หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การพัฒนาระบบสร้างภาพตัดขวางด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

จากหลักการสร้างภาพตัดขวางของชิ้นงานจำเป็นต้องเก็บข้อมูลของเรย์ซัมรอบจุดหมุนของชิ้นงานไปวิเคราะห์เพื่อสร้างภาพ การวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวเป็นการวิเคราะห์สมการที่ซับซ้อนต้องอาศัยไมโครคอมพิวเตอร์ทำงาน จากความต้องการดังกล่าวนำมาออกแบบระบบสร้างภาพตัดขวางดังนี้

3.1 ระบบของเครื่องสร้างภาพตัดขวาง

เครื่องสร้างภาพตัดขวางที่พัฒนาขึ้นนี้ ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ที่ประสานการทำงานกัน 4 ส่วนคือ

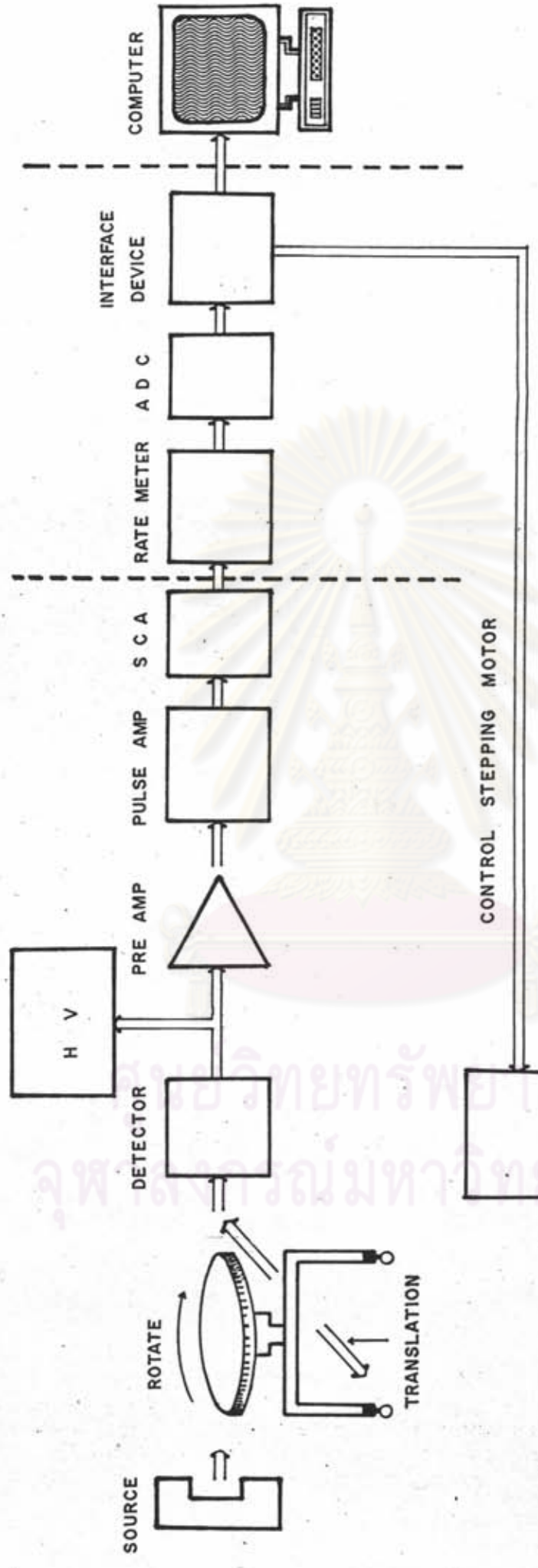
3.1.1 ระบบขับเคลื่อนชิ้นงานสำหรับเก็บข้อมูล

3.1.2 ระบบวัดรังสีแบบส่งผ่าน

3.1.3 ระบบเชื่อมโยงสัญญาณกับไมโครคอมพิวเตอร์

3.1.4 โปรแกรมควบคุมการเก็บข้อมูลและสร้างภาพ

ระบบสร้างภาพที่ออกแบบขึ้นมีการทำงานดังแสดงในแผนภาพรูป 3.1 ชิ้นงานบนระบบขับเคลื่อนจะถูกบังคับให้เคลื่อนที่ในแนวระนาบและหมุนตามตำแหน่งการเก็บข้อมูล ด้วยโปรแกรมผ่านแผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณในขณะที่อัตราวัดรังสีส่งผ่านชิ้นงานจะถูกวัดด้วยระบบวัดรังสีเฉพาะพลังงานของรังสีปฐมภูมิของต้นกำเนิดรังสี ซึ่งใช้ซีเซียม -137 และแปรผลการวัดด้วยเรดมิเตอร์ สัญญาณจากเรดมิเตอร์ซึ่งเป็นสัญญาณเชิงอุปมานจะถูกแปลงด้วยวงจรแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณเชิงตัวเลข เพื่อโอนถ่ายข้อมูลเข้าไปบันทึกในหน่วยความจำสำรองของไมโครคอมพิวเตอร์ตามตำแหน่ง และชุดข้อมูลที่เตรียมไว้ เมื่อการเก็บข้อมูลสิ้นสุดโปรแกรมสร้างภาพจะนำข้อมูลจากหน่วยความจำสำรองมาทำการประมวลผล และแสดงผลเป็นจุดภาพตามตำแหน่งที่สอดคล้องกับการทำแบ็กโพรเจกชันบนโคออร์ดิเนต x,y



รูป 3.1 แสดงแผนภาพของเครื่อง CT ที่สร้างขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

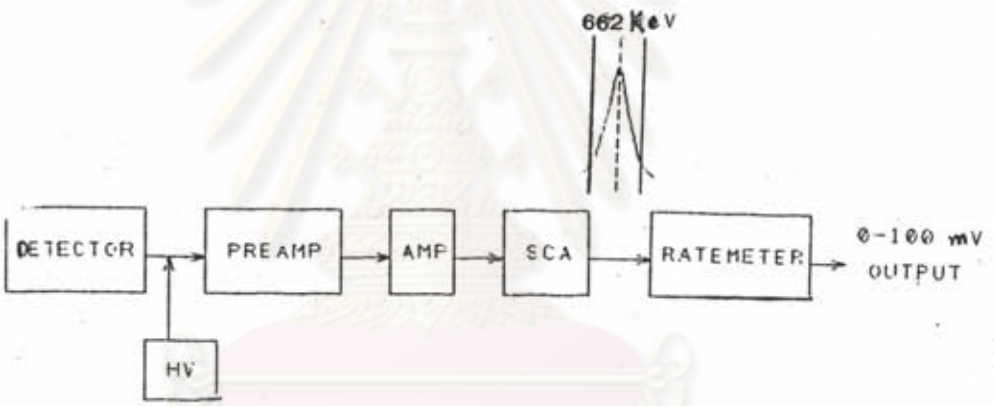
3.2 การออกแบบระบบวัดรังสีแบบส่งผ่าน

3.2.1 การเลือกต้นกำเนิดรังสีแกมมาและหัววัดรังสี

เนื่องจากระบบสร้างภาพตัดขวางนี้ ต้องการใช้กับชิ้นงานโลหะที่มีความหนาแน่นสูง จึงเลือกต้นกำเนิดรังสีที่มีพลังงานสูง เลือกใช้ซีเซียม -137 ขนาดความแรง 20 มิลลิคูรี ให้พลังงาน 662 keV รายละเอียดของต้นกำเนิดรังสี แสดงในภาคผนวก ง สำหรับหัววัดรังสีเพื่อวัดแยกพลังงานเลือกใช้หัววัดรังสี NaI (Tl) ขนาดผลึก 2 นิ้ว x 2 นิ้ว

3.2.2 ระบบวัดนิวเคลียร์

ระบบวัดนิวเคลียร์ที่ใช้เป็นระบบวัดรังสีส่งผ่าน แบบวัดเฉพาะพลังงานของต้นกำเนิดรังสี วิเคราะห์พลังงานด้วยอุปกรณ์วิเคราะห์แบบช่องเดี่ยว อ่านผลการวัดรังสีด้วยเรตมิเตอร์ การจัดระบบวัดแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนภาพระบบวัดรังสีเฉพาะพลังงาน

3.2.3 อุปกรณ์กำบังรังสีและอุปกรณ์บังคับลำรังสี

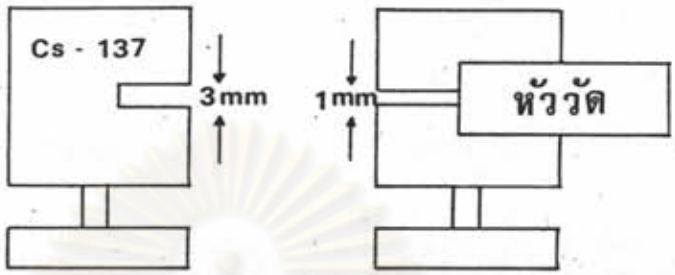
อุปกรณ์กำบังรังสีและบังคับลำรังสีออกแบบเพื่อวัตถุประสงค์ดังนี้

3.2.3.1 เพื่อความปลอดภัยจากการใช้รังสีแกมมาในการสร้างภาพ ต้นกำเนิดรังสีจะต้องบรรจุในอุปกรณ์กำบังรังสี และเพื่อการลดแบคกราวน์ของการวัดรังสี หัววัดรังสีจะต้องบรรจุในกำบังรังสีด้วย

3.2.3.2 ช่องบังคับรังสีจัดไว้เพื่อบังคับให้ลำรังสีพุ่งไปเฉพาะทิศทางที่ต้องการ และลำรังสีมีขนาดเล็ก เพื่อความละเอียดและชัดเจนในการสร้างภาพ

สำหรับงานวิจัยนี้ออกแบบกำบังรังสีสำหรับต้นกำเนิดรังสีที่ทำด้วยตะกั่วหนา

5 เซนติเมตร เจาะช่องบังคับลำรังสีขนาด 3 มิลลิเมตร เท่ากับขนาดของ Pellet ของต้นกำเนิดรังสี และกำบังรังสีของหัววัดรังสีหนา 4 เซนติเมตร เจาะช่องบังคับการรับลำรังสีขนาด 1 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงอุปกรณ์กำบังรังสีและบังคับลำรังสี

3.3 การออกแบบระบบขับเคลื่อนชิ้นงาน

เนื่องจากหัววัดรังสีและต้นกำเนิดรังสีต้องบรรจุอยู่ในกำบังรังสี ซึ่งมีน้ำหนักมาก ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการออกแบบระบบกลสำหรับเก็บข้อมูล จึงเลือกการขับเคลื่อนชิ้นงานซึ่งมีน้ำหนักเบากว่า ใช้สเตปปิงมอเตอร์ ซึ่งมีค่ามุมต่อสเตปการหมุนเท่ากับ 1.8 องศา การขับเคลื่อน ในแนวระนาบสำหรับเก็บข้อมูลเรย์ซัม เลือกใช้การส่งกำลังให้ถาดรองรับชิ้นงานผ่านสายพานและเคลื่อนตัวบนรอกและในแนวแกนหมุนสำหรับข้อมูลแต่ละโพรไฟล์จานรองรับชิ้นงานจะรับการส่งกำลังโดยตรงจากมอเตอร์

การออกแบบระยะการเคลื่อนตัว และการหมุนต้องสอดคล้องกับการสร้างภาพ เมื่อพิจารณาจากการที่เลือกใช้ช่องบังคับการรับลำรังสีขนาด 1 มิลลิเมตร และกำหนดความละเอียดของจุดภาพบนจอเท่ากับ 128 x 128 จุดภาพ ดังนั้นการเคลื่อนตัวในแนวระนาบของชิ้นงานจะเท่ากับ 12.8 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อสายพาน (Pulley) จะมีขนาดเท่ากับ 6.36 เซนติเมตร เพื่อประหยัดพื้นที่ของโครงสร้างของระบบขับเคลื่อนจึงลดขนาดของล้อสายพานลงครึ่งหนึ่ง และบังคับให้สเตปปิงมอเตอร์เคลื่อนตัว 2 สเตป ต่อ 1 มิลลิเมตร แทน

ในแนวแกนหมุนเพื่อให้เก็บข้อมูลได้ 100 โพรไฟล์ ที่มุม 180 องศา สามารถใช้สเตปการหมุนของสเตปปิงมอเตอร์ได้โดยตรง 1 โพรไฟล์เท่ากับ 1.8 องศา

โครงสร้างของระบบขับเคลื่อนชิ้นงานแสดงในภาคผนวก ก

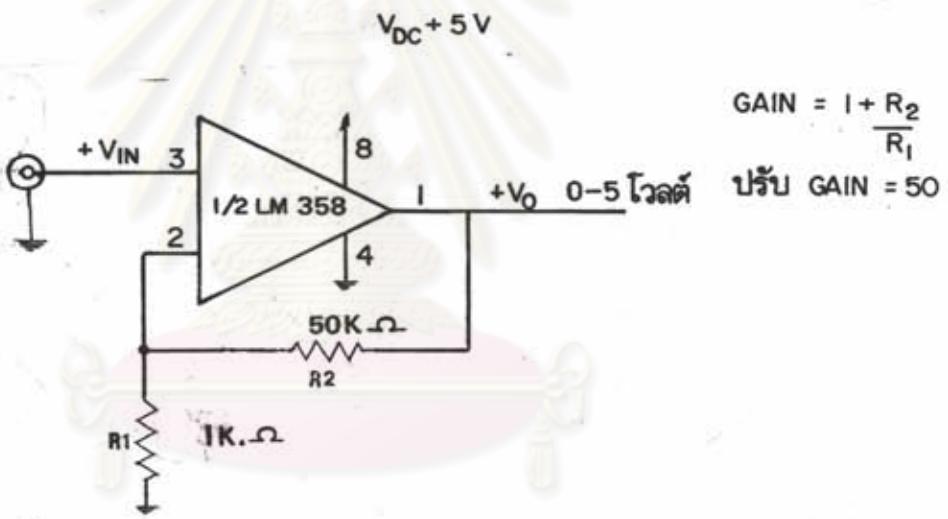
018602

3.4 การออกแบบวงจรเชื่อมโยงสัญญาณกับไมโครคอมพิวเตอร์

ในส่วนของระบบเชื่อมโยงสัญญาณระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอก อันได้แก่ระบบวัดนิวเคลียร์ และระบบควบคุมการทำงานของสเตปปิงมอเตอร์ ให้ขับเคลื่อนชิ้นงานทดสอบแบ่งออกเป็นวงจรต่าง ๆ ดังนี้

3.4.1 วงจรขยายสัญญาณจากเรดมิเตอร์

สัญญาณจากเรดมิเตอร์เป็นสัญญาณเชิงอุปมานมีขนาด 0-100 มิลลิโวลต์ จำเป็นต้องขยายสัญญาณเป็นสัญญาณเชิงเส้นขนาด 0-5 โวลต์ เพื่อให้เหมาะกับการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณ เลือกใช้ออฟแอมป์เบอร์ LM358A ขยายสัญญาณแบบไม่กลับขั้วดังรูป 3.4 ด้วยอัตราขยาย 50 เท่า



รูปที่ 3.4 รูปวงจรขยายศักดาไฟฟ้าจากเรดมิเตอร์

3.4.2 วงจรแปลงสัญญาณเชิงอุปมานให้เป็นสัญญาณเชิงตัวเลข (analog to digital converter : ADC)

วงจรนี้จะทำหน้าที่แปลงสัญญาณศักดาไฟฟ้าจากวงจรรูป 3.4 ซึ่งเป็นสัญญาณเชิงอุปมาน (analog signal) ให้เป็นสัญญาณเชิงตัวเลข (digital signal) เพื่อเชื่อมโยงกับไมโครคอมพิวเตอร์ ดังแสดงในวงจรภาคผนวก ข

ไอซีที่ใช้แปลงสัญญาณเลือกใช้ ไอซีเบอร์ ADC 0803 รับสัญญาณศักดาไฟฟ้า 0-5 โวลต์ ทางขา 6 ความเร็วในการแปลงสัญญาณขึ้นอยู่กับความถี่ของสัญญาณนาฬิกาซึ่งกำหนด

โดยค่าตัวต้านทาน (R) และค่าตัวเก็บประจุ (C) ที่ขา 4 และ 19 สัญญาณที่ได้รับการแปลงเป็นสัญญาณเชิงตัวเลขแล้วจะถูกส่งออกไปทางขา DB_0 - DB_7 ส่วนขา Vref/2 จะเป็นตัวกำหนด การแปลงสัญญาณเต็มสเกล ซึ่งในวงจรนี้กำหนด Vref/2 = 2.5 โวลต์ จะทำให้ศักดาไฟฟ้าที่เข้ามาสูงสุด 5 โวลต์ มีสัญญาณเชิงตัวเลขเป็น 11111111

3.4.3 วงจรควบคุมการเชื่อมโยงสัญญาณ

ไอซีเบอร์ 8225 A จะใช้ควบคุมการเชื่อมโยงสัญญาณระหว่างวงจรภายนอกกับระบบไมโครคอมพิวเตอร์ตามลำดับขั้นของโปรแกรมที่ออกแบบไว้

การจัดแอดเดรสสำหรับพอร์ตติดต่ออุปกรณ์ภายนอก (I/O port) ในไมโครคอมพิวเตอร์จะมีแอดเดรสสำหรับใช้กับพอร์ต I/O ซึ่งจัดไว้ขยายการทำงานของระบบเฉพาะ ที่ 300 H -31F H (768 - 799) ในสภาวะแอดเดรสที่บิทที่ A9 เป็น 1 นั่นเอง

การถอดรหัสแอดเดรสนั้นจะใช้แอดเดรสที่ว่างอยู่ คือ 31B (เลขฐานสิบหก) ถึงแอดเดรส 31F ซึ่งตรงกับแอดเดรส 795 ถึง 799 (เลขฐานสิบ) ดังตารางที่ 3.1

จากวงจรในภาคผนวก ข แสดงวงจรเชื่อมโยงสัญญาณ ซึ่งใช้ไอซี 74LS244 จำนวน 2 ตัว ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ของกลุ่มสายแอดเดรสเพื่อป้องกันมิให้สัญญาณรบกวนกัน

การถอดรหัสกระทำโดยไอซีเบอร์ 74LS138 และ 74LS139 ซึ่งจะทำให้เอาต์พุตเป็น Low เมื่อเขียนแอดเดรสหมายเลข 31C ถึง 31F ที่ขา Y3 ของไอซีทั้งสองเบอร์ สัญญาณดังกล่าวเป็นตัวสั่งให้ไอซีเบอร์ 8255 ทำงานผ่านวงจรออร์ (OR) ทางขา CS ซึ่งจะทำหน้าที่ใดขึ้นอยู่กับ สัญญาณจากขา A1 และ A0 ดังตารางที่ 3.1

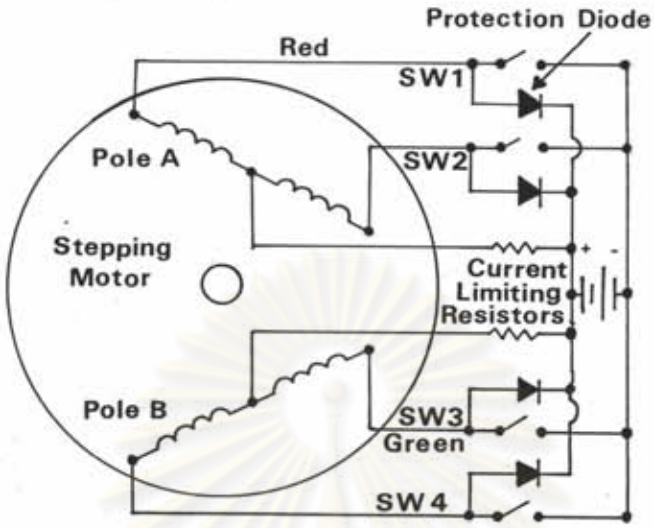
สำหรับเอาต์พุตที่ขา Y0 และ Y2 ของไอซีหมายเลข 74LS139 และไอซีหมายเลข 74LS138 ตามลำดับจะนำมาผ่านวงจรออร์ (OR) กับสายแอดเดรส A0,A1 และ IOR เพื่อสั่งให้ ADC อ่านข้อมูลเข้าสู่ไมโครคอมพิวเตอร์

ตาราง 3.1 ตารางแสดงการถอดรหัสแอดเดรสและโปรแกรมไอซี 8255 A สำหรับพอร์ตอินพุตและเอาท์พุต

port number																
Hex	De	AEN	A_9	A_8	A_7	A_6	A_5	A_4	A_3	A_2	A_1	A_0	meaning	type of port	use
31 B	795	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	DATA	ADC	read data from ratemeter
31 C	796	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	link Port A	input Port A	reading opto switch status
31 D	797	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	link Port B	output Port B	Drive two stepping motor
31 E	798	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	link Port C	output Port C	clock for stepping motor
31 F	799	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	control	control 8255	initial set up - to set port A = input port B = output port C = output

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4.4 วงจรควบคุมสเตปปิงมอเตอร์



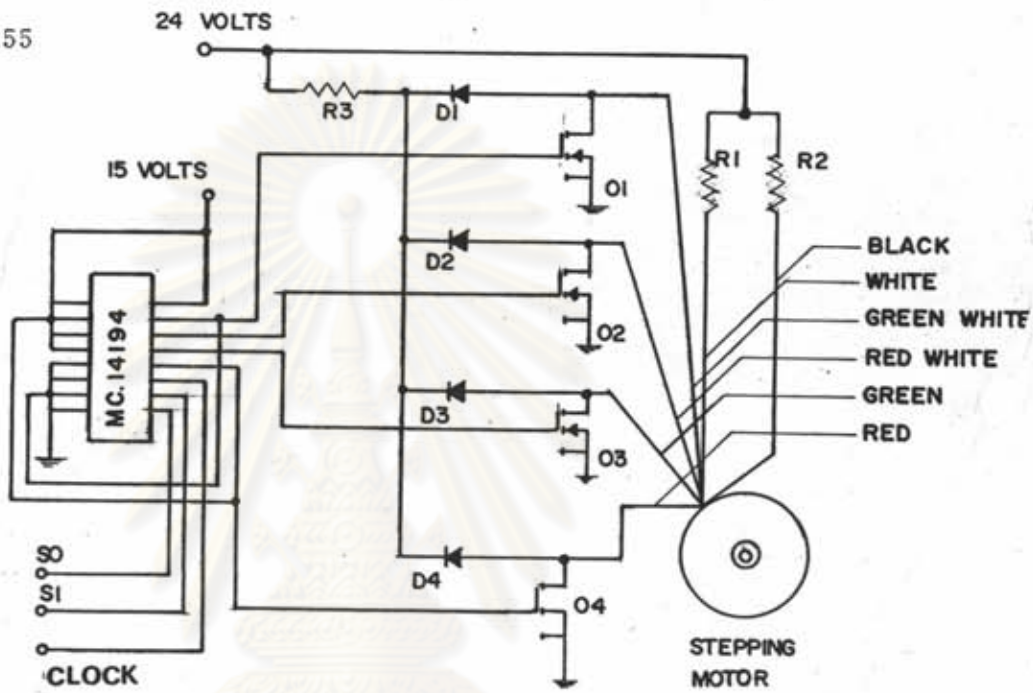
รูปที่ 3.5 วงจรขับเคลื่อนสเตปปิงมอเตอร์

จากรูป 3.5 แสดงการต่อสเตปปิงมอเตอร์เข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้าผ่านสวิตช์ SW1 ถึง SW4 ซึ่งเมื่อทำการจัดสภาวะสวิตช์ตามตาราง 3.2 ตามลำดับแล้วจะทำให้สเตปปิงมอเตอร์หมุนเป็นจังหวะ

ตาราง 3.2 แสดงสภาวะเวลาของจ่ายไฟผ่านสวิตช์ SW1 ถึง SW4 เพื่อให้สเตปปิงมอเตอร์เคลื่อนเป็นจังหวะ

STEP	SW1	SW2	SW3	SW4
1	OFF	ON	OFF	ON
2	OFF	ON	ON	OFF
3	ON	OFF	ON	OFF
4	ON	OFF	OFF	ON
5	OFF	ON	OFF	ON

ในการออกแบบวงจรขับเคลื่อนสเตปปิงมอเตอร์นี้ใช้เพาว์เวอร์มอสเฟตแทนการทำงานของสวิตช์ ดังรูป 3.5 สำหรับ R1 และ R2 มีไว้เพื่อจำกัดกระแสไม่ให้สเตปปิงมอเตอร์ร้อนจนเกินไปใช้ค่าเท่ากับ 25 โอหม์ ไอซีเบอร์ 14194 ทำหน้าที่กำหนดสัญญาณที่ป้อนให้เพาว์เวอร์มอสเฟตทำงาน ตามตาราง 3.2 โดยการควบคุมของโปรแกรมผ่านเอาต์พุตพอร์ต B และ C ของไอซี 8255



CONTROL SINGNALS

S0, S1	RESULT
0, 0	HOLD
0, 1	SHIFT RIGHT
1, 0	SHIFT LEFT
1, 1	PRESET

LOGIC LEVELS ARE STANDARD
15 V. CMOS
MC 14194 is n STANDARD 16pin DIR

PARTS :

1. STEPPING MOTOR
2. DIODES D1 – D4 , IN 4002
3. R 3. 10Ω 10 W.
4. R1, R2 2.5Ω 5W.
5. INTEGRATED CIRCUIT MC. 14194 (CMOS)
6. Q1–Q4 MTM 12 N 08 OR. MTP 12N08

รูป 3.6 วงจรขับเคลื่อนสเตปปิงมอเตอร์ที่ใช้กับระบบขับเคลื่อนชิ้นงาน

3.5 การออกแบบโปรแกรมสร้างภาพตัดขวาง

โปรแกรมสร้างภาพตัดขวางที่พัฒนาขึ้นเขียนโดยใช้ภาษา Turbo Basic จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นโปรแกรมควบคุมระบบขับเคลื่อนชิ้นงานและรับข้อมูลวัดรังสีเข้าเก็บไว้ในหน่วยความจำสำรอง

ส่วนที่ 2 เป็นโปรแกรมประมวลผลเพื่อการสร้างภาพด้วยวิธีแบ็กโพรเจกชันและเก็บเข้าสู่หน่วยความจำสำรอง

ส่วนที่ 3 เป็นโปรแกรมแสดงภาพตัดขวางบนจอภาพ โดยนำผลการคำนวณจากโปรแกรมส่วนที่ 2 มาแสดงภาพตัดขวางบนจอภาพสีของไมโครคอมพิวเตอร์

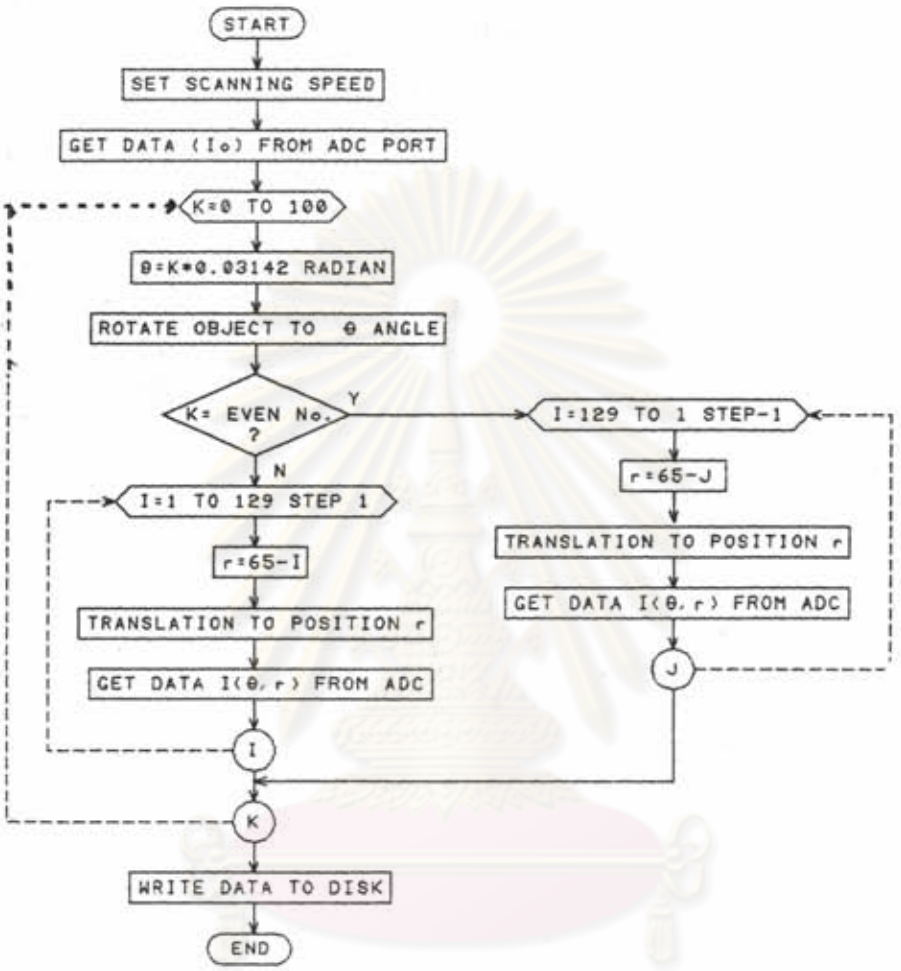
3.5.1 โปรแกรมควบคุมระบบขับเคลื่อนชิ้นงาน และรับข้อมูลวัดรังสีมาเก็บไว้ในหน่วยความจำสำรอง การทำงานของโปรแกรมแสดงไว้ในรูป 3.7 การเก็บข้อมูลจะเก็บไว้ในแผ่นจานแม่เหล็กอ่อน จำนวนข้อมูลที่เก็บทั้งหมด 12,800 ข้อมูล สามารถตั้งความเร็วในการสแกนและเก็บข้อมูลได้

3.5.2 โปรแกรมประมวลผลเพื่อการสร้างภาพด้วยวิธีแบ็กโพรเจกชัน การทำงานของโปรแกรมแสดงไว้ในรูป 3.8 โปรแกรมจะเขียนข้อมูลลงหน่วยความจำสำรองในส่วน 3.5.1 แล้วเก็บค่าประมวลผลไว้ในแผ่นจานแม่เหล็กอ่อน

3.5.3 โปรแกรมสร้างภาพการทำงานของโปรแกรมแสดงไว้ในรูป 3.9 โปรแกรมนี้จะเรียกข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลจากการทำงานของโปรแกรมประมวลผลในข้อ 3.5.2 ด้วยการแบ่งสเกลระดับพร้อมกำหนดระดับสีของข้อมูลออกเป็น 16 ระดับแล้วนำมาสร้างภาพ

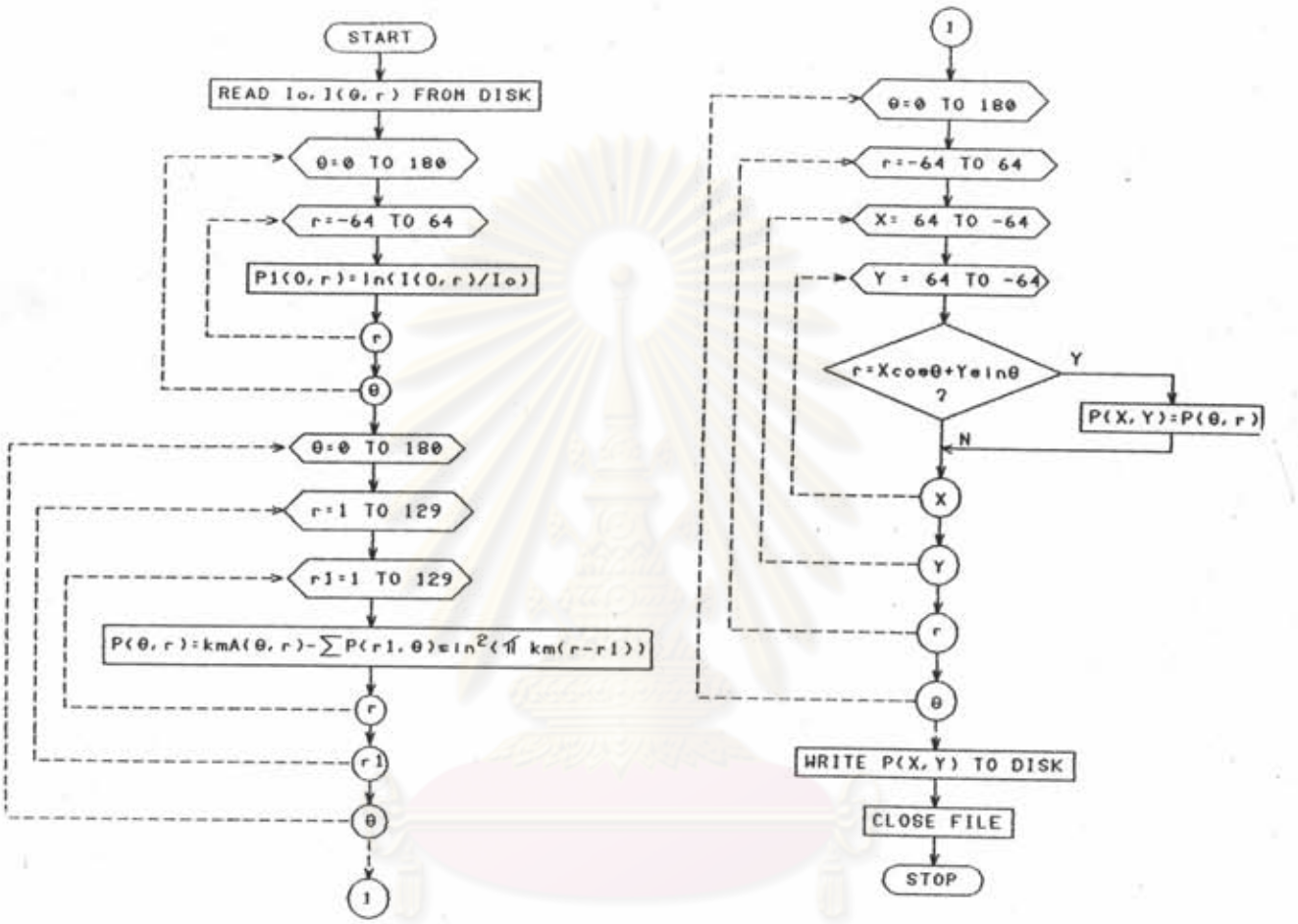
รายละเอียดของโปรแกรมทั้งหมดจะแสดงในภาคผนวก ง.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.7 ผังงานโปรแกรมควบคุมระบบขับเคลื่อนชิ้นงานและรับข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.8 ผังงานโปรแกรมประมวลผล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย