ปีการศึกษา 2537

เครื่องอ่านลายนิ้วมือ

โดย

นาย นพพร สหกุลบุญญรักษ์
นาย พิเชษฐ พูลสมบัติภิญโญ
นาย วิบูลย์ เวชสุวรรณมณี

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์

วัน เดือน ปี 18 ม.ค. 2538
เลขทะเบียน 034498
เลขเรียกหนังสือ T 371098 น๑๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2537

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องอ่านลายนิ้วมือ

ผู้จัดทำ

1. นายนพพร สหกุลบุญญรักษ์ เลขประจำตัว 35102099
2. นายพิเชษฐ พูลสมบัติภิญโญ เลขประจำตัว 35102109
3. นายวิบูลย์ เวชสุวรรณมณี เลขประจำตัว 35102115

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ เกษตร ศิริสันติสัมฤทธิ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องอ่านลายนิ้วมือ

นพพร สหกุลบุญญรักษ์
พิเชษฐ พูลสมบัติภิญโญ
วิบูลย์ เวชสุวรรณมณี
อ.เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2537

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ เป็นการออกแบบ และสร้าง เครื่องเก็บข้อมูลภาพดิจิตอล ขนาด 512x512 จุดต่อภาพ เพื่อทำการเก็บลายนิ้วมือผ่านกล้องวีดิโอชนิด ซีซีดี ข้อมูลภาพดิจิตอลที่จัดเก็บ 1 ภาพ จะใช้หน่วยความจำขนาด 256 กิโลไบท์ ซึ่งแต่ละจุดภาพให้ความละเอียดได้ถึง 256 ระดับ ลายนิ้วมือที่ใช้ในโครงงานนี้เป็นลายนิ้วมือที่อ่านได้จากนิ้วมือตรง ๆ แต่เพื่อให้เกิดความชัดเจนของรายละเอียดเราจำเป็นต้องนำองค์ประกอบทางแสง และ ปริซึมเข้ามาช่วย ข้อมูลภาพดิจิตอลที่ได้จะถูกจัดเก็บเข้าสู่คอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการประมวลผลด้านต่าง ๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FINGERPRINT READER

Nopporn Sahakoonboonyaruk
Pichet Poolsombutpinyho
Wiboon Wetsuwanmanee
Kaset Sirisantisamrid Advisor
1994

ABSTACT

This thesis presents design and building a digitizer card 512 x 512 pixel to use with video camera (CCD type) for fingerprint reading. Each picture was saved in data memory with capacity 256 Kbyte and each pixel has 256 gray level. The fingerprint was read directly from finger and we also use lighting arrangement and prism to have good selectivity of fingerprint reading. The data picture was saved and used in computer to analysis for some object next time.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 - บทนำ	1
บทที่ 2 - ทฤษฎี	3
2.1 ระบบสัญญาณโทรทัศน์	3
2.2 การแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก	7
2.2.1 แบบใช้ตัวความต้านทานหลายค่า	8
2.2.2 แบบใช้ตัวความต้านทาน 2 ค่า	9
2.2.3 แบบใช้ไอซี	11
2.2.4 ลักษณะสมบัติของดีทูเอ	14
2.2.5 ข้อจำกัดของดีทูเอ	16
2.3 การแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล	17
2.3.1 แบบใช้วงจรเปรียบเทียบขนาน หรือแบบ "แฟลช"	17
2.3.2 วงจรเอทูดีที่ใช้การอินทีเกรต	18
2.3.2.1 แบบสโลปเดี่ยวหรือแบบแรมป์	18
2.3.2.2 แบบสโลปคู่	20
2.3.2.3 แบบชาร์จบาลานซ์	23
2.3.2.4 แบบเดลต้า-ซิกม่า	24
2.3.2.5 ข้อสรุปของเอทูดีแบบอินทีเกรตสัญญาณ	24
2.3.3 วงจรเปลี่ยนสัญญาณเอทูดีที่ใช้วงจรนับและวงจรดี-ทูเอประกอบกัน	24
2.3.3.1 แบบวงจรนับเดี่ยว	24
2.3.3.2 แบบแทร็กกิ้ง	26
2.3.4 วงจรเปลี่ยนสัญญาณเอทูดีแบบใช้การประมาณค่า	26
2.3.5 การสุ่มและการคงค่า	27
บทที่ 3 - การคำนวณออกแบบและการสร้าง	29
3.1 การคำนวณ	29
3.2 การออกแบบ	35
3.2.1 วงจรภาคอินพุท	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.2.2 วงจรภาคหน่วยความจำภาพ	39
3.2.3 วงจรนับ	41
3.2.4 วงจรภาคแยกซิงค์	45
3.2.5 วงจรภาคเลือกแอดเดรส และผลิตความถี่	46
3.2.6 วงจรภาคเอาท์พุท	48
3.2.7 วงจรภาคควบคุมการเขียนข้อมูลภาพ	50
3.2.8 วงจรภาคอินเทอร์เฟส	54
3.3 การสร้าง	57
3.4 การเขียนโปรแกรม	60
3.4.1 การแสดงภาพในโหมด 800 x 600 256 สี	61
3.4.2 การควบคุมเมาส์ในโหมด 800 x 600 256 สี	64
3.4.3 การติดต่อกับสวิทช์เก็บภาพ	65
3.5 วิธีการใช้โปรแกรมเครื่องอ่านลายนิ้วมือ	66
3.6 การจัดแสง	72
บทที่ 4 - การทดลองและผลการทดลอง	73
บทที่ 5 - บทวิจารณ์และสรุป	100
กิตติกรรมประกาศ	103
หนังสืออ้างอิง	104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ และตาราง

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงเวลาในแต่ละเส้นสแกนไลน์ของทางแนวนอนและแนวตั้ง	3
2.2	แสดงการรวมสัญญาณฮอริซอนตัลชิงค์ และฮอริซอนตัลแบลงค์กิ้ง ลงไปในสัญญาณภาพแต่ละเส้น	4
2.3	แสดงการรวมสัญญาณเวอร์ติคัลชิงค์ และเวอร์ติคัลแบลงค์กิ้ง ลงไปในสัญญาณภาพแต่ละฟิลด์	5
2.4	แสดงการสแกนสัญญาณภาพแบบก้าวหน้า	6
2.5	แสดงการสแกนสัญญาณภาพแบบสลับเส้น	7
2.6	วงจรดีทูเอแบบใช้ตัวต้านทานหลายค่า	8
2.7	วงจรเปลี่ยนสัญญาณแบบ R/2R แลดเดอร์	10
	ก. วงจรสมบูรณ์	
	ข. วงจรเสมือนในขณะที่สวิทช์ของบิทที่มีนัยสำคัญสูงสุดปิด	
	ค. วงจรเสมือนในขณะที่สวิทช์ของบิทที่นัยสำคัญรองลงมาปิด	
2.8	วงจรดีทูเอ MC1408 ของโมโตโรลา	12
	ก. บล็อกไดอะแกรม	
	ข. การต่อแรงดันเอาท์พุท	
2.9	วงจรเปลี่ยนสัญญาณดีทูเอแบบไฮบริจด์ของ Datel	13
	ก. ลักษณะภายนอก	
	ข. บล็อกไดอะแกรม	
	ค. แหล่งจ่ายกระแสแบบเรียงค่าไบนารี่	
2.10	แสดงความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการเปลี่ยนสัญญาณ	15
	ก. เชิงเส้น	
	ข. อัตราขยาย	
	ค. ออฟเซ็ต	
2.11	การเกิดเซตตลิ่งไทม์ ของภาคขยายสุดท้ายของวงจรดีทูเอ	16
2.12	(ก) แสดงการต่อวงจรเปรียบเทียบแบบขนาน	17
	(ข) ตารางความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันอินพุทที่เป็นอนาลอก กับเอาท์พุทที่เป็นดิจิตอล	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ และตาราง (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.13	วงจรเปลี่ยนสัญญาณเอทูดีแบบสโลปเดี่ยว	19
	ก. แสดงบล็อกไดอะแกรม	
	ข. ความชันของสัญญาณแรมป์	
2.14	วงจรเปลี่ยนสัญญาณเอทูดีแบบสโลปคู่	20
	ก. แสดงบล็อกไดอะแกรม	
	ข. เอาท์พุทของวงจรอินทีเกรเตอร์เมื่อเทียบกับเวลา	
2.15	วงจรเปลี่ยนสัญญาณแบบเดลต้า - ซิกม่า	24
2.16	วงจรเอทูดีแบบวงจรนับเดี่ยวที่สร้างขึ้นโดยวงจรนับขึ้นและวงจรดีทูเอ	25
2.17	วงจรเอทูดีที่สร้างขึ้นจากวงจรนับขึ้น / ลง และวงจรดีทูเอ	25
2.18	วงจรเปลี่ยนสัญญาณเอทูดีแบบใช้การประมาณค่า	26
2.19	ความผิดพลาดที่เกิดจากการที่สัญญาณอนาลอกทางอินพุทเปลี่ยนแปลงในระหว่างช่วงเวลาการแปลง	27
3.1	แสดงส่วนของภาพที่ต้องการเก็บทั้งฟิลด์คี่และฟิลด์คู่	29
3.2	แสดงโครงสร้างภายในของไอซี CA3318	30
3.3	แสดงการควบคุม CA3318 ด้วยการใช้ขาควบคุมเฟสไปควบคุมระดับลอจิกของสัญญาณนาฬิกา	32
	ก. เมื่อให้ขาควบคุมเฟสเป็น "0"	
	ข. เมื่อให้ขาควบคุมเฟสเป็น "1"	
3.4	แสดงโครงสร้างภายในของ DAC 0800	33
3.5	แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรในส่วนต่างๆ	36
3.6	วงจรภาคอินพุท	38
3.7	วงจรภาคหน่วยความจำภาพ	40
3.8	วงจรภาควงจรนับ	42
3.9	วงจรภาคแยกซิงค์	44
3.10	วงจรภาคเลือกแอดเดรสและผลิตความถี่	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่		หน้า
3.11	วงจรภาคเอาท์พุท	49
3.12	แสดงไดอะแกรมเวลาของการเขียนข้อมูลภาพ	51
3.13	วงจรภาคควบคุมการเขียนข้อมูลภาพ	52
3.14	วงจรภาคอินเทอร์เฟส	55
3.15	แสดงภาพด้านหน้าของวงจรบนแผ่นวงจรพิมพ์เอนกประสงค์	58
3.16	แสดงภาพด้านหน้าของวงจรบนแผ่นวงจรพิมพ์สำเร็จ	59
3.17	แสดงภาพด้านหลังของวงจรบนแผ่นวงจรพิมพ์สำเร็จ	59
3.18	แสดงลักษณะการแสดงผลของการ์ดซุปเปอร์ วีจีเอ	62
4.1	แสดงการเสียบการ์ดกับสล็อตคอมพิวเตอร์	73
4.2	แสดงภาพที่ได้จากจอมอนิเตอร์	74
4.3	แสดงการเปรียบเทียบของสัญญาณระหว่างลายนิ้วมือจากกล้องวีดีโอกับข้อมูลดิจิตอลบิท 2 ที่ได้หลังการแปลงสัญญาณ	74
4.4	แสดงเมนูของโปรแกรมควบคุมการ์ด	75
4.5	แสดงการเก็บภาพเมื่อใช้หลอดไฟ 1หลอด โดยให้ทิศทางของแสงเข้าทางด้านในของนิ้วหัวแม่มือ	77
4.6	แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อจัดแสงตามรูปที่ 4.5	77
4.7	แสดงการเก็บภาพเมื่อใช้หลอดไฟ 1หลอด โดยให้ทิศทางของแสงเข้าทางด้านปลายนิ้วหัวแม่มือ	78
4.8	แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อจัดแสงตามรูปที่ 4.7	78
4.9	แสดงการเก็บภาพเมื่อใช้หลอดไฟ 1หลอด โดยให้ทิศทางของแสงเข้าทางด้านนอกของนิ้วหัวแม่มือ	79
4.10	แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อจัดแสงตามรูปที่ 4.9	79
4.11	แสดงการเก็บภาพเมื่อใช้หลอดไฟ 1หลอด โดยให้ทิศทางของแสงเข้าทางด้านโคนของนิ้วหัวแม่มือ	80
4.12	แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อจัดแสงตามรูปที่ 4.11	80
4.13	แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อใช้หลอดไฟแสงสีขาว	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ หน้า

4.14 แสดงตำแหน่งการจัดแสงโดยใช้หลอดไฟ 2 หลอด 82
4.15 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อจัดแสงตามรูปที่ 4.14 82
4.16 แสดงตำแหน่งการจัดแสงโดยใช้หลอดไฟ 2 หลอด โดยทั้ง 2 หลอด จะอยู่ด้านข้างนิ้วมือ 83
4.17 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อจัดแสงตามรูปที่ 4.16 83
4.18 แสดงตำแหน่งการจัดแสงโดยใช้หลอดไฟ 2 หลอดโดยที่ หลอดหนึ่งฉายที่ปลายนิ้ว อีกหลอด ฉายที่ด้านนอกของนิ้ว 84
4.19 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อจัดแสงตามรูปที่ 4.18 84
4.20 แสดงตำแหน่งการจัดแสงโดยใช้หลอดไฟ 3 หลอด 85
4.21 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อจัดแสงตามรูปที่ 4.20 86
4.22 แสดงตำแหน่งของหลอดนีออนรูปตัว U และ การวางนิ้วมือ 87
4.23 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อใช้หลอดนีออนรูปตัว U 87
4.24 แสดงตำแหน่งของหลอดนีออนรูปตัว L และ การวางนิ้วมือ 88
4.25 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อใช้หลอดนีออนรูปตัว L 88
4.26 แสดงตำแหน่งของหลอดนีออนรูปตัว O และ การวางนิ้วมือ 89
4.27 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อใช้หลอดนีออนรูปตัว O 90
4.28 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อเรากดนิ้วลงบนกระจกแรง 91
4.29 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อเรากดนิ้วลงบนกระจกเบา 91
4.30 แสดงตำแหน่งการจัดแสง ตำแหน่งกล้องและการวางนิ้ว 92
4.31 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อจัดแสงตามรูปที่ 4.30 92
4.32 แสดงตำแหน่งการจัดแสงด้านข้างของปริซึม ตำแหน่งกล้อง และการวางนิ้ว 93
4.33 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อจัดแสงตามรูปที่ 4.32 93
4.34 แสดงตำแหน่งการจัดแสง ด้านข้างของปริซึม โดยใช้ 2 หลอด ตำแหน่งกล้อง และการวางนิ้ว 94
4.35 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อจัดแสงตามรูปที่ 4.34 94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ และตาราง (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.36 แสดงตำแหน่งการจัดแสง เมื่อใช้พลาสติกขาวกั้นระหว่างหลอดไฟกับปริซึม	95
4.37 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อจัดแสงตามรูปที่ 4.36	95
4.38 แสดงการกดนิ้วลงบนปริซึมตามแนวนอน	96
4.39 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อจัดแสงตามรูปที่ 4.38	97
4.40 แสดงภาพนิ้วมือในส่วนที่ขยาย	98
4.41 แสดงการจัดแสงภายในกล่อง	98
4.42 แสดงการจัดแสงภายในกล่อง	99
ตารางที่ 3.1 การจัดสัญญาณเลือกโหมดการทำงานของ HM628128	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญลักษณ์

คำย่อ	ความหมาย
A0 - A16	สัญญาณกำหนดตำแหน่งของหน่วยความจำภาพ
CD0 - CD4	สัญญาณควบคุมการทำงานของการ์ดบิทที่ 0 ถึงบิทที่ 4
/CE1	สัญญาณอีนาเบิลไอซี 1
CE2	สัญญาณอีนาเบิลไอซี 2
CR1	สัญญาณควบคุมการนับทางแนวนอน
CR2	สัญญาณควบคุมการนับทางแนวตั้ง
/CS1	สัญญาณควบคุมไอซี 1 (ของหน่วยความจำภาพ)
CS2	สัญญาณควบคุมไอซี 2 (ของหน่วยความจำภาพ)
/MEMR	สัญญาณควบคุมการอ่านของคอมพิวเตอร์
/MEMW	สัญญาณควบคุมการเขียนของคอมพิวเตอร์
/OE	สัญญาณควบคุมเอาท์พุทของหน่วยความจำภาพ
SA0 - SA19	สัญญาณกำหนดแอดเดรสของคอมพิวเตอร์บิทที่ 0 ถึงบิทที่ 19
SD0 - SD7	สัญญาณข้อมูลของคอมพิวเตอร์บิทที่ 0 ถึงบิทที่ 7
/WE	สัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลสู่หน่วยความจำภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว จะเห็นได้จากเครื่องอำนวยความสะดวกที่ใช้อยู่ในชีวิตประจำวันต่างๆ ตัวอย่าง เช่น การสร้างหุ่นยนต์ที่สามารถทำงานแทนคนในโรงงานอุตสาหกรรม, ระบบโทรทัศน์มือถือ, ระบบโทรศัพท์ภาพ เป็นต้น ปัจจุบันได้มีการศึกษาวิจัยอย่างมากเกี่ยวกับการสร้างตาเทียม, สมองเทียมเริ่มจากการนำเอาข้อมูลภาพที่ได้จากแหล่งกำเนิดภาพ เช่น กล้องวีดีโอ, วีดีโอเทป, เครื่องรับส่งโทรทัศน์ เป็นต้น โดยสัญญาณภาพที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดสัญญาณภาพเหล่านี้จะเป็นสัญญาณภาพแบบอนาลอก (Analog) ต้องนำมาทำการแปลงให้เป็นข้อมูลทางดิจิตอล(Digital) เพื่อนำไปประมวลผลทางคอมพิวเตอร์ต่อไป

การเก็บข้อมูลภาพทางดิจิตอลนั้นเริ่มจากการเก็บข้อมูลภาพ ขนาด 64x64 จุดต่อภาพ(ในแต่ละเส้นสแกนจะทำการเก็บข้อมูลภาพจำนวน 64 จุดภาพและเก็บทั้งหมด 64 เส้นใน 1 ภาพ) ภาพที่ได้เป็นภาพที่หยาบมาก และมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสทำให้มองเห็นรายละเอียดของภาพต่ำมาก ต่อมาได้พัฒนาให้สามารถเก็บข้อมูลได้รายละเอียดของภาพมากขึ้นเป็นลำดับ จนเป็นเครื่องมือเก็บข้อมูลภาพทางดิจิตอลขนาด 256x256 จุดต่อภาพใช้พื้นที่หน่วยความจำในการเก็บข้อมูลภาพทั้งหมด 64 กิโลไบท์ (K byte) ภาพที่ได้มีความละเอียดมากพอสมควร แต่ในงานการวิเคราะห์ข้อมูลภาพบางอย่างต้องใช้ความละเอียดของภาพสูง ตัวอย่างเช่น การสร้างภาพ 3 มิติ , การส่งสัญญาณภาพโทรทัศน์แบบบรอดแคทซ์ (Board cast) เป็นต้น ต่อมาได้พัฒนาเป็นเครื่องเก็บข้อมูลภาพทางดิจิตอลขนาด 512x256 จุดต่อภาพ ใช้พื้นที่หน่วยความจำทั้งหมด 128 กิโลไบท์ ภาพที่ได้มีความละเอียดของภาพเพิ่มขึ้นกว่าเดิม 2 เท่า ก็มากพอสำหรับการนำข้อมูลภาพไปใช้งานที่ต้องการความละเอียดของภาพสูงได้ แต่งานบางชนิดต้องการความละเอียดของภาพสูงมาก เช่น การตรวจสอบวัตถุขนาดเล็กๆ บางๆ เราจำเป็นต้องสร้างเก็บข้อมูลภาพทางดิจิตอลขนาด 512x512 จุดต่อภาพขึ้นมา ซึ่งต้องใช้พื้นที่หน่วยความจำขนาด 256 กิโลไบท์ต่อภาพ 1 ภาพ และข้อมูลที่ได้จะเป็นลักษณะภาพขาวดำ

แนวทางของโครงงานนี้ เป็นการนำเอาเครื่องเก็บข้อมูลภาพทางดิจิตอลขนาด 512x512 จุดต่อภาพมาใช้ร่วมกับกล้องวีดีโอชนิด ซีซีดี (CCD = Charge

เอกสารนี้มีการสงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

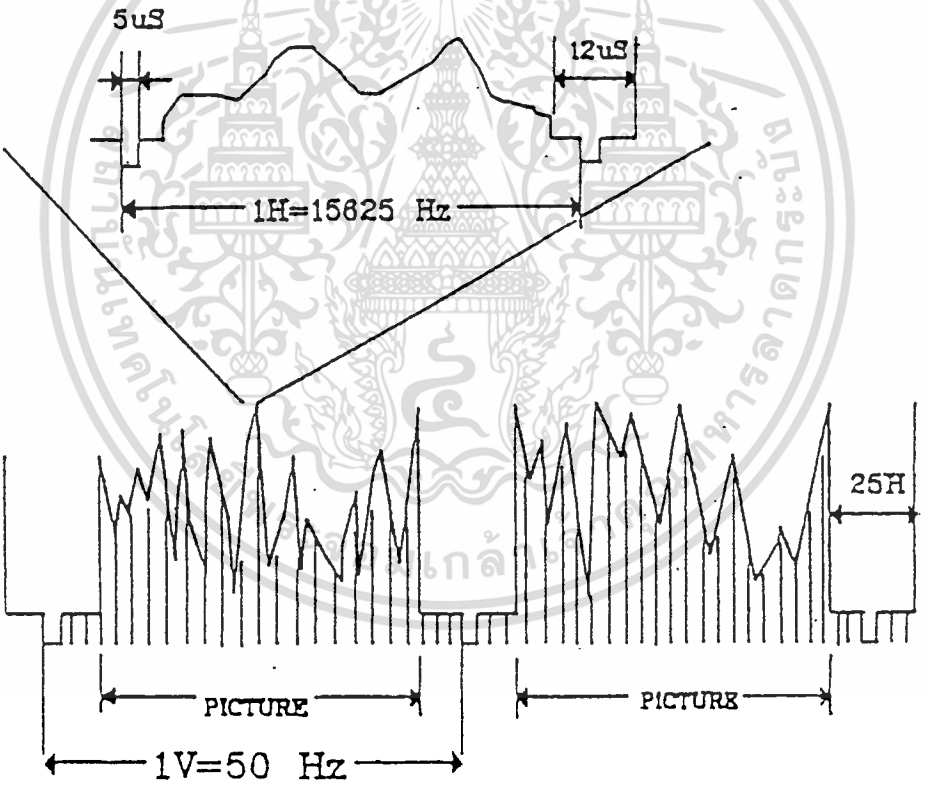
couple Device) ที่มีความละเอียดสูงเพื่อเป็นชุดอ่านลายนิ้วมือโดยจะนำข้อมูลที่ได้ไปบันทึกและนำไปประมวลผลทางคอมพิวเตอร์ต่อไป ทั้งนี้เพื่อให้การอ่านลายนิ้วมือมีความเหมาะสมจึงจำเป็นต้องใช้องค์ประกอบต่าง ๆ เข้ามาเสริมช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 ระบบสัญญาณโทรทัศน์

ก่อนจะกล่าวถึงการเก็บภาพซึ่งเป็นการเปลี่ยนสัญญาณอนาลอก (Analog Signal) เป็นข้อมูลทางดิจิตอล (Digital data) เพื่อใช้ในการประมวลผลในเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น เราควรจะทำความเข้าใจถึงลักษณะของสัญญาณภาพเสียก่อน ซึ่งเราจะอ้างอิงถึงสัญญาณโทรทัศน์ระบบ PAL (Phass Alternating Line System)โดยที่ระบบนี้จะมีคาบเวลาในแต่ละเส้นสแกนไลน์(Scan line) ทั้งในแนวตั้งและแนวนอนอย่างคร่าว ๆ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงเวลาในแต่ละเส้นสแกนไลน์ของทางแนวนอนและแนวตั้ง

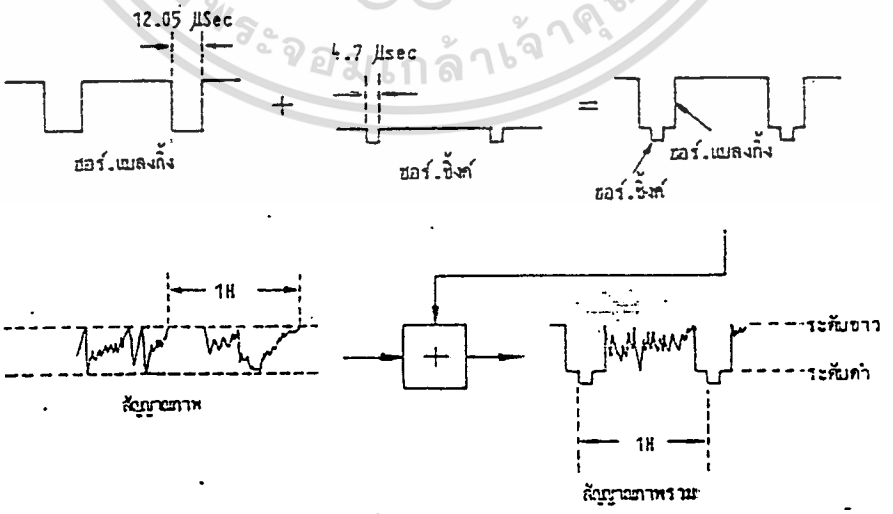
ตามรูปจะถูกเรียกว่าสัญญาณภาพรวม คือในแต่ละเส้นสแกนจะประกอบด้วยสัญญาณรายละเอียดภาพ,สัญญาณซิงค์ (Sync)และสัญญาณแบลงค์กิ้ง(Blanking) สัญญาณรายละเอียดภาพนั้น เป็นแรงดันกระแสสลับที่แปรเปลี่ยนค่าไปตามความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สว่างของภาพ ซึ่งสัญญาณเหล่านี้มีทั้งเส้นสแกนทางแนวตั้งและแนวนอน นอกจากนี้ยังมีสัญญาณอีควอไลซิ่งพัลซ์ในเส้นสแกนทางแนวนอนอีก โดยที่แต่ละสัญญาณมีหน้าที่คือ

สัญญาณฮอริซอนตัลซิงค์ (Horizontal Sync Signal) คือแรงดันช่วงสั้นๆ (พัลซ์) ประมาณ 4.7 ไมโครวินาที เป็นสัญญาณที่มีระดับแรงดันต่ำที่สุด(ต่ำกว่าจุดคัทออฟของหลอดภาพ) ส่งไปยังเครื่องรับ เพื่อเป็นสัญญาณอ้างอิงในการสร้างความถี่ของวงจรสร้างสัญญาณเบี่ยงเบนทางแนวนอนในเครื่องรับ เพื่อให้เกิดการทำงานที่ได้จังหวะกับสัญญาณเบี่ยงเบนทางแนวนอนที่สร้างขึ้นที่สถานีส่ง ตำแหน่งของภาพที่เกิดขึ้นบนจอเครื่องรับจึงถูกต้องตรงกับตำแหน่งของภาพที่ปรากฏที่เครื่องส่งทางแนวนอน สัญญาณนี้จะส่งรวมกับสัญญาณฮอริซอนตัลแบลงค์กิ้ง โดยส่งรวมกับสัญญาณภาพไปในช่วงจังหวะสะบัดกลับทางแนวนอน ซึ่งเป็นจังหวะที่ไม่มีสัญญาณภาพ

สัญญาณฮอริซอนตัลแบลงค์กิ้ง (Horizontal Blanking Signal) คือค่าแรงดันที่มีระดับสูงกว่าฮอริซอนตัลซิงค์ประมาณ 20-30 % มีช่วงเวลาประมาณ 12.05 ไมโครวินาที โดยค่าแรงดันนี้จะอยู่ในระดับคัทออฟของหลอดภาพ ส่งไปยังเครื่องรับเพื่อทำให้หลอดภาพคัทออฟ ในจังหวะสะบัดกลับทางแนวนอนจึงไม่เห็นแสงของเส้นสะบัดกลับทางแนวนอนปรากฏที่หน้าจอ สัญญาณนี้จะส่งร่วมกับฮอริซอนตัลซิงค์ เติมลงไปในสัญญาณภาพตรงช่วงสะบัดกลับทางแนวนอน ซึ่งไม่มีสัญญาณภาพ

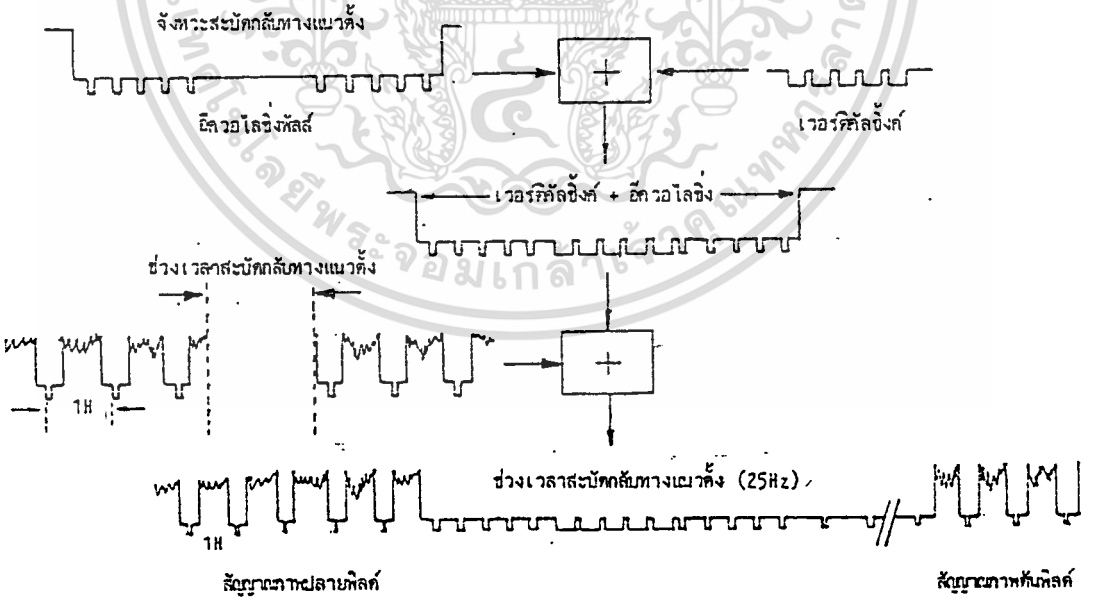


รูปที่2.2 แสดงการรวมสัญญาณฮอริซอนตัลซิงค์ และฮอริซอนตัลแบลงค์กิ้งลงไปในสัญญาณภาพแต่ละเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณเวอร์ติคัลซิงค์ (Vertical Sync Signal) คือสัญญาณที่มีระดับแรงดันเท่ากันกับสัญญาณฮอริซอนตัลซิงค์ แต่ช่วงเวลาในการเกิดแรงดันจะนานกว่าฮอริซอนตัลซิงค์ คือ แบ่งออกเป็นช่วงๆ 5 ช่วง (5 พัลซ์) แต่ละช่วงจะเกิดนานประมาณ 29 ไมโครวินาทีและเว้นระยะห่างกัน 4.7 ไมโครวินาที ส่งไปยังเครื่องรับเพื่อเป็นสัญญาณอ้างอิงสำหรับวงจรเบี่ยงเบนทางแนวตั้ง เพื่อให้สร้างความถี่ออกมาให้สอดคล้องกับสัญญาณเบี่ยงเบนทางแนวตั้งที่สร้างขึ้นทางเครื่องส่ง ตำแหน่งภาพที่หน้าจอเครื่องรับ จะถูกต้องตรงกับตำแหน่งภาพที่เครื่องส่งทางแนวตั้ง สัญญาณภาพนี้จะส่งร่วมกับสัญญาณภาพมาในจังหวะสะบัดกลับทางแนวตั้งซึ่งเป็นจังหวะที่ไม่มีสัญญาณภาพ

สัญญาณอีควอไลซิ่งพัลซ์ (Equalizing Pulse) คือพัลซ์ช่วงเวลาสั้น ๆ ประมาณพัลซ์ละ 2.35 ไมโครวินาทีจำนวน 2 ชุดๆ ละ 5 พัลซ์เติมลงไปน่าหน้าและตามหลังสัญญาณเวอร์ติคัลซิงค์ เพื่อรักษารูปร่างและช่วงเวลาของเวอร์ติคัลซิงค์ให้สมบูรณ์ขณะที่แยกออกจากฮอริซอนตัลซิงค์ อันจะทำให้การสอดแทรกสัญญาณภาพลงไปเปลี่ยนแปลงความสว่างของราสเตอร์ แต่ละพัลซ์ให้เป็นไปอย่างถูกต้อง



รูปที่ 2.3 แสดงการรวมสัญญาณเวอร์ติคัลซิงค์ และเวอร์ติคัลแบลงค์กิ้งลงไปในสัญญาณภาพแต่ละฟิลด์

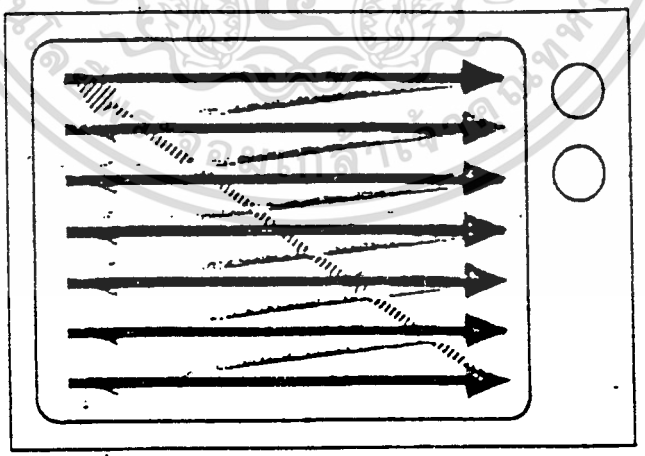
สัญญาณเวอร์ติคัลแบลงค์กิ้ง (Vertical Blanking Signal) เป็นแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดันที่ส่งไปทำให้หลอดภาพคัทออฟในช่วงระยะเวลาสะบัดกลับทางแนวตั้ง เพื่อทำให้มองไม่เห็นแสงที่เกิดจากขอบจอด้านล่างขึ้นไปยังขอบจอด้านบนในจังหวะสะบัดกลับทางแนวตั้ง ซึ่งมีช่วงเวลาประมาณ 25 เส้นสแกนทางแนวนอน (25H) ด้วยเหตุนี้สัญญาณเวอร์ติคัลแบลงค์กิ้งจึงส่งร่วมกับสัญญาณภาพ โดยเติมลงไปตรงกับจังหวะสะบัดกลับทางแนวตั้งของสัญญาณ ซึ่งเป็นจังหวะที่ไม่มีสัญญาณรายละเอียดภาพ

เราจะเห็นได้ว่าการส่งสัญญาณภาพมานั้น จะประกอบด้วยสัญญาณต่าง ๆ หลายตัว ซึ่งการที่จะแสดงภาพออกจอภาพนั้นเราจะอาศัยการกวาดของลำอีเลคตรอนทั้งทางแนวนอนและแนวตั้งซึ่งเรียกว่า การสแกนภาพ โดยการสแกนภาพนี้จะมี 2 วิธี คือ การสแกนแบบก้าวหน้า (Progressive Scanning) และวิธีการสแกนแบบสลับเส้น (Interlaced Scanning)

การสแกนของสัญญาณภาพแบบก้าวหน้า จะเริ่มการสแกนจากเส้นแรกด้านซ้ายมือบนสุดของจอภาพไปทางขวามือสุด และสะบัดกลับมาเริ่มต้นที่ซ้ายมือสุดของเส้นถัดไป ทำเช่นนี้จนถึงเส้นสุดท้ายด้านล่างของจอภาพเป็นการสแกนภาพสัญญาณภาพหมดหนึ่งภาพ หลังจากนั้นจะสะบัดกลับไปเริ่มต้นในเส้นที่ 1 ใหม่ซึ่งจะทับกับเส้นเดิมที่สแกนเสร็จในครั้งแรก และจะทำเช่นนี้ตลอดเวลาที่มีการสแกนสัญญาณที่จอภาพ ดังแสดงในรูปที่ 2.4



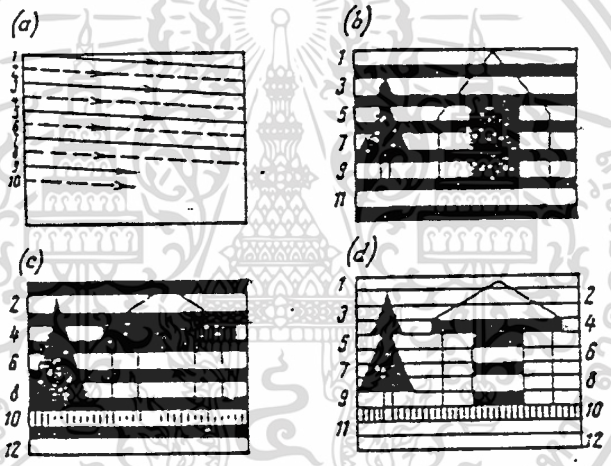
รูปที่ 2.4 แสดงการสแกนสัญญาณภาพแบบก้าวหน้า

การสแกนของสัญญาณภาพในลักษณะนี้ โดยมากจะใช้ในระบบการแสดงผลของไมโครคอมพิวเตอร์ทั่วไปซึ่งลดความยุ่งยากในการอ่านข้อมูลที่จะนำไปแสดงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์

การสแกนของสัญญาณภาพแบบสลับเส้น เนื่องจากการสแกนของสัญญาณภาพแบบก้าวหน้าจะเกิดปัญหาเรื่องการกระพริบของแสงสว่างบนจอภาพ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงใช้การสแกนสัญญาณภาพเป็นแบบสลับเส้น โดยแบ่งการสแกนสัญญาณภาพออกเป็น 2 ฟิลด์ คือ ฟิลด์แรกเป็นการสแกนเส้นคี่ เริ่มจากเส้นสแกนที่ 1 ตรงขอบบนซ้ายสุดไปขวาสุดและจากบนลงล่างจะสิ้นสุดการสแกนในเส้นที่ 287.5 หลังจากนั้นจะสะบัดกลับทางแนวตั้งจำนวน 25 เส้นสแกน โดยมาเริ่มที่เส้นสแกนเส้นคู่ในเส้นที่ 312.5 (ฟิลด์ที่ 2) และสแกนในลักษณะเช่นเดียวกับในฟิลด์แรก ซึ่งจะเป็นการสแกนแทรกระหว่างเส้นสแกนในครั้งแรกดังรูปที่ 2.5 ในการสแกนของสัญญาณภาพในลักษณะนี้จะช่วยลดการกระพริบของภาพบนหน้าจอให้น้อยลงได้



รูปที่ 2.5 แสดงการสแกนสัญญาณภาพแบบสลับเส้น

ในระบบการส่งสัญญาณโทรทัศน์แบบ PAL จะมีเส้นสแกน 625 เส้นต่อภาพ และทำการส่ง 25 ภาพต่อวินาที ดังนั้นความถี่ที่ใช้ในการสแกนเท่ากับ 625x25 = 15,625 เฮริทซ์และการสแกนแยกออกเป็นฟิลด์คี่ 312.5 เส้น ฟิลด์คู่ 312.5 เส้น เมื่อสแกนครบสองฟิลด์ก็จะรวมเป็นสัญญาณภาพ 1 ภาพ (frame)

เนื่องจากกล้องวีดีโอ (ชนิด ซีซีดี) ที่เราใช้เป็นระบบ PAL ซึ่งมีการส่งสัญญาณภาพออกมาเป็นลักษณะฟิลด์คี่และฟิลด์คู่สลับกัน ดังนั้นโครงงานนี้จึงใช้การเก็บและแสดงภาพที่มีการสแกนภาพแบบสลับเส้น

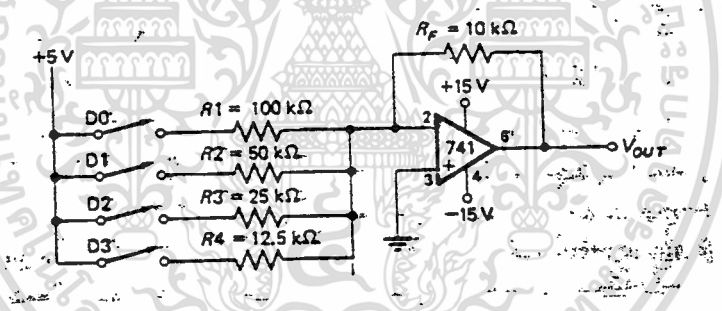
2.2 การแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก

การแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกมีด้วยกันหลายวิธี คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 แบบใช้ตัวความต้านทานหลายค่า (Binary Weighted Resistor D/A Converter)

วงจรเปลี่ยนสัญญาณดีทูเอชนิดนี้ใช้ตัวต้านทานต่างๆ และออปแอมป์ เพื่อเปลี่ยนระดับสัญญาณลอจิก 2 ระดับเป็นแรงดันที่ได้สัดส่วนกัน รูปที่ 2.6 แสดงวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลขนาด 4 บิท ออปแอมป์ที่ใช้มีอัตราขยายสูงมาก (โดยทั่วไปจะสูงกว่า 100,000 เท่า) มีความต้านทานด้านเอาท์พุทต่ำ ความต้านทานด้านอินพุทสูงมาก สิ่งสำคัญที่สุดที่จะต้องตระหนักไว้ก็คือ สัญญาณที่เอาท์พุทถูกป้อนกลับมายังอินพุทแบบกลับเฟส (การป้อนกลับแบบลบ) เพื่อเปรียบเทียบกับสัญญาณที่ขาอินพุทแบบไม่กลับเฟส เอาท์พุทของออปแอมป์จะเป็นตัวจ่าย หรือรับกระแส (Source or Sink) เพื่อให้แรงดันที่เปรียบเทียบกันนั้นมีค่าเดียวกัน วงจรในรูปที่ 2.6 จะต่อขาไม่กลับเฟสลงกราวด์ ดังนั้นที่ขากลับเฟสก็จะมีแรงดัน 0 โวลท์ด้วยโดยไม่ได้ต่อลงกราวด์โดยตรงจึงถูกเรียกว่า กราวด์เทียม (Virtual Ground)



รูปที่ 2.6 วงจรดีทูเอแบบใช้ตัวต้านทานหลายค่า

มาดูกันตอนที่สวิทช์ D0 ปิด ที่ปลายข้างหนึ่งของตัวต้านทาน R1 ซึ่งมีค่า 100 กิโลโอห์มจะมีแรงดัน 5 โวลท์และอีกข้างหนึ่งเป็น 0 โวลท์(กราวด์เทียม) จากกฎของโอห์มจะมีแรงดันตกคร่อม R1 เท่ากับ 5 โวลท์ ซึ่งมีกระแสไหลผ่าน 0.05 มิลลิแอมป์ กระแสนี้ไม่อาจเข้าไปยังอินพุทของออปแอมป์ได้ เนื่องจากออปแอมป์มีความต้านทานอินพุทสูงมาก และไม่สามารถส่งหรือรับกระแสมากๆได้ ดังนั้นกระแส 0.05 มิลลิแอมป์ จึงต้องไหลผ่านไปยังเอาท์พุทโดยผ่านตัวความต้านทานป้อนกลับ RF 10 กิโลโอห์ม ซึ่งจะได้แรงดันเอาท์พุทเท่ากับ (10 กิโลโอห์ม) x -(0.05 มิลลิแอมป์) = -0.5 โวลท์ เพื่อรับกระแสที่ผ่านสวิทช์ D0 และรักษาสภาวะกราวด์เทียมไว้ แต่ถ้าหากยังสงสัยในสภาวะกราวด์เทียมก็ลองวาดเป็น วงจรดิไวเดอร์ที่มีแรงดันข้างหนึ่ง +5 โวลท์ ตรงกลางเป็น 0 โวลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และอีกปลายหนึ่งมีค่า -0.5 โวลท์

เมื่อเปิดวงจรที่สวิทช์ D0 และปิดวงจรที่สวิทช์ D1 (ขณะที่ R2 มีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของ R1) กระแสที่ได้จะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า หรือ 0.1 มิลลิแอมป์ ไหลผ่าน RF กราวด์เทียม และ R2 ทำให้มีแรงดันเอาท์พุท -1 โวลท์ ต่อไปก็ปิดวงจรทั้งที่ D0 และ D1 จะได้กระแส 0.05 มิลลิแอมป์ไหลผ่านความต้านทาน R1 และ 0.1 มิลลิแอมป์ผ่าน R2 รวมกระแสผ่าน RF เป็น 0.15 มิลลิแอมป์ ได้แรงดันเอาท์พุท -1.5 โวลท์

เมื่อเปลี่ยนการปิดเปิดสวิทช์ไปเรื่อยๆ จะได้แรงดันเอาท์พุทค่าต่างๆ กัน กระแสที่ผ่านสวิทช์แต่ละตัวจะถูกรวมกันที่จุดกราวด์เทียม แล้วเปลี่ยนเป็นแรงดันที่เอาท์พุทด้วยตัวความต้านทานป้อนกลับ RF

แรงดันเอาท์พุทจะเพิ่มขึ้นเป็นระดับๆเหมือนขั้นบันได ดังนั้น 4 บิทจึงได้ระดับ 15 ระดับ แต่ละระดับแตกต่างกัน -0.5 โวลท์ อาจกำหนดระยะห่างของแต่ละระดับได้โดยเปลี่ยนขนาดของ RF แต่ถ้า RF มีค่ามากเกินไประดับบนสุดจะขับออปแอมป์ถึงจุดอิ่มตัว (ที่แรงดัน -14 โวลท์)

2.2.2 <u>แบบใช้ตัวความต้านทาน 2 ค่า</u> (R/2R Ladder D/A Converter)

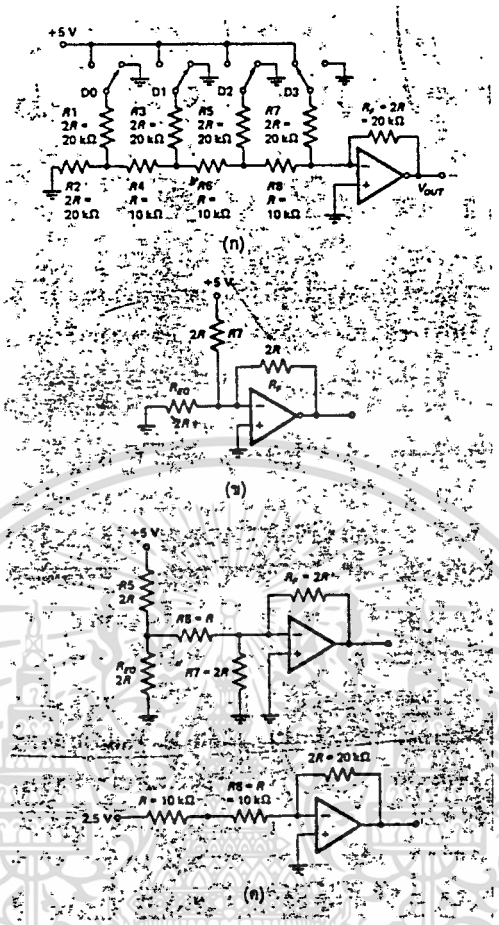
เมื่อวงจรดีทูเอมีขนาดมากกว่า 4 บิท วงจรตามรูปที่ 2.6 จะเกิดปัญหาเนื่องจากต้องการค่าความต้านทานที่มีช่วงกว้างมาก วิธีที่ใช้หลักการไบนารี่เวตเหมือนกัน แต่ใช้ความต้านทานเพียง 2 ค่า แสดงไว้ในรูปที่ 2.7ก. ซึ่งกระแสจะถูกเปลี่ยนค่าแรงดันโดยออปแอมป์และตัวต้านทานป้อนกลับ RF เหมือนวงจรในรูปที่ 2.6 วิธีนี้เรียกว่า การใช้ความต้านทาน 2 ค่า

สังเกตให้ดีจะเห็นว่า หลักการความต้านทาน 2 ค่า ดูไปก็คล้ายกับกฎของเคียร์ชอฟ เพียงแต่ว่าค่าความต้านทานที่ใช้เป็นอัตราส่วนที่ทำให้คำนวณได้ง่าย แรกเลยสมมติว่าสวิทช์ D3 ซึ่งเป็นสวิทช์ในบิทที่มีนัยสำคัญสูงสุดนั้นต่อกับแรงดันอ้างอิง 5 โวลท์ในขณะที่สวิทช์ตัวอื่นปิดลงกราวด์ ดังนั้น R1 และ R2 จึงต่อขนานกันลงกราวด์ สังเกต ตัวความต้านทาน 2R ต่อขนานกับ 2R อีกตัวหนึ่งจึงมีค่าเท่ากับ R ค่า R นี้จะถูกบวกกับ R4 กลายเป็นค่า 2R แล้วขนานกับ R3 ลงกราวด์ การรวมของ R3 และ ตัวความต้านทานก่อนหน้าจึงทำให้เหลือเพียงค่า R ต่ออนุกรมกับ R6 พิจารณาเช่นเดียวกันกับวงจรส่วนที่เหลือก็จะได้เป็นวงจรง่ายขึ้น ดังรูปที่ 2.7ข.

โดยเหตุที่กราวด์เทียมของออปแอมป์มีแรงดัน 0 โวลท์ ทำให้ไม่มีกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

034798



รูปที่ 2.7 วงจรเปลี่ยนสัญญาณแบบ R/2R แลดเดอร์

ก. วงจรสมบูรณ์

ข. วงจรเสมือนในขณะที่สวิทช์ของบิทที่มีนัยสำคัญสูงสุดปิด

ค. วงจรเสมือนในขณะที่สวิทช์ของบิทที่นัยสำคัญรองลงมาปิด

ไหลผ่านค่าความต้านทานเหล่านี้ลงกราวด์ จึงไม่ต้องสนใจส่วนนี้ ดังนั้นแรงดัน 5 โวลท์ ที่ปลายข้างหนึ่งของ R7 ค่า 20 กิโลโอห์ม ทำให้มีกระแส 0.25 มิลลิแอมป์ผ่านที่จุดต่อและผ่าน RF ค่า 20 กิโลโอห์ม แรงดันเอาท์พุทที่ได้จากบิทที่มีนัยสำคัญสูงสุดจึงมีค่า -5 โวลท์

แรงดันที่ได้จากบิทที่มีนัยสำคัญรองลงมาก็หาได้โดยปิดสวิทช์ D2 ไปยัง +5 โวลท์ และ D3 ต่อลงกราวด์ตัวความต้านทานทั้งหมดที่อยู่ทางซ้ายของ R5 ในรูปที่ 2.7ก. ลดรูปลงเหลือเพียง 2R ต่อลงกราวด์ การวิเคราะห์วงจรสามารถนำทฤษฎีของเทวินินมาใช้ได้ โดยมีการแบ่งแรงดันระหว่าง R5 และ 2R ที่ต่อลงกราวด์ ดังรูปที่ 2.7ค. แรงดันของเทวินินคือ แรงดันที่รอยต่อ หรือ 2.5 โวลท์ ตัวความต้านทานเทวินินมีค่าเท่ากับตัวความต้านทาน 2 ตัวต่อขนานกัน (หรือ R)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ที่อยู่ทางด้านซ้ายของ R6 สามารถลดรูปได้เหลือค่า R ต่อกับ 2.5 โวลท์ เราสามารถละทิ้ง R7 ได้เพราะจุดปลายทั้งสองค่าต่อลงกราวด์ ความต้านทานรวมระหว่างที่จุดรวม (จุดกราวด์เทียม) และแรงดันเทวินิน มีค่าเป็น 2R หรือ 20 กิโลโอห์ม กระแสที่จุดรวม คือ 0.125 มิลลิแอมป์ ไหลผ่าน RF 20 กิโลโอห์ม ทำให้เกิดแรงดันเอาท์พุท -2.5 โวลท์ (สำหรับบิทที่มีนัยสำคัญถัดมา)

ด้วยการวิเคราะห์ในทำนองเดียวกันนี้สามารถหาแรงดันเอาท์พุทบิทที่ต่ำลงมาอีกได้ 1.25 โวลท์ และที่ค่าดิจิตอลต่ำสุดได้ 0.625 โวลท์ ในขณะที่ค่าดิจิตอลสูงสุด(สวิทช์ทุกตัวต่อไปที่ +5 โวลท์)ได้เอาท์พุทเต็มสเกลคือ 9.375 โวลท์

แม้ว่าดีทูเอคอนเวอร์เตอร์ แบบ R/2R แลดเดอร์ จะวิเคราะห์ยากกว่าแบบใช้ความต้านทานหลายค่า แต่จะง่ายกว่าสำหรับการต่อวงจรให้ถูกต้องเพราะใช้ค่าความต้านทานเพียง 2 ค่า เท่านั้น จำนวนบิทก็เพิ่มได้โดยเพิ่มส่วนของ R/2R ลงไป วงจรนับ 4 บิทที่เป็น TTL หรือ CMOS อาจนำมาต่อแทนตำแหน่งของสวิทช์ในวงจรรูปที่ 2.7ก. เพื่อให้แรงดันเอาท์พุทเป็นขั้นบันไดได้

2.2.3 <u>แบบใช้ไอซี</u> (Monolithic and hybrid D/A Converter)

โมโนลิทิค (Monolithic) หมายถึง "หินก้อนเดียว" เมื่อนำมาใช้ในวงจรรวมจะเป็นการชี้บอกว่าวงจร ๆ หนึ่งถูกบรรจุอยู่บนสารกึ่งตัวนำเพียงชิ้นเดียว

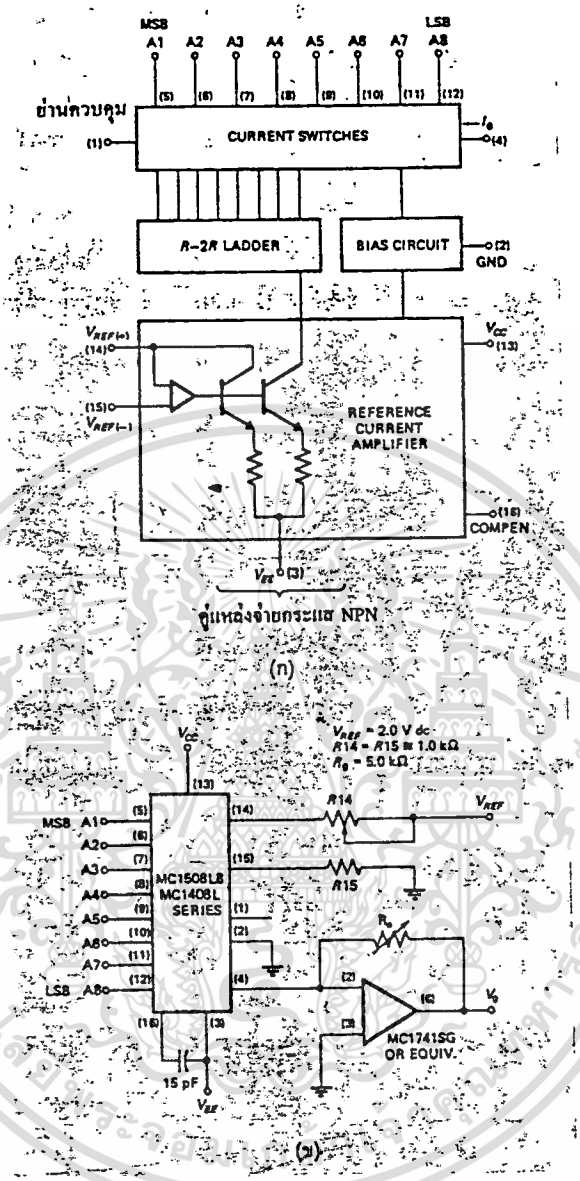
ส่วนไฮบริด (hybrid) บรรจุสารกึ่งตัวนำที่เรียกว่า ชิฟ (chip) เพียงชิ้นเดียวหรือมากกว่ามีตัวต้านทานประกอบวงจรอื่นๆ อยู่ในกรอบของไอซีตัวเดียว

ตัวอย่างวงจรเปลี่ยนสัญญาณดีทูเอโมโนลิทิคขนาด 8 บิท คือ MC1408 ซึ่งมีผังการทำงานดังแสดงในรูปที่ 2.8ก. 1408L เป็นดิพ (DIP=Dual Inline Package) 16 ขา ใช้ VCC +5 โวลท์ และ VEE จาก -5 โวลท์ (ต่ำสุด) ถึง -15 โวลท์ (สูงสุด)

ใน 1408L R/2R แลดเดอร์ แบ่งกระแสที่ได้จากภาคขยายเป็น 8 ระดับขึ้นอยู่กับค่าทางเลขฐานสอง (binary) ทรานซิสเตอร์แบบไบโพล่าร์จะสวิทช์ให้กระแสที่ได้สอดคล้องกับอินพุท A1 ถึง A8 การเรียงจากบิทที่มีนัยสำคัญสูงสุดถึงบิทที่มีนัยสำคัญต่ำสุดจะกลับกันกับของวงจรนับทั่วๆไป แต่วงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอกบางตัวก็จะไม่ได้เรียงอย่างนี้ ดังนั้นควรอ่านคู่มืออย่างละเอียดถี่ถ้วนเสียก่อน

1408 L มีกระแสเอาท์พุทที่สามารถเปลี่ยนเป็นแรงดันได้ด้วยออปแอมป์และตัวต้านทานดังแสดงในรูปที่ 2.8ข. แรงดันนี้สามารถคำนวณโดยใช้สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 วงจรดีทูเอ MC1408 ของโมโตโรลา

ก. บล็อกไดอะแกรม

ข. การต่อแรงดันเอาท์พุท

$$Vout = \frac{Vref}{R14} \times R0 \left[\frac{A1}{2} + \frac{A2}{4} + \frac{A3}{8} + \frac{A4}{16} + \frac{A5}{32} + \frac{A6}{64} + \frac{A7}{128} + \frac{A8}{256} \right]$$

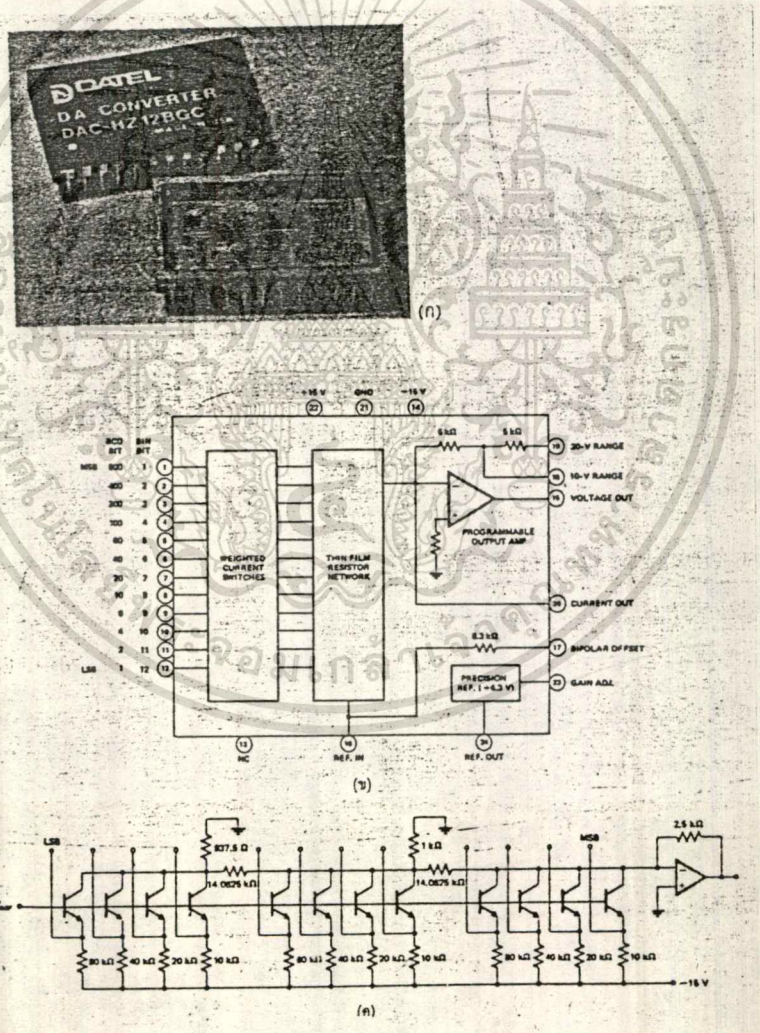
จากค่าที่เลือกไว้จะได้แรงดันเอาท์พุทเต็มสเกล (อินพุท A1 ถึง A8 เป็น "1") คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$2 \text{ โวลท์} \times \frac{5 \text{ กิโลโอห์ม}}{1 \text{ กิโลโอห์ม}} \times \frac{255}{256}$$

ซึ่งเราถือว่าเป็นวงจรเปลี่ยนสัญญาณแบบ 10 โวลท์ เต็มสเกล

ตัวอย่างการนำไปใช้งานของ 1408 L เช่น วงจรกำเนิดเสียงโดยรูปคลื่นเอาท์พุทของวงจรนับ 8 บิท สามารถนำมาต่อกับอินพุทของดีทูเอ เมื่อวงจรนับเริ่มนับ ดีทูเอ คอนเวอร์เตอร์ก็จะให้รูปคลื่นรูปสามเหลี่ยมทางเอาท์พุท ซึ่งประกอบขึ้นด้วยขั้นบันไดเล็ก ๆ ถึง 255 ขั้น ความถี่เอาท์พุทเท่ากับความถี่ของสัญญาณนาฬิกาทางอินพุทหารด้วย 256 คลื่นรูปอื่นๆก็อาจทำได้โดยต่อดีทูเอกับ



รูปที่ 2.9 วงจรเปลี่ยนสัญญาณดีทูเอแบบไฮบริจด์ของ Datel

ก. ลักษณะภายนอก

ข. บล็อกไดอะแกรม

ค. แหล่งจ่ายกระแสแบบเรียงค่าไบนารี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอาท์พุทของหน่วยความจำ ROM หรือ RAM แบบ 8 บิท หน่วยความจำได้ถูกโปรแกรมด้วยค่าเลขฐานสองค่าต่างๆ ดังนั้นเสียงที่ได้จะมีความหลากหลายฟังดูแปลกหู หรือ อาจโปรแกรมเสียงตามที่ต้องการก็ได้ ข้อจำกัดของเสียงที่ออกมาก็ขึ้นอยู่กับจินตนาการของผู้ที่โปรแกรม, จำนวนหน่วยความจำ และความสามารถในการโปรแกรมเอง

ถ้าต้องการใช้งานที่บิทมากกว่านี้ก็อาจเปลี่ยนเป็นของบริษัท Datel เบอร์ DAC-HZ 12 BGC ซึ่งมี 24 ขา รูปร่างได้ถูกแสดงไว้แล้วในรูปที่ 2.9ก. และผังการทำงานได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.9ข. เป็นวงจรเปลี่ยนสัญญาณ 12 บิท ต้องการไฟเลี้ยง +15 โวลท์ และ -15 โวลท์ มีตัวความต้านทานและออปแอมป์รวมไว้ในตัวแล้ว โดยจะให้เอาท์พุทออกมาเป็นกระแสหรือแรงดันก็ได้ แรงดันเต็มสเกลสามารถเปลี่ยนได้ โดยการเปลี่ยนค่าตัวความต้านทานป้อนกลับที่ออปแอมป์

แบบ R/2R แลดเดอร์ใช้ตัวความต้านทาน 2 ตัวต่อ 1 บิท ในขณะที่แบบไบนารี่เวตใช้ 1 ค่าต่อ 1 บิท ข้อเสียของแบบไบนารี่เวตคือ ต้องใช้ค่าตัวความต้านทานที่มีช่วงกว้างมากหากเกินกว่า 4 บิท ปัญหานี้อาจแก้ไขได้โดยใช้ขนาด 4 บิท 3 ชุด กันดังรูปที่ 2.9ค.

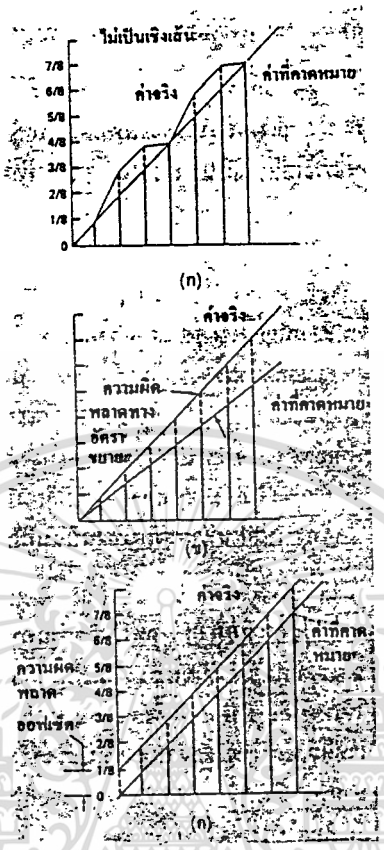
2.2.4 <u>ลักษณะสมบัติของดีทูเอ</u>

ลักษณะสมบัติอันแรกของการแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอกที่จะพูดถึง คือ ความละเอียด (resolution) ซึ่งขึ้นกับจำนวนของบิททางด้านอินพุท ตัวอย่างเช่น วงจรเปลี่ยนสัญญาณ 8 บิท มีระดับเอาท์พุท 2^8 หรือ 256 ระดับ ดังนั้นความละเอียดคือ 1 ใน 256 วงจรเปลี่ยนสัญญาณ 12 บิท มีความละเอียด 2^{12} หรือ 4096 ความละเอียดบางครั้งจะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ คือ 1/4096 = 0.024 %

ลักษณะสมบัติข้อต่อมาคือ ความถูกต้อง (accuracy) ของดีทูเอ ความถูกต้องจากการเปรียบเทียบระหว่างเอาท์พุทจริงและเอาท์พุทที่ปรากฏ โดยคิดที่เต็มสเกล ถ้าวงจรเปลี่ยนสัญญาณมีเอาท์พุทเต็มสเกล 10 โวลท์ มีความถูกต้อง 0.2 % ดังนั้นค่าความผิดพลาดจากสูงสุด คือ 0.002 x 10 โวลท์ หรือ 20 มิลลิโวลท์ ในทางทฤษฎีแล้ว ความถูกต้องของวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอกไม่ควรต่ำกว่า ± 1/2 ของค่าที่ LSB (บิทที่มีนัยสำคัญต่ำสุด)

วงจรเปลี่ยนสัญญาณ 10 บิท จะมีความละเอียด 1/1024 หรือประมาณ 0.1 % และความถูกต้องควรมีค่า 0.05 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 แสดงความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการเปลี่ยนสัญญาณ

ก. เชิงเส้น

ข. อัตราขยาย

ค. ออฟเซ็ต

ความผิดพลาดอาจเกิดขึ้นได้หลายประการในรูปที่ 2.10 แสดงไว้ 3 แบบ ดังนี้ คือ

ความผิดพลาดเชิงเส้น (Linearity errors) เป็นค่าที่ได้จากเอาท์พุทจริงต่างจากเอาท์พุทตามทฤษฎีที่ควรจะเป็นเส้นตรง ความผิดพลาดนี้มักจะมาจากความผิดพลาดจากแหล่งจ่ายกระแสหรือค่าความต้านทาน

ความผิดพลาดทางอัตราขยาย (gain error) ความผิดพลาดนี้ มักเกิดจากความผิดพลาดของตัวความต้านทานป้อนกลับของออปแอมป์ ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนกระแสเป็นแรงดัน

ความผิดพลาดออฟเซ็ตหรือ offset error คือ เมื่ออินพุททุกตัวเป็นศูนย์แล้วเอาท์พุทไม่เป็นศูนย์ทำให้เอาท์พุทมีค่าแรงดันผิดพลาดค่าหนึ่งบวกกับค่าจริงอยู่ตลอดเวลา ดังรูปที่ 2.10ค. ความผิดพลาดนี้เกิดจากความผิดพลาดของการขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

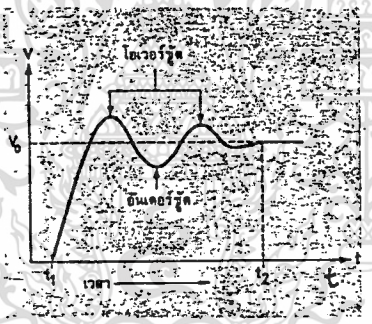
ของออปแอมป์ และกระแสรั่วไหลที่การสวิทช์

ลักษณะสมบัติต่อมาคือ โมโนโทนิค (monotonicity) ซึ่งการที่จะเรียกว่าเป็นโมโนโทนิคก็ต่อเมื่อไม่มีการกระโดดข้ามขั้นตลอดย่านการใช้งาน

ส่วนเวลาเซ็ตเอาท์พุท (Output Setting time) เป็นเวลาที่เอาท์พุทของวงจรเปลี่ยนสัญญาณใช้ในการเพิ่มขึ้นถึง ±1/2 ของ LSB หลังจากมีการเปลี่ยนแปลงทางอินพุท ถ้าวงจรเปลี่ยนสัญญาณถูกใช้งานย่านความถี่สูง อาจทำให้มีการเพิ่มแรงดันไม่ถึงค่าที่ถูกต้องทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้อีกประการหนึ่ง

2.2.5 ข้อจำกัดของดีทูเอ

ในวงจรแปลงดีทูเอจะมีข้อจำกัดอยู่อย่างหนึ่งคือ ค่าเซตตลิ่งไทม์ (Settling time) ของภาคขยายสุดท้ายในวงจร ซึ่งหมายถึงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลอินพุทไม่สามารถปรากฏที่เอาท์พุทได้ทันทีทันใด นั่นแสดงว่าเกิดการล้าหลัง (lag) ของสัญญาณขึ้น ซึ่งการล้าหลังที่เกิดขึ้นนี้จะเป็นตัวบ่งบอกถึงความสามารถในการทำงานได้ที่ความถี่สูงสุดเท่าใด



รูปที่ 2.11 การเกิดเซตตลิ่งไทม์ ของภาคขยายสุดท้ายของวงจรดีทูเอ

ในรูปที่ 2.11 แสดงถึงการเกิดเซตตลิ่งไทม์ ของภาคขยายสุดท้ายของวงจรดีทูเอในขณะเวลา t1 ข้อมูลดิจิตอลที่เข้ามาทางอินพุทเปลี่ยนแปลงไป แรงดันเอาท์พุทจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วไปยังค่าที่ถูกต้อง แต่จะถูกจำกัดโดยค่าสลูว์เรต (Slew rate) ของวงจรขยาย ทำให้แรงดันเอาท์พุทเกิดโอเวอร์ชูต (Over shoot) และอันเดอร์ชูต (Under shoot) จนกระทั่งมีแรงดันเอาท์พุทคงที่ที่ t2 ดังนั้นค่าเซตตลิ่งไทม์จึงมีค่าเวลาตั้งแต่ t1 ถึง t2 ถ้าหากต้องการต่อวงจรขยายใช้งานภายนอกควรคำนึงถึงสิ่งนี้ด้วย เพราะจะมีผลต่อการใช้งานมากโดยเฉพาะที่ความถี่สูง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

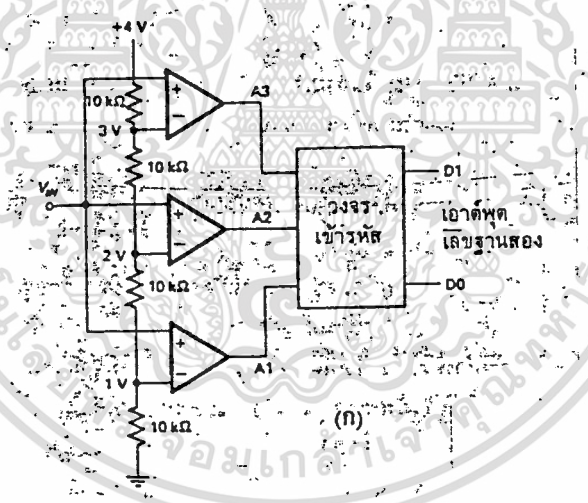
2.3 การแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล

วงจรเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (analog to digital converter) ที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไปมีหลายแบบคือ

2.3.1 แบบใช้วงจรเปรียบเทียบขนานหรือแบบ "แฟลช" (Parallel Comparator Simulteneous "Flash" A/D Converter)

วงจรเอทูดีแบบนี้ ใช้หลักการง่ายๆอีกทั้งยังเป็นวิธีที่รวดเร็วที่สุด คือใช้วงจรเปรียบเทียบที่ต่อขนานกัน ดังรูปที่ 2.12ก. ประกอบด้วยออปแอมป์ที่ต่อเป็นวงจรเปรียบเทียบ และตัวความต้านทานต่อไว้เพื่อแบ่งแรงดันที่ขาอินพุทแบบกลับเฟส (Inverting) ให้มีขนาดต่าง ๆ กัน

จากหลักการของวงจรเปรียบเทียบทั่วไป เมื่อแรงดันอินพุทที่ขาอินพุทแบบไม่กลับเฟส (noninverting) มีค่าสูงกว่าที่ขาอินพุทแบบกลับเฟส เอาท์พุทจะได้แรงดันค่าสูง ดูได้จากตารางรูปที่ 2.12ข. จะเข้าใจยิ่งขึ้นว่าที่แรงดันค่าต่างๆ



(ก)

แรงดันอินพุต V_{in} (โวลต์)	เอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบ			เอาต์พุตเลขฐานสอง	
	A1	A2	A3	D1	D0
0 – 1	0	0	0	0	0
1 – 2	1	0	0	0	1
2 – 3	1	1	0	1	0
3 – 4	1	1	1	1	1

(ข)

รูปที่ 2.12 (ก) แสดงการต่อวงจรเปรียบเทียบแบบขนาน
(ข) ตารางความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันอินพุทที่เป็นอนาลอกกับเอาท์พุทที่เป็นดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีผลต่อเอาท์พุทของวงจรเปรียบเทียบแต่ละตัวอย่างไร ซึ่งเอาท์พุทที่ได้จากวงจรเปรียบเทียบนี้จะนำไปเข้ารหัสให้เป็นเลขฐานสองต่อไป

จำนวนของวงจรเปรียบเทียบที่ต้องใช้ในวงจรนี้ ขึ้นอยู่กับขนาดของสัญญาณอนาลอกที่อินพุท จากวงจรรูปที่ 2.12 ถ้าเกิดแรงดันอินพุทมีค่า 1 โวลท์ ไม่เพียงพอที่จะทำให้วงจรเปรียบเทียบตัวใดให้ค่าเอาท์พุทเป็น "high"

ที่แรงดันระหว่าง 1 ถึง 2 โวลท์ วงจรเปรียบเทียบที่มีระดับเทรชโฮลด์ (threshold) ต่ำสุด ก็จะให้เอาท์พุทเป็น "high" แรงดัน 2-3 โวลท์ วงจรเปรียบเทียบทั้ง A1 และ A2 ให้เอาท์พุทเป็น "high" ถ้าแรงดันอินพุทมากกว่า 3 โวลท์ วงจรเปรียบเทียบก็จะให้เอาท์พุทเป็น "high" ทั้งหมด

เมื่อต้องการวงจรที่ความละเอียดสูงขึ้น จำเป็นต้องใช้วงจรเปรียบเทียบเพิ่มขึ้น เช่น ถ้าต้องการความละเอียด 3 บิท ต้องใช้วงจรเปรียบเทียบ 7 ตัว ความละเอียด 4 บิท ต้องใช้วงจรเปรียบเทียบ 15 ตัว (16 ระดับ) โดยวงจรเปรียบเทียบหาได้จาก $2^N - 1$ เมื่อ N แทนจำนวนบิทหรือความละเอียดที่ต้องการ

จะเห็นได้ว่าที่ความละเอียด 8 บิท ต้องใช้วงจรเปรียบเทียบมากถึง 255 ตัว ซึ่งเป็นข้อเสียของวงจรเอทูดีแบบนี้

ข้อเสียอีกประการหนึ่ง คือ เอาท์พุทที่ได้ไม่เป็นเลขฐานสอง ต้องมีวงจรเพิ่มเติมเพื่อทำการเข้ารหัส

ข้อดีของวงจรเอทูดีแบบขนานนี้คือ ความเร็วสูงมาก บางครั้งจึงเรียกวงจรเอทูดีแบบนี้ว่าแบบ "แฟลช" วงจรเอทูดีชนิดนี้ใช้เวลาในการแปลงได้เร็วในระดับนาโนวินาทีทีเดียว

2.3.2 <u>วงจรเอทูดีที่ใช้การอินทีเกรต</u>

วงจรเปลี่ยนสัญญาณเอทูดีที่ใช้เทคนิคการอินทีเกรตสัญญาณมี 3 แบบ คือ

2.3.2.1 <u>แบบสโลปเดี่ยวหรือแบบแรมป์</u> (Single Ramp or Single Slope A/D Converter)

วงจรเอทูดีแบบนี้แสดงไว้ดังรูปที่ 2.13 ซึ่งประกอบด้วยวงจรกำเนิดสัญญาณแรมป์, วงจรเปรียบเทียบ, วงจรนับบีซีดี หรือ นับเลขฐานสอง

เมื่อเริ่มทำการเปลี่ยนสัญญาณสัญญาณแรมป์ และวงจรนับจะถูกรีเซ็ตให้เป็น "0" แรงดันอนาลอกถูกป้อนไปยังวงจรเปรียบเทียบทางขาอินพุทแบบไม่กลับเฟส เมื่อแรงดันอินพุทที่ขานี้เป็นบวกมากกว่าที่ขาอินพุทแบบกลับเฟส วงจรเปรียบเทียบก็จะให้เอาท์พุทเป็นระดับ "high" ทำให้แอนด์เกตปล่อยสัญญาณนาฬิกาผ่านไปยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรนับได้ และทำให้เริ่มเกิดสัญญาณแรมป์

สัญญาณแรมป์มีแรงดันเป็นบวกขึ้นเรื่อยๆจนมากกว่าระดับแรงดันอินพุทเอาท์พุทของวงจรก็จะตกลงมาเป็นระดับ "Low" บิดแอนด์เกตไม่มีสัญญาณผ่านไปให้วงจรนับ

รูปที่ 2.13 วงจรเปลี่ยนสัญญาณเอทูดีแบบสโลปเดี่ยว

ก. แสดงบล็อกไดอะแกรม

ข. ความชันของสัญญาณแรมป์

วงจรนับจะหยุดนับและเก็บค่าไว้ที่วงจรแลทช์ จากนั้นจึงทำการรีเซ็ตวงจรนับและวงจรกำเนิดสัญญาณแรมป์ สมมติให้สัญญาณนาฬิกามีความถี่ 1 เมกกะเฮริทซ์, วงจรนับบีซีดี 4 หลัก, แรงดันอินพุท 2 โวลท์, สัญญาณแรมป์มีความชัน 1 โวลท์/มิลลิวินาที ดังแสดงในรูปที่ 2.13ข.

จากจุดเริ่มต้นจนถึงแรงดันสูงสุด (2 โวลท์) สัญญาณแรมป์ใช้เวลา 2 มิลลิวินาที หลังจากนั้นจึงปิดสัญญาณนาฬิกาที่ส่งไปให้วงจรนับ ในช่วง 2 มิลลิวินาทีนี้มีการส่งพัลซ์ไปให้วงจรนับทำการนับถึง 2000 ลูก เอาท์พุทของวงจรเปรียบเทียบที่มีระดับ "high" เป็นการส่งสัญญาณให้วงจรแลทช์ส่งค่าที่นับได้ไปยังภาคแสดงผลและเติมจุดทศนิยมที่ตำแหน่งที่เหมาะสมของตัวแสดงผลได้เป็นค่า 2.000 ที่แรงดันอินพุท 2 โวลท์

วงจรแบบนี้เป็นหลักการเบื้องต้นของดิจิตอลโวลท์มิเตอร์ ซึ่งถ้าใช้วงจรนับเลขฐานสองแทนแบบ บีซีดี เอาท์พุทก็จะได้ค่าเลขฐานสองโดยตรง

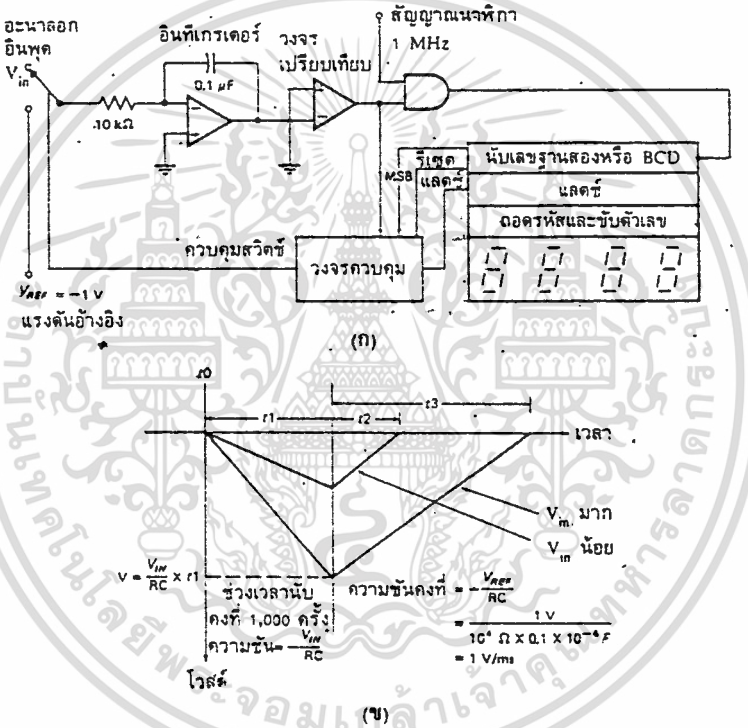
วงจรลักษณะนี้ มักนำไปใช้งานในการเปลี่ยนเวลาเป็นขนาดของสัญญาณ (time to amplitude converter) หรืออาจใช้ในวงจรดิจิตอลโวลท์มิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ไม่ใช้กับงานที่ต้องการความถูกต้องสูง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงในแหล่งกำเนิดสัญญาณแรมป์ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และผลตอบสนองต่อสัญญาณอินพุท ทำให้ไม่มีความคงที่ ดังนั้นจึงมีการปรับปรุงให้ดีขึ้นกลายเป็นแบบสโลปคู่

2.3.2.2 <u>แบบสโลปคู่</u> (Dual Slope A/D Converter)

รูปที่ 2.14ก. แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรเอทูดีแบบสโลปคู่ ซึ่งวงจรส่วนใหญ่คล้ายกับสโลปเดี่ยว แต่มีสวิทช์ที่อินพุทเพิ่มขึ้นเพื่อทำการเลือกระหว่างแรงดันอินพุทกับแรงดันอ้างอิง (วงจรเปรียบเทียบต่อขาสัญญาณอินพุทกลับกันกับแบบสโลปเดี่ยว)



รูปที่ 2.14 วงจรเปลี่ยนสัญญาณเอทูดีแบบสโลปคู่

ก. แสดงบล็อกไดอะแกรม

ข. เอาท์พุทของวงจรอินทีเกรเตอร์เมื่อเทียบกับเวลา

ส่วนแรกของวงจรคือ วงจรกำเนิดสัญญาณแรมป์หรือวงจรอินทีเกรเตอร์นั่นเอง ที่อินพุทแบบกลับเฟสของออปแอมป์มีสภาพเป็นกราวด์เทียม ถ้ามีแรงดันอินพุท 2 โวลท์ จะได้กระแสไหลผ่านตัวความต้านทาน 10 กิโลโอห์มเท่ากับ 0.2 มิลลิแอมป์ ไปยังจุดรวม (Summing point) เนื่องจากค่าความต้านทานอินพุทของออปแอมป์นั้นสูงมาก กระแสที่ไหลจึงเกิดขึ้นผ่านตัวเก็บประจุ

ขณะที่ตัวเก็บประจุทำการชาร์จ (รับประจุ) แรงดันที่เอาท์พุทของออปแอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ หรือนำไปหาประโยชน์ในทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็จะยิ่งเป็นลบมากขึ้นเรื่อยๆ เพื่อรักษาระดับกระแสให้คงที่ แรงดันคร่อมตัวเก็บประจุจึงได้เป็นสัญญาณแรมป์ที่เป็นเชิงเส้น (linear ramp)

ถ้าแรงดันอินพุทเป็นบวกวงจรอินทีเกรเตอร์จะให้เอาท์พุทเป็นสัญญาณแรมป์ทางลบ ค่าแสดงไว้ในช่วง t1 รูปที่ 2.14ข. หากแรงดันอินพุทเป็นลบก็จะทำให้เอาท์พุทได้แรมป์ทางบวก ความชันของสัญญาณแรมป์สามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์ของประจุ q = CV และ q = It โดยจับสองสมการมาเท่ากัน

$$\frac{dV}{dt} = \frac{I}{C}$$

เมื่อรู้ว่ากระแสเท่ากับ $\frac{Vin}{R}$ เราก็จะได้

$$\frac{dV}{dt} = \frac{Vin}{RC}$$

จากรูปให้แรงดันอินพุท +2 โวลท์ ก็จะได้ความชันของสัญญาณแรมป์ทางเอาท์พุทเท่ากับ -2 โวลท์/มิลลิวินาที

จากวงจรในรูปที่ 2.14 อธิบายได้คือ เมื่อสวิทช์ต่อกับสัญญาณอินพุทจะทำให้มีแรงดันบวกจากอินพุทป้อนเข้าสู่วงจรอินทีเกรเตอร์ ได้เอาท์พุทออกมาเป็นแรมป์ทางลบ วงจรเปรียบเทียบก็จะได้แรงดันลบจากวงจรอินทีเกรเตอร์ แล้วให้เอาท์พุทเป็นบวกทำการเปิดแอนด์เกตให้สัญญาณนาฬิกาผ่านเข้าไปสู่วงจรนับ วงจรนับจะนับไปยังค่าที่กำหนดไว้คงที่ (t1) แล้วทำการสับสวิทช์ต่อเข้ากันกับแรงดันอ้างอิง

ในช่วงที่วงจรนับด้วยค่าคงที่นั้นวงจรอินทีเกรตจะให้สัญญาณแรงดันทางลบที่มีค่าไต่สูงสุดตามแต่ระดับแรงดันอินพุท เมื่อทำการสวิทช์อินพุทของวงจรอินทีเกรเตอร์ให้ไปที่แรงดันอ้างอิงค่าลบ เอาท์พุทของวงจรจึงได้เป็นแรมป์ทางบวกในช่วง t2 รูปที่ 2.14ข. พร้อมๆ กับรีเซ็ตชุดของวงจรนับลงเป็นศูนย์เพื่อเริ่มนับใหม่

เมื่อเอาท์พุทของวงจรอินทีเกรตเพิ่มขึ้นถึงแรงดัน 0 อีกครั้ง เอาท์พุทของวงจรเปรียบเทียบก็จะเป็นลบ (หรือเป็นศูนย์) วงจรควบคุมจับการเปลี่ยนแปลงอันนี้ได้ส่งสัญญาณสโตรบให้วงจรนับเก็บค่าที่ได้ไว้ที่วงจรแลทช์ จากนั้นก็รีเซ็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เป็นศูนย์ แล้วทำการสวิทช์ในอินพุทของวงจรอินทีเกรเตอร์ต่อกับแรงดันอินพุท เป็นการเริ่มทำการเปลี่ยนสัญญาณอีกรอบหนึ่ง จำนวนที่นับได้ที่เก็บไว้ในวงจรแลทช์ก็จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงดันอินพุท

สัญญาณแรมป์ทางเอาท์พุทของวงจรอินทีเกรเตอร์ในช่วงเวลาคงที่ t1 จะลดลงสู่แรงดัน V ซึ่ง

$$V = \left[\frac{Vin}{RC} \quad x \quad t1 \right]$$

เพื่อให้กลับไปสู่ระดับ 0 หน้าที่ของวงจรอินทีเกรเตอร์จึงต้องสร้างแรมป์ทั้งทางบวกและทางลบให้เพิ่มขึ้นเท่าๆกัน ในเวลา t2 (ที่เกิดจากแรงดันอินพุทอ้างอิง) แรงดัน V เท่ากับ

$$V = \left[\frac{Vref}{RC} \quad x \quad t2 \right]$$

สูตรทั้งสองของ V สามารถจับมาเท่ากันได้เป็น

$$\frac{Vin}{RC} \quad x \quad t1 = \frac{Vref}{RC} \quad x \quad t2$$

$$Vin \quad x \quad t1 = Vref \quad x \quad t2$$

$$t2 = Vin \quad x \quad \frac{t1}{Vref}$$

เห็นได้ว่า RC ปรากฏอยู่ทั้ง 2 ข้างของสมการ จึงสามารถตัดทิ้งได้ หมายถึง ในช่วงเวลาอินทีเกรตสัญญาณและช่วงเวลาอินทีเกรตอ้างอิงใช้ตัวความต้านทานและตัวเก็บประจุค่าเดียวกัน การเปลี่ยนแปลงของค่าทั้งสองนี้ก็จะไม่มีผลต่อความถูกต้องของสัญญาณเอาท์พุท ซึ่งเป็นข้อดีที่เหนือกว่าแบบสโลปเดียว คือค่าที่ได้ไม่ขึ้นกับความถี่ของรอบการทำงาน สมการสุดท้ายแสดงให้เห็นว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอาท์พุทของวงจรนับในช่วงเวลา t2 เป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงดันอินพุท เมื่อ Vref และ t1 คงที่

จากวงจรในรูปที่ 2.14 t1 มีค่าเท่ากับ 1000 รอบ เมื่อป้อนสัญญาณนาฬิกา 1 เมกกะเฮริทซ์ (หรือ 1/1000 = 1 มิลลิวินาที) และ Vref มีค่า -1 โวลท์ ถ้าค่าสัญญาณอินพุทมีขนาด 2 โวลท์จะได้ช่วงเวลา t2 = 2000 รอบ (2V/1V x 1000) เติมจุดทศนิยมที่อยู่ทางขวาทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ภาคแสดงผลเท่ากับ 2.000

กราฟในรูปที่ 2.14ข. แสดงให้เห็นว่าเมื่อสัญญาณอินพุทน้อยกว่านี้จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง เช่น อินพุท 0.8 โวลท์ t2 จะได้ (0.8V /1V) x 1000 เท่ากับ 800 รอบก็จะอ่านค่าได้ 0.800 หลักการเช่นนี้ถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายในดิจิตอลโวลท์มิเตอร์และเครื่องมืออื่น ๆ อีกหลายชนิด

สรุปได้อีกครั้งว่า แรงดันอินพุทชนิดที่ไม่รู้ค่าถูกป้อนเข้าไปในวงจรอินทีเกรเตอร์เมื่อครบช่วงเวลา t1 วงจรนับจะถูกรีเซ็ตให้เป็น "0" อินพุทของวงจรอินทีเกรเตอร์ก็จะถูกสวิทช์ต่อกลับมาที่แรงดันอ้างอิง (ที่มีแรงดันคงที่) ให้ความชันของสัญญาณแรมป์คงที่เพิ่มขึ้นไปจนถึงระดับ 0 ช่วงเวลา t2 นี้เป็นสัดส่วนโดยตรงกับสัญญาณอินพุท ถ้าดูรูปที่ 2.14ข. อีกครั้ง พิจารณาช่วง t1 ซึ่งเป็นช่วงเวลาคงที่ และ t2 ซึ่งความชันคงที่แล้วจะเข้าใจยิ่งขึ้น

ข้อดีของวงจรเปลี่ยนสัญญาณแบบสโลปคู่นี้คือ ความถูกต้องสูง, ราคาถูก, เสถียรภาพทางด้านอุณหภูมิดี ข้อเสียคือ ความเร็วต่ำ ในการเปลี่ยนสัญญาณ 1 ครั้ง อาจใช้เวลาถึง 100 มิลลิวินาที (ในขณะที่แบบ "แฟลช" ใช้เวลาประมาณ 30 นาโนวินาที)

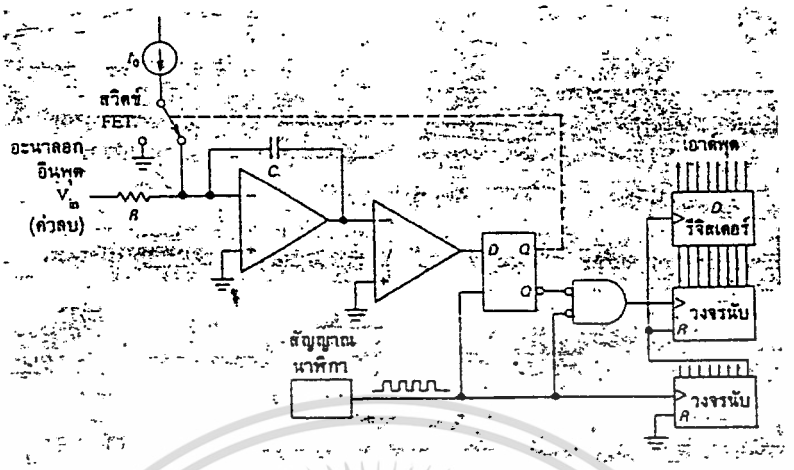
2.3.2.3 <u>แบบชาร์จบาลานซ์</u> (Charge Balance A/D Converter)

วงจรเปลี่ยนสัญญาณเอทูดีแบบชาร์จบาลานซ์ ใช้วงจรสำคัญคล้ายกับแบบสโลปคู่นั่นเอง แต่แทนที่จะให้อินพุทสวิทช์ไปมาระหว่างแรงดันที่ไม่รู้ค่ากับแรงดันอ้างอิง ก็ทำการแทรกพัลซ์ของกระแสอ้างอิงมาตรงๆ ที่จุดรวมของวงจรอินทีเกรเตอร์ในช่วงเวลาที่คงที่ โดยที่จำนวนของพัลซ์จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงดันอินพุทที่ไม่รู้ค่า

ประโยชน์ของเทคนิคนี้คือ แรงดันตกคร่อมตัวเก็บประจุของวงจรอินทีเกรเตอร์จะมีค่าใกล้เคียง 0 โวลท์ ดังนั้นจึงไม่เกิดความผิดพลาดจากผลของกระแสรั่วไหล เอทูดีชนิดนี้จึงมีความถูกต้องสูงกว่าแบบสโลปคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.4 แบบเดลต้า - ซิกม่า (Delta - Sigma A/D Converter)



รูปที่ 2.15 วงจรเปลี่ยนสัญญาณแบบเดลต้า - ซิกม่า

จากวงจรรูปที่ 2.15 เมื่อมีแรงดันอินพุทป้อนเข้าไปที่วงจรอินทีเกรเตอร์ จะให้เอาท์พุทไปเข้าวงจรเปรียบเทียบ เปรียบเทียบกับแรงดันคงที่ (จากรูปคือกราวด์) พัลซ์ของกระแสที่ได้ขึ้นอยู่กับเอาท์พุทของวงจรเปรียบเทียบ โดยสวิทช์ที่ทำขึ้นจากเฟต จะควบคุมให้กระแสเข้าไปยังที่จุดรวมหรือลงกราวด์ ส่วนวงจรนับจะนับจำนวนพัลซ์ด้วยหลักการที่คล้ายกัน

2.3.2.5 ข้อสรุปของเอทูดีแบบอินทีเกรตสัญญาณ

จุดสำคัญของอินทีเกรติ้งเทคนิคคือ อินพุทที่ให้กับวงจรอินทีเกรเตอร์ต้องเป็นกระแส ไอซีคอนเวอร์เตอร์บางตัวอาจมีอินพุทให้สองขา แต่จะมีขาหนึ่งต่อตรงกับจุดรวมใช้กับอุปกรณ์ที่เป็นแหล่งจ่ายกระแสโดยตรง ถ้าให้อินพุทเป็นกระแสก็ไม่ต้องคำนึงถึงแรงดันออฟเซ็ตของวงจรอินทีเกรเตอร์ แต่ถ้าหากใช้กับอินพุทที่เป็นแรงดัน (ที่ต้องมีตัวต้านทานต่ออนุกรมอยู่เพื่อให้ได้เป็นกระแส) ต้องปรับออฟเซ็ตของออปแอมป์เสียก่อน

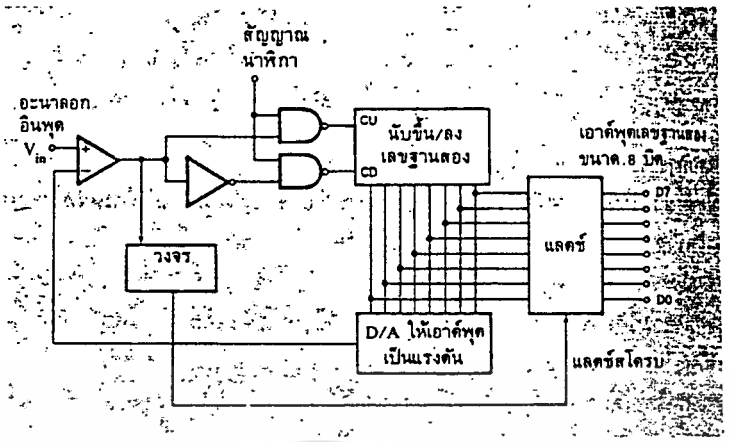
การใช้อินพุทเป็นกระแสทำให้ย่านการใช้งานทางไฟสลับกว้าง ไอซีแบบชาร์จ - บาลานซ์มักประกอบด้วยวงจรแปลงแรงดันเป็นความถี่อยู่ด้วย ดังนั้นหากต้องการเอาท์พุทเป็นความถี่ก็สามารถเลือกได้

2.3.3 วงจรเปลี่ยนสัญญาณเอทูดีที่ใช้วงจรนับและวงจรดีทูเอประกอบกัน

2.3.3.1 แบบวงจรนับเดี่ยว (Single Counter)

โดยแท้จริงแล้วสัญญาณแรมป์เชิงเส้น อาจประกอบขึ้นด้วยสัญญาณขั้นบันไดเล็กๆ จำนวนมาก ที่เกิดจากการต่อเอาท์พุทของวงจรนับเข้ากับวงจรแปลงดีทูเอ โดยขนาดของขั้นบันไดแต่ละขั้นขึ้นอยู่กับจำนวนบิท หรือความละเอียดของวงจรดีทู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

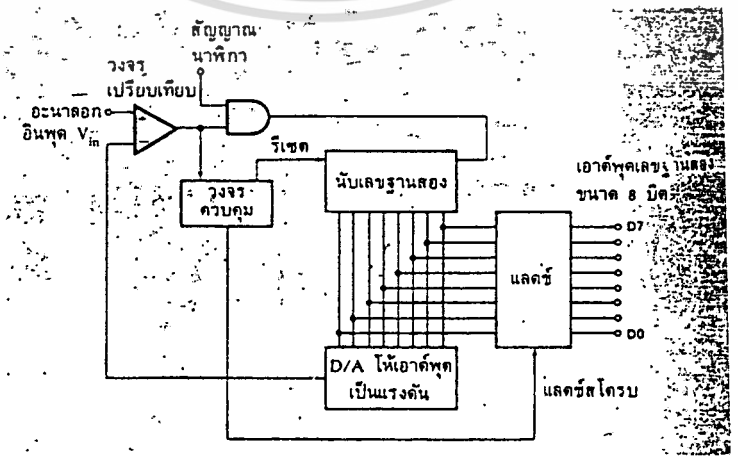


รูปที่ 2.16 วงจรเอทูดีแบบวงจรนับเดี่ยวที่สร้างขึ้นโดยวงจรนับขึ้น และวงจรดีทูเอ

เอนั้น ๆ

รูปที่ 2.16 แสดงการกำเนิดสัญญาณแรมป์เดี่ยวด้วยวงจรนับ และวงจรดีทูเอ (แทนวงจรอินทีเกรเตอร์) เมื่อเริ่มแปลงสัญญาณวงจรนับจะถูกรีเซ็ตเอาท์พุทของวงจรดีทูเอมีระดับ 0 เมื่อแรงดันถูกป้อนเข้าไปยังอินพุทของวงจรเปรียบเทียบ เอาท์พุทก็จะขึ้นสู่ระดับ "high" และเปิดสัญญาณนาฬิกาไปสู่วงจรนับ แต่ละพัลซ์ของสัญญาณนาฬิกา ทำให้เกิดการนับและเพิ่มแรงดันขึ้น 1 ขั้น

เมื่อเอาท์พุทของดีทูเอ มีค่ามากกว่าอินพุท เอาท์พุทของวงจรเปรียบเทียบก็จะกลายเป็น "Low" ทำให้สัญญาณนาฬิกาไม่อาจผ่านไปยังวงจรนับได้ ดังนั้นวงจรควบคุมจะทำการแลทช์เอาท์พุทของวงจรนับและรีเซ็ตวงจรนับให้เริ่มต้นรอบใหม่อีกครั้งหนึ่ง



รูปที่ 2.17 วงจรเอทูดีที่สร้างขึ้นจากวงจรนับขึ้น / ลง และวงจรดีทูเอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

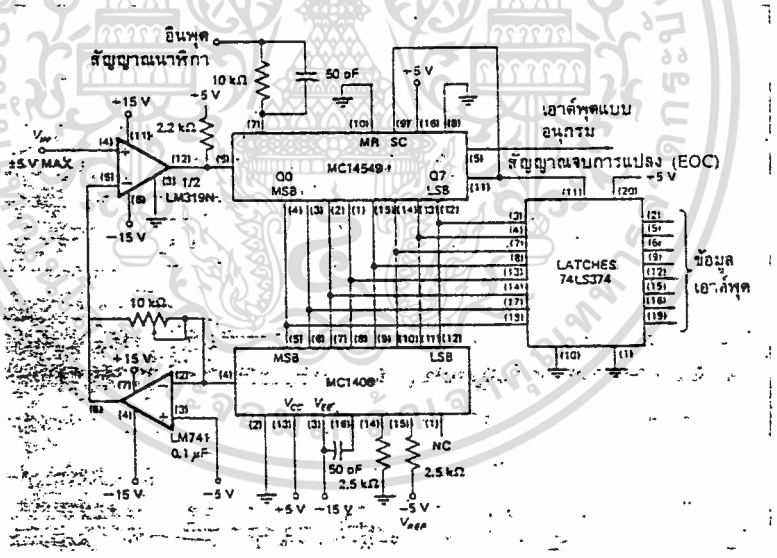
2.3.3.2 <u>แบบแทร็กกิ้ง</u> (Tracking A/D Converter)

การทำงานจะคล้ายกับแบบใช้วงจรนับเดี่ยว แต่การนับจะไม่ได้เริ่มจากศูนย์ แต่จะทำการนับขึ้นหรือนับลงจากค่าหลังสุดไปยังค่าใหม่ แล้วแต่ว่าแรงดันอินพุทในรอบใหม่มีค่าสูงกว่าหรือต่ำกว่าค่าที่แล้ว

ข้อดีของเอทูดีแบบนี้ คือ ทำงานได้เร็วขึ้น

2.3.4 <u>วงจรเปลี่ยนสัญญาณเอทูดีแบบใช้การประมาณค่า</u> (Successive Approximation A/D Converter)

วงจรเอทูดีแบบนี้มีข้อได้เปรียบทางด้านความละเอียดเพราะความละเอียด n บิทสามารถกำหนดได้จากสัญญาณนาฬิกา n ลูก ตัวอย่างเช่น วงจรแปลงขนาด 8 บิท ต้องการพัลซ์ของสัญญาณนาฬิกาเพียง 8 ลูก ในขณะที่แบบใช้วงจรนับต้องใช้พัลซ์ถึง 256 ลูก วงจรเอสเอ (SA = Successive Approximation) นี้แสดงไว้ดังรูปที่ 2.18 หัวใจของวงจรคือ เอสเออาร์ เบอร์ MC14549 ที่มีการทำงานดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.18 วงจรเปลี่ยนสัญญาณเอทูดีแบบใช้การประมาณค่า

เมื่อเริ่มทำการเปลี่ยนสัญญาณ พัลซ์ลูกแรกจะทำการส่งบิทนัยสำคัญสูงสุดไปยังดีทูเอเบอร์ MC1408 โดยเอสเออาร์ จะรอสัญญาณจากวงจรเปรียบเทียบ LM319 ซึ่งทำการตรวจสอบว่าเอาท์พุทของวงจรดีทูเอมากกว่าหรือน้อยกว่าแรงดันอินพุท ถ้าเอาท์พุทของวงจรเปรียบเทียบมีระดับ "high" เอาท์พุทของดีทูเอจึงต่ำกว่าแรงดันอินพุท เอสเออาร์ จะทำการเก็บบิทที่มีนัยสำคัญสูงสุดไว้ ถ้าเอาท์พุทของวงจรเปรียบเทียบเป็น "Low" เอาท์พุทของดีทูเอจึงมากกว่าแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินพุท เอสเออาร์จะทำการรีเซ็ตบิทที่มีนัยสำคัญสูงนั้น

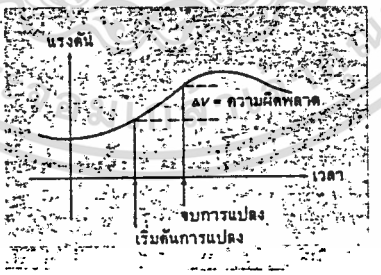
พัลซ์ลูกต่อมาก็ทำงานเช่นเดียวกัน โดยบิทที่ได้คือ บิทที่มีนัยสำคัญรองลงมา เอสเออาร์ ทำงานแบบนี้ไปจนถึงบิทที่มีนัยสำคัญต่ำสุด แต่ละบิทใช้สัญญาณนาฬิกาเพียงลูกเดียวครบทุกบิทแล้ว เอสเออาร์ จะทำการส่งสัญญาณ อีโอซี (EOC = End Of Conversion) ออกไป

สัญญาณ อีโอซี เป็นตัวบอกว่าสายสัญญาณเอาท์พุทที่ขนานกันมาทุกเส้นมีข้อมูลดิจิตอลของสัญญาณอินพุทครบถ้วนแล้ว ถ้าสัญญาณ อีโอซี ถูกต่อไปยังอินพุทที่เป็นจุดเริ่มการเปลี่ยนสัญญาณ การเปลี่ยนสัญญาณก็จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอด MC14549 ยังสามารถส่งเอาท์พุทดิจิตอลแบบอนุกรมได้อีกด้วยขึ้นอยู่กับการควบคุมของ เอสเออาร์

วงจรในรูปที่ 2.18 ใช้แรงดันอินพุทสูงสุด 5 โวลท์ อินพุทแบบไม่กลับเฟสของออปแอมป์ทำหน้าที่เปลี่ยนกระแสเป็นแรงดันต่อเข้ากับ -5 โวลท์ แทนที่จะต่อลงกราวด์เป็นการยกระดับแรงดันจาก -5 โวลท์ ถึง +5 โวลท์ แทน 0 ถึง 10 โวลท์ สัญญาณไฟสลับรูปซายน์จึงสามารถต่อโดยตรงเข้ากับอินพุทของเอทูดี วงจรนี้ได้

วงจรแปลงเอทูดีชนิดนี้มีความเร็วสูงและความละเอียดสูง จึงเป็นวงจรที่นำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย

2.3.5 <u>การสุ่มและการคงค่า</u> (Sample and Holds)



รูปที่ 2.19 ความผิดพลาดที่เกิดจากการที่สัญญาณอนาลอกทางอินพุทเปลี่ยนแปลงในระหว่างช่วงเวลาการแปลง

วงจรแปลงเอทูดีต้องการเวลาในการแปลงสัญญาณ หรือที่เรียกว่า คอนเวอร์ชั่นไทม์ (Conversion time) เพื่อเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลที่เหมาะสม ถ้าสัญญาณอนาลอกมีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างช่วงเวลาการแปลง เอาท์พุทของวงจรเปลี่ยนสัญญาณอาจเกิดความผิดพลาดจึงต้องมีการป้องกัน

เอกสารนี้มีการสงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยวงจรสุ่มและคงค่าสัญญาณเพื่อใช้จับสัญญาณอนาลอกที่จุดเริ่มต้นของการเปลี่ยนสัญญาณแล้วเก็บไว้ในตัวเก็บประจุระหว่างช่วงเวลาการแปลง หลังจากที่การเปลี่ยนสัญญาณเสร็จสิ้น จึงจับสัญญาณอนาลอกเข้ามาเก็บไว้อีกครั้งเป็นเช่นนี้ตลอดไป เราจึงมักได้พบเห็นวงจรสุ่มและคงค่าสัญญาณปรากฏคู่กับวงจรเอทูดีอยู่เสมอ

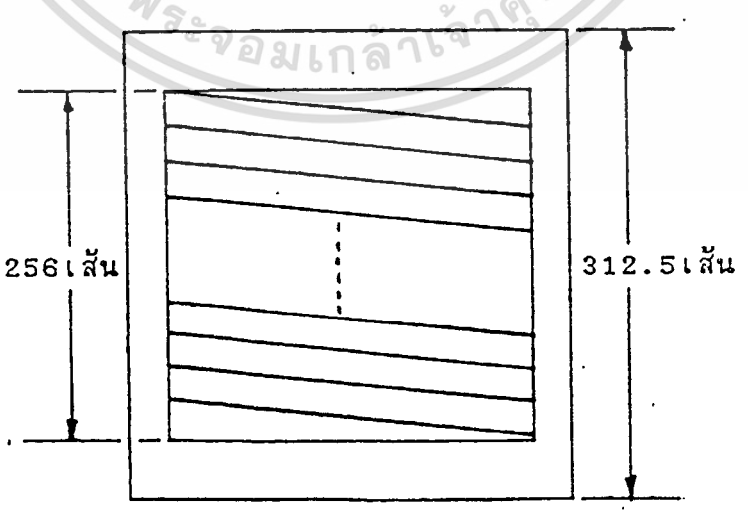
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณออกแบบและการสร้าง

3.1 การคำนวณ

ในโครงงานนี้เราจะใช้การเก็บข้อมูลภาพผ่านกล้องวีดีโอชนิด ซีซีดี ด้วยขนาดข้อมูล 512 x 512 จุดต่อภาพ จากบทก่อนที่กล่าวไว้เราจะใช้การเก็บภาพแบ่งเป็นการเก็บภาพฟิลด์คี่และการเก็บภาพฟิลด์คู่ (เพราะสัญญาณจากกล้องวีดีโอมีการสแกนภาพแบบสลับเส้น) ซึ่งการเก็บลักษณะนี้จะให้รายละเอียดของภาพมากกว่าการเก็บภาพฟิลด์คี่หรือฟิลด์คู่ เพียงฟิลด์เดียวเท่านั้น

การเก็บภาพแต่ละจุดจะใช้เวลา 100 นาโนวินาที เนื่องจากสัญญาณภาพที่แสดงนั้นจะมีความถี่ 15,625 Hz (64 μs) ต่อ 1เส้นสแกน ซึ่งจะแบ่งออกเป็นสัญญาณสะบัดกลับประมาณ 20 % ดังนั้นสัญญาณภาพที่ปรากฏที่จอจริง ๆ คือ 1/15625 x 80/100 = 51.2 ไมโครวินาที ดังนั้นถ้าเราจะเก็บภาพขนาด 512 จุดต่อ 1 เส้นสแกน เราต้องใช้เวลาในการเก็บภาพต่อจุดเท่ากับ 51.2/512 = 100 นาโนวินาที (10 เมกกะเฮริทซ์) นอกจากนี้เราจะเก็บภาพทางแนวตั้งเพียง 256 เส้นต่อหนึ่งฟิลด์ (จากปกติสัญญาณภาพจะมีจำนวน 312.5 เส้นต่อหนึ่งฟิลด์) ดังนั้นถ้าเราเก็บภาพทั้งฟิลด์คี่ และฟิลด์คู่เราจะได้ภาพขนาด 512 x 512 จุดต่อหนึ่งภาพเราสามารถแสดงลักษณะของการเก็บได้ดังรูปที่ 3.1



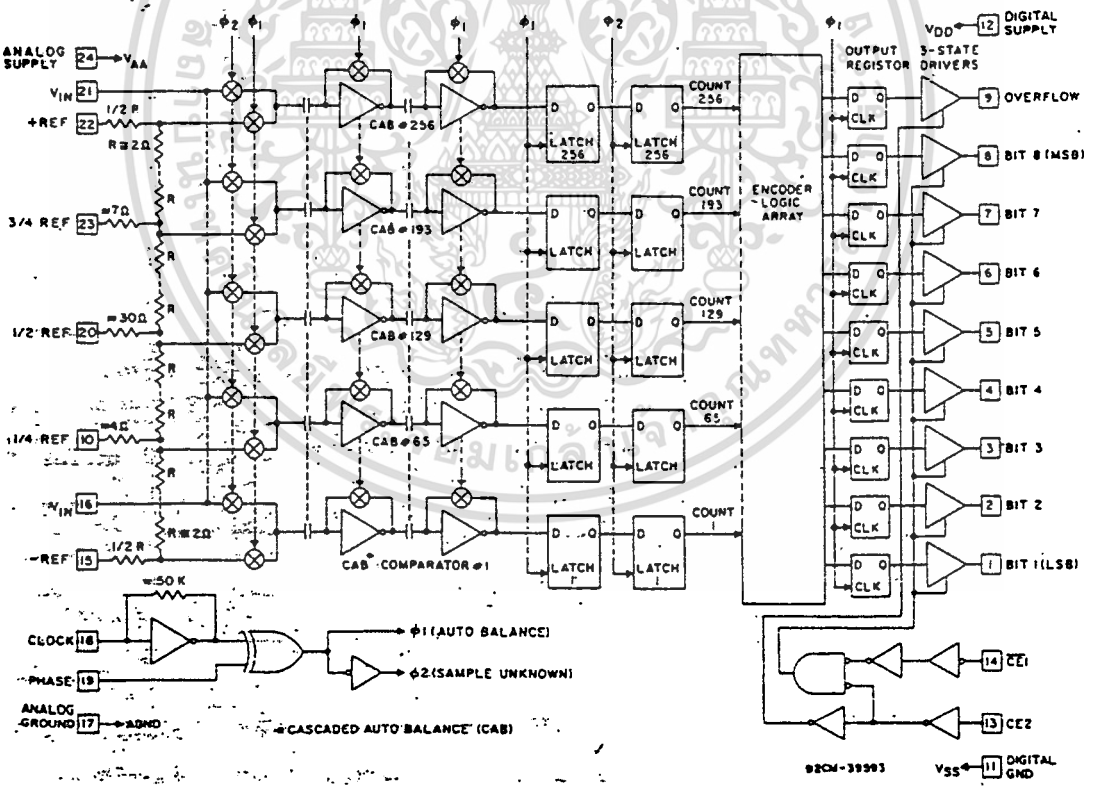
รูปที่ 3.1 แสดงส่วนของภาพที่ต้องการเก็บทั้งฟิลด์คี่และฟิลด์คู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเก็บภาพนั้นสัญญาณภาพจะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อที่จะเก็บบันทึกลงสู่หน่วยความจำภาพ สัญญาณที่ได้จากกล้องวีดีโอนั้นเวลาที่ใช้การสแกนในแต่ละภาพใช้เวลาสั้นมาก ซึ่งแต่ละฟิลด์จะใช้เวลาเพียง 20 มิลลิวินาที ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ไอซีสำเร็จรูปที่ทำหน้าที่ แปลงสัญญาณอนาลอกให้เป็นดิจิตอลที่สามารถทำงานที่ความถี่สูงได้ (มากกว่า 10 เมกกะเฮริทซ์) จากข้อมูลเราพบว่าไอซีแปลง สัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลที่มีขายในท้องตลาด (ในเมืองไทย) เบอร์ CA3318 เป็น ไอซีแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลที่สามารถทำงานที่ความถี่สูงตามที่เราต้องการ โดยให้เอาท์พุทขนาด 8 บิท ซึ่งมีข้อมูลดังนี้

ไอซีเบอร์ CA3318 เป็นไอซีสำเร็จรูปที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลแบบ แฟลชขนาด 8 บิท มีความเร็วในการแปลงสัญญาณสูงมาก มีขนาด 24 ขา

โครงสร้างและการทำงานของ CA3318 แสดงได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงโครงสร้างภายในของไอซี CA3318

ชุดสวิทช์อีเล็กทรอนิกส์ (ส่วนที่เห็นเป็นวงกลมที่มีกากบาทอยู่ภายใน) ทำการสุ่มสัญญาณเข้ามาสู่ชุดตัวเปรียบเทียบทั้ง 256 ชุด ที่ได้กำหนดไว้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลทั้งหมดจากตัวเปรียบเทียบ (ที่เป็น "0" หรือ "1") ส่งเข้า ดีฟลิปฟลอปทำหน้าที่เป็นชิพรีจีสเตอร์ทำงานในโหมดสัญญาณนาฬิกา(ตอบสนองต่อสัญญาณนาฬิกาเฉพาะช่วงขอบขาขึ้น และขอบขาลงของพัลซ์เท่านั้น) จะทำการแลทช์ไว้ชั่วขณะจนกว่าจะมีข้อมูลใหม่เข้ามาถึงจึงจะเลื่อน (shift)ข้อมูลนั้นส่งเข้าชุดเข้ารหัส (Encoder Logic Array) เพื่อแปลงข้อมูลทั้ง 256 ค่าออกเป็นข้อมูลดิจิตอลขนาด 9 บิท (รวมบิทเกินด้วย) ส่งต่อไปยังเอาท์พุทรีจิสเตอร์ ซึ่งเป็นดีฟลิปพลอป ก่อนส่งไปยังตัวขับ 3.สถานะเป็นเอาท์พุทต่อไป เอาท์พุทนี้สามารถควบคุมได้โดย \CE1 และ CE2

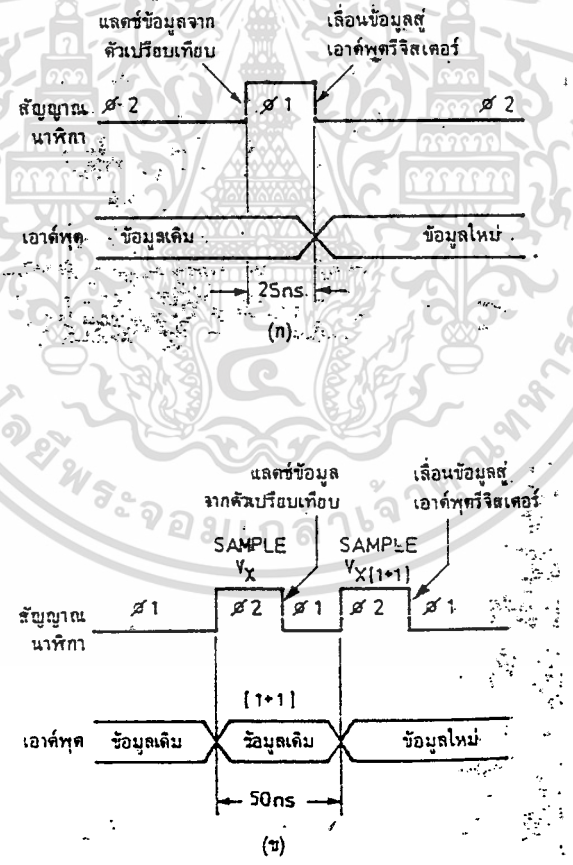
คุณสมบัติของ CA3318 มีดังนี้

- ใช้เทคโนโลยี ซีมอส/เอสโอเอส (CMOS/SOS)
- ใช้เทคนิคการแปลงข้อมูลแบบขนาน
- อัตราการแปลงข้อมูล 15 ล้านการสุ่มต่อวินาที(15 MSPS = Million Sampling Per Second)
- ให้เอาท์พุทขนาด 8 บิท
- ใช้แหล่งจ่ายไฟชุดเดียว 4 โวลท์ ถึง 6.5 โวลท์
- แยกระบบกราวด์ของอนาลอกกับดิจิตอลออกจากกันโดยเด็ดขาด
- กำลังงานสูญเสีย 200 มิลลิวัตต์
- แรงดันอินพุทอยู่ในช่วง 0 - 6.4 โวลท์
- สัญญาณนาฬิกา 20 เมกกะเฮริทซ์

CA3318 ใช้เทคนิคการแปลงข้อมูลเป็นลำดับแบบขนาน (Sequential Parallel Technique) โดยอาศัย การจัดระดับของสัญญาณนาฬิกาไปควบคุมจังหวะในการทำงานของส่วนต่างๆให้สอดคล้องกัน จากรูปที่ 3.2 แสดงโครงสร้างภายใน ขาป้อนสัญญาณนาฬิกา (ขา 18)และขาควบคุมเฟส (ขา19) ต่อกับวงจรลอจิกเกตชุดหนึ่ง ซึ่งวงจรนี้ทำหน้าที่จัดสัญญาณนาฬิกาให้แบ่งออกเป็น 2 เฟส คือ $\phi 1$ (Auto Balance) และ $\phi 2$ (Sample Unknown)เฟสทั้งสองนี้จะถูกจัดให้อยู่ในช่วงลอจิก "0" หรือ "1" ของสัญญาณนาฬิกา (ใน 1 คาบ-เวลา) การจัด $\phi 1$ และ $\phi 1$ ให้อยู่คนละช่วงของสัญญาณนาฬิกาซึ่งถูกกำหนดด้วยขาควบคุมเฟส ทำให้เราสามารถควบคุมความเร็วในการแปลงสัญญาณของ CA3318 ให้เปลี่ยนแปลงตามสัญญาณนาฬิกาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราสามารถใช้ขาควบคุมเฟส ควบคุมความเร็วในการแปลงสัญญาณของ CA3318 ได้ 2 วิธี คือ วิธีแรกโดยการป้อนลอจิก "0" เข้าที่ขาควบคุมเฟส แสดงดังรูปที่ 3.3ก. $\phi 1$ ถูกจัดให้อยู่ในลอจิก "1"และ $\phi 2$ ถูกจัดให้อยู่ในลอจิก "0" ของสัญญาณนาฬิกา ข้อมูลจากตัวเปรียบเทียบจะถูกแลทช์ไว้ที่ขอบขาขึ้นของพัลซ์ $\phi 2$ และเมื่อถึงขอบขาลงของ $\phi 1$ ข้อมูลจะถูกเลื่อนเข้าสู่รีจีสเตอร์ต่อไป วิธีการแปลงแบบนี้ข้อมูลเสร็จสิ้นภายในครึ่งคาบของสัญญาณนาฬิกาเท่านั้น วิธีที่สอง โดยป้อนลอจิก "1" เข้าที่ขาควบคุมเฟสเช่นกันแสดงดังรูปที่ 3.3ข. $\phi 1$ ถูกจัดให้อยู่ในลอจิก "0" และ $\phi 2$ ถูกจัดให้อยู่ในลอจิก "1" ของสัญญาณนาฬิกา เมื่อถึงช่วงขาขอบขาลงของพัลซ์ $\phi 2$ ข้อมูลจากตัวเปรียบเทียบจะถูกแลทช์ไว้จนกว่าจะถึงช่วงขอบขาขึ้นของพัลซ์ $\phi 2$ ลูกต่อมา จึงจะทำการเลื่อนข้อมูลส่งเข้า



รูปที่ 3.3 แสดงการควบคุม CA3318 ด้วยการใช้ขาควบคุมเฟสไป ควบคุมระดับลอจิกของสัญญาณนาฬิกา

ก. เมื่อให้ขาควบคุมเฟสเป็น "0"

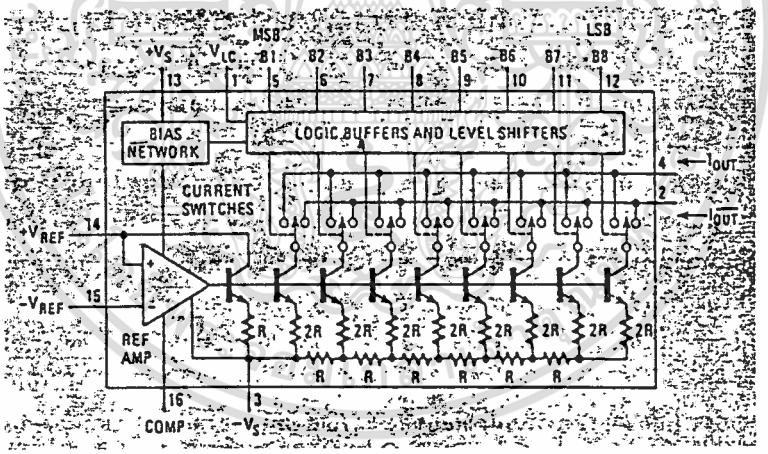
ข. เมื่อให้ขาควบคุมเฟสเป็น "1"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอาท์พุทรีจิสเตอร์ วิธีนี้จะแปลงสัญญาณเสร็จสิ้นภายใน 1 คาบเวลาของสัญญาณนาฬิกา จะเห็นได้ว่าวิธีแรกใช้เวลาในการแปลงสัญญาณน้อยกว่าวิธีที่สอง ซึ่งโครงงานนี้จะนำวิธีการควบคุมวิธีแรกมาใช้

เพื่อให้เราสามารถดูลักษณะของภาพที่ได้หลังจาก การแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลเราจำเป็นต้องใช้ไอซีแปลงสัญญาณจากดิจิตอลเป็นอนาลอก โดยที่ไอซีตัวที่ทำหน้าที่นี้ต้องสามารถทำงานที่ความถี่สูงคือ 10 เมกกะเฮริทซ์ได้และต้องมีขนาดของข้อมูลอินพุท 8 บิท จากการหาข้อมูลมาไอซีเบอร์ DAC 0800 สามารถทำงานตามที่ต้องการได้ ซึ่งมีข้อมูลดังนี้

DAC 0800 เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณดิจิตอล 8 บิทให้เป็นสัญญาณอนาลอกความเร็วสูง (มีการจัดการภายใน 100 นาโนวินาที) โดยที่เอาท์พุทที่ได้จะมีลักษณะเป็นกระแสเอาท์พุทที่เป็นสัดส่วนกับข้อมูลดิจิตอลอินพุท ซึ่งกระแสเอาท์พุทจะมีลักษณะเป็นคอมพลีเมนต์กันด้วย นอกจากนี้ยังยอมให้แรงดันระหว่างขาเอาท์พุททั้งสองแตกต่างกันได้ถึง 20 โวลท์พีทูพี การทำงานของ DAC 0800 จะเป็นชนิด R-2R ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงโครงสร้างภายในของ DAC 0800

คุณสมบัติของ DAC 0800 มีดังนี้

- มีการจัดการภายในที่เร็ว คือ 100 นาโนวินาที
- การผิดพลาดขณะแสดงค่าสูงสุด คือ ±1 LSB
- การเปลี่ยนแปลงต่ออุณหภูมิไม่เป็นเชิงเส้น คือ ±0.1 %
- ให้สัญญาณเอาท์พุทได้ในช่วง -10 V ถึง +18 V
- มีสัญญาณกระแสเอาท์พุทแบบคอมพลีเมนต์
- ต่อใช้งานได้โดยตรงกับไอซีชนิด TTL, CMOS, PMOS และอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สามารถทำงานได้ทั้ง 2 ย่าน (บวกและลบ)
- ย่านแหล่งจ่ายไฟกว้าง ±4.5 ถึง ±18 V
- ใช้กำลังไฟต่ำเพียง 33 มิลลิวัตต์ (ที่ 5 โวลท์)
- ราคาถูก

ภายหลังจากที่เราได้สัญญาณดิจิตอลมาแล้ว เราต้องทำการจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวสู่หน่วยความจำภาพ ซึ่งในการเก็บข้อมูลภาพขนาด 512 x 512 จุดต่อภาพนี้ เราต้องใช้หน่วยความจำขนาด 512 x 512 = 256 กิโลไบท์ และความเร็วในการเก็บข้อมูลของหน่วยความจำแต่ละค่าต้องน้อยกว่า 100 นาโนวินาที (มากกว่า 10 เมกกะเฮริทซ์) เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน เราจึงเลือกหน่วยความจำแบบสแตติก เราจะไม่ใช้หน่วยความจำแบบไดนามิก (เพราะหน่วยความจำแบบไดนามิกมีการอ้างแอดเดรสที่ยุ่งยาก) ซึ่งหน่วยความจำ 8 บิท ชนิดสแตติกที่มีความเร็วมากกว่า 10 เมกกะเฮริทซ์ ที่มีขายในตลาดขณะนี้มีขนาดความจุสูงสุดเพียง 128 กิโลไบท์ คือ เบอร์ HM628128 ของบริษัท ฮิตาชิ และเพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลภาพได้ถึง 256 กิโลไบท์เราต้องใช้หน่วยความจำ HM628-128 2 ตัว โดยที่ข้อมูลของ HM628128 มีดังนี้

HM628128 ไอซีไฮสปีดสแตติกแรมความจุสูง กินกระแสต่ำ และมีการจัดตำแหน่งขาสัญญาณต่าง ๆ ตามมาตราฐาน JEDEC โดยบรรจุอยู่ในถังพลาสติกดิพ 32 ขา ขนาด 600 มิลลิเมตร

คุณสมบัติพิเศษมีดังนี้

- มีความเร็วสูง สามารถเข้าถึงข้อมูลได้เร็วถึง 70,85,100 และ 120 นาโนวินาที (ดูได้จากตัวเลขที่ต่อท้ายเบอร์ของไอซี)
- มีความจุสูง 128 K x 8 บิท
- ใช้กำลังงานต่ำ
  ขณะสแตนด์บาย 0.01 มิลลิวัตต์
  ขณะทำงาน 75 มิลลิวัตต์
- สามารถแบคอัพข้อมูลได้ด้วยแบตเตอรี่
- ให้เอาท์พุทแบบ 3 สถานะ สามารถต่อบิทร่วมกับอุปกรณ์อื่นได้
- เอาท์พุท/อินพุท มีระดับสัญญาณทีทีแอล
- ใช้แหล่งจ่ายไฟ 4.5 ถึง 5.5 โวลท์ ชุดเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหมด	อินพุทฟังก์ชั่น				เอาท์พุท
	/WE	/CS1	CS2	/OE	I/O
	X	H	X	X	High z
	X	X	L	X	High z
เอาท์พุทดิสเอเบิล	1	0	1	1	High z
อ่าน	1	0	1	0	Dout
เขียน	0	0	1	1	Din (รอบที่1)
	0	0	1	0	Din (รอบที่2)

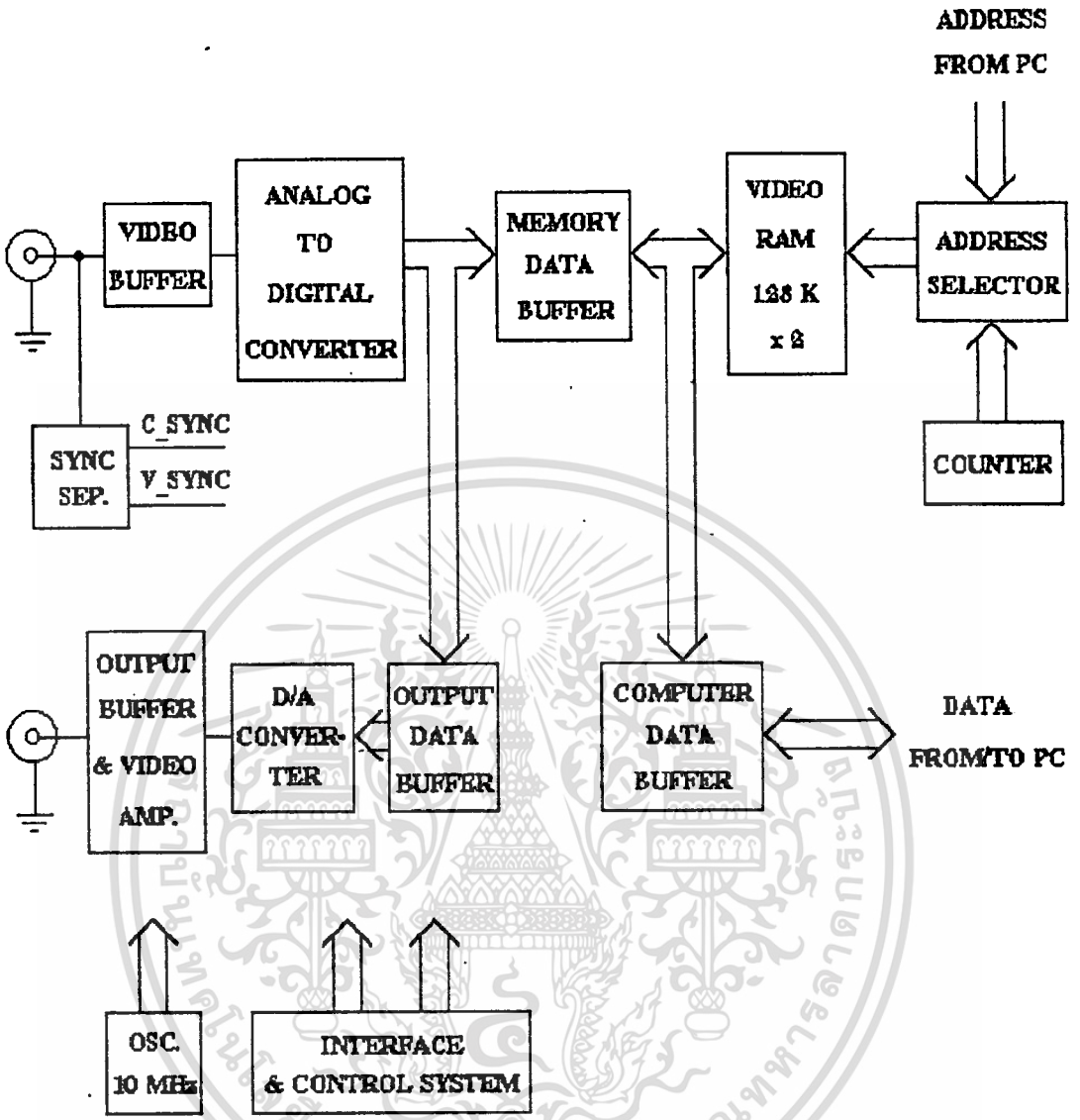
ตารางที่ 3.1 การจัดสัญญาณเลือกโหมดการทำงานของ HM628128

อุปกรณ์ต่าง ๆ นอกเหนือจากที่ได้กล่าวมาจะใช้อุปกรณ์ที่มีความถี่ทำงานสูงกว่า 10 เมกกะเฮริทซ์ ทั้งสิ้น

3.2 การออกแบบ

หลังจากเราได้จัดหาอุปกรณ์หลัก ๆ ได้แล้วขั้นตอนต่อมา เราก็ทำการออกแบบวงจร ซึ่งแต่ละส่วนจะประกอบกันดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรในส่วนต่างๆ

จากบล็อกไดอะแกรมเราสามารถแยกวงจรออกได้เป็น 8 ส่วน คือ

1. ภาคอินพุท
2. ภาคหน่วยความจำภาพ
3. ภาควงจรนับ
4. ภาคแยกสัญญาณซิงค์
5. ภาคเลือกแอดเดรส และผลิตความถี่
6. ภาคเอาท์พุท
7. ภาคควบคุมการเขียนข้อมูลภาพ
8. ภาคอินเทอร์เฟส

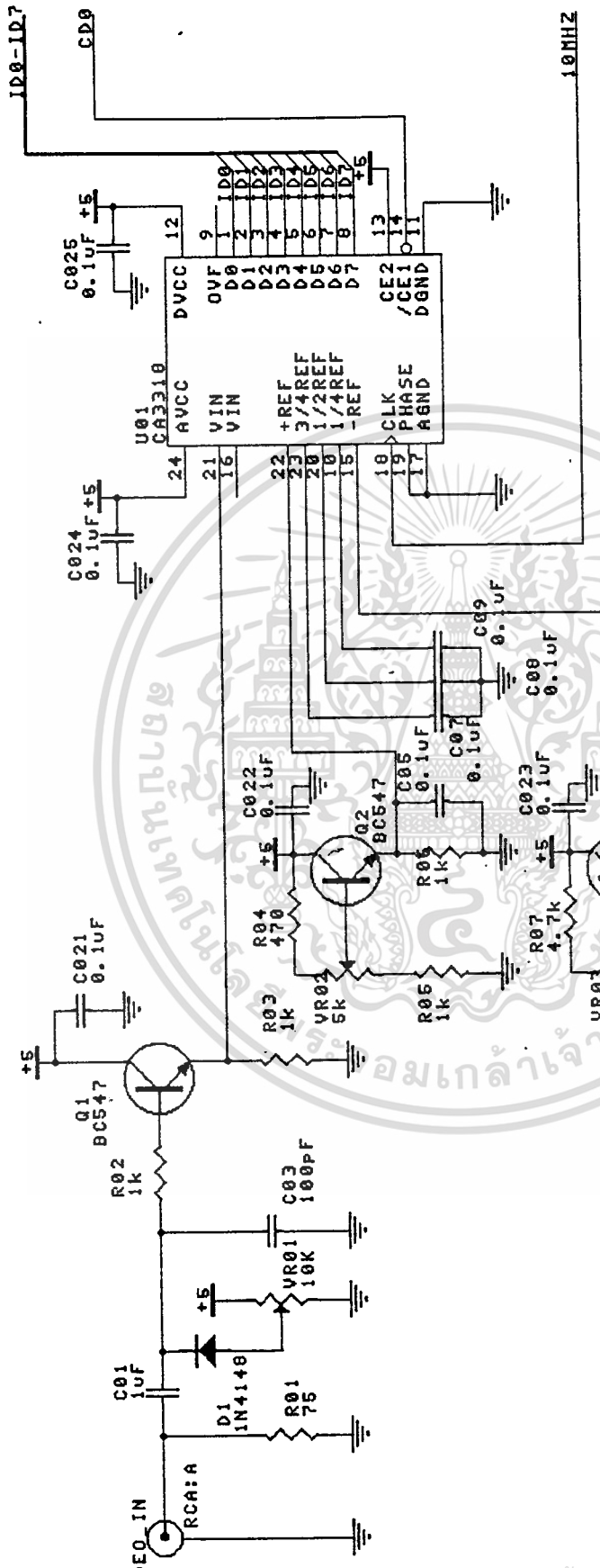
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งแต่ละส่วนสามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

3.2.1 วงจรภาคอินพุท

สัญญาณภาพจากกล้องวีดีโอชนิดซีซีดี ที่มีขนาด 1 โวลท์พีทูพี ถูกป้อนเข้าสู่วงจรทางอินพุทเทอร์มินอล J1 และต่อผ่าน R01 โดยทำหน้าที่ปรับอิมพีแดนซ์ของวงจรให้เหมาะสมกับอิมพีแดนซ์ของกล้องคือ 75 โอห์ม จาก R01 สัญญาณภาพจะถูกส่งเข้า C01 เพื่อให้สัญญาณภาพนี้มีเฉพาะสัญญาณที่เป็นสัญญาณกระแสสลับเท่านั้น (ตัดแรงดันไฟตรงออก) จากนั้นสัญญาณภาพจะถูกยกระดับด้วย D1 และ VR01 วัตถุประสงค์ของการยกระดับสัญญาณนี้ก็เพื่อให้สัญญาณภาพมีสัญญาณรบกวนน้อยที่สุด ก่อนที่จะถูกส่งผ่าน R02 และ C03 เข้า Q1 เพื่อทำการขยายต่อไป สัญญาณภาพที่ขยายแล้วจะถูกส่งเข้าที่ขา 21 (Vin) ของ U01 (CA3318) ซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล การทำงานของไอซีตัวนี้ต้องประกอบด้วยสัญญาณอินพุท, ระดับแรงดันอ้างอิงทางด้านบวก, ระดับแรงดันอ้างอิงทางด้านลบ, สัญญาณนาฬิกา และสัญญาณควบคุม ดังที่กล่าวมาแล้วว่าสัญญาณอินพุทของไอซีนั้นได้มาจากสัญญาณภาพที่ผ่านการขยายโดย Q1 ในส่วนของระดับแรงดันอ้างอิงทางบวก (ขา 22)นั้น จะได้มาจากวงจรซึ่งประกอบด้วย R04,R05,R06,VR02 ,C05 และ Q2 ซึ่งจากวงจรนี้เราสามารถปรับระดับของแรงดันอ้างอิงทางบวกได้จาก 0.2 - 3.7 โวลท์ แรงดันอ้างอิงทางบวกนี้จะถูกปรับให้มีขนาดเท่ากับแรงดันสูงสุดของสัญญาณภาพอินพุท วงจรของระดับแรงดันอ้างอิงทางลบที่ใช้จะประกอบด้วย R07,R08,VR03,C06 และ Q3 แรงดันที่ได้นี้จะอยู่ระหว่าง 0 - 0.7 โวลท์ ต่อเข้าไอซีที่ขา 15 ซึ่งระดับสัญญาณนี้จะถูกปรับให้มีขนาดเท่ากับแรงดันต่ำสุดของสัญญาณภาพอินพุท ในวงจรนี้เราจะใช้ระดับแรงดันอ้างอิงเพียง 2 ค่า คือ ระดับแรงดันอ้างอิงทางด้านบวก และระดับแรงดันอ้างอิงทางด้านลบ ดังนั้นระดับอ้างอิงที่เหลือคือ 3/4,1/2 และ 1/4เท่าของระดับอ้างอิง (ขา 23 ,20,10) จะไม่ถูกใช้งานเราจะต่อผ่าน C07,C08 และ C09 ลงกราวด์ตามลำดับ เพื่อลดสัญญาณรบกวนที่อาจจะมีขึ้นได้ นอกจากนี้ไอซีต้องทำงานร่วมกับสัญญาณนาฬิกาขนาด 10MHz และต้องมีการควบคุมการทำงานของไอซีที่ขา /CE1 และ CE2 เพื่อให้เกิดการทำงานที่เหมาะสม สัญญาณเอาท์พุทที่ได้จากไอซีตัวนี้เป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 8 บิท ซึ่งจะให้ความแตกต่างของระดับสัญญาณ 256 ระดับ สัญญาณเอาท์พุทนี้จะถูกส่งต่อไปยังชุดหน่วยความจำภาพและชุดแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 วงจรภาคอินพุท

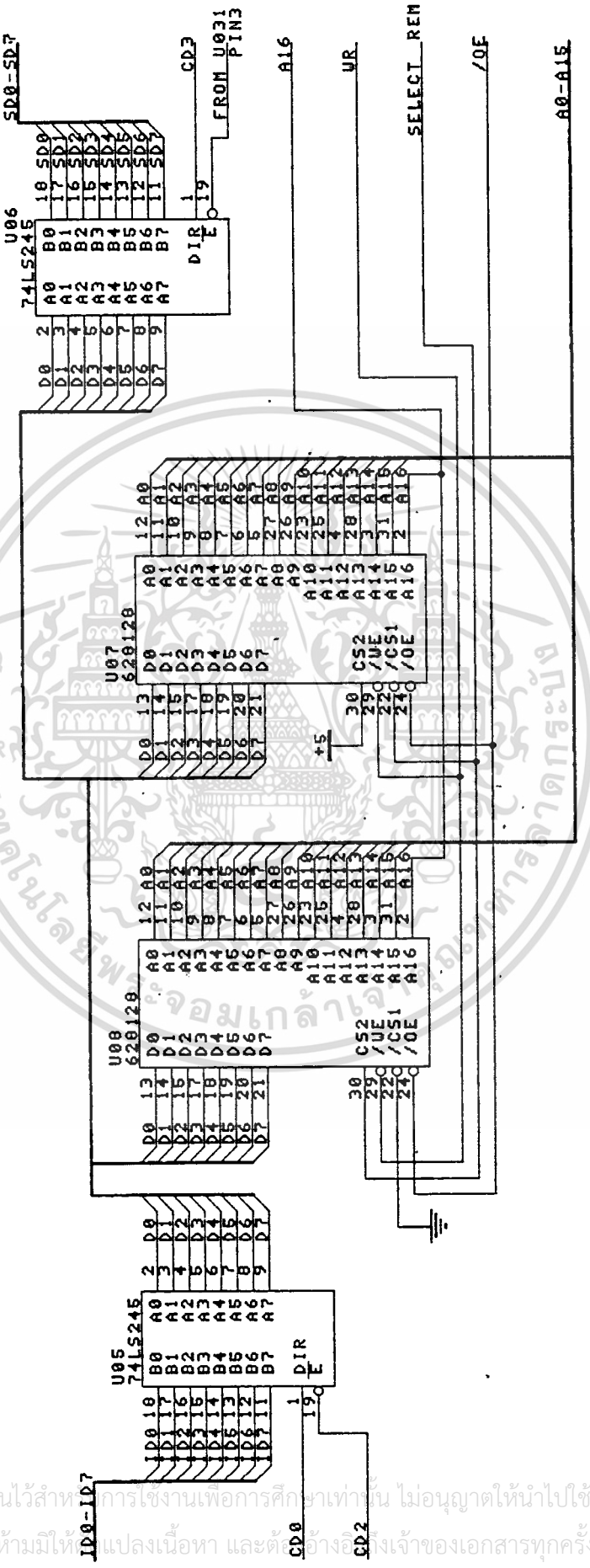
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 วงจรภาคหน่วยความจำภาพ

วงจรหน่วยความจำภาพ ประกอบด้วย U05,U06,U07 และ U08 โดยที่ U05 จะเป็นตัวบัฟเฟอร์ข้อมูลภาพระหว่างวงจรแปลงสัญญาณกับหน่วยความจำภาพ (U08,U09) ในส่วนของ U06 จะเป็นตัวบัฟเฟอร์ข้อมูลภาพระหว่างหน่วยความจำภาพกับคอมพิวเตอร์ ในการใช้งานเราจะเลือกติดต่อระหว่างหน่วยความจำภาพกับวงจรแปลงสัญญาณ หรือกับคอมพิวเตอร์อย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น นั่นหมายความว่า U05 กับ U06 จะไม่สามารถทำงานพร้อมกันได้ การควบคุม U05 ให้ทำงานต้องอาศัยสัญญาณ CD2 ซึ่งต่อกับขาอีนาเบิล (ขา 19) คือถ้าสัญญาณ CD2 เป็น "0" U05 จะสามารถส่งผ่านข้อมูลได้แต่ถ้า CD2 เป็น "1" ทุกขาที่เป็นข้อมูลของ U05 จะเป็นไฮอิมพีแดนซ์ การที่ U05 จะทำการส่งข้อมูลจากวงจรแปลงสัญญาณเข้าสู่หน่วยความจำภาพ หรือจากหน่วยความจำภาพเข้าสู่วงจรแปลงสัญญาณ ก็ขึ้นอยู่กับสัญญาณ CD0 คือถ้าสัญญาณ CD0 (ต่อที่ขาควบคุมทิศทางของ U05) มีค่าเป็น "0" การติดต่อข้อมูลจะเป็นลักษณะจากวงจรแปลงสัญญาณเข้าหน่วยความจำภาพ แต่ถ้า CD0 เป็น "1" จะเป็นการส่งข้อมูลจากหน่วยความจำภาพไปสู่วงจรแปลงสัญญาณ ในส่วนของ U06 การที่จะควบคุมให้ทำงานนั้นต้องอาศัยสัญญาณควบคุมซึ่งได้มาจากเอาท์พุทของ U031: A (ซึ่งจะได้กล่าวภายหลัง) โดยที่ U06 จะทำงานในช่วงที่มีการอ่าน,เขียน กับหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์เท่านั้น ถ้าไม่มีการอ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ U06 จะไม่ทำงานคือขาข้อมูลทุกขาจะมีสถานะเป็นไฮอิมพีแดนซ์ การควบคุม U06 ให้มีการส่งข้อมูลจากหน่วยความจำภาพเข้าคอมพิวเตอร์หรือจากคอมพิวเตอร์สู่หน่วยความจำภาพนั้น ขึ้นอยู่กับสัญญาณของ CD3 (ต่อที่ขาควบคุมทิศทางของ U06) คือถ้า CD3 เป็น "0" เป็นการส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์สู่หน่วยความจำภาพ และถ้า CD3 เป็น "1" เป็นการส่งข้อมูลจากหน่วยความจำภาพสู่คอมพิวเตอร์

U07 และ U08 เป็นหน่วยความจำภาพขนาด 128 กิโลไบท์ ใช้เก็บข้อมูลภาพในแต่ละฟิลด์ คือ U07 จะเก็บข้อมูลภาพในฟิลด์คี่และ U08 จะเก็บข้อมูลภาพในฟิลด์คู่ เนื่องจาก U07 และ U08 เป็นหน่วยความจำขนาด 128 กิโลไบท์ จำเป็นต้องใช้แอดเดรสในการอ้างตำแหน่งหน่วยความจำถึง 17 เส้น คือ A0 - A16 สัญญาณแอดเดรสนี้จะมาจากวงจรนับภายใน การ์ด หรือคอมพิวเตอร์ นอกจากสัญญาณแอดเดรสทั้ง 17 เส้นแล้ว U07,U08 จะทำงานได้ต้องอาศัยสัญญาณอื่น ๆ อีก คือ สัญญาณควบคุมไอซี 1 (/CS1), สัญญาณควบคุมไอซี 2 (CS2),

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 วงจรภาคหน่วยความจำภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

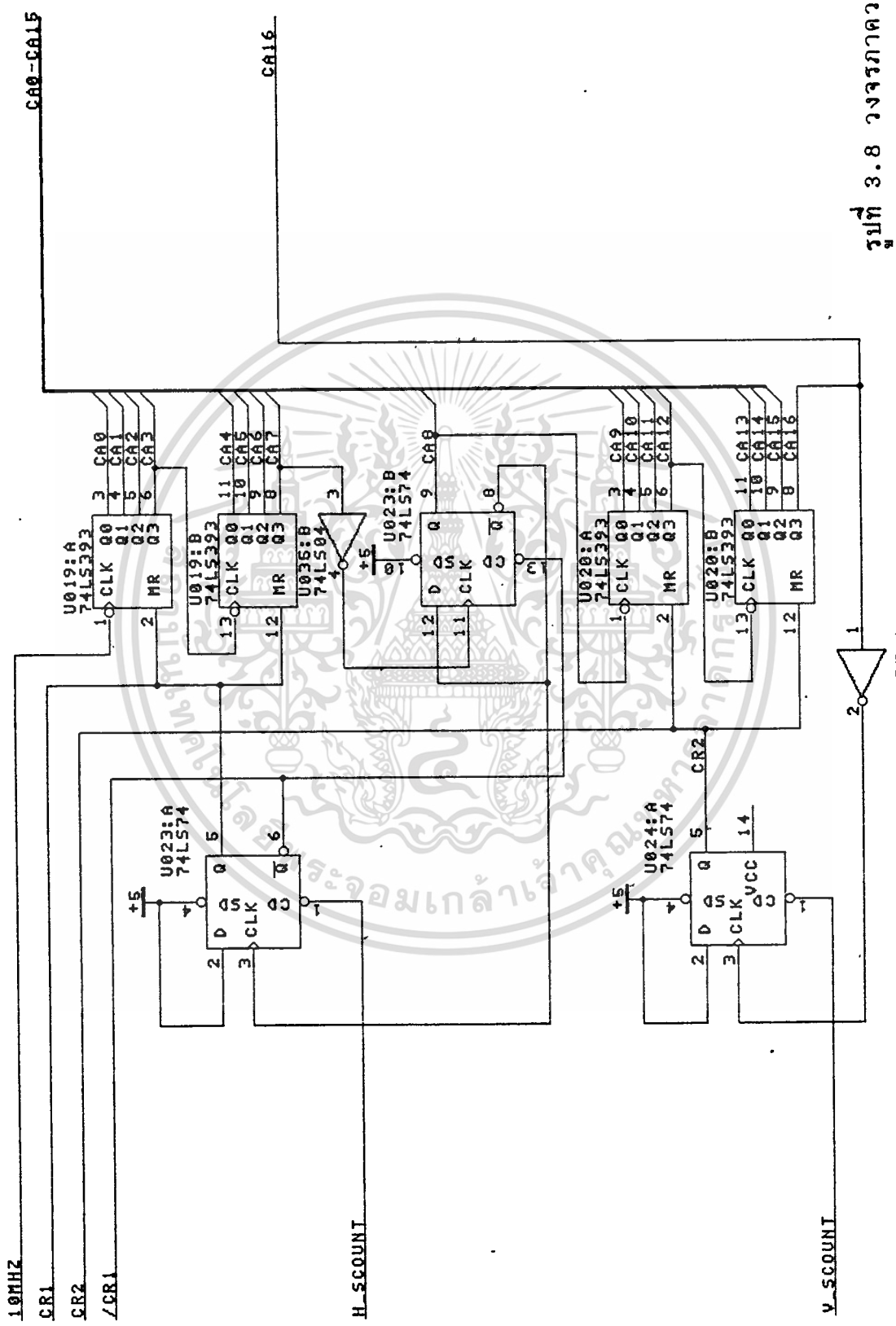
สัญญาณควบคุมการเขียน (/WE),สัญญาณควบคุมเอาท์พุท (/OE) การต่อใช้งานของสัญญาณต่าง ๆ มีดังนี้คือ U07 (เก็บข้อมูลภาพฟิลด์คี่) เราจะต่อ CS2 กับ +Vcc , /CS1 ต่อเข้ากับสัญญาณควบคุมการเลือกหน่วยความจำ(ได้มาจากเอาท์พุท ขา 7 ของ U014) สัญญาณ /WE ต่อเข้ากับสัญญาณควบคุมการเขียน (ได้มาจากเอาท์พุทของ U028:A) และสัญญาณ /OE ต่อเข้ากับสัญญาณควบคุมเอาท์พุทหน่วยความจำภาพ (เอาท์พุทขา 9 ของ U014) ส่วน U08 นั้น สัญญาณ /CS1 ต่อเข้ากับกราวด์ ,สัญญาณ CS2 ต่อเข้ากับสัญญาณควบคุมการเลือกหน่วยความจำเช่นเดียวกับ /CS1ของ U07 สัญญาณ /WE ต่อเข้ากับสัญญาณควบคุมการเขียนเช่นเดียวกับ U07 และสัญญาณ /OE ต่อเข้ากับสัญญาณควบคุมเอาท์พุทหน่วยความจำเช่นเดียวกับ U07

ถ้าเราต้องการให้ U07 ทำงาน เราจะให้สัญญาณควบคุมการเลือกหน่วยความจำเป็น "0" แต่ถ้าสัญญาณควบคุมนี้เป็น "1" จะเป็นการกำหนดให้ U08 ทำงานแทน จะเห็นว่า U07 และ U08 ไม่สามารถทำงานพร้อมกันได้ และต้องทำงานสลับกันตลอดเวลา เมื่อตัวใดหยุดทำงานขาสัญญาณอินพุท/เอาท์พุทของตัวนั้นจะเป็นสถานะไฮอิมพีแดนซ์ ในกรณีที่ต้องการเขียนหรืออ่านข้อมูลสู่หรือจากหน่วยความจำภาพนั้นทำได้โดยการควบคุมสัญญาณ /WE และ /OE (ซึ่งจะเหมือนกันทั้ง U07 และ U08)คือถ้าต้องการอ่านข้อมูลสัญญาณ /WE ต้องเป็น "1" และ /OE ต้องเป็น "0" แต่ถ้าต้องการเขียนข้อมูลสัญญาณ /WE ต้องเป็น "0" และสัญญาณ /OE จะเป็น "1" หรือ "0" ก็ได้ การอ่านหรือเขียนข้อมูลนั้นจะต้องทำร่วมกับการกำหนดตำแหน่งของข้อมูลบนหน่วยความจำภาพซึ่งก็คือ การกำหนดค่าแอดเดรสนั่นเอง

3.2.3 วงจรภาควงจรนับ

วงจรนับ และวงจรควบคุมการนับทั้งทางแนวนอน และแนวตั้งประกอบด้วย U019:A,U019:B,U020:A,U020:B,U023:A,U023:B,U024:A,U035:Aและ U035:B การทำงานก็คือสัญญาณนาฬิกาขนาด 10 MHzจากวงจรกำเนิดความถี่ถูกส่งเข้าที่ขา 1 ของ U019:A ซึ่งเป็นไอซีไบนารี่อะซิงโครนัสเคาว์เตอร์ขนาด 4 บิท และเอาท์พุท CA3 (ขา 6)ถูกต่อเข้าสู่อินพุทของ U019:B ที่ขา 13 และเอาท์พุท CA7 (ขา 8) ของ U019:B ก็ต่อเข้ากับอินพุทของ U023:B (ดี ฟลิปฟลอป) ผ่าน U035:B (น็อตเกต) เอาท์พุท Q ขา 9 ของ U023:B ถูกต่อเป็นอินพุทให้กับ U020:A (ขา 1) และเอาท์พุท CA12 (ขา 6) ของ U020:A ต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

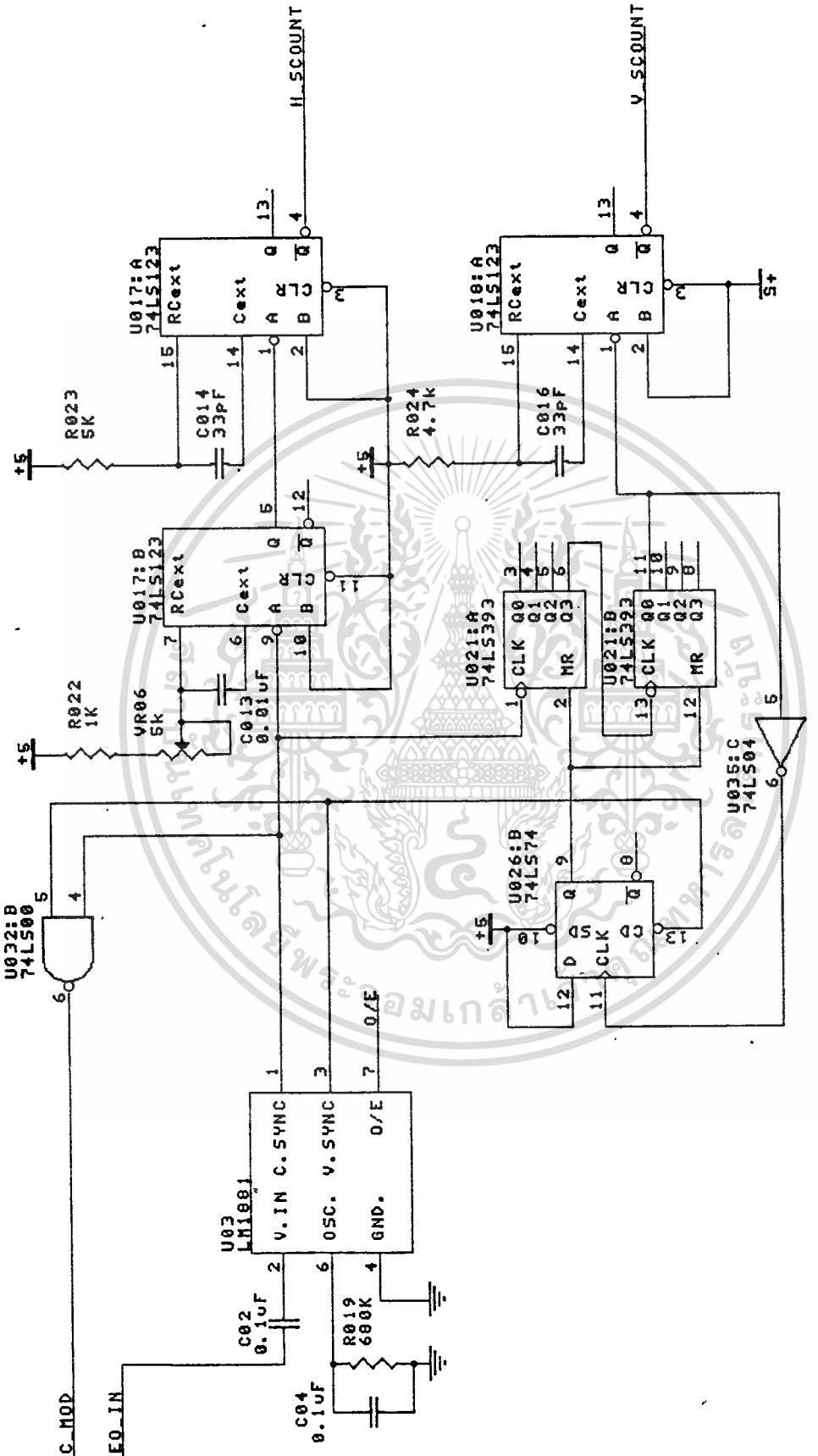


รูปที่ 3.8 วงจรภาควงจรนับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นอินพุทให้กับ U020:Bการต่อเช่นนี้ก็เพื่อให้ได้สัญญาณเอาท์พุทของวงจรนับรวมทั้งหมด 17 เส้น เพื่อใช้ในการอ้างตำแหน่งของข้อมูลที่จะเก็บในหน่วยความภาพ การเก็บสัญญาณภาพ 1 ฟิลด์ ใช้หน่วยความจำ 128 กิโลไบท์ ซึ่งต้องใช้การอ้างตำแหน่งถึง 17 เส้น การอ้างตำแหน่งนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ U019:A , U019:B และ U023:B จะให้เอาท์พุทของการนับ 9 เส้น เพื่อใช้อ้างตำแหน่งหน่วยความจำภาพทางแนวนอน (เก็บข้อมูลภาพ 1 เส้นสแกนภาพ) มีขนาด 512 จุดภาพ ส่วนที่สองประกอบด้วย U020:A และ U020:B ให้เอาท์พุทการนับ 8 เส้น ใช้ในการกำหนดตำแหน่งของหน่วยความจำภาพทางแนวตั้ง (ใช้นับเส้นสแกนภาพที่ทำการเก็บข้อมูล) ซึ่งการอ้างตำแหน่งนี้อ้างได้ 256 เส้น การอ้างตำแหน่งหน่วยความจำภาพที่แบ่งออกเป็นสองส่วนนี้ จะต้องมีชุดควบคุมการนับ 2 ชุด เช่นเดียวกัน คือ U023:Aใช้ควบคุมการนับทางแนวนอน และ U024:A ใช้ควบคุมการนับทางแนวตั้ง วงจรนับทางแนวนอนจะมีการนับก็ต่อเมื่อสัญญาณควบคุมการนับ (CR1) มีค่าเป็น "0" ให้ U019:A , U019:B และเป็น "1" ให้ U023:B ส่วนวงจรนับทางแนวตั้งจะทำการนับได้ก็ต่อเมื่อสัญญาณควบคุมการนับ (CR2) ต้องมีสัญญาณ "0" ให้กับ U020:A , U020:B การที่วงจรควบคุมการนับจะให้สัญญาณควบคุมการนับเป็น "0" หรือ "1" นั้น ขึ้นอยู่กับพัลซ์รีเซ็ตวงจรควบคุมการนับ (เป็นสัญญาณที่เกิดหลังจากมีการหน่วงสัญญาณชิงค์แล้ว) สัญญาณพัลซ์รีเซ็ตวงจรควบคุมการนับทางแนวนอนคือ สัญญาณ H_SCOUNT ส่วนสัญญาณพัลซ์รีเซ็ตวงจรควบคุมการนับทางแนวตั้งคือ สัญญาณ V_SCOUNT ถ้าสัญญาณรีเซ็ตนี้มีค่าเป็น "0" เอาท์พุทของสัญญาณควบคุมการนับจะเป็น "0"(เพราะสัญญาณรีเซ็ตนี้ต่อเข้าที่ขารีเซ็ตของชุดควบคุมการนับ) ทำให้เกิดการนับได้ สัญญาณรีเซ็ตนี้จะเป็นเพียงสัญญาณพัลซ์เล็ก ๆ วัตถุประสงค์ก็เพียง เพื่อรีเซ็ตวงจรควบคุมให้ได้เท่านั้นหลังจากที่เอาท์พุทของสัญญาณควบคุมเป็น "0" แล้ว รีเซ็ตพัลซ์นี้จะมีค่าเป็น "1" การที่เอาท์พุทของวงจรควบคุมการนับทางแนวนอน หรือทางแนวตั้งจะมีค่าเป็น "1" ได้นั้นก็เกิดจากการที่ วงจรนับทางแนวนอนนับครบ 512 จุดภาพ หรือวงจรนับทางแนวตั้งนับครบ 256 เส้น กล่าวคือวงจรนับจะเริ่มนับเมื่อมีสัญญาณพัลซ์รีเซ็ตเข้ามาสู่วงจรควบคุมการนับ และจะหยุดนับก็ต่อเมื่อนับครบ 512 (ทางด้านแนวนอน) หรือ 256 (ทางด้านแนวตั้ง) และจะหยุดนับจนกว่าจะมีสัญญาณพัลซ์รีเซ็ตลูกต่อไปเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 วงจรภาคแยกสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 วงจรภาคแยกซิงค์

สัญญาณจากกล้องวีดีโอส่วนหนึ่งจะถูกส่งเข้าวงจรแยกสัญญาณซิงค์ซึ่งใช้ไอซี LM1881 (U03) ทางขา 2 ผ่าน C02 ไอซี U03 นี้จะต้องต่อกับตัวความต้านทาน และตัวเก็บประจุภายนอก(R019,C04) เพื่อกำหนดช่วงเวลาของวงจรผลิตความถี่ภายใน สัญญาณเอาท์พุทของไอซี U03 ได้แก่ สัญญาณซิงค์รวม,สัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง,สัญญาณกำหนดฟิลด์คี่ฟิลด์คู่ สัญญาณซิงค์รวมที่ได้นี้จะถูกส่งไปยังชุดหน่วงเวลาทางด้านแนวนอนซึ่งประกอบ R022,VR06,C013,U017:B,R023, C014 และ U017:A การทำงาน คือสัญญาณซิงค์รวมจะถูกหน่วงประมาณ 9 ไมโครวินาที ด้วย R022,VR06 ,C013 และ U017:B เมื่อการหน่วงเวลาสิ้นสุดลงจะเกิดสัญญาณพัลซ์ช่วงสั้น ๆ ประมาณ 46 นาโนวินาที สัญญาณพัลซ์นี้เกิดขึ้นจาก R023,C014 และ U017:A ซึ่งสัญญาณพัลซ์นี้จะถูกส่งต่อไปยังวงจรควบคุมการนับทางแนวนอนเพื่อทำการรีเซ็ตให้วงจรนับทางแนวนอนทำการนับได้ วัตถุประสงค์ของการหน่วงเวลาก็เพื่อให้วงจรนับทางแนวนอนเริ่มทำการนับ ณ. ตำแหน่งเริ่มต้นของการสแกนสัญญาณภาพที่เท่ากันทุกเส้นสแกน เพราะถ้าเรานำเอาสัญญาณซิงค์รวมไปรีเซ็ตวงจรควบคุมการนับทางแนวนอนโดยที่ไม่มีการหน่วงเวลาเลย จะทำให้การนับทางแนวนอนแต่ละครั้งไม่เริ่มต้นที่ตำแหน่งของการสแกนภาพแต่จะเริ่มต้นก่อนหน้าการสแกนภาพ ซึ่งเป็นการไม่ถูกต้อง

นอกจากนี้สัญญาณซิงค์รวมจาก U03 จะถูกส่งสู่วงจรนับสัญญาณซิงค์ เพื่อใช้หน่วงเวลาให้กับสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง วงจรนับซิงค์นี้จะประกอบด้วย U026:B, U021:A,U021:B การทำงานคือ เมื่อมีสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง (มีค่าเป็น "0") เข้ามา จะทำให้เกิดการรีเซ็ตชุดควบคุมการนับสัญญาณซิงค์รวม (เพราะสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้งต่อเข้ากับขารีเซ็ตของชุดควบคุมการนับซิงค์รวม)ทำให้เอาท์พุท Q ของ U026:B มีค่าเป็น "0" ผลก็คือทำให้ U021:A และ U021:B ทำการนับสัญญาณซิงค์รวมนั้น จากวงจรจะต่อเป็นวงจรรนับ 32 คือ ถ้านับสัญญาณซิงค์รวมได้ครบ 32 ลูก ก็จะเกิดสัญญาณพัลซ์เล็ก ๆ ประมาณ 43 นาโนวินาที ซึ่งสัญญาณพัลซ์นี้เกิดจาก R024,C016 และ U018:A โดยส่งไปรีเซ็ตวงจรควบคุมการนับทางแนวตั้งเพื่อให้เกิดการนับทางแนวตั้งต่อไป ซึ่งการนับซิงค์รวมนี้จะเริ่มทำการนับอีกครั้งภายหลังจากมีสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้งลูกใหม่เข้ามา

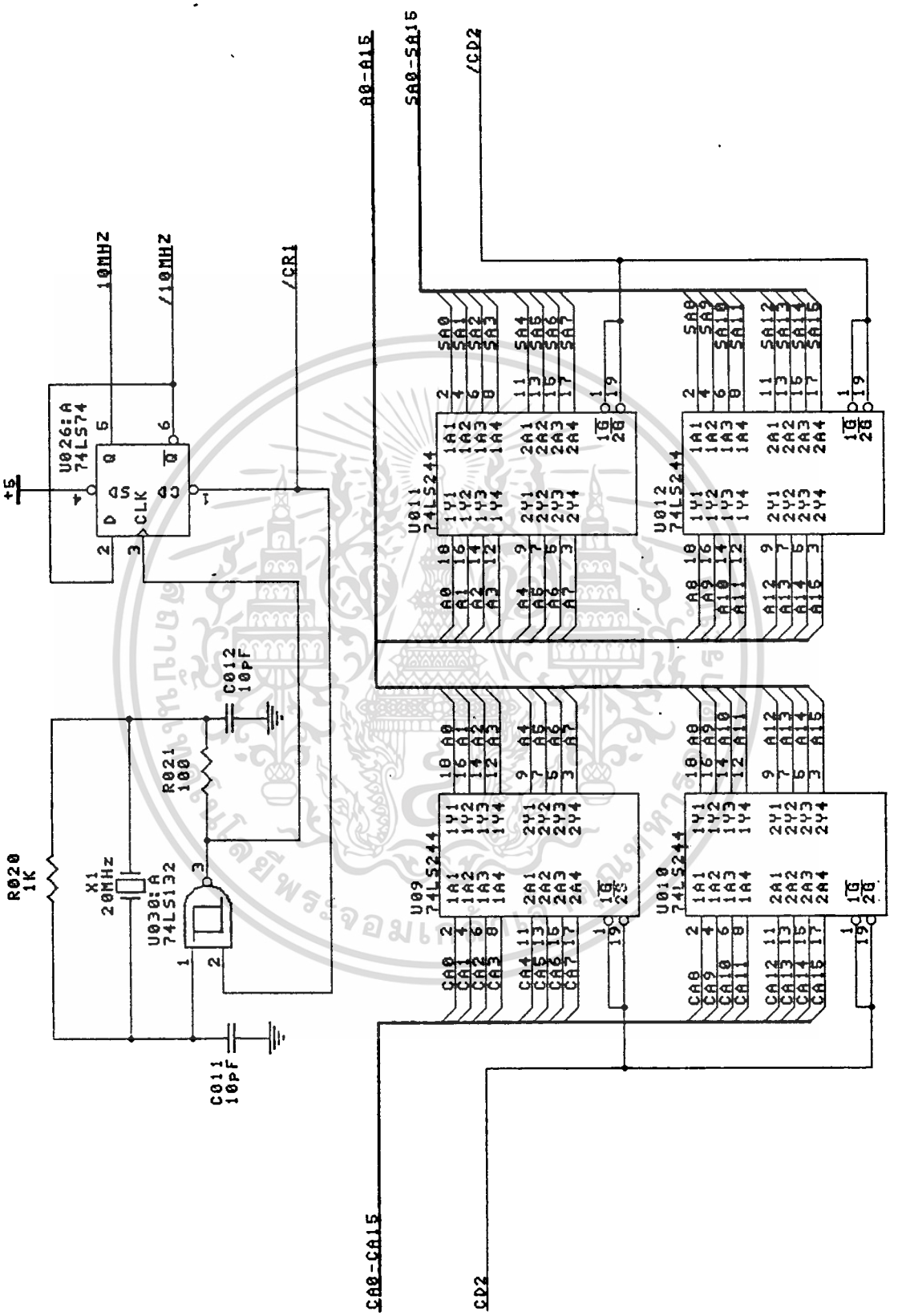
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 วงจรภาคเลือกแอดเดรสและผลิตความถี่

วงจรผลิตความถี่จะประกอบด้วย X1,RO20,RO21,CO11,CO12,UO30:A และ UO26:A ตามปกติวงจรผลิตความถี่จะถูกทำงานเป็นอิสระไม่เกี่ยวข้องกับสัญญาณควบคุมใด ๆ แต่ในวงจรนี้สัญญาณนาฬิกาที่ออกจากวงจรผลิตความถี่ถูกควบคุมให้ทำงานเป็นจังหวะ ๆ สัญญาณควบคุมที่มาใช้ควบคุมวงจรผลิตความถี่ก็คือ /CR1 เหตุที่ต้องนำสัญญาณควบคุมมาใช้ก็ เพื่อให้สัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการสุ่มข้อมูลในเอทูดีคอนเวอเตอร์สัมพันธ์กับสัญญาณภาพที่จะทำการเก็บ ผลเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลภาพที่ทำการเก็บ สัญญาณนาฬิกาที่ออกจากวงจรผลิตความถี่มีขนาด 10 MHz

ส่วนวงจรเลือกแอดเดรสของหน่วยความจำภาพนี้มีหน้าที่ เลือกสัญญาณแอดเดรสที่มาจากวงจรนับ (ซึ่งใช้ในกรณีที่เก็บข้อมูลภาพเข้าสู่หน่วยความจำภาพ) หรือเลือกสัญญาณแอดเดรสที่มาจากคอมพิวเตอร์ (ใช้ในกรณีที่อ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภาพเข้าสู่คอมพิวเตอร์) เราใช้ UO9 และ UO10 ติดต่อกับแอดเดรสที่มาจากวงจรนับ ส่วน UO11 และ UO12 ใช้ติดต่อกับแอดเดรสที่มาจากคอมพิวเตอร์ สัญญาณที่ใช้เลือกว่าจะเป็นแอดเดรสที่มาวงจรนับ หรือคอมพิวเตอร์ คือ CD2 และ /CD2 สัญญาณทั้งสองนี้จะมีค่าต่างเฟสกันคือถ้า CD2 เป็น "1" /CD2 จะเป็น "0" หรือถ้า CD2 เป็น "0" /CD2 จะเป็น "1" ด้วยเหตุนี้เราจะต่อ CD2 เข้ากับ UO9 และ UO10 ที่ขาอีนาเบิล (ขา 1 และ 19) และต่อ /CD2 เข้ากับ UO11 และ UO12 ที่ขาอีนาเบิล (ขา 1 และ 19 เช่นเดียวกัน) กล่าวคือ เมื่อสัญญาณอีนาเบิลของ UO9,UO10 หรือ UO11,UO12 ชุดใดชุดหนึ่งมีค่าเป็น "0" จะทำให้มีข้อมูลเอาท์พุทที่ชุดนั้น เช่น ถ้าเราให้ CD2 เป็น "0" /CD2 จะเป็น "1" ทำให้สัญญาณอีนาเบิลของ UO9,UO10 เป็น "0" ก็จะมีสัญญาณเอาท์พุทที่ UO9 และ UO10 แต่เนื่องจาก UO9 และ UO10 มีอินพุทต่ออยู่กับวงจรนับ ดังนั้นแอดเดรสของหน่วยความจำภาพถูกกำหนดด้วยวงจรนับ ส่วนเอาท์พุทของ UO11 และ UO12 จะมีค่าเป็นไฮอิมพีแดนซ์ เพราะสัญญาณอีนาเบิลของ UO11 และ UO12 เป็น "1" ในทางกลับกันถ้าสัญญาณควบคุม CD2 เป็น "1" /CD2 จะเป็น "0" ทำให้สัญญาณอีนาเบิลของ UO9 และ UO10 เป็น "1" ผลก็คือ เอาท์พุทของ UO9 และ UO10 จะมีค่าเป็นไฮอิมพีแดนซ์ ขณะเดียวกันสัญญาณอีนาเบิลของ UO11 และ UO12 มีค่าเป็น "0" จะทำให้มีเอาท์พุทออกมา และเนื่องจากอินพุทของ UO11 และ UO12 ต่อกับแอดเดรสของคอมพิวเตอร์ ดังนั้นแอดเดรสของหน่วยความจำภาพจะถูกกำหนดด้วยแอดเดรสของคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 วงจรกาเลือกบอดเครสและผลิตความถี่

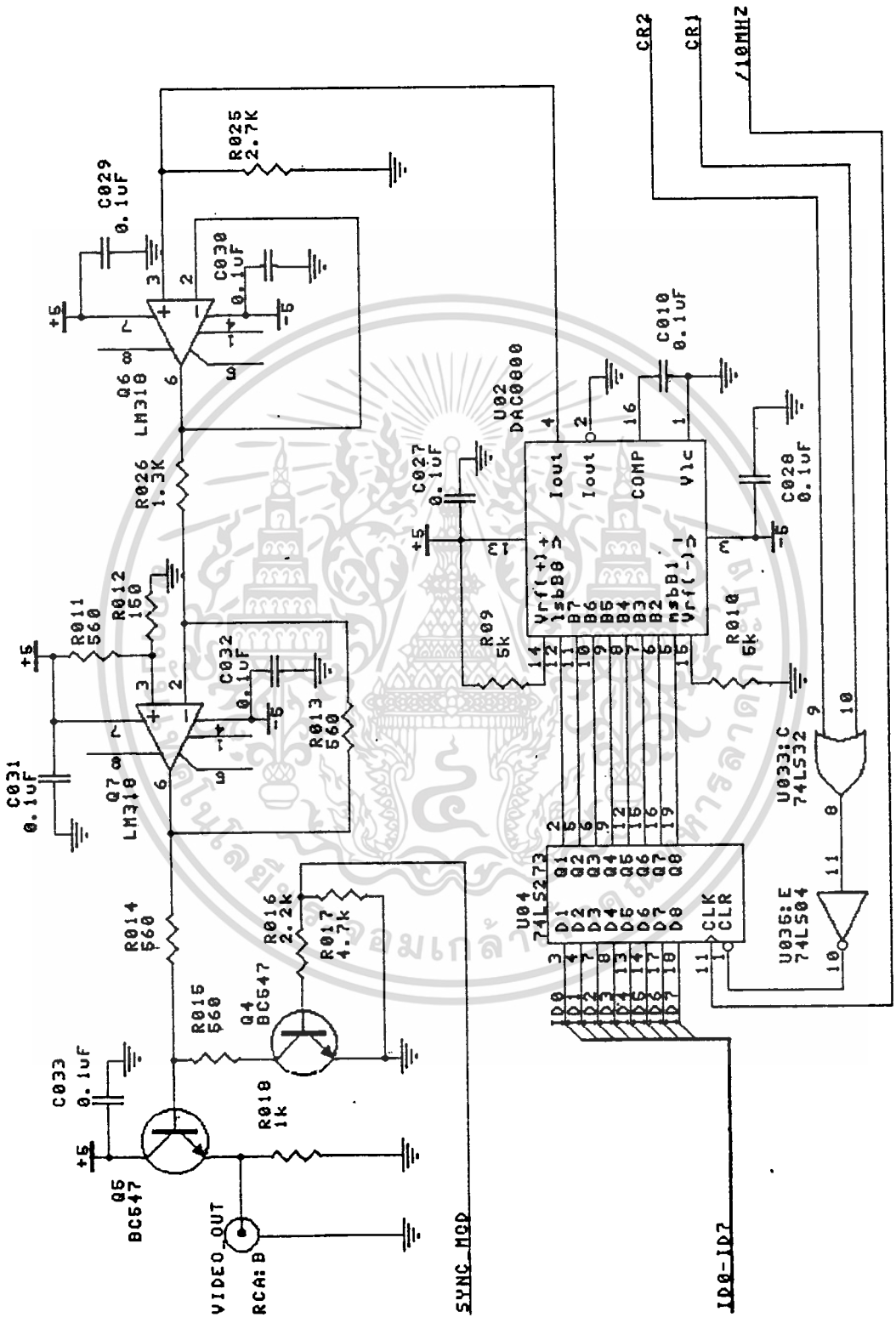
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ U09,U010 หรือ U011,U012 กับการเลือกแอดเดรสจะทำได้เพียง 16 เส้นเท่านั้น ดังนั้นสัญญาณแอดเดรสที่เหลืออีก 1เส้นจะถูกส่งเข้าวงจรเลือกอีกชุดหนึ่งซึ่งจะได้กล่าวถึงในภายหลังต่อไป

3.2.6 วงจรภาคเอาท์พุท

สัญญาณดิจิตอลที่ได้จากชุดแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลส่วนหนึ่งจะถูกส่งเข้าชุดวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก ซึ่งสัญญาณดิจิตอลที่เข้าสู่วงจรนี้จะถูกส่งผ่าน U04 (74LS273) โดยที่ไอซี U04 ตัวนี้ทำหน้าที่เป็นตัวบัฟเฟอร์ข้อมูลเอาท์พุท เพื่อส่งข้อมูลไปยัง U02 (DAC0800) เป็นไอซีที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก U04 จะทำงานได้ต้องอาศัยสัญญาณนาฬิกาที่มีขนาด 10 MHz และสัญญาณควบคุมการส่งข้อมูล โดยควบคุมที่ขารีเซ็ต (ขา 1) สัญญาณดิจิตอลทางด้านอินพุทของ U04 จะถูกส่งออกทางเอาท์พุทตามจังหวะของสัญญาณนาฬิกา (ทุก ๆ ขอบขาขึ้นของสัญญาณนาฬิกา) และสัญญาณควบคุมการส่งข้อมูลนี้ต้องมีค่าสัญญาณเป็น "1" (ระดับ high) สัญญาณควบคุมนี้ได้มาจากการรวมสัญญาณควบคุมการนับทางแนวนอน (CR1)กับสัญญาณควบคุมการนับทางแนวตั้ง(CR2) แบบนอร์ (ผ่าน U033:C และ U035:E) แต่ถ้าสัญญาณควบคุมการส่งข้อมูลมีค่าเป็น "0" (ระดับ Low) เอาท์พุทของ U04 จะมีค่าเป็น "0" ทุกบิท แม้ว่าจะมีสัญญาณอินพุทและสัญญาณนาฬิกาหรือไม่ก็ตาม สัญญาณควบคุมนี้จะมีสัญญาณเป็น "1" ได้ก็ต่อเมื่อสัญญาณควบคุมการนับทั้งแนวนอนและแนวตั้งต้องมีค่าเป็น "0" แต่ถ้าสัญญาณควบคุมการนับทางด้านแนวนอนหรือแนวตั้งตัวใดตัวหนึ่งมีค่าเป็น "1" สัญญาณควบคุมการส่งข้อมูลจะมีค่าเป็น "0" ทันที (สัญญาณควบคุมการนับทั้งทางแนวนอนและแนวตั้งนั้น ถ้ามีสัญญาณเป็น "0" หมายความว่า กำลังมีการนับเกิดขึ้น แต่ถ้ามีสัญญาณเป็น "1" จะไม่มีการนับเกิดขึ้น)สัญญาณดิจิตอลที่ออกจาก U04 จะถูกส่งเข้า U02 ซึ่ง U02 นี้จะทำงานได้ต้องอาศัยระดับของแรงดันอ้างอิงทางด้านบวกและแรงดันอ้างอิงทางด้านลบเป็นตัวกำหนดค่าสัญญาณสูงสุดและต่ำสุดที่จะได้ทางด้านเอาท์พุทหลังการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเป็นสัญญาณอนาลอกแล้ว จากวงจรนี้ระดับแรงดันอ้างอิงทางด้านบวกจะถูกต่อเข้ากับแรงดัน +5 โวลท์ ผ่าน R09 และระดับแรงดันอ้างอิงทางด้านลบจะถูกต่อเข้ากับกราวด์ ผ่าน R010 สัญญาณเอาท์พุทที่ได้จาก U02 นี้จะมีลักษณะเป็นกระแสเอาท์พุท ดังนั้นเพื่อให้ได้สัญญาณเอาท์พุทเป็นแรงดันเราก็ต้องต่อขาเอาท์พุทนี้ร่วมกับ R025 ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนกระแสเอาท์พุทให้เป็นแรงดันเอาท์พุท จากนั้นแรงดันเอาท์พุทนี้จะถูกส่งผ่าน Q6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 วงจรภาคเอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ ซึ่งเอาท์พุทของ Q6 ที่ได้จะเป็นสัญญาณภาพ ต่อมาเราจะนำสัญญาณภาพมาทำการขยายและยกระดับด้วย Q7 การขยายนี้จะเป็นการขยายแบบกลับเฟสเพราะว่าสัญญาณภาพที่มาจาก Q6 จะทำงานทางด้านลบ ดังนั้นเราจึงต้องขยายแบบกลับเฟสเพื่อให้ได้สัญญาณภาพที่ทำงานทางด้านบวก ซึ่งอัตราการขยายนี้ถูกกำหนดด้วย R026 และ R013

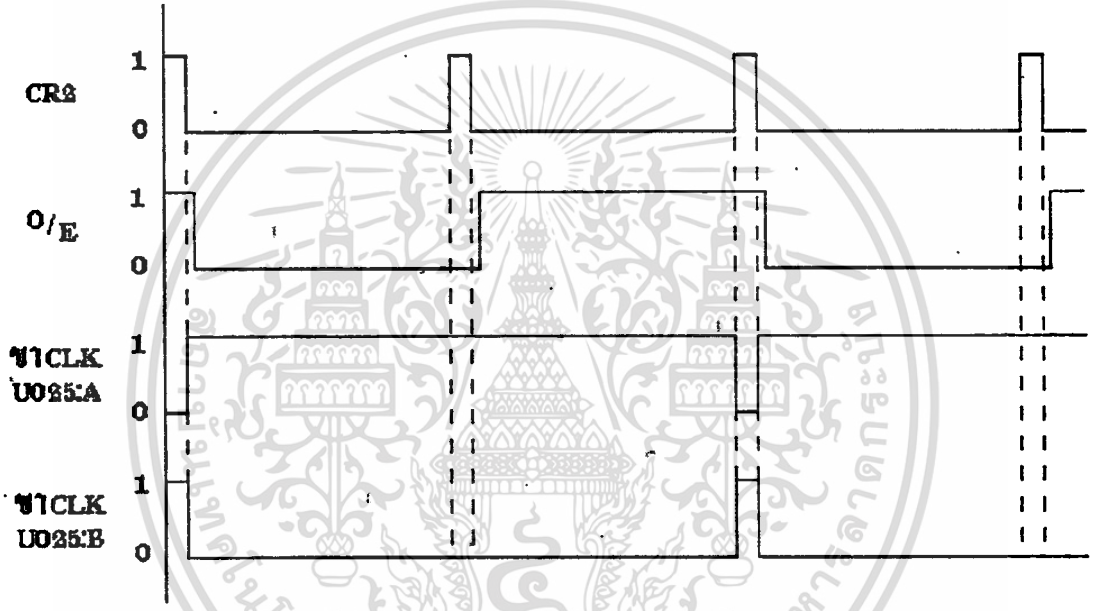
Q7 นอกจากจะทำหน้าที่ขยายสัญญาณภาพแล้ว จะมีการยกระดับของสัญญาณภาพด้วย การยกระดับของสัญญาณภาพนี้ก็เพื่อให้สามารถรวมกับสัญญาณซิงค์ได้ ระดับของสัญญาณภาพที่ยกนี้จะถูกกำหนดด้วย R011 และ R012 ซึ่งต่อเป็นลักษณะวงจรแบ่งแรงดันเข้าที่ขาอินพุทแบบไม่กลับเฟสของ Q7 จากวงจรสัญญาณภาพจะถูกยกระดับที่ 1.05 โวลท์ และก่อนที่จะส่งสัญญาณภาพออกไปยังจอมอนิเตอร์เราจำเป็นต้องทำการรวมสัญญาณภาพเข้ากับสัญญาณซิงค์เสียก่อน สัญญาณซิงค์ที่จะนำมารวมนี้ได้มาจากสัญญาณซิงค์ที่ถูกแยกออกจากสัญญาณภาพด้วย U03 การรวมสัญญาณภาพกับสัญญาณซิงค์ จะทำภายในวงจรที่ประกอบด้วย R014,R015,R016, R017,R018,Q4 และ Q5 คือถ้ามีสัญญาณซิงค์ Q4 จะทำงานผลก็คือ สัญญาณภาพที่ถูกยกระดับก่อนเข้า Q5 จะมีค่าเป็นศูนย์ กล่าวคือถ้าไม่มีสัญญาณซิงค์สัญญาณภาพจะถูกยกระดับที่ 1.05 โวลท์ แต่ถ้ามีสัญญาณซิงค์ Q4 จะทำให้ระดับของสัญญาณภาพช่วงขณะที่ Q4 ทำงานจะถูกปรับจาก 1.05 โวลท์ มาเป็น 0 โวลท์ ดังนั้นทุกๆครั้งที่มีสัญญาณซิงค์ ระดับของสัญญาณภาพจะถูกปรับจาก 1.05 โวลท์ เป็น 0 โวลท์ นั่นหมายถึงเป็นการรวมสัญญาณนั่นเอง สัญญาณภาพรวมจะถูกส่งเข้า Q5 เพื่อทำการขยายแล้วส่งออกเอาท์พุท คือ จอมอนิเตอร์ต่อไป

3.2.7 วงจรภาคควบคุมการเขียนข้อมูลภาพ

วงจรควบคุมการเขียนข้อมูลภาพเข้าสู่หน่วยความจำภาพ มีการทำงานดังนี้ คือ เมื่อสัญญาณอินพุทของ U025:A เปลี่ยนสถานะ (จากการใช้งานจะเปลี่ยนสถานะจาก "0" เป็น "1") U025:A จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเอาท์พุทก็ต่อเมื่อสัญญาณที่ต่อกับขานาฬิกา (ขา 3) เปลี่ยนสถานะจาก "0" เป็น "1" สัญญาณนี้ได้มาจากการแนนด์ (โดย U032:C)กันระหว่างสัญญาณควบคุมการนับทางแนวตั้ง (CR2) กับสัญญาณกำหนดฟิลด์คี่หรือฟิลด์คู่ กล่าวคือสัญญาณนี้จะเป็น "1" ก็ต่อเมื่อสัญญาณ CR2 เป็น "0" และ/หรือสัญญาณกำหนดฟิลด์คี่หรือฟิลด์คู่ (ได้จากขา $\bar{Q}$ ของ U024:B) เป็น "0" และสัญญาณนี้จะเป็น "0" ก็ต่อเมื่อสัญญาณ CR2 เป็น "1" และสัญญาณกำหนดฟิลด์คี่หรือฟิลด์คู่เป็น "1" เท่านั้น ด้วยเหตุนี้ถ้าเราให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลทางด้านอินพุทของ U025:A (จาก "0" เป็น "1") เอาท์พุทของ U025:A จะเกิดการเปลี่ยนแปลงตามอินพุท เมื่อสัญญาณควบคุมการนับทางแนวตั้ง (CR2) เป็น "0" จากวงจรนั้นเอาท์พุทของ U025:A จะถูกต่อเข้าเป็นอินพุทให้กับ U025:Bและเอาท์พุทของ U025:B จะเกิดการเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อสัญญาณที่ขานาฬิกาเปลี่ยนสถานะจาก "0" เป็น "1"แต่เนื่องจากสัญญาณที่ขานาฬิกาของ U025:B จะต่อกลับเฟสกัน กับสัญญาณที่ขานาฬิกาของ U025:A โดยใช้ U035:D เป็นตัวกลับเฟส เพื่อให้มองเห็นภาพชัดเจนขอให้ดูจากไดอะแกรมเวลาข้างล่างประกอบ



รูปที่ 3.12 แสดงไดอะแกรมเวลาของการเขียนข้อมูลภาพ

ในช่วงที่สัญญาณ CR2 เป็น "0" หมายถึง ช่วงที่วงจรนับทางแนวตั้งกำลังทำการนับเพื่อกำหนดแอดเดรสให้กับหน่วยความจำภาพ จังหวะที่สัญญาณ CR2 จะเปลี่ยนสถานะจาก "1" เป็น "0"ทำให้สัญญาณที่ขานาฬิกาของ U025:A เปลี่ยนสถานะเช่นกัน คือจาก "0" เป็น "1" นั่นหมายถึงถ้าอินพุทของ U025:A มีการเปลี่ยนแปลงสถานะก่อนหน้านี้และคงค่าไว้ จะทำให้เอาท์พุทของ U025:A เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะตามอินพุทในจังหวะนี้ จากที่ได้กล่าวแล้วว่าเอาท์พุทของ U025:A จะต่อเข้าอินพุทของ U025:B ดังนั้น U025:B จะมีการเปลี่ยนแปลงทางเอาท์พุทตามอินพุทก็ต่อเมื่อ สัญญาณ CR2 เปลี่ยนสถานะจาก "0" เป็น "1" และสัญญาณกำหนดฟิลด์คี่หรือฟิลด์คู่เป็น "1" จากไดอะแกรมเวลาจะเห็นว่าข้อมูลจากอินพุท U025:A กว่าจะไปปรากฏเป็นเอาท์พุทของ U025:B ต้องใช้เวลาถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 รอบของการนับทางแนวตั้ง (2 ฟิลด์) จากการเปลี่ยนแปลงนี้เราก็จะนำไปใช้ควบคุมการเขียนข้อมูลภาพเข้าสู่หน่วยความจำภาพ (ต้องใช้เวลาการเขียน 2 ฟิลด์) โดยต่อเอาท์พุทของ U025:A และเอาท์พุทของ U025:B เข้ากับ U027:A เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลกันคือ ถ้าเอาท์พุทของ U025:A และ U025:B เหมือนกัน U027:A จะให้เอาท์พุทเป็น "0" แต่ถ้าข้อมูลเอาท์พุทของ U025:A และของ U025:B ต่างกัน U027:A จะให้เอาท์พุทเป็น "1" เอาท์พุทของ U027:A จะต่อเป็นอินพุทให้กับ U032:A โดยที่อินพุทอีกข้างหนึ่งของ U032:A ถูกต่อกับสัญญาณควบคุม CD4 (เป็นสัญญาณควบคุมที่ส่งมาจากคอมพิวเตอร์) U032:A จะให้ค่าเอาท์พุทเปลี่ยนแปลงตามอินพุทที่ได้จาก U027:A หรือไม่ก็ขึ้นอยู่กับสัญญาณควบคุม CD4 คือ ถ้า CD4 เป็น "1" สัญญาณเอาท์พุทของ U032:A จะเปลี่ยนแปลงตามอินพุทที่ต่อกับ U027:A แต่ถ้า CD4 เป็น "0" เอาท์พุท U032:A จะมีสถานะเป็น "1" เพียงสถานะเดียวตลอดเวลา การที่เอาท์พุทของ U032:A จะมีสถานะเป็น "0" ได้เมื่อสัญญาณ CD4 มีค่าเป็น "1" และเอาท์พุทของ U027:A เป็น "1" (ซึ่งจะเกิดในช่วงที่ข้อมูลอินพุทของ U025:Aไปปรากฏที่เอาท์พุทของ U025:Bเท่านั้น) จากวงจรจะเห็นว่าเอาท์พุทของ U032:A ต่อเข้าเป็นอินพุทของ U033:A และอินพุทอีกขาหนึ่งของ U033:A ถูกต่อกับสัญญาณควบคุมการนับทางแนวนอน (CR1) ซึ่งเอาท์พุทของ U033:A จะเป็น "0" ได้ก็ต่อเมื่อสัญญาณ CR1 เป็น "0"(หมายถึงการนับเพื่อกำหนดแอดเดรสให้กับหน่วยความจำภาพทางแนวนอน) และสัญญาณเอาท์พุทของ U032:A เป็น "0" เท่านั้น จากนั้นสัญญาณเอาท์พุทของ U033:A จะถูกต่อเข้า U028:A เพื่อให้สัญญาณควบคุมการเขียนนี้ทำงานร่วมกับสัญญาณเขียนที่มาจากคอมพิวเตอร์ได้

<u>สรุป</u> จะเห็นได้ว่า เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ CD4 จาก "0" เป็น "1" จะก่อให้เกิดสัญญาณเขียน (เอาท์พุทของ U032:A) เป็นจำนวน 2 รอบการนับทางแนวตั้ง (2 ฟิลด์) หลังจากนั้นเอาท์พุทของ U032:A จะเป็น "1" ตลอดเวลาและถ้าเราเปลี่ยนข้อมูลที่ CD4 จาก "1"เป็น "0" เอาท์พุทของ U032:A จะยังคงเป็น "1" เช่นเดิมไม่เปลี่ยนแปลง

<u>หมายเหตุ</u> การเขียนข้อมูลภาพเข้าสู่หน่วยความจำภาพ U07 และ U08 สัญญาณ /WE จะต้องมีค่าเป็น "0"เสมอ แต่ถ้าสัญญาณ /WE มีค่าเป็น "1" จะไม่เกิดการเขียนข้อมูลเด็ดขาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

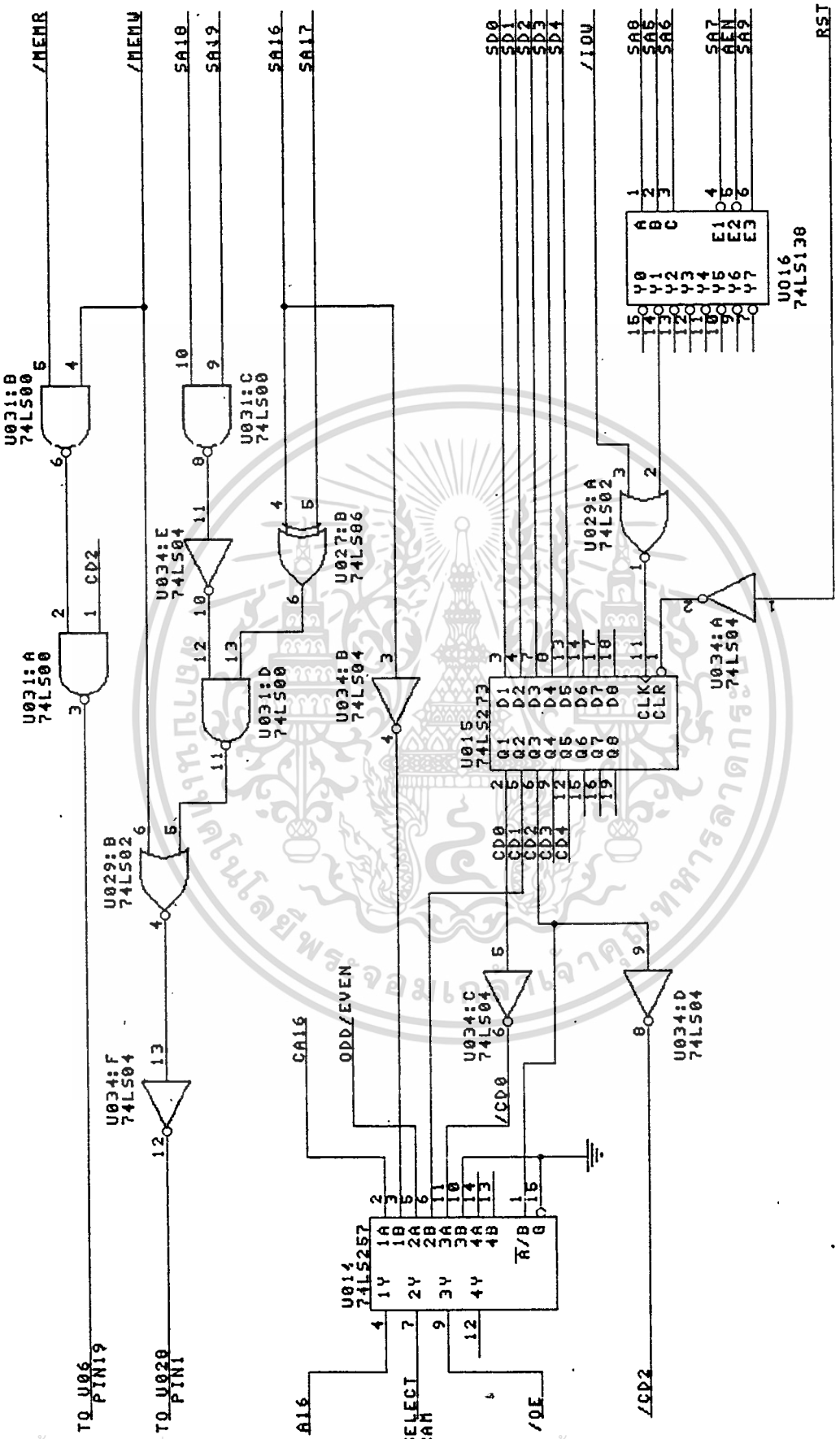
3.2.8 วงจรภาคอินเทอร์เฟส

ส่วนอินเทอร์เฟสเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอก วงจรอินเทอร์เฟสนี้จะประกอบด้วย ชุดกำหนดแอดเดรสพอร์ตของการ์ด , ชุดกำหนดตำแหน่งแอดเดรสของหน่วยความจำภาพ , ชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของการ์ด และสัญญาณอื่น ๆอีก เช่น /MEMW , /MEMR

ชุดกำหนดแอดเดรสพอร์ตของการ์ดจะใช้ U016 (ไอซีถอดระหัส) เป็นตัวกำหนดพอร์ต ซึ่งสัญญาณที่ใช้กับ U016 นี้ ประกอบด้วย SA5,SA6,SA7,SA8, SA9 และ AEN จากรูปเราเลือกเอาเอาท์พุทของ U016 ที่ Y1 (ขา 14) ไปใช้งาน ดังนั้นการที่จะทำให้ Y1 มีค่าเป็น "0" สัญญาณอินพุทต่างๆของ U016 ต้องมีสถานะดังนี้ คือ SA5 (ต่อที่ขา 2),SA6 (ต่อขา 3),SA7 (ต่อขา 4)และ AEN (ต่อขา 5) มีสถานะเป็น "0" ส่วน SA8 (ต่อขา 1),SA9 (ต่อขา 6) มีสถานะเป็น "1" เท่านั้น จึงทำให้เอาท์พุท Y1 มีค่าเป็น "0" จะเห็นว่าถ้า SA5 - SA7 เป็น "0" และ SA8 - SA9 เป็น "1" ตำแหน่งของพอร์ตนี้จะอยู่ในช่วง 300H - 31FH ดังนั้น ถ้าต้องการติดต่อกับ CARD นี้จะต้องกำหนดพอร์ตให้อยู่ในช่วง 300H - 31FH และการติดต่อกับการ์ดโดยเฉพาะในกรณีของการเขียนข้อมูลสู่พอร์ตจะสมบูรณ์ไม่ได้ ถ้าสัญญาณ Y1 ที่ได้ไม่ถูกต้องร่วมกับสัญญาณ /IOW ซึ่งการต่อร่วมกันของสัญญาณแอดเดรสพอร์ต Y1 กับ /IOW จะผ่าน U029:A ถ้าเรามีคำสั่งให้เขียนข้อมูลสู่พอร์ตผลก็คือ เอาท์พุทของU029:A จะเป็น "1" ซึ่งเกิดจากสัญญาณ Y1 มีค่าเป็น "0" และสัญญาณ /IOW ก็เป็น "0" สัญญาณเอาท์พุทของ U029:A จะต่อเป็นสัญญาณนาฬิกาให้กับ U015 ต่อไป

ชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของการ์ด จะใช้ U015 ทำหน้าที่ส่งผ่านคำสั่งจากคอมพิวเตอร์สู่การ์ด ข้อมูลคำสั่งจากคอมพิวเตอร์จะเป็น SD0 - SD4 และถูกต่อเข้าที่อินพุทของ U015 ซึ่งข้อมูลคำสั่งจากคอมพิวเตอร์จะถูกส่งไปสู่การ์ดได้ก็ต้องอาศัยสัญญาณนาฬิกาจากเอาท์พุทของ U029:A (จากชุดกำหนดแอดเดรสพอร์ต) คือถ้าเอาท์พุทจาก U029:A เปลี่ยนสถานะจาก "0" เป็น "1" U015 จะทำการส่งข้อมูลจากอินพุทไปยังเอาท์พุท ดังที่กล่าวมาแล้วว่า สัญญาณเอาท์พุทของ U029:A นี้ จะเปลี่ยนสถานะจาก "0" เป็น "1" ได้ก็ต่อเมื่อมีคำสั่งเขียนข้อมูลสู่พอร์ตเท่านั้น ซึ่งถ้าไม่มีคำสั่งเขียนข้อมูลสู่พอร์ตเอาท์พุท U029:A จะมีสถานะเป็น "0" ตลอดเวลาเราจึงไม่ต้องกังวลว่าการควบคุมการ์ดจะเกิดความผิดพลาดตราบใดก็ตามที่ไม่มีการเขียนข้อมูลคำสั่งชุดใหม่เข้าสู่พอร์ต การทำงานของการ์ดก็ยังจะใช้คำสั่งที่มีอยู่เดิมตลอดไปสัญญาณเอาท์พุทที่ออกจาก U015 จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 วงจรภาคอินเทอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นสัญญาณ CD0 - CD4 และถูกนำไปใช้ควบคุมวงจรต่างๆต่อไป

ตารางค่าสั่งของ CARD จะประกอบด้วย

CD4	CD3	CD2	CD1	CD0	HEX	หน้าที่
0	0	0	0	0	00	แสดงภาพเคลื่อนไหว
0	0	0	0	1	01	แสดงภาพที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำภาพ
0	0	1	0	0	04	เขียนข้อมูลภาพจากคอมพิวเตอร์สู่หน่วยความจำภาพฟิลด์คี่
0	0	1	1	0	06	เขียนข้อมูลภาพจากคอมพิวเตอร์สู่หน่วยความจำภาพฟิลด์คู่
0	1	1	0	0	0C	เขียนข้อมูลภาพจากหน่วยความจำภาพฟิลด์คี่สู่คอมพิวเตอร์
0	1	1	1	0	0E	เขียนข้อมูลภาพจากหน่วยความจำภาพฟิลด์คู่สู่คอมพิวเตอร์
1	0	0	0	0	10	เขียนข้อมูลภาพจากกล้องวีดีโอสู่หน่วยความจำภาพ

ชุดกำหนดตำแหน่งแอดเดรสของหน่วยความจำภาพเราจะใช้ U027:B , U031:C, U034:E, U031:D ซึ่งเป็นเกตชนิดต่างๆที่มีการต่อใช้งานดังรูปที่ 3.14 คือสัญญาณ SA16 และSA17 ต่อเป็นอินพุทให้กับ U027:B (ทำหน้าที่เปรียบเทียบสัญญาณ), สัญญาณ SA18 และ SA19 ต่อเป็นอินพุทให้ U031:C (แนนด์เกต)และเอาท์พุทของ U031:C จะถูกต่อเป็นอินพุทให้กับ U031:D โดยผ่าน U034:E เพื่อกลับเฟสสัญญาณก่อน โดยที่เอาท์พุทของ U027:B จะถูกต่อเป็นอินพุทให้กับ U031:D เช่นกัน ซึ่งเอาท์พุทของ U031:D จะมีค่าเป็น "0" ก็ต่อเมื่อสัญญาณ SA18,SA19 เป็น "1" และสัญญาณ SA16 และ SA17 มีสัญญาณที่แตกต่างกัน ดังนั้น อาจจะกล่าวได้ว่าเอาท์พุทของ U031:D จะเป็น "0" ได้ก็ต่อ เมื่อมีการอ้างตำแหน่งหน่วยความจำในช่วง D0000H - EFFFFH จากวงจรนี้หน่วยความจำภาพทั้งฟิลด์คี่ และฟิลด์คู่จะอยู่ในตำแหน่ง D0000H - EFFFFH ที่มีขนาด 128 กิโลไบท์เหมือนกัน ดังนั้นการจะอ้างตำแหน่งของข้อมูลภาพฟิลด์ใดฟิลด์หนึ่งก็ต้องใช้ร่วมกับสัญญาณ CD1 ซึ่งเป็นสัญญาณกำหนดฟิลด์ของหน่วยความจำภาพอีกทีหนึ่ง

เอกสารนี้ได้รับการสนับสนุนให้เผยแพร่ผ่านทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณ /MEMW,/MEMR จะถูกใช้ในกรณีที่ต้องการเขียนหรืออ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภาพสู่คอมพิวเตอร์ โดยที่สัญญาณ /MEMW จะถูกใช้ร่วมกับชุดกำหนดแอดเดรสหน่วยความจำภาพ (เอาท์พุทของ U031:D) สัญญาณ /MEMW และสัญญาณเอาท์พุท U031:D ถูกต่อเป็นอินพุทให้กับ U029:B ดังนั้นถ้าสัญญาณ /MEMW และสัญญาณเอาท์พุทของ U031:D มีค่าเป็น "0" ทั้งคู่ จะทำให้เอาท์พุทของ U029:B มีค่าเป็น "1"เพื่อนำไปควบคุมการเขียนของหน่วยความจำภาพ(ซึ่งการเขียนใช้สัญญาณ "0") เราต้องนำสัญญาณนี้ผ่าน U034:F เพื่อกลับเฟสเสียก่อน

นอกจากนี้สัญญาณ /MEMW และ /MEMR จะถูกต่อเป็นอินพุทให้กับ U031:B และเอาท์พุทของ U031:B จะต่อเป็นอินพุทให้กับ U031:A ร่วมกับสัญญาณ CD2 เพื่อให้เอาท์พุทของ U031:A ถูกใช้เป็นสัญญาณควบคุมให้ U06 (ไอซีบัฟเฟอร์ข้อมูลระหว่างหน่วยความจำภาพกับคอมพิวเตอร์) ทำงานในช่วงที่มีการเขียน และอ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์สู่หน่วยความจำภาพอีกด้วย

นอกเหนือจากชุดต่างๆที่กล่าวมาแล้วข้างต้นก็ยังมีวงจรควบคุมการเลือกใช้สัญญาณกับหน่วยความจำภาพ ซึ่งสัญญาณเหล่านี้ได้มาจากวงจรต่างๆ ภายในการ์ดเอง หรือมาจากคอมพิวเตอร์ ซึ่งสัญญาณต่างๆที่จะติดต่อกับหน่วยความจำภาพนี้ได้แก่ สัญญาณ A16 (สัญญาณกำหนดแอดเดรสบิทที่ 16),สัญญาณเลือกหน่วยความจำฟิลด์คี่หรือฟิลด์คู่ และสัญญาณเอาท์พุทอินาเบิลของหน่วยความจำภาพ เราจะใช้ U014 เป็นตัวเลือกสัญญาณดังกล่าว U014 จะทำงานได้ต้องอาศัยสัญญาณ CD2 จากชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของการ์ดเพื่อกำหนดให้ U014 เลือกสัญญาณให้กับหน่วยความจำภาพว่าจะมาจากการ์ด หรือจากคอมพิวเตอร์ คือ ถ้าสัญญาณ CD2 (ต่อกับขา 1 ของ U014) เป็น "0" สัญญาณทั้งสามที่มาจากการ์ดจะถูกต่อให้กับหน่วยความจำภาพ แต่ถ้า CD2 เป็น "1" สัญญาณทั้งสามที่ได้จากคอมพิวเตอร์จะถูกต่อให้หน่วยความจำภาพเช่นกัน

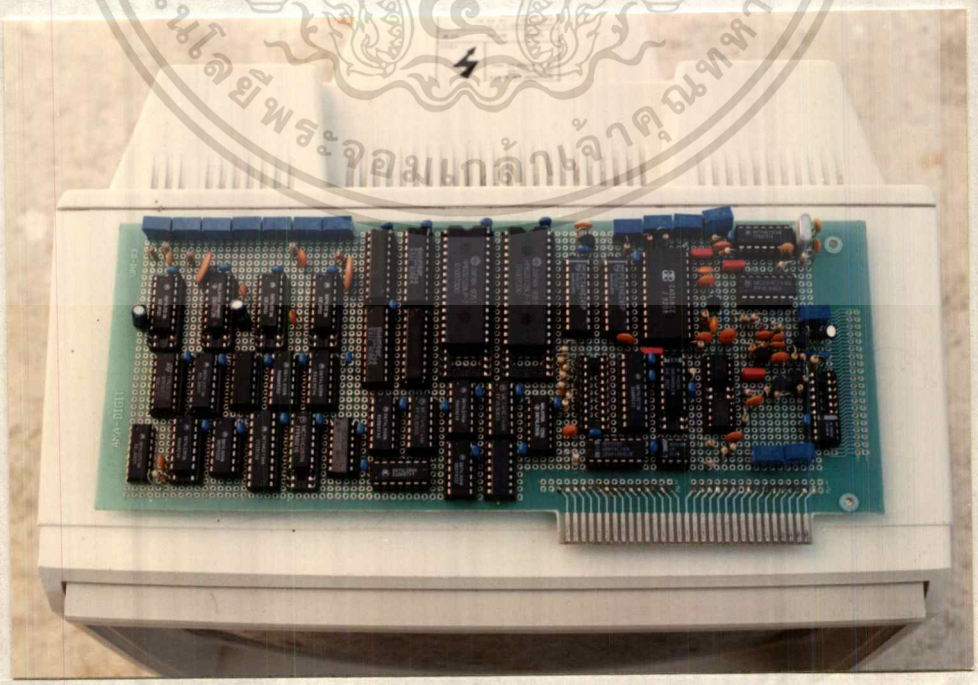
3.3 การสร้าง

ขั้นตอนแรกต้องหาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับวงจรที่ได้ออกแบบทั้งหมดให้ได้ก่อน จากนั้น เริ่มทดลองต่อวงจรที่ละภาคโดยเริ่มจากวงจรภาคอินพุท,วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล,วงจรผลิตความถี่ และอื่นๆ ตามลำดับ ขณะที่ทำการต่อวงจรแต่ละภาคเสร็จเรียบร้อย เราก็ต้องทำการตรวจสอบการทำงาน และวัดสัญญาณตามจุดต่างๆว่า วงจรที่ต่อนั้นสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบหรือไม่ ซึ่งการต่อวงจรในครั้งแรกนั้นจะทำบนแผงต่อวงจรเอนกประสงค์ ผลที่ได้ในแต่ละวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรากฏว่ามีสัญญาณรบกวนมากและการทำงานของวงจรบางวงจรจะทำงานได้บ้างไม่ได้บ้าง ทั้งนี้ก็เพราะซ็อกเก็ตของแผงต่อวงจรเอนกประสงค์ไม่ค่อยแน่น เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว เราก็เลยนำวงจรแต่ละภาคมาต่ออีกครั้งบนแผ่นวงจรพิมพ์เอนกประสงค์ที่สามารถเสียบเข้าสล็อตของคอมพิวเตอร์ได้ การต่ออุปกรณ์แต่ละตัวเพื่อประกอบเป็นวงจรในครั้งนี้เราใช้สายวายแล็บ (Wire lap) บัดกรีเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ ภายหลังจากเราต่อวงจรแต่ละภาคสำเร็จผลที่เราได้ก็คือสัญญาณรบกวนน้อยลงแต่ยังคงมีสัญญาณรบกวนบ้างเล็กน้อย ดังนั้นเราจำเป็นต้องหาสาเหตุของสัญญาณรบกวน ซึ่งเราพบว่าสัญญาณรบกวนส่วนมากมาจากวงจรสองภาค คือ วงจรภาคผลิตความถี่ และวงจรนับ ต่อมาเราทดลองแยกระบบกราวด์ของวงจรทั้งสองออกจากวงจรรวมทั้งหมด ผลที่ได้ก็คือ สัญญาณรบกวนมีขนาดเล็กมาก การที่เราต่อวงจรบนแผ่นวงจรพิมพ์เอนกประสงค์นี้ ทำให้เราสามารถใช้เป็นเครื่องต้นแบบเพื่อออกแบบให้เป็นแผ่นวงจรพิมพ์จริงที่ดีต่อไป

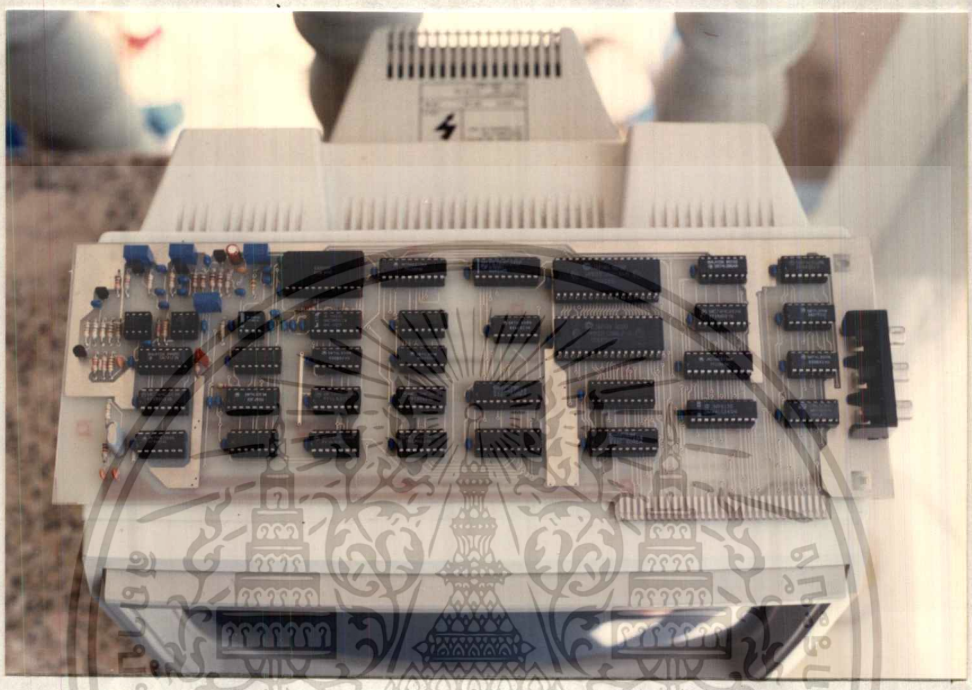
หลังจากได้ผลเป็นที่น่าพอใจจากการต่อลงแผ่นวงจรพิมพ์เอนกประสงค์แล้ว เราก็นำเอาวงจรที่ออกแบบครั้งสุดท้าย (วงจรที่ได้ออกแบบในตอนแรกบางส่วนก็ไม่ใช่วงจรปัจจุบัน เพราะบางครั้งเราทดสอบการทำงานของวงจรแล้วปรากฏว่าไม่เหมาะสมจึงจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขบ้างบางส่วน) มาเขียนในโปรแกรมออกแบบลายวงจรพิมพ์ (ใช้โปรแกรมของโพรเทล) จากนั้นก็กำหนดขนาดแผ่น



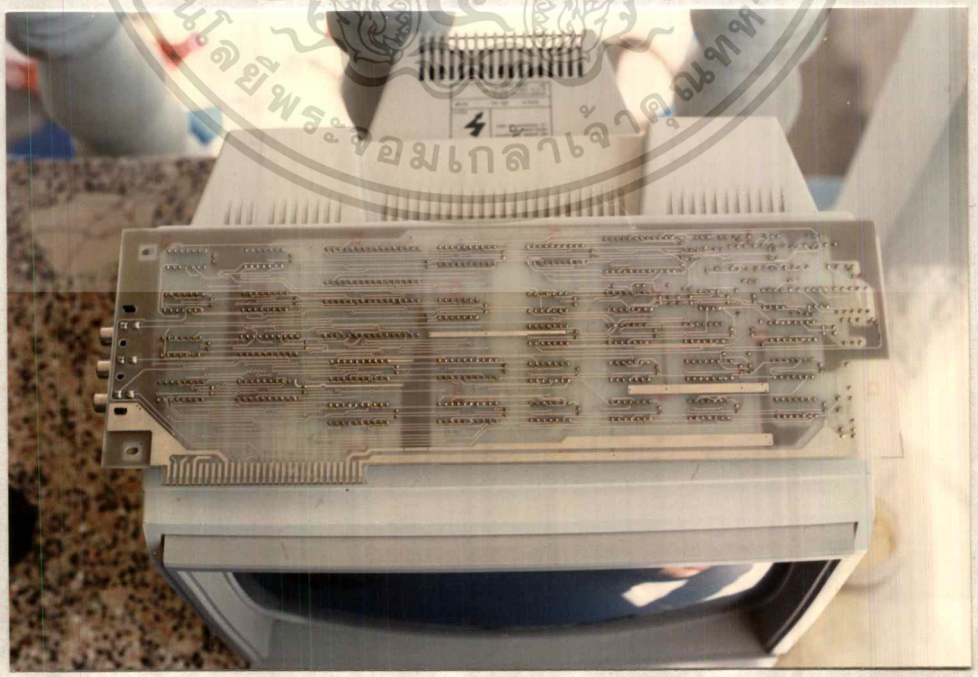
รูปที่ 3.15 แสดงภาพด้านหน้าของวงจรบนแผ่นวงจรพิมพ์เอนกประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรพิมพ์ให้โปรแกรมรวมทั้งทำการวางอุปกรณ์ต่างๆให้เหมาะสม เมื่อโปรแกรมได้ออกแบบลายวงจรพิมพ์ให้เรียบร้อย เราก็ต้องทำการตรวจสอบว่าลายวงจรแต่ละเส้นถูกต้องตามวงจรที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องก็ต้องแก้ไข ภาย



รูปที่ 3.16 แสดงภาพด้านหน้าของวงจรบนแผ่นวงจรพิมพ์สำเร็จ



รูปที่ 3.17 แสดงภาพด้านหลังของวงจรบนแผ่นวงจรพิมพ์สำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ตรวจสอบลายวงจรพิมพ์ทั้งแผ่นเป็นที่เรียบร้อย เราก็นำลายวงจรพิมพ์นี้ไปให้ร้านทำแผ่นวงจรพิมพ์ทำการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ออกมา หลังจากได้แผ่นวงจรพิมพ์มาแล้ว เราก็ต้องมาตรวจสอบลักษณะของแผ่นวงจรพิมพ์ว่าได้ตามวงจรพิมพ์ที่ได้ออกแบบหรือไม่ เช่น ดูว่ามีลายวงจรขาดหรือลายวงจรช็อตถึงกันหรือไม่ เมื่อตรวจสอบเรียบร้อย ก็ลงอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์ที่ละภาคพร้อมทั้งตรวจสอบการทำงานให้เรียบร้อยจนกระทั่งหมดทุกภาคเมื่อถึงจุดนี้ก็เสร็จสิ้นการสร้าง

3.4 การเขียนโปรแกรม

โปรแกรมเครื่องอ่านลายนิ้วมือนี้ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของการ์ด และติดต่อกับผู้ใช้งาน เพื่อนำข้อมูลภาพที่ได้จากการ์ดมาแสดงผลบนจอมอนิเตอร์และเก็บลงไฟล์เพื่อนำไปใช้งานต่อไป การแสดงภาพขนาด 512 x 512 จุด บนจอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์นั้น เพื่อให้สามารถแสดงภาพบนจอได้เต็มภาพเราจึงเลือกใช้โหมด 800 x 600 256 สีซึ่งเป็นโหมดการแสดงภาพกราฟฟิคที่มีอยู่ในการ์ดแสดงผลของจอซุปเปอร์ วีจีเอ (super VGA) ทั่วๆไป สาเหตุที่เลือกใช้โหมดการแสดงผล 800 x 600 256 สีนี้ ก็เพื่อให้มีความเพียงพอในการแสดงภาพขนาด 512 x 512 จุดในคราวเดียว ซึ่งโหมดนี้สามารถแสดงสีได้ 256 สี ก็เพียงพอสำหรับการแสดงภาพที่เก็บจากการ์ด ซึ่งมีระดับความแตกต่างระหว่างสีขาวและสีดำ 256 ระดับ

เนื่องจากโหมดการแสดงภาพนี้ มีลักษณะการแสดงสีต่างๆจะเป็นการผสมสีของแม่สีเข้าด้วยกันคือ สีแดง(R),สีเขียว(G),สีน้ำเงิน(B) โดยแต่ละสีจะกำหนดระดับความเข้มของสีด้วยตัวเลข 6 บิท ในการแสดงภาพขาว-ดำจะต้องผสมสีทั้งสามให้มีความเข้มเท่าๆกัน ทำให้มีระดับความแตกต่างของสีขาวและดำเท่ากับ 2^6 หรือ 64 ระดับ แต่ภาพที่ได้จากการ์ดเป็นภาพขนาด 512 x 512 จุด มีระดับความแตกต่างของสีขาวและสีดำถึง 256 ระดับ ดังนั้นการแสดงภาพนี้บนจอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์จะต้องนำข้อมูลที่ได้มาปรับสเกล โดยการเลื่อนบิทของข้อมูลไปทางขวา 2 บิท ซึ่งเป็นการหารด้วย 4 เพื่อให้ระดับความแตกต่างของสีขาวและสีดำลดลงจาก 256 ระดับเป็น 64 ระดับนั่นเอง ในขณะเดียวกันข้อมูลที่จะนำไปเก็บไว้บนดิสค์จะต้องมีระดับความแตกต่างของสีขาวและสีดำ 256 ระดับเพื่อความละเอียดของข้อมูลภาพที่จะนำไปใช้งานต่อไป

ภาพที่เก็บมาจากการ์ดจะถูกนำมาเก็บไว้ในหน่วยความจำที่จองไว้ เมื่อจะนำมาแสดงผลบนจอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์ ก็จะนำข้อมูลนี้มาปรับสเกลแล้วส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ปรับสเกลแล้วไปยังหน่วยความจำของการ์ดแสดงผลเพื่อให้ปรากฏเป็นภาพบนจอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์

ในการติดต่อระหว่างโปรแกรมกับการ์ดสามารถทำได้ โดยการส่งคำสั่งไปยังการ์ดผ่านพอร์ท 300H เมื่อโปรแกรมสั่งให้การ์ดเก็บภาพจากกล้อง การ์ดจะทำการเก็บภาพขนาด 512 x 512 จุดไว้ในแรมบนการ์ด โดยใช้เนื้อที่ในการเก็บ 256 กิโลไบท์ จากนั้นโปรแกรมจะส่งคำสั่งให้การ์ดส่งข้อมูลภาพไปที่หน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ ซึ่งการส่งข้อมูลนี้จะส่งข้อมูลภาพครั้งละ 1 ฟิลด์ (256 เส้น เส้นละ 512 จุด) โดยจะส่งไปที่หน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ที่เซ็กเมนท์ D000H และ E000H จำนวน 2 เซ็กเมนท์ซึ่งมีขนาดเท่ากับ 128 กิโลไบท์ดังนั้นโปรแกรมจะต้องอ่านข้อมูลจากการ์ด 2 ครั้งจึงจะได้ข้อมูลภาพครบ 1 ภาพ ในการเก็บข้อมูลภาพนี้ โปรแกรมจะนำภาพที่ได้จากการอ่านมาสลับเส้นแล้วเก็บไว้ในหน่วยความจำซึ่งจองไว้สำหรับการเก็บภาพ จากนั้นก็จะได้ข้อมูลภาพที่ไม่มีการสลับเส้นพร้อมสำหรับการนำไปแสดงผลหรือเก็บเป็นไฟล์บนแผ่นดิสค์เพื่อนำไปใช้งานได้ตามต้องการ สำหรับรายละเอียดในการแสดงผลและการทำงานต่างๆของโปรแกรมมีความละเอียดและซับซ้อนพอสมควร ซึ่งจะอธิบายพอสังเขปในหัวข้อต่างๆได้ดังนี้

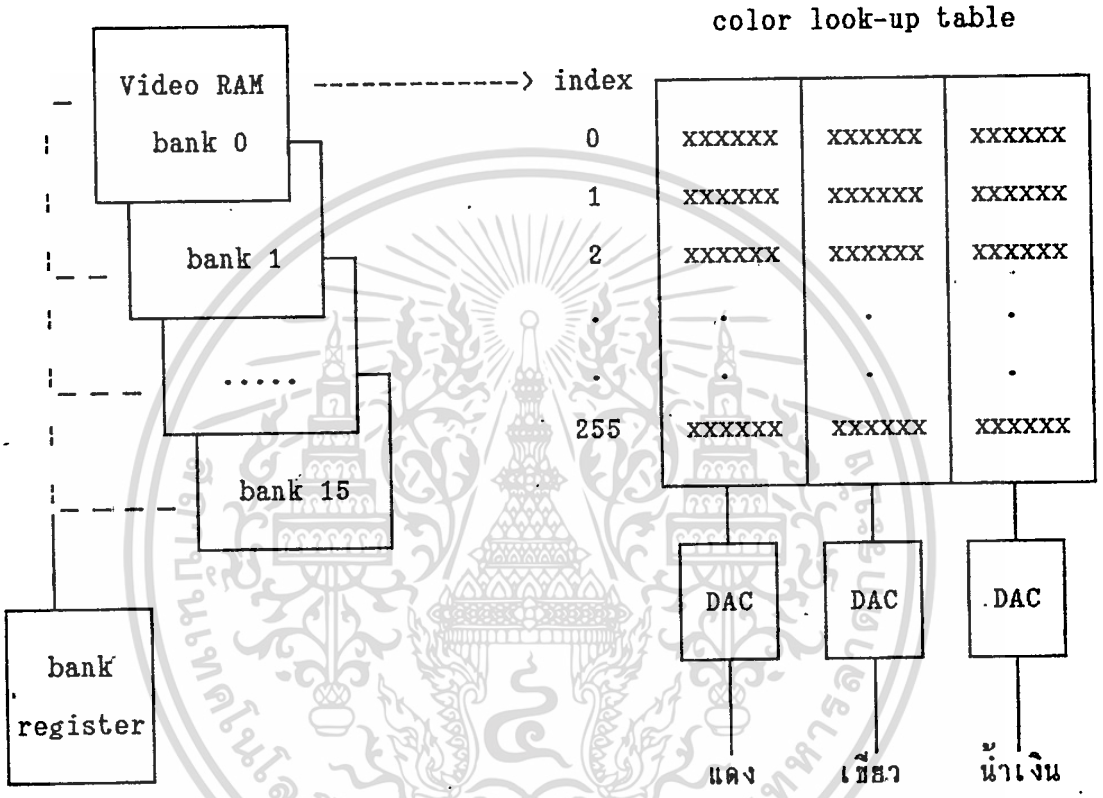
3.4.1 การแสดงภาพในโหมด 800 x 600 256 สี

การแสดงภาพในโหมดกราฟฟิค จะถูกด้วยเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซี โดยแยกส่วนควบคุมการแสดงผลออกมาต่างหาก ซึ่งส่วนนี้เรียกว่ากราฟฟิคไดร์เวอร์ (Graphic Driver)โดยเป็นไฟล์ที่นามสกุลเป็น BGI ในการเขียนโปรแกรมก็จะใช้คำสั่ง #include <graphics.h> จากนั้นก็จะสามารถเรียกใช้ฟังก์ชั่นต่างๆในการแสดงผลในโหมดกราฟฟิคได้ ซึ่งฟังก์ชั่นต่างๆนี้จะติดต่อกับกราฟฟิคไดร์เวอร์เพื่อแสดงภาพบนจอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์ โดยปกติแล้วกราฟฟิคไดร์เวอร์ที่ให้มากับภาษาซี จะใช้สำหรับกราฟฟิคความละเอียดต่ำจนถึงความละเอียดปานกลางเช่น EGAVGA.BGI ใช้สำหรับการแสดงผลในโหมด 640 x 480 16 สี ซึ่งไม่สามารถนำมาใช้ในการแสดงภาพในโหมด 800 x 600 256 สี ซึ่งเป็นโหมดความละเอียดสูงได้ สำหรับกราฟฟิคไดร์เวอร์สำหรับโหมดความละเอียดสูงเช่น SVGA256.BGI จะสามารถนำมาใช้ในการแสดงภาพในโหมด 800 x 600 256 สีได้แต่ความเร็วในการแสดงผลค่อนข้างช้า ไม่เหมาะสำหรับการแสดงภาพขนาดใหญ่ ดังนั้นโปรแกรมนี้จึงเขียนกราฟฟิคไดร์เวอร์ขึ้นเองโดยรวมกราฟฟิคไดร์เวอร์เข้ากับโปรแกรมหลัก ซึ่งในการเขียนกราฟฟิคไดร์เวอร์

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะต้องทำความเข้าใจลักษณะการแสดงภาพ และการทำงานของการ์ดแสดงผลในโหมด 800 x 600 256 สี ของการ์ดซุปเปอร์ วีจีเอ เสียก่อน

สำหรับการแสดงภาพในโหมด 800 x 600 256 สี ของการ์ดซุปเปอร์ วีจีเอที่มีหน่วยความจำวิดีโอแรมขนาด 1 เมกกะไบท์ สามารถอธิบายได้โดยใช้รูปคร่าวๆดังนี้



รูปที่ 3.18 แสดงลักษณะการแสดงผลของการ์ดซุปเปอร์ วีจีเอ

ในวิดีโอแรมบนการ์ดแสดงผลจะเก็บข้อมูลที่ใช้แสดงอยู่ในรูปค่า อินเด็กซ์ (index) ของตารางเทียบสี (Color look-up table) ข้อมูลในวิดีโอแรมจะถูกนำมาเปิดตารางเทียบสีซึ่งมีอยู่ 256 เรคคอร์ด ในตารางเทียบสีจะประกอบไปด้วยค่าแม่สี สีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน มีขนาดค่าละ 6 บิท ดังนั้นความเป็นไปได้ของสีที่สามารถสร้างได้ก็คือ 64^3 เท่ากับ 262,144 สี แต่เนื่องจากตารางมีเพียง 256 เรคคอร์ดและในหนึ่งจุดภาพจะใช้พื้นที่เก็บ 1 ไบท์ จึงทำให้สามารถแสดงได้เพียง 256 สีพร้อมๆกัน ค่าของแม่สีที่กำหนดด้วยเลข 6 บิทนี้จะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณอนาลอกโดยวงจรแปลงสัญญาณจากดิจิตอลเป็นอนาลอกเพื่อส่งให้จอภาพต่อไป สำหรับการกำหนดค่าสีในตารางเทียบสีสามารถทำได้โดยส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลขอินเด็กซ์ออกไปที่พอร์ท 3C8H จากนั้นก็ส่งค่าสีแดง,สีเขียว,สีน้ำเงินออกไปที่พอร์ท 3C9H ตามลำดับ

สำหรับหน่วยความจำในวิดีโอแรมของการ์ดซุปเปอร์ วีจีเอ ที่มีหน่วยความจำวิดีโอแรม 1 เมกกะไบท์ จะแบ่งออกเป็น 16 แบงค์ (bank) ในแต่ละแบงค์จะมีขนาด 64 กิโลไบท์มีจุดเริ่มต้นที่ A000:0000 ในโหมด 800 x 600 256 สี หนึ่งจุดภาพจะใช้เนื้อที่ในการเก็บ 1 ไบท์ ดังนั้นในหนึ่งหน้าจอจะใช้เนื้อที่ในการแสดงผลทั้งหมด 800 x 600 เท่ากับ 480,000 ไบท์ หรือใช้วิดีโอแรมจำนวน 8 แบงค์ ดังนั้นสำหรับการ์ดซุปเปอร์ วีจีเอ ที่มีหน่วยความจำ 1 เมกกะไบท์นี้ ก็จะมีวิดีโอแรมว่างอยู่อีก 8 แบงค์ ซึ่งในโปรแกรมนี้จะใช้วิดีโอแรม 8 แบงค์ ที่เหลือนี้มาใช้ในการเก็บข้อมูลที่เป็นแบ็กกราวด์ (Background) ของข้อมูลใน 8 แบงค์แรก ดังนั้นโปรแกรมนี้จะต้องใช้กับคอมพิวเตอร์ที่มีการ์ดแสดงผลซุปเปอร์ วีจีเอ ที่มีหน่วยความจำวิดีโอแรม 1 เมกกะไบท์ขึ้นไป ในการเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับวิดีโอแรมเราจะต้องทราบหมายเลข แบงค์และค่าอ็อฟเซ็ทของหน่วยความจำวิดีโอแรม ซึ่งขึ้นอยู่กับตำแหน่ง(x,y)ของจุดภาพที่ต้องการติดต่อด้วย โดยจะสามารถคำนวณได้จากสูตรนี้

หมายเลข แบงค์ = (x+(y*800))/10000H

ค่าอ็อฟเซ็ทของหน่วยความจำ = (x+(y*800)) AND FFFFH

ถ้าต้องการติดต่อกับ 8 แบงค์ หลังที่ใช้ในการเก็บแบ็กกราวด์ก็สามารถทำได้โดยบวกหมายเลข แบงค์ ที่คำนวณได้ด้วย 8 ก็จะได้หมายเลข แบงค์ ที่ต้องการ เมื่อได้หมายเลขแบงค์ แล้วก็ทำการกำหนดหมายเลข แบงค์ นั้นลงในรีจิสเตอร์ภายในการ์ดแสดงผล ตัวอย่างเช่น ต้องการเข้าถึงจุดภาพในตำแหน่ง (400,300) ก็สามารถทำได้โดยการคำนวณดังนี้

หมายเลข แบงค์ = (400+(300*800))/10000H

= 3

ค่าอ็อฟเซ็ทของหน่วยความจำ = (400+300*800)) AND FFFFH

= AB10H

จากนั้นก็กำหนด แบงค์ ที่ต้องการติดต่อด้วยให้เป็นหมายเลข 3 ก็จะสา-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มารถเข้าถึงข้อมูลของจุดภาพได้ในตำแหน่ง A000:AB10 นั่นเอง ในการเข้าถึงตำแหน่งของหน่วยความจำภาพนี้เพื่อนำมาใช้กับการแสดงภาพขนาด 512 x 512 จุด ถ้าต้องทำการคำนวณหมายเลข แบงค์และค่าอ็อฟเซ็ทของหน่วยความจำในทุกๆจุดภาพแล้วจะทำให้การแสดงผลค่อนข้างช้า ในโปรแกรมนี้จึงใช้การติดต่อกับหน่วยความจำวิดีโอแรมโดยติดต่อครั้งละ 1 เส้นภาพ ซึ่งอาศัยการคำนวณหมายเลข แบงค์ และค่าอ็อฟเซ็ทของหน่วยความจำของจุดเริ่มต้นของเส้นภาพไว้ แล้วกำหนด แบงค์ตามที่คำนวณได้ จากนั้นก็จะคำนวณว่าจุดสุดท้ายของเส้นภาพเกินตำแหน่งสุดท้ายของ แบงค์ นั้นหรือไม่ ถ้าไม่เกินก็จะทำการคัดลอกข้อมูลภาพในเส้นนั้นไปยังตำแหน่งค่าอ็อฟเซ็ทของหน่วยความจำที่คำนวนได้ โดยการใช้คำสั่ง memcpy แต่ถ้าหมายเลข แบงค์ของจุดสุดท้ายในเส้นภาพไม่อยู่ใน แบงค์ เดียวกัน ก็จะใช้คำสั่ง memcpy คัดลอกข้อมูลภาพของเส้นนั้นไปจนถึงจุดสุดท้ายของแบงค์แล้วเปลี่ยนหมายเลข แบงค์ จากนั้นก็จะใช้คำสั่ง memcpy คัดลอกข้อมูลเส้นภาพที่เหลือไปไว้ที่จุดเริ่มต้นของ แบงค์ นั้น (ที่ตำแหน่ง A000:0000) ซึ่งวิธีนี้จะช่วยให้การแสดงภาพขนาด 512 x 512 นี้สามารถทำได้เร็วมากขึ้น

สำหรับวิธีการกำหนดหมายเลข แบงค์นั้นจะแตกต่างกันออกไปในแต่ละยี่ห้อของการ์ดแสดงผล ซึ่งส่วนมากจะต้องทำการติดต่อกับการ์ดแสดงผลโดยตรงและหมายเลขพอร์ตที่จะใช้ติดต่อกับการ์ดแสดงผลแต่ละยี่ห้อก็จะแตกต่างกันด้วย สำหรับโปรแกรมนี้จะสามารถใช้ได้กับการ์ดแสดงผล Trident , ET , S3 และการ์ดอื่นๆที่ติดตั้งไดร์เวอร์ที่เป็น VESA-VGA BIOS เพิ่มเติม ซึ่งในกรณีที่เป็นการ์ดแสดงผล S3 หรือการ์ดอื่นๆที่ติดตั้งไดร์เวอร์ที่เป็น VESA-VGA BIOS เพิ่มเติมนี้การกำหนดหมายเลข แบงค์ จะสามารถทำได้โดยการติดต่อกับ BIOS ด้วยการใช้ฟังก์ชั่น 4FH ของอินเทอร์รัพท์ 10H และโปรแกรมนี้จะทำการตรวจสอบการ์ดที่ใช้โดยอัติโนมัติ

3.4.2 <u>การควบคุมเมาส์ในโหมด 800 x 600 256 สี</u>

โดยปกติการเขียนโปรแกรมติดต่อกับเมาส์สามารถทำได้โดยการใช้อินเทอร์รัพท์ 33H ซึ่งจะสามารถทำได้ง่ายโดยการใช้ฟังก์ชั่นเพื่ออ่านสถานะการกดปุ่มและตำแหน่งของเมาส์เท่านั้น สำหรับการแสดงรูปเคอร์เซอร์ของเมาส์นั้นไดร์เวอร์เมาส์จะจัดการเอง การแสดงรูปเคอร์เซอร์เมาส์โดยไดร์เวอร์เมาส์นี้จะทำได้ในโหมดตัวอักษร , โหมดกราฟฟิคความละเอียดต่ำและโหมดกราฟฟิคความละเอียดปานกลางเท่านั้น และเมื่อเราต้องการใช้เมาส์ในโหมด 800 x 600 256 สี ไดร์เวอร์เมาส์จะทำได้เฉพาะการอ่านตำแหน่งและสถานะการกดปุ่มของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมาส์เท่านั้น แต่จะไม่สามารถแสดงรูปเคอร์เซอร์เมาส์ได้ ดังนั้นการเขียนโปรแกรมติดต่อกับเมาส์ในโหมด 800 x 600 256 สี จะต้องจัดการแสดงรูปเคอร์เซอร์เมาส์เอง อาศัยการอ่านตำแหน่งของเมาส์โดยการใช้อินเทอร์รัพท์ 33H แล้วแสดงรูปเมาส์ในตำแหน่งนั้น จากนั้นโปรแกรมก็จะวนลูปเพื่อตรวจสอบตำแหน่งของเมาส์ว่ามีการเปลี่ยนตำแหน่งหรือไม่ ถ้ามีการเปลี่ยนตำแหน่งก็จะนำแบ็กกราวด์ที่เก็บไว้กลับมาเขียนในตำแหน่งเดิม เพื่อเป็นการลบรูปเมาส์เดิมแล้วจึงทำการแสดงรูปเคอร์เซอร์เมาส์ในตำแหน่งใหม่ สำหรับการอ่านสถานะการกดปุ่มก็สามารถทำได้โดยใช้อินเทอร์รัพท์ 33H เช่นเดียวกัน

3.4.3 การติดต่อกับสวิทช์เก็บภาพ

ในการติดต่อกับสวิทช์เก็บภาพใช้การเขียนโปรแกรมแบบ อินเทอร์รัพท์โดยกำหนดให้เป็นอินเทอร์รัพท์ 0DH IRQ 5 ในการเขียนโปรแกรมแบบอินเทอร์รัพท์นี้สามารถทำได้ โดยการใช้ฟังก์ชั่น getvect ในการอ่านตำแหน่งโปรแกรมบริการอินเทอร์รัพท์เดิมมาเก็บไว้ จากนั้นก็จะใช้ฟังก์ชั่น setvect เพื่อกำหนดตำแหน่งโปรแกรมบริการอินเทอร์รัพท์ให้ชี้มาที่โปรแกรมเก็บภาพและเมื่อเลิกใช้งานโปรแกรมก็จะใช้ฟังก์ชั่น setvect เพื่อกำหนดตำแหน่งของโปรแกรมบริการอินเตอร์รัพท์ให้ชี้กลับไปที่เดิม

เมื่อกำหนดตำแหน่งของโปรแกรมบริการอินเทอร์รัพท์เรียบร้อยแล้ว การควบคุมการจัดการโปรแกรมอินเทอร์รัพท์ก็สามารถทำได้ โดยการติดต่อกับ 8259 ซึ่งเป็นตัวควบคุมอินเทอร์รัพท์ (Interrupt Controller) ซึ่งการติดต่อกับ 8259 นี้จะติดต่อผ่านพอร์ท 20H และพอร์ท 21H โดยพอร์ท 21H จะใช้สำหรับติดต่อกับอินเทอร์รัพท์แมสค์รีจิสเตอร์ (Interrupt Mask Register) ของ 8259 เพื่อกำหนดว่าให้ 8259 รับอินเทอร์รัพท์หรือไม่ ถ้าโปรแกรมอยู่ในระหว่างการประมวลผลภาพก็จะต้องกำหนดให้ 8259 ไม่รับอินเทอร์รัพท์จากสวิทช์นี้ หลังจากที่ประมวลผลภาพเสร็จเรียบร้อยก็จะกำหนดให้ 8259 สามารถรับการอินเทอร์รัพท์จากสวิทช์ได้ ส่วนพอร์ท 20H ใช้ในการส่งคำสั่งให้กับอินเทอร์รัพท์คอมมานด์รีจิสเตอร์ (Interrupt Command Register) ของ 8259 ซึ่งจะใช้เมื่อทำการประมวลผลโปรแกรมบริการอินเทอร์รัพท์เสร็จเรียบร้อย ก็จะส่งคำสั่งเพื่อบอกให้ 8259 ทราบว่า ได้มีประมวลผลโปรแกรมบริการอินเทอร์รัพท์เสร็จเรียบร้อยแล้วและให้ 8259 ยอมรับการอินเทอร์รัพท์นี้ในครั้งต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วิธีการใช้โปรแกรมเครื่องอ่านลายนิ้วมือ

โปรแกรมเครื่องอ่านลายนิ้วมือถูกออกแบบให้สามารถใช้งานได้ง่าย ซึ่งสามารถควบคุมการทำงานได้ทั้งเมาส์และแป้นพิมพ์ นอกจากการควบคุมการทำงานได้จะทำได้จากเมนูแบบป็อบอัพ-พูลดาวน์(Pop up-Pull down)แล้วยังมีปุ่มกดแบบสามมิติสำหรับฟังก์ชั่นที่มีการใช้งานบ่อยๆอีกด้วย โดยการแสดงชื่อปุ่มกดและฟังก์ชั่นต่างๆของเมนู รวมทั้งข่าวสารแสดงความผิดพลาดสามารถแสดงได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ วิธีการใช้โปรแกรมสามารถแยกอธิบายได้ดังนี้

พื้นที่การแสดงผลของโปรแกรม

พื้นที่การแสดงผลของโปรแกรมบนหน้าจอสามารถแบ่งออกเป็นส่วนๆได้ดังนี้

1.แถบแสดงชื่อโปรแกรม (Title Bar)

อยู่ในแนวนอนขวางบนสุดของหน้าจอแสดงชื่อ โปรแกรมเครื่องอ่านลายนิ้วมือด้านซ้ายของแถบแสดงชื่อโปรแกรมนี้เป็นปุ่มกดเพื่อเข้าสู่เมนูควบคุม(Control Menu) ส่วนด้านขวาเป็นปุ่มกดเพื่อเลือกการแสดงผลให้เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ

2.แถบแสดงเมนู (Menu Bar)

อยู่ด้านล่างติดกับแถบแสดงชื่อโปรแกรมแสดงตัวเลือกของเมนูต่างๆ เมื่ออยู่ในโหมดการแสดงผล แบบภาษาอังกฤษจะสามารถเรียกใช้เมนูได้ โดยกดปุ่ม [F10] แล้วใช้ปุ่มลูกศรเลื่อนไปยังตัวเลือกที่ต้องการหรือกดปุ่ม [Alt] พร้อมกับตัวอักษรตัวแรกของชื่อเมนูย่อยที่ต้องการแล้วใช้ปุ่มลูกศรเลื่อนไปยังตัวเลือกที่ต้องการ แต่เมื่ออยู่ในโหมดการแสดงผลแบบภาษาไทยจะสามารถเรียกใช้เมนูได้โดยกดปุ่ม [F10] แล้วใช้ปุ่มลูกศรเลื่อนไปยังตัวเลือกที่ต้องการเท่านั้น สำหรับการใช้เมาส์ทั้งในโหมดการแสดงผลแบบภาษาไทยและภาษาอังกฤษจะทำได้เหมือนกัน คือใช้เมาส์เลื่อนไปที่ชื่อเมนูย่อยแล้วกดปุ่มเมาส์ด้านซ้ายค้างไว้จากนั้นเลื่อนเมาส์ไปยังตัวเลือกที่ต้องการแล้วปล่อยปุ่มเมาส์หรือ ใช้เมาส์เลื่อนไปที่ชื่อเมนูย่อยแล้วกดปุ่มเมาส์ด้านซ้ายแล้วปล่อยปุ่มเมาส์ จากนั้นจึงเลื่อนเมาส์ไปยังตัวเลือกที่ต้องการแล้วกดปุ่มเมาส์ด้านซ้ายอีกครั้งเพื่อเลือกตัวเลือกนั้น

3.ไดอะล็อกบ็อกรูปลายนิ้วมือ (Fingerprint Dialog Box)

เป็นไดอะล็อกบ็อกสำหรับแสดงรูปลายนิ้วมือที่เก็บได้ อยู่ทางด้านขวาของหน้าจอ ส่วนบนของไดอะล็อกบ็อกจะแสดงชื่อของรูปในกรณีที่มีการโหลดรูปจากดิสค์หรือในกรณีที่เก็บภาพจากกล้องแล้วมีการเก็บลงแฟ้มข้อมูลบนดิสค์ สำหรับการแสดงรูปลายนิ้วมือในไดอะล็อกบ็อกนี้มีอยู่สองโหมดด้วยกันคือโหมดปกติและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหมดซูม ในโหมดปกติภาพที่แสดงจะมีขนาด 512 x 512 จุด ซึ่งเมื่อทำการเก็บลงแฟ้มข้อมูลบนดิสค์ก็จะเก็บภาพขนาด 512 x 512 จุดลงแฟ้มข้อมูลบนดิสค์ ส่วนโหมดซูมภาพที่แสดงจะมีขนาด 256 x 256 จุด ซึ่งเมื่อทำการเก็บลงแฟ้มข้อมูลบนดิสค์ก็จะเก็บภาพขนาด 256 x 256 จุด ลงแฟ้มข้อมูลบนดิสค์

4.พื้นที่แสดงปุ่มกด (Botton Area)

เป็นพื้นที่สำหรับแสดงปุ่มกดอยู่ทางด้านซ้ายของหน้าจอ ปุ่มกดที่แสดงนี้เป็นปุ่มกดแบบสามมิติสามารถควบคุมได้ทั้งเมาส์และแป้นพิมพ์ ฟังก์ชั่นของปุ่มกดนี้เป็นฟังก์ชั่นที่มีการใช้งานบ่อยครั้งจึงทำเป็นปุ่มกดเพื่อให้สามารถใช้งานได้สะดวก ฟังก์ชั่นของปุ่มกดทุกฟังก์ชั่นจะมีอยู่ในเมนูเช่นเดียวกัน สำหรับการใช้งานปุ่มกดนี้สามารถทำได้โดยเลื่อนเมาส์ไปยังปุ่มกดที่ต้องการแล้วกดเมาส์ปุ่มซ้าย ส่วนการใช้แป้นพิมพ์นั้นให้ใช้ปุ่มลูกศรเลื่อนไปยังปุ่มกดที่ต้องการแล้วกดปุ่ม [Enter]

5.ไดอะล็อกบ็อกข่าวสารแสดงความผิดพลาด(Error Message Dialog Box)

เป็นไดอะล็อกบ็อกสำหรับแสดงข่าวสารแสดงความผิดพลาด อยู่ที่มุมซ้ายด้านล่างของหน้าจอ โดยข่าวสารที่แสดงนี้มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษขึ้นอยู่กับโหมดภาษาที่ใช้อยู่ เมื่อมีการแสดงข่าวสารแสดงความผิดพลาดแล้วจะสามารถเคลียร์สถานะความผิดพลาดได้โดยกดปุ่มเมาส์ด้านซ้ายหรือกดปุ่มใดๆของแป้นพิมพ์

ฟังก์ชั่นต่างๆของเมนู

สำหรับฟังก์ชั่นต่างๆของเมนูมีดังนี้

แฟ้มข้อมูล (File)

-แฟ้มข้อมูลใหม่ (New)

ลบภาพที่แสดงอยู่เพื่อเตรียมเก็บภาพใหม่หรือโหลดภาพจากดิสค์

-เปิดแฟ้มข้อมูลเก่า (Open)

โหลดภาพที่เก็บไว้ในดิสค์ในรูปแบบ .RAW(เก็บข้อมูลโดยตรง) ซึ่งเมื่อโปรแกรมถามชื่อแฟ้มข้อมูล ให้พิมพ์เฉพาะชื่อแฟ้มข้อมูลเท่านั้น ไม่ต้องพิมพ์นามสกุลของแฟ้มข้อมูลเพราะโปรแกรมจะกำหนดให้นามสกุลเป็น .RAW โดยอัตโนมัติ

-จัดเก็บแฟ้มข้อมูล (Save)

เก็บภาพลงแฟ้มข้อมูลบนดิสค์รูปแบบ .RAW(เก็บข้อมูลโดยตรง) โดยจะเก็บลงแฟ้มข้อมูลตามชื่อที่แสดงที่ส่วนบนของไดอะล็อกบ็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปลายนิ้วมือ ถ้าไม่มีชื่อแฟ้มข้อมูลโปรแกรมจะถามชื่อแฟ้มข้อมูล ให้พิมพ์เฉพาะชื่อแฟ้มข้อมูลเท่านั้น ไม่ต้องพิมพ์นามสกุลของแฟ้มข้อมูล เพราะโปรแกรมจะกำหนดให้นามสกุลเป็น .RAW โดยอัตโนมัติ

-เก็บเป็นแฟ้มข้อมูล... (Save as...)

เก็บภาพลงแฟ้มข้อมูลบนดิสค์รูปแบบ .RAW(เก็บข้อมูลโดยตรง) และมีการเปลี่ยนชื่อไฟล์ ซึ่งเมื่อโปรแกรมถามชื่อแฟ้มข้อมูลให้พิมพ์เฉพาะชื่อไฟล์เท่านั้น ไม่ต้องพิมพ์นามสกุลของแฟ้มข้อมูล เพราะโปรแกรมจะกำหนดให้นามสกุลเป็น .PCX โดยอัตโนมัติ

-เปิดแฟ้มข้อมูล PCX (Import)

โหลดภาพที่เก็บไว้ในดิสค์ในรูปแบบ .PCX ซึ่งเมื่อโปรแกรมถามชื่อแฟ้มข้อมูลให้พิมพ์เฉพาะชื่อแฟ้มข้อมูลเท่านั้น ไม่ต้องพิมพ์นามสกุลของแฟ้มข้อมูลเพราะโปรแกรมจะกำหนดให้นามสกุลเป็น .PCX โดยอัตโนมัติ

-จัดเก็บแฟ้มข้อมูล PCX (Export)

เก็บภาพลงแฟ้มข้อมูลบนดิสค์ในรูปแบบ .PCX ซึ่งเมื่อโปรแกรมถามชื่อแฟ้มข้อมูลให้พิมพ์เฉพาะชื่อแฟ้มข้อมูลเท่านั้น ไม่ต้องพิมพ์นามสกุลของแฟ้มข้อมูลเพราะโปรแกรมจะกำหนดให้นามสกุลเป็น .PCX โดยอัตโนมัติ

-ไปดอสชั่วคราว (Dosshell)

ไปดอสชั่วคราวซึ่งจะกลับมาทำงานต่อได้โดยพิมพ์คำสั่ง exit

-เลิกการทำงาน (Exit)

เลิกการทำงานแล้วกลับไปที่ดอส

จับภาพ (Capture)

-จับภาพเดี่ยว (Single Capture)

เก็บภาพจากการ์ดหนึ่งภาพ

-จับภาพต่อเนื่อง (Continueous Capture)

เก็บภาพจากการ์ดแบบต่อเนื่องซึ่งจะหยุดโดยกดเมาส์ปุ่มขวาหรือกดปุ่มใดๆของแป้นพิมพ์

ปรับแต่งภาพ (Image)

-กลับสเกลภาพ (Invert)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลับสเกลภาพเพื่อให้เป็นภาพแบบเน็กกะทีฟ (Negative)

-แปลงเป็นภาพขาว-ดำ (Convert to Black & White)

แปลงภาพที่เก็บได้ให้เป็นภาพแบบขาว-ดำ(สองระดับ)

-พลิกภาพทางแนวนอน (Hort. Flip)

พลิกภาพในแนวนอน

-กลับภาพทางแนวตั้ง (Vert. Flip)

พลิกภาพในแนวตั้ง

-หมุนซ้าย 90 องศา (Left Rotate)

หมุนภาพทวนเข็มนาฬิกา 90 องศา

-หมุนขวา 90 องศา (Right Rotate)

หมุนภาพตามเข็มนาฬิกา 90 องศา

-ซูมเข้า (Zoom in)

ซูมภาพเพื่อแสดงภาพขนาด 256 x 256 จุดให้เต็มพื้นที่แสดงภาพ ซึ่งเมื่อใช้ฟังก์ชั่นนี้จะสามารถกำหนดพื้นที่การซูมได้โดยใช้ปุ่มลูกศรเลื่อนพื้นที่การซูมครั้งละหนึ่งจุดภาพ หรือกดปุ่ม [Ctrl] พร้อมกับปุ่มลูกศร เพื่อเลื่อนพื้นที่การซูมครั้งละ 10 จุดภาพ จากนั้นกดปุ่ม [Enter] เพื่อซูมภาพ เมื่ออยู่ในโหมดการแสดงภาพแบบซูมแล้วจะสามารถเลื่อนภาพที่แสดงได้โดยกดปุ่ม [Alt] พร้อมกับปุ่มลูกศร เพื่อเลื่อนภาพครั้งละหนึ่งจุดภาพ หรือกดปุ่ม [Ctrl] พร้อมกับปุ่มลูกศร เพื่อเลื่อนภาพครั้งละ 10 จุดภาพ ถ้ามีการเก็บภาพลงแฟ้มข้อมูลบนดิสค์ในโหมดซูมนี้ภาพที่เก็บจะมีขนาด 256 x 256 จุด

-ซูมออก (Zoom out)

ซูมภาพออกเพื่อแสดงภาพขนาด 512 x 512 จุด

จัดตัวเลือก (Options)

-โหมดเริ่มต้น (ปกติ/ซูม) (Startup Mode [ZOOM/NORMAL])

กำหนดโหมดการทำงานเริ่มต้นให้เป็นโหมดปกติหรือโหมดซูม ค่าปกติจะกำหนดไว้เป็นโหมดซูม

-พิกัดการซูมเริ่มต้น (Start Zoom Coordinate)

กำหนดพิกัดการซูมเริ่มต้น ซึ่งสามารถกำหนดได้โดยใช้ปุ่มลูกศรเลื่อนพื้นที่การซูมเริ่มต้นครั้งละหนึ่งจุดภาพ หรือกดปุ่ม [Ctrl]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พร้อมกับปุ่มลูกศร เพื่อเลื่อนพื้นที่การชูมเริ่มต้นครั้งละ 10 จุดภาพ จากนั้นกดปุ่ม [Enter] ค่าปกติจะกำหนดไว้ที่พิกัด (128,218)

-เวลาการรักษาจอภาพ (Screen Saver Time)

กำหนดเวลาการรักษาจอภาพโดยกำหนดในหน่วยของนาที ทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง การรักษาจอภาพนี้เมื่อไม่มีการกดปุ่มของแป้นพิมพ์และไม่มีการกดปุ่มของเมาส์และไม่มีการเลื่อนตำแหน่งของเมาส์และไม่มีการสั่งเก็บภาพจากสวิทช์ที่กล้อง เป็นเวลามากกว่าเวลาที่ตั้งไว้นี้หน้าจอจะดับ และจะกลับมาแสดงผลอีกครั้งเมื่อมีการกดปุ่มของแป้นพิมพ์หรือมีการกดปุ่มของเมาส์ หรือมีการเลื่อนตำแหน่งของเมาส์ ค่าปกติกำหนดไว้เป็น 0 นาที ซึ่งหมายถึงไม่มีการรักษาจอภาพ

-รหัสผ่านของการรักษาจอภาพ (Screen Saver Password)

กำหนดรหัสผ่านเมื่อต้องการกลับมาใช้งานต่อหลังจาก มีการทำงานตามฟังก์ชั่นรักษาจอภาพไปแล้ว ซึ่งสามารถกำหนดให้เป็นตัวอักษรและ/หรือตัวเลขไม่เกิน 8 ตัวอักษร ค่าปกติกำหนดเป็นไม่มีรหัสผ่าน

-การจัดเก็บตัวเลือกอัตโนมัติ (ON/OFF)(Auto Save Options [ON/OFF])

กำหนดสถานะการจัดเก็บตัวเลือกอัตโนมัติ ซึ่งถ้ากำหนดให้ ON จะมีการจัดเก็บตัวเลือกต่างๆโดยอัตโนมัติเมื่อมีการเลิกการทำงาน ค่าปกติกำหนดไว้เป็น OFF

-จัดเก็บตัวเลือก (Save Options)

ทำการจัดเก็บตัวเลือกต่างๆลงไฟล์ FGPREAD.CFG ซึ่งเมื่อมีการเรียกใช้โปรแกรมในครั้งต่อไปจะเริ่มทำงานโดยกำหนดค่าเริ่มต้นตามค่าที่เก็บไว้ในไฟล์นี้

ช่วยเหลือ (Help)

-เกี่ยวกับผู้จัดทำ (About)

แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับผู้จัดทำโครงงานนี้

-สร้างไฟล์โปรแกรม (Create Source Code)

สร้างไฟล์โปรแกรม (FGPREAD.CPP) ของโปรแกรมนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชั่นต่างๆของปุ่มกด

สำหรับฟังก์ชั่นต่างๆของปุ่มกดมีดังนี้

-จับภาพ (Capture)

เหมือนกับ จับภาพเดี่ยว (Single Capture) ของเมนู

-ภาพต่อเนื่อง (Cont. Cap)

เหมือนกับ จับภาพต่อเนื่อง (Continueous Capture) ของเมนู

-เปิดแฟ้ม (Load)

เหมือนกับ เปิดแฟ้มข้อมูลเก่า (Open) ของเมนู

-เก็บแฟ้ม (Save)

เหมือนกับ จัดเก็บแฟ้มข้อมูล (Save) ของเมนู

-เก็บภาพเป็น (Save as)

เหมือนกับ เก็บเป็นแฟ้มข้อมูล... (Save as...) ของเมนู

-เปิดแฟ้ม PCX (Import)

เหมือนกับ เปิดแฟ้มข้อมูล PCX (Import) ของเมนู

-เก็บแฟ้ม PCX (Export)

เหมือนกับ จัดเก็บแฟ้มข้อมูล PCX (Export) ของเมนู

-กลับสเกล (Invert)

เหมือนกับ กลับสเกลภาพ (Invert) ของเมนู

-ขาว-ดำ (Black&White)

เหมือนกับ แปลงเป็นภาพขาว-ดำ (Convert to Black & White) ของเมนู

-พลิกภาพ (Flip Hort)

เหมือนกับ พลิกภาพทางแนวนอน (Hort. Flip) ของเมนู

-กลับภาพ (Flip Vert)

เหมือนกับ กลับภาพทางแนวตั้ง (Vert. Flip) ของเมนู

-หมุนซ้าย (LeftRotate)

เหมือนกับ หมุนซ้าย 90 องศา (Left Rotate) ของเมนู

-หมุนขวา (RightRotate)

เหมือนกับ หมุนขวา 90 องศา (Right Rotate) ของเมนู

-ไปดอส (Dosshell)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมือนกับ ไปดอสชั่วคราว (Dosshell) ของเมนู

ฟังก์ชั่นของปุ่มกดพิเศษ

นอกจากเมนูและปุ่มกดแล้วยังมีปุ่มกดคำสั่งพิเศษดังนี้

[Ctrl]+[Shift]+[L]	แสดงโลโกของโปรแกรม
[Ctrl]+[Shift]+[K]	เพลงสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
[Ctrl]+[Shift]+[S]	ฮ็อทคีย์สำหรับโปรแกรมรักษาจอภาพ
[Ctrl]+[Shift]+[P]	ON/OFF การแปลงสเกลภาพ

การออกจากโปรแกรม

การออกจากโปรแกรมเครื่องอ่านลายนิ้วมือนี้สามารถทำได้สามวิธีดังนี้

1. ใช้ตัวเลือก เลิกการทำงาน (Exit) ของเมนู
2. ใช้เมนูควบคุมซึ่งอยู่ด้านซ้ายของแถบแสดงชื่อโปรแกรม
3. กดปุ่ม [Alt]+[F10]

ไฟล์ของโปรแกรม

สำหรับไฟล์ต่างๆของโปรแกรมเครื่องอ่านลายนิ้วมือมีดังนี้

FGPREAD.EXE	ไฟล์โปรแกรมเครื่องอ่านลายนิ้วมือ
FGPREAD.CFG	ไฟล์ตัวเลือกของโปรแกรมเครื่องอ่านลายนิ้วมือ
SOURCE.EXE	ไฟล์เก็บ Source Code
THAI.FNT	ไฟล์ฟอนท์ภาษาไทย
LOGO.PCX	ไฟล์โลโกของโปรแกรมเครื่องอ่านลายนิ้วมือ

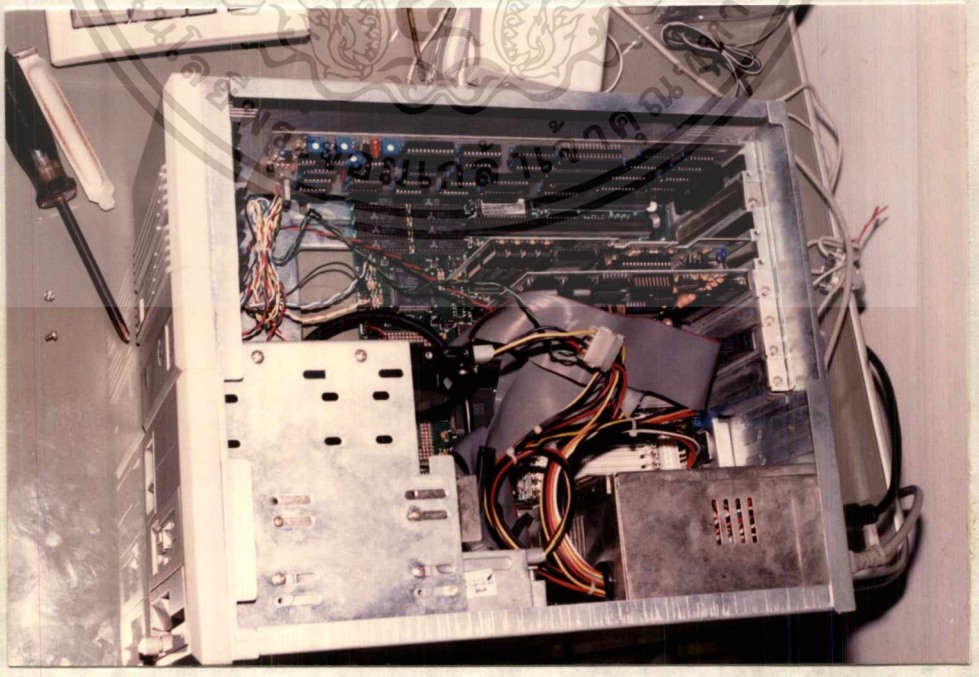
3.6 การจัดแสง

วัตถุประสงค์ของการจัดแสงก็เพื่อให้ลายนิ้วมือที่เก็บได้นั้นเกิดความชัดเจนและมีรายละเอียดที่ดีขึ้น โดยการจัดแสงนี้จะได้จากการทดลองจริงแล้วดูลักษณะของภาพที่ได้จนกว่าจะสามารถหาตำแหน่งการจัดแสงที่ให้ภาพที่ดีที่สุด การทดลองจะได้กล่าวถึงในบทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

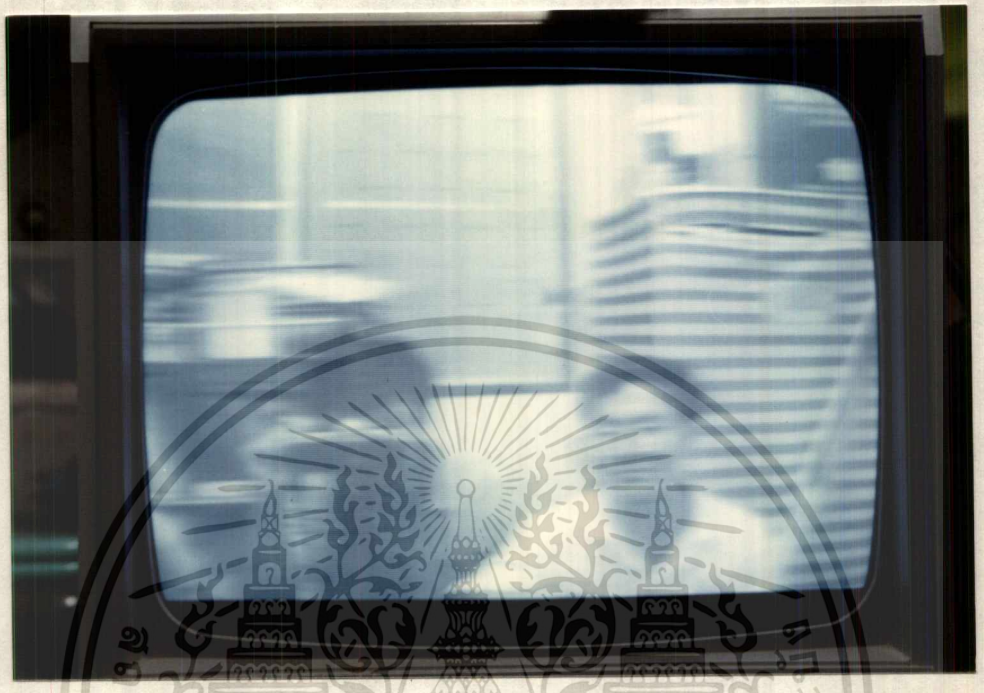
หลังจากที่เราได้สร้างแผ่นวงจรพิมพ์และประกอบวงจรเรียบร้อย (ต่อไปเราจะขอเรียกว่า การ์ด) เราก็นำเอาการ์ดไปเสียบเข้าสล็อตของคอมพิวเตอร์ในขั้นแรก เราก็จะทดลองในส่วนของการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล และแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก โดยเราดูผลได้จากภาพที่ปรากฏบนจอมอนิเตอร์ ภาพที่ได้นี้จะเป็นภาพเคลื่อนไหวตามข้อมูลภาพที่กล้องวีดีโอเก็บเข้ามา ภาพที่จอมอนิเตอร์ตอนแรกอาจจะดูแล้วไม่เหมาะสม คือ อาจมีสัญญาณรบกวนมาก เราแก้ไขโดยการปรับระดับของ สัญญาณภาพที่จะเข้าตัวแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล และปรับแรงดันอ้างอิงทั้งทางด้านบวก,ลบให้เหมาะสมจนได้ภาพที่จอมอนิเตอร์ที่ดี การแสดงภาพที่จอมอนิเตอร์นี้ในการออกแบบครั้งแรกจะสามารถเลือกให้แสดงได้ทั้งภาพเคลื่อนไหว (ภาพจากกล้องวีดีโอ) และภาพนิ่ง (ภาพจากหน่วยความจำภาพ) แต่ภายหลังจากที่ได้มีการเขียนโปรแกรมเพื่อนำภาพจากหน่วยความจำภาพแสดงที่จอคอมพิวเตอร์ได้แล้ว เราจึงตัดการแสดงภาพนิ่งที่จอมอนิเตอร์ออกแต่ยังคงส่วนของการแสดงภาพเคลื่อนไหวเอาไว้ ก็เพื่อประโยชน์ในการตรวจซ่อมในกรณีที่การ์ดมีปัญหา



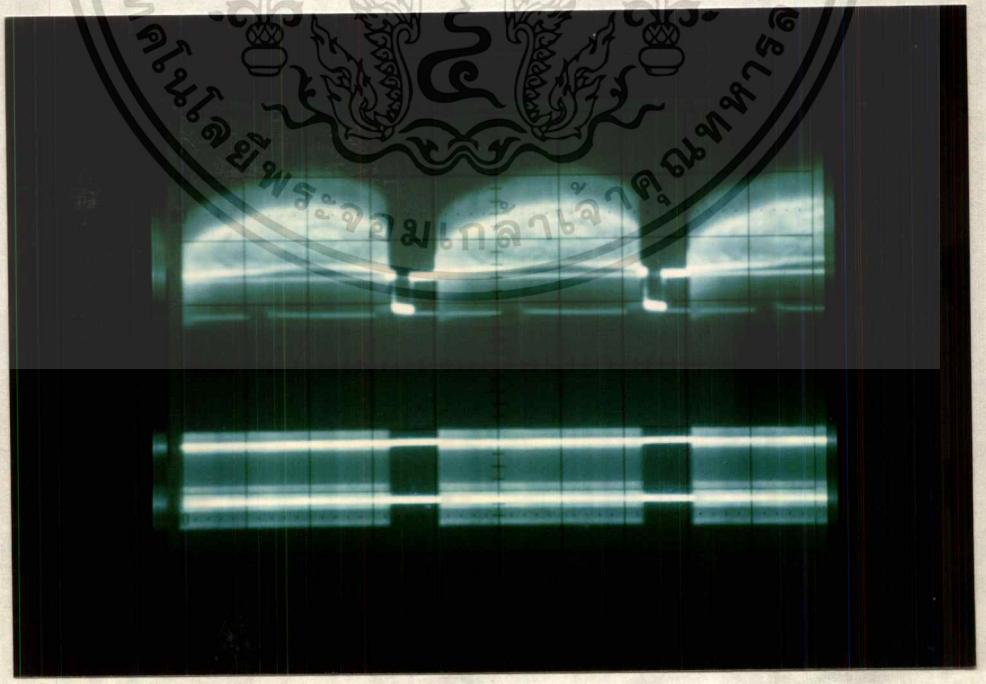
รูปที่ 4.1 แสดงการเสียบการ์ดกับสล็อตคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นต่อมาเราก็ทดลองในส่วนการอินเทอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์ โดยการให้คำสั่งกับการ์ดเพื่อเก็บข้อมูลภาพเข้าสู่หน่วยความจำภาพ รวมทั้งทำการอ่าน



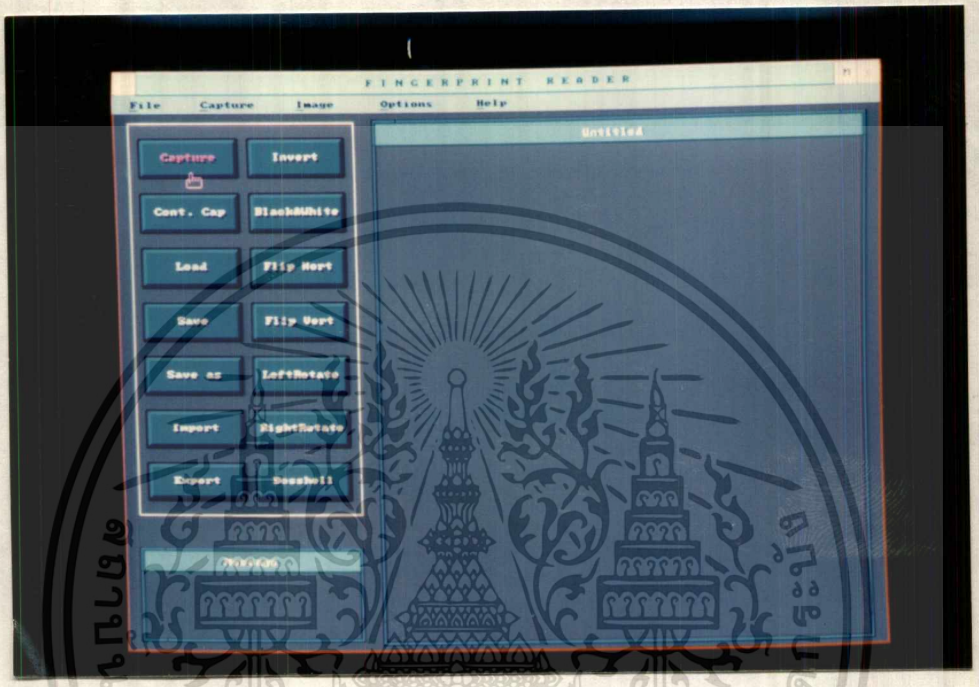
รูปที่ 4.2 แสดงภาพที่ได้จากจอมอนิเตอร์



รูปที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบของสัญญาณระหว่างลายนิ้วมือจากกล้องวีดีโอกับข้อมูลดิจิตอลบิท 2 ที่ได้หลังการแปลงสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลภาพจากหน่วยความจำภาพสู่จอคอมพิวเตอร์ ผลที่ได้จากการอินเทอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์ ปรากฏว่า ภาพที่ได้บนจอคอมพิวเตอร์ดีมากแสดงว่าการทำงานของวงจรทุกส่วนเป็นปกติ



รูปที่ 4.4 แสดงเมนูของโปรแกรมควบคุมการ์ด

การแสดงภาพบนจอมอนิเตอร์จะแสดงภาพที่ได้จากหน่วยความจำภาพเป็นขนาด 512 x 512 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดแสง

เนื่องจากในการรับภาพของกล้องวีดีโอ มีความเกี่ยวข้องกับแสงสว่างโดยรอบ ดังนั้น เพื่อที่จะรับประกันได้ว่าเวลาเราเก็บภาพ ในสถานที่ที่แตกต่างกัน หรือในเวลาที่แตกต่างกัน ก็จะได้ภาพที่เหมือนกัน ดังนั้น เราจึงต้องทำกล่องขึ้นมาเพื่อที่จะทำให้เราเก็บภาพได้เหมือนๆกัน โดยกล่องที่ทำนี้จะต้องปิดสนิทหรือให้มีแสงเล็ดลอดเข้าไปได้น้อยที่สุด แล้วจัดให้มีการจัดแสงภายในกล่อง ซึ่งภาพที่ได้นั้นจะชัดเจนและให้ความคมชัด ได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับการจัดแสงนี้เป็นหลักสำคัญ ซึ่งเทคนิคที่เราใช้ในการจัดแสงมีด้วยกัน 2 วิธี คือ

1.การจัดแสงโดยการฉายแสงให้กับลายนิ้วมือโดยตรง

2.การจัดแสงโดยอาศัยปริซึม

ซึ่งการจัดทั้ง 2 วิธีนี้ เราจะทำการทดลองปฏิบัติจริง แล้วดูภาพที่ได้จนกว่าจะสามารถจะหาตำแหน่งที่ให้ภาพดีที่สุด ซึ่งขั้นตอนการทดลองและภาพที่ได้เป็นดังนี้

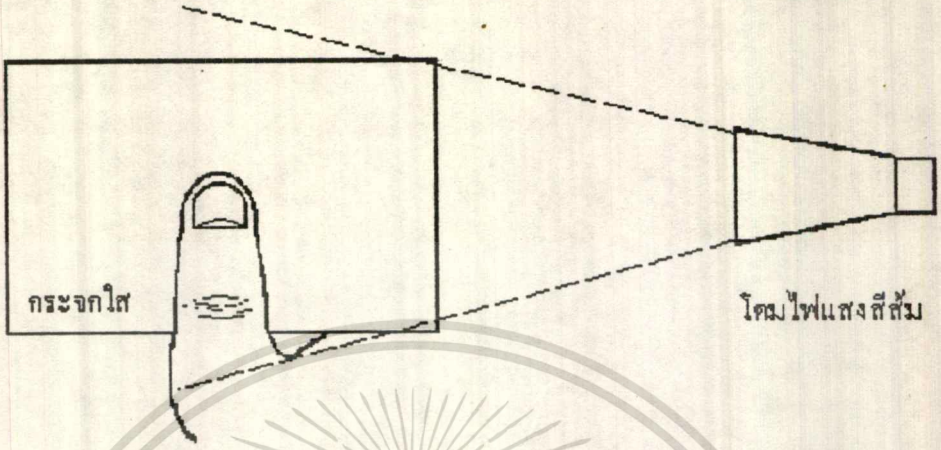
การทดลองการจัดแสง

1.การจัดแสงโดยการฉายแสงให้กับลายนิ้วมือโดยตรง

1.1 เราจะเริ่มการทดลองฉายแสงให้กับลายนิ้วมือในทิศทางเดียวก่อน โดยเราจะใช้หลอดไส้เป็นตัวฉายแสงให้กับลายนิ้วมือ โดยจะทำการฉายแสงให้กับลายนิ้วมือ ในทิศทางที่แตกต่างกัน ตำแหน่งทิศทางของแสงที่ฉายให้กับลายนิ้วมือ เราได้ทำการทดลอง 4 ทิศทางด้วยกัน ซึ่งเป็นทิศทางหลักที่ฉายแสงให้กับลายนิ้วมือ ตำแหน่งการวางหลอดไฟทั้ง 4 ทิศทาง เป็นดังนี้ คือ

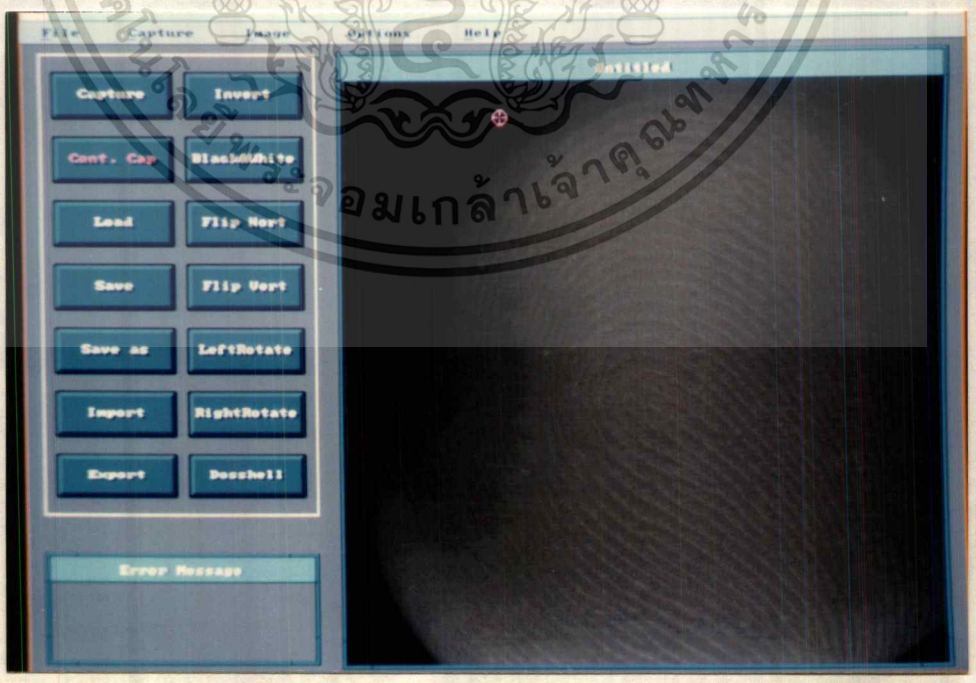
1.1.1 ทดลองฉายแสงเข้าทางด้านในของนิ้วมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงการเก็บภาพเมื่อใช้หลอดไฟ 1หลอด โดยให้ทิศทางของแสงเข้าทางด้านในของนิ้วมือ

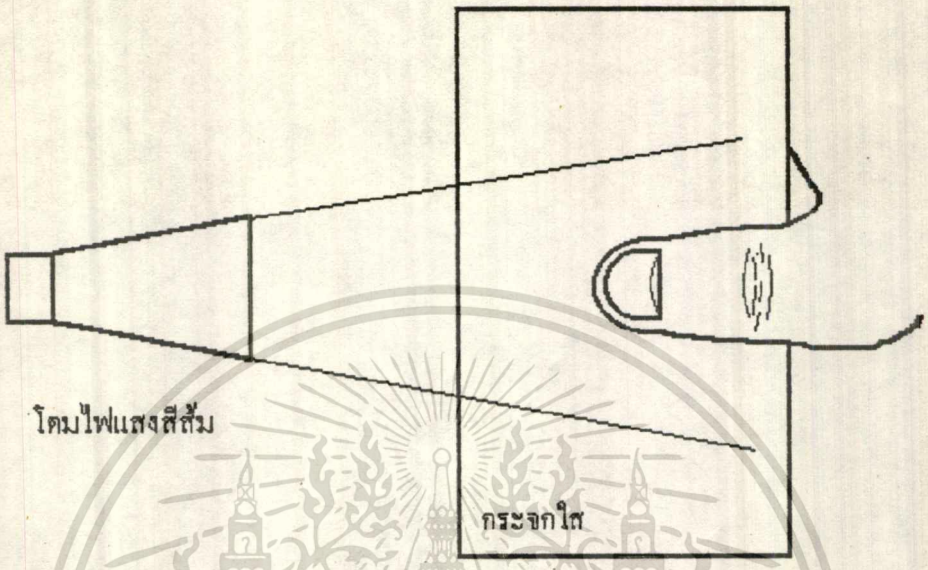
ภาพที่ได้จากการจัดแสงตามรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.6 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อจัดแสงตามรูปที่ 4.5

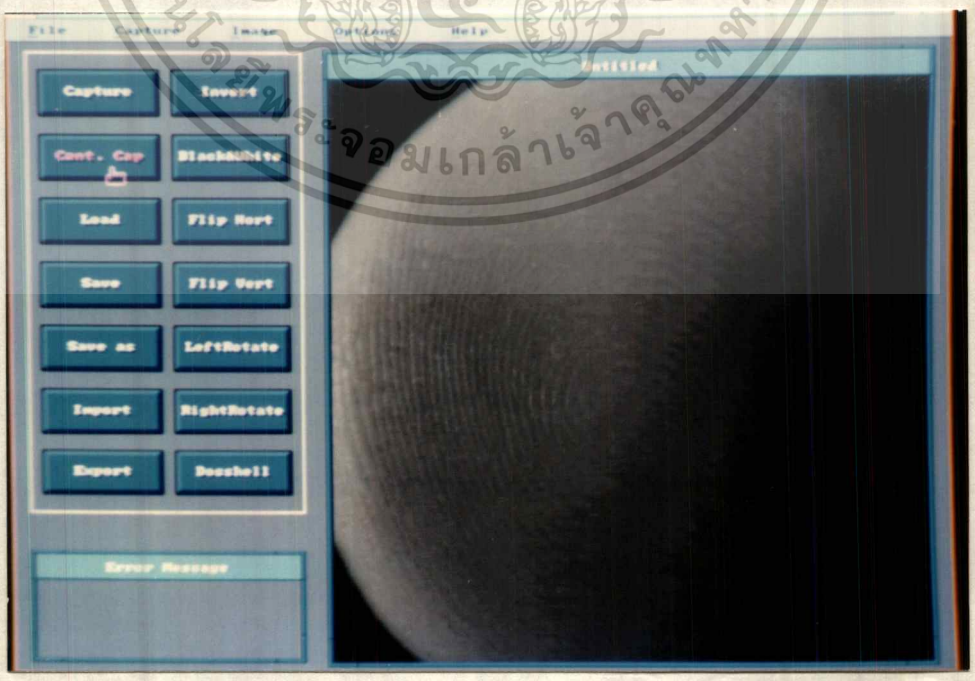
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.2 จากนั้นทดลองเปลี่ยนตำแหน่งของหลอดไฟ โดยฉายแสงเข้าทางด้านปลายนิ้ว



รูปที่ 4.7 แสดงการเก็บภาพเมื่อใช้หลอดไฟ 1หลอด โดยให้ทิศทางของแสงเข้าทางด้านปลายนิ้วมือ

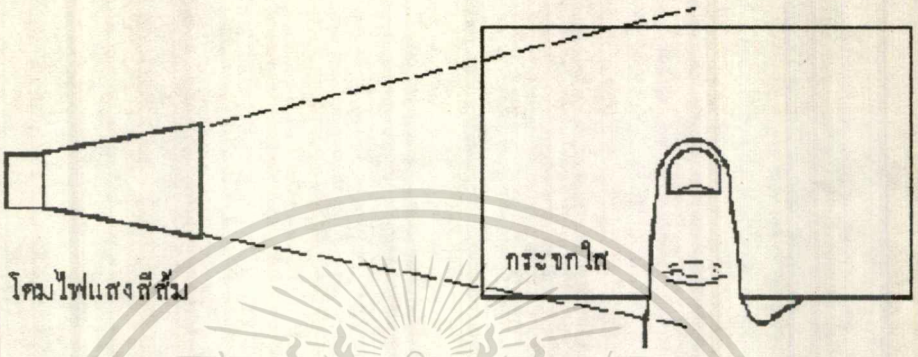
ภาพที่ได้จากการจัดแสงตามรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.8 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อจัดแสงตามรูปที่ 4.7

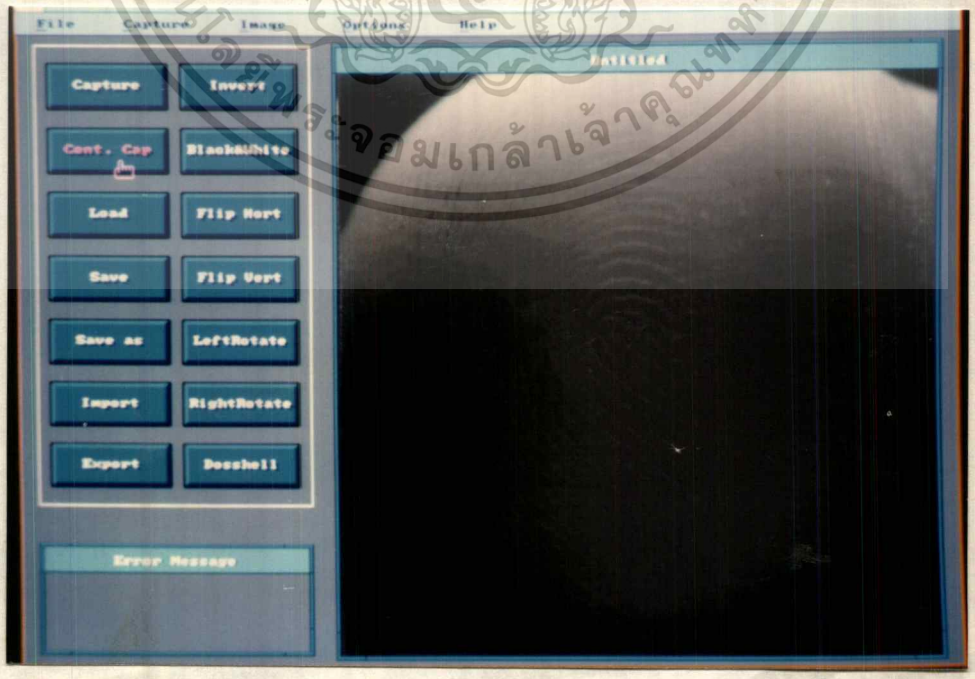
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.3 ทดลองเปลี่ยนตำแหน่งของหลอดไฟ โดยฉายแสงเข้าทางด้านนอกของนิ้วมือ



รูปที่ 4.9 แสดงการเก็บภาพเมื่อใช้หลอดไฟ 1หลอด โดยให้ทิศทางของแสงเข้าทางด้านนอกของนิ้วมือ

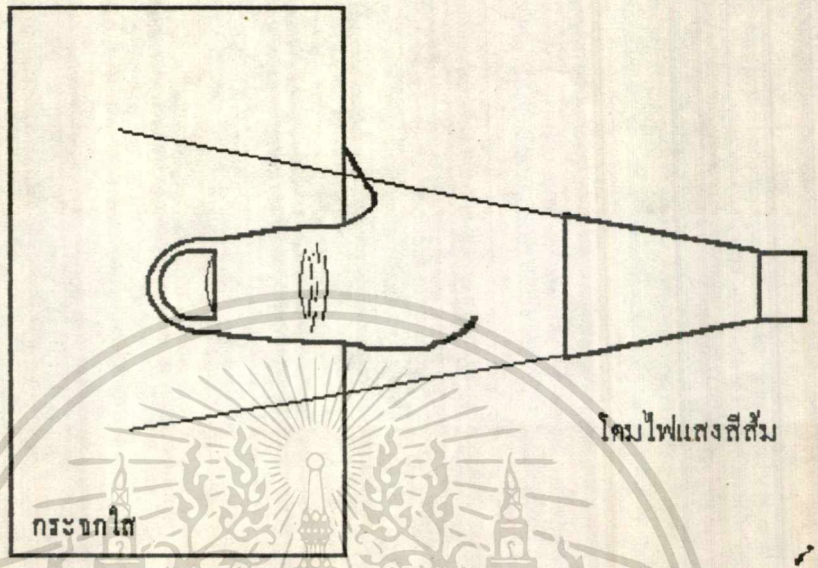
ภาพที่ได้จากการจัดแสงตามรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.10 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อจัดแสงตามรูปที่ 4.9

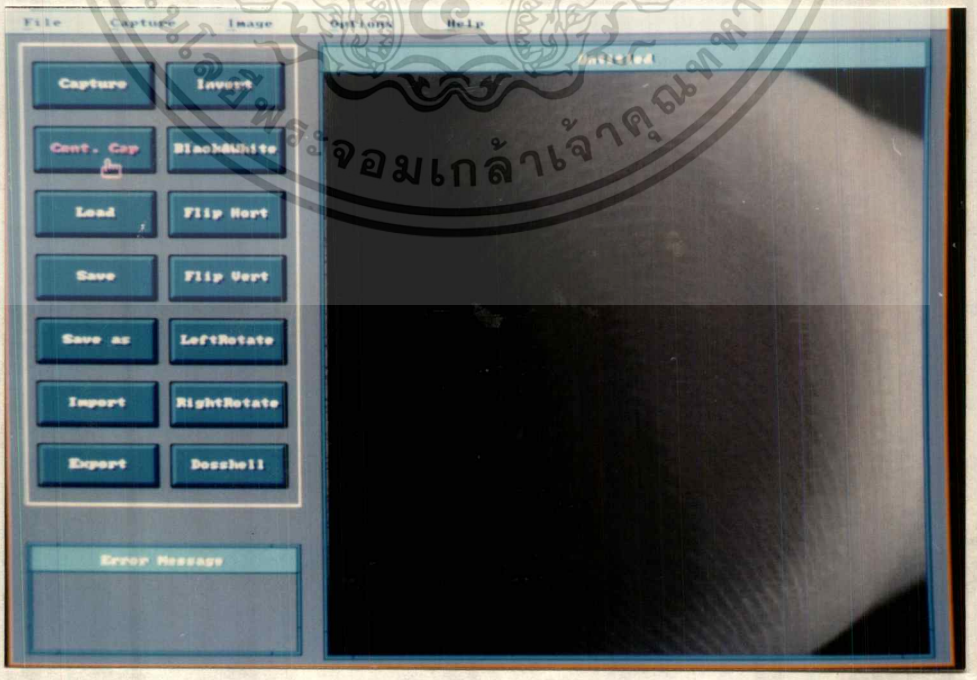
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.4 ทดลองเปลี่ยนตำแหน่งของหลอดไฟ โดยฉายแสงเข้าทางโคนของนิ้วมือ



รูปที่ 4.11 แสดงการเก็บภาพเมื่อใช้หลอดไฟ 1หลอด โดยให้ทิศทางของแสงเข้าทางด้านโคนของนิ้วมือ

ภาพที่ได้จากการจัดแสงตามรูปที่ 4.11

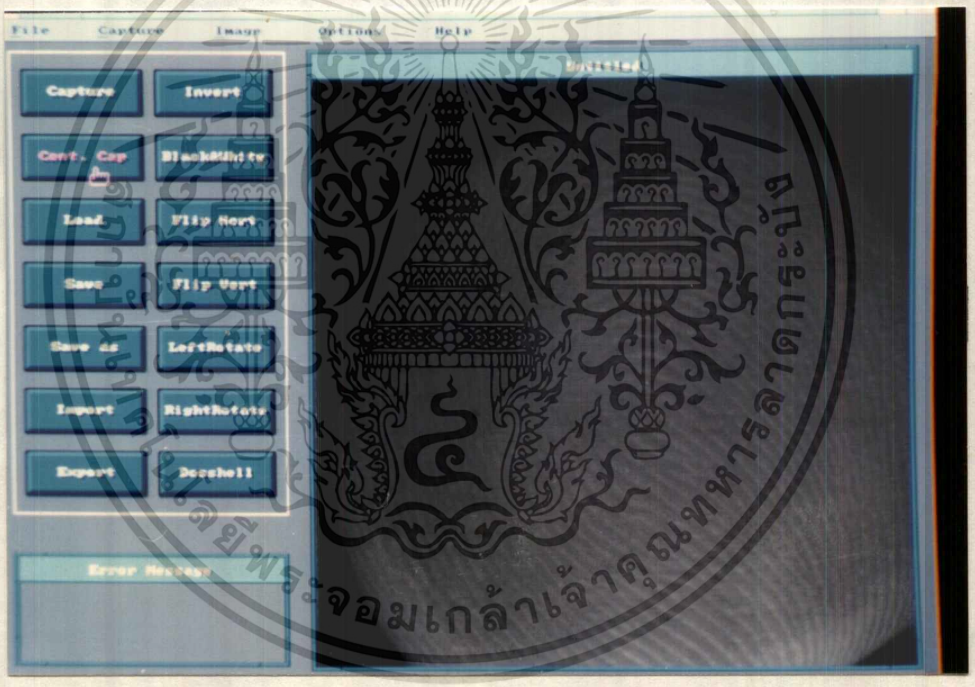


รูปที่ 4.12 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อจัดแสงตามรูปที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลอง สรุปได้ว่า ทิศทางของแสงที่ฉายให้กับนิ้วมือที่ทำให้ได้ภาพที่คมชัดที่สุดและให้รายละเอียดของภาพที่ดี คือ การฉายแสงเข้าทางด้านในของนิ้วมือ แต่ก็มีบางจุดที่เกิดเงาดำขึ้น ซึ่งเป็นเพราะแสงไม่สามารถส่องถึงบริเวณนั้นได้ และในบางจุดเรามองไม่เห็นร่องของลายนิ้วมือ ทั้งๆที่บริเวณนั้นแสงก็ส่องถึง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ โทนสีของแสงกับโทนสีของลายนิ้วมือ มีความใกล้เคียงกัน ภาพที่ได้จึงไม่ชัดเจน จากการทดลองนี้การจัดวางตำแหน่งของหลอดไฟในทิศทางตาม รูปที่ 4.5 จะให้รายละเอียดและความคมชัดของลายนิ้วมือดีที่สุด

1.2 เมื่อเราเปลี่ยนมาใช้หลอดไฟที่ให้แสงสีขาวแทนหลอดไส้ โดยจะนำมาฉายให้ลายนิ้วมือในตำแหน่งที่ดีที่สุดที่ได้จากการทดลอง ข้อ 1.1 คือฉายแสงด้านในของนิ้วมือ ซึ่งภาพที่ได้จะเป็นดังนี้



รูปที่ 4.13 แสดงภาพลายนิ้วมือเมื่อใช้หลอดไฟแสงสีขาวฉายเข้าทางด้านในของนิ้วมือ

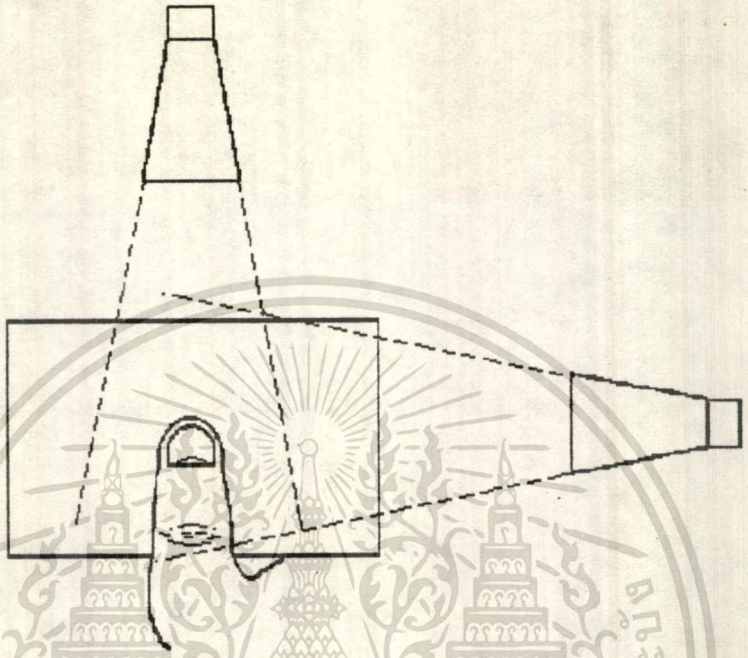
เมื่อนำเอาภาพที่ได้มาเปรียบเทียบกับ ภาพที่ได้จากการฉายแสงโดยใช้หลอดไส้ในตำแหน่งทิศทางแสงเดียวกันจะพบว่าภาพที่ได้จากหลอดไฟแสงสีขาวจะให้ความคมชัดมากกว่า ทั้งนี้เป็นเพราะ โทนสีของแสงกับโทนสีของนิ้วมือ มีผลต่อภาพลายนิ้วมือจริงดังที่ได้สรุปไว้ในการทดลองข้อ 1.1

1.3 เพื่อที่จะลดเงาดำที่เกิดขึ้น เราจึงได้เพิ่มหลอดไฟอีกหนึ่งหลอดมาฉายให้กับลายนิ้วมือ เพื่อหาตำแหน่งที่ได้ภาพที่ดีมีรายละเอียดมากและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ความคมชัดสูง การทดลองที่ได้เป็นดังนี้

1.3.1 ให้หลอดหนึ่งฉายเข้าทางด้านในของนิ้วมือ อีกหลอดฉายเข้าทางปลายของนิ้วมือ



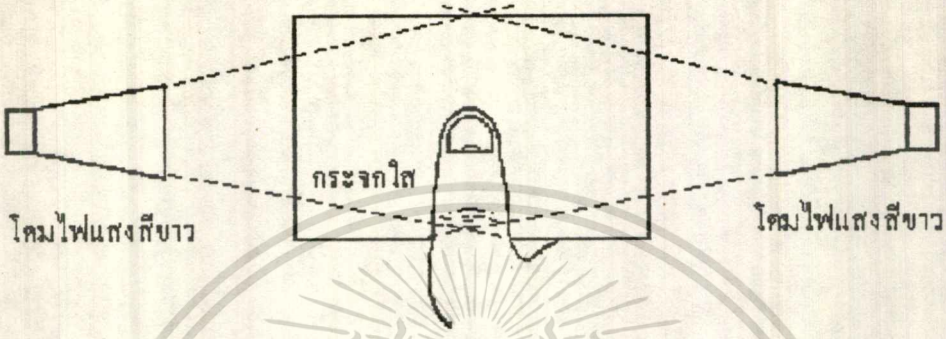
รูปที่ 4.14 แสดงตำแหน่งการจัดแสงโดยใช้หลอดไฟ 2 หลอด

ภาพที่ได้จากการจัดแสงตามรูปที่ 4.14

รูปที่ 4.15 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อจัดแสงตามรูปที่ 4.14

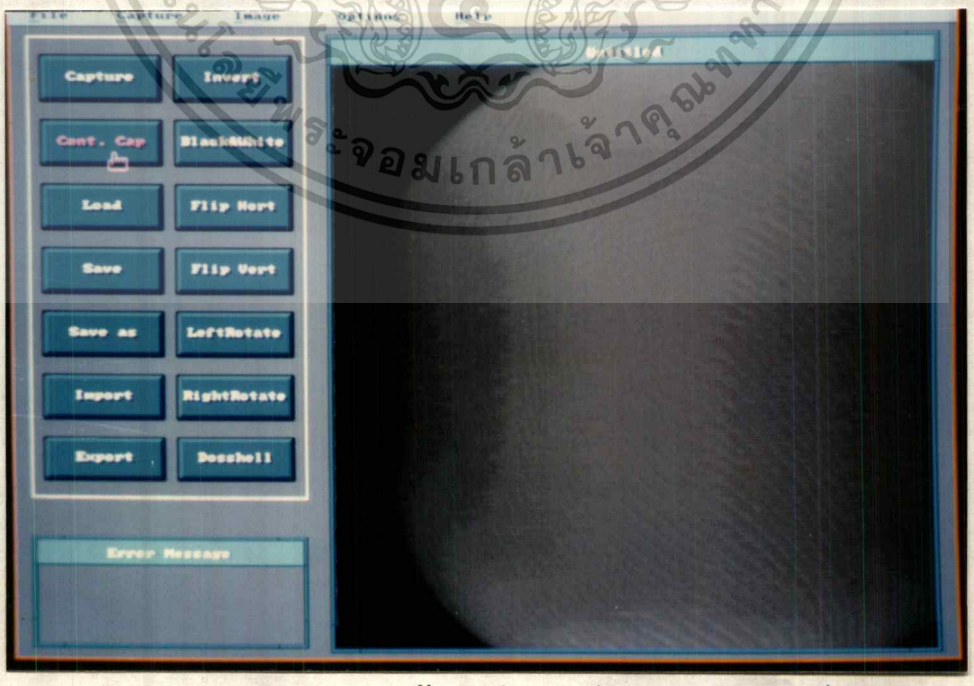
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2 ทดลองเปลี่ยนตำแหน่งของหลอดไฟ โดยให้หลอดหนึ่งฉายเข้าทางด้านในของนิ้วมือ อีกหลอดฉายเข้าทางด้านนอกของนิ้วมือ



รูปที่ 4.16 แสดงตำแหน่งการจัดแสงโดยใช้หลอดไฟ 2 หลอด โดยทั้ง 2 หลอด จะอยู่ด้านข้างนิ้วมือ

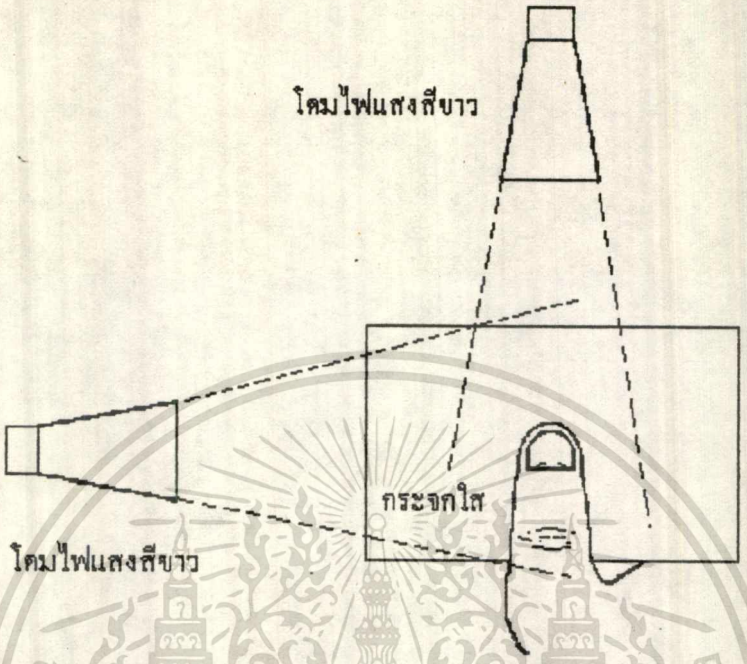
ภาพที่ได้จากการจัดแสงตามรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.17 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อจัดแสงตามรูปที่ 4.16

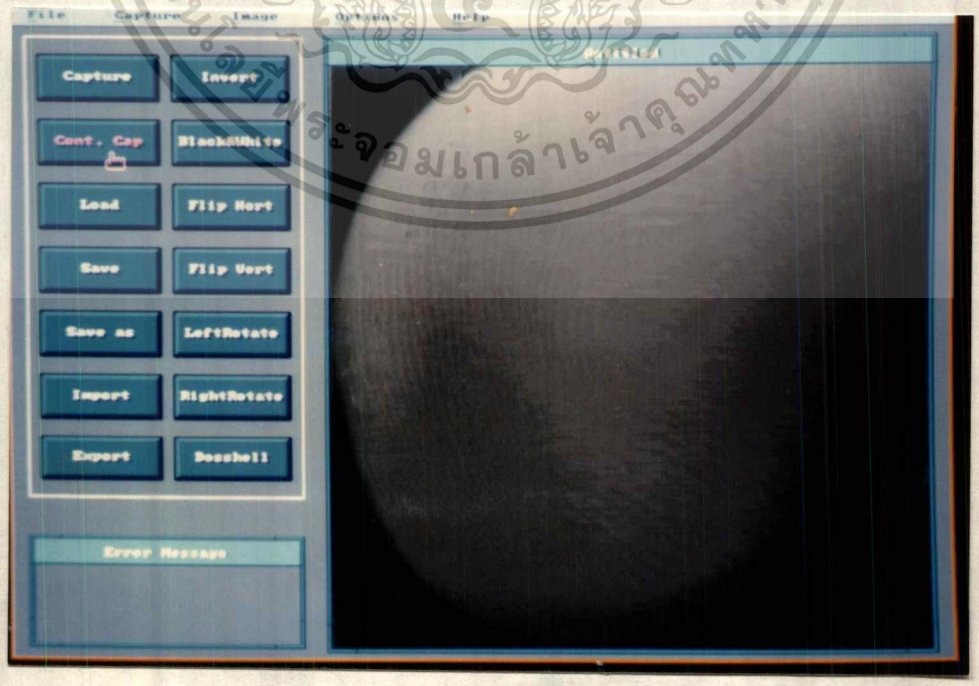
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.3 ทดลองเปลี่ยนตำแหน่งของหลอดไฟ โดยให้หลอดหนึ่งฉายเข้าทางปลายของนิ้วมือ อีกหลอดฉายเข้าทางด้านนอกของนิ้วมือ



รูปที่ 4.18 แสดงตำแหน่งการจัดแสงโดยใช้หลอดไฟ 2 หลอด โดยที่หลอดหนึ่งฉายที่ปลายนิ้ว อีกหลอดฉายที่ด้านนอกของนิ้ว

ภาพที่ได้จากการจัดแสงตามรูปที่ 4.18

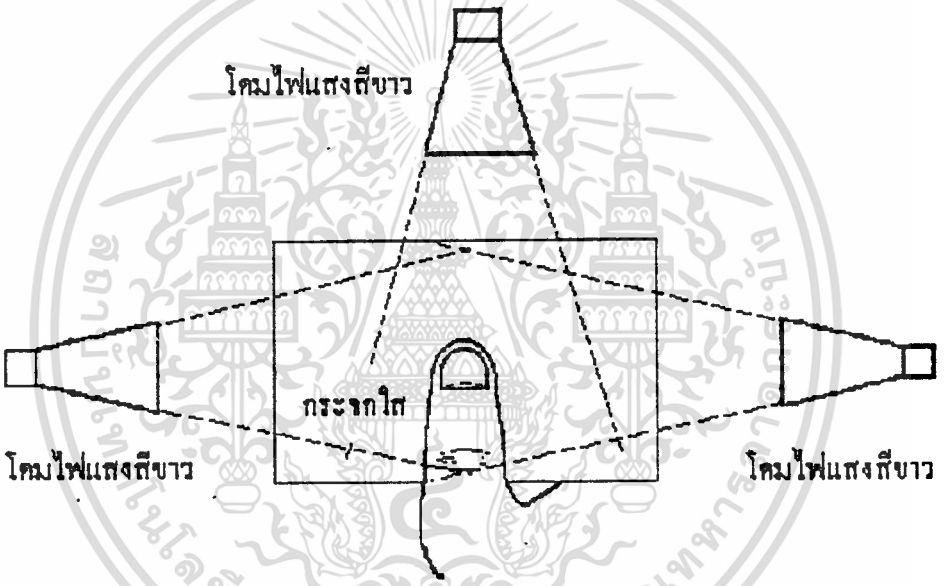


รูปที่ 4.19 ภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อจัดแสงตามรูปที่ 4.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดแสงโดยใช้หลอดไฟ 2 หลอด สามารถแก้ไขปัญหาการเกิดเงาดำได้บางจุด แต่เราจะพบปัญหาใหม่ คือ ถ้าทิศทางของแสงแต่ละหลอดมีทิศทางตรงกันข้ามกันจะทำให้ภาพมีรายละเอียดที่ไม่ดี เพราะเกิดการลบเงาที่ร่องลายนิ้วมือขึ้น จะเห็นได้จาก รูปที่ 4.17 และการจัดแสง โดยใช้หลอดไฟ 2 หลอดที่ให้ลักษณะภาพที่ดี คือการจัดแสงตามรูปที่ 4.14 ซึ่งจะได้ภาพตามรูปที่ 4.15

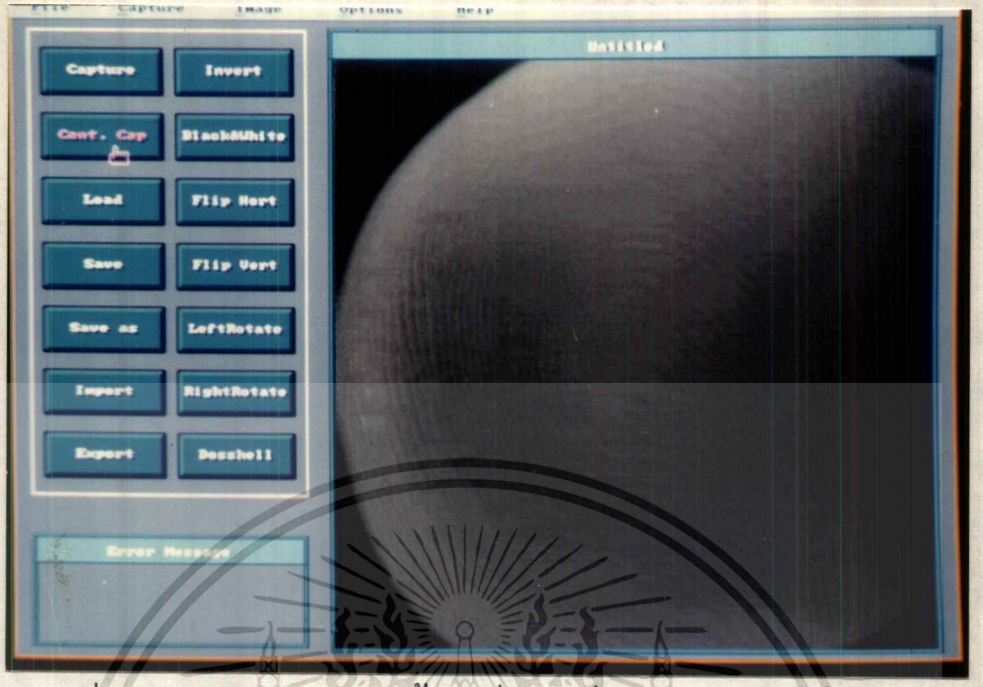
1.4 ทดลองจัดแสงโดยใช้หลอดไฟ 3 หลอด จัดวางตำแหน่งหลอดไฟตามรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 แสดงตำแหน่งการจัดแสงโดยใช้หลอดไฟ 3 หลอด

ภาพที่ได้จากการจัดแสงตามรูปที่ 4.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



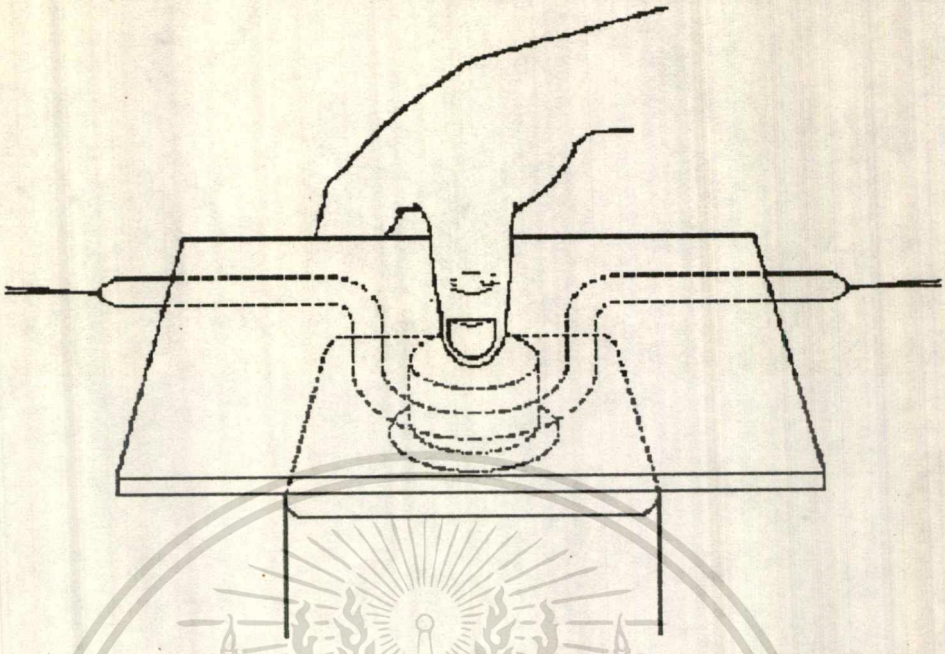
รูปที่ 4.21 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อจัดแสงตามรูปที่ 4.20

ภาพที่ได้จากการจัดแสงจากหลอดไฟ 3 หลอด ตามรูปที่ 4.21 จะเห็นว่า ขาดรายละเอียดของภาพ และ ความชัดเจนก็จะน้อย ซึ่งก็เกิดจากเหตุผล เช่นเดียวกับการจัดแสงโดยใช้หลอดไฟ 2 หลอดคือเกิดการสบเงาของร่องลายนิ้วมือ

1.5 จากการทดลองข้อ 1.1-1.4 จากภาพที่ได้เราจะพบว่าความเข้มของแสงที่ฉายให้กับลายนิ้วมือนั้นในแต่ละจุดจะไม่เท่ากัน ซึ่งจะทำให้ภาพลายนิ้วมือในบางจุดที่ได้รับแสงน้อยจะไม่มีความคมชัด ในบางครั้งอาจจะเกิดเป็นเงามืดไปเลยก็เป็นไปได้ ดังนั้น เพื่อแก้ปัญหานี้เราจึงนำเอาหลอดนีออนมาใช้ ซึ่งหลอดนีออนนี้จะให้แสงโดยเฉลี่ยใกล้เคียงกัน รูปร่างของหลอดนีออนที่เรานำเอามาทดลองนี้มีด้วยกัน 3 แบบ คือ

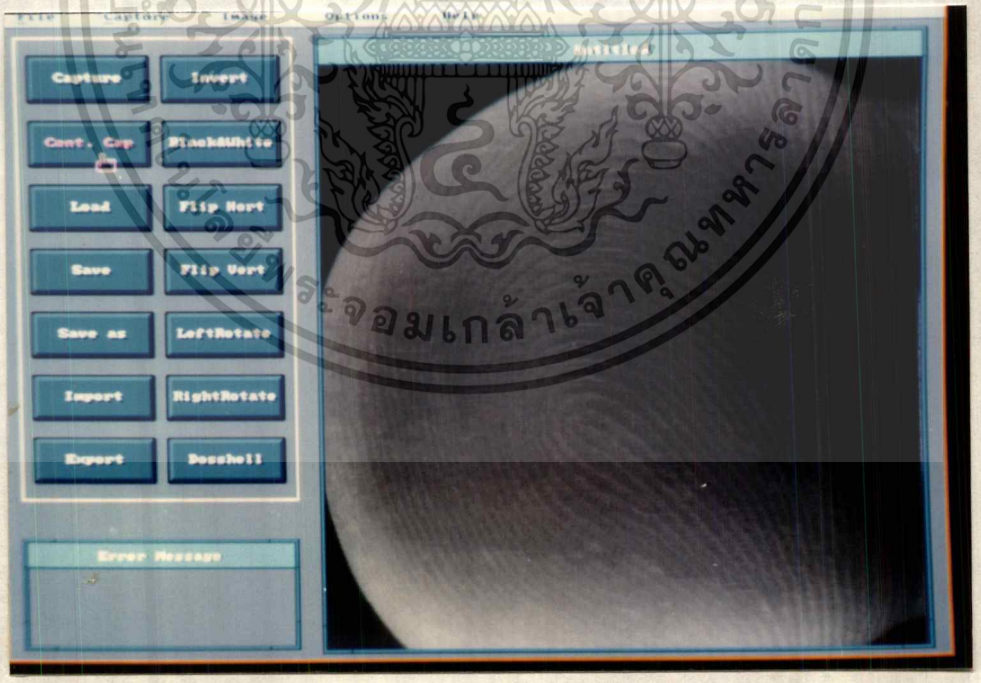
1.5.1 ทดลองใช้หลอดนีออนรูปตัว U โดยจัดตำแหน่งและการวางนิ้วมือ ดังรูปที่ 4.22 โดยระยะห่างระหว่างนิ้วมือกับหลอดนีออนเท่ากันหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 แสดงตำแหน่งของหลอดนีออนรูปตัว U และการวางนิ้วมือ

ภาพที่ได้จากการจัดแสงตามรูปที่ 4.22



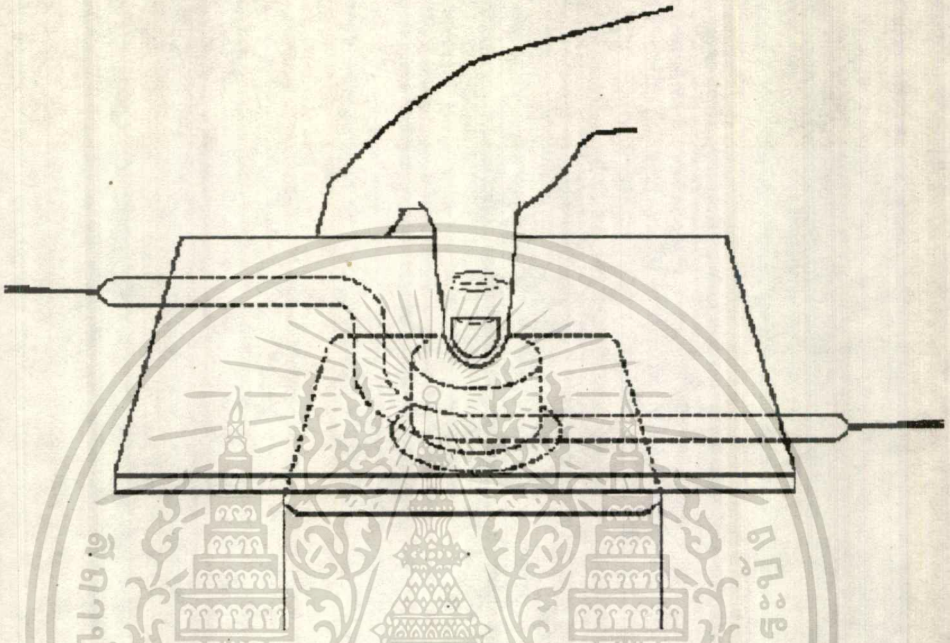
รูปที่ 4.23 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อใช้หลอดนีออนรูปตัว U

จากรูปจะเห็นได้ว่าเมื่อเรานำเอาหลอดนีออนรูปตัว U มาใช้ ภาพที่ได้จะเข้าหลักการเดียวกันกับการใช้หลอดไฟ 3 หลอด คือ ด้านตรงข้ามของแขนตัว U

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

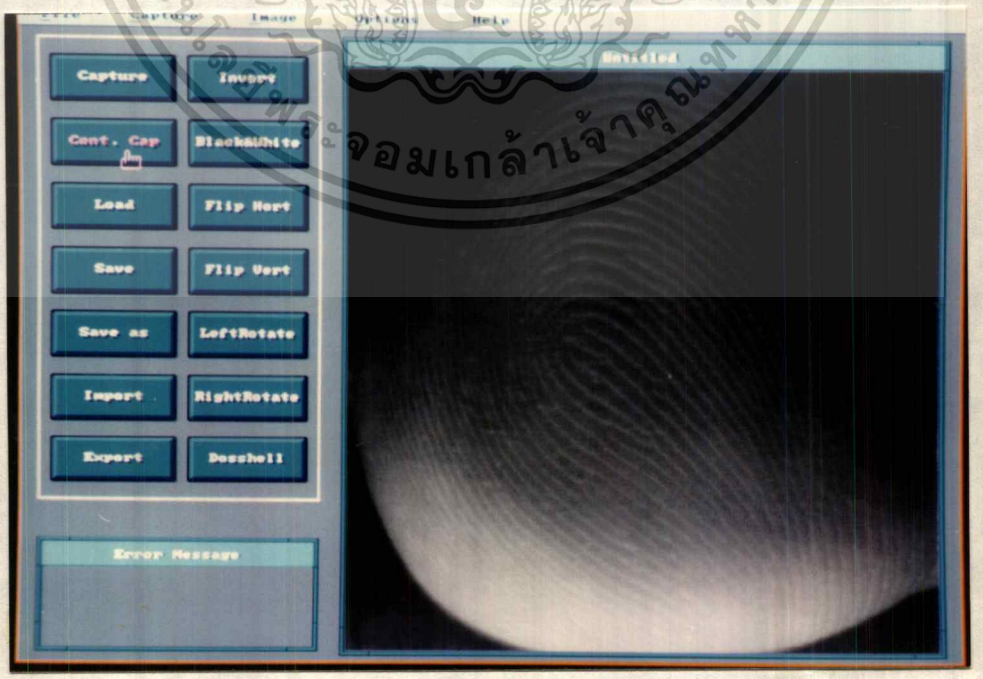
จะให้แสงที่รบกวนกันหรือมีการลบเงาเกิดขึ้น ภาพที่ได้จะไม่ชัดเจน และให้รายละเอียดที่ไม่ดี

1.5.2 ทดลองใช้หลอดนีออนรูปตัว L โดยจัดตำแหน่งและการวางนิ้วมือ ดังรูปที่ 4.24 โดยระยะห่างระหว่างนิ้วมือกับหลอดนีออนเท่ากันหมด



รูปที่ 4.24 แสดงตำแหน่งของหลอดนีออนรูปตัว L และการวางนิ้วมือ

ภาพที่ได้จากการจัดแสงตามรูปที่ 4.24

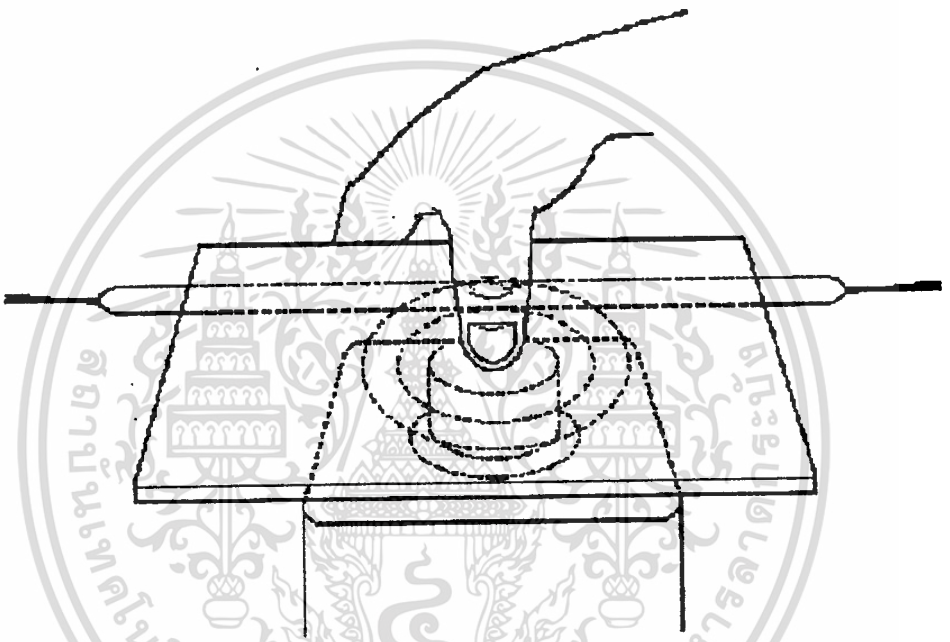


รูปที่ 4.25 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อใช้หลอดนีออนรูปตัว L

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ได้นี้จะมีความคมชัด และให้รายละเอียด ได้ดีมากทั้งนี้เนื่องจากการรบกวนกันเองของแสงมีน้อย แสงมีความสม่ำเสมอตลอดช่วง แต่ทั้งนี้ก็ยังมีจุดที่ไม่ชัด เนื่องมาจาก ทิศทางของแสงกับทิศทางของร่องลายนิ้วมือมีทิศทางเดียวกัน จึงทำให้เกิดเงาที่ร่องลายนิ้วมือนี้น้อย จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ภาพไม่ชัด

1.5.3 ทดลองใช้หลอดนีออนรูปตัว O โดยจัดตำแหน่งและการวางนิ้วมือ ดังรูปที่ 4.26 โดยระยะห่างระหว่างนิ้วมือกับหลอดนีออนเท่ากันหมด



รูปที่ 4.26 แสดงตำแหน่งของหลอดนีออนรูปตัว O และการวางนิ้วมือ

ภาพที่ได้จากการจัดแสงตามรูปที่ 4.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.27 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อใช้หลอดนีออนรูปตัว O

จากภาพที่ได้ จะพบว่ามีการรบกวนกันของแสงสูงมาก ภาพที่ได้จึงไม่ชัดและรายละเอียดของภาพมีน้อยมาก

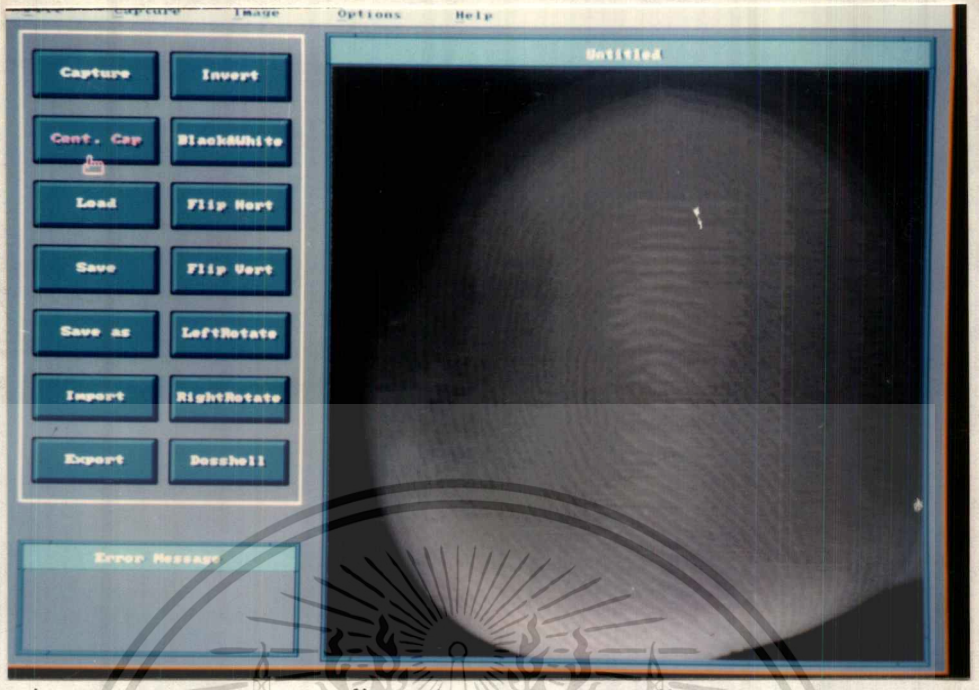
สรุป

จากการทดลองที่ผ่านมาทั้งหมด พบว่าภาพที่ได้จากการจัดแสงโดยใช้หลอดนีออนรูปตัว L จะให้รายละเอียดของภาพได้มากที่สุด เพราะฉะนั้น ในการจัด-แสงโดยฉายแสงให้กับลายนิ้วมือโดยตรง เราควรจะใช้หลอดนีออนรูปตัว L เข้าช่วยในการจัดแสง

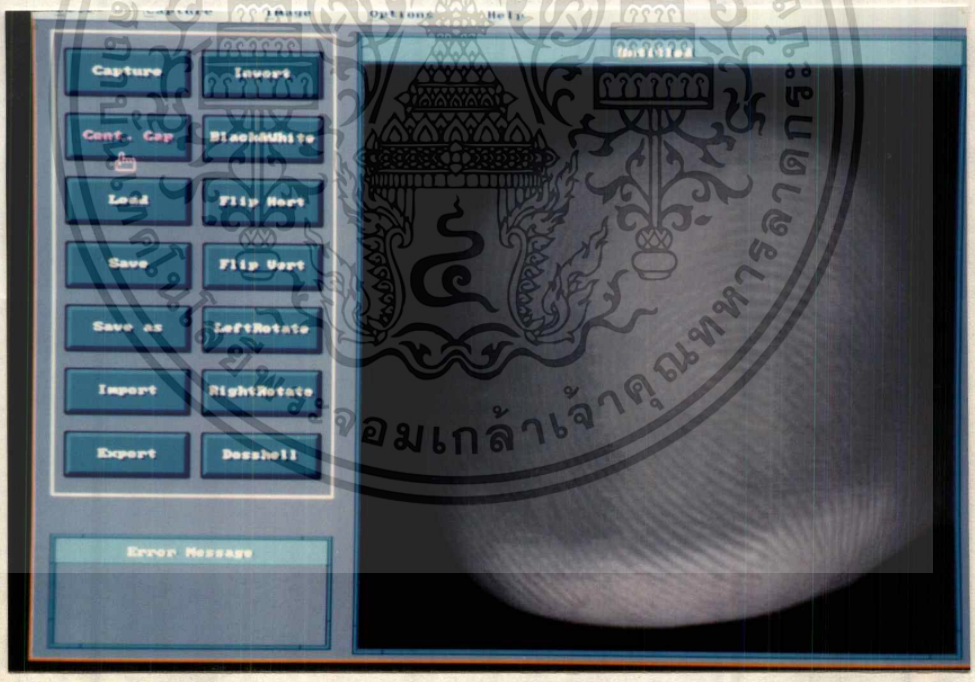
จากการทดลองที่ผ่านมาทั้งหมดเราได้พบปัญหาขึ้นมาอีกประการหนึ่ง คือ น้ำหนักมือที่กดลงบนกระจกใส จะมีผลต่อภาพที่ได้เป็นอย่างมาก

1.6 ทดลองการกดนิ้วลงบนกระจกใส เมื่อมีการจัดแสงในตำแหน่งที่เหมือนกัน ภาพที่ได้เป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อเรากดนิ้วมือลงบนกระจกแรง



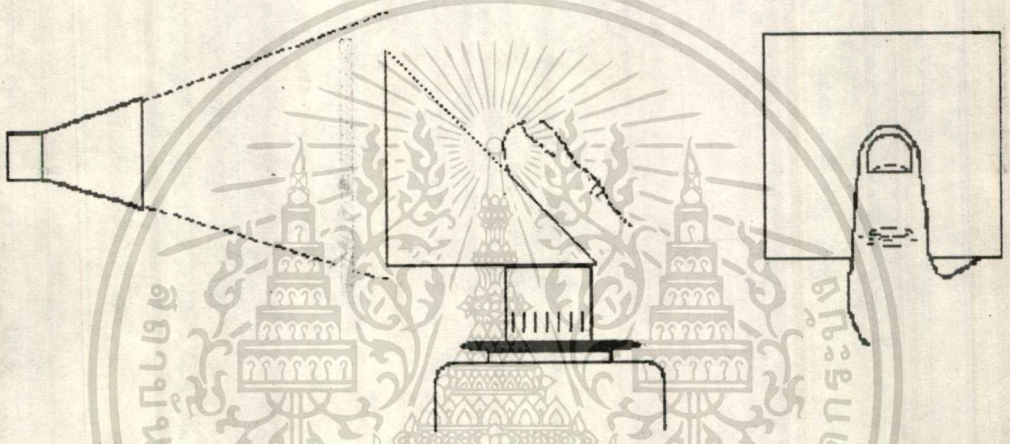
รูปที่ 4.29 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อเรากดนิ้วมือลงบนกระจกเบา

จากภาพทั้งสองที่ได้ จะเห็นได้ว่า เมื่อเรากดนิ้วมือแรงภาพที่ได้จะไม่ชัดเจนเนื่องจากเงาที่เกิดจากร่องลายนิ้วมือจะมีน้อย แต่ถ้าเรากดนิ้วมือเพียงเบาๆ ภาพที่ได้จะชัดเจนขึ้นมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

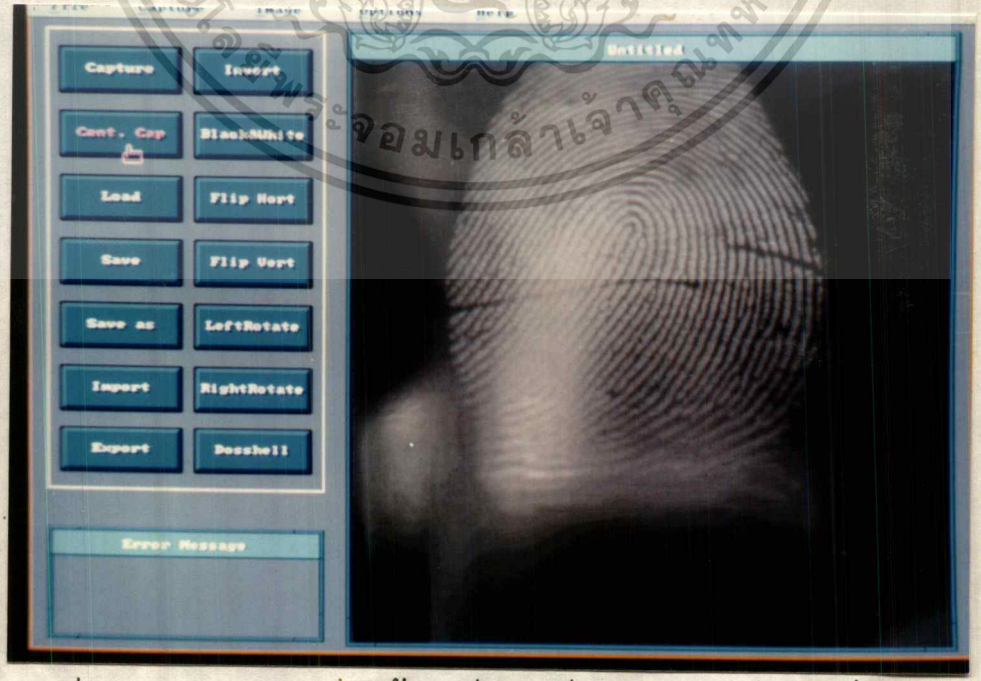
2 การทดลองการจัดแสงโดยใช้ปริซึม

2.1 จากการทดลองที่ผ่านมาจะเห็นว่าการเก็บภาพทำในมุมตั้งฉากกับลายนิ้วมือที่กดลงบนกระจกซึ่งผลที่ได้ไม่ชัดเจนพอที่จะนำไปใช้งานต่อไป จากการสังเกตพบว่าการมองลายนิ้วมือที่กดลงบนกระจกในมุมเอียงจากแนวตั้งฉากจะเห็นลายนิ้วมือชัดขึ้นแต่การเอียงมุมการเก็บภาพจากกล้องทำให้การจัดแสงที่ตกกระทบลายนิ้วมือทำได้ยาก จึงทำการทดลองโดยนำปริซึมมาช่วยในการจัดแสง โดยให้แสงฉายเข้าด้านประกอบมุมฉากของปริซึมด้านหนึ่ง กล้องวีดีโออยู่ด้านประกอบมุมฉากอีกด้านหนึ่ง และกดนิ้วมือที่ด้านตรงข้ามมุมฉาก ของปริซึม ดังรูปที่ 4.30



รูปที่ 4.30 แสดงตำแหน่งการจัดแสง ตำแหน่งกล้องและการวางมือ

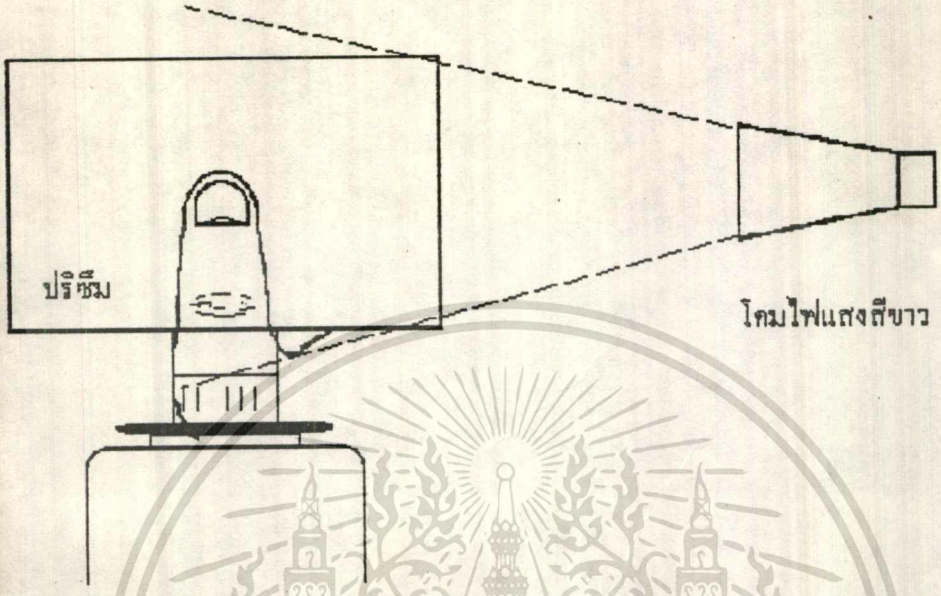
ภาพที่ได้จากการจัดแสงตามรูปที่ 4.30



รูปที่ 4.31 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อเราจัดแสงตามรูปที่ 4.30

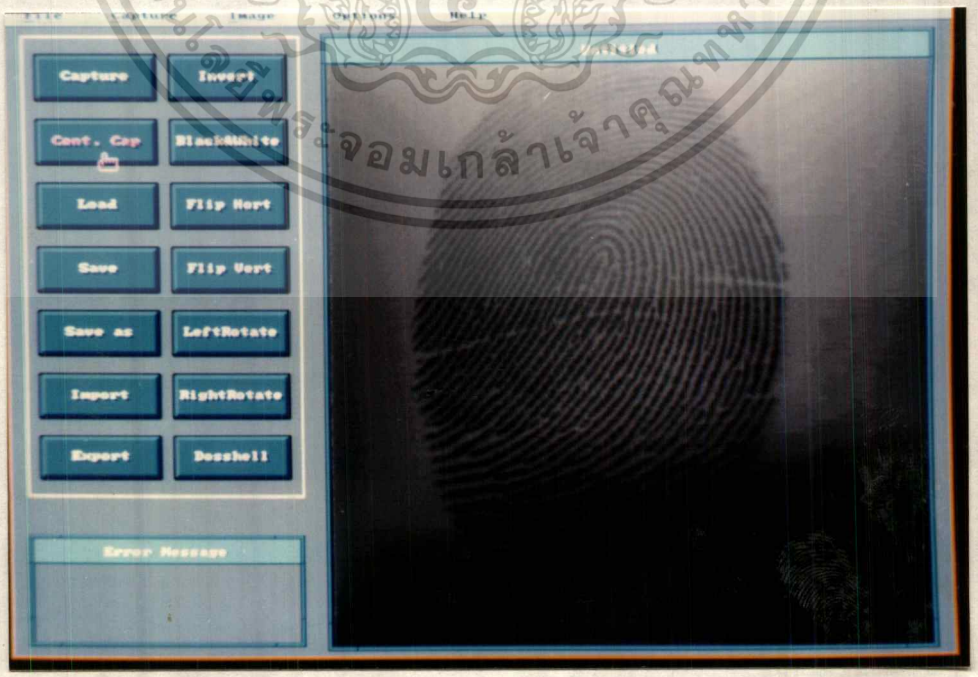
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทดลองจัดแสงโดยย้ายหลอดไฟไปฉายทางด้านข้างของปริซึม ดังรูปที่ 4.32



รูปที่ 4.32 แสดงตำแหน่งการจัดแสงด้านข้างของปริซึม ตำแหน่งกล้อง และการวางมือ

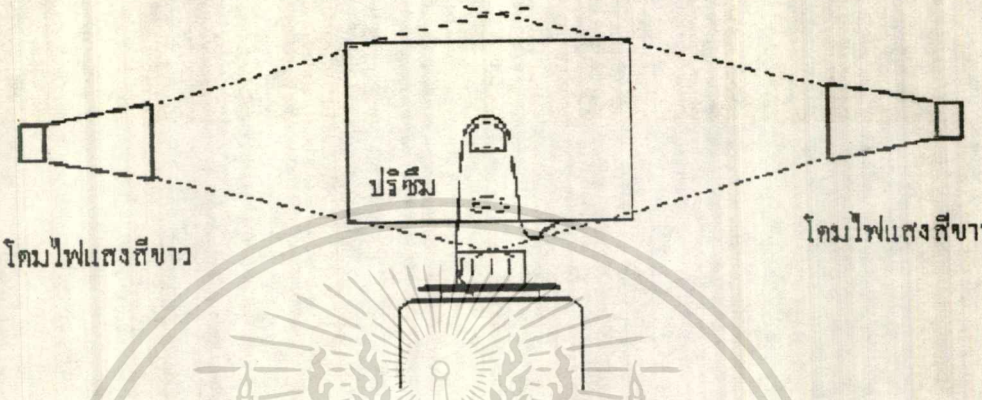
ภาพที่ได้จากการจัดแสงตามรูปที่ 4.2.3



รูปที่ 4.33 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อเราจัดแสงตามรูปที่ 4.32

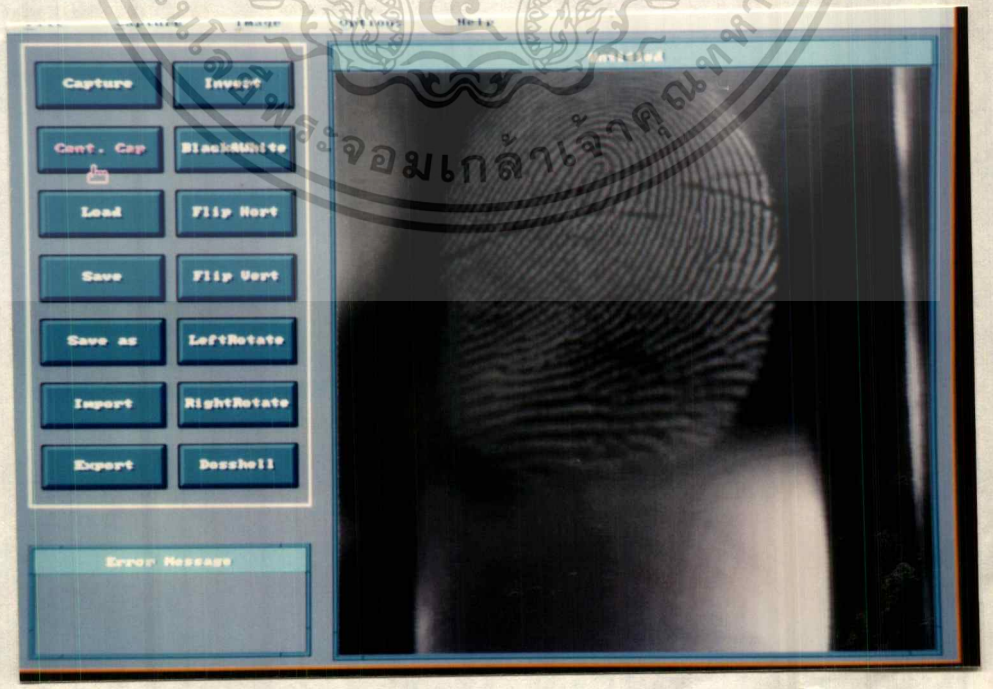
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ทดลองจัดแสงโดยใช้หลอดไฟ 2 หลอด มาฉายด้านข้างทั้ง 2 ของปริซึม โดยที่ตำแหน่งของกล้องและนิ้วมือยังไม่เปลี่ยนแปลง ดังรูปที่ 4.34



รูปที่ 4.34 แสดงตำแหน่งการจัดแสงด้านข้างของปริซึม โดยใช้ 2 หลอด ตำแหน่งกล้อง และ การวางมือ

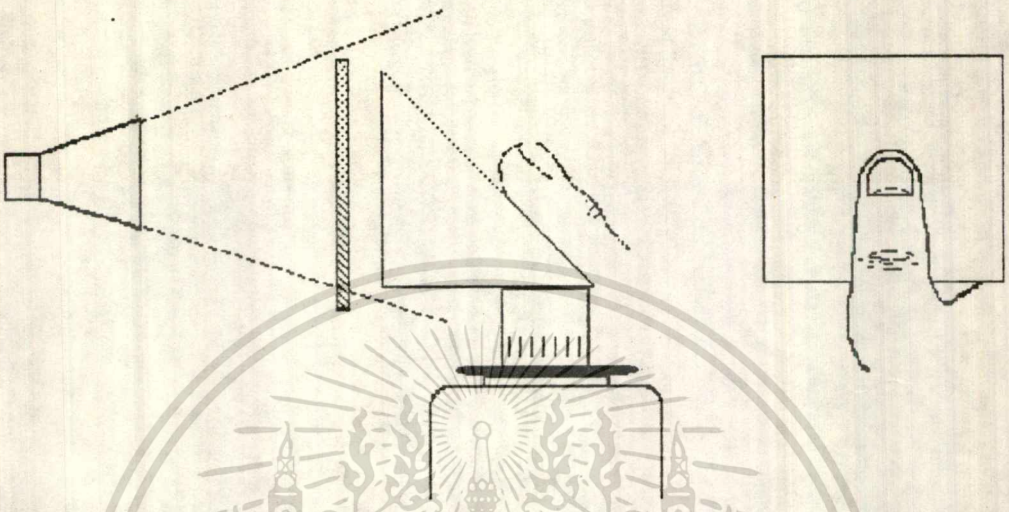
ภาพที่ได้จากการจัดแสงตามรูปที่ 4.34



รูปที่ 4.35 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อเราจัดแสงตามรูปที่ 4.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ทดลองซ้ำข้อ 2.1 แต่ใช้พลาสติกขาวกั้นระหว่างหลอดไฟกับปริซึม ดังรูปที่ 4.36



รูปที่ 4.36 แสดงตำแหน่งการจัดแสง เมื่อใช้พลาสติกขาวกั้นระหว่างหลอดไฟกับปริซึม

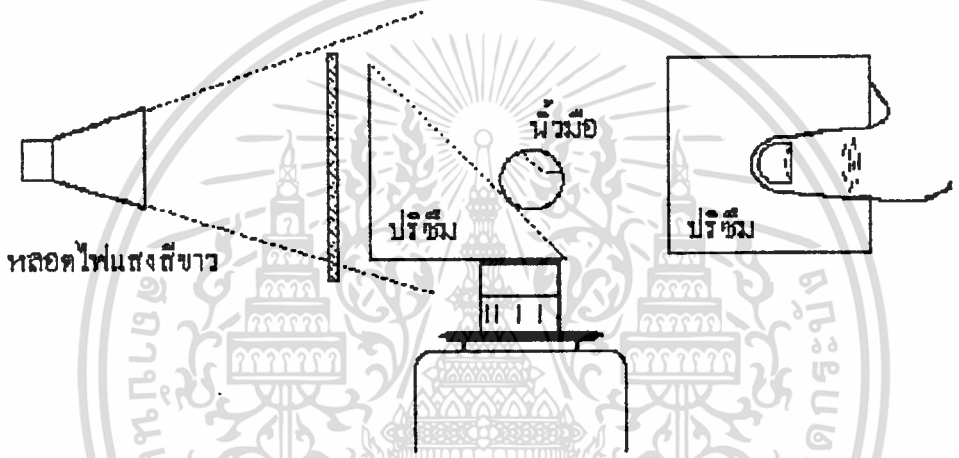
ภาพที่ได้จากการจัดแสงตามรูปที่ 4.36

รูปที่ 4.37 แสดงภาพลายนิ้วมือที่ได้ เมื่อเราจัดแสงตามรูปที่ 4.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองข้อ 2.1-2.4 เราพบว่าการใช้พลาสติกขาวกั้นระหว่างหลอดไฟกับปริซึม ตามรูปที่ 4.36 จะให้ภาพที่ดีที่สุด เพราะพลาสติกสีขาวจะทำหน้าที่เฉลี่ยแสงจากหลอดไฟให้มีความสว่างที่เท่ากันตลอดอีกทั้งยังทำให้ภาพเด่นขึ้นมาอีก

2.5 การทดลองโดยการกดลายนิ้วมือตามแนวนอน ดังรูปที่ 4.38



รูปที่ 4.38 แสดงตำแหน่งการกดนิ้วลงบนปริซึมตามแนวนอน

ภาพที่ได้จากการจัดแสงตามรูปที่ 4.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.39 แสดงภาพลายนิ้วมือเมื่อกดนิ้วตามแนวนอน

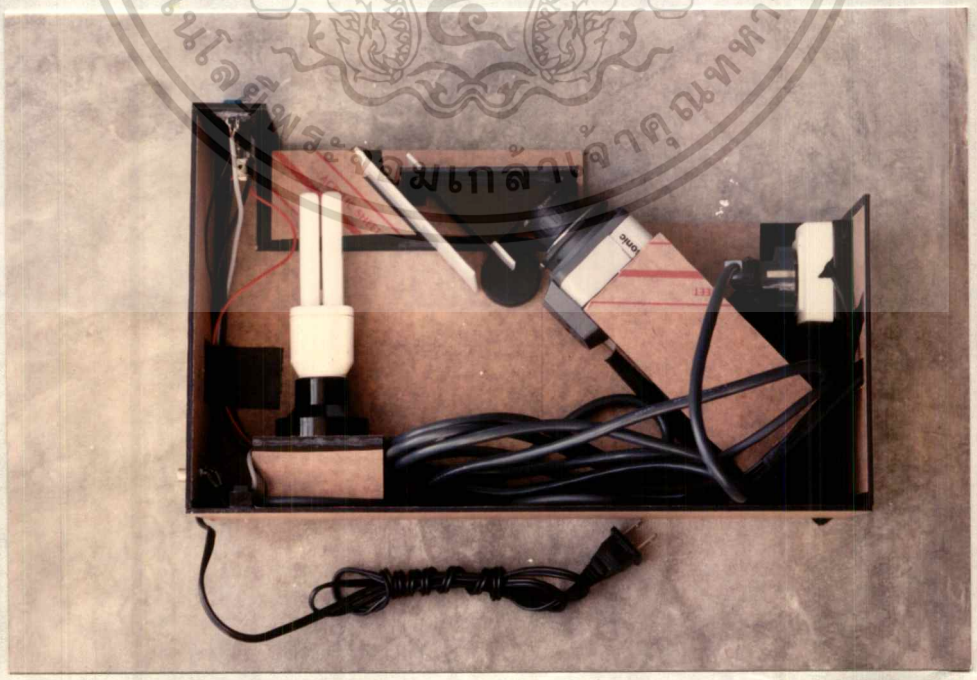
จากภาพที่ได้ตาม รูปที่ 4.39 ถ้าเราสังเกตจะเห็นภาพนิ้วมือส่วนบนกับส่วนล่างของภาพจะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยคือระยะห่างระหว่างช่องลายนิ้วมือของภาพช่วงบนจะแคบกว่าภาพช่วงล่าง ทั้งนี้เป็นเพราะมุมที่นิ้วมือกดกับกล้องที่จับภาพนั้นจะมีความเอียงประมาณ 45 องศา ทำให้ภาพช่วงบนจะเล็ก ทำให้เห็นเหมือนกับว่าช่องลายนิ้วมือแคบกว่า ดังนั้นเพื่อที่จะให้พื้นที่ของลายนิ้วมือส่วนที่จะถูกใช้ได้ภาพดีที่สุด เราจึงจะใช้การกดนิ้วมือทางแนวตั้ง (ดังรูปที่ 4.36)

2.6 ทดลองขยายภาพในส่วนที่ต้องการจะได้ดังรูปที่ 4.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

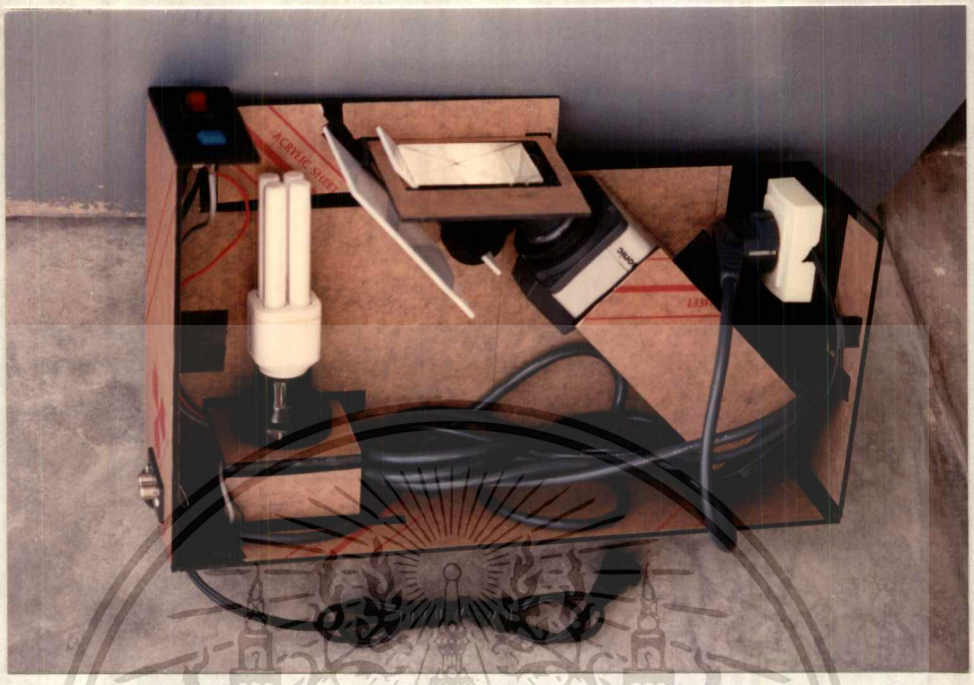
รูปที่ 4.40 ภาพหน้าต่างส่วนที่ขยาย

ถ้าเราเปรียบเทียบวิธีการจัดแสงทั้ง 2 วิธี จะเห็นว่าการจัดแสงโดยใช้ปริซึม จะให้ภาพที่เหมาะสมกว่า ดังนั้นเราจึงนำการจัดแสงโดยใช้ปริซึมลงกล่อง ซึ่งสามารถดูได้ดังรูปที่ 4.41 และ 4.42



รูปที่ 4.41 แสดงการจัดแสงภายในกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.42 แสดงการจัดแสดงภายในกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และสรุป

จากการทดลองในบทที่แล้ว จะเห็นว่า เราสามารถแบ่งการจัดแสงได้เป็น 2 ลักษณะคือ การจัดแสงให้กับลายนิ้วมือโดยตรง และ การจัดแสงโดยใช้ปริซึม ซึ่งการจัดแสงให้กับลายนิ้วมือโดยตรงนั้นรายละเอียดและความคมชัดของภาพที่ได้จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลักๆซึ่งสามารถสรุปเป็นข้อๆได้ดังนี้

- ทิศทางของแสง

ถ้าเราให้แสงกระทำต่อลายนิ้วมือมีทิศทางเดียว จะให้ภาพที่ดีกว่าการให้แสงเข้าสู่นิ้วมือหลายทิศทาง เพราะว่า ถ้าแสงเข้าสู่นิ้วมือหลายทิศทาง เช่น 2 หรือ 3 ทิศทางจะทำให้เกิดการลบเงาที่ร่องลายนิ้วมือขึ้น ภาพที่ได้จะไม่คมชัด และ ขาดรายละเอียด

- ตำแหน่งของแสง

นอกจากเราจะทราบแล้วว่า แสงที่กระทำต่อนิ้วมือควรจะมีทิศทางเดียวแต่ถ้าเราลองเปลี่ยนตำแหน่งของแสงที่กระทำต่อนิ้วมือไปยังตำแหน่งที่แตกต่างกันออกไป ก็จะมีผลต่อภาพที่ได้เช่นกัน โดยตำแหน่งของแสงที่ให้ภาพที่ดีควรจะหลอดไฟอยู่ในตำแหน่งด้านในของนิ้วมือ ตัวอย่างเช่น ถ้าเราเก็บภาพลายนิ้วมือที่เป็นนิ้วหัวแม่มือ ตำแหน่งของหลอดไฟควรจะอยู่ด้านนิ้วชี้ของมือขวา เป็นต้น

- สีของแสง

สีของแสงที่กระทำต่อนิ้วมือก็มีผลต่อภาพเช่นกัน คือถ้าเราใช้แสงที่มีโทนสีส้มฉายให้กับ ลายนิ้วมือ ภาพที่ได้จะขาดรายละเอียดและ ความคมชัด เพราะว่าแสงนั้นมีโทนเดียวกับสีของลายนิ้วมือ จึงไม่ทำให้เกิดความแตกต่างจนเห็นรายละเอียดของภาพที่ดีได้ สีของแสงที่ดีควรจะเป็นแสงสีขาว,ขาวนวล ซึ่งได้จากหลอดนีออน ,ฟลูออเรสเซนต์หรือหลอดประหยัดไฟของ PHILLIPS ภาพที่ได้จะมีรายละเอียดและความคมชัดที่ดี

- ลักษณะลายนิ้วมือ

ลายนิ้วมือที่หยาบ (ระยะห่างของร่องนิ้วกว้าง) จะให้ภาพที่ดีกว่าลายนิ้วมือที่ละเอียด เพราะมีการเกิดเงาที่มากกว่านั้นเอง

- ความเข้มของแสง

ลายนิ้วมือที่ได้จากแสงที่มีความเข้มมากจะให้ความคมชัดที่ดี แต่ระดับของแสงบนลายนิ้วมือจะไม่สมดุลย์ คือ บริเวณที่ใกล้แหล่งกำเนิดแสงจะสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาก ถ้าไกลออกไปจะสว่างลดลง ซึ่งกล้องวีดีโอที่เราใช้ในโครงงานนี้จะเป็นกล้องที่มีการเฉลี่ยแสงของภาพโดยอัตโนมัติ ดังนั้นเพื่อจะให้ได้ระดับแสงบนลายนิ้วมือ เท่ากันโดยเฉลี่ย ก็ควรจะลดความเข้มของแสงลง เราอาจทำได้โดยหรี่หรือเคลื่อนแหล่งกำเนิดแสงให้ไกลออกไปจากลายนิ้วมือ ซึ่งการที่จะทำเช่นนี้ความคมชัดของภาพจะลดน้อยลง

- การกดนิ้วบนกระจก

ถ้าเรากดนิ้วลงบนกระจกแรงๆจะได้รายละเอียดที่ไม่ดี เพราะลายนิ้วมือที่อยู่บนกระจกจะมีลักษณะเรียบแบนรวมทั้งสีของลายนิ้วมือจะเป็นสีขาว ซึ่งทำให้มีการเกิดเงาน้อยมากทางที่ดีควรใช้กระจกเป็นตัวกะระยะห่างระหว่างนิ้วมือกับเลนส์ของกล้องวีดีโอ โดยใช้นิ้วมือแตะลงบนกระจกเพียงเบาๆ ก็จะทำให้ได้ภาพที่มีความคมชัดมาก

นอกเหนือจากองค์ประกอบหลักที่ได้กล่าว การนำภาพแสดงออกที่จอคอมพิวเตอร์ก็มีผลบ้างเล็กน้อย คือการเก็บภาพเราจะเก็บภาพที่มีความแตกต่างของระดับ ขาว-ดำ 256ระดับ แต่การแสดงภาพที่จอมอนิเตอร์จะแสดงเพียง 64 ระดับเท่านั้นซึ่งอาจทำให้ภาพที่ออกมาขาดรายละเอียดไปบ้าง

ภาพลายนิ้วมือที่ใช้เทคนิคการหักเห และ การสะท้อนของแสงในปริซึมจะให้ภาพที่เป็นลักษณะ ขาว-ดำ ระหว่างส่วนที่เป็นร่อง และส่วนที่เป็นรอยนูนของลายนิ้วมือ ซึ่งภาพที่ได้ค่อนข้างเด่นชัด ภาพที่ได้จากการใช้พลาสติกสีขาวกั้นระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับปริซึม จะให้ความชัดเจนและมีรายละเอียดที่ดีกว่าภาพที่ไม่ได้ใช้พลาสติกกั้นแสง ซึ่งแสงที่มาตกกระทบที่ปริซึมจะไม่เท่ากัน ทำให้ภาพที่ได้จะมีแสงจ้าในบางจุด ปัญหานี้แก้ได้โดยการใช้พลาสติกกั้น ซึ่งพลาสติกนี้จะทำหน้าที่เฉลี่ยแสงที่จะไปตกกระทบที่ปริซึม จากการทดลอง เราได้จัดแสงที่ฉายเข้าปริซึมหลายๆด้านปรากฏว่าแสงควรเข้าด้านประกอบมุมฉากด้านหนึ่งของปริซึม โดยที่กล้องวีดีโอจะรับภาพที่ด้านประกอบมุมฉากอีกด้านหนึ่ง และนิ้วมือเราจะกดที่ด้านตรงข้ามมุมฉาก ซึ่งเราจะได้ภาพที่ดีที่สุด และ ลักษณะการกดนิ้วมือในแนวตั้งจะให้รายละเอียดได้ดีพอๆกับกดนิ้วมือในแนวนอน เนื่องจากเราต้องการภาพลายนิ้วมือที่ใหญ่ เลยจำเป็นต้องนำปริซึมมาวางบนเลนส์โดยตรง ทำให้ภาพที่ได้มีความชัดเจนไม่เท่ากันทุกส่วน เนื่องมาจากระบบโฟกัสของกล้องนั้นเองซึ่งเราจะอาศัยการปรับโฟกัส โดยจะให้เกิดความชัดเจนในส่วนที่เราจะนำไปใช้งานเท่านั้น โดยในส่วนอื่นๆอาจจะไม่ชัดเจนไปบ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

โครงงานนี้เราจะใช้การอ่านภาพลายนิ้วมือโดยอาศัยปริซึม เพราะให้จะความชัดเจนและรายละเอียดของภาพที่ดีกว่า และ คณะผู้จัดทำหวังว่าโครงงานนี้คงจะเป็นส่วนหนึ่งที่จะก่อให้เกิดการพัฒนาต่อๆไป รวมทั้งเป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจได้บ้างไม่มากก็น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ก็เพราะมีบุคคลหลายฝ่ายคอยช่วยเหลือ ดังนั้นจึงใคร่ขอขอบพระคุณบุคคลเหล่านี้คือ ขอขอบพระคุณบิดา,มารดาที่คอยให้กำลังใจตลอดมาขอขอบคุณอาจารย์ เกษตร์ ศิริสันติสัมฤษฎ์ ที่คอยห่วงใย และให้คำปรึกษาแนะนำ และสุดท้ายขอขอบคุณ อาจารย์,เพื่อนๆ ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมฯ ที่ช่วยเป็นแรงใจมาโดยตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

ก). เอกสารอ้างอิงที่เป็นวารสารภาษาไทย จัดเรียงลำดับดังนี้

1. เปรมจักร วิสุทธิศิริ , "พื้นฐานวงจร เอทูดี , ดีทูเอ ตอน 1 วงจรแปลงดิจิตอลเป็นอนาลอก" ,วารสารเซมิคอนดัคเตอร์อีเล็กทรอนิกส์, ฉบับที่ 102 , 2533 , หน้า 272-279

2. เปรมจักร วิสุทธิศิริ , "พื้นฐานวงจร เอทูดี , ดีทูเอ ตอน 2 วงจรแปลงอนาลอกเป็นดิจิตอล" ,วารสารเซมิคอนดัคเตอร์อีเล็กทรอนิกส์, ฉบับที่ 103 , 2533 , หน้า 302-309

3. ไพศาล เตชะรัตนประเสริฐ , "มุมพีซีฮาร์ดแวร์ตอน การ์ดอินเทอร์เฟสเอนกประสงค์", วารสารเซมิคอนดัคเตอร์อีเล็กทรอนิกส์ , ฉบับที่ 104 , 2534 , หน้า 297-308

4. ณรงค์ ย่านสกุล , "ประยุกต์ใช้งานดีทูเอ อนุกรม DAC08XX" , วารสารเซมิคอนดัคเตอร์อีเล็กทรอนิกส์ , ฉบับที่ 108 , 2534 , หน้า 120-125

5. บ. แอนนาดิจิท จำกัด ,"IC น่าสน CA3318" ,วารสารเซมิคอนดัคเตอร์อีเล็กทรอนิกส์ , ฉบับที่ 95 , 2532 , หน้า 274-277

ข). เอกสารอ้างอิงที่เป็นหนังสือภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จัดเรียงตามลำดับดังนี้

1. ชูเกียรติ จันทรานี , "ทฤษฎีตรวจซ่อมโทรทัศน์ขาวดำ ทรานซิสเตอร์ไอซี" , ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนช่างเทคนิคเทพนิมิตร , 201 หน้า , 2527

2. ชานินทร์ ถาวรศาสนวงศ์ และทินกร ดุ๊ก ,"การอินเทอร์เฟส IBM PC", ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ , 256 หน้า

3. Dave William , "The Programmer's technical reference : MS-DOS,IBM PC & Compatibles" , John Wiley & Sons , 384 P , 1991

4. George Sutty / Steve Blair, "Programmer's guide to the

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง (ต่อ)

EGA/VGA" , Brady Books , 512 P , 1988

5. Steve Rimmer ,"Bit-mapped graphies" , Windcrest Books, 484 P, 1993

6. Herbert Schildt,"Turbo C/C++: The Complete Reference", Oaborne , Mc Graw-Hill , 1118 P , 1992

ค). เอกสารอ้างอิงที่เป็นวิทยานิพนธ์และปริญญานิพนธ์ จัดเรียงลำดับดังนี้

1. นฤพนธ์ พนากุลชัยวิทย์ และสิทธิ์ชัย บุญปิยทัศน์ , "ดิจิไตเซอร์การ์ดขนาด 512 x 256 จุด" , คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล , ปีการศึกษา 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้