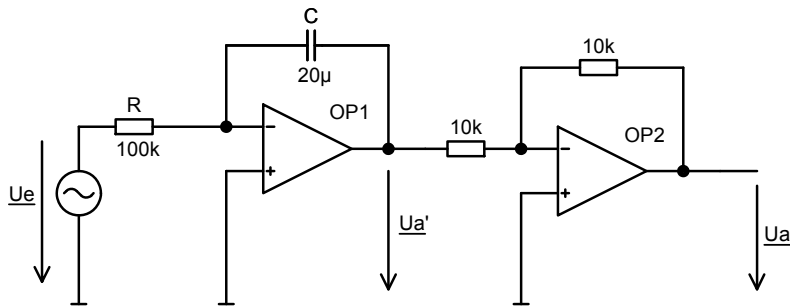


Gegeben ist das folgende Schaltbild eines nichtinvertierenden I-Reglers.



Das Frequenzabhängige Verhalten wird durch folgende Formeln beschrieben:

Frequenzgang:¹ $\underline{F} = \frac{K_I}{j\omega} = \frac{K_I}{\omega} \cdot e^{-j90^\circ} = F \cdot e^{-j90^\circ}$ mit $K_I = \frac{1}{R \cdot C}$

Der Betrag der Verstärkung ist also $F = \frac{K_I}{\omega}$ und die Phasenverschiebung ist immer -90° .

Übung 1:

Beschreiben Sie das Verhalten des Regelkreises bei Erhöhung der Frequenz!

Das Bode-Diagramm besteht aus zwei Teilen:

- Der Amplitudengang stellt den Betrag der Verstärkung in Abhängigkeit von der Frequenz dar.
- Der Phasengang zeigt die Abhängigkeit der Phasenverschiebung in Abhängigkeit von der Frequenz.

Sowohl der Betrag der Verstärkung als auch die Frequenz kann sehr kleine und sehr große Werte annehmen. Die Darstellung im Bode-Diagramm erfolgt deshalb im doppelten logarithmischen Maßstab.

Im Diagramm wird auf der waagrechten x-Achse als Maßstab der Logarithmus von ω aufgetragen.

Beim Amplitudengang wird auf der senkrechten y-Achse die Verstärkung in Dezibel-Werten aufgetragen.

Der Wert für F_{dB} berechnet sich mit:

$$F_{dB} = 20 \cdot \log F$$

Umgekehrt gilt:

$$F = 10^{\frac{F_{dB}}{20}}$$

¹ Komplexe Größen sind grundsätzlich durch unterstreichen zu kennzeichnen.

Übung 2:

Ergänzen für die vorliegende Schaltung die folgende Tabelle!

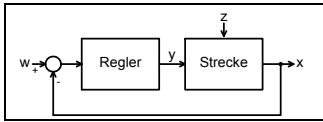
$\frac{\omega}{s^{-1}}$	$\log \omega$	$F = \frac{K_I}{\omega}$	F_{dB}	φ
0,01				
0,1				
0,5				
1				
10				
100				

Übung 3:

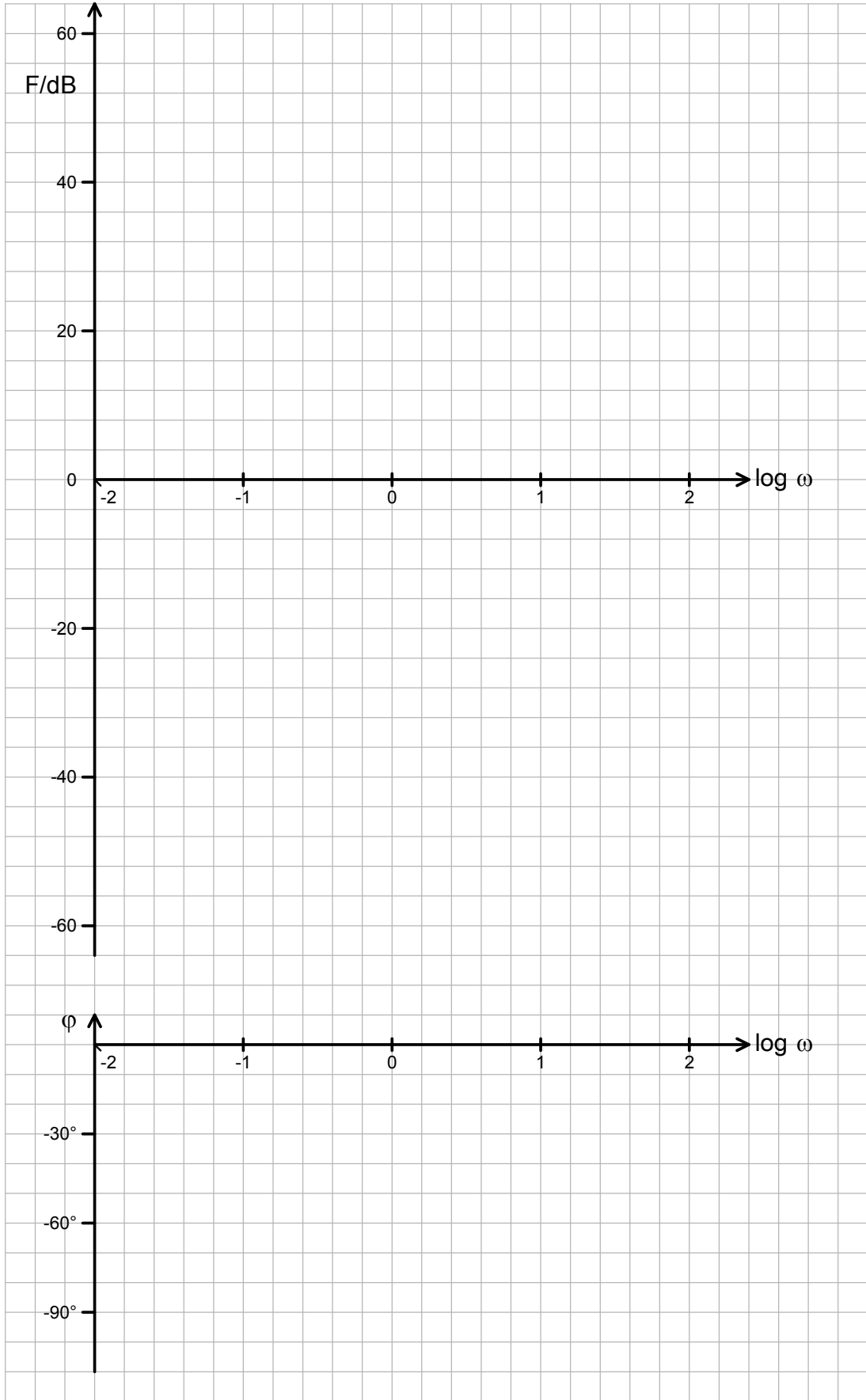
Übertragen Sie die Werte in das Bode-Diagramm auf der folgenden Seite!

Anmerkungen:

- Wählen Sie als Maßstab für die x-Achse (Frequenz) 2,5cm für eine Dekade.
- Legen Sie den Wert für $\omega = K_I$ näherungsweise in die Mitte der x-Achse.
- Wählen Sie als Maßstab für die y-Achse (Verstärkung in dB) 2,5cm für 20dB (eine Dekade!).
- Legen Sie den Wert für 0dB ungefähr in die Mitte der y-Achse.
- Der Maßstab für die y-Achse des Phasenganges (Winkel) ist linear von 0 bis -180° (1,5cm für 30°).



Bode-Diagramm:



Übung 4:

Beschreiben Sie, wie sich auf einfache Weise das Bode-Diagramm eines I-Gliedes konstruieren lässt!

Übung 5:

Bestimmen Sie grafisch aus dem gezeichneten Bode-Diagramm nach Übung 3 die Verstärkung F bei $\omega=2s^{-1}$!

Übung 6:

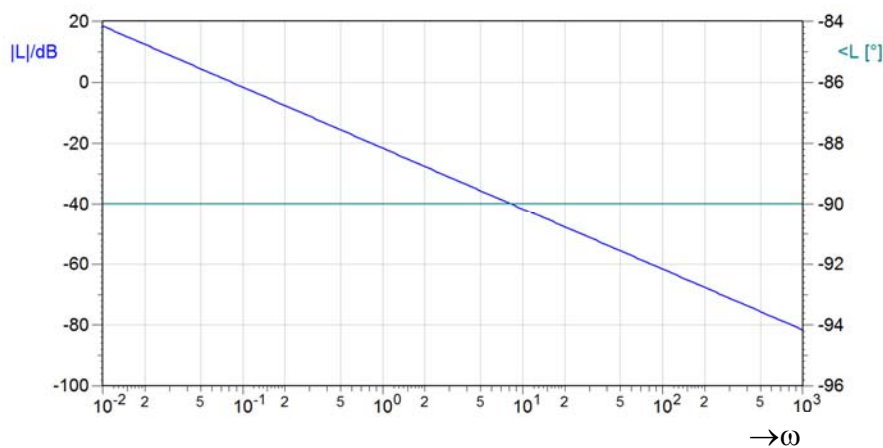
Bestimmen Sie grafisch aus dem gezeichneten Bode-Diagramm die Frequenz, bei welcher die Verstärkung $F=-30\text{dB}$ beträgt!

Übung 7:

- Entwickeln und dimensionieren Sie die Schaltung eines I-Regelkreisgliedes mit $K_I=15s^{-1}$!
- Zeichnen Sie das Bode-Diagramm!
- Bestimmen Sie an Hand des Bode Diagramms die Verstärkung für $\omega = 1, 10, 50$ und $200 s^{-1}$!
- Überprüfen Sie die Ergebnisse in Aufgabe c) durch Berechnung der Werte!

Übung 8:

- Zu welchem Regelkreisglied gehört das folgende Bode-Diagramm? Begründen Sie Ihre Antwort!
- Bestimmen Sie die Kenngrößen des Regelkreisgliedes!



- Entwickeln und dimensionieren Sie ein entsprechende Operationsverstärker-Schaltung!