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!

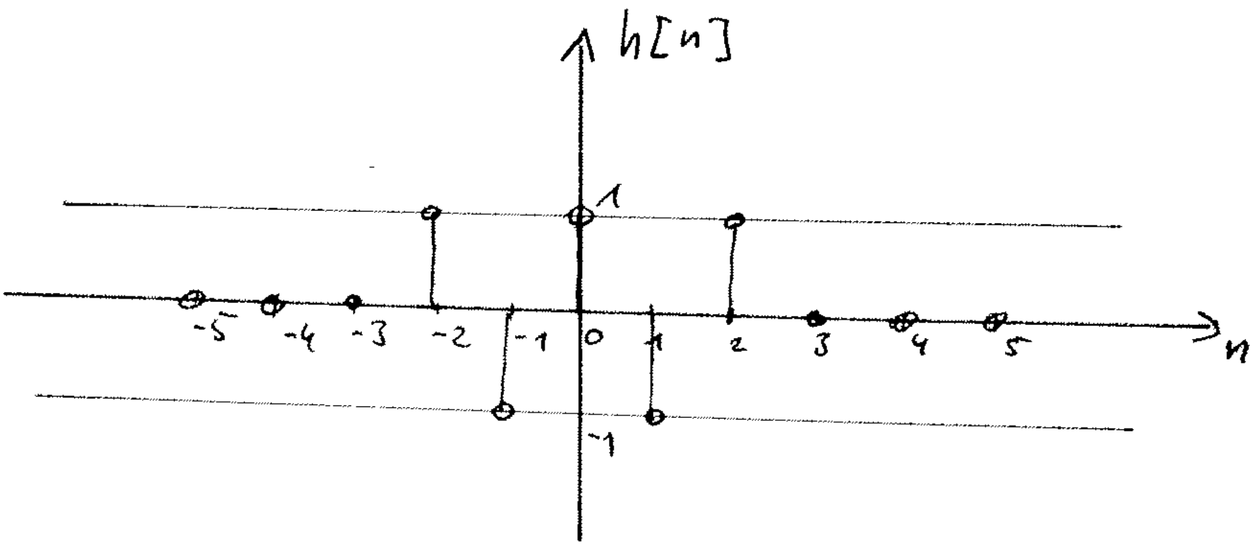
Aufgabe:	1	2	3	4	Summe
Punkte (max.):	26	23	28	23	100
Punkte:					

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

$H(e^{j\theta})$: $\qquad \delta[n-N_0] \Leftrightarrow e^{-j\theta N_0}$

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

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

(f) C

Aufgabe 2: (23 Punkte)

Beantworten Sie die **beiden unabhängigen Teilfragen**.

(a) (10 Punkte) Welche der angegebenen periodischen Signale $x[n]$ haben für $k \in \boxed{-5,4}$ 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. $x[n] = \cos \frac{2\pi}{10} n \cdot \sin \frac{2\pi}{10} 3n$

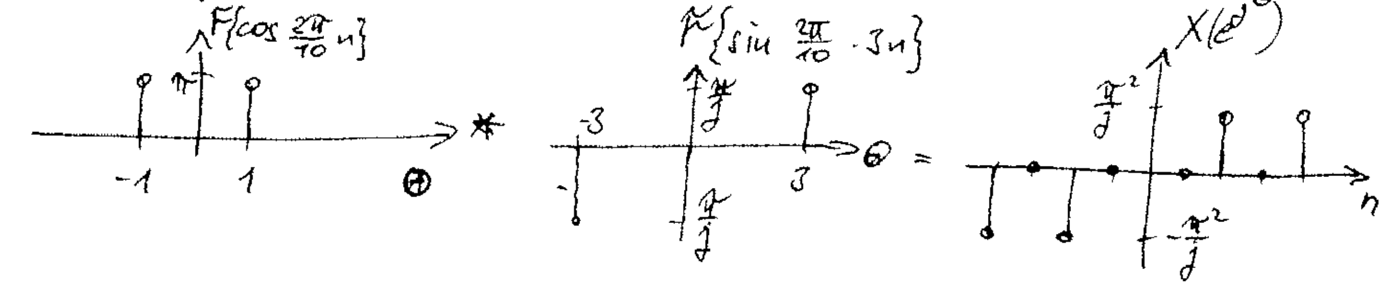
A: $c_k = \frac{1}{10} \ \forall k$

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

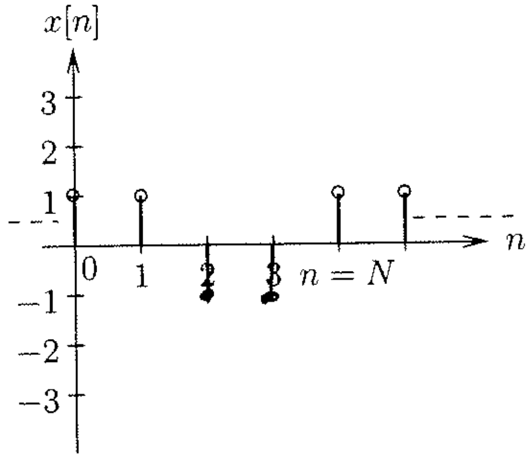
E:



(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.



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

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

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

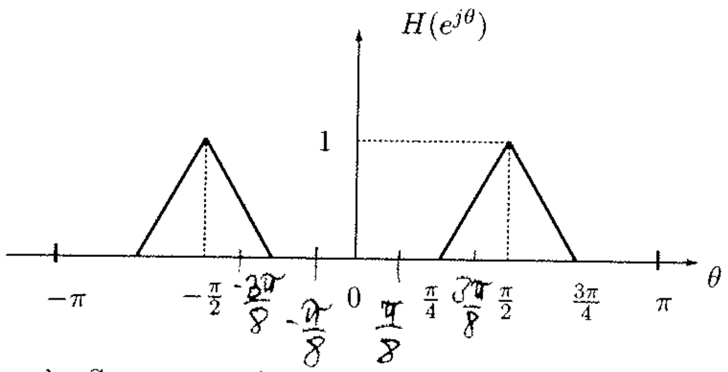
$$\text{in III}: \quad 0 = \frac{1}{4}\left(1+\underbrace{e^{-j\pi}}_{-1}-(2+x[3])\underbrace{e^{-j\pi\cdot 2}}_{1}+x[3]\underbrace{e^{-j\pi\cdot 3}}_{-1}\right)$$

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

$x[2] =$ −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) $x[n] = \cos \frac{\pi}{8} n$

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

$y[n] =$ 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 $y[n]$.

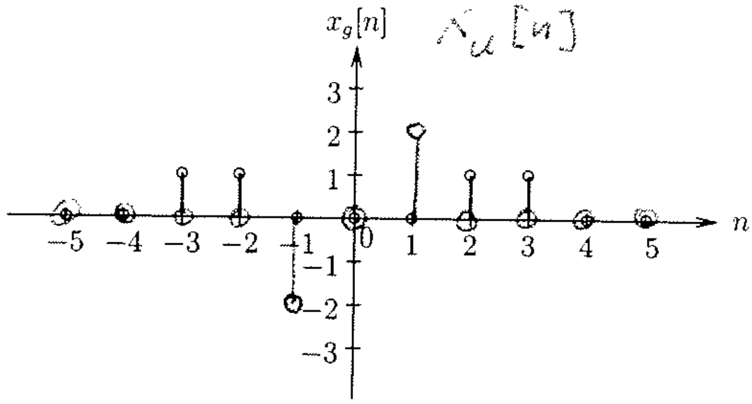
$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} |Y[n]|^2 = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} |Y(e^{j\theta})|^2 d\theta = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} |Y(e^{j\theta})|^2 d\theta = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} |1 \cdot X(e^{j\theta})|^2 d\theta$$

$$\hat{=}\, 4 \cdot \frac{1}{2\pi}\int_0^{\frac{\pi}{4}} \left|\frac{4}{\pi}\cdot\theta\right|^2 d\theta = \frac{2}{\pi}\cdot\frac{16}{\pi^2}\cdot\frac{1}{3}\theta^3\Big|_0^{\frac{\pi}{4}} = \frac{2}{\pi}\cdot\frac{16}{\pi^2}\cdot\frac{1}{3}\cdot\frac{\pi^3}{16\cdot 4} = \frac{2}{12} = \frac{1}{6}$$

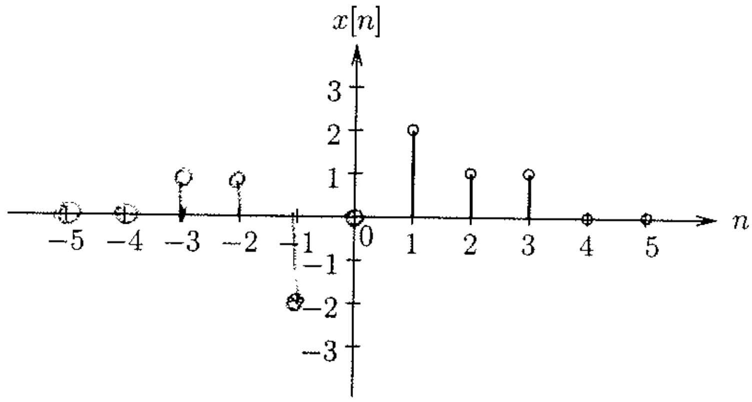
$E_y =$ $\frac{1}{6}$

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 $n \leq 0$.



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

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

(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