

ZUNAME: .....

VORNAME: .....

MAT. NR.: .....

**1. SuS2-Teilprüfung A**

Institute of Telecommunications

G. Doblinger, N. Görtz, A. Jung

TU-Wien

29.4.2014

**Bitte beachten Sie:**

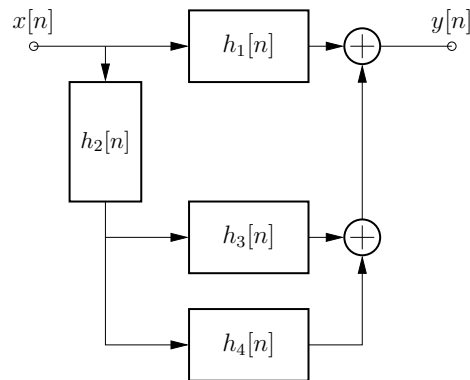
- An schriftlichen Unterlagen darf nur die **SuS2-Formelsammlung** verwendet werden!
- Die Beispiele ausschließlich auf den Seiten dieser Angabe ausarbeiten. **Zusatzblätter werden ignoriert!**
- Eine **lesbare Schrift und übersichtliche Darstellung** ist eine Voraussetzung für die positive Beurteilung Ihrer Arbeit!
- **Mobiltelefone** müssen während des Tests **ausgeschaltet** sein!

Aufgabe:	1	2	3	4	Summe
Punkte (max.):	35	35	14	16	100
Punkte:					

**Raum für Nebenrechnungen**

### Aufgabe 1: (35 Punkte)

Gegeben ist das abgebildete Blockschaltbild eines linearen, zeitinvarianten, zeitdiskreten Systems



mit den folgenden Impulsantworten der Teilsysteme:

$$h_1[n] = -\delta[n] - (1/2)\delta[n - 1] \quad h_2[n] = \delta[n] - (1/2)\delta[n - 1]$$

$$h_3[n] = \delta[n] \quad h_4[n] = \left(\frac{1}{2}\right)^n \sigma[n]$$

(Hier bezeichnet  $\delta[n]$  den Einsimpuls und  $\sigma[n]$  die zeitdiskrete Sprungfunktion.)

(a) (10 Punkte) Zeigen Sie, dass das Gesamtsystem die Impulsantwort

$$h[n] = a\delta[n] + b\delta[n - 1] + c\delta[n - 2]$$

hat und bestimmen Sie die Konstanten  $a$ ,  $b$  und  $c$ .

$$a=1 \quad b=-1$$

$$c=0$$

(b) (8 Punkte) Berechnen Sie die Sprungantwort  $a[n]$  des Gesamtsystems.

$$a[n] = \delta[n]$$

(c) (8 Punkte) Berechnen Sie die Antwort auf das Eingangssignal  $x[n] = (-1)^n, \forall n$

$$y[n] = 2 x[n]$$

(d) (9 Punkte) Berechnen Sie die Antwort auf das Eingangssignal  $x[n] = \cos\left(\frac{\pi}{2}n\right), \forall n$

$$y[n] = \cos(\pi*n/2) - \sin(\pi*n/2)$$

### Aufgabe 2: (35 Punkte)

Gegeben seien die unvollständigen Fourierreihenkoeffizienten  $c_k$  eines reellen, zeitdiskreten, periodischen Signals  $x[n]$  mit der Grundperiode  $N = 5$ :

$$c_0 = 1, c_1 = 0, c_2 = e^{j\pi/4}, c_3 = ?, c_4 = ?$$

- (a) (8 Punkte) Bestimmen Sie die Werte der Koeffizienten  $c_3$  und  $c_4$

$$c_3 = \text{conj}(c_2) = \exp(-j \pi/4) \quad c_4 = \text{conj}(c_1) = 0$$

- (b) (10 Punkte) Bestimmen und skizzieren Sie das Signal  $x[n]$ ,  $n = 0, 1, 2, 3, 4$

$$\begin{aligned} x[0] &= 2.41 & x[1] &= -0.98 & x[2] &= 2.78 \\ x[3] &= 0.09 & x[4] &= 0.687 \end{aligned}$$

- (c) (8 Punkte) Bestimmen Sie die Signalleistung  $P_x = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} |x[k]|^2$  von  $x[n]$   
(Hinweis: Zur Lösung brauchen Sie nicht unbedingt das Ergebnis von Punkt (b))

$$P_{\{x\}} = 1+0+1+1+0 = 3$$

- (d) (9 Punkte) Bestimmen Sie die Fourierreihenkoeffizienten  $d_k$ ,  $k = 0, 1, 2, 3, 4$ , des Ausgangssignals des Systems, mit der Übertragungsfunktion  $H(e^{j\theta}) = 1 - e^{-j\theta}$ ,  $-\pi \leq \theta \leq \pi$ , auf das gegebene periodische Eingangssignal  $x[n]$   
(Hinweis: Zur Lösung brauchen Sie nicht unbedingt das Ergebnis von Punkt (b))

$$\begin{aligned} d_0 &= 0 & d_1 &= 0 & d_2 &= \exp(j \pi/4) (1 - \exp(-j2\pi/5)) \\ d_3 &= \exp(-j \pi/4) (1 - \exp(j 2\pi/5)) & d_4 &= 0 \end{aligned}$$

Hinweis: Nutzen Sie grundlegende Eigenschaften der Fouriertransformation und beachten Sie, auf welche Weise Signale im Zeit- und Frequenzbereich miteinander verknüpft sind. Sie müssen jedoch angeben, wie Sie zu Ihren Ergebnissen gekommen sind! Nur die Ergebnisse kommentarlos hinzuschreiben genügt nicht.

**Aufgabe 3: (14 Punkte)**

Bestimmen Sie die richtige(n) Aussage(n) bzw. die richtige(n) Antwort(en) und kreuzen Sie diese an.

- (a) (2 Punkte) Ein System werde durch die Eingangs/Ausgangsbeziehung  $y[n] = \mathcal{T}\{x[n]\} = nx^2[n]$  beschrieben.
- A. Das System ist zeitinvariant.
  - B. Das System ist stabil.
  - C. Das System ist linear.
  - D. Das System ist kausal.
  - E. Keine der anderen Lösungen ist richtig.
- (b) (4 Punkte) Ein lineares zeitinvariantes System mit Impulsantwort  $h[n]$  ist stabil,
- A. wenn  $h[n] \leq \frac{1}{|n|+1}$ ,
  - B. wenn  $\lim_{n \rightarrow \infty} h[n] = 0$ ,
  - C. wenn  $h[n] \neq 0$  nur für endlich viele Werte von  $n$  (FIR-Filter),
  - D. wenn  $|h[n]| \leq \frac{10}{n^2+1}$ ,
  - E. Keine der anderen Lösungen ist richtig.
- (c) (2 Punkte) Betrachten Sie das Signal  $y[n] = x[5n]$ , wobei das periodische Signal  $x[n]$  die Grundperiode 7 besitzt. Das Signal  $y[n]$  ist periodisch
- A. mit Periode 7,
  - B. mit Periode 5,
  - C. mit Periode 25,
  - D. mit Periode 50,
  - E. Keine der anderen Antworten ist richtig.
- (d) (6 Punkte) Betrachten Sie das Signal  $x[n] = (\cos(\frac{\pi}{4}n))^4$ . Das Signal
- A. ist periodisch,
  - B. ist mittelwertfrei,
  - C. ist gerade,  3
  - D. ist die Summe von 4 komplexen Exponentialschwingungen,
  - E. Keine der anderen Antworten ist richtig.

**Aufgabe 4: (16 Punkte)**

Bestimmen Sie die richtige(n) Antwort(en) und kreuzen Sie diese an.

(a) (4 Punkte) Welche der durch die Eingangs/Ausgangsbeziehung charakterisierten Systeme sind zeitinvariante Systeme?

- A.  $y[n] = x[-n]$
- B.  $y[n] = x[n - 1] + x[n]$
- C.  $y[n] = \exp(x[-n])$
- D.  $y[n] = x[n + 3]$
- E. Keines der gegebenen Systeme ist zeitinvariant.

(b) (4 Punkte) Bei der Parallelschaltung zweier linearer, stabiler, zeitinvarianter Systeme ist die Impulsantwort des Gesamtsystems gegeben durch:

- A. das Produkt der Impulsantworten beider Systeme
- B. die Faltung der Impulsantworten beider Systeme
- C. die Summe der Impulsantworten beider Systeme
- D. die Differenz der Impulsantworten beider Systeme
- E. keine der anderen Antworten ist richtig

(c) (4 Punkte) Das reellwertige zeitkontinuierliche Signal  $x_a(t)$  mit maximaler Signalfrequenz  $f_{\max} = 10$  kHz soll abgetastet werden, um das zugehörige zeitdiskrete Signal  $x[n]$  zu erhalten. Für eine exakte Rekonstruktion von  $x_a(t)$  aus  $x[n]$  muss die Abtastfrequenz  $f_s$

- A. 10 kHz sein,
- B. 20.5 kHz sein,
- C. 21 kHz sein,
- D. 19.5 kHz sein,
- E. Keine der Antworten ist richtig.

(d) (4 Punkte) Ein ungerades zeitdiskretes Signal  $x[n]$  sei periodisch mit Grundperiode 5. Das Signal  $y[n] = (x[n])^2$  ist

- A. periodisch mit Periode 2,
- B. gerade,
- C. periodisch mit Periode 5,
- D. ungerade,
- E. keine der anderen Antworten ist richtig