

การพัฒนาเครื่องถ่ายภาพโทรทัศน์ด้วยรังสีเอกซ์ขนาดเล็ก



นาย จักราวุธ พานิชโฮทัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

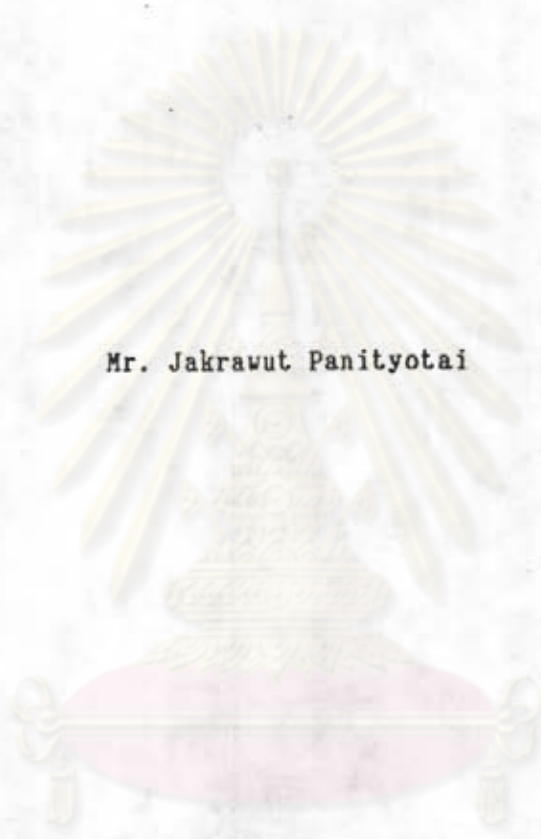
พ.ศ. 2533

ISBN 974-577-253-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016535

DEVELOPMENT OF A PORTABLE X-RAY TV CAMERA SET



Mr. Jakrawut Panityotai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering

Department of Nuclear Technology
Graduate School

Chulalongkorn University


1990

ISBN 974-577-253-4

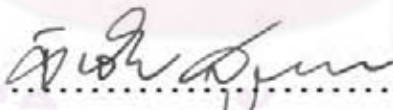
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาเครื่องถ่ายภาพโทรทรรศน์ด้วยรังสีเอกซ์ขนาดเล็ก
โดย นายจักรราช พานิชโยทัย
ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ วิรุณห์ มังคละวิรัช




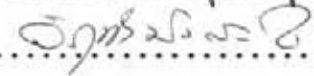
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

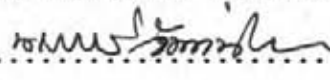

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. กาวร วิชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชัยชัย สมิตร)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ วิรุณห์ มังคละวิรัช)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ธาว)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อ วิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว



จักราวุธ พานิชโยทัย : การพัฒนาเครื่องถ่ายภาพโทรทัศน์ด้วยรังสีเอกซ์ขนาดเล็ก
(DEVELOPMENT OF A PORTABLE X-RAY TV CAMERA SET) อ.ที่ปรึกษา :
ผศ.สุวิทย์ ปุณณชัยยะ, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ.วิรุทธิ์ มังคละวิรัช, 132 หน้า.
ISBN 974-577-253-4.

เครื่องถ่ายภาพโทรทัศน์ด้วยรังสีเอกซ์ขนาดเล็กที่พัฒนาขึ้นนี้ เป็นเครื่องที่ใช้พลังงานจาก
แบตเตอรี่ 24 โวลต์ สามารถเคลื่อนย้ายไปใช้งานในภาคสนามได้ มีจุดประสงค์เพื่อถ่ายภาพด้วยรังสี
โดยแสดงภาพทางจอโทรทัศน์ และลดปริมาณรังสีที่ใช้ในการถ่ายภาพลง

ตัวเครื่องมีความสามารถในการเก็บภาพถ่ายในลักษณะเชิงเส้นได้ครึ่งละหนึ่งภาพ โดยมีความ
ละเอียดของภาพเท่ากับ 256x256 จุดภาพ ความมืดสว่าง 64 ระดับ จากการทดสอบพบว่า ความละเอียด
ของภาพในแนวตั้งและแนวนอนเท่ากับ 0.7 เส้นต่อมิลลิเมตร และ 0.6 เส้นต่อมิลลิเมตร ตามลำดับ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา นวัตกรรมเทคโนโลยี
สาขาวิชา นวัตกรรมเทคโนโลยี
ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมเพียงแผ่นเดียว

JAKRAWUT PANITYOTAI : DEVELOPMENT OF A PORTABLE X-RAY TV CAMERA SET, THESIS ADVISOR : ASST.PROF.SUVIT PUNNACHAIYA, ASSO.PROF.VIRUL MANGCLAVIRAJ, 132 PP, ISBN 974-577-253-4.

A portable X-ray TV camera set was developed using a 24 V battery as a power supply unit. The development aims at a non-film X-radiographic technique with low exposure radiation.

The machine is able to catch one X-radiographic frame at a time with a resolution of 256 X 256 pixels under 64 gray scales. The investigation shows a horizontal resolution of 0.6 lines per millimeter and a vertical resolution of 0.7 lines per millimeter.




ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

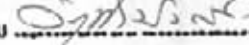
ภาควิชา นวัตกรรมเทคโนโลยี

สาขาวิชา นวัตกรรมเทคโนโลยี

ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิสิต 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม 



กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของข้าพเจ้าที่คงทนลำบาก ใน การผลักดันให้ข้าพเจ้ามีความมานะพยายาม เรือนจนสำเร็จ

นอกจากนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รศ. วิรุณี มังคละวิรัช และ ผศ. สุวิทย์ ปุณณชัยยะ อาจารย์ภาควิชาชีวเคมีและเทคโนโลยีชีวการณศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ และว่ากล่าวตักเตือนข้าพเจ้า จนข้าพเจ้า สามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จะสำเร็จลงไปไม่ได้ หากขาดการให้กำลังใจจาก น.ส. บุษบา แซ่ลิ้ม นักวิชาการ 4 สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม ข้าพเจ้าขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้
เนื่อง ในการทำวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้าได้รับการช่วยเหลือจาก พี่ๆ และ เพื่อนๆ หลายท่าน ดังนี้

นายองอุท ขจรปรีदानนท์ อาจารย์ภาควิชาอุปกรณ์ชีวการแพทย์ ศิริราช พยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ได้ให้คำแนะนำด้านวิชาการ

นายสาโรจน์ ปวิระวาที นักวิชาการ 4 กองป้องกันอันตรายจากรังสี กระทรวง สาธารณสุข และ นายพีระพงษ์ เจริญศรี ผู้จัดการและควบคุมระบบคอมพิวเตอร์ บริษัท สยามอิเล็กทรอนิกส์พาร์ท จำกัด ได้ให้ข้อคิดในการทำวิทยานิพนธ์

นายกิตติ จันตรี นายดำรงค์ ประเสริฐศิลป์ นายสมเจตน์ บุญเสริมวงศ์กิจ นายโสภณ ทองสอาด นายวรเทพ นิคมไทย นายชูชัย เกษมสุข นายทรงเกียรติ กิพย์ประเสริฐ นายประสงค์ หาญฉัตรวิบูลย์ และ บริษัท คงศักดิ์อุตสาหกรรมแพทย์ จำกัด ได้ให้และให้ข้อมูลอุปกรณ์เพื่อใช้ในการวิจัย

ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้ทุนในการทำวิจัย

ข้าพเจ้าขอขอบคุณผู้มีรายนามดังกล่าวข้างต้นเป็นอย่างยิ่ง



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญภาพ	ณ
สารบัญตาราง	ท

บทที่

1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย	3
1.3 ขั้นตอน และวิธีในการดำเนินการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2. เครื่องถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์แบบกล้องถ่ายภาพโทรทรรศน์	4
2.1 เครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์	4
2.2 ระบบภาพโทรทรรศน์	9
2.3 อินเวอร์เตอร์	16
3. การพัฒนาเครื่องถ่ายภาพโทรทรรศน์ด้วยรังสีเอกซ์ขนาดเล็ก	23
3.1 ระบบเครื่องถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ขนาดเล็ก	23
3.2 การออกแบบวงจรเก็บภาพ	26
3.3 การออกแบบอินเวอร์เตอร์	35
4. การทำงานของเครื่องถ่ายภาพโทรทรรศน์ ด้วยรังสีเอกซ์ขนาดเล็ก	42

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4.1 การทำงานของวงจรควบคุม	42
4.2 การทำงานของวงจรเก็บภาพ	44
4.3 การทำงานของอินเวอร์เตอร์	69
5. ผลการทดลองและทดสอบการทำงานของเครื่อง	73
5.1 การทดลองหาความสอดคล้องของกล้องถ่ายภาพ โทรทัศนกับแผ่นเรอริงรังสี	73
5.2 ผลการทดสอบการทำงานของอินเวอร์เตอร์	78
5.3 การทดสอบวงจรเก็บภาพ	81
5.4 การทดสอบความละเอียดของภาพถ่ายรังสีเอกซ์	83
6 สรุป วิจารณ์ผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	85
6.1 สรุปผลการวิจัย	85
6.2 วิจารณ์ผลการวิจัย	86
6.3 ข้อเสนอแนะ	88
เอกสารอ้างอิง	90
ภาคผนวก ก	93
ภาคผนวก ข	96
ภาคผนวก ค	101
ภาคผนวก ง	105
ภาคผนวก จ	109
ภาคผนวก ฉ	128
ประวัติผู้เขียน	132

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์	5
2.2 ระบบการถ่ายภาพรังสีเอกซ์ต่อเนื่องโดยกล้องโทรทัศน	8
2.3 ลักษณะของสัญญาณภาพชนิดสัญญาณกำหนดจังหวะด้านบวก	10
2.4 มาตรฐานความสูงของสัญญาณภาพ	13
2.5 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างภาพจากสัญญาณเชิงเส้น กับสัญญาณเชิงเลข	15
2.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเชิงเลขขนาด 8 บิต กับสัญญาณความส่องสว่าง	16
2.7 อินเวอร์เตอร์แบบป้อนแรงดัน	18
2.8ก รูปแสดงแรงดันและกระแสเมื่อภาวะเป็นความต้านทานบริสุทธิ์ ...	19
2.8ข รูปแสดงแรงดันและกระแสเมื่อภาวะเป็นตัวเหนี่ยวนำบริสุทธิ์	19
2.8ค รูปแสดงแรงดันและกระแสเมื่อภาวะเป็นตัวเก็บประจุบริสุทธิ์.....	19
2.9 อินเวอร์เตอร์แบบป้อนกระแส	20
2.10 รูปแสดงกระแส และ แรงดัน เมื่อรับภาระต่างๆกัน	21
3.1 องค์ประกอบของเครื่องถ่ายภาพโทรทัศนด้วยรังสีเอกซ์ขนาดเล็ก ..	25
3.2 แผนภาพวงจรเก็บภาพ	31
3.3 แผนภาพการหารเพื่อสร้างสัญญาณกำหนดจังหวะ	33
3.4 แผนภาพของวงจรกำเนิดสัญญาณกำหนดจังหวะ	34
3.5 วงจรขับเคลื่อนแบบคอมพลิเมนต์ทาว์ พูช-พูล	39
3.6 แผนภาพวงจรควบคุม	40

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่

หน้า

4.1	วงจรถวม 43	43
4.2	แผนภาพเวลาการทำงานของวงจรถวม 43	43
4.3	วงจรถายสัญญาณส่วนหน้า 45	45
4.4	แสดงสัญญาณภาพที่ถูกระดับ 45	45
4.5	วงจรถายสัญญาณกำหนดจังหวะ 47	47
4.6	สัญญาณออกจากวงจรถายสัญญาณกำหนดจังหวะ 47	47
4.7	วงจรถเลือกข้อมูล 48	48
4.8	วงจรถายสัญญาณกำหนดจังหวะแนวตั้ง 49	49
4.9	แผนภาพเวลาขณะมีสัญญาณกำหนดจังหวะแนวนอน 50	50
4.10	แผนภาพเวลาขณะมีสัญญาณกำหนดจังหวะแนวตั้ง 50	50
4.11	หน่วยแปลงสัญญาณเชิงเส้นเป็นเชิงเลข 52	52
4.12	วงจรถกำเนิดสัญญาณกำหนดตำแหน่ง 54	54
4.13ก	แผนภาพเวลาของวงจรถกำเนิดตำแหน่ง ขณะมีสัญญาณกำหนดจังหวะแนวตั้ง..... 55	55
4.13ข	แผนภาพเวลาของวงจรถกำเนิดตำแหน่ง ขณะทำการเก็บภาพ 56	56
4.14	วงจรถกำเนิดสัญญาณนาฬิกา 57	57
4.15	แผนภาพเวลาของวงจรถกำเนิดสัญญาณนาฬิกา .. 58	58
4.16	วงจรถหน่วยความจำ 59	59
4.17	แผนภาพเวลาของวงจรถหน่วยความจำขณะทำการอ่านข้อมูล..... 60	60
4.18	แผนภาพเวลาของวงจรถหน่วยความจำขณะทำการเขียนข้อมูล..... 60	60
4.19	วงจรถเลือกสภาวะ 61	61
4.20	วงจรถเปลี่ยนสัญญาณเชิงเลขเป็นเชิงเส้น และวงจรถ ผสมสัญญาณ 63	63

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่

หน้า

4.21 วงจรกำเนิดสัญญาณกำหนดจังหวะ 65

4.22 แผนภาพเวลาของวงจรหารแบบจอตน์สัน มอด 6 66

4.23 แผนภาพเวลาของวงจรหาร 3 แบบจอตน์สัน 66

4.24 แผนภาพเวลาของสัญญาณกำหนดจังหวะที่สร้างขึ้น 68

4.25 วงจรอินเวอร์เตอร์สำหรับแรงดันสูง 71

4.26 วงจรอินเวอร์เตอร์สำหรับวงจรจุล็ดไหลอด 72

5.1 การจับคอปกรณัที่ทดลองหาความสอดคล้องกันระหว่าง
กล้องถ่ายภาพโทรทัศนั กับฉากเรืองรังสีเอกซ์ต่างๆ 73

5.2 แสดงภาพที่ได้จากการถ่ายภาพรังสีเอกซ์โดยใช้น้แผ่นเรืองรังสี
ของบริษัท Toshiba รุ่น FU ที่ 65 kV 4mA 74

5.3 แสดงภาพที่ได้จากการถ่ายภาพรังสีเอกซ์โดยใช้น้แผ่นเรืองรังสี
ของบริษัท Toshiba รุ่น FU ที่ 200 kV 7.5 mA 75

5.4 แสดงภาพที่ได้จากการถ่ายภาพรังสีเอกซ์โดยใช้ฉากเพิ่ม
ความเข้มแสงจากการเรืองรังสี ของบริษัท Dr. Goods
รุ่น Universal ที่ 200 kV 7.5 mA 75

5.5 แสดงภาพที่ได้จากการถ่ายภาพรังสีเอกซ์โดยใช้ฉากเพิ่ม
ความเข้มแสงจากการเรืองรังสี ของบริษัท Kyokko
รุ่น MS ที่ 200 kV 7.5 mA 76

5.6 แสดงภาพที่ได้จากการถ่ายภาพรังสีเอกซ์โดยใช้ฉากเพิ่ม
ความเข้มแสงจากการเรืองรังสี ของบริษัท Picker
รุ่น Super-X ที่ 200 kV 7.5 mA 76

5.7 แสดงภาพที่ได้จากการถ่ายภาพรังสีเอกซ์โดยใช้ฉากเพิ่ม
ความเข้มแสงจากการเรืองรังสี ของบริษัท Dupont
รุ่น Par-Speed CJ. ที่ 200 kV 7.5 mA 77

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่

หน้า

5.8	แสดงภาพที่ได้จากการถ่ายภาพรังสีเอกซ์โดยใช้จากเพิ่มความเข้มแสงจากการเรืองรังสี ของบริษัท Cawo รุ่น Universal ที่ 200 kV 7.5 mA	77
5.9	แสดงการต่อเครื่องมือเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์	78
5.10	กราฟแสดงประสิทธิภาพของวงจรอินเวอร์เตอร์	79
5.11	แสดงแรงดันทางออก 220 โวลต์	80
5.12	แสดงแรงดันคร่อมความต้านทานอนุกรมทางด้านออก	80
5.13	แสดงแรงดันทางด้านเข้า	80
5.14	แสดงรูปคลื่นแรงดันคร่อมความต้านทานอนุกรมทางด้านเข้า	80
5.15	แสดงแรงดันสไปค์ระหว่างขาแคทรน-ข้อศของเพาเวอร์มอสเฟต	80
5.16	แสดงแรงดันสไปค์ที่ลดลงระหว่างขาแคทรน-ข้อศของเพาเวอร์มอสเฟต	80
5.17	ภาพต้นแบบ	81
5.18	ภาพที่ได้จากกล้องถ่ายภาพโดยตรง	82
5.19	ภาพหลังผ่านวงจรเก็บภาพเชิงเลขโดยตรง	82
5.20	ภาพที่นำข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำออกมาแสดง	83
5.21	แสดงภาพถ่ายรังสีเอกซ์หลังผ่านวงจรเก็บภาพเชิงเลขโดยตรง	84
5.22	แสดงภาพถ่ายรังสีเอกซ์ที่อ่านข้อมูลจากหน่วยความจำออกมาแสดง	84

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่

หน้า

ก.1	เครื่องถ่ายภาพโทรทัศนด้วยรังสีเอกซ์ขนาดเล็ก ตั้งซ้อนกัน เพื่อเตรียมการเคลื่อนย้าย	94
ก.2	เครื่องถ่ายภาพโทรทัศนด้วยรังสีเอกซ์ขนาดเล็ก ขณะใช้งาน	94
ก.3	หลอดกำเนิดรังสีเอกซ์ (ขวา) และหม้อแปลงแรงดันสูงที่สร้างขึ้น (ซ้าย)	95
ข.1ก	ฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์	99
ข.1ข	ฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์แบบมีชดลวดวีเซ็ด	99
ข.2	ฟูล-ฟูล อินเวอร์เตอร์	99
ข.3	ฮาร์ฟบริดจ์อินเวอร์เตอร์	99
ข.4	ฟูลบริดจ์อินเวอร์เตอร์	99
ง.1	แบบสำหรับประกอบโครงสร้าง	106
ง.2	แบบโครงสร้างของเครื่องมองจากสามด้าน	107
ง.3	แบบโครงสร้างของเครื่องมองจากด้าน A และ B	108
ฉ.1	วงจรเก็บภาพทั้งหมด	129
ฉ.2	ลายแผ่นพิมพ์วงจรเก็บภาพด้านหน้า	130
ฉ.3	ลายแผ่นพิมพ์วงจรเก็บภาพด้านหลัง	131

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ตารางตรรกของวงจรเลือกสภาวะ	62
5.1 แผ่นเรื่องริงสีแบบต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง	74
5.2 ข้อมูลที่ได้จากการวัด และนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพ ของวงจรอินเวอร์เตอร์	79
๖.1 เปรียบเทียบข้อเด่นข้อด้อยระหว่างอินเวอร์เตอร์แบบป้อนแรงดัน และอินเวอร์เตอร์แบบป้อนกระแส	100

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย