

ZUNAME:
 VORNAME:
 MAT. NR.:

2. Teilprüfung 389.055 A
Signale und Systeme 2
 Institute of Telecommunications
 TU-Wien **26.06.2017**

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)

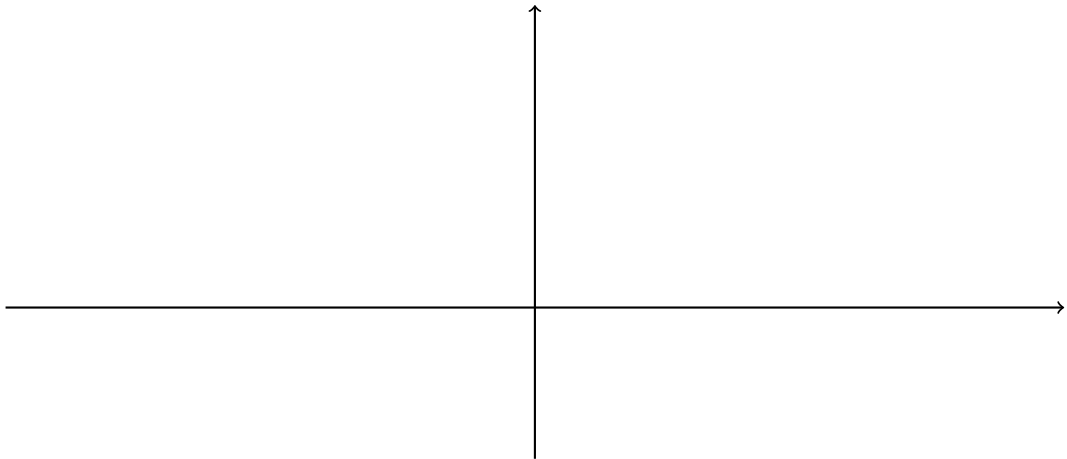
Aufgabe:	1	2	3	4	Summe
Punkte (max.):	34	36	15	15	100
Punkte:					

Aufgabe 1: (34 Punkte)

Von einem zeitdiskreten Filter ist die Fouriertransformierte $H(e^{j\theta})$ bekannt. Im Bereich von $-\pi \leq \theta < \pi$ ist das Filter gegeben durch

$$H(e^{j\theta}) = \begin{cases} 1 & |\theta| \leq \frac{\pi}{6} \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

- (a) (4 Punkte) Skizzieren Sie $|H(e^{j\theta})|$ im Bereich von $-2\pi \leq \theta < 2\pi$.

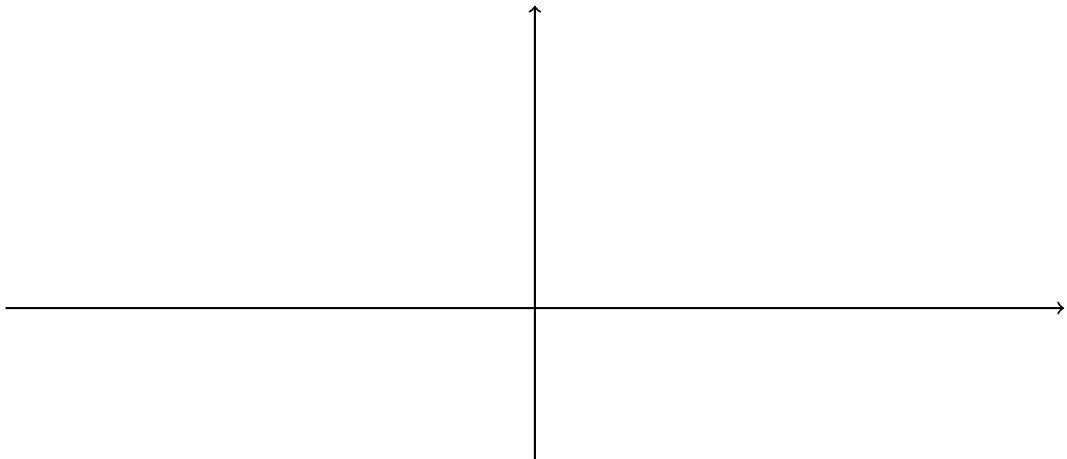


- (b) (6 Punkte) Berechnen Sie die Energie der Impulsantwort $h[n] = \mathcal{F}^{-1} \{H(e^{j\theta})\}$.

(c) (6 Punkte) Ein Signal $x[n]$ ist für $n \in \mathbb{Z}$ gegeben durch

$$x[n] = \cos^2\left(\frac{2\pi n}{6}\right).$$

Berechnen Sie die Fouriertransformierte $X(e^{j\theta})$, und skizzieren Sie deren Betragsverlauf $|X(e^{j\theta})|$ für zumindest eine Periode.



(d) (6 Punkte) An den Eingang des Systems, welches durch seine Fouriertransformierte $H(e^{j\theta})$ gegeben ist, wird das Signal $x[n]$ aus Unterpunkt (c) angelegt. Berechnen Sie

- die Fouriertransformierte des Ausgangssignals $Y(e^{j\theta})$ sowie
- das Ausgangssignal $y[n] = \mathcal{F}^{-1} \{Y(e^{j\theta})\}$.

$Y(e^{j\theta}) =$

$y[n] =$

- (e) (4 Punkte) Handelt es sich bei dem durch $H(e^{j\theta})$ beschriebenen Filter um
- einen Bandpass oder
 - eine Bandsperre oder
 - einen Hochpass oder
 - einen Tiefpass oder
 - einen Allpass oder
 - keines davon?

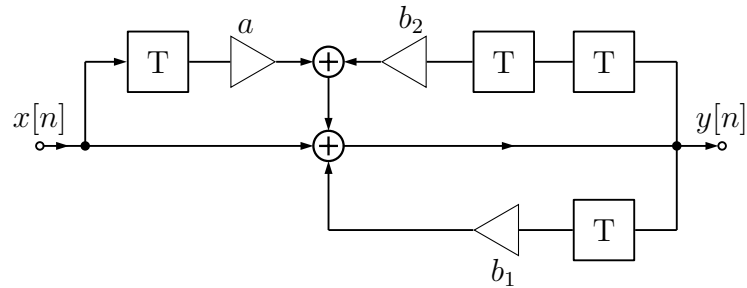
Filtertyp (mit Begründung):

- (f) (4 Punkte) Handelt es sich bei dem durch $H(e^{j\theta})$ beschriebenen System um ein kausales Filter? Begründen Sie Ihre Antwort!

- (g) (4 Punkte) Auf welche Weise kann aus dem idealisierten Filter mit der Übertragungsfunktion $H(e^{j\theta})$ ein realisierbares, kausales FIR-Filter konstruiert werden?

Aufgabe 2: (36 Punkte)

Ein zeitdiskretes, kausales System ist gegeben durch das folgende Blockschaltbild, bestehend aus Addierern, Konstantenmultiplizierern und Zeitverzögerungselementen:



- (a) (8 Punkte) Nehmen Sie zunächst $a, b_1, b_2 \in \mathbb{R}, a \neq b_1 \neq b_2 \neq a$ an. Berechnen Sie allgemein die Übertragungsfunktion $H(z)$. Zeigen Sie, dass $H(z)$ in der Form

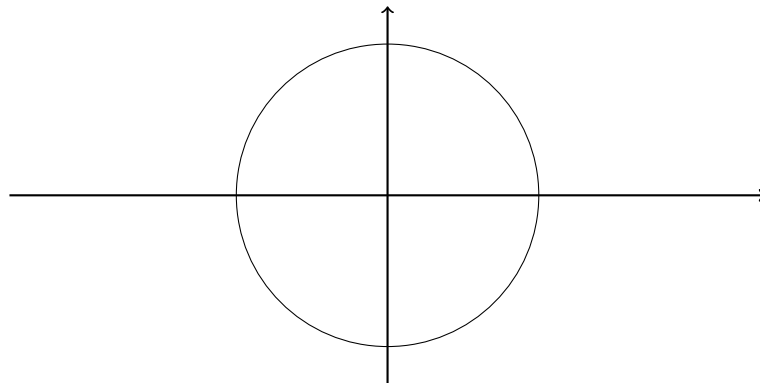
$$H(z) = z^2 \frac{(1 + pz^{-1})}{z^2 + qz + w}$$

dargestellt werden kann. Bestimmen Sie die Konstanten p, q und w (als Ausdrücke von a, b_1 und b_2).

- Alle nötigen **Rechenschritte** müssen vorhanden und klar **nachvollziehbar** sein!
- Beachten Sie die Vorzeichen!

$p =$	$q =$	$w =$
-------	-------	-------

- (b) (8 Punkte) Nehmen Sie für die in Teilaufgabe (a) gegebene Übertragungsfunktion $p = 2$, $q = -1$ und $w = \frac{3}{16}$ an, und zeichnen Sie die Pole und Nullstellen in das unten abgedruckte Diagramm ein.
Bestimmen Sie weiters den Konvergenzbereich der Z-Transformation an.
Ist das System stabil (Begründung)?



Konvergenzbereich:

Begründung:

Stabilität:

Begründung:

Zuname:.....

A.8 Matrikelnummer:.....

- (c) (8 Punkte) Berechnen Sie die Impulsantwort $h[n]$ des Systems für die Werte aus Teilaufgabe (b).

- (d) (8 Punkte) Zerlegen Sie die Z-Übertragungsfunktion $H(z)$ des Filters aus Teilaufgabe (a) mit den Zahlenwerten aus Teilaufgabe (b) in ein Produkt aus einer Allpass-Übertragungsfunktion $H_a(z)$ (mit genau einem Pol und genau einer Nullstelle) und einer Übertragungsfunktion $H_m(z)$ eines Minimalphasensystems.

Hinweise: Ein minimalphasiges System hat keine Nullstellen außerhalb des Einheitskreises. Ein Allpass hat eine Fourier-Übertragungsfunktion mit konstantem Betrag für alle Frequenzen.

- (e) (4 Punkte) Wie lautet die Impulsantwort des Allpasses aus Teilaufgabe (d)?
Hinweis: Die Impulsantwort des Allpasses soll kausal sein.

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 die zeitdiskrete Fourier-Transformation (DTFT) richtig oder falsch sind:

	Richtig/Falsch	
A) Die DTFT konvergiert für betragssummierbare Signale.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B) Die DTFT eines periodischen Signals enthält δ -Anteile.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C) Die DTFT eines Leistungs-beschränkten, nicht Energie-beschränkten Signals ist durch eine herkömmliche Funktion (ohne δ -Anteile) nicht beschreibbar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D) Die DTFT konvergiert für alle Signale endlicher Länge mit beschränkten Amplituden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- (b) (4 Punkte) Es soll angegeben werden, ob die folgenden Aussagen über die Z-Transformation (ZT) richtig oder falsch sind:

	Richtig/Falsch	
A) Die ZT ist zur Lösung von Differenzgleichungen geeignet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B) Die ZT konvergiert für betragssummierbare Signale.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C) Die ZT kann für kausale, mit dem Zeitindex n im Betrag wachsende Signale <i>nie</i> konvergieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D) Konvergiert die ZT für $ z > 2$, so konvergiert für dieses Signal auch die zeitdiskrete Fourier-Transformation.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- (c) (4 Punkte) Es soll angegeben werden, ob die folgenden Aussagen über die Z-Transformation (ZT) richtig oder falsch sind:

	Richtig/Falsch	
A) Für das Signal $x[n] = a^n$, $n = -\infty, \dots, -1, 0, 1, \dots, \infty$, mit $0 < a < 1$, konvergiert die ZT.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B) Die ZT konvergiert für periodische Signale.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C) Bei zweiseitigen Signalen ist der Konvergenzbereich der ZT ringförmig, sofern die ZT konvergiert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D) Bei einem endlich langen, rechtsseitigen Signal liegen die Pole der ZT <i>im</i> Einheitskreis der z -Ebene.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- (d) (3 Punkte) Es soll angegeben werden, ob die folgenden Aussagen über die Z-Transformierte $X(z)$ eines reellen Zeit-Signals $x[n]$ richtig oder falsch sind:

	Richtig/Falsch	
A) Ist der Zählergrad von $X(z)$ gleich dem Nennergrad (in der Variablen z), so gilt $x[0] = 0$.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B) Die Pole von $X(z)$ sind immer reell.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C) Die Nullstellen von $X(z)$ können nicht außerhalb des Einheitskreises liegen.	<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 zeitdiskrete FIR-Filter (mit beschränkten Koeffizienten) richtig oder falsch sind:

	Richtig/Falsch	
A) Sie haben <i>immer</i> eine endlich lange <i>Sprungantwort</i> .	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B) Es können linearphasige FIR-Filter realisiert werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C) FIR-Filter können instabil sein.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D) FIR-Filter sind immer kausal.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

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

	Richtig/Falsch	
A) Mit IIR-Filtern können höhere Flankensteilheit und Sperrdämpfung erreicht werden als mit FIR-Filtern bei gleicher Zahl von Filterkoeffizienten.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B) Es ist nicht möglich, dass IIR-Filter instabil sind.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C) Die bilineare Transformation ist ein Verfahren zum Entwurf von IIR-Filtern.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D) Realisierbare Filter können <i>keine</i> unendlich steilen Übergänge zwischen Durchlass- und Sperrbereich haben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- (c) (4 Punkte) Es soll angegeben werden, ob die folgenden Aussagen über die Diskrete Fourier-Transformation (DFT) richtig oder falsch sind:

	Richtig/Falsch	
A) Die FFT ist eine recheneffiziente Methode, die DFT zu berechnen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B) Die DFT unterscheidet sich von zeitdiskreten Fourier-Reihen nur durch einen konstanten Vorfaktor.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C) Die DFT hat keinerlei praktische Bedeutung.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
D) Die DFT setzt den betrachteten Signalblock endlicher Länge N implizit periodisch fort.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- (d) (3 Punkte) Es soll angegeben werden, ob die folgenden Aussagen über den Entwurf zeitdiskreter Filter richtig oder falsch sind:

	Richtig/Falsch	
A) Eine Quantisierung der Filterkoeffizienten kann zu instabilen <i>FIR</i> -Filtern führen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
B) Die "direkte Struktur" ist für die Realisierung von IIR-Filtern mit quantisierten Koeffizienten gut geeignet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
C) Beim Design linearphasiger FIR-Filter mit N Koeffizienten sind nur $N/2$ Koeffizienten frei wählbar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Zuname:.....

A.12 Matrikelnummer:.....

Raum für Nebenrechnungen