บทที่ 3

ระบบเก็บข้อมูลด้วยเทคนิคโทรทัศน์สำหรับคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี

3.1 วัสดุและอุปกรณ์ ที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

3.1.1 ฉากเรืองรังสีเอกซ์

3.1.2 กล้องถ่ายภาพโทรทัศน์

3.1.3 แผงวงจรแปลงสัญญาณภาพ (Video signal) เป็นข้อมูลภาพของไมโครคอมพิวเตอร์ ในงานวิจัยนี้ใช้ Video Blaster และ Aver 2000

3.1.4 กล่องทึบแสงรูปตัวแอล (L-Box)

3.1.5 กระจกเงาสะท้อนภาพ

3.1.6 ระบบไมโครคอนโทลเลอร์ ใช้หน่วยประมวลผลกลางเบอร์ 8032 พร้อมตัวแปลภาษา BASIC

3.1.7 สเต็ปปิงมอเตอร์ (stepping motor) และวงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์

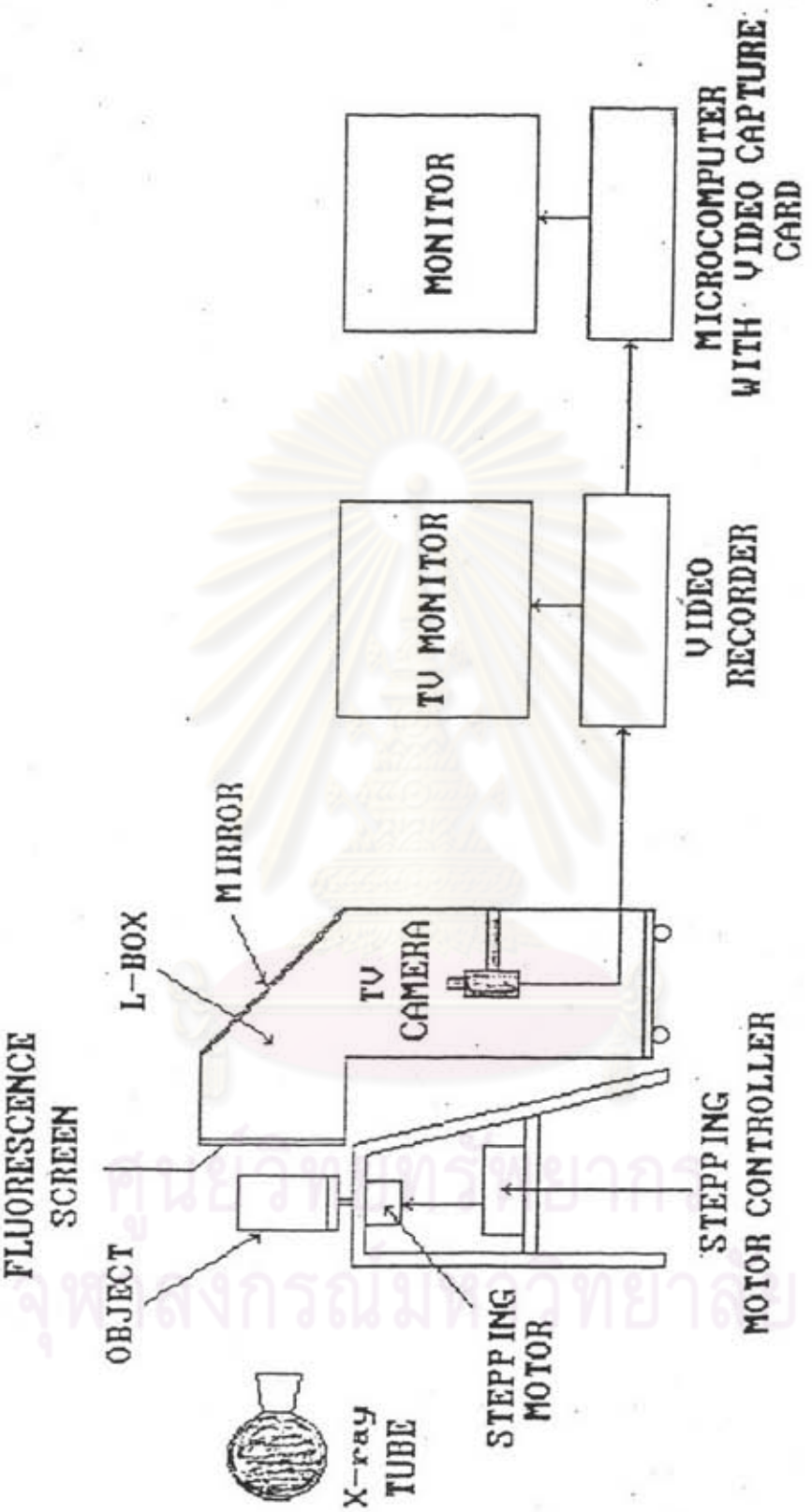
3.1.8 เครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์ 200 kV , 8 mA ANDREX Model CMA 402

3.1.9 ไมโครคอมพิวเตอร์ ใช้หน่วยประมวลผลกลางเบอร์ 80486 พร้อมจอภาพที่มีความละเอียดไม่ต่ำกว่า VGA และการ์ดแสดงผล ET4000 หรือที่มีสมรรถนะเทียบเท่า

3.1.10 เครื่องวีดิทัศน์

3.2 การพัฒนาระบบเก็บข้อมูลสำหรับสร้างภาพโทโมกราฟี

ระบบเก็บข้อมูลด้วยเทคนิคโทรทัศน์สำหรับคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีที่พัฒนาขึ้น ออกแบบให้สามารถใช้กับวัตถุตัวอย่างขนาดเล็กและมีน้ำหนักไม่มากนัก ระบบที่พัฒนาขึ้นแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่ ระบบถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ ระบบถ่ายและบันทึกภาพลงเครื่องวีดิทัศน์ และระบบแปลงสัญญาณภาพเป็นข้อมูลเชิงตัวเลข ซึ่งสามารถเขียนแผนภาพการทำงานได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ระบบเก็บข้อมูลเพื่อสร้างภาพโทโมกราฟีด้วยเทคนิคโทรทัศน์

หลักการทำงานของระบบเก็บข้อมูลด้วยเทคนิคโทรทัศน์สำหรับคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีที่พัฒนาขึ้น อาศัยการบันทึกภาพที่ได้จากการถ่ายวัตถุตัวอย่างด้วยรังสีเอกซ์ เมื่อลำรังสีเอกซ์ทะลุผ่านวัตถุตัวอย่าง จะทำให้เกิดภาพของวัตถุบนแผ่นเรืองรังสี แล้วใช้กล้องถ่ายภาพโทรทัศน์รับภาพจากแผ่นเรืองรังสีเพื่อบันทึกลงเครื่องวิดีทัศน์ซึ่งจะได้ข้อมูลภาพที่ตำแหน่งมุมนั้น 1 ภาพ จากนั้นจะหมุนวัตถุไปเป็นมุมน้อย ๆ ด้วยเครื่องหมุนตัวอย่าง ที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจะทำการบันทึกภาพต่อเนื่องจนได้ภาพครบหรืออย่างน้อยครึ่งรอบของวัตถุ และขณะที่หมุนวัตถุไปในแต่ละมุมจะทำการบันทึกสัญญาณเสียงช่วงสั้น ๆ ที่มีความถี่ 1 กิโลเฮิรตซ์ ลงบนแถบเสียงของเครื่องวีดิทัศน์พร้อมกันไปด้วย หลังจากนั้นจะนำภาพที่บันทึกไว้ทั้งหมด มาแปลงเป็นข้อมูลภาพ (Graphics File Format) โดยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ผ่านแผงวงจรแปลงสัญญาณวิดีโอเป็นข้อมูลภาพซึ่งควบคุมด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น โปรแกรมจะบันทึกภาพที่ได้ลงหน่วยความจำสำรอง ทีละภาพสอดคล้องกับการหมุนของวัตถุในแต่ละมุมด้วยการควบคุมของสัญญาณเสียงที่บันทึกไว้ระหว่างการหมุนวัตถุ เมื่อได้ภาพครบ จะใช้โปรแกรมอ่านภาพแรกมาแสดงบนจอแสดงผลของไมโครคอมพิวเตอร์ แล้วเลือกหาตำแหน่งที่จะคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี จากนั้น โปรแกรมจะทำการแปลงข้อมูลภาพที่บันทึกทั้งหมดไว้ให้อยู่ในรูปข้อมูลเชิงตัวเลขเพื่อนำไปคำนวนสร้างภาพโทโมกราฟีต่อไป

3.3 ระบบถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์

ระบบถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ เป็นระบบที่สำคัญในการเก็บข้อมูลสำหรับคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟี ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนได้แก่

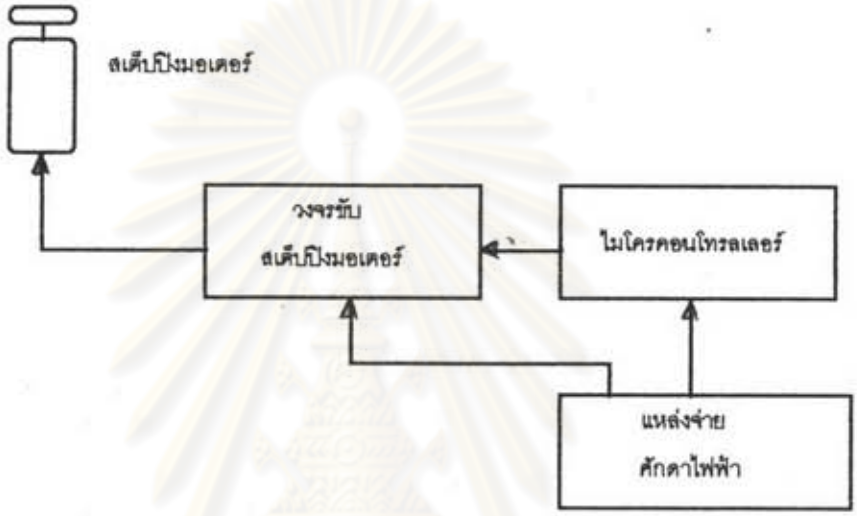
3.3.1 เครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์

ในงานวิจัยนี้ ใช้เครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์ที่ใช้สำหรับงานถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ในทางอุตสาหกรรม ซึ่งสามารถปรับพลังงานได้ในช่วง 60 - 200 กิโลโวลต์ และปรับกระแสได้สูงสุดไม่เกิน 8 มิลิแอมป์แปร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.2 ระบบหมุนวัตถุตัวอย่าง

ระบบหมุนวัตถุตัวอย่างนี้ทำหน้าที่หมุนวัตถุที่ถูกตรวจสอบโดยสามารถกำหนดมุมของการหมุนแต่ละสเต็ป (degree/step) และจำนวนการหมุนทั้งหมด (number of projection) ได้โดยมีส่วนประกอบย่อยดังนี้



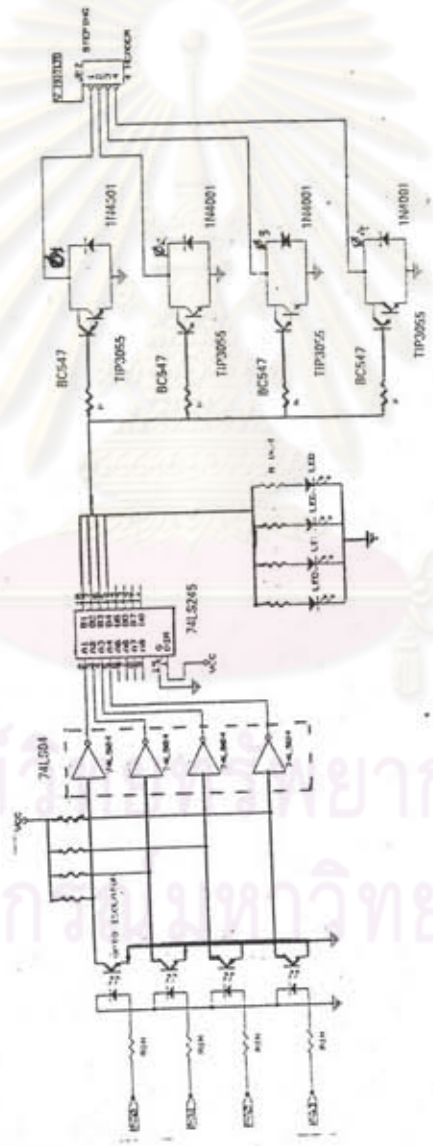
รูปที่ 3.2 ส่วนประกอบของระบบหมุนวัตถุตัวอย่าง

3.3.2.1 สเต็ปปิงมอเตอร์และวงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์

ในการหมุนวัตถุตัวอย่างเป็นมุมเล็ก ๆ นั้น จำเป็นต้องกำหนดตำแหน่งของการหมุนได้แน่นอน และมีพลังงานพอที่จะหมุนวัตถุตัวอย่างได้ ในงานวิจัยนี้ใช้สเต็ปปิงมอเตอร์ แบบสี่เฟส โดยมีความละเอียดของสเต็ปเท่ากับ 1.8 องศา โดยสเต็ปปิงมอเตอร์จะขับจานอลูมีเนียม ที่ใช้รองรับวัตถุได้หนักไม่เกิน 1000 กรัม ส่วนวงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์ ได้ออกแบบให้ขับกระแสได้สูงสุด 10 แอมป์แปร์ เพื่อสำรองไว้สำหรับขยายกำลังของสเต็ปปิงมอเตอร์ในอนาคต การขับกระแสให้แก่เฟส(phase) ต่าง ๆ จะจ่ายกระแสไฟฟ้าแบบสองเฟส เรียกว่า two-excitation หรือ full step วงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์แสดงได้ดังรูปที่ 3.3

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

ตารางที่ 3.1 แสดงการขับสเต็ปปิงมอเตอร์แบบสองเฟส

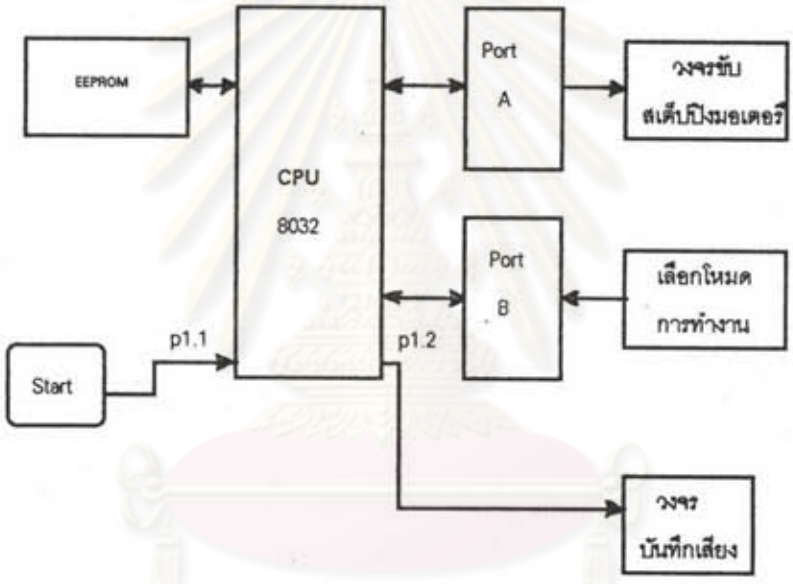


รูปที่ 3.3 วงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.2.2 ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

ในงานวิจัยนี้ จะต้องควบคุมการหมุนวัตถุตัวอย่างให้การหมุนแต่ละสเต็ป (step) เป็นมุมตามต้องการ และสามารถตั้งเวลาระหว่างการหมุนแต่ละสเต็ปได้โดยมีสัญญาณความถี่เสียงคั่นระหว่างสเต็ปเพื่อเป็นการลดวงจรอิเลคทรอนิคที่ซับซ้อน จึงได้เลือกใช้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ เพราะสามารถควบคุมการทำงานได้สะดวกโดยการเขียนโปรแกรมภาษาเบสิก (BASIC) โปรแกรมควบคุมจะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำแบบ EEPROM ทำให้สามารถแก้ไขการทำงานของระบบได้ง่าย หน่วยประมวลผลกลางที่ใช้คือ เบอร์ 8032

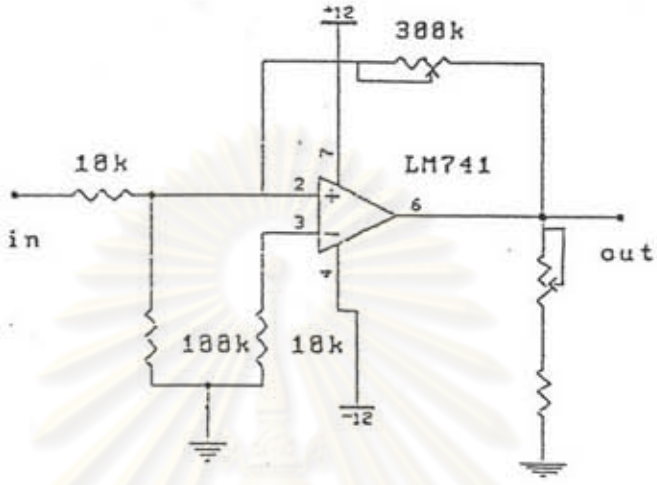


รูปที่ 3.4 ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์และการเชื่อมต่อกับระบบต่าง ๆ

เมื่อหน่วยประมวลผลกลางถูกรีเซ็ต ระบบจะเริ่มทำงานโดยรอการกด ปุ่ม start เมื่อปุ่ม start ถูกกด ระบบจะหมุนวัตถุตัวอย่างหนึ่งรอบจากนั้นระบบจะอ่านข้อมูลจากพอร์ต B ซึ่งกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุต สำหรับเลือกโหมดการทำงาน เพื่อเลือกมุมของการหมุนของสเต็ปปิงมอเตอร์ และเวลาระหว่างการหมุนแต่ละครั้ง จากนั้นระบบจะส่งสัญญาณควบคุมออกทางพอร์ต A ซึ่งกำหนดให้เป็นพอร์ตเอาต์พุต เพื่อควบคุมสเต็ปปิงมอเตอร์ผ่านวงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์ เมื่อสเต็ปปิงมอเตอร์หมุนแต่ละครั้ง ระบบจะส่งสัญญาณเสียงความถี่ 1 กิโลเฮริตซ์ออกทางพอร์ต p1.1

3.2.2.3 วงจรขับสัญญาณเสียง

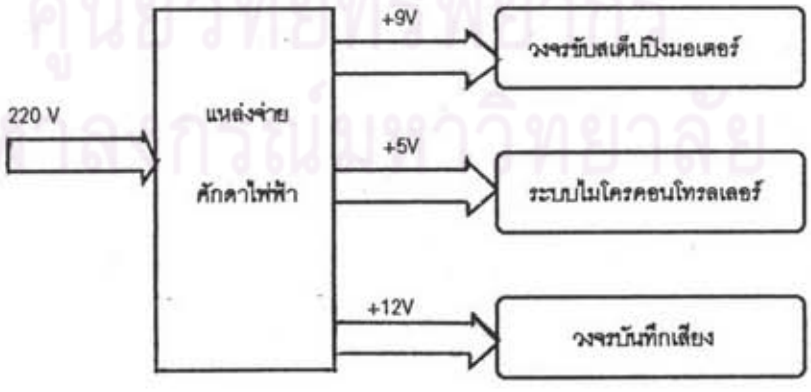
ทำหน้าที่ขับสัญญาณความถี่เสียงที่กำเนิดโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ให้เหมาะสมสำหรับการบันทึกลงแถบเสียงของเครื่องวีดิทัศน์



รูปที่ 3.5 วงจรบันทึกสัญญาณความถี่เสียงลงเครื่องวีดิทัศน์

3.3.2.4 แหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้า

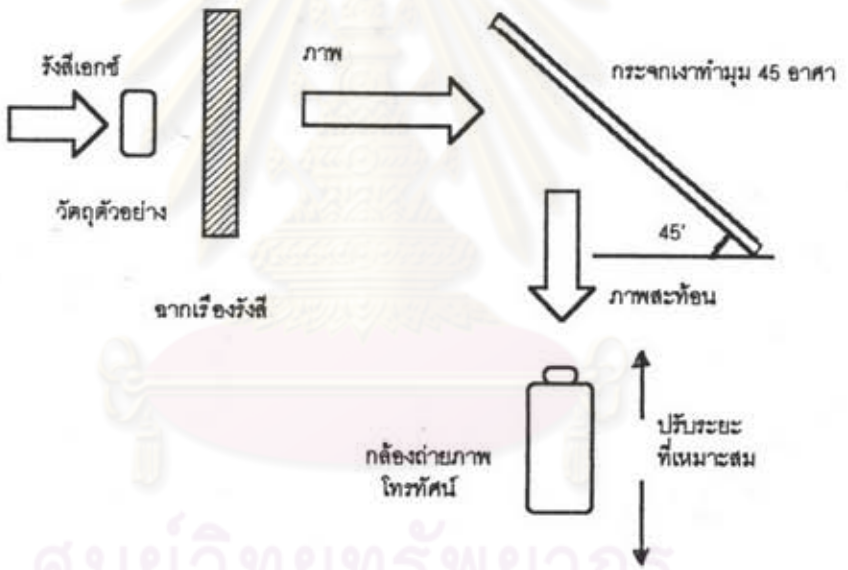
เป็นวงจรที่ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อจ่ายให้แก่อุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบหมุนวัตถุตัวอย่างได้แก่ วงจรขับสเต็ปปิงมอเตอร์ ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ และวงจรบันทึกเสียง ดังแสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้า

3.3.3 ระบบถ่ายและบันทึกภาพลงเครื่องวีดิทัศน์

ฉากเรืองรังสี และกล้องถ่ายภาพโทรทัศน์ จะประกอบอยู่ในกล่องทึบแสงรูปตัวแอล เพื่อป้องกันแสงรบกวนจากภายนอก การจัดตำแหน่งของฉากเรืองรังสีและกล้องถ่ายภาพจะไม่ให้อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน เพื่อป้องกันไม่ให้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่อยู่ในตัวกล้องได้รับรังสีโดยตรง เพราะอาจทำให้ได้รับความเสียหายได้ จึงใช้กระจกเงาเอียงทำมุม 45 องศา สะท้อนภาพจากฉากเรืองรังสีมายังกล้องถ่ายภาพโทรทัศน์ โครงสร้างของกล่องรูปตัวแอลนี้จะใช้โครงอลูมิเนียมและปิดด้วยไม้ทาด้วยสีดำด้านภายในเพื่อลดแสงสะท้อน ส่วนฐานจะมีล้อเพื่อให้เคลื่อนย้ายได้สะดวก กล่องนี้ด้านหลังสามารถเปิดออกได้เพื่อปรับระยะโฟกัสและตำแหน่งที่เหมาะสมของกล้องถ่ายภาพโทรทัศน์



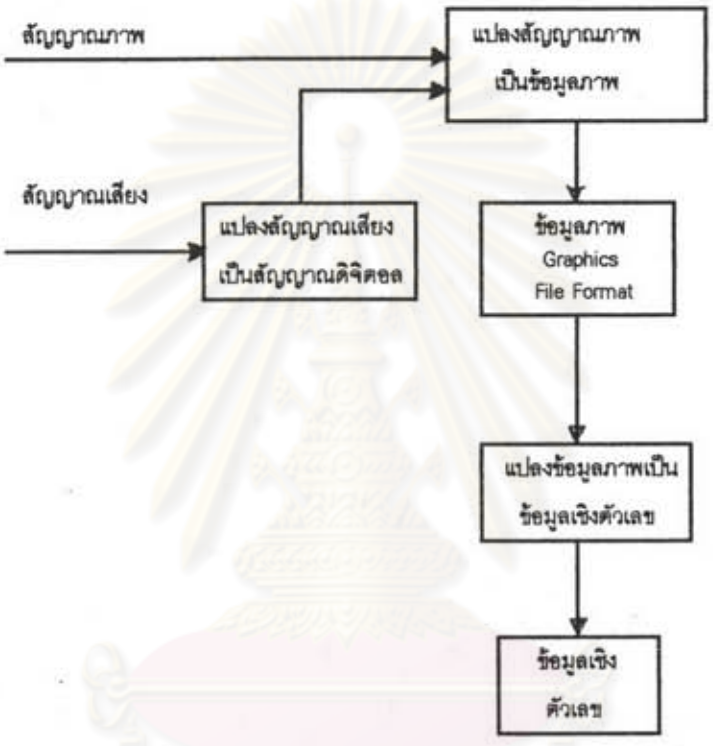
รูปที่ 3.7 การจัดระบบถ่ายภาพในกล่องทึบแสงรูปตัวแอล

ในการบันทึกภาพที่ได้ลงเครื่องวีดิทัศน์จะใช้กล้องถ่ายภาพโทรทัศน์ ที่อยู่ในกล่องทึบแสงรูปตัวแอล รับภาพจากฉากเรืองรังสี แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณภาพ (video signal) และบันทึกลงเทปบันทึกภาพด้วยเครื่องวิดีทัศน์ ในขณะเดียวกันสัญญาณเสียงจากระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ถูกต่อเข้าทาง Audio In ของเครื่องวิดีทัศน์เพื่อทำการบันทึกพร้อมกันไปด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 <u>ระบบแปลงสัญญาณภาพเป็นข้อมูลเชิงตัวเลข</u>

ระบบแปลงสัญญาณภาพเป็นข้อมูลเชิงตัวเลข สามารถอธิบายได้ด้วยแผนผังดังแสดงในรูปที่ 3.8



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการทำงานของระบบแปลงสัญญาณภาพเป็นข้อมูลเชิงตัวเลข

3.4.1 ระบบแปลงสัญญาณภาพเป็นข้อมูลภาพของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

3.4.1.1 แผงวงจรแปลงสัญญาณภาพเป็นข้อมูลภาพของไมโครคอมพิวเตอร์

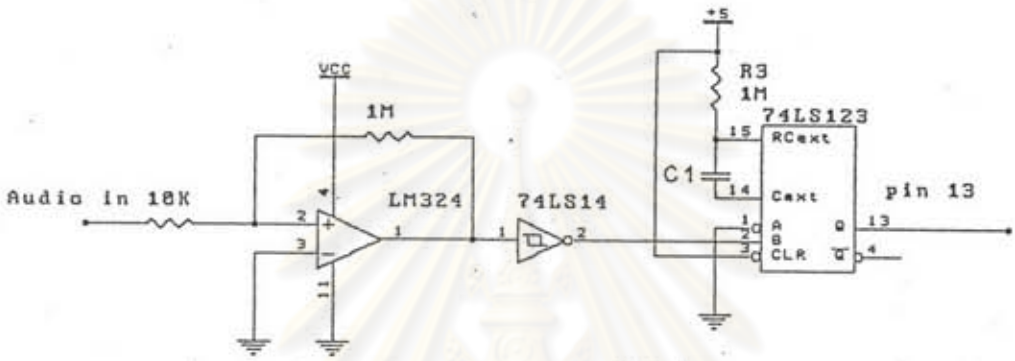
การแปลงสัญญาณภาพเป็นข้อมูลภาพ จะต้องนำสัญญาณภาพจากเครื่องวีดิทัศน์ มาแปลงเป็นข้อมูลภาพของคอมพิวเตอร์ โดยผ่านแผงวงจรแปลงสัญญาณภาพให้เป็นข้อมูลภาพของไมโครคอมพิวเตอร์ (Video Blaster หรือ Aver 2000) แล้วเก็บลงหน่วยความจำสำรองในรูปของไฟล์ภาพ (Graphics File Format) สำหรับ แผงวงจร Video Blaster ข้อมูลภาพจะถูกเก็บในรูปแบบไฟล์ PCX [3] ส่วนแผงวงจร Aver 2000 จะถูกเก็บในรูปแบบไฟล์ TGA [4]

รูปที่ 3.9 แผงวงจร Video Blaster

รูปที่ 3.10 แผงวงจร Aver 2000

3.4.1.2 ระบบแปลงสัญญาณความถี่เสียงเป็นสัญญาณดิจิตอล

ระบบนี้จะแปลงสัญญาณความถี่เสียงที่บันทึกไว้ระหว่างการหมุนวัตถุตัวอย่างแต่ละครั้งให้เป็นสัญญาณดิจิตอล แล้วส่งเข้าเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ทางพอร์ตเครื่องงพิมพ์โดยใช้อินพุทบิตที่ 4 ซึ่งมีวงจรดังแสดงในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 วงจรแปลงสัญญาณความถี่เสียงเป็นสัญญาณดิจิตอล

จากรูปที่ 3.11IC LM 324 ต่อเป็นวงจรขยาย เมื่อมีสัญญาณเสียงจากเครื่องบันทึกเทปโทรทัศน์เข้าทาง อินพุทของออปแอมป์ ผ่านความต้านทาน 10 K ทางขา 2 จะเกิดสัญญาณขยายออกทางเอาต์พุทของออปแอมป์ จากนั้นจะต่อเข้า 74LS14 ซึ่งเป็นชมิตต์ทริกเกอร์ เพื่อแต่งสัญญาณให้ดีขึ้น จะได้สัญญาณรูปสี่เหลี่ยม จากนั้นส่งเข้าขา 2 ของ 74LS123 ซึ่งต่อเป็นวงจร Retriggerable Monostable Multivibrator โดยใช้ค่า RC เป็นค่าคงที่ของเวลา ดังนั้นสัญญาณที่ได้จากขาเอาต์พุท (ขา13) จะเป็น 1 ตลอดถ้ามีสัญญาณความถี่เสียงเข้ามา จากนั้นจะต่อเข้าทางขา 13 ของพอร์ตเครื่องพิมพ์

3.4.1.3 โปรแกรมแปลงสัญญาณภาพเป็นข้อมูลภาพ

สำหรับระบบที่ใช้แผงวงจร Video Blaster จะใช้โปรแกรม Video kit เก็บข้อมูลภาพเป็นรูปแบบไฟล์ PCX ส่วนแผงวงจร Aver 2000 จะใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเก็บข้อมูลภาพเป็นรูปแบบไฟล์ TGA โดยใช้สัญญาณเสียงควบคุมการเก็บภาพแต่ละภาพโดยอัตโนมัติ

3.4.2 ระบบแปลงข้อมูลภาพเป็นข้อมูลเชิงตัวเลข

ระบบนี้ประกอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น โดยโปรแกรมจะนำภาพแรกขึ้นมาแสดงทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ เพื่อเลือกตำแหน่งที่จะแปลงข้อมูลภาพเป็นข้อมูลเชิงตัวเลข จากนั้นจะทำการแปลงข้อมูลภาพทุกๆ ภาพในตำแหน่งที่เลือกไว้ แล้วเก็บข้อมูลเชิงตัวเลขลงหน่วยความจำสำรอง เพื่อนำไปคำนวนสร้างภาพโดยโปรแกรมสร้างภาพโทโมกราฟีต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย