Fachprüfung

Signal- und Systemtheorie

15. September 2010

Prüfer: Prof. Dr. P. Pogatzki

Bearbeitungszeit: 2 Stunden
Hilfsmittel:
Taschenrechner, Formelblatt (2 DIN A4-Seiten)

Name:____________________________Vorname:___________________

Matr.-Nr.: | | | | | | |

Unterschrift:____

Viel Erfolg!!!

Punkte								
Aufgabe	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	Summe
1.								
2.								
3.								
4.								
						Punkte gesamt		

Note: 1. Prüfer 2. Prüfer

<u>Eingesehen am:</u> <u>Unterschrift:</u>

Aufgabe 1 24 Punkte

Gegeben ist die Zeitfunktion s(t). Es gilt für das zugehörige Spektrum:

$$S(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} s(t) \cdot e^{-j2\pi ft} dt$$

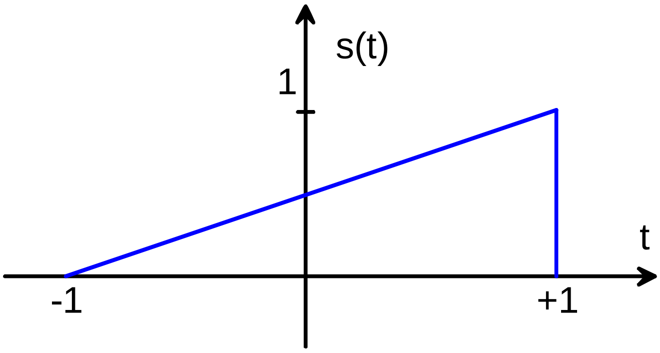
Aufgabe 1.1 (8 Punkte)

Beweisen Sie mit Hilfe des **Fourier-Integrals**, daß für das differenzierte Spektrum

$$-j2\pi t \cdot s(t) \circ\!\!-\!\!\bullet \frac{d}{df} S(f)$$

gilt!

Aufgabe 1.2 (8 Punkte)



Gegeben ist nun ein reelles Signal gemäß Bild.
Zerlegen Sie das Signal in seinen **geraden** und seinen **ungeraden** Anteil!
Versuchen Sie, den ungeraden Anteil $s_{odd}(t)$ durch den geraden gemäß $s_{odd}(t) = f(t) \cdot s_{even}(t)$ auszudrücken!

<u>Aufgabe 1.3</u> (8 Punkte)

Berechnen Sie das Spektrum des geraden und des ungeraden Anteils. Ordnen Sie die Spektren eindeutig den Signalen $s_{odd}(t)$ und $s_{even}(t)$ zu!
Hinweis: Nutzen Sie das Ergebnis aus Unterpunkt 1.1

Aufgabe 2 19 Punkte

Für eine digitale Übertragung soll der folgende Grundimpuls s(t) verwendet werden.

$$s(t)=\frac{1}{2}\left(1+\cos\left(\frac{2\pi t}{T}\right)\right)rect\left(\frac{t}{T}\right)$$

Aufgabe 2.1 (4 Punkte)

Skizzieren Sie unter Angabe **charakteristischer** Werte das Signal s(t)!

Aufgabe 2.2 (6 Punkte)

Berechnen Sie mit Hilfe der Regeln der Fourier-Transformation das Spektrum S(f) des Impulses s(t)!

<u>Aufgabe 2.3</u> (4 Punkte)

Der Grundimpuls s(t) soll im **Zeitbereich** abgetastet werden. Tritt dabei Aliasing auf? Welche Auswirkung hat die Größe der Abtastfrequenz?
(**Wertung nur mit richtiger Begründung**)

Aufgabe 2.4 (5 Punkte)

Es wird nun eine Abtastfrequenz f_A zu $f_A = \frac{4}{T}$ gewählt. Der Grundimpuls s(t) soll mittels $Ш\left(f_A \cdot t\right)$ abgetastet werden.
Wie groß ist die sich einstellende **Störung** bei **f=0** aufgrund der **ersten** Wiederholung des Spektrums? (**Zahlenwert erforderlich**)

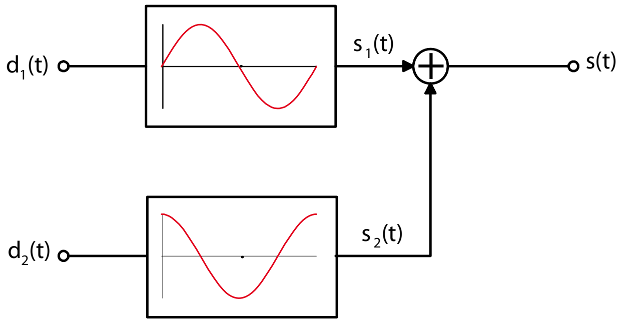
Aufgabe 3 (28 Punkte)

Zwei Digitalsignale $d_1(t)$ und $d_2(t)$ sollen mit Hilfe der Trägerfunktionen $s_{T1}(t)$ und $s_{T2}(t)$ auf einem gemeinsamen Kanal als Summensignal s(t) übertragen werden. Dabei gilt:

$d_1(t)=0 \rightarrow$ sende $-s_{T1}(t)$ $\qquad$ $d_1(t)=1 \rightarrow$ sende $+s_{T1}(t)$

$d_2(t)=0 \rightarrow$ sende $-s_{T2}(t)$ $\qquad$ $d_2(t)=1 \rightarrow$ sende $+s_{T2}(t)$

$$s_{T1}(t)=\sin(t)\cdot\mathrm{rect}\left(\frac{t-\pi}{2\pi}\right) \qquad s_{T2}(t)=\cos(t)\cdot\mathrm{rect}\left(\frac{t-\pi}{2\pi}\right)$$



Aufgabe 3.1 (3 Punkte)

Skizzieren Sie **unter Angabe charakteristischer Werte** die Teilsignale $s_1(t)$ und $s_2(t)$, wenn

$$d_1(t)=(101) \quad \text{und} \quad d_2(t)=(100)$$

ist. **Das System ist kausal!** (Die Zeit läuft von links nach rechts)

<u>Aufgabe 3.2</u> (10 Punkte)

Der Empfänger soll nach dem **Matched-Filter-Prinzip** arbeiten. Dafür ist die Kenntnis der Kreuzkorrelationsfunktion $\varphi_{sT1sT2}(\tau)$ erforderlich.

Berechnen Sie das Kreuzenergiedichtespektrum $\Phi_{sT1sT2}(f)$ der Signale $s_{T1}(t)$ und $s_{T2}(t)$!

Beginnen Sie zur Berechnung mit dem Ansatz im Zeitbereich

$$\varphi_{sT1sT2}(\tau) = s_{T1}(-\tau) * s_{T2}(+\tau)$$

Aufgabe 3.3 (10 Punkte)

Berechnen und skizzieren Sie unter Angabe charakteristischer Werte die **Autokorrelationsfunktion** $\varphi_{sT1sT1}(\tau)$! Wie groß ist die Energie des Signals $s_{T1}(t)$?

Aufgabe 3.4 (5 Punkte)

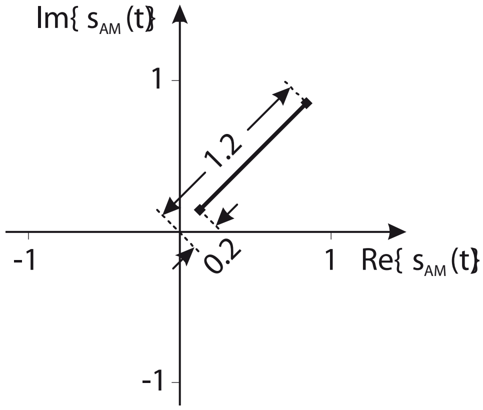
Welchen zeitlichen Bezug müssen die Signale $s_{T1}(t)$ und $s_{T2}(t)$ haben, wenn beim Matched-Filter-Empfang keine gegenseitigen Störungen (keine Intersymbol-Interferenz) auftreten sollen? **(Begründung!)**

Aufgabe 4 29 Punkte

Es sollen einige Eigenschaften der Amplituden-Modulation (AM) untersucht werden.

Aufgabe 4.1 (4 Punkte)

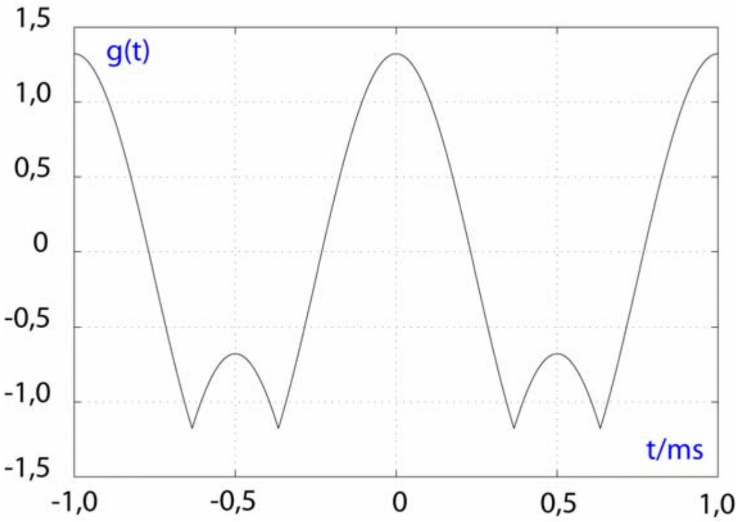
Die Ortskurve der **komplexen Einhüllenden** eines AM-Signals ist im folgenden Bild dargestellt.



Bestimmen Sie den Modulationsgrad μ_{AM} und die Amplitude A des Trägers!

Aufgabe 4.2 (4 Punkte)

Ein AM-Sender wird mit einem **sinusförmigen** Basisbandsignal moduliert. Am Ausgang des Demodulators wird nach **Unterdrückung des Gleichanteils** das folgende Signal g(t) gemessen:



Geben Sie eine Erklärung für die aufgetretene nichtlineare Verzerrung an! Um welchen Demodulator-Typ handelt es sich? (**Begründung erforderlich**)

Aufgabe 4.3 (12 Punkte)

Geben Sie eine **Schaltung** zur Erzeugung eines **Einseitenband-Signals** mit unterdrücktem Träger an. **Kennzeichnen** Sie eindeutig, ob Ihr Entwurf das obere **oder** das untere Seitenband generiert!

<u>Aufgabe 4.4</u> (6 Punkte)

Am Ausgang eines AM-Modulators wird mit einem Spektrum-Analysator das folgende **einseitige** Spektrum gemessen:

f/MHz	97	100	103	sonst
Normierte Amplitude	0,6	1,0	0,6	0

Bestimmen Sie das Ausgangssignal $s_{Mod}(t)$ des Modulators! Um welche Form der AM handelt es sich? Berechnen Sie das modulierende Basisband-Signal s(t)!

<u>Aufgabe 4.5</u> (3 Punkte)

Kann das AM-Signal aus UP 4.4 mittels eines Hüllkurvendetektors fehlerfrei demoduliert werden? (**Begründung erforderlich**)