



Versuchsanleitung

Operationsverstärker

Nummer: 04
Kompiliert am: 22. November 2019
Letzte Änderung: 22.11.2019
Beschreibung: Es werden die Eigenschaften von Operationsverstärkern untersucht und darauf beruhende Funktionen dargestellt.
Webseite: <https://www.uni-ulm.de/nawi/institut-fuer-festkoerperphysik/lehre/>

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	2
2 Stichpunkte zur Versuchsvorbereitung	2
2.1 Theorie	2
2.2 Beispiele aus Natur und Alltag	2
3 Versuchsdurchführung	2
3.1 OP als invertierender Verstärker	3
3.2 OP als Strom-Spannungskonverter	3
3.3 OP als Integrator, Differenzierer und Regler	3
3.4 OP als negativer Impedanzkonverter	3
3.5 OP als spannungsgesteuerte Stromquelle	3
3.6 OP als Filter	3
3.7 OPs als Analogrechner	4
3.8 Häufige Fehler	4
4 Versuchszubehör	4
5 Hinweise zur Ausarbeitung	4
5.1 Versuchsspezifisch	4
5.2 Allgemein	4
Literatur	5

1 Einführung

Die Erfindung der Operationsverstärker (OP) gab der Bedeutung der Elektronik in den 70-er Jahren des letzten Jahrhunderts einen enormen Schub. Theoretisch stellen sie ein abstraktes analoges Bauelement mit idealisierten Eigenschaften dar, auf dessen Basis sich eine ungeheure Anzahl von Funktionen realisieren lassen: invertierende, nicht-invertierende, logarithmierende, exponenzierende und spannungsgesteuerte Verstärker, Instrumentationsverstärker, Differenzverstärker, Differenzierer, Integratoren, Strom-Spannungswandler, stromgesteuerte Spannungsquellen, negative Impedanzkonverter, Gyrotoren, Filter jeglicher Art und sogar Analogrechner, um nur einige zu nennen. Sie spielen daher auch in der Messtechnik eine zentrale Rolle. In diesem Versuch sollen der ideale und der reale OP verglichen und einige der grundlegenden OP-Schaltungen realisiert und simuliert werden.

In diesem Versuch sollen der ideale und der reale Operationsverstärker verglichen und einige ihrer Anwendungen simuliert und auf ihre Eigenschaften hin untersucht werden.

2 Stichpunkte zur Versuchsvorbereitung

2.1 Theorie

- Lineare passive Bauelemente (Widerstände, Spulen, Kondensatoren, Schalter, Impedanzen, Reaktanzen etc.).
- Nicht-lineare passive Bauelemente (Dioden, Zehnerdioden, Kapazitätsdioden).
- Aktive Bauelemente (bipolare, unipolare Transistoren, MOSFETS, Thyristoren, Triacs etc.).
- Sensoren (resistiv, kapazitiv, induktiv, photo-, thermo-resistiv etc.).
- Instrumente (Drehspulinstrument, digitales Multimeter, Oszilloskop etc.).
- Grundlagen der Schaltungstechnik, Symbole, Konventionen.
- Knotenregeln, Spannungsquellen, Stromquellen, Ersatzschaltbilder.
- Operationsverstärker: Eigenschaften und Anwendungen [Vorlesungsskript], [FOS99, KLP⁺92, Ros83] und z.B. [TS99] Kap. 5.

2.2 Beispiele aus Natur und Alltag

- OPs werden in der analogen Elektronik/Sensorik äußerst breit eingesetzt, da sich mit ihnen so viele Funktionen äußerst präzise und schnell darstellen lassen.

3 Versuchsdurchführung

Wir möchten auch in diesem Versuch möglichst flexibel sein. Ziel ist es, den Umgang mit der Software, die Schaltungsentwicklung und die Schaltungssimulation zu üben. Sollten Sie eigene Ideen der zu entwickelnden und simulierenden Schaltung haben, besprechen Sie dies

bitte mit Ihrem Betreuer. Vom Umfang her betrachtet dürfte es genügen, 3-4 der folgenden Experimente durchzuführen.

3.1 OP als invertierender Verstärker

Erstellen Sie mit MultiSim einen Schaltplan mit einem OP als invertierenden Verstärker. Simulieren Sie die Schaltung und optimieren Sie diese nach den Gesichtspunkten Frequenzgang, thermische Stabilität und Rauschen. Bauen Sie die Schaltung auf und untersuchen Sie deren Eigenschaften. Ergänzen Sie die Schaltung zum Addierer und Subtrahierer.

3.2 OP als Strom-Spannungskonverter

Erstellen Sie mit MultiSim einen Schaltplan mit einem OP als IVC. Simulieren Sie die Schaltung und optimieren Sie diese nach den Gesichtspunkten Frequenzgang, thermische Stabilität und Rauschen. Bauen Sie die Schaltung auf und untersuchen Sie deren Eigenschaften.

3.3 OP als Integrator, Differenzierer und Regler

Erstellen Sie mit MultiSim einen Schaltplan mit OPs zum Integrieren und Differenzieren. Simulieren Sie die Schaltung und optimieren Sie diese nach den Gesichtspunkten Stabilität und Rauschen. Bauen Sie die Schaltung auf und untersuchen Sie deren Eigenschaften. Untersuchen Sie die Schaltung auf Tauglichkeit als (PID)-Regler.

3.4 OP als negativer Impedanzkonverter

Erstellen Sie mit MultiSim einen Schaltplan mit einem OP als NIC. Simulieren Sie die Schaltung und optimieren Sie diese nach den Gesichtspunkten Frequenzgang, Impulsverhalten, thermische Stabilität und Rauschen. Bauen Sie die Schaltung auf und untersuchen Sie deren Eigenschaften.

3.5 OP als spannungsgesteuerte Stromquelle

Erstellen Sie mit MultiSim einen Schaltplan mit einem OP als spannungsgesteuerte Stromquelle (mit potentialfreiem Ausgang). Simulieren Sie die Schaltung und optimieren Sie diese nach den Gesichtspunkten Frequenzgang, thermische Stabilität und Rauschen. Bauen Sie die Schaltung auf und untersuchen Sie deren Eigenschaften.

3.6 OP als Filter

Erstellen Sie mit MultiSim einen Schaltplan mit OPs als Filter (Hoch-, Tief-, Bandpass, 1., 2., 3. Ordnung mit Butterworth-, Bessel-, Tschebyscheff- oder kritischer Charakteristik). Simulieren Sie die Schaltung und überprüfen Sie die Übertragungsfunktion. Bauen Sie die Schaltung auf und untersuchen Sie deren Eigenschaften.

3.7 OPs als Analogrechner

Erstellen Sie mit MultiSim einen Schaltplan mit OPs zur Lösung der Differenzialgleichung des harmonischen, getriebenen und gedämpften Oszillators. Simulieren Sie die Schaltung und optimieren Sie diese nach den Gesichtspunkten Klirrfaktor und Rauschen. Bauen Sie die Schaltung auf und untersuchen Sie deren Eigenschaften.

3.8 Häufige Fehler

- Derer gibt es viele.

4 Versuchszubehör

- 1 PC mit installierter Software 'MultiSim'
- Oszilloskop, Multimeter, Netzgerät, Funktionsgenerator
- Steckbrett mit Komponenten

5 Hinweise zur Ausarbeitung

5.1 Versuchsspezifisch

- Fassen Sie die Ergebnisse aus 3.1 zusammen durch geeignete Skizzen/Schaltpläne und erläutern Sie die Zusammenhänge.
- Fassen Sie die Ergebnisse aus 3.2 zusammen durch geeignete Skizzen/Schaltpläne und erläutern Sie die Zusammenhänge.
- Fassen Sie die Ergebnisse aus 3.3 zusammen durch geeignete Skizzen/Schaltpläne und erläutern Sie die Zusammenhänge.
- Fassen Sie die Ergebnisse aus 3.4 zusammen durch geeignete Skizzen/Schaltpläne und erläutern Sie die Zusammenhänge.

5.2 Allgemein

- Ergebnisse richtig runden (siehe Anleitung Limmer und/oder Folien zu unserem Statistik-Workshop)
- Gute Abbildungen verwendet (z.B. deutsche Beschriftung, Skizzen entsprechen den Erläuterungen, ...); Skizzen dürfen gerne selbst angefertigt werden
- Diskussion und/oder Wertung der Ergebnisse

Literatur

- [FOS99] FROHN, M. ; OBERTHÜR, W. ; SIEDLER, H.J.: *Elektronik II. Bauelemente und Grundsaltungender Mikroelektronik*. München : Pflaumverlag, 1999. – ISBN 3790508136
- [KLP⁺92] KAMMERER, J. ; LAMPERTER, H.P. ; PIEGSA, M.N.J. ; OBERTHÜR, W. ; SIEDLER, H.J. ; ZASTROW, P.: *Elektronik III. Baugruppen der Mikroelektronik*. 7. Auflage. München : Pflaumverlag, 1992. – ISBN 9783790506310
- [Ros83] ROST, A.: *Grundlagen der Elektronik*. Berlin Heidelberg New York : Springer, 1983. – ISBN 9783709186992
- [TS99] TIETZE, U. ; SCHENK, Ch.: *Halbleiter-Schaltungstechnik*. 11. Auflage. Berlin - Heidelberg - New York : Springer Verlag, 1999. – ISBN 3540641920