

***Sudan University of Science and  
Technology  
College of Post Graduate Studies  
Institute of Laser***

***A study of Microbending Effect  
on Laser Communication as Pressure Sensor***

***A thesis submitted as a partial fulfillment of  
requirement for the degree of M.Sc . in laser  
application - physics***

***By: Essam Elgeily Ahmed Ali***

***Supervised By : Dr. Mubarak Almahal Ahmed***

December 2004

بسم الله الرحمن الرحيم

قال تعالى

((تبارك الذي جعل في السماء  
بروجاً وجعل فيها سراجاً وقمراً  
منيراً))

صدق الله العظيم  
( (الايه 61 من سوره الفرقان

# *Dedication*

***I dedicate this thesis***

***TO my parents***

***.....***

***And***

***TO my  
fiancée .....***

***Essam***

## **Acknowledgement**

*I am so grateful to Dr. Mubarak Almahal who supervised this thesis. And also I thank prof. Nafi Abd Alateef for all his help and fruitful advices. My thank fall short to his great help and kind guidance. My thanks to Dr. Gais Abd Alstar who provided valuable equipment. I thank prof. Khaleel Hajam and Dr. Hussien Ali Jawad who inspired me. A lot of thanks to Mr. Do anh Tuan for designing the aluminum blocks. Finally, I thank Dr. Hussien Yousif of the Department of Statistics and Computers in Shendi University.*

*And I thank the staff of the institute of laser in Sudan University of Science and Technology and the University of Shendi. My humble thanks to everyone who helps me..*

ii

## **Abstract**

The microbending is one of the passive processes that are undesired in the optical communication field. That is as it affects –during communication- in attenuating signal and noises the optical fibers. But it might be useful if it is well treated.

This study treated the mechanical effects on due to microbending transmitted signal diode laser through an optical fiber, by using a communication system that contains: transmitter, receiver, an optical fiber, threaded aluminum blocks of different lengths and hydraulic pressure unit.

Seven threaded aluminum blocks with different dimension and spatial periods are used to cause microbending. These blocks cross the

fiber and pressed by the pressure unit. Then ensues a relationship between the attenuation of the signal output and the effective pressure.

So the conclusion is that the mechanism of microbending can be used in optical fiber to produce a pressure sensor and this is done by measuring the attenuation of the signal output and then finding the value of the effective pressure on the optical fiber, which causes this attenuation.

iii

## خلاصة

تعتبر الانحناءات الدقيقة إحدى الصفات غير المرغوبة في الاتصالات الضوئية، بسبب تأثيرها في توهين وتشويش الإشارة في الألياف البصرية، ويمكن أن تكون مفيدة إذا ما تمت السيطرة عليها.

في هذا البحث درست التأثيرات الميكانيكية على شدة ليزر الثنائي المنقولة عبر الليف البصري وذلك باستخدام منظومة اتصالات مكونه من مرسل، مستقبل، ليف بصري، ألواح ألمونيوم مسننه مختلفة الأطوال وجهاز للضغط (هيدرولك).

استخدمت سبعة أزواج من ألواح الألمونيوم المسننه المسببة للانحناء الدقيق بأبعاد مختلفة وقيم مختلفة للمسافات بين الأسنان لإحداث الانحناءات الميكروية في الليف البصري، وذلك بوضع الليف البصري بين لوحين والضغط عليه بجهاز الضغط، ومن ثم استخرجت علاقة بين التوهين في الإشارة الخارجة و الضغط المؤثر في اليف البصري في ظروف مختلفة.

استنتج أنه يمكن استخدام آلية الانحناء الدقيق في الألياف البصرية لعمل مجس لقياس الضغط وذلك بقياس التوهين الناتج في الإشارة الخارجة من الليف وباستخدام العلاقة المستخرجة يمكن إيجاد قيمة الضغط المؤثر على الألياف البصرية والذي تسبب في أحداث ذلك التوهين .

## Contents

<b>Dedication</b> .....	<b>i</b>
<b>Acknowledgement</b> .....	<b>ii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>iii</b>
<b>Contents</b> .....	<b>v</b>
<b>Chapter 1 :Introduction and basic concepts</b> .....	<b>1</b>
1-1 Introduction.....	1
<b>1-2 Optical fiber</b> .....	<b>3</b>
1-2-1 Fiber data link.....	3
1-2-2 Basic structure of optical fibers .....	5
1-2-3 Classification of optical fibers.....	6
1-2-3-1 Single mode fibers.....	6
1-2-3-2 Multimode fibers.....	7
1-2-4 Optical fiber parameters.....	8

1-2-5 Attenuation in optical fibers.....	11
1-2-5-1 Absorption.....	12
1-2-5-2 Scattering.....	14
1-2-5-3 Bending loss.....	15
1-2-5-4 Dispersion.....	17
<b>1-3 Optical sources.....</b>	<b>18</b>
1-3-1 Incoherence sources.....	19
1-3-1-1 Thermal sources.....	19
1-3-1-2 Discharge lamps.....	19
1-3-1-3 Solid state incoherent sources LED.....	20
1-3-2 Coherent sources.....	21
1-3-2-1 Diode laser.....	21

<b>1-4 Optical receivers.....</b>	<b>25</b>
1-4-1 General remarks.....	25
1-4-2 optical detectors.....	26
1-4-3 Types of photodiodes.....	27
1-4-3-1 The PIN photodiode.....	27
1-4-3-2 Avalanche photodiode.....	29
<b>1-5 Optical fiber sensors.....</b>	<b>30</b>
1-5-1 Temperature sensors.....	32
1-5-2 Microbend pressure sensors... ..	33
1-5-3 Liquid level sensors.....	35
1-5-4 Displacement sensors.....	36
1-5-5 Smoke detection optical radar.....	36
<b>Chapter 2 Experimental part .....</b>	<b>37</b>
2-1 Introduction.....	37
2-2 The experimental setup .....	37
2-2-1 Laser source.....	37



2-2-2 Optical fiber.....	38
2-2-3 Photodetector.....	38
2-2-4 Pressure unit.....	39
2-2-5 Aluminum blocks .....	40
2-3 Experimental Procedure .....	41
<b>Chapter 3 Results and Discussion.....</b>	<b>44</b>
3-1 Introduction.....	44
3-2 Effect of the load on the transmitted signal .....	44
3-3 Effect of the effective pressure on the laser output .....	48
3-4 Effect of the spatial period on signal transmitted the fiber ...	54
3-5 Conclusion .....	56
3-6 Future work .....	56
References.....	57

# Chapter 1

## Introduction and Basic Concepts

# *Chapter 3*

## *Results And Discussion*

*Chapter 2*  
*Experimental Part*

