

ZUNAME: Musterfrau
 VORNAME: Maria
 MAT. NR.: 0123456

1. SuS2-Teilprüfung B
 Institut für Nachrichtentechnik
 und Hochfrequenztechnik
 G. Doblinger, J. Gonter, C. Novak
 TU-Wien 28.4.2010

- 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!
 - **Mobiletelefone** müssen während des Tests **ausgeschaltet** sein!

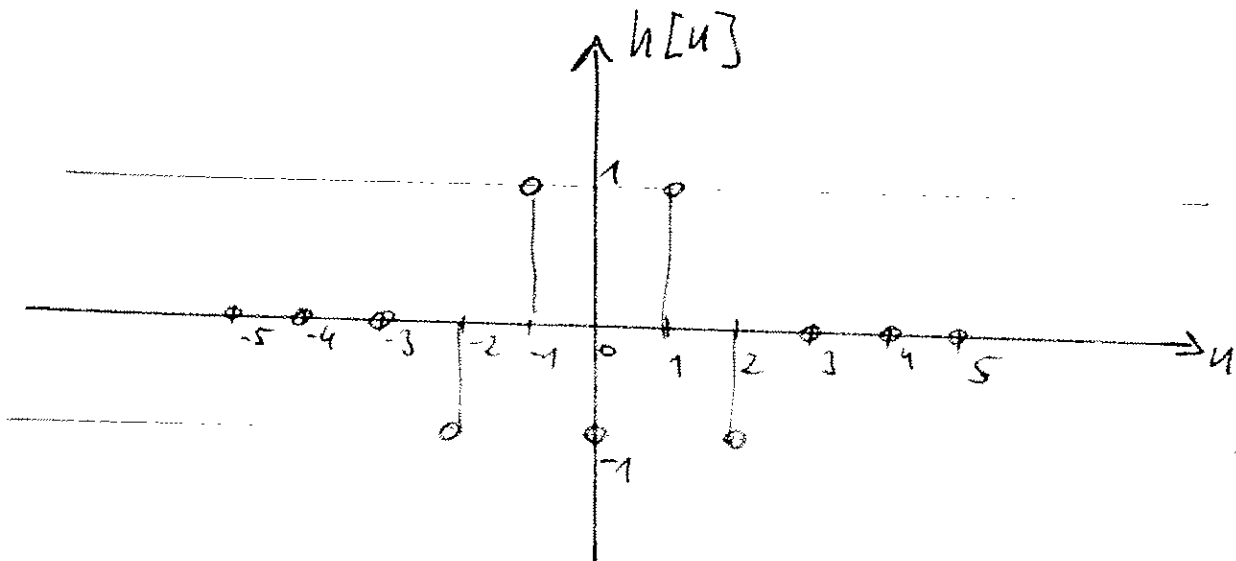
Aufgabe:	1	2	3	4	Summe
Punkte (max.):	26	23	28	23	100
Punkte:					

Aufgabe 1: (26 Punkte)

Von einem zeitdiskreten System ist folgende Impulsantwort gegeben:

$$h[n] = \sum_{k=-2}^2 (-1)^{k+1} \delta[n - k].$$

(a) (8 Punkte) Skizzieren Sie die Impulsantwort $h[n]$ (Achsen beschriften!)



(Tragen Sie im Folgenden die Kürzel "A" oder "B" in die dafür vorgesehenen Felder ein.)

- (b) (2 Punkte) Das System ist
A. kausal B. nicht kausal

(b) B

- (c) (2 Punkte) Das System ist
A. stabil B. nicht stabil

(c) A

- (d) (2 Punkte) Das System ist
A. linear B. nichtlinear

(d) A

- (e) (2 Punkte) Das System ist
A. zeitvariant B. zeitinvariant

(e) B

- (f) (10 Punkte) Die Übertragungsfunktion $H(e^{j\theta})$ ist
A. $H(e^{j\theta}) = -2 \sin \theta - \cos(2\theta)$
B. $H(e^{j\theta}) = -1 - 2[\cos(2\theta) - \cos \theta]$
C. $H(e^{j\theta}) = -1 - 2[\sin \theta - \cos(2\theta)]$
D. $H(e^{j\theta}) = -e^{j\theta} + 2e^{-j2\theta} - e^{j\theta}$
E. $H(e^{j\theta}) = e^{-j2\theta} + e^{-j\theta}$
F. keine dieser Lösungen.

(Tragen Sie das Kürzel für die richtige Antwort in das unterstrichene Feld ein.)

$$\mathcal{D}[u - N_0] \leftrightarrow e^{-j\theta} N_0$$

$$H(e^{j\theta}) = -e^{j2\theta} + e^{j\theta} - 1 + e^{-j\theta} - e^{-j2\theta}$$

$$= -1 - 2\cos(2\theta) + 2\cos(\theta)$$

(f) B

Aufgabe 2: (23 Punkte)

Beantworten Sie die **beiden unabhängigen Teilfragen**.

(a) (10 Punkte) Welche der angegebenen periodischen Signale $x[n]$ haben für $k \in$
[5,7] ~~[0,9]~~ nur einen einzigen von Null verschiedenen Fourierreihenkoeffizienten c_k ?

(Tragen Sie das Kürzel für die richtige Antwort in das unterstrichene Feld ein.)

A. $x[n] = \cos \frac{2\pi}{10}n$

B. $x[n] = e^{-j\frac{2\pi}{10}n}$

C. $x[n] = 1 - (-1)^n$

D. $x[n] = \sin \frac{2\pi}{10}n \cdot \cos \frac{2\pi}{10}3n$

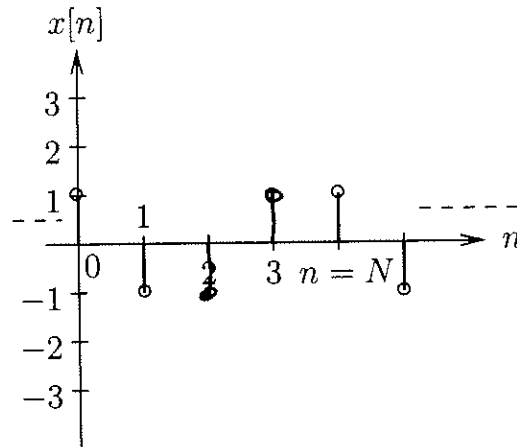
E. $x[n] = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \delta[n - 5m]$

Siehe Lösung Gruppe **A**

(a) B

- (b) (13 Punkte) Bei dem abgebildeten periodischen Signal (Periode $N = 4$) fehlen die Signalwerte bei $n = 2$ und $n = 3$. Ergänzen Sie diese Werte in der Skizze für den Fall, dass die Fourierreihenkoeffizienten c_k für $k = 0$ und $k = 2$ null sind.

Hinweis: Schreiben Sie die Definitionsgleichung der Fourierreihenkoeffizienten c_0 und c_2 an.



$$\text{I: } 0 = \frac{1}{4} \sum_{u=0}^3 x[u] = \frac{1}{4} (1 - 1 + x[2] + x[3])$$

$$\text{II: } 0 = \frac{1}{4} \sum_{u=0}^3 x[u] e^{-j\frac{2\pi}{4} \cdot 2u} = \frac{1}{4} \left(\underbrace{1}_{-1} - \underbrace{1}_{1} + x[2] \underbrace{e^{-j2\pi}}_{1} + x[3] \underbrace{e^{-j3\pi}}_{-1} \right)$$

$$\text{III: } 0 = \frac{1}{4} (x[2] + x[3]) \Rightarrow x[2] = -x[3]$$

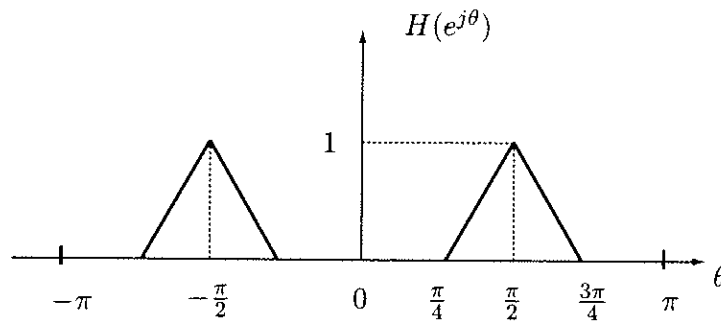
$$\text{in II: } 0 = \frac{1}{4} \left(\underbrace{1}_{-1} - \underbrace{x[3] e^{-j2\pi}}_{1} + \underbrace{x[2] e^{-j3\pi}}_{-1} \right)$$

$$0 = 2 - 2x[3] \Rightarrow x[3] = 1$$

$x[2] = -1$	$x[3] = 1$
-------------	------------

Aufgabe 3: (28 Punkte)

Gegeben ist ein zeitdiskretes System mit der Übertragungsfunktion $H(e^{j\theta})$ ($\theta \in [-\pi, \pi]$):



An den Eingang des Systems werden nun verschiedene Signale $x[n]$ angelegt. Berechnen Sie das Ausgangssignal $y[n]$.

(a) (6 Punkte) $x[n] = \sin \frac{\pi}{8}n$

$$y[n] = x[n] * h[n] = \mathcal{F}^{-1} \{ X(e^{j\theta}) H(e^{j\theta}) \}$$

$y[n] = 0$

(b) (6 Punkte) $x[n] = \sin \frac{3\pi}{8}n$

$y[n] = \frac{1}{2} \sin \left(\frac{3\pi}{8}n \right)$

(c) (6 Punkte) $x[n] = e^{-j\frac{\pi}{2}n}$

$$= \cos \frac{\pi}{2} n - j \sin \frac{\pi}{2} n$$

$$y[n] = e^{-j\frac{\pi}{2}n}$$

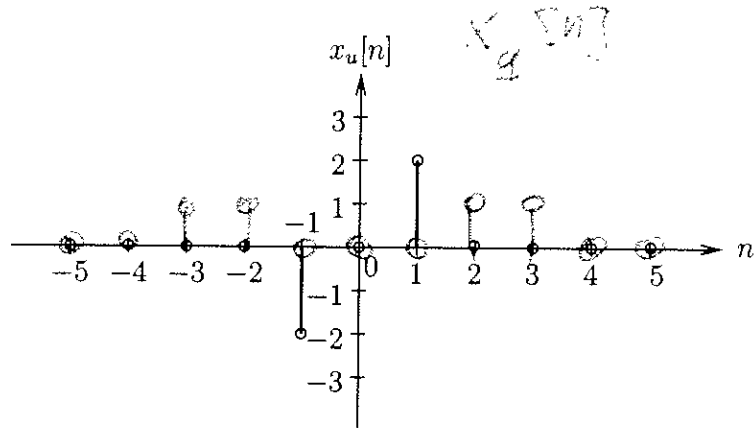
(d) (10 Punkte) $x[n] = \delta[n]$. Berechnen Sie **nur die Energie** E_y des Ausgangssignales $y[n]$.

$$\begin{aligned} \sum_{n=-\infty}^{\infty} |y[n]|^2 &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} |Y(e^{j\theta})|^2 d\theta = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} |Y(e^{j\theta})|^2 d\theta = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} |1 \cdot X(e^{j\theta})|^2 d\theta \\ &\stackrel{\Delta}{=} 4 \cdot \frac{1}{2\pi} \int_0^{\frac{\pi}{4}} \left| \frac{4}{\pi} \cdot \theta \right|^2 d\theta = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{16}{\pi^2} \cdot \frac{1}{3} \theta^3 \Big|_0^{\frac{\pi}{4}} = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{16}{\pi^2} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi^3}{64} = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{1}{12} = \frac{1}{6} \end{aligned}$$

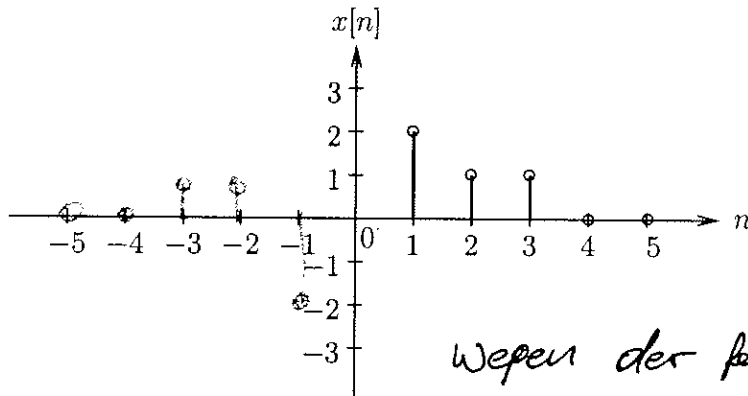
$$E_y = \frac{1}{6}$$

Aufgabe 4: (23 Punkte)

Von einem Signal $x[n]$ ist der ungerade Anteil $x_u[n]$ und der Teil von $x[n]$ für $n > 0$ gegeben:



(a) (13 Punkte) Ergänzen Sie in der Skizze von $x[n]$ den Teil für $n \leq 0$.



Wegen der fehlenden Festlegung von $x[0]$ ist für $x_g[0]$ und damit auch für $x[0]$ jeder Wert möglich.

$$x[n] = x_g[n] + x_u[n]$$

$$x_u[n] = x[n] - x_g[n]$$

(b) (10 Punkte) Die Signalenergie E_x von $x[n]$ ist

A. $E_x = 14$ B. $E_x = 10$ C. $E_x = 12$ D. $E_x = 0$ E. $E_x = -10$

(Tragen Sie das Kürzel für die richtige Antwort in das unterstrichene Feld ein.)

$$E_x = \sum_{n=-3}^3 |x[n]|^2 = 1 + 1 + 4 + 4 + 1 + 1 = 12$$

(b) C