

Martin Luther Universität FB Physik	<b>G 3</b> <b>Analoge Schaltungen</b>	<b>2.2</b>
Elektronik Messtechnik		

## Operationsverstärker

### 1 Aufgaben

- 1.1 Dimensionieren Sie einen invertierenden Verstärker für eine Verstärkung zwischen 10 und 40 dB und vermessen Sie die Übertragungskennlinie. Ermitteln Sie aus ihr die Verstärkung.
- 1.2 Ergänzen Sie die Schaltung zu einem invertierenden Addierer und überprüfen Sie die Übereinstimmung von Berechnung und Messung.
- 1.3 Nehmen Sie die Übertragungskennlinie eines Strom-Spannungswandlers auf.
- 1.4 Bauen Sie einen Komparator mit unterschiedlichen Mitkopplungen auf. Messen Sie die Umschaltspannungen und bestimmen Sie die Schalthysterese. Vergleichen Sie diese mit den berechneten Werten.

### 2 Theoretische Grundlagen

Operationsverstärker (OV) sind Verstärker, die mit einem minimalen Aufwand an äußerer Beschaltung universell einsetzbar sind. Die Bezeichnung rührt von der ursprünglichen Anwendung in der Analogrechenstechnik her. OV sind Gleichspannungsverstärker mit Differenzeingang. Mit solchen Bausteinen lassen sich Schaltungen aufbauen, deren Eigenschaften im quasistationären Fall praktisch nur von den äußeren Bauelementen bestimmt werden und nicht von der integrierten Schaltung abhängen. Wiederholen Sie die Eigenschaften eines idealen OV.

Leiten Sie die Übertragungsfunktion eines invertierenden Verstärkers unter der Annahme her, dass ein idealer OV eingesetzt wird. Wie kann die Grundschialtung des invertierenden Verstärkers zu einem Strom-Spannungswandler abgewandelt werden?

Ein Spannungskomparator zeigt an, ob der Momentanwert einer Spannung größer oder kleiner als eine Referenzspannung ist. Die Ausgangsspannung nimmt dabei nur zwei Werte an, d.h. die Aussage über den Wert der analogen Eingangsgröße erfolgt in digitaler Form. Komparatoren stellen daher eine wichtige Grundschialtung zur analog-digitalen Signalumwandlung dar.

Informieren Sie sich über Schaltung und Dimensionierung von Komparatoren mit Mitkopplung (Schmitt-Trigger), die mit OV realisiert wurden. Welche Vorteile hat die Mitkopplung? Wie bestimmt sich die Schalthysterese? Entscheiden Sie sich bei der Berechnung und den Messungen für den invertierenden oder den nichtinvertierenden Schmitt-Trigger.

### 3 Hinweise zu den Aufgaben

Der OV vom Typ 741 ist auf einem Versuchsbrett aufgebaut. E1 ist der invertierende und E2 der nichtinvertierende Eingang. Kompensieren Sie mit dem Einstellwiderstand vor dem Versuch die Offsetspannung. Wie kann der Einfluss des Eingangsruhestromes verringert werden? Berücksichtigen Sie diese Möglichkeit in der Schaltung des Verstärkers.

Überprüfen Sie bei allen Messungen, ob die erhaltenen Messergebnisse innerhalb der Fehlergrenzen mit den aus der Theorie berechneten Werten übereinstimmen.

Die Eingangsspannungen für den OV können je nach Messbereich mit zwei unterschiedlichen Spannungsteilern aus den Betriebsspannungen gewonnen werden. Ein- und Ausgangsspannungen werden mit Digitalvoltmetern gemessen. Nehmen Sie von der Verstärkerschaltung die Übertragungskennlinie auf und geben Sie den Bereich an, in dem der Verstärker linear arbeitet. Wodurch werden die Extremwerte der Ausgangsspannung bestimmt?

Bestimmen Sie aus dem Anstieg der Übertragungskennlinie die Spannungsverstärkung. Berechnen Sie die Spannungsverstärkung aus den Gegenkopplungswiderständen. Überprüfen Sie die Übereinstimmung und entscheiden Sie danach, ob der OV als idealer OV angesehen werden kann.

Der Addierer für zwei Summanden soll es ermöglichen, dass die Summanden jeweils mit verschiedenen Konstanten multipliziert werden können ( $U_a = U_1 \cdot V_{U1} + U_2 \cdot V_{U2}$ ). Geben Sie für drei Beispiele die berechneten und die gemessenen Ergebnisse an.

Dimensionieren Sie den Strom-Spannungswandler so, dass ein Strom von  $\pm 1$  mA in eine Spannung von  $\mp 10$  V umgesetzt wird. Nehmen Sie die Übertragungskennlinie in diesem Bereich auf und ermitteln Sie aus ihrem Anstieg den Übertragungsfaktor.

Welchen Vorteil gegenüber der Umsetzung mittels eines Widerstandes bietet diese Schaltung?

Wählen Sie für die Schmitt-Triggerschaltung Widerstände von  $3 \text{ k}\Omega$  bzw.  $30 \text{ k}\Omega$  in Kombination mit  $3 \text{ M}\Omega$  als Mitkopplungswiderstand. Letzterer wird direkt auf das Versuchsbrett geklemmt. Wählen Sie als Referenzspannung 0 Volt. Messen Sie die Umschaltspannungen für die verschiedenen Widerstandskombinationen mehrfach. Zeichnen Sie die Übertragungsfunktion und kennzeichnen Sie die Durchlaufrichtungen. Vergleichen Sie die aus den Messungen ermittelte Hysterese mit den berechneten Werten.