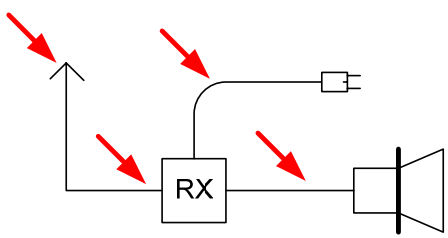
Frage 92:

Funkentstörmaßnahmen bei Beeinflussung durch hochfrequente Ströme und Felder

Grundsätzlich muss zwischen **schädlichen Störungen durch Nebenausstrahlungen** des Senders und einer **störenden Beeinflussung** unterschieden werden.

Die störende Beeinflussung kommt durch unzulängliche Großsignalfestigkeit eines Rundfunkempfängers (BCI), oder Fernsehgerätes (TVI) zustande. Diese Art von Störungen kann nicht an der Amateurfunkanlage, sondern nur am gestörten Gerät beseitigt werden.

Beide Störungsarten können auch durch eine nicht ordnungsgemäß aufgebaute Amateurfunkanlage verursacht werden. Dann spricht man von einer schädlichen Störung, die vom Funkamateur beseitigt werden muss. (Unerwünschte Aussendung).



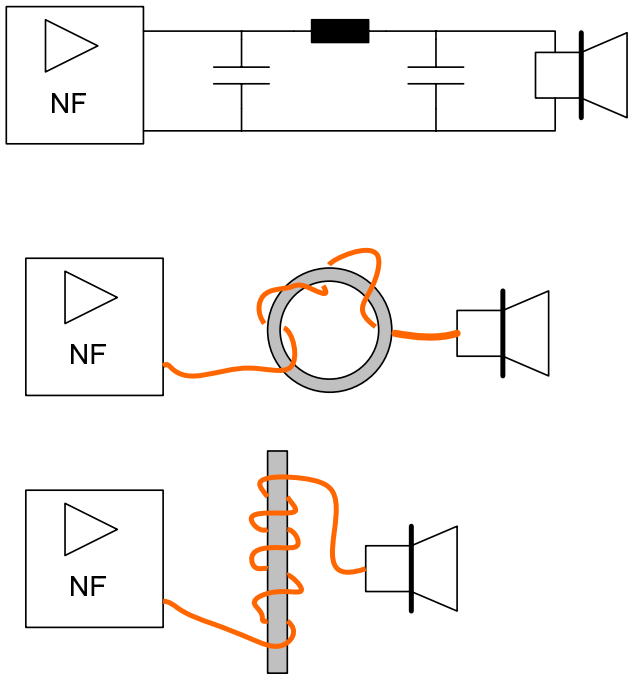
<u>Abhilfe:</u>

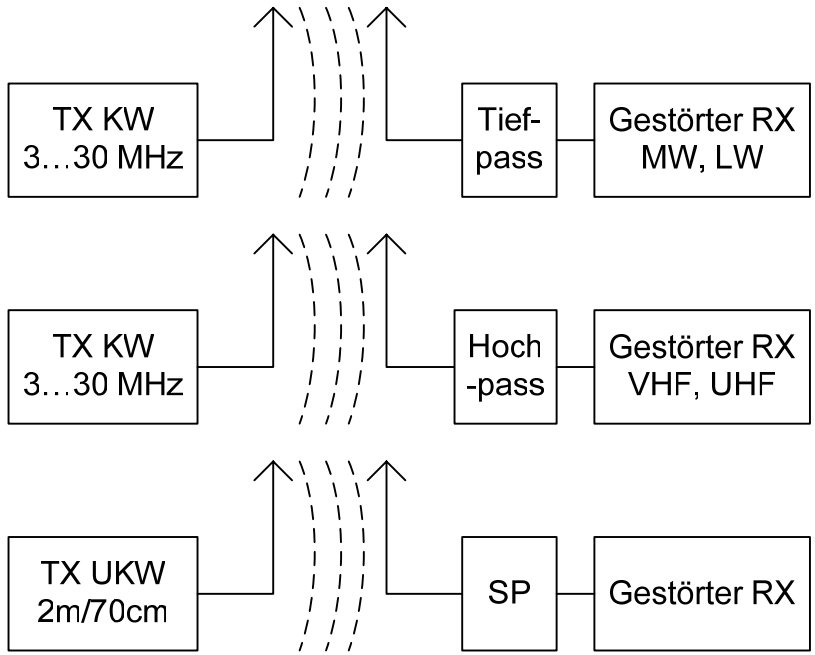
- Entkopplung der Antennen,
- Einbau von Hochpass- oder Tiefpass-Filtern,
- Verhinderung von HF-Einströmung in Lautsprecher- und NF-Leitungen durch Ferritdrosseln,
- Einbau des beeinflussten Gerätes in ein Abschirmgehäuse.

AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 92:

Funkentstörmaßnahmen bei Beeinflussung durch hochfrequente Ströme und Felder





Beseitigung von störenden Beeinflussungen bei Einströmung über Lautsprecherleitungen

Auswahl von Tiefpass, Hochpass oder Bandsperre bei Einströmung über die Antennenzuleitung.

Frage 92:

Funkentstörmaßnahmen bei Beeinflussung durch hochfrequente Ströme und Felder

---

Es gibt mehrere Arten, wie sich Hochfrequenz unerwünscht ausbreiten kann:

1. Durch das **Stromnetz**. Wenn Netzteile und andere mit dem Stromnetz verbundene Komponenten nicht fachgerecht gegen das Eindringen von Hochfrequenz geschützt sind. Dadurch kann Hochfrequenz das Stromnetz verseuchen und bei benachbarten Elektrogeräten Störungen aller Art verursachen. Abhilfe schafft man durch korrekte Verdrosselung und Abblockung der Netzleitungen (Line-Filter). Siehe auch Frage 91!

2. Durch die Speiseleitung oder die **Antenne**. Wenn im erzeugten Sendesignal auch unerwünschte Oberwellen oder Nebenwellen enthalten sind, so gelangen sie auch zur Abstrahlung und können benachbarte Funkdienste oder Rundfunkempfänger empfindlich stören. Diese Störungen sind durch korrekten Aufbau der Sendeendstufe und / oder Anwendung eines Tiefpassfilters abzustellen.

3. Durch **Einströmung** bzw. **Einstrahlung** selbst bei nebenwellenfreier Aussendung.

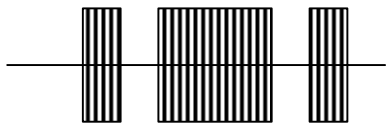
Frage 93:

Was sind Tastklicks, wie werden sie vermieden?

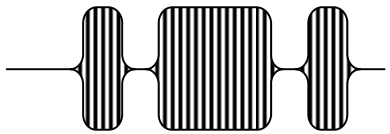
Wenn die Sendertastung eines Morsesignals ganz hart, also rechteckförmig erfolgt, entsteht eine Verbreiterung der belegten Bandbreite.

Durch RC-Glieder kann die Tastung weicher gestaltet werden, damit entsteht eine kleinere belegte Bandbreite.

Sendertastung zu hart



richtig



Frage 94:

Erklären Sie die Begriffe: Unerwünschte Aussendungen, Ausserbandaussendungen, Nebenaussendungen (spurious emissions)

Unerwünschte Aussendungen sind z.B. schlechte Träger- und Seitenbandunterdrückung beim SSB-Sender.

Bandbreitenüberschreitung beim AM- und FM-Sender durch Übermodulation.
Ausserbandaussendungen entstehen durch Oberwellen, die nicht vorschriftsmäßig unterdrückt sind.

Nebenaussendungen können z.B. entstehen, wenn das Sendesignal durch einen Mischvorgang gebildet wird und das unerwünschte Mischprodukt nicht korrekt ausgefiltert wird, oder durch Selbsterregung einer der Verstärkerstufen im Sender.

Frage 95:

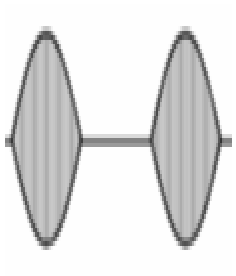
Erklären Sie den Begriff: Splatter – Ursachen und Auswirkungen

---

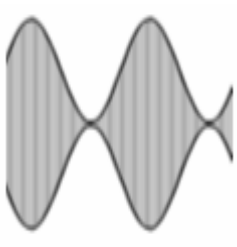
Verursacht durch Übermodulation bei AM- und SSB-Sendern. Dadurch wird der Sender in den nichtlinearen Zustand ausgesteuert. Erhöhte belegte Bandbreite ist die Folge; schlechte Verständlichkeit durch Intermodulation.

Splatter sind Störungen bei SSB- oder AM-Sendungen, die durch nichtlineare Kennlinien in der Signalverarbeitung verursacht werden. Meist wird dies durch Übersteuerung der Endstufe verursacht. Splatter machen sich durch eine unmäßige, große belegte Bandbreite des Signals bemerkbar.

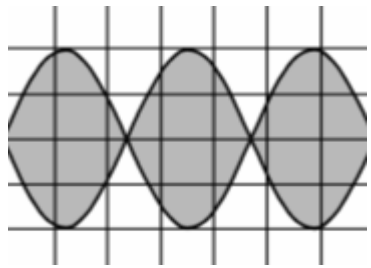
AM übermoduliert



100% moduliert



sauberes SSB-Signal



Frage 96:

Erklären Sie den Begriff schädliche Störungen

Eine **schädliche Störung ist eine Störung**, welche die Abwicklung des Funkverkehrs bei einem anderen Funkdienst, Navigationsfunkdienst, Sicherheitsfunkdienst **gefährdet** oder den Verkehr bei einem Funkdienst, der in Übereinstimmung mit den für den Funkverkehr geltenden Vorschriften wahrgenommen wird, ernstlich beeinträchtigt, ihn behindert oder wiederholt unterbricht.

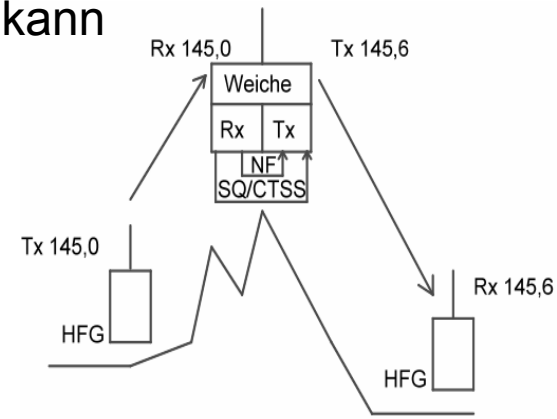
AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 97:

Prinzipieller Aufbau einer Relaisfunkstelle und einer Bakenfunkstelle

Relais:

Sender und Empfänger auf zwei unterschiedlichen Frequenzen.
Meist an einer gemeinsamen Antenne an einem hochgelegenen Standort. Das Empfangssignal moduliert den Sender. So kann auch der UKW-Amateur große Reichweiten erzielen.
Senderauftastung durch Squelch oder CTSS



Bake:
Sender an einem hochgelegenen Standort
mit Rufzeichengeber in CW.
Dient zur Beobachtung der Ausbreitungsverhältnisse.

Weltweites DX Bakennetz (20, 17, 15, 12, 10m):
http://www.ncdxf.org/beacons.html

links: Antenne der Bake VE8AT dieses DX- Bakennetzes.

Frage 98:

Definieren Sie den Begriff Sendeleistung

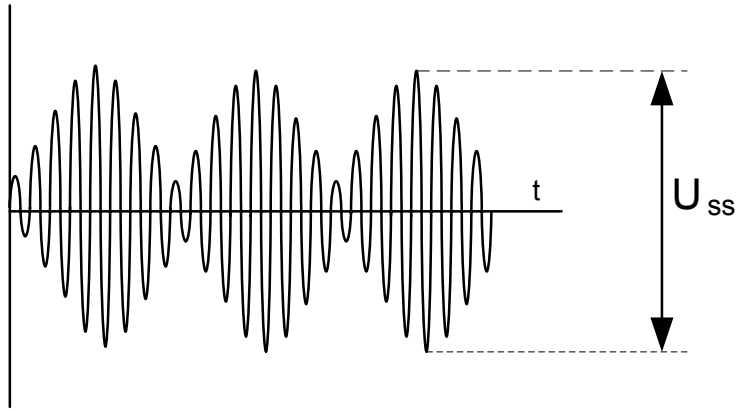
Gemäß Amateurfunkverordnung – AFV §1:

Sendeleistung ist die der Antennenspeiseleitung zugeführte Leistung.

Frage 99:

Definieren Sie den Begriff Spitzenleistung

Die **Spitzenleistung** (PEP=peak envelope power) ist die Effektivleistung die ein Sender während einer Periode der Hochfrequenzschwingung während der höchsten Spitze der Modulationshüllkurve unverzerrt der Antennenspeiseleitung zuführt.



Diese Spitzenleistung ist identisch mit dem Begriff PEP.

PEP ist die höchste erzielbare verzerrungsfreie Effektivleistung eines SSB Senders.

AFU Kurs Technik Klasse 1

Frage 100:

Definieren Sie den Begriff belegte Bandbreite

Die belegte Bandbreite ist der Frequenzbereich, den eine Aussendung samt Träger und aller Seitenbänder in Anspruch nimmt.

Folgende Effekte können die belegte Bandbreite über das beabsichtigte bzw. zulässige Maß hinaus vergrößern:

Splatter sind Störungen bei SSB- oder AM-Sendungen, die durch nichtlineare Kennlinien in der Signalverarbeitung verursacht werden. Meist wird dies durch Übersteuerung der Endstufe verursacht. Splatter machen sich durch eine unmäßige, große belegte Bandbreite des Signals bemerkbar.

Intermodulation: Es gibt nicht nur die bereits beim Empfänger beschriebene Intermodulation. Sondern auch beim Sender können durch unzweckmäßigen Aufbau oder Betriebsweise Störungen durch Intermodulation auftreten. Intermodulation entsteht durch Mischung in einer übersteuerten oder nicht linear betriebenen Verstärkerstufe. Dadurch werden z.B.: Summe und Differenz der entstehenden Oberwellen dem Ausgangsspektrum hinzugefügt. Beispiel: 2f1 – fo ergibt IM3 Produkte. Durch IM werden sowohl die belegte Bandbreite stark vergrößert, als auch die Verständlichkeit verschlechtert.

Tastklicks treten bei Morsesendungen auf, wenn die Tastung zu hart (rechteckförmig) vorgenommen wird. Es kommt ebenfalls zu einer unzulässigen Verbreiterung der belegten Bandbreite. Hier kann mit einem R-C-Filter die Tastung weicher gestaltet und somit die zu große Bandbreite vermieden werden.

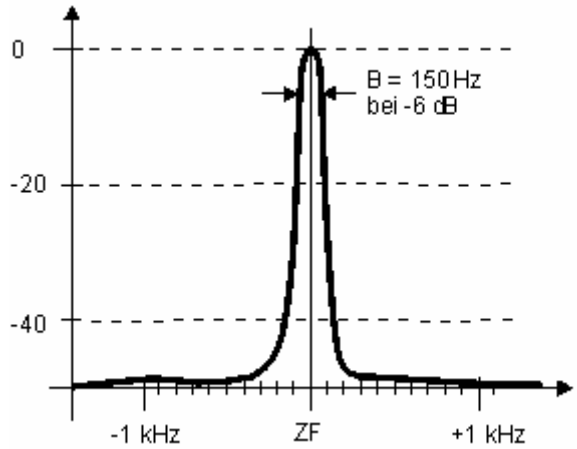
Frage 101:

Definieren Sie den Begriff „Interferenz in elektronischen Anlagen“; Beschreiben Sie Ursachen und Gegenmaßnahmen

---

Interferenz bedeutet überlagern. Im Falle von Funk bedeutet Interferenz das Überlagern einer erwünschten mit unerwünschten (dadurch störende) Aussendungen (es sind meist mehrere).
Interferenz kann schädliche Störungen verursachen. (Siehe auch Frage 96).

Ursachen sind im Aufbau/Konzept einer Empfangsanlage zu suchen.



<u>Gegenmaßnahmen:</u>

- selektive Eingangsfilter,
- hochwertige Filter im ZF-Bereich.

Frage 102:

Erklären Sie die Begriffe Blocking, Intermodulation

Blocking = Zustopfen, ein abseits von der Empfangsfrequenz liegendes extrem starkes Fremdsignal übersteuert eine Vorstufe derart, dass kein Empfang schwächerer Signale mehr möglich ist.

Intermodulation ist die unbeabsichtigte Mischung in einer Empfängerstufe mit 2 oder mehreren Signalen. Dadurch entstehen unerwünschte Mischprodukte, welche Signale vortäuschen, die gar nicht existieren.
Die Intermodulation im Empfänger ist zu unterscheiden von unerwünschten Nebenausstrahlungen, die durch Intermodulation im Sender hervorgerufen werden können (Frage 94).

Frage 103:

Welche Gefahren bestehen für Personen durch den elektrischen Strom?

Der menschliche Körper besitzt eine je nach Hautfeuchtigkeit mehr oder weniger gute Leitfähigkeit.
International werden Spannungen **über 50 V** (Effektivwert) als gefährlich eingestuft, da bereits bei diesen Spannungen gefährliche Ströme durch den Körper fließen können.
Deshalb muss unbedingt verhindert werden, dass Personen in einen elektrischen Stromkreis geraten können.

Ein Stromschlag kann Verbrennungen, Herzflimmern und Herzstillstand verursachen.

Frage 104:

Was ist beim Betrieb von Hochspannung führenden Geräten zu beachten?

Alle Hochspannung führenden Geräteteile müssen in einen allseitig geschlossenen Hochspannungskäfig mit Deckelschalter eingebaut werden.

Vor Entfernen eines Deckels unbedingt Netzstecker ziehen und einige Minuten abwarten. So können sich auch die Hochspannungs-Kondensatoren entladen, die mit Entladewiderständen überbrückt sein müssen.

Niemals an Hochspannungsgeräten im eingeschalteten Zustand arbeiten.

Frage 105:

Definieren Sie die Gefahren durch Gewitter für die Funkstation und das Bedienpersonal. Beschreiben Sie Vorbeugemaßnahmen

---

Durch die meist hoch angebrachte Antennenanlage ist die Gefahr eines Primärblitzschlages gegeben. Das bedeutet, der Blitz schlägt direkt in eine Antenne ein.

Ein Sekundärblitzschlag ist dann der Fall, wenn der primäre Einschlag z.B. in die 230 Volt Leitung erfolgt und durch induktive Spannungsspitzen angeschlossene Geräte beschädigt werden.

Vorbeugemaßnahmen:
- Funkbetrieb einstellen
- Antennenkabel vom Gerät trennen und erden
- bei Herannahen eines Gewitters alle Antennen erden
- Korrekter Blitzschutz