

Elektrische Messtechnik für Informatiker SS2003

5. Übung: Messverstärker

Wenn keine besonderen Hinweise gegeben sind, gelten folgende Annahmen:

Die Operationsverstärker arbeiten im linearen Bereich und sind ideal ($k' \rightarrow \infty$; $R'_e \rightarrow \infty \Omega$; $R'_a \rightarrow 0 \Omega$).

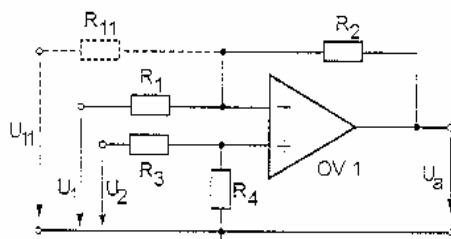


Bild 1

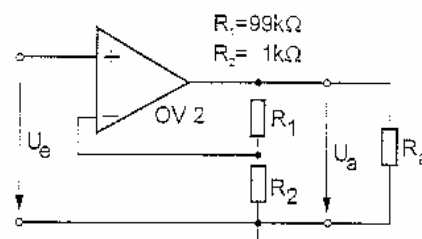


Bild 2

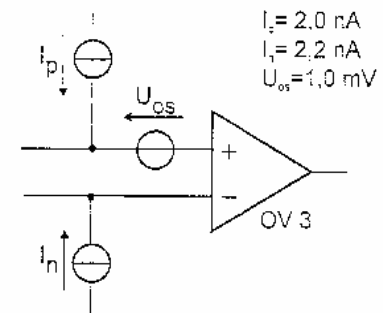


Bild 3

5.1 subtrahierender Messverstärker (Bild 1)

a) Diskutieren Sie die Kenngrößen eines „idealen“ und eines "realen" Operationsverstärkers.

Geben Sie die folgenden Spannungen als Funktion der gegebenen Größen an:

b) $u_{a1} = f(u_2, R_1, R_2, R_3, R_4)$ für $u_1 = 0 \text{ V}$

c) $u_{a2} = f(u_1, R_1, R_2, R_3, R_4)$ für $u_2 = 0 \text{ V}$

d) u_a für beliebige Werte von u_1 und u_2 . (Superposition!)

e) Welche beiden Beziehungen müssen für $u_a = u_2 - u_1$ zwischen den Widerständen gelten?

f) Welche Wirkung hätte der zusätzliche, gestrichelte Eingang mit U_{11} und R_{11} ?

g) Wie groß ist der Eingangswiderstand R_e des U_1 bzw. U_2 -Eingangs?

5.2 Spannungsverstärker (Bild 2)

- Wie lautet die Übersetzung $k = u_a / u_e$ allgemein und zahlenmäßig?
- Erläutern Sie am den Begriff „eingeprägte Ausgangsgröße“ eines Messverstärkers.
- Mit welcher Dimensionierung von R_1 und R_2 würde man aus der geg. Schaltung einen sog. „Spannungsfollower“ erhalten und welche Funktion würde ein derartiger Verstärker ausführen?

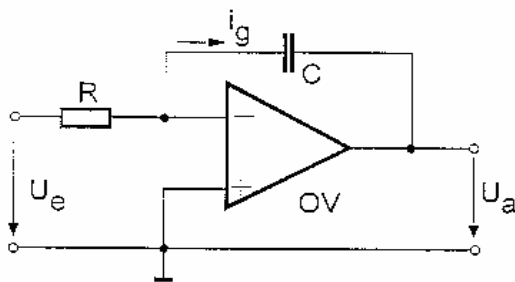
nur für Punkt d), e) und f): R_1 bzw. R_2 weisen Toleranzen von $\pm 5\%$ auf.

- Wie lautet der absolute bzw. relative Fehler der Übersetzung $k = u_a / u_e$ allgemein und zahlenmäßig für $k=1$ und $K=10$?
- Hat Ihr Lösungsweg von d) auch für Toleranzen im zig%-Bereich Gültigkeit?
- Wie groß ist der relative mittlere wahrscheinliche Fehler der Übersetzung k , wenn die obigen Toleranzangaben als Standardabweichungen betrachtet werden?

Der OV ($K' \rightarrow \infty$; $R_{e'} \rightarrow \infty$, $R_{a'} \rightarrow \infty$) habe nun die **Nullpunktfehler** U_{os} , I_p , I_n nach Bild 3.

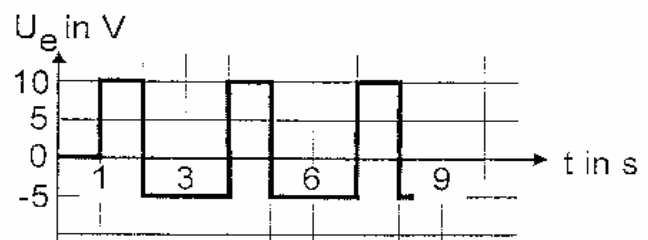
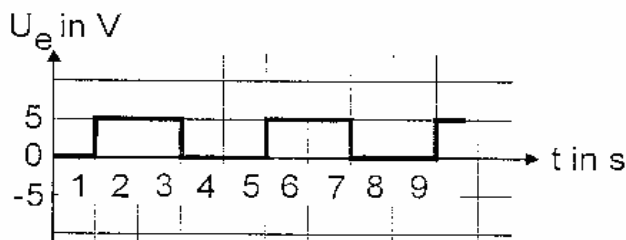
- Berechnen Sie allgemein und zahlenmäßig die durch die Nullpunktfehler verursachte Ausgangsfehlerspannung ΔU_a des Meßverstärkers von Bild 2. (an Superposition denken!)

5.3 Integrationsverstärker



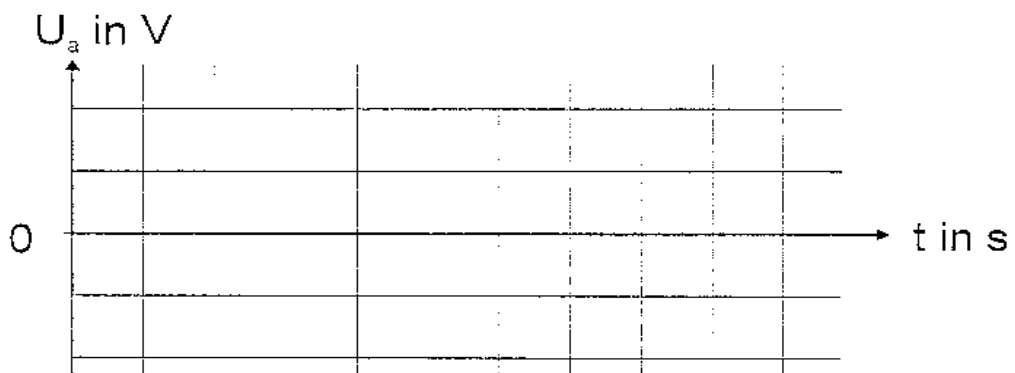
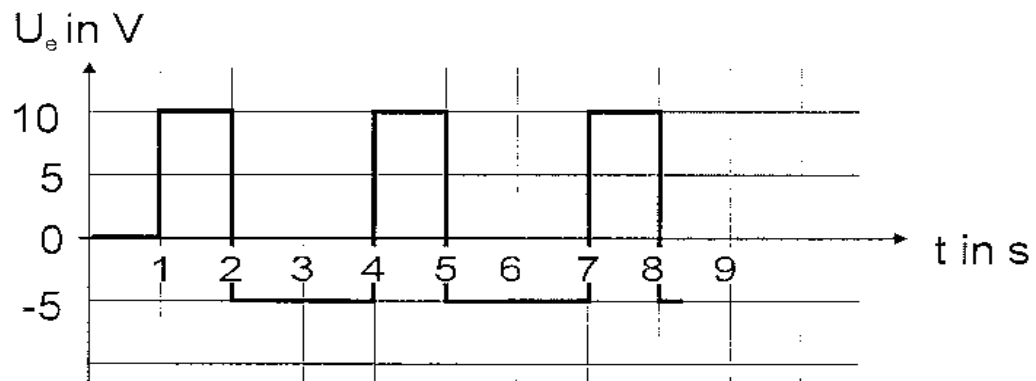
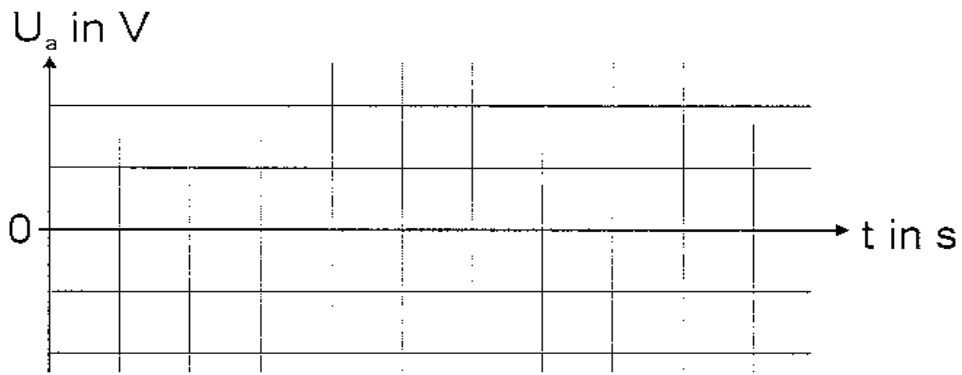
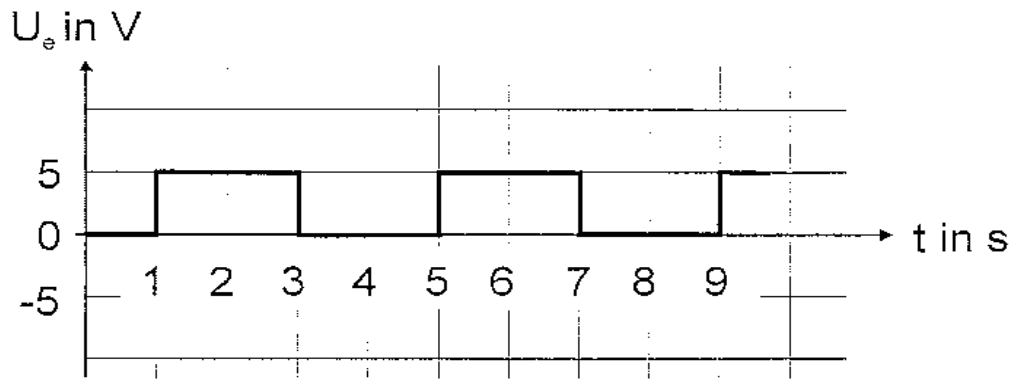
Die gegebene Messschaltung eignet sich zur Integration von Sensorsignalen $u_e(t)$..

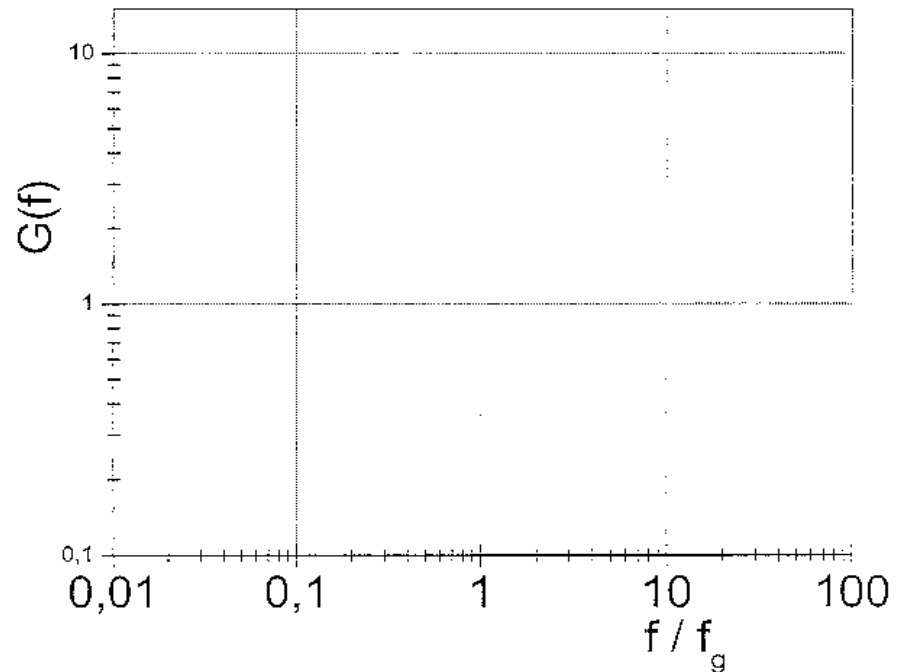
- Nennen Sie messtechnische Anwendungsfälle für einen Integrierverstärker.
- Wie lautet der zeitliche Zusammenhang $u_a(t) = f(u_e(t), R, C, t_0, \dots)$ für $t > t_0$?
- Wie vereinfacht sich das Ergebnis von b) für $t_0 = 0s$; $u_e(t=0s)=0V$ und $R=1M\Omega$, $C=1\mu F$ und $u_e(t)=U_0=konst$?
- Berechnen und skizzieren Sie die $u_a(t)$ -Verläufe für die gegebenen Eingangsspannungen $u_e(t)$ für $U_a(t=0) = 0V$



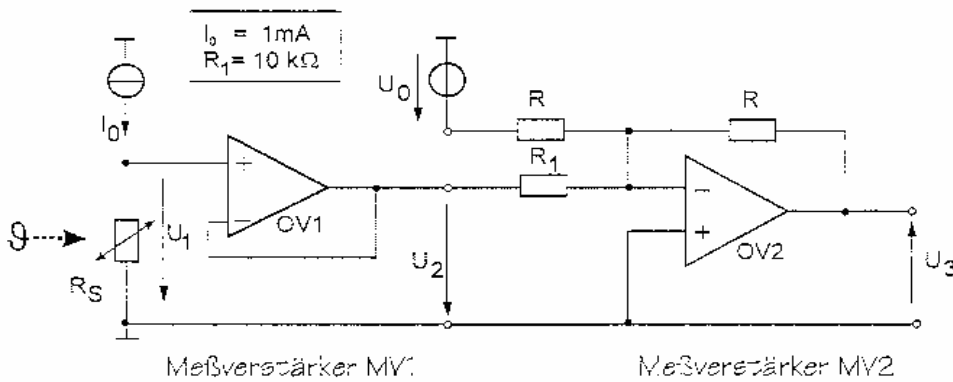
- Berechnen und skizzieren Sie den Amplitudengang $|U_a/U_e|$ des Integrierers und vergleichen Sie die Ergebnisse mit denen eines Tiefpasses (gleiche Grenzfrequenz f_g , d.h. gleiche R-,C-Werte).
- Durch welche Änderung der verwendeten Bauteile zeigt die gegebene Schaltung ein differenzierendes Verhalten?

zu 5.3d)





5.4 Messverstärker bei analoger Temperaturmessung (Klausuraufgabe)



Zur Messung der Celsius-Temperatur ϑ wird ein Pt100-Widerstandsthermometer R_s bei einem Meßstrom I_0 eingesetzt. Mit Hilfe zweier Meßverstärker MV1 und MV2 wird die Sensorspannung U_s in die Ausgangsspannung U_3 umgeformt. Die Operationsverstärker OV1 und OV2 sind ideal.

- Berechnen Sie $U_2 = g(U_1)$.
- Berechnen Sie $U_3 = g(U_2, U_0, R, R_1)$.
- Wie lautet nun der Zusammenhang $U_3 = g(U_1, U_0, R, R_1)$?

⇒ Der Temperaturbereich $\vartheta = 0^\circ\text{C} \dots 100^\circ\text{C}$ soll auf $U_3 = 0\text{V} \dots 1\text{V}$ abgebildet werden.

- Die Kennlinie des Pt100 lautet: $R_s = A(1 + B\vartheta)$. Geben Sie A und B zahlenmäßig an.
- Berechnen Sie $U_1(0^\circ\text{C})$ und $U_1(100^\circ\text{C})$.
- Dimensionieren Sie U_0 und R zahlenmäßig (mit Einheiten!).