ระบบเก็บข้อมูลลายนิ้วมือ

FINGERPRINT IMAGE ACQUISITION SYSTEM

โดย

นาย อนันต์ ตั้งเกียรติตรง

นาย จักร์สม ลิมป์ธีระกุล

นาย เทพฤทธิ์ ปิยพันธุ์วรชจร

วัน เดือน ปี 7 ตค 2541

เลขทะเบียน 038426

เลขเรียกหนังสือ T 30128 ก15ร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็คทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

038426

ระบบเก็บข้อมูลลายนิ้วมือ
FINGERPRINT IMAGE ACQUISITION SYSTEM

โดย

นาย อนันต์ ตั้งเกียรติตรง 37013225

นาย จักร์สม ลิมป์ธีระกุล 37013237

นาย เทพฤทธิ์ ปิยพันธุ์วรขจร 37013243

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.กิตติพล ชิตสกุล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ **ปีการศึกษา** 2539

ภาควิชา อิเล็คทรอนิคส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบเก็บข้อมูลลายนิ้วมือ

ผู้จัดทำ

1. นาย อนันต์ ตั้งเกียรติตรง 37013225
2. นาย จักร์สม ลิมป์ธีระกุล 37013237
3. นาย เทพฤทธิ์ ปิยพันธุ์วรขจร 37013243

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. กิติพล ชิตสกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฟอร์มรับรองความพร้อมในการสอบ

ชื่อโครงงานภาษาไทย ระบบเก็บข้อมูลลายนิ้วมือ

ชื่อโครงงานภาษาอังกฤษ FINGERPRINT IMAGE ACQUISITION SYSTEM

ชื่อนักศึกษาและเลขประจำตัว

1. นาย อนันต์ ตั้งเกียรติตรง 37013225
2. นาย จักร์สม ลิมป์ธีระกุล 37013237
3. นาย เทพฤทธิ์ ปิยพันธุ์วรชจร 37013243

โครงงานได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมที่จะทำการสอบได้

.....

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเก็บข้อมูลลายนิ้วมือ

FINGERPRINT IMAGE ACQUISITION SYSTEM

อนันต์ ตั้งเกียรติตรง
จักร์สม ลิมป์ธีระกุล
เทพฤทธิ์ ปิยพันธุ์วรขจร
ดร. กิติพล ชิตสกุล อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2539

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอการสร้างระบบเก็บข้อมูลภาพดิจิตอลลายนิ้วมือขนาด 512 x 512 จุดต่อภาพในลักษณะของไบต์อาร์เรย์ ข้อมูลภาพที่เก็บจะเป็นลักษณะของภาพระดับเทา ซึ่งมีความแตกต่างของระดับขาว-ดำ 256 ระดับ การทำงานของระบบเริ่มจากการถ่ายภาพลายนิ้วมือ โดยกล้องวีดิโอซีซีดีที่ให้สัญญาณภาพเป็นอนาลอก แล้วทำการแปลงสัญญาณภาพนี้ ให้เป็นดิจิตอลแล้วทำการจัดเก็บข้อมูลดิจิตอลขนาด 8 บิตเหล่านี้เข้าสู่หน่วยความจำซึ่งต้องใช้หน่วยความจำขนาด 256 กิโลไบต์ต่อ 1 ภาพ จากการทดลองพบว่า การถ่ายภาพลายนิ้วมือต้องทำการจัดแสงสว่างและตำแหน่งเพื่อให้ภาพลายนิ้วมือคมชัด การจัดเก็บข้อมูลภาพ และการแสดงผลจะถูกควบคุมโดยโปรแกรมภาษาซี ระบบเก็บข้อมูลลายนิ้วมือนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ เช่น การตรวจสอบ และพิสูจน์ลายนิ้วมือ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		
ABSTRACT		
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ทฤษฎีการสะแกนภาพและสัญญาณภาพและการแปลงสัญญาณ	2
	2.1 การสะแกนภาพ	2
	2.2 สัญญาณภาพ	5
	2.3 การแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล	9
	2.4 การแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก	11
บทที่ 3	การออกแบบและการสร้างระบบการแปลงและเก็บข้อมูลภาพลายนิ้วมือ	14
	3.1 การถ่ายภาพลายนิ้วมือ	15
	3.2 การแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล	15
	3.3 การออกแบบ	18
	3.4 การสร้าง	45
	3.5 การเขียนโปรแกรม	47
บทที่ 4	การทดลอง	51
	4.1 การถ่ายภาพลายนิ้วมือ	51
	4.1.1 การวางตำแหน่งของกล้องและปริซึม	51
	4.1.2 การจัดแสง	52
	4.2 การทดสอบการ์ดแปลงสัญญาณ	58
	4.3 การทดสอบวงจรภาคแยกซิงค์	60
	4.4 การทดสอบภาคควบคุมการเขียนข้อมูลภาพ	63
บทที่ 5	บทสรุป	66
บรรณานุกรม		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. โปรแกรมควบคุมภาษา C

ภาคผนวก ข. รูปวงจรรวม

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

		หน้า
บทที่ 2	ทฤษฎีการสแกนภาพและสัญญาณภาพและการแปลงสัญญาณ	2
	รูปที่ 2.1 รูปร่างของกระแสรูปพันเลื่อย	3
	รูปที่ 2.2 การสะแกนจากซ้ายไปขวาและจากบนลงล่าง	3
	รูปที่ 2.3 แสดงการสะแกนสัญญาณภาพแบบสลับเส้น	4
	รูปที่ 2.4 รูปร่างของสัญญาณภาพรวม	5
	รูปที่ 2.5 แสดงการรวมสัญญาณฮอริซอนตัลซิงค์และฮอริซอนตัลแบลงค์กิ้งลงไปในสัญญาณภาพแต่ละเส้น	7
	รูปที่ 2.6 แสดงการรวมสัญญาณเวอร์ติคัลซิงค์ และเวอร์ติคัลแบลงค์กิ้ง ลงไปในสัญญาณภาพแต่ละฟิลด์	8
	รูปที่ 2.7 แสดงการต่อวงจร A/D แบบ "เพรช"	10
	รูปที่ 2.8 แสดงวงจร D/A แบบใช้ความต้านทานหลายค่า	12
	รูปที่ 2.9 แสดงวงจรดีทูเอ MC 1408 ของโมโตโรลา	13
บทที่ 3	การออกแบบและการสร้างระบบการแปลงและเก็บข้อมูลภาพลายนิ้วมือ	
	รูปที่ 3.1 ลักษณะโครงสร้างระบบเก็บข้อมูลลายนิ้วมือ	14
	รูปที่ 3.2 แสดงโครงสร้างภายในไอซี CA3318	16
	รูปที่ 3.3 แสดงการควบคุม CA3318 ด้วยการใช้ขาควบคุมเฟสไปควบคุมระดับลอจิกของสัญญาณนาฬิกา	18
	รูปที่ 3.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรภาคต่าง ๆ	20
	รูปที่ 3.5 วงจรภาคอินพุท	23
	รูปที่ 3.6 วงจรภาคเอาท์พุท	26
	รูปที่ 3.7 วงจรผลิตความถี่	27
	รูปที่ 3.8 วงจรภาคแยกซิงค์	30
	รูปที่ 3.9 วงจรภาควงจรนับ	33
	รูปที่ 3.10 วงจรภาคหน่วยความจำภาพ	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.11 วงจรภาคควบคุมการเขียนข้อมูลภาพ 39

รูปที่ 3.12 วงจรภาคอินเทอร์เฟส 42

รูปที่ 3.13 วงจรภาคเลือกแอดเดรส 44

รูปที่ 3.14 แสดงภาพถ่ายของการ์ดที่ต่อเสร็จสมบูรณ์ 46

รูปที่ 3.15 แสดงภาพถ่ายของการ์ดที่เสียบเข้ากับ slot ของคอมพิวเตอร์ 46

รูปที่ 3.16 โครงสร้างของการทำงานของการ์ดซูเปอร์ วีจีเอ 48

รูปที่ 3.17 แสดงโฟลวชาร์ตของโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการ์ด 51

บทที่ 4 การทดลอง

รูปที่ 4.1 การจัดวางตำแหน่งของกล้องและปริซึมให้หน้ากล้องขนานกับหน้าปริซึม 52

รูปที่ 4.2 การวางตำแหน่งให้หน้ากล้องทำมุมประมาณ 15-20 กับปริซึม 53

รูปที่ 4.3 การให้แสงด้านประกอบมุมฉากของปริซึม 54

รูปที่ 4.4 การให้แสงจากด้านเดียวกับกล้อง ซีซีดี 55

รูปที่ 4.5 การให้แสงจากด้านบนนิ้วมือ 55

รูปที่ 4.6 การให้แสงจากด้านบนนิ้วมือ และมีส่วนป้องกันแสงจากภายนอก 56

รูปที่ 4.7 ภาพถ่ายลายนิ้วมือเมื่อให้แสงจากด้านบนนิ้วมือและมีส่วนป้องกันแสงจากภายนอกที่ได้จากจอมอนิเตอร์ 57

รูปที่ 4.8 แสดงรูปสัญญาณที่วัดได้จากวงจรภาคอินพุทและเอาท์พุท 59

รูปที่ 4.9 แสดงรูปสัญญาณ H-SCOUNT ที่วัดได้จากวงจรแยกซิงค์ 61

รูปที่ 4.10 แสดงรูปสัญญาณ V-SCOUNT ที่วัดได้จากวงจรแยกซิงค์ 62

รูปที่ 4.11 แสดงรูปสัญญาณที่วัดได้ในจุดต่างๆของวงจรภาคควบคุมการเขียนข้อมูลภาพ 64

รูปที่ 4.12 ภาพถ่ายลายนิ้วมือที่ได้จากจอคอมพิวเตอร์ 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในอดีตงานตรวจสอบสิ่งต่าง ๆ จะใช้มนุษย์เป็นผู้ทำการตรวจสอบ แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามามีส่วนสำคัญในงานด้านต่างๆ มากรวมถึงงานตรวจสอบด้วย โครงงานนี้เป็นพื้นฐานในงานตรวจสอบเกี่ยวกับมนุษย์ คือการเก็บข้อมูลลายนิ้วมือ เพื่อที่จะนำข้อมูลนี้มาใช้ประโยชน์ในด้านงานรักษาความปลอดภัยได้

เนื้อหาในบทที่ 2 เป็นพื้นฐานของเรื่องสัญญาณภาพซึ่งต้องทำความเข้าใจเนื่องจากโครงงานนี้ใช้กล้อง ซีซีดี (charge Couple Device : CCD) ถ่ายภาพลายนิ้วมือมาปรากฏหน้าจอ เราจึงควรทำความเข้าใจลักษณะของสัญญาณภาพ และการสะแกนภาพกันก่อน

บทที่ 3 จะกล่าวถึงการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลโดยใช้วงจรรวม (IC) สำเร็จรูปเบอร์ CA 3318 พร้อมทั้งคุณสมบัติของวงจรรวมชนิดนี้ นอกจากนี้ยังกล่าวถึง การออกแบบ, การสร้าง, และการเขียนโปรแกรม

บทที่ 4 เป็นการทดลองรูปแบบต่าง ๆ ของการถ่ายภาพลายนิ้วมือซึ่งรวมถึงการจัดตำแหน่งของกล้อง การจัดตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสง และสีของแสงด้วย นอกจากนี้ยังกล่าวถึงการทดสอบวงจรภาคอินพุท,ภาคเอาท์พุท,ภาคแยกซิงค์

บทที่ 5 เป็นบทสรุปของการทดลองเพื่อที่จะให้ได้ลายนิ้วมือที่ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีการสะแกนภาพและสัญญาณภาพและการแปลงสัญญาณ

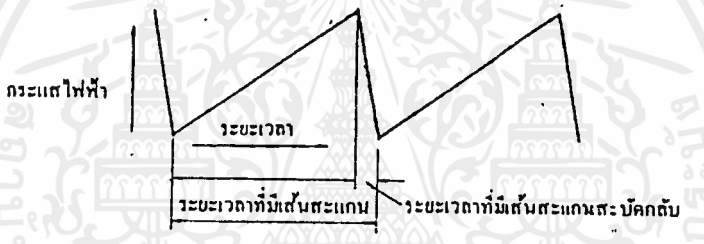
2.1 การสะแกนภาพ

ภาพบนจอหลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์สีทั่วไป จะประกอบด้วยเส้นขวางเล็ก ๆ ในแนวนอนเป็นจำนวนมาก ซึ่งแต่ละเส้นเหล่านี้มีทั้งส่วนที่ดำสนิทหรือมีสีเข้ม ส่วนที่ดำจางหรือมีสีจางและส่วนที่สว่างมากปะปนกันอยู่ เส้นขวางเล็ก ๆ ในแนวนอนเหล่านี้ มีชื่อเรียกว่า เส้นสะแกน เส้นเหล่านี้ประกอบไปด้วยจุดเล็กๆมีทั้งมืดและสว่างปะปนกันอยู่ ภาพที่ปรากฏบนจอหลอดภาพจึงประกอบด้วยจุดเล็ก ๆ ที่มีระดับแสงสว่างแตกต่างกันเป็นจำนวนมาก จุดเล็ก ๆ เหล่านี้เรียกว่าส่วนประกอบของภาพหรือ picture element ซึ่งมีส่วนสัมพันธ์กับความละเอียดของภาพเช่นเดียวกับจุดดำหรือจุดสีเล็ก ๆ ในรูปภาพของสิ่งตีพิมพ์

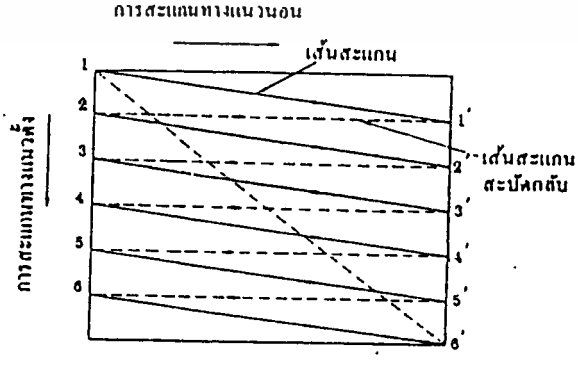
จุดที่เห็นสว่างในจอหลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์ เกิดขึ้นเพราะอิเล็กตรอนที่หลุดออกไปจากแคโถด และถูกให้ดึงดูดให้วิ่งเป็นลำไปกระทบแอโนดหรือ จอหลอดภาพ ซึ่งฉาบวัสดุเรืองแสงบางชนิดเอาไว้ จุดที่มีการกระทบกันก็จะมองเห็นเป็นจุดสว่างขึ้นที่จอ การสะแกนก็คือ การทำให้จุดสว่างเหล่านี้เคลื่อนที่ไปในจังหวะที่ต้องการ ซึ่งในเรื่องของโทรทัศน์ ก็ต้องการให้จุดสว่างนี้เคลื่อนที่ไปในแนวนอนและแนวตั้ง โดยอาศัยความเข้มของสนามแม่เหล็กเข้าช่วยเหลือทำให้เกิดการดึงดูดหรือการผลักกันกับอิเล็กตรอน สนามแม่เหล็กนี้เกิดขึ้นโดยการปล่อยกระแสไฟฟ้ารูปฟันเลื่อย ตามที่แสดงในรูปที่ 2.1 ให้ไหลผ่านขดลวดของการหักเห (deflection coil) ที่พันอยู่รอบ ๆ คอหลอดภาพ ซึ่งมีอยู่สองชุดด้วยกันคือ ขดลวดที่พันอยู่รอบคอหลอดภาพในแนวนอนชุดหนึ่ง และขดลวดที่พันอยู่รอบคอหลอดภาพในแนวตั้งอีกชุดหนึ่ง สำหรับโทรทัศน์ระบบที่ใช้ในเมืองไทยให้ความถี่ของกระแสรูปฟันเลื่อยที่ไหลผ่านขดลวดของการหักเหในแนวนอนจะมีค่า 15,625 Hz ส่วนกระแสรูปฟันเลื่อยที่ไหลผ่านขดลวดของการหักเหในแนวตั้งจะมีค่าเพียง 50 Hz เท่านั้น โดยปกติการสะแกนจะเริ่มต้นขึ้นโดยการทำให้จุดสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บนจอหลอดภาพเคลื่อนที่จากซ้ายมือด้านบนของจอไปทางขวามือในแนวนอน ซึ่งเมื่อถึงตำแหน่งขวามือสุด ก็จะถูกเบนต่ำลงเล็กน้อย อันเป็นผลมาจากการที่มีกระแสรูปฟันเลื่อยไหลผ่านขดลวดของการหักเหในแนวตั้ง แล้วก็กลับไปตั้งต้นใหม่ทางซ้ายมือเพื่อเคลื่อนที่มาทางขวามือในแนวนอนอีกเป็นอยู่เช่นนี้เรื่อยๆจนกระทั่งจุดสว่างนั้นไปถึงตำแหน่งขวามือล่างสุดของจอหลอดภาพ จึงเป็นอันเสร็จสิ้นการสะแกนภาพนิ่งภาพหนึ่ง หรือเรียกว่า เฟรมหนึ่งตามที่แสดงดังรูปที่ 2.2



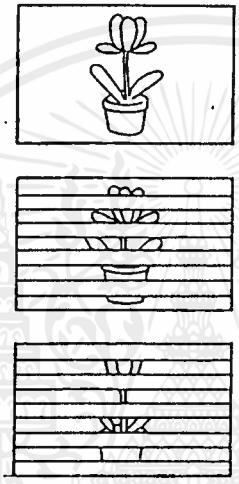
รูปที่ 2.1 รูปร่างของกระแสรูปฟันเลื่อย



รูปที่ 2.2 การสะแกนจากซ้ายไปขวาและจากบนลงล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นอิเล็กตรอนก็จะกลับไปตั้งต้นใหม่ทางซ้ายมือด้านบนสุดของจอหลอดภาพอีก เพื่อสะแกนภาพนิ่งอันดับถัดไป อย่างไรก็ตาม เพื่อลดอาการกระพริบของภาพการสะแกนภาพนิ่งแต่ละภาพ มักนิยมจัดทำสองครั้งในแบบของการสะแกนไขว้กัน ซึ่งเรียกว่า interlace scanning ตามที่แสดงดังรูปที่ 2.3 โดยกำหนดให้



ก. ภาพที่มองเห็นในหนึ่งเฟรม

ข. การสะแกนครั้งที่หนึ่ง ฟิลด์เส้นคี่

ค. การสะแกนครั้งที่สอง ฟิลด์เส้นคู่

รูปที่ 2.3 แสดงการสะแกนสัญญาณภาพแบบสลับเส้น

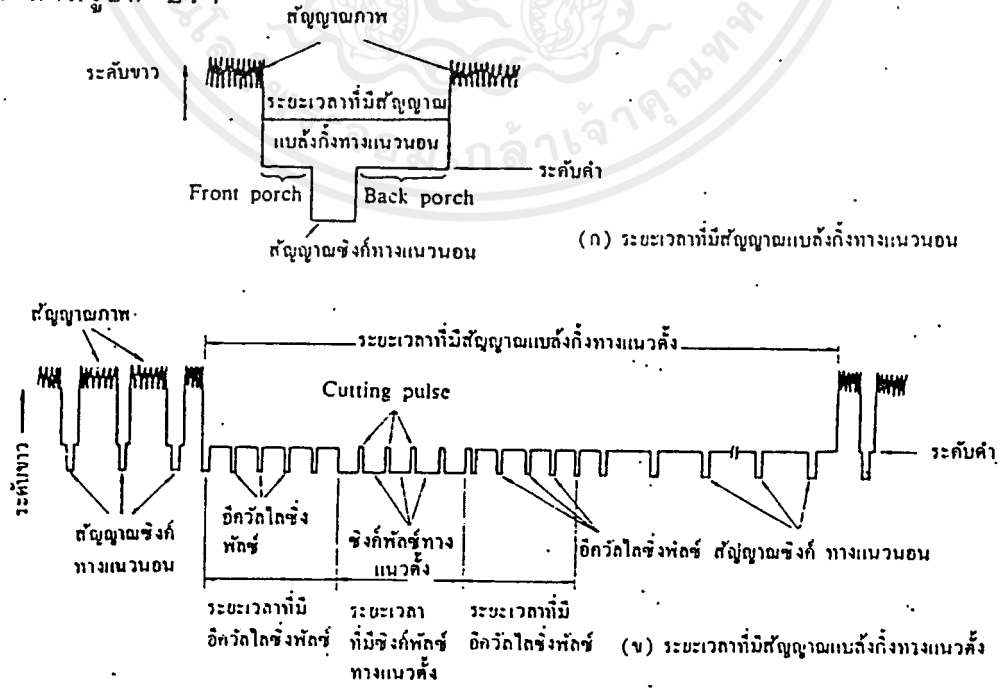
ภาพนิ่งหนึ่งเฟรมประกอบด้วยภาพนิ่งสองฟิลด์และเริ่มต้นด้วยการสะแกนภาพนิ่งฟิลด์เส้นคี่ก่อน เมื่อเสร็จสิ้นถึงตำแหน่งขวามือล่างสุดของจอหลอดภาพแล้วจึงกลับไปตั้งต้นใหม่ทางด้านซ้ายมือสุดของจอ แล้วเริ่มต้นสะแกนภาพนิ่งฟิลด์เส้นคู่ต่อไปจนถึงตำแหน่งขวามือล่างสุด หลังจากนั้น จึงจะเริ่มต้นสะแกนภาพนิ่งอันดับอื่นต่อไปใหม่ ฉะนั้นภาพนิ่งหนึ่งภาพหรือหนึ่งเฟรมจึงประกอบด้วยฟิลด์เส้นสะแกนเส้นคี่และฟิลด์เส้นสะแกนเส้นคู่ สำหรับโทรทัศน์ระบบยุโรปซึ่งใช้เส้นสะแกน 625 เส้นต่อภาพและ 50 ภาพต่อวินาทีนั้น ภาพนิ่งแต่ละภาพหรือแต่ละเฟรมจะประกอบด้วยเส้นสะแกนแนวนอน 625 เส้น ภาพนิ่งแต่ละฟิลด์จะมีเส้นสะแกนแนวนอนครึ่งหนึ่งของ 625 เส้น หรือ 312 1/2 เส้น ภาพนิ่งแต่ละภาพนี้จะเกิดขึ้นในระยะเวลา 1/25 วินาที ความถี่ของกระแสรูปฟันเลื่อยที่ใช้ในการหักเหทางแนวนอน ซึ่งใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลา 1/25 วินาทีจะเกิดเส้นสะแกน 625 เส้นจะมีค่า (625)x(25) หรือ 15,625 HZ ส่วนความถี่ของกระแสรูปพันเลื่อยที่ใช้ในการหักเหทางแนวตั้ง ซึ่งใช้เวลาในการสะแกนจากบนสุดมาล่างสำหรับฟิลด์หนึ่งๆ เพียง 1/50 วินาที จะมีค่า 50 Hz การสะแกนภาพนิ่งตามที่กล่าวมาแล้วนี้ จะกระทำติดต่อกันไปเรื่อย ๆ โดยจะมีจำนวนภาพนิ่ง หรือจำนวนเส้นสะแกนต่อภาพที่แตกต่างกันไป ตามแต่ชนิดของระบบโทรทัศน์ที่ใช้ภาพที่ปรากฏบนจอหลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์ จึงมีผลคล้ายกับการฉายภาพนิ่ง ซึ่งแต่ละภาพมีความแตกต่างกันบ้างเพียงเล็กน้อย เป็นจำนวนหลายๆ ภาพต่อหนึ่งวินาที จึงทำให้ผู้ชมโทรทัศน์สามารถมองเห็นภาพบนจอหลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์เป็นภาพเคลื่อนไหวติดต่อกันไปตลอดเวลา

2.2 สัญญาณภาพ

ก่อนจะกล่าวถึงการเก็บภาพซึ่งเป็นการเปลี่ยนสัญญาณอนาลอก (Analog Signal) เป็นข้อมูลทางดิจิตอล (Digital data) เพื่อใช้ในการประมวลผลในเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นเราควรจะทำตามความเข้าใจถึงลักษณะของสัญญาณภาพเสียก่อน ตามรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 รูปร่างของสัญญาณภาพรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งประกอบด้วย

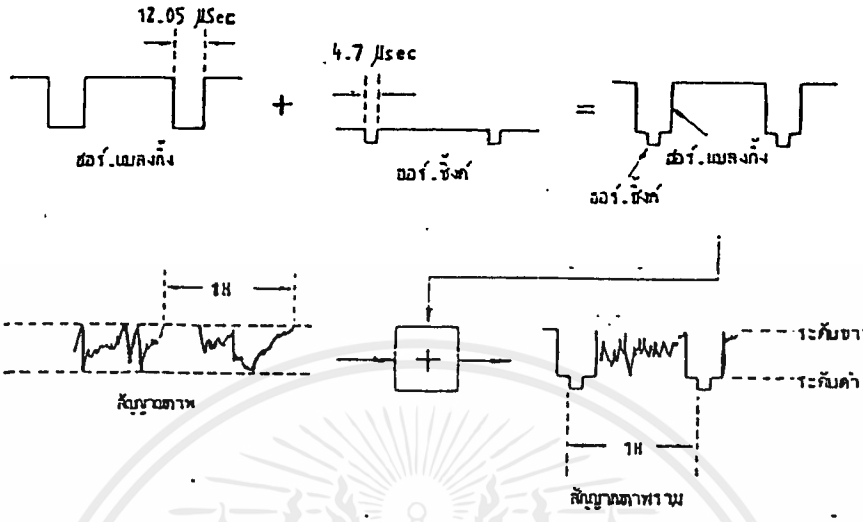
- สัญญาณภาพ (video signal)
- สัญญาณแบลงค์กิ้ง (blanking signal)
- สัญญาณซิงค์ (synchornizing signal)
- สัญญาณอีควอไลซิงค์ (equalizing signal)

สัญญาณต่างๆ ตามรูปนี้ จะรวมอยู่เป็นรูปร่างเดียวกันซึ่งเรียกว่าสัญญาณภาพรวม (composite video signal) คือในแต่ละเส้นสะแกนจะประกอบด้วย สัญญาณรายละเอียดภาพ สัญญาณซิงค์ (Sync) และสัญญาณแบลงค์กิ้ง (Blanking) สัญญาณรายละเอียดภาพนั้นเป็นแรงดันกระแสสลับที่แปรเปลี่ยนค่าไปตามความสว่างของภาพ ซึ่งสัญญาณเหล่านี้มีทั้งเส้นสะแกนทางแนวตั้งและแนวนอน นอกจากนี้ ยังมีสัญญาณอีควอไลซิ่งพัลซ์ในเส้นสะแกนทางแนวนอนอีก โดยที่แต่ละสัญญาณมีหน้าที่ คือ

<u>สัญญาณฮอริซอนตัลซิงค์</u> (Horizontal Sync Signal) คือ แรงดันช่วงสั้นๆ (พัลซ์) ประมาณ 4.7 ไมโครวินาที เป็นสัญญาณที่มีระดับแรงดันต่ำที่สุด (ต่ำกว่าจุดคัทออฟของหลอดภาพ) ส่งไปยังเครื่องรับเพื่อเป็นสัญญาณอ้างอิงในการสร้างความถี่ของวงจรสร้างสัญญาณเบี่ยงเบนทางแนวนอนในเครื่องรับ เพื่อให้เกิดการทำงานที่ได้จังหวะกับสัญญาณเบี่ยงเบนทางแนวนอนที่สร้างขึ้นที่สถานีส่งตำแหน่งภาพที่เกิดขึ้นบนจอเครื่องรับ จึงถูกต้องกับตำแหน่งของภาพที่ปรากฏที่เครื่องส่งทางแนวนอน สัญญาณนี้จะส่งรวมกับสัญญาณฮอริซอนตัลแบลงค์กิ้ง โดยส่งรวมกับสัญญาณภาพไปในช่วงจังหวะสะบัดกลับทางแนวนอน ซึ่งเป็นจังหวะที่ไม่มีสัญญาณภาพ

<u>สัญญาณฮอริซอนตัลแบลงค์กิ้ง</u> (Horizontal Blanking Signal) คือค่าแรงดันที่มีระดับสูงกว่าฮอริซอนตัลซิงค์ประมาณ 20-30% มีช่วงเวลาประมาณ 12.05 ไมโครวินาที โดยค่าแรงดันนี้จะอยู่ในระดับคัทออฟของหลอดภาพ ส่งไปยังเครื่องรับเพื่อทำให้หลอดภาพคัทออฟ ในจังหวะสะบัดกลับทางแนวนอน จึงไม่เห็นแสงของเส้นสะบัดกลับทางแนวนอนปรากฏที่หน้าจอ สัญญาณนี้จะส่งร่วมกับฮอริซอน-ตัลซิงค์เดิมลงไปในสัญญาณภาพตรงช่วงสะบัดกลับทางแนวนอน ซึ่งไม่มีสัญญาณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



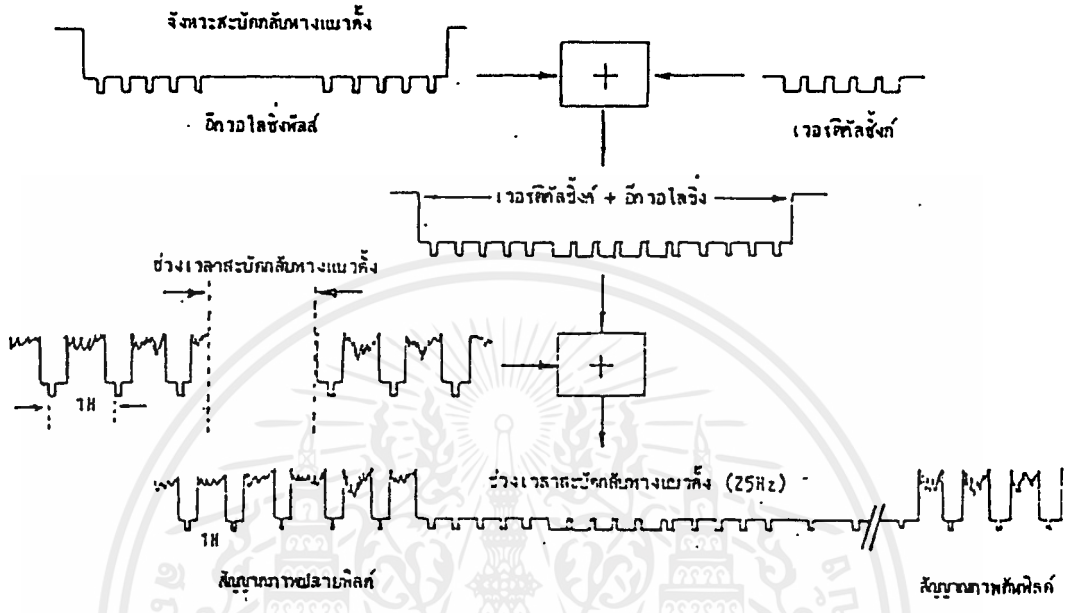
รูปที่ 2.5 แสดงการรวมสัญญาณฮอริซอนตัลซิงค์และฮอริซอนตัลแบลงค์กิ้ง ลงไปในสัญญาณภาพแต่ละเส้น

<u>สัญญาณเวอร์ติคัลซิงค์</u>(Vertical Sync Signal) คือสัญญาณที่มีระดับแรงดันเท่ากันกับสัญญาณฮอริซอนตัลซิงค์ แต่ช่วงเวลาในการเกิดแรงดันจะนานกว่าฮอริซอนตัลซิงค์ คือแบ่งออกเป็นช่วง 5 ช่วง (5 พัลซ์) แต่ละช่วงจะเกิดนานประมาณ 29 ไมโครวินาทีและเว้นระยะห่างกัน 4.7 ไมโครวินาที ส่งไปยังเครื่องรับเพื่อเป็นสัญญาณอ้างอิงสำหรับวงจรเบี่ยงเบนทางแนวตั้งเพื่อให้สร้างความถี่ออกมาให้สอดคล้องกับสัญญาณเบี่ยงเบนทางแนวตั้ง ที่สร้างขึ้นทางเครื่องส่งตำแหน่งภาพที่หน้าจอเครื่องรับจะถูกต้องตรงกับตำแหน่งภาพที่เครื่องส่งทางแนวตั้ง สัญญาณภาพนี้ จะส่งร่วมกับสัญญาณภาพมาในจังหวะสะบัดกลับทางแนวตั้ง ซึ่งเป็นจังหวะที่ไม่มีสัญญาณภาพ

<u>สัญญาณอีควอไลซิ่งพัลซ์</u> (Equalizing Pulse) คือพัลซ์ช่วงเวลาสั้นๆ ประมาณพัลซ์ละ 2.35 ไมโครวินาที จำนวน 2 ชุดๆ ละ 5 พัลซ์เติมลงไปนำหน้าและตามหลังสัญญาณเวอร์ติคัลซิงค์เพื่อรักษารูปร่างและช่วงเวลาของเวอร์ติคัลซิงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้สมบูรณ์และที่แยกออกจากฮอริซอนตัลซิงค์ อันจะทำให้การสอดแทรกสัญญาณลงไปเปลี่ยนแปลงความสว่างของราสเตอร์แต่ละพัลซ์ให้เป็นไปอย่างถูกต้อง



รูปที่ 2.6 แสดงการรวมสัญญาณเวอร์ติคัลซิงค์ และเวอร์ติคัลแบลงค์กิ้งลงไปในสัญญาณภาพแต่ละฟิลด์

<u>สัญญาณเวอร์ติคัลแบลงค์กิ้ง</u> (Vertical Blanking Signal) เป็นแรงดันที่ส่งไปทำให้หลอดภาพคัทออฟในช่วงระยะเวลาสะบัดกลับทางแนวตั้ง เพื่อทำให้โน้มลง ไม่เห็นแสงที่เกิดจากขอบจอด้านล่างขึ้นไปยังขอบจอด้านบนในจังหวะสะบัดกลับทางแนวตั้งซึ่งมีช่วงเวลาประมาณ 25 เส้นสะแกนทางแนวนอน ด้วยเหตุนี้สัญญาณเวอร์ติคัลแบลงค์กิ้งจึงส่งร่วมกับสัญญาณภาพ โดยเติมลงไปตรงกับจังหวะสะบัดกลับทางแนวตั้งของสัญญาณซึ่งเป็นจังหวะที่ไม่มีสัญญาณรายละเอียดภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การแปลงสัญญาอนาลอกเป็นดิจิตอล

การแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (analog to digitol converter) ที่ใช้ในโครงงานนี้ มีทฤษฎีพื้นฐานมาจาก วงจร เอทูดีแบบใช้วงจรเปรียบเทียบขนานหรือแบบ Flash ซึ่งวงจรเอทูดีแบบนี้ใช้หลักการง่ายๆ และเป็นวิธีที่รวดเร็วที่สุดคือใช้วงจรเปรียบเทียบที่ต่อขนานกันดังรูป 2.7 ประกอบด้วยออฟแอมป์ที่ต่อเป็นวงจรเปรียบเทียบและตัวต้านทานต่อไว้เพื่อแบ่งแรงดันที่ขาอินพุทแบบกลับ (inverting) ให้มีขนาดต่างทางกันและจากหลักการของวงจรเปรียบเทียบทั่วไป เมื่อแรงดันอินพุทที่ขาอินพุทแบบไม่กลับสัญญาณ (noninverting) มีค่าสูงกว่าที่ขาอินพุทแบบกลับสัญญาณ เอาท์พุทจะได้แรงดันค่าสูงสุดจากตารางที่ 2.1 จะเข้าใจยิ่งขึ้นว่าที่แรงดันค่าต่าง ๆ มีผลต่อ เอาท์พุทของวงจรเปรียบเทียบแต่ละตัวอย่างไรเอาท์พุทที่ได้จากวงจรเปรียบเทียบนี้จะนำไปเข้ารหัสเป็นเลขฐานสองต่อไป

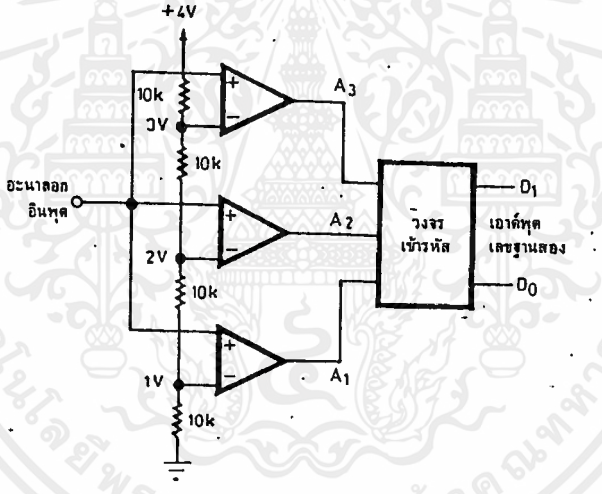
จำนวนของวงจรเปรียบเทียบที่ต้องใช้ในวงจรขึ้นอยู่กับขนาดของสัญญาณอนาลอกที่อินพุทจากวงจรในรูปที่ 2.7 ถ้าแรงดันอินพุทมีค่า 1 โวลท์ ไม่เพียงพอที่จะทำให้วงจรเปรียบเทียบตัวใดให้เอาท์พุทเป็น "high" ที่แรงดัน 1 ถึง 2 โวลท์ วงจรเปรียบเทียบทั้ง A1 และ A2 ให้เอาท์พุทเป็น "high" ถ้าแรงดันอินพุทมากกว่า 3 โวลท์ วงจรเปรียบเทียบก็จะให้เอาท์พุท "high" ทั้งหมด

เมื่อต้องการวงจรที่มีความละเอียดสูงขึ้น จำเป็นต้องใช้วงจรเปรียบเทียบเพิ่มขึ้นเช่น ถ้าต้องการความละเอียด 3 บิตต้องใช้วงจรเปรียบเทียบถึง 7 ตัว ความละเอียด 4 บิท ใช้วงจรเปรียบเทียบ 15 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อะนาลอกอินพุต (โวลต์)	เอาต์พุตตัวเปรียบเทียบ			เอาต์พุตเลขฐานสอง	
	A_1	A_2	A_3	D_1	D_0
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

ตารางที่ 2.1



รูปที่ 2.7 แสดงการต่อวงจร A/D แบบ "เฟรช"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก

ในการแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอกจะมีด้วยกันหลายวิธี ดังนี้

2.4.1 วงจร D/A แบบใช้ความต้านทานหลายค่า

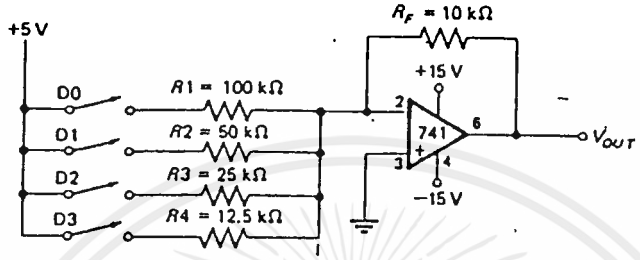
วงจร D/A แบบนี้ใช้ตัวต้านทานและออปแอมป์เพื่อเปลี่ยนระดับสัญญาณลอจิก 2 ระดับเป็นแรงดันที่ได้สัดส่วนกันดังรูปที่ 2.8 แสดงวงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลขนาด 4 บิทออปแอมป์ที่ใช้มีเกนสูงมาก มีความต้านทานเอ้าท์พุทต่ำ ความต้านทานอินพุทสูงมาก สิ่งสำคัญที่สุดคือสัญญาณที่เอ้าท์พุทถูกป้อนกลับมายังอินพุทแบบไม่กลับเฟสเอ้าท์พุทของออปแอมป์จะเป็นตัวจ่ายหรือรับกระแสเพื่อให้แรงดันที่เปรียบเทียบนั้นมีค่าเดียว วงจรในรูปที่ 2.8 ต่อขาไม่กลับเฟสลงกราวด์ดังนั้นที่ขากลับเฟสก็จะมีแรงดัน 0 โวลท์ด้วย โดยไม่ได้เต่อลงกราวโดยตรงเรียกว่า Virtual ground

มาดูที่สวิทซ์ Do ปิดตัวต้านทาน R1 ค่า 100 K จะมีแรงดัน 5 โวลท์ ที่ปลายข้างหนึ่งอีกข้างหนึ่งเป็น 0 จากกฎของโอห์มจะมีแรงดันตกคร่อม 5 โวลท์ กระแสไหลผ่าน 0.05 มิลลิแอมป์กระแสนี้ไม่อาจเข้าไปยังอินพุทของออปแอมป์ ได้ดังนั้นจึงไหลผ่านไปยังเอ้าท์พุท โดยผ่านความต้านทานป้อนกลับ Rf เท่ากับ 10 K จะได้แรงดันเอ้าท์พุทเท่ากับ 10K* - 0.05 มิลลิแอมป์เท่ากับ -0.5 โวลท์

เมื่อเปิดวงจรที่สวิทซ์ DO และปิดวงจรที่สวิทซ์ D1 (R2 เป็นครึ่งหนึ่งของ R1) กระแสจะเพิ่มเป็น 2 เท่าหรือ 0.5 มิลลิแอมป์ ไหลผ่าน Rf และ R2 ทำให้มีแรงดันที่เอ้าท์พุทเป็น -1 โวลท์ต่อไปก็ปิดวงจร Do, D1 จะได้กระแส 0.05 มิลลิแอมป์ไหลผ่าน R1 และ 0.1 มิลลิแอมป์ผ่าน R2 รวมกระแสเป็น 0.15 มิลลิแอมป์ได้แรงดันเอ้าท์พุท -1.5 โวลท์

แรงดันเอ้าท์พุทจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เหมือนขั้นบันได้ดังนั้น 4 บิตได้ถึง 15 ระดับ แต่ละระดับต่างกัน -0.5 โวลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แสดงวงจร D/A แบบใช้ความต้านหลายค่า

2.4.2 แบบใช้ไอซี (Monotithic and hybride D/A converters)

โมโนลิทิค หมายถึง "หินก้อนเดียว" เมื่อนำมาใช้ในวงจรรวมจะเป็นการชี้บอกว่า วงจร ๆ หนึ่งถูกบรรจุอยู่ในสารกึ่งตัวนำเพียงตัวเดียว

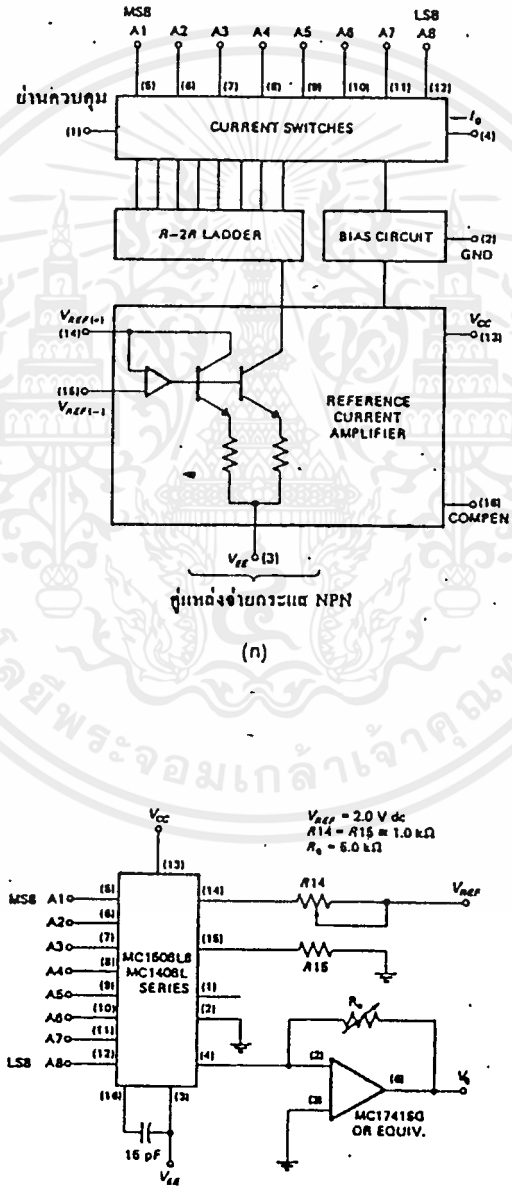
ไฮบริด บรรจุสารกึ่งตัวนำที่เรียกว่า ชิพ เพียงตัวเดียวหรือมากกว่า มีตัวต้านทานหรือตัวประกอบวงจรอื่น ๆ อยู่ในกรอบของไอซีตัวเดียว

ตัวอย่างของไอซีเปลี่ยนสัญญาณดีทูเอโมโนลิทิคขนาด 8 นิทคือ MC 1408 มีผังการทำงานดังรูปที่ 2.9 1408L เป็น DIP (Dual Inline Package) 16 ขาใช้ Vcc +5v และ VEE จาก -5v ถึง -15v ใน 1408L R/2R แลดเดอร์แบ่งกระแสที่ได้จากภาคขยายเป็น 8 ระดับขึ้นอยู่กับค่าทางเลขฐานสอง (binary) ทรานซิสเตอร์แบบไบโพลาร์จะสวิทช์ให้กระแสที่สอดคล้องกับอินพุท A1 ถึง A8 การเรียงจากบิทที่มีนัยสำคัญต่ำสุดจะกลับกันกับของวงจรนับทั่ว ๆ ไป แต่วงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอกบาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือจำหน่ายในเชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวก็ไม่ได้เรียงอย่างนี้ควรอ่านคู่มือให้ดีเสียก่อน MC 1408L มีกระแสเอ้าท์พุทที่สามารถเปลี่ยนเป็นแรงดันได้ด้วยออปแอมป์และตัวต้านทานดังในรูปที่ 2.9 แรงดันนี้คำนวณโดยใช้สูตร

$$V_{out} = V_{ref}/R_{14} * R_O (A1/2-A2/4+.....+A6/64+A7/128+A8/256)$$



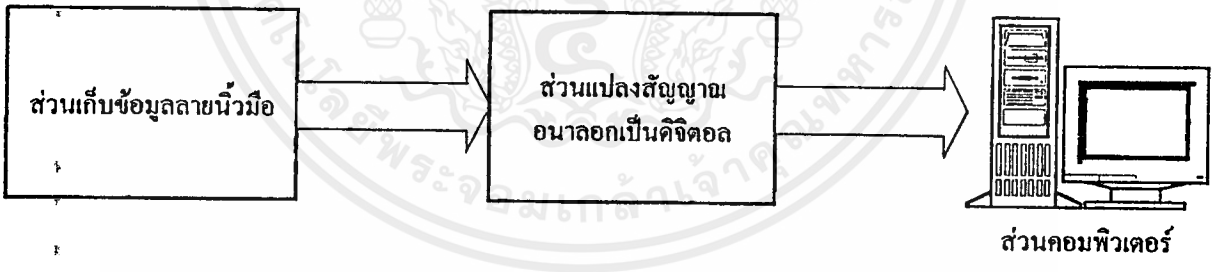
รูปที่ 2.9 แสดงวงจรดีทูเอ MC1408 ของโมโตโรลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้างระบบการแปลงและเก็บข้อมูลภาพลายนิ้วมือ

โครงสร้างของโครงงานนี้ จะใช้หลักการของการถ่ายภาพลายนิ้วมือโดยกล้องซีซีดี ถ่ายภาพผ่านตัวกลางในการที่จะให้ภาพลายนิ้วมือปรากฏ กล้องซีซีดีจะทำการถ่ายภาพลายนิ้วมือที่ปรากฏที่ตัวกลาง แล้วทำการส่งสัญญาณภาพของลายนิ้วมือนั้นมาแปลงรูปสัญญาณจากอนาลอกให้เป็นดิจิตอลเพื่อที่จะได้สามารถนำไปเก็บในหน่วยความจำที่เตรียมไว้และสามารถนำไปประมวลผลต่อไปได้ โครงสร้างของโครงงานแสดงดังรูป 3.1



รูปที่ 3.1 ลักษณะโครงสร้างระบบเก็บข้อมูลลายนิ้วมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในตอนนี้จะกล่าวถึงหลักการและเหตุผลในการออกแบบแต่ละส่วนขึ้นก่อน

3.1 การถ่ายภาพลายนิ้วมือ

เนื่องจากเราใช้กล้องซีซีดี ถ่ายภาพลายนิ้วมือ ภาพที่ถ่ายนั้นจะชัดเจนหรือไม่ จึงขึ้นกับการจัดแสงโดยตรง แสดงว่าสภาพแวดล้อมทางแสงขณะถ่ายภาพลายนิ้วมือจึงมีผลอย่างมาก เพื่อให้ภาพลายนิ้วมือมีความชัดเจนเราจะต้องให้สภาพแวดล้อมทางแสงมีผลน้อยที่สุด หรือไม่มีผลต่อการถ่ายภาพเลย เราจึงได้ทำกล่องแบบจำลองขึ้น โดยที่กล่องจำลองนี้จะต้องปิดสนิทมิดชิดหรือให้แสงจากภายนอกเข้ามาได้น้อยที่สุด ทำให้การถ่ายมีประสิทธิภาพเท่าเทียมกันในทุกๆ สภาพแวดล้อมภายในกล่องจะบรรจุกล้องซีซีดี ซึ่งต้องจัดตำแหน่งของกล้องให้เข้าใกล้กับตัวกลางในการถ่ายภาพพอสมควรเพื่อให้ได้ภาพที่ปรากฏมีขนาดใหญ่พอที่จะเห็นได้ชัดเจน ตัวกลางในการถ่ายภาพจะทำให้ลายนิ้วมือที่ปรากฏมีความชัดเจน ซึ่งในขั้นต้นเราจะใช้กระจกใส แต่ภาพลายนิ้วมือที่ปรากฏบนกระจกใสไม่ชัดเจน คือไม่ปรากฏลายลึกนูนของลายนิ้วมือได้เราจึงใช้ปริซึม (Prism) แทนซึ่งจะปรากฏลายลึกนูนของลายนิ้วมือได้ชัดเจน นอกจากนี้ ภายในกล่อง จำลองยังต้องทำการจัดแสงให้เหมาะสมเพื่อให้การถ่ายภาพชัดเจนเนื่องจากภายในกล่องจำลองปิดสนิท ถ้าเราไม่ทำการจัดแสงให้เหมาะสมจะไม่สามารถทำการถ่ายภาพที่ชัดเจนได้เลย

3.2 การแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (ADC)

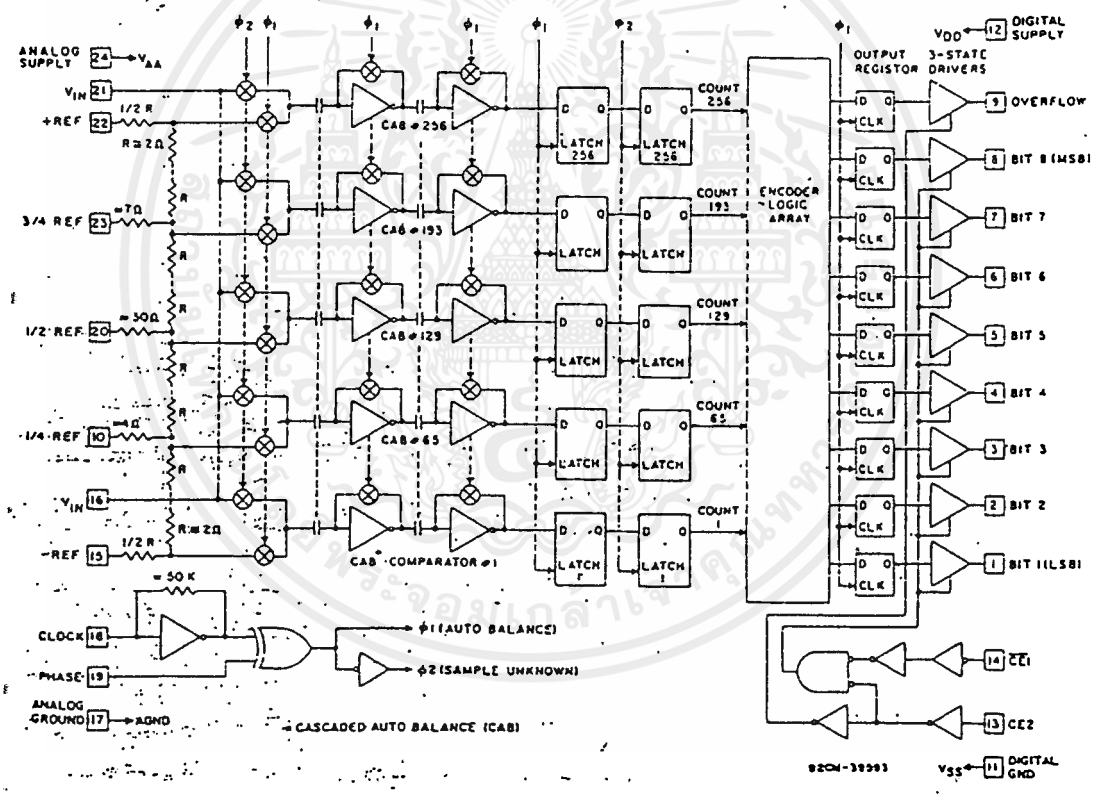
ในการเก็บภาพนั้นสัญญาณภาพจะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อที่จะเก็บบันทึกลงสู่หน่วยความจำภาพ สัญญาณที่ได้จากกล้องวีดีโอนั้นเวลาที่ใช้การสะแกนในแต่ละภาพใช้เวลาสั้นมากซึ่งแต่ละพิลด์จะใช้เวลาเพียง 20 มิลลิวินาที ดังนั้น จึงจำเป็นต้องใช้ไอซีสำเร็จรูปที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาลอกให้เป็นดิจิตอลที่สามารถทำงานที่ความถี่สูงได้ (มากกว่า 10 เมกกะเฮิร์ส) จากข้อมูลเราพบว่าไอซีแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลที่มีขายในท้องตลาด(ในเมืองไทย)เบอร์ CA3318 เป็นไอซีแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลที่สามารถทำงานที่ความถี่สูงตามที่ต้องการโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือกระทำการใดๆ ในลักษณะเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เอาท์พุทขนาด 8 บิท ซึ่งมีข้อมูลดังนี้

ไอซีเบอร์ CA3318 เป็นไอซีสาเร็จรูป ที่ทาหน้าที่แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลแบบแฟลชขนาด 8 บิท มีความเร็วในการแปลงสัญญาณสูงมาก มีขนาด 24 ขา

โครงสร้างภายในของ CA3318 แสดงได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงโครงสร้างภายในไอซี CA3318

ชุดสวิทช์อีเล็กทรอนิกส์ (ส่วนที่เห็นเป็นวงกลมที่มีกากบาทอยู่ภายใน)ทาการสุ่มสัญญาณเข้ามาสู่ชุดตัวเปรียบเทียบทั้ง 256 ชุด ที่ได้กาหนดไว้แล้ว ข้อมูลทั้งหมดจากตัวเปรียบเทียบ (ที่เป็น "0" หรือ "1") ส่งเข้า ดีฟลิปฟลอปทาหน้าที่

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นชิพรีจีสเตอร์ทำงานในโหมดสัญญาณนาฬิกา (ตอบสนองต่อสัญญาณนาฬิกาเฉพาะช่วงขอบขาขึ้นและขอบขาลงของพัลซ์เท่านั้น) จะทำการแลทช์ไว้ชั่วขณะจนกว่าจะมีข้อมูลใหม่เข้ามาถึงจึงจะเลื่อน (Shift) ข้อมูลนั้นส่งเข้าชุดเข้ารหัส (Encoder Logic Array) เพื่อแปลงข้อมูลทั้ง 256 ค่า ออกเป็นข้อมูลดิจิตอลขนาด 9 บิท (รวมบิทเกินด้วย) ส่งต่อไปยังเอาท์พุทรีจิสเตอร์ซึ่งเป็นดีฟลิบฟลอปก่อนส่งไปยังตัวขับ 3 สถานะเป็นเอาท์พุทต่อไป เอาท์พุทนี้สามารถควบคุมได้โดย\CE1 และ CE2

คุณสมบัติของ CA3318 มีดังนี้

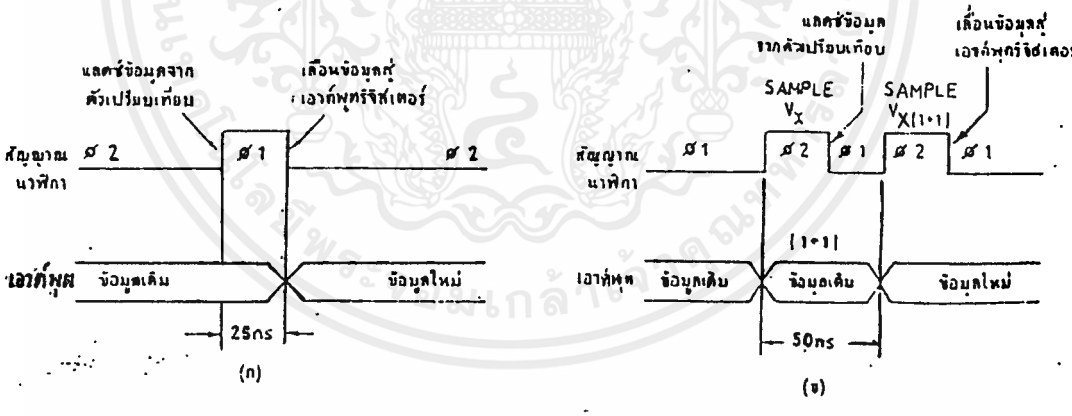
- ใช้เทคโนโลยี ซีมอส/เอสโอเอส (CMOS/SOS)
- ใช้เทคนิคการแปลงข้อมูลแบบขนาน
- อัตราการแปลงข้อมูล 15 ล้านการสุ่มต่อวินาที (15 MSPS = Million Sampling Per Second)
- ให้เอาท์พุทขนาด 8 บิท
- ใช้แหล่งจ่ายไฟชุดเดียว 4 โวลท์ ถึง 6.5 โวลท์
- แยกระบบกราวด์ของอนาลอกกับดิจิตอลออกจากกันโดยเด็ดขาด
- กำลังงานสูญเสีย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

CA3318 ใช้เทคนิคการแปลงข้อมูลเป็นลำดับแบบขนาน (Sequential Parallel Technique) โดยอาศัยการจัดระดับของสัญญาณนาฬิกา ไปควบคุมจังหวะในการทำงานของส่วนต่างๆ ให้สอดคล้องกันจากรูป 3.2 แสดงโครงสร้างภายในขาป้อนสัญญาณนาฬิกา (ขา 18) และขาควบคุมเฟส (ขา 19) ต่อกับวงจรลอจิกเกตชุดหนึ่ง ซึ่งวงจรนี้ทำหน้าที่จัดสัญญาณนาฬิกาให้แบ่งออกเป็น 2 เฟส คือ $\phi 1$ (Auto Balance) และ $\phi 2$ (Sample Unknown) เฟสทั้งสองนี้จะถูกจัดให้อยู่ในช่วงลอจิก "0" หรือ "1" ของสัญญาณนาฬิกา (ใน 1 คาบ-เวลา) การจัด ϕ และ $\phi 2$ ให้อยู่คนละช่วงของสัญญาณนาฬิกา ซึ่งถูกกำหนดด้วยขาควบคุมเฟส ทำให้เราสามารถควบคุมความเร็วในการแปลงสัญญาณของ CA3318 ให้เปลี่ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปลงตามสัญญาณนาฬิกาได้

เราสามารถใช้ขาควบคุมเฟส ควบคุมความเร็วในการแปลงสัญญาณของ CA3318 ได้ 2 วิธี คือ วิธีแรกโดยการป้อนลอจิก "0" เข้าที่ขาควบคุมเฟสแสดงดังรูปที่ 3.3ก. $\phi 1$ ถูกจัดให้อยู่ในลอจิก "1" และ $\phi 2$ ถูกจัดให้อยู่ในลอจิก "0" ของสัญญาณนาฬิกา ข้อมูลจากตัวเปรียบเทียบจะถูกแลทช์ไว้ที่ขอบขาขึ้นของพัลซ์ 2 และเมื่อถึงขอบขาลงของ $\phi 1$ ข้อมูลจะถูกเลื่อนเข้าสู่รีจีสเตอร์ต่อไปวิธีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเสร็จสิ้น ภายในครึ่งคาบของสัญญาณนาฬิกาเท่านั้น วิธีที่สอง โดยป้อนลอจิก "1" เข้าที่ขาควบคุมเฟสเช่นกันแสดงดังรูปที่ 3.3ข. $\phi 1$ ถูกจัดให้อยู่ในลอจิก "0" และ $\phi 2$ ถูกจัดให้อยู่ในลอจิก "1" ของสัญญาณนาฬิกา เมื่อถึงช่วงขาขอบขาลงของพัลซ์ 2 ข้อมูลจากตัวเปรียบเทียบจะถูกแลทช์ไว้จนกว่าจะถึงช่วงขอบขาขึ้นของพัลซ์ ϕ ลูกต่อมา จึงจะทำการเลื่อนข้อมูลส่งเข้า



รูปที่ 3.3 แสดงการควบคุม CA3318 ด้วยการใช้ขาควบคุมเฟสไปควบคุมระดับลอจิกของสัญญาณนาฬิกา

ก. เมื่อให้ขาควบคุมเฟสเป็น "0"

ข. เมื่อให้ขาควบคุมเฟสเป็น "1"

3.3 การออกแบบ

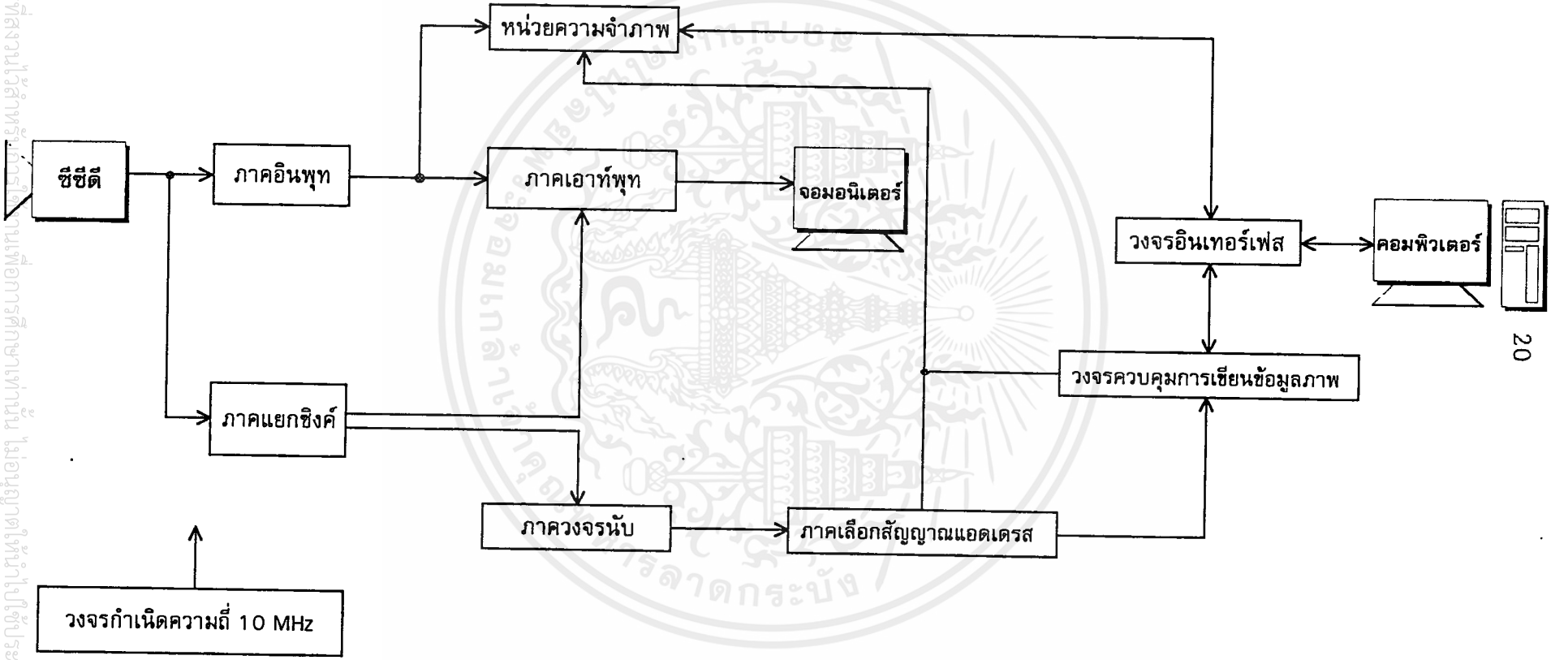
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป 3.4 เป็นบล็อกไดอะแกรมของวงจรในภาคต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย 8 ส่วนคือ

1. ภาคอินพุท
2. ภาคเอาท์พุท
3. ภาคผลิตความถี่
4. ภาคแยกซิงค์
5. ภาควงจรนับ
6. ภาคหน่วยความจำภาพ
7. ภาคควบคุมการเขียนข้อมูลภาพ
8. ภาคอินเตอร์เฟส
9. ภาคเลือกแอดเดรส

โดยที่แต่ละส่วนสามารถอธิบายได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
038426



รูปที่ 3.4 แสดงบล็อคไดอะแกรมของวงจรภาคต่าง ๆ

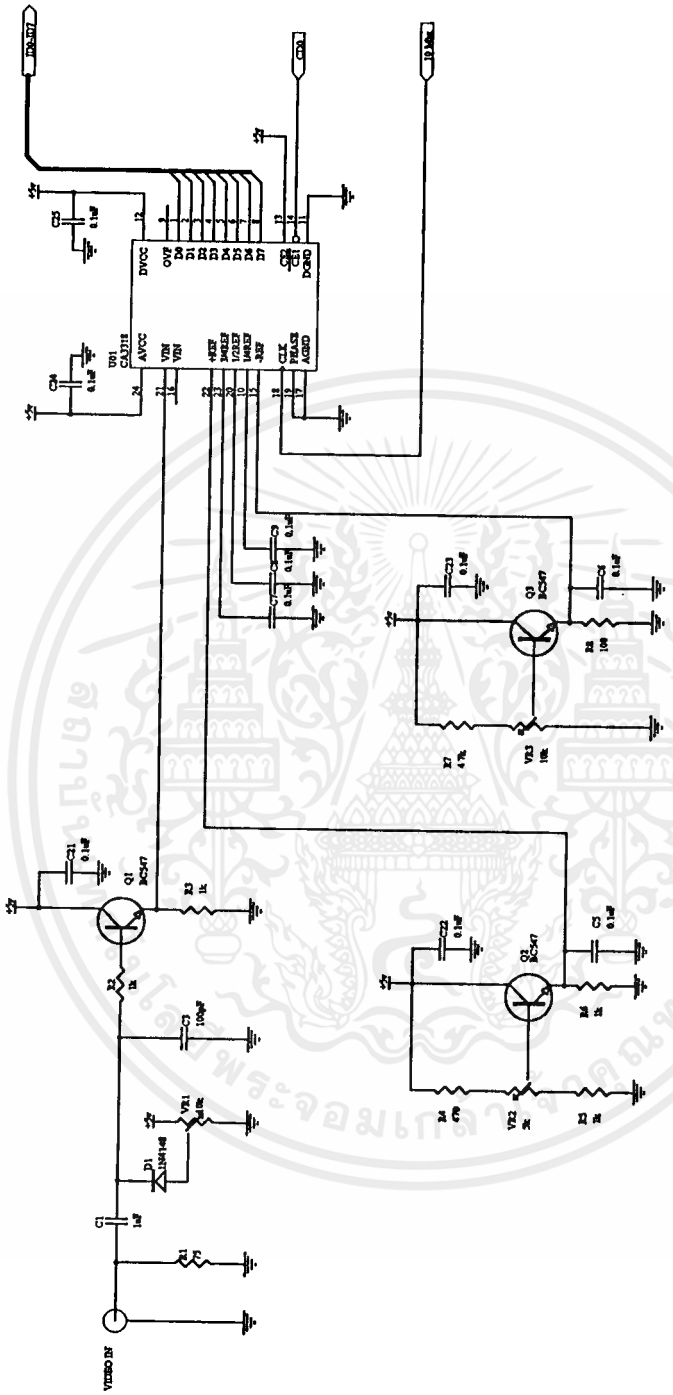
การทำงานของวงจรภาคอินพุท

ในส่วนการทำงานของวงจรภาคอินพุทนี้ เมื่อสัญญาณภาพที่ได้จากกล้องวีดีโอ ชนิด ซีซีดี ถูกส่งเข้าไปยังวงจรที่ทำหน้าที่ป้องกันความผิดพลาดของสัญญาณที่ส่งเข้ามาซึ่งประกอบด้วย R1 จะทำหน้าที่ปรับอิมพีแดนซ์ของวงจรให้เหมาะสมกับอิมพีแดนซ์ของกล้องคือ 75 โอมห์ จากนั้นสัญญาณภาพจะถูกส่งเข้า C1 ซึ่งทำหน้าที่ตัดแรงดันไฟตรงออก และให้เฉพาะสัญญาณกระแสสลับผ่านไปเท่านั้น สัญญาณที่ผ่าน C1 จะถูกยกระดับสัญญาณด้วย D1 และ VR1 สาเหตุที่ต้องมีการยกระดับสัญญาณนี้ก็เพื่อให้สัญญาณภาพมีสัญญาณรบกวนน้อยที่สุด ก่อนที่จะถูกส่งผ่าน R2 และ C3 เข้าไปยัง Q1 เพื่อทำการขยายต่อไป สัญญาณภาพที่ถูกขยายแล้วจะถูกส่งเข้าไปยังขา 21 (Vin) ของ UO1 (CA3318) ซึ่ง UO1 เป็นไอซีที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล โดยการทำงานของไอซีตัวนี้จะต้องประกอบด้วย สัญญาณอินพุท, ระดับแรงดันอ้างอิงด้านบวก, ระดับแรงดันอ้างอิงด้านลบ, สัญญาณนาฬิกา และสัญญาณควบคุม ซึ่งสัญญาอินพุทของไอซีได้มาจากการขยายสัญญาณภาพที่ผ่านการขยายสัญญาณโดย Q1 ดังที่กล่าวมาแล้ว ส่วนระดับแรงดันอ้างอิงด้านบวก (ขา 22) นั้น จะได้จากวงจรที่ประกอบด้วย Q2,R4,R5,R6,VR2,C5 ซึ่งสามารถปรับค่าของระดับอ้างอิงด้านบวกได้ตั้งแต่ 0.17-4V แรงดันอ้างอิงด้านบวกนี้จะถูกปรับให้มีขนาดเท่ากับแรงดันสูงสุดของสัญญาณภาพอินพุท และในส่วนของแรงดันอ้างอิงด้านลบ (ขา 15) ประกอบด้วย Q3,R7,R8,VR3,C6 ซึ่งสามารถที่จะปรับค่าของระดับแรงดันอ้างอิงด้านลบได้ตั้งแต่ 0-2.7V แรงดันอ้างอิงด้านลบนี้จะถูกปรับให้มีขนาดเท่ากับ แรงดันต่ำสุดของสัญญาณภาพอินพุท ดังนั้นในส่วนของวงจรนี้เราจะใช้ระดับแรงดันอ้างอิงเพียง 2 ค่า คือ ระดับแรงดันอ้างอิงด้านบวกและระดับแรงดันอ้างอิงด้านลบ ส่วนระดับแรงดันอ้างอิงที่เหลือคือ 3/4 1/2 และ 1/4 เท่า ของระดับอ้างอิง (ขา 23, 20,10) จะไม่ถูกใช้งานดันนั้นจึงต่อขาดังกล่าวทั้ง 3 ผ่าน C7,C8,C9 ลงกราวด์ตามลำดับ เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนที่อาจเกิดขึ้นได้ นอกจากนี้ ไอซี UO1 ยังต้องทำงานร่วมกับสัญญาณนาฬิกาขนาด 10 MHZ และต้องมีการควบคุมการทำงาของไอซีที่ขา /CE1 และ CE2 เพื่อให้เกิดการทำงานที่เหมาะสม สัญญาณเอาท์พุทที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากไอซีตัวนี้เป็นสัญญาดิจิตอลขนาด 8 บิท ซึ่งจะให้ค่าความแตกต่างของระดับสัญญาณ 256 ระดับ โดยสัญญาณเอาท์พุทนี้จะถูกส่งต่อไปยังชุดหน่วยความจำภาพและชุดแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอกต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 วงจรภาคอินพุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

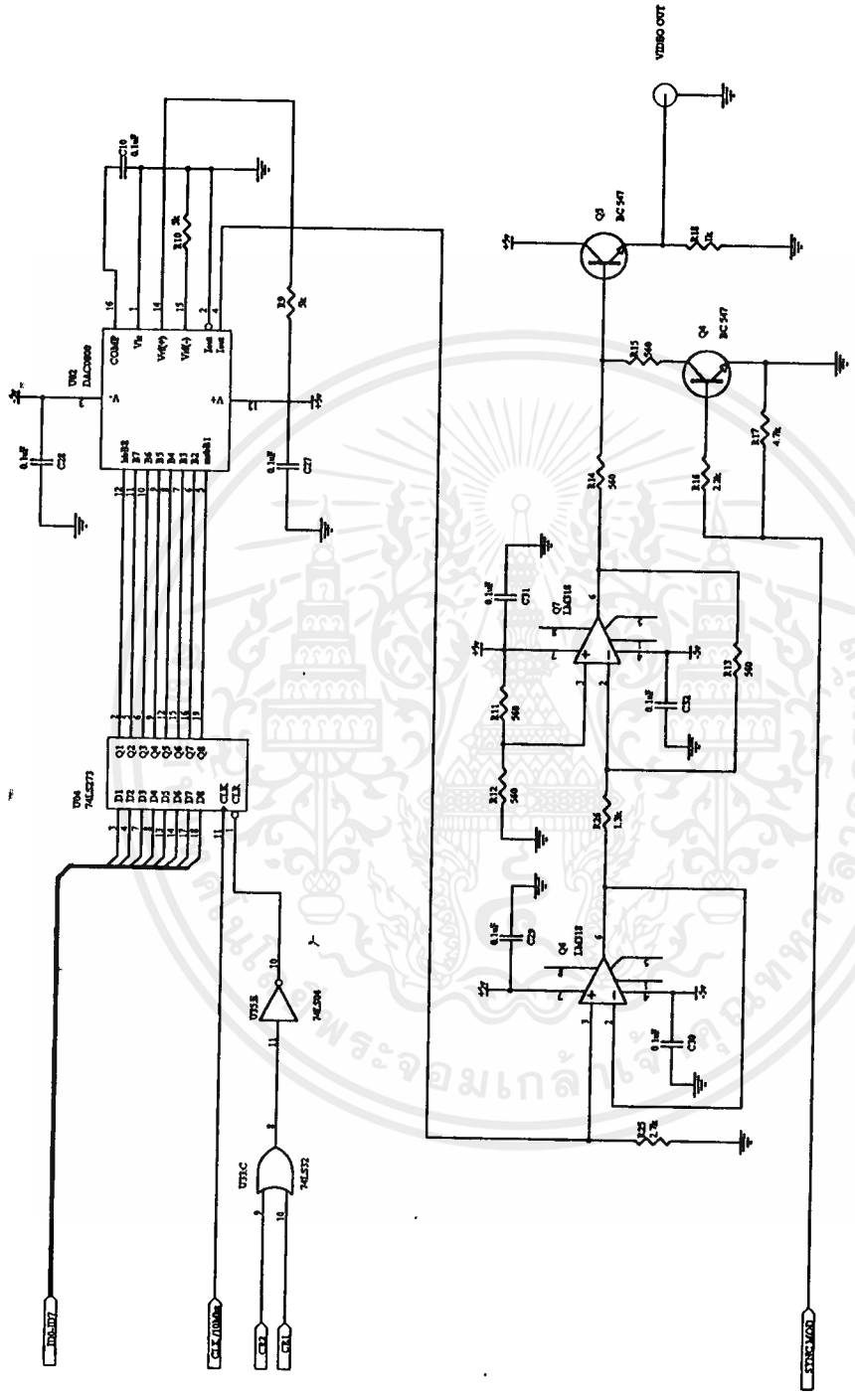
การทำงานของวงจรภาคเอาท์พุท

สัญญาณดิจิตอลที่ได้จากการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลในส่วนของวงจรอินพุทส่วนหนึ่งจะถูกส่งเข้าสู่วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก ซึ่งสัญญาณดิจิตอลนี้จะถูกส่งผ่าน U04 (74LS273) โดยไอซี U04 จะทำหน้าที่เป็นตัวบัฟเฟอร์ข้อมูลเอาท์พุท เพื่อส่งข้อมูลไปยัง U02 (DAC0800) ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอนาลอก U04 จะทำงานได้ต้องอาศัยสัญญาณนาฬิกาที่มีขนาด 10 MHZ และสัญญาณควบคุมการส่งข้อมูล โดยควบคุมที่ขารีเซ็ต (ขา 1) สัญญาณค่าดิจิตอลทางด้านอินพุทของ U04 จะถูกส่งออกทางเอาท์พุทตามจังหวะของสัญญาณนาฬิกา คือ ทุก ๆ ขอบขาขึ้นของสัญญาณนาฬิกา โดยสัญญาควบคุมการส่งข้อมูลนี้จะต้องเป็น "1" (ระดับสูง) สัญญาณควบคุมนี้ได้จากการรวมสัญญาณควบคุมการนับทางแนวนอน (CR1) กับสัญญาณควบคุมการนับทางแนวตั้ง (CR2) แบบนอร์เกต (ผ่าน U033 : C และ U035 : E) ดังนั้น จะเห็นว่าสัญญาณควบคุมการส่งข้อมูลนี้จะเป็น "1" ก็ต่อเมื่อ สัญญาณควบคุมการนับทางแนวตั้งและแนวนอนจะต้องมีค่าเป็น "0" ถ้านอกเหนือจากนี้จะทำให้สัญญาณควบคุมการส่งข้อมูลเป็น "0" (สัญญาณควบคุมการนับทั้งทางแนวตั้งและแนวนอน ถ้ามีสัญญาณเป็น "0" หมายความว่า กำลังมีการนับเกิดขึ้น แต่ถ้ามีสัญญาณเป็น "1" จะไม่มีการนับเกิดขึ้น) สัญญาณดิจิตอลที่ออกจาก U04 จะถูกส่งเข้า U02 ซึ่ง U02 จะทำงานได้นั้นต้องอาศัยระดับของแรงดันอ้างอิงทางด้านบวกและแรงดันอ้างอิงทางด้านลบเป็นตัวกำหนดค่าสัญญาณสูงสุดและต่ำสุดที่จะได้ทางเอ้าท์พุทหลังการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเป็นสัญญาณอนาลอกแล้ว โดยระดับแรงดันอ้างอิงด้านบวกที่จะให้กับ U02 จะต่อกับไฟเลี้ยงวงจรที่มีแรงดัน +5V ผ่าน R 9 ส่วนระดับแรงดันอ้างอิงด้านลบนั้นจะต่อลงกราวด์ ผ่าน R10 เอาท์พุทที่ได้จาก U02 จะเป็นกระแสดังนั้นถ้าต้องการให้เป็นแรงดันก็ต่อค่าความต้านทาน R25 ลงไป แรงดันที่ได้นี้จะถูกส่งเข้าไปยัง Q6 ที่ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ โดยเอาท์พุทที่ได้จาก Q6 จะเป็นสัญญาณภาพ แต่เนื่องจากสัญญาณที่วัดได้ที่ครอม R25 นั้น เป็นสัญญาณที่กลับเฟสอยู่ ดังนั้น สัญญาณออกที่ Q6 ก็จะกลับเฟสไปด้วย ดังนั้นจึงต้องนำสัญญาณที่ได้จาก Q6 มาผ่าน Q7 ซึ่ง Q7 จะทำหน้าที่ขยายสัญญาณแบบกลับเฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และยังเป็นการยกระดับสัญญาณอีกด้วย โดยอัตราขยายนี้จะถูกกำหนดด้วย R26 และ R13 ส่วนการยกระดับของสัญญาณโดย Q7 นั้น ก็เพื่อที่จะสามารถรวมกับสัญญาณซิงค์ได้ระดับของสัญญาณภาพที่ยกนี้จะถูกกำหนดด้วย R11 และ R12 ซึ่งต่ออยู่ในลักษณะของวงจรแบ่งแรงดันอยู่ที่ขาอินพุทแบบไม่กลับเฟสของ Q7 สัญญาณภาพที่ถูกยกระดับนี้จะอยู่ที่ระดับ 1.6 โวลท์ และก่อนที่จะส่งสัญญาณภาพออกไปที่จอมอนิเตอร์เราจำเป็นที่จะต้องทำการรวมสัญญาณภาพเข้ากับสัญญาณซิงค์เสียก่อน สัญญาณซิงค์ที่ว่านี้ได้มาจาก UO3 (LM 1881) ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่แยกสัญญาณซิงค์ออกจากสัญญาณภาพการรวมสัญญาณภาพกับสัญญาณซิงค์ จะทำภายในวงจรที่ประกอบด้วย R14, R15, R16, R17, R18, Q4 และ Q5 คือถ้ามีสัญญาณซิงค์ Q4 จะทำงานผลก็คือ สัญญาณภาพที่ถูกยกระดับก่อนเข้า Q5 จะมีค่าเป็นศูนย์ กล่าวคือถ้าไม่มีสัญญาณซิงค์สัญญาณภาพจะถูกยกระดับที่ 1.6 โวลท์ แต่ถ้ามีสัญญาณซิงค์มาเข้า Q4 จะทำให้ระดับของสัญญาณภาพในช่วงที่ Q4 ทำงานจะถูกปรับจาก 1.6 โวลท์มาเป็น 0.8 โวลท์ ฉะนั้นทุกครั้งที่มีสัญญาณซิงค์ ระดับของสัญญาณภาพจะถูกปรับจาก 1.6 โวลท์ เป็น 0.8 โวลท์ นั้นหมายถึงเป็นการรวมสัญญาณนั้นเอง สัญญาณภาพรวมจะถูกส่งเข้า Q5 เพื่อทำการขยายแล้วส่งออกไปยังจอมอนิ-เตอร์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

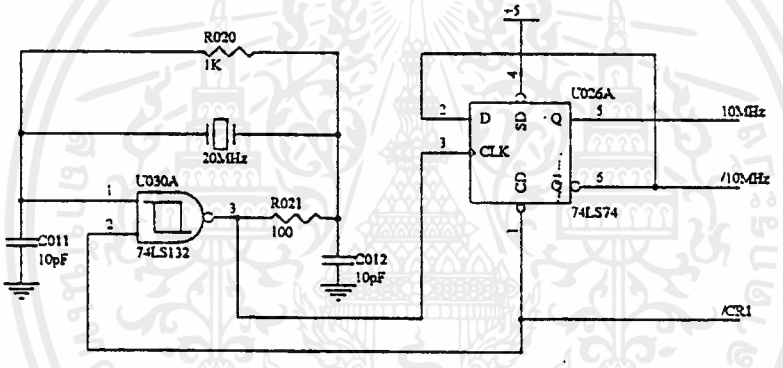


รูปที่ 3.6 วงจรภาคเอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรผลิตความถี่

การทำงานของวงจรผลิตความถี่จะประกอบด้วย X1, R20, R21, C 11, C12 U030:A ที่เป็นตัวกำหนดสัญญาณนาฬิกาและ U026 : A ทำหน้าที่หาร ความถี่ซึ่งการทำงานของวงจรผลิตความถี่นี้ สัญญาณนาฬิกาที่ผลิตได้จะถูกควบคุมให้ทำงานเป็นจังหวะ ๆ สัญญาณควบคุมที่ใช้ควบคุมวงจรผลิตความถี่คือ /CR1 เหตุที่ต้องมีสัญญาณควบคุมก็เพื่อให้สัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการสุ่มข้อมูลในเอทูดีคอน-เวอเตอร์สัมพันธ์กับสัญญาณภาพที่จะทำการเก็บ และสัญญาณนาฬิกาที่ได้จากวงจรผลิตความถี่จะมีขนาด 10 MHZ



รูปที่ 3.7 วงจรผลิตความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรภาคแยกซิงค์

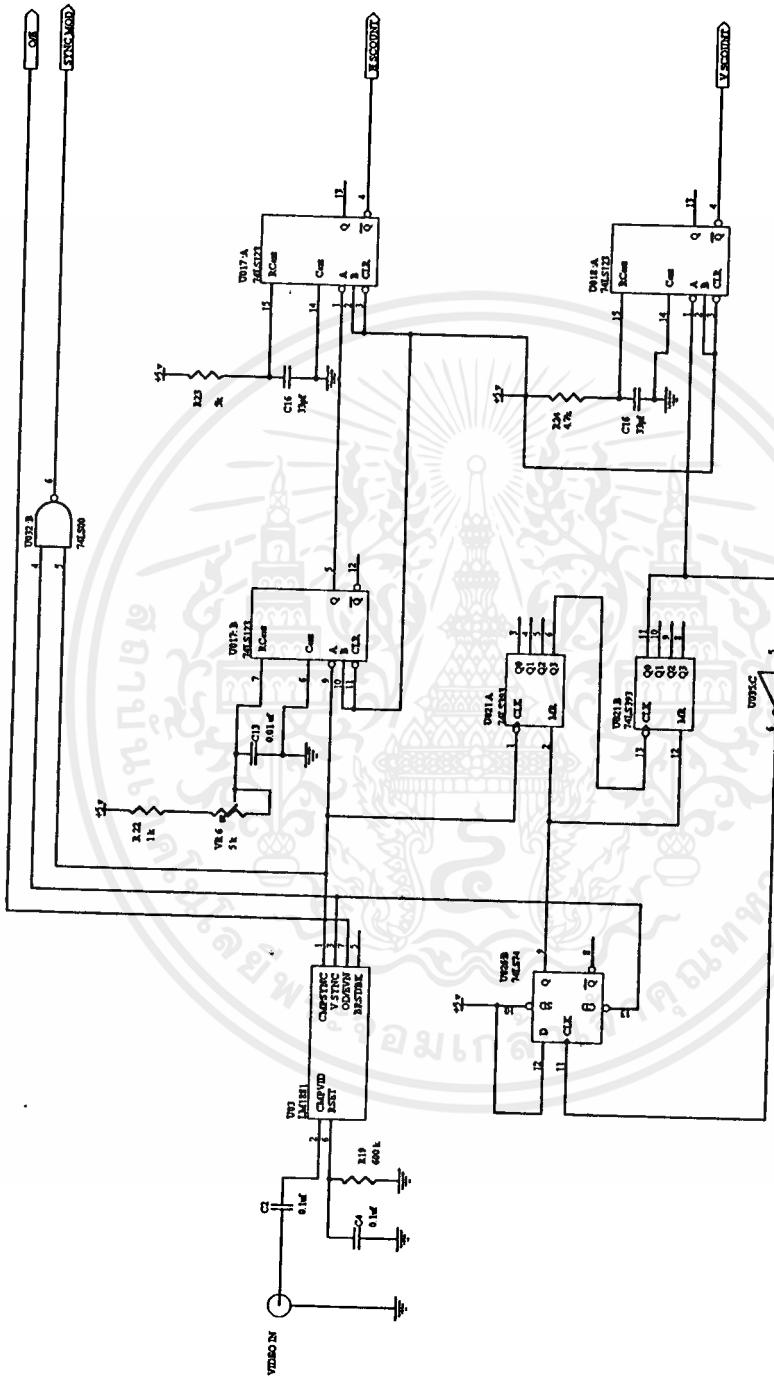
การทำงานของวงจรภาคแยกซิงค์ เราจะนำสัญญาณจากกล้องวีดีโอชนิดซีซีดีส่วนหนึ่งมาเข้ายังอินพุทที่ขา VIN (ขา 2) ของ UO3 (LM1881) ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่แยกสัญญาณซิงค์ออกจากสัญญาภาพ โดยมี C2 (ทำหน้าที่เหมือน C1 ในวงจรภาคอินพุท) ดั่นกลางระหว่าง ขา 2 ของ UO3 และสัญญาณภาพที่จะส่งเข้าไป นอกจากนี้ UO3 จะทำงานได้นั้นจะต้องต่อกับตัวบต้านทาน และตัวเก็บประจุภายนอกคือ R19 และ C4 เพื่อกำหนดช่วงเวลาของวงจรผลิตความถี่ภายใน เอาท์พุทที่ได้จาก UO3 จะแบ่งออกเป็นสัญญาณซิงค์รวม (ขา 1) สัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง (ขา 3) และสัญญาณฟิลด์คี่ฟิลด์คู่ (ขา 7) สัญญาณซิงค์รวมที่ได้จะถูกส่งไปที่ชุดหน่วงเวลาทางด้านแนวนอนซึ่งประกอบด้วย R22, VR 6, C13 UO17 : B, R23 C14 และ UO17 : A การทำงานของชุดหน่วงเวลาทางแนวนอนคือจะทำการหน่วงสัญญาณซิงค์รวมประมาณ 9 ไมโครวินาที ด้วย R22, VR6, C13 และ UO17 : B เมื่อการหน่วงสิ้นสุดลงจะเกิดสัญญาณพัลซ์ช่วงสั้นๆ ประมาณ 140 นาโนวินาที สัญญาณพัลซ์นี้ได้จาก R23, C14 และ UO17 : A ซึ่งสัญญาณพัลซ์นี้จะถูกส่งต่อไปยังวงจรควบคุมการนับทางแนวนอนเพื่อทำการรีเซ็ตให้วงจรนับทางแนวนอนเริ่มทำการนับได้ วัตถุประสงค์ของการหน่วงเวลาก็เพื่อให้วงจรนับทางแนวนอน เริ่มทำการนับ ณ ตำแหน่งเริ่มต้นของการสแกนสัญญาณภาพที่เท่ากันทุกเส้นสแกน เพราะถ้าเรานำเอาสัญญาณซิงค์รวมไปรีเซ็ตวงจรควบคุมการนับทางแนวนอนโดยไม่มีการหน่วงเวลาเลย จะทำให้การนับทางแนวนอนแต่ละครั้งไม่เริ่มต้นที่ตำแหน่งของการสแกนภาพแต่จะเริ่มต้นก่อนหน้าการสแกนภาพ ซึ่งเป็นการไม่ถูกต้อง

นอกจากนี้สัญญาณซิงค์รวมจาก UO3 จะถูกส่งไปยังวงจรนับสัญญาณซิงค์ด้วย เพื่อหน่วงเวลาให้กับสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง วงจรนับสัญญาณซิงค์นี้ประกอบด้วย UO26 : B (ดี-ฟลิปฟลอป), UO21 : A และ UO21 : B เป็นไบนารีเคาน์เตอร์การทำงานคือเมื่อมีสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง (มีค่าเป็น "0") เข้ามา จะทำให้เกิดการรีเซ็ตชุดควบคุมการนับสัญญาณซิงค์รวมเพราะสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้งต่อเข้ากับบารีเซ็ตของชุดควบคุมการนับซิงค์รวม ทำให้เอาท์พุท Q

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของ UO26 : B มีค่าเป็น "0" ผลก็คือทำให้ UO21 : A และ UO21 : B ทำการนับสัญญาณซิงค์รวมนั้น จากวงจรจะเป็นวงจรนับ 32 คือ ถ้านับสัญญาณซิงค์รวมได้ครบ 32 ลูก ก็จะเกิดสัญญาณพัลซ์เล็ก ๆ ประมาณ 140 นาโนวินาที โดยที่สัญญาณพัลซ์ดังกล่าวนี้เกิดจาก R24, C16 และ UO18 : A โดยส่งไปรีเซ็ตวงจรควบคุมการนับทางแนวตั้งเพื่อให้เกิดการนับทางแนวตั้งต่อไป ซึ่งการนับซิงค์รวมนี้จะเริ่มทำการนับอีกครั้งภายหลังจากมีสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้งลูกใหม่เข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-8 วงจรภาคแยกซิงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

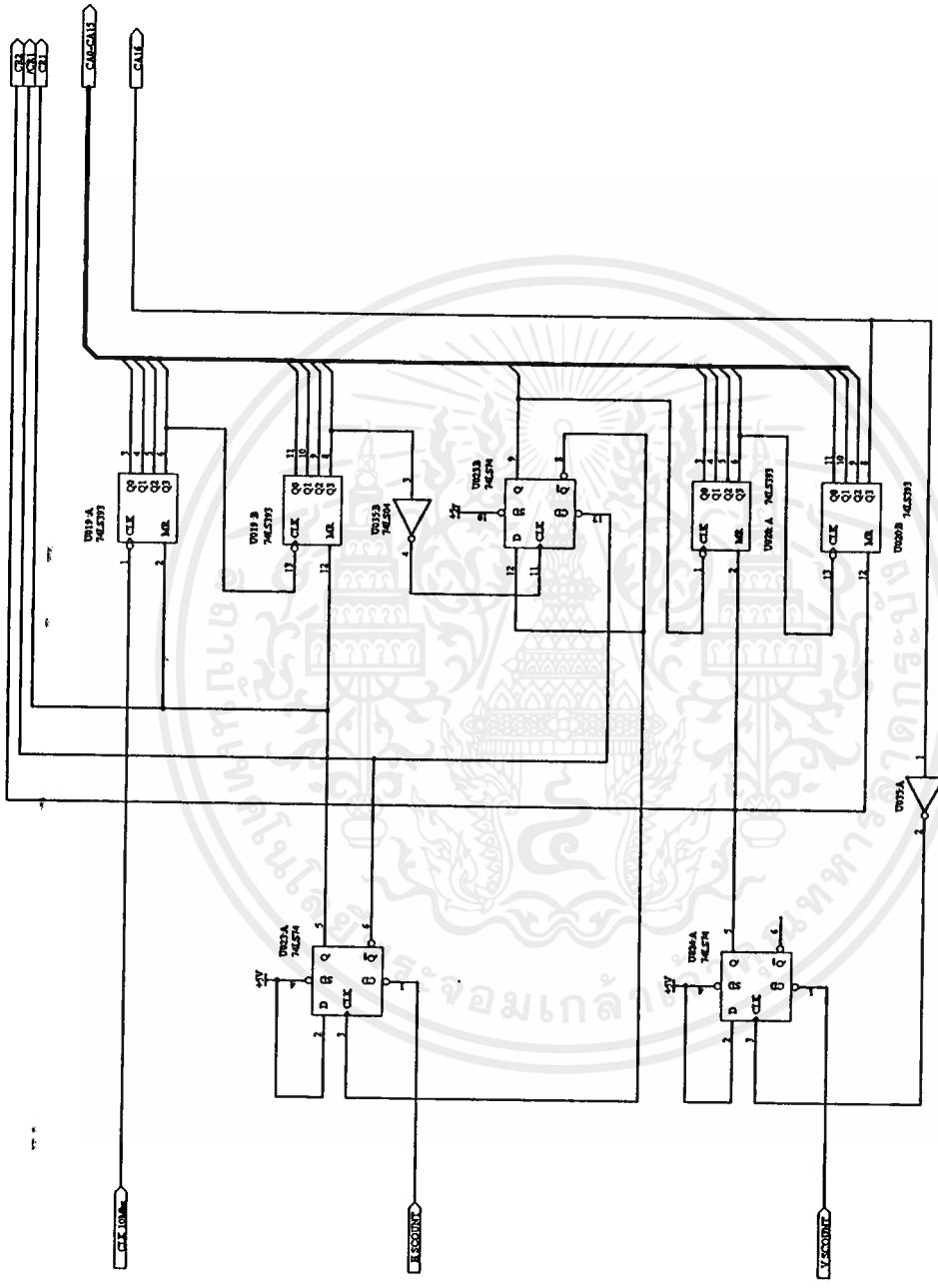
วงจรภาควงจรนับ

วงจรนับและวงจรควบคุมการนับทั้งทางแนวนอน และแนวตั้งประกอบด้วย UO19 : A,UO19 : B,UO20: A, UO20 : B UO23 : A, UO23 : B, UO24 : A, UO35 : A และ UO35 : B การทางานคือสัญญาณนาฬิกาขนาด 10 MHZ จากวงจรกาเนิดความถี่ถูกส่งเข้าที่ขา 1 ของ UO19 : A ซึ่งเป็นไอซีไบนารีอะซิงโครนัสเคาว์เตอร์ ขนาด 4 บิท และเอาท์พุท CA3 (ขา 6) ถูกต่อเข้าสู่อินพุทของ UO19 :B ที่ขา 13 และเอาท์พุท CA 7 (ขา 8) ของ UO19: B ก็ต่อเข้ากับอินพุทของ UO23 : B (ดี-ฟลิปฟลอป) ผ่าน UO35 : B (น็อตเกต) เอาท์พุต Q ขา 9 ของ UO23 : B ถูกต่อเป็นอินพุทให้กับ UO20 : A (ขา 1) และเอาท์พุท CA12 (ขา 16) ของ UO20 : A ต่อเป็นอินพุทให้กับ UO20 : B การต่อเช่นนี้ก็เพื่อให้ได้สัญญาณเอาท์พุทของวงจรนับรวมทั้งหมด 17 เส้น เพื่อใช้ในการอ้างตาแหน่งของข้อมูลที่จะเก็บในหน่วยความจาภาพ ซึ่งการเก็บสัญญาณภาพ 1 ฟิลด์ ใช้หน่วยความจา 128 กิโลไบท์ ซึ่งต้องใช้อ้างตาแหน่งถึง 17 เส้นการอ้างตาแหน่งนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ UO 19 : A UO19 : B และ UO23 : B จะให้เอาท์พุทของการนับ 9 เส้น เพื่อใช้อ้างตาแหน่งหน่วยความจาภาพทางแนวนอน (เก็บข้อมูบภาพ 1 เส้น สแกนภาพ) มีขนาด 512 จุดภาพ ส่วนที่สองประกอบด้วย UO20 : A และ UO20 : B ให้เอาท์พุทการนับ 8 เส้น ใช้ในการกาหนดตาแหน่งของหน่วยความจาเป็นภาพทางแนวตั้ง (ใช้นับเส้นสแกนภาพที่ทาการเก็บข้อมูล) ซึ่งการอ้างตาแหน่งนี้อ้างได้ 256 เส้น การอ้างตาแหน่งหน่วยความจาภาพที่แบ่งออกเป็นสองส่วนนี้จะต้องมีชุดควบคุมการนับ 2 ชุด เช่นเดียวกัน คือ UO23 : A ใช้ควบคุมการนับทางแนวนอนและ UO24 : A ใช้ควบคุมการนับทางแนวตั้ง วงจรนับทางแนวนอนจะมีการนับก็ต่อเมื่อสัญญาณควบคุมการนับ (CR 1) มีค่าเป็น "0" ให้ UO19 : A, UO19 : B และเป็น "1" ให้ UO23 : B ส่วนวงจรนับทางแนวตั้งจะทาการนับได้ก็ต่อเมื่อสัญญาณควบคุม การนับ (CR2) ต้องมีสัญญาณ "0" ให้กับ UO20 : A,UO20 : B การที่วงจรควบคุมการนับจะให้สัญญาณควบคุมการนับเป็น "0" หรือ "1" ขึ้นอยู่กับพัลซ์รีเซ็ตวงจรควบคุมการนับ (เป็นสัญญาณที่เกิดหลังจากมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหน่วงสัญญาณซิงค์แล้ว) สัญญาณพัลซ์รีเซ็ตวงจรควบคุมการนับทางแนวนอนคือ สัญญาณ H-SCOUNT ส่วนสัญญาณพัลซ์รีเซ็ตวงจรควบคุมการนับทางแนวตั้ง คือ สัญญาณ V-SCOUNT ถ้าสัญญาณรีเซ็ตนี้มีค่าเป็น "0" (เพราะสัญญาณรีเซ็ตนี้ต่อเข้าที่ขารีเซ็ตของชุดควบคุมการนับ) ทำให้เกิดการนับได้ สัญญาณรีเซ็ตนี้จะเป็นเพียงสัญญาณพัลซ์เล็ก ๆ วัตถุประสงค์ก็เพียง เพื่อรีเซ็ตวงจรควบคุมให้ได้เท่านั้น หลังจากที่ เอาท์พุทของสัญญาณควบคุมเป็น "0" แล้ว รีเซ็ตพัลซ์นี้จะมีค่าเป็น "1" การที่เอาท์พุทของวงจรควบคุมการนับทางแนวนอนหรือทางแนวตั้งจะมีค่าเป็น "1" ได้นั้นก็เกิดจากการที่ วงจรนับทางแนวนอนนับครบ 512 จุดภาพ หรือวงจรนับทางแนวตั้งนับครบ 256 เส้น กล่าวคือวงจรนับจะเริ่มนับเมื่อมีสัญญาณพัลซ์รีเซ็ตเข้ามาสู่วงจรควบคุมการนับ และจะหยุดนับก็ต่อเมื่อนับครบ 512 (ทางด้านแนวนอน) หรือ 256 (ทางด้านแนวตั้ง) และจะหยุดนับจนกว่าจะมีสัญญาณพัลซ์รีเซ็ตลูกต่อไปเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 วงจรภาควงจรนับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรภาคหน่วยความจำภาพ

วงจรหน่วยความจำภาพ ประกอบด้วย U05, U06, U07 และ U08 โดยที่ U05 จะเป็นตัวบัฟเฟอร์ข้อมูลภาพระหว่างวงจรแปลงสัญญาณกับหน่วยความจำภาพ (U07, U08) 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 CDO คือถ้าสัญญาณ CDO (ต่อที่ขาควบคุมทิศทางของ U05) มีค่าเป็น "0" การติดต่อข้อมูลจะเป็นลักษณะจากวงจรแปลงสัญญาณเข้าหน่วยความจำภาพ แต่ถ้า CDO เป็น "1" จะเป็นการส่งข้อมูลจากหน่วยความจำภาพไปสู่วงจรแปลงสัญญาณ ในส่วนของ U06 การที่จะควบคุมให้ทำงานนั้นต้องอาศัยสัญญาณควบคุมซึ่งได้มาจากเอาท์พุทของ U031 : A (ซึ่งจะได้กล่าวภายหลัง) โดยที่ U06 จะทำงานในช่วงที่มีการอ่าน, เขียนกับหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์เท่านั้น ถ้าไม่มีการอ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ U06 จะไม่ทำงานคือขาข้อมูลทุกขาจะมีสถานะเป็นไฮอิมพีแดนซ์ การควบคุม U06 ให้มีการส่งข้อมูลจากหน่วยความจำภาพเข้าคอมพิวเตอร์หรือจากคอมพิวเตอร์สู่หน่วยความจำภาพนั้น ขึ้นอยู่กับสัญญาณของ CD 3 (ต่อที่ขาควบคุมทิศทางของ U06) คือถ้า CD3 เป็น "0" เป็นการส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์สู่หน่วยความจำภาพ และถ้า CD3 เป็น "1" เป็นการส่งข้อมูลจาก หน่วยความจำภาพสู่คอมพิวเตอร์

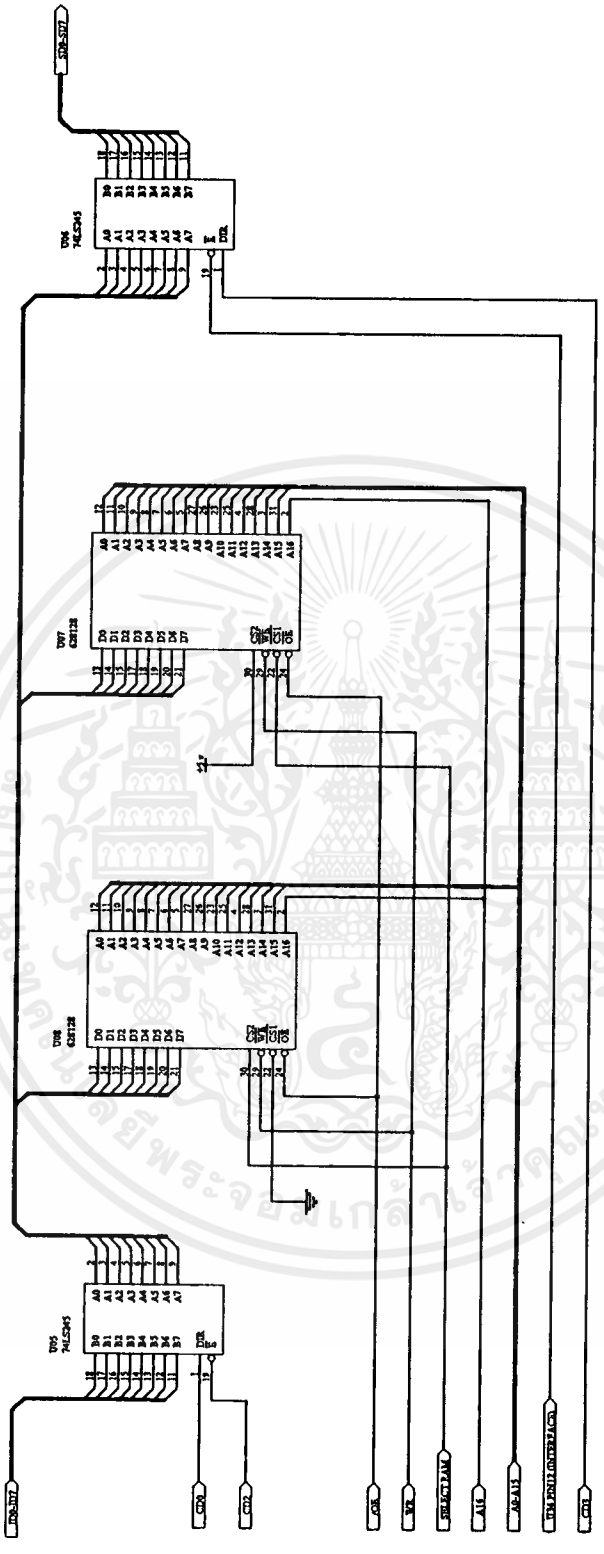
U07 และ U08 เป็นหน่วยความจำภาพขนาด 128 กิโลไบท์ ใช้เก็บข้อมูลภาพในแต่ละฟิลด์ คือ U07 จะเก็บข้อมูลภาพในฟิลด์คี่และ U08 จะเก็บข้อมูลภาพในฟิลด์คู่ เนื่องจาก U07 และ U08 เป็นหน่วยความจำขนาด 128

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิโลไบท์ จำเป็นต้องใช้แอดเดรสในการอ้างตำแหน่งหน่วยความจำถึง 17 เส้น คือ A0-A16 สัญญาณแอดเดรสนี้จะมาจากวงจรนับภายในการ์ด หรือคอมพิวเตอร์ นอกจากสัญญาณแอดเดรสทั้ง 17 เส้นแล้ว U07, U08 จะทำงานได้ต้องอาศัยสัญญาณอื่น ๆ อีก คือ สัญญาณควบคุมไอซี 1 (/CS1), สัญญาณควบคุมไอซี 2 (CS2), สัญญาณควบคุมการเขียน (/WE),สัญญาณควบคุมเอาท์พุท (/OE) การต่อใช้งานของสัญญาณต่าง ๆ มีดังนี้ คือ U07 (เก็บข้อมูลภาพพิลด์คี่) 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 นั้นสัญญาณ /CS1 ต่อเข้ากับกราวด์, สัญญาณ CS2 ต่อเข้ากับสัญญาณควบคุมการเลือกหน่วยความจำเช่นเดียวกับ /CS1 และ U07 สัญญาณ /WE ต่อเข้ากับสัญญาณควบคุมการเขียน เช่นเดียวกับ 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 วงจรภาคหน่วยความจำภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรภาคควบคุมการเขียนข้อมูลภาพ

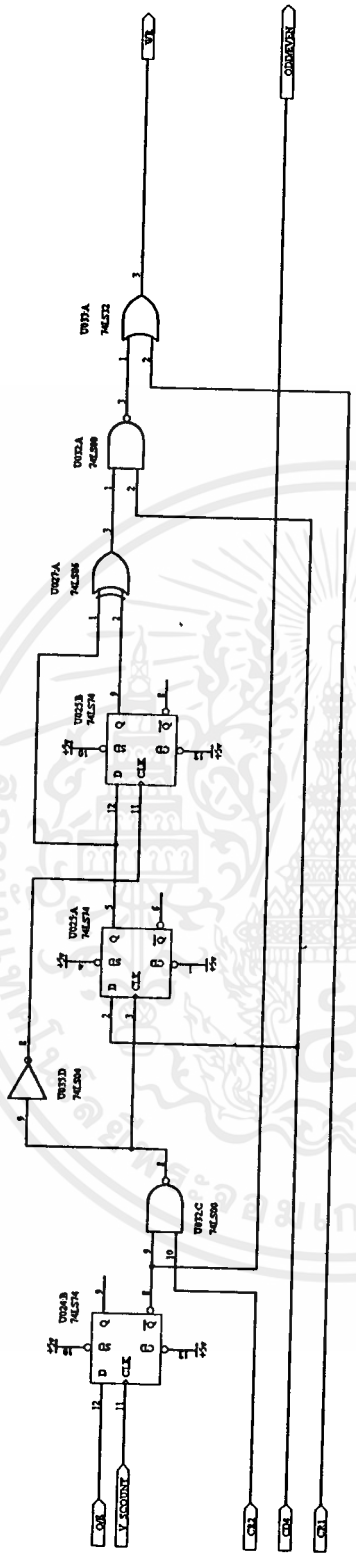
วงจรภาคควบคุมการเขียนข้อมูลภาพเข้าสู่หน่วยความจำภาพ มีการทำงานดังนี้ . คือ เมื่อสัญญาณอินพุทของ U025:A (ดีฟลิปฟลอบ) เปลี่ยนสถานะ (จากการใช้งานจะเปลี่ยนสถานะจาก "0" เป็น "1") U025:A จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเอาท์พุทก็ต่อเมื่อสัญญาณที่ต่อกับขานาฬิกา (ขา 3) เปลี่ยนสถานะจาก "0" เป็น "1" สัญญาณนี้ได้มาจากการแนนด์ (โดย U032:C) กันระหว่างสัญญาณควบคุมการนับทางแนวตั้ง (CR2) กับสัญญาณกำหนดฟิลด์คี่หรือฟิลด์คู่ กล่าวคือ สัญญาณนี้จะเป็น "1" ก็ต่อเมื่อสัญญาณ CR2 เป็น "0" และ/หรือสัญญาณกำหนดฟิลด์คี่หรือฟิลด์คู่ (ได้จาก ขา Q ของ U024:B) เป็น "0" และสัญญาณนี้จะเป็น "0" ก็ต่อเมื่อสัญญาณ CR2 เป็น "1" และสัญญาณกำหนดฟิลด์คี่หรือฟิลด์คู่เป็น "1" เท่านั้น ด้วยเหตุนี้ถ้าเราให้มีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลทางด้านอินพุททางของ U025:A (จาก "0" เป็น "1") เอาท์พุทของ U025:A จะเกิดการเปลี่ยนแปลงตามอินพุท เมื่อสัญญาณควบคุมการนับแนวตั้ง (CR2) เป็น "0" จากวงจรนั้นเอาท์พุทของ U025:A จะถูกต่อเข้าเป็นอินพุทให้กับ U025:B และเอาท์พุทของ U025:B จะเกิดการเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อสัญญาณที่เขานาฬิกาเปลี่ยนสถานะจาก "0" เป็น "1" แต่เนื่องจากสัญญาณที่ขานาฬิกาของ U025:B จะต่อกลับเฟสกันกับสัญญาณที่ขานาฬิกา U025:A โดยใช้ U035:D (น็อตเกท) เป็นตัวกลับเฟส

ในช่วงที่สัญญาณ CR2 เป็น "0" หมายถึง ช่วงที่วงจรนับแนวตั้งกำลังทำการนับเพื่อกำหนดแอดเดรสให้กับหน่วยความจำภาพ จังหวะที่สัญญาณ CR2 จะเปลี่ยนสถานะจาก "1" เป็น "0" ทำให้สัญญาณที่ขานาฬิกาของ U025:A เปลี่ยนสถานะเช่นกัน คือ จาก "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" จากการเปลี่ยนแปลงนี้เราก็จะนำไปควบคุมการเขียนข้อมูลภาพเข้าสู่หน่วยความจำภาพ (ต้องใช้เวลาการเขียน 2

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟิลด์) โดยต่อเอาท์พุทของ UO25:A และเอาท์พุทของ UO25:B เข้ากับ UO27:A เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลกันคือ ถ้าเอาท์พุทของ UO25:A และ UO25:B เหมือนกัน UO27:A จะให้เอาท์พุทเป็น "0" แต่ถ้าข้อมูลเอาท์พุทของ UO25:A และของ UO25:B ต่างกัน UO27:A จะให้เอาท์พุทเป็น "1" เอาท์พุท UO25:A จะต่อเป็นอินพุทให้กับ UO32:A (แนนเกท) โดยที่อินพุทอีกข้างหนึ่งของ UO32:A ถูกต่อเข้ากับสัญญาณควบคุม CD4 (เป็นสัญญาณควบคุมที่ส่งมาจากคอมพิวเตอร์) UO32:A จะให้ค่าเอาท์พุทเปลี่ยนแปลงตามอินพุทที่ได้จาก UO27:A หรือไม่ก็ขึ้นอยู่กับสัญญาณควบคุม CD4 คือ ถ้า CD4 เป็น "1" สัญญาณเอาท์พุทของ UO32:A จะเปลี่ยนแปลงตามอินพุทที่ต่อกับ UO27:A แต่ถ้า CD4 เป็น "0" เอาท์พุท UO32:A จะมีสถานะเป็น "0" ได้เมื่อสัญญาณ CD4 มีค่าเป็น "1" และเอาท์พุทของ UO27:A เป็น "1" (ซึ่งจะเกิดในช่วงที่ข้อมูลอินพุทของ UO25:A ต่อเข้าเป็นอินพุทของ UO33:A (ออร์เกท) และอินพุทอีกขาหนึ่งของ UO33:A ถูกต่อกับสัญญาณควบคุมการนับทางแนวนอน (CR1) ซึ่งเอาท์พุทของ UO33:A จะเป็น "0" ได้ก็ต่อเมื่อสัญญาณ CR1 เป็น "0" (หมายถึงการนับเพื่อกำหนดแอดเดรสให้กับหน่วยความจำภาพทางแนวนอน) และสัญญาณเอาท์พุทของ UO32:A เป็น "0" เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 วงจรภาคควบคุมการเขียนข้อมูลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรภาคอินเทอร์เฟส

เป็นส่วนที่ทำการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ ในวงจรจะประกอบด้วยส่วนการถอดรหัส เบอร์พอร์ต, ส่วนรับคำสั่งควบคุมการทำงาน และส่วนกำหนดตำแหน่งแอดเดรสของหน่วยความจำภาพ

U016 และ U035 (ดีโค้ดเดอร์) U033 (ออร์เกท) และ U029 (นอร์เกท) จะใช้งานร่วมกันในการถอดรหัสหมายเลขพอร์ต ซึ่งกำหนดให้การ์ดนี้ถูกติดต่อผ่านพอร์ตเบอร์ 300 ซึ่งใช้ U016, U035 และ U033 ร่วมกันในการถอดรหัสเบอร์พอร์ต จากสัญญาณ SA0-SA9 แล้วใช้ U029 เพื่อนำสัญญาณ $\overline{IOW}$ มาร่วมควบคุมในการทำงาน ซึ่งเอาท์พุทของ U029 จะเป็น "1" หรือเกิดขอบขาขึ้นของสัญญาณไปเป็นสัญญาณนาฬิกาให้แก่ U015 (ดีฟลิปฟลอป) ก็ต่อเมื่อมีการติดต่อกับการ์ดโดยผ่านพอร์ตเบอร์ 300 เท่านั้น แล้ว U015 ก็จะรับข้อมูลจากขา SD0-SD4 ส่งผ่านออกมาทางเอาท์พุทเป็นสัญญาณควบคุมการทำงานของการ์ดซึ่งกำหนดชื่อเป็น CD0-CD1 ตามลำดับการทำงานของการ์ดจะขึ้นกับสัญญาณ CD0-CD4 ดังตาราง 4.1

การทำงาน	CD0	CD1	CD2	CD3	CD4
การ์ดเก็บภาพจากกล้องซีซีดี	0	0	0	0	1
การ์ดอยู่ในสภาวะถูกอ่านข้อมูลฟิล์ดคี่	0	0	1	1	0
การ์ดอยู่ในสภาวะถูกอ่านข้อมูลฟิล์ดคู่	0	1	1	1	0

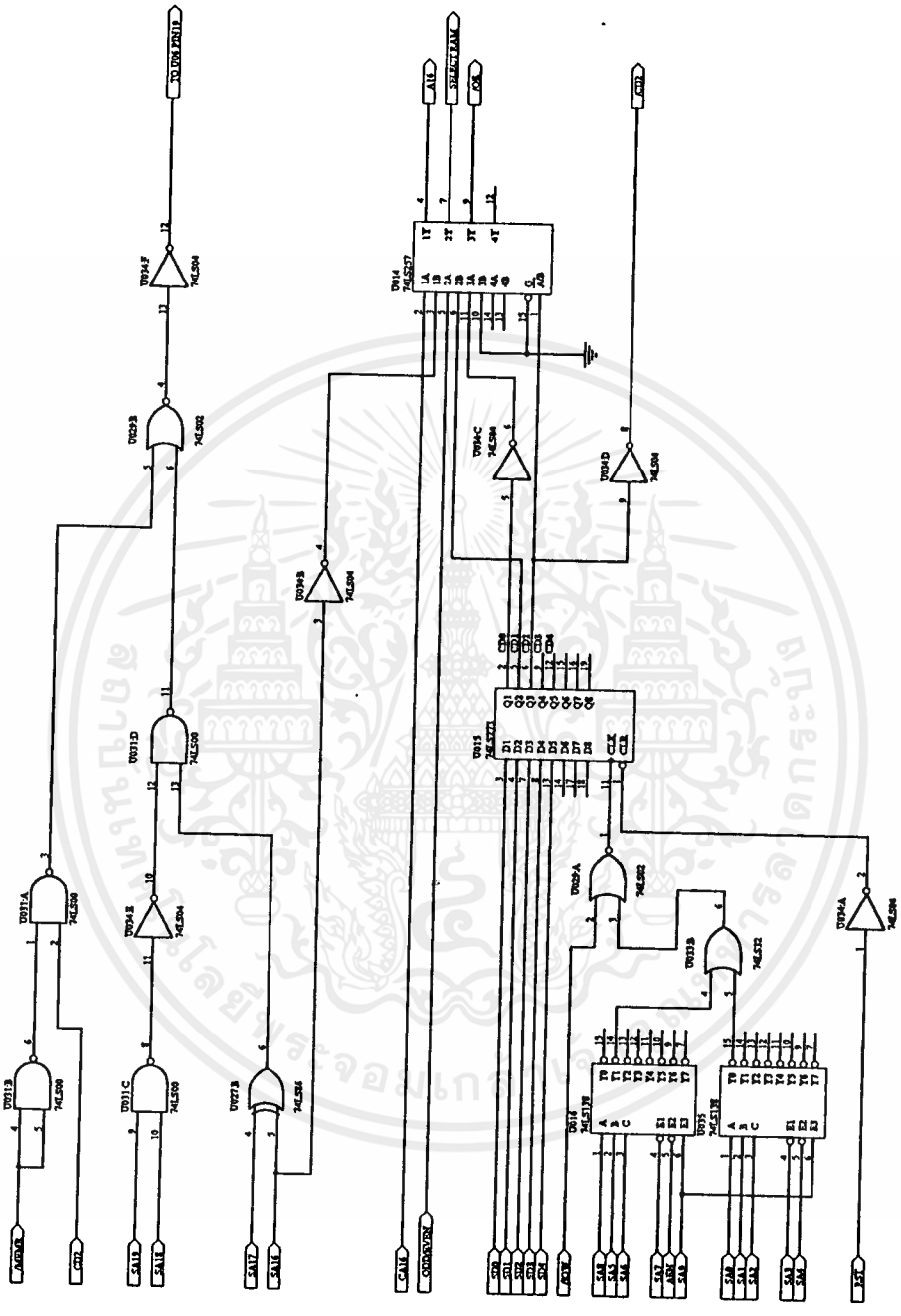
ตาราง 4.1 ความสัมพันธ์ของสัญญาณควบคุมการทำงานกับหน้าที่การทำงาน

ในส่วนของการกำหนดตำแหน่งของหน่วยความจำภาพจะกำหนดให้อยู่ในช่วงของหน่วยความจำ D000:0000 ถึง E000:FFFF ก็คือเป็นช่วงของเซก

เอกสารนี้ได้รับการสงวนลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมนต์ D และ E เราจึงทำการนำค่า Sa16 - Sa 19 มาถอดรหัสเพื่อให้การกำหนดตำแหน่งในช่วงเซกเมนต์ D และ E เท่านั้น จึงจะสามารถติดต่อกับหน่วยความจำภาพของการ์ดได้ ซึ่งจะต้องร่วมกับสัญญาณ $\overline{\text{MEMR}}$ ในสภาวะแอคทีฟ (เป็น "0") และ CD2 เป็น "1" เพื่อให้เอาท์พุทของ UO34 : F (น็อตเกท) เป็นสภาวะ "0" เพื่อควบคุมให้ UO6 ซึ่งเป็นบัฟเฟอร์ของ หน่วยความจำภาพทำงาน และ CD3 มีสภาวะเป็น "1" กำหนดให้ข้อมูลของหน่วยความจำภาพสามารถถูกอ่านได้จากคอมพิวเตอร์ เพื่อนำไปแสดงผลต่อไป ในการอ่านข้อมูลหน่วยความจำภาพฟิล์ดใดขึ้นกับการกำหนดสภาวะของ CD1 เป็นหลักตามตาราง 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



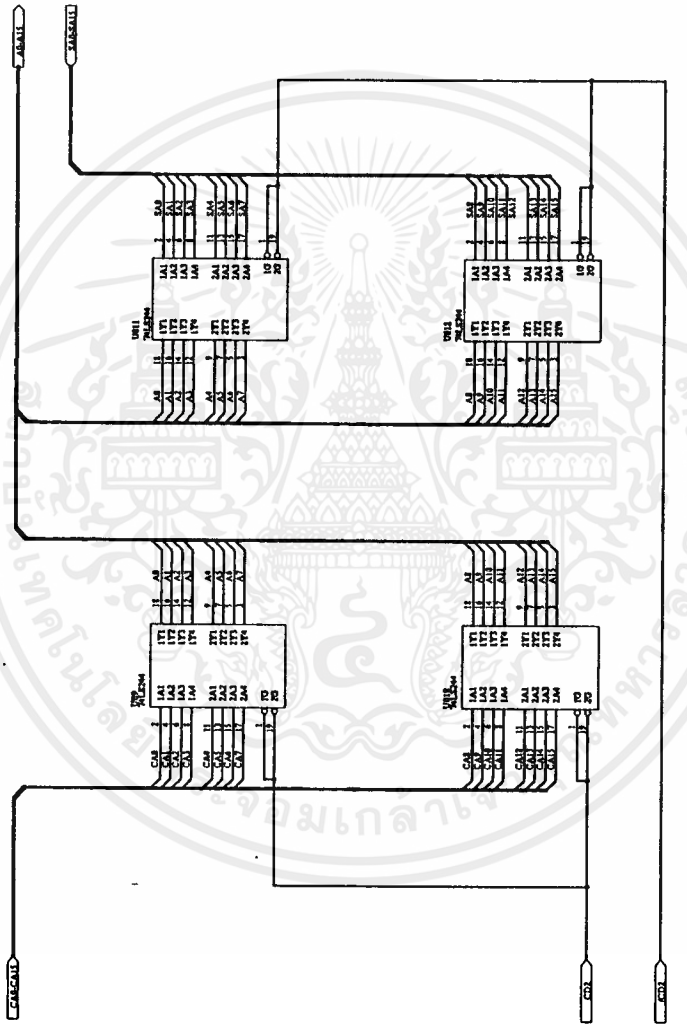
รูปที่ 3.12 วงจรภาคอินเทอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรภาคเลือกแอดเดรส

วงจรในภาคนี้มีหน้าที่เลือกสัญญาณแอดเดรสที่มาจากวงจรนับ (ในกรณีเก็บข้อมูลภาพเข้าสู่หน่วยความจำภาพ) หรือเลือกสัญญาณแอดเดรสที่มาจากคอมพิวเตอร์ (ในกรณีอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภาพเข้าสู่คอมพิวเตอร์) UO9 UO10, UO11 และ UO12 เป็นบัฟเฟอร์ UO9 และ UO10 จะติดต่อกับแอดเดรสที่มาจากวงจรนับและ UO11 กับ UO12 จะติดต่อกับแอดเดรสที่มาจากคอมพิวเตอร์ ส่วน CD2 และ/ CD2 เป็นสัญญาณที่ใช้เลือกว่าจะเป็นแอดเดรสที่มาจากวงจรนับหรือคอมพิวเตอร์ สัญญาณทั้งสองจะมีเฟสต่างกันดังนั้น เราจะต่อ CD2 เข้ากับ UO9 และ UO10 ที่ขาอีนาเบิล (ขา 1 และ 19) และต่อ /CD2 เข้ากับ UO11 และ UO12 ที่ขาอีนาเบิล (ขา1 และ 19 เช่นกัน) นั้นคือเมื่อสัญญาณอีนาเบิลของ UO9,UO10 หรือ UO11,UO12 ชุดใดชุดหนึ่งเป็น "O" จะทำให้มีข้อมูลเอาท์พุทที่ชุดนั้น แต่ถ้าชุดใดชุดหนึ่งมีที่ขาอีนาเบิลเป็น "1" ชุดนั้นจะมีเอาท์พุทเป็นไฮอิม-พีแดนซ์ ดังนั้นจะเห็นว่าถ้า CD2 เป็น "O" จะทำให้ /CD2 เป็น "1" และจากรูปวงจรภาคเลือกแอดเดรสจะเห็นว่า UO9 และ UO10 มีอินพุทต่ออยู่กับวงจรนับ ทำให้แอดเดรสของหน่วยความจำภาพถูกกำหนดด้วยวงจรนับ ส่วน UO11 และ UO12 มีอินพุทต่ออยู่กับแอดเดรสของคอมพิวเตอร์ ดังนั้นแอดเดรสของหน่วยความจำภาพจะถูกกำหนดด้วยแอดเดรสของคอมพิวเตอร์ การใช้ UO9, UO10 หรือ UO11, UO12 กับการเลือกแอดเดรสจะทำได้เพียง 16 เส้นเท่านั้น ดังนั้นสัญญาณแอดเดรสที่เหลืออีก 1 เส้นจะถูกกำหนดโดยตรงจากคอมพิวเตอร์ผ่านทางวงจรอินเตอร์เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



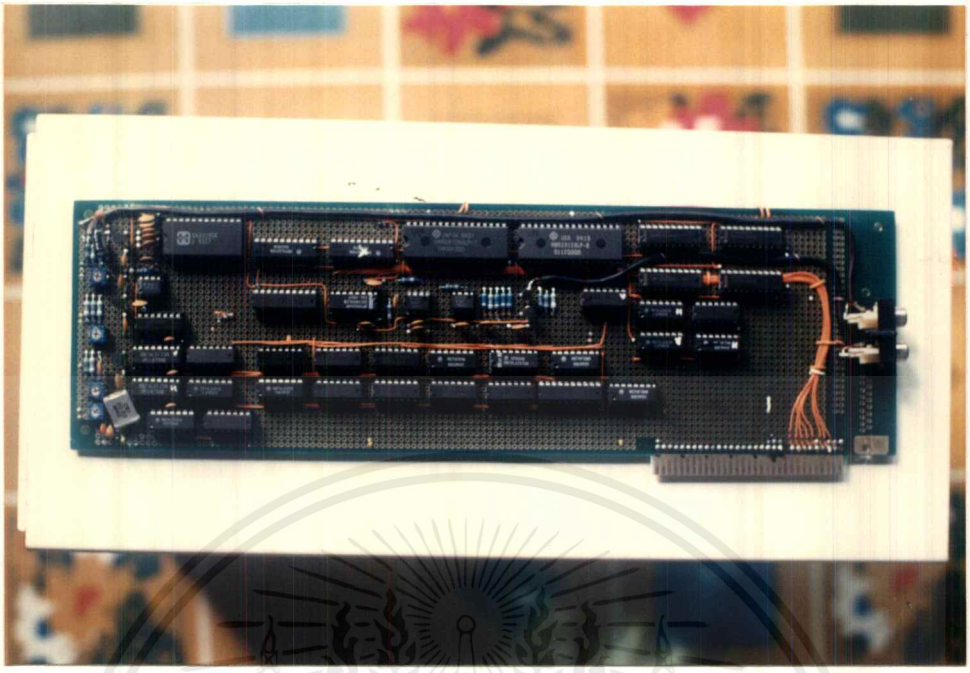
รูปที่ 3.13 วงจรภาคเลือกแอดเดรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

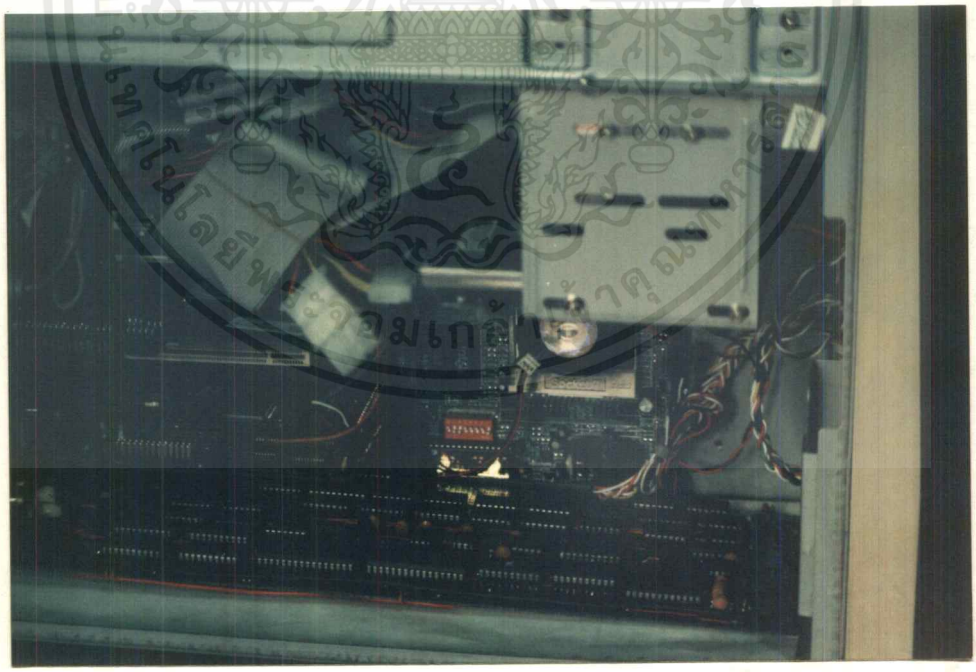
3.4 การสร้าง

การสร้างวงจรภาคต่าง ๆ นั้น ทางกลุ่มได้ทำการสร้างและประกอบลงบนแผ่นปรินท์อเนกประสงค์ และใช้สายวายแล็บเชื่อมต่อระหว่างขาอุปกรณ์ประเภทต่าง ๆ เข้าไว้ด้วยกัน โดยการสร้างจะสร้างส่วนของวงจรภาคอินพุท, ภาคเอาท์พุท, ภาคแยกซิงค์บางส่วน และภาคผลิตความถี่เพื่อที่จะทดสอบการทำงานของวงจรภาคดังที่กล่าวมาว่า สามารถเปลี่ยนแปลงสัญญาณภาพให้กลับมาเหมือนเดิมได้หรือไม่หลังจากมีการเปลี่ยนแปลงสัญญาณภาพในส่วนของวงจรอินพุทในการสร้างและประกอบวงจรภาคต่าง ๆ นั้นเมื่อสร้างวงจรภาคอินพุทเสร็จก็จะทำการทดสอบและวัดสัญญาณที่จุดต่าง ๆ เพื่อดูว่าวงจรสามารถทำงานได้หรือไม่ถ้าเป็นปกติก็จะสร้างวงจรภาคเอาท์พุทแล้วทำการทดสอบวงจรเหมือนภาคอินพุท ส่วนภาคแยกซิงค์และภาคผลิตความถี่ก็จะทำตามขั้นตอนเหมือนวงจรภาคอินพุทและเอาท์พุท เมื่อทำการสร้างและทดสอบวงจรภาคต่าง ๆ ทั้งหมดที่กล่าวมาก็ต่อวงจร ภาคที่เหลือต่อไป ข้อที่พึงระวังในการสร้างและประกอบวงจรภาคต่าง ๆ ทั้งหมดนั้นให้ระวังเรื่องการแยกกราวด์ด้วย เพราะอาจจะเกิดสัญญาณรบกวนได้ ซึ่งการแยกกราวด์นั้น เราจะทำการแยกกราวด์ออกเป็นสองส่วนคือส่วนของวงจรที่เป็นอนาลอก และส่วนของวงจรที่เป็นดิจิตอลหลักในการแยกนั้นก็คือวงจรในภาคใดก็ตามถ้ามีส่วนของวงจรที่เป็นอนาลอกก็ให้ต่อสายกราวด์มารวมกันที่จุดเดียวกันทั้งหมด ในส่วนของดิจิตอลก็ทำลักษณะเดียวกันต่อสายกราวด์ในส่วนของดิจิตอลทั้งหมดมารวมกันที่จุดเดียว ดังนั้นจุดกราวด์รวมในแผ่นปรินท์อเนกประสงค์จะมีอยู่สองจุดคือ จุดกราวด์ของอนาลอก และจุดกราวด์ของดิจิตอล ถึงแม้จะใช้แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงชุดเดียวกันก็ตาม เมื่อแยกกราวด์ออกเป็นสองส่วนดังที่กล่าวแล้วก็ให้นำมาจั้มต่อเชื่อมกันอีกครั้งดอกลายเป็นกราวด์รวมอีกที่แล้วนำไปต่อเข้ากับกราวด์ของแหล่งจ่ายไฟอีกที่เมื่อต้องการที่จะทดลองวงจรทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แสดงภาพถ่ายของการ์ดที่ต่อเสร็จสมบูรณ์



รูปที่ 3.15 แสดงภาพถ่ายของการ์ดที่เสียบเข้ากับ slot ของคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การเขียนโปรแกรม

การทำงานของการ์ดจะถูกควบคุมโดยโปรแกรมซึ่งเป็นโปรแกรมภาษา C และใช้ควบคุมการแสดงภาพลายนิ้วมือ ซึ่งมีความละเอียด (resolution) ของภาพ 512 x 512 จุด ซึ่งการแสดงภาพจะต้องแสดงในโหมดภาพความละเอียดสูงขั้นต่ำคือ ในโหมดภาพ 800 x 600 256 สี ซึ่งเป็นโหมดสองภาพกราฟฟิคที่มีอยู่ในการ์ดแสดงผลซูเปอร์วีจีเอ (super VGA) เพื่อให้สามารถแสดงภาพลายนิ้วมือได้ในคราวเดียวกัน

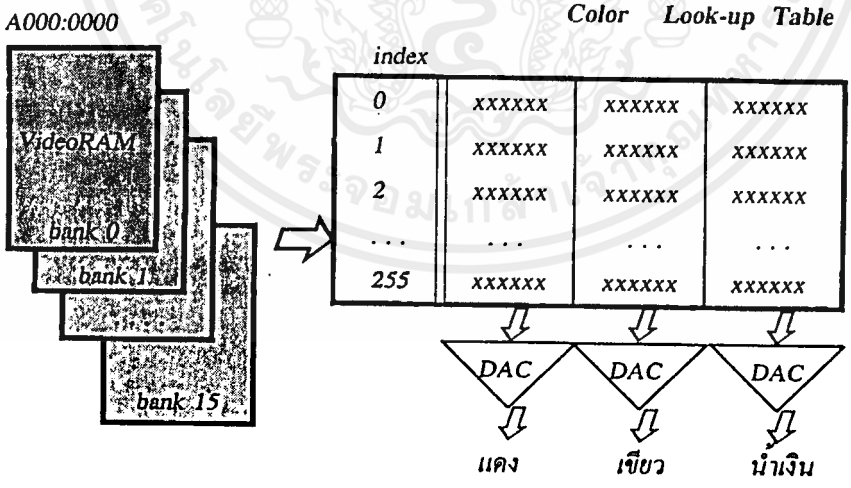
ลำดับการทำงานของโปรแกรมเริ่มจากการส่งคำสั่งให้การ์ดทำการเก็บภาพที่ต้องการจากกล้องซีซีดีเข้าสู่หน่วยความจำแรมบนการ์ด โดยใช้คำสั่ง outportb() ติดต่อกับพอร์ตเบอร์ 300 ซึ่งเรากำหนดเป็นเบอร์พอร์ตที่การ์ดใช้งานต่อมาก็ติดต่อกับการ์ดอีกเพื่อให้แรมบนการ์ดอยู่ในสภาวะพร้อมจะถูกอ่านข้อมูล ซึ่งจะติดต่อลักษณะนี้ 2 ครั้ง ครั้งแรกจะติดต่อกับแรมที่เก็บข้อมูลฟิลด์คี่ และอ่านข้อมูลจากแรมที่เก็บข้อมูลฟิลด์คี่ครั้งละ 1 เส้นภาพ (512 ไบต์) มาจัดเรียงแบบสลับเส้นลงหน่วยความจำที่จองไว้สำหรับเก็บข้อมูลภาพ ครั้งที่สองจะติดต่อกับแรมอีกตัวที่เก็บข้อมูลฟิล์ดคู่ แล้วอ่านข้อมูลเช่นเดิมครั้งละ 1 เส้นภาพมาจัดเรียงแบบสลับเส้นลงให้สอดคล้องกับข้อมูลของฟิลด์คี่ที่เรียงอยู่ก่อนจะทำให้ได้ข้อมูลภาพอยู่ในหน่วยความจำที่จองไว้ ซึ่งเรียงลำดับเส้นสแกนทางแนวนอนตามลำดับ เส้นภาพจากบนลงล่างโดยไม่สลับเส้นพร้อมที่จะนำไปแสดงผล ขณะที่โปรแกรมติดต่อกับแรมบนการ์ด แต่ละครั้งจะติดต่อผ่านทางหน่วยความจำของพีซีในช่วง D000:0000 ถึง E000:FFFF ซึ่งเป็นพื้นที่ว่างไว้ให้ใช้งาน

ในส่วนของการแสดงภาพโปรแกรมนี้ จะกำหนดให้แสดงในโหมดภาพ 800 x 600 256 สี ซึ่งมีลักษณะการแสดงสีต่าง ๆ เป็นการผสมแม่สีเข้าด้วยกัน คือ สีแดล, สีเขียว และสีน้ำเงิน โดยแต่ละแม่สีจะมีความเข้มซึ่งถูกกำหนดโดยตัวเลข 6 บิต ซึ่งในการแสดงภาพขาวดำจะต้องผสมแม่สีทั้งสามให้มีความเข้มเท่าๆกัน ในแต่ละระดับ จึงทำให้ได้ระดับความแตกต่างของสีขาว-ดำ 2^6 ระดับ คือ 64 ระดับ แต่เนื่องจากข้อมูลภาพที่เก็บมีขนาด 8 บิต หรือความแตกต่างของสีขาวดำ 2^8 หรือ 256 ระดับ เราจึงต้องทำการปรับระดับข้อมูลภาพที่เก็บมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งทำได้โดยการเลื่อนบิตข้อมูลไปทางขวา 2 บิต เพื่อให้ระดับความแตกต่างของสีขาวดำลดเหลือ 64 ระดับ เท่ากับความสามารถในการแสดงระดับสีขาว-ดำของการ์ด ก่อนนำมาแสดงผล

ในการแสดงผลจะส่งข้อมูลที่ปรับระดับแล้ว ไปยังหน่วยความจำวิดีโอแรมของการ์ดแสดงผล เพื่อให้ปรากฏเป็นภาพบนหน้าจอซึ่งวีดิโอแรมบนการ์ดแสดงผลจะเก็บข้อมูลที่ใช้แสดงอยู่ในรูปค่าดัชนีของตารางเทียบสี (Color Look-up Table) ข้อมูลในวีดิโอแรมจะถูกนำมาเปิดตารางเทียบสีซึ่งมีอยู่ 256 เรคอร์ด โดยในตารางเทียบสีจะประกอบด้วยค่าแม่สีทั้งสาม แต่ละแม่สีมีขนาด 6 บิต ดังที่กล่าวมาแล้ว เราต้องทำการกำหนดค่าสีในตารางเทียบสีให้เป็นระดับขาว-ดำ 64 ระดับ โดยกำหนดให้แต่ละแม่สีในแต่ละดัชนี มีความเข้มเท่า ๆ กัน การกำหนดค่าสีในตารางเทียบสีทำได้โดยส่งหมายเลขดัชนีออกไปที่พอร์ต 3C8H จากนั้นส่งค่าแม่สีแดง, เขียว, น้ำเงินออกไปที่พอร์ต 3C9H ตามลำดับ



รูปที่ 3.16 โครงสร้างของการทำงานของการ์ดซูเปอร์ วีจีเอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำวีดิโอแรมของการ์ดแสดงผลซูเปอร์วีจีเอที่มีหน่วยความจำวีดีโอแรม 1 เมกะไบต์ จะแบ่งออกเป็น 16 แบงค์ แต่ละแบงค์มีขนาด 64 กิโลไบต์ ซึ่งสามารถติดต่อได้โดยมีจุดเริ่มต้นที่ตำแหน่ง 4000:0000 ของพีซี ในโหมดภาพ 800 x 600 256 สี หนึ่งจุดภาพจะใช้เนื้อที่ในการเก็บ 1 ไบต์ ดังนั้นในหนึ่งหน้าจอจะใช้เนื้อที่ 800 x 600 หรือ 480,000 ไบต์ ก็คือใช้วีดิโอแรมจำนวน 8 แบงค์ ในการเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับวีดิโอแรมจะต้องกำหนดหมายเลขแบงค์และค่าออฟเซทของวีดิโอแรม ซึ่งขึ้นอยู่กับตำแหน่งพิกัด (X, Y) ของจุดภาพที่ต้องการติดต่อด้วย การเข้าถึงตำแหน่งข้อมูลของข้อมูลจอในจุด (X, Y) บนแบงค์ที่กำหนดมีสูตรดังนี้

หมายเลขแบงค์ = (X+(Y x จำนวนจุดที่แสดงได้ในแกน X))/0X10000H

ค่าออฟเซทของหน่วยความจำ = (X+(Y x จำนวนจุดที่แสดงได้ในแกน x)) AND 0XFFFFH

เนื่องจากใช้โหมดภาพ 800 x 600 256 สี จึงได้

หมายเลขแบงค์ = (X + (Y x 800))/0X10000H

ค่าออฟเซทของหน่วยความจำ = (X + (Y x 800)) AND 0XFFFFH

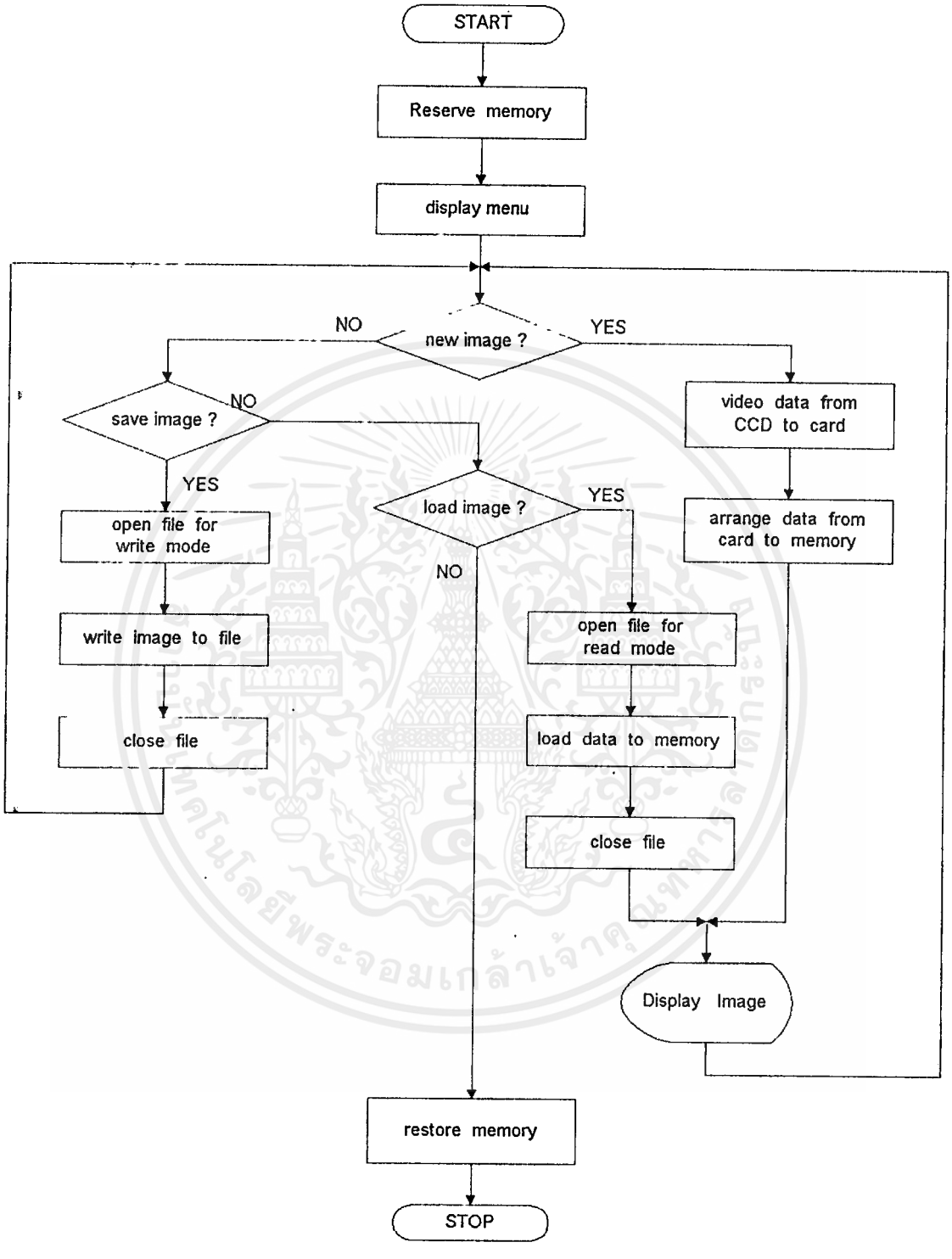
ในการที่จะแสดงผลภาพบนจอ เราต้องกำหนดบริเวณที่จะแสดงผลภาพแล้วพิจารณาถึงพิกัดแต่ละตำแหน่งมาคำนวณค่าหมายเลขแบงค์และค่าออฟเซทเราจะติดต่อกับหน่วยความจำวีดิโอแรมครั้งละ 1 เส้นภาพ โดยการคำนวณหมายเลขแบงค์และค่าออฟเซทของหน่วยความจำที่ตำแหน่งจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของเส้นภาพว่าอยู่ในแบงค์เดียวกันหรือไม่ ถ้าอยู่ในแบงค์เดียวกันก็กำหนดหมายเลขแบงค์ที่จะติดต่อแล้วทำการส่งข้อมูลที่ปรับระดับแล้วไปยังตำแหน่งออฟเซทตามลำดับที่คำนวณได้ แต่ถ้าในเส้นสแกนเดียวกันมีค่าหมายเลขแบงค์ที่คำนวณได้ต่างกัน ก็จะกำหนดหมายเลขแบงค์ของจุดเริ่มต้นที่จะแสดงแล้วส่งข้อมูลไปยังตำแหน่งออฟเซทตามลำดับจนถึงจุดสุดท้ายของแบงค์ แล้วทำการกำหนดหมายเลขแบงค์ใหม่แล้วส่งข้อมูลต่อไปตามค่าออฟเซท ตามลำดับจนถึงจุดสุดท้ายของเส้นภาพ ซึ่งการแสดงผลครั้งละเส้นภาพลักษณะนี้จะทำให้สามารถแสดงภาพได้เร็วขึ้นกว่าการที่จะคำนวณแล้วแสดงผลทีละ 1 จุดภาพ ในโครงการนี้ใช้การ์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงผล S3 และมี VESA-VGA BIOS ซึ่งสามารถกำหนดหมายเลขแบงค์ได้โดยผ่านอินเตอร์รัพท์หมายเลข 10h ฟังก์ชั่น 4Fh ในส่วนของการติดต่อหน่วยความจำวีดิโอแรมตามค่าออฟเซทจะติดต่อผ่านหน่วยความจำหลักในช่วง A000:0000 ถึง A000:FFFF

การเก็บข้อมูลภาพจะเก็บในลักษณะของไบต์อาร์เรย์ (byte array) ซึ่งเป็นการเก็บในลักษณะเรียงข้อมูลตามลำดับทีละตำแหน่งจากตำแหน่งเริ่มต้นซึ่งเป็นตำแหน่งด้านบนซ้ายของภาพเรียงไปจนถึงตำแหน่งสุดท้ายคือ ด้านล่างขวาของภาพ การเก็บภาพอาจเก็บลงฮาร์ดดิสต์หรือแผ่นดิสก์ก็ได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 แสดงโฟลวชาร์ตของโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการ์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

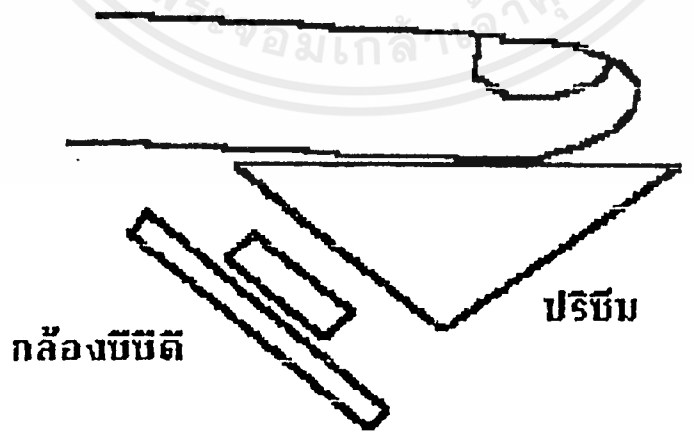
บทที่ 4
การทดลอง

4.1 การถ่ายภาพลายนิ้วมือ

ในการทดลองจะใช้ตัวกลางในการถ่ายภาพคือ ปริซึมที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 ในตอนนี้จะกล่าวถึงการทดลองในรูปแบบต่าง ๆ ที่ทดลองกับกล่องจำลองที่ทำขึ้น ดังนี้

4.1.1 การวางตำแหน่งของกล้องและปริซึม

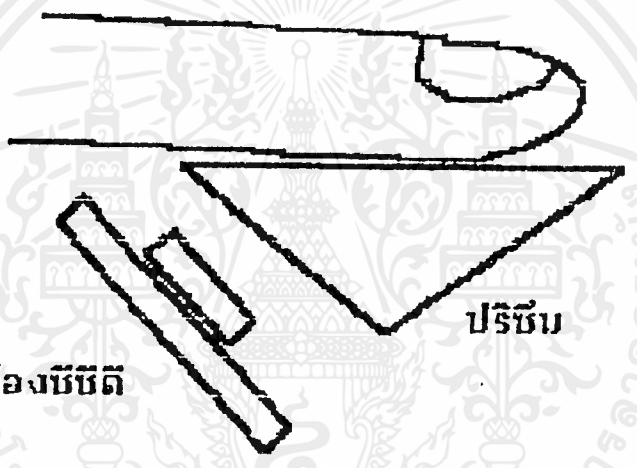
การวางตำแหน่งของกล้องกับปริซึมจะต้องอยู่ในระยะที่ใกล้กันมากเพื่อให้ภาพลายนิ้วมือที่ปรากฏบนจอมอนิเตอร์มีขนาดใหญ่ จนมองเห็นลายนิ้วมือได้ชัดเจน การจัดวางหน้าเลนส์ของกล้อง จะขนานกับระนาบที่ประกอบเป็นมุมฉากด้านหนึ่งของปริซึมโดยที่นิ้วมือจะวางกดลงบนด้านตรงข้ามมุมฉากของปริซึม ซึ่งการจัดวางนิ้วและกล้องในลักษณะนี้จะทำให้ได้ภาพที่ชัดเจน



รูปที่ 4.1 การจัดวางตำแหน่งของกล้องปริซึมให้หน้ากล้องขนานกับหน้าปริซึม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อจัดวางตำแหน่งดังรูปที่ 4.1 ปรากฏว่าภาพลายนิ้วมือที่ปรากฏไม่ชัดเจน เนื่องจากด้านล่างของภาพจะเกิดเงาสว่างเนื่องจากขอบของปริซึมซึ่งมีความโค้งมน ทำให้มีการหักเหของแสงเข้าสู่กล้อง เราจึงต้องทำการปรับเปลี่ยนการวางตำแหน่งกล้องเล็กน้อย โดยการทำมุมกล้องให้หลบแสงรบกวนนี้โดยการให้หน้าเลนส์ของกล้องทำมุมเล็กน้อยกับระนาบของปริซึมประมาณ 15-20 ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 การวางตำแหน่งให้หน้ากล้องทำมุมประมาณ 15-20° กับปริซึม

ภาพที่ปรากฏจะไม่มีแสงรบกวนจึงตัดสินใจใช้การวางตำแหน่งกล้องและปริซึมดังรูปแล้วจึงทำการทดลองจัดแสงเพื่อให้ได้ภาพที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

4.1.2 การจัดแสง

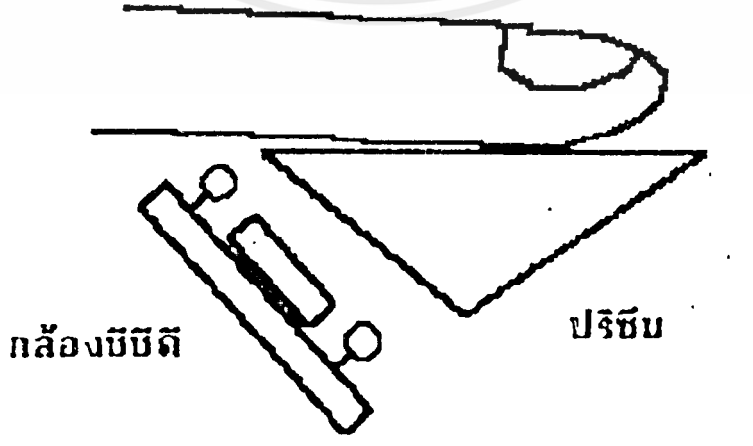
เนื่องจากการใช้กล้องซีซีดีในการถ่ายภาพลายนิ้วมือ ซึ่งการถ่ายภาพจะมีความคมชัดหรือไม่ขึ้นกับการจัดแสงเป็นสำคัญ จึงได้ทำการทดลองการจัดแสงระบบต่าง ๆ ภายในกล่องแบบจำลอง โดยขั้นต้นจะคำนึงถึงความคมชัดของภาพก่อนจะคำนึงถึงสีของแสงในลำดับต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 การให้แสงด้านประกอบมุมฉากของปริซึม

เมื่อจัดให้แหล่งกำเนิดแสงเป็นดังรูปที่ 4.3 ผลปรากฏว่าภาพที่ปรากฏลงบนมอนิเตอร์มีแสงสว่างจ้า เนื่องจากแสงจากแหล่งกำเนิดแสงจะสะท้อนปริซึมเข้าสู่กล้องซีซีดีโดยตรงทำให้ไม่สามารถเห็นภาพลายนิ้วมือได้

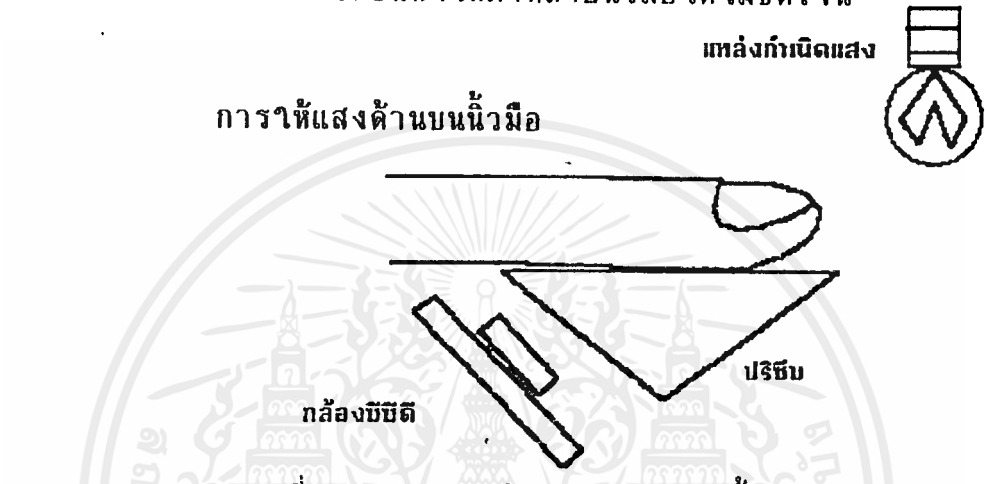
การให้แสงด้านเดียวกับกล้อง ซีซีดี



รูปที่ 4.4 การให้แสงจากด้านเดียวกับกล้องซีซีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

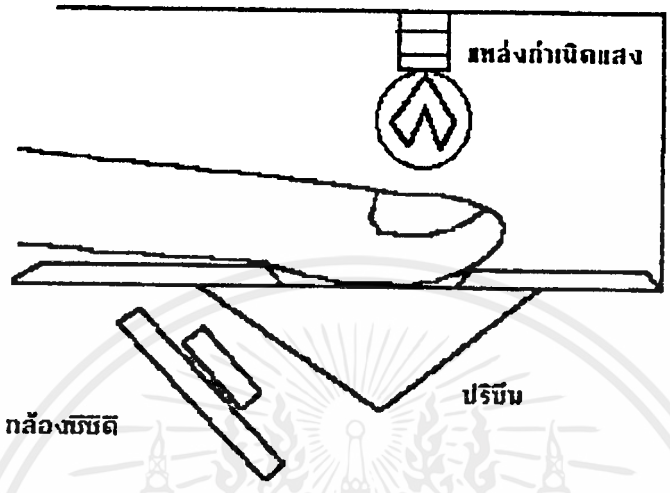
เราสามารถทำการจัดแสงในลักษณะดังรูป 4.4 ได้เพราะส่วนที่ตัวกล้องซีซีดีจะมีแหล่งกำเนิดแสงอินฟราเรดซึ่งกล้องสามารถตอบสนองได้ในความมืด ผลปรากฏว่า ภาพที่ปรากฏบนจอมอนิเตอร์จะสามารถเห็นลายนิ้วมือได้ แต่จะเกิดการสะท้อนแสงอินฟราเรดบางส่วนกับผิวบริชีมด้านที่ติดตั้งกล้องอยู่ ปรากฏเป็นภาพของหลอดอินฟาเรดขึ้นทำให้ภาพลายนิ้วมือได้ไม่ชัดเจน



รูปที่ 4.5 การให้แสงจากด้านบนนิ้วมือ

การจัดวางตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสง ดังรูป 4.5 เป็นการแก้ปัญหาอันเนื่องมาจาก การสะท้อนของแสงที่ไม่ต้องการจากแหล่งกำเนิดแสงเข้าสู่กล้องซีซีดี แต่ยังมีแสงบางส่วนจากแหล่งกำเนิดแสงและแสงจากภายนอก (เพราะตอนนี้แหล่งกำเนิดแสงจะอยู่ภายนอกกล่องจำลอง ทำให้อาจเกิดแสงจากภายนอกรบกวนได้) เล็ดลอดผ่านบริชีมส่วนที่ไม่ได้ถูกนิ้วมือสัมผัสเข้าสู่กล้องซีซีดีได้ ทำให้ภาพลายนิ้วมือที่ปรากฏไม่ชัดเจน จึงได้ทำการสร้างชิ้นส่วนที่มีลักษณะปิดทำให้บริชีมด้านที่จะให้นิ้วสัมผัส แต่ทำให้เกิดช่องว่างขนาดประมาณนิ้วมือเพื่อเป็นช่องที่จะให้นิ้วสัมผัสกับบริชีมได้ การที่เราทำส่วนที่ปิดทับบริชีมให้เหลือแต่ช่องว่างในการให้นิ้วสัมผัสกับบริชีมเพื่อป้องกันแสงที่เกิดลอดผ่านบริชีมเข้าสู่กล้องซีซีดีได้ และยังทำชิ้นส่วนเพื่อครอบปิดนิ้วมือป้องกันแสงจากภายนอกอีกชั้นหนึ่ง โดยที่ภายในส่วนที่ครอบนิ้วมือนี้จะทำการติดตั้งแหล่งกำเนิดแสงให้อยู่เหนือระดับนิ้วมือโดยตรง เพื่อให้แสงผ่านนิ้วมือเปรียบเสมือนกับนิ้วมือเป็นแหล่งกำเนิดแสงในตัวเองทำให้ภาพลายนิ้วมือที่ปรากฏมีความชัดเจนมากและยังไม่มีแสงรบกวนจากภายนอกอีกด้วย การจัดตำแหน่งแสดงดังรูป ที่ 4.6

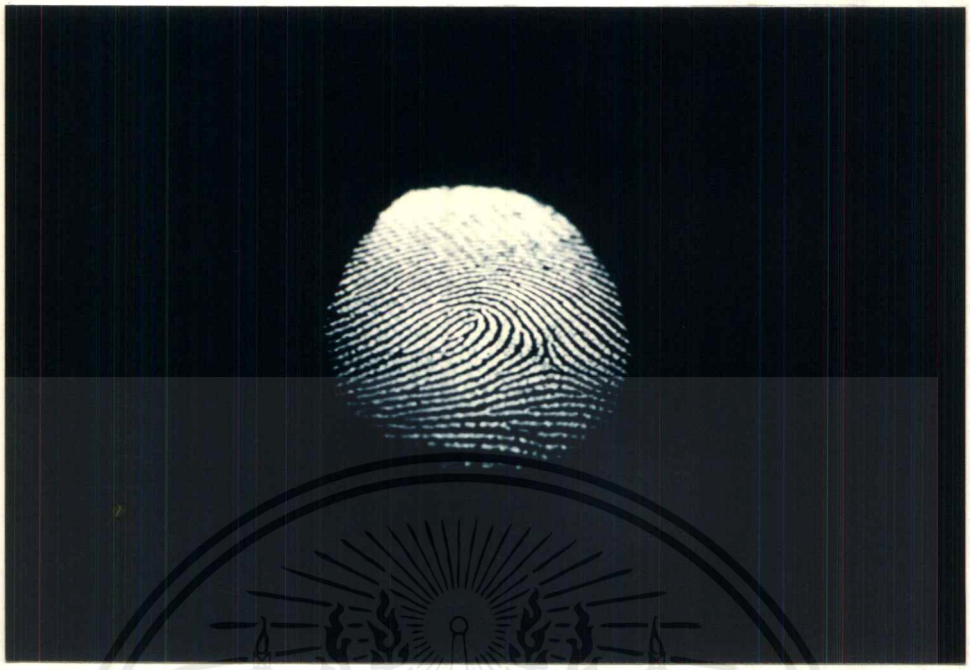
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 การให้แสงจากด้านบนนิ้วมือและมีส่วนป้องกันแสงจากภายนอก

เมื่อทำการจัดตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสง จนทำให้ภาพลายนิ้วมือมีความชัดแล้ว ต่อมาจะทำการเลือกสีของแสงที่จะทำให้ภาพมีความชัดเจนโดยอาศัยการสุ่มทดลองกับแสงสีชนิดต่างๆ ปรากฏว่าแสงที่ทำให้ภาพมีความชัดเจนที่สุด คือ แสงสีแดง เราจึงเลือกใช้แสงสีแดงในการใช้งานของโครงงานนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



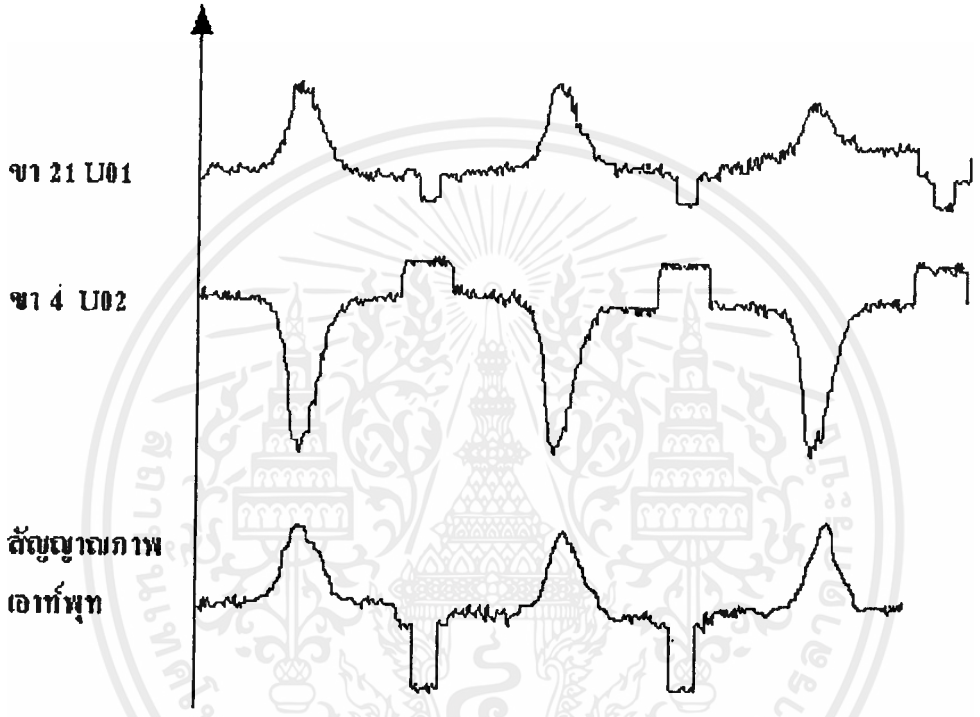
รูปที่ 4.7 แสดงภาพถ่ายลายนิ้วมือเมื่อให้แสงจากด้านบนนิ้วมือ และมีส่วนป้องกันแสงจากภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบการ์ดแปลงสัญญาณ

การทดสอบในเบื้องต้นนี้ จะเป็นการทดสอบในส่วนของวงจรภาคแปลงสัญญาณภาพอนาลอกเป็นรหัสดิจิตอล เพื่อที่จะดูว่ามีการแปลงสัญญาณที่ถูกต้องหรือไม่โดยทำการสั่งให้มีการแปลงสัญญาณดิจิตอลกลับมาเป็นสัญญาณภาพ การทดสอบนั้นจะต่อวงจรในส่วนของภาคอินพุทเข้ากับภาคเอาท์พุท จากนั้นจะป้อนสัญญาณจากกล้องวีดีโอซีซีดีเข้าที่จุด VIDEO IN ของวงจรภาคอินพุทและต่อจอมอนิเตอร์ที่จุด VIDEO OUT ของวงจรภาคเอาท์พุท ในขณะเดียวกันก็จะต่อสัญญาณซิงค์ที่ถูกแยกออกมาจากวงจรภาคแยกซิงค์ เข้ากับวงจรภาคเอาท์พุทด้วย เพื่อให้เกิดสัญญาณภาพปรากฏที่จอมอนิเตอร์ ภาพลายนิ้วมือที่ปรากฏที่จอมอนิเตอร์ ขณะเริ่มทำการทดสอบอยู่นั้นเป็นภาพที่ไม่ค่อยชัดเจนเท่าที่ควร เนื่องจากยังไม่มีการปรับแต่งในส่วนของวงจรภาคอินพุทคือในส่วนของการปรับระดับของสัญญาณภาพ และแรงดันอ้างอิงทางด้านบวกและด้านลบที่ให้กับไอซี CA 3318 หลังจากการปรับแต่งอย่างเหมาะสมก็จะได้ภาพลายนิ้วมือที่มีความชัดเจนตามสมควร ก็เป็นอันเสร็จสินการทดสอบการแปลงสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



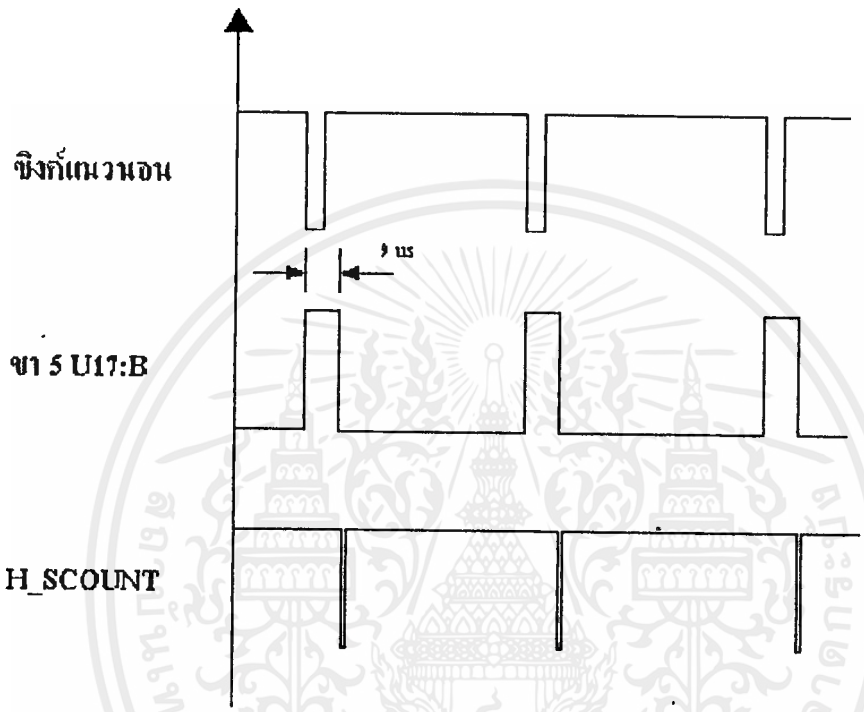
รูปที่ 4.8 แสดงรูปสัญญาณที่วัดได้จากวงจรภาคอินพุทและเอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดสอบวงจรภาคแยกซิงค์

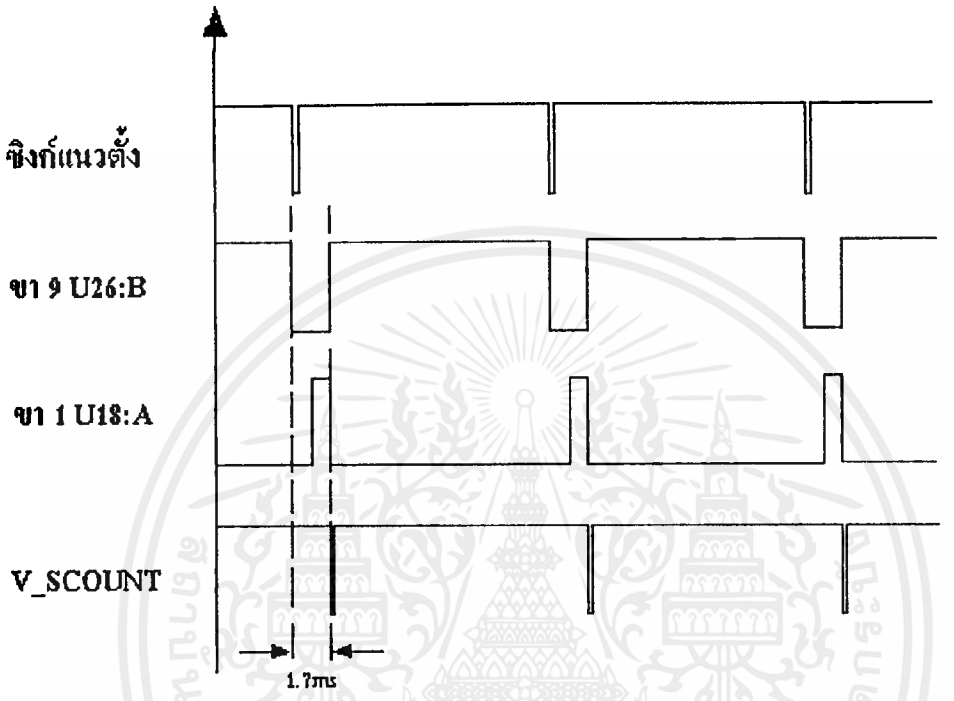
ในการทดสอบวงจรภาคแยกซิงค์นี้จะเป็นการทดสอบ และบันทึกรูปร่างของสัญญาณนับทางแนวตั้ง และแนวนอนเพื่อที่จะได้นำสัญญาณดังกล่าวไปต่อเข้ากับภาควงจรนับการทดสอบเริ่มโดยการนำสัญญาณจากกล้องวีดีโอซีซีดี ป้อนเข้าไปที่ขา ของไอซี LM 1881 จากนั้นวัดสัญญาณเอาท์พุทที่ขา 1 และ 3 ของ LM1881 ซึ่งจะได้สัญญาณดังในรูปที่ 4.9 สัญญาณที่วัดได้ที่ขา 1 เป็น สัญญาณซิงค์รวม และที่ขา 3 จะเป็นสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง จากนั้นก็จะนำสัญญาณที่วัดได้ทั้งสองป้อนให้กับส่วนต่อไป โดยป้อนสัญญาณซิงค์รวมเข้าที่ขา 9 ของ UO17 : B และทำการวัดสัญญาณที่ขา 5 ของ UO17 : B จะเห็นว่าสัญญาณที่วัดได้ที่ขา 5 จะเป็นสัญญาณซิงค์รวมที่ถูกหน่วงเวลาไว้ประมาณ 9 ไมโครวินาที ดังรูปสัญญาณที่ได้ที่ขา 5 ของ UO17 : B จากนั้นสัญญาณที่ถูกหน่วง ดังกล่าวจะต่อเข้ากับขา 1 ของ UO17 : A เมื่อการหน่วงเวลาสิ้นสุดลงจะเกิดสัญญาณพัลซ์ช่วงสั้น ๆ ประมาณ 46 นาโนวินาทีที่ขา 4 ของ UO17 : A ดังในรูป โดยสัญญาณที่ได้จากขา 4 ของ UO17 : A คือสัญญาณนับทางแนวนอนนั่นเอง ส่วนสัญญาณนับทางแนวตั้งได้จากวงจรนับซิงค์คือ UO6 : B, UO21 : A และ UO21: B สัญญาณนับทางแนวตั้งที่วัดได้จากขา 4 ของ UO18 : A จะเป็นพัลซ์เล็ก ๆ ประมาณ 43 นาโนวินาที ดังในรูปที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แสดงรูปสัญญาณ H-SCOUNT ที่วัดได้จากวงจรแยกซิงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



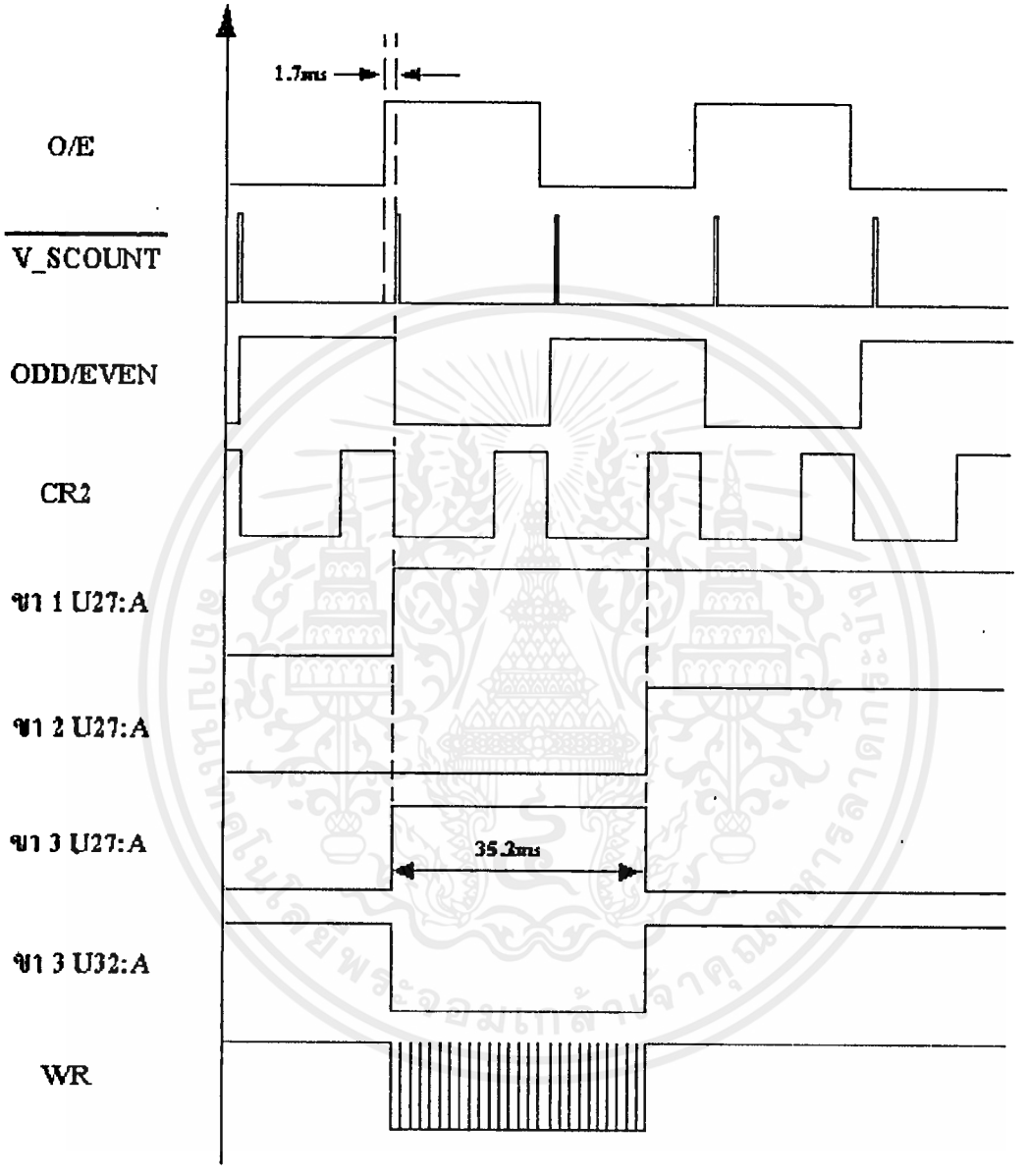
รูปที่ 4.10 แสดงรูปสัญญาณ V-SCOUNT ที่วัดได้จากวงจรแยกซิงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดสอบภาคควบคุมการเขียนข้อมูลภาพ

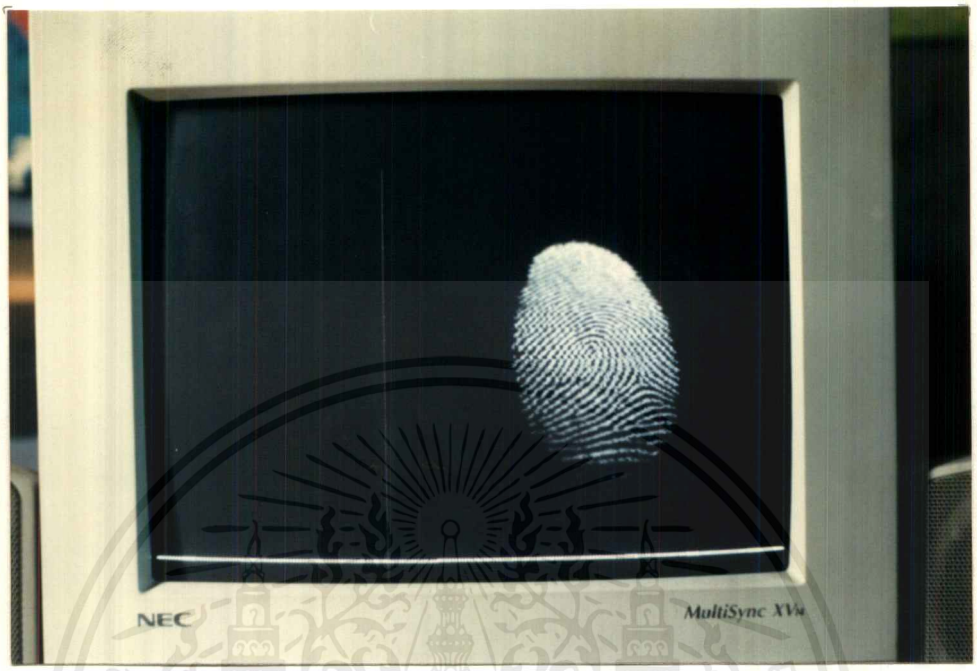
ขั้นตอนในการทดสอบนี้จะเป็นขั้นตอนเดียวกับการอธิบายการทำงานของวงจรภาคควบคุมการเขียนข้อมูลภาพในบทที่ 3 เพียงแต่การทดสอบครั้งนี้ เราจะกำหนดสถานะให้แก่ขาต่าง ๆ ดังในรูปกราฟที่ 4.11 แล้วทำการวัดสัญญาณที่จุดต่าง ๆ ในวงจรซึ่งจะได้รูปสัญญาณดังในรูปที่ 4.11 เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 แสดงรูปสัญญาณที่วัดได้ในจุดต่าง ๆ ของวงจรภาคควบคุมการเขียนข้อมูลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 ภาพถ่ายลายนิ้วมือที่ได้จากจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป

จากการทดลองในบทที่ผ่านมา เราจะใช้บริชีมเป็นตัวกลางในการถ่ายภาพลายนิ้ว สาเหตุที่ใช้บริชีมนั้น เพราะสามารถสังเกตถึงความคมชัดของลายนิ้วมือได้อย่างชัดเจน คือลายนิ้วมือที่ผ่านบริชีมจะเป็นลักษณะของสีขาวและดำ โดยส่วนนูนของลายนิ้วมือจะเป็นสีขาว ส่วนที่เป็นร่องของลายนิ้วมือจะเป็นสีดำ ส่วนตำแหน่งของกล้อง จะต้องทำมุมกับระนาบของด้านประกอบมุมฉากของบริชีมประมาณ 15-20 องศา เพื่อที่จะหลบเงาสว่างที่เกิดขึ้นภายในบริชีมเนื่องจากความโค้งมนของขอบบริชีมซึ่งจะทำให้ภาพลายนิ้วมือไม่ชัดเจน ในการจัดตำแหน่งของแสงนั้น จะอยู่ตำแหน่งเหนือนิ้วมือที่จะวางลงบนบริชีมทางด้านตรงข้ามมุมฉากเพื่อที่จะให้แสงส่องผ่านนิ้วมือ เปรียบเสมือนกับนิ้วมือเป็นแหล่งกำเนิดแสง โดยที่จะต้องมีตัวครอบนิ้วมือและแหล่งกำเนิดแสง เพื่อไม่ให้แสงจากสภาพแวดล้อมภายนอกเข้ามารบกวน ทำให้การถ่ายภาพลายนิ้วมือทุกครั้ง มีความชัดเจนเท่ากัน ไม่ว่าแสงจากสภาพแวดล้อมจะเป็นเช่นไรก็ตาม นอกจากนี้แหล่งกำเนิดแสงที่ใช้จะใช้หลอดไฟดีซีขนาดเล็กที่มีแสงสีแดง สาเหตุที่ใช้แสงสีแดงเพราะแสงสีแดงจะให้ภาพชัดเจนที่สุด เนื่องจากองค์ประกอบของกล้อง ซีซีดี ที่ใช้ในการถ่ายภาพจะตอบสนองได้ดีกับแสงอินฟราเรด ซึ่งมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 3-300 ไมโครเมตร ใกล้เคียงกับความยาวคลื่นของแสงสีแดงมาก คือ ประมาณ 0.7 ไมโครเมตร จึงทำให้เมื่อใช้แสงสีแดงแล้วภาพที่ออกมามีความคมชัดเมื่อเทียบกับแสงสีอื่น ๆ

ในส่วนของการ์ดทดลองที่ทำขึ้นก็ประกอบด้วยวงจรภาคต่าง ๆ ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกันไป ซึ่งประกอบด้วย วงจรภาคอินพุท, วงจรภาคเอาท์พุท, วงจรภาคผลิตความถี่, วงจรภาคแยกชิงค์, วงจรภาควงจรนับ, วงจรภาคหน่วยความจำภาพ, วงจรภาคเขียนข้อมูลภาพ, วงจรภาคอินเตอร์เฟส และวงจรภาคเลือกแอดเดรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของภาคอินพุทจะทำหน้าที่แปลงสัญญาณภาคอนาลอกให้เป็นข้อมูลของสัญญาณภาพดิจิตอลขนาด 8 บิท แล้วส่งต่อให้เป็นอินพุทของวงจรภาคหน่วยความจำและภาคเอาท์พุท ซึ่งภาคเอาท์พุทก็จะแปลงสัญญาณดิจิตอล 8 บิท ให้เป็นสัญญาณอนาลอก ซึ่งเป็นสัญญาณภาพจากอินพุท แสดงออกที่จอมอนิเตอร์เพื่อตรวจสอบการทำงานของภาค A/D ว่าทำงานถูกต้อง, ส่วนภาคหน่วยความจำก็จะทำหน้าที่เก็บข้อมูลภาพดิจิตอล 8 บิท โดยใช้ IC Memory 2 ตัว ทำหน้าที่เก็บข้อมูลภาพ เป็นฟิลด์คู่และฟิลด์คี่ ภาคแยกซิงค์จะเป็นตัวควบคุมการทำงานของภาควงจรนับ โดยที่ภาควงจรนับจะเป็นตัวกำหนดตำแหน่งในการเก็บข้อมูลภาพของภาคหน่วยความจำ, วงจรภาคอินเทอร์เฟส จะเป็นส่วนต่อเชื่อมระหว่างคอมพิวเตอร์ และการ์ดทดลองนี้โดยจะทำหน้าที่เป็นทางผ่านของสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลภาพและการแสดงภาพออกจอคอมพิวเตอร์ ในการเขียนข้อมูลภาพ สัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลภาพจากภาคอินเทอร์เฟสจะถูกส่งไปยังภาคเขียนข้อมูลภาพ ซึ่งจะทำงานร่วมกับสัญญาณควบคุมที่มาจากภาควงจรนับ โดยสัญญาณเอาท์พุทที่ได้จากภาคเขียนข้อมูลภาพคือ สัญญาณ WR จะถูกส่งไปควบคุมการเขียนข้อมูลภาพยังภาคหน่วยความจำ

ซึ่งผลโดยรวมของการทำงานของการ์ดสามารถทำการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ โดยการสั่งงานจากคอมพิวเตอร์ให้เก็บข้อมูลและทำการนำภาพที่เก็บไว้ใน Memory ออกมาแสดงผลได้ ในการทดลองเราได้ทำการทดลองโดยการต่อวงจรแต่ละส่วนลงบนการ์ด เอนกประสงค์ และใช้สาย wire lap เชื่อมต่อวงจรโดยทดลองภาคผลิตความถี่ก่อน เพื่อที่จะสามารถตรวจสอบและเช็คสัญญาณรบกวนได้ง่าย หลังจากที่ภาคผลิตความถี่สมบูรณ์แล้วก็ทำการต่อวงจรภาคอินพุท และลองให้สัญญาณภาพเข้าไปทางอินพุทของวงจรภาคอินพุท แล้ววัดสัญญาณดิจิตอลที่เอาท์พุทของ CA3318 โดยให้สภาวะ "0" แก่ /CE1 ซึ่งก็พบสัญญาณดิจิตอลที่เปลี่ยนแปลงไปตามสัญญาณภาพ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าสัญญาณดิจิตอลที่ได้ถูกต้องหรือไม่ จึงต่อวงจรภาคเอาท์พุท เพิ่มเพื่อทำการแปลงสัญญาณดิจิตอลให้เป็นสัญญาณภาพอนาลอก พร้อมต่อภาคแยกซิงค์ด้วย เพราะภาคเอาท์พุทต้องใช้สัญญาณ Syne Mod เพื่อทำให้ภาพออกมาสมบูรณ์ หลังจากที่ประกอบภาคแยกซิงค์และภาคเอาท์พุทแล้วก็เชื่อมต่อวงจรอินพุทเข้ากับวงจรทั้งสองและทดลองให้สัญญาณภาพที่อินพุทของภาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินพุท เมื่อวัดสัญญาณ Sync ต่างๆ ได้ถูกต้องแล้ว สังเกตภาพที่เอาท์พุทของภาคเอาท์พุทและทำการปรับแต่งวงจรจากวงจรภาคอินพุทจนได้ภาพที่ชัดเจน จากนั้นก็ประกอบวงจรภาควงจรนับ, ภาคเลือกแอดเดรส ทดสอบวงจรโดยวัดสัญญาณจุดต่าง ๆ ว่าทำงานถูกต้อง ก็ประกอบวงจรส่วนที่เหลือคือภาคหน่วยความจำ, ภาคเขียนข้อมูลภาพ และภาคอินเทอร์เฟส ซึ่งการทดลองในการเขียนข้อมูลภาพนี้ จะต้องมีคำสั่งจากคอมพิวเตอร์ ซึ่งขณะที่ทดลองนี้เรายังไม่สามารถติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ได้ เพราะโปรแกรมเรายังไม่สมบูรณ์ เราจึงต้องทดลองการเขียนข้อมูลโดยใช้ ข้อมูลเป็นสภาวะ High และ Low แทน โดยคำสั่งต่าง ๆ ที่ต้องส่งจากคอมฯ เราก็ใช้ Logic "0" และ "1" แทนเช่นกัน จากการทดลองพบว่า สามารถเขียนข้อมูลเก็บใน RAM ได้ และอ่านออกมาก็เป็นข้อมูลเดิมที่เก็บเข้าไป จึงมั่นใจว่าการทำงานของวงจรนี้ถูกต้อง

หลักจากที่การ์ดทดลองนี้เสร็จ และโปรแกรมก็สามารถนำมาใช่ทดลองได้ก็ทำการต่อการ์ดลงใน Slot ของคอมพิวเตอร์ และ Run โปรแกรมดูก็พบปัญหาต่างๆ และแก้ไขจนสามารถแสดงผลของภาพที่เก็บใน Memory และแสดงภาพลงบนจอคอมพิวเตอร์ได้ แต่ภาพที่ได้บนคอมพิวเตอร์ก็ไม่สมบูรณ์นักและสัญญาณภาพที่จอมอนิเตอร์ของการ์ดเสียบอยู่ในคอมพิวเตอร์เมื่อเทียบกับสัญญาณภาพบนจอมอนิเตอร์ เมื่อให้แหล่งจ่ายภายนอกกับการ์ด จะพบว่า กรณีที่การ์ดเสียบใน Computer จะเกิดสัญญาณรบกวนมากกว่าที่มอนิเตอร์จึงทำให้สัญญาณภาพที่ปรากฏบนจ่อคอมพิวเตอร์ ไม่สมบูรณ์เท่าที่ควรโดยสังเกตจากภาพที่ทำการทดลองได้

ปัญหาของสัญญาณรบกวนต่าง ๆ อาจมาจากหลาย ๆ สาเหตุ เช่น การเดินสายสัญญาณต่าง ๆ ในวงจร การเดินสายไปในวงจร รวมทั้งสัญญาณความถี่สูงในคอมพิวเตอร์ จาก Board ข้างเคียง มีผลทำให้การทำงานของการ์ดทดลองที่สร้างขึ้นมีปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการใช้งานโปรแกรม

โปรแกรมจะเริ่มจากการแสดงส่วนเมนูหลัก ซึ่งแต่ละเมนูหลักจะประกอบด้วยหน้าที่การทำงานต่าง ๆ กัน นอกจากนี้ยังมีส่วนไดอะล็อกบล็อกแสดงข้อความบอกสถานะการทำงานของโปรแกรม การควบคุมการทำงานต่างๆ จะใช้คีย์บอร์ด โดยการใช้ปุ่มลูกศรเลือกเมนูหลักที่ต้องการแล้วกดปุ่ม Enter จะปรากฏเมนูย่อยขึ้นแล้วเลือกการทำงานตามต้องการ โดยหน้าที่หลักของการทำงานจะอยู่ในเมนูหลักชื่อ File ซึ่งมีหน้าที่การทำงานต่าง ๆ ดังนี้

- New จะเปิดแฟ้มข้อมูลภาพใหม่โดยแสดงภาพลายนิ้วมือปัจจุบันที่ถ่ายอยู่โดยกล้องซีซีดีทับภาพเดิมที่แสดงอยู่ทิ้งไป

- Open จะเปิดแฟ้มข้อมูลภาพเก่าที่เก็บอยู่ตามต้องการโดยการกำหนดไดเรกทอรี่ของแหล่งข้อมูลภาพนั้นพร้อมชื่อไฟล์ในกรณีที่เปิดแฟ้มข้อมูลภาพจากแผ่นดิสก์ หรือกำหนดเพียงชื่อไฟล์ในกรณีที่ข้อมูลภาพอยู่ในฮาร์ดดิสก์

- Save เป็นการจัดเก็บข้อมูลภาพลงแฟ้มข้อมูลตาม ไดเรกทอรี่และชื่อที่กำหนดเมื่อต้องการเก็บข้อมูลภาพลงแผ่นดิสก์ หรือเป็นการเก็บข้อมูลภาพเข้าสู่ฮาร์ดดิสก์ เมื่อเรากำหนดเพียงชื่อไฟล์เท่านั้น

- Quit เป็นการออกจากโปรแกรมกลับเข้าสู่ดอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HARRIS SEMICONDUCTOR

CA3318C

CMOS Video Speed 8-Bit Flash A/D Converter

December 1993

Features

- CMOS Low Power with SOS Speed (150mW Typ.)
- Parallel Conversion Technique
- 15MHz Sampling Rate (67ns Conversion Time)
- 8-Bit Latched Tri-State Output with Overflow Bit
- ±1 LSB Accuracy (Typ.)
- Single Supply Voltage (4V to 7.5V)
- 2 Units in Series Allow 9-Bit Output
- 2 Units in Parallel Allow 30MHz Sampling Rate

Applications

- TV Video Digitizing (Industrial/Security/Broadcast)
- High-Speed A/D Conversion
- Ultrasound Signature Analysis
- Transient Signal Analysis
- High Energy Physics Research
- High Speed Oscilloscope Storage/Display
- General Purpose Hybrid ADCs
- Optical Character Recognition
- Radar Pulse Analysis
- Motion Signature Analysis
- µP Data Acquisition Systems

Description

The CA3318C is a CMOS parallel (FLASH) analog-to-digital converter designed for applications demanding both low power consumption and high speed digitization.

The CA3318 operates over a wide full scale input voltage range of 4V up to 7.5V with maximum power consumption depending upon the clock frequency selected. When operated from a 5V supply at a clock frequency of 15MHz, the typical power consumption of the CA3318 is 150mW.

The intrinsic high conversion rate makes the CA3318 ideally suited for digitizing high speed signals. The overflow bit makes possible the connection of two or more CA3318s in series to increase the resolution of the conversion system. A series connection of two CA3318s may be used to produce a 9-bit high speed converter. Operation of two CA3318s in parallel doubles the conversion speed (i.e., increases the sampling rate from 15MHz to 30MHz).

256 paralleled auto balanced voltage comparators measure the input voltage with respect to a known reference to produce the parallel bit outputs in the CA3318.

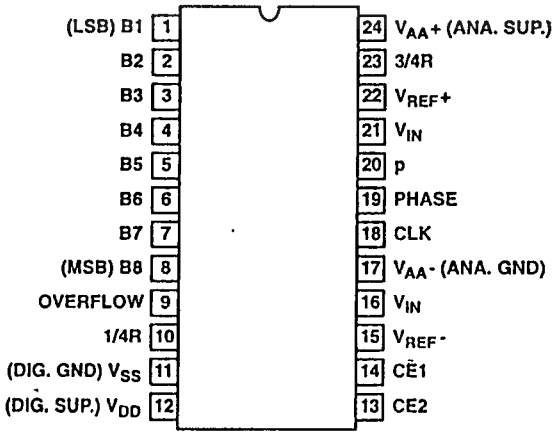
255 comparators are required to quantize all input voltage levels in this 8-bit converter, and the additional comparator is required for the overflow bit.

Ordering Information

PART NUMBER	LINEARITY (INL)	SAMPLING RATE	TEMPERATURE RANGE	PACKAGE
CA3318CE	±1.5 LSB	15MHz (67ns)	-40°C to +85°C	24 Lead Plastic DIP
CA3318CM	±1.5 LSB	15MHz (67ns)	-40°C to +85°C	24 Lead Plastic SOIC
CA3318CD	±1.5 LSB	15MHz (67ns)	-40°C to +85°C	24 Lead Ceramic DIP

Pinout

CA3318C (PDIP, CDIP, SOIC)
TOP VIEW



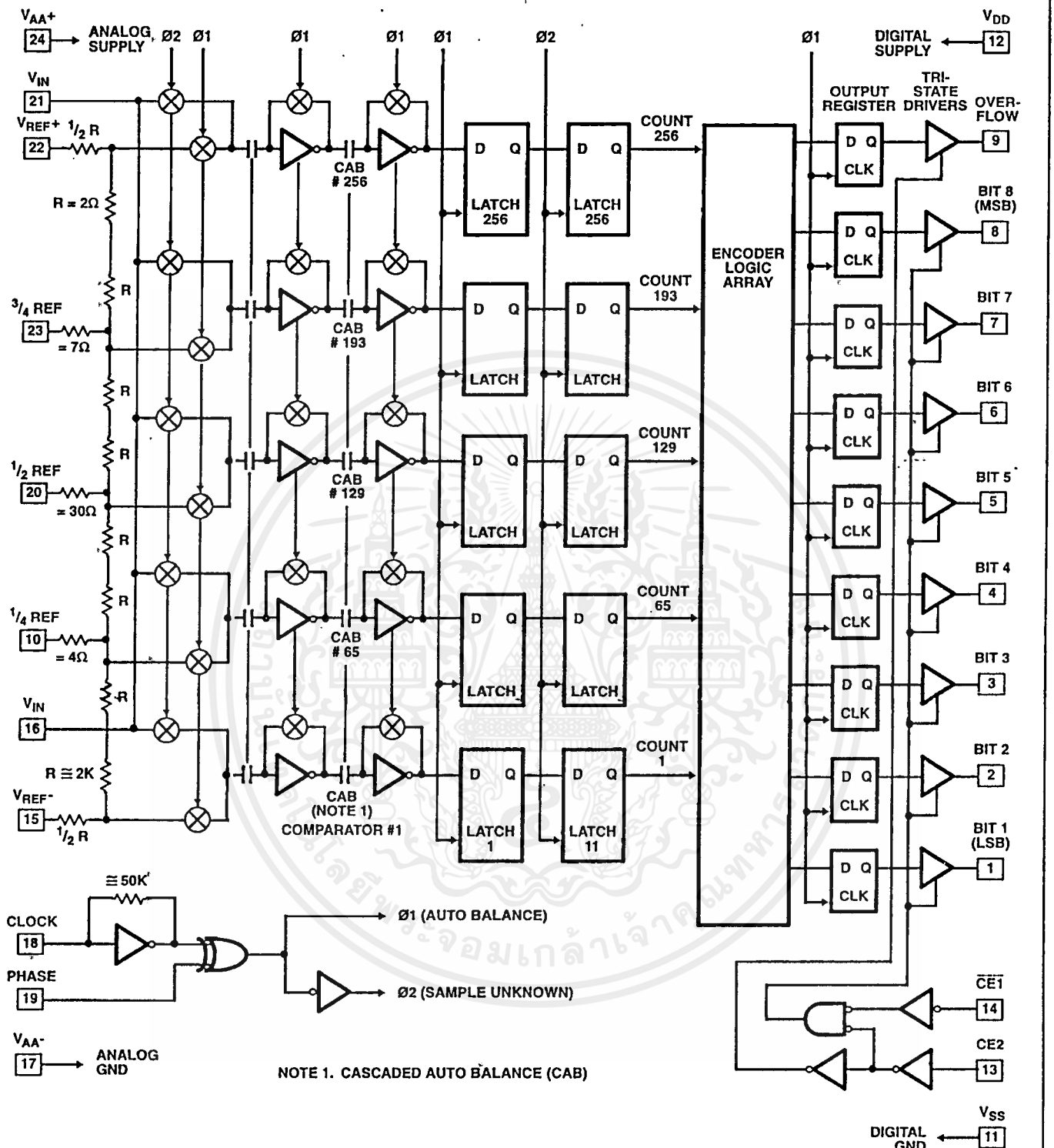
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge. Users should follow proper I.C. Handling Procedures.
Copyright © Harris Corporation 1993

File Number 3103

เอกสารนี้ห้ามลอกเลียน ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Block Diagram



NOTE 1. CASCADED AUTO BALANCE (CAB)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

DC Supply Voltage Range (V_{DD} or V_{AA}+) ..... -0.5V to +8V
(Referenced to V_{SS} or V_{AA}- Terminal, Whichever is More Negative)
Input Voltage Range
CE2 and $\overline{CE1}$ ..... V_{AA}- -0.5V to V_{DD} + 0.5V
Clock, Phase, V_{REF}-, $^1/_2$ Ref. ..... V_{AA}- -0.5V to V_{AA}+ + 0.5V
Clock, Phase, V_{REF}-, $^1/_4$ Ref. ..... V_{SS}- -0.5V to V_{DD} + 0.5V
V_{IN}, 3/4 REF, V_{REF}+ ..... V_{AA}- -0.5V to V_{AA}- + 7.5V
Output Voltage Range, ... V_{SS} - 0.5V to V_{DD} + 0.5V
Bits 1-8, Overflow (Outputs Off)
DC Input Current ..... ±20mA
Clock, Phase, $\overline{CE1}$, CE2, V_{IN}, Bits 1-8, Overflow
Operating Voltage Range (V_{DD} or V_{AA}+) ..... 4V Min to 7.5V Max
Recommended V_{AA}+ Operating Range ..... V_{DD} ± 1V
Recommended V_{AA}- Operating Range ..... V_{SS} ± 1V
Storage Temperature Range ..... -65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering 10s) ..... +265°C

Thermal Information

Thermal Resistance	θ_{JA}	θ_{JC}
Ceramic DIP Package	58°C/W	11°C/W
Plastic DIP Package	60°C/W	-
Plastic SOIC Package	75°C/W	-

Maximum Power Dissipation 0.67W
Operating Temperature Range (T_A) ..... -40°C to +85°C
Junction Temperature
Ceramic Package ..... +175°C
Plastic Package ..... +150°C

CAUTION: Stresses above those listed in "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress only rating and operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied.

Electrical Specifications

At +25°C, V_{AA}+ = V_{DD} = 5V, V_{REF}+ = 6.4V, V_{REF}- = V_{AA}- = V_{SS}, CLK = 15MHz, All Reference Points Adjusted, Unless Otherwise Specified.

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SYSTEM PERFORMANCE					
Resolution		8	-	-	Bits
Integral Linearity Error		-	-	± 1.5	LSB
Differential Linearity Error		-	-	+1, -0.8	LSB
Offset Error, Unadjusted	V_{IN} = V_{REF}- + 1/2 LSB	-0.5	4.5	6.4	LSB
Gain Error Unadjusted	V_{IN} = V_{REF}+ - 1/2 LSB	-1.5	0	1.5	LSB
DYNAMIC CHARACTERISTICS					
Maximum Input Bandwidth	(Note 1) CA3318C	2.5	5.0	-	MHz
Maximum Conversion Speed	CLK = Square Wave	15	17	-	MSPS
Signal to Noise Ratio (SNR) = RMS Signal / RMS Noise	F_S = 15MHz, f_{IN} = 100kHz	-	47	-	dB
	F_S = 15MHz, f_{IN} = 4MHz	-	43	-	dB
Signal to Noise Ratio (SINAD) = RMS Signal / RMS Noise+Distortion	F_S = 15MHz, f_{IN} = 100kHz	-	45	-	dB
	F_S = 15MHz, f_{IN} = 4MHz	-	35	-	dB
Total Harmonic Distortion, THD	F_S = 15MHz, f_{IN} = 100kHz	-	-46	-	dBc
	F_S = 15MHz, f_{IN} = 4MHz	-	-36	-	dBc
Effective Number of Bits (ENOB)	F_S = 15MHz, f_{IN} = 100kHz	-	7.2	-	Bits
	F_S = 15MHz, f_{IN} = 4MHz	-	5.5	-	Bits
Differential Gain Error	Unadjusted	-	2	-	%
Differential Phase Error	Unadjusted	-	1	-	%
ANALOG INPUTS					
Full Scale Range, V_{IN} and (V_{REF}+) - (V_{REF}-)	Notes 2, 4	4	-	7	V
Input Capacitance, V_{IN}		-	30	-	pF
Input Current, V_{IN}, (See Text)	V_{IN} = 5.0V, V_{REF}+ = 5.0V	-	-	3.5	mA
REFERENCE INPUTS					
Ladder Impedance		270	500	800	Ω

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Specifications At +25°C, $V_{AA}+ = V_{DD} = 5V$, $V_{REF}+ = 6.4V$, $V_{REF}- = V_{AA}- = V_{SS}$, CLK = 15MHz, All Reference Points Adjusted, Unless Otherwise Specified. **(Continued)**

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
DIGITAL INPUTS					
Low Level Input Voltage, V_{OL}					
$\overline{CE1}$, CE2	Note 4	-	-	$0.2V_{DD}$	V
Phase, CLK	Note 4	-	-	$0.2V_{AA}$	V
High Level Input Voltage, V_{IN}					
$\overline{CE1}$, CE2	Note 4	$0.7V_{DD}$	-	-	V
Phase, CLK	Note 4	$0.7V_{AA}$	-	-	V
Input Leakage Current, I_I (Except CLK Input	Note 3	-	±0.2	±5	µA
Input Capacitance, C_I		-	3	-	pF
DIGITAL OUTPUTS					
Output Low (Sink) Current	$V_O = 0.4V$	4	10	-	mA
Output High (Source) Current	$V_O = 4.5V$	-4	-6	-	mA
Tri-State Output Off-State Leakage Current, I_{OZ}		-	±0.2	±5	µA
Output Capacitance, C_O		-	4	-	pF
TIMING CHARACTERISTICS					
Auto Balance Time (ϕ1)		33	-	∞	ns
Sample Time (ϕ2)	Note 4	25	-	500	ns
Aperture Delay		-	15	-	ns
Aperture Jitter		-	100	-	ps
Data Valid Time, T_D	Note 4	-	50	65	ns
Data Hold Time, T_H	Note 4	25	40	-	ns
Output Enable Time, T_{EN}		-	18	-	ns
Output Disable Time, T_{DIS}		-	18	-	ns
POWER SUPPLY CHARACTERISTICS					
Device Current ($I_{DD}+ I_A$) (Excludes I_{REF})	Continuous Conversion (Note 4)	-	30	60	mA
	Auto Balance (ϕ1)	-	30	60	mA

NOTES:

1. A full scale sine wave input of greater than $F_{CLOCK}/2$ or the specified input bandwidth (whichever is less) may cause an erroneous code. The -3dB bandwidth for frequency response purposes is greater than 30MHz.
2. V_{IN} (Full Scale) or $V_{REF}+$ should not exceed $V_{AA}+ + 1.5V$ for accuracy.
3. The clock input is a CMOS inverter with a 50kΩ feedback resistor and may be AC coupled with $1V_{P-P}$ minimum source.
4. Parameter not tested, but guaranteed by design or characterization.

Timing Waveforms

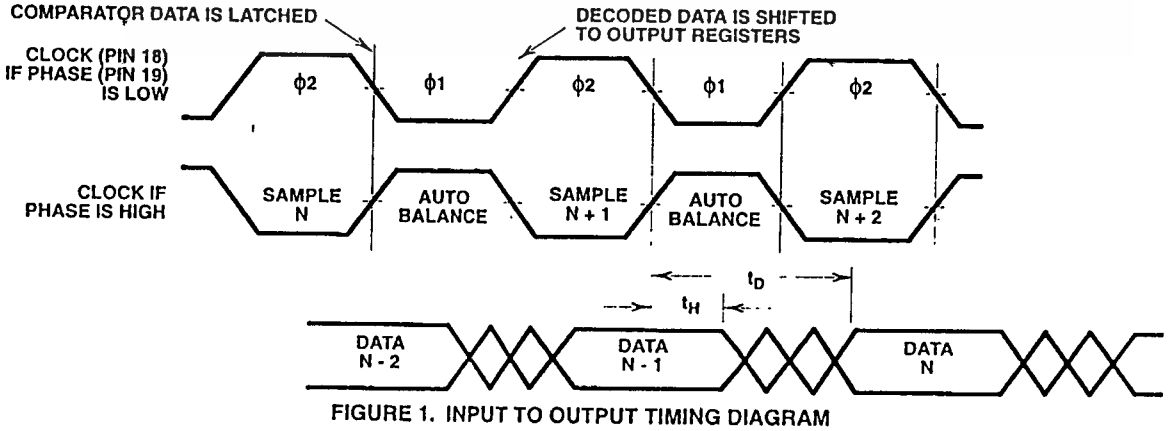


FIGURE 1. INPUT TO OUTPUT TIMING DIAGRAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Timing Waveforms (Continued)

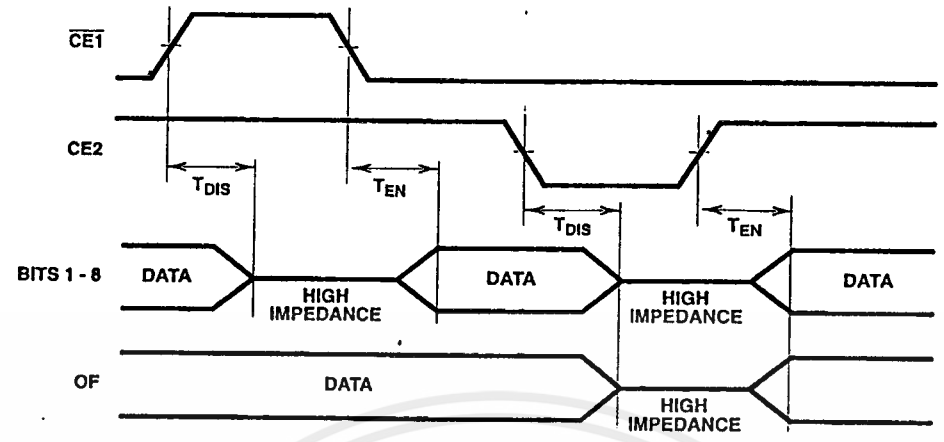


FIGURE 2. OUTPUT ENABLE TIMING DIAGRAM

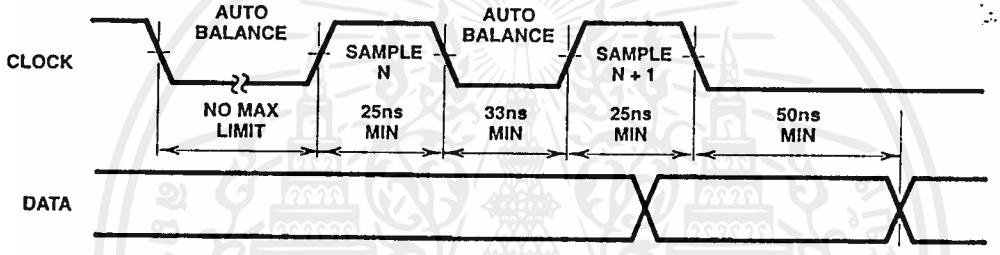


FIGURE 3A. STANDBY IN INDEFINITE AUTO BALANCE (SHOWN WITH PHASE = LOW)

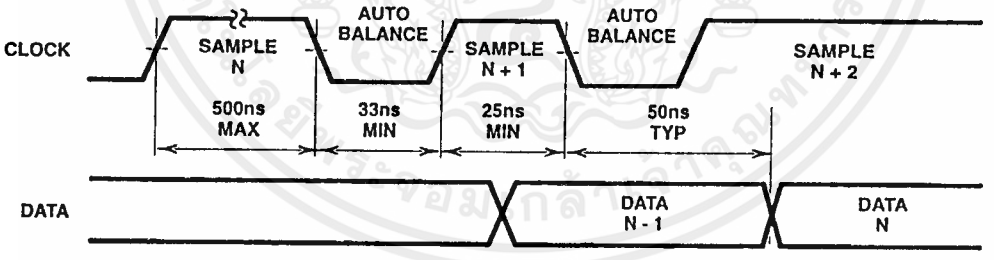


FIGURE 3B. STANDBY IN SAMPLE (SHOWN WITH PHASE = LOW)

FIGURE 3. PULSE MODE OPERATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Curves

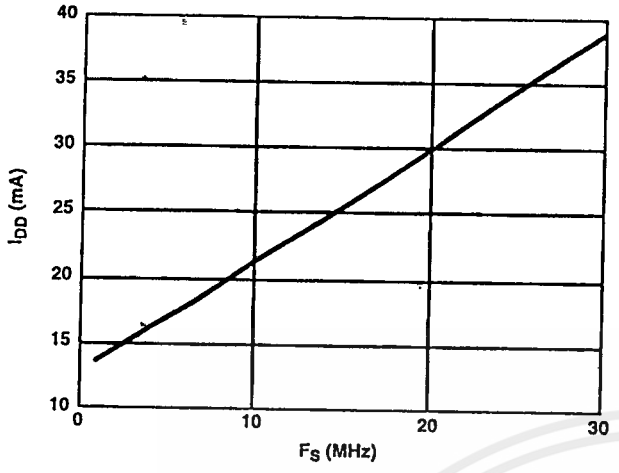


FIGURE 4. DEVICE CURRENT vs SAMPLE FREQUENCY

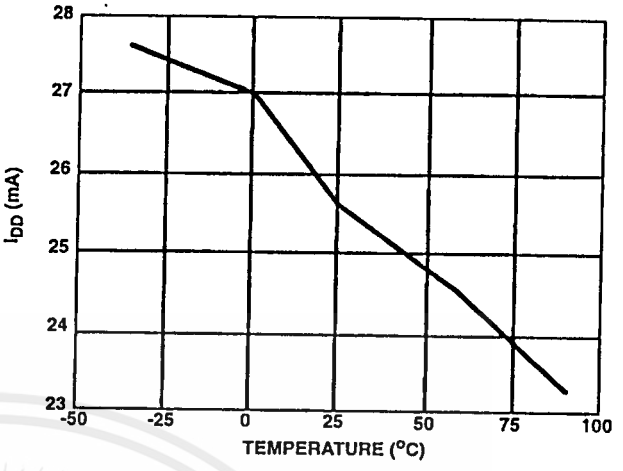


FIGURE 5. DEVICE CURRENT vs TEMPERATURE

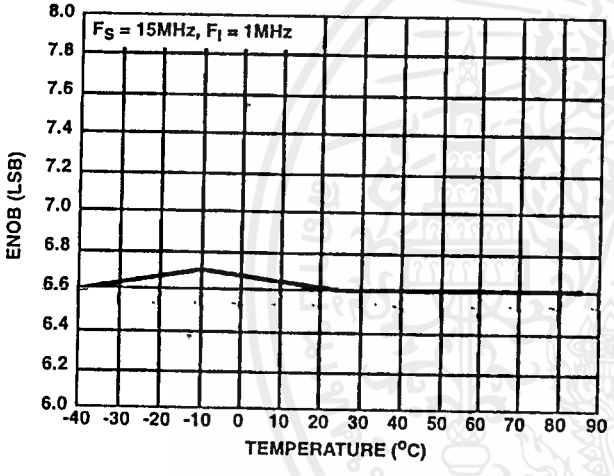


FIGURE 6. ENOB vs TEMPERATURE

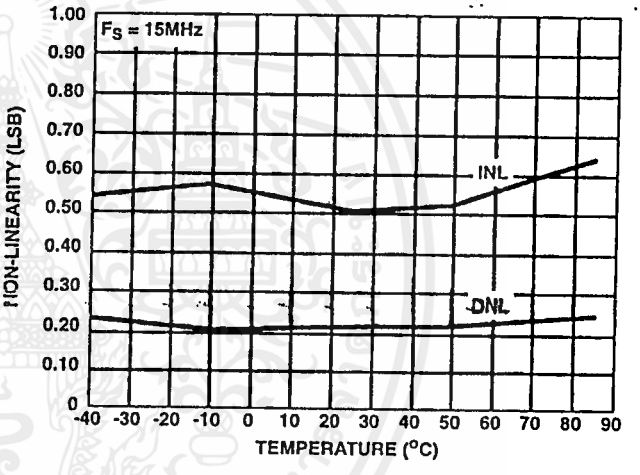


FIGURE 7. NON-LINEARITY vs TEMPERATURE

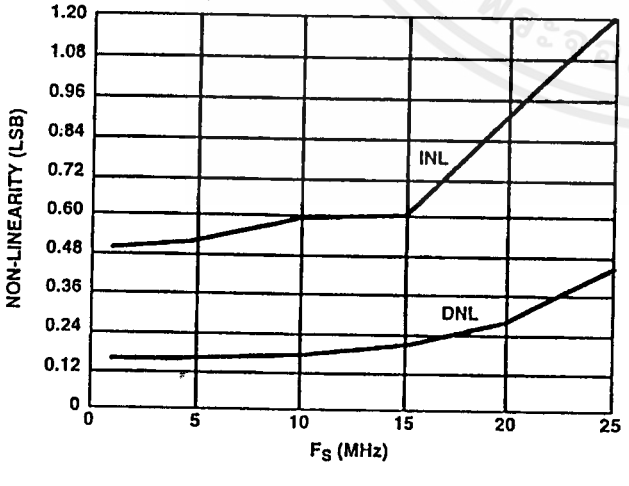


FIGURE 8. NON-LINEARITY vs SAMPLE FREQUENCY

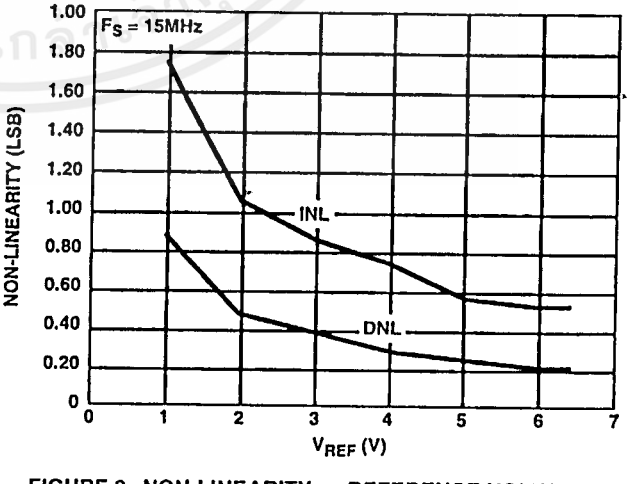


FIGURE 9. NON-LINEARITY vs REFERENCE VOLTAGE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Curves (Continued)

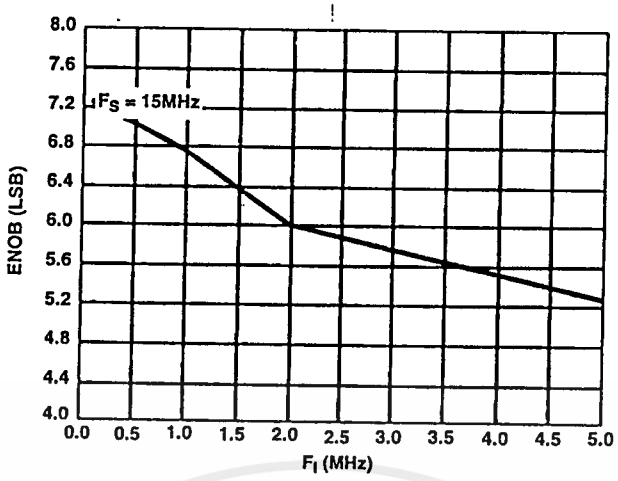


FIGURE 10. ENOB vs INPUT FREQUENCY

Pin Descriptions

PIN	NAME	DESCRIPTION	
1	B1	Bit 1 (LSB)	Output Data Bits (High = True)
2	B2	Bit 2	
3	B3	Bit 3	
4	B4	Bit 4	
5	B5	Bit 5	
6	B6	Bit 6	
7	B7	Bit 7	
8	B8	Bit 8 (MSB)	
9	OF	Overflow	
10	$^1/_4$ R	Reference Ladder $^1/_4$ Point	
11	V_{SS}	Digital Ground	
12	V_{DD}	Digital Power Supply, +5V	
13	CE2	Tri-State Output Enable Input, Active Low, See Truth Table.	
14	CE1	Tri-State Output Enable Input Active High. See Truth Table.	
15	V_{REF}-	Reference Voltage Negative Input	
16	V_{IN}	Analog Signal Input	
17	V_{AA}-	Analog Ground	
18	CLK	Clock Input	
19	PHASE	Sample clock phase control input. When PHASE is low, "Sample Unknown" occurs when the clock is low and "Auto Balance" occurs when the clock is high (see text).	
20	$^1/_2$ R	Reference Ladder Midpoint	
21	V_{IN}	Analog Signal Input	
22	V_{REF}+	Reference Voltage Positive Input	
23	$^3/_4$ R	Reference Ladder $^3/_4$ Point	
24	V_{AA}+	Analog Power Supply, +5V	

CHIP ENABLE TRUTH TABLE

CE1	CE2	B1 - B8	OF
0	1	Valid	Valid
1	1	Tri-State	Valid
X	0	Tri-State	Tri-State

X = Don't Care

Theory of Operation

A sequential parallel technique is used by the CA3318 converter to obtain its high speed operation. The sequence consists of the "Auto-Balance" phase, $\phi 1$, and the "Sample Unknown" phase, $\phi 2$. (Refer to the circuit diagram.) Each conversion takes one clock cycle*. With the phase control (pin 19) high, the "Auto-Balance" ($\phi 1$) occurs during the high period of the clock cycle, and the "Sample Unknown" ($\phi 2$) occurs during the low period of the clock cycle.

* The device requires only a single phase clock The terminology of $\phi 1$ and $\phi 2$ refers to the high and low periods of the same clock.

During the "Auto-Balance" phase, a transmission switch is used to connect each of the first set of 256 commutating capacitors to their associated ladder reference tap. Those tap voltages will be as follows:

$$V_{TAP}(N) = [(N/256)\,V_{REF}] - (1/512)\,V_{REF}]$$
$$= [(2N - 1)/512]\,V_{REF}$$

Where:

V_{TAP} (n) = reference ladder tap voltage at point n.
V_{REF} = voltage across V_{REF}- to V_{REF}+
N = tap number (1 through 256)

The other side of these capacitors are connected to single-stage amplifiers whose outputs are shorted to their inputs by switches. This balances the amplifiers at their intrinsic trip points, which is approximately (V_{AA}+ - V_{AA}-)/2. The first set of capacitors now charges to their associated tap voltages.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

At the same time a second set of commutating capacitors and amplifiers is also auto-balanced. The balancing of the second-stage amplifier at its intrinsic trip point removes any tracking differences between the first and second amplifier stages. The cascaded auto-balance (CAB) technique, used here, increases comparator sensitivity and temperature tracking.

In the "Sample Unknown" phase, all ladder tap switches and comparator shorting switches are opened. At the same time V_{IN} is switched to the first set of commutating capacitors. Since the other end of the capacitors are now looking into an effectively open circuit, any input voltage that differs from the previous tap voltage will appear as a voltage shift at the comparator amplifiers. All comparators that had tap voltages greater than V_{IN} will go to a "high" state at their outputs. All comparators that had tap voltages lower than V_{IN} will go to a "low" state.

The status of all these comparator amplifiers is AC coupled through the second-stage comparator and stored at the end of this phase ($\phi 2$) by a latching amplifier stage. The latch feeds a second latching stage, triggered at the end of $\phi 1$. This delay allows comparators extra settling time. The status of the comparators is decoded by a 256 to 9-bit decoder array, and the results are clocked into a storage register at the end of the next $\phi 2$.

A 3-stage buffer is used at the output of the 9 storage registers which are controlled by two chip-enable signals. $\overline{CE1}$ will independently disable B1 through B6 when it is in a high state. CE2 will independently disable B1 through B8 and the OF buffers when it is in the low state.

To facilitate usage of this device, a phase control input is provided which can effectively complement the clock as it enters the chip.

Continuous-Clock Operation

One complete conversion cycle can be traced through the CA3318 via the following steps. (Refer to timing diagram.) With the phase control in a "low" state, the rising edge of the clock input will start a "sample" phase. During this entire "high" state of the clock, the comparators will track the input voltage and the first-stage latches will track the comparator outputs. At the falling edge of the clock, all 256 comparator outputs are captured by the 256 latches. This ends the "sample" phase and starts the "auto-balance" phase for the comparators. During this "low" state of the clock, the output of the latches settles and is captured by a second row of latches when the clock returns high. The second-stage latch output propagates through the decode array, and a 9-bit code appears at the D inputs of the output registers. On the next falling edge of the clock, this 9-bit code is shifted into the output registers and appears with time delay t_D as valid data at the output of the tri-state drivers. This also marks the end of the next "sample" phase, thereby repeating the conversion process for this next cycle.

Pulse-Mode Operation

The CA3318 needs two of the same polarity clock edges to complete a conversion cycle: If, for instance, a negative going clock edge ends sample "N", then data "N" will appear after the next negative going edge. Because of this requirement, and because there is a maximum sample time of 500ns (due to capacitor droop), most pulse or intermittent sample applications will require double clock pulsing.

If an indefinite standby state is desired, standby should be in auto-balance, and the operation would be as in Figure 3A.

If the standby state is known to last less than 500ns and lowest average power is desired, then operation could be as in Figure 3B.

Increased Accuracy

In most cases the accuracy of the CA3318 should be sufficient without any adjustments. In applications where accuracy is of utmost importance, five adjustments can be made to obtain better accuracy, i.e., offset trim; gain trim; and $^1/_4$, $^1/_2$ and $^3/_4$ point trim.

Offset Trim

In general, offset correction can be done in the preamp circuitry by introducing a dc shift to V_{IN} or by the offset trim of the op amp. When this is not possible the V_{REF}- input can be adjusted to produce an offset trim. The theoretical input voltage to produce the first transition is $^1/_2$ LSB. The equation is as follows:

$$V_{IN} \text{ (0 to 1 transition)} = {}^1/_2 \text{ LSB} = {}^1/_2 (V_{REF}/256)$$
$$= V_{REF}/512$$

If V_{IN} for the first transition is less than the theoretical, then a single-turn 50Ω pot connected between V_{REF}- and ground will accomplish the adjustment. Set V_{IN} to 1/2 LSB and trim the pot until the 0-to-1 transition occurs.

If V_{IN} for the first transition is greater than the theoretical, then the 50Ω pot should be connected between V_{REF}- and a negative voltage of about 2 LSB's. The trim procedure is as stated previously.

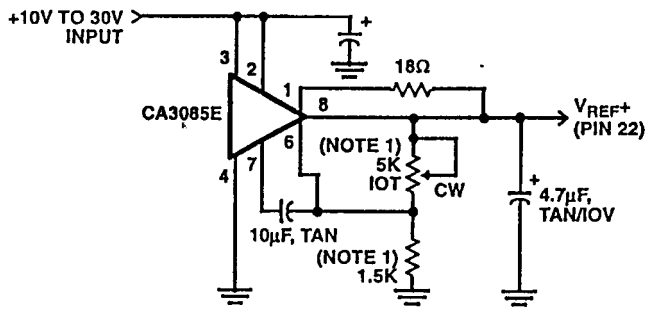
Gain Trim

In general, the gain trim can also be done in the preamp circuitry by introducing a gain adjustment for the op amp. When this is not possible, then a gain adjustment circuit should be made to adjust the reference voltage. To perform this trim, V_{IN} should be set to the 255 to overflow transition. That voltage is $^1/_3$ LSB less than V_{REF}+ and is calculated as follows:

$$V_{IN} \text{ (255 to 256 transition)} = V_{REF} - V_{REF}/512$$
$$= V_{REF}(511/512)$$

To perform the gain trim, first do the offset trim and then apply the required V_{IN} for the 255 to overflow transition. Now adjust V_{REF}+ until that transition occurs on the outputs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

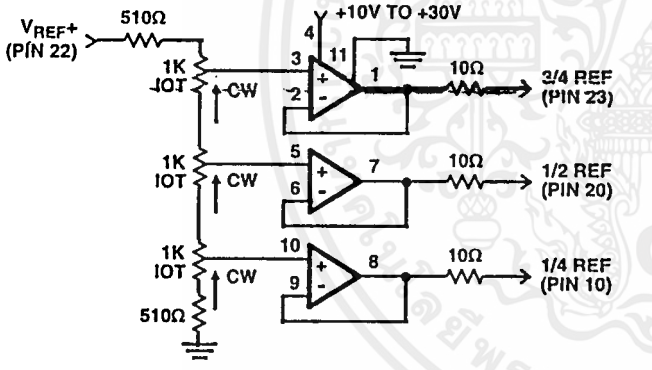


NOTE: Bypass V_{REF}+ to analog GND near A/D with 0.1µF ceramic cap. Parts noted should have low temperature drift.

FIGURE 11. TYPICAL VOLTAGE REFERENCE SOURCE FOR DRIVING V_{REF}+ INPUT

$^1/_4$ Point Trims

The $^1/_4$, $^1/_2$ and $^3/_4$ points on the reference ladder are brought out for linearity adjusting or if the user wishes to create a nonlinear transfer function. The $^1/_4$ points can be driven by the reference drivers shown (Figure 12) or by 2-K pots connected between V_{REF}+ and V_{REF}-. The $^1/_2$ (mid-) point should be set first by applying an input of 257/512 x (V_{REF}) and adjusting for an output changing from 128 to 129. Similarly the $^1/_4$ and $^3/_4$ points can be set with inputs of 129/512 and 385/512 x (V_{REF}) and adjusting for counts of 192 to 193 and 64 to 65. (Note that the points are actually $^1/_4$, $^1/_2$ and $^3/_4$ of full scale +1 LSB.)



NOTES:

1. All Op Amps = $^3/_4$ CA324E
2. Bypass all reference points to analog ground near A/D with 0.1µF ceramic caps.
3. Adjust V_{REF}+ first, then $^1/_3$, $^3/_4$ and $^1/_4$ points.

FIGURE 12. TYPICAL 1/4 POINT DRIVERS FOR ADJUSTING LINEARITY (USE FOR MAXIMUM LINEARITY)

9-Bit Resolution

To obtain 9-bit resolution, two CA3318's can be wired together. Necessary ingredients include an open-ended ladder network, an overflow indicator, tri-state outputs, and chip-enable controls—all of which are available on the CA3318.

The first step for connecting a 9-bit circuit is to totem-pole the ladder networks, as illustrated in Figure 13. Since the absolute resistance value of each ladder may vary, external trim of the mid-reference voltage may be required.

The overflow output of the lower device now becomes the ninth bit. When it goes high, all counts must come from the upper device. When it goes low, all counts must come from the lower device. This is done simply by connecting the lower overflow signal to the $\overline{CE1}$ control of the lower A/D converter and the CE2 control of the upper A/D converter. The tri-state outputs of the two devices (bits 1 through 8) are now connected in parallel to complete the circuitry. The complete circuit for a 9-bit A/D converter is shown in Figure 14.

Grounding/Bypassing

The analog and digital supply grounds of a system should be kept separate and only connected at the A/D. This keeps digital ground noise out of the analog data to be converted. Reference drivers, input amps, reference taps, and the V_{AA} supply should be bypassed at the A/D to the analog side of the ground. See Figure 15 for a block diagram of this concept. All capacitors shown should be low impedance 0.1µF ceramics and should be mounted as close to the A/D as possible. If V_{AA}+ is derived from V_{DD}, a small (10Ω resistor or inductor and additional filtering (4.7µF tantalum) may be used to keep digital noise out of the analog system.

Input Loading

The CA3318 outputs a current pulse to the V_{IN} terminal at the start of every sample period. This is due to capacitor charging and switch feedthrough and varies with input voltage and sampling rate. The signal source must be capable of recovering from the pulse before the end of the sample period to guarantee a valid signal for the A/D to convert. Suitable high speed amplifiers include the HA-5033, HA-2542; and CA3450. Figure 16 is an example of an amplifier which recovers fast enough for sampling at 15MHz.

Output Loading

The CMOS digital output stage, although capable of driving large loads, will reflect these loads into the local ground. It is recommended that a local QMOS buffer such as CD74HC541 E be used to isolate capacitive loads.

Definitions

Dynamic Performance Definitions

Fast Fourier Transform (FFT) techniques are used to evaluate the dynamic performance of the converter. A low distortion sine wave is applied to the input, it is sampled, and the output is stored in RAM. The data is then transformed into the frequency domain with a 4096 point FFT and analyzed to evaluate the dynamic performance of the A/D. The sine wave input to the part is -0.5dB down from fullscale for all these tests.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Signal-to-Noise (SNR)

SNR is the measured RMS signal to RMS noise at a specified input and sampling frequency. The noise is the RMS sum of all of the spectral components except the fundamental and the first five harmonics.

Signal-to-Noise + Distortion Ratio (SINAD)

SINAD is the measured RMS signal to RMS sum of all other spectral components below the Nyquist frequency excluding DC.

Effective Number of Bits (ENOB)

The effective number of bits (ENOB) is derived from the SINAD data. ENOB is calculated from:

$$ENOB = (SINAD - 1.76 + V_{CORR})/6.02$$

where: $V_{CORR} = 0.5dB$

Total Harmonic Distortion (THD)

THD is the ratio of the RMS sum of the first 5 harmonic components to the RMS value of the measured input signal.

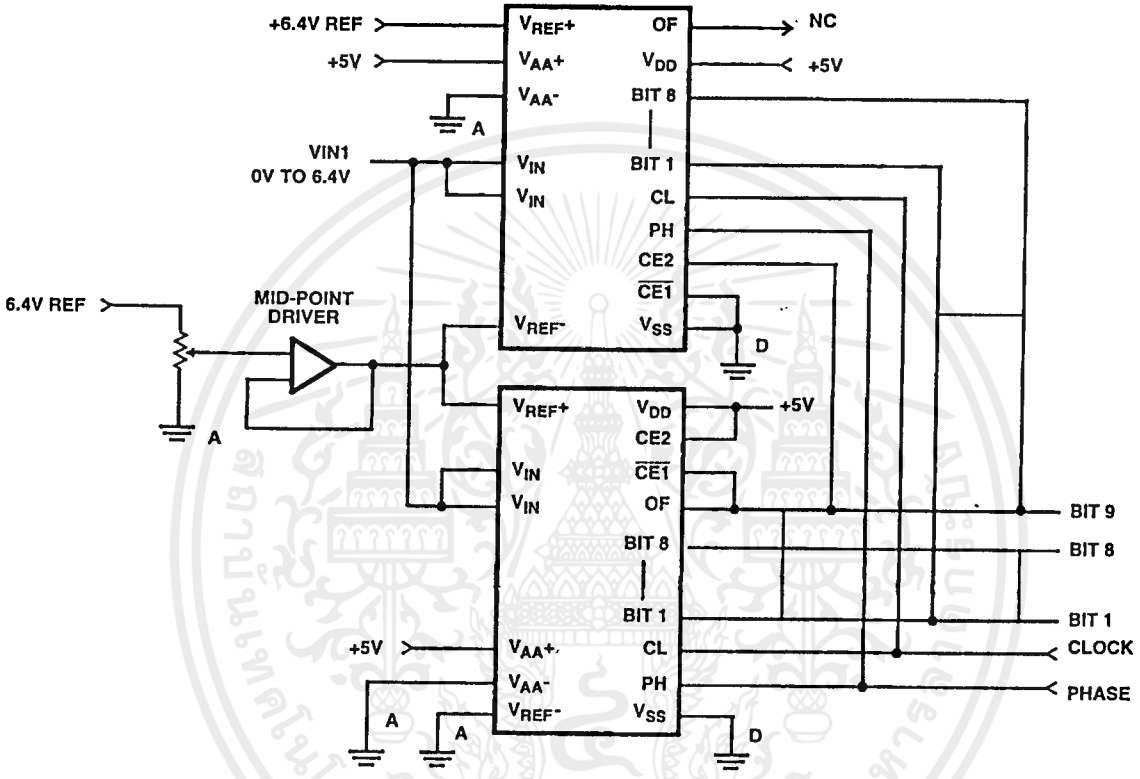


FIGURE 13. USING TWO CA3318s FOR 9-BIT RESOLUTION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

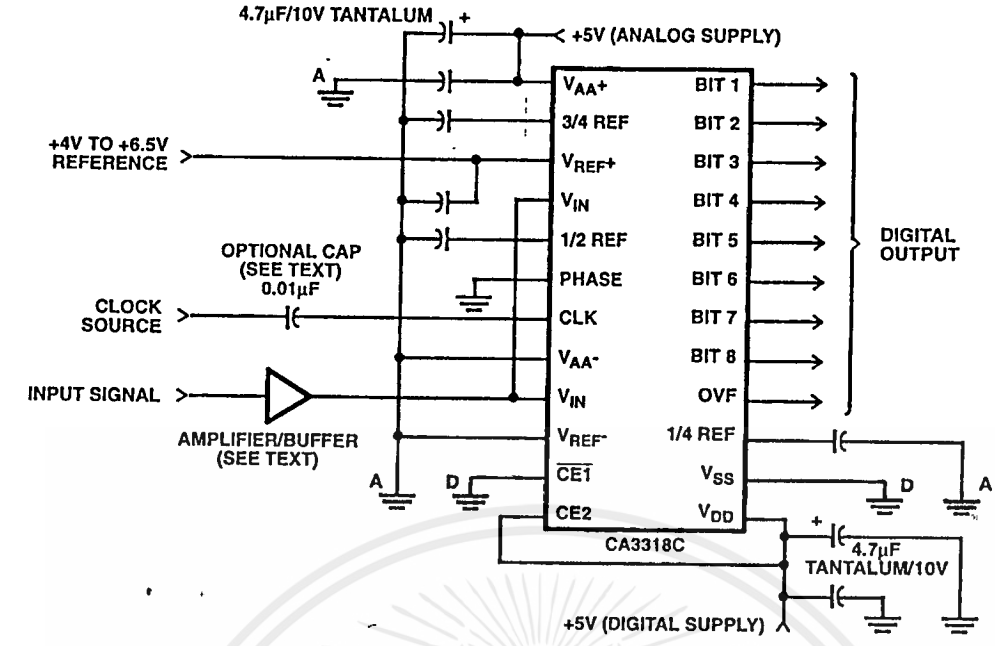


FIGURE 14. TYPICAL CIRCUIT CONFIGURATION FOR THE CA3318 WITH NO LINEARITY ADJUST

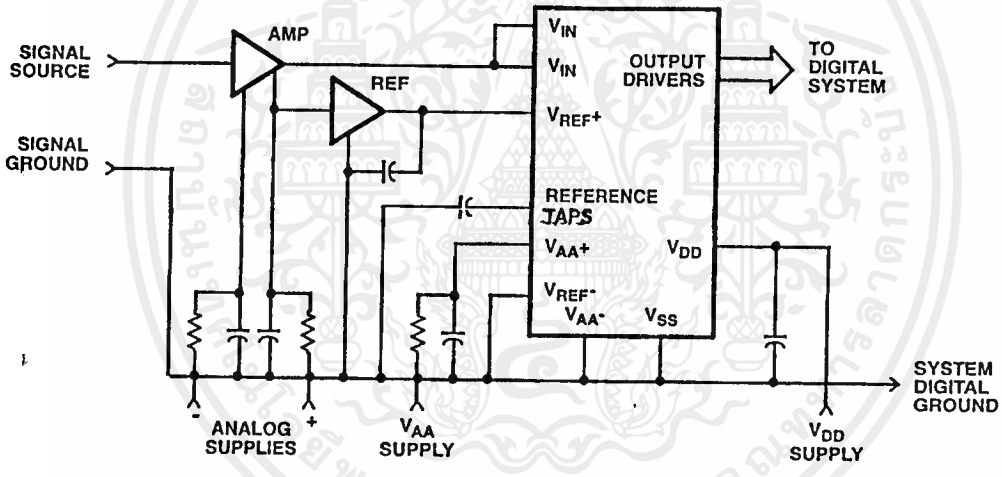
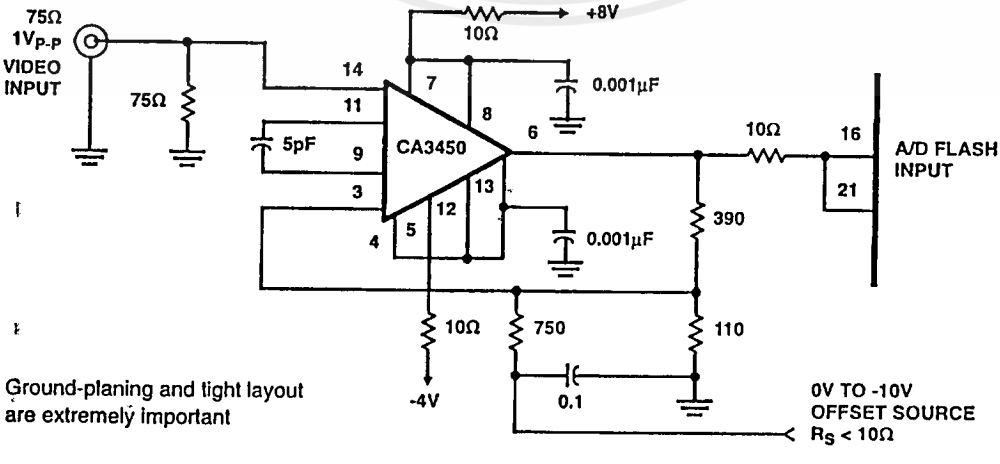


FIGURE 15. TYPICAL SYSTEM GROUNDING/BYPASSING



NOTE: Ground-planing and tight layout are extremely important

FIGURE 16. TYPICAL HIGH BANDWIDTH AMPLIFIER FOR DRIVING THE CA3318

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 1. OUTPUT CODE TABLE

CODE DESCRIPTION	INPUT VOLTAGE (NOTE 1)		BINARY OUTPUT CODE									DECIMAL COUNT
	V_{REF} 6.40V (V)	V_{REF} 5.12V (V)	OF	MSB B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	LSB B1	
Zero	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 LSB	0.025	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2 LSB	0.05	0.04	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
•	•	•					•					•
•	•	•					•					•
•	•	•					•					•
1/4 Full Scale	1.60	1.28	0	0	1	0	0	0	0	0	0	64
•	•	•					•					•
•	•	•					•					•
•	•	•					•					•
1/2 Full Scale - 1 LSB	3.175	2.54	0	0	1	1	1	1	1	1	1	127
1/2 Full Scale	3.20	2.56	0	1	0	0	0	0	0	0	0	128
1/2 Full Scale + 1 LSB	3.225	2.58	0	1	0	0	0	0	0	0	1	129
•	•	•					•					•
•	•	•					•					•
•	•	•					•					•
3/4 Full Scale	4.80	3.84	0	1	1	0	0	0	0	0	0	192
•	•	•					•					•
•	•	•					•					•
•	•	•					•					•
Full Scale - 1 LSB	6.35	5.08	0	1	1	1	1	1	1	1	0	254
Full Scale	6.375	5.10	0	1	1	1	1	1	1	1	1	255
Over Flow	6.40	5.12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	511

NOTE: 1. The voltages listed above are the ideal centers of each output code shown as a function of its associated reference voltage.

Reducing Power

Most power is consumed while in the auto-balance state. When operating at lower than 15MHz clock speed, power can be reduced by stretching the sample ($\phi 2$) time. The constraints are a minimum balance time ($\phi 1$) of 33ns, and a maximum sample time of 500ns. Longer sample times cause droop in the auto-balance capacitors. Power can also be reduced in the reference string by switching the reference on only during auto-balance.

Clock Input

The Clock and Phase inputs feed buffers referenced to $V_{AA}+$ and $V_{AA}-$. Phase should be tied to one of these two potentials, while the clock (if DC coupled) should be driven at least from 0.2 to 0.7 x ($V_{AA}+ - V_{AA}-$). The clock may also be AC coupled with at least a 1 V_{P-P} swing. This allows TTL drive levels or 5V QMOS levels when $V_{AA}+$ is greater than 5V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปรแกรมควบคุมภาษา C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include"vesa.c"
#include<stdio.h>
#include<mem.h>
#include<alloc.h>
#include<stdlib.h>
#include<graphics.h>
#include<dos.h>
#include<conio.h>
#define NO_CHOICE 5 /* number of choice in each menu */
#define NO_MENU 5   /* number of menus */
#define UP_ARROW  0x4800 /* scan code (16 bits) for up arrow */
#define DOWN_ARROW  0x5000    /* "----------------------" down arrow */
#define LEFT_ARROW  0x4B00    /* "----------------------" left arrow */
#define RIGHT_ARROW  0x4D00   /* "----------------------" right arrow */
#define ENTER 0x1C0D     /* "----------------------" return key */
#define ESCAPE 0x011B         /* "----------------------" escape key */

typedef struct heading { /* data structure of choice heading */
          char *choice;
          };

/* data structure of menu */
typedef struct menu_struct {
          int frame[4];              /* 4 parameter for drawing menu frame
          int row[NO_CHOICE];        /* x-value of each choice */
          int col;                /* y-value of each choice */
          struct heading item[NO_CHOICE];    /* index of each time */
          int last_choice;           /* the last choice of each menu */
          };


void Initialize_Graphics_Mode(char huge *p);
void Close_Graphics_Mode(void);
void EXIT(char huge *p);

void Draw_Rectangle(int lt,int tp,int rt,int bt);
void Draw_Fill_Rectangle(int lt,int tp,int rt,int bt);
void Erase_Fill_Rectangle(int lt,int tp,int rt,int bt);
void Set_Fill_Pattern(int pattern,int color);
void Set_Color(int color);
void Out_Text_XY(int x,int y,char text[]);
int Get_Max_X(void);
int Get_Max_Y(void);

void Menu(char huge *p);
void Menu_Assignment(void);
void Display_Head_Main_Menu(int main_no);
void Display_Main_Menu(int main_no);
void Display_Menu(int menu_no);
void Select_Main_Menu(int main_menu_no,char huge *p);
void Select_Menu(int menu_no,int choice_no,char huge *p);
void Unselect_Menu(int menu_no,int choice_no);
int Read_Key(int key);
void Inverse(int menu_no,int choice_no);
void Normal(int menu_no,int choice_no);
void Open(char huge *po);
void Save(char huge *ps);
void New(char huge *pn);
void Manage_Data_To_Reserve1(char huge *pm1,char huge *pm2);
void Manage_Data_To_Reserve2(char huge *pm1,char huge *pm2);
void Displayimage(char huge *pim);
void Negative(char huge *pt);

void Do_Choice(void);
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved
ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/* structure of menus */
struct menu_struct menus[NO_MENU];

int start=5,
     one_choice_width=20;

main()
{    char huge *p;
unsigned char x;
int y;
p = (char huge *)farmalloc(262144);
if(p==NULL)
{ printf("Program cannot run because memory is not enough");
  getch();
  EXIT(p);
}
Menu(p);
return;
}

void Menu(char huge *p)
{   Initialize_Graphics_Mode(p);
     Menu_Assignment();
     Display_Head_Main_Menu(0);
     Select_Main_Menu(0,p);
     Close_Graphics_Mode();
     return;
}

void Initialize_Graphics_Mode(char huge *p)
{   /* request auto detection */
     int gdriver = DETECT,gmode,errorcode;
     /* initialize graphics mode */
     initgraph(&gdriver,&gmode,"");
     /* check if error */
     errorcode = graphresult();
     if(errorcode!=grOk)       /* an error occur */
     {    printf("Graphics error : %s\n",grapherrormsg(errorcode));
     printf("Press any key to exit.");
     getch();
     EXIT(p);                  /* return with error code */
     }
}

void Close_Graphics_Mode(void)
{   closegraph();  }

void Draw_Rectangle(int lt,int tp,int rt,int bt)
{   rectangle(lt,tp,rt,bt);   }

void Draw_Fill_Rectangle(int lt,int tp,int rt,int bt)
{   Set_Fill_Pattern(1,9);
     bar(lt,tp,rt,bt);     }

void Erase_Fill_Rectangle(int lt,int tp,int rt,int bt)
{   Set_Fill_Pattern(1,0);
     bar(lt,tp,rt,bt);     }

void Set_Fill_Pattern(int pattern,int color)
{   setfillstyle(pattern,color);    }

void Out_Text_XY(int x,int y,char text[])
{   outtextxy(x,y,text);    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void Set_Color(int color)
{   setcolor(color);    }

int Get_Max_X(void)
{   return(getmaxx());    }

int Get_Max_Y(void)
{   return(getmaxy());    }

void Menu_Assignment(void)
{   int one_part;
     one_part = (Get_Max_X()/NO_MENU);

     /* assign menu no.0 menu File */
     menus[0].frame[0] = start;   /*start = 5*/
     menus[0].frame[1] = one_choice_width;  /* one choice width = 20 */
     menus[0].frame[2] = start+one_part;
     menus[0].frame[3] = one_choice_width+one_choice_width*4;
     menus[0].row[0] = 6;
     menus[0].row[1] = 26;
     menus[0].row[2] = 46;
     menus[0].row[3] = 66;
     menus[0].row[4] = 86;

     menus[0].col = start;
     start += one_part;

     menus[0].item[0].choice = " File";
     menus[0].item[1].choice = " New";
     menus[0].item[2].choice = " Open";
     menus[0].item[3].choice = " Save";
     menus[0].item[4].choice = " Quit";

     menus[0].last_choice = 4;

     /* assign menu no.1 menu Edit */
     menus[1].frame[0] = start;
     menus[1].frame[1] = one_choice_width;
     menus[1].frame[2] = start+one_part;
     menus[1].frame[3] = one_choice_width+one_choice_width*4;
     menus[1].row[0] = 6;
     menus[1].row[1] = 26;
     menus[1].row[2] = 46;
     menus[1].row[3] = 66;
     menus[1].row[4] = 86;

     menus[1].col = start;
     start += one_part;

     menus[1].item[0].choice = " Edit";
     menus[1].item[1].choice = " Cut";
     menus[1].item[2].choice = " Copy";
     menus[1].item[3].choice = " Paste";
     menus[1].item[4].choice = " Clear";

     menus[1].last_choice = 4;

     /* assign menu no. 2 menu About */
     menus[2].frame[0] = start;
     menus[2].frame[1] = one_choice_width;
     menus[2].frame[2] = start+one_part;
     menus[2].frame[3] = one_choice_width+one_choice_width*2;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    menus[2].row[0] = 6;
    menus[2].row[1] = 26;
    menus[2].row[2] = 46;
    menus[2].row[3] = 66;
    menus[2].row[4] = 86;

    menus[2].col = start;
    start += one_part;

    menus[2].item[0].choice = " About";
    menus[2].item[1].choice = " Information";
    menus[2].item[2].choice = " Programmers";
    menus[2].item[3].choice = "";
    menus[2].item[4].choice = "";
    menus[2].last_choice = 2;

    /* assign menu no. 3 menu Transformation */
    menus[3].frame[0] = start;
    menus[3].frame[1] = one_choice_width;
    menus[3].frame[2] = start+one_part;
    menus[3].frame[3] = one_choice_width+one_choice_width*3;

    menus[3].row[0] = 6;
    menus[3].row[1] = 26;
    menus[3].row[2] = 46;
    menus[3].row[3] = 66;
    menus[3].row[4] = 86;

    menus[3].col = start;
    start += one_part;

    menus[3].item[0].choice = " Transformation";
    menus[3].item[1].choice = " Negative";
    menus[3].item[2].choice = " Scaling";
    menus[3].item[3].choice = " Rotation";
    menus[3].item[4].choice = "";

    menus[3].last_choice = 3;

    /* assign menu no. 4 menu Help */
    menus[4].frame[0] = start;
    menus[4].frame[1] = one_choice_width;
    menus[4].frame[2] = start+one_part-1;
    menus[4].frame[3] = one_choice_width+one_choice_width*2;

    menus[4].row[0] = 6;
    menus[4].row[1] = 26;
    menus[4].row[2] = 46;
    menus[4].row[3] = 66;


    menus[4].col = start;
    start += one_part;

    menus[4].item[0].choice = " Help";
    menus[4].item[1].choice = " Contents";
    menus[4].item[2].choice = " Index";
    menus[4].item[3].choice = "";
    menus[4].item[4].choice = "";

    menus[4].last_choice = 2;
}

void Display_Head_Main_Menu(int main_no)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{  Draw_Fill_Rectangle(menus[main_no].col+2,menus[main_no].row[0],
                  menus[main_no].col+124,menus[main_no].row[0]+10);
   Display_Main_Menu(main_no);
   Out_Text_XY(1,373,"File Name");
   Draw_Rectangle(1,383,210,403);
   Out_Text_XY(1,425,"Message");
   Draw_Rectangle(1,435,210,455);
}

void Display_Main_Menu(int main_no)
{  int i;
     /* draw main menu border */
   bar(0,0,Get_Max_X(),19);
   Set_Fill_Pattern(1,14);
      bar(menus[main_no].col,3,menus[main_no].col+124,16);
   /* draw heading */
   setcolor(LIGHTRED);
   for(i=0;i<NO_MENU;i++)
   {  Out_Text_XY(menus[i].col,menus[i].row[0],menus[i].item[0].choice);
   }
   setcolor(WHITE);
}

void Select_Main_Menu(int main_menu_no,char huge *p)
{  int new_main_menu_no,z;
   Set_Fill_Pattern(1,3);

   Display_Head_Main_Menu(main_menu_no);
   for(;;)
   {      z=Read_Key(0);
     switch(z)
     {    case LEFT_ARROW  : if(main_menu_no == 0)  new_main_menu_no = NC
                        else  new_main_menu_no = main_menu_no-1;
                        Normal(main_menu_no,0);
                        Select_Main_Menu(new_main_menu_no,p);
                        break;
          case RIGHT_ARROW : if(main_menu_no == 4)  new_main_menu_no = 0
                        else new_main_menu_no = main_menu_no+1;
                        Normal(main_menu_no,0);
                        Select_Main_Menu(new_main_menu_no,p);
                        break;
          case DOWN_ARROW  :
          case ENTER       : Select_Menu(main_menu_no,1,p);
                        break;
          case ESCAPE      : EXIT(p);
                        break;
     }
   }
}

void Display_Menu(int menu_no)       /* display sub-menu */
{  int i;
   Draw_Rectangle(menus[menu_no].frame[0],menus[menu_no].frame[1],
           menus[menu_no].frame[2],menus[menu_no].frame[3]);
   for(i=1;i<NO_CHOICE;i++)
     Out_Text_XY(menus[menu_no].col,menus[menu_no].row[i],
              menus[menu_no].item[i].choice);
}

/* select sub-menu */
void Select_Menu(int menu_no,int choice_no,char huge *p)
{  int new_menu_no,new_choice_no = 0;
   int i;
   /* default menu */
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ขอสงวนสิทธิ์ในการเก็บรักษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Display_Head_Main_Menu(menu_no);
Display_Menu(menu_no);
Inverse(menu_no,choice_no);
for(;;)
{ i = Read_Key(0);      /* read key board */
  switch(i)
  {  case  LEFT_ARROW : if(menu_no == 0)
                  new_menu_no = NO_MENU-1;
                   else new_menu_no = menu_no-1;
                   Normal(menu_no,0);
                   Unselect_Menu(menu_no,choice_no);
                   Select_Menu(new_menu_no,1,p);
                   break;

     case RIGHT_ARROW : if(menu_no == NO_MENU-1)
                  new_menu_no = 0;
                   else new_menu_no = menu_no+1;
                   Normal(menu_no,0);
                   Unselect_Menu(menu_no,choice_no);
                   Select_Menu(new_menu_no,1,p);
                   break;

     case UP_ARROW    : if(choice_no == 1)
                  new_choice_no = menus[menu_no].last_choice;
                   else new_choice_no = choice_no-1;
                   Normal(menu_no,choice_no);
                   Inverse(menu_no,new_choice_no);
                   choice_no = new_choice_no;
                   break;
          case DOWN_ARROW  : if(choice_no == menus[menu_no].last_choi
            new_choice_no = 1;
                   else new_choice_no = choice_no+1;
                   Normal(menu_no,choice_no);
                   Inverse(menu_no,new_choice_no);
                   choice_no = new_choice_no;
                   break;

     case ENTER       : switch(menu_no)
                   {    case 0 : switch(choice_no)
                               {   case 1 : New(p);
                                    break;
                                   case 2 : Open(p);
                                    break;
                                   case 3 : Save(p);
                                    break;
                                   case 4 : EXIT(p);
                                };
                                break;
                          case 1 : switch(choice_no)
                               {   case 1 : Do_Choice();
                                    break;
                                   case 2 : Do_Choice();
                                    break;
                                   case 3 : Do_Choice();
                                    break;
                                   case 4 : Do_Choice();
                                    break;
                                   };
                     break;
                       case 2 : switch(choice_no)
                               {   case 1 : Do_Choice();
                                    break;
                                   case 2 : Do_Choice();
                                    break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                    };
                                    break;
                                case 3 : switch(choice_no)
                                    {   case 1 : Negative(p);
                                                 break;
                                         case 2 : Do_Choice();
                                                 break;
                                         case 3 : Do_Choice();
                                                 break;
                                    };
                                    break;
                                case 4 : switch(choice_no)
                                    {   case 1 : Do_Choice();
                                                 break;
                                         case 2 : Do_Choice();
                                                 break;
                                    };
                                    break;
                            }
          case ESCAPE       :     Unselect_Menu(menu_no,choice_no);
                                        Select_Main_Menu(menu_no,p);
                                    break;
       }    /* switch */
    }    /* for */
}

void Inverse(int menu_no,int choice_no)
{   Set_Fill_Pattern(1,10);
    bar(menus[menu_no].col+2,
                menus[menu_no].row[choice_no],
                menus[menu_no].col+124,
                menus[menu_no].row[choice_no]+10);
    Set_Color(0);
    Out_Text_XY(menus[menu_no].col,menus[menu_no].row[choice_no],
              menus[menu_no].item[choice_no].choice);
    Set_Color(15);
}

void Normal(int menu_no,int choice_no)
{   Erase_Fill_Rectangle(menus[menu_no].col+2,
                menus[menu_no].row[choice_no],
                menus[menu_no].col+124,
                menus[menu_no].row[choice_no]+10);
    Out_Text_XY(menus[menu_no].col,menus[menu_no].row[choice_no],
          menus[menu_no].item[choice_no].choice);
}

void Unselect_Menu(int menu_no,int choice_no)
{   Normal(menu_no,choice_no);
    Set_Color(0);
    Display_Menu(menu_no);
    Set_Color(15);
}

int Read_Key(int key)
{   return bioskey (key);  }

      void Do_Choice(void)
{   Out_Text_XY(5,442,"Do Choice");
    delay(400);
    Set_Color(0);
    Out_Text_XY(5,442,"Do Choice");
    Set_Color(15);
}
```

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void EXIT(char huge *p)
{    farfree(p);
     exit(0);
}

void New(char huge *pn)
{   char huge *pseg;
     char huge *sh;
     unsigned long s;
     int A=16,B=12,C=14;
     sh = pn;
     pseg = (char huge *)MK_FP(0xD000,0x0000);
     outportb(0x0300,(unsigned char)A);
     delay(120);
     outportb(0x0300,(unsigned char)B);
     Manage_Data_To_Reserve1(pseg,pn);
     outportb(0x0300,(unsigned char)C);
     Manage_Data_To_Reserve2(pseg,pn);
     for(s=0;s<262144;s++)
     {   *sh = *sh>>2;
          sh = sh+1;
     }
     Displayimage(pn);
     return;
}

void Manage_Data_To_Reserve1(char huge *pm11,char huge *pm12)
{    char huge  *pad;
     char huge  *pre;
     int x;
     pad = pm11;
     pre = pm12;
     for(x=0;x<256;x++)
     {    memmove(pre,pad,512);
          pre = pre+512*2;
          pad = pad+512;
     }
     return;
}

void Manage_Data_To_Reserve2(char huge *pm21,char huge *pm22)
{    char huge  *pad;
     char huge  *pre;
     int x;
     pad = pm21;
     pre = pm22+512;
     for(x=0;x<256;x++)
     {    memmove(pre,pad,512);
          pre = pre+512*2;
          pad = pad+512;
     }
}

void Displayimage(char huge *pim)
{    char far *pm2;
     char huge *pm1;
     unsigned char  RGB = 0;
     int  indexa,banker,ct;
     if(!opengraph(0x103))
     {    gotoxy(getmaxx()/4,getmaxy()/10);
          printf(" Error while opening...");
          EXIT(pim);
     }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    for(indexa=0;indexa<64;indexa++)
    {    setdac((int)indexa,RGB,RGB,RGB);
         RGB = RGB + 1;
    }
    pm1 = pim;
    pm2 = MK_FP(0xA000,0x8A10);    /* first pixel of display (288,88) *
    banker = 0;
    setbankwrite(banker);
    for(ct=0 ; ct<38 ; ct++)
    {    movmem(pm1,pm2,512);
         pm1 = pm1+512;
         pm2 = pm2+511+289;
    }
    banker = 1;
    setbankwrite(banker);
    for(ct=0;ct<82;ct++)
    {    movmem(pm1,pm2,512);  /* 384 is data still in bank1 */
         pm1 = pm1 + 512;
         pm2 = pm2 + 511+289;
    }
    banker = 2;
    setbankwrite(banker);
    for(ct=0;ct<81;ct++)
    {   movmem(pm1,pm2,512);  /* 384 is data still in bank1 */
         pm1 = pm1 + 512;
         pm2 = pm2 + 511+289;
    }
    movmem(pm1,pm2,464);
    pm1 = pm1+464;
    pm2 = pm2+464;
    for(banker=3 ; banker<6 ; banker++)
    {    setbankwrite(banker);
         movmem(pm1,pm2,((banker-3)*64)+48);
         pm1 = pm1+((banker-3)*64)+48;
         pm2 = pm2+((banker-3)*64)+47+289;
         for(ct=0 ; ct<81 ; ct++)
         {    movmem(pm1,pm2,512);
              pm1 = pm1+512;
              pm2 = pm2+511+289;
         }
         movmem(pm1,pm2,(400-((banker-3)*64)));
         pm1 = pm1+(400-((banker-3)*64));
         pm2 = pm2+(400-((banker-3)*64));
    }
    banker = 6;
    setbankwrite(banker);
    movmem(pm1,pm2,240);
    pm1 = pm1+240;
    pm2 = pm2+239+289;
    for(ct=0 ; ct<64 ; ct++)
    {    movmem(pm1,pm2,512);
         pm1 = pm1+512;
         pm2 = pm2+511+289;
    }
    return;
}

void Open(char huge *po)
{    char huge *open;
     unsigned int a,b;
     char fileoname[20];
     char lbuf[512];
     FILE     *oimage;
     open = po-1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
     Out_Text_XY(5,390,"Open filename : ");
     gotoxy(17,25);
     gets(fileoname);
     Out_Text_XY(5,442,"Loading..");
     if((oimage = fopen(fileoname,"rb")) == NULL)
     {    Set_Color(0);
          Out_Text_XY(5,442,"Loading..");
          Set_Color(15);
          Out_Text_XY(5,442,"File not found..");
          Out_Text_XY(5,460,"press any key to continue.");
          getch();
          Set_Color(0);
          Out_Text_XY(5,442,"File not found..");
          Out_Text_XY(5,460,"press any key to continue.");
          Set_Color(15);
          fclose(oimage);
     }
     else
     {    a = 0;
          fseek(oimage,0,SEEK_SET);
          fread(lbuf,512,1,oimage);
          for(b=0 ; b<512 ; b++)
          { open = open + 1;
            pokeb((FP_SEG(open)),(FP_OFF(open)),(lbuf[b]));
          }
     for(a=1 ; a<512 ; a++)
          {    fseek(oimage,(unsigned long) a*512,SEEK_SET);
               fread(lbuf,512,1,oimage);
               for(b=1 ; b<513 ; b++)
               {    open = open + 1;
                    pokeb((FP_SEG(open)),(FP_OFF(open)),(lbuf[b-1]));
               }
          }
          fclose(oimage);
          Set_Color(0);
          Out_Text_XY(5,442,"Loading..");
          Set_Color(15);
          Displayimage(po);
     }
     Set_Color(0);
     Out_Text_XY(5,390,"Open filename :");
     Set_Color(15);
     return;
}

void Save(char huge *ps)
{    char huge *save;
     unsigned int  a,b;
     char filesname[20];
     char sbuf[512];
     FILE      *simage;
     save = ps-1;
     Out_Text_XY(5,390,"Save file as : ");
     gotoxy(17,25);
     gets(filesname);
     if((simage = fopen(filesname,"wb")) == NULL)
     {    Out_Text_XY(5,442,"Error");
          getch();
          Set_Color(0);
          Out_Text_XY(5,442,"Error");
          Set_Color(15);
          fclose(simage);
     }
     else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

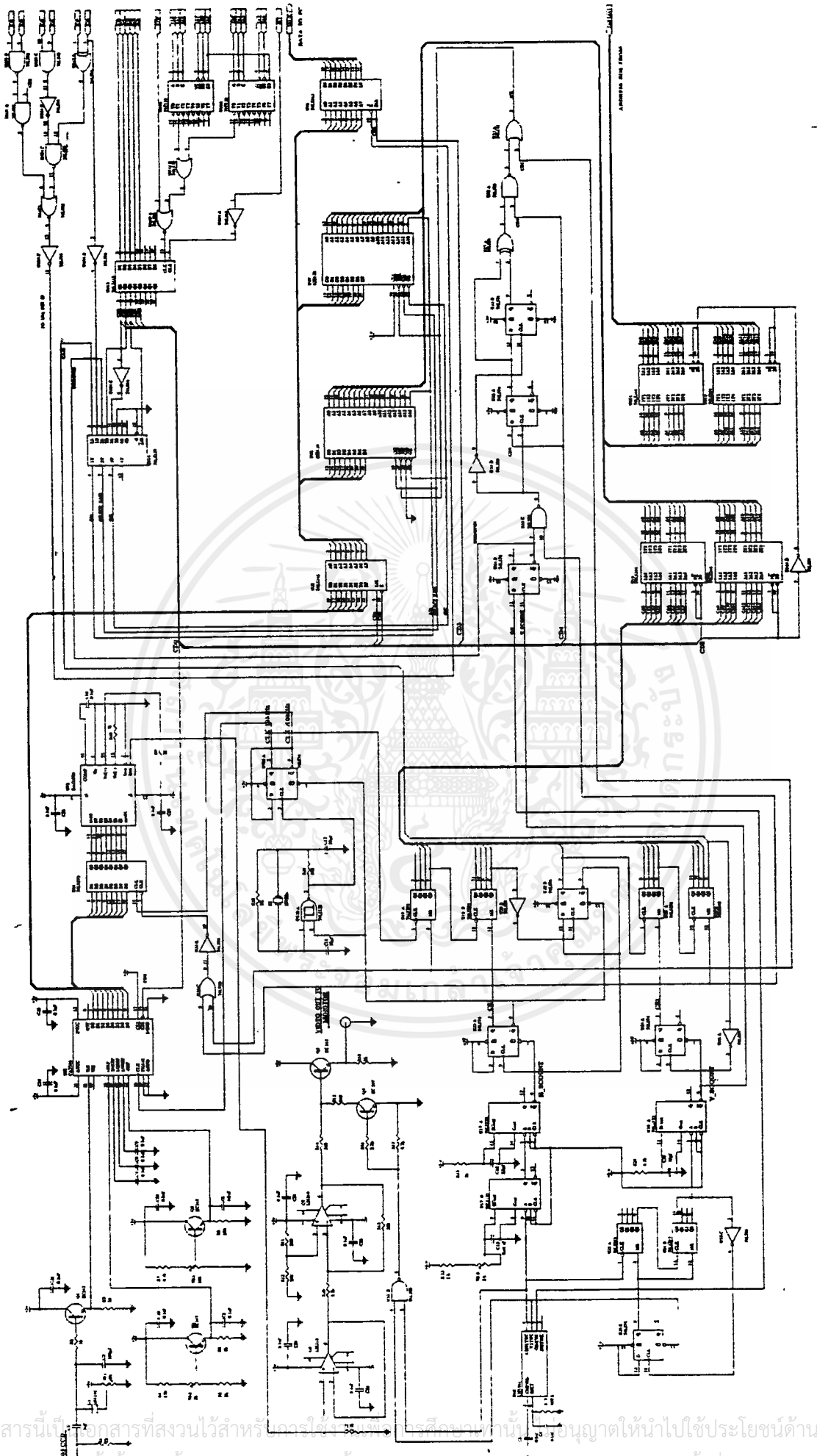
```
     { for(a=0 ; a<512 ; a++)
      {  for(b=0 ; b<512 ; b++)
          { save = save + 1;
            sbuf[b] = peekb((FP_SEG(save)),(FP_OFF(save)));
          }
          fwrite(sbuf,512,1,simage);
      }
      fclose(simage);
     }
     Set_Color(0);
     Out_Text_XY(5,390,"Save file as : ");
     Set_Color(15);
     return;
}

void Negative(char huge *pt)
{   char huge *pta;
     int a,b;
     pta = pt;
     for(a=0;a<512;a++)
     {    for(b=0;b<512;b++)
          {    *pta = ((*pta^0xff)&0x3f);
               pta = pta+1;
          }
     }
     Displayimage(pt);
     return;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

รูปวงจรรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ไม่อาจสำเร็จลุล่วงได้ หากขาดความช่วยเหลือจากบุคคลในหลาย ๆ ฝ่าย ดังนั้นทางกลุ่มจึงใคร่ขอขอบพระคุณบุคคลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ ขอบคุณอาจารย์ ดร.กิติพล ชิตสกุล ที่คอยให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือทางด้านเครื่องมือวัดต่างๆ รวมไปถึงห้องที่ใช้ในการทดลอง ขอบคุณพี่บอมที่ให้ยืมไอซี LM 1881 ขอบคุณอาจารย์ และเพื่อน ๆ ทุกคน ที่ภาควิชาอิเล็คทรอนิกส์ ที่คอยให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้