

Schriftliche Prüfung im Fach

Grundlagen der Nachrichtentechnik

Name: _____
Vorname: _____
Mat.-Nr.: _____

Zeit: 18. Oktober 2006, 10.00 - 12.00 Uhr
Ort: NW1, Raum H2
Umfang: 7 Aufgaben

Aufgabe:	1	2	3	4	5	6	7	gesamt
Punkte:	(6)	(8)	(7)	(7)	(8)	(7)	(7)	(50)
erzielt:								

Hinweise:

- Zum Bestehen der Klausur müssen von den 50 Punkten mindestens 20 Punkte erreicht werden!
- Bitte schreiben Sie Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer auf *jedes* abgegebene Blatt. Fangen Sie für jede Aufgabe eine neue Seite an.
- Zugelassene Hilfsmittel: Taschenrechner

Aufgabe 1

(6 Punkte)

(a) In Abbildung 1 ist das reelle Spektrum eines Bandpasssignals $X_{BP}(j\omega)$ gegeben. Welche der angegebenen Eigenschaften trifft auf das zugehörige Tiefpasssignal im Zeitbereich zu:

- 1) (konjugiert) gerade und reell
- 2) ungerade und reell
- 3) (konjugiert) gerade und komplexwertig
- 4) ungerade und komplexwertig

Begründen Sie Ihre Aussage mit den Eigenschaften des Bandpassspektrums!

(b) In Abbildung 2 ist ein reelles Tiefpasssignal im Zeitbereich gegeben. Welche der unter (a) angegebenen Eigenschaften trifft auf das Spektrum des äquivalenten Tiefpasssignals zu? Begründen Sie Ihre Aussage!

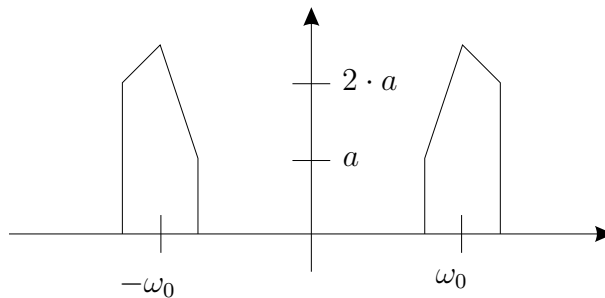


Abbildung 1: Reelles Spektrum eines Bandpasssignals

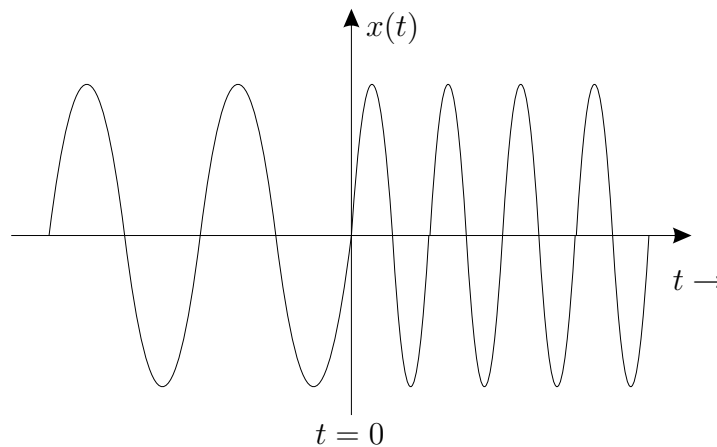


Abbildung 2: Reelles Zeitsignal im Tiefpassbereich

Aufgabe 2 (8 Punkte)

Ein Trägersignal wird mit einem Kosinussignal amplitudenmoduliert.

- (a) Zeichnen Sie die Ortskurve der komplexen Einhüllenden für folgende Parameter: Trägeramplitude $a_0 = 1.5$, NF-Signalamplitude $a_1 = 1.2$, Trägerphase $\varphi_0 = 60^\circ$.
- (b) Wodurch ist ein übermoduliertes Signal charakterisiert? Trifft diese Bedingung auf das Beispiel in Aufgabenteil a) zu?
- (c) Zur Demodulation eines AM-Signals gibt es prinzipiell zwei Empfängertypen, kohärente und inkohärente. Mit welchen Empfängertypen kann man i) übermodulierte und ii) nicht übermodulierte Signale demodulieren?

Aufgabe 3 (7 Punkte)

Ein Leistungsverstärker weist ein nichtlineares Verhalten auf, das sich durch

$$y = x + 0.1x^2 + 0.4x^4$$

beschreiben lässt.

Berechnen Sie den Klirrfaktor für ein cosinusförmiges Eingangssignal der Amplitude 1.

Hinweis: Es gilt

$$\begin{aligned}\cos^2(\alpha) &= \frac{1}{2} [1 + \cos(2\alpha)] \\ \cos^4(\alpha) &= \frac{1}{8} [\cos(4\alpha) + 4 \cos(2\alpha) + 3]\end{aligned}$$

Aufgabe 4

(7 Punkte)

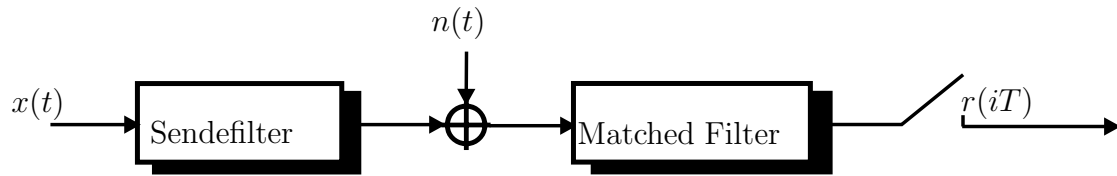


Abbildung 3: Blockschaltbild eines digitalen Übertragungssystems

- (a) Gegeben ist das in Abbildung 3 dargestellte digitale Übertragungssystem. Was wird durch die Verwendung eines Matched Filters maximiert und wo im Blockschaltbild wird dazu diese Größe betrachtet?
- (b) Zeichnen Sie zu dem in Abbildung 4 dargestellten Sendefilter das entsprechende nichtkausale Matched Filter. Denken Sie an eine genaue Achsenbeschriftung!

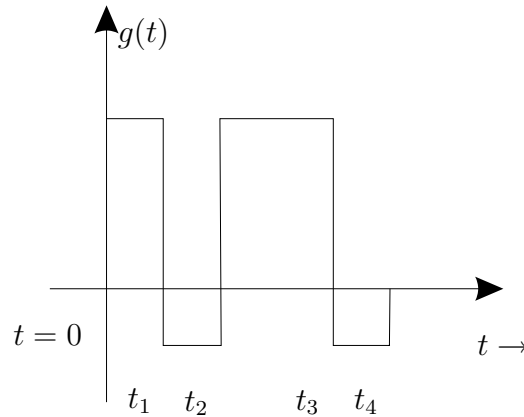


Abbildung 4: Impulsantwort eines Sendefilters

Aufgabe 5 (8 Punkte)

Um ein analoges Signal über ein digitales System übertragen zu können, muss es abgetastet und quantisiert werden. Um das Signal am Empfänger wieder rekonstruieren zu können, muss das Abtasttheorem erfüllt sein.

- (a) Wie lautet die allgemeine Formulierung des Abtasttheorems?
- (b) Hier wird ein analoges Signal mit einer Bandbreite von 1 kHz gemäß Abbildung 5 betrachtet. Am Empfänger wird ein Rekonstruktionstiefpass gemäß Abbildung 6 verwendet. Wie lautet in diesem Fall die **minimale** Abtastfrequenz, die am Sender verwendet werden muss, um am Ausgang des Filters im Empfänger das gesendete analoge Signal zu erhalten?

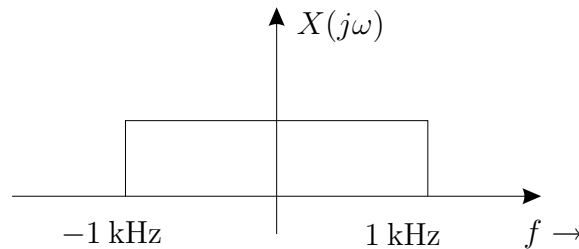


Abbildung 5: Spektrum des analogen Sendesignals

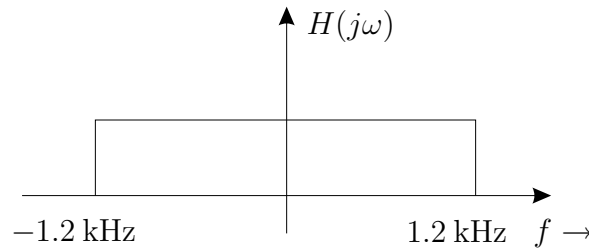


Abbildung 6: Spektrum des Rekonstruktionstiefpasses

Hinweis: Zeichnen Sie die Spektren des Filters und des Signals nach der Abtastung und nach dem Rekonstruktionstiefpass.

Aufgabe 6

(7 Punkte)

Es wird ein mit einem Kosinus frequenzmoduliertes Signal mit folgenden Parametern betrachtet: Trägeramplitude $a_0 = 1$, NF-Signalamplitude $a_1 = 1$, Trägerfrequenz $f_0 = 200$ kHz, NF-Signalfrequenz $f_{NF} = 5$ kHz, Frequenzhub $\Delta F = 15$ kHz.

- Wie groß ist die Carsonbandbreite für diesen Fall?
- Zeichnen Sie das Spektrum des Bandpasssignals für positive Frequenzen innerhalb dieser Bandbreite. Lesen Sie dazu die Werte der Besselfunktion aus Abbildung 7 ab.

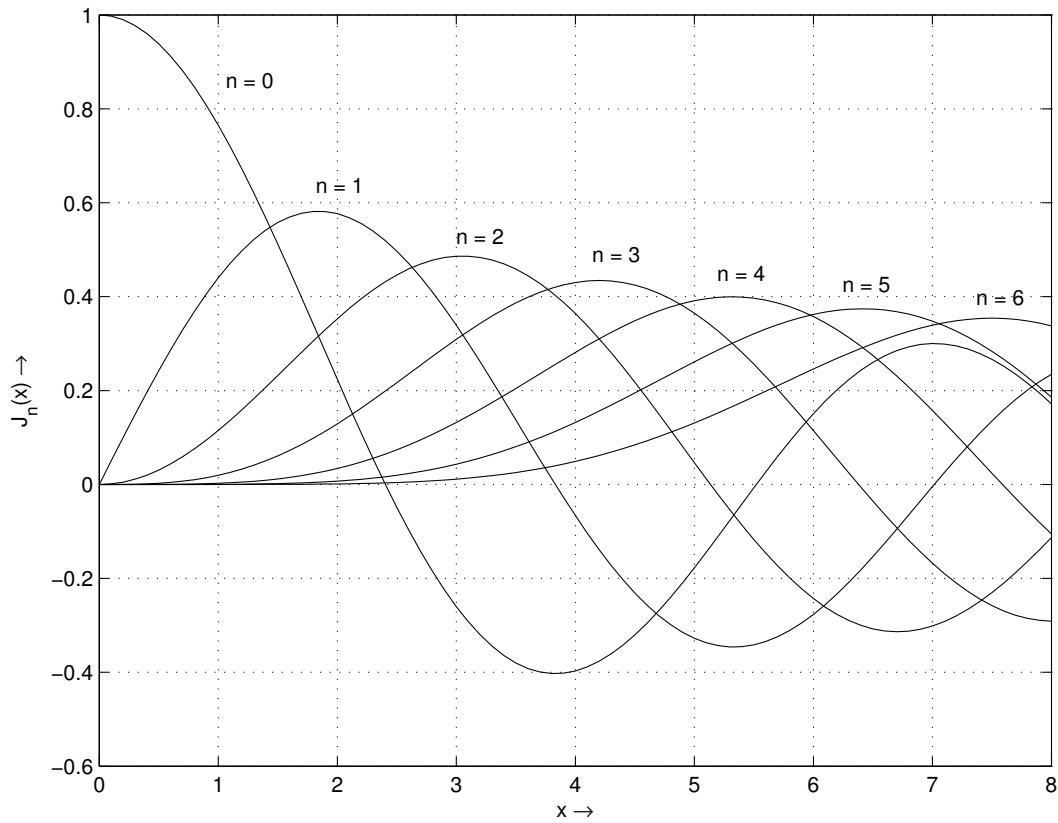


Abbildung 7: Besselfunktion

Aufgabe 7 (7 Punkte)

In einem BPSK-modulierten digitalen Übertragungssystem hängt die Bitfehlerrate von Signal- und Rauschleistung ab.

$$P_b = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left(\sqrt{\frac{SNR}{2}} \right)$$

- (a) Welche Bitfehlerrate ist zu erwarten, wenn die Signalleistung $\sigma_d^2 = 2$ und die Varianz des Rauschens $\sigma_n^2 = 0.3$ beträgt?

Hinweis: Entnehmen Sie die erforderlichen Werte der erfc-Funktion der Abbildung 8.

- (b) Für eine bestimmte Verbindung wird eine Bitfehlerrate von $P_b = 5 \cdot 10^{-4}$ gefordert. Um wieviel Prozent muss die Signalleistung angehoben werden, um diese Fehlerrate zu erreichen?

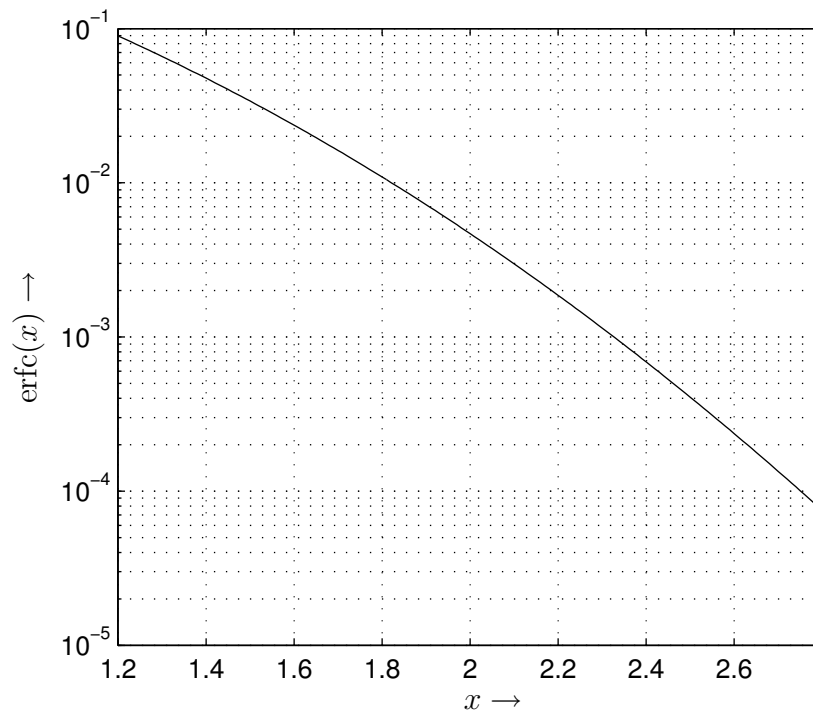


Abbildung 8: Ausschnitt der erfc-Funktion