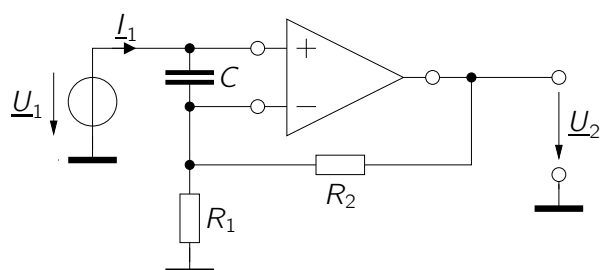
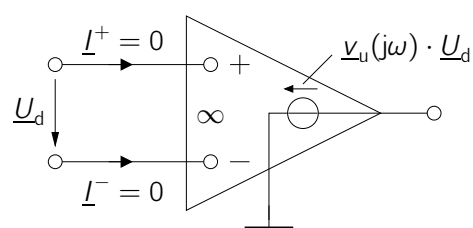




**Aufgabe 1)** Operationsverstärker, Bode-Diagramm (ähnlich zu Klausur SS2009).



Modell des Operationsverstärkers



Gegeben ist die links gezeigte Operationsverstärkerschaltung mit einem Kondensator  $C$  zur Frequenzgangkompensation. Das Modell des Operationsverstärkers, der eine frequenzabhängige Verstärkung  $\underline{v}_u(j\omega)$  aufweist, ist auf der rechten Seite dargestellt.

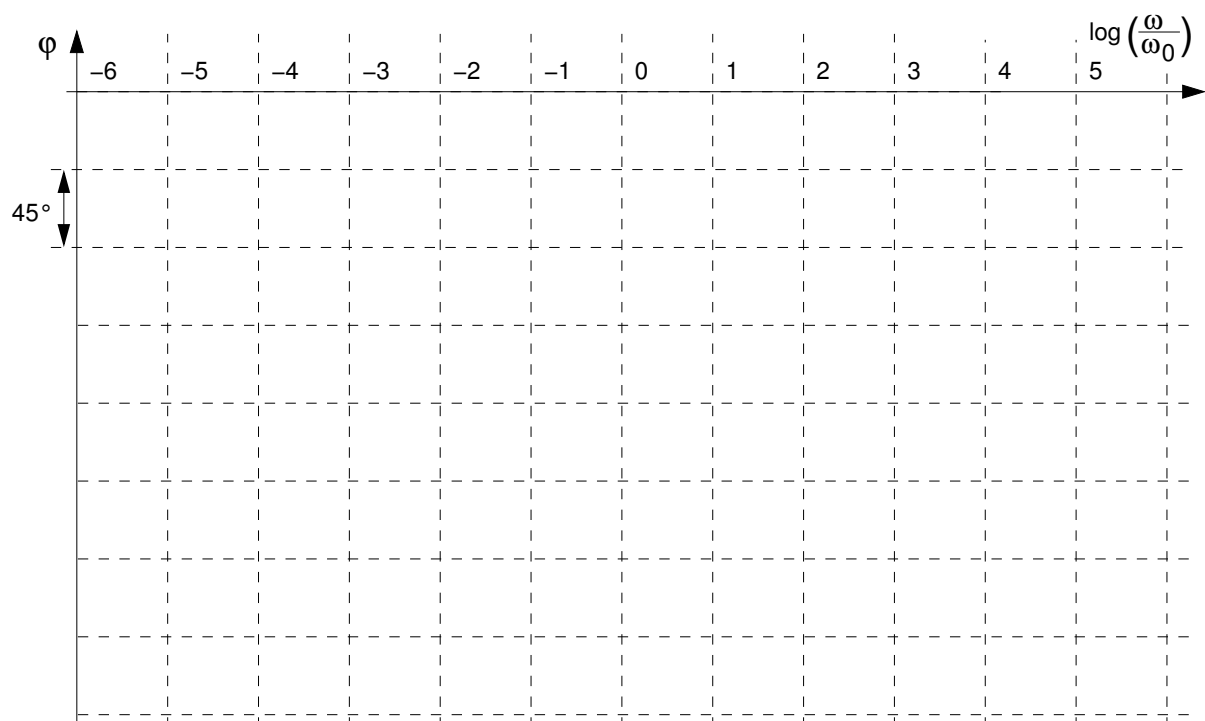
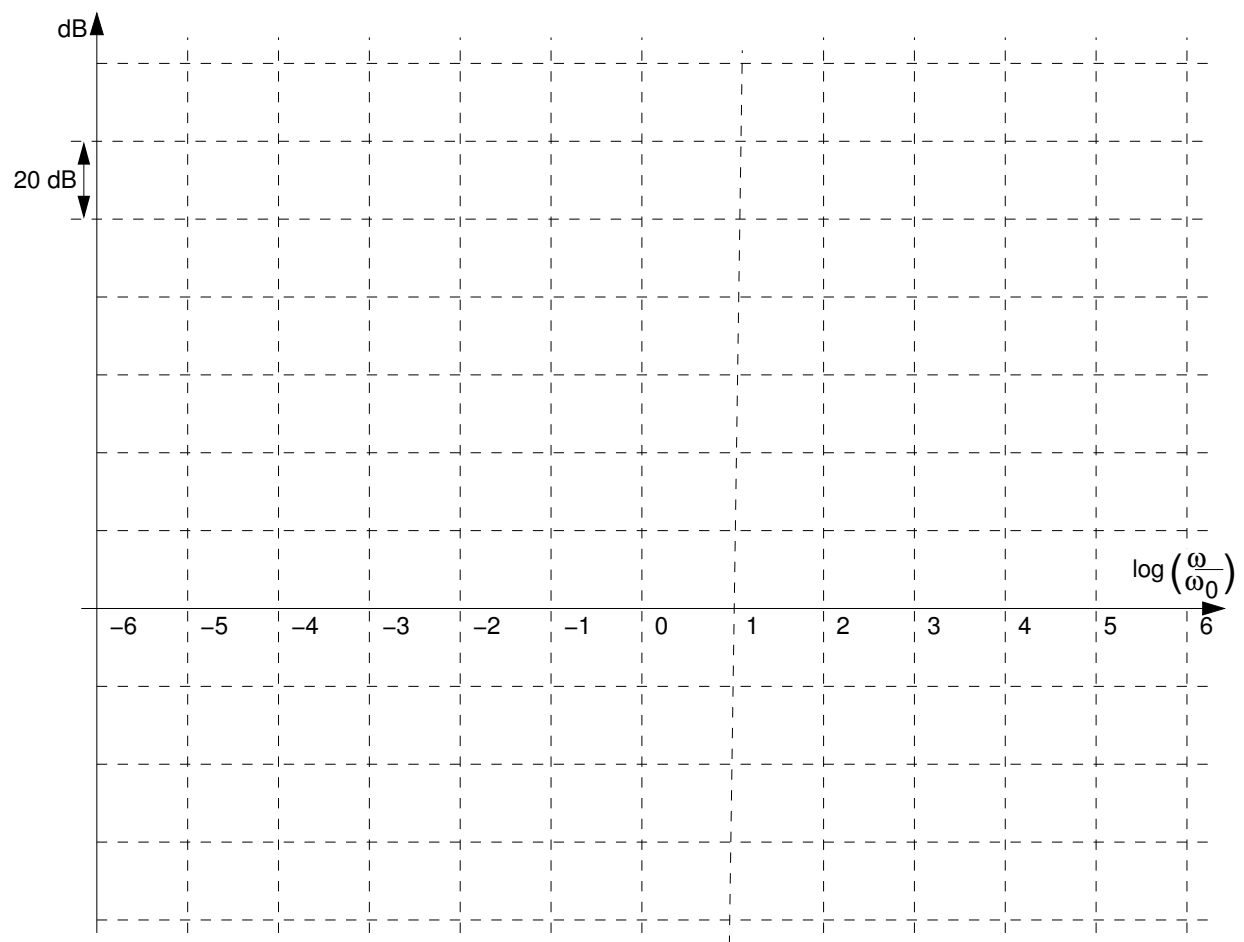
1. (a) Bestimmen Sie allgemein den Frequenzgang  $\underline{F}(j\omega) = \frac{U_2(j\omega)}{U_1(j\omega)}$  der Schaltung.
- (b) Welchen Wert nimmt  $\underline{F}(j\omega)$  für den Sonderfall  $|\underline{v}_u(j\omega)| \rightarrow \infty$  an?
- (c) Stellen Sie den Frequenzgang in der Form  $\underline{F}(j\omega) = \frac{F_a}{1 + F_a F_2}$  dar und geben Sie  $F_a$ ,  $F_2$  und die Schleifenverstärkung an.

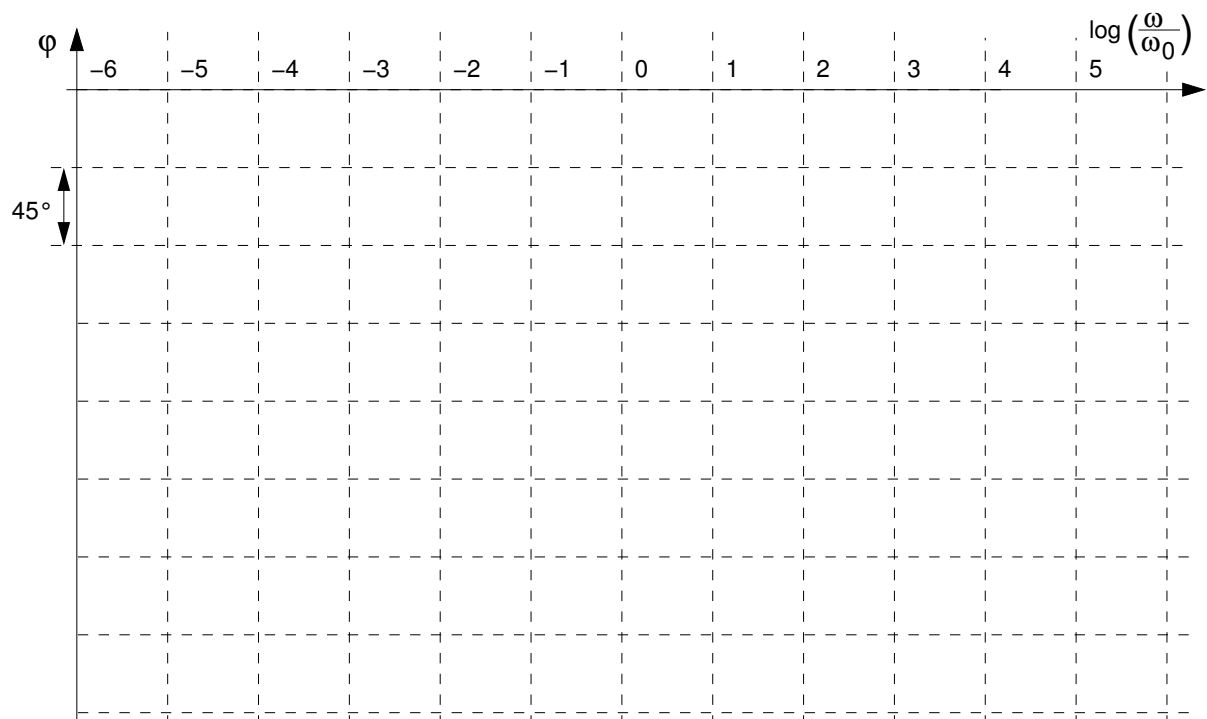
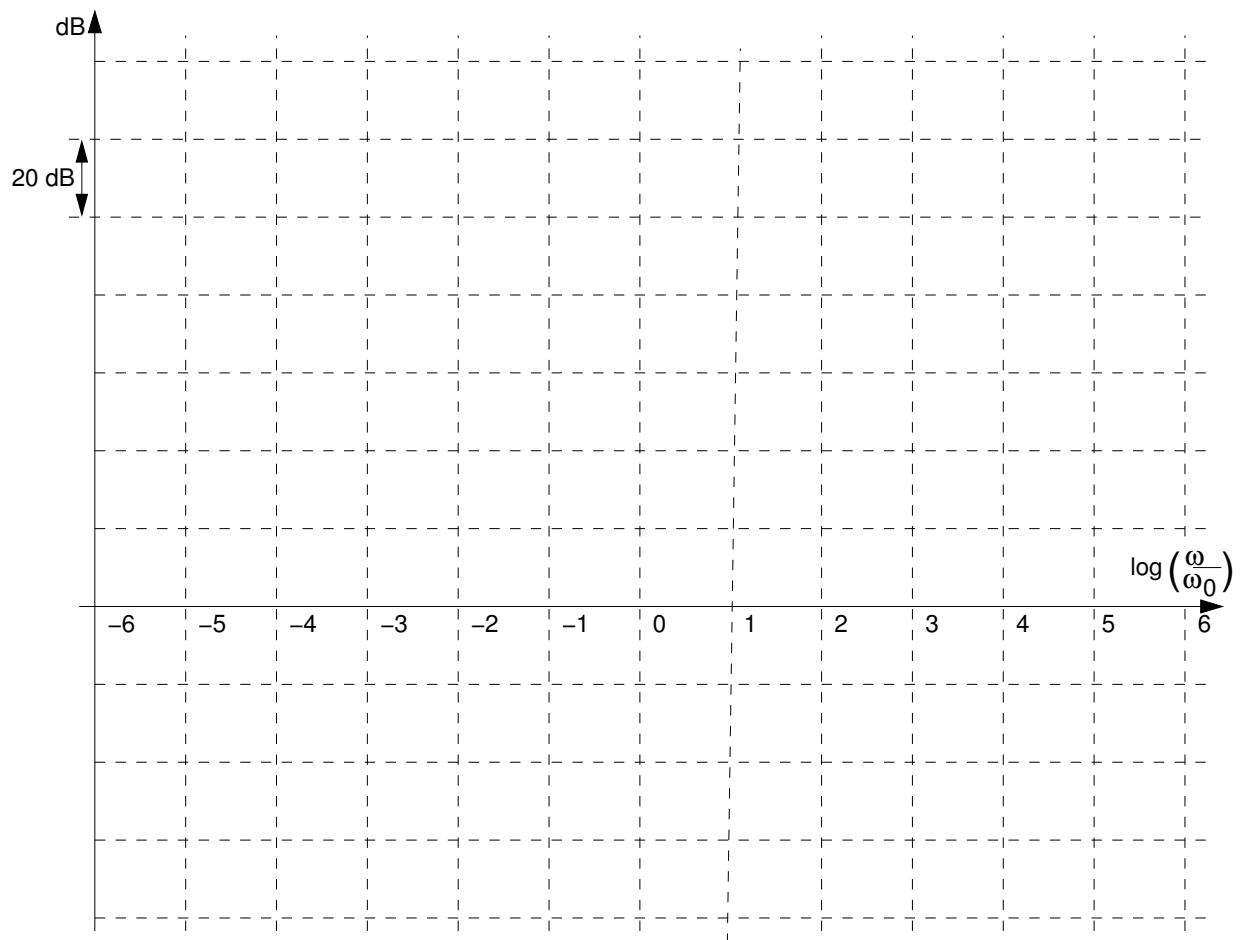
Für den Operationsverstärker gilt im Folgenden:

$$\underline{v}_u(j\omega) = \frac{v_0}{\left(1 + \frac{j\omega}{\omega_0}\right) \left(1 + \frac{j\omega}{10\omega_0}\right) \left(1 + \frac{j\omega}{10000\omega_0}\right)}$$

Falls Sie Aufgabenpunkt c) nicht lösen konnten, verwenden Sie im Folgenden  $F_2 = a = \text{const.} \in \mathbb{R} > 0$  und  $F_a = \frac{v_u(j\omega)}{(1-a)(1+j\omega RC)}$ .

2. (a) Zeichnen Sie Betrag und Phase von  $\underline{F}_a$  für den unkompensierten Fall  $C = 0$  in das Bode-Diagramm auf der nächsten Seite ein. Markieren und geben Sie den entsprechenden Wert für  $\underline{F}_a(\omega \rightarrow 0)$  an der Betragsachse an.
- (b) Ermitteln Sie anhand des Verlaufs von  $\underline{F}_a$  im Bode-Diagramm unter 2a) die kleinste Verstärkung  $\left|\frac{1}{F_2}\right|$ , die möglich ist, bevor eine Phasenreserve von  $45^\circ$  unterschritten wird. Tragen Sie den entsprechenden Verlauf von  $\left|\frac{1}{F_2}\right|$  in das Bode-Diagramm ein.  
 Hinweis: Es gilt in der logarithmischen Darstellung für die Schleifenverstärkung  $|\underline{F}_0|_{\text{dB}} = |\underline{F}_a|_{\text{dB}} - \left|\frac{1}{F_2}\right|_{\text{dB}}$ .
3. Es soll eine Verstärkung  $\left|\frac{1}{F_2}\right| = 10$  bei  $v_0 = 10000$  realisiert werden. Welchen Wert muss die Kompensationskapazität  $C$  mindestens besitzen, damit die Phasenreserve bei dieser Verstärkung noch  $45^\circ$  beträgt?





**Besprechung** des Blatts: 27.07.2016.