

Lernkrücken für den Amateurfunkkurs der Klasse E von A02

DJ1TF - Thomas Fritzsche

16. November 2025

Inhaltsverzeichnis

12 Digitale Übertragungsverfahren	1
12.1 Binäres Zahlensystem	1
12.2 Digimode per SSB	4
12.3 9600-Port	6
12.4 Übersteuerung	7
12.5 Automatische Empfangsberichte	8
12.6 Paketvermittelte Netzwerke	8
12.7 Amplituden- und Frequenzumtastung (ASK, FSK)	10
12.8 AFSK	11
12.9 Datenübertragungsrate	11
12.10 Vielfachzugriff	12
13 Digitale Signalverarbeitung	13
14 Antennen und Übertragungsleitungen	14
14.1 Polarisierung II	14
14.2 Antennenformen II	17
14.3 Antennenlänge und -resonanz	22
14.4 Verkürzungsfaktor I	23
14.5 Fußpunktimpedanz I	23
14.6 Yagi-Uda Antenne II	25
14.7 Parabolspiegel I	26
14.8 Strom- und Spannungsspeisung I	27
14.9 Bauch und Knoten von Strom und Spannung	28
14.10 Antennengewinn in dBi und dBd	28
14.11 Standortwahl	29
14.12 Übertragungsleitungen	30
14.13 Kabeldämpfung I	32
14.14 Stehwellenverhältnis (SWR) II	36
14.15 Stehwellenmessgerät (SWR-Meter) I	36
14.16 Vektorieller Netzwerkanalysator (VNA) I	38
14.17 Mantelwellen I	39

12 Digitale Übertragungsverfahren

12.1 Binäres Zahlensystem

Wir verwenden im Alltag üblicherweise Zahlen im Dezimalsystem. D.h wir verwenden die Ziffern 0 bis 9 alle Zahlen darzustellen. In der Digitaltechnik hat sich allerdings hauptsächlich das Binärsystem durchgesetzt in dem nur die Ziffern 0 und 1 verwendet werden, die durch zwei Zustände (Strom ist ein oder aus) abgebildet werden können. Das Binärsystem wird manchmal auch Dualsystem genannt. Eine Ziffer die

im Binärsystem (0 oder 1) wird auch Bit genannt. Üblicherweise fassen wir 8 Bit zu einer Zahl zusammen und nennen es Byte. Für die Stellen einer 8 Bit Zahl gilt:

$$\begin{aligned}2^7 &= 128 \\2^6 &= 64 \\2^5 &= 32 \\2^4 &= 16 \\2^3 &= 8 \\2^2 &= 4 \\2^1 &= 2 \\2^0 &= 1\end{aligned}$$

Tipp für die Prüfung: viele Schul-Taschenrechner (nicht programmierbar und deshalb vielleicht von der Bundesnetzagentur für die Prüfung akzeptiert) können zwischen Zahlsystemen umrechnen.

Lösungen

EA201 Was ist der Vorteil des binären Zahlensystems gegenüber dem dezimalen Zahlensystem in elektronischen Schaltungen?

- (A) Die binären Ziffern 0 und 1 können als zwei elektrische Zustände dargestellt und dadurch einfach mittels Schaltelementen (z. B. Transistoren) verarbeitet werden.
- (B) Die Genauigkeit des binären Systems (mit zwei Ziffern) ist um den Faktor 5 höher als die des Dezimalsystems (mit 10 Ziffern).
- (C) Der Zwischenbereich zwischen 0 und 1 kann von analogen Verstärkerschaltungen mit hoher Genauigkeit abgebildet werden.
- (D) Je Ziffer kann mehr als ein Bit an Information übertragen werden (1 binäre Ziffer erlaubt die Übertragung von 8 Dezimalziffern).

EA202 Wie viele unterschiedliche Zustände können mit einer Dualzahl dargestellt werden, die aus einer Folge von 3 Bit besteht?

Lösungsansatz:

Wir haben also 3 Bits. Wir können die Zahl 111_2 berechnen:

128	64	32	16	8	4	2	1
0	0	0	0	0	1	1	1

Also $111_2 = 4 + 2 + 1 = 7$. Dies ist aber keine der möglichen Antworten! Wir haben die 0 vergessen, es wurde ja nach „unterschiedliche(n) Zuständen“ gefragt! Also ist 8 die richtige Antwort.

Es geht auch einfacher 1000_2 die nächst höhere Zahl ist können wird direkt mit $8 = 2^3$ antworten.

- (A) 8
- (B) 4
- (C) 6
- (D) 16

EA203 Wie viele unterschiedliche Zustände können mit einer Dualzahl dargestellt werden, die aus einer Folge von 4 Bit besteht?

Lösungsansatz:

Analog zu Frage EA202 rechnen wir $2^4 = 16$.

- (A) 16
- (B) 4
- (C) 6
- (D) 8

EA204 Wie viele unterschiedliche Werte können mit einer fünfstelligen Dualzahl dargestellt werden?

Lösungsansatz:

Analog zu Frage EA202 rechnen wir $2^5 = 32$.

- (A) 32
- (B) 5
- (C) 64
- (D) 128

EA205 Berechnen Sie den dezimalen Wert der Dualzahl 01001110. Die Dezimalzahl lautet:

Lösungsansatz:

Wir rechnen:

128	64	32	16	8	4	2	1
0	1	0	0	1	1	1	0

Also: $64 + 8 + 4 + 2 = 78$

- (A) 78
- (B) 156
- (C) 142
- (D) 248

EA206 Berechnen Sie den dezimalen Wert der Dualzahl 10001110. Die Dezimalzahl lautet:

Lösungsansatz:

Wir rechnen:

128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	0	0	1	1	1	0

Also: $128 + 8 + 4 + 2 = 142$

- (A) 142
- (B) 78
- (C) 156
- (D) 248

EA207 Berechnen Sie den dezimalen Wert der Dualzahl 10011100. Die Dezimalzahl lautet:

Lösungsansatz:

Wir rechnen:

128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	0	1	1	1	0	0

Also: $128 + 16 + 8 + 4 = 156$

- (A) 156
- (B) 142
- (C) 78
- (D) 248

EA208 Berechnen Sie den dezimalen Wert der Dualzahl 11111000. Die Dezimalzahl lautet:

Lösungsansatz:

Wir rechnen:

128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	1	1	1	0	0	0

Also: $128 + 64 + 32 + 16 = 248$

- (A) 248
- (B) 78
- (C) 156
- (D) 142

12.2 Digimode per SSB

Digitale Signale werden oft nicht direkt (nativ) vom Funkgerät verarbeitet. Vielmehr wird das Funkgerät im Modus SSB betrieben, die Audio Signale kommen aber natürlich nicht via Mikrofon sondern werden per USB Audio interface von einem Computer erzeugt.

Lösungen

EE402 Welche Modulation wird am Transceiver eingestellt, um ein schmalbandiges digitales Signal (z. B. BPSK31 oder FT8), das per Audiosignal als NF eingespeist wird, unter Beibehaltung der Bandbreite in HF umzusetzen?

Lösungsansatz:

Wie im Eingang zu diesem Kapitel beschrieben wird in der Regel SSB verwendet.

- (A) Einseitenbandmodulation (SSB)
- (B) Frequenzmodulation (FM)
- (C) Amplitudenmodulation (AM)
- (D) Phasenmodulation (PM)

EE403 Bei der Aussendung eines digitalen Signals mittels eines Funkgerätes in SSB-Einstellung beträgt die NF-Bandbreite des in das Funkgerät eingespeisten Signals 50 Hz. Wie groß ist die HF-Bandbreite?

Lösungsansatz:

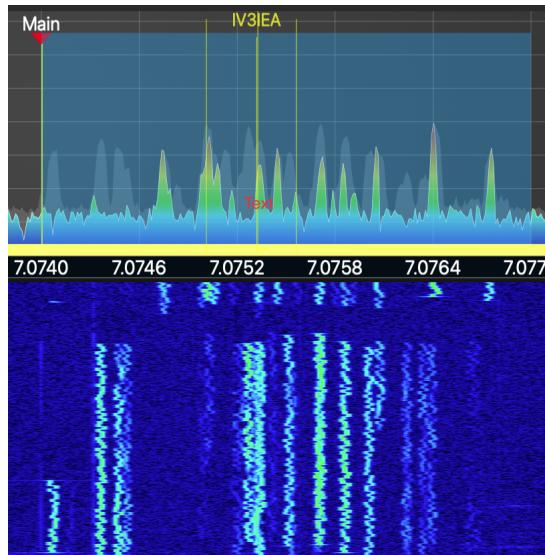
Wie bereits im Kapitel zur Modulation erklärt sind bei SSB NF und HF Bandbreite identisch.

- (A) 50 Hz
- (B) 100 Hz
- (C) 25 Hz
- (D) $\sqrt{2} \cdot 50$ Hz

EE404 Wie viele digitale Signale unterschiedlicher Stationen können mit einem analogen Funkgerät (2,4 kHz SSB-Bandbreite) und einem über die Audio-Schnittstelle angeschlossenen Computer gleichzeitig empfangen und dekodiert werden?

Lösungsansatz:

Über die Audio Schnittstelle wird am PC die komplette Bandbreite von 2,4 kHz empfangen. Digitale Signale haben oft eine Bandbreite von nur wenigen Hertz und können somit gleichzeitig empfangen werden. Hier ein Bild eines Wasserfalls mit Spektrum. Im Audio Empfangsbereich liegen viele Signale:

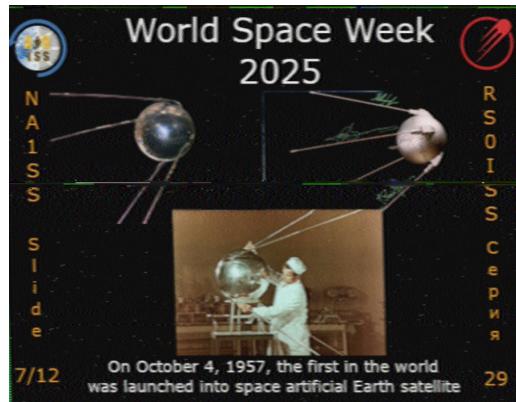


-
- (A) Es können je nach Art der Signale ein oder mehrere Signale empfangen werden.
 - (B) Es können maximal zwei Signale empfangen werden (eines pro Seitenband).
 - (C) Es kann maximal ein Signal empfangen werden, da ein Seitenband genutzt wird.
 - (D) Es kann maximal ein Signal empfangen werden, außer das Funkgerät verfügt über doppelte Kanalbandbreite.

EE415 Welcher Unterschied zwischen ATV und SSTV ist richtig?

Lösungsansatz:

Du musst die einfach merken, dass SSTV (Slow Scan TV) Bilder sind. Diese werden z.B. auch von der ISS im 2 m Band gesendet. Hier als Anschauung ein SSTV Bild:



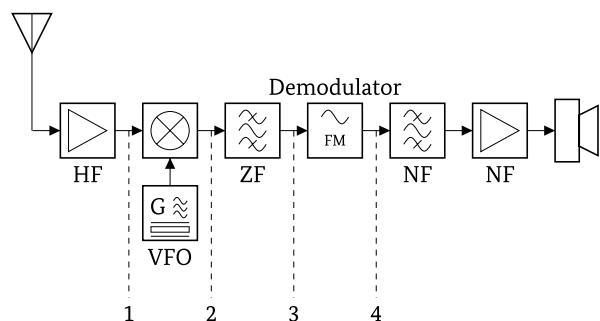
-
- (A) SSTV überträgt Standbilder, ATV bewegte Bilder.
 (B) SSTV wird nur auf Kurzwelle, ATV auf UKW verwendet.
 (C) SSTV belegt eine größere Bandbreite als ATV.
 (D) SSTV ist schwarzweiß, ATV in Farbe.

12.3 9600-Port

Der 9600-Port dient der schnellen digitalen Datenkommunikation (z.B. Packet Radio, APRS) mit 9600 Baud. Er umgeht die sprachoptimierte Audioverarbeitung des Transceivers durch direkte Einspeisung analoger Audiosignale vom externen Modem/TNC in den Frequenzmodulator. Dies ermöglicht höhere Übertragungsraten im Vergleich zu herkömmlichen 1200-Baud-Verbindungen über den Mikrofonanschluss. Die übertragenen Signale sind analog (AFSK/FSK Töne), nicht digital im Sinne von TTL-Pegeln. Damit hat der 9600-Port eine größere Bandbreite als die Anbindung via SSB die wir im vorherigen Kapitel kennengelernt haben und steuert den Modulator/Demodulator direkt an.

Lösungen

EF219 Manche FM-Transceiver verfügen über einen analogen Datenanschluss (z. B. mit DATA beschriftet oder als 9600-Port bezeichnet). Welcher Punkt im dargestellten Empfangszweig wird über diesen Anschluss üblicherweise herausgeführt?



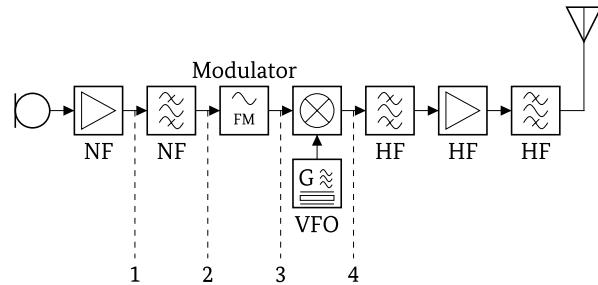
Lösungsansatz:

Wie wir im Eingang zu diesem Kapitel gelernt haben umgeht der 9600-Port den Audio Bereich des Funkgeräts und steuert direkt den Demodulator an. Der Demodulator ist zwischen 3 und 4. Wir wählen 4, da dies nach der NF Verarbeitung aber vor dem Demodulator ist.

-
- (A) Punkt 4
 (B) Punkt 1
 (C) Punkt 2

(D) Punkt 3

EF309 Welcher der eingezeichneten Punkte in einem FM-Sender ist für die Zuführung eines 9600-Baud-Datensignals am besten geeignet?



Lösungsansatz:

Wir gehen analog zu Frage EF219 vor. Es kommt nur 2 in Frage, da dies nach dem NF Bandpassfilter aber vor dem Modular ist. Achtung: die Position 1 ist im NF Teil des Senders. Bitte nicht verwirren lassen.

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

12.4 Übersteuerung

Wir haben gelernt, dass viele Digitale Signale über ein Audio Interface und dem Transceiver im SSB Modus erzeugt werden. Wir wissen auch, dass es in SSB auf den Audio Pegel ankommt um einen störungsfreien Betrieb durchzuführen.

Lösungen

EJ217 Was kann auftreten, wenn bei digitalen Übertragungsverfahren (z. B. RTTY, FT8, Olivia) die automatische Pegelregelung (ALC) eines Funkgerätes im SSB-Betrieb eingreift?

Lösungsansatz:

Wenn die ALC eingreif ist das Audio Signal zu hoch eingestellt. Dadurch kann es zu Störungen auf den Nachbarfrequenzen kommen.

- (A) Störungen von Übertragungen auf Nachbarfrequenzen
- (B) Störungen von Computern oder anderen digitalen Geräten
- (C) Störungen von Stationen auf anderen Frequenzbändern
- (D) Störungen von nachfolgenden Sendungen auf derselben Frequenz

EJ218 Wie sollte bei digitalen Übertragungsverfahren (z. B. FT8, JS8, PSK31) der NF-Pegel am Eingang eines Funkgerätes mit automatischer Pegelregelung (ALC) im SSB-Betrieb eingestellt sein, um Störungen zu vermeiden?

Lösungsansatz:

Wie schon seit Frage EJ217 bekannt wollen wir nicht, dass die ALC aktiv wird. Allerdings sollte der Pegel natürlich möglichst hoch sein. Deshalb stellen wir den Pegel genau so hoch, dass die ALC

gerade so keinen Ausschlag hat. Dies können wir z.B. für den FT-8 Betrieb machen in dem wir der Audio Regler (am Computer) des Audio Interface hochdrehen und dabei die ALC beobachten. Wenn die ALC ausschlägt gehen wir mit der Lautstärke noch etwas herunter.

- (A) So niedrig, dass die automatische Pegelregelung (ALC) nicht eingreift.
- (B) 18 dB höher als die Lautstärke, bei der die automatische Pegelregelung (ALC) eingreift.
- (C) Alle Bedienelemente sind auf das Maximum einzustellen.
- (D) Die NF-Lautstärke muss $-\infty$ dB (also Null) betragen.

EJ219 Was ist zu tun, wenn es bei digitalen Übertragungsverfahren zu Störungen kommt, weil die automatische Pegelregelung (ALC) eines Funkgerätes im SSB-Betrieb eingreift?

Lösungsansatz:

Wie in Frage EJ218 erklärt reduzieren wir den NF-Pegel (Lautstärke) noch etwas.

- (A) Der NF-Pegel am Eingang des Funkgerätes sollte reduziert werden.
- (B) Die Sendeleistung sollte erhöht werden.
- (C) Das Oberwellenfilter sollte abgeschaltet werden.
- (D) Es sollte mit der RIT gegengesteuert werden.

12.5 Automatische Empfangsberichte

Viele Stationen Empfangen Radio Signale und verbreiten diese via Internet (WebSDR), Besonders im digitalen Bereich können diese Signale automatisch dekodiert werden und der Empfang kann an zentrale Server berichtet werden. Dort können sie zentral eingesehen werden. Z.B. werden automatisiert dekodierte CW Signale vom Reverse Beaken Network gesammelt. FT8 und PSK vom PSK reporter.

Lösungen

EE405 Wie können Sie automatische Empfangsberichte zu Aussendungen erhalten, z. B. um die Reichweite ihrer Sendeanlage zu testen?

- (A) Durch Aussendung einer Nachricht mittels geeignetem digitalen Verfahren (z. B. CW oder WSPR) und Suche nach Ihrem Rufzeichen auf passenden Internetplattformen
- (B) Durch Aussendung einer Nachricht mittels geeignetem digitalen Verfahren (z. B. CW oder WSPR) unter Angabe Ihrer E-Mail-Adresse und der Anzahl der maximal gewünschten Empfangsberichte
- (C) Durch Aussendung Ihres Rufzeichens mittels Telegrafie (5 WPM) mit dem Zusatz ÄUTO RSVF"(vom französischen "répondez s'il vous pla textasciicircumit") und Abhören der 10 kHz höher gelegenen Frequenz
- (D) Durch Aussendung Ihres Rufzeichens mittels Telegrafie (12 WPM) mit dem Zusatz "R"(für Report) und Abhören der 10 kHz tiefer gelegenen Frequenz

12.6 Paketvermittelte Netzwerke

In diesem Kapitel haben wir einige Fragen zu den Grundlagen eines **Paketvermittelten Netzwerk**. Es geht konkret um das IP-Protokoll, dass dem Internet wie Du es kennst zu Grunde liegt. Die Details verrate ich jeweils bei den Fragen.

Lösungen

EE412 Wie können Informationen innerhalb eines paketvermittelten Netzes zwischen zwei Stationen ausgetauscht werden, die sich nicht direkt erreichen können?

Lösungsansatz:

Wie allgemein bekannt werden Informationen im Internet via Paketen verteilt. Das Internet besteht dabei aus vielen kleinen Netzwerken die diese Pakete austauschen. Du hast vermutlich bei Dir zuhause einen Internet Router (in vielen Fällen ist dies eine FritzBox). Er stellt für Dich die Verbindung von Deinem lokalen Netzwerk (WLAN) zu allen anderen Netzwerken her. D.h. wenn Du an Deinem Computer eine Internetseite öffnest, werden eine oder mehrere Pakete erzeugt die zunächst alle an Deinen Router gehen. Der Leitet sie dann an das Netzwerk Deines Internet Providers weiter und solange **weitergeleitet** bis das Paket den Zielserver erreicht.

- (A) Durch Weiterleitung über Zwischenstationen (Paketweiterleitung)
- (B) Durch wiederholte Aussendung (Paketwiederholung)
- (C) Durch Entpacken vor der Sendung (Paketdekompression)
- (D) Durch Zusammenfassung von Übertragungen (Paketdefragmentierung)

EE413 Was ergibt sich aus der eingestellten IP-Adresse und Subnetzmaske einer Kommunikations-schnittstelle beim Internetprotokoll (IP)?

Lösungsansatz:

Die IP-Adresse und die Subnetzmaske definieren zusammen das lokale Netzwerk, indem sie bestimmen, welcher Teil der IP-Adresse die Netzwerk-ID (das lokale Netz) und welcher Teil die Host-ID (ein spezifisches Gerät innerhalb dieses Netzes) identifiziert.

- (A) Der direkt (d. h. ohne Router) über die Schnittstelle erreichbare Adressbereich
- (B) Die Protokoll- und Portnummer des über die Schnittstelle verwendeten Protokolls
- (C) Die Gegenstelle und die durch das Teilnetz verwendete Bandbreite
- (D) Das Standardgateway und die maximale Anzahl der Zwischenstationen (Hops)

EE414 Kann das Internetprotokoll (IP) im Amateurfunk verwendet werden?

Lösungsansatz:

Für diese Frage ist die Musterantwort schlecht formuliert. Das Internet ist zunächst ein Netzwerk, dass das Internet Protokoll (IP) befolgt. Diese IP Pakete können auch mit Amateurfunk weitergeleitet werden, wobei z.B. das Rufzeichen in höheren Netzwerkebene (z.B. TCP) ausgetauscht werden. Wir merken uns die Formulierung der Musterantwort.

- (A) Ja, es ist nicht auf das Internet beschränkt.
- (B) Ja, die Kodierung des Amateurfunkrufzeichens erfolgt in der Subnetzmaske.
- (C) Nein, Internetnutzern würde so Zugang zum Amateurfunkband ermöglicht.
- (D) Nein, die benötigte Bandbreite steht im Amateurfunk nicht zur Verfügung.

12.7 Amplituden- und Frequenzumtastung (ASK, FSK)

Im Kapitel ?? zur Modulation hast Du bereits FM und AM kennengelernt. Diese Arten der Modulation lassen sich auch auf digitale Übertragungsverfahren anwenden. Da die Grundlage der Modulation hier digital ist sprechen wir von einer **Umtastung**.

ASK (Amplitude Shift Keying) oder auf Deutsch Amplitudenumtastung. Hier werden für 0 bzw. 1 jeweils unterschiedliche Amplituden gesendet.

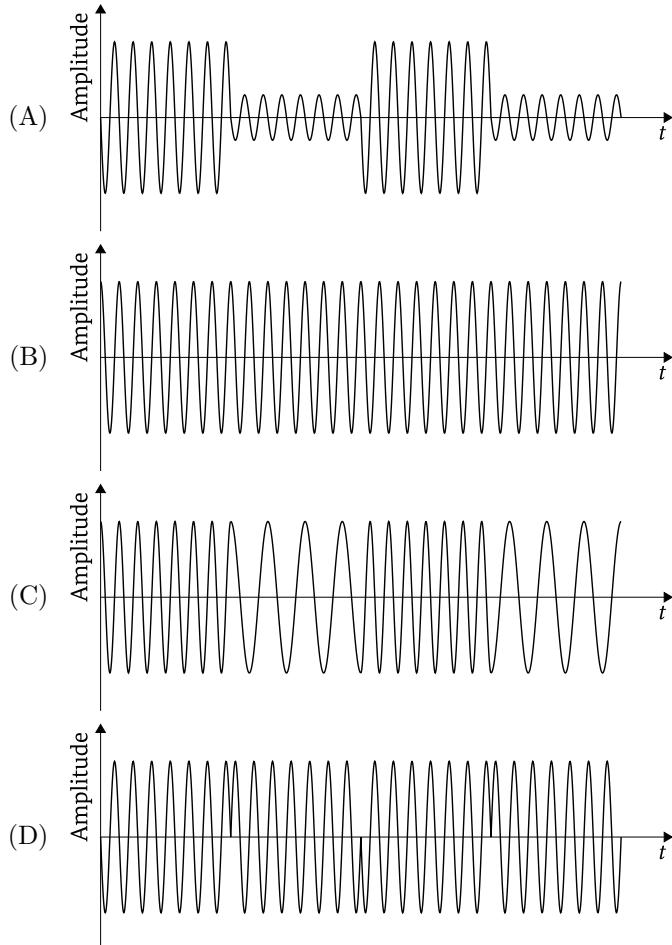
FSK (Frequency Shift Keying) oder auf Deutsch Frequenzumtastung. Es werden unterschiedliche Frequenzen gesendet.

Lösungen

EE406 Welches der folgenden Diagramme zeigt einen erkennbar durch Amplitudenumtastung (ASK) modulierten Träger?

Lösungsansatz:

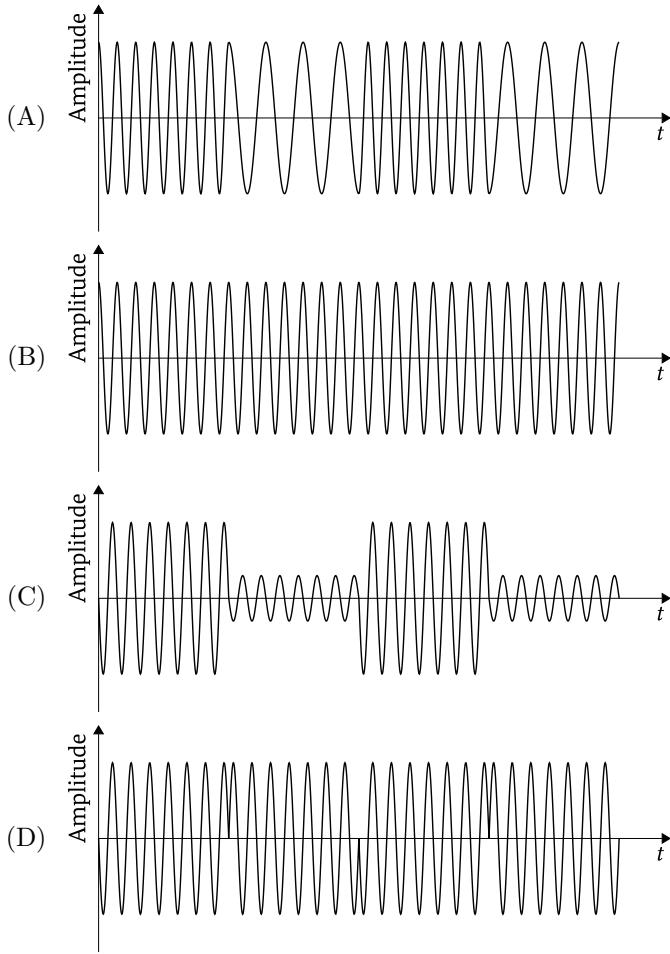
Nur in der Musterlösung A ändert sich die Amplitude.



EE407 Welches der folgenden Diagramme zeigt einen erkennbar durch Frequenzumtastung (FSK) modulierten Träger?

Lösungsansatz:

Nur in der Musterlösung A ändert sich die Frequenz.



12.8 AFSK

Wir haben bereits ASK und FSK im letzten Kapitel kennengelernt. Bei AFSK (Audio Shift Keying) wird das NF Signal digital umgetastet, in dem verschiedene Tonhöhen für 0 und 1 erzeugt werden. Dies wird dann z.B. via FM moduliert und gesendet (also FSK). Ein bekanntest AFSK Signal ist z.B. APRS (Automatic Packet Reporting System), dass in Europa auf 144,800 MHz gesendet wird.

Lösungen

EE408 Was ist Audio Frequency Shift Keying (AFSK)?

- (A) Ein durch Frequenzumtastung erzeugtes NF-Signal, mit dem ein Hochfrequenzträger (z. B. mittels FM) moduliert werden kann
- (B) Ein hochfrequentes PSK-Signal, das mittels automatischer Umtastung auf zwei NF-Träger übertragen wird, um Bandbreite zu sparen
- (C) Eine Kombination aus digitaler Amplituden- und Frequenzmodulation, um zwei Informationen gleichzeitig zu übertragen
- (D) Ein unmodulierter Hochfrequenzträger, bei dem die Frequenzabweichung im hörbaren Bereich liegt

12.9 Datenübertragungsrate

In diesem Kapitel geht es um die Datenübertragungsrate. Wir haben im Kapitel 12.1 zum binären Zahlensystem bereits gelernt, was ein **Bit** ist. Die Datenübertragungsrate gibt einfach an wie viele **Bits pro Sekunde** übertragen werden.

Lösungen

EA106 Welche Einheit wird üblicherweise für die Datenübertragungsrate verwendet?

- (A) Bit pro Sekunde (Bit/s)
- (B) Baud (Bd)
- (C) Hertz (Hz)
- (D) Dezibel (dB)

EE401 Welcher Unterschied besteht zwischen der Bandbreite und der Datenübertragungsrate?

Lösungsansatz:

Wie wissen die Bandbreite wird in Hertz angegeben es geht um den genutzten Frequenzbereich. Die Datenübertragungsrate aber in Bits pro Sekunde also der Datenmenge die pro Sekunde übertragen wird.

- (A) Als Bandbreite wird der genutzte Frequenzbereich (in Hz) und als Datenübertragungsrate die je Zeiteinheit übertragene Datenmenge (in Bit/s) bezeichnet.
- (B) Als Bandbreite wird die übertragene Datenmenge (in Hz) und als Datenübertragungsrate die je Zeiteinheit übertragenen Symbole (in Baud) bezeichnet.
- (C) Die Datenübertragungsrate (in Bit/s) entspricht der Symbolrate (in Baud). Die Bandbreite (in Hz) entspricht der maximal möglichen Datenübertragungsrate (in Bit/s).
- (D) Die Datenübertragungsrate (in Baud) entspricht der Symbolrate (in Bit/s). Die Bandbreite (in Hz) entspricht der minimal möglichen Datenübertragungsrate (in Baud).

12.10 Vielfachzugriff

In der drahtlosen Kommunikation sind **Frequenzmultiplex (FDMA)**, **Zeitmultiplex (TDMA)** und **Codemultiplex (CDMA)** die zentralen Verfahren, um das gemeinsame Frequenzspektrum effizient unter mehreren Nutzern aufzuteilen und Interferenzen zu minimieren. Die Wahl des Verfahrens hängt von den spezifischen Anforderungen an Bandbreite, Nutzerzahl und Robustheit ab.

FDMA (Frequency Division Multiple Access)

- *Funktionsweise:* Das Frequenzband wird in mehrere getrennte Frequenzkanäle unterteilt, wobei jeder Kanal einem einzelnen Nutzer fest zugewiesen wird (**Trennung über Frequenz**).
- *Kurzcharakteristik:* Einfaches, etabliertes Verfahren; jedoch bandbreitenineffizient bei vielen Nutzern.
- *Anwendungsbeispiele:* Analoge Mobilfunknetze (z.B. AMPS), Satellitenkommunikation.

TDMA (Time Division Multiple Access)

- *Funktionsweise:* Alle Nutzer teilen sich denselben Frequenzkanal, erhalten aber nacheinander in festgelegten Zeitintervallen Zugriff auf den Kanal (**Trennung über Zeit**).
- *Kurzcharakteristik:* Hohe Frequenzeffizienz; erfordert jedoch präzise Synchronisation der Zeitschlüsse.
- *Anwendungsbeispiele:* GSM (2G Mobilfunknetze), DECT.

CDMA (Code Division Multiple Access)

- *Funktionsweise:* Alle Nutzer nutzen denselben Frequenzkanal zur gleichen Zeit. Die Trennung erfolgt über individuelle, orthogonale **Spreizcodes**.
- *Kurzcharakteristik:* Höchste Flexibilität und Kapazität; sehr robust gegen Störungen; erfordert aber komplexe Signalverarbeitung.

- *Anwendungsbeispiele:* UMTS (3G Mobilfunknetze), GPS.

Zusammenfassung: FDMA ist die einfachste Methode, während TDMA und insbesondere CDMA zunehmend effizienter und komplexer werden. CDMA bietet die größte Flexibilität bei begrenzter Bandbreite und vielen Nutzern, erfordert jedoch auch die technologisch aufwendigste Umsetzung.

Lösungen

EE409 Wie werden bei Zeitmultiplexverfahren (TDMA) mehrere Signale gleichzeitig übertragen?

Lösungsansatz:

Das T in TDMA steht für “time” also **Zeit**.

-
- (A) Im schnellen zeitlichen Wechsel auf derselben Frequenz
 - (B) Zeitgleich auf unterschiedlichen Frequenzen
 - (C) Zeitgleich mit Spreizcodierung im selben Frequenzbereich
 - (D) Zeitgleich auf unterschiedlichen Wegen

EE410 Wie werden bei Frequenzmultiplexverfahren (FDMA) mehrere Signale gleichzeitig übertragen?

Lösungsansatz:

Das F in FDMA steht für “frequency” also **Frequenz**.

-
- (A) Zeitgleich auf unterschiedlichen Frequenzen
 - (B) Im schnellen zeitlichen Wechsel auf derselben Frequenz
 - (C) Zeitgleich mit Spreizcodierung im selben Frequenzbereich
 - (D) Zeitgleich auf unterschiedlichen Wegen

EE411 Wie werden bei Codemultiplexverfahren (CDMA) mehrere Signale gleichzeitig übertragen?

Lösungsansatz:

Das C in CDMA steht für “code”, hier geht es um **Spreizcodes**.

-
- (A) Zeitgleich mit Spreizcodierung im selben Frequenzbereich
 - (B) Zeitgleich auf unterschiedlichen Frequenzen
 - (C) Im schnellen zeitlichen Wechsel auf derselben Frequenz
 - (D) Zeitgleich auf unterschiedlichen Wegen

13 Digitale Signalverarbeitung

Um ein Signal digital verarbeiten zu können müssen wir es zunächst digitalisieren. Um ein analoges Signal zu Digitalisieren brauchen wir einen sogenannten **A/D-Umsetzer**. Das Blockschaltdiagramm sieht folgendermaßen aus:



Natürlich können wir auch umgekehrt ein Digitales Signal in ein analoges umsetzen. Dies ist ein **D/A-Umsetzer** und das Blockschaltdiagramm sieht folgendermaßen aus.



Lösungen

EF601 Folgendes Blockschaltbild stellt das Prinzip einer digitalen Signalverarbeitung dar. Welche Aufgaben haben die beiden Blöcke 1 und 2?



Lösungsansatz:

Wie eingangs des Kapitels beschrieben können brauchen wie zunächst einen A/D-Umsetzer und nach der Digitalen Verarbeitung einen D/A-Umsetzer.

- (A) 1: A/D-Umsetzer, 2: D/A-Umsetzer
- (B) 1: D/A-Umsetzer, 2: A/D-Umsetzer
- (C) beides D/A-Umsetzer
- (D) beides A/D-Umsetzer

EF602 Was ist die Voraussetzung, um ein analoges Signal mit digitaler Signalverarbeitung zu filtern?
Das Eingangssignal muss zunächst ...

Lösungsansatz:

digitalisiert werden.

- (A) digitalisiert werden.
- (B) demoduliert werden.
- (C) von Rauschen befreit werden.
- (D) von Oberschwingungen befreit werden.

EF603 Worauf deutet die Bezeichnung SDR bei einem Transceiver oder Empfänger hin?

Lösungsansatz:

Die Abkürzung SDR steht für Software Defined Radio. Hier wird mindestens ein Teil der Signalverarbeitung in Software realisiert. Manchmal wird dazu bereits sehr früh im HF-Teil des Empfängers digitalisiert, manchmal wird auch ein Teil z.B. die IF in klassischen Schaltungen realisiert und nur der NF Bereich ist Digital.

Einige SDR's sind über das Internet kostenlos erreichbar, z.B. über sogenannte WebSDR.

- (A) Zumindest ein Teil der Signalaufbereitung ist in Software realisiert.
- (B) Es werden spezielle Antennenanschlüsse für digitale Signale verwendet.
- (C) Zumindest im NF-Bereich wird Analogtechnik eingesetzt, um besseren Klang zu erreichen.
- (D) Die Aussendung bzw. der Empfang erfolgt über das Internet und nicht per Funk.

14 Antennen und Übertragungsleitungen

14.1 Polarisation II

Die Polarization einer Antenne wird nach der Richtung der Hauptstahlrichtung in Bezug zur Erdoberfläche angegeben.

Lösungen

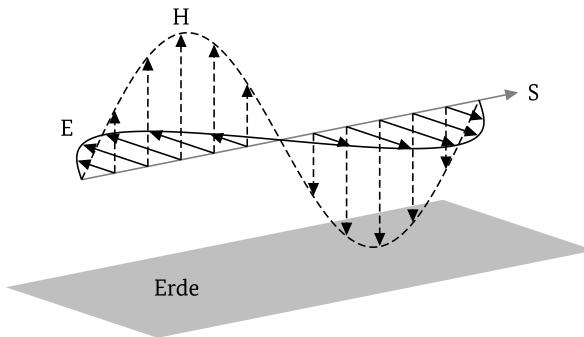
EG222 Die Polarisation einer Antenne ...

- (A) wird nach der Ausrichtung der elektrischen Feldkomponente in der Hauptstrahlrichtung in Bezug zur Erdoberfläche angegeben.
- (B) wird nach der Ausrichtung der magnetischen Feldkomponente in der Hauptstrahlrichtung in Bezug zur Erdoberfläche angegeben.
- (C) entspricht der Richtung der magnetischen Feldkomponente des empfangenen oder ausgesendeten Feldes in Bezug auf die Nordrichtung (Azimut).
- (D) entspricht der Richtung der elektrischen Feldkomponente des empfangenen oder ausgesendeten Feldes in Bezug auf die Nordrichtung (Azimut).

EB305 Die Polarisation einer elektromagnetischen Welle ist durch die Richtung ...

- (A) des elektrischen Feldes (Vektor des E-Feldes) bestimmt.
- (B) des magnetischen Nordpols (relativ zur Antenne) bestimmt.
- (C) der Ausbreitung (S-Vektor/Poynting-Vektor) bestimmt.
- (D) des unmittelbaren Nahfeldes ($\lambda/4$ -Bereich) bestimmt.

EB306 Das folgende Bild zeigt eine Momentaufnahme eines elektromagnetischen Feldes. Welche Polarisation hat die skizzierte Welle?

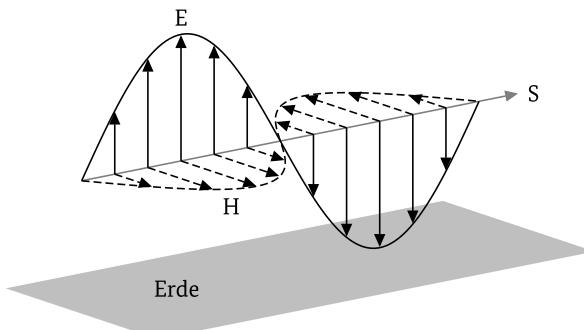


Lösungsansatz:

Wir müssen und daran orientieren in welche Richtung das elektrische Feld in Bezug auf die Erde orientiert ist. Die elektrische Feldkomponente (mit E bezeichnet) ist horizontal.

- (A) Horizontale Polarisation
- (B) Vertikale Polarisation
- (C) Rechtszirkulare Polarisation
- (D) Linkszirkulare Polarisation

EB307 Das folgende Bild zeigt eine Momentaufnahme eines elektromagnetischen Feldes. Welche Polarisation hat die skizzierte Welle?

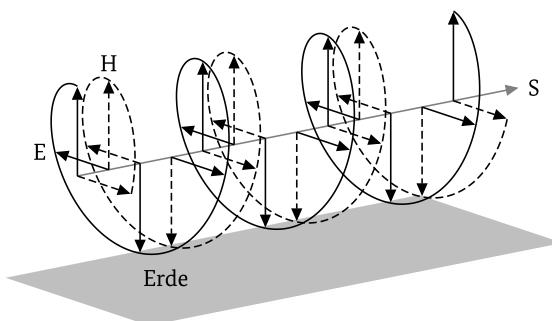


Lösungsansatz:

Analog zu Frage EB305, nur ist das elektrische Feld hier vertikal ausgerichtet.

- (A) Vertikale Polarisation
- (B) Horizontale Polarisation
- (C) Linkszirkulare Polarisation
- (D) Rechtszirkulare Polarisation

EB308 Das folgende Bild zeigt eine Momentaufnahme eines elektromagnetischen Feldes. Welche Polarisierung hat die skizzierte Welle?

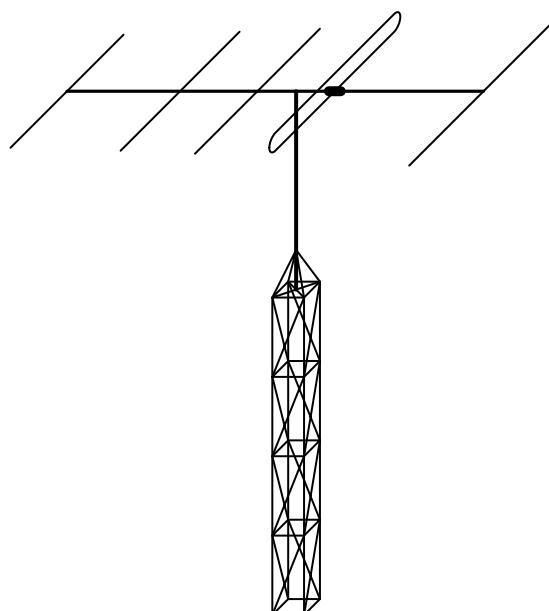


Lösungsansatz:

Die elektrische Feldkomponente dreht sich quasi im Kreis in Bezug auf Erde und Hauptstahlrichtung. Wir nennen dies als zirkulare Polarisierung.

- (A) Zirkulare Polarisation
- (B) Horizontale Polarisation
- (C) Vertikale Polarisation
- (D) Diagonale Polarisation

EB309 Die Polarisierung des Sendesignals in der Hauptstrahlrichtung dieser Richtantenne ist ...

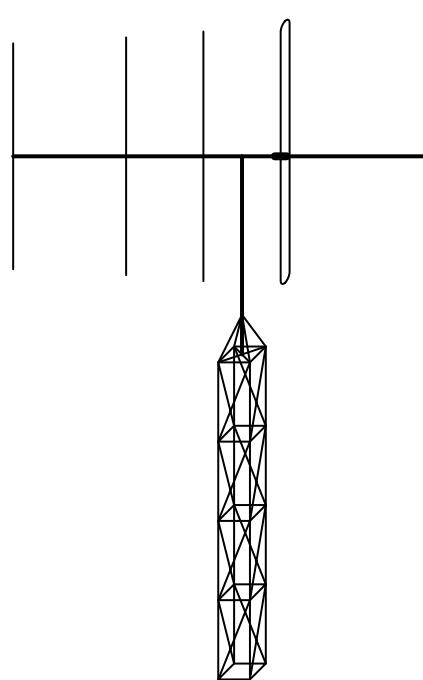


Lösungsansatz:

Bei allen dipolartigen Antennen können wir die Orientierung des Strahlers orientieren. Dies hilft auch für diesen Beam bei dem der Strahler offenbar horizontal orientiert ist.

- (A) horizontal.
- (B) vertikal.
- (C) rechtsdrehend.
- (D) linksdrehend.

EB310 Die Polarisation des Sendesignals in der Hauptstrahlrichtung dieser Richtantenne ist ...



Lösungsansatz:

Analog zu Frage EB309, die Ausrichtung des Strahlers ist vertical orientiert.

- (A) vertikal.
- (B) horizontal.
- (C) rechtsdrehend.
- (D) linksdrehend.

14.2 Antennenformen II

Antennen sind für den Funkamateuren eines der wichtigsten Themen. Die perfekte Antenne für alles gibt es nicht, jede Antenne bringt unterschiedliche Vor- und Nachteile mit sich. Wie fangen direkt mit den Fragen an und klären Vor- und Nachteile.

Lösungen

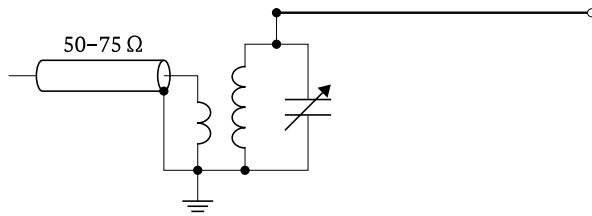
EG101 Wie nennt man eine Schleifenantenne, die aus drei gleich langen Drahtstücken besteht?

Lösungsansatz:

Es gibt verschiedene Schleifenantennen, die wie der Name schon verrät eine Schleife bilden. Sie können z.B. als Quadrat oder Dreieck aufgespannt werden. In der Konfiguration als Dreieck sprechen wir von einer **Delta-Loop-Antenne**.

- (A) Delta-Loop-Antenne
- (B) 3-Element-Quad-Loop-Antenne
- (C) W3DZZ-Antenne
- (D) 3-Element-Beam

EG103 Welche Antenne ist hier dargestellt?

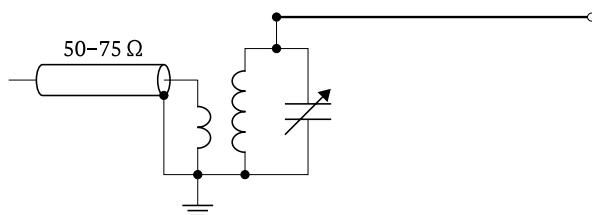


Lösungsansatz:

Wir sehen die Antenne besteht aus einem Draht der offenbar am Ende gespeist wird, also eine sogenannte **Endgespeiste Antenne**. Die hohe Impedanz (einige tausend Ohm) einer Endgespeisten Antenne müssen wir auf die 50 Ohm anpassen die das Funkgerät erwartet. Wie haben nur noch die Option A und C über. In diesem Fall können wir vielleicht den Parallelschwingkreis erkennen. Dies ist eine sogenannte Fuchs Antenne (benannt nach Josef Fuchs) mit einfachem Anpassglied.

- (A) Endgespeiste Antenne mit einfachem Anpassglied
- (B) Einseitig geerdeter Winkeldipol mit Oberwellenfilter
- (C) Endgespeiste Antenne mit Collins-Filter zur Anpassung
- (D) Einband-Drahtantenne mit Preselektor

EG104 Welche Antennenart ist hier dargestellt?



Lösungsansatz:

Siehe Frage EG103.

- (A) Fuchs-Antenne
- (B) Windom-Antenne

- (C) Dipol-Antenne
- (D) Groundplane-Antenne

EG105 Welche Antennenform eignet sich für Sendebetrieb und weist dabei im Nahfeld ein starkes magnetisches Feld auf?

Lösungsansatz:

Die meisten Antennen strahlen über die elektrische Komponente des elektromagnetischen Felds. Das Schlüsselwort “magnetisches Feld” finden wir bereits in der Frage. Wie wählen also die Antwort **magnetische Ringantenne**. Die Antenne ist beliebt, da sie eine relativ kleine Bauform von nur etwas $\frac{\lambda}{10}$ hat.

- (A) Eine magnetische Ringantenne mit einem Umfang von etwa $\lambda/10$
- (B) Eine Ferritstabantenne
- (C) Ein Faltdipol
- (D) Eine Cubical-Quad-Antenne

EG106 Was sind gebräuchliche Kurzwellen-Amateurfunksendeantennen?

Lösungsansatz:

Die einzige Antenne die wir hier noch nicht explizit besprochen haben ist die **Windom-Antenne**. Dies ist eine Mehrband Drahtantenne für die Kurzwelle. Die anderen Antenne aus Antwort (A) sollten Dir bekannt vorkommen. Gegenprobe: (B) eine Parabolantenne kennst Du vermutlich als Satellitenschüssel. Für Kurzwelle mit Sicherheit zu groß. (C) eine Patchantenne kann direkt auf einer Leiterbahn verwendet werden. GPS Empfänger verwenden manchmal solche Antenne. Nichts für die Kurzwelle. (D) Ein Hornstrahler ist eine Mikrowellen-Antenne (z.B. für Radio Astronomie), also keine Kurzwelle.

- (A) Langdraht-Antenne, Yagi-Uda-Antenne, Dipol-Antenne, Windom-Antenne, Delta-Loop-Antenne
- (B) Langdraht-Antenne, Groundplane-Antenne, Parabolantenne, Windom-Antenne, Delta-Loop-Antenne
- (C) Groundplane-Antenne, Dipol-Antenne, Windom-Antenne, Delta-Loop-Antenne, Patchantenne
- (D) Schlitzantenne, Groundplane-Antenne, Hornstrahler, Dipol-Antenne, Windom-Antenne

EG107 Sie wollen verschiedene Antennen für den Funkbetrieb auf Kurzwelle für das 80 m-Band testen. Welche drei Antennen sind besonders geeignet?

Lösungsansatz:

Eine W3DZZ Antenne ist eine für 80m geeignete Antenne die mit Sperrkreisen arbeitet. Oft wird die W3DZZ auf 40m und 80m betrieben. Wir können wieder einige Antennen aus den Antworten für das 80m Band ausschließen. (B) Sowohl die Kreuz-Yagi-Uda Antenne wie auch die Groundplane wären für 80 m einfach zu groß. (C) Eine Sperrkopf antenne ist eher für 70cm und (D) der Parabolspiegel müsste für 80 m gigantisch sein.

- (A) Dipol, Delta-Loop, W3DZZ-Antenne
- (B) Kreuz-Yagi-Uda, Groundplane-Antenne, Dipol
- (C) Dipol, Sperrtopf antenne, W3DZZ-Antenne
- (D) Dipol, Delta-Loop, Parabolspiegel

EG108 Warum ist eine $5/8\lambda$ -Antenne besser als eine $\lambda/4$ -Antenne für VHF-UHF-Mobilbetrieb geeignet?
Sie ...

Lösungsansatz:

Eine $5/8 - \lambda$ Antenne ist gegenüber einer $\lambda/4$ Antenne zunächst länger. Im 70 cm Band ist dies aber oft noch unkritisch. Bauartbedingt hat sie mehr Gewinn. Für die Prüfung kannst Du es Dir einfach so merken Längere Antenne ergibt mehr Gewinn. (gilt natürlich nicht im Allgemeinen, aber hoffentlich für diese Frage.)

- (A) hat mehr Gewinn.
- (B) verträgt mehr Leistung.
- (C) ist leichter zu montieren.
- (D) ist weniger störanfällig.

EG213 Welche Antenne gehört nicht zu den symmetrischen Antennen?

Lösungsansatz:

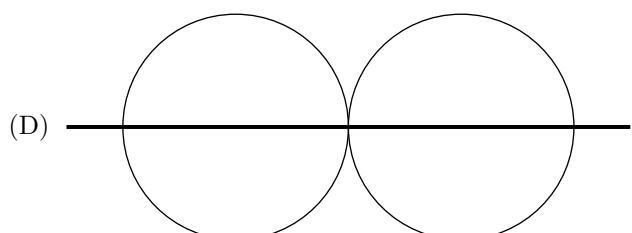
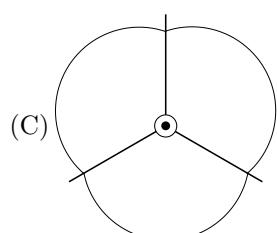
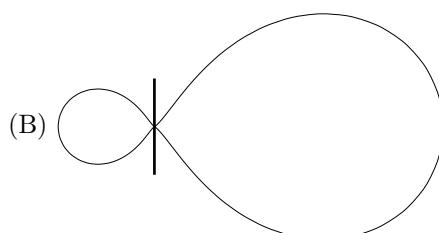
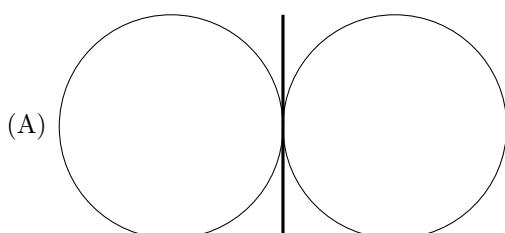
Eine symmetrische Antenne ist, wie der Name vermuten lässt symmetrische aufgebaut. Was wichtigste Beispiel ist der Dipol, der wegen der gleich aufgebauter Dipolhälften symmetrische ist. Dies ist für (B),(C) und (D) der Fall. Hier wird aber gefragt, welche Antenne nicht symmetrisch ist. Die Groundplane hat keine zweite Dipolhälfte und dafür Radials. Sie ist nicht symmetrisch.

- (A) Groundplane
- (B) Faltdipol
- (C) Lang-Yagi-Uda
- (D) mittengespeister $\lambda/2$ -Dipol

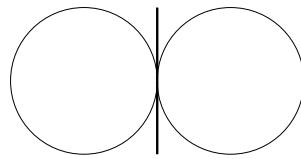
EG214 Welches der Bilder zeigt das Strahlungsdiagramm eines Halbwellendipols?

Lösungsansatz:

Wir erkennen Strahlungsdiagramm (B) als Beam (z.B. Yagi-Uda) (ähnlich Dipol aber mit Gewinn in eine Richtung) und (C) als Groundplane (wir sehen 3 Radials). Für einen Dipol gilt, dass die Hauptstrahlrichtung wie in (A) senkrecht zur Aufspannrichtung der Dipolhälften ist.



EG215 Für welche Antenne ist dieses Strahlungsdiagramm typisch?

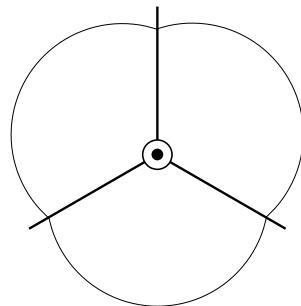


Lösungsansatz:

Analog zur Frage EG214.

- (A) Halbwellendipol
- (B) Yagi-Uda-Antenne
- (C) Groundplane
- (D) Kugelstrahler

EG216 Für welche Antenne ist dieses Strahlungsdiagramm typisch?

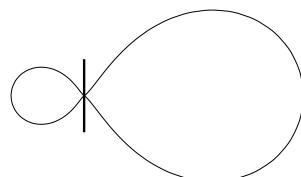


Lösungsansatz:

Analog zur Frage EG214.

- (A) Groundplane
- (B) Kugelstrahler
- (C) Dipol
- (D) Yagi-Uda

EG217 Dieses Strahlungsdiagramm ist typisch für ...



Lösungsansatz:

Analog zur Frage EG214.

- (A) eine Richtantenne.

- (B) einen Halbwellendipol.
- (C) einen Viertelwellenstrahler.
- (D) eine Marconi-Antenne.

EG219 Eine $\lambda/2$ -Vertikalantenne erzeugt ...

Lösungsansatz:

Bereits eine $\lambda/4$ Vertikalantenne hat eine flache Abstrahlung.

- (A) einen flachen Abstrahlwinkel.
- (B) zirkulare Polarisation.
- (C) einen hohen Abstrahlwinkel.
- (D) elliptische Polarisation.

14.3 Antennenlänge und -resonanz

In diesem Kapitel geht es um die Resonanz von Antenne. Hier geht es aber nur um 3 relativ einfache Fragen.

Lösungen

EG102 Eine Drahtantenne für den Amateurfunk im KW-Bereich ...

Lösungsansatz:

Diese Frage ist etwas verwirrend für jeden der zunächst an $\lambda/2$, $\lambda/4$ die in den falschen Antworten genannt werden. Tatsächlich kann man sehr viele verschiedene Längen von Drahtantennen anpassen damit sie auf einem Amateurfunk Kurzwellenband resonant ist. Dies ist die "richtige" Antwort.

Realitätscheck: Das ist dies natürlich nicht general korrekt: die Länge ist nicht beliebig. Ist die Antenne viel zu kurz, so wird selbst im perfekt angepassten Aufbau diese Antenne einen so schlechten Wirkungsgrad haben, dass sie quasi unbrauchbar ist.

- (A) kann grundsätzlich eine beliebige Länge haben.
- (B) muss unbedingt $\lambda/2$ lang sein.
- (C) muss genau $\lambda/4$ lang sein.
- (D) muss eine Länge von $3/4\lambda$ haben.

EG109 Berechnen Sie die elektrische Länge eines $5/8 \lambda$ langen Vertikalstrahlers für das 10 m-Band (28,5 MHz).

Lösungsansatz:

Rechnung:

$$\lambda = \frac{300}{28,5 \text{ MHz}} \approx 10,53$$

$$\frac{5}{8} \cdot \lambda = \frac{5}{8} \cdot 10,53 \approx 6,58$$

-
- (A) 6,58 m
 - (B) 3,29 m
 - (C) 2,08 m
 - (D) 5,26 m

EG110 Die Länge des Drahtes zur Herstellung eines Faltdipols entspricht ...

Lösungsansatz:

Ein **Faltdipol** ist quasi eine plattgedrückte Ganzwellenschleifen. Die Drahtlänge ist eine Wellenlänge.

- (A) einer Wellenlänge.
- (B) einer Halbwellenlänge.
- (C) zwei Wellenlängen.
- (D) vier Wellenlängen.

14.4 Verkürzungsfaktor I

Die Lichtgeschwindigkeit beträgt im Vakuum $c = 299\,792\,458 \text{ m/s}$. Wir haben die bereits für die Klasse N verwendet um die Wellenlänge zu berechnen:

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

Die Lichtgeschwindigkeit ist allerdings in Leitungen (z.B. Antennendrähten) etwas langsamer. Nach einer Faustregel ist die Geschwindigkeit etwa 95%. Der Verkürzungsfaktor k_v gibt dies an. Also nach Faustregel: $k_v \approx 0.95$.

Für die Wellenlänge gilt:

$$\lambda_{\text{Leitung}} = k_v \cdot \frac{c}{f}$$

In der Realität gibt es unterschiedliche Verkürzungsfaktoren abhängig von der Art der Leitung. Oft gibt es ein Datenblatt in dem man genauere Angaben finden kann.

Wenn Du die Länge eines Antennendrahtes berechnest solltest Du trotz Berücksichtigung des Verkürzungsfaktor in der Regel immer ein 10-15% längeres Stück abschneiden, dass kannst Du dann immer noch trimmen:

“Abschneiden ist einfacher als dranschneiden.”

14.5 Fußpunktimpedanz I

Wir haben den Begriff **Impedanz** bereits als Wechselstromwiderstand kennengelernt. Bei der **Fußpunktimpedanz** geht es um die Impedanz am Einspeisepunkt der Antenne.

Unsere Transceiver erwarten in der Regel eine Impedanz von 50Ω . Unterschiedliche Antennen und Aufbauvarianten (z.B. Höhe) haben unterschiedliche Fußpunktimpedanz. Diese musst Du einfach lernen.

Lösungen

EG207 Die Fußpunktimpedanz eines mittengespeisten Halbwellendipols in einer Höhe von mindestens einer Wellenlänge über dem Boden beträgt ungefähr ...

Lösungsansatz:

Der Halbwellendipol ist die bekannteste Antenne. Du musst Dir merken, dass die Impedanz (wenn noch montiert) nicht 50Ω beträgt sondern etwas höher ist. Die beträgt etwa 75Ω . Die falschen Antworten kannst Du ggf. auch ausschließen.

- (A) 75 Ohm.
- (B) 50 Ohm.
- (C) 30 Ohm.
- (D) 600 Ohm.

EG208 Der Fußpunktwiderstand in der Mitte eines Halbwellendipols beträgt je nach Aufbauhöhe ungefähr ...

Lösungsansatz:

In Frage EG207 haben wir den Dipol mit 75Ω angegeben. In der Praxis liefert es oft niedriger und stellt für unseren Transceiver kein Problem dar.

- (A) 40 bis 90 Ohm.
- (B) 100 bis 120 Ohm.
- (C) 120 bis 240 Ohm.
- (D) 240 bis 600 Ohm.

EG209 Welchen Eingangswiderstand hat ein gestreckter mittengespeister Halbwellendipol?

Lösungsansatz:

Analog zu Frage EG208.

- (A) ca. 40 bis 90 Ohm
- (B) ca. 30 Ohm
- (C) ca. 120 Ohm
- (D) ca. 240 bis 300 Ohm

EG210 Welchen Eingangs- bzw. Fußpunktwiderstand hat ein Faltdipol?

Lösungsansatz:

Das kannst Du Dir die richtigen Werte merken: nimm den größten Wert. Generell gilt für den Faltdipol, dass die Spannung verdoppelt wird und der benötigte Strom sich halbiert. Dies entspricht einer Vervierfachung.

- (A) ca. 240 bis 300 Ohm
- (B) ca. 30 bis 60 Ohm
- (C) ca. 60 Ohm
- (D) ca. 120 Ohm

EG211 Welchen Eingangswiderstand hat eine Groundplane-Antenne?

Lösungsansatz:

Die Groundplane Antenne ist ja eine Art von Dipol (also nur eine Dipolhälfte + Radials). Da oft auch sehr bodennah, kannst Du Dir merken, dass wir einen niedrigen Fußpunktwiederstand haben. Die wählen also Antwort (A) die auch unsere markanten 50Ω enthält.

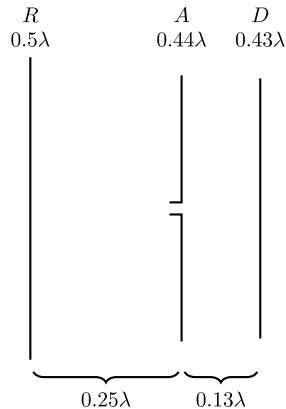
- (A) ca. 30 bis 50 Ohm
- (B) ca. 60 bis 120 Ohm
- (C) ca. 600 Ohm
- (D) ca. 240 Ohm

14.6 Yagi-Uda Antenne II

Die Yagi-Uda Antenne wurde ab 1924 von den Japanern Hidetsugu Yagi und Shintaro Uda entwickelt.

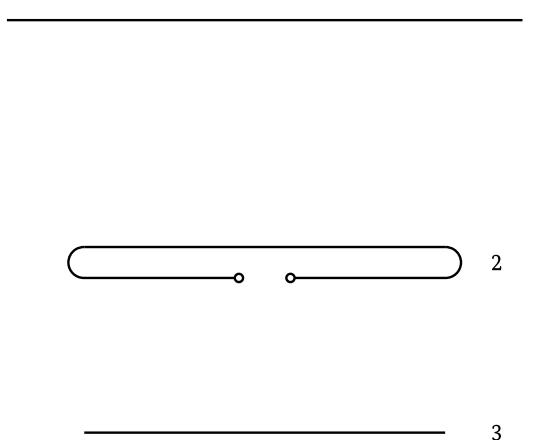
Der generelle Aufbau ist vielen zugmindestens durch TV- und Rundfunk Antennen bekannt, grob gesprochen besteht sie aus unterschiedlichen Elementen die in Hauptstahlrichtung immer kleiner werden. Eines der Elemente ist der **Strahler**. Oft ist er als Dipol oder als Faltdipol ausgeführt. Er hat den Einspeisepunkt der ganzen Antenne. Die Elemente länger als der Strahler werden **Reflektor** genannt. Die Elemente kürzer als der Strahler werden **Direktor** genannt.

Im folgenden Bild ist der schematische Aufbau einer 3-Element-Yagi Antenne mit Reflektor R , einem Strahler A und Direktor D zu sehen:



Lösungen

EG111 Das folgende Bild enthält eine einfache Richtantenne. Die Bezeichnungen der Elemente in numerischer Reihenfolge lauten ...



- (A) 1 Reflektor, 2 Strahler und 3 Direktor.
- (B) 1 Strahler, 2 Direktor und 3 Reflektor.
- (C) 1 Direktor, 2 Strahler und 3 Reflektor.
- (D) 1 Direktor, 2 Reflektor und 3 Strahler.

EG212 An welchem Element einer Yagi-Uda-Antenne erfolgt die Energieeinspeisung? Sie erfolgt am ...

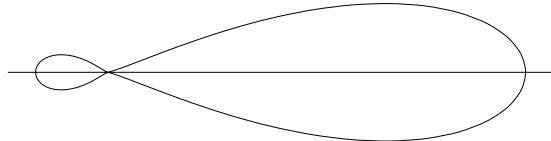
Lösungsansatz:

Wie im Eingang des Kapitels beschrieben.

- (A) Strahler
- (B) Direktor

- (C) Reflektor
- (D) Strahler und am Reflektor gleichzeitig

EG218 Für welche Antenne ist dieses Strahlungsdiagramm typisch?



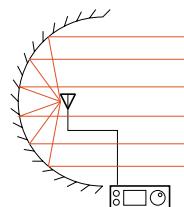
Lösungsansatz:

Das Strahlungsdiagramm zeigt eine klare Richtcharakteristik. D.h. viel mehr Leistung geht nach rechts als nach links. Dies ist typisch für einen Beam. Nur Antwort (A) enthält mit der Yagi-Uda Antenne einen Beam der in Frage kommt.

- (A) Yagi-Uda
- (B) Groundplane
- (C) Dipol
- (D) Kugelstrahler

14.7 Parabolspiegel I

Wenn Du bei einem Parabolspiegel an eine Satellitenschüssel denkst, dann ist das genau richtig. Diese Art der Antenne kann einen sehr großen Antennengewinn haben, da alle Radiowellen am sogenannten **Spiegelkörper** zu einem zentralen Punkt gebündelt werden.



Da der Spiegelkörper mindestens fünf Wellenlängen entsprechen sollte, ist dies nur etwas für kleine Wellenlängen. In diesem Frequenzbereich von 1 GHz bis 300 GHz sind wir im so genannten Mikrowellenbereich.

Lösungen

EG113 Eine scharf bündelnde Antenne für den Mikrowellenbereich besteht häufig aus einem ...

Lösungsansatz:

Wie suchen eine Antenne für den Mikrowellenbereich die "scharf bündelt". Hier solltest Du die Parabolantenne kennen. Die Frage Antwort (B) ist auch etwas gemein formuliert: den isotropen Strahler gibt es in der Praxis ja nicht. Also geht es um die Erregerantenne (Feed).

- (A) paraboloid geformten Spiegelkörper und einer Erregerantenne (Feed).
- (B) paraboloid geformten Spiegelkörper und einem isotropen Strahler.
- (C) zylindrisch konkav geformten Spiegelkörper und einer Erregerantenne (Feed).
- (D) hyperbolisch konkav geformten Spiegelkörper und einem isotropen Strahler.

EG114 Welcher Durchmesser sollte für eine Parabolspiegelantenne im Hinblick auf möglichst hohen Gewinn gewählt werden?

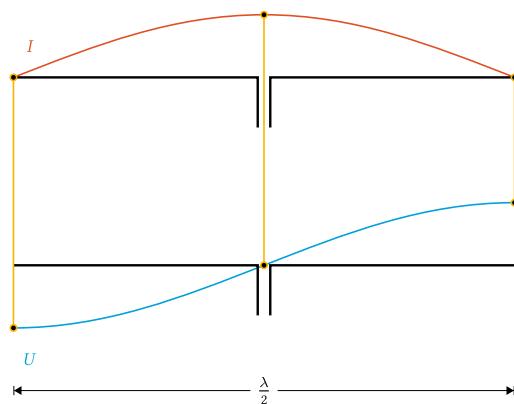
Lösungsansatz:

Merke dir einfach, dass die Parabolantenne sehr groß ist.

- (A) Mindestens fünf Wellenlängen (λ) der verwendeten Frequenz.
- (B) Genau zwei Wellenlängen (λ) der verwendeten Frequenz.
- (C) Höchstens drei Wellenlängen (λ) der verwendeten Frequenz.
- (D) Eine Wellenlänge (λ) der verwendeten Frequenz.

14.8 Strom- und Spannungsspeisung I

Wir wollen uns in diesem Kapitel damit beschäftigen, wie sich Strom und Spannung auf einer Antenne verteilen. Wenn wir dies für den Dipol aufmalen sieht es in etwa so aus:



Du kannst Dir diese Verteilung ganz einfach merken, in dem Du betrachtest, was für eine Situation wir an den Enden des Dipols haben. Da der Leiter hier physikalisch zu Ende ist, kann hier kein Strom mehr fließen, der Widerstand ist also unendlich groß. Nach dem Ohmschen Gesetz haben wir dann auch unendlichen Spannung. Dies gilt zunächst mathematisch, in der Realität liegt die Impedanz natürlich nicht bei Unendlich, ist aber schon ca. 6000Ω . Wir sprechen von einem **Stromknoten** und einem **Spannungsbauch**.

Die Situation am Einspeisepunkt des Dipols ist genau umgekehrt. Hier fließt bei niedriger Impedanz der meiste Strom und deshalb ist die Spannung niedrig. Wie sprechen von einem **Strombauch** und einem **Spannungsknoten**.

Eine Antenne die an einem Strombauch gespeist wird heisst auch **stromgespeist**. Umgekehrt eine Antenne mit Speisung an einem Spannungsbauch wird auch **spannungsgespeist** genannt.

Lösungen

EG204 Ein Dipol wird stromgespeist, wenn an seinem Einspeisepunkt ...

Lösungsansatz:

Wir haben in der Einleitung zu diesem Kapitel gelernt, dass der Dipol an seinem Einspeisepunkt (in der Mitte) einen Strombauch und Spannungsknoten hat.

- (A) ein Spannungsknoten und ein Strombauch vorhanden sind. Er ist dann niederohmig.
- (B) ein Spannungsbauch und ein Stromknoten vorhanden sind. Er ist dann hochohmig.
- (C) ein Spannungs- und ein Strombauch vorhanden sind. Er ist dann niederohmig.
- (D) ein Spannungs- und ein Stromknoten vorhanden sind. Er ist dann hochohmig.

EG205 Ein Dipol wird spannungsgespeist, wenn an seinem Einspeisepunkt ...

Lösungsansatz:

Siehe Frage EG204.

- (A) ein Spannungsbauch und ein Stromknoten liegt. Er ist dann hochohmig.
- (B) ein Spannungsknoten und ein Strombauch liegt. Er ist dann niederohmig.
- (C) ein Spannungs- und ein Strombauch liegt. Er ist dann niederohmig.
- (D) ein Spannungs- und ein Stromknoten liegt. Er ist dann hochohmig.

EG206 Ein Halbwelldipol wird auf der Grundfrequenz in der Mitte ...

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

14.9 Bauch und Knoten von Strom und Spannung

Lösungen

EG203 Welche Aussage zur Strom- und Spannungsverteilung auf einem Dipol ist richtig?

Lösungsansatz:

Siehe Frage EG204.

- (A) An den Enden eines Dipols entsteht immer ein Stromknoten und ein Spannungsbauch.
- (B) An den Enden eines Dipols entsteht immer ein Spannungsknoten und ein Strombauch.
- (C) Am Einspeisepunkt eines Dipols entsteht immer ein Spannungsknoten und ein Strombauch.
- (D) Am Einspeisepunkt eines Dipols entsteht immer ein Spannungsbauch und ein Stromknoten.

14.10 Antennengewinn in dBi und dBd

Wir erinnern uns, dass die Angabe dBi ein Antennengewinn in Bezug auf den Isotopenstrahler ist und dBd den Gewinn in Bezug auf den Dipol. Der Unterschied sind die 2,15 dBi des Dipoles.

Lösungen

EG220 Der Gewinn von Antennen wird häufig in dBi angegeben. Auf welche Vergleichsantenne bezieht man sich dabei? Man bezieht sich dabei auf den ...

Lösungsansatz:

Der Buchstabe i in dBi verrät es: Isotopenstrahler.

- (A) Isotropstrahler.
- (B) Halbwellenstrahler.
- (C) Horizontalstrahler.
- (D) Vertikalstrahler.

EG221 Ein Antennenhersteller gibt den Gewinn einer Antenne mit 5 dBd an. Wie groß ist der Gewinn der Antenne in dBi?

Lösungsansatz:

Wir müssen den Gewinn von 2,15 dB des Dipols addieren. Tipp: den Gewinn des Dipols findest Du in der Formelsammlung. Rechnung:

$$5 \text{ dBd} + 2,15 \text{ dB} = 7,15 \text{ dBi}$$

- (A) 7,15 dBi
- (B) 5 dBi
- (C) 2,5 dBi
- (D) 2,85 dBi

14.11 Standortwahl

Lösungen

EG112 Welcher Standort ist für eine HF-Richtantenne am besten geeignet, um mögliche Beeinflussungen bei den Geräten des Nachbarn zu vermeiden?

Lösungsansatz:

Eine Richtantenne kann mit ihrem hohen Gewinn schnell zu Störungen verursachen. Um dies zu vermeiden sollte die Antenne so hoch und weit weg wie möglich montiert werden.

- (A) So hoch und weit weg wie möglich
- (B) An der Seitenwand zum Nachbarn
- (C) Auf dem Dach, wobei die Dachfläche des Nachbarn mit abgedeckt werden sollte
- (D) So niedrig und nah am Haus wie möglich

EG223 Eine im Außenbereich installierte Sendeantenne hat den Vorteil, dass ...

Lösungsansatz:

Im Haus verlaufen viel teils ungeschirmte Leistungen. Um zu vermeiden, dass die Sendeantenne HF in diese Leitungen koppelt ist es ratsam Sendeantennen außerhalb des Hauses zu montieren.

- (A) die Kopplung mit den elektrischen Leitungen im Haus reduziert wird.
- (B) sie in geringerem Ausmaß Ausstrahlungen unterworfen ist.
- (C) sie eine geringere Anzahl von Harmonischen abstrahlt.
- (D) das Sendesignal einen niedrigeren Pegel aufweist.

EJ110 Ein Funkamateur wohnt in einem Reihenhaus. An welcher Stelle sollte eine Drahtantenne für den Sendebetrieb auf dem 80 m-Band angebracht werden, um störende Beeinflussungen möglichst zu vermeiden?

Lösungsansatz:

Erinnere Dich an die Richtcharakteristik des Dipols. Wenn der Draht rechtwinklig gespannt ist geht die meiste Strahlung nicht in Richtung der Häuserzeile.

- (A) Drahtführung rechtwinklig zur Häuserzeile
- (B) Am gemeinsamen Schornstein neben der Fernsehantenne
- (C) Entlang der Häuserzeile auf der Höhe der Dachrinne
- (D) Möglichst innerhalb des Dachbereichs

14.12 Übertragungsleitungen

In diesem Kapitel soll es um die Übertragungsleitungen gehen, also um die Leistungen die wir verwenden um den Transceiver mit der Antenne zu verwenden. In der Regel verwenden wir Koaxkabel, aber es gibt auch alternativen wie eine parallele Zweidrahtleitung.



Unsere Übertragungsleitungen, z.B. Koaxkabel haben auf der Kurzwelle einen annähern Konstanten Wert, der von der Leitungscharakteristik und z.B. dem Aufbau der Abschirmung abhängt.

Lösungen

EG301 Der Wellenwiderstand einer Leitung ...

Lösungsansatz:

Wie in im Kapitel beschrieben ist die Impedanz unseres Übertragungsleitung konstant.

- (A) ist im HF-Bereich in etwa konstant und unabhängig vom Leitungsabschluss.
- (B) ist völlig frequenzunabhängig.
- (C) hängt von der Beschaltung am Leitungsende ab.
- (D) hängt von der Leitungslänge und der Beschaltung am Leitungsende ab.

EG302 Welche Leitungen sollten für die HF-Verbindungen zwischen Einrichtungen in der Amateurfunkstelle verwendet werden, um unerwünschte Abstrahlungen zu vermeiden?

Lösungsansatz:

Mit gutem Koaxkabel können wir die Kabdämpfung gering halten und vermeiden, dass Störungen einstrahlen.

- (A) Hochwertige Koaxialkabel
- (B) Symmetrische Feederleitungen
- (C) Unabgestimmte Speiseleitungen
- (D) Hochwertige abgeschirmte Netzanschlusskabel

EG303 Welcher der folgenden Koaxialstecker besitzt einen definierten Wellenwiderstand von 50 Ohm bis in den GHz-Bereich und hat die höchste Spannungsfestigkeit für die Übertragung hoher Leistungen?

Lösungsansatz:

Merken! Der N-Stecker gerne auch im UKW Bereich verwendet.

- (A) N-Stecker
- (B) SMA-Stecker
- (C) UHF-Stecker
- (D) BNC-Stecker

EG304 Wann ist eine Speiseleitung unsymmetrisch?

Lösungsansatz:

In diesem Kapitel haben wir bereits Koaxkabel und die parallele Zweidrahtleitung erwähnt. Bei einem Koaxkabel denen die beiden Leiter völlig anders aus, dies ist eine unsymmetrische Speiseleitung. Dahingehend sind bei einer symmetrischen Zweidrahtleitung (wie der Name schon sagt) beide Leitungen gleich geformt.

- (A) Wenn die beiden Leiter unterschiedlich geformt sind, z. B. Koaxalkabel.
- (B) Wenn die hin- und zurücklaufende Leistung verschieden sind.
- (C) Wenn sie außerhalb ihrer Resonanzfrequenz betrieben wird.
- (D) Wenn die Länge nicht einem Vielfachen von $\lambda/2$ entspricht.

EG305 Welche Vorteile hat eine Paralleldraht-Speiseleitung gegenüber der Speisung über ein Koaxialkabel?

Lösungsansatz:

Eine Paralleldrahtleitung hat eine sehr geringe Dämpfung und ist deshalb relativ populär.

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

EG306 Um Ordnung in der Amateurfunkstelle herzustellen, verlegen Sie alle Netzanschlusskabel und HF-Speiseleitungen in einem Kabelkanal. Welchen Nachteil kann diese Maßnahme haben?

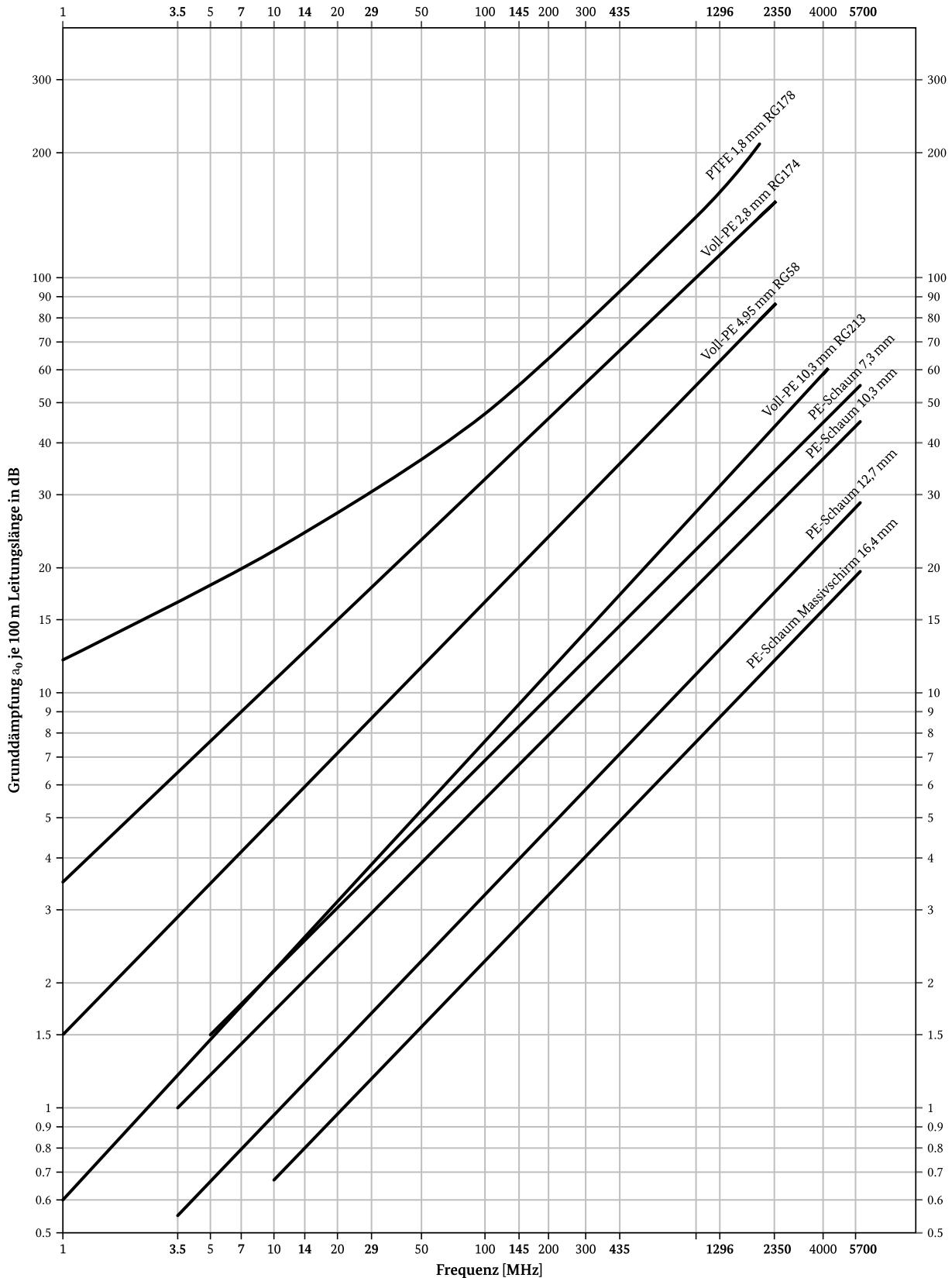
Lösungsansatz:

Wenn HF- und Netzkabel parallel liegen, kann HF in die Netzkabel einströmen.

- (A) Die nebeneinander liegenden HF- und Netzkabel können Einkopplungen in das Versorgungsnetz hervorrufen.
- (B) Die nebeneinander liegenden HF- und Netzkabel können zu unerwünschter 50 Hz-Modulation auf dem Koaxalkabel führen.
- (C) Zwischen den nebeneinander liegenden HF- und Netzkabeln kann es zu Spannungsüberschlägen kommen.
- (D) Die nebeneinander liegenden HF- und Netzkabel können sich bei guter Isolierung nicht gegenseitig beeinflussen.

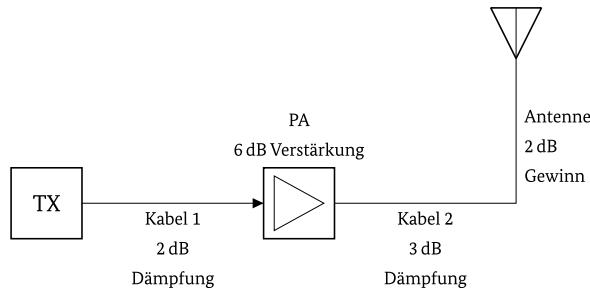
14.13 Kabeldämpfung I

Die Kabeldämpfung unterschiedlicher Arten von Koaxkabel unterscheidet sich. In der Regel wird die Dämpfung pro 100 m Kabel in Datenblättern angegeben. Für die Prüfung bekommst das folgende Diagramm als Anhang zur Formelsammlung, in der Du alle Werte ablesen kannst. Du musst also für die Kabeldämpfung nichts auswendig lernen.



Lösungen

EG307 Die Skizze zeigt den Aufbau einer Amateurfunkstelle. Die Summe aller Kabelverluste in Dezibel betragen ...



Lösungsansatz:

Einfache Rechnung für die beiden Kabelstücke gilt:

$$2 \text{ dB} + 3 \text{ dB} = 5 \text{ dB}$$

- (A) 5 dB
- (B) -5 dB
- (C) 3 dB
- (D) -3 dB

EG308 Eine HF-Ausgangsleistung von 100 W wird in eine angepasste Übertragungsleitung eingespeist. Am antennenseitigen Ende der Leitung beträgt die Leistung 50 W bei einem SWR von 1. Wie hoch ist die Leitungsdämpfung?

Lösungsansatz:

Einfache dB Überlegung: die Leistung halbiert sich auf der Übertragungsleitung (bei optimalen SWR von 1). Ein Faktor 2 entspricht aber genau 3 dB (Leistungsverhältnis). Dies hast Du Dir gemerkt, oder du findest sie in der Formelsammlung im Abschnitt Pegel. Da es um Dämpfung geht ist der positive Wert 3 dB richtig und -3 dB falsch.

- (A) 3 dB
- (B) -6 dB
- (C) -3 dB
- (D) 6 dBm

EG309 Am Ende einer Antennenleitung ist nur noch ein Viertel der Leistung vorhanden. Wie groß ist das Dämpfungsmaß des Kabels?

Lösungsansatz:

Aus Frage EG308 wissen wir, dass 3 dB der Hälfte entspricht. Ein viertel ist die Hälfte der Hälfte. In dB müssen wir die Werte addieren:

$$3 \text{ dB} + 3 \text{ dB} = 6 \text{ dB}$$

Alternativ kannst Du auch den Faktor 4 in der DB Tabelle der Formelsammlung finden und direkt auf 6 dB kommen.

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

EG310 Am Ende einer Antennenleitung ist nur noch ein Zehntel der Leistung vorhanden. Wie groß ist das Dämpfungsmaß des Kabels?

Lösungsansatz:

Analog zu Frage EG309. Ein Faktor 10 entspricht 10 dB.

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

EG311 Ein 100 m langes Koaxialkabel hat eine Dämpfung von 20 dB bei 145 MHz. Wie hoch ist die Dämpfung bei einer Länge von 20 m?

Lösungsansatz:

Dreisatz:

$$\frac{20 \text{ m}}{100 \text{ m}} \cdot 20 \text{ dB} = 4 \text{ dB}$$

- (A) 4 dB
- (B) 7,25 dB
- (C) 5 dB
- (D) 1,45 dB

EG312 Welche Dämpfung ergibt sich auf der Grundlage des Kabeldämpfungsdiagramms für ein 100 m langes Koaxialkabel mit Voll-PE-Dielektrikum, 4,95 mm Durchmesser (Typ RG58), bei 145 MHz?

Lösungsansatz:

Du musst im Diagramm ablesen. Pass auf, dass Du die Kurve für das richtige Kabel verwendest. Einige Angaben klingen zu ähnlich. Prüfe, dass Du die Kurve mit Koax mit 4,95 mm Durchmesser verwendest. Du kannst 20 dB direkt ablesen.

- (A) 20 dB
- (B) 39 dB
- (C) 1 dB
- (D) 0 dB

EG313 Welche Dämpfung ergibt sich auf der Grundlage des Kabeldämpfungsdiagramms für ein 15 m langes Koaxialkabel mit Voll-PE-Dielektrikum, 4,95 mm Durchmesser (Typ RG58), bei 145 MHz?

Lösungsansatz:

Zunächst wie in Frage EG312 ablesen. Die 20 dB gelten aber für 100 m. Du brauchst also den Dreisatz wie in Frage EG311.

$$\frac{15 \text{ m}}{100 \text{ m}} \cdot 20 \text{ dB} = 3 \text{ dB}$$

- (A) 3 dB
- (B) 4 dB
- (C) 2 dB
- (D) 1 dB

EG314 Welche Dämpfung ergibt sich auf der Grundlage des Kabeldämpfungsdiagramms für ein 50 m langes Koaxialkabel mit Voll-PE-Dielektrikum, 2,8 mm Durchmesser (Typ RG174), bei 145 MHz?

Lösungsansatz:

Wie in den vorherigen Fragen lesen wir zunächst im Kabeldämpfungsdiagramm ab und finden 40 dB für 100 m. Ein Kabel, dass nur halb so lang ist hat also 20 dB Dämpfung.

- (A) 20 dB
- (B) 40 dB
- (C) 68 dB
- (D) 12 dB

EG315 Welche Dämpfung ergibt sich auf der Grundlage des Kabeldämpfungsdiagramms für ein 40 m langes Koaxialkabel, PE-Schaum-Dielektrikum mit 12,7 mm Durchmesser, bei 435 MHz?

Lösungsansatz:

Wie in den vorherigen Fragen lesen wir zunächst im Kabeldämpfungsdiagramm ab und finden 7 dB für 100 m.

$$\frac{40 \text{ m}}{100 \text{ m}} \cdot 7 \text{ dB} = 2,8 \text{ dB}$$

- (A) 2,8 dB
- (B) 3,8 dB
- (C) 1,8 dB
- (D) 0,8 dB

EG316 Welche Dämpfung ergibt sich auf der Grundlage des Kabeldämpfungsdiagramms für ein 40 m langes Koaxialkabel mit PE-Schaum-Dielektrikum und 10,3 mm Durchmesser im 23 cm-Band (1296 MHz)?

Lösungsansatz:

Wie in den vorherigen Fragen lesen wir zunächst im Kabeldämpfungsdiagramm ab und finden 20,5 dB für 100 m.

$$\frac{40 \text{ m}}{100 \text{ m}} \cdot 20,5 \text{ dB} = 8,2 \text{ dB}$$

Selbst wenn Du z.B. nicht exakt 20,5 dB abgelesen hast, bist Du noch nahe genug am Ergebnis um Antwort (A) zu wählen.

- (A) 8,2 dB
- (B) 12,6 dB
- (C) 10,4 dB
- (D) 6,2 dB

14.14 Stehwellenverhältnis (SWR) II

Wir merken uns die Angabe, dass ein SWR von 3 bedeutet, dass in etwa 25% der Leistung reflektiert wird.

Lösungen

EG401 Am Eingang einer Antennenleitung misst man ein SWR von 3. Wie groß ist dort in etwa die rücklaufende Leistung, wenn die vorlaufende Leistung 100 W beträgt?

Lösungsansatz:

100 W bei SWR 3 bedeutet nach Regel (25%) also 25 W rücklaufende Leistung.

- (A) 25 W
- (B) 12,5 W
- (C) 50 W
- (D) 75 W

EG402 Sie messen ein Stehwellenverhältnis (SWR) von 3. Wieviel Prozent der vorlaufenden Leistung werden reflektiert?

Lösungsansatz:

Die Regel die wir uns gemerkt haben.

- (A) 25 %
- (B) 33 %
- (C) 50 %
- (D) 75 %

EG403 Sie messen ein Stehwellenverhältnis (SWR) von 3. Wieviel Prozent der vorlaufenden Leistung werden abgegeben?

Lösungsansatz:

Analog zu EG402. Nur wird hier nach der vorlaufenden Leistung gefragt. Die müssen dann 75% sein.

- (A) 75 %
- (B) 50 %
- (C) 25 %
- (D) 29 %

14.15 Stehwellenmessgerät (SWR-Meter) I

Lösungen

EI401 Ein Stehwellenmessgerät wird eingesetzt bei Sendern zur Messung ...

Lösungsansatz:

Wir messen das SWR und damit wie gut unsere Antenne angepasst ist.

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

EI402 Mit welchem Instrument kann die Anpassung zwischen einem UHF-Sender und der Speiseleitung zur Antenne angezeigt werden?

Lösungsansatz:

Klar, SWR-Meter.

- (A) SWR-Meter
- (B) Universalmessgerät mit Widerstandsanzeige
- (C) Interferometer
- (D) Anpassungsübertrager

EI403 Wie misst man das Stehwellenverhältnis im Sendebetrieb? Man misst es ...

Lösungsansatz:

Eine SWR-Messbrücke ist nur eine andere Bezeichnung für SWR-Meter.

- (A) mit einer SWR-Messbrücke.
- (B) mit einem Absorptionswellenmesser.
- (C) durch Strommessung am Anfang und am Ende der Speiseleitung.
- (D) durch Spannungsmessung am Anfang und am Ende der Speiseleitung.

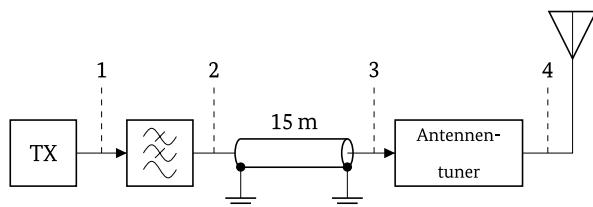
EI404 An welcher Stelle muss ein SWR-Meter eingeschleift werden, um möglichst genaue Aussagen über die Antenne machen zu können? Das SWR-Meter muss eingeschleift werden zwischen ...

Lösungsansatz:

Wir messen idealer Weise am Speisepunkt der Antenne (also zwischen Antennenkabel und Antenne).

- (A) Antennenkabel und Antenne.
- (B) Senderausgang und Antennenkabel.
- (C) Zwischen Anpassgerät und Antennenkabel.
- (D) Senderausgang und Antennenanpassgerät.

EI405 An welchem Punkt sollte das Stehwellenmessgerät eingeschleift werden, um zu prüfen, ob die Antennenanlage gut an den Sender angepasst ist?



Lösungsansatz:

Hier soll die gesamte Antennenanlage gemessen werden, also müssen wir den LPF berücksichtigen der hier verwendet wird und an Punkt 1 messen.

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

14.16 Vektorieller Netzwerkanalysator (VNA) I

Ein Vektorieller Netzwerkanalysator misst die sogenannten S-Parameter (Streuparameter), welche die Übertragungs- und Reflexionseigenschaften (Amplitude und Phase) eines Prüflings (z.B. Filter, Kabel, Antenne) als Funktion der Frequenz beschreiben.

Lösungen

EI201 Wozu wird ein "vektorieller Netzwerkanalysator"(VNA) beispielsweise verwendet?

Lösungsansatz:

Wir können mit einem VNA z.B. Schwingkreise vermessen.

- (A) Zur genaueren Bestimmung von Resonanzfrequenzen und Impedanzen von Schwingkreisen und Antennen.
- (B) Zum Aufzeichnen des zeitlichen Verlaufs schneller Wechselströme.
- (C) Zur Überprüfung der Frequenzreinheit eines Senders.
- (D) Zur Bestimmung des Erdungswiderstandes einer Amateurfunkstation.

EI202 Wie ermittelt man die Resonanzfrequenz eines Schwingkreises? Man ermittelt sie ...

Lösungsansatz:

Auch ohne VNA können wir über Induktivität und Kapazität die Resonanzfrequenz rechnerisch bestimmen. Mit einem VNA geht dies in der Regel direkt.

- (A) durch Messung von L und C und Berechnung oder z. B. mit einem vektoriellen Netzwerkana-lysator (VNA).
- (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.

EI203 Mit welchem Messgerät können Impedanzen, Blindwiderstände und Stehwellenverhältnisse direkt gemessen werden?

Lösungsansatz:

Dies sollte klar sein. Die falschen Antworten machen auch keinen Sinn. Selbst ein analoges Multimeter wird nicht ausreichen.

- (A) vektorieller Netzwerkanalysator

- (B) analoges Multimeter
- (C) digitales Speicheroszilloskop
- (D) True RMS-Voltmeter

EI204 Wozu ist ein vektorieller Netzwerkanalysator (VNA) beispielsweise geeignet?

Lösungsansatz:

Die Impedanz ist der frequenzabhängige Wechselstromwiderstand. Ein VNA ist gut für die Messung geeignet.

- (A) Messen von Impedanzen.
- (B) Datenübertragungsraten in Netzwerken erfassen.
- (C) Direkte Messung der Sendeleistung.
- (D) Messen von Oberschwingungen.

EI205 Welche Maßnahme ist vor Gebrauch eines vektoriellen Netzwerkanalysators (VNA) zusammen mit dem Messaufbau durchzuführen?

Lösungsansatz:

Viel Messgeräte müssen vor Gebrauch kalibriert werden, insbesondere der VNA. Hierzu werden z.B. am Eingang Kurzschluss, Leerlauf und Anpassung (50Ω) gemessen.

- (A) Kalibrierung
- (B) Nullpunktabgleich
- (C) Einstellen der Triggerschwelle
- (D) Rauschunterdrückung aktivieren

EI206 Sie ermitteln die Resonanzfrequenz und die Impedanz ihrer selbstgebauten Antennen mit Hilfe eines vektoriellen Netzwerkanalysators (VNA). Wie könnten Sie die Funktion des Gerätes vorher prüfen?

Lösungsansatz:

Die Zustände Kurzschluss, Leerlauf und Anpassung haben wir bereits bei Frage EI205 kennengelernt. Damit können wir den VNA überprüfen.

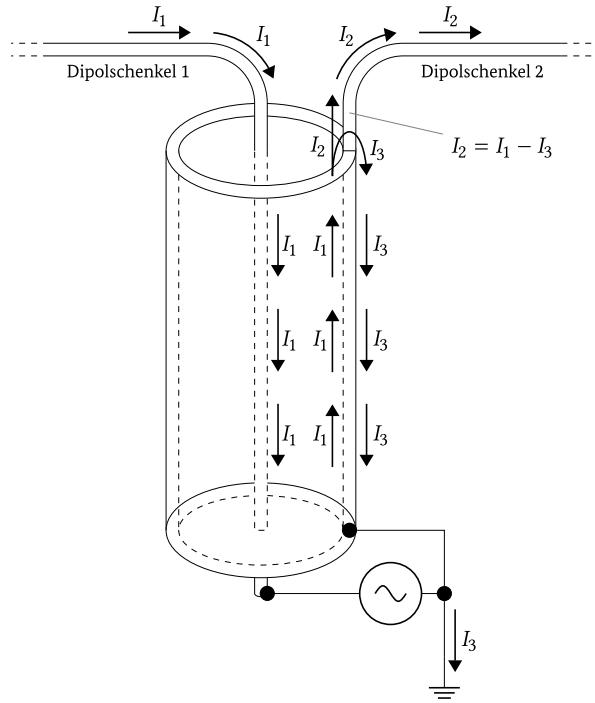
- (A) Durch Prüfen der Anzeigewerte in den Betriebszuständen Kurzschluss, Leerlauf und Anpassung. Das SWR sollte bei Anpassung nahe bei 1, bei Kurzschluss und Leerlauf unendlich sein.
- (B) Durch Prüfen der Anzeigewerte in den Betriebszuständen Leerlauf und Anpassung. Der Messanschluss des Gerätes darf keinesfalls kurzgeschlossen werden.
- (C) Durch Beschalten des Messeingangs am VNA mit einem Abschlusswiderstand. Das angezeigte SWR sollte im gesamten Frequenzbereich größer als 2 sein.
- (D) Durch Beschalten des Messeingangs am VNA mit einem Blindwiderstand. Der Anzeigewert des SWR muss bei allen Frequenzen nahe bei 1 sein.

14.17 Mantelwellen I

Ist eine Antenne über ein Koaxialkabel angeschlossen, so ist die HF in Prinzip durch die Abschirmung im inneren des Kabels eingeschlossen. Dennoch kann es vorkommen, dass ein Teil der HF Leistung über den Mantel des Koaxialkabel zurück läuft. Dies geschieht bereits dann wenn an das nicht symmetrische Koaxialkabel eine symmetrische Antenne angeschlossen wird. Dies nennt man **Mantelwellen** oder auch Mantelstrom.

Lösungen

EG404 Die Darstellung zeigt die bei Ankopplung eines Koaxialkabels an eine Antenne auftretenden Ströme. Wie wird der mit I_3 bezeichnete Strom genannt?



Lösungsansatz:

Der Strom I_3 läuft auf dem Koaxialkabel zurück. Wir hatten dies im Kapitel als Mantelstrom bezeichnet.

- (A) Mantelstrom
- (B) Rückwärtsstrom
- (C) Potentialstrom
- (D) Phantomstrom

EG405 Mantelwellen auf dem Koaxialkabel zur Antenne ...

Lösungsansatz:

Mantelwellen sind nicht weiter abgeschirmt und können die HF auch in andere Geräte einstrahlen und damit Störungen verursachen.

- (A) können zu Störungen anderer Geräte und Störungen des eigenen Empfangs führen.
- (B) sind für die Funktionsweise jeder koaxial-gespeisten Antenne notwendig.
- (C) werden durch Fehlanpassung und Überlastung des Transceivers verursacht.
- (D) werden für die Messung des Stromes beim SWR verwendet.

EG406 Welche Effekte treten auf, wenn ein Halbwelldipol mit einem Koaxkabel gleicher Impedanz mittig gespeist wird?

Lösungsansatz:

Schließen wir den Halbwellendipol (symmetrisch) direkt an das Koaxialkabel (nicht symmetrisch) an, kommt es zu Mantelwellen.

- (A) Die Richtcharakteristik der Antenne wird verformt und es treten Mantelwellen auf.
- (B) Es treten keine nennenswerten Effekte auf, da die Antenne angepasst ist und die Speisung über ein Koaxkabel erfolgt, dessen Außenleiter Erdpotential hat.
- (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.

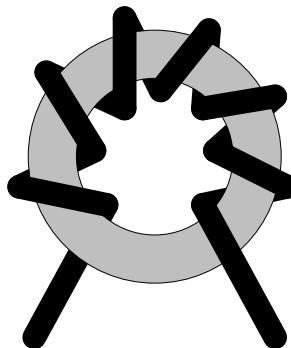
EG407 Wozu wird ein Symmetrierglied (Balun) beispielsweise verwendet?

Lösungsansatz:

Ein Balun (Balanced / Unbalanced) ist wie die Frage bereits verrät ein Symmetrierglied. Es kann die nicht symmetrischen Signale unseres Koaxialkabels in symmetrische Signale umformen. Damit einem Balun zwischen Koaxialkabel und Antenne sollten weniger (Ideal: keine) Mantelwellen entstehen.

- (A) Zum Anschluss eines Koaxialkabels an eine Dipol-Antenne
- (B) Zur Einstellung der Frequenzablage für Relaisbetrieb
- (C) Zur Nutzung einer Wechselspannungsversorgung am Gleichstromanschluss eines Transceivers
- (D) Zur Umschaltung zwischen horizontaler und vertikaler Polarisation einer Kreuz-Yagi-Uda

EG408 Auf einem Ferritkern sind einige Windungen Koaxialkabel aufgewickelt. Mit diesem Aufbau ...



Lösungsansatz:

Dies ist der einfache Aufbau eines Balun's den wir in Frage EG407 kennen gelernt haben und damit können wir Mantelwellen dämpfen.

- (A) lassen sich Mantelwellen dämpfen.
- (B) lassen sich statische Aufladungen verhindern.
- (C) lässt sich die Trennschärfe verbessern.
- (D) lassen sich Oberwellen unterdrücken.