Aufgabe A)

1)

$$U_2 = \frac{\frac{1}{sC}}{R + \frac{1}{sC}} U_1 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{sRC + 1} = \frac{1}{1 + \frac{s}{\omega_0}} \quad \text{mit } \omega_0 = \frac{1}{RC}$$

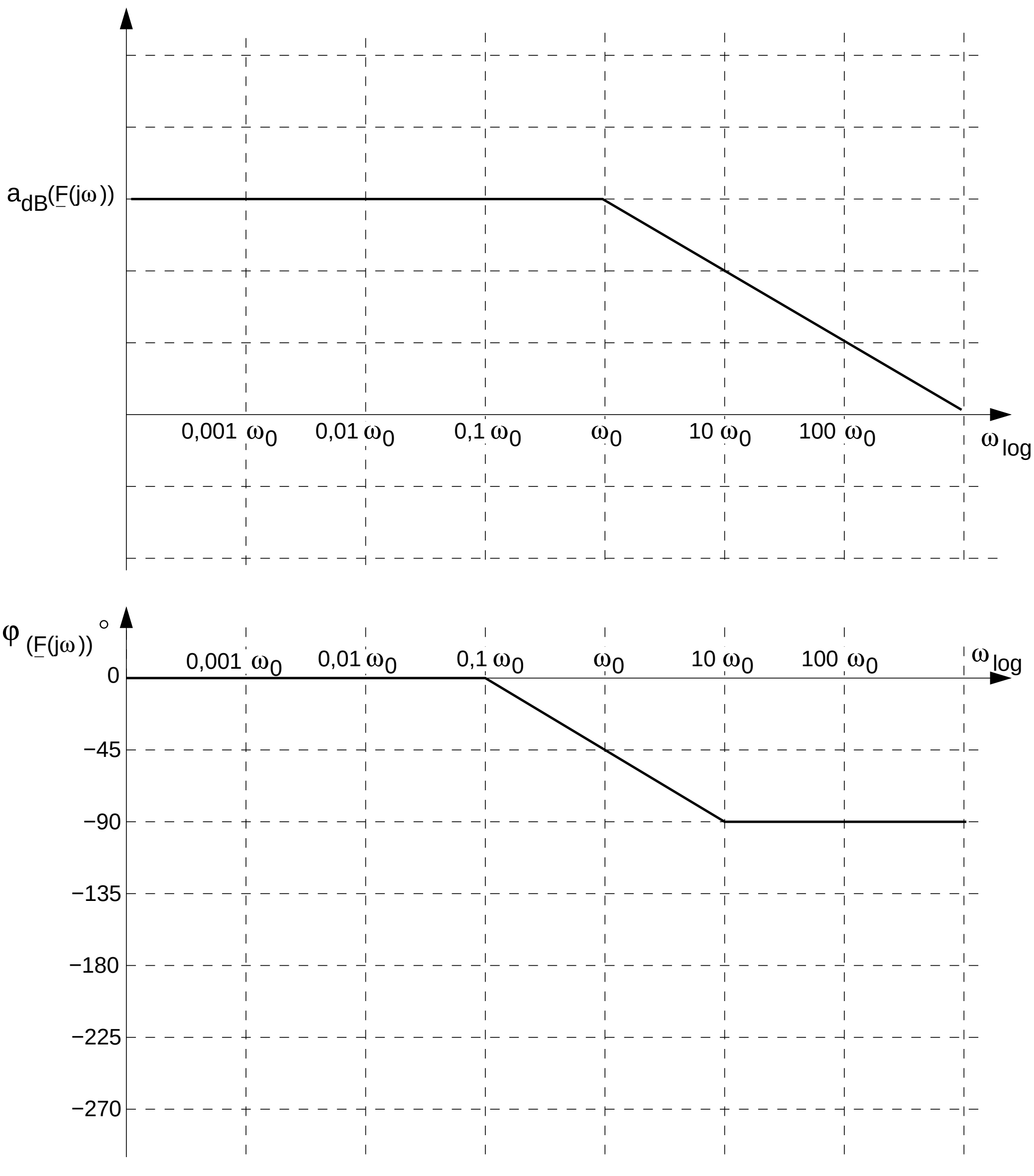
keine Nullstellen, Pol bei $s = -\omega_0 = -\frac{1}{RC} \Rightarrow$ stabil, da in LHE

$$\frac{I_1}{U_1} = \frac{1}{R + \frac{1}{sC}} = \frac{sC}{sRC + 1} = \frac{sC}{1 + \frac{s}{\omega_0}}$$

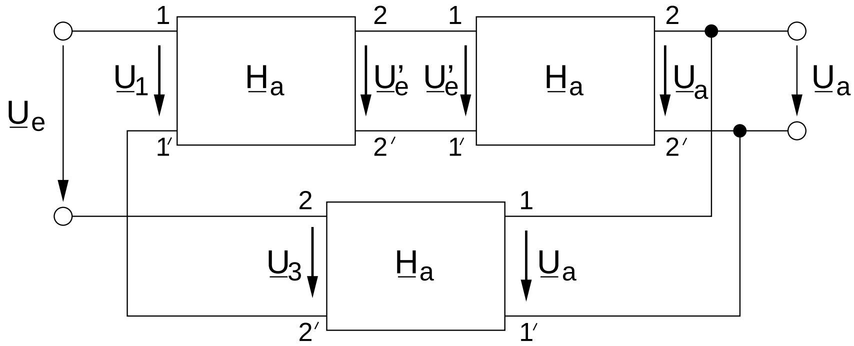
Nullstelle bei s=0, Pol bei s $= -\omega_0 \;\Rightarrow\;$ stabil

2)

$$U_2 = \frac{1}{1+\frac{s}{\omega_0}} U_1 Z_{21} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{Z_{21}}{1+\frac{s}{\omega_0}} = \frac{V_U}{1+\frac{s}{\omega_0}}$$



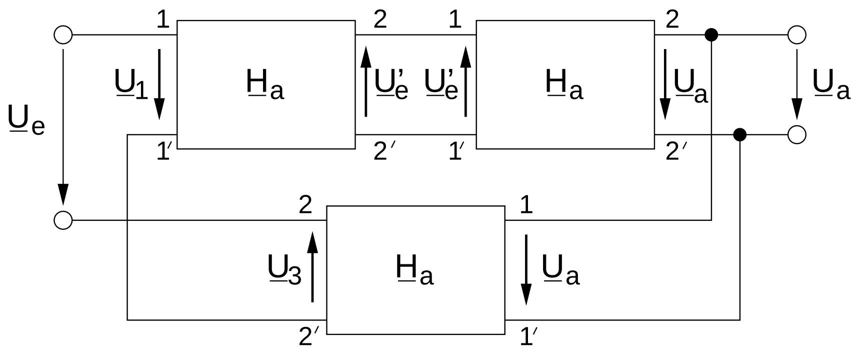
3)



Annahme: V_U sei größer 0

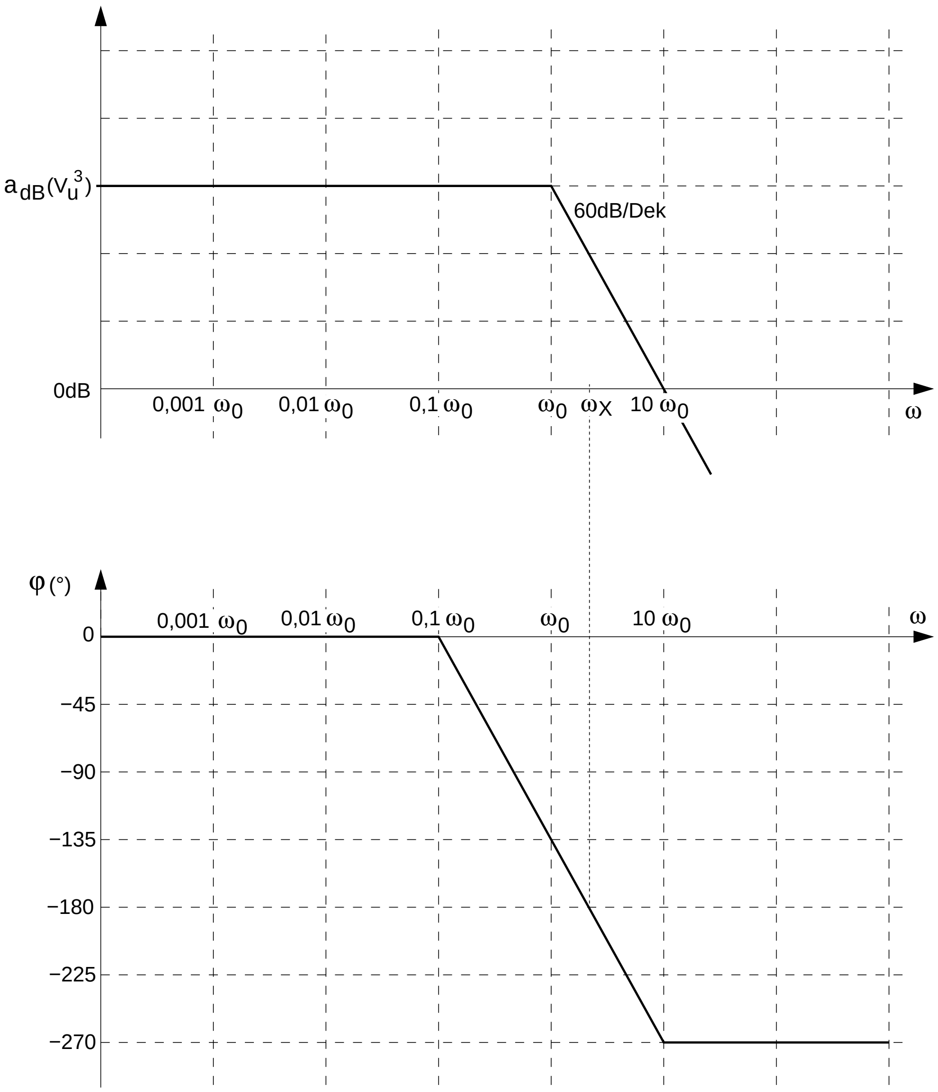
$$U_a = H_a^2 U_1$$
$$U_3 = H_a U_a = H_a^3 U_1$$
$$U_e = U_1 - U_3 = (1 - H_a^3) U_1$$
$$\Rightarrow \frac{U_a}{U_e} = \frac{H_a^2 U_1}{(1 - H_a^3) U_1} = \frac{H_a^2}{1 - H_a^3} \leftarrow \text{(-) bedeutet Mitkopplung, instabil}$$

Annahme war falsch, es gilt $V_U < 0$

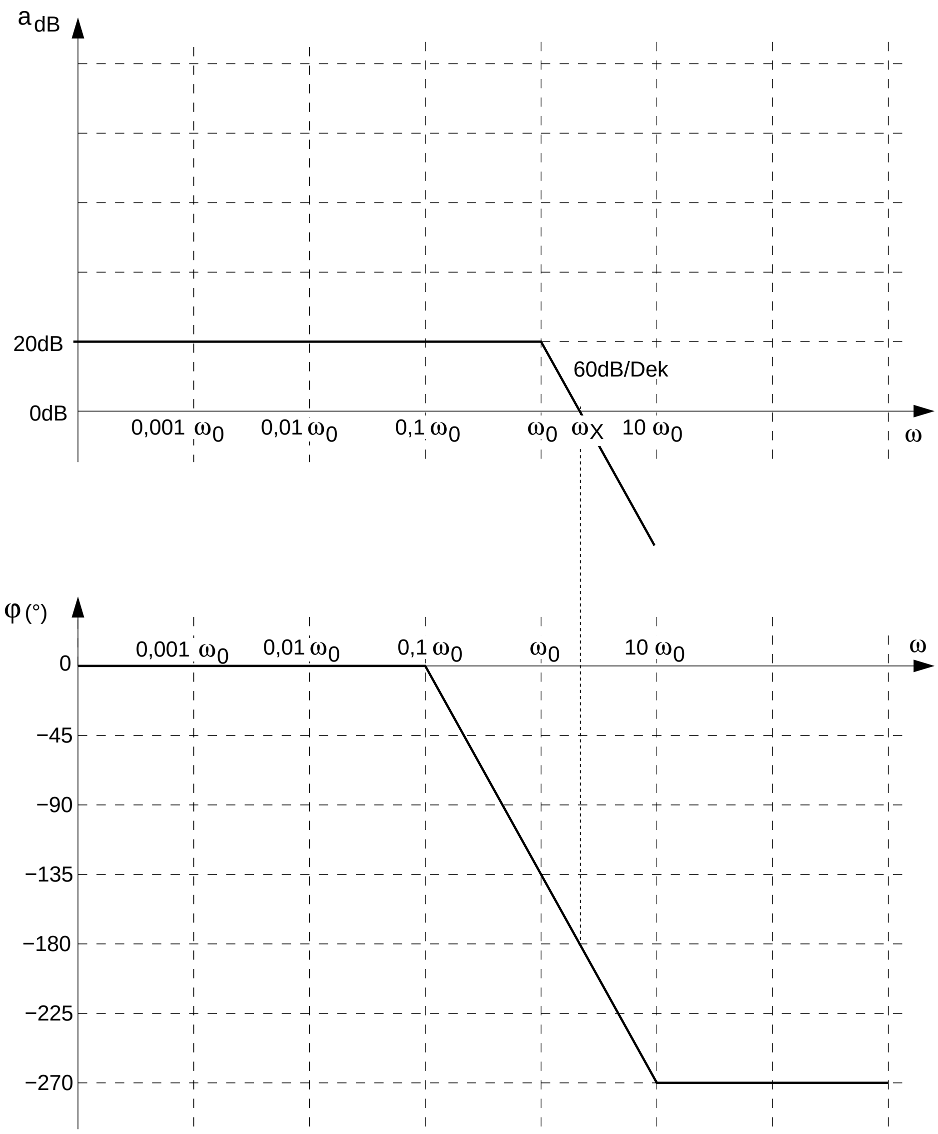


$$U_a = (-H_a \cdot (-H_a)) U_1 = H_a^2 U_1$$
$$U_3 = -H_a U_a = -H_a^3 U_1$$
$$U_e = U_1 - U_3 = (1 + H_a^3) U_1$$
$$\Rightarrow \frac{U_a}{U_e} = \frac{H_a^2 U_1}{(1 + H_a^3) U_1} = \frac{H_a^2}{1 + H_a^3} \leftarrow \text{(+) bedeutet Gegenkopplung, stabil}$$

Die Schleifenverstärkung ergibt sich damit zu: $H_a^3 = \dfrac{V_U^3}{\left(1 + \dfrac{s}{\omega_0}\right)^3}$



Aus dem Bodediagramm ist ersichtlich, dass die Verstärkung V_U so verändert werden muss, dass die Durchtrittsfrequenz bei $-180°$ (Phasenreserve $=$ $0°$) liegt. Die zeichnerische Lösung ergibt sich zu:



$$\text{Abfall Phase: } \frac{135^o}{Dek} \qquad \varphi(\omega_x) - \varphi(\omega_0) \qquad = 45^o \; = \frac{1}{3} \text{ Dek}$$

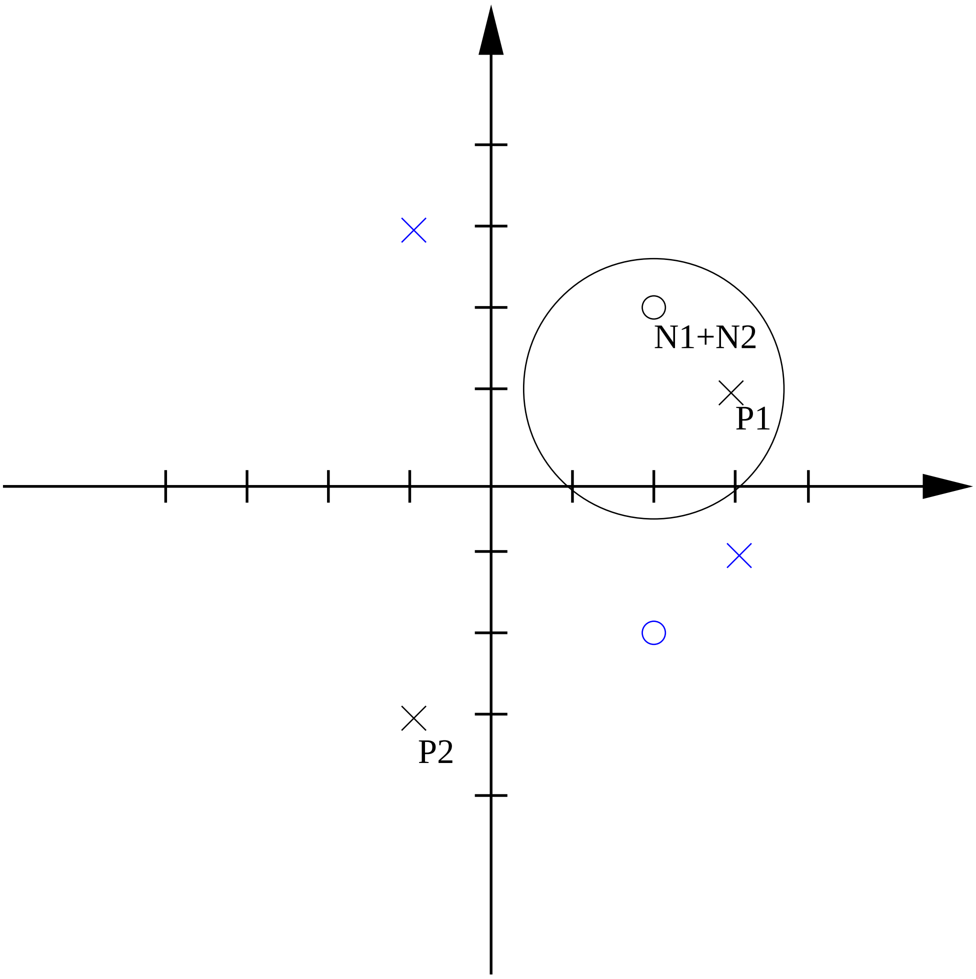
$$\frac{1}{3} \text{ Dek} \frac{60dB}{Dek} = 20dB$$

$$max(adB(V_U^3)) = 20dB$$

$$20log(V_U^3) = 20dB$$

$$\Rightarrow V_U = \sqrt[3]{10} = 2,1$$

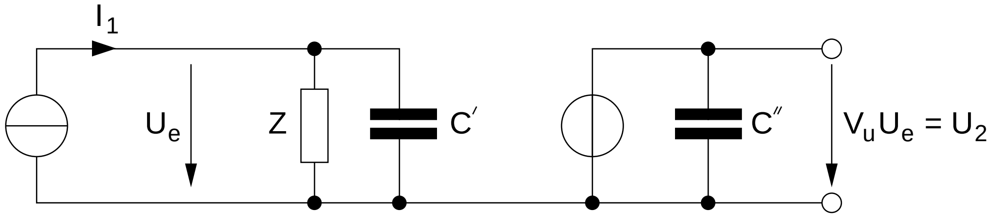
Aufgabe B)



$B.1)$ Ergänzungen in blau
$B.2)$ $Q = P - N = 1 - 2 = -1 \Rightarrow 1$ Drehung im Uhrzeigersinn
$B.3)$ Das Netzwerk ist instabil, da Pole in der RHE existieren

Aufgabe C)

1)



$$U_e = \frac{Z\frac{1}{sC'}}{Z+\frac{1}{sC'}} I_1 = \frac{1}{sC'+\frac{1}{Z}} I_1$$

$$U_2 = V_U U_e = \frac{V_U}{sC'+\frac{1}{Z}} I_1 = \frac{V_U}{s(1-V_U)C+\frac{1}{Z}} I_1$$

$$\Rightarrow \frac{U_2}{I_1} = \frac{V_U}{s(1-V_U)C+\frac{1}{Z}}$$

2)

$$s(1-V_U)C + \frac{1}{Z} = 0$$

$$s = -\frac{1}{ZC(1-V_U)} \quad \text{mit Z=R+jx}$$

$$s = -\frac{1}{(R+jx)C(1-V_U)}$$

$$stabil : \Re(s) < 0$$

$$\Re(s) = -\frac{1}{R(1-V_U)C} < 0 \quad \Rightarrow V_U \in [0,1[$$