
FH Vorarlberg
Integraltransformation

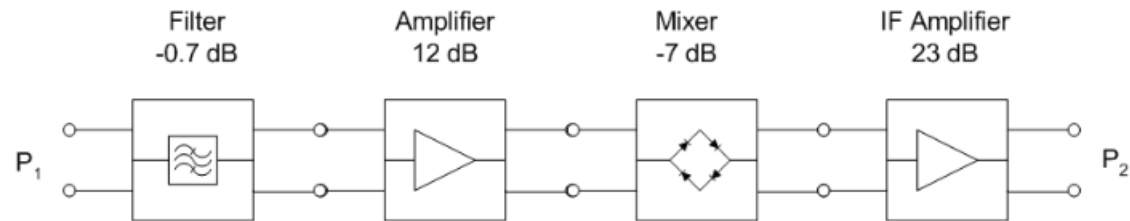
Signale und Systeme

Beispiele Foliensatz 1 – Signale / Systeme / Stabilität
Lösungen

Rechenbeispiele „Maße und Pegel“

◆ Maße:

◆ Bsp. 1:



Die Abbildung oben zeigt die Eingangsstufen eines Empfängers. Berechnen Sie die Gesamtverstärkung a aus den Verstärkungen a_1 bis a_4 der Teilsysteme.

Die Gesamtverstärkung errechnet sich wie folgt:

$$a = a_1 + a_2 + \dots + a_n$$

$$\Rightarrow a = -0,7 \text{ dB} + 12 \text{ dB} - 7 \text{ dB} + 23 \text{ dB} = 27,3 \text{ dB}$$

◆ Pegel:

- ◆ Bsp. 1: Geben sie eine Leistungsflussdichte von $5 \frac{W}{m^2}$ als Pegel in $dB \left(\frac{W}{m^2} \right)$ an.

$$L_{P,1W/m^2} = 10 \cdot \lg \left(\frac{5 \frac{W}{m^2}}{1 \frac{W}{m^2}} \right) dB \left(\frac{W}{m^2} \right) = 7 dB \left(\frac{W}{m^2} \right)$$

- ◆ Bsp. 2: Geben sie eine Spannung von $7 \mu V$ als Pegel in $dB(\mu V)$ an.

$$L_{U,1\mu V} = 20 \cdot \lg \left(\frac{7 \mu V}{1 \mu V} \right) dB(\mu V) = 16,9 dB(\mu V)$$

◆ Pegel:

- ◆ Bsp. 3: Welcher Leistung entspricht ein Leistungspegel von $-3 \text{ dB}(W)$?

$$P = 10^{\frac{-3}{10}} \cdot 1W = 0,5 \cdot 1W = 500 \text{ mW}$$

- ◆ Bsp. 4: Welcher Spannung entspricht ein Spannungspegel von $120 \text{ dB}(\mu V)$?

$$U = 10^{\frac{120}{20}} \cdot 1\mu V = 10^6 \cdot 1\mu V = 1V$$

◆ Pegel:

- ◆ Bsp. 5: Drei Signale P_1 , P_2 und P_3 mit 0 dBm, +3dBm und -6 dBm sollen addiert werden. Wie groß ist der Gesamtpegel?

$$P_1 = 10^{\frac{0}{10}} = 1 \text{ mW}$$

$$P_2 = 10^{\frac{3}{10}} \approx 2 \text{ mW}$$

$$P_3 = 10^{\frac{-6}{10}} \approx 0,25 \text{ mW}$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = 3,25 \text{ mW}$$

Diese Leistung kann man jetzt wieder in dBm umrechnen:

$$L_{P,1 \text{ mW}} = 10 \cdot \lg\left(\frac{3,25 \text{ mW}}{1 \text{ mW}}\right) \text{ dBm} = 5,12 \text{ dBm}$$

Der Gesamtpegel ist somit 5,12 dBm.

◆ Pegel:

- ◆ Bsp. 6: Der angezeigte Rauschpegel L_r eines Spektrumanalysators ohne angelegtes Signal beträgt -70dBm . Mit Signal steigt die Anzeige auf $L_{tot} = -65\text{dBm}$. Wie groß ist die Leistung des Signals in dBm ?

$$P_r = 10^{\frac{-70}{10}} \text{ mW} = 10^{-7} \text{ mW}$$

$$P_{tot} = 10^{\frac{-65}{10}} \text{ mW} \approx 3,16 \cdot 10^{-7} \text{ mW}$$

$$P = P_{tot} - P_r = 2,16 \cdot 10^{-7} \text{ mW}$$

$$L_{P,1\text{mW}} = 10 \cdot \lg\left(\frac{2,16 \cdot 10^{-7} \text{ mW}}{1 \text{ mW}}\right) \text{ dBm} = -66,6 \text{ dBm}$$

Der Signalpegel L beträgt $-66,6 \text{ dBm}$.

Man sieht, dass ohne Korrektur des Rauschens der Pegel des Signals immerhin 1,6 dB ($\sim 44,5\%$) zu hoch angezeigt wird, ein relativ großer Messfehler.

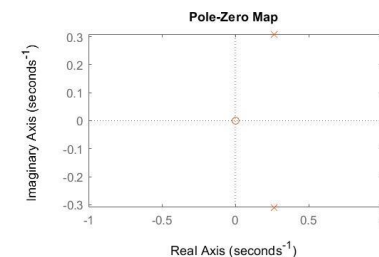
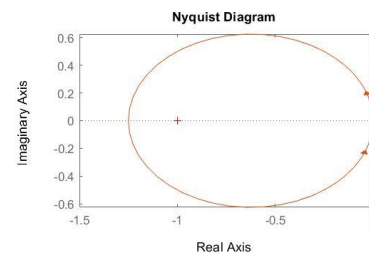
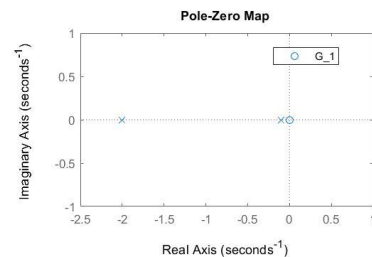
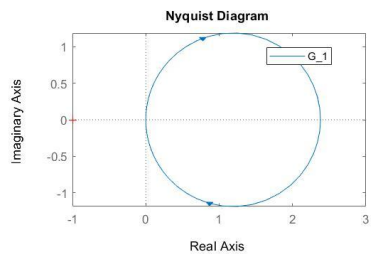
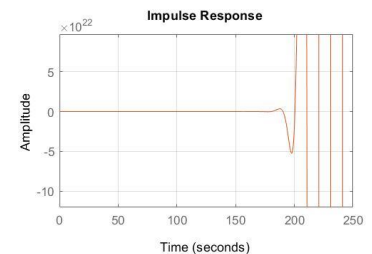
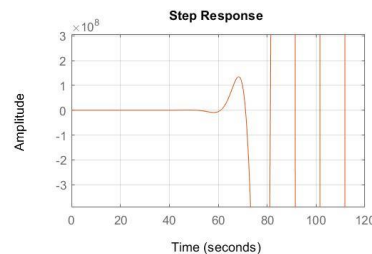
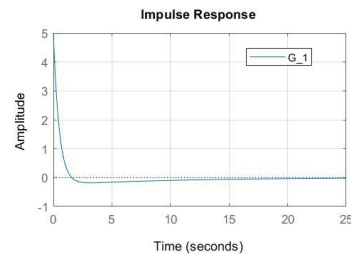
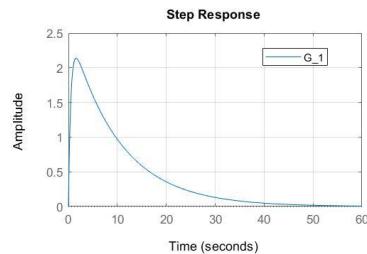
Rechenbeispiele „Stabilität“

◆ Stabilität:

◆ Bsp. 1: Überprüfen sie die Stabilität folgender Systeme:

a.
$$G_1(s) = \frac{5 \cdot s}{s^2 + 2,1 \cdot s + 0,2}$$

b.
$$G_2(s) = \frac{2 \cdot s}{3 \cdot s^2 - 1,6 \cdot s + 0,5}$$



◆ Stabilität:

- ◆ Bsp. 2: Überprüfen sie die Stabilität des in der Abbildung gezeigten Systems.

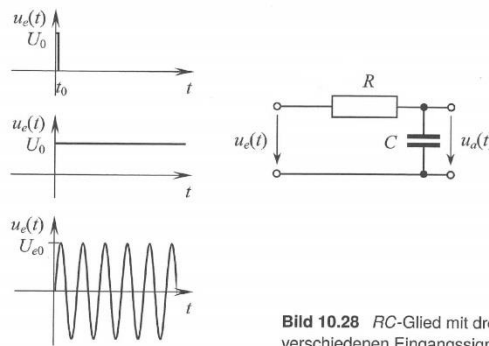


Bild 10.28 RC-Glied mit drei verschiedenen Eingangssignalen

- a. Überprüfen sie diese zuerst anhand der Impulsantwort:

$$g(t) = \sigma(t) \frac{1}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{mit} \quad \tau = R \cdot C$$

- b. Plotten sie mithilfe der angegebenen Übertragungsfunktion die Impulsantwort des Systems und überprüfen sie damit das Ergebnis von a.

$$G(s) = \frac{1}{RC \cdot s + 1}$$

- c. Plotten sie mithilfe der angegebenen Übertragungsfunktion den PN-Plan des Systems.
- d. Überprüfen sie die Stabilität anhand des PN-Plans

◆ Stabilität:

◆ Bsp. 2: Überprüfen sie die Stabilität des in der Abbildung gezeigten Systems.

a. Überprüfen sie diese zuerst anhand der Impulsantwort:

$$g(t) = \sigma(t) \frac{1}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} |g(t)| dt = \frac{1}{\tau} \int_{-\infty}^{\infty} \left| \sigma(t) e^{-\frac{t}{\tau}} \right| dt = \frac{1}{\tau} \int_0^{\infty} e^{-\frac{t}{\tau}} dt =$$

$$= \frac{-\tau}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} \Big|_0^{\infty} = 1 < \infty$$

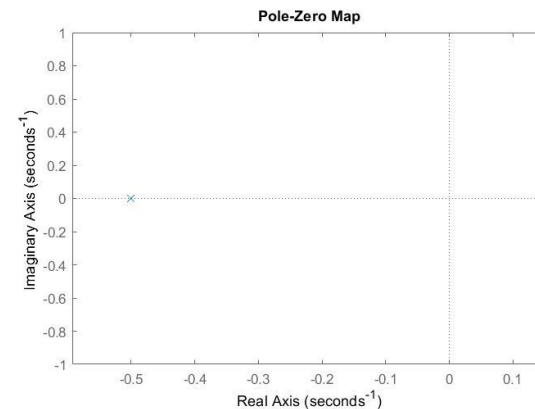
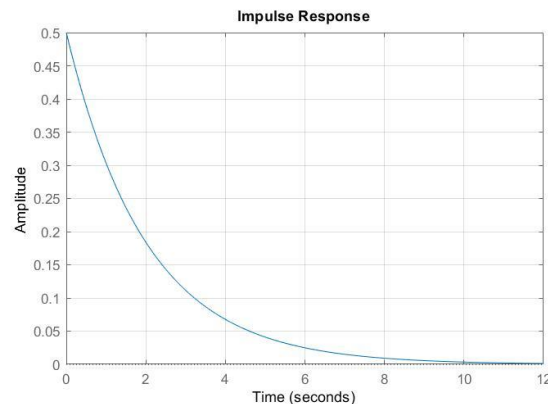
◆ Stabilität:

◆ Bsp. 2: Überprüfen sie die Stabilität des in der Abbildung gezeigten Systems.

- b. Plotten sie mithilfe der angegebenen Übertragungsfunktion die Impulsantwort des Systems und überprüfen sie damit das Ergebnis von a.

$$G(s) = \frac{1}{RC \cdot s + 1}$$

- b. Plotten sie mithilfe der angegebenen Übertragungsfunktion den PN-Plan des Systems.
- c. Überprüfen sie die Stabilität anhand des PN-Plans



Befehl	Beschreibung
$G = \text{tf}([b_M \dots b_0], [a_N \dots a_0])$	Definition der Übertragungsfunktion über Zähler- und Nennerpolynom, Koeffizienten in absteigender Reihenfolge ihrer Potenz
<code>zero(G)</code>	Berechnung der Nullstellen der Übertragungsfunktion
<code>pole(G)</code>	Berechnung der Pole der Übertragungsfunktion
<code>pzmap(G)</code>	Darstellung der Pole und Nullstellen in der s-Ebene
<code>nyquist(G)</code>	Darstellung des Nyquist-Diagramms
<code>bode(G)</code>	Darstellung des Frequenzgangs des Systems
<code>impulse(G)</code>	Berechnung/Darstellung der Impulsantwort
<code>step(G)</code>	Berechnung/Darstellung der Sprungantwort
<code>linearSystemAnalyzer(G)</code>	Analyse des Systems mithilfe aller oben genannten Funktionen integriert in ein einziges Tool