

Elektronik und computerunterstützte Messtechnik
Labor, SS 2022
PHY.I02UF

Übung 2 - Operationsverstärker

A: Elektrometerverstärker und B: Integrator

**Abgabe der Vorbereitung: bis Freitag, 29. April 2022, 12:00 Uhr im Briefkasten 517,
EG, Petersgasse 16 (Inst. f. Materialphysik)**

Praktikumstermin: KW18 (04.05 bis 06.05.2022) – USB mitnehmen!

A) Nichtinvertierender Verstärker (Elektrometerverstärker)

1) Angaben

Operationsverstärker: $\mu\text{A 741 CN}$

Betriebsspannung: $\pm 15\text{ V}$

Eingangsspannung: $U_e = 125\text{ mV}$

Ausgangsspannung: $U_a = 8\text{ V}$

2) Vorbereitung

- 1) Dimensionieren Sie das Netzwerk: Die Widerstände im Netzwerk sind so zu dimensionieren, dass die über den Gegenkopplungswiderstand fließenden Ströme um etwa einen Faktor 200 größer sind als der Eingangsruhestrom.
- 2) Es sind die Parameter Eingangswiderstand r_e , Ausgangswiderstand r_a , Schleifenverstärkung und Bandbreite der Schaltung zu berechnen. (Datenblatt zu $\mu\text{A 741 CN}$ in VO Unterlagen)
- 3) Um eine Messung des Aussteuerungsbereiches am Steckbrett durchzuführen, muss ein Eingangsspannungsteiler dimensioniert werden, sodass ein Bereich von $\pm 0,5\text{ V}$ eingestellt werden kann. Dimensionieren Sie diesen auf Basis der Betriebsspannung mit **zwei Widerständen**, sowie **Potentiometer** und skizzieren Sie ihn. Dürfen beliebig große Widerstände verwendet werden? Begründen Sie die Antwort.
- 4) Zeichnen Sie einen Schaltplan, inklusive Pin-Bezeichnung (Keine freien Pins am OPV!) und tragen Sie die berechneten Widerstandswerte des Netzwerks ein.

3) Praktische Durchführung

- 5) Die Schaltung ist mit LTspice zu zeichnen und auszudrucken (PDF).
- 6) Der Aussteuerungsbereich ist mit einem „DC SWEEP“ zu bestimmen und plotten.
- 7) Anstatt des $\mu\text{A 741 CN}$, wird in der Simulation das Bauteil LM741 verwendet.
- 8) Der Operationsverstärker ist auf seine Funktionstüchtigkeit mit Hilfe der vorgegebenen Testschaltung (Invertierender Verstärker) zu überprüfen.
- 9) Der Verstärker (bestehend aus OPV, Netzwerk und Spannungsteiler für die Eingangsspannung) ist auf dem Steckboard aufzubauen.
- 10) Es ist der Offsetspannungsabgleich durchzuführen.
- 11) Die gemessene Ausgangsspannung ist mit der zu erwartenden Ausgangsspannung zu vergleichen und das Ergebnis zu protokollieren.
- 12) Es ist der Aussteuerungsbereich des Verstärkers zu messen.
- 13) Die Ergebnisse der Simulation und Messung am Steckboard sind zu diskutieren.

B) Integrator

1) Angaben

Operationsverstärker: $\mu\text{A}741 \text{ CN}$

Betriebsspannung: $\pm 15 \text{ V}$

Bauen Sie einen Umkehrintegrator, sodass 15 Sekunden nach Anlegen einer **positiven** Eingangsspannung U_e von 100 mV die Ausgangsspannung U_a den Wert **-10 V** erreicht. Verwenden Sie dazu einen Kondensator mit einer Kapazität von 6,8 μF . Erweitern Sie in der Simulation die Schaltung um eine geeignete OPV Verstärkerstufe, so dass bereits nach 10 s eine **positive** Ausgangsspannung von 10 V erreicht wird (dies muss am Steckbrett nicht umgesetzt werden).

2) Vorbereitung

- 1) Dimensionierung des Netzwerkes: Bestimmen Sie den für die o.g. Integrationszeit passenden Widerstand R.
- 2) Dimensionieren Sie (auf Basis der Betriebsspannung) für die genannte Eingangsspannung U_e einen genügend belastbaren Spannungsteiler (für den Eingangsstrom des Integrators).
- 3) Zeichnen Sie den Schaltplan, und tragen Sie darin die berechneten Werte und beschalteten Pins in die Schaltskizze ein.
- 4) Erweitern Sie die Schaltung um eine passende OPV Verstärkerstufe (siehe Angabe) - Dimensionieren Sie den hierfür erforderlichen Teil des Netzwerkes.
- 5) Zeichnen Sie den Schaltplan und tragen Sie darin die berechneten Werte sowie beschalteten Pins in die Schaltskizze ein.
- 6) Skizzieren Sie die Ausgangsspannung bei einer Sinus-, Rechteck- und Kippschwingung als Eingangssignal und begründen Sie das Ergebnis.
- 7) Leiten Sie die Impedanz ($X_c = \left| \frac{-j}{\omega C} \right|$) eines Kondensators für eine Wechselspannung her und folgern Sie daraus die frequenzabhängige Verstärkung ($\frac{U_a}{U_e}$) der Schaltung. Skizzieren/Plotten Sie den Verlauf (**Bode-Diagramm**).

3) Praktische Durchführung:

- 1) Der Umkehrintegrator ist mit LTspice zu zeichnen und als Abbildung zu speichern.
- 2) Die Integrationsdauer der Schaltung ist mit einer konstanten Spannungsquelle zu simulieren. Die Ergebnisse sind mit der Vorbereitung zu vergleichen.
- 3) Der OPV ist auf die Funktionstüchtigkeit zu prüfen. (siehe Aufgabe A, Punkt 8)
- 4) Der Umkehrintegrator (bestehend aus OPV, Netzwerk und Spannungsteiler) ist auf dem Steckboard aufzubauen.
- 5) Es ist der Offsetspannungsabgleich durchzuführen.
- 6) Die aufgebaute Schaltung ist in Betrieb zu nehmen und die Integrationszeit zu protokollieren (Stoppuhr). Die Messung ist fünfmal zu wiederholen.
- 7) Die Schaltung (und Simulation) ist mit verschiedenen Spannungsquellen (Sinus, Rechteck, Dreieck) zu testen. Protokollieren und vergleichen Sie die Ergebnisse. Nutzen Sie dazu Oszilloskop und Frequenzgenerator.
- 8) Vergleichen Sie die frequenzabhängige Verstärkung der Schaltung in einem Bereich zwischen 5 und 50 Hz mit der Simulation.
- 9) Die Simulation ist um die genannte Verstärkerstufe zu erweitern. Wiederholen Sie mit der neuen Schaltung Punkt 2 und 7
- 10) Die Ergebnisse aus Messung und Simulation sind zu diskutieren.