

Nicht-invertierender Verstärker mit Operationsverstärker

Untersuchen Sie die nebenstehende Schaltung! Sie sollen ermitteln, wie die Ausgangsspannung U_A von der Eingangsspannung U_E abhängt. Orientieren Sie sich dabei an den nachfolgenden Fragen als Leitfaden.

1. Kann man bei dieser Schaltung mit einem **Virtualen Kurzschluss** rechnen? Begründen Sie Ihre Antwort!

2. Wie groß ist das Potential am negativen Eingang des Operationsverstärkers, wie groß ist also die Spannung U_1 ?

3. Wie groß ist der Strom I_1 ? Stellen Sie den Strom durch eine Formel dar, in der unter anderem U_E vorkommt.

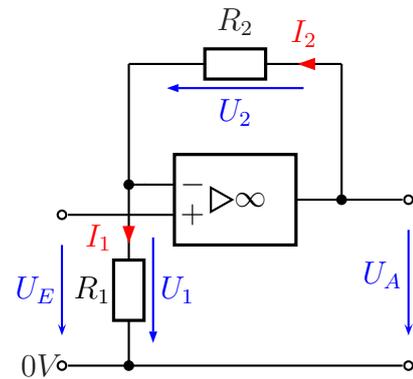
4. Bestimmen Sie damit den Strom I_2 . Stellen Sie auch diesen Strom durch eine Formel dar!

5. Bestimmen Sie die Spannung U_2 . Auch hier stellen Sie eine entsprechende Formel auf, wobei Sie die bereits bekannten Formeln verwenden können.

6. Nun können Sie eine Formel für U_A aufstellen.

7. Zum Schluss soll die Spannungsverstärkung V_U mit $V_U = \frac{U_A}{U_E}$ aufgestellt werden.

Gehen Sie die Fragen der Reihe nach durch und versuchen Sie, diese zu beantworten, bevor Sie weiterblättern!



Nicht-invertierender Verstärker

Lösung

1. Der Widerstand R_2 stellt eine **Gegenkopplung** dar, denn er führt die Spannung vom **positiven** Ausgang auf den **negativen** Eingang zurück. Daher können wir mit dem Virtuellen Kurzschluss rechnen.
2. Wegen des Virtuellen Kurzschlusses haben beide Eingänge des OP gleiches Potential. Da am positiven Eingang U_E anliegt, haben wir am negativen Eingang das gleiche Potential. Daher gilt:

$$U_1 = U_E$$

3. Nach dem Ohmschen Gesetz an R_1 gilt:

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_E}{R_1}$$

4. Am Stromknoten zwischen R_1 und R_2 gilt natürlich die Kirchhoffsche Knotenregel. Da der Eingangswiderstand des OP aber ∞ ist, folgt:

$$I_2 = I_1 = \frac{U_E}{R_1}$$

5. Am Widerstand R_2 gilt das Ohmsche Gesetz:

$$U_2 = R_2 \cdot I_2 = R_2 \cdot \frac{U_E}{R_1}$$

6. Ich mache einen **Maschenumlauf** über R_2 , R_1 und U_A . Unter der Berücksichtigung der Richtungen gilt demnach:

$$\begin{aligned} U_2 + U_1 - U_A &= 0 \\ U_2 + U_E - U_A &= 0 \\ -U_A &= -U_2 - U_E \\ U_A &= U_2 + U_E \\ &= R_2 \cdot \frac{U_E}{R_1} + U_E \\ &= \frac{R_2 \cdot U_E}{R_1} + \frac{R_1 \cdot U_E}{R_1} \\ U_A &= \frac{R_1 + R_2}{R_1} \cdot U_E \end{aligned}$$

7. Wir setzen die Werte in die Formel ein:

$$\begin{aligned}V_U &= \frac{U_A}{U_E} \\ &= \frac{\frac{R_1+R_2}{R_1} \cdot U_E}{U_E} \\ &= \frac{(R_1 + R_2) \cdot U_E}{R_1 \cdot U_E} \\ V_U &= \frac{R_1 + R_2}{R_1}\end{aligned}$$

Die Formel für diese Schaltung lautet also: $V_U = \frac{R_1 + R_2}{R_1}$