

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. Bei einer Frequenz von 6,2832 kHz weist ein Kabel eine Wellenimpedanz von $Z_0 = 600 \Omega$ auf. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit beträgt 75% der Lichtgeschwindigkeit c . Auf eine Länge von 100 m weist das Kabel eine Dämpfung von 6,08 dB auf. ($c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$).
 Bestimmen Sie den Übertragungsbelag $\gamma = \alpha + j \cdot \beta$.
W=6 Bestimmen Sie die Beläge R' , L' , C' , und G' pro km.

2. Die möglichen **Beläge** einer elektrischen Leitung sind: (**Richtige** ankreuzen, **falsch** gesetzte Kreuze zählen **negativ**)
W=4
- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Widerstandsbelag R' _____ [] | Induktivitätsbelag L' _____ [] |
| Impedanzbelag Z' _____ [] | Wellenimpedanzbelag Z'_0 _____ [] |
| Ableitungsbelag G' _____ [] | Übertragungsbelag γ _____ [] |
| Kapazitätsbelag C' _____ [] | Dämpfungsbelag α _____ [] |
| Frequenzbelag ω' _____ [] | Phasenbelag β _____ [] |

3. Von einer $\ell = 15 \text{ km}$ langen Leitung sind gegeben $R' = 45 \Omega \text{ km}^{-1}$, $L' = 12 \text{ mH km}^{-1}$, $C' = 56 \text{ nF km}^{-1}$ und $G' = 0$. Gesendet werde ein sinusförmiges Testsignal von $f = 15,915 \text{ kHz}$.
 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) ?

4. Die **Telegraphengleichung** hat folgende Eigenschaften: (**Richtige** ankreuzen, **falsch** gesetzte Kreuze zählen **negativ**)
W=4
- | |
|--|
| 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 _____ [] |

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. SMITH – CHART ANWENDUNG

Gegeben ist ein $\ell = 6 \text{ m}$ langes 50Ω Koaxial – Kabel mit $\epsilon_r = 2,3$. Das Kabel wird betrieben bei einer Frequenz von $f = 65 \text{ MHz}$ und abgeschlossen mit einer Last von $Z_L = (40 - j \cdot 30) \Omega$. Die Aufgabe ist auf einer Smith – Chart zu lösen.

- a) Wie gross sind die Reflexionsfaktoren am Ende der Leitung, in der Mitte der Leitung und am Anfang der Leitung ?
- b) Bei welchen Längen erscheint die Impedanz reell ? Mit welchem Wert ?
- c) Welche Eingangsimpedanz wird am Anfang der Leitung sichtbar ? $Z_1 = ?$
- W=8** d) Bei welchen Längen wird der Realteil der Impedanz gerade 50Ω gross ?

2. Eine Last von 50Ω wird an ein Kabel mit 240Ω Wellenimpedanz angeschlossen. Dies bei einer Frequenz von $f = 300 \text{ MHz}$.

- a) Wie gross wird der Reflexionsfaktor r ?
- b) Es wird ein Leistung von 25 mW eingespeist. Welche Leistung nimmt die Last auf ? ($\alpha = 0$)
- c) Welche Leistungsämpfung in dB ergibt sich aus dieser Fehlanpassung an der Last ?
- d) 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.

3. Für eine Übertragungsgeschwindigkeit von $2,1 \text{ MBits}^{-1}$ ($f_T = 2,1 \text{ MHz}$) soll ein Kabel folgende Bedingungen erfüllen:

- a) Wellenimpedanz $Z_0 = 130 \Omega \pm 10\%$
- b) 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 $R' = 78 \Omega \text{km}^{-1}$, $C' = 820 \text{ pFkm}^{-1}$, $L' = 18 \mu\text{Hkm}^{-1}$ und einer Länge von $\ell = 700 \text{ m}$.

- W=6** Frage: Erfüllt das Kabel die Bedingungen nach a) und b) ?

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

BEWEIS

Behauptung:
$$e^{j \frac{1}{2} (\pi - \delta)} = \sin\left(\frac{\delta}{2}\right) + j \cdot \cos\left(\frac{\delta}{2}\right)$$

W=4 Beweisen Sie diese Behauptung.

2. LEITUNGSKONSTANTEN

Gegeben ist ein Kabel mit einer Länge von $\ell = 150$ Meter, einer Dämpfung von 6 dB, einem Wellenwiderstand von $Z_0 = 150$ Ohm und einer Laufzeit von $t = 0,5$ μs für ein sinusförmiges Testsignal von $f = 100$ kHz.

W=4 Welche primären Leitungskonstanten R' , C' , G' und L' hat dieses Kabel?

3. 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 $Z_0 = 75$ 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 185 Meter zu durchlaufen ?
- Der Innenleiter soll in seinem Durchmesser halbiert werden. Wie gross wird der Aussendurchmesser bei gleichbleibender Wellenimpedanz ?

W=4

4. Bei einer Frequenz von 1,2 MHz habe ein Kabel vom Freileitungstyp eine Wellenimpedanz von $|Z_0| = 60$ Ω . 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. ($c = 3 \cdot 10^8$ ms^{-1} , $R' = 5$ Ωkm^{-1}).

W=4 Bestimmen Sie den Übertragungsbelag $\gamma = \alpha + j\beta$ und den Ableitungsbelag G' .

5. Von einer $\ell = 15$ km langen Leitung sind gegeben $R' = 40$ Ωkm^{-1} , $L' = 12$ mHkm^{-1} und $C' = 28$ nFkm^{-1} . Gesendet werde ein sinusförmiges Testsignal von $f = 31,831$ kHz.

- Wie gross ist die Wellenimpedanz $Z_0 = a + j \cdot b$ dieser Leitung ?
- Wie gross ist die Dämpfung der Leitung in dB (Dezibel) ?

W=4

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.

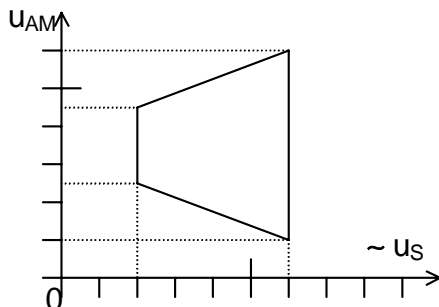
1. HÜLLKURVENDEMODULATOR

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.

2.

MODULATIONSTRAPEZ



Auf einem Kathodenstrahloszilloskop lesen Sie das nebenstehende Modulationstrapez.

Wie gross ist der Modulationsgrad m des amplitudenmodulierten Signals ?

W=4

3. LEITUNGSKONSTANTEN

Gegeben ist ein Kabel mit einer Länge von 120 Meter, einer Dämpfung von 6 dB, einem Wellenwiderstand von 150 Ohm und einer Laufzeit von $0,5 \mu\text{s}$ für ein sinusförmiges Testsignal von 100 kHz. Welche primären Leitungskonstanten R' , C' , G' und L' hat dieses Kabel?

W=6

4. 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.

5. EINSEITENBANDMODULATION (SSB)

FILTERMETHODE

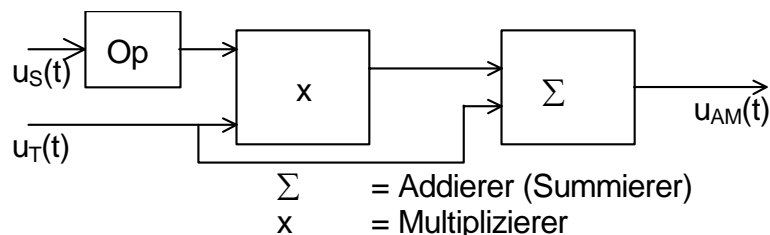
Mit dem Signalband $1,6 \text{ kHz} < f_s < 1,9 \text{ kHz}$ und einem Oszillator mit $f = 7,06 \text{ MHz}$ soll mit der Filtermethode eine LSB - Modulation (unteres Seitenband) erzeugt werden.

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.

6. AMPLITUDENMODULATION

MULTIPLIKATIVE METHODE

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



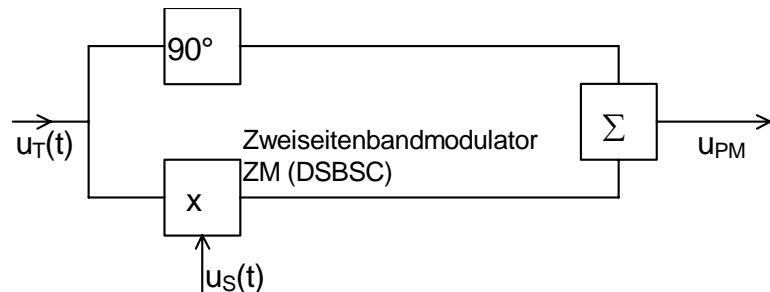
- a) Welche Operation muss in der Black Box „Op“ ausgeführt werden, damit am Ausgang $u_{AM}(t) = \hat{u}_T \cdot [1 + m \cdot \cos(\omega_S t)] \cos(\omega_T t)$ erscheint ?
- W=4** b) Welchen Wert hat \hat{u}_T , wenn $m = 0,3$? $\hat{u}_T = ?$

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

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

8. PHASENMODULATION



- W=6** Mit der gegebenen Anordnung wird eine Phasenmodulation erzeugt. Wie gross darf der Phasenhub $\Delta\phi$ höchstens sein, damit der Linearitätsfehler 8% nicht überschreitet ?

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

9. Das Spektrum einer Amplitudenmodulation in einem 50Ω System zeigt 55 dBm für die Trägerleistung und 35 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]

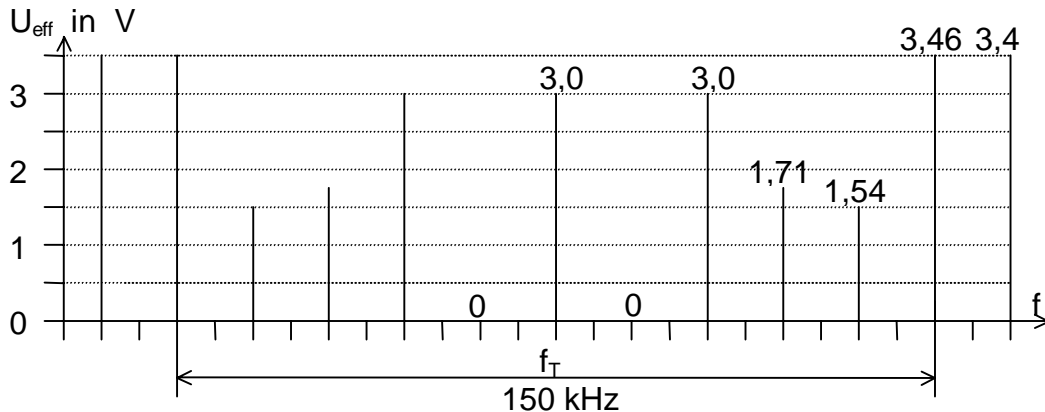
ÜBERTRAGUNGSTECHNIK

ORIENTIERUNGSBLATT P 05

1	2	3	4	$W_{\text{tot}} = 34 \text{ Pte}$	$N = \frac{\text{Pte}}{6}$	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).
 c) Welche Leistung weist das Sendesignal an $R = 50 \Omega$ auf?
- W=8

2. KREUZEN SIE DIE RICHTIGEN ANTWORTEN AN. FALSCH GESETZTE X ZÄHLEN NEGATIV
 W=6

- 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. SPEKTRUM EINER WINKELMODULATION

Sie betrachten das Spektrum einer Winkelmodulation und verändern die Signalfrequenz. Dabei beobachten Sie, dass sich die Amplitudenwerte nicht verändern.

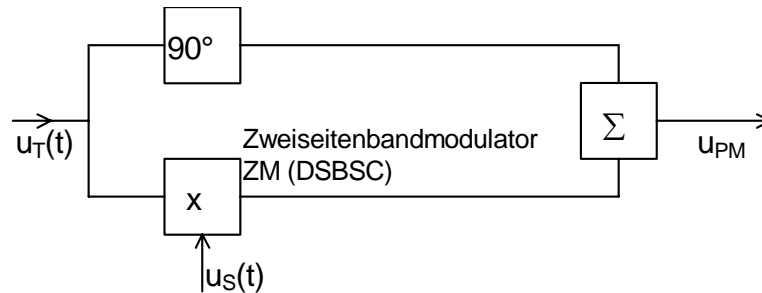
- W=2 Die Winkelmodulation stammt daher aus einem _____ - Modulator.

4. 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 ?
-

5. 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 ?

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

6. 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 ? $s = ?$
- c) Welche Stufenhöhe a ergibt sich für $7 \text{ V} \cdot \sin(\omega \cdot t)$? $a = ?$
-

7. 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 ?
-