การพัฒนาเครื่องส่งสัญญาณนิวเคลียร์ระบบไร้สาย

นายอำนวย สุดสาคร

วิทยานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ISBN.974-634-076-3
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2537

I16965459

DEVELOPMENT OF A WIRELESS NUCLEAR SIGNAL TRANSMITTER

MR. AMNUAY SOODSAKORN

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Nuclear Technology
Graduate School
Chulalongkorn University
1994

ISBN.974-631-076-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาเครื่องสงสัญญาณนิวเคลียร์ระบบไร้สาย
โดย	นายอำนวย สุดสาคร
ภาควิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.วิรุฬห์ มังคละวิรัช
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.สุวิทย์ ปุณณชัยยะ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์วิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ถุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยากรด ศิริอุปถัมภ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ วิรุฬห์ มังคละวิรัช)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว)

.....กรรมการ
(อาจารย์อรรถพร ภัทรสุมนต์)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

อำนวย สุดสาคร : การพัฒนาเครื่องส่งสัญญาณนิวเคลียร์ระบบไร้สาย (DEVELOPMENT OF A WIRELESS NUCLEAR SIGNAL TRANSMITTER) อ.ที่ปรึกษา : รศ.วิรุฬห์ มังคละวิรัช อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.สุวิทย์ ปุณณชัยยะ, 123 หน้า. ISBN 974-634-076-3

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการพัฒนาเครื่องส่งสัญญาณนิวเคลียร์ ด้วยการใช้คลื่นวิทยุเป็นพาหะ ซึ่งจะเหมาะสำหรับการส่งข้อมูลวัดระยะไกลจากบริเวณปฏิบัติการทางรังสีที่มีระดับรังสีสูง และการตรวจวัดรังสีในภาคสนาม ระบบส่งข้อมูลประกอบด้วย วงจรแปลงสัญญาณพัลส์อนาลอกเป็นข้อมูลเชิงตัวเลขแบบอนุกรม วงจรผสมสัญญาณเชิงตัวเลข และวงจรผสมสัญญาณกับคลื่นวิทยุแบบฟรีเควนซีมอดูเลชัน และวงจรส่งคลื่นวิทยุที่มีความถี่ 27.125 MHz กำลังส่ง 1 วัตต์ การส่งข้อมูลถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ในส่วนของระบบรับประกอบด้วย วงจรดีเทกเตอร์ วงจรกรองความถี่สัญญาณรบกวน และวงจรถอดสัญญาณผสมเชิงตัวเลข ส่งสัญญาณแบบอนุกรมมาตรฐาน RS-232C ให้กับไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงผลการวัดสเปกตรัมนิวเคลียร์

ผลการพัฒนาพบว่าระบบส่งสัญญาณสามารถส่งสัญญาณพัลส์อนาลอก ซึ่งมีความกว้างและความสูงของพัลส์ในช่วง 0.5 - 10 µs และ 0-10 โวลต์ตามลำดับ ในอัตราวัดรังสีไม่เกิน 600 cpm ด้วยอัตราส่งข้อมูลเชิงตัวเลข 1200 bps โดยไม่คลาดเคลื่อน การแปลงความสูงของพัลส์เป็นข้อมูลเชิงตัวเลขมีความเป็นเชิงเส้น 0.998 คาดว่าระยะทางของการส่งข้อมูลในที่โล่งแจ้งสามารถส่งได้ในรัศมี 1 กิโลเมตร ดังนั้นจึงสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการส่งข้อมูลระยะไกลในการตรวจวัดปริมาณรังสีในภาคสนาม มายังห้องปฏิบัติการวัด ซึ่งต้องการควบคุมอุณหภูมิแวดล้อม เพื่อการตรวจวัดอย่างต่อเนื่องได้ตลอดวัน

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2537 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

C217065 : MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY
KEY WORD: NUCLEAR SIGNAL TRANSMITTER, SIGNAL COMMUNICATION, WIRELESS
AMNUAY SOODSAKORN : DEVELOPMENT OF A WIRELESS NUCLEAR SIGNAL TRANSMITTER. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. VIRUL MANGCLAVIRAJ, THESIS CO-ADVISOR : ASST. PROF. SUVIT PUNNACHAIYA. 123pp. ISBN 974-634-076-3

This thesis aims at the development of a nuclear signal transmission system using radio frequency as carrier. The system is helpful for long distance data transmission especially convenient in high level radiation area. The transmitting system comprises of pulse height ADC with serial output, digital data modulation, frequency modulation and a 1 watt CB 27.125 MHz transmitter. The sequential data transmission is controlled by microcontroller. The receiving system comprises of detector, noise filter and data demodulator where the signals in form of nuclear spectrum will be displayed on a micro-computer through RS-232C serial data transmission.

It is found that the developed system can transmit a nuclear pulse height in the range of 0-10 V with the pulse width varying from 0.5-10 μs. The linear correlation of the pulse height ADC conversion is 0.998. The system can transmit a nuclear pulse rate of 600 cpm with the serial data of 1200 baud rate without error. At a 1 watt transmitted power, the system can on air cover an area of 1 km radius for continuous operation.

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2537 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ของ รองศาสตราจารย์วิรุฬห์ มังคละวิรัช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยด้วยดีมาตลอด

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบพระคุณบิดา มารดา รวมทั้งคุณจิรพงศ์ ไพศาล ที่ได้ให้คำแนะในด้านซอร์ฟแวร์ คุณอภิชาติ อุ่นสมัย ที่ได้ให้คำแนะนำและพัฒนาทางด้านฮาร์ดแวร์ คุณบัญชา อุนพานิช ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกทางด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ คุณพิณรัฐ อุดมผล ที่ช่วยเหลือทางด้านการพิมพ์และจัดทำรูปเล่มจนเสร็จสมบูรณ์ และเพื่อนทุกๆ ท่านที่เป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาตลอดอย่างสม่ำเสมอ จนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		จ
กิตติกรรมประกาศ		ฉ
สารบัญตาราง		ฌ
สารบัญภาพ		ญ
บทที่		
1	บทนำ	1
	ความเป็นมาของปัญหา	1
	วัตถุประสงค์	1
	ขอบเขตการวิจัย	2
	ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย	2
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2	ระบบการวัดนิวเคลียร์และการรับส่งแบบไร้สาย	3
	ระบบวัดนิวเคลียร์	3
	1 กระบวนการวัดของหัววัดรังสี	4
	2 ลักษณะสัญญาณพัลส์นิวเคลียร์	5
	3 ลักษณะการวัดสัญญาณนิวเคลียร์	5
	หลักการสื่อสารระบบไร้สาย	7
	1 การแปลงสัญญาณนิวเคลียร์เป็นสัญญาณเชิงตัวเลข	7
	2 การแปลงสัญญาณแบบ successive approximation	7
	3 มาตรฐานสัญญาณเชิงตัวเลขแบบอนุกรม	9
	4 โมเดม	11
	การรับส่งคลื่นวิทยุ	12
	1 เครื่องส่งวิทยุ	13
	2 เครื่องรับวิทยุ	14
	การควบคุมขั้นตอนการส่งข้อมูลเชิงตัวเลข	15
3	การพัฒนาเครื่องส่งสัญญาณนิวเคลียร์ระบบไร้สาย	16
	ข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบและสร้าง	16

สารบัญ(ต่อ)

บทที่		หน้า
	การออกแบบเครื่องส่งสัญญาณนิวเคลียร์ระบบไร้สาย	17
	1 โครงสร้างของเครื่องส่งสัญญาณนิวเคลียร์แบบไร้สาย.....	17
	2 ระบบส่งสัญญาณด้วยเครื่องวิทยุ	19
	2.1 เครื่องส่งวิทยุ	19
	2.2 วงจร FSK ทาง modulator	22
	2.3 วงจร pulse height ADC	23
	3 วงจรควบคุมการส่งสัญญาณพัลส์	25
	4 ระบบรับสัญญาณคลื่นวิทยุ	27
	4.1 เครื่องรับวิทยุ	27
	4.2 เครื่องกรองความถี่สัญญาณรบกวน	29
	4.3 วงจรถอดสัญญาณผสมเชิงตัวเลข	29
	การพัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ	30
	การประกอบเครื่องต้นแบบ.....	34
4	ผลการทำงานของเครื่องส่งสัญญาณนิวเคลียร์แบบไร้สาย	37
	ทดสอบการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณพัลส์อนาลอก เป็นสัญญาณเชิงตัวเลข	37
	ทดสอบการทำงานของวงจรผสมสัญญาณเชิงตัวเลข และวงจรผสมคลื่นวิทยุ	40
	ทดสอบการทำงานของวงจรดีเทกเตอร์	42
	ทดสอบการทำงานของวงจรกรองความถี่ และถอดรหัสสัญญาณผสมเชิงตัวเลข	43
	ทดสอบการส่งและรับสเปกตรัมนิวเคลียร์ จากต้นกำเนิดรังสีมาตรฐาน.....	45
5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	47
	สรุปผลการวิจัย.....	47
	ข้อเสนอแนะ.....	48

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 แสดงพอร์ตควบคุมที่กำหนดขึ้นจากแผนภาพเวลา..... 26

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของพัลส์กับค่าที่แปลงได้..... 39

สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

2.1ก แผนภาพของระบบวัดนิวเคลียร์ 3
2.1ข ชุดอุปกรณ์มาตรฐาน NIM 4
2.2 ระบบวัดรังสีส่วนหน้าและรูปสัญญาณมาตรฐาน 6
2.3 สเปกตรัมของต้นกำเนิดรังสี Co-60 6
2.4 แผนภาพการทำงานของ pulse height ADC เบื้องต้น 8
2.5 แผนภาพของการเปรียบเทียบแบบ successive approximation 8
2.6 แสดงการแตกกิ่งจากการประมาณค่า 3 บิต 9
2.7 การทำงานของวงจรแปลงสัญญาณแบบ SAR 10
2.8 องค์ประกอบของข้อมูลเชิงตัวเลขแบบอันดับ 11
2.9 สัญญาณของข้อมูลแบบอนุกรมที่ข้อมูล 1 ชุด ของ $OB2_H$ 11
2.10 การผสมสัญญาณเชิงตัวเลขแบบ FSK ทางด้านมอดูเลเตอร์ 12
2.11 แผนภาพของการส่งและรับคลื่น 12
2.12 การมอดูเลตทางความถี่ 14
2.13 แผนภาพของเครื่องรับแบบซูเปอร์เฮตเตอร์โรไดน์ 15
2.14 แผนภาพการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการส่งสัญญาณเชิงตัวเลข 15
3.1 แผนภาพเครื่องส่งสัญญาณควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ 18
3.2 แผนภาพของเครื่องรับสัญญาณควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ 18
3.3 แผนภาพของวงจรเครื่องส่งวิทยุ 19
3.4 วงจรเครื่องส่งวิทยุความถี่ 27.125 MHz 21
3.5 วงจร modulator แบบ FSK 22
3.6 แผนภาพของวงจร pulse height ADC 23
3.7 วงจร pulse height ADC 24
3.8 แผนภาพเวลาของการส่งพัลส์นิวเคลียร์ 25
3.9 แผนภาพของวงจรเครื่องรับวิทยุ 27
3.10 วงจรเครื่องรับวิทยุ 28
3.11 วงจรกรองความถี่สัญญาณรบกวนและถอดสัญญาณผสมความถี่ 30
3.12 โฟลวชาร์ตของโปรแกรมควบคุมการแปลงสัญญาณพัลส์ 31
3.13 แสดงขั้นตอนการส่งสัญญาณพัลส์ 33
3.14 การจัดวางอุปกรณ์ภายในโครงเครื่อง(เครื่องส่ง) 34
3.15 การจัดวางอุปกรณ์ภายในโครงเครื่อง(เครื่องรับ) 35
3.16 ชุดเครื่องส่งสัญญาณพัลส์นิวเคลียร์ 35

สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

3.17 ชุดเครื่องรับสัญญาณพัลส์นิวเคลียร์ 36
4.1 แผนภาพการจัดอุปกรณ์เพื่อทดสอบความเป็นเชิงเส้น 38
4.2 สัญญาณพัลส์อนาลอกจากระบบวัดนิวเคลียร์ 38
4.3 เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของพัลส์กับค่าที่แปลงได้ 39
4.4 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบการผสมสัญญาณเชิงตัวเลข 40
4.5 รูปคลื่นสัญญาณ FSK จากการผสมสัญญาณเชิงตัวเลข 40
4.6 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบการผสมคลื่นวิทยุ 41
4.7 รูปคลื่นจากการผสมความถี่แบบฟรีเควนซีมอดูเลชัน 41
4.8 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบการทำงานของวงจรดีเทกเตอร์ 42
4.9 รูปคลื่นจากภาครับสัญญาณผ่านวงจรดีเทกเตอร์ 42
4.10 แผนภาพการจัดอุปกรณ์และเครื่องมือเพื่อทดสอบการทำงานของ
วงจรกรองความถี่ และถอดสัญญาณผสม 43
4.11 รูปคลื่นสัญญาณจากการทำงานของวงจรกรองความถี่สัญญาณรบกวน 44
4.12 รูปคลื่นสัญญาณจากการทำงานของวงจรถอดสัญญาณผสม 44
4.13 แผนภาพการจัดอุปกรณ์และเครื่องมือเพื่อทดสอบการส่งและรับ
สเปกตรัมนิวเคลียร์ 45
4.14 อุปกรณ์ทดสอบในห้องปฏิบัติการ 46
4.15 แสดงภาพของสเปกตรัม จากเครื่องคอมพิวเตอร์ด้านรับ 46