

# Inhaltsverzeichnis

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b>                                    | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>Fragen zur Vorbereitung</b>                       | <b>4</b>  |
| 2.1      | Teilaufgabe X . . . . .                              | 4         |
| 2.2      | Beschriftung Oszilloskop und Kabelimpedanz . . . . . | 4         |
| 2.3      | Transistor - Funktionsweise und Aufbau . . . . .     | 4         |
| 2.4      | Ein- und Ausgangskennlinien . . . . .                | 5         |
| 2.5      | Emitter-, Basis- und Kollektorschaltung . . . . .    | 6         |
| 2.6      | Abb. El1.2b . . . . .                                | 7         |
| 2.7      | Allgemeines . . . . .                                | 7         |
| <b>3</b> | <b>Messprotokoll</b>                                 | <b>8</b>  |
| <b>4</b> | <b>Auswertung und Diskussion</b>                     | <b>9</b>  |
| 4.1      | Teilauswertung X . . . . .                           | 9         |
| <b>5</b> | <b>Fazit</b>   | <b>10</b> |
| <b>A</b> | <b>Append A</b>                                      | <b>11</b> |
| A.1      | Teilanhang X . . . . .                               | 11        |
|          | <b>Literaturverzeichnis</b>                          | <b>12</b> |



# **1 Einleitung**

## 2 Fragen zur Vorbereitung

### 2.1 Teilaufgabe X

sectionEingangs- und Ausgangsimpedanz Die Definition einer Eingangsimpedanz ist der Widerstand am Eingang eines Gerätes. Niedrige Ausgangsimpedanzen ermöglichen lange Kabelwege ohne Klangbeeinträchtigung

### 2.2 Beschriftung Oszilloskop und Kabelimpedanz

Kabelimpedanz (auch Leistungswellenwiderstand) ist einer von vielen Parametern bzw. Kenngrößen von längshomogenen Leitungen und steht synonym zum komplexen Widerstand. Der Strom, der nötig ist, um das Ende des Kabels bzw. Leitung auf der Spannung  $U$  zu halten hängt linear von  $U$  ab und gleicht daher echten Widerstand. Das ist also auch die charakteristische Impedanz einer Leitung, wenn man von einem "50- $\Omega$ -Kabel" spricht.

Wenn am Eingang eines Oszilloskops "1 M $\Omega$ , 20pF" vermerkt ist, bedeutet dies die Eingangsimpedanz. Die Eingangsimpedanz eines Oszilloskops sagt aus, wie groß der komplexe Widerstand des Kanaleingangs ist, wird in Ohm und Farad getrennt angegeben und erfolgt meist als Aufdruck neben der Kanaleingangsbuchse am Oszilloskop. Übliche Werte für die Impedanz sind 1M $\Omega$  und 10 bis 25pF für die Parallelkapazität. Die Angabe liegt also in der Norm von Oszillatoren.

### 2.3 Transistor - Funktionsweise und Aufbau

Der Transistor ist ein Halbleiterbauelement, das in einer elektrischen Schaltung verbaut ist. Über den Transistor kann man die Ströme in dem Stromfluss so beeinflussen, dass überhaupt kein Strom fließt (er fungiert als Schalter), oder man kann den Fluss verstärken bzw. beschleunigen, wodurch deutlich stärkerer Strom fließt (er fungiert als Verstärker). Jeder Transistor besteht aus drei dünnen übereinandergelegten Halbleiterschichten, die mit metallischen Anschlüssen versehen sind. Die drei Anschlüsse sind: die Basis (B), der Kollektor (C) und der Emitter (E).

Es wird je nach Reihenfolge der Dotierung zwischen NPN- Transistor und PNP-Transistor unterschieden. Zweiterer besteht aus zwei p-leitenden Schichten zwischen denen eine dünne n-leitende Schicht liegt. Im Schaltkreis ist dies so gekennzeichnet, dass der Pfeil

des Emitters zur Basis hin zeigt. Dotierung bedeutet das Einbringen von Fremdatomen bei dem Herstellungsprozess in eine Schicht des hochreinen Halbleitermaterials, um die Kristallstruktur zu verändern. Somit kann durch äußeren Einfluss Ladungsträger verschoben werden.

Die konkrete Funktion von Transistoren beruht auf freien Ladungsträgern beim Emitter. Durch eine angelegte Spannung zwischen Basis und Emitter wird eine Sperrschicht abgebaut und die Ladungsträger wandern in die Basis-Zone. Ein kleiner Steuerstrom auf der Basis-Emitter-Strecke führt zu Raumladungszonenveränderungen im Inneren des Bipolartransistors, wodurch ein großer Strom auf der Kollektor-Emitter-Strecke gesteuert werden kann. Konkret beim PNP-Transistor: Der Emitter (p-dotiert) hat Löcher als freie Ladungsträger. Bei positiver Spannung zwischen Basis und Emitter wird die Sperrschicht dazwischen abgebaut und die "Löcher" wandern in die Basis Zone. Die eingedrungenen Ladungsträger werden nun vom starken elektrischen Feld in Richtung Kollektor beschleunigt. Bipolartransistoren sind grundsätzlich immer selbstsperrend: Ohne Ansteuerung mittels eines kleinen Stromes durch die Basis-Emitter-Strecke sperrt der Transistor auf der Kollektor-Emitter-Strecke.

Im folgenden werden die Eigenschaften eines bipolaren PNP-Transistors aufgelistet/zusammengefasst:

1. Der Transistor wirkt wie ein elektrisch gesteuerter Widerstand. Die Ursache dabei ist die Basisstromänderung, wodurch auch der Kollektorstrom sich verändert. Dieser fließt nur, wenn auch ein Basisstrom fließt.
2. Der Kollektorstrom ist um ein Vielfaches größer als der Basisstrom, der Unterschied rührt von der Aufteilung des Elektronenflusses von Kollektor und Basis.
3. Der Basisstrom fließt erst, wenn die Schwellspannung an der Basis-Emitter-Strecke überwunden ist. Wenn der Basisstrom nicht fließt, sperrt der Transistor.
4. Der bipolare Transistor hat zwei Stromkreise, der dieser vereint. Den Steuerstromkreis und den Arbeits- bzw. Laststromkreis.

## 2.4 Ein- und Ausgangskennlinien

Der Zusammenhang zwischen relevanten Werten des Transistors wird in Kennlinienfeldern dargestellt. Kennlinienfelder sind Diagramme, in denen der Kollektorstrom als Funktion der Kollektorspannung aufgetragen wird. Da der Zusammenhang abhängig ist von der Basis-Stromstärke, gibt es mehrere Kennlinien in dem Kennlinienfeld. Bei bipolaren Transistoren, die als Schalter oder Verstärker genutzt werden, reichen 4 Kennlinienfelder aus, der Zusammenhang aller relevanter Werte wird in einem Vierquadrantenkennlinienfeld dargestellt.

### 1. Eingangskennlinien(-feld)

Als Eingangskennlinie wird die Funktion  $I_B(U_{BE})$  benannt und ist von der Temperatur abhängig. Je höher die Temperatur, desto größer die Eigenleitfähigkeit des Halbleiterkristalls. Dann leitet die Basis-Emitterstrecke schon bei kleineren

## 2 Fragen zur Vorbereitung

Steuerspannungen und bewirkt einen höheren Basisstrom.

Bei Auswertung des Basisstroms als Funktion der Basis-Emitterspannung im Diagramm, so zeigt sich die Durchlasslinien einer SI-Diode.

2. Ausgangskennlinien(-feld) Ausgangskennlinien werden als Funktion von  $I_C(U_{CE})$  beschrieben. Im Ausgangskennlinienfeld wird die Abhängigkeit des Kollektorstroms von der Kollektor-Emitterspannung bei konstantem Basissteuerstrom dargestellt.

Wie oben schon beschrieben kann man verschiedene Kennlinienfelder zu einem kompakten Feld zusammenschließen, wodurch es deutlich übersichtlich wird. Weitere Kennlinienfelder sind Spannungsrückwirkungs- und Stromverstärkungskennlinienfelder

## 2.5 Emitter-, Basis- und Kollektorschaltung

Im folgenden werden kurz die herausstechenden Unterschiede der drei Schaltungstypen umrissen. Ausschlaggebend sind Ein- und Ausgangswiderstand, sowie Strom-, Spannungs- und Leistungsverstärkung.

1. Emitterschaltung

Diese Schaltung ist mit Abstand die am häufigsten verwendete Schaltung im Niederfrequenzbereich. Sie ist eine Universal-Verstärkungsschaltung, die zur Erzeugung sehr hoher Spannungsverstärkungen genutzt wird. Jedoch ist die Schaltung sehr frequenzabhängig, je höher die Frequenz, desto niedriger die Verstärkung.

Bei dieser Schaltung wird das zu verstärkende Signal an die Basis angelegt und das Ausgangssignal am Kollektor abgegriffen. Der Verstärkungsfaktor und der Ausgangswiderstand sind in dieser Schaltung hoch. Die Emitterschaltung besteht vor allem aus dem Kollektorwiderstand  $R_C$ , einem Transistor, der Eingangssignalquelle  $U_e$  mit dem Basis-Vorwiderstand  $R_V$  oder einem Spannungsteiler ( $R_1$  und  $R_2$ ) und der Betriebsspannung  $U_B$ . Ausgangspunkt für die Ausgangsspannung  $U_a$  ist der Kollektoranschluss des Transistors. Gemeinsamer Bezugspunkt von Eingangs- und Ausgangsspannung ist der Emitteranschluss. Daher auch der Name der Emitterschaltung.

2. Basisschaltung

Durch  $U_1 \ll U_2$  und  $I_1 \approx I_2$  folgt eine schwache Stromverstärkung, aber eine hohe Spannungsverstärkung

3. Kollektorschaltung

$I_1 \ll I_2$  und  $U_1 \approx U_2$  Daraus folgt dass der Eingangswiderstand hoch ist und der Ausgangswiderstand niedrig. Damit folgt eine hohe Stromverstärkung und eine niedrige Spannungsverstärkung.

## 2.6 Abb. El1.2b

## 2.7 Allgemeines

Die Erfindung des Transistors revolutionierte die Menschheit so wie kaum eine andere Erfindung. Erfunden wurde der Transistor von Julius Edgar Lilienfeld 1925, der in seiner Arbeit ein elektronisches Bauelement beschreibt, das Elektronenröhreneigenschaften aufweist. Es gibt zwei Verschiedene Arten von Transistoren. Zum einen den Feldeffekttransistor (FET) (unipolare Transistoren) oder einen Bipolartransistor (BJT). Die Bezeichnung wird abgeleitet von transfer resistor, da bei Widerstandsänderung in Schicht A einer Halbleiterschicht auch der Widerstand in einer Schicht B beeinflusst wird. Bipolare Transistoren bestehen heutzutage üblicherweise aus Silizium. Der Grund weshalb heutzutage mehr Silizium-Transistoren als Germanium-Transistoren verwendet werden, ist zum Einen die Beschaffenheit der Materialien. So bricht Germanium bei einer Temperatur von 82 Grad und ist daher nicht sehr Hitzebeständig und Oxide vom Silizium schützen und isolieren das Bauteil. Zusätzlich ist Silizium als Elementarhalbleiter deutlich einfacher zu gewinnen und zu handhaben.

## 3 Messprotokoll

Das Messprotokoll wurde am Versuchstag handschriftlich erstellt und hier als PDF-Datei eingefügt. Dabei wurden Durchführung und Aufbau schon vorher in dieses Dokument beschrieben, je nachdem.



## **4 Auswertung und Diskussion**

### **4.1 Teilauswertung X**

## **5 Fazit**

# **A Append A**

## **A.1 Teilanhang X**

# Literaturverzeichnis

- AGILENT 2006 *Benutzerhandbuch Agilent 34410A/11A, Multimeter mit 6<sup>1/2</sup> Stellen*, 3. Auflage.
- AHLERS, G. & REHBERG, I. 1986 Convection in a binary mixture heated from below. *Phys. Rev. Lett.* 56 (13), 1373–1376.
- DIERKING, I. 2003 *Textures of Liquid Crystals*, chap. 5, pp. 54–74. Weinheim: Wiley-VCH Verlag.
- GOBRECHT, H. 1978 *Bergmann–Schäfer, Lehrbuch der Experimentalphysik, Band III Optik*, 7. Auflage, pp. 418–419. Berlin, New York: Walter de Gruyter.
- KHAZIMULLIN, M., MÜLLER, T., MESSLINGER, S., REHBERG, I., SCHÖPF, W., KREKHOV, A., PETTAU, R., KREGER, K. & SCHMIDT, H.-W. 2011 Gel formation in a mixture of a block copolymer and a nematic liquid crystal. *Phys. Rev. E* 84, 021710: 1–11.
- KHOO, I.-C. 2007 *Liquid Crystals*, 2nd edn. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- KOPKA, H. 2000 *L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, Band 1 — Einführung*, 3. überarbeitete Auflage. München; Boston; San Francisco [u.a.]: Addison-Wesley Verlag.
- KRAMER, C. 2010 *Das magnetische Moment*. Bachelorarbeit, Universität Bayreuth.
- KRAMER, L. & PESCH, W. 1996 Electrohydrodynamic instabilities in nematic liquid crystals. In *Pattern Formation in Liquid Crystals* (eds. Á. Buka & L. Kramer), pp. 221–255. New York; Berlin; Heidelberg: Springer.
- LAFUENTE, Ö. 2005 *Thermoreversible Gele von isotropen und anisotropen Flüssigkeiten mit chiralen Organogelatoren*. Doktorarbeit, Universität Bayreuth.
- LAMPORT, L. 1995 *Das L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Handbuch*. Bonn; Paris; Reading, Mass. [u.a.]: Addison-Wesley Verlag.
- L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 2011 Latex — A document preparation system. URL <http://www.latex-project.org/> – Zugriffsdatum: 10.05.2011.
- MADSEN, L. 2006 Avoid eqnarray. *The PracT<sub>E</sub>X Journal* 1 (4).
- MEARS, W. H., ROSENTHAL, E. & SINKA, J. V. 1969 Physical properties and virial coefficients of sulfur hexafluoride. *J. Phys. Chem.* 73 (7), 2254–2261.

- MIKTEX 2011 MiKTeX Project Page. URL <http://www.miktex.org/> – Zugriffsdatum: 11.11.2011.
- MÜLLER, T., PÖHLMANN, A. & MESSLINGER, S. 2011 Normalizing radial distribution functions on truncated regions. Internes Dokument, Experimentalphysik V, Universität Bayreuth.
- REHBERG, I. 2011 Persönliche Mitteilung.
- SCHÖPF, W. 1988 *Konvektion in binären Flüssigkeiten und multikritisches Verhalten in der Nähe des Kodimension-2-Punktes*. Diplomarbeit, Universität Bayreuth.
- STIEB, A., BAUR, G. & MEIER, G. 1975 Alignment inversion walls in nematic liquid crystal layers deformed by an electric field. *J. Phy. (Paris) Colloq.* 36 (C1), 185.
- TEXNICCENTER 2011 TeXnicCenter — the Center of your L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X Universe. URL <http://www.texniccenter.org/> – Zugriffsdatum: 15.11.2011.