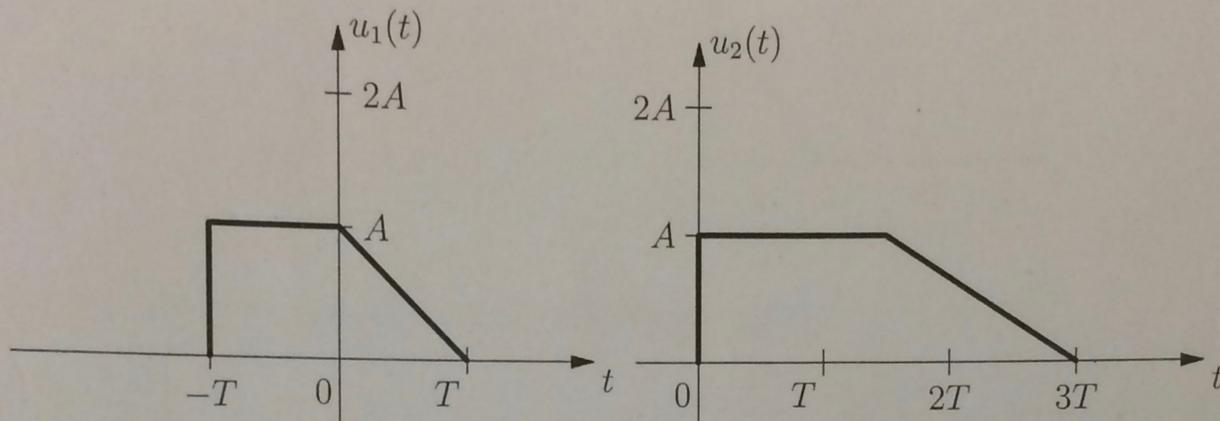


1 Zeitkontinuierliche Signale

12 Punkte

- 1.1 Gegeben seien die folgenden beiden zeitkontinuierlichen Signale $u_1(t)$ und $u_2(t)$: 4 P



- a) Geben Sie $u_2(t)$ als zeittransformierte Funktion von $u_1(t)$ an. 2 P

$$u_2(t) = u_1\left(\frac{2}{3}\left(t - \frac{3}{2}T\right)\right) = u_1\left(\frac{2}{3}t - T\right)$$

1 Punkt für die Skalierung

1 Punkt für die Verschiebung

- b) Geben Sie Leistung P_{u_1} und Energie W_{u_1} des Signals $u_1(t)$ an. 2 P

$$P_{u_1} = 0 \quad \text{1 Punkt}$$

$$W_{u_1} = \int_{-T}^T u_1^2(t) dt = \int_{-T}^0 A^2 dt + \int_0^T \left(-\frac{A}{T}(t-T)\right)^2 dt \quad \text{0,5 Punkte}$$

$$= A^2 T + \int_0^T \frac{A^2}{T^2} (t^2 - 2Tt + T^2) dt$$

$$= A^2 T + \frac{A^2}{T^2} \left[\frac{1}{3} t^3 - Tt^2 + T^2 t \right]_0^T$$

$$= A^2 T + \frac{A^2}{T^2} \left[\frac{T^3}{3} - T^3 + T^3 - 0 \right]$$

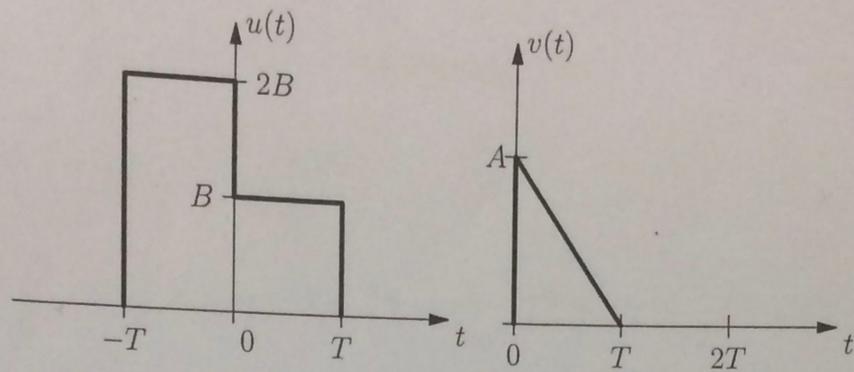
$$= \frac{4}{3} A^2 T \quad \text{0,5 Punkte}$$

Falls Integral für W_{u_1} nicht aufgestellt: 1 Punkt für richtiges Endergebnis

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------|
| Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora | Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 23.7.2014 | Blatt: 4 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------|

1.2 Gegeben seien die folgenden Signale $u(t)$ und $v(t)$.

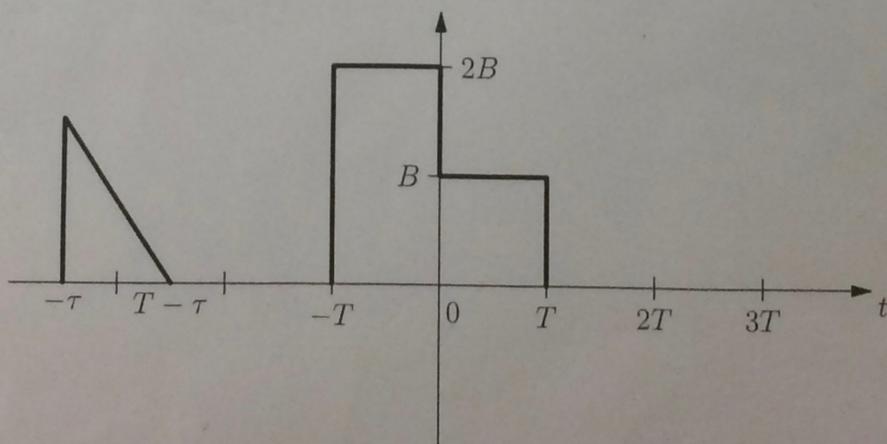
6 P



a) Berechnen Sie die Kreuzkorrelationsfunktion $r_{uv}(\tau)$.

4,5 P

$$r_{uv}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} u(t)v(t+\tau)dt$$



| | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <p>Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora</p> | <p>Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 23.7.2014</p> | <p>Blatt: 5</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|

1. Fall: $-\tau < -2T \Leftrightarrow \tau > 2T : r_{uv}(\tau) = 0$

2. Fall: $-2T \leq -\tau < -T \Leftrightarrow 2T \geq \tau > T : 0,5 \text{ Punkte}$

$$r_{uv}(\tau) = \int_{-T}^{T-\tau} 2B \left(-\frac{A}{T}(t + \tau - T) \right) dt \quad 0,5 \text{ Punkte}$$

$$= 2B \left[-\frac{A}{T} \left(\frac{1}{2}t^2 + t\tau - Tt \right) \right]_{-T}^{T-\tau}$$

$$= -\frac{2AB}{T} \left[\frac{1}{2}(T^2 - 2T\tau + \tau^2) + T\tau - \tau^2 - T^2 + T\tau - \frac{1}{2}T^2 + T\tau - T^2 \right]$$

$$= -\frac{AB}{T} (-\tau^2 + 4T\tau - 4T^2) \quad 0,5 \text{ Punkte}$$

3. Fall: $-T \leq -\tau < 0 \Leftrightarrow T \geq \tau > 0 : 0,5 \text{ Punkte}$

$$r_{uv}(\tau) = \int_{-\tau}^0 2B \left(-\frac{A}{T}(t + \tau - T) \right) dt + \int_0^{T-\tau} B \left(-\frac{A}{T}(t + \tau - T) \right) dt \quad 0,5 \text{ Punkte}$$

$$= 2B \left(-\frac{A}{T} \left(\frac{1}{2}t^2 + t\tau - Tt \right) \right)_{-\tau}^0 + B \left[-\frac{A}{T} \left(\frac{1}{2}t^2 + t\tau - Tt \right) \right]_0^{T-\tau}$$

$$= -\frac{2AB}{T} \left(-\frac{1}{2}\tau^2 + \tau^2 - T\tau - 0 \right) - \frac{AB}{T} \left[\frac{1}{2}(T^2 - 2T\tau + \tau^2) + T\tau - \tau^2 - T^2 + T\tau \right]$$

$$= -\frac{AB}{T} \left(\frac{1}{2}\tau^2 - T\tau - \frac{1}{2}T^2 \right) \quad 0,5 \text{ Punkte}$$

4. Fall: $0 \leq -\tau < T \Leftrightarrow 0 \geq \tau > -T : 0,5 \text{ Punkte}$

$$r_{uv}(\tau) = \int_{-\tau}^T B \left(-\frac{A}{T}(t + \tau - T) \right) dt \quad 0,5 \text{ Punkte}$$

$$= -\frac{AB}{T} \left(\frac{1}{2}t^2 + t\tau - Tt \right)$$

$$= -\frac{AB}{T} \left(\frac{1}{2}T^2 + T\tau - T^2 - \frac{1}{2}\tau^2 + \tau^2 - T\tau \right)$$

$$= -\frac{AB}{T} \left(\frac{1}{2}\tau^2 - \frac{1}{2}T^2 \right) \quad 0,5 \text{ Punkte}$$

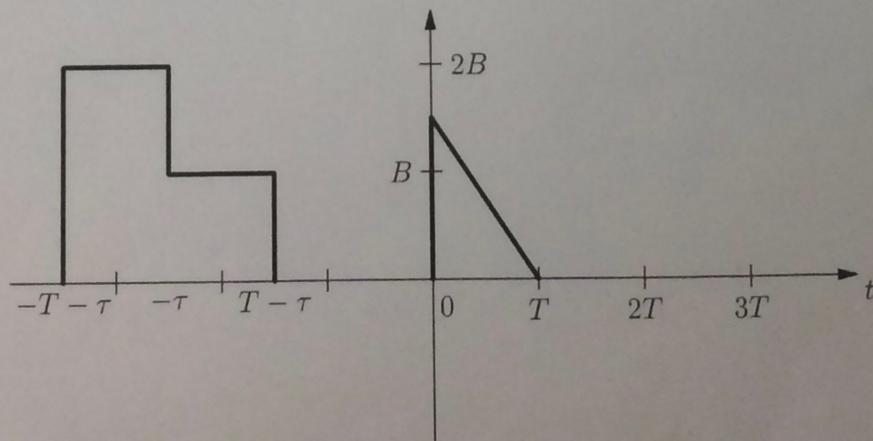
5. Fall: $T \leq -\tau \Leftrightarrow -T \geq \tau : r_{uv}(\tau) = 0$

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------|
| Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora | Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 23.7.2014 | Blatt: 6 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------|

Kreuzkorrelation vertauscht

$$r_{vu}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} v(t)u(t+\tau)dt$$

-1,5 Kreuzkorrelation ist nicht kommutativ, Aufgabe wird stark vereinfacht.



| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------|
| Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora | Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 23.7.2014 | Blatt: 7 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------|

1. Fall: $T - \tau \leq 0 \Leftrightarrow \tau > T : r_{vu}(\tau) = 0$

2. Fall: $T - \tau < T \Leftrightarrow 0 < \tau \leq T : 0,5 \text{ Punkte}$

$$\begin{aligned} r_{vu}(\tau) &= -\frac{AB}{T} \int_0^{T-\tau} (t-T) dt \quad 0,5 \text{ Punkte} \\ &= -\frac{AB}{T} \left[\frac{1}{2}t^2 - Tt \right]_0^{T-\tau} = -\frac{AB}{T} \left[\frac{1}{2}(T-\tau)^2 - T(T-\tau) \right] \\ &= -\frac{AB}{T} \left(\frac{\tau^2}{2} - \frac{T^2}{2} \right) \quad 0,5 \text{ Punkte} \end{aligned}$$

3. Fall: $T - \tau < 2T \Leftrightarrow -T < \tau \leq 0 : 0,5 \text{ Punkte}$

$$\begin{aligned} r_{vu}(\tau) &= -\frac{AB}{T} \int_{-\tau}^T (t-T) dt - \frac{2AB}{T} \int_0^{-\tau} (t-T) dt \quad 0,5 \text{ Punkte} \\ &= -\frac{AB}{T} \left[\frac{t^2}{2} - Tt \right]_{-\tau}^T - \frac{2AB}{T} \left[\frac{t^2}{2} - Tt \right]_0^{-\tau} \\ &= -\frac{AB}{T} \left[\frac{T^2}{2} - T^2 - \frac{\tau^2}{2} - T\tau \right] - \frac{2AB}{T} \left[\frac{\tau^2}{2} + T\tau \right] \\ &= -\frac{AB}{T} \left(\frac{\tau^2}{2} + T\tau - \frac{T^2}{2} \right) \quad 0,5 \text{ Punkte} \end{aligned}$$

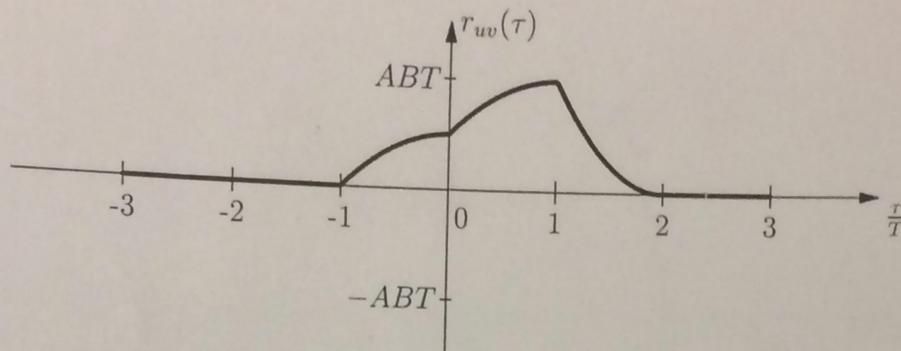
4. Fall: $-T < -T - \tau \Leftrightarrow -2T < \tau \leq -T : 0,5 \text{ Punkte}$

$$\begin{aligned} r_{vu}(\tau) &= -\frac{2AB}{T} \int_{-T-\tau}^T (t-T) dt \quad 0,5 \text{ Punkte} \\ &= -\frac{2AB}{T} \left[\frac{t^2}{2} - Tt \right]_{-T-\tau}^T = -\frac{2AB}{T} \left[\frac{T^2}{2} - T^2 - \frac{1}{2}(-T-\tau)^2 + T(-T-\tau) \right] \\ &= -\frac{2AB}{T} \left(-\frac{\tau^2}{2} - 2T\tau - 2T^2 \right) \quad 0,5 \text{ Punkte} \end{aligned}$$

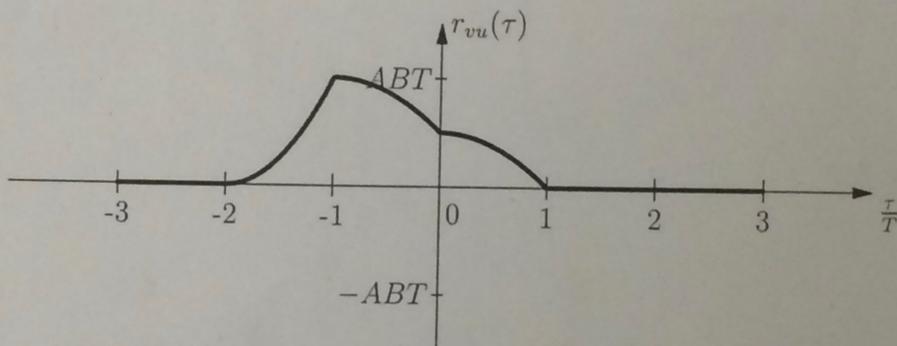
5. Fall: $T \leq -T - \tau \Leftrightarrow \tau \leq -2T : r_{vu}(\tau) = 0$

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------|
| Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora | Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 23.7.2014 | Blatt: 8 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------|

- b) Skizzieren Sie die Kreuzkorrelationsfunktion $r_{uv}(\tau)$ im Bereich $-3T \leq \tau \leq 3T$ 1,5 P



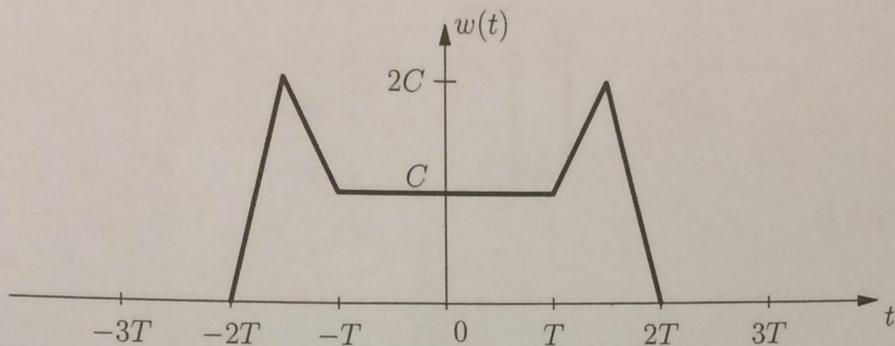
- 0,5 Punkte für die richtigen Nullstellen
- 0,5 Punkte für die maximale Amplitude (ABT)
- 0,5 Punkte für den Kurvenverlauf
- 0,5 Punkte für fehlende oder falsche Achsenbeschriftung



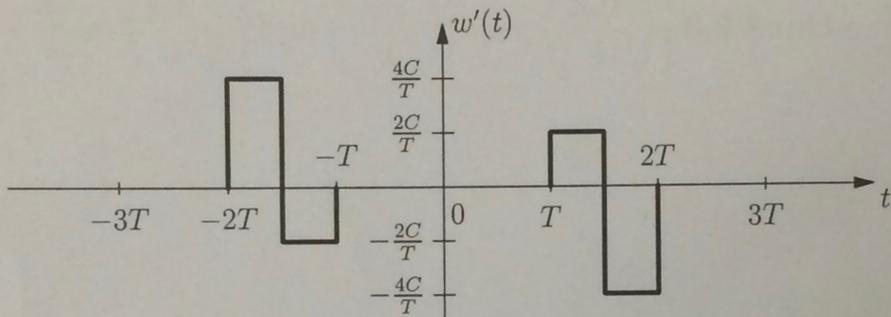
- Bei Berechnung von $r_{vu}(\tau)$ in Teilaufgabe 1.1
- 0,5 Punkte für die richtigen Nullstellen
 - 0,5 Punkte für die maximale Amplitude (ABT)
 - 0,5 Punkte für den Kurvenverlauf
 - 0,5 Punkte für fehlende oder falsche Achsenbeschriftung

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------|
| Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora | Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 23.7.2014 | Blatt: 9 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------|

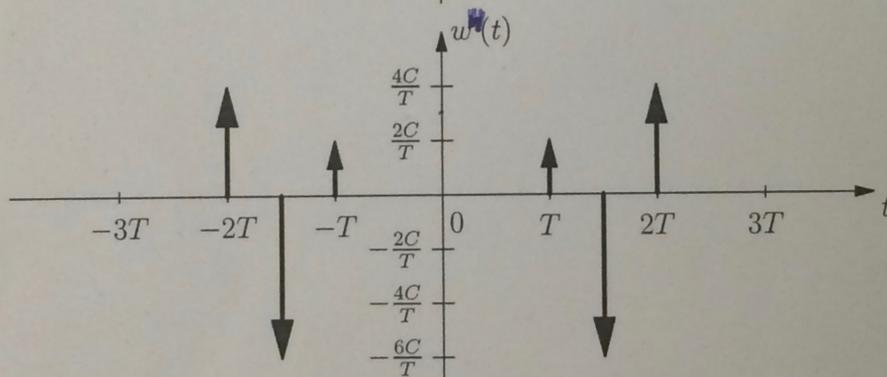
- 1.3 Berechnen Sie die Fouriertransformierte des folgenden Signals. Fassen Sie das Ergebnis so weit wie möglich zu trigonometrischen Funktionen zusammen. 2 P



1. Variante



0,5 Punkte



0,5 Punkte

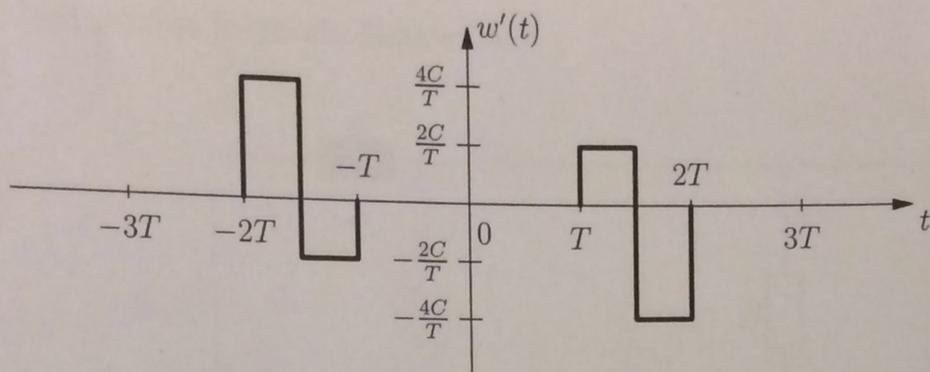
$$w''(t) = \frac{4C}{T} \delta(t + 2T) - \frac{6C}{T} \delta(t + \frac{3T}{2}) + \frac{2C}{T} \delta(t + T) + \frac{2C}{T} \delta(t - T) - \frac{6C}{T} \delta(t - \frac{3T}{2}) + \frac{4C}{T} \delta(t - 2T)$$

$$(j\omega)^2 W(j\omega) = \frac{4C}{T} (e^{j\omega 2T} + e^{-j\omega 2T}) - \frac{6C}{T} (e^{j\omega \frac{3T}{2}} + e^{-j\omega \frac{3T}{2}}) + \frac{2C}{T} (e^{j\omega T} + e^{-j\omega T}) \quad \text{0,5 Punkte}$$

$$W(j\omega) = -\frac{4C}{\omega^2 T} (2 \cos(2\omega T) - 3 \cos(1,5\omega T) + \cos(\omega T)) \quad \text{0,5 Punkte}$$

| | | |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------|
| Technische Universität Berlin | Klausur im Lehrgebiet | |
| Fachgebiet Nachrichtenübertragung | Signale und Systeme | Blatt: 10 |
| Prof. Dr.-Ing. T. Sikora | am 23.7.2014 | |

2. Variante



0,5 Punkte

$$w'(t) = \frac{4C}{T} \left(\Pi_{T/2}(t + \frac{7}{4}T) - \Pi_{T/2}(t - \frac{7}{4}T) \right) - \frac{2C}{T} \left(\Pi_{T/2}(t + \frac{5}{4}T) - \Pi_{T/2}(t - \frac{5}{4}T) \right) \quad 0,5 \text{ Punkte}$$

$$(j\omega)W(j\omega) = \frac{4C}{T} \cdot \frac{T}{2} \text{si} \left(\frac{\omega T}{4} \right) \left[e^{\frac{7}{4}j\omega T} - e^{-\frac{7}{4}j\omega T} \right] - \frac{2C}{T} \cdot \frac{T}{2} \text{si} \left(\frac{\omega T}{4} \right) \left[e^{\frac{5}{4}j\omega T} - e^{-\frac{5}{4}j\omega T} \right] \quad 0,5 \text{ Punkte}$$

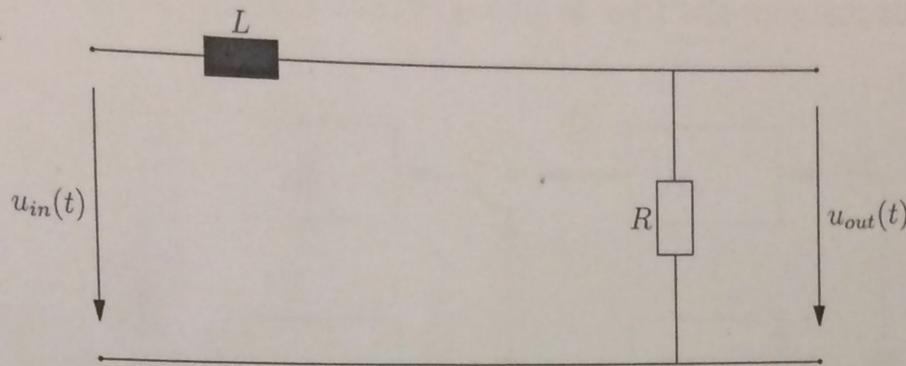
$$W(j\omega) = \frac{2C}{\omega} \text{si} \left(\frac{\omega T}{4} \right) \left[2 \sin \left(\frac{7\omega T}{4} \right) - \sin \left(\frac{5\omega T}{4} \right) \right] \quad 0,5 \text{ Punkte}$$

2 Zeitkontinuierliche Systeme und Abtastung

9 Punkte

2.1 Gegeben sei das folgende Netzwerk.

3 P



- a) Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion des Systems $H(s)$ im Laplacebereich unter Verwendung komplexer Impedanzen.

1 P

$$H(s) = \frac{U_{OUT}(s)}{U_{IN}(s)} = \frac{R}{sL + R} = \frac{R/L}{s + R/L}$$

- b) Geben Sie die Impulsantwort des Systems $h(t)$ im Zeitbereich an.

1 P

$$h(t) = \frac{R}{L} \cdot e^{-\frac{R}{L} \cdot t}, \text{ für } t > 0$$

0,5 Punkte für die Funktion

0,5 Punkte für die Angabe "t > 0"

Alternativ:

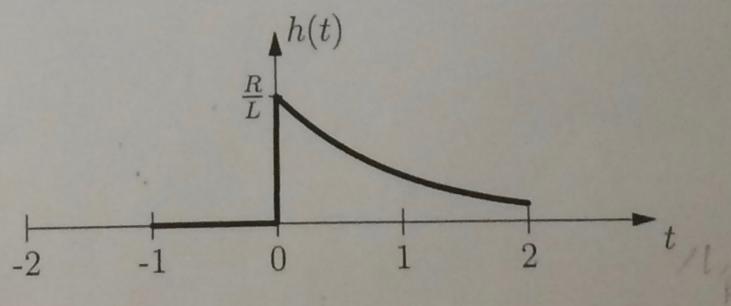
$$h(t) = \sigma(t) \cdot \frac{R}{L} \cdot e^{-\frac{R}{L} \cdot t}$$

0,5 Punkte für die Funktion

0,5 Punkte für die Sprungfunktion

- c) Skizzieren Sie die Impulsantwort des Systems im Bereich $-\frac{L}{R} \leq t \leq \frac{2L}{R}$.

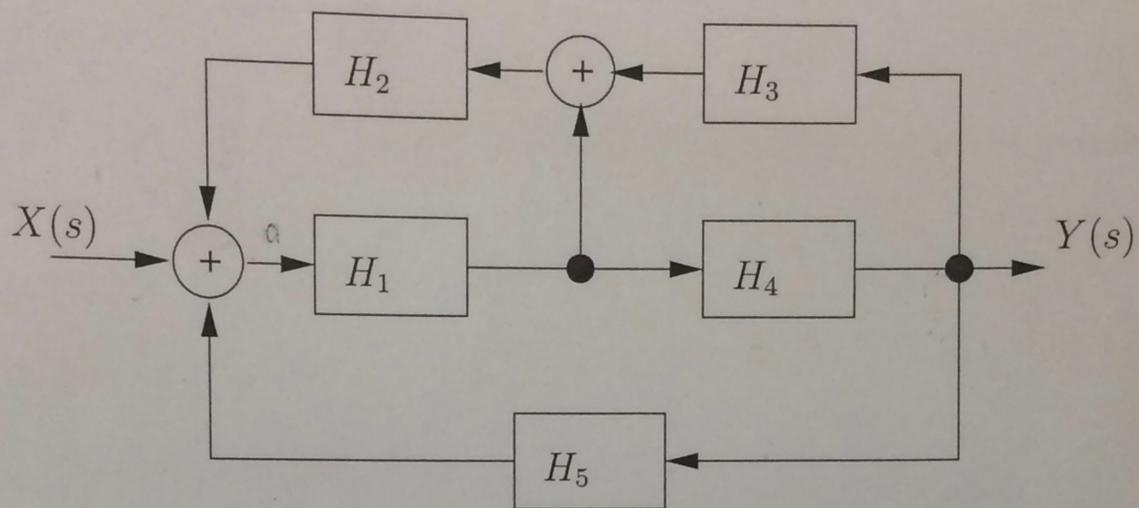
1 P



| | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <p>Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora</p> | <p>Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 23.7.2014</p> | <p>Blatt: 12</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|

- 2.2 Gegeben sei das folgende Blockschaltbild. Geben Sie die Gesamtübertragungsfunktion $H_{\text{ges}}(s)$ in Abhängigkeit von den Einzelübertragungsfunktionen $H_i(s)$, $i = 1, \dots, 5$, an. Fassen Sie das Ergebnis so weit wie möglich zusammen.

2 P



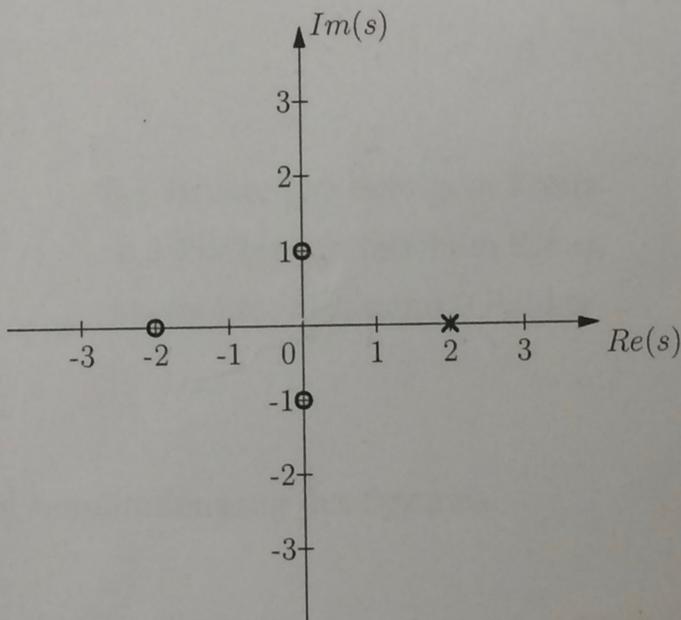
$$H(s) = \frac{H_1 H_4}{1 - H_1 H_4 H_5 - H_1 H_2 - H_1 H_2 H_3 H_4}$$

2 Punkte für die richtige Übertragungsfunktion
oder
maximal 1,5 Punkte für richtige Zwischenergebnisse

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------|
| Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora | Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 23.7.2014 | Blatt: 13 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------|

- 2.3 Von einem zeitkontinuierlichen, reellen System mit vier Extremstellen seien nachfolgende Eigenschaften bekannt. Skizzieren Sie das vollständige PN-Diagramm. Geben Sie für alle Extremstellen an, aus welchen Eigenschaften sie resultieren. 4 P

- a) Der Allpassanteil und der minimalphasige Anteil des Systems bestehen jeweils aus zwei Extremstellen.
- b) $H_0 = 1$, $A(0) = 1$
- c) Der Realteil einer Polstelle ist 2.
- d) Der Imaginärteil einer Nullstelle ist 1.



0,5 Punkte pro richtiger Extremstelle
0,5 Punkte pro richtige Erklärung

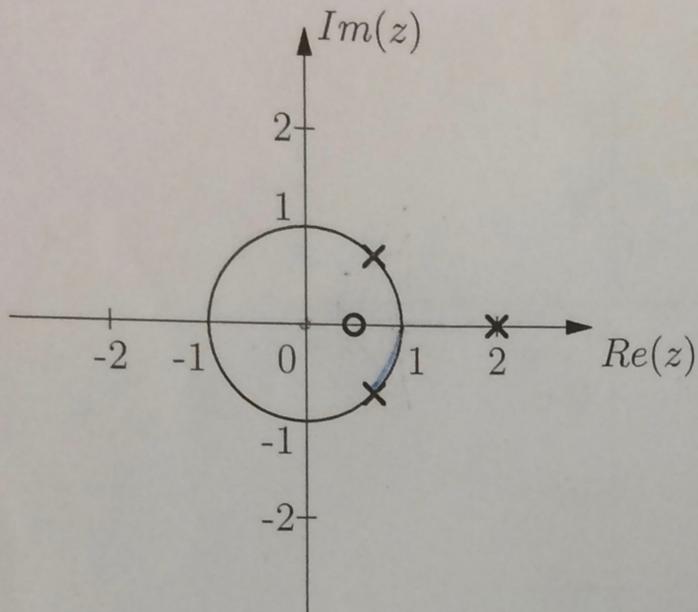
| | | |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------|
| Technische Universität Berlin | Klausur im Lehrgebiet | |
| Fachgebiet Nachrichtenübertragung | Signale und Systeme | Blatt: 14 |
| Prof. Dr.-Ing. T. Sikora | am 23.7.2014 | |

3 Zeitdiskrete Signale und Systeme

11 Punkte

3.1 PN-Diagramme zeitdiskreter Systeme 5 P

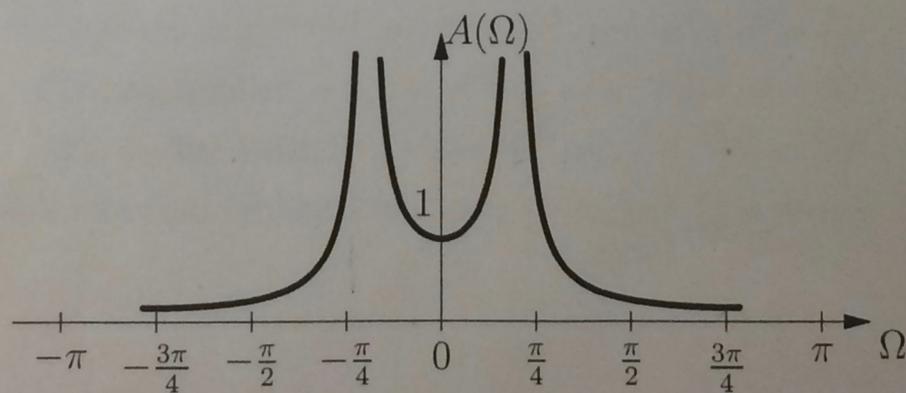
a) Gegeben sei das folgende PN-Diagramm eines zeitdiskreten Systems. Kreuzen Sie rechts die entsprechenden Eigenschaften des Systems an. 3 P



- ja nein
- reellwertig
 - (bedingt) stabil
 - kausal
 - linearphasig
 - Allpass
 - minimalphasig

0,5 Punkte pro richtigem Kreuz
 -0,5 Punkte pro falschem Kreuz
 insgesamt: Minimum 0 Punkte

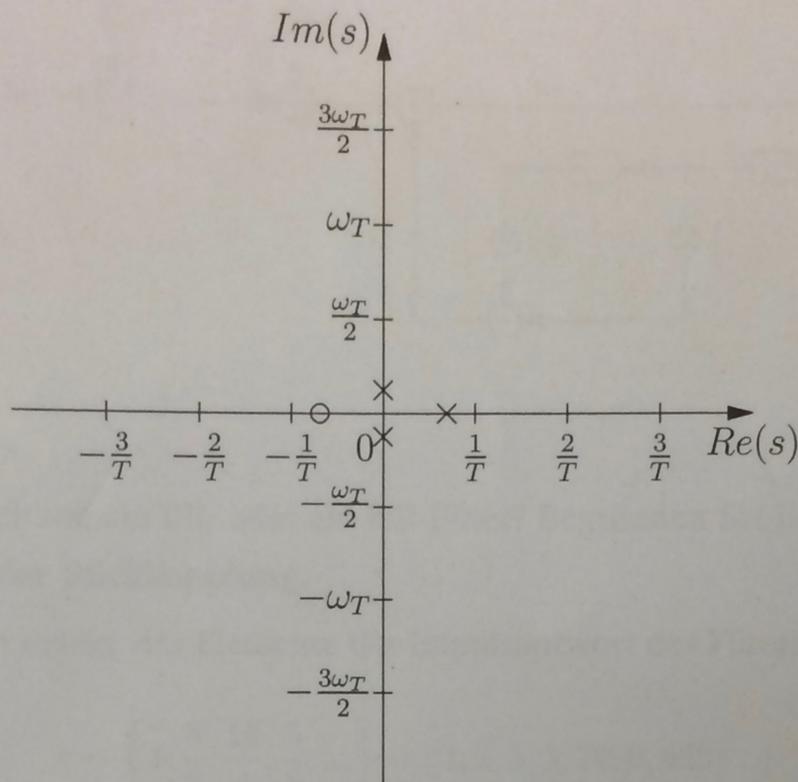
b) Skizzieren Sie den Amplitudengang des Systems. 1 P



0,5 Punkte für Sprungstellen
 0,5 Punkte Schnittpunkt y-Achse

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------|
| Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora | Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 23.7.2014 | Blatt: 15 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------|

- c) Skizzieren Sie weiterhin im untenstehenden Koordinatensystem die PN-Verteilung des entsprechenden zeitkontinuierlichen Systems vor der Abtastung. 1 P



0,5 Punkte für Polstellen auf Imaginärachse bei $\frac{\omega_T}{8}$

0,5 Punkte Pol- und Nullstelle symmetrisch zur Imaginärachse

und zwischen $\frac{1}{2T}$ bzw. $-\frac{1}{2T}$ und $\frac{1}{T}$ bzw. $-\frac{1}{T}$

Anmerkung:

Winkel der zwei Polstellen auf Einheitskreis $\omega_T = \pm\pi/8$

Extremstelle auf Einheitskreis in z-Ebene \rightarrow auf Imaginärachse in s-Ebene

Extremstelle auf Realachse in z-Ebene \rightarrow auf Realachse in s-Ebene da Winkel Null ($j\omega = 0$)

$$z = e^{sT} = e^{(\sigma + j\omega)T} = e^{\sigma T} \cdot e^{j\omega T} = r \cdot e^{j\varphi}; \quad T = \frac{2\pi}{\omega_T}$$

$$\text{Für Nullstelle: } \rightarrow 0,5 = e^{\sigma T} \Leftrightarrow \sigma_1 = \frac{\ln(0,5)}{T} = -\frac{0,69}{T}$$

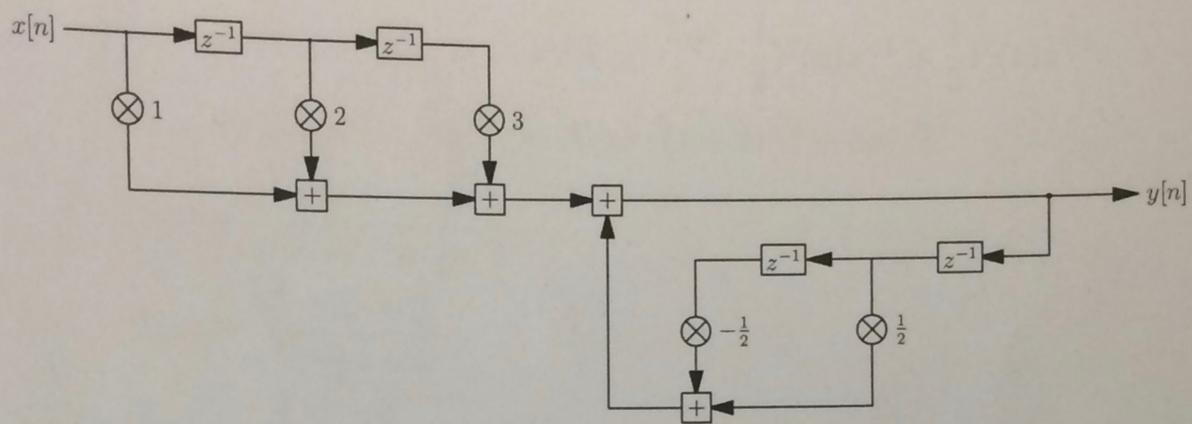
$$\text{Für rechte Polstelle: } \rightarrow 2 = e^{\sigma T} \Leftrightarrow \sigma_2 = \frac{\ln(2)}{T} = \frac{0,69}{T}$$

$$\text{Polstellen auf Einheitskreis: } \varphi = \frac{2\pi}{\omega_T}\omega; \quad \frac{\pi}{4} = \frac{2\pi}{\omega_T}\omega \Leftrightarrow \omega = \frac{\omega_T}{8}$$

| | | |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------|
| Technische Universität Berlin | Klausur im Lehrgebiet | |
| Fachgebiet Nachrichtenübertragung | Signale und Systeme | Blatt: 16 |
| Prof. Dr.-Ing. T. Sikora | am 23.7.2014 | |

3.2 Gegeben sei das folgende zeitdiskrete Filter.

4 P



- a) Handelt es sich um ein IIR- oder ein FIR-Filter? Begründen Sie Ihre Antwort. 1 P
IIR-Filter aufgrund der Rückkopplung.
- b) Geben Sie die ersten vier Elemente der Impulsantwort des Filters an. 1 P

$$h = \left\{ 1; \frac{5}{2}; \frac{15}{4}; \frac{5}{8}; \dots \right\} = \{1; 2,5; 3,75; 0,625; \dots\}$$

0,5 Punkte für je zwei richtige Elemente

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------|
| Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora | Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 23.7.2014 | Blatt: 17 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------|

- c) Bestimmen Sie die Lage der Pol- und Nullstellen des Filters.

1 P

$$Y(z) = X(z) + 2X(z)z^{-1} + 3X(z)z^{-2} - \frac{1}{2}Y(z)z^{-1} + \frac{1}{2}Y(z)z^{-2}$$

$$Y(z) \cdot \left(1 + \frac{1}{2}z^{-1} - \frac{1}{2}z^{-2}\right) = X(z) \cdot (1 + 2z^{-1} + 3z^{-2})$$

$$H(z) = \frac{1 + 2z^{-1} + 3z^{-2}}{1 - \frac{1}{2}z^{-1} + \frac{1}{2}z^{-2}}$$

$$H(z) = \frac{z^2 + 2z + 3}{z^2 - \frac{1}{2}z + \frac{1}{2}}$$

$$z_{o1/2} = -\frac{2}{2} \pm \sqrt{\frac{2}{2} - 3} \Rightarrow z_{o1/2} = -1 \pm j\sqrt{2}$$

$$z_{x1/2} = \frac{1}{4} \pm \sqrt{\frac{1}{16} - \frac{1}{2}} \Rightarrow z_{x1/2} = \frac{1}{4} \pm j\frac{\sqrt{7}}{4}$$

0,5 Punkte für zwei richtige Nullstellen

0,5 Punkte für zwei richtige Polstellen

- d) Leiten Sie die Übertragungsfunktion $H(j\Omega)$ her.

1 P

$$z = e^{j\Omega}$$

$$H(j\Omega) = b_0 e^{j(R-Q)\Omega} \frac{\prod_{q=1}^Q (e^{j\Omega} - z_{0q})}{\prod_{r=1}^R (e^{j\Omega} - z_{xr})} = \frac{(e^{j\Omega} - (-1 + j\sqrt{2})) \cdot (e^{j\Omega} - (-1 - j\sqrt{2}))}{\left(e^{j\Omega} - \left(\frac{1}{4} + j\frac{\sqrt{7}}{4}\right)\right) \cdot \left(e^{j\Omega} - \left(\frac{1}{4} - j\frac{\sqrt{7}}{4}\right)\right)}$$

Alternativ:

$$z = e^{j\Omega}$$

$$H(j\Omega) = \frac{e^{2j\Omega} + 2e^{j\Omega} + 3}{e^{2j\Omega} - \frac{1}{2}e^{j\Omega} + \frac{1}{2}}$$

0,5 Punkte für $z = e^{j\Omega}$

0,5 Punkte für Übertragungsfunktion

oder

1 Punkte für insgesamt richtige Übertragungsfunktion

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------|
| Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora | Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 23.7.2014 | Blatt: 18 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------|

3.3 Faltung

2 P

- a) Erklären Sie den Unterschied zwischen Summenfaltung und zyklischer Faltung. 1 P

Die Summenfaltung $y(n) = h(n) * x(n)$ liefert die Antwort eines zeitdiskreten Filters mit der Impulsantwort $h(n)$ auf ein Eingangssignal $x(n)$. Die zyklische Faltung ist identisch mit dem inverstransformierten Produkt der DFT-Spektren zweier Signale, da die DFT von unendlich ausgedehnten periodischen Signalen ausgeht.

0,5 Punkte für Summenfaltung

0,5 Punkte für zyklischer Faltung

- b) Gegeben seien die Signale $u = \{1, 0, 2, 0\}$ und $v = \{1, 1, 2, -2\}$. Berechnen Sie Faltung und zyklische Faltung beider Signale. 1 P

normale Faltung: $u * v = \{1, 1, 4, 0, 4, -4, 0\}$

zyklische Faltung: $u *_{zykl} v = \{\dots, 5, -3, 4, 0, \dots\}$

0,5 Punkte für Summenfaltung

0,5 Punkte für zyklischer Faltung

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------|
| Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr.-Ing. T. Sikora | Klausur im Lehrgebiet Signale und Systeme am 23.7.2014 | Blatt: 19 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------|