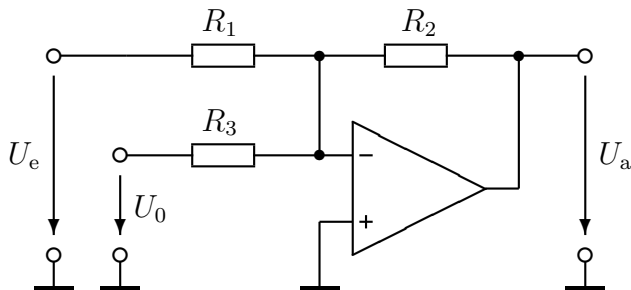


BEISPIEL 6.5: Nullpunktverschiebung

Dimensionieren Sie in den folgenden Schaltungen die nicht gegebenen Bauelementwerte so, dass die Ausgangsspannung U_a den Bereich $[0 \text{ V} \dots 10 \text{ V}]$ überstreicht, wenn die Eingangsspannung im Bereich $[-2 \text{ V} \dots +2 \text{ V}]$ variiert:

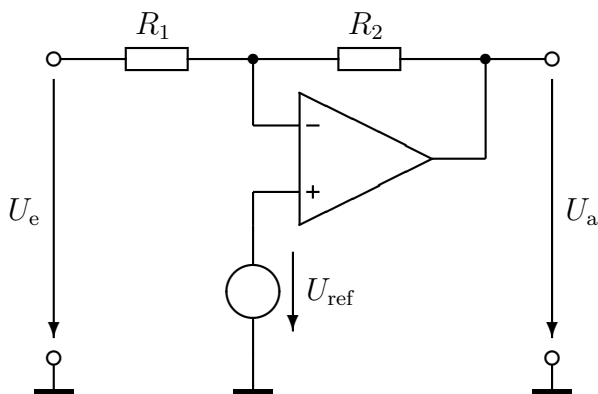
(a)



Gegeben: $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$
 $U_0 = -10 \text{ V}$

Gesucht: R_2, R_3

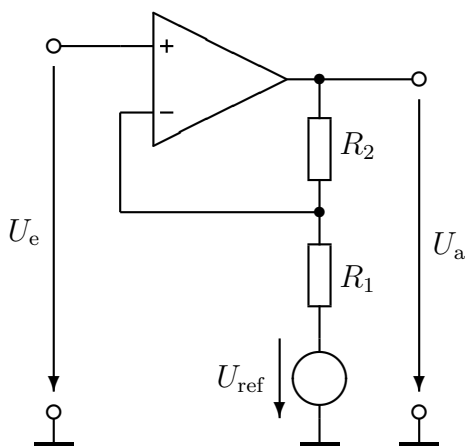
(b)



Gegeben: $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$

Gesucht: R_2, U_{ref}

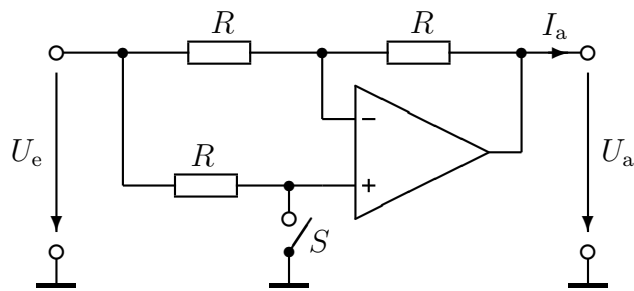
(c)



Gegeben: $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$

Gesucht: R_2, U_{ref}

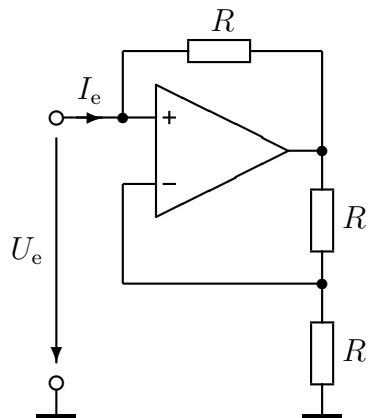
BEISPIEL 6.6: Verstärker mit umschaltbarer Funktion



Betriebsgrenzen: $|U_{a,OPV}| < 14 \text{ V}$
 $|I_{a,OPV}| < 20 \text{ mA}$

- Bestimmen Sie den Zusammenhang zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung $U_a(U_e)$ bei geöffnetem bzw. geschlossenem Schalter.
- Dimensionieren Sie den Widerstand R so, dass man der Schaltung im ungünstigsten Fall ($U_a = 14 \text{ V}$, ungünstigere Schalterstellung) gerade noch einen Ausgangsstrom von $I_a = 6 \text{ mA}$ entnehmen kann.
- Bestimmen Sie den Eingangswiderstand bei geöffnetem bzw. geschlossenem Schalter.

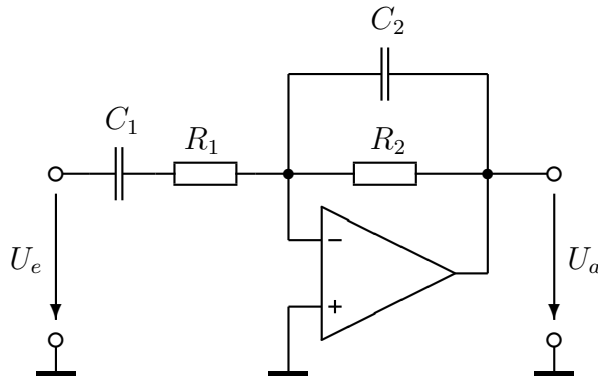
BEISPIEL 6.7: Negativer Widerstand



Betriebsgrenzen: $|U_{a,OPV}| < 14 \text{ V}$
 $|I_{a,OPV}| < 20 \text{ mA}$

- Bestimmen Sie den Eingangswiderstand der Schaltung als Funktion des Widerstandswertes R .
- Welchen Wert $U_{e,max}$ darf die Eingangsspannung U_e nicht überschreiten, damit die Funktion der Schaltung gewährleistet ist?
- Bestimmen Sie den Minimalwert R_{min} von R , sodass der Operationsverstärker bei $U_e = U_{e,max}$ den benötigten Strom liefern kann.

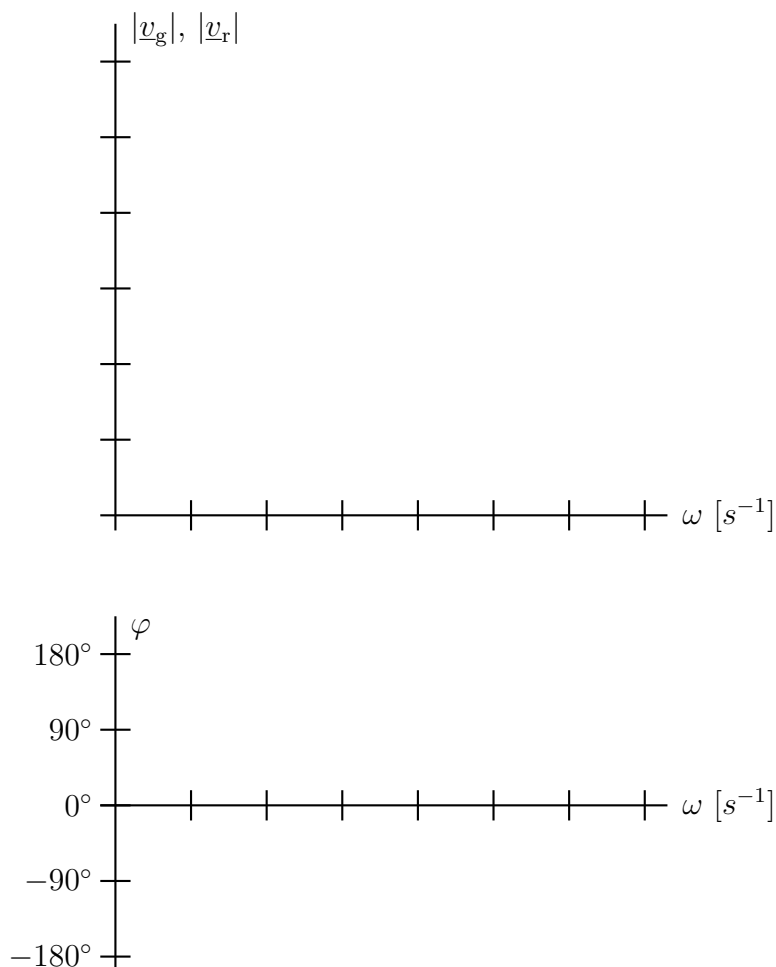
BEISPIEL 6.8: Aktiver Bandpass



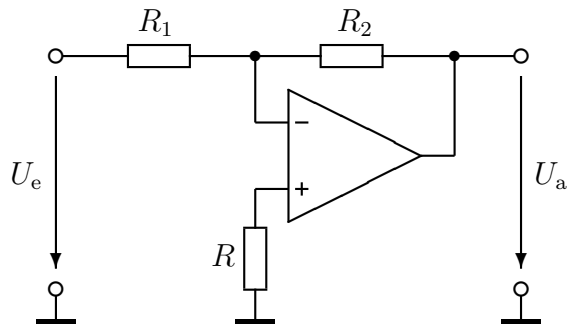
Widerstandswerte:	$R_1 = 1 \text{ k}\Omega$
	$R_2 = 10 \text{ k}\Omega$
Kapazitätswerte:	$C_1 = 100 \text{ nF}$
	$C_2 = 1 \text{ nF}$
Geradeausverstärkung:	$v_g^0 = 100\,000$
	$f_T = 5 \text{ MHz}$

Gegenüber einem passiven Bandpass hat dieser Bandpass den Vorteil, dass das Ausgangssignal gegenüber dem Eingangssignal verstärkt sein kann und dass er einen niedrigen Ausgangswiderstand hat.

- Schreiben Sie die komplexe Verstärkung $v_r = \underline{U}_a / \underline{U}_e$ als Funktion der Kreisfrequenz ω an.
- Geben Sie die Grenzkreisfrequenzen an, zeichnen Sie das Bodediagramm der rückgekoppelten Verstärkung v_r und zum Vergleich jenes der Geradeausverstärkung v_g .
- Berechnen Sie Betrag und Phase des Eingangswiderstands r_e im Maximum des Amplitudengangs der rückgekoppelten Verstärkung $|v_r|$. ($\omega = \sqrt{\omega_{g1}\omega_{g2}}$)



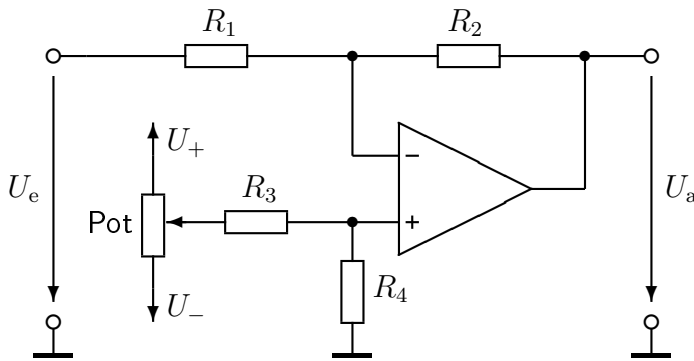
BEISPIEL 6.9: Biasstrom-Kompensation



Widerstandswerte: $R_1 = 2 \text{ k}\Omega$
 $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$
Biasstrom: $-500 \text{ nA} < I_{e0} < 0$
Offsetstrom: $|I_{ed0}| < 200 \text{ nA}$
Eingangsspannung: $U_e = 100 \text{ mV}$

- In welchem Bereich liegt die Ausgangsspannung U_a für $R = 0$ unter Berücksichtigung des Biasstromes und Vernachlässigung des Offsetstromes.
- Wie muss der Widerstand R gewählt werden, damit die Ausgangsspannung U_a nicht mehr vom Biasstrom abhängt? Lassen Sie den Offsetstrom weiterhin außer Acht.
- In welchem Bereich liegt die Ausgangsspannung U_a unter Berücksichtigung des Offsetstromes I_{ed0} , wenn der Widerstand R den in (b) bestimmten Wert hat?

BEISPIEL 6.10: Offsetspannungs-Kompensation



Versorgungsspannung: $U_+ = 5 \text{ V}$
 $U_- = -5 \text{ V}$

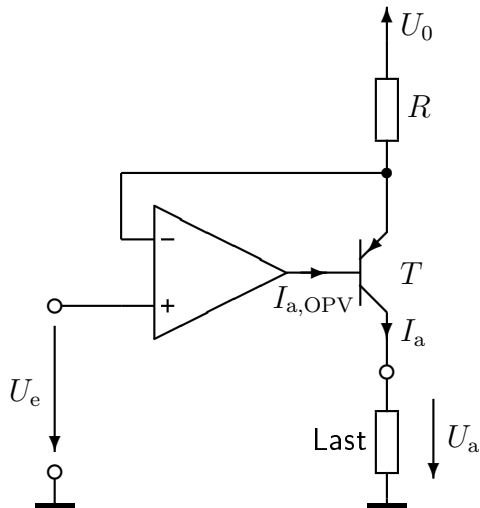
Biasstrom: $-500 \text{ nA} < I_{e0} < 0$

Offsetspannung: $-6 \text{ mV} < U_{ed0} < 6 \text{ mV}$
 $dU_{ed0}/dT = 3 \text{ } \mu\text{V/K}$

Widerstandswerte: $R_1 = 2,7 \text{ k}\Omega$
 $R_2 = 270 \text{ k}\Omega$
 $R_{\text{pot}} = 10 \text{ k}\Omega$

- Berechnen Sie die Spannungsverstärkung $v_r = u_a/u_e$ bei idealem Operationsverstärker.
- Dimensionieren Sie R_3 und R_4 so, dass die Offsetspannung U_{ed0} korrigiert werden kann. R_3 und R_4 sollen möglichst hochohmig sein, der Einfluss des Eingangsstromes I_{e0+} des nicht-invertierenden Eingangs auf die Ausgangsspannung U_a soll aber nicht stärker als 1% des Einflusses der Offsetspannung U_{ed0} sein.
- Berechnen Sie die Ausgangsspannungsdrift dU_a/dT bei fixer Potentiometerstellung.

BEISPIEL 6.11: Steuerbare Stromquelle



Transistor:

$$B = 60$$

$$U_f = 0,7 \text{ V}$$

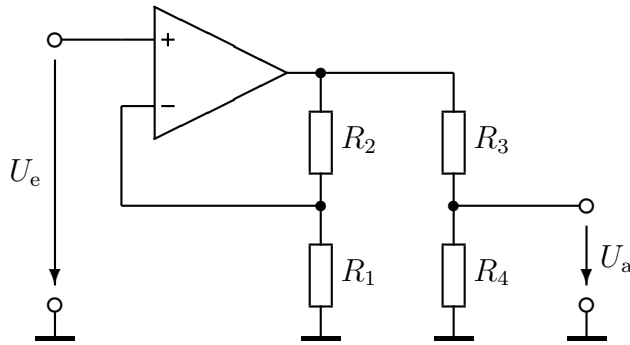
$$U_{\text{ECsat}} = 0,2 \text{ V}$$

Operationsverstärker:

$$|I_{a,\text{OPV}}| < 25 \text{ mA}$$

- Welchen Ausgangsstrom $I_{a,\text{max}}$ kann man der Stromquelle maximal entnehmen?
- Dimensionieren Sie den Widerstand R so, dass sich beim maximalen Ausgangsstrom Ausgangsspannungen bis zu 2 V unter der Versorgungsspannung einstellen lassen.
- Bestimmen Sie den Zusammenhang zwischen Stromquellenstrom I_a und Steuerspannung U_e .

BEISPIEL 6.12: Elektrometerverstärker mit Abschwächer



Widerstandswerte: $R_1 = 100 \Omega$
 $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$
 $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$
 $R_4 = 1,5 \text{ k}\Omega$

Transitfrequenz: $f_T = 110 \text{ MHz}$
 Slew Rate: $SR = 20 \text{ V}/\mu\text{s}$

- Berechnen Sie die Spannungsverstärkung $v_u = u_a/u_e$.
- Bestimmen Sie den Eingangswiderstand r_e .
- Bestimmen Sie den Ausgangswiderstand r_a .
- Berechnen Sie die Bandbreite f_{gr} .
- An den Eingang sei nun eine sinusförmige Spannung $U_e(t) = \hat{U}_e \cdot \sin \omega t$ mit der in (d) berechneten Frequenz gelegt. Berechnen Sie die maximalen Amplituden von Eingangs- und Ausgangsspannung, $\hat{U}_{e,max}$ und $\hat{U}_{a,max}$, sodass die Ausgangsspannung $U_a(t)$ nicht zusätzlich durch die Slew Rate verzerrt wird.

Hinweis: Unter Kleinsignalverhältnissen verhält sich der Elektrometerverstärker wie ein Tiefpass mit Grenzfrequenz f_{gr} . Das Ausgangssignal ist also bei sinusförmigem Eingangssignal ebenfalls sinusförmig und hat bei der Grenzfrequenz eine Amplitude, die im Vergleich zu niedrigen Frequenzen um den Faktor $1/\sqrt{2}$ abgeschwächt ist.