บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และ การพัฒนาระบบวัดเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์

3.1 วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย

3.1.1 ต้นกำเนิดนิวตรอน ^{238}Pu / Be ความแรง 5 คูรี

3.1.2 หัววัดเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย

3.1.2.1 สารซินทิลเลเตอร์ (LiF / Zns (Ag) / Duro Adhesive)

3.1.2.2 ท่อนำแสง ยาว 1.5 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร

3.1.2.3 หลอดทวีคูณแสง

3.1.3 ระบบวัดนิวเคลียร์ ประกอบด้วย

3.1.3.1 แหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูง (H.V) สำหรับหัววัด

3.1.3.2 Preamp - Amp SCA ของ ORTEC MODEL 4890

3.1.3.3 ภาคนับและตั้งเวลา (Counter / timer) ของ CANBERRA MODEL 1772

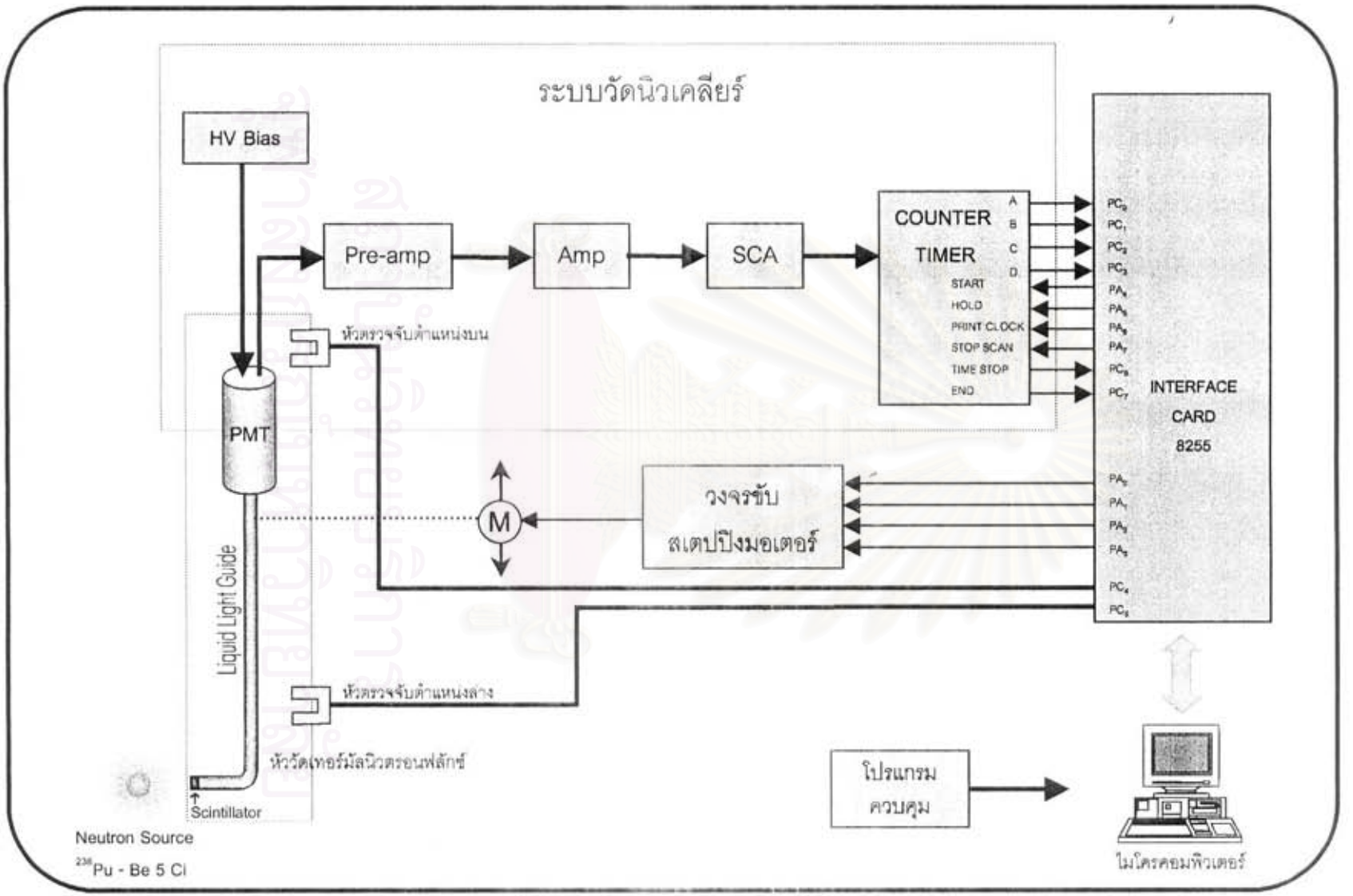
3.14 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งประกอบด้วยวงจรต่าง ๆ ได้แก่

3.1.4.1 วงจรเชื่อมโยงสัญญาณระหว่างระบบขับเคลื่อนหัววัด ระบบวัดนิวเคลียร์กับไมโครคอมพิวเตอร์ (Interface Circuit)

3.1.4.2 วงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์ (ET - SMCC) ของบริษัท อีทีที

3.1.5 อุปกรณ์กลสำหรับระบบกลขับเคลื่อนหัววัด (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


ระบบวัดนิวเคลียร์
HV Bias
Pre-amp
Amp
SCA
COUNTER
TIMER
A
B
C
D
START
HOLD
PRINT CLOCK
STOP SCAN
TIME STOP
END
INTERFACE
CARD
8255
หัวตรวจจับตำแหน่งบน
PMT
M
วงจรขับ
สเตปปิงมอเตอร์
Liquid Light Guide
หัวตรวจจับตำแหน่งล่าง
หัววัดเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์
Scintillator
Neutron Source
^{238}Pu - Be 5 Ci
โปรแกรม
ควบคุม
ไมโครคอมพิวเตอร์

3.2 การพัฒนาระบบวัดเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์

ระบบวัดเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์ที่พัฒนาขึ้น ออกแบบให้สามารถวัดเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์ได้อย่างรวดเร็ว และ แสดงผลทันที บนจอภาพไมโครคอมพิวเตอร์ รายละเอียดของระบบแสดงในรูปที่ 3.1 ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ ดังนี้

3.2.1 หัววัดเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์ที่พัฒนาขึ้นจากท่อนำแสงเคลือบปลายด้วยซินทิลเลเตอร์

3.2.2 ระบบวัดนิวเคลียร์ ประกอบด้วย แหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูง Preamp-Amp SCA ภาคนับและตั้งเวลา

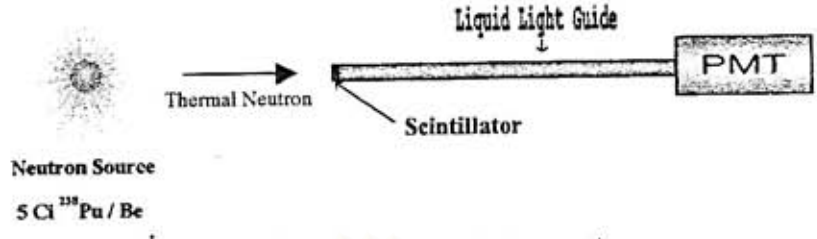
3.2.3 ระบบขับเคลื่อนทางกล ซึ่งทำหน้าที่ ขับเคลื่อนหัววัดเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์ไปยังตำแหน่งต่าง ๆ ที่ต้องการวัด ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

3.2.4 ระบบเชื่อมโยงสัญญาณ ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมระบบขับเคลื่อนและการโอนถ่ายข้อมูลจากระบบวัดนิวเคลียร์ไปยัง ไมโครคอมพิวเตอร์

3.2.5 โปรแกรมสนับสนุนการทำงานของระบบ

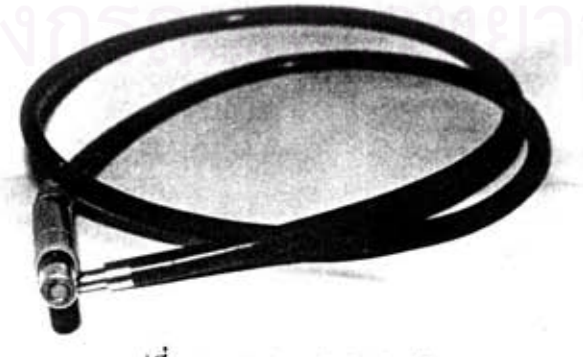
หลักการทำงานของระบบวัดเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์ เริ่มจากการควบคุมให้หัววัดเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งเริ่มต้น โดยมีตัวตรวจจับตำแหน่งบนเป็นตัวตรวจสอบ โดยอาศัยโปรแกรมควบคุมการทำงานจากไมโครคอมพิวเตอร์ผ่านวงจรเชื่อมโยงสัญญาณ จากนั้นหัววัดจะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่จะเริ่มทำการวัดเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์ เทอร์มัลนิวตรอนจะเกิดอันตรกิริยากับสารซินทิลเลเตอร์ที่เคลือบอยู่ที่ปลายข้างหนึ่งของท่อนำแสง ทำให้เกิดอนุภาคอัลฟา และแสงตามลำดับ แสงที่เกิดขึ้นจะถูกส่งผ่านท่อนำแสงไปยังหลอดทวีคูณแสง ซึ่งจะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณแสงให้อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้า และถูกขยายโดยวงจรขยายสัญญาณส่วนหน้าและวงจรขยายสัญญาณตามลำดับ แล้วเข้าสู่วงจรวิเคราะห์แบบช่องเดี่ยว ซึ่งถูกตั้งให้ทำการวัดแบบนับรวมทุกพลังงาน สัญญาณนับที่ได้จะถูกส่งต่อไปยังวงจรนับและตั้งเวลา ซึ่งเชื่อมโยงเข้ากับไมโครคอมพิวเตอร์ผ่านทางวงจรเชื่อมโยง จำนวนนับที่ได้จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์ในตำแหน่งที่ทำการวัด ซึ่งจะถูกแปรผลเป็นค่าเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์ โดยโปรแกรมบนไมโครคอมพิวเตอร์แล้วแสดงผลในรูปกราฟิกบนจอภาพของไมโครคอมพิวเตอร์ จากนั้นโปรแกรมควบคุมการทำงานจะส่งคำสั่งไปยังระบบกลขับเคลื่อนหัววัดไปยังตำแหน่งถัดไปแล้วทำการวัดเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์ เมื่อวัดค่าเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์ครบทุกตำแหน่งแล้ว โปรแกรมควบคุมการทำงานจะทำการเก็บบันทึกข้อมูลทั้งหมดลงฮาร์ดดิสก์ เพื่อสามารถนำกลับมาใช้งานได้ ในภายหลังต่อไป

3.3 การออกแบบ และพัฒนาหัววัดเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์



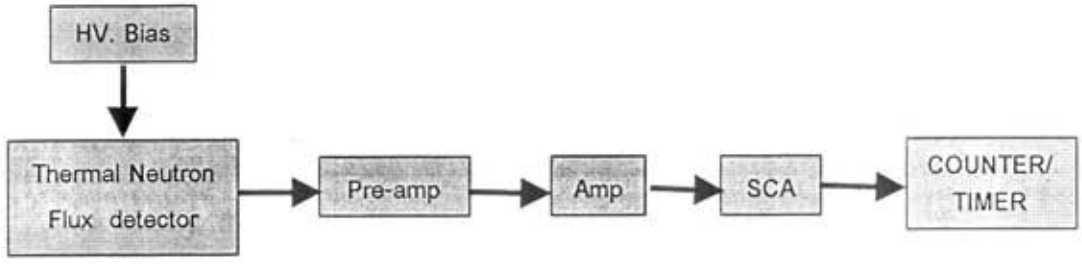
รูปที่ 3.2 แสดงส่วนประกอบของหัววัดเทอร์มัลนิวตรอน

หัววัดเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์ที่พัฒนาขึ้น อาศัยหลักการนำแสงที่เกิดจากอันตรกิริยาระหว่างนิวตรอนกับสารซินทิลเลเตอร์เข้าสู่หลอดทวีคูณแสงโดยใช้ท่อนำแสง เนื่องจากท่อนำแสงมีความอ่อนตัวและมีขนาดเล็ก จึงสะดวกต่อการนำไปใช้วัดเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์ที่บริเวณต่าง ๆ มากกว่าการใช้เครื่องวัดชนิดอื่น ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ท่อนำแสงชนิด liquid light guide ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร และมีความยาว 1.5 เมตร เนื่องจากหาได้ง่ายตามท้องตลาด และมีช่วงการตอบสนองเหมาะสมกับความยาวคลื่นของแสงที่เกิดจากสารซิลทิลเลเตอร์ที่นำมาใช้ ส่วนสารซินทิลเลเตอร์ที่ใช้ได้ทดสอบเปรียบเทียบสารสองชนิด คือ $LiBO_2$ / ZnS(Ag) กับ LiF / ZnS(Ag) โดยใช้กาว Duro เป็นตัวเชื่อมในอัตราส่วน $LiBO_2$ / ZnS(Ag) / Duro เท่ากับ 1 : 1.5 : 0.5[7] และ LiF / ZnS(Ag) / Duro เท่ากับ 1 : 1.5 : 0.5 ตามลำดับ จากนั้นนำสารซินทิลเลเตอร์แต่ละชนิดมาเคลือบโดยเทคนิคการฉีดพ่นที่ปลายท่อนำแสงให้มีความหนา 2 มิลลิเมตร แล้วนำไปวัดเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์ เพื่อเปรียบเทียบความไวของสารซินทิลเลเตอร์ทั้ง 2 ชนิด จากการทดลองพบว่า LiF / ZnS(Ag) มีความไวต่อเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์สูงกว่า $LiBO_2$ / ZnS(Ag) ดังนั้นจึงเลือกใช้ LiF / ZnS(Ag) เป็นสารซินทิลเลเตอร์สำหรับการทดลองต่อไป และได้ทำการหาความหนาที่เหมาะสมของสารซินทิลเลเตอร์ดังกล่าว โดยแปรเปลี่ยนความหนาระหว่าง 0.29 – 1.87 มิลลิเมตร การเชื่อมต่อระหว่างท่อนำแสงและหลอดทวีคูณแสงได้ออกแบบให้มีการสูญเสียของแสงน้อยที่สุด โดยการใช้ fluid coupling ช่วยนำแสงจากท่อนำแสงเข้าสู่หลอดทวีคูณแสง



รูปที่ 3.3 Liquid Light Guide

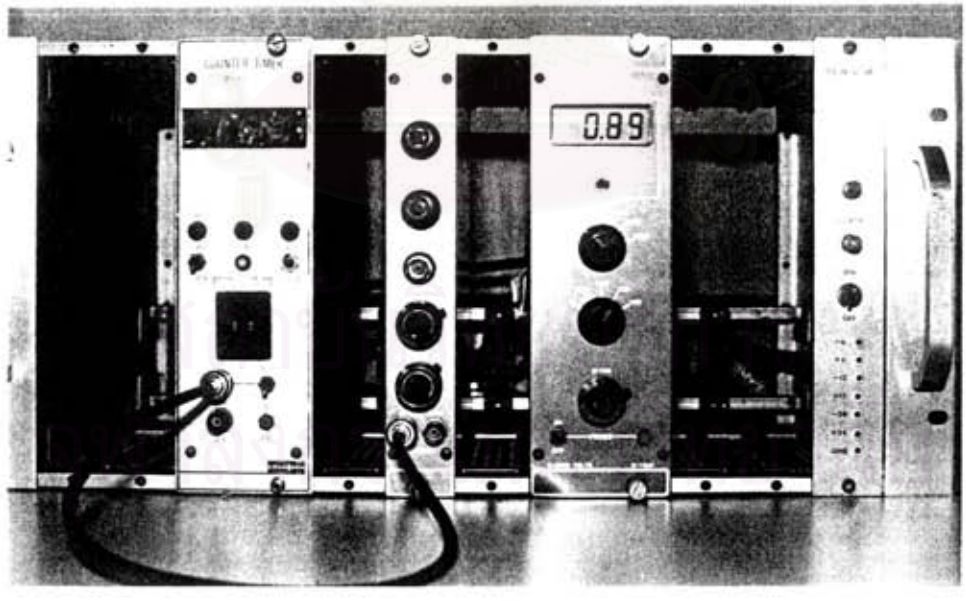
3.4 ระบบวัดนิวเคลียร์



รูปที่ 3.4 แสดงส่วนประกอบของระบบวัดนิวเคลียร์

ระบบวัดนิวเคลียร์ที่ใช้กับระบบวัดเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์เป็นระบบแบบนับรวมทุกพลังงาน (integral counting) เนื่องจากต้องการจำนวนนับมากที่สุดเพื่อใช้เวลาในการวัดให้น้อยที่สุด

สัญญาณไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากหัววัดเทอร์มัลนิวตรอนถูกส่งต่อไปยังวงจรขยายส่วนหน้า (preamplifier) ซึ่งทำหน้าที่ขยายสัญญาณที่เกิดขึ้นจากหัววัดเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์ แล้วถูกขยายต่อด้วยวงจรขยายหลัก (amplifier) จากนั้นจะถูกส่งต่อไปยังเครื่องวิเคราะห์แบบช่องเดี่ยว (SCA) แล้วเข้าสู่เครื่องนับโดยมีวงจรตั้งเวลาเป็นตัวกำหนดเวลาในการนับ



รูปที่ 3.5 ระบบวัดนิวเคลียร์ที่ใช้ในงานวิจัย

3.5 การออกแบบ และพัฒนาระบบขับเคลื่อนทางกล

ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบระบบขับเคลื่อนทางกล ให้สามารถขับเคลื่อนหัววัดเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์ได้ทั้งในแนวระดับและแนวดิ่งโดยที่

3.5.1 แนวระดับ ออกแบบให้สามารถปรับเปลี่ยนตำแหน่งในแนวระดับด้วยมือ ทำให้สะดวกในการใช้งาน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง)

3.5.2 แนวดิ่ง ควบคุมการเคลื่อนที่โดยใช้สเต็ปปิงมอเตอร์ทำงานร่วมกับวงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์และระบบกล (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง) ซึ่งถูกควบคุมโดยโปรแกรคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถเคลื่อนที่ไปในตำแหน่งที่ต้องการ

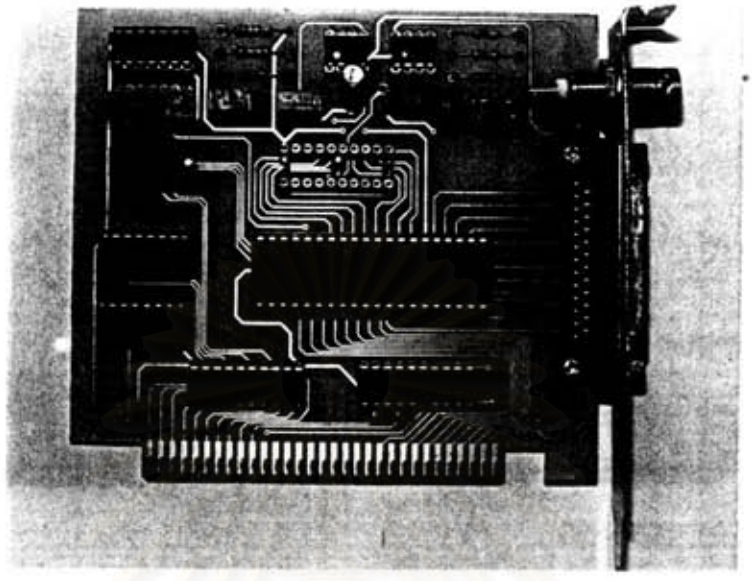
ในงานวิจัยนี้เลือกใช้สเต็ปปิงมอเตอร์แบบวาริเอเบิลรีลักแตนซ์ (VARIABLE - REACTANCE) ขนาด 4.7 โวลต์ มีความละเอียดของสเต็ปเท่ากับ 1.8 องศาต่อสเต็ป ใช้การขับสเต็ปปิงมอเตอร์แบบ 2 เฟส เนื่องจากต้องการความถูกต้องแม่นยำ ของตำแหน่งต่าง ๆ ที่ใช้ในการวัด และมีแรงบิด (torque) มากพอที่จะขับเคลื่อนหัววัดขึ้นลงในแนวดิ่ง

3.6 วงจรเชื่อมโยงสัญญาณ

วงจรเชื่อมสัญญาณ (interface circuit) ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ มีหน้าที่สำคัญแบ่งออกได้ ดังนี้

3.6.1 เชื่อมโยงสัญญาณระหว่างระบบขับเคลื่อนทางกลกับไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบด้วย วงจรควบคุมการทำงานของสเต็ปปิงมอเตอร์และวงจรตรวจสอบจุดเริ่มและจุดสิ้นสุดของการเคลื่อนที่ของหัววัด

3.6.2 เชื่อมโยงสัญญาณระหว่างระบบวัดนิวเคลียร์กับไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อควบคุมการนับและการโอนถ่ายข้อมูลจากอุปกรณ์นับรังสี เข้าสู่ไมโครคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.6 แผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณ

วงจรเชื่อมโยงสัญญาณอาศัยการรับและส่งข้อมูลทางพอร์ทอินพุทและเอาท์พุทของ ไมโครคอมพิวเตอร์โดยเลือกตำแหน่ง 300H-31FH เป็นตำแหน่งอ้างแอดเดรสของโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุม ดังแสดงในตารางที่ (3.1)

ตารางที่ 3.1 แสดงการกำหนดตำแหน่งหมายเลขพอร์ทในไมโครคอมพิวเตอร์

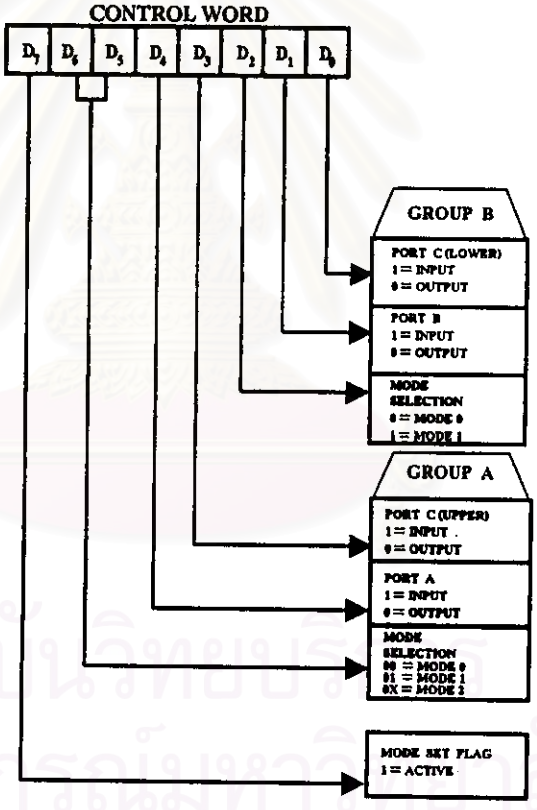
หมายเลขพอร์ท	หน้าที่
768(300H)	ควบคุมสเต็ปปิงมอเตอร์
770(321H)	รับสัญญาณจาก opto sensor
771(303H)	ควบคุมการทำงานของ 8255

3.6.1 วงจรเชื่อมโยงสัญญาณระหว่างระบบขับเคลื่อนทางกลกับไมโครคอมพิวเตอร์ วงจรเชื่อมโยงสัญญาณจะมี IC เบอร์ 8255 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เป็นพอร์ทอินพุทและเอาท์พุท การควบคุมพอร์ท A, B และ C จะถูกควบคุมโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะส่งรหัสควบคุมมายังพอร์ทควบคุมของ 8255 โดยรหัสควบคุม (control word) ที่ส่งมาจะเป็นการสั่งให้ 8255 เลือก Mode ในการทำงาน และส่งสัญญาณไปจัดการควบคุมให้เป็นไปตามรหัสควบคุมที่ได้รับ

Mode การทำงานของ 8255

Mode 0 เป็นการทำงานเป็นพอร์ทอินพุทและเอาท์พุทพื้นฐาน โดยจะต้องโปรแกรมส่งรหัสควบคุมข้อมูล D_0-D_7 ลงใน Register ควบคุมของ 8255 ก่อน โดยแต่ละบิตของรหัสควบคุมจะมีความหมายในการกำหนดการทำงานของ 8255 ต่าง ๆ กัน ซึ่งรายละเอียดของรหัสควบคุมดังรูปที่ 3.7

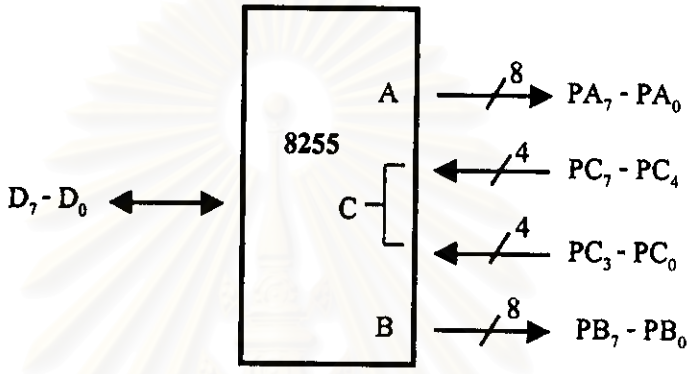
ในงานวิจัยนี้ใช้รหัสควบคุมเป็น 137(89H) ทำให้พอร์ท A และ พอร์ท B เป็นเอาท์พุทสำหรับสัญญาณควบคุมสเต็ปปิงมอเตอร์ ส่วนพอร์ทC จะทำหน้าที่เป็นอินพุทเพื่อรับสัญญาณตรวจสอบจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของระบบขับเคลื่อน



รูปที่ 3.7 แสดงรหัสควบคุมและหน้าที่รหัสควบคุมแต่ละบิตของ 8255

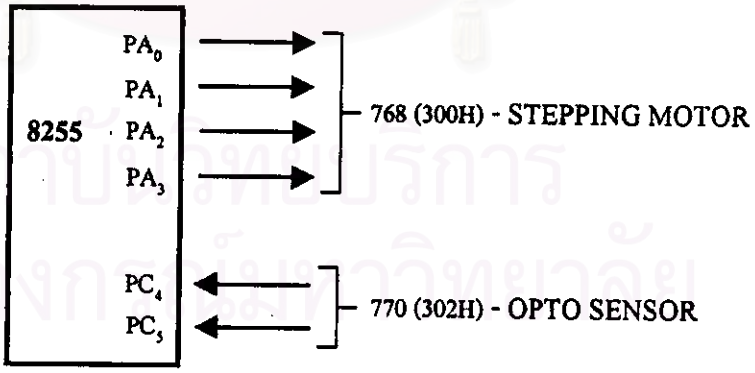
CONTROL WORD

D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0	
1	0	0	0	1	0	0	1	= 137 (89H)

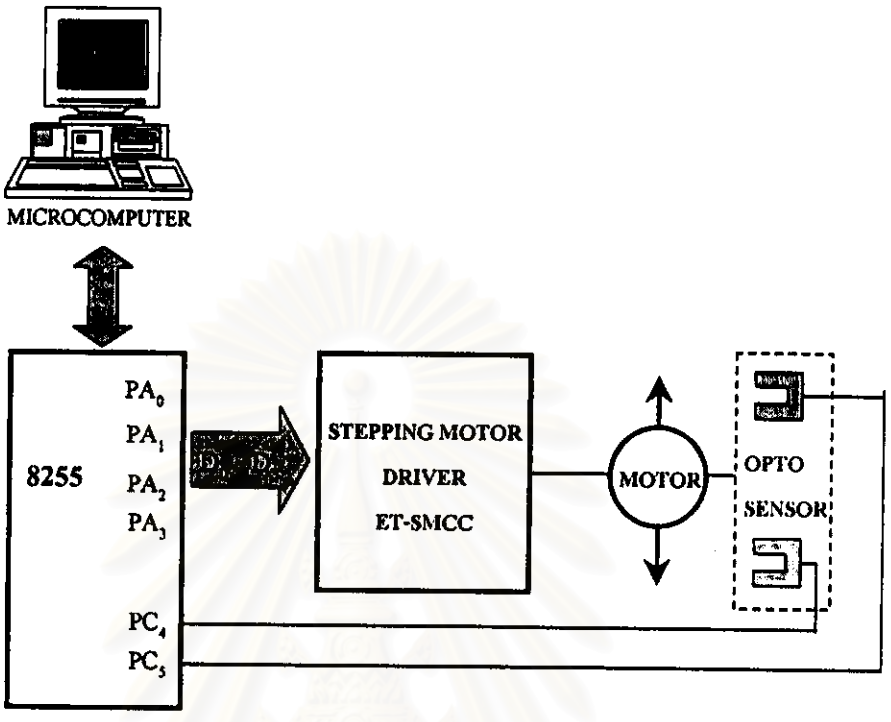


รูปที่ 3.8 แสดงค่ารหัสควบคุม (Control Word) ของ 8255 ใน Mode 0

การกำหนดตำแหน่งหมายเลขพอร์ทในไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับ IC8255 แสดงดังรูปที่ 3.9

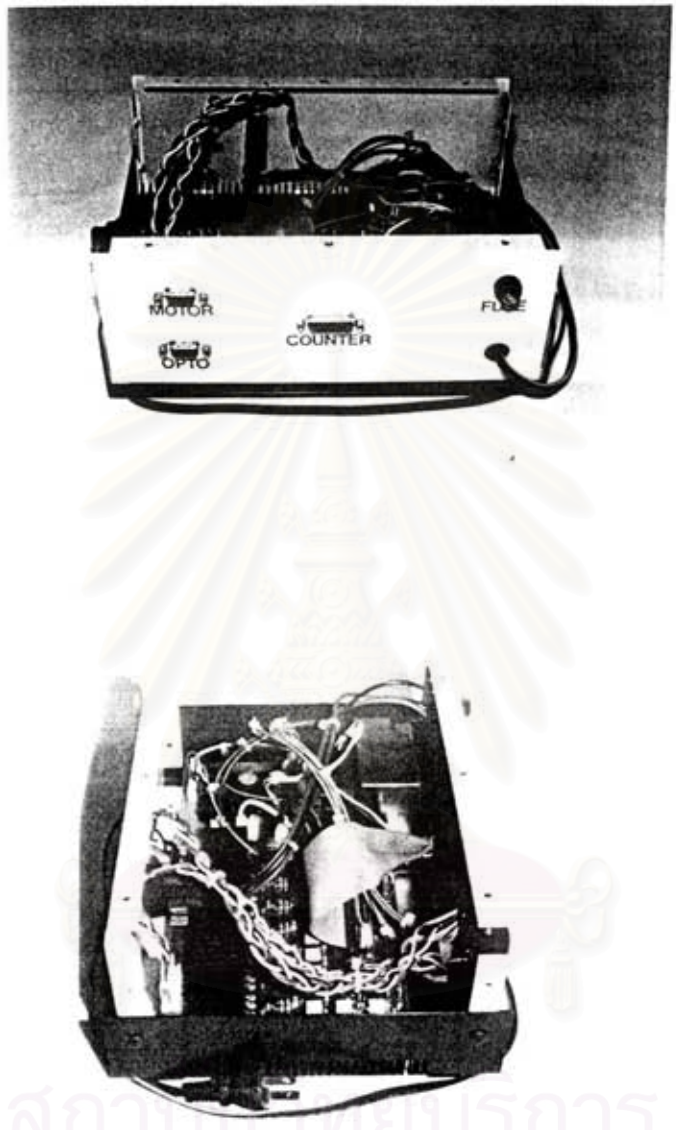


รูปที่ 3.9 การกำหนดตำแหน่งของพอร์ทในไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับ IC 8255



รูปที่ 3.10 แผนภาพการเชื่อมโยงระบบขับเคลื่อนทางกลกับไมโครคอมพิวเตอร์

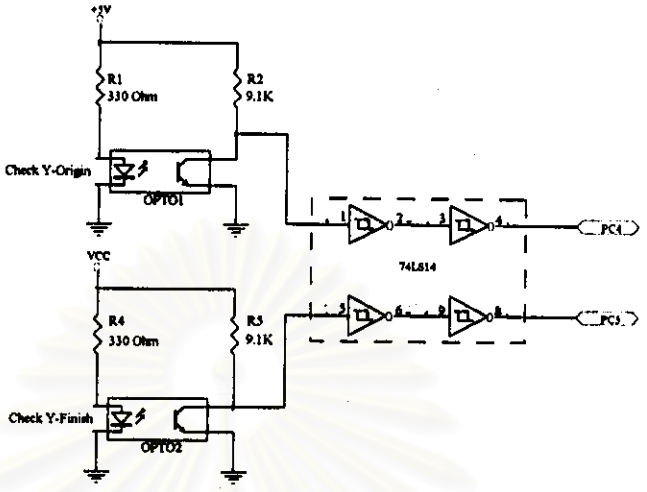
จากแผนภาพในรูปที่ 3.10 เป็นการเชื่อมโยงวงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์เข้าที่พอร์ทหมายเลข 768 ของไมโครคอมพิวเตอร์ โดยการส่งข้อมูลขนาด 4 บิต (D_0 - D_3) ผ่านวงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์เพื่อควบคุมการหมุนสเต็ปปิงมอเตอร์ในแนวดิ่ง และมี opto sensor ทำหน้าที่ในการตรวจสอบตำแหน่งเริ่มต้นและสิ้นสุดของการเคลื่อนที่ โดยมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงาน



รูปที่ 3.11 วงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.6.1.1 วงจรตรวจสอบจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของมอเตอร์

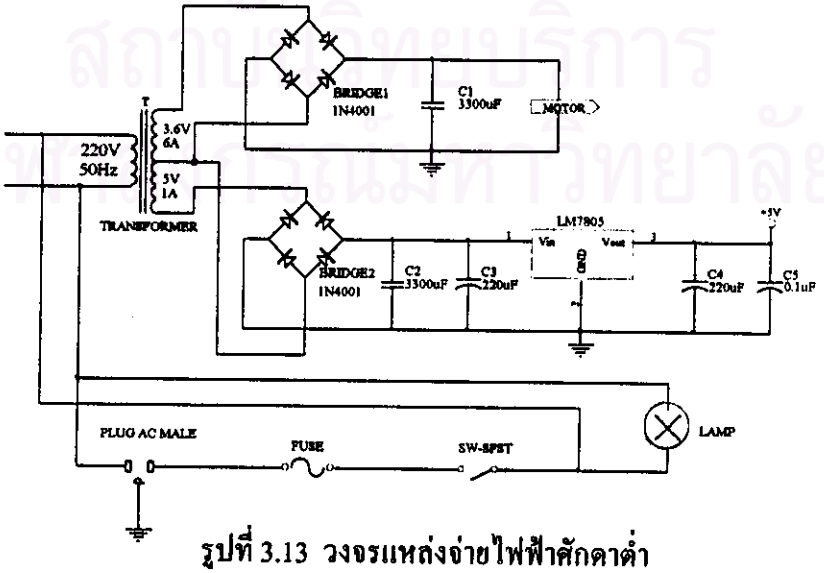


รูปที่ 3.12 แสดงวงจรตรวจสอบจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของมอเตอร์

จากรูปที่ 3.12 ใช้อุปกรณ์ตรวจสอบตำแหน่งด้วยแสง (opto sensor) 2 ตัว โดยที่ตัวตรวจสอบตำแหน่งบนต่อกับ PC_4 ของ IC 8255 ทำหน้าที่กำหนดตำแหน่งเริ่มต้นของการสแกนในแนวดิ่งตอนเริ่มทำงาน เมื่อสิ้นสุดการสแกนตัวตรวจสอบตำแหน่งล่างซึ่งต่อกับ PC_5 จะทำหน้าที่บอกตำแหน่งสิ้นสุดของการสแกน

3.6.1.2 แหล่งจ่ายไฟศักดาต่ำ

แหล่งจ่ายไฟฟ้าของทั้งระบบได้ออกแบบให้สามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับวงจรต่าง ๆ ทั้งวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์ และวงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์



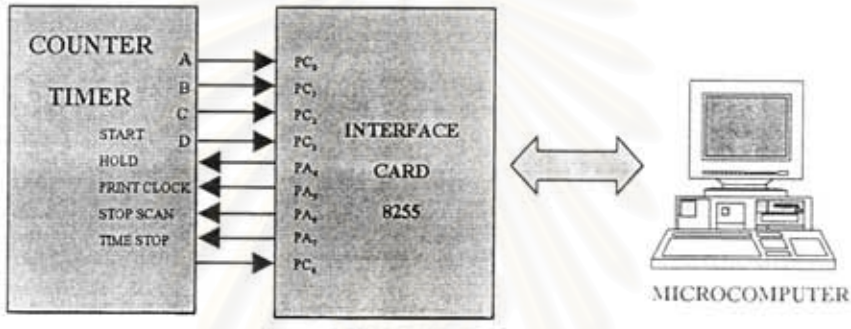
รูปที่ 3.13 วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาต่ำ

I17908759

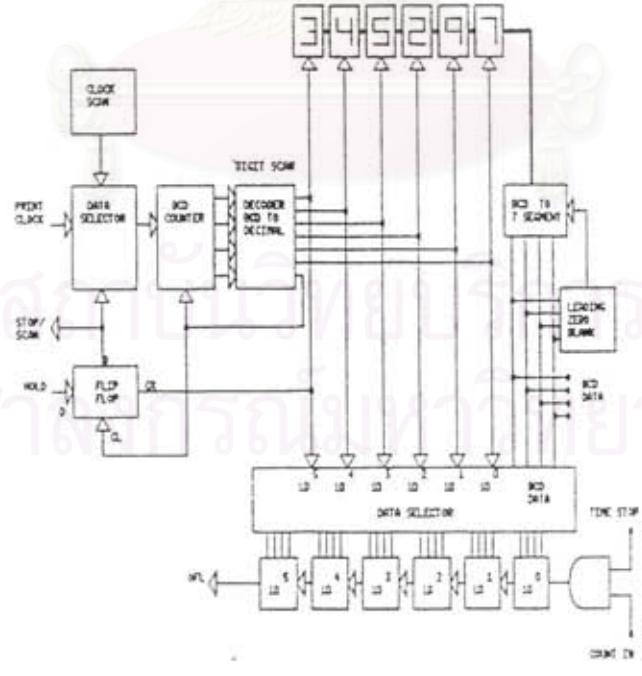
จากรูปที่ 3.13 T เป็นหม้อแปลงศักดาไฟฟ้า ทำหน้าที่ลดระดับศักดาไฟฟ้ากระแสสลับจาก 220 โวลต์ ให้เหลือ 5 โวลต์ เรียงกระแสไฟฟ้าแบบบริดจ์ (Bridge Rectifier) โดยมี C1 และ C2 ทำหน้าที่กรองสัญญาณ ส่วน IC LM7805 ทำหน้าที่ควบคุมศักดาไฟฟ้าทางออกให้คงที่ ที่ระดับ 5 โวลต์ เพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟที่ใช้เลี้ยงวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์

3.6.2 วงจรเชื่อมโยงสัญญาณระหว่างระบบวัดนิวเคลียร์กับไมโครคอมพิวเตอร์

อุปกรณ์นับรังสีจะมีการถ่ายโอนข้อมูลไปยังไมโครคอมพิวเตอร์ผ่านวงจรเชื่อมโยงสัญญาณทางพอร์ท A และ C ของ 8255 โดยมีการเชื่อมโยงสัญญาณ ดังแสดงในรูปที่ 3.14

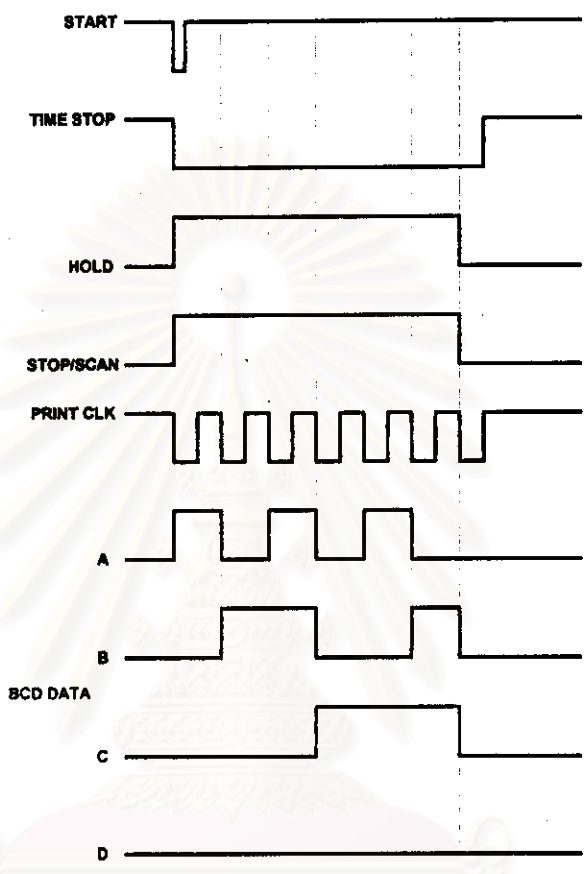


รูปที่ 3.14 แผนภาพการเชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์นับรังสีกับไมโครคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.15 แผนภาพการทำงานของอุปกรณ์นับรังสี

จากรูปที่ 3.15 อุปกรณ์นับรังสีจะส่งข้อมูลออกมาในลักษณะ BCD จำนวน 6 หลัก



รูปที่ 3.16 แผนภาพสัญญาณเวลาของอุปกรณ์นับรังสี

การโอนถ่ายข้อมูลจากอุปกรณ์นับรังสีไปยังไมโครคอมพิวเตอร์

ขณะที่อุปกรณ์นับรังสีทำการนับวัดรังสี สัญญาณ TIME STOP จะให้ระดับสัญญาณเป็น "1" เมื่อสิ้นสุดการนับวัดรังสีจะเปลี่ยนเป็น "0" ซึ่งแสดงถึงความพร้อมของอุปกรณ์นับรังสีที่จะส่งข้อมูลออกมา จากนั้นไมโครคอมพิวเตอร์จะโปรแกรมให้สัญญาณ HOLD เป็น "1" เพื่ออ่านข้อมูลจากอุปกรณ์นับรังสี ทำให้สัญญาณ STOP/SCAN เป็น "1" และเริ่มอ่านข้อมูล โดยส่งสัญญาณ PRINT CLOCK ครั้งละ 1 ลูก เพื่อเลื่อนตำแหน่งข้อมูล BCD (Binary code decimal)

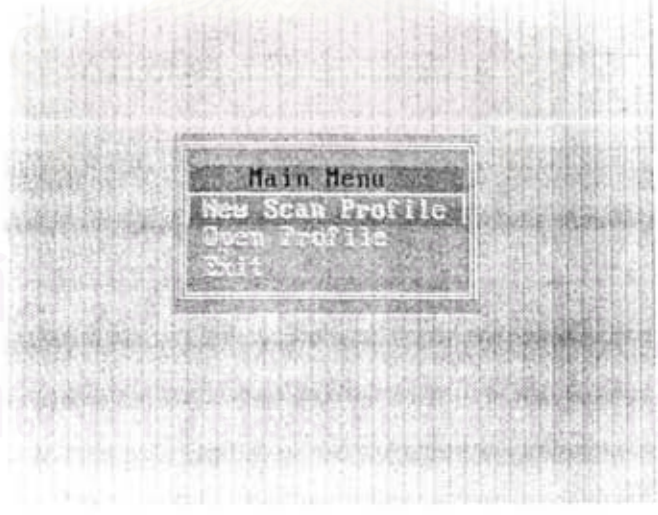
จำนวน 6 หลัก จากหลักนัยสำคัญสูง มายังเลขนัยสำคัญต่ำ คือ 10^5 ถึง 10^0 เมื่อสิ้นสุดการอ่านสัญญาณ STOP/SCAN จะเปลี่ยนเป็น "0" และสัญญาณ HOLD จึงเปลี่ยนเป็น "0" ด้วย จึงเป็นการสิ้นสุดการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์นับรังสี และพร้อมที่จะนับรังสีในช่วงเวลาต่อไป

3.7 การพัฒนาโปรแกรมสนับสนุนการทำงานของระบบ

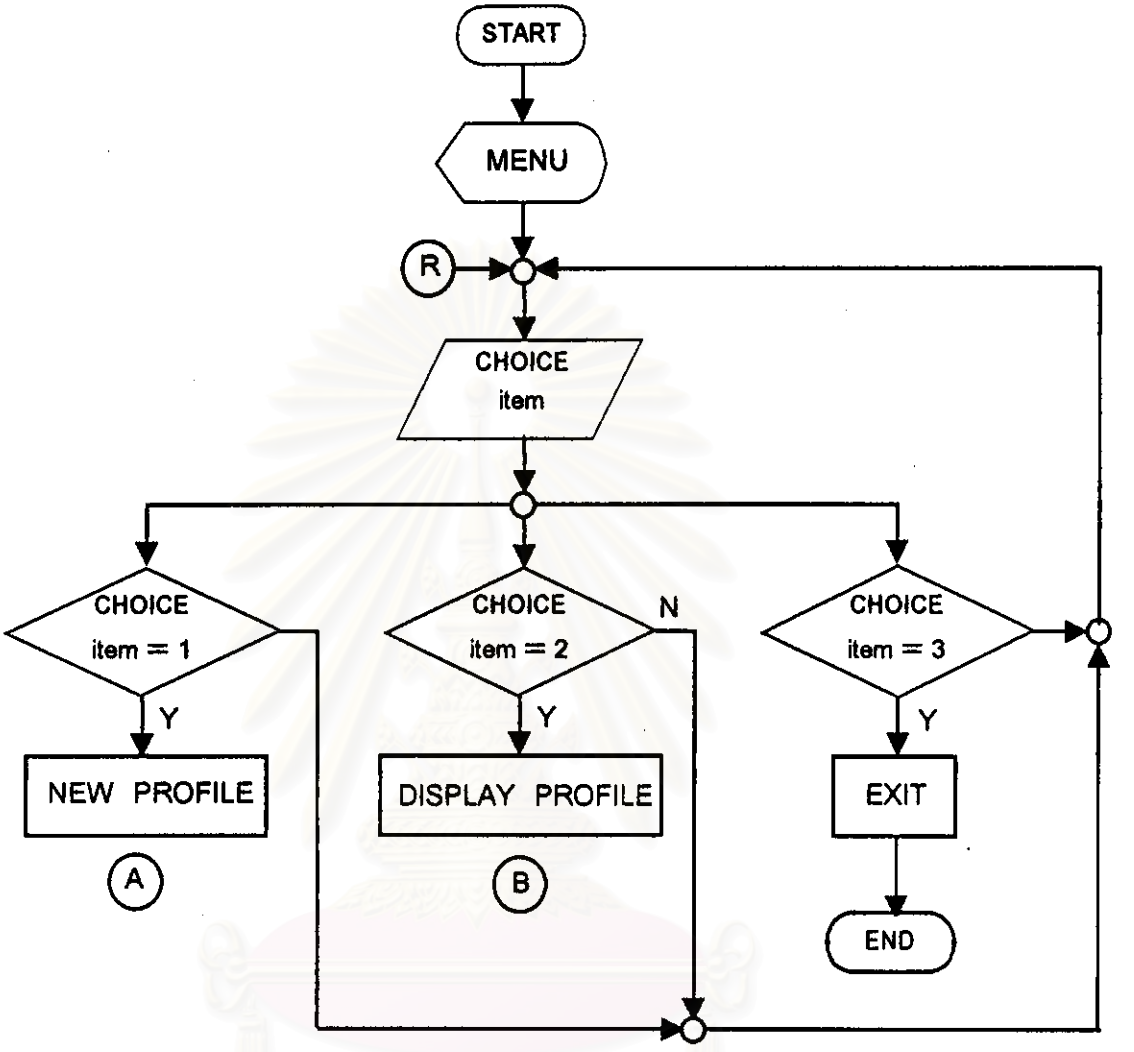
การทำงานของระบบวัดเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์ที่พัฒนาขึ้น มีโปรแกรมสนับสนุนการทำงานที่ประกอบด้วย เมนูหลัก โปรแกรมสแกนวัดเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์และโปรแกรมแสดงค่าเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์ที่เก็บบันทึกไว้ บนจอภาพไมโครคอมพิวเตอร์

3.7.1 เมนูหลัก

เมนูหลักมีหน้าที่สำหรับเลือกโปรแกรมย่อยต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วยโปรแกรมสแกนวัดค่าเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์ (New Scan Profile) โปรแกรมแสดงค่าเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์ ที่เก็บบันทึกไว้บนจอภาพไมโครคอมพิวเตอร์ (Open Profile) และการจบการทำงานของโปรแกรม



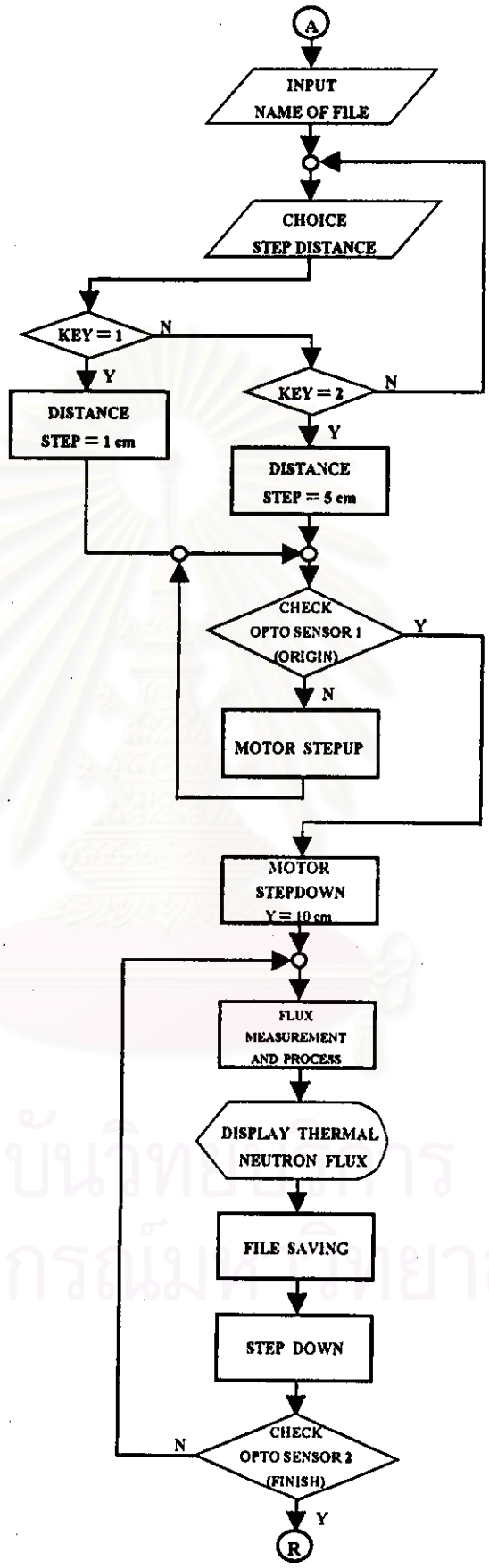
รูปที่ 3.17 แสดงโปรแกรมเมนูหลักทางหน้าจอไมโครคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.18 แสดง Flow Chart การทำงานของโปรแกรมเมนูหลัก

3.7.2 โปรแกรมสแกนวัดเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์ (New Scan Profile)

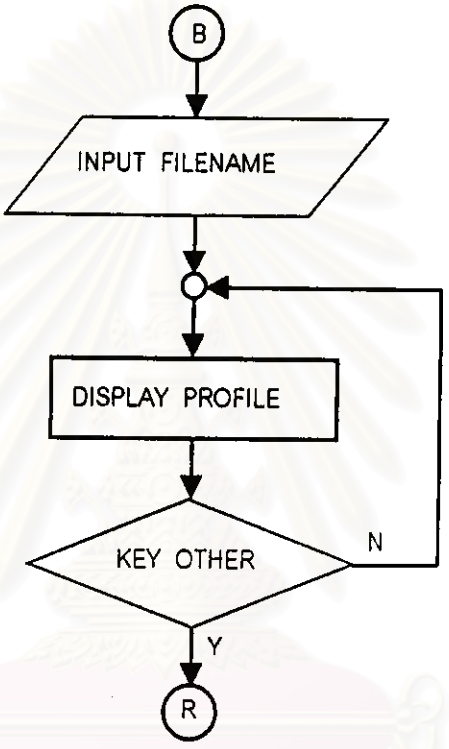
โปรแกรมสแกนวัดเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์ เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของหัววัดไปยังตำแหน่งต่าง ๆ เพื่อสแกนวัดค่าเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์ โดยแต่ละตำแหน่งที่ทำการวัดโปรแกรมจะส่งคำสั่งให้อุปกรณ์นับรังสีทำการนับรังสี จากนั้นจะอ่านข้อมูลเพื่อเฉลี่ยและแปรผลค่านับวัดให้อยู่ในรูปของเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์ แล้วแสดงผลการวัดแบบกราฟิกบนจอภาพและเก็บบันทึกลงบนหน่วยความจำของไมโครคอมพิวเตอร์ตามลำดับ แล้วกลับเข้าสู่เมนูหลักเพื่อทำขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 3.19 แสดง Flow Chart การทำงานของระบบสแกนวัดเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์

3.7.3 โปรแกรมแสดงเทอร์มัลนิวตรอนฟลักซ์ที่เก็บบันทึกไว้บนจอภาพไมโครคอมพิวเตอร์ (Open Profile)

เป็นโปรแกรมที่ใช้แสดงโพรไฟล์ออกทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ เมื่อมีการเรียกข้อมูลที่ได้ถูกบันทึกไว้ในแฟ้มข้อมูล จากนั้นจะกลับเข้าสู่โปรแกรมเมนูหลัก



รูปที่ 3.20 แสดง Flow Chart ของโปรแกรม DISPLAY PROFILE

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย