

A) Nichtinvertierender Verstärker (Elektrometerverstärker)

Angaben: Operationsverstärker: $\mu A 741$ CN

Betriebsspannung: ± 15 V

Eingangsspannung: $U_e = 125$ mV

Ausgangsspannung: $U_a = 8$ V

$\frac{U_a}{U_e} R_1$
verwenden.

1.) Dimensionierung

Eingangsruhestrom laut Datenblatt: $I_o = 80$ nA

Strom durch Gegenkopplungswiderstand: $I_a = 200 \cdot I_o = 16 \mu A$

mit Näherung $I_u \approx 0$ (siehe VO)

$$\hookrightarrow U_a = I_a \cdot (R_1 + R_2) \Rightarrow \frac{U_a}{I_a} = R_1 + R_2$$

$$U_{R_2} \approx U_e \text{ (siehe VO)} \Rightarrow U_e = I_a \cdot R_2$$

$$\Rightarrow R_2 = \frac{U_e}{I_a} = \frac{125 \text{ mV}}{16 \mu A} = 7,8125 \text{ k}\Omega \rightarrow E12: 8,2 \text{ k}\Omega \quad \text{bzw. } (6,8 + 1) \text{ k}\Omega$$

$$\Rightarrow R_1 = \frac{U_a}{I_a} - R_2 = 492,19 \text{ k}\Omega$$

$$(R_L = \frac{U_a}{I_a}) \quad \hookrightarrow E12: (470 + 22) \text{ k}\Omega$$

2.) $r_e = \frac{A_o}{A} \cdot r_o = \left| \frac{A_o}{r_o} \cdot \frac{1}{A} \right| = 1,56 \text{ G}\Omega$ (Formel per wiki)

$$r_a = r_{a,o} \cdot \frac{A}{A_o} \quad \text{mit } A = \frac{U_a}{U_e} = 64 \text{ Verst.}$$

$$\text{und } A_o = 10^5 \quad \text{Diff Verst.}$$

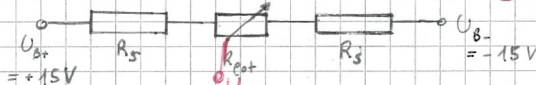
$$r_{a,o} = 1 \text{ k}\Omega$$

$$\Rightarrow r_a = 0,64 \text{ }\Omega$$

$$g = \frac{A_o}{A} = 1562,5$$

$$f_g = \frac{f_T}{A} = \left| f_T = 1 \text{ MHz} \right| = 15,625 \text{ kHz}$$

3.)



$$R_{ges} = 2R_s + R_{pot} = \frac{U_{ges}}{I_s} = \frac{30 \text{ V}}{10^{-3} \text{ A}} = 30 \text{ k}\Omega$$

zur Stabilität $I_s \gg I_a$

$$R_{pot} = \frac{U_{pot}}{I_s} = \frac{(0,5 + 0,5) \text{ V}}{10^{-3} \text{ A}} = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_s = (R_{ges} - R_{pot}) \cdot \frac{1}{2} = 14,5 \text{ k}\Omega \rightarrow 15 \text{ k}\Omega \quad \text{bzw. } (12 + 3,3) \text{ k}\Omega$$

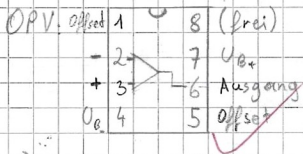
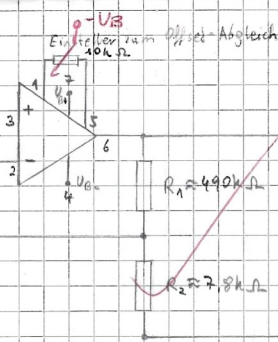
Es können nicht beliebig große Widerstände verwendet werden, da der Strom zu gering wäre (Ohm'sches Gesetz), wodurch $I_s \gg I_a$ nicht mehr unbedingt gelte würde.

© Beratz

4.)

Schaltung:

Wie ist
Teiler
verbunden?



B) Integrator

Angaben: OPV: $\mu A 741$ CN

$C = 6.8 \mu F$

$U_b = \pm 15 V$, $U_e = 100 mV$, $U_a(t_1) = -10 V$, $t_1 = 15 s$

$U_a(t_2) = 10 V$, $t_2 = 10 s$

1.) Dimensionierung Widerstand:

$$I_e + I_c = 0$$

$$C = \frac{Q}{U} \quad I = \frac{dQ}{dt}$$

$$\Rightarrow \frac{U_e}{R} + C \frac{dU_a}{dt} = 0 \Rightarrow \int_{U_a(t_1)}^{U_a(t_2)} dU_a = \int_0^t -\frac{U_e}{RC} dt$$

$$U_a(t_2) - U_a(t_1) = -\frac{U_e}{RC} \cdot t \Rightarrow \text{mit } t_1 = 15 s \text{ } U_a(t_1) = -10 V$$

$$\Rightarrow R = -\frac{U_e \cdot t_1}{U_a(t_1) \cdot C} = 22.06 k\Omega \rightarrow 22 k\Omega$$

2.) Dimensionierung Spannungsteiler

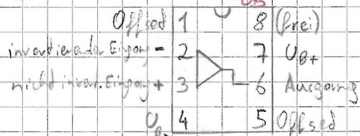
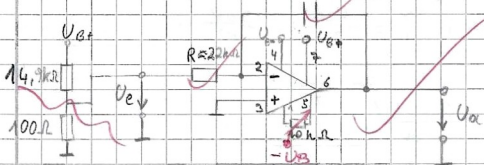
$$15 V - 0.1 V = 14.9 V = I_s R_{B1}$$

$$\Rightarrow R_{B1} = \frac{14.9 V}{10^{-5} A} = 14.9 k\Omega$$

$$U_{B2} = 0.1 V = I_s R_{B2} \Rightarrow R_{B2} = 0.1 k\Omega$$

3.)

$C = 6.8 \mu F$



Siehe Wort von
Gruppenkollege

4)

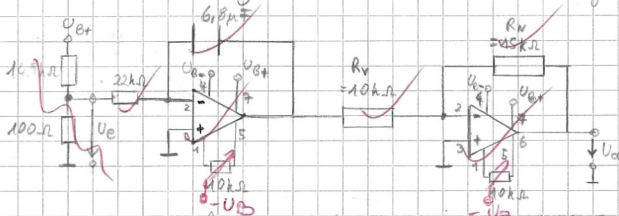
$$U_{out}(10s) = -\frac{U_e \cdot t}{RC} = -6,67V$$

erfordert nachfolgende Invertierung

$$\text{Verstärkung } A = \frac{U_{out,2}}{U_{out,1}} = \frac{12V}{-6,67V} = -1,5 = -\frac{R_N}{R_V}$$

$$R_V = 10k\Omega \quad R_N = 15k\Omega \quad (\text{schon in Schaltung verwendet})$$

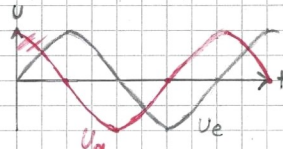
5.) Gesamtschaltung: Im Anschluss an Integrator noch eine invertierende Verstärkerschaltung, die (annähernd) instantan erfolgt, damit die Integrationszeit von 10s eingehalten wird.



Pinreihenfolge analog wie in A4) & B3)

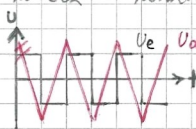
6) Sinus-Eingangssignal:

Achtung, zu Beginn ist C entladen
 $\Rightarrow U_a(t=0) = 0V$



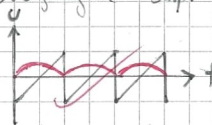
Das Integral des "sin" liefert "-cos" und durch zusätzlicher Invertierung "cos". Verstärkungsfaktoren können dazugedacht werden, wobei diese sich auch beim $\int \sin(\omega t) dt = -\cos(\omega t) \cdot \frac{1}{\omega}$ mit $\frac{1}{\omega}$ kürzen können).

Rechteck-Eingangssignal:



Konstanten integrieren sich zu linearen Verhalten/Steigungen auf.

Kipp-Eingangssignal:



Lineare Steigungen integrieren sich zu Parabeln ($\int x t dt = x \frac{t^2}{2} + C$).

$$7) X_C = \frac{1}{j\omega C} \quad i(t) = C \frac{du(t)}{dt} = |u(t) = u_0 e^{j\omega t}| = C j\omega u_0 e^{j\omega t}$$

$$X_C = \frac{u_0 e^{j\omega t}}{C j\omega e^{j\omega t} u_0} = \frac{1}{j\omega C} \quad i = \frac{-j}{\omega C}$$

$$U_e = U_A \quad I_A = -I_C = \frac{U_e}{R}$$

$$U_C = -X_C \cdot I_C = -\frac{U_e}{\omega RC}$$

© Sereno

$$V_1 = \frac{U_A}{U_e} = -\frac{1}{\omega RC}$$

$$V_2 = \frac{U_{out}}{U_{in}} = -\frac{R_N}{R_V}$$

$$V = \frac{R_N}{R_V} \cdot \frac{1}{\omega RC}$$

Bode-Diagramm:

