

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. 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 $\gamma$ _____ [ ] |
| Kapazitätsbelag $C'$ [ ]          | Dämpfungsbelag $\alpha$ _____ [ ]    |
| Frequenzbelag $\omega'$ _____ [ ] | Phasenbelag $\beta$ _____ [ ]        |

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

4. Bei einer Frequenz von  $1,2 \text{ kHz}$  weist ein Kabel eine Wellenimpedanz von  $|Z_0| = 600 \Omega$  auf. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit beträgt 80% der Lichtgeschwindigkeit  $c$ . Auf eine Länge von  $100 \text{ m}$  weist das Kabel eine Dämpfung von  $6 \text{ dB}$  auf. ( $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ )  
**W=6** Bestimmen Sie den Übertragungsbelag  $\gamma = \alpha + j \cdot \beta$ .

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. Bei einer Frequenz von 1,1 MHz habe ein Kabel vom Freileitungstyp eine Wellenimpedanz von  $|Z_0| = 50 \Omega$ . Der Füllstoff im Dielektrikum weist  $\epsilon_r = 2,3$  und  $\mu_r = 1$  auf. Bei einer Länge von 95 m zeigt das Kabel eine Dämpfung von 4 dB. ( $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ,  $R' = 4 \Omega \text{ km}^{-1}$ ).

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

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

- 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.

3. Betrachtet wird ein Koaxialkabel. Das Kabel sei verlustlos (Freileitungstyp).

- Wie gross wird die relative Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_r$ , wenn die Ausbreitungsgeschwindigkeit mit  $k_V = 0,67$  gegeben ist ?
- Der Wellenwiderstand des Kabels beträgt  $75 \text{ Ohm}$  und der Aussendurchmesser  $19 \text{ mm}$ . Wie gross ist der Durchmesser des Innenleiters ?
- Welchen Wert nimmt der Kapazitätsbelag an ?
- Wie lange hat ein Signal um eine Distanz von 175 Meter zu durchlaufen ?

**W=4** e) Der Innenleiter soll in seinem Durchmesser halbiert werden. Wie gross wird der Aussendurchmesser bei gleichbleibender Wellenimpedanz ?

4. 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) ?

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. STEIGZEIT UND LEITUNGSTHEORIE

Gegeben sei ein  $\ell = 80 \text{ cm}$  langes Koaxialkabel mit  $Z_0 = 50 \Omega$  und  $\epsilon_r = 2,3$ .

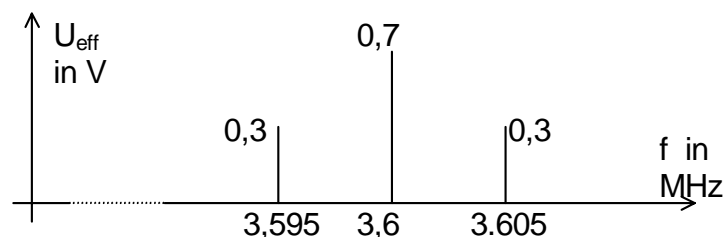
- Unterhalb welcher Steigzeit  $t_r$  muss das Übertragungsverhalten nach leitungstheoretischen Gesichtspunkten behandelt werden ?
  - Welchen Wert hat die zugehörige Phasenlaufzeit  $t_p$  ?
  - Das mit  $Z_L = 50 \Omega$  abgeschlossene Kabelstück werde aus einem Sinusgenerator gespeist. Bei welcher Frequenz  $f_g$  erfüllt das Signal die Bedingung aus a) ?
- W=6** d) Wie gross wird die Phasenverschiebung  $\varphi$  des Signales in d) ?

2. SMITH – CHART ANWENDUNG

Gegeben ist ein  $\ell = 6 \text{ m}$  langes  $50 \Omega$  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  $Z_L = (40 - j \cdot 30) \Omega$ .

- Wie gross sind die Reflexionsfaktoren am Ende der Leitung, in der Mitte der Leitung und am Anfang der Leitung ?
  - Welche Bedingung muss erfüllt sein, damit die Leitungsimpedanz  $Z_0$  reell erscheint ?
  - Welche Eingangsimpedanz wird am Anfang der Leitung sichtbar ?  $Z_1 = ?$
- W=6** d) Bei welchen Längen wird der Realteil der Impedanz gerade  $50 \Omega$  gross ?

3. Gemessen werde ein AM modulierte Signal an  $75 \Omega$  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  $u_{AM}(t)$  ?

ÜBERTRAGUNGSTECHNIK

ORIENTIERUNGSBLATT P 04

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.

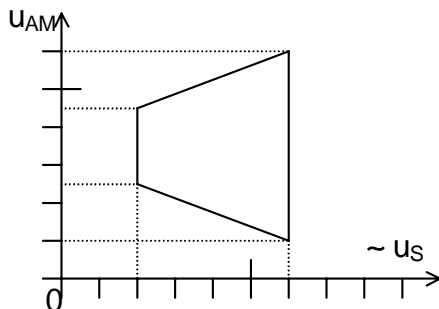
1. HÜLLKURVENDEMODULATOR

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

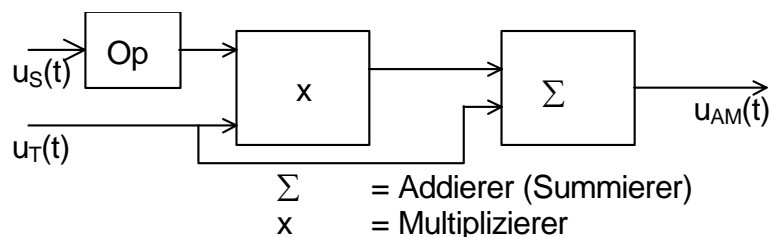
Mit dem Signalband  $1,6 \text{ kHz} < f_S < 1,9 \text{ kHz}$  und einem Oszillator mit  $f = 7,06 \text{ MHz}$  soll mit der Filtermethode eine LSB - Modulation (unteres Seitenband) erzeugt werden.

**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.



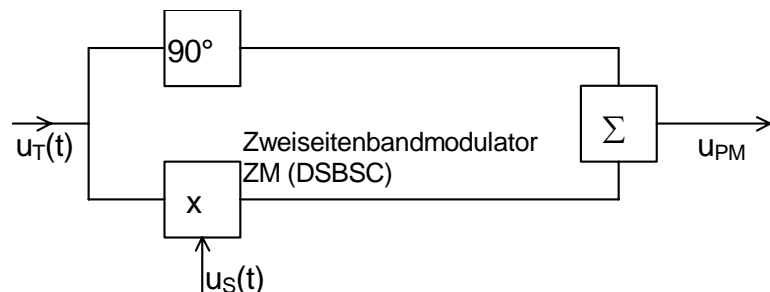
- a) Welche Operation muss in der Black Box „Op“ ausgeführt werden, damit am Ausgang  $u_{AM}(t) = \hat{u}_T \cdot [1 + m \cdot \cos(\omega_S t)] \cos(\omega_T t)$  erscheint ?
- W=4** b) Welchen Wert hat  $\hat{u}_T$ , wenn  $m = 0,3$  ?  $\hat{u}_T = ?$

7. Das Spektrum einer Amplitudenmodulation zeigt  $U_T$  dB $\mu$ V für den Träger und  $U_{SB}$  dB $\mu$ 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  $50 \Omega$  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]

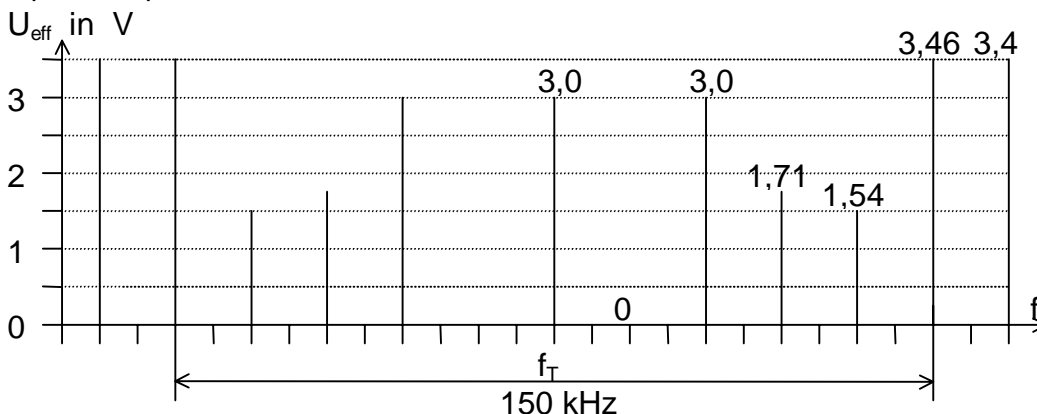
ÜBERTRAGUNGSTECHNIK

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  $\Delta f_T$  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.

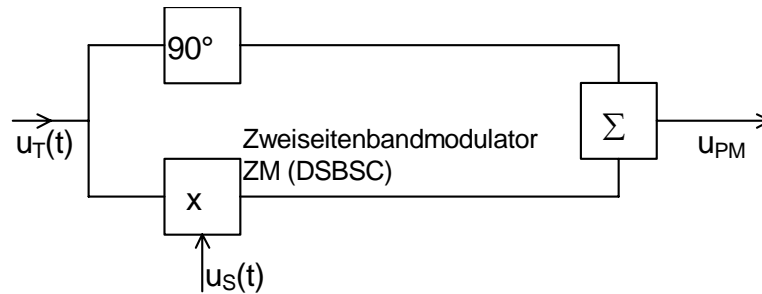
4. EINSEITENBANDMODULATION (SSB) FILTERMETHODE

Mit dem Signalband  $300 \text{ Hz} < f_s < 2,7 \text{ kHz}$  und einem Filter mit  $f_0 = 455 \text{ kHz}$  soll eine LSB – Modulation (unteres Seitenband) mit der Filtermethode erzeugt werden.

**W=4** Skizzieren Sie die LSB – Erzeugung in einem Blockschaltbild und bestimmen Sie die mindestens nötige Bandbreite  $B$  des Filters und die Oszillatorfrequenz  $f_{\text{osz}}$ .

---

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. BANDBREITE

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

---

7. DELTA - MODULATION

**W=4** Ein periodisches, symmetrisches Dreiecksignal mit  $U_{\text{pp}} = 6 \text{ V}$  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 ?

---