เครื่องไมนิเตอร์บริเวณรังสีเอ็กซ์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นางสาวนิตยา นินทรกิจ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2526

ISBN 974-562-123-4

011291

I15970243

X-RAY AREA MONITOR

Miss Nittaya Nintarakit

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

1983

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เครื่องโมนิเตอร์บริเวณรังสีเอ็กซ์

โดย นางสาวนิตยา นินทรกิจ

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ วิรุฬห์ มังคละวิรัช

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.... คณบดี บัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ สุวรรณ แสงเพ็ชร์)

.... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ วิรุฬห์ มังคละวิรัช)

.... กรรมการ

(อาจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ)

.... กรรมการ

(อาจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	เครื่องโมนิเตอร์บริเวณรังสีเอ็กซ์
ชื่อ	นางสาวนิตยา นินทรกิจ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ วิรุฬห์ มังคละวิรัช
ภาควิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
ปีการศึกษา	2525

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

เครื่องโมนิเตอร์บริเวณรังสีเอ็กซ์ เป็นอุปกรณ์นิวเคลียร์อิเลคทรอนิคส์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อสนับสนุนงานด้านความปลอดภัยเกี่ยวกับบริเวณปฏิบัติงานรังสีสูง อันได้แก่ ห้องปฏิบัติการรังสีวินิจฉัยทางการแพทย์ งานถ่ายภาพด้วยรังสีในด้านอุตสาหกรรม เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากการปฏิบัติงานต่อเนื่องแต่ละครั้ง อาจเกิดอุบัติเหตุได้ทุกเมื่อ จากการรั่วของรังสี หรือความผิดพลาดจากการทำงาน เป็นเหตุให้ระดับรังสีสูงกว่าระดับรังสีที่ยอมรับว่าปลอดภัย ระบบเตือนภัยและป้องกันอันตรายของเครื่องโมนิเตอร์บริเวณรังสีเอ็กซ์ จะกำเนิดเสียงเตือนอันตรายและตัดแหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าแรงต่ำจากต้นกำเนิดรังสีทันที

อุปกรณ์นี้พัฒนาขึ้นจากหลักการของเครื่องนับรังสี โดยออกแบบให้มีสมรรถนะในการทำงานด้านความปลอดภัยเกี่ยวกับรังสี ประกอบด้วย หัววัดรังสีไกเกอร์ วงจรขยายสัญญานไฟฟ้าจากหัววัดรังสี แหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าแรงสูงแบบปรับค่าได้ในช่วง 200 ถึง 2000 โวลท์ วงจรนับและส่วนแสดงผลตัวเลข 4 หลัก ซึ่งสามารถนับความถี่สูงสุดได้ 1.5 เมกกะเฮิรทซ์ วงจรสร้างฐานเวลาเพื่อควบคุมช่วงเวลาการทำงานของภาคนับรังสี วงจรคูณความถี่ วงจรเปรียบเทียบระดับความปลอดภัย ส่วนต่าง ๆของวงจรประกอบด้วยชิ้นส่วนอิเลคทรอนิคส์ และชิ้นส่วนทางกลที่หาได้ง่ายภายในประเทศ คาดว่าอุปกรณ์นี้จะให้ประโยชน์ในด้านความปลอดภัยทั้งในทางการแพทย์ และอุตสาหกรรม ที่ใช้ต้นกำเนิดรังสีเอ็กซ์หรือแกมมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title X-ray Area Monitor

Name Miss Nittaya Nintarakit

Thesis Advisor Associate Professor Virul Mangclaviraj

Department Nuclear Technology

Academic Year 1982

ABSTRACT

The X-ray area monitor is a nuclear electronic device that is essential in radiation protection in high radiation laboratories, e.g. in medical diagnosis using X-rays and in industrial X-radiography. Accidentally the level of X-radiator may arise above the safe permissible level and in such a case the alarm system of the area monitor will work and disconnect the ac power supply from the X-ray unit.

Principally the device is a radiation counter using G.M.tube as radiation detector with high voltage supply variable from 200 to 2,000 volts. The maximum count rate of the scaler is 1.5 MHz and the total count is displayed on 4 digit LED's. A time base is used to control the counting time, the frequency multiplier, radiation safety limit, comparator and the radiation harzard warning signal. The reliability of the instrument is further enhanced through the addition of the random correction circuit, and it is applicable both in X- and γ-radiation.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิรุฬห์ มังคละวิรัช ที่ได้แนะนำให้ผู้เขียนทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "เครื่องโมนิเตอร์บริเวณรังสีเอ็กซ์" นี้ขึ้น พร้อมทั้งให้คำปรึกษาและกรุณาจัดหาเอกสารประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ ขอขอบคุณ อาจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ ที่ได้ช่วยเหลือแนะนำและจัดหาเอกสารอ้างอิง ขอขอบคุณ คุณทับทิม อ่างแก้ว คุณเดไช ทองอร่าม และคุณพานิช นาประดิษฐ ที่ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในการจัดหาอุปกรณ์และการทดลองวงจรส่วนต่าง ๆ ขอขอบคุณ คุณเวชยันต์ มไนเวชพันธ์ ที่กรุณาเขียนแบบต่าง ๆ ในวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอขอบคุณ คุณอรรถพร ภัทรสุมันต์ นักฟิสิกส์รังสี กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ที่กรุณาเทียบปรับเครื่องโมนิเตอร์บริเวณรังสีเอ็กซ์ให้สามารถใช้งานได้ถูกต้อง และขอขอบคุณ คุณจันพร ตันสุวรรณศิริ ที่กรุณาพิมพ์วิทยานิพนธ์เล่มนี้จนสำเร็จด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .... จ

กิตติกรรมประกาศ .... ฉ

รายการรูปประกอบ .... ซ

รายการตาราง, กราฟ .... ฒ

บทที่

1. บทนำ 1

2. เครื่องโมนิเตอร์บริเวณรังสีเอ็กซ์ 5

3. ลักษณะพิกัด 30

4. การทำงานของวงจร 35

5. การเทียบปรับ (calibrate) เครื่องโมนิเตอร์บริเวณรังสีเอ็กซ์. 48

6. สรุปผลและเสนอแนะ 63

เอกสารอ้างอิง 66

ภาคผนวก ก. การคำนวณ 67

ภาคผนวก ข. การประยุกต์ใช้งานวงจรรวมซีมอส 81

ภาคผนวก ค. ต้นแบบลายปรินท์ของวงจร 84

ภาคผนวก ง. รายการชิ้นส่วนอิเลคทรอนิคส์ 87

ประวัติ 95

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการรูปประกอบ

		หน้า
รูปที่ 2.1	แผนภาพการทำงานของเครื่องโมนิเตอร์บริเวณรังสีเอ็กซ์	6
รูปที่ 2.2	อินพุทของเครื่องนับ (counter) และหัววัดไกเกอร์	7
รูปที่ 2.3	วงจรเทียบเท่าของอินพุทของเครื่องนับในรูป 2.2	7
รูปที่ 2.4	การกำเนิดพัลส์ในหัววัดรังสี	8
รูปที่ 2.5	ลักษณะโครงสร้างของวงจรแหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าแรงสูง	9
รูปที่ 2.6	วงจรปรับแต่งแรงดันแบบอนุกรม (series regulator circuit)	11
รูปที่ 2.7	วงจรเทียบเท่าของหัววัดรังสี	13
รูปที่ 2.8	แผนภาพของส่วนขยายและแต่งสัญญาน	13
รูปที่ 2.9	ลักษณะการทำงานของวงจรแต่งรูปสัญญาน	14
รูปที่ 2.10	แผนภาพการทำงานของสเกลเลอร์ (scaler)	15
รูปที่ 2.11	(a) แผนภาพแสดงคาบเวลาของวงจรรวมนับสิบ	16
	(b) วงจรลอจิก	16
รูปที่ 2.12	ภาคแสดงผล 7 ส่วนและตารางตรรกของวงจรถอดรหัส	17
รูปที่ 2.13	แผนภาพการทำงานของระบบเวลา	17
รูปที่ 2.14	แสดงคาบเวลาของสัญญานในการสร้างฐานเวลา 1 วินาที	18
รูปที่ 2.15	วงจรสร้างสัญญานแลทช์และรีเซท	19
รูปที่ 2.16	คาบเวลาของสัญญานแลทช์และรีเซท	20
รูปที่ 2.17	แผนภาพการทำงานของเฟสล็อกลูป	21
รูปที่ 2.18	ลักษณะวงจรภายในของวงจรรวม 4046	22
รูปที่ 2.19	วงจรออสซิเลเตอร์ควบคุมด้วยแรงดัน	22
รูปที่ 2.20	(a) ตารางตรรกวงจรรวม 74C85N	24
	(b) วงจรลอจิกของวงจรรวม 74C85N	25
	(c) การต่อวงจรรวม 74C85N ในการเปรียบเทียบ 4 หลัก	25
รูปที่ 2.21	แผนภาพการทำงานของวงจรแก้แรนดอม	26

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

รูปที่ 2.22	แสดงคาบเวลาของสัญญานอินพุทและเอาท์พุทของวงจรนับ 3	27
รูปที่ 2.23	แผนภาพการทำงานของแหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าแรงต่ำ	28
รูปที่ 2.24	วงจรปรับแต่งแรงดันแบบฟูลเวฟเซ็นเตอร์แท็ป	28
รูปที่ 3.1	เครื่องโมนิเตอร์บริเวณรังสีเอ็กซ์	32
รูปที่ 3.2	ลักษณะภายในเครื่อง	32
รูปที่ 3.3	ภาพแสดงด้านหน้า	33
รูปที่ 3.4	ภาพแสดงด้านหลัง	33
รูปที่ 3.5	เครื่องโมนิเตอร์บริเวณรังสีเอ็กซ์ขณะทดสอบ	34
รูปที่ 4.1	วงจรแหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าแรงสูง	37
รูปที่ 4.2	วงจรขยายและแต่งสัญญาน	39
รูปที่ 4.3	วงจรสร้างความถี่มาตรฐาน เพื่อควบคุมกระบวนการทำงานด้วยเวลาและวงจรคูณความถี่	40
รูปที่ 4.4	ภาคนับรังสีและวงจรเปรียบเทียบ	43
รูปที่ 4.5	วงจรแก้แรนดอมและวงจรสัญญานเตือนอันตราย	45
รูปที่ 4.6	วงจรแหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าแรงต่ำ	47
รูปที่ 5.1	แสดงทิศทางของรังสีในการวัดเพื่อเทียบปรับเครื่องโมนิเตอร์บริเวณรังสีเอ็กซ์	50
รูปที่ 5.3	ลักษณะบริเวณห้องที่ทำการวัด	51
รูปที่ 5.4	ลักษณะการจัดวางเครื่องมือในการวัดเพื่อเทียบปรับ	51
รูปที่ 5.5	เครื่อง Deep X-ray Therapy-Unit	52
รูปที่ ก.1	Bode Plot ของวงจรกรองความถี่ต่ำ	77

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการตาราง, กราฟ

		หน้า
ตารางที่ 1	แสดงค่าจำนวนนับต่อนาทีเมื่อปริมาณรังสีสะท้อนเท่ากับ 4.1 มิลลิเรม/ชั่วโมง	53
ตารางที่ 2	แสดงค่าจำนวนนับต่อนาทีเมื่อปริมาณรังสีสะท้อนเท่ากับ 3.6 มิลลิเรม/ชั่วโมง	54
ตารางที่ 3	แสดงค่าจำนวนนับต่อนาทีเมื่อปริมาณรังสีสะท้อนเท่ากับ 2.9 มิลลิเรม/ชั่วโมง	54
ตารางที่ 4	แสดงค่าจำนวนนับต่อนาทีจากตารางที่ 1	56
ตารางที่ 5	แสดงค่าจำนวนนับต่อนาทีจากตารางที่ 2	57
ตารางที่ 6	แสดงค่าจำนวนนับต่อนาทีจากตารางที่ 3	58
ตารางที่ 7	แสดงค่าจำนวนนับต่อนาทีที่สมนัยกับค่ามิลลิเรม/ชั่วโมง	60
กราฟ 5.2	เส้นเทียบปรับแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ามิลลิเรม/ชั่วโมง กับค่าจำนวนนับต่อนาที	61
กราฟ ก.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานและคาปาซิเตอร์ เพื่อหาความถี่ศูนย์กลาง	77
ตาราง ก.3	ตาราง Chauvenet's Criterion	80

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย