Aufgabe 5.2

Phase: $-180°$ oder $180°$

$$\bullet\ G_1(s) = -\frac{(s/10 + 1)}{(s-1)\left(s^2/100^2 + 3s/200 + 1\right)} = (-1)\underbrace{(s/10+1)}_{PD}\ \underbrace{\frac{1}{(s-1)}}_{PT_1}\ \underbrace{\frac{1}{\left(s^2/100^2 + 3s/200 + 1\right)}}_{PT_2}$$

PD: $s/10 + 1$ → Nullstelle: $n/10 + 1 = 0$, $n = -10$ Phase: $0 \to 90°$ ✗

$\omega_E = 10$ rad/s

PT_1: $\frac{1}{(s-1)}$ → Polstelle: $p_1 - 1 = 0$, $p_1 = 1$ ← Phase: $0 \to 90°$ ✓

$\omega_E = 1$ rad/s

Anfangsphase $= -180°$ oder 180, weil: $\omega \to 0$, $PT_{1\,\omega\to 0} = \frac{1}{-1} = -1$

$$\therefore\ \varphi_0 = \arctan\left(\frac{Im(PT_1)}{Re(PT_1)}\right) = \arctan\left(\frac{0}{-1}\right) = \pi\ (180°)$$

↳ Die Anfangsphase des PT_1-Systems hebt den Effekt der negativen Verstärkung auf.

• PT_2: $\frac{1}{\left(s^2/100^2 + 3s/200 + 1\right)}$ → $\omega_0 = 100$ rad/s ✓

✓ gedämpft

Normiertes PT_2-System: $\frac{1}{\frac{s^2}{\omega_0^2} + \frac{2D}{\omega_0}s + 1}$ → $\frac{2D}{1\cancel{00}} = \frac{3}{2\cancel{00}}$ → $D = \frac{3}{4}$

$1/\sqrt{2} < D < 1$ → gedämpft ohne Resonanzüberhöhung (Tabelle: 2.1)

Ausschlussgründe:
- NS -10 müsste nach oben knicken
- $\lim_{\omega\to\infty} |G(j\omega)| = 1 = 0\,dB$

Phase: 180° oder -180°

PD PT$_1$ gleich $G_1(s)$ PT$_2$

- $G_2(s) = \dfrac{-(s/10 - 1)}{(s+1)(s^2/100^2 + 35/200 + 1)} = (-1)(s/10 - 1)\dfrac{1}{(s+1)}\dfrac{1}{(s^2/100^2 + 35/200 + 1)}$ ✓

PD $\frac{s}{10} - 1$ → Nullstelle: $\frac{n}{10} - 1 = 0$, $n = 10$, $\omega_E = 10\, rad/s$

↳ Anfangsphase: 180° oder -180° ↳ 0 → -90° ✓

↳ Die Anfangsphase des PD-Systems hebt den Effekt der negativen Verstärkung auf.

PT$_1$ $\frac{1}{(s+1)}$ → Polstelle: $p+1 = 0$, $p = -1$, $\omega_E = 1\, rad/s$

↳ Phase: 0 → -90° ✗

- Pol -1 müsste Phase noch unten knicken ✗
- $\lim\limits_{\omega \to 0} \| G(j\omega) \| = 1 = 0\, dB$ ✗

- $G_3(s) = \dfrac{(s/10 - 1)}{(s-1)(s^2/100^2 + 35/200 + 1)}$: $\lim\limits_{\omega \to 0} \| G(j\omega) \| = 1 = 0\, dB$ ✗

↳ Anfangsamplitude → 0 dB

Beim Betrachten des Bildes brauchen wir eine anfängliche Verstärkung größer als 0dB.

- $G_4(s) = \dfrac{(s-2)}{(s+1)(s^2/100^2 + 35/200 + 1)}$ ✓ PD

→ Phase: 0 → 90° ✓

- PD: $s-2$ → Nullstelle: $n - 2 = 0$, $n = 2$

$\omega_E = 2\, rad/s$

$\lim\limits_{\omega \to 0} \| G(j\omega) \| = 2 \cong 6\, dB > 0\, dB$ ✓

$\boxed{\text{Alles stimmt!}}$

$$G_5(s) = \frac{\left(\frac{s}{10}-1\right)}{(s-1)\underbrace{\left(\frac{s^2}{100^2}+\frac{2s}{25}+1\right)}_{PT_2}}$$

PT_2: $\frac{1}{\frac{s^2}{100^2}+\frac{2s}{25}+1}$: $\omega_0 = 100\,rad/s$, $\frac{2D}{\omega_0} = \frac{2}{25} \Rightarrow D = \frac{\cancel{2}\cdot\omega_0}{\cancel{2}\cdot 25} = 4$

$D > 1$: überkritisch gedämpft $\rightarrow$ negative reele Pole

↳ Das PT_2-System kann als Multiplikation von zwei PT_1-Systemen betrachtet werden. $\rightarrow$ "$\frac{1}{(s-p_1)}\cdot\frac{1}{(s-p_2)}$"

$$p_{1,2} = \frac{-\frac{2}{25} \pm \sqrt{\frac{4}{25^2}-\frac{4}{100^2}}}{\frac{2}{100^2}} \rightarrow \begin{array}{l} p_1 \overset{N}{=} -800 \rightarrow \omega_E \cong 800\,rad/s \\ p_2 = -12{,}7 \rightarrow \omega_E \cong 12{,}7\,rad/s \end{array}$$

* Amplitude müsste bei circa 800 rad/s nach unten knicken.

- $$G_6(s) = \frac{\frac{s}{10}-1}{(s-1)\underbrace{\left(\frac{s^2}{100^2}+\frac{s}{200}+1\right)}_{PT_2}}$$

PT_2: $\frac{1}{\frac{s^2}{100^2}+\frac{s}{200}+1}$ $\rightarrow$ $\omega_0 = 100\,rad/s$, $\frac{2D}{\omega_0} = \frac{1}{200}$ $\rightarrow$ $D = 0{,}25$

$\rightarrow$ gedämpft mit Resonanzüberhöhung

- Resonanzüberhöhung müsste auftreten.