

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	9
12.7 Amplituden- und Frequenzumtastung (ASK, FSK)	10
12.8 AFSK	11
12.9 Datenübertragungsrate	11
12.10 Vielfachzugriff	12
13 Digitale Signalverarbeitung	13

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. Praktisch ausprobieren kannst Du die Umrechnung auch mit dieser kleinen App auf Github.

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:

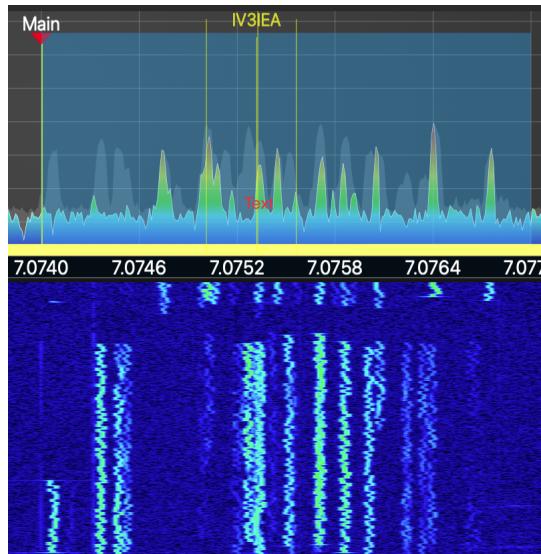
Wie bereits im Kapitel zur Modulation erklärt sind bei SSB NF und HF Bandbreite identisch.

- (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:

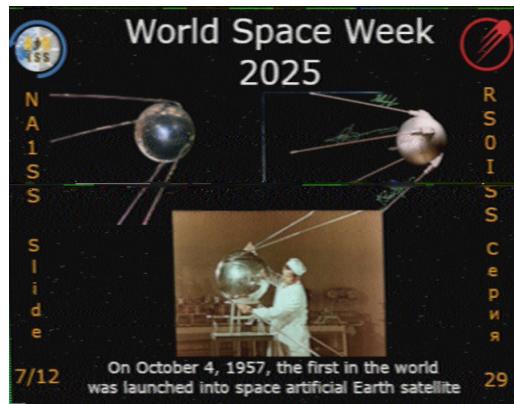


-
- (A) Es können je nach Art der Signale ein oder mehrere Signale empfangen werden.
 (B) Es können maximal zwei Signale empfangen werden (eines pro Seitenband).
 (C) Es kann maximal ein Signal empfangen werden, da ein Seitenband genutzt wird.
 (D) Es kann maximal ein Signal empfangen werden, außer das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

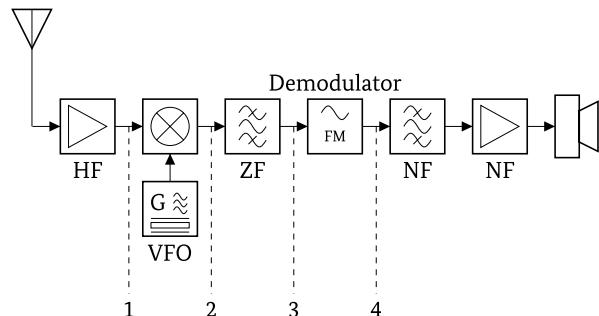
Der 9600-Port dient der schnellen digitalen Datenkommunikation (z.B. Packet Radio, APRS) mit 9600 Baud. Er umgeht die sprachoptimierte Audioverarbeitung des Transceivers durch direkte Einspeisung analoger Audiosignale vom externen Modem/TNC in den Frequenzmodulator. Dies ermöglicht höhere Übertragungsraten 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.

In der Praxis ist der 9600-Port oft mit Data bezeichnet wie bei diesem Yaesu FT-710.



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?

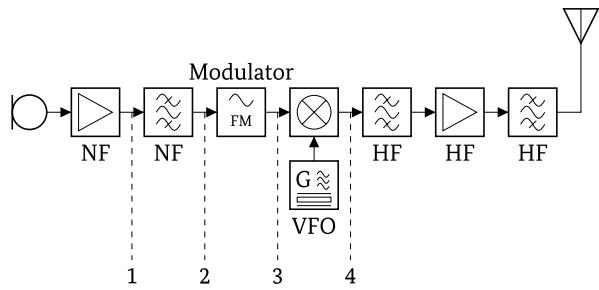


Lösungsansatz:

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:

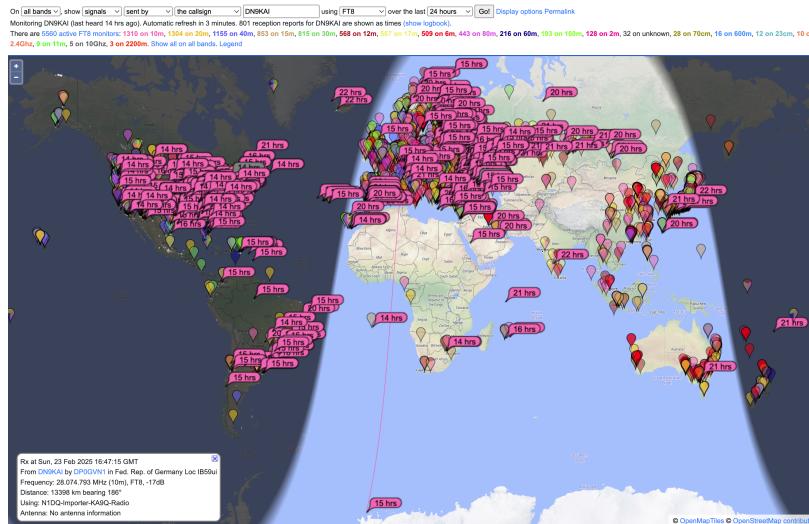
Wie in Frage EJ218 erklärt reduzieren wir den NF-Pegel (Lautstärke) noch etwas.

- (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.

Hier ist die Web-Seite von pskreporter zu sehen in der DN9KAI überprüft hat ob sein Digitalen Signale auch empfangen werden. In diesem Fall hat auch DP0GYN (Van Neumayer Station Antarktis) einen Empfangsbericht geschickt:



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 RSVP" (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 (Paketdekompresion)
(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.

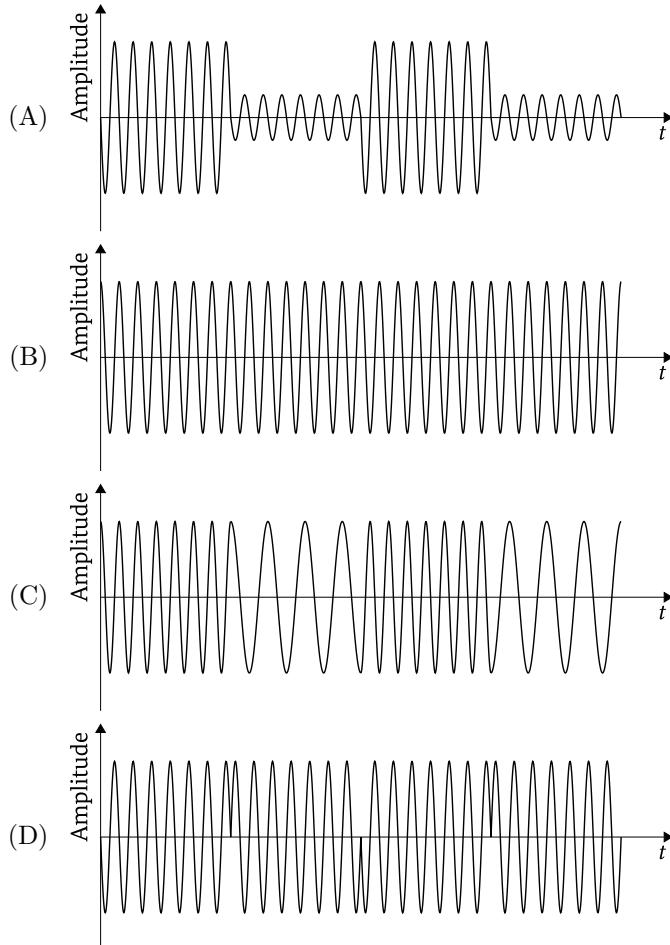
FSK (Frequency Shift Keying) oder auf Deutsch Frequenzumtastung. Es werden unterschiedliche Frequenzen gesendet.

Lösungen

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

Lösungsansatz:

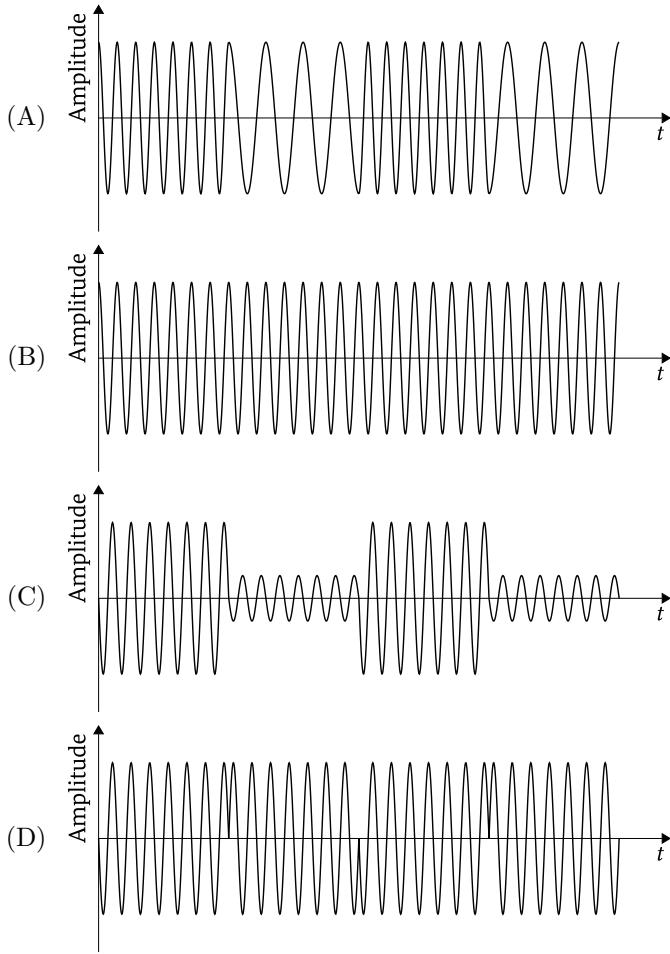
Nur in der Musterlösung A ändert sich die Amplitude.



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.



Zunehmend wird im in unseren Funkgeräten mit digitaler Signalverarbeitung gearbeitet. Empfänger/Transceiver die einen signifikanten Anteil der Verarbeitung in Software machen nennt man auch Software Defined Radio (SDR). Die Signale können auch über das Internet verteilt werden und werden von einem WebClient empfangen. Dies sind sogenannte WebSDR's. Die Webseite der Universität Twente stellt einen Empfänger für die gesamte Kurzwelle zur Verfügung: WebSDR

Amateur radio club ETGD
P14HTH

Faculty for Electrical Engineering,
Mathematics and Computer Science

University of Twente
Enschede - The Netherlands

Wide-band WebSDR

On this page you can listen to and control a short-wave receiver located at the amateur radio club [ETGD](#) at the [University of Twente](#). In contrast to other web-controlled receivers tuned by multiple users simultaneously, thanks to the use of Software-Defined Radio.

If you're new to WebSDRs, have a look at the [quick start guide written by G0POT](#).

This site, which in 2008 was the very first WebSDR site ever, was finally reactivated in July 2012 after [an interruption of more than 1.5 years](#); read also the [old news since it was last active](#).

The system is currently composed of a "Mini-Whip" antenna, a homelink see [here for background](#) which samples the entire shortwave spectrum via a gigabit ethernet link to a PC, where a special version of the WebSDR is running. The Mini-Whip is based on a design from PARDT (google finds it); pictures [here](#). The active receiving element is about 5 by 10 cm large, well with a [good grounding](#); ours is on top of a 20m high building, the metal.

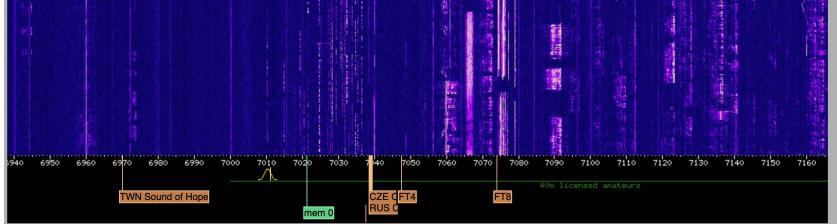
Other services available on this system:

-  WSPR reception
-  CW signal reception
-  Entire day waterfall display

Questions and remarks about this WebSDR can be sent to the developer and maintainer: pa3fwm@websdr.org (but please check the [FAQ](#) first).

Please log in by typing your name or callsign here (it will be saved for later visits in a cookie):

View: waterfall blind | Allow keyboard:



TWN Sound of Hope | mem: 0 | CZE GFT4 | RUS C | FT8 | 4m licensed amateurs

7010.38 kHz | A/B | A=B | Filter: 0.26 kHz [narrower] [wider] | Volume: | Waterfall zoom: + | band | <> | <>

squelch | autonotch | noise reduction | Audio recording: start | -111.5 dBm; peak -107.7 dBm

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 wir 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.