

ZUNAME:
 VORNAME:
 MAT. NR.:

1. Teilprüfung 389.055 B
Signale und Systeme 2
 Institute of Telecommunications
 TU-Wien **25.04.2017**

Bitte beachten Sie:

- Die Dauer dieser Klausur beträgt **90 Minuten**.
- Bitte legen Sie Ihren **Studierendenausweis auf Ihrem Tisch** zur Überprüfung bereit.
- **Mobiltelefone** müssen während der Prüfung **ausgeschaltet** sein und dürfen **nicht auf dem Tisch** liegen!
- Neben Schreibwerkzeugen und einfachen, nicht-programmierten Taschenrechnern ist als Hilfsmittel die SuS2-Formelsammlung erlaubt – sonst nichts!
- **Wichtig:** Bitte beachten Sie, dass Schummeln, wie z.B. die Verwendung nicht erlaubter Hilfsmittel, studienrechtliche und prüfungsrelevante Konsequenzen hat.
- Bitte verwenden Sie einen **permanent färbenden, nicht-roten Stift**.
- Die Beispiele sind ausschließlich auf den Seiten dieser Angabe auszuarbeiten. **Mitgebrachte Zusatzblätter werden ignoriert!**
- Sofern weitere Leerseiten zur Bearbeitung der Beispiele benötigt werden, sind diese bei der Klausuraufsicht erhältlich.
- Bitte bearbeiten Sie **nicht mehr als ein Beispiel auf einem Blatt**.
- Bitte kennzeichnen Sie auf **jeder Seite** eindeutig, welche **Aufgabe** und welcher **Unterpunkt** behandelt wird.
- Schreiben Sie auf **jedes Blatt** Ihren **Namen** und Ihre **Matrikelnummer!**
- Diese **Angabe muss, mit Ihrem Namen und Ihrer Matrikelnummer beschriftet**, bei der Klausuraufsicht **abgegeben werden**. Sie dürfen diese Angabe **nicht mitnehmen!**
- Sofern Sie nicht wollen, dass Ihre Bearbeitung eines Beispiels gewertet wird, streichen Sie die entsprechenden Seiten klar ersichtlich durch.
- Eine **lesbare Schrift und übersichtliche Darstellung** sind Voraussetzungen für die positive Beurteilung der Arbeit!
- Bitte **bleiben Sie bei Klausurende** so lange **auf Ihrem Platz**, bis alle Klausuren eingesammelt sind und die Klausuraufsicht die Freigabe zum Verlassen der Hörsaals erteilt.
- Sofern Sie während der Klausur zur Toilette müssen, melden Sie sich bitte rechtzeitig bei der Klausuraufsicht. Bitte **verlassen Sie nicht ohne Rücksprache mit der Klausuraufsicht den Hörsaal**.
- Sofern Sie vor dem Klausurende gehen wollen, tun Sie dies bitte **nicht in den letzten 15min** vor dem Ende der Klausur. Melden Sie sich bevor Sie gehen bei der Klausuraufsicht und geben Sie Ihre Angabe ab.

Abgabezeit: (wird nur bei vorzeitiger Abgabe von der Klausuraufsicht ausgefüllt)

Aufgabe:	1	2	3	4	Summe
Punkte (max.):	32	38	15	15	100
Punkte:					

Aufgabe 1: (32 Punkte)

Zwei zeitdiskrete, periodische Signale $x_1[n]$ und $x_2[n]$ sind für $n \in \mathbb{Z}$ wie folgt definiert:

$$x_1[n] = \cos\left(\frac{\pi n}{12}\right) \quad x_2[n] = 1.$$

- (a) (4 Punkte) Bestimmen Sie die (kleinstmöglichen) Periodendauern N_1 des Signals $x_1[n]$ und N_2 des Signals $x_2[n]$. Zeigen Sie Ihren Lösungsweg!

N_1 :

N_2 :

- (b) (4 Punkte) Ein neues Signal $x[n]$ wird aus den beiden Signalen aus Teil (a) wie folgt gebildet:

$$x[n] = x_1[n] + x_2[n].$$

Bestimmen Sie die (kleinstmögliche) Periodendauer N des Signals $x[n]$. Zeigen Sie Ihren Lösungsweg!

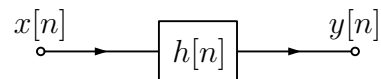
N :

- (c) (4 Punkte) Bestimmen Sie die Symmetrie des Signals $x[n]$ aus Teil (b). Ist es gerade/ungerade/keines von beiden? Begründen Sie Ihre Entscheidung rechnerisch!

Symmetrie:

- (d) (6 Punkte) Das Signal $x[n]$ aus Teil (b) wird an den Eingang eines zeitinvarianten Systems gelegt, das mit der Impulsantwort $h[n]$ vollständig beschrieben ist, wobei $h[n]$ wie folgt gegeben ist:

$$h[n] = \delta[n] - \delta[n - 6].$$



Berechnen Sie das Ausgangssignal $y[n]$. Vereinfachen Sie so weit wie möglich auf eine reelle Darstellung.

(e) (6 Punkte) Ist das System aus Unterpunkt (d) linear? Ist es BIBO-stabil? Ist es kausal?

Hinweis: Ein System ist BIBO-stabil, wenn seine Impulsantwort betragssummierbar ist.

Linearität:

Begründung:

BIBO-Stabilität:

Begründung:

Kausalität:

Begründung:

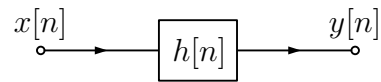
- (f) (2 Punkte) Das Signal wird nun mit der Impulsantwort des Systems vertauscht, d.h. es wird

$$x[n] = \delta[n] - \delta[n - 6]$$

als Eingangssignal angenommen und

$$h[n] = \cos\left(\frac{\pi n}{12}\right) + 1.$$

als Impulsantwort, die das System wiederum vollständig beschreibt.



Bestimmen Sie das Ausgangssignal $y[n]$.

Hinweis: Nutzen Sie, ohne große Rechnung, die Eigenschaften der Faltung und nehmen Sie die Konvergenz der Summen an.

- (g) (6 Punkte) Ist das System aus Punkt (f) mit der dort definierten Impulsantwort $h[n]$ linear? Ist es BIBO-stabil? Ist es kausal?

Linearität:

Begründung:

BIBO-Stabilität:

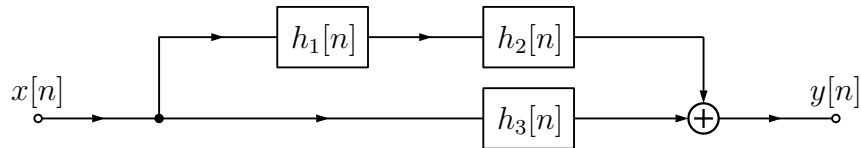
Begründung:

Kausalität:

Begründung:

Aufgabe 2: (38 Punkte)

Ein zeitdiskretes System ist aus drei Teil-Systemen mit den Impulsantworten $h_1[n]$, $h_2[n]$ und $h_3[n]$ wie folgt zusammengesetzt:



Die Impulsantworten sind für $n \in \mathbb{Z}$ gegeben durch

$$h_1[n] = \frac{1}{5}\delta[n-1] - \delta[n] \quad h_2[n] = \left(\frac{1}{5}\right)^n \sigma[n] \quad h_3[n] = \begin{cases} 1 & 0 \leq n \leq l \\ 0 & \text{sonst} \end{cases},$$

wobei $l \in \mathbb{N}$ und $l > 1$ gilt.

- (a) (10 Punkte) **Berechnen** und **skizzieren** Sie die Impulsantwort $h[n]$ des Gesamtsystems.

(b) (8 Punkte) Nun wird das l -periodische zeitdiskrete Signal

$$x[n] = 1 + \cos\left(\frac{2\pi n}{l}\right)$$

betrachtet.

Berechnen und **skizzieren** Sie die Fourierreihenoeffizienten c_k des Signals $x[n]$ für $0 \leq k \leq l - 1$.

Zuname:.....

B.9 Matrikelnummer:.....

- (c) (10 Punkte) An den Eingang des Systems aus Teil (a) wird das periodische Signal $x[n]$ aus Teil (b) angelegt. Berechnen Sie das Ausgangssignal $y[n]$ des Systems.

- (d) (6 Punkte) Bestimmen Sie die Fourierreihenkoeffizienten $c_k, 0 \leq k \leq l - 1$, des als l -periodisch angenommenen Signals $y[n]$ aus Teil (c). Vergleichen Sie das Ergebnis mit dem aus Teil (b). Welche Unterschiede stellen Sie fest hinsichtlich des Frequenzinhaltes und der Amplituden beider Signale?

- (e) (4 Punkte) Finden Sie eine mögliche reelle Lösung für die Konstanten a_1 und a_3 , sodass die (durch die Faktoren) modifizierten Impulsantworten $a_1 h_1[n]$ und $a_3 h_3[n]$ zusammen mit der unveränderten Impulsantwort $h_2[n]$ ein Gesamtsystem (entsprechend der Abbildung in der Angabe) mit dem Gleichanteil-Verstärkungsfaktor 1 bilden. Das Frequenz-Verhalten des Systems soll dabei unverändert bleiben, d.h. es soll dem des Systems aus Teil (a) entsprechen.

Hinweis: Der Gleichanteil-Verstärkungsfaktor γ_0 eines Systems mit der Impulsantwort $h[n]$ wird definiert durch

$$\gamma_0 = \sum_{k=-\infty}^{\infty} h[k].$$

Aufgabe 3: (15 Punkte)

Bestimmen Sie die zutreffenden Antworten und kreuzen Sie diese an.

Jede korrekte Antwort wird mit +1 Punkt gezählt. Keine Antwort oder das Ankreuzen beider Alternativen werden mit 0 Punkten gezählt. Eine falsche Antwort wird mit -1 Punkt gezählt. Die Punkte werden für die gesamte Aufgabe summiert; eine negative Gesamtsumme wird auf Null gesetzt.

- (a) (4 Punkte) Es soll angegeben werden, ob die folgenden Aussagen über Fourier-Reihen zeitdiskreter Signale mit der Periode $N \in \mathbb{N}$ richtig oder falsch sind:
- | | Richtig/Falsch | |
|--|-----------------------|-----------------------|
| A) Für die Berechnung der Fourier-Koeffizienten müssen Summen mit N Summanden berechnet werden. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| B) Es gibt für $N < \infty$ nur endlich viele Fourier-Koeffizienten. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| C) Zur Berechnung muss ein Integral gelöst werden. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| D) Die Signalleistung kann (ohne Rücktransformation) direkt mit Hilfe der Fourier-Koeffizienten bestimmt werden. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
- (b) (4 Punkte) Es soll angegeben werden, ob die folgenden Aussagen über zeitdiskrete Signale richtig oder falsch sind:
- | | Richtig/Falsch | |
|--|-----------------------|-----------------------|
| A) Die mittlere Leistung eines <i>nicht</i> periodischen Signals mit beschränkten Amplituden ist <i>immer</i> gleich Null. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| B) Die Energie eines zeitdiskreten Signals muss die physikalische Einheit "Wattsekunde" haben. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| C) Periodische Signale mit beschränkten, von Null verschiedenen Amplituden haben endliche mittlere <i>Leistung</i> . | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| D) Ein periodisches Signal muss entweder rein gerade oder rein ungerade sein. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
- (c) (4 Punkte) Es soll angegeben werden, ob die folgenden Aussagen über zeitdiskrete Signale richtig oder falsch sind, wobei $n \in \mathbb{Z}$ und $N \in \mathbb{N}$ gilt:
- | | Richtig/Falsch | |
|--|-----------------------|-----------------------|
| A) Das Signal $x[n] = \cos(\theta_0 n)$, $\theta_0 \in \mathbb{R}$, ist immer periodisch. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| B) Ein Signal mit der Eigenschaft $x[n + N] = x[n - N]$ für alle n hat die Periode $2N$. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| C) Ein Signal mit der Eigenschaft $x[n] = x[N - n] = 0$ für $n > N$ kann höchstens an $N + 1$ Stellen von Null verschieden sein. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| D) Ein zeitdiskretes Signal $x[n]$ kann für $n \in \mathbb{Z}$ in einem Computer <i>nicht</i> gespeichert werden. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
- (d) (3 Punkte) Es soll angegeben werden, ob die folgenden Aussagen über zeitdiskrete Signale richtig oder falsch sind:
- | | Richtig/Falsch | |
|--|-----------------------|-----------------------|
| A) Ein zeitdiskretes Signal ist eine Folge von Zahlen. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| B) Linearität ist eine <i>Signaleigenschaft</i> . | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| C) Jedes Signal ungerader endlicher Länge kann in einen ungeraden und einen geraden Anteil zerlegt werden. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Aufgabe 4: (15 Punkte)

Bestimmen Sie die zutreffenden Antworten und kreuzen Sie diese an.

Jede korrekte Antwort wird mit +1 Punkt gezählt. Keine Antwort oder das Ankreuzen beider Alternativen werden mit 0 Punkten gezählt. Eine falsche Antwort wird mit -1 Punkt gezählt. Die Punkte werden für die gesamte Aufgabe summiert; eine negative Gesamtsumme wird auf Null gesetzt.

- (a) (4 Punkte) Es soll angegeben werden, ob die folgenden Aussagen über *lineare*, zeitinvariante, zeitdiskrete Systeme richtig oder falsch sind:

		Richtig/Falsch	
A)	Ein kausales solches System liefert bei einem kausalen Eingangssignal ein kausales Ausgangssignal.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B)	Ein Exponentialsignal am Eingang des Systems liefert am Ausgang das gleiche Exponentialsignal, möglicherweise mit einer Amplitudenskalierung und/oder einer Phasenverschiebung.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C)	Ein kausales solches System kann <i>nicht</i> instabil sein.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D)	Ein solches System ist durch seine Impulsantwort eindeutig beschrieben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- (b) (4 Punkte) Es soll angegeben werden, ob die folgenden Aussagen über *lineare*, zeitdiskrete Systeme richtig oder falsch sind:

		Richtig/Falsch	
A)	Ein <i>kausales</i> solches System kann eine (nicht-triviale) periodische Impulsantwort haben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B)	Ein <i>stabiles</i> solches System kann eine (nicht-triviale) periodische Impulsantwort haben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C)	Die System- <i>Sprungantwort</i> ist <i>immer</i> unendlich lang.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D)	Ein <i>stabiles</i> System muss <i>immer</i> eine endlich lange Impulsantwort besitzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- (c) (4 Punkte) Das Eingangssignal eines zeitdiskreten Systems sei mit $x[n]$ bezeichnet und das Ausgangssignal mit $y[n]$. Es soll angegeben werden, ob, für die folgenden Systembeschreibungen, die Aussage richtig oder falsch ist, dass es sich um *lineare* Systeme handelt. (log bezeichnet den natürlichen Logarithmus)

		Richtig/Falsch	
A)	$y[n] = \sqrt{x^2[n]}$	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B)	$y[n] = a^n x[n], a \in \mathbb{R}$	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C)	$y[n] = x[n+2] + 3$	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D)	$y[n] = 2x[n] - 1 + \log(e^{1-x[n]})$	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- (d) (3 Punkte) Es soll angegeben werden, ob die folgenden Aussagen über *lineare*, zeitinvariante, *stabile* zeitdiskrete Systeme richtig oder falsch sind:

		Richtig/Falsch	
A)	Die Antwort auf das Signal $x[n] = 0$ für alle n lautet $y[n] = 0$ für alle n .	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B)	Das System-Ausgangssignal kann mit Hilfe der Faltung aus dem System-Eingangssignal berechnet werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C)	Die <i>Energie</i> des Ausgangssignals ist <i>immer</i> beschränkt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Zuname:.....

B.13 Matrikelnummer:.....

Raum für Nebenrechnungen

Zuname:.....

B.14 Matrikelnummer:.....

Raum für Nebenrechnungen