การพัฒนาระบบรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรดสำหรับอุปกรณ์นิวคลีออนิกส์

นาย ธเนส ศิริไตรวัฒนาพร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-332-490-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I18703100

DEVELOPMENT OF AN INFRARED – TRANSCEIVING DATA SYSTEM FOR NUCLEONIC INSTRUMENTS

Mr.Tanate Siritriwattanaporn

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Nuclear Technology

Department of Nuclear Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic year 1998

ISBN 974-332-490-9

ชื่อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาระบบรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรดสำหรับอุปกรณ์นิวคลีออนิกส์
โดย	นาย ธเนส ศิริไตรวัฒนาพร
ภาควิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ อรรถพร ภัทรสุมันต์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวิทย์ ปุณณชัยยะ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ อรรถพร ภัทรสุมันต์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ)

.....กรรมการ
(อาจารย์ เดโช ทองอร่าม)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

ธเนส ศิริไตรวัฒนาพร : การพัฒนาระบบรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรดสำหรับอุปกรณ์นิวคลีออนิกส์ (DEVELOPMENT OF AN INFRARED-TRANSCEIVING DATA SYSTEM FOR NUCLEONIC INSTRUMENTS) อ. ที่ปรึกษา : อ. อรรถพร ภัทรสุมันต์ อ. ที่ปรึกษาร่วม : ผศ. สุวิทย์ ปุณณชัยยะ, 128 หน้า. ISBN 974-332-490-9

การพัฒนาระบบรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรดสำหรับอุปกรณ์นิวคลีออนิกส์นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ ช่วยลดปัญหาที่เกิดจากความยาวของสายส่งสัญญาณวัดนิวเคลียร์อันได้แก่ ความชื้นของสายส่งสัญญาณ และสัญญาณรบกวนเหนี่ยวนำในสายส่งสัญญาณ รวมทั้งช่วยให้การส่งสัญญาณสะดวกขึ้นและเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับรังสีโดยไม่จำเป็นต้องใช้สายส่งสัญญาณระหว่างหัววัดรังสีกับระบบวัดรังสีที่มีความยาวมาก ระบบรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรดสำหรับอุปกรณ์นิวคลีออนิกส์ที่พัฒนาขึ้นแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ อุปกรณ์รับส่งข้อมูลต้นทางและอุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทาง ส่วนของอุปกรณ์รับส่งข้อมูลต้นทางประกอบด้วย อินฟราเรดโมเด็ม อะนาลอกอินพุต/เอาต์พุต ดิจิตอลอินพุต/เอาต์พุต ไมโครคอนโทรลเลอร์ และโปรแกรมควบคุมการทำงานที่พัฒนาขึ้นด้วยภาษาแอสเซมบลี และในส่วนของอุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทางประกอบด้วย อินฟราเรดโมเด็ม ไมโครคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมควบคุมการทำงานที่พัฒนาขึ้นด้วยภาษาปาสคาล การใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ทำได้โดยต่ออุปกรณ์รับส่งข้อมูลต้นทางเข้ากับอุปกรณ์นิวคลีออนิกส์แล้วควบคุมการทำงานรวมทั้งการแสดงผลของระบบที่อุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทาง

จากการทดสอบการทำงานของระบบรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรดสำหรับอุปกรณ์นิวคลีออนิกส์ โดยประยุกต์ใช้งานในรูปของเรตมิเตอร์และอุปกรณ์วิเคราะห์แบบช่องเดียว พบว่าสามารถรับส่งข้อมูลได้อย่างถูกต้องโดยมีขีดจำกัดของระยะในการรับส่งข้อมูลที่ 4 เมตร นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้งานระบบรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรดสำหรับอุปกรณ์นิวคลีออนิกส์กับอุปกรณ์นิวคลีออนิกส์ชนิดอื่น ๆ ได้อีกโดยปรับปรุงโปรแกรมควบคุมการทำงาน ทั้งที่อุปกรณ์รับส่งข้อมูลต้นทางและอุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทางอีกเพียงเล็กน้อย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2541 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C818932 : MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY
KEY WORD: INSTRUMENTATION / NUCLEONIC / INTERFACE / INFRARED COMMUNICATION
TANATE SIRITRIWATTANAPORN : DEVELOPMENT OF AN INFRARED-TRANSCEIVING DATA SYSTEM FOR NUCLEONIC INSTRUMENTS. THESIS ADVISOR : ATTAPORN PATARASUMUNT, THESIS CO-ADVISOR : ASSIST. PROF. SUVIT PUNNACHAIYA, 127 pp. ISBN 974-332-490-9.

An Infrared-transceiving data system for nucleonic instruments was developed for minimizing the problem of signal transmission normally encountered in coaxial cable ; such as , humidity and electromagnetic interference (EMI). Not only that it becomes much more convenient but the safety of the workers is also increased by eliminating long transmission cable between radiation detector and monitoring instruments. The developed system could be separated into two parts: the front-end and the destination transceiver. The front-end transceiver consists of an infrared modem, an analog input/output, a digital input/output, a microcontroller and controlling software developed in assembly language. The destination transceiver consists of an infrared modem, a microcomputer and controlling software developed in PASCAL language. The system can be used by simply connecting the nucleonic instrument to the front-end transceiver while the system can be controlled and the results are displayed on the destination transceiver.

The developed system was tested by transmitting and exchanging signals with the ratemeter and single channel analyzer. The system was found to perform satisfactorily within the limiting distance of 4 meters. This system may also be applied to other nucleonic instruments by adjusting some parts of the controlling software.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2541 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยดีจากความช่วยเหลือของบุคคลหลายฝ่าย ผู้เขียนจึงขอแสดงความขอบคุณอย่างสูงต่อ อาจารย์ อรรถพร ภัทรสุมันต์ ซึ่งคอยดูแลและให้คำปรึกษาตลอดมาทั้งทางด้านการวิจัยและการเขียนวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวิทย์ ปุณณชัยยะที่ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และเครื่องมือวัดทางด้านนิวเคลียร์ นอกจากนี้ ขอแสดงความขอบคุณต่อ อาจารย์ เดโช ทองอร่าม ที่แนะแนวทางในการแก้ปัญหาและให้เอกสารอ้างอิงบางส่วนที่นำมาใช้ในงานวิจัย

ขอขอบคุณผู้บริหารและเพื่อนร่วมงานบริษัทลีโอนิคส์ จำกัด ที่ให้โอกาสและคำแนะนำรวมทั้งเอกสารบางส่วนสำหรับทำวิทยานิพนธ์นี้ ขอบคุณเพื่อน ๆ นิสิตภาควิชานิวเคลียร์ทุกท่านที่ช่วยในการปฏิบัติงานวิจัย และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้เอื้อเฟื้อค่าใช้จ่ายในการทำวิทยานิพนธ์

ถ้าปราศจากบิดามารดาบุคคลผู้ซึ่งเป็นทุกสิ่งผู้เขียนคงจะไม่มีวันนี้ ขอแสดงความกตัญญูมา ณ โอกาสนี้ด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ญ

บทที่

1. บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 1

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย..... 2

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย..... 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2

1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 2

2. ทฤษฎี..... 4

2.1 ระบบวัดนิวคลีออนิคส์..... 4

2.2 ส่วนส่วนประกอบต่างๆของระบบวัดนิวคลีออนิคส์ 6

2.3 การสื่อสารสัญญาณข้อมูลเชิงตัวเลขระหว่างเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิคส์กับอุปกรณ์พ่วง..... 12

2.4 การสื่อสารโดยใช้แสง..... 16

2.5 การรับส่งข้อมูลดิจิตอลในระบบ FSK (Frequency shift keying)..... 19

2.6 ไมโครคอนโทรเลอร์8031..... 22

3. การพัฒนาระบบรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรดสำหรับอุปกรณ์นิวคลีออนิกส์... 28

3.1 ระบบรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรดสำหรับ อุปกรณ์นิวคลีออนิกส์..... 28

3.2 ข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบ..... 28

3.3 การพัฒนาระบบรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรดสำหรับอุปกรณ์วัดนิวคลีออนิกส์..... 26

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.4 การทำงานของ อินฟราเรดโมเด็ม	32
3.5 การทำงานของ ADC	39
3.6 การทำงานของ DAC	39
3.7 ผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมระบบรับส่งข้อมูล	41
4 .การทดสอบการทำงานของระบบรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรดสำหรับอุปกรณ์นิวคลีออนิกส์	54
4.1 ทดสอบการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล	54
4.2 ทดสอบการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอะนาลอก	57
4.3 ทดสอบวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณ FSK	59
4.4 ทดสอบวงจรถอดรหัสสัญญาณ FSK	60
4.5 ทดสอบการทำงานของวงจรผสมสัญญาณ FSK กับแสงอินฟราเรดแบบฟรีเควนซีมอดูเลชัน	62
4.6 ทดสอบการทำงานของวงจรดีมอดูเลตสัญญาณ FSK จากแสงอินฟราเรด	63
4.7 ทดสอบหาขีดจำกัดของระยะการทำงานของระบบรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรด	65
4.8 ทดสอบการใช้งานรูปแบบของเรดมิเตอร์	66
4.9 ทดสอบการใช้งานในรูปแบบของอุปกรณ์วิเคราะห์ชนิดช่องเดียว	69
5 .สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	73
5.1สรุปผลการวิจัย	73
5.2 ข้อเสนอแนะ	75
รายการอ้างอิง	76
ภาคผนวก ก	78
ภาคผนวก ข	100
ภาคผนวก ค	110
ประวัติผู้เขียน	127

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางแสดงรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่พิเศษ.....	24
2.2 การใช้ TIMER 1 กำเนิดบอดเรต.....	27
4.1 ตารางแสดงผลการทดสอบการแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล.....	56
4.2 ตารางแสดงผลการแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอะนาลอก.....	58
4.3 แสดงผลการทดสอบการรับ/ส่งข้อมูลในระยะต่าง ๆ.....	66

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 หัววัดชนิดไกเกอร์ (Geiger –Mueller detector) และระบบวัด.....	4
2.2 หัววัดชนิด พรอพพอร์ชันนอล (Proportional detector) และระบบวัด.....	5
2.3 หัววัดชนิดซินทิลเลชัน (Scintillation detector) และระบบวัด.....	5
2.4 หัววัดชนิดเซมิคอนดักเตอร์ (Semiconductor detector) และระบบวัด.....	6
2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ไบอัสและประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นภายในหัววัด.....	7
2.6 ผังการทำงานของอินทีกรัลดีสคริมิเนเตอร์.....	9
2.7 ผังการทำงานของ ดิฟเฟอเรนเชียลดิสคริมิเนเตอร์.....	10
2.8 ผังการทำงานของ ระบบวัดแบบหลายช่อง.....	11
2.9 แสดงการส่งข้อมูลเบื้องต้น.....	12
2.10 การส่งข้อมูลแบบ RS-232 ในลักษณะ Full Duplex.....	13
2.11 รูปแบบของบิตที่ใช้สำหรับส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส.....	15
2.12 แสดงการกำหนดขาหัวต่อสายสัญญาณ RS232-C.....	15
2.13 ระบบการสื่อสารโดยใช้แสง	16
2.14 ประสิทธิภาพทางควันตัมของสารกึ่งตัวนำชนิดต่าง ๆ.....	19
2.15 รูปคลื่นที่ได้จาก Non – coherent FSK.....	20
2.16 รูปคลื่นที่ได้จาก Phase coherent FSK.....	21
2.17 โครงสร้างของ 8031.....	22
2.18 ลักษณะของ 8031.....	23
3.1 ก. อุปกรณ์รับส่งข้อมูลต้นทาง.....	29
3.1 ข. อุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทาง.....	29
3.2 โครงสร้างของอุปกรณ์รับส่งข้อมูลต้นทาง.....	30
3.3 อุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทาง.....	30
3.4 วงจรแปลงข้อมูลดิจิตอลเป็นรหัสข้อมูล FSK และแปลงรหัสข้อมูล FSK เป็นข้อมูลดิจิตอล.....	34
3.5 วงจรภาคส่งสัญญาณ.....	37
3.6 วงจรภาครับสัญญาณ.....	38
3.7 โฟลวชาร์ตของโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์รับส่งข้อมูลต้นทาง.....	43
3.8 โฟลวชาร์ตของโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทาง.....	44

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.9 โฟลวชาร์ตของโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์รับส่งข้อมูลต้นทาง.....	46
3.10 โฟลวชาร์ตของโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทาง.....	48
3.11 รูปแสดงอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต.....	50
3.12 รูปแสดงภายในอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต.....	50
3.13 รูปแสดงไมโครคอนโทรลเลอร์.....	51
3.14 รูปแสดงอินฟราเรดโมเดม.....	51
3.15 รูปแสดงภายในอินฟราเรดโมเดม.....	52
3.16 อุปกรณ์รับส่งข้อมูลต้นทางและอุปกรณ์นิวคลีออนิกส์.....	52
3.17 อุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทาง.....	53
4.1 การจัดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล.....	55
4.2 กราฟแสดงความเป็นเชิงเส้นของการแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล.....	56
4.3 การจัดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอะนาลอก.....	57
4.4 กราฟแสดงความเป็นเชิงเส้นของการแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอะนาลอก.....	58
4.5 การจัดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณ FSK.....	59
4.6 กราฟเปรียบเทียบสัญญาณดิจิตอลอินพุตและสัญญาณ FSK เอาต์พุต.....	60
4.7 การจัดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลแบบ FSK.....	61
4.8 ผลการวัดเปรียบเทียบรูปคลื่นอินพุตและเอาต์พุต.....	61
4.9 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบการผสมสัญญาณเชิงตัวเลข.....	62
4.10 ผลการวัดเปรียบเทียบรูปคลื่นอินพุตและเอาต์พุตของวงจรผสมสัญญาณ FSK กับแสงอินฟราเรด แบบฟรีเดวนซีมอดูเลชัน.....	63
4.11 การจัดเครื่องมือเพิ่มเติมเพื่อทดสอบวงจรดีมอดูเลตสัญญาณ FSK จากแสงอินฟราเรด.....	64
4.12 รูปคลื่นสัญญาณ FSK จากการผสมสัญญาณเชิงตัวเลข.....	64
4.13 การจัดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบเพื่อหาขีดจำกัดของระยะการรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟาเรด.....	65

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.14 การจัดอุปกรณ์ทดสอบในรูปแบบของเรตมิเตอร์	67
4.15 ผลการทดสอบที่แสดงบนหน้าจอมอนิเตอร์	68
4.16 แผนภาพการจัดอุปกรณ์และเครื่องมือเพื่อทดสอบการส่งและรับสเปกตรัมนิวเคลียร์	70
4.17 ผลการทดสอบที่แสดงบนหน้าจอแสดงผลของไมโครคอมพิวเตอร์ ขณะวัดสเปกตรัมของ Cs-137	71
4.18 ผลการทดสอบที่แสดงบนหน้าจอแสดงผลของไมโครคอมพิวเตอร์ ขณะวัดสเปกตรัมของ Co-60	72

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย