



Musterlösung für das Praxisskript

der Projektwerkstatt DK0TU



WiSe 2015/16

Technische Universität Berlin
Fakultät IV – Elektrotechnik und Informatik
Institut für Hochfrequenz- und Halbleiter-Systemtechnologien
Fachgebiet Hochfrequenztechnik

Impressum

Titel: Praxisskript der Projektwerkstatt DK0TU

Autor: Christian Stoll

1. Auflage März 2016

Erschienen im :

Fachgebiet Hochfrequenztechnik

Institut für Hochfrequenz- und Halbleiter-Systemtechnologien

Fakultät IV - Elektrotechnik und Informatik

Sekr. HFT 4

Raum HFT 307

Einsteinufer 25

D-10587 Berlin

Leitung: Prof. Dr. Klaus Petermann

Aktuelle Informationen der Projektwerkstatt finden Sie unter:

<http://www.dk0tu.de>

Die vorliegende Fassung des Praxisskripts wurde sorgfältigst auf Fehler hin überprüft. Um das Praxisskript dennoch laufend verbessern zu können, würden wir uns über Hinweise auf etwaig vorhandene Fehler sowie Verbesserungsvorschläge sehr freuen. Wenden Sie sich dazu bitte an die zuständigen Tutor*innen und wissenschaftlichen Mitarbeiter*innen.

Inhaltsverzeichnis

1 Die Spule	4
2 Der Schwingkreis	8
3 Die Diode	12
4 Der Bipolar-Transistor	16
5 Das Elektromagnetische Feld	20
6 Die Wellenausbreitung	24
7 Der Kurzwellendetektor	30
8 Dezibel, Dämpfung, Kabel	32
9 Die Antenne	36
10 Modulation, Demodulation	40
11 Senden, Empfangen	44
12 Die Betriebsarten	48
13 Das Oszilloskop	51
14 EMV	55



1 Die Spule

Theorie- und Prüfungsfragen

- 1 Wie lässt sich die Induktivität einer Spule berechnen?
- 2 Wie lautet die magnetische Feldkonstante μ_0 ?
- 3 Wie lautet die relative Permeabilität μ_r für Luft?
- 4 Berechne die Induktivität der Zylinderspule mit folgender Bemäßung: 25 Windungen, Durchmesser von 8mm, Länge 1cm, relative Permeabilität von Luft
- 5 **TB402** Wie nennt man das Feld im Innern einer langen Zylinderspule beim Fließen eines Gleichstroms?
 - A Homogenes elektrisches Feld
 - B Zentriertes magnetisches Feld
 - C Konzentrisches Magnetfeld
 - D Homogenes magnetisches Feld

D
- 6 **TC302** Wie ändert sich die Induktivität einer Spule von $12\mu H$, wenn die Wicklung auf dem Wickelkörper bei gleicher Windungszahl auf den doppelten Wert auseinander gezogen wird?
 - A Die Induktivität sinkt auf $3\mu H$.
 - B Die Induktivität sinkt auf $6\mu H$.
 - C Die Induktivität steigt auf $24\mu H$.
 - D Die Induktivität steigt auf $48\mu H$.

B
- 7 **TC303** Wie kann man die Induktivität einer Spule vergrößern?
 - A Durch Auseinanderziehen der Spule (Vergrößerung der Spulenlänge).
 - B Durch Einführen eines Kupferkerns in die Spule.
 - C Durch Stauchen der Spule (Verkürzen der Spulenlänge).
 - D Durch Einbau der Spule in einen Abschirmbecher.

C

$$i) L = \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot A \cdot N^2}{l} \quad (1.1)$$

$$ii) \mu_0 = 1,2566 \cdot 10^{-6} \frac{H}{m} \quad (1.2)$$

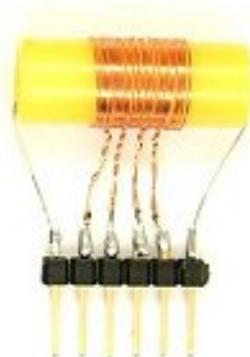
$$iii) \mu_{r,Luft} = 1 + 4 \cdot 10^{-7} \quad (1.3)$$

$$iv) L = 3,9 \mu H \quad (1.4)$$

Praktische Anwendung

Spule wickeln

Für den ersten Versuch soll eine Spule mit insgesamt 25 Windungen und vier Anzapfungen gewickelt werden. Als Wickelkörper soll eine 8 mm dickes und 3cm langes Stück eines Trinkhalmes verwendet werden. Zwei Löcher im Abstand 1cm helfen die Drahtenden zu fixieren. Es werden dann jeweils 5 Windungen gewickelt, eine Schlaufe verdrillt und die folgenden Windungen aufgetragen. Die fertige Spule wird an einen Abschnitt Pfostenstecker mit sechs Kontakten gelötet.



2 Der Schwingkreis

Theorie- und Prüfungsfragen

- 1 Skizziere die Schaltung eines Reihenschwingkreises.
- 2 Skizziere die Schaltung eines Parallelschwingkreises.
- 3 Was ist die Resonanzfrequenz und wie lässt sie sich berechnen?
- 4 Berechne die theoretische Resonanzfrequenz der Schwingkreise bei Verwendung eines 50Ω Widerstandes, eines $256\mu F$ Kondensators und einer Spule mit $3.9\mu H$.
- 5 **TD204** Wie ändert sich die Resonanzfrequenz eines Schwingkreises, wenn 1. die Spule weniger Windungen erhält, 2. die Länge der Spule durch Zusammenschieben der Drahtwicklung verringert wird, 3. ein Ferritkern in das Innere der Spule gebracht wird?
 - A Die Resonanzfrequenz wird bei 1. und 2. kleiner und bei 3. größer.
 - B Die Resonanzfrequenz wird bei 1. kleiner und bei 2. und 3. größer.
 - C Die Resonanzfrequenz wird bei 1. und 2. größer und bei 3. kleiner.
 - D Die Resonanzfrequenz wird bei 1. größer und bei 2. und 3. kleiner.

Lösung D

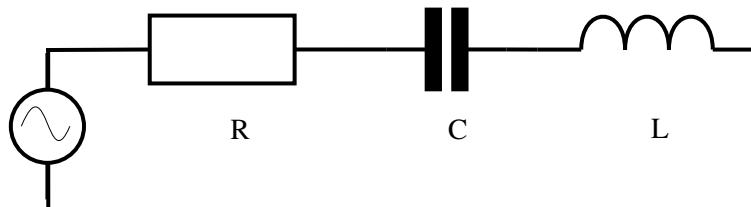


Bild 2.1: 1 Reihenschwingkreis

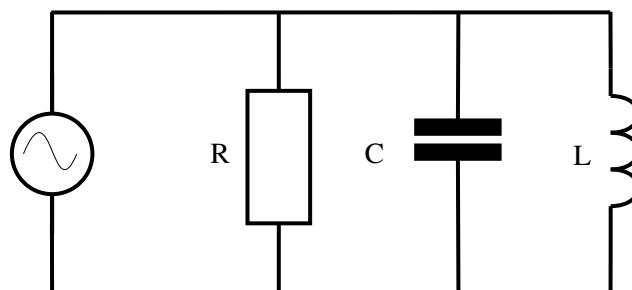


Bild 2.2: 2 Parallelschwingkreis

- 3 Die Resonanzfrequenz eines Schwingkreises, ist die Frequenz, bei der die Wechselspan-

nungswiderstände der Kapazität(X_C) und der Induktivität(X_L) gleich groß sind ($X_C = X_L$).

$$f_g = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$4 f_g = 5000\text{Hz}$$

Praktische Anwendung

Reihenschwingkreis

- Baue die Schaltung des Reihenschwingkreises auf. Verwende hierfür eine Spule mit etwa H , einen 50Ω Widerstand und einen $10pF$ Kondensator.
- Lege nun eine Wechselspannungsquelle bzw. einen Frequenzgenerator an die Schaltung an. Verwende eine sinusförmige Wechselspannung mit einer konstanten Amplitude zwischen $1V$ und $3V$.
- Erhöhe nun Schrittweise die die Frequenz von $1kHz$ bis $10kHz$. Messen Sie für 10 Frequenzwerte den Strom der durch die Schaltung fließt.
- Zeichnen Sie die Werte in ein Diagramm ein. Lege die Frequenz auf die X-Achse und den Strom auf die Y-Achse.
- Was lässt sich aus dem Diagramm ableSEN?

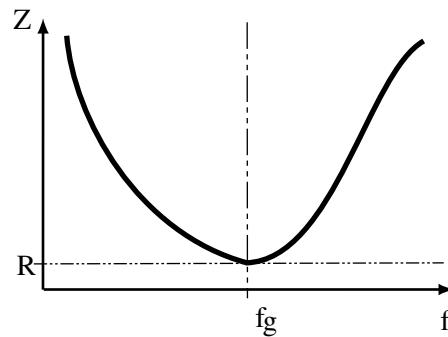


Bild 2.3: Impedanz eines Reihenschwingkreises in Abhängigkeit von der Frequenz

Parallelenschwingkreis

- Baue die Schaltung des Parallelenschwingkreises auf. Verwende hierfür eine Spule mit $270H$, einen 50Ω Widerstand und einen $10pF$ Kondensator.
- Lege nun eine Wechselspannungsquelle bzw. einen Frequenzgenerator an die Schaltung an. Verwenden eine sinusförmige Wechselspannung mit einer konstanten Amplitude zwischen $1V$ und $3V$.
- Erhöhe nun Schrittweise die die Frequenz von $1kHz$ bis $10kHz$. Messen Sie für 10 Frequenzwerte den Strom der durch die Schaltung fließt.
- Zeichne die Werte in ein Diagramm ein. Lege die Frequenz auf die X-Achse und den Strom auf die Y-Achse.

2 Der Schwingkreis

- Was lässt sich aus dem Diagramm ablesen?

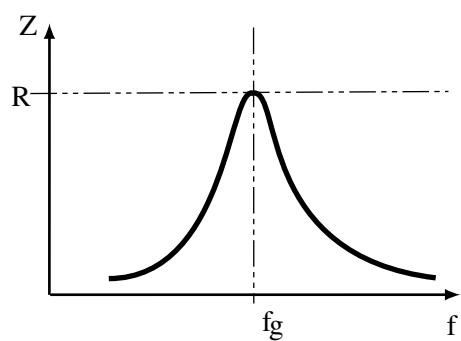
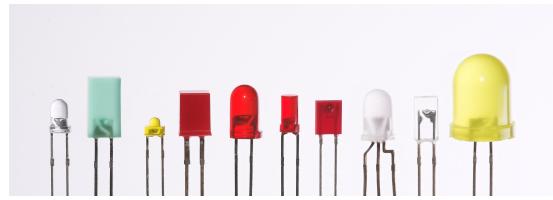


Bild 2.4: Impedanz eines Parallelschwingkreiseses in Abhängigkeit von der Frequenz



3 Die Diode

Theorie- und Prüfungsfragen

Dotierung

1 Was bedeutet der Begriff Dotierung?

Dotierung bezeichnet in der Halbleitertechnik das einbringen von Fremdatomen in ein Grundmaterial zur Veränderung der elektrischen Leitfähigkeit.

2 **TB105** Was verstehen Sie unter Halbleitermaterialien? Einige Stoffe wie z.B. ...

- A Silizium, Germanium sind in reinem Zustand gute Isolatoren. Durch geringfügige Zusätze von geeigneten anderen Stoffen werden sie jedoch zu Leitern.
- B Silizium, Germanium sind in reinem Zustand gute Isolatoren. Durch geringfügige Zusätze von geeigneten anderen Stoffen nimmt jedoch ihre Leitfähigkeit ab.
- C Indium oder Magnesium sind in reinem Zustand gute Isolatoren. Durch geringfügige Zusätze von geeigneten anderen Stoffen werden sie jedoch zu Leitern.
- D Silizium, Germanium sind in trockenem Zustand gute Elektrolyten. Durch geringfügige Zusätze von Wismut oder Tellur kann man daraus entweder N-leitendes oder P-leitendes Material für Anoden bzw. Katoden von Halbleiterbauelementen herstellen.

Lösung A

3 **TC501** P-dotiertes Halbleitermaterial ist solches, das mit einem zusätzlichen Stoff versehen wurde, der

- A mehr als vier Valenzelektronen enthält.
- B genau vier Valenzelektronen enthält.
- C weniger als vier Valenzelektronen enthält.
- D keine Valenzelektronen enthält.

Lösung C

4 **TC502** N-leitendes Halbleitermaterial ist gekennzeichnet durch

- A Überschuss an freien Elektronen.
- B das Fehlen von Dotierungsatomen.
- C das Fehlen von Atomen im Gitter des Halbleiterkristalls.
- D bewegliche Elektronenlücken.

Lösung A

5 **TC503** Ein in Durchlassrichtung betriebener PN-Übergang ermöglicht

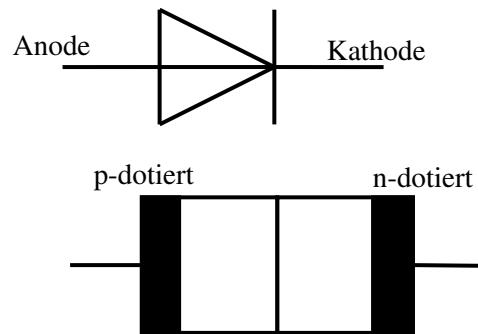
- A den Stromfluss von N nach P.
- B den Stromfluss von P nach N.
- C keinen Stromfluss.

D den Elektronenfluss von P nach N.

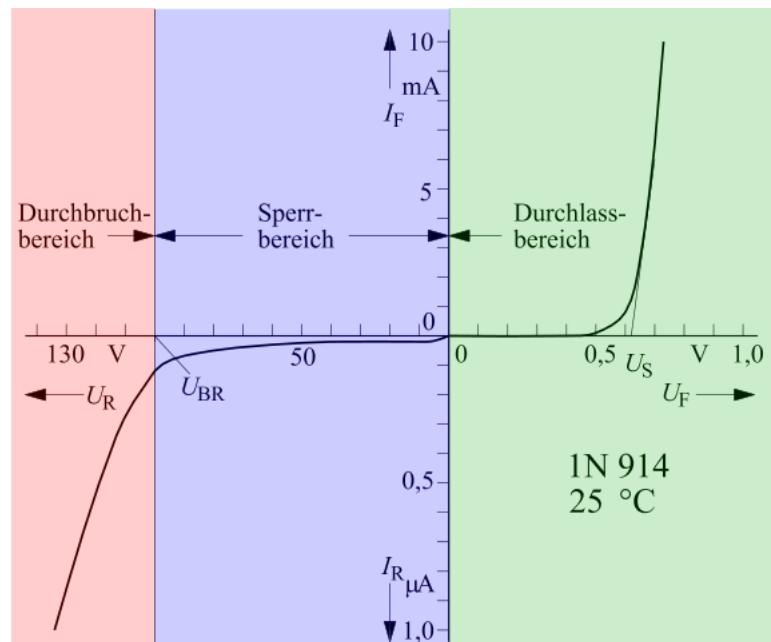
Lösung B

Die Diode

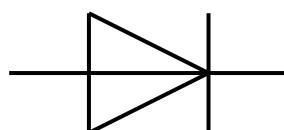
- 6 Skizziere das Schaltzeichen einer Diode und markieren die Anode und die Kathode und die jeweilige Dotierung.



- 7 Skizziere die Strom-Spannungskennlinie und markieren den Durchlassbereich, den Sperrbereich und den Durchbruchbereich.

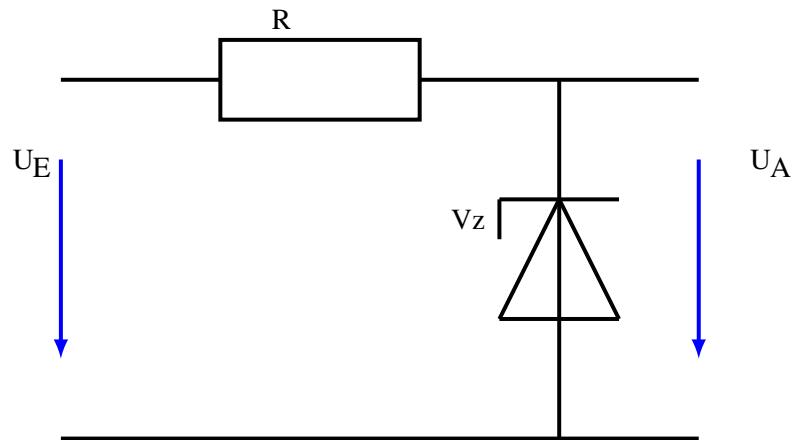


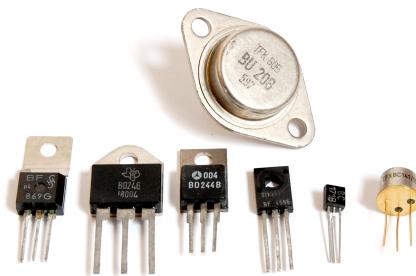
- 8 Skizziere das Schaltzeichen einer Zener-Diode?



3 Die Diode

9 Skizziere eine Schaltung mit deren Hilfe eine Spannungsstabilisierung durchgeführt werden kann.





4 Der Bipolar-Transistor

Theorie- und Prüfungsfragen

- 1 Skizziere die Schaltzeichen eines NPN- und eines PNP-Transistors. Beschrifte entsprechend die Anschlüsse.
- 2 Zeichne das Ersatzschaltbild aus zwei Dioden für den NPN- und den PNP-Transistor.

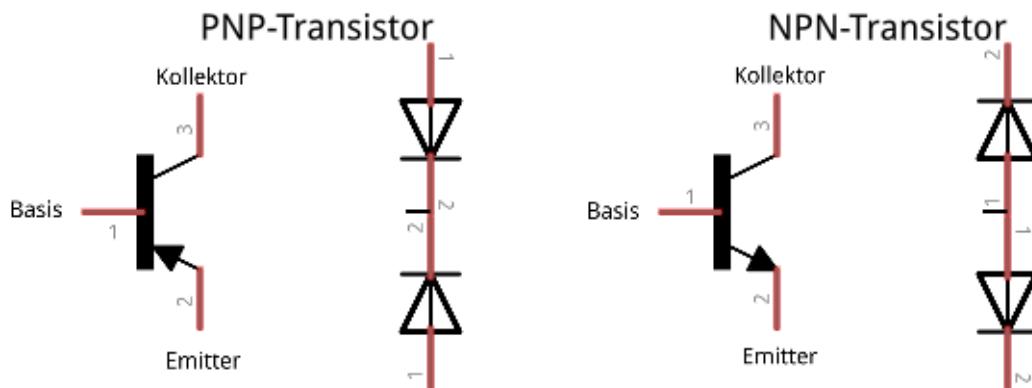


Bild 4.1: 1 und 2 - NPN- und PNP-Transistor

- 3 **TC605** Welche Kollektorspannungen haben NPN- und PNP-Transistoren?

- A NPN- und PNP-Transistoren benötigen negative Kollektorspannungen.
- B PNP-Transistoren benötigen positive, NPN-Transistoren negative Kollektorspannung.
- C PNP- und NPN-Transistoren benötigen positive Kollektorspannungen.
- D NPN-Transistoren benötigen positive, PNP-Transistoren negative Kollektorspannungen.

Lösung D

- 4 **TC602** Das Verhältnis von Kollektorstrom zum Basisstrom eines Transistors liegt üblicherweise im Bereich von

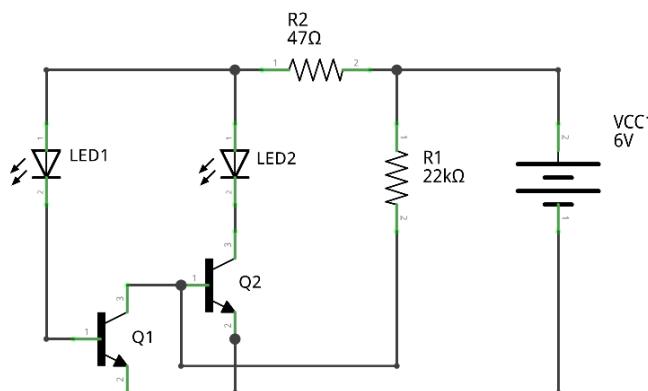
- A 1 zu 50 bis 1 zu 100.
- B 10 zu 1 bis 900 zu 1.
- C 1000 zu 1 bis 5000 zu 1.
- D 1 zu 100 bis 1 zu 500.

Lösung B

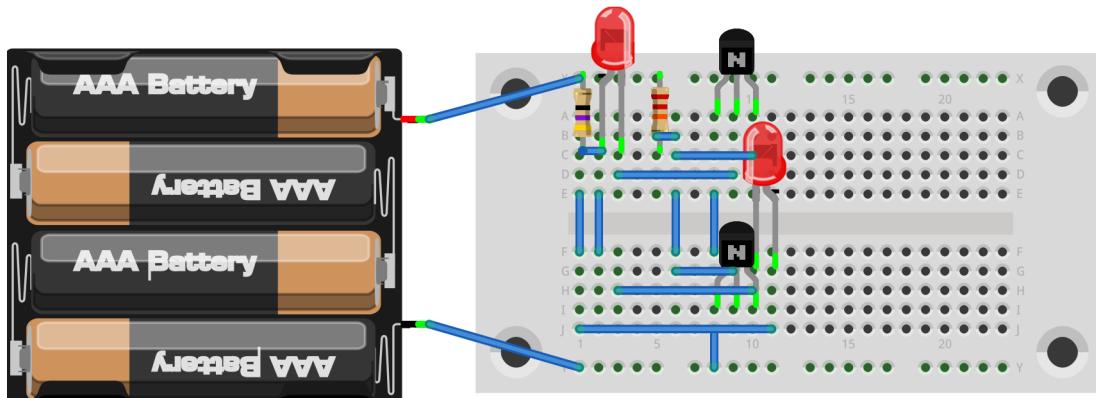
Praktische Anwendung

Transistorschaltung 01 - Der Bipolar-Transistor als Schalter

- Schaue dir den Bipolar-Transistor als Bauteil an und ordne mit Hilfe des Datenblattes die Bezeichnungen Kollektor, Basis und Emitter den einzelnen Beinchen zu.
- Verwende optional den Komponententester eines Multimeters. Was zeigt dieser an?
- Baue folgende Transistor-Schaltung auf (Abbildung 4.2).
- Lege die Versorgungsspannung an die Schaltung an.
- Entferne unter Last die Leuchtdiode 1. Welche Auswirkungen hat das auf die Schaltung und warum?



(a) Schaltplan



(b) Mögliche Breadboard-Ansicht

Bild 4.2: Transistorschaltung 01 - Der Bipolar-Transistor als Schalter

Transistorschaltung 02 - Der Bipolar-Transistor als Sensor

- Baue folgende Transistor-Schaltung auf (Abbildung 4.3).
- Lege die Versorgungsspannung an die Schaltung an.
- Berühre die Basis des Transistors Q1 mit dem Finger. Was passiert und warum?
- **Zusatz:** Ersetze die Led durch einen Lautsprecher? Was passiert und warum?

4 Der Bipolar-Transistor

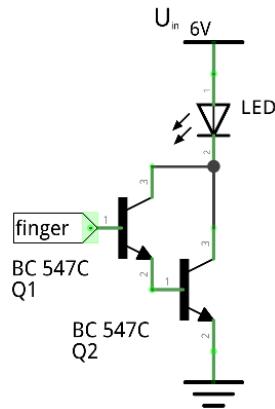


Bild 4.3: Transistorschaltung 02 - Der Bipolar-Transistor als Sensor

Transistorschaltung 03 - Der Bipolar-Transistor als Verstärker

- Baue folgende Transistor-Schaltung auf (Abbildung 4.4).
- Lege die Versorgungsspannung an die Schaltung an.
- Lege ein Audiosignal an den Eingang der Schaltung an. Was passiert und warum?

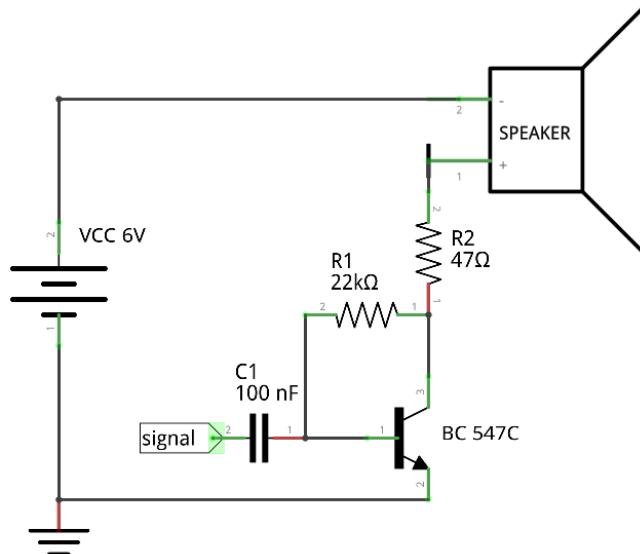
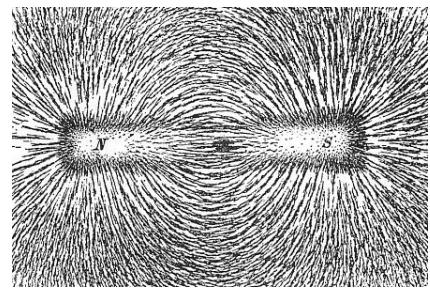


Bild 4.4: Transistorschaltung 03 - Der Bipolar-Transistor als Verstärker



5 Das Elektromagnetische Feld

Theorie- und Prüfungsfragen

1 **TB301** Welche Einheit wird für die elektrische Feldstärke verwendet?

- A Watt pro Quadratmeter (W/m^2)
- B Ampere pro Meter (A/m)
- C Henry pro Meter (H/m)
- D Volt pro Meter (V/m)

Lösung D

2 Berechne das elektrische Feld eines 9V-Blockes mit $U = 9V$ und einem Klemmenabstand von $12,7mm$.

$$\text{Lösung } 708,66V/m; E = \frac{U}{d}$$

3 **TB401** Welche Einheit wird für die magnetische Feldstärke verwendet?

- A Watt pro Quadratmeter (W/m^2)
- B Volt pro Meter (V/m)
- C Ampere pro Meter (A/m)
- D Henry pro Meter (H/m)

Lösung C

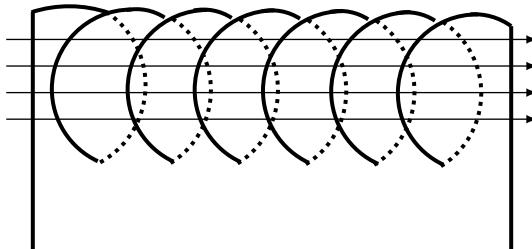


Bild 5.1: Magnetfeld im Innern einer Zylinderspule

4 **TB402** Wie nennt man das Feld im Innern einer langen Zylinderspule beim Fließen eines Gleichstroms (siehe Abbildung 5.1)?

- A Homogenes elektrisches Feld
- B Zentriertes magnetisches Feld
- C Konzentrisches Magnetfeld
- D Homogenes magnetisches Feld

Lösung D

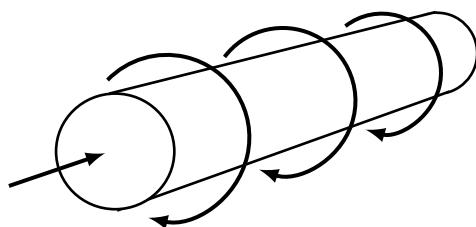


Bild 5.2: Magnetfeld eines Strom durchflossenen Leiters

5 **TB403** Wenn Strom durch einen gestreckten Leiter fließt, entsteht ein ... (siehe Abbildung 5.2)

- A elektrisches Feld aus konzentrischen Kreisen um den Leiter.
- B Magnetfeld aus konzentrischen Kreisen um den Leiter.**
- C homogenes Magnetfeld um den Leiter.
- D homogenes elektrisches Feld um den Leiter.

Lösung B

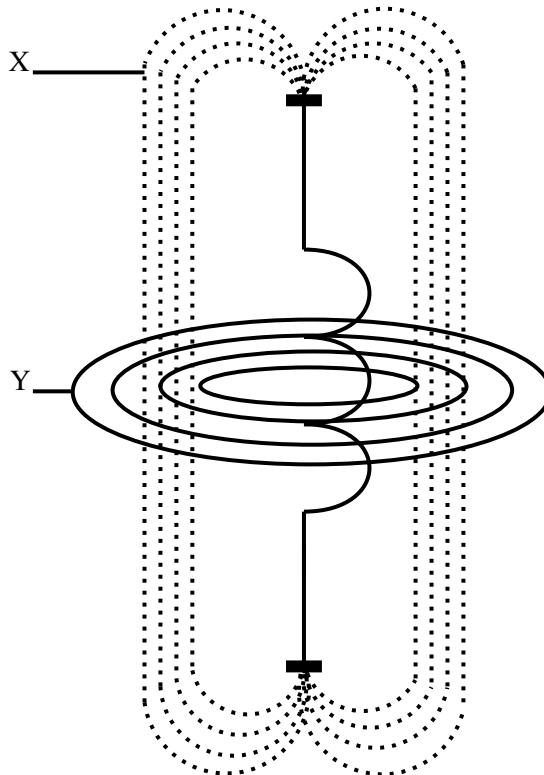


Bild 5.3: Elektromagnetisches Feld bei der Vertikalantenne

6 **TB303** Wie werden die mit X gekennzeichneten Feldlinien einer Vertikalantenne bezeichnet? (siehe Abbildung 5.3)?

- A Magnetische Feldlinien**
- B Elektrische Feldlinien
- C Polarisierte Feldlinien

5 Das Elektromagnetische Feld

- D Horizontale Feldlinien

Lösung B

7 **TB404** Wie werden die mit Y gekennzeichneten Feldlinien einer Vertikalantenne bezeichnet? (siehe Abbildung 5.3)?

- A Magnetische Feldlinien
- B Elektrische Feldlinien
- C Radiale Feldlinien
- D Vertikale Feldlinien

Lösung A

8 **TB602** Welcher Wellenlänge λ entspricht die Frequenz $1,84MHz$?

- A $16,3m$
- B $163m$
- C $0,163m$
- D $16,3m$

$$\text{Lösung B; } \lambda = \frac{c}{f}$$

6 Die Wellenausbreitung



Theorie- und Prüfungsfragen

Kurzwellenausbreitung

1 **TI203** Welche der folgenden Aussagen trifft für KW-Funkverbindungen zu, die über Bodenwellen erfolgen? Die Bodenwelle folgt der Erdkrümmung und ...

- A geht nicht über den geografischen Horizont hinaus. Sie wird in höheren Frequenzbereichen stärker gedämpft als in niedrigeren Frequenzbereichen.
- B geht über den geografischen Horizont hinaus. Sie wird in niedrigeren Frequenzbereichen stärker gedämpft als in höheren Frequenzbereichen.
- C geht über den geografischen Horizont hinaus. Sie wird in höheren Frequenzbereichen stärker gedämpft als in niedrigeren Frequenzbereichen.
- D geht nicht über den geografischen Horizont hinaus. Sie wird in niedrigeren Frequenzbereichen stärker gedämpft als in höheren Frequenzbereichen.

Lösung C

Ionosphäre

2 **TII03** In welcher Höhe befinden sich die für die Fernausbreitung (DX) wichtigen ionosphärischen Schichten? Sie befinden sich in ungefähr ...

- A 2 bis 5 km Höhe.
- B 20 bis 50 km Höhe.
- C 200 bis 500 km Höhe.
- D 2000 bis 5000 km Höhe.

Lösung C

3 Ergänze folgendes Schaubild: Abbildung 6.1. Tragen Sie die Bezeichnungen der einzelnen Schichten ein, die Höhe in der sie sich etwa befindet und die wichtigsten Frequenzen.

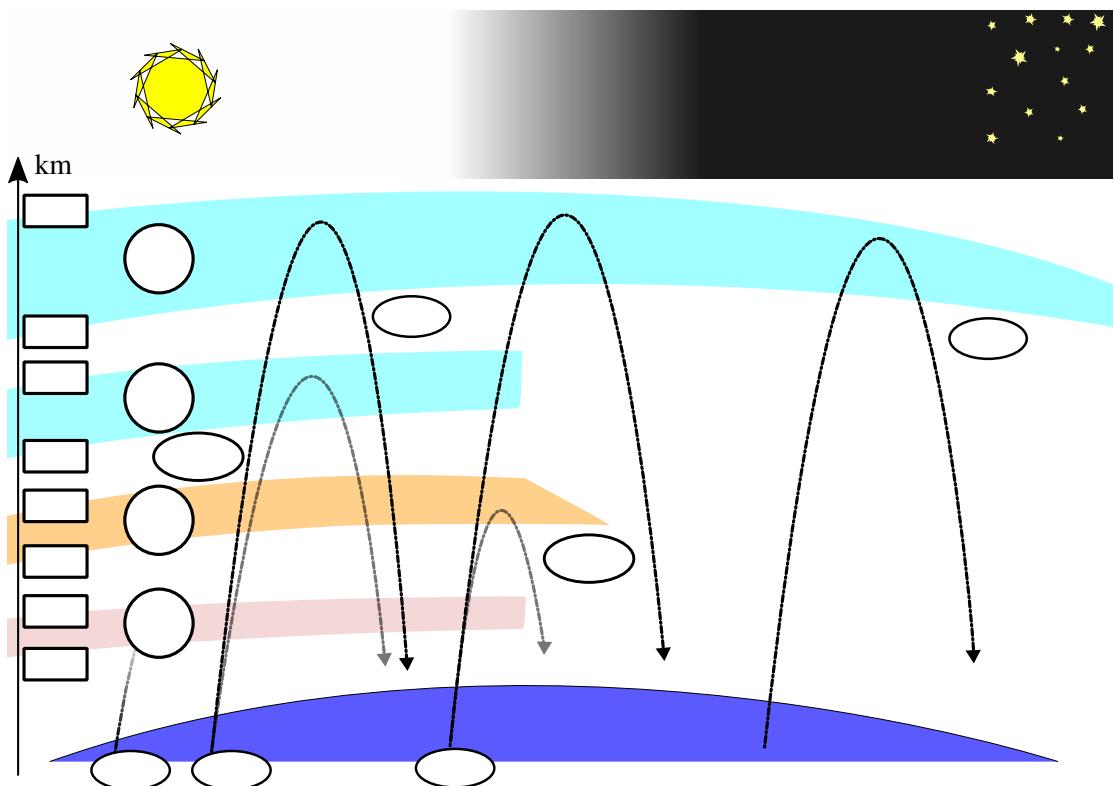
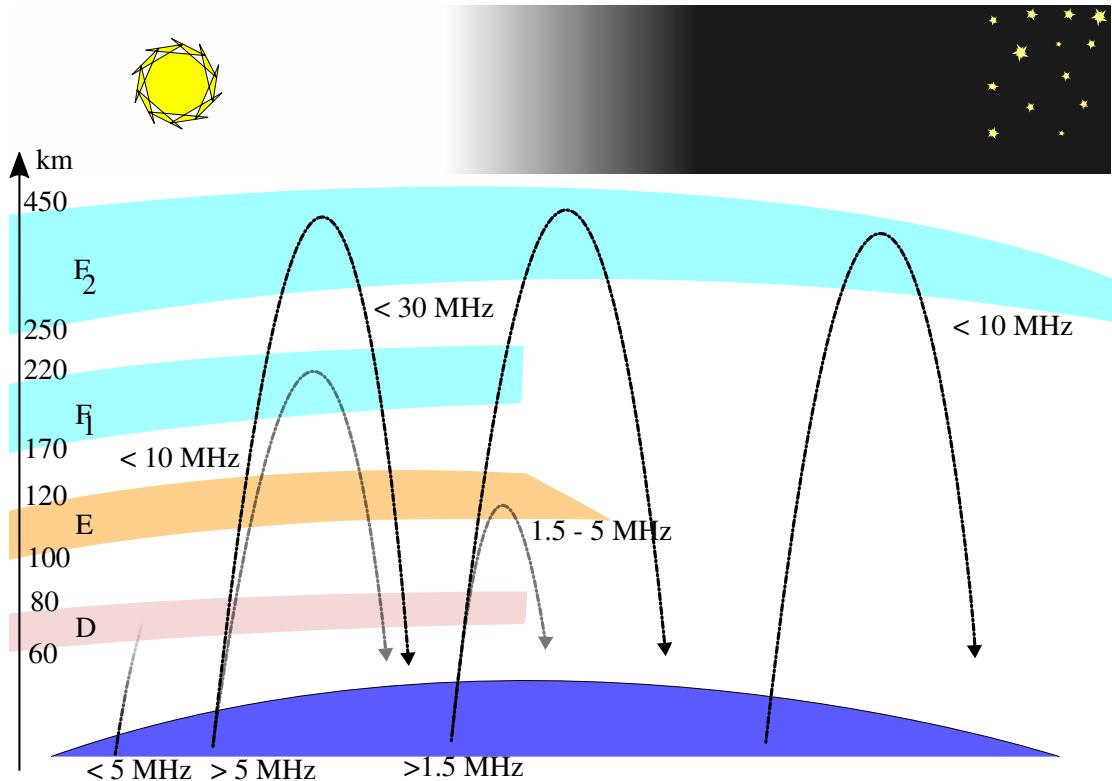


Bild 6.1: Aufbau der Ionosphäre und reflektierende Eigenschaften der Schichten

6 Die Wellenausbreitung



Sonnenflecken

4 **TII07** Die Sonnenfleckenzahl ist einem regelmäßigen Zyklus unterworfen. Welchen Zeitraum hat dieser Zyklus zirka?

- A 6 Monate
- B 12 Monate
- C 100 Jahre
- D 11 Jahre

Lösung D

Reichweite der Raumwellen

5 Was bedeutet die Abkürzung *MUF*?

Von Ionosphärenmessstationen wird die so genannte kritische Frequenz f_k gemessen. Das ist die höchste Frequenz, bei der die senkrecht in die Ionosphäre eintretende Raumwelle gerade noch reflektiert wird. Daraus ergibt sich die obere brauchbare Grenzfrequenz MUF (maximum usable frequency) durch das so genannte Sekansgesetz:

6 **TI212** Was bedeutet die *MUF* bei der Kurzwellenausbreitung?

- A Mittlere Nutzfrequenz
- B Höchste brauchbare Frequenz
- C Niedrigste brauchbare Frequenz
- D Kritische Grenzfrequenz

Lösung B

7 **TI205** Von welchem der genannten Parameter ist die Sprungdistanz abhängig, die ein KW-Signal auf der Erdoberfläche überbrücken kann?

- A Von der Polarisation der Antenne
- B Von der Sendeleistung
- C Vom Antennengewinn
- D Vom Abstrahlwinkel der Antenne

Lösung D

D-Schicht

8 **TI210** Warum sind Signale im 160- und 80-Meter-Band tagsüber nur schwach und nicht für den weltweiten Funkverkehr geeignet? Sie sind ungeeignet wegen der Tagesdämpfung in der ...

- A A-Schicht
- B D-Schicht
- C F1-Schicht
- D F2-Schicht

Lösung B

Fading

9 Erläutere den Begriff Fading.

Ionosphärischer Feldstärkeschwund durch Überlagerung von Boden- und Raumwelle, der sich bei der Kurzwellenausbreitung besonders bei AM-Sendungen bemerkbar macht

F- und E-Schicht

10 **TI106** Welche Schicht ist für die gute Ausbreitung im 10-m-Band in den Sommermonaten verantwortlich?

- A D-Schicht
- B F1-Schicht
- C F2-Schicht
- D E-Schicht

Lösung D

Tote Zone

11 **TI202** Unter der “Toten Zone” wird der Bereich verstanden,

- A der durch die Bodenwelle überdeckt wird, so dass schwächere DX-Stationen zugedeckt werden.
- B der durch die Bodenwelle erreicht wird und für die Raumwelle nicht zugänglich ist.
- C der durch die Bodenwelle nicht mehr erreicht wird und durch die reflektierte Raumwelle noch nicht erreicht wird.
- D der durch die Interferenz der Bodenwelle mit der Raumwelle in einer Zone der gegenseitigen Auslöschung liegt.

Lösung C

6 Die Wellenausbreitung

Kurzwelle

12 **TI206** Bei der Ausbreitung auf Kurzwelle spielt die so genannte “Grey Line” eine besondere Rolle. Was ist die “Grey Line”?

- A Die instabilen Ausbreitungsbedingungen in der Äquatorialzone.
- B Die Zeit mit den besten Möglichkeiten für “Short Skip” Ausbreitung.
- C Die Übergangszeit vor und nach dem Winter, in der sich die D-Schicht ab- und wieder aufbaut.
- D Der Streifen der Dämmerungsphase vor Sonnenaufgang oder nach Sonnenuntergang.

Lösung D

13 Ergänze in der Tabelle die jeweiligen Frequenzbereiche für die einzelnen Bänder.

Band	Frequenzbereich	Band	Frequenzbereich
160m		160m	1,810 – 2,000MHz
80m		80m	3,500 – 3,800MHz
40m		40m	7,000 – 7,200MHz
20m		20m	14,000 – 14,350MHz
15m		15m	21,000 – 21,450MHz
10m		10m	28,000 – 29,700MHz

15 **TI210** Warum sind Signale im 160- und 80-Meter-Band tagsüber nur schwach und nicht für den weltweiten Funkverkehr geeignet? Sie sind ungeeignet wegen der Tagesdämpfung in der

- A A-Schicht
- B D-Schicht
- C F1-Schicht
- D F2-Schicht

Lösung B

UKW

14 **TI301** Wie weit etwa reicht der Funkhorizont im UKW-Bereich über den geografischen Horizont hinaus? Er reicht etwa ...

- A doppelt so weit.
- B bis zur Hälfte der Entfernung bis zum geografischen Horizont.
- C bis zum Vierfachen der Entfernung bis zum geografischen Horizont.
- D 15% weiter als der geografische Horizont.

Lösung D

15 **TI305** Wie wirkt die Antennenhöhe auf die Reichweite einer UKW-Verbindung aus? Die Reichweite steigt mit zunehmender Antennenhöhe, weil ...

- A die dämpfende Wirkung der Erdoberfläche abnimmt.
- B die Entfernung zu den reflektierenden Schichten der Troposphäre abnimmt.
- C in höheren Luftsichten die Temperatur sinkt.

- D die optische Sichtweite zunimmt.

Lösung D

Sporadic-E

16 **TI309** Was versteht man unter dem Begriff Sporadic E? Man versteht darunter ...

- A kurzfristige plötzliche Inversionsänderungen in der E-Schicht, die Fernausbreitung im VHF-Bereich ermöglichen.
- B kurzzeitig auftretende starke Reflexion von VHF-Signalen an Meteorbahnen innerhalb der E-Schicht.
- C lokal begrenzten kurzzeitigen Ausfall der Reflexion durch ungewöhnlich hohe Ionisation innerhalb der E-Schicht.
- D die Reflexion an lokal begrenzten Bereichen mit ungewöhnlich hoher Ionisation innerhalb der E-Schicht.

Lösung D

17 **TI204** Wie groß ist in etwa die maximale Entfernung, die ein KW-Signal bei Reflexion an der E-Schicht auf der Erdoberfläche mit einem Sprung (Hop) überbrücken kann?

- A Etwa 1100 km
- B Etwa 2200 km
- C Etwa 4500 km
- D Etwa 9000 km

Lösung B

Aurora

18 **TI211** In welcher ionosphärischen Schicht treten gelegentlich Aurora-Erscheinungen auf?

- A In der F-Schicht
- B In der E-Schicht Nähe des Äquators
- C In der E-Schicht
- D In der D-Schicht

Lösung C

19 **TI306** Was ist die Ursache für Aurora-Erscheinungen? Die Ursache ist ...

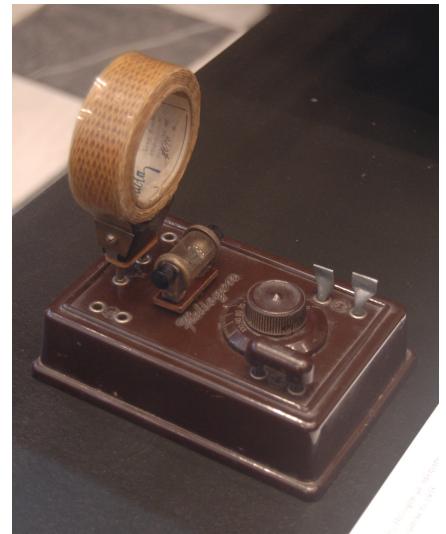
- A das Eindringen geladener Teilchen von der Sonne in die Atmosphäre.
- B eine hohe Sonnenfleckenzahl.
- C eine niedrige Sonnenfleckenzahl.
- D das Auftreten von Meteoritenschauern in den polaren Regionen.

Lösung A

20 **TI307** Wie wirkt sich Aurora auf die Signalqualität eines Funksignals aus?

- A CW-Signale haben einen flatternden und verbrummten Ton.
- B CW-Signale haben einen besseren Ton.
- C Die Lesbarkeit der SSB-Signale verbessert sich.
- D Die Lesbarkeit der FM-Signale verbessert sich.

Lösung A



Ulfhake 1928
Vintage Radio Receiver

7 Der Kurzwellendetektor

Praktische Anwendung

Radio- und Funk-Signale empfangen ohne die Verwendung einer Batterie oder einer anderen Energiequelle? Eine einfache Schaltung ermöglicht das. Die folgende Schaltung eines Detektorempfängers ist die einfachste aller Radioschaltungen. In der Frühzeit der Radiotechnik war das Konzept eines Detektorempfängers durchaus verbreitet. Heute ist es leider nicht mehr weiters möglich Radio-Sendungen mit dem Kurzwellendetektor zu empfangen, da der Großteil der Kurz- und Mittelwellensender ihren Betrieb eingestellt haben. Nichts desto trotz ist er ein guter Einstieg und ein technisches Abenteuer.

- Baue folgende Schaltung auf (Abbildung 7.1).

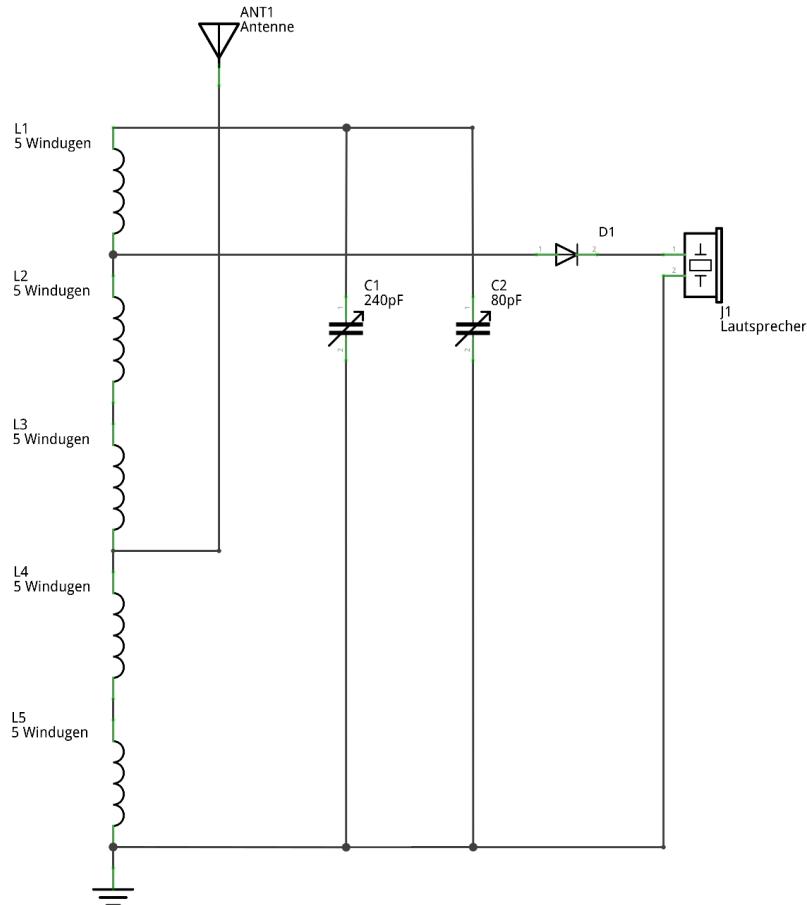


Bild 7.1: Der Kurzwellendetektor



8 Dezibel, Dämpfung, Kabel

Theorie- und Prüfungsfragen

Die Dämpfung

- 1 Was wird unter dem Ausdruck Dämpfungsfaktor verstanden?

Das Verhältnis von der am Anfang einer Übertragungsstrecke vorhandenen Leistung P_1 zu der am Ende übrig gebliebenen Leistung P_2 wird als Dämpfungsfaktor D bezeichnet.

$$D_P = \frac{P_1}{P_2}$$

- 2 Was wird unter dem Ausdruck Verstärkungsfaktor verstanden?

Das Verhältnis von der am Ende einer Übertragungsstrecke erreichten Leistung P_2 zu der am Eingang vorhandenen Leistung P_1 wird als Verstärkungsfaktor T bezeichnet. $T = \frac{P_2}{P_1}$

- 3 Zur besseren Handhabung ist es möglich die Dämpfung und die Verstärkung in dB anzugeben. Wie lässt sich das berechnen?

$$a_p = 10 \cdot \lg \frac{P_1}{P_2}; g = 10 \cdot \lg \frac{P_2}{P_1}$$

- 4 Am Eingang bzw. am Ausgang einer Übertragungsstrecke liegen verschiedene Leistungen an. Berechne jeweils die fehlenden Einträge.

Eingang	Ausgang	Dämpfung	Verstärkung
1W	4W		
4W	1W		
4W	10W		
50W		-7dB	

Eingang	Ausgang	Dämpfung	Verstärkung
1W	4W	-6dB	6dB
4W	1W	6dB	-6dB
4W	10W	-4dB	4dB
50W	250W	-7dB	7dB

S-Stufen

- 5 Zur Angabe der Empfangsfeldstärke wurde im RST-System für die S-Stufe 9 (S9) ein bestimmter Wert einer Empfangsspannung an einem 50Ω -Eingang für KW und UKW festgelegt. Wie lautet diese Angabe?

KW: $S9 \hat{=} 50\mu V$ an 50Ω ; UKW: $S9 \hat{=} 5\mu V$ an 50Ω

- 6 Die Erhöhung der Sendeleistung um eine S-Stufe entspricht einer Erhöhung um wie viel dB?

6dB

- 7 Die Erhöhung der Sendeleistung um eine S-Stufe entspricht einer Erhöhung der Empfangsspannung um wie viel μV ?

Verdopplung der Empfangsspannung

8 **TI406** Wie groß ist der Unterschied von S4 nach S7 in dB?

- A 3 dB
- B 9 dB
- C 18 dB
- D 24 dB

Lösung C

9 **TI403** Um wie viel S-Stufen müsste die S-Meter-Anzeige Ihres Empfängers steigen, wenn Ihr Partner die Sendeleistung von 10 Watt auf 40 Watt erhöht? Um ...

- A eine S-Stufe
- B zwei S-Stufen
- C vier S-Stufen
- D acht S-Stufen

Lösung A

10 **TI404** Ein Funkamateuer kommt laut S-Meter mit S7 an. Dann schaltet er seine Endstufe ein und bittet um einen erneuten Rapport. Das S-Meter zeigt S9+8dB. Um welchen Faktor müsste der Funkamateuer seine Leistung erhöht haben?

- A 120-fach
- B 20-fach
- C 10-fach
- D 100-fach

Lösung D

Pegel

11 Wie lautet die Formel für den Leistungspegel (dBm)?

$$P = 10 \cdot \lg \frac{P}{1mW}$$

12 **TH304** Welcher der nachfolgenden Zusammenhänge ist richtig?

- A 0 dBm entspricht 1 mW; 3 dBm entspricht 1,4 mW; 20 dBm entspricht 10 mW
- B 0 dBm entspricht 0 mW; 3 dBm entspricht 30 mW; 20 dBm entspricht 200 mW
- C 1 dBm entspricht 0 mW; 2 dBm entspricht 3 mW; 100 dBm entspricht 20 mW
- D 0 dBm entspricht 1 mW; 3 dBm entspricht 2 mW; 20 dBm entspricht 100 mW

Lösung D

Wellenwiderstand

13 Wie lässt sich der Wellenwiderstand einer Leitung berechnen?

aus dem Kapazitätsbelag C' (C pro m) und dem Induktivitätsbelag L' (L pro m) $Z_w = \sqrt{\frac{L'}{C'}}$

14 **TH307** Der Wellenwiderstand einer Leitung

- A ist völlig frequenzunabhängig.
- B hängt von der Beschaltung am Leitungsende ab.
- C hängt von der Leitungslänge und der Beschaltung am Leitungsende ab.

8 Dezibel, Dämpfung, Kabel

- D ist im HF-Bereich in etwa konstant und unabhängig vom Leitungsabschluss.

Lösung D

15 TH308 Koaxialkabel weisen typischerweise Wellenwiderstände von

- A 50, 300 und 600 Ohm auf.
- B 60, 120 und 240 Ohm auf.
- C 50, 60 und 75 Ohm auf.
- D 50, 75 und 240 Ohm auf.

Lösung C

16 TH309 Welche Vorteile hat eine Paralleldraht-Speiseleitung gegenüber der Speisung über ein Koaxialkabel?

- A Sie vermeidet Mantelwellen durch Wegfall der Abschirmung.
- B Sie erlaubt leichtere Kontrolle des Wellenwiderstandes durch Verschieben der Sprenzer.
- C Sie bietet guten Blitzschutz durch niederohmige Drähte.
- D Sie hat geringere Dämpfung und hohe Spannungsfestigkeit.

Lösung D

Dämpfungsberechnung

17 TH306 Welche Dämpfung hat ein 20 m langes Koaxkabel vom Typ RG58 bei 29 MHz? (siehe hierzu Diagramm ...)

- A 4,5 dB
- B 1,8 dB
- C 9,0 dB
- D 1,2 dB

Lösung B

18 TH305 Welche Dämpfung hat ein 25 m langes Koaxkabel vom Typ Aircell 7 bei 145 MHz? (siehe hierzu Diagramm)

- A 1,9 dB
- B 7,5 dB
- C 3,75 dB
- D 1,5 dB

Lösung A

19 TH302 Am Ende einer Leitung ist nur noch ein Zehntel der Leistung vorhanden. Wie groß ist das Dämpfungsmaß des Kabels?

- A 16 dB
- B 3 dB
- C 6 dB
- D 10 dB

Lösung D

Stehwellenverhältnis und Symmetrierung

- 20 Was wird unter dem Ausdruck Stehwellenverhältnis verstanden und wie wird es berechnet?

Wie gut Antennen und die jeweilige Zuleitung aneinander angepasst sind, kann mit dem Stehwellenverhältnis beschrieben werden. $SWR = \frac{U_{max}}{U_{min}} = \frac{u_h + u_r}{u_h - u_r}$

- 21 **TH403** Welche Auswirkungen hat es, wenn eine symmetrische Antenne (Dipol) mit einem Koaxkabel gleicher Impedanz gespeist wird?

- A Es treten keine nennenswerten Auswirkungen auf, da die Antenne angepasst ist und die Speisung über ein Koaxkabel erfolgt, dessen Außenleiter Erdpotential hat.
- B Die Richtcharakteristik der Antenne wird verformt und es können Mantelwellen auftreten.
- C Am Speisepunkt der Antenne treten gegenphasige Spannungen und Ströme gleicher Größe auf, die eine Fehlanpassung hervorrufen.
- D Es treten Polarisationsdrehungen auf, die von der Kabellänge abhängig sind.

Lösung B

- 22 **TH310** Wann ist eine Speiseleitung unsymmetrisch? Sie ist unsymmetrisch, wenn ...

- A die hin- und zurücklaufende Leistung verschieden sind.
- B sie außerhalb ihrer Resonanzfrequenz betrieben wird.
- C die beiden Leiter unterschiedlich geformt sind, z.B. Koaxialkabel.
- D die Koaxial-Leitung Spannung gegen Erde führt.

Lösung C

- 23 **TH405** Auf einem Ferritkern sind etliche Windungen Koaxialkabel aufgewickelt. Diese Anordnung kann dazu dienen, ...

- A statische Aufladungen zu verhindern.
- B eine Antennenleitung abzustimmen.
- C Mantelwellen zu dämpfen.
- D Oberwellen zu unterdrücken.

Lösung C

9 Die Antenne

Theorie- und Prüfungsfragen



Dipol

1. **TH206** Ein Halbwelldipol wird auf der Grundfrequenz in der Mitte...

- A spannungsgespeist.
- B stromgespeist.
- C endgespeist.
- D parallel gespeist.

Lösung B

2. **TH204** Die Impedanz in der Mitte eines Halbwelldipols beträgt je nach Aufbauhöhe ungefähr ...

- A 60 bis 120 Ohm.
- B 120 bis 240 Ohm.
- C 40 bis 80 Ohm.
- D 240 bis 600 Ohm.

Lösung C

EIRP und ERP

- 3 Was bedeutet der Ausdruck ERP.

ERP kommt von effective radio power und bedeutet "Effektive Strahlungsleistung"

- 4 Wie lässt sich die P_{ERP} und P_{EIRP} berechnen?

$$P_{ERP} = (P_{\text{Sender}} - P_{\text{Verlust}}) \cdot G_{\text{Antenne}}; P_{EIRP} = 1,64 \cdot P_{ERP}$$

- 5 **TL204** Ein Sender mit 0,6 Watt Ausgangsleistung ist über eine Antennenleitung, die 1 dB Kabelverluste hat, an eine Richtantenne mit 11 dB Gewinn (auf Dipol bezogen) angeschlossen. Welche EIRP wird von der Antenne maximal abgestrahlt?

- A 6,0W
- B 7,8W
- C 9,8W
- D 12,7W

Lösung C

- 6 **TL205** Ein Sender mit 5 Watt Ausgangsleistung ist über eine Antennenleitung, die 2 dB Kabelverluste hat, an eine Antenne mit 5 dB Gewinn (auf Dipol bezogen) angeschlossen. Welche EIRP wird von der Antenne maximal abgestrahlt?

- A 6,1W
- B 10,0W
- C 16,4W
- D 32,8W

Lösung C

Bauformen

- 1 Ordne der Abbildungen mit Schleifenantennen 9.1 folgende Bauformen zu: Dreiecksschleife (Delta Loop), Faltdipol, Quadratische Schleife (Quad Loop)
- Bild A zeigt einen Faltdipol. Bild B zeigt eine Quadratische Schleife (Quad Loop). Bild C zeigt eine Dreiecksschleife (Delta Loop).*

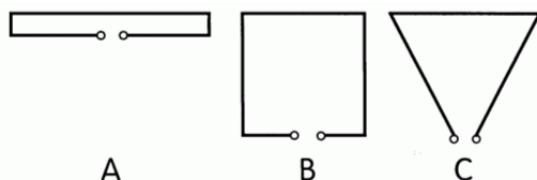


Bild 9.1: Bauformen von Schleifenantennen

- 1 Ordne der Abbildungen mit UKW-Vertikalantennen 9.2 folgende Bauformen zu: Groundplane-Antenne, Sperrtopf-Antenne, Viertelwellenstab, $\lambda/2$ -Antenne, $5/8 - \lambda$ -Antenne
- Bild A zeigt einen Viertelwellenstab. Bild B zeigt eine $\lambda/2$ -Antenne. Bild C zeigt eine $5/8 - \lambda$ -Antenne. Bild D zeigt eine Sperrtopf-Antenne. Bild E zeigt eine Groundplane-Antenne.*

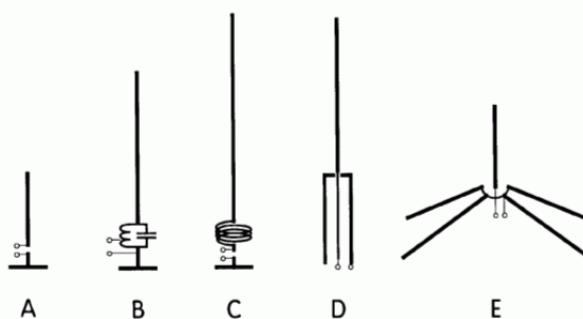


Bild 9.2: Bauformen von UKW-Vertikalantennen

- 1 Ordne der Abbildungen 9.3 folgende Bauformen zu: horizontal polarisierte Yagi-Antenne, zirkular polarisierte X-Yagi-Antenne, Kreuz-Yagi-Antenne, vertikal polarisierte Yagi-Antenne.
- Bild A zeigt eine horizontal polarisierte Yagi-Antenne. Bild B zeigt eine vertikal polarisierte Yagi-Antenne. Bild C zeigt eine Kreuz-Yagi-Antenne. Bild D zeigt eine zirkular polarisierte X-Yagi-Antenne.*

9 Die Antenne

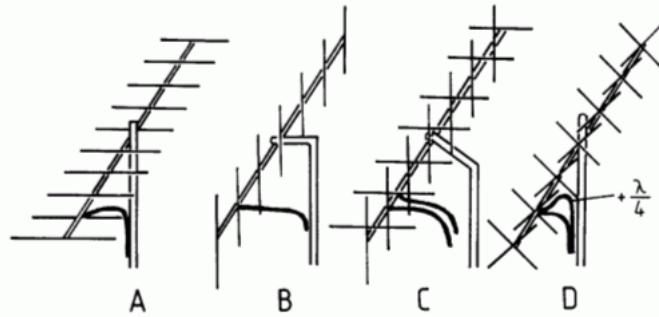


Bild 9.3: Bauformen von Yagi-Antennen

- 1 Ordne den Abbildungen 9.4 folgende Strahlungsdiagramme zu: Groundplane, Yagi-Antenne, Dipol, gibt es nicht.

Bild A Dipol Bild B Yagi-Antenne Bild C Groundplane Bild D gibt es nicht

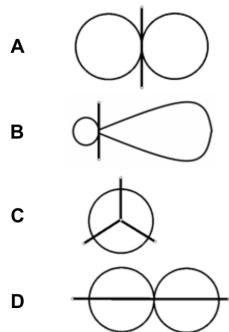
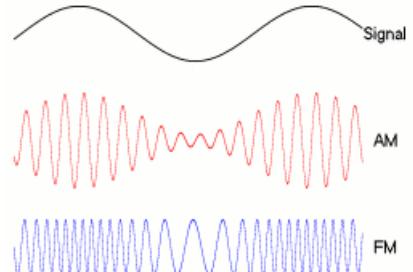


Bild 9.4: Strahlungsdiagramme von Antennen



10 Modulation, Demodulation

Theorie- und Prüfungsfragen

Sendearten

1 **BB401** Wie wird ‘Morsetelegrafie, Zweiseitenband, ein einziger Kanal, der quantisierte oder digitale Information enthält, ohne Verwendung eines modulierten Hilfsträgers’, bezeichnet?

- A NØN
- B A1A
- C A2A
- D R3E

Lösung B

2 **BB402** Wie wird ‘Frequenzmodulation mit analogen Signalen, für Sprachübertragung’ bezeichnet?

- A A3E
- B A2A
- C F3E
- D R3E

Lösung C

3 **BB403** Wie wird ‘Einseitenbandmodulation mit analogen Signalen für Sprachübertragung’ (SSB) bezeichnet?

- A J3E
- B J2E
- C R2A
- D A1A

Lösung A

Modulationsarten

4 **TD501** Durch Modulation...

- A werden Informationen auf einen oder mehreren Träger übertragen.
- B werden einem oder mehreren Trägern Informationen entnommen.
- C werden Sprach- und CW-Signal kombiniert.
- D werden dem Signal NF-Komponenten entnommen.

Lösung A

5 **TD502** Welche Aussage zur Frequenzmodulation ist richtig? Durch

das Informationssignal

- A wird die Amplitude des Trägers beeinflusst. Die Frequenz bleibt konstant.
- B werden die Frequenz und die Amplitude des Trägers beeinflusst.
- C findet keinerlei Beeinflussung von Trägerfrequenz oder Trägeramplitude statt. Die Information steuert nur die Kapazität des Oszillators.
- D wird die Frequenz des Trägers beeinflusst. Die Amplitude bleibt konstant.

Lösung D

6 **TB801** Was ist der Unterschied zwischen AM und SSB?

- A AM hat einen Träger und zwei Seitenbänder, SSB arbeitet mit Trägerunterdrückung und einem Seitenband.
- B AM hat einen Träger und ein Seitenband, SSB arbeitet mit Trägerunterdrückung und hat zwei Seitenbänder.
- C AM hat keinen Träger und zwei Seitenbänder, SSB arbeitet mit Trägerunterdrückung und einem Seitenband.
- D AM hat keinen Träger und zwei Seitenbänder, SSB arbeitet mit Träger und einem Seitenband.

Lösung A

7 **TE102** Welches der nachfolgenden Modulationsverfahren hat die geringste Störanfälligkeit bei Funkanlagen in Kraftfahrzeugen?

- A SSB
- B DSB
- C AM
- D FM

Lösung D

Der Modulationsgrad

8 **TE103** Das folgende Oszillogramm (siehe Abbildung 10.1 a) zeigt ein AM-Signal. Der Modulationsgrad beträgt hier zirka

- A 67%
- B 33%
- C 50%
- D 75%

Lösung C

9 **TE105** Das folgende Oszillogramm (siehe Abbildung 10.1 b) zeigt

- A ein typisches Zweiton-SSB-Testsignal.
- B ein typisches Einton-FM-Testsignal.
- C ein typisches 100%-AM-Signal.
- D ein typisches CW-Signal.

Lösung A

10 **TE106** Das folgende Oszillogramm (siehe Abbildung 10.1 b) zeigt[...].

Bestimmen Sie den Modulationsgrad

- A Er beträgt 100%.
- B Er beträgt 0%.
- C Er beträgt ca. 50%.
- D Man kann keinen Modulationsgrad bestimmen, da es keinen Träger gibt.

Lösung D

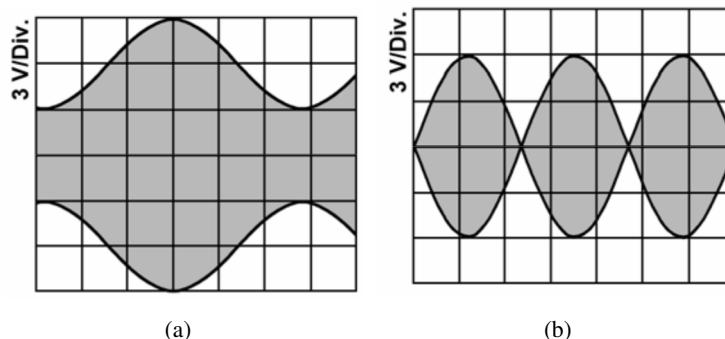
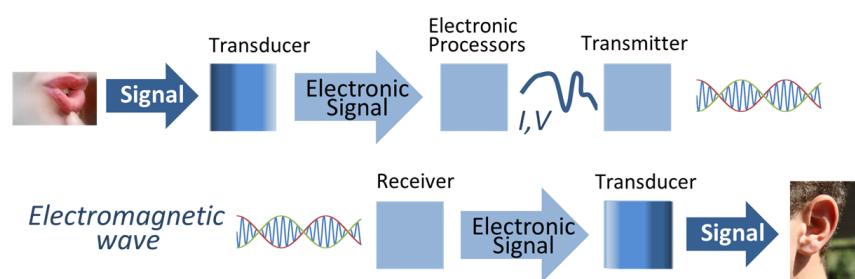


Bild 10.1: Modulationsgrad



11 Senden, Empfangen

Theorie- und Prüfungsfragen

Oszillator

1 **TG101** Was verstehen Sie unter einem Oszillatator?

- A Es ist ein sehr schmales Filter.
- B Es ist ein Messgerät zur Anzeige von Schwingungen.
- C Es ist ein FM-Modulator.
- D Es ist ein Schwingungserzeuger.

Lösung D

2 **TD602** Was ist ein LC-Oszillatator? Es ist ein Schwingungs-erzeuger, wobei die Frequenz
...

- A durch einen hochstabilen Quarz bestimmt wird.
- B mittels LC-Tiefpass gefiltert wird.
- C von einer Spule und einem Kondensator (LC-Schwingkreis) bestimmt wird.
- D mittels LC-Hochpass gefiltert wird.

Lösung C

3 **TD604** Wie verhält sich die Frequenz eines LC-Oszillators bei Temperaturanstieg, wenn die Kapazität des Schwingkreiskondensators mit dem Temperaturanstieg geringer wird?

- A Die Schwingungen reißen ab (Aussetzer).
- B Die Frequenz wird erhöht.
- C Die Frequenz wird niedriger.
- D Die Frequenz bleibt stabil.

Lösung B

Mischung

4 **TG102** Welche der nachfolgenden Antworten trifft für die Wirkungsweise eines Transverters zu?

- A Ein Transverter setzt beim Senden als auch beim Empfangen z.B. ein 70-cm-Signal in das 10-m-Band um.
- B Ein Transverter setzt beim Senden als auch beim Empfangen z.B. ein frequenzmoduliertes Signal in ein amplitudenmoduliertes Signal um.
- C Ein Transverter setzt beim Empfangen z.B. ein 70-cm-Signal in das 10-m-Band und beim Senden das 10-m-Sendesignal auf das 70-cm-Band um.
- D Ein Transverter setzt nur den zu empfangenden Frequenzbereich in einen anderen Frequenzbereich um, z.B. das 70-cm-Band in das 10-m-Band.

Lösung C

5 **TF107** Einem Mischer werden die Frequenzen 28 MHz und 38,7 MHz zugeführt. Welche Frequenzen werden beim Mischvorgang erzeugt?

- A 10,7 MHz und 56 MHz
- B 10,7 MHz
- C 56 MHz und 66,7 MHz
- D 10,7 MHz und 66,7 MHz

Lösung D

6 **TF109** Die Frequenzdifferenz zwischen dem HF-Nutzsignal und dem Spiegelsignal entspricht ...

- A dem zweifachen der ersten ZF.
- B der Frequenz des lokalen Oszillators.
- C der HF-Eingangsfrequenz.
- D der Frequenz des Preselektors.

Lösung A

7 **TF104** Ein Empfänger hat eine ZF von 10,7 MHz und ist auf 28,5 MHz abgestimmt. Der Oszillator des Empfängers schwingt oberhalb der Empfangsfrequenz. Welche Frequenz hat die Spiegelfrequenz?

- A 17,8 MHz
- B 39,2 MHz
- C 48,9 MHz
- D 49,9 MHz

Lösung D; $f_{sp} = f_e + 2 \cdot f_z$

8 **TF101** Eine hohe erste ZF vereinfacht die Filterung zur Vermeidung von ...

- A Beeinflussung des lokalen Oszillators.
- B Nebenaussendungen.
- C Störungen der zweiten ZF.
- D Spiegelfrequenzstörungen.

Lösung D

Empfangen

9 **TF407** Welche Baugruppe könnte in einem Empfänger gegebenenfalls dazu verwendet werden, um einen schmalen Frequenzbereich zu unterdrücken, in dem Störungen empfangen werden?

- A Die AGC
- B Noise Filter
- C Störaustaster
- D Notchfilter

Lösung D

10 **TF409** Welche Baugruppe könnte in einem Empfänger gegebenenfalls dazu verwendet werden, impulsförmige Störungen auszublenden?

- A Notchfilter

- B Noise Blanker
- C Passband-Tuning
- D Die AGC

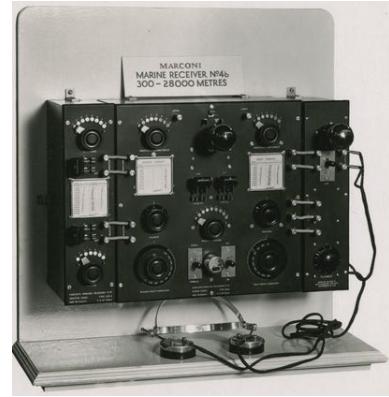
Lösung B

Praktische Anwendung

GNU Radio Part II

Es soll in GNU Radio die Verwendung realer Bauteile simuliert werden. Alle Blöcke sollen also mit *Float*-Werten arbeiten. Da ohne echte Hardware gearbeitet wird, sollte eine *Throttle* eingebaut werden.

1. Nimm je einen Oszillatoren 2 kHz und 500 Hz.
Hinweis: Signal Source
2. Führe beide Signale einem Mischer zu und stelle das Ergebnis im Frequenzbereich dar.
Was entsteht im Spektrum?
Hinweis: Multiplier, Frequency Sink
3. Baue um zum Transverter um 500 Hz auf 3500 Hz hochzumischen.
Was wäre einfacher und besser bei der digitalen Signalverarbeitung? :-)
Hinweis: Band Pass vs. High Pass
Einfacher: Alles gleich komplex rechnen
4. Baue eine 46dB-Treiberstufe (Verstärker, Feldgröße!) ein.
Hinweis: Multiply 200
5. Zusatz: Baue einen SSB-Modulator mit dem Mikrofon als Source.



12 Die Betriebsarten

Theorie- und Prüfungsfragen

1 **TE309** Um RTTY-Betrieb durchzuführen benötigt man außer einem Transceiver beispielsweise ...

- A einen Fernschreiber.
- B einen RTTY-Controller.
- C eine Zusatzeinrichtung, die RTTY-Signale umwandelt und anschließend zwischenspeichert.
- D einen PC mit Soundkarte und entsprechender Software.

Lösung D

2 **TE308** Eine Packet-Radio-Mailbox ist ...

- A die Softwaresteuerung einer automatischen Funkstelle.
- B eine fernbedient oder automatisch arbeitende Funkstelle die Internetnachrichten zwischenspeichert.
- C eine Zusatzeinrichtung die E-Mails umwandelt und anschließend zwischenspeichert.
- D ein Rechnersystem bei dem Texte und Daten über Funk eingespeichert und abgerufen werden können.

Lösung D

3 **TE305** Was bedeutet im Prinzip „Packet Radio“?

- A Die Daten werden paketweise (stoßweise) gesendet.
- B Die Daten werden in der Mailbox in Paketen aufbewahrt.
- C 8-Bit-weise parallel gepackt gesendet.
- D zu 8 Bit gepackt und dann gesendet.

Lösung A

4 **TE304** Was versteht man bei Packet Radio unter einem TNC (Terminal Network Controller)? Ein TNC ...

- A ist ein Modem (Modulator und Demodulator) für digitale Signale.
- B wandelt nur die Töne in digitale Daten und schickt diese an den PC.
- C wandelt nur die Töne in digitale Daten und schickt diese an den Sender.
- D besteht aus einem Modem und dem Controller für die digitale Aufbereitung der Daten.

Lösung D

5 **TE303** Welche NF-Zwischenträgerfrequenzen werden in der Regel in Packet Radio bei 1200 Baud benutzt?

- A 1200 / 2200 Hz
- B 850 / 1200 kHz

- C 500 / 1750 Hz
- D 300 / 2700 Hz

Lösung A

6 **TE306** Was versteht man unter 1k2-Packet-Radio?

- A Man arbeitet mit einem einzelnen Ton von 1200 Hz.
- B Die Frequenz am Packet Radio Eingang beträgt 1200 Hertz.
- C Die Übertragung erfolgt mit 1200 Baud.
- D Die Daten werden in Paketen von 1200 Bits übertragen.

Lösung C

7 **TE302** Welche HF-Bandbreite beansprucht ein 9600-Baud-FM-Packet-Radio-Signal?

- A 12,5 kHz
- B 20 kHz
- C ca. 6,6 kHz
- D ca. 3 kHz

Lösung B

8 **TE312** Wie heißt die Übertragungsart mit einem Übertragungskanal, bei der durch Um-schaltung abwechselnd in beide Richtungen gesendet werden kann?

- A Simplex
- B Duplex
- C Halbduplex
- D Voll duplex

Lösung C

9 **TE308** Was versteht man unter APRS im Amateurfunk?

- A Es ist ein automatisches Positionsmeldesystem.
- B Es bedeutet eine automatische Adressierung bei Packet Radio.
- C Es dient zur automatischen Verbindung mit dem Zielrufzeichen.
- D Es dient zur automatischen Streckenführung einer mobilen PR-Station.

Lösung A

10 **TE311** Welches der folgenden digitalen Übertragungsverfahren hat die geringste Band-breite?

- A RTTY
- B Pactor
- C PSK31
- D Packet Radio

Lösung C

11 **TE301** Welche Sendearten sind für QRP-DX-Betrieb auf Kurzwelle am besten geeignet?

- A CW, Pactor, PSK31
- B RTTY, SSB, FM
- C Pactor, RTTY, SSB
- D SSTV, PSK31, AM

Lösung A

12 **TE312** Wie wird ein SSTV-Signal beurteilt? Es wird beurteilt mit ...

12 Die Betriebsarten

- A R, S und „V“ für Video-Qualität, V in 5 Stufen
- B V, S, T, mit „V“ für Video-Qualität, V in 5 Stufen
- C mit „S“ für Signalstärke und „V“ für Video-Qualität, S und V in 9 Stufen
- D R, S, T und einer zusätzlichen Bildbewertung

Lösung A

13 Das Oszilloskop



Theorie

Mit Hilfe eines Oszilloskops lassen sich die zeitlichen Verläufe einer Messgröße darstellen. In erster Linie wird die Spannung in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt. Grundsätzlich muss darauf geachtet werden, dass nur Spannungen gegen Masse gemessen werden können. Es kann sein, dass das Gehäuse des Oszilloskops mit dem Schutzleiter des Versorgungsnetzes verbunden ist, daher kann es notwendig sein, Messobjekte über einen Trenntrafo zu betreiben.

Der eingestellte Spannungs- und Zeitbereich am Oszilloskop (siehe Abbildung 13.1 *Kanal 1 - Status*) verhält sich pro div. Das ist die Abkürzung für divit (Teil) und bezieht sich auf die Rastereinheit des Bildschirms. In Abbildung 13.1 sind dies also 20mV bzw. 500 μ s pro Raster-einheit.

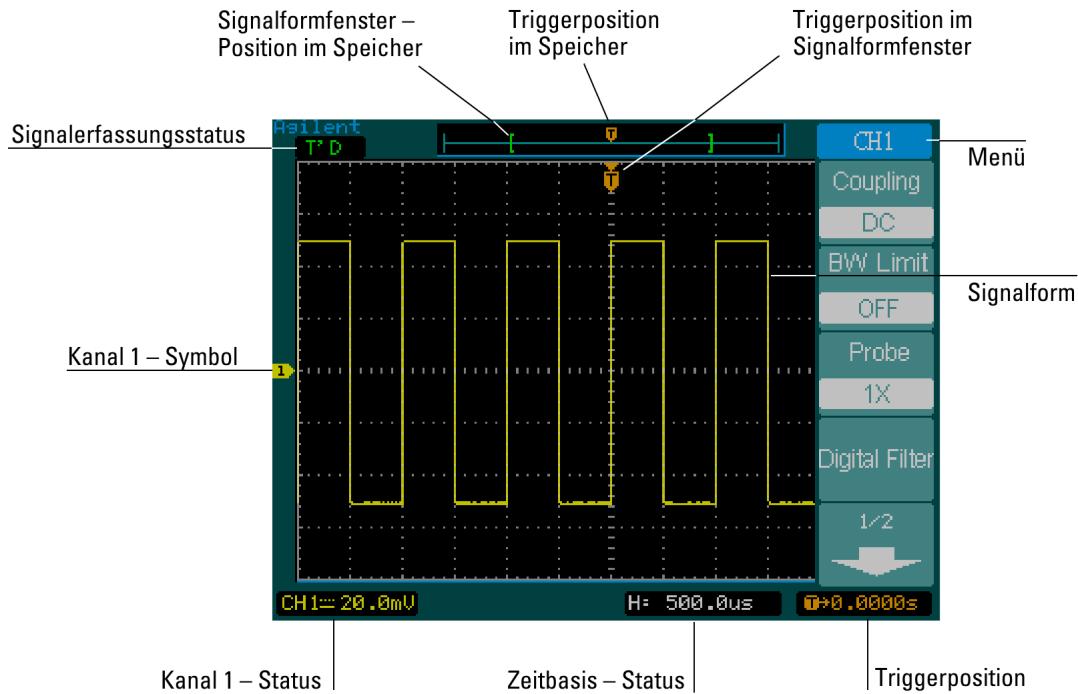
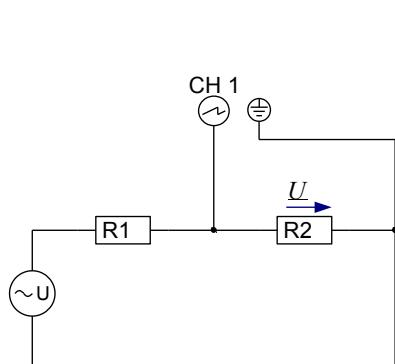


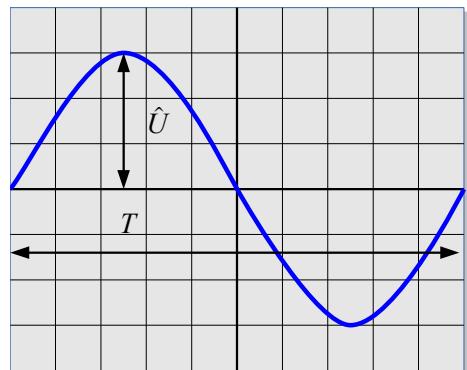
Bild 13.1: Anzeige des Digital-Oszilloskops AT DSO3062A

Es ist wichtig die maximale Eingangsspannung am BNC-Anschluss eines Oszilloskops nicht zu überschreiten, um Schäden zu vermeiden. Die maximale Eingangsspannung des Digital-Oszilloskop Agilent Technologies DSO3062A liegt bei 300V.

Messen einer Wechselspannung



(a) Schaltungsaufbau



(b) Anzeige des Oszilloskops

$$CH1 = \quad 2V$$

$$H = \quad 2ms$$

$$\begin{aligned}\hat{U} &= \frac{2V}{div} \cdot 3div \\ &= 6V\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}T &= \frac{2ms}{div} \cdot 10div \\ &= 20ms\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}U &= \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}} = \frac{6V}{\sqrt{2}} \\ &\approx 4,2V\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f &= \frac{1}{T} = \frac{1}{20ms} \\ &= 50Hz\end{aligned}$$

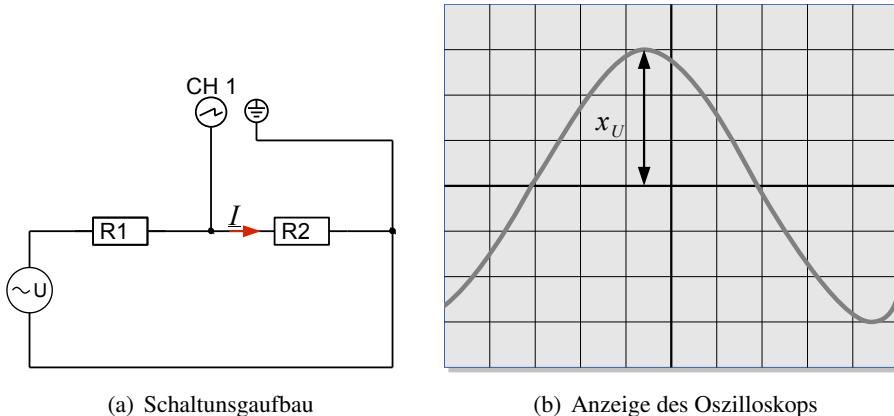
(c) Beispiel Spannung U

(d) Beispiel Periodendauer T und Frequenz f

Bild 13.2: Messen einer Wechselspannung

Messen von Strömen

Um den Strom mit Hilfe eines Oszilloskops zu ermitteln, wird die Spannung an einem bekannten Widerstand gemessen und mit Hilfe des ohmschen Gesetzes berechnet.



$$CH1 = 50mV$$

$$R2 = 1\Omega$$

$$\begin{aligned}\hat{U} &= \frac{50mV}{div} \cdot 3div \\ &= 0,15V\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}I &= \frac{U}{R} = \frac{0,1V}{1\Omega} \\ &= 0,1A\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}U &= \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}} = \frac{0,15V}{\sqrt{2}} \\ &\approx 0,1V\end{aligned}$$

(c) Beispiel Spannung U

(d) Beispiel Strom I

Bild 13.3: Messen eines Wechselstroms

Versuch

Messen von Spannungen

1. Lege eine Wechselspannung von $50Hz$ und $U_{pp} = 10V$ an eine Reihenschaltung von zwei Widerständen. Ermittle mit Hilfe des Oszilloskops die Spannungsabfälle an den einzelnen Widerständen und ermitte den Strom der durch die beiden Widerstände fließt.
2. Ermittle mit Hilfe eines ohmschen Widerstandes, dessen Größe bekannt ist, den Widerstandswert der Blackbox. Überprüfe das Ergebnis mit Hilfe eines Widerstandsmessgerätes.
3. Nimm die Resonanzkurve des Stromes I und der Gesamtimpedanz Z des Reihenschwingkreises auf (siehe Abbildung 13.4). Verwende hierfür einen Eingangsfrequenzbereich von $1kHz$ bis $1MHz$. Nimm mindestens 15 Messwerte auf und zeichne den Verlauf. Achte darauf, dass die Eingangsspannung konstant $U_{pp} = 10V$ ist. Der interessanteste Bereich der Resonanzkurve befindet sich in der Nähe der Resonanzfrequenz. Überlege dir vor Beginn der Messung, welche Frequenzpunkte du messen willst.
4. **Zusatzaufgabe:** Überlegen Sie sich eine Möglichkeit die Wirkleistung messtechnisch zu ermitteln. Nehmen Sie 6 Messwerte im Eingangsfrequenzbereich von $1kHz$ bis $1MHz$ auf und prüfen Sie ihre Ergebnisse rechnerisch mit den Messwerten aus der vorherigen Aufgabe.

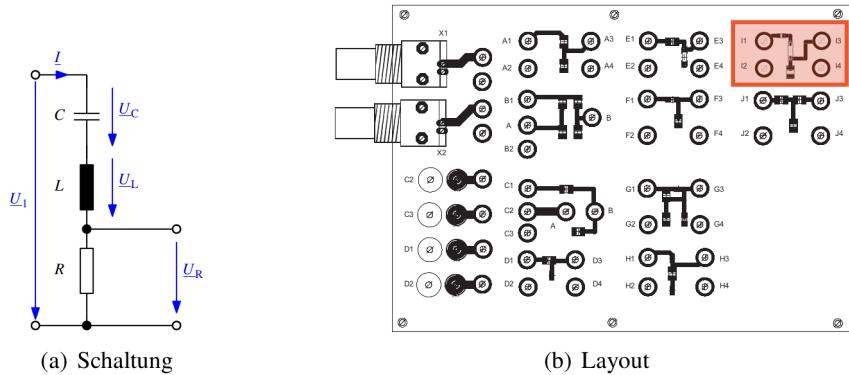


Bild 13.4: Reihenschwingkreis: $C = 10nF$, $L = 470\mu H$, $R = 50\Omega$



14 EMV

Theorie- und Prüfungsfragen

1. **TK104** Bei der Überprüfung des Ausgangssignals eines 75-Watt-Kurzwellen-Senders sollte die Dämpfung der Oberwellen in Bezug auf die Leistung der Betriebsfrequenz mindestens
 - A 20 dB betragen.
 - B 40 dB betragen.
 - C 60 dB betragen.
 - D 100 dB betragen.
- Lösung B*
2. **TK106** In welchem Fall spricht man von Einstrahlungen bei EMV? Einstrahlungen liegen dann vor, wenn die HF ...
 - A über nicht genügend geschirmte Kabel zum gestörten Empfänger gelangt.
 - B über Leitungen oder Kabel in das gestörte Gerät gelangt.
 - C über das ungenügend abgeschirmte Gehäuse in die Elektronik gelangt.
 - D wegen eines schlechten Stehwellenverhältnisses wieder zum Sender zurück strahlt.
- Lösung C*
3. **TK107** In welchem Fall spricht man von Störungen im Sinne von EMV? Störungen liegen dann vor, wenn ...
 - A unerwünschte Ausstrahlungen verursacht werden.
 - B durch die hohe Feldstärke des Senders der Empfang auf anderen Frequenzen beeinflusst wird.
 - C durch den zu geringen Abstand zwischen einer Sende- und einer Empfangsanenne der Fernsehempfang durch einen Amateurfunksender gestört wird.
 - D ein Funkamateuer mit seiner Sendefrequenz zu nah an den Rand des erlaubten Frequenzbereichs gelangt.
- Lösung A*
4. **TK103** Welche sofortige Reaktion ist angebracht, wenn der Nachbar sich über HF-Störungen beklagt?
 - A Er sollte höflich darauf hingewiesen werden, dass es an seiner eigenen Einrichtung liegt.
 - B Sie bieten höflich an, die erforderlichen Prüfungen in die Wege zu leiten.
 - C Er sollte darauf hingewiesen werden, dass Sie hierfür nicht zuständig sind.
 - D Sie benachrichtigen die Bundesnetzagentur.
- Lösung B*
5. **TK201** Wie kommen Geräusche aus den Lautsprechern einer abgeschalteten Stereoanlage

möglicherweise zustande?

- A Durch eine Übersteuerung des Tuners mit dem über die Antennenzuleitung aufgenommenen HF-Signal.
- B Durch Gleichrichtung starker HF-Signale in der NF-Endstufe der Stereoanlage.
- C Durch Gleichrichtung der ins Stromnetz eingestrahlten HF-Signale an den Dioden des Netzteils.
- D Durch Gleichrichtung abgestrahlter HF-Signale an PN-Übergängen in der NF-Vorstufe.

Lösung B

6. **TK304** Ein Funkamateure wohnt in einem Reihenhaus. An welcher Stelle sollte die KW-Drahtantenne angebracht werden, um störende Beeinflussungen auf ein Mindestmaß zu begrenzen?

- A Rechtwinklig zur Häuserzeile mit abgewandter Strahlungsrichtung
- B Am gemeinsamen Schornstein neben der Fernsehantenne
- C Entlang der Häuserzeile auf der Höhe der Dachrinne
- D Möglichst innerhalb des Dachbereichs

Lösung A

7. **TL213** Mit welcher Ausgangsleistung rechnen Sie im Fall des Personenschutzes, um den Sicherheitsabstand zu ermitteln?

- A Mit der größten Ausgangsleistung des Transceivers zuzüglich Antennengewinns, korrigiert um den Gewichtungsfaktor für die verwendete Betriebsart.
- B Mit dem Mittelwert der Ausgangsleistung gemittelt über ein Intervall von 6 Minuten.
- C Mit der durchschnittlich benutzten Ausgangsleistung gemittelt über den Betriebszeitraum und korrigiert um den Gewichtungsfaktor für die verwendete Betriebsart.
- D Mit der maximalen Ausgangsleistung des verwendeten Senders zuzüglich 3 dB Messfehler.

Lösung B

8. **TL211** Sie möchten den Personenschutz-Sicherheitsabstand für die Antenne Ihrer Amateurfunkstelle für das 2-m-Band und die Betriebsart FM berechnen. Der Grenzwert im Fall des Personenschutzes beträgt 28 V/m. Sie betreiben eine Yagi-Antenne mit einem Gewinn von 11,5dBd. Die Antenne wird von einem Sender mit einer Leistung von 100W über ein Koaxialkabel gespeist. Die Kabeldämpfung beträgt 1,5dB. Wie groß muss der Sicherheitsabstand sein?

- A 6,18 m
- B 7,92 m
- C 2,50 m
- D 5,01 m

Lösung B

9. **TL302** Welches Material und welcher Mindestquerschnitt ist bei einer Erdungsleitung zwischen einem Antennenstandrohr und einer Erdungsanlage nach DIN VDE 0855 Teil 300 für Funksender bis 1 kW zu verwenden?

- A Ein- oder mehrdrähtiger - aber nicht feindrähtiger - isolierter oder blander Kupferleiter mit mindestens $10mm^2$ Querschnitt oder ein Aluminiumleiter mit mindestens

$16mm^2$ Querschnitt.

- B Ein- oder mehrdrähtiger - aber nicht feindrähtiger - isolierter oder blanker Kupferleiter mit mindestens $25mm^2$ Querschnitt oder ein Aluminiumleiter mit mindestens $50mm^2$ Querschnitt.
- C Als geeigneter Erdungsleiter gilt ein Einzelmassivdraht mit einem Mindestquerschnitt von $16mm^2$ Kupfer, isoliert oder blank, oder $25mm^2$ Aluminium isoliert oder $50mm^2$ Stahl.
- D Als geeigneter Erdungsleiter gilt ein Einzeldraht mit einem Mindestquerschnitt von $4mm^2$ Kupfer, isoliert oder blank, oder $10mm^2$ Aluminium isoliert.

Lösung C