بسم الله الرحمن الرحيم

Sudan University of Science and Technology

College of Graduate studies

Designing & Testing Laser Microvibration Sensor

تصميم واختبار متحسس ليزري للإهتزازات الد قيـ قة

A thesis submitted as a partial fulfillment of the requirements for the degree of M. Sc. in Laser Applications in physics

By:

Albashir Zomrawi Mohamed Yousif

Supervisor:

Dr. Kasim M. AL.Hity

March 2009

بسم الله الرحمن الرحيم

(وما أوتيتم من العلم إلا قليلا)

صدق الله العظيم

الآيه (85) سورة الإسراء

DEDICATION

Dedicated…

to my father,

the first one who taught me a letter.

To my mother,

from whom I know the meaning of life.

To my brothers, Nadir, Nagi, Eltayeb,

the light of my way.

To my wife, Tagwa

whom I love.

ACKNOWLEDGEMENTS

My primary thanks to Allah, the most beneficent, the most merciful.

Thanks to Dr. kasim M. AL.Hity, my supervisor, for his help, advices and continuous encouragement through this research work. Thanks also to all the staff of the Institute of Laser.

I am grateful to Dr. Abd almonem Mohamed Awad Algeed, head of general science department, university of Karari, and Dr. Alameen Alhosean, vice manager, university of Karari, and my brother Dr. Nagi Zomrawi, head of survey engineering department, Sudan university of since and technology, whom continuously encourage me through this research work.

Finally, I am indebted to all people who gave me their time, advice, and support and helped me in various aspects of this study.

Acknowledgments are extended to my teachers and colleagues at general science department, university of Karari.

الخلاصة

لـ قد حدث تطور في مجال المتحسسات الضوئية خلال العـ قدين الماضيين مما أدى إلى إنتـ قال هذه الاجهزة من النطاق التجريبي إلى نطاق المجالات التطبيـ قية. و قد تم إستخدام هذه المتحسسات في العديد من التطبيـ قات مثل مرا قبة الخزانات والسدود وغيرها من المنشأت الهندسية الضخمة. ومن المتو قع أن يزيد إستخدام المتحسسات الضوئية في العديد من التطبيـ قات.

تم في هذا البحث تصميم منظومة لـ قياس الاهتزازات المايكروية بالإعتماد على شعاع الليزر. تحتوي هذه المنظومة على ثلاث أجزاء رئيسية تتمثل في: الجزء الأول وهو عبارة عن مصدر ليزري (ليزر الثنائي) والذي يـ قوم بتحسس إهتزازات الاجسام عن طريق الإتصال المباشر بين مصدر الليزر والجسم المهتز أو بالإتصال غير المباشر والذي يحدث بين شعاع الليزر والجسم المهتز. وإستـ قبال الجزء المنعكس من الشعاع الليزري.

أما الجزء الثاني فيتمثل في الدائرة الكهربية (المستَـ قبِل) والتي تحتوي على الكاشف الضوئي الذي يـ قوم بتحويل الإشارة الضوئية إلى إشارة كهربية. والجزء الثالث عبارة عن وحدة عرض الإشارة، والتي يمكن أن يتغير نوعها حسب الغرض المطلوب ونوع الدراسة. هذه الوحدة يمكن أن تتمثل في سماعة صوت أو راسم بياني أو راسم ذبذبات.

و قد خلُصت هذه الدراسة بأن منظومة قياس الاهتزازات المايكروية المطورة في هذا البحث تعمل بكفاءة على قياس الاهتزازات المايكروية عن طريق الإتصال المباشر أو غير المباشر بين المتحسس والجسم المهتز، و قد إعتمدت شدة الإشارة المتحسسة على قوة الإتصال المباشر بين مصدر الليزر والجسم المهتز. يمكن إستخدام منظومة الـ قياس هذه لـ قل

إشارات الصوت كما يمكن إستبدال وحدة الإخراج بسماعة صوتية وذلك للمساعدة في تحسس الذبذبات الصوتية الضعيفة.

ABSTRACT

In the past two decades, the optical sensor has been developed from the experimental stage to the practical applications. For instance, distributed optical sensors have been installed in dams and bridges to monitor the performance of these facilities. It can be anticipate that optical sensors will become widespread applications in sensing technology.

In this work a design of an optical microvibration sensor has been developed depending on a laser beam creation. This microvibration sensor consists of three main parts. The first part is the laser source (laser diode) which can be sense the vibration on the bodies by direct contact between the laser source and the vibrated body, or indirect contact which done by directing the beam of laser to the vibrated body, and receive the reflected part of the beam. The second part is an electronic circuit (receiver) which contents a photodetector that processes the photo signal to electric signal. The third part is the output signal device. The type of which can be varies as required according to nature of study. Speaker, graphometer and oscilloscope are suggested here.

The results obtained in this work, conclude the developed microvibration sensor device can efficiently measure the microvibrations applying the direct contact and indirect contact between the sensor and the vibrated object. The

strength of the measure signals depends on the physical contact between the laser and the object in sense by direct contact. This microvibration sensor can be used to curry the audio signals. And substitution the measuring device with the speakers makes the microvibration sensor ready to hear low noises (sounds).

LIST OF CONTENTS

Page

CHAPTER 1: INTRODUCTION OF BASIC CONCEPTS…….....1

1.1 Introduction……..……..…….....2

1.2 Optical sensors…….....……5

1.3 Linear optical sensors……..…….…..7

1.4 History of digital communication……..…….....……8

1.4.2 Analog and digital signals and transmission…….....…...9

1.4.3 Types of modulations….……..……..…….9

1.4.4 Analog modulation…….……...……...….10

1.4.4.1 Amplitude modulation……...……12

1.4.4.2 Frequency modulation……...…....13

1.4.4.3 Phase modulation…….……...……....14

1.4.5 Linear modulation……..…...15

1.4.6 Digital modulation……...…….…….15

1.4.6.1 Pulse amplitude modulation……..16

1.4.6.2 Pulse width modulation……...…….…….…….16

1.4.6.3 Pulse position modulation……..…18

1.4.6.4 Pulse code modulation…….……. .21

1.4.6.5 Differential pulse code modulation……...…22

1.4.6.6 Delta modulation…….....22

1.4.6.7 Adaptive delta modulation…….……23

1.5 Characteristics of laser light……...…….23

1.5.1 Semiconductor lasers……...……..…25

1.6 Aims of the Work…….….26

1.7 Thesis Layouts……...26

CHAPTER 2: EXPERIMENTAL SETUP…….....27

2.1 Introduction……...28

2.2 Experiment setup…….…….…….28

2.3 Receiver design……..….30

CHAPTER 3: THE RESULTS & DISCUSSIONS……..…....33

3.1 Introduction……..…….34

3.2 Results and discussions…….……34

3.2.1 Sense by direct contact…….…….34

3.2.2 Sense by remote sensing……36

3.2.3 Modulation methods of the instrument……..….38

3.2.4 Demodulation method of the instrument……...…39

3.2.5 Distortion of the output…….....…….39

3.3 Conclusions……39

3.4 Recommendation…….……..….40

REFERENCES……...….41