

OPV.

Labor"bung 3

ss 2018

@ Purzelbaum

FRAGE 1

LABOR:

Schaltungen zeichnen

invertierender Verstärker

nicht invertierender Verstärker

Integrierer

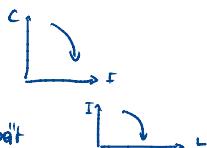
So mit Trigger

Frage 2

Spannung	$U [V]$	Wie viel Arbeit nötig ist, um eine Ladung in einem elektrischen Feld zu bewegen Um eine Ladung von 1As um einen Potenzialunterschied von 1V zu bewegen muss eine Arbeit von 1J verrichtet werden
Ström	$I [A]$	1A ist die Stärke des zeitlich konstanten Stroms, der im Vakuum zwischen zwei parallelen unendlich langen Leitern mit Abstand von 1m zwischen den Leitern eine Kraft von $2 \cdot 10^7 \text{ N/m}$ <u>leiterlängig</u> hervorrufen würde
Widerstand	$R [\Omega]$	Materialeigenschaft
Leistung	$P [W]$	$U \cdot I \rightarrow$ Arbeit pro Zeit

Phasenwinkel

Kondensator geht der Strom vor



Induktivität kommt der Strom zu spät

Ohmsches Gesetz

$$I = \frac{U}{R} \quad R = \frac{U}{I} \quad U = R \cdot I$$

Kirchhoff

Knotenregel

$$\sum I = 0$$

Knotenregel

$$\sum U = \sum I R = 0$$

Prinzip

Ladung kann sich im Knoten nicht häufen \Rightarrow

SI - Profixe

nano 10^{-9}

micro 10^{-6}

milli 10^{-3}

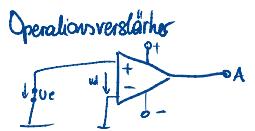
10

kilo 10^3

mega 10^6

Giga 10^9

Frage 3



Tiefpassverhalten
Verstärkung $80 \text{ dB} = 10.000$ für Verstärkung
Höhere Verstärkung durch open loop
Verstärker ist unterschalen \rightarrow Verstärkung ist ca. 10^5
closed loop \rightarrow fiktive Verstärkung, höherer Bandbreite

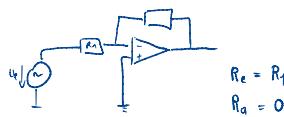
$$U_{\text{out}} = U_o \cdot U_{\text{in}}$$

$$|U_{\text{out}}| = \frac{U_o}{1 + j(\frac{f}{f_p})}$$

$$U_o = V(U_+ - U_-)$$

$$V(f) = \frac{U_o}{1 + j(\frac{f}{f_p})}$$

invertierender OPV



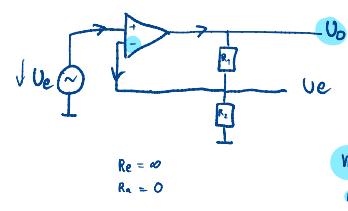
R1 führt nicht zu Masse, trotzdem λ weil es virtueller Nullpunkt ist.

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{U_e}{R_1} \\ I_2 &= \frac{U_o}{R_2} \end{aligned} \quad \left\{ \begin{aligned} I_1 + I_2 &= 0 \\ \frac{U_e}{R_1} - \frac{U_o}{R_2} &= 0 \end{aligned} \right. \quad \frac{U_o}{U_e} = -\frac{R_2}{R_1}$$

$$U_{\text{in}} = 1$$

$$U_{\text{out}} = 0$$

nicht-invertierender OPV



Umzeichnen



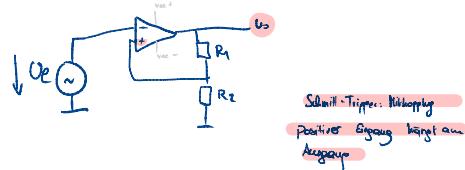
maximale Verstärkung von 1

$$U_{\text{in}} = 0$$

$$U_o = 0$$

Vestärker: Gegenkopplung
negativer Eingang hängt am Ausgang

OPV als invertierender Schmitt Trigger



Schmitt-Trigger: Hysterese
Positiver Eingang hängt am Ausgang

- a) (Eingang mit Hysteresis verbunden)
Schwellpunkte zum Schalten sind symmetrisch
 $U_{\text{out}} = \pm 10V$
Spannungsdivider, R müssen gleich groß sein

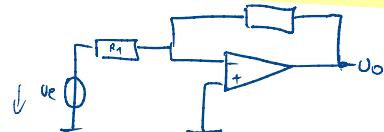


Schwellen ist bei Schaltschwellen Well!
Schaltschwellen übertragen, wenn $U_o = 0V$
Schaltschwellen wenn $U_o = 5V$ übertragen

$$\begin{aligned} U_o &= \pm 10V \\ U_{\text{in}} &= -5V \\ U_{\text{out}} &= +5V \end{aligned}$$

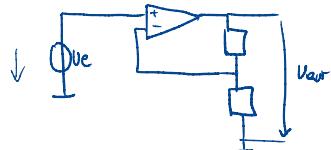
$$\begin{aligned} U_{\text{out}} &= \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot U_{\text{in}} \\ 5 &= \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot 10 \quad \frac{1}{2} \Rightarrow R_1 = R_2 \end{aligned}$$

OPV als invertierender Verstärker



- a) Eingangs $R = R_1$
Ausgangs $R = 0$

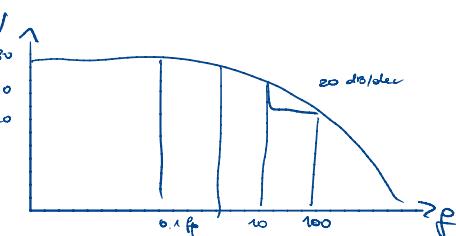
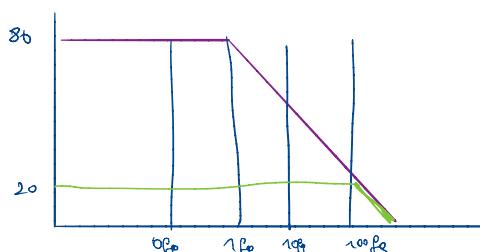
OPV als nicht-invertierender Verstärker



$$\begin{aligned} \text{Eingangs Widerstand } \infty & \quad R_e = \frac{U_e}{I_e} = \infty \\ \text{Ausgangs Widerstand: } 0V & \end{aligned}$$

OPV \rightarrow Tiefpass, mit OPV selbst sonst zu wenigen Impulsen.

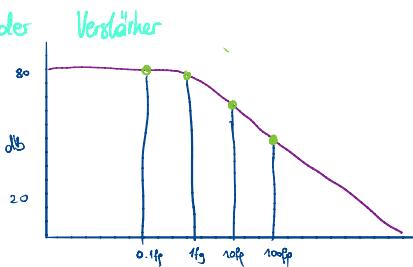
$r_a \approx 0.2$ Schaltung wirkt wie Spannungsquelle



Frage 4

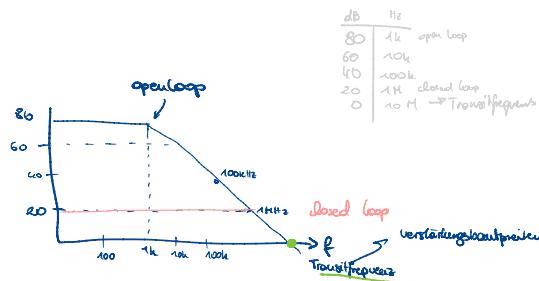
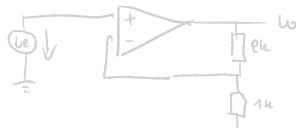
OPV als nicht invertierender Verstärker

- Funktion der Frequenz
- maximale Verstärkung



immer 20 dB , weil -20 dB/decade

- Gegenkopplung R ist $9 \text{ k}\Omega$
- Verstärkung mit 80 dB
- Grenzfrequenz 1 kHz



$$\text{Gleichspannungsverstärkung: } V_{\text{out}} = U_{\text{in}} \left(1 + \frac{R_2}{R}\right) = 1 \cdot \left(1 + \frac{10}{1}\right) = 10$$

10-fache Verstärkung wird bis 1kHz erreicht

maximale Frequenz

$$f_g = 1 \text{ kHz mit } 80 \text{ dB} \approx 10.000 \text{ Rad/s Verstärkung = open loop}$$

$-20 \text{ dB/Decade} \rightarrow f_g \cdot 10^3 = 1 \text{ kHz}$

- Gegenkopplung R ist $9 \text{ k}\Omega$
- Verstärkung mit 80 dB
- Grenzfrequenz 10 kHz

Berechnung wie oben

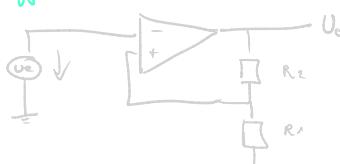
1kHz Rechteckspannung: Ja, weil Frequenz $\approx \frac{1}{10}$ der Grenzfrequenz der Schaltung ist ($10 \text{ kHz } f_g \rightarrow \text{akzeptabel wäre mit 10-fach!}$)

10kHz Rechteckspannung: Nein, da sie über Grenzfrequenz der Schaltung noch um 3dB abgesenkt wird.

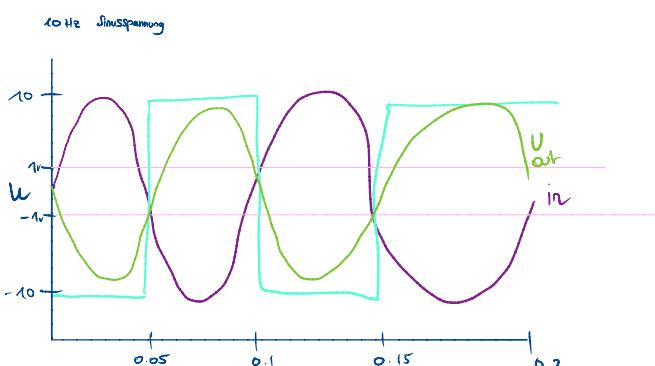
Der dargestellte Schmitt Trigger wirkt nicht-invertierend. Er schaltet seine Ausgangsspannung bei Erreichen einer positiven Schaltschwelle U_{EIN} am Eingang nach $+U_{\text{a max}}$ und bei einer bestimmten negativen Schaltschwelle U_{AUS} nach $-U_{\text{a max}}$.

OPV als invertierender Schmitt Trigger

- Verstärkung: 80dB
- Grenzfrequenz: 1kHz \rightarrow auf openloop
- Schwellenwerte $\pm 1 \text{ V}$
- Transisturfrequenz Verstärkung: 1



Schaltet erst, wenn Schaltschwelle von richtiger Flanke über/fürschritten werden
weil inv. Sch. Tr. ergibt sich ein zu U_{in} invertiertes Rechtecksignal



10Hz Sinusspannung

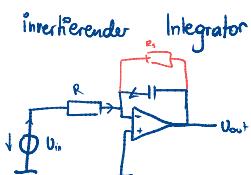
\rightarrow Es gibt keinen Ausgang, der die f_g überschreiten ist.

Liste für Frequenzspannen!

Keine Spannung am Uout weil Grenzfrequenz vor überschritten ist.

Frage 5

OPV als invertierender Integrator



$$I_1 = \frac{U_e}{R}$$

$$I_2 = C \cdot \frac{dU_0}{dt}$$

$$I_1 = -I_2$$

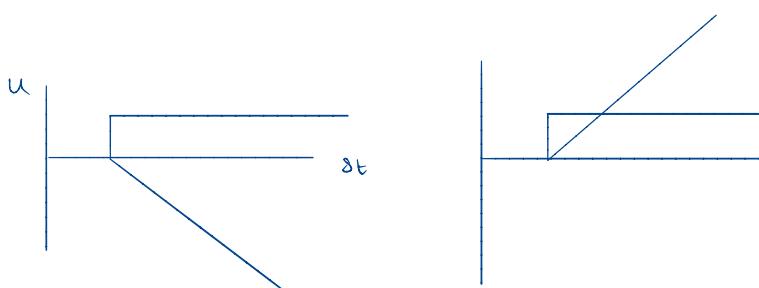
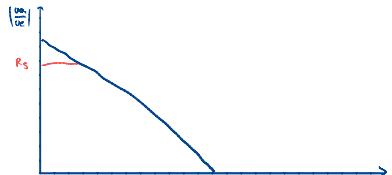
$$\frac{U_e}{R} = C \cdot \frac{dU_0}{dt}$$

$$U_0 = -\frac{1}{RC} \int U_e(t) dt + U_0(0)$$

$$U_e = +1V$$

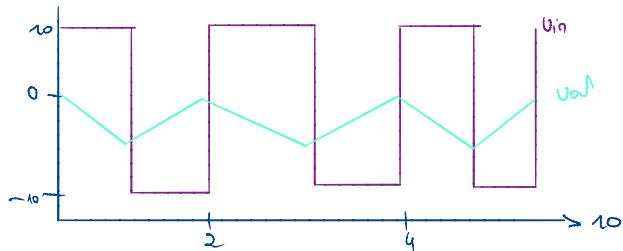
$$U_{out} = -\frac{1}{RC} \int U_{in}(t) dt = -\frac{1}{RC} \cdot t$$

Übertragungsfunktion:



$$U_e = \pm 10V \text{ (Rechtecke)}$$

$$U_{out} =$$



$$U_e = \sin \omega, \text{ OR}$$

$$U_{out} = \cos \omega$$

