ปีการศึกษา 2533

ระบบโทรทัศน์หลายช่องบนจอเดียว

(MULTIVISION I)

โดย

นาย ธงชัย ศิลา 301084

นาย จิรสิทธิ์ นิชมังกุร 301102

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ พลผดุง ผดุงกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2533

เรื่อง..MULTIVISION I

ผู้จัดทำ

1. นายธงชัย คิลา 301084
2. นายธีรสิทธิ์ นิชมังกูล 301102

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์พอผดุง ผดุงกูล)

เลขหมู่ T 33110 ธ 2
เลขทะเบียน 027943
วัน, เดือน, ปี 18 ก.ค. 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสือรับรองความเป็นเอกลักษณ์

ข้าพเจ้าผู้ลงนามข้างท้ายนี้ ขอรับรองว่า รายงานฉบับนี้เป็นรายงานที่เป็นเอกลักษณ์ โดยที่ข้าพเจ้ามิได้คัดลอกจากที่หนึ่งที่ใด และถ้ามีการคัดลอกข้อความตอนหนึ่งตอนใด ข้าพเจ้าได้อ้างอิงถึงต้นฉบับอย่างเหมาะสม และขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นรายงานต้นฉบับที่ยังไม่ได้เสนอต่อสถาบันอื่นใด

ลงนาม 1.....

(นาย ชงชัย ศิลา)

2.....

(นายธีระสิทธิ์ พืชผังกูล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ ก็ด้วยความช่วยเหลือและการสนับสนุนจากหลายฝ่าย ซึ่งข้าพเจ้าขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

อาจารย์พลผดุง ผดุงกุล	อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานซึ่งได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับโครงงานเสมอมา
นางสาวสุมาลัย แก้วธรรมรัตน์	ช่วยทางเอกสารการพิมพ์
นายธวัชชัย บุญทอง	ช่วยทางด้านเครื่องพิมพ์
นายอรุณ สะโมทาน	ช่วยทางด้านงานเบ็ดเตล็ด

อีกทั้งขอขอบพระคุณ พ่อ-แม่ ,และเพื่อน ๆ อีกหลายคน ซึ่งมิสามารถกล่าวชื่อได้หมดในที่นี้ ที่ค่อยให้กำลังใจอยู่เบื้องหลังเสมอมา

จึงประกาศมาเพื่อขอขอบพระคุณด้วยใจจริง มา ณ ที่นี้.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MULTIVISION

นาย ชงชัย ศิลา 301084
นาย ธีรสิทธิ์ นิชพังกูร 301102
อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์ พลผดุง ผดุงกุล
ปีการศึกษา 2533

บทคัดย่อ

MULTIVISION เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการนำเอาสัญญาณภาพจากแหล่งกำเนิดสัญญาณภาพ 2 แหล่งมาแสดงบนจอภาพเดียวกัน โดยที่สัญญาณจากแหล่งหนึ่งจะเป็นสัญญาณภาพหลักขณะที่อีกแหล่งหนึ่งเป็นสัญญาณภาพรอง โดยที่สัญญาณภาพรองนี้จะซ้อนอยู่บนสัญญาณภาพหลัก ภาพอันเนื่องมาจากสัญญาณภาพรองจะมีขนาดเท่าใด ขึ้นอยู่กับเราจะออกแบบ โดยที่ในกรณีนี้จะมีขนาด 1/9 ของภาพหลักซึ่งมีขนาดที่เราพอจะมองรู้เรื่อง นอกจากนั้น เรายังสามารถที่จะเลื่อนตำแหน่งของภาพไปยังตำแหน่งใด ๆ บนจอภาพได้ตามต้องการ

ประโยชน์ที่เราจะได้รับการโครงงานนี้ คือ เราสามารถนำไปใช้ในการตรวจจับขโมยได้ โดยเราสามารถตั้งกล้องตรวจจับขโมยไว้ในที่ 2 แห่ง แล้วเราสามารถนำภาพมาแสดงบนจอภาพเดียวกัน นอกจากนี้ ในขณะที่เรากำลังดูโทรทัศน์อยู่ เราสามารถที่จะดูวีดีโอไปด้วยก็ได้หรืออาจจะเป็นในกรณีกลับกันคือ ขณะที่เราดูวีดีโออยู่ เราสามารถที่จะดูโทรทัศน์ด้วยก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MULTIVISION

MR. THONGCHAI SILA 301084

MR. TEERASIT PITCHANGKUL 301102

ADVISOR:

MR. POLPADUNG PADUNGKUL

ABSTRACT

Multivision is used for display image on the monitor by using two signals. One signal is main viedo, the other is sub video will overlay on main video. Size of sub video image is depend on our design. In this ease , we choose 1/9 of main video image which seemed to be enough size for us. Furthurmore , we can move sub video image to any position on the sereen.

Usage of this project is to watch two places in the same monitor in order to find thicves. Another example is to watch TV and video in the same time.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
หนังสือรับรองความเป็นเอกลักษณ์	-ก-
กิตติกรรมประกาศ	-ข-
บทคัดย่อ	-ค-
ABTRACT	-ง-
สารบัญ	-จ-
สารบัญภาพ	-ช-
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 จุดประสงค์ของโครงงาน	1
1.2 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ลักษณะรวมของระบบ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีโทรทัศน์	6
2.1 ส่วนประกอบของภาพ	7
2.2 การสะแกน	9
2.3 ความสำคัญของระบบซิงค์	13
2.4 องค์ประกอบของสัญญาณโทรทัศน์	15
บทที่ 3 การออกแบบและทฤษฎีที่จำเป็น	
3.1 ทฤษฎีการใช้งานโมโนสเตเบิ้ล มัลติไวเบรเตอร์	19
3.2 วงจรนับแบบริปเปิ้ล	22
3.3 เจเดฟลิป - ฟลอป	24
3.4 PICTURE CONTROL	25
3.5 SYNE SEPERATE	27
บทที่ 4 รายละเอียดส่วนอื่น ๆ ของระบบ	
4.1 A/D CONVERTER	30
4.2 JUMP LINE CONTROL	31
4.3 ADDRESSING	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.4 READ/WRITE CONTROL	32
4.5 MEMORY	34
4.6 D/A CONVERTER	34
บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง	
5.1 วิธีการทดลอง	36
5.2 ผลการทดลอง	36
บทที่ 6 สรุปและวิจารณ์	43
หนังสืออ้างอิง	44
ภาคผนวก	
ภาคผนวกที่ 1	46
ภาคผนวกที่ 2	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	ชื่อภาพ	หน้า
1.1	Block Diagram	4
2.1	การส่งและการรับโทรทัศน์	6
2.2	ส่วนประกอบของภาพในรูปซึ่งมีพื้นที่เท่ากัน	8
2.3	ภาพบนจอเครื่องรับโทรทัศน์ประกอบขึ้นด้วยเส้นสะแกน ตามแนวนอนเป็นจำนวนมาก	9
2.4	การเคลื่อนที่หักเหของลำอิเล็กตรอนในจังหวะที่ถูกต้อง ทั้งในแนวนอนและในแนวตั้งของหลอดภาพ	9
2.5	การหักเหของลำอิเล็กตรอนโดยอาศัย สนามแม่เหล็กเข้าช่วยเหลือ	10
2.6	ขดลวดที่ทำให้เกิดหักเหของลำอิเล็กตรอนฟันอยู่รอบคอ หลอดภาพ เมื่อมีกระแสรูปฟันเลื่อยไหลผ่าน ก็จะทำให้ เกิดสนามแม่เหล็กซึ่งใช้บังคับการหักเหของลำอิเล็กตรอน	11
2.7	การวางตำแหน่งของขดลวด เพื่อทำให้เกิดการหักเหของ ลำอิเล็กตรอน ทางแนวนอน และการหักของ ลำอิเล็กตรอน ตามแนวตั้ง	11
2.8	กระแสรูปฟันเลื่อย สำหรับใช้ในวงจรที่ทำให้มีการหักเห ของลำอิเล็กตรอนในแนวนอนและในแนวตั้ง	12
2.9	การสะแกนสองครั้งสำหรับภาพนิ่งแต่ละภาพ โดยแบ่งหนึ่งเฟรมออกเป็นสองฟิลด์	14
2.10	แสดงความถี่ของกระแสรูปฟันเลื่อยในวงจรของการหักเหทาง แนวนอนและแนวตั้งของเครื่องส่งและเครื่องรับ ต้องซิงค์กัน	15
2.11	รูปร่างของสัญญาณโทรทัศน์ที่เกิดจากภาพขาวสลับดำเป็นแถบ ๆ	17
2.12	สัญญาณภาพรวม แสดงรายละเอียดของสัญญาณแต่ละชนิด	18
3.1	แสดงการทำงานของโมโนสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์	19
3.2 ก	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง out put pulse width กับ timing capacitor	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	ชื่อภาพ	หน้า
3.2 ข	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง out put pulse width กับ timing capacitor	20
3.3	แสดงโครงสร้างของโมโนสเตเบิ้ล 74LS121	21
3.4	แสดงโครงสร้างของ 74LS90	23
3.5	แสดงการทำงานของ 74LS90 เป็นวงจรนับสิบ	23
3.6	วงจรเจเดฟลิป-ฟลอป	24
3.7	แสดงขนาดและตำแหน่งของภาพเล็ก	25
3.8	แผนภูมิเวลา แสดงขั้นตอนการออกแบบวงจร	27
3.9	แสดงรูปร่างของสัญญาณ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของวงจรกรองความถี่ต่ำ	29
4.1	วงจร A/D converter	30
4.2	วงจร Jump Line Control	31
4.3	วงจร Addressing	33
4.4	ไทม์มิง ไดอะแกรม แสดงสัญญาณ Read/Write control	32
4.5	แสดงวงจรหน่วยความจำ	35
4.6	แสดงลักษณะของ R - 2R Ladder network	34
5.1	วงจร Sync Seperate	37
5.2	วงจร Mix Picture Control	38-39
5.3	แสดงรูปร่างของสัญญาณซิงค์ที่ทดลองได้	40
5.4	แสดงรูปร่างของสัญญาณ Mix Picture Control ที่ได้	40
5.5	แสดงผลการทดลอง	41-42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันนี้ การแสดงผลด้วยหลอดรังสีแคโถด หรือ cathode ray tube (crt) กำลังมีบทบาทสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์มากขึ้น เนื่องจากสามารถที่จะสื่อสารสัญญาณภาพที่เคลื่อนไหวได้ แต่สัญญาณภาพทั่ว ๆ ไป ที่ปรากฏบนจอ ซีอาร์ที จะถูกจำกัดด้วยสัญญาณเพียงสัญญาณเดียว ดังนั้นโครงงานนี้จึงมีจุดประสงค์หลัก เพื่อนำสัญญาณภาพสองสัญญาณมาผสมกันในลักษณะที่เหมาะสม เพื่อให้ปรากฏบนหน้าจอ ซีอาร์ที 2 สัญญาณพร้อม ๆ กัน จึงทำให้สามารถประยุกต์ใช้งานได้กว้างขวางขึ้น เช่น ในระบบการแสดงผลในโรงพยาบาลในกรณีที่ความจำเป็นต้องใช้จอภาพกระทันหันก็สามารถ แสดงผลส่งมาที่ศูนย์ โดยที่ภาพหลักที่กำลังแสดงผลอยู่หรือแม้แต่ในระบบวงจรปิดทั้งหลาย โดยทั่วไปแล้ว กล้องวิดีโอ 1 ตัว จะแสดงผลโดยใช้จอ ซีอาร์ที 1 เครื่อง เพื่อเป็นการประหยัดจอภาพ ก็สามารถนำสัญญาณ 2 สัญญาณมาแสดงผลบนจอซีอาร์ที เดียวกันได้

1.1 จุดประสงค์ของโครงงาน

1. เป็นหลักสูตรวิชา Electrical Engineering Project
2. เพื่อความเข้าใจหลักการทำงานของโทรทัศน์
3. เพื่อเป็นประสบการณ์ในการออกแบบ และการเลือกใช้อุปกรณ์อย่างเหมาะสม
4. เพื่อปูแนวทางในการพัฒนาในขั้นต่อไป
5. เพื่อให้รู้หลักการศึกษาค้นคว้า

1.2 ขอบเขตของโครงงาน

1. ออกแบบวงจรในส่วนของวงจรแยกสัญญาณซิงค์ และวงจรสร้างหน้าต่าง (Window)
2. ต่อวงจรตามที่ได้ออกแบบไว้
3. ทดสอบการทำงานวงจรดังกล่าว
4. ปรับปรุงแก้ไข
5. วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจระบบการทำงานของโทรทัศน์
2. ได้ประสบการณ์ในการออกแบบ และสามารถเลือกใช้อุปกรณ์ในการออกแบบอย่างเหมาะสม
3. สามารถเป็นพื้นฐานในการศึกษาค้นคว้า และพัฒนาต่อไป
4. สามารถสร้างหน้าต่าง ๆ เพื่อการพัฒนาในส่วนของ Multivision II ต่อไป

1.4 ลักษณะรวมของระบบ

หลักการของการนำภาพจากแหล่งกำเนิด 2 แหล่งมาซ้อนลงบนจอเดียวกัน คือ จากแหล่งกำเนิดสัญญาณ 2 แหล่งนั้น จะมีแหล่งกำเนิดหนึ่งเป็นภาพหลัก (Main Vidio) ส่วนอีกแหล่งหนึ่งนั้นกำหนดเป็นภาพย่อย (Sub Video) เราต้องนำภาพย่อยมาเก็บไว้ในหน่วยความจำก่อน แล้วจึงอ่านออกมาภาพหลัง การเก็บภาพย่อยลงในหน่วยความจำเป็นต้องแยกสัญญาณสีให้เป็นสัญญาณส่องสว่าง (Luminance) เพียงอย่างเดียว เพราะเราสนใจให้ภาพย่อยเป็นสัญญาณขาวดำเท่านั้น ฉะนั้นในกรณีที่แหล่งกำเนิดภาพย่อยเป็นสัญญาณขาวดำอยู่แล้วไม่จำเป็นต้องทำการแยกดังกล่าว จากนั้นก็ผ่านวงจรเปลี่ยนแปลงสัญญาณจากอนาลอก เป็นสัญญาณดิจิตอล (A/D : converter) เพื่อให้สามารถประมวลผลทางดิจิตอลได้ เช่นการบีบภาพ และเก็บภาพลงในหน่วยความจำ และอ่านออกไปในจังหวะที่เหมาะสม โดยที่ในโครงงานนี้เรากำหนดให้ภาพย่อยมีขนาด 1 ใน 9 ของภาพใหญ่ (1/3 x 1/3) ซึ่งรายละเอียดในการบีบภาพนั้น จะได้กล่าวต่อไป

ขั้นตอนในการควบคุมข้อมูลทางดิจิตอลนั้น เป็นเรื่องที่ละเอียดอ่อนพอสมควร ซึ่งแสดงลักษณะของระบบรวมด้วยบล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) ในภาพที่ 1 มีรายละเอียดดังนี้

สัญญาณภาพหลัก คือ สัญญาณของภาพใหญ่ที่แสดงเต็มจอภาพ เราจะนำสัญญาณภาพหลักนี้ มาผ่านวงจรแยกซิงค์ (sync seperate) เพื่อทำการแยกสัญญาณซิงค์ออกจากสัญญาณภาพ ซึ่งเราจะได้สัญญาณ 3 ชนิด คือ สัญญาณฮอริซอนทัลซิงโครนัส (Horizontal synchronous), สัญญาณเวอร์ติคัลซิงโครนัส (Vertical synchronous), และ สัญญาณภาพดังแสดงในภาพที่ 1.1 เราจะนำสัญญาณฮอร์ซิงค์กับเวอร์ซิงคีนี้มาเข้าวงจรตัดต่อภาพเพื่อสร้างบล็อคสำหรับภาพเล็ก (Mix picture control) ซึ่งวงจรนี้จะเป็นตัวกำหนด ตำแหน่งบนจอภาพที่เราต้องการให้ภาพของสัญญาณภาพรองออก จากรูปจะเห็นว่า จากเอาท์พุทของวงจรตัดต่อภาพ (MPC) นี้ จะต่ออยู่กับอนาลอกสวิทช์ 1 (analog switch 1) และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

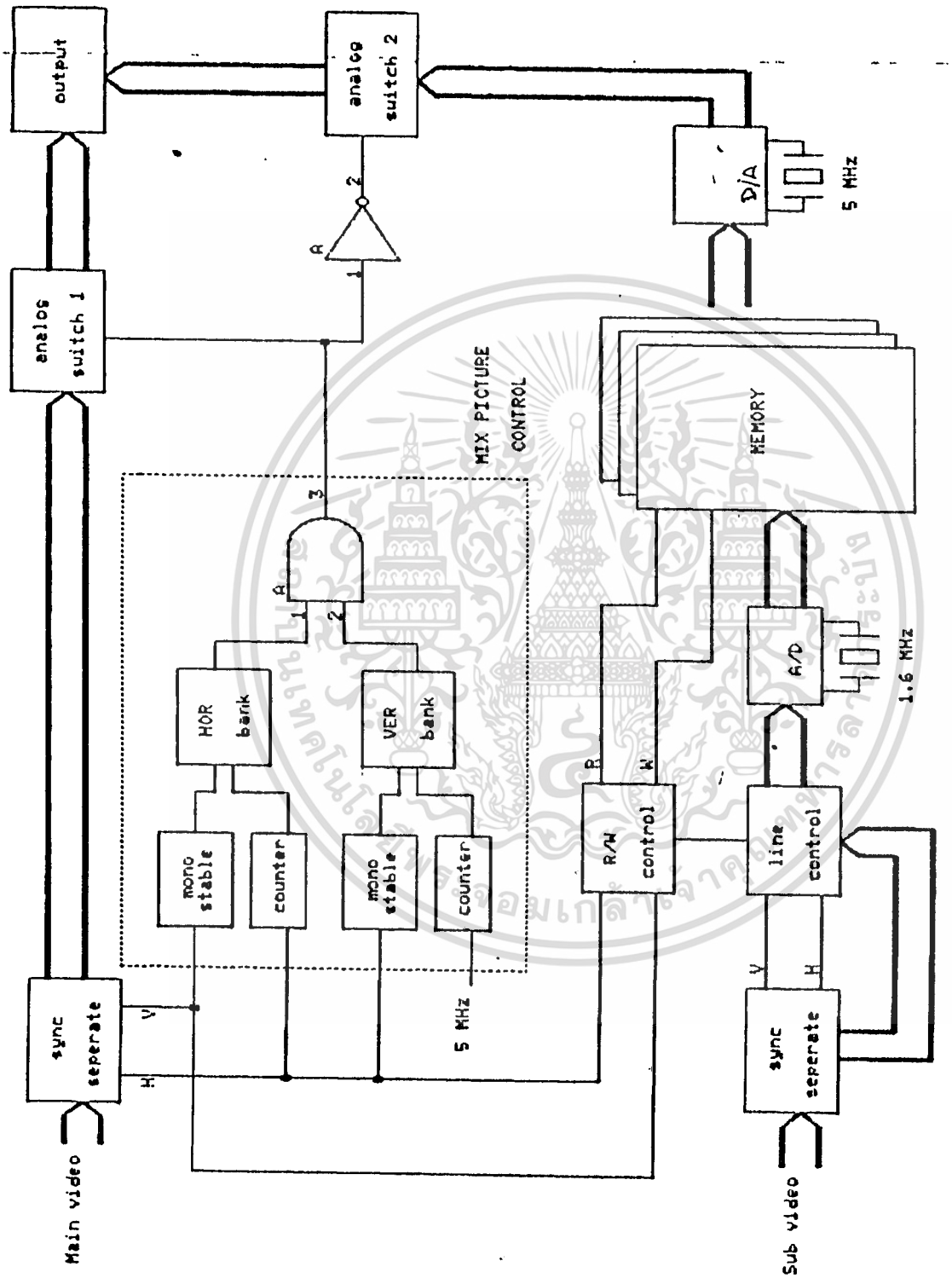
อนาลอกสวิทช์ 2 (Analog switch 2) ซึ่งทำงานตรงกันข้ามกัน นั่น คือ ขณะที่ อนาลอกสวิทช์ 1 อยู่ในสภาพทำงานอยู่ อนาลอกสวิทช์ 2 จะอยู่ในสภาพที่ไม่ทำงาน ฉะนั้น ภาพของภาพหลักทำงาน ซึ่งเป็นตำแหน่งที่เราต้องการให้ภาพของภาพรองออก ดังนั้นก็จะมี ภาพของภาพรองและภาพของภาพจะมีขนาดเล็กลงกว่าเดิม 9 เท่า ซึ่งเป็นเพราะการกระทำ ในส่วนของวงจรในส่วนของภาพรอง ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

พิจารณาจากรูป ตรงตำแหน่งที่ภาพรองเข้ามา จะผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำ (low pass filter) ซึ่งจากสัญญาณคอมโพสิทวิดีโอ (composite video) ที่เป็นภาพสีเมื่อ ผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำแล้ว จะเหลือแต่สัญญาณ Y กับสัญญาณซิงค์ ซึ่งจะเป็นภาพขาวดำ ออกจากวงจรกรองความถี่ต่ำ เข้ามาสู่วงจรแยกซิงค์ เพื่อทำการแยกสัญญาณฮอร์ซิงค์และ สัญญาณเวอร์ซิงค์ออกจากสัญญาณคอมโพสิทของภาพรอง ซึ่งตรงนี้เราจะเอาฮอร์ซิงค์และเวอร์ ซิงค์มาใช้ประโยชน์ ในการย่อขนาดของภาพลงมา

จะสังเกตุเห็นว่า เมื่อเราต้องการย่อภาพลงเป็น 1/9 เท่าของขนาดภาพที่เต็มจอ ภาพ เราจะต้องย่อภาพทั้งตามแนวนอนและแนวตั้งลงแนวละ 3 ภาพ นั่น คือ ตามแนวนอนจะ ต้องให้สัญญาณจากอนาลอกเป็นดิจิตอล แล้วทำการเก็บลงในหน่วยความจำ โดยความถี่ที่ใช้ใน การเก็บจะต้องน้อยกว่า ความถี่ที่ใช้ในการอ่าน 3 เท่า ตรงจุดนี้ เราใช้ความถี่ในการเก็บ เท่ากับ 1.6 MHz และความถี่ที่ใช้ในการอ่านเท่ากับ 5 MHz ซึ่งวิธีนี้จะทำให้ภาพตาม แนวนอนถูกบีบให้เล็ก ลง 3 เท่า สำหรับตามแนวตั้งนั้น เราใช้วิธีการเก็บเส้นสแกนแบบเก็บ หนึ่งเส้นเว้นไปสองเส้น เพราะเราต้องการให้ภาพมีขนาดเล็กลง จึงต้องไม่เก็บทุกเส้น ซึ่ง การทำงานนั้นจะอยู่ในส่วนของบล๊อกควบคุมเส้นสแกน (block line control) ดัง แสดงในภาพที่ 2.11 ตามวิธีการเลือกเก็บเส้นสแกนนี้ เราจะได้ภาพที่มีการบีบตามแนวตั้งให้ เล็กลง 3 เท่า ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าตามวิธีการตามแนวนอนและแนวตั้งข้างบนนี้ เราจะได้ ภาพที่มีขนาดเล็กลงไป 1/9 เท่าตามต้องการ

เมื่อได้ตำแหน่งสัญญาณที่จะให้เป็นภาพที่จะแสดงออกในช่องเล็กแล้ว สัญญาณเหล่านี้ก็จะ ถูกนำไปผ่านวงจร A/D เพื่อที่จะรอให้เป็นสัญญาณจากอนาลอกไปเป็นดิจิตอล ในการเตรียม เก็บเข้าหน่วยความจำไว้ เพื่อที่จะรอให้เป็นสัญญาณออก ณ ตำแหน่งที่ต้องการบนจอภาพ โดยจะมีหน่วยความจำ 3 ชุด ในการผลัดกันเก็บข้อมูลของแต่ละเวอร์ซิงค์ ตัวอย่างเช่น เวอร์ซิงค์ที่หนึ่งใช้หน่วยความจำชุดที่หนึ่งในการเก็บ พอถึงข้อมูลในเวอร์ซิงค์ที่สอง ก็จะใช้ หน่วยความจำชุดที่สองเก็บข้อมูลในเวอร์ซิงค์ที่สามก็ใช้หน่วยความจำชุดที่สามเก็บ คราวนี้ พอถึงข้อมูลในเวอร์ซิงค์ที่สี่ ก็กลับมาใช้หน่วยความจำชุดที่หนึ่งอีกครั้งหนึ่ง และเรียงไปตามลำดับ ในการอ่านก็เช่นกัน โดยเราจะมีสัญญาณมาควบคุมเพื่อไม่ให้เกิดการใช้หน่วยความจำ ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.1 แสดง BLOCK DIAGRAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอ่านและเก็บพร้อมกันในหน่วยความจำชุดเดียวกัน และการที่เราใช้หน่วยความจำสามชุด เนื่องจากว่า สัญญาณจากแหล่งกำเนิดต่างกันจะมีสัญญาณซิงค์ไม่ตรงกัน ซึ่งได้อธิบายไว้ในส่วนของหน่วยความจำแล้ว จึงไม่ขอกล่าวถึงรายละเอียดในตอนนี้ ข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำแต่ละชุดจะทำการอ่านข้อมูล เมื่อมีสัญญาณจากบล๊อกควบคุมการเก็บและการอ่านของหน่วยความจำ ส่งสัญญาณการอ่านของหน่วยความจำ ส่งสัญญาณการอ่านมาที่หน่วยความจำชุดนั้น

การที่ภาพเล็กจะแสดงออกมาตรงกับช่วงที่เตรียมไว้ ขึ้นอยู่กับการทำงานของอนาลอกสวิทช์หนึ่งและอนาลอกสวิทช์สอง การทำงานของสวิทช์ทั้งสองได้อธิบายไว้แล้วข้างต้นโดยมีบล๊อกควบคุมการตัดต่อภาพ เป็นตัวควบคุมการทำงานของสวิทช์ทั้งสองนี้ เมื่อถึงช่วงที่ภาพเล็กออก บล๊อกควบคุมหน่วยความจำ ก็จะส่งสัญญาณไปยังหน่วยความจำให้ทำการอ่านข้อมูลผ่านบัฟเฟอร์ แล้วเปลี่ยนข้อมูลกลับไปเป็นอนาลอก โดยใช้วงจร D/A สัญญาณที่ได้ก็จะเป็นสัญญาณอนาลอก สัญญาณนี้ก็จะผ่านอนาลอกสวิทช์สอง ไปแสดงผลที่จอภาพ ดังนั้นก็จะได้ภาพที่มีขนาดเล็กซ้อนทับอยู่บนภาพใหญ่ที่ต้องการ

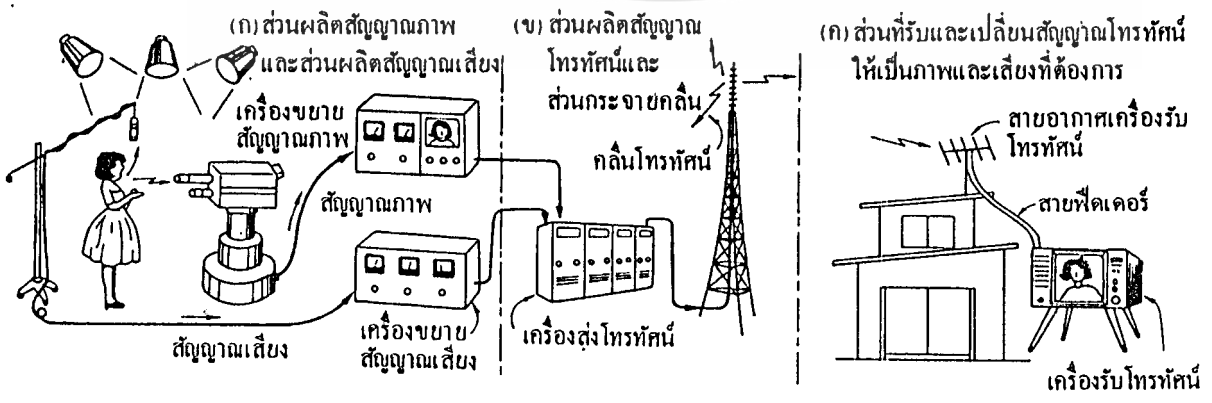
ในส่วนของ MULTIVISION I จะเน้นเนื้อหาในส่วนของการสร้างหน้าต่าง (Window) โดยทำการวิเคราะห์ และออกแบบในส่วนของสัญญาณมิกนิกเจอร์ (Mix picture control) และการแยกสัญญาณซิงค์ ออกจากสัญญาณรวม (composite signal) ซึ่งจะได้กล่าวรายละเอียดในบทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีโทรทัศน์

กล่าวโดยทั่วไป โทรทัศน์ ก็คือ การส่งกระจายเสียงพร้อมทั้งภาพที่เคลื่อนไหวออกไปในรูปของสัญญาณโทรทัศน์ และการรับสัญญาณนี้มาเปลี่ยนให้เป็นเสียงและภาพที่ต้องการ ภาพที่เห็นเคลื่อนไหวติดต่อกันบนจอเครื่องรับโทรทัศน์นั้น ความจริงก็คือ ผลของการส่งและการรับภาพนิ่งที่มีความแตกต่างกันเล็กน้อยหลาย ๆ ภาพต่อหน่วยเวลานั่นเอง ซึ่งเป็นหลักการเดียวกันกับการฉายภาพยนตร์ เพราะสายตาคนธรรมดาของเรานั้น มีลักษณะนิเศษอย่างหนึ่ง คือ ในขณะที่จ้องดูภาพใดภาพหนึ่ง แล้วภาพนั้นจางหายไปโดยกระทันหัน ก็จะยังคงรู้สึกเห็นติดตาอยู่อีกในชั่วระยะเวลาอันสั้น ลักษณะพิเศษนี้มีชื่อเรียกกันว่า persistence of vision ด้วยเหตุนี้ หากมีการฉายภาพนิ่ง ซึ่งแต่ละภาพมีความแตกต่างกันเล็กน้อย ติดต่อกันไปเป็นจำนวนหลาย ๆ ภาพต่อหนึ่งวินาที สายตาของคนเราก็จะเห็นเป็นภาพเคลื่อนไหวต่อเนื่องกันไปโดยไม่หยุดชะงัก ผลของการทดลองกับชนหมู่มาก แสดงให้ทราบว่า สายตาของคนเราจะจับอาการกระพริบของภาพไม่ได้เลย หากจำนวนภาพนิ่งต่อหนึ่งวินาทีนั้น มีเกินจำนวนสิบหกภาพขึ้นไป การส่งโทรทัศน์ในระบบอเมริกัน ซึ่งเป็นวิธีการของสถานีโทรทัศน์ ไทยทีวี ช่อง 4 และสถานีโทรทัศน์ในระบบยุโรป อันเป็นวิธีการของสถานีโทรทัศน์สีกองทัพบก และ สถานีโทรทัศน์สีไทยทีวี ช่อง 3 จะมีจำนวน 25 ภาพต่อวินาที ภาพหนึ่ง ๆ ก็มีการส่งสองครั้งเช่นเดียวกัน



ภาพที่ 2.1 การส่งและการรับโทรทัศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมุติว่า ต้องการออกอากาศรายการสดตามภาพที่ 2.1 ไมโครโฟนในห้องส่งจะช่วยเปลี่ยนเสียงให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า เรียกว่า สัญญาณเสียง ในทำนองเดียวกัน กล้องโทรทัศน์ก็จะช่วยเปลี่ยนภาพในห้องส่งให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าอีกชนิดหนึ่ง เรียกว่า สัญญาณภาพ สัญญาณทางไฟฟ้าทั้งสองชนิดนี้ยังอ่อนกำลังและยังไม่เหมาะที่จะนำออกอากาศได้ทันที จึงจำเป็นต้องมีการขยายกำลังเสียก่อน โดยผ่านเข้าไปในเครื่องขยายสัญญาณเสียงและ เครื่องขยายสัญญาณภาพตามลำดับ หลังจากนั้น จึงนำเข้าเครื่องส่งโทรทัศน์เพื่ออาศัยให้สัญญาณวิทยุเป็นตัวพาห์นำออกอากาศด้วยวิธีการทางไฟฟ้าที่เรียกว่า modulation ซึ่งมีอยู่หลายแบบด้วยกัน สัญญาณที่มาถึงเครื่องรับโทรทัศน์ โดยการซ่อนเอาสัญญาณภาพและสัญญาณเสียงไว้ในสัญญาณวิทยุที่กล่าวถึงนี้ เรียกว่า สัญญาณโทรทัศน์

สัญญาณโทรทัศน์ที่กระจายออกไปในอากาศนี้ จะมีความเข้มมากก็แต่เฉพาะในบริเวณที่มีระยะทางมากขึ้นตามลำดับ ฉะนั้น หากเครื่องรับโทรทัศน์อยู่ห่างไกลสถานีโทรทัศน์มาก มักจำเป็นต้องใช้สายอากาศภายนอกติดตั้งไว้บนขอบชายคาบ้าน แล้วต่อสายส่งสัญญาณหรือสายฟีดเดอร์ไปยังเครื่องรับโทรทัศน์ เพื่อช่วยเหลือให้รับภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เครื่องรับโทรทัศน์เหล่านี้ จะมีวงจรต่าง ๆ หลายอย่างซึ่งจะทำหน้าที่ขยายกำลังสัญญาณโทรทัศน์ แล้วแยกสัญญาณภาพกับสัญญาณเสียงออกจากสัญญาณวิทยุพาห์ด้วยวิธีการทางไฟฟ้า ที่เรียกว่า demodulation ซึ่งก็มีหลายแบบอีกเช่นเดียวกัน เพื่อทำให้มีภาพที่ต้องการมาปรากฏบนจอหลอดภาพ และมีเสียงที่ลำโพงเครื่องรับโทรทัศน์ ให้เหมือนกับภาพและเสียงในห้องส่งโทรทัศน์ทุกประการ

เพื่อเป็นการทบทวนความรู้เบื้องต้นสำหรับการแก้ไขเครื่องรับโทรทัศน์ ในหัวข้อต่อ ๆ ไป จักได้กล่าวถึงส่วนประกอบของภาพ วิธีการสะแกนและการหักเหของลำอีเล็คตรอน และเรื่องอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยสังเขป

2.1 ส่วนประกอบของภาพ

หากพิจารณาดูภาพหรือรูปที่ปรากฏในหน้าหนังสือพิมพ์และวารสารต่าง ๆ แล้ว จะเห็นว่าภาพเหล่านี้ประกอบขึ้นด้วยจุดดำเล็ก ๆ เป็นจำนวนมาก ซึ่งมีทั้งส่วนที่ดำสนิท และส่วนที่ดำจาง ขนาดของจุดดำในส่วนของภาพที่มืดสนิท ก็จะเห็นใหญ่กว่าขนาดของจุดดำในส่วนของภาพที่จาง จำนวนจุดดำที่มีมากหรือน้อยนี้ จะมีผลทำให้ภาพมองดูละเอียดหรือหยาบแตกต่างกันด้วยตามที่แสดงไว้ในภาพที่ 2.2 ในการนี้ ระยะทางที่มองดูภาพก็เข้ามามีส่วนสำคัญอยู่ไม่น้อย ภาพที่หยาบ แต่ถ้าหากมองดูในระยะทางซึ่งไกลกว่าระยะที่ใช้มองดูภาพละเอียด ก็อาจรู้สึกว่าพอจะดูได้เหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

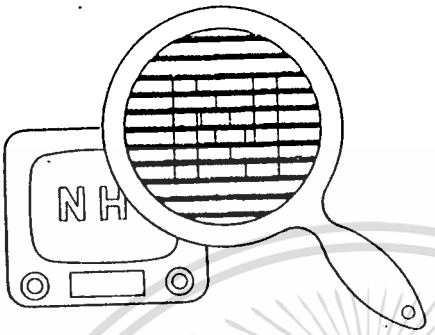
ก) หากมีจำนวนจุดดำมาก ภาพจะมองดูละเอียด

ข) หากมีจำนวนจุดดำน้อย ภาพจะมองดูหยาบ

ภาพที่ 2.2 ส่วนประกอบของภาพในรูปซึ่งมีพื้นที่เท่ากัน

ในทำนองเดียวกัน ภาพที่ปรากฏบนจอหลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์นั้น ก็ประกอบขึ้นด้วยเส้นขวางเล็ก ๆ ในแนวนอนเป็นจำนวนมาก ซึ่งแต่ละเส้นนี้ก็มีทั้งส่วนที่ดำสนิท ส่วนที่ดำจาง และส่วนที่สว่างมากรวมกันอยู่ เส้นขวางเล็ก ๆ ตามแนวนอนเหล่านี้ มีชื่อเรียกว่า เส้นสะแกน ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนหรือจุดเล็ก ๆ ที่มีทั้งมืดและสว่างปะปนกัน ตามภาพที่ 2.3 ฉะนั้น ภาพที่ปรากฏบนขอหลอดภาพจึงประกอบขึ้นด้วยจุดเล็ก ๆ ซึ่งมีระดับของความสว่างแตกต่างกันเป็นจำนวนมากมาย จุดเล็ก ๆ เหล่านี้มีชื่อเรียกว่า ส่วนประกอบของภาพ หรือ picture elements ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความละเอียดของภาพมาก หากจำนวนจุดเล็ก ๆ หรือจำนวนเส้นสะแกนในแนวนอนมีมากยิ่งขึ้นเพียงไร ภาพที่เห็นบนจอหลอดภาพก็จะมองดูละเอียดมากขึ้นเพียงนั้น ฉะนั้น โทรทัศน์ระบบยุโรป ซึ่งมีจำนวนเส้นสะแกน 625 เส้น จึงให้ภาพละเอียดกว่าโทรทัศน์ระบบอเมริกัน ซึ่งมีจำนวนเส้นสะแกนเพียง 525 เส้นเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตาม ภาพที่เห็นบนจอหลอดภาพจะมองดูละเอียด หยาบ หรือน่าดูอย่างไรนั้น ยังขึ้นอยู่กับส่วนประกอบอีกหลายอย่าง เช่น ความสว่างของภาพ และระยะทางที่มองดูภาพ เป็นต้น สำหรับโทรทัศน์ระบบอเมริกัน แม้จะมีจำนวนเส้นสะแกนน้อยกว่าจำนวนเส้นของโทรทัศน์ระบบยุโรป ซึ่งจะทำให้เห็นภาพหยาบไปบ้างก็ตาม แต่ถ้าหากมองดูในระยะทางห่างประมาณสี่ถึงแปดเท่าของความสูงภาพแล้ว ก็จะรู้สึกว่าเป็นภาพที่พอใช้ได้เหมือนกัน นอกจากนี้ สายตาของคนเราส่วนมาก ยังนิยมมอง ดูภาพที่มีขนาดอัตราส่วนความกว้างต่อความสูงของภาพ เป็นสี่ต่อสามอีกด้วย

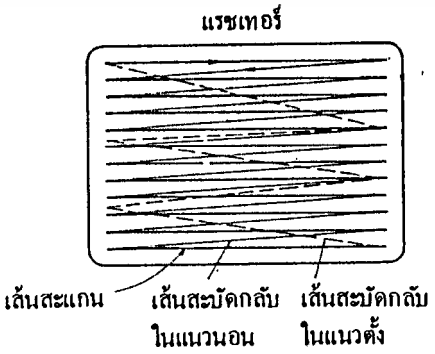
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 ภาพบนจอเครื่องรับโทรทัศน์ประกอบขึ้นด้วยเส้นสะแกนตามแนวนอนเป็นจำนวนมาก

2.2 การสะแกน

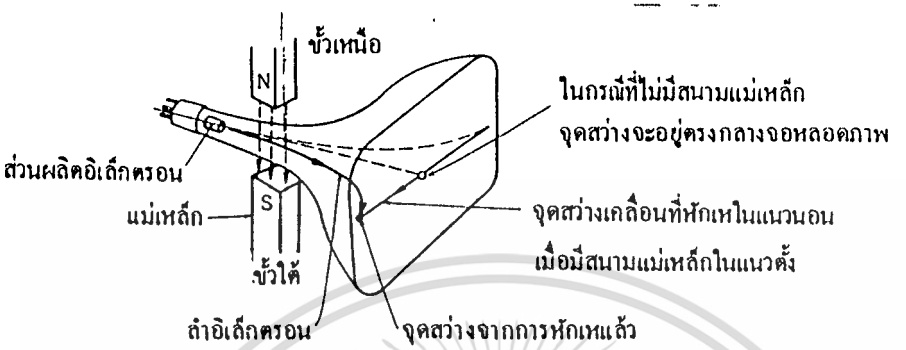
ภายในหลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์ อิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจากแคโถด และถูกดึงดูดให้วิ่งเป็นลำไป กระทบ แอโนด หรือ จอหลอดภาพ ซึ่งฉาบวัสดุเรืองแสงบางชนิดเอาไว้ จะทำให้มองเห็นเป็นจุดสว่างขึ้นที่จอการสะแกน ก็คือการทำให้จุดสว่างนี้ เคลื่อนที่ไปในจังหวะที่ถูกต้อง ทั้งในแนวนอนและแนวตั้งของจอหลอดภาพโดยอาศัยความเข้มของสนามแม่เหล็กเข้าช่วยเหลือ ตามที่แสดงไว้ในภาพที่ 2.4 และภาพที่ 2.5 กล่าวคือ ในขณะที่ไม่มีสนามแม่เหล็กลำอิเล็กตรอนก็จะวิ่งไปกระทบจอหลอดภาพตรงกลางโดยไม่ถูกหักเหเลย หากต้องการ เบนลำ



ภาพที่ 2.4 การเคลื่อนที่หักเหของลำอิเล็กตรอนในจังหวะที่ถูกต้อง ทั้งในแนวนอนและในแนวตั้งของหลอดภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
027943

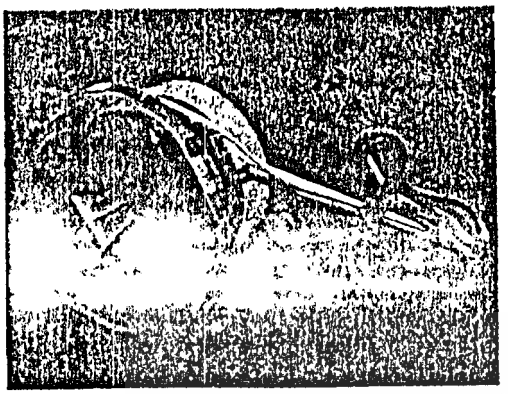
อิเล็กตรอนนี้ไปทางซ้ายมือในแนวนอน ก็จำเป็นต้องใช้สนามแม่เหล็กที่มีขั้วเหนือ - ขั้วใต้ อยู่ในแนวตั้ง ตามภาพที่ 2.5 หากกลับขั้วแม่เหล็กนี้เสีย ลำอิเล็กตรอนก็จะถูกเบนไปทางขวามือใน



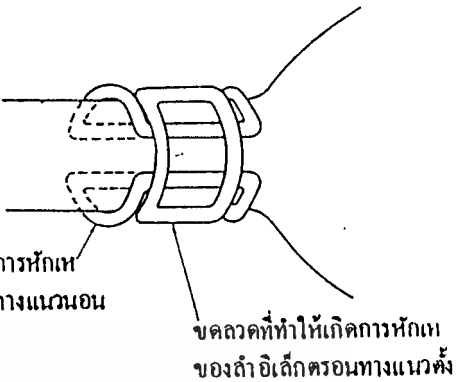
ภาพที่ 2.5 การหักเหของลำอิเล็กตรอน โดยอาศัยสนามแม่เหล็กเข้าช่วยเหลือ

แนวนอนของจอหลอดภาพ การที่ลำอิเล็กตรอนถูกเบนไปทางขวามือ หรือทางซ้ายมือของจอนี้จะทำให้เห็นเป็นจุดสว่างเคลื่อนที่ไปทางเดียวกันด้วย ในทำนองเดียวกัน หากมีขั้วแม่เหล็กในแนวนอน ลำอิเล็กตรอน หรือจุดสว่างก็จะถูกเบนไปในทางแนวตั้งของจอหลอดภาพ ฉะนั้นเพื่อช่วยในการหักเหลำอิเล็กตรอนในทิศทางที่ต้องการ จึงนิยมใช้สนามแม่เหล็กทั้งในแนวนอนและในแนวตั้งร่วมกันสองสนาม แม่เหล็กไฟฟ้านี้เกิดจากการปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดที่พันอยู่รอบ ๆ คอหลอดภาพตามภาพที่ 2.6 และภาพที่ 2.7 ขดลวดเหล่านี้มีชื่อเรียกว่า ขดลวดของการหักเหทางแนวนอนและขดลวดของการหักเหทางแนวตั้งตามลำดับ รูปร่างของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดทั้งสอง เพื่อที่จะทำให้เกิดการสะแกนตามภาพที่ 1-4 นั้นมีความสำคัญมากและนิยมใช้เป็นกระแสรูปฟันเลื่อย ความถี่ของกระแสที่ไหลฝ่ายขดลวดทั้งสองนี้ไม่เท่ากัน สำหรับโทรทัศน์ระบบอเมริกัน กระแสรูปฟันเลื่อยที่ไหลผ่านขดลวดของการหักเหทางแนวนอนจะมีความถี่ 15,750 เฮิทซ์ส่วนกระแสรูปฟันเลื่อยที่ไหลผ่านขดลวดของการหักเหทางแนวตั้งจะมีความเพียง 60 เฮิร์ทซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



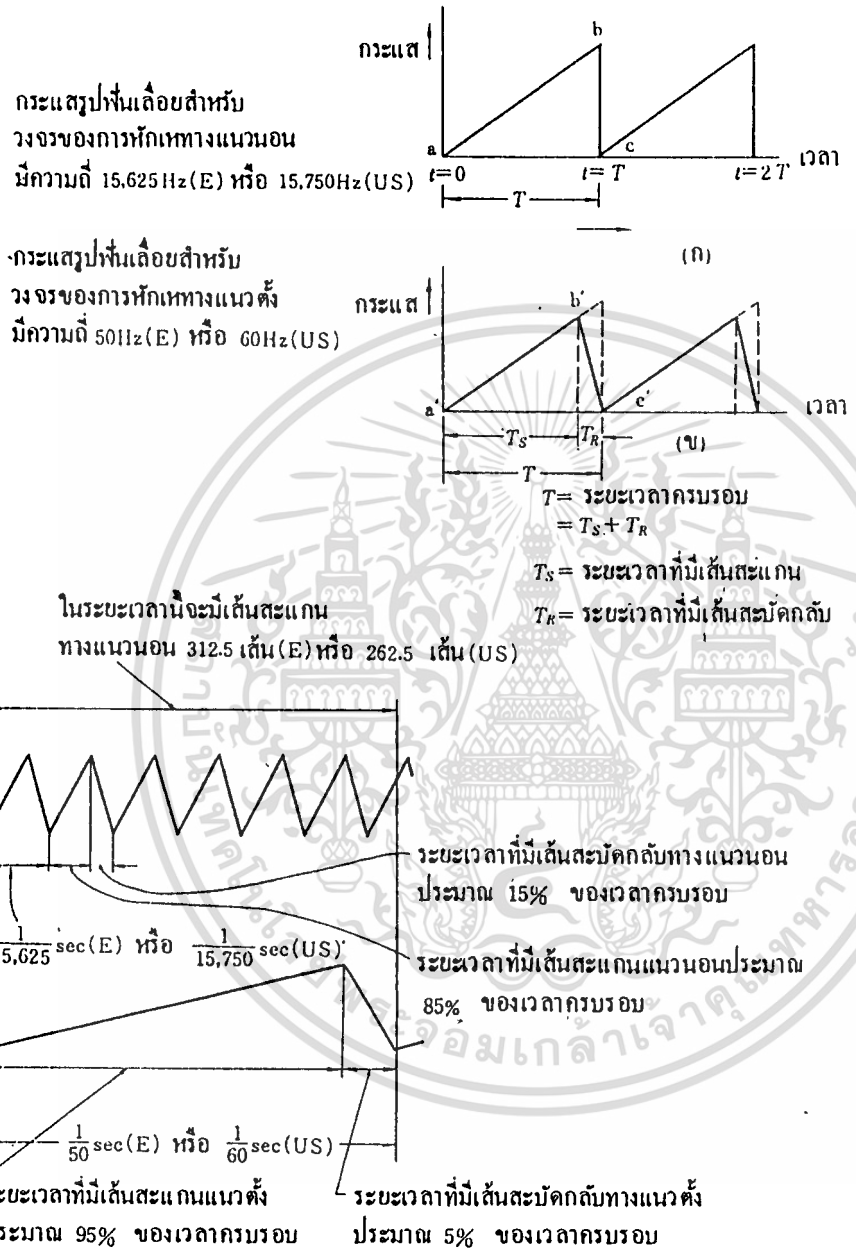
ภาพที่ 2.6 ขดลวดที่ทำให้เกิดการหักเหของลำอิเล็กตรอนพันอยู่รอบคอหลอดภาพเมื่อมีกระแสรรูปฟันเลื่อยไหลผ่าน ก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กซึ่ง ใช้บังคับการหักเหของลำอิเล็กตรอน



ภาพที่ 2.7 การวางตำแหน่งของขดลวดเพื่อทำให้เกิดการหักเหของลำอิเล็กตรอน ทางแนวนอน และ การหักเหของลำอิเล็กตรอนตามแนวตั้ง

เท่านั้น โดยปกติ การสะแกนจะเริ่มต้นค้นโดยการทำให้จุดสว่างเคลื่อนที่จากซ้ายมือด้านบนของจอภาพไปทางขวามือในแนวนอน ซึ่งเมื่อไปถึงตำแหน่งขวาสุด ก็จะถูกเบนต่ำลงเล็กน้อย แล้วก็จะกลับไปตั้งต้นใหม่ทางซ้ายมือเพื่อเคลื่อนที่มาทางขวามือในแนวนอนอีก เป็นอยู่เช่นนี้เรื่อย ๆ จนกระทั่งจุดสว่างไปถึงตำแหน่งขวามือข้างล่างสุดของจอหลอดภาพก็เป็นอันเสร็จสิ้นการสะแกนภาพนิ่งภาพหนึ่ง ซึ่งเรียกกันว่า เฟรมหนึ่ง หลังจากนั้นลำอิเล็กตรอนก็จะกลับไปตั้งต้นใหม่ทางด้านซ้ายมือบนสุดของจอหลอดภาพอีก เพื่อสะแกนภาพนิ่งอันดับต่อไป อย่างไรก็ตามเพื่อลดอาการกระพริบของภาพ การสะแกนภาพนิ่งแต่ละภาพ จึงมักนิยมจัดทำสองครั้งในแบบของการสะแกนไขว้กันโดยกำหนดให้ภาพนิ่งหนึ่งเฟรม ประกอบด้วยภาพนิ่งสองฟิลด์ และเริ่มต้นด้วยการสะแกนภาพนิ่งฟิลด์เส้นคี่ก่อน เมื่อเสร็จสิ้นถึงตำแหน่งขวามือล่างสุดของจอหลอดภาพแล้ว จึงกลับไปตั้งต้นใหม่ทางซ้ายมือบนสุดของจอ แล้วเริ่มต้นสะแกนภาพนิ่งฟิลด์เส้นคู่ต่อไปจนถึงตำแหน่งขวามือล่างสุด หลังจากนั้น ก็จะเริ่มต้นสะแกนภาพนิ่งอันดับอื่นต่อไปใหม่ ฉะนั้น การสะแกนภาพนิ่งหนึ่งภาพ หรือหนึ่งเฟรม จึงประกอบด้วยการสะแกนภาพนิ่งด้วยฟิลด์เส้นคี่ และการสะแกนภาพนิ่งด้วยฟิลด์เส้นคู่ สำหรับโทรทัศน์ระบบอเมริกัน ซึ่งใช้เส้นสะแกน 525 เส้นต่อภาพ และ 30 ภาพต่อวินาทีนั้น ภาพนิ่งแต่ละภาพ หรือภาพนิ่งแต่ละเฟรม จะประกอบด้วยเส้นสะแกนแนวนอน 525 เส้นและภาพนิ่งแต่ละฟิลด์ ก็จะมีเส้นสะแกนแนวนอน 262 1/2 เส้น ภาพนิ่งแต่ละภาพนี้จะเกิดขึ้นภายในระยะเวลา 1/30 วินาที ความถี่ของกระแสรูปฟันเลื่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.8 กระแสรรูปฟันเลื่อย สำหรับใช้ในวงจรที่ทำให้มีการหักเหของลำอิเล็กตรอนในแนวนอน และในแนวตั้ง
(US: โทรทัศน์ในระบบอเมริกัน E: โทรทัศน์ในระบบยุโรป)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

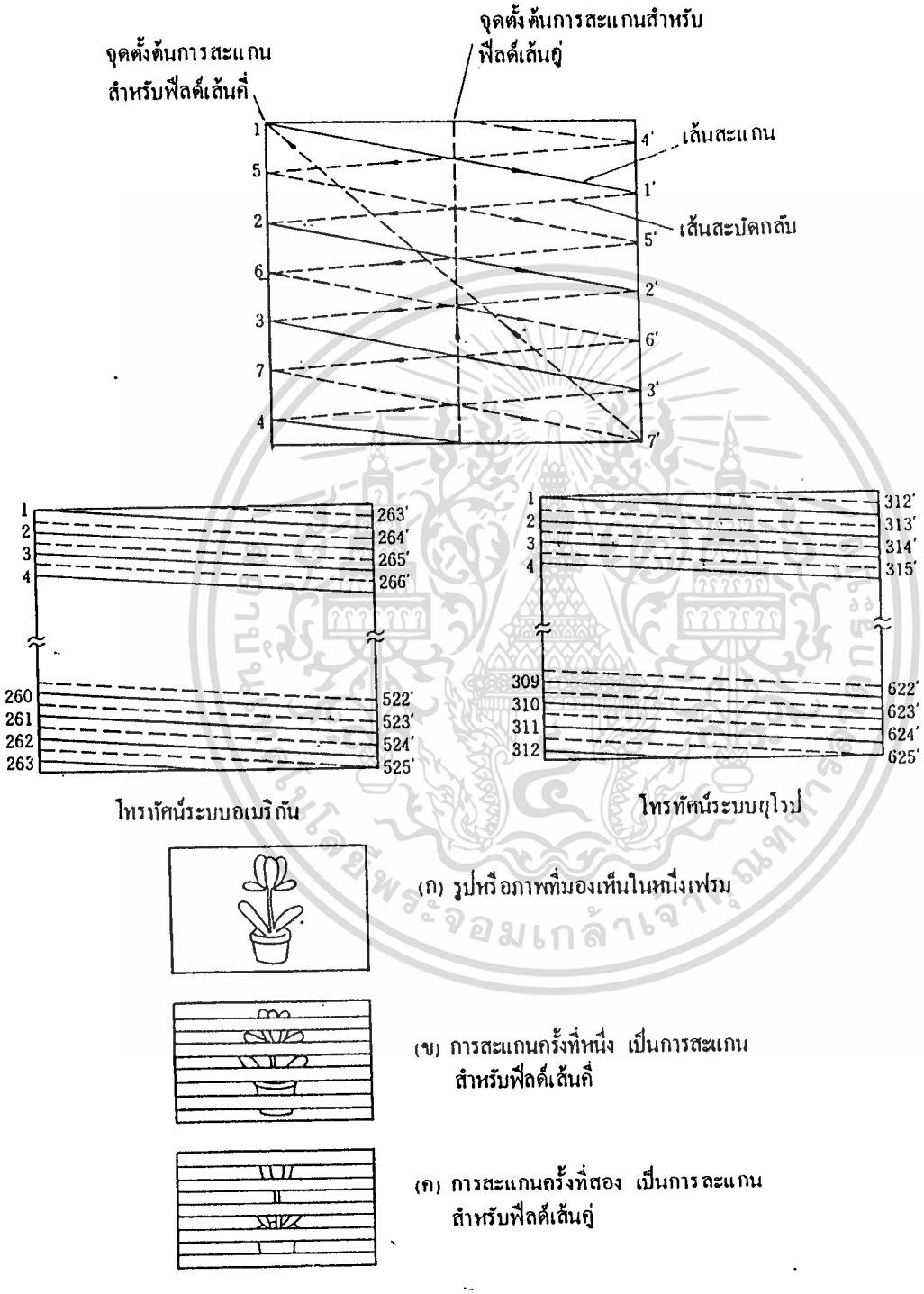
ที่ใช้ในการหักเหทางแนวนอนซึ่งใช้เวลา 1/30 วินาที สำหรับทำให้เกิดเส้นสะแกนแนวนอน 525 เส้น ก็จะมีค่าเป็น (525)(30) หรือ 15,750 เฮิทซ์ ส่วนความถี่ของกระแสรูปฟันเลื่อยสำหรับการหักเหทางแนวตั้ง ซึ่งใช้เวลาในการสะแกนจากบนสุดมาล่างสุดสำหรับฟิลด์หนึ่ง ๆเพียง 1/60 วินาทีเท่านั้น ก็จะเป็น 60 เฮิทซ์ ในทำนองเดียวกัน สำหรับโทรทัศน์ระบบยุโรป ซึ่งใช้เส้นสะแกนแนวนอน 625 เส้นต่อภาพ และ 25 ภาพต่อวินาทีนั้น ความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการหักเหทางแนวนอน และการหักเหทางแนวตั้ง ก็จะมีค่าเป็น (625) (25) หรือ 15,625 เฮิทซ์ และ 50 เฮิทซ์ตามลำดับ ความถี่ของกระแสสำหรับการหักเหทางแนวนอนและการหักเหทางแนวตั้งทั้งสองนี้ ได้แสดงการเปรียบเทียบไว้แล้วในภาพที่ 1-8 ในระยะเวลาครบรอบหนึ่ง ๆ ของกระแสรูปฟันเลื่อย จะประกอบด้วยส่วนที่เพิ่มขึ้นจากค่าต่ำสุดไปหาค่าสูงสุด ซึ่งตรงกับเวลาที่จุดสว่างใช้ไปในการสะแกนจากซ้ายมือสุดไปจนถึงขวามือสุด และส่วนที่ลดลงจากค่าสูงสุดไปหาค่าต่ำสุด ซึ่งตรงกับระยะเวลาที่จุดสว่างบนจอหลอดภาพใช้ไปในการสะบัดกลับจากขวามือสุดไปตั้งต้นใหม่ทางซ้ายมือสุด โดยปกติระยะเวลาที่มีเส้นสะบัดกลับ จะเป็นช่วงเวลาดังกล่าวแล้วนี้ ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์อันใดเลย จึงมักหาวิธีทำให้เกิดสิ่งอื่นมาข่มจุดสว่างในช่วงเวลานี้ เพื่อมิให้สังเกตเห็นได้ทางจอหลอดภาพ สัญญาณที่ใช้ลบเส้นสะบัดกลับนี้ เรียกว่า สัญญาณแบล้งค์กิ้ง

เนื่องจากการสะแกนภาพนิ่งตามที่กล่าวถึงแล้วนี้ กระทำติดต่อกันไปเรื่อย ๆ โดยมีจำนวนเส้นต่อภาพ และจำนวนภาพต่อวินาที ตามแต่ชนิดของระบบโทรทัศน์ที่ใช้ ภาพที่มาปรากฏบนจอหลอดภาพเครื่องรับโทรทัศน์ จึงมีผลเหมือนกับการฉายภาพนิ่ง ซึ่งแต่ละภาพแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย เป็นจำนวนหลาย ๆ ภาพ ต่อหนึ่งวินาที และด้วยคุณลักษณะพิเศษของสายตาเกี่ยวกับ persistence of vision นี้ จึงทำให้มองเห็นภาพบนจอหลอดภาพเครื่องรับโทรทัศน์ เป็นภาพที่เคลื่อนไหวติดต่อกันไปตลอดเวลา

2.3 ความสำคัญของระบบซิงค์

ภาพที่ปรากฏขึ้นบนจอหลอดภาพ จำเป็นต้องอาศัยวงจรของการหักเหทางแนวนอนและวงจรของการหักเหทางแนวตั้ง ซึ่งแต่ละวงจรจะมีกระแสรูปฟันเลื่อยไหลผ่าน ทางด้านกล้องโทรทัศน์ ก็จำเป็นต้องอาศัยความถี่ทั้งสองช่วยทำให้เกิดสัญญาณทางไฟฟ้าเช่นเดียวกัน ความถี่ทางวงจรของการหักเหทางแนวนอนและวงจรของการหักเหทางแนวตั้ง ที่ใช้ในเครื่องส่งทางโทรทัศน์ และที่ใช้ในเครื่องรับโทรทัศน์นี้ จะต้องเท่ากันตลอดเวลา จึงจะทำให้เกิดภาพขึ้นทางเครื่องรับโทรทัศน์ ด้วยเหตุนี้ จึงจำเป็นต้องมีวิธีทำให้ความถี่ของวงจรดังกล่าวทางเครื่อง

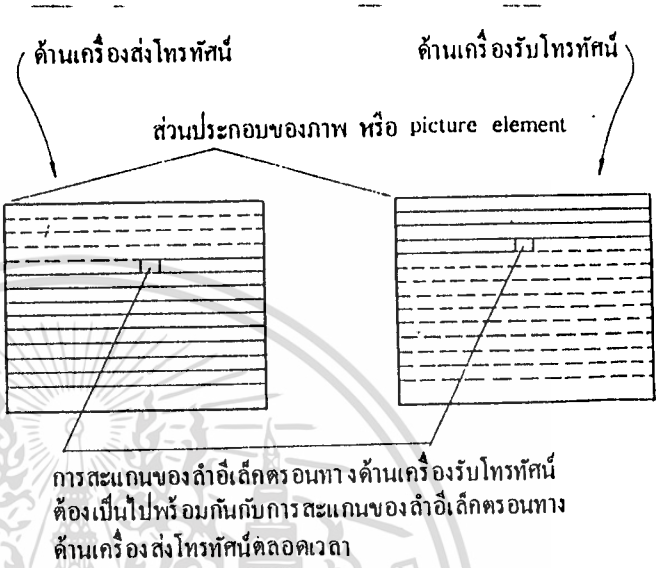
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.9 การสะแกนสองครั้งสำหรับภาพนิ่งแต่ละภาพ โดยแบ่งหนึ่งเฟรมออกเป็นสองฟิลด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งและเครื่องรับโทรทัศน์ เท่ากันอยู่ทุกขณะ ตามภาพที่ 2.10 โดยสถานีโทรทัศน์ต้องส่งสัญญาณที่เรียกว่า สัญญาณซิ้งค์ ไปพร้อมกับสัญญาณภาพและสัญญาณเสียงตามรายละเอียดที่จะได้กล่าวถึงในหัวข้อต่อไป สัญญาณซิ้งค์นี้จะช่วยทำ



ภาพที่ 2.10
ความถี่ของกระแสรูปฟันเลื่อยในวงจรของการหักเหทางแนวนอน และวงจรของการหักเหทางแนวตั้งทางด้านเครื่องส่งและเครื่องรับ ต้องเท่ากันตลอดเวลา

ให้ความถี่ในวงจรของการหักเหทางแนวนอน และวงจรของการหักเหทางแนวตั้ง ในเครื่องส่งและเครื่องรับโทรทัศน์เท่ากัน เพื่อทำให้เกิดภาพบนจอหลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์ตลอดเวลาได้

2.4 องค์ประกอบของสัญญาณโทรทัศน์

เพื่อทำให้เกิดผลสมความมุ่งหมาย สถานีโทรทัศน์ที่ส่งภาพขาวดำ จำเป็นต้องส่งสัญญาณหลายอย่าง คือ

- สัญญาณเสียง
- สัญญาณภาพ
- สัญญาณแบล้งค์กิ้ง
- สัญญาณซิ้งค์
- สัญญาณอีควัลไลซิ่ง

สัญญาณเสียงมีคลื่นพาห์ของตัวเองโดยเฉพาะ ส่วนสัญญาณภาพและสัญญาณอื่น ๆ นั้น จะรวมเป็นรูปร่างอันเดียวกัน ซึ่งเรียกว่า สัญญาณภาพรวม แล้วใช้คลื่นพาห์ของภาพเป็นตัวพาออกอากาศรวมกับคลื่นพาห์ของเสียงไปยังเครื่องรับโทรทัศน์ เหตุผลและความจำเป็นในการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณต่าง ๆ มีดังนี้

ก) สัญญาณภาพ และ สัญญาณเสียง เป็นสัญญาณที่ใช้เพื่อทำให้เกิดภาพและเสียงทางเครื่องรับโทรทัศน์ตามความต้องการ

ข) สัญญาณแบล้งค์กิ้ง เป็นสัญญาณที่ใช้เพื่อลบเส้นสะแกนสะบัดกลับทั้งในแนวนอนและในแนวตั้ง เพื่อมิให้สังเกตเห็นได้ชัดทางจอหลอดภาพ สำหรับโทรทัศน์ระบบอเมริกัน วงจรของการหักเหทางแนวนอนมีความถี่ 15,750 เฮิทซ์ ฉะนั้น ในระยะเวลา 1/15,750 วินาที หรือ 63.5 ไมโครวินาทีจะต้องเกิดเส้นสะแกนสะบัดกลับครั้งหนึ่ง จึงต้องใช้แบล้งค์กิ้งพัลซ์ทางแนวนอนหนึ่งครั้ง โดยมีขนาดประมาณ 10 ไมโครวิน ไมโครวินาทีเท่านั้น นอกจากนี้ยังใช้วิธีสิ่งชิ้งค์พัลซ์เหล่านี้ปนกับแบล้งค์กิ้งพัลซ์อีกด้วย โดยให้ฐานของชิ้งค์พัลซ์อยู่ทับขอบบนของแบล้งค์กิ้งพัลซ์อีกชั้นหนึ่ง เมื่อจัดขอบเขตความต่างศักดิ์ให้ระดับสูงสุดของแบล้งค์กิ้งพัลซ์เป็นระดับดำมืดจนมองไม่เห็นแล้ว ระดับของชิ้งค์พัลซ์ที่อยู่บนยอดสูงสุดขอบแบล้งค์กิ้งพัลซ์ก็จะเป็นระดับมืดสนิท และไม่ทำให้เกิดการรบกวนภาพที่จอหลอดภาพแต่อย่างใด

ยะเวลา 1/60 วินาที หรือ 16.667 ไมโครวินาที ก็ต้องใช้แบล้งค์กิ้งพัลซ์ทางแนวตั้งครั้งหนึ่ง โดยมีขนาดประมาณ 1,250 ไมโครวินาที

ค) สัญญาณชิ้งค์ เป็นสัญญาณที่ใช้เพื่อช่วยทำให้วงจรของการหักเหทางแนวนอน และวงจรของการหักเหทางแนวตั้งในเครื่องส่งกับเครื่องรับโทรทัศน์มีความถี่ตรงกันตลอดเวลา สัญญาณชิ้งค์ทางแนวนอนมีความถี่ 15,750 เฮิทซ์ ซึ่งเท่ากับความถี่ของวงจรหักเหทางแนวนอน และสัญาณชิ้งค์ทางแนวตั้งก็มีความถี่ 60 เฮิทซ์ ซึ่งจะเท่ากับความถี่ของวงจรหักเหทางแนวตั้งเหมือนกัน เนื่องจากว่าความถี่ของสัญญาณชิ้งค์มีค่าเท่ากับความถี่ของสัญญาณแบล้งค์กิ้งพอดี จึงจำเป็นต้องป้องกันการรบกวนที่อาจเกิดขึ้น โดยจำเป็นต้องกำหนดขนาดของชิ้งค์พัลซ์ให้น้อยกว่าขนาดของแบล้งค์กิ้งพัลซ์ กล่าวคือ ทำให้ชิ้งค์พัลซ์ทางแนวนอนมีขนาดเพียง 5 ไมโครวินาที และชิ้งค์พัลซ์ทางแนวตั้งมีขนาดเพียง มีขนาดเพียง 190 ไมโครวินาทีเท่านั้น นอกจากนี้ยังใช้วิธีส่งชิ้งค์พัลซ์เหล่านี้ปนกับแบล้งค์กิ้งพัลซ์อีกด้วย โดยให้ฐานของชิ้งค์พัลซ์อยู่ทับขอบบนของแบล้งค์กิ้งพัลซ์อีกชั้นหนึ่ง เมื่อจัดขอบเขตความต่างศักดิ์ให้ระดับสูงสุดของแบล้งค์กิ้งพัลซ์เป็นระดับดำมืดจนมองไม่เห็นแล้ว ระดับของชิ้งค์พัลซ์ที่อยู่บนยอดสูงสุดของแบล้งค์กิ้งพัลซ์ ก็จะเป็นระดับดำมืดสนิท และไม่ทำให้เกิดการรบกวนภาพที่จอหลอดภาพแต่อย่างใด

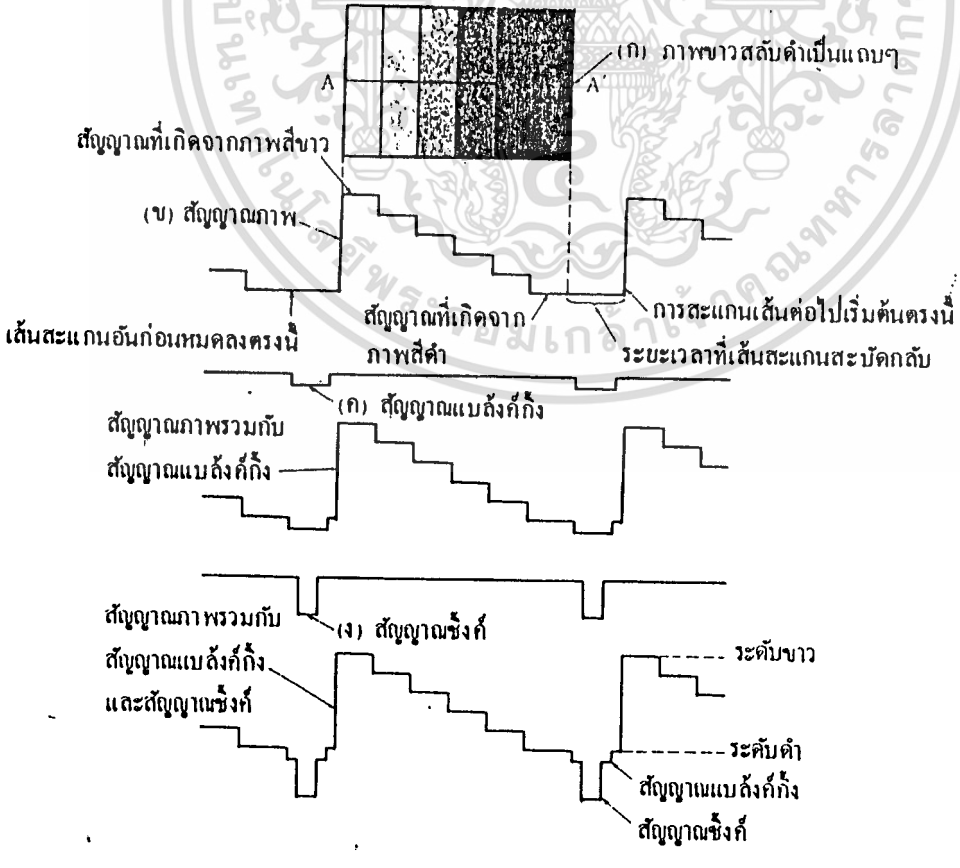
ง) สัญญาณอีกควัลไลซิ่ง เป็นสัญญาณที่ใช้เพื่อช่วยให้สัญญาณชิ้งค์ทางแนวตั้ง ยังคงมีรูปร่างดีเหมือนเดิมหลังจากแยกออกมาจากสัญญาณชิ้งค์ทางแนวนอนแล้ว นอกจากนี้ยังช่วยทำให้การสะแกนแบบไขว้กันเป็นไปโดยเรียบร้อยสม่ำเสมอ รวมทั้งสัญญาณชิ้งค์ทางแนวนอนก็ไม่ขาดหายไปในช่วงเวลาของสัญญาณชิ้งค์ทางแนวตั้งอีกด้วยขนาดของพัลซ์ที่กล่าวถึงนี้จะเท่ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณซิ้งค์ทางแนวตั้ง หรือ 190 ไมโครวินาที หรือประมาณสามเท่าของขนาดสัญญาณซิ้งค์ทางแนวนอน และยังนิยมแบ่งพัลซ์นี้ออกเป็นหกพัลซ์เล็ก ๆ ด้วยกันตามภาพที่ 2.12 เพื่อทำให้เกิดสัญญาณซิ้งค์ทางแนวนอนครั้งหนึ่งในทุก ๆ สองครั้งที่มีพัลซ์เล็ก ๆ นี้ นอกจากนี้ยังนิยมแบ่งสัญญาณซิ้งค์ทางแนวตั้งออกเป็นพัลซ์เล็ก ๆ เช่นเดียวกัน

สัญญาณโทรทัศน์ ที่มีสัญญาณภาพรวมกับสัญญาณอื่น ๆ หลายอย่าง ตามที่แสดงไว้ในภาพที่ 2.12 มีชื่อเรียกว่าสัญญาณภาพรวม

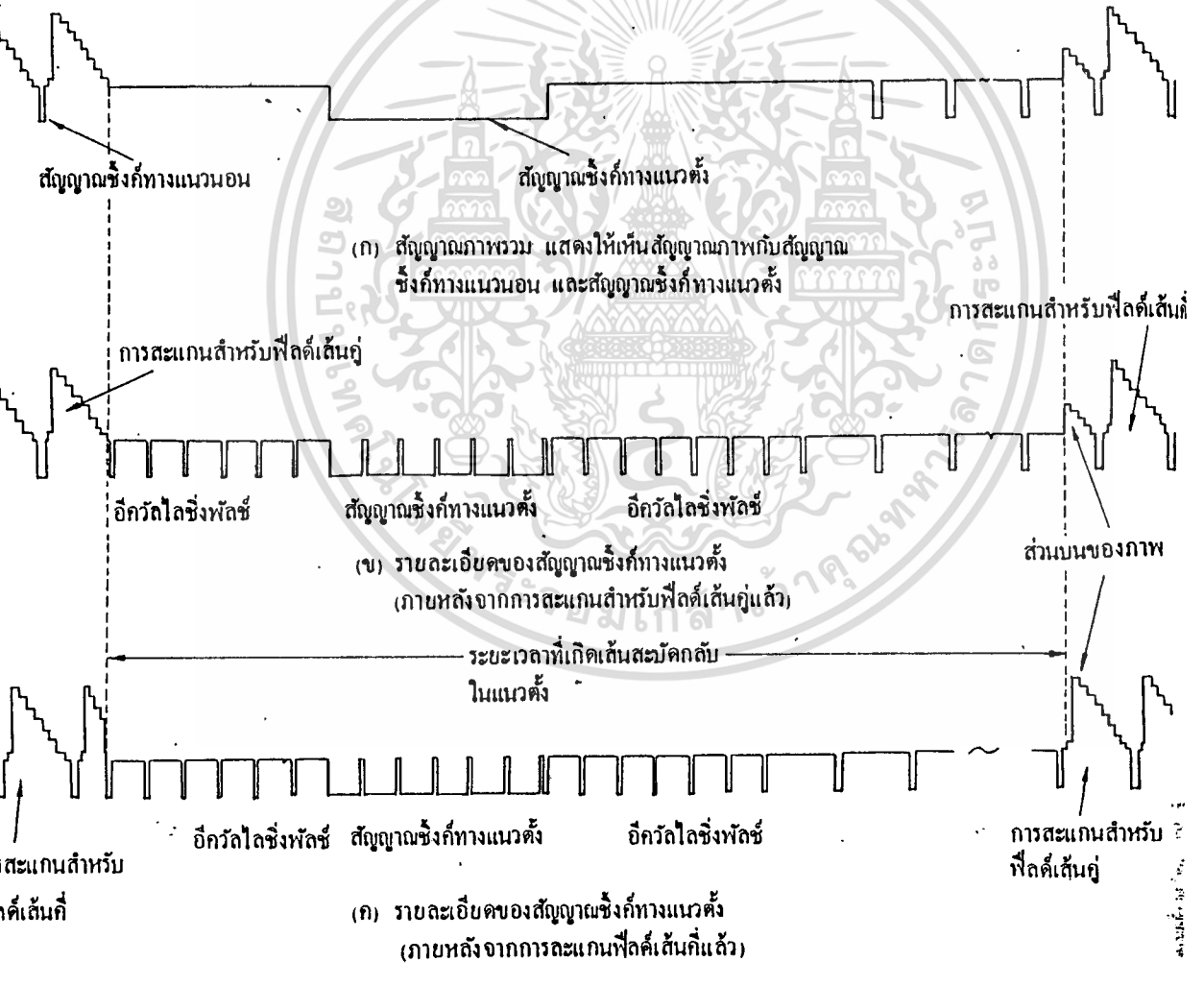
ภาพที่ 2.11 แสดงภาพขาวสลับดำ ซึ่งเริ่มจากสีขาว สีดำจาง ๆ และสีดำสนิทเป็นแถบ ๆ กล้องโทรทัศน์จะเปลี่ยนภาพนี้ให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งเมื่อรวมกับสัญญาณแบล้งค์กิ้ง และสัญญาณซิ้งค์แล้ว ก็จะได้สัญญาณภาพรวมตามที่แสดงไว้ ภาพแต่ละชนิดจะให้สัญญาณทางไฟฟ้าที่มีความถี่สูงต่ำแตกต่างกัน สำหรับโทรทัศน์ระบบเอมริกัน ความถี่สูงสุดของภาพไม่ควรเกิน 4 เมกกะเฮิทซ์ และสำหรับโทรทัศน์ระบบยุโรป ความถี่สูงสุดนี้จะไม่เกิน 5 เมกกะเฮิทซ์ ในเรื่องนี้ ภาพที่เกิดจากสัญญาณโทรทัศน์ที่มีความถี่สูง ย่อมละเอียดกว่า หรือมีจำนวนจุดดำ อันเป็นส่วนประกอบของภาพ มากกว่าภาพที่เกิดจากสัญญาณโทรทัศน์ที่มีความถี่ต่ำ



ภาพที่ 2.11 รูปร่างของสัญญาณโทรทัศน์ที่เกิดจากภาพขาวสลับดำเป็นแถบ ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเครื่องรับโทรทัศน์รับเอาสัญญาณโทรทัศน์มาได้แล้ว ก็จะมีการแยกเอาสัญญาณต่าง ๆ ตามที่กล่าวถึงนี้ไปให้วงจรซึ่งทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน เพื่อทำให้เกิดภาพและเสียงตามความต้องการ สัญญาณเสียง ก็จะผ่านไปยังวงจรเสียง สัญญาณภาพและสัญญาณแบลังค์กิ้ง ก็จะตรงไปยังแคโถด หรือกริดของหลอดภาพ ส่วนสัญญาณซิ้งค์นั้นเมื่อแยกออกจากสัญญาณภาพรวมแล้ว ก็จะผ่านไปยังวงจรแยกซิ้งค์ วงจรของการหักเหทางแนวนอน และวงจรของการหักเหทางแนวตั้ง



ภาพที่ 2.12 สัญญาณภาพรวม แสดงให้เห็นรายละเอียดของสัญญาณแต่ละชนิด เช่นสัญญาณแบลงค์กิ้ง สัญญาณซิงค์ และสัญญาณอีควอไลซิงค์

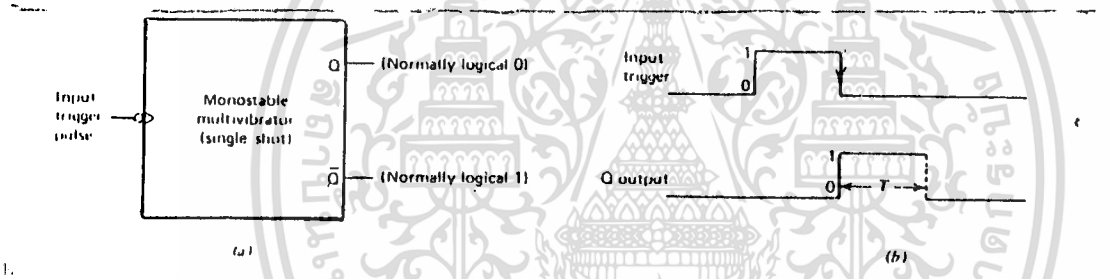
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและทฤษฎีที่จำเป็น

3.1 ทฤษฎีการใช้งานโมโนสเตเบิ้ล มัลติไวเบรเตอร์

คุณสมบัติที่เป็นลักษณะเฉพาะของวงจรมัลติไวเบรเตอร์ชนิดหนึ่ง คือ สามารถสร้างสัญญาณพัลซ์เพียงลูกเดียว (single pulse) เมื่อมีสัญญาณกระตุ้นอย่างเหมาะสมทางอินพุท ภาพที่ 3.1(a) แสดงสัญญลักษณ์ของวงจรโมโนสเตเบิ้ล มัลติไวเบรเตอร์ ในลักษณะที่เสถียรที่ระดับต่ำ (Q-output-logic-0 ; Q-output-logic-1). ภาพที่ 3.1(b) แสดงชนิดของสัญญาณกระตุ้น (trigger pulse) และ สัญญาณเอาร์พุท (สมมุติให้มีการทำงานที่ขอบขาลงของสัญญาณกระตุ้น)



ภาพที่ 3.1 แสดงการทำงานของโมโนสเตเบิ้ล มัลติไวเบรเตอร์ (a) สัญญาณของ single shot logic (b) ลักษณะสัญญาณกระตุ้นและรูปร่างของสัญญาณเอาร์พุท

เมื่อมีระดับสัญญาณเปลี่ยนแปลงจากระดับสูงมาเป็นระดับต่ำ Q เอาร์พุท จะเปลี่ยนสถานะที่เสถียร (ระดับต่ำ) มาเป็นสถานะที่ไม่เสถียร (ระดับสูง) และ ยังคงรักษาระดับไว้ ในระยะเวลาที่หนึ่ง ซึ่งถูกกำหนดด้วยตัวต้านทาน และ ตัวเก็บประจุ ที่ประกอบอยู่ภายนอก จากนั้นก็จะคืนสู่สถานะที่เสถียรเดิมอีก และยังคงรักษาระดับที่เสถียรนี้ไว้จนกว่าจะมีสัญญาณกระตุ้นเข้ามาอีก

โมโนเตเบิ้ล 74LS121

74LS121 เป็นไอซีชิงเกิ้ลช้อค (IC single shot unit) ชนิดที่ไม่รับสัญญาณกระตุ้นในช่วงเวลาที่เอาร์พุทอยู่ในสถานะที่ไม่เสถียร (nonretriggerable single shot) ในการออกแบบควบคุมช่วงเวลาของสถานะเอาร์พุทที่ไม่เสถียรนั้น มีวิธีกำหนดค่าที่เหมาะสมของตัวต้านทาน R_{ext} และ ตัวเก็บประจุ C_{ext} ได้ 2 วิธี คือ

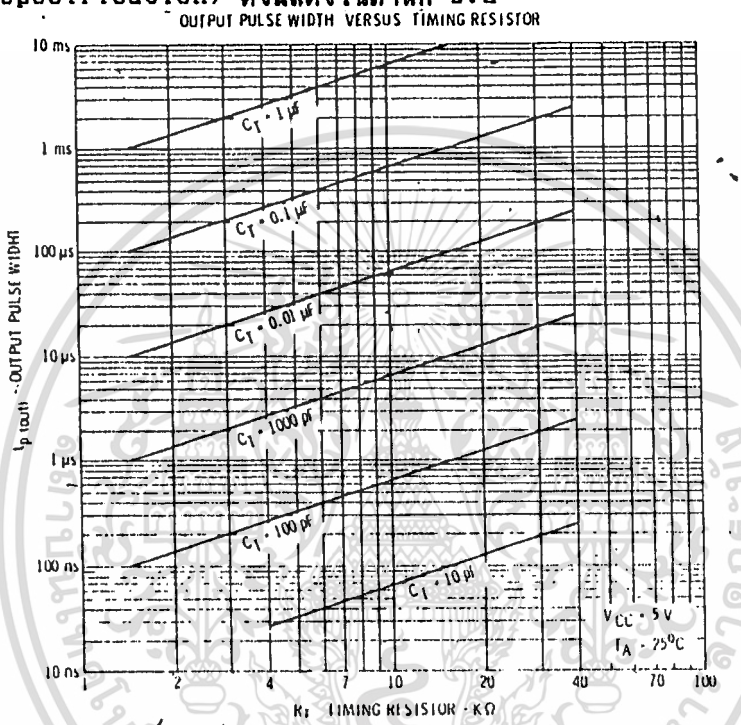
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.วิธีคำนวณ

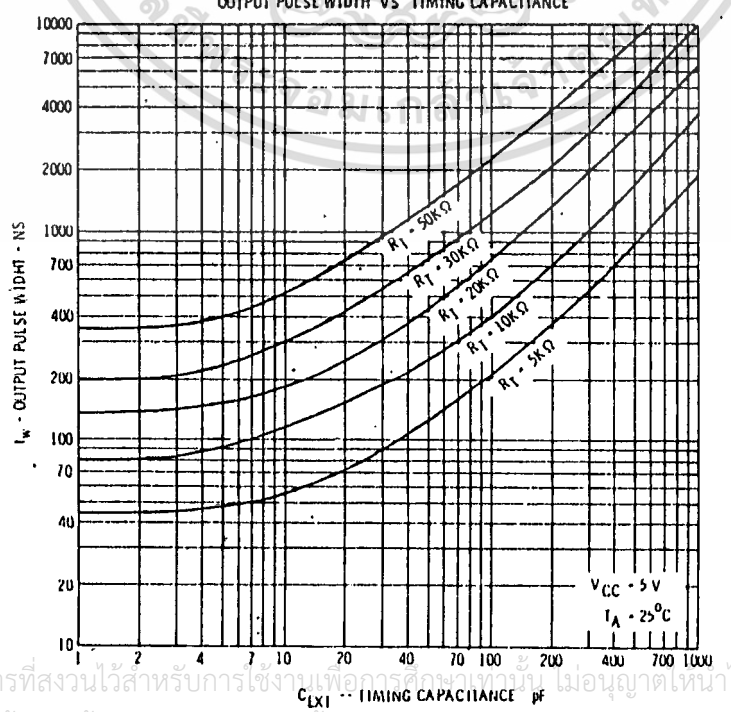
ทำได้โดยการกำหนดค่าของตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง แล้วคำนวณหาตัวแปรที่ต้องการ (ในทางปฏิบัตินั้น จะกำหนดค่าของตัวเก็บประจุ แล้วทำการคำนวณหาค่าของตัวต้านทาน) ดังสมการ

$$T = 0.7 * R_{ext} * C_{ext}$$

2.วิธีกราฟ เราสามารถหาค่าของตัวแปรทั้ง 2 ได้โดยตรงจากกราฟ ซึ่งเป็นข้อมูลเฉพาะ (manucaturer's specification) ดังแสดงในภาพที่ 3.2



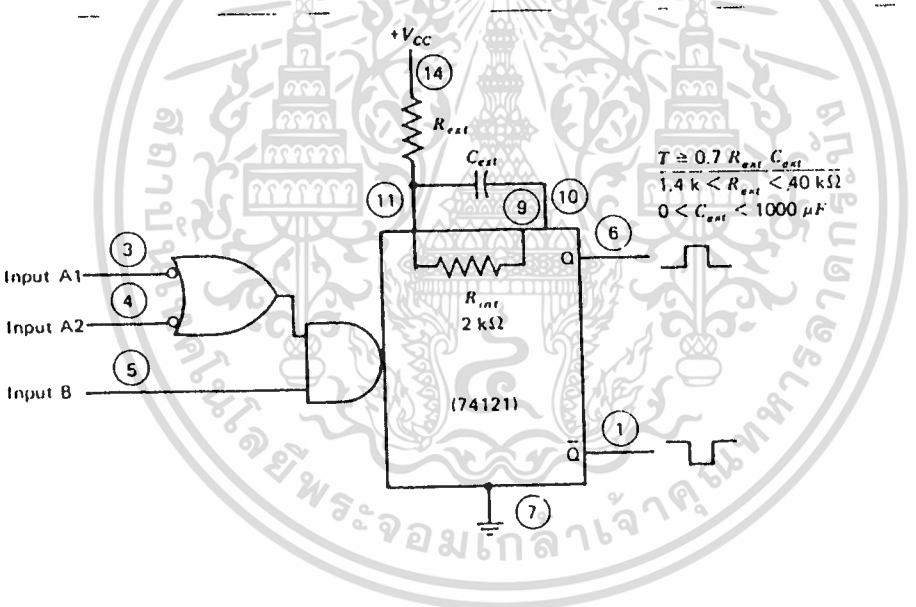
ภาพที่ 3.2 ก. แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง output pulsewidth และ timing resistor



ภาพที่ 3.2 ข. แสดงความสัมพนธระหวาง output pulsewidth และ timing capacitance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.3 เป็นการเพิ่มโลจิกเกต เพื่อเพิ่มความคล่องตัวให้กับชิงเกิ้ลช้อทไอซี ซึ่งทำให้ได้โครงสร้างของไอซีเบอร์ 74LS121 นั้นเอง ถ้าอินพุท A_1 และ A_2 เป็นระดับต่ำ จะส่งผลให้มีระดับสูงเป็นอินพุทของแอนเกต และ เมื่ออินพุท B เปลี่ยนระดับจากระดับต่ำ ไปเป็นระดับสูง จะส่งผลทำให้เอาร์พุทของแอนเกต เปลี่ยนระดับจากต่ำไปเป็นสูง ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้มีการเปลี่ยนระดับเอาร์พุทให้ไปอยู่ในระดับที่ไม่เสถียรนั้นเอง และยังมีแง่มุมต่าง ๆ ของการประยุกต์ใช้งาน ดังแสดงในตารางที่ 3.1



ภาพที่ 3.3 แสดงโครงสร้างของโมโนสเตเบิ้ล 74LS121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

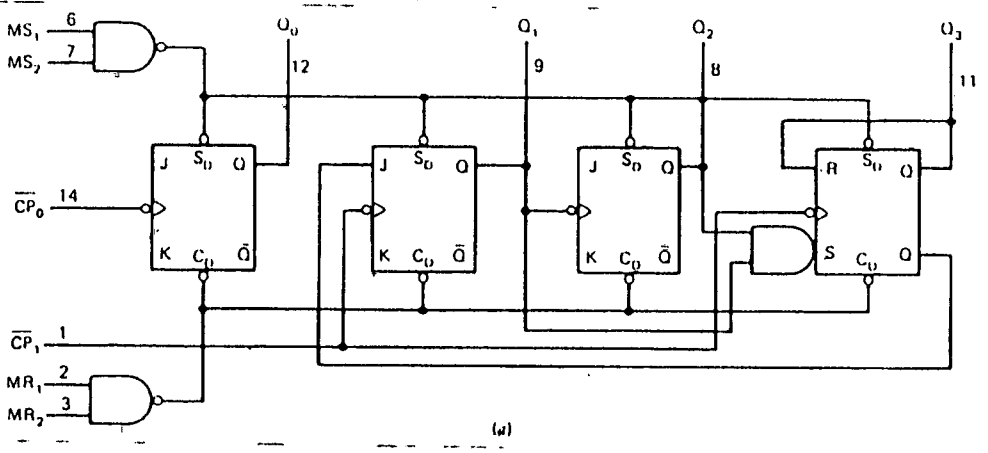
INPUTS			OUTPUTS	
A_1	A_2	B	Q	$\bar{Q}$
L	X	H	L	H
X	L	H	L	H
X	X	L	L	H
H	H	X	L	H
H	↓	H	⎍	⎌
↓	H	H	⎍	⎌
↓	↓	H	⎍	⎌
L	X	↑	⎍	⎌
X	L	↑	⎍	⎌

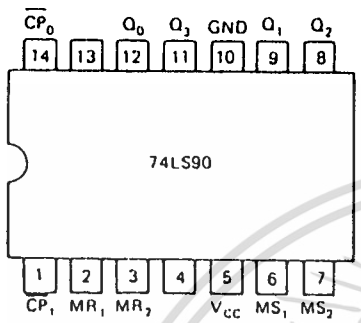
ตารางที่ 3.1 แสดงสถานะของโมโนสเตเบิ้ล มัลติไวเบรเตอร์ 74LS121

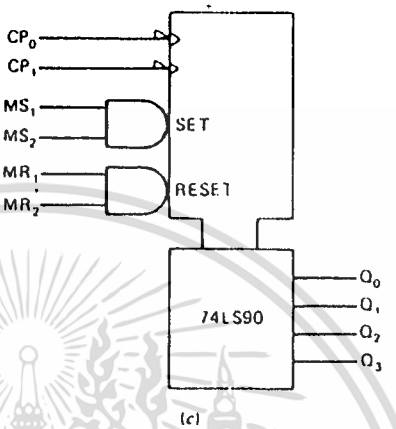
3.2 วงจรนับแบบริปเปิ้ล

วงจรนับแบบริปเปิ้ลสามารถสร้างได้จากฟลิบ-ฟลอบ และที่เราสนใจในโครงงานนี้ คือ 74LS90 แสดงในภาพที่ 3.4 เป็นวงจรที่ประกอบไปด้วย ฟลิป-ฟลอป 4 ตัว โดยมี เจเค ฟลิบ-ฟลอบ 3 ตัวแรก และตัวที่ 4 เป็น อาร์เอส ฟลิบ-ฟลอบ ซึ่งเปลี่ยนสถานะเมื่อระดับสัญญาณนาฬิกาเปลี่ยนจากระดับสูงเป็นระดับต่ำ (negative edge active) ระดับการนับขั้นพื้นฐานของไอซีเบอร์นี้ คือ วงจรนับสิบ โดยมีลำดับจาก 0000 จนถึง 1001 และกลับมาที่ 0000 อีก รายละเอียดของวงจรนั้น ไม่ได้มีการนับอย่างต่อเนื่อง แต่แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกมี 3 สถานะประกอบกันเพื่อให้ทำงานเป็นวงจรนับโหมด 5 และกลุ่มที่ 2 (อาร์เอส ฟลิบ-ฟลอบ) เป็นวงจรนับในโหมดที่ 2 เมื่อรวมทั้งระบบทำให้ได้วงจรนับสิบ (2 x 5 counter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

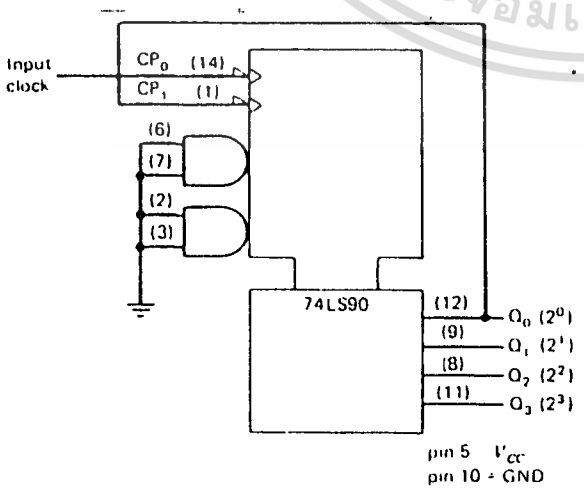






ภาพที่ 3.4 แสดงโครงสร้างของ 74LS90 (a)โครงสร้างภายใน (b)โครงสร้างภายนอก (c) สัญญลักษณ์การใช้งาน

การประกอบวงจรเพื่อให้ได้วงจรนับสิบนั้น แสดงได้ดังภาพที่ 3.5 โดยที่การเซท และ รีเซตนั้นต่อลงกราวน์ เพื่อไม่ให้มีผลในการปฏิบัติการของวงจร เอาร์พุทของสเตจที่ 0 (Q_0) ต่อเป็นอินพุทของสเตจที่ 1 (CP_1) ส่วนอินพุทที่สเตจที่ 0 (CP_0) เป็นสัญญาณนาฬิกาอินพุท



Clock	Q_3	Q_2	Q_1	Q_0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10 or 0	0	0	0	0

(b)

ภาพที่ 3.5 แสดงการทำงานของ 74LS90 เป็นวงจรนับสิบ (a)ลักษณะการต่อวงจร (b)ตารางนับ

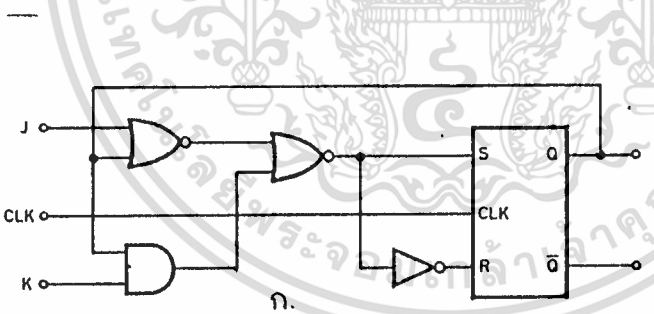
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนวงจรนับแบบริปเปิ้ลที่สนใจอีกเบอร์หนึ่ง คือ 74LS93 เป็นวงจรนับที่มีโครงสร้างเป็นแบบ 2 x 8 (วงจรนับพื้นฐาน 16) ทำให้ง่ายในการออกแบบวงจรนับ 8 ตามต้องการ (แสดงคุณสมบัติของไอซีวงจรนับไว้ในภาคผนวก)

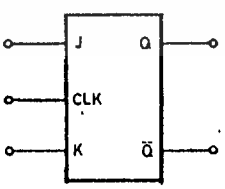
3.3 เจเค ฟลิป-ฟลอป

ภาพที่ 3.6 แสดงถึงการนำเอาวงจรมาสเตอร์-สเลฟ ฟลิป-ฟลอปมาสร้างเป็นวงจรอีกแบบหนึ่ง ที่สามารถนำไปใช้งานได้กว้างขวางนั่นคือ เจเค ฟลิป-ฟลอป ซึ่งสามารถทำหน้าที่เป็นวงจรแลตช์ข้อมูล, วงจรนับ/หาร และ ยังสามารถควบคุมไม่ให้เอาต์พุทมีการเปลี่ยนสถานะใด ๆ เลยได้ โดยเพียงกำหนดสัญญาณควบคุมแก่เจ และ เค เท่านั้น

ความสามารถที่สำคัญของเจเค ฟลิป-ฟลอป คือ การทำเป็นที หรือ ดี ฟลิป-ฟลอปได้ โดยเพียงการกำหนดให้อินพุททั้งสองของเจเป็น"1" ทั้งคู่หรือมีเฟสต่างกัน ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่ออินพุทของ เจและเคเป็น "0" จะทำให้เอาต์พุทไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณนาฬิกา



ก.



ข.

J	K	ผลที่ได้เมื่อสัญญาณนาฬิกาเข้ามา
0	0	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
0	1	$Q = 0, \bar{Q} = 1$
1	0	$Q = 1, \bar{Q} = 0$
1	1	เปลี่ยนเอาต์พุตเป็นตรงข้าม

ค.

ภาพที่ 3.6 (ก) วงจรเจเค ฟลิป-ฟลอปที่สร้างขึ้นจากวงจรมาสเตอร์-สเลฟ และเกตต่าง ๆ (ข)สัญลักษณ์ที่ใช้ (ค) ตารางการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

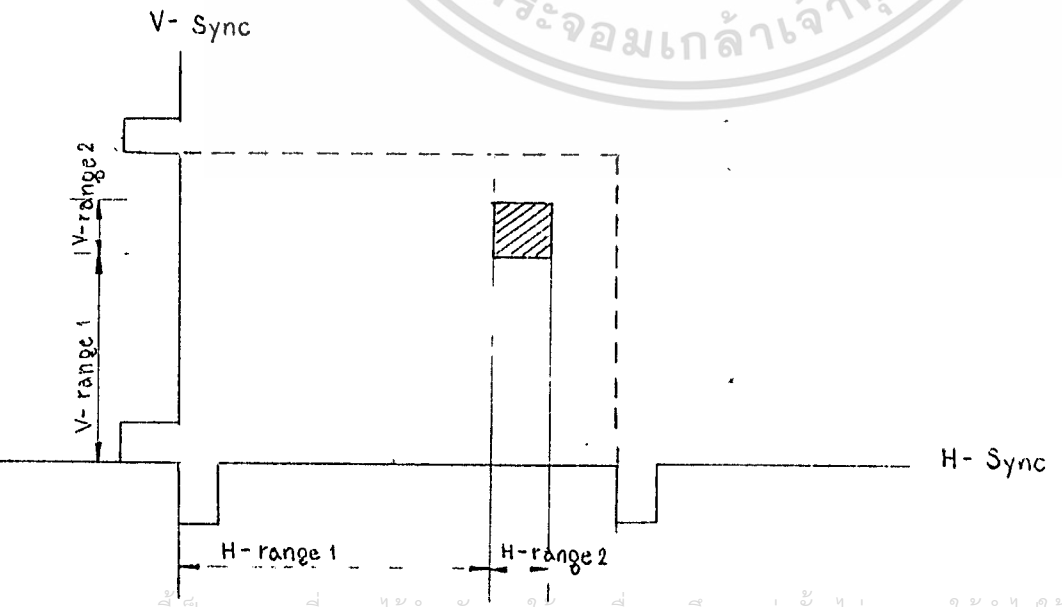
3.4 PICTURE CONTROL

ทำหน้าที่ในการควบคุมการตัดต่อภาพหลัก และ ภาพเล็กให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ โดยที่สัญญาณเอาท์พุท ของวงจรชุดนี้ ไปควบคุม อนาลอก สวิทช์ (Analog Switch) ให้มีการตัดต่อในจังหวะที่เหมาะสมในแต่ละเส้นสแกน ฉะนั้นความคมชัดของขอบภาพเล็ก ก็ขึ้นอยู่กับความเร็วของอนาลอก สวิทช์ ที่ใช้เป็นสำคัญ

ลักษณะความต้องการในการออกแบบวงจรชุดนี้มีจุดประสงค์ 2 ประการ

1. ตัดต่อภาพให้เกิดเป็นภาพเล็ก ที่มีรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดสูง 100 เส้น กว้าง 80 จุด
2. สามารถควบคุมภาพเล็ก ให้ปรากฏที่ใดก็ได้ทั่วทั้งจอ

ภาพที่ 3.7 เป็นภาพที่เขียนขึ้น เพื่อให้เข้าใจถึงระบบควบคุมจอภาพโดยสัญญาณซิงค์ ในพื้นที่ของเส้นปะ เป็นบริเวณจอภาพในแต่ละฟิลด์ตำแหน่งของภาพเล็กถูกกำหนดด้วยขนาดของช่อง แรงจ์ 1 (range 1) ทั้งแนวตั้งและแนวนอน ส่วนขนาดของภาพเล็ก ถูกกำหนดด้วย ช่อง แรงจ์ 2 (range 2) ทั้งแนวตั้งและแนวนอนเช่นกัน จากลักษณะข้อกำหนดข้างต้น เราจำเป็นต้องกำหนดให้ช่วงแรงจ์ 2 ทั้งแนวตั้งและแนวนอนมีขนาดที่คงที่ตลอดการในขณะที่ช่วงแรงจ์ 1 ทั้งสองสแนวสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้ ฉะนั้นหลักการของการนับ (counter) เป็นหลักการที่เหมาะสมในการกำหนดขนาดของภาพเล็ก และอาศัยคุณสมบัติของโมโนสเตเบิ้ล (Monostable Multivibrater) ที่สามารถเปลี่ยนแปลงขนาดของพัลซ์วิดท์ (Pulse width) เป็นตัวกำหนดช่วงของแรงจ์ 1



ภาพที่ 3.7 แสดงขนาดและตำแหน่งของภาพเล็กที่ปรากฏบนจอภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักในการออกแบบชุดควบคุมการตัดต่อภาพในแนวตั้ง และ แนวนอนนั้น มีหลักการออกแบบเดียวกัน แตกต่างกันที่ขนาดการนับ ซึ่งในแนวตั้งมีขนาดการนับ 100 เส้น ในขณะที่แนวนอนมีขนาดการนับ 80 จุด ซึ่งข้อบังคับนี้ ถูกกำหนดด้วยขนาดของหน่วยความจำขนาด 8 กิโลไบต์ (80 x100) ที่ใช้ในระบบ

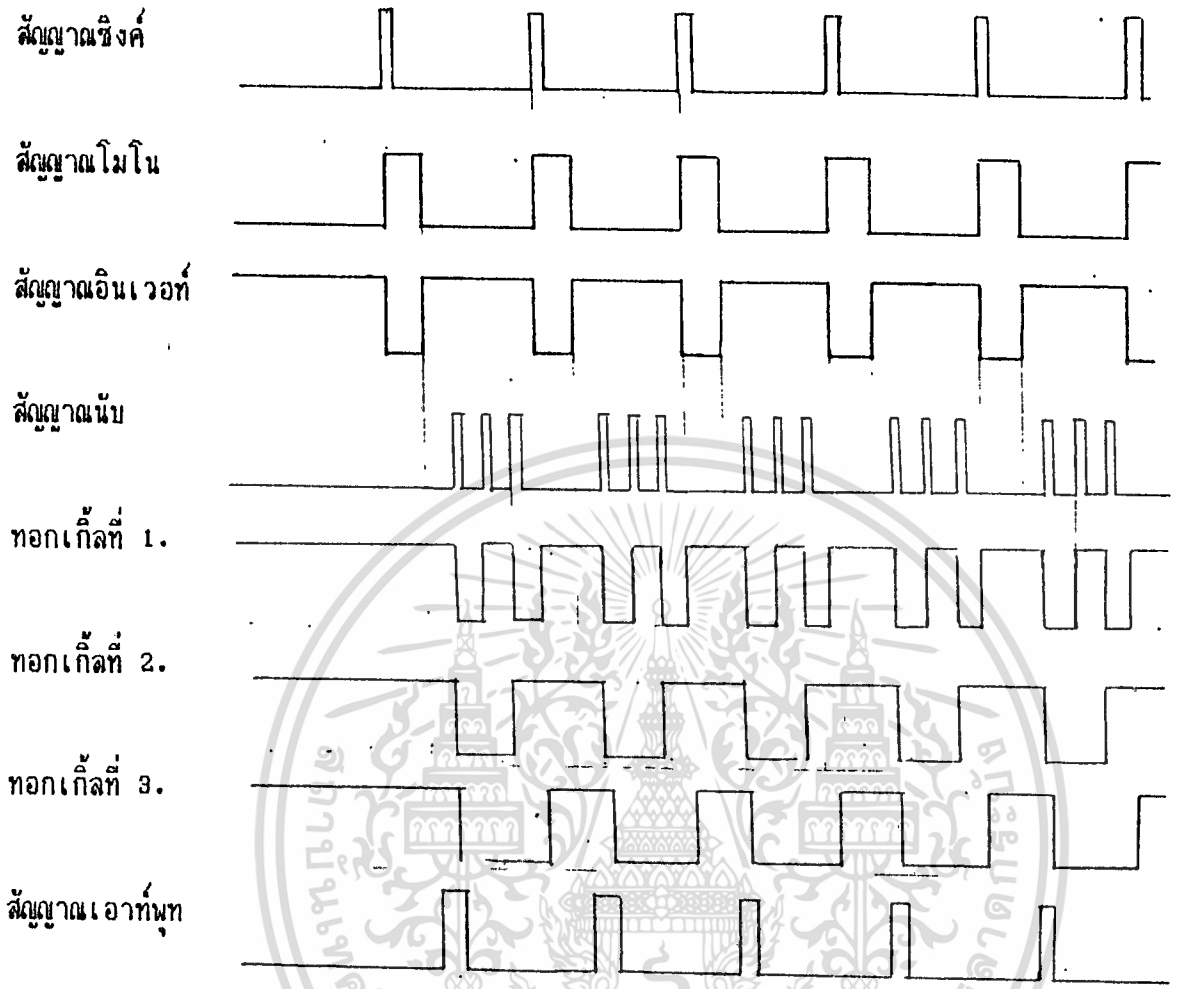
ส่วนหลักการในการควบคุมให้มีการเลื่อนตำแหน่งภาพเล็กนั้น เราอาศัยคุณสมบัติของโมโนสเตเบิ้ล (Monostable) 74LS121 ซึ่งสามารถควบคุมความกว้างของพัลซ์ (Pulse width) ให้มีขนาดความต้องการได้โดยง่าย โดยการปรับค่าตัวต้านทาน หรือ ตัวเก็บประจุ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ภายนอก (ในโครงงานนี้ กำหนดให้มีการปรับค่าตัวต้านทานเท่านั้น)

<u>ขั้นตอนการออกแบบ</u>

เพื่อให้ง่ายต่อการอธิบาย จึงขออธิบายขั้นตอนการทำงานตาม ทามมิง ไดอะแกรม (Timing Diagram)ในภาพที่ 3.8

1. สัญญาณ ซิงค์(sync) เป็น อินพุท(Input) ของวงจรชุดนี้ ซึ่งเป็นตัวกำหนดสัญญาณโมโนต่อไป
2. สัญญาณเอาท์พุทของโมโนสเตเบิ้ล 74LS121 ซึ่งทำหน้าที่ในการกำหนดจุดเริ่มต้นของการนับ ณ ตำแหน่งใดก็ได้ ฉะนั้นข้อกำหนดอย่างหนึ่งของขนาดความกว้างพัลซ์ คือต้องมีขนาดกว้างที่สุด ไม่เกินความกว้างระหว่างสัญญาณซิงค์
3. สัญญาณอินเวอส์ ของโมโนสเตเบิ้ล ซึ่งมีขนาดของสัญญาณ เหมือนกับสัญญาณในข้อ 2. แต่มีเฟสตรงกันข้าม
4. สัญญาณนับ ซึ่งเกิดมาจากวงจรนับ โดยที่มีจุดเริ่มต้นของการนับตั้งแต่ขอบขาลงของสัญญาณโมโน แต่อย่างไรก็ตาม การออกแบบวงจรเช่นนี้ วงจรนับยังคงทำงานอย่างต่อเนื่องจนกว่าจะมีสัญญาณโมโน ลูกใหม่เข้ามา จากลักษณะดังกล่าวนี้คือปัญหาที่จะต้องแก้ไข เพราะเราต้องการให้มีการนับ เพียง 1 ลูก ในแต่ละสัญญาณโมโนเท่านั้น
5. สัญญาณทอกเกิ้ล (Toggle) ทำหน้าที่ชิฟท์สัญญาณนับที่ไม่ต้องการทิ้งไป โดยใช้ที-ฟลิปฟลอปทำหน้าที่ดังกล่าว และในโครงงานนี้ ทำการทอกเกิ้ลสัญญาณถึง 3 ชุด
6. มาส์คเอาท์(Mask out)สัญญาณที่ได้ โดยการนำมาแอน(AND) กับสัญญาณอินเวอท์ของโมโน ซึ่งจะทำให้ได้สัญญาณควบคุมตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.8 แผนภูมิเวลา แสดงขั้นตอนการออกแบบวงจร

เมื่อพิจารณาวงจรทั้งระบบ เพื่อให้มีความสัมพันธ์กันทั้งสัญญาณแนวตั้งและสัญญาณแนวนอน ในแต่ละเฟรม จึงต้องมีการกำหนดสัญญาณควบคุมในแนวตั้งให้มีอัตราเร็วในการนับมาจากสัญญาณซิงค์ในแนวนอน (H-Sync) และกำหนดสัญญาณควบคุมในแนวนอนให้มีอัตราเร็วในการนับมาจากสัญญาณนาฬิกาขนาด 5 เมกะเฮิรต์ และสัญญาณเอาท์พุทที่ได้จากการออกแบบข้างต้น ในแนวตั้งและแนวนอนมาผสมกัน โดยผ่าน แอนเกต (AND Gate) สัญญาณที่ได้คือสัญญาณเอาท์พุทที่สมบูรณ์

3.5 Sync Seperate

วงจรแยกสัญญาณซิงค์ ทำหน้าที่แยกสัญญาณควบคุมภาพในแนวตั้ง (V-Sync) และ สัญญาณควบคุมภาพในแนวนอน (H-Sync) ออกมาจากสัญญาณภาพ (Video Signal) เพื่อนำไปใช้ในการควบคุมในวงจรส่วนอื่น ๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงาน

ประกอบด้วย 4 ส่วนที่สำคัญ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

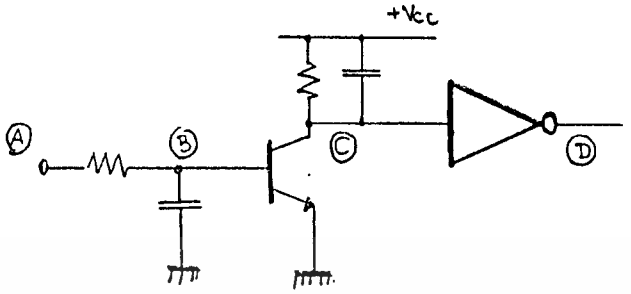
1.ส่วนแมทชิง (Matching)สัญญาณ และ ส่วนคัปปิ้ง (coupling)สัญญาณโดยที่ R1 และ C1 ทำหน้าที่ดังกล่าวตามลำดับ

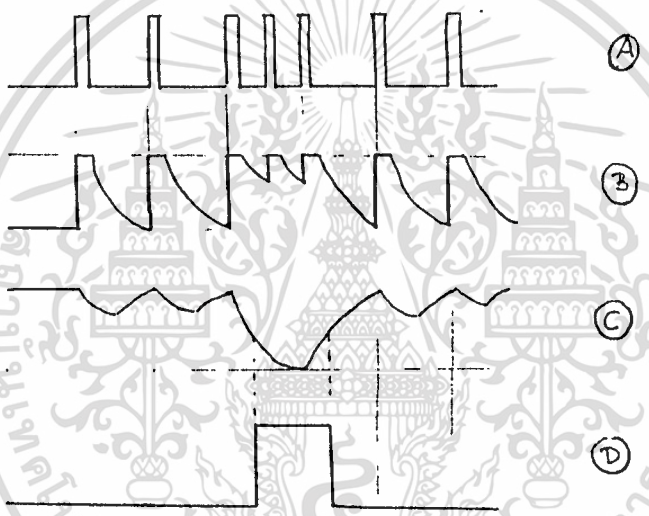
2.ส่วนบัฟเฟอร์ (Buffer)สัญญาณ ทรานซิสเตอร์ Q_1 และ Q_2 ทำงานในลักษณะอิมิตเตอร์ฟอลลอเวอร์ (Emitter Follower)

3.ส่วนการเปรียบเทียบสัญญาณ (Comparater) จากระดับสัญญาณซิงค์ ซึ่งมีระดับเทียบเท่าระดับสัญญาณยอดคลื่นพาหะ (peak carrier) เป็นระดับที่เด่นชัดในสัญญาณรวม (รายละเอียดในเรื่องมาตราฐานของสัญญาณโทรทัศน์ มีอยู่ในภาคผนวก) เราสามารถตรวจจับได้โดยอาศัยหลักการของการเปรียบเทียบระดับสัญญาณรวมกับระดับสัญญาณอ้างอิง ไดโอดในวงจรส่วนนี้คือหัวใจสำคัญในการจัดไบอัสให้กับทรานซิสเตอร์ Q_3 เมื่อมีระดับสัญญาณซิงค์เข้ามา Q_3 จะเปิดกระแส ทำให้ได้สัญญาณพัลส์ซึ่งเป็นสัญญาณซิงค์ตามแนวนอนตามต้องการ

4.ส่วนการกรองสัญญาณความถี่ต่ำผ่าน (Low pass filter) ลักษณะของสัญญาณซิงค์ตามแนวตั้ง มีความถี่เพียง 50 เฮิรทซ์ ในขณะที่สัญญาณซิงค์ตามแนวนอนมีความถี่ที่ 15 เฮิรทซ์ (โดยประมาณ) ซึ่งนับได้ว่าแตกต่างกันมาก เราสามารถตรวจจับสัญญาณซิงค์ตามแนวตั้งออกมาจากสัญญาณซิงค์ตามแนวนอน ได้โดยอาศัยหลักการที่ว่า ณ ตำแหน่งของสัญญาณซิงค์ตามแนวตั้ง จะมีสัญญาณอิควัลไลซิงค์ (Equalizing signal) ซึ่งมีความถี่เป็น 2 เท่าของสัญญาณซิงค์ตามแนวนอน เพื่อให้ง่ายต่อการอธิบาย จึงขออธิบาย รูปร่างของสัญญาณ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ตามภาพที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





ภาพที่ 3.9 แสดงรูปร่างของสัญญาณ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

หมายเหตุ ภาพที่ 3.9 เขียนขึ้นเพื่อใช้อธิบายการทำงานของวงจรส่วนกรองความถี่ต่ำผ่าน เท่านั้นโดยที่มิได้สนใจสเกลของสัญญาณที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

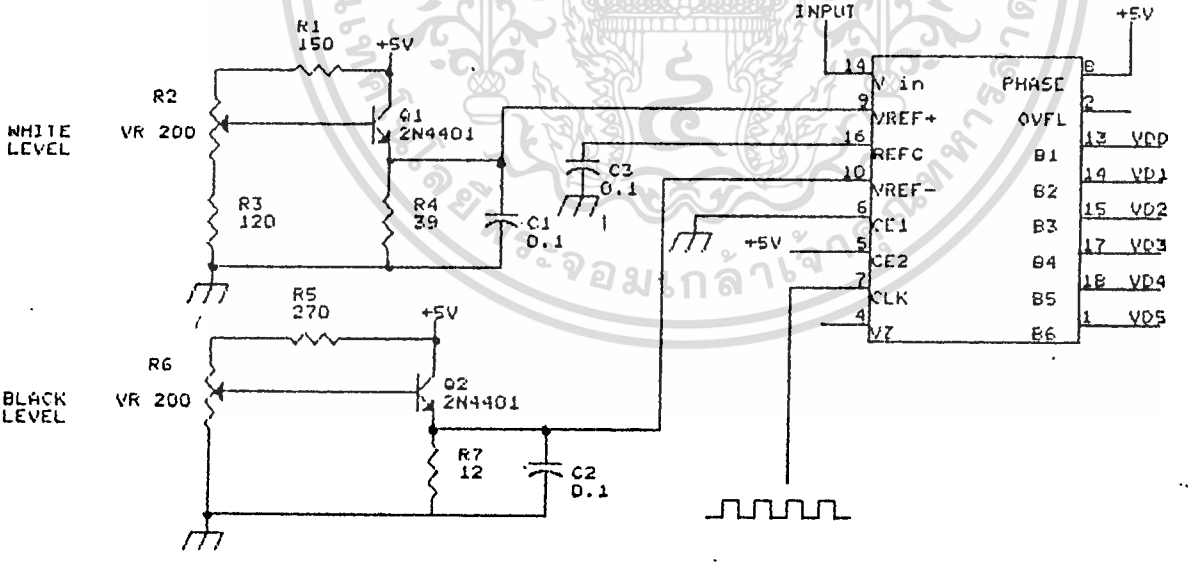
บทที่ 4

รายละเอียดส่วนอื่น ๆ ของระบบ

4.1 A/D converter

วงจร A/D เป็นวงจรแปลงสัญญาณอนาลอก (analog signal) มาเป็นสัญญาณดิจิตอล (Digital signal) เพื่อมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ โดยที่ในโครงงานนี้เราใช้ไอซีสำเร็จรูป CA3306 ซึ่งมีขนาด 6 บิท โดยที่มีความเร็วสูงสุด 15 เมกะเฮิทซ์

การใช้งาน CA 3306 ต้องกำหนดแรงดันอ้างอิง Vret จากภาพที่ 4.1 ทรานซิสเตอร์ Q_2 และ Q_3 เป็นตัวกำหนดแรงดันอ้างอิง โดยใช้สัญญาณนาฬิกาขนาดความถี่ 1.6 เมกะเฮิทซ์ ในการเก็บข้อมูลลงในหน่วยความจำ



ภาพที่ 4.1 วงจร A/D converter

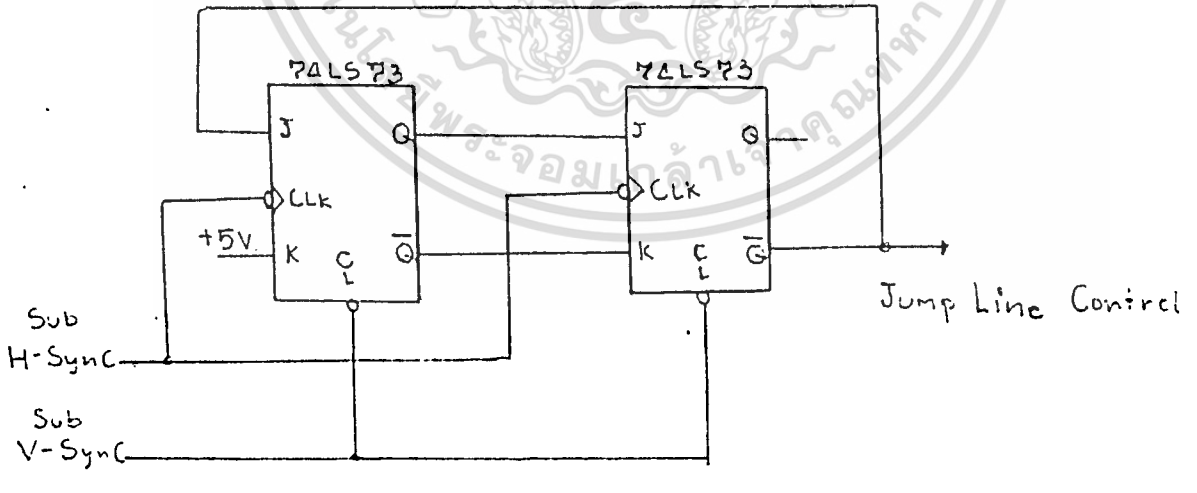
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 Jump line controller

หลักการและจุดประสงค์

ในการบีบภาพให้มีขนาดเล็กลงตามต้องการ โดยที่ยังคงรายละเอียดของภาพอยู่นั้น จำเป็นต้องมีการควบคุมการเก็บภาพอย่างถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งทำได้โดยการเก็บภาพในลักษณะของการเก็บ 1 เว้น 2 ฉะนั้นวงจรชุดนี้ จึงทำหน้าที่ควบคุมการเก็บภาพให้ถูกจังหวะอย่างเหมาะสม วงจรนับ 3 แบบซิงโคนัส คือส่วนที่ถูกเลือกมาใช้งานในส่วนนี้ โดยที่มีสัญญาณซิงค์ตามแนวนอนทำหน้าที่เป็นสัญญาณนาฬิกาของวงจร

ด้วยเหตุผลที่ว่า ณ ตำแหน่งของสัญญาณซิงค์แนวตั้งของสัญญาณซิงค์แนวนอน จะมีสัญญาณอิควัลไลซิงค์ ซึ่งมีความถี่เป็น 2 เท่าของสัญญาณซิงค์แนวนอน (สัญญาณนาฬิกา) จึงมีผลทำให้สถานะเริ่มต้นของแต่ละเฟรมของภาพ มีสถานะที่ไม่แน่นอน การแก้ปัญหาดังกล่าวนี้ทำได้โดยการเคลียร์สัญญาณนับทุกครั้งที่มีการเริ่มต้นเฟรมใหม่ของภาพ (โดยการนำเอาสัญญาณซิงค์แนวตั้งมาทำการเคลียร์ เจเค ฟลิบฟลอบ) ฉะนั้นรายละเอียดของวงจรแสดงดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 แสดงรายละเอียดของวงจร Jump Line Controller

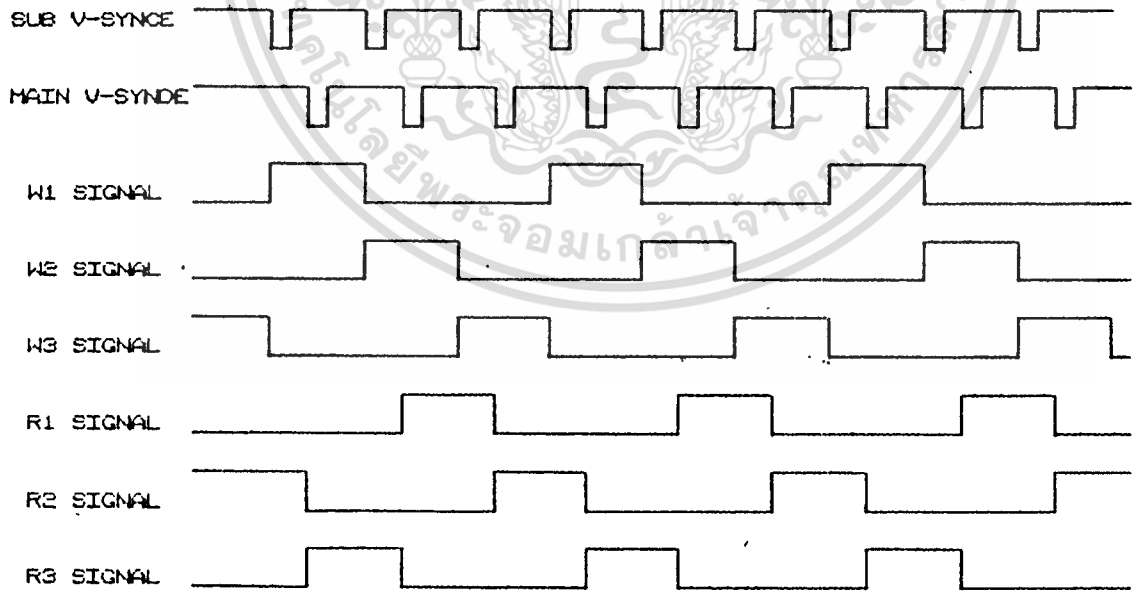
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 Addressing

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำ ในระบบของจำเป็นต้องสร้างส่วนของการอ้างหน่วยความจำ ถึง 2 ชุด ที่เป็นอิสระต่อกัน เพราะหน่วยความจำต้องมีการอ้างเพื่ออ่านและเขียนพร้อม ๆ กัน ตลอดเวลา แต่เนื่องจากจุดประสงค์ในการบีบภาพ จึงจำเป็นต้องให้อัตราเร็วในการอ้างหน่วยความจำที่ต่างกัน โดยที่สำหรับการเขียนหน่วยความจำใช้อัตราเร็ว 1.6 เมกะเฮิทซ์ และการอ่านหน่วยความจำใช้อัตราเร็ว 5 เมกะเฮิทซ์ รูปร่างของวงจรแสดงได้ดังภาพที่ 4.3

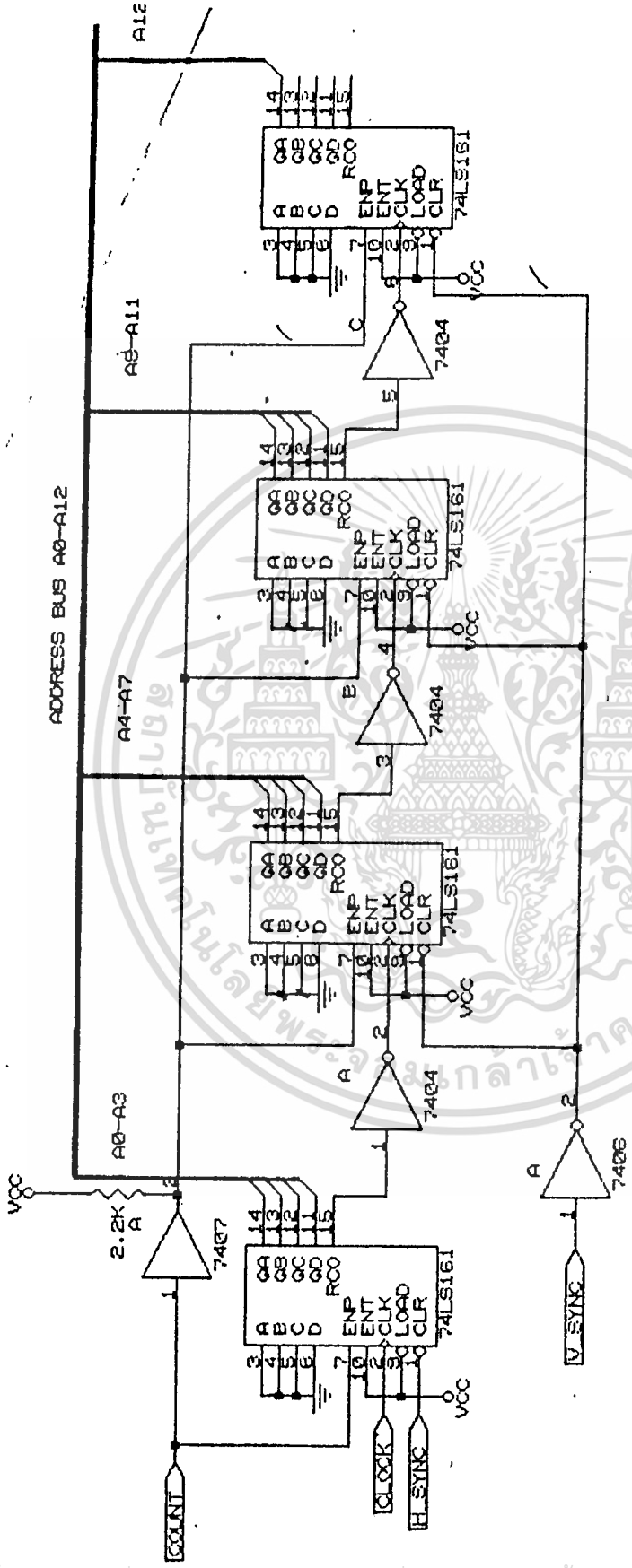
4.4 read/write control

จุดประสงค์หลักของวงจร (Circuit) ชุดนี้ คือต้องการผลิตสัญญาณควบคุมการอ่าน และเขียนหน่วยความจำ (SRAM 6264) ในจังหวะที่ถูกต้อง และเหมาะสม ดังแสดงด้วย ไทม์มิ่งไดอะแกรม (Timing Diagram) ตามภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ไทม์มิง ไดอะแกรมแสดงลักษณะสัญญาณอินพุท และ เอาท์พุท ของสัญญาณ READ/WRITE CONTROL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 แสดงวงจร Addressing

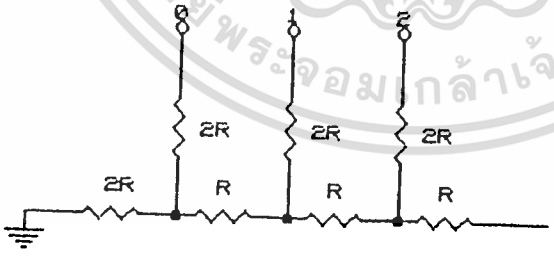
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 Memory

ชนิดของหน่วยความจำ ที่ใช้ในระบบ เป็นหน่วยความจำเซนิตสแตติกด้วยเหตุผลที่ง่ายในการออกแบบควบคุม ทั้งนี้เฉพาะช่วงเวลาในการเข้าถึงหน่วยความจำ (Access time) ของ SRAM 6264 มีค่า 120-150 ns ซึ่งนับว่าเพียงพอสำหรับอัตราเร็วในการอ่านข้อมูล (มีขนาด 5 เมกะเฮิทซ์ หรือ 200 ns) ลักษณะการควบคุมชิพหน่วยความจำนี้ อาศัยหลักการของการอื่น ๆ เบิ้ล บัฟเฟอร์ ในจังหวะที่เหมาะสม โดยต้องอาศัยสัญญาณอ่าน/เขียนหน่วยความจำ (read/write ram control) , สัญญาณ Jump line control และสัญญาณนาฬิกาสำหรับการอ่านและเขียน ที่สัมพันธ์กันอย่างเหมาะสม ซึ่งแสดงรูปร่างวงจรดังภาพที่ 4.5

4.6 D/A CONVERTER

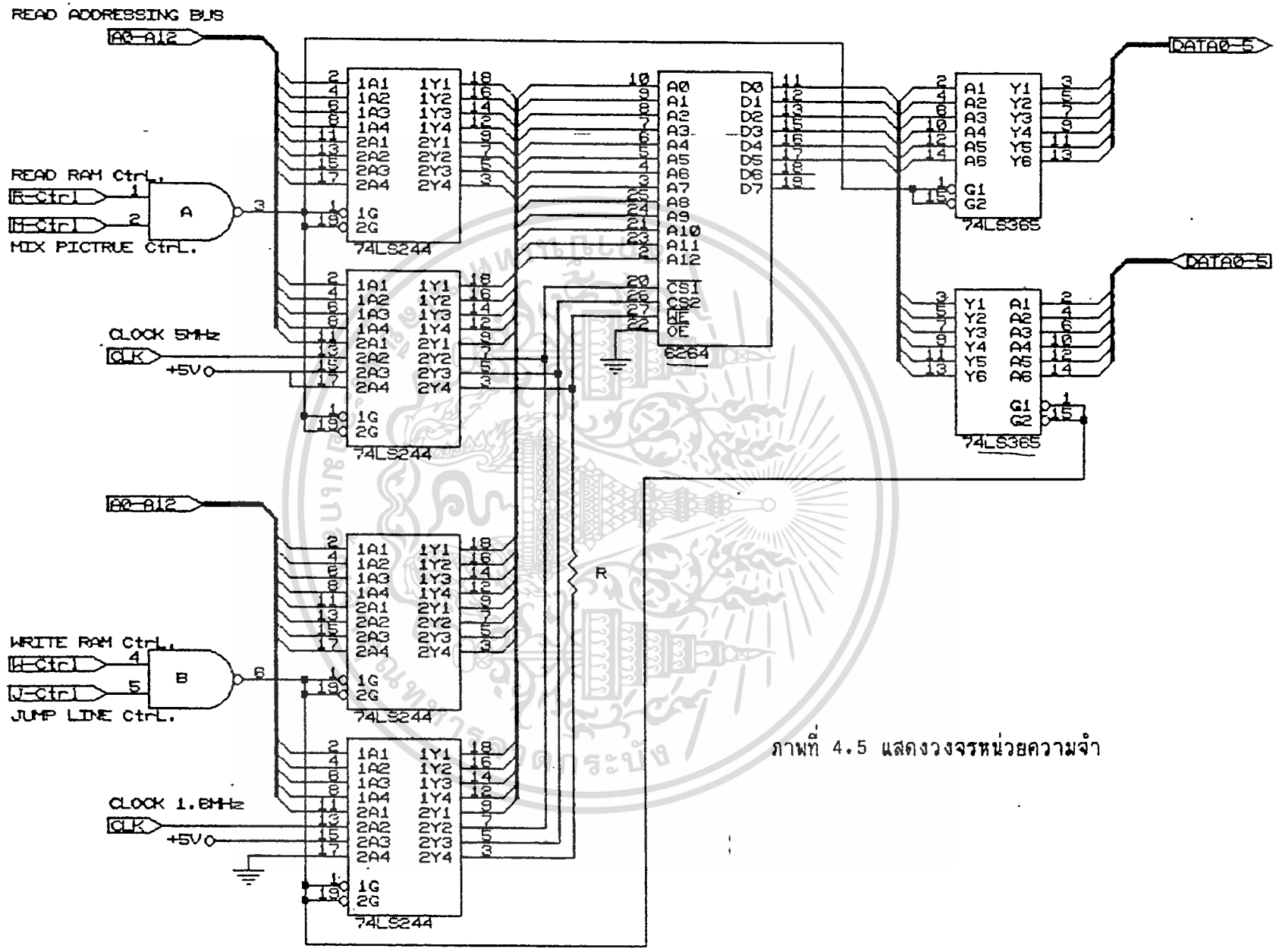
ในการนำภาพที่อยู่ใน หน่วยความจำ มาออกที่จอภาพนั้นเราจะต้องทำการแปลงสัญญาณที่อยู่ในรูปของ ดิจิตอล ให้เป็น อนาลอก โดยที่ใน D/A ของวงจรเรานี้เราจะใช้แบบ R-2R LADDER เนื่องจากไม่มีปัญหาเรื่องความต้อนทานแต่ละค่าที่ใช้ เพราะค่าความต้านทานที่ใช้มีเพียง 2 ค่าเท่านั้นไม่ว่าจะมีจำนวนบิทมากน้อยเพียงใด เพียงแต่อัตราส่วนของค่าทั้งสองต้องเป็น 2:1 เท่านั้น อาทิเช่น 20K และ 10K เป็นต้น สำหรับวงจรของ R-2R NETWORK จะเห็นดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 แสดงลักษณะของ R-2R LADDER NETWORK

***รายละเอียดของส่วนต่าง ๆ ในบทนี้ ผู้อ่านสามารถศึกษาได้จากมัลติวิชั่น2 (MULTIVISION 2)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 แสดงวงจรหน่วยความจำ

บทที่ 5

การทดลองและผลการทดลอง

5.1 วิธีการทดลอง

วงจรแยกซิงค์(Sync seperate)

1. ประกอบวงจรตาม ขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ แสดงดังภาพที่ 5:1
2. ป้อนสัญญาณรวม (composite signal)
3. ทดสอบลักษณะสัญญาณเอาต์พุทที่ได้ด้วย ออสซิโลสโคป ทั้งสัญญาณซิงค์ตามแนวตั้งและแนวนอน
4. พิจารณารูปร่างของสัญญาณที่ได้ และคำนวณ ความถี่ ของสัญญาณซิงค์ที่ได้

วงจรมิกฟิคเจอร์ คอนโทรล (Mix Picture Control)

1. ประกอบวงจรตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ แสดงภาพที่ 5.2
2. ป้อนสัญญาณซิงค์ตามแนวนอน , ซิงค์ตามแนวตั้ง และสัญญาณนาฬิกา 5 เมกะเฮิทซ์
3. ทดสอบลักษณะของสัญญาณ ณ จุดต่าง ๆ ตามขั้นตอนที่ออกแบบทำการเปรียบเทียบสัญญาณที่ได้ (ทดลอบด้วยออสซิโลสโคป) กับทามมิงไดอะแกรม ที่ได้เขียนชื่อตามภาพที่
4. นำวงจรนี้ได้ ทำการควบคุมอนาลอกสวิช ตามที่เขียนไว้ใน Block Diagram เพื่อควบคุมจอภาพ และสังเกตุ ลักษณะที่ปรากฏบนจอภาพ
5. ปรับค่าตัวต้านทาน เมื่อสังเกตุลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งแนวแกนตั้งและแนวนอน

5.2 ผลการทดลอง

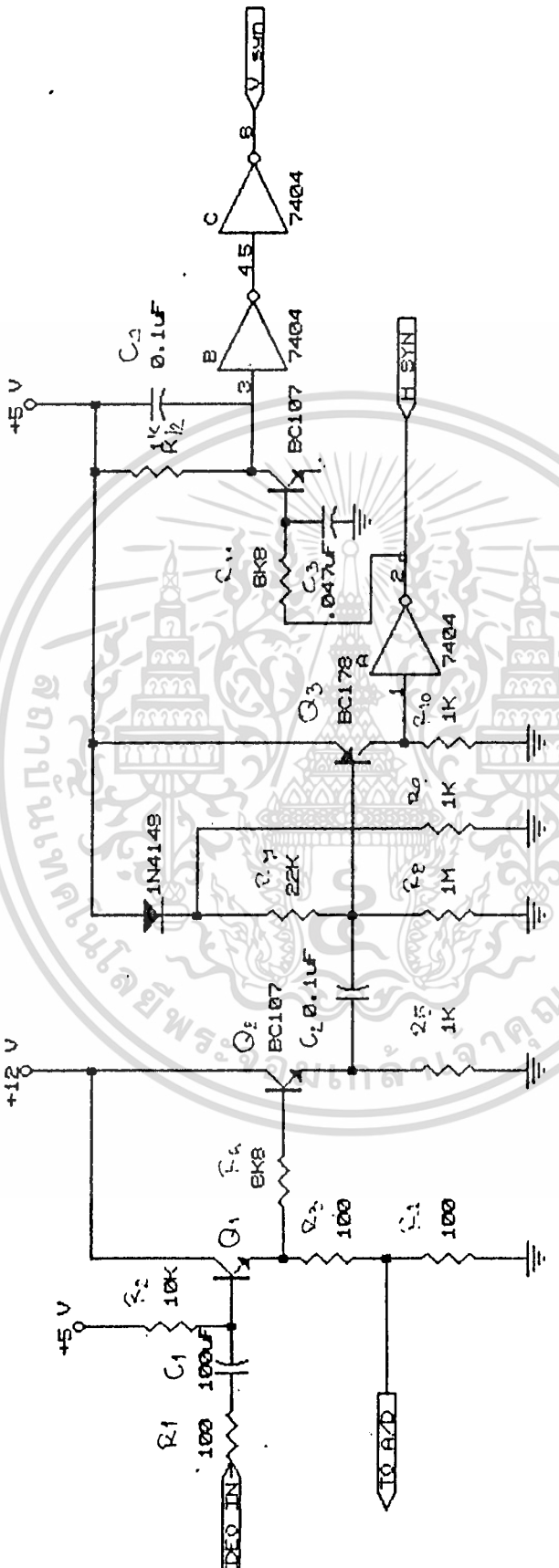
วงจรแยกซิงค์

เมื่อนำสัญญาณภาพรวม ผ่านวงจรที่ได้ออกแบบ ทำให้ได้สัญญาณซิงค์ ตามแนวนอน ซึ่งมีความถี่ 15 และสัญญาณซิงค์ ตามแนวตั้ง ซึ่งอ่านความถี่ได้ 50 เฮิทซ์ ตามที่คาดหวังไว้ดังแสดงได้ดังรูปที่ 5.3

วงจรมิกฟิกเจอร์คอนโทรล

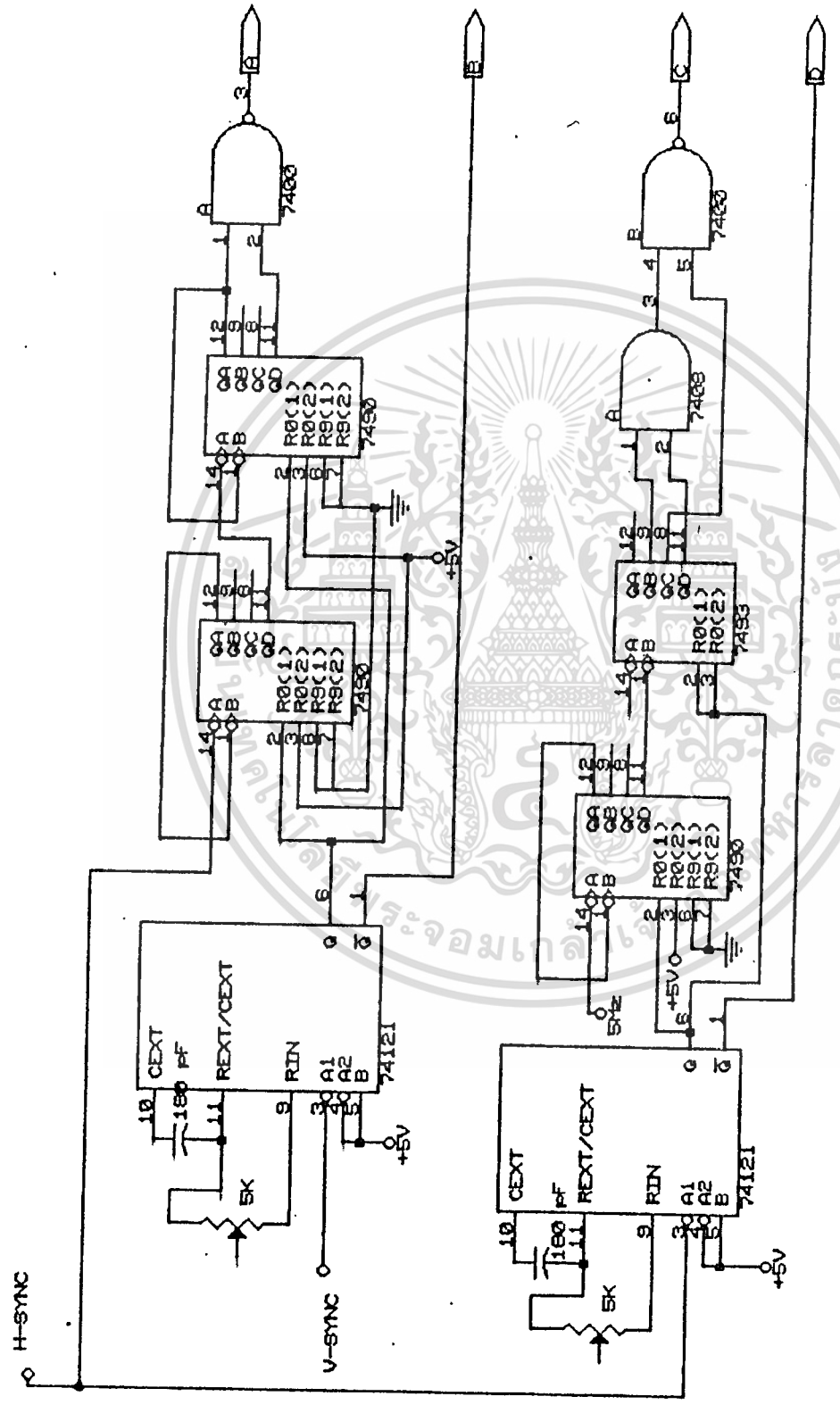
เมื่อนำสัญญาณซิงค์ที่ได้ข้างต้น ผ่านวงจรชุดนี้ การตัดต่อของอนาลอกสวิช เพื่อควบคุมจอภาพทำให้สามารถควบคุมตำแหน่งและขนาดของภาพเล็ก ดังแสดงในภาพที่ 5.4 และภาพที่ 5.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



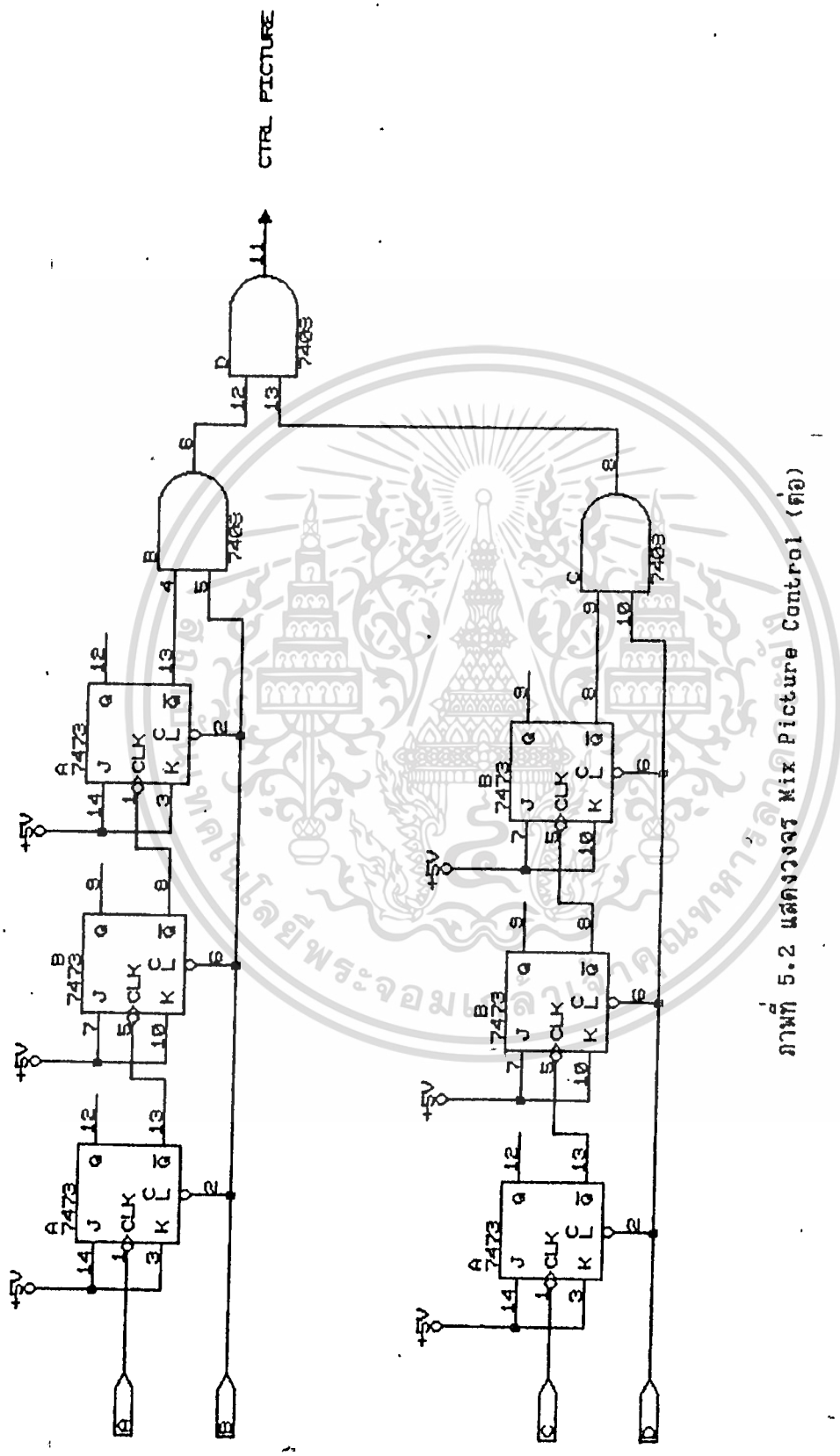
ภาพที่ 5.1 แสดงวงจร Sync Seperate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.2 แสดงวงจร Mix Picture Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.2 แสดงวงจร Mix Picture Control (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงสัญญาณ H-SYNC

แสดงสัญญาณ V-SYNC

ภาพที่ 5.3 แสดงรูปร่างของสัญญาณชิงค์ที่ทดลองได้

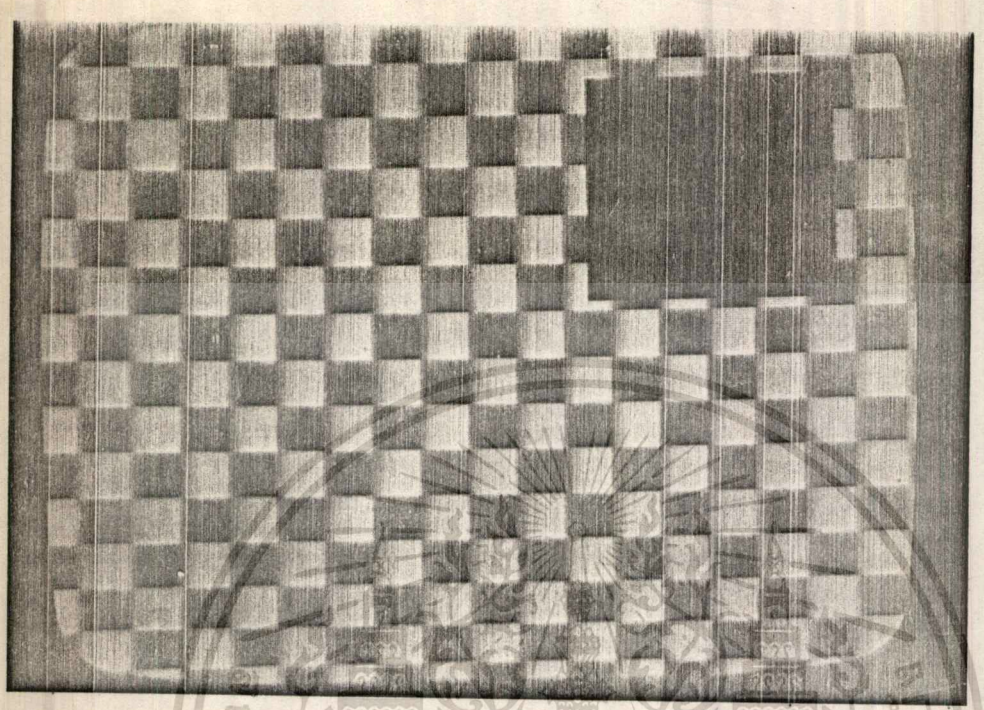
แสดงสัญญาณการยึด V-SYNC

แสดงสัญญาณการเลือกตำแหน่งทางแนวตั้ง

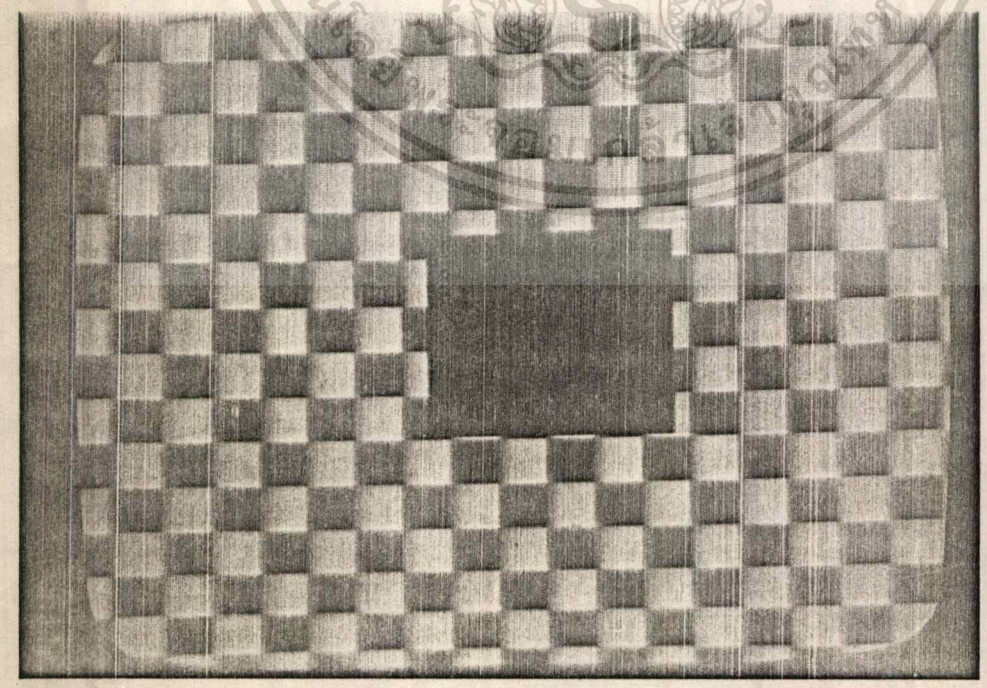
แสดงสัญญาณการเลือกตำแหน่งทางแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.4 แสดงรูปร่างของสัญญาณ mix picture control ที่ได้

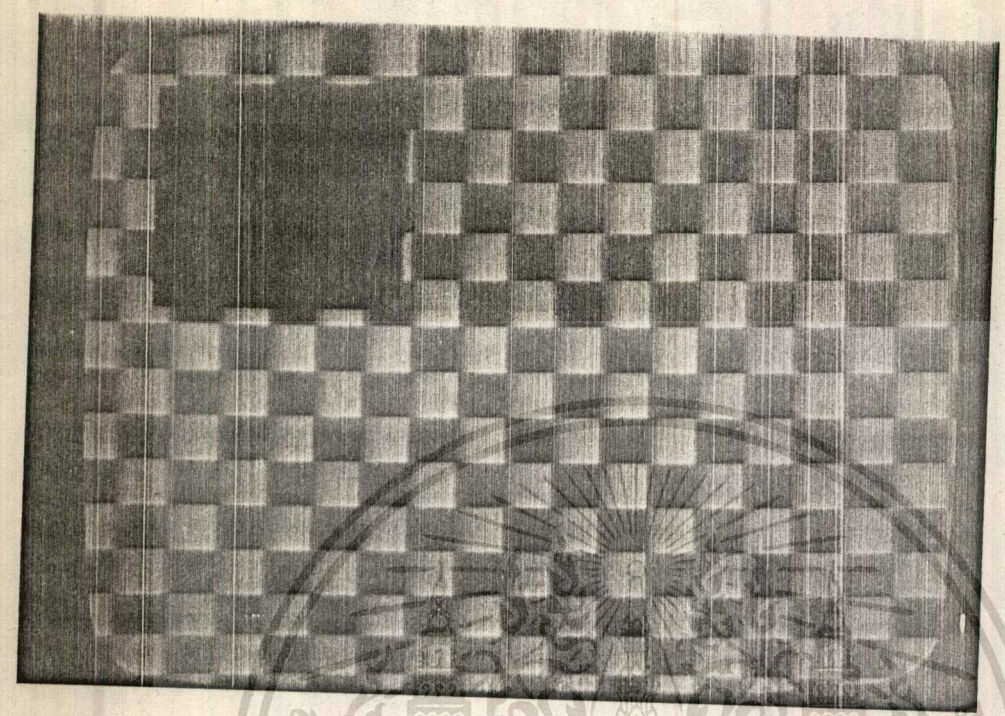


ตำแหน่งและขนาดของภาพเล็กที่ได้จากการทดลอง

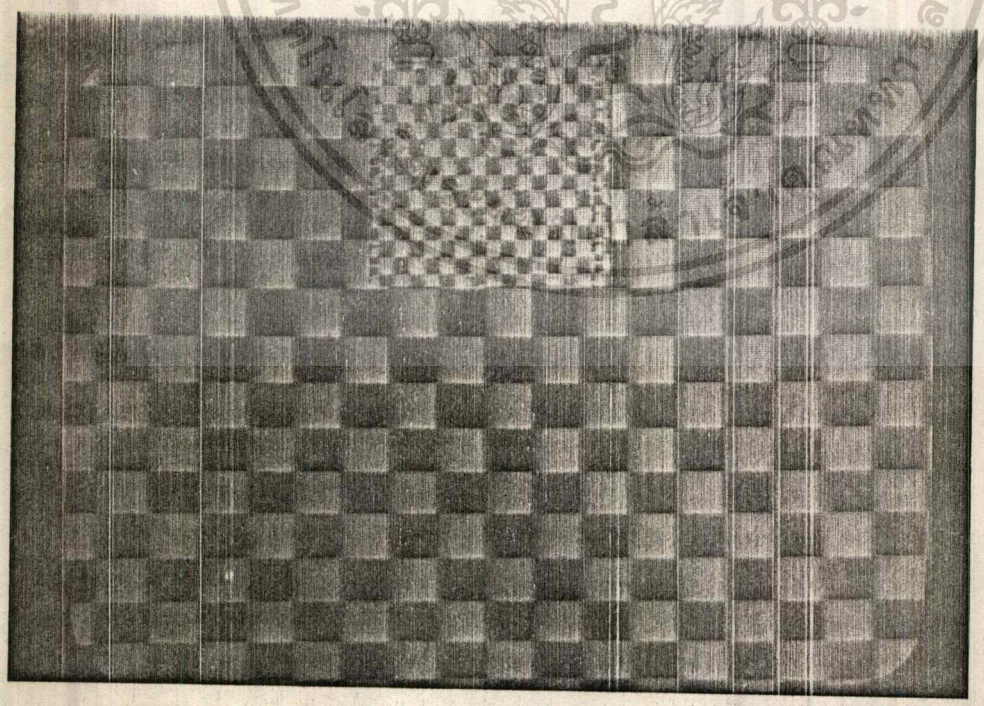


สามารถเลื่อนตำแหน่งของภาพเล็กได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อีกแง่มุมหนึ่งที่ได้จากการทดลอง



ผลการลิงค์ระหว่าง Multivision 1 และ Multivision 2

ภาพที่ 5.5 แสดงผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปและวิจารณ์

ในส่วนของมัลติวิชั่น 1 (MULTIVISION 1) ได้ผลออกมาค่อนข้างเป็นที่หน้าพอใจ เพราะความคมชัดของขอบหน้าต่าง (window) ตลอดจนความแน่นอนของตำแหน่งของภาพเล็ก ซึ่งสามารถที่จะควบคุม ตำแหน่งได้ตามที่ต้องการ

ปัญหาที่ยังพอจะมีอยู่บ้าง คือ บริเวณขอบด้านขวาของหน้าต่างจะมีลักษณะหยาบกว่าขอบด้านอื่นของหน้าต่าง ซึ่งสมมุติฐานที่เป็นไปได้ก็คือ อนาลอกสวิทช์ ที่ใช้ คือ CMOS เบอร์ 4066 ซึ่งมีช่วงเวลามากกว่าการสวิชในขอบด้านซ้ายของหน้าต่าง เป็นผลทำให้ขอบดังกล่าวมีรูปร่างคล้ายกับฟันเลื่อยเล็ก ๆ ซึ่งมีการเคลื่อนที่ขึ้นอย่างช้า ซึ่งคาดว่าเป็นผลมาจากสัญญาณรบกวนที่มีความถี่ 50 Hz (AC LINE) ซึ่งเกือบจะซิงค์กับสัญญาณซิงค์ภาพแนวตั้ง

ในทางปฏิบัติ การเชื่อมต่อของโครงงานมัลติวิชั่น 1 และ มัลติวิชั่น 2 ต้องมีความสัมพันธ์กันจนแทบจะพูดได้ว่าปัญหาของมัลติวิชั่น 2 คือ ปัญหาของมัลติวิชั่น 1 เช่นกัน ซึ่งการประกอบวงจรบนโปรโตบอร์ด ด้วยความถี่สูงสุด ถึง 5 MHz ทำให้แหล่งจ่ายไฟในช่วงของการอ่านหน่วยความจำ (ใช้อัตราการอ่าน 5 เมกะเฮิทซ์) มีสัญญาณรบกวน ที่มีความถี่ 5 เมกะเฮิทซ์ ซึ่งเป็นผลทำให้ ระบบขาดเสถียรภาพ เมื่อทำการลิงค์กันระหว่าง มัลติวิชั่น 1 และมัลติวิชั่น 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1.สมศักดิ์ เตชะเศรษฐ์ชนะ และ รตอ.สุชาติ กังวาลจิตต์, "ทฤษฎีและปฏิบัติ โทรทัศน์สีระบบ pal",บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด , พิมพ์ครั้งที่ 4 , 2532

2.ดร.ชวัช เมฆสวรรค์ และ นายฟุมิโอะ มิคุมะ ,"เทคนิคการซ่อมเครื่องรับโทรทัศน์" ,จัดการพิมพ์โดยการค้าคุรุสภา ,พิมพ์ครั้งที่ 8, 2529

3.ดร.ชวัช เมฆสวรรค์ และ นายโยชิคะชิ ชาวามูระ , "เทคนิคการซ่อมเครื่องรับโทรทัศน์สี", บริษัท สำนักพิมพ์ดวงกมล จำกัด , พิมพ์ครั้งที่ 3 ,2526

4.สมศักดิ์ เตชะเศรษฐ์ชนะ ,"ทฤษฎีและปฏิบัติ VCR ระบบดิจิตอล",บริษัท ซีเอดยูเคชั่น

5.Louis Nashelsky , "introduction to DIGITAL TECHNOLOGY", John willey any sons Inc , third edition , 1983

6.TTL cookbook by Don Lancalter "A complete guide to the understanding and using of Transister Transister Logic (TTL) integrated circuits.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวกที่ 1

มาตรฐานโทรทัศน์ขาวดำ

คณะกรรมการที่ปรึกษาทางวิทยุระหว่างประเทศ (CCIR หรือ International consultative Radio Committee) ได้จัดตั้งคณะทำงานขึ้นเพื่อศึกษาเรื่องราวด้านเทคนิคโทรทัศน์ขาวดำที่มีใช้กันอยู่ในประเทศต่าง ๆ คณะทำงานชุดนี้ได้เสนอรายละเอียดใน CCIR Report 308-1, Characteristics of Monochrome Television Systems ซึ่งเป็นเอกสารที่ใช้ในการประชุม CCIR Plenary Assembly ที่เมืองออสโล ในปี ค.ศ. 1966 เอกสารนี้ ได้รวบรวมมาตรฐานทางเทคนิคโทรทัศน์ขาวดำที่ใช้อยู่ในประเทศต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่หลายแบบหลายระบบ คือแบบ 405 เส้น System A (ระบบของประเทศอังกฤษ ขณะนี้เลิกใช้แล้ว), แบบ 525 เส้น System M, แบบ 819 เส้น System E, แบบ 819 เส้น System F, แบบ 625 เส้น System N, แบบ 625 เส้น System B, แบบ 625 เส้น System C, แบบ 625 เส้น System G, แบบ 625 เส้น System H,I, แบบ 625 เส้น System D,K, KI, และแบบ 625 เส้น System L สาเหตุที่โทรทัศน์ 625 เส้น มีอยู่หลายแบบหลายระบบก็เพราะความต้องการในเรื่องความกว้างของช่องโทรทัศน์ (nominal RF bandwidth) แตกต่างกัน ซึ่งมีความต้องการตั้งแต่ 6 เมกกะเฮิร์ทซ์ ขึ้นไปจนถึง 8.5 เมกกะเฮิร์ทซ์ โทรทัศน์ขาวดำ 625 เส้น ที่ใช้อยู่ในประเทศไทยปัจจุบันนี้ เป็นโทรทัศน์แบบ 625 เส้น ในประเทศส่วนใหญ่ของทวีปยุโรปเนื่อให้ความรู้เกี่ยวกับโทรทัศน์ในประเทศไทย ซึ่งครั้งหนึ่งเคยใช้โทรทัศน์ระบบอเมริกัน 525 เส้น system M และปัจจุบันนี้ได้เปลี่ยนมาใช้โทรทัศน์ระบบยุโรป 625 เส้น system B ต่อไปนี้ จึงจะพูดถึงแต่เฉพาะโทรทัศน์สองระบบดังกล่าวแล้วเท่านั้น

รายการด้านเทคนิค	มาตรฐานของโทรทัศน์ขาวดำ	
	525 เส้น	625 เส้น
	system M	system B
1. จำนวนเส้นต่อภาพ (frame)	525	625
2. ความถี่ของฟิลด์ (fields/second)	60	50
3. ความถี่ของเฟรม (pictures/second)	30	25
4. Interlace	2:1	2:1
5. Line frequency (lines/second)	15,750	15,625+0.1%
6. Aspect ratio (width/height)	4:3	4:3
7. การสะแกนที่ใช้งาน (เส้นสะแกน)	จากซ้ายไปขวา	จากซ้ายไปขวา
(ฟิลด์)	จากบนลงล่าง	จากบนลงล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ขอบเขตคลื่นความถี่สัญญาณภาพ (เมกกะเฮิร์ทซ์)	4.2	5
9. ขอบเขตความกว้างของช่องโทรทัศน์ (เมกกะเฮิร์ทซ์)	6	7
10. ระยะห่างระหว่างคลื่นพาห์ของเสียงกับคลื่นพาห์ของภาพ (เมกกะเฮิร์ทซ์)	+4.5	+5.5
11. ระยะห่างระหว่างคลื่นพาห์ของเสียง กับขอบริมใกล้สุดของช่องโทรทัศน์ (เมกกะเฮิร์ทซ์)	-0.25	-0.25
12. ความกว้างของ upper sideband (เมกกะเฮิร์ทซ์)	4.2	5
13. ความกว้างของ vestigial sideband (เมกกะเฮิร์ทซ์)	0.75	0.75
14. Type of vision modulation	A5C	A5C
Polarity iof vision modulation	negative	negative
15. ระดับสัญญาณซิงค์ เมื่อคิดเป็นร้อยละของระดับยอดคลื่นพาห์ (peak earrier)	100	100
16. ระดับสัญญาณแบล้งค์กิ้ง เมื่อคิดเป็นร้อยละของระดับยอดคลื่นพาห์	72.5-77.5	72.5-77.5
17. ความแตกต่างของระดับดำมืดกับระดับแบล้งค์กิ้ง เมื่อคิดเป็นร้อยละของระดับยอดคลื่นพาห์	2.875-6.75	0-7
18. ระดับขาวสุดยอดเมื่อคิดเป็นร้อยละของระดับยอดคลื่นพาห์	10-15	10-12.5
19. Type of sound modulation	F3, 25 kHz	F3, 50 kHz
	75 microsecond	50 microsecond
	Pre-emphasis	pre-emphasis
20. อัตราส่วนของกำลังเครื่องส่งด้านภาพกับกำลังเครื่องส่งด้านเสียง	10:1-5:1	5:1-10:1
		ในประเทศญี่ปุ่นใช้ 4:1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวกที่ 2

Table 6-1. Some of the More Popular TTL MSI Counters (Undecoded Types)

Type	N	Direction	Type	Maximum Clock Frequency	Presets?	Unit Cascadable?	Organization	Clock
7490	10	up only	ripple	32 MHz	0, 9 only	no	2 × 5	neg edge
7492	12	up only	ripple	32 MHz	no	no	2 × 6	neg edge
7493	16	up only	ripple	32 MHz	no	no	2 × 8	neg edge
74160	10	up only	synchronous	32 MHz	yes	yes	1 × 10	pos edge
74161	16	up only	synchronous	32 MHz	yes	yes	1 × 16	pos edge
74190	10	up/down	synchronous	25 MHz	yes	yes	1 × 10	pos edge
74191	16	up/down	synchronous	25 MHz	yes	yes	1 × 16	pos edge
74192	10	up/down	synchronous	30 MHz	yes	yes	1 × 10	pos edge
8280	10	up only	ripple	35 MHz	yes	no	2 × 5	neg edge
8281	16	up only	ripple	35 MHz	yes	no	2 × 8	neg edge
8288	12	up only	ripple	35 MHz	yes	no	2 × 6	neg edge
MC4016	10	down only	ripple	8 MHz*	yes	yes	1 × 10	pos edge
MC4018	16	down only	ripple	8 MHz*	yes	yes	1 × 16	pos edge

mum guaranteed values—the rest are typical.

ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับ TTL MSI Counter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้