



Versuchsanleitung

Fortgeschrittene Transistorschaltungen

Nummer: 03
Kompiliert am: 22. November 2019
Letzte Änderung: 22.11.2019
Beschreibung: Es werden fortgeschrittene Schaltungen mit Transistoren aufgebaut und deren Eigenschaften untersucht.
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	Transistoren in Kaskodeschaltung	3
3.2	Transistoren als Differenzverstärker	3
3.3	Transistoren als spannungsgesteuerte Stromquelle	3
3.4	Analoger Zweiquadranten-Multiplikator	3
3.5	Transistoren als Oszillatoren	3
3.6	Transistoren und Kippschaltungen	3
3.7	Häufige Fehler	4
4	Versuchszubehör	4
5	Hinweise zur Ausarbeitung	4
5.1	Versuchsspezifisch	4
5.2	Allgemein	4
	Literatur	5

1 Einführung

Im vorangegangenen Versuch E02 wurden die Grundsaltungen mit Transistoren untersucht. Es gibt allerdings noch viele erweiterte Schaltungen, die zusätzliche Funktionen zur Verfügung stellen. Ein Beispiel ist die Kaskode-Schaltung bestehend aus zwei Transistoren, die die Vorteile von Basis- und Emitterschaltung kombiniert. Weiter wären der Differenzverstärker, auf den praktisch alle Operationsverstärker aufbauen oder der Transistor als Konstanzstromquelle. Es kommen Schaltungen hinzu, die vor allem in der digitalen Elektronik angewendet werden, z.B. Schwellwertschalter mit und ohne Hysterese.

In diesem Versuch sollen einige dieser fortgeschrittenen Transistorschaltungen aufgebaut, simuliert und experimentell 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.
- Allgemeine Verstärkertechnik: Frequenzantwort, Phasengang, Transitfrequenz, Rück- und Gegenkoppelung, Verstärkergleichung [Vorlesungsskript], [HHHH96] und z.B. [TS99].

2.2 Beispiele aus Natur und Alltag

- Derartige Schaltungen sind grundlegend und damit in allen Bereichen der Elektronik und Sensorik zu finden.

3 Versuchsdurchführung

Wir möchten in diesem Versuch möglichst flexibel bleiben. Ziel ist es über die Grundsaltungen aus Versuch E02 hinausgehende Transistorschaltungen mit ihren speziellen Funktionen kennen zu lernen, zu simulieren und experimentell zu realisieren und zu analysieren. Sollten Sie eigene Ideen für die zu untersuchenden Schaltungen haben, besprechen Sie dies bitte mit Ihrem Betreuer. Vom Umfang her betrachtet dürfte es genügen, 3-4 der folgenden Experimente durchzuführen.

3.1 Transistoren in Kaskodeschaltung

Erstellen Sie mit MultiSim einen Schaltplan für zwei Transistoren in Kaskodeschaltung. Simulieren Sie diese und optimieren Sie die Beschaltung nach den Gesichtspunkten Frequenzbereich, Verstärkung und thermische Stabilität (Bestimmung des Arbeitspunktes). Bauen Sie die Schaltung auf und untersuchen Sie die Eigenschaften der aufgebauten Schaltung experimentell.

3.2 Transistoren als Differenzverstärker

Erstellen Sie mit MultiSim einen Schaltplan für zwei Transistoren als Differenzverstärker. Simulieren Sie diese und optimieren Sie die Beschaltung nach den Gesichtspunkten Frequenzbereich, Verstärkung, Gleichtaktunterdrückung, Power-supply-rejection-ratio und thermische Stabilität. Bauen Sie die Schaltung auf und untersuchen Sie die Eigenschaften der aufgebauten Schaltung experimentell. Ersetzen Sie den Widerstand im Emittierkreis durch einen Transistor als Stromquelle. Bestimmen und quantifizieren Sie die Auswirkung.

3.3 Transistoren als spannungsgesteuerte Stromquelle

Erstellen Sie mit MultiSim einen Schaltplan für einen Transistoren als spannungsgesteuerte Stromquelle. Simulieren Sie diese und optimieren Sie die Beschaltung unter dem Gesichtspunkt Ausgangswiderstand. Bauen Sie die Schaltung auf und untersuchen Sie die Eigenschaften der aufgebauten Schaltung experimentell.

3.4 Analoger Zweiquadranten-Multiplikator

Bauen Sie die Schaltung aus 3.3 als Stromquelle in den Differenzverstärker aus 3.2 ein. Simulieren Sie diese Schaltung und bestimmen Sie die Ausgangsfunktion in Abhängigkeit von Differenz- und stromsteuernder Spannung. Bauen Sie die Schaltung auf und untersuchen Sie die Eigenschaften der aufgebauten Schaltung experimentell.

3.5 Transistoren als Oszillatoren

Erstellen Sie mit MultiSim einen Schaltplan für einen Sinusgenerator mit ein bis zwei Transistoren (RLC-Oszillator). Simulieren Sie diese und optimieren Sie die Beschaltung nach den Gesichtspunkten Flankensteilheit und thermische Stabilität. Bauen Sie die Schaltung auf und untersuchen Sie die Eigenschaften der aufgebauten Schaltung experimentell.

3.6 Transistoren und Kippschaltungen

Erstellen Sie mit MultiSim einen Schaltplan mit Transistoren in der Funktion als Kippstufe (astabil (vgl. Versuchsteil 3.5), monostabil oder bistabil). Simulieren Sie diese und optimieren Sie die Beschaltung unter dem Gesichtspunkt Grenzfrequenz und unter Beachtung der Kennlinien der Transistoren. Bauen Sie die Schaltung auf und untersuchen Sie die Eigenschaften der aufgebauten Schaltung experimentell.

3.7 Häufige Fehler

- Oh, oh, ... 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.

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

- [HHHH96] HOROWITZ, P. ; HILL, W. ; HAYES, T.C. ; HERZOGENRATH, M.: *Die hohe Schule der Elektronik I, Analogtechnik*. 7. Edition. München, Wien : Elektor Verlag, 1996. – ISBN 978–3895–760242
- [TS99] TIETZE, U. ; SCHENK, Ch.: *Halbleiter-Schaltungstechnik*. 11. Auflage. Berlin - Heidelberg - New York : Springer Verlag, 1999. – ISBN 3540641920