

Viktor Peter Jagst

Messtechnische Untersuchungen
spektraleffizienter Signale in einem
breitbandigen optischen
Übertragungssystem für WDM-Betrieb

Diplomarbeit

BEI GRIN MACHT SICH IHR WISSEN BEZAHLT



- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit, Bachelor- und Masterarbeit
- Ihr eigenes eBook und Buch - weltweit in allen wichtigen Shops
- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei www.GRIN.com hochladen
und kostenlos publizieren



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Impressum:

Copyright © 2002 GRIN Verlag
ISBN: 9783638377348

Dieses Buch bei GRIN:

<https://www.grin.com/document/38759>

Viktor Peter Jagst

**Messtechnische Untersuchungen spektraleffizienter
Signale in einem breitbandigen optischen Übertragungs-
system für WDM-Betrieb**

GRIN - Your knowledge has value

Der GRIN Verlag publiziert seit 1998 wissenschaftliche Arbeiten von Studenten, Hochschullehrern und anderen Akademikern als eBook und gedrucktes Buch. Die Verlagswebsite www.grin.com ist die ideale Plattform zur Veröffentlichung von Hausarbeiten, Abschlussarbeiten, wissenschaftlichen Aufsätzen, Dissertationen und Fachbüchern.

Besuchen Sie uns im Internet:

<http://www.grin.com/>

<http://www.facebook.com/grincom>

http://www.twitter.com/grin_com

Fachhochschule Flensburg

DIPLOMARBEIT

Thema: Messtechnische Untersuchungen spektraleffizienter Signale

in einem breitbandigen optischen Übertragungssystem

für WDM-Betrieb

von: Viktor Peter Jagst

Studienrichtung: Elektrotechnik / Nachrichtentechnik ON

Ausgabedatum: _____

Abgabedatum: _____

1 ZUSAMMENFASSUNG

Moderne Übertragungssysteme werden häufig in Lichtwellenleitertechnik aufgebaut, um möglichst große Datenraten übertragen zu können. Vor wenigen Jahren schien diese Technik nahezu grenzenloses Kapazitätswolumen bereit zu stellen. Doch im Zuge des explosionsartig steigenden Bandbreitenbedarfs stoßen in neuerer Zeit auch optische Übertragungssysteme immer häufiger an ihre Übertragungsgrenzen.

Der Bandbreitenbedarf machte es notwendig, auch in optischen Systemen nach neuen bandbreiteneffizienten Übertragungsverfahren zu suchen, was letztlich zu zwei wichtigen technologischen Entwicklungen führte:

- Erstens ermöglichte der technologische Fortschritt die Herstellung von stabilen Halbleiterlasern mit hoher spektraler Reinheit. Damit wurde es möglich, Signale parallel auf mehreren dicht nebeneinander liegenden Wellenlängen in sogenannten DWDM-Systemen zu übertragen.
- Zweitens wird zunehmend über die Verwendung von bandbreiteneffizienten Modulationsverfahren diskutiert. Dieses sogenannte Partial-Response-Signalling ermöglicht, die einzelnen Kanäle der DWDM-Systeme noch dichter nebeneinander zu betreiben. Als nützlicher Nebeneffekt wird sinkt mit abnehmender Bandbreite die chromatische Dispersion in der Faser, wodurch letztlich größere Übertragungslängen ermöglicht werden.

DWDM-Systeme erfordern besonders präzise Messtechniken, um die benachbarten Kanäle getrennt erfassen zu können. Unter Umständen muss die spektrale Auflösung dieser Anordnungen so hoch sein, dass die Spektren der modulierten optischen Signale detailliert untersucht werden können. Dies erfordert dann optische Auflösungsbandbreiten bis hinunter zu einigen MHz.

In dieser Arbeit werden verschiedene Modulationsverfahren hinsichtlich ihrer typischen spektralen Eigenschaften verglichen. Anhand exemplarischer Messungen wird die Eignung verschiedener Messverfahren für WDM-Systeme untersucht, gleichzeitig sollen Grenzen für den Einsatz üblicher Laborgeräte in diesen Systemen aufgezeigt werden.

1.1 Abkürzungen

AC	Alternating Current
AM	Amplitudenmodulation
ASE	Adjacent Spontaneous Emission
ASK	Amplitude Shift Keying
BER	Bit Error Rate
CATV	Cable Television
DBT	Duobinary Transmission
DC	Direct Current
DCF	Dispersion Compensating Fiber
DEMUX	Demultiplexer
DFB	Distributed Feedback
DSF	Dispersion Shifted Fiber
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplex
EDFA	Erbium Doped Fiber Amplifier
FFP	Fiber Fabry-Perot Resonator
FWM	Four Wavelength Mixing
IC	Integrated Circuit
ISI	Intersymbol-Interferenz
ISO	International Organisation for Standardization, Schweiz
ITU	International Telecommunications Union
LAN	Local Area Network
LWL	Lichtwellenleiter
MAN	Metropolitan Area Network
MDBT	Modified Duobinary Transmission
MUX	Multiplexer
MZI	Mach-Zehnder Interferometer
MZM	Mach-Zehnder Modulator
NRZ	Non-return-to Zero
NZD	Non-Zero Dispersion Fiber
OFA	Optical Fiber Amplifier
OSA	Optical Spectrum Analyzer
OSI	Open Systems Interconnection
PRBS	Pseudo-Random Bitsequence
PRS	Partial-Response Signalling
PSK	Phase Shift Keying
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
RX	Receiver
SNR	Signal-to-Noise Ratio
SMF	Single Mode Fiber
SPM	Self-Phase-Modulation
SSMF	Standard Singlemode Fiber
TX	Transmitter
WAN	Wide Area Network
WDM	Wavelength Division Multiplex

1.2 Inhaltsverzeichnis

1	ZUSAMMENFASSUNG	1
1.1	Abkürzungen	2
1.2	Inhaltsverzeichnis	3
2	EINLEITUNG.....	6
2.1	WDM-Technik in LWL-Systemen	8
2.2	Datenübertragung mit spektraleffizienten Signalen	9
2.2.1	Datenübertragung im NRZ-Format	10
2.2.1.1	Spektrale Eigenschaften des NRZ-Signals.....	11
2.2.2	Duobinärer Code	14
2.2.2.1	Struktur.....	14
2.2.2.2	Erzeugung.....	16
2.2.2.3	Spektrale Eigenschaften	18
2.2.3	Modifizierter duobinärer Code	20
2.2.3.1	Struktur.....	20
2.2.3.2	Erzeugung.....	21
2.2.3.3	Spektrale Eigenschaften	22
2.3	Spektraleffiziente Modulation in LWL-Systemen	23
2.3.1	Modulation	24
2.3.2	Demodulation.....	26
3	MESSTECHNIK IN DWDM-SYSTEMEN	28
3.1	Messungen mit optischen Spektrumanalysatoren	28
3.1.1	prinzipieller Versuchsaufbau.....	30
3.1.2	tatsächlicher Versuchsaufbau.....	30
3.1.3	Versuchsdurchführung.....	31
3.1.4	Messungen	33
3.2	Messungen mit Fabry-Perot-Resonator.....	34
3.2.1	prinzipieller Versuchsaufbau.....	35
3.2.2	tatsächlicher Versuchsaufbau.....	37
3.2.3	Versuchsdurchführung.....	38
3.2.4	Messungen	39
3.2.5	Besonderheiten.....	42
3.2.5.1	Einfluss des Logarithmierers.....	43
3.2.5.2	Einfluss der Kanalbandbreite	43
3.2.5.3	Einfluss des optischen Empfängers.....	45

3.3	Messungen nach dem Überlagerungsprinzip.....	48
3.3.1	prinzipieller Versuchsaufbau.....	48
3.3.2	tatsächlicher Versuchsaufbau.....	49
3.3.3	Versuchsdurchführung.....	49
3.3.4	Messungen	50
3.3.5	Besonderheiten.....	54
3.4	Abschließende Beurteilung	57
4	ANHANG: VERWENDETE GERÄTE	59
5	ANHANG: KONSTRUKTION EINES LOGARITHMIERERS	62
5.1	Möglichkeit 1: Logarithmierer mit Operationsverstärker	63
5.2	Möglichkeit 2: Digitale Messwerterfassung.....	64
5.3	Möglichkeit 3: Verwendung handelsüblicher Logarithmierer	64
5.3.1	Der Baustein AD 606	65
5.3.1.1	Funktionsweise	66
5.3.1.2	Konstruktive Merkmale.....	68
5.3.2	AD 606 in DC-Anwendungen.....	68
5.4	Schaltungsaufbau.....	70
5.4.1	AM-Modulator	71
5.4.1.1	Schaltplan	71
5.4.1.2	Schaltungsbeschreibung.....	72
5.4.1.3	Platinenlayout.....	73
5.4.2	Logarithmierer.....	74
5.4.2.1	Schaltplan	74
5.4.2.2	Schaltungsbeschreibung.....	75
5.4.2.3	Platinenlayout.....	75
5.4.3	Netzteil	76
5.4.3.1	Schaltplan	76
5.4.3.2	Schaltungsbeschreibung.....	77
5.4.3.3	Platinenlayout.....	78
5.5	Funktionsnachweis.....	79
5.5.1	DC-Kennlinie.....	79
5.5.1.1	Einsatz der Schaltung im Sub-Millivolt-Bereich	82
5.5.2	AC-Kennlinie	83
5.6	Gehäuse.....	87
5.6.1	Gehäusezeichnungen.....	89

6	ANHANG: MESSREIHEN ZUR AC-KENNLINIE	91
7	ANHANG: QUELLCODE DES ENCODER-PROGRAMMS.....	93
8	ANHANG: QUELLENVERZEICHNIS	96
9	ANHANG: DATENBLÄTTER DER VERWENDETEN HALBLEITER....	104

2 EINLEITUNG

Die Telekommunikationsbranche ist weltweit eines der am stärksten expandierenden Wirtschaftsfelder.

Durch leistungsfähige Prozessorsysteme, kurze Innovationsperioden mit entsprechend hohen Preisverfallsraten und Unternehmen, die sich einem globalen Wettbewerb stellen müssen, sind Produkte der Kommunikationstechnik so erschwinglich geworden, dass sie heutzutage in nahezu allen Büros und Haushalten der Industrienationen anzutreffen sind. Ihre Bedienung ist meist selbst erklärend und sie werden oft schon von Kindern sicher beherrscht. Die Systeme werden laufend verbessert und zeichnen sich aus durch Leistungsfähigkeit, Zuverlässigkeit und einen hohen Grad an Verfügbarkeit.

Mit der stetigen Weiterentwicklung dieses Marktsegmentes geht ein ebenfalls wachsender Bedarf an Übertragungsbandbreite einher. Je schneller die Prozessoren, je komplexer die Software und je anspruchsvoller die Dienste werden, welche die Kommunikationsunternehmen ihren Kunden zur Verfügung stellen, desto größer werden auch die zu übertragenden Datenvolumina. Kommunikation zwischen den Nutzern kann nur dann zufriedenstellend bewerkstelligt werden, wenn die dafür erforderliche Datenmenge ausreichend schnell transportiert werden kann.

Beschreibt man ein Kommunikationssystem, das im Allgemeinen aus mehreren Teilsystemen zusammengesetzt ist, hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit, so wird schnell deutlich, dass das jeweils Leistungsschwächste Element die obere Leistungsgrenze des Gesamtsystems festlegt.

Die Historie der Telekommunikationstechnik zeigt, dass dieses Leistungsschwächste Element sehr häufig der Übertragungskanal selbst ist [15]. Eine Betrachtung des ISO-OSI Referenzmodells [47] in Abbildung 2-1 verdeutlicht, dass Engstellen in den Schichten 2 bis 7 vergleichsweise leicht durch schnelle Prozessorsysteme, effiziente Protokollstacks und geschickte Komprimierungsalgorithmen vermieden werden können. Dagegen stellt die Bitübertragungsschicht im Allgemeinen eine durch physikalische Effekte begrenzte Übertragungsbandbreite zur Verfügung.

Treten in der Bitübertragungsschicht Kapazitätsdefizite auf, so können sie manchmal durch ausgleichende Maßnahmen in den anderen Schichten kompensiert werden. Der Aufwand für diese Maßnahmen ist jedoch oft hoch, und es entstehen z.T. erhebliche Kosten. In einigen Fällen kann es daher erforderlich werden, das bisherige Übertragungsmedium gegen eins mit höherer Leistungsfähigkeit auszutauschen. Kleinere LANs innerhalb von Gebäuden lassen sich unter Umständen noch relativ leicht zu moderaten Kosten modernisieren. Problematisch sind aber größere MAN- und WAN-Netzwerke. Hier werden fast immer erhebliche Kosten verursacht, wenn das (oftmals in der Erde verlegte) Übertragungsmedium ausgetauscht werden muss.