บทที่ 3

การพัฒนาระบบสแกนข้อมูลด้วยการส่งผ่านรังสีแกมมาเพื่อแสดงภาพสองมิติ

ระบบสแกนข้อมูลด้วยการส่งผ่านรังสีแกมมา เพื่อแสดงภาพสองมิติของคอนกรีตเสริมเหล็กในงานวิจัยนี้ เป็นเครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อศึกษาและทดสอบความเป็นไปได้ในการแสดงภาพสองมิติของคอนกรีตเสริมเหล็กบนจอภาพของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ และทดลองหาขนาดและตำแหน่งของเหล็กเส้นภายในตัวอย่างคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยใช้ต้นกำเนิดรังสีแกมมาซีเซียม-137 ระบบสแกนจะทำการบันทึกความเข้มรังสีที่ผ่านคอนกรีตเสริมเหล็กออกมาที่ตำแหน่งต่าง ๆ เพื่อนำไปผ่านกระบวนการสร้างภาพ และแสดงภาพบนจอภาพของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

3.1 การออกแบบระบบสแกนเพื่อการสร้างภาพสองมิติ

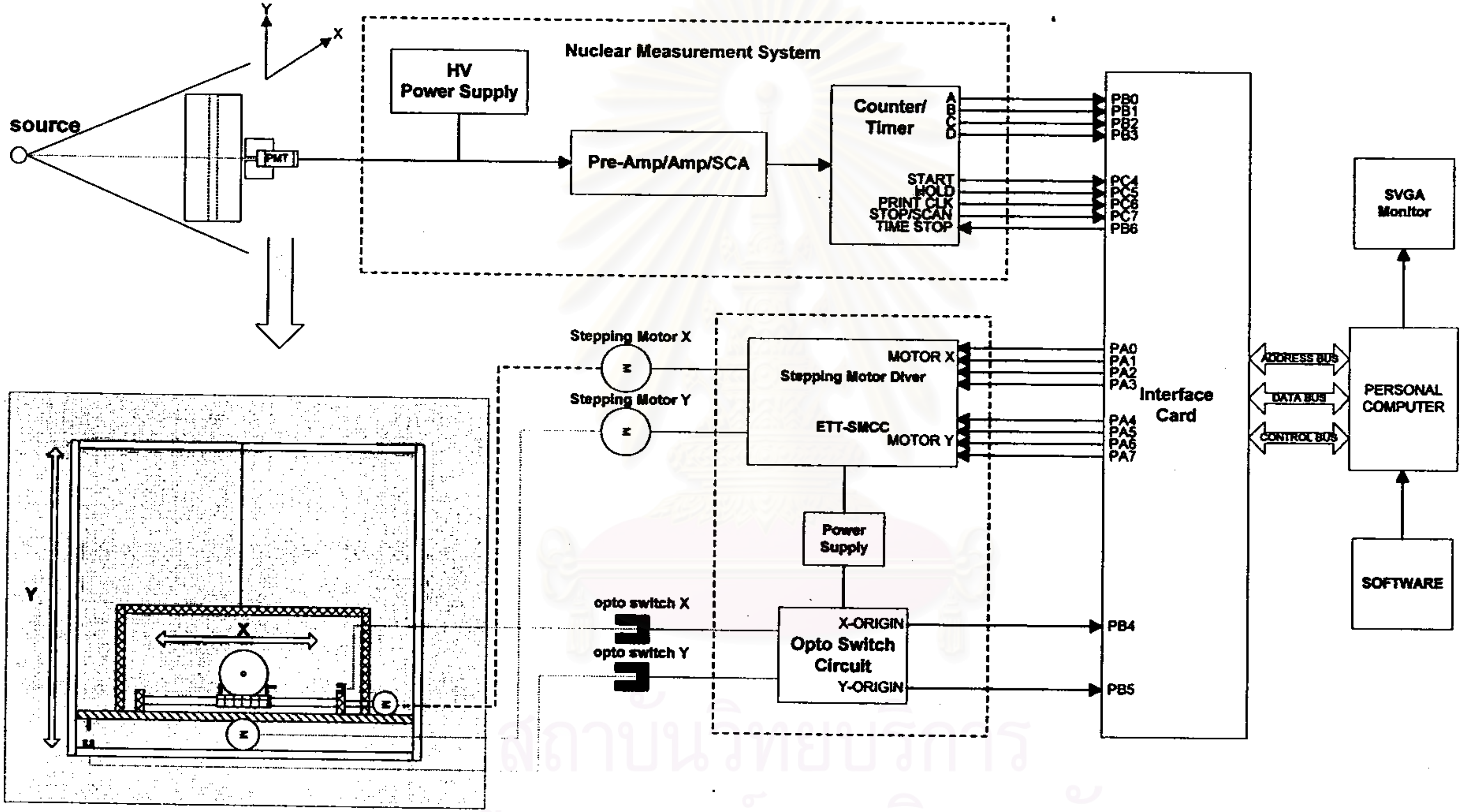
ในการถ่ายภาพด้วยรังสีโดยใช้ระบบสแกนข้อมูลด้วยการส่งผ่านของรังสีแกมมา เพื่อแสดงภาพสองมิติที่พัฒนาขึ้นนี้ประกอบด้วย 6 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่

ก. ต้นกำเนิดรังสีแกมมาพร้อมชุดกำบังรังสีและชุดควบคุมระยะไกล ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการถ่ายภาพด้วยรังสี และทำให้การถ่ายภาพด้วยรังสีมีความสะดวกและปลอดภัย

ข. ระบบขับเคลื่อนหัววัดรังสี เป็นส่วนขับเคลื่อนชุดบังคับลำรังสีและหัววัดรังสีให้เคลื่อนที่ไปตามตำแหน่งต่าง ๆ ในระนาบ X, Y

ค. ระบบวัดนิวเคลียร์ ทำหน้าที่วัดความเข้มของรังสีแล้วแปลงเป็นสัญญาณเชิงอนาลอกและสัญญาณเชิงตัวเลขตามลำดับ เพื่อส่งข้อมูลการนับรังสีเข้าสู่เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงข้อมูลโพรไฟล์และเก็บบันทึกต่อไป

ง. แผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณ ทำหน้าที่เชื่อมโยงสัญญาณต่างๆ เพื่อควบคุมระบบขับเคลื่อนหัววัดรังสี รับสัญญาณจากวงจรตรวจสอบตำแหน่งเริ่มต้นและรับ-ส่งข้อมูลระหว่างระบบวัดนิวเคลียร์



รูปที่ 3.1 แผนภาพของระบบสแกนข้อมูลการส่งผ่านรังสีเพื่อแสดงภาพสองมิติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จ. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบขับเคลื่อนหัววัดรังสี การรับ-ส่งสัญญาณของระบบวัดนิวเคลียร์ การตรวจสอบตำแหน่งเริ่มต้นของวงจรตรวจสอบตำแหน่งเริ่มต้น รวมถึงการโอนถ่ายข้อมูลการนับรังสีโดยผ่านแผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณและเป็นอุปกรณ์ประมวลผลภาพเพื่อแสดงผลภาพสองมิติบนจอภาพชนิดซุปเปอร์วีจีเอ (SVGA)

ฉ. โปรแกรมควบคุมระบบสแกนและสร้างภาพสองมิติ เป็นชุดคำสั่งต่าง ๆ เพื่อควบคุมให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานตามลำดับขั้นตอน แล้วทำการประมวลผลและสร้างภาพตามความต้องการ

การทำงานของระบบสแกนข้อมูลด้วยการส่งผ่านรังสีแกมมาจะทำงานสัมพันธ์กันโดยอาศัยโปรแกรมควบคุมซึ่งจะส่งชุดคำสั่งต่าง ๆ จากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ผ่านแผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณเพื่อควบคุมการทำงานของระบบสแกนข้อมูล โดยระบบสแกนจะเริ่มขับเคลื่อนชุดหัววัดรังสีไปยังตำแหน่งพิกัด (x, y) ที่ (0,0) เพื่อทำการตรวจสอบตำแหน่งเริ่มต้นโดยอาศัยวงจรตรวจสอบตำแหน่งเริ่มต้น จากนั้นระบบสแกนจะเริ่มทำการสแกนข้อมูลการส่งผ่านรังสีจากตัวอย่างคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งสัญญาณควบคุมระบบขับเคลื่อนชุดหัววัดรังสีผ่านแผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณและวงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์เพื่อทำการนับรังสีในตำแหน่งพิกัด (x,y) ต่าง ๆ และรับข้อมูลการนับรังสีตามตำแหน่งต่าง ๆ จากระบบวัดนิวเคลียร์เพื่อบันทึกเป็นข้อมูลภาพ

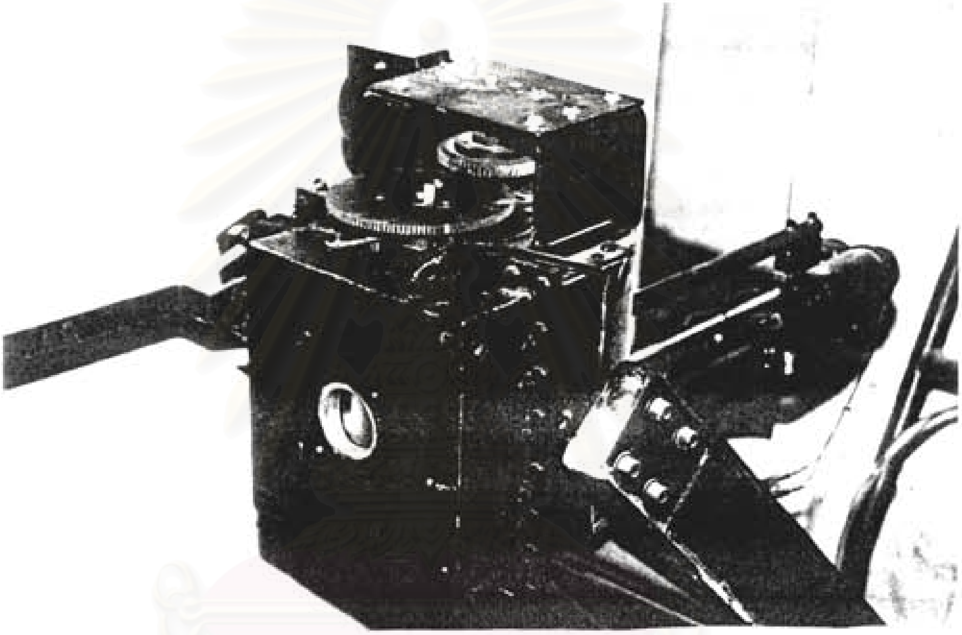
3.2 ต้นกำเนิดรังสีแกมมาพร้อมชุดกำบังรังสีและชุดควบคุมการถ่ายภาพ

เนื่องจากคอนกรีตเป็นวัสดุที่มีความสามารถในการลดทอนรังสีสูง จึงจำเป็นต้องใช้ต้นกำเนิดรังสีแกมมาที่มีความแรงค่อนข้างมากและเพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการเก็บข้อมูล รวมทั้งเพื่อความสะดวกและปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงาน ในงานวิจัยนี้จึงเลือกต้นกำเนิดรังสีแกมมาพร้อมชุดกำบังและชุดควบคุมระยะไกล[4] ซึ่งเป็นอุปกรณ์ช่วยในการถ่ายภาพด้วยรังสีที่ได้รับการออกแบบและสร้างขึ้นโดยภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งประกอบด้วย

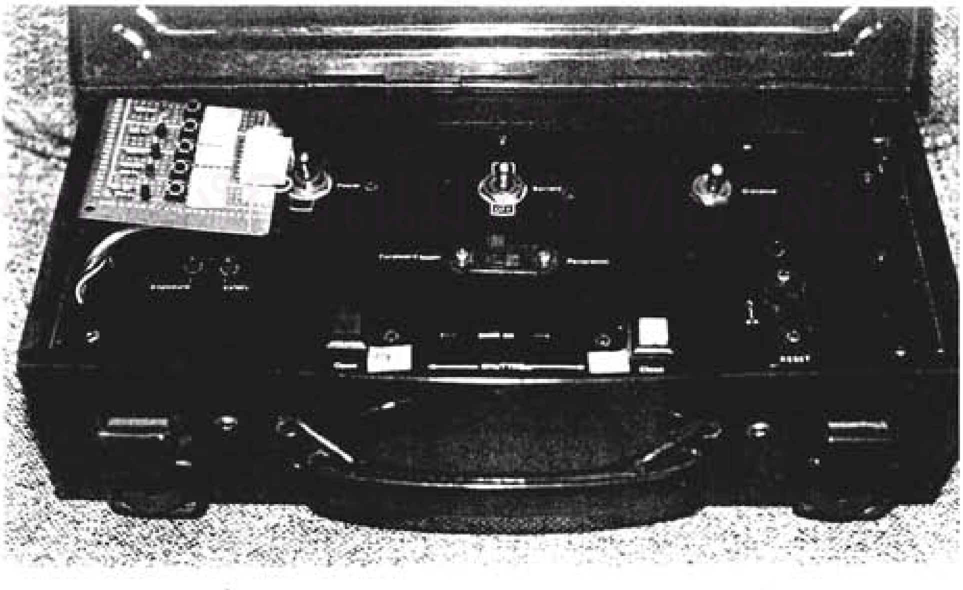
ก. ต้นกำเนิดรังสีแกมมาซีเซียม - 137 ซึ่งมีพลังงานของรังสีปฐมภูมิ 662 กิโลอิเล็กตรอนโวลท์ ความแรงรังสี 3 คูรีโดยประมาณ

ข. ชุดกำบังรังสี ซึ่งทำจากตะกั่วหนา 8.5 เซนติเมตร บรรจุอยู่ในโครงสร้างเหล็กไร้สนิมหนา 3 มิลลิเมตร

ค. ชุดควบคุมการถ่ายภาพระยะไกล สามารถควบคุมระบบขับเคลื่อนเพื่อบังคับหน้าต่าง (shutter) เปิด-ปิดลำรังสีได้จากระยะไกล



รูปที่ 3.2 แสดงภาพถ่ายชุดกำบังและบังคับลำรังสีของต้นกำเนิดรังสีแกมมา



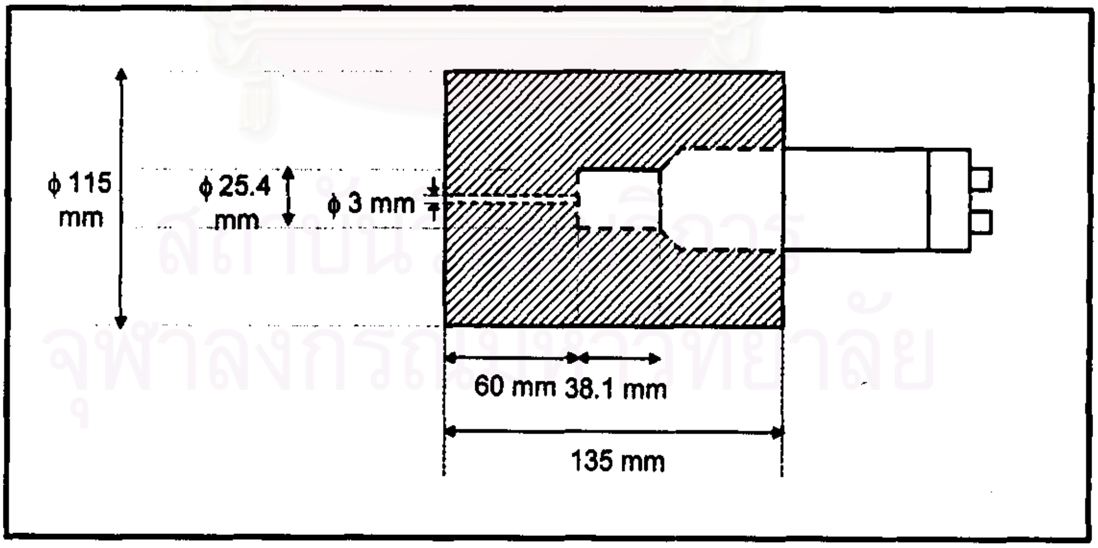
รูปที่ 3.3 แสดงภาพถ่ายชุดควบคุมการถ่ายภาพระยะไกล

3.3 ระบบขับเคลื่อนหัววัดรังสี

ระบบขับเคลื่อนหัววัดรังสี เป็นส่วนประกอบสำคัญของระบบสแกนข้อมูลด้วยการส่งผ่านรังสีแกมมา เพื่อให้สามารถเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งพิกัด (x, y) ที่ต้องการ ระบบขับเคลื่อนหัววัดรังสีจะทำงานโดยอาศัยสัญญาณคำสั่งควบคุมที่ส่งมาจากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ผ่านทางแผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณ ระบบขับเคลื่อนหัววัดรังสีประกอบด้วย ชุดบังคับลำรังสี ชุดขับเคลื่อนหัววัดรังสี วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ วงจรตรวจสอบตำแหน่งเริ่มต้นและแหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาต่ำ

3.3.1 ชุดบังคับลำรังสี

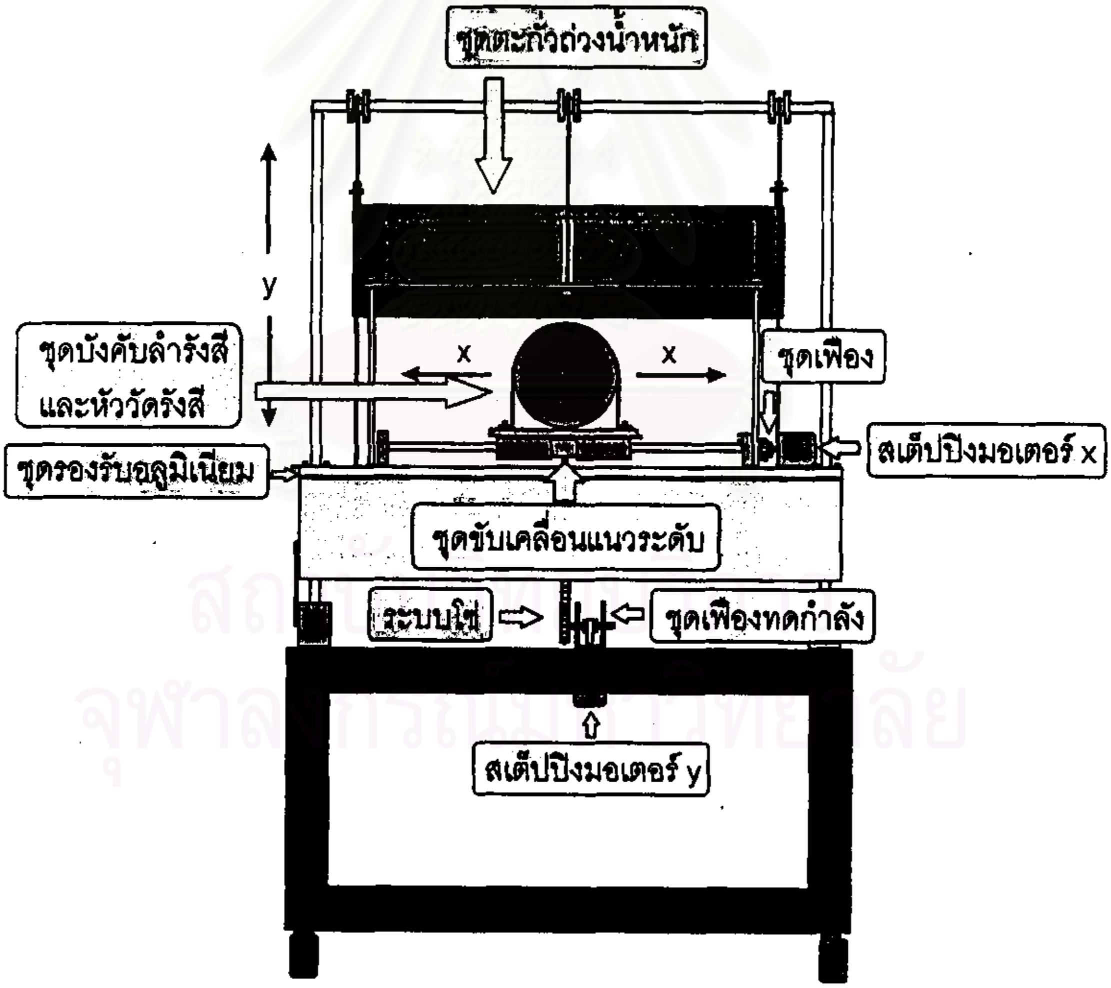
ชุดบังคับลำรังสี เป็นตัวจำกัดลำรังสีโดยรังสีปฐมภูมิจะผ่านช่องบังคับเข้าไปและตกกระทบบนหัววัดรังสีโดยมีพื้นที่รับรังสีเท่ากับพื้นที่ของช่องบังคับลำรังสี ซึ่งสอดคล้องกับการสแกนในแต่ละจุด ชุดบังคับลำรังสีนี้ทำจากตะกั่วมีลักษณะเป็นทรงกระบอกมีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 115 มิลลิเมตร ยาว 135 มิลลิเมตร มีช่องบังคับลำรังสีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร ลึก 60 มิลลิเมตร ดังรูป 3.4



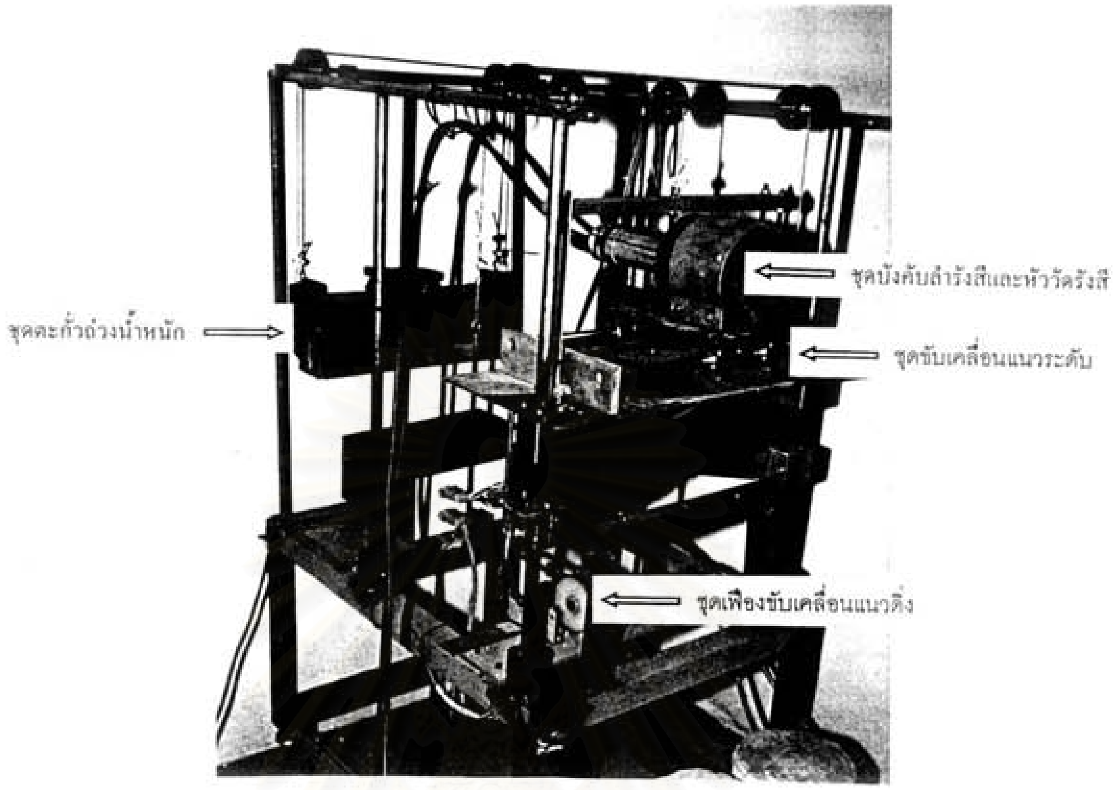
รูปที่ 3.4 แสดงการประกอบหัววัดรังสีกับชุดบังคับลำรังสี

3.3.2 ชุดขับเคลื่อนหัววัดรังสี

ระบบสแกนที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นระบบสแกนแบบหัววัดรังสีเคลื่อนที่ ซึ่งสามารถสแกนหัววัดได้ทั้ง 2 แนว คือแนวระดับ (horizontal) หรือแกน x และแนวดิ่ง (vertical) หรือแกน y เพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลในพิกัด (x, y) ต่างๆ ได้ โดยชุดบังคับลำรังสีและหัววัดรังสีจะติดตั้งอยู่บนชุดขับเคลื่อนในแนวระดับซึ่งสามารถเคลื่อนที่ไปในแนวระดับ โดยอาศัยสเต็ปปิ้งมอเตอร์ x และชุดเฟืองเป็นตัวส่งกำลังในการขับเคลื่อน และชุดขับเคลื่อนในแนวระดับนี้จะถูกติดตั้งบนชุดรองรับอลูมิเนียมชนิดแข็งพิเศษหนา 8 มิลลิเมตร สำหรับขับเคลื่อนชุดสแกนในแนวระดับให้สามารถเคลื่อนที่ได้ในแนวดิ่ง โดยอาศัยสเต็ปปิ้งมอเตอร์ y ชุดเฟืองทดกำลังและระบบโซ่เป็นตัวส่งกำลังในการขับเคลื่อน ดังรูป 3.5



รูปที่ 3.5 แผนภาพชุดขับเคลื่อนหัววัดรังสีแกมมา



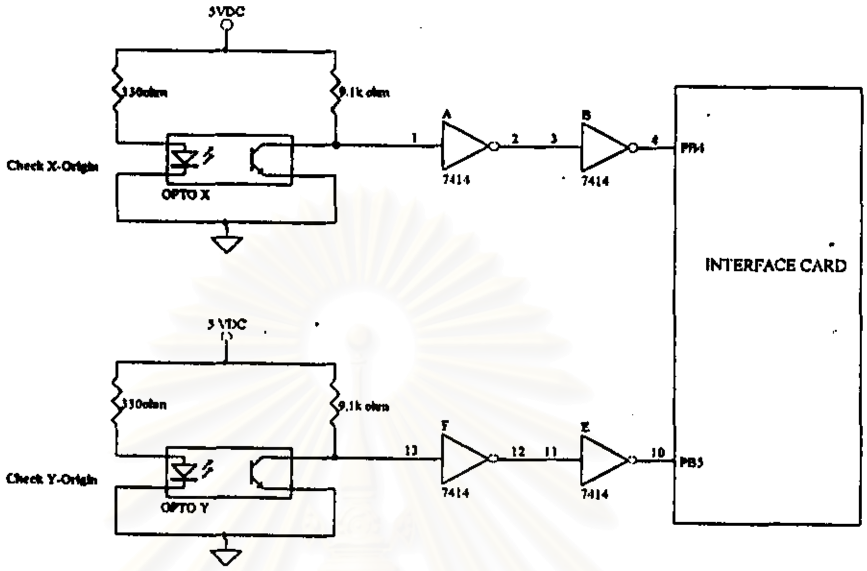
รูปที่ 3.6 แสดงภาพถ่ายระบบขับเคลื่อนหัววัดรังสี

3.3.3 แผ่นวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ (stepping motor driver)

แผ่นวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ทำหน้าที่ขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ โดยแผ่นวงจรที่ใช้ในงานวิจัยนี้ใช้แผ่นวงจรของบริษัท อีทีที จำกัด model SMCC ซึ่งสามารถใช้ขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ได้ทั้ง 2 แกน และสามารถตั้งค่าพอร์ตให้สอดคล้องกับแผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณได้ดังตารางที่ 3.1

3.3.4 วงจรตรวจสอบตำแหน่งเริ่มต้น

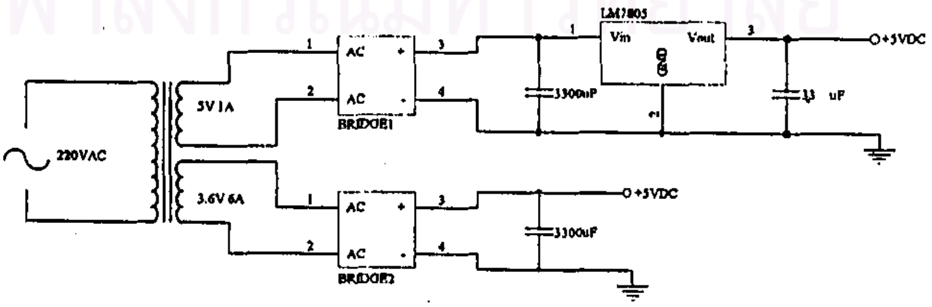
ในการถ่ายภาพด้วยรังสีเพื่อตรวจสอบหารอยบกพร่องจำเป็นที่จะต้องหาตำแหน่งของรอยบกพร่องที่แน่นอนจึงต้องมีการสร้างตำแหน่งอ้างอิงขึ้น เพื่อเทียบกับตำแหน่งของรอยบกพร่องที่เกิดขึ้นจริง ดังนั้นระบบสแกนจะต้องทำการตรวจสอบตำแหน่งเริ่มต้นของระบบทุกครั้ง เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบกับตำแหน่งของเหล็กเส้นที่อยู่ภายในคอนกรีตตัวอย่าง สำหรับระบบสแกนที่พัฒนาขึ้นนี้จะใช้วงจรสวิทช์แสง 2 ชุดต่อตามวงจร ดังรูป 3.7 เพื่อทำการตรวจสอบตำแหน่งเริ่มต้นของระบบ โดยให้ตำแหน่งพิกัดเริ่มต้นในระนาบ (x, y) คือที่จุด (0,0)



รูปที่ 3.7 แสดงวงจรตรวจสอบตำแหน่งเริ่มต้น

3.3.5 แหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาต่ำ

แหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาต่ำ ประกอบด้วยแหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้า 2 ชุด ชุดที่ 1 จ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่วงจรตรวจสอบตำแหน่งเริ่มต้นและวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ โดยจะจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 5 โวลท์ และกระแสไฟฟ้าสูงสุด 1 แอมแปร์ ส่วนชุดที่ 2 จ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่สเต็ปปิ้งมอเตอร์ทั้ง 2 ตัว โดยจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาดประมาณ 5 โวลท์ และกระแสไฟฟ้าสูงสุด 6 แอมแปร์ ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาต่ำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 ระบบวัดนิวเคลียร์

ระบบวัดนิวเคลียร์สำหรับงานวิจัยนี้ ได้เลือกใช้ระบบวัดรังสีแบบวิเคราะห์รังสีพลังงานเดี่ยว (single channel analyzer; SCA) เพื่อทำการเลือกวัดรังสีเฉพาะพลังงานของรังสีปฐมภูมิ (primary radiation) จากต้นกำเนิดรังสีแกมมาซีเซียม - 137 และเพื่อป้องกันไม่ให้มีการวัดรังสีกระเจิงที่มาจากคอนกรีตทดสอบ โดยทำการปรับเทียบระบบให้เลือกวัดรังสีเฉพาะพลังงาน 662 keV ซึ่งเป็นพลังงานปฐมภูมิของรังสีแกมมาจากต้นกำเนิดรังสีแกมมาซีเซียม-137 ระบบวัดรังสีพลังงานเดี่ยวที่ใช้ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย

ก. ชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้ามาตรฐาน NIM BIN ของ OAEP model 1000

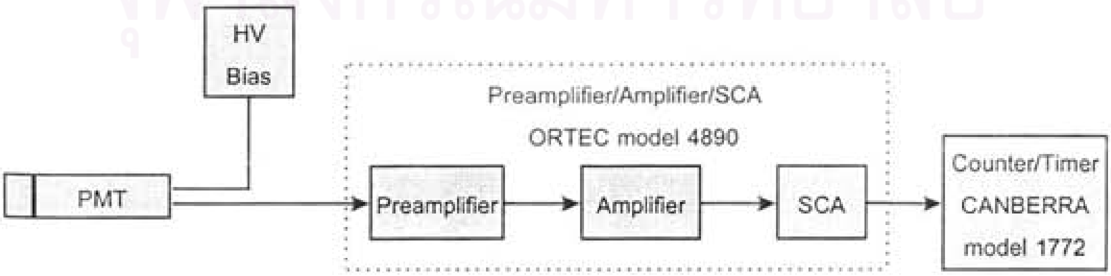
ข. แหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูง (High Voltage Power Supply) ของบริษัท ORTEC model 556

ค. หัววัดรังสี ใช้หัววัดรังสีแกมมาแบบซินทิลเลชันชนิดบิสมัทเจอร์มาเนต (BGO) ขนาด 1นิ้ว x 1.5 นิ้ว ของบริษัท BICRON model P-12 1M2BGO/1.5

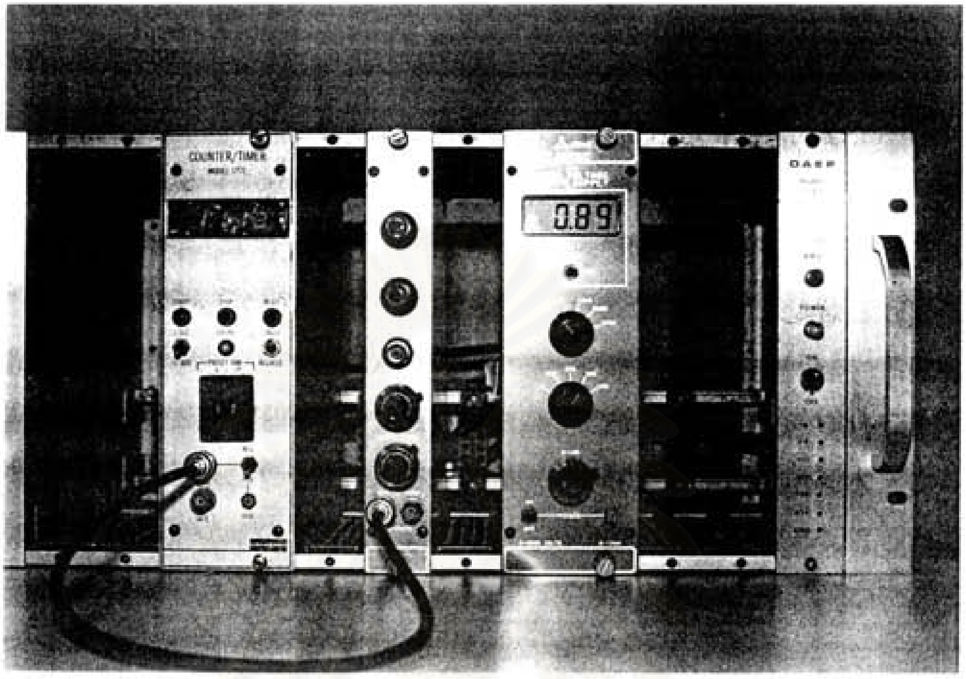
ง. อุปกรณ์ขยายสัญญาณส่วนหน้า อุปกรณ์ขยายสัญญาณหลักและอุปกรณ์วิเคราะห์พลังงานแบบช่องเดี่ยว (preamplifier/amplifier/SCA) ของบริษัท ORTEC model 4890

จ.อุปกรณ์นับรังสีและตั้งเวลา (counter/timer) ของบริษัท CANBERRA model 1772

หัววัดรังสีจะแปลงความเข้มของรังสีเป็นสัญญาณเชิงอนาลอก แล้วผ่านอุปกรณ์ขยายสัญญาณส่วนหน้า อุปกรณ์ขยายสัญญาณหลักเพื่อขยายสัญญาณและผ่านอุปกรณ์วิเคราะห์พลังงานแบบช่องเดี่ยวเพื่อเลือกวัดรังสีในช่วงพลังงานปฐมภูมิแล้วจึงแปลงสัญญาณเชิงอนาลอกเป็นสัญญาณเชิงตัวเลขเพื่อให้อยู่ในรูปสัญญาณที่สามารถบันทึกได้ในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ โดยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์จะทำการอ่านค่าการนับรังสีผ่านอุปกรณ์นับรังสีและตั้งเวลา



รูปที่ 3.9 แสดงระบบวัดรังสีเฉพาะพลังงาน



รูปที่ 3.10 แสดงภาพถ่ายของระบบวัดรังสีเฉพาะพลังงาน

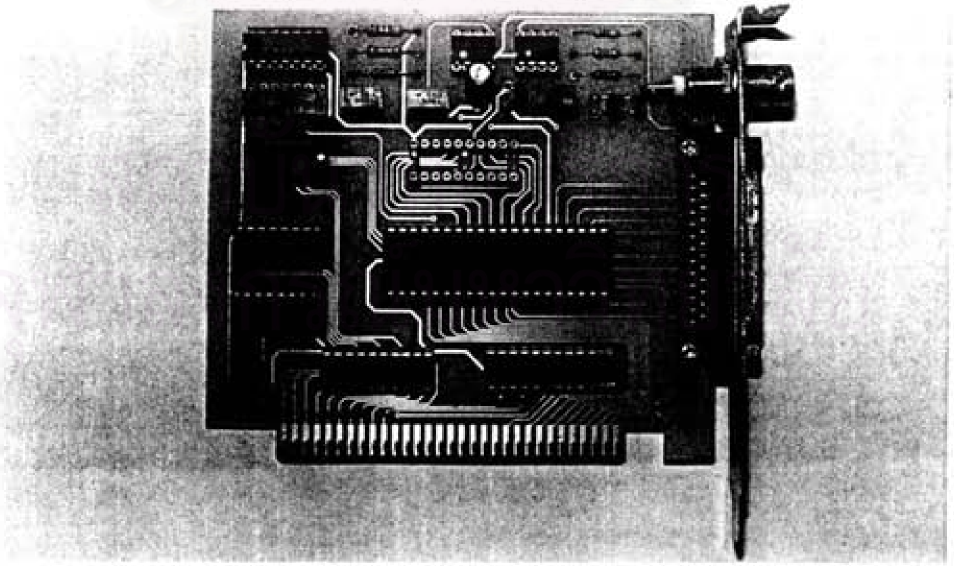
3.5 แผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณ

แผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณทำหน้าที่เชื่อมโยงสัญญาณต่าง ๆ ระหว่างเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์กับระบบขับเคลื่อนหัววัดรังสี ระบบวัดนิวเคลียร์และวงจรตรวจสอบตำแหน่งเริ่มต้น โดยอาศัยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการสแกนและการเก็บข้อมูลจากการนับรังสี สำหรับแผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณที่สร้างขึ้นใช้ไอซีเบอร์ ICL8255 ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่รับ-ส่งสัญญาณผ่านพอร์ตต่าง ๆ โดยไอซีเบอร์ ICL8255 นี้ ประกอบด้วยพอร์ต 4 พอร์ต เป็นพอร์ตอินพุต-เอาต์พุต 3 พอร์ต คือ พอร์ต A (PA0-PA7) พอร์ต B (PB0-PB7) และพอร์ต C (PC0-PC7) และพอร์ตควบคุม (Control Port) อีก 1 พอร์ต สำหรับควบคุมพอร์ตต่าง ๆ ให้ทำงานเป็นอินพุตพอร์ตหรือเอาต์พุตพอร์ต แผ่นวงจรที่สร้างขึ้นนี้ได้ทำการตั้งค่า ICL8255 โดยให้พอร์ต A B C อยู่แอดเดรสที่ 300H 301H 302H ตามลำดับ ส่วนพอร์ตควบคุมอยู่แอดเดรสที่ 303H ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงการจัดพอร์ตต่าง ๆ ของแผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณ

หมายเลขพอร์ต	ขาสัญญาณ	ชนิดสัญญาณ	หน้าที่
300H	PA0-PA3	เอาต์พุต	ควบคุมสเตปปิ้งมอเตอร์ X
300H	PA4-PA7	เอาต์พุต	ควบคุมสเตปปิ้งมอเตอร์ Y
301H	PB0-PB3	อินพุต	รับค่านับรังสีจากขา A,B,C,Dของ C/T
301H	PB4	อินพุต	รับค่าเพื่อตรวจสอบจุดเริ่มต้นแกน X
301H	PB5	อินพุต	รับค่าเพื่อตรวจสอบจุดเริ่มต้นแกน Y
301H	PB6	อินพุต	รับสัญญาณ Time Stop จาก C/T
302H	PC4	เอาต์พุต	ส่งสัญญาณ Start ไปยัง C/T
302H	PC5	เอาต์พุต	ส่งสัญญาณ Hold ไปยัง C/T
302H	PC6	เอาต์พุต	ส่งสัญญาณ Print Clock ไปยัง C/T
302H	PC7	เอาต์พุต	ส่งสัญญาณ Stop/Scan ไปยัง C/T

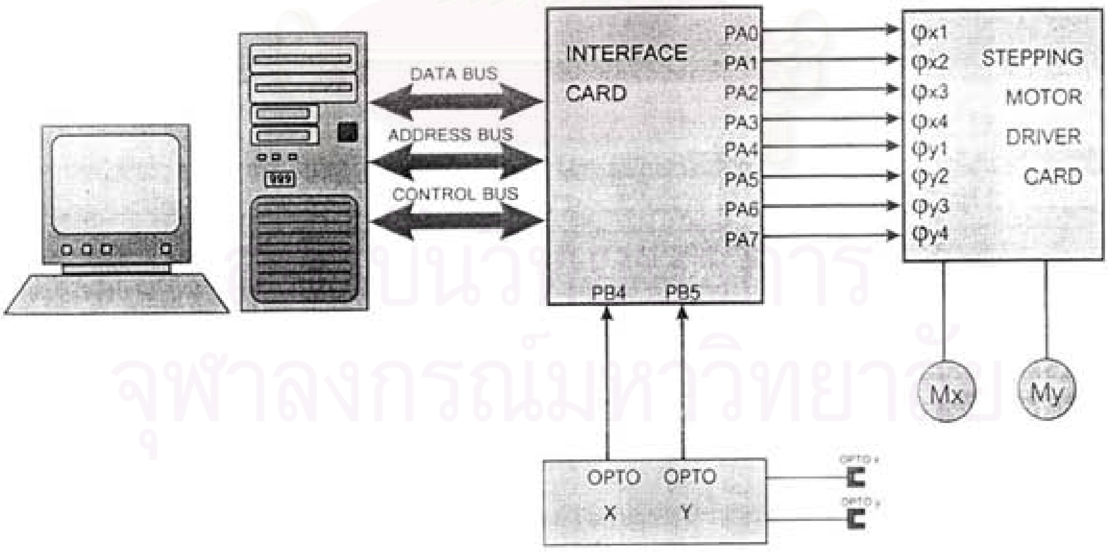
หมายเหตุ C/T = COUNTER/TIMER ORTEC MODEL 1772



รูปที่ 3.11 แผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณที่ใช้ในงานวิจัยนี้

3.5.1 การเชื่อมโยงสัญญาณระหว่างระบบขับเคลื่อนหัววัดรังสีกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

ระบบขับเคลื่อนจะทำงานได้จำเป็นต้องอาศัยสัญญาณคำสั่งต่าง ๆ จากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์โดยผ่านแผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณ เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์โดยอาศัยการกระตุ้นเฟสของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ในลักษณะของการส่งสัญญาณเป็นลอจิก เพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ต้องการ โดยการเคลื่อนที่ในแนวระดับจะส่งสัญญาณผ่านทางพอร์ต PA0-PA3 และการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งจะส่งสัญญาณผ่านทางพอร์ต PA4-PA7 ของ ICL8255 และเนื่องจากระบบสแกนมีน้ำหนักค่อนข้างมาก ดังนั้นระบบสแกนที่พัฒนาขึ้นนี้จะให้การกระตุ้นแบบสองเฟส (two phase excitation) เพื่อให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์มีแรงบิดสูงขึ้น ลักษณะการส่งสัญญาณกระตุ้นเฟสของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ดังรูป 3.13 และเมื่อเริ่มทำการสแกนข้อมูลระบบสแกนจะต้องทำการตรวจสอบตำแหน่งเริ่มต้นโดยผ่านวงจรตรวจสอบตำแหน่งเริ่มต้นทั้งสองแกนผ่านพอร์ต PC4 และ PC5 ของ ICL8255 ดังรูป 3.12



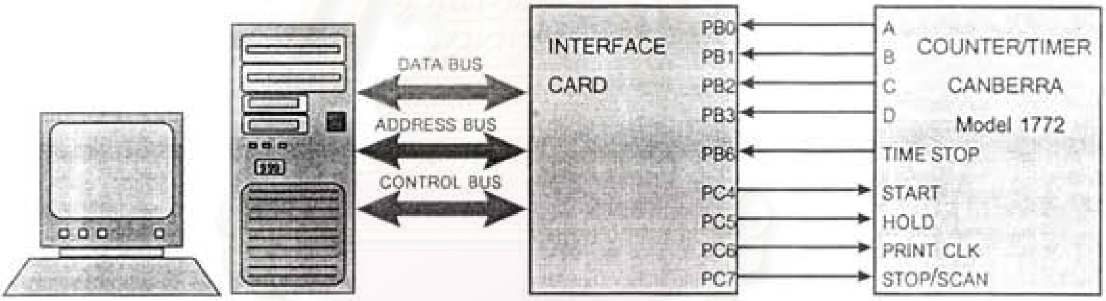
รูป 3.12 แสดงการเชื่อมโยงสัญญาณระหว่างชุดขับเคลื่อนหัววัดรังสี วงจรตรวจสอบตำแหน่งเริ่มต้นกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

ϕ_1	ϕ_2	ϕ_3	ϕ_4
1	1	0	0
0	1	1	0
0	0	1	1
1	0	0	1

รูปที่ 3.13 แสดงลักษณะการกระตุ้นแบบสองเฟส

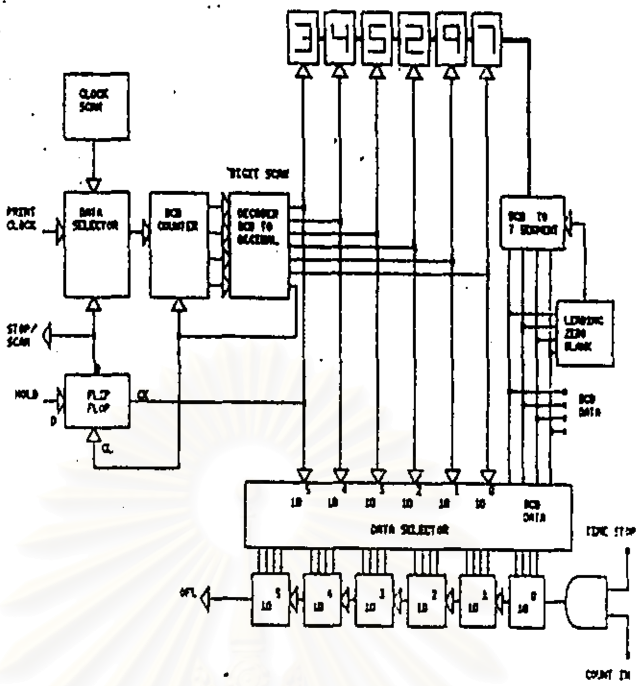
3.5.2 การเชื่อมโยงสัญญาณระหว่างระบบวัดนิวเคลียร์กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

ระบบวัดนิวเคลียร์จะอาศัยเครื่องนับรังสีและตั้งเวลาเป็นอุปกรณ์เชื่อมโยงกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ผ่านแผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณ ดังรูป 3.14

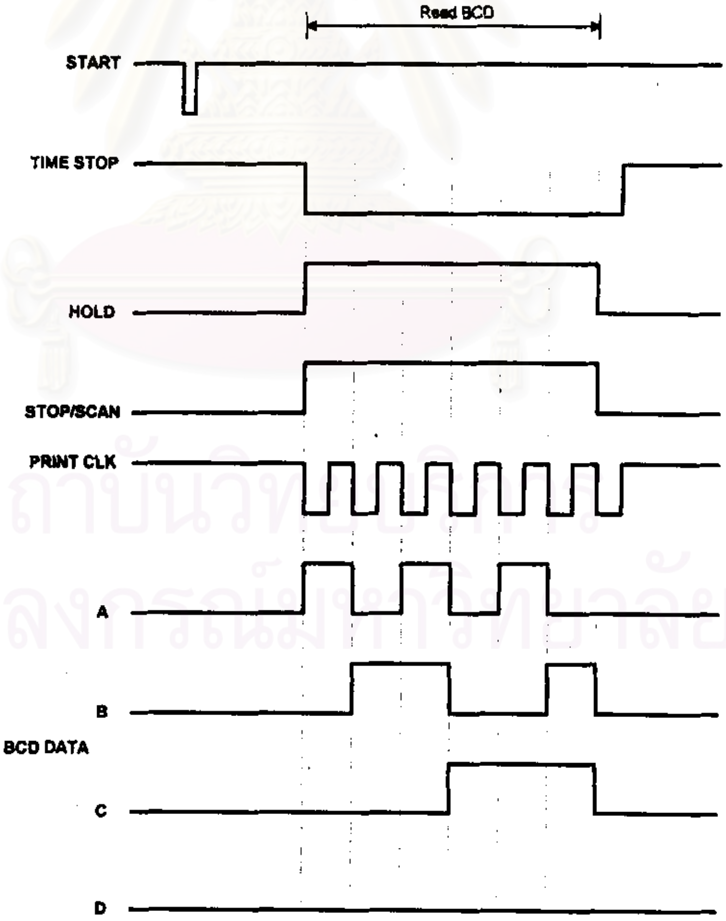


รูป 3.14 แสดงการเชื่อมโยงสัญญาณระหว่างระบบวัดนิวเคลียร์กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

อุปกรณ์นับรังสีจะส่งข้อมูลออกมาในรูปของ BCD (Binary Coded Decimal) จำนวน 6 หลัก โดยมีแผนภาพการทำงานและแผนภาพเวลาของสัญญาณ ดังรูป 3.15 และรูป 3.16 ตามลำดับ เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งสัญญาณลอจิก "0" ให้แก่ขาสัญญาณต่าง ๆ เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการนับรังสี จากนั้นจึงส่งสัญญาณลอจิก "0" ผ่านขา START และขา HOLD อุปกรณ์นับรังสีจะเริ่มทำการนับรังสีและเริ่มจับเวลาในการนับรังสี และจะส่งสัญญาณลอจิก "1" ที่ขา TIME STOP จนครบเวลาที่ตั้งไว้ จากนั้นอุปกรณ์นับรังสีจะส่งลอจิก "0" ที่ขา TIME STOP เพื่อให้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์รับรู้สถานะการทำงาน และจะต้องทำการส่งสัญญาณ PRINT CLK ครั้งละ 1 ลูกสัญญาณ เพื่ออ่านค่าและเลื่อนตำแหน่งข้อมูล BCD จนครบ 6 หลัก



รูปที่ 3.15 แผนภาพการทำงานของอุปกรณ์นับรังสีและตั้งเวลา



รูปที่ 3.16 แผนภาพเวลาของสัญญาณจากอุปกรณ์นับรังสีและตั้งเวลา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

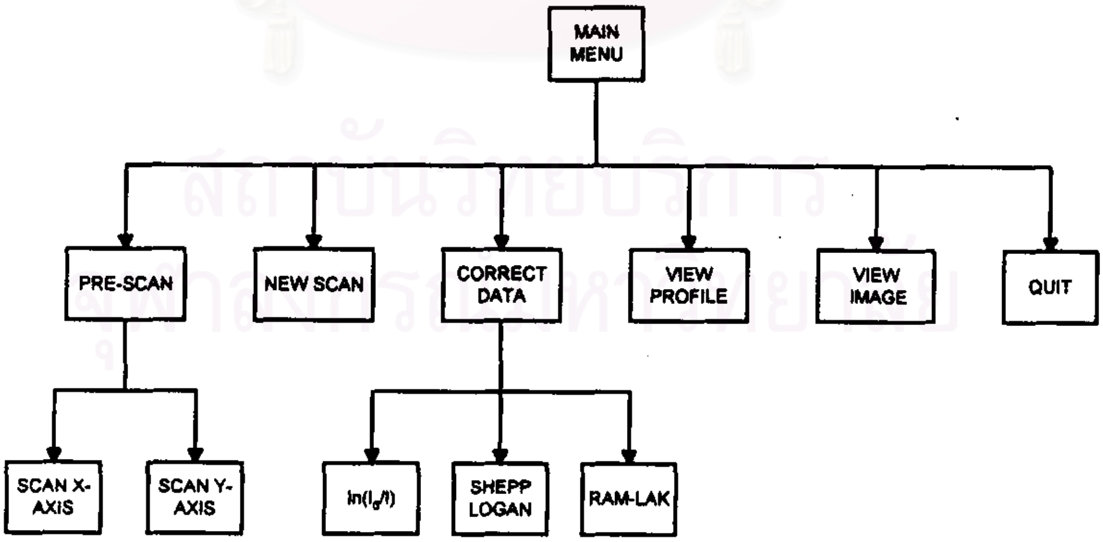
I17961063

3.6 เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการสแกนข้อมูลการส่งผ่านรังสีแกมมาและแสดงภาพสองมิติ รวมทั้งทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบต่าง ๆ ให้ทำงานสอดคล้องกันโดยอาศัยชุดคำสั่งต่าง ๆ จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นผ่านแผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณ และเป็นเครื่องมือในการประมวลผลและแสดงภาพสองมิติบนจอภาพชนิดซุปเปอร์วีจีเอ

3.7 โปรแกรมควบคุมระบบสแกนและสร้างภาพสองมิติ

การทำงานของระบบสแกนด้วยการส่งผ่านรังสีแกมมาเพื่อแสดงภาพสองมิติ นอกจากจะอาศัยระบบต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว ยังมีส่วนที่สำคัญอีกส่วนหนึ่ง คือโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบและโปรแกรมสร้างภาพสองมิติ สำหรับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสำหรับงานวิจัยนี้พัฒนาขึ้นมาโดยใช้ภาษา TURBO C++ รุ่น 3.0 ซึ่งสามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการดอส DOS และเพื่อให้สะดวกในการใช้งานจึงได้สร้างฟังก์ชันเมนูหลักขึ้นโดยมีเมนูย่อยต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.17



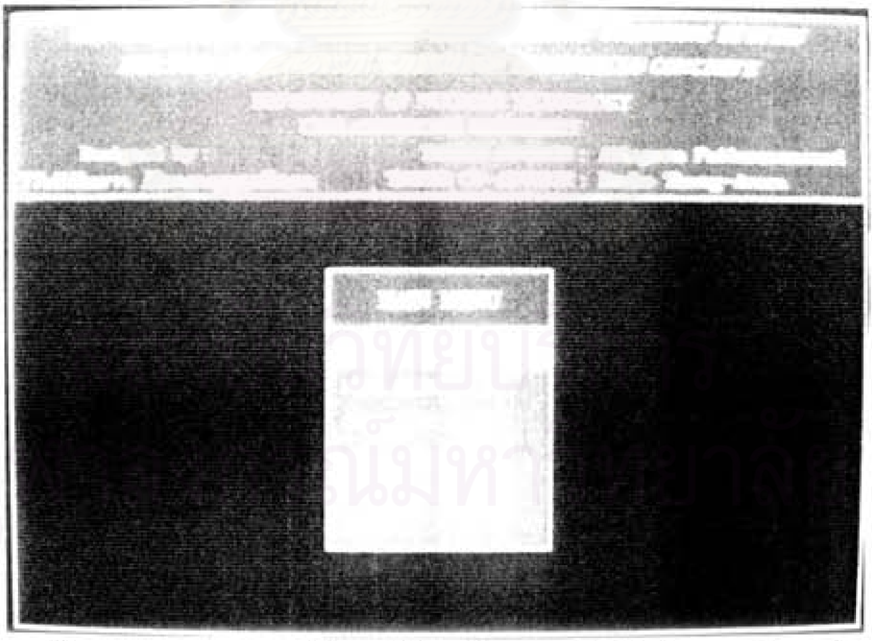
รูปที่ 3.17 แผนผังรายการของเมนูหลักและเมนูย่อยต่าง ๆ ของโปรแกรม

จากรูปที่ 3.17 ซึ่งแสดงโครงสร้างของโปรแกรมควบคุมระบบสแกนข้อมูลและสร้างภาพสองมิติ จะแบ่งออกเป็น 5 ฟังก์ชัน ดังนี้

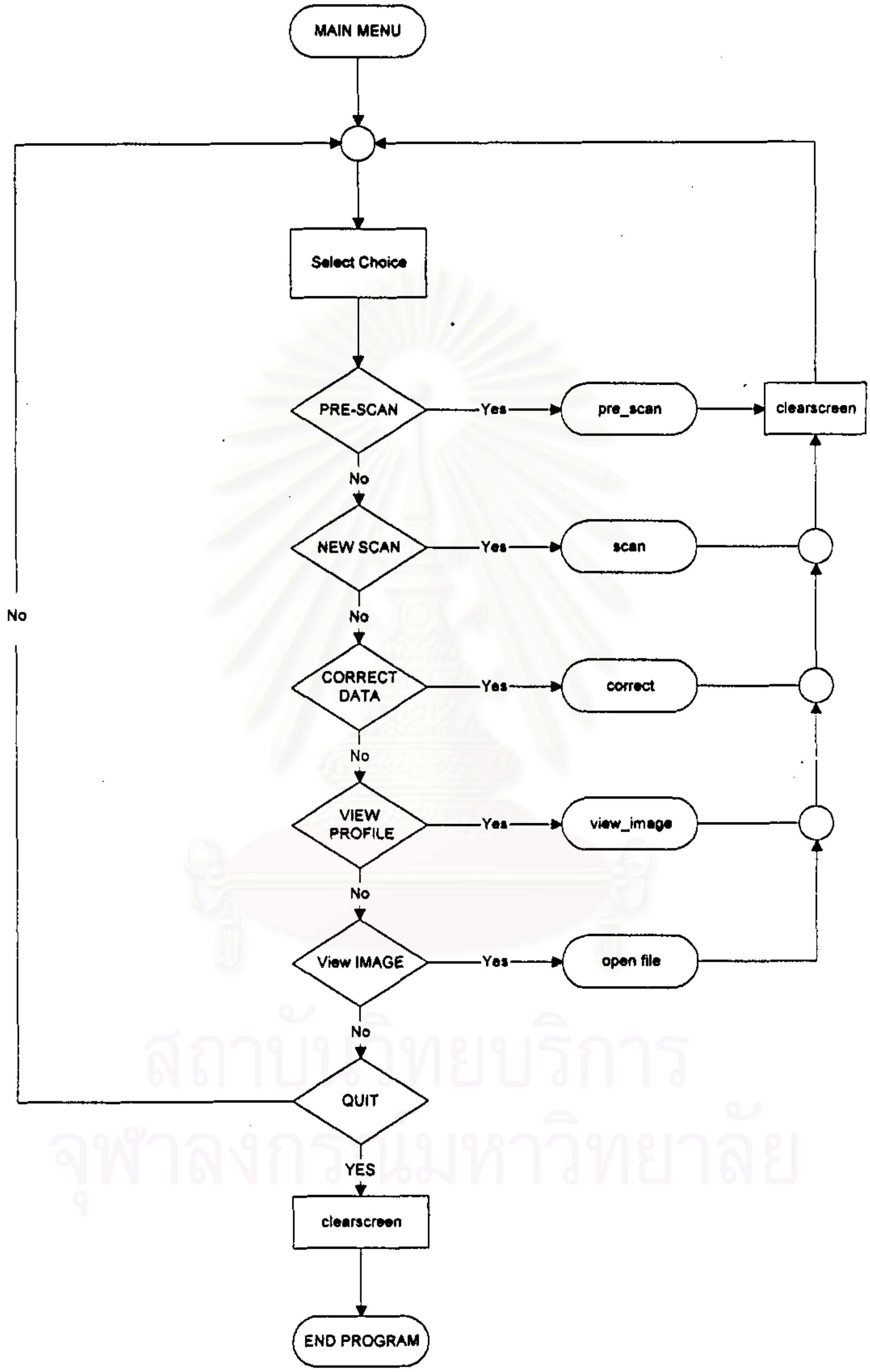
ก. ฟังก์ชันรายการหลัก (Main Menu)
ข. ฟังก์ชันสแกนหาตำแหน่งของการจัดระบบสแกน (Pre-Scan)
ค. ฟังก์ชันสแกนข้อมูล (New Scan)
ง. ฟังก์ชันแก้ค่าข้อมูล (Correct Data)
จ. ฟังก์ชันแสดงโพรไฟล์ (View Profile)
ฉ. ฟังก์ชันแสดงภาพ (View Image)

3.7.1 ฟังก์ชันรายการหลัก

ฟังก์ชันรายการหลัก เป็นส่วนของโปรแกรมที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเลือกรายการในการใช้งานได้สะดวกขึ้น โดยออกแบบโปรแกรมในลักษณะของ Pull Down Menu ซึ่งมีรายการต่าง ๆ ดังรูป 3.18



รูปที่ 3.18 แสดงรายการหลักของโปรแกรมบนจอภาพไมโครคอมพิวเตอร์



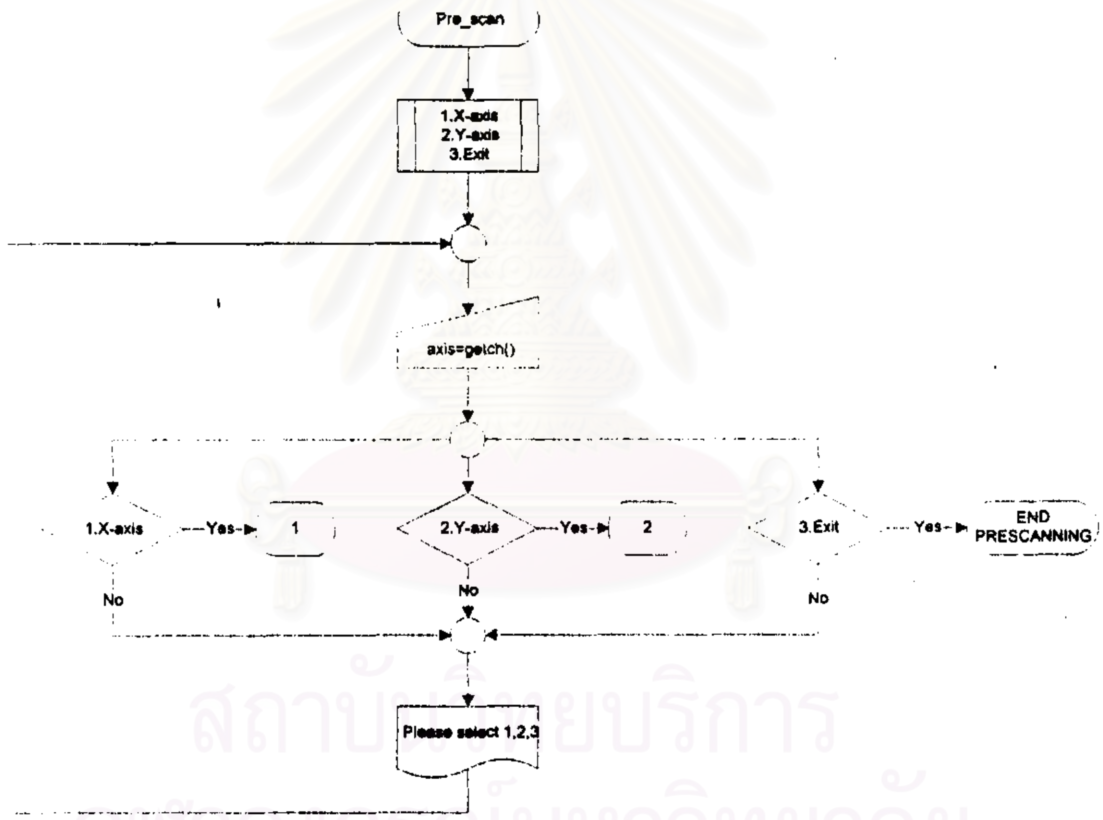
รูปที่ 3.19 Flow chart ของฟังก์ชันรายการหลัก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

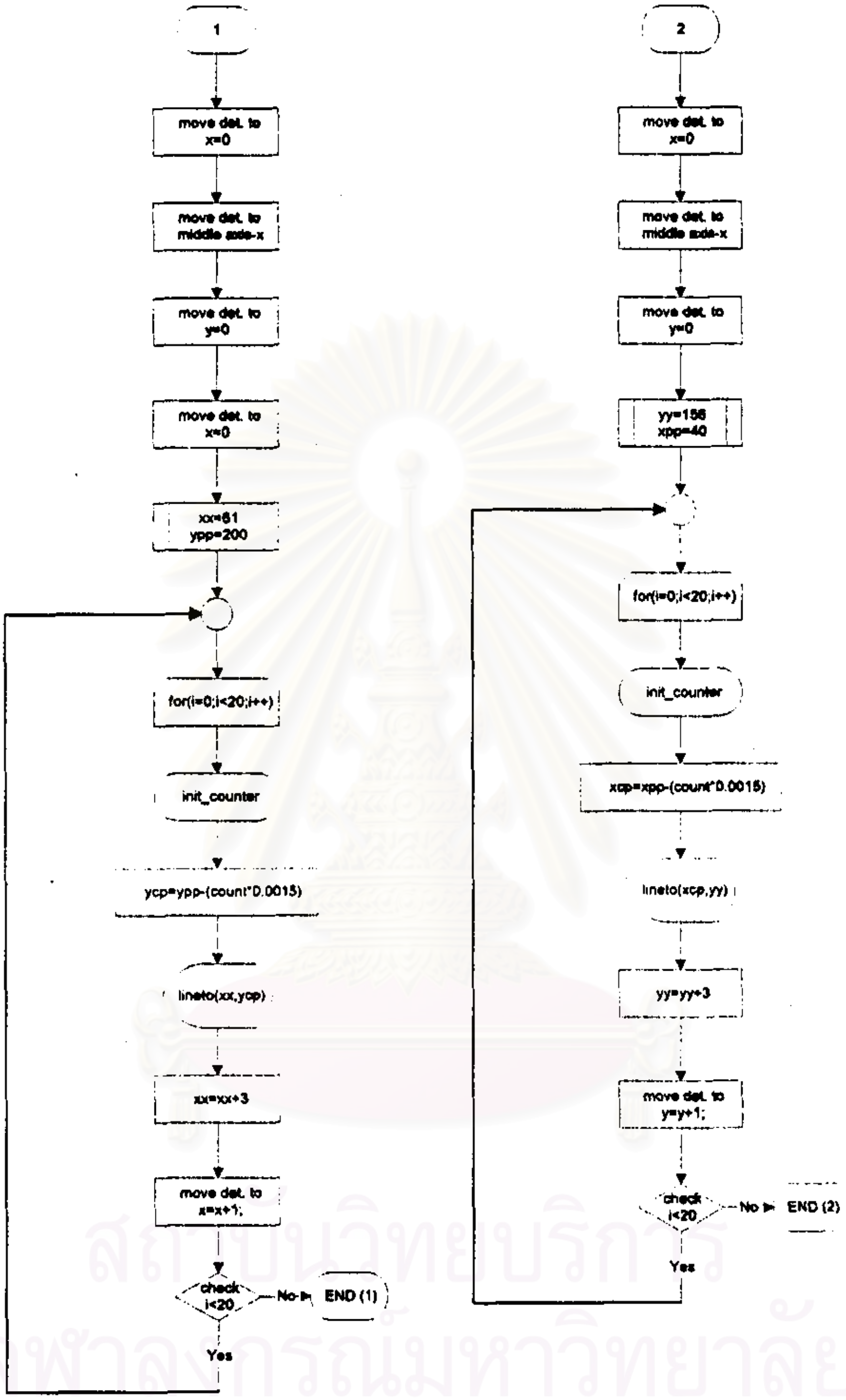
3.7.2 ฟังก์ชันสแกนหาตำแหน่งของการจัดระบบสแกน

ในการสแกนข้อมูลเพื่อสร้างภาพสองมิตินั้น จำเป็นต้องทำการสแกนหาตำแหน่งที่มีค่าข้อมูลสูงสุดเพื่อจัดระบบสแกน โดยฟังก์ชันนี้จะแสดงรายการเพื่อให้ผู้ใช้เลือกทำการสแกนข้อมูลในแกน x หรือแกน y ได้ ดังรูป 3.20 และรูป 3.21 เมื่อเลือกรายการแล้วโปรแกรมจะทำการส่งสัญญาณคำสั่งเพื่อสั่งให้ระบบสแกนทำการสแกน และแสดงข้อมูลโพรไฟล์บนจอภาพของไมโครคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.20 Flow chart ของฟังก์ชันเพื่อเลือกแกนในการสแกน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ก. ข.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

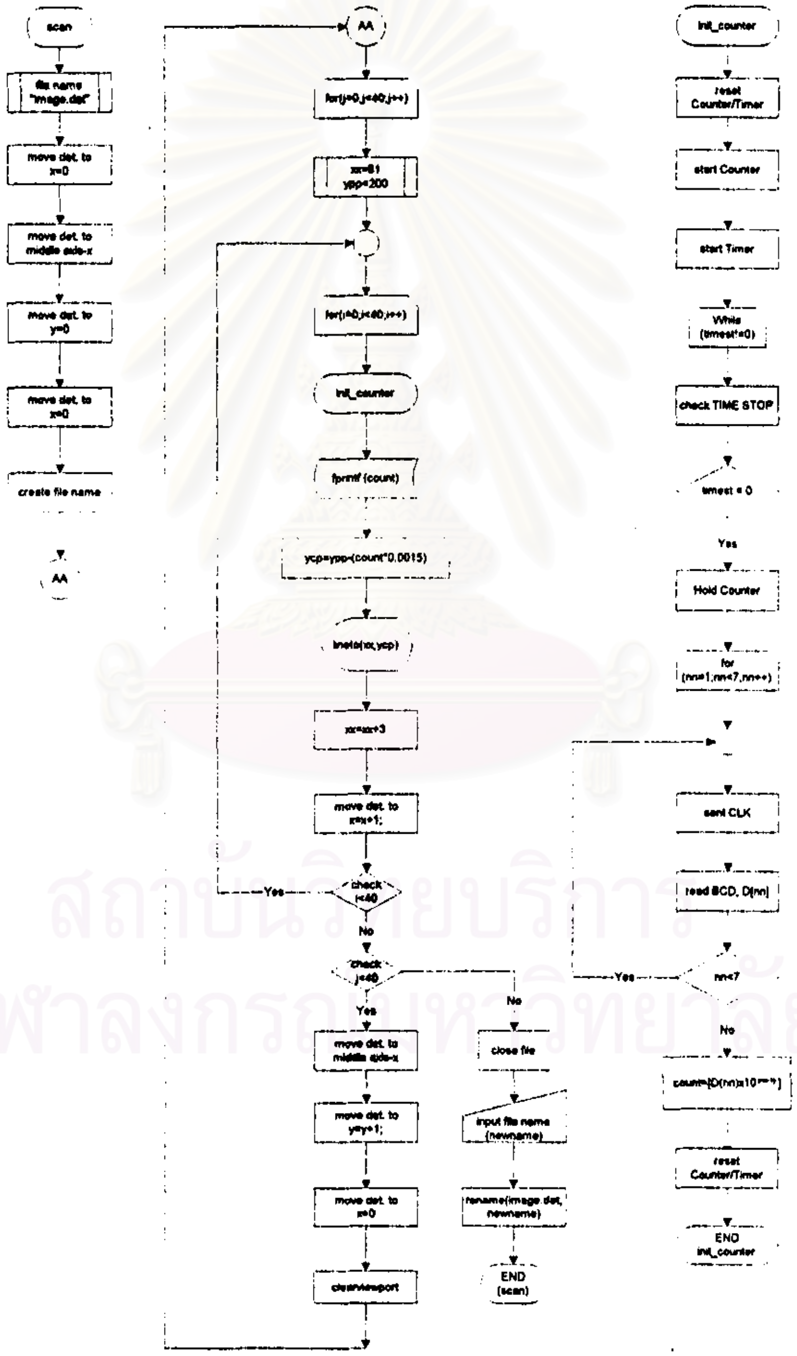
รูปที่ 3.21 Flow chart ของฟังก์ชันสแกนหาตำแหน่งของการจัดระบบสแกน

ก. การสแกนในแกน x

ข. การสแกนในแกน y

3.7.3 ฟังก์ชันสแกนข้อมูล

ฟังก์ชันสแกนข้อมูล เป็นโปรแกรมส่วนที่ใช้ควบคุมระบบขับเคลื่อนหัววัด เพื่อทำการสแกนข้อมูล ณ ตำแหน่งต่าง ๆ โดยอัตโนมัติพร้อมกับแสดงโพรไฟล์ของภาพครั้งละ 1 โพรไฟล์บนจอภาพคอมพิวเตอร์ และบันทึกค่าของข้อมูลแต่ละตำแหน่งลงบนฮาร์ดดิสก์ โดยมีการทำงานตามลำดับ ดังรูป 3.22



รูปที่ 3.22 Flow chart ของฟังก์ชันสแกนข้อมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.7.4 ฟังก์ชันปรับแก้ค่าข้อมูล

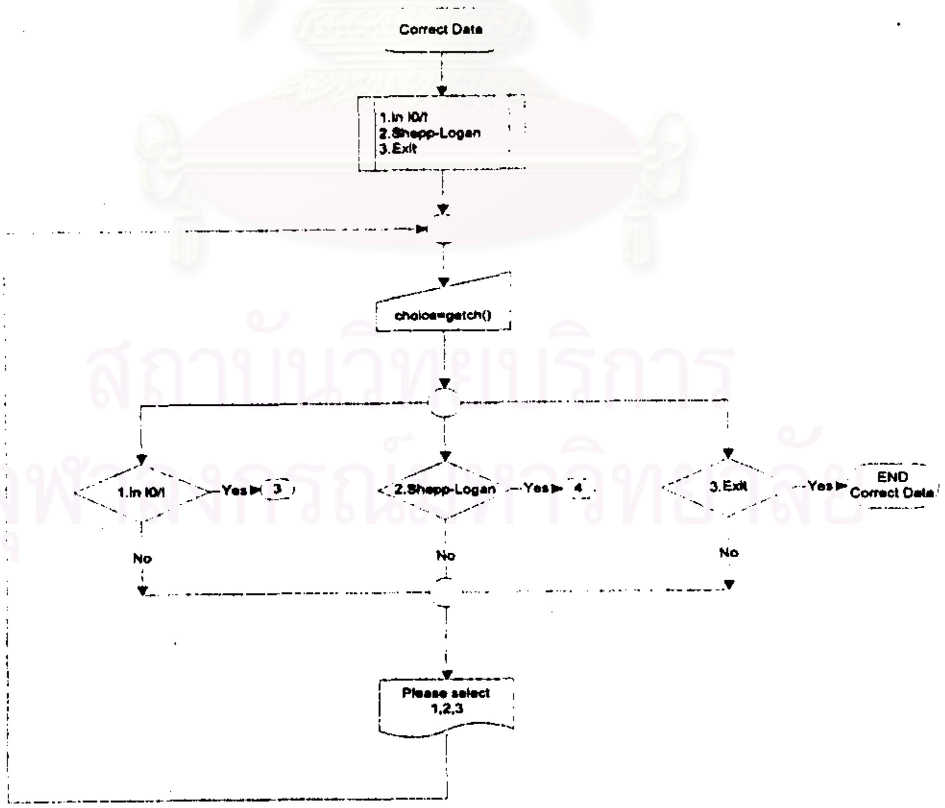
จากการสแกนภาพสองมิติ บางครั้งการแสดงภาพจากข้อมูลโดยตรงอาจให้รายละเอียดของภาพไม่ครบหรือไม่ชัดเจน เนื่องมาจากการจัดระบบ มุมรองรับของชุดบังคับลำรังสี รวมทั้งระยะห่างระหว่างต้นกำเนิดรังสีกับหัววัดรังสีที่แตกต่างกัน มีผลให้ค่าของรังสีปฐมภูมิก่อนผ่านวัตถุ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ แตกต่างกันไป

ดังนั้นจึงต้องทำการปรับแก้ค่าของข้อมูลโดยวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้ภาพที่มีคุณภาพดียิ่งขึ้น สำหรับงานวิจัยนี้ได้ทดลองทำการปรับแก้ข้อมูล 2 วิธี ดังนี้

ก. การปรับแก้โดยใช้ฟังก์ชัน $\ln I_0/I$

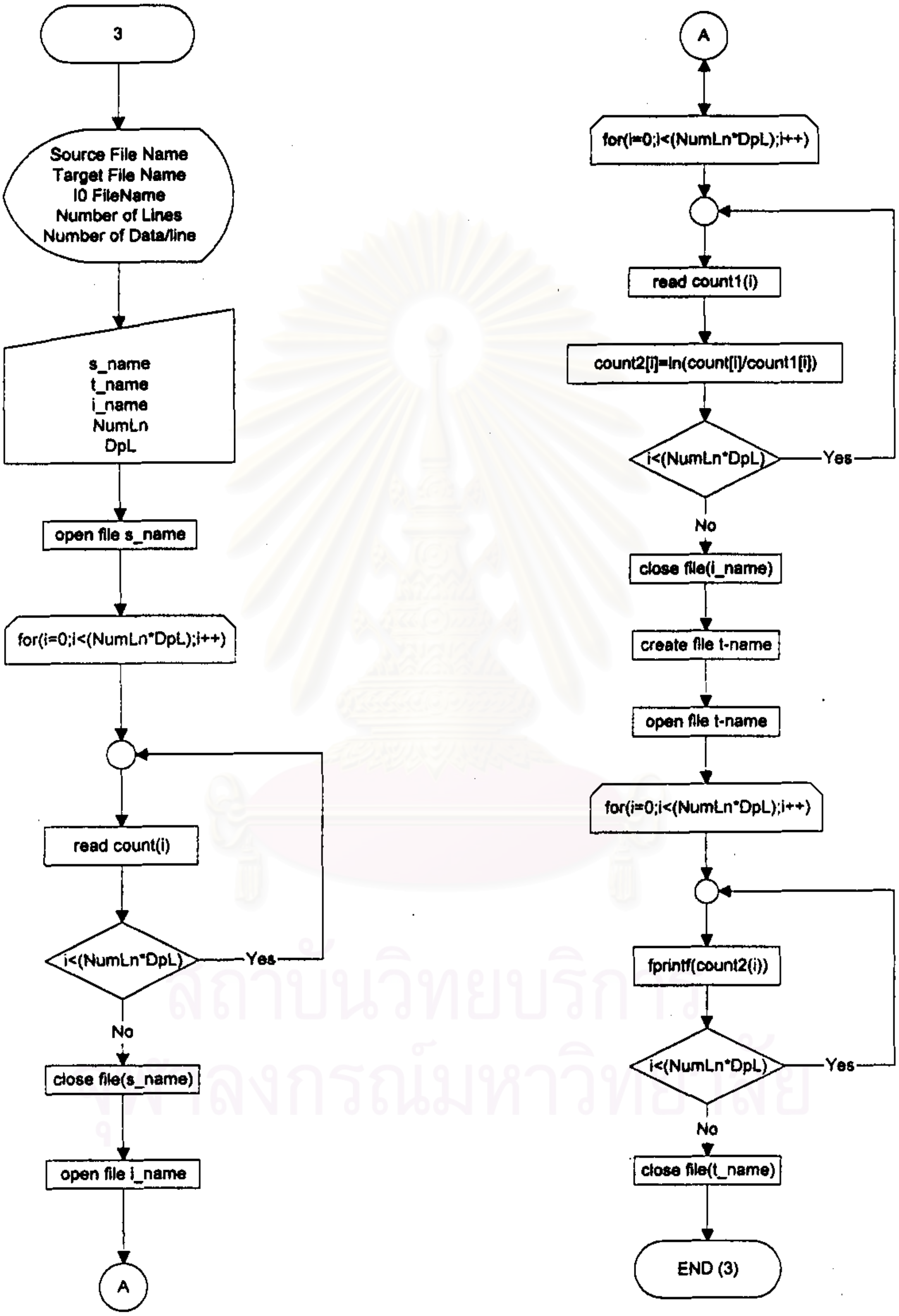
ข. การปรับแก้โดยใช้ฟิลเตอร์ฟังก์ชันของ Shepp-Logan

โดยฟังก์ชันปรับแก้ข้อมูลนี้มีเมนูเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกวิธีการปรับแก้ข้อมูลได้ตามวิธีที่ต้องการ ดังรูป 3.23 และ 3.24 ตามลำดับ

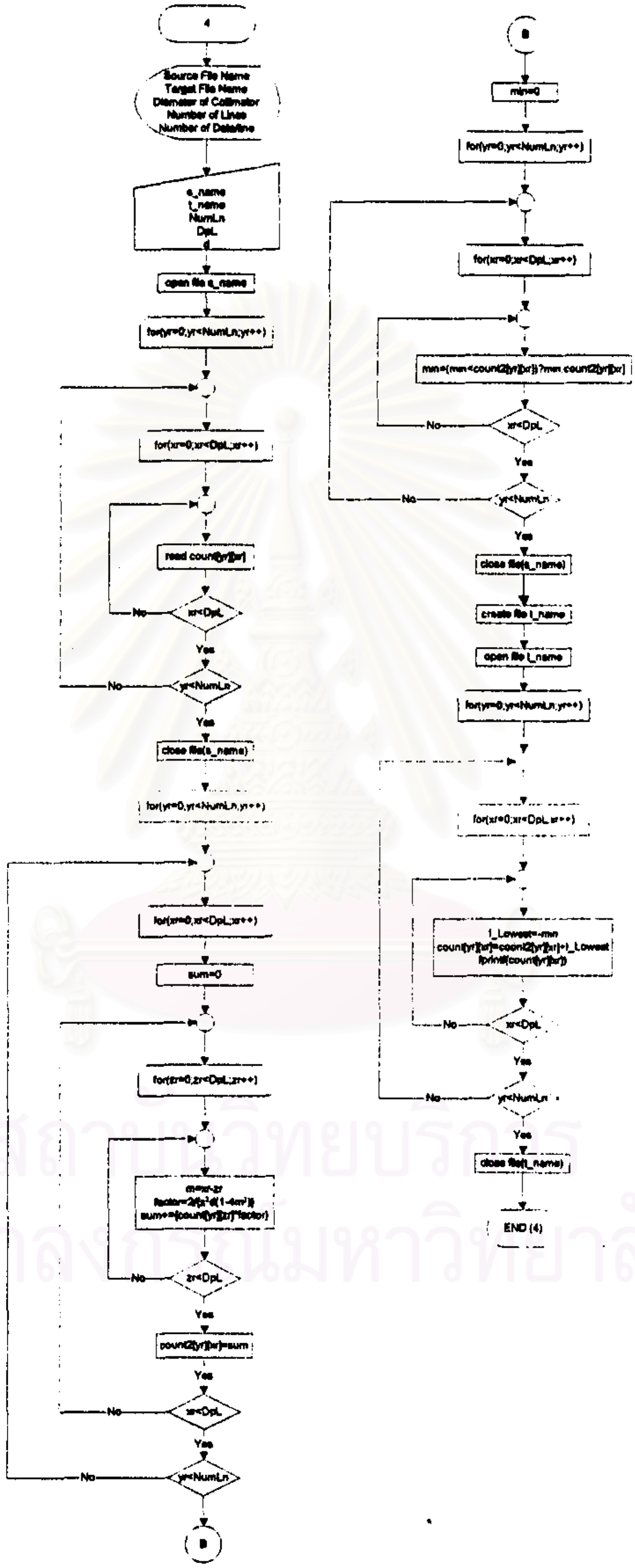


รูปที่ 3.23 Flow chart ของฟังก์ชันเพื่อเลือกการปรับแก้ข้อมูลด้วยวิธีต่างๆ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



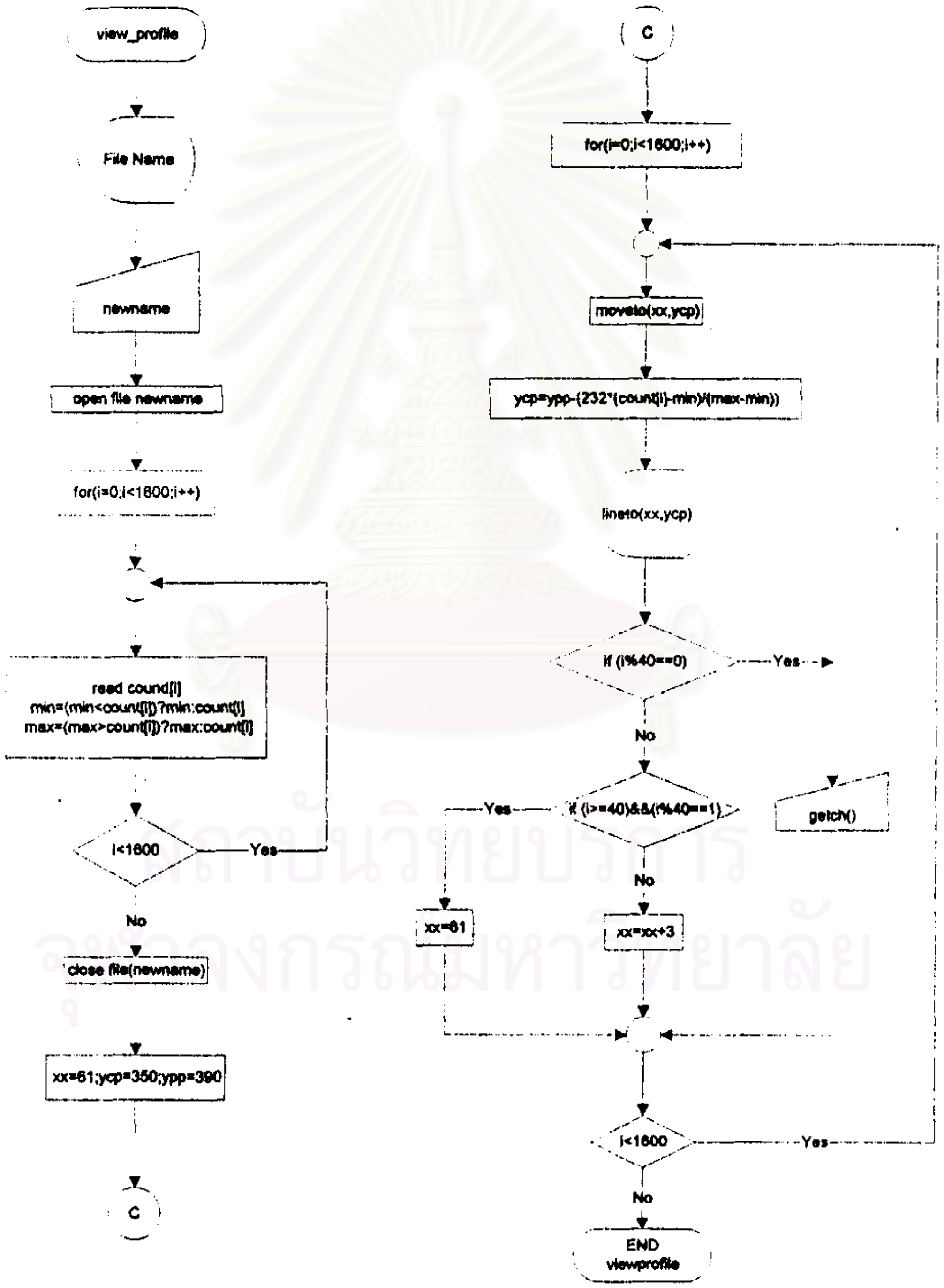
รูปที่ 3.24 Flow chart ของฟังก์ชันปรับแก้ข้อมูลทั้ง 2 วิธี



รูปที่ 3.24 Flow chart ของฟังก์ชันปรับแก้ข้อมูลทั้ง 2 วิธี (ต่อ)

3.7.5 ฟังก์ชันแสดงโพรไฟล์

ฟังก์ชันแสดงโพรไฟล์ เป็นโปรแกรมสำหรับแสดงโพรไฟล์ของข้อมูลภาพ โดยนำข้อมูลภาพที่ทำการจัดเก็บไว้แล้วในฮาร์ดดิสก์ออกมาแสดงใหม่บนจอภาพคอมพิวเตอร์ โดยจะแสดงครั้งละ 1 เส้น จนครบ 40 เส้น



รูปที่ 3.25 Flow chart ของฟังก์ชันแสดงโพรไฟล์

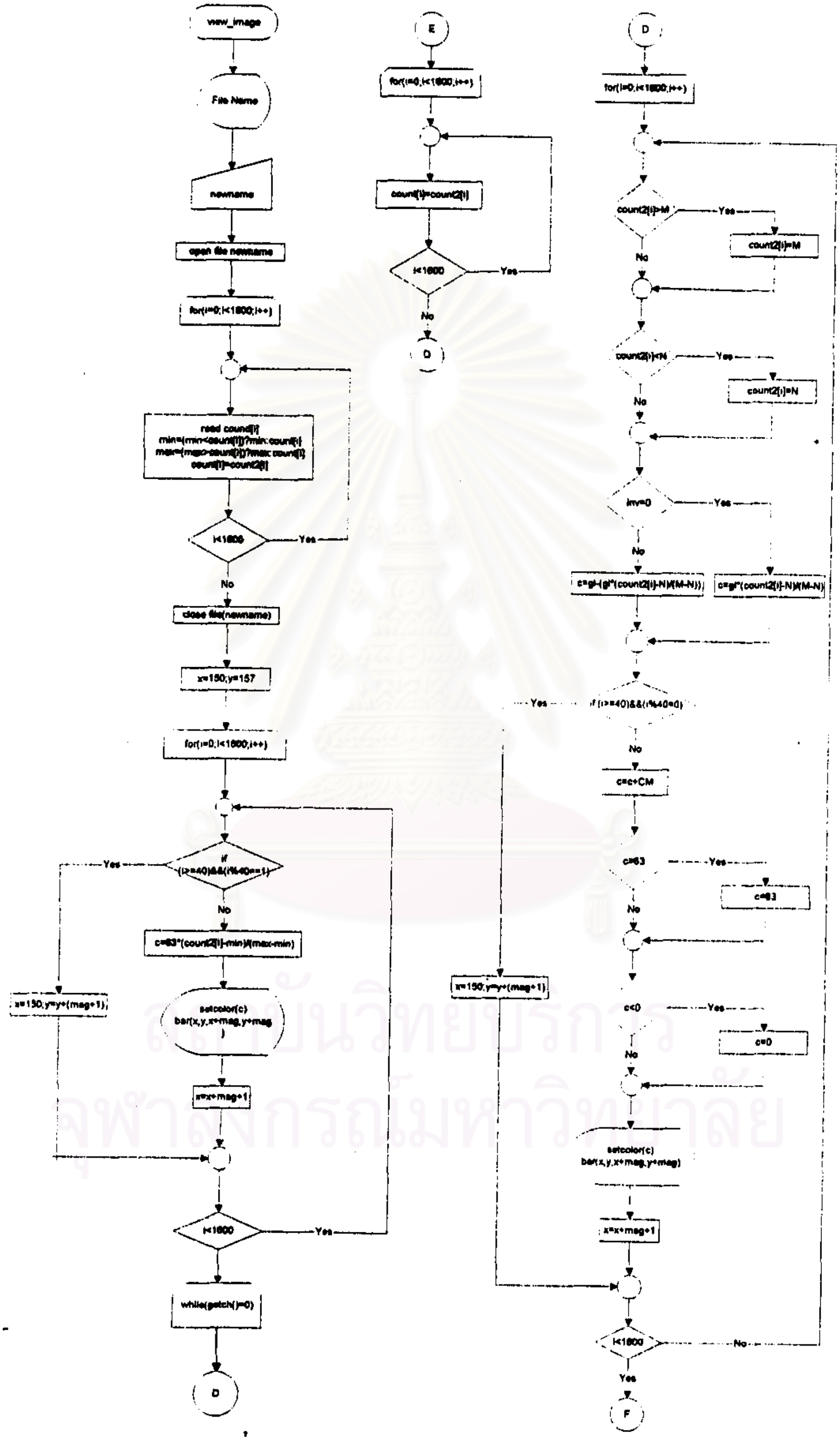
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.7.6 ฟังก์ชันแสดงภาพ

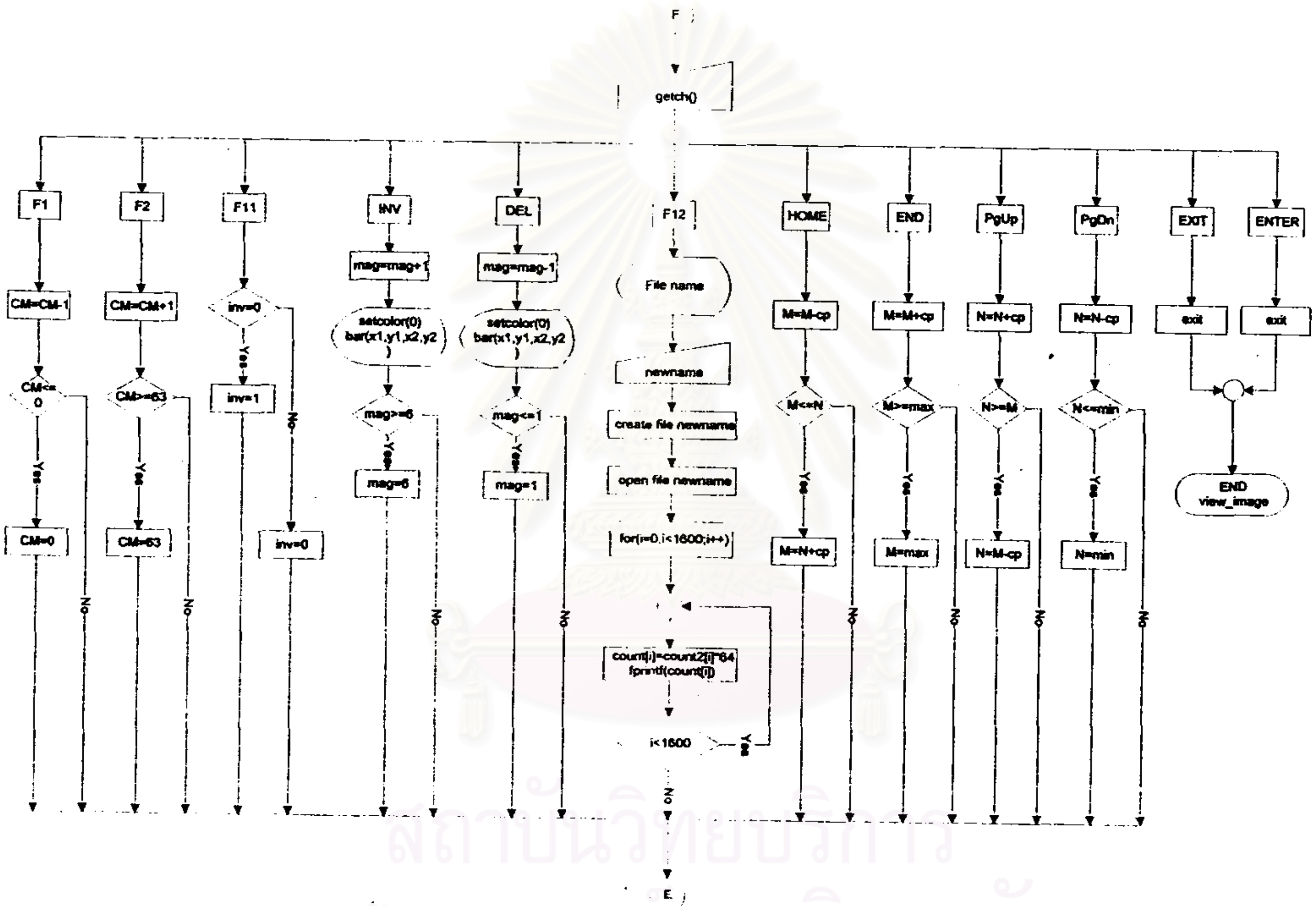
ฟังก์ชันแสดงภาพนี้เป็นโปรแกรมส่วนที่ใช้คำนวณสร้างภาพ และแสดงภาพสองมิติ โดยโปรแกรมจะนำข้อมูลภาพที่ได้แต่ละตำแหน่งมาทำการคำนวณระดับสีดำและแสดงระดับสีดำนั้นออกทางจอภาพในลักษณะของแผนที่ภาพ (bitmap) โดยสัมพันธ์กับตำแหน่งของข้อมูลภาพ นอกจากนั้นฟังก์ชันนี้ได้ออกแบบเพื่อให้สามารถทำการย่อ-ขยายภาพ (zoom) ได้ 6 ระดับ ปรับความมืด-สว่าง (brightness) และจำกัดระดับความเข้มของระดับสีดำได้ โดยจำกัดระดับสีดำสูงสุดได้จากระดับสีดำที่ 64 ถึงระดับสีดำที่ 1 และระดับสีดำต่ำสุดได้จากระดับสีดำที่ 1 ถึงระดับสีดำที่ 64 และสามารถกลับสีภาพได้ โดยใช้ Hot key ซึ่งกำหนดไว้ ดังต่อไปนี้

F1	เพิ่มความสว่าง
F2	ลดความสว่าง
F9	เพิ่มช่วงระดับสีดำ
F10	ลดช่วงระดับสีดำ
F11	กลับสีภาพ
F12	บันทึกภาพที่แก้ไข
INV	ขยายขนาดภาพ
DEL	ลดขนาดภาพ
HOME	เพิ่มขีดจำกัดบนของระดับสีดำ
END	ลดขีดจำกัดบนของระดับสีดำ
PgUp	เพิ่มขีดจำกัดล่างของระดับสีดำ
PgDn	ลดขีดจำกัดล่างของระดับสีดำ
ESC	ออกจากฟังก์ชัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.26 Flow chart ของฟังก์ชันแสดงภาพ



รูปที่ 3.26 Flow chart ของฟังก์ชันแสดงภาพ (ต่อ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย