การพัฒนาระบบเชื่อมโยงสัญญาณสำหรับเฝ้าระวังทางรังสี โดยใช้เครือข่ายวิทยุสื่อสาร

นายธนากร อรัญศิริ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา พ.ศ. 2539

ISBN 974-636-770-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17417518

DEVELOPMENT OF AN INTERFACING SYSTEM FOR RADIATION SURVEILLANCE USING A RADIO COMMUNICATION NETWORK

Mr. Thanakorn Arunsiri

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Nuclear Technology
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 1996

ISBN 974-636-770-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาระบบเชื่อมโยงสัญญาณสำหรับเฝ้าระวังทางรังสี โดยใช้เครือข่ายวิทยุสื่อสาร
โดย	นายธนากร อรัญศิริ
ภาควิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ อรรถพร ภัทรสุมันต์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ อรรถพร ภัทรสุมันต์)

..... กรรมการ
(นางพรศรี พลพงษ์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

ธนากร อรัญศิริ : การพัฒนาระบบเชื่อมโยงสัญญาณสำหรับเฝ้าระวังทางรังสีโดยใช้เครือข่ายวิทยุสื่อสาร (DEVELOPMENT OF AN INTERFACING SYSTEM FOR RADIATION SURVEILLANCE USING A RADIO COMMUNICATION NETWORK) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. สุวิทย์ ปุณณชัยยะ, อ. ที่ปรึกษาร่วม : อาจารย์อรรถพร ภัทรสุมันต์, 105 หน้า. ISBN 974-636-770-6.

การพัฒนาระบบเชื่อมโยงสัญญาณสำหรับเฝ้าระวังทางรังสี โดยใช้เครือข่ายวิทยุสื่อสารนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบรายงานข้อมูลวัดปริมาณรังสีเป็นกิจวัตร จากเครื่องวัดปริมาณรังสีของสถานีเครือข่ายทั่วภูมิภาคของประเทศ รวมทั้งส่งสัญญาณเตือนการตรวจพบปริมาณรังสีที่ผิดปกติโดยอัตโนมัติ ผ่านเครือข่ายวิทยุสื่อสารเชื่อมโยงมายังสถานีแม่ข่ายที่ศูนย์ควบคุมปริมาณรังสีในสิ่งแวดล้อมด้วยการจำลองระบบเครือข่ายวิทยุสื่อสารของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ระบบเชื่อมโยงสัญญาณ NT.2612 ได้รับการพัฒนาขึ้นเป็น 2 ส่วนหลัก ส่วนแรก สำหรับสถานีลูกข่าย สามารถจัดการส่งข้อมูลของเครื่องวัดปริมาณรังสีทั้งในระบบ RS-232 ,IEEE-488, BCD และสัญญาณอนาลอก เข้าระบบวิทยุเชื่อมโยง โดยสามารถเลือกอัตราการส่งข้อมูลเชิงตัวเลขได้ตั้งแต่ 150-9600 บิตต่อวินาที รวมทั้งสามารถเรียกขานตำแหน่งสถานีได้ด้วยโมเด็มวิทยุแบบประหยัด อีกส่วนหนึ่งเป็นระบบเชื่อมโยงข้อมูลวัดรังสีที่สถานีแม่ข่ายเข้าไมโครคอมพิวเตอร์ พร้อมโปรแกรมควบคุมการประมวลผลการวัดปริมาณรังสีจากสถานีวัดรังสี 10 สถานี ทำให้สะดวกต่อการรายงานผลพร้อมทั้งส่งสัญญาณเตือนความผิดปกติ และเก็บสถิติข้อมูล ผลการทดลองส่งข้อมูลในช่องสัญญาณเชิงตัวเลขในอัตราเร็วในการส่งข้อมูล 1200 บิตต่อวินาที ไม่พบความผิดพลาดของข้อมูล และการส่งข้อมูลในช่องสัญญาณอนาลอก มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าร้อยละ ±0.003

การพัฒนาระบบเชื่อมโยงสัญญาณนี้จะเป็นแนวทางในการวางระบบเฝ้าระวังทางรังสีในสิ่งแวดล้อมแบบเครือข่ายของประเทศที่มีการใช้พลังงานนิวเคลียร์หรือแม้แต่ประเทศข้างเคียงซึ่งจำเป็นต้องมีการตรวจวัดกัมมันตภาพรังสีในสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง อันเป็นการเฝ้าระวังความผิดปกติของระดับรังสีทั้งภูมิภาคของประเทศ เมื่อระบบเฝ้าระวังทางรังสีตรวจพบกัมมันตภาพรังสีที่ฟุ้งกระจายจากแหล่งกำเนิดด้วยการพัดพาของกระแสลมตามสภาวะอากาศจะได้มีการเตือนอันตราย ทำให้สามารถจัดการควบคุมวัฏจักรของผลกระทบทางรังสีต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตตามกฎสากลได้ทันท่วงที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2539 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C618778 : MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY
KEY WORD: AREA MONITORING / RADIATION SURVEILLANCE / INTERFACE / RADIO COMMUNICATION

THANAKORN ARUNSIRI : DEVELOPMENT OF AN INTERFACING SYSTEM FOR RADIATION SURVEILLANCE USING A RADIO COMMUNICATION NETWORK. THESIS ADVISOR: ASSIST. PROF. SUVIT PUNNACHAIYA, THESIS CO-ADVISOR: ATTAPORN PATTARASUMUNT, 105 pp. ISBN 974-636-770-6.

The development of an interfacing system for environmental radiation surveillance using radio communication network is aimed to improve a way by which environmental radiation measurement is transmitted and reported from the regional area monitoring station network. This also includes an automatic warning of beacon status via the radio link network to the center of environmental radiation control when an abnormal radiation level is detected. The interfacing system was developed by simulating the EGAT radio link network, the NT 2612, and can be separated into two parts. The first part was for a mobile station which can manage the output data from the radiation measurement system in the standard form of RS-232, IEEE-488, BCD and analog signal. This was accomplished by modulating the signal in selected baud rates ranging from 150 to 9600 bps using an economical radio packet capable of identifying and recalling the station code number. The other part is the linking system between the output data and the microcomputer equipped with a software to manage and evaluate the data from 10 surveillance stations for convenient handing of data output, statistical analysis and transmitting warning signal. Data transmission was tested using a baud rate of 1200 bps and was found to contain no detectable error when digital signal was transmitted while analog signal transmission resulted in deviations of less than ±0.003%

The development of this radio link system provides a future trend for the environmental radiation monitoring network for countries with nuclear power plants or neighboring countries needed to continuously monitor for any abnormal radiation level in the environment. In case that the radiation surveillance system detects a high level of radiation, a warning signal will be transmitted and appropriate actions may be immediately exercised to control impacts of radiation on environment and living things according to international guidelines.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2539 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือและสนับสนุนจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ และอาจารย์ อรรถพร ภัทรสุมันต์ ขอขอบพระคุณอย่างสูงที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบรายงานการวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ คุณตรองอรรถ ว่องวทัญญู วิศวกรระดับ 10 และคุณวรพจน์ ลือบุญธวัชชัย วิศวกรระดับ 9 ฝ่ายระบบสื่อสาร การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาเกี่ยวกับระบบสื่อสารทางวิทยุ ตลอดจนการแนะนำด้านการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณรังสฤษฎ์ เลาหะกุล หัวหน้าแผนกระบบวิทยุ ฝ่ายระบบสื่อสาร การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์สื่อสารสำหรับการทดลองในงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณ คุณพิสุทธิ์ ทัศนอนันชัย ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำเกี่ยวกับโปรแกรมในงานวิจัยนี้

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงยิ่งต่อ บิดา มารดา ผู้ซึ่งให้ความเมตตากรุณาเป็นกำลังใจให้การศึกษาของผู้เขียนสำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญภาพ..... ญ
บทที่
1. บทนำ..... 1
1.1 ความเป็นมา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์..... 2
1.3 ขอบเขตการวิจัย..... 2
1.4 ขั้นตอนการวิจัย..... 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3
2. การเฝ้าระวังอุบัติภัยทางรังสี..... 4
2.1 หลักการตรวจวัดเฝ้าระวังทางรังสี..... 4
2.2 เครื่องมือตรวจวัดเพื่อเฝ้าระวังระดับรังสี..... 10
2.3 ทฤษฎีการติดต่อสื่อสาร..... 13
3. การพัฒนาระบบเชื่อมโยงสัญญาณสำหรับเฝ้าระวังทางรังสี..... 29
3.1 ข้อมูลพื้นฐานของการพัฒนาระบบเชื่อมโยงสัญญาณ..... 29
3.2 การออกแบบวงจรเชื่อมโยงสัญญาณด้านสถานีตรวจวัด..... 32
3.3 การพัฒนาโปรแกรมสำหรับระบบเฝ้าระวังทางรังสี..... 45
4. การทดสอบการทำงานของเครื่อง..... 55
4.1 ทดสอบการทำงานภายในระบบเชื่อมโยงสัญญาณ..... 55
4.2 ทดสอบการรับข้อมูลผ่านระบบเชื่อมโยงสัญญาณด้วยโปรแกรมควบคุม
การทำงาน..... 61
4.3 ทดสอบโปรแกรมควบคุมและการรายงานผลผ่านวิทยุสื่อสาร..... 64
4.4 ทดสอบการเรียกขานรหัสระหว่างสถานีลูกข่ายกับสถานีแม่ข่าย..... 66

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่	หน้า
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	71
5.1 สรุปผลการวิจัย	71
5.2 ข้อเสนอแนะ	72
รายการอ้างอิง	73
ภาคผนวก ก.1	75
ภาคผนวก ก.2	80
ภาคผนวก ข	96
ประวัติผู้เขียน	105

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงการตรวจวัดของสถานีต่าง ๆ ที่ติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์เฉพาะของ PNC	7
2.2	แสดงความไวของหัววัดรังสีชนิดต่าง ๆ	12
2.3	การแบ่งย่านความถี่วิทยุสากล	18
2.4	แนวทางการเลือกเครื่องรับส่งวิทยุและระยะทางติดต่อสื่อสาร	19
2.5	ย่านความถี่ที่กำหนดในย่านไมโครเวฟ	21
3.1	ค่าที่ต้องนำไปไว้ในรีจิสเตอร์ของไทม์เมอร์ 1 เมื่อใช้ BAUD RATE ค่ามาตรฐานต่าง ๆ	37
4.1	ผลการทดสอบความสามารถในการรับข้อมูลแบบอนาลอก	56
4.2	ผลการทดสอบความสามารถในการรับข้อมูลแบบ BCD8421	58
4.3	ผลการทดสอบความสามารถในการรับข้อมูลมาตรฐาน RS-232	61
4.4	ผลการทดสอบการรับส่งข้อมูลผ่านระบบเชื่อมโยงสัญญาณด้วยโปรแกรมควบคุมการทำงาน	63
4.5	ผลการทดสอบโปรแกรมควบคุมการรายงานผลผ่านวิทยุสื่อสาร	65

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

2.1 แผนภาพของระบบเครือข่ายศูนย์ควบคุมสภาพอากาศ ARAC..... 4
2.2 แผนผังการประเมินสภาวะอากาศของศูนย์ ARAC..... 5
2.3 แผนที่แสดงตำแหน่งของสถานีตรวจวัดและตำแหน่งเก็บตัวอย่าง ตรวจวัดภายนอกของบริเวณ PNC..... 6
2.4 แผนภาพของระบบเฝ้าระวังทางรังสีแบบเครือข่ายที่ PNC(Tokai)..... 7
2.5 เส้นกราฟการหารัศมีของพื้นที่ควบคุม..... 9
2.6 แสดงสถานีตรวจสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อม..... 10
2.7 แสดงเครื่องตรวจวัดปริมาณรังสีแบบต่าง ๆ..... 11
2.8 แผนภาพการสื่อสารข้อมูลเบื้องต้น..... 13
2.9 แผนภาพการจัดการสัญญาณระบบเชิงตัวเลขด้านเครื่องรับและส่ง..... 14
2.10 แผนภาพรูปแบบการส่งสัญญาณข้อมูลแบบต่าง ๆ..... 15
2.11 แผนภาพการทำงานของโมเด็ม..... 16
2.12 แผนภาพการสื่อสารสัญญาณข้อมูลผ่านชุมสายโทรศัพท์..... 17
2.13 รูปสัญญาณของคลื่นพาห์ของการฝากสัญญาณแบบต่าง ๆ..... 17
2.14 แสดงแบนด์วิดท์ของระบบ FM ชนิด NBFM..... 19
2.15 ระยะห่างระหว่างสถานีทวนสัญญาณเมื่อใช้ความถี่ไมโครเวฟ 20 GHz..... 20
2.16 แผนภาพระบบของสถานีทวนสัญญาณ..... 20
2.17 แสดงการส่งข้อมูลเบื้องต้น..... 22
2.18 การส่งข้อมูลแบบ RS-232 ในลักษณะ Full Duplex..... 23
2.19 รูปแบบของบิตที่ใช้สำหรับส่งข้อมูลอนุกรมในอะซิงโครนัส..... 24
2.20 แสดงหัวต่อสายสัญญาณ RS-232..... 25
2.21 แสดงการกำหนดขาของหัวต่อสายสัญญาณ IEEE-488..... 26
3.1 แผนที่แสดงตำแหน่งของความเป็นไปได้ในการติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดปริมาณรังสี..... 29
3.2 แผนภาพแสดงการติดต่อระหว่างศูนย์ควบคุมกับสถานีตรวจวัดปริมาณรังสี..... 30
3.3 แผนภาพการทำงานของระบบตรวจวัดปริมาณรังสีผ่านวิทยุสื่อสาร..... 31
3.4 แผนภาพโครงสร้างของระบบเชื่อมโยงสัญญาณสำหรับเฝ้าระวังทางรังสี.NT.2612..... 34

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ หน้า

3.5 แผนภาพเวลาแสดงข้อมูลที่รับส่งในการทำงานของพอร์ตอนุกรม โหมด 1 35
3.6 วงจรแปลงสัญญาณข้อมูลแบบ TTL ให้เป็นสัญญาณใน มาตรฐาน RS-232 36
3.7 แสดงตำแหน่งขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 38
3.8 วงจรบัฟเฟอร์ของการรับข้อมูลสัญญาณแบบ BCD CODE 39
3.9 วงจรรับส่งแบบ IEEE-488 39
3.10 วงจงแปลงข้อมูลอนาลอกเป็นข้อมูลเชิงตัวเลข 40
3.11 แผนภาพแสดงตำแหน่งของดิพสวิตช์ 42
3.12 แผนภาพแสดงตำแหน่งของดิพสิวิตช์เพื่อตั้งค่าแอดเดรส 43
3.13 แผนภาพของข้อมูลในแพคเกตที่ส่งแต่ละครั้ง 44
3.14 วงจรรวมทั้งหมดของวงจรเชื่อมโยงสัญญาณของสถานีตรวจวัด ปริมาณรังสี.NT.2612 46
3.15 โฟลวชาร์ตขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมควบคุมการทำงาน 47
3.16 โฟลวชาร์ตขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการรายงานผลการตรวจวัด 48
3.17 ภาพหน้าจอเมนูแบบภาษาอังกฤษ 49
3.18 ภาพหน้าจอเมนูแบบภาษาไทย 49
3.19 ภาพหน้าจอแสดงการ set configuration 50
3.20 ภาพหน้าจอแสดงสภาวะการทำงานของระบบแบบภาษาอังกฤษ 52
3.21 ภาพหน้าจอแสดงสถานะการทำงานของระบบแบบภาษาไทย 52
3.22 ภาพถ่ายด้านหน้าอุปกรณ์เชื่อมโยงสัญญาณด้าน สถานีตรวจวัดปริมาณรังสี NT.2612 53
3.23 ภาพถ่ายด้านหลังอุปกรณ์เชื่อมโยงสัญญาณด้าน สถานีตรวจวัดปริมาณรังสี NT.2612 53
3.24 ภาพถ่ายภายในอุปกรณ์เชื่อมโยงสัญญาณ NT.2612 54
3.25 ภาพถ่ายการทดสอบความผิดพลาดของการส่งข้อมูล 54
4.1 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบระบบเชื่อมโยงสัญญาณแบบอนาลอก 56
4.2 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบระบบเชื่อมโยงสัญญาณแบบ BCD 57
4.3 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบระบบเชื่อมโยงสัญญาณแบบ RS-232 60

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ หน้า

4.4 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบการรับข้อมูลผ่านระบบเชื่อมโยงสัญญาณด้วยโปรแกรมควบคุมการทำงาน..... 62
4.5 เส้นกราฟความเป็นเชิงเส้นของแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้จากการแสดงผลทางไมโครคอมพิวเตอร์..... 63
4.6 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบโปรแกรมควบคุมและการรายงานผลผ่านเครือข่ายวิทยุสื่อสาร..... 64
4.7 เส้นกราฟความเป็นเชิงเส้นของแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้จากการแสดงผลทางไมโครคอมพิวเตอร์..... 66
4.8 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบการเรียกขานรหัสระหว่างสถานีลูกข่ายกับสถานีแม่ข่าย..... 67
4.9 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบของสถานีแม่ข่าย(ศูนย์ควบคุม)..... 68
4.10 แผนภาพการจัดอุปกรณ์ทดสอบของสถานีลูกข่าย(สถานีตรวจวัดปริมาณรังสี) 68
4.11 ผลทดสอบการเรียกขานรหัสสถานีแม่ข่ายกับสถานีลูกข่าย # 6..... 69
4.12 ผลทดสอบการเรียกขานรหัสสถานีแม่ข่ายกับสถานีลูกข่าย # 5,# 6,# 7 # 8,# 9 และ # 10..... 69
4.13 ผลทดสอบการเรียกขานรหัสสถานีแม่ข่ายกับสถานีลูกข่าย # 6 เมื่อตรวจวัดปริมาณรังสีได้สูงกว่าที่กำหนด..... 70
4.14 ผลทดสอบการติดตามผลการตรวจวัดปริมาณรังสีของสถานีลูกข่ายที่มีปริมาณรังสีกว่าที่กำหนด..... 70

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย