

# Signale und Systeme

- Prof. Dr.-Ing. Thomas Sikora -

Name: .....  Bachelor  ET  
Vorname: .....  Master  TI  
Matr.Nr: .....  Diplom  WiIng  
 Magister  PI  
 Erasmus  .....

Ich bin mit der Veröffentlichung des Klausurergebnisses im Web unter meiner verkürzten Matrikelnummer einverstanden.

A1	A2	A3	BP	Summe

**Hinweise:**

1. Füllen Sie vor Bearbeitung der Klausur das Deckblatt **vollständig** und **sorgfältig** aus.
2. Schreiben Sie die Lösungen jeweils direkt auf den freien Platz unterhalb der Aufgabenstellung.
3. Die **Rückseiten** können bei Bedarf zusätzlich beschrieben werden. Sollte der Platz auf der Rückseite nicht ausreichen, ist dennoch **kein eigenes Papier zu verwenden**. Die Klausuraufsicht teilt auf Anfrage **zusätzliche leere Blätter** aus.
4. Ein **nicht programmierbarer** Taschenrechner und ein **einseitig handbeschriebenes DIN-A4-Blatt** sind als Hilfsmittel erlaubt.
5. Bearbeitungszeit: **90 min**.
6. **Keinen Bleistift** und auch **keinen Rotstift** verwenden!
7. Bei Multiple-Choice-Fragen gibt es je richtiger Antwort einen halben Punkt, je falscher Antwort wird ein halber Punkt abgezogen. Im schlechtesten Fall wird die Aufgabe mit null Punkten bewertet.
8. Grundsätzlich müssen bei allen Skizzen die **Achsen vollständig beschriftet** werden.

Ich habe die Hinweise gelesen und verstanden: ..... (Unterschrift)

Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 22.07.2015	Blatt: 1
--	---	----------

---

## Erklärung zur Prüfungsfähigkeit

Ich erkläre, dass ich mich prüfungsfähig fühle. (§ 7 (10) Satz 5+6 AllgPO vom 13. Juni 2012)

.....

(Datum und Unterschrift der Studentin/ des Studenten)

<b>Technische Universität Berlin</b> Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet <b>Signale und Systeme</b> am 22.07.2015	Blatt: 2
---	--	----------

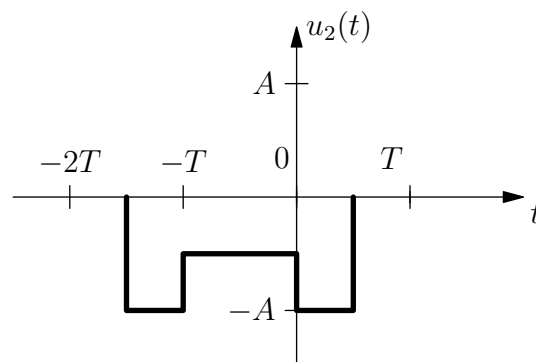
# Inhaltsverzeichnis

1	Zeitkontinuierliche Signale	4
2	Zeitkontinuierliche Systeme und Abtastung	13
3	Zeitdiskrete Signale und Systeme	19

<p><b>Technische Universität Berlin</b> Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora</p>	<p>Klausur im Lehrgebiet <b>Signale und Systeme</b> am 22.07.2015</p>	<p>Blatt: 3</p>
--	---	-----------------

**1 Zeitkontinuierliche Signale****11,5 Punkte**1.1 Gegeben sei das zeitkontinuierliche Signal  $u_1(t)$  mit: 3,5 P

$$u_1(t) = A \cdot \Pi_T(t + 1,5T) + A \cdot \Pi_T(t - 1,5T) + A \cdot \sigma(t + 2T) - A \cdot \sigma(t - 2T)$$

a) Zeichnen Sie das Signal  $u_1(t)$ . 1 Pb) Bestimme die Funktion des zeittransformierten Signals  $u_2(t)$  in Abhängigkeit von  $u_1(t)$ . 1,5 P

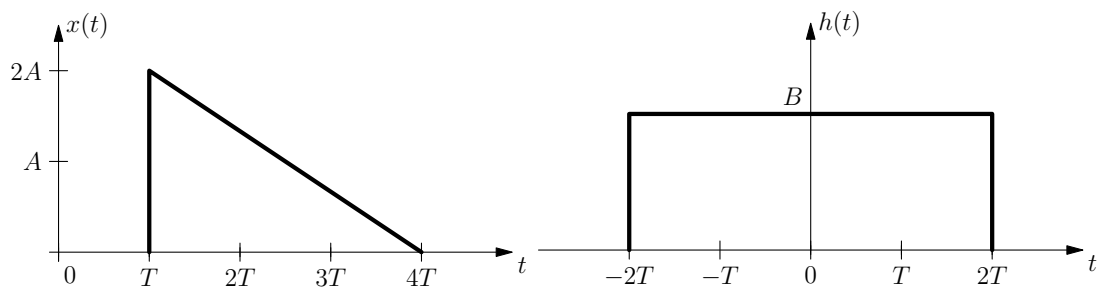
Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 22.07.2015	Blatt: 4
--	---	----------

c) Bestimmen Sie die Energie des Signals  $u_2(t)$ .

1 P

<b>Technische Universität Berlin</b> Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet <b>Signale und Systeme</b> am 22.07.2015	Blatt: 5
---	--	----------

- 1.2 Gegeben seien das Eingangssignal  $x(t)$  und ein Filter mit der Impulsantwort  $h(t)$ . 6 P



- a) Bestimmen Sie das Ausgangssignal  $y(t)$ . 4,5 P

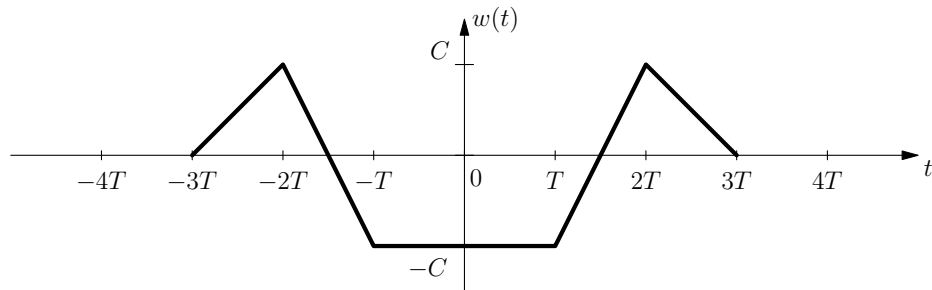
Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 22.07.2015	Blatt: 6
--	---	----------

b) Skizzieren Sie das Ausgangssignal  $y(t)$  im Bereich  $-6T \leq t \leq 6T$

1,5 P

<p><b>Technische Universität Berlin</b> Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora</p>	<p>Klausur im Lehrgebiet <b>Signale und Systeme</b> am 22.07.2015</p>	<p>Blatt: 7</p>
--	---	-----------------

- 1.3 Berechnen Sie die Fouriertransformierte des folgenden Signals  $w(t)$ . Fassen Sie das Ergebnis so weit wie möglich zu trigonometrischen Funktionen zusammen. 2 P

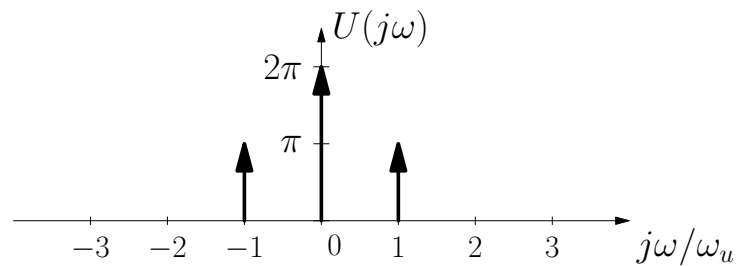


<b>Technische Universität Berlin</b> Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet <b>Signale und Systeme</b> am 22.07.2015	Blatt: 8
---	--	----------



**2 Zeitkontinuierliche Systeme und Abtastung****9,5 Punkte**2.1 Gegeben sei das folgende Spektrum  $U(j\omega)$ .

5,5 P

a) Bestimmen Sie  $u(t)$ . (Hinweis:  $\mathcal{F}^{-1}\{2\pi\delta(\omega)\} = 1$ )

1 P

b) Das Signal werde ideal mit  $\omega_T = 2\omega_u$  abgetastet. Zeichnen Sie  $U_A(j\omega)$  im Bereich  $-6\omega_u \leq \omega \leq 6\omega_u$ .

1 P

Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 22.07.2015	Blatt: 9
--	---	----------

c) Zeichnen Sie das Blockschaltbild des Shape-Top-Samplings. 1 P

d) Nun werde das Signal  $u(t)$  mittels Shape-Top-Sampling ( $\omega_T = 3\omega_u$ ,  $\alpha = 0,7$ ) abgetastet. Skizzieren Sie  $U_A(j\omega)$  im Bereich  $-6\omega_u \leq \omega \leq 6\omega_u$ . 1 P

e) Was ist Aliasing? Wie entsteht Aliasing? 1,5 P

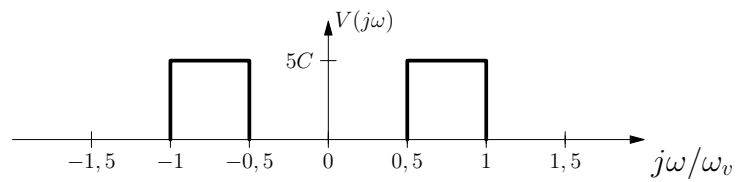
<p>Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora</p>	<p>Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 22.07.2015</p>	<p>Blatt: 10</p>
---	--	------------------

f) Zeichnen Sie das Blockschaltbild des Flat-Top-Samplings. 1\* P

g) Leiten Sie aus dem Blockschaltbild die Beschreibung von  $v_A(t)$  ab und bestimmen Sie daraus das Spektrum  $V_A(j\omega)$ . Vereinfachen Sie so weit wie möglich, lösen Sie dabei die Faltung vollständig auf. 2\* P

<b>Technische Universität Berlin</b> Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet <b>Signale und Systeme</b> am 22.07.2015	Blatt: 11
---	--	-----------

- h) Gegeben sei das Spektrum  $V(j\omega)$ . Nun werde das Signal mittels Flat-Top-Sampling ( $\omega_T = 2\omega_v$ ,  $\alpha = 0,9$ ) abgetastet. Skizzieren Sie  $V_A(j\omega)$  im Bereich  $-\omega_v \leq \omega \leq \omega_v$ . 1\* P

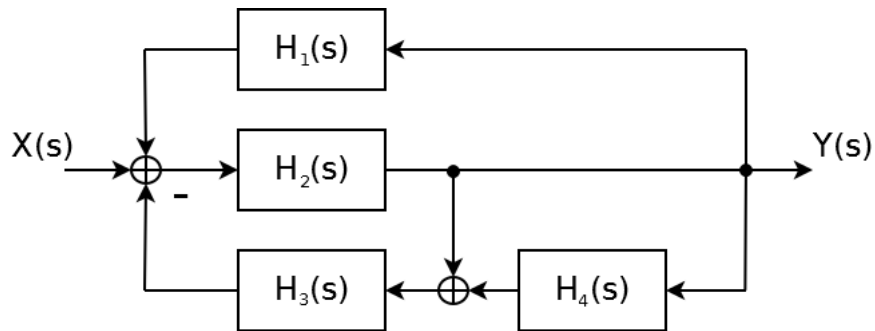


- i) Lässt sich das Signal  $v(t)$  perfekt rekonstruieren? Begründen Sie Ihre Antwort. 1\* P

Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 22.07.2015	Blatt: 12
--	---	-----------

- 2.2 Gegeben sei das folgende Blockschaltbild. Geben Sie die Gesamtübertragungsfunktion  $H_{\text{Ges}}(s)$  in Abhängigkeit von den Einzelübertragungsfunktionen  $H_i(s)$ ,  $i = 1, \dots, 4$  an. Fassen Sie das Ergebnis so weit wie möglich zusammen.

2 P



2.3 Von einem realen, zeitkontinuierlichen System seien nachfolgende Eigenschaften bekannt. Skizzieren Sie das PN-Diagramm des Systems. Erläutern Sie Ihre Schlussfolgerungen aus den genannten Eigenschaften. 2 P

- a)  $|H(j\omega)| = \text{konst.}$
- b) Es gibt genau vier Extremstellen.
- c) Der Imaginärteil einer Polstelle ist 2.
- d) Der Realteil mindestens einer Nullstelle ist 2.

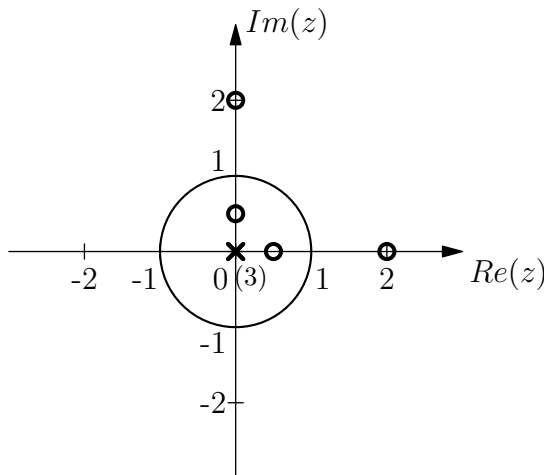
<p>Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora</p>	<p>Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 22.07.2015</p>	<p>Blatt: 14</p>
---	--	------------------

### 3 Zeitdiskrete Signale und Systeme

11 Punkte

3.1 PN-Diagramme zeitdiskreter Systeme 4 P

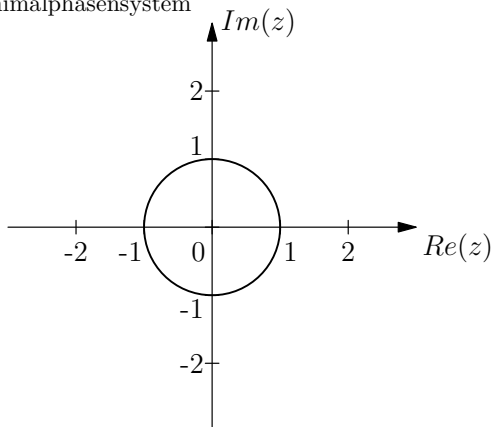
a) Gegeben sei das folgende PN-Diagramm eines zeitdiskreten Systems. Kreuzen Sie rechts die entsprechenden Eigenschaften des Systems an. 3 P



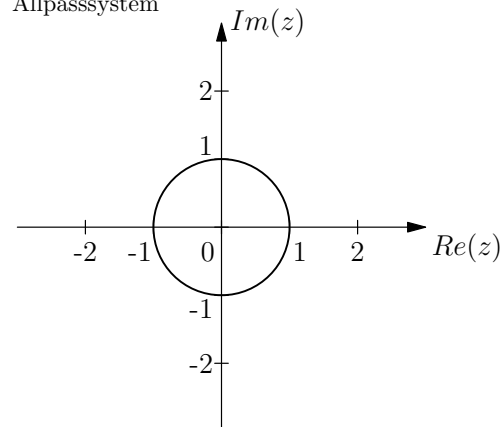
- ja nein
- reellwertig
- (bedingt) stabil
- kausal
- linearphasig
- Allpass
- minimalphasig

b) Zerlegen Sie, falls möglich, das System aus Teilaufgabe 3.1 a) in ein Allpass- und Minimalphasensystem. Zeichnen Sie die resultierenden Extremstellen in das passende PN-Diagramm. 1 P

Minimalphasensystem



Allpasssystem



3.2 Gegeben sei die Systemfunktion  $H(z) = \frac{z^2+2z+1}{z^3+z}$ . 3 P

a) Bestimmen Sie die Differenzgleichung  $y(n)$ . 2 P

b) Bestimmen Sie die Lage der Pol- und Nullstellen von  $H(z)$  und zeichnen Sie das zugehörige PN-Diagramm. 1 P

<b>Technische Universität Berlin</b> Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet <b>Signale und Systeme</b> am 22.07.2015	Blatt: 16
---	--	-----------



3.3 Gegeben sei die Folge  $\{2; 0; 1; 2\}$ . 4 P

a) Berechnen Sie die DFT der Folge. 2 P

b) Welche Eigenschaften unterscheiden die DFT von der gewöhnlichen Fourier-  
transformation? 1 P

<b>Technische Universität Berlin</b> Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet <b>Signale und Systeme</b> am 22.07.2015	Blatt: 17
---	--	-----------

- c) Beweisen Sie allgemein die Symmetrieeigenschaft  $U_{DFT}(N - n) = U_{DFT}^*(n)$  1 P  
der diskreten Fouriertransformation.

<b>Technische Universität Berlin</b> Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet <b>Signale und Systeme</b> am 22.07.2015	Blatt: 18
---	--	-----------