

ZUNAME: Mustermann
 VORNAME: Max
 MAT. NR.: 0123456

1. SuS2-Teilprüfung A
 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!
- **Mobiltelefone** müssen während des Tests **ausgeschaltet** sein!

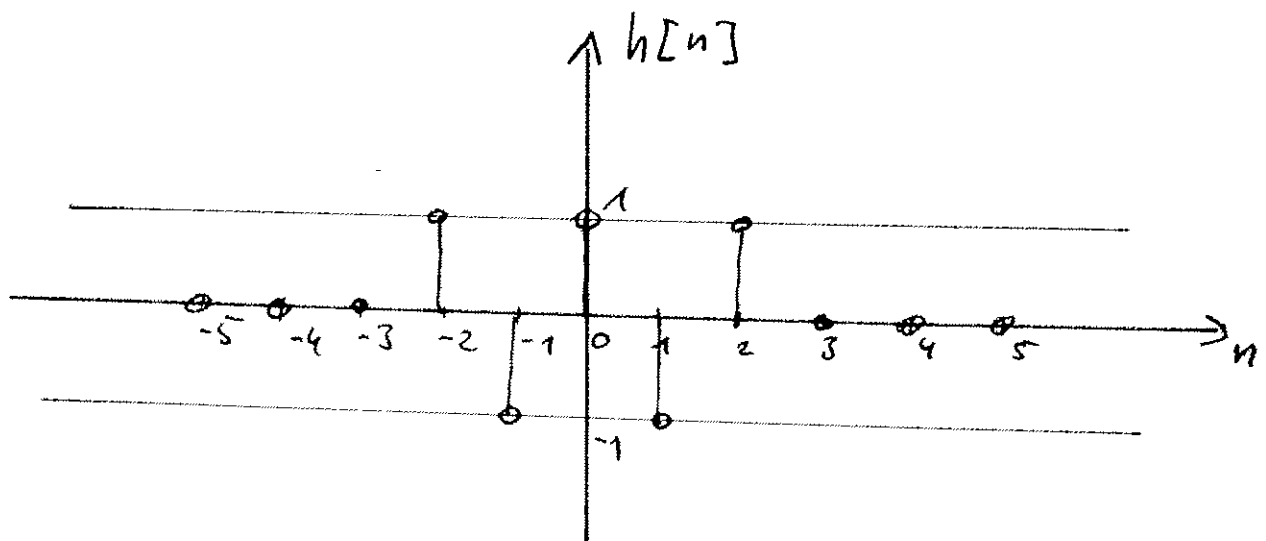
Aufgabe:	1	2	3	4	Summe
Punkte (max.):	26	23	28	23	100
Punkte:					

Aufgabe 1: (26 Punkte)

Von einem zeitdiskreten System ist folgende Impulsantwort gegeben:

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

(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. $H(e^{j\theta}) = e^{j2\theta} - e^{-j\theta}$ C. $H(e^{j\theta}) = 1 + 2[\cos(2\theta) - \cos \theta]$ D. $H(e^{j\theta}) = 1 - 2[\sin \theta - \cos(2\theta)]$
E. $H(e^{j\theta}) = e^{j\cdot 0} + 2e^{j2\theta} - e^{j\theta}$ F. keine dieser Lösungen
(Tragen Sie das Kürzel für die richtige Antwort in das unterstrichene Feld ein.)

$$H(e^{j\theta}) = \sum [u - N_0] \Leftrightarrow e^{-j\theta N_0}$$

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

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

(f) C

Aufgabe 2: (23 Punkte)

Beantworten Sie die beiden unabhängigen Teilfragen.

- (a) (10 Punkte) Welche der angegebenen periodischen Signale $x[n]$ haben für $k \in \underline{-5, 4}$ nur einen einzigen von Null verschiedenen Fourierreihenkoeffizienten c_k ?
 (Tragen Sie das Kürzel für die richtige Antwort in das unterstrichene Feld ein.)

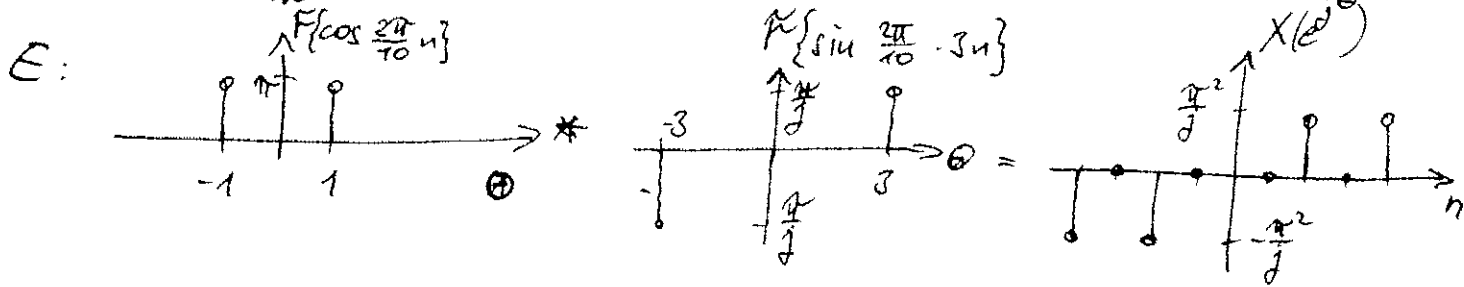
- A. $x[n] = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \delta[n - 10m]$
- B. $x[n] = \cos \frac{2\pi}{10} 3n$
- C. $x[n] = 1 - (-1)^n$
- D. $x[n] = e^{j \frac{2\pi}{10} 3n}$
- E. $x[n] = \cos \frac{2\pi}{10} n \cdot \sin \frac{2\pi}{10} 3n$

A: $c_k = \frac{1}{10} \forall k$

B: $c_k = \frac{1}{2} \delta_{10}[k+3] + \frac{1}{2} \delta_{10}[k-3]$

C: $1 - \cos(\pi n) \rightarrow c_k = 1 - \frac{1}{2} \delta_2[k-1] - \frac{1}{2} \delta_2[k+1]$

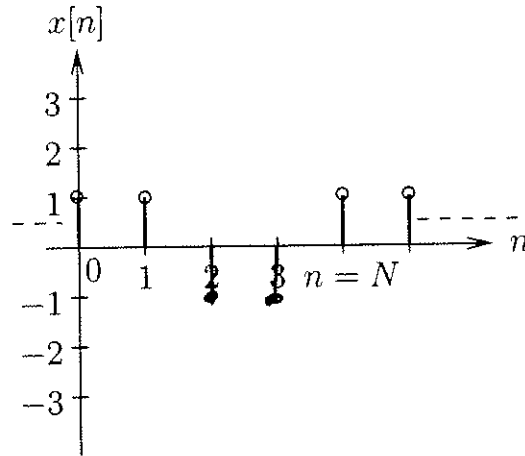
D: $c_k = \delta_{10}[k-3]$



(a) D

- (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.



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

$$\text{III: } 0 = \frac{1}{4} \sum_{n=0}^3 x[n] e^{-j\frac{2\pi}{4} \cdot 2n} = \frac{1}{4} \left(\underbrace{1 + e^{-j\pi}}_0 + \underbrace{x[2] e^{-j2\pi}}_{+1} + \underbrace{x[3] e^{-j\pi \cdot 3}}_{-1} \right)$$

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

$$\text{in III: } 0 = \frac{1}{4} \left(\underbrace{1 + e^{-j\pi}}_{-1} - \underbrace{(2 + x[3]) e^{-j\pi \cdot 2}}_1 + \underbrace{x[3] e^{-j\pi \cdot 3}}_{-1} \right)$$

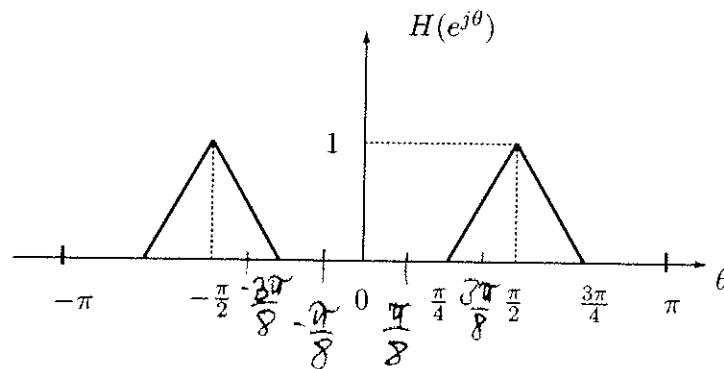
$$= 1 - 1 - 2 - x[3] - x[3] = -2 - 2x[3] \Rightarrow x[3] = -1$$

$$x[2] = -1$$

$$x[3] = -1$$

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) $x[n] = \cos \frac{\pi}{8}n$

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

$$y[n] = 0$$

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

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

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

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

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

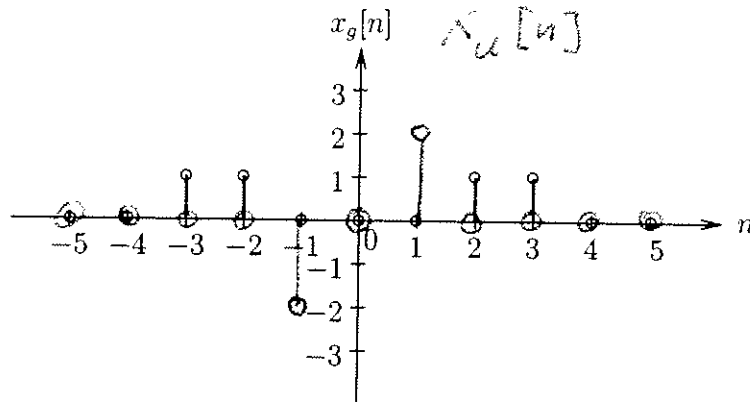
(d) (10 Punkte) $x[n] = \delta[n]$. Berechnen Sie **nur die Energie** E_y des Ausgangssignales $y[n]$.

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

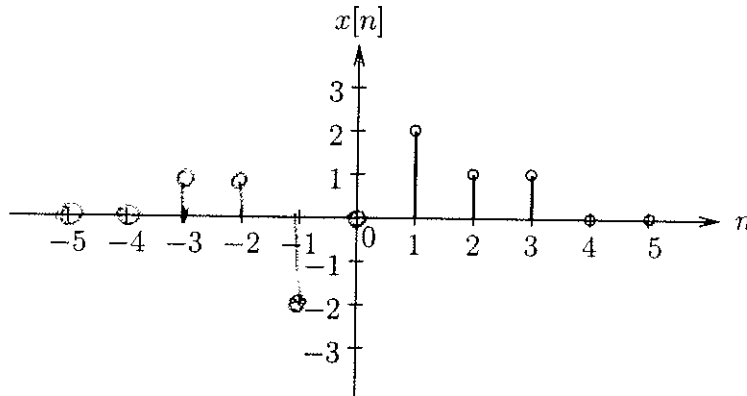
$$E_y = \frac{1}{6}$$

Aufgabe 4: (23 Punkte)

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



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



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

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

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

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

(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) D