ZUNAME: ....

VORNAME: ....

MAT. NR.: ....

1. SuS2-Teilprüfung A

Institute of Telecommunications
G. Doblinger, J. Gonter, A. Jung
TU-Wien 2.5.2013

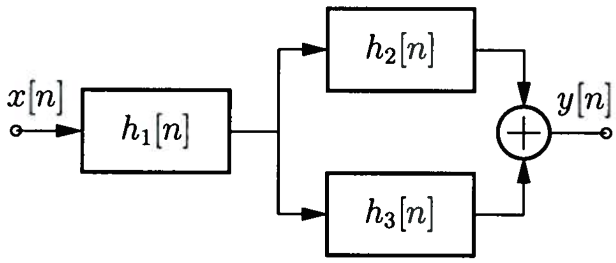
Bitte beachten Sie:

- 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.):	24	24	26	26	100
Punkte:					

Aufgabe 1: (24 Punkte)

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



mit den folgenden Impulsantworten der Teilsysteme:

$$h_1[n] = \begin{cases} 1 & 0 \leq n \leq 4 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

$$h_2[n] = \begin{cases} 1 & 0 \leq n \leq 3 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

$$h_3[n] = \begin{cases} 1 & n = 2 \\ -1 & n = 0, 1, 3 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

$(h_2 + h_3)[n] = 2\delta[n-2]$

$h[n] = \begin{cases} 2 \; , & 2 \leq n \leq 6 \\ 0 & \text{sonst.} \end{cases}$

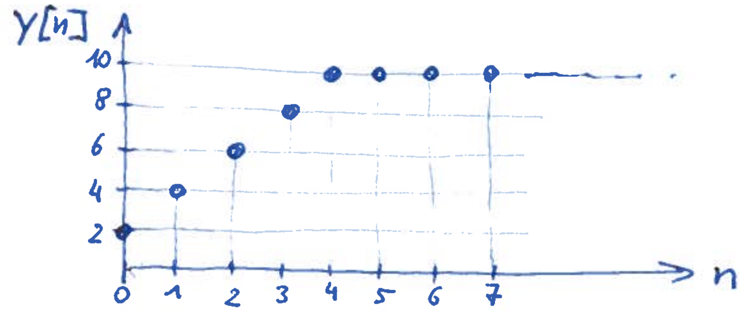
Berechnen Sie die Antwort $y[n]$ das Gesamtsystems auf die Eingangssignale:

(a) (6 Punkte) $x[n] = \delta[n+2]$ (Einsimpuls $\delta[\cdot]$)

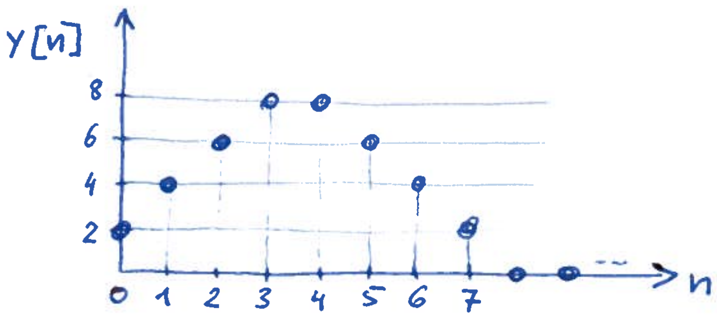
$$y[n] = h_1[n] * 2\cdot\delta[n-2] * \delta[n+2]$$

$$= h_1[n]\cdot 2$$

(b) (6 Punkte) $x[n] = \sigma[n+2]$ (zeitdiskrete Sprungfunktion $\sigma[\cdot]$)



(c) (6 Punkte) $x[n] = \sigma[n+2] - \sigma[n-2]$



(d) (6 Punkte) $x[n] = \sin\left(\frac{2\pi}{5}n\right), \quad \forall n$

$$\sin\left(\frac{2\pi}{5}\cdot n\right) * h[n] = 0$$

Aufgabe 2: (24 Punkte)

Gegeben ist das folgende zeitdiskrete Signal:

$$x[n] = \delta[n+2] - 2\delta[n+1] + 10\delta[n] - 2\delta[n-1] + \delta[n-2], \quad \forall n$$

Die Fouriertransformation von $x[n]$ ist $X(e^{j\theta}) = |X(e^{j\theta})| e^{j\arg(X(e^{j\theta}))}$.

Berechnen Sie für das gegebene $x[n]$ die folgenden Ausdrücke:

(a) (4 Punkte) $X(e^{j\theta})|_{\theta=0}$

$$X(e^{j0}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n] \cdot e^{-j\cdot 0} = 1-2+10-2+1 = 8$$

(b) (4 Punkte) $X(e^{j\theta})|_{\theta=\pi}$

$$X(e^{j\pi}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n] \underbrace{e^{-j\pi n}}_{(-1)^n} = 1+2+10+2+1 = 16$$

(c) (4 Punkte) $\Im m\left\{X(e^{j\theta})\right\}$

$\Im m\{X(e^{j\theta})\} = 0$, da $x[n]$ ein gerades Signal ist.

(d) (4 Punkte) $\arg\left(X(e^{j\theta})\right)$

$$\arg\left(X(e^{j\theta})\right) = \arctan \frac{\Im m\{X(e^{j\theta})\}}{\Re e\{X(e^{j\theta})\}} = 0$$

(e) (4 Punkte) $\int_{-\pi}^{\pi} X(e^{j\theta}) d\theta$

$$x[n] = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} X(e^{j\theta}) e^{j\theta n} d\theta \quad n=0! \quad \Rightarrow x[0] = 2\pi \cdot 10 = 20\pi$$

(f) (4 Punkte) $\int_{-\pi}^{\pi} |X(e^{j\theta})|^2 d\theta$ =

$$= 2\pi \sum_{n=-\infty}^{\infty} |x[n]|^2 = 2\pi(1+4+100+4+1) = 220\pi$$

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: (26 Punkte)

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

(a) (8 Punkte) Die folgenden Systeme werden durch Impulsantwort $h[n]$ oder Übertragungsfunktion $H(e^{j\theta})$ oder Eingangs/Ausgangsbeziehung $y[n] = \mathcal{T}\{x[n]\}$ beschrieben.

A. Das System mit $h[n] = \frac{\sin \frac{\pi}{2} n}{n}$, $\forall n$ ist kausal.

B. Das System mit $y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[n-k]\sigma[k+2]\sigma[-k+2]$ ist kausal ($\sigma[\cdot]$ ist die zeitdiskrete Sprungfunktion).

C. Das System mit $H(e^{j\theta}) = e^{-j5\theta}$ ist kausal.

D. Das System mit $y[n] = \sum_{k=n-3}^{n+3} x[k]$, $\forall n$ ist kausal.

E. Keine der anderen Lösungen ist richtig.

(b) (4 Punkte) Ein reellwertiges, gerades, periodisches Signal hat Fourierreihenkoeffizienten, die

A. imaginär und ungerade sind,

B. imaginär und gerade sind,

C. reell und gerade sind,

D. reell und ungerade sind.

E. Keine der anderen Lösungen ist richtig.

(c) (6 Punkte) Das zeitkontinuierliche Signal $x_a(t) = \sum_{k=-10}^{10} e^{jk\omega_0 t}$, $\forall t$ mit der Grundfrequenz $f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = 1$ 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 anderen Antworten ist richtig.

(d) (8 Punkte) Von einem zeitdiskreten und linearen System sei die Impulsantwort $h[n] = \sigma[n] - \sigma[n-5]$, $\forall n$ gegeben. Das Eingangssignal sei $x[n] = \sigma[n+3] - \sigma[n]$, $\forall n$ ($\sigma[\cdot]$ ist die zeitdiskrete Sprungfunktion).

Die Systemantwort $y[n]$ ist Null **ausserhalb** des Intervalls

A. $[-3, 8]$,

B. $[-8, 3]$,

C. $[-2, 4]$,

D. $[-4, 2]$.

E. Keine der anderen Antworten ist richtig.

Aufgabe 4: (26 Punkte)

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

(a) (6 Punkte) Welche der durch die Übertragungsfunktion $H(e^{j\theta})$ charakterisierten Systeme sind stabile Systeme?

A. $H(e^{j\theta}) = \cos(2\theta)$ ☒
B. $H(e^{j\theta}) = \frac{1}{1-0.8e^{-j\theta}}$ ☒
C. $H(e^{j\theta}) = \frac{1}{1-e^{-j\theta}}$ ■
D. $H(e^{j\theta}) = e^{-j\theta} + e^{-j2\theta} - e^{j3\theta}$ ☒
E. Keines der gegebenen Systeme ist stabil. ○

(b) (4 Punkte) Die Fouriertransformation des Ausgangssignals eines linearen, zeitinvarianten und zeitdiskreten Systems ist gegeben durch:

A. die Summe der Fouriertransformation des Eingangssignals und der Übertragungsfunktion, ○
B. die Faltung der Fouriertransformation des Eingangssignals mit der Übertragungsfunktion, ○
C. die Multiplikation der inversen Übertragungsfunktion mit der Fouriertransformation des Eingangssignals, ○
D. die Multiplikation der Übertragungsfunktion mit der Fouriertransformation des Eingangssignals, ☒
E. keine der anderen Antworten ist richtig ○

(c) (8 Punkte) Die Antwort eines stabilen, linearen, zeitinvarianten und zeitdiskreten Systems auf ein periodisches Eingangssignal mit der Periodendauer N:

A. ist ein nichtperiodisches Signal unendlicher Dauer, ○
B. kann null sein für alle Zeitindizes $n \in [-\infty, \infty]$, ☒
C. ist immer ein gerades periodisches Signal mit der Periodendauer N, ○
D. ist periodisch mit Periodendauer N, ☒
E. keine der anderen Antworten ist richtig ○

(d) (8 Punkte) Ein zeitdiskretes Signal $x[n]$ habe die Fouriertransformation $X(e^{j\theta})$. Die Multiplikation von $x[n]$ mit dem Signal $p[n] = 2\cos(\theta_0 n)$, $\forall n$ ergibt im Frequenzbereich:

A. eine Multiplikation von $X(e^{j\theta})$ mit der Fouriertransformation von $p[n]$, ○
B. eine Faltung von $X(e^{j\theta})$ mit der Fouriertransformation von $p[n]$, ☒
C. eine Verschiebung von $X(e^{j\theta})$ um jeweils $+\theta_0$ und um $-\theta_0$ entlang der Frequenzachse, ☒
D. eine Verschiebung von $X(e^{j\theta})$ nur um $+\theta_0$ entlang der Frequenzachse, ○
E. keine der anderen Antworten ist richtig ○

Raum für Nebenrechnungen