ZUNAME: ....

VORNAME: ....

MAT. NR.: ....

1. SuS2-Teilprüfung **A**

Institut für Telekommunikation
G. Doblinger, J. Gonter
TU-Wien 4.5.2011

Bitte beachten Sie:

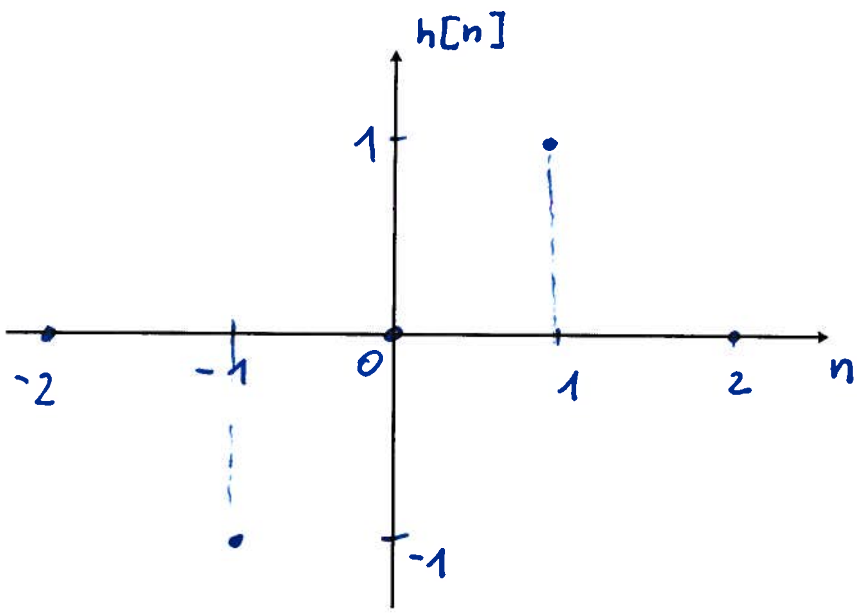
- An schriftlichen Unterlagen darf nur die **SuS2-Formelsammlung** verwendet werden!
- Die Beispiele ausschließlich auf den Seiten dieser Angabe ausarbeiten. **Zusatzblätter werden ignoriert!**
- Eine **lesbare Schrift und übersichtliche Darstellung** ist eine Voraussetzung für die positive Beurteilung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

Aufgabe:	1	2	3	4	Summe
Punkte (max.):	30	20	25	25	100
Punkte:					

Aufgabe 1: (30 Punkte)

Gegeben ist die **Impulsantwort** eines Systems: $h[n] = n(\sigma[n+1] - \sigma[n-2])$

(a) (5 Punkte) Skizzieren Sie $h[n]$ und vereinfachen Sie $h[n]$ so weit wie möglich.



$h[n] = -\delta[n+1] + \delta[n-1]$

(b) (7 Punkte) Bestimmen Sie die **Sprungantwort**, also die Systemantwort auf den Eingang $x[n] = \sigma[n]$.

$$a[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \left(-\delta[k+1] + \delta[k-1]\right) \sigma[n-k]$$

$$= \sum_{k=-\infty}^{n} -\delta[k+1] + \delta[k-1]$$

$$= -\delta[n+1] - \delta[n]$$

(c) (7 Punkte) Bestimmen Sie die Systemantwort auf den **Eingang** $\mathbf{x[n] = (-1)^n}$, für $-\infty < n < \infty$.

$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \left(-\delta[k+1] + \delta[k-1]\right)(-1)^{n-k}$$

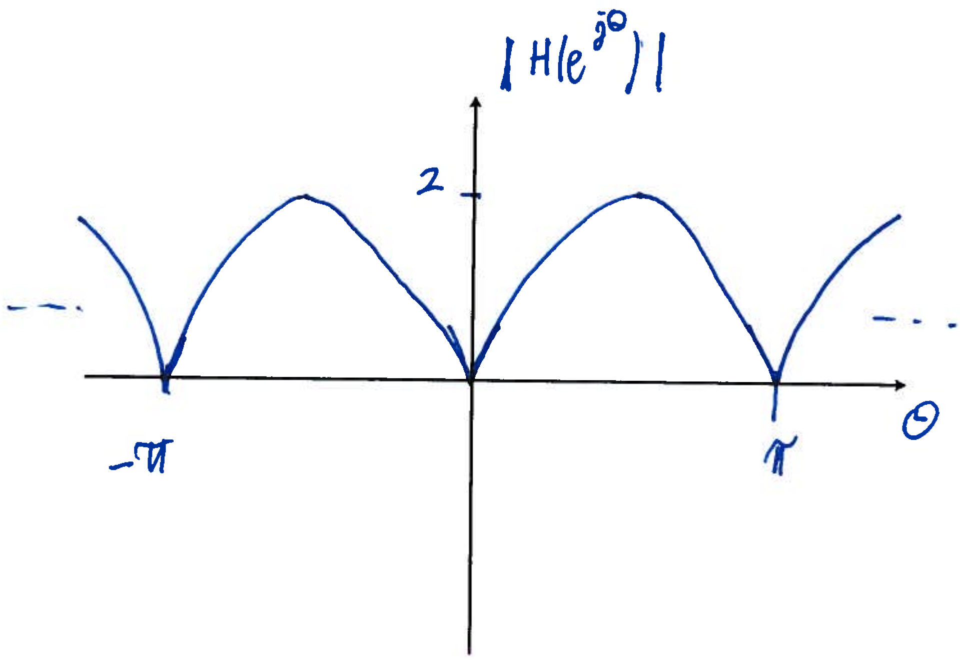
$$= -1(-1)^{n+1} + 1\cdot(-1)^{n-1} = (-1)^n + (-1)^{n-1}$$

$$= (-1)^n - (-1)^n = 0$$

(d) (8 Punkte) Bestimmen Sie die **Übertragungsfunktion** $\mathbf{H(e^{(j\theta)})}$. Skizzieren Sie $|H(e^{(j\theta)})|$.

$$h[n] = -\delta[n+1] + \delta[n-1] \;\circ\!\!-\!\!\bullet\; -e^{j\theta} + e^{-j\theta}$$

$$= -\frac{2j}{2j}\left(e^{j\theta} - e^{-j\theta}\right) = -2j \cdot \sin\theta$$



(e) (3 Punkte) Das System mit Impulsantwort $h[n] = n(\sigma[n+1] - \sigma[n-2])$ ist *(bitte kreuzen Sie zutreffendes an)*:

A. Kausal ○

B. Linear ✓

C. Stabil ✓

D. Zeitinvariant ✓

Aufgabe 2: **(20 Punkte)**

Gegeben sind die **Fourierreihen-Koeffizienten $\mathbf{c_k}$** eines *reellen*, *geraden* Signals mit der Periode $N = 4$: $c_0 = 0, c_1 = 1$.

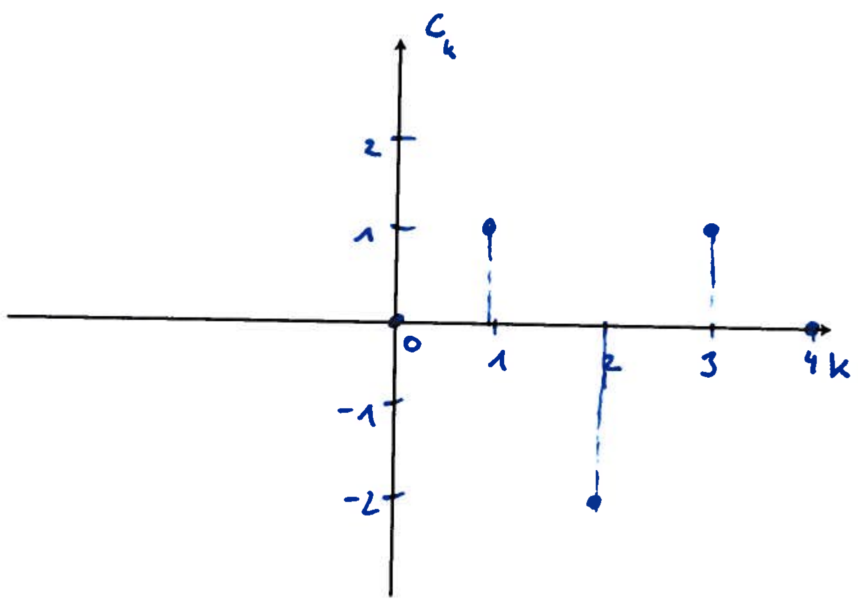
(a) (8 Punkte) Skizzieren Sie c_k für $k = 0...4$. Bestimmen Sie hierfür c_2 derart, dass $x[0] = 0$.

reelles Signal $\Leftrightarrow$ gerades Spektrum, mit $c_k = c_{N-k}^*$

$\Rightarrow c_3 = c_1 = 1$

$$x[0] = 0 = \sum_{k=0}^{3} c_k e^{j\frac{2\pi k}{N} \cdot n} = 0 + 1 + c_2 + 1$$

$\Rightarrow c_2 = -2$



(b) (8 Punkte) Berechnen und skizzieren Sie $x[n]$ für $n = 0...4$.

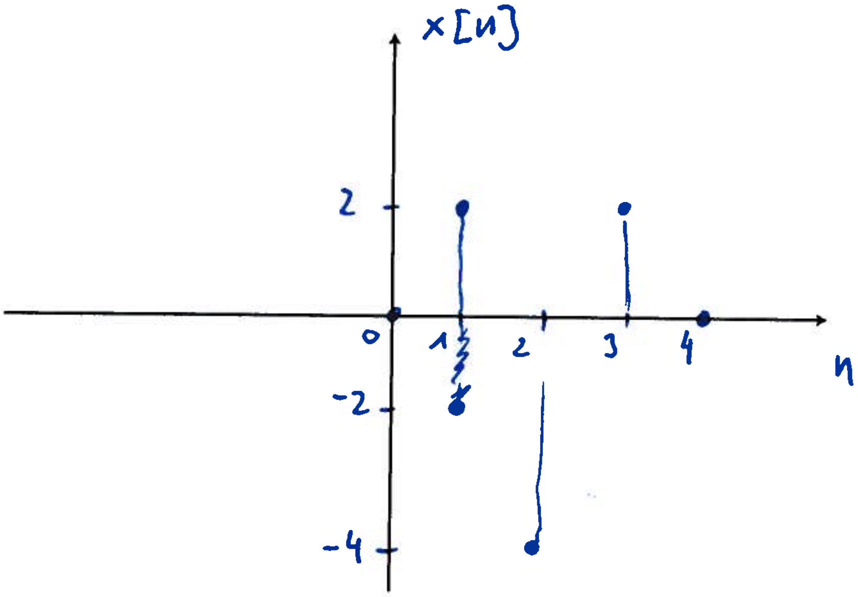
$$x[0] = 0$$

$$x[1] = 1 \cdot \underbrace{e^{j\frac{2\pi}{4}\cdot 1}}_{j} - 2 \cdot \underbrace{e^{j\frac{4\pi}{4}\cdot 1}}_{+1} + 1 \cdot \underbrace{e^{j\frac{6\pi}{4}\cdot 1}}_{-j} = +2$$

$$x[2] = 1 \cdot \underbrace{e^{j\pi}}_{-1} - 2 \cdot \underbrace{e^{j2\pi}}_{1} + 1 \cdot \underbrace{e^{j3\pi}}_{-1} = -4$$

$$x[3] = 1 \cdot \underbrace{e^{j\frac{3\pi}{2}}}_{-j} - 2 \cdot \underbrace{e^{j3\pi}}_{-1} + 1 \cdot \underbrace{e^{j\frac{9\pi}{2}}}_{j} = 2$$

$$x[4] = 0$$



(c) (4 Punkte) Berechnen Sie die Signalenergie von $x[n]$.

$$E_x = \sum_{n=0}^{N-1} |x[n]|^2 = 24$$

Aufgabe 3: (25 Punkte)

Signale und Systeme im Zeitbereich: Bestimmen Sie die richtige(n) Antwort(en) und **kreuzen Sie an.**

(a) (9 Punkte) Gegeben sind 2 Signale $x_1[n]$, $x_2[n]$. $x_1[n]$ ist im Intervall $[0, 5]$ von Null verschieden, $x_2[n]$ ist in $[-3, 0]$ von Null verschieden. $y[n] = (x_1 * x_2)[n]$ ist daher Null **ausserhalb** des Intervalls:

A. [0,9] ○
B. [-9,0] ○
C. [-5,3] ○
D. [-3,5] ☑
E. keine dieser Lösungen ist richtig. ○

(b) (6 Punkte) Finden Sie die korrekten Beziehungen zwischen dem Signal $\mathbf{x[n]}$ und seinen **geraden** ($\mathbf{x_g[n]}$) und **ungeraden** ($\mathbf{x_u[n]}$) Anteilen:

A. $x[n] = x_g[n] - x_u[n]$ ○
B. $x_g[n] = \frac{1}{2}(x[n] + x[-n])$ ☑
C. $x_g[n] = \frac{1}{2}(x[n] - x[-n])$ ○
D. $x[n] = x_g[n] + x_u[n]$ ☑
E. $x_u[n] = \frac{1}{2}(x[n] + x[-n])$ ○

(c) (4 Punkte) Die Zeitbereichs-Repräsentation eines Signals mit einem periodischen Spektrum ist immer:
A. periodisch
B. diskret
C. kontinuierlich
D. gerade
E. Keine dieser Lösungen ist richtig.

✓... Fourier-Transformation

(d) (6 Punkte) Gegeben ist ein System, das das Quadrat des Eingangssignals bildet: $y[n] = x^2[n], \forall n$. Wenn $x[n]$ ein periodisches, zeitdiskretes, cosinusförmiges Signal ist, dann:
A. ist das Ausgangssignal **nicht periodisch**.
B. hat das Ausgangssignal die **doppelte Periodendauer**.
C. hat das Ausgangssignal die **halbe Periodendauer**.
D. ist das Ausgangssignal **0**, $\forall n$.
E. **Keine dieser Lösungen** ist richtig.

✓ Periodendauer N ist ungerade

Aufgabe 4: (25 Punkte)

Signale und Systeme im Frequenzbereich: Bestimmen Sie die richtige(n) Antwort(en) und **kreuzen Sie an.**

(a) (4 Punkte) Zwei **stabile** LTI-Systeme werden in Kette (Kaskade) geschaltet. Die Übertragungsfunktion des Gesamtsystems ist gegeben durch:
A. Die **Summe** der Übertragungsfunktionen der beiden Systeme.
B. Die **Faltung** der Übertragungsfunktionen der beiden Systeme.
C. Die **Differenz** der Übertragungsfunktionen der beiden Systeme.
D. Das **Produkt** der Übertragungsfunktionen der beiden Systeme.
E. **Keine dieser Lösungen** ist richtig.

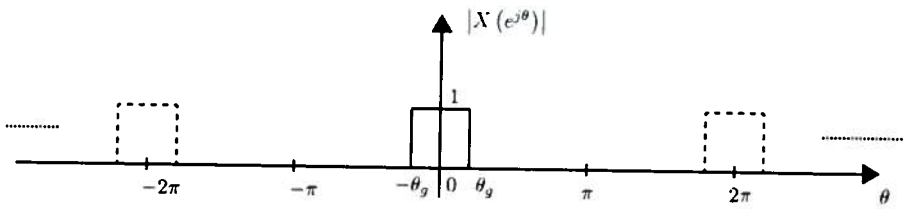
(b) (8 Punkte) Die **Fourierreihendarstellung** eines periodischen, zeitdiskreten Signals ist:
A. periodisch
B. kontinuierlich
C. diskret
D. immer reell
E. Keine dieser Lösungen ist richtig.

(c) (4 Punkte) Wieviele Harmonische (d.h. Anteile im Frequenzbereich) hat ein periodisches, zeitdiskretes Signal mit Periodendauer N maximal?

A. $N-2$
B. $N-1$
C. N
D. $N+1$
E. Keine dieser Lösungen ist richtig.

(d) (9 Punkte) Ein zeitdiskretes Signal $x[n]$ habe das abgebildete ideale Tiefpassspektrum mit der Grenzfrequenz $\theta_g = \frac{\pi}{4}$. Das amplitudenmodulierte Signal $y[n] = x[n] \cdot \cos(\theta_0 n)$ soll für $\theta \in [-\pi, \pi]$ kein Aliasing (also keine Überlappung von Frequenzkomponenten) aufweisen.
Die Modulationsfrequenz θ_0 darf dafür nicht größer sein als

A. $\theta_{g,max} = \pi/4$
B. $\theta_{g,max} = \pi/2$
C. $\theta_{g,max} = 3\pi/4$ $= \pi - \frac{\pi}{4}$
D. $\theta_{g,max} = \pi$
E. Keine dieser Lösungen ist richtig.



Raum für Nebenrechnungen