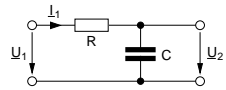


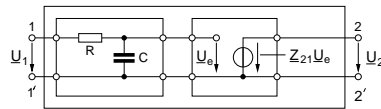
A) Stabilitätsanalyse an rückgekoppeltem Verstärker

Gegeben ist der *RC*-Tiefpass in der folgenden Abbildung:



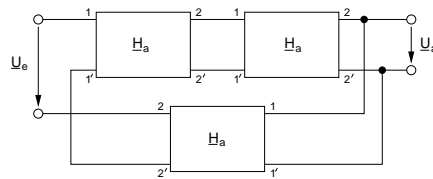
1. Berechnen Sie die Wirkungenfunktionen  $\frac{U_2(s)}{U_1(s)}$  sowie  $\frac{I_1(s)}{U_1(s)}$  des Netzwerks, bestimmen Sie deren Nullstellen und Pole. Zeigen Sie, dass die Wirkungenfunktionen stabil sind.

2. Der zuvor berechnete Tiefpass soll zur Modellierung der Grenzfrequenz eines ansonsten idealen Verstärkers verwendet werden. Dazu wird der Tiefpass wie in der nachfolgenden Abbildung vor den Verstärker geschaltet:



Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion  $\frac{U_2(s)}{U_1(s)} = \underline{H}_a$  des Verstärkers unter der Annahme  $Z_{21} = v_u \in \mathbb{R}$ . Zeichnen Sie das zugehörige Bode-Diagramm von  $\underline{H}_a(j\omega)$  für Betrag und Phase.

3. Mit Hilfe von drei Verstärkern, wie unter 2) berechnet, wird der rückgekoppelte Verstärker aus der folgenden Abbildung aufgebaut:



Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion  $\frac{U_a}{U_e} = \underline{H}_3$  des rückgekoppelten Verstärkers. Analysieren Sie die Stabilität des Verstärkers mit Hilfe des Nyquist-Kriteriums und der Darstellung der Schleifenverstärkung im Bode-Diagramm. Wie groß darf  $v_u$  maximal sein, damit der Verstärker stabil ist?

Wurzelortskriterium

B) Gegeben ist die folgende Pol-Nullstellen-Verteilung der Wirkungenfunktion eines Netzwerks:

Pole:  $\omega_{P1} = (30 + j10) \cdot 2\pi \text{ GHz}$ ;  $\omega_{P2} = (-10 - j30) \cdot 2\pi \text{ GHz}$

Nullstellen:  $\omega_{N1} = (20 + j20) \cdot 2\pi \text{ GHz}$ ;  $\omega_{N2} = (20 + j20) \cdot 2\pi \text{ GHz}$

1. Zeichnen Sie die gegebene Pol-Nullstellen-Verteilung in die komplexe *s*-Ebene ein. Wie muss die Pol-Nullstellen-Verteilung ergänzt werden, damit sie durch eine Schaltung mit realen Bauelementen realisiert werden kann?

2. Die komplexe Frequenz soll auf der Kurve

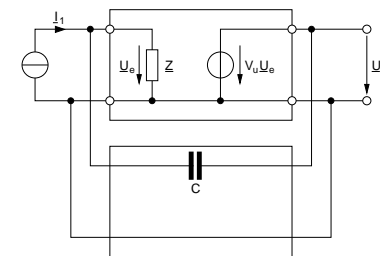
$$\underline{K}_s = (20 + j10) \cdot 2\pi \text{ GHz} + 16 \text{ GHz} \cdot 2\pi \cdot e^{j\varphi}, \quad \varphi = 0 \dots 2\pi$$

laufen. Wie oft dreht sich der Zeiger der Ortskurve der Wirkungenfunktion  $\underline{F}(s)$  mit der oben angegebenen Pol-Nullstellen-Verteilung im Uhrzeigersinn um den Nullpunkt?

3. Ist das Netzwerk stabil?

C) Gegeben ist der rückgekoppelte Verstärker in der folgenden Abbildung.

Es gilt  $v_u \rightarrow \infty$



1. Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion  $\frac{U_2(s)}{U_1(s)}$  des Verstärkers. (Hinweis: Die Lösung ist besonders einfach mit Hilfe des Miller-Theorems)

2. Welche Bedingung gilt bei der allgemeinen Eingangsimpedanz  $\underline{Z} = R + jx$  für die Verstärkung  $v_u \in \mathbb{R}$ , wenn Stabilität der Gesamtschaltung gefordert wird? (Hinweis: Ermitteln Sie den Realteil der Nullstelle des Nenners)