

Fachprüfung

Signal- und Systemtheorie

16. Juli 2009

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

Eingesehen am:

Unterschrift:

Aufgabe 1 24 Punkte

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

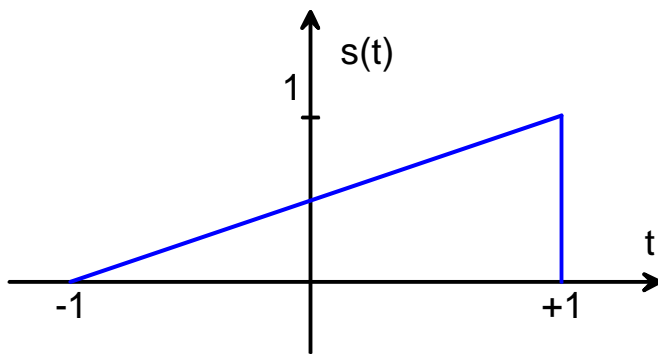
$$S(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} s(t) \cdot e^{-j2\pi ft} dt$$

Aufgabe 1.1 (8 Punkte)

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

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

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 $s_{\text{odd}}(t)$ durch den geraden gemäß

$s_{\text{odd}}(t) = f(t) \cdot s_{\text{even}}(t)$ auszudrücken!

Aufgabe 1.3 (8 Punkte)

Berechnen Sie das Spektrum des geraden und des ungeraden Anteils. Ordnen Sie die Spektren eindeutig den Signalen $s_{\text{odd}}(t)$ und $s_{\text{even}}(t)$ 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.

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

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 $s(t)$!

Aufgabe 2.3 (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

$$f_A = \frac{4}{T}$$

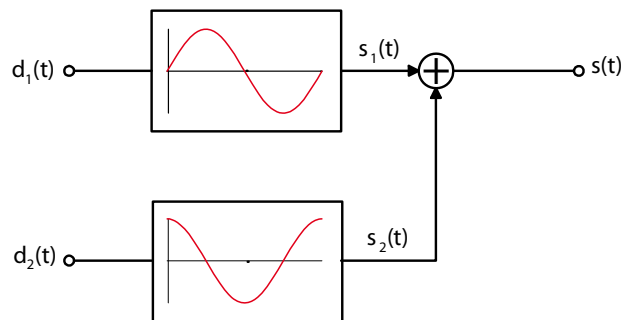
gewählt. Wie groß ist die sich einstellende **Störung** bei $f=0$ aufgrund der ersten Wiederholung des Spektrums? (Zahlenwert)

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:

$$\begin{aligned} d_1(t)=0 &\rightarrow \text{sende } -s_{T1}(t) & d_1(t)=1 &\rightarrow \text{sende } +s_{T1}(t) \\ d_2(t)=0 &\rightarrow \text{sende } -s_{T2}(t) & d_2(t)=1 &\rightarrow \text{sende } +s_{T2}(t) \end{aligned}$$

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

**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)

Aufgabe 3.2 (10 Punkte)

Der Empfänger soll nach dem **Matched-Filter-Prinzip** arbeiten. Dafür ist die Kenntnis der Kreuzkorrelationsfunktion $\varphi_{s_{T_1}s_{T_2}}(\tau)$ erforderlich.

Berechnen Sie das Kreuzenergiedichtespektrum $\Phi_{s_{T_1}s_{T_2}}(f)$ der Signale $s_{T_1}(t)$ und $s_{T_2}(t)$!

Verwenden Sie zur Berechnung dabei den Ansatz im Zeitbereich

$$\varphi_{s_{T_1}s_{T_2}}(\tau) = s_{T_1}(-\tau) * s_{T_2}(+\tau)$$

Aufgabe 3.3 (10 Punkte)

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

Aufgabe 3.4 (5 Punkte)

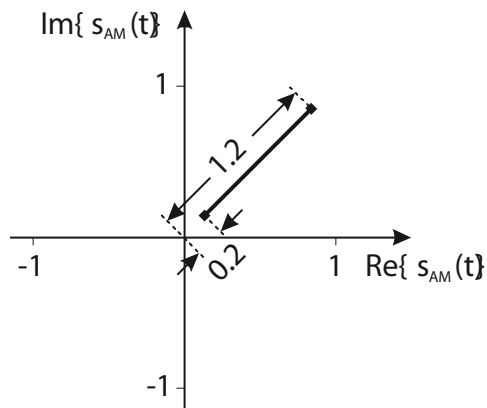
Welchen zeitlichen Bezug müssen die Signale $s_{T1}(t)$ und $s_{T2}(t)$ haben, wenn beim Matched-Filter-Empfang keine gegenseitigen Störungen (keine Intersymbol-Interferenz) auftreten sollen? (**Begründung!**)

Aufgabe 4 29 Punkte

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

Aufgabe 4.1 (4 Punkte)

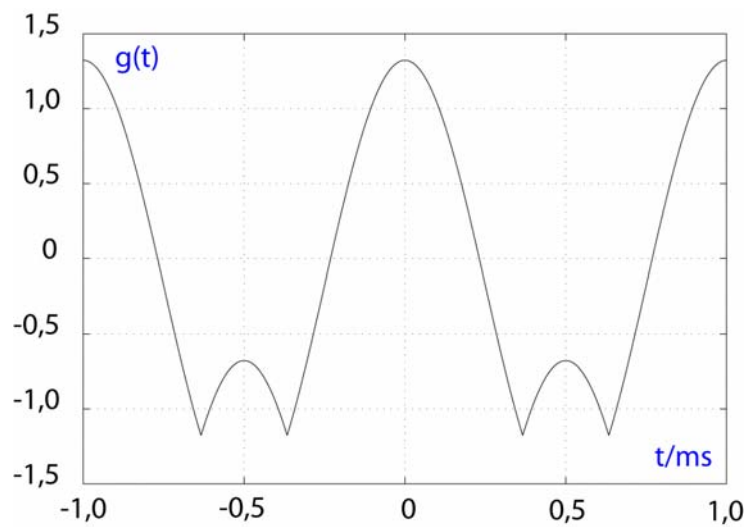
Die Ortskurve der **komplexen Einhüllenden** eines AM-Signals ist im folgenden Bild dargestellt.



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!

Aufgabe 4.4 (6 Punkte)

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

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

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

Aufgabe 4.5 (3 Punkte)

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