

ÜBERTRAGUNGSTECHNIK

ORIENTIERUNGSBLATT P 01

1	2	3	4	$W_{\text{tot}} = 20 \text{ Pte}$	$N = \frac{\text{Pte}}{3}$	Pte	NOTE
---	---	---	---	-----------------------------------	----------------------------	-----	------

Auf eine saubere Darstellung wird Wert gelegt. Das **Aufgabenblatt** bitte als **erstes Blatt** abgeben.

1. KOMPLEXE ZAHLEN BEWEISFÜHRUNG

Gegeben sind die beiden Zahlen $Z_1 = K \cdot e^{-j \cdot p}$ und $Z_2 = K \cdot e^{-j \cdot q}$.
Beweisen Sie, dass für den Betrag von Summe und Differenz gelten:

W=6 $|Z_1 - Z_2| = 2 \cdot K \cdot \sin\left(\frac{p-q}{2}\right)$ und $|Z_1 + Z_2| = 2 \cdot K \cdot \cos\left(\frac{p-q}{2}\right)$

2. MITTELWERT UND VARIANZ

Gegeben sind die nachfolgenden Werte aus einer Messreihe

19.74	23.265	21.153	25.406	19.567	24.394	20.736	18.823	19.326	26.897
-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

W=4

- a) Wie gross ist der Mittelwert ? $\mu = ?$
- b) Welchen Wert weist die Varianz auf ? $\sigma = ?$

3. RECHTECKSIGNAL SPEKTRUM

Es sei $u(t) = \begin{cases} U & ; 0 \leq t \leq \tau \\ 0 & ; \tau \leq t \leq T \end{cases}$ Modulo T , mit $U = 8 \text{ V}$, $T = 1 \text{ ms}$, $\tau = 150 \mu\text{s}$, $R = 75 \Omega$

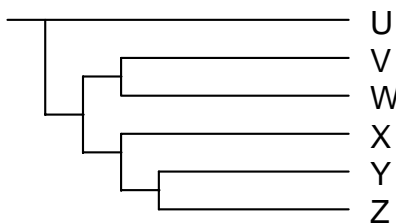
- a) Wie gross ist die Energie einer Periode ?
- b) Wie gross ist die Leistung des periodischen Signals ?
- c) $c_n = U \cdot \frac{\tau}{T} \cdot \text{si}\left(n \cdot \pi \cdot \frac{\tau}{T}\right)$. Wie sieht das Leistungsspektrum aus ? (für n bis 7)
- W=6** d) Bestimmen Sie die Leistung aus c)

4. ENTSCHEIDUNGSGEHALT

ENTROPIE

REDUNDANZ

W=4



- Gegeben sei der nebenstehende Code - Baum für die sechs Zeichen U, V, W, X, Y, Z.
- a) Wie gross sind die mittlere Bitwortlänge L und der Entscheidungsgehalt H , wenn die Zeichen gleichverteilt sind ?
 - b) Wie gross werden die Redundanz R und die relative Redundanz r im Fall a) ?

Anmerkung: $\cos \alpha \cdot \cos \beta \pm \sin \alpha \cdot \sin \beta = \cos(\alpha \mp \beta)$
 $\sin \alpha \cdot \cos \beta \pm \cos \alpha \cdot \sin \beta = \sin(\alpha \pm \beta)$
 $\cos 2\gamma = \cos^2 \gamma - \sin^2 \gamma = 1 - 2 \sin^2 \gamma = 2 \cos^2 \gamma - 1$
 $\text{si}(x) = \text{sinc}(x) = \frac{\sin(x)}{x}$

ÜBERTRAGUNGSTECHNIK

ORIENTIERUNGSBLATT P 02

1	2	3	4	$W_{\text{tot}} = 20 \text{ Pte}$	$N = \frac{\text{Pte}}{3}$	Pte	NOTE
---	---	---	---	-----------------------------------	----------------------------	-----	------

Auf eine saubere Darstellung wird Wert gelegt. Das **Aufgabenblatt** bitte als **erstes Blatt** abgeben.

1. Die möglichen **Beläge** einer elektrischen Leitung sind: (Richtige ankreuzen, falsch gesetzte Kreuze zählen negativ)
W=3
- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Widerstandsbelag R' _____ [] | Induktivitätsbelag L' _____ [] |
| Impedanzbelag Z' _____ [] | Wellenimpedanzbelag Z_0' [] |
| Ableitungsbelag G' _____ [] | Übertragungsbelag γ _____ [] |
| Kapazitätsbelag C' _____ [] | Dämpfungsbelag α _____ [] |
| Frequenzbelag ω' _____ [] | Phasenbelag β _____ [] |

2. Von einer $\ell = 15 \text{ km}$ langen Leitung sind gegeben $R' = 40 \Omega\text{km}^{-1}$, $L' = 5,6 \text{ mHkm}^{-1}$ und $C' = 28 \text{ nFkm}^{-1}$. Gesendet werde ein sinusförmiges Testsignal von $f = 13,53 \text{ kHz}$.
W=6
- a) Wie gross ist die Wellenimpedanz $Z_0 = a + j \cdot b$ dieser Leitung ?
 b) Wie gross ist die Dämpfung der Leitung in dB (Dezibel) ?

3. Die Telegraphengleichung hat folgende Eigenschaften: (Richtige ankreuzen, falsch gesetzte Kreuze zählen negativ)
W=3
- Beschreibt das Verhalten von u und i als Funktion von Ort und Zeit _____ []
 Sie beschreibt nur das Verhalten von sinusförmigen Signalen. _____ []
 Geschlossen lösbar ist sie nur für Sonderfälle (z.B. sinusförmiges Signal) []
 Für sinusförmige Signale bietet sich ein Ansatz mit e - Funktionen an _____ []

4. Bei einer Frequenz von 1,2 kHz weist ein Kabel eine Wellenimpedanz von $|Z_0| = 600 \Omega$ auf. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit beträgt 80% der Lichtgeschwindigkeit c . Auf eine Länge von 100 m weist das Kabel eine Dämpfung von 5 dB auf. ($c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$)
W=4 Bestimmen Sie den Übertragungsbelag $\gamma = \alpha + j \cdot \beta$.

5. ENTSCHEIDUNGSGEHALT ENTROPIE REDUNDANZ
W=4
- Gegeben sei der nebenstehende Code - Baum für die sechs Zeichen U, V, W, X, Y, Z.

a) Wie gross sind die mittlere Bitwortlänge L und der Entscheidungsgehalt H , wenn die Zeichen gleichverteilt sind ?

b) Wie gross werden die Redundanz R und die relative Redundanz r im Fall a) ?

ÜBERTRAGUNGSTECHNIK

ORIENTIERUNGSBLATT P 03

1	2	3	4	$W_{\text{tot}} = 20 \text{ Pte}$	$N = \frac{\text{Pte}}{3}$	Pte	NOTE
---	---	---	---	-----------------------------------	----------------------------	-----	------

Auf eine saubere Darstellung wird Wert gelegt. Das **Aufgabenblatt** bitte als **erstes Blatt** abgeben.

1. Bei einer Frequenz von 1,1 MHz habe ein Kabel eine Wellenimpedanz von $|Z_0| = 50 \Omega$ auf. Der Füllstoff im Dielektrikum weist auf $\epsilon_r = 2,1$ und $\mu_r = 1$. Auf eine Länge von 95 m weist das Kabel eine Dämpfung von 9 dB auf. ($c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$)

W=4 Bestimmen Sie den Übertragungsbelag $\gamma = \alpha + j \cdot \beta$.

2. Betrachtet wird ein Koaxialkabel. Das Kabel sei verlustlos (Freileitungstyp).
- Wie gross wird die relative Dielektrizitätskonstante ϵ_r , wenn die Ausbreitungsgeschwindigkeit mit $k_V = 0,67$ gegeben ist ?
 - Der Wellenwiderstand des Kabels beträgt 75 Ohm und der Aussendurchmesser 19 mm. Wie gross ist der Durchmesser des Innenleiters ?
 - Welchen Wert nimmt der Kapazitätsbelag an ?
 - Wie lange hat ein Signal um eine Distanz von 150 Meter zu durchlaufen ?
- W=4 e) Der Innenleiter soll in seinem Durchmesser halbiert werden. Wie gross wird der Aussendurchmesser bei gleichbleibender Wellenimpedanz ?

3. Für eine Übertragungsgeschwindigkeit von $2,1 \text{ MBits}^{-1}$ ($f_T = 2,1 \text{ MHz}$) soll ein Kabel folgende Bedingungen erfüllen:
- Wellenimpedanz $Z_0 = 130 \Omega \pm 10\%$
 - Die Differenz der Dämpfungen bei $1,25 \cdot f_T$ und bei $0,25 \cdot f_T$ soll unter 0,2 dB liegen. (Dämpfungsverzerrung)
- Vorhanden sei ein Kabel mit den Belägen $R' = 78 \Omega \text{ km}^{-1}$, $C' = 820 \text{ pF km}^{-1}$, $L' = 18 \mu \text{H km}^{-1}$ und einer Länge von $\ell = 700 \text{ m}$.
- W=6 Erfüllt das Kabel die Bedingungen nach a) und b) ?

4. Eine Last von 50Ω wird an ein Kabel mit 240Ω Wellenimpedanz angeschlossen. Dies bei einer Frequenz von $f = 300 \text{ MHz}$.
- Wie gross wird der Reflexionsfaktor r ?
 - Es wird ein Leistung von 15 mW eingespeist. Welche Leistung nimmt die Last auf ? ($\alpha = 0$)
 - Welche Leistungsdämpfung in dB ergibt sich an der Last aus dieser Fehlanpassung ?
 - Wie lautet die Formel zur Berechnung dieser Dämpfung in c) aus dem Reflexionsfaktor r ?
- W=6 e) Was kann gegen die Fehlanpassung unternommen werden ?

ÜBERTRAGUNGSTECHNIK

ORIENTIERUNGSBLATT P 04

1	2	3	4	5	6	7	$W_{\text{tot}} = 40$ P_{te}	$N = \frac{P_{\text{te}}}{6}$	Pte	NOTE
---	---	---	---	---	---	---	--	-------------------------------	-----	------

Auf eine saubere Darstellung wird Wert gelegt. Das **Aufgabenblatt** bitte als **erstes Blatt** abgeben.

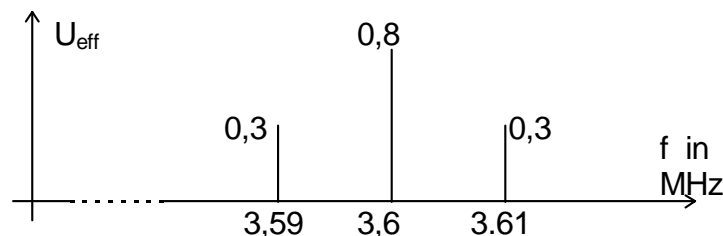
1. EINSEITENBANDMODULATION (SSB) FILTERMETHODE

Mit dem Signalband $1,8 \text{ kHz} < f_s < 2,1 \text{ kHz}$ und einem Oszillator mit $f = 7,04 \text{ MHz}$ soll mit der Filtermethode eine LSB – Modulation (unteres Seitenband) erzeugt werden.

- W=4** Skizzieren Sie die LSB – Erzeugung in einem Blockschaltbild und bestimmen Sie die mindestens nötige Bandbreite B und die Mittenfrequenz f_0 des Filters.

2. Eine Last von 100Ω wird an ein verlustloses Kabel mit 300Ω Wellenimpedanz angeschlossen. Dies bei einer Frequenz von $f = 300 \text{ MHz}$.
- Wie gross wird der Reflexionsfaktor r ?
 - Es wird ein Leistung von 10 mW eingespeist. Welche Leistung nimmt die Last auf ?
 - Welche Leistungsdämpfung in **dB** ergibt sich an der Last aus dieser Fehlanpassung ?
 - Wie lautet die Formel zur Berechnung der Dämpfung in c) aus dem Reflexionsfaktor r ?
- W=6** e) Was kann gegen die Fehlanpassung unternommen werden ?

3. Gemessen werde ein AM moduliertes Signal an 75Ω mit folgendem Spektrum:



- Welchen Spitzenwert in Volt weist das Trägersignal $u_T(t)$ auf ?
 - Welchen Spitzenwert in Volt kann $u_{AM}(t)$ erreichen ?
 - Welche Frequenz weist das modulierende Signal u_s auf ?
 - Wie gross ist der Modulationsgrad m ?
- W=6** e) Wie gross ist die Leistung des Signals $u_{AM}(t)$?

4. HÜLLKURVENDEMODULATOR
Ein Trägersignal mit $f_T = 800 \text{ kHz}$ sei amplitudenmoduliert mit einem NF - Signal von 100 Hz bis 5 kHz . Zur Demodulation der AM wird ein Hüllkurvendemodulator mit $C = 1,8 \text{ nF}$ eingesetzt.
- W=4** Bestimmen Sie den zugehörigen Widerstand R so, dass eine optimale Demodulation erfolgt. Geben Sie Ihr Vorgehen an (benutzte Formel und Überlegungen).

5. Das Spektrum einer Amplitudenmodulation zeigt U_T dB μ V für den Träger und U_{SB} dB μ V für ein Seitenband.

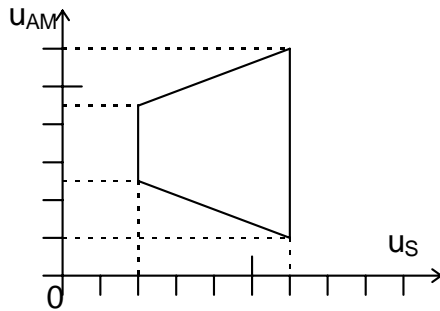
Einem Lehrbuch ist zu entnehmen, dass der Modulationsgrad

$$m = 10 \frac{U_T - U_{SB} - 6\text{dB}}{20} . \text{Beweisen Sie die Richtigkeit dieser Formel.}$$

- W=8** Wie ist die Formel anzupassen, wenn das Spektrum in dBm angegeben wird ?

- 6.

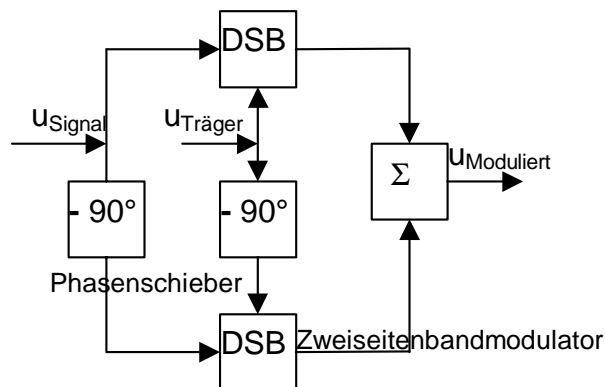
MODULATIONSTRAPEZ



Auf einem Kathodenstrahloszillographen lesen Sie das nebenstehende Modulationstrapez. Wie gross ist der Modulationsgrad **m** des amplitudenmodulierten Signals ?

W=4

7. MODULATION



Welche Modulation ergibt sich aus dem gezeigten Blockschaltbild ?

- W=8** Weisen Sie Ihre Aussage **formal** nach mit $u_S(t) = \hat{u}_S \cos(\omega_S t)$ und $u_T(t) = \hat{u}_T \cos(\omega_T t)$.

Anmerkung: $\cos \alpha \cdot \cos \beta \pm \sin \alpha \cdot \sin \beta = \cos(\alpha \mp \beta)$

$$\sin \alpha \cdot \cos \beta \pm \cos \alpha \cdot \sin \beta = \sin(\alpha \pm \beta)$$

$$\cos 2\gamma = \cos^2 \gamma - \sin^2 \gamma = 1 - 2 \sin^2 \gamma = 2 \cos^2 \gamma - 1$$

$$\text{si}(x) = \text{sinc}(x) = \frac{\sin(x)}{x}$$

$$\cos \alpha \cdot \cos \beta = \frac{1}{2} [\cos(\alpha + \beta) + \cos(\alpha - \beta)]$$

ÜBERTRAGUNGSTECHNIK

ORIENTIERUNGSBLATT P 05

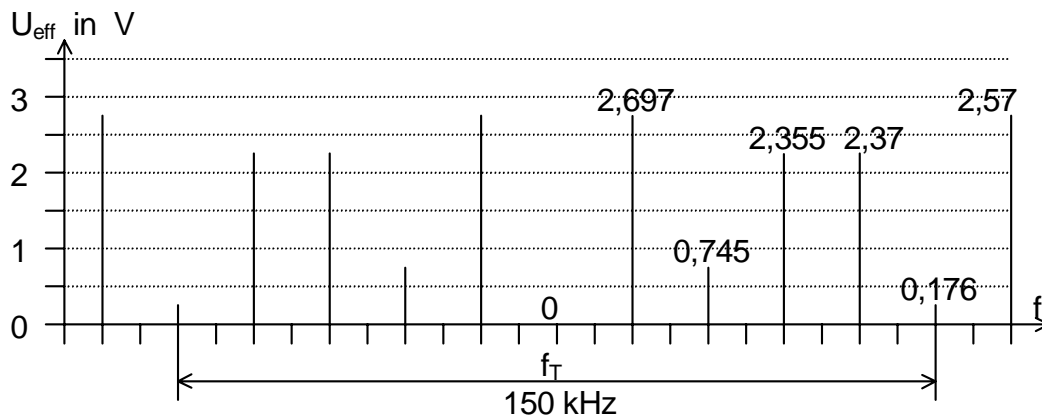
1	2	3	4	5	6		$W_{\text{tot}} = 30 \text{ Pte}$	$N = \frac{\text{Pte}}{4}$	Pte	NOTE
---	---	---	---	---	---	--	-----------------------------------	----------------------------	-----	------

Auf eine saubere Darstellung wird Wert gelegt. Das **Aufgabenblatt** bitte als **erstes Blatt** abgeben.

1. Es soll ein Koaxialkabel mit einem Aussendurchmesser von $D = 16 \text{ mm}$ und einer Manteldicke von $\Delta = 200 \mu\text{m}$ konstruiert werden. Die Wellenimpedanz soll bei $f = 12 \text{ MHz}$: $Z_0 = 50 \Omega$ betragen. Isolation: $\epsilon_r = 2,4$.
- Welchen Durchmesser hat der Innenleiter ?
 - Welche Dämpfung α in dB weisen $\ell = 600 \text{ m}$ Kabel auf ?
 - Welche Zeit benötigt ein Testsignal, um das Kabel nach b) zu durchlaufen ?
- W=6**

2. HÜLLKURVENDEMODULATOR
Ein Trägersignal mit $f_T = 5,8 \text{ MHz}$ sei amplitudenmoduliert mit einem NF - Signal von 100 Hz bis 15 kHz. Zur Demodulation der AM wird ein Hüllkurvendemodulator mit $C = 1,8 \text{ nF}$ eingesetzt.
- W=4** Bestimmen Sie den zugehörigen Widerstand R so, dass eine optimale Demodulation erfolgt. Geben Sie Ihr Vorgehen an (benutzte Formel und Überlegungen).

3. Ein frequenzmodulierter Träger mit $f_T = 1,8 \text{ MHz}$ weise das nachfolgende Amplitudenspektrum auf:



- Wie gross ist der Frequenzhub Δf_T des Sendesignales ?
 - Wie gross ist die Amplitude des Sendesignales ? (Spitzenwert).
 - Welche Leistung weist das Sendesignal an $R = 50 \Omega$ auf ?
- W=6**

BLATT BITTE WENDEN >>>

BLATT BITTE WENDEN >>>

4. Das Spektrum einer Amplitudenmodulation in einem 50Ω System zeigt 70 dBm für die Trägerleistung und 60 dBm für die Leistung eines Seitenbandes.

W=4 Wie gross wird der Modulationsgrad m ? [$0 \text{ dBm} \triangleq 1 \text{ mW}$]

5. Welche der nachfolgenden Aussagen sind **richtig** ?

- Der Phasenhub ist bei der Phasenmodulation konstant d.h. unabhängig von der NF-Signalfrequenz _____ []
- Bei den hohen NF - Signalfrequenzen wird mit einer Preemphasis aus einer Phasenmodulation eine Frequenzmodulation gemacht _____ []
- Eine Preemphasis verbessert den Störabstand _____ []
- Durch eine Preemphasis wird eine Phasenmodulation unempfindlicher gegen Schwankungen der Trägerfrequenz _____ []
- Phasenmodulation kann mit Hilfe eines Integrators und einem Frequenzmodulator realisiert werden _____ []
- Für die Demodulation von Phasenmodulation kann ein PLL (Phase Locked Loop) nicht eingesetzt werden _____ []
- Bei der Demodulation eines frequenzmodulierten Signals kann durch Ableiten (d/dt) ein amplitudenmoduliertes Signal erzeugt werden _____ []
- Zur Erzeugung einer Frequenzmodulation kann auch ein Astabiler - Multivibrator mit verstellbarer Frequenz eingesetzt werden _____ []

W=4

6. An einem Widerstand von $R = 50 \Omega$ erzeugt ein Trägersignal mit $f_T = 850 \text{ kHz}$ eine Leistung von $P_T = 4 \text{ W}$. Der Träger wird amplitudenmoduliert mit einem sinusförmigen Signal $f_S = 1,2 \text{ kHz}$. Die Leistung des gesamten Signals beträgt $P_{AM} = 6 \text{ W}$.

- W=6**
- a) Skizzieren Sie das Spektrum des Signals einschliesslich Vermessung.
 - b) Skizzieren Sie das zugehörige Modulationstrapez .
-