



AfuTUB-Kurs

Kurs der Amateurfunkgruppe der TU Berlin (DK0TU)

– Skriptum zur Handreichung –



AfuTUB-Kurs 12 – 2023/24

Technische Universität Berlin
Fakultät IV – Elektrotechnik und Informatik
Fakultät V – Verkehrs- und Maschinensysteme
Fachgebiete Hochfrequenztechnik & Raumfahrttechnik
Vereinigung Amateurfunkgruppe der TU Berlin (AfuTUB)

Impressum

Titel: AfuTUB-Kurs, Kurs der Amateurfunkgruppe der TU Berlin (DK0TU) – Skriptum (Ausbildungshandbuch und Handreichung)

Basierend auf dem Praxisskript der Projektwerkstatt „Amateurfunk verbindet“, Sebastian Lange, M.Sc. (Konzeption & Praktische Anwendungen) und Christian Stoll, M.Ed. (Theorie- und Prüfungsfragen), 2. Auflage März 2017.

Autoren: Sebastian Lange (DL7BST), Timo Prinz (DL7TP) und Mario-Rafael Ionian (DL7MRI). Zuarbeit durch weitere Mitglieder der AfuTUB, u.a. Christian Stoll (DB2TO), Tobias Loewner (DL1TL), Hendrik Boerma (DL7HXB), Alexander Maaß (DF4NEN), Magomet Torschchojew (DM4GO), Maximilian Mönikes (DD2KK), Miriam Hüpper (DM1RI).

Die Schaltungen und Abbildungen wurden, soweit nicht anderweitig gekennzeichnet, von den Mitgliedern der Amateurfunkgruppe der TU Berlin entworfen. Grafiken aus dem Prüfungskatalog der Bundesnetzagentur genießen keinen Urheberrechtsschutz.

Lizenz:  AfuTUB (Creative Commons BY-NC-SA)

Erschienen an der Technischen Universität Berlin:

Amateurfunkgruppe der TU Berlin (AfuTUB)
Registrierte Vereinigung der Technischen Universität Berlin
Straße des 17. Juni 135
10623 Berlin

Mit besonderem Dank an die unterstützenden Fachgebiete Hochfrequenztechnik (Institut für Hochfrequenz- und Halbleiter-Systemtechnologien), Nachrichtenübertragung (Institut für Telekommunikationssysteme) sowie Raumfahrttechnik (Institut für Luft- und Raumfahrt) unter den leitenden Professoren Klaus Petermann (HFT), Thomas Sikora (NUE), Klaus Brieß (RFT), Jürgen Bruns (HFT) und Enrico Stoll (RFT).

10. Auflage Oktober 2021

Aktuelle Informationen der AfuTUB finden Sie unter <https://dk0tu.de/>

Die vorliegende Fassung des Skripts wurde sorgfältig auf Fehler hin überprüft. Um das Skript dennoch stetig verbessern zu können, würden wir uns über Hinweise auf etwaig vorhandene Fehler sowie Verbesserungsvorschläge freuen.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
Übersicht und Organisation	3
Ausbildungskonzept und Curriculum	3
Struktur	5
Praxis	6
Versuche Klasse E	6
Projekte Klasse A	7
Ausbildungsfunkbetrieb	7
Telegrafie	9
-1. Elektrotechnik-Crashkurs	11
Mathematische Grundkenntnisse und Einheiten [E01]	11
Formelsammlungen zu den Technik-Aufgaben	11
Spannung, Strom, Widerstand und Leistung [E02, E03, E04]	13
Kondensator [E05]	15
Spule, Transformator [E06]	17
0. Betriebsaufnahme	19
Was ist Amateurfunk? [BV01]	19
1. HF-Technik und Vorschriften	21
Widerstand und seine Grundsaltungen [A02]	21
Kondensator und Spule [A03]	24
Vorschriften und Regelungen [BV05]	26
Internationales Buchstabieralphabet [BV02]	28
Sprung in die kalten Wellen: Das erste FM-QSO	29
2. Messen und Schwingen	31
Messtechnik [E17]	31
Messtechnik [A16]	35
Schwingkreis, Filter [E07]	37
Schwingkreis und Filter [A04]	38
Grundlagen Breadboard/Messtechnik: U, I, R, P	40
Messen mit dem Oszilloskop	42
Kapazitätsversuche	47
Induktivitäten, Impedanzversuche, Schwingkreis und Filter	50
3. Grenzübergänge	55
Halbleiter, Diode [E12]	55
Diode und ihre Anwendungen [A05]	57

Transistor, Verstärker [E13]	59
Transistoren und Verstärker [A06]	62
Transistorschaltungen und THT-Löten auf Perfboards	64
4. Modulation, Demodulation und Frequenzaufbereitung	67
Signale [A11]	67
Oszillator und Hochfrequenzverstärker [A07]	69
Modulation und Demodulation [E14]	72
Modulation und Demodulation [A12]	74
Kurzwellendetektor im Eigenbau	76
5. Elektromagnetische Felder bestellen und ernten	79
Dezibel, Dämpfung, Kabel [E10]	79
Mathematische Grundkenntnisse [A01]	83
Elektromagnetisches Feld [E08]	86
Elektromagnetisches Feld [A08]	88
Messen von Antennen mit einem Vektor-Netzwerkanalysator	90
Dipolantenne im Eigenbau	93
Antenne für Sat-Empfang	94
6. Betriebsarten, Ausland, Amateurfunkstellen	99
(Digitale) Betriebsarten [E16, BV12]	99
Rufzeichen, Landeskenner [BV06]	101
Amateurfunkstellen [BV08]	103
Software Defined Radio (SDR) – Digimode-Akustikkopplung	104
7. Kurzwellenbetrieb	107
Sender- und Empfängertechnik [E15]	107
Betriebsarten, Sendearten, Frequenzen [BV09]	110
Satellitenempfang – Einführung und Demonstration	113
Satellitenempfang – LEO UHF	114
8. Backoffice und Simulation	117
Q-Schlüssel [BV03]	117
RST-System, UTC, Logbuch, QSL-Karte [BV13]	119
Software Defined Radio (SDR) – Einführung	120
Software Defined Radio (SDR) – WebRX	121
9. Antennen (Vertiefung)	123
Antennentechnik [E11]	123
Antennentechnik [A09]	126
Oszillator-Schaltungen bauen und messen	128
Einführung Schaltungssimulation und Diodenschaltungen	130
Schaltungssimulation mit Qucs und LTSpice	132
Entwurf und Simulation von Bandpassfiltern	134
10. Schaltungstechnik	137
Frequenzaufbereitung [A13]	137
Schaltungstechnik [A17]	140

Filter/Amp-Platinen bestücken, löten und einmessen	142
11. HF-Leitungen	145
HF-Leitungen, Kabel [A10]	145
Software Defined Radio (SDR) – GNU Radio Basics	147
12. Wellenausbreitung	149
Wellenausbreitung [E09]	149
Betriebsabwicklung auf Kurzwelle [BV10]	153
Software Defined Radio (SDR) – GNU Radio Modeling	155
Filterentwurf einer Bandsperre (Bandstopfilter)	157
13. UKW-Betrieb	159
Funkbetrieb im Ausland [BV07]	159
Betriebsabwicklung auf VHF/UHF [BV11]	160
Geordneter Sprechfunk: Runde, Anmeldeverkehr, Contest	161
14. Digitaltechnik, Übertragungstechnik	163
Digitaltechnik [A14]	163
Übertragungstechnik [A15]	165
Satellitenempfang – GEO X-Band	167
15. Gerätetechnik, EMV und Sicherheit	169
Gerätetechnik [A18]	169
Störungen, EMV, EMVU und Sicherheit [E18, BV14]	171
EMV und Sicherheit [A19]	173
Betriebliche Abkürzungen [BV04]	175
Kursabschluss	176
Bergfestspiele	177
Prüfungstraining	178
I. Verzeichnisse	179
Abbildungsverzeichnis	181
Abkürzungen	181
II. Anhänge	183
A. Curriculum (tabellarisch)	185
B. Formelsammlung	187
C. Formelsammlung Zusatz	213
D. Filterentwurf	215
E. Datasheet: Drehkondensator ModulBus VCap4	217

F. Datasheets: Transistor	221
G. Montageanleitung SMA-Crimp-Stecker für RG-174	231
H. Bedienungsanleitung für SWR-Meter Diamond SX-1000 und Maas RS-1000	235
I. Datasheet: RTL-SDR V3	243
J. Manual LC-Meter Ascel Æ20204	253
K. Manual Megasat Campingkoffer	259
L. Logbook: Das erste FM-QSO (UKW)	263
M. Logbook: Das erste SSB-QSO (KW)	267
N. Prüfungsbögen	273
Teil 1: Technische Kenntnisse (Klasse E)	273
Teil 1: Technische Kenntnisse (Klasse A)	279
Teil 2: Betriebliche Kenntnisse	285
Teil 3: Kenntnisse von Vorschriften	292
O. Werkzeugtasche	301

Vorwort

Dieses Dokument entstand aus den mehrjährigen Erfahrungen zur Durchführung von Amateurfunkkursen an der Technischen Universität Berlin. Es versucht in einem Spagat zwischen Ausbildungshandbuch und Skriptum die Ansprüche aus Perspektive der Lehrenden sowie der Lernenden zu bedienen. Um das Rad nicht komplett neu zu erfinden stützt sich das vorliegende Werk lose auf die Lehrbücher von Eckart K. W. Moltrecht (DJ4UF). Die entsprechenden Originalkapitel wurden umstrukturiert, jedoch entsprechend referenziert und insbesondere im Bezug auf praktische Übungen wesentlich erweitert.

Insgesamt handelt es sich um ein Konzept, welches weder einen reinen „Lizenzkurs“ mit dem alleinigen Ziel das Amateurfunkzeugnis zu erlangen, noch einen „Funkkurs“ für das generelle Verständnis von Funkanwendungen darstellt. Vielmehr geht es in einer Kombination von Theorie und Praxis, neben den beiden zuvor genannten Schwerpunkten, darum konkrete Einblicke in die Amateurfunkwelt zu erhalten und gegebenenfalls die persönlichen Schwerpunkte auszumachen.

Im Wintersemester 2023/24 wurde der Kurs erstmals einsemestrig angeboten – statt wie zuvor im Wintersemester Betriebstechnik, Vorschriften und Technik für die Klasse E und im Sommersemester darauf aufbauend die Technik für die Klasse A zu behandeln. Dieses Skript ist daran notdürftig angepasst worden, es verbleiben aber einige Ecken und Kanten.

Inhaltsverzeichnis

Übersicht und Organisation

Wie in der Technikwelt üblich fängt auch dieses Skript natürlich nicht mit dem ersten Kapitel an. Im nullten Kurskapitel erfahrt ihr grundlegende Informationen zum Konzept und zur Struktur dieses Kurses sowie des Skriptes selbst. Im Idealfall wird dies begleitet mit einem allgemeinen **Informationstermin** der Amateurfunkgruppe bei der ihr diesen Kurs besucht. An der TU Berlin ist es üblich in diesem Rahmen einen Einführungsvortrag in die Möglichkeiten des Amateurfunks zu geben, die Aktivitäten des Clubs vorzustellen sowie Shackführungen anzubieten. Eine Demonstration des Funkbetriebs rundet diesen Teil ab.

Ausbildungskonzept und Curriculum

Im Gegensatz zum Online-Lehrgang vom Deutscher Amateur-Radio-Club (DARC) ist der AfuTUB-Kurs nicht als Alternative zwischen der Einstiegsklasse E und der offenen Klasse A ausgelegt, sondern die Klasse A folgt konsequent auf die Klasse E. Denn lernen ist auch wiederholen und die für uns im Fokus stehende Zielgruppe sind sowohl Studienanfängerinnen und -anfänger als auch fachfremde Studierende.

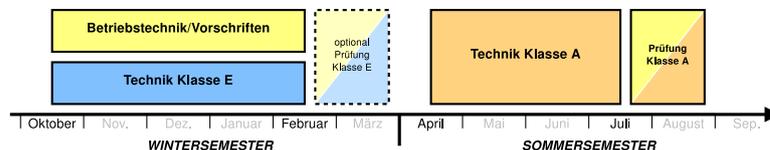


Bild -2.1.: Zeitstrahl des Kurses

Da die Struktur dieses Lehrganges auf Hochschulsemerster (siehe Abbildung -2.1 zugeschnitten ist, sind die Moltrecht-Lektionen teilweise etwas gestrafft. Die Reihenfolge wurde zudem angepasst um die benötigten Zusammenhänge besser darzustellen. Die beiden Abhängigkeitsgraphen der Kapitel zur Neustrukturierung (auch: „Skill Tree“), sind in den Abbildungen -2.2 und -2.3 zu sehen. Für die Grundlagen des Kurses wird vom Abiturniveau ausgegangen – elektrotechnisches Vorwissen ist nicht unbedingt notwendig. Um sowohl Teilnehmende mit technischem Grundlagenwissen als auch Neueinsteigende aholen zu können sind die beiden Teile **Betriebstechnik und Vorschriften (BV)** (gelb) und **Technik Klasse E (E)** (blau) zu entsprechenden **Lehreinheiten (LE)** zusammengestellt. So finden die BV-Themen im Schnitt alle zwei Wochen und zu Beginn der Kurstermine statt, um eine Bündelung der Kursteilnahme für technisch Versierte zu erlauben. Der Aufbaulehrgang behandelt anschließend nur noch die **Technik Klasse A (A)** (orange) um so mehr Raum für tieferes Verständnis und praktische Begleitprojekte zu geben.

Inhaltsverzeichnis

Die Vorlesungszeit im Wintersemester geht über 15 Wochen, die des Sommersemesters lediglich 14 Wochen. Da insbesondere die letzten beiden Vorlesungswochen für Studierende generell sehr zeitaufwändig sein können, gehen die Teil-Curricula von weniger wöchentlichen Terminen und je einem optionalen Abschlusstermin aus. Pro Lehrinheit sind drei, in Ausnahmefällen maximal vier, Stunden für den Kurs kalkuliert. An der TU Berlin findet der Kurs nach den meisten regulären Studienveranstaltungen ab 16 Uhr bis spätestens 20 Uhr statt. Der Fokus soll insbesondere auf die Verknüpfung des Lehrstoffes mit praktischen Themen gerichtet sein. Das sich hieraus ergebende tabellarische Curriculum ist in Anhang A gelistet.

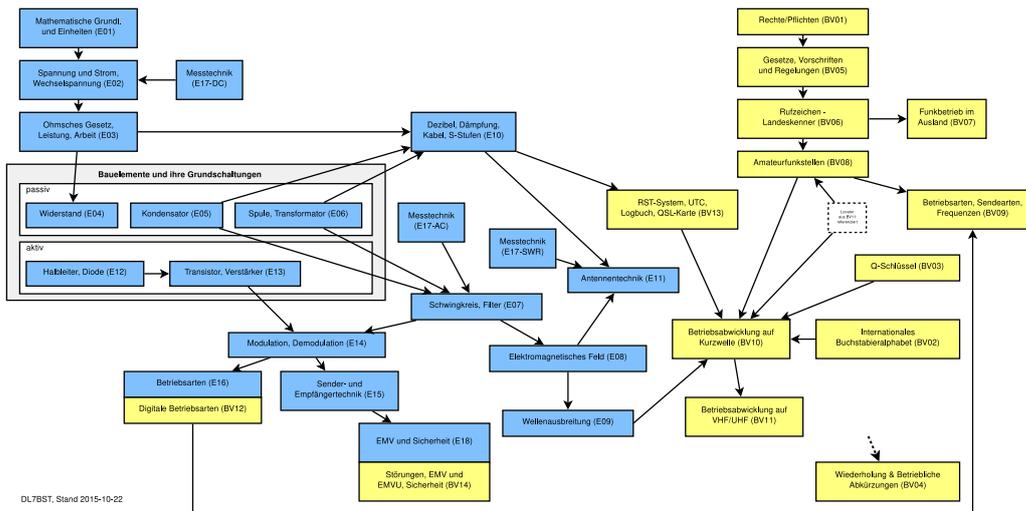


Bild -2.2.: Abhängigkeitsgraph Klasse E

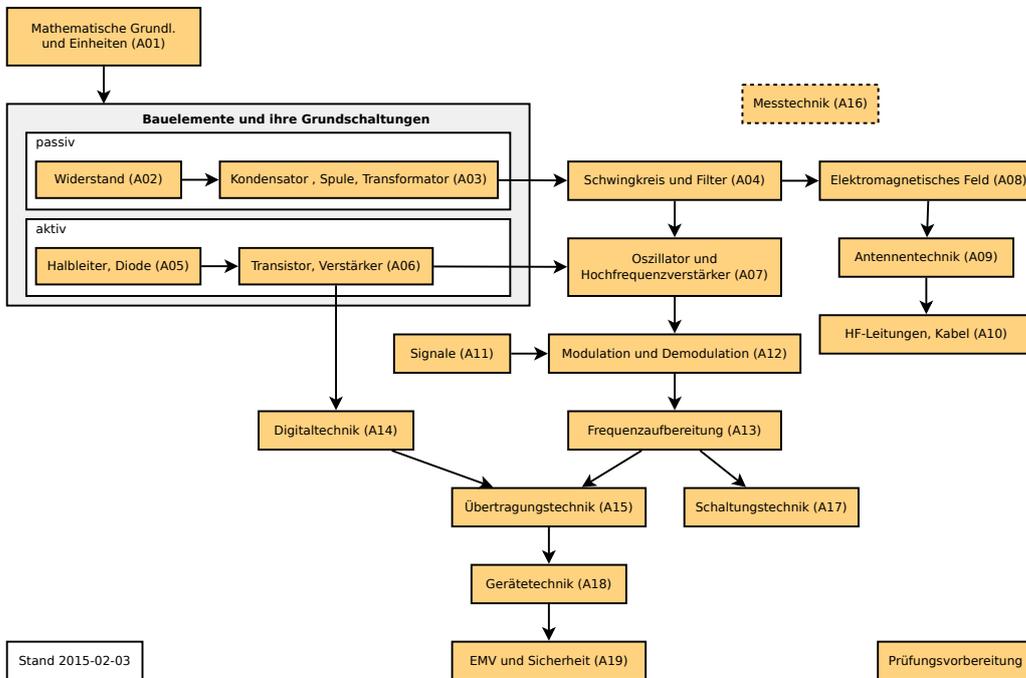


Bild -2.3.: Abhängigkeitsgraph Klasse A

Struktur

Die Technikkapitel des Moltrechts sind sowohl in diesem Skript als auch für die Kursdurchführung insgesamt in zwei Teile aufgeteilt. Während die Vorlesung und das Buch auf das grundlegende Verständnis ausgerichtet sind, dienen die zusammengefassten **Theorie- und Prüfungsfragen** der konkreten Prüfungsvorbereitung und die **Praktischen Anwendungen** unterfüttern frisch erworbene Wissen. Der Lernrhythmus orientiert sich am Ablauf des Kurses – üblicherweise im Wochentakt. Es gibt jede Woche mindestens ein Technikthema mit dazugehörigen Prüfungsfragen sowie alle zwei Wochen mindestens ein Betriebstechnik und Vorschriften (BV)-Thema mit Lernvorlagen.

Lehreinheiten (L/LE) Der gesamte AfuTUB-Kurs ist in 28 Lehreinheiten zu je ca. 180 Minuten (3 Stunden) aufgeteilt, wovon die L00 vom Lernstoff entkoppelt ist und lediglich die Einführung und Organisation des Kurses beinhaltet. L01 bis L14 behandeln die Inhalte der Klasse E, also Betriebstechnik und Vorschriften sowie die technischen Grundlagen der Klasse E. L15 bis L26 behandeln die Technik der Klasse A und wird von der L27 abgeschlossen, die der Prüfungsvorbereitung dient.

Kapitel Die Themen orientieren sich an den Kapitelinhalten des DARC-Online-Lehrgangs und sind wie im Curriculum beschrieben nicht linear angeordnet.

Vorbereitungsaufgabe Zur Vorbereitung auf jede Lehreinheit werden teilweise kleine Hausaufgaben vor jedem Treffen im Skript angekündigt und selbstständig – meist fakultativ – bearbeitet. Es gibt jedoch auch obligatorische Aufgaben um sich auf einen Kurstermin vorzubereiten.

Material Praktische Versuche enthalten eine Liste des notwendigen Materials für das Experiment.

Lernvorlagen Für die BV-Kapitel gibt es die zusammengefassten Punkte mit dem wichtigsten Lernstoff.

Prüfungsfragen Die wöchentliche Techniktheorie wird durch das Lösen und gemeinsame Besprechen von ausgesuchten Beispielprüfungsaufgaben gefestigt. Dies war ein expliziter Wunsch von Kursteilnehmenden der ersten Durchgänge. Nach jedem Technikkapitel werden die Aufgaben individuell gelöst und anschließend zügig ausgewertet – dabei kann nicht immer erst gewartet werden bis alle fertig sind um Zeit zu haben bei eventuellen Fragen die Lösungswege zu besprechen.

Hinweise Unter den Hinweisen sind Tipps vermerkt wie der Stoff am Besten gelernt wird.

Notizen Freier Platz für persönliche Anmerkungen. Es reicht sich in Stichpunkten Notizen zu machen, wichtig ist, dass das angelesene Wissen im Kopf landet und ggf. mit den niedergeschriebenen Stichpunkten verknüpft wird. Also: Von Beginn an schon daran denken sich Notizen zum späteren Lernen zu machen. Das gilt vor allem auch für Dinge, die nicht verstanden wurden. Diese können dann im Kurs besprochen werden oder geben später Hinweise auf mögliche Lücken.

Nachbereitungsaufgabe Sie sind selten, aber hin und wieder gibt es Aufgaben um das gelernte Wissen nachzubereiten. Immer gilt jedoch die Anmerkung aus den oben genannten Notizen: „Was habe ich nicht verstanden?“ Ggf. Fragen für das nächste mal notieren – vor den Lektionen des jeweiligen Termins wird noch einmal auf Wiederholungen eingegangen. Was euch ansonsten keiner abnehmen kann: Lesen, Ausprobieren, Lesen, Ausprobieren. Das Skript ist der rote Faden, von dort aus sind oftmals die Wikipedia und eine Suchmaschine der Wahl eure Freunde.

Praxis

Praktische Übungen und Demonstrationen sollen das Verständnis der Theorie einführen oder im Nachhinein veranschaulichen. Dabei liegt ein besonderer Fokus auf der Verwendung freier Soft- und Hardware sowie frei verfügbarer Materialien. Die Experimentesammlung – ehemals praktisches Begleitskript – ist seit langem Bestandteil des AfuTUB-Kursskriptums. Konzeptionell stützt sich die Praxis der Klasse E vorrangig auf einzelne voneinander unabhängige Versuche, die sich auf das oder die jeweiligen Technikkapitel der Lehrinheit beziehen. Die Praxis der Klasse A verfolgt den Ansatz im Rahmen kleiner Projekte die Themen anzuwenden und am Ende des Kurses zusammenzuführen sowie in das Thema Satellitenkommunikation einzuführen.

Versuche Klasse E

Die Versuche sind im Skript einzeln erläutert. An dieser Stelle einige generelle Erläuterungen zu den Themenbereichen:

Elektronik Schaltungsbau (Einstieg): Im Rahmen des Kurses werden einige Versuchsschaltungen auf einem Breadboard (Steckbrett) aufgebaut um aus dem Gesehenen oder Gemessenen die Gesetzmäßigkeiten herzuleiten oder andersherum zu veranschaulichen. Für die darauf folgenden ersten Schritte im Löten werden Lochraster- bzw. Streifenrasterplatten verwendet und gut hantierbare Through Hole Technology (THT)-Bauteile zur Durchsteckmontage.

Für einfache Schaltungsdesigns und -simulationen wird der Quite Universal Circuit Simulator (Qucs) verwendet, eine freie Simulation Program with Integrated Circuits Emphasis (SPICE)-Software, die uneingeschränkt nutzbar ist. Die für den Kurs verwendeten und zum Download zur Verfügung gestellten `.sch`-Dateien sollten ab der Version 16 ohne Probleme funktionieren. Da Qucs leider nicht mehr aktiv gepflegt wird, kommt im fortgeschrittenen Klasse-A-Teil das freie Werkzeug KiCad mit NGSpice zum Einsatz.

Es bietet einen guten Einstieg um nach dem Kurs damit Platinen zu layouten und anschließend selbst herzustellen. Im Rahmen des Kurses greifen wir auf fertige Platinen zurück und werden anfangen so genanntes „Hühnerfutter“ also erste große Surface-Mounted Device (SMD)-Bauteile zu verwenden, die noch per Hand zu löten sind.

Signalverarbeitung Im Rahmen des Kurses geht es viel um das Thema Software Defined Radio (SDR). Den günstigsten Einstieg in den Sektor bieten zum Softwareempfang DVB-T-Sticks mit RTL-Chipsatz. Bereits für diesen Einsatzzweck optimiert sind die Geräte vom RTL-SDR-Blog, welche direkt dort bestellbar sind. Ab der Version 3 (verfügbar seit 08/2016) können diese sogar über ein Direct Sampling des Quadratur-Empfangszweiges Kurz-, und Mittelwelle empfangen. Der Dongle kan z.B. mit GNU Radio oder Android-Spektrum-Analysern verwendet werden. GNU Radio ist eine hervorragende freie Softwaresuite um in die digitale Signalverarbeitung einzusteigen. Mit einer großen Vielfalt vorhandener signal processing blocks ist es sehr einfach sich erste Anwendungen in Blockschaldbildern zusammenzubauen. Die Ein- und Ausgabe kann, aber muss keine Empfangs- oder Sende-Hardware sein.

Projekte Klasse A

Die Abbildung -2.4 zeigt das Gesamtbild der Praxisprojekte für den Aufbaukurs. Die thematischen Blöcke sind dabei farblich voneinander abgesetzt, die Zusammenhänge werden durch beschriftete Pfeile dargestellt. Nach einer ersten Demonstration um in das Thema Satellitenkommunikation einzuführen und hoffentlich Interesse für den Kursteil zu wecken, schließt sich der Themenblock mit dem Ziel der Auslegung und Bau eines Bandpassfilters mit Vorverstärkers für den Satellitenempfang an. In Kombination mit den beiden Themenfeldern „Bau einer einfachen zirkular polarisierten Antenne“ und „Empfang mit Gqrx/GNU Radio“, führt dieses zu einem Satelliten-Empfänger für Ultra High Frequency (UHF). Sowohl für dieses Abschlussprojekt als auch den Empfang des geostationären Amateurfunksatelliten QO-100 kann über den gesamten Verlauf ein RTL-SDR verwendet werden. QO-100 wird mit Hilfe einer kleinen Campingvollspiegelantenne und Speisung eines Low Noise Block Converter (LNB) von einem Bias-Tee im Selbstbau empfangen.

Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass es für die Umsetzung des Filter/Amp-PCBs verschiedene Filteroptionen gibt, von denen eine durch die AfuTUB präferiert wurde:

- SAW UHF → reine UHF-Lösung
- Diskreter UKW-Bandstop → flexibel, aber nur Unterdrückung von Broadcast
- **Bandpass aus HP- und LP-SMDs → individuell bestückbar für Zielband**

Hier ergibt sich auch der Vorteil, dass sowohl eine einfache Auslegung als auch eine einfache Bestückung im Rahmen des Kurses möglich ist. Die Fertigung kann entweder in einem separaten Projekt stattfinden oder in Auftrag gegeben werden.

Ausbildungsfunkbetrieb

Für fortgeschrittene Anfänger verfügen die Mitglieder der meisten Amateurfunk-Clubs über so genannte DN-Lizenzen, mit denen Kursteilnehmende unter Aufsicht selbst Be-

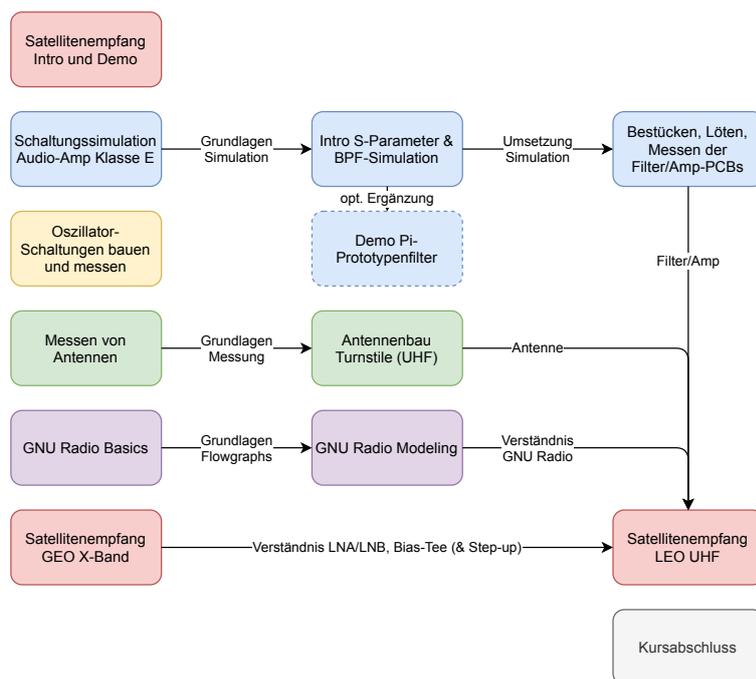


Bild -2.4.: Praxisgraph Klasse A

trieb machen können. Damit die ersten Schritte nicht so wackelig sind, wird der Funkkontakt vorher durchgesprochen und es gibt einen kleinen Ablaufplan für den Betrieb.

Der erste Kursteil mit den Inhalten zur Klasse E ist darauf ausgelegt nicht nur die technischen Grundlagen, sondern auch die Betriebstechnik praktisch zu erlernen. Dazu dienen sowohl die beiden Übungsteile „Das erste FM-QSO“ (S. 29) sowie der „CQ TU“-Contest auf UKW (S. 161), als auch jeweils ein Abendtermin auf Kurzwelle. Gemeinsam mit der Amateurfunkgruppe der ETH Zürich (HB9ZZ) wurde der Ablaufplan in der Anlage M entworfen, um den Kursteilnehmenden einen möglichst einfachen Einstieg zu bieten. Dabei haben sich folgende Grundregeln zur Terminverteilung als praktisch erwiesen:

- **Maximal sechs** Personen an einem Termin – wenn voll, dann voll
- Jede/r trägt sich nur bei **einem** Termin ein
- Wer eingetragen ist, **verpflichtet** sich zur Teilnahme ...im Zweifel also erstmal nicht eintragen
- Studierende haben den Vorzug gegenüber anderen Teilnehmenden
- Falls bei den initial angebotenen Terminen einzelne nicht können, werden im Anschluss Ausweichtermine gesucht
- Die Vorlage im Anhang M ist vor dem Termin anzusehen und in ausgedruckter Form mitzubringen

Telegrafie

Der Tastfunk, CW oder auch Morse ist inzwischen keine Voraussetzung mehr zum Erhalt der „großen Afu-Lizenz“. Dennoch hat diese Betriebsart seine Bedeutung alles andere als verloren und an dieser Stelle sollt ihr animiert werden diese digitale und dennoch menschenlesbare Technik zu erlernen. Da beim wöchentlichen Kursrhythmus die notwendige Kontinuität fehlt, ist es notwendig selbstständig zu üben – je öfter, desto besser. Das Erlernen von Telegrafie ist fast ausschließlich eine Frage von Selbstdisziplin und Durchhaltevermögen.

Inzwischen gibt es eine Reihe von guten **Übungstools** nach der Koch-Methode wie LCWO¹ als Online-Plattform, die Smartphone-App von IZ2UUF oder Cute CW als plattformübergreifendes QT-Tool zum CW lernen. Die AGCW-DL hat auf ihrer Homepage auch noch weitere Hinweise zum Morsen lernen.²

Nachdem man das Hören aller Zeichen gelernt hat, geht es in die **Praxis**. Es ist empfehlenswert sich dazu einer Übungsrunde anzuschließen, wie beispielsweise die QRS-NET der AGCW-DL auf 80m.³ Auch Lernspiele bieten sich für die praktische Übung an. Im Schiffe-Versenken, durchaus auch mit anderem Koordinatensystem, können einzelne Zeichen geübt werden – je nachdem welche bereits erlernt wurden. In einer Art „Schrille Post“ sitzen an einer Tischreihe NF-CWisten, piepsen sich Nachrichten zu und geben diese an den Nachbarn weiter. Verschiedene Tonhöhen der Geber trainieren Umgang mit QRM.

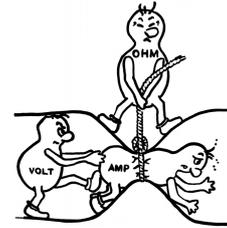
¹<https://lcwo.net/>

²<https://www.agcw.org/index.php/de/telegrafie/wie-cw-lernen>

³<https://www.agcw.org/index.php/de/ausbildung/qrs-net-auf-80m>

Inhaltsverzeichnis

-1. Elektrotechnik-Crashkurs



[1]

Mathematische Grundkenntnisse und Einheiten [E01]

SI-Einheiten

Basisgröße	Einheit	Zeichen
Länge	Meter	m
Masse	Kilogramm	kg
Zeit	Sekunde	s
Stromstärke	Ampere	A
Temperatur	Kelvin	K
Stoffmenge	Mol	mol
Lichtstärke	Candela	cd

Weitere wichtige Größen:

- elektrische Feldstärke: Volt pro Meter ($\frac{V}{m}$)
- magnetische Feldstärke: Ampere pro Meter ($\frac{A}{m}$)
- Impedanz: Ohm (Ω)
- Leitwert: Siemens ($S = 1/\Omega$)

Formelsammlungen zu den Technik-Aufgaben

Obwohl für den regelmäßigen Umgang mit Funktechnik die Grundsätze wie Zehnerpotenzen, Einheiten und Einheitenpräfixe auswendig gelernt werden sollten, sind sie in den Formelsammlungen der Bundesnetzagentur vorhanden. Für die Prüfung steht die Formelsammlung in Anlage B zur Verfügung. Wie so oft ist es wichtig die Zusammenhänge verstanden zu haben und die Stelle zu wissen wo es nachgeschlagen werden kann.

Hinweise Ein Blick durch die Formelsammlungen hilft an dieser Stelle bereits zu erkennen wie sie strukturiert sind. Wenn ihr Übungsaufgaben löst, dann schlagt nicht schnell im Internet oder einer anderen Formelsammlung nach, sondern **druckt sie euch aus nutzt ausschließlich diese!**

Übungsaufgaben

- 1 **TA101** 0,042 A entspricht
A: $42 \cdot 10^{-3}$ A B: $42 \cdot 10^3$ A C: $42 \cdot 10^{-2}$ A D: $42 \cdot 10^{-1}$ A

- 2 **TA104** 4200000 Hz entspricht
A: $4,2 \cdot 10^5$ Hz B: $4,2 \cdot 10^6$ Hz C: $42 \cdot 10^6$ Hz D: $42 \cdot 10^{-5}$ Hz

- 3 **TA202** Welche Einheit wird für die elektrische Ladung verwendet?
A: Ampere (A) B: Kilowatt (kW) C: Joule (J) D: Amperesekunde (As)

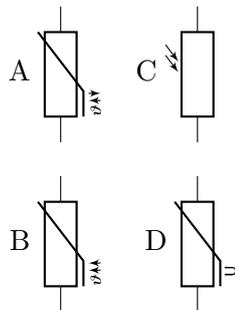
- 4 **TA203** Welche Einheit wird für die elektrische Leistung verwendet?
A Amperestunden (Ah)
B Joule (J)
C Kilowattstunden (kWh)
D Watt (W)

- 5 **TA205** Welche der nachfolgenden Antworten enthält nur Basiseinheiten nach dem internationalen Einheitensystem?
A Farad, Henry, Ohm, Sekunde
B Grad, Hertz, Ohm, Sekunde
C Ampere, Kelvin, Meter, Sekunde
D Sekunde, Meter, Volt, Watt

- 6 **TA207** 3,75 MHz sind
A: 375 kHz B: 3750 kHz C: 0,0375 GHz D: 0,375 GHz

Spannung, Strom, Widerstand und Leistung [E02, E03, E04]

- TB903** Welche Spannung lässt einen Strom von 2 A durch einen Widerstand von $50\ \Omega$ fließen?
A: 25 V B: 200 V C: 100 V D: 52 V
- TD302** Die Leerlaufspannung einer Gleichspannungsquelle beträgt 13,5 V. Wenn die Spannungsquelle einen Strom von 1 A abgibt, sinkt die Klemmenspannung auf 12,4 V. Wie groß ist der Innenwiderstand der Spannungsquelle?
A: $1,1\ \Omega$ B: $1,2\ \Omega$ C: $12,4\ \Omega$ D: $13,5\ \Omega$
- TB908** Ein mit einer künstlichen $50\ \Omega$ -Antenne in Serie geschaltetes HF-Amperemeter zeigt 2 A an. Welche Leistung gibt der Sender ab?
A: 100 W B: 200 W C: 25 W D: 250 W
- TB104** Welche Gruppe von Materialien enthält nur Nichtleiter?
A Pertinax, Polyvinylchlorid (PVC), Graphit
B Epoxid, Polyethylen (PE), Polystyrol (PS)
C Polyethylen (PE), Messing, Konstantan
D Teflon, Pertinax, Bronze
- TC105-107** Ordne den folgenden Schaltzeichen die Bezeichnungen LDR, PTC, NTC und VDR zu.



A
B
C
D

6 **TC101** Die Farbringe gelb, violett und orange auf einem Widerstand mit 4 Farbringen bedeuten einen Widerstandswert von

- A: 4,7 k Ω B: 47 k Ω C: 470 k Ω D: 4,7 M Ω

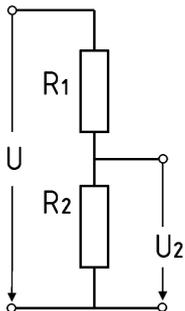
7 **TC110** Welchen Wert hat ein SMD-Widerstand mit der Kennzeichnung 221?

- A: 221 Ω B: 22 k Ω C: 22 Ω D: 220 Ω

8 **TC108** Ein Widerstand hat eine Toleranz von 10 %. Bei einem nominalen Widerstandswert von 5,6 k Ω liegt der tatsächliche Wert zwischen

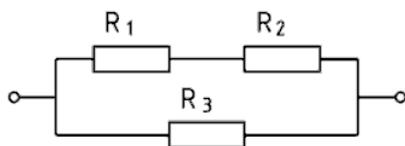
- A 4760 und 6440 Ω
 B 5040 und 6160 Ω
 C 4,7 und 6,8 k Ω
 D 5,2 und 6,3 k Ω

9 **TD108** Die Gesamtspannung U an folgendem Spannungsteiler beträgt 12,2 V. Die Widerstände haben die Werte $R_1 = 10$ k Ω und $R_2 = 2,2$ k Ω . Wie groß ist die Teilspannung U_2 ?



- A 2,20 V
 B 2,64 V
 C 10,0 V
 D 1,22 V

10 **TD103** Wie groß ist der Ersatzwiderstand der Gesamtschaltung? $R_1 = 500$ Ω , $R_2 = 500$ Ω und $R_3 = 1$ k Ω



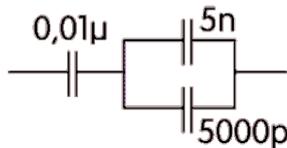
- A 250 Ω
 B 500 Ω
 C 1 k Ω
 D 2 k Ω

Kondensator [E05]

- 1 **TC206** Drei Kondensatoren mit den Kapazitäten $C_1 = 0,1 \mu\text{F}$, $C_2 = 150 \text{ nF}$ und $C_3 = 50\,000 \text{ pF}$ werden parallel geschaltet. Wie groß ist die Gesamtkapazität?

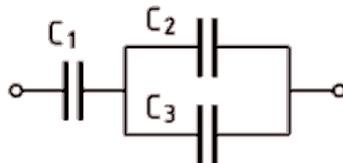
A: $0,027 \mu\text{F}$ B: $0,255 \mu\text{F}$ C: $0,3 \mu\text{F}$ D: $2,73 \text{ nF}$

- 2 **TD105** Berechnen Sie die Gesamtkapazität der gemischten Schaltung.



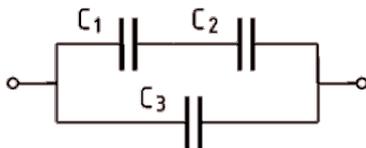
A $0,015 \text{ nF}$
 B 5 nF
 C $7,5 \text{ nF}$
 D 10 nF

- 3 **TD106** Berechnen Sie die Gesamtkapazität der gemischten Schaltung. Gegeben: $C_1 = 0,02 \mu\text{F}$; $C_2 = 10 \text{ nF}$; $C_3 = 10\,000 \text{ pF}$



A $2,5 \text{ nF}$
 B 5 nF
 C 10 nF
 D 40 nF

- 4 **TD107** Berechnen Sie die Gesamtkapazität der gemischten Schaltung. Gegeben: $C_1 = 0,01 \mu\text{F}$; $C_2 = 10 \text{ nF}$; $C_3 = 5000 \text{ pF}$



A $2,5 \text{ nF}$
 B 5 nF
 C 10 nF
 D $0,015 \text{ nF}$

- 5 **TC208** Mit zunehmender Frequenz

- A steigt der Wechselstromwiderstand des Kondensators.
 B sinkt der Wechselstromwiderstand des Kondensators.
 C steigt der Wechselstromwiderstand des Kondensators bis zu einem Maximum und sinkt dann wieder.
 D sinkt der Wechselstromwiderstand des Kondensators bis zu einem Minimum und steigt dann wieder.

- 6 **TC201** Welche Aussage zur Kapazität eines Plattenkondensators ist richtig?

- A Je größer die angelegte Spannung ist, desto kleiner ist die Kapazität.
 B Je größer die Dielektrizitätszahl ist, desto kleiner ist die Kapazität.
 C Je größer die Plattenoberfläche ist, desto kleiner ist die Kapazität.
 D Je größer der Plattenabstand ist, desto kleiner ist die Kapazität.

- 7 **TC202** Ein Bauelement, bei dem sich Platten auf einer isolierten Achse befinden, die zwischen fest stehende Platten hineingedreht werden können, nennt man
- A Drehkondensator.
 - B Tauchkondensator.
 - C Keramischer Kondensator.
 - D Rotorkondensator.
- 8 **TC207** Bei welchem der folgenden Bauformen von Kondensatoren muss beim Einbau auf die Polarität geachtet werden?
- A Elektrolytkondensator
 - B Keramischer Kondensator
 - C Styroflexkondensator
 - D Plattenkondensator
- 9 **TC203** Welche Kapazität hat der abgebildete Kondensator?



- A 3,3 μF
- B 33 μF
- C 33 000 μF
- D 330 μF

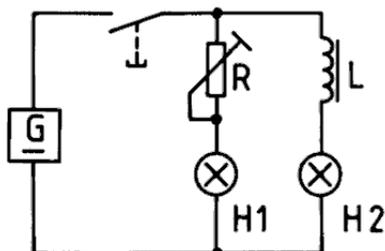
- 10 **TC205** Welche Kapazität hat der abgebildete Kondensator?



- A 820 pF
- B 8,2 pF
- C 82 pF
- D 0,82 pF

Spule, Transformator [E06]

- 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 Bemaßung: 25 Windungen, Durchmesser von 8 mm, Länge 1 cm, 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
- 6 **TC302** Wie ändert sich die Induktivität einer Spule von $12\ \mu\text{H}$, wenn die Wicklung auf dem Wickelkörper bei gleicher Windungszahl auf den doppelten Wert auseinander gezogen wird?
 - A Die Induktivität sinkt auf $3\ \mu\text{H}$
 - B Die Induktivität sinkt auf $6\ \mu\text{H}$
 - C Die Induktivität steigt auf $24\ \mu\text{H}$
 - D Die Induktivität steigt auf $48\ \mu\text{H}$
- 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
- 8 **TC305** Schaltet man zwei Glühlampen gleichzeitig an eine Spannungsquelle (siehe Abbildung), wobei eine Glühlampe zum Helligkeitsausgleich über einen Widerstand und die andere über eine Spule mit vielen Windungen und Eisenkern angeschlossen ist, so



- A leuchtet H1 zuerst.
- B leuchtet H2 zuerst.
- C leuchten H1 und H2 genau gleich schnell.
- D leuchtet H2 kurz auf und geht wieder aus. H1 leuchtet.

-1. Elektrotechnik-Crashkurs

- 9 **TC402** Ein Trafo liegt an 45 Volt und gibt 180 Volt ab. Seine Primärwicklung hat 150 Windungen. Wie groß ist seine Sekundärwindungszahl?
- A 46 Windungen
 - B 30 Windungen
 - C 600 Windungen
 - D 850 Windungen
- 10 **TC403** Die Primärspule eines Übertragers hat die fünffache Anzahl von Windungen der Sekundärspule. Wie hoch ist die erwartete Sekundärspannung, wenn die Primärspule an eine 230-V-Stromversorgung angeschlossen wird?
- A 46 Volt
 - B 9,2 Volt
 - C 23 Volt
 - D 1150 Volt
- 11 **TC304** Das folgende Bild zeigt einen Kern, um den ein Kabel für den Bau einer Netzdrossel gewickelt ist. Der Kern sollte aus



- A Kunststoff bestehen.
 - B Ferrit bestehen.
 - C Stahl bestehen.
 - D aus gut leitendem Material bestehen.
- 12 **TC306** Mit zunehmender Frequenz
- A sinkt der Wechselstromwiderstand einer Spule.
 - B sinkt der Wechselstromwiderstand einer Spule bis zu einem Minimum und steigt dann wieder.
 - C steigt der Wechselstromwiderstand einer Spule bis zu einem Maximum und sinkt dann wieder.
 - D steigt der Wechselstromwiderstand einer Spule.

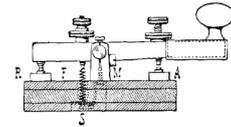


Fig. 6.

[2]

0. Betriebsaufnahme

Was ist Amateurfunk? [BV01]

In älteren Auflagen des Amateurfunk-Lehrgangs heißt dieses Kapitel „Welche Rechte/Pflichten hat ein Funkamateur?“ und beschreibt auch die grundlegenden Kenntnisse, die hieraus hervorgehen sollen.

Lernvorlage Rechte, Pflichten, Verbote

- Morsekenntnisse zur Zulassung nationale Regelung, in DL keine Pflicht
- Kein Mindestalter für Prüfung
- Rufzeichen Personengebunden
- Afu-Bänder hören erlaubt, senden nur mit Zulassung und nur mit Afu-Stellen und nicht für/an Dritte außer in Notfällen
- Kein Anspruch auf bestimmtes Call, nach Verzicht ein Jahr geblockt
- Anzeigepflicht von Wohnsitzänderungen
- Persönliche Neigung und nicht aus gewerblich-wirtschaftlichem Interesse
- Selbstbau/Umbau erlaubt
- Nicht verschlüsseln oder verschleiern
- Strafen: Betriebeseinschränkung, Außerbetriebnahme, Geldbußen, Entzug der Zulassung

Hinweise Die entsprechenden Prüfungsfragen sind mit grundlegendem Verständnis über den Amateurfunk einfach zu lösen. Wer es genau wissen möchte schaut in das *Amateurfunkgesetz* (AFuG, 13 Paragraphen auf 4 DIN-A4-Seiten) und die *Amateurfunkverordnung* (AFuV, 20 Paragraphen + Anlagen auf 11 DIN-A4-Seiten). Mehr dazu im Kapitel *Gesetze, Vorschriften und Regelungen* (BV05).

Notizen

0. Betriebsaufnahme

1. HF-Technik und Vorschriften

Letter to be Spelled	Identifying Word	Representation of Pronunciation in English*
A	Alfa	AL FAH
B	Bravo	BRAY VOO
C	Charlie	CHARLIE (or) CHARL LEE
D	Delta	DELTAY
E	Echo	EKOH
F	Foxtrot	FOXTROT
G	Golf	GOLF
H	Hotel	HO TELL
I	India	IN DEE AY
J	Juliett	JULIETT
K	Kilo	KAY LOH
L	Lima	LEE MAH
M	Mike	MEK
N	November	NOVEMBER
O	Oscar	OSCAR
P	Papa	PA PA
Q	Quebec	KEE BEK
R	Romeo	RO ME OH
S	Sierra	SEE AYE
T	Tango	TAN GO
U	Uniform	YOU NEEM (or) YOU NEE FORM
V	Victor	VEK TOR
W	Whiskey	WISSKEY
X	X-ray	EKZ RAY
Y	Yankee	YANKEE
Z	Zulu	ZOO LOO

* The syllables to be emphasized are underlined.

[3]

Widerstand und seine Grundsaltungen [A02]

1 **TB102** Welchen Widerstand hat eine Kupferdrahtwicklung, wenn der verwendete Draht eine Länge von 1,8 m und einen Durchmesser von 0,2 mm hat

A: $0,05 \Omega$ B: 1Ω C: $5,6 \Omega$ D: 56Ω

2 **TC315** Was verstehen Sie unter dem technischen Ausdruck Skin-Effekt?

- A Als Skin-Effekt bezeichnet man die Erscheinung, dass sich mit steigender Frequenz der Elektronenstrom mehr und mehr zu den Kanten eines Kondensators hin verlagert. Dadurch erhöht sich mit steigender Frequenz die Kapazität.
- B Als Skin-Effekt bezeichnet man die Erscheinung, dass sich mit steigender Frequenz der Elektronenstrom mehr und mehr zur Oberfläche eines Leiters hin verlagert. Dadurch erhöht sich mit steigender Frequenz der Leiterwiderstand.
- C Als Skin-Effekt bezeichnet man die Erscheinung, dass sich mit steigender Frequenz die Induktivität und die Kapazität eines Leiters erhöht. Dadurch erhöht sich mit steigendem Leiterwiderstand die Resonanzfrequenz.
- D Als Skin-Effekt bezeichnet man die Erscheinung, dass sich mit steigender Frequenz der Elektronenstrom mehr und mehr zur Leitermitte hin verlagert. Dadurch erhöht sich der Leiterwiderstand bei hohem Wechselstromanteil.

3 **TC102** Metallschichtwiderstände

- A haben geringe Fertigungstoleranzen und Temperaturabhängigkeit und sind besonders als Präzisionswiderstände geeignet.
- B sind induktionsarm und eignen sich besonders für den Einsatz bei sehr hohen Frequenzen.
- C sind besonders als Hochlastwiderstände bei niedrigen Frequenzen geeignet.
- D haben einen extrem stark negativen Temperaturkoeffizienten und sind besonders als NTC-Widerstände (Heißleiter) geeignet.

4 **TC103** Metalloxidwiderstände

- A haben geringe Toleranzen und Widerstandsänderungen und sind besonders als Präzisionswiderstände in der Messtechnik geeignet.
- B sind besonders als Hochlastwiderstände bei niedrigen Frequenzen geeignet.
- C sind induktionsarm und eignen sich besonders für den Einsatz bei sehr hohen Frequenzen.

1. HF-Technik und Vorschriften

D haben einen extrem stark negativen Temperaturkoeffizienten und sind besonders als NTC-Widerstände (Heißleiter) geeignet.

5 **TC104** Drahtwiderstände

- A Drahtwiderstände werden hauptsächlich in Form von SMD-Widerständen hergestellt.
- B sind induktionsarm und eignen sich besonders für den Einsatz bei sehr hohen Frequenzen.
- C haben einen extrem stark negativen Temperaturkoeffizienten und sind besonders als NTC-Widerstände (Heißleiter) geeignet.
- D sind besonders als Hochlastwiderstände bei niedrigen Frequenzen geeignet.

6 **TB202** Die Leerlaufspannung einer Gleichspannungsquelle beträgt 13,5 V. Wenn die Spannungsquelle einen Strom von 0,9 A abgibt, sinkt die Klemmenspannung auf 12,4 V. Wie groß ist der Innenwiderstand der Spannungsquelle?

- A: 0,82 Ω B: 1,1 Ω C: 1,22 Ω D: 12,15 Ω

7 **TB204** Die Leerlaufspannung einer Gleichspannungsquelle beträgt 13,5 V. Wenn die Spannungsquelle einen Strom von 1 A abgibt, sinkt die Klemmenspannung auf 12,5 V. Wie groß ist der Wirkungsgrad der Spannungsquelle?

- A: 7,5 % B: 13,5 % C: 92,6 % D: 100 %

8 **TB207** In welchem Zusammenhang müssen Innenwiderstand R_i und Lastwiderstand R_L stehen, damit Leistungsanpassung vorliegt?

- A: $R_L = R_i$ B: $R_L \gg R_i$ C: $R_L \ll R_i$ D: $R_L = 1/R_i$

9 **TB209** In welchem Zusammenhang müssen Innenwiderstand R_i und Lastwiderstand R_L stehen, damit Spannungsanpassung vorliegt?

- A: $R_L = R_i$ B: $R_L \gg R_i$ C: $R_L \ll R_i$ D: $R_L = 1/R_i$

10 **TB208** In welchem Zusammenhang müssen Innenwiderstand R_i und Lastwiderstand R_L stehen, damit Stromanpassung vorliegt?

- A: $R_L = R_i$ B: $R_L \gg R_i$ C: $R_L \ll R_i$ D: $R_L = 1/R_i$

Kondensator und Spule [A03]

- 1 **TC204** Wie verhält sich der Wechselstromwiderstand eines Kondensators mit zunehmender Frequenz?
 - A Er bleibt konstant.
 - B Er nimmt zu.
 - C Er nimmt ab.
 - D Er wird unendlich.

- 2 **TC205** Wie groß ist der kapazitive Widerstand eines 10 pF-Kondensators bei 100 MHz?

A: 31,8 Ω B: 159 Ω C: 318 Ω D: 1,58 k Ω

- 3 **TC203** Ein verlustloser Kondensator wird an eine Wechselspannungsquelle angeschlossen. Welche Phasenverschiebung zwischen Spannung und Strom stellt sich ein?
 - A Die Spannung eilt dem Strom um 45° voraus.
 - B Der Strom eilt der Spannung um 45° voraus.
 - C Der Strom eilt der Spannung um 90° voraus.
 - D Die Spannung eilt dem Strom um 90° voraus.

- 4 **TC207** Was versteht man unter dem Blindwiderstand eines Kondensators und von welchen physikalischen Größen hängt er ab?
 - A Der Blindwiderstand ist der Wechselstromwiderstand eines Kondensators. Er ist abhängig von der Kapazität des Kondensators und der anliegenden Frequenz. Im Blindwiderstand entstehen keine Wärmeverluste.
 - B Der Blindwiderstand ist der Gleichstromwiderstand eines Kondensators. Er ist abhängig vom Isolationsmaterial des Kondensators und der anliegenden Spannung. Auch im Blindwiderstand entstehen Wärmeverluste.
 - C Der Blindwiderstand ist der Wechselstromwiderstand eines Kondensators. Er ist abhängig von der Blindkapazität des Kondensators und der anliegenden Spannung. Im Blindwiderstand entstehen hohe Verluste.
 - D Der Blindwiderstand ist der HF-Gleichstromwiderstand eines Kondensators. Er wird mit steigender Kapazität sowie bei erhöhtem Wechselstromanteil und steigender Frequenz größer. Je höher die Frequenz umso eher wandern die Ladungen an die Plattenränder (Skin-Effekt).

- 5 **TD103** Wie groß ist die Gesamtkapazität von drei parallel geschalteten Kondensatoren von 20 nF, 0,03 μ F und 15 000 pF?

A: 0,650 μ F B: 650 nF C: 0,065 μ F D: 650 000 pF

- 6 **TC310** Mit einem Schalenkern, dessen AL-Wert mit 250 angegeben ist, soll eine Spule mit einer Induktivität von 2 mH hergestellt werden. Wie groß ist die erforderliche Windungszahl?

A: 3 B: 53 C: 89 D: 2828

7 **TC306** Was versteht man unter dem Blindwiderstand einer Spule und von welchen physikalischen Größen hängt er ab?

- A Der Blindwiderstand ist der Wechselstromwiderstand einer Spule. Er ist abhängig von der Induktivität der Spule und der anliegenden Frequenz. Im Blindwiderstand entstehen keine Wärmeverluste.
- B Der Blindwiderstand ist der Gleichstromwiderstand einer Spule. Er ist abhängig vom Isolationsmaterial der Spule und der anliegenden Spannung. Auch im Blindwiderstand entstehen Wärmeverluste.
- C Der Blindwiderstand ist der Wechselstromwiderstand einer Spule. Er ist abhängig von der Blindinduktivität der Spule und der anliegenden Spannung. Im Blindwiderstand entstehen hohe Verluste.
- D Der Blindwiderstand ist der HF-Gleichstromwiderstand einer Spule. Er wird mit steigender Induktivität sowie bei erhöhtem Wechselstromanteil und steigender Frequenz größer. Je tiefer die Frequenz umso eher wandern die Elektronen an den Spulenrand (Skin-Effekt).

8 **TC305** Wie groß ist der Wechselstromwiderstand einer Spule mit $3\ \mu\text{H}$ Induktivität bei einer Frequenz von 100 MHz?

A: $1,9\ \Omega$ B: $942\ \Omega$ C: $1885\ \Omega$ D: $1885\ \text{k}\Omega$

9 **TC302** In einer reinen Induktivität, die an einer Wechselspannungsquelle angeschlossen ist, eilt der Strom der angelegten Spannung ...

- A um 90° voraus.
- B um 90° nach.
- C um 45° voraus.
- D um 45° nach.

Vorschriften und Regelungen [BV05]

Dieser Teil gibt eine Übersicht der verschiedenen Gesetze, Vorschriften und Regelungen, die den Amateurfunk betreffen.

Lernvorlage

- Radio Regulations der Internationale Fernmeldeunion (ITU) (**RR, dt. VO Funk**) definieren Amateurfunkdienst
 - Zur eigenen Ausbildung, Funkverkehr untereinander und technische Studien
 - Rein persönliche Neigung und kein monetäres Interesse
 - Gilt ebenso für Amateurfunkdienst mit Weltraumfunkstellen auf Erdsatelliten
- Gesetz über den Amateurfunk (**AfuG**) Rechtsgrundlage in DL
 - Voraussetzungen und Bedingungen für die Teilnahme am Afu
 - Bundesnetzagentur zuständige Behörde
 - Afu persönliche Neigung und keine gewerblich-wirtschaftliche Interessen
- Amateurfunkverordnung (**AFuV**)
 - Definition „Klubstation“ mit gemeinschaftlichem Rufzeichen
 - Definition „fernbediente oder automatisch arbeitende Amateurfunkstelle“ (Relaisfunkstellen, Digipeater, Funkbaken)
 - Definition „Spitzenleistung (PEP)“ als höchste Spitze der Modulationshüllkurve am reellen Abschlusswiderstand
- Telekommunikationsgesetz (**TKG**)
 - Auch für Amateurfunkdienst gültig
 - Fernmeldegeheimnis für Nachrichten, die nicht für die Allgemeinheit sind (Inhalt sowie die Tatsache des Empfangs)
 - Frequenzuteilung immer notwendig sonst Ordnungswidrigkeit
 - Getarnte Abhöreranlagen verboten
- Gesetz über Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen (**FTEG**)
 - Regelungen für Inverkehrbringen, freien Warenverkehr und Inbetriebnahme
 - Für seriengefertigte Geräte (auch Afu) und CE- Kennzeichnung notwendig
 - Gilt nicht für Selbst-/Umbau (auch Bausätze) sowie nicht im Handel erhältliche Geräte
 - 2017 durch Funkanlagengesetz (**FuAG**) ersetzt, aber Unterschied für uns nicht relevant

Hinweise Bei allen Vorschriften gilt: Konzentriert euch nur auf die richtigen Antworten – sucht euch Stichworte und achtet auf Formulierungen.

Notizen

Internationales Buchstabieralphabet [BV02]

Das *ITU Phonetic Alphabet* wird im Amateurfunk sowie in vielen weiteren internationalen Funkdiensten als Buchstabieralphabet verwendet. Im Folgenden dessen Buchstabiertafel als Lernvorlage.

Lernvorlage Buchstabiertafel

Alpha	November
Bravo	Oscar
Charly	Papa
Delta	Quebec
Echo	Romeo
Foxtrott	Sierra
Golf	Tango
Hotel	Uniform
India	Victor
Juliett	Whiskey
Kilo	X-Ray
Lima	Yankee
Mike	Zulu

Hinweise Das Buchstabieralphabet lernt man nur flüssig durch Übung – das kann auch nebenbei erfolgen. Nehmt euch im Alltag beispielsweise zufällige Wörter auf Werbetafeln oder Fahrzeugkennzeichen die ihr irgendwo lest und buchstabiert sie.

Notizen

Sprung in die kalten Wellen: Das erste FM-QSO

Um gleich von Beginn an in die Praxis reinzuschmecken geht es bei den ersten Funkkontakten (QSO) darum im Nahbereich auf Ultrakurzwelle (UKW) und gut verständlicher Frequenzmodulation (FM) erste Funksprüche abzusetzen. Im Fokus steht hierbei neben dem Kennenlernen die Betriebstechnik, also der Ablauf eines Funkspruchs, Funkdisziplin sowie das Üben des internationalen Buchstabieralphabets. Dies dient auch als erste Vorbereitung für die Funkpraxis auf Kurzwelle in der Clubstation und des „CQ TU“-Contests. Ablauf:

- 15 min Einführung
- 15 min Standortsuche und Vorbereitung (Trockenschwimmen)
- 60 min Funken und Rückweg
- 30 min Auswertung, Feedback und Reserve

Vorbereitungsaufgabe – *keine* –

Material 1× Logbook & Funkplan 1× UHF-Funkgerät
2× Stift (Anlage L)

Hinweise Don't Panic¹ – kein Contest, also piano und Fokus auf sauberen Betrieb!

Aufgaben Ziel ist es den Funkplan – inklusive der Lösungswörter und Namen – vollständig auszufüllen.

1. **Vorbereitung:** Sucht euch in der Gruppe einen nicht zu weit entfernten Standort (QTH) und ein Lösungswort mit der Länge der Anzahl der Teilnehmenden aus. Jede/r bekommt einen Buchstaben zugewiesen und hat die Aufgabe diesen den anderen Stationen in Sprechweise des internationalen Buchstabieralphabets zu übermitteln. Nutzt die ersten Minuten bis zum Übungsbeginn euren Namen im Buchstabieralphabet aufzuschreiben sowie den grundsätzlichen Ablauf eines Funkkontakt (QSO) mit eurem Operator zu besprechen und „trocken“ zu proben.
2. **Gesprächsablauf:** In jedem Durchgang sind das Rufzeichen (Call)², der Buchstabe und die Stelle im Wort zu übertragen. Auf Nachfrage gilt es ebenso das QTH (z.B. Raumnummer) sowie den eigenen Vorname zu buchstabieren. Jedes QSO ist zu loggen. Eine beliebige Station startet mit einem allgemeinen Anruf. Nach jedem Durchgang ist die Sendefrequenz (QRG) freizugeben und die zuvor nicht rufende Station darf allgemein oder direkt anrufen. Alles weitere ergibt sich.

Nachbereitungsaufgabe – *fakultativ* – Buchstabieralphabet üben! Notiert euch euren Namen sowie weitere interessante Wörter und lernt sie flüssig zu buchstabieren. Für die weitere Praxis wird das immer wieder gebraucht.

¹siehe nächste Seite für die ausführliche Version

²bei Bedarf Call ergänzen durch *Secondary Station Identifier (SSID)* –1 bis –4
Sprich: “Dash 1 ~ 4”. Alternative deutsche Sprechweise: “Strich 1 ~ 4”.

Don't Panic

Die ersten paar Male am Mikrofon sind eine Überwindung. Auch wenn sich jedes Funkgespräch (QSO) immer etwas anders gestaltet, ist der grundlegende Ablauf bei einfachen QSOs stets gleich. Damit der Einstieg leichter fällt, könnt ihr in einem leichtverständlichen frequenzmodulierten Sprechfunkband mit anderen Kursteilnehmenden auf gleichem Level üben.

Rufzeichen Alle lizenzierten Teilnehmer des Amateurfunks besitzen ein personengebundenes individuelles Rufzeichen wie zum Beispiel DL7BST, DM1RI oder DB4UM. Da ihr noch kein eigenes Rufzeichen habt, dürft ihr zum Funken ein Ausbildungsrufzeichen nehmen. So ist dem persönlichen Call DL7BST beispielsweise das Ausbildung-Call DN4CK zugeordnet. Damit dürft ihr in Anwesenheit des zugehörigen Operators funken um etwas zu üben und ein Gefühl für Funkkontakte zu entwickeln.

Logbuch Euren Funkkontakt müsst ihr beim Nutzen eines Ausbildungsrufzeichens in einem Logbuch festhalten. Wichtig ist dabei die Uhrzeit in Coordinated Universal Time / Temps Universel Coordonné (UTC), das Datum und das Rufzeichen der anderen Station. Des Weiteren könnt ihr noch euren Namen, und euren Standort (QTH) übergeben. Üblich ist meist noch eine Beschreibung wie gut das Signal empfangen wird, was wir für die ersten Schritte erstmal weglassen können. Wichtig für unseren Übungsbetrieb:

- Uhrzeit
- Rufzeichen der anderen Gruppe/Person
- Standort der anderen Gruppe/Person
- Vorname der anderen Person

Beispiel-QSO Generell: Empfänger + opt. „von“ + Sender + Nachricht

- **Dies ist ein allgemeiner Anruf von DN4CK, Delta November 4 Charly Kilo mit einem allgemeinen Anruf.**³
- DN4CK von DK0TU
- **DK0TU von DN4CK, Hallo. Mein Name ist \$name1 und ich bin gerade an der TU Berlin im MAR–Mike Alpha Romeo–Gebäude. Dies ist mein erster Funkkontakt. DK0TU von DN4CK.**⁴
- DN4CK von DK0TU, Hallo \$name1. Schön dich zu hören. Mein Name ist \$name2 und ich bin momentan auf dem Dach vom Hauptgebäude. Du bist klar und deutlich zu verstehen. Zurück zu dir. DN4CK DK0TU⁵
- ... [Ping] ... [Pong] ...
- **DK0TU von DN4CK, Danke für dieses nette Gespräch. Sicherlich hören wir uns bald wieder. 73!**⁶

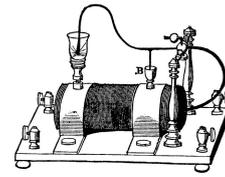
³auch: „CQ“ – seek you – umgangssprachlich aus der Telegrafie

⁴auch: „Hier ist DN4CK ...“

⁵Empfangsrapporte wie 5 und 9 sind möglich, wird aber später behandelt

⁶„73“ – viele Grüße – umgangssprachlich aus der Telegrafie

2. Messen und Schwingen



[4]

Messtechnik [E17]

- 1 **TJ101** Das Prinzip eines Drehspulmessgeräts beruht auf
 - A der Wechselwirkung der Kräfte zwischen einem magnetischen und einem elektrischen Feld.
 - B der Wechselwirkung der Kräfte zwischen zwei permanent magnetischen Feldern.
 - C der Wechselwirkung der Kräfte zwischen einem permanent magnetischen und einem elektromagnetischen Feld.
 - D dem erdmagnetischen Feld.
- 2 **TJ102** Die Auflösung eines Messinstrumentes entspricht
 - A der kleinsten Einteilung der Anzeige.
 - B der Genauigkeit des Instrumentes in Bezug auf den tatsächlichen Wert.
 - C der Genauigkeit des Instrumentes.
 - D dem Vollausschlag der Instrumentenanzeige.
- 3 **TJ103** Was ist ein Dipmeter? Ein Dipmeter ist
 - A ein selektiver Feldstärkemesser, der den Maximalwert der elektrischen Feldstärke anzeigt und der zur Überprüfung der Nutzsignal- und Nebenwellenabstrahlungen eingesetzt werden kann.
 - B eine abgleichbare Stehwellenmessbrücke, mit der der Reflexionsfaktor und der Impedanzverlauf einer angeschlossenen Antenne oder einer LC-Kombination gemessen werden kann.
 - C ein auf eine feste Frequenz eingestellter RC-Schwingkreis mit einem Indikator, der anzeigt, wie stark die Abstrahlung unerwünschter Oberwellen ist.
 - D ein abstimmbarer Oszillator mit einem Indikator, der anzeigt, wenn von einem ankoppelten Resonanzkreis bei einer Frequenz HF-Energie aufgenommen oder abgegeben wird.
- 4 **TJ106** Wie ermittelt man die Resonanzfrequenz eines Schwingkreises? Man ermittelt sie
 - A mit Hilfe der S-Meter Anzeige bei Anschluss des Schwingkreises an den Empfängereingang.
 - B mit einem Frequenzmesser oder einem Oszilloskop.
 - C mit einem Digital-Multimeter in der Stellung Frequenzmessung.
 - D durch Messung von L und C und Berechnung oder z.B. mit einem Dipmeter.
- 5 **TJ107** Für welche Messungen verwendet man ein Oszilloskop? Ein Oszilloskop verwendet man, um

2. Messen und Schwingen

- A Signalverläufe sichtbar zu machen, um beispielsweise Verzerrungen zu erkennen.
- B Frequenzen genau zu messen.
- C den Temperaturverlauf bei Messungen sichtbar zu machen.
- D die Anpassung bei Antennen zu überprüfen.

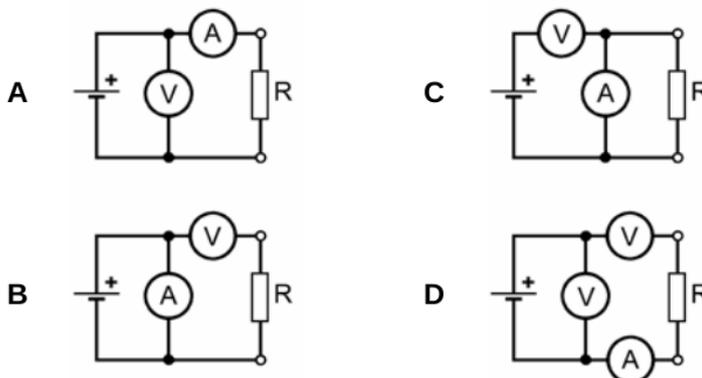
6 **TJ109** Eine künstliche Antenne für den VHF-Bereich könnte beispielsweise aus

- A hochbelastbaren Drahtwiderständen zusammengebaut sein.
- B Glühlampen zusammengebaut sein.
- C temperaturfesten Blindwiderständen bestehen.
- D ungewendelten Kohleschichtwiderständen zusammengebaut sein.

7 **TJ110** Welche der folgenden Bauteile könnten für eine genaue künstliche Antenne, die bei 28 MHz eingesetzt werden soll, verwendet werden?

- A 10 Kohleschichtwiderstände von 500Ω .
- B ein $50\text{-}\Omega$ -Drahtwiderstand.
- C 2 parallel geschaltete Drahtwiderstände von $100\ \Omega$.
- D ein Spulenanpassfilter im Ölbad.

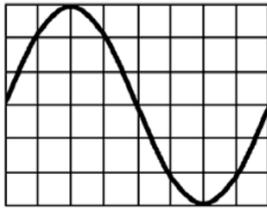
8 **TJ201** Welche Schaltung könnte dazu verwendet werden, den Wert eines Widerstandes anhand des ohmschen Gesetzes zu ermitteln?



9 **TJ202** Wie werden elektrische Spannungsmesser an Messobjekte angeschlossen und welche Anforderungen muss das Messgerät erfüllen, damit der Messfehler möglichst gering bleibt?

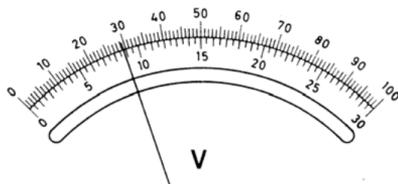
- A Der Spannungsmesser ist in den Stromkreis einzuschleifen und sollte niederohmig sein.
- B Der Spannungsmesser ist parallel zum Messobjekt anzuschließen und sollte niederohmig sein.
- C Der Spannungsmesser ist parallel zum Messobjekt anzuschließen und sollte hochohmig sein.
- D Der Spannungsmesser ist in den Stromkreis einzuschleifen und sollte hochohmig sein.

10 **TJ203** Die Zeitbasis eines Oszilloskops ist so eingestellt, dass ein Skalenteil $0,5\text{ ms}$ entspricht. Welche Frequenz hat die angelegte Spannung?



- A 500 Hz.
- B 667 Hz.
- C 333 Hz.
- D 250 Hz.

- 11 **TJ205** Welche Spannung wird bei dem folgenden Messinstrument angezeigt, wenn dessen Messbereich auf 10 V eingestellt ist?



- A 2,93 V
- B 29,3 V
- C 8,8 V
- D 88 V

- 12 **TJ206** An welcher Stelle einer Antennenanlage muss ein VSWR-Meter eingeschleift werden, um Aussagen über die Antenne selbst machen zu können? Das VSWR-Meter muss eingeschleift werden zwischen

- A Senderausgang und Antennenkabel.
- B Antennenkabel und Antenne.
- C Antennenkabel und Dummy Load.
- D Senderausgang und Antennenanpassgerät.

- 13 **TJ208** Welches dieser Messgeräte ist für genaue Frequenzmessungen am besten geeignet?

- A Ein Resonanzwellenmesser
- B Ein Oszilloskop
- C Ein Frequenzzähler
- D Ein Universalmessgerät

- 14 **TJ209** Wie misst man das Stehwellenverhältnis? Man misst es

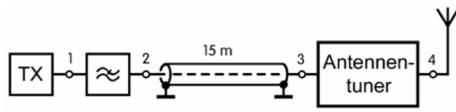
- A mit einem Absorptionswellenmesser oder einem Dipmeter.
- B mit einer VSWR-Messbrücke.
- C durch Strommessung am Anfang und am Ende der Speiseleitung.
- D durch Spannungsmessung am Anfang und am Ende der Speiseleitung.

- 15 **TJ210** Ein Stehwellenmessgerät wird eingesetzt bei Sendern zur Messung

- A der Oberwellenausgangsleistung.
- B der Bandbreite.
- C des Wirkungsgrades.
- D der Antennenanpassung.

- 16 **TJ211** An welchem Punkt sollte das Stehwellenmessgerät eingeschleift werden, um zu prüfen, ob der Sender gut an die Antennenanlage angepasst ist?

2. Messen und Schwingen

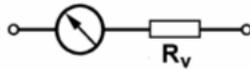


- A Punkt 3
- B Punkt 1
- C Punkt 4
- D Punkt 2

Messtechnik [A16]

- 1 **TJ101** Das Prinzip des Drehspulmessgerätes beruht auf
- A der Wechselwirkung der Kräfte zwischen zwei permanent magnetischen Feldern.
 - B der Wechselwirkung der Kräfte zwischen einem magnetischen und einem elektrischen Feld.
 - C der Wechselwirkung der Kräfte zwischen einem permanent magnetischen und einem elektromagnetischen Feld.
 - D dem erdmagnetischen Feld.

- 2 **TJ102** Das Drehspulmesswerk in der folgenden Schaltung hat einen maximalen Messstrom $I_M = 100 \mu\text{A}$ und einen Messwerkwiderstand $R_M = 1 \text{ k}\Omega$; $R_V = 499 \text{ k}\Omega$. Welche Gleichspannung muss an die Gesamtschaltung angelegt werden, damit das Messwerk Vollausschlag anzeigt?



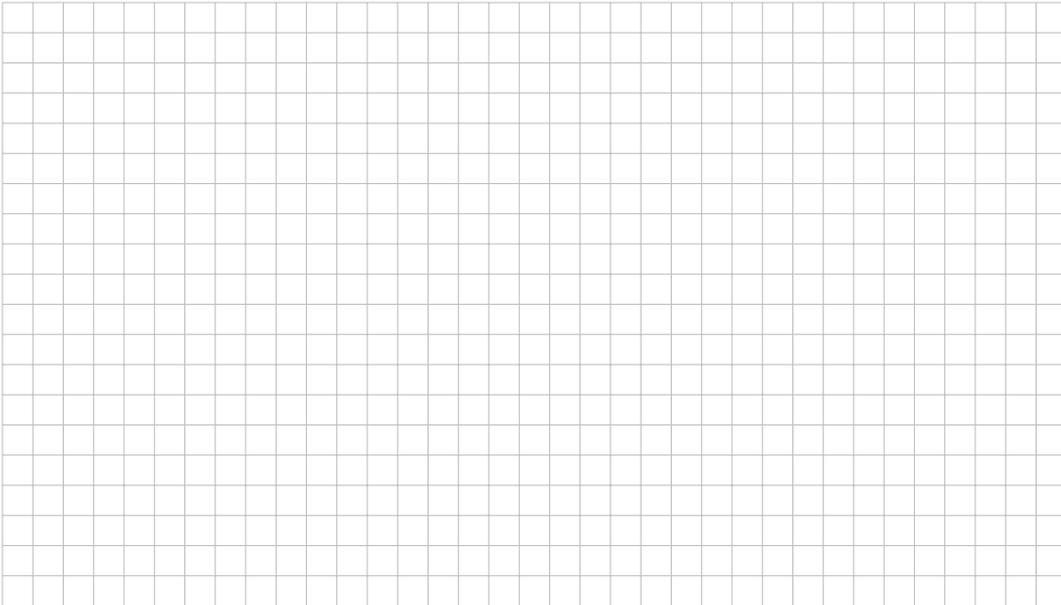
- A: 10 V B: 50 V C: 500 V D: 100 V
- 3 **TJ805** Mit einem Voltmeter der Klasse 1.5, das einen Skalenendwert von 300 V hat, messen Sie an einer Spannungsquelle 230 V. In welchem Bereich liegt der wahre Wert?
- A Er liegt zwischen 225,5 und 234,5 V.
 - B Er liegt zwischen 226,5 und 233,5 V.
 - C Er liegt zwischen 229,5 und 230,5 V.
 - D Er liegt zwischen 229,7 und 230,3 V.
- 4 **TJ115** Ein Drehspulmessgerät hat normalerweise eine Genauigkeit von
- A ca. 1,5 % vom Endausschlag.
 - B ca. 0,3 % vom Ablesewert.
 - C ca. 0,3 % vom Endausschlag.
 - D ca. 0,05 % vom Ablesewert.
- 5 **TG219** Die richtige Oberwellenauswahl in einer Vervielfachungsstufe lässt sich am leichtesten mit einem
- A Diodentastkopf prüfen.
 - B Absorptionsfrequenzmesser prüfen.
 - C Universalmessgerät prüfen.
 - D Frequenzzähler prüfen.
- 6 **TJ602** Ein Absorptionsfrequenzmesser hat normalerweise eine Genauigkeit von
- A: 1 % B: 5 % C: 0,05 % D: 0,001 %.
- 7 **TJ812** Wie ermittelt man die Resonanzfrequenz eines passiven Schwingkreises?

2. Messen und Schwingen

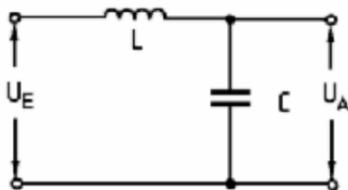
- A Durch Messung von L und C und Berechnung oder z.B. mit einem Dip-Meter.
 - B Mit einem Frequenzmesser oder einem Oszilloskop.
 - C Mit einem Digital-Multimeter in der Stellung Frequenzmessung.
 - D Mit Hilfe der S-Meter Anzeige bei Anschluss des Schwingkreises an den Empfängereingang.
- 8 **TJ206** Ein Dip-Meter hat normalerweise eine Genauigkeit von etwa
- A: 1 %. B: 10 %. C: 0,05 %. D: 0,001 %.
- 9 **TJ501** Um die Skalenendwerte einer Sende-/Empfangsanlage mit VFO mit hinreichender Genauigkeit zu überprüfen, kann man
- A einen Frequenzzähler verwenden.
 - B ein Dipmeter verwenden.
 - C einen Absorptionsfrequenzmesser verwenden.
 - D ein Oszilloskop verwenden.
- 10 **TJ402** Für welchen Zweck wird eine Stehwellenmessbrücke verwendet?
- A Zur Überprüfung der Anpassung des Senders an die Antenne
 - B zur Frequenzkontrolle.
 - C zur Modulationskontrolle.
 - D als Abschluss des Senders.
- 11 **TJ305** Welches dieser Geräte wird für die Anzeige von NF-Verzerrungen verwendet?
- A: Frequenzzähler B: Transistorvoltmeter C: Vielfachmessgerät D: Oszilloskop
- 12 **TJ303** Um auf dem Bildschirm eines Oszilloskops ein stehendes Bild statt durchlaufender Wellenzüge zu erhalten muss, das Oszilloskop
- A eine Triggereinrichtung haben.
 - B einen X-Vorteiler haben.
 - C einen Y-Vorteiler haben.
 - D einen Frequenzmarken-Generator haben.

Schwingkreis, Filter [E07]

- 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 $130pF$ Kondensators und einer Spule mit $4\mu H$.



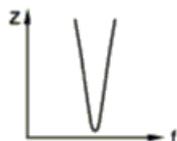
- 5 **TD204** Wie ändert sich die Resonanzfrequenz eines Schwingkreises, wenn 1. die Spule weniger Windungen erhält, 2. die Länge der Spule durch Zusammenschieben der Drahtwicklung verringert wird, 3. ein Ferritkern in das Innere der Spule gebracht wird?
 - A Die Resonanzfrequenz wird bei 1. und 2. kleiner 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
- 6 **TD208** Was stellt die folgende Schaltung dar?



- A Tiefpass
- B Bandpass
- C Sperrkreis
- D Hochpass

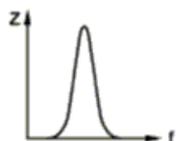
Schwingkreis und Filter [A04]

- 1 **TD203** Was ist im Resonanzfall bei der Reihenschaltung einer Induktivität mit einer Kapazität erfüllt?
- A Der Betrag des induktiven Widerstands ist dann gleich dem Betrag des kapazitiven Widerstands.
 - B Der Wert des Verlustwiderstands der Spule ist dann gleich dem Wert des Verlustwiderstands des Kondensators.
 - C Die Größe des elektrischen Feldes in der Spule ist dann gleich der Größe des elektrischen Feldes im Kondensators.
 - D Die Größe des magnetischen Feldes in der Spule ist dann gleich der Größe des magnetischen Feldes im Kondensator.
- 2 **TD209** Welche Resonanzfrequenz hat die Parallelschaltung einer Spule von $2\ \mu\text{H}$ mit einem Kondensator von $60\ \text{pF}$ und einem Widerstand von $10\ \text{k}\Omega$?
- A: 145,288 kHz B: 1,452 88 MHz C: 14,5288 MHz D: 145,288 MHz
- 3 **TD206** Wie ändert sich die Resonanzfrequenz eines Schwingkreises, wenn 1. die Spule mehr Windungen erhält, 2. die Länge der Spule durch Zusammenschieben der Drahtwicklung verringert wird, 3. ein Kupferkern in das Innere der Spule gebracht wird?
- A Die Resonanzfrequenz wird bei 1. und 2. kleiner und bei 3. größer.
 - B Die Resonanzfrequenz wird in allen drei Fällen kleiner.
 - C Die Resonanzfrequenz wird bei 1. kleiner und bei 2. und 3. größer.
 - D Die Resonanzfrequenz wird bei 1. und 2. größer und bei 3. kleiner.
- 4 **TD201** Der Impedanzfrequenzgang in der Abbildung zeigt die Kennlinie



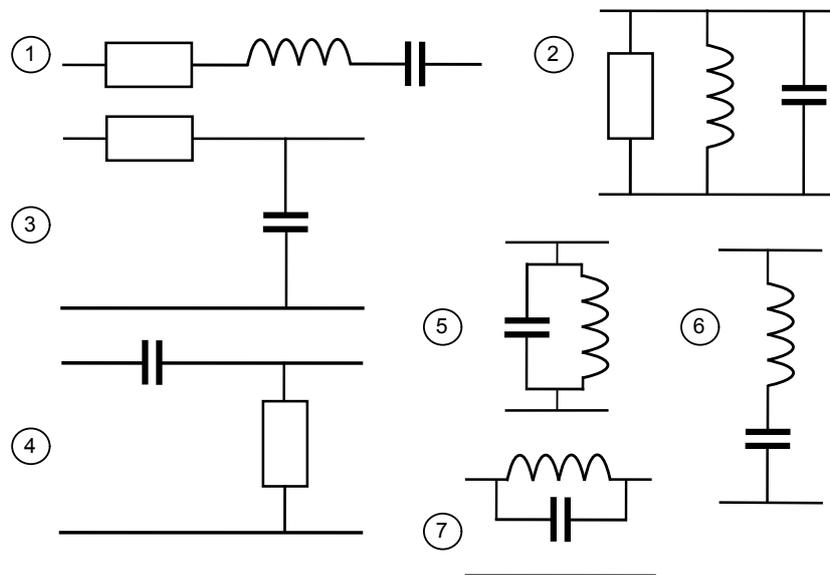
- A eines Serienschwingkreises.
- B eines Parallelschwingkreises.
- C einer Induktivität.
- D einer Kapazität.

- 5 **TD202** Der Impedanzfrequenzgang in der Abbildung zeigt die Kennlinie



- A eines Serienschwingkreises.
- B eines Parallelschwingkreises.
- C einer Induktivität.
- D einer Kapazität.

6 Um welche Schaltungen handelt es sich in folgender Abbildung.



7 **TD213** Welche Grenzfrequenz ergibt sich bei einem RC-Tiefpass mit einem Widerstand von $10\text{ k}\Omega$ und einem Kondensator von 50 nF ?

- A: $0,32\text{ Hz}$ B: 318 Hz C: 421 Hz D: 318 kHz

8 **TD214** Welchen Gütefaktor Q hat die Reihenschaltung einer Spule von $100\text{ }\mu\text{H}$ mit einem Kondensator von $0,01\text{ }\mu\text{F}$ und einem Widerstand von $10\text{ }\Omega$?

- A: 1 B: 0,1 C: 10 D: 100

Grundlagen Breadboard/Messtechnik: U, I, R, P

In diesem ersten Praxisteil Elektronik geht es darum sich mit dem Kursmaterial vertraut zu machen und erste Schaltungen zu bauen und zu messen.

Ablauf:

1. Vorstellung des **Kurskoffers**konzepts und der **Werkzeugtaschen** – Packliste und korrekte Anordnung der Einzelteile in der Werkzeugtasche findet sich im Anhang O
2. Einführung **Steckbrett** und **Multimeter**
3. Praxisaufgaben

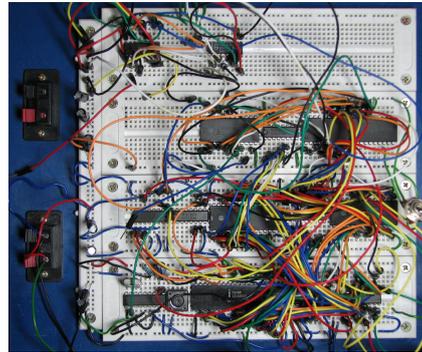


Bild 2.1.: Breadboard [5]

Vorbereitungsaufgabe – keine –

Material	1× 9V-Blockbatterie mit Anschlusskabel	1× Widerstand 1 R=?
1× Multimeter	1× Leuchtdiode (LED)	1× Widerstand 2 R=?
1× Breadboard		• Steckbrücken-/kabel

Hinweise Achtet darauf die Pole des Batteriepacks nicht kurzzuschließen – wird sehr heiß und blubbert! Außerdem die LEDs nie ohne Vorwiderstand betreiben!

How to Breadboard Ein Breadboard bzw. Steckbrett erlaubt schnelle Versuche mit THT-Bauteilen. Die Benutzung ist in Abbildung 2.2 dargestellt.



(a) Leeres Breadboard (b) Bestückt mit Bauteilen (c) Interne Verbindungen

Bild 2.2.: Mini-Breadboard SYB-46

Aufgaben

1. Wie ist eine 9V-Batterie aufgebaut und wie verhalten sich dort Spannung und Strom der Zellen?
2. Ihr habt zwei Widerstände zur Verfügung. Bestimmt die Bauteilwerte anhand der Ringe (vgl. Formelsammlungen im Anhang B und C) und messt sie nach.
 $R_1 =$
 $R_2 =$
 Toleranz: 5%
3. Baut einen Stromkreis mit einer LED und den beiden Vorwiderständen (einmal seriell, einmal parallel) auf dem Breadboard auf. Was ändert sich? Berechnet und messt jeweils den Gesamtvorwiderstand!
4. Verwendet die parallele Gesamtschaltung für die weiteren Messungen
 - a) Messt die Einzelströme durch die Widerstände! Rechnet nach!
 - b) Messt die notwendigen Spannungen um die Leistungsaufnahme der Gesamtschaltung sowie der LED zu berechnen! Was fällt euch im Vergleich zwischen Leistung im Widerstand und in der LED auf?

Zusatzaufgabe Als praktische Anwendung des Gelernten soll nun ein Vorwiderstand für eine rote LED berechnet werden. Abbildung 2.3 zeigt die Strom/Spannungs-Kurve der LED *C503B-RAN-CZ0C0AA2* (Fa. *CREE*) aus dem Datenblatt. Im erwünschten Arbeitspunkt fallen 2,1 V über der LED ab, wenn ein Strom von 20 mA fließt. Wie groß muss der Vorwiderstand sein, wenn die Spannungsquelle 9 V bereitstellt?

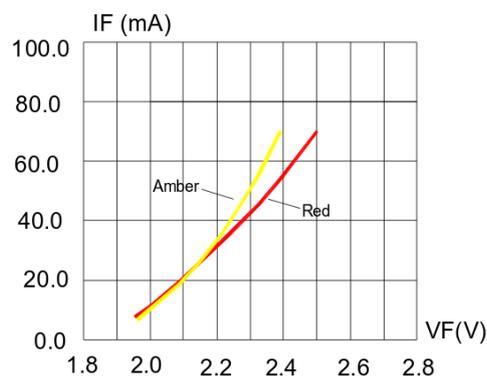


Bild 2.3.: Strom/Spannungs-Kennlinie einer roten LED [6]

Messen mit dem Oszilloskop

Die für die Amateurfunkklasse E relevante Messtechnik wurde bereits im Laufe dieses Kurses für die bisherigen Praxisaufgaben verwendet, sodass beispielsweise der Umgang mit dem Multimeter kein Problem darstellen sollte. An dieser Stelle wird noch einmal explizit das Oszilloskop betrachtet, weil es nicht unbedingt trivial, jedoch sehr wichtig ist. Für die Funktechnik ist es neben dem Spektrumanalysator (Darstellung des Signals im Frequenzbereich wie zuvor beim SDR) das Basismessinstrument schlechthin.

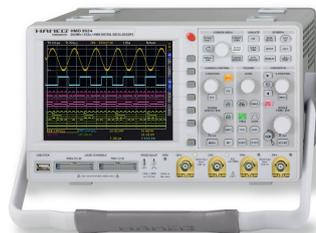


Bild 2.4.: Mixed-Signal-Oszi [7]

Vorbereitungsaufgabe Vorbereitend kann man auf seinem persönlichen Smartphone eine Funktionsgenerator App ¹ ² installieren. Diese wird über einen Klinkenbuchsenadapter als Signalgenerator benutzt. Smartphones ohne 3,5 mm Klinke können auch ihren Lightning/USB-C zu 3,5 mm Klinke Adapter nutzen.

Material	1× Smartphone (ggf. mit Klinkenadapter)	1× 9 V Batterie
1× Oszilloskop		1× Klinkenbuchsenadapter
2× BNC-Krokoklemmen-Kabel	• Funktionsgenerator-App	1× Verstärker-PCB

Hinweise Denkt daran, auch die GND-Klemme des Tastkopfes an Schaltungs-GND anzuschließen. Ein Anklemmen an spannungsführenden Teilen der Schaltung führt zum Kurzschluss und kann das Oszilloskop beschädigen! Außerdem ist ohne korrekte Erdung die Spannung an eurer Messspitze relativ zu irgendeinem anderen Bezugspotenzial und damit falsch.

Vorbetrachtung 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.

¹<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.keuwl.funktiongenerator>

²<https://apps.apple.com/de/app/audio-funktionsgenerator/id768229610>

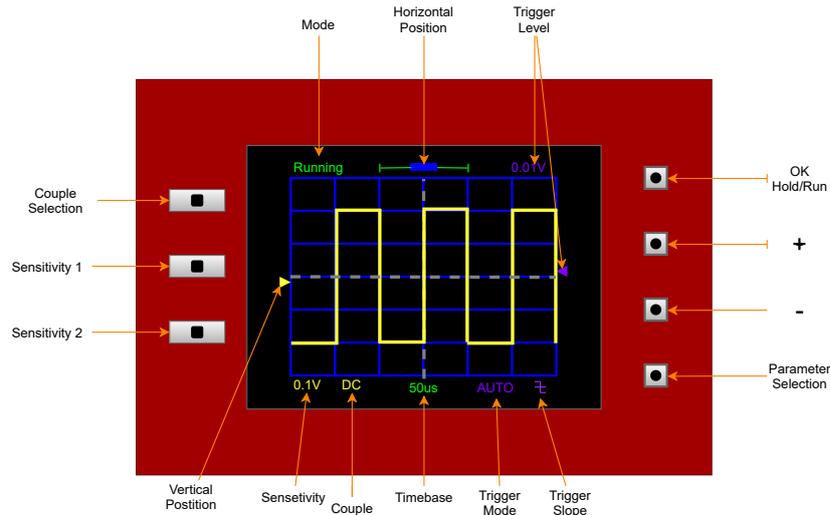


Bild 2.5.: Anzeige eines einfachen Digital-Oszilloskops

Der eingestellte Spannungs- und Zeitbereich am Oszilloskop (siehe Abbildung 2.5 *Sensitivity*) verhält sich pro div. Das ist die Abkürzung für divit (Teil) und bezieht sich auf die Rastereinheit des Bildschirms, hier also 100 mV respektive 50 μ s pro Rastereinheit. Es ist wichtig die maximale Eingangsspannung am Anschluss eines Oszilloskops nicht zu überschreiten, um Schäden zu vermeiden (siehe Beschriftung oder Datenblatt DSO138).

Messen einer Wechselspannung

Beispiel Spannung \underline{U} ($CH1 = 2V$):

$$\hat{U} = \frac{2V}{div} \cdot 3div = 6V$$

$$\underline{U} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}} = \frac{6V}{\sqrt{2}} \approx 4,2V$$

Beispiel Periodendauer T und Frequenz f :

$$H = 2ms$$

$$T = \frac{2ms}{div} \cdot 10div = 20ms$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{20ms} = 50Hz$$

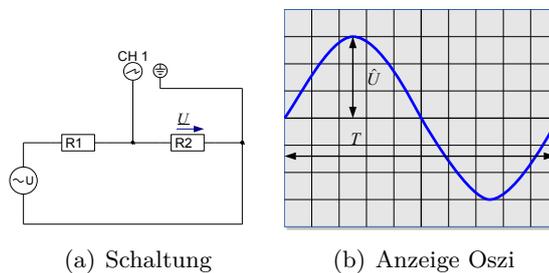


Bild 2.6.: Messen einer Wechselspannung

2. Messen und Schwingen

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.

Beispiel Spannung \underline{U} ($CH1 = 50\text{ mV}$):

$$\hat{U} = \frac{50\text{ mV}}{\text{div}} \cdot 3\text{ div} = 0,15\text{ V}$$
$$\underline{U} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}} = \frac{0,15\text{ V}}{\sqrt{2}} \approx 0,1\text{ V}$$

Beispiel Strom \underline{I} :

$$R2 = \frac{1\ \Omega}{1\text{ A}}$$
$$\underline{I} = \frac{U}{R} = \frac{0,1\text{ V}}{1\ \Omega} = 0,1\text{ A}$$

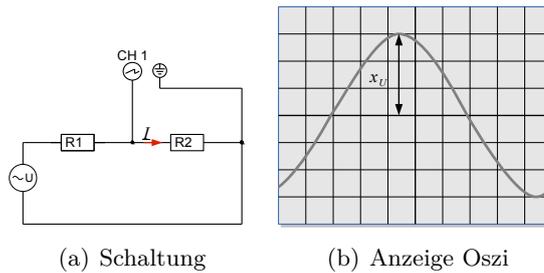


Bild 2.7.: Messen eines Wechselstroms

Aufgaben zur Vermessung des Bipolar-Verstärkers Nachfolgend soll nun der NF-Verstärker mit einem Bipolar-Transistor aus der vorhergehenden Praxis genauer untersucht werden. Abbildung 2.8 zeigt noch einmal den Schaltplan.

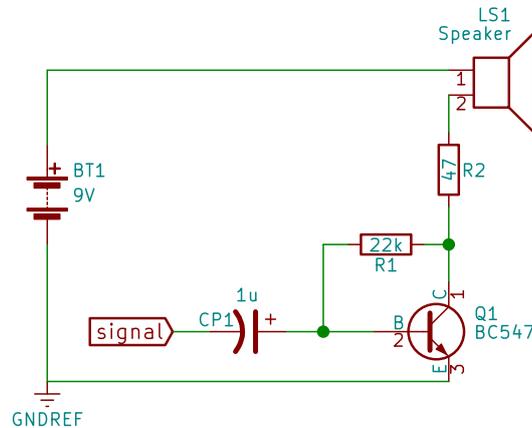


Bild 2.8.: Schaltplan Bipolar-Transistor als Verstärker, aus 3.4

Aufgaben

1. Ist euer Verstärker vollständig? Prüft den Aufbau anhand des Schaltplans!
2. Schließt einen Signalgenerator an den Eingang an. Stellt ein Signal mit $f = 1 \text{ kHz}$ Frequenz und $A = 0,1 \text{ V}$ Amplitude ein. Messt mit dem Oszilloskop die Eingangsspannung und die Spannung am Kollektor des Transistors. Wie groß ist die Verstärkung?
3. Variiert nun die Eingangsfrequenz zu kleineren und größeren Werten. Wie verändert sich die Amplitude des Ausgangssignals? Zeichnet eure Messwerte in das Bode-Diagramm³ in Abbildung 2.9 ein!
 - a) **Zusatz:** Messt im gleichen Frequenzbereich auch die Phase und tragt sie ein!⁴
4. Bestimmt nun den Strom, der durch den Lautsprecher fließt. Messt dazu zusätzlich die Spannung am oberen Knoten des Widerstand R2.
5. Verändert die Amplitude des Eingangssignals. Was verändert sich an der Form des Ausgangssignals?

³Ein Bode-Diagramm zeigt die Verstärkung und den Phasengang in Abhängigkeit der Frequenz. Die Eingangsamplitude ist konstant!

⁴Die Messung der Phase benötigt ein Mehrkanal-Oszilloskop!

2. Messen und Schwingen

Frequenz in kHz:	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	40	60	80
Verstärkung													
Phase													

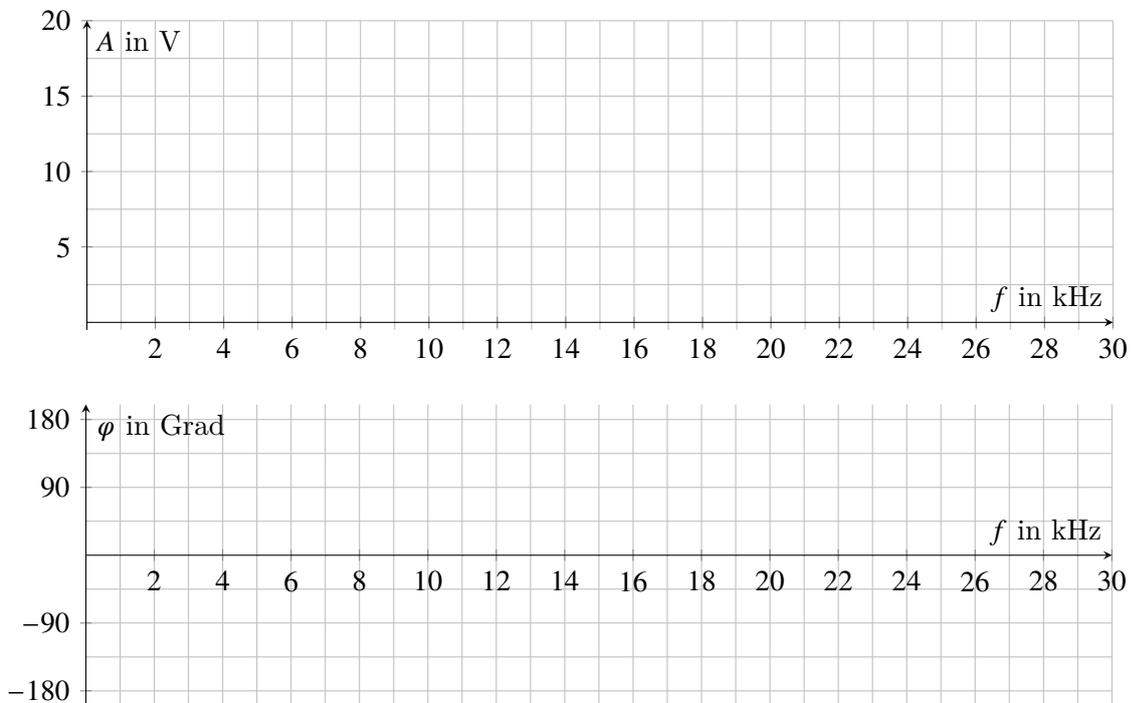


Bild 2.9.: Bode-Diagramm

Kapazitätsversuche

Der Kondensator steht als Bauteil stellvertretend für das Phänomen der elektrischen Kapazität. Im Folgenden soll dieser praktisch untersucht werden.

Vorbereitungsaufgabe – *fakultativ* – Bringt Materialien mit aus denen ihr möglicherweise einen Kondensator bauen könnt und seid ruhig kreativ dabei. Vielleicht findet ihr auch noch einen interessanten Kondensator zum Mitbringen in eurer Bastelkiste?

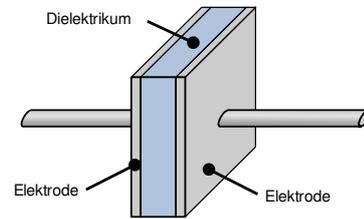


Bild 2.10.: Kondensator [8]

Material	1× 9 V Batterie	• C-Baumaterial: Aluminiumfolie, Papier/-Pappe, Klebeband ...
1× ModulBus VCap4	1× Voltmeter	
1× LC-Meter	1× Kondensator (C?)	
1× Breadboard	1× 470 kΩ (R_1)	

Hinweise Batterie nicht kurzschließen. Sorgfältig mit den Messgeräten umgehen. Vorher Bedienungsanleitung lesen, warmlaufen lassen und kalibrieren!

Aufgaben

1. Was bedeutet „Varko“ und welche beiden Klassen gibt es?
2. Betrachtung des Drehkondensators ModulBus VCap4 (Datenblatt Anlage E).
 - a) Was bedeutet in dem Zusammenhang „VCap“?
 - b) Wie funktioniert der vorliegende DrehKo?
 - c) Was machen die Trimmer?
 - d) Welche maximale Kapazität bekommt man aus dem Bauteil?
 $C_{max} =$
 - e) Welche minimale Kapazität (einstellbar) bekommt man aus dem Bauteil?
 $C_{min} =$
3. Was kennt ihr noch so an Kondensatortypen? Versucht mit dem vorhanden und/oder mitgebrachten Material einen Kondensator zu bauen. Berechnet und misst seine Kapazität mit dem LC-Meter (Manual Anlage J). Wie erklären sich ggf. die Unterschiede?

2. Messen und Schwingen

Zusatzaufgabe Baut die Schaltungen 2.11 nacheinander auf einem Steckbrett auf, misst in der Gruppe die Lade- und Entladewerte und tragt sie in Tabelle 2.18 ein. Achet dabei auf die richtige Polung des Kondensators! Bedenkt auch, dass das Voltmeter einen Innenwiderstand von ca. $1\text{ M}\Omega$ hat, der parallel zum Ladewiderstand von $470\text{ k}\Omega$ geschaltet ist und dadurch die Lade/Entladezeit verkürzt.

Optimal zu lösen im Team: Ein „Zeitgeber“ zählt die Gruppenmitglieder durch, die nacheinander zur gegebenen Sekunde den Wert notieren. Abschließend werden die Werte untereinander abgeglichen. Alternative: Während des Vorgangs Video vom Messgerät machen.

1. Welche Kapazität hat euer Kondensator? $\rightarrow C =$
2. Messt die Ladewerte auf eine Nachkommastelle genau über einen Zeitraum von 30 Sekunden und notiert sie in der Tabelle.
3. Messt analog dazu die Entladewerte. Hierzu wird nach dem Ladevorgang die Batterie durch einen Kurzschluss ersetzt.
4. Tragt die entstehenden Kurven über das Diagramm auf. Was ist zu erkennen?
5. Vergleicht eure Graphen mit denen der anderen Gruppen. Was fällt euch auf?

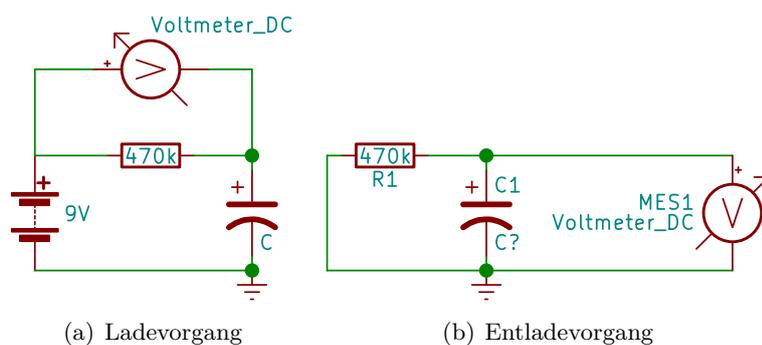


Bild 2.11.: Schaltung zur Messung der Kondensatorladung und -entladung

Zeit in s:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30
$U_{charge}(t)$ [V]														
$U_{discharge}(t)$ [V]														

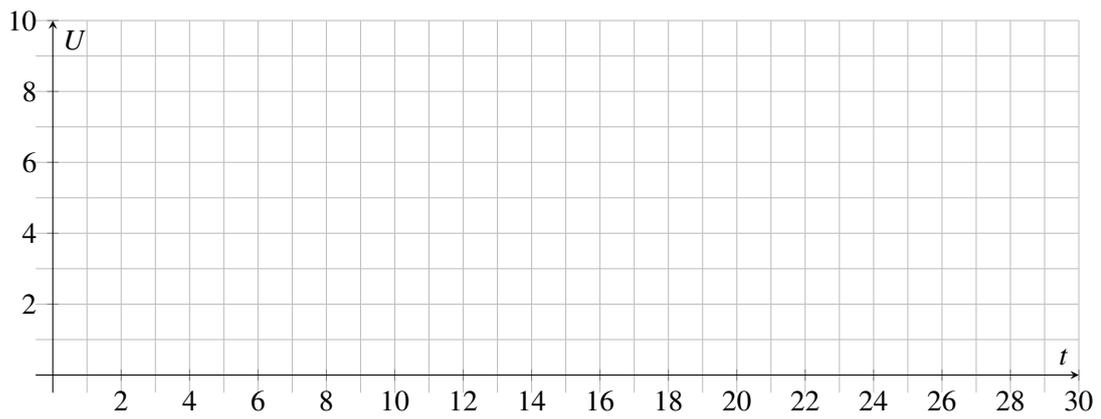


Bild 2.12.: Lade-/Entladekurven C_1 und C_2

Induktivitäten, Impedanzversuche, Schwingkreis und Filter

Analog zur elektrischen Kapazität des Kondensators steht die Spule für das Phänomen der elektrische Induktivität. Anstatt in Form elektrischer Ladung speichert die Spule ihre Energie in einem Magnetfeld. Die praktischen Auswirkungen dieser theoretischen Grundlagen werden in diesem Teil untersucht und die Wechselstromeigenschaften der Spule gegen den Kondensator verglichen.

Weiterhin stehen nun alle Komponenten zur Verfügung, die zum grundlegenden Verständnis von Schwingkreisen und Filtern notwendig sind. Zwei weitere Experimente untersuchen diese Themen.

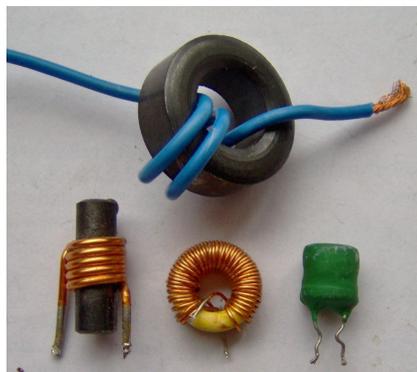


Bild 2.13.: Spulentypen [9]

Vorbereitungsaufgabe – *obligatorisch* – Bringt ein \$DEVICE mit installiertem Signal- und Rauschgenerator (weißes Rauschen) sowie Oszilloskop und Spektrumanalysator für den Audibereich mit, der mind. einen Sinus an der Klinkenbuchse erzeugen kann. Beispiele für freie Android-Software aus dem „F-Droid“-Store⁵:

- Signal Generator `org.billthefarmer.siggen`
- Oscilloscope `org.billthefarmer.scope`
- Chroma Doze `net.pmarks.chromadoze`

Bei der Nutzung von Notebooks sind die Aufgaben auch etwas aufwändiger mit Audacity⁶ oder GNU Radio⁷ lösbar.

Vorbereitungsaufgabe – *fakultativ* – Baut aus irgendetwas eine Spule und bringt sie mit. Vielleicht findet ihr auch noch eine interessante Spule in eurer Bastelkiste?

Material	1× Klinkenadapterkabel	3 cm Trinkhalm (8 mm)
1× LC-Meter mit Messleitungen (z.B. Krokodilklemmen)	1× Lautsprecher	1× Kondensator 100 nF
	1× Breadboard	1× Kondensator 470 nF
1× Smartphone	1× 9 V Batterie	1× Kondensator 10 µF
1× Oszilloskop	1 m Kupferlackdraht (0,28 mm)	1× Spule 4,7 mH
		1× Druckschalter

Hinweise Denkt beim LC-Meter daran, dass die Kalibration für die Induktivitätsmessung ohne angeschlossene Messleitungen gemacht werden muss! Die gebaute Spule aufheben und zum Bauen des Detektorradios wieder mitbringen.

⁵<https://f-droid.org/>

⁶<http://audacityteam.org/>

⁷<http://gnuradio.org/>

Spule wickeln Für den ersten Versuch soll eine Spule aus 1 m Kupferlackdraht gewickelt werden. Denkt daran beim Wickeln die Windungszahl zu zählen!

1. Als Wickelkörper dient ein 8 mm dickes und 3 cm langes Stück eines Trinkhalmes. Zwei Löcher im Abstand 1 cm helfen die Drahtenden zu fixieren.
2. Um die Kontakte an den Enden der Spule frei zu legen, muss die aufgetragene Lackschicht abgeschabt oder mit einem Feuerzeug freigebrannt werden.
3. Berechnet die Induktivität L eurer Spule und messt mit dem LC-Messgerät nach. Inwiefern und warum unterscheiden sich die Werte?

$$L =$$

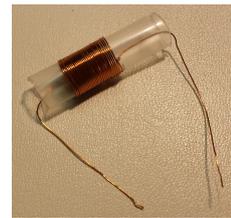


Bild 2.14.: Spule

Impedanzen von Kondensatoren und Spulen

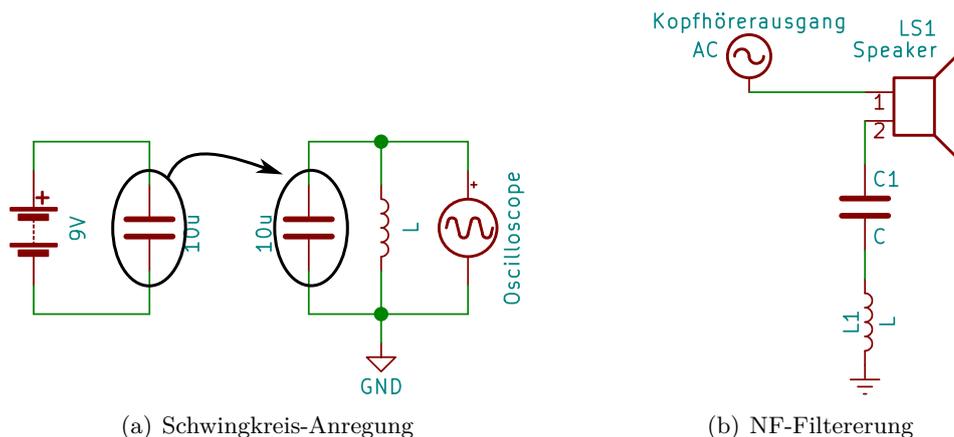
1. Erzeugt mit einem Niederfrequenz (NF)-Signalgenerator über das Klinkenanschlusskabel Sinusschwingungen und findet heraus in welchem Bereich die Schwingungen noch deutlich hörbar sind.
2. Schleift nun einen Koppelkondensator mit $C = 100 \text{ nF}$ ein. Welche Unterschiede sind hörbar?
3. Berechnet die Impedanz des Kondensators in den oberen und unteren Bereichen der Hörschwelle.
4. Bonus: Was passiert jeweils mit Rechtecksignalen?

Wiederholt die Aufgaben 2 bis 4 des Kondensator-Experiments sowohl mit eurer Spule als auch mit einer gegebenen Spule – was fällt euch auf?

Oszi-Warmup Stellt am Signalgenerator ein Sinussignal mit fester Frequenz und Amplitude ein und messt mit dem Oszilloskop das Signal. Stellt euch gegenseitig unterschiedliche Frequenzen ein und versucht anhand des Oszillogramms die Frequenz zu bestimmen. Wie feine Frequenzunterschiede könnt ihr unterscheiden?

Schwingkreis Baut mit eurer selbst gewickelten Spule die Schaltung 2.15(a) auf dem Steckbrett auf und berechnet ihre Resonanzfrequenz. Regt den Schwingkreis an, indem ihr den Kondensator an einer Batterie aufladet und anschließend parallel zu eurer Spule in die Schaltung steckt. Messt die Schwingung mit dem Oszilloskop.

Was genau passiert in dem Moment, in dem der Kondensator in die Schaltung gesteckt wird? Bestimmt die Periodendauer mit der Cursorfunktion des Oszilloskops und vergleicht mit eurer Berechnung. Warum klingt die Schwingung ab?



(a) Schwingkreis-Anregung

(b) NF-Filterierung

Bild 2.15.: LC-Schwingkreise

Filterschaltung Baut die Schaltung 2.15(b) mit $C = 470 \text{ nF}$ und $L = 4,7 \text{ mH}$ auf. Berechnet die Resonanzfrequenz der Schaltung. Verwendet nun einen Signalgenerator auf einem beliebigen Gerät als Spannungsquelle. Nutzt anfangs ein Sinussignal und ändert die Frequenz des Signals. Was fällt euch auf? Verwendet nun ein zweites Gerät als Spektrumanalyser über dem C und dem L und schaltet weißes Rauschen am Signalgenerator ein. Wie sieht das Spektrum aus?

Impedanz Reihenschwingkreis (Zusatz 1)

Baut die Schaltung des Reihenschwingkreises auf. Verwendet hierfür eine Spule mit $4,7 \text{ mH}$, einen 50Ω Widerstand und einen 470 nF Kondensator. Legt nun eine Wechselspannungsquelle bzw. einen Frequenzgenerator an die Schaltung an. Verwendet eine sinusförmige Wechselspannung mit einer konstanten Amplitude zwischen 1 V und 3 V . Erhöht nun Schrittweise die die Frequenz von 1 kHz bis 10 kHz . Messt für 10 Frequenzwerte den Strom der durch die Schaltung fließt, indem ihr mit dem Oszilloskop den Spannungsabfall über dem Widerstand bestimmt. Zeichnet die Werte in ein Diagramm ein. Legt die Frequenz auf die X-Achse und den Strom auf die Y-Achse. Was lässt sich aus dem Diagramm ablesen?

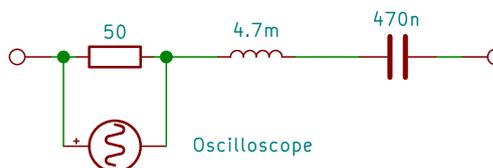


Bild 2.16.: Reihenschwingkreis

Impedanz Parallelschwingkreis (Zusatz 2)

Baut die Schaltung des Parallelschwingkreises auf. Verwendet hierfür eine Spule mit $4,7 \text{ mH}$, einen 50Ω Widerstand und einen 470 nF Kondensator. Legt nun eine Wechselspannungsquelle bzw. einen Frequenzgenerator an die Schaltung an. Verwendet eine sinusförmige Wechselspannung mit einer konstanten Amplitude zwischen 1 V und 3 V . Erhöht nun

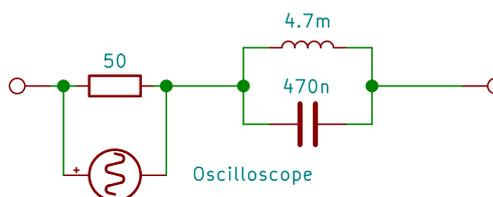


Bild 2.17.: Parallelschwingkreis

Schrittweise die die Frequenz von 1 kHz bis 10 kHz. Messt für 10 Frequenzwerte den Strom der durch die Schaltung fließt. Zeichnet die Werte in ein Diagramm ein. Legt die Frequenz auf die X-Achse und den Strom auf die Y-Achse. Was lässt sich aus dem Diagramm ablesen?

Frequenz in kHz:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_{reihe}(f)$ in V										
$I_{reihe}(f)$ in _A										
$U_{parallel}(f)$ in V										
$I_{parallel}(f)$ in _A										

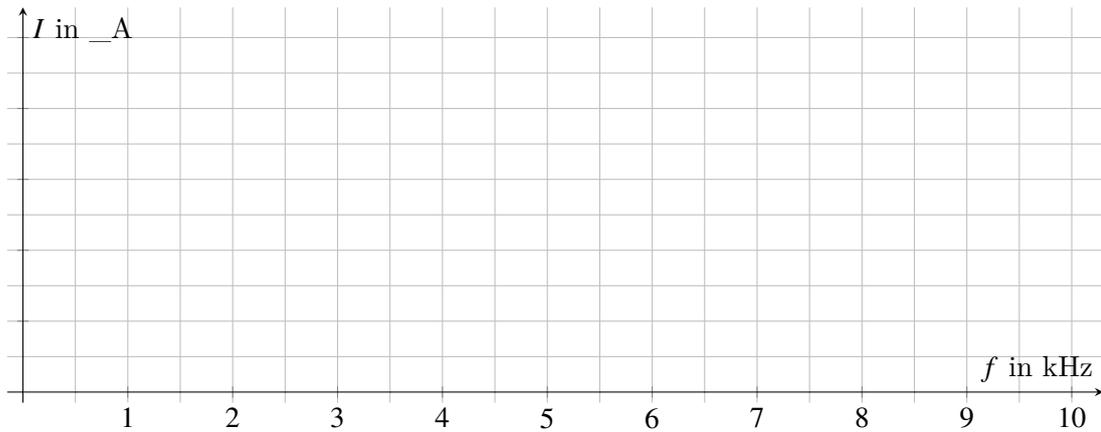


Bild 2.18.: Diagramm für Zusatz 1/2

2. Messen und Schwingen

3. Grenzübergänge



[10]

Halbleiter, Diode [E12]

Dotierung

- 1 Was bedeutet der Begriff Dotierung?
- 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.
- 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.
- 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.
- 5 **TC504** Eine in Sperrrichtung betriebene Diode hat
 - A einen hohen Widerstand.
 - B eine hohe Kapazität.
 - C eine geringe Impedanz.
 - D eine hohe Induktivität.

3. Grenzübergänge

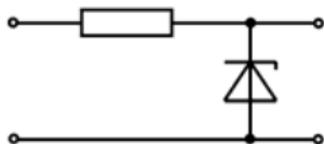
Die Diode

6 Skizziere das Schaltzeichen einer Diode und markiere die Anode, die Kathode und – Bonus – die jeweilige Dotierung.

7 **TC504** Eine in Sperrrichtung betriebene Diode hat

- A einen hohen Widerstand.
- B eine hohe Kapazität.
- C eine geringe Impedanz.
- D eine hohe Induktivität.

8 **TC508** Wozu dient die folgende Schaltung?



- A zur Signalbegrenzung.
- B zur Spannungsstabilisierung.
- C als Leuchtanzeige.
- D zur Stromgewinnung.

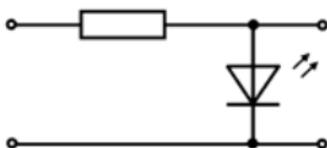
9 **TC505** Die Auswahlantworten enthalten Silizium-Dioden mit unterschiedlichen Arbeitspunkten. Bei welcher Antwort befindet sich die Diode in leitendem Zustand?

- A $-2,6\text{ V}$  $-2,0\text{ V}$
- B 15 V  9 V
- C $0,7\text{ V}$  $1,3\text{ V}$
- D $3,4\text{ V}$  $4,0\text{ V}$

10 **TC506** Die Auswahlantworten enthalten Silizium-Dioden mit unterschiedlichen Arbeitspunkten. Bei welcher Antwort befindet sich die Diode in leitendem Zustand?

- A $5,3\text{ V}$  $4,7\text{ V}$
- B 15 V  18 V
- C $3,9\text{ V}$  $3,2\text{ V}$
- D -2 V  $-2,6\text{ V}$

11 **TC509** Wozu dient die folgende Schaltung?



- A zur Signalbegrenzung.
- B als Leuchtanzeige.
- C zur Stromgewinnung.
- D zur Spannungsstabilisierung.

12 **TC507** Wie verhält sich die Kapazität einer Kapazitätsdiode (Varicap)?

- A Sie nimmt mit abnehmender Sperrspannung zu.
- B Sie erhöht sich mit zunehmender Durchlassspannung.
- C Sie nimmt mit zunehmender Sperrspannung zu.
- D Sie erhöht sich mit zunehmendem Durchlassstrom.

Diode und ihre Anwendungen [A05]

- 1 **TB106** Was versteht man unter Halbleitermaterialien?
 - A Einige Stoffe (z.B. Silizium, Germanium) sind in reinem Zustand bei Zimmertemperatur gute Leiter. Durch geringfügige Zusätze von geeigneten anderen Stoffen oder bei hohen Temperaturen nimmt jedoch ihre Leitfähigkeit ab.
 - B Einige Stoffe (z.B. Silizium, Germanium) sind in reinem Zustand bei Zimmertemperatur gute Isolatoren. Durch geringfügige Zusätze von geeigneten anderen Stoffen oder bei hohen Temperaturen werden sie jedoch zu Leitern.
 - C Einige Stoffe wie z.B. Indium oder Magnesium sind in reinem Zustand gute Isolatoren. Durch geringfügige Zusätze von Silizium, Germanium oder geeigneten anderen Stoffen werden sie jedoch zu Leitern.
 - D Einige Stoffe (z.B. 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. Katenoden von Halbleiterbauelementen herstellen.

- 2 **TB107** P-leitendes Halbleitermaterial ist gekennzeichnet durch
 - A das Fehlen von Dotierungsatomen.
 - B bewegliche Elektronenlücken.
 - C das Fehlen von Atomen im Gitter des Halbleiterkristalls.
 - D Überschuss an freien Elektronen.

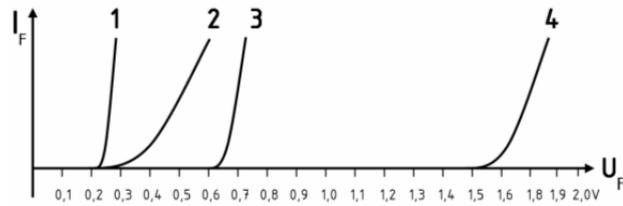
- 3 **TB109** N-leitendes Halbleitermaterial ist gekennzeichnet durch
 - A das Vorhandensein frei beweglicher Elektronen.
 - B das Fehlen von Dotierungsatomen.
 - C das Fehlen von Atomen im Gitter des Halbleiterkristalls.
 - D das Vorhandensein beweglicher Elektronenlücken.

- 4 **TB112** In einer Halbleiterdiode erweitert sich die Verarmungszone,
 - A wenn man an die Kathode (P-Gebiet) eine positive und an die Anode (N-Gebiet) eine negative Spannung anlegt.
 - B wenn man an die Kathode (N-Gebiet) eine positive und an die Anode (P-Gebiet) eine negative Spannung anlegt.
 - C wenn man an die Kathode (P-Gebiet) eine negative und an die Anode (N-Gebiet) eine positive Spannung anlegt.
 - D wenn man an die Kathode (N-Gebiet) eine negative und an die Anode (P-Gebiet) eine positive Spannung anlegt.

- 5 **TC506** Bei welcher Bedingung wird eine Siliziumdiode leitend?
 - A An der Anode liegen 5,0 Volt, an der Katode 5,1 Volt an.
 - B An der Anode liegen 5,7 Volt, an der Katode 5,0 Volt an.
 - C An der Anode liegen 5,7 Volt, an der Katode 6,4 Volt an.
 - D An der Anode liegen 5,0 Volt, an der Katode 5,7 Volt an.

- 6 Welche Kennlinie ist typisch für welche Diode

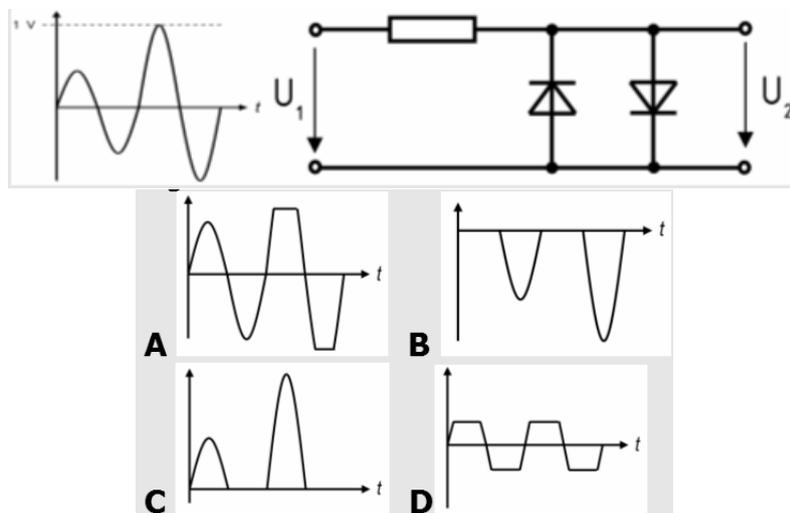
3. Grenzübergänge



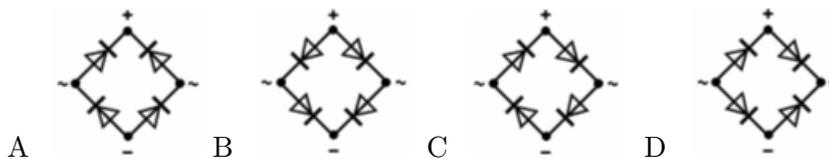
7 **TC522** Welches sind die Haupteigenschaften einer Schottkydiode?

- A Sehr niedrige Durchlassspannung und sehr niedrige Schaltfrequenz.
- B Sehr niedrige Durchlassspannung und sehr hohe Schaltfrequenz.
- C Sehr hohe Durchlassspannung und sehr hohe Schaltfrequenz.
- D Sehr hohe Durchlassspannung und sehr niedrige Schaltfrequenz.

8 Das folgende Signal wird als U_1 an den Eingang der Schaltung gelegt. Welches U_2 ergibt sich bei Verwendung einer Silizium- und bei einer Germaniumdiode



9 Welche der folgenden Auswahlantworten enthält die richtige Diodenanordnung und Polarität eines Brückengleichrichters?



10 Bonus: Skizziere die Strom-Spannungskennlinie und markieren den Durchlassbereich, den Sperrbereich und den Durchbruchbereich.

Transistor, Verstärker [E13]

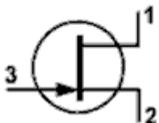
- 1 Skizziere die Schaltzeichen eines NPN- und eines PNP-Transistors. Beschrifte entsprechend die Anschlüsse.

- 2 **TC601** Was versteht man unter Stromverstärkung beim Transistor?
 - A Mit einem geringen Strom (Basisstrom) wird ein großer Strom (Kollektorstrom) gesteuert.
 - B Mit einem geringen Strom (Emitterstrom) wird ein großer Strom (Kollektorstrom) gesteuert.
 - C Mit einem geringen Strom (Emitterstrom) wird ein großer Strom (Basisstrom) gesteuert.
 - D Mit einem geringen Strom (Kollektorstrom) wird ein großer Strom (Emitterstrom) gesteuert.

- 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.

- 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.

3. Grenzübergänge

- 5 **TC609** Ein bipolarer Transistor ist
- A spannungsgesteuert.
 - B thermisch gesteuert.
 - C ein Gleichspannungsverstärker.
 - D stromgesteuert.
- 6 **TC611** Wie erfolgt die Steuerung des Stroms im Feldeffekttransistor (FET)?
- A Die Gatespannung ist allein verantwortlich für den Drainstrom.
 - B Die Gatespannung steuert den Widerstand des Kanals zwischen Source und Drain.
 - C Der Gatestrom ist allein verantwortlich für den Drainstrom.
 - D Der Gatestrom steuert den Widerstand des Kanals zwischen Source und Drain.
- 7 **TC612** Wie bezeichnet man die Anschlüsse des folgenden Transistors?
- 
 - A 1 Drain, 2 Source, 3 Gate.
 - B 1 Source, 2 Drain, 3 Gate.
 - C 1 Anode, 2 Katode, 3 Gate.
 - D 1 Kollektor, 2 Emitter, 3 Basis.
- 8 **TD401** In welcher der folgenden Zeilen werden nur Verstärker-Bauelemente genannt?
- A Transistor, Halbleiterdiode, Operationsverstärker, Röhre
 - B Transistor, MOSFET, Operationsverstärker, Röhre
 - C Transistor, Varicap-Diode, Operationsverstärker, Röhre
 - D Transistor, MOSFET, Halbleiterdiode, Röhre
- 9 **TD402** Was versteht man in der Elektronik unter Verstärkung? Man spricht von Verstärkung, wenn ...
- A das Eingangssignal gegenüber dem Ausgangssignal in der Leistung größer ist.
 - B z.B. beim Transformator die Ausgangsspannung größer ist als die Eingangsspannung.
 - C das Ausgangssignal gegenüber dem Eingangssignal in der Leistung größer ist.
 - D das Eingangssignal gegenüber dem Ausgangssignal in der Spannung größer ist.
- 10 **TD403** Was ist ein Operationsverstärker? Operationsverstärker sind ...
- A Gleichstrom gekoppelte Verstärker mit sehr hohem Verstärkungsfaktor und großer Linearität.
 - B Wechselstrom gekoppelte Verstärker mit niedrigem Eingangswiderstand und großer Linearität.
 - C in Empfängerstufen eingebaute Analogverstärker mit sehr niedrigem Verstärkungsfaktor aber großer Linearität.
 - D digitale Schaltkreise mit hohem Verstärkungsfaktor.
- 11 **TD404** Ein IC (integrated circuit) ist...
- A eine aus vielen einzelnen Bauteilen aufgebaute Schaltung auf einer Platine.

- B eine miniaturisierte, aus SMD-Bauteilen aufgebaute Schaltung.
- C eine Zusammenschaltung verschiedener Baugruppen zu einer Funktionseinheit.
- D eine komplexe Schaltung auf einem Halbleiterkristallplättchen.

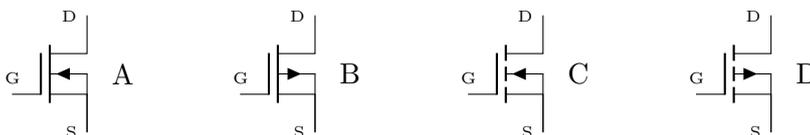
12 **TD405** Worauf beruht die Verstärkerwirkung von Elektronenröhren?

- A Die Anodenspannung steuert das magnetische Feld an der Anode und damit den Anodenstrom.
- B Das von der Gitterspannung hervorgerufene elektrische Feld steuert den Anodenstrom.
- C Die Heizspannung steuert das elektrische Feld an der Kathode und damit den Anodenstrom.
- D Die Katodenvorspannung steuert das magnetische Feld an der Katode und damit den Gitterstrom.

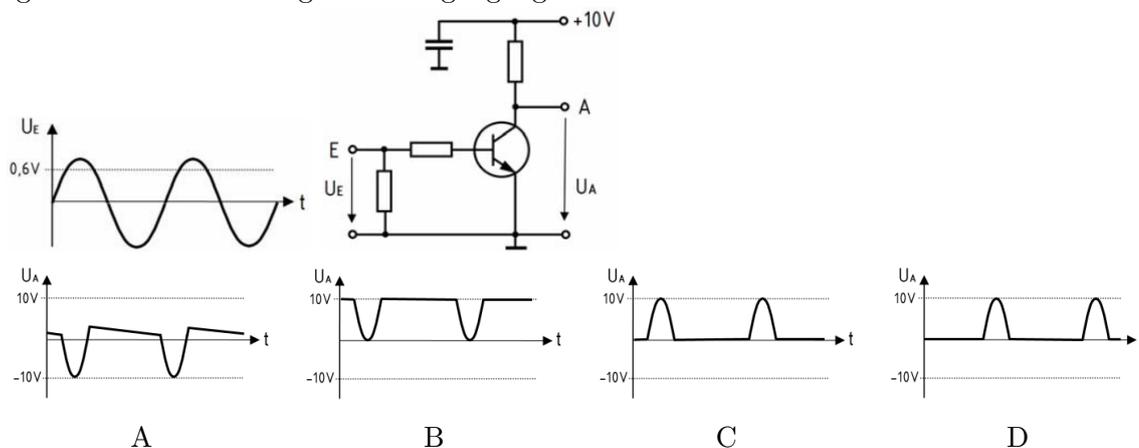
Transistoren und Verstärker [A06]

- 1 **TC607** Welche Kollektorspannungen haben NPN- und PNP-Transistoren?
- A NPN-Transistoren benötigen positive, PNP-Transistoren negative Kollektorspannungen.
 - B NPN- und PNP-Transistoren benötigen negative Kollektorspannungen.
 - C PNP-Transistoren benötigen positive, NPN-Transistoren negative Kollektorspannung.
 - D PNP- und NPN-Transistoren benötigen positive Kollektorspannungen.
- 2 **TC612** Wie groß ist die Basisspannung eines NPN-Silizium-Transistors, wenn sich dieser in leitendem Zustand befindet?
- A Sie ist viel höher als die Emitterspannung.
 - B Sie entspricht der Kollektorspannung.
 - C Sie ist etwa 0,6 V höher als die Emitterspannung.
 - D Sie liegt etwa 0,6V unter der Emitterspannung.

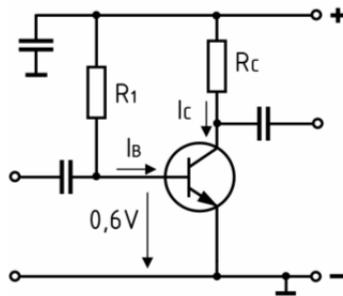
- 3 Wie werden die Mosfets in der folgenden Abbildung richtig bezeichnet?



- 4 **TD431** Das folgende Signal wird an den Eingang nebenstehender Schaltung gelegt. Welches ist ein mögliches Ausgangssignal U_2 ?

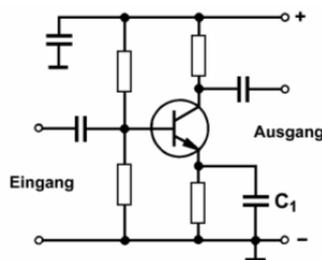


- 5 **TC618** Die Betriebsspannung beträgt 10 V, der Kollektorstrom soll 2 mA betragen, die Gleichstromverstärkung des Transistors beträgt 200. Berechnen Sie den Vorwiderstand R_1 .



- A $1\text{ M}\Omega$
- B $940\text{ k}\Omega$
- C $85,5\text{ k}\Omega$
- D $47\text{ k}\Omega$

- 6 **TD401** Bei dieser Schaltung handelt es sich um



- A einen Verstärker in Kollektorschaltung.
- B einen Verstärker in Basisschaltung.
- C einen Verstärker in Emitterschaltung.
- D einen Verstärker als Emitterfolger.

- 7 **TD403** Welche Funktion hat der Kondensator C_1 in der Schaltung in Aufgabe 6?

- A Verringerung der Verstärkung.
- B Überbrückung des Emittewiderstandes für das Wechselstromsignal.
- C Stabilisierung des Arbeitspunktes des Transistors.
- D Einstellung der Vorspannung am Emitter.

- 8 **TD406** Was lässt sich über die Wechselspannungsverstärkung v_U und die Phasenverschiebung ϕ zwischen Ausgangs- und Eingangsspannung der Schaltung in Aufgabe 6 aussagen?

- A v_U ist groß (z.B. 100 ... 300) und $\phi = 180^\circ$.
- B v_U ist groß (z.B. 100 ... 300) und $\phi = 0^\circ$.
- C v_U ist klein (z.B. 0,9 ... 0,98) und $\phi = 180^\circ$.
- D v_U ist klein (z.B. 0,9 ... 0,98) und $\phi = 0^\circ$.

Transistorschaltungen und THT-Löten auf Perfboards

Im Folgenden geht es um grundlegende Transistorschaltungen die einerseits einfach aufzubauen sind und andererseits nicht nur das Prinzip verdeutlichen, sondern auch etwas Freude bringen. Zu Beginn findet eine kurze Vorbetrachtung eines Bipolar-Transistors (Bipolar Junction Transistor, BJT) statt. Anschließend wird dieser in drei kleinen Experimenten zuerst als Schalter und weiterhin in Form von zwei verschiedenen Verstärkertypen aufgebaut. Das Kapitel wird abgeschlossen mit einer Einführung in das Löten von THT-Bauteilen (Through-Hole Technology) – bedrahtete Bauteile in Durchsteckmontage. Ein Perfboard, auch Lochrasterplatine genannt, wird dabei als Grundfläche verwendet, um die Schaltung eines einfachen Audioverstärkers vom Breadboard zu übertragen.

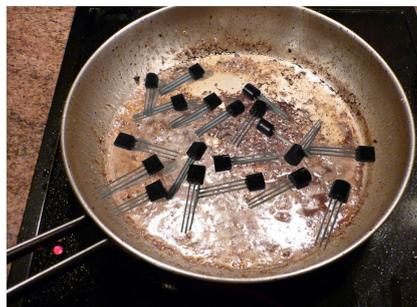


Bild 3.1.: Schalten und Braten

Vorbereitungsaufgabe – keine –

Material	1× Kondensator 10 μ F	6 Pin Buchsenleiste
2× Transistor	1× Widerstand 470 Ω	• LötKolben, Halterung, Matte, dritte Hand
2× LED	1× Widerstand 47 Ω	• Permanentmarker
1× 9 V Batterie	1× Widerstand 22 k Ω	
1× Lautsprecher	1× Perfboard (5 × 2,5 cm)	

Hinweise Vorsicht im Umgang mit dem LötKolben und Unterlage verwenden! Für die Verbindungen auf der Platine Schaltdraht/Schaltlitze und nicht die Steckbrücken nutzen.

Vorbetrachtung Transistor

1. Schaut euch den gegebenen Transistor als Bauteil an. Welche Bezeichnung hat er und um welchen Transistortyp handelt es sich?
2. Ordnet mit Hilfe der Datenblätter in Anlage F die Bezeichnungen der einzelnen Beinchen zu. Welches Datenblatt findet ihr übersichtlicher?
3. Verwendet den Komponententester des Multimeters. Was zeigt dieser an?

Bipolar-Transistor als Schalter

1. Baut die Transistor-Schaltung aus Abbildung 3.2 auf.
2. Entfernt unter Last D1. Welche Auswirkungen hat das auf die Schaltung?

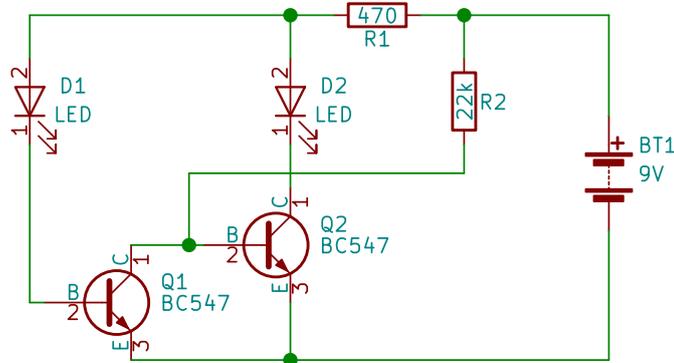


Bild 3.2.: Schaltplan Bipolar-Transistor als Schalter „Notbeleuchtung“

Bipolar-Transistor als Sensor

Der folgende Sensor ist natürlich auch ein Verstärker. Diese Darlington-Schaltung verstärkt allerdings mit der multiplizierten Stromverstärkung beider Transistoren.

1. Baut die Transistor-Schaltung aus Abbildung 3.3 auf und legt die Versorgungsspannung an die Schaltung an.
2. Berührt die Basis des Transistors Q1 mit dem Finger. Was passiert und warum? Der Effekt wird besser sichtbar, wenn man mit der anderen Hand das Potential der Spannungsversorgung berührt.
3. **Zusatz:** Ersetzt die LED durch einen Lautsprecher. Was passiert und warum?

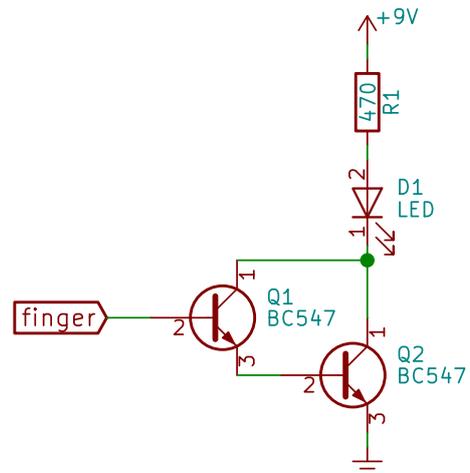


Bild 3.3.: BJT als Sensor

Bipolar-Transistor als Verstärker

1. Steuert den Lautsprecher direkt mit einem Audiosignal aus eurem Smartphone bzw. Laptop an und pegelt es so aus, dass der Ton sehr leise zu hören ist.
2. Baut die Transistor-Schaltung aus Abbildung 3.4 mit dem gerade verwendeten Lautsprecher auf und legt die Versorgungsspannung an die Schaltung an.
3. Legt euer Audiosignal an den Eingang der Schaltung an. Was passiert und warum?

3. Grenzübergänge

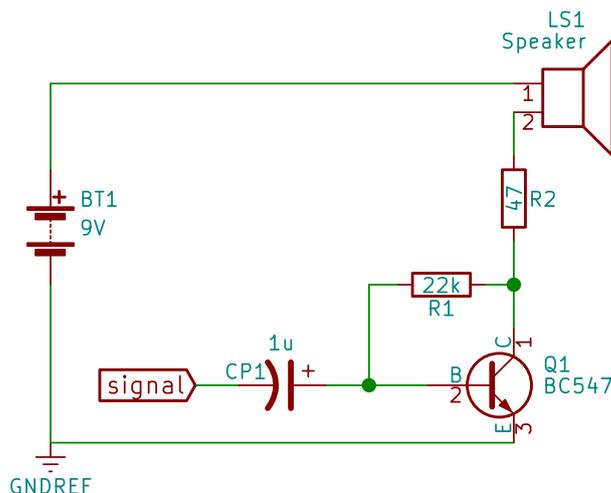


Bild 3.4.: Schaltplan Bipolar-Transistor als Verstärker

Die Lizenz zum Löten Überträgt die Transistor-Schaltung 3.4 auf ein Perfoboard (Lochrasterplatine) mit den Maßen von ca. $5 \times 2,5$ cm. Dazu kann mit dem Seitenschneider ein Stück aus einem größeren Board (Abbildung 3.5) herausgetrennt werden. Die Verdrahtung geschieht durch Verbindung der Lötäugen mit Schalllitze oder Schalldraht. Für die Anschlüsse (Spannungsversorgung, Signalein- und -ausgang) sind beliebig teilbare Buchsenleisten vorhanden. Denkt an die Beschriftung der Anschlüsse und eures Boards! Die Platine wird für spätere Experimente wiederverwendet.

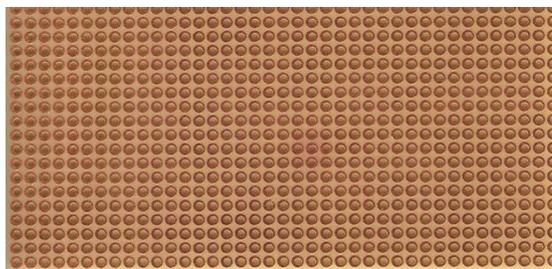
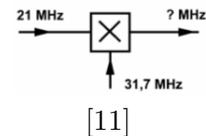


Bild 3.5.: Perfoard

Hinweis: Unser verwendeter Transistor ist sehr robust – eine einfache Lötmatte als Schutz für die Arbeitsfläche reicht hierbei aus. Bei empfindlicher Elektronik ist jedoch prinzipiell darauf zu achten eine leitende sowie hitzebeständige Unterlage zu verwenden und sich selbst dauerhaft oder zumindest in regelmäßigen Abständen beispielsweise an einem Heizungsrohr zu erden. Das Stichwort ist hierbei ESD (Electrostatic Discharge) und wird noch einmal im EMV-Kapitel behandelt.

4. Modulation, Demodulation und Frequenzaufbereitung



Signale [A11]

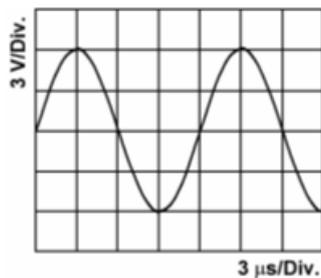
1 **TB608** Der Spitzenwert der häuslichen 230-V-Stromversorgung beträgt

A: 163V B: 325V C: 460V D: 650V

2 **TB610** Ein sinusförmiger Wechselstrom mit einer Amplitude (I_{max}) von 0,5A fließt durch einen Widerstand von 20Ω . Wie hoch ist die aufgenommene effektive Leistung?

A: 0,5W B: 2,5W C: 5W D: 10W

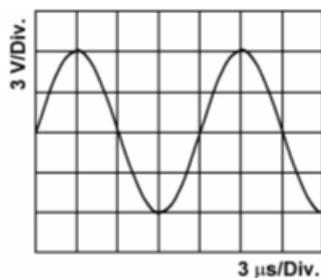
3 **TB603** Wie groß ist der Spitzen-Spitzen-Wert des Signals in Abbildung 4.1?



- A 12V
- B 6V
- C 8,5V
- D 2V

Bild 4.1.: Sinusschwingung

4 **TB604** Welche Frequenz hat das Signal in Abbildung 4.2?



- A 833,3 kHz
- B 83,3 kHz
- C 8,3 MHz
- D 83,3 MHz

Bild 4.2.: Sinusschwingung

5 **TB703** Was sind Harmonische?

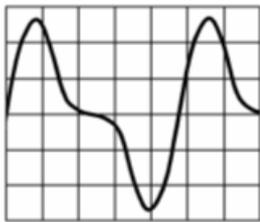
4. Modulation, Demodulation und Frequenzaufbereitung

- A Harmonische sind die ganzzahligen (1, 2, 3 ...) Vielfachen einer Frequenz.
- B Harmonische sind die ganzzahligen (1, 2, 3 ...) Teile einer Frequenz.
- C Harmonische sind die erzeugten Frequenzen oberhalb der ursprünglichen Frequenz.
- D Harmonische sind identisch mit den Oberwellen, wobei die Grundwelle keine Harmonische ist.

6 **TB704** Die dritte Oberwelle einer Frequenz ist

- A die dritte Harmonische der Frequenz.
- B die zweite Harmonische der Frequenz.
- C die zweite ungeradzahlige Harmonische der Frequenz.
- D die vierte Harmonische der Frequenz.

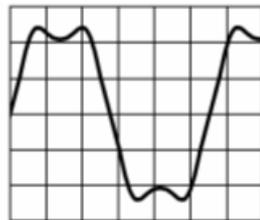
7 **TB705** Welche Schwingungen sind in der folgenden Wechselspannung (Abbildung 4.3) enthalten, wenn die Grundwelle 2 kHz beträgt?



- A 4 kHz und 6 kHz
- B 2 kHz und 6 kHz
- C 4 kHz allein
- D 2 kHz und 4 kHz

Bild 4.3.: Sägezahnschwingung

8 **TB706** Welche Schwingungen sind in der folgenden Wechselspannung (Abbildung 4.4) enthalten, wenn die Grundwelle 2 kHz beträgt?



- A 4 kHz und 6 kHz
- B 2 kHz und 4 kHz
- C 2 kHz und 6 kHz
- D 4 kHz allein

Bild 4.4.: Rechtecksignal

Oszillator und Hochfrequenzverstärker [A07]

- 1 **TD612** Wie verhält sich die Frequenz eines Oszillators bei Temperaturanstieg, wenn die Kapazität des Schwingkreiskondensators mit dem Temperaturanstieg ebenfalls ansteigt?
 - A Die Frequenz bleibt stabil.
 - B Die Schwingungen reißen ab (Aussetzer).
 - C Die Frequenz erhöht sich.
 - D Die Frequenz verringert sich.

- 2 **TD420** Welche Merkmale hat ein HF-Leistungsverstärker im A-Betrieb?
 - A Wirkungsgrad 80 bis 87%, hoher Oberwellenanteil, der Ruhestrom ist fast null.
 - B Wirkungsgrad bis zu 70%, geringer Oberwellenanteil, geringer bis mittlerer Ruhestrom.
 - C Wirkungsgrad bis zu 80%, geringer Oberwellenanteil, sehr geringer Ruhestrom.
 - D Wirkungsgrad ca. 40%, geringst möglicher Oberwellenanteil, hoher Ruhestrom.

- 3 **TD421** Welche Merkmale hat ein HF-Leistungsverstärker im B-Betrieb?
 - A Wirkungsgrad ca. 40%, geringst möglicher Oberwellenanteil, hoher Ruhestrom.
 - B Wirkungsgrad bis zu 70%, geringer Oberwellenanteil, geringer bis mittlerer Ruhestrom.
 - C Wirkungsgrad bis zu 80%, geringer Oberwellenanteil, sehr geringer Ruhestrom.
 - D Wirkungsgrad 80 bis 87%, hoher Oberwellenanteil, der Ruhestrom ist fast null.

- 4 **TD422** Welche Merkmale hat ein HF-Leistungsverstärker im C-Betrieb?
 - A Wirkungsgrad bis zu 70%, geringer Oberwellenanteil, geringer bis mittlerer Ruhestrom.
 - B Wirkungsgrad 80 bis 87%, hoher Oberwellenanteil, der Ruhestrom ist fast null.
 - C Wirkungsgrad bis zu 80%, geringer Oberwellenanteil, sehr geringer Ruhestrom.
 - D Wirkungsgrad ca. 40%, geringst möglicher Oberwellenanteil, hoher Ruhestrom.

- 5 **TB904** Die äquivalente (effektive) Strahlungsleistung (ERP) ist
 - A das Produkt aus der Leistung, die unmittelbar der Antenne zugeführt wird und ihrem Gewinnfaktor in einer Richtung, bezogen auf den Halbwellendipol.
 - B das Produkt aus der Leistung, die unmittelbar der Antenne zugeführt wird und ihrem Gewinnfaktor in einer Richtung, bezogen auf den isotropen Kugelstrahler.
 - C die durchschnittliche Leistung, die ein Sender unter normalen Betriebsbedin-

4. Modulation, Demodulation und Frequenzaufbereitung

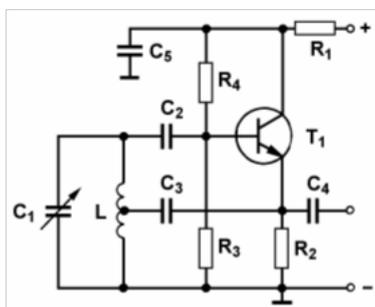
gungen während einer Periode der Hochfrequenzschwingung bei der höchsten Spitze der Modulationshüllkurve der Antennenspeiseleitung zuführt.

- D die durchschnittliche Leistung, die ein Sender unter normalen Betriebsbedingungen an die Antennenspeiseleitung während eines Zeitintervalls abgibt, das im Verhältnis zur Periode der tiefsten Modulationsfrequenz ausreichend lang ist.

6 **TB905** Die äquivalente isotrope Strahlungsleistung (EIRP) ist

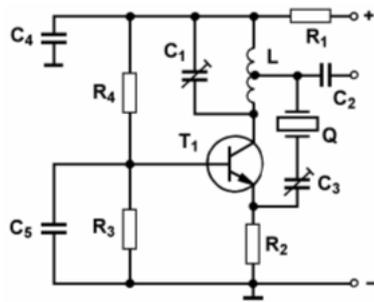
- A das Produkt aus der Leistung, die unmittelbar der Antenne zugeführt wird und ihrem Gewinnfaktor in einer Richtung, bezogen auf den isotropen Kugelstrahler.
- B das Produkt aus der Leistung, die unmittelbar der Antenne zugeführt wird und ihrem Gewinnfaktor in einer Richtung, bezogen auf den Halbwellendipol.
- C die durchschnittliche Leistung, die ein Sender unter normalen Betriebsbedingungen während einer Periode der Hochfrequenzschwingung bei der höchsten Spitze der Modulationshüllkurve der Antennenspeiseleitung zuführt.
- D die durchschnittliche Leistung, die ein Sender unter normalen Betriebsbedingungen an die Antennenspeiseleitung während eines Zeitintervalls abgibt, das im Verhältnis zur Periode der tiefsten Modulationsfrequenz ausreichend lang ist.

7 **TD603** Bei dieser Schaltung handelt es sich um



- A einen LC-Oszillator in induktiver Dreipunktschaltung.
- B einen LC-Oszillator in kapazitiver Dreipunktschaltung.
- C einen Oberton-Oszillator in Kollektorschaltung.
- D einen Oberton-Oszillator in Emitter-schaltung.

- 8 **TD605** Bei dieser Oszillatorschaltung handelt es sich um einen kapazitiv rückgekoppelten Quarz-Oszillator in



- A Basisschaltung, in der der Quarz in Serienresonanz betrieben wird.
- B Basisschaltung, in der der Quarz in Parallelresonanz betrieben wird.
- C Emitterschaltung, in der der Quarz in Parallelresonanz betrieben wird.
- D Emitterschaltung, in der der Quarz in Serienresonanz betrieben wird.

Modulation und Demodulation [E14]

- 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
- 2 **BB402** Wie wird „Frequenzmodulation“ mit analogen Signalen, für Sprachübertragung bezeichnet?
- A: A3E B: A2A C: F3E D: R3E
- 3 **BB403** Wie wird „Einseitenbandmodulation mit analogen Signalen für Sprachübertragung“ (SSB) bezeichnet?
- A: J3E B: J2E C: R2A D: A1A
- 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.
- 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.
- 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.
- 7 **TE102** Welches der nachfolgenden Modulationsverfahren hat die geringste Störanfälligkeit bei Funkanlagen in Kraftfahrzeugen?
- A: SSB B: DSB C: AM D: FM

8 **TE103** Das folgende Oszillogramm (siehe Abbildung 4.5 a) zeigt ein AM-Signal. Der Modulationsgrad beträgt hier zirka

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

9 **TE105** Das folgende Oszillogramm (siehe Abbildung 4.5 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.

10 **TE106** Das folgende Oszillogramm (siehe Abbildung 4.5 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.

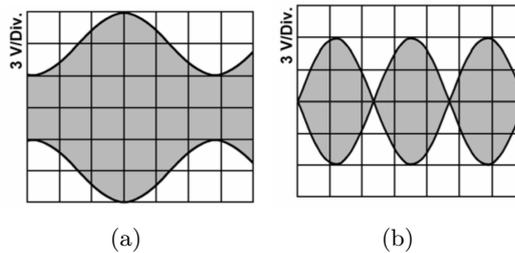
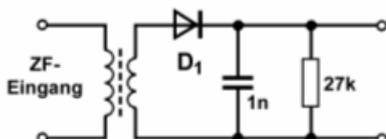


Bild 4.5.: Modulationsgrad

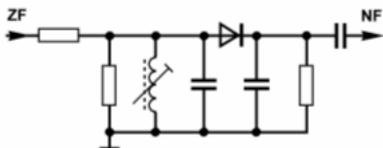
Modulation und Demodulation [A12]

- 1 **TE106** Die Übermodulation eines SSB-Signals führt wahrscheinlich zu
- A verminderten Seitenbändern.
 - B Kreuzmodulation.
 - C ausgeprägten Splatter-Erscheinungen.
 - D überhöhtem Hub.
- 2 **TF317** Bei der Schaltung handelt es sich um einen



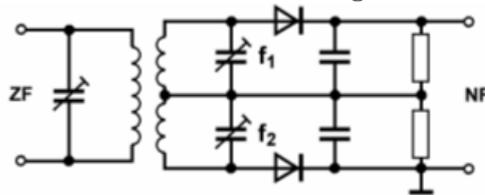
- A FM-Diskriminator.
- B AM-Detektor.
- C ZF-Modulator.
- D AGC-Gleichrichter.

- 3 **TG301** Was kann man bezüglich der Ausgangsleistung eines FM-Senders in Abhängigkeit von der Modulation aussagen?
- A Sie reduziert sich um 50 %, wenn der Sender moduliert wird.
 - B Sie variiert mit der Modulationsleistung, wenn der Sender moduliert wird.
 - C Sie ist unabhängig von der Modulation.
 - D Sie geht gegen Null, wenn der Sender nicht moduliert wird.
- 4 **TD505** Bei dieser Schaltung handelt es sich um einen



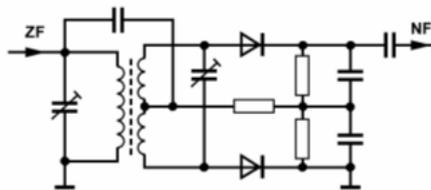
- A Flanken-Diskriminator zur Demodulation von FM-Signalen.
- B Produkt-detektor zur Demodulation von SSB-Signalen.
- C Rati-detektor zur Demodulation von FM-Signalen.
- D Synchron-demodulator zur Demodulation von AM-Signalen.

5 **TD506** Bei dieser Schaltung handelt es sich um einen



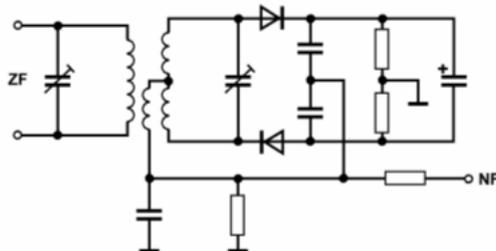
- A Gegentakt-Flanken-Diskriminator zur Demodulation von FM-Signalen.
- B Ratiotektor zur Demodulation von FM-Signalen.
- C Hüllkurvendemodulator zur Demodulation von AM-Signalen.
- D Produktdetektor zu Demodulation von SSB-Signalen.

6 **TD507** Bei dieser Schaltung handelt es sich um einen



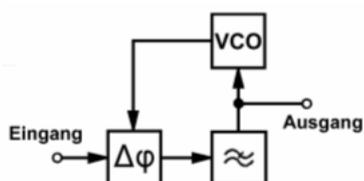
- A Produktdetektor zu Demodulation von SSB-Signalen.
- B Flanken-Diskriminator zur Demodulation von FM-Signalen.
- C Hüllkurvendemodulator zur Demodulation von AM-Signalen.
- D Phasendiskriminator zur Demodulation von FM-Signalen.

7 **TD508** Bei dieser Schaltung handelt es sich um einen



- A Flanken-Diskriminator zur Demodulation von FM-Signalen.
- B Hüllkurvendemodulator zur Demodulation von AM-Signalen.
- C Produktdetektor zur Demodulation von SSB-Signalen.
- D Ratiotektor zur Demodulation von FM-Signalen.

8 **TD509** Bei dieser Schaltung handelt es sich um einen



- A AM-Modulator.
- B SSB-Demodulator mit PLL-gesteuertem BFO.
- C PLL-FM-Demodulator.
- D ZF-Verstärker.

Kurzwellendetektor im Eigenbau

Funksignale empfangen ohne die Verwendung einer Batterie oder einer anderen Energiequelle? Der folgende Detektorempfänger ist die einfachste aller Radioschaltungen und ermöglicht das. In der Frühzeit der Radiotechnik war dieses Konzept durchaus verbreitet, da es den Rundfunkempfang mit wenigen Bauteilen ermöglichte und den Schaltungs- sowie Energieaufwand in die Sendestation verlagerte. Heutzutage ist es leider nicht mehr ohne Weiteres möglich Radiosendungen mit dem „Detektor“ zu empfangen, da der Großteil der Kurz- und Mittelwellensender ihren Betrieb eingestellt haben. Besonders im urbanen Raum erschweren es teils massive elektromagnetische Störnebel zusätzlich die schwachen Signale auf Kurzwelle zu empfangen.¹ Nichtsdestotrotz ist dieser einfache Empfängertyp ein guter Einstieg in die Übertragungs- und Demodulationstechnik und ein kleines technisches Abenteuer.



Bild 4.6.: Detektor (1935)
[12]

Vorbereitungsaufgabe – *fakultativ* – Optional eigene Kopfhörer (Klinke) mitbringen.

Material	1× Germanium/Schottky-Diode	1× Audio-Verstärker (Eigenbau)
1× Breadboard		
1× Luft-Spule (Eigenbau 25 Windungen)	1× Antennendraht	opt. Klinkenbuchse und Kopfhörer
	1× Lautsprecher	
1× Plattenkondensator	1× 9 V Batterie	

Hinweise Mit den Lautsprechern sollte es gut funktionieren. Ggf. helfen die mitgebrachten Kopfhörer das Signal direkt am Klinkenbuchsenadapter zu hören.

Aufgaben

1. Berechnet die minimale sowie maximale Frequenz eines Schwingkreis mit eurer Spule (ggf. nochmal mit dem LC-Meter nachmessen) und einem Plattenpaket des Drehkondensators. Die minimal einstellbare Kapazität liegt bei ca. 5 pF. Welche Amateurfunkbänder liegen in dem Bereich?

$$L_{Spule} =$$

$$f_{min} =$$

$$f_{max} =$$

→ Afu-Bänder in Meter:

2. Baut die Schaltung aus Abbildung 4.7 mit der bereits gebauten Spule und einem so genannten Langdraht als Antenne auf – die Länge der Antenne ist für den Empfang erstmal nicht so relevant. Bei dem eigentlichen „Detektor“ handelt es sich um eine Germaniumdiode (z.B. AA 143). Etwas weniger gut, aber weitaus

¹mehr dazu im Kapitel zu EMV

preiswerter ist die Verwendung einer Schottky-Diode (z.B. BAT 43). Überlegt euch was die Diode tun könnte und warum man keine Si-Dioden verwendet.

3. Abgestimmt wird der Detektor mit dem DrehKo – gegen den Uhrzeigersinn gedreht wird die Kapazität größer. Mit diesem einfachen Aufbau können nur wirklich starke amplitudenmodulierte Sender empfangen werden. In diesem Versuch simulieren wir das mit einem Funkgerät. Mit etwas Glück kann aber auch ein echter Kurzwellen-Sender empfangen werden.²
4. Verwende den zuvor gebauten Audio-Verstärker, um empfangene Signale besser hörbar zu machen.
5. Messt mit Hilfe des LC-Meters euren DrehKo aus und berechnet den Schwingkreis. In welchem Band werden die Signale der Antenne empfangen?

$$C_{DrehKo} = \qquad f_{RX} \approx$$

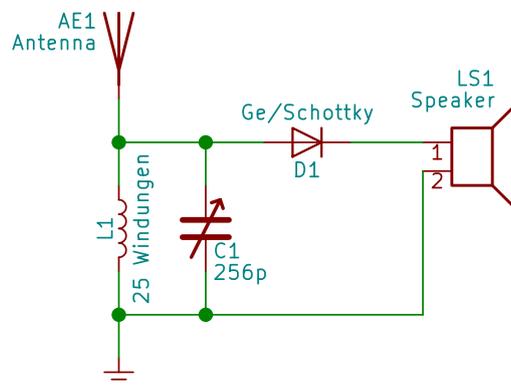


Bild 4.7.: Der Kurzwellendetektor

²Bei starken frequenzmodulierten UKW-Rundfunksendern in der Umgebung kann es auch zum Effekt der Flankendemodulation eingestrahelter HF kommen.

4. Modulation, Demodulation und Frequenzauflbereitung

5. Elektromagnetische Felder bestellen und ernten



[13]

Dezibel, Dämpfung, Kabel [E10]

Dämpfung

- 1 Was wird unter dem Ausdruck Dämpfungsfaktor verstanden?
- 2 Was wird unter dem Ausdruck Verstärkungsfaktor verstanden?
- 3 Zur besseren Handhabung ist es möglich die Dämpfung und die Verstärkung in dB anzugeben. Wie lässt sich das berechnen?
- 4 Am Eingang bzw. am Ausgang einer Übertragungsstrecke liegen verschiedene Leistungen an. Berechne jeweils die fehlenden Einträge.

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

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?
- 6 Die Erhöhung der Sendeleistung um eine S-Stufe entspricht einer Erhöhung um ...dB.
- 7 Die Erhöhung der Sendeleistung um eine S-Stufe entspricht einer Erhöhung der Empfangsspannung um wie viel mV?
- 8 **TI406** Wie groß ist der Unterschied von S4 nach S7 in dB?

5. Elektromagnetische Felder bestellen und ernten

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

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

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

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

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

Pegel

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

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

Wellenwiderstand

13 Wie lässt sich der Wellenwiderstand einer Leitung berechnen?

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

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.

- 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 Spreizer.
 - C Sie bietet guten Blitzschutz durch niederohmige Drähte.
 - D Sie hat geringere Dämpfung und hohe Spannungsfestigkeit.

Dämpfungsberechnung

- 17 **TH306** Welche Dämpfung hat ein 20m langes Koaxkabel vom Typ RG58 bei 29MHz?
- A: 4,5 dB B: 1,8 dB C: 9,0 dB D: 1,2 dB
- 18 **TH305** Welche Dämpfung hat ein 25 m langes Koaxkabel vom Typ Aircell 7 bei 145 MHz?
- A: 1,9 dB B: 7,5 dB C: 3,75 dB D: 1,5 dB
- 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

Stehwellenverhältnis und Symmetrierung

- 20 Was bedeutet der Ausdruck Stehwellenverhältnis und wie wird es berechnet?
- 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.
- 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.

5. *Elektromagnetische Felder bestellen und ernten*

- 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.

Mathematische Grundkenntnisse [A01]

Grundlagen Die Grundlagen für dieses Kapitel wurden in E01 und E10 gelegt, ggf. dort nochmal reinschauen.

Das Dezibel (dB)

- Berechnung (Leistung):

$$Q_{\text{dB}} = 10 \cdot \log_{10} \frac{P}{P_0}$$

- Umkehrung (Leistung):

$$P = 10^{\frac{Q_{\text{dB}}}{10}} \cdot P_0$$

- Berechnung (Spannung):

$$Q_{\text{dB}} = 20 \cdot \log_{10} \frac{U}{U_0}$$

- Umkehrung (Spannung):

$$U = 10^{\frac{Q_{\text{dB}}}{20}} \cdot U_0$$

Merkregel: Bei Leistungen Faktor 10, bei Spannungen Faktor 20.

- dB ist einheitenlos. Bezugsgröße P_0 bzw. U_0 muss mit angegeben werden.
- Übliche Bezugsgrößen: 1 Milliwatt (dBm), 1 Watt (dBW), 1 Mikrovolt (dBu oder dB μ V)
- Oder es werden der Ausgangs- und Eingangswert eines Netzwerks ins Verhältnis gesetzt.
- Positive dB-Werte bedeuten Verstärkung, negative Dämpfung.

Hinweis: Bei Angaben der *Dämpfung* (z.B. im Aufgabentext) wird das negative Vorzeichen weggelassen. Es muss bei der Rechnung aber dennoch berücksichtigt werden. (Leistungsverringerung auf die Hälfte = -3 dB \rightarrow Dämpfung von 3 dB.)

Einige Aufgaben sind schnell im Kopf lösbar, wenn sie in die Faktoren 2 und 10 zerlegt werden können:

Faktor	dB (Leistung)	dB (Spannung)
$: 10^n$	$-n \cdot 10$ dB	$-n \cdot 20$ dB
$: 2$	-3 dB	-6 dB
$\cdot 1$	0 dB	0 dB
$\cdot 2$	$+3$ dB	$+6$ dB
$\cdot 10^n$	$+n \cdot 10$ dB	$+n \cdot 20$ dB

Beispiel:

$$16 \text{ dB} \cdot P = (10 + 3 + 3) \text{ dB} \cdot P = (10 \cdot 2 \cdot 2) \cdot P$$

5. Elektromagnetische Felder bestellen und ernten

Beispiel: Ein Sender hat eine Ausgangsleistung von 5 Watt. Angeschlossen ist ein Kabel mit insgesamt 2 dB Dämpfung und eine Antenne mit 10 dB Gewinn. Wie groß ist der Ausgangspegel in dBm?

Lösung: Zunächst Senderausgangsleistung in dBm umrechnen:

$$5 \text{ W} = \frac{10000}{2} \text{ mW} = \frac{10^4}{2} \text{ mW} = (4 \cdot 10 - 3) \text{ dBm} = 37 \text{ dBm}$$

Davon Dämpfung subtrahieren und Gewinn addieren:

$$37 \text{ dBm} - 2 \text{ dB} + 10 \text{ dB} = 45 \text{ dBm}$$

Manche Aufgaben müssen aber mit dem Taschenrechner gerechnet werden:

Beispiel: Ein Verstärker macht aus 2,5 W Eingangsleistung 38 W Ausgangsleistung. Wie groß ist die Leistungsverstärkung in dB?

$$v = 10 \cdot \log_{10} \frac{38 \text{ W}}{2,5 \text{ W}} [\text{dB}] = 11,82 \text{ dB}$$

Beispiel: Spannungsverhältnis von 15:1 in dB:

$$20 \cdot \log_{10} \frac{15}{1} [\text{dB}] = 23,52 \text{ dB}$$

Übungsaufgaben

- 1 **TA101** Welche Einheit wird für die elektrische Feldstärke verwendet?
 - A Volt pro Meter ($\frac{\text{V}}{\text{m}}$)
 - B Watt pro Quadratmeter ($\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$)
 - C Ampere pro Meter ($\frac{\text{A}}{\text{m}}$)
 - D Henry pro Meter ($\frac{\text{H}}{\text{m}}$)

- 2 **TA106** Welche der nachfolgenden Antworten enthält nur Basiseinheiten nach dem internationalen Einheitensystem?
 - A Meter, Kelvin, Sekunde, Ampere
 - B Radiant, Meter, Volt, Watt
 - C Grad, Hertz, Ohm, Tesla
 - D Farad, Henry, Ohm, Sekunde

- 3 **TA107** Einem Spannungsverhältnis von 15 entsprechen

A: 52 dB B: 11,7 dB C: 23,5 dB D: 47 dB

- 4 **TA110** Der Pegelwert $120 \frac{\text{dB } \mu\text{V}}{\text{m}}$ entspricht einer elektrischen Feldstärke von

A: $1000 \frac{\text{kV}}{\text{m}}$ B: $1000 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ C: $10 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ D: $1 \frac{\text{V}}{\text{m}}$

- 5 **TA118** Die digitale Anzeige eines Senders hat eine Anzeigegenauigkeit von 10 ppm. Sie zeigt die Sendefrequenz von 14,25 MHz an. In welchen Grenzen kann sich die tatsächliche Frequenz bewegen?
 - A Zwischen 14,249 985 75 und 14,250 014 25 MHz
 - B Zwischen 14,249 857 5 und 14,250 142 5 MHz
 - C Zwischen 14,249 998 575 und 14,250 001 425 MHz
 - D Zwischen 14,248 575 und 14,251 425 MHz

- 6 **TA120** Welche Frequenz entspricht einer Wellenlänge von 30 mm im Freiraum?

A: 100 kHz B: 1 MHz C: 100 MHz D: 10 GHz

Elektromagnetisches Feld [E08]

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

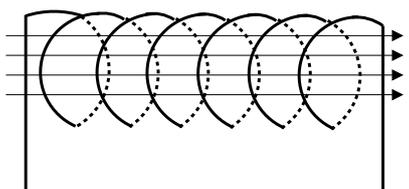
- A Watt pro Quadratmeter ($\frac{W}{m^2}$)
- B Ampere pro Meter ($\frac{A}{m}$)
- C Henry pro Meter ($\frac{H}{m}$)
- D Volt pro Meter ($\frac{V}{m}$)

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

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

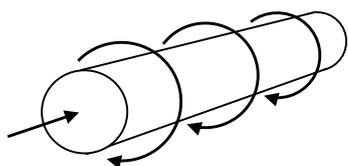
- A Watt pro Quadratmeter ($\frac{W}{m^2}$)
- B Volt pro Meter ($\frac{V}{m}$)
- C Ampere pro Meter ($\frac{A}{m}$)
- D Henry pro Meter ($\frac{H}{m}$)

4 **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

5 **TB403** Wenn Strom durch einen gestreckten Leiter fließt, entsteht ein



- 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

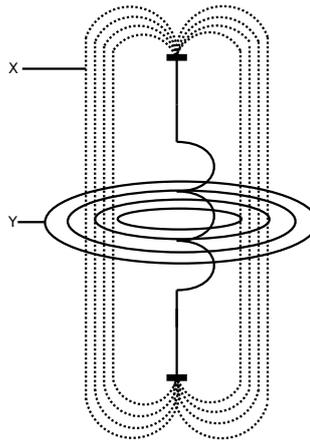


Bild 5.1.: Elektromagnetisches Feld bei der Vertikalantenne

- 6 **TB303** Wie werden die mit X gekennzeichneten Feldlinien einer Vertikalantenne bezeichnet (siehe Abbildung 5.1)
- A Magnetische Feldlinien
 - B Elektrische Feldlinien
 - C Polarisierte Feldlinien
 - D Horizontale Feldlinien
- 7 **TB404** Wie werden die mit Y gekennzeichneten Feldlinien einer Vertikalantenne bezeichnet (siehe Abbildung 5.1)
- A Magnetische Feldlinien
 - B Elektrische Feldlinien
 - C Radiale Feldlinien
 - D Vertikale Feldlinien
- 8 **TB602** Welcher Wellenlänge λ entspricht die Frequenz 1,84 MHz
- A: 16,3 m B: 163 m C: 0,163 m D: 16,3 m
- 9 **TB501** Wodurch entsteht ein elektromagnetisches Feld? Ein elektromagnetisches Feld entsteht,
- A wenn ein zeitlich schnell veränderlicher Strom durch einen elektrischen Leiter fließt, dessen Länge mindestens $1/100$ der Wellenlänge ist.
 - B wenn durch einen elektrischen Leiter, dessen Länge mindestens $1/100$ der Wellenlänge ist, ein konstanter Strom fließt.
 - C wenn sich elektrische Ladungen in einem Leiter befinden, dessen Länge mindestens $1/100$ der Wellenlänge ist.
 - D wenn an einem elektrischen Leiter, dessen Länge mindestens $1/100$ der Wellenlänge ist, eine konstante Spannung angelegt wird.

Elektromagnetisches Feld [A08]

- 1 **TB305** Wie nennt man das Feld zwischen zwei parallelen Kondensatorplatten bei Anschluss einer Gleichspannung?
 - A Homogenes elektrisches Feld
 - B Homogenes magnetisches Feld
 - C Polarisiertes elektrisches Feld
 - D Polarisiertes magnetisches Feld

- 2 **TB406** Wenn Strom durch einen gestreckten Leiter fließt, entsteht ein
 - A homogenes Magnetfeld um den Leiter.
 - B elektrisches Feld aus konzentrischen Kreisen um den Leiter.
 - C Magnetfeld aus konzentrischen Kreisen um den Leiter.
 - D homogenes elektrisches Feld um den Leiter.

- 3 **TB405** Wie nennt man das Feld im Innern einer langen Zylinderspule beim Fließen eines Gleichstroms?
 - A Homogenes magnetisches Feld
 - B Homogenes elektrisches Feld
 - C Konzentrisches magnetisches Feld
 - D Zentriertes magnetisches Feld

- 4 **TB502** Wie erfolgt die Ausbreitung einer elektromagnetischen Welle? (Im folgenden Text ist H-Feld die magnetische Feldkomponente und E-Feld die elektrische Feldkomponente.)
 - A Sie erfolgt durch eine sich ausbreitende Wechselwirkung zwischen E-Feld und H-Feld.
 - B Die Ausbreitung erfolgt nur über das E-Feld. Das H-Feld ist nur im Nahfeld vorhanden.
 - C Die Ausbreitung erfolgt nur über das H-Feld. Das E-Feld ist nur im Nahfeld vorhanden.
 - D E-Feld und H-Feld breiten sich unabhängig voneinander aus und stehen senkrecht zueinander und zur Ausbreitungsrichtung.

- 5 **TB511** Eine Yagiantenne mit 12,15 dBi Antennengewinn wird mit 250 W Senderleistung direkt gespeist. Welche elektrische Ersatzfeldstärke ergibt sich bei Freiraumausbreitung in 30 m Entfernung?

A: 9,2 V/m B: 11,8 V/m C: 13,1 V/m D: 353 V/m

- 6 **TI102** Welche ionosphärischen Schichten bestimmen die Fernausbreitung in der Nacht?
 - A F2-Schicht
 - B D-, E- und F2-Schicht
 - C F1- und F2-Schicht
 - D D- und E-Schicht

- 7 **TI237** Warum sind Signale im 160-, 80- und 40-Meter-Band tagsüber nur schwach und nicht für den weltweiten Funkverkehr geeignet?
- A Wegen der Tagesdämpfung in der D-Schicht.
 - B Wegen der Tagesdämpfung in der F1-Schicht.
 - C Wegen der Tagesdämpfung in der F2-Schicht.
 - D Wegen der Tagesdämpfung in der A-Schicht.
- 8 **TI315** Was bedeutet der Begriff “Sporadic E”? Es ist
- A eine Reflexion an lokal begrenzten Bereichen mit ungewöhnlich hoher Ionisation innerhalb der E-Schicht.
 - B eine kurzfristige, plötzliche Inversionsänderung in der E-Schicht, die Fernausbreitung im VHF-Bereich ermöglicht.
 - C eine kurzzeitig auftretende, starke Reflexion von VHF-Signalen an Meteorbahnen innerhalb der E-Schicht.
 - D ein lokal begrenzter, kurzzeitiger Ausfall der Reflexion durch ungewöhnlich hohe Ionisation innerhalb der E-Schicht.
- 9 **TI224** Die MUF für eine Funkstrecke ist
- A der Mittelwert aus der höchsten und niedrigsten brauchbaren Frequenz, bei der sich elektromagnetische Wellen zwischen zwei Orten durch ionosphärische Brechung ausbreiten können.
 - B die niedrigste brauchbaren Frequenz, bei der sich elektromagnetische Wellen zwischen zwei Orten durch ionosphärische Brechung ausbreiten können.
 - C die vorgeschriebene nutzbare Frequenz bei der sich elektromagnetische Wellen zwischen zwei Orten durch ionosphärische Brechung ausbreiten können.
 - D die höchste brauchbare Frequenz, bei der sich elektromagnetische Wellen zwischen zwei Orten durch ionosphärische Brechung ausbreiten können.
- 10 **TI213** Was versteht man unter dem Begriff “Mögel-Dellinger-Effekt”? Man versteht darunter
- A das Übersprechen der Modulation eines starken Senders auf andere, über die Ionosphäre übertragene HF-Signale.
 - B den zeitlich begrenzten Schwund durch Mehrwegeausbreitung in der Ionosphäre.
 - C die zeitlich begrenzt auftretende Verzerrung der Modulation.
 - D den totalen, zeitlich begrenzten Ausfall der Reflexion an der Ionosphäre.

Messen von Antennen mit einem Vektor-Netzwerkanalysator

Da der Selbstbau von Antennen nach wie vor einen schon beinahe ikonischen Stellenwert im Amateurfunk einnimmt ist das Vermessen von Antennen eine wichtige Fähigkeit für FunkamateureInnen. Neben der klassischen SWR Messung die im Kapitel ?? (Praxisteil S.93) eingeführt wurde ist insbesondere die Messung des frequenzabhängigen Verhaltens (Impedanz, Reflektion, Phasenverschiebung etc.) interessant um die Eignung der Antenne für den gewünschten Einsatzzweck einschätzen zu können. Im Gegensatz zu beispielsweise einem Filter kann man an einer Antenne kein Kabel am „Ausgang“ anschließen, außerdem ist die direkte Messung des abgestrahlten Elektromagnetischen Feldes u.A. aufgrund von Reflektionen sowie notwendigen Kalibration/Eichung der für die Messung zusätzlich nötigen Empfangsantenne technisch vergleichsweise aufwendig. Daher ist eine in der Praxis häufig eingesetzte Technik für die Untersuchung von Antennen die Messung des Parameters S11 (Eingangsexreflexion) mit einem Vektor-Netzwerkanalysator.

Im Folgenden soll eine solche Messung beispielhaft mit kleinen ausziehbaren Teleskopantennen durchgeführt werden. Die Vermessung wird sowohl mit einem Duplex-fähigen SDR mit externem Richtkoppler als auch mit einem dedizierten VNA durchgeführt. Für die Messung des S11 Parameters (Eingangsexreflexion) ist technisch gesehen grundsätzlich mindestens ein Sender, ein Empfänger und ein Richtkoppler notwendig.

Die vom Sender erzeugte Welle läuft durch den Richtkoppler zum zu untersuchenden Gerät (DUT - Device Under Test) und wird dort zum Teil reflektiert. Die vom DUT rücklaufende Welle wird durch den Richtkoppler ausgekoppelt und dann am Empfänger in Betrag und Phase gemessen. Daraus kann nicht nur das SWR ermittelt, sondern auch die (komplexe) Fußpunktimpedanz der Antenne für verschiedene Frequenzen genau bestimmt werden. Mit diesen Informationen ist es z.B. möglich Anpassnetzwerke auszulegen.

Vorbereitungsaufgabe *Laptop mit Python, SDR-Treibern und VNA Software vorbereiten¹ mitbringen*

Material	1× Teleskopantennen mit SMA Anschluss	1× Dämpfungsglieder
• Laptop		opt. <i>RF Demo Kit mit passenden U.FL-SMA Kabeln</i>
1× Zollstock	1× Richtkoppler	
1× Duplex-SDR (z.B. Pluto/LimeSDR)	1× VNA	
	1× Kalibrierset	

Aufgaben Messung mit SDR + Richtkoppler

1. Überlegt euch wie der Richtkoppler mit dem SDR verbunden werden muss und an welchem Anschluss dann das DUT/die Antenne angeschlossen werden muss.
2. Messt die maximale und minimale Länge der Antenne und berechnet daraus den Frequenzbereich der für die Messung interessant sein wird.

¹zB für PlutoSDR: <https://gist.github.com/dk2ro/8636a14646d0d128168d097fd357b5c8>
oder für LimeSDR: <https://myriadrf.org/news/limesdr-made-simple-part-9-vna/> bzw. <https://github.com/myriadrf/pyLMS7002Soapy> (detaillierte Dokumentation unter `examples/doc`)

3. Startet die zum SDR passende VNA Software und macht auf dem zuvor bestimmten Frequenzbereich eine Testmessung mit offenem Messanschluss. Wie sieht der Verlauf von S_{11} aus? Passt das zu dem was ihr erwarten würdet?
4. Wiederholt nun die Messung mit dem $50\ \Omega$ Abschlusswiderstand. Unter der Annahme dass im betrachteten Bereich die Frequenzabhängigkeit des Abschlusswiderstandes vernachlässigt werden kann stellt die sich hier ergebende Kurve das Optimum dar dass mit einer Antenne gemessen werden kann. Was bedeutet das für die spätere Messung im Hinblick auf Messgenauigkeit/Kalibration?
5. Nun soll die Messung mit einem Kurzschluss am Messanschluss wiederholt werden (aus dem Kalibrierkit). Inwiefern unterscheidet sich die jetzt aufgenommene Kurve von der Messung mit offenem Ende? (Hinweis falls das VNA Programm nur die Amplitude anzeigt: Wodurch außer dieser könnte sich das Signal noch unterscheiden?)
6. Schließt jetzt die Teleskopantennen an den Messaufbau an und misst deren Länge mit einem Lineal/Zollstock. Daraus lässt sich berechnen an welcher Stelle ihr die Resonanz der Antenne erwartet (Tiefster Punkt der gemessenen Kurve). Stimmt das elektronische Messergebnis mit der geometrischen Messung überein? Falls nein, überlegt euch welche Gründe es dafür geben könnte.
7. (Optional bei Zeit/Lust) Spielt etwas mit der Länge der Antennen herum und testet wie sich zB ein Metallstück oder eine Hand in der Nähe der Antennen auf das Ergebnis auswirkt. Schließt die Schaltungen auf dem RF Demo Kit an und vergleicht eure Ergebnisse mit den aufgedruckten Verläufen.

Messung mit VNA

1. Überlegt euch (eventuell mit Hilfe eines Handbuchs oder der Aufschrift auf dem Gerät) wie die Antenne/das DUT mit dem VNA verbunden werden muss um S_{11} messen zu können. Warum ist hier als Unterschied zu dem Aufbau mit dem SDR kein Richtkoppler nötig?
2. Falls nicht schon im anderen Aufgabenteil erfolgt: Misst die maximale und minimale Länge der Antenne und berechnet daraus den Frequenzbereich der für die Messung interessant sein wird.
3. Findet heraus wie ihr den VNA kalibrieren könnt und führt die Kalibrierung mit dem Kalibrierset durch. Warum ist es notwendig/sinnvoll so eine Kalibration durchzuführen? (vgl. auch mit den Messungen mit dem SDR)
4. Wiederholt nun die Messungen mit den Teilen des Kalibrierkits. Sehen die Kurvenverläufe von S_{11} so aus wie ihr es erwartet? Was ändert sich wenn man zwischen dem Gerät und den Kalibriersetsteckern ein Dämpfungsglied einfügt?
5. Schließt jetzt die Teleskopantennen an den Messaufbau an und vergleicht die Position der Resonanz mit der die ihr theoretisch erwartet. Stimmt das elektronische Messergebnis mit der geometrischen Messung überein? Falls nein, überlegt euch welche Gründe es dafür geben könnte. Lest S_{11} (in dB) an der Stelle der Resonanz ab und rechnet von dB zu einem einheitenlosen Faktor um (dieser Wert wird auch Reflektionsfaktor r genannt). Mit r lässt sich auch das Stehwellenverhältnis V_{S-WR} berechnen (siehe z.B. Formelsammlung (Anhang B)). Wie viel Prozent der Leistung werden bei eurer Antenne reflektiert (Formel ebenfalls in der Formel-

5. Elektromagnetische Felder bestellen und ernten

- sammlung)? Was passiert mit dem Rest?
6. Variiert jetzt die Länge der Antennen und/oder bringt sie in die Nähe anderer Metallgegenstände und schaut euch dabei quasi in „Echtzeit“ an was mit der S11 Kurve passiert. Achtet dabei auch darauf wie das Anfassen der Antenne die Messung beeinflusst. Der wichtigste Punkt hierbei ist es ein bisschen ein Gefühl dafür zu bekommen wie die Umgebung die Impedanz einer Antenne beeinflussen kann und warum es im Allgemeinen notwendig ist Antennen abzustimmen.
 7. (Optional bei Zeit/Lust) Schließt die Schaltungen auf dem RF Demo Kit an und vergleicht eure Ergebnisse mit den aufgedruckten Verläufen.

Dipolantenne im Eigenbau

Die Dipolantenne ist das anschaulichste Modell um die Umwandlung von Wechselströmen in elektromagnetische Wellen oder umgekehrt zu verstehen. Dazu wird im Folgenden eine solche Antenne gebaut und eingemessen. Sie basiert auf einem 3D-gedruckten Trägerelement namens „d1pole“, welches die Verbindung zwischen Einspeisung und Antennendraht erleichtert.



Bild 5.2.: d1pole-Antenne

Vorbereitungsaufgabe – keine –

Material	? m starrer Draht	1× SWR-Meter
1 m Koaxialkabel RG-174	1× Zollstock	1× QRP-Transmitter
1× Crimp-Stecker SMA	1× Lineal (mm-Maß)	
1× d1pole aus Kunststoff	1× Crimpzange	

Hinweise Innenleiter vorsichtig löten – Dielektrikum ist schnell eingeschmolzen!

Aufgaben

1. Befestigt den SMA-Stecker an einem Ende des Koaxialkabels nach der Montageanleitung in Anhang G – beachtet dabei exakt die angegebenen Maße zum Freilegen des Kabels für den Stecker. **Wichtig:** Maße Nr. 2 verwenden! Wenn nach dem Anlöten des Innenleiters das Dielektrikum übersteht, vorsichtig zurückschneiden bis es in die Steckerhülse passt.
2. Führt das Koax von der Spitze des T-förmigen Kunststoffträgers ein und wickelt bis zum Kreuzungspunkt des Trägers, sodass hier 2 cm bis 3 cm Kabel herausstehen. Welche Aufgabe hat dieses Konstrukt?
3. Um welches Band handelt es sich bei einer Frequenz von 145 MHz? Berechnet die Länge für je einen Schenkel eines Dipolstrahlers für diese Frequenz.
Band: $l \approx$
4. Schneidet zwei starre Drähte der berechneten Länge gerundet auf die nächst längeren 5 cm zu und steckt ihn durch die oberen Öffnungen am „T“. Ein Schenkel wird am Innenleiter und ein Schenkel am Schirm des Koaxialkabels festgelötet. Dazu muss das Ende etwas freigelegt werden.
5. Hängt die Antenne frei auf oder haltet sie und bestimmt mit einem Sendegerät (Betriebsart mit Träger wie CW, FM oder AM) das Stehwellenverhältnis mit Hilfe eines SWR-Meters.² Kürzt den Draht nun Stück für Stück um jeweils einige Millimeter bis sich der SWR dem Wert 1 annähert. Die Antenne ist nun abgestimmt.
6. Messt euren Dipol erneut. Welcher Unterschied ergibt sich zur berechneten Länge und warum?

²Anleitungen für zwei SWR-Meter sind in Anhang H zu finden.

Antenne für Sat-Empfang

Im 70 cm Band sind viele Satelliten mit Amateurfunk-Nutzlast zu finden. Diese senden meist mit linearer Polarisation. trifft eine linear polarisierte Welle auf eine linear polarisierte Antenne kann das Signal bei falscher Orientierung stark gedämpft werden. Da die Orientierung des Satelliten meist erstmal nicht bekannt ist und sich laufend ändern kann werden meist zirkular polarisierte Antennen eingesetzt. Diese weisen eine Dämpfung von 3dB gegenüber linear polarisierten Antennen auf, sind aber unabhängig von der Orientierung.

Im folgenden soll eine solche Zirkular polarisierte Antenne gebaut und vermessen werden. Die Vermessung wird mit einem LimeSDR als Vektor-Netzwerkanalysator(VNA) durchgeführt. Ein VNA besteht mindestens aus einem Sender, einem Empfänger und einem Richtkoppler. Die von der Antenne rücklaufende Welle wird in Betrag und Phase gemessen. Daraus kann nicht nur das SWR ermittelt, sondern auch die Fußpunktimpedanz der Antenne für verschiedene Frequenzen genau bestimmt werden. Mit diesen Informationen ist es möglich Anpassnetzwerke auszulegen. Zudem kann aus der Phase bestimmt werden, ob die Antenne elektrisch zu lang oder zu kurz ist.

Vorbereitungsaufgabe – keine –

Laptop mit installierter VNA Software für LimeSDR (zu finden unter ³).

Material	0,3 m M25 Elektroinstallationsrohr	<ul style="list-style-type: none">• Pluto/LimeSDR
2× 1m M3 Gewindestange	1× SMA Crimpstecker (RG-175)	<ul style="list-style-type: none">• Richtkoppler
12× M3 Muttern		<ul style="list-style-type: none">• NanoVNA
12× M3 Unterlegscheiben	<ul style="list-style-type: none">• Zollstock	<ul style="list-style-type: none">• Kalibrierset
1× Schraubsicherung / Superkleber	<ul style="list-style-type: none">• Lineal (mm-Maß)• Marker	<ul style="list-style-type: none">• RTL-SDR• 3,4 mm Bohrer
0,6 m Koaxialkabel RG-174	<ul style="list-style-type: none">• Crimpzange	<ul style="list-style-type: none">• Bohrmaschine
0,3 m Koaxialkabel RG-175	<ul style="list-style-type: none">• Seitenschneider	<ul style="list-style-type: none">• Werkzeugtasche

Hinweise Den Innenleiter des RG-174/175 vorsichtig löten – das Dielektrikum ist schnell eingeschmolzen.

Aufgaben Für den Bau dieser Antenne lassen wir uns in klassischer Amateurfunkmanier von anderen Funkamateuren (I6IBE) inspirieren, wobei einige Teile etwas vereinfacht wurden^{4,5}. Für alle Schritte ist es hilfreich sich zusätzlich mit den Abbildungen vertraut zu machen.

³<https://myriadrf.org/news/limesdr-made-simple-part-9-vna/> bzw. <https://github.com/myriadrf/pyLMS7002Soapy> mit detaillierter Doku unter `examples/doc`

⁴http://www.radioamatoripelni.it/i6ibe/turnstile/turnstile_5.jpg

⁵<https://iz7boj.wordpress.com/2018/12/02/double-turnstile-construction-for-satellites-receiving-in-435mhz-band/>

1. Von den Gewindestangen 4 Stücke mit einer Länge von jeweils 16,3 cm sowie 2 Stücke mit einer Länge von 34,5 cm mit dem Seitenschneider abschneiden.
2. In das Elektroinstallationsrohr etwa 1 cm vom oberen Ende die Löcher für die strahlenden Elemente bohren. Diese können alle auf der selben Höhe sein.
3. In einem Abstand von 13,8 cm davon Löcher für die Reflektoren bohren. Da die Reflektoren durchgehende Stangen sind müssen die Bohrungen leicht nach oben und unten versetzt werden (ein Reflektorarm um einen halben Gewindestangendurchmesser nach oben und der andere gleich viel nach unten). Dabei darauf achten dass die beiden „Kreuze“ (Strahler und Reflektoren) nicht zueinander verdreht sind.
4. Um die Koaxialkabel an den Dipolarmen später möglichst ohne Platzprobleme anlöten zu können wird nun noch ein Loch etwa 1 cm unterhalb der Dipolarme gebohrt (versetzt Richtung Reflektoren). Dieses wird dazu dienen eines der Koaxialkabel quasi von unten an die Anschlüsse heranzuführen um dann für das zweite genug Platz zu haben. Dazu ist es vorteilhaft das Loch einerseits „zwischen“ zwei der Löcher für die Strahler zu setzen und es andererseits im 45 Grad Winkel nach „oben“ zu bohren damit das Kabel dann gleich an die richtige Stelle zeigt.
5. Zur leichteren symmetrischen Montage der Kreuzdipolarme alle „kurzen“ Gewindestange etwa 1,2 cm vom Ende mit einem Marker markieren. Anschließend mit den Muttern, Unterlegscheiben und der Schraubsicherung am oberen Ende des Kunststoffrohrs in den gebohrten Löchern montieren so dass die Markierung jeweils außen an den Muttern noch sichtbar sind.
6. Bei den längeren Gewindestangen für die Reflektoren zentriert zwei Markierungen im Abstand von etwa 3,2 cm anbringen (Zentrierhilfe für die Montage). Dann mit Muttern, Unterlegscheiben und Schraubsicherung in den leicht versetzten Löchern über Kreuz montieren. Es ist dabei unerheblich ob sich die Gewindestangen in der Mitte berühren.
7. Das Koaxialkabel wie in Abbildung 5.3 dargestellt verlöten (aber noch nicht direkt an den Gewindestangen befestigen). Dabei wird die Länge jeweils immer bis zum Ende des Schirms gemessen, d.h. am Besten jeweils etwas längere Stücke abschneiden um dann nach dem abisolieren und zurückfalten des Mantels noch genug Kabellänge übrig zu haben. Die Länge des Kabels zum Empfänger ist (weitgehend) unkritisch.
8. Befestigt den SMA-Stecker am Ende des Koaxialkabels (in Abb. 5.3 mit „Zum Empfänger“ beschrieben) nach der Montage-Anleitung in Anhang G – beachtet dabei exakt die angegebenen Maße zum Freilegen des Kabels für den Stecker. **Wichtig:** Maße Nr. 2 verwenden! Wenn nach dem Anlöten des Innenleiters das Dielektrikum übersteht, vorsichtig zurückschneiden bis es in die Steckerhülse passt.
9. Nun werden noch die freien Koaxialkabelenden mit den Gewindestangen verbunden. Die Verbindungen sollen wie in Abbildung 5.3 dargestellt ausgeführt werden. Dabei das kürzere der beiden Koaxialkabel von unten durch das Loch einführen und das längere von oben. Um zu verhindern dass sich die Lötstellen zum 75 Ω Kabelteil bei dieser etwas friemeligen Arbeit wieder lösen kann es Sinn machen die Verbindung z.B. mit Gewebeband oder Kabelbindern mechanisch zu entlasten.
10. Abschließend wird der Koaxialkabelaufbau noch außen am Kunststoffrohr fixiert und das Ende das zum Empfänger geht mechanisch entlastet.

5. Elektromagnetische Felder bestellen und ernten

11. Analog zum Praxisteil im Kapitel ?? (Seite 90) soll die Antenne nun vermessen werden um zu kontrollieren ob die Antenne an der gewünschten Frequenz resonant ist (und falls nötig nachzubessern in dem beispielsweise die Strahler mit dem Seitenschneider etwas verkürzt werden).
12. (optional) Mit Tools wie zum Beispiel `gpredict`⁶ nach einem Überflug eines Amateurfunksatelliten o.ä. suchen und versuchen diesen mit einem SDR zu empfangen.

⁶<http://gpredict.oz9aec.net/>

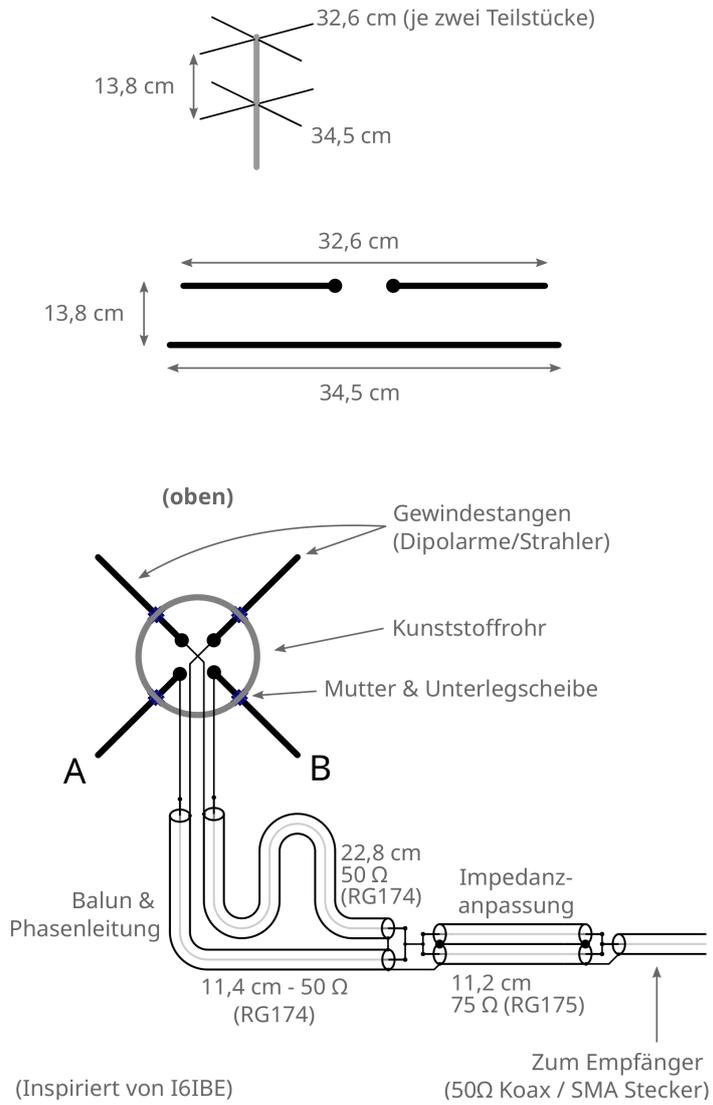


Bild 5.3.: Schematische Übersicht Aufbau

5. Elektromagnetische Felder bestellen und ernten

6. Betriebsarten, Ausland, Amateurfunkstellen



[14]

(Digitale) Betriebsarten [E16, BV12]

- 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.

- 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.

- 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.

- 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.

- 5 **TE301** Welche HF-Bandbreite beansprucht ein 1200-Baud-Packet-Radio-AFSK-Signal?

A: 25 kHz B: 12 kHz C: ca. 6,6 kHz D: ca. 3 kHz

6. Betriebsarten, Ausland, Amateurfunkstellen

- 6 **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
- 7 **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.
- 8 **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
- 9 **TE312** Wie heißt die Übertragungsart mit einem Übertragungskanal, bei der durch Umschaltung abwechselnd in beide Richtungen gesendet werden kann?
- A: Simplex B: Duplex C: Halbduplex D: Vollduplex
- 10 **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.
- 11 **TE311** Welches der folgenden digitalen Übertragungsverfahren hat die geringste Bandbreite?
- A: RTTY B: Pactor C: PSK31 D: Packet Radio
- 12 **TE301** Welche Sendarten 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
- 13 **TE312** Wie wird ein SSTV-Signal beurteilt? Es wird beurteilt mit ...
- 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

Rufzeichen, Landeskenner [BV06]

Das Kapitel „Rufzeichen – Landeskenner“ behandelt den Aufbau von Calls sowie einige ausgewählte ITU-Präfixe. Im Folgenden sind solche als Lernvorlagen zusammengetragen, die hilfreich bzw. **sehr relevant** zur Lösung der Prüfungsfragen sind.

Europäische ITU-Präfixe incl. UN

Kenner	Land	Eselsbrücke
DL (DA...DR)	Deutschland	
EA (EB, EC, ED)	Spanien	E spaña
EI	Irland	E ire
ES	Estland	
F (FA...FE)	Frankreich	
HB, HB9	Schweiz	H ohe B erge (H elvetia)
HBØ	Liechtenstein	
LA (LB)	Norwegen	L achse
LX	Luxemburg	L uxemburg
LZ	Bulgarien	
OH	Finnland	
ON	Belgien	
OZ	Dänemark	
PA (PB, PD, PE, PI)	Niederlande	P ays-Bas
SP	Polen	S chönes/ S oz. P olen
S5	Slowenien	
YL	Lettland	Y oung L atvian
YO	Rumänien	
3A	Monaco	
4U	Vereinte Nationen	F or Y ou
9A	Kroatien	
9H	Malta	

Außereuropäische ITU-Präfixe

Kenner	Land	Eselsbrücke
3V	Tunesien	
CE	Chile	ChilE
SU	Ägypten	Sueskanal
HC	Ecuador	
HK	Kolumbien	
K, W, N, A	USA	Keiner Will Nach Amerika
LU	Argentinien	Links Unten
OA	Peru	Ost-Anden
PY	Brasilien	Piranha
VE	Kanada	Viele Elche
YV	Venezuela	
BY	China	Buy Yuan
JA, JE...JS	Japan	
ZL	Neuseeland	Zealand

Hinweise Es handelt sich um ein Lernkapitel bzw. ein Kapitel dessen Wissen sich erst im Laufe der Funkpraxis nach der Prüfung festigt. Für Ausschlussverfahren bei den Prüfungsfragen gibt es mehrere Ansätze bei denen man mehr oder weniger Präfixe auswendig lernen muss. In unserer Zusammenfassung solltet ihr die 26 fettgedruckten auf jeden Fall wissen und mit allen weiteren in der Tabelle schafft ihr euch zusätzliche Sicherheiten falls euch mal in der Prüfungssituation ein Präfix nicht einfällt. Wie bei den Q Codes gilt: Baut euch eigene Eselsbrücken!

Nachbereitungsaufgabe – *fakultativ* – Die Aufgaben zu Rufzeichen und Landeskenner durcharbeiten: Prüfungsfragen “Betriebliche Kenntnisse” Kapitel 2.4 “Rufzeichen, Landeskenner” mit “Deutsche Rufzeichen” (BD101–BD115), “Europäische Landeskenner” (BD201–BD210) und “Internationale Landeskenner” (BD301–BD309).

Amateurfunkstellen [BV08]

Deutsche Präfix-Unterteilung Bei der Betrachtung von Amateurfunkstellen geht es primär um die rechtlichen Definitionen, die im Rahmen des Kurses erläutert werden und sich durch das Üben der Prüfungsfragen einprägen. Es gibt jedoch eine handvoll deutscher Präfixe, die gelernt werden müssen. Im Folgenden nur die Lernvorlage der **prüfungsrelevanten Präfixe – die Liste ist damit nicht vollständig!**. Die vollständige Liste findet ihr in den Folien sowie im Buch.

DN1–8 Ausbildungsrufzeichen

DBØ Relaisfunkstellen und Funkbaken
(bei > 30 MHz max. 15 Watt ERP!)

DPØ–2 Exterritoriale Gebiete

DA4–5 Besondere experimentelle und technisch-wissenschaftliche Studien nach § 16 Abs. 2 der AFuV

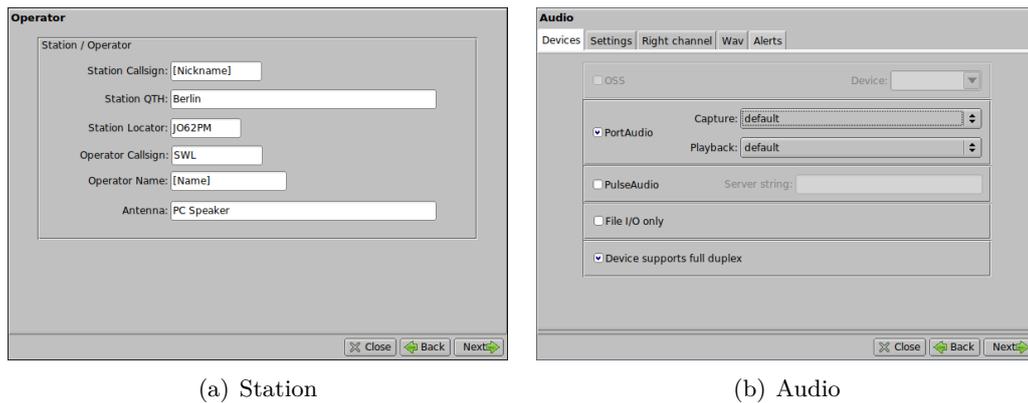
DAØ, DFØ, DKØ, DLØ Clubstationen Klasse A, DAØ nur als Kurzzeituteilung!

Bakenfrequenzen

- 14099 – 14101 kHz (20 m)
- 18109 – 18111 kHz (17 m)
- 21149 – 21151 kHz (15 m)
- 24929 – 24931 kHz (12 m)
- 28190 – 28225 kHz (10 m)

Hinweise

- Lernvorlage der DL-Präfixe und Definitionen von Amateurfunkstellen aus den Aufgaben der BNetzA bei Prüfungsvorbereitung einprägen
- Bakenfrequenzen nicht unbedingt auswendig lernen – erkennen reicht



(a) Station

(b) Audio

Bild 6.2.: Grundlegendes Fldigi-Setup

Aufgaben

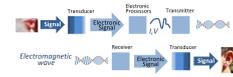
1. Setzt euch um einen großen Tisch im Kreis und schickt euch via **SSTV** (z.B. mit **qsstv**) Bilder zu. Es sollte nach Absprache stets nur eine Person senden und alle anderen empfangen. Regelt dabei nach Bedarf sowohl den Sende- als auch den Empfangspegel.
2. Richtet in **Fldigi** die Stationsparameter sowie die Audioschnittstelle ein (vgl. Abbildung 6.2 – kann je nach System abweichen).
3. Testet nach Absprache verschiedene **digitale Modulationsarten**: CW, RTTY, PSK31, ... Auch hier sollte zu Beginn immer nur eine Person senden und alle anderen empfangen.
4. Versucht das gesamte Audiospektrum zum **Multiplexing** paralleler Aussendungen zu nutzen.
5. Welche Modulationen sind besonders robust? Was passiert mit steigender Baudrate?



Bild 6.3.: „NF-Antenne“

Eine Anmerkung zum Schluss Für besonders Motivierete hier noch ein Basteltipp: Baut euch eine Art von Mikrophon/Lautsprecher-Kombination als freistehendes Gestell (Abbildung 6.3) oder auch eingelassen in einen Schuhkarton für eure akustischen Digimode-Experimente.

6. Betriebsarten, Ausland, Amateurfunkstellen



[16]

7. Kurzwellenbetrieb

Sender- und Empfängertechnik [E15]

Oszillator

- 1 **TD601** Was verstehen Sie unter einem Oszillator?
 - 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.

- 2 **TD602** Was ist ein LC-Oszillator? Es ist ein Schwingungserzeuger, 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.

- 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.

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.

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

7. Kurzwellenbetrieb

- 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

- 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.
- 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
- 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.

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
- 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

Betriebsarten, Sendearten, Frequenzen [BV09]

Die Bandgrenzen des Amateurfunks sowie die Klassifizierung geläufiger Sendearten sind wesentlicher Bestandteil dieses Kapitels. Das entsprechend notwendige Lernwissen ist nachfolgend zusammengetragen. In den Büchern des Amateurfunk-Lehrgangs alter Auflagen ist der Stoff übrigens im Kapitel „IARU-Bandpläne“ zu finden.

Spektrumszuteilung

- *Internationaler Frequenzbereichszuweisungsplan* in Radio Regulations (VO Funk): Frequenzbereichszuweisungen der ITU für alle Funkdienste der Erde (vgl. BV05)
- Nationale Regelungen für DL in „Anlage 1 der Amateurfunkverordnung“ (AFuV)
 - zulässige/ausgewiesene Frequenzbereiche, jeweils mit Nutzungsbedingungen (Bandbreite, max. Leistung, primär/sekundär zugewiesen)
 - Wird durch Mitteilungen¹ der BNetzA ergänzt²
- IARU-Bandpläne³: Zusatzempfehlungen zur Aufteilung innerhalb der Bänder
- Oberhalb des Kurzwellenbereichs gibt es vermehrt nationale Regelungen, deshalb auch die Bandpläne des DARC⁴ beachten.

Bandgrenzen, Bandbreiten, Sendeleistungen, Zeugnis-klassen Die folgende Tabelle versucht den aktuellen Stand⁵ der Frequenzbereichszuweisungen für den Amateurfunk in Deutschland abzubilden. Über 10,5 GHz existieren weitere Amateurfunkbänder, die aber für die Prüfung keine und den Amateurfunkalltag (noch) kaum Bedeutung haben. Für Amateurfunkdienst über Satelliten, automatisch arbeitende Amateurfunkstellen und Contests gelten weitere Einschränkungen, die hier den Rahmen sprengen würden.

¹https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/SpezielleAnwendungen/Amateurfunk/amateurfunk_node.html unter „Verfügungen und Mitteilungen“

²Ein paar Prüfungsfragen sind durch Änderungen an den Frequenzzuweisungen falsch geworden. Diese stehen in der „Liste der nicht mehr prüfungsrelevanten Fragen“: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/Amateurfunk/Fragenkatalog/Liste_der_nicht_mehr_relevanten_Fragen.pdf?__blob=publicationFile&v=1

³<https://www.iaru-r1.org/on-the-air/band-plans/>

⁴<https://www.darc.de/der-club/referate/vus/bandplaene/>

⁵zuletzt aktualisiert am 04.02.2020

Band	Band-anfang	Band-ende	Status	Leistung A ⁶	Leistung E ⁷	Max. BW	Bem.
2,2 km	135,7 kHz	137,8 kHz	S	1 W ERP	—	0,8 kHz	8
630 m	472 kHz	479 kHz	S	1 W ERP	—	0,8 kHz	9
160 m	1,81 MHz	1,85 MHz	P	750 W PEP	100 W PEP	2,7 kHz	10
	1,85 MHz	1,89 MHz	S	75 W PEP	75 W PEP	2,7 kHz	
	1,89 MHz	2,00 MHz	S	10 W PEP	10 W PEP	2,7 kHz	
80 m	3,5 MHz	3,8 MHz	P	750 W PEP	100 W PEP	2,7 kHz	11
60 m	5,3515 MHz	5,3665 MHz	S	15 W EIRP	—	2,7 kHz	12
40 m	7,0 MHz	7,2 MHz	P	750 W PEP	—	2,7 kHz	13
30 m	10,10 MHz	10,15 MHz	S	150 W PEP	—	0,8 kHz	14
20 m	14,00 MHz	14,35 MHz	P	750 W PEP	—	2,7 kHz	
17 m	18,068 MHz	18,168 MHz	P	750 W PEP	—	2,7 kHz	
15 m	21,00 MHz	21,45 MHz	P	750 W PEP	100 W PEP	2,7 kHz	
12 m	24,89 MHz	24,99 MHz	P	750 W PEP	—	2,7 kHz	
10 m	28,0 MHz	29,7 MHz	P	750 W PEP	100 W PEP	7 kHz	
6 m	50,08 MHz	51,00 MHz	S	25 W ERP	—		15,16
4 m	70,15 MHz	70,20 MHz		25 W ERP	—	12 kHz	17,18
2 m	144 MHz	146 MHz	P	750 W PEP	75 W PEP	40 kHz	
70 cm	430 MHz	440 MHz	P	750 W PEP	75 W PEP	2 MHz	19
23 cm	1240 MHz	1300 MHz	S	750 W PEP	—	2 MHz	20
13 cm	2320 MHz	2450 MHz	S	75 W PEP	5 W PEP	10 MHz	21,22
9 cm	3,4 GHz	3,475 GHz	S	75 W PEP	—	10 MHz	23
6 cm	5,65 GHz	5,85 GHz	S	75 W PEP	—	10 MHz	24
3 cm	10 GHz	10,5 GHz	S	75 W PEP	5 W PEP	10 MHz	25

⁶Maximal zulässige Leistung für Lizenzklasse A

⁷Maximal zulässige Leistung für Lizenzklasse E. — bedeutet, dass der Sendebetrieb verboten ist.

⁸siehe AFuV

⁹Mitt. Nr. 386/2012

¹⁰Mitt. Nr. 535/2019

¹¹Mitt. Nr. 535/2019

¹²Mitt. Nr. 1699/2016

¹³Mitt. Nr. 621/2009

¹⁴siehe AFuV

¹⁵Die Nutzung ist auf feste Amateurfunkstellen beschränkt. Die Betriebsorte müssen bei der Bundesnetzagentur angezeigt werden.

¹⁶Mitt. Nr. 287 / 2019 ist am 31.12.19 ausgelaufen

¹⁷bis 31.12.2020, siehe Mitt.

¹⁸Mitt. Nr. 8/2020

¹⁹AM-TV: Max. BW 7 MHz

²⁰1247-1263 MHz: Max. 5 W EIRP, AM-TV/D-TV: Max. BW 7 MHz, FM-TV: Max. BW 18 MHz

²¹TV: Max. BW 20 MHz

²²Mitt. Nr. 695/2017

²³TV: Max. BW 20 MHz

²⁴TV: Max. BW 20 MHz

²⁵TV: Max. BW 20 MHz

Sendearten Vollständig werden Aussendungen im Format BBBB MSI DX klassifiziert, davon ist jedoch im Amateurfunk allein der Teil MSI wichtig. In der Prüfung müssen folgende Arten richtig zugeordnet werden:

- A1A: Morsetelegrafie, ohne Hilfsträger
- A2A: Morsetelegrafie, mit Hilfsträger
- F3E: FM Sprache
- J3E: SSB Sprache
- J2B: RTTY und PACTOR
- C3F: Restseitenband, analog, Fernsehen

Betriebsbedingungen

- CW- und SSB-Bereiche der IARU-Bandpläne für 80m, 20m, 15m
- Besonderheit: 30m-Band nur 800 Hz Bandbreite → kein SSB
- Besonderheit: Auf 80m ist CW-Bereich im Sommer tagsüber auch für andere Betriebsarten frei, da CW-DX nur während Dunkelheit möglich ist
- SSB: unter 10 MHz LSB, über 10 MHz USB
- Anruf 2m-Phonie:
 - SSB: 144,250 MHz
 - FM: 145,450 MHz
 - SSB international: 144,300 MHz
- Satellitenfunk: 145,800–146,000 MHz (2m), 435,000–438,000 MHz (70cm)
- Sekundärfunkdienst hat im Störfall gegenüber einem Primärfunkdienst eingeschränkte Nutzungsrechte
- ISM: Industrielle, wissenschaftliche, medizinische, häusliche o.ä. Anwendungen
- Außerhalb des Afu nur Geräte mit Konformitätsbewertung oder Zulassung erlaubt

Hinweise Zu den Bandgrenzen gibt es jeweils eine Aufgabe im Prüfungskatalog. Wer Probleme mit dem Auswendig-Lernen hat, sollte das Einprägen an das Ende der Lernphase stellen. Aber wie immer: Don't Panic! Die Tabelle erschließt sich beim Üben der Prüfungsfragen bzw. oft aus der „Faustformel“ $\lambda[m] = \frac{300}{f[MHz]}$ bzw. $f[MHz] = \frac{300}{\lambda[m]}$.

Modulationsarten:

- A Amplitudenmodulation
- J SSB (AM, Seitenband mit unterdrücktem Träger)
- F Winkelmodulation, Frequenzmodulation

Signalarten:

- 1 Einkanaliges quantisiertes Signal ohne Hilfsträger
- 2 Einkanaliges quantisiertes Signal mit Hilfsträger
- 3 Einkanaliges Analogsignal

Informationsarten:

- A Morsetelegrafie
- B Telegrafie für maschinellen Empfang (Teletype)
- C Fax
- D Daten, Telemetrie, Fernsteuerung
- E Telefonie, Rundfunk
- F Fernsehsignal

Satellitenempfang – Einführung und Demonstration

Dieser Praxisteil ist der Auftakt für die kursbegleitenden Miniprojekte des zweiten Kursabschnittes. Je nachdem wann und wo ihr den Kurs belegt, kann dieser Praxisteil stark variieren, da Satelliten nicht immer und überall zu erreichen sind und das verfügbare Equipment sehr individuell sein kann. Von den Kursbetreuenden begleitet, ist es an dieser Stelle relevant sich mit der Thematik etwas vertraut zu machen und Teile der Betriebstechnik praktisch zu wiederholen: Was sind Orbits, typische Satellitenbänder sowie ihre Bereiche innerhalb der Bänder und warum erfahren diese einen besonderen Schutz vor anderen Aussendungen? Mit welchem Equipment kann ich welche Satelliten empfangen oder gar aktiv benutzen? Schließlich gilt es den Empfang gemeinsam praktisch auszuprobieren. Typische Satelliten mit Amateurfunknutzlasten, die verhältnismäßig leicht zu empfangen sind:



Bild 7.1.: SSTV-Empfang ISS

- International Space Station (ISS)²⁶
- AMSAT OSCAR 51 (AO-51)
- TU Berlin Satellite (TUBSAT)²⁷ wie S-Net, SALSAT, TechnoSat, TUBIN etc.

Nicht dem Amateurfunk zugehörig, aber ebenfalls ohne große Hürden empfangbar, sind auch Wettersatelliten wie beispielsweise die Satellitenflotte der National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Im weiteren Verlauf dieses Kurses wird je eine Empfangsstation für den geostationären Qatar-OSCAR 100 (QO-100) – auch bekannt als AMSAT P4-A oder Es’hail-2 – sowie die umlaufenden TUBiX10-Satelliten (S-Net, SALSAT) der TU Berlin Schritt für Schritt entwickelt und abschließend zum Einsatz gebracht. Diese Satellitensysteme sind nach entsprechender Vorbereitung mit einfachen sowie kostengünstigen Mitteln sicher zu empfangen und daher besonders für den Selbstbau geeignet.

Vorbereitungsaufgabe – keine –

Material	1× Antenne	opt. Laptop, Smartphone,
1× Funkgerät, z.B. SDR	1× Kabel	Stativ ...

Hinweise – keine –

Aufgaben – keine –

²⁶Ggf. zudem sichtbar; aktuellen Status beachten: <https://ariss.org/> und <http://ariss-eu.org/>

²⁷Ggf. unregelmäßige Aussendungen, daher zuvor Absprache mit der TU Berlin empfohlen

Satellitenempfang – LEO UHF

Es ist nun an der Zeit alle Puzzleteile der bisher durchgeführten Kleinprojekte zusammenzufügen. Die selbstgebaute Turnstile-Antenne ist aufgrund ihrer Charakteristik in der Lage Signale von Amateurfunksatelliten zu empfangen. Da diese Signale sehr schwach und unter Umständen mit einigen Störungen beaufschlagt sind, werden diese sowohl gefiltert als auch verstärkt und anschließend dem SDR zugeführt. Die jeweils zugrunde liegende Hochfrequenz- und Schaltungstechnik, um den Übertragungsweg vom Satelliten zum SDR über die Antenne und den Bias-Tee-versorgten Low Noise Amplifier (LNA) zu verstehen, wurde im Laufe des Kurses vermittelt. Auch der Weg vom analogen Signal hin zum Software-Demodulator und -Decoder sollten nun grundlegend klar sein. Falls noch in einigen Punkten Verständnisprobleme auftreten, gibt es wie üblich keinen Grund zur Panik – der folgende Versuch fasst das meiste des bis hierhin vermittelten Wissens zusammen und bringt es zur Anwendung.



Bild 7.2.: BEEGND-1

Vorbereitungsaufgabe – *obligatorisch* – Im Kurs gebaute Komponenten mitbringen.

Material	1× Filter-Amp	opt. Antennen-Halterung
1× RTL-SDR	1× SMA-Kabel/Adapter	
1× Turnstile-Antenne	1× Laptop	

Hinweise – *keine* –

Aufgaben

1. Skizziert ein Blockschaltbild für den Aufbau eures Empfängers.

2. Wann sind die nächsten Überflugzeiten eines Amateurfunksatelliten mit hoher Elevation und starker Aussendung im UHF-Band wie beispielsweise SALSAT, S-Net, TechnoSat und TUBIN? Notiert dazu die Acquisition Of Signal/Satellite (AOS), die Time of Closest Approach (TCA) und den Loss Of Signal/Satellite (LOS). In welchem Bereich bewegt sich das Azimut (Az) was ist die maximale Elevation (El)? Seht euch den oder die ausgewählten Überflüge an und entscheidet euch für einen sinnvollen Standort eurer Empfangsstation.

	Beispiel	Pass 1	Pass 2	Pass 3
AOS/Az (UTC/°)	1643/014°			
TCA/Az/El (UTC/°/°)	1649/082°/85°			
LOS/Az (UTC/°)	1655/194°			

3. Verwendet einen Software-Empfänger wie Gqrx um das Signal zu verarbeiten. Dabei ist zu beachten den Bias-Tee des RTL-SDRs zu aktivieren! Zeichnet sowohl die IQ-Daten als auch den typischerweise frequenz-demodulierten Audio-Strom auf. Die Frequenznachführung könnt ihr entweder einfach per Hand machen oder euch ein Tool wie Gpredict zu Hilfe nehmen, welches etwas mehr Vorbereitungszeit zur Konfiguration erfordert.
4. Versucht nun die aufgezeichneten Daten zu decodieren. Welchen Decoder ihr verwendet, ist stark vom empfangenen Satelliten abhängig. Entweder ihr verwendet `gr-satellites` – eine Sammlung von GNU-Radio-Blöcken für viele Amateur-funksatelliten (empfohlen) – oder es gibt eine für das Projekt direkt angebotene Software.

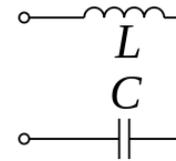


Eine Anmerkung zum Schluss Für besonders Motivierte der letzte Basteltipp des AfuTUB-Kurses: Ihr habt nun – mehr oder weniger zufällig – alle wesentlichen Voraussetzungen erfüllt um eine Bodenstation aufbauen zu können, wie wir sie auch für unsere Berlin Experimental and Educational Ground Station (BEEGND) verwenden. Mit Hilfe eines Einplatinencomputers wie dem Raspberry Pi und einem wetterfesten Gehäuse wäre es sogar möglich diese an einem abgesetzten Standort fest zu installieren. Ein Beispiel für eine einfache am Schornstein befestigte Bodenstation zeigt die Abbildung 7.2. Schaut euch dazu in der SatNOGS-Dokumentation²⁸ an wie solch eine „omnidirectional“-Station konfiguriert wird.

²⁸<https://wiki.satnogs.org/>

7. Kurzwellenbetrieb

8. Backoffice und Simulation



[17]

Q-Schlüssel [BV03]

„Durch die Verwendung von Betriebsabkürzungen und Q-Gruppen wird der Betriebsablauf vereinfacht und der übertragende Informationsgehalt pro Zeiteinheit optimiert.“¹

Prüfungsrelevante Q Codes

Q	Bedeutung	Q?	Bedeutung	Eselsbrücke
QRA	Name der Station	QRA?	Wie ist der Name der Station?	A nrede
QRG	Frequenz	QRG?	Wie ist die Frequenz?	G enaue Frequenz
QRK	Lesbarkeit der Zeichen in RST-Stufen 1...5	QRK?	Wie hören Sie mich?	Q uark
QRL	Operator beschäftigt	QRL?	Sind Sie beschäftigt?	R eal-Life
QRM	Gestört in Stufen 1...5	QRM?	Werden Sie gestört?	R eceive M ist
QRN	Atmosphärische Störung in Stufen 1...5	QRN?	Haben Sie atmosphärische Störungen?	N oise / N atural
QRP	Sendeleistung verringern	QRP?	Soll ich die Sendeleistung verringern?	R educe P ower
QRO	Sendeleistung erhöhen	QRO?	Soll ich die Sendeleistung erhöhen?	O ben, Gegent. Q RP
QRX	Ich rufe Sie wieder um ...Uhr	QRX?	Wann rufen Sie mich wieder?	Zeit X
QRT	Übermittlung einstellen	QRT?	Soll ich die Übermittlung einstellen?	T erminate
QRV	Ich bin bereit	QRV?	Sind Sie bereit?	V erkehrsbereit
QRZ	Sie werden von .../ auf ...gerufen	QRZ?	Von wem werde ich gerufen?	Z eichen
QSB	Signalstärke schwankt (Fading)	QSB?	Schwankt die Signalstärke?	S ignal B alance
QSL	Empfangsbestätigung	QSL?	Können Sie mir eine Empfangsbestätigung geben?	
QTH	Standort	QTH?	Wie ist Ihr Standort?	H ome
QSY	Frequenzwechsel auf ...	QSY?	Soll ich zum Senden auf eine andere Frequenz gehen?	S hift Frequency
QSO	Funk-Verbindung / Gespräch			

¹Frage BB101

8. Backoffice und Simulation

Hinweise Es handelt sich um ein Lernkapitel bzw. ein Kapitel dessen Wissen sich erst im Laufe der Funkpraxis nach der Prüfung festigt. Die Tabelle sind nur Anregungen – seid kreativ und baut euch eigene Eselsbrücken!

RST-System, UTC, Logbuch, QSL-Karte [BV13]

Readability, Strength, Tone (RST)

- Bei CW: RST (max. 599) → siehe Tabelle, **R 3–5** merken!
- Bei Phonie: nur RS (max. 59), über Relais nur R (max. 5)
- Bei Aurora: RSA (z.B. 59A)
- Bei Video: RSV (V = Videoqualität, z.B. 599)
- S-Stufe == 6 dB == doppelte Spannung == vierfache Leistung
- S9 == 50 µV bei Kurzwelle, S9 == 5 µV bei UKW

	Readability	Strength	Tone
1	nicht lesbar	-48dB	äußerst roh
2	zeitweise lesbar	-42dB	sehr roh
3	mit Schwierigkeiten lesbar	-36dB	roh
4	ohne Schwierigkeiten lesbar	-30dB	leicht roh
5	einwandfrei lesbar	-24dB	musikalisch
6		-18dB	moduliert
7		-12dB	instabil
8		-6dB	etwas Brumm
9		0dB	rein
9+x		+xdB über S9	

Logging

- Uhrzeiten im Log und auf QSL-Karten immer in UTC
 - Normalzeit: UTC = MEZ - 1h
 - Sommerzeit: UTC = MESZ - 2h
- SA(S)E: Self Addressed (Stamped) Envelope
- IRC: International Reply Coupon
- Logbuchführung ist zunächst freiwillig, kann aber von BNetzA angeordnet werden

Hinweis Zeitzoneurechnung Zum Merken der Umrechnungsrichtung MEZ → UTC hilft es, sich die Rotationsrichtung der Erde anzusehen: Die Sonne wandert am Himmel nach Osten. Wenn in Mitteleuropa Sonnenaufgang ist, dann ist es am Nullmeridian in England noch dunkel. Es ist dort also eine Stunde *früher* als hier. Von der mitteleuropäischen Normalzeit wird also eine Stunde *abgezogen*. Für die Sommerzeit wird dann gegebenenfalls noch eine weitere Stunde abgezogen – „Spring forward, Fall back“.

Software Defined Radio (SDR) – Einführung

Der Begriff SDR ist seit einigen Jahren ein gern verwendetes Buzzword um moderne Transceiver-Konzepte zu vermarkten. Doch je nachdem welche Teile der Signalverarbeitung in Software umgesetzt wurden, unterscheiden sich die Konzepte wesentlich voneinander. Was steckt hinter einem „Software-Radio“ und wie kann man einen einfachen sowie kostengünstigen Einstieg finden? Darum dreht sich dieser Praxisteil, der die Verständnisgrundlage für die nachfolgenden Teile bildet sowie im Rahmen der Klasse A noch einmal intensiver betrachtet wird.

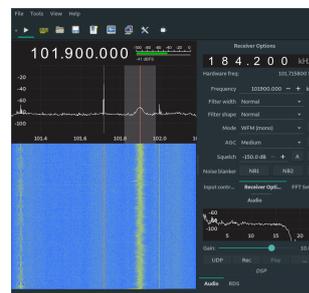


Bild 8.1.: Gqrx

Vorbereitungsaufgabe – *obligatorisch* – Installation von **Gqrx** (Linux/Mac/Windows)² oder optional mit selbst mitgebrachtem USB-OTG-Adapter **RFAnalyzer** (Android)³ auf dem eigenen Laptop oder Smartphone. Bei vielen Betriebssystemen ist Gqrx bereits als Paket vorhanden und einfach zu installieren wie beispielsweise `gqrx-sdr` für Debian/Ubuntu. Weiterhin braucht ihr das Paket `librtlsdr`, welches die Software-Bibliothek zur Verwendung des RTL-SDR-Dongles ist. Gern könnt ihr auch andere SDR-Hardware verwenden – bitte sorgt vor dem Kurs dafür, dass sie unter Gqrx läuft.

Material	1× RTL-SDR	opt. USB-OTG-Adapter
	1× Laptop/Smartphone	1× Antennen RTLSDR

Hinweise Im Direct Sampling Mode des RTL-SDRs sind die Eingänge nicht Großsignalfest mit schlechtem ESD-Schutz! Nutzt das Datenblatt des Dongles in Anlage I.

Aufgaben UKW

1. Erkennt und demoduliert die vom Afu-TRX ausgesendeten Signale im Spektrum.
2. Findet die „Fuchssender“ im ISM-Spektrum (UHF). Was übertragen sie?
3. Recherchiert „APRS“ und versucht es mit eurem VHF-Dipol zu empfangen.

Zusatz Kurzweile Sucht euch einen Kurzwellenrundfunksender heraus, der um die aktuelle Zeit gut in Mitteleuropa zu empfangen ist. Untersucht alternativ einige Rundfunk- oder Amateurfunkbänder und findet Sender im Spektrum. Demoduliert die gefundenen Sender im Direct Sampling Mode mit `rtl=0,direct_samp=2`. Welche Modulation verwenden diese? Beachtet, dass aufgrund der fehlenden Tiefpassfilterung starke Spiegel-frequenzen, Intermodulationen sowie Aliasing beim Direct Sampling auftreten können. Auszug aus den RTL-Treiber-Optionen:

```
direct_samp=0|1|2
Enable direct sampling mode on the RTL chip.
0: Disable, 1: use I channel, 2: use Q channel
```

²<http://gqrx.dk/>

³https://f-droid.org/packages/com.mantz_it.rfanalyzer/

Software Defined Radio (SDR) – WebRX

Dieser Praxisteil bringt das frisch erschlossene technische Verständnis für SDR mit der Kurzwellenbetriebstechnik zusammen. Ihr wisst inzwischen wie ein SDR funktioniert, kennt die HF-Bandpläne⁴ und die geläufigsten Betriebsarten. Klickt euch in einem WebRX⁵ eurer Wahl durch die Spektren!

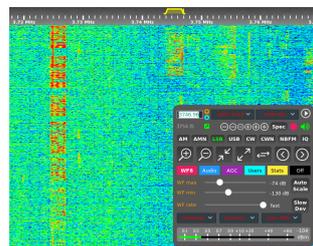


Bild 8.2.: OpenWebRX

Vorbereitungsaufgabe – *obligatorisch* – Laptop und optional Kopfhörer mitbringen. Alternativ genügt ein Smartphone, was den Bedienkomfort jedoch stark einschränkt.

Material 1× Laptop/Smartphone opt. Kopfhörer

Hinweise SSB-Demodulation bis 10 MHz mit LSB und darüber mit USB.

Aufgaben

1. Durch welche Technik wird das HF-Signal in das Basisband umgesetzt wo es digitalisiert und demoduliert werden kann?
2. Sucht euch einen OpenWebRX für Kurzwelle in Mitteleuropa und schaut euch die Oberfläche an. Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede gibt es gegenüber einem klassischen Funkgerät und welche Modulationsarten können empfangen werden?
3. Welche Amateurfunk-Bänder sind zurzeit offen und welche nicht?
4. Testet einen Empfänger auf einem anderen Kontinent. Welche Bänder sind dort offen?
5. Sucht eine Prognoseseite der Ausbreitungsbedingungen und schaut, ob sich die Ergebnisse der vorherigen beiden Aufgaben bestätigen.
6. Hört in eine SSB-Kommunikation rein. Welche Informationen werden immer mindestens miteinander ausgetauscht?
7. Zusatz: Recherchiert, ob ihr die QRGs für CW, SSTV oder einen anderen „Digimode“ findet und versucht diesen zu decodieren.

⁴<https://www.darc.de/der-club/referate/hf/#c205918>

⁵<https://www.receiverbook.de/>, <https://ve3sun.com/KiwiSDR/>, <http://kiwisdr.com/public/> oder andere

Nachbereitungsaufgabe – *fakultativ* – Kurzwellenhören: Um ein Gefühl für die Kurzwelle zu bekommen, empfehlen wir euch so genannten ShortWave Listener (SWL) zum Hören zu Hause einen Online-WebRX oder einen Weltempfänger wer es klassisch mag. Es dient als wertvolle Ergänzung zur Funkpraxis und dem Angebot in der Clubstation gemeinsam mit einem lizenzierten Operator Erfahrungen sammeln. Beim selbstständigen Reinhören zu Hause sollte man vorher im High Frequency (HF)-Bandplan der IARU Region 1 nachschlagen und sich für den Anfang die Single Side Band (SSB)-Bereiche („alle Sendearten“) herausuchen.

9. Antennen (Vertiefung)



[13]

Antennentechnik [E11]

Dipol

- 1 **TH206** Ein Halbwellendipol wird auf der Grundfrequenz in der Mitte...
 - A spannungsgespeist.
 - B stromgespeist.
 - C endgespeist.
 - D parallel gespeist.
- 2 **TH204** Die Impedanz in der Mitte eines Halbwellendipols beträgt je nach Aufbauhöhe ungefähr ...
 - A 60 bis 120 Ω .
 - B 120 bis 240 Ω .
 - C 40 bis 80 Ω .
 - D 240 bis 600 Ω .

EIRP und ERP

- 3 Was bedeutet der Ausdruck ERP.
- 4 Wie lässt sich die P_{ERP} und P_{EIRP} berechnen?
- 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: 6,0 W B: 7,8 W C: 9,8 W D: 12,7 W
- 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: 6,1 W B: 10,0 W C: 16,4 W D: 32,8 W

9. Antennen (Vertiefung)

Bauformen

- 7 Ordne den Abbildungen der Schleifenantennen (9.1) folgende Bauformen zu: Dreiecksschleife (Delta Loop), Faltdipol, Quadratische Schleife (Quad Loop)

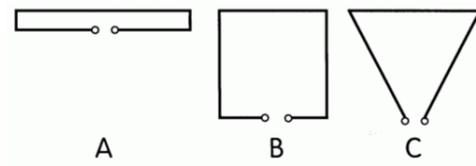


Bild 9.1.: Bauformen von Schleifenantennen

- 8 Ordne der Abbildungen mit UKW-Vertikalantennen (9.2) folgende Bauformen zu: Groundplane-Antenne, Sperrtopf-Antenne, Viertelwellenstab, $\lambda/2$ -Antenne, $5/8 - \lambda$ -Antenne

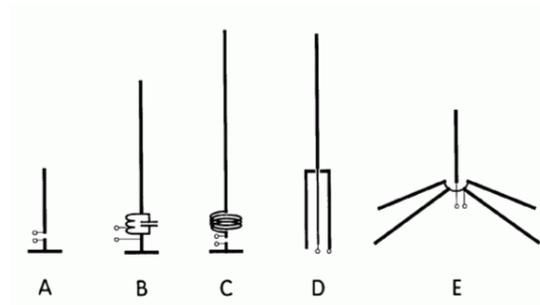


Bild 9.2.: Bauformen von UKW-Vertikalantennen

- 9 Ordne den Abbildungen 9.3 folgende Bauformen zu: horizontal polarisierte Yagi-Antenne, zirkular polarisierte X-Yagi-Antenne, Kreuz-Yagi-Antenne, vertikal polarisierte Yagi-Antenne.

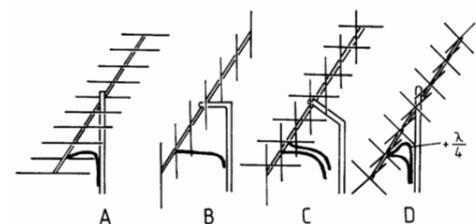


Bild 9.3.: Bauformen von Yagi-Antennen

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

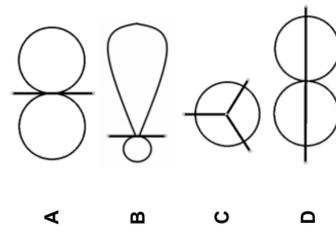


Bild 9.4.: Strahlungsdiagramme von Antennen

Antennentechnik [A09]

- 1 Ordne der Abbildungen mit Schleifenantennen 9.5 folgende Bauformen zu: Dreiecksschleife (Delta Loop), Faltdipol, Quadratische Schleife (Quad Loop)

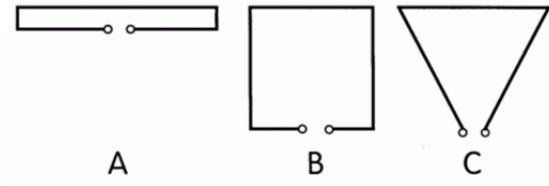


Bild 9.5.: Bauformen von Schleifenantennen

- 2 Ordne der Abbildungen mit UKW-Vertikalantennen 9.6 folgende Bauformen zu: Groundplane-Antenne, Sperrtopf-Antenne, Viertelwellenstab, $\lambda/2$ -Antenne, $5/8$ - λ -Antenne

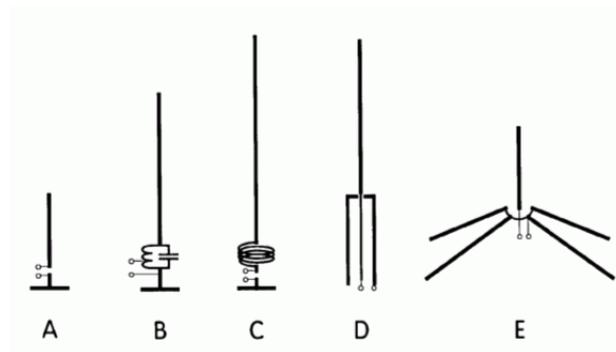


Bild 9.6.: Bauformen von UKW-Vertikalantennen

- 3 Ordne der Abbildungen 9.7 folgende Bauformen zu: horizontal polarisierte Yagi-Antenne, zirkular polarisierte X-Yagi-Antenne, Kreuz-Yagi-Antenne, vertikal polarisierte Yagi-Antenne.

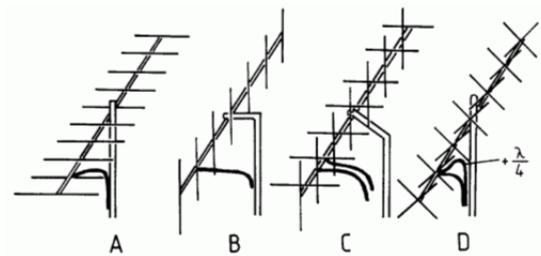


Bild 9.7.: Bauformen von Yagi-Antennen

- 4 Ordne den Abbildungen 9.8 folgende Strahlungsdiagramme zu: Groundplane, Yagi-Antenne, Dipol, gibt es nicht.

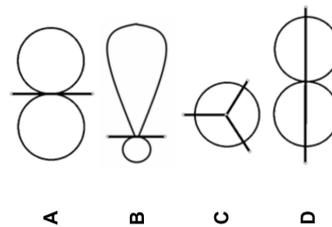


Bild 9.8.: Strahlungsdiagramme von Antennen

- 5 Ordne den Abbildungen 9.9 folgende Bauformen zu: Fuchs-Antenne, Trap-Dipol, Windom-Antenne, G5RV-Antenne, Langdrahtantenne, Zeppelin-Antenne

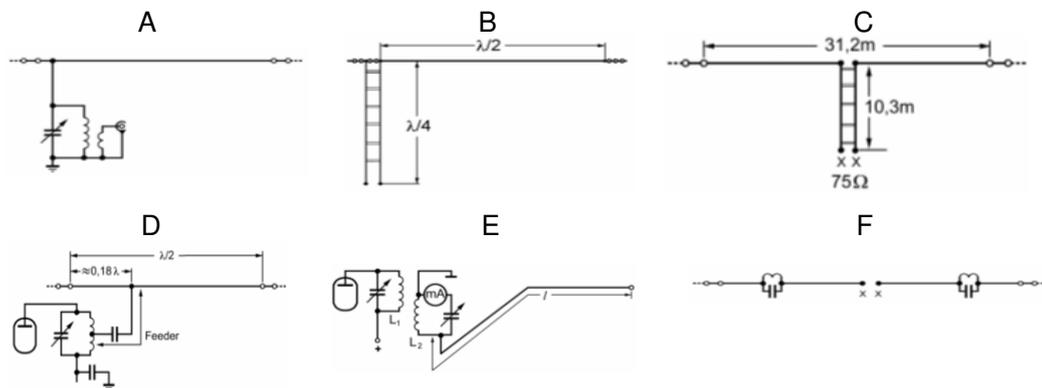


Bild 9.9.: Antennentypen

- 6 **TH231** Eine Langdrahtantenne mit einer senkrechten Speiseleitung in der Nähe eines Hauses

- A erzeugt keine unerwünschten Signale in horizontal verlegten Stromleitungen.
- B induziert keine Störungen in horizontalen Antennen.
- C kann unerwünschte Signale in TV-Koaxialkabel induzieren.
- D erzeugt ein Summen im Stromversorgungsnetz.

Oszillator-Schaltungen bauen und messen

Oszillatoren sind elementarer Bestandteil der Hochfrequenztechnik. Für deren Realisierung gibt es eine Vielzahl verschiedener Möglichkeiten, wie beispielsweise der sehr einfachen Multivibratoren (bekannt als Wechselblinker), Colpitts- oder Hartley-Schaltungen. Im folgenden praktischen Versuch soll das Funktionsprinzip anhand eines RC-Phasenschieber-Oszillators veranschaulicht werden. Diese Oszillatoren sind sowohl mit wenigen Bauteilen, als auch problemlos für niedrige Frequenzen realisierbar, da hier sonst üblicherweise große Kapazitäten und Induktivitäten zum Einsatz kommen würden. Weil sie weiterhin sogar gänzlich ohne Spulen auskommen, finden sie sich auch in integrierten Schaltungen wieder. Das aufwändige Herstellen und Abstimmen einer Spule – bekannt aus den Experimenten im ersten Kursteil der Klasse E – entfällt hiermit.

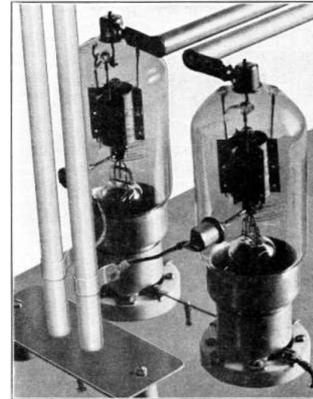


Bild 9.10.: Lecher-Oszi
[18]

Vorbereitungsaufgabe – keine –

Material	1× 470 Ω Widerstand	1× Steckbrett
1× BC547 Transistor	3× 1 kΩ Widerstand	1× Oszilloskop
1× 5,6 kΩ Widerstand	4× 100 nF Kondensator	2× 9 V Blockbatterie
2× 20 kΩ Potentiometer	1× 10 μF Kondensator	

Aufgaben

1. Baut die abgebildete RC-Oszillatorschaltung 9.11, zunächst ohne R_L und C_L , auf dem Steckbrett auf.
2. Messt mit dem Oszilloskop, ob der Oszillator schwingt. Falls ja, mit welcher Frequenz?
 $f_{res} =$
3. Was passiert mit der Einstellung am Potentiometer?
4. Welche Funktion erfüllt das RC-Netzwerk?
5. Vervollständigt die Schaltung wie in Abbildung 9.11 zu sehen. Benutzt das zweite Potentiometer als R_L .
6. Wie verhält sich die Spannung an R_L ?

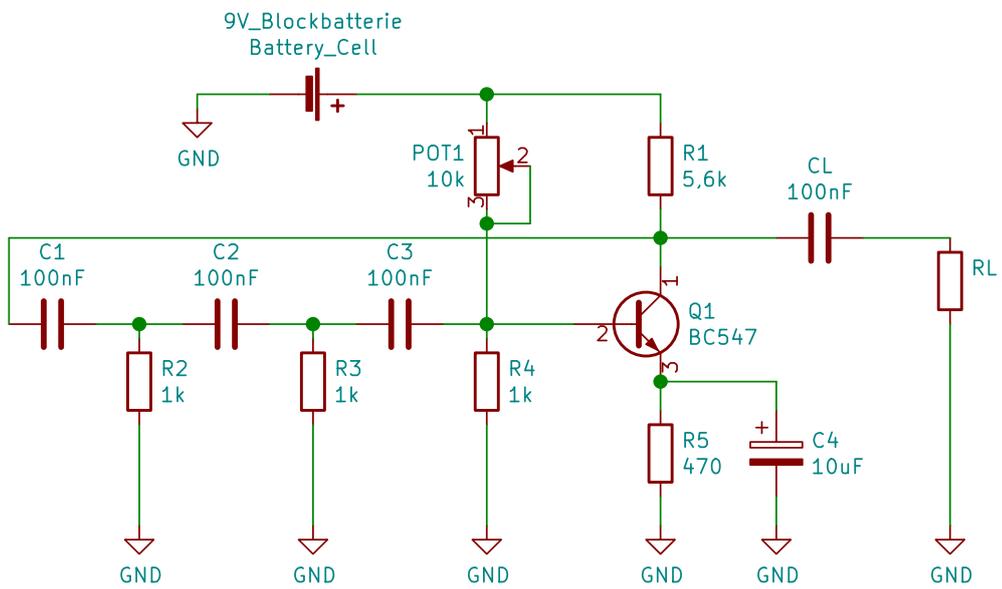


Bild 9.11.: RC-Phasenschieber-Oszillator

Einführung Schaltungssimulation und Diodenschaltungen

Da sich Eigenschaften von Halbleiterschaltungen oftmals schlecht mit einfachen Experimenten darstellen lassen, dient dieser Praxisteil dazu, einfache Diodenschaltungen mit *Eeschema* (dem Schaltplaneditor des Platinenlayoutprogramms KiCad) zu simulieren und teilweise aufzubauen. Eeschema nutzt dabei *ngspice* als Simulations-Engine, welches wiederum auf SPICE basiert. SPICE wurde bereits im Jahre 1973 an der University of California in Berkeley entwickelt und dient noch heute

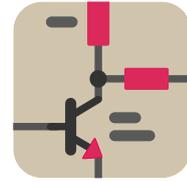


Bild 9.12.: [19]

als Basis für die meisten Simulationsprogramme, wie z.B. LTSpice und SIMetrix. Die praktischen Beispiele sollen dazu anregen, vor dem Aufbau eigener Schaltungen gelegentlich einen Simulator zu verwenden, um Entwicklungszeit zu sparen.

Vorbereitungsaufgabe – *obligatorisch* – Bringt einen Laptop mit installiertem KiCad mit.¹

Material	4× Dioden	2× Widerstand 300 Ω
1× Laptop mit KiCad	1× LED	1× IR-LED
1× Widerstand 1 kΩ	2× 9 V Batterien	1× IR-PD

Hinweise Wie bekannt: Batterie nicht kurzschließen.

Einführung in Eeschema

Z-Diode Simuliert über 10 ms eine Z-Dioden-Schaltung mit folgenden Parametern und stellt die Eingangs- und Ausgangsspannung grafisch dar. Hinweis: Schaltung aus Prüfungsaufgabe TC508 beachten.

- 10 V Rechteckspannungsquelle (1 ms; 1 ms)
- 47 Ω Vorwiderstand
- 22 kΩ Lastwiderstand
- Z-Diode 1N5337B mit $B_V = 4,7$ V

Wir verzichten in diesem Zusammenhang auf einen praktischen Versuch, da Z-Dioden nicht zur Spannungsstabilisierung eingesetzt werden sollten. Nehmt Spannungsregler!

Verpolungsschutz Ziel dieser Aufgabe ist es einen komfortablen Verpolungsschutz mit vier Dioden zu entwerfen. Unabhängig von der Polarität am Eingang der Schaltung soll eine LED mit einem 1 kΩ Vorwiderstand leuchten.

1. Überlegt euch die Stromflüsse anhand der Schaltung 9.13 und vervollständigt diese.

¹<https://www.kicad.org/download/>

2. Simuliert eure Lösungsansätze. Wie heißt das Verfahren und warum wird es vermutlich nicht generell bei Kleingeräten eingesetzt?
3. Baut den Entwurf auf dem Steckbrett auf und testet ihn.

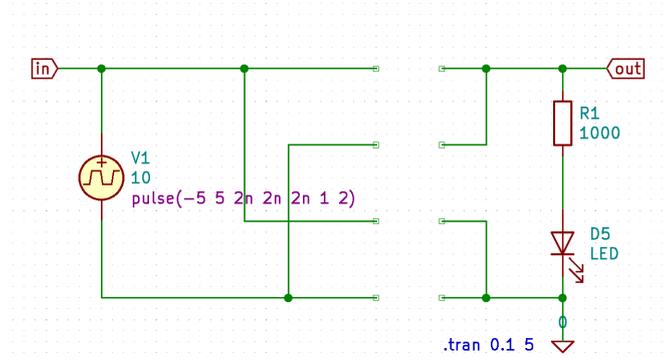


Bild 9.13.: Verpolungsschutz

Optokoppler (Zusatz) In diesem Versuch betrachten wir die Funktionsweise eines Optokopplers. Baut dazu Schaltung 9.14 auf.

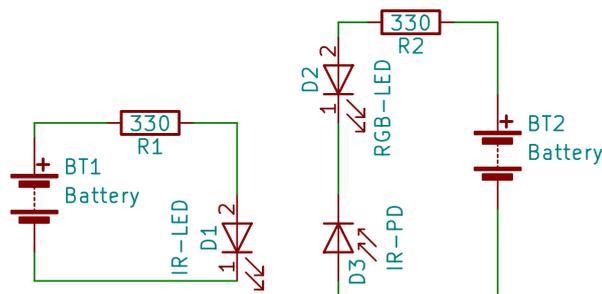


Bild 9.14.: Optokoppler

Das längere Beinchen stellt jeweils die Anode bei Fotoempfänger (durchsichtiges Bauteil) und den LEDs dar. Seht euch die Infrarot-LED (dunkler gefärbt) durch eure Handycamera an, um zu überprüfen, ob sie funktioniert. Bewegt den Fotoempfänger und die IR-LED aufeinander zu, und beobachtet wie sich das Leuchten der RGB-LED verändert. Warum ist es sinnvoll eine derartige Schaltung zu verwenden?

Schaltungssimulation mit Qucs und LTSpice

Da der reale Aufbau von komplexeren Schaltungen für gewöhnlich zeitaufwendig und teuer ist, bietet sich der Einsatz von Simulationsprogrammen an. Mit dem Open-Source Simulationsprogramm Qucs lassen sich sogenannte Mixed-Signal-Systeme (gemeinsamer Einsatz von Analog- und Digitalelektronik) modellieren. Im folgenden Praxisversuch soll der aus dem Klasse E Kurs bekannte Audio-Verstärker simuliert und auf sein Verhalten bei unterschiedlichen Eingangsfrequenzen untersucht werden. Um den Unterschied zwischen verschiedenen Simulationsprogrammen und Modellen zu demonstrieren, wird die Schaltung ebenfalls mit dem frei verfügbaren Programm LTSpice simuliert.



Bild 9.15.: Qucs-Logo [20]

Vorbereitungsaufgabe – *obligatorisch* – Bringt einen Laptop mit installiertem Qucs und LTSpice (optional) mit.² Für Debian-basierte Systeme ggf. Package vom Ubuntu Launchpad³ verwenden. LTSpice kann über die Website von Analog Devices⁴ bezogen werden.

Material 1× Laptop

Hinweise Bauteile in Qucs können sich aus dem Raster lösen. Mit der Snap to Grid Funktion lässt sich das Problem beheben

Demo mit Qucs ⇒ Demo mit dem „Quite Universal Circuit Simulator“

Aufgaben Simuliert über 10 ms eine Verstärkerschaltung mit folgenden Parametern und stellt die Signalspannung sowie die Spannung über den Lautsprecher bei einer Frequenz von 1 kHz grafisch dar.

- 6 V Gleichspannungsquelle
 - 100 mV Sinusspannungsquelle mit 1kHz Frequenz
 - 47 Ω Vorwiderstand
 - 8 Ω Ersatzwiderstand für Lautsprecher
 - 100 nF Kondensator
 - Simulationsmodell des BC547B Transistors
1. Um welchen Faktor wird das Eingangssignal verstärkt?
 2. Wodurch entstehen die Verzerrungen des Ausgangssignals?

²<http://qucs.sourceforge.net/download.html>

³<https://launchpad.net/~qucs/+archive/qucs/+packages>

⁴<https://www.analog.com/en/design-center/design-tools-and-calculators/ltspice-simulator.html>

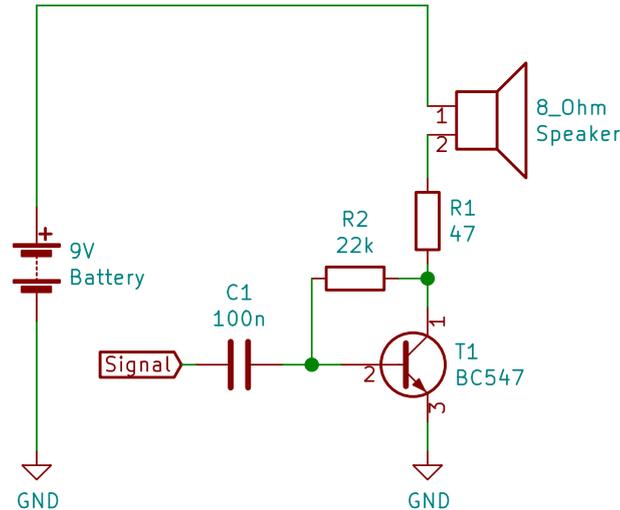


Bild 9.16.: Audioverstärker aus Klasse E

3. Welche Spannung liegt hinter dem Koppelkondensator an?
4. Ändert nun die Frequenz der Eingangsspannung auf 20 kHz. Wie verändert sich die Verstärkung?

Analyse im Frequenzbereich Um Filterverhalten zu bestimmen, kann es sinnvoll sein Amplitude und Phase über verschiedene Frequenzen zu betrachten und daraus einen Bode-Plot zu erstellen. Stellt nun die Signalamplitude, sowie die Amplitude der Spannung über den Lautsprecher zwischen 100 Hz und 2 GHz grafisch dar. Verwendet für die Frequenz eine logarithmisch skalierte Achse. Welches Verhalten ist für den Verstärker zu beobachten?

(optional) Fouriertransformation Um Schaltungen wie Mischer oder die Verzerrungen eines Verstärkers zu simulieren kann die Fouriertransformierte des Ausgangssignals hilfreich sein. Stellt die Fouriertransformation des Verstärkersignals dar. Was ist zu beobachten?

Entwurf und Simulation von Bandpassfiltern

Ein Bandpassfilter (BPF) unterdrückt alle Frequenzbereich außerhalb seines Durchlassbereichs. Diese können zur Störungsunterdrückung oder in besonders schmalbandiger Form auch zur Kanaltrennung verwendet werden.

Unsere Motivation zum Entwurf eines Bandpasses für den UHF-Bereich ist die Dämpfung von nicht erwünschten Signalen, insbesondere die des UKW-Rundfunks. Da die verwendeten RTL-SDRs weder eine große Empfängerdynamik noch trennscharfe Bandpassfilter am Eingang haben, kommt es beispielsweise zu Intermodulationen mit Rundfunksignalen, die damit überall im Frequenzspektrum als „Geistersignale“ auftauchen und den Empfang schwächerer Signale erheblich stören können. Man spricht auch davon, dass ein solcher Empfänger nicht großsignalfest ist. Ein Bandpass verhindert hier das Entstehen von Intermodulationsprodukten.

Nachdem im letzten Praxisteil bereits Schaltungen mit nicht-linearen Bauteilen simuliert wurden, wird im ersten Praxisversuch die Simulation von realen Bauteilen anhand ihrer S-Parameter betrachtet. Als Simulationssoftware wird aufgrund der einfachen Integration von S-Parametern Qucs verwendet.

Alternativ zur Verwendung von ICs ist der Aufbau eines Filters aus diskreten Bauteilen. Die Dimensionierung eines solchen kann zum Beispiel durch Anpassung eines Prototypenfilters erfolgen und soll im zweiten Teil vorgestellt werden.

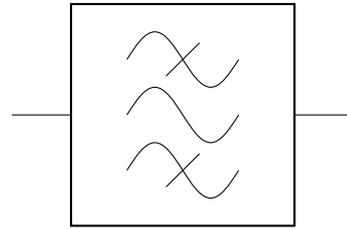


Bild 9.17.: Symbol Bandpass

Vorbereitungsaufgabe – *obligatorisch* – Installation von Qucs⁵ und GNU Octave⁶ auf dem eigenen Laptop und diesen zum Kurs mitbringen.

Material 1× Laptop

Hinweise Qucs benötigt ihr für die gemeinsame Simulation des später zu bauenden Bandpassfilters. Die Vorstellung des diskreten Filterentwurfs mit GNU Octave ist als Demonstration für besonders Interessierte vorgesehen. Octave ist eine sehr gute freie Alternative zu Matlab. Die verwendeten Formeln finden sich im Anhang D.

Bandpassentwurf mit Hilfe von S-Parametern Um einen Bandpass zu erhalten ist eine Reihenschaltung aus Hoch- und Tiefpässen möglich. Soll ein solcher Aufbau aus kommerziell erhältlichen Filterbausteinen erfolgen, ist eine Simulation sinnvoll. Da die meisten Simulationsprogramme die verwendeten Bauteile im Regelfall nicht integriert haben, müssen die Simulationsdaten aus anderen Quellen importiert werden. Zur Beschreibung von Netzwerken können sogenannte n-Tor-Parameter bestimmt werden. In der Funktechnik werden meist die Scattering-Parameter (S-Parameter) eines Bauteils verwendet, welche von vielen Herstellern für ihre Komponenten zur Verfügung gestellt

⁵<http://qucs.sourceforge.net/>

⁶<https://gnu.org/software/octave/>

werden. Aus diesen Daten kann zum Beispiel mit Hilfe von Qucs eine entsprechende Filterschaltung mit LTCC-Komponenten (Low Temperature Cofired Ceramics) simuliert werden.

1. Welche Bedeutung haben die S-Parameter?
 S_{11} :
 S_{12} :
 S_{21} :
 S_{22} :
2. Messt die S-Parameter einer offenen, kurzgeschlossenen und mit dem Wellenwiderstand abgeschlossenen Leitung.
3. Sucht passende Kombinationen von LTCC-Filtern der Typen LFCN sowie HFCN/HFCV der Firma Mini-Circuits⁷ für das UHF-Amateursatellitenband. Ladet euch die Datenblätter der in Frage kommenden LTCC-Filter herunter und lest sie aufmerksam durch. Welche Filter kommen in Frage?
4. Simuliert den Filteraufbau mit LTCC-Filtern mit Hilfe der S-Parameter. Welche Kombination hat im Passband den wenigsten Verlust?
5. Zusatz: Vergleicht euer Ergebnis mit den alternativ verwendbaren LTCC-Bandpass-Filtern.

Bandpassentwurf mit Hilfe eines Prototypenfilters (Demo) Alternativ zur Verwendung kommerziell verfügbarer Filter, kann ein Entwurf mit diskreten Komponenten erfolgen. Eine Möglichkeit der Dimensionierung eines diskret aufgebauten Filters ist die Verwendung eines Prototypenfilters. Dieses ist ein normiertes Filter, welches durch Transformation der Bauteilwerte auf den gewünschten Anwendungsfall angepasst wird. Die dazu notwendigen Formeln sind in Anhang D zu finden.

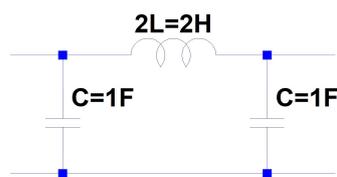


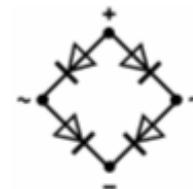
Bild 9.18.: Aufbau eines Prototypen-PI-Filters

Mit Hilfe eines Prototypen-PI-Filters (siehe Abbildung 9.18) soll ein Bandpass mit einer Bandbreite von 50 MHz, einer Mittenfrequenz von 435 MHz und einer Ein- und Ausgangsimpedanz von 50Ω entworfen werden. Zur Validierung des Filterentwurfs wird im Anschluss eine Simulation durchgeführt.

⁷<https://www.minicircuits.com/>

9. Antennen (Vertiefung)

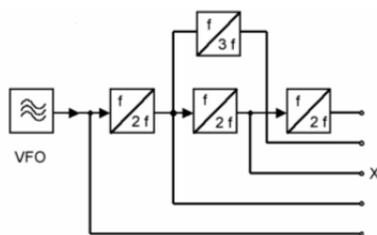
10. Schaltungstechnik



[21]

Frequenzaufbereitung [A13]

- 1 **TG103** Das Blockschaltbild stellt einen Mehrbandsender dar. Welche Frequenz entsteht am Ausgang X, wenn der VFO auf 3,51 MHz eingestellt ist



- A 3,55 MHz
- B 7,02 MHz
- C 21,06 MHz
- D 14,04 MHz

- 2 **TG105** Welche Schaltungen sind bei den Stufen "A" und "B" des dargestellten Senders erforderlich?

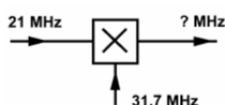


- A Je ein Frequenzverdreifacher.
- B Ein Frequenzverdreifacher und ein Frequenzverdoppler.
- C Ein Frequenzvervierfacher und ein Frequenzverdoppler.
- D Ein Oberwellenmischer und eine Treiberstufe.

- 3 **TF304** Welches sind die wichtigsten Ausgangsfrequenzen, die bei der Mischung einer Frequenz von 30 MHz mit einer Frequenz von 39 MHz entstehen?

- A 39 MHz und 69 MHz
- B 9 MHz und 39 MHz
- C 30 MHz und 39 MHz
- D 9 MHz und 69 MHz

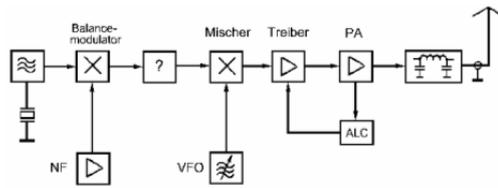
- 4 **TG226** Welche wesentlichen Ausgangsfrequenzen erzeugt die in der Abbildung dargestellte Stufe?



- A 21,4 und 105,4 MHz
- B 2 und 63,4 MHz
- C 1 und 63,4 MHz
- D 10,7 und 52,7 MHz

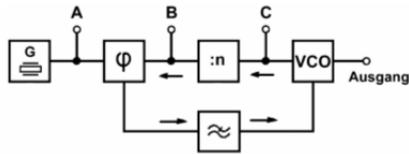
- 5 **TG101** Dieses Blockschaltbild zeigt einen SSB-Sender. Welche Stufe muss beim ? arbeiten?

10. Schaltungstechnik

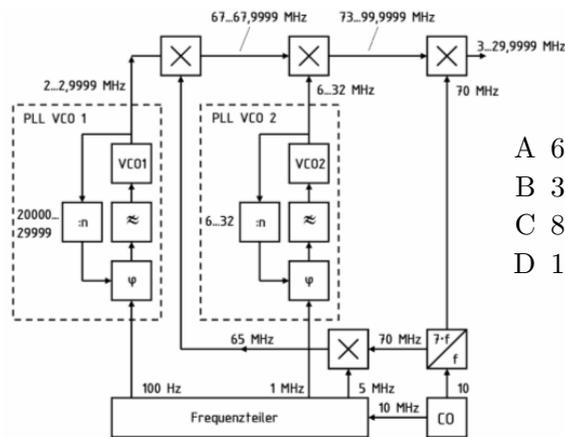


- A Ein ZF-Notchfilter als Seitenbandsperre.
- B Ein USB-Hochpass als Trägerfrequenzsperre.
- C Ein LSB-Tiefpass als Trägerfrequenzsperre.
- D Ein Quarzfilter als Seitenbandsperre.

- 6 **TD701** Welche der nachfolgenden Aussagen ist richtig, wenn die im Bild dargestellte Regelschleife in stabilem Zustand ist?



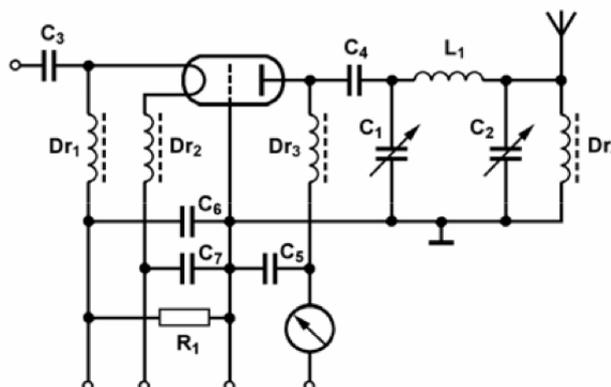
- A Die Frequenz an Punkt A ist höher als die Frequenz an Punkt B.
 - B Die Frequenzen an den Punkten A und B sind gleich.
 - C Die Frequenzen an den Punkten A und C sind gleich.
 - D Die Frequenz an Punkt B ist höher als die Frequenz an Punkt C.
- 7 **TG110** Im folgenden Blockschaltbild ist die Frequenzaufbereitung für einen Amateurfunk-Transceiver dargestellt. Welche Frequenz erzeugt der Sender, wenn VCO1 auf 2,651 MHz eingestellt und VCO2 auf 6 MHz eingerastet ist?



- A 6,651 MHz
- B 3,651 MHz
- C 8,651 MHz
- D 14,351 MHz

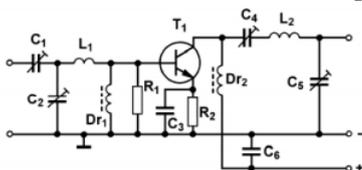
Schaltungstechnik [A17]

- 1 **TG316** Wie wird die folgende Endstufe richtig auf die Sendefrequenz abgestimmt?



- A C1 und C2 auf minimale Kapazität stellen. C2 auf Dip im Anodenstrom (Resonanz) stellen, dann mit C1 einen etwas höheren Anodenstrom einstellen (Leistung auskoppeln). Vorgang mit C1 und C2 wechselweise mehrmals wiederholen bis die maximale Ausgangsleistung erreicht ist. Nach dem Abstimmvorgang sollte ein Dip von etwa 20 % verbleiben.
- B C1 und C2 auf maximale Kapazität stellen. C1 auf Dip im Anodenstrom (Resonanz) stellen, dann mit C2 einen etwas höheren Anodenstrom einstellen (Leistung auskoppeln). Vorgang mit C1 und C2 wechselweise mehrmals wiederholen bis die maximale Ausgangsleistung erreicht ist. Nach dem Abstimmvorgang sollte ein Dip von etwa 10 % verbleiben.
- C C1 und C2 auf maximale Kapazität stellen. C1 auf Dip im Anodenstrom (Resonanz) stellen, dann mit C2 einen etwas niedrigeren Anodenstrom einstellen (Leistung einkoppeln). Vorgang mit C1 und C2 wechselweise mehrmals wiederholen bis die maximale Oberwellenleistung erreicht ist. Nach dem Abstimmvorgang sollte ein Dip von etwa 10 % verbleiben.
- D C1 und C2 auf minimale Kapazität stellen. C2 auf maximalen Anodenstrom (Resonanz) stellen, dann mit C1 einen etwas niedrigeren Anodenstrom (Dip) einstellen. Vorgang so oft wiederholen bis die maximale Ausgangsleistung erreicht ist. Nach dem Abstimmvorgang sollte ein Dip von etwa 20 % verbleiben.

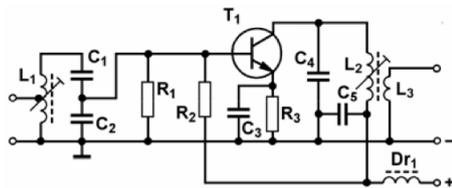
- 2 **TG312** Welche der nachfolgenden Aussagen trifft nicht(!) für die Schaltung zu?



- A HF-Eingang und HF-Ausgang sind gleichspannungsfrei.
- B C4, C5 und L2 passen den Transistorausgang an die niederohmigere Ausgangsimpedanz an.

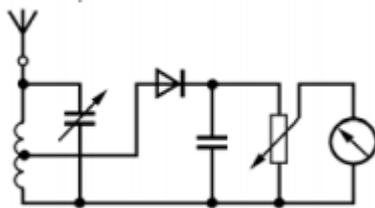
- C C1, C2 und L1 passen die hochohmigere Eingangsimpedanz an den Transistoreingang an.
 D R1 dient zur Arbeitspunkteinstellung des Transistors T1.

3 **TG222** Bei dieser Schaltung handelt es sich um einen



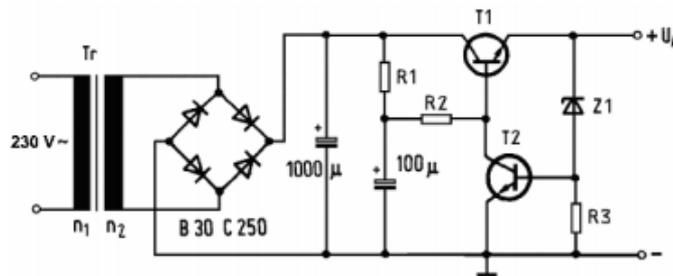
- A Oszillator.
 B Mischer.
 C NF-Verstärker.
 D HF-Verstärker.

4 **TJ601** Welches Gerät ist hier dargestellt?



- A Interferenzwellenmesser
 B Dipmeter
 C Stehwellenmessgerät
 D Absorptionsfrequenzmesser

5 **TD306** Welche Aussage enthält die richtige Beschreibung der Funktionsweise der Regelung in diesem Netzteil, wenn die Ausgangsspannung bei Belastung absinkt?



- A Sinkt die Ausgangsspannung, so erhält Transistor T2 über die Zenerdiode Z1 weniger Strom und leitet dadurch weniger. Durch den verminderten Kollektorstrom von T2 verringert sich der Spannungsabfall an R1/R2 und die Basisspannung von T1 steigt und somit auch die Emitterspannung.
 B Sinkt die Ausgangsspannung bei Belastung, so erhält Transistor T2 über die Z-Diode Z1 mehr Strom und leitet dadurch stärker. Durch den ansteigenden Kollektorstrom von T2 nimmt der Spannungsabfall an R1/R2 zu. Dabei sinkt die Basisspannung von T1 und die Emitterspannung steigt wieder.
 C Sinkt die Ausgangsspannung, so fließt durch Transistor T1 weniger Strom. Durch den sich vermindernenden Kollektorstrom von T1 steigt aber der Spannungsabfall an R1/R2 und die Basisspannung von T2 über die Z-Diode Z1. Somit steigt auch die Emitterspannung von T1.
 D Sinkt die Ausgangsspannung bei Belastung, so fließt durch den Transistor T1 mehr Belastungsstrom. Der Transistor T2 erhält über Z1 weniger Spannung und der Spannungsabfall am Spannungsteiler R1/R2 nimmt zu. Dabei sinkt die Basisspannung von T1 und die Emitterspannung steigt wieder.

Filter/Amp-Platinen bestücken, löten und einmessen

Da im Allgemeinen nicht alle Bedürfnisse des Funkamateurs durch kommerzielle Produkte abgedeckt werden, kommt dem Selbstbau nach wie vor eine große Bedeutung zu. Moderne Komponenten kommen dabei oft nur noch in SMD-Bauform. Aufbauend auf den Handlöt-Übungen der Klasse E soll daher ein Filter-Verstärker-PCB in SMD-Technik aufgebaut und vermessen werden.

Vorbereitungsaufgabe *Laptop mit python und SDR-Treibern mitbringen*

Das zu bestückende PCB wurde als KiCAD Projekt erstellt und kann hier¹ heruntergeladen werden.

Material	$n \times$ Dämpfungsglieder	• Filter/Amp-Parts
1× Laptop	1× Werkzeugtasche	• Lötöfen, Spachtel,
1× Duplex-SDR	1× Filter/Amp-PCB	Lötpaste, Kreppband,
2× SMA-Pigtails	1× Stencil	Alkohol zum Reinigen

Aufgaben

1. Bestückt und lötet die Filterplatine entsprechend der Komponentenliste.
 - a) PCB auf dem Tisch fixieren, z.B. andere unbestückte PCBs drum herum legen und mit Kreppband festkleben.
 - b) Stencil darauf legen, ausrichten, fixieren. (Vorsicht, scharfkantig. Darauf achten, welche Seite oben ist.)
 - c) Lötpaste in der benötigten Breite auf über dem PCB auf dem Stencil auftragen.
 - d) Mit dem Spachtel in flachem Winkel ansetzen und mit Druck nach unten zum Körper ziehen, um die Lötpaste in die Löcher im Stencil zu verteilen.
 - e) Vorsichtig den Stencil entfernen. Prüfen, ob alle Pads auf dem PCB Lötpaste abbekommen haben. Gegebenenfalls korrigieren oder mit Alkohol reinigen und von vorne beginnen.
 - f) Mit der Pinzette Komponenten platzieren.
 - g) PCB in den Lötöfen geben und Programm starten.
 - h) Nach Programmende das PCB abkühlen lassen, dann nicht-SMD Komponenten per Hand löten.

Um die Funktionalität des Filter-Amps zu testen, soll nun eine S21-Messung (Vorwärts-Transmission) durchgeführt werden.

2. Schaut im Datenblatt des SDR nach, was die maximale Ausgangsleistung und die höchstzulässige Eingangsamplitude ist. Hält der SDR sein Ausgangssignal ohne Zerstörung des Chips am Eingang aus?

¹Rev1: <https://git.dk0tu.de/afutub/famp-pcb/-/tree/rev1>

3. Schaut im Verstärker Datenblatt nach, was der maximale Ein-/Ausgangspegel ist. Legt darauf basierend den Ausgangspegel des SDR fest. (Stichwort 1 dB-Kompressionspunkt)
4. Berechnet mithilfe des Verstärker-Datenblatts und des festgelegten Eingangspegels die Leistung nach dem Verstärker. Hält der SDR diese aus? Bestimmt daraus die nötige Anzahl an Dämpfungsgliedern.
5. Verkabelt den Messaufbau
 - a) SDR an den PC anschließen
 - b) Ausgang des SDR mit dem Eingang des PCB verbinden
 - c) Eingang des SDR mit Ausgang des PCB verbinden
 - d) Stromversorgung des PCB (USB-Port) mit der Spannungsquelle (Laptop) verbinden
6. sweep.py herunterladen²
7. Frequenzparameter in der sweep.py anpassen (`start`, `stop`, `step`)
8. sweep.py ausführen und Plot speichern.

²<https://gist.github.com/dk2ro/8636a14646d0d128168d097fd357b5c8>

11. HF-Leitungen



[22]

HF-Leitungen, Kabel [A10]

- 1 **TH303** Im Amateurfunk übliche Koaxialkabel weisen typischerweise Wellenwiderstände von
 - A 50, 60 und 75 Ω auf.
 - B 50, 300 und 600 Ω auf.
 - C 60, 120 und 240 Ω auf.
 - D 50, 75 und 240 Ω auf.

- 2 **TH316** Eine offene Paralleldrahtleitung ist aus Draht mit einem Durchmesser von 2 mm gefertigt. Der Abstand der Leiter beträgt 20 cm. Wie hoch ist der Wellenwiderstand der Leitung?

A: ca. 276 Ω B: ca. 635 Ω C: ca. 820 Ω D: ca. 2,8 k Ω

- 3 **TH313** Wann ist eine Speiseleitung asymmetrisch?
 - A Wenn die beiden Leiter unterschiedlich geformt sind, z.B. Koaxialkabel.
 - B Wenn die hin- und zurücklaufende Leistung verschieden sind.
 - C Wenn sie außerhalb ihrer Resonanzfrequenz betrieben wird.
 - D Wenn die Koaxial-Leitung Spannung gegen Erde führt.

- 4 **TH314** Bei einer Leitung mit symmetrischer Übertragung
 - A sind die Impedanzen bei beiden Leitern gegen Erde unendlich hoch.
 - B liegt einer der beiden Leiter auf Erdpotential.
 - C ist Strom und Spannung in den beiden Leitern gegenüber Erde gleich groß und gegenphasig.
 - D ist Strom und Spannung in den beiden Leitern gegenüber Erde gleich groß und gleichphasig.

- 5 **TH324** Welche Leitungen sollten für die HF-Verbindungen zwischen Einrichtungen in der Amateurfunkstelle verwendet werden, um unerwünschte Abstrahlungen zu vermeiden?
 - A Unabgestimmte Speiseleitungen
 - B Symmetrische Federleitungen
 - C Hochwertige asymmetrische Koaxialkabel
 - D Hochwertige abgeschirmte Netzanschlusskabel

- 6 **TH320** Der Verkürzungsfaktor eines Koaxialkabels mit einem Dielektrikum aus massivem Polyäthylen beträgt ungefähr

11. HF-Leitungen

A: 0,66. B: 0,1. C: 0,8. D: 1,0.

7 **TH319** Der Verkürzungsfaktor einer luftisolierten Paralleldrahtleitung ist

A: 0,1. B: ungefähr 1 C: 0,66. D: unbestimmt

8 **TH322** Welche mechanische Länge hat ein $\lambda/4$ langes Koaxkabel mit Vollpolyethylenisolierung bei 145 MHz?

A: 17 cm B: 34,2 cm C: 51,7 cm D: 1,03 cm

9 **TH306** Welche Dämpfung ergibt sich auf der Grundlage des Kabeldämpfungsdiagramms für ein 25-m-langes Koaxialkabel vom Typ RG213 (MIL) bei 3,5 MHz?

A: 0,1 dB B: 1,2 dB C: 0,6 dB D: 0,3 dB

10 **TH307** Welche Dämpfung ergibt sich auf der Grundlage des Kabeldämpfungsdiagramms für ein 25-m-langes Koaxialkabel vom Typ RG213U-S100 bei 29 MHz?

A: 0,5 dB B: 2,1 dB C: 1,1 dB D: 0,2 dB

11 **TH311** Welches der folgenden Kabel weist im Kurzwellenbereich den geringsten Verlust auf?

- A Kunststoffisolierte Zweidrahtleitung
- B Koaxialkabel mit Vollisolation
- C UKW-Bandleitung
- D Offene Zweidrahtleitung

Software Defined Radio (SDR) – GNU Radio Basics

In diesem Praxisteil sollen verschiedene Signale generiert und verarbeitet werden. Dies geschieht mit der Software GNU Radio, welche eine Vielzahl an Quellen, Senken und Signalverarbeitungsfunktionen zur Verfügung stellt. Mittels einer Benutzeroberfläche, dem GNU Radio Companion (GRC) können diese Blöcke graphisch angeordnet und verbunden werden, sodass ein Signalfluss entsteht. Alle Blöcke sollen mit *Float*-Werten arbeiten, um realen Bauteilen und Schaltungen möglichst nahe zu kommen. Übrigens wurde GNU Radio bereits implizit in der Klasse E verwendet, da die Empfangssoftware Gqrx darauf basiert.



Bild 11.1.: GNU-Radio-Logo [23]

Vorbereitungsaufgabe – *obligatorisch* – Installation von **GNU Radio** (Linux/Mac/-Windows)¹ auf dem eigenen Laptop. Bei vielen Betriebssystemen ist GNU Radio bereits als Paket vorhanden und einfach zu installieren wie beispielsweise `gnuradio` für Debian/Ubuntu.

Material 1× Laptop

Hinweise Da ohne echte Hardware gearbeitet wird, sollte stets ein *Throttle-Block* eingebaut werden. Dieser verhindert, dass GNU Radio den Prozessor komplett auslastet und nur mit der voreingestellten Samplerate den Signalflussgraph durchrechnet.

Signale mischen, verstärken, ansehen

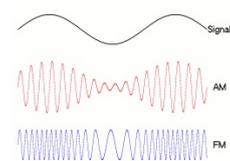
1. Erzeuge je einen Oszillator mit 2 kHz und 500 Hz Ausgangsfrequenz. Führe beide Signale einem Mischer zu und stelle das Ergebnis im Zeit- und Frequenzbereich dar. Was entsteht im Spektrum?
2. Modifiziere nun die Schaltung zu einem Transverter um 500 Hz auf 3500 Hz hochzumischen.
Was wäre einfacher und besser bei der digitalen Signalverarbeitung?
3. Baue eine 46dB-Treiberstufe (Verstärker, Feldgröße!) ein.

Zusatz: SSB-Modulator Nutzt das Mikrofon als Quelle des Modulationssignals und entwerft einen Flowgraph um dieses Signal um eine mit einem Slider einstellbare Trägerfrequenz im USB zu senden!

¹<https://gnuradio.org/>

11. HF-Leitungen

12. Wellenausbreitung



[24]

Wellenausbreitung [E09]

- 1 Ergänze das Schaubild in Abbildung 12.1: Trage die Bezeichnungen der einzelnen Schichten (Kreise) ein, die Höhe in der sie sich etwa befinden (Rechtecke) und die wichtigsten Frequenzen (Ellipsen). Die rot hinterlegten Werte und Bezeichnungen können in der Prüfung abgefragt werden. Welche Kurzwellenbänder (in Metern) sind die typischen Tag- respektive Nachtbänder?

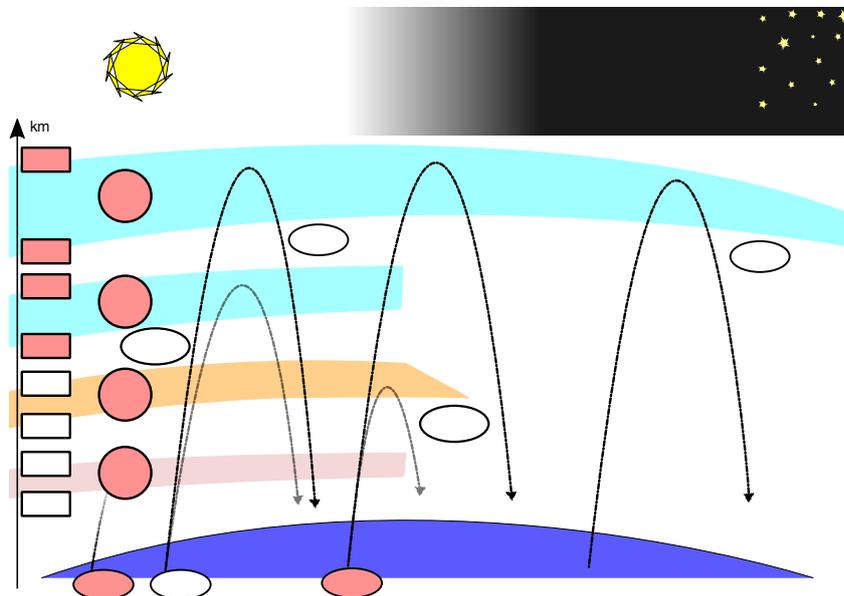


Bild 12.1.: Aufbau der Ionosphäre und reflektierende Eigenschaften der Schichten

- 2 **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.
- 3 **TI103** In welcher Höhe befinden sich die für die Fernausbreitung (DX) wichtigen ionosphärischen Schichten? Sie befinden sich in ungefähr ...

12. Wellenausbreitung

- A 2 bis 5 km Höhe.
 - B 20 bis 50 km Höhe.
 - C 200 bis 500 km Höhe.
 - D 2000 bis 5000 km Höhe.
- 4 **TI107** Die Sonnenfleckenanzahl ist einem regelmäßigen Zyklus unterworfen. Welchen Zeitraum hat dieser Zyklus zirka?
- A: 6 Monate B: 12 Monate C: 100 Jahre D: 11 Jahre
- 5 **TI212** Was bedeutet die *MUF* bei der Kurzwellenausbreitung?
- A Mittlere Nutzfrequenz
 - B Höchste brauchbare Frequenz
 - C Niedrigste brauchbare Frequenz
 - D Kritische Grenzfrequenz
- 6 **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
- 7 **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
- 8 **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
- 9 **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.
- 10 **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.
- 11 Ergänze in der Tabelle die jeweiligen Frequenzbereiche für die einzelnen Bänder.

Band	Frequenzbereich
160m	
80m	
40m	
20m	
15m	
10m	

- 12 **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.
- 13 **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 Luftschichten die Temperatur sinkt.
 - D die optische Sichtweite zunimmt.
- 14 **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.
- 15 **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?

12. Wellenausbreitung

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

- 16 **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
- 17 **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.
- 18 **TI307** Wie wirkt sich Aurora auf die Signalqualität eines Funksignals aus?
- A CW-Signale haben einen flatternden und verbrummtten Ton.
 - B CW- Signale haben einen besseren Ton.
 - C Die Lesbarkeit der SSB-Signale verbessert sich.
 - D Die Lesbarkeit der FM-Signale verbessert sich.

Betriebsabwicklung auf Kurzwelle [BV10]

Allgemeiner Anruf Funkkontakte (QSOs) beginnen meistens, indem eine Station einen unbestimmten und somit an alle Operator gerichteten Anruf tätigt und eine andere Station darauf antwortet. Man hat folglich die Wahl über das Band zu drehen und rufende Stationen zu suchen oder selbst einen allgemeinen Anruf zu starten. Das bedeutet, eine Station ruft CQ („seek you“) und lässt sich davon überraschen, wer ihr antwortet. Der CQ-Ruf läuft auf der Kurzwelle nach einem bestimmten Schema ab, der sich in drei Phasen unterteilen lässt:

1. Vorbereitung

- a) Reinhören und vergewissern, dass die QRG frei ist.
- b) Nachfragen („Is this frequency in use?“), auch mehrmals – Tote Zone kann verhindern, dass sendende Stationen zu hören sind!

2. Der Ruf

- **Phonie:** „CQ CQ CQ, this is Delta Kilo Zero Tango Uniform, Delta Kilo Zero Tango Uniform, calling CQ and standing by.“
- **CW:** „CQ CQ CQ DE DKØTU DKØTU DKØTU“, eventuell mit abschließendem „PSE K“ zum Antworten auffordern.
- gegebenenfalls den allgemeinen Anruf **einschränken**
 - Weitverbindungen¹: „CQ DX ...“
 - Regional, z.B. „CQ Australia ...“ (Phonie) bzw. „CQ VK ...“ (CW)
 - Contest, z.B. „CQ Fieldday ...“ (Phonie) bzw. „CQ FD ...“ (CW)

3. **Nach dem QSO** darf die CQ-rufende Station die QRG weaternutzen.

Pile-Up Seltene Stationen erfahren oft das „gleichzeitige Anrufen einer selten zu hörenden Station durch viele Amateurfunkstellen“. Besonders häufig passiert das beispielsweise bei einer „Amateurfunkexpedition zu Ländern oder Inseln, die selten im Amateurfunk zu hören sind“ (**DXpedition**). Methoden, um den Pile-Up zu bewältigen sind:

- **Listenbetrieb:** Eine gut hörbare Station nimmt anrufende Stationen in eine Liste und ruft später diese Stationen zur Aufnahme einer Funkverbindung mit der seltenen Station auf.
- **Split-Verkehr:** Senden und Empfangen erfolgt nicht wie sonst üblich auf der gleichen Frequenz, sondern auf verschiedenen Frequenzen des gleichen Amateurfunkbandes (z.B. „5 up“: Die *rufende* Station *hört 5 kHz oberhalb* ihrer eigenen Sendefrequenz; „split/tuning 290–300 up“: Die *rufende* Station *hört zwischen 14290 und 14300 kHz*),
- **Selektion:** Die Anrufenden werden von der rufenden Station unterteilt (z.B. „only number 3, only suffix“: Die Station möchte nur Anrufe von Stationen mit der Ziffer 3 im Rufzeichen und bittet, nur mit den Buchstaben des Suffixes zu rufen).

¹„DX“: Auf Kurzwelle alles außerhalb des eigenen Kontinents, auf VHF/UHF alles weiter als ca. 300 km

Baken Die Frequenzen **14099–14101, 18109–18111, 21149–21151, 24929–24931 und 28190–28225 kHz** sind nach der IARU-Empfehlung für das Internationale Bakenprojekt (IBP) vorgesehen und sind für die Beobachtung der Ausbreitungsbedingungen anhand von Bakensignalen freizuhalten.

Notfunk

- Notrufe von See- und Flugfunkstationen beginnen mit Notzeichen „**Mayday**“
- „Mayday“ sowie „SOS“ dürfen von AFu-Stationen **niemals** selbst gesendet werden
- Wird ein Notruf gehört, der nicht schon von einer Rettungsorganisation beantwortet wird (kurz warten), kann der Ruf von einer Amateurfunkstelle beantwortet und Hilfe angeboten werden.
- Vorgehen: Kontakt aufnehmen und Position erfragen, dann Polizei informieren und um Weitergabe der Informationen an zuständige Rettungsorganisationen bitten.
- Aktivitätszentren für **Notfunkverkehr: 14300, 18160 und 21360 kHz**. Sie dürfen **weltweit** für den Notfunkverkehr im Amateurfunk benutzt werden.
- Achtung: Das 80 m-Band (3,5 bis 3,8 MHz) ist zusätzlich zum Amateurfunkdienst auch dem **Seefunk als Primärnutzer** zugewiesen. Wird eine benutzte Frequenz auch von einer Küstenfunkstelle benutzt, so darf die **Frequenz unter keinen Umständen weiterbenutzt werden (außer im echten Notfall)**, da der Küstenfunkstelle eine feste Frequenz zugeteilt ist, die sie nicht verändern kann.

Software Defined Radio (SDR) – GNU Radio Modeling

Nachdem ihr im vorigen Praxisteil die Grundlagen der digitalen Signalverarbeitung sowie die ersten Schritte in GNU Radio kennengelernt habt, sollen nun verschiedene Modulator- und Demodulatorschaltungen ausprobiert werden. Die in GNU Radio erzeugten modulierten Signale werden erst einmal nur lokal auf dem Computer analysiert, da ihr sie ohne Zulassung zur Teilnahme am Amateurfunkdienst noch nicht senden dürft. Im zweiten Part dieses Praxisteils werdet ihr jedoch zur Demodulation die aus der Praxis Klasse E bekannte SDR-Hardware mit RTL-Chip benutzen. Damit können reale Funksignale empfangen und in GNU Radio verarbeitet werden.

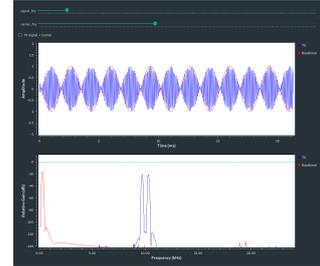


Bild 12.2.: GNU Radio

Vorbereitungsaufgabe – *obligatorisch* – Installation von **GNU Radio** wie im vorherigen Praxisteil beschrieben. Weiterhin braucht ihr das Paket `librtlsdr`, welches die Software-Bibliothek zur Verwendung des RTL-SDR-Dongles ist. Gern könnt ihr auch andere SDR-Hardware verwenden – sorgt vor dem Kurs dafür, dass sie unter GNU Radio läuft.

Material	1× RTL-SDR
1× Laptop	1× Antenne

Hinweise Denkt an den *Throttle-Block* ohne reales I/O. Das Datenblatt des Dongles befindet sich in der Anlage I.

AM/SSB/FM Mixer etc.

1. Erweitert den AM-Modulator aus dem vorigen Praxisteil um eine einfache Demodulatorschaltung, die das erzeugte Signal wieder in den hörbaren Bereich heruntermischen soll. Seht euch dieses Signal auf eine Zeit- und Frequenzsenke. Seht ihr Artefakte, die vorher nicht vorhanden waren? Wie können diese entfernt werden?
2. Verbessert den AM-Modulator, indem ihr das modulierte Signal zuerst auf eine Zwischenfrequenz (ZF) heruntermischt und dort durch ein Bandpassfilter schickt. Anschließend wird das gefilterte ZF-Signal in den hörbaren Bereich heruntergemischt. Erweitert die Zeit- und Frequenzsenke (Taste "+") und seht euch zusätzlich auch das ZF-Signal an.
3. Baut euch einen einfachen FM-Modulator und seht euch das Signal in der Zeit- und Frequenzsenke an.

GNU Radio mit dem RTL-SDR Nun kommt SDR-Hardware zum Einsatz um im ersten Schritt das Wasserfalldiagramm zu betrachten und im Anschluss frequenzmodulierte Schmalband- und Breitband-Aussendungen zu empfangen.

12. Wellenausbreitung

1. Eine Vorüberlegung zur Sample Rate: Wir verwenden nun 2,4MS/s statt der maximal sinnvollen 2,56 MS/s – Warum?
2. Füge eine RTL-SDR Source sowie eine QT GUI Waterfall Sink hinzu. Die Variablen `samp_rate = 2.4M` und `qrg = 430M` sollen die Parameter für die Spektrumsanalyse liefern. Ist das ausgesendete Signal bei 430,200 MHz im Spektrum sichtbar?
3. Ergänzt einen Signalpfad zum Empfang des ausgesendeten Signals der genannten QRG. Nutzt dazu einen Rational Resampler einen NBFM-Receiver und eine Audio Sink. Achtet dabei auf die Einstellung der richtigen Parameter der Funktionsblöcke.
4. Baut das SDR zu einem einfachen UKW-Rundfunkempfänger um.

Filterentwurf einer Bandsperre (Bandstopfilter)

Eine Bandsperre, auch Band-Stop-Filter (BSF), Band-Rejection-Filter (BRF) oder auch selten Band-Cut-Fiter genannt, unterdrückt einen Frequenzbereich inmitten des eigentlichen Durchlassbereiches und ist damit das Antonym des Bandpasses. Die Bandsperre ist mit dem Notch-Filter (Kerbfiter) verwandt, dieses ist jedoch dazu konzipiert lediglich eine einzelne (Stör-)Frequenz zu unterdrücken.

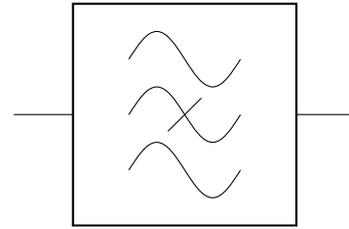


Bild 12.3.: Symbol Bandsperre

Die Motivation zum Entwurf einer Bandsperre ist – analog zum Bandpass – die Dämpfung von störenden Aussendungen. Hier ist das Filter so konzipiert, dass es fest auf das UKW-Rundfunkband abgestimmt ist. Da bei der Verwendung von RTL-SDRs der Großteil der Störungen durch Rundfunksender verursacht wird, ist dieses Filter für einen breiten Anwendungsbereich praktisch. Diese Flexibilität bedeutet natürlich auch, dass Störungen aus anderen Frequenzbereichen weiterhin Intermodulationsprodukte erzeugen können respektive die Eingangsempfindlichkeit verringern. Ist der Einsatzzweck des Filters zuvor bekannt, empfiehlt es sich immer auf Bandpässe zurückzugreifen.

Vorbereitungsaufgabe – *fakultativ* – Installation von Qucs² und GNU Octave³ auf dem eigenen Laptop und diesen zum Kurs mitbringen.

Material 1× Laptop

Hinweise GNU Octave ist eine sehr gute freie Alternative zu Matlab. Die Entwicklung von Qucs läuft etwas schleppender. Die verwendeten Formeln finden sich im Anhang D.

Notizen

- ...

²<http://qucs.sourceforge.net/>

³<https://gnu.org/software/octave/>

13. UKW-Betrieb



[25]

Funkbetrieb im Ausland [BV07]

Für den Betrieb einer Funkstation im Ausland gibt es einige Bedingungen zu beachten. Diese werden im Rahmen des Kurses geklärt. Zur Beantwortung der Prüfungsfragen ergeben sich drei wichtige Punkte, die man sich auf jeden Fall merken muss:

- CEPT ECC T/R 61-01 regelt Kurzaufenthalt (i.d.R. bis zu 3 Monate) mit [ITU-Präfix]/[Call]
- CEPT ECC T/R 61-02 (HAREC) == Klasse A
- CEPT ECC (05)06 == Klasse E

Eine Übersicht, welche CEPT-Empfehlung in welchem Land gilt und was sonst noch zu beachten ist, gibt es hier: <https://files.darc.de/index.php/s/CKT38kZP6miK7xf>

Betriebsabwicklung auf VHF/UHF [BV11]

Für den Betrieb im UKW-Bereich gibt es ein paar Besonderheiten zu beachten, Frequenzen zu merken sowie Begrifflichkeiten zu verinnerlichen. Im Folgenden sind die prüfungsrelevanten Punkte davon zusammengefasst.

Generell

- Keine Q-Gruppen im Sprechfunkverkehr
- Locator: Einteilung der Erdoberfläche nach Längen- und Breitengraden in Groß- und Kleinfelder, abwechselnd Buchstaben und Ziffern
- Baken: Amateurfunkstellen „bei der mit besonderer Zulassung auf einer festen Frequenz an einem festgelegten Standort ein Amateurfunksender betrieben wird“
- Überreichweiten
 - Aurora: Reflexion an stark ionisierten Bereichen der Atmosphäre über Polarregionen (Polarlichterscheinung), Signale rau (verrauscht und verbrummt)
 - Sporadic-E: Reichweite 1000 bis 2000 km

Relaisbetrieb Im Rahmen der UKW-Betriebsabwicklung werden Relaisfunkstellen und deren Eingabe/Ausgabe-Frequenzabstand erwähnt. Dieser wird auch Ablage oder Shift genannt und beträgt üblicherweise:

- 2-m-Band: 600 kHz
- 70-cm-Band: 7,6 MHz
- 23-cm-Band: 35 MHz
- Merke: Ausgabe = Eingabe + Ablage \Rightarrow Das Relais sendet „von oben“!

Satellitenbetrieb

- 145,800 – 146,000 MHz (2m)
- 435,000 – 438,000 MHz (70cm)
- OSCAR: Amateurfunksatellit
- Uplink: „hoch“ zum Satelliten
- Downlink: „runter“ vom Satelliten
- Transponder: Umsetzer an Bord eines Satelliten, der die aufgenommenen Signale in einen anderen Frequenzbereich umsetzt und wieder zur Erde sendet
- Transponderfahrplan gibt an, wann und über welchen Transponder Funkbetrieb abgewickelt werden kann

Geordneter Sprechfunk: Runde, Anmeldeverkehr, Contest

Um den geordneten Sprechfunk praktisch zu üben werden im Rahmen dieses Praxisteils drei verschiedene Formen der Betriebstechnik vorgestellt und angewendet: Eine offene Gesprächsrunde, Anmeldebetrieb sowie als Höhepunkt ein kleiner Contest namens „CQ TU“ für Anfängerinnen und Anfänger, der speziell auf den Ausbildungsbetrieb ausgerichtet ist.



Vorbereitungsaufgabe – *obligatorisch* – Wiederholt das **Buchstabieralphabet** und bereitet das Logging vor: **Laptop/Tablet/Smartphone** sowie einen **Stift und ggf. feste Schreibunterlage** (z.B. Klemmbrett) mitbringen. Lest die Contestausschreibung¹ und notiert euch ggf. Fragen. Falls ihr mit einem Android-Gerät loggen möchtet, empfiehlt sich die Installation von TOTALOG² aus dem F-Droid-Store. **Achtung:** Wenn ihr mit TOTALOG oder einer anderen Software als dem CQTU-Webinterface³ loggt, müsst ihr euch trotzdem vorher dort registrieren und hinterher euer im Cabrillo-Format exportiertes Log dort hochladen.

Material	1× Laptop/Tablet/Smartphone	1× Stift
1× VHF/UHF-Handfunkgerät	1× CQTU-Ausschreibung	1× Uhr
		opt. Klemmbrett

Hinweise Funkdisziplin! Beachtet auch die Tips in der Ausschreibung.

Aufgaben Nehmt am Contest teil und habt Spaß. Achtet auf Funkdisziplin/Betriebstechnik und ordentliches Logging.

Für spezifische Details siehe die Contest-Ausschreibung eures Kurses, wie beispielsweise den „CQ TU“ der AfuTUB.⁴

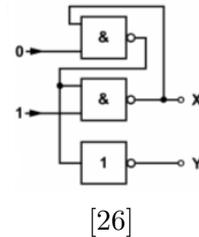
¹https://dk0tu.de/contests/cqtu/CQTU_2024-02-01_FM_Rules+Log.150dpi.pdf

²<https://f-droid.org/de/packages/de.dm1ri.totalog/>

³<https://log.dk0tu.de>

⁴<https://dk0tu.de/contests/cqtu.html>

14. Digitaltechnik, Übertragungstechnik



Digitaltechnik [A14]

1 **TC720** Berechnen Sie den dezimalen Wert der 8-Bit-Dualzahl 10001110. Die Dezimalzahl lautet

A: 78. B: 142. C: 156. D: 248.

2 **TF505** Bei einem Transceiver soll für die CAT-Schnittstelle der hexadezimale Wert „48h“ eingestellt werden. Das Programm erlaubt aber nur eine dezimale Eingabe des Wertes. Welcher dezimale Wert muss eingegeben werden?

A: 48 B: 72 C: 768 D: 110000

3 **TC703** Wie heißen die Grundbausteine in der Digitaltechnik?

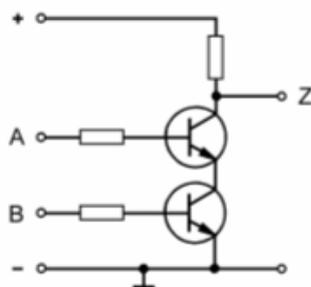
A UND-Glied (AND), ODER-Glied (OR), NICHT-UND-Glied (NAND), NICHT-ODER-Glied (NOR).

B (+)-Gatter (UND), (-)-Gatter (OR), NICHT-(+)-Gatter (NUND), NICHT-(-)-Gatter (NODER).

C UND-Glied (UND), ODER-Glied (ODER), NICHT-UND-Glied (NUND), NICHT-ODER-Glied (NODER).

D UND-Gatter (UNG), ODER-Gatter (ORG), NICHT-UND-Gatter (NUNG), NICHT-ODER-Gatter (NORG).

4 **TC705** Welche logische Grundschialtung stellt die folgende Transistorschaltung dar und wie arbeitet sie?



A Die Schaltung stellt ein NAND-Gatter [negiertes UND-Gatter] dar. Der Ausgang Z führt dann Nullpotenzial, wenn die Eingänge A und B mit der Betriebsspannung verbunden sind. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z

die Betriebsspannung.

- B Die Schaltung stellt ein NOR-Gatter [negiertes ODER-Gatter] dar. Der Ausgang Z führt dann die Betriebsspannung, wenn keiner der beiden Eingänge A oder B mit der Betriebsspannung verbunden ist. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z Nullpotenzial.
 - C Die Schaltung stellt ein AND-Gatter dar. Der Ausgang Z führt dann Betriebs-
spannung, wenn die Eingänge A und B mit der Betriebsspannung verbunden
sind. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z Nullpotenzial.
 - D Die Schaltung stellt ein OR-Gatter dar. Der Ausgang Z führt dann Nullpo-
tenzial, wenn die Eingänge A und B mit der Betriebsspannung verbunden
sind. In allen anderen Fällen führt der Ausgang Z die Betriebsspannung.
- 5 Ordne den Ausgangssignalen X1 - X4 in der Abbildung 14.1 die
Grundsaltungen Und, Oder, XOR und NOR zu.

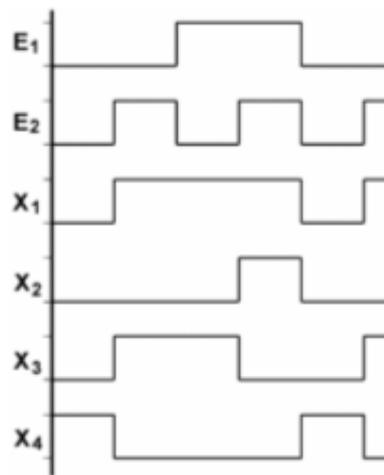
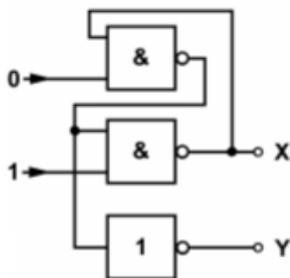


Bild 14.1.: Zeitablaufdiagramme der Grundgatter

- 5 *TC704* Welche Aussage trifft für folgende Digitalschaltung zu?



- A X=0 und Y=0
- B X=0 und Y=1
- C X=1 und Y=0
- D X=1 und Y=1

Übertragungstechnik [A15]

- 1 **TE320** Was ist der Baudot-Code?
 - A Es ist ein 7-Bit-Code mit zusätzlichen Start- und Stopbits sowie einem Paritätsbit.
 - B Es ist ein 8-Bit-Code mit zusätzlichen Start- und Stopbits.
 - C Es ist ein 5-Bit-Code mit zusätzlichen Start- und Stopbits.
 - D Es ist ein 5-Bit-Code mit einem Paritätsbit.

- 2 **TE330** Wie viel verschiedene Zeichen kann man mit dem 5-Bit Baudot Code erzeugen?

A: 5 B: 32 C: 64 D: 128

- 3 **TE305** Wie erfolgt die synchrone Datenübertragung?
 - A Sender und Empfänger synchronisieren ihre Taktfrequenzen mit einem Normalfrequenzsender.
 - B Sende- und Empfangsstelle werden mit Hilfe der Netzfrequenz in Gleichtakt gebracht.
 - C Sender und Empfänger werden nach jedem einzelnen Zeichen aufeinander synchronisiert. Die Zeichen enthalten Start- und Stopbit, die zur Synchronisation dienen.
 - D Eine Übertragung wird durch eine Synchronisationssequenz eingeleitet. Nach erfolgreicher Synchronisation werden die Pakete aus dem Binärstrom gelesen.

- 4 **TE304** Wie erfolgt die Datenübertragung bei Packet-Radio?
 - A Die Daten werden paketweise gesendet. Der Beginn eines Paketes wird durch ein Synchronisationszeichen eingeleitet. Der Takt wird im Empfänger aus den Daten zurückgewonnen.
 - B Die Daten werden paketweise gesendet. Am Anfang erfolgt ein Startzeichen und am Ende ein Stoppzeichen.
 - C Die Daten werden parallel ausgesendet. Der Takt wird im Empfänger aus den Daten zurückgewonnen.
 - D Die Daten werden seriell ausgesendet. Es ist ein asynchrones Verfahren.

- 5 Ordne den 3-dB-Bandbreiten 500Hz, 2.3kHz, 6kHz und 12kHz eines Quarzfilters die geeignete Verwendung zu (AM, FM, SSB oder CW).

- 6 **TE102** Wodurch werden Tastklicks bei einem CW-Sender hervorgerufen? Tastklicks werden hervorgerufen durch
 - A prellende Kontakte der verwendeten Taste
 - B zu steile Flanken der Tastimpulse
 - C direkte Tastung der Oszillatorstufe
 - D ein unterdimensioniertes Netzteil, dessen Spannung beim Auftasten kurzzeitig zusammenbricht

14. Digitaltechnik, Übertragungstechnik

- 7 **TE306** Welche HF-Bandbreite beansprucht ein 1200-Baud-Packet-Radio-AFSK-Signal?
- A: 25 kHz B: 12 kHz C: ca. 6,6 kHz D: ca. 3 kHz
- 8 **TE313** 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
- 9 **TE308** Beim Aussenden von Daten in der Betriebsart Packet-Radio muss nach dem Hochasten des Senders eine gewisse Zeitspanne gewartet werden, bevor mit der Datenübertragung begonnen werden kann. Wie heißt der Parameter mit dem diese Zeitspanne eingestellt wird?
- A: RX-Delay B: DWAIT C: TX-Delay D: Frack
- 10 **TE315** Was versteht man bei Packet Radio unter einem TNC (Terminal Network Controller)? Ein TNC
- A wandelt nur die Töne in digitale Daten und schickt diese an den PC.
B besteht aus einem Modem und dem Controller für die digitale Aufbereitung der Daten.
C wandelt nur die Töne in digitale Daten und schickt diese an den Sender.
D ist ein Modem (Modulator und Demodulator) für digitale Signale.
- 11 **BJ111** Was bedeutet die Abkürzung APRS?
- A Automatisches Positionsmeldesystem
B Automatisches Packet Radio System
C Amerikanisches Packet Radio System
D Amateurfunk Packet Radio System
- 12 **TE323** Welches der folgenden digitalen Übertragungsverfahren hat die geringste Bandbreite?
- A: PSK31 B: RTTY C: Pactor D: Amtor

Satellitenempfang – GEO X-Band

Seit Ende 2018 steht dem Amateurfunk mit QO-100 auch ein geostationärer Amateurfunksatellit zur Verfügung. Durch seine geostationäre Umlaufbahn muss nicht auf einen Überflug gewartet werden und erleichtert erste Gehversuche im Satelliten-Empfang dadurch wesentlich. Der Downlink liegt im 3-Zentimeter-Band, wodurch der Einsatz einer Parabolantenne mit hohem Gewinn aus dem Fernsehrundfunk-Bereich möglich wird. Da bei Frequenzen um 10 GHz Verluste im Koaxialkabel zu einem störenden Faktor werden können, muss ein rauscharmer Verstärker und Abwärtsmischer so nah wie möglich an der Antenne eingestzt werden. Für diese Aufgabe kann ein so genannter LNB verwendet werden. LNBs werden auch beim Empfang von Satellitenfernsehen in einem ähnlichen Frequenzbereich eingesetzt und sind daher leicht verfügbar. Der LNB kann direkt innerhalb des Parabolspiegels platziert werden und setzt das Eingangssignal auf einen Frequenzbereich von 950 MHz bis 2150 MHz herunter. Dies ermöglicht es ein einfaches SDR, wie zum Beispiel den RTL-SDR, als Empfänger zu verwenden. Um die Stromversorgung des LNBs mit möglichst wenig Verkabelungsaufwand sicherzustellen, wird ein Bias-Tee verwendet. Eine Bias-Tee Schaltung ermöglicht das Übertragen einer Versorgungsspannung und eines hochfrequenten Signals auf dem selben Kabel, wobei nur das HF-Signal an den Empfänger weitergeleitet wird.



Bild 14.2.: LNB-PCB [27]

Vorbereitungsaufgabe – keine –

Material	1× Parabolantenne	1× Bias-Tee-Platine
4× Laptop (Gqrx)	1× Quad-LNB	4× RTL-SDR

Bias-Tee-Platine Die verwendete Bias-Tee-Platine besteht aus drei Teilen. Einem USB-Controller, einem Step-Up Converter und der eigentlichen Bias-Tee-Schaltung.

Eine Bias-Tee-Schaltung besteht im wesentlichen aus einer Spule und einem Kondensator. Durch die Induktivität wird verhindert, dass das HF-Signal durch die niederohmige Spannungsquelle beeinflusst wird. Durch den Kondensator wird der Gleichspannungsanteil an einem der HF-Ausgänge entfernt. Für die Impedanz der Induktivität muss im gewünschten Frequenzbereich $Z_L \gg 50\Omega$ gelten. Für die Impedanz der Kapazität muss analog $Z_C \ll 50\Omega$ gelten. Da sich reale Kondensatoren und Spulen immer wie Reihen respektive Parallelschwingkreise verhalten, ist ein breitbandiger realer Aufbau meist etwas komplizierter ausgeführt und enthält eine Kombination aus mehreren verschiedenen Spulen und Kondensatoren um die notwendigen Frequenzbereiche abzudecken.

Um eine Versorgung des LNBs durch ein USB-Kabel zu ermöglichen, müssen die 5 V der USB-Verbindung auf 12 V hochtransformiert werden. Dies wird durch einen Step-Up-Controller mit entsprechender Beschaltung realisiert. Die Ausgangsspannung ist durch

einen Jumper zwischen 12V und 18V umschaltbar. Dies ist notwendig, da die Versorgungsspannung die Polarisationsrichtung des LNBS bestimmt.

Da die Stromaufnahme des LNBS über 100 mA liegt, braucht es neben dem Step-Up-Converter noch einen USB-Controller der in der Lage ist die für den zuverlässigen Betrieb notwendigen Strom vom USB-Host-Controller anzufragen. Dies wird durch einen Integrated Circuit (IC) namens FT230XS erreicht. Der Step-Up-Converter wird durch den FT230XS von der Stromversorgung getrennt bis das Stromlimit erfolgreich mit dem USB-Host ausgehandelt werden konnte.

Stationssetup Verbindet den RF+DC-Ausgang des Bias-Tees mit dem Ausgang des LNBS der an der Parabolantenne (siehe Anhang K) angeschlossen ist. Die Position des 12V/18V-Jumpers kann erstmal ignoriert werden. Der RF-Ausgang wird mit dem Eingang des SDRs verbunden. Es sollte sich ein Aufbau wie in Abbildung 14.3 dargestellt ergeben.

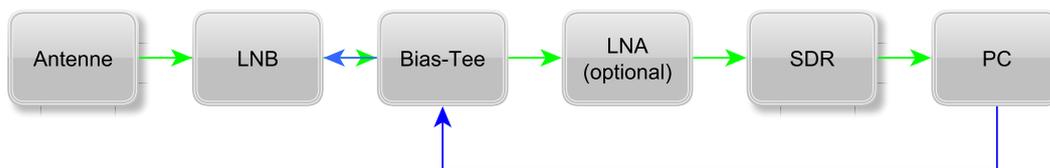


Bild 14.3.: Stationsaufbau mit Versorgungspfad (Blau) und Signalfad (Grün)

15. Gerätetechnik, EMV und Sicherheit



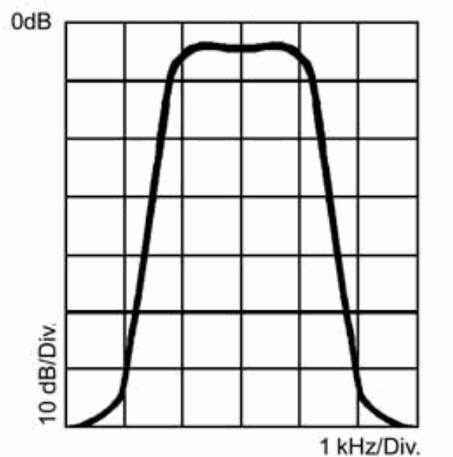
[28]

Gerätetechnik [A18]

- 1 **TB707** Die Leistung eines gleichmäßig über einen Frequenzbereich verteilten Rauschens ist
 - A umgekehrt proportional zur Empfängerempfindlichkeit.
 - B proportional zum Signal-Rauschabstand.
 - C proportional zur Bandbreite.
 - D umgekehrt proportional zum Eingangswiderstand.
- 2 **TB708** Wie verhält sich der Pegel des thermischen Rauschens am Empfänger-ausgang, wenn von einem Quarzfilter mit einer Bandbreite von 2,5 kHz auf ein Quarzfilter mit einer Bandbreite von 0,5 kHz mit gleicher Durchlassdämpfung und Flankensteilheit umgeschaltet wird? Der Rauschpegel
 - A erhöht sich um etwa 7 dB.
 - B verringert sich um etwa 20 dB.
 - C verringert sich um etwa 7 dB.
 - D erhöht sich um etwa 20 dB.
- 3 **TF440** Was bedeutet Signal-Rauschabstand (S/N) bei einem VHF-Empfänger?
 - A Er gibt an, um wie viel dB das Rauschsignal stärker ist als das Nutzsignal.
 - B Er gibt an, wieviel dB stärker das Nutzsignal zum Rauschsignal ist.
 - C Es ist der Abstand in Kilohertz zwischen Empfangssignal und Störsignal.
 - D Es ist der Abstand in Kilohertz zwischen Empfangsfrequenz und Spiegelfrequenz.
- 4 **TF441** Was bedeutet die Rauschzahl $F=2$ bei einem UHF-Vorverstärker? Das Ausgangssignal des Verstärkers hat ein
 - A um 6 dB geringeres Signal-Rauschverhältnis als das Eingangssignal.
 - B um 3 dB höheres Signal-Rauschverhältnis als das Eingangssignal.
 - C um 3 dB geringeres Signal-Rauschverhältnis als das Eingangssignal.
 - D um 6 dB höheres Signal-Rauschverhältnis als das Eingangssignal.
- 5 **TF214** An welcher Stelle einer Amateurfunkanlage sollte ein VHF-Vorverstärker eingefügt werden?
 - A Möglichst unmittelbar vor dem Empfängereingang
 - B Möglichst direkt an der Antenne.
 - C Zwischen Senderausgang und Antennenkabel
 - D Zwischen Stehwellenmessgerät und Empfängereingang

- 6 **TF410** Das Bild in Frage 7 zeigt die Durchlasskurve eines Empfängerfilters. Es ist besonders für den Empfang von
- A CW-Signalen geeignet.
 - B SSB-Signalen geeignet.
 - C Breitbandfernsehsignalen geeignet.
 - D breitbandigen FM-Signalen geeignet.

- 7 **TF411** Das Bild links zeigt die Durchlasskurve eines Empfängerfilters. In dem dargestellten Diagramm beträgt die Grenzbandbreite bei -60 dB etwa



- A 4kHz
- B 5,6 kHz
- C 6 kHz
- D 2,5kHz

- 8 **TF302** Welche Signale steuern gewöhnlich die Empfängerstummschaltung (Squelch)?

- A Es ist das HF-Signal der Eingangsstufe.
- B Die ZF- oder NF-Signale.
- C Es ist das HF-Signal des VFO.
- D Es ist das ZF-Signal des BFO.

- 9 **TF303** Was bewirkt die AGC (automatic gain control) bei einem starken Eingangssignal? Sie reduziert die

- A Verstärkung der HF- und ZF-Stufen
- B Amplitude des VFO.
- C Amplitude des BFO.
- D Höhe der Versorgungsspannungen.

- 10 **TF320** Welche Baugruppe könnte in einem Empfänger gegebenenfalls dazu verwendet werden, um einen schmalen Frequenzbereich zu unterdrücken, in dem Störungen empfangen werden?

- A: Notchfilter B: Dämpfungsglied C: Hochpass D: Sperrfilter

Störungen, EMV, EMVU und Sicherheit [E18, BV14]

- 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 den geltenden Richtwerten entsprechen.
 - C 60 dB betragen.
 - D 100 dB betragen.

- 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.

- 3 **TK107** Wie nennt man die elektromagnetische Störung, die durch die Aussendung des reinen Nutzsignals beim Empfang anderer Frequenzen in benachbarten Empfängern auftreten kann?
 - A Blockierung oder störende Beeinflussung
 - B Störung durch unerwünschte Aussendungen
 - C Störung durch Nebenaussendungen
 - D Hinzunehmende Störung

- 4 **TK103** Welche Reaktion ist angebracht, wenn Störungen im TV-Rundfunk beim Nachbarn nicht mit den zur Verfügung stehenden Mitteln beseitigt werden können?
 - A Der Nachbar sollte höflich darauf hingewiesen werden, dass es an seiner eigenen Einrichtung liegt.
 - B Sie empfehlen dem Nachbarn höflich, sich an die Bundesnetzagentur zur Prüfung der Störungsursache zu wenden.
 - C Der Nachbar sollte darauf hingewiesen werden, dass Sie hierfür nicht zuständig sind.
 - D Sie benachrichtigen ihren Amateurfunkverband.

- 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.

- 6 **TK304** Ein Funkamateurliebt zu wohnen in einem Reihenhause. 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
- 7 **TL213** Mit welcher Ausgangsleistung rechnen Sie im Fall des Personenschutzes, um den Sicherheitsabstand zu ermitteln?
- A Mit der größten Ausgangsleistung des Transceivers zuzüglich Antennengewinn, 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.
- 8 **TL211** Sie möchten den Personenschutz-Sicherheitsabstand für die Antenne Ihrer Amateurfunkstelle in Hauptstrahlrichtung 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 11,5 dBd. Die Antenne wird von einem Sender mit einer Leistung von 75 W über ein Koaxialkabel gespeist. Die Kabeldämpfung beträgt 1,5 dB. Wie groß muss der Sicherheitsabstand sein?
- A: 5,35 m B: 6,86 m C: 2,17 m D: 36,3 m
- 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 blanker Kupferleiter mit mindestens 10 mm² Querschnitt oder ein Aluminiumleiter mit mindestens 16 mm² Querschnitt.
 - B Ein- oder mehrdrähtiger - aber nicht feindrähtiger - isolierter oder blanker Kupferleiter mit mindestens 25 mm² Querschnitt oder ein Aluminiumleiter mit mindestens 50 mm² Querschnitt.
 - C Als geeigneter Erdungsleiter gilt ein Einzelmassivdraht mit einem Mindestquerschnitt von 16 mm² Kupfer, isoliert oder blank, oder 25 mm² Aluminium isoliert oder 50 mm² Stahl.
 - D Als geeigneter Erdungsleiter gilt ein Einzeldraht mit einem Mindestquerschnitt von 4 mm² Kupfer, isoliert oder blank, oder 10 mm² Aluminium isoliert.

EMV und Sicherheit [A19]

- 1 **TK105** In einem NF-Verstärker erfolgt die unerwünschte Gleichrichtung eines HF-Signals wahrscheinlich
 - A an der Lautsprecherleitung.
 - B an einem Basis-Emitter-Übergang.
 - C an der Verbindung zweier Widerstände.
 - D an einem Kupferdraht.

- 2 **TK301** Um die Störwahrscheinlichkeit zu verringern, sollte die benutzte Sendeleistung
 - A nur auf den zulässigen Pegel eingestellt werden.
 - B auf das für eine zufrieden stellende Kommunikation erforderliche Minimum eingestellt werden.
 - C auf die für eine zufrieden stellende Kommunikation erforderlichen 750 W eingestellt werden.
 - D die Hälfte des maximal zulässigen Pegels betragen.

- 3 **TK302** Wie kann man hochfrequente Störungen reduzieren, die durch Harmonische hervorgerufen werden? Sie können reduziert werden durch ein ...

A: Hochpassfilter B: ZF-Filter C: Nachbarkanalfilter D: Oberwellenfilter

- 4 **TK112** Ein Fernsehgerät wird durch das Nutzsignal einer KW-Amateurfunkstelle gestört. Wie kann das Signal in das Fernsehgerät eindringen?
 - A Über jeden beliebigen Leitungsanschluss und/oder über die ZF-Stufen.
 - B Über die Antennenleitung und über alle größeren ungeschirmten Spulen im Fernsehgerät (z.B. Entmagnetisierungsschleife).
 - C Über die Stromversorgung des Senders und die Stromversorgung des Fernsehgeräts.
 - D Über die Fernsehantenne bzw. das Antennenkabel sowie über die Bildröhre.

- 5 **TK306** Welches Filter sollte im Störungsfall vor die einzelnen Leitungsanschlüsse eines UKW- oder Fernschrundfunkgeräts oder angeschlossener Geräte eingeschleift werden, um Kurzwellensignale zu dämpfen?
 - A Ein Bandpassfilter bei 30 MHz unmittelbar vor dem Antennenanschluss und ein Tiefpassfilter in das Netzkabel der gestörten Geräte.
 - B Eine Bandsperre für die Fernsehbereiche unmittelbar vor dem Antennenanschluss und ein Tiefpassfilter in das Netzkabel der gestörten Geräte.
 - C Je ein Tiefpassfilter unmittelbar vor dem Antennenanschluss und in das Netzkabel der gestörten Geräte.
 - D Ein Hochpassfilter vor dem Antennenanschluss und zusätzlich je eine hochpermeable Ferritdrossel vor alle Leitungsanschlüsse der gestörten Geräte.

- 6 **TK201** Die Übersteuerung eines Leistungsverstärkers führt zu ...
 - A einer Verringerung der Ausgangsleistung.
 - B einer besseren Verständlichkeit am Empfangsort.

- C einem hohen Nebenwellenanteil.
 - D lediglich geringen Verzerrungen beim Empfang.
- 7 **TK118** Die Bemühungen, die durch eine in der Nähe befindliche Amateurfunkstelle hervorgerufenen Fernsehstörungen zu verringern, sind fehlgeschlagen. Als nächster Schritt ist ...
- A die Rückseite des Fernsehgeräts zu entfernen und das Gehäuse zu erden.
 - B der EMV-Beauftragte des RTA um Prüfung des Fernsehgeräts zu bitten.
 - C die zuständige Außenstelle der Bundesnetzagentur um Prüfung der Gegebenheiten zu bitten.
 - D der Sender an die Bundesnetzagentur zu senden.
- 8 **TK212** Um Oberwellenausstrahlungen eines UHF-Senders zu minimieren, sollte dem Gerät ...
- A ein Hochpassfilter nachgeschaltet werden.
 - B ein Tiefpassfilter nachgeschaltet werden.
 - C eine Bandsperre vorgeschaltet werden.
 - D ein Notchfilter vorgeschaltet werden.
- 9 **TL305** Welche der Antworten enthält die heutzutage normgerechten Ader-Kennfarben von 3-adrigen, isolierten Energieleitungen und -kabeln in der Abfolge: Schutzleiter, Außenleiter, Neutralleiter?
- A braun, grünelb, blau
 - B grünelb, braun, blau
 - C grau, schwarz, rot
 - D grünelb, blau, braun oder schwarz
- 10 **TL307** Um ein Zusammenwirken mit der Elektronik des Kraftfahrzeugs zu verhindern, sollte das Antennenkabel ...
- A im Kabelbaum des Kraftfahrzeugs geführt werden.
 - B entlang der Innenseite des Motorraumes verlegt werden.
 - C möglichst weit von der Fahrzeugverkabelung entfernt verlegt werden.
 - D über das Fahrzeugdach verlegt sein.

Betriebliche Abkürzungen [BV04]

Das Abkürzungskapitel wurde im Gegensatz zur Reihenfolge des zugrunde liegenden Lehrbuchs an das Ende gestellt. Hiermit sollen die relevanten Abkürzungen noch einmal gemeinsam durchgesprochen und gegebenenfalls kurz wiederholt werden, um das gesamte Wissen aus dem Kurs zusammenfassend aufzufrischen (siehe Abkürzungsverzeichnis).

Abkürzungen in der Telegrafie Es gibt sehr viele betriebstechnische und noch viel mehr geläufige Abkürzungen in der Telegrafie, jedoch lediglich vier davon sind für die Prüfung zu lernen:

R → Received (richtig empfangen)

K → Aufforderung zum Senden

BK → Signal zur Unterbrechung der Sendung

WX → Wetter

Hinweise Die Begriffe werden viel besser verinnerlicht, indem man sich konkret im Lehrabschnitt damit auseinandersetzt – stupides auswendig Lernen bringt wenig. Daher dieses Kapitel hier nicht als Einführung, sondern als Wiederholung.

Notizen

Kursabschluss

Mit diesem Termin ist der Aufbaukurs Technik Klasse A und damit der AfuTUB-Kurs insgesamt abgeschlossen. Im Folgenden gibt es noch einige Tipps zur Prüfungsvorbereitung, die Klärung offener Fragen und das Sammeln von Feedback sowie Informationen über Amateurfunkaktivitäten in eurer Umgebung.

Das hierauf folgende Kapitel beinhaltet eine Übungsprüfung, die nach der Lernphase – kurz vor der Prüfung bei der Bundesnetzagentur – gemeinsam mit allen Kursteilnehmenden oder auch individuell durchlaufen werden kann.



Bild 15.1.: 55 fer ur test [29]

Vorbereitungsaufgabe – *obligatorisch* – Themen der Klasse A rekapitulieren.

Hinweise zur Prüfungsvorbereitung Falls ihr regelmäßig am Kurs teilgenommen habt, müsst ihr für die nun folgende Lernphase lediglich drei wesentliche Punkte beachten:

1. Schaut euch die **Lernvorlagen** aus diesem Skriptum an. Dort sind neben Lernhinweisen und Merkhilfen Tipps worauf ihr euch beim Lernen konzentrieren solltet.
2. Fragen der **Prüfungsbögen üben, üben, üben!**
 - AFUTrainer¹ (*nix, Win), Funktrainer² (Android), AfuP³ (Browser)
 - Bei Verständnisfragen gibt es die Lichtblicke⁴ mit kompletten Lösungswegen
3. Bestimmte Fragen aus dem Fragenkatalog der Bundesnetzagentur sind nicht mehr Prüfungsrelevant. Diese sind auf ihrer Webseite⁵ aufgelistet.
4. Aus Erfahrung und speziell für Personen aus dem Bereich der Elektrotechnik: **Unterschätzt die Prüfung nicht**, auch wenn ihr der Meinung seid alles zu verstanden zu haben. Nichts ersetzt das Üben mit den offiziellen Prüfungsfragen.

Aufgaben „Murmelfase“ ...

1. Welche Fragen habt ihr noch zum Prüfungsstoff?
2. Feedback AfuTUB-Kurs: Wie lässt sich der Kurs verbessern?

Rück- und Ausblicke

1. Ausblick Amateurfunkaktivitäten und -projekte in eurer Umgebung
2. Offene Feedbackrunde zum AfuTUB-Kurs

¹<http://www.oliver-saal.de/software/afutrainier/>

²<https://f-droid.org/en/packages/de.hosenhasser.funktrainer/>

³<http://www.afup.a36.de/>

⁴<http://www.dl9hcg.a36.de/lichtblick.html>

⁵https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/Amateurfunk/Fragenkatalog/Liste_der_nicht_mehr_relevanten_Fragen.html

Bergfestspiele

Mit diesem Termin ist der AfuTUB-Grundlagenkurs abgeschlossen. Das Prüfungstraining für die Klasse E findet in Form der beliebten Gaming Show „DKØTUchdown!“ statt. Auf eine schriftliche Übungsprüfung kann bei angestrebter Klasse A aufgrund des eher geringeren Unterhaltungswertes getrost verzichtet werden.

Sollte eine Prüfung der Klasse E anstatt der Klasse A bei der Bundesnetzagentur geplant sein, so sind die Hinweise zur Vorbereitung in den letzten beiden Kapiteln dieses Skripts zu beachten.

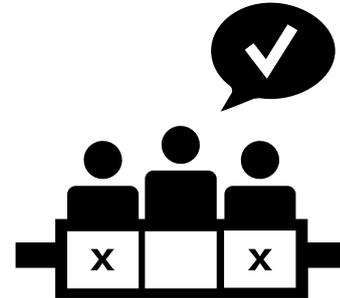


Bild 15.2.: Let's play...[30]

Vorbereitungsaufgabe – *obligatorisch* – Stoff der Klasse E noch einmal durchgehen.

Vorbereitungsaufgabe – *fakultativ* – Zwei/Drei Lieblingskaltgetränke mitbringen. Es wird am Ende eher gemütlich. ;-)

Material 2–3× Kaltgetränk

Hinweise Fühlt ihr euch mit dem aktuellen technischen Kursinhalt an eurem persönlichen Limit angekommen? Falls ja, solltet ihr die Klasse-E-Prüfung anstreben. Ihr könnt diese auch als kostenpflichtige Zwischenprüfung (Savegame) betrachten und danach entspannter die Klasse A angehen. Falls ihr bis hierhin die Technik ohne Probleme verstanden habt, solltet ihr auf jeden Fall die nächsten Lektionen weiterverfolgen und direkt die Klasse A anstreben.

Aufgaben „Murmelphase“ ...

1. Feedback „CQ TU“-Contest: Was hat euch gefallen, was nicht?
2. Feedback AfuTUB-Kurs: Wie lässt sich der Kurs verbessern?

Rück- und Ausblicke

1. Gemeinsame Auswertung des CQ TU
2. Offene Feedbackrunde zum AfuTUB-Kurs
3. Ausblick Klasse A sowie mögliche Amateurfunkprojekte
4. **DKØTUchdown!** – die interessante Game Show als gemütliches Abschluss-Sparring

Teil I.

Verzeichnisse

Abbildungen

- [1] HTU (Vorsitz: Martin Olesch), Hrsg. *der FETZ'N*. März 2013. URL: <http://www.sengpielaudio.com/ohms-law-illustrated.gif>.
- [2] (Kolossos). *L-Telegraph1*. ©(US). (2005). URL: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:L-Telegraph1.png>.
- [3] ICAO. *Radiotelephony Spelling Alphabet (1955)*. ©. 1955. URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Radiotelephony_Spelling_Alphabet_\(1955\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Radiotelephony_Spelling_Alphabet_(1955).jpg).
- [4] Daniel Davis Jr. *Charles Grafton Page's double helix coil*. ©(US). 1848. URL: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CGPagecoil.jpg>.
- [5] Abrev. *Breadboard complex*. ©. 2007. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Breadboard_complex.jpg.
- [6] Cree Inc. *Cree® 5-mm Red and Amber Round LED Product Family Data Sheet*. © 2019 Cree, Inc. 2019. URL: <https://cree-led.com/media/documents/C503B-RAS-RAN-AAS-AAN-RBS-RBN-ABS-ABN-RCS-RCN-ACS-ACN-1079.pdf>.
- [7] Hameg. *350 MHz Mixed Signal Oscilloscope HMO3524 by HAMEG Instruments*. ©. 2009. URL: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hmo3524.jpg>.
- [8] Cepheiden. *Prinzipdarstellung eines Plattenkondensators*. ©. 2009. https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Plate_Capacitor_DE.svg.
- [9] FDominec. *Inductors (electronic component)*. ©. 2007. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electronic_component_inductors.jpg.
- [10] Benedikt.Seidl. *Transistors in differen housings*. ©. 2007. URL: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Transistors-white.jpg>.
- [11] BNetzA. *Fragenkatalog Technische Kenntnisse Klasse A, Frage TG226*. ©. 2007. <https://www.bundesnetzagentur.de/amateurfunk/>.
- [12] Badseed. *Heliogen medium wave galena radio*. ©. 2009. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Heliogen_medium_wave_galena_radio.JPG.
- [13] Dantor. *Transistors in differen housings*. ©. 2006. URL: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kreuzdipolarp.jpg>.
- [14] NASA. *Apollo 11 first step*. ©. 1969. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Apollo_11_first_step.jpg.
- [15] Hubert Berberich (HubiB). *Akustikkoppler AK 2000 EDV-KONTOR GmbH*. ©. 2011. URL: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:AcousticCouplerAK2000Tel.jpg>.

- [16] Brews ohare. *Steps in a signal communications system*. ©(f)(D). 2012. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Signal_processing_system.png.
- [17] Saure. *Schaltbild Reihenschwingkreis*. ©(S). 2009. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Schwingkreis_reihen.svg.
- [18] Unknown Author (uploaded by Chetvorno). *Parallel rod push-pull 120MHz oscillator*. ©(S). 1938. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Parallel_rod_push-pull_120MHz_oscillator.jpg.
- [19] KiCad Project. *Icon eeschema*. GPLv3. 2021. URL: https://gitlab.com/kicad/code/kicad/-/blob/65cbf2d2b74680897208c911b29fc30a1e14ee33/bitmaps_png/sources/light/icon_eeschema.svg.
- [20] unknown. *Logo of the software QUCS*. ©(f)(D). 2015. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PN_diode_with_electrical_symbol.svg.
- [21] BNetzA. *Fragenkatalog Technische Kenntnisse Klasse A, Frage TD309b*. ©(D). 2007. <https://www.bundesnetzagentur.de/amateurfunk/>.
- [22] Kaback. *BNC Steckverbinder in 50 und 75 Ohm*. ©(f)(D). 2012. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:BNC_50_75_Ohm.jpg.
- [23] GNU Radio Project. *The official GNU Radio logo*. ©(S). URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gnuradio_logo.svg.
- [24] Berserkerus. *Animiertes Diagramm - illustriert Unterschied zw. FM und AM*. ©(f)(D). 2008. URL: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amfm3-en-de.gif>.
- [25] Florian Fuchs. *Motorola GP-380 mit abgesetztem Lautsprechermikrofon*. ©(f)(D). 2012. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Motorola_GP-380_mit_abgesetztem_Lautsprechermikrofon.jpg.
- [26] BNetzA. *Fragenkatalog Technische Kenntnisse Klasse A, Frage TC704*. ©(D). 2007. <https://www.bundesnetzagentur.de/amateurfunk/>.
- [27] Satmap. *LNB disassembled*. ©(S). 2007. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LNB_disassembled.JPG.
- [28] Maxxl2. *ISO 7010 W005 Warnung vor nicht ionisierender Strahlung*. ©(S). 2013. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ISO_7010_W005.svg.
- [29] Unknown (prob. from www.hamcrazy.com). *Shipwrecked Ham, based on screenshot from sitcom >Gilligan's Island<*. (2014). URL: https://web.archive.org/web/20141224024314im_/http://n3tw.t.org/wp-content/uploads/2014/11/IMG_50766180150485.jpeg.
- [30] Björn Andersson. *Correct Answer*. ©(f)(S)(=). URL: <https://thenounproject.com/icon/76605/>.

Abbildungen

Abkürzungsverzeichnis

Afu Amateurfunk.

AHF Awesome High Frequency.

AM Amplitudenmodulation.

AO-51 AMSAT OSCAR 51.

AOS Acquisition Of Signal/Satellite.

BEEGND Berlin Experimental and Educational Ground Station.

BV Betriebstechnik und Vorschriften.

Call Rufzeichen.

CW Continuous Wave/„Morsen“.

DARC Deutscher Amateur-Radio-Club.

DL Deutschland.

FM Frequenzmodulation.

HF High Frequency.

IC Integrated Circuit.

ISS International Space Station.

ITU Internationale Fernmeldeunion.

LED Leuchtdiode.

LNA Low Noise Amplifier.

LNB Low Noise Block Converter.

LOS Loss Of Signal/Satellite.

NF Niederfrequenz.

NOAA National Oceanic and Atmospheric Administration.

PEP Spitzenleistung.

QO-100 Qatar-OSCAR 100.

QRG Sendefrequenz.

Abkürzungen

QRM Menschengemachte Störungen.

QSO Funkkontakt.

QTH Standort.

Qucs Quite Universal Circuit Simulator.

SDR Software Defined Radio.

SMD Surface-Mounted Device.

SPICE Simulation Program with Integrated Circuits Emphasis.

SSB Single Side Band.

SSID Secondary Station Identifier.

SWL ShortWave Listener.

TCA Time of Closest Approach.

THT Through Hole Technology.

TUB Technische Universität Berlin.

TUBSAT TU Berlin Satellite.

UHF Ultra High Frequency.

UKW Ultrakurzwelle.

UTC Coordinated Universal Time / Temps Universel Coordonné.

Teil II.

Anhänge

A. Curriculum (tabellarisch)

Das Curriculum ist aktuell noch nicht in das Skript übertragen worden, jedoch auf der Website der AfuTUB verfügbar.¹

¹<https://dk0tu.de/Kurs/Curriculum/>

A. Curriculum (tabellarisch)

B. Formelsammlung

B. Formelsammlung



Bundesnetzagentur

Außenstelle Dortmund
Dienstleistungszentrum 10

Amateurfunkprüfungen

Hilfsmittel

BNetzA
Referat 225

Hinweis:

Die Formelsammlung weicht aufgrund der Berichtigung offener Unrichtigkeiten in folgenden Punkten von dem veröffentlichten Fragenkatalog der 3. Auflage März. 2024 ab:

- Seite 15 Abschnitt Strahlungsleistung und Gewinn von Antennen; Formel zum Parabolspiegelgewinn
- Seite 17 Abschnitt Reflexion; Formel zum Stehwellenverhältnis
- Seite 21 Abschnitt Spezifischer Widerstand; Ersetze Zink durch Zinn

Nutzungsbedingungen
für die im Frequenzplan für den Amateurfunkdienst
und den Amateurfunkdienst über Satelliten ausgewiesenen Frequenzbereiche

Auf der Grundlage des § 6 Satz 1 des Amateurfunkgesetzes vom 23. Juni 1997 (BGBl. I S. 1494), das zuletzt durch Artikel 53 des Gesetzes vom 23. Juni 2021 (BGBl. I S. 1858) geändert worden ist, werden im Folgenden die technischen und betrieblichen Rahmenbedingungen für die Nutzung von Frequenzen des Amateurfunkdienstes und des Amateurfunkdienstes über Satelliten festgelegt:

(1) Fernbediente und automatisch arbeitende Amateurfunkstellen im Sinne von § 13 Absatz 1 und 2 dieser Verordnung dürfen nur auf den Frequenzen betrieben werden, die in der Rufzeichenzuteilung für diese Amateurfunkstellen ausgewiesen werden. Die maximal zulässige Strahlungsleistung für fernbediente oder automatisch arbeitende terrestrische Amateurfunkstellen beträgt oberhalb von 30 MHz 50 Watt ERP (ausgenommen Remote-Betrieb). Im Fall von fortgesetzter wechselseitiger Beeinflussung kann die Bundesnetzagentur eine Absenkung der Leistung anordnen. Der Betrieb von Linkstrecken ist von dieser Regelung ausgenommen und kann in Frequenzbereichen oberhalb von 1 GHz in besonders begründeten Fällen mit einer Strahlungsleistung von bis zu maximal 1 000 Watt ERP beantragt werden. Der Inhaber der Rufzeichenzuteilung muss sicherstellen, dass fernbediente Amateurfunkstellen jederzeit abgeschaltet werden können.

(2) Die belegte Bandbreite einer Amateurfunk-Aussendung ist entsprechend dem Stand der Technik auf das für die verwendete Sendart notwendige Ausmaß zu beschränken. Die Mittenfrequenz der Amateurfunk-Aussendungen ist so zu wählen, dass die belegte Bandbreite innerhalb des dem Amateurfunk zugewiesenen Frequenzbereichs liegt. Der Vorrang des Funkverkehrs bereits belegter Frequenzen sowie der Vorrang des Amateurfunkdienstes über Satelliten und Aussendungen von Weltraumfunkstellen des Amateurfunkdienstes ist zu beachten.

(3) Die Funkdienste werden nach primären und sekundären Funkdiensten unterschieden. Ein primärer Funkdienst ist ein Funkdienst, dessen Funkstellen Schutz gegen Störungen durch Funkstellen sekundärer Funkdienste verlangen können, auch wenn diesen bereits Frequenzen zugeteilt sind. Schutz vor Störungen durch Funkstellen des gleichen oder eines anderen primären Funkdienstes können nur die Funkstellen verlangen, denen die Frequenzen früher zugeteilt wurden. Ein sekundärer Funkdienst ist ein Funkdienst, dessen Funkstellen weder Störungen bei den Funkstellen eines primären Funkdienstes verursachen dürfen noch Schutz vor Störungen durch solche Funkstellen verlangen können. Dies ist unabhängig davon, wann die Frequenzzuteilung an Funkstellen des primären Funkdienstes erfolgt. Schutz vor Störungen durch Funkstellen des gleichen oder eines anderen sekundären Funkdienstes kann die Funkstelle verlangen, der die Frequenz früher zugeteilt wurde.

(4) In den Frequenzbereichen gemäß Buchstabe A gelten die Regelungen des Frequenzplans und zusätzlich die besonderen Nutzungsbestimmungen nach den Buchstaben A und B.

A Tabellarische Übersicht

Lfd. Nr.	Frequenzbereiche	Status ¹	Zulässige Frequenzbereiche und maximale Leistung ² für Inhaber einer Zulassung zum Amateurfunkdienst mit Berechtigungsumfang der			Zusätzliche Nutzungsbestimmungen gemäß B
			Klasse A	Klasse E	Klasse N	
1	2	3	4	5	6	7
1	135,7 – 137,8 kHz	S	1 W ERP			1 2 10
2	472 – 479 kHz	S	1 W ERP			1
3	1 810 – 1 850 kHz	P	750 W PEP	100 W PEP		3
4	1 850 – 1 890 kHz	S	75 W PEP	75 W PEP		3 10 12 15
5	1 890 – 2 000 kHz	S	10 W PEP	10 W PEP		3 10 15
6	3 500 – 3 800 kHz	P	750 W PEP	100 W PEP		3
7	5 351,5 – 5 366,5 kHz	S	9,14 W ERP			3
8	7 000 – 7 200 kHz	P	750 W PEP			3 13
9	10 100 – 10 150 kHz	S	150 W PEP			1 10 12
10	14 000 – 14 350 kHz	P	750 W PEP			3 13
11	18 068 – 18 168 kHz	P	750 W PEP			3 13
12	21 000 – 21 450 kHz	P	750 W PEP	100 W PEP		3 13
13	24 890 – 24 990 kHz	P	750 W PEP			3 13
14	28 – 29,7 MHz	P	750 W PEP	100 W PEP	10 W ERP	4 13
15	50 – 50,4 MHz	S	750 W PEP			5 16
16	50,4 – 52 MHz	S	25 W PEP			5 16
17	144 – 146 MHz	P	750 W PEP	75 W PEP	6,1 W ERP	6 13
18	430 – 440 MHz	P	750 W PEP	75 W PEP	6,1 W ERP	7 13
19	1 240 – 1 250 MHz	S	750 W PEP	75 W PEP		8 11 17
20	1 250 – 1 260 MHz	S	750 W PEP	75 W PEP		8 11 17
21	1 260 – 1 300 MHz	S	750 W PEP	75 W PEP		8 11 13 17
22	2 320 – 2 400 MHz	S	75 W PEP	5 W PEP		9 17
23	2 400 – 2 450 MHz	S	75 W PEP	5 W PEP		9 13 17
24	3 400 – 3 475 MHz	S	75 W PEP	5 W PEP		9 17
25	5 650 – 5 670 MHz	S	75 W PEP	5 W PEP		9 13 17
26	5 670 – 5 725 MHz	S	75 W PEP	5 W PEP		9 17
27	5 725 – 5 755 MHz	S	75 W PEP	5 W PEP		9 17
28	5 755 – 5 830 MHz	S	75 W PEP	5 W PEP		9 17
29	5 830 – 5 850 MHz	S	75 W PEP	5 W PEP		9 17
30	10 – 10,4 GHz	S	75 W PEP	5 W PEP		9 17
31	10,4 – 10,45 GHz	S	75 W PEP	5 W PEP		9 17
32	10,45 – 10,5 GHz	S	75 W PEP	5 W PEP		9 13 17
33	24 – 24,05 GHz	P	75 W PEP	5 W PEP		13 17
34	24,05 – 24,25 GHz	S	75 W PEP	5 W PEP		9 17
35	47 – 47,2 GHz	P	75 W PEP	5 W PEP		13 17
36	76 – 77,5 GHz	S	75 W PEP	5 W PEP		9 13 17
37	77,5 – 78 GHz	S	75 W PEP	5 W PEP		9 13 17
38	78 – 79 GHz	S	75 W PEP	5 W PEP		9 13 17
39	79 – 81 GHz	S	75 W PEP	5 W PEP		9 13 17
40	122,25 – 123 GHz	S	75 W PEP	5 W PEP		9 17
41	134 – 136 GHz	P	75 W PEP	5 W PEP		9 13 17
42	136 – 141 GHz	S	75 W PEP	5 W PEP		9 13 17
43	241 – 248 GHz	S	75 W PEP	5 W PEP		13 17
44	248 – 250 GHz	P	75 W PEP	5 W PEP		13 17
45	> 275 GHz	–	–	–		14 17

¹ P: Amateurfunkdienst ist primärer Funkdienst, S: Amateurfunkdienst ist sekundärer Funkdienst gemäß Frequenzverordnung vom 27. August 2013 (BGBl. I S. 3326), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 3. Juni 2021 (BGBl. I S. 1372) geändert worden ist. Die mit „P“ gekennzeichneten Frequenzbereiche können gleichzeitig auch anderen primären Funkdiensten zugewiesen sein.

² PEP: Spitzenleistung (§ 2 Nr. 7); ERP: effektive Strahlungsleistung (§ 2 Nr. 8)

B Zusätzliche Nutzungsbestimmungen

1. Maximal zulässige belegte Bandbreite einer Amateurfunk-Aussendung: 800 Hz.
2. Die Betriebsorte sind bei der Bundesnetzagentur schriftlich oder elektronisch anzuzeigen. Die Sendeantenne ist gegenüber anderen Anlagen ausreichend zu entkoppeln. Werden Störungen bei Primärfunkdiensten auch in benachbarten Frequenzbereichen verursacht, ist der Betrieb einzustellen.
3. Maximal zulässige belegte Bandbreite einer Amateurfunk-Aussendung: 2,7 kHz.
4. Maximal zulässige belegte Bandbreite einer Amateurfunk-Aussendung unterhalb 29 MHz: 7 kHz, oberhalb 29 MHz: 40 kHz.
5. Amateurfunk-Aussendungen dürfen weder schädliche Störungen beim Rundfunkempfang verursachen noch Schutz vor Aussendungen des Rundfunkdienstes beanspruchen. Amateurfunk-Aussendungen im Frequenzband 50 – 52 MHz dürfen keine funktechnischen Störungen an Windprofilmessradaren verursachen. Sie können keinen Schutz vor Aussendungen dieser Radargeräte beanspruchen. Es sind ausschließlich Aussendungen mit horizontaler Polarisierung zulässig. Die Nutzung ist auf ortsfeste Amateurfunkstellen beschränkt. Der Inhaber einer Rufzeichenzuteilung nach § 13 für eine 50-MHz-Bake muss sicherstellen, dass die entsprechende Funkbake jederzeit auf telefonische Anforderung abgeschaltet werden kann.
6. Maximal zulässige belegte Bandbreite einer Amateurfunk-Aussendung: 40 kHz.
7. Maximal zulässige belegte Bandbreite einer Amateurfunk-Aussendung: 2 MHz; bei amplitudenmodulierten Fernsehaussendungen: 7 MHz.
8. Maximal zulässige belegte Bandbreite einer Amateurfunk-Aussendung: 2 MHz; bei amplitudenmodulierten oder digitalen Fernsehaussendungen: 7 MHz und bei frequenzmodulierten Fernsehaussendungen: 18 MHz.
9. Maximal zulässige belegte Bandbreite einer Amateurfunk-Aussendung: 10 MHz; bei Fernsehaussendungen: 20 MHz.
10. Der Betrieb von fernbedienten Amateurfunkstellen mit Ausnahme von Amateurfunkstellen im Remote-Betrieb ist nicht gestattet. Amateurfunk-Wettbewerbe (Contestbetrieb) dürfen in diesem Frequenzbereich nicht durchgeführt werden.
11. Im Teilbereich von 1 247 – 1 263 MHz ist die abgestrahlte Leistung auf maximal 3,05 Watt ERP beschränkt. Der Betrieb von fernbedienten und automatisch arbeitenden Amateurfunkstellen ist in diesem Bereich nicht zulässig.
12. Maximal zulässige Strahlungsleistung für automatisch arbeitende Amateurfunkstellen: 50 Watt ERP.
13. Die Frequenzbereiche 7 000 – 7 100 kHz, 14 000 – 14 250 kHz, 18 068 – 18 168 kHz, 21 000 – 21 450 kHz, 24 890 – 24 990 kHz, 28 – 29,7 MHz, 144 – 146 MHz, 24 – 24,05 GHz, 47 – 47,2 GHz, 134 – 136 GHz und 248 – 250 GHz können auch für den Amateurfunkdienst über Satelliten genutzt werden; der Amateurfunkdienst über Satelliten ist dabei primärer Funkdienst.
Die Frequenzbereiche 435 – 438 MHz, 1 260 – 1 270 MHz, 2 400 – 2 450 MHz, 5 650 – 5 670 MHz, 5 830 – 5 850 MHz, 10,45 – 10,50 GHz, 76 – 81 GHz, 136 – 141 GHz und 241 – 248 GHz können auch für Amateurfunkdienst über Satelliten genutzt werden; der Amateurfunkdienst über Satelliten ist dabei sekundärer Funkdienst.
In den Frequenzbereichen 435 – 438 MHz, 1 260 – 1 270 MHz, 2 400 – 2 450 MHz und 5 650 – 5 670 MHz sind andere sekundäre Funkdienste gegenüber dem Amateurfunkdienst über Satelliten bevorzugt. Weltraumfunkstellen des Amateurfunkdienstes über Satelliten, die in diesen Frequenzbereichen arbeiten, müssen über geeignete Vorrichtungen verfügen, die es im Fall von Störungen erlauben, die Amateurfunk-Aussendungen dieser Weltraumfunkstellen zu steuern, damit Störungen bei anderen Funkdiensten in diesen Frequenzbereichen sofort beseitigt werden können.
Die Nutzung der Frequenzbereiche 1 260 – 1 270 MHz und 5 650 – 5 670 MHz ist auf die Senderichtung Erde – Weltraum und im Frequenzbereich 5 830 – 5 850 MHz auf die Senderichtung Weltraum – Erde beschränkt.
14. Die Frequenzbereiche 444 – 453 GHz, 510 – 546 GHz, 711 – 730 GHz, 909 – 926 GHz, 945 – 951 GHz und Frequenzen oberhalb von 956 GHz können durch den Amateurfunkdienst genutzt werden. Amateurfunkstellen können keinen Schutz vor Störungen durch andere Frequenznutzungen beanspruchen. Die Nutzungsbedingungen legt die Bundesnetzagentur fest und veröffentlicht sie in ihrem Amtsblatt.
15. Abweichend von den besonderen Nutzungsbestimmungen ist an Wochenenden bei Nutzung der Frequenzbereiche 1 850 – 1 890 kHz und 1 890 – 2 000 kHz die Verwendung einer Sendeleistung von maximal 750 Watt PEP durch Inhaber einer Zulassung zur Teilnahme am Amateurfunkdienst mit dem Berechtigungsumfang der Klasse A und die Verwendung einer Sendeleistung von maximal 100 Watt PEP durch Inhaber einer Zulassung zur Teilnahme am Amateurfunkdienst der Klasse E zugelassen. An Wochenenden dürfen abweichend von der zusätzlichen Nutzungsbestimmung Nummer 10 Amateurfunk-Wettbewerbe (Contestbetrieb) durchgeführt werden.
16. Maximal zulässige belegte Bandbreite einer Amateurfunk-Aussendung: 12 kHz.
17. Linkstrecken fernbedienter oder automatisch arbeitender Amateurfunkstellen können in besonders begründeten Fällen mit einer Strahlungsleistung von bis zu 1 000 W ERP betrieben werden.“

Auszug aus der Amtsblatt-Verfügung 61/2024 (Amtsblatt 11/2024 vom 12.06.2024, S. 708 ff.)

Rufzeichenplan für den Amateurfunkdienst in Deutschland

Die Verfügung Nr. 53/2024 (Amtsblatt 8/2024 vom 24.4.2024, Seite 392 ff.) wird aufgehoben und durch diese Verfügung ersetzt.

Gemäß § 10 Absatz 3 der Dritten Verordnung zur Änderung der Amateurfunkverordnung zum Gesetz über den Amateurfunk (Amateurfunkverordnung - AFuV) vom 27.05.2024 (2024 BGBl. 2024 I Nr. 175 vom 04.06.2024) veröffentlicht die Bundesnetzagentur hiermit den ab 24.06.2024 gültigen Rufzeichenplan für den Amateurfunkdienst in Deutschland.

Die Rufzeichen werden gemäß dem Amateurfunkgesetz (AFuG) und der Amateurfunkverordnung (AFuV) entsprechend diesem Rufzeichenplan zugeteilt.

Deutsche Amateurfunkrufzeichen bestehen aus einem 2-buchstabigen Präfix (DA - DR ohne DE und DI), einer Ziffer (0-9) und einem meist 2- oder 3-buchstabigen Suffix.

Bei der Rufzeichenbildung werden die Ziffern 0-9 und die 26 Buchstaben des Alphabets (ohne Ä, Ö, Ü und ß) verwendet.

Für Klubstationen gemäß § 2 Nr. 3 AFuV gibt es auch Klubstationsrufzeichen mit 1-buchstabigen oder 4- bis 7-stelligen Suffixen gemäß den Nr. 0 bis 4. Für Kurzzeitzulassungen ausländischer Funkamateure werden Rufzeichen gemäß Nr. 5 verwendet.

1. Rufzeichen mit 2- oder 3-buchstabigen Suffixen

Rufzeichen mit einem 2- oder 3-buchstabigen Suffix werden gemäß der nachfolgenden Tabelle zuge-
teilt. Soweit nicht anders angegeben, ist die Rufzeichenreihe mit den Suffixen AA bis ZZZ betroffen.
Die Rufzeichenreihe DP ist für Rufzeichen mit exterritorialem Standort vorgesehen. Für Angehörige
der Gaststreitkräfte werden keine speziellen Rufzeichenreihen vorgesehen.

Rufzeichenreihe	Verwendungszweck	Klasse
DAØ	KS	A
DA1	PZ	A
DA2	PZ	A
DA4	SZ	E
DA5	SZ	A
DA6	PZ	E
DA7	KS	E
DA8	KS	N
DBØ	RL / FB, (KS auslaufend)	A
DB1 – DB9	PZ	A
DCØ – DC9	PZ, (KS auslaufend)	A
DDØ – DD9	PZ, (KS auslaufend)	A
DFØ	KS, (RL / FB auslaufend)	A
DF1 – DF9	PZ	A
DGØ – DG9	PZ, (KS auslaufend)	A
DHØ – DH9	PZ, (KS auslaufend)	A
DJØ – DJ9	PZ	A
DKØ	KS, (RL / FB auslaufend)	A
DK1 – DK9	PZ	A
DLØ	KS, (RL / FB auslaufend)	A
DL1 – DL9	PZ	A
DMØ	RL / FB	A
DM1 – DM9	PZ	A
DNØ	KS (auslaufend)	E
DN1 – DN6	AB (auslaufend)	A
DN7 – DN8	AB (auslaufend)	E
DN9	PZ	N
DOØ	RL / FB, (KS auslaufend)	E
DO1 – DO9	PZ	E
DPØ – DP1	KS, RL / FB, SZ	A
DP2	KS, RL / FB, SZ	E
DP8	KS, RL / FB, SZ	N
DR1	KSB	A
DR2	KSB	E
DR3	KSB	N
DR4	KSO	A
DR5	KSO	E
DR6	KSO	N

Abkürzungen:

PZ = Personengebundene Rufzeichenzuteilung(en) gemäß § 3 Abs. 1 und Abs. 3 Nr. 1 AFuG

KS = Rufzeichenzuteilungen für Klubstationen

RL = Rufzeichenzuteilungen für Relaisfunkstellen

FB = Rufzeichenzuteilungen für Funkbaken

SZ = Rufzeichenzuteilungen für besondere experimentelle Studien nach § 16 Absatz 2 AfuV

AB = Ausbildungsrufzeichen gültig bis 31.12.2028, Neuzuteilungen nur bis zum 23.06.2025

KSB = Klubstationsrufzeichen für Angehörige der Berechtigten, die nach der Digitalfunkrichtlinie BOS oder der Funkrichtlinie Funkanwendungen BOS (BOS-Funkrichtlinie) als BOS-Berechtigte anerkannt sind

KSO = Klubstationsrufzeichen für Notfunkgruppen privatrechtlicher Organisationen

2. Rufzeichen mit 1-buchstabigen Suffixen für Klubstationen

Soweit nicht anders angegeben, ist die Rufzeichenreihe den Suffixen A bis Z betroffen

Rufzeichenreihe	Verwendungszweck	Klasse
DAØ	KS	A
DA1	KS	A
DA2 – DA3	KS	A
DA4	SZ (<i>als Klubstationen</i>)	E
DA5	SZ (<i>als Klubstationen</i>)	A
DA6	KS	E
DA7	KS	E
DA8	KS	N
DA9	KS	E
DBØ – DD9	KS	A
DFØ – DH9	KS	A
DJØ – DM9	KS	A
DNØ	KS	E
DOØ – DO9	KS	E
DPØ – DP1	KS (<i>mit exterritorialem Standort</i>)	A
DP2	KS (<i>mit exterritorialem Standort</i>)	E
DP3 – DP7	KS	A
DP8	KS (<i>mit exterritorialem Standort</i>)	N
DP9	KS	A
DQØ – DR9	KS	A

Abkürzungen wie bei Nr. 1

3. Rufzeichen mit 4- bis 7-stelligen Suffixen für Klubstationen

Bei zulässigen besonderen allgemeinen Anlässen können entsprechend der Tabelle in Nr. 0 auch Klubstationsrufzeichen befristet zugeteilt werden, die anstelle des 1-buchstabigen Suffixes ein aus 4 bis 7 Zeichen bestehendes Suffix haben. Das letzte Zeichen im Suffix muss immer ein Buchstabe sein. Zeichen sind dabei die Ziffern und Buchstaben gemäß Nr. 9.

Zulässige besondere allgemeine Anlässe sind ausschließlich:

- Ereignisse mit Bezug zum Amateurfunk, Jubiläumsveranstaltungen von Amateurfunkvereinen und -verbänden, Amateurfunkmessen
- Ein geplantes Treffen von Funkamateuren, bei dem mindestens eine Amateurfunkstelle auf freiem Gelände errichtet wird (sog. Fieldday)
- Ein Wettbewerb mit mindestens drei Funkamateuren
- Eine öffentliche Veranstaltung mit Bezug zu aktuellen oder historischen sportlichen, kulturellen, künstlerischen, technischen, literarischen Ereignissen oder Persönlichkeiten mit überregionaler, nationaler oder internationaler Bedeutung, die durch eine Amateurfunkstelle begleitet wird
- Aktionen zur Nachwuchsförderung für Funkamateure die glaubhaft dargelegt werden kann, dass Funkbetrieb in ausreichendem Umfang und durch mehrere Funkamateure durchgeführt werden soll.

Für Anlässe, die geeignet sind, gegen die guten Sitten zu verstoßen oder das friedliche Zusammenleben der Gesellschaft, der Völker und Konfessionen nachhaltig zu stören und zu beschädigen, wird kein Rufzeichen erteilt. Suffixe, die in einem engeren Sinn in einen politischen Zusammenhang gebracht werden können oder vordergründig kommerziellem Interesse dienen, werden nicht zugeteilt.

Die Befristung des Sonderrufzeichens ist abhängig von der Zeitspanne für die das Rufzeichen benötigt wird, längstens jedoch ein Jahr (vgl. Nr. 8). Die besonderen Anlässe bzw. Aktivitäten entsprechend der vorgenannten Bedingungen a – e sowie die gewünschte Zeitspanne sind detailliert im Antrag anzugeben.

4. Klubstationsrufzeichen für Angehörige der öffentlichen Not-, Katastrophenschutz- und Rettungsdienste sowie für Notfunkgruppen

Die Rufzeichenreihen DR1AA bis DR3ZZZ sind ausschließlich für Angehörige der Berechtigten, die nach der Digitalfunkrichtlinie BOS oder der Funkrichtlinie Funkanwendungen BOS (BOS-Funkrichtlinie) als BOS-Berechtigte anerkannt sind. Ein geeigneter Nachweis ist bei der Antragsstellung zu erbringen.

Die Rufzeichenreihen DR4AA bis DR6ZZZ sind ausschließlich für Klubstationen von Notfunkgruppen privatrechtlicher Organisationen vorgesehen. Ein geeigneter Nachweis über die Zugehörigkeit zu einer Notfunkgruppe ist bei der Antragsstellung zu erbringen.

Die Kenntlichmachung gilt nur für den Funkverkehr zwischen Funkamateuren in Not- und Katastrophenfällen. Die Klubstationen müssen uneingeschränkt sämtliche amateurfunkrechtlichen Vorgaben erfüllen. Ob die Nutzung des Amateurfunkdienstes in Not- und Katastrophenfällen mit den Besonderheiten des jeweiligen Dienstes zu vereinbaren ist, ist nicht Gegenstand der Zuteilung dieser Klubstationsrufzeichen. Die Entscheidung obliegt jedem Antragssteller in eigener Verantwortung unter Beachtung der für den jeweiligen Dienst geltenden Regelungen.

5. Kurzzeitzulassungen für ausländische Funkamateure

Rufzeichen für Kurzzeitzulassungen für ausländische Funkamateure ohne Wohnsitz in Deutschland bestehen aus dem Heimatrufzeichen mit vorangestellten „DL/“ bei Klasse A und vorangestelltem „DO/“ bei Klasse E.

6. Kennungen zum Betrieb von leistungsschwachen Sendern

Zulässige Kennungen zum Betrieb von leistungsschwachen Amateurfunksendern zu Peilzwecken gemäß § 11 Abs. 2 AFuV sind: MO, MOE, MOI, MOS, MOH sowie MO5.

7. Nicht zulässige Rufzeichen

Rufzeichen, die im Widerspruch zu § 2 Nr. 1 oder 2 AFuG stehen oder irreführend sein könnten, werden nicht vergeben. Hierzu zählen beispielsweise Rufzeichen, die international festgelegte Not-, Dringlichkeits- oder Sicherheitszeichen (SOS, XXX, TTT, YYY, DDD, JJJ, MAYDAY, PAN) oder Q-Gruppen (QOA bis QUZ) beinhalten.

Ferner werden Rufzeichen mit Suffixen, die mit verfassungswidrigen Organisationen in Verbindung gebracht werden oder gegen die guten Sitten verstoßen, nicht vergeben.

8. Befristung von Rufzeichenzuteilungen

Rufzeichenzuteilungen können nach § 10 Abs. 2 Satz 2 AFuV befristet werden. Unbeschadet dieser Regelung werden die folgenden Rufzeichenzuteilungen befristet erteilt:

Rufzeichenzuteilung	Befristung
RL, FB und SZ	bis zu 5 Jahren
KS mit 1-buchstabigem Suffix	bis zu 5 Jahren
KS mit 4- bis 7-stelligem Suffix	max. 1 Jahr (nicht verlängerbar)
Rufzeichenzuteilungen für Gaststreitkräfte	bis zu 5 Jahren
PZ für Kurzzeitzulassungen für ausländische Funkamateure ohne Wohnsitz in Deutschland	3 Monate
Rufzeichenzuteilungen für nichtdeutsche Staatsangehörige (außer EU- und EWR-Bürgern) mit Wohnsitz in Deutschland	maximal bis zum Ende der Gültigkeitsdauer der Aufenthaltserlaubnis; liegt eine unbegrenzte Aufenthaltserlaubnis vor, so erfolgt die Befristung analog zu deutschen Staatsangehörigen

Abkürzungen wie bei Nr. 1.

9. International gebräuchliche Rufzeichenzusätze

International gebräuchliche Rufzeichenzusätze im Sinne von § 11 Abs. 3 AFuV, die an das Rufzeichen angehängt werden können, sind:

- a) beim Betrieb einer beweglichen Amateurfunkstelle in einem Landfahrzeug oder an Bord eines Wasserfahrzeugs auf Binnengewässern das Zeichen „/m“, bei Sprechfunkverkehr das Wort „mobil“,
- b) beim Betrieb einer Amateurfunkstelle an Bord eines Wasserfahrzeuges, das sich auf See befindet, das Zeichen „/mm“, bei Sprechfunkverkehr die Wörter „maritim mobil“,
- c) beim Betrieb einer Amateurfunkstelle an Bord eines Luftfahrzeugs das Zeichen „/am“, bei Sprechfunkverkehr die Wörter „aeronautisch mobil“,
- d) beim Betrieb einer tragbaren oder vorübergehend ortsfest betriebenen Amateurfunkstelle das Zeichen „/p“, bei Sprechfunkverkehr das Wort „portabel“,
- e) aus betrieblichen Gründen notwendige Zusätze, die vom Rufzeichen mit einem Bindestrich „-“ oder einem Schrägstrich „/“ getrennt werden.

Bezüglich der Rufzeichenzusätze für Ausbildungsfunkbetrieb und Remotebetrieb wird auf die Nr. 10 und 11 verwiesen.

Beispiel: Ein Funkamateurl betreibt Ausbildungsfunkbetrieb mit einer portablen Funkstelle. In diesem Fall ist der Zusatz „/t“ vor dem Zusatz „/p“ zu verwenden also „/tp“.

10. Ausbildungsfunkbetrieb

Ausbildungsfunkbetrieb findet gemäß § 12 Abs. 3 AFuV unter Anwendung des personengebundenen Rufzeichens oder des Rufzeichens für das Betreiben einer Amateurfunkstelle als Klubstation statt.

Sofern unter Anwendung eines Rufzeichens Ausbildungsfunkbetrieb durchgeführt wird, ist das Zeichen „/T“, bei Sprechfunkverkehr das Wort „Trainee“, verpflichtend an das verwendete Rufzeichen anzufügen.

Ausbildungsrufzeichen der Rufzeichenreihe DN1AA bis DN8ZZZ werden ab dem 24.06.2025 nicht mehr zugeteilt. Zugeteilte Ausbildungsrufzeichen der vorgenannten Reihe behalten bis zum 31.12.2028 ihre Gültigkeit.

11. Remotebetrieb

Remotebetrieb findet gemäß § 13a AFuV unter Anwendung des personengebundenen Rufzeichens oder des Rufzeichens für das Betreiben einer Amateurfunkstelle als Klubstation statt.

Sofern unter Anwendung eines Rufzeichens Remotebetrieb durchgeführt wird, kann das Zeichen „/R“, bei Sprechfunkverkehr das Wort „/Remote“ an das verwendete Rufzeichen angefügt werden.

Sofern der Rufzeichenzusatz „/R“ verwendet wird, ist er an den unter Nr. 10 verpflichtend vorgeschriebenen Rufzeichenzusatz „/T“ anzufügen.

Beispiel: Ein Funkamateurl betreibt Ausbildungsfunkbetrieb mit einer Remote-Funkstelle. In diesem Fall ist der verpflichtende Zusatz „/T“ vor dem freiwilligen Zusatz „/R“ zu verwenden also „/TR“.

IARU Bandplan 2m

	Frequency Segment	Max.	Preferred Mode and Usage	
144–146 MHz	144,000–144,025 MHz	2,7 kHz	All mode	Sattelite downlink only
	144,025–144,100 MHz	500 Hz	Telegraphy	144,050 MHz Telagraphy calling 144,100 MHz Random MS
	144,100–144,150 MHz	500 Hz	MGM, Telegra- phy	144,110–144,160 MHz CW and MGM EME
	144,150–144,400 MHz	2,7 kHz	MGM, Telegra- phy, SSB	144,195–144,205 MHz Random MS SSB 144,300 MHz SSB Centre of activity
	144,400–144,490 MHz	500 Hz	MGM, Telegra- phy	Beacons exclusive
	144,491–144,493 MHz	500 Hz	MGM	Experimental MGM, Personal weak signal MGM Beacons
	144,500–144,794 MHz	20 kHz	All mode	144,500 MHz Image mode centre (SSTV, Fax,...) 144,600 MHz Data Centre of activity (MGM, RTTY,..) 144,750 MHz ATV Talk back
	144,794–144,9625 MHz	12 kHz	MGM Digital Communicati- on	144,8000 MHz APRS 144,8125 MHz DV internet voice gateway 144,8250 MHz DV internet voice gateway 144,8375 MHz DV internet voice gateway 144,8500 MHz DV internet voice gateway 144,8625 MHz DV internet voice gateway
	144,975–145,194 MHz	12 kHz	FM/Digital Voice	Repeater input exclusive
	145,194–145,206 MHz	12 kHz	FM/Digital Voice	Space Communication
	145,206–145,5625 MHz	12 kHz	FM/Digital Voice	145,2375 MHz FM Internet Voice Gateway 145,2875 MHz FM Internet Voice Gateway 145,3375 MHz FM Internet Vocie Gateway 145,3750 MHz digital voice calling 145,5000 MHz FM calling
	145,575–145,7935 MHz	12 kHz	FM/Digital Voice	Repeater output exclusive
	145,794–145,806 MHz	12 kHz	FM/Digital Voice	Space Communication
	145,806–146,000 MHz	12 kHz	All mode	Sattelite exclusive

IARU Bandplan 70cm

	Frequency Segment	Max.	Preferred Mode and Usage	
430–440 MHz	430,000–431,975 MHz	20 kHz	All mode	430,025–430,375 MHz FM repeater output (1,6 MHz shift) 430,400–430,575 MHz digital communications 430,600–430,925 MHz digital communications repeater channels 430,925–431,025 MHz multimode channels 431,050–431,825 MHz Repeater input channel freqs 7,6 MHz shift 431,625–431,975 MHz Repeater input channels (1,6 MHz shift)
	432,000–432,100 MHz	500 Hz	MGM, Telegraphy	432,050 MHz Telegraphy Centre of activity
	432,100–432,400 MHz	2,7 kHz	MGM, Telegraphy, SSB	432,200 MHz SSB centre of activity 432,350 MHz Microwave talkback centre of activity 432,370 MHz Meteo Scatter centre of activity
	432,400–432,490 MHz	500 Hz	MGM, Telegraphy	Beacons Exclusive
	432,191–432,193 MHz	500 Hz	EMGM	Experimental MGM
	432,500–432,975 MHz	12 kHz	All mode	432,500 MHz New APRS frequency 432,600–432,9875 Repeater Input Region 1 Standard, 25 kHz spacing, 2 MHz shift (Channel freq 432,600–432,975 MHz)
	433,000–433,375 MHz	12 kHz	FM, Digital Voice Repeaters	Repeater Input Region 1 Standard, 25 kHz spacing, 1,6 MHz shift
	433,400–433,575 MHz	12 kHz	FM, Digital Voice	433,400 MHz SSTV (FM/AFSK) 433,450 MHz Digital Voice calling 433,500 MHz FM calling
	433,600–434,000 MHz	none	All mode	433,625–433,775 MHz Digital communications channels 434,000 MHz Centre frequency of digital experiments
	434,000–434,594 MHz	12 kHz	All mode, ATV	434,450–434,575 MHz Digital communications channels
	434,594–434,981 MHz	12 kHz	All mode	434,600–434,9875 MHz Repeater Output (12,5 kHz spacing 1,6 MHz or 2 MHz shift)
	435,000–436,000 MHz	none	Sattelite service	
	436,000–438,000 MHz	none	Sattelite service, DATV/data	DATV/data centre of activity
	438,000–440,000 MHz	none	All mode	438,025–438,175 MHz Digital communication channels 438,200–438,525 MHz Digital communication repeater channels 438,550–438,625 MHz Multi mode 438,650–439,425 MHz Repeater output channels (7,6 MHz shift) 439,800–439,975 MHz Digital communication link channels

Formelsammlung

Zehnerpotenz		Symbol	Präfix	Zweierpotenzen		Bit		
10^{-12}	=	0,000 000 000 001	p	Piko	2^0	=	1	0
10^{-9}	=	0,000 000 001	n	Nano	2^1	=	2	1
10^{-6}	=	0,000 001	μ	Mikro	2^2	=	4	2
10^{-3}	=	0,001	m	Milli	2^3	=	8	3
10^{-2}	=	0,01	c	Zenti	2^4	=	16	4
10^{-1}	=	0,1	d	Dezi	2^5	=	32	5
10^0	=	1	-	-	2^6	=	64	6
10^1	=	10	da	Deka	2^7	=	128	7
10^2	=	100	h	Hekto	2^8	=	256	8
10^3	=	1000	k	Kilo	2^9	=	512	9
10^6	=	1 000 000	M	Mega	2^{10}	=	1024	10
10^9	=	1 000 000 000	G	Giga	2^{11}	=	2048	11
10^{12}	=	1 000 000 000 000	T	Tera	2^{12}	=	4096	12

Widerstände

Ohmsches Gesetz

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

Innenwiderstand

$$R_i = \frac{\Delta U}{\Delta I}$$

Widerstand von Drähten

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A_{Dr}} \quad A_{Dr} = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = r^2 \cdot \pi$$

- l : Drahtlänge
- A_{Dr} : Drahtquerschnitt
- ρ : Spezifischer Widerstand in $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$
(Tabelle am Ende der Formelsammlung)

Farbe	Wert	Multiplikator		
Silber	-	10^{-2}	=	0,01 $\pm 10\%$
Gold	-	10^{-1}	=	0,1 $\pm 5\%$
Schwarz	0	10^0	=	1 -
Braun	1	10^1	=	10 $\pm 1\%$
Rot	2	10^2	=	100 $\pm 2\%$
Orange	3	10^3	=	1000 -
Gelb	4	10^4	=	10 000 -
Grün	5	10^5	=	100 000 $\pm 0,5\%$
Blau	6	10^6	=	1 000 000 $\pm 0,25\%$
Violett	7	10^7	=	10 000 000 $\pm 0,1\%$
Grau	8	10^8	=	100 000 000 -
Weiß	9	10^9	=	1 000 000 000 -
Keine	-	-	=	$\pm 20\%$

Widerstände in Reihenschaltung

$$R_G = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N$$

Bei 2 Widerständen gilt

$$R_G = R_1 + R_2$$

Spannungsteiler (unbelastet)

$$U_G = U_1 + U_2 \quad \frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2} \quad \frac{U_2}{U_G} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Widerstände in Parallelschaltung

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

Bei 2 Widerständen gilt

$$R_G = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Stromteiler

$$I_G = I_1 + I_2 \quad \frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{R_2}$$

Vorzugsreihen für die Nennwerte von Widerständen und Kondensatoren

Reihe	Toleranz	Werte																							
E6	20%	1		1,5		2,2		3,3		4,7		6,8													
E12	10%	1	1,2	1,5	1,8	2,2	2,7	3,3	3,9	4,7	5,6	6,8	8,2												
E24	5%	1	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2	2,2	2,4	2,7	3	3,3	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,6	6,2	6,8	7,5	8,2	9,1

Leistung

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

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

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

Arbeit/Energie

$$W = P \cdot t$$

Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} \cdot 100 \% \quad P_{ab} = P_{zu} - P_V$$

Wechselspannung

Effektiv- und Spitzenwerte bei Sinusförmiger Wechselspannung

$$\hat{U} = U_{eff} \cdot \sqrt{2} \quad U_{SS} = 2 \cdot \hat{U}$$

Kreisfrequenz

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

Periodendauer

$$T = \frac{1}{f} \quad f = \frac{1}{T}$$

Scheinwiderstand

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

Z: Scheinwiderstand
X: Blindwiderstand

Induktivität/Spule

Induktiver Blindwiderstand

$$X_L = \omega \cdot L$$

Induktivitäten in Reihenschaltung

$$L_G = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_N$$

Induktivitäten in Parallelschaltung

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

Induktivität der Ringspule

$$L = \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot N^2 \cdot A_S}{l_m}$$

Induktivität einer langen Zylinderspule

$$L = \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot N^2 \cdot A_S}{l}$$

Induktivität von Ringkernspulen

Auch für mehrlagige Spulen

$$L = N^2 \cdot A_L$$

Magnetische Feldstärke in einer Ringspule

$$H = \frac{I \cdot N}{l_m}$$

Magnetische Flussdichte

$$B_m = \mu_r \cdot \mu_0 \cdot H$$

Transformator/Übertrager

Übersetzungsverhältnis

$$\ddot{u} = \frac{N_P}{N_S} = \frac{U_P}{U_S} = \frac{I_S}{I_P} = \sqrt{\frac{Z_P}{Z_S}}$$

Belastbarkeit von Wicklungen

$$I = S \cdot A_{Dr} \text{ mit } S \approx 2,5 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}$$

Kapazität/Kondensator

Kapazitiver Blindwiderstand

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

Kondensatoren in Reihenschaltung

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

Kondensatoren in Parallelschaltung

$$C_G = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_N$$

Elektrische Feldstärke im homogenen Feld

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

Kapazität eines Kondensators

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$$

A : Kondensatorplattenfläche

d : Plattenabstand

ϵ_r : Relative Dielektrizitätszahl

(Tabelle am Ende der Formelsammlung)

Filter

RC-Tiefpass / RC-Hochpass

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

f_g : Grenzfrequenz (Frequenz am -3 dB-Punkt)

RL-Tiefpass / RL-Hochpass

$$f_g = \frac{R}{2 \cdot \pi \cdot L}$$

Schwingkreis

Es gilt

$$f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

Im Resonanzfall $X_C = X_L$ gilt

Reihenschwingkreis

$$B = \frac{R_s}{2 \cdot \pi \cdot L}$$

$$Q = \frac{f_0}{B} = \frac{X_L}{R_s}$$

Parallelschwingkreis

$$B = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_p \cdot C}$$

$$Q = \frac{f_0}{B} = \frac{R_p}{X_L}$$

Transistor

Für Gleichstrom gilt

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

$$I_E = I_C + I_B$$

B : Gleichstromverstärkung

Für Wechselstrom gilt

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

$$\nu_U = \beta = \frac{\Delta U_{CE}}{\Delta U_{BE}}$$

$$\nu_P = \beta^2 = \nu_U \cdot \nu_I$$

β : Wechselstromverstärkung

ZF und Spiegelfrequenzen

Um die Darstellung übersichtlich zu halten, wird der Fall $f_{ZF} = f_E + f_{OSZ}$ nicht betrachtet.

Zwischenfrequenz

$$f_{ZF} = |f_E - f_{OSZ}| = \begin{cases} f_{OSZ} - f_E & \text{wenn } f_E < f_{OSZ} \\ f_E - f_{OSZ} & \text{wenn } f_E > f_{OSZ} \end{cases}$$

f_{ZF} : Zwischenfrequenz

f_E : Eingangsfrequenz

f_{OSZ} : Oszillatorfrequenz

Spiegelfrequenz

$$f_S = 2 \cdot f_{OSZ} - f_E = \begin{cases} f_{OSZ} + f_{ZF} = f_E + 2 \cdot f_{ZF} & \text{wenn } f_E < f_{OSZ} \\ f_{OSZ} - f_{ZF} = f_E - 2 \cdot f_{ZF} & \text{wenn } f_E > f_{OSZ} \end{cases}$$

Pegel

Leistungs und Spannungspegel

$$p = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{P}{1 \text{ mW}} \right) \text{ dBm}$$

$$p = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{P}{1 \text{ W}} \right) \text{ dBW}$$

$$u = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{P}{0,775 \text{ V}} \right) \text{ dBu}$$

Verstärkung/Gewinn

$$g = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{P_2}{P_1} \right) \text{ dB} \quad g = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{U_2}{U_1} \right) \text{ dB}$$

Dämpfung/Verluste

$$a = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{P_1}{P_2} \right) \text{ dB} \quad a = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{U_1}{U_2} \right) \text{ dB}$$

Leistungsverhältnis Spannungsverhältnis

-20 dB	0,01	0,1
-10 dB	0,1	0,32
-6 dB	0,25	0,5
-3 dB	0,5	0,71
-1 dB	0,79	0,89
0 dB	1	1
1 dB	1,26	1,12
3 dB	2	1,41
6 dB	4	2
10 dB	10	3,16
20 dB	100	10

P_1 : Eingangsleistung
 P_2 : Ausgangsleistung
 U_1 : Eingangsspannung
 U_2 : Ausgangsspannung

Strahlungsleistung und Gewinn von Antennen

ERP

$$P_{\text{ERP}} = P_{\text{S}} - a + g_{\text{d}}$$

$$P_{\text{ERP}} = P_{\text{S}} \cdot 10^{\frac{g_{\text{d}} - a}{10 \text{ dB}}}$$

Feldstärke im Fernfeld einer Antenne

$$E = \frac{\sqrt{30 \Omega \cdot P_{\text{A}} \cdot G_{\text{i}}}}{d} = \frac{\sqrt{30 \Omega \cdot P_{\text{EIRP}}}}{d}$$

Gilt für Freiraumausbreitung ab $d > \frac{\lambda}{2 \cdot \pi}$

P_{A} : Leistung an der Antenne

Gewinn von Antennen

$$G_{\text{i}} = G_{\text{d}} \cdot 1,64 \quad g_{\text{i}} = g_{\text{d}} + 2,15 \text{ dB} \quad G = 10^{\frac{g}{10 \text{ dB}}}$$

EIRP

$$P_{\text{EIRP}} = P_{\text{ERP}} + 2,15 \text{ dB}$$

$$P_{\text{EIRP}} = P_{\text{ERP}} \cdot 1,64 = P_{\text{S}} \cdot 10^{\frac{g_{\text{d}} - a + 2,15 \text{ dB}}{10 \text{ dB}}}$$

Halbwellendipol

$$G_{\text{i}} = 1,64 \quad g_{\text{i}} = 2,15 \text{ dB}$$

$\lambda/4$ -Vertikalantenne mit Bodenreflexion

$$G_{\text{i}} = 3,28 \quad g_{\text{i}} = 5,15 \text{ dB}$$

Parabolspiegelantenne

$$g_{\text{i}} = 10 \cdot \log_{10} \left[\left(\frac{\pi \cdot d}{\lambda} \right)^2 \cdot \eta \right] \text{ dB}$$

Rauschen

Thermisches Rauschen

$$P_R = k \cdot T_K \cdot B$$

$$\Delta p_R = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{B_1}{B_2} \right) \text{ dB}$$

$$U_R = 2 \cdot \sqrt{P_R \cdot R}$$

P_R : Rauschleistung

Δp_R : Pegelunterschied der Rauschleistungen in B_1 und B_2 z. B. in dB

Signal-Rausch-Verhältnis (SNR)

$$\text{SNR} = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{P_S}{P_N} \right) \text{ dB} = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{U_S}{U_N} \right) \text{ dB}$$

Shannon-Hartley-Gesetz für AWGN-Kanal

$$C = \frac{B}{1 \text{ Hz}} \cdot \log_2 \left(1 + \frac{P_S}{P_N} \right) \frac{\text{bit}}{\text{s}}$$

Rauschzahl

$$F = \frac{\left(\frac{P_S}{P_N} \right)_{\text{Eingang}}}{\left(\frac{P_S}{P_N} \right)_{\text{Ausgang}}}$$

$$a_F = 10 \cdot \log_{10} (F)$$

$$a_F = \text{SNR}_{\text{Eingang}} - \text{SNR}_{\text{Ausgang}}$$

P_S : Signalleistung

U_N : Rauschspannung

P_N : Rauschleistung

U_S : Signalspannung

C : Maximale Datenübertragungsrate

B : Bandbreite in Hz

Logarithmus zur Basis 2

$$\log_2(x) = \frac{\log_{10}(x)}{\log_{10}(2)}$$

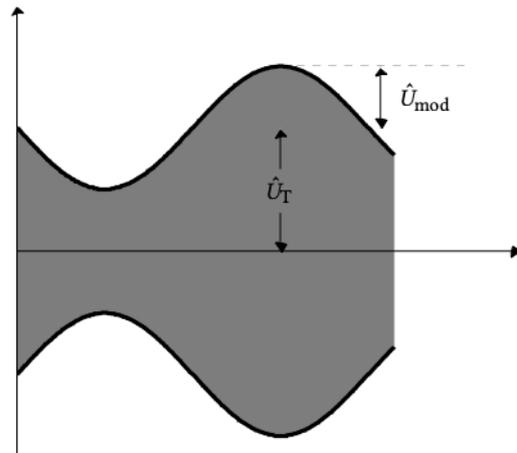
Amplitudenmodulation

Modulationsgrad

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

Bandbreite

$$B = 2 \cdot f_{\text{mod max}}$$



Frequenzmodulation

Modulationsindex

$$m = \frac{\Delta f_T}{f_{\text{mod}}}$$

Δf_T : Frequenzhub

Carson-Bandbreite

$$B \approx 2 \cdot (\Delta f_T + f_{\text{mod max}})$$

Ungefähre FM-Bandbreite B enthält etwa 99 % der Gesamtleistung des Signals

Wellenlänge und Frequenz

Lichtgeschwindigkeit

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

Im Freiraum gilt

$$c = c_0 \approx 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 300\,000\,000 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$f[\text{MHz}] \approx \frac{300}{\lambda[\text{m}]} \quad \lambda[\text{m}] \approx \frac{300}{f[\text{MHz}]}$$

Verkürzungsfaktor von HF-Leitungen

$$k_v = \frac{l_G}{l_E} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{c}{c_0}$$

l_G : mechanische Länge

l_E : elektrische Länge

Reflexion

Stehwellenverhältnis (SWR, SWV, VSWR)

$$s = \frac{U_{\max}}{U_{\min}} = \frac{U_v + U_r}{U_v - U_r} = \frac{\sqrt{P_v} + \sqrt{P_r}}{\sqrt{P_v} - \sqrt{P_r}} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$$

$$s = \frac{R_2}{Z} \text{ wenn } R_2 > Z \text{ und } s = \frac{Z}{R_2} \text{ wenn } R_2 < Z$$

Reflexionsfaktor

$$|\Gamma| = \frac{s-1}{s+1} = \left| \frac{R_2 - Z}{R_2 + Z} \right| = \frac{|U_r|}{|U_v|} = \sqrt{\frac{P_r}{P_v}}$$

Rücklaufende Leistung

$$P_r = P_v \cdot |\Gamma|^2$$

An R_2 abgegebene Leistung

$$P_{\text{ab}} = P_v \cdot (1 - |\Gamma|^2)$$

U_v : Spannung der hinlaufenden Welle

U_r : Spannung der rücklaufenden Welle

Z : Wellenwiderstand der HF-Leitung

R_2 : reeller Abschlusswiderstand der HF-Leitung

P_v : vorlaufende Leistung

P_r : rücklaufende (reflektierte) Leistung

P_{ab} : Leistung an R_2

Wellenwiderstand

HF-Leitungen

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

Koaxiale Leitungen

$$Z = \frac{60 \Omega}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot \ln\left(\frac{D}{d}\right)$$

D : Innendurchmesser Außenleiter

d : Durchmesser des Innenleiters

Symmetrische Zweidrahtleitungen ($a/d > 2,5$)

$$Z = \frac{120 \Omega}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot a}{d}\right)$$

a : Mittenabstand der Leiter

d : Durchmesser der Leiter

Viertelwellentransformator

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

Z : erforderlicher Wellenwiderstand einer

$\lambda/4$ -Transformationsleitung

Weitere Formeln

Höchste brauchbare Frequenz

$$\text{MUF} \approx \frac{f_c}{\sin(\alpha)} \quad f_{\text{opt}} = \text{MUF} \cdot 0,85$$

f_{opt} : Optimale Arbeitsfrequenz

Empfindlichkeit von Messsystemen

$$E_{\text{MESS}} = \frac{R_i}{U_i} = \frac{1}{I_i}$$

E_{MESS} : Empfindlichkeit in $\frac{\Omega}{V}$

U_i : Spannung am System bei Vollausschlag

I_i : Strom durch das System bei Vollausschlag

Relativer maximaler Fehler

$$F_W = \pm \frac{G}{100} \cdot \frac{W_E}{W_M}$$

F_W : relativer maximaler Fehler (in %)

G : Genauigkeitsklasse des Messinstruments

W_E : Endwert des Messbereichs

W_M : abgelesener Wert (Ist-Wert)

Abtasttheorem

$$f_{\text{abtast}} > 2 \cdot f_{\text{max}}$$

f_{abtast} : Abtastrate

f_{min} : Minimale Frequenz

f_{max} : Maximale Frequenz

für Nicht-Basisband-Signale

$$f_{\text{abtast}} > 2 \cdot (f_{\text{max}} - f_{\text{min}}) \text{ wenn } f_{\text{abtast}} < f_{\text{min}} \text{ oder } f_{\text{abtast}} > f_{\text{max}}$$

Datenübertragungs-/Symbolrate

$$C = R_S \cdot n$$

C : Datenübertragungsrate in Bit/s

R_S : Symbolrate in Baud

n : Symbolgröße in Bit/Symbol

Formelzeichen, Konstanten und Tabellen

Sofern bei der jeweiligen Formel nicht anders angegeben, gilt:

A	Querschnitt, Fläche	g	Verstärkungsmaß/Gewinn (z. B. in dB)
A_{Dr}	Drahtquerschnitt	g_d	Gewinn bezogen auf den Halbwellendipol (z. B. in dB)
A_{Fe}	Eisenkernquerschnitt	g_i	Gewinn bezogen auf den isotropen Strahler (z. B. in dB)
A_L	Induktivitätskonstante (z. B. in nH)	GPSDO	GPS Disciplined Oscillator (GPS-synchronisierter Oszillator)
A_S	Querschnittsfläche der Spule	H	magnetische Feldstärke
a	Dämpfungsmaß (z. B. in dB)	I	Stromstärke
a_F	Rauschzahl gemessen mit Eingangsabschluss bei 290 K (z. B. in dB)	I_B	Basisgleichstrom
AWGN	Additive White Gaussian Noise (Additives weißes gaußsches Rauschen)	I_C	Kollektorgleichstrom
B, B_1, B_2	Bandbreiten	I_E	Emittergleichstrom
B_m	magnetische Flussdichte	I_G	Gesamtstrom
C	Kapazität	I_P	Primärstromstärke
C'	Kapazitätsbelag (Kapazität pro Meter)	I_S	Sekundärstromstärke
C_G	Gesamtkapazität	I_1, I_2	Teilströme
C_1, C_2, C_3, C_n	Teilkapazitäten	k	Boltzmann-Konstante, $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{W \cdot s}{K}$
c	Phasengeschwindigkeit	k_v	Verkürzungsfaktor
c_0	Vakuumlichtgeschwindigkeit, $c_0 = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$	L	Induktivität
d	Abstand, Entfernung	L'	Induktivitätsbelag (Induktivität pro Meter)
E	elektrische Feldstärke	L_G	Gesamtinduktivität
EIRP	äquivalente isotrope Strahlungsleistung	L_1, L_2, L_3, L_n	Teilinduktivitäten
ERP	äquivalente (effektive) Strahlungsleistung	l	Länge
e	Eulersche Zahl, $e = 2,718 \dots$	l_m	mittlere Feldlinienlänge
F	Rauschzahl (Eingangsabschluss bei 290 K)	MUF	Höchste brauchbare Frequenz bei der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen infolge ionosphärischer Brechung
f	Frequenz	m	Modulationsindex
$f_c, f_k, f_{krit}, f_{OF2}$	Höchste Frequenz, bei der senkrecht in die Ionosphäre eintretende Strahlung von der gegebenen Region noch gebrochen wird	N	Windungszahl
f_E	eingestellte Empfangsfrequenz	N_P	Primärwindungszahl
f_g	Grenzfrequenz	N_S	Sekundärwindungszahl
f_{mod}	Modulationsfrequenz	N_V	Windungszahl pro Volt
$f_{mod \max}$	höchste Modulationsfrequenz	OCXO	Oven-Controlled Crystal Oscillator (Quarzoszillator mit Quarzofen)
f_{opt}	optimale Frequenz	P	Leistung
f_{OSZ}	Oszillatorfrequenz	P_R	Rauschleistung
f_S	Spiegelfrequenz	P_S	Senderleistung
f_{ZF}	Zwischenfrequenz	P_{ERP}	ERP Strahlungsleistung
f_0	Resonanzfrequenz	P_{EIRP}	EIRP Strahlungsleistung
G	Gewinnfaktor	P_V	Verlustleistung
G_d	Gewinnfaktor bezogen auf den Halbwellendipol	P_{ab}	abgegebene Leistung
G_i	Gewinnfaktor bezogen auf den isotropen Strahler	P_{zu}	zugeführte Leistung

p	Pegel der Leistung (z. B. in dBm oder dBW)	ν	Wechselstromverstärkung
p_S	Pegel der Senderleistung (z. B. in dBm)	ν_U	Wechselspannungsverstärkung
p_{ERP}	Pegel der ERP Strahlungsleistung (z. B. in dBm)	ν_P	Leistungsverstärkung für Wechselstrom
p_{EIRP}	Pegel der EIRP Strahlungsleistungen (z. B. in dBm)	VCO	Voltage-Controlled Oscillator (Spannungsgesteuerter Oszillator)
PEP	Peak Envelope Power (Hüllkurvenspitzenleistung)	W	Arbeit/Energie
Q	Güte	X	Blindwiderstand
R	Widerstand	X_C	kapazitiver Blindwiderstand
R_G	Gesamtwiderstand	X_L	induktiver Blindwiderstand
R_i	Innenwiderstand	XO	Crystal Oscillator (Quarzoszillator)
R_1, R_2, R_3, R_n	Teilwiderstände	Z	Wellenwiderstand
R_p	paralleler Verlustwiderstand	Z_A	Ausgangsscheinwiderstand
R_s	serieller Verlustwiderstand	Z_E	Eingangsscheinwiderstand
r	Reflexionsfaktor	Z_{F0}	Feldwellenwiderstand des freien Raumes, $Z_{F0} = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = 120\pi\Omega$
S	Stromdichte	Z_P	Primärer Scheinwiderstand
SNR	Signal-Rausch-Verhältnis (z. B. in dB)	Z_S	Sekundärer Scheinwiderstand
$s, SWR, SWV, VSWR$	Stehwellenverhältnis oder Welligkeit	ΔI	Stromänderung
T	Periodendauer	ΔI_B	Basisstromänderung
T_K	Temperatur in Kelvin bezogen auf den absoluten Nullpunkt T_0 ($T_0 = 0\text{ K} = -273,15\text{ °C}$; d. h. $20\text{ °C} \approx 293\text{ K}$)	ΔI_C	Kollektorstromänderung
t	Zeit	ΔU	Spannungsänderung
TCXO	Temperature Compensated Crystal Oscillator (Temperaturkompensierter Quarzoszillator)	ΔU_{CE}	Kollektor-Emitter-Spannungsänderung
U	Spannung	ΔU_{BE}	Basis-Emitter-Spannungsänderung
U_{eff}	Effektivspannung	α	Abstrahlwinkel der Antenne (Höhenwinkel)
U_G	Gesamtspannung	β	Wechselstromverstärkung
U_P	Primärspannung	ϵ_0	elektrische Feldkonstante, $\epsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 \cdot c_0^2} = 0,885 \cdot 10^{-11} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$
U_R	effektive Rauschspannung an R	ϵ_r	relative Dielektrizitätszahl
U_S	Sekundärspannung	η	Wirkungsgrad
U_{SS}	Spannung von Spitze zu Spitze	λ	Wellenlänge
U_1, U_2	Teilspannungen	μ_0	magnetische Feldkonstante, $\mu_0 = \frac{4\pi}{10^7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}} = 1,2566 \cdot 10^{-6} \frac{\text{H}}{\text{m}}$
\hat{U}	Spitzenspannung	μ_r	relative Permeabilität (Luft ≈ 1)
\hat{U}_{mod}	Amplitude der Modulationsspannung	ρ	spezifischer elektrischer Widerstand
\hat{U}_T	Amplitude der HF-Trägerspannung	ω	Kreisfrequenz
u	Pegel der Spannung (z. B. in dBu)		
\ddot{u}	Übersetzungsverhältnis		

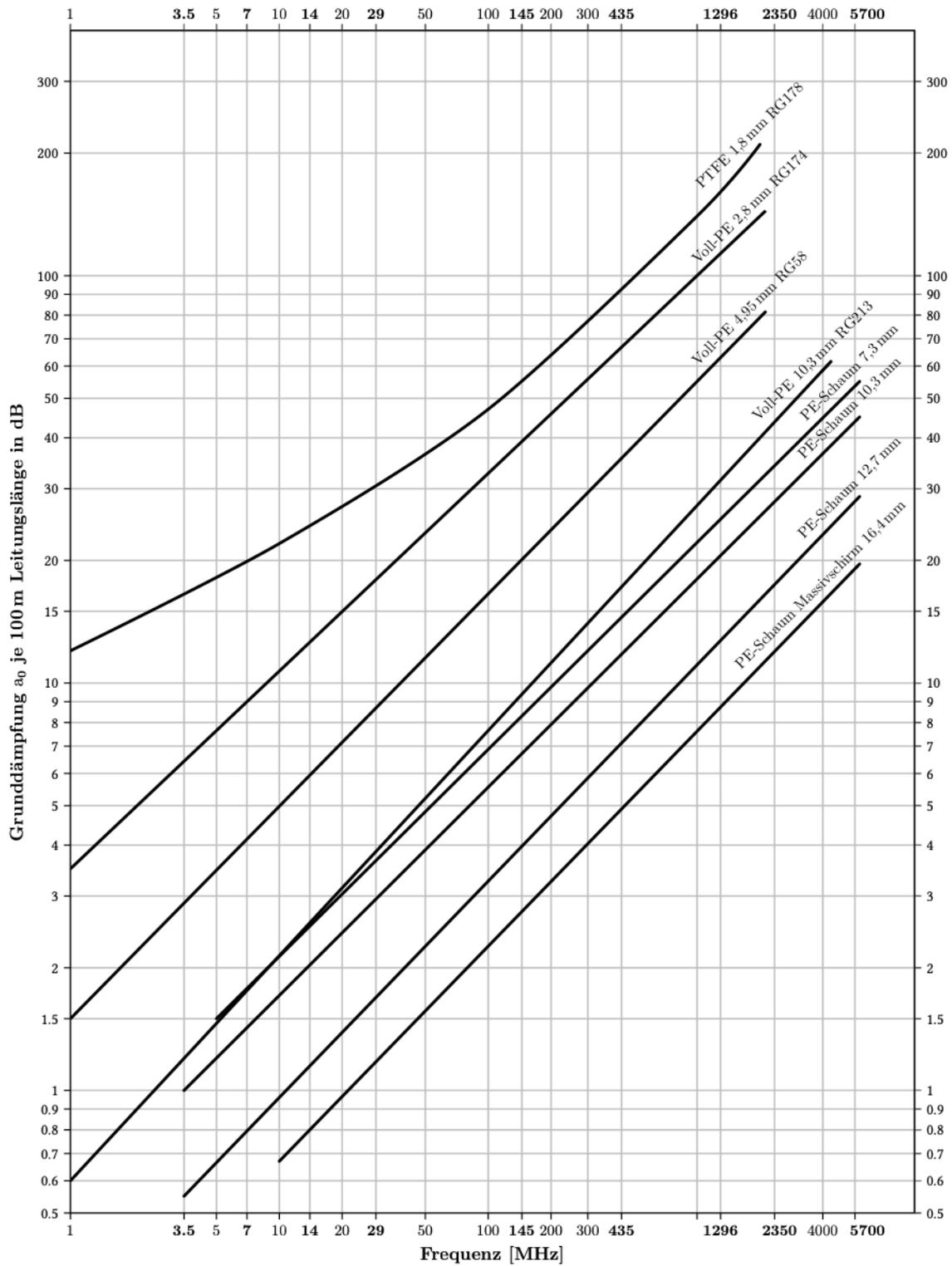
Spezifischer Widerstand in $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$

Material	Wert
Kupfer	0,018
Aluminium	0,028
Gold	0,022
Silber	0,016
Zinn	0,11
Eisen	0,1
Messing	0,07

Relative Dielektrizitätszahl

Material	Wert
Luft (trocken)	1,00059
Voll-PE (Polyäthylen)	2,29
Schaum-PE	1,5
PTFE (Teflon)	2,0

Kabeldämpfungsdiagramm Koaxialkabel



Dämpfung gebräuchlicher Koaxleitungen in Abhängigkeit von der Betriebsfrequenz für eine Länge von 100 m

C. Formelsammlung Zusatz

Potenzen, Pegel, Kennfarben

Die Formelsammlung der BNetzA lässt sich nur für Widerstände im 4-Ringe-Farbsystem heranziehen. Deshalb ergänzend für die Praxis mit 5 oder 6 Ringen ist Tabelle C.1 heranzuziehen.

Farbe	1. Ring (Hunderter)	2. Ring (Zehner)	3. Ring (Einer)	4. Ring (Multiplikator)	5. Ring (Toleranz)	6. Ring (Temp.-Koeffizient)
silber				10^{-2}		
gold				10^{-1}		
schwarz		0	0	10^0		$200 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
braun	1	1	1	10^1	$\pm 1 \%$	$100 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
rot	2	2	2	10^2	$\pm 2 \%$	$50 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
orange	3	3	3	10^3		$15 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
gelb	4	4	4	10^4		$25 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
grün	5	5	5	10^5	$\pm 0,5 \%$	
blau	6	6	6	10^6	$\pm 0,25 \%$	$10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
violett	7	7	7		$\pm 0,1 \%$	$5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
grau	8	8	8		$\pm 0,05 \%$	
weiß	9	9	9			

Bild C.1.: Farbkodierung von Widerständen mit 5 oder 6 Ringen [wpwiderstand]

D. Filterentwurf

Filtertransformationen erlauben es, aus einem Tiefpassfilter andere Filtercharakteristiken abzuleiten, z.B. Hochpass, Bandpass und Bandstopp. Ebenso können die Grenzfrequenz und die Last- und Quellimpedanzen transformiert werden. Die Übertragungsfunktion des Tiefpasses $A(j\omega)$ sei bekannt. Tabelle D.1 listet die Transformationen und die Effekte auf die Bauelemente einer Implementation auf.¹

Es können nicht nur Übertragungsfunktionen transformiert werden. Um den rechenaufwändigen Koeffizientenvergleich zwischen einer idealen Übertragungsfunktion und der Übertragungsfunktion einer Filtertopologie zu vermeiden, haben sich Tabellen mit Bauteilwerten für sogenannte Filterprototypen durchgesetzt. Ausgehend von einer Implementierung in Leiter-Topologie (auch Cauer-Topologie genannt) listet Tabelle D.4 Bauelementwerte, die zu einem Tiefpassfilter mit $\omega'_c = 1$ bei Last und Quellimpedanz $R' = 1\ \Omega$ führen. Diese Filter nennt man Prototypenfilter. Abbildung D.1 zeigt die Leiter-Topologie:

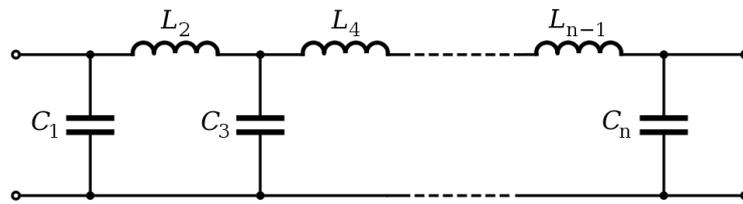


Bild D.1.: Leiter-Topologie ²

In Tabelle D.1 sind die gestrichelten Größen (z.B. C' , ω'_c) die Werte des Prototypen bzw. der Ausgangsfunktion. Der Rechtspfeil \rightarrow ist als „wird zu“ zu verstehen.

Unter der Bandpass- bzw. Bandstopp-Transformation werden Kondensatoren bzw. Induktivitäten zu Parallelschwingkreisen, dies ist durch einen Doppelstrich \parallel gekennzeichnet. Reihenschwingkreise sind mit einem Komma getrennt. Die ferner benötigten Größen Q (Güte) und ω_0 (Resonanzfrequenz) errechnen sich folgendermaßen:

$$Q = \frac{\omega_0}{\Delta\omega} \quad \text{mit} \quad \Delta\omega = \omega_2 - \omega_1 \quad \text{und} \quad \omega_0 = \sqrt{\omega_1\omega_2}$$

Darin sind ω_1 und ω_2 die untere und obere Bandgrenze des Passband oder Stopband.

¹Wikipedia für eine etwas ausführlichere Erklärung: https://en.wikipedia.org/wiki/Prototype_filter

²https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cauer_Topology_Lowpass_Filter.svg

Prototyp	Argument	$j\omega$	R'	L'	C'
Impedanz	$\alpha = \frac{R}{R'}$		$R' \rightarrow \alpha R'$	$L' \rightarrow \alpha L'$	$C' \rightarrow \frac{1}{\alpha} C'$
Frequenz	ω_c	$j\omega \rightarrow \left(\frac{\omega'_c}{\omega_c}\right)j\omega$		$L' \rightarrow \frac{\omega'_c}{\omega_c} L'$	$C' \rightarrow \frac{\omega'_c}{\omega_c} C'$
Hochpass	$\frac{j\omega}{\omega'_c} \rightarrow \frac{\omega_c}{j\omega}$	$j\omega \rightarrow \frac{\omega_c \omega'_c}{j\omega}$		$L' \rightarrow C = \frac{1}{\omega_c \omega'_c L'}$	$C' \rightarrow L = \frac{1}{\omega_c \omega'_c C'}$
Bandpass	$\frac{i\omega}{\omega'_c} \rightarrow Q \left(\frac{i\omega}{\omega_0} + \frac{\omega_0}{i\omega} \right)$	$i\omega \rightarrow \omega'_c Q \left[\frac{i\omega}{\omega_0} + \frac{\omega_0}{i\omega} \right]$		$L' \rightarrow L = \frac{\omega'_c Q}{\omega_0} L', C = \frac{1}{\omega_0 \omega'_c Q} \frac{1}{L'}$	$C' \rightarrow C = \frac{\omega'_c Q}{\omega_0} C' \parallel L = \frac{1}{\omega_0 \omega'_c Q} \frac{1}{C'}$
Bandstop	$\frac{\omega_c}{i\omega} \rightarrow Q \left(\frac{i\omega}{\omega_0} + \frac{\omega_0}{i\omega} \right)$			$L' \rightarrow L = \frac{\omega'_c}{\omega_0 Q} L' \parallel C = \frac{Q}{\omega_0 \omega'_c} \frac{1}{L'}$	$C' \rightarrow C = \frac{\omega'_c}{\omega_0 Q} C', L = \frac{Q}{\omega_0 \omega'_c} \frac{1}{C'}$

Tabelle D.1.: Filtertransformationen

Order	C ₁	L ₂	C ₃	L ₄	C ₅	L ₆
2	1.414	1.414				
3	1.000	2.000	1.000			
4	0.765	1.848	1.848	0.765		
5	0.618	1.618	2.000	1.618	0.618	
6	0.518	1.414	1.932	1.932	1.414	0.518

Tabelle D.2.: Butterworth

Order	C ₁	L ₂	C ₃	L ₄	C ₅	L ₆
2	1.038	0.675				
3	1.226	1.153	1.226			
4	1.303	1.284	1.976	0.847		
5	1.339	1.337	2.166	1.337	1.339	
6	1.360	1.363	2.240	1.456	2.097	0.884

Tabelle D.3.: Chebyshev 0.2 dB Ripple

Tabelle D.4.: Filterkoeffizienten

E. Datasheet: Drehkondensator ModulBus VCap4

1 Beschreibung

Dieser Drehkondensator hat insgesamt vier Plattenpakete und vier Trimmkondensatoren. Er eignet sich beispielsweise zum Aufbau von Empfangsschaltungen oder Antennenabstimmgeräten.

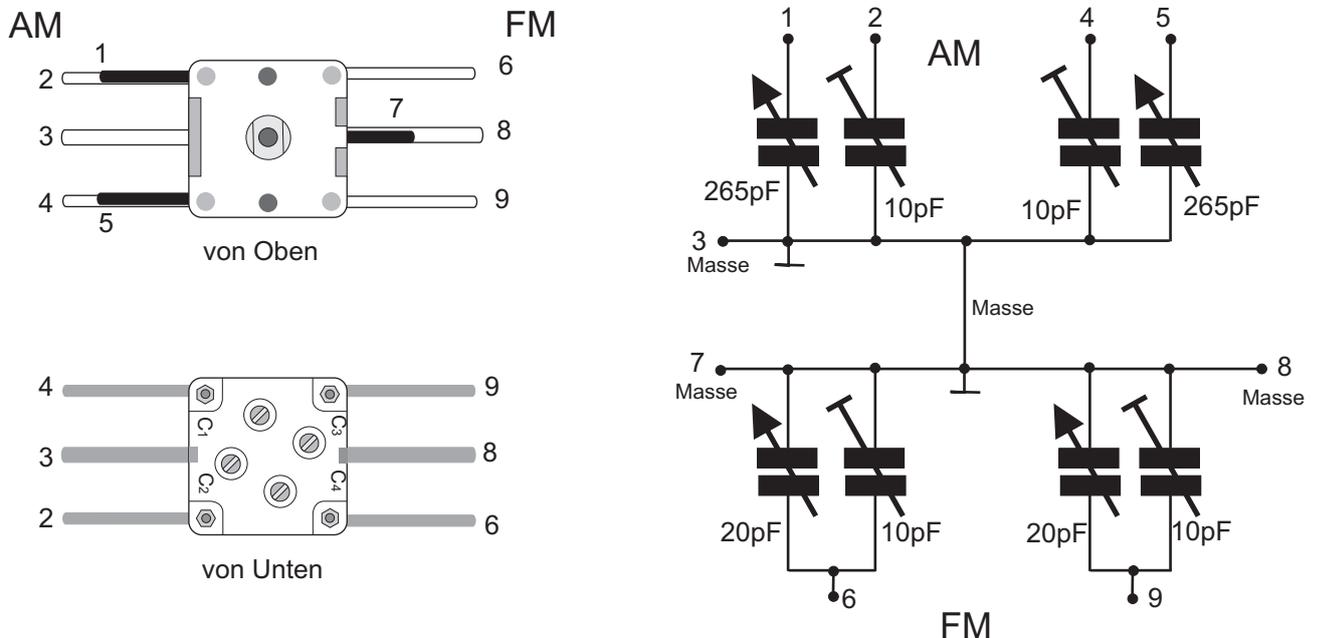
2 Technische Daten

Der Drehkondensator verfügt über folgenden Daten

- * AM: Kapazität: 2 x 265 pF, Trimmer ca. 10 pF separat herausgeführt
- * FM: Kapazität: 2 x 20 pF, Trimmer ca. 10 pF intern verbunden
- * Abmessungen ohne Anschlussdrähte und Achse: (B x H x T): 21 mm x 16,2 mm x 21 mm
- * Länge der Anschlussdrähte: 4 x 15 mm, 2 x 13,5 mm und 1 x 7 mm
- * Länge der Achse: 4 mm
- * Gewicht: 8,6 g
- * Lieferung ohne Drehknopf

3 Anschlussbelegung

Die Abbildungen zeigen die Nummerierungen der Anschlüsse und die Anschlussbelegung



Anschluss	Funktion
1, 5	265 pF
2, 4,	10 pF einzeln
6, 9	10 pF und 20 pF zusammen
3, 7, 8	gemeinsamer Anschluss

F. Datasheets: Transistor

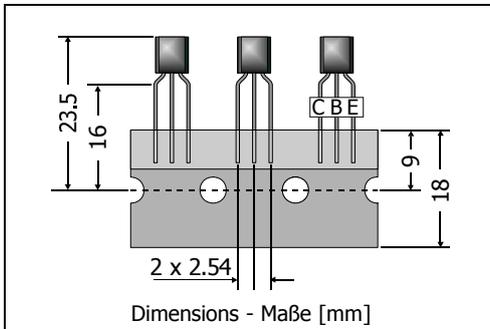
BC546 ... BC549

NPN

General Purpose Si-Epitaxial Planar Transistors
Si-Epitaxial Planar-Transistoren für universellen Einsatz

NPN

Version 2006-05-31



Power dissipation – Verlustleistung

500 mW

Plastic case
KunststoffgehäuseTO-92
(10D3)

Weight approx. – Gewicht ca.

0.18 g

Plastic material has UL classification 94V-0
Gehäusematerial UL94V-0 klassifiziertStandard packaging taped in ammo pack
Standard Lieferform gegurtet in Ammo-PackMaximum ratings ($T_A = 25^\circ\text{C}$)Grenzwerte ($T_A = 25^\circ\text{C}$)

			BC546	BC547	BC548/549
Collector-Emitter-voltage	E-B short	V_{CES}	85 V	50 V	30 V
Collector-Emitter-voltage	B open	V_{CEO}	65 V	45 V	30 V
Collector-Base-voltage	E open	V_{CBO}	80 V	50 V	30 V
Emitter-Base-voltage	C open	V_{EBO}	5 V		
Power dissipation – Verlustleistung		P_{tot}	500 mW ¹⁾		
Collector current – Kollektorstrom (dc)		I_C	100 mA		
Peak Collector current – Kollektor-Spitzenstrom		I_{CM}	200 mA		
Peak Base current – Basis-Spitzenstrom		I_{BM}	200 mA		
Peak Emitter current – Emitter-Spitzenstrom		$-I_{EM}$	200 mA		
Junction temperature – Sperrschichttemperatur		T_j	-55...+150°C		
Storage temperature – Lagerungstemperatur		T_S	-55...+150°C		

Characteristics ($T_j = 25^\circ\text{C}$)Kennwerte ($T_j = 25^\circ\text{C}$)

		Group A	Group B	Group C
DC current gain – Kollektor-Basis-Stromverhältnis ²⁾				
$V_{CE} = 5\text{ V}, I_C = 10\ \mu\text{A}$	h_{FE}	typ. 90	typ. 150	typ. 270
$V_{CE} = 5\text{ V}, I_C = 2\text{ mA}$	h_{FE}	110 ... 220	200 ... 450	420 ... 800
$V_{CE} = 5\text{ V}, I_C = 100\text{ mA}$	h_{FE}	typ. 120	typ. 200	typ. 400
h-Parameters at/bei $V_{CE} = 5\text{ V}, I_C = 2\text{ mA}, f = 1\text{ kHz}$				
Small signal current gain Kleinsignal-Stromverstärkung	h_{fe}	typ. 220	typ. 330	typ. 600
Input impedance – Eingangs-Impedanz	h_{ie}	1.6 ... 4.5 k Ω	3.2 ... 8.5 k Ω	6 ... 15 k Ω
Output admittance – Ausgangs-Leitwert	h_{oe}	18 < 30 μS	30 < 60 μS	60 < 110 μS
Reverser voltage transfer ratio Spannungsrückwirkung	h_{re}	typ. $1.5 \cdot 10^{-4}$	typ. $2 \cdot 10^{-4}$	typ. $3 \cdot 10^{-4}$

1 Valid, if leads are kept at ambient temperature at a distance of 2 mm from case
Gültig wenn die Anschlussdrähte in 2 mm Abstand vom Gehäuse auf Umgebungstemperatur gehalten werden

Characteristics ($T_j = 25^\circ\text{C}$)Kennwerte ($T_j = 25^\circ\text{C}$)

			Min.	Typ.	Max.
Collector-Emitter cutoff current – Kollektor-Emitter-Reststrom					
$V_{CE} = 80\text{ V}$, (B-E short)	BC546	I_{CES}	–	0.2 nA	15 nA
$V_{CE} = 50\text{ V}$, (B-E short)	BC547	I_{CES}	–	0.2 nA	15 nA
$V_{CE} = 30\text{ V}$, (B-E short)	BC548 / BC549	I_{CES}	–	0.2 nA	15 nA
$V_{CE} = 80\text{ V}$, $T_j = 125^\circ\text{C}$, (B-E short)	BC546	I_{CES}	–	–	4 μA
$V_{CE} = 50\text{ V}$, $T_j = 125^\circ\text{C}$, (B-E short)	BC547	I_{CES}	–	–	4 μA
$V_{CE} = 30\text{ V}$, $T_j = 125^\circ\text{C}$, (B-E short)	BC548 / BC549	I_{CES}	–	–	4 μA
Collector-Emitter saturation voltage – Kollektor-EmitterSättigungsspg. ²⁾					
$I_C = 10\text{ mA}$, $I_B = 0.5\text{ mA}$		V_{CESat}	–	80 mV	200 mV
$I_C = 100\text{ mA}$, $I_B = 5\text{ mA}$		V_{CESat}	–	200 mV	600 mV
Base saturation voltage – Basis-Sättigungsspannung ²⁾					
$I_C = 10\text{ mA}$, $I_B = 0.5\text{ mA}$		V_{BESat}	–	700 mV	–
$I_C = 100\text{ mA}$, $I_B = 5\text{ mA}$		V_{BESat}	–	900 mV	–
Base-Emitter-voltage – Basis-Emitter-Spannung ²⁾					
$V_{CE} = 5\text{ V}$, $I_C = 2\text{ mA}$		V_{BE}	580 mV	660 mV	700 mV
$V_{CE} = 5\text{ V}$, $I_C = 10\text{ mA}$		V_{BE}	–	–	720 mV
Gain-Bandwidth Product – Transitfrequenz					
$V_{CE} = 5\text{ V}$, $I_C = 10\text{ mA}$, $f = 100\text{ MHz}$		f_T	–	300 MHz	–
Collector-Base Capacitance – Kollektor-Basis-Kapazität					
$V_{CB} = 10\text{ V}$, $I_E = i_e = 0$, $f = 1\text{ MHz}$		C_{CBO}	–	3.5 pF	6 pF
Emitter-Base Capacitance – Emitter-Basis-Kapazität					
$V_{EB} = 0.5\text{ V}$, $I_C = i_c = 0$, $f = 1\text{ MHz}$		C_{EBO}	–	9 pF	–
Noise figure – Rauschzahl					
$V_{CE} = 5\text{ V}$, $I_C = 200\text{ }\mu\text{A}$, $R_G = 2\text{ k}\Omega$	BC546 / BC547	F	–	2 dB	10 dB
$f = 1\text{ kHz}$, $\Delta f = 200\text{ Hz}$	BC548 / BC549	F	–	1.2 dB	4 dB
Thermal resistance junction to ambient air Wärmewiderstand Sperrschicht – umgebende Luft			R_{thA}	< 200 K/W ¹⁾	
Recommended complementary PNP transistors Empfohlene komplementäre PNP-Transistoren			BC556 ... BC559		
Available current gain groups per type Lieferbare Stromverstärkungsgruppen pro Typ			BC546A BC547A BC548A	BC546B BC547B BC548B BC549B	BC547C BC548C BC549C

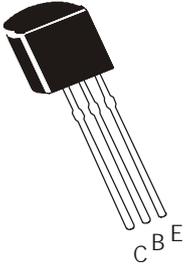
2 Tested with pulses $t_p = 300\text{ }\mu\text{s}$, duty cycle $\leq 2\%$ – Gemessen mit Impulsen $t_p = 300\text{ }\mu\text{s}$, Schaltverhältnis $\leq 2\%$

1 Valid, if leads are kept at ambient temperature at a distance of 2 mm from case

Gültig wenn die Anschlussdrähte in 2 mm Abstand vom Gehäuse auf Umgebungstemperatur gehalten werden

NPN SILICON PLANAR EPITAXIAL TRANSISTORS

BC546, A, B, C
BC547, A, B, C
BC548, A, B, C



TO-92
Plastic Package
 For Lead Free Parts, Device
 Part # will be Prefixed with
 "T"

Amplifier Transistors

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_a=25^\circ\text{C}$)

DESCRIPTION	SYMBOL	BC546	BC547	BC548	UNITS
Collector Emitter Voltage	V_{CEO}	65	45	30	V
Collector Emitter Voltage	V_{CES}	80	50	30	V
Collector Base Voltage	V_{CBO}	80	50	30	V
Emitter Base Voltage	V_{EBO}	6	6	5	V
Collector Current Continuous	I_C	100			mA
Collector Current Peak	I_{CM}	200			mA
Base Current Peak	I_{BM}	200			mA
Emitter Current Peak	I_{EM}	200			mA
Power Dissipation at $T_a=25^\circ\text{C}$	P_D	500			mW
Derate Above 25°C		4.0			mW/ $^\circ\text{C}$
Storage Temperature	T_{stg}	- 65 to +150			$^\circ\text{C}$
Junction Temperature	T_j	150			$^\circ\text{C}$

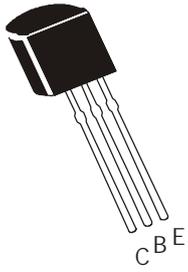
THERMAL RESISTANCE

Junction to Ambient in free air	$R_{th(j-a)}$	250	$^\circ\text{C}/\text{W}$
---------------------------------	---------------	-----	---------------------------

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_a=25^\circ\text{C}$ unless specified otherwise)

DESCRIPTION	SYMBOL	TEST CONDITION	BC546	BC547	BC548	UNITS
Collector Emitter Voltage	V_{CEO}	$I_C=1\text{mA}, I_B=0$	>65	>45	>30	V
Collector Base Voltage	V_{CBO}	$I_C=10\mu\text{A}, I_E=0$	>80	>50	>30	V
Emitter Base Voltage	V_{EBO}	$I_E=10\mu\text{A}, I_C=0$	>6.0	>6.0	>5.0	V
Collector Cut Off Current	I_{CBO}	$V_{CB}=30\text{V}, I_E=0$ ALL	<50			nA
		$V_{CB}=30\text{V}, I_E=0, T_j=150^\circ\text{C}$ ALL	<5.0			μA
Collector Cut Off Current	I_{CES}	$V_{CE}=80\text{V}, V_{BE}=0$	<15	<15	<15	nA
		$V_{CE}=50\text{V}, V_{BE}=0$				nA
		$V_{CE}=30\text{V}, V_{BE}=0$				nA
		$V_{CE}=80\text{V}, V_{BE}=0, T_j=125^\circ\text{C}$	<4.0	<4.0	μA	
		$V_{CE}=50\text{V}, V_{BE}=0, T_j=125^\circ\text{C}$			μA	
$V_{CE}=30\text{V}, V_{BE}=0, T_j=125^\circ\text{C}$		μA				

NPN SILICON PLANAR EPITAXIAL TRANSISTORS



BC546, A, B, C
BC547, A, B, C
BC548, A, B, C

TO-92
Plastic Package

For Lead Free Parts, Device
 Part # will be Prefixed with
 "T"

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_a=25°C unless specified otherwise)

DESCRIPTION	SYMBOL	TEST CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNITS	
DC Current Gain	h _{FE}	I _C =10μA, V _{CE} =5V					
		A		90			
		B		150			
		C		270			
		I _C =2mA, V _{CE} =5V					
		BC546	110		450		
		BC547/548	110		800		
		A	110		220		
		B	200		450		
		C	420		800		
Collector Emitter Saturation Voltage	V _{CE (sat)}	I _C =10mA, I _B =0.5mA			0.25	V	
		I _C =100mA, I _B =5mA			0.60	V	
Base Emitter Saturation Voltage	V _{BE (sat)}	I _C =10mA, I _B =0.5mA		0.7		V	
		I _C =100mA, I _B =5mA		0.9		V	
Base Emitter On Voltage	V _{BE (on)}	I _C =2mA, V _{CE} =5V	0.55		0.70	V	
		I _C =10mA, V _{CE} =5V			0.77	V	

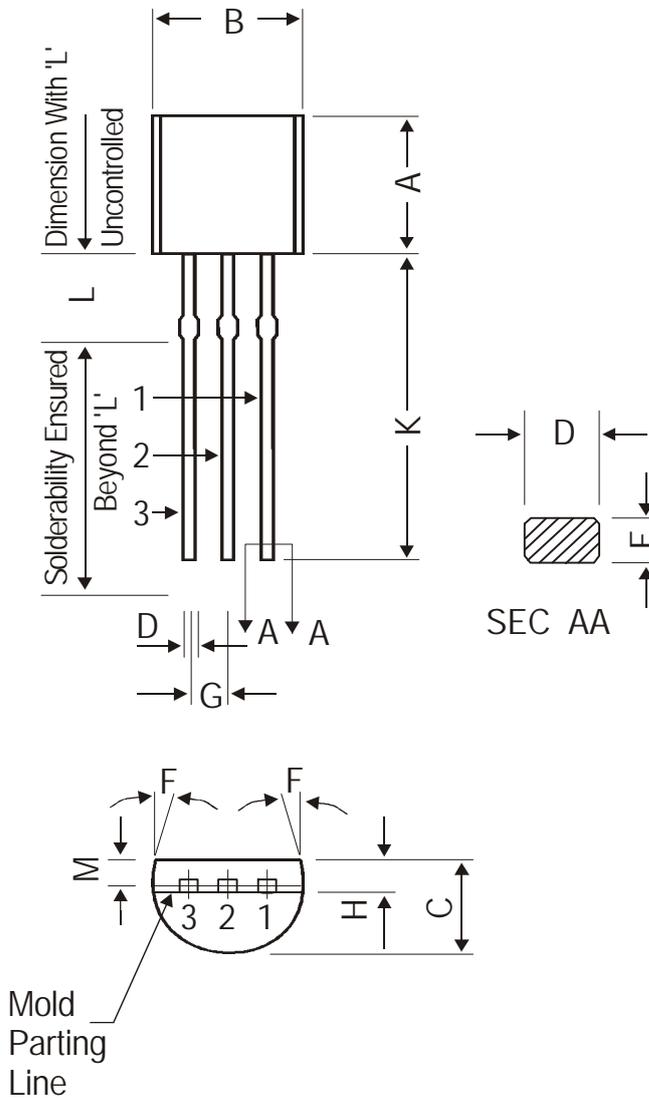
SMALL SIGNAL CHARACTERISTICS

DESCRIPTION	SYMBOL	TEST CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNITS
Transistors Frequency	f _T	I _C =10mA, V _{CE} =5V, f=100MHz		300		MHz
Collector Output Capacitance	C _{cbo}	V _{CB} =10V, f=1MHz			4.5	pF
Emitter Input Capacitance	C _{ib}	V _{EB} =0.5V, f=1MHz		9.0		pF
Noise Figure	NF	I _C =0.2mA, V _{CE} =5V, R _S =1 kΩ, f=1KHz, B=200Hz			10	dB
Small Signal Current Gain	h _{fe}	I _C =2mA, V _{CE} =5V, f=1KHz				
		A		220		
		B		330		
Input Impedance	h _{ie}	I _C =2mA, V _{CE} =5V, f=1KHz				
		A	1.6		4.5	kΩ
		B	3.2		8.5	kΩ
C	6.0		15	kΩ		
Voltage Feedback Ratio	h _{re}	I _C =2mA, V _{CE} =5V, f=1KHz				
		A		1.5		x10 ⁻⁴
		B		2.0		x10 ⁻⁴
C		3.0		x10 ⁻⁴		
Out Put Admittance	h _{oe}	I _C =2mA, V _{CE} =5V, f=1KHz				
		A			30	umhos
		B			60	umhos
C			110	umhos		

BC546, A, B, C
BC547, A, B, C
BC548, A, B, C

TO-92
Plastic Package
 For Lead Free Parts, Device
 Part # will be Prefixed with
 "T"

TO-92 Plastic Package

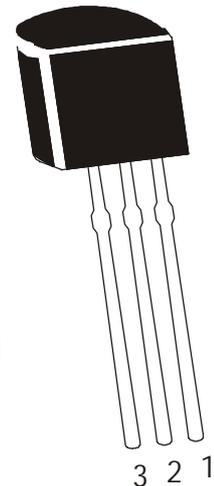


DIM	MIN.	MAX.
A	4.32	5.33
B	4.45	5.20
C	3.18	4.19
D	0.41	0.55
E	0.35	0.50
F	5 DEG	
G	1.14	1.40
H	1.20	1.40
K	12.70	—
L	1.982	2.082
M	1.03	1.20

All dimensions are in mm

PIN CONFIGURATION

1. EMITTER
2. BASE
3. COLLECTOR



The TO-92 Package , Tape and Ammo Pack drawings are correct as on the date of issue/revision of this Data Sheet.

The currently valid dimensions and information, may please be confirmed from the TO-92 Drawing in the Packages and Packing Section of the Product Catalogue.

Packing Details

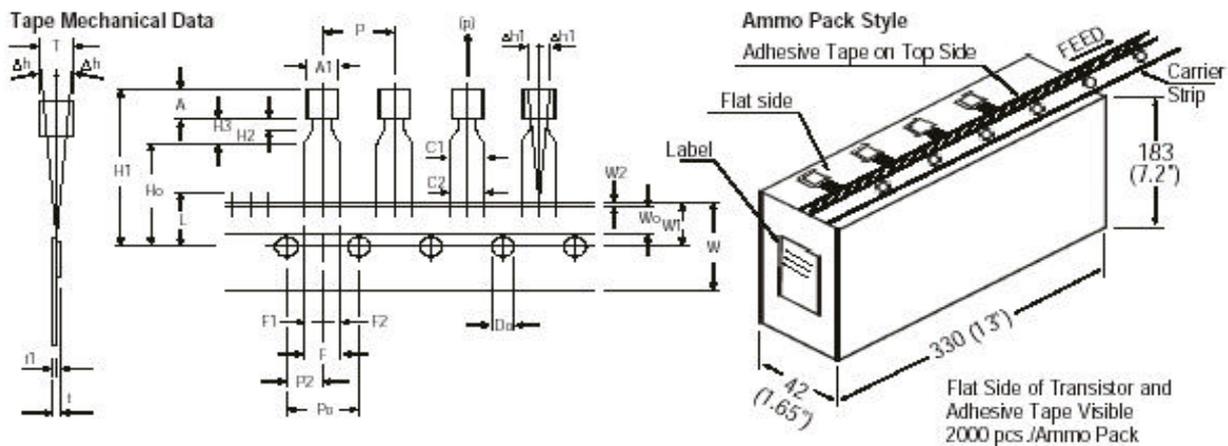
PACKAGE	STANDARD PACK		INNER CARTON BOX		OUTER CARTON BOX		
	Details	Net Weight/Qty	Size	Qty	Size	Qty	Gr Wt
TO-92 Bulk	1K/polybag	200 gm/1K pcs	3" x 7.5" x 7.5"	5K	17" x 15" x 13.5"	80K	23 kgs
TO-92 T&A	2K/ammo box	645 gm/2K pcs	12.5" x 8" x 1.8"	2K	17" x 15" x 13.5"	32K	12.5 kgs

BC546, A, B, C
 BC547, A, B, C
 BC548, A, B, C

TO-92
Plastic Package

For Lead Free Parts, Device
 Part # will be Prefixed with
 "T"

TO-92 Tape and Ammo Pack



All dimensions are in mm

ITEM	SYMBOL	SPECIFICATION			
		MIN.	NOM.	MAX.	TOL.
BODY WIDTH	A1	4.45		5.20	
BODY HEIGHT	A	4.32		5.33	
BODY THICKNESS	T	3.18		4.19	
PITCH OF COMPONENT	P		12.7		± 1.0
*1 FEED HOLE PITCH	P0		12.7		± 0.3
*2 FEED HOLE CENTRE TO COMPONENT CENTRE	P2		6.35		± 0.4
DISTANCE BETWEEN OUTER LEADS	F		5.08		+0.6 -0.2
*3 COMPONENT ALIGNMENT SIDE VIEW	Δh		0	1.0	
*4 COMPONENT ALIGNMENT FRONT VIEW	$\Delta h1$		0	1.3	
TAPE WIDTH	W		18		± 0.5
HOLD-DOWN TAPE WIDTH	W0		6		± 0.2
HOLE POSITION	W1		9		+0.7 -0.5
HOLD-DOWN TAPE POSITION	W2	0.0		0.7	
LEAD WIRE CLINCH HEIGHT	H0		16		± 0.5
COMPONENT HEIGHT	H1			24.0	
LENGTH OF SNIPPED LEADS	L			11.0	
FEED HOLE DIAMETER	Do		4		± 0.2
*5 TOTAL TAPE THICKNESS	t			1.2	
LEAD - TO - LEAD DISTANCE	F1, F2	2.40		2.70	-0.1
STAND OFF	H2	0.45		1.45	
CLINCH HEIGHT	H3			3.0	
LEAD PARALLELISM	C1 - C2			0.22	
PULL - OUT FORCE	(p)	6N			

NOTES

- Maximum alignment deviation between leads will not to be greater than 0.2mm.
- Maximum non-cumulative variation between tape feed holes shall not exceed 1 mm in 20 pitches.
- Holddown tape will not exceed beyond the edge(s) of carrier tape and there shall be no exposure of adhesive.
- There will be no more than three (3) consecutive missing components in a tape.
- A tape trailer, having at least three feed holes are provided after the last component in a tape.
- Splices should not interfere with the sprocket feed holes.

REMARKS

- *1 Cumulative pitch error 1.0 mm/20 pitch
- *2 To be measured at bottom of clinch
- *3 At top of body
- *4 At top of body
- *5 t1 0.3 – 0.6 mm

Component Disposal Instructions

- CDIL Semiconductor Devices are RoHS compliant, customers are requested to please dispose as per prevailing Environmental Legislation of their Country.
- In Europe, please dispose as per EU Directive 2002/96/EC on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE).

Customer Notes

BC546, A, B, C
BC547, A, B, C
BC548, A, B, C

TO-92

Plastic Package

For Lead Free Parts, Device
Part # will be Prefixed with
"T"

Disclaimer

The product information and the selection guides facilitate selection of the CDIL's Semiconductor Device(s) best suited for application in your product(s) as per your requirement. It is recommended that you completely review our Data Sheet(s) so as to confirm that the Device(s) meet functionality parameters for your application. The information furnished in the Data Sheet and on the CDIL Web Site/CD are believed to be accurate and reliable. CDIL however, does not assume responsibility for inaccuracies or incomplete information. Furthermore, CDIL does not assume liability whatsoever, arising out of the application or use of any CDIL product; neither does it convey any license under its patent rights nor rights of others. These products are not designed for use in life saving/support appliances or systems. CDIL customers selling these products (either as individual Semiconductor Devices or incorporated in their end products), in any life saving/support appliances or systems or applications do so at their own risk and CDIL will not be responsible for any damages resulting from such sale(s).

CDIL strives for continuous improvement and reserves the right to change the specifications of its products without prior notice.



CDIL is a registered Trademark of
Continental Device India Limited

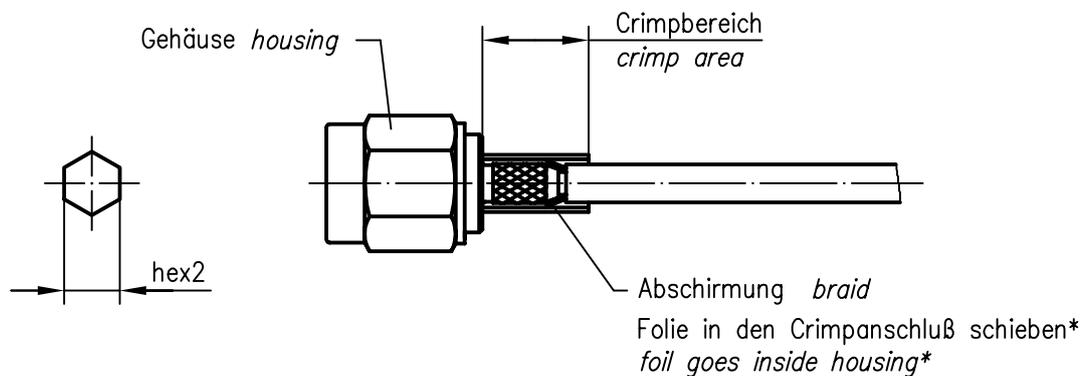
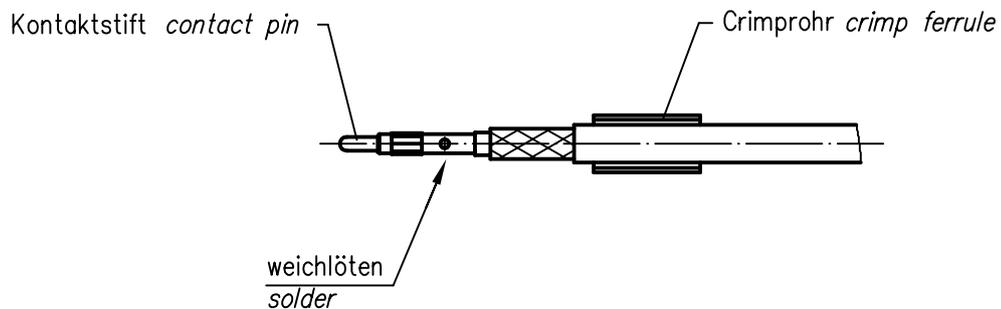
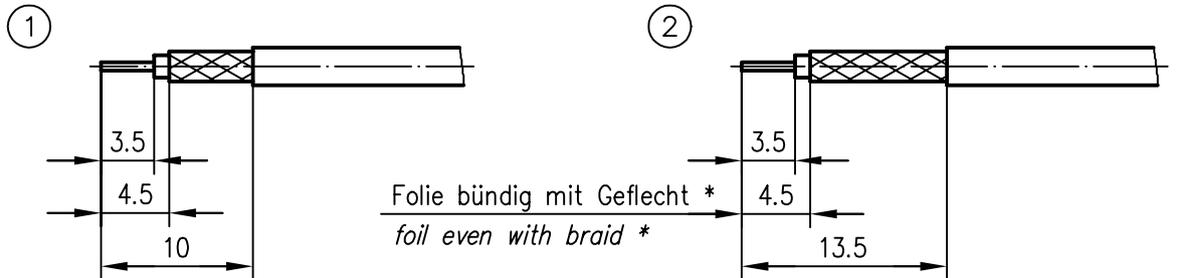
C-120 Naraina Industrial Area, New Delhi 110 028, India.

Telephone + 91-11-2579 6150, 5141 1112 Fax + 91-11-2579 5290, 5141 1119
email@cdil.com www.cdilsemi.com

G. Montageanleitung SMA-Crimp-Stecker für RG-174

G. Montageanleitung SMA-Crimp-Stecker für RG-174

Abisoliermaße *stripping instruction*



* nur für Kabel mit Folie / *only for cables with foil*

XX	Crimpeinsatz <i>crimp insert</i>	6kt.1 x Länge <i>hex1 x length</i>	6kt.2 x Länge <i>hex2 x length</i>	Abisoliermaße <i>stripping instruction</i>
03	N01001A0009		3.25x8	①
05	N01001A0005		5.41x8	②
13	N01001A0010		2.67x8	①
14	N01001A0014		3.65x8	①

b	12656	06.07.01	MA
a	7000	14.08.96	BE
Index <i>index</i>	Änderung <i>modification</i>	Datum <i>date</i>	Name <i>name</i>

Datum <i>date</i>	Name <i>name</i>
Gez. <i>drawn</i>	04.07.94 Beyer
Gepr. <i>app'd</i>	04.07.94 PU

**Series SMA crimp
Serie SMA crimp**

Unterl.- Art	TG-Nr. T00100C0100
-----------------	-----------------------



Original <i>original</i>	A4	Blatt <i>sheet</i>	1/1
-----------------------------	----	-----------------------	-----

Maßstab <i>scale</i>	2:1
-------------------------	-----

Ersatz für/*replacement for*

G. Montageanleitung SMA-Crimp-Stecker für RG-174

H. Bedienungsanleitung für SWR-Meter Diamond SX-1000 und Maas RS-1000

PRECISION SWR·POWER METER

DIAMOND
ANTENNA

Operation Instructions

SX-1000

The SX-1000 is an insertion type SWR/POWER meter being connected between a transmitter and an antenna. Transmitting power and SWR can be measured with very simple operations.

In addition with those conventional measurement, PEP (peak envelope power) on SSB mode can be measured with a PEP monitor function. With our DIAMOND's wideband and low insertion loss directional coupler those measurements can be performed with minimum effect in transmission line.

Before using the unit

1. Do not intend to open the housing or touch any place inside, since it may invite malfunction of the unit and causes measurement error. Especially directional coupler section is not servicable without specially prepared measurement tools. Note that warranty will not cover a unit which is modified in any part of the unit by a user.
2. Since the unit displays RF power at input end of the system, if RF power at output end is required, subtract the amount equivalent to the insertion loss from the displayed RF power.
3. When being operated on SSB mode, RF power displayed with PEP MONI function is approximately 70 to 90 percent of peak power at normal talking level. It is because of the time constant in CR circuit, the unit is not able to display 100 percent peak power.

Note on operations

1. The unit has the following band coverage;
S1: 1.8 - 160MHz
S2: 430 - 1300MHz
2. Measurable power range of the unit is up to 200W in intermittent mode. If transmitted on FM, CW, RADIO FAX or RTTY mode, do not exceed its continuous maximum power at the following power range. Otherwise pickup unit of the directional coupler section may burnt out.

Sensor-1 (S1)			
1.8	-	100MHz	100W
100	-	160MHz	70W
Sensor-2 (S2)			
430	-	1300MHz	100W

3. Since the unit consists of delicate mechanism, do not drop it or subject it to hard blow.

Description of panel features

1. Meter
Displays forward RF power, reflected RF power and swr.
Uppermost scale is for high (H) and low (L) power swr reading. Low power swr scale is for RF power below 5W.
High power swr scale is for RF power over 5W.
Second and third scales are for RF power measurement which are 5W, 20W and 200W full scales respectively.
2. Range switch
Selects full scale RF power reading between 5W, 20W, and 200W.
3. Function switch
Selects measurement function between RF power and swr.
4. Calibration Knob (inner knob) and band switch knob (outer knob)
Sets RF power to full scale reading depending on transmitting RF power to measure SWR. Readings increase as inner knob is being turned clockwise during transmission.
Any one of four band coverages can be selected by the band switch (outer knob), and corresponding LED indicator is lit accordingly if the unit is connected to a external power supply.

FREQ (MHz)	BAND	SENSOR
1.8~160	BND1	S-1
430~450	BND2	S-2
800~930	BND3	S-2
1240~1300	BND4	S-2

5. Power direction switch

Selects RF power measurement between forward RF power and reflected RF power.

6. Average/PEP monitor switch

In ordinary RF power measurement, set the switch to the [A]: position to display average RF power.

In SSB RF power measurement, set the switch to the [B]: position to display PEP RF power.

7. Meter zero adjustment screw

Adjusts the meter indicator to zero position with regular screwdriver if the indicator is far from zero position when the unit is not in use.

8. LED indicator

Selected sensor can be confirmed by the LED indicators.

9. Transceiver (for S1)

RF power input from a radio equipment which is to be connected by 50 ohm coaxial cable with UHF connector.

10. Antenna (for S1)

RF power output to an antenna or a dummy load which is to be connected by 50 ohm coaxial cable with UHF connector.

11. Transceiver (for S2)

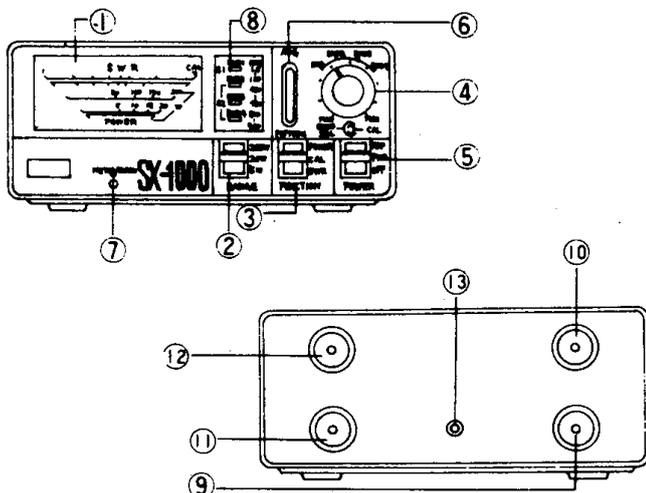
Use N connector.

12. Antenna (for S2)

Use N connector.

13. 13.8AVDC

DC power source for meter illumination and LED display. Acceptable DC voltage range is from 11VDC to 15VDC. Connect red line for positive and black line for negative polarities. This power source is not essential for measuring purpose.

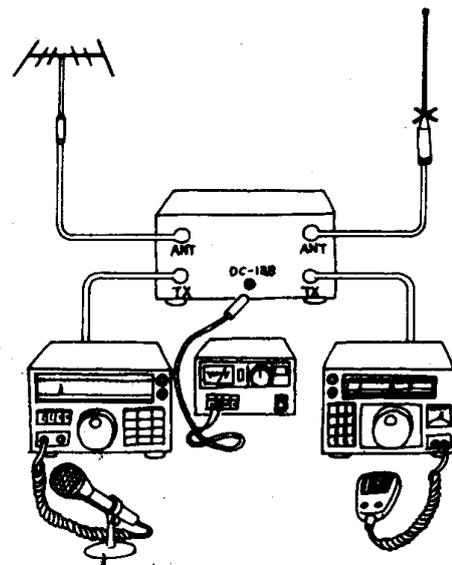


Installation

Connection

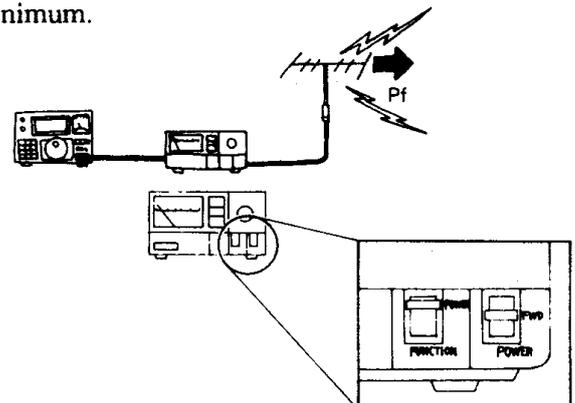
1. Connect transceiver input of the unit to antenna output of a radio equipment with a coaxial cable with an UHF connector and antenna output of the unit to an antenna feedline or dummy load.
2. If meter illumination and LED display are required, connect DC power cable supplied between a power source and DC inlet at the back panel as shown in the below figure. DC power source has to be between 11VDC to 15VDC. Red line has to be connected to positive polarity and black to negative polarity.

Please note that N connectors are used for band coverages 2 to 4 (sensor 2), do not intend to connect UHF type connector to the transceiver and antenna receptacles for S2, since it may damage the receptacles.



Measure forward RF power

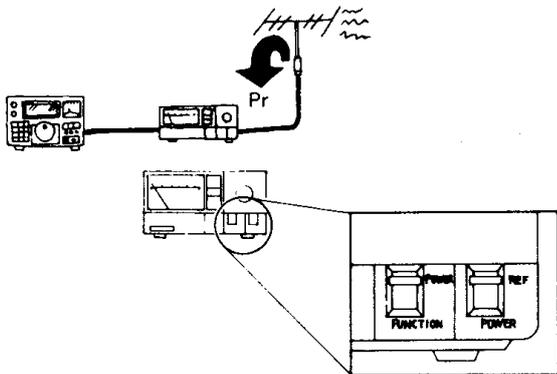
Measure how much RF output power is being applied from a radio equipment to an antenna. In case of forward RF power, the more indicator indicates RF power, the more RF power is applied to the antenna, provided that reflected RF power is minimum.



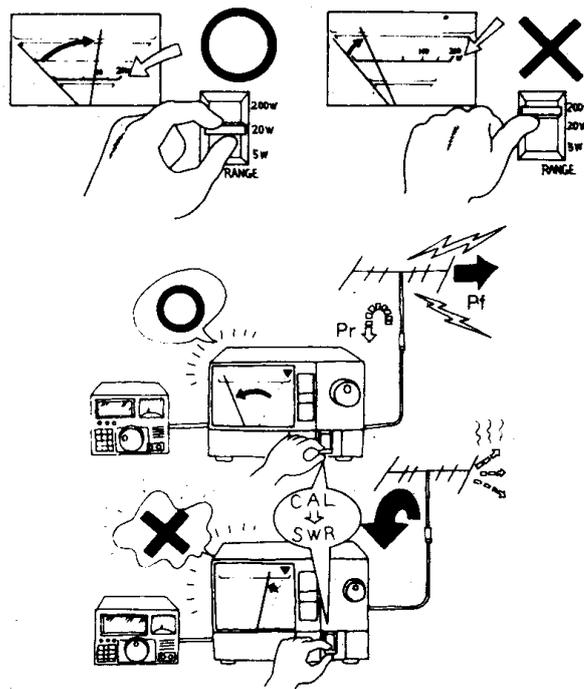
1. Set the FUNCTION switch to the POWER position.
2. Set the POWER switch to the FWD position.
3. Set the RANGE switch to appropriate RF power range. If a radio equipment is 10W RF output power, set the switch to the 20W position. If the equipment is 100W RF output power, then set the switch to 200W position.
4. Confirm to see if antenna output is connected to an antenna or dummy load.
5. Set the radio equipment on transmission, except SSB mode. Then indicator indicates forward RF power proportional to the output RF power of the equipment.
6. In SSB mode, peak envelope power can be monitored by setting the AVG PEP MONI switch to the PEP MONI position and talking to a microphone.

Measure reflected RF power

In case of reflected RF power, the less indicator indicates reflected RF power, the better an antenna connected propagate transmitting power efficiently. Reflected RF power in this case amount of transmitting power which can not be propagated by the antenna due to its problem in propagation efficiency.



1. Set the FUNCTION switch to the POWER position.
2. Set the POWER switch to the REF position.
3. Set the RANGE switch to appropriate RF power range. If a radio equipment is 10W RF output power, set the switch to the 20W position.
4. Confirm to see if antenna output is connected to an antenna or dummy load.
5. Set the radio equipment on transmission. Then the meter indicates reflected RF power.
6. If the meter does not indicate any power, set the RANGE switch to the lower power range.



Measure swr

1. Set the FUNCTION switch to the CAL position.
2. Turn CAL knob counterclockwise fully to the MIN position.
3. Set the radio equipment on transmission and turn CAL knob clockwise to set the meter indicate "▼" position.
4. While the equipment is kept on transmission, set the FUNCTION switch to the SWR position. Then, the meter indicates swr of the antenna. Note that there are two scales H and L for swr reading. If transmitting RF power is less than 5W then read L position, and the power is more than 5W then read H position.

※ Relationship between reflected RF power and swr is as follows.

SWR	1.0	1.1	1.2	1.5	2.0	2.5	3.0
Reflected RF power (%)	0	0.22	0.8	4.0	11.1	18.4	25.0

5. Calculation of swr value is as follows.

$$SWR = \frac{\sqrt{P_f} + \sqrt{P_r}}{\sqrt{P_f} - \sqrt{P_r}}$$

Where P_f = forward RF power
 P_r = reflected RF power

Note

If swr reading and calculated swr value differs considerably, calculated swr value is more accurate due to frequency response of pickup diode used in the directional coupler section.

If swr is too high

If swr of the antenna is too high, see if antenna is correctly assembled and soldered, or coaxial cable and connector are correctly assembled and soldered. Installation location of the antenna, surrounding buildings and so on, can also be a cause of high swr value.

Specifications

	Sensor-1 (S1)	Sensor-2 (S2)
Frequency range	1.8—160MHz	430—1300MHz
Power measurement range	0—200W (intermittent use)	
Power display range	5W/20W/200W	
Accuracy of full scale	±10%	
Minimum power at swr measurement	1W	2W
Measurement range at swr measurement	1.0—∞	
Insertion loss	Less than 0.2dB	Less than 0.15dB
Impedance	50 ohms	
Connectors	UHF female	N female
Dimensions (W/H/D)	155×63(69)×103(135) mm (6.1"×2.4"(2.7")×4.1"(5.3"))	
Weight	890g (1.961lbs.)	
Accessories	Operation instructions DC power cable	

INSTRUCTION

THE RS-200/400 and RS-600 or RS-1000 POWER&SWR meter is the most efficient tool in wide range of semi-professional Measuring And control instruments. the measured values can be easily read in the large scale instruments.

The RS-200/400 and RS-600 or RS-1000 is an insertion type RF wattmeter and can be permanently fitted into a transmission System for continuous monitoring of station working condition .

The unit can be work without external power supply . but with 13.8VDC power which permits to light up the Meter and shows the active led corresponding to the selected RF coaxial line (for RS-600 and RS-1000)

DESCRIPTION OF CONTROL

1 POWER/SWR reading meter

2 Indicator adjustment

3 Power range switch

4 Function switch

5 FWD /REFLECT POWER/OFF SWITCH

6 SWR calibration potential-meter

7 Average pep to pep switch

8 200W/400W select switch

9-12 Antenna connector(connect to the antenna with 50 ohm coaxial cable)

10-13 TX connector (connect to the radio with 50 ohm coaxial cable)

11 Power jack (13.8VDC) light up the meter and sensor 1 / sensor 2 led

14 led sensor 1

15 led sensor 2 (BANK2 ,BANK3 ,BANK4)

16 sensor1/sensor2 switch

REMARK :FIG1/FIG2 FOR RS-200/400

:FIG3/FIG4 FOR RS-600/1000

FIG1

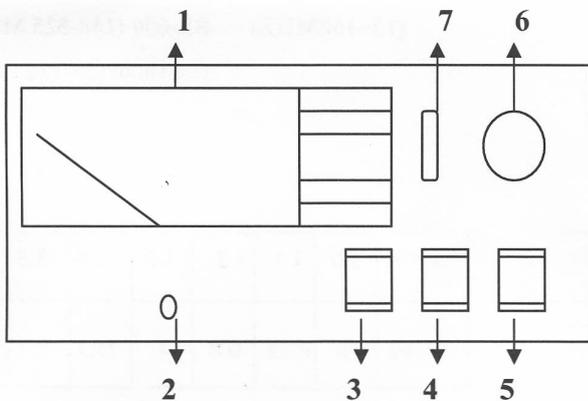


FIG2

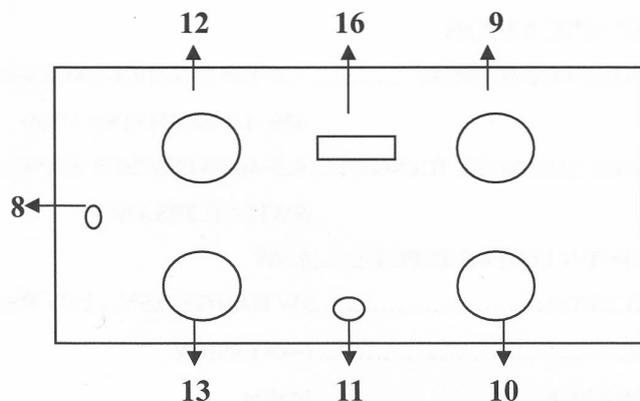
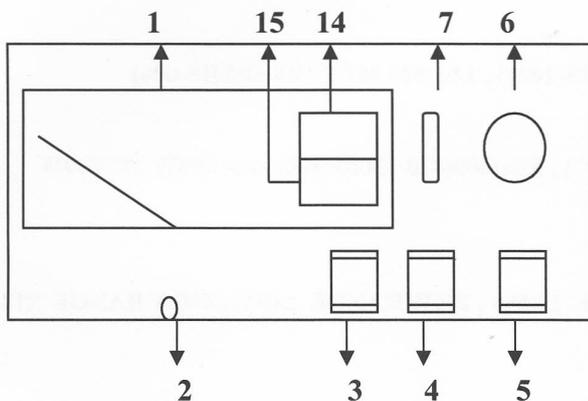
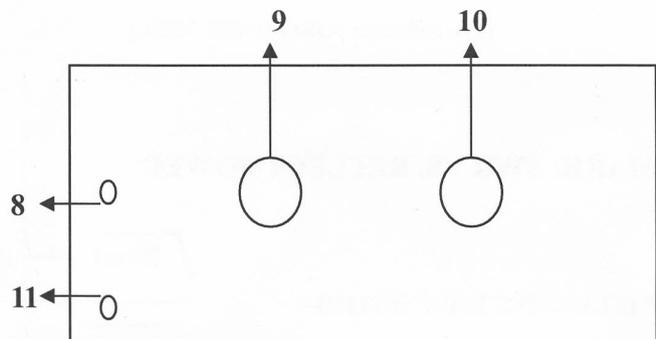


FIG3

FIG4

INSTALLATION

To install the RS-200/400 and RS-600 or RS-1000 simply connect coaxial cable directed to the antenna connector marked "ANT", and the cable coming from the transmitter or from the linear amplifier to the connector marked "TX". RS-200/400 and RS-600 or RS-1000 is ready to operate.

POWER MEASUREMENTS

- 1 Select the RANGE (3) switch on the end-scale position value as to the power of the unit
- 2 Select the FUNCTION (4) switch in the power position
- 3 Select the POWER switch the FWD position to measure the direct power (from the radio to antenna) or REF position to measure the reflected power (from antenna to the radio)
- 4 Select the power value can be read on the corresponding scale.

SWR MEASUREMENTS

- 1 Select the RANGE (3) switch on the end-scale position value as to the power of the unit.
- 2 Select the FUNCTION (4) switch in the CAL position .
- 3 Let the radio transmit and adjust the instrument by turning the CAL knob, position the end-scale index in the CAL position.
- 4 Select the FUNCTION (4) switch in the SWR position .
- 5 Read the SWR value in the above scale.

FIG5 (FOR RS-200 OR RS-400)

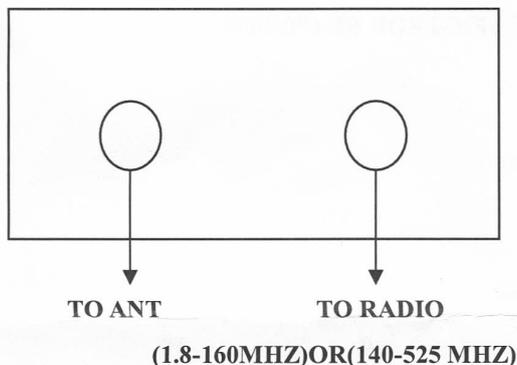
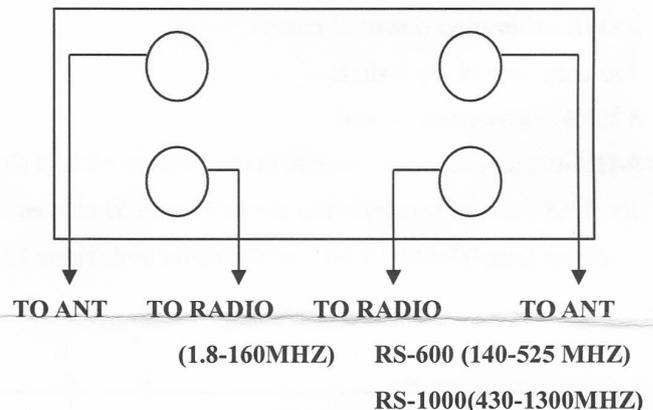


FIG6 (FOR RS-600 or RS-1000)



REMARK: SWR VS. REFLECT POWER

$$\text{SWR (STANDING WAVE RATIO)} = \frac{\sqrt{P_{\text{fwd}}} + \sqrt{P_{\text{rev}}}}{\sqrt{P_{\text{fwd}}} - \sqrt{P_{\text{rev}}}}$$

SWR	1.0	1.1	1.2	1.5	2.0	2.5	3.0
Prev%	0	0.22	0.8	4	11.1	8.4	25.0

SPECIFICATION

FREQUENCY RANGE:1.8~160 MHZ(RS-200,RS-600 ,RS-1000) , 140~525 MHZ (RS-400,RS-600) ,
430~13000MHZ(RS-1000)

POWER MEASURE RANGE :0.5~400W(5W/20W/200W/400W) , RS-1000(430-1300MHZ) only 200W 200/400W
SWITCH DISABLE

MINIMUM POWER INPUT :0.5W

PRECISION:.....5W RANGE ±5% , 20W RANGE ±7.5% , 200W RANGE ±10% , 400W RANGE ±12.5%

SWR:.....1~INFINITY

IMPEDANCE:.....50ohm

INPUT LOSS:.....0.2db (1.8~160 MHZ) , (140~525MHZ) , 0.3db(430-1300MHZ)

DEMISION:.....15X6.5X10CM

WEIGHT:.....720gr.(RS-600) , 630gr.(RS-200/400) , 730gr.(RS-1000)

I. Datasheet: RTL-SDR V3

RTL-SDR Blog V3 Datasheet



The RTL-SDR Blog V3 is an improved RTL-SDR dongle. RTL-SDR dongles were originally designed for DVB-T HDTV reception, but they were found by hardware hackers to be useful as a general purpose SDR. The standard dongles are okay for DVB-T reception, but are just barely suitable for SDR users/experimenters. The RTL-SDR Blog V3 was redesigned with SDR user needs in mind, instead of DVB-T HDTV users who typically have more relaxed requirements.

Purchase at: www.rtl-sdr.com/store

Quickstart setup guide available at: www.rtl-sdr.com/qsg

Basic Information

- **Bandwidth:** Up to 2.4 MHz stable.
- **ADC:** RTL2832U 8-bits
- **Frequency Range:** 500 kHz – 1766 MHz (500 kHz – 24 MHz in direct sampling mode)
- **Typical Input Impedance:** 50 Ohms
- **Typical Current Draw:** 270 – 280 mA

Required Computing Hardware

Same requirements as a regular RTL-SDR. Compatible with Windows XP and above (SDR# requires Win 7 or newer), Linux, MacOS and Android. A dual core machine is recommended.

Single board PCs like the Raspberry Pi, Odroid, C.H.I.P are also supported with most command line apps.

RTL-SDR V3 Improvements over generic models

TCXO

The V3 uses a 1PPM TCXO for excellent frequency stability. The temperature drift is around 0.5 – 1 PPM, and the initial offset is 0 – 2 PPM. This means that the signal will not drift on the spectrum as the dongle or ambient temperature changes. Also, the frequency offset will be close to zero. Standard dongles have a PPM offset of up to 100PPM, and tend to drift a lot. Using a TCXO solves these problems.

SMA Connector

Typical RTL-SDR dongles use a relatively obscure MCX RF connector. The V3 uses commonly used SMA connectors, so it is easy to obtain adapters, connectors and antennas for the unit. SMA connectors also last longer.

Aluminium Enclosure

Unlike standard RTL-SDR's, the V3 comes standard with an aluminium enclosure. The enclosure has two purposes. The first is to help block any RF interference from entering through the PCB. The second is to act as a heatsink to the PCB.

Improved Heat Dissipation

Typical R820T/2 RTL-SDR dongles tend to lose PLL lock in L-band at around 1.5 GHz and above, causing a loss of reception to those frequencies. The reason is due to the high heat generated by the R820T2 chip. The V3 uses a thin thermal pad to thermally bond the PCB and metal enclosure together. This allows the metal case to work as a heat sink, which solves the PLL lock problem. Ideally the thermal pad should be as thin as possible to enhance maximum heat transfer, and we have designed the enclosure so that the thermal pad only needs to be 3mm thick.

The V3 also uses a larger ground plane on the middle layers of the PCB which also helps with heat dissipation.

R820T2 Chip

Older RTL-SDR units used the R820T chip. There is a newer R820T2 which has slightly better manufacturing tolerances. The R820T2 is produced in a factory with higher quality silicon which allows for more reliable chips. A side effect of the better silicon is overall slightly better and more stable sensitivity across manufacturing runs compared to the R820T, and less PLL lock problems at L-band frequencies.

Improved ESD protection on the RF front end

The BAV99 diode which is used on most RTL-SDR dongles is not a true ESD rated diode. We have added a real ESD rated diode for better protection. The BAV99 remains in the circuit as it works a strong signal clipper, which prevents damage to the R820T2 from overly strong signals. Please remember that not even this will save your radio from a lightning strike or huge ESD impulse, and any permanently outdoor mounted antenna system must have its own lightning and ESD protection. To help avoid lightning damage unplug your antenna during a storm and when the dongle is not in use.

Improved front end circuit

The standard matching circuit on the RTL-SDR was designed for DVB-T use, and tends to attenuate signals above ~1 GHz. The new matching circuit has less attenuation above 1 GHz and similar performance below. We have used high quality, high SRF, high Q inductors in this circuit.

Software switchable 4.5v bias tee.

The V3 makes use of a low noise LDO and one of the GPIO pins on the RTL2832U to provide a 4.5V bias tee that can be activated in software. The bias tee can pull about 100 mA continuously so is suitable for the majority of 3-5V powered LNAs that are popular with RTL-SDR devices. The bias tee is protected against accidental short circuits at the LDO level, and with a thermal auto-resetting PTC fuse. See 'Activating the Bias Tee' for more information on software for activating the bias tee.

This bias tee is great for powering a remote LNA (like Adams PSA5043+ based LNA4ALL) or something like the SpyVerter upconverter.

Bias Tee Warning: The bias tee thermal fuse or LDO could be damaged if you short circuit the bias tee for long periods of time. Before turning on the bias tee, ensure the circuit to be powered is not shorted, or that the RTL-SDR is not connected to a DC shorted antenna!

Lower Voltage Operation

The V3 uses an LDO that has a much lower 'dropout' voltage compared to the typical AMS1117 LDO used on most dongles. Hence the V3 should run better on long USB extension cables.

Long USB cables tend to drop the 5V USB voltage down to lower levels. Below about 4V the AMS1117 stops working. The LDO used in the V3 works almost down to 3.3V.

Of course, with low voltages from long USB cable, the bias tee will be unable to put out 4.5V. At low voltages the bias tee LDO will revert to a non-filtered voltage slightly under the supply.

Reduced noise with a modified PCB design

Typical RTL-SDR dongles use 2-layer PCB designs and route signal lines improperly. The V3 uses a modified 4-layer PCB design which helps to significantly reduce clock spurs and noise pickup.

The V3 also adds a USB common mode choke on the USB data lines to reduce USB noise, adds SMD ferrite chokes on the PCB power lines, and uses a lower noise LDO.

HF direct sampling circuit, diplexed out from the SMA connector

The idea behind direct sampling mode is that an antenna can be connected directly to the ADC pins of the RTL2832U, and this can enable HF reception. This is useful because the R820T/2 tuner can only tune down to about 24 MHz at the lowest. On typical R820T RTL-SDR dongles one can enable direct sampling mode by soldering a wire to the Q-branch pins of the RTL2832U. The RTL2832U samples at 28.8 MHz, so 0 – 14.4 MHz, and 14.4 MHz – 28.8 MHz can be listened to.

The V3 has direct sampling mode implemented in hardware already, so no hardware mods are required to listen to HF via direct sampling.

To split the HF signal out at the SMA connector, a diplexer tuned to 25 MHz is used. A 10dB buffer preamp sits after the diplexer which helps to boost the signal and overcome losses in the subsequent filter and impedance transformer. After the preamp is a 24 MHz low pass filter and then an impedance matching and single to double ended transformer. The addition of the preamp, filter and transformer ensures good direct sampling performance.

The result is that 500 kHz to about 24 MHz can be received in direct sampling mode.

Direct sampling could be more sensitive than using an upconverter, but dynamic won't be as good as with an upconverter. It can overload easily if you have strong signals since there is no gain control. And you will see aliasing of signals mirrored around 14.4 MHz due to the Nyquist theorem. But direct sampling mode should at least give the majority of users a decent taste of what's on HF. If you then find HF interesting, then you can consider upgrading to an upconverter like the SpyVerter (the SpyVerter is the only upconverter we know of that is compatible with our bias tee for easy operation, other upconverters require external power).

If you search on YouTube for "RTL-SDR V3", you will find several videos showing what you can get in direct sampling mode. Most people are surprised at how good it can be, but also many users will need a broadcast AM filter to reduce overloading. We sell a suitable broadcast AM filter on our store www.rtl-sdr.com/store.

Expansion pads on the PCB

Access pads for the unused GPIO pins, CLK in/out, 3.3V, GND and I2C pins have been added. The CLK input/output is disconnected by default. Access pads for the I branch have also been added as some users and industrial customers are using these in special projects. These pads are only for advanced users who need them for special projects. Take care as these pins are not ESD protected.

Clock selector jumper

By soldering in a 4 pin 1.27mm pitch jumper header and removing the default 0 Ohm resistor, one can now easily select between the onboard clock, an external clock, or having the on board clock be the output for another dongle. This is for advanced users only who want to experiment with things like passive radar, and coherent receivers.

Corner mounting holes for those who want to stack PCBs.

Some customers have been building devices that require multiple RTL-SDR dongles, and these standoff holes should aid in stacking.

Feature Information

Feature 1: Direct Sampling HF Mode

This feature allows you to listen to HF signals between about 500 kHz to 28.8 MHz.

To use direct sampling mode first connect an appropriate HF antenna to the SMA antenna port (this is the same port where you connect your VHF/UHF antenna).

In SDR# select the Q-branch in the configure menu (the cog icon next to the play button). (If it is greyed out make sure you stop the SDR first, by clicking the stop button in SDR#)

Press Play and tune to 500 kHz – 28.8 MHz.

Device	R820T
Generic RTL2832U OEM (0)	▼
Sample Rate	2.048 MSPS
Sampling Mode	Direct sampling (Q branch)

VHF antennas like small discons or short whip antennas will probably not pick up HF signals very well, if at all. If you have no such antenna you *might* get something with the large telescopic antenna extended to its maximum length of 1.5m, but really this is still not long enough for HF. You can instead use the screw nut provided with the antenna base to clamp on a long wire antenna that is 5 meters or more in length. Ideally you should use a 9:1 unun with the long wire antenna for optimal reception but it is not totally necessary. Even more ideally you'd use an antenna tuner, though this is expensive.

Other software like HSDR and GQRX can also support direct sampling. It may entail setting a device string, and for the Q-branch, the value should be 2. In GQRX the device string would be "rtl=0,direct_samp=2" (without the quotes). Make sure that there is no space after the comma.

To go back to listening to frequencies above 28.8 MHz remember to change the sampling mode back to "Quadrature Sampling".

Note that this feature makes use of *direct sampling* and so aliasing will occur. The RTL-SDR samples at 28.8 MHz, thus you may see mirrors of strong signals from 0 – 14.4 MHz while tuning to 14.4 – 28.8 MHz and the other way around as well. If these images cause problems, then to remove them you will need to use a low pass filter for 0 – 14.4 MHz, and a high pass filter for 14.4 – 28.8 MHz. Either that or you can simply filter your exact band of interest.

Feature 2: Software Selectable Bias Tee

The V3 RTL-SDR introduces a bias tee which can be enabled easily in software.

WARNING: Before using the bias tee please ensure that you understand that you should not use this option when the dongle is connected *directly* to a DC short circuited antenna. Although the bias tee circuit is dual protected against accidental shorts with a PTC automatically resetting fuse and overcurrent protection on the LDO, short circuiting the bias tee for an extended period (hours) could damage the LDO or fuse permanently. Only use it while connected to an actual powered device, like an LNA, active antenna or the SpyVerter.

To make things clearer: DC Short Antenna -> LNA -> Coax -> V3(bias tee on) is fine. What's not good and makes no sense anyway is DC Short Antenna -> Coax -> V3(bias tee on). DC Short Antenna -> Coax -> V3(bias tee off) is fine.

To enable the bias tee in Windows:

1. Download and extract all the files in the zip file downloadable at <https://github.com/rtlsdrblog/rtl-sdr/releases/tag/v1.1> into a folder on your PC. It contains two batch files that can be run.

2. Next make sure that all SDR software like SDR# / HDSDR / SDR-Console etc is fully closed. If there is another program accessing the RTL-SDR the bias tee software will not run.
3. Run the `biastee_on.bat` file to turn the bias tee on. It will run and open a CMD prompt that will briefly say "Found Rafael Micro R820T Tuner". The CMD prompt will close soon after upon success.

The bias tee is now on. To turn it off repeat steps 2 & 3, but instead run the `biastee_off.bat` batch file. Alternatively, simply disconnect and then reconnect the SDR to turn the bias tee off.

If you have multiple dongles connected you'll need to edit the batch file to specify what dongle's bias tee you want to activate. Open the bat file with any text editor, like Notepad, and add the dongle selector "-d" flag. For example, to activate the bias tee on the dongle that was plugged in second you'd need to change it to "`rtl_biast -b 1 -d 1`".

If you get a Smart Screen message, click on More Info, and then on Run Anyway. Also note that some versions of Windows may fail to run batch files due to misconfiguration or aggressive antivirus software. If you cannot fix these problems with Windows or your antivirus, run the command manually on the CMD line.

To run it manually on the CMD line first browse to the directory where the bias tee software is stored using "cd" (e.g. `cd C:\SDR\bias_tee_folder`), and then run:

ON: `rtl_biast -b 1`

OFF: `rtl_biast -b 0`

If needed select a particular RTL-SDR device with the -d flag.

In Linux or MacOS download the source from git, compile it the same way you do the regular RTL-SDR drivers, and then run `./rtl_biast -b 1` to turn the bias tee on and `./rtl_biast -b 0` to turn the bias tee off. The procedure is:

```
git clone https://github.com/rtlsdrblog/rtl_biast
cd rtl_biast
mkdir build
cd build
cmake ..
make
cd src
./rtl_biast -b 1
```

If you want to be able to run the bias tee program from anywhere on the command line you can also run "sudo make install".

If you have trouble running the bias tee use a multimeter to check if there is 4.5V at the SMA port, and that your powered device is actually capable of receiving power. Remember that not all LNA's can accept bias tee power. We recommend Adam 9A4QV's LNA4ALL, as you can order this from his store with the bias tee power option enabled.

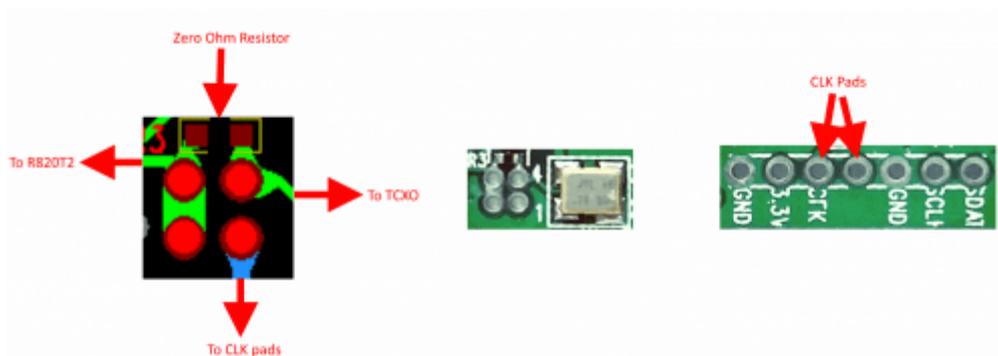
Feature 3: Selectable Clock & Expansion Headers

This is for advanced users who need to daisy chain clocks together for coherent experiments, or need to access other ports. You can either bridge the clock selector the directly with a solder bridge, or solder on a 1.27mm 2x2 header pin jumper.

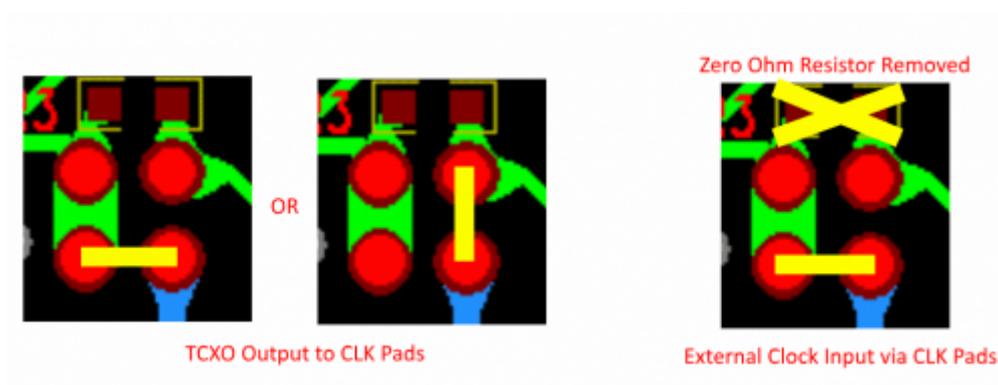
1. To add a jumper to the CLK selector header.
2. Carefully remove the 0 Ohm resistor.
3. Very carefully solder a 1.27mm 2x2 header onto the clock selector pads.

You can now select your clock input.

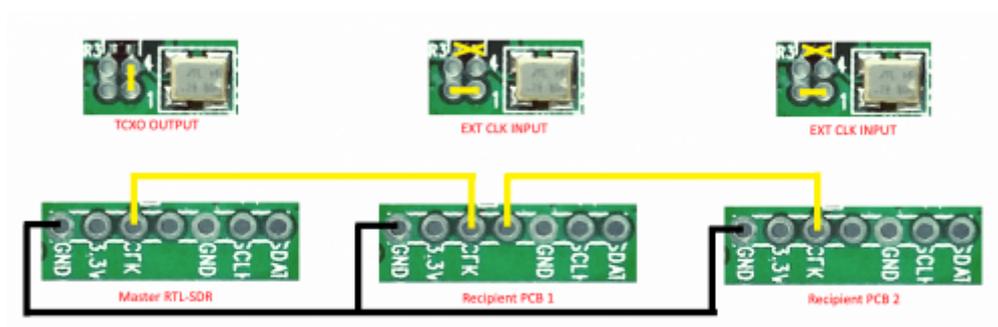
How to connect the CLK jumpers:



The first position allows you to output the dingles clock to the CLK pads. The second position allows you to input an external clock.



An example of CLK daisy chaining is shown below. One dingles TCXO is connected to two other dingles who have disconnected clocks.



LF Improvement / Bias Tee Disable Mod

If you want to improve the performance at LF/MW and do not require the bias tee, then you can remove the bias tee inductor at L13. Of course, remember that if you are really interested in VLF/LF, then it might be a better idea to use a VLF/LF compatible upconverter like the SpyVerter, which can be powered by the bias tee on the dongle. Obviously if you remove the bias tee inductor, the bias tee will no longer function, and so you'd have to power the SpyVerter externally via a USB cable.



J. Manual LC-Meter Ascel Æ20204



Æ20204 LC METER



Aufbau- / Bedienungsanleitung

REV 2.3 DE
© 2011 Ascel Electronic

AE20204 LC METER

Der AE20204 LC Meter ermöglicht die genaue Bestimmung der Kapazität und Induktivität von passiven Bauteilen, insbesondere von sehr kleinen Werten bis unterhalb 1pF/1µH. Dabei beträgt die Auflösung 0.01pF/10nH. Insbesondere für Amateurfunker, aber auch für jeden engagierten Elektronik-Fan stellt es eine unschätzbare Hilfe dar.

Die RS232/USB-Schnittstelle¹ ermöglicht es, die gemessenen Werte an die mitgelieferte Software zu übertragen und zu protokollieren, durch das einfache Übertragungsformat können leicht eigene Anwendungen auf die Daten zugreifen.

Der Bausatz ist durch den Verzicht auf SMD-Komponenten (Surface Mounted Device, Oberflächenmontage) sowie die ausführliche Löt- und Aufbauanleitung auch für Anfänger geeignet.

Bitte lesen Sie diese Anleitung vor dem Aufbau sorgfältig und bewahren Sie sie zur späteren Ansicht auf.

¹ USB-Schnittstelle optional

Technische Daten

Messbereiche:	Kapazität (C): 0.01pF bis ca. 1 μ F ² Induktivität(L): 10nH bis ca. 100mH ³
Auflösung:	Kapazität (C): 0.01pF - 999.999pF: 0.01pF 1nF - 999.999nF: 10pF >1 μ F : 10nF Induktivität(L): 10nH - 999.999 μ H : 10nH 1mH - 999.999mH: 10 μ H
Messfrequenz:	15kHz - 750kHz Sinus
Messspannung:	<2.5Vpp
Messgenauigkeit:	+/- 0.5% Referenz
Anzeige:	2x16 Zeichen Dot-Matrix
PC-Schnittstelle:	RS232 oder USB
Betriebsspannung:	7.5-12V DC
Betriebsumgebung:	+5°C - +40°C, Luftfeuchtigkeit < 85% nicht kondensierend

² Abhängig vom Typ des Kondensators, keine ELKOs.

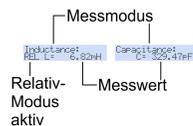
³ Die Induktivität muss eine Güte haben, die das Schwingen auf der Messfrequenz zulässt.

Bedienung

Nach dem Einschalten führt der AE20204 LC Meter eine Selbstkalibrierung durch. Dabei wird die Frequenz des Schwingkreises gemessen und die exakten Werte der frequenzbestimmenden Spule und Kondensators bestimmt (siehe Funktionsbeschreibung). Kommt es dabei zu einem Fehler (z.B. Frequenz des Schwingkreises außerhalb des normalen Bereichs, kein Schwingen etc.) wird nach der Initialisierung "FAILED" angezeigt. In diesem Fall ist das Gerät auf Fehler beim Aufbau zu überprüfen (siehe entsprechendes Kapitel). Waren der Test und die Selbstkalibrierung erfolgreich, wird "PASSED" angezeigt. Danach ist das Gerät messbereit.

Hinweis: Während des Einschaltens dürfen keine Messleitungen angeschlossen sein, ansonsten werden die nachfolgenden Messergebnisse verfälscht! Benutzen Sie die Relativ-Modus-Funktion, um die Kapazität/Induktivität von Messleitungen aus dem Messergebnis herauszurechnen.

Displayanzeigen:



Im Display werden der gewählte Messmodus, der Relativ-Modus und der aktuelle Messwert angezeigt. Der Messbereich wird automatisch gewählt.

Messmodus

Um den Messmodus von Kapazitäts- auf Induktivitätsmessung oder umgekehrt zu ändern, drücken Sie die Taste "L / C". Bei jedem Tastendruck wird der Messmodus gewechselt.

Relativ-Modus

Die Kapazität/Induktivität der Messleitungen kann, insbesondere bei kleinen Werten, das Messergebnis verfälschen. Drücken Sie deshalb nach dem Anschließen der Messleitungen die Taste "ΔREL", um den aktuell gemessenen Wert auf Null zu setzen. "REL" erscheint im Display und die nachfolgenden Messwerte beziehen sich auf diesen Wert.

Im Kapazitätsmessmodus sollten die Messleitungen dabei offen sein, im Induktivitätsmodus müssen sie kurzgeschlossen sein.

Drücken Sie erneut "ΔREL", um den Relativ-Modus zu verlassen.

Hinweis: Im Relativ-Modus sind auch negative Werte möglich, wenn der gemessene Wert unter dem Bezugswert liegt.

26

Erneute Selbstkalibrierung veranlassen

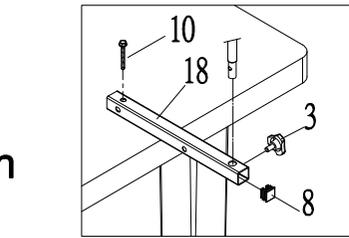
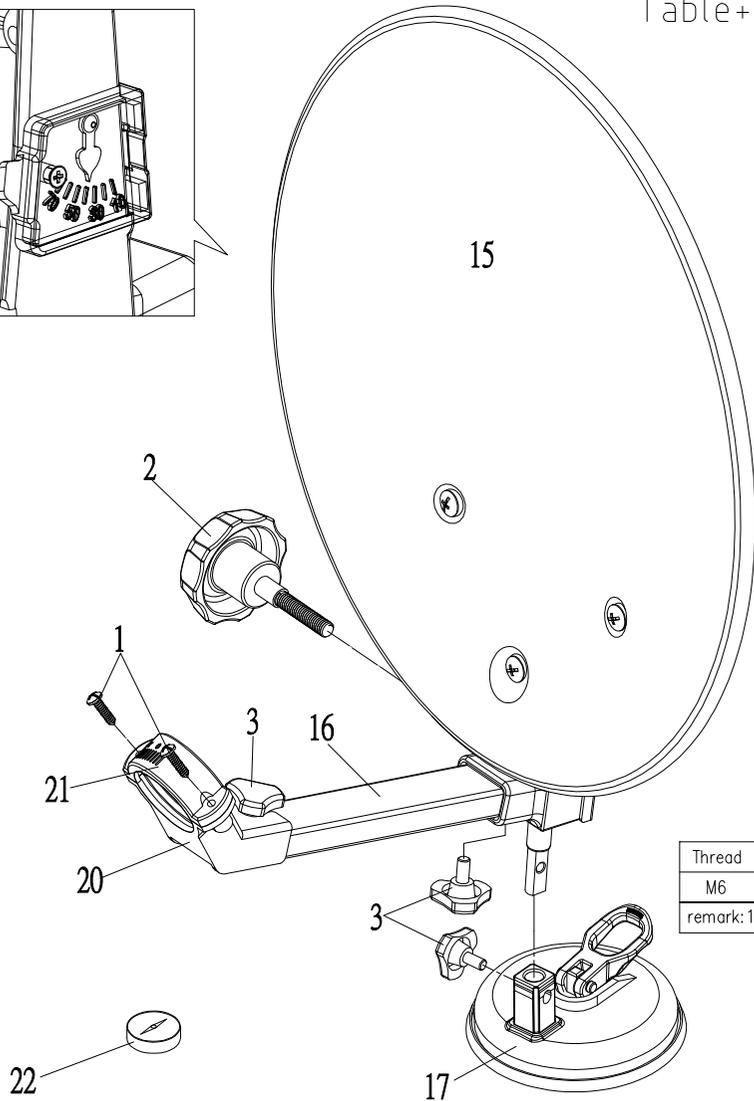
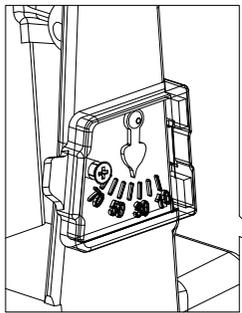
Bedingt durch die hohe Empfindlichkeit des AE20204 LC Meters und die Temperaturabhängigkeit von Bauteilen kommt es nach dem Einschalten mit dem Erwärmen des Gerätes zu einer Änderung des angezeigten Wertes, ohne das etwas an den Eingängen angeschlossen ist. Typischerweise beträgt dieser Wert $<1\text{pF}$. Der endgültige Wert wird nach einigen Minuten erreicht. Für beste Genauigkeit sollte daher bei betriebswarmem Gerät gemessen werden. Um beim Erreichen der Betriebstemperatur den angezeigten Wert wieder auf Null zu setzen, kann eine erneute Selbstkalibrierung durch Drücken und Festhalten der "ΔREL" Taste für ca. 5 Sekunden veranlasst werden.

27

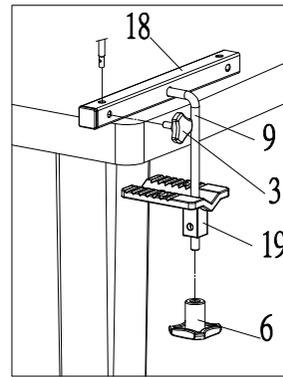
K. Manual Megasat Campingkoffer

MEGASAT

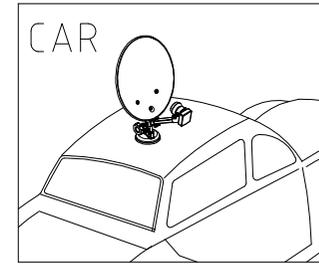
Montageanleitung/Mounting Instruction



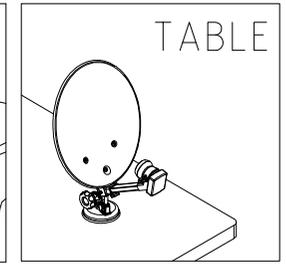
Table+Selftap screw



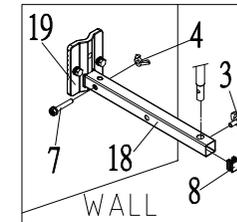
L Type Rod
Adjust+Fix plate
on Table



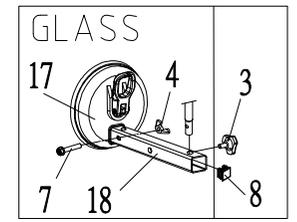
CAR



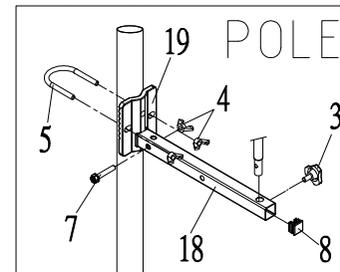
TABLE



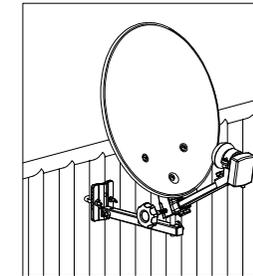
WALL



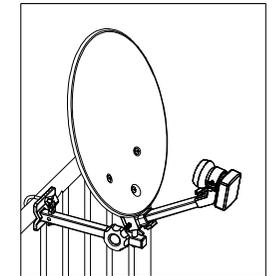
GLASS



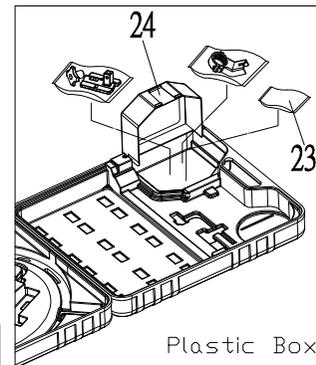
POLE



Handrail
Vertical position



Handrail
Horizontal position



Plastic Box

Thread	Max Tightening torques	
M6	8.8N.m	90Kgf.cm
remark: 1N.m=10.197Kgf.cm		

24		Tool box cover	1
23		Screw kit	1
22		COMPASS	1
21		40mm LNBF Clamp	1
20		40mm LNBF Clamp Holder	1
19		Fix plate	1

18		Extension rod	1
17		Base	1
16		LNBF Arm	1
15		Reflector w/Bracket	1
10		1/4"*2" drill self screw	1
9		L Type Rod Adjust	1
8		Plug	1
7		M6*35 Hex-head cap screw W/W	1
6		M8 Knob nut	1
5		M6*W38 U Bolt	1
4		M6 Wing nut	3
3		M6 knob bolt	3
2		M8 Knob nut	1
1		ø4*5/8" self-drilling screw	2
NO.	ITEM	DESCRIPTION	Q'TY

L. Logbook: Das erste FM-QSO (UKW)

L. Logbook: Das erste FM-QSO (UKW)

Funkplan

Call	QTH	Σ SWL	#: Buchstabe : Name
DK% ₀₀ TU	over H 9000	5	1: T : Sebastian 2: U : Felix 3: B : Hyman 4: B : Almay 5: Y : Murray
			1: _ : 2: _ : 3: _ : 4: _ : 5: _ :
			1: _ : 2: _ : 3: _ : 4: _ : 5: _ :
			1: _ : 2: _ : 3: _ : 4: _ : 5: _ :
			1: _ : 2: _ : 3: _ : 4: _ : 5: _ :
			1: _ : 2: _ : 3: _ : 4: _ : 5: _ :

M. Logbook: Das erste SSB-QSO (KW)

M. Logbook: Das erste SSB-QSO (KW)



Einführung

Die ersten paar Male am Mikrofon sind immer eine Überwindung. Auch wenn jedes QSO immer etwas anders ist, ist der grundlegende Ablauf bei „Standard“-QSOs immer gleich. Damit der Einstieg leichter fällt, kannst du hier mit anderen Kursteilnehmern von einer anderen technischen Hochschule (DK0TU von der TU Berlin und HB9ZZ von der ETH Zürich) funken und den Ablauf üben.

Ausbildungsfunk

Gesendet werden darf grundsätzlich erst einmal nur von Personen, welche ein Rufzeichen besitzen* (Ausnahme: Club-Mitglieder in HB9) und die entsprechende Prüfung bestanden haben. Ausnahmen gibt es beim Funkbetrieb zu Ausbildungszwecken. Dies führt zu ein paar Besonderheiten im QSO-Ablauf:

- HB9: Der Club beantragt für die gewünschte Dauer eine Genehmigung beim BAKOM. Die Teilnehmer melden sich mit Clubrufzeichen, gefolgt von „Operator“ und dem Vornamen. Beispiel: „HB9ZZ Operator David“.
- DL: Einzelpersonen können bei der Bundesnetzagentur zusätzlich zu ihrem persönlichen Rufzeichen ein Ausbildungsrufzeichen beantragen. Die Teilnehmer machen dann unter Aufsicht mit diesem Rufzeichen Betrieb. Beispiel: Felix DB4UM, Ausbildungsrufzeichen DN4BA.

Vorbereitung

Das folgende Beispielblatt enthält ein komplettes, ausgeschriebenes QSO. Bevor es los geht, solltest du:

1. Mit dem Betreuer das QSO auf dem Papier durchgehen
2. An den entsprechenden Stellen das Ausbildungsrufzeichen des entsprechenden Betreuers bei DK0TU eintragen, sowie wo nötig deinen Vornamen
3. Markieren, an welchen Stellen du am Reden bist und wo die andere Station
4. (optional) Gesprächsthemen überlegen, eventuell unten eintragen

Gesprächsthemen

Am Anfang ist es nicht immer leicht, passende Gesprächsthemen zu finden. Bei der heutigen Übung sind einige Themen schon in den Text eingebaut. Bei QSOs in der freien Wildbahn hängt dies auch immer von der anderen Station ab. Ist er an Gesprächen interessiert? Wonach fragt er? Zusätzlich haben wir hier noch ein paar Vorschläge:

- Vorname, QTH, RST
- Erstes QSO überhaupt / auf dem Band / mit dem DXCC?
- Dein Studienfach / Vertiefungsrichtung / Semester: _____
- Warum machst Du den Kurs?: _____
- Ausrüstung (TRX, PA, Antenne): _____
- Wetter (Situation & Temperatur): _____

Vorschlag: macht euch mindestens Gedanken zum Wetter und der verwendeten Ausrüstung.



Nun wird's ernst!

Drehbuch zum SSB-QSO zwischen HB9ZZ und DK0TU

Inspiriert von CW QSO Vorlage von HB4FF

Generell: Alle Rufzeichen immer mit NATO Alphabet Buchstabieren!

HB9ZZ ruft die TU Berlin:

Delta _____ von Hotel Bravo Niner Zulu Zulu Operator _____.

Hotel Bravo Niner Zulu Zulu Operator _____ ruft Delta _____

und hört.

TU Berlin antwortet HB9ZZ

Delta _____ für Hotel Bravo Niner Zulu Zulu.

HB9ZZ gibt erste Informationen an die TU Berlin

Delta _____ hier ist Hotel Bravo Niner Zulu Zulu

Operator _____.

Hallo mein Freund. Danke fürs Antworten.

Dein Rapport ist 58, 58.

Mein Name ist _____,

_____ (dein Name Buchstabiert)

Mikrofon zurück zu dir,

Delta _____ von Hotel Bravo Niner Zulu Zulu

Operator _____

TU Berlin gibt nun erste Informationen an HB9ZZ

Hotel Bravo Niner Zulu Zulu von Delta _____

Hallo

Dein Raport ist 59, 59

Mein Name ist _____,

_____ (dein Name Buchstabiert)

Ich sitze hier in der Clubstation von DK0TU, das ist die Clubstation der Technischen Universität Berlin.



Das Wetter hier ist _____

Ich Funke mit _____

Mikrofon zurück zu dir

Hotel Bravo Niner Zulu Zulu von Delta _____

HB9ZZ gibt zusätzliche Informationen an die TU Berlin

Delta _____ von Hotel Bravo Niner Zulu Zulu

Operator _ _ _ _ _ .

Hallo

Ich funke von der Clubstation der ETH Zürich

Mein Funkequipment hier ist _____

Das Wetter hier ist _____

(Sonstige Themen) _____

Dann wieder Mikrofon zurück zu dir

Delta _____ von Hotel Bravo Niner Zulu Zulu

Operator _ _ _ _ _ .

TU Berlin gibt nun weitere Informationen an HB9ZZ

Hotel Bravo Niner Zulu Zulu von Delta _____

Danke Ich konnte alles gut aufnehmen.

(Sonstige Themen) _____

Dann wieder Mikrofon zurück zu dir

Hotel Bravo Niner Zulu Zulu von Delta _____

→ hier nun weitere Durchgänge, bis die Gesprächsthemen ausgehen! Dann...]

HB9ZZ verabschiedet sich von der TU Berlin

Delta _____ von Hotel Bravo Niner Zulu Zulu

Operator _ _ _ _ _ .

Vielen Dank für das nette QSO. Ich hoffe wir hören uns bald wieder auf den Bändern.

Beste Grüße aus Zürich nach Berlin 73 (dreiundsiebzig)

Delta _____ von Hotel Bravo Niner Zulu Zulu

Operator _ _ _ _ _ .



TU Berlin verabschiedet sich von HB9ZZ

Hotel Bravo Niner Zulu Zulu von Delta _____

Danke dir auch

Dann wünsche ich dir noch einen schönen Abend.

Ich hoffe auch dich bald wieder auf Kurzwelle zu hören.

Grüsse nach Zürich aus Berlin, 73(dreiundsiebzig).

Hotel Bravo Niner Zulu Zulu von Delta _____

Notfallvorlagen:

HB9ZZ spricht mit TU Berlin

Delta _____ (von) Hotel Bravo Niner Zulu Zulu

Operator _ _ _ _ _ .

[interessanter Inhalt]

Delta _____ (von) Hotel Bravo Niner Zulu Zulu

Operator _ _ _ _ _ .

TU Berlin spricht mit HB9ZZ

Hotel Bravo Niner Zulu Zulu (von) Delta _____

[interessanter Inhalt]

Hotel Bravo Niner Zulu Zulu (von) Delta _____

Das Log und QSL Karte

Nach dem Gespräch trägt man die Daten des QSO in sein Log ein (siehe untenstehende Tabelle). Ausserdem füllen wir gerade eine QSL Karte aus, die wir uns gegenseitig zuschicken.

Via:				To:			
DD	MM	YYYY	UTC	MHz/Band	Mode	RS(T)	OP
RIG				REM			

N. Prüfungsbögen

Teil 1: Technische Kenntnisse (Klasse E)

- 1 **TB105** Was verstehen Sie unter Halbleitermaterialien?
 - A Einige Stoffe (z.B. Silizium, Germanium) sind in reinem Zustand bei Raumtemperatur gute Leiter. Durch geringfügige Zusätze von geeigneten anderen Stoffen oder bei hohen Temperaturen nimmt jedoch ihre Leitfähigkeit ab.
 - B Einige Stoffe (z.B. Silizium, Germanium) sind in reinem Zustand bei Raumtemperatur gute Isolatoren. Durch geringfügige Zusätze von geeigneten anderen Stoffen oder bei hohen Temperaturen werden sie jedoch zu Leitern.
 - C Einige Stoffe wie z.B. Indium oder Magnesium sind in reinem Zustand gute Isolatoren. Durch geringfügige Zusätze von Silizium, Germanium oder geeigneten anderen Stoffen werden sie jedoch zu Leitern.
 - D Einige Stoffe (z.B. 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. Kathoden von Halbleiterbauelementen herstellen.

- 2 **TB609** Das 70-cm-Band befindet sich im
 - A VHF-Bereich
 - B SHF-Bereich.
 - C EHF-Bereich.
 - D UHF-Bereich.

- 3 **TB612** Eine sinusförmige Wechselspannung hat einen Spitzenwert von 12 V. Wie groß ist der Effektivwert der Wechselspannung?

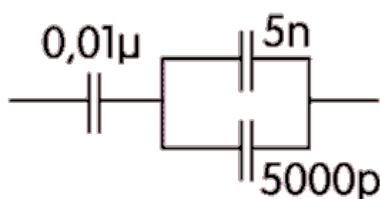
A: 8,5 V B: 6,0 V C: 17 V D: 24 V

- 4 **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 Träger und einem Seitenband.
 - D AM hat keinen Träger und zwei Seitenbänder, SSB arbeitet mit Trägerunterdrückung und einem Seitenband.

- 5 **TB802** Was ist der Unterschied zwischen LSB und USB?

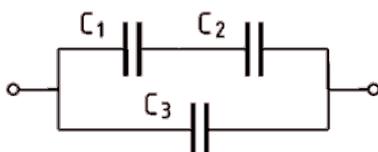
N. Prüfungsbögen

- A LSB arbeitet mit Trägerunterdrückung und dem unteren Seitenband, USB arbeitet mit Trägerunterdrückung und dem oberen Seitenband.
B LSB arbeitet mit Träger und zwei Seitenbändern, USB arbeitet mit Trägerunterdrückung und einem Seitenband.
C LSB arbeitet mit Träger und einem Seitenband, USB arbeitet mit Trägerunterdrückung und beiden Seitenbändern.
D LSB arbeitet mit Trägerunterdrückung und dem oberen Seitenband, USB arbeitet mit Trägerunterdrückung und dem unteren Seitenband.
- 6 **TB904** Welcher Widerstand ist erforderlich um einen Strom von 3 A bei einer Spannung von 90 Volt fließen zu lassen?
- A: $93\ \Omega$ B: $\frac{1}{30}\ \Omega$ C: $270\ \Omega$ D: $30\ \Omega$
- 7 **TB907** Der Effektivwert der Spannung an einer künstlichen $50\text{-}\Omega$ -Antenne wird mit 100 V gemessen. Die Leistung an der Last beträgt
- A: 100 W B: 200 W C: 141 W D: 283 W
- 8 **TB908** Ein mit einer künstlichen $50\text{-}\Omega$ -Antenne in Serie geschaltetes Amperemeter zeigt 2 A an. Die Leistung in der Last beträgt
- A: 200 W B: 100 W C: 25 W D: 250 W
- 9 **TB911** Welche Belastbarkeit muss ein Vorwiderstand haben, an dem bei einem Strom von 50 mA eine Spannung von 50 V abfallen soll?
- A: 2,5 W B: 250 mW C: 1 W D: 25 W
- 10 **TC108** Ein Widerstand hat eine Toleranz von 10 %. Bei einem nominalen Widerstandswert von $5,6\ \text{k}\Omega$ liegt der tatsächliche Wert zwischen
- A 4,7 und $6,8\ \text{k}\Omega$.
B 5040 und $6160\ \Omega$.
C 4760 und $6440\ \Omega$.
D 5,2 und $6,3\ \text{k}\Omega$.
- 11 **TC202** Ein Bauelement, bei dem sich Platten auf einer isolierten Achse befinden, die zwischen fest stehende Platten hineingedreht werden können, nennt man
- A Rotorkondensator.
B Drehkondensator.
C Tauchkondensator.
D Keramischer Kondensator.
- 12 **TD105** Welche Gesamtkapazität hat die folgende Schaltung? Gegeben: C 1 = $0,01\ \mu\text{F}$; C 2 = $5\ \text{nF}$, C 3 = $5000\ \text{pF}$



- A 0,015 nF
- B 10 nF
- C 5 nF
- D 7,5 nF

- 13 **TD107** Welche Gesamtkapazität hat die folgende Schaltung? Gegeben: $C_1 = 0,01 \mu\text{F}$; $C_2 = 10 \text{ nF}$; $C_3 = 5000 \text{ pF}$



- A 2,5 nF
- B 10 nF
- C 5 nF
- D 0,015 nF

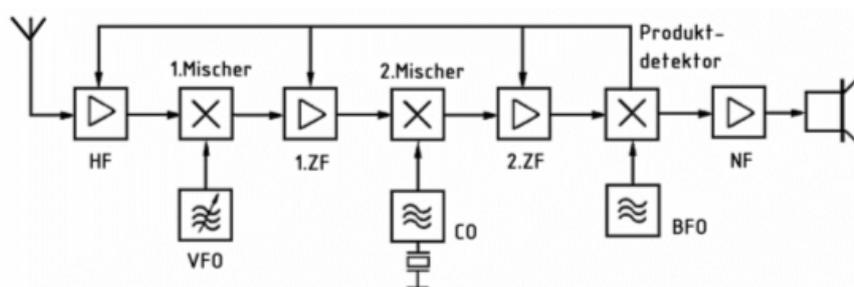
- 14 **TD303** Die Leerlaufspannung einer Gleichspannungsquelle beträgt 13,5 V. Wenn die Spannungsquelle einen Strom von 2 A abgibt, sinkt die Klemmenspannung auf 13 V. Wie groß ist der Innenwiderstand der Spannungsquelle?

- A: 0,25 Ω B: 6,5 Ω C: 13 Ω D: 6,75 Ω

- 15 **TE305** Was bedeutet im Prinzip "Packet Radio"? Die Daten werden

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

- 16 **TF204** Ein Doppelsuper hat eine erste ZF von 10,7 MHz und eine zweite ZF von 460 kHz. Die Empfangsfrequenz soll 28 MHz sein. Welche Frequenzen sind für den VFO und den CO erforderlich, wenn die Oszillatoren oberhalb der Mischer-Eingangssignale schwingen sollen?



- A Der VFO muss bei 38,70 MHz und der CO bei 11,16 MHz schwingen.
- B Der VFO muss bei 10,26 MHz und der CO bei 17,30 MHz schwingen.
- C Der VFO muss bei 28,460 MHz und der CO bei 38,26 MHz schwingen.
- D Der VFO muss bei 11,16 MHz und der CO bei 38,70 MHz schwingen.

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

N. Prüfungsbögen

- A Noise Filter
 - B Die AGC
 - C Störaustaster
 - D Notchfilter
- 18 **TG502** Welches Filter wäre zwischen Senderausgang und Antenne eingeschleift am besten zur Verringerung der Oberwellenausstrahlungen geeignet?
- A Ein Antennenfilter
 - B Ein Tiefpassfilter
 - C Ein Sperrkreisfilter
 - D Ein Hochpassfilter
- 19 **TH101** Was sind typische Kurzwellen-Amateurfunksendeantennen?
- A Langdraht-Antenne, Groundplane-Antenne, Gestockte Yagiantenne, Dipolantenne, Windom-Antenne, Delta-Loop-Antenne
 - B Langdraht-Antenne, Groundplane-Antenne, Yagiantenne, Dipolantenne, Windom-Antenne, Delta-Loop-Antenne
 - C Langdraht-Antenne, Groundplane-Antenne, Kreuzyagi-Antenne, Dipolantenne, Windom-Antenne, Delta-Loop-Antenne
 - D Langdraht-Antenne, Groundplane-Antenne, Gruppenantenne, Dipolantenne, Windom-Antenne, Delta-Loop-Antenne
- 20 **TI104** Welchen Einfluss hat die D-Schicht auf die Fernausbreitung?
- A Die D-Schicht führt tagsüber zu starker Dämpfung im 80- und 160-m-Band.
 - B Die D-Schicht ist im Sonnenfleckenmaximum am wenigsten ausgeprägt.
 - C Die D-Schicht absorbiert tagsüber die Wellen im 10-m-Band.
 - D Die D-Schicht reflektiert tagsüber die Wellen im 80- und 160-m-Band.
- 21 **TI201** Die Ausbreitungsgeschwindigkeit freier elektromagnetischer Wellen beträgt etwa
- A 300 000 km/s.
 - B 3 000 000 km/s.
 - C 3 000 km/s.
 - D 30 000 km/s.
- 22 **TI211** In welcher ionosphärischen Schicht treten gelegentlich Aurora-Erscheinungen auf?
- A In der E-Schicht
 - B In der F-Schicht
 - C In der D-Schicht
 - D In der E-Schicht in der Nähe des Äquators
- 23 **TI301** Wie weit etwa reicht der Funkhorizont im UKW-Bereich über den geografischen Horizont hinaus? Er reicht etwa
- A doppelt so weit.
 - B 15 % weiter als der geografische Horizont.
 - C bis zur Hälfte der Entfernung bis zum geografischen Horizont.

- D bis zum Vierfachen der Entfernung bis zum geografischen Horizont.
- 24 **TJ103** Was ist ein Dipmeter? Ein Dipmeter ist
- A ein abstimmbarer Oszillator mit einem Indikator, der anzeigt, wenn von einem angekoppelten Resonanzkreis bei einer Frequenz HF-Energie aufgenommen oder abgegeben wird.
 - B eine abgleichbare Stehwellenmessbrücke, mit der der Reflexionsfaktor und der Impedanzverlauf einer angeschlossenen Antenne oder einer LC-Kombination gemessen werden kann.
 - C ein selektiver Feldstärkemesser, der den Maximalwert der elektrischen Feldstärke anzeigt und der zur Überprüfung der Nutzsignal- und Nebenwellenabstrahlungen eingesetzt werden kann.
 - D ein auf eine feste Frequenz eingestellter RC-Schwingkreis mit einem Indikator, der anzeigt, wie stark die Abstrahlung unerwünschter Oberwellen ist.
- 25 **TJ104** Wozu wird ein Dipmeter beispielsweise verwendet? Ein Dipmeter wird zur
- A genauen Bestimmung der Dämpfung eines Schwingkreises.
 - B ungefähren Bestimmung der Resonanzfrequenz eines Schwingkreises.
 - C ungefähren Bestimmung der Leistung eines Senders.
 - D genauen Bestimmung der Güte eines Schwingkreises.
- 26 **TJ202** Wie werden elektrische Spannungsmesser an Messobjekte angeschlossen und welche Anforderungen muss das Messgerät erfüllen, damit der Messfehler möglichst gering bleibt?
- A Der Spannungsmesser ist in den Stromkreis einzuschleifen und sollte niederohmig sein.
 - B Der Spannungsmesser ist parallel zum Messobjekt anzuschließen und sollte hochohmig sein.
 - C Der Spannungsmesser ist in den Stromkreis einzuschleifen und sollte hochohmig sein.
 - D Der Spannungsmesser ist parallel zum Messobjekt anzuschließen und sollte niederohmig sein.
- 27 **TJ208** Welches dieser Messgeräte ist für genaue Frequenzmessungen am besten geeignet?
- A Ein Oszilloskop
 - B Ein Resonanzwellenmesser
 - C Ein Frequenzzähler
 - D Ein Universalmessgerät
- 28 **TK101** Wie äußert sich Zustopfen bzw. Blockierung eines Empfängers?
- A Durch den Rückgang der Empfindlichkeit und ggf. das Auftreten von Brodelgeräuschen.
 - B Durch Empfindlichkeitssteigerung.
 - C Durch eine zeitweilige Blockierung der Frequenzeinstellung.
 - D Durch das Auftreten von Pfeifstellen im gesamten Abstimmungsbereich.
- 29 **TK102** Welche Effekte werden durch Intermodulation hervorgerufen?

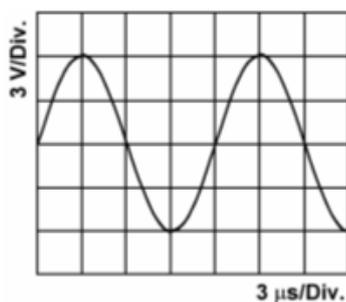
- A Das Nutzsignal wird mit einem anderen Signal moduliert und dadurch unverständlich.
 - B Es treten Phantomsignale auf, die bei Einschalten eines Abschwächers verschwinden.
 - C Es treten Pfeifstellen gleichen Abstands im gesamten Empfangsbereich auf.
 - D Dem Empfangssignal ist ein pulsierendes Rauschen überlagert, das die Verständlichkeit beeinträchtigt.
- 30 **TK107** Wie nennt man die elektromagnetische Störung, die durch die Aussendung des reinen Nutzsignals beim Empfang anderer Frequenzen in benachbarten Empfängern auftreten kann?
- A Blockierung oder störende Beeinflussung
 - B Hinzunehmende Störung
 - C Störung durch unerwünschte Aussendungen
 - D Störung durch Nebenaussendungen
- 31 **TK303** Durch eine Mantelwellendrossel in einem Fernseh-Antennenzuführungskabel
- A wird Netzbrummen unterdrückt.
 - B werden Gleichtakt-HF-Störsignale unterdrückt.
 - C werden niederfrequente Störsignale unterdrückt.
 - D werden alle Wechselstromsignale unterdrückt.
- 32 **TL207** Muss ein Funkamateurl als Betreiber einer ortsfesten Amateurfunkstelle bei der Sendart F3E und einer Senderleistung von 6 Watt an einer 15-Element-Yagiantenne mit 13 dB Gewinn für 2 m die Einhaltung der Personenschutzgrenzwerte nachweisen?
- A Ja, er ist in diesem Fall verpflichtet die Einhaltung der Personenschutzgrenzwerte nachzuweisen.
 - B Nein, aber er muss die Herzschrittmachergrenzwerte einhalten.
 - C Nein, der Schutz von Personen in elektromagnetischen Feldern ist durch den Funkamateurl erst bei einer Strahlungsleistung von mehr als 10 W EIRP sicherzustellen.
 - D Nein, bei der Sendart F3E und Sendezeiten unter 6 Minuten in der Stunde kann der Schutz von Personen in elektromagnetischen Feldern durch den Funkamateurl vernachlässigt werden.
- 33 **TL214** Herzschrittmacher können auch durch die Aussendung einer Amateurfunkstelle beeinflusst werden. Gibt es einen zeitlichen Grenzwert für die Einwirkdauer?
- A Nein, die Feldstärke beeinflusst unmittelbar, also zeitunabhängig.
 - B Ja, die Grenzwerte gelten im Zeitraum einer Exposition von 6 Minuten bis zu 8 Stunden.
 - C Ja, Grenzwerte gelten im Zeitraum einer Kurzzeitexposition bis zu 6 Minuten.
 - D Ja, in Abhängigkeit von der körperlichen Verfassung des Herzschrittmachertägers.
- 34 **TL305** Welche der Antworten A bis D enthält die heutzutage normgerechten Adern-Kennfarben von 3-adrigen, isolierten Energieleitungen und -kabeln in der

Abfolge: Schutzleiter, Außenleiter, Neutralleiter?

- A grüngelb, braun, blau
- B braun, grüngelb, blau
- C grüngelb, blau, braun oder schwarz
- D grau, schwarz, rot

Teil 1: Technische Kenntnisse (Klasse A)

- 1 **TA101** Welche Einheit wird für die elektrische Feldstärke verwendet?
 - A Henry pro Meter (H/m)
 - B Ampere pro Meter (A/m)
 - C Volt pro Meter (V/m)
 - D Watt pro Quadratmeter (W/m²)
- 2 **TA113** Der Ausgangspegel eines Senders beträgt 20 dBW. Dies entspricht einer Ausgangsleistung von
 - A 10²⁰ W
 - B 10¹ W
 - C 10^{0.5} W
 - D 10² W
- 3 **TB503** Die Polarisation einer elektromagnetischen Welle wird durch
 - A die Richtung des elektrischen Feldes (Vektor des E-Feldes) angegeben.
 - B die Leistungsflussdichte im Speisepunkt der Antenne bestimmt.
 - C die Richtung der Ausbreitung (S-Vektor Poyntingscher Vektor) angegeben.
 - D die Richtung des magnetischen Feldes (Vektor des H-Feldes) angegeben.
- 4 **TB603** Wie groß ist der Spitzen-Spitzen-Wert der in diesem Schirmbild dargestellten Spannung?



- A 6 V
- B 12 V
- C 8,5 V
- D 2 V

- 5 **TB804** Warum wird bei FM senderseitig eine Preemphasis eingesetzt?
 - A Um das breitbandige FM-Signal durch Anheben der Amplituden der höheren Modulationsfrequenzen auf Schmalband FM zu reduzieren.
 - B Um das FM Kanalraster von 25 kHz auf 12,5 kHz durch Reduzierung der Bandbreite zu ermöglichen.
 - C Um die Ausgangsleistung durch Verdichtung des Spektrums der Modulationsfrequenzen zu erhöhen.

D Um das Signal/Rausch-Verhältnis durch Anheben der Amplituden der höheren Modulationsfrequenzen zu verbessern.

- 6 **TB906** Die belegte Bandbreite einer Aussendung ist die Frequenzbandbreite,
- A bei der die oberhalb ihrer unteren und unterhalb ihrer oberen Frequenzgrenzen ausgesendeten mittleren Leistungen jeweils 10% der gesamten mittleren Leistung einer gegebenen Aussendung betragen.
 - B bei der die oberhalb ihrer unteren und unterhalb ihrer oberen Frequenzgrenzen ausgesendeten mittleren Leistungen jeweils 50% der gesamten mittleren Leistung einer gegebenen Aussendung betragen.
 - C bei der die unterhalb ihrer unteren und oberhalb ihrer oberen Frequenzgrenzen ausgesendeten mittleren Leistungen jeweils 0,5% der gesamten mittleren Leistung einer gegebenen Aussendung betragen.
 - D bei der die unterhalb ihrer unteren und oberhalb ihrer oberen Frequenzgrenzen ausgesendeten mittleren Leistungen jeweils 5% der gesamten mittleren Leistung einer gegebenen Aussendung betragen.

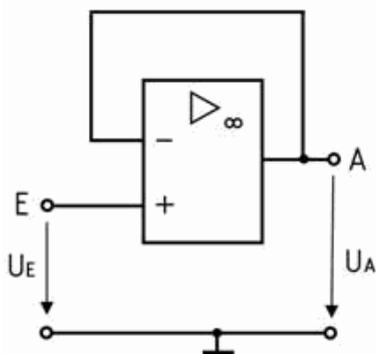
7 **TC518** Eine Leuchtdiode mit einer Durchlassspannung von 1,4 V und einem Durchlassstrom von 20 mA soll an eine Spannungsquelle von 5,0 V angeschlossen werden. Berechnen Sie den Vorwiderstand. Die Größe des benötigten Vorwiderstandes beträgt

A: 250 Ω B: 70 Ω C: 320 Ω D: 180 Ω

8 **TC609** Wie erfolgt die Steuerung des Stroms im Feldeffekttransistor (FET)?

- A Der Gatestrom ist allein verantwortlich für den Drainstrom.
- B Die Gatespannung steuert den Gatestrom.
- C Der Gatestrom steuert den Widerstand des Kanals zwischen Source und Drain.
- D Die Gatespannung steuert den Widerstand des Kanals zwischen Source und Drain.

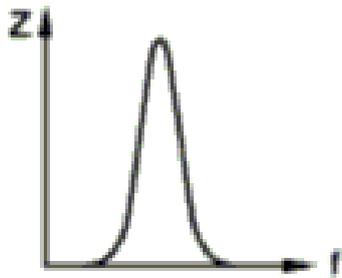
9 **TC712** Welche Eigenschaften hat folgende Operationsverstärkerschaltung? In welcher Zeile stimmen alle drei Eigenschaften?



- A Der Eingangswiderstand ist sehr hoch. Der Ausgangswiderstand ist niedrig. Die Spannungsverstärkung ist sehr hoch.
- B Der Eingangswiderstand ist sehr niedrig. Der Ausgangswiderstand ist hoch.

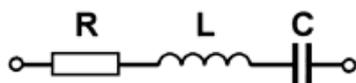
- Die Spannungsverstärkung ist niedrig.
 C Der Eingangswiderstand ist niedrig. Der Ausgangswiderstand ist sehr hoch.
 Die Spannungsverstärkung ist hoch.
 D Der Eingangswiderstand ist sehr hoch. Der Ausgangswiderstand ist niedrig.
 Die Spannungsverstärkung ist gleich eins.

10 **TD202** Der im folgenden Bild dargestellte Impedanzfrequenzgang ist typisch für



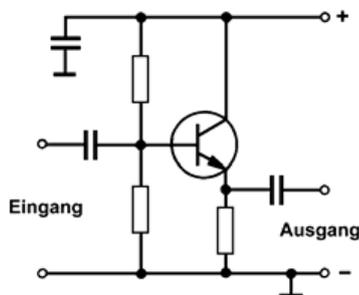
- A einen Serienschwingkreis.
 B einen Kondensator.
 C einen Parallelschwingkreis.
 D eine Spule.

11 **TD211** Wie groß ist die Resonanzfrequenz dieser Schaltung, wenn $C = 1 \text{ nF}$, $R = 0,1 \text{ k}\Omega$ und $L = 10 \text{ }\mu\text{H}$ beträgt?



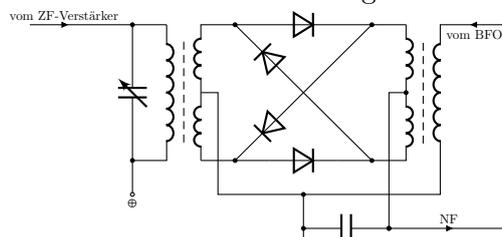
- A 1,592 MHz
 B 15,915 kHz
 C 15,915 MHz
 D 159,155 kHz

12 **TD408** Bei dieser Schaltung handelt es sich um



- A einen Oszillator in Kollektorschaltung.
 B eine Stufe in einer Basisschaltung.
 C einen Verstärker als Emitterfolger.
 D einen Verstärker in Emitterschaltung.

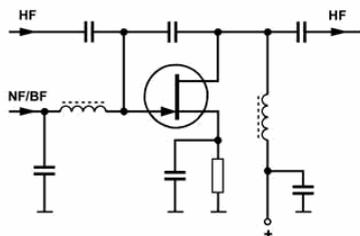
13 **TD511** Bei dieser Schaltung handelt es sich um einen



- A Hüllkurvendemodulator zur Demodulation von AM-Signalen.
 B Diskriminator zur Demodulation von FM-Signalen.
 C Produktdetektor zu Demodulation von SSB-Signalen.
 D Flankendemodulator zur Demodulation von FM-Signalen.

14 **TD515** Bei dieser Schaltung handelt es sich um einen Modulator zur Erzeugung

von

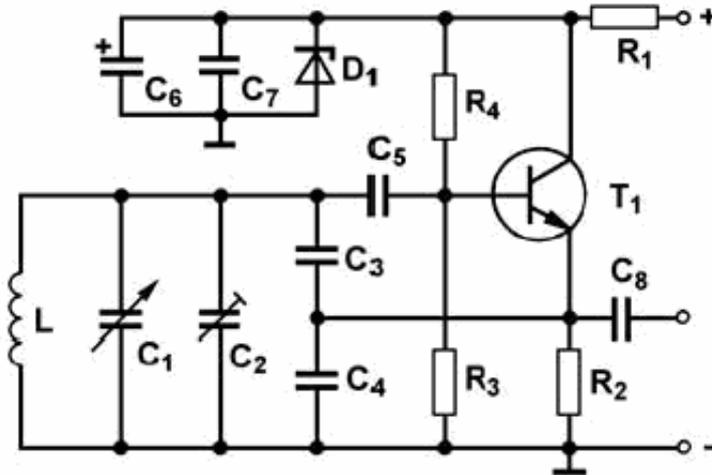


- A phasenmodulierten Signalen.
- B frequenzmodulierten Signalen.
- C AM-Signalen.
- D AM-Signalen mit unterdrücktem Träger.

- 15 **TD705** Die Ausgangsfrequenz eines VCO ändert sich von 16,5 MHz auf 16,75 MHz, wenn sich die Regelspannung von 5,1 V auf 7,6 V ändert. Welche Regelempfindlichkeit hat der VCO?
- A: 1 MHz/V B: 100 kHz/V C: 50 kHz/V D: 250 kHz/V
- 16 **TE208** Die Änderung der Kapazität einer über einen Quarzoszillator angeschalteten Varicap-Diode stellt eine Möglichkeit dar
- A Zweiseitenbandmodulation zu erzeugen.
 - B Frequenzmodulation zu erzeugen.
 - C Amplitudenmodulation zu erzeugen.
 - D CW-Signale zu erzeugen.
- 17 **TE214** Am Spektrumanalysator zeigt ein FM-Sender bei der Modulation mit einem 1-kHz-Ton die erste Trägernullstelle. Wie groß ist der Spitzenhub?
- A: 4,8 kHz B: 1,7 kHz C: 3,4 kHz D: 2,4 kHz
- 18 **TE326** Wie nennt man eine Darstellung der Empfangssignale auf einem Computer, wobei als horizontale Achse die Frequenz, als vertikale Achse die Zeit und als Stärke des Signals die Breite einer Linie dargestellt wird?
- A Schmetterlingsdarstellung
 - B Wasserfalldiagramm
 - C Lissajous-Figuren
 - D Fourieranalyse
- 19 **TF102** Die Empfindlichkeit eines Empfängers bezieht sich auf die
- A Fähigkeit des Empfängers, schwache Signale zu empfangen.
 - B Stabilität des VFO.
 - C Bandbreite des HF-Vorverstärkers.
 - D Fähigkeit des Empfängers, starke Signale zu unterdrücken.
- 20 **TF302** Welche Signale steuern gewöhnlich die Empfängerstummschaltung (Squelch)?
- A Es ist das HF-Signal der Eingangsstufe.
 - B Es ist das HF-Signal des VFO.
 - C Es sind die ZF- oder NF-Signale.

D Es ist das ZF-Signal des BFO.

- 21 **TF310** Welche Funktion haben die beiden Kondensatoren C_3 und C_4 in der folgenden Schaltung?



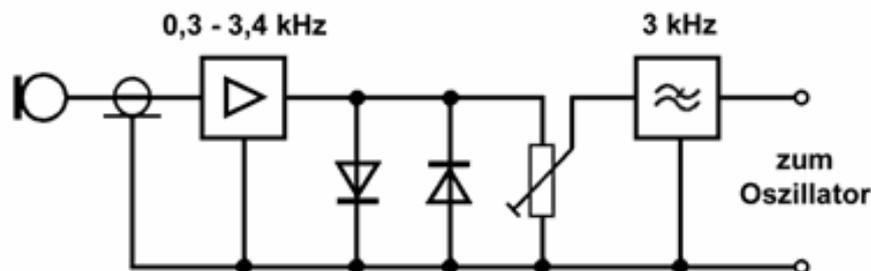
- A Sie erzeugen zusammen die notwendige Rückkopplungsspannung für eine Audionschaltung.
 B C_3 stabilisiert die Basisvorspannung und C_4 die Emittervorspannung.
 C Sie erzeugen zusammen die notwendige Rückkopplungsspannung für einen LC-Oszillator.
 D C_3 kompensiert die Basis-Kollektor-Kapazität und C_4 die Basis-Emitter-Kapazität
- 22 **TF321** Die Phasenverschiebung zwischen der Ein- und Ausgangsspannung einer Verstärkerstufe mit einem Transistor in Kollektorschaltung beträgt
- A: 180° B: 270° C: 90° D: 0°
- 23 **TF323** Die Phasenverschiebung zwischen der Ein- und Ausgangsspannung einer Verstärkerstufe mit einem Transistor in Emitterschaltung beträgt
- A: 180° B: 0° C: 90° D: 270°
- 24 **TF330** Bei welchem der nachfolgenden Fälle misst man nur eine geringe oder gar keine Spannung am Emitterwiderstand einer ZF-Stufe?
- A Wenn der Abblockkondensator seine Kapazität verloren hat.
 B Wenn der Transistor eine Unterbrechung hat.
 C Wenn kein Eingangssignal am Empfänger anliegt.
 D Wenn der Widerstand hochohmig geworden ist.
- 25 **TF403** Welche Baugruppe eines Empfängers bestimmt die Trennschärfe?
- A Die Filter im ZF-Verstärker
 B Der Oszillatorschwingkreis in der Mischstufe
 C Die Vorkreise in der Vorstufe

D Die PLL-Frequenzaufbereitung

26 **TF437** Welche Empfängereigenschaft beurteilt man mit dem Interception Point IP_3 ?

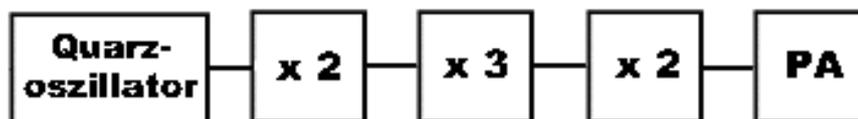
- A Die Trennschärfe
- B Die Grenzepfindlichkeit
- C Das Signal-Rausch-Verhältnis
- D Die Großsignalfestigkeit

27 **TG109** Welches Teil eines Senders ist in der Schaltung dargestellt?



- A Ein Mikrofonverstärker mit automatischer Pegelregelung.
- B Ein Mikrofonverstärker mit Amplitudenmodulator und HF-Filter.
- C Ein Mikrofonverstärker mit Pegelbegrenzung.
- D Ein Mikrofonverstärker mit Diodenmischer zur Erzeugung von Phasenmodulation.

28 **TG221** Auf welcher Frequenz muss der Quarzoszillator schwingen, damit nach dem Blockschaltbild von der PA die Frequenz 145,000 MHz verstärkt wird?



- A 36,250000 MHz
- B 12,083333 MHz
- C 24,166666 MHz
- D 20,714285 MHz

29 **TG236** Welche Baugruppen werden benötigt, um aus einem 5,3-MHz-Signal ein 14,3-MHz-Signal erzeugen?

- A Ein Frequenzteiler durch 3 und ein Verachtfacher
- B Ein Mischer und ein 9-MHz-Oszillator
- C Ein Vervielfacher und ein selektiver Verstärker
- D Ein Phasenvergleichler und ein Oberwellenmischer

30 **TG302** Was kann man bezüglich der Ausgangsleistung eines SSB-Senders in Abhängigkeit von der Modulation aussagen?

- A Sie ist unabhängig von der Modulation.
- B Sie reduziert sich um 50 %, wenn der Sender moduliert wird.
- C Sie ist sehr gering, wenn der Sender nicht moduliert wird.

- D Sie ist am höchsten, wenn der Sender nicht moduliert wird.
- 31 **TH102** Welche Aussage zur Strom- und Spannungsverteilung auf einem Dipol ist richtig?
- A Am Einspeisepunkt eines Dipols entsteht immer ein Spannungsbauch und ein Stromknoten.
 - B Am Einspeisepunkt eines Dipols entsteht immer ein Spannungsknoten und ein Strombauch.
 - C An den Enden eines Dipols entsteht immer ein Spannungsknoten und ein Strombauch.
 - D An den Enden eines Dipols entsteht immer ein Stromknoten und ein Spannungsbauch.
- 32 **TH114** Ein Faltdipol hat einen Eingangswiderstand von ungefähr
- A: 30-60 Ω B: 50 Ω C: 240 Ω D: 60 Ω
- 33 **TH229** An einen Sender mit 100 W Ausgangsleistung ist eine Dipolantenne angeschlossen. Die Dämpfung des Kabels beträgt 10 dB. Wie hoch ist die äquivalente isotrope Strahlungsleistung (EIRP)?
- A: 10 Watt B: 16,4 Watt C: 164 Watt D: 90 Watt
- 34 **TI106** In welcher Höhe befindet sich die für die Fernausbreitung wichtige D-Schicht an einem Sommertag? Sie befindet sich in ungefähr
- A 90 bis 120 km Höhe.
 - B 70 bis 90 km Höhe.
 - C 400km Höhe.
 - D 200km Höhe.

Teil 2: Betriebliche Kenntnisse

- 1 **BA110** Wie ist das Rufzeichen "YO9XH" mit dem internationalen Buchstabieralphabet richtig zu buchstabieren?
- A Yankee Oskar 9 X-Ray Honolulu
 - B Yankee Oskar 9 X-Ray Hotel
 - C Yuliett Ontario 9 Xanthippe Hotel
 - D Ypsilon Ontario 9 X-Ray Hotel
- 2 **BB101** Warum werden in Telegrafie- und Fernschreib-Betriebsarten Betriebsabkürzungen und Q-Gruppen verwendet?
- A Ein Betriebsverfahren, bei dem jeweils manuell auf Empfang geschaltet werden muss.
 - B Durch die Verwendung von Betriebsabkürzungen und Q-Gruppen wird der Betriebsablauf vereinfacht und der übertragende Informationsgehalt pro Zeit-

einheit optimiert.

C Betriebsabkürzungen und Q-Gruppen werden nur bei besonderen Betriebsbedingungen verwendet, um z.B. den Einfluss von Fading oder Aurora auszugleichen.

D Durch die Verwendung von Betriebsabkürzungen und Q-Gruppen wird der Informationsgehalt einer Aussendung verschleiert und damit für Unbeteiligte nicht verständlich.

3 **BB205** Was bedeuten die Q-Gruppen "QRT", "QRZ" und "QSL"?

A Stellen Sie die Übermittlung ein. Von wem werde ich gerufen? Können Sie mir Empfangsbestätigung geben?

B Stellen Sie die Übermittlung ein. Ich bin bereit. Schicken Sie eine QSL-Karte?

C Ich habe nichts für Sie. Von wem werde ich gerufen? Können Sie mir Empfangsbestätigung geben?

D Stellen Sie die Übermittlung ein. Wie ist Ihr Standort? Können Sie mir Empfangsbestätigung geben?

4 **BB209** Wie verhalten Sie sich, wenn Sie von der Gegenstation aufgefordert werden: "pse qrp"?

A Sie wechseln die Frequenz.

B Sie verringern die Sendeleistung.

C Sie erhöhen die Sendeleistung.

D Sie senden eine Bestätigungskarte an die Gegenstation.

5 **BB306** Um wie viel dB ist die Empfängereingangsspannung abgesunken, wenn die S-Meter-Anzeige durch Änderung der Ausbreitungsbedingungen von S9+20 dB auf S8 zurückgeht? Die Empfängereingangsspannung sinkt um

A: 6 dB B: 26 dB C: 23 dB D: 20 dB

6 **BB312** Wie wird ein SSTV-Signal beurteilt? Es wird beurteilt mit

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.

7 **BB403** Wie wird Einseitenbandmodulation mit analogen Signalen für Sprachübertragung (SSB) bezeichnet?

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

8 **BB405** Wie wird "Fernschreibtelegrafie unter Verwendung eines modulierenden Hilfsträgers" (RTTY) bezeichnet?

A: A2C B: F3B C: J2B D: A1B

9 **BC101** Welchen Frequenzbereich umfasst das 13-cm-Amateurfunkband in

Deutschland?

- A 3400 - 3475 MHz
- B 5650 - 5850 MHz
- C 1240 - 1300 MHz
- D 2320 - 2450 MHz

10 **BC104** Welchen Frequenzbereich umfasst das 2-m-Amateurfunkband in Deutschland?

- A 430 - 440 MHz
- B 50,08 - 51 MHz
- C 70 - 70,5 MHz
- D 144 - 146 MHz

11 **BC112** Welchen Frequenzbereich umfasst das 40-m-Amateurfunkband in Deutschland?

- A 14000 - 14350 kHz
- B 7000 - 7200 kHz
- C 10100 - 10150 kHz
- D 3500 - 3800 kHz

12 **BC114** Welchen Frequenzbereich umfasst das 160-m-Amateurfunkband in Deutschland?

- A 135,7 - 137,8 kHz
- B 1810 - 2000 kHz
- C 7000 - 7200 kHz
- D 3500 - 3800 kHz

13 **BC211** Welche nachstehend aufgeführten Frequenzbereiche des 80-m- und des 15-m-Bandes sollen auf Empfehlung der Internationalen Amateur Radio Union bevorzugt nur für Morsetelegrafie genutzt werden?

- A 3500-3540 kHz und 21000-21040 kHz
- B 3500-3600 kHz und 21000-21100 kHz
- C 3500-3580 kHz und 21000-21070 kHz
- D 3580-3620 kHz und 21080-21120 kHz

14 **BC213** Wie gehen Sie vor, wenn Sie auf Kurzwelle Funkbetrieb in einer neuen digitalen Betriebsart machen wollen?

- A Ich schaue im aktuellen HF-Bandplan der IARU nach, in welchen Frequenzbereichen bevorzugt Funkverkehr in digitalen Betriebsarten stattfinden soll.
- B Ich verabrede mich mit meinem Funkpartner auf einer beliebigen freien Frequenz.
- C Ich verwende eine Frequenz jeweils in den ersten 30 kHz vom Bandanfang.
- D Ich sende auf den Frequenzen, die für das internationale Bakenprojekt (IBP) reserviert sind.

15 **BC214** Aus welchem Grund sollten Sie in der Dunkelheit und im Winter auch tagsüber im Bereich von 3500-3510 kHz keine innerdeutschen oder innereuropäischen Telegrafie-QSOs durchführen?

- A Weil dieser Bereich im Ausland auch für Rundfunkstationen ausgewiesen ist und daher nachts und im Winter durch den Amateurfunkdienst nicht genutzt werden darf.
- B Gemäß Frequenzbereichszuweisungsplan ist dieser Bereich auch kommerziellen Stationen zugewiesen und muss nachts und im Winter freigehalten werden.
- C Im IARU-Region-1-Kurzwellenbandplan ist dieser Bereich für Digimode-Betriebsarten ausgewiesen und sollte von CW-Stationen nicht benutzt werden.
- D Im IARU-Region-1-Kurzwellenbandplan ist dieser Bereich als "CW DX" ausgewiesen und sollte für interkontinentale Verbindungen freigehalten werden.
- 16 **BC215** Aus welchem Grund sollten Sie in der Dunkelheit und im Winter auch tagsüber im Bereich von 3775-3800 kHz keine innerdeutschen oder innereuropäischen SSB-QSOs durchführen?
- A Gemäß Frequenzbereichszuweisungsplan ist dieser Bereich auch kommerziellen Stationen zugewiesen und muss nachts und im Winter freigehalten werden.
- B Im IARU-Region-1-Kurzwellenbandplan ist dieser Bereich als "Fonie-DX" ausgewiesen und sollte für DX-Verbindungen freigehalten werden.
- C Weil dieser Bereich im Ausland auch für Rundfunkstationen ausgewiesen ist und daher nachts und im Winter durch den Amateurfunkdienst nicht genutzt werden darf.
- D Im IARU-Region-1-Kurzwellenbandplan ist dieser Bereich für Digimode-Betriebsarten ausgewiesen und sollte von SSB-Stationen nicht benutzt werden.
- 17 **BD107** In welcher Form muss ein Funkamateurland, das die CEPT-Empfehlung T/R 61-01 anwendet, sein Heimatrufzeichen beim Betrieb einer Amateurfunkstelle in Deutschland ergänzen?
- A Dem Heimatrufzeichen wird /DO angehängt.
- B Dem Heimatrufzeichen wird /DL angehängt.
- C Dem Heimatrufzeichen wird DL/ vorangestellt.
- D Dem Heimatrufzeichen wird DO/ vorangestellt.
- 18 **BD109** Muss beim Betrieb einer tragbaren oder vorübergehend ortsfest betriebenen Amateurfunkstelle in Deutschland dem Rufzeichen der Zusatz /p" hinzugefügt werden?
- A Nein, den Zusatz müssen in Deutschland nur ausländische Stationen führen.
- B Nein, er kann aber zur weiteren Information verwendet werden.
- C Ja, weil dies durch die internationalen Regelungen in der VO Funk so vorgegeben ist.
- D Ja, weil für die Überwachungsbehörde erkennbar sein muss, dass die Amateurfunkstelle an einem anderen, als dem gemeldeten Standort betrieben wird.
- 19 **BD110** Was bedeutet der Rufzeichenzusatz /am"?
- A Die Amateurfunkstelle wird an Bord eines Wasserfahrzeuges betrieben.

- B Die Amateurfunkstelle verwendet als Betriebsart Amplitudenmodulation.
C Die Amateurfunkstelle wird an Bord eines Luftfahrzeuges betrieben.
D Die Amateurfunkstelle arbeitet mit geringer Leistung.
- 20 **BD115** Woraus setzen sich die personengebundenen Rufzeichen deutscher Funkamateure zusammen? Sie setzen sich zusammen aus
- A zwei Buchstaben oder Ziffern und zwei bis drei Buchstaben als Suffix.
B zwei Buchstaben als Präfix, zwei Ziffer und zwei Buchstaben als Suffix.
C einem Buchstaben als Präfix, einer Ziffer und zwei bis drei Buchstaben als Suffix.
D zwei Buchstaben als Präfix, einer Ziffer und 1-3 Buchstaben als Suffix.
- 21 **BD206** Welche Länder sind der Reihe nach den folgenden Landeskennern zugeordnet? Die Landeskenner OE, OH, OK, OM, ON, OZ entsprechen den Ländern
- A Österreich, Slowakei, Tschechien, Finnland, Belgien, Dänemark.
B Österreich, Belgien, Tschechien, Slowakei, Finnland, Dänemark.
C Österreich, Finnland, Tschechien, Belgien, Slowakei, Dänemark.
D Österreich, Finnland, Tschechien, Slowakei, Belgien, Dänemark.
- 22 **BD309** In welcher Zeile stehen nur Rufzeichen aus den Vereinigten Staaten von Amerika (USA)?
- A W3DEF, N4GHI, VE5JKL, KA7MNO, WB7PQR, K2ABC
B AB5JKL, KA7MNO, WB7PQR, K2ABC, UA3DEF, N4GHI
C K2ABC, W3DEF, N4GHI, AB5JKL, KA7MNO, WB7PQR
D N4GHI, AB5JKL, KA7MNO, WB7PQR, US2ABC, W3DEF
- 23 **BE103** Auf welche Arten können Sie eine Amateurfunkverbindung zum Beispiel beginnen?
- A Durch Benutzen der internationalen Betriebsabkürzung "CQ", bzw. mit einem allgemeinen Anruf; mit einem gezielten Anruf an eine bestimmte Station oder mit einer Antwort auf einen allgemeinen Anruf, jeweils mit Nennung des eigenen Rufzeichens.
B Durch das Aussenden Ihres Rufzeichens und des in der IARU festgelegten Auftast-Tones von 1750 Hz, durch den die abhörenden Stationen Ihren Verbindungswunsch erkennen.
C Durch wiederholtes Aussenden der internationalen Q-Gruppe "QRZ?" mit angehängtem eigenen Rufzeichen und dem Abhören der Frequenz in den Sendepausen. Durch einen gezielten Anruf an eine bestimmte Station oder mit einer Antwort auf einen an die eigene Station gerichteten Anruf.
D Durch mehrmaliges, bei schlechten Ausbreitungsbedingungen häufiges Aussenden der Abkürzung "CQ", des eigenen Rufzeichens und der Q-Gruppe "QTH" mit zwischenhören.
- 24 **BE110** Sie hören 4U1ITU in Telefonie rufen: "CQ VK/ZL this is 4U1ITU". Sollten Sie 4U1ITU anrufen, wenn Sie gerne ein QSO mit ihm führen würden?
- A Ja! 4U1ITU in Australien/Neuseeland sucht eine Verbindung.
B Nein! 4U1ITU sucht nur Verbindungen mit Indien oder Südafrika.

- C Nein! 4U1ITU sucht eine Verbindung mit Australien oder Neuseeland.
D Ja! Aber nur wenn Sie geborener Australier oder Neuseeländer sind.
- 25 **BE111** Was bedeutet der im 20-m-Band gesendete Anruf "CQ CQ CQ DX de HB9AFN"?
- A HB9AFN sucht eine Überseeverbindung und sollte durch europäische Funkamateure nicht angerufen werden.
B HB9AFN sucht eine Verbindung über 500 km und sollte durch Funkamateure aus einer geringeren Entfernung als 500 km nicht angerufen werden.
C HB9AFN sucht eine Verbindung mit Stationen von den Philippinen (Präfix "DX").
D HB9AFN sucht eine Verbindung mit dem Ausland und sollte durch andere Funkamateure nicht angerufen werden.
- 26 **BE114** Sie haben eine Funkverbindung mit einer vorher "CQ"rufenden Station beendet. Anschließend werden Sie von einer anderen Station gerufen. Wie verhalten Sie sich?
- A Ich reagiere nicht auf den Anruf, weil die Frequenz der Station gehört, die CQ gerufen hat.
B Ich gehe etwa 1 kHz neben die bisherige Frequenz und rufe dort die anrufende Station.
C Nach entsprechender Verständigung mit der neuen Gegenstation nehme ich die neue Verbindung mit ihr auf einer anderen, freien Frequenz auf.
D Ich bleibe auf der Frequenz und tätige ein QSO mit der neu rufenden Station.
- 27 **BE205** Eine seltene Station, die auf 14205 kHz "CQ"gerufen hat, sagt am Ende ihres CQ-Rufes "tuning 290-300 up". Was tun Sie, wenn Sie diese Station anrufen wollen?
- A Ich muss zwischen 14290 und 14300 kHz rufen.
B Die Funkstelle stimmt auf 14290 kHz ab.
C Ich muss auf 14290 kHz oder darüber hören
D Ich sende auf 14205 kHz und höre auf 14290 kHz.
- 28 **BE306** Was versteht man unter "Forwarding im Packet-Radio-Betrieb"?
- A Bevorzugtes Weiterleiten von Nachrichten in englischer Sprache
B Das Übersenden von QSL-Karten
C Automatisches Weiterleiten von Nachrichten an andere Mailboxen
D Bevorzugtes Weiterleiten der eigenen Nachrichten
- 29 **BE411** Die Begriffe 1) OSCAR, 2) Uplink, 3) Downlink, 4) Azimut/Elevation bedeuten in der angegebenen Reihenfolge:
- A 1) Umlaufender Satellit, der Amateurfunktechnik beinhaltet
2) Senderichtung vom Satelliten zur Erde
3) Senderichtung von der Erde zum Satelliten
4) Horizontale / vertikale Entfernungsangaben
B 1) Ortsfester Satellit der Amateurfunktechnik beinhaltet
2) Senderichtung vom Satelliten zur Erde
3) Senderichtung von der Erde zum Satelliten

- 4) Horizontale / vertikale Winkelangaben
 - C 1) Umlaufender Satellit, der Amateurfunktechnik beinhaltet
 - 2) Senderichtung von der Erde zum Satelliten
 - 3) Senderichtung vom Satelliten zur Erde
 - 4) Horizontale / vertikale Winkelangaben
 - D 1) Ortsfester Satellit, der Amateurfunktechnik beinhaltet
 - 2) Senderichtung von der Erde zum Satelliten
 - 3) Senderichtung vom Satelliten zur Erde
 - 4) Horizontale / vertikale Längenangaben zur Berechnung der Laufzeiten
- 30 **BF102** Wie heißt das internationale Notzeichen im Sprechfunk?
- A Distresse
 - B Mayday
 - C Sécurité
 - D Prudence
- 31 **BG107** Was wird im Amateurfunk unter "IRC" verstanden? IRC ist
- A ein internationaler Antwortschein.
 - B ein freigemachter und mit eigener Adresse versehener Umschlag.
 - C ein adressierter Freiumschlag.
 - D die internationale Radio Konferenz.
- 32 **BG108** Was ist bei der Erstellung eines "Computer-Logbuchs" bei angeordneter Logbuchführung zu beachten?
- A Es dürfen ausschließlich IBM-Kompatible PCs verwendet werden.
 - B Die Daten müssen, wie auch beim Papierlogbuch, über eine bestimmte Zeit einsehbar sein.
 - C Es muss zusätzlich ein herkömmliches Papierlogbuch geführt werden.
 - D Es muss jederzeit ein Ausdruck des Logbuches vorhanden sein.
- 33 **BG110** Welches ist der Sinn der QSL-Karte und wozu kann sie dienen?
- A Die QSL-Karte ist die schriftliche Bestätigung einer Amateurfunkverbindung. Sie dient zur Bestätigung der Angaben, die im QSO gemacht wurden. Ihr weiterer Wert liegt in der Verwendung als Beleg bei der Beantragung von Amateurfunk-Diplomen
 - B Die QSL-Karte ist eine Reservierungsbestätigung in einer Amateurfunkrunde. Sie sichert dem Funkamateurer die Teilnahme an der Runde.
 - C Die QSL-Karte ist eine Ansichtskarte, die die Station des Funkamateurers zeigt. Sie dient als Werbung für die Gerätehersteller.
 - D Die QSL-Karte ist eine Einladung zum Besuch eines Funkamateurers. Sie dient dem näheren Kennenlernen der Funkamateure untereinander.
- 34 **BG113** Was können Sie tun, wenn Sie von einer seltenen DX-Station möglichst schnell eine QSL-Karte erhalten möchten?
- A Ich sende meine QSL-Karte mit Luftpost an den Empfänger, darf aber keine IRCs beilegen.
 - B Ich kann die QSL-Karte an die QSL-Vermittlung meines Verbandes direkt senden.

- C Ich kann meine QSL-Karte mit Luftpost an den Empfänger schicken und einen Antwortbriefumschlag (SAE) und IRCs beilegen.
- D Ich sende die QSL-Karte mit Luftpost an die QSL-Vermittlung des Verbandes der DX-Station und einen Antwortbriefumschlag (SAE) und IRCs beilegen.

Teil 3: Kenntnisse von Vorschriften

- 1 **VA102** Wozu dient der Amateurfunkdienst nach dem Wortlaut seiner internationalen Begriffsbestimmung in den Radio Regulations (VO Funk)?
 - A Für den Funkverkehr der Funkamateure untereinander sowie für den Funkverkehr über Amateurfunkstellen an Bord von erdumlaufenden Satelliten.
 - B Zur eigenen Ausbildung, für den Funkverkehr der Funkamateure untereinander und für technische Studien.
 - C Zur Benutzung von Amateurfunkstellen auf der Erde und im Hauptteil der Erdatmosphäre.
 - D Für experimentelle und technischwissenschaftliche Studien, zur Völkerverständigung und zur Unterstützung von Hilfsaktionen in Not- und Katastrophenfällen.
- 2 **VA104** Welche Aussage über Funkamateure enthält die Begriffsbestimmung des Amateurfunkdienstes in den Radio Regulations (VO Funk)?
 - A Funkamateure dürfen nur Mitteilungen von geringer Bedeutung übertragen, die es nicht rechtfertigen, öffentliche Telekommunikationsdienste in Anspruch zu nehmen.
 - B Keine, da es sich um die Definition des Amateurfunkdienstes handelt.
 - C Funkamateure sind ordnungsgemäß ermächtigte Personen, die sich mit der Funktechnik aus rein persönlicher Neigung und nicht aus geldlichem Interesse befassen.
 - D Funkamateure sind die Inhaber einer Prüfungsbescheinigung über eine bestandene Amateurfunkprüfung und befassen sich mit der Funktechnik aus persönlicher Neigung und nicht aus gewerblich-wirtschaftlichem Interesse.
- 3 **VA304** Was gilt hinsichtlich der Anwendung von Kodes und Verschlüsselungen im internationalen Amateurfunkverkehr zwischen Funkamateuren?
 - A Der Funkverkehr zwischen Amateurfunkstellen verschiedener Länder darf nicht zur Verschleierung des Inhalts verschlüsselt werden.
 - B Beim Funkverkehr zwischen Amateurfunkstellen dürfen keine Kodes oder Verschlüsselungen verwendet werden.
 - C Der Austausch von Steuersignalen zwischen Erd- und Weltraumfunkstellen des Amateurfunkdienstes über Satelliten darf nicht zur Verschleierung des Inhalts verschlüsselt werden.
 - D Beim Funkverkehr zwischen Amateurfunkstellen dürfen alle bekannten und geheimen Kodes oder Verschlüsselungen verwendet werden.
- 4 **VA403** Nach den Radio Regulations (VO Funk) ist die Erde in verschiedene Funkregionen unterteilt. Wie viele Funkregionen gibt es und zu welcher davon gehört Australien?

- A Vier Funkregionen. Australien gehört zur Region 1.
B Fünf Funkregionen. Australien gehört zur Region 2.
C Drei Funkregionen. Australien gehört zur Region 3.
D Vierzehn Funkregionen. Australien gehört zur Region 4.
- 5 **VB104** Die deutsche Amateurfunkzulassung der Klasse E entspricht der
- A "CEPT-Novice-Amateurfunkgenehmigung" gemäß der ECC-Empfehlung (05)06.
B "CEPT-Amateurfunkgenehmigung" gemäß dem ERC-Report 32.
C "CEPT-Amateurfunkgenehmigung" gemäß der CEPT-Empfehlung T/R 61-01
D "CEPT-Novice-Amateurfunkgenehmigung" gemäß der CEPT-Empfehlung T/R 61-02.
- 6 **VB105** Mit einer gültigen deutschen Amateurfunkzulassung der Klasse A, die als "CEPT-Amateurfunkgenehmigung" gekennzeichnet ist, dürfen die Betriebsrechte der entsprechenden ausländischen Genehmigung im jeweiligen Beitrittsland gemäß der CEPT-Empfehlung T/R 61-01 wahrgenommen werden,
- A wenn man in Deutschland keinen Wohnsitz hat.
B wenn man in Deutschland einen Wohnsitz hat.
C wenn man sich in dem Land nur vorübergehend aufhält.
D wenn man in dem Land einen Wohnsitz hat.
- 7 **VB107** Wie lange darf ein Funkamateurl im Rahmen einer der CEPT-Empfehlungen T/R 61-01 oder (05)06 Amateurfunkverkehr in einem Land durchführen?
- A Bis zu 6 Monaten.
B Bis zu 3 Monaten.
C Bis zu einem Jahr.
D Beliebig lange.
- 8 **VB110** Sie hören die Amateurfunkstation mit dem Rufzeichen DL/G3MM. Welcher der nachfolgenden Sachverhalte trifft zu?
- A Die Sonderstation G3MM (Maritim Mobile) ist fest auf einem englischen Schiff installiert, und somit berechtigt, auch von fremden Häfen aus betrieben zu werden.
B Der Funkamateurl G3MM aus Gibraltar hat eine kurzzeitige deutsche Gastlizenz erhalten, was mit dem vorangestellten "DLäls Durchreise-Lizenz deutlich wird.
C Dem griechischen Funkamateurl G3MM ist es aufgrund einer Kurzzeit-Gastzulassung gestattet, von Deutschland aus den Amateurfunk auszuüben.
D Der englischen Station G3MM ist es aufgrund der CEPT-Empfehlung T/R 61-01 gestattet, vorübergehend von Deutschland aus den Amateurfunk auszuüben.
- 9 **VB121** Was hat ein Funkamateurl zu veranlassen, wenn er eine Amateurfunkstelle anlässlich einer Urlaubsreise in einem Land betreiben will, das die in seiner

Amateurfunkzulassung eingetragene CEPT-Empfehlung nicht anwendet?

- A Nichts, wenn das Gastland die IARU-Empfehlungen anwendet.
- B Nichts, da auf Grund von Gegenseitigkeitsabkommen der vorübergehende Betrieb allgemein genehmigt ist.
- C Er muss eine besondere Genehmigung der Bundesnetzagentur einholen.
- D Er muss bei der zuständigen Behörde des Landes eine Gastzulassung beantragen.

10 **VC102** Welches Gesetz regelt die Voraussetzungen und die Bedingungen für die Teilnahme am Amateurfunkdienst?

- A Das Gesetz über den Amateurfunk.
- B Das Gesetz über Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen.
- C Das Telekommunikationsgesetz.
- D Die Vollzugsordnung für den Funkdienst.

11 **VC106** Nach dem Amateurfunkgesetz ist eine Amateurfunkstelle eine Funkstelle,

- A die aus einer oder mehreren Sendefunkanlagen und Empfangsfunkanlagen einschließlich der Antennenanlagen und der zu ihrem Betrieb erforderlichen Zusatzeinrichtungen besteht, und die auf mindestens einer der im Frequenznutzungsplan für den Amateurfunkdienst ausgewiesenen Frequenzen betrieben werden kann.
- B die aus einer oder mehreren Sendefunkanlagen, Empfangsfunkanlagen, Antennenanlagen und der zu ihrem Betrieb erforderlichen Zusatzeinrichtungen besteht und die auf jeweils einer der im Frequenznutzungsplan für den Amateurfunkdienst ausgewiesenen Frequenzen oberhalb und unterhalb von 30 MHz betrieben werden kann.
- C die aus mehreren Sende- und Empfangsfunkanlagen besteht und die auf mindestens drei der im Frequenznutzungsplan für den Amateurfunkdienst ausgewiesenen Frequenzen unterhalb von 30 MHz betrieben werden kann.
- D die aus mehreren Sende- und Empfangsfunkanlagen besteht und die auf mindestens drei der im Frequenznutzungsplan für den Amateurfunkdienst ausgewiesenen Frequenzen oberhalb von 30 MHz betrieben werden kann.

12 **VC127** Welche der nachfolgenden Aussagen ist zutreffend?

- A Eine Amateurfunkstelle darf nur aus baumustergeprüften Funkgeräten bestehen.
- B Ein Zulassungsinhaber darf mit seiner Amateurfunkstelle jederzeit Nachrichten für und an Dritte übermitteln, die nicht den Amateurfunkdienst betreffen.
- C Eine Amateurfunkstelle darf erst mit dem Erhalt des Amateurfunkzeugnisses betrieben werden.
- D Ein Funkamateurl darf nur ein ihm von der Bundesnetzagentur zugeteiltes Rufzeichen benutzen.

13 **VC129** Welche der nachfolgenden Aussagen ist zutreffend?

- A Eine Amateurfunkstelle darf erst mit dem Erhalt des Amateurfunkzeugnisses betrieben werden.
- B Eine Amateurfunkstelle darf nur aus baumustergeprüften Funkgeräten be-

- stehen.
- C Ein Zulassungsinhaber darf mit seiner Amateurfunkstelle nur auf den für den Amateurfunkdienst ausgewiesenen Frequenzen senden.
- D Ein Zulassungsinhaber darf mit seiner Amateurfunkstelle jederzeit Nachrichten für und an Dritte übermitteln, die nicht den Amateurfunkdienst betreffen.
- 14 **VC130** Welche der nachfolgenden Aussagen ist zutreffend?
- A Ein Zulassungsinhaber darf seine Amateurfunkstelle nicht zu gewerblich-wirtschaftlichen Zwecken benutzen.
- B Ein Zulassungsinhaber darf mit seiner Amateurfunkstelle jederzeit Nachrichten für und an Dritte übermitteln, die nicht den Amateurfunkdienst betreffen.
- C Eine Amateurfunkstelle darf nur aus baumustergeprüften Funkgeräten bestehen.
- D Der Zulassungsinhaber braucht vor Betriebsaufnahme für seine Amateurfunkstelle eine Standortbescheinigung.
- 15 **VC146** Was hat ein Funkamateur zu erwarten, der seine Amateurfunkstelle entgegen den Bestimmungen über den Amateurfunkdienst betreibt?
- A Die Bundesnetzagentur kann dies - wenn ein entsprechender Verstoß begangen wurde - mit einer Geldbuße ahnden.
- B Der Funkamateur hat mit einer Geldstrafe und mit dem Einzug der Sendefunkanlage zu rechnen.
- C Die Bundesnetzagentur kann die verwendete Funkanlage einziehen.
- D Der Funkamateur hat mit Entzug des Amateurfunkzeugnisses und einer Geldstrafe zu rechnen.
- 16 **VD107** Hat ein Funkamateur Anspruch auf Zuteilung eines bestimmten Rufzeichens?
- A Nein, es besteht kein Anspruch darauf.
- B Ja, aber nur in besonders zu begründenden Fällen.
- C Ja, wenn es ihm schon einmal zugeteilt war.
- D Nein, es sei denn, er kann besondere persönliche Gründe geltend machen und das Rufzeichen frei ist.
- 17 **VD115** Darf ein Funkamateur verdeckte bzw. geheime Nachrichten an seinen Funkfreund senden?
- A Nein. Der Amateurfunkverkehr muss in offener Sprache abgewickelt werden und darf nicht zur Verschleierung verschlüsselt werden.
- B Ja, aber nur zu Testzwecken.
- C Ja, aber nur in den landesüblichen Sprachen, Betriebsarten und Kodierungen.
- D Ja, in allen Sprachen, Betriebsarten und Kodierungen.
- 18 **VD127** Für welche Zwecke sind Zuteilungen mit Ausnahmen von den technischen und betrieblichen Rahmenbedingungen der AFuV möglich?
- A Für besondere experimentelle und technischwissenschaftliche Studien mit einer Amateurfunkstelle.
- B Für Abgleicharbeiten und Messungen an Sendern ohne Abschlusswiderstand.

- C Für die Nutzung zusätzlicher Frequenzbereiche, die nicht im Frequenznutzungsplan für den Amateurfunkdienst ausgewiesen sind.
- D Für Übungen zur Abwicklung des Funkverkehrs in Not- und Katastrophenfällen.
- 19 **VD207** Zu welchem Verwendungszweck und welcher Klasse gehört das Rufzeichen DB5ZZZ? Es ist ein
- A personengebundenes Rufzeichen der Klasse A.
- B Ausbildungsrufzeichen der Klasse A oder E.
- C Rufzeichen für eine fernbediente bzw. automatisch arbeitende Amateurfunkstelle der Klasse A.
- D personengebundenes Rufzeichen der Klasse E.
- 20 **VD306** Beim Ausbildungsfunkbetrieb sind
- A Funkamateure der Klasse E als Ausbilder nicht zugelassen.
- B vom Ausbilder Angaben über die Teilnehmer an die Bundesnetzagentur zu senden.
- C von dem Auszubildenden Angaben über den Funkbetrieb schriftlich festzuhalten.
- D vom Ausbilder Aufzeichnungen über die Sendetätigkeit und die Teilnehmer am Ausbildungsfunkbetrieb zu führen.
- 21 **VD309** Welche der nachfolgenden Tätigkeiten fällt nicht unter die Ziel- und Zweckbestimmung des Ausbildungsfunkbetriebs?
- A Das alleinige Vorführen von Amateurfunkverkehr.
- B Die praktische Vorbereitung auf das Ablegen der fachlichen Prüfung für Funkamateure der Klasse A.
- C Die praktische Vorbereitung auf das Ablegen der fachlichen Prüfung für Funkamateure der Klasse E.
- D Personen, die nicht Inhaber eines entsprechenden Amateurfunkzeugnisses sind, können unter festgelegten Voraussetzungen am Amateurfunkdienst teilnehmen.
- 22 **VD501** Welche der folgenden Begriffsbestimmungen ist gemäß AFuV richtig wiedergegeben?
- A Eine „fernbediente oder automatisch arbeitende Amateurfunkstelle“ ist eine unbesetzt betriebene Amateurfunkstelle, die fernbedient oder selbsttätig Aussendungen erzeugt (Relaisfunkstellen, Digipeater, Funkbaken usw.).
- B Eine „Funkbake“ ist eine fernbediente Amateurfunkstelle (auch in Satelliten), die ferngesteuert Aussendungen zur Feldstärkebeobachtung oder zu Empfangsversuchen erzeugt
- C Eine „fernbediente oder automatisch arbeitende Amateurfunkstelle“ ist eine besetzt betriebene Amateurfunkstelle, die fernbedient oder selbsttätig Aussendungen erzeugt (z.B. Amateurfunkstellen mit digitalen Betriebsarten).
- D Eine „Relaisfunkstelle“ ist eine automatisch arbeitende Amateurfunk-Sendeanlage (auch in Satelliten), die Amateurfunkaussendungen, Teile davon oder sonstige eingespeiste oder

eingespeicherte Signale automatisch aussendet.

- 23 **VD509** Was gilt gemäß AFuV bei Relaisfunkstellen und Funkbaken?
- A Das Rufzeichen der Relaisfunkstelle muss nach einer mehr als 10-minütigen Sendepause wiederholt werden.
 - B Ein vorgeschriebenes Mindestalter des Rufzeicheninhabers.
 - C Ein durchlaufender Betrieb des Senders länger als 10 Minuten ist nicht zulässig.
 - D Relaisfunkstellen und Funkbaken dürfen nur an dem in der Rufzeichenzuteilung aufgeführten Standort unter den dort festgelegten Rahmenbedingungen betrieben werden.
- 24 **VD511** Welcher Fall ist als störungsfreier Betrieb einer Relaisfunkstelle im Sinne des § 13 Abs. 4 AFuV anzusehen?
- A Lang andauernder Funkverkehr.
 - B Mutwillige Störungen oder unberechtigte Aussendungen.
 - C Die Benutzung einer Relaisfunkstelle mit falscher Rufzeichenklasse.
 - D Die Verbreitung von Inhalten, die gegen AFuG, AFuV oder gegen allgemeines Recht verstoßen.
- 25 **VE121** In welchem der genannten Frequenzbereiche hat der Amateurfunkdienst primären Status?
- A 10100 - 10150 kHz
 - B 14000 - 14350 kHz
 - C 1850 - 1890 kHz
 - D 135,7 - 137,8 kHz
- 26 **VE126** Was gilt für die Rufzeicheninhaber der Klassen A und E im Frequenzbereich 1810 - 1850 kHz?
- A Maximal 750 Watt PEP für Klasse A und maximal 100 Watt PEP für Klasse E.
 - B Maximal 750 Watt PEP für Klasse A, Klasse E darf in dem Frequenzbereich nicht senden.
 - C Maximal 10 Watt PEP für beide Klassen.
 - D Maximal 75 Watt PEP für beide Klassen.
- 27 **VE133** Wie hoch ist die maximal zulässige Senderausgangsleistung für Rufzeicheninhaber der Klasse A in den Frequenzbereichen 14 - 14,35 MHz und 18,068 - 18,168 MHz?
- A: 750 Watt B: 150 Watt C: 250 Watt D: 75 Watt
- 28 **VE140** Wie hoch ist die maximal zulässige Senderausgangsleistung für Rufzeicheninhaber der Klasse A in den Amateurfunkbändern zwischen 1300 MHz und 250 GHz?
- A: 750 Watt B: 75 Watt C: 100 Watt D: 150 Watt

- 29 **VF106** Welcher der nachfolgend genannten Tatbestände ist eine Ordnungswidrigkeit gemäß TKG?
- A Der Betrieb einer Amateurfunkstelle zu gewerblich-wirtschaftlichen Zwecken.
 - B Das schuldhafte Verursachen von elektromagnetischen Störungen, entgegen den Weisungen der Bundesnetzagentur.
 - C Die Übermittlung von Amateurfunknachrichten von oder an Dritte durch einen Funkamateureur.
 - D Nutzung von Frequenzen ohne Frequenzuteilung.
- 30 **VG101** Was hat der Funkamateureur zu veranlassen, wenn bei ihm der Empfang auf Grund mangelnder Empfängerstörfestigkeit stark beeinträchtigt wird?
- A Er hat die Störungen in jedem Fall hinzunehmen.
 - B Er hat die Störungen hinzunehmen, wenn die störenden Geräte den Anforderungen des EMVG oder FTEG genügen.
 - C Er hat die Störungen nur dann hinzunehmen, wenn das störende Gerät von erheblicher Bedeutung für den Betreiber ist (z.B. von einer Alarmanlage).
 - D Er braucht Störungen grundsätzlich nicht hinzunehmen.
- 31 **VG108** Durch den Betrieb einer Amateurfunkstelle auf 145,550 MHz wird der UKW-Rundfunkempfang eines Nachbarn gestört. Eine Überprüfung ergibt, dass die Amateurfunkstelle und die Rundfunkempfangsanlage vorschriftsmäßig betrieben werden. Das gestörte Rundfunkgerät hält die nach Norm empfohlene Störfestigkeit ein, der Funkamateureur erzeugt jedoch am Ort des gestörten Empfängers eine höhere Feldstärke. Womit muss der Funkamateureur rechnen, wenn er seinen Funkbetrieb uneingeschränkt fortsetzt?
- A Mit der Durchführung behördlicher Maßnahmen nach AFuV und EMVG (Überprüfung der Amateurfunkstelle und möglicherweise Betriebseinschränkungen).
 - B Mit einer gebührenpflichtigen Betriebseinschränkung oder einem vollständigen Betriebsverbot für seine Amateurfunkstelle.
 - C Mit der Durchführung behördlicher Maßnahmen nach dem AFuG, wobei dem Funkamateureur die Zulassung zur Teilnahme am Amateurfunkdienst entzogen werden kann.
 - D Mit einem Ordnungswidrigkeitenverfahren mit Betriebsverbot und Bußgeld auf der Grundlage der §§ 9 und 11 des AFuG.
- 32 **VH101** Welches Gesetz bzw. welche Vorschrift beinhaltet Regelungen für das Inverkehrbringen, den freien Warenverkehr und die Inbetriebnahme, die auch für serienmäßig hergestellte Amateurfunkgeräte gelten?
- A Die Verordnung über elektromagnetische Felder vom 16.12.1996.
 - B Das Gesetz über Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen.
 - C Für solche Amateurfunkgeräte gibt es keine spezielle Regelung; Streitigkeiten werden nach dem Bürgerlichen Gesetzbuch ausgetragen.
 - D Die Amateurfunkverordnung.
- 33 **VI108** Welchen Status hat im Rahmen der EMVU die Anzeige einer ortsfesten Amateurfunkanlage?

- A Die Anzeige ist die verbindliche Erklärung eines Funkamateurs über die eigenverantwortliche Einhaltung des Bundesimmissionsschutzgesetzes.
 - B Die Anzeige ist die verbindliche Erklärung eines Funkamateurs über die eigenverantwortliche Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte zum Schutz von Personen in elektromagnetischen Feldern.
 - C Die Anzeige hat den gleichen rechtlichen Status wie eine Standortbescheinigung, gilt aber nur für nichtkommerzielle Anlagen.
 - D Die Anzeige ist eine unverbindliche Erklärung darüber, dass Funkamateure eigenverantwortlich handeln.
- 34 **VII14** Wo sind die im Rahmen des Nachweisverfahrens zur Begrenzung elektromagnetischer Felder die anzuwendenden Grenzwerte zu finden?
- A Im Gesetz über den Amateurfunk in Verbindung mit der Verordnung zum Gesetz über den Amateurfunk und der 26. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz.
 - B In der 26. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz, in der Empfehlung 1999/519/EG des Rates der europäischen Union und in der DIN VDE 0848 Teil 3-1 (06/1999) in Verbindung mit DIN VDE 0848 Teil 3-1/A1 (02/2001).
 - C Im Bundesgesetzblatt.
 - D Im Bundesimmissionsschutzgesetz.

N. Prüfungsbögen

O. Werkzeugtasche



- | | | | |
|---|-------------------------|----|-------------------------|
| 1 | Schraubendreher Schlitz | 10 | Entlötlitze |
| 2 | Schraubendreher Philips | 11 | Spannungsprüfer |
| 3 | LötKolbenhalter | 12 | Greifer |
| 4 | Multimeter | 13 | Pinzette |
| 5 | Breadboards (2 St.) | 14 | Teleskopstab mit Magnet |
| 6 | Drahtbrücken | 15 | Lötzinn |
| 7 | Dorne (3 St.) | 16 | Entlötsaugpumpe |
| 8 | Spitzzange | 17 | LötKolben |
| 9 | Seitenschneider | | |

