

 <p>Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena Hochschule für angewandte Wissenschaften</p> <p>Fachbereich Elektrotechnik / Informationstechnik</p>	<p>Optoelektronik I Laborpraktikum</p>	<p>Versuch 05</p> <p>ET(BA) SS 2012</p>
<p>Signalverhalten in optoelektronischen Nachrichtenstrecken</p>		
<p>Set:</p> <p>Studienrichtung:</p> <p>Teilnehmer:</p> <p>.....</p>	<p>Datum:</p> <p>Testat:</p> <p>.....</p> <p style="text-align: center;">Unterschrift</p>	

Literatur

- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Bludau, W.
Halbleiter- Optoelektronik
B.G. Teubner Verlag Stuttgart, 2003. 2. Bleicher, M.
Halbleiter- Optoelektronik
Hüthig Heidelberg, 1986. 3. Harth,W./ Grothe,H.
Sende- und Empfangsdioden für die optische Nachrichtentechnik
B.G. Teubner Stuttgart, 1998. 4. Jansen, D.
Optoelektronik
Vieweg & Sohn Braunschweig/
Wiesbaden, 1993. | <ol style="list-style-type: none"> 5. Paul, R.
Optoelektronische Halbleiterbauelemente
Teubner Stuttgart 1992. 6. Unger, H.-G.
Optische Nachrichtentechnik
Teil 2: Komponenten, Systeme,
Meßtechnik, 2. Aufl. 1992
Hüthig Buch Verlag GmbH, Heidelberg. 7. Jones, K. A.
Optoelektronik
VCH Verlagsgesell. Weinheim, 1992. 8. Geckeler, S
Lichtwellenleiter für die optische
Nachrichtenübertragung
Springer Verlag Berlin-Heidelberg, 1993. |
|---|---|

1. Versuchsvorbereitung

Die unter diesem Abschnitt aufgeführten Inhalte und Fragen sind so schriftlich aufzubereiten, dass während der Laborübung fachkundig Auskunft gegeben werden kann. Die schriftlichen Ausarbeitungen zu den formulierten Fragen sind mit dem Protokoll über den Laborversuch abzugeben.

- 1.1 Erläutern Sie den Zusammenhang zwischen der Leistungsabgabe einer Laserdiode und deren Betriebsstrom, indem Sie insbesondere auf den Schwellstrom und die durch ihn eingeleitete Veränderung im Abstrahlverhalten eingehen.
- 1.2 Wie ist aus der Sicht der Kleinsignal- Übertragungsfunktion einer Laserdiode deren Arbeitspunkt zu wählen, und welche Begründung gibt es dafür?

- 1.3 Welche Betriebsbedingungen sind bei Großsignal-Erzeugung durch Laserdioden insbesondere aus dem Blickwinkel der Relaxationsfrequenz anzustreben?
- 1.4 Was ist ein DFB- Laser, und welche Eigenschaften zeichnen ihn gegenüber anderen Diodenlasern aus?
- 1.5 Beschreiben Sie die Besonderheiten von MQW- Strukturen bei Halbleiterlasern und deren Anwendungen.
- 1.6 Was bedeutet der Begriff VCSEL, und wie kann man abstimmbare Halbleiterlaser realisieren?

2. Versuchsaufbau

2.1. Geräte und Ausrüstung

Zur Verfügung steht ein PC mit angeschlossenem Drucker. Die gestellten Aufgaben werden durch Simulation mittels der von Herrn Dr. S. Geckeler zur Verfügung gestellten Software "SIMFOCS" bearbeitet.

2.2. Erläuterungen zum Programm

Gestartet wird das Programm durch klicken auf das Symbol "SIMFOCS". Die Parameter zum Empfänger und zum Übertragungsmedium sind und bleiben fest eingestellt, da in der vorliegenden Laborübung nur Beobachtungen zum Signalverhalten des Senders vorgesehen sind. Allerdings sind die eingestellten Parameter unter **Medium** bzw. **Empfang** einsehbar.

Die weiterhin gegebenen Hinweise konzentrieren sich auf die Versuchsdurchführung. Bei aufkommenden Fragen gibt es das Menü **Hilfen - Windows- Hilfe**. Wenn nicht anders erwähnt, befinden sich alle nun im weiteren erwähnten Menüpunkte im Untermenü **Sender**

- **Signalform**

einstellbar sind:

- Frequenz des Eingangssignals in Gbit/s bzw. GHz
- Signalform (0 = Sinus, 1 = Rechteck)
- Tastverhältnis
- Anstiegs- bzw. Abfallzeitet
(Einstellung auf 1 ps, da idealer Funktionsgenerator)

- **Senderdaten**

- Betriebswellenlänge
- Pausenstrom
(entspricht dem Vorstrom)
- Impulsstrom

- **Temperatur**

als Differenz zur Ausgangstemperatur, die standardmäßig mit 293,15 K eingestellt ist.

Die beide Menüpunkte

- **Lasermaterial**
- **Laserresonator**

bleiben für die hier anzustellenden Beobachtungen unverändert gegenüber den Vorgaben.

Durch Aufrufen von **Laserkennlinie** wird die Abhängigkeit der optischen Ausgangsleistung vom Betriebsstrom nach Angabe eines Maximalstromes dargestellt.

Unter **Laden/ Speichern** - > **Graphik- Konfiguration** sind die vom Programm gewählten Abszissen- bzw. Ordinaten- Grenzwerte veränderbar:

- GI = 50 Strom- Skalierung (für Grafik) in mA
- GP = 5 Leistungs- Skalierung (für Grafik) in mW
- GF = 10 Basisband- Frequenzgrenze (für Grafik) in GHz
- OGF = 40 Frequenzgrenze für optische Spektren in GHz
- LAMN = 1100 untere Wellenlängengrenze (für Grafik) in nm
- LAMX = 1700 obere Wellenlängengrenze (für Grafik) in nm

Unter **Senderdatentabelle** kann man sich einen schnellen Überblick über alle eingestellten Laserparameter verschaffen.

Unter **Betriebsparameter** sind nach Einstellen eines Arbeitspunktes alle wichtigen Betriebsparameter ablesbar.

Unter **Frequenzgang** wird das Frequenzverhalten der Laserdiode sichtbar:

- AM = AM- Kleinsignal- Amplitude in dB zur Frequenz
- fr, fd = Abhängigkeiten der Grenz-, Dämpfungs- und Relaxationsfrequenz vom
- Strom für Kleinsignal- Modulation

Durch Aufruf von **Optisches Spektrum** besteht die Möglichkeit, die Lage der emittierten Frequenz-Anteile sowie deren Halbwertsbreite zu betrachten.

Bei **Berechnen - RO(10⁻¹⁰)** findet man einen Wert für die Leistung der LD.

3. Versuchsdurchführung

Die unter diesem Abschnitt aufgeführten Aufgaben sind während der für die Laborübung vorgesehenen Zeit zu bearbeiten. Die Vorgehensweise, Berechnungen und Ergebnisse sind schriftlich in einem Protokoll zu fixieren.

3.1. Einfluß der Temperatur auf die Laserkennlinie

Die bei Veränderung der Temperatur zwischen - 40 K und 60 K eintretende Veränderung des
a) Schwellstromes
und des b) differentiellen Anstiegs
der Laserkennlinie sind zu ermitteln.

Die Temperatur wird im Menü **Sender**, Untermenü **Temperatur** als Veränderung gegenüber der Bezugstemperatur 293,15 K eingestellt. Anschließend können durch Aufruf des Untermenüs **Laserkennlinie** bei Vorgabe des Maximalstroms (50 mA) die gewünschten Werte abgelesen werden.

3.2. Abhängigkeit der LD- Leistung

Zu untersuchen sind die Einflüsse von
a) Impulsstrom im Bereich 20 ... 50 mA und
b) Temperatur im Bereich -40 ... 60 K
auf die von der LD abgegebene Leistung.

Hierzu wird im Menü **Laden/ Speichern**, Untermenü **Systemdatei laden** die Systemdatei *OE.smf* geöffnet. Die Einstellung des Impulsstromes erfolgt im Menü **Sender**, Untermenü **Senderdaten**, die der Temperatur im Untermenü **Temperatur**.

Die veränderte LD- Leistung kann in dem nach Aufrufen des Untermenüs **Frequenzgang** mit Auswahl **AM** erscheinenden Diagramm abgelesen werden.

3.3. Modulationsverhalten

Zu untersuchen ist das Modulationsverhalten der LD in Abhängigkeit von Signalform und Frequenz. Hierzu muß unter **Laden/Speichern, Systemdatei laden** die Systemdatei "OE 1.smf" geladen werden.

Bei Veränderungen von Sinus- zu Impulsmodulation und der Frequenz im Bereich 10 MHz bis ca. 25 GHz sind nacheinander das **Zeitdiagramm**, der **Frequenzgang** und das **Optische Spektrum** (Untermenüs im Menü **Sender**) auszuwerten.

3.4. Relaxationsverhalten

Nachdem unter **Laden/Speichern, Systemdatei laden** die Systemdatei "OE 2.smf" geladen wurde, soll bei konstanter Bitrate von 2 Gbit/s der Impulsstrom im Bereich 20 ... 50 mA und die Temperatur um ± 45 K geändert werden.

Dabei sind wieder nacheinander das **Zeitdiagramm**, der **Frequenzgang** und das **Optische Spektrum** (Untermenüs im Menü **Sender**) auszuwerten.

3.5. Temperatureinfluss auf die Emissionswellenlänge

Untersuchen Sie den Einfluss der Temperatur auf die spektrale Verteilung des Laserlichtes, indem Sie unter **Sender/Temperatur** sinnvolle Temperaturveränderungen festlegen und deren Auswirkung unter **Sender/Optisches Spektrum** analysieren. Notieren Sie die das Spektrum kennzeichnenden Größen, und drucken Sie drei markante spektrale Verteilungen aus.

3.6. Einfluss der Resonatoreigenschaften

Ermitteln Sie die Einflüsse der Resonatoreigenschaften, insbesondere der Resonatorlänge, auf die abgegebene Laserleistung und die emittierte Wellenlänge. Öffnen Sie hierzu die Systemdatei „OE3.smf“. Als Resonatorbreite werden unter **Sender/Resonatoreigenschaften** 1,5 μm und als Resonatorhöhe 0,18 μm vorgegeben. Verändern Sie die Resonatorlänge von 20 μm bis 300 μm in geeigneten Schritten, und nehmen Sie einige Werte für Wellenlänge, Leistung und Grenzfrequenz auf.

Anschließend sollen die Resonatorabmessungen ermittelt werden, für die Leistung und spektrale Verteilung optimal sind. Für diese Werte ist schließlich noch der Einfluss des Füllfaktors zu untersuchen.

4. Versuchsauswertung

Die unter diesem Abschnitt formulierten Aufgaben sind während des für die Laborübung vorgesehenen Zeitraumes zu bearbeiten. Die Ergebnisse sind schriftlich zu fixieren und zusammen mit den Ausarbeitungen der Vorbereitung abzugeben.

4.1. Laserkennlinie und Temperatur

Stellen Sie den Laser-Schwellstrom und den Laserstrom-Gradienten im Bereich der induzierten Emission als Diagramm in Abhängigkeit von der Temperatur dar.

Diskutieren Sie die festgestellten Abhängigkeiten im Vergleich zu den Halbleitertheoretischen Zusammenhängen.

4.2. Einflüsse auf die Laserleistung

Die von der Laserdiode abgegebene Leistung ist in Abhängigkeit von Strom und Temperatur grafisch darzustellen. Der sichtbar werdende Verlauf ist theoretisch zu begründen.

4.3. Signalverhalten

Die aus den Untersuchungen nach 3.3. resultierenden Beobachtungen sind zu systematisieren und zu diskutieren. Dabei sind die auftretenden Relaxationsschwingungen und resultierenden Ausgangssignale insbesondere bei hohen Frequenzen zu interpretieren.

Wie kann man das Verhalten der Ausgangsleistung mit zunehmender Bitrate unter dem Blickwinkel der Relaxationsschwingungen erklären? Wie schätzen Sie das Erscheinungsbild der Signale bei hohen Frequenzen ein, und wo sehen Sie die Einsatzgrenze?

4.4. Abhängigkeiten der Relaxationsschwingungen

Untersuchen Sie das Wesen der Relaxationsschwingungen aus dem Blickwinkel des wechselseitigen Einflusses von Diodenstrom und Temperatur. Interpretieren Sie das Frequenzverhalten und das auftretende "Spiking". Welche praktische Bedeutung ergibt sich daraus?

4.5. Emissionswellenlänge und Temperatur

Wie kommt es zu dem beobachteten Einfluss der Temperatur auf die Laserwellenlänge? Welchen Einfluss erfährt gleichzeitig die Halbwertsbreite der Strahlung, und welche Grenzwerte gibt es? Welche Schlussfolgerungen sind daraus für den Laserbetrieb zu ziehen?

4.6. Einfluss der Resonatoreigenschaften

Stellen Sie die Laserleistung als Funktion der Resonatorlänge grafisch dar, und interpretieren Sie den ermittelten Funktionsverlauf. Weiterhin ist die Diskussion über die beobachteten Auswirkungen der anderen Resonatorparameter (Brechzahl, Länge, Breite) zu führen.