

การพัฒนาระบบวัดระดับน้ำในถังเก็บโดยใช้รังสีแกรมมา



นายประลพ ชงช่วง

คุณวิทยาศาสตร์

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต  
ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2530

ISBN 974-567-792-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

012807

I10298034

DEVELOPMENT OF A WATER LEVEL DETECTION SYSTEM  
FOR STORAGE TANK USING GAMMA RAY

Mr. Prasop Tongtawat

ศูนย์วิทยบริการ  
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

1987

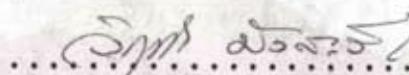
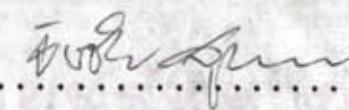
ISBN 974-567-792-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาระบบวัสดุดับน้ำในถังเก็บโดยใช้รังสีแกมมา  
 โดย นายประล淑 คงชัวซ  
 ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี  
 อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. อัชชชัย สุเมตร  
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณசัยยงค์

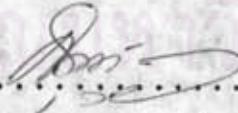
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้  
 เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาปริญญามหาบัณฑิต

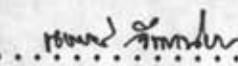
  
 ..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
 (ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
 ..... ประธานกรรมการ  
 (รองศาสตราจารย์ วิรุฬห์ มังคละวิรช)  


..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
 (รองศาสตราจารย์ ดร. อัชชัย สุเมตร)

  
 ..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยงค์)

  
 ..... กรรมการ  
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทร์ขาว)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาระบบวัดรายตัวน้ำในถังเก็บโดยใช้รังสีแกมมา
ชื่อนิลิต	นายประเสริฐ ชงช่วง
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ชัชชัย สุเมตร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณசัยยะ
ภาควิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
ปีการศึกษา	2529



### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาระบบวัดรายตัวน้ำในถังเก็บโดยอาศัยหลักการส่งผ่านรังสีแกมมา ระบบวัดประกอบด้วย หัววัดรังสี ต้นกำเนิดรังสี และ อุปกรณ์วัดนิวเคลียร์ เพื่ออ่านค่าปริมาณนับรังสี ซึ่งล้มพันธ์กับรายตัวน้ำผลการวิจัยโดยใช้ต้นกำเนิดรังสีแกมมา ไอโซโทปเชีซี-137 ความแรง  $1.85 \times 10^9$  เบคเคอเรล (50 มิลลิคูลร์) หัววัดไกเกอร์แบบหน้าต่างหน้าขนาด 1 นิ้ว และหัววัดเรืองรังสีชนิดพลิกโซเดียมไอโอดีด ขนาด  $2'' \times 2''$  เปรียบเทียบความไวในการวัดรายตัวน้ำพบว่าหัววัดเรืองรังสี มีความไวสูงกว่าประมาณ 1000 เท่า ข้อมูลความล้มพันธ์ระหว่างรายตัวน้ำ และ ลอกการติดของอัตราเรือนับรังสีมีความเป็นเชิงเส้นคือในช่วง 0 - 60 เซ็นติเมตร โดยค่าสัมประสิทธิ์ล้มพันธ์ของหัววัดไกเกอร์เป็น 0.9968 และ ของหัววัดเรืองรังสีเป็น 0.9977 จากการปรับแก้ผลการรับกวนของรังสีกระเจิง ในระบบวัด ด้วยวิธีการบังคับลำรังสี และ วัดปริมาณความเข้มรังสีเฉพาะพลังงาน ช่วยให้ความเป็นเชิงเส้นของค่าความล้มพันธ์การวัดในระบบดีขึ้นระบบวัดให้ความสามารถในการแยกรายตัวได้ที่ความแตกต่างน้อยกว่า 1 เซ็นติเมตร โดยอ่านค่ารายตัวคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 1 เซ็นติเมตร นอกจากนี้ระบบวัดที่พัฒนาขึ้นยังอาจประยุกต์ใช้กับการวัดรายตัววัสดุชนิดอื่นที่เป็นของเหลวหรือผงละเอียดได้หากเลือกต้นกำเนิดรังสีที่เหมาะสม

Thesis Title      Development of a Water Level Detection  
System For Storage Tank Using Gamma Ray

Name                Mr. Prasop Tongtawat

Thesis Advisor     Associate Professor Tatchai Sumitra Ph.D.

Assistant Professor Suvit Punnachaiya

Department        Nuclear Technology

Academic Year    1986



#### ABSTRACT

The purpose of this research is to measure water level in a storage tank by using gamma ray transmission technique. The radiogauge system consists of a  $1.85 \times 10^9$  Bq (50 mCi) Cs-137 isotopic source, a Geiger Muller counter end window type Ø 1 inch, a scintillation detector NaI(Tl) 2"x2", nuclear counting sets and a single channel analyzer (SCA). By comparing both detectors it was found that NaI(Tl) was more sensitive than GM tube by about 1000 times. Relations between logarithm of the count rates and water levels were linear in the range of 0-60 cm. Correlation coefficients of were found to be 0.9968 for GM tube and 0.9976 for NaI(Tl) . The effect of scattering radiation was lessened by collimating radiation source and detecting only one specific energy. That improved the linear relationship between response and controlled parameters. The system developed was able to differentiate water level with error of less than 1 cm. Furthermore the system could be applied to other kinds of liquid or powder materials if suitable radioactive source is selected.



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างต่อเนื่องของ  
รองศาสตราจารย์ ดร. อัชชัย สุมิตร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณ്യชัยยะ  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้ คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่าง ๆ และ ตรวจแก้  
ต้นฉบับวิทยานิพนธ์ ด้วยดีตลอดมา ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทั้งสองท่าน และ  
บัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้ทุนสำหรับงานวิจัย อย่างสูงมา ณ ที่นี่

ขอขอบคุณ คุณชัชวาลย์ พครัตน์ คุณอนิวติ กาญจนกุล ที่ได้อ่านวิวัฒนาการ  
ลักษณะ ให้คำแนะนำในการจัดสร้างเครื่องมือ คุณฐานันดร อยู่บิยะ ที่กรุณา  
ให้ยิม เครื่องพิมพ์ EP-1201 คุณสุภาร ฉัตรนุเคราะห์ ที่ช่วยจัดทำตารางต่าง ๆ  
ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์อย่างอุตสาหะ

ขอขอบคุณ ผู้บังคับบัญชา และ เพื่อนครุ ที่ให้โอกาส เอาใจช่วย และ  
ให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เขียนเสมอมา ขอบคุณอย่างที่สุด แก่ คุณพัชณี ปีเพรา  
ที่ช่วยในการต่าง ๆ แทนทุกด้าน งานวิจัยนี้สำเร็จ

ท้ายนี้ ผู้เขียนขอแสดงความกตัญญูตัวท่าน แด่ คุณพ่อ คุณแม่  
ครุอาจารย์ทุกท่าน และ ที่ ที่ได้เลี้ยงดู ให้ความรัก ความห่วงใย ให้การศึกษา  
และ ให้การสนับสนุนในทุกด้านแก่ผู้เขียนโดยตลอด

ด้วยวิทยาลัยฯ  
บุพฉรงกรรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....	๑
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	๒
กิจกรรมประจำปี .....	๓
สารบัญตาราง .....	๔
สารบัญภาพ .....	๕
บทที่	
1. บทนำ .....	๑
1.1 ความเป็นมา และ ความสำคัญของงานวิจัย .....	๑
1.2 วัตถุประสงค์ และ ขอบเขต ของการวิจัย .....	๒
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย .....	๓
2. รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการวัดความเข้มรังสี .....	๔
2.1 รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า .....	๔
2.1.1 รังสีเอกซ์ .....	๕
2.1.2 รังสีแกมมา .....	๖
2.2 ต้นกำเนิดรังสี .....	๗
2.3 อันตรกิริยาของรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับสสาร .....	๘
2.4 การวัดรังสีแกมมาและรังสีเอกซ์ .....	๑๐
3. การวัดระดับของเหลวด้วยเทคนิคโนเวลลี่ร์ .....	๑๕
3.1 หลักการวัดระดับของเหลวด้วยเทคนิคโนเวลลี่ร์ ...	๑๕
3.2 ระบบวัดระดับของเหลวแบบต่าง ๆ .....	๑๘
3.3 ความไวและความแม่นยำในการวัด .....	๑๙
3.3.1 การปรับเทียบและการทำมาตรฐาน .....	๒๐

3.3.2 ความแม่นยำของการวัดด้วยรังสี .....	21
3.3.3 ความไวของระบบวัดด้วยรังสี .....	22
3.4 การออกแบบระบบวัดระดับด้วยเทคนิคโนเวลลี่ย์ ...	24
3.4.1 การเลือกต้นกำเนิดรังสี .....	24
3.4.2 การเลือกใช้ระบบวัดรังสี .....	26
 4. การดำเนินงานและผลการวิจัย .....	27
4.1 การจัดเตรียมอุปกรณ์ทดลอง .....	27
4.1.1 รายการอุปกรณ์ทดลอง .....	27
4.1.2 การจัดอุปกรณ์ทดลอง .....	28
4.2 ขั้นตอนการทดลอง .....	30
4.3 ผลการเปรียบเทียบชีดความสามารถในการวัดของ หัววัดรังสี .....	31
4.4 การลดปริมาณรังสีกราฟิก .....	35
4.5 ชีดความสามารถในการอ่านค่าระดับ .....	38
4.6 การทดลองวัดระดับในลักษณะที่น้ำกราฟเพื่อม .....	40
4.7 การทดลองวัดระดับวัสดุอื่น .....	41
 5. สรุปผล และ เสนอแนะ .....	44
5.1 สรุปผล .....	44
5.2 ข้อเสนอแนะ .....	47
เอกสารอ้างอิง .....	48
ภาคผนวก .....	49
ประวัติผู้เขียน .....	70

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางแสดงต้นกำเนิดรังสีชนิดไอโซโทปรังสีที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม .	7
2.2 คัดยึดไฟฟ้าทำงานของหัววัดรังสี .....	13
3.1 ลักษณะเฉพาะของหัววัดรังสี .....	26
4.1 ผลความคลาดเคลื่อนในการอ่านระดับน้ำเมื่อสภาวะ นึง และ สภาวะกระเพื่อม จากการวัดต่อเนื่อง .....	41
5.1 เปรียบเทียบค่าความชันของกราฟเชิงเส้นจากผลการวัดระดับ ในสภาวะเงื่อนไขต่าง ๆ เพื่อปรับปรุงระบบวัด .....	45
A1 ตารางแสดงค่าบิลด์อัพแฟคเตอร์ของรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า .....	49
A2 ค่าล้มประลิทซ์ในการลดพลังงานรังสีแกรมมากของสารต่าง ๆ .....	50
A3 ผลการนับรังสีของหัววัดรังสีทึ้งสองชนิด ที่ระดับน้ำไม่เกิน 110 ซม. .....	59
A4 ผลการนับรังสีด้วยหัววัดไกเกอร์ที่ระดับไม่เกิน 75 ซม .....	60
A5 ผลการนับรังสีด้วยหัววัดเรืองรังสีที่ระดับไม่เกิน 75 ซม .....	61
A6 ผลการนับรังสีเมื่อทำการหุ้มหัววัด .....	62
A7 ผลการนับรังสีเมื่อช่องบังคับขนาด 0.3 และ 2.5 ซม .....	63
A8 ผลการนับรังสีเมื่อใช้อุปกรณ์วิเคราะห์แบบช่องเดียวกับใช้ช่อง บังคับสำหรับรังสีขนาดต่าง ๆ .....	64
A9 ผลการวัดระดับน้ำที่กำลังกระเพื่อม .....	65
A10 ผลการนับรังสีเมื่อแปลงเปลี่ยนระดับน้ำไปครึ่งละ 2 ซม. โดยหัววัดไกเกอร์ .....	66
A11 ผลการนับรังสีเมื่อแปลงเปลี่ยนระดับน้ำไปครึ่งละ 2 ซม. โดยหัววัดเรืองไกเกอร์รังสี .....	67
A12 ผลการวัดระดับน้ำมันเครื่อง .....	68
A13 ผลการวัดระดับน้ำเสื่อย .....	69

## สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	การจำแนกรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยความยาวคลื่น .....	5
2.2	แผนภาพแสดงการเกิดรังสีเอกซ์ .....	6
2.3	แผนภาพแสดงการเกิดรังสีแกรมมา .....	7
2.4	แผนภาพแสดงการเกิดอันตรกิริยาของรังสีแกรมมาและรังสีเอกซ์ ..	9
2.5	ความล้มเหลวของระดับพลังงานและโอกาสที่จะเกิดอันตรกิริยา ...	9
2.6	แผนภาพแสดงระบบการวัดปริมาณความเข้มรังสี .....	10
2.7	แผนภาพแสดงโครงสร้างของหัววัดไกเกอร์ .....	11
2.8	แผนภาพแสดงโครงสร้างหัววัดเรืองรังสี .....	12
2.9	การตัดลักษณะรากวน .....	14
3.1	ผลของปริมาณรังสีหลังอันตรกิริยา .....	15
3.2	การวัดระดับของเหลวด้วยเทคนิคนิวเคลียร์ .....	16
3.3	ทางเดินรังสีทึบล่วนที่กระเจิงและไม่กระเจิงเข้าสู่หัววัดรังสี ...	16
3.4	แผนภาพแสดงการจัดเรียงอุปกรณ์บังคับลำรังสีและหุ้มหัววัดรังสี .	17
3.5	การวัดปริมาณรังสีเฉพาะพลังงาน .....	18
3.6	การจัดระบบวัดระดับของเหลวด้วยเทคนิคนิวเคลียร์แบบต่างๆ ..	18
3.7	เลือกราฟแสดงความล้มเหลวของระดับและปริมาณนับรังสี .....	21
4.1	แผนภาพการจัดระบบวัดจำลอง .....	29
4.2	การเปลี่ยนขนาดลำรังสี .....	29
4.3	การติดตั้งของระบบจำลองวัดระดับน้ำ .....	30
4.4	เลือกราฟแสดงความล้มเหลวของระดับน้ำและปริมาณนับรังสีจาก การวัดด้วยหัววัดไกเกอร์และหัววัดเรืองรังสีที่ระยะห่างหัววัดถึง ต้นกำเนิดรังสี 110 ซม .....	32
4.5	เลือกราฟแสดงความล้มเหลวของระดับน้ำและปริมาณนับรังสีจาก การวัดด้วยหัววัดไกเกอร์และหัววัดเรืองรังสีที่ระยะห่างหัววัดถึง ต้นกำเนิดรังสี 75 ซม .....	33
4.6	เลือกราฟเปรียบเทียบระหว่างผลการวัดและการคำนวณ .....	34

4.7	เส้นกราฟแสดงความล้มเหลวระหว่างระดับน้ำและปริมาณน้ำรังสีของหัววัดไกเกอร์และหัววัดเรืองรังสี เปรียบเทียบในลักษณะหัววัดรังสี และ ห่อหุ้มหัววัดรังสี .....	35
4.8	ผลการวัดระดับเมื่อเปลี่ยนขนาดช่องบังคับลำรังสี .....	36
4.9	ผลการลองปริมาณรังสีกรายเจิงโดยใช้ SCA .....	37
4.10	เส้นกราฟแสดงความล้มเหลวระหว่างระดับน้ำและปริมาณน้ำรังสี และ ความสามารถในการแยกความต่างระดับโดยหัววัดเรืองรังสี ...	38
4.11	เส้นกราฟแสดงความล้มเหลวระหว่างระดับน้ำและปริมาณน้ำรังสี และ ความสามารถในการแยกความต่างระดับโดยหัววัดไกเกอร์ ...	39
4.12	ผลการวัดระดับในลักษณะที่น้ำกรายเพื่อม .....	40
4.13	เส้นกราฟแสดงผลการวัดระดับน้ำมันเครื่อง .....	42
4.14	เส้นกราฟแสดงผลการวัดระดับน้ำเสีย .....	43
5.1	เส้นกราฟเปรียบเทียบผลการวัดระดับ น้ำ น้ำมันเครื่อง และ น้ำเสีย ด้วยหัววัดเรืองรังสี .....	46
A1	อุปกรณ์กำบังรังสีและบังคับลำรังสี .....	54
A2	อุปกรณ์หุ้มหัววัดรังสี .....	55
A3	การติดตั้งหัววัดรังสีชนิดใช้งานกับระบบจำลองวัดระดับ .....	55
A4	ชุดอุปกรณ์น้ำรังสีและวิเคราะห์ผล้งงานรังสี .....	56
A5	ระบบไฟล์เวียนของน้ำ .....	56
A6	โครงสร้างของอุปกรณ์กำบังรังสีและบังคับลำรังสี .....	57
A7	โครงสร้างอุปกรณ์หุ้มหัววัดรังสี .....	58