

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 **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 für Sonderfälle (z.B. sinusförmiges Signal) _____ []
 Für sinusförmige Signale bietet sich ein Ansatz mit e - Funktionen an _____ []

2. Bei einer Frequenz von 62,832 kHz weist ein Kabel eine Wellenimpedanz von $Z_0 = 150 \Omega$ auf. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit beträgt 75% der Lichtgeschwindigkeit c . Auf eine Länge von 150 m weist das Kabel eine Dämpfung von 5,211 dB auf. ($c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$).
 Bestimmen Sie den Übertragungsbelag $\gamma = \alpha + j\beta$.
W=6 Bestimmen Sie die Beläge R' , L' , C' , und G' pro km.

3. KOMPLEXE ZAHLEN
W=2 Geben Sie $Z = \sqrt{j \cdot 2}$ in der kartesischen Form $Z = a + jb$ an. Die einzelnen Herleitungsschritte sollen klar ersichtlich sein.

4. 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 _____ [] |

5. Von einer $\ell = 15 \text{ km}$ langen Leitung sind gegeben $R' = 45 \Omega \text{ km}^{-1}$, $L' = 150 \mu \text{H km}^{-1}$, $C' = 82 \text{ nF km}^{-1}$ und $G' = 0$. Gesendet werde ein sinusförmiges Testsignal von $f = 159,15 \text{ Hz}$.
 a) Wie gross ist die Wellenimpedanz $Z_0 = a + j \cdot b$ und $|Z_0|$ dieser Leitung ?
W=6 b) Wie gross ist die Dämpfung der Leitung in dB (Dezibel) ?

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. Eine Last von 75Ω wird bei einer Frequenz von $f = 400 \text{ MHz}$ an ein Kabel mit 240Ω Wellenimpedanz angeschlossen.
- Wie gross wird der Reflexionsfaktor r ?
 - Es wird ein Leistung von 25 mW eingespeist. Welche Leistung nimmt die Last auf ? ($\alpha = 0$)
 - Welche Leistungsdämpfung in dB ergibt sich aus dieser Fehlanpassung an der Last ?
 - Wie lautet die Formel zur Berechnung dieser Dämpfung in c) aus dem Reflexionsfaktor r ?
- W=6** e) Was kann gegen die Fehlanpassung unternommen werden ? Gewünscht ist eine berechnete Lösung.

2. Bei einer Frequenz von $628,32 \text{ kHz}$ weist ein Kabel eine Wellenimpedanz von $Z_0 = 150 \Omega$ auf. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit beträgt 75% der Lichtgeschwindigkeit c . Auf eine Länge von 250 m weist das Kabel eine Dämpfung von $5,211 \text{ dB}$ auf. ($c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$).
- Bestimmen Sie den Übertragungsbelag $\gamma = \alpha + j \cdot \beta$.
- W=4** Bestimmen Sie die Beläge R' , L' , C' , und G' pro km .

3. Für eine Übertragungsgeschwindigkeit von $2,8 \text{ MBits}^{-1}$ ($f_T = 2,8 \text{ MHz}$) soll ein Kabel folgende Bedingungen erfüllen:
- Wellenimpedanz $Z_0 = 150 \Omega \pm 10\%$
 - Die Differenz der Dämpfungen bei $1,25 \cdot f_T$ und bei $0,25 \cdot f_T$ soll unter $0,2 \text{ dB}$ 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** Frage: Erfüllt das Kabel die Bedingungen nach a) und b) ?

4. Von einer $\ell = 15 \text{ km}$ langen Leitung sind gegeben $R' = 55 \Omega \text{ km}^{-1}$, $L' = 150 \mu\text{H km}^{-1}$, $C' = 82 \text{ nF km}^{-1}$ und $G' = 0$. Gesendet werde ein sinusförmiges Testsignal von $f = 636,62 \text{ Hz}$.
- Wie gross ist die Wellenimpedanz $Z_0 = a + j \cdot b$ und $|Z_0|$ dieser Leitung ?
- W=4** b) Wie gross ist die Dämpfung der Leitung in dB (Dezibel) ?

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. Betrachtet wird ein Koaxialkabel. Das Kabel sei verlustlos (Freileitungstyp).
- Wie gross wird die relative Dielektrizitätskonstante ϵ_r , wenn die Ausbreitungsgeschwindigkeit mit $k_v = 0,66$ gegeben ist ?
 - Der Wellenwiderstand des Kabels beträgt $Z_0 = 75 \text{ Ohm}$ und der Aussendurchm. 19 mm. Wie gross ist der Durchmesser des Innenleiters ?
 - Welchen Wert nimmt der Kapazitätsbelag an ?
 - Wie lange hat ein Signal um eine Distanz von 185 Meter zu durchlaufen ?
- W=6 e) Der Innenleiter soll in seinem Durchmesser halbiert werden. Wie gross wird der Aussendurchmesser bei gleichbleibender Wellenimpedanz ?

2. HÜLLKURVENDEMODULATOR

Ein Trägersignal mit $f_T = 72 \text{ kHz}$ sei amplitudenmoduliert mit einem NF - Signal von 100 Hz bis 5 kHz. Zur Demodulation der AM wird ein Hüllkurvendemodulator mit $C = 3,9 \text{ nF}$ eingesetzt.

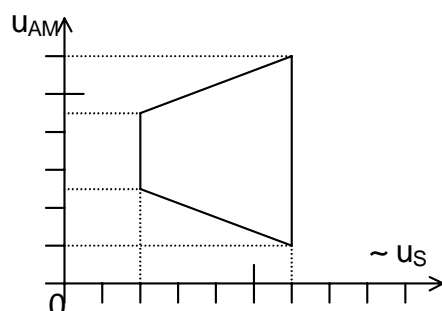
- W=4 Bestimmen Sie den zugehörigen Widerstand R so, dass eine optimale Demodulation erfolgt.

3. Bei einer Frequenz von 1,2 MHz habe ein Kabel vom Freileitungstyp eine Wellenimpedanz von $|Z_0| = 60 \text{ }\Omega$. Der Füllstoff im Dielektrikum weist $\epsilon_r = 2,3$ und $\mu_r = 1$ auf. Bei einer Länge von 120 m zeigt das Kabel eine Dämpfung von 6 dB. ($c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$, $R' = 5 \text{ }\Omega\text{km}^{-1}$).

- W=6 Bestimmen Sie den Übertragungsbelag $\gamma = \alpha + j \cdot \beta$ und den Ableitungsbelag G' .

4.

MODULATIONSTRAPEZ



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

W=4

ÜBERTRAGUNGSTECHNIK

ORIENTIERUNGSBLATT P 04

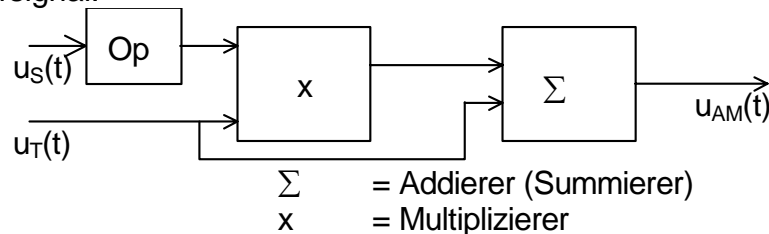
1	2	3	4	5	6	7	8	$W_{\text{tot}} = 40 \text{ Pte}$	$N = \frac{\text{Pte}}{6}$	Pte	NOTE
---	---	---	---	---	---	---	---	-----------------------------------	----------------------------	-----	------

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

1. Das Spektrum einer Amplitudenmodulation in einem 50Ω System zeigt 50 dBm für die Trägerleistung und 30 dBm für die Leistung eines Seitenbandes.
W=4 Wie gross werden der Modulationsgrad m ?, der Signalspannungsspitzenwert \hat{u}_s ? und die Leistung P_{AM} ? [0 dBm \triangleq 1 mW]

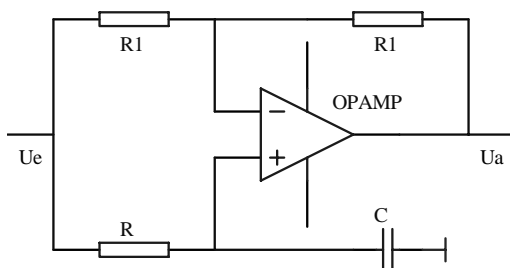
2. AMPLITUDENMODULATION MULTIPLIKATIVE METHODE

Gegeben seien das Signal $u_s(t) = 300\text{mV} \cdot \cos(\omega_s t)$ und ein sinusförmiges Trägersignal.



- a) Welche Operation muss in der Black Box „Op“ ausgeführt werden, damit am Ausgang $u_{AM}(t) = \hat{u}_T \cdot [1 + m \cdot \cos(\omega_s \cdot t)] \cdot \cos(\omega_T \cdot t)$ erscheint?
W=4 b) Welchen Wert hat \hat{u}_T , wenn $m = 0,3$? $\hat{u}_T = ?$

3. ALLPASS – FILTER



Gegeben ist eine Allpassfilter mit

$$\frac{u_a}{u_e} = \frac{1 - j \cdot \Omega}{1 + j \cdot \Omega}, \quad \Omega = \omega RC, \text{ worin}$$

$$R = 12 \text{ k}\Omega, \quad C = 4,7 \text{ nF}.$$

- a) Bei welcher Frequenz f_1 wird $\varphi_{\{u_a, u_e\}} = -90^\circ$?
 b) Wie gross wird $\varphi_{\{u_a, u_e\}}$ für $f = 1,2 \text{ kHz}$?

W=6

4. LEITUNGSKONSTANTEN

Gegeben ist ein Kabel mit einer Länge von 220 Meter, einer Dämpfung von 6 dB, einem Wellenwiderstand von 110 Ohm und einer Laufzeit von 500 ns für ein sinusförmiges Testsignal von 100 kHz. Welche primären Leitungskonstanten R' , C' , G' und L' hat dieses Kabel?

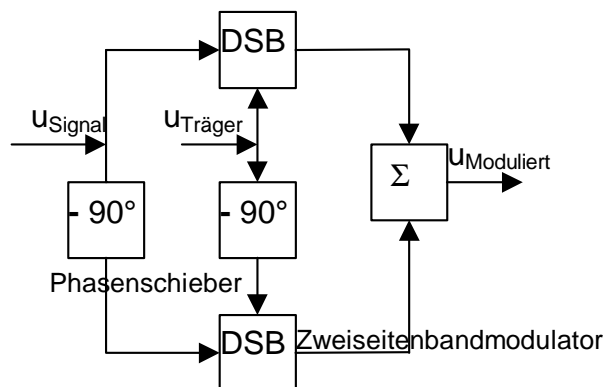
W=6

>>> ACHTUNG >>>

>>> BLATT BITTE WENDEN >>>

5. SPEKTRUM EINER WINKELMODULATION
 Sie betrachten das Spektrum einer Winkelmodulation und verändern die Signalfrequenz. Dabei beobachten Sie, dass sich die Amplitudenwerte verändern.
W=2 Die Winkelmodulation stammt daher aus einem _____ - Modulator.

6. 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 $u_T(t) = \hat{u}_T \cos(\omega_T t)$.

7. EINSEITENBANDMODULATION (SSB) FILTERMETHODE

- Mit dem Signalband $1,6 \text{ kHz} < f_S < 1,9 \text{ kHz}$ und einem Oszillator mit $f = 7,06 \text{ MHz}$ 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.

8. Das Spektrum einer Amplitudenmodulation zeigt $U_T \text{ dB}\mu\text{V}$ für den Träger und $U_{SB} \text{ dB}\mu\text{V}$ für ein Seitenband.

$\frac{U_T - U_{SB} - 6\text{dB}}{20}$

Einem Lehrbuch ist zu entnehmen, dass der Modulationsgrad $m = 10$.
Beweisen Sie die Richtigkeit dieser Formel.

- W=6** Wie ist die Formel anzupassen, wenn das Spektrum in dBm angegeben wird ?

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

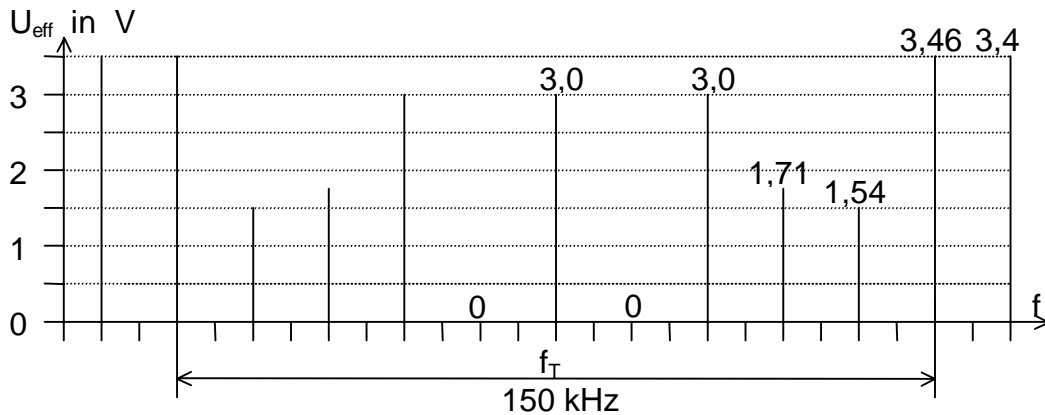
ÜBERTRAGUNGSTECHNIK

ORIENTIERUNGSBLATT P 05

1	2	3	4	$W_{\text{tot}} = 42 \text{ Pte}$	$N = \frac{\text{Pte}}{6}$	Pte	NOTE
---	---	---	---	-----------------------------------	----------------------------	-----	------

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

1. Ein frequenzmodulierter Träger mit $f_T = 18 \text{ MHz}$ weise das nachfolgende Amplitudenspektrum auf:



- a) Wie gross ist der Frequenzhub Δf_T des Sendesignales ?
 b) Wie gross ist die Amplitude des Sendesignales ? (Spitzenwert).
 W=8 c) Welche Leistung weist das Sendesignal an $R = 50 \Omega$ auf ?

2. KREUZEN SIE DIE RICHTIGEN ANTWORTEN AN. FALSCH GESETZTE X ZÄHLEN NEGATIV
 W=4

- Ein FM- Signal braucht weniger Bandbreite als ein AM Signal. _____ []
- Phasenmodulation hat den besseren Störabstand als AM Modulation. _____ []
- Phasenmodulation kann mit Hilfe eines Integrators und einem Frequenzmodulator realisiert werden. _____ []
- Die Einseitenbandmodulation (SSB) hat dieselbe Bandbreite wie das NF-Signal. _____ []
- SSB kann nicht für Frequenzmultiplex verwendet werden. _____ []
- SSB kann in Regellage oder Kehrlage auftreten. _____ []
- Bei SSB kann das obere Seitenband oder das untere Seitenband verwendet werden. _____ []
- SSB kann einfach mit einem Hüllkurvendetektor demoduliert werden. _____ []
- SSB kann nicht mit einer Zwischenfrequenz über mehrere Stufen erstellt werden. _____ []

3. CARSON – BANDBREITE

Mit einem Sprechfunkgerät sollen in einer Bandbreite von 25 kHz Signale von 300 Hz bis 3,4 kHz übertragen werden.

- a) Welcher Frequenzhub kann höchstens genutzt werden bei einer Übertragung von Seitenbandamplituden $> 1 \%$
 W=4 b) Zwischen welchen Werten ändert sich der Modulationsindex ?

4. PULSCODEMODULATION

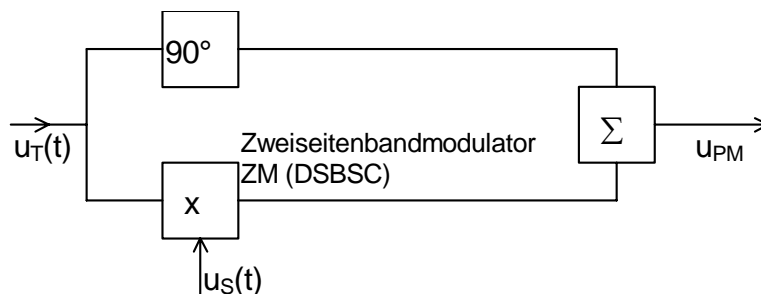
Gegeben sei eine Signal-to-Noise-Ratio von $r_q = 31$ dB.

- a) Wie viele Bit weist der dahinterliegende Code auf ? (Ganze Zahl. $n = ?$)
 - b) Wie viele Stufen lassen sich damit abtasten ? $s = ?$
 - W=4 c) Welche Stufenhöhe a ergibt sich für $7 \text{ V} \cdot \sin(\omega \cdot t)$? $a = ?$
-

5. DELTA - MODULATION

- W=4 Ein periodisches, symmetrisches Dreiecksignal mit $U_{pp} = 6 \text{ V}$ und einer Periodendauer von $T = 2 \text{ ms}$ soll mit einer Deltamodulation bis zur siebenten Harmonischen (sechste Oberwelle) übertragen werden. Wie gross muss die Abtastfrequenz f_A bei einer Quantisierung in $s = 30$ Stufen mindestens sein ?
-

6. PHASENMODULATION



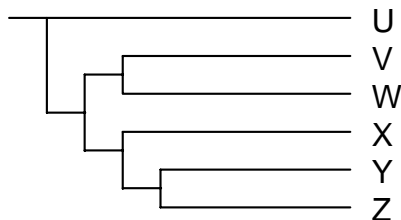
- W=8 Mit der gegebenen Anordnung wird eine Phasenmodulation erzeugt. Wie gross darf der Phasenhub $\Delta\phi$ höchstens sein, damit der Linearitätsfehler 8% nicht überschreitet ?

$$\left(\tan(x) = x + \frac{x^3}{3} + \frac{2 \cdot x^5}{15} + \dots \right)$$

7. BANDBREITE

- W=2 Welche Bandbreite ist mindestens erforderlich, um einen Rechteckimpuls von 50 ns Dauer zu übertragen ?
-

8. ENTSCHEIDUNGSGEHALT



ENTROPIE

REDUNDANZ

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) ?
- W=4
-