MC7 (1)

1P -> Eine Periode entspricht $\frac{1}{40} = 0{,}025\,s \rightarrow \frac{1}{f}$

1P -> 1. Maximum : 0,005 s $\rightarrow \left(\underbrace{0{,}4\pi}_{\varphi} \cdot 0{,}025\,s\right)/2\pi$

1P -> 2. Max : 0,03 s

← Periodenlänge + 1. Maximum

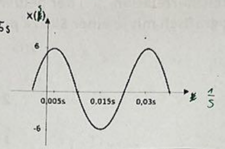
1P -> Koordinatensys.

1P -> 1. Min : 0,015 s

1P -> Amplitude

6P

$\boxed{1.3}$



in der Klausur 4 Zacken und als Formel hinschreiben!

$\boxed{1.2}$

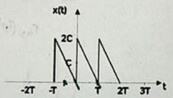
1P Dreieck m. Steigung

1P Breite

1P Anzahl

1P Position + Koordin.

4P



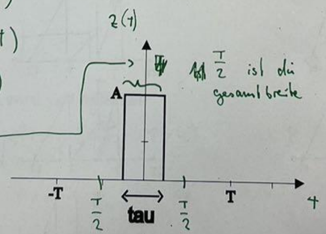
SP

$$y(t) = \frac{-2ct}{T}\,\Pi_T\left(t+\frac{T}{2}\right) - \frac{2c}{T}(t-T)\,\Pi_T\left(t-\frac{T}{2}\right) - \frac{2c}{T}(t-2T)\,\Pi_T\left(t-\frac{3T}{2}\right)$$

$z(t) = A\,\Pi_T\left(\frac{t}{\tau}\right)$ $\tau = \frac{1}{2}$

$= A\,\Pi_T(2t)$

$= A\,\Pi_{\frac{T}{2}}(t)$



$\frac{T}{2}$ ist die Gesamtbreite

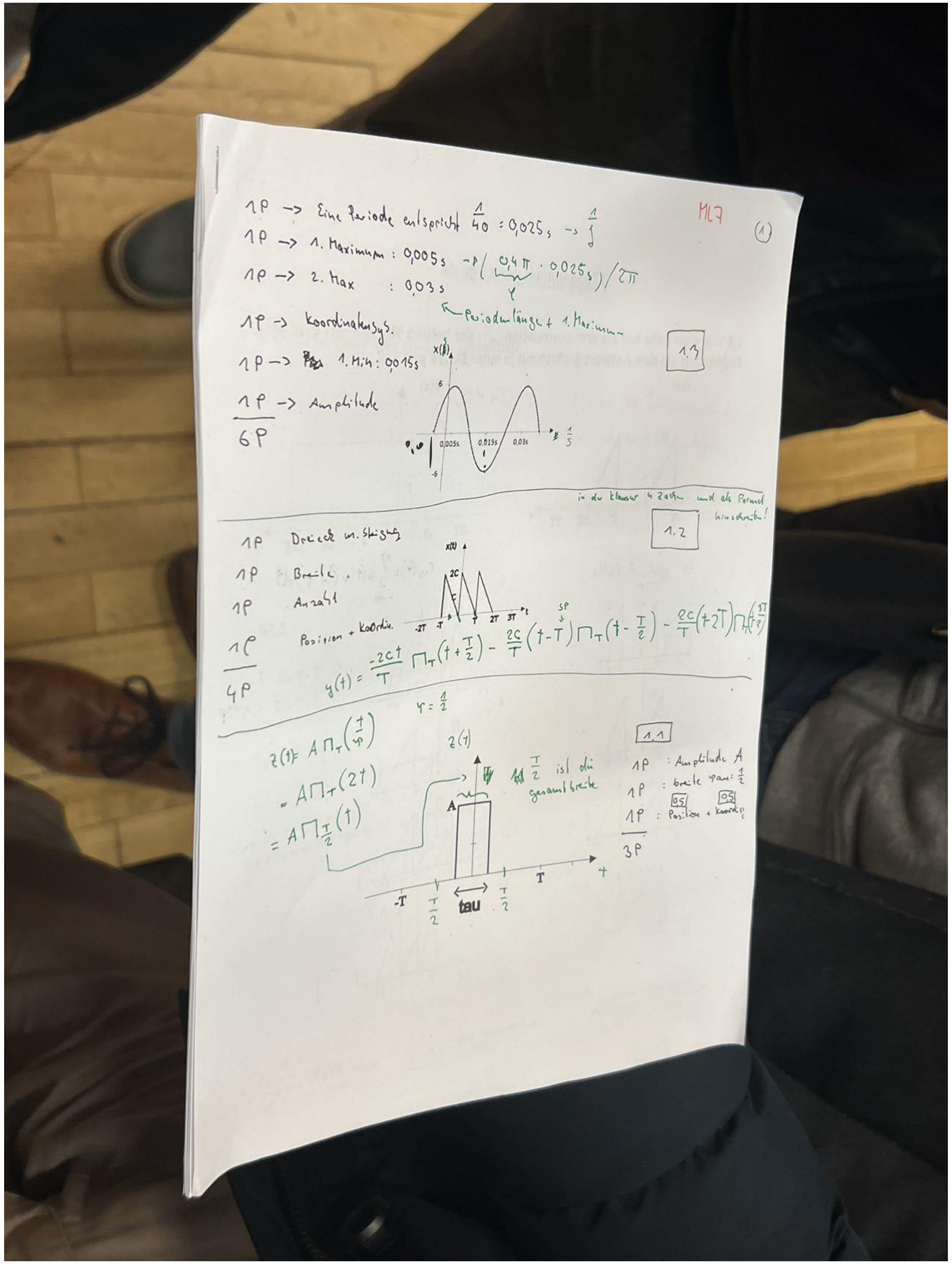
$\boxed{1.1}$

1P : Amplitude A

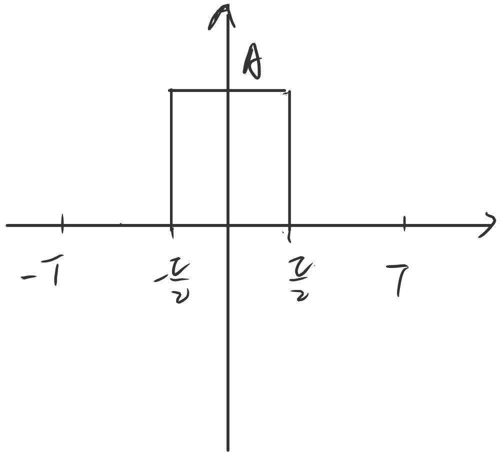
1P : Breite τ an: $\frac{1}{2}$

1P : Position + Koordsys. $\boxed{0{,}5}$ $\boxed{0{,}5}$

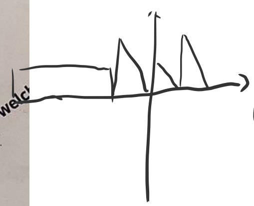
3P



$z(t) = A\Pi_T\left(\frac{t}{2}\right)$



1.4. $-\tau$, $3T-\tau$



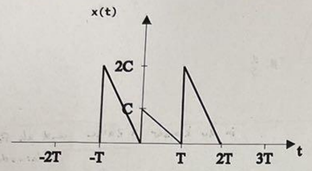
① $3T-\tau < -T$ $\neq 0$
$-\tau < -4T$
$\tau > 4T$

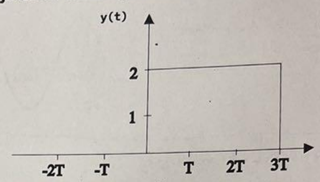
② $-T < 3T-\tau < 0$
$-4T < -\tau < -3T$
$3T < \tau < 4T$

8 ~~4~~

1 Zeitkontinuierliche Signale

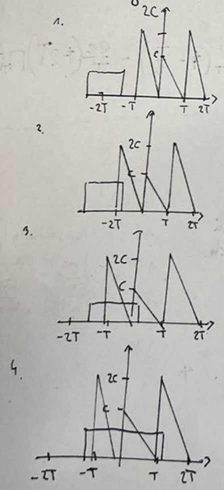
1.4 Wie viele Fälle hat die Kreuzkorrelation $r_{xy}(\tau)$ der beiden Signale x(t) und y(t)? Begründen Sie Ihre Antwort grafisch mit je einer Skizze pro Fall.

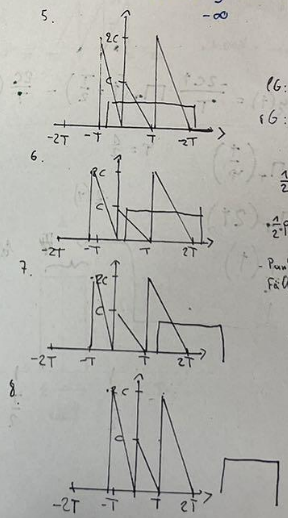




$r_{uv}(\varphi) = \int_{-\infty}^{\infty} u(t)\, v(t+\varphi)\, dt$

Es gibt 8 Fälle.





3,5P

↓G: $t+\varphi=0$ $t=-\varphi$

oG: $t+\varphi=3T$ $t=3T-\varphi$

$-\frac{1}{2}P$: 1 + 8.

$-\frac{1}{2}P$: 2.-7.

- Punkte bei zu vielen Fällen

x(t) und y(t)?

1 Zeitkontinuierliche Signale

1.5 Für welche Tau wird $r_{xy}(\tau)$ maximal? 3P

$-\tau = -T \Leftrightarrow \tau = T$

$3T - \tau = 2T$

$\tau = T \quad r_{xy}(\tau)_{max}$

3 Punkte bei vollständiger Antwort

-1 Punkt bei Vorzeichenfehlern

完全交叠的时候

1.6 Für welche Tau wird $r_{xy}(\tau)$ minimal? 3P

$3T - \tau < -T \quad \tau > 4T \quad$ 1,5 P

$-\tau \geq 2T \quad \tau < 2T \quad$ 1,5 P

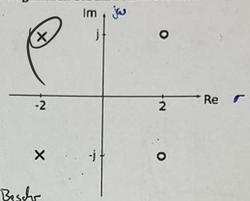
加的时候

- Punkte bei falschen Vorzeichen

2.1

~~Von einem zeitkontinuierlichen System ist folgendes PN-Diagramm gegeben. Rekonstruiere die Übertragungsfunktion H(s) des PN-Diagramms im Laplacebereich.Hinweis: es gibt keine doppelten Extremstellen. Entscheiden Sie, ob es sich bei den folgenden Angaben um wahre oder falsche Aussagen handelt. Begründen Sie Ihre Antwort kurz~~

5P



1P $j+2$ Nullstelle
1P $2-j$ Nullstelle
1P $j-2$ ~~Nullstelle~~ Polstelle
1P $-2-j$ Polstelle
1P Ansatz PN Diagr. + Beschr.

5P

Null : $2+j$, $2-j$

Pol : $-2+j$, $-2-j$

$$H(s) = \frac{(S_1 - (2+j))(S_2 - (2-j))}{(S_{x1} - (-2-j))(S_{x2} - (-2+j))}$$

2.2

$$\boxed{H(s) = \frac{(s_1 - (j+2))(s_2 - (2-j))}{(s_x 1 - (-2+j))(s_x 2 - (2-j))}}$$

gegeben in PN eintragen

1P **a) Falsch! es gibt 2 Pst und 2 Nullstellen, also 4 Extremstellen**

1P **b) Richtig! gibt bei Pst: (-2,jx).**

1P **c) Falsch! Da es sich um einen Allpass handelt.**

1P **d) Falsch! Nullestellen sind rechts.**

1P **e) Falsch!Allpässe haben einen konstanten Amplitudengang**

1P **f) Falsch! z.B. NST: (2,j)**

6P

0,5 Punkte je richtige Antwort mit Begründung
1 Punkt für H(s)

A1: 22,5

A2: 43P

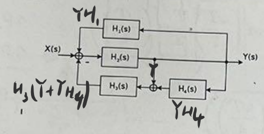
(11)

A3: 20P

2 Zeitkontinuierliche Systeme und Abtastung

2.2 Gegeben sei das folgende Blockschaltbild. Geben Sie die Gesamtübertragungsfunktion $H_{Ges}(s)$ in Abhängigkeit von den Einzelübertragungsfunktionen $H_i(s)$, $i = 1, \ldots, 4$ an. Fassen Sie das Ergebnis so weit wie möglich zusammen.

6P



1 Punkt für jeden richtigen Term

~~1 Punkt Ansatz~~

$$Y = (X + YH_1 - H_3(Y + YH_4))H_2$$

$$Y = XH_2 + YH_1H_2 - YH_2H_3 - YH_2H_3H_4$$

$$XH_2 = Y(1 - H_1H_2 + H_2H_3 + H_2H_3H_4)$$

$$\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{H_2(s)}{1 - H_1(s)H_2(s) + H_2(s)H_3(s) + H_2(s)H_3(s)H_4(s)}$$

1 $Y(s) = H_2(s)A(s)$

1 $A(s) = H_1(s)Y(s) + X(s) - H_3(s)(Y(s) + H_4(s)Y(s))$

1 Zwischenschritt $Y(s) = H_1(s)H_2(s)Y(s) + H_2(s)X(s) - H_2(s)H_3(s)Y(s) - H_2(s)H_3(s)H_4(s)Y(s)$

$$H(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{\boxed{H_2(s)}}{\underline{1} - \underline{H_1(s)H_2(s)} + \underline{H_2(s)H_3(s)} + \underline{H_2(s)H_3(s)H_4(s)}}$$

-1 pro falschen Term

~~2 Punkte für die richtige Übertragungsfunktion~~

~~oder~~

~~maximal 1,5 Punkte für richtige Zwischenergebnisse~~

Wenn mehrmals H_2 fehlt → (-2)
und der Rest ziemlich richtig ist:

2/6

Wenn bis $H(s) = \ldots$ versucht wurde
aber falsch
von Anfang an
aber Zwischenschritte 0

alles falsch
aber versucht
1/6
= bekommen

Technische Universität Berlin	Klausur im Lehrgebiet	
Fachgebiet Nachrichtenübertragung	Signale und Systeme	Blatt: 8
Prof. Dr. Ing. T. Sikora	22.2.2023	

A3

(5)

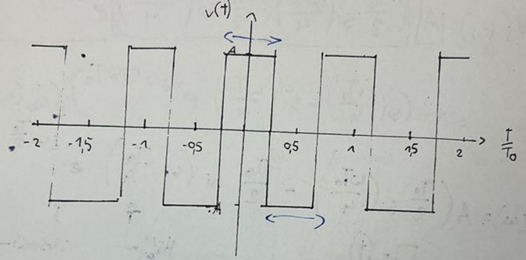
2 Zeitkontinuierliche Systeme und Abtastung

2.3 Gegeben sei die Funktion v(t).
Zeichnen Sie die Funktion im Bereich von -2T_0 bis 2T_0 **4P**

$$v(t) = A\left(\Pi_{\frac{T_0}{2}}(t) - \Pi_{\frac{T_0}{2}}(t - 0,5T_0)\right) * \delta_{T_0}(t)$$

$$A\left(\frac{T_0}{2}\cdot si\left(\frac{\omega T}{4}\right) - \frac{T_0}{2} si\left(\frac{\omega T}{4}\right)\cdot e^{-j\omega 0{,}5 T_0}\right)\cdot \omega_T\, \delta_{\omega_T}(\omega)$$

$$\omega_T = \frac{2\pi}{T_0}$$



1P Amplitude

1P Breite

1P Anzahl

1P Beschriftung

$$A\left(\Pi_{\frac{T_0}{2}}(t) - \Pi_{\frac{T_0}{2}}(t - 0{,}5T_0)\right) * \delta_{T_0}(t)$$

$$V(j\omega) = A\left(\frac{T_0}{2} si\left(\frac{T_0}{4}\omega\right) - \frac{T_0}{2} si\left(\frac{T_0}{4}\omega\right)\cdot e^{-j\omega 0{,}5 T_0}\right)\cdot \delta_{\omega_{T_0}}(\omega)\cdot \omega_{T_0}$$

$$= A\omega_{T_0}$$

2.4 Geben Sie die mathematische Beschreibung des Spektrums von $V(j\omega)$ an. **4P**

1P 1P 1P 1P

$$V(j\omega) = \boxed{A} \cdot \boxed{\left(\frac{T_0}{2}\, si\left(\frac{\omega T_0}{4}\right) - \frac{T_0}{2}\, si\left(\frac{\omega T_0}{4}\right)\right.} \boxed{e^{-j\omega\, 0{,}5 T_0}\Big)} \boxed{\omega_0\, \delta_{\omega_0}(\omega)}$$

$$= A\pi \left(si\left(\frac{\omega T_0}{4}\right) - si\left(\frac{\omega T_0}{4}\right) \cdot e^{-j\omega\, 0{,}5 T_0} \right) \delta_{\omega_0}(\omega) \qquad \delta_{T_0}(\omega)$$

$$V(j\omega) = A\left(\frac{T_0}{2}\, si\left(\frac{\omega T_0}{4}\right) - \frac{T_0}{2}\, si\left(\omega\, \frac{T_0}{4}\right) e^{-j\omega \frac{T_0}{2}} \right) \omega_T\, \delta_{\omega_T}(\omega)$$

$\sqcap_{\frac{T_0}{2}}(t)$

Hälfte vom $\sqcap$

Verschiebung von

7

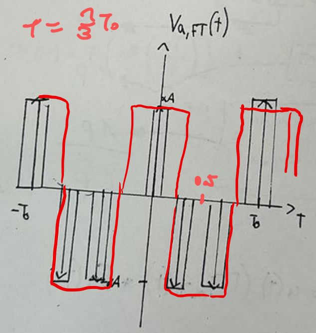
2.5 Das Signal v(t) werde mittels Flattop-Sampling abgetastet. **4P**

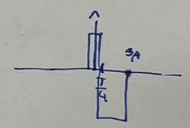
Skizzieren Sie den Verlauf des abgetasteten Signals im Bereich:

$-T_0 \le t \le T_0 \qquad \omega_T = 3\omega_0 \qquad \alpha = \frac{1}{2}$

$\frac{2\pi}{T} = 3 \cdot \frac{2\pi}{T_0}$

$T = \frac{1}{3} T_0$





OK

1P Amplitude

1P Breite

1P Anzahl

1P Position

$\frac{1}{3} \omega_T = \omega_0$

$\frac{1}{T} \omega_0 = \alpha$

8

2 Zeitkontinuierliche Systeme und Abtastung

2.6

Zeichnen Sie ein Blockschaltbild, welches den Prozess der "Flat Top" Abtastung eines Signals "u(t)" visualisiert. Geben Sie die mathematische Beschreibung des abgetasteten Signals im Zeitbereich an. Verwenden Sie das Eingangssignal und einen Deltakamm zur vollständigen Beschreibung des abgetasteten Ausgangssignals.

1P Blockschaltbild

1P

$$\delta_T(t) = \sum_{k=-\infty} \delta_T(t-kT)$$

1P

$$u_{a,FT}(t) = (u(t)\cdot\delta_T(t)) * \sqcap_{\alpha T}(t)$$

$$u(t)\sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta_T(t-kT) * \sqcap_{\alpha T}(t)$$

1P

4P

2.

$$u_{a,ST}(T) = u(t)\left(\sqcap_{\alpha T}(t) * \delta_T(t)\right)$$

2.7

1P : Ansatz

$$\begin{aligned}
U_{a,ST}(j\omega) &= \mathcal{F}\{u_{a,ST}(t)\}(j\omega)\\
&= \underbrace{\boxed{\frac{1}{2\pi}U(j\omega) *}}_{b}\left[\overset{c}{\boxed{\alpha T_T}} \cdot \overset{a}{\boxed{si\left(\frac{\omega\alpha T_T}{2}\right)}} \overset{d}{\boxed{\omega_T \cdot \delta_{\omega_T}(\omega)}}\right]\\
&= \alpha\, U(j\omega) * \left[si\left(\frac{\omega\alpha T_T}{2}\right) \cdot \sum_{k=-\infty}^{\infty}\delta(\omega - k\omega_T)\right]\\
&= \alpha\, U(j\omega) * \sum_{k=-\infty}^{\infty}\left[si\left(k\frac{2\pi\alpha T_T}{2T_T}\right)\delta(\omega - k\omega_T)\right]\\
&= \alpha \sum_{k=-\infty}^{\infty}\left(si(k\pi\alpha)\cdot U\left(j(\omega - k\omega_T)\right)\right)
\end{aligned}$$

1P a

1P b

1P c

1P d

5P

10

2 Zeitkontinuierliche Systeme und Abtastung

2.8

$$U(jw) = \boxed{\frac{4}{T}}^{\,c} \left(\underbrace{\boxed{\frac{T}{2} si} \boxed{\left(\frac{\omega T}{4}\right)} \cdot \boxed{\frac{T}{2} si} \boxed{\left(\frac{\omega T}{4}\right)}}_{a} \right)$$

$$U(jw) = T \left(si \left(\frac{\omega T}{4} \right)^2 \right) \quad b$$

arg

1P a $(si(\cancel{y})\frac{T}{2})^2$

1P b s

1P c

3P

$u(t) = \frac{4}{T}$

(15)

3.~~3~~ **Ein FIR-Filter habe die Impulsantwort $h(n) = \{4;8;5\}$.Bestimmen Sie die Antwort des Filters auf das Eingangssignal $x(n) = \{1;1;1\}$ mittels zeitdiskreter Faltung.** 6P

4	8	5	h(n)	
1			4	1P
1	1		12	1P
1	1	1	17	1P
	1	1	13	1P
		1	5	1P
				1P Ansatz

$h(n) = \{4;12;17;13;5\}$ 6P

je falsches/fehlendes Element -0,5 Punkte

	4	8	5
1	4	8	5
1	4	8	5
1	4	8	5

4 12 17
13 5

Technische Universität Berlin Fachgebiet Nachrichtenübertragung Prof. Dr. Ing. T. Sikora	Klausur im Lehrgebiet **Signale und Systeme** am 30.03.2022	Blatt: 20

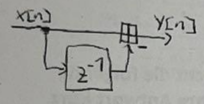
要.会看这个

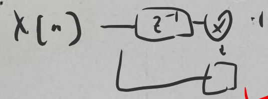
3 Zeitdiskrete Signale und Systeme

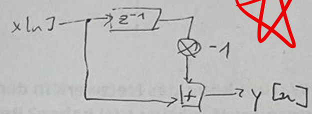
3.1 Zeichnen Sie das Blockdiagram von y[n].

2P

$$y[n] = x[n] - x[n-1]$$







$z = -\frac{4}{3}$

3.2 Zeichnen Sie das PN Diagramm für H(z)

3P

$$H[z] = \frac{3+4z^{-1}}{1+0,5z^{-1}} = \frac{3z+4}{z+\frac{1}{2}} \Rightarrow$$

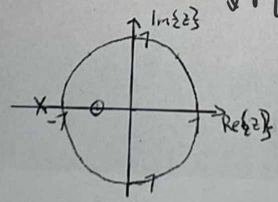
$z_x = -\frac{1}{2}$

$z_0 = -\frac{4}{3}$

所以是圆

$$\frac{3z+4}{z+0.5}$$

$\underline{z = -0.5}$



−0,5P Achsen beschriftung

14

3 Zeitdiskrete Signale und Systeme

3.3 Gegeben ist folgende Differenzengleichung. Bestimmen Sie die ersten 4 Werte der Impulsantwort. **5P**

$$Y(n) = ax(n) + bx(n-1) + cx(n-2) + dx(n-3) + ey(n-1) + fy(n-2) + gy(n-3)$$

a=2, b=2, c=1, d=5, e=3, f=2, g=3

n	x(n)	x(n-1)	x(n-2)	x(n-3)	y(n-1)	y(n-2)	y(n-3)	y(n)
0	1	0	0	0	0	0	0	2
1	0	1	0	0	2	0	0	8
2	0	0	1	0	8	2	0	29
3	0	0	0	1	29	8	2	114

	2	2	1	5	3	2	3		
n	x(n)	x(n-1)	x(n-2)	x(n-3)	y(n-1)	y(n-2)	y(n-3)	y(n)	
0	1	0	0	0	0	0	0	1xa=2	1P
1	0	1	0	0	2	0	0	1xb + 2xe=2+6=8	1P
2	0	0	1	0	8	2	0	1xc+8xe+2xf=1+24+4=29	1P
3	0	0	0	1	29	8	2	1xd+29xe+8xf+2xg=5+87+6=114 (+16)	1P

1P Ansatz

5P

n	x(n)	x(n-1)	x(n-2)	x(n-3)	y(n-1)	y(n-2)	y(n-3)	y(n)
0	1	0	0	0	0	0	0	2
1	0	1	0	0	1	0	0	8
2	0	0	1	0	8	2	0	1+24+4=28
3	0	0	0	1	28	8	2	5+87+16+6 = 114

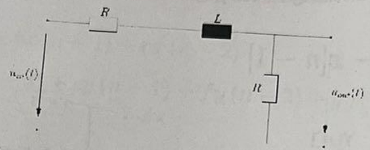
3.4 Handelt es sich um ein FIR oder IIR Filter begründen Sie kurz. **2P**

1P Antwort IIR

1P Begründung

(12)

2 Zeitkontinuierliche Systeme und Abtastung



2.10 Warum kann das Netzwerk in der Abbildung nicht die folgende Übertragungsfunktion H(s) haben? Begründen Sie Ihre Antwort kurz. **2P**

$$H(s) = \frac{\frac{1}{LC}}{s^2 + \frac{2}{LC}}$$

Kein Kondensator 电容

$$H_{tat}(s) = \frac{R}{2R + sL}$$

$$H(s) = \frac{R}{2R + sL}$$

$U_{out} = I(s) \cdot R$

$U_{in} = I(s)(2R + sL)$

$$H(s) = \frac{U_{out}}{U_{in}} = \frac{R}{2R + sL}$$

$$H(s) = \frac{R}{Ls + 2R}$$

$H(j\omega) = A(\Omega) \cdot e^{-j\Omega}$ $H(j\omega)$

$= A(\omega T) \cdot e^{-j\omega T} = 2 - 2\cos(\omega T) \cdot e^{-j\omega T}$ 1)

$\Omega = \omega T.$ 16

3 Zeitdiskrete Signale und Systeme

6 Der Phasengang und Amplitudengang eines Systems sind gegeben mit: 2P

$$A(\Omega) = 2 - 2\cos(\Omega) \qquad \phi(\Omega) = -\Omega$$

Wie lautet die Gesamtübertragungsfunktion H(jw)? $\Omega = 2\pi \frac{\omega}{\omega_T} = T\omega$

$2\pi \frac{\omega}{\omega_T} = T\omega$

$H(j\omega) = A(\overset{\Omega}{\cancel{j\omega}}) e^{-j\overset{\Omega}{\cancel{\omega}}} = \cancel{(2-2\cos(j\omega))e^{-j\omega}}$

$= A(T\omega) \cdot e^{-jT\omega} = \underbrace{\boxed{(2-2\cos(j\omega T))}}_{a}\underbrace{\boxed{e^{-j\omega T}}}_{b}$

1P $\boxed{a}$ $(2 - 2\cos(-\Omega))e^{-j\Omega}$

1P $\boxed{b}$

$H(j\omega) = A(j\omega) \cdot e^{j\Omega}$

$\Omega = \omega T$ $\Omega = \omega T$

$H(j\omega) = A(\Omega) e^{j\varphi(\Omega)} = (2 - 2\cos(\Omega)) e^{-j\Omega}$

$= (2 - 2\cos(j\omega T)) e^{-j\omega T}$

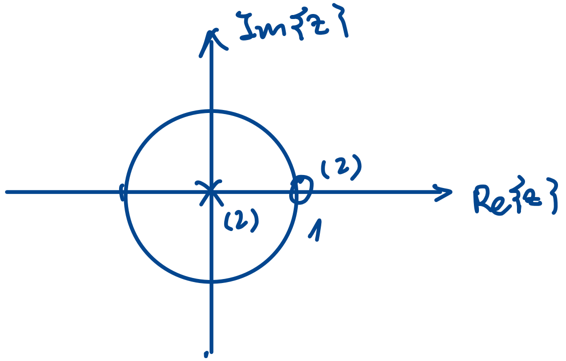
3.3 Gegeben ist die Differenzengleichung eines Filters 2. Ordnung. 1P 6 P

$$y(n) = -\tfrac{1}{4}u(n) + \tfrac{2}{4}u(n-1) - \tfrac{1}{4}u(n-2)$$

a) Ermitteln Sie den Amplituden und Phasengang
b) Skizzieren Sie die Verläufe in Abhängigkeit von der normierten Kreisfrequenz.
c) Handelt es sich um einen Hochpass oder einen Tiefpass?
d) Berechnen Sie die Pol- und Nullstellen. 1P

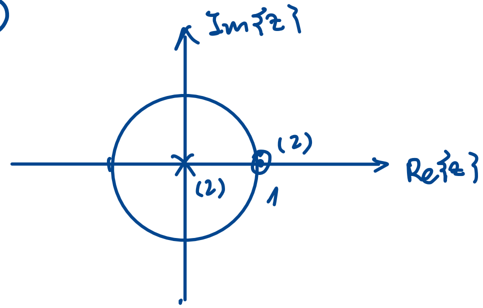
a) $Y(z) = -\frac{1}{4}U(z) + \frac{1}{2}U(z)\cdot z^{-1} - \frac{1}{4}U(z)z^{-2}$

$$H(z) = \frac{Y(z)}{U(z)} = -\frac{1}{4} + \frac{1}{2}z^{-1} - \frac{1}{4}z^{-2} = \frac{-z^2+2z-1}{4z^2} = \frac{-(z-1)^2}{4z^2}$$



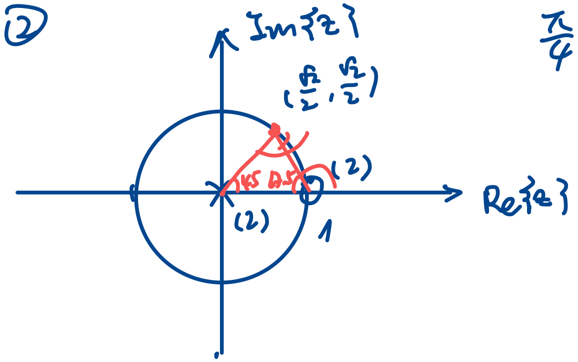
$x_{0\,1,2} = 1, 1$ $x_{p\,1,2} = 0, 0$

①



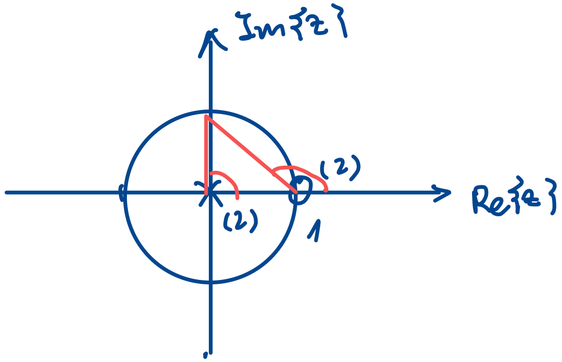
Ω	$A(\Omega)$	$\varphi(\Omega)$
0	0	$180 - 0 = 180$

②



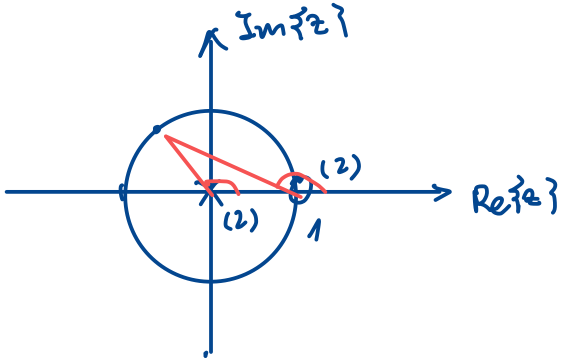
Ω	$A(\Omega)$	$\varphi(\Omega)$
$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\left(\sqrt{(\frac{\sqrt{2}}{2})^2+(\frac{\sqrt{2}}{2}-1)^2}\right)^2}{\left(\sqrt{\frac{1}{2}+\frac{1}{2}}\right)^2} = 1+1-\sqrt{2} = 2-\sqrt{2}$	$112{,}5 \times 2 - 45 \times 2 = 135°$

③



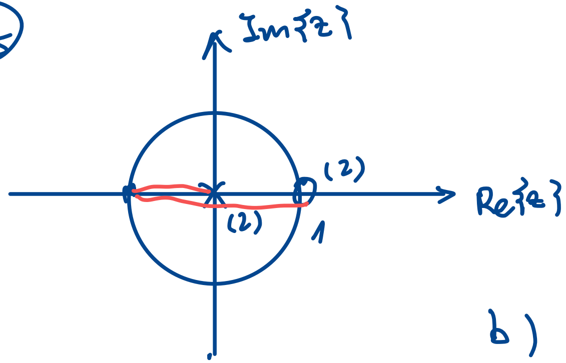
Ω	$A(\Omega)$	$\varphi(\Omega)$
$\frac{\pi}{2}$	$\frac{(\sqrt{2})^2}{1} = 2$	$135° \times 2 - 90° \times 2 = 90°$

④



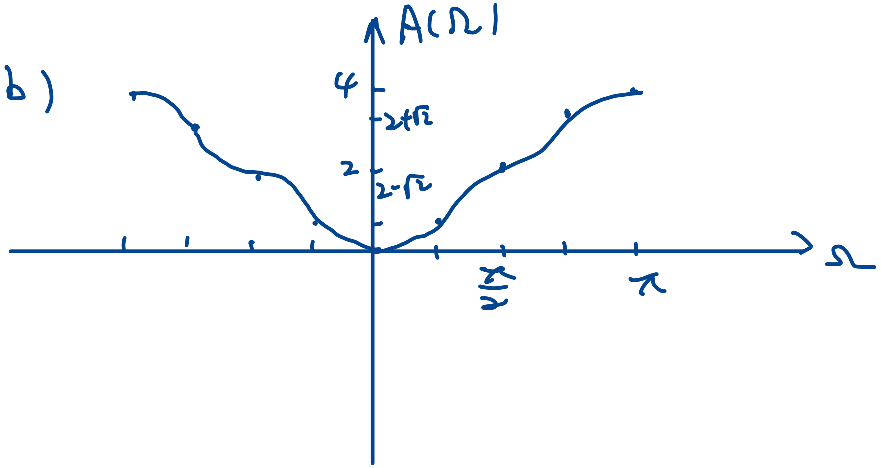
Ω	$A(\Omega)$	$\varphi(\Omega)$
$\frac{3}{4}\pi$	$(\frac{\sqrt{2}}{2})^2 + (1+\frac{\sqrt{2}}{2})^2 = 2+\sqrt{2}$	$157.5 \times 2 - 135 \times 2 = 45°$

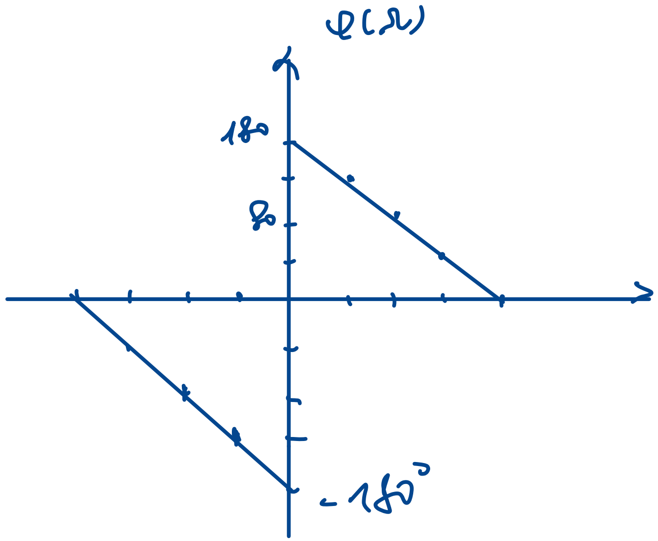
⑤



Ω	$A(\Omega)$	$\varphi(\Omega)$
π	$\frac{2 \times 2}{1} = 4$	$180° \times 2 - 180° \times 2 = 0$

b)





c) Hochpass,

$\Omega \uparrow \rightarrow A(\Omega) \uparrow$