Name	Vorname	Matr.-Nr.	Datum	Note
			22.03.24	2,7

25.3.24

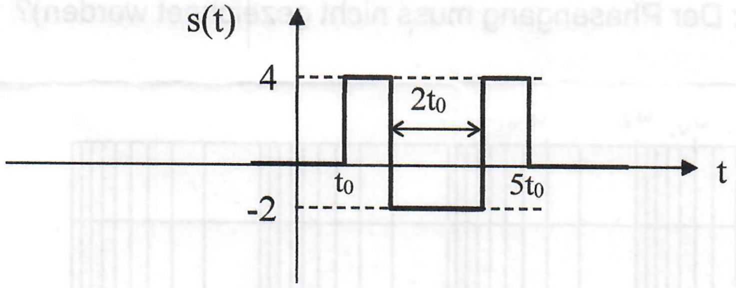
Ist dies Ihr letzter Prüfungsversuch (Bitte ankreuzen)?	Ja	nein X

Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, schriftliche Unterlagen außer alten Klausuren
Bearbeitungszeit: 90 Minuten

Aufgabe	erreichte Punktzahl
1	19
2	14
3	4
Σ	37

1. Aufgabe (20 von 60 Punkten)

Gegeben sei das folgende zeitabhängige Signal *s(t)*:



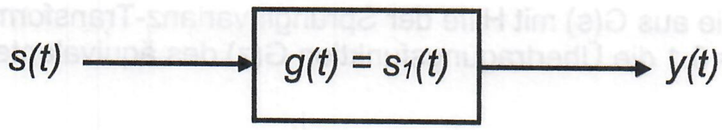
a) Ermitteln Sie einen analytischen Ausdruck für die Funktion *s(t)* und transformieren Sie *s(t)* in den Laplace-Bereich.

Das Signal s(t) soll aus zwei Rechteckimpulsen $s_1(t)$ und $s_2(t)$ mit $s(t) = a\cdot[s_1(t) + s_2(t)]$ zusammengesetzt werden, wobei gilt: $s_1(t) = \sigma(t - t_0) - \sigma(t - 5t_0)$

b) Zeichnen Sie $s_1(t)$

c) Bestimmen Sie den Faktor *a* sowie $s_2(t)$.

Das Signal *s(t)* soll nun über das folgende LTI-System übertragen werden:

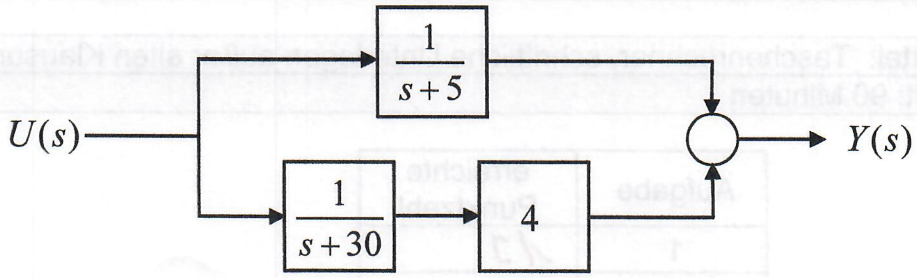


d) Zeichnen Sie die Faltungsprodukte $y_1(t) = s_1(t) * g(t)$ und $y_2(t) = s_2(t) * g(t)$

e) Ermitteln Sie die Systemantwort *y(t)* und zeichnen Sie *y(t)*.

2. Aufgabe (20 von 60 Punkten)

Gegeben sei ein LTI-System durch folgendes Strukturbild:

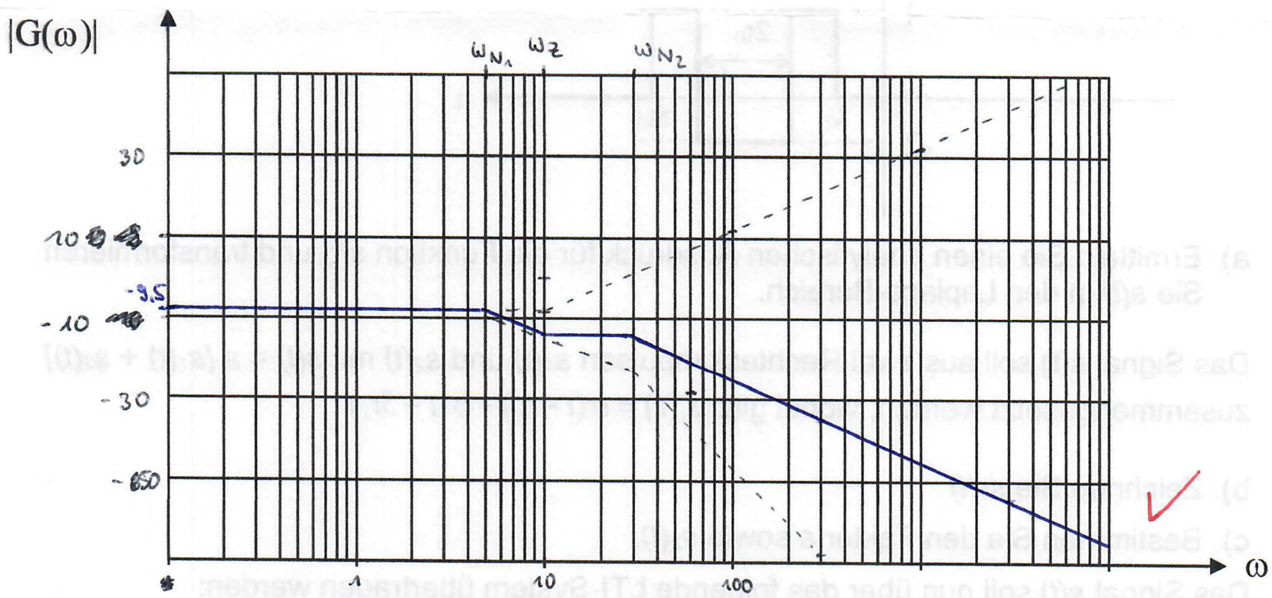


a) Bestimmen Sie aus dem Strukturbild die Übertragungsfunktion G(s).

b) Welche Ordnung hat das System? Begründen Sie Ihre Antwort.

c) Formen Sie G(s) in die V-Normalform um und bestimmen Sie den Verstärkungsfaktor sowie die Kennfrequenzen.

d) Tragen Sie den asymptotischen Amplitudengang von *G(s)* in folgendes Bode-Diagramm ein. Wie groß ist die Phasendrehung des Systems für sehr große Frequenzen (Hinweis: Der Phasengang muss nicht gezeichnet werden)?



e) Bestimmen Sie aus G(s) mit Hilfe der Sprunginvarianz-Transformation für eine Abtastzeit T = 0.1 die Übertragungsfunktion G(z) des äquivalenten zeitdiskreten Systems.

3. Aufgabe (20 von 60 Punkten)

Gegeben sei ein zeitdiskretes System durch seine rekursive Differenzengleichung:

$$y(k) = u(k) - \frac{1}{4} \cdot y(k-1)$$

a) Ermitteln Sie numerisch die Sprungantwort $h(k)$ des Systems für $u(k) = \sigma(k)$ im Bereich $0 \leq k \leq 4$ mit dem Anfangswert $y(0) = 1$.

b) Ermitteln Sie die zeitdiskrete Übertragungsfunktion $G(z)$ des Systems und zeichnen Sie den Pol-/Nullstellenplan von $G(z)$. Ist das System stabil?

c) Berechnen Sie analytisch die Sprungantwort des Systems und zeichnen Sie $h(k)$.

Zur Lösung der folgenden Aufgabenteile ist ein MATLAB m-File zu erstellen:

d) Erzeugen Sie ein LTI-Objekt von $G(z)$. Wählen Sie dabei die Abtastzeit T so, dass für Eingangssignale mit einer maximalen Frequenz von *1000 Hz* gerade noch kein Aliasing auftritt und stellen Sie das Bode-Diagramm von $G(z)$ dar.

e) Ergänzen Sie das m-File derart, dass in einem Grafikfenster die zeitdiskrete Systemantwort $y(k)$ auf das Eingangssignal $u(k) = 3 \cdot \sin(0.2 \cdot \pi \cdot k)$ für $0 \leq k < 50$ ausgegeben wird.

Aufgabe 1

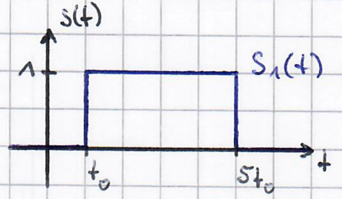
a) $s(t) = 4\sigma(t-t_0) - 6\sigma(t-2t_0) + 6\sigma(t-4t_0) - 4\sigma(t-5t_0)$ ✓

$\circ\!\!-\!\!\bullet$

$S(s) = \frac{1}{s}\left[4e^{-t_0 s} - 6e^{-2t_0 s} + 6e^{-4t_0 s} - 4e^{-5t_0 s}\right]$ ✓

4/4

b)



✓

3/3

c) $a = 4$, damit die gewünschte Amplitude erreicht wird ✓

$\Rightarrow -6 = 4\left(-\frac{3}{2}\right)$, somit muss $s_2(t)$ den Faktor $-\frac{3}{2}$ enthalten

$\Rightarrow s_2(t) = -\frac{3}{2}\left(\sigma(t-2t_0) - \sigma(t-4t_0)\right)$ ✓

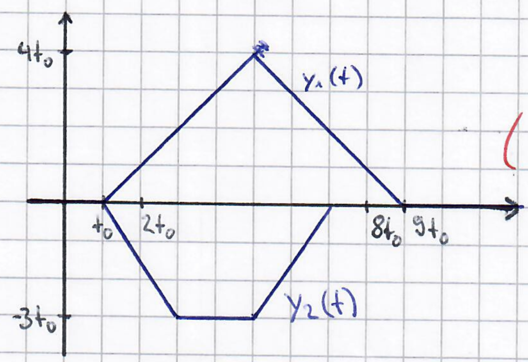
4/4

d) $y_1(t) = s_1(t) * g(t) = s_1(t) * s_1(t) \Rightarrow$ Dreieck ✓

Länge: $4t_0 + 4t_0 = 8t_0$; Amplitude $= 1 \cdot 1 \cdot 4t_0 = 4t_0$

$y_2(t) = s_2(t) * g(t) = s_2(t) * s_1(t) \Rightarrow$ Trapez ✓

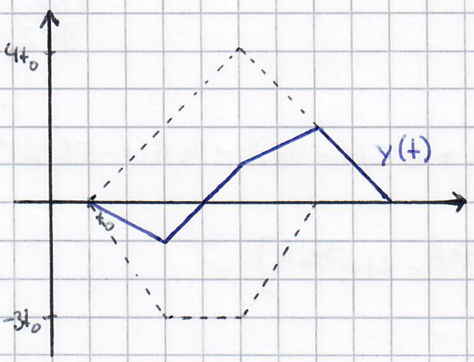
Länge $= 2t_0 + 4t_0 = 6t_0$; Amplitude $= -\frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 2t_0 = -3t_0$



(✓)

5/6

e)



ff

3/3

Aufgabe 2

a) $Y(s) = U(s) \cdot \frac{1}{s+5} + U(s) \cdot \frac{4}{s+30}$

$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{1}{s+5} + \frac{4}{s+30} = \frac{s+30+4(s+5)}{(s+5)(s+30)} = \frac{5s+50}{(s+5)(s+30)}$ 4/4

b) Das System ist ein System zweites Ordnung, da des Nennergrad gleich zwei ist. 2/2

c) $G(s) = \frac{5s+50}{(s+5)(s+30)} = \frac{50(1+\frac{1}{10}s)}{5(1+\frac{1}{5}s)\cdot 30(1+\frac{1}{30}s)} = \frac{50}{5\cdot 30} \cdot \frac{1+\frac{1}{10}s}{(1+\frac{1}{5}s)(1+\frac{1}{30}s)}$

$= \frac{1}{3} \cdot \frac{1+\frac{1}{10}s}{(1+\frac{1}{5}s)(1+\frac{1}{30}s)} \Rightarrow V = \frac{1}{3}$; $\omega_z = 10$, $\omega_{N1} = 5$, $\omega_{N2} = 30$

$= -9{,}5424\,dB$

$\approx -9{,}5\,dB$

4/4

d)

$\varphi(\omega \to \infty) = ?$

sonst richtig, siehe vorn 4/5

Aufgabe 3

a) $y(0) = 1$ ~~...~~ $h(k) = \sigma(k) - \frac{4^{k-1}}{4^k}$

$y(1) = 1 - \frac{1}{4} \cdot 1 = \frac{3}{4} = 0,75$

$y(2) = 1 - \frac{1}{4} \cdot \frac{3}{4} = 1 - \frac{3}{16} = \frac{13}{16} = 0,8125$

$y(3) = 1 - \frac{1}{4} \cdot \frac{13}{16} = 1 - \frac{13}{64} = \frac{51}{64} \approx 0,797$

$y(4) = 1 - \frac{1}{4} \frac{51}{64} = 1 - \frac{51}{256} = \frac{205}{256} \approx 0,801$ ✓ 4/4

b) $G(z) = \frac{Y(z)}{U(z)}$ $Y(z) = \frac{z}{z-1} -$

$U(z) = \frac{z}{z-1}$ f

0/4

d) $G =$

$T = 0.001;$ f

0/3