

# Signale und Systeme

- Prof. Dr.-Ing. Thomas Sikora -

Name: .....

Bachelor

ET

Master

TI

Vorname: .....

Diplom

KW

Magister

.....

Matr.Nr: .....

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 **zusätzlich leere Blätter** aus.
4. Ein **nichtprogrammierbarer** Taschenrechner und ein **einseitig handbeschriebenes DIN-A4-**Blatt sind als Hilfsmittel erlaubt.
5. Bearbeitungszeit: **90 min**.
6. Zum Schreiben **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<br>Fachgebiet Nachrichtenübertragung<br>Prof. Dr.-Ing. T. Sikora | Klausur im Lehrgebiet<br>Signale und Systeme<br>am 20.7.2012 | Blatt: 1 |
|--|--|----------|

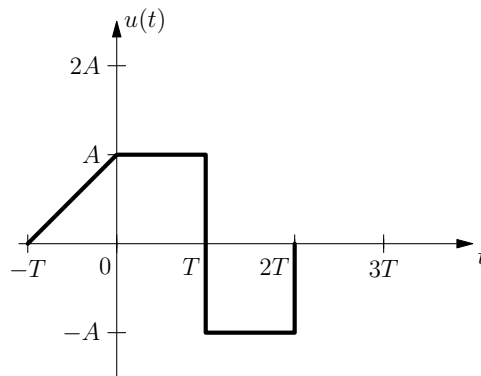
# Inhaltsverzeichnis

|   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | Zeitkontinuierliche Signale               | 3  |
| 2 | Zeitkontinuierliche Systeme und Abtastung | 8  |
| 3 | Zeitdiskrete Signale und Systeme          | 12 |

|  |  |                 |
|--|--|-----------------|
| <p><b>Technische Universität Berlin</b><br/>Fachgebiet Nachrichtenübertragung<br/>Prof. Dr.-Ing. T. Sikora</p> | <p>Klausur im Lehrgebiet<br/><b>Signale und Systeme</b><br/>am 20.7.2012</p> | <p>Blatt: 2</p> |
|--|--|-----------------|

**1 Zeitkontinuierliche Signale****12 Punkte**1.1 Gegeben sei das folgende zeitkontinuierliche Signal  $u(t)$ .

1,5 P

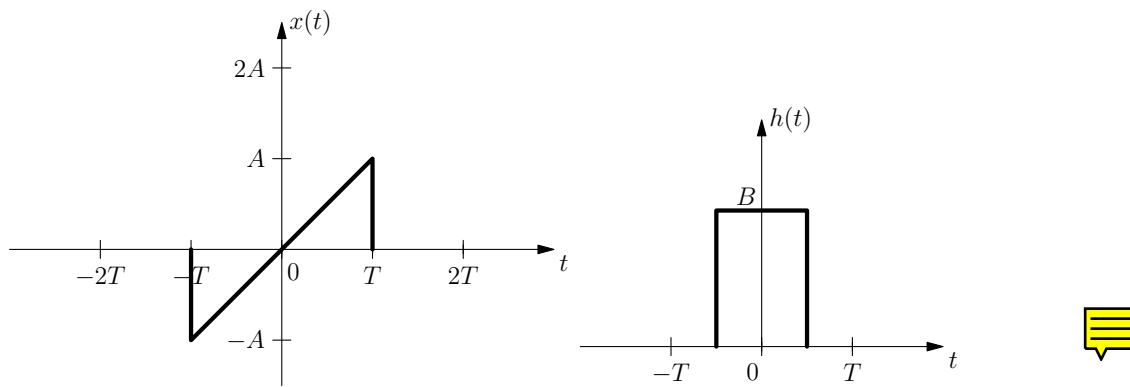
a) Skizzieren Sie das Signal  $w(t) = u(2(t + T))$ 

1,5 P

|   |   |          |
|---|---|----------|
| <b>Technische Universität Berlin</b><br>Fachgebiet Nachrichtenübertragung<br>Prof. Dr.-Ing. T. Sikora | Klausur im Lehrgebiet<br><b>Signale und Systeme</b><br>am 20.7.2012 | Blatt: 3 |
|---|---|----------|

1.2 Gegeben seien die folgenden Signale  $x(t)$  und  $h(t)$ .

6,5 P



- a) Berechnen Sie die Antwort  $y(t)$  eines Filters mit der Impulsantwort  $h(t)$  auf das Eingangssignal  $x(t)$ . 4,5 P

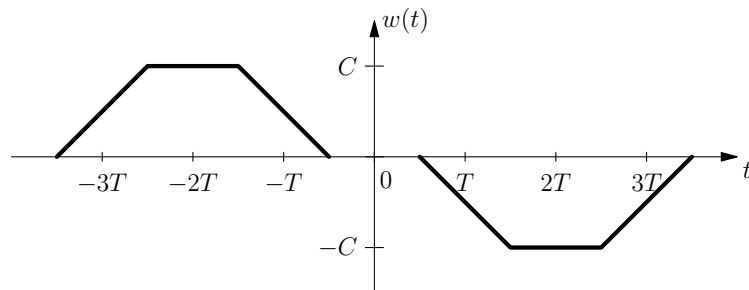
|  |  |          |
|--|--|----------|
| Technische Universität Berlin<br>Fachgebiet Nachrichtenübertragung<br>Prof. Dr.-Ing. T. Sikora | Klausur im Lehrgebiet<br>Signale und Systeme<br>am 20.7.2012 | Blatt: 4 |
|--|--|----------|

b) Skizzieren Sie  $y(t)$  im Bereich  $-3T \leq t \leq 3T$ .

2 P

|  |  |                 |
|--|--|-----------------|
| <p><b>Technische Universität Berlin</b><br/>Fachgebiet Nachrichtenübertragung<br/>Prof. Dr.-Ing. T. Sikora</p> | <p>Klausur im Lehrgebiet<br/><b>Signale und Systeme</b><br/>am 20.7.2012</p> | <p>Blatt: 5</p> |
|--|--|-----------------|

- 1.3 Berechnen Sie die Fouriertransformierte des folgenden Signals. Fassen Sie das Ergebnis soweit wie möglich zu trigonometrischen Funktionen zusammen. 2 P



|   |   |          |
|---|---|----------|
| <b>Technische Universität Berlin</b><br>Fachgebiet Nachrichtenübertragung<br>Prof. Dr.-Ing. T. Sikora | Klausur im Lehrgebiet<br><b>Signale und Systeme</b><br>am 20.7.2012 | Blatt: 6 |
|---|---|----------|

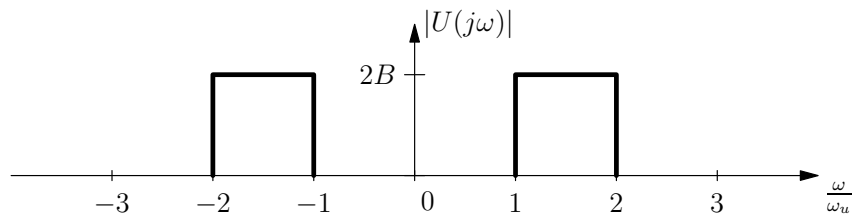
- 1.4 Beweisen Sie den folgenden Zusammenhang  $\mathbb{F}\{r_{uu}(t)\} = U(j\omega)U^*(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} u(t)e^{-j\omega t} dt \cdot \int_{-\infty}^{\infty} u(t)e^{j\omega t} dt$ . Hinweis: Nutzen Sie den Verschiebungssatz der Fouriertransformation! 2\* P

|   |   |                 |
|---|---|-----------------|
| <p>Technische Universität Berlin<br/>Fachgebiet Nachrichtenübertragung<br/>Prof. Dr.-Ing. T. Sikora</p> | <p>Klausur im Lehrgebiet<br/>Signale und Systeme<br/>am 20.7.2012</p> | <p>Blatt: 7</p> |
|---|---|-----------------|

**2 Zeitkontinuierliche Systeme und Abtastung****10 Punkte**

2.1 Gegeben sei das folgende Spektrum eines zeitkontinuierlichen Signals.

5 P

a) Berechnen Sie das entsprechende Signal  $u(t)$  im Zeitbereich mittels inverser Fouriertransformation. *Hinweis: Das Phasenspektrum ist  $\phi(\omega) = 0$ .*

2 P

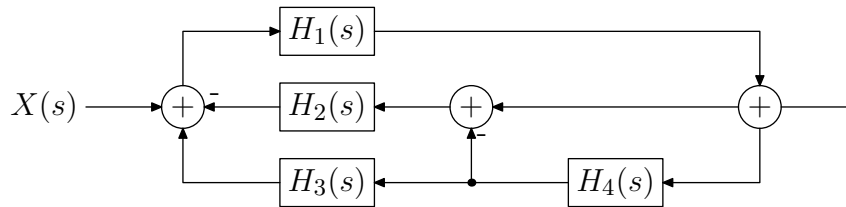
|  |  |          |
|--|--|----------|
| Technische Universität Berlin<br>Fachgebiet Nachrichtenübertragung<br>Prof. Dr.-Ing. T. Sikora | Klausur im Lehrgebiet<br>Signale und Systeme<br>am 20.7.2012 | Blatt: 8 |
|--|--|----------|



- b) Das Signal  $u(t)$  werde ideal abgetastet. Welche Abtastfrequenz ist dazu nach dem Nyquist-Theorem mindestens notwendig? 1 P
- c) Nun werde das Signals mittels Shape-Top-Sampling ( $\omega_T = 4\omega_u$ ,  $\alpha = 0,4$ ) abgetastet. Skizzieren Sie das Spektrum des abgetasteten Signals im Bereich  $-8\omega_u \leq \omega \leq 8\omega_u$ . 1 P
- d) Nun sei  $\omega_T = 2\omega_u$ . Skizzieren Sie auch hierfür das Spektrum des abgetasteten Signals nach dem Shape-Top-Sampling im Bereich  $-8\omega_u \leq \omega \leq 8\omega_u$ . 1 P

|   |   |          |
|---|---|----------|
| <b>Technische Universität Berlin</b><br>Fachgebiet Nachrichtenübertragung<br>Prof. Dr.-Ing. T. Sikora | Klausur im Lehrgebiet<br><b>Signale und Systeme</b><br>am 20.7.2012 | Blatt: 9 |
|---|---|----------|

- 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. 2,5 P



|  |  |           |
|--|--|-----------|
| Technische Universität Berlin<br>Fachgebiet Nachrichtenübertragung<br>Prof. Dr.-Ing. T. Sikora | Klausur im Lehrgebiet<br>Signale und Systeme<br>am 20.7.2012 | Blatt: 10 |
|--|--|-----------|

2.3 Von einem realen zeitkontinuierlichen System mit 5 Extremstellen (Pol- und Nullstellen zusammen) seien die folgenden Eigenschaften bekannt. Skizzieren Sie das PN-Diagramm des Systems. Geben Sie weiterhin zu jeder Extremstelle an, aus welchen Eigenschaften sie resultiert. 2,5 P

- a) Der Imaginärteil einer Nullstelle sein 2.
- b) Der minimalphasige Anteil besteht aus einer Polstelle.
- c) Der Allpassanteil besitzt mindestens eine Polstelle mit dem Realteil -2.
- d)  $|H(0)| = \frac{1}{3}, H_0 = 1$ .
- e) Das System ist stabil.

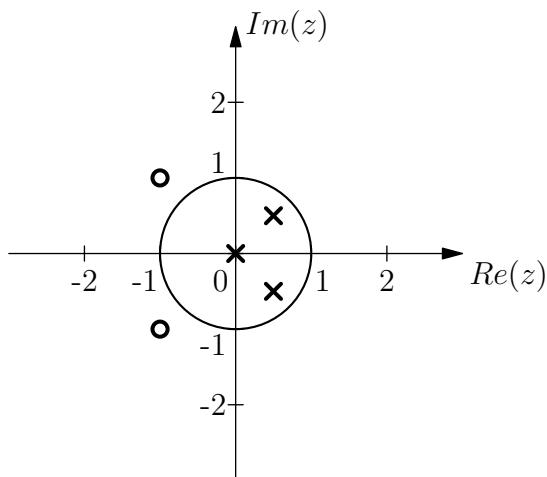
|   |   |                  |
|---|---|------------------|
| <p>Technische Universität Berlin<br/>Fachgebiet Nachrichtenübertragung<br/>Prof. Dr.-Ing. T. Sikora</p> | <p>Klausur im Lehrgebiet<br/>Signale und Systeme<br/>am 20.7.2012</p> | <p>Blatt: 11</p> |
|---|---|------------------|

## 3 Zeitdiskrete Signale und Systeme

10 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



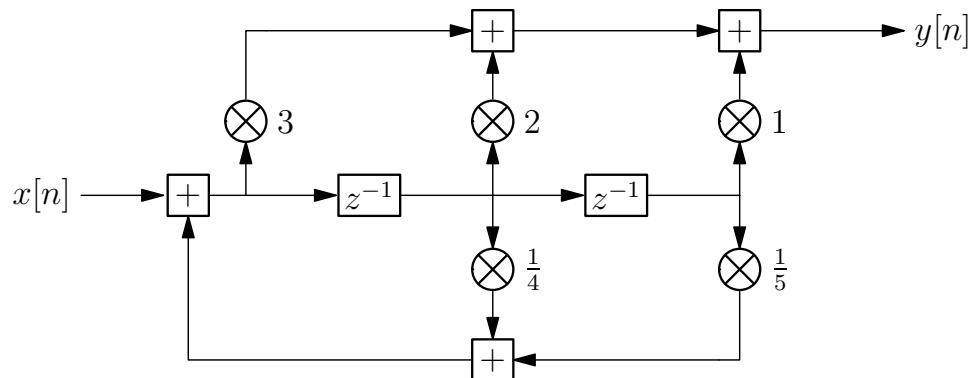
- ja nein
- reellwertig
- (bedingt) stabil
- kausal
- linearphasig
- Allpass
- minimalphasig

b) Skizzieren Sie den Amplitudengang des Systems im Bereich  $-\pi \leq \Omega \leq \pi$ . 1 P

|   |   |                  |
|---|---|------------------|
| <p>Technische Universität Berlin</p> <p>Fachgebiet Nachrichtenübertragung</p> <p>Prof. Dr.-Ing. T. Sikora</p> | <p>Klausur im Lehrgebiet</p> <p>Signale und Systeme</p> <p>am 20.7.2012</p> | <p>Blatt: 12</p> |
|---|---|------------------|

3.2 Gegeben sei das folgende zeitdiskrete Filter.

6 P



a) Handelt es sich um ein FIR- oder um ein IIR-Filter? Begründen Sie Ihre Antwort!

1 P

b) Geben Sie die Differenzgleichung des Filters an.

1 P

|   |   |                  |
|---|---|------------------|
| <p>Technische Universität Berlin<br/>         Fachgebiet Nachrichtenübertragung<br/>         Prof. Dr.-Ing. T. Sikora</p> | <p>Klausur im Lehrgebiet<br/>         Signale und Systeme<br/>         am 20.7.2012</p> | <p>Blatt: 13</p> |
|---|---|------------------|

c) Geben Sie weiterhin die Systemfunktion des Filters an. 1 P

d) Bestimmen Sie die Lage der Pol- und Nullstellen und skizzieren Sie das PN-Diagramm. 1 P

|   |   |           |
|---|---|-----------|
| <b>Technische Universität Berlin</b><br>Fachgebiet Nachrichtenübertragung<br>Prof. Dr.-Ing. T. Sikora | Klausur im Lehrgebiet<br><b>Signale und Systeme</b><br>am 20.7.2012 | Blatt: 14 |
|---|---|-----------|

e) Skizzieren Sie die entsprechende Filterstruktur in Direktform.

2 P

|  |  |                  |
|--|--|------------------|
| <p><b>Technische Universität Berlin</b><br/>Fachgebiet Nachrichtenübertragung<br/>Prof. Dr.-Ing. T. Sikora</p> | <p>Klausur im Lehrgebiet<br/><b>Signale und Systeme</b><br/>am 20.7.2012</p> | <p>Blatt: 15</p> |
|--|--|------------------|