<u>Aufgabe 8 (Signale):</u>

Das periodische Eingangssignal $s_e(t)$ gemäß Bild 2 setzt sich wie folgt aus 3 Anteilen zusammen:

$$s_e(t) = 2 + 2 \cdot \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t) + 0{,}5 \cdot \sin(2\pi \cdot f_2 \cdot t)$$

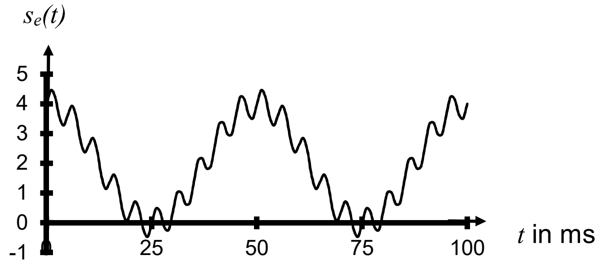

Bild 2: Eingangssignal $s_e(t)$

a) Besitzt das Eingangssignal $s_e(t)$ einen Gleichanteil?

b) Bei welchen Frequenzen besitzt das Eingangssignal $s_e(t)$ Frequenzanteile? Skizzieren Sie grob das Linienspektrum des Eingangssignals.

Das Signal $s_e(t)$ wird zunächst auf den Eingang des Filters 1 gegeben. Am Ausgang des Filters 1 wird das Signal $s_{a1}(t)$ gemäß Bild 3 gemessen. Anschließend wird das Signal $s_e(t)$ auf den Eingang des Filters 2 gegeben. Am Ausgang des Filters 2 wird das Signal $s_{a2}(t)$ gemäß Bild 4 gemessen.

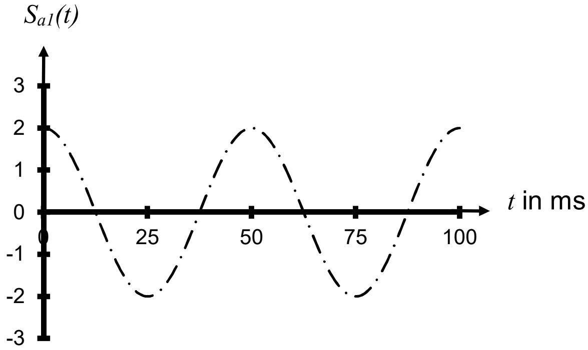

Bild 3: Ausgangssignal $s_{a1}(t)$ des Filters 1

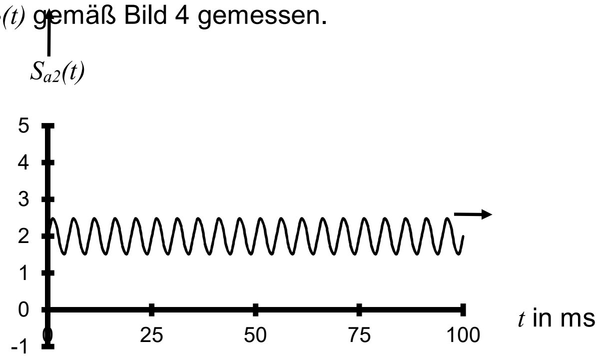

Bild 4: Ausgangssignal $s_{a2}(t)$ des Filters 2

c) Skizzieren Sie einen möglichen Betragsverlauf des Filters 1 sowie des Filters 2? Erläutern Sie kurz, wie Sie auf diese Betragsverläufe gekommen sind.

Aufgabe 9 (Signale):

Das periodische Dreieckssignal $s_1(t)$ gemäß Bild 5 kann wie folgt als Fourier-Reihe dargestellt werden:

$$s_1(t) = 1 - \frac{8}{\pi^2} \cdot \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t) - \frac{8}{9\pi^2} \cdot \cos(2\pi \cdot 3 \cdot f_1 \cdot t) - \frac{8}{25\pi^2} \cdot \cos(2\pi \cdot 5 \cdot f_1 \cdot t) - \frac{8}{49\pi^2} \cdot \cos(2\pi \cdot 7 \cdot f_1 \cdot t) + ...$$

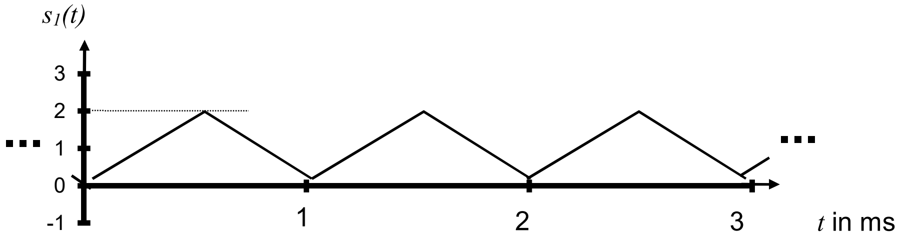

Bild 5: Eingangssignal $s_1(t)$

Wie man der obigen Formel für $s_1(t)$ entnehmen kann, setzt sich das Signal aus einem Gleichanteil, einem Anteil bei der Grundfrequenz, einem Anteil bei der 3-fachen Grundfrequenz, einem Anteil bei der 5-fachen Grundfrequenz, u.s.w. zusammen.

a) Welchen Gleichanteil (Mittelwert) besitzt das Signal $s_1(t)$?

b) Welche Frequenz f_1 besitzt das Signal $s_1(t)$?

Das Signal $s_1(t)$ wird nun über einen Telefonsprachkanal übertragen.

c) In welchem Frequenzbereich werden Signale im analogen Telefonnetz übertragen? Geben Sie die untere bzw. die obere Grenzfrequenz an.

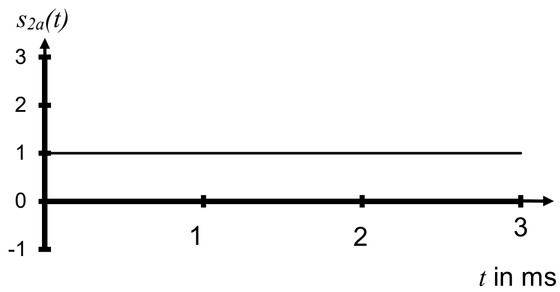

Bild 6a: Signal $s_2(t)$

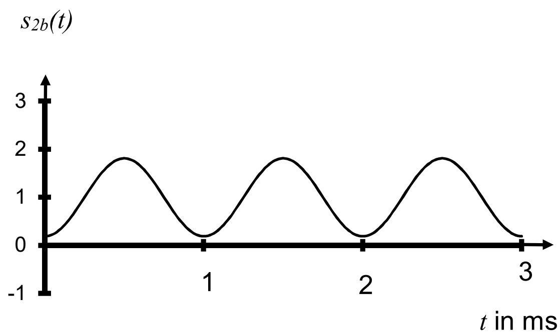

Bild 6b: Signal $s_2(t)$

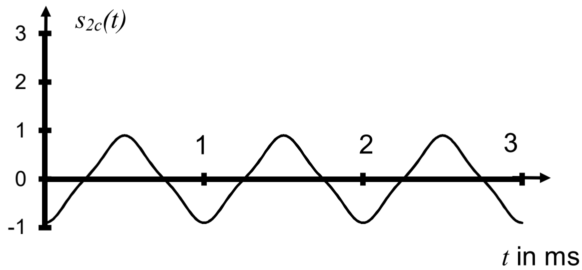

Bild 6c: Signal $s_2(t)$

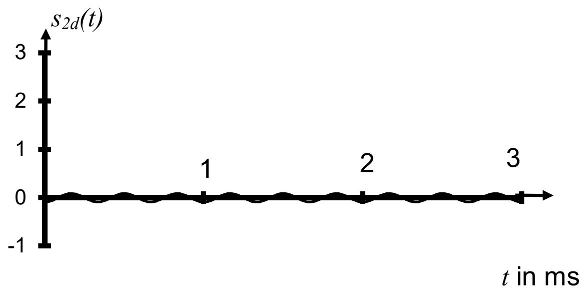

Bild 6d: Signal $s_2(t)$

Am Ende der Telefonleitung wird das Signal $s_2(t)$ empfangen.

d) Welche Frequenzanteile des Eingangssignals $s_1(t)$ können durch die Telefonleitung passieren?

e) Welches der 4 Signale, die in den Bildern 6a-d dargestellt sind, käme für das Signal $s_2(t)$ in Frage? Begründen Sie Ihre Antwort kurz.

Aufgabe 14 (Signale):

Das periodische Signal $s_1(t)$ besitzt ein Linienspektrum wie in Bild 13 dargestellt und setzt sich wie folgt zusammen:

$$s_1(t) = a + b \cdot \sin(2\pi \cdot 2kHz \cdot t) + c \cdot \sin(2\pi \cdot 4kHz \cdot t) + d \cdot \sin(2\pi \cdot 6kHz \cdot t)$$

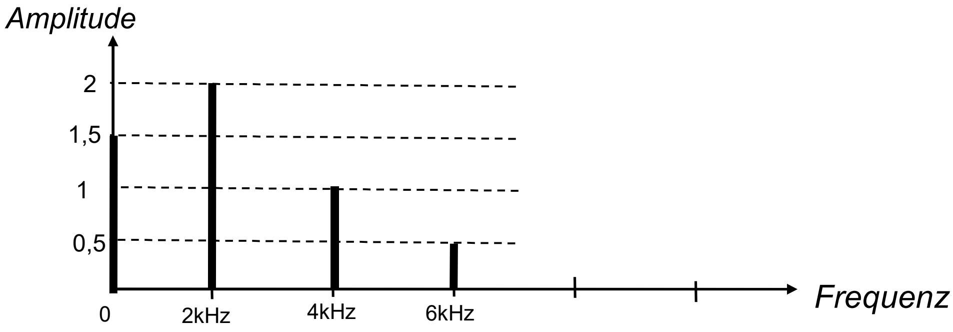

Bild 13: Linienspektrum des Signals $s_1(t)$

a) Welchen Gleichanteil (Mittelwert) besitzt das Signal $s_1(t)$?

b) Geben Sie die Amplituden a, b, c und d des Signals $s_1(t)$ an.

Das Signal $s_1(t)$ wird auf den Eingang eines Filters mit der Betragsfunktion gemäß Bild 14 gegeben.

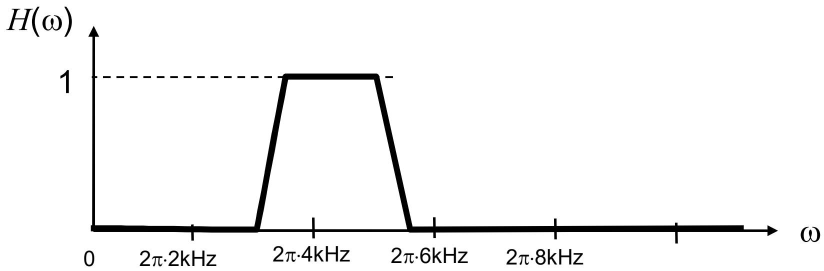

Bild 14: Betragsfunktion des Filters

c) Geben Sie die Formel für das Ausgangssignal $s_2(t)$ des Filters an.

d) Skizzieren Sie das Signal $s_2(t)$.

Das Signal $s_1(t)$ wird nun über einen Telefonsprachkanal übertragen. Am Ende der Telefonleitung wird das Signal $s_3(t)$ empfangen.

e) Geben Sie die Formel für das Ausgangssignal $s_3(t)$ des Telefonsprachkanals an.

Aus dem Signal $s_1(t)$ soll nun mit Hilfe eines neuen Filters ein Signal $s_4(t)$ generiert werden mit folgender Funktion $s_4(t) = a + b \cdot \sin(2\pi \cdot 2kHz \cdot t)$.

f) Geben Sie einen möglichen Verlauf einer Betragsfunktion für das Filter an.

g) Skizzieren Sie das Signal $s_4(t)$.

Aufgabe 15 (Signale):

Das periodische Signal $s_1(t)$ gemäß Bild 15 setzt sich wie folgt zusammen:

$$s_1(t) = 1{,}62 \cdot \cos(2\pi \cdot 250\text{Hz} \cdot t) + 0{,}180 \cdot \cos(2\pi \cdot 500\text{Hz} \cdot t) + 0{,}0648 \cdot \cos(2\pi \cdot 750\text{Hz} \cdot t)$$

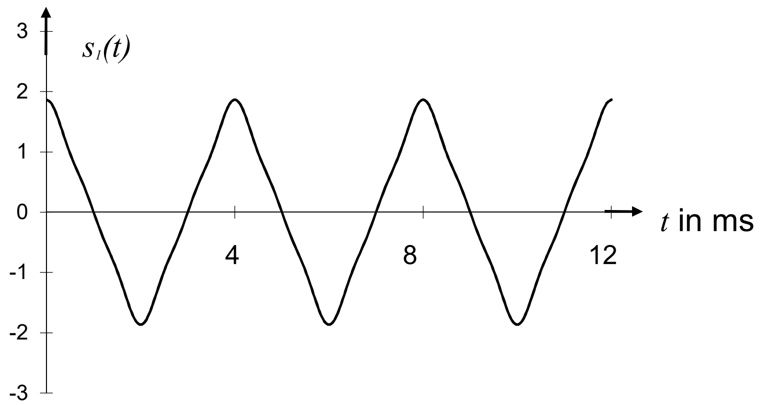

Bild 15: Signal $s_1(t)$

a) Welchen Gleichanteil (Mittelwert) besitzt das Signal $s_1(t)$?

b) Skizzieren Sie das Linienspektrum des Signals $s_1(t)$.

Das Signal $s_1(t)$ wird auf den Eingang eines Filter mit der Betragsfunktion gemäß Bild 16 gegeben.

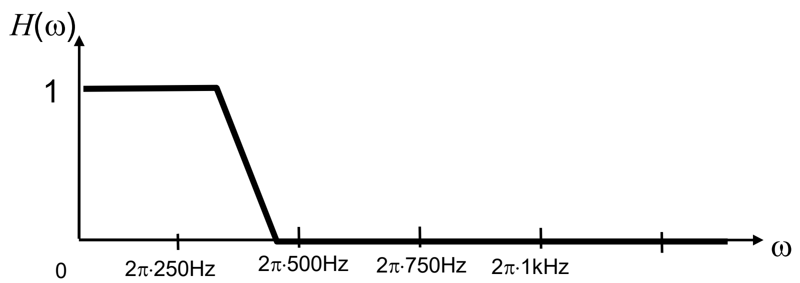

Bild 16: Betragsfunktion des Filters

c) Geben Sie die Formel für das Ausgangssignal $s_2(t)$ des Filters an.

d) Skizzieren Sie das Signals $s_2(t)$.

Das Signal $\boldsymbol{s_1(t)}$ wird nun über einen Telefonsprachkanal übertragen.

e) In welchem Frequenzbereich werden Signale im analogen Telefonnetz übertragen? Geben Sie die untere bzw. die obere Grenzfrequenz an.

Am Ende der Telefonleitung wird das Signal $s_3(t)$ empfangen.

f) Geben Sie die Formel für das Ausgangssignal $s_3(t)$ des Telefonsprachkanals an.

Aufgabe 18 (Signale):

Ein Synthesizer (Tongenerator) erzeugt ein Signal $s_{syn}(t)$ mit folgendem Verlauf:

$S_{syn}(t) = 5 \cdot \sin(2\pi \cdot 200\text{Hz} \cdot t) + 8 \cdot \sin(2\pi \cdot 1\text{kHz} \cdot t) + 4 \cdot \sin(2\pi \cdot 3\text{kHz} \cdot t) + 2 \cdot \sin(2\pi \cdot 10\text{kHz} \cdot t)$

a) Wie groß ist der Gleichanteil des Signals $s_{syn}(t)$?

b) Skizzieren Sie das Linienspektrum des Eingangssignals.

Das Signal $s_{syn}(t)$ wird auf einen Lautsprecher gegeben. Dabei stellt sich heraus, dass der Bass-Anteil bei 200Hz stört. Dieser Anteil soll nun mit einem geeigneten Filter eliminiert werden, alle anderen Anteile sollen unverändert bleiben.

c) Geben Sie einen möglichen Betragsverlauf $H_1(\omega)$ eines Filters an, der hierfür eingesetzt werden könnte.

Das Signal $s_{syn}(t)$ wird nun auf ein Klangfilter mit einem Betragsverlauf $H_2(\omega)$, wie in Bild 17 dargestellt, gegeben.

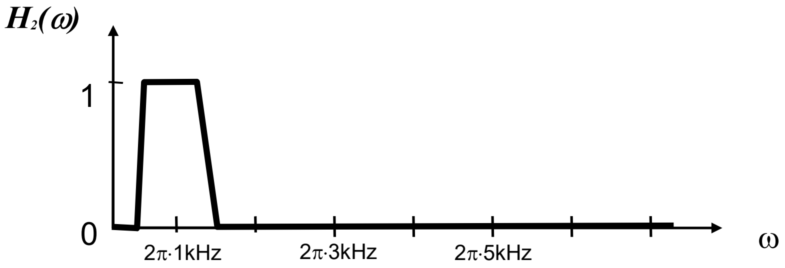

Bild 17: Übertragungsfunktion des Klangfilters

d) Geben Sie die Formel für das Ausgangssignal $s_a(t)$ des Filters an.

e) Skizzieren Sie das Ausgangssignale $s_a(t)$.

Das Signal $s_{syn}(t)$ soll nun über einen Telefonkanal übertragen werden.

f) Was würde man am Ende der Telefonleitung hören? (Formel oder Beschreibung)

Aufgabe 12 (Übertragungsfunktion):

Ein periodisches Eingangssignal $s_e(t)$ der Frequenz f_0=1kHz wird nacheinander auf die Eingänge von vier verschiedenen Filtertypen gegeben. Bild 8 zeigt die prinzipielle Anordnung. Das Eingangssignal ist in Bild 9 dargestellt. Das Eingangssignal setzt sich aus einem Gleichanteil, einem Anteil bei f_0 = 1kHz und einem Anteil bei $2f_0$ = 2kHz zusammen und lässt sich wie folgt darstellen:

$s_e(t) = 1 + 0{,}5 \cos(2\pi \cdot 1\text{kHz} \cdot t) + 0{,}5 \cos(2\pi \cdot 2\text{kHz} \cdot t)$

Die Übertragungsfunktionen der Filter sind in den Bildern 10 a-d dargestellt. Es handelt sich um zwei Tiefpässe, einen Hochpass und einen Bandpass. Für alle Filter ist die Laufzeit praktisch gleich Null. Skizzieren Sie das Linienspektrum des Eingangssignals $s_e(t)$. Berechnen Sie für jeden dieser Filter das Ausgangssignal $s_a(t)$ und skizzieren Sie die Verläufe von $s_a(t)$.

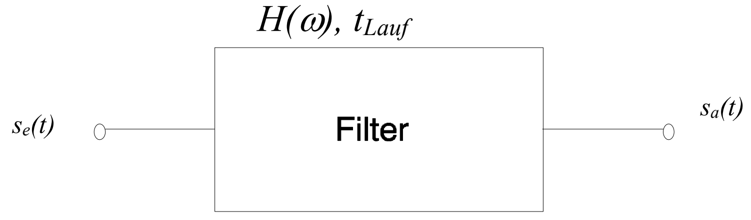

Bild 8: Filteranordnung

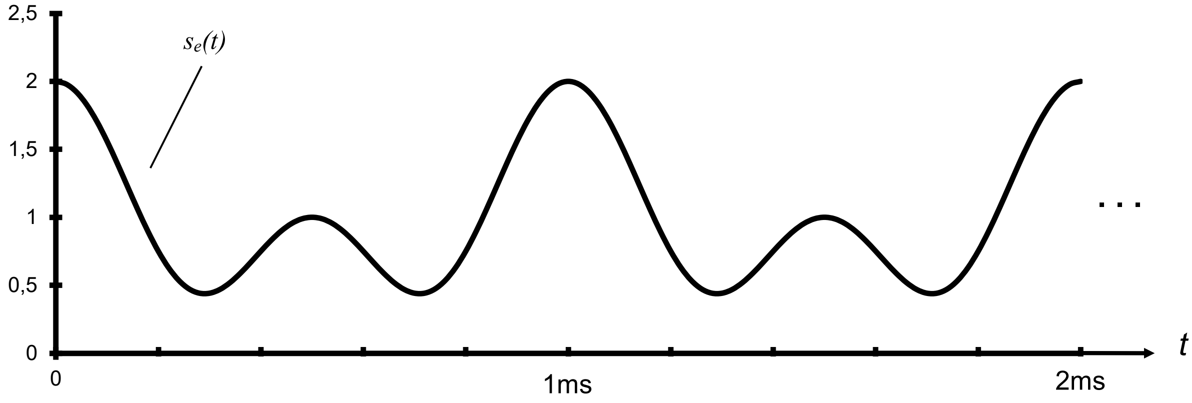

Bild 9: Eingangssignal $s_e(t)$

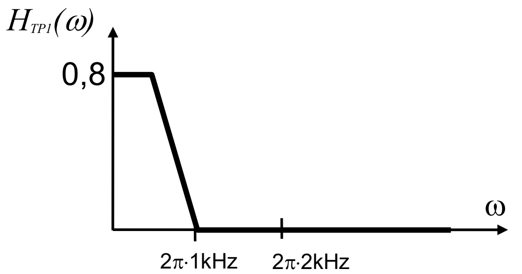

Bild 10a: Übertragungsfunktion des Filters H_{TP1}

Bild 10c: Übertragungsfunktion des Filters H_{HP}

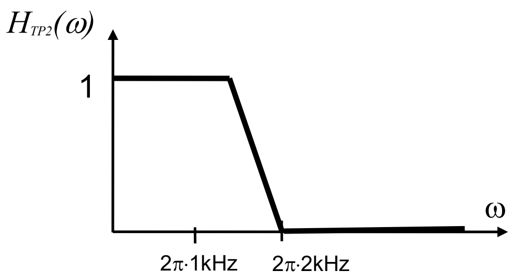

Bild 10b: Übertragungsfunktion des Filters H_{TP2}

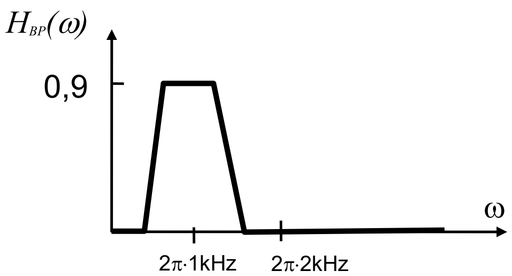

Bild 10d: Übertragungsfunktion des Filters H_{BP}

Aufgabe 16 (Verzerrungen):

Das Eingangssignal

$s_e(t)$ = 2,4 + 0,75 cos($2\pi\cdot 1\mathrm{kHz}\cdot t$) + 1,5 sin($2\pi\cdot 2\mathrm{kHz}\cdot t$) + 0,3 sin($2\pi\cdot 3\mathrm{kHz}\cdot t$)

soll übertragen werden. Um eine möglichst verzerrungsfreie Übertragung zu erreichen, werden vier Übertragungssysteme miteinander verglichen. Am Empfangsort konnten folgende Ausgangssignale für die Systeme A bis D empfangen werden.

System A: $s_a(t)$ = 1,2 + 0,375 cos[$2\pi\cdot 1\mathrm{kHz}\cdot(t$-23ms)] + 0,75 sin[($2\pi\cdot 2\mathrm{kHz}\cdot(t$-23ms)] + 0,15 sin[$2\pi\cdot 3\mathrm{kHz}\cdot(t$-15ms)]

System B: $s_a(t)$ = 1,2 + 0,375 cos[$2\pi\cdot 1\mathrm{kHz}\cdot(t$-23ms)] + 0,5 sin[($2\pi\cdot 2\mathrm{kHz}\cdot(t$-23ms)] + 0,15 sin[$2\pi\cdot 3\mathrm{kHz}\cdot(t$-23ms)]

System C: $s_a(t)$ = 0,8 + 0,25 cos[$2\pi\cdot 1\mathrm{kHz}\cdot(t$-17ms)] + 0,5 sin[($2\pi\cdot 2\mathrm{kHz}\cdot(t$-17ms)] + 0,1 sin[$2\pi\cdot 3\mathrm{kHz}\cdot(t$-17ms)]

System D: $s_a(t)$ = 1,2 + 0,25 cos[$2\pi\cdot 1\mathrm{kHz}\cdot(t$-23ms)] + 0,75 sin[($2\pi\cdot 2\mathrm{kHz}\cdot(t$-23ms)] + 0,15 sin[$2\pi\cdot 3\mathrm{kHz}\cdot(t$-15ms)]

Skizzieren Sie das Linienspektrum des Eingangssignals $s_e(t)$. Welches der Systeme würden Sie für die Übertragung empfehlen? Begründen Sie Ihre Antwort kurz.

Aufgabe 11 (Pegelrechnung):

Ein Sender besitzt eine Sendeleistung von 1W. Die Strecke bis zum Empfänger hat eine Dämpfung von 118,5 dB. Wie groß ist die Leistung am Ende der Strecke?

Wie groß ist die Leistung am Ende der Strecke für Dämpfungen von 114 dB, 117 dB und 123 dB?

Geben Sie die Empfangsleistungen in dBm an.

Aufgabe 17 (Störungen):

Für eine optische Übertragungsstrecke wird eine Glasfaser mit einer Dämpfung von 0,5dB/km eingesetzt. Der Halbleiterlaser sendet mit einer Sendeleistung von P_l= 15mW. Die Rauschleistung auf der Glasfaser und am Eingang des Empfangsverstärkers beträgt unabhängig von der Sendeleistung konstant L_N'= -60dBm. Am Empfangsort sollte der Signal-zu-Rauschabstand mindestens 20dB betragen, um eine vorgeschriebene Fehlerhäufigkeit nicht zu überschreiten.

a) Geben Sie die Sendeleistung in dBm an.
b) Wie groß muss die Empfangsleistung mindestens sein, um den erforderlichen Signal zu Rauschabstand einzuhalten? Geben Sie diese Leistung in dBm und in W (Watt) an.
c) Wie lang darf die Glasfaserleitung demnach höchstens sein?