



ปีการศึกษา 2533
เครื่องเลือกเส้นสแกนสัญญาณโทรทัศน์

คณะผู้จัดทำ

1. นาย สุเชษฐ์ วิวัฒน์ 323534
2. นาย นพพร เหลืองขวัญนิ 323514
3. นาย ชีวา เรืองรอง 323507

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. วิชัย สรพัฒน์

(0)28765


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


เครื่องเลือกเส้นสแกนสัญญาณโทรศัพท์

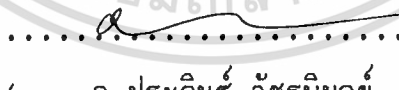
สุเชษฐ์	วิวัฒน์	323534
นพพร	เหล็งขวัญยืน	323514
ชีวา	เรืองรอง	323507

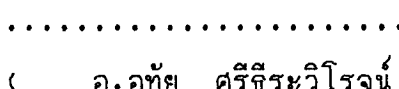
ได้รับการพิจารณาอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตร ปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์
สาขาวิชา เทคโนโลยีโทรคมนาคม

คณะกรรมการ ตรวจสอบปริญญาบัตร


..... ประธานกรรมการ
(**ผศ. วิชัย สุรพันธ์**)


..... กรรมการ
(**ดร. ไพศาล นาคินพันธ์**)


..... กรรมการ
(**อ. ประดิษฐ์ วัชรพิบูลย์**)


..... กรรมการ
(**อ. อุตัย ศรีธีระวิโรจน์**)

ปริญญาโทปีการศึกษา 2533
สาขา เทคโนโลยีโทรคมนาคม
ภาควิชา เทคโนโลยีอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องเลือกเส้นสแกนสัญญาณโทรทัศน์

คณะผู้จัดทำ

- | | |
|---------------------------|--------|
| 1. นาย สุเชษฐ์ วิวัฒน์ | 323534 |
| 2. นาย นพพร เหลืองขวัญยืน | 323514 |
| 3. นาย ชีวา เรืองรอง | 323507 |

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. วิชัย สุรพัฒน์)

เครื่องเลือกเส้นสแกนสัญญาณโทรทัศน์

สุเชษฐ์ วิวัฒน์

นพพร เหลืองขวัญยืน

ชีวา เรืองรอง

ผศ. วิชาญ สุรพัฒน์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2533

บทคัดย่อ

ปฏิญานีพนธ์ฉบับนี้ เป็นการนำเสนอเครื่องเลือกเส้นสแกนสัญญาณโทรทัศน์ (VIDEO LINE SELECTOR) ราคาประหยัด ซึ่งมีความจำเป็นมากในงานทางด้านโทรทัศน์ โดยเครื่องเลือกเส้นสแกนสัญญาณโทรทัศน์นี้จะมีสองอินพุต (INPUT) และ หนึ่งเอาต์พุต (OUTPUT) โดยอินพุตหนึ่งจะต่อกับ สัญญาณภาพรวม (COMPOSITE VIDEO SIGNAL) และอีกอินพุตหนึ่งสำหรับสวิทช์เลือกเส้นสแกน (BCD SWITCH BLOCK) ใช้เพื่อตั้งค่าจำนวนเส้นสแกนสัญญาณโทรทัศน์ (VIDEO LINE NUMBER) และเอาต์พุตต่อเข้าไปที่ ทรiggerอินพุต (TRIGGER INPUT) ของออสซิลโลสโคป (OSCILLOSCOPE) และเส้นสแกนที่ถูกเลือกนั้นก็จะไปปรากฏที่ออสซิลโลสโคปโดยถ้าหากไม่ใช้ เครื่องเลือกเส้นสแกนมาช่วยในการทริกให้กับออสซิลโลสโคป แล้วละก็ จะไม่สามารถเลือกดูสัญญาณโทรทัศน์ในไลน์ (LINE) ที่เราต้องการนั้นได้ ในด้านการประยุกต์ใช้งานสามารถใช้วิเคราะห์สัญญาณภาพในแต่ละเส้นของสัญญาณโทรทัศน์ที่สถานีโทรทัศน์ส่งมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VIDEO LINE SELECTOR

Suchade Viwatana
Nopporn Lengkunyurn
Chewar Lerngrong

Vichai Surapat

Advisor

1990

Abstract

The graduate thesis present low-cost video line selector is must for any one working on television and video circuits. The reason is plain video line selector has two input and one output. One of the input is for the composite video signal (CVBS) and the other for the BCD switch block (discrete switches) used for setting the video line number. The output for connecting to the trigger input of an oscilloscope. In particular the "invisible" test lines transmitted as an extra service by most Television stations are indispensable for aligning video circuits as well as for bandwidth and picture qualite assessment.

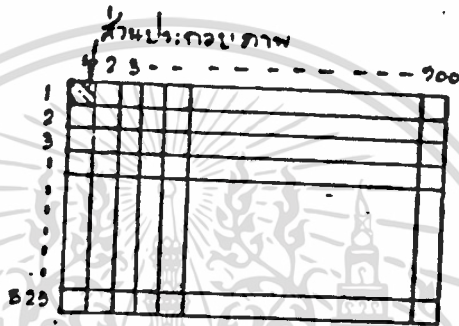
สารบัญ

บทที่ 1 ทฤษฎีทั่วไปของโทรทัศน์	1
การสร้างภาพบนจอโทรทัศน์	2
มาตรฐานสัญญาณภาพสีในปัจจุบัน	5
การสะแกน	10
การซิงค์	14
คุณภาพของภาพ	16
บทที่ 2 ออสซิลโลสโคป (OSCILLOSCOPE)	18
หลักการทํางานพื้นฐาน	22
การทํางานของแกนนอนตั้ง	26
การทํางานของแกนนอน	28
วิธีการกวาดภาพ	32
บทที่ 3 สัญญาณภาพรวม (COMPOSITE VIDEO SIGNAL)	50
บทที่ 4 เครื่องเลือกเส้นสแกนสัญญาณโทรทัศน์	59
VIDEO INSERTION TEST LINE	60
การทํางาน	65
การสร้าง	70
การใช้งาน	71
ประโยชน์	72
บทที่ 5 วงจรแยกสัญญาณซิงค์	77
บทที่ 6 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	81
ภาคผนวก	82
กิตติกรรมประกาศ	104
หนังสืออ้างอิง	105

บทที่ 1 ทฤษฎีทั่วไปของโทรทัศน

ส่วนประกอบภาพ (Picture element)

ถ้าลองขยายภาพขาว-ดำ ภาพหนึ่งให้ใหญ่ขึ้น จะพบว่าภาพประกอบขึ้นจากจุดขาว และจุดดำมากมาย ที่สังเกตได้ง่ายๆ คือ ภาพจากหนังสือพิมพ์ ในทางตรงกันข้ามถ้าเอาจุดสีขาวและจุดสีดำมาวางเรียงกันก็จะประกอบขึ้นมาเป็นภาพได้ จุดเหล่านี้เรียกว่า ส่วนประกอบภาพ (Picture element) ในพื้นที่เท่ากันจำนวนของส่วนประกอบภาพมากกว่าจะเป็นภาพที่ชัดและคมกว่า



รูปที่ 2.13 แสดงการแบ่งส่วนประกอบภาพ

จากรูป 2.13 ถ้าแบ่งเส้นตามแนวนอนเป็น 525 เส้นและแบ่งตามแนวตั้งเป็น 700 เส้น จะได้จำนวนของส่วนประกอบภาพ 525×700 จะเห็นได้ว่ายิ่งแบ่งจำนวนเส้นให้มากขึ้นเท่าไร ก็ยิ่งได้จำนวนของส่วนประกอบภาพมากขึ้น ดังนั้นตามทฤษฎีแล้วระบบโทรทัศนที่มีจำนวนเส้นมากกว่าก็ย่อมจะได้ภาพที่ชัดกว่า แต่การออกแบบวงจรก็ยากขึ้น เนื่องจากช่องกว้างของวงจร (Bandwidth) ก็จะมากขึ้นไปด้วยจาก

$$f_{max} = \frac{1}{2} K n^2 f_p \text{ by/hx}$$

$$f_{max} = \text{ความถี่สูงสุด}$$

$$K = \text{ค่าคงที่ประมาณ } 0.64 \text{ ถึง } 0.7$$

$$n = \text{จำนวนเส้นสแกน}$$

$$f_p = \text{จำนวนภาพต่อวินาที}$$

$$b/h = \text{Aspect ratio}$$

$$y/x = \text{Effective factor}$$

จากสูตรนี้จะเห็นได้ว่า n เพิ่มขึ้น f ก็จะเพิ่มขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามหากที่เห็นที่จอโทรทัศน์นั้นจะมีจำนวนส่วนประกอบภาพไม่ถึง 367,500 เนื่องจากต้องสูญเสียไปในการสแกน ได้มีการทดลองนำคอนทราสต์ที่จอโดยการเพิ่มจำนวนส่วนประกอบขึ้นเรื่อยๆ พบว่าภาพที่พอจะดูได้ชัดเจน คุณภาพสีหรือสมการจะต้องมีจำนวนส่วนประกอบไม่ต่ำกว่า 200,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การเป็นเจ้าของเอกสารทุกฉบับที่นำออกไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างภาพบนจอโทรทัศน์

การสแกน (Scanning)

การที่จะส่งสัญญาณภาพ 2 มิติไปในสายส่งสัญญาณคู่เดียว หรือส่งไปทางคลื่นวิทยุนั้น จำเป็นที่จะต้องแบ่งภาพออกเป็นจุดเล็ก ๆ จำนวนมากแล้วจึงทยอยส่งจุดเหล่านั้นไปที่ละจุด แล้วจึงค่อยไปรวมกันที่ปลายทาง เพื่อให้เกิดเป็นภาพ 2 มิติเหมือนเดิมอีกครั้งหนึ่ง โดยความชัดเจนเหมือนจริงของภาพที่จะไปปรากฏที่ปลายทาง จะมีความเหมือนจริงมากน้อยเพียงใด ย่อมขึ้นอยู่กับความละเอียดของจุดภาพที่ถูกแบ่งออกจากภาพจริง และถ้าต้องการสร้างภาพเคลื่อนไหวที่ทำให้คนดูแล้ว มีความรู้สึกสมจริงสมจัง ไม่เกิดการกระตุก ก็จะต้องสร้างภาพที่มีการเคลื่อนไหวในจังหวะที่ต่อเนื่องกันไปคล้ายภาพยนตร์ ด้วยอัตราที่ไม่ต่ำกว่า 16 ภาพต่อวินาที แต่ถ้ายังสามารถทำให้มีจำนวนภาพมากเท่าไรเกิดขึ้นในเวลาที่ทำกันแล้ว ก็จะทำให้ดูสบายตามากขึ้นเท่านั้น เช่นภาพยนตร์ใช้อัตรา 24 ภาพต่อวินาที ดังนั้น ถ้าต้องการส่งภาพเคลื่อนไหวไปในระยะทางไกล ๆ โดยใช้วิธีการส่งไปในรูปของสัญญาณไฟฟ้านั้น จำเป็นจะต้องส่งจุดภาพไปด้วยอัตราที่เท่ากับ (จำนวนจุดต่อ 1 ภาพ X จำนวนภาพต่อวินาที) จุดต่อวินาที

วิธีแบ่งภาพออกเป็นจุดเล็ก ๆ ทำโดยก้าวรแบ่งตามคู่ลำดับโดยที่จุดแรกจะอยู่ที่มุมบนซ้ายของภาพ แล้วจึงไล่จุดต่อ ๆ ไป ทางขวาในแนวระดับจนสุดขอบขวาของภาพ ถือว่าครบ 1 เส้น จึงจะกลับมาเริ่มนับจุดถัดไปที่ตำแหน่งซ้ายสุดขีดด้านล่างของจุดแรก ซึ่งจุดนี้จะถือเป็นจุดแรกของเส้นที่ 2 ทำดังนี้เรื่อยไปจนครบทุกเส้น ก็จะมาครบจุดสุดท้ายที่มุมล่างขวาคือ การไล่จุดดังนี้เรียกว่าการกวาด หรือ การสแกน

เพื่อไม่ให้ภาพที่ปรากฏบนจอมีอาการกระพริบ จึงได้ใช้วิธีการสแกนสองรอบต่อการแสดงภาพบนจอ 1 ภาพ ซึ่งกระทำโดยการกวาดภาพในเส้นคู่มาแสดงบนจอก่อน แล้วจึงกวาดภาพเส้นคู่ให้มาปรากฏสลับกับภาพเส้นคู่เดิม ซึ่งการสแกนแบบนี้เรียกว่า การสแกนแบบ อินเทอเลซ (Interlace)

โดยที่การสแกนจากบนลงล่าง 1 รอบจะถูกเรียกว่า 1 ฟิลด์ ในขณะที่ 1 ภาพถูกเรียกว่า 1 เฟรม (Frame) ดังนั้นในระบบนี้ 1 เฟรมจะประกอบไม่ต่ำกว่า 2 ฟิลด์ทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณภาพ หรือสัญญาณวิดีโอ (Video signal)

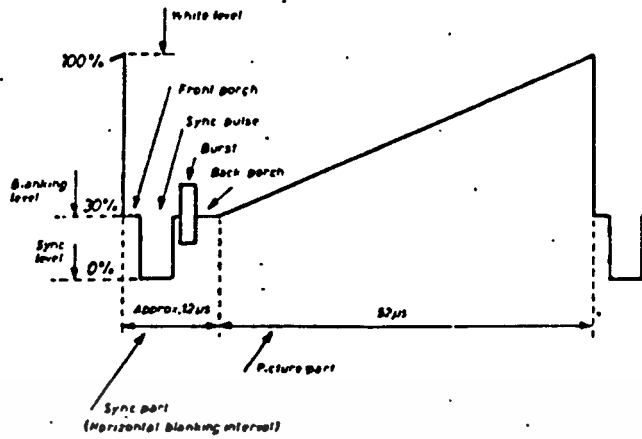
จุดภาพใดมีความสว่างมากจะทำให้สัญญาณภาพของจุดดังกล่าว มีระดับแรงดัน (Voltage) สูง ในขณะที่จุดภาพที่มีความสว่างน้อย ก็จะมีระดับแรงดันต่ำ การส่งจุดภาพต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ นั้น จำเป็นที่ต้นทางจะต้องสื่อสารกับปลายทางเพื่อให้ปลายทางรับรู้ ว่า จุดภาพที่ส่งไปนั้นคือจุดภาพที่ควรจะไปปรากฏ ณ ตำแหน่งคู่ลำดับใด โดยใช้วิธีการที่เครื่องส่งและเครื่องรับ จะต้องมีความเร็วในการ ส่ง-รับข้อมูลที่เท่ากันเสียก่อน โดยการนี้จึงมีการกำหนดความถี่มาตรฐานขึ้น

เนื่องความถี่ของเครื่องส่งและเครื่องรับเท่ากัน ยังไม่เพียงพอที่จะทำให้การรับภาพ ออกมาเหมือนภาพที่ส่งเสมอไปได้ และถ้าจะทำให้แหล่งกำเนิดความถี่ที่อยู่ห่างไกลกันสองแหล่ง สร้างความถี่ที่เท่ากันจริง ๆ นั้นเป็นสิ่งที่ไม่สามารถกระทำได้ จึงจำเป็นต้องมีการส่งสัญญาณที่ไม่ใช่สัญญาณภาพ แต่เป็นสัญญาณที่ใช้บอกให้เครื่องรับ ทราบทุก ๆ ครั้งที่เริ่มต้นส่งภาพ ภาพใหม่ และถี่กว่านั้น คือทุก ๆ ครั้งที่มีการขึ้นเส้นใหม่

สัญญาณดังกล่าวเรียกว่าสัญญาณ ซิงโครไนซิง (Synchronizing) หรือที่เรียกสั้น ๆ ว่าสัญญาณ ซิงค์ (Sync.) ถ้าเป็นสัญญาณซิงค์ที่เกิดขึ้นตอนต้นของภาพ หรือทุก ๆ รอบการวนในแนวตั้งจะถูกเรียกว่า Vertical Sync. หรือเรียกย่อว่า Ver.Sync. ในขณะที่สัญญาณซิงค์ที่เกิดขึ้นทุก ๆ รอบการวนในแนวนอน (ทุก ๆ เส้น) จะถูกเรียกว่า Horizontal Sync. เรียกย่อว่า Hor.Sync.

เนื่องจากการสแกนเพื่อสร้างภาพให้เกิดบนจอของเครื่องรับนั้น ใช้สนามแม่เหล็กในการบังคับการเบี่ยงเบนของลำอิเล็กตรอน ให้เคลื่อนที่จากซ้ายไปขวาและจากบนลงล่างตามลักษณะของการสแกนที่ได้กล่าวมาแล้ว เราไม่สามารถที่จะบังคับสนามแม่เหล็กให้เปลี่ยนขั้วทันทีทันใด ในขณะที่ต้องการขึ้นเส้นใหม่หลังจากที่จบเส้นเก่า หรือในขณะที่สแกนจนจบภาพที่มุมขวาล่าง และจะมาตั้งต้นขึ้นภาพใหม่ที่มุมบนซ้าย ดังนั้นจึงได้มีการกำหนดให้ไม่มีการแสดงผลในขณะที่กำลังเกิดการ *สับคลับ* (Retrace) จากขวามาซ้าย และจากล่างขึ้นบน ซึ่งในจังหวะเวลาดังกล่าวทางเครื่องส่งจะมีการส่งสัญญาณซิงค์มาแทนสัญญาณภาพ

สัญญาณภาพอย่างเดียวจะถูกเรียกว่าสัญญาณวิดีโอ แต่เมื่อรวมสัญญาณภาพกับสัญญาณซิงค์ เข้าด้วยกันแล้วก็จะถูกเรียกว่าสัญญาณ *คอมโพสิท วิดีโอ* (Composite Video) ไม่ว่าจะเรียกชื่ออย่างไรก็ตาม สิ่งนี้หมายถึงการแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

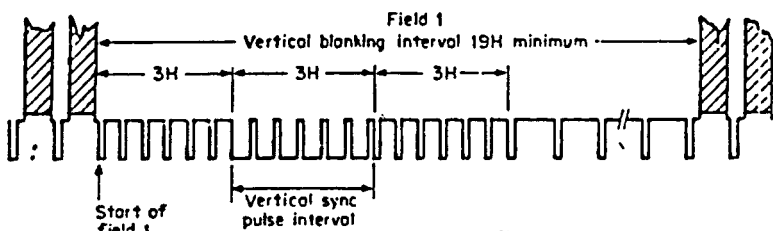


สัญญาณคอมโพสิตวิดีโอ (1 เส้นสแกน)

มาตรฐานของสัญญาณคอมโพสิตวิดีโอ (ต่อไปนี้จะขอเรียกสัญญาณคอมโพสิตวิดีโอแต่เพียงสั้น ๆ ว่าสัญญาณวิดีโอ และจะขอเรียกสัญญาณวิดีโอที่ไม่มีสัญญาณซิงค์ว่าสัญญาณภาพ) กำหนดให้มีขนาดแรงดันยอดถึงยอด (*Peak to Peak*) เท่ากับ 1 โวลต์ โดยที่ระดับดำ (*Black Level*) จะอยู่ที่ 0.3 โวลต์ ในขณะที่ระดับขาว (*White Level*) จะมีค่า 1.0 โวลต์ ระดับขาวคือระดับแรงดันของสัญญาณที่ทำให้ภาพปรากฏบนจอมีความเข้มสูงสุดตรงกันข้ามกับระดับดำที่ทำให้ภาพบนจอมีความเข้มต่ำสุด

ส่วนสัญญาณซิงค์จะเป็นพัลส์ลบ (*Negative Pulse*) ที่เปลี่ยนระดับจาก 0.3 โวลต์ ลงมาสู่ระดับ 0 โวลต์

ในความเป็นจริง สัญญาณวิดีโอจะเป็นสัญญาณที่ต่อเนื่องกันไปของเส้นสแกนนับร้อย (จะเป็นกี่เส้นนั้นขึ้นอยู่กับมาตรฐานของแต่ละระบบ) ซึ่งแต่ละเส้นก็จะประกอบไปด้วย 1 HOR.SYNC. และ สัญญาณภาพ 1 เส้น จึงจะถูกคั่นด้วยสัญญาณ VER.SYNC. 1 ครั้ง ซึ่งก่อนและหลังสัญญาณ VER.SYNC. จะไม่มีสัญญาณภาพชั่วขณะหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า ช่วงแบลนคิงในแนวตั้ง (*Vertical Blanking Interval*)



มาตรฐานสัญญาณภาพสีในปัจจุบัน

ระบบสี ในปัจจุบันมีระบบสีหลักที่ใช้กันอยู่ 3 ระบบคือระบบ NTSC ซึ่งนำออกใช้ในอเมริกาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1954 , ระบบ SECAM ของประเทศฝรั่งเศส , ระบบ PAL ของประเทศเยอรมัน สองระบบหลังนี้ถูกนำออกใช้ในปี ค.ศ.1967 โดยได้รับการพัฒนาให้มีความถูกต้องในการรับสัญญาณสี (Chrominance) ดีกว่าระบบ NTSC

ทั้งสามระบบมีความถี่ Subcarrier สี และวิธีเข้ารหัสสีที่แตกต่างกัน ความถี่ นอกเหนือจากมาตรฐานระบบสีที่แบ่งออกเป็นสามระบบแล้ว ในระบบสีเดียวกันยังแบ่งออกเป็นระบบย่อย ๆ อีกหลายระบบ ซึ่งแต่ละระบบย่อยเหล่านี้จะมีความแตกต่างกันในเรื่องต่าง ๆ เช่น ความถี่ในการสแกน , ความถี่ Subcarrier สี , Bandwidth , คาบเวลาต่าง ๆ ฯลฯ เมื่อตัดระบบ A ซึ่งเป็นระบบขาวดำโบราณ และระบบ E ซึ่งเป็นระบบ HDTV ซึ่งเป็นระบบใหม่ซึ่งยังไม่แพร่หลายออกแล้วจะยังคงเหลือระบบย่อยของระบบต่าง ๆ ดังนี้

- NTSC : M
- PAL : M , B , G , H , I
- SECAM : B , D , G , H , K , K1 , L

ในที่นี้จะเปรียบเทียบให้เห็นเฉพาะในส่วนที่แตกต่างกันของระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องแปลงระบบเท่านั้น ได้แก่

จำนวนเส้นต่อภาพ (เส้น)	525 ระบบ M
	625 ระบบ N C B G H I D K K1 L
ฟิลด์ต่อวินาที	59.94 ระบบ M
	50.00 ระบบ N C B G H I D K K1 L
ความถี่แวนอน (เส้นต่อวินาที)	15,734 ระบบ M
	15,625 ระบบ N C B G H I D K K1 L

จะเห็นว่าเมื่อแบ่งกลุ่มตามข้อกำหนดทั้งสาม จะทำให้ระบบ M ถูกแยกออกจากระบบส่วนใหญ่อื่น ๆ ซึ่งคล้ายกับว่าระบบ M ไม่น่าจะมีความหมายเท่าใดนัก แต่หากย้อนกลับไปดู ถัดขึ้นไปข้างบนเล็กน้อยจะเห็นว่าระบบ NTSC เป็นระบบ M ทั้งหมด และเมื่อดูตารางในหน้าถัดไปจะพบว่าประเทศสำคัญหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา แคนาดา ญี่ปุ่น เกาหลี ฯลฯ ต่างใช้ระบบ M/NTSC เป็นมาตรฐาน

มาตรฐานระบบสัญญาณของประเทศต่าง ๆ

Country	Band I/III (VHF)	Band IV/V (UHF)	Country	Band I/III (VHF)	Band IV/V (UHF)
Algeria	B/PAL	G, H/PAL	Jamaica	M	
Angola	I/PAL§		Japan	M/NTSC	M/NTSC
Argentina	N/PAL	N/PAL	Jordan	B/PAL	
Australia	B/PAL		Kenya	B/PAL	
Austria	B/PAL	G/PAL	Korea (South)	M/NTSC	M/NTSC
Bahrain	B/PAL		Kuwait	B/PAL	
Bangladesh	B/PAL		Lebanon	B/SECAM	
Barbados	N/NTSC		Liberia	B/PAL	
Belgium	B/PAL	H/PAL	Libya	B/SECAM	
Bermuda	M/NTSC		Luxembourg	C/SECAM	G/PAL I/SECAM
Bolivia	N/NTSC		Madeira	B/PAL	
Brazil	M/PAL	M/PAL	Malagasy	K1/ SECAM	
Brunei	B/PAL		Malaysia (Fed. of)	B/PAL	
Bulgaria	D/SECAM	K/SECAM	Malta	B/PAL	H/PAL
Canada	M/NTSC	M/NTSC	Martinique	K1/ SECAM	
Canary Islands	H/PAL		Mauritius	B/SECAM	
Chile	M/NTSC	M/NTSC	Mexico	M/NTSC	M/NTSC
China (People's Rep.)	D/PAL	K/PAL	Monaco	E/SECAM	G/PAL L/SECAM
Colombia	M/NTSC	M/NTSC	Morocco	B/SECAM	
Costa Rica	M/NTSC	M/NTSC	Netherlands	B/PAL	G/PAL
Cuba	M	M	Netherlands Antilles	M/NTSC	M/NTSC
Cyprus	B/PAL	G, H/PAL	New Caledonia	K1/ SECAM	
Czechoslovakia	D/SECAM	K/SECAM	New Zealand	B/PAL	
Denmark	B/PAL		Nicaragua	M/NTSC	M/NTSC
Djibouti (Rep.)	K1/ SECAM		Niger	K1/ SECAM	
Dominican Republic	M/NTSC	M/NTSC	Nigeria	B/PAL	
Ecuador	M/NTSC	M/NTSC	Norway	B/PAL	G/PAL
Egypt (Arab Rep.)	B/SECAM	G, H/ SECAM	Oman	B/PAL	G/PAL
El Salvador	M/NTSC	M/NTSC	(Sultanate of) Pakistan	B/PAL	
Equatorial Guinea	B/PAL§		Panama	M/NTSC	M/NTSC
Ethiopia	B/PAL§		Paraguay	N/PAL	
Finland	B/PAL	G/PAL L/SECAM	Peru	M/NTSC	M/NTSC
France	E		Philippines	M/NTSC	M/NTSC
Gabon	K1/SECAM		Poland	D/SECAM	K/SECAM
Germany (East)	B/SECAM	G/SECAM	Portugal	B/PAL	G/PAL
Germany (West)	B/PAL	G/PAL	Qatar	B/PAL	
Ghana	B/PAL§		Reunion	K1/SECAM	
Gibraltar	B/PAL		Sabah/Sarawak	B/PAL	
Greece	B/SECAM		Saudi Arabia	B/SECAM	G/SECAM
Guadeloupe	K1/SECAM		Sierra Leone	B/PAL	
Guatemala	M/NTSC	M/NTSC	Singapore	B/PAL	
Haiti	M/NTSC	M/NTSC	South Africa	I/PAL	I/PAL
Honduras	M/NTSC	M/NTSC	Spain	B/PAL	G/PAL
Hong Kong	B/PAL	I/PAL	St. Kitts	M/NTSC	M/NTSC
Hungary	D/SECAM	K/SECAM	Sudan	B/PAL§	
Iceland	B/PAL		Surinam	M/NTSC	M/NTSC
India	B		Swaziland	B/PAL	G/PAL
Indonesia	B/PAL				
Iran	B/SECAM				
Iraq	B/SECAM				
Ireland	A	I/PAL			
Israel	B/PAL	G/PAL			
Italy	B/PAL	G/PAL			
Ivory Coast	K1/ SECAM	.....		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้เฉพาะกิจการวิทยุเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำหรือเผยแพร่ข้อมูลด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

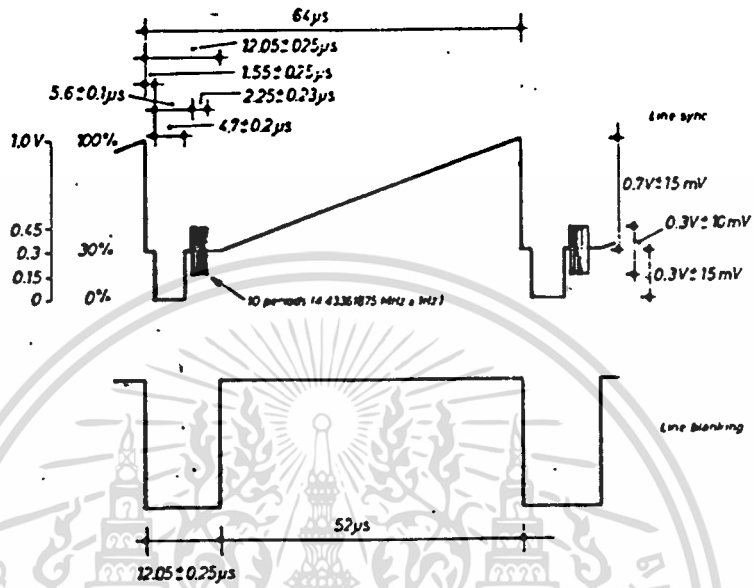
Country	Band I/III (VHF)	Band IV/V (UHF)	Country	Band I/III (VHF)	Band IV/V (UHF)
Sweden	B/PAL	G/PAL	United Arab Emirates	B/PAL	G/PAL
Switzerland	B/PAL	G/PAL	United Kingdom	A	I/PAL
Syrian Arab Rep.	B/SECAM		United States	M/NTSC	M/N.TSC
Taiwan	M/NTSC	M/NTSC	Uruguay	N/PAL	N/PAL
Tanzania (Zanzibar)	B/PAL	B/PAL	USSR	D/SECAM	K/SECAM
Thailand			Venezuela	M/NTSC	M/NTSC
Togo	B/PAL	M/PAL	Yemen Arab Rep.	B/PAL	
Trinidad and Tobago	K1/SECAM	M/NTSC	Yugoslavia	B/PAL	H/PAL
Tunisia	M/NTSC		Zaire	N/PAL	
Uganda	B/SECAM		Zambia	K1/SECAM	
	B/PAL		Zimbabwe	B/PAL	
				B	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

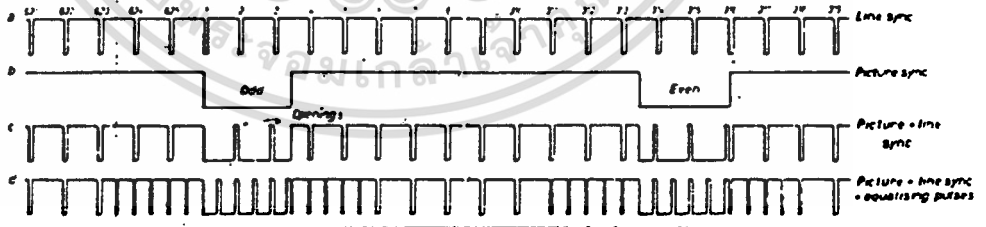
ระบบ PAL

ระบบ PAL มีมาตรฐานของคาบเวลาใน 1 เส้นดังในภาพ



มาตรฐานเวลาของระบบ PAL

และสัญญาณซิงค์จะต้องมีลักษณะดังในภาพ

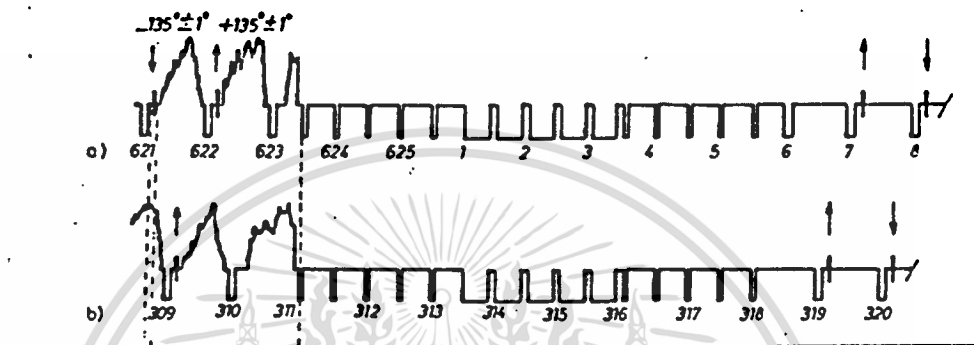


สัญญาณซิงค์ระบบ PAL



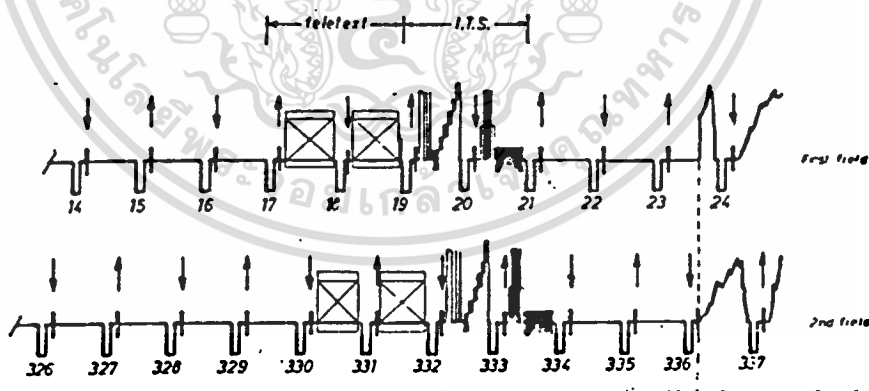
สัญญาณคอมพิวเตอร์วิดีโอในช่วงซิงค์แนวตั้งของมิลด์คีย์ และ มิลด์คีย์

จะมีลักษณะดังภาพ



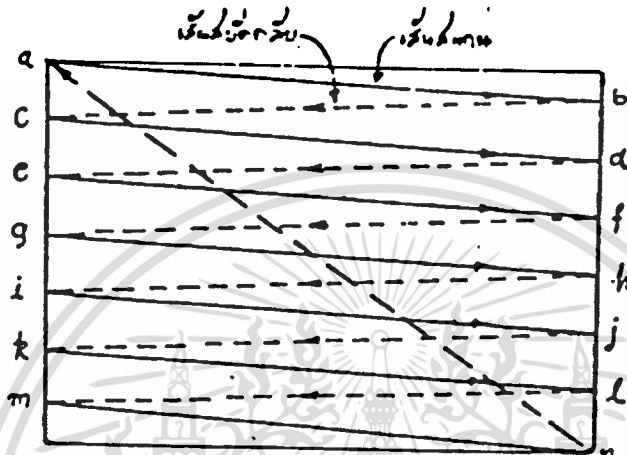
สัญญาณคอมพิวเตอร์วิดีโอในช่วงซิงค์แนวตั้ง

และสัญญาณคอมพิวเตอร์วิดีโอในช่วงแปลงกัแนวตั้ง ซึ่งต่อเนื่องไปจากช่วงซิงค์แนวตั้งจนกระทั่งถึงช่วงที่เริ่มมีภาพจะแสดงได้ดังต่อไปนี้



แสดงจุดเริ่มของสัญญาณภาพ

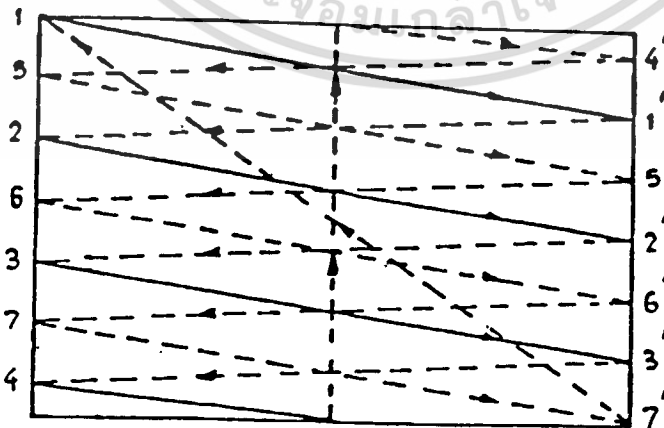
จากการที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าภาพประกอบด้วยจำนวนส่วนประกอบภาพมากซึ่งแต่ละจุดของภาพที่ส่งไปจะบอกว่าเป็นจุดขาวหรือดำก็แสดงโดยสัญญาณภาพ ทางด้านส่งจะส่งทีละจุดเป็นลำดับแยกกันไป ทางด้านรับก็จะนำจุดต่าง ๆ เหล่านี้มาเรียงกันใหม่ให้เป็นภาพขึ้นมาวิธีนี้เรียกว่า " การสแกน " เส้นที่ประกอบกันเป็นภาพในจอโทรทัศน์นี้เรียกว่า เส้นสแกน ปัจจุบันในเมืองไทย ซึ่งใช้ระบบ PAL มีจำนวนเส้นสแกน 625 เส้น



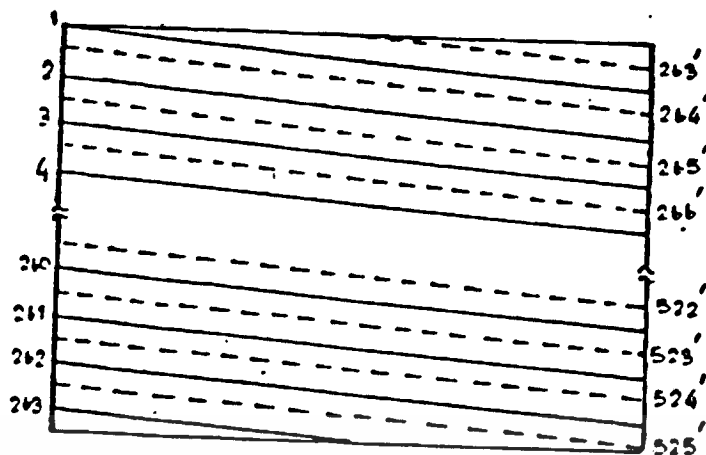
รูปที่ 2.14 แสดงการสแกนแบบก้าวหน้า

การสแกนมี 2 วิธีคือ วิธีสแกนแบบก้าวหน้า (Progressive scanning) และวิธีสแกนแบบสลับเส้น (Interlaced scanning)

จากรูปที่ 2.14 จะเห็นได้ว่าการสแกนเริ่มจาก a-b,c-d,e-f จนถึงสุดท้าย k-1 ซึ่งเป็นการสแกนตามลำดับจากซ้ายไปขวาและจากบนลงล่างเหมือนการอ่านหนังสือหรือการพิมพ์ติดนั่นเอง เป็นการสแกนที่ใช้ในออสซิลโลสโคป เรียกว่า การสแกนแบบก้าวหน้า



รูปที่ 2.15 (a) การสแกนแบบสลับเส้น



รูปที่ 2.15 (b) การสแกนแบบสลับเส้น

จากรูปที่ 2.15(b) จะเห็นได้ว่าการสแกนเริ่มจาก 1,2,3,4 เรียกว่า ฟิลด์คี่ (Odd field) และในระหว่างเส้นต่อเส้นก็จะเว้นช่องว่างให้พอสแกนได้อีกครั้งหนึ่ง จากนั้นก็เริ่ม 5,6,7 ในอีกครั้งหนึ่ง เรียกว่า ฟิลด์คู่ (Even field) เป็นการสแกนแบบเส้นเว้นเส้น ซึ่งต้องใช้การสแกนในแนวตั้งถึง 2 ครั้ง ดังนั้นถ้าต้องการส่งภาพ 30 ภาพต่อวินาที ก็ต้องมีการส่งถึง 60 ครั้ง นั่นคือเป็นการส่งภาพแบบหยาบ ๆ ไป 60 ภาพนั่นเอง วิธีนี้ใช้ในระบบโทรทัศน์ ซึ่งเรียกว่า การสแกนแบบสลับเส้น

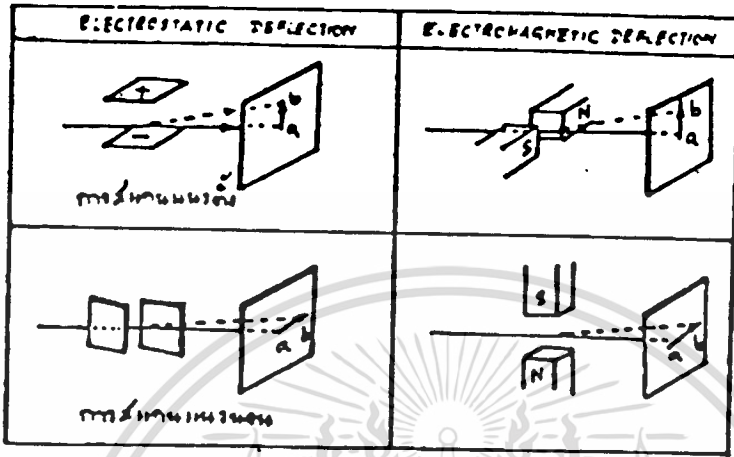
ในการสแกนเช่นนี้ต้องใช้การสแกนในแนวตั้ง 2 ครั้ง การสแกนแนวตั้ง 1 ครั้ง เรียกว่า การสแกน 1 ฟิลด์ (Field) และการสแกน 2 ฟิลด์ เรียกว่า 1 เฟรม (Frame) ในระบบ 525 เส้น จากรูปที่ 2.15(b) การสแกน 1 ฟิลด์ มี 262.5 เส้น (ครั้งหนึ่งของ 525 เส้น) เนื่องจากตาของมนุษย์มีคุณสมบัติในการคงอยู่ของภาพ (persistence of image) และระยะเวลาในการเรืองแสงของฟอสฟอรัส (Phosphor) ที่จอภาพ ทำให้ภาพของฟิลด์ที่หนึ่งยังคงอยู่ในขณะที่ฟิลด์ที่สองสแกนเสร็จแล้ว ภาพที่มองเห็นจึงมีจำนวน 525 เส้น ข้อดีของวิธีนี้ก็คือ ทำให้ลดการกระพริบของภาพ (Flicker) ได้ถึงเท่าตัว

ในการสแกนทั้งแบบก้าวหน้าและแบบสลับเส้น เมื่อสแกนไปสุดเส้นของแต่ละเส้นแล้ว ต้องรีบกลับมาเริ่มเส้นใหม่ ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง ระยะเวลาในการกลับมาเริ่มใหม่นั้นขี้น้อยเท่าไรก็ยิ่งดี จากรูปที่ 2.14 คือเส้นประจาก b-c,d-e เส้นนี้เรียกว่า เส้นสแกนกลับ (retrace หรือ Flyback) เส้นนี้ไม่มีความจำเป็นในการประกอบเป็นภาพจึงมีวงจรควบคุมไม่ให้ปรากฏที่จอ การสแกนของลำอิเล็กตรอนจากซ้ายไปขวาด้วยการสแกนทางแนวนอนและจากบนลงล่างด้วยการสแกนทางแนวตั้ง

การหักเห (Deflection)

ในการสแกนเพื่อที่จะ เปลี่ยนภาพให้ เป็นสัญญาณ ไฟฟ้าทางต้านส่งหรือ เปลี่ยนสัญญาณ ไฟฟ้าให้ เป็นภาพที่หลอดภาพทางต้าน เครื่องรับในระบบโทรทัศน์นั้นต้องใช้ลำอิเล็กตรอน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติเห็นใบโฆษณาประชาสัมพันธ์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

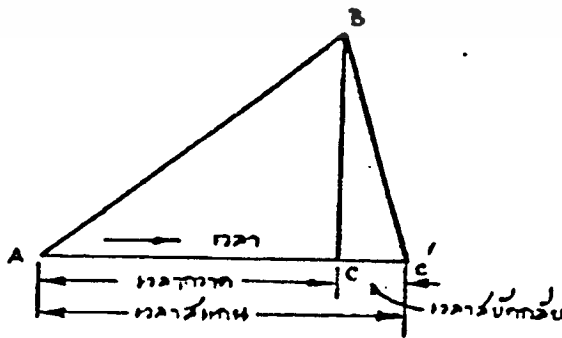
ลำอิเล็กตรอนนี้ได้มาจากการรวมตัวกันของอิเล็กตรอนที่ออกมาจากปืนอิเล็กตรอน โดยการใช้แรงทางไฟฟ้าหรือแม่เหล็กทำให้ลำอิเล็กตรอนนี้เคลื่อนที่ ซึ่งการเคลื่อนที่นี้เรียกว่า การหักเห คุณสมบัติของลำอิเล็กตรอนนั้น เมื่อผ่านเข้าไปในสนามแม่เหล็กหรือสนามไฟฟ้าสถิตย์ ก็จะทำให้เกิดการเปลี่ยนทิศทาง



รูปที่ 2.16 แสดงการหักเหของลำอิเล็กตรอน

จากรูปที่ 2.16 เมื่อลำอิเล็กตรอนผ่านสนามไฟฟ้าสถิตย์หรือสนามแม่เหล็กก็จะเปลี่ยนทิศทางตามอัตราส่วนความแรงของสนามนั้น ดังนั้นจึงสามารถควบคุมระยะทางการหักเหของลำอิเล็กตรอนได้ด้วยความแรงของสนามแม่เหล็กหรือสนามไฟฟ้าสถิตย์ การเคลื่อนที่ทางแนวนอนเรียกว่า การหักเหทางแนวนอน (Horizontal deflection) การเคลื่อนที่ทางแนวตั้งเรียกว่า การหักเหทางแนวตั้ง (Vertical deflection)

การสแกนในหลอดภาพนั้นโดยปรกติจะใช้สนามแม่เหล็ก ซึ่งสร้างจากขดลวดหักเหในการสแกนให้เต็มจอจะต้องมีการหักเหทั้งแนวนอนและแนวตั้ง มุมในการหักเหขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของเวลาโดยให้ความเร็วคงที่ และเมื่อสแกนเสร็จเส้นหนึ่งแล้วจะเริ่มกลับมาสแกนใหม่นั้นเวลาที่กลับมาจะต้องสั้นที่สุด

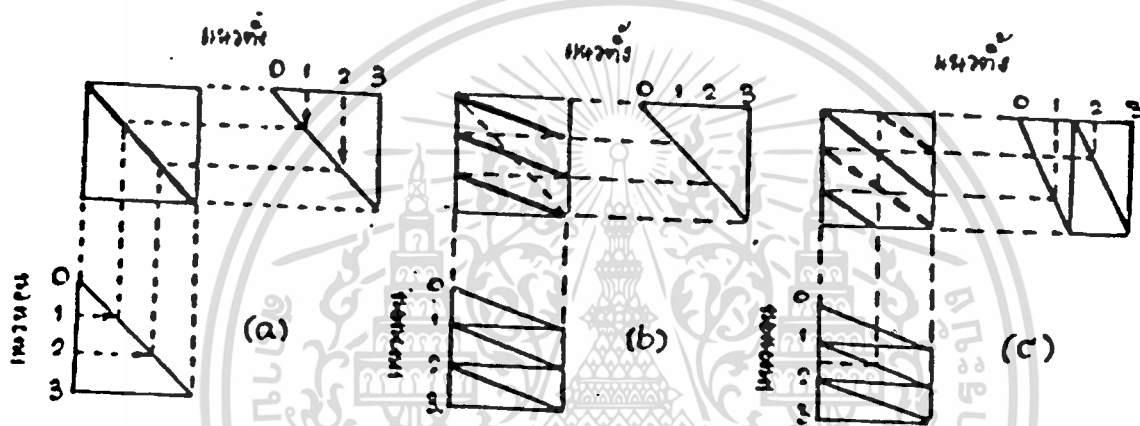


รูปที่ 2.17 แสดงรูปคลื่นฟันเลื่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีที่จะทำได้ก็โดยการนำคลื่นฟันเลื่อย (Sawtooth wave) ที่เป็นกระแสหรือ โวลเตจกับแผ่นหักเห รูปที่ 2.17 ถ้าให้ความถี่ฟันเลื่อยที่เหมาะสมแก่ขดลวดหักเหทั้งแนวนอน และแนวตั้งในเวลาเดียวกันก็จะ ได้ภาพที่สมบูรณ์ออกมา

จากรูปที่ 2.17 รูปคลื่นฟันเลื่อยใช้ในการหักเหที่ดีที่สุด คือรูปสามเหลี่ยม ABC แต่ในทางปฏิบัติต้องเป็นสามเหลี่ยม ABC ซึ่งแบ่งเป็นเวลาสำหรับลำอิเล็กตรอนสแกนไปและ เวลาสำหรับอิเล็กตรอนลับกลับ โดยที่เวลาการสแกนครบ 1 รอบของแนวนอน คือ $1,000,000/15,750$ วินาที = 63.5 วินาที

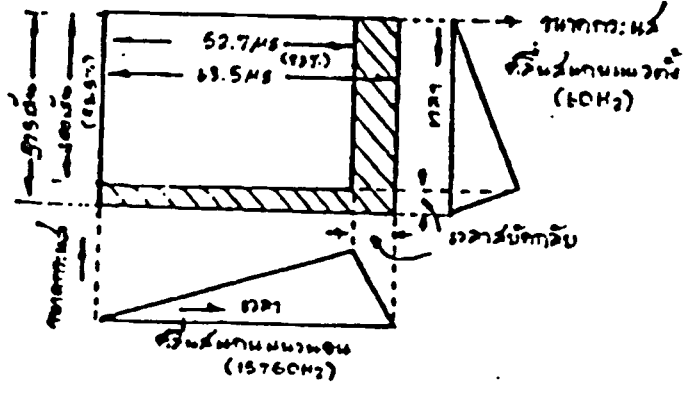


รูปที่ 2.18 แสดงวิธีการสแกนบนจอ

จากรูป 2.18(a) ถ้าให้คลื่นฟันเลื่อยที่มีความถี่เท่ากันทั้งด้านแนวนอนและแนวตั้ง ในเวลาเดียวกัน จากรูปจะ เห็นว่าลำอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ไปทางขวามือ ในขณะที่เคลื่อนที่ลงข้างล่างด้วย ซึ่งเป็นผลให้ได้เส้นตรงขวางจอ 1 เส้น ถ้าความถี่ของคลื่นฟันเลื่อยทางแนวนอนเป็น 3 เท่าของแนวตั้งแล้ว จะได้เส้นตรงขวางจอ 3 เส้น ตามรูป (b) และถ้าให้ความถี่ของคลื่นฟันเลื่อยในแนวนอนเป็น 3 เท่า และแนวตั้งเป็น 2 เท่า จะได้เส้นตรง 3 เส้นเช่นเดียวกันตามรูป (c) แต่ลักษณะของเส้นไม่เหมือนกันคือในขณะที่แนวตั้งหักเหครบ 1 รอบ จะได้เส้นตรงตามแนวนอน 3/2 เส้น และเมื่อหักเหอีก 1 รอบ ก็จะได้เส้นตามแนวนอนอีก 3/2 เส้น การเริ่มหักเหครั้งที่ 2 ของแนวตั้งนั้น ต้องเริ่มที่กลางจอค่านบน เลมอ (เส้นไขว้ปลา) การสแกนวิธีนี้เรียกว่า การสแกนสลับเส้น ด้วยเหตุผลนี้ถ้าหาอัตราส่วนความถี่ฟันเลื่อยระหว่างแนวนอนและแนวตั้งให้พอเหมาะแล้วจะได้เส้นสแกน 262.5 เส้นต่อการหักเหของแนวตั้งครั้งที่หนึ่งและอีก 262.5 เส้นต่อการหักเหของแนวตั้งครั้งที่สอง ซึ่งในที่สุดจะได้เส้นสแกนทั้งหมด 625 เส้นด้วยระบบการสแกนสลับเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานในเชิงการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



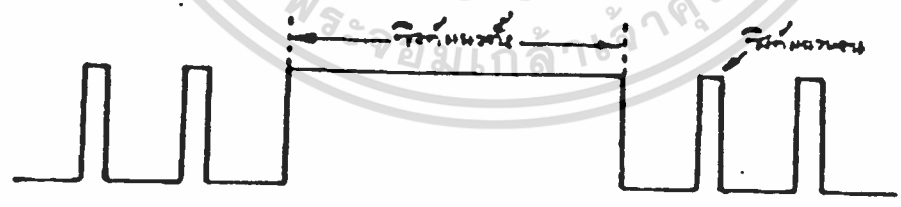
รูปที่ 2.19 แสดงการสแกนของคลื่นพื้นเลื่อย

จากรูปที่ 2.19 แสดงถึงการใช้คลื่นพื้นเลื่อยสำหรับแนวนอนและแนวตั้งในระบบ 525 เส้น โดยที่ความถี่ทางแนวนอน 15,750 เฮิรตซ์ และความถี่ทางแนวตั้ง 60 เฮิรตซ์ จากพื้นที่ที่ต้องเลี้ยวไปสำหรับการสแกนของลำอิเล็กตรอน จึงทำให้พื้นที่ที่เหลือจริง ๆ เพียง 490 เส้นเท่านั้น

การซิงค์ (Synchronization)

เพื่อให้ภาพที่รับได้เหมือนกับภาพที่ส่งมาทุกประการจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเรียงเส้นสแกนทางด้านรับทุกเส้นเริ่มจากเส้นที่ 1 ถึงเส้นที่ 525 ให้ตรงกับเส้นสแกนทางด้านส่ง วิธีการนี้เรียกว่า การซิงค์

วิธีการซิงค์ก็คือ ทางด้านส่งจะส่งสัญญาณพิเศษ (เรียกว่า สัญญาณซิงค์) เพื่อมาควบคุมความถี่และเฟสของความถี่พื้นเลื่อยทางแนวนอนและแนวตั้งของเครื่องรับ



รูปที่ 2.20 แสดงสัญญาณซิงค์ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง

รูปที่ 2.20 เป็นรูปคลื่นของสัญญาณซิงค์ซึ่งส่งรวมไปกลับสัญญาณ เมื่อถึงเครื่องรับก็จะแยกสัญญาณซิงค์ออกจากสัญญาณภาพเพื่อไปควบคุมคลื่นพื้นเลื่อยที่ใช้สำหรับการหักเหให้ตรงคลื่นพื้นเลื่อยที่ไว้หักเหทางด้านส่ง

สรุปแล้วความถี่ในการสแกนทางแนวนอนเท่ากับ 15,750 เฮิรตซ์ และความถี่ของ

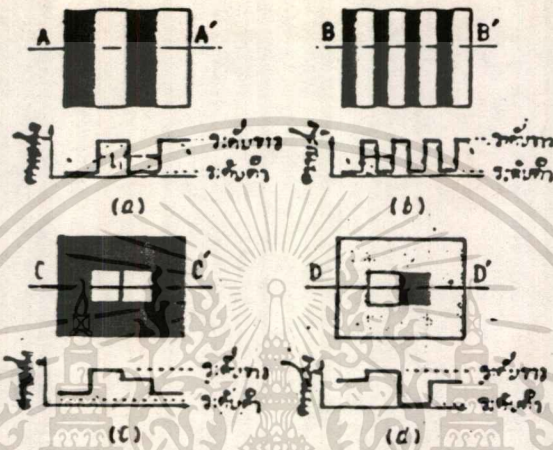
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณเชิงคี่ทางแวนอนจะเท่ากับ 15,750 เฮิรตซ์ ด้วย ในขณะที่เดียวกันความถี่ในการสแกนทางแนวตั้งเท่ากับ 60 เฮิรตซ์ และความถี่ของสัญญาณเชิงคี่ทางแนวตั้งก็ต้องเท่ากับ 60 เฮิรตซ์ เช่นกัน

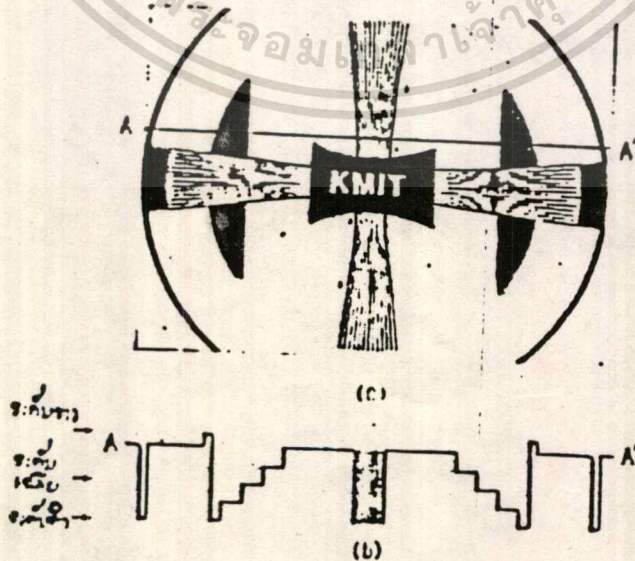
2.2.5 สัญญาณภาพ (Video signal)

เมื่อกล้องโทรทัศน์ถ่ายภาพ หลอดในกล้องก็จะทำหน้าที่เปลี่ยนจุดขาวและจุดดำของภาพให้เป็นสัญญาณกระแสไฟฟ้า สัญญาณนี้เรียกว่า สัญญาณภาพ



รูปที่ 2.21 แสดงภาพและระดับสัญญาณ

จากรูป 2.21(a) และ (b) แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง ภาพและความถี่ของสัญญาณภาพ จะเห็นว่าภาพยิ่งละเอียด (มีจำนวน bar ของขาวและดำมาก) ความถี่ของสัญญาณภาพยิ่งมาก รูป (b) รูป (c) และ (d) แสดงถึงความสูงของสัญญาณภาพกับความเข้ม



รูปที่ 2.22 แสดงสัญญาณภาพจากภาพที่จอโทรทัศน์

รูปที่ 2.22(a) คือ ภาพสำหรับทดสอบ ถ้าพิจารณาเส้นสแกนเส้นหนึ่งคือ AA' จะได้ลักษณะภาพเป็นรูป (b) ภาพที่เริ่มจากสีดำเป็นสีขาวสัญญาณภาพก็เริ่มเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ความอัตราส่วนของสีขาวที่เพิ่มขึ้น

คุณภาพของภาพ

คุณภาพของภาพที่ตี้นั้นนอกจากซึ่งจะต้องตรงกันแล้วจะต้องมี ความสว่าง ความเข้ม รายละเอียดของภาพ และอัตราส่วนความสูงต่อความกว้าง

ความสว่าง (Brightness)

เป็นค่าเฉลี่ยความเข้มของความสว่าง ภาพแต่ละภาพอาจจะมีแสงสว่างที่มากหรือน้อยกว่าค่าเฉลี่ยนี้ก็ได้ ความสว่างต้องมีมากพอที่จะดูได้ในตอนกลางวันหรือในห้องที่มีความสว่างปกติ เนื่องจากที่จอภาพสว่างเป็นจุด ๆ ดังนั้นเมื่อดูทั้งจอภาพจะทำให้สว่างลดลง โดยเฉพาะจอภาพยิ่งต้องการความสว่างมาก ในเครื่องรับความสว่างของภาพถูกควบคุมโดยการไบอัส (Bias) ให้กับหลอดภาพ

ความเข้ม (Contrast)

ความเข้มในที่นี้หมายถึง ความแตกต่างระหว่างส่วนที่เป็นสีขาวและส่วนที่เป็นสีดำของภาพนั้น ซึ่งแตกต่างจากความสว่างซึ่งหมายถึง ค่าเฉลี่ยของความเข้ม เพื่อความเหมาะสมหรือเป็นไปตามความต้องการของการดูภาพ การปรับความเข้มควร จะปรับได้ตั้งแต่ความสว่างสุดถึงความมืดสุด การที่จะปรับค่านี้ได้ขึ้นอยู่กับความสูงของสัญญาณภาพ ในเครื่องรับโทรทัศน์การปรับความเข้มคือการปรับความสูงของสัญญาณภาพ

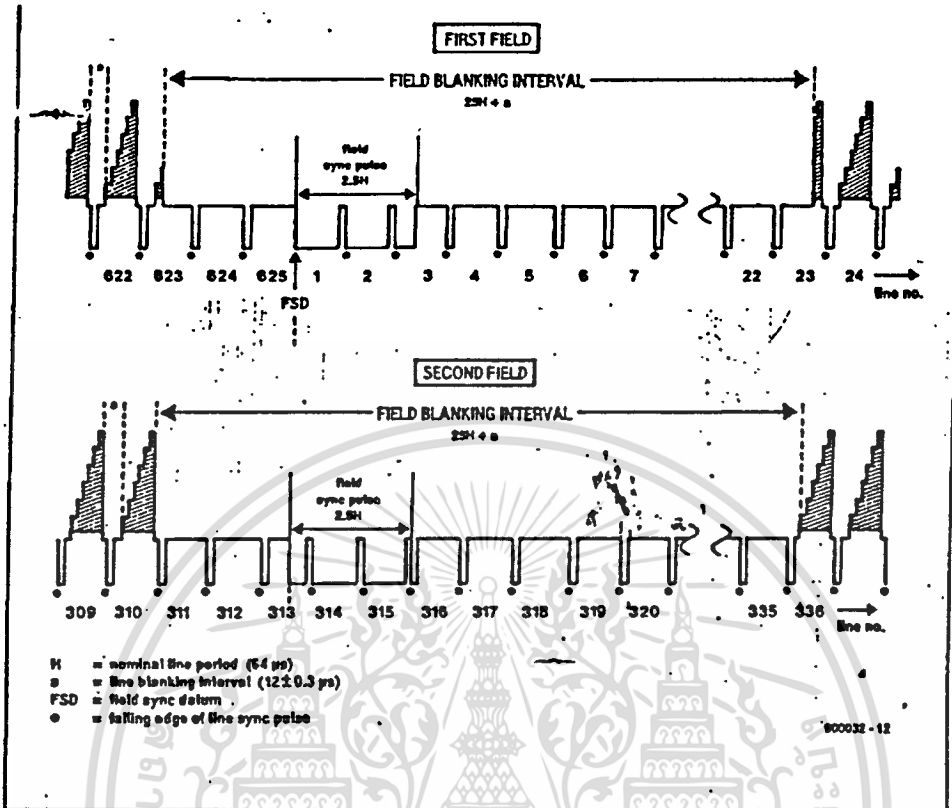
ความเข้มของภาพขึ้นอยู่กับความสว่างด้วย เนื่องจากระดับของแบคกราวนด์ (Background) แสดงถึงส่วนสีดำที่สุดของภาพว่าจะดำเท่าไร แต่ก็ยังถูกจำกัดด้วยความสว่างของห้องด้วยเหมือนกันว่าจะสีดำขนาดไหน ซึ่งจะไม่สามารถที่จะดำได้มากกว่าความสว่างของห้องที่สะท้อนจากจอภาพ ดังนั้นความสว่างภายในห้องจึงไม่ควรที่จะสว่างมากเกินไปเมื่อที่จะได้สีดำให้ดำจริง ๆ

รายละเอียด (Details)

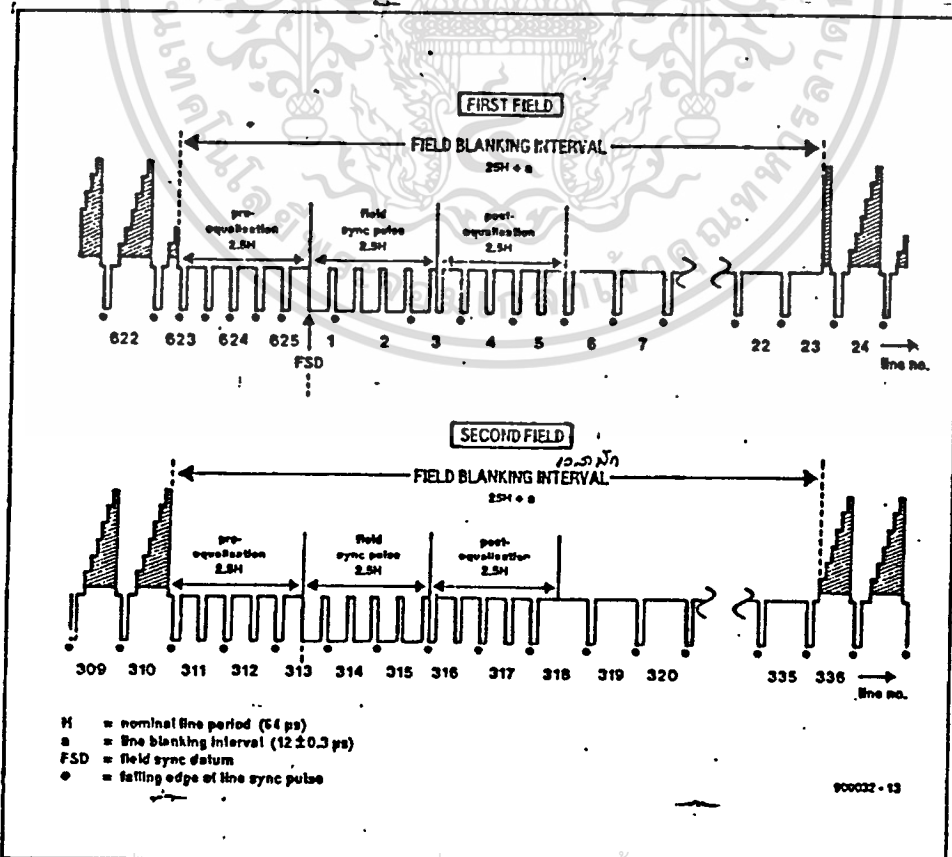
คุณภาพของรายละเอียดซึ่งเรียกว่า รีโซลูชัน (Resolution) หรือความชัดเจนขึ้นอยู่กับจำนวนส่วนประกอบภาพ (Picture element) ว่ามีมากเท่าไร ยิ่งมีมากภาพก็ยิ่งชัดและคม ดังนั้นเครื่องรับโทรทัศน์ที่มีจำนวนส่วนประกอบภาพมาก ภาพที่ได้ก็ยิ่งชัดเจนมาก ในทางปฏิบัติโดยทั่วไป จะมีประมาณ 150,000 จุด ซึ่งมีความชัดเจนของภาพเทียบได้กับภาพยนตร์

อัตราส่วนของภาพ (Aspect ratio)

คืออัตราส่วนระหว่างความกว้างและความสูงของจอภาพซึ่งมีมาตรฐาน 4:3 ในทุกระบบรวมทั้งภาพยนตร์ด้วย ไม่ว่าจะจอภาพจะมีขนาดกว้างเท่าไรก็ตาม ถ้าไม่ใช่อัตราส่วนนี้จะทำให้การดูภาพคนในจอ ผอมหรืออ้วนกว่าความเป็นจริง ไม่ว่การฉีกขาดทั้งสี่น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



TV-field transition without equalizing pulses (EBU/PAL standard).



เอกสารนี้เป็นเอกสาร TV-field transition including equalizing pulses to ensure near-perfect interlacing (EBU/PAL standard).

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ออสซิลโลสโคป

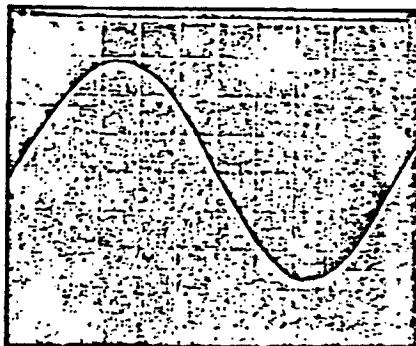
2.1 ทำไมเราจึงมองเห็นรูปคลื่นได้?

คงเป็นที่ทราบกันดีโดยทั่วไปแล้วว่า เราสามารถใช้ออสซิลโลสโคปเพื่อสังเกต รูปคลื่นหรือสัญญาณทางไฟฟ้าที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าไปตามเวลา (หรือเรียกว่าเป็นฟังก์ชันของเวลา) ได้ ยกตัวอย่างรูปที่ 1.1 ซึ่งเป็นรูปคลื่นของแรงเคลื่อนไฟฟ้าขนาด 220 โวลท์ที่ใช้กันอยู่ตาม บ้านเรือนทั่วไป ในขณะที่ใช้ออสซิลโลสโคปเพื่อสังเกตรูปคลื่นเราปรับปุ่มของสโคปไว้ที่ 2 ms/DIV (0.002 วินาทีต่อช่อง) ถ้าหากเราพิจารณาจากรูปจะเห็นได้ว่า ช่วงคาบของรูปคลื่น เป็นช่วง ระยะทาง 10 ช่อง ซึ่งก็คือเป็นเวลา 20 มิลลิวินาที ดังนั้นเมื่อเราต้องการทราบความถี่ ของรูปคลื่น เราก็อาจคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

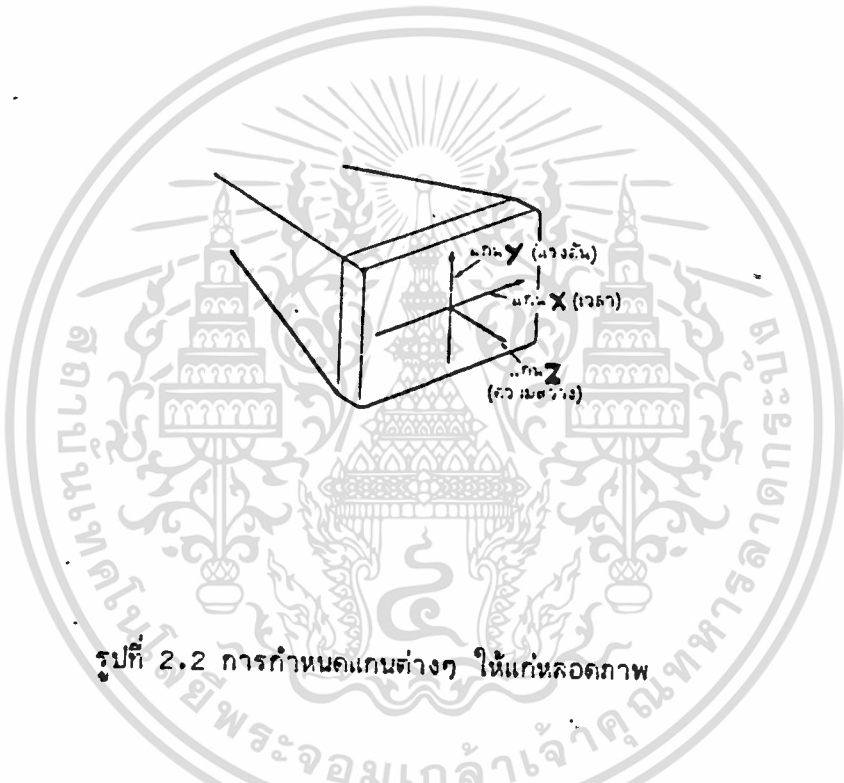
$$\begin{aligned} \text{ความถี่รูปคลื่น} &= 1 / (\text{ช่วงคาบของรูปคลื่น}) \\ &= 1 / (20 * 10^{-3} \text{ วินาที}) \\ &= 50 \text{ เฮิรตซ์} \end{aligned}$$

นอกจากนี้จากการสังเกตด้วยออสซิลโลสโคป เรายังสามารถเห็นได้ว่ารูปคลื่น มีการเปลี่ยนแปลงค่าจากลบ---บวก---ลบ สลับกันไป ซึ่งทำให้เรารู้ว่าสัญญาณไฟฟ้าที่เรากำลัง ตรวจสอบวัดอยู่นั้นเป็นโพลาร์

ในการสังเกตรูปคลื่นสัญญาณนั้น องค์ประกอบที่มีส่วนสำคัญมากก็คือหลอด แครโทดเรย์ ซึ่งทำหน้าที่แสดงรูปคลื่นต่างๆ ให้เราเห็นได้ โดยทั่วไป



เรามักกำหนดแกน X และ Y ให้แก่หลอดแคโทดเรย์ โดยให้ "แกน X " ตรงกับ "แกนเวลา" และ "แกน Y " ตรงกับ "แกนแรงดัน" (ดูรูปที่ 2.2 ประกอบ) ค่าแรงดันในช่วงเวลาหนึ่งๆ จะปรากฏเป็นจุดสว่างบนหลอดแคโทดเรย์ และการหยุดเคลื่อนสัญญาณที่เราเห็นก็คือจุดสว่างนับจำนวนไม่ถ้วนที่เรียงตัวอย่างถี่จนเราเห็นเป็นเส้นนั่นเอง เราอาจกำหนดแกนอีกแกนคือ "แกน Z " ให้หมายถึง "ความสว่าง" ของจุด (หรือรูปคลื่นสัญญาณ)



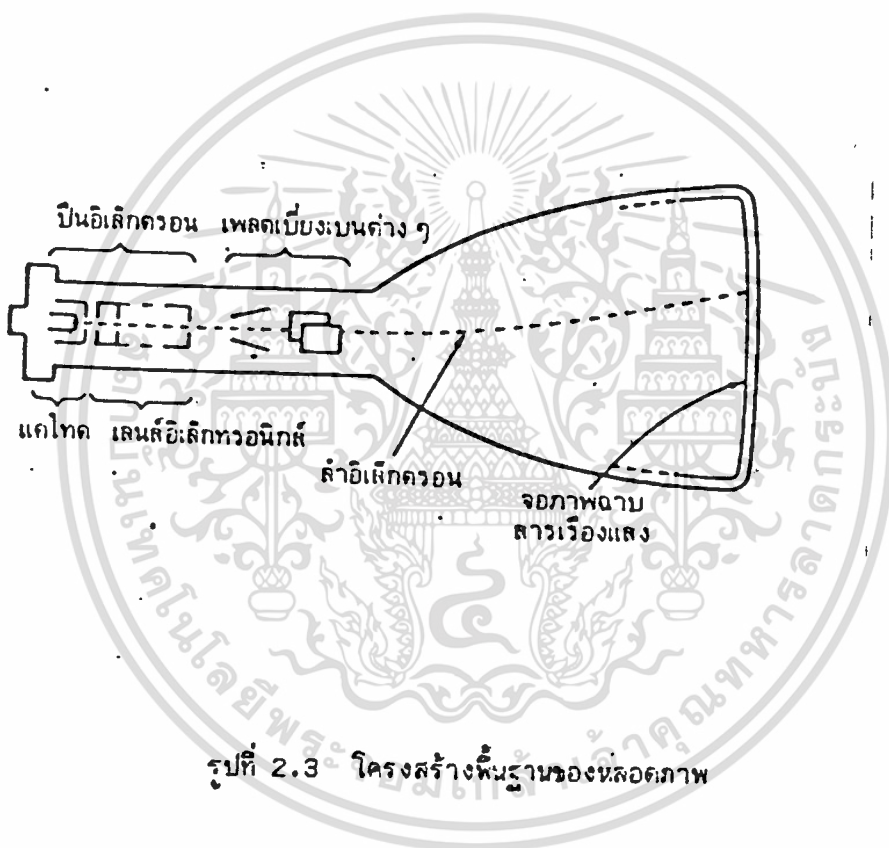
รูปที่ 2.2 การกำหนดแกนต่างๆ ให้แก่หลอดภาพ

จากคำอธิบายข้างต้น เราจะเห็นได้ว่า ออสซิลโลสโคปก็คือ อุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่แสดงรูปคลื่นซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญสามส่วนได้แก่ เวลา(แกน X) แรงดัน (แกน Y) และความสว่าง (แกน Z) การใช้ออสซิลโลสโคปเพื่อสังเกตดูรูปคลื่นสัญญาณหรือปรากฏการณ์ทางไฟฟ้าอื่นๆ ก็ทำได้โดยผสมผสานองค์ประกอบต่างๆ เหล่านี้ให้สอดคล้องกับสภาพสัญญาณหรือปรากฏการณ์ทางไฟฟ้านั้นๆ เพื่อจะได้รูปคลื่นสัญญาณอย่างถูกต้อง เราจะอธิบายถึงหลักการทำงานเหล่านี้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 หลอดภาพหรือหลอดแคโทดเรย์คืออะไร?

หลอดภาพหรือหลอดแคโทดเรย์ นับเป็นหลอดสุญญากาศชนิดหนึ่งหลอดภาพยังสามารถแบ่งออกได้เป็นชนิดต่างๆ ได้ตามจุดประสงค์การใช้งานซึ่งจะอธิบายในรายละเอียดภายหลัง อย่างไรก็ตามหลอดภาพต่างๆ เหล่านี้จะมีโครงสร้างพื้นฐานที่เหมือนกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 โครงสร้างพื้นฐานของหลอดภาพ

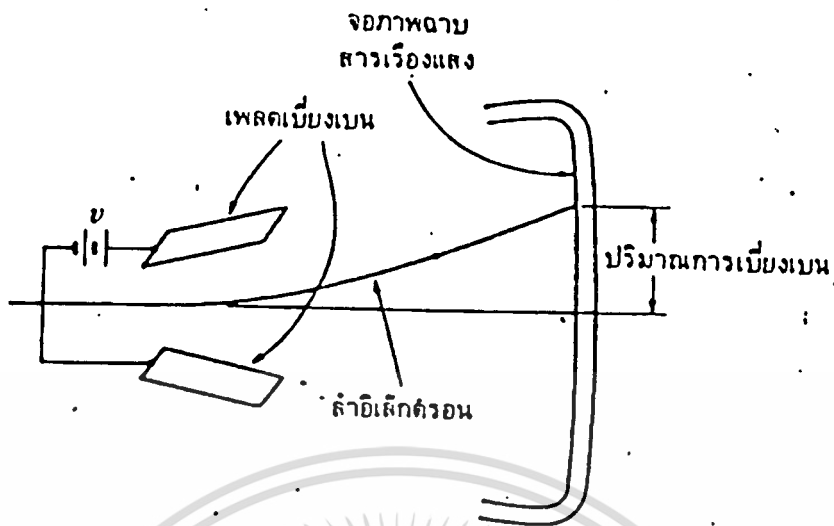
จากรูปที่ 2.3 จะเห็นได้ว่า โครงสร้างพื้นฐานของหลอดภาพจะประกอบด้วย ปืนอิเล็กตรอนและจอภาพสารเรืองแสง โดยมีเพลตเบี่ยงเบนต่างๆ คั่นอยู่ตรงกลาง ในส่วนของปืนอิเล็กตรอนนั้น อิเล็กตรอนจะได้จากการเพิ่มพลังงานแก่แคโทดโดยอาศัยความร้อน ปริมาณอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นจะถูกควบคุม โดยการปรับเปลี่ยนค่าแรงดันที่ขั้วกริดเมื่อเทียบกับแรงดันที่ขั้วแคโทด ซึ่งยังผลให้ปริมาณของอิเล็กตรอนที่พุ่งกระทบจอภาพมีจำนวนมากขึ้นหรือน้อยลง ความสว่างที่เกิดขึ้นมีมากขึ้นหรือน้อยลงด้วย อิเล็กตรอนที่เกิดจากการเผาไส้แคโทดดังกล่าวนี้จะผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า เลนส์อิเล็กตรอนิกส์ ซึ่งอาจเป็นแบบโครงสร้างสามขั้วหรือสี่ขั้วก็ได้ ทำให้อิเล็กตรอนตกโฟกัสให้ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากมีการนำไปใช้

กลายเป็นลำอิเล็กตรอน ลำอิเล็กตรอนนี้จะถูกเบี่ยงเบนโดยเพลตเบี่ยงเบนในแนวราบและแนวตั้ง ก่อนที่จะพุ่งกระทบจอภาพในที่สุด สำหรับวิธีการในการเบี่ยงเบนลำอิเล็กตรอนนี้อาจแบ่งออกเป็น การเบี่ยงเบนแบบแม่เหล็กไฟฟ้า (MAGNETIC DEFLECTION) กับ การเบี่ยงเบนแบบไฟฟ้าสถิต (ELECTROSTATIC DEFLECTION)

ในจอหลอดภาพโทรทัศน์เราใช้หลอดภาพซึ่งทำงานโดยอาศัยการเบี่ยงเบนแบบแม่เหล็กไฟฟ้า แต่สำหรับกรณีออสซิลออสโคปนั้น เนื่องจากรูปคลื่นสัญญาณที่ต้องการแสดงด้วยสโคปมีการเปลี่ยนแปลงต่อเวลาค่อนข้างรวดเร็ว ทำให้ต้องมีการเบี่ยงเบนที่มีความรวดเร็วใกล้เคียงกัน ด้วยเหตุนี้จึงใช้หลอดภาพซึ่งทำงานโดยอาศัยการเบี่ยงเบนแบบไฟฟ้าสถิต

เราอาจอธิบายปัญหานี้ให้ชัดเจนขึ้นดังนี้คือ ลำอิเล็กตรอนที่พุ่งกระทบจอภาพเพื่อให้เกิดการเรืองแสงนั้นมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ ดังนั้นแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าบวกจึงสามารถดึงดูดลำอิเล็กตรอนนี้ได้ ถ้าหากมีการวางขั้วไฟฟ้าสองขั้วซึ่งเรียกกันว่าเพลตเบี่ยงเบนให้ขนานกับทิศทางการเคลื่อนที่ของลำอิเล็กตรอนและเมื่อเราให้แรงดันแก่เพลตเบี่ยงเบนคู่นี้ (ดูรูปที่ 2.4 ประกอบ) ลำอิเล็กตรอนจะถูกดึงให้เบี่ยงเบนไปในทิศของเพลตแผ่นที่มีแรงดันไฟฟ้าสูงกว่า ลำอิเล็กตรอนที่ผ่านออกมาจากเพลตเบี่ยงเบนจึงพุ่งกระทบจอภาพในตำแหน่งที่ต่างไปจากเดิม (เมื่อไม่มีแรงดันให้แก่เพลตเบี่ยงเบน) ขนาดของการเบี่ยงเบนนี้เราเรียกว่า ปริมาณการเบี่ยงเบน (h) ในหลอดภาพที่ใช้งานกันอยู่ เพลตเบี่ยงเบนจะได้รับการออกแบบเพื่อที่ว่าปริมาณการเบี่ยงเบนจะแปรผันโดยตรงกับความต่างศักย์ (v) ระหว่างเพลตเบี่ยงเบน



รูปที่ 2.4 หลักการของการเบี่ยงเบนแบบไฟฟ้าสถิต

เมื่อลำอิเล็กตรอนพุ่งกระทบจอภาพ มันจะถ่ายทอดพลังงานให้แก่สารเรืองแสงที่ฉาบไว้ ทำให้บริเวณที่ถูกกระทบเกิดเรืองแสงขึ้น สำหรับสารเรืองแสงที่ใช้ฉาบนี้มีอยู่หลายชนิด ซึ่งเราจะแยกได้ตามวัสดุประสงค์การใช้งานในกรณีของออสซิลโลสโคปนั้นเรามักใช้สารเรืองแสง สีเขียวหรือสีน้ำเงินอมเขียว ซึ่งมีระยะเวลาความสว่าง ประมาณ 90 ไมโครวินาที (1 ไมโครวินาทีเท่ากับ $1/1,000,000$ วินาที) อย่างไรก็ตามในกรณีที่ต้องสังเกตรูปคลื่นหรือปรากฏการณ์ทางไฟฟ้าที่เร็วมาก เราก็อาจใช้สารเรืองแสงที่มีระยะเวลาความสว่างประมาณ 400 มิลลิวินาที (1 มิลลิวินาที เท่ากับ $1/1,000$ วินาที)

ตารางที่ 2.1 สารเรืองแสงสำคัญที่ใช้ในหลอดภาพ

ชนิดของสารเรืองแสง (ที่สัมพันธ์กับ EIAJ)	สี	เวลาความสว่าง
P1(B1)	เขียว	25 ms
P7(B7)	เขียวอมเหลือง	400 ms
P15(B15)	น้ำเงินอมเขียว	28 μ s
P25(B25)	ส้ม	60 ms
P31(B31)	เขียว	90 μ s

2.3 หลักการทำงานพื้นฐานของออสซิลโลสโคป

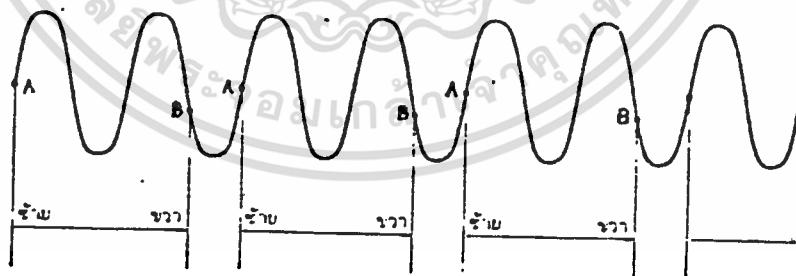
เราได้กล่าวมาแล้วว่า ออสซิลโลสโคปสามารถแสดงภาพรูปคลื่นต่างๆ ได้โดยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การผสมผสานระหว่างสามองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งได้แก่ เวลา (แกน X) แรงดัน (แกน Y) และไม่ว่ากรณีใดๆ ฟังก์ชัน อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากมีการนำไปใช้

ความสว่าง (แกน Z) ต่อไปนี้เราจะกล่าวถึงการผสมผสานขององค์ประกอบทั้งสาม โดยใช้รูปที่ 2.5 ประกอบการอธิบาย รูปที่ 2.5 แสดงให้เห็นถึงรูปคลื่นไซน์ซึ่งเป็นผลจากการทำงานขององค์ประกอบทั้งสามดังกล่าว เราจะเริ่มพิจารณาจากเฟลตเบียงเบนแนวราบซึ่งมีแรงดันที่เพิ่มขึ้นเป็นเชิงเส้นป้อนอยู่ แรงดันที่ป้อนแก่เฟลตเบียงเบนแนวราบในลักษณะนี้จะเบียงเบนให้ลำอิเล็คตรอนเคลื่อนจากซ้ายไปขวา ซึ่งเรามักเรียกกันว่า กวาดภาพ



รูปที่ 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับแรงดันในกรณีรูปคลื่นไซน์

แต่เนื่องจากจอภาพที่มีขนาดจำกัดที่แน่นอน เราไม่สามารถปล่อยให้มีการกวาดภาพจากซ้ายไปขวาโดยไม่มีกำหนดเวลา ดังนั้นจึงมักมีการออกแบบให้การกวาดภาพจากซ้ายไปขวาสิ้นสุดที่จุดจุดหนึ่ง (ดูรูปที่ 2.6 ประกอบ) แล้วให้มีการเริ่มต้นกวาดภาพจากซ้ายไปขวาใหม่ ซ้ำซากกันเช่นนี้อยู่เรื่อยๆ เมื่อใช้วิธีเช่นนี้ เราจึงสามารถแสดงภาพรูปคลื่นสัญญาณเข้าบนจอภาพได้ซ้ำแล้วซ้ำอีก

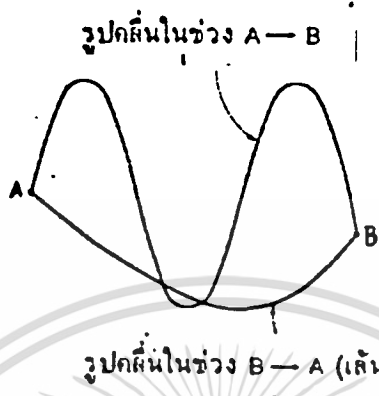


รูปที่ 2.6 การกำหนดช่วงของการกวาดภาพ เพื่อสามารถแสดงรูปคลื่นบนจอภาพที่มีขนาดจำกัดแน่นอน

อย่างไรก็ตามวิธีการเช่นนี้ก็ยังมีปัญหา กล่าวคือในขณะที่การกวาดภาพย้อนกลับมายังจุดทางซ้ายมือนั้น เป็นการกวาดภาพจากขวาไปซ้าย ทำให้มีเส้นจาก B → A กับขอบบนช่วง A → B ในรูปที่ 2.6 ปรากฏการณ์เช่นนี้ได้แสดงให้เห็นชัดเจนขึ้นในรูปที่ 2.7 ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องทำให้การกวาดภาพจาก B → A ไม่ปรากฏให้เห็นบนจอภาพ ทั้งนี้โดยการ

ปิดกั้นลำอิเล็คตรอน ไม่ให้เคลื่อนไปยังจอภาพในจังหวะที่การกวาดภาพมาถึงตำแหน่งทางขวามือ ไม่ว่าจะวิธีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล่าวคือหนึ่งก็คือ ทำให้ความสว่างของจอภาพเป็นศูนย์ในช่วง $B \rightarrow A$ ถ้าหากทำได้เช่นนี้ รูปคลื่นที่ได้ก็จะเป็นดังรูปที่ 2.8



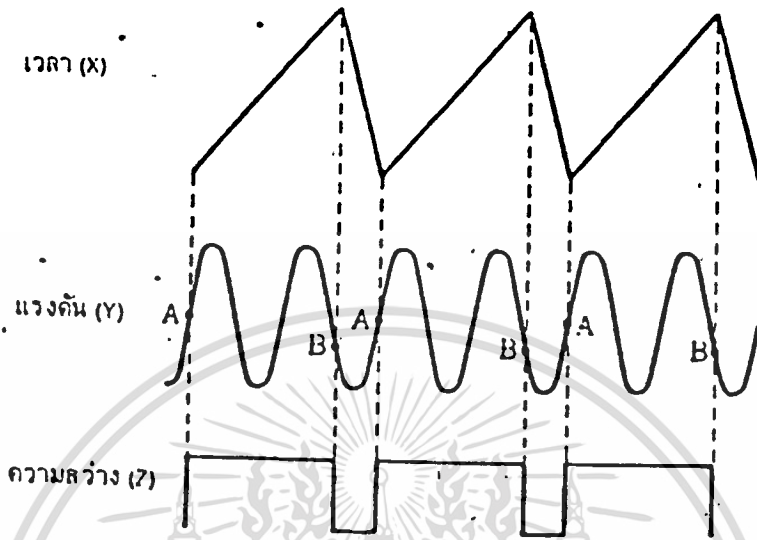
รูปที่ 2.7 แสดงการทับซ้อนของการกวาดภาพจาก $A \rightarrow B$ และเส้นย้อนกลับจาก $B \rightarrow A$



รูปที่ 2.8 รูปคลื่น เช่นเดียวกับรูปที่ 2.7 เพียงแต่กำจัดเส้นย้อนกลับให้หายไป

รูปที่ 2.9 เป็นการแสดงการเปลี่ยนแปลงตามเวลาองค์ประกอบทั้งสามกล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงแรงดันรูปคลื่น (X) ดังแสดงในรูปมักเรียกกันว่า คลื่นพื้นเต็อย เพราะมีลักษณะ คล้ายฟันของใบเลื่อย รูปคลื่นนี้จะป้อนให้กับแผ่นความคุมในแนวราบของหลอดแคโทดเรย์ ส่วนแผ่น ความคุมในแนวตั้งนั้นจะมีแรงดัน รูปคลื่น (Y) ป้อนอยู่ และที่กริดความคุมซึ่งทำหน้าที่ควบคุมความ สว่างก็จะมีแรงดันรูปคลื่น (Z) ป้อนให้ ผลที่ได้ปรากฏบนจอเรืองแสงก็จะเป็นรูปคลื่นดังแสดง

เอาไว้ในรูปที่ 2.10 ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

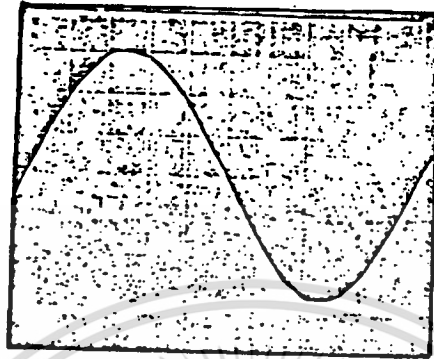


รูปที่ 2.9 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทั้งสามคือ เวลา แรงแต้น และความสว่าง โดยเขียนบนแกนเวลา

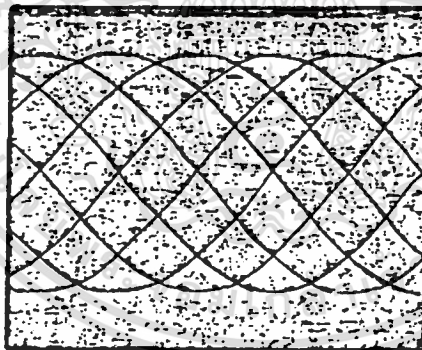
อย่างไรก็ตามองค์ประกอบทั้งสามดังกล่าวจำเป็นต้องทำงานประสานกันจนกระทั่งได้เป็นอย่างดี จึงจะได้ภาพตามรูปที่ 2.10 บนจอของออสซิลโลสโคป หากว่าการทำงานขององค์ประกอบทั้งสามนี้ไม่ประสานกัน รูปคลื่นที่ได้จะซ้อนทับกันดังรูปที่ 2.11 ด้วยเหตุนี้จึงเห็นได้ว่าจุดหรือเวลาเริ่มต้นในการกวาดภาพนั้นจะมีความสำคัญอย่างยิ่ง

เนื่องจากการกวาดภาพจะเกิดขึ้นซ้ำกันภายในช่วง A→B ซึ่งมีค่าคงที่แน่นอน ดังนั้นหากการกวาดภาพไม่ได้เริ่มต้นตรงจุดที่แรงแต้นมีค่าคงที่เท่ากับรูปที่ปรากฏบนจอ ก็จะเป็นรูปเคลื่อนที่ทับซ้อนกัน โดยแต่ละรูปคลื่นก็จะมีค่าแรงแต้นที่จุดเริ่มต้นแตกต่างกัน (ดูรูปที่ 2.11) แต่ถ้าหากสามารถปรับจังหวะการกวาดภาพให้เริ่มที่ค่าแรงแต้นคงที่ค่าหนึ่งแล้ว รูปคลื่นที่ได้จะซ้อนทับจนเห็นเป็นรูปคลื่นเดียวกัน ดังรูปที่ 2.10 การทำให้การกวาดภาพเริ่มต้นที่ค่าแรงแต้นที่ค่าหนึ่ง และยังผลให้รูปคลื่นที่ได้ซ้อนทับกับรูปคลื่นเก่าเช่นนี้เรียกว่า การประสานจังหวะหรือริงโครไนซ์ (SYNCHRONIZE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10



รูปที่ 2.11

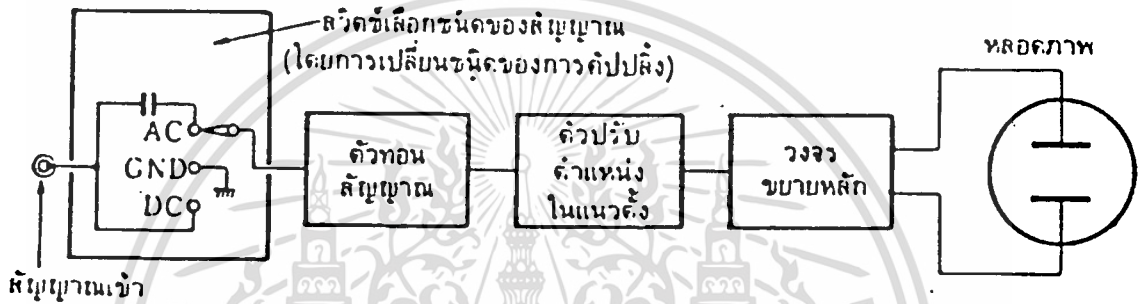
2.4 การทำงานของแกนแนวตั้ง

2.4.1 องค์ประกอบพื้นฐานและหน้าที่การทำงานของแต่ละส่วนต่างๆ

รูปที่ 2.12 แสดงองค์ประกอบพื้นฐานของแกนแนวตั้งในการอธิบายหน้าที่การทำงานของแต่ละส่วนต่างๆ ต่อไปนี้จะอ้างอิงถึงรูปที่ 2.12 นี้เป็นเกณฑ์

สัญญาณด้านเข้าจะผ่านเข้าทางสวิตช์ หรือปุ่มเลือกชนิดของสัญญาณป้อนเลือกนี้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้เชิงพาณิชย์ในการค้า ไม่สามารถปรับได้สามตำแหน่งคือ AC, GND และ DC ในกรณีที่ต้องการเลือกสัญญาณไฟกลับเท่านั้นใช้

ที่ปรับปุ่มนี้มาที่ "AC" แต่ถ้าหากต้องการเลือกสัญญาณที่มีส่วนของไฟตรงปนอยู่ด้วยก็ปรับปุ่มไปที่ "DC" เมื่อหมุนปุ่มมาที่ ตำแหน่ง "GND" (หรือ กราวนด์ - GROUND) วงจรด้านเข้าของ ออสซิลโลสโคปจะไม่ต่อเข้ากับสัญญาณ หากจะต่อลงดิน (หรือกราวนด์) ซึ่งเท่ากับว่าสัญญาณขนาด 0 (ศูนย์) โวลต์ต่อกับสโคป การปรับตำแหน่งมาที่ GND เช่นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อจะดูระดับแรงดัน อ้างอิง (ในที่นี้คือแรงดัน 0 โวลต์)



เมื่อ SWITCH เลือกสัญญาณอยู่ที่ตำแหน่ง AC สัญญาณจะผ่านวงจรรองความถี่สูง ที่มีค่าความถี่ CUT OFF ระหว่าง 2-10 Hz เมื่อ SWITCH เลื่อนมาที่ตำแหน่ง DC แล้วสัญญาณด้าน เข้าจะต่อตรง เข้ากับวงจรลดทอนสัญญาณ

สัญญาณที่ผ่าน SWITCH เลือกสัญญาณจะผ่านไปยังตัวลดทอนสัญญาณ เพราะว่าสัญญาณที่ OSCILLOSCOPE สามารถวัดได้นั้น จะมีขนาด เป็นมิลลิโวลต์ ไปจนถึงนับร้อยโวลต์และวงจรขยายสัญญาณภายใน OSCILLOSCOPE มีอัตราขยาย คงที่โดย ออกแบบให้เหมาะสมกับ สัญญาณขนาดเล็ก แต่เมื่อมีสัญญาณขนาดใหญ่ เข้า มาก็ต้อง มีการลดทอน สัญญาณให้มีขนาดเล็กลง

คุณสมบัติสองประการของตัวลดทอนสัญญาณคือ

- (1) เพื่อให้สามารถวัดค่าแรงดันในเชิงปริมาณได้ ปริมาณที่ถูกลดทอนสัญญาณจะต้อง มีการปรับ เทียบอย่างถูกต้องแม่นยำ
- (2) จะต้องทำการลดทอนสัญญาณให้มีขนาด เท่าใดก็ได้ตามต้องการ

ด้วย เหตุนี้ตัวลดทอนสัญญาณจึงประกอบด้วยส่วนของตัวลดทอนสัญญาณ ที่ได้รับการปรับ เทียบดีแล้วกับส่วนตัวลดทอน ที่สามารถแปรค่าได้อย่างต่อเนื่องส่วน

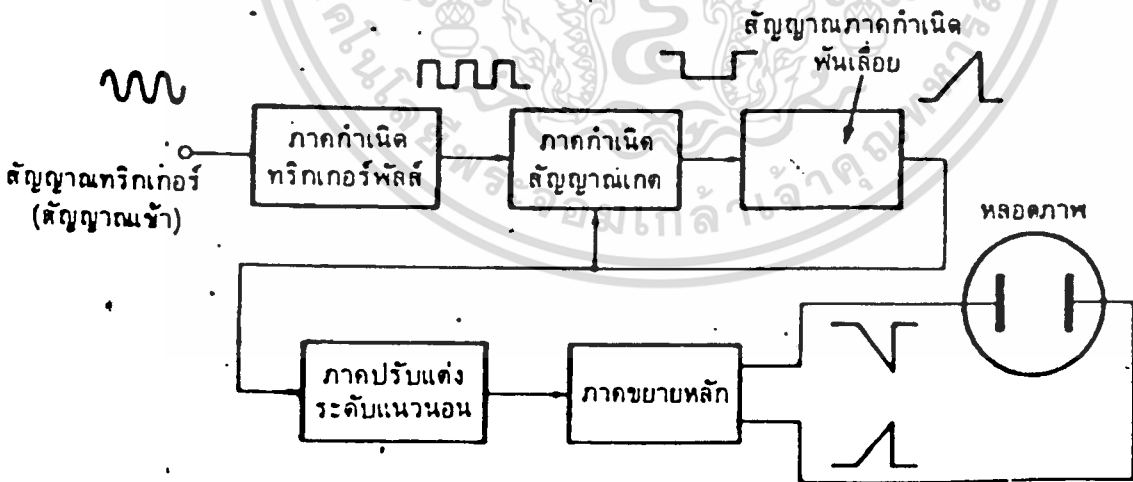
ตัวลดทอนที่ได้รับการปรับ เทียบแล้ว เรียกว่า STEP ATTENUATOR จะแสดง เป็น ค่า สัดส่วนของแรงดันต่อ 1 ช่องสเกล ขั้นการทอนสัญญาณ จะมีการทอนขึ้นละ -6dB

รูปที่ 2.14 แสดงลักษณะสมบัติเชิงความถี่ของการเชื่อมต่อแบบ AC และ แสดงแถบความถี่ ของ -3 เดซิเบล ให้เห็นด้วย

2.5 การทำงานของแกนนวนอน

2.5.1 การกวาดภาพ

ที่แผ่นเบี่ยงเบนในแนวนอนของหลอดภาพออสซิลโลสโคปจะมี "สัญญาณฟันเลื่อย" ป้อนอยู่ สัญญาณฟันเลื่อยนี้จะถูกทริกเกอร์ (TRIGGER) หรือ กระตุ้นให้เข้าจังหวะกับสัญญาณเข้า นอกเหนือจากนี้ การทำงานในแกนแนวนอนหรือแกนเวลาจะต้องเป็นไปอย่างถูกต้องแม่นยำ ซึ่งทำให้มีความจำเป็นต้องให้กำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยที่มีการแปรค่าเชิงเส้นอย่างแม่นยำเพื่อใช้กวาดภาพ โครงสร้างพื้นฐานของแกนแนวนอนจะเป็นดังแสดงในรูปที่ 2.15 จาก รูปจะเห็นว่าสัญญาณเข้าทำให้เกิดทริกเกอร์พัลส์ (TRIGGER PULSE) ทริกเกอร์พัลส์ที่เกิดขึ้นจะกระตุ้นให้มีการกวาดภาพ ซึ่งระบบเช่นนี้เรียกกันว่า "วิธีทริกเกอร์เพื่อกวาดภาพ" ต่อไปนี้เราจะกล่าวถึงการทำงานของแต่ละส่วนโดยละเอียดดังนี้



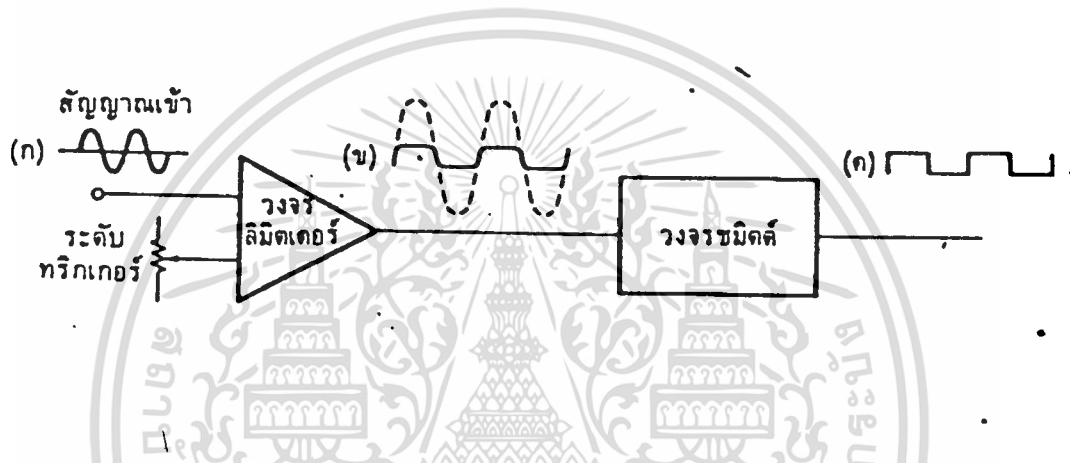
รูปที่ 2.15 โครงสร้างพื้นฐานของแกนแนวนอน

ก่อนอื่นจะกล่าวถึงภาคกำเนิดทริกเกอร์พัลส์ ซึ่งเรียกกันว่าวงจรมิติเตอร์

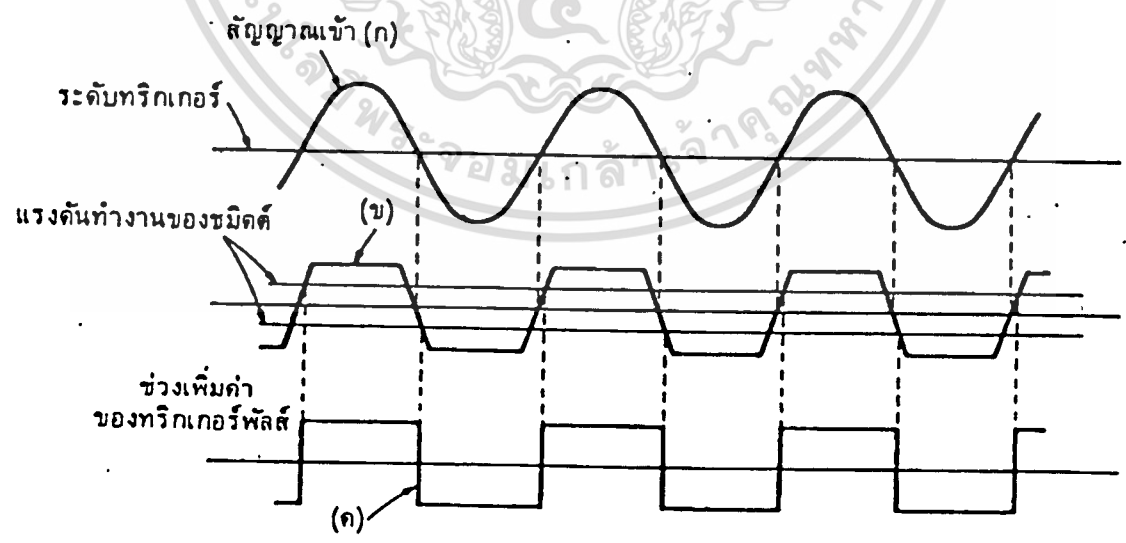
(LIMITER) วงจรส่วนนี้จะประกอบขึ้นจากวงจร เปรียบเทียบแรงดันและวงจรมิตต์ (SCHMITT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ทำหน้าที่แสดงรูปคลื่นสัญญาณ การทำงานโดยละเอียดของวงจรภาคนี้ได้จากรูปที่ 2.16 เมื่อไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณเข้าที่วงจรลิมิตเตอร์สัญญาณที่ผ่านออกมาจะถูกตัดส่วนบนและส่วนล่างออก (ดูรูปประกอบ) ตามค่าที่กำหนดไว้ ค่าแรงดันที่กำหนดรอบอัตรในการตัดสัญญาณ เราเรียกว่า ระดับการทริกเกอร์ (TRIGGER LEVEL) ระดับดังกล่าวนี้มีบทบาทสำคัญในการกำหนดตำแหน่งเริ่มต้นในการวาดภาพ



รูปที่ 2.16 โครงสร้างของภาคกำเนิดทริกเกอร์พัลส์



รูปที่ 2.17 รูปคลื่นสัญญาณในส่วนต่างๆ ของภาคกำเนิดทริกเกอร์พัลส์ แสดงการเปลี่ยนแปลงตาม

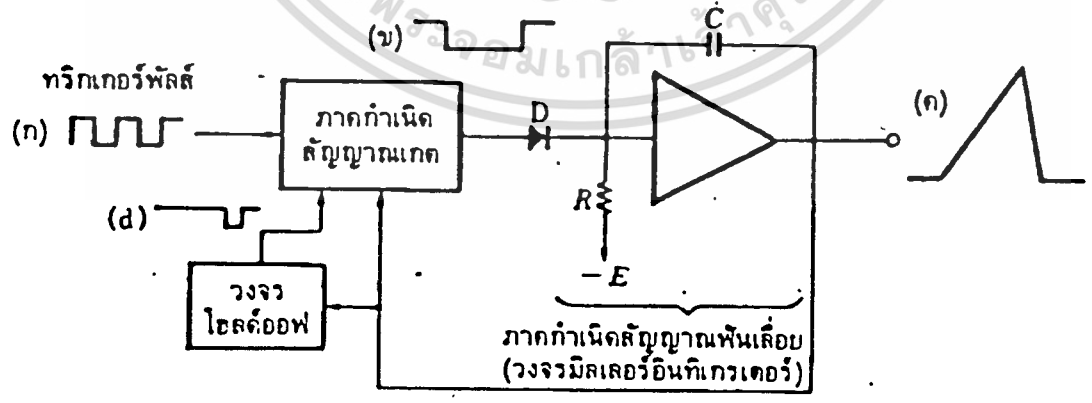
เอกสารนี้เป็นเวลา และความสัมพันธ์ระหว่างกัน การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตาม สัญญาณออกที่ได้จากวงจรลิมิตเตอร์ยังไม่เหมาะสมที่จะใช้เป็น
 ทริกเกอร์พัลส์ จึงต้องใ้วงจรลิมิตเตอร์เพื่อแปลงรูปสัญญาณให้เป็นสัญญาณที่เหลี่ยม (SQUARE WAVE)
 ที่มีการเพิ่มค่าอย่างฉับพลัน วงจรลิมิตเตอร์นี้มีลักษณะสมบัติฮิสเทอรีซิส (HYSTERSIS) อยู่ด้วย
 ทั้งนี้เพื่อป้องกันสัญญาณทริกเกอร์ ไม่ให้ทำงานผิดพลาดเนื่องจากสัญญาณรบกวน ดังนั้นจึงช่วย
 ทำให้ตำแหน่ง เริ่มต้นในการกวาดภาพไม่กระทบกระเทือนด้วยสัญญาณรบกวน

รูปที่ 2.17 แสดงการเปลี่ยนแปลงตามเวลาของรูปคลื่นสัญญาณส่วนต่างๆ

จากรูปจะเห็นว่าช่วงเพิ่มค่าของทริกเกอร์พัลส์นั้นจะล่าช้ากว่า ระดับการทริกเกอร์อยู่บ้าง เล็กน้อย
 ทั้งนี้เป็นผลจากแรงดันทำงาน (THRESHOLD VOLTAGE) ของวงจรลิมิตเตอร์ ซึ่งมีลักษณะสมบัติ
 ฮิสเทอรีซิส อย่างไรก็ตามส่วนล่าช้านี้ไม่มีผลในทางการใช้งานแต่อย่างใด

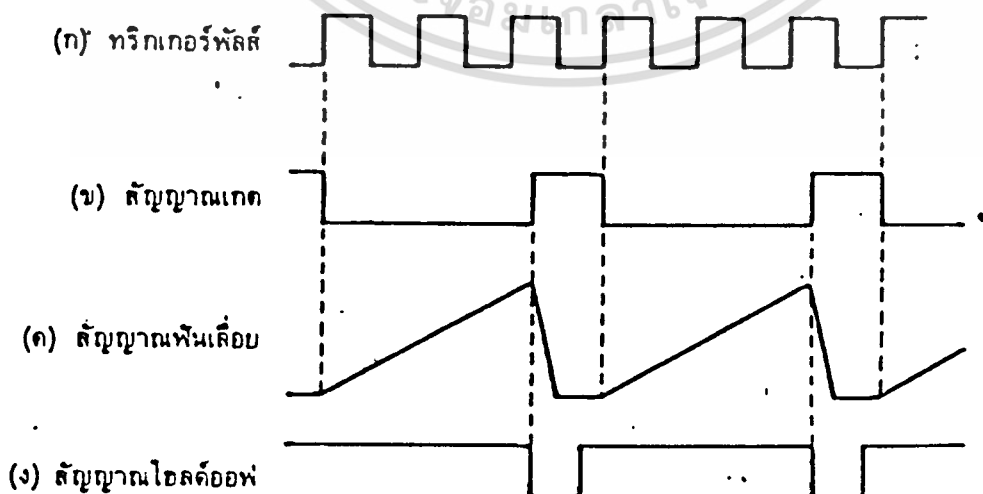
เมื่อได้ทริกเกอร์พัลส์แล้วต่อไปสัญญาณส่วนนี้จะ ไปสร้างสัญญาณเกตเพื่อกวาดภาพ
 วงจรส่วนนี้จะต่อเข้าเป็นรูป (LOOP) กับภาคกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อย วงจรที่ช่วยทำให้ได้สัญญาณ
 ฟันเลื่อยที่มีเชิงเส้นดี มักใช้วงจรมิลเลอร์อินทิเกรเตอร์ (MILLER INTEGRATOR) ดัง
 แสดงไว้ในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 แสดงภาคกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อย

เมื่อมีสัญญาณทริกเกอร์พัลส์เข้ามาที่ภาคกำเนิดสัญญาณเกต สัญญาณออกของ วงจรเกตจะกลายเป็น "0" ทำให้ไดโอด D อยู่ในสภาพเปิดหรือนำไฟฟ้า พร้อมกันนั้นวงจร อินทิเกรเตอร์จะเริ่มเก็บประจุด้วยค่าคงตัวเวลา (TIME CONSTANT) เป็น CR ขณะเดียวกัน วงจรเข้าของภาคกำเนิดสัญญาณเกตก็จะปิดและ ไม่รับทริกเกอร์พัลส์เข้ามาอีก ด้วยเหตุนี้สัญญาณ ออกของวงจรมิลเลอร์จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนถึงระดับแรงดันที่ทำให้จุดบนจอภาพเคลื่อนมาถึงด้าน ขวาสุดแรงดันส่วนนี้จะป้อนกลับไปที่ภาคกำเนิดสัญญาณเกตและ กลับค่าสัญญาณออกของวงจรภาคนี้ ดังนั้นไดโอด D จึงเปลี่ยนกลับเป็นปิดหรือนำไฟฟ้า ประจุที่ถูกเก็บอยู่ที่ตัวเก็บประจุ C ของวงจร มิลเลอร์จะถูกคายออกอย่างฉับพลัน จนกระทั่งแรงดันลดลงเท่ากับแรงดันที่ทำให้จุดบนจอภาพ เคลื่อนมาอยู่ทางซ้ายสุดของจอภาพ

เมื่อการคายประจุหมดสิ้นแล้ว วงจรขาเข้าของภาคกำเนิดสัญญาณเกตก็จะเปิด ออกเพื่อเตรียมรับสัญญาณทริกเกอร์พัลส์ใหม่อีกครั้ง วงจรโฮลด์ออฟ (HOLD OFF) จะทำหน้าที่ ในช่วงนี้กล่าวคือ กำหนดช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มมีการคายประจุจนกระทั่งเปิดวงจร ขาเข้าของภาค กำเนิดสัญญาณเกต วงจรนี้จะควบคุมไม่ให้ทริกเกอร์พัลส์เข้าสู่ภาคกำเนิดสัญญาณพัลส์ได้จนกว่าการ คายประจุจะเสร็จสิ้นสมบูรณ์ รูปที่ 2.19 แสดงรูปคลื่นสัญญาณส่วนต่างๆ ตามแกนเวลา รวมทั้ง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปคลื่นเหล่านี้



สัญญาณพื้นเสียงที่ได้ออกมาจะถูกปรับแต่งตำแหน่งในแนวนอนค่อนจากนั้นจึงเข้าสู่
ภาคขยายหลัก (MAIN AMPLIFIER) เพื่อขยายให้มีแรงดันเพียงพอสำหรับเบี่ยงเบนลำอิเล็กตรอน
ได้ สัญญาณเหล่านี้จะถูกส่งต่อไปยังแผ่นเบี่ยงเบนแนวนอนของจอหลอดภาพอีกต่อหนึ่ง

ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงอัตราขยายของภาคขยายหลักนี้ รูปคลื่นจะถูกขยาย
ใหญ่ขึ้น เราเรียกวงจรส่วนนี้ว่า ภาคขยายการกวาดภาพ ซึ่งมีผลเช่นเดียวกับการทำให้เวลา
กวาดภาพเร็วขึ้นนั่นเอง (ความถี่สัญญาณสูงขึ้น)

นอกเหนือจากนี้ แกนเวลาหรือแกนนอน ยังมีความสำคัญในแง่ต่อไปนี้

ประการแรก แกนนี้ใช้เป็นบรรทัดฐานเวลา ดังนั้นความเร็วในการกวาดภาพ
จึงต้องทำการปรับเทียบให้ถูกต้อง

ประการที่สอง แกนเวลานี้จะต้องสามารถปรับเปลี่ยนความเร็วการกวาดภาพ
สำหรับสัญญาณที่มีความถี่ต่ำไปจนถึงสัญญาณที่มีความถี่สูงได้ด้วย เพื่อช่วยให้การอ่านความเร็ว การ
กวาดภาพเป็นไปได้โดยสะดวก ออสซิลโลสโคป ที่ใช้มักแสดงค่าเวลาที่ใช้ในการกวาดได้หนึ่งช่อง
บนจอหลอดภาพหรือวินาทีต่อช่อง และค่านี้จะสามารถปรับเปลี่ยนได้จากค่า 1-2-5 เช่นเดียวกับ
กรณีแกนแนวตั้ง นอกจากนี้ยังมีปุ่มปรับเพื่อเปลี่ยนค่าเวลาการกวาดภาพอย่างต่อเนื่อง ซึ่งก็ใช้
VOLUME เช่นเดียวกับกรณีแกนแนวตั้ง

2.5.3 วิธีการต่างๆ ในการกวาดภาพ

1. กวาดภาพอัตโนมัติ ในระบบการทริกเกอร์กวาดภาพนั้นจะต้องมีทริกเกอร์
พัลส์ช่วยกระตุ้นให้เริ่มการกวาดภาพ แต่ถ้าหากไม่มีสัญญาณเข้าหรือการปรับตั้งระดับทริกเกอร์
เป็นไปไม่เหมาะสม ก็จะไม่มีการทริกเกอร์พัลส์เกิดขึ้น ทำให้การกวาดภาพเริ่มไม่ได้ ยังผล
ให้ไม่มีรูปคลื่นปรากฏบนจอหลอดภาพ นอกเหนือจากสาเหตุดังกล่าวแล้ว การไม่มีรูปคลื่นปรากฏ
บนจอหลอดภาพยังมีสาเหตุอื่นๆ อีก เช่น การปรับตำแหน่งในแนวตั้งหรือแนวนอนไม่เหมาะสม
ปรับปุ่มลดทอนสัญญาณมากเกินไป จนทำให้สัญญาณทริกเกอร์มีขนาดเล็กซึ่งไม่อาจกระตุ้นให้วงจร
กำเนิดสัญญาณทริกเกอร์พัลส์ทำงานได้เหล่านี้เป็นต้น ถ้าหากเราสามารถทำให้มีเส้นสว่างปรากฏ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ขึ้นบนจอหลอดภาพ (โดยที่การกวาดภาพอาจไม่เข้าจังหวะกับสัญญาณเราก็ได้) อาจช่วยในการใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานออสซิลโลสโคปได้มาก จากการที่สามารถค้นหาจุดคลื่นเพื่อพิจารณาจุดขนาดโดยประมาณรูปคลื่น
สัญญาณได้ จะทำให้เราสามารถปรับตั้งระดับทริกเกอร์ใหม่จนรูปคลื่นสัญญาณหยุดนิ่งได้

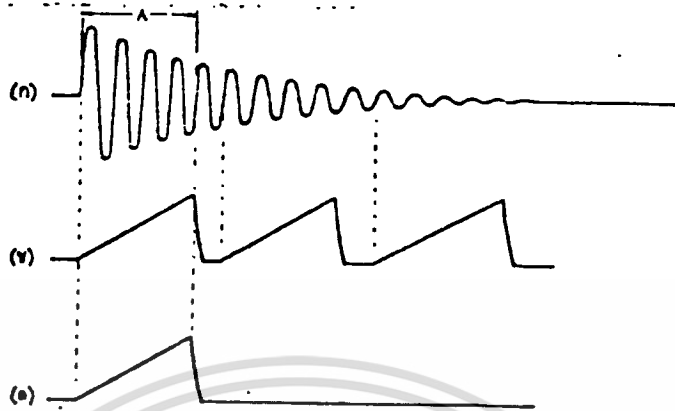
หรือในกรณีที่ปุ่มเลือกการต่อเชื่อมสัญญาณอยู่ที่ GND เพื่อปรับตั้งตำแหน่งระดับ
แรงดัน 0 โวลต์ ถ้าหากเราทำให้มีการกวาดภาพเพื่อให้เกิดเส้นสว่างบนจอภาพได้ก็จะสะดวกใน
การใช้งานเช่นกัน

การกวาดภาพโดยอิสระซึ่งไม่จำเป็นต้องเข้าจังหวะกับสัญญาณเข้าดังกล่าวเรา
เรียกว่า การกวาดภาพแบบอิสระ (FREE RUNNING SWEEP) แต่ยังมีวิธีการกวาดภาพอีกวิธีซึ่ง
ผสมการกวาดภาพแบบอิสระกับการกวาดภาพ แบบทริกเกอร์หรือแบบเข้าจังหวะ เรียกว่า การ
กวาดภาพแบบอัตโนมัติ (AUTO FREE RUNNING SWEEP) หรือเรียกย่อๆ ว่า AUTO ระบบ
การกวาดภาพเช่นนี้ จะทำการกวาดภาพแบบอิสระ เมื่อไม่มีสัญญาณทริกเกอร์พัลส์อยู่แต่ถ้ามีสัญญาณ
ทริกเกอร์พัลส์ก็จะปรับเปลี่ยนเป็นการกวาดภาพแบบทริกเกอร์โดยอัตโนมัติ

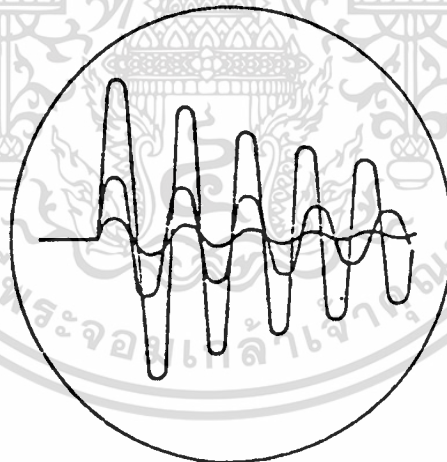
ระบบการกวาดภาพแบบอัตโนมัตินี้ ทำงานได้โดยการตรวจสอบว่ามีสัญญาณ
ทริกเกอร์พัลส์หรือไม่ ถ้าหากความถี่ของทริกเกอร์พัลส์ต่ำการตรวจสอบก็ทำไม่ได้ ช่วงดังกล่าวนี้
เรียกว่า ความถี่จำกัดของการกวาดภาพแบบอัตโนมัติ ซึ่งอยู่ในช่วง 30-50 เฮิรตซ์

การพัฒนาการกวาดภาพแบบอัตโนมัติ นับเป็นก้าวกระโดดที่สำคัญทำให้การใช้
งานออสซิลโลสโคปเป็นไปได้สะดวกขึ้น สำหรับระบบการกวาดภาพแบบทริกเกอร์นั้น แม้จะไม่
สามารถกวาดภาพแบบอิสระได้แต่ก็ไม่มีปัญหาด้านความถี่จำกัดตั้ง เช่นกรณีอัตโนมัติ ดังนั้นแบบ
ทริกเกอร์จึงมีข้อได้เปรียบในการดูสัญญาณความถี่ต่ำๆ การกวาดภาพแบบหลังมักเรียกกันว่า
แบบปกติ (NORMAL SWEEP หรือ NORM)

2. การกวาดภาพเดี่ยว แกนเวลาของออสซิลโลสโคปนั้นจะทำการกวาดภาพของ
สัญญาณที่เกิดขึ้นอย่างมีจังหวะ เวลา โดยให้จังหวะการกวาดภาพสัมพันธ์กับของสัญญาณนั้นๆ ทำให้เกิด
รูปคลื่นสัญญาณปรากฏบนจอหลอดภาพดูประหนึ่งสัญญาณหยุดนิ่งอยู่กับที่



รูปที่ 2.20 รูปคลื่นที่เปลี่ยนแปลงขนาดกับตำแหน่งการเกิดทริกเกอร์พัลส์



รูปที่ 2.21 สัญญาณจากรูปที่ 2.20 (ก) เมื่อใช้วิธีกวาดภาพตามแบบปกติ

เมื่อเราพยายามให้ออสซิลโลสโคปแสดงรูปคลื่นสัญญาณดังรูปที่ 2.20 (ก) บนจอภาพโดยวิธีปกติทั่วไป รูปคลื่นที่ได้จะเป็นดังรูปที่ 2.21 คือมีรูปคลื่นจำนวนมากซ้อนกันอยู่ ทำให้ยากแก่การอ่านค่าและสังเกตจุดที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะมีสัญญาณพื้นเลื้อยขนาดต่างๆ เกิดขึ้นซึ่งแตกต่างกันตามระดับการทริกเกอร์ ดังรูปที่ 2.20 (ข) แต่ถ้าหากสามารถทำให้สัญญาณพื้นเลื้อยเกิดขึ้น

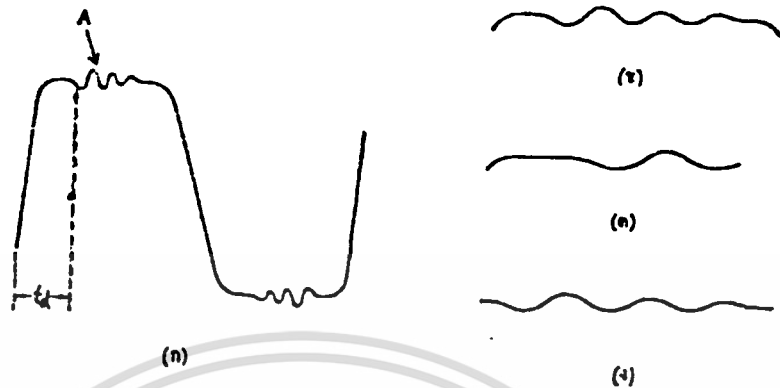
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สละไปสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าเพียงครั้งเดียวดังรูปที่ 2.20 (ค) รูปคลื่นที่ปรากฏบนจอหลอดภาพจะมีเฉพาะส่วน A รูปที่ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

2.20 (ก) ทำให้สามารถหลีกเลี่ยงภาพซ้ำซ้อนที่แสดงในรูปที่ 2.21 ได้ การกวาดภาพที่เกิดขึ้นโดยอาศัยทริกเกอร์พัลส์ที่เกิดขึ้นในครั้งแรกเพียงครั้งเดียวเช่นนี้เราเรียกว่า การกวาดภาพเดี่ยว (SINGLE SWEEP)

การกวาดภาพแบบเดี่ยวจะให้รูปคลื่นปรากฏบนจอหลอดภาพเพียงชั่วระยะเวลาสั้นๆ และเนื่องจากเวลาคงความสว่างของสารเรืองแสงที่ใช้ฉาบจอหลอดภาพสั้นมาก ดังนั้นเราจึงแทบจะสังเกตเห็นด้วยตาเปล่าไม่ได้ วิธีสังเกตที่ใช้กันโดยทั่วไปจึงอาศัยการถ่ายรูป ซึ่งจะกล่าวถึงในรายละเอียดต่อไป

3. การกวาดภาพแบบประวิงเวลา การกวาดภาพแบบนี้จะช่วยให้การขยายรูปคลื่นสัญญาณเฉพาะส่วน ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป การขยายรูปคลื่นสัญญาณดังกล่าวหมายถึงการขยายแกนเวลา กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือการเพิ่มความถี่การกวาดภาพให้สูงขึ้นเฉพาะบางส่วนของรูปคลื่นสัญญาณ ด้วยวิธีการเช่นนี้ เราจึงอาจนำรูปคลื่นอยู่บนแกนเวลาในช่วงสั้นๆ ขยายใหญ่ออกเพื่ออยู่ในรายละเอียดได้

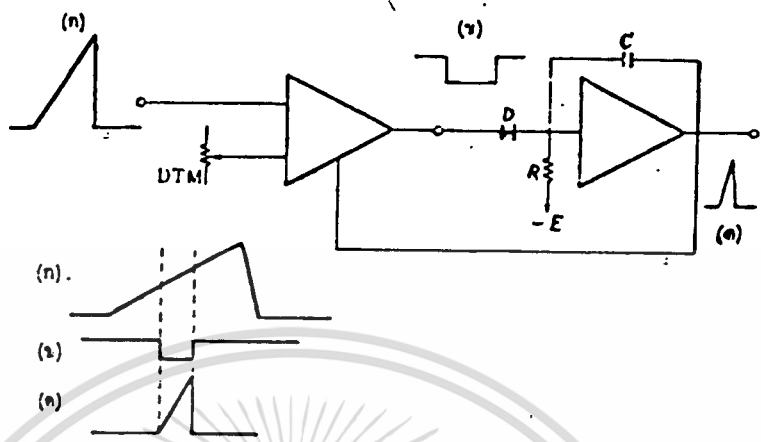
ยกตัวอย่างเช่น รูปที่ 2.22 (ก) ถ้าหากต้องการขยายรูปคลื่นในส่วน A ออกไปในแนวนอนโดยการเพิ่มเวลาการกวาดภาพให้สูงขึ้น ก็จะได้รูปคลื่นดังรูปที่ 2.22 (ข) และถ้าหากเพิ่มเวลาการกวาดภาพออกไปอีกจะได้ดังรูปที่ 2.22 (ค) ซึ่งรูปคลื่นส่วนที่ต้องการสังเกตจะหลุดออกนอกจอหลอดภาพ ในกรณีเช่นว่านี้ สิ่งที่น่าจะเป็นไปได้คือ การให้เริ่มกวาดภาพจากตำแหน่งจุด A ในรูป 2.22 (ก) ซึ่งเมื่อขยายให้ใหญ่ขึ้นก็ได้รูปคลื่นดังรูปที่ 2.22 (ง) ที่เรายังสามารถสังเกตเห็นได้ หลักการของการกวาดภาพแบบประวิงเวลาก็อาศัยแนวคิดเช่นนี้เอง



รูปที่ 2.22 การใช้กลไกกวาดภาพแบบประวิงเวลาเพื่อสังเกตรูปคลื่นเฉพาะส่วน

วิธีการทำงานของระบบการกวาดภาพนี้ก็คือ การประวิงเวลากวาดภาพให้ช้าลงกว่าเวลาปกติอยู่ T_d และโดยการปรับขนาดความเร็วการกวาดภาพโดยอิสระจะทำให้รูปคลื่นส่วน A ถูกขยายใหญ่ขึ้นดังรูปที่ 2.22 (ง) วิธีการกวาดภาพเช่นนี้เราเรียกว่า การกวาดภาพแบบประวิงเวลา โดยเทียบกับวิธีทั่วไปซึ่งเรียกว่าการกวาดภาพหลัก โดยทั่วไปที่แผงควบคุมของออสซิลโลสโคปจะกำกับว่า "A SWEEP" สำหรับการกวาดภาพหลัก และ "B SWEEP" สำหรับการกวาดภาพแบบประวิงเวลา

สำหรับสัญญาณเกิดที่ใช้ในการกวาดภาพแบบประวิงเวลานั้น จะมีสัญญาณพื้นเลื่อยจากการกวาดภาพหลักป้อนเข้าวงจรเปรียบเทียบค่า (COMPARATOR) เมื่อมีสัญญาณมีขนาดใหญ่ถึงจุดหนึ่ง (ดูรูปที่ 2.23 ประกอบ) ก็จะได้สัญญาณออกเป็นสัญญาณเกิดสำหรับการกวาดภาพแบบประวิงเวลาออกมาป้อนซึ่งทำหน้าที่ควบคุมตำแหน่งในการเปรียบเทียบค่าของ วงจรเปรียบเทียบค่า เรียกว่าปุ่ม DTM (DELAY TIME MULTIPLIER)



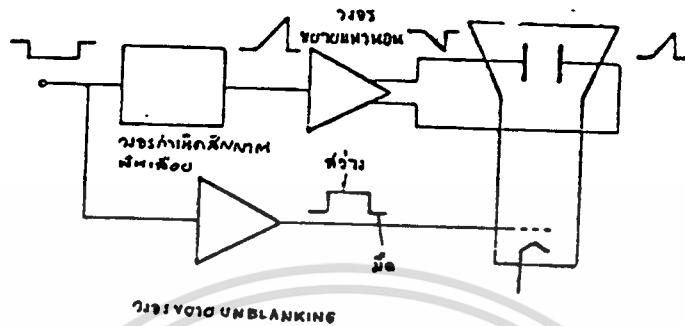
รูปที่ 2.23 วิธีสร้างสัญญาณเกิดสำหรับกวาดภาพแบบประจิ่งเวลา

2.6 การปรับแต่งรอย หลอดภาพ

2.6.1 การปรับความสว่าง

การจะปรับความสว่างของรูปคลื่นสัญญาณ ทำได้โดยการ เปลี่ยนแปลงค่าแรงดันไบแอส ที่ให้แก่กริดของหลอดภาพ นอกเหนือจากนี้ยังมีสัญญาณที่ควบคุมให้เกิดส่วนสว่างบนจอหลอดภาพโดยสัมพันธ์กับการกวาดภาพ การควบคุมเช่นนี้เรียกกันว่า อันแบล็งกิง (UNBLANKING) และสัญญาณที่ใช้ก็คือสัญญาณเกิดในการกวาดภาพนั่นเอง

การทำงานของวงจรควบคุมความสว่างจะเป็นดังแสดงในรูปที่ 2.24 กล่าวคือสัญญาณเกิดในการกวาดภาพจะถูกป้อนเข้าที่วงจรขยายอันแบล็งกิง สัญญาณออกซึ่งถูกกลับเฟสจะถูกป้อนเข้าสู่กริดของหลอดภาพ การเปลี่ยนระดับของสัญญาณออกของวงจรจะช่วยปรับแต่งความสว่างบนจอหลอดภาพได้กล่าวคือในช่วงที่สัญญาณเกิดเปิดรับทริกเกอร์พัลส์ วงจรขยายอันแบล็งกิงจะทำให้เกิดจุดสว่างบนจอภาพตามการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณพื้นเลี้ยงและสัญญาณเข้า แต่เมื่อสัญญาณเปิดรับทริกเกอร์พัลส์อันเป็นช่วงที่การกวาดภาพกลับมาที่จุดเริ่มต้นใหม่วงจรขยายอันแบล็งกิงจะทำให้ไม่เกิดจุดสว่างซึ่งช่วยให้ไม่มีเส้นสว่างปรากฏซ้อนทับกับรูปคลื่นสัญญาณ (ดูรูปที่ 2.24 รูปที่ 2.7 และรูปที่ 2.8 ประกอบ)



รูปที่ 2.24 การปรับความสว่างโดยใช้วงจรขยายอินแบลิ่งกิง (UNBLANKING)

2.6.2 การโฟกัสและอัสติก

ทั้งโฟกัส และอัสติก ต่างมีหน้าที่ช่วยรวมศูนย์ลำอิเล็กตรอนที่ปล่อยออกมาจากแคโทดของหลอดภาพ ทั้งสองกรณีต่างเป็นการปรับแต่งแรงดันไฟฟ้าของขั้วไฟฟ้าที่ประกอบขึ้นเป็นเลนส์อิเล็กตรอนทั้งสองช่วยทำให้เส้นสว่างปรากฏอย่างคมชัดบนจอหลอดภาพ

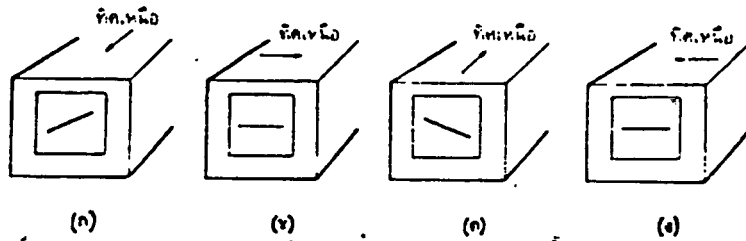
โดยทั่วไปอัสติกมีเสถียรภาพค่อนข้างดี ดังนั้นเมื่อปรับตั้งได้แล้วจึงไม่มีความจำเป็นจะต้องปรับใหม่ ในออสซิลโลสโคปทั่วไปจึงมักเป็นอุปกรณ์ปรับที่ปรับไว้แบบกึ่งตายตัว

ส่วนโฟกัสนั้นมักจะได้รับอิทธิพลจากความสว่างของจอหลอดภาพได้ง่าย ดังนั้นหากมีการปรับลดความสว่างไปมาก ๆ จึงต้องปรับโฟกัสให้สอดคล้องกัน เพื่อจะได้เส้นสว่างที่คมชัด ในระยะหลังๆ มีการผนวกปรับโฟกัสและปรับความสว่างเข้าด้วยกัน โดยหากปรับความสว่างแล้วจะสามารถปรับได้โฟกัสที่เหมาะสมโดยอัตโนมัติ กลไกเช่นนี้เรียกว่า การปรับโฟกัส

อัตโนมัติ (AUTO FOCUS)

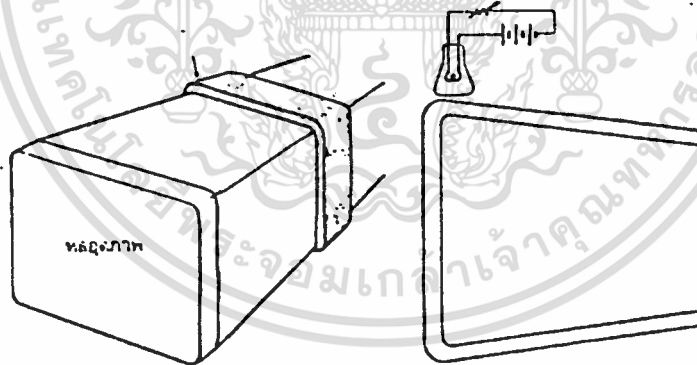
2.6.3 การปรับความลาดเอียงของเส้นสว่าง

ลำอิเล็กตรอนนั้นจะถูกหักเหได้โดยสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลของสนามแม่เหล็กที่เกิดจากธรรมชาติอันได้แก่ขั้วแม่เหล็กโลกนั้น มีอิทธิพลต่อ



รูปที่ 2.25

รูปที่ 2.25 นั้น แสดงให้เห็นว่าทิศทางการวางออสซิลโลสโคปทำให้ผลของสนามแม่เหล็กโลกมีต่อเส้นสว่างได้อย่างไรบ้าง จากภาพเห็นได้ว่าเมื่อเราวางออสซิลโลสโคปไว้ในแนวตะวันออก/ตะวันตก แล้วหมุนตัวเครื่องไป 180 องศา เส้นสว่างจะเลื่อนขึ้นหรือลงเล็กน้อยดังรูปที่ 2.25 (ข) และรูปที่ 2.25 (ง) แต่จะไม่มีปัญหาในแง่การใช้งานแต่ประการใด แต่ถ้าหากเราหมุนเครื่องไป 90 องศา หรือหมุนเครื่องไป 180 องศา จากแนวเหนือ/ใต้ ดังรูปที่ 2.25 (ก) และรูปที่ 2.25 (ค) เส้นสว่างจะลาดเอียงไปอันจะส่งผลเสียต่อการวัดได้ ซึ่งจำเป็นต้องแก้ไขให้ถูกต้อง



(ก) วิธีการแก้การลาดเอียงของเส้นสว่างอันเนื่องมาจากสนามแม่เหล็กโลก

(ข) การต่อวงจรขดลวดโดยไร้หลอดไฟ

ในออสซิลโลสโคปนั้น จะมีกลไกซึ่งแก้ไขการลาดเอียงของเส้นสว่างอันเป็นผลมาจากสนามแม่เหล็กโลก วิธีแก้ดังกล่าวมีแสดงในรูปที่ 2.26 (ก) โดยติดตั้งขดลวดไว้ที่ตัวหลอดภาพแล้วปล่อยให้มีการไหลผ่านตามความเหมาะสม เพื่อให้เกิดสนามแม่เหล็กซึ่งจะแก้ปัญหการลาดเอียงของเส้นสว่างได้

2.6.4 ไฟส่องสว่างสเกลจอภาพ

หลอดภาพที่ใช้ในออสซิลโลสโคปนั้น ส่วนใหญ่มีสเกลสลักอยู่ทางด้านในของจอภาพเพื่อช่วยในการอ่านขนาดสัญญาณหรือค่าแกนเวลาที่มีโอกาสผิดพลาดได้น้อย หลอดภาพเช่นนี้จะมีไฟส่องสว่างเพื่อให้สเกลได้ง่ายขึ้นซึ่งเรียกว่า ไฟส่องสเกล (SCALE ILLUMINATION) ความสว่างส่วนนี้เราสามารถปรับได้ด้วย

ในกรณีทั่วไปสเกลดังกล่าวสามารถมองเห็นได้ด้วยตาอย่างชัดเจน ในห้องที่มีแสงสว่าง แต่ถ้าเป็นห้องที่มืดหรือกรณีต้องการต่อภาพของรูปคลื่นจะมองเห็นได้ยาก ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องมีไฟส่องสเกลจอภาพดังกล่าว

สำหรับวิธีการในการทำสเกลก็ยังมีแตกต่างกัน ที่เห็นได้ชัดก็คือ สีของสเกล ถ้าหากเราถอดแผ่นกรองแสงที่วางอยู่นำหลอดภาพออก จะพบว่าหลอดภาพมีสเกลหลายๆ แบบ เช่น สีแดง ขาว และดำ เป็นต้น โดยทั่วไปแต่ละสีจะมีลักษณะพิเศษดังนี้

1. สเกลสีแดง สีนี้มองเห็นด้วยตาเปล่าได้ง่าย และเปล่งแสงเมื่อใช้กับไฟส่องสว่างได้ดี จึงนิยมใช้กันมากในปัจจุบัน นอกเหนือจากนี้เพื่อช่วยให้เรื่องแสงดีขึ้นจึงมักมีการปนสารเรืองแสงลงในสารสีแดงด้วย
2. สเกลสีขาว สเกลเช่นนี้มักใช้กันมากกับหลอดภาพแบบ METAL BACK และในกรณีที่แรงดันเร่งความเร็วอิเล็กตรอนจนมีค่าสูง หลอดภาพเช่นนี้จะใช้กระจกที่มีจุดหลอมเหลวต่ำเป็นวัสดุปิดเพื่อทำสีฉาบสเกลด้านในของหลอดภาพ โดยการฉาบสีเช่นนี้ ผลจากการเปิดไฟส่องสว่างจะดีเยี่ยม แต่ถ้าหากหลอดภาพไม่ใช่แบบ METAL BACK สเกลเช่นนี้อาจจะมองเห็นได้ยาก ในกรณีเช่นนี้เรามักใช้สเกลสีแดงแทน

3. สเกลสีดำ เป็นสเกลที่พิมพ์ด้วยสีดำ ทางผิวด้านในของหลอดภาพแต่จะไม่สามารถใช้ส่องสว่างด้วยหลอดไฟได้ ในกรณีที่จะถ่ายภาพรูปคลื่น สัญญาณจากออสซิลโลสโคปที่ใช้หลอดภาพชนิดนี้ จะต้องใช้แฟลชควบคู่กันด้วยปัจจุบันความจำเป็นที่ต้องมีการส่องสว่างสเกลได้เพิ่มสูงมาก ดังนั้นสารที่ใช้พิมพ์สเกลจึงเปลี่ยนมาใช้แบบสเกลสีแดงและสเกลสีขาวมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่องสว่างสเกลของหลอดภาพนั้นจะอาศัยหลอดไฟหลายดวง ที่ติดตั้งอยู่ทาง
 ตอนบนและล่างของด้านหน้าหลอดภาพ วงจรและตำแหน่งของหลอดจะเป็นดัง เช่นรูปที่ 2.26 (ข)
 สำหรับตำแหน่งและจำนวนของหลอดไฟนั้นจะมีการออกแบบเพื่อให้ความสว่าง แก่สเกลได้มากที่สุด
 แต่ถ้าหากเพิ่มความสว่างของหลอดไฟมากเกินไป เวลาถ่ายรูปคลื่นสัญญาณจากจอภาพ ส่วนที่อยู่
 ใกล้หลอดภาพจะปรากฏสว่างมากกว่าส่วนอื่น

2.7 ปุ่มควบคุมต่างๆ ของออสซิลโลสโคป

2.7.1 ปุ่มปรับความสว่าง

ปุ่มปรับความสว่าง (INTENSITY) ทำหน้าที่แต่งปรับค่าไบแอสระหว่าง
 กริดกับแคโทดของหลอดภาพเพื่อควบคุมปริมาณของลำอิเล็กตรอนที่ออกจากแคโทด ถ้าหากปริมาณ
 ของลำอิเล็กตรอนเพิ่มสูงขึ้น รูปคลื่นสัญญาณที่ปรากฏบนหลอดภาพก็สว่าง แต่ถ้าน้อยลง รูปคลื่น
 สัญญาณบนจอภาพก็จะมืดลง

ปุ่มควบคุมความสว่างนี้ ถ้าหากหมุนในทิศทางเข็มนาฬิกา รูปคลื่นบนจอก็สว่าง
 เพิ่มขึ้น แต่ถ้าหมุนกลับกันก็จะมืดลง จนในที่สุดรูปคลื่นจะหายไปจากหลอดภาพ จอหลอดภาพที่
 ใช้ในออสซิลโลสโคปนั้น ถ้ามีรูปคลื่นสัญญาณปรากฏสว่างบนจอภาพเป็นเวลานานๆ ผิวเรือง
 สว่างบนจอหลอดภาพจะเสื่อมได้ง่ายดังนั้นปุ่มความสว่างจึงมีกออกแบบ ให้สามารถปรับจนไม่มีเส้น
 สว่างของรูปคลื่นปรากฏบนจอเลยในขณะ ไม่ใช้งานสโคป เมื่อต้องการ ใช้งานจึงค่อยปรับปุ่มนี้เพื่อ
 ให้ได้ความสว่างตามต้องการ

2.7.2 ปุ่มปรับโฟกัสและอัซติค

ลำอิเล็กตรอนที่พุ่งออกจากหัวแคโทดของหลอดภาพ จะถูกปรับให้เป็นลำ
 อิเล็กตรอนเล็กๆ ละเอียดส่วนที่เรียกว่า ปืนอิเล็กตรอน (ELECTRON GUN) ทั้งนี้เพื่อให้ลำ
 อิเล็กตรอนนี้ทำให้เกิดจุดสว่างบนจอหลอดภาพ เราสามารถปรับแต่งค่าแรงดันที่ป้อนให้แก่ปืน
 อิเล็กตรอน เพื่อให้จุดที่ได้เป็นจุดกลมและมีขนาดเล็ก ปุ่มที่ทำหน้าที่ปรับให้จุดเป็นจุดกลมก็คือ
 อัซติค (ASTIC) ขณะที่ตัวปรับขนาดของจุดให้เล็กลงนั้นก็คือ โฟกัส (FOCUS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 จุดที่ปรากฏบนจอหลอดภาพนั้นจะมีขนาดเปลี่ยนไปบ้าง เมื่อเราปรับความสว่าง
 ไม่ว่าจะถี่ใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไป ดังนั้นในการใช้งาน จึงควรปรับความสว่างให้ได้ระดับที่เหมาะสมเสียก่อนแล้วจึงใช้ปุ่มอัปเดต
 ให้ได้จุดกลม ต่อกจากนั้นจึงใช้ปุ่มไฟกึ่งปรับจุดกลมนี้ให้มีขนาดเล็ก ควรสังเกตว่าจุดที่เกิดตอน
 กลางกับส่วนริมของจอหลอดภาพอาจมีขนาดเล็กไม่เท่ากัน ถ้าเป็นเช่นนั้นให้ป้อนสัญญาณเพื่อ
 ให้มีรูปคลื่นบนจอภาพ แล้วใช้ปุ่มไฟกึ่งปรับแต่งให้รูปคลื่นตรงตอนกลางกับส่วนริมของจอหลอดภาพมี
 ขนาดสม่ำเสมอ

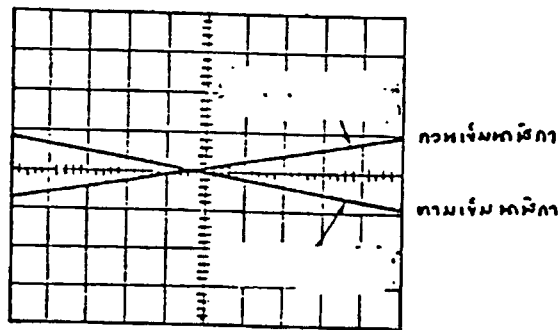
ปุ่มอัปเดตนี้มัก ไม่มีการเปลี่ยนแปลงแม้ความสว่างจะเปลี่ยนแปลงไปก็ตาม ดังนั้น
 เมื่อปรับตั้งเรียบร้อยแล้วจึงไม่จำเป็นต้องปรับใหม่ โดยทั่วไปมักเป็นส่วนปรับที่ไม่มีปุ่มบังคับ กล่าว
 คือมีสภาพแบบปรับตั้งกึ่งถาวร

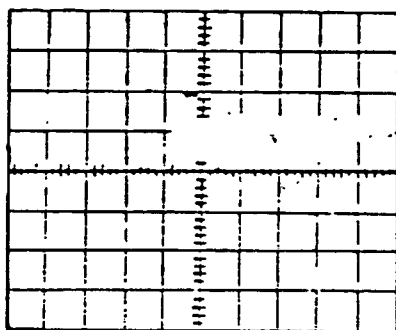
สำหรับออสซิลโลสโคปที่มีวงจรถ่ายภาพแบบประวิงเวลาอยู่ด้วย มักจะมีวงจรถ
 ปรับไฟกึ่งอัตโนมัติติดมาพร้อมกัน ทำให้เราไม่ต้องปรับไฟกึ่งแม้ความสว่างจะเปลี่ยนแปลงก็ตาม

2.7.3 ปุ่มหมุนเส้นสว่าง

ปุ่มหมุนเส้นสว่าง (TRACE ROTATION) เป็นปุ่มควบคุมที่ทำหน้าที่ปรับให้เส้น
 สว่างขนานกับสเกลในแนวนอนของจอหลอดภาพ

เส้นสว่างบนจอหลอดภาพอาจจะได้รับอิทธิพลจากสนามแม่เหล็กโลก จนทำให้
 บิดเอียงไปจากตำแหน่งเดิมที่ถูกต้อง ดังนั้นหลังจากที่วางออสซิลโลสโคปในจุดใช้งานที่แน่นอนแล้ว
 เช่น ในแนวทิศตะวันออก/ตก หรือ เหนือ/ใต้ ให้ทำการปรับตั้งปุ่มนี้เสียใหม่ เพื่อให้ได้เส้นที่อยู่
 ในแนวระดับจริงๆ การปรับปุ่มดังกล่าวนี้จะช่วยควบคุมกระแสที่ไหลผ่านคอยล์ซึ่งพันอยู่รอบๆ คอ
 หลอดภาพอันเป็นผลให้มุมของเส้นสว่างบนจอภาพมีการเปลี่ยนแปลง (รูปที่ 2.27)



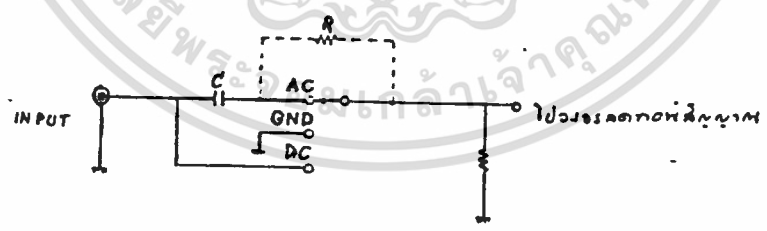


รูปที่ 2.27

การปรับรูปเพื่อหมุนเส้นสว่าง

2.7.4 สวิตช์เลือกการคับตึงสัญญาณเข้า

รีวอินพุตของออสซิลโลสโคปนั้นจะต่อเชื่อมเข้ากับภาคทอนสัญญาณภายในสโคป ในช่วงระหว่างกลางนี้ จะมีสวิตช์ซึ่งทำหน้าที่สับเปลี่ยนเพื่อเลือกชนิดของสัญญาณเข้าที่จะวัด เช่น เป็นสัญญาณไฟตรง (โดยการต่อเชื่อมโดยตรง) หรือสัญญาณกระแสสลับ (โดยการต่อเชื่อมผ่าน ตัวเก็บประจุ)



รูปที่ 2.28 วงจรคับปลิ่ง

รูปที่ 2.28 แสดงวงจรคับปลิ่งให้เห็นพอสังเขป จากรูปเห็นว่า เมื่อหมุนสวิตช์ ไปที่ตำแหน่ง AC สัญญาณที่เข้ามาที่รีวอินพุตจะต้องผ่านตัวเก็บประจุ C ซึ่งทำหน้าที่กรองเอาส่วน กระแสตรงออก ก่อนสัญญาณจะเข้าสู่ภาคทอนสัญญาณ การเลือกตำแหน่งสวิตช์เช่นนี้ จึงมุ่งทำการ แออสซิลโลสโคปเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า วัดสัญญาณเข้าที่เป็นกระแสสลับหรือสัญญาณเข้าที่มีส่วนกระแสตรงและสลับ แต่เราต้องการวัดค่า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากนำไปใช้

เฉพาะส่วนที่เป็นกระแสสลับเท่านั้น ในกรณีเช่นนี้ตัวเก็บประจุ C หรือคัปปลิงคาปาซิเตอร์จะต่อ
เข้าตัวต้านทานต้านเข้าของภาคทอนสัญญาณ (ซึ่งมีค่าประมาณ 1 เมกะโอห์ม) และประกอบกัน
เป็นวงกรองผ่านสูง ดังนั้นถ้าหากสัญญาณมีความถี่ต่ำวงจรคัปปลิงนี้จึงอาจทอนขนาดสัญญาณลงไปได้
ในกรณีของสัญญาณความถี่ต่ำ เช่นนี้จึงมักใช้การคัปปลิงแบบ DC

ขนาดการทอนสัญญาณของสัญญาณความถี่ต่ำนั้นจะขึ้นอยู่กับค่าตัวเก็บประจุ C ของ
วงจรคัปปลิง ในกรณีที่มีข้อกำหนดจำเพาะ (SPECIFICATION) ของสโคปบอกไว้ว่าลักษณะสมบัติ
เชิงความถี่เป็น 5 เฮิรตซ์ ถึง 20 เมกะเฮิรตซ์ (-3 เดซิเบล) ก็หมายถึงลักษณะสมบัติในกรณี
ที่โหมดใช้งานเป็น AC คัปปลิงนั่นเอง

การหมუნปุ่ไปที่ DC สัญญาณที่มายังขั้วเข้าจะต่อเชื่อมโดยตรงเข้ากับวงจร
ทอนสัญญาณ โหมดนี้มักใช้ในการวัดแรงดันกระแสตรงหรือสัญญาณกระแสสลับที่มีความถี่ต่ำรวมทั้ง
กรณีที่ต้องการวัดสัญญาณทั้งกระแสตรงและกระแสสลับซ้อนกันอยู่

การหมუნปุ่ไปที่ GND ขั้วเข้าของออสซิลโลสโคปจะถูกตัดออกจากวงจรทอน
สัญญาณ ขั้วเข้าของวงจรทอนสัญญาณจะถูกต่อเข้ากับกราวด์ ดังนั้นบนจอหลอดภาพจึงจะแสดง
ระดับแรงดัน "0" (ศูนย์) โวลต์ เรามักจะหมუნปุ่ไปที่ GND เพื่อตรวจสอบระดับอ้างอิง (0 โวลต์)
เสียก่อน ก่อนจะทำการวัดแรงดันกระแสตรง

ในบางครั้งเราจำเป็นต้องใช้ออสซิลโลสโคปเพื่อทำการวัดสัญญาณซึ่งมีทั้ง ส่วน
กระแสสลับและกระแสตรง ในกรณีเช่นนี้หากเราหมუნปุ่ไปที่ AC และใช้โพรบที่มีอิมพีแดนซ์สูงเพื่อ
ทำการวัดเฉพาะส่วนกระแสสลับ ตัวเก็บประจุภายในโพรบจะถูกแรงดันกระแสตรงชาร์จหรือ
เก็บประจุ ในช่วงจังหวะนี้รูปคลื่นสัญญาณจะไม่ปรากฏตรงบริเวณกลางจอหลอดภาพ ด้วยเหตุนี้
จึงมีการใช้วงจรคัปปลิงดังแสดงในรูปที่ 2.20 วงจรดังกล่าวจะทำงานโดยขั้นตอนต่อไปนี้ ก่อน
อื่นปุ่คัปปลิงจะปรับไปที่ GND แล้วต่อโพรบเข้ากับจุดที่ต้องการวัดค่า เมื่อตัวประจุ C เก็บประจุ
จนเต็มแล้ว จึงหมუნปุ่กลับไปที่ AC รูปคลื่นสัญญาณก็จะปรากฏตรงกลางของจอหลอดภาพ

2.7:5 ปุ่มเลื่อนภาพแนวตั้งและปุ่มเลื่อนภาพแนวนอน

ปุ่มเลื่อนภาพแนวตั้ง

ปุ่มเลื่อนภาพแนวตั้ง (VERTICAL POSITION) เป็นปุ่มปรับเพื่อเคลื่อนรูปคลื่นบนจอภาพให้ขึ้นหรือลง เมื่อหมุนปุ่มปรับไปในทิศทางเข็มนาฬิกา รูปคลื่นจะเลื่อนขึ้นแต่ถ้าหมุนในทิศทางเข็มนาฬิกา รูปคลื่นจะเลื่อนลง ถ้าหมุนปุ่มในทิศใดจนสุด รูปคลื่นอาจจะเลื่อนขึ้นหรือลงจนหลุดหายจากจอภาพ ดังนั้น จึงควรปรับตำแหน่งของปุ่มให้เหมาะสม เพื่อให้ได้รูปคลื่นสัญญาณในตำแหน่งที่สังเกตเห็นและวัดค่าได้ง่าย

ในกรณีใช้สโคปวัดค่าแรงดันกระแสตรง ถ้าหากเราปรับตั้งค่าโวลต์ต่อช่อง (VOLTS/DIV) ไว้ไม่เหมาะสม เส้นสว่างบนจอจะหลุดหายไปจากจอภาพ จึงจะใช้ปุ่มเลื่อนภาพปรับอย่างไรก็ไม่สามารถเคลื่อนให้เส้นสว่างกลับมาปรากฏบนจอหลอดภาพได้ วิธีแก้ไขจึงทำได้โดยการเปลี่ยนค่าโวลต์ต่อช่องให้เหมาะสม (ปรับค่าโวลต์ต่อช่องเล็กลง)

ในการวัดค่าแรงดันกระแสตรงให้หมุนปุ่มคัปปลิ่งไปที่ GND แล้วปรับตั้งเส้นสว่างให้ปรากฏบนจอภาพในตำแหน่งที่เหมาะสม เช่น หากต้องการวัดแรงดันค่าบวกก็ให้ปรับเส้นสว่างในตำแหน่งต่ำสุดของจอหลอดภาพ หรือถ้าต้องการวัดแรงดันค่าลบก็ต้องปรับเส้นสว่างในตำแหน่งบนสุดของจอหลอดภาพต่อจากนั้นจึงปรับปุ่มโวลต์ต่อช่องจากค่าใหญ่ให้เล็กลงเรื่อยๆ (โดยดูตำแหน่งเส้นสว่างบนจอภาพประกอบด้วย)

ปุ่มเลื่อนภาพแนวนอน

ปุ่มเลื่อนภาพแนวนอน (HORIZONTAL POSITION) เป็นปุ่มเพื่อเลื่อนภาพไปทางซ้ายหรือขวา ของจอหลอดภาพ เมื่อหมุนปุ่มไปในทิศทางเข็มนาฬิกา รูปคลื่นสัญญาณจะเลื่อนไปทางขวา ในทางกลับกันถ้าหมุนปุ่มในทิศทางเข็มนาฬิกา รูปคลื่นจะเลื่อนไปทางซ้าย ถ้าหากหมุนปุ่มในทิศใดจนสุดเส้นสว่างจะยังคงปรากฏให้เห็นทางตอนซ้ายหรือขวาของจอหลอดภาพ ซึ่งจุดนี้จะเป็นข้อแตกต่างที่สำคัญเมื่อเทียบกับปุ่มเลื่อนภาพแนวตั้ง

สำหรับวงจรภายในของสโคปนั้น ในขณะที่รูปคลื่นสัญญาณปรากฏกลางจอหลอด

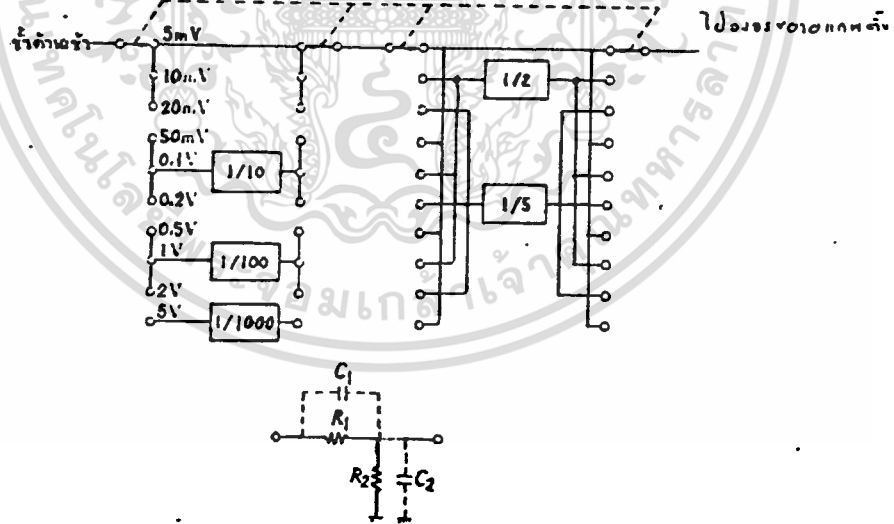
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าภาพ แรงดันไฟฟ้าที่แผ่นเบียงเบนทั้งสองจะมีค่าเกือบเท่ากัน แต่เมื่อเราทำให้แรงดันไฟตรงที่ป้อนไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้กับวงจรขยายสัญญาณแตกต่าง (DIFFERENTIAL AMPLIFIER) ของแกนแนวตั้งและแกนแนวนอน เกิดการเสียสมดุล ก็จะทำให้แรงดันไฟฟ้าที่แผ่นเบี่ยงเบนเสียสมดุลไปด้วย รูปคลื่นสัญญาณจึง เลื่อนขึ้นหรือลงและ เลื่อนไปซ้ายหรือขวาได้ตามแต่กรณี

ปุ่มที่ทำหน้าที่ปรับค่าแรงดันตั้งกล่าวอย่างต่อเนืองก็คือปุ่มเลื่อนภาพแนวตั้งและปุ่มเลื่อนภาพแนวนอนนั่นเอง

2.7.6 ปุ่มปรับอัตราขยายแกนตั้ง

ออสซิลโลสโคปจะมีวงจรทอนสัญญาณซึ่งช่วยให้เราสามารถสังเกตดูสัญญาณขนาดเล็กมากๆ ไปจนถึงสัญญาณขนาดใหญ่ได้ นอกจากนี้ยังมีสเกลที่จอหลอดภาพเพื่อช่วยให้สามารถวัดค่าแรงดันได้อย่างแม่นยำ



รูปที่ 2.29 วงจรทอนสัญญาณเข้า

ค่าโวลต์ต่อช่องเป็นค่าบอกให้เราทราบว่าสเกลของช่องแสดงค่าแรงดันเท่าไรส่วน

DIV นั้นเป็นคำย่อของ DIVISION (หนึ่งช่อง) นั่นเอง ปุ่มปรับอัตราขยายแกนตั้งหรือปรับโวลต์ต่อช่อง (VOLTS/DIV) จะเป็นสวิตช์ของวงจรทอนสัญญาณ ซึ่งอยู่ระหว่างหัวด้านเข้ากับภาควงจรไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขยายแกนแนวตั้ง รูปที่ 2.29 แสดงโครงสร้างของวงจรรังกล้าว ซึ่งสามารถปรับค่าเป็นขั้นจาก 1 เป็น 2 เป็น 5 ได้

ค่าโวลต์ต่อช่องนี้จะถูกต้องแม่นยำเมื่อปรับปุ่มปรับค่าต่อเนื่อง (VARIABLE) ไปในทิศตามเข็มนาฬิกาจนสุดที่ตำแหน่ง CAL (CALIBRATION) หรือปรับเทียบในออสซิลโลสโคป ที่ใช้งานกันโดยทั่วไป วงจรจะได้รับการออกแบบให้สามารถอ่านค่าได้ถูกต้องแม่นยำ เฉพาะเมื่อ ปุ่มนี้อยู่ที่ตำแหน่ง CAL เท่านั้น ถ้าปุ่มปรับ VARIABLE นี้ไม่ได้อยู่ที่ตำแหน่ง CAL ค่าโวลต์ต่อช่อง ที่อ่านได้จะผิดพลาดไปจากค่าที่แท้จริง

ปุ่มปรับค่าต่อเนื่องซึ่งมีแกนร่วมอยู่กับปุ่มโวลต์ต่อช่องจะทำหน้าที่ ปรับแต่งขนาด ของอัตราขยายวงจรรายแกนตั้ง ทั้งนี้เพื่อปรับขนาดของรูปคลื่นสัญญาณให้ใหญ่หรือเล็กได้อย่าง ต่อเนื่อง ปุ่มนี้สามารถเปลี่ยนขนาดของรูปคลื่นได้กว่า 2.5 เท่า เมื่อเราหมุนจากตำแหน่ง CAL ไปในทิศทวนเข็มนาฬิกาจนสุด อย่างไรก็ตามหากปุ่มนี้ไม่ได้อยู่ที่ตำแหน่ง CAL ค่าแรงดันที่เราอ่าน ได้จากสเกลบนสโคปจะผิดพลาดจากค่าที่แท้จริง จึงพึงระมัดระวังสนใจในข้อนี้

2.7.7 ปุ่มปรับเวลาในการกวาดภาพ

ปุ่มปรับเวลาในการกวาดภาพ (SWEEP TIME/DIV) จะใช้สวิตช์เปลี่ยน ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุของวงจรกวาดภาพมิลเลอร์ ทั้งนี้เพื่อเปลี่ยนความลาดชันของรูปคลื่น พ้นเลื่อย ผลที่เกิดขึ้นทำให้เวลาที่ลำอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ในแนวนอนบนจอหลอดภาพ (หรือ เวลาในการกวาดภาพ) มีการเปลี่ยนแปลง

การหมุนปุ่มปรับค่าต่อเนื่องซึ่งมีแกนร่วมกับปุ่ม SWEEP TIME/DIV ไปในทิศ ตามเข็มนาฬิกาจนสุดที่ตำแหน่ง CAL ค่าของ SWEEP TIME/DIV ที่กำหนดด้วยปุ่มปรับจะเป็นค่า เวลาที่ลำอิเล็กตรอนต้องใช้ในการเคลื่อนที่ใน 1 ช่องสเกล

ปุ่ม SWEEP TIME/DIV จะสามารถปรับค่าเป็นขั้นจาก 1-2-5 เช่นเดียวกับ ปุ่ม VOLTS/DIV นอกจากนี้ปุ่มปรับต่อเนื่องยังช่วยปรับค่าในช่วงสองขั้นดังกล่าวนี้ได้อย่างต่อเนื่อง ถ้าหากหมุนปุ่มจากตำแหน่ง CAL ไปในทิศทวนเข็มนาฬิกา จนสุด ค่าของเวลากวาดภาพ (SWEEP TIME) จะเปลี่ยนไปกว่า 2.5 เท่า

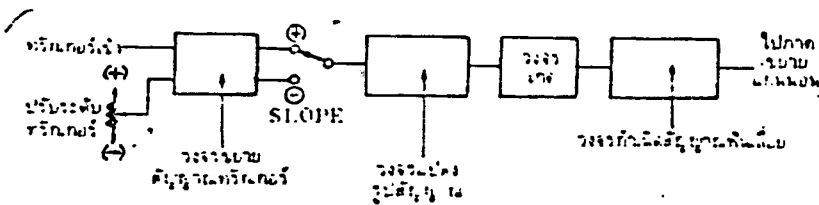
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่าการปรับค่าใด ๆ ก็ตาม มิใช่การรับประกันความถูกต้องของเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณขนาดความถี่เดียวกัน ถ้าหากเราปรับปุ่ม SWEEP TIME/DIV ให้น้อยลง จะสามารถขยายภาพออกในแนวนอน ทำให้สังเกตและวัดค่าได้สะดวกขึ้น ในกรณีใช้สโคปวัดค่าเวลาและความถี่นั้น จะต้องตั้งปุ่มปรับต่อเนื่องไว้ที่ CAL แต่ถ้าเพียงต้องการสังเกตรูปลักษณ์ เราอาจปรับปุ่มปรับค่าต่อเนื่องและ SWEEP TIME/DIV เพื่อให้ได้รูปลักษณ์ที่เหมาะสม

2.7.6 ปุ่มปรับระดับทริกเกอร์และความลาด

การทำงานของสโคปนั้น เริ่มต้นจากมีสัญญาณเข้า มีการกวาดภาพต่อจากนั้น จึงจะมีรูปคลื่นสัญญาณปรากฏบนจอหลอดภาพ ปุ่ม TRIG LEVEL กับ ปุ่ม SLOPE จะเป็นตัวกำหนดตำแหน่งรูปคลื่นขาเข้าที่สโคปจะเริ่มทำการกวาดภาพ

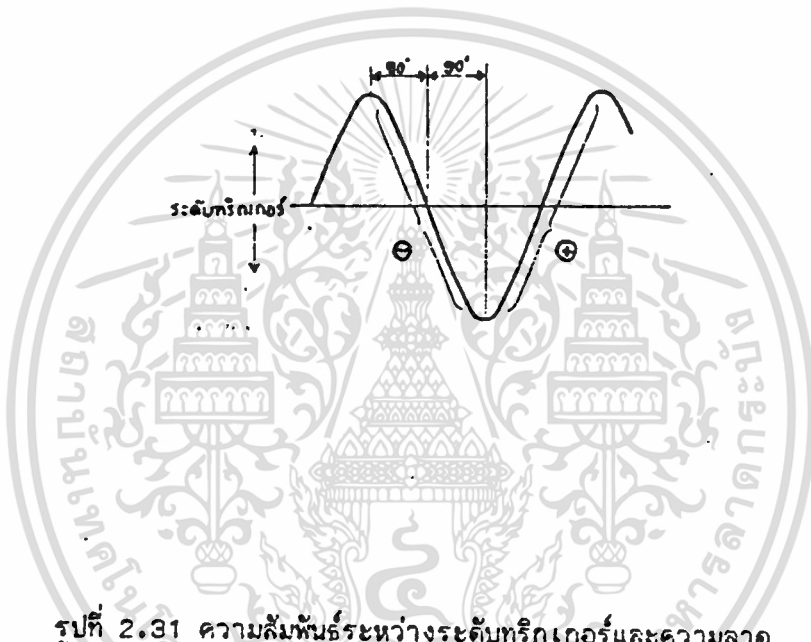
รูปที่ 2.30 แสดงบล็อกไดอะแกรมของออสซิลโลสโคปในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ วงจรทริกเกอร์ สัญญาณทริกเกอร์จะผ่านวงจรขยายเข้าสู่วงจรแปลงรูปสัญญาณแล้วป้อนต่อไปกับ วงจรเกต วงจรเหล่านี้จะทำงานเมื่อมีแรงดันบวก หรือลบและมีค่าแน่นอนหนึ่งๆ ป้อนเข้ามา ดังนั้นหลังจากวงจขยายแล้วจะมีสวิตช์ เพื่อเลือกส่วนสัญญาณค่าบวกหรือลบจากวงจขยายดังกล่าว เพื่อจะสร้างสัญญาณทริกเกอร์ให้แก่วงจรเกตต่อไป ด้วยเหตุนี้จึงสามารถทริกเกอร์ให้วงจรเกตทำงานได้ไม่ว่าสัญญาณเข้าจะอยู่ในช่วงบวกหรือลบก็ตาม ปุ่มที่กำหนดหน้าที่เลือกระหว่างค่าสัญญาณ ช่วงบวกหรือลบดังกล่าวก็คือ ปุ่ม SLOPE



รูปที่ 2.30 วงจรทริกเกอร์

ส่วนปุ่ม TRIG LEVEL ขึ้น จะทำหน้าที่ปรับค่าไบแอสวงจรรขยายเพื่อทำให้

วงจรถัดเริ่มทำงานที่ค่าแรงดันแตกต่างกันตามต้องการ



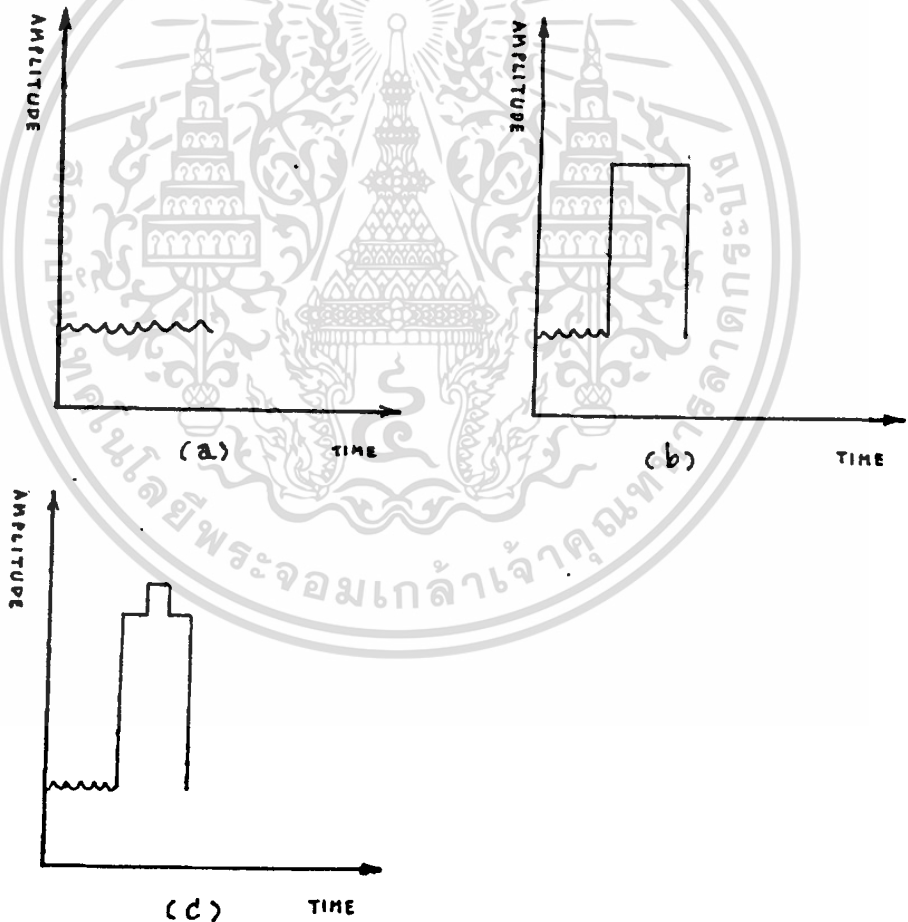
รูปที่ 2.31 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับทริกเกอร์และความลาด

รูปที่ 2.31 แสดงการทำงานของปุ่ม TRIG LEVEL และปุ่ม SLOPE ในกรณีที่ต้องการสังเกตรูปคลื่นในขณะที่กำลังเพิ่มค่าสูงขึ้น ให้เลือก SLOPE เป็น + แต่ถ้าต้องการดูรูปคลื่นในขณะที่กำลังลดค่าลงก็เลือก SLOPE เป็น - ส่วนปุ่ม TRIG LEVEL นั้นช่วยให้เราสามารถเลื่อนตำแหน่งของจุดทริกเกอร์ไปจากเดิมได้ 90 องศาโดยประมาณ ดังนั้นเราจึงสามารถใช้ปุ่ม TRIG LEVEL ปรับเพื่อดูช่วงเริ่มต้นของรูปคลื่นสัญญาณได้

บทที่ 3 สัญญาณภาพรวม (COMPOSITE VIDEO SIGNAL)

สัญญาณภาพ (Video signal) ประกอบด้วย ส่วนต่างๆสามส่วน คือ camera signal หรือ picture information synchronizing pulse เพื่อ sync การสะแกน ระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับและ blanking pulse เพื่อทำให้มองไม่เห็นเส้น สับคกลับ

สัญญาณจากกล้องรูป(a)รวมกับ blanking pulse เป็นรูป (b) จากนั้น รวมกับ sync pulse เป็นรูป(c) กลายเป็น composite video signal

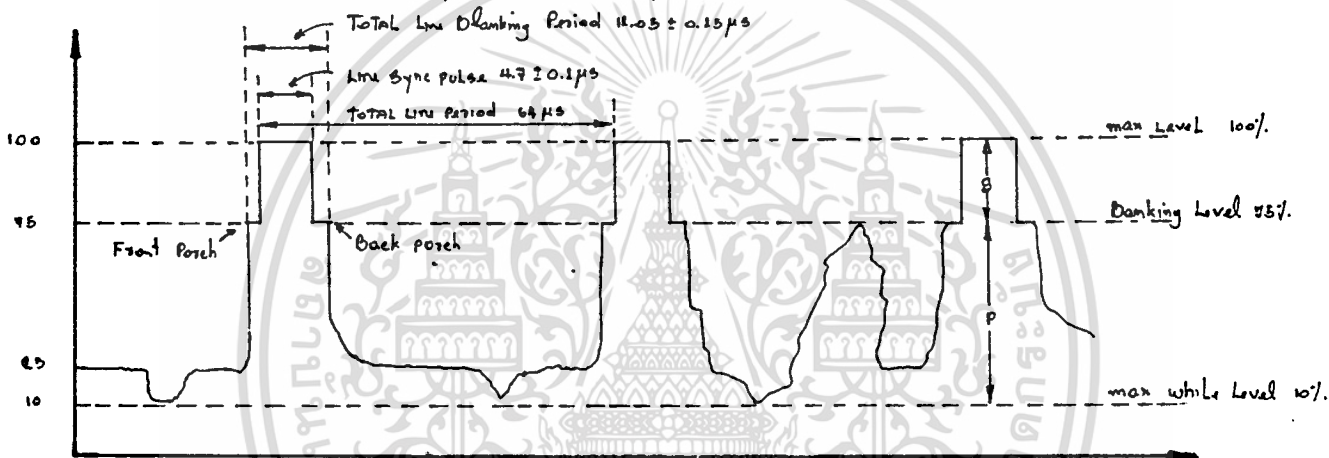


ม.ว.ภ.

CONSTRUCTION OF THE COMPOSITE VIDEO SIGNAL

รูปข้างล่างแสดง VIDEO WAVEFORM ของ IMAGE ของ HORIZONTAL LINE จำนวน 3 เส้น AMPLITUDE ของ VIDEO SIGNAL แบ่งออกเป็น 2 ส่วน WAVEFORM ทั้งคู่ 75% ขึ้นไป หรือ 25% ที่เหลือเป็น SYNC. SIGNAL

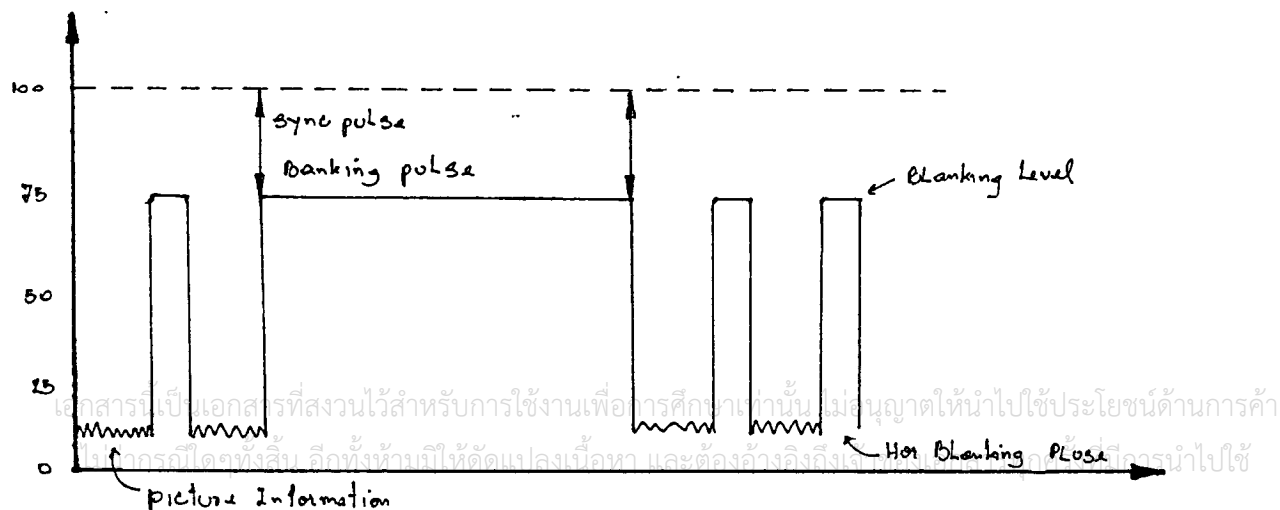
ในส่วนของ CAMERA SIGNAL ขนาด AMPLITUDE ค่าสุด แสดงถึงส่วนที่ขาวที่สุดของ PICTURE ในขณะที่ CAMERA SIGNAL ที่มี AMPLITUDE สูงกว่า แสดงถึงมืดสุด ซึ่งเป็นมาตรฐานของสัญญาณ NEGATIVE POLARITY ใช้ในการส่งกระจายเครื่องแบบ NEGATIVE MODULATION ค่าสุด หรือภาพมืดสุด ขณะ CARRIER AMP. สูงสุด



COMPOSITE VIDEO SIGNAL ประกอบด้วย BLANKING PULSES ทาหน้าที ยกระดับสัญญาณสู่ระดับ BLANK LEVEL ในช่วง RETRACE ทาใหม่เห็นเส้น RETRACE บนจอภาพ ช่วง RETRACE เกิดตรงกับ TIMING ของ BLANKING PULSES

BLANKING PULSES ใน COMPOSITE VIDEO SIGNAL มีทั้ง HOR. BLANKING PULSE และ VER BLANKING PULSE

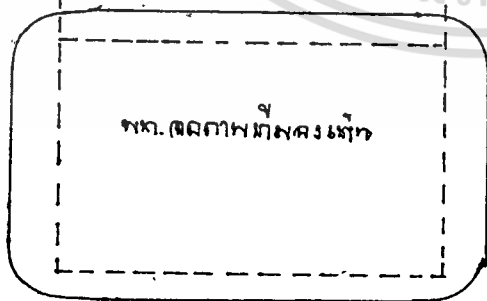
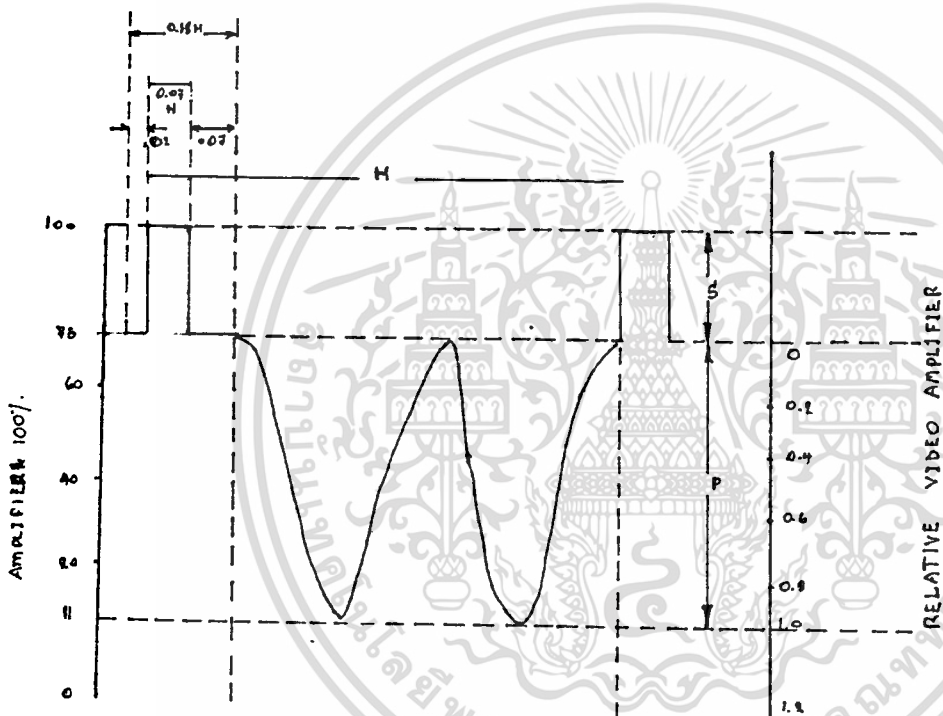
HOR BLANKING PULSE ทาหน้าที BLANK เส้น RETRACE จากด้านขวาของจอ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ควรตีความทั้งส่วน เนื้อหาทั้งหมวให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึง

ภาพ มายังด้านซ้ายของจอภาพ ในแต่ละ HOR. SCANNING LINE ความถี่ HOR. BLANKING PULSE ลึกต่อลึกเท่ากับ LINE SCANNING FREQUENCY 15,625 Hz

VERTICAL BLANK PULSE ทำหน้าที่ BLANK เส้น RETRACE ของ ELECTRON BEAM จากด้านล่างขึ้นด้านบนของจอภาพ เมื่อสิ้นสุดการ SCAN แต่ละ FIELD ความถี่ VER. BLANK PULSE เท่ากับ 50 Hz ในแต่ละ FIELD HORIZONTAL BLANKING TIME



ระยะระหว่าง HOR. SCANNING LINE หรือ HOR. PERIOD (HOR PERIOD) 64US เขียนแทนด้วย H เป็นระยะเวลาที่ใช้ไปในการ SCAN ครบ 1 เส้น นับตั้งแต่ TRACE จบจนกระทั่งถึง RETRACE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HOR BLANKING PERIOD มีค่าประมาณ 18% ของ LINE PERIOD หรือเท่ากับ $0.18H$ HOR BLANKING TIME จึงเท่ากับ $0.18 \times 64\mu s = 12\mu s$ ค่า $12\mu s$ นี้เองเป็นเวลาที่ ELECTRON BEAM ใช้ไปในการ RETRACE ระหว่าง HOR SCAN เส้นต่อเส้นตรงกับช่วง BLANKING หรือจอภาพมืด

นำ HOR BLANKING PERIOD ลบออกจาก PERIOD ของหนึ่ง LINE SCAN เท่ากับ $64\mu s - 12\mu s = 52\mu s$ เป็น PERIOD ของหนึ่ง LINE SCAN เฉพาะส่วนที่มองเห็น HOR SYNC PULSE มีขนาดเท่ากับ $0.07H$ หรือเท่ากับ $0.07 \times 64\mu s = 4.7\mu s$ SUPERIMPASE อยู่บน BLANKING PULSE PERIOD ที่เหลือนบน HOR BLANKING PERIOD เท่ากับ $12\mu s - 4.7\mu s = 7.3\mu s$ โดยประมาณอยู่บนระดับ BLANKING LEVEL เป็นของ FRONT PORCH และ BACK PORCH หน้าที่ และคามหลัง SYNC PULSE ตามลำดับ

FRONT PORCH มี PERIOD $0.02H$ และ BACK PORCH มี PERIOD $0.09H$ มากกว่า FRONT PORCH กว่า 4 เท่าตัว หรือ FRONT PORCH และ BACK PORCH เท่ากับ $1.55\mu s$ และ $5.5\mu s$ โดยประมาณ

BACK PORCH ต้องมี PERIOD อย่างน้อย $5.8\mu s$ เพื่อจกไว้สำหรับเป็น TUNE DURATION ของ BURST $4.43MHz$ COLOR SYNCHRONIZING SIGNAL

อาจแสดง DETAIL ภาชนะ HOR BLANKING PERIOD ในตารางข้างล่าง

PERIOD	TIME
TOTAL LINE (H)	64
HOR BLANKING	11.8-12.3
HOR SYNC PULSE	4.5-4.9
FRONT PORCH	1.3-1.8
BACK PORCH	5.8
VIRIBLE LINE TIME	51.5-52.4

VERTICAL BLANKING

เมื่อสิ้นสุดการมี SCAN แต่ละ FIELD มาถึงตอน RETRACE ขอบล่าง ELECTRON VERTICAL BLANKING PULSE จะยกระดับ VIDEO SIGNAL เข้าสู่ BLACK LEVEL ทำให้มองไม่เห็น RETRACE VER BLANKING PERIOD มีขนาดประมาณ 0.064V เมื่อ V เท่ากับ 1/50SEC VER BLANKING PERIOD เท่ากับ $0.064 \times 1/50 = 1,250\text{US}$ เป็นช่วงเวลายาวนานเพียงพอต่อการ BLANK เส้น HOR SCAN LINE ราวถึง $1,280\text{US}/64\text{US} = 20$ เส้นหนึ่งๆ FRAME หรือ 40 เส้นในหนึ่ง FRAME (ตัวเลข 40 เส้น อาจคำนวณจาก $0.064 \times 625 = 40$ ใกล้เคียงกัน) เพราะฉะนั้น ช่วงเวลายาวนานถึง 1,280US นอกจาก BLANK เส้น VER RETRACE ยังมีช่วงเวลาเหลืออีก ช่วงที่เหลือนี้ จะ BLANK เส้น VER TRACE บางส่วนในบริเวณขอบบนและขอบล่างของภาพด้วย

ภาชนะ VER BLANKING PERIOD หรือพูดง่าย ๆ ว่า ภาชนะ VER BLANKING PULSE ประกอบไปด้วย SYNC PULSE หลายรูปแบบ ได้แก่ EQUALIZING PULSE , VER SYNC PULSE และ HOR SYNC PULSE เมื่อคุณผลที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา BLANKING TIME จะต้องพิจารณาโดยแบ่งสัญญาณออกเป็น 2 FIELD คือเมื่อสิ้นสุด FIELD ที่ และสิ้นสุด FIELD คู่ TUNING ของ VIDEO SIGNAL ทั้งคู่ต่างกันครึ่ง LINE (HALF DISPLACEMENT) ครั้งนี้เป็นไปตามคุณสมบัติของ INTERLACE SCANNING นั้นเอง

พิจารณาด้านซ้ายบนขอบรูป เมื่อสิ้นสุด HOR SCANNING LINE 3 เส้นสุดท้ายในส่วนล่าง RESTER VER BLANKING PULSE เปลี่ยนระดับสัญญาณภาพสู่ BLACK LEVEL เครื่อง พร้อมกับทำ VER RETRACE ใน VER BLANKING PERIOD ช่วงเวลา VER BLANKING PERIOD เริ่มต้นด้วยกลุ่มของ EQUALIZING PULSE จำนวน 5 รูป ระยะห่าง HALF LINE หรือ $H/2 = 0.5H$ ระหว่าง PULSE ต่อ PULSE รวม 2.5H หรือ 2.5

LINE ความคิดมาด้วย SERRATED VER SYNC PULSE จำนวน 5 PULSE ในระยะห่าง HALF LINE INTERVAL 0.5H เหมือนกัน เพื่อทำหน้าที่ VER FLYBACK ในวงจร SCANNING รอบ 2.5H ต่อด้วย 5 EQUALIZING PULSE อีกกลุ่มหนึ่ง และกลุ่มของ HOR SYNC PULSE

รายละเอียดของ PULSE ใน VER BLANKING PERIOD ได้แสดงในตารางข้างล่างนี้

PERIOD	TIME
TOTAL FIELD V	$1/50 = 0.02\text{US}$
VERT BLANKING	$0.064 = 1,280\text{US}$
EACH VERT SYNC PULSE	$H/2 = 32\text{US}$
TOTAL OF 5 VERT SYNC PULSE	$2.5H = 160\text{US}$
EACH E PULSE	
EACH SERRATION	
VISIBLE FIELD TIME	

จาก VER SYNC WAVE FORM ของ CCIR 625 เส้น ช่องสัญญาณ VIDEO สัญญาณแฉกบนและล่างแสดงถึง FIELD คู่ และ FIELD คี่ ความล่าช้า EQUALIZING PULSE ลูกแรก ใน VER BLANKING PERIOD ของสัญญาณแฉกล่างมี TIME DURATION ห่างจาก HOR SYNC PULSE ที่อยู่ติดกันทางซ้ายมือ 1 LINE SCAN ในขณะที่ถ้าเป็นสัญญาณแฉกบน จะห่างกันเพียง 1/2 LINE เท่านั้น ทั้งนี้เพราะ TIME ของ HOR PULSE ของ EQUALIZING PULSE ไม่ว่าเป็นของ FIELD คี่ หรือ FIELD คู่ จะตรงกันเสมอ มี TIME ของ HOR PULSE เท่านั้น ในแต่ละ FIELD ที่ห่างกัน 1/2 HOR อันเนื่องมาจากการ SCAN แบบ INTERLACE นั่นเอง

SERRATED VER SYNC PULSE ในทางทฤษฎี ทำหน้าที่บังคับให้ ELECTRON BEAM เกิดประจุบน CAPACITOR ในวงจร SCAN อันเนื่องจาก VER SYNC PULSE ลูกแรก ไม่เพียงพอต่อการทริควงจร SCAN เพื่อการ FLYBACK VER FLYBACK เริ่มจริง ๆ ประมาณ ที่ LEADING EDGE ของ SERRATED PULSE ลูกที่ 3 เนื่องจาก TIME DURATION ของ VER PULSE มีเท่ากับ 1 HOR OR 1 VER SCAN VER FLYBACK เริ่มต้นเมื่อ VER PULSE 2 ลูกแรกผ่านไป เท่ากับว่า VER FLYBACK เริ่มต้นจาก HOR LINE SCAN ที่ถูก BLANK ผ่านหน้าไป 1 เส้น และ EQUALIZING PULSE 5 PULSE ที่อยู่ก่อนหน้าก็มี DURATION = HOR LINE SCAN 2 เส้นครึ่ง นั่นคือ HOR SCANNING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LINE จำนวน 2 ครั้งบวกหนึ่ง เท่ากับ 3 เส้นครึ่ง โดยประมาณทางส่วนล่างของจอภาพ ถูก BLANK ก่อนเกิด VER FLYBACK จริง ๆ ความสูงของภาพในแนวตั้ง เฉพาะส่วนล่าง ของจอจึงหายไปประมาณ 3 เส้นครึ่ง (HOR LINE SCAN) ด้วยผลจาก VER BACKING PERIOD ดังกล่าว

VER BLANKING PERIOD ซึ่งเป็น TIME DURATION ของ PULSE SIGNAL เพื่อการ FLYBACK ระหว่าง FIELD ของภาพ นอกจากทำให้เส้น TRACE บางส่วนทาง ด้านล่างของจอภาพ ก่อนการ FLYBACK จริง ถูก BLANK แล้ว ยังมีผลต่อการ BLANK LINE SCAN ด้านบนของจอภาพด้วยเหมือนกัน ดังจะอธิบายต่อไปนี้ TIME DURATION ของ FLYBACK ในเครื่องรับทั่วไป เมื่อเทียบกับเวลาที่ใช้ไปใน HOR SCANNING LINE เท่ากับประมาณ 5 HOR OR 5 LINE รวมกับ 3 HOR ครึ่ง ของ LINE SCAN ที่ถูก BLANK ก่อนการ FLYBACK ณ ส่วนล่างของจอภาพได้ 8 LINE ครึ่ง แล้วลบออกจาก VER BLANKING PERIOD 20 LINE SCAN ได้ 11.5 หรือประมาณ 12 HOR LINE SCAN ที่ถูก BLANK บริเวณส่วนบนของจอภาพ

เพราะฉะนั้นหนึ่ง FRAME ของภาพ RASTER ในแนว VERTICAL จะไม่มีเต็มจอ ในบริเวณส่วนบนของจอภาพถูก BLANK ไป 12 LINE ในการที่ส่วนล่างถูก BLANK 3 LINE ถ้าคิดใน 1 FRAME ของภาพ ตัวเลขนี้จะเป็นสองเท่า ผลที่เกิดจาก VER BLANK PERIOD นอกจากจะเป็นต้องการใช้เป็น TIME DURATION ของ VER FLYBACK แล้ว ยังทำให้ภายใน 1 FRAME ส่วนบนและส่วนล่างของ RASTER มีค้ำหาย (BLANK) 24 และ 6 HOR LINE SCAN อีกด้วย นั่นคือ ความสูงของภาพจะสั้นกว่าปกติ ซึ่งทางเครื่องรับที่ เพิ่มขนาดของ AMPITUDE ของสัญญาณ SAWTOOTH ในแนว VERTICAL เป็นการแก้ไขไว้ เรียบร้อยแล้ว

VERTICAL SYNCHORNIZING SIGNAL

VERTICAL SYNCHORNIZING SIGNAL ประกอบด้วย EQUALIZING PULSES, SERRATED VER PULSE และ HOR SYNC PULSE ถูกบรรจุไว้ใน LINE DURATION ระหว่างการสิ้นสุดการ SCAN ใน FRAME หนึ่ง กับการเริ่มต้น SCAN อีก FRAME หนึ่ง มาหาความเข้าใจถึงความหมายของค้ำใน WAVE FORM ของ VERT SYNC SIGNAL

VERTICAL BLANKING PERIOD เป็น TIME DURATION ของ VER SYNC SIGNAL หรือเป็นช่วงเวลา PICT. INF. ถูก SUPPRESS หรือถูก BLANK มีอสนิท VIDEO SIGNAL ภายใน PERIOD นี้ หากหน้าที่เพียงกระตุ้นให้ VERT TIME BASE ด้านรับเริ่มต้นและสิ้นสุด VERT FLYBACK เท่านั้น TIME DURATION นี้ บ่งบอกเวลา $20 \times 64 \text{US} = 1,280 \text{US}$ VERT TIME BASE ในเครื่องรับทางานที่ความถี่ 50 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SERRATED VERTICAL SYNC PULSES เป็นชุดของ PULSE กว้าง 27.3US จำนวน 5 PULSES แต่ละ PULSE มี DURATION เท่ากับ HALF LINE INTERVAL หรือ H/2 ในเครื่องรับแยก VERT SYNC PULSE ออกมาเพื่อกระตุ้น OSCILLATOR ของ VERT TIME BASE ทางงานในช่อง VERT FLYBACK ระหว่าง FIELD การ SCAN SERRATED VERT SYNC PULSES มี DURATION 2 LINE ครึ่ง ภายใน VERT BLANK PERIOD จำนวนทั้งหมด 20 LINES

POST VERT PULSES SUPPRESSION PERIOD เป็น PERIOD ของชุด HOR SYNC PULSE ที่ไม่มีจำนวน 2 LINES ครึ่ง เป็นเวลาชานานพอเพียงสำหรับเครื่องรับ ในการสิ้นสุด VERT FLYBACK ก่อนที่ PICT.DETAIL ของ FIELD หนึ่งเริ่ม SCAN อีกครั้งหนึ่ง PICT. INF ในช่วงนี้ถูกรักษา LEVEL ไว้ ณ ระดับ BLANK หรือ เรียกว่า PICT DETAIL ถูก SUPPRESS ระหว่าง PULSES PERIOD นี้กับชุดของ VERT SYNC PULSES ข้างบนเป็นชุดของ EQUALIZING PULSES

EQUALIZING PULSES มีขนาด PULSES WIDTH แคบมากประมาณ 2.3US จำนวน 2 ชุด ชุดละ 5 PULSES มี TIME DURATION ชุดละ 2 LINES ครึ่ง แต่ละชุดอยู่ ด้านหน้าและหลัง VERT SYNC PULSES เรียก PRE VERT SYNC EQ PULSES และ POST VERT SYNC EQ PULSES ความลาดับ EQ. PULSES จำเป็นต้องมีเป็นอย่างยิ่ง เพื่อทำให้การแยก VERT SYNC PULSES ทางเครื่องรับ ทั้ง FIELD คี่ และ FIELD คู่ ออกมาในลักษณะรูปร่างและ TIMING ตรงกัน

ODD FIELD AND EVEN FIELDS การ SCAN ของลำ ELECTRON แบบ INTERLACE แต่ละ FIELD ประกอบด้วยเส้น SCAN เป็นจำนวนเลขคี่ VERT TIME BASE ถูกกระตุ้นให้ทำงานที่กึ่งกลางเส้น HOR SCAN เมื่อสิ้นสุด FIELD หนึ่ง และที่สลับปลายเส้น HOR SCAN ของอีก FIELD หนึ่ง FIELD ซึ่งสิ้นสุดการ SCAN ของ PICT. INF ที่จุดกึ่งกลางเส้น HOR SCAN เรียก FIELD คี่ (ODD FIELD) FIELD ซึ่งสิ้นสุด การ SCAN ที่ตำแหน่งปลายสุดเส้น HOR SCAN เรียก FIELD คู่ (EVEN FIELD)

LINE NUMBERING เป็นตัวบ่งบอกหมายเลขของเส้น HOR SCAN ใน FIELD ของภาพหรือใน FRAME ของภาพ LEADING EDGE ของ VERT ลูกแรกเป็นตำแหน่งเริ่มต้นการ SCAN แต่ละ FIELD และ FIELD ที่สิ้นสุดการ SCAN ที่สิ้นสุดการ SCAN ที่ตำแหน่งกึ่งกลางเส้น HOR SCAN เรียก FIELD คี่ (ODD FIELD) แล้ว WAVE FORM แถวบน ซึ่งสัญญาณ VIDEO สิ้นสุดที่ HALF LINE INTERVAL ก็เป็นการสิ้นสุด ODD FIELD หรือเส้น SCAN สิ้นสุดท้ายที่ 625 เส้น ณ จุดนี้ ถือเป็นจุดเริ่มต้นของการ SCAN ใน FIELD คู่ (EVEN FIELD) หรือเริ่มต้นการ SCAN เส้นที่หนึ่ง ใน FIELD ถัดมา นั่นคือเส้น SCAN เส้นแรกของ FIELD คู่ เป็นเส้น SCAN หมายเลขหนึ่งอันนี้อาจขัดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความรู้สึก ลองพิจารณาสมมติว่า เส้น SCAN หมายเลขหนึ่งเป็นเส้น SCAN เส้นแรกของ FIELD ก็ ถ้าเป็นนี้จริง เส้น SCAN เส้นที่ 1 นี้จะเริ่มต้นที่กึ่งกลางเส้น SCAN ซึ่งเป็นบัพ มาได้ เพราะเส้นที่หนึ่ง เริ่มที่ขอบจอภาพหรือที่ตำแหน่ง FULL LINE INTERVAL มีช HALF LINE INTERVAL ดังนั้น ตำแหน่งเริ่มต้น ODD FIELD บน WAVE FORM แถว ล่างที่กึ่งกลางเส้น SCAN ที่ 313 จะเป็นการ SCAN เส้นที่หนึ่งมาคั่นแน่นอน จึงเป็น ตำแหน่งการสิ้นสุด FIELD คู่ หรือ FIELD แรก ของการ SCAN ที่เส้น 312 ครึ่ง เท่านั้น กล่าวโดยสรุป เส้น SCAN ที่ 1 อยู่ที่ตำแหน่งเริ่มต้น EVEN FIELD มีค้อยู่ที่ ตำแหน่งเริ่มต้น ODD FIELD ความที่มักเข้าใจกัน



บทที่ 4 เครื่องเลือกเส้นแฉกสัญญาณโทรทัศน์ (VIDEO LINE SELECTOR)

ขอเสนอ Line Selector ราคาประหยัด โดยความจริงแล้วมันจำเป็นต้องใช้งานที่เกี่ยวข้องกับ ทางด้านโทรทัศน์ และวงจรทาง Video ด้วยเหตุผลที่ง่าย :
 ออสซิลโลสโคป เมื่อ Set กับ TV Field หรือ Line Triggering เมื่อเราศึกษา
 วนเนื้อหาของ Video วนแ่งมุมของ Specific Line วนการสรางภาพ ก็จะเป็น
 การง่าย เพราะว่ามันจะ Re - Triggered โดย ทุก ๆ Sync Pulse ที่เข้ามา
 แทนที่อย่างสม่ำเสมออย่างสม่ำเสมอ และเครื่องมือวัดตัวนี้ ก็จะแสดงสัญญาณ Video
 ออกทาง สโคป วนด้านการประยุกต์ใช้งานนั้น เป็นเรื่องซับซ้อน และน่าสนใจอยู่มาก

ถึงแม้ว่า ออสซิลโลสโคป จำนวนมากจะมี 2 time base เอาไว้ใช้งาน
 การ set และสำหรับสัญญาณโทรทัศน์ธรรมดาทั่ว ๆ ไป เช่น monochrome staricase
 สโคป จะแสดงสัญญาณ TV field และ Line ออกมาทางจอสโคป

หน้าที่ของ Video Line Selector จะแยกเอาเฉพาะสิ่งที่เราต้องการ
 ออกมาจากสัญญาณ Composite และจะต้องทำการป้องกันมิให้สิ่งที่เราไม่ต้องการปะปน
 มากับสัญญาณนี้ออกทางจอภาพของสโคปได้ เพราะจะทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้ ถ้า
 หากมีสิ่งอื่นปะปนมา ใน Video Line Selector เราสามารถที่จะเลือกเอา Line
 ที่เท่าใดก็ได้ตามความต้องการของเรา จาก Line ของสัญญาณภาพ

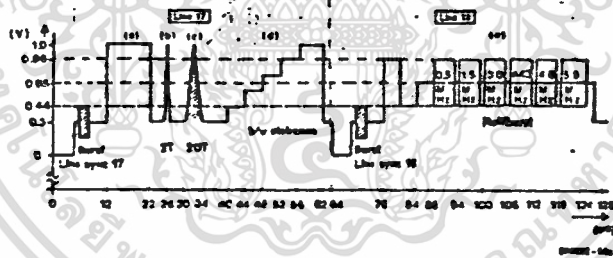
ภายในวงจรจะมี Thumb Wheel หรือสวิตช์ที่นำ Output เป็น BCD เพื่อ
 ทำการ Set up สภาวะการ ทริก เพื่อเลือกเอาบาง Line จากทั้งหมดที่มีอยู่ 625
 Line (ในระบบ PAL)

BACKGROUND TO VIDEO INSERTION TEST (VIT) LINES

VIT Line ทำให้เราสามารถทราบถึง คุณภาพของสัญญาณโทรทัศน์ และน
เรื่องของ VIT Lines จะอยู่ในความสอดคล้องกับการรับรองของ EBU จากการส่ง
ระบบ PAL G/B/I (CCIR Specification 624-2)

หน้าที่และการใช้งาน VIT Lines นี้ ชอแนะนำว่า มิใช่เป็นมาตรฐานเสมอ
ไป เพราะว่าความแตกต่างจะเกิดขึ้นทันที ถ้าหากชนิดของเครื่องส่ง (Transmitter)
ต่างกันออกไป (พื้นดิน / คาวเทียม ; ภาสังส่งสูง / ภาสังส่งต่ำ ; TV-band; etc.)
และขึ้นอยู่กับ Services และอำนาจของการแพร่ภาพออกอากาศ

VIT lines 17 and 18



VIT Line 17 และ 18

(a) แสดงให้เห็นถึงค่า max ของ Reference Bar ทำให้เราทราบระดับ ขาว และ
ระดับ ดำ

Test : LF - response ของระบบการรับ

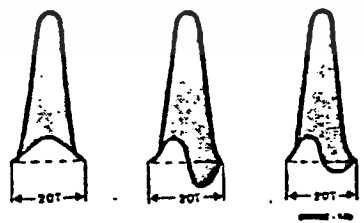
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(b) 2T - pulse สำหรับการประเมิน ความมั่นคงแน่นอนของภาพ ภายใต้อาณัติ T คือ ช่วงเวลาเล็ก ๆ ของ rise - time ในระบบที่ใช้ความถี่สูง ของสัญญาณ Sinusoidal คือ f_c ดังนั้น $T = 1/2 f_c$. และในโทรทัศน์ระบบ PAL จะมีค่าของ $f_c = 5 \text{ MHz}$ และเมื่อ $T = 0.1 \text{ us}$ จะได้ว่าค่าของ 2T pulse มี sinusoidal slopes และ มีคาบเวลาเท่ากับ 0.2 us

Test : การลดทอนของค่า Amplitude ของ 2T pulse ที่เกี่ยวข้องกับ Reference Bar ในลักษณะของการสูญเสียของช่วงความถี่สูงในระบบนี้ สำหรับในระบบโทรทัศน์ทั่ว ๆ ไป จะยอมรับการสูญเสีย 20% ก็เป็นที่พอใจแล้ว

(c) 20T - pulse สำหรับการทดสอบ Chroma และ Luminance Response และความเป็นไปได้ของปฏิกริยาระหว่าง ส่วนประกอบของสัญญาณส่วนนี้ 20T - pulse ความจริงก็คือ 20T - Long Chroma Burst เพราะว่า $20T = 0.5 \text{ MHz}$ และความถี่ของสัญญาณ Chroma = 4.43 MHz โดยที่ส่วนประกอบของสัญญาณในส่วนนี้จะได้รับผลที่แตกต่างกันออกไปตาม Band Width Limiting Factor ในระบบการส่ง

Test : 20T pulse นี้จะห้มาฉิสูงฉฉ วิเคราะห์ Amplitude และ Phase Distar-tion



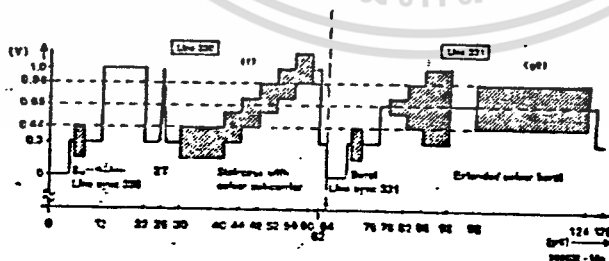
- response (1) Amplitude ของ Chroma ลดลง
- response (2) ความแตกต่างของ phase delays จาก chroma และ luminance
- response (3) การรวมกันของ (1) และ (2)

(d) Monochrome Staircase สำหรับการประเมินที่สม่ำเสมอ วิกฤตแต่ละระดับจะเพิ่มขึ้น Step ละ 140 mV

Test : ขนาดของ Step ที่ผิดปกติ วิกฤตมีจรรยาที่ค่าที่เพิ่มขึ้นจะ non - linearity

(e) Multiburst สำหรับการทำการวัด ผลตอบสนองของความถี่สัญญาณ burst จะมี Amplitude เพียง 420 mVpp และมาก่อน 8 us มีความถี่ 125 KHZ เป็นสัญญาณที่ใช้อ้างอิง

Test : การสูญเสียในช่วงความถี่สูง จะสังเกตได้จากการลดลงของ Amplitude ที่สังเกตอันแรก และสามอันสุดท้ายของ burst



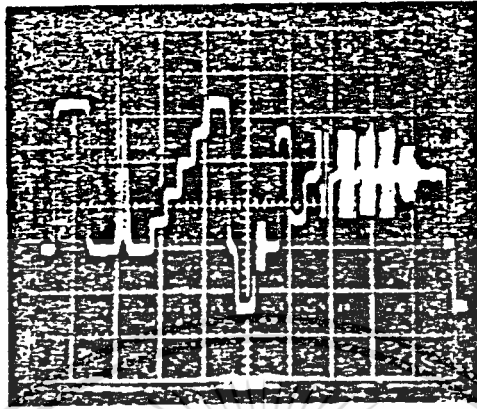
VIT LINE 330 และ 331

(f) Staircase with Colour Subcarrier สำหรับ Differential gain หรือ Phase error defection ในทางอุคมคติแล้ว ระดับของ Subcarrier เท่ากับ 280 mVpp การแยกสีในเครื่องรับ เคลื่อนไหว เปลี่ยนไหว และส่วนประกอบของ Luminance 30 us long 4.43 MHz โดยมีขนาดของสัญญาณ burst 280 mVpp

Test : Phase ของ Amplitude ที่ผิดแปลกออกจาแบบ Step อย่างทันทีทันใด (40-44-48-52-56 us) เราจะใช้สโคป เพื่อทดสอบขนาด และใช้ Vector - scope สำหรับทดสอบทางเฟส

(g) Colour Subcarrier Signal และการขยายออกไปของ Colour burst สำหรับการวัดของ Intermodulation ระหว่าง Chrominance และ Luminance Component หลังจากการกรองเอา Chroma Subcarrier (4.43MHz) ออกมาแล้ว ระดับของ Luminance จะคงที่อยู่ที่ 0.65 V

Test : Amplitude ที่ผิดปกติไว้ครากดูขึ้นระหว่าง 78-92 us จะบ่งบอกถึง Intermodulation มีสาเหตุจาก สัญญาณสี เปลี่ยนแปลง (g1) หรือว่า สัญญาณขาว ค่ำ เปลี่ยนแปลง (g2 : ระดับของ Subcarrier เท่ากับ 420 mVpp)



OSCILLOGRAM : LINE 17-18



OSCILLOGRAM : LINE 330-331

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของเครื่องเลือกเส้นสแกนสัญญาณโทรทัศน์

านทางปฏิบัติ แบ่งวงจรออกได้เป็น 2 ส่วนโดย IC1 และ IC2 ทาหน้า
ที่แยกสัญญาณซิงค์ และอีกส่วนหนึ่งคือ IC3 ถึง IC8 ทาหน้าที่นับและทาการเปรียบเทียบ
pulse word

วงจรมีประกอบด้วย สองอินพุต และ หนึ่งเอาต์พุต อินพุตหนึ่งสาหรับสัญญาณ
Composite Video และอินพุตอีกอันหนึ่ง ต่อเข้ากับ BCD Switch าคยที่ BCD Switch
จะทาหน้าที่ ตั้งตัวเลขของเส้นที่เราต้องการ สัญญาณจากเอาต์พุตของวงจรมี จะไปเข้า
อินพุตของ สรคป เพื่อแสดงสัญญาณให้เห็นได้

IC1 คือ LM 1881 จากเนชั่นแนล เซมิคอนดักเตอร์ เป็น Chip ที่ทาหน้าที่
แยก Synchronization pulse ออกมาจากสัญญาณภาพ อินพุต คือ ขาสอง มันสามารถ
ที่จะวิเคราะห์เข้าไปถึง ส่วนสำคัญของความแตกต่างของโครงสร้าง Sync-pulse และ
Odd กับ even fields นั้นทาหน้าที่สร้าง raster. าคยเฉพาะอย่างยิ่ง Burst
และ Odd / even เราจะนามาบระยุคค่าซึ่งนาาาวงจรมี สัญญาณ Burst 4 us เราใช้
burst pulse สาหรับการนับจำนวนเส้น เพราะ LM 1881 ไม่มี Line Sync Output

สัญญาณ ODD/EVEN และ Burst ผ่านเข้าไป IC2 และ ODD/EVEN Out
put toggles ที่อยู่บนขอบขาขึ้นของสัญญาณ Equalizing pulse ลูกแรกาน field
Sync pulse สาหรับ field แรก การนับาน word comparator จะแสดงออกาน
ช่วงขอบขาลงของสัญญาณ pulse นั้นเอง เพราะว่าเป็นการเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว
half-way ตลอด line แรก เมื่อเราให้ค่า 2 (0010) บ้อนเข้าสู่ IC3 าคย อินพุต
ขา B มีไฟ +5V การ ทริก เกิดขึ้น ครึ่ง Line ก่อนสาหรับ 5 Line แรกที่ต้องการ
การตรวจสอบที่ปลายของ Equalizing pulse สุดท้าย

Timer IC2b เป็นทรานซิสเตอร์ บินชอบขาขึ้นของสัญญาณ ODD/EVEN Q เอาท์พุท ของ Timer ต่อเข้ากับ LOAD อินพุทของตัวนับ IC3, IC4, IC5 การทำงานของ IC เหล่านี้จะนิยามขาขึ้นของสัญญาณนาฬิกาเมื่อเราใส่ค่าการจัดเตรียมค่าที่จะ Load เอาไว้ก่อนแล้ว.

สัญญาณ BURST/BACK PORCH จ่ายออกมาจกข LM 1881 มีไว้เป็นการรั้งโดยตรงสำหรับการควบคุม Load ำให้การทำงานของ Counters Non-retriggerable monostable IC2a จะรั้งเพื่อป้องกันขาขึ้นที่เริ่มต้นจาก 5 Line และจะเพิ่มออกเป็อีกมากจกข Equalizing pulse monotime ของ IC2a เป็นการเซ็ทไว้ที่ 48 us จกขค่า R2 และ C4 ถ้าหากกำหนด Monostable triggers บน Equalizing-pulse, monotime สามารถผลิต little shorter แต่ว่า little longer 62 us หรือมากกว่านี้ที่จะกาจัดการเสียงของ IC2a ที่จะทรัก จกขการรบกวนในคาบเวลาของ Blanking

เลขนาบารี สามหลักของ Line number จ่ายออกมาจกขตัวนับสามตัวที่เราใส่ค่าการตั้งเลขเอาไว้ที่ BCD Switch

Line number word และ Switch word เราประกบคู้ยู่ในกลุ่มของ 4 bit ำน An และ Bn ของวงจรเบรียบเทียบ 4 bit นั้นคู้ย 74 HCT 85. เมื่อ A = B แล้ว Output ของ Last comparator คู้ย IC8 จะเป็ High ถ้าหากการนับจำนวน Line matches กันพอคู้ยกับตัวเลขที่เราใส่ค่าการตั้งเอาไว้แล้วที่ BCD สวิทซ์ และ Trigger ประกอบคู้ย ส่วนท้ายของ Colour Burst ที่ 4 us หลังจากขอบวกของ Line - Sync pulse.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPONENTS LIST

Resistors:

1	680K	R1
1	68K	R2
1	27K	R3
3	47K 4-WAY SIL array	R4 R5 R6

Capacitor:

9	100n	C1 C2 C8-C14
1	100n ceramic	C3
2	1n0	C4 C5
1	100m 25V radial	C6
1	10m 10V radial	C7

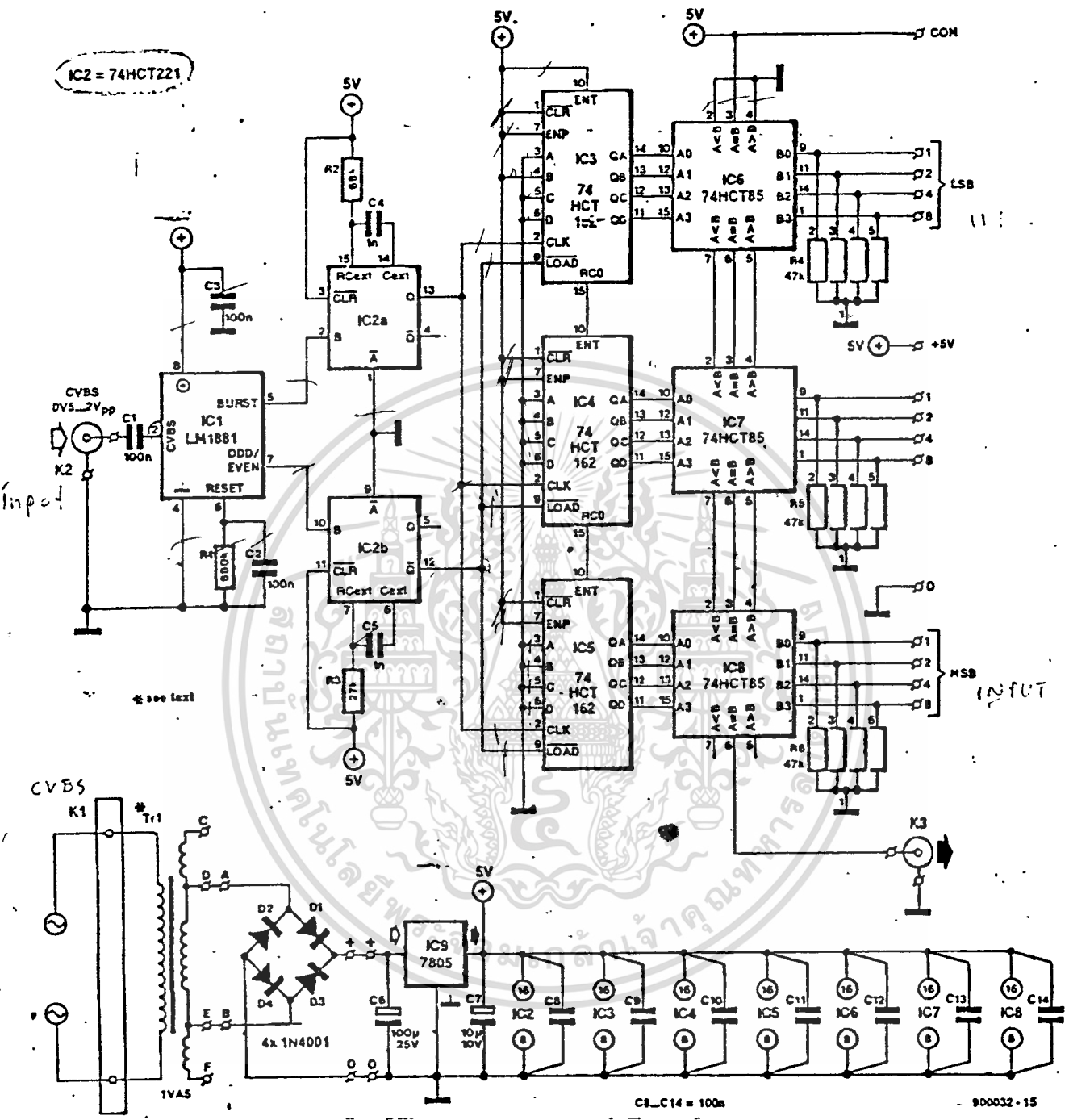
Semiconductor:

4	1N 4001	D1-2-3-4
1	LM 1881	IC1
1	74HCT221	IC2
3	74HCT162	IC3-4-5
3	74HCT85	IC6-7-8
1	7805	IC9

Miscellaneous:

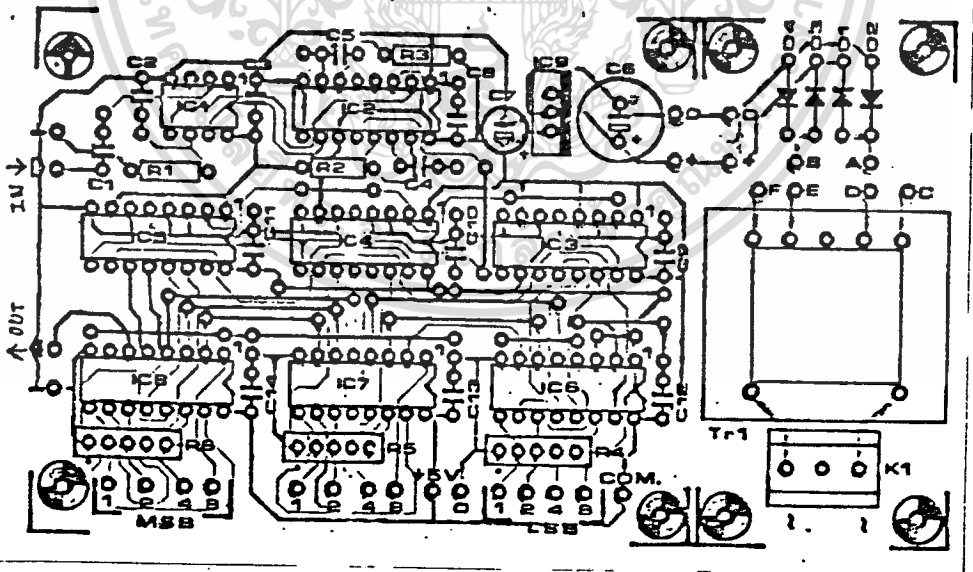
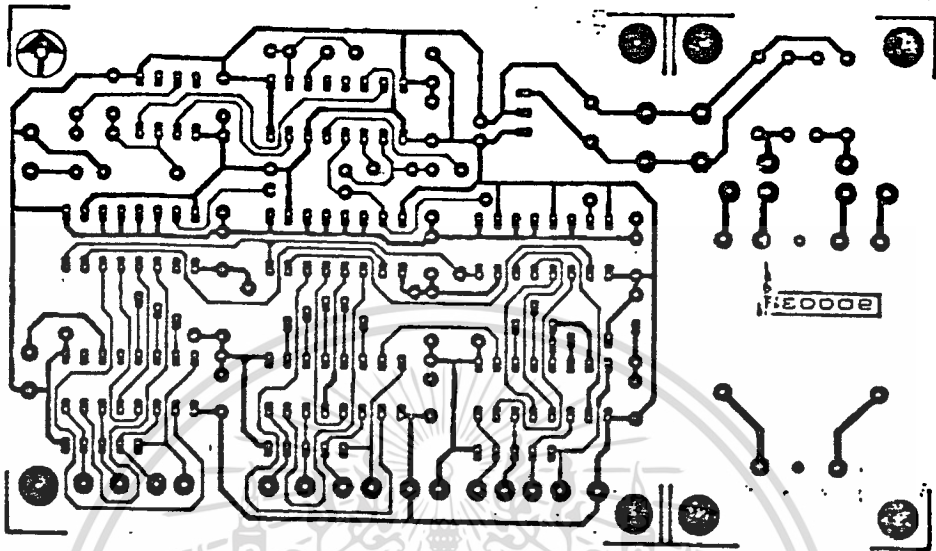
1	mains transformer Option: VR 1109 (block) or 207-863 (RS Components)	
1	PCB terminal block	K1
1	BNC or phono socket	K2
1	BNC socket	K3
1	PCB	900032

IC2 = 74HCT221



วงจรเครื่องเลือกเส้นสแกนสัญญาณโทรทัศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงการวางอุปกรณ์ และลายวงจรของ เครื่องเลือกเส้นสแกนสัญญาณโทรทัศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้าง (CONSTRUCTION)

แผ่น Printed ที่เราใช้งานใน Project นี้ เราใช้แบบ Single sided Printed เริ่มต้นการสร้าง Main board โดยเรามีสายที่เชื่อมเรียงกันอยู่ 14 สาย เรามี R4, R5, R6 เป็นแบบ Single - in - Line (SIL) มีค่า 47 K โดย R4, R5, R6 มีค่าเท่ากันหมดคือ 47 K เป็นความต้านทาน 4 ตัว และมี 5 ขา โดยที่ต่อออกใช้งาน 4 ขา และอีก 1 ขา ต่อลง GND

Voltage regulator IC9 สามารถทำงาน โดยปราศจากแผ่นระบาย ความร้อน โดยที่มันจะมีความร้อนเพียงเล็กน้อยเท่านั้นเอง

สำหรับ IC Socket นั้น อาจจะเผลอว่าเป็นเท่าใดนัก เราอาจต่อ IC ลง Board เลขก็ไ้ แต่ก็เป็นการยาก ถ้าหาก IC เสียแล้ว เราจำเป็นต้องถอด IC ตัวเก่า ออก ดังนั้นก็ควรวาง IC Socket

กรณีของหม้อแปลงที่เราใช้เป็นแบบที่ลง Board วัตต์คือ ใช้หม้อแปลง ขนาด 220 V

RS 2x4.5V : B - F และ A - C

Block 1x9V : B - E และ A - D

Block 2x4.5V : A - C : B - F และ D - E

เราจะต่อขบเข้าทางขั้ว K1

สำหรับ BCD Switch ก่อนที่คุณจะทำการต่อลงวงจร จะต้องทราบค่า ต่าง ๆ ให้แน่นอนเสียก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าการณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในการเลือก Line ใดๆ อาจเกิดขึ้นโดยบังเอิญ เมื่อสงสัยก็สามารถตรวจสอบ Function ของสวิทช์ได้ ด้ยการราช Multimeter

ถ้าหากว่า อินพุท มีค่าเท่ากับ 1 แล้ว PCB จำเป็นที่จะต้องมีค่า bit น้อย สุก PCB (S) และ BCD Switch มีขนาด 165 x 115 x 75 mm (L x W x H) เรา จะใส่กระบอกนิวส์ านด้านหลังของตัวเครื่องด้วย ด้านหน้าของตัวเครื่องเราจัดคัทติดตั้ง BCD Switch

การอ้างอิง

เพราะว่า LM1881 มีอัตราของ Voltage สูงสุดที่อ้างอิงคือ 3 Vpp ดังนั้น จึงควรกำหนดค่าที่ อินพุทของวงจรด้วยค่า 10 K Linear Potentio meter เป็นระดับที่เราควบคุมอยู่ ดังนั้นควรจำไว้ว่า เรามีอินพุท อิมพีแดนซ์ ของ LM 1881 มีค่า อยู่ 10 K และสัญญาณ CVBS ก็ต้องเป็น Negative going และใน Point down ของ Sync pulse จะแสดงค่า Voltage ที่ต่ำสุดอย่างรวดเร็ว

จากนั้นเราจะทำการต่อ Trigger output ของวงจร เข้าสู่ External Trigger Input ของ สโคป สัญญาณ Composite video signal ถูกเลือก Line เราจะทำการ Tune สถานีโทรทัศน์และ Set ที่สโคป ให้เป็น External triggering และเลือก TVH+ mode ถ้าหากเราหามาได้ จากนั้น Set ค่า Time base เป็น 20 us

สโคป จะแสดงผลออกมา 3 Line ค่อยกันเป ด้ยเริ่มต้นที่ Line ที่เรา ด้ เลือกไว้ (Line ที่ 17 เหมาะสมสำหรับการเริ่มต้น)

งานภาพของความสั่นพ้อง ของสัญญาณที่เร็วมาก มันจะปรากฏขึ้นานสัญญาณภาพ ุโทรทัศน์ เฉพาะใน VIT Lines เราขอแนะนำว่าควรราชสโคปที่มี band width ค่าสุด 20 MHZ คุณจะสังเกตเห็นความสั่นพ้องของเส้น ที่มีความเข้มสูง ถูกปรับ (Setting) ด้ ด้ตามที่ต้องการ สำหรับการตรวจสอบของ Test Line

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

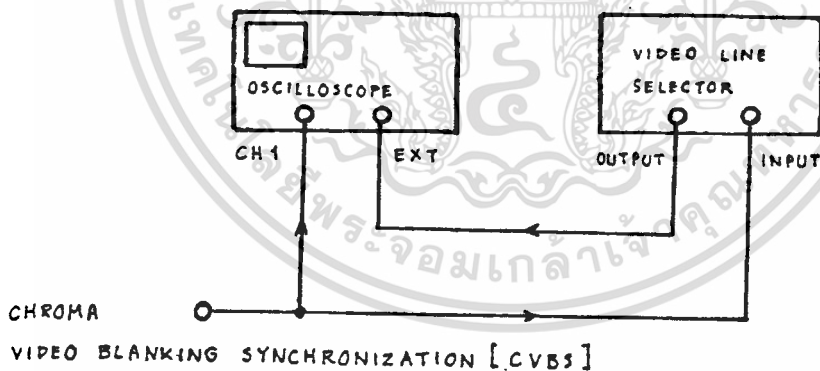
ประโยชน์ของเครื่องเลือกเส้นสแกนสัญญาณโทรทัศน์

ขณะที่สถานีโทรทัศน์ กำลังทำการส่งสัญญาณโทรทัศน์ อยู่นั้นจะต้องมีการทดสอบคุณภาพของ สัญญาณภาพอยู่ตลอดเวลา Video Insertion Test (VIT) Lines จะแทรกเข้ามาใน line ของเส้นสแกน การแทรก ในลักษณะนี้เป็นการกระทำเพื่อใช้ในการทดสอบ สัญญาณโทรทัศน์ โดยผู้ชมรายการโทรทัศน์ทางเครื่องรับ จะมองไม่เห็นสัญญาณ video insertion test (VIT) lines เพราะสัญญาณนี้ จะปรากฏใน lines ที่ 17, 18 และ 330, 331 เครื่องเลือก เส้นสแกนสัญญาณโทรทัศน์ จะทำการเลือกเอาสัญญาณใน line ที่มีการแทรกสัญญาณ video insertion test (VIT) lines เข้ามาเมื่อเลือกเอาสัญญาณ ของเส้นสแกน ได้เส้นที่เราต้องการแล้ว ขึ้นต่อมา ก็นำมาเทียบกับสัญญาณมาตรฐาน ดูว่าขณะนี้ สัญญาณโทรทัศน์ มีคุณภาพตามที่กำหนดหรือไม่ โดยตลอดขั้น ตอนการทดสอบคุณภาพของสัญญาณโทรทัศน์นี้การดำเนินรายการโทรทัศน์ก็ยังคงดำเนินต่อไปอย่างต่อเนื่อง พร้อมกับการทดสอบสัญญาณโทรทัศน์ และประโยชน์อีกอย่างหนึ่งเช่น ใช้ในการศึกษาคุณสมบัติของสัญญาณโทรทัศน์ในแต่ละเส้นจากเส้นที่ 1-625 โดยอาศัยเครื่องเลือกเส้นสแกนสัญญาณโทรทัศน์เป็น ตัวเลือกเส้นสแกนให้จะได้ ทราบกันว่าในแต่ละเส้นสแกนมีคุณสมบัติแตกต่างกันอย่างไร ดังนั้นจึงนับว่าเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์มาก

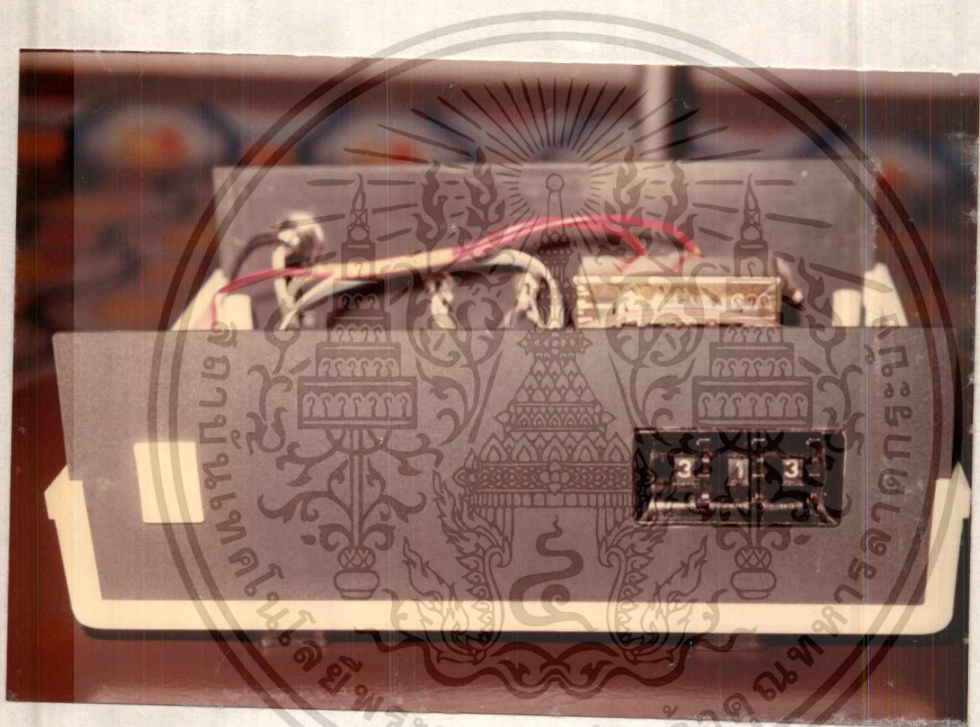
การนำเอาเครื่องเลือกเส้นสแกนของสัญญาณโทรทัศน์

มาต่อใช้งานร่วมกับ OSCILLOSCOPE

การนำใช้งานร่วมกับ OSCILLOSCOPE ทำได้โดยนำเอาสัญญาณ CVBS ผ่านสายนำสัญญาณเข้าทาง CH 1 ของ OSCILLOSCOPE และนำเอาสัญญาณของ CVBS ผ่านเข้าทาง INPUT ของเครื่องเลือกเส้นสแกนด้วย จากนั้นสัญญาณที่ได้จากทางด้าน OUTPUT ของเครื่องเลือกเส้นสแกนของสัญญาณโทรทัศน์ ก็จะต่อเข้าทาง EXT TRIG ของ OSCILLOSCOPE จากนั้นสัญญาณของเส้นสแกนที่เราต้องการก็จะถูกแสดงออกทางจอ OSCILLOSCOPE

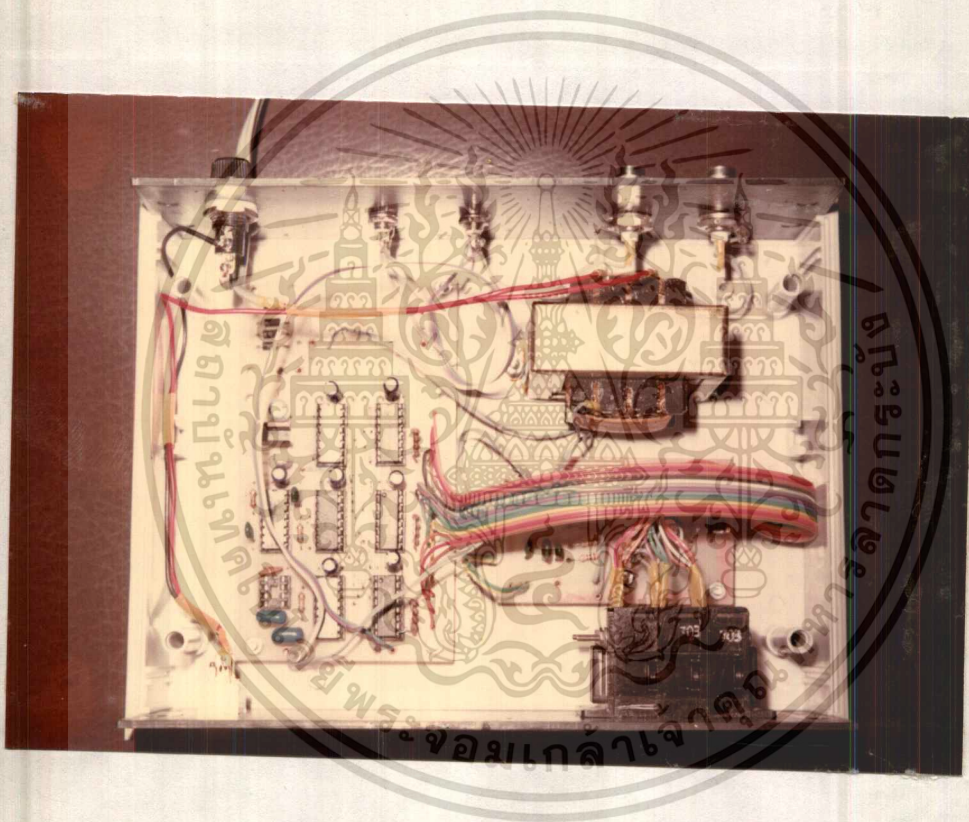


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



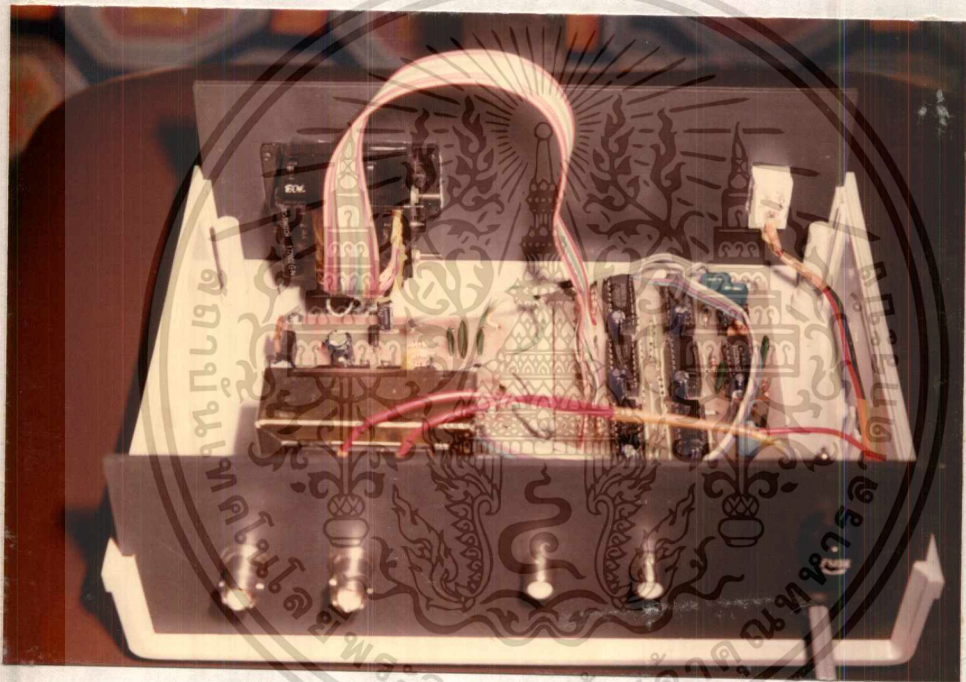
ภาพแสดง เครื่องเลือกเส้นสแกนลัดทวารทัศน์ (ด้านหน้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพแสดง เครื่องเลือกเส้นสแกนสัญญาณโทรทัศน์ (ด้านบน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



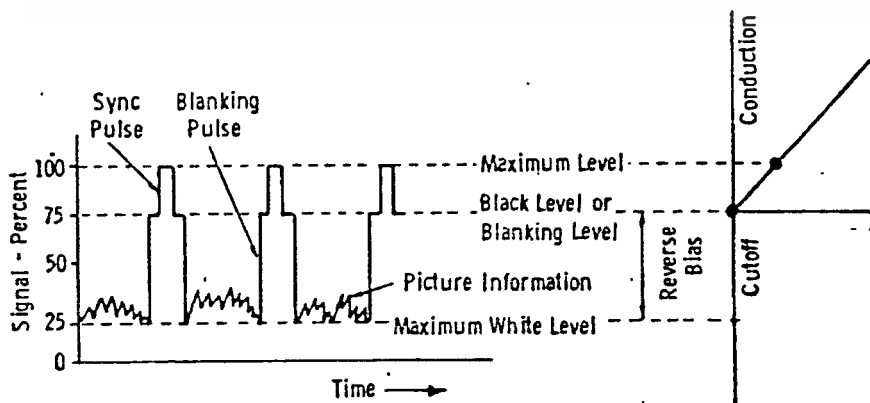
ภาพแสดง เครื่องเลือกเส้นสแกนสัญญาณโทรทัศน์ (ด้านหลัง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 วงจรแยกสัญญาณซิงค์

สัญญาณซิงค์ เป็นสัญญาณโทรทัศน์ที่สำคัญมากอย่างหนึ่งซึ่งช่วยทำให้กระแสสำหรับ วงจรหักเหทางแวนอน และวงจรของการหักเหทางแนวตั้ง ของเครื่องรับโทรทัศน์ มีทั้งความถี่และ เฟส เหมือนกันกับของสัญญาณที่ใช้ในสถานีโทรทัศน์กระแส สำหรับวงจรหักเห ที่ใช้เหมือนกันทั้งทาง เครื่องส่งและเครื่องรับโทรทัศน์นี้จะทำให้เกิดภาพขึ้นชัดจนหากขาดสิ่งนี้ไปเสียแล้ว เครื่องรับโทรทัศน์ก็จะไม่สามารถรับภาพได้ตามปกติ เฟสของ กระแสสำหรับ วงจรหักเหที่เหมือนกัน ทั้งทางเครื่องส่ง และเครื่องรับโทรทัศน์ จะช่วยทำให้ภาพมีรายละเอียดชัดแจ่มขึ้นสัญญาณซิงค์นี้มีอยู่สองแบบคือ สัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง และสัญญาณซิงค์ ทางแวนอน จะรวมอยู่กับ สัญญาณภาพ โดยกำหนดให้สัญญาณซิงค์เป็น ระดับดำพอดี การที่จะแยกสัญญาณซิงค์ออกจากสัญญาณภาพทำได้โดยการเปรียบเทียบ ระดับของสัญญาณซิงค์สัญญาณซิงค์ ที่อยู่สูงกว่าระดับที่กำหนดไว้ จะถูกแยกไปทางหนึ่ง และสัญญาณภาพ จะอยู่ ต่ำกว่าระดับที่กำหนดไว้ ก็จะถูกแยกไปอีกทางหนึ่ง

วิธีการนี้เรียกว่า การแยกสัญญาณ โดยการเปรียบเทียบขนาด สัญญาณซิงค์ที่แยกออกมาได้ ยังมีทั้งสัญญาณซิงค์ สำหรับวงจรของการหักเหทางแวนอน และ สัญญาณซิงค์ของการหักเหทางแนวตั้งรวมกันอยู่ เพื่อแยกสัญญาณทั้งสองออกจากกัน จึงนำเข้าวงจรอีกแบบหนึ่ง ที่กำหนดระดับความถี่เป็นเกณฑ์



Sync separator conducts only on sync tips.

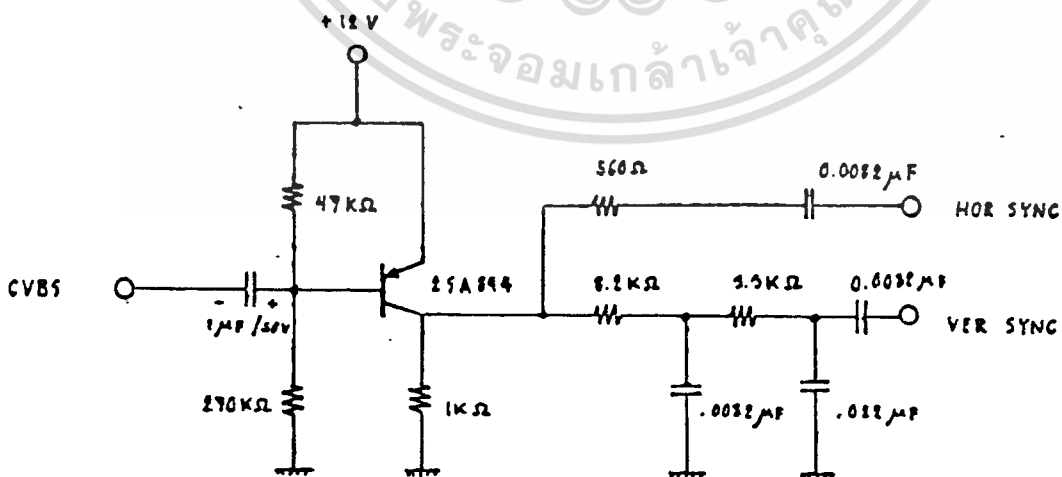
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณเชิงค้ทางแนวตั้ง มีความถี่ 50 Hz ก็จะถูกแยกมาทางหนึ่ง และ สัญญาณเชิงค้ทางแนวนอน มีความถี่ 15625 Hz ก็จะถูกแยกออกไปอีกทางหนึ่งวิธีการนี้เรียกว่าการแยกสัญญาณ โดยการเปรียบเทียบความถี่

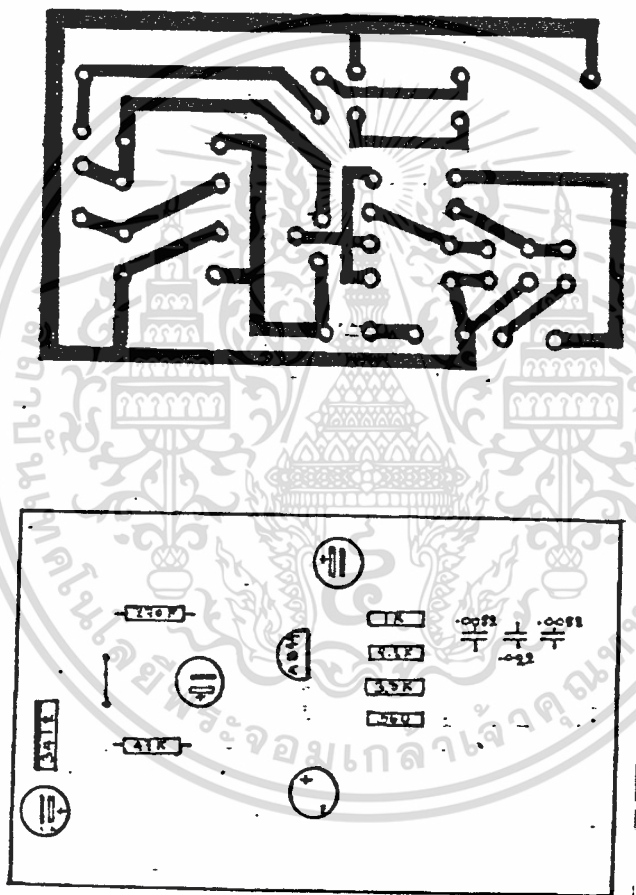
การสะแกนของลำ ELECTRON ที่กล้องโทรทัศน์ กับที่จอหลอดภาพจะต้องเป็นไปในจังหวะที่เหมาะสมพร้อมกันตลอดเวลา เพื่อให้เกิตภาพที่เครื่องรับ โทรทัศน์ สัญญาณเชิงค้พัลส์ ทางแนวนอนและแนวตั้ง มีความกว้างของพัลส์ไม่เท่ากัน

วงจรแยกเชิงค้ที่ใช้ในโครงงานนี้เป็นวงจร TRANSISTOR แบบ COMMON EMITTER เมื่อมีสัญญาณภาพรวม เข้ามาทาง CAPACITOR $1\mu F$ แล้วผ่านเข้าขา B ของ TRANSISTOR สัญญาณภาพ จะถูกตัดออกไป เพราะขนาดของสัญญาณเชิงค้สูงกว่าสัญญาณภาพมาก จึงอาจแยกออกจากกัน ได้โดยตัดส่วนที่สูงเกินกว่าระดับของสัญญาณภาพที่กำหนดไว้สัญญาณเชิงค้ นี้ ยังเป็นสัญญาณเชิงค้รวม จึงต้องแยกสัญญาณเชิงค้ทางแนวนอน ผ่าน R 560Ω ผ่าน C ค่า $0.0082\mu F$ และสัญญาณเชิงค้ทางแนวตั้ง จะต้องผ่าน วงจรกรองความถี่ต่ำ จะได้สัญญาณเชิงค้ทางแนวตั้งออกมา 50 Hz



วงจร แยกสัญญาณเชิงค้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงการวางตัวอุปกรณ์ และ ลายวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPONENTS LIST

RESISTER

1	47 K Ω	R1
1	270 K Ω	R2
1	1 K Ω	R3
1	8.2 K Ω	R4
1	3.3 K Ω	R5
1	560 Ω	R6

CAPACITOR

1	1 μ F	50 V	C1
2	0.0082 μ F		C2, C3
1	0.022 μ F		C4

SEMICONDUCTOR

1	2SA844	TR1
---	--------	-----

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ด้วยเหตุผลที่ IC เบอร์ LM 1881 ที่ทำหน้าที่แยกสัญญาณ BURST และ ODD/EVEN ออกจากสัญญาณภาพรวมแต่ IC เบอร์นี้ไม่มีจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อที่จะแก้ปัญหา จึงใช้วงจรแยกสัญญาณซึ่งค้มาใช้งานแทนโดยวงจรนี้คือวงจรรภายในเครื่องรับโทรทัศน์สี วงจรนี้ทำหน้าที่แยกสัญญาณซึ่งค้ทางแนวนอน และซึ่งค้ทางแนวตั้งออกจากสัญญาณภาพรวม แต่สัญญาณที่ถูกแยกออกมานี้ จะมี NOISE รวมอยู่ในสัญญาณบ้างพอสมควรและสัญญาณจะไม่ใช่ SQUARE ที่ดีนัก แต่เมื่อผ่าน IC 74HCT221 ก็จะได้ SQUARE WAVE ที่ดีขึ้น วงจรแยกสัญญาณซึ่งค้ต้องการไฟเลี้ยง 12 Vdc แก่ไขโดยใช้ regulator เบอร์ 7812 เพิ่มขึ้นอีก เพราะของเดิมใช้ไฟ 5 Vdc จาก regulator เบอร์ 7805 เพื่อจ่ายไฟให้กับวงจรเลือกเส้นสแกน

BCD SWITCH จะเลือกเส้นสแกนได้จาก 001-625 เส้นเท่านั้น จึงจะมี OUTPUT ไปเข้าที่ EXT-TRIG ของ SCOPE แต่ว่า BCD SWITCH สามารถตั้งค่าได้จาก 000-999 โดยค่าที่เกินนี้จะไม่มีการ OUTPUT ไป EXT-TRIG ของ SCOPE ทำให้ไม่สามารถแสดงสัญญาณออกมาได้ถ้าหากค่าที่ตั้งไว้เกิน 625 สาเหตุเพราะเมื่อจำนวนเลขเกิน 625 จะไม่มีสัญญาณปรากฏออกมาทาง SCOPE ก็ หมายถึงจำนวนเส้นของ สัญญาณโทรทัศน์ มีได้สูงสุดแค่ 625 เส้นเท่านั้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM1881 Video Sync Separator

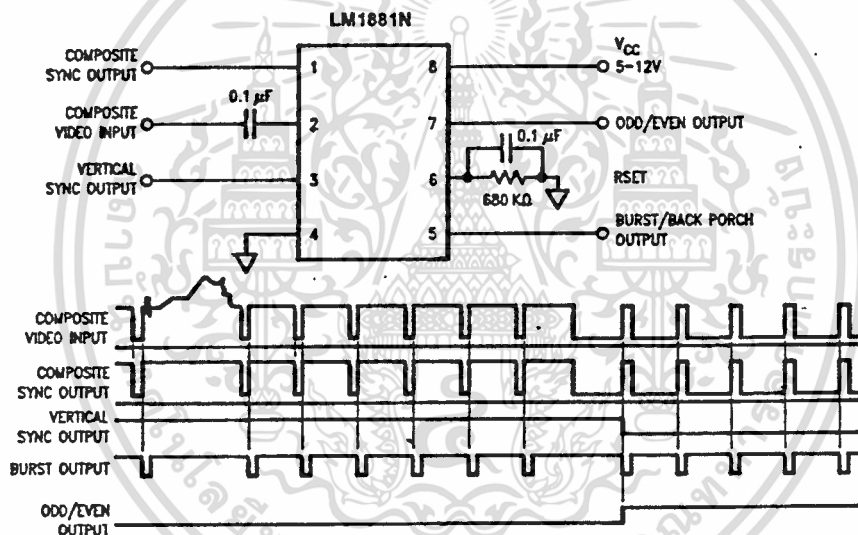
General Description

The LM1881 Video sync separator extracts timing information including composite and vertical sync, burst/back porch timing, and odd/even field information from a standard negative going sync NTSC video signal with amplitude from 0.5 to 2V p-p. The integrated circuit is also capable of providing sync separation for non-standard, faster horizontal rate video signals by changing an external horizontal scan rate setting resistor. The vertical output is produced on the rising edge of the first serration in the vertical sync period. A default vertical output is produced after a time delay if the rising edge mentioned above does not occur within the internally set delay period, such as might be the case for a non-standard video signal.

Features

- AC coupled composite input signal
- $> 10\text{ k}\Omega$ input resistance
- $< 10\text{ mA}$ power supply drain current
- Composite sync and vertical outputs
- Odd/even field output
- Burst gate/back porch output
- Resistor programmable horizontal scan rate (up to 64 kHz)
- Edge triggered vertical output
- Default triggered vertical output for non-standard video signal (video games-home computers)

Connection Diagram



Order Number LM1881M or LM1881N
See S Package Number M08A or N08E

TL/H/9150-1

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage	13.2V
Input Voltage	3 Vp-p
Output Sink Currents; Pins 1, 3, 5	5 mA
Output Sink Current; Pin 7	2 mA
Package Dissipation (Note 1)	1100 mW
Operating Temperature Range	0°C - 70°C

Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
ESD Susceptibility (Note 2)	2 kV
Soldering Information	
Dual-In-Line Package (10 sec.)	260°C
Small Outline Package	
Vapor Phase (60 sec.)	215°C
Infrared (15 sec.)	220°C

See AN-450 "Surface Mounting Methods and their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.

Electrical Characteristics

V_{CC} = 5V; R_{SET} = 680 kΩ; T_A = 25°C; Unless otherwise specified

Parameter	Conditions	Typ	Tested Limit (Note 3)	Design Limit (Note 4)	Units (Limits)
Supply Current	V _{CC} = 5V; Outputs at Logic 1	5.2	10		mAmax
	V _{CC} = 12V; Outputs at Logic 1	5.5	12		mAmax
DC Input Voltage	Pin 2	1.5	1.3		Vmin
			1.8		Vmax
Input Threshold Voltage	Note 5	70	55		mVmin
			85		mVmax
Input Discharge Current	Pin 2; V _{IN} = 2V	11	6 16		μAmin μAmax
Input Clamp Charge Current	Pin 2; V _{IN} = 1V	0.8	0.2		mAmin
R _{SET} Pin Reference Voltage	Pin 6; Note 6	1.22	1.10		Vmin
			1.35		Vmax
Composite Sync. & Vertical Outputs	I _{OUT} = 40 μA; Logic 1	4.5	4.0		Vmin
			3.6	2.4	Vmin
Burst Gate & Odd/Even Outputs	I _{OUT} = 40 μA; Logic 1	4.5	4.0		Vmin
Composite Sync. Output	I _{OUT} = -1.6 mA; Logic 0; Pin 1	0.2	0.8		Vmax
Vertical Sync. Output	I _{OUT} = -1.6 mA; Logic 0; Pin 3	0.2	0.8		Vmax
Burst Gate Output	I _{OUT} = -1.6 mA; Logic 0; Pin 5	0.2	0.8		Vmax
Odd/Even Output	I _{OUT} = -1.6 mA; Logic 0; Pin 7	0.2	0.8		Vmax
Vertical Sync Width		230	190		μsmin
			300		μsmax
Burst Gate Width	2.7 kΩ from Pin 5 to V _{CC}	4	2.5		μsmin
			4.7		μsmax
Vertical Default Time	Note 7	65	32		μsmin
			90		μsmax

Note 1: For operation in ambient temperatures above 25°C, the device must be derated based on a 150°C maximum junction temperature and a package thermal resistance of 110° C/W, junction to ambient.

Note 2: ESD susceptibility test uses the "human body model, 100 pF discharged through a 1.5 kΩ resistor".

Note 3: These parameters are guaranteed and 100% production tested.

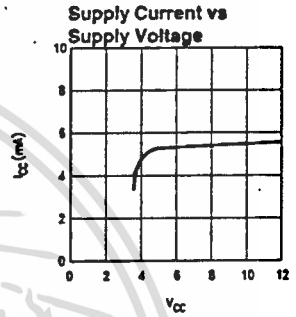
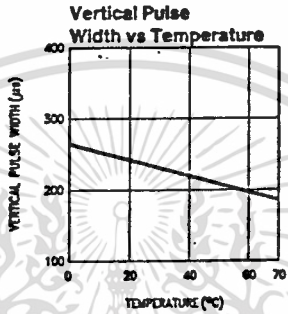
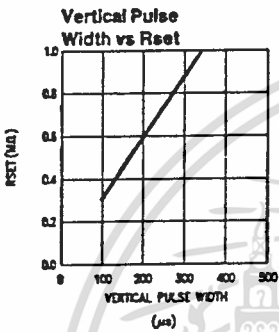
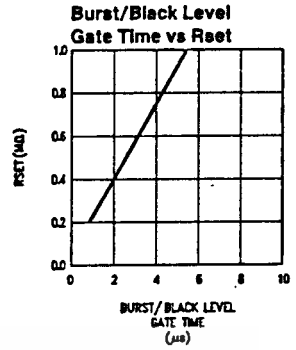
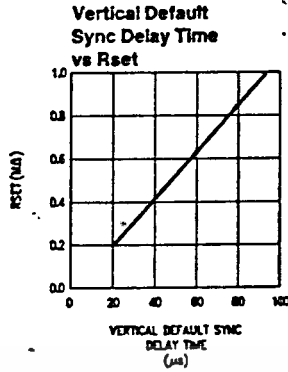
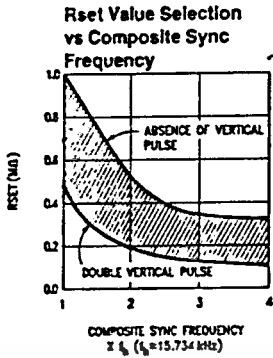
Note 4: Design Limits are guaranteed but not 100% production tested. These limits are not used to calculate outgoing quality levels.

Note 5: Relative difference between the input clamp voltage and the minimum input voltage which produces a horizontal output pulse.

Note 6: Careful attention should be made to prevent parasitic capacitance coupling from any output pin (Pins 1, 3, 5, and 7) to the R_{SET} pin (Pin 6).

Note 7: Delay time between the start of vertical sync (at input) and the vertical output pulse.

Typical Performance Characteristics



TL/H/9150-2

Application Notes

The LM1881 is designed to strip the synchronization signals from composite video sources that are in, or similar to, the N.T.S.C. format. Input signals with positive polarity video (increasing signal voltage signifies increasing scene brightness) from 0.5V (p-p) to 2V (p-p) can be accommodated. The LM1881 operates from a single supply voltage between 5V DC and 12V DC. The only required external components beside power supply and set current decoupling are the input coupling capacitor and a single resistor that sets internal current levels, allowing the LM1881 to be adjusted for source signals with line scan frequencies differing from 15.734 kHz. Four major sync signals are available from the I/C: composite sync including both horizontal and vertical scan timing information; a vertical sync pulse; a burst gate or back porch clamp pulse; and an odd/even output. The odd/even output level identifies which video field of an interlaced video source is present at the input. The outputs from the LM1881 can be used to gen-lock video camera/VTR signals with graphics sources, provide identification of video fields for memory storage, recover suppressed or contaminated sync signals, and provide timing references for the extraction of coded or uncoded data on specific video scan lines.

To better understand the LM1881 timing information and the type of signals that are used, refer to *Figure 2(a-e)* which shows a portion of the composite video signal from the end of one field through the beginning of the next field.

COMPOSITE SYNC OUTPUT

The composite sync output, *Figure 2(b)*, is simply a reproduction of the signal waveform below the composite video black level, with the video completely removed. This is obtained by clamping the video signal sync tips to 1.5V DC at Pin 2 and using a comparator threshold set just above this voltage to strip the sync signal, which is then buffered out to Pin 1. The threshold separation from the clamped sync tip is nominally 70 mV which means that for the minimum input level of 0.5V (p-p), the clipping level is close to the halfway point on the sync pulse amplitude (shown by the dashed line on *Figure 2(a)*). This threshold separation is independent of the signal amplitude, therefore, for a 2V (p-p) input the clipping level occurs at 11% of the sync pulse amplitude. The charging current for the input coupling capacitor is 0.8 mA, whereas the discharge current is only 11 μ A, typically. This allows relatively small capacitor values to be used—0.1 μ F is generally recommended.

Normally the signal source for the LM1881 is assumed to be clean and relatively noise-free, but some sources may have excessive video peaking, causing high frequency video and chroma components to extend below the black level reference. Some video discs keep the chroma burst pulse present throughout the vertical blanking period so that the burst actually appears on the sync tips for three line periods instead of at black level. A clean composite sync signal can be generated from these sources by filtering the input signal. When the source impedance is low, typically 75 Ω , a 620 Ω resistor in series with the source and a 510 pF capacitor to ground will form a low pass filter with a corner frequency of 500 kHz. This bandwidth is more than sufficient to pass the sync pulse portion of the waveform; however, any subcarrier content in the signal will be attenuated by almost 18 dB, effectively taking it below the comparator threshold. Filtering will also help if the source is contaminated with thermal noise. The output waveforms will become delayed

from between 40 ns to as much as 200 ns due to this filter. This much delay will not usually be significant but it does contribute to the sync delay produced by any additional signal processing. Since the original video may also undergo processing, the need for time delay correction will depend on the total system, not just the sync stripper.

VERTICAL SYNC OUTPUT

A vertical sync output is derived by internally integrating the composite sync waveform (*Figure 3*). Horizontal sync pulses are not able to charge the integrating capacitor sufficiently because of their short duty cycle, but when the vertical retrace interval is reached, the broad serrated pulse charges the capacitor past a fixed threshold. Once the threshold is reached, the next serration in the sync waveform triggers an R-S flipflop and starts the vertical output pulse at Pin 3. Simultaneously an internal oscillator begins clocking a counter. When a count of eight is reached the vertical output pulse is terminated and the circuit resets. Both the time required to reach the integrator threshold and the period of the oscillator are programmed by an external resistor at Pin 6. For an N.T.S.C. signal with 32 μ s between serrations, a 680 k Ω resistor will ensure the vertical output pulse will start coincident with the leading edge of the first vertical serration (*Figure 2c*). If the resistor value gets too small it becomes possible for the oscillator circuit to time out before the input vertical sync period has ended. When this is the case, the sequence will repeat and a double vertical output pulse will appear. Therefore, the resistor value for a given horizontal scan rate is chosen small enough to trigger the vertical output pulse on the first serration yet not so small as to give a double pulse, rather than attempting to choose a value that gives a specific output pulse width. If the incoming vertical sync is not serrated, the integrating capacitor is allowed to charge to a second threshold which automatically initiates the vertical output pulse sequence. In this instance, the start of the vertical pulse as well as the pulse period will be dependent on the resistor value.

ODD/EVEN FIELD PULSE

An unusual feature of LM1881 is an output level from Pin 7 that identifies the video field present at the input to the LM1881. This can be useful in frame memory storage applications or in extracting test signals that occur only in alternate fields. For a composite video signal that is interlaced, one of the two fields that make up each video frame or picture must have a half horizontal scan line period at the end of the vertical scan—i.e., at the bottom of the picture. This is called the "odd field" or "field 1". The "even field" or "field 2" has a complete horizontal scan line at the end of the field. An odd field starts on the leading edge of the first equalizing pulse, whereas the even field starts on the leading edge of the second equalizing pulse of the vertical retrace interval. *Figure 2(a)* shows the end of the even field and the start of the odd field.

To detect the odd/even fields the LM1881 again integrates the composite sync waveform (*Figure 3*). A capacitor is charged during the period between sync pulses and discharged when the sync pulse is present. The period between normal horizontal sync pulses is enough to allow the capacitor voltage to reach a threshold level of a comparator that clears a flipflop which is also being clocked by the sync waveform. When the vertical interval is reached, the shorter integration time between equalizing pulses prevents this

Application Notes (Continued)

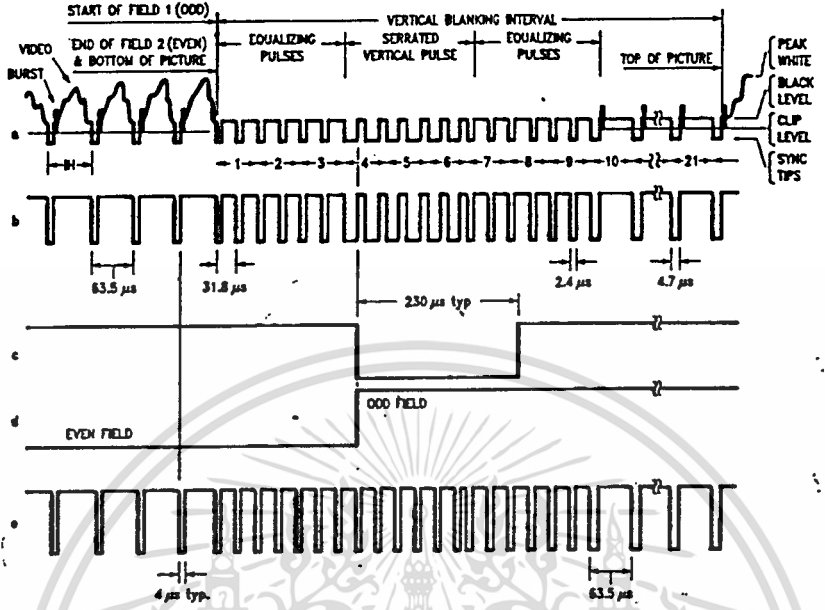
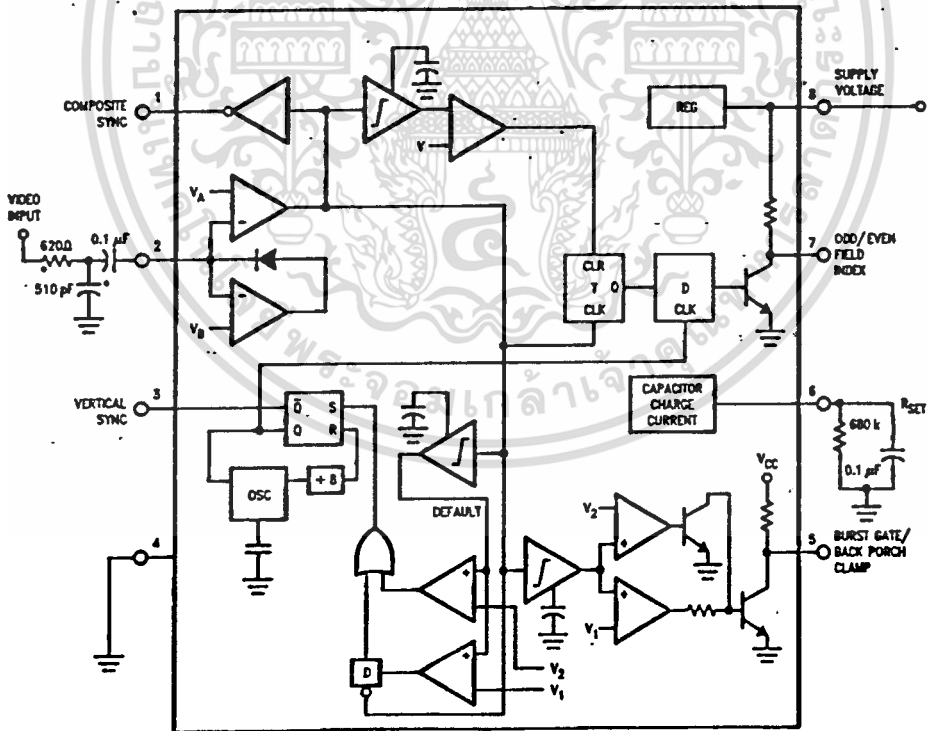


FIGURE 2. (a) Composite Video; (b) Composite Sync; (c) Vertical Output Pulse; (d) Odd/Even Field Index; (e) Burst Gate/Back Porch Clamp

TL/H/9150-3



*Components Optional, See Text

TL/H/9150-4

FIGURE 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Application Notes (Continued)

threshold from being reached and the Q output of the flip-flop is toggled with each equalizing pulse. Since the half line period at the end of the odd field will have the same effect as an equalizing pulse period, the Q output will have a different polarity on successive fields. Thus by comparing the Q polarity with the vertical output pulse, an odd/even field index is generated. Pin 7 remains low during the even field and high during the odd field.

BURST/BACKPORCH OUTPUT PULSE

In a composite video signal, the chroma burst is located on the backporch of the horizontal blanking period. This period, approximately 4.8 μs long, is also the black level reference for the subsequent video scan line. The LM1881 generates a pulse at Pin 5 that can be used either to retrieve the chroma burst from the composite video signal (thus providing a subcarrier synchronizing signal) or as a clamp for the DC restoration of the video waveform. This output is obtained simply by charging an internal capacitor starting on the trailing edge of the horizontal sync pulses. Simultaneously the output of Pin 5 is pulled low and held until the capacitor charge circuit times out—4 μs later. A shorter output burst pulse can be derived by differentiating the burst output using a series C-R network. This may be necessary in applications which require high horizontal scan rates in combination with normal (60–120 Hz) vertical scan rates.

APPLICATIONS

Apart from extracting a composite sync signal free of video information, the LM1881 outputs allow a number of interesting applications to be developed. As mentioned above, the burst gate/backporch clamp pulse allows DC restoration of the original video waveform for display or remodulation on an R.F. carrier, and retrieval of the color burst for color synchronization and decoding into R.G.B. components. For frame memory storage applications, the odd/even field level allows identification of the appropriate field ensuring the correct read or write sequence. The vertical pulse output is particularly useful since it begins at a precise time—the rising edge of the first vertical serration in the sync waveform. This means that individual lines within the vertical blanking period (or anywhere in the active scan line period) can easily be extracted by counting the required number of transitions in the composite sync waveform following the start of the vertical output pulse.

The vertical blanking interval is proving popular as a means to transmit data which will not appear on a normal T.V. receiver screen. Data can be inserted beginning with line 10 (the first horizontal scan line on which the color burst appears) through to line 21. Usually lines 10 through 13 are not used which leaves lines 14 through 21 for inserting signals, which may be different from field to field. In the U.S., line 19 is normally reserved for a vertical interval reference

signal (VIRS) and line 21 is reserved for closed caption data for the hearing impaired. The remaining lines are used in a number of ways. Lines 17 and 18 are frequently used during studio processing to add and delete vertical interval test signals (VITS) while lines 14 through 18 and line 20 can be used for Videotex/Teletext data. Several institutions are proposing to transmit financial data on line 17 and cable systems use the available lines in the vertical interval to send decoding data for descrambler terminals.

Since the vertical output pulse from the LM1881 coincides with the leading edge of the first vertical serration, sixteen positive or negative transitions later will be the start of line 14 in either field. At this point simple counters can be used to select the desired line(s) for insertion or deletion of data.

VIDEO LINE SELECTOR

The circuit in *Figure 4* puts out a single video line according to the binary coded information applied to line select bits b0–b7. A line is selected by adding two to the desired line number, converting to a binary equivalent and applying the result to the line select inputs. The falling edge of the LM1881's vertical pulse is used to load the appropriate number into the counters (MM74C193N) and to set a start count latch using two NAND gates. Composite sync transitions are counted using the borrow out of the desired number of counters. The final borrow out pulse is used to turn on the analog switch (CD4066BC) during the desired line. The falling edge of this signal also resets the start count latch, thereby terminating the counting.

The circuit, as shown, will provide a single line output for each field in an interlaced video system (television) or a single line output in each frame for a non-interlaced video system (computer monitor). When a particular line in only one field of an interlaced video signal is desired, the odd/even field index output must be used instead of the vertical output pulse (invert the field index output to select the odd field). A single counter is needed for selecting lines 3 to 14; two counters are needed for selecting lines 15 to 253; and three counters will work for up to 2046 lines. An output buffer is required to drive low impedance loads.

MULTIPLE CONTIGUOUS VIDEO LINE SELECTOR WITH BLACK LEVEL RESTORATION

The circuit in *Figure 5* will select a number of adjoining lines starting with the line selected as in the previous example. Additional counters can be added as described previously for either higher starting line numbers or an increased number of contiguous output lines. The back porch pulse output of the LM1881 is used to gate the video input's black level through a low pass filter (10 k Ω , 10 μF) providing black level restoration at the video output when the output selected line(s) is not being gated through.

Typical Applications

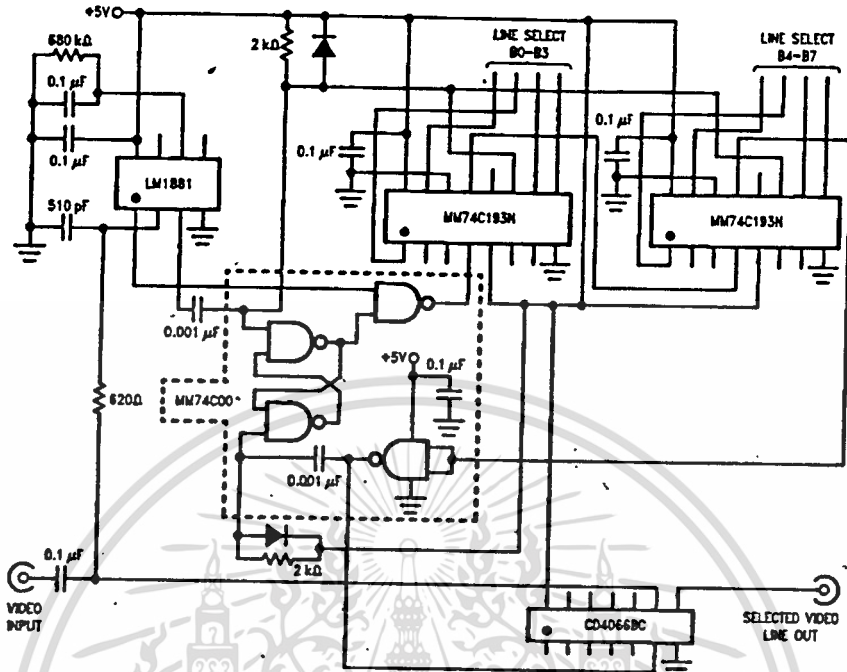


FIGURE 4. Video Line Selector

TL74/0150-5

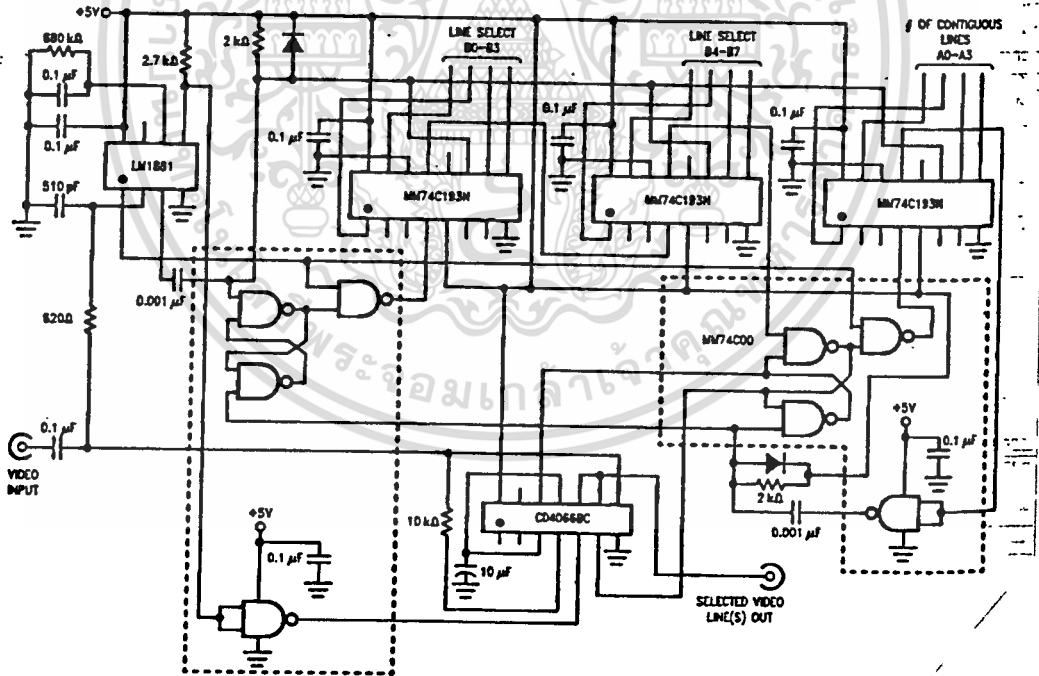
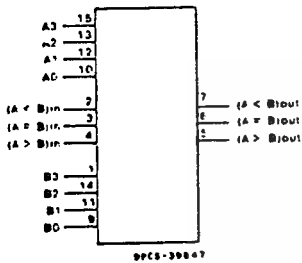


FIGURE 5. Multiple Contiguous Video Line Selector With Black Level Restoration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CMOS High-Speed CMOS Logic

4-Bit Magnitude Comparator



Type Features:

- Buffered inputs and outputs
- Typical propagation delay = 13 ns (Data to Output)
@ $V_{CC} = 5V$, $C_L = 15 pF$, $T_A = 25^\circ C$
- Serial or Parallel expansion without external gating.

FUNCTIONAL DIAGRAM

The RCA-CD54/74HC/HCT85 are high-speed magnitude comparators that use silicon-gate CMOS technology to achieve operating speeds similar to LSTTL with the low power consumption of standard CMOS integrated circuits.

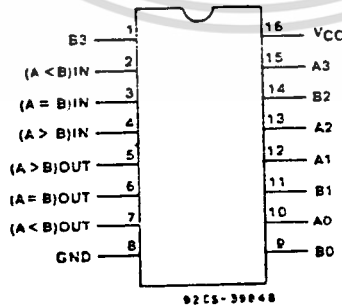
These 4-bit devices compare two binary, BCD, or other monotonic codes and present the three possible magnitude results at the outputs ($A > B$, $A < B$, and $A = B$). The 4-bit input words are weighted (A_0 to A_3 and B_0 to B_3), where A_3 and B_3 are the most significant bits.

The HC/HCT85 are expandable without external gating, in both serial and parallel fashion. The upper part of the truth table indicates operation using a single device or devices in a serially-expanded application. The parallel expansion scheme is described by the last three entries in the truth table. Circuits for serial and parallel comparison of 12 bits are shown in figures 2 and 3, respectively.

The CD54HC/HCT85 are supplied in 16-lead ceramic dual-in-line packages (F suffix). The CD74HC/HCT85 are supplied in 16-lead dual-in-line plastic packages (E suffix) and in 16-lead dual-in-line surface mount plastic packages (M suffix). Both types are also available in chip form (H suffix).

Family Features:

- Fanout (Over Temperature Range):
Standard Outputs - 10 LSTTL Loads
Bus Driver Outputs - 15 LSTTL Loads
- Wide Operating Temperature Range:
CD74HC/HCT/HCU: -40 to $-85^\circ C$
- Balanced Propagation Delay and Transition Times
- Significant Power Reduction Compared to LSTTL Logic ICs
- Alternate Source is Philips' Signetics
- CD54HC/CD74HC Types:
2 to 6 V Operation
High Noise Immunity:
 $N_{IL} = 30\%$, $N_{IH} = 30\%$ of V_{CC} ; @ $V_{CC} = 5 V$
- CD54HCT/CD74HCT Types:
4.5 to 5.5 V Operation
Direct LSTTL Input: Logic Compatibility
 $V_{IL} = 0.8 V$ Max., $V_{IH} = 2 V$ Min.
CMOS Input Compatibility $I_i \leq 1 \mu A$ @ V_{OL} , V_{OH}



TERMINAL ASSIGNMENT

Trademark(s)* Registered
Marca(s) Registrada(s)
Printed in USA/1-86

Information furnished by RCA is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by RCA for its use nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of RCA.

File Number 1770

MAXIMUM RATINGS, Absolute-Maximum Values:

DC SUPPLY-VOLTAGE, (V_{CC}):

(Voltages referenced to ground)

DC INPUT DIODE CURRENT, I_{IK} (FOR $V_i < -0.5$ V OR $V_i > V_{CC} + 0.5$ V)	± 20 mA
DC OUTPUT DIODE CURRENT, I_{OZ} (FOR $V_o < -0.5$ V OR $V_o > V_{CC} + 0.5$ V)	± 20 mA
DC DRAIN CURRENT, PER OUTPUT (I_o) (FOR -0.5 V $< V_o < V_{CC} + 0.5$ V)	± 25 mA
DC V_{CC} OR GROUND CURRENT (I_{CC})	± 50 mA

POWER DISSIPATION PER PACKAGE (P_D):

For $T_A = -40$ to $+60^\circ\text{C}$ (PACKAGE TYPE E)	.....	500 mW
For $T_A = +60$ to -85°C (PACKAGE TYPE E)	.....	Derate Linearly at 8 mW/ $^\circ\text{C}$ to 300 mW
For $T_A = -55$ to -100°C (PACKAGE TYPE F, H)	.....	500 mW
For $T_A = -100$ to $+125^\circ\text{C}$ (PACKAGE TYPE F, H)	.....	Derate Linearly at 8 mW/ $^\circ\text{C}$ to 300 mW
For $T_A = -40$ to $+70^\circ\text{C}$ (PACKAGE TYPE M)	.....	400 mW
For $T_A = -70$ to $+125^\circ\text{C}$ (PACKAGE TYPE M)	.....	Derate Linearly at 6 mW/ $^\circ\text{C}$ to 70 mW

OPERATING-TEMPERATURE RANGE (T_A):

PACKAGE TYPE F, H	.....	-55 to -125°C
PACKAGE TYPE E, M	.....	-40 to $+85^\circ\text{C}$

STORAGE TEMPERATURE (T_{stg}):

.....	-65 to -150°C
-------	-------	-------------------------------

LEAD TEMPERATURE (DURING SOLDERING):

At distance 1/16 to 1/32 in. (1.59 to 0.79 mm) from case for 10 s max	.....	$+265^\circ\text{C}$
Unit inserted into a PC Board (min. thickness 1/16 in., 1.59 mm)	.....
with solder contacting lead tips only	.....	$+300^\circ\text{C}$

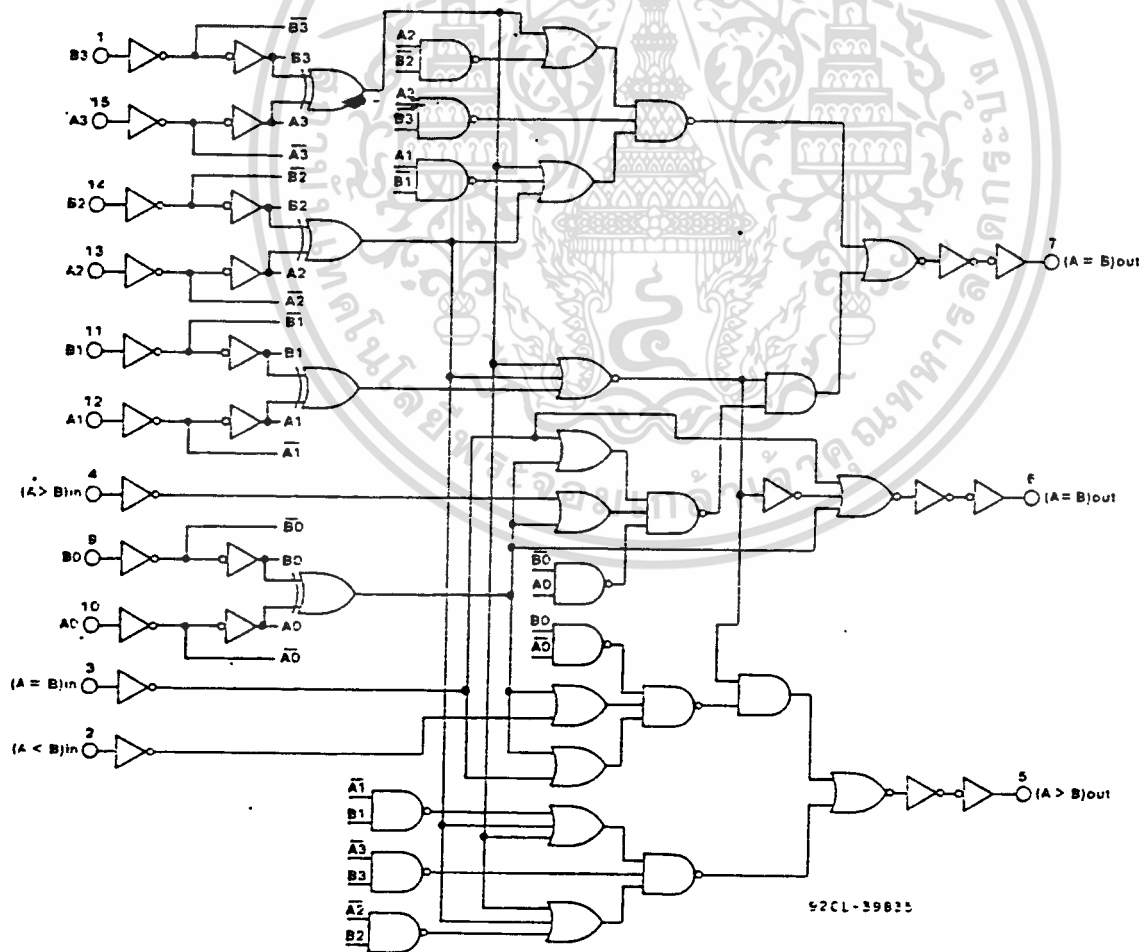


Fig. 1 - Logic diagram

TRUTH TABLE

Comparing Inputs				Cascading Inputs			Outputs		
A3, B3	A2, B2	A1, B1	A0, B0	A > B	A < B	A = B	A > B	A < B	A = B
A3 > B3	X	X	X	X	X	X	H	L	L
A3 < B3	X	X	X	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 > B2	X	X	X	X	X	H	L	L
A3 = B3	A2 < B2	X	X	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 > B1	X	X	X	X	H	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 < B1	X	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 > B0	X	X	X	H	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 < B0	X	X	X	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	H	L	L	H	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	H	L	L	H	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	L	H	L	L	H
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	X	X	H	L	L	H
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	H	H	L	L	L	L
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	L	L	L	H	H	L

single device
or
series cascading

parallel cascading

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS:

For maximum reliability, nominal operating conditions should be selected so that operation is always within the following ranges:

CHARACTERISTIC	LIMITS		UNITS
	MIN.	MAX.	
Supply-Voltage Range (For T _A = Full Package-Temperature Range) V _{CC} * CD54/74HC Types CD54/74HCT Types	2 4.5	6 5.5	V
DC Input or Output Voltage V _I , V _O	0	V _{CC}	V
Operating Temperature T _A : CD74 Types CD54 Types	-40 -55	+85 -125	°C
Input Rise and Fall Times t _r , t _f : at 2 V at 4.5 V at 6 V	0 0 0	1000 500 400	ns

*Unless otherwise specified, all voltages are referenced to Ground.

OPERATING AND HANDLING CONSIDERATIONS

1. Handling

All inputs and outputs of RCA CMOS/OMOS devices have a network for electrostatic protection during handling. Recommended handling practices for CMOS/OMOS devices are similar to those described in ICAN-6525. "Guide to Better Handling and Operation of CMOS Integrated Circuits."

2. Operating

Operating Voltage

During operation near the maximum supply voltage limit, care should be taken to avoid or suppress power supply turn-on and turn-off transients, power supply ripple, or ground noise; any of these conditions must not cause V_{CC} — Gnd to exceed the absolute maximum rating.

Input Signals

To prevent damage to the input protection circuit, input signals should never be greater than V_{CC} nor less than Gnd. Input currents must not exceed 20 mA even when the power supply is off.

Unused Inputs

A connection must be provided at every input terminal. All unused input terminals must be connected to either V_{CC} or Gnd, whichever is appropriate.

Output Short Circuits

Shorting of outputs to V_{CC} or Gnd may damage CMOS/OMOS devices by exceeding the maximum device dissipation.

STATIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

CHARACTERISTIC	CD74HC85/CD54HC85										CD74HCT85/CD54HCT85										UNITS		
	TEST CONDITIONS			74HC/54HC TYPES			74HC TYPES		54HC TYPES			TEST CONDITIONS		74HCT/54HCT TYPES			74HCT TYPES		54HCT TYPES				
	V _i V	I _c mA	V _{cc} V	+25°C			-40/ -85°C		-55/ -125°C			V _i V	V _{cc} V	+25°C			-40/ -85°C		-55/ +125°C				
				Min	Typ	Max	Min	Max	Min	Max	Min			Typ	Max	Min	Max	Min	Max				
High-Level Input Voltage V _{ih}			2	1.5	—	—	1.5	—	1.5	—	—	4.5			2	—	—	2	—	2	—	V	
			4.5	3.15	—	—	3.15	—	3.15	—	—	10			—	—	—	—	—	—	—	V	
			6	4.2	—	—	4.2	—	4.2	—	—	5.5										V	
Low-Level Input Voltage V _{il}			2	—	—	0.5	—	0.5	—	0.5	—	4.5			—	—	0.8	—	0.8	—	0.8	—	V
			4.5	—	—	1.35	—	1.35	—	1.35	—	10			—	—	—	—	—	—	—	—	V
			6	—	—	1.8	—	1.8	—	1.8	—	5.5											V
High-Level Output Voltage V _{oh}	V _{ih}	-0.02	2	1.9	—	—	1.9	—	1.9	—	V _{ih}												V
	or		4.5	4.4	—	—	4.4	—	4.4	—	—	4.5	4.4	—	—	4.4	—	4.4	—	4.4	—	—	V
CMOS Loads	V _{ih}		6	5.9	—	—	5.9	—	5.9	—	V _{ih}												
TTL Loads	V _{ih}										V _{ih}												V
	or	-4	4.5	3.96	—	—	3.84	—	3.7	—	or	4.5	3.96	—	—	3.84	—	3.7	—	—	—	—	V
	V _{ih}	-5.2	6	5.48	—	—	5.34	—	5.2	—	V _{ih}												V
Low-Level Output Voltage V _{ol}	V _{ih}	0.02	2	—	—	0.1	—	0.1	—	0.1	V _{ih}												V
	or		4.5	—	—	0.1	—	0.1	—	0.1	—	or	4.5	—	—	0.1	—	0.1	—	0.1	—	—	V
CMOS Loads	V _{ih}		6	—	—	0.1	—	0.1	—	0.1	—	V _{ih}											
TTL Loads	V _{ih}										V _{ih}												V
	or	4	4.5	—	—	0.26	—	0.33	—	0.4	or	4.5	—	—	0.26	—	0.33	—	0.4	—	—	—	V
	V _{ih}	5.2	6	—	—	0.26	—	0.33	—	0.4	V _{ih}												V
Input Leakage Current I _i	V _{cc}		6	—	—	±0.1	—	±1	—	±1	Any Voltage Between V _{cc} and Gnd	5.5	—	—	±0.1	—	±1	—	±1	—	±1	—	μA
	or																						μA
	Gnd																						μA
Quiescent Device Current I _{cc}	V _{cc}		6	—	—	6	—	80	—	160	V _{cc}	5.5	—	—	8	—	80	—	160	—	—	—	μA
	or	0									or												μA
	Gnd										Gnd												μA
Additional: Quiescent Device Current per input pin 1 unit load ΔI _{cc} *											V _{cc} - 2.1	4.5 10 5.5	—	100	360	—	450	—	490	—	—	—	μA

* For dual-supply systems theoretical worst case (V_i = 2.4 V, V_{cc} = 5.5 V) specification is 1.8 mA

HCT Input Loading Table

Input	Unit Loads*
A0-A3, B0-B3 and (A=B) in	1.5
(A>B) in, (A<B) in	1

*Unit Load is ΔI_{cc} limit specified in Static Characteristics Chart, e.g., 360 μA max. @ 25°C.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SWITCHING CHARACTERISTICS (V_{cc} = 5 V, T_a 25°C, Input t_r, t_f = 6 ns)

CHARACTERISTIC	C _L (pF)	TYPICAL		UNITS
		54/74HC	54/74HCT	
Propagation Delay An, Bn to (A>B)out, (A<B)out	15	13	15	ns
An, Bn to (A=B) out t _{PLH}		14	17	ns
(A>B)in, (A<B)in, (A=B)in to (A>B)out, (A<B)out t _{PHL}		11	12	ns
(A=B) in to (A=B)out		9	13	ns
Power Dissipation Capacitance* C _{PD}	—	24	26	pF

*C_{PD} is used to determine the dynamic power consumption, per package.
 P_D = V_{cc} * I_I (C_{PD} * C_L) where f_i = input frequency
 C_L = output load capacitance
 V_{cc} = supply voltage

SWITCHING CHARACTERISTICS (C_L = 50 pF, Input t_r, t_f = 6 ns)

CHARACTERISTIC	TEST CONDITION V _{cc} V	LIMITS												UNITS	
		25°C				-40°C to +85°C				-55°C to +125°C					
		HC		HCT		74HC		74HCT		54HC		54HCT			
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max		
Propagation Delay An, Bn to (A>B)out, t _{PLH} (A<B)out, t _{PHL}	2	—	165	—	—	—	205	—	—	—	250	—	—	ns	
	4.5	—	33	—	36	—	41	—	45	—	50	—	54		
	6	—	28	—	—	—	35	—	—	—	43	—	—		
An, Bn to (A=B)out	2	—	175	—	—	—	240	—	—	—	265	—	—	ns	
	4.5	—	35	—	40	—	44	—	50	—	53	—	60		
	6	—	30	—	—	—	37	—	—	—	45	—	—		
(A>B)in, (A<B)in, (A=B)in to (A>B)out, (A<B)out	2	—	140	—	—	—	175	—	—	—	210	—	—	ns	
	4.5	—	28	—	30	—	35	—	38	—	42	—	45		
	6	—	24	—	—	—	30	—	—	—	36	—	—		
(A=B)in to (A=B)out	2	—	120	—	—	—	150	—	—	—	180	—	—	ns	
	4.5	—	24	—	31	—	30	—	39	—	36	—	47		
	6	—	20	—	—	—	26	—	—	—	31	—	—		
Output Transition Time	t _{PLH}	2	—	75	—	—	95	—	—	—	110	—	—	ns	
	t _{PHL}	4.5	—	15	—	15	—	19	—	19	—	22	—		22
	6	—	13	—	—	—	16	—	—	—	19	—	—		
Input Capacitance	C _I	—	—	10	—	10	—	10	—	10	—	10	—	pF	

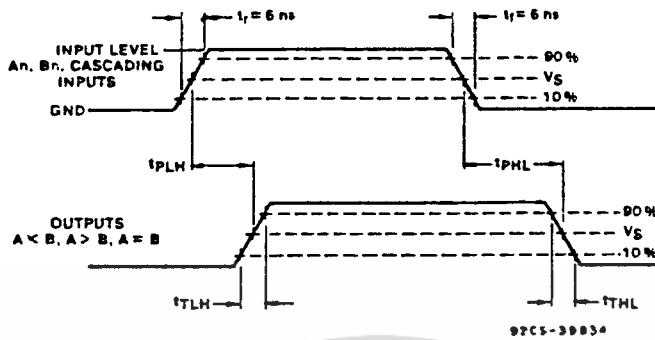
ORDERING INFORMATION

RCA CMOS/DMOS device packages are identified by letters indicated in the following chart. When ordering a CMOS/DMOS device, it is important that the appropriate suffix letter be affixed to the type number of the device.

Package	Suffix Letter
Dual-In-Line Plastic	E
Dual-In-Line Frit-Seal Ceramic	F
Dual-In-Line Surface Mount Plastic	M
Chip	H

The CD54HC/HCT series is supplied in dual-in-line frit-seal ceramic packages (F suffix). The CD74HC/HCT series is supplied in dual-in-line plastic packages (E suffix) and in dual-in-line surface mount plastic packages (M suffix). Both series are supplied in chip form (H suffix).

For example, a CD54HC85 will be identified as the CD54HC85F. The CD74HC85 will be identified as the CD74HC85E.



	54/74HC	54/74HCT
Input Level	V _{CC}	3 V
Switching Voltage, V _s	50% V _{CC}	1.3 V

Fig. 2 - Transition times, propagation delay times

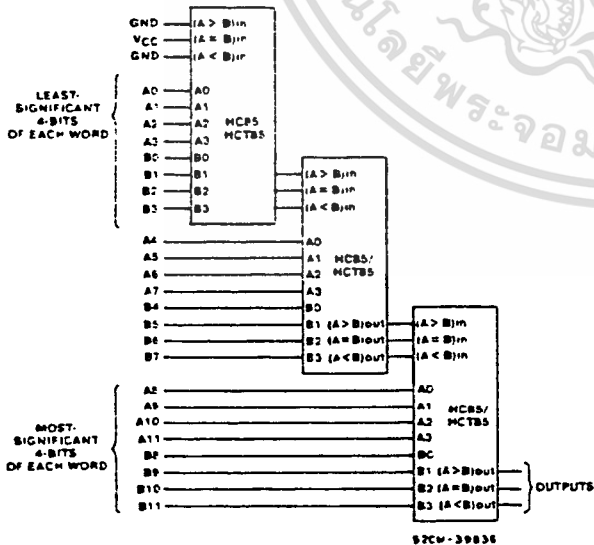


Fig. 3 - Series-cascading-comparing 12-bit words

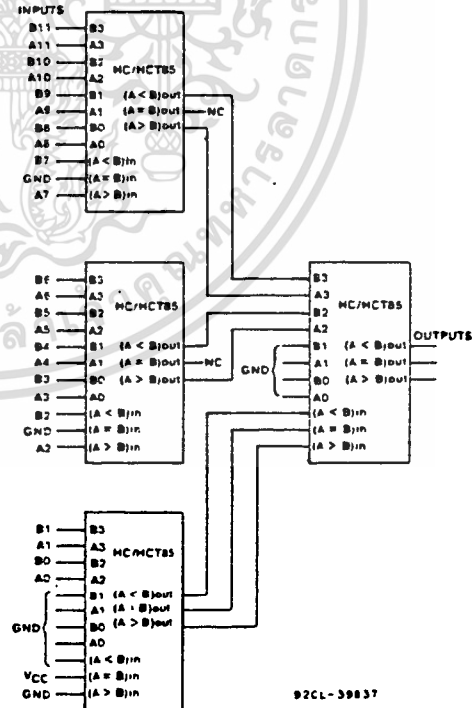


Fig. 4 - Parallel-cascading-comparing 12-bit words



MM54C160/MM74C160 Decade Counter with Asynchronous Clear
MM54C161/MM74C161 Binary Counter with Asynchronous Clear
MM54C162/MM74C162 Decade Counter with Synchronous Clear
MM54C163/MM74C163 Binary Counter with Synchronous Clear

general description

These (synchronous presettable up) counters are monolithic complementary MOS (CMOS) integrated circuits constructed with N and P channel enhancement mode transistors. They feature an internal carry lookahead for fast counting schemes and for cascading packages without additional gating.

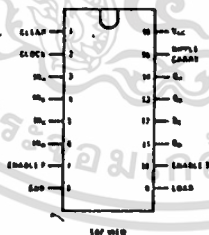
A low level at the load input disables counting and causes the outputs to agree with the data input after the next positive clock edge. The clear function for the C162 and C163 is synchronous and a low level at the clear input sets all four outputs low after the next positive clock edge. The clear function for the C160 and C161 is asynchronous and a low level at the clear input sets all four outputs low regardless of the state of the clock.

Counting is enabled when both count enable inputs are high. Input T is fed forward to also enable the carry out. The carry output is a positive pulse with a duration approximately equal to the positive portion of Q_A and can be used to enable successive cascaded stages. Logic transitions at the enable P or T inputs can occur when the clock is high or low.

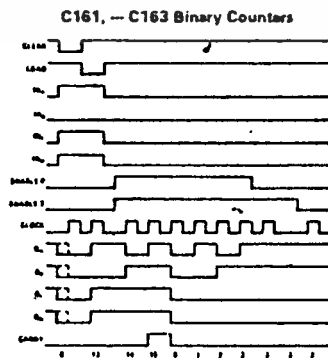
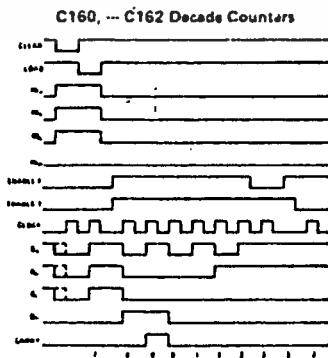
features

- High noise margin 1V guaranteed
- High noise immunity 0.45 V_{CC} typ
- Tenth power TTL drives 2 LPTTL loads compatible
- Wide supply voltage range 3V to 15V
- Internal look-ahead for fast counting schemes
- Carry output for N-bit cascading
- Load control line
- Synchronously programmable

connection diagram



logic waveforms



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

absolute maximum ratings

Voltage At Any Pin (Note 1) -0.3V to $V_{CC} + 0.3V$
 Operating Temperature MM54C160/17/13 -55°C to +125°C
 MM74C160/17/13 -40°C to +85°C
 Storage Temperature -65°C to +150°C

Maximum V_{CC} Voltage 18V
 Package Dissipation 500mW
 Operating V_{CC} Range +3V to +15V
 Lead Temperature (Soldering, 10 sec.) 300°C

electrical characteristics

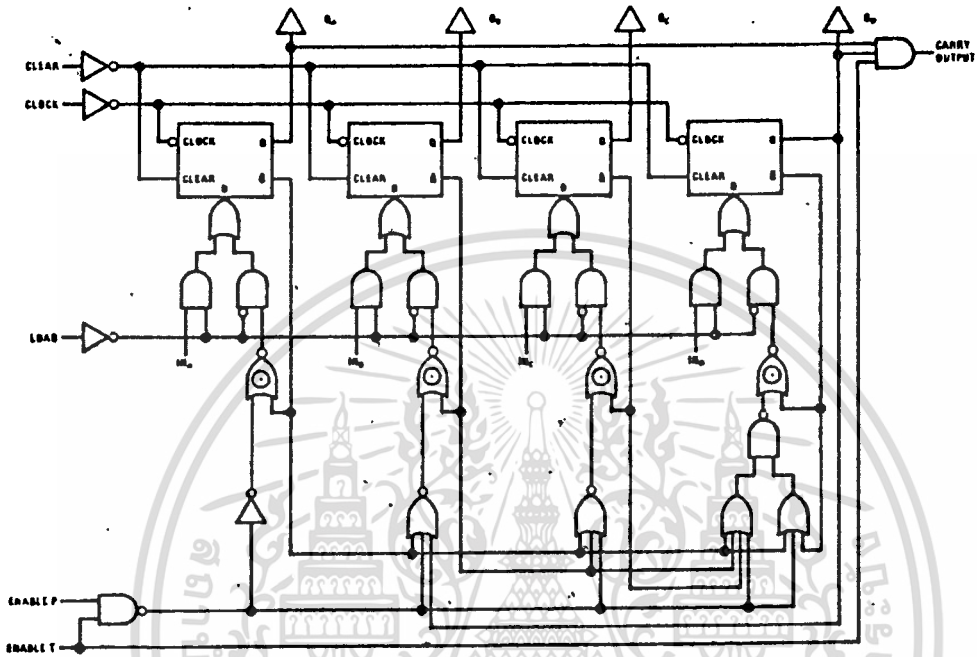
Min/Max limits apply across temperature range unless otherwise specified.

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
CMOS to CMOS					
Logical "1" Input Voltage $V_{IN(1)}$	$V_{CC} = 5V$ $V_{CC} = 10V$	3.5 8.0			V V
Logical "0" Input Voltage $V_{IN(0)}$	$V_{CC} = 5V$ $V_{CC} = 10V$			1.5 2.0	V V
Logical "1" Output Voltage $V_{OUT(1)}$	$V_{CC} = 5V, I_O = -10\mu A$ $V_{CC} = 10V, I_O = -10\mu A$	4.5 9.0			V V
Logical "0" Output Voltage $V_{OUT(0)}$	$V_{CC} = 5V, I_O = +10\mu A$ $V_{CC} = 10V, I_O = +10\mu A$			0.5 1.0	V V
Logical "1" Input Current $I_{IN(1)}$	$V_{CC} = 15V, V_{IN} = 15V$		0.005	1.0	μA
Logical "0" Input Current $I_{IN(0)}$	$V_{CC} = 15V, V_{IN} = 0V$	-1.0	-0.005		μA
Supply Current I_{CC}	$V_{CC} = 15V$		0.05	300	μA
Input Capacitance	Any Input		5		pF
Propagation Delay Time from Clock to Q_{pd0} or t_{pd1}	$V_{CC} = 5V, C_L = 50pF, T_A = 25^\circ C$ $V_{CC} = 10V, C_L = 50pF, T_A = 25^\circ C$		250 100	400 160	ns ns
Propagation Delay Time from Clock to Carry Out t_{pd0} or t_{pd1}	$V_{CC} = 5V, C_L = 50pF, T_A = 25^\circ C$ $V_{CC} = 10V, C_L = 50pF, T_A = 25^\circ C$		290 120	450 190	ns ns
Propagation Delay Time from T Enable to Carry Out t_{pd0} or t_{pd1}	$V_{CC} = 5V, C_L = 50pF, T_A = 25^\circ C$ $V_{CC} = 10V, C_L = 50pF, T_A = 25^\circ C$		180 70	290 120	ns ns
Propagation Time from Clear to Q_{pd0} (C160 and C161 only)	$V_{CC} = 5V, C_L = 50pF, T_A = 25^\circ C$ $V_{CC} = 10V, C_L = 50pF, T_A = 25^\circ C$		190 80	300 150	ns ns
Time Prior to Clock that Data or Load Must be Present t_{SETUP}	$V_{CC} = 5V, C_L = 50pF, T_A = 25^\circ C$ $V_{CC} = 10V, C_L = 50pF, T_A = 25^\circ C$		120 30		ns ns
Time Prior to Clock that Enable P or T Must be Present t_{SETUP}	$V_{CC} = 5V, C_L = 50pF, T_A = 25^\circ C$ $V_{CC} = 10V, C_L = 50pF, T_A = 25^\circ C$		170 70	280 120	ns ns
Time Prior to Clock that Clear Must be Present t_{SETUP} (162, 163 only)	$V_{CC} = 5V, C_L = 50pF, T_A = 25^\circ C$ $V_{CC} = 10V, C_L = 50pF, T_A = 25^\circ C$		120 50	190 80	ns ns
Minimum Clock Pulses Width t_{WL} or t_{WH}	$V_{CC} = 5V, C_L = 50pF, T_A = 25^\circ C$ $V_{CC} = 10V, C_L = 50pF, T_A = 25^\circ C$		90 35	170 70	ns ns
Maximum Clock Rise or Fall Time	$V_{CC} = 5V, C_L = 50pF, T_A = 25^\circ C$ $V_{CC} = 10V, C_L = 50pF, T_A = 25^\circ C$			15 5.0	μs μs
Maximum Clock Frequency	$V_{CC} = 5V, C_L = 50pF, T_A = 25^\circ C$ $V_{CC} = 10V, C_L = 50pF, T_A = 25^\circ C$	2.0 5.5	3.0 8.5		MHz MHz
CMOS/LPTTL INTERFACE					
Logical "1" Input Voltage 54C	$V_{CC} = 4.5V$	$V_{CC} - 1.5$			V
74C	$V_{CC} = 4.75V$	$V_{CC} - 1.5$			V
Logical "0" Input Voltage 54C	$V_{CC} = 4.5V$			0.8	V
74C	$V_{CC} = 4.75V$			0.8	V
Logical "1" Output Voltage 54C	$V_{CC} = 4.5V, I_O = -360\mu A$	2.4			V
74C	$V_{CC} = 4.75V, I_O = -360\mu A$	2.4			V
Logical "0" Output Voltage 54C	$V_{CC} = 4.5V, I_O = +360\mu A$			0.4	V
74C	$V_{CC} = 4.75V, I_O = +360\mu A$			0.4	V
OUTPUT DRIVE (See 54C/74C Family Characteristics Data Sheet)					
Output Source Current I_{SOURCE}	$V_{CC} = 5V, V_{IN(0)} = 0V, V_{OUT} = 0V, T_A = 25^\circ C$	1.75			mA
Output Source Current I_{SOURCE}	$V_{CC} = 10V, V_{IN(0)} = 0V, V_{OUT} = 0V, T_A = 25^\circ C$	8.0			mA
Output Sink Current I_{SINK}	$V_{CC} = 5V, V_{IN(1)} = 5V, V_{OUT} = V_{CC}, T_A = 25^\circ C$	1.75			mA
Output Sink Current I_{SINK}	$V_{CC} = 10V, V_{IN(1)} = 10V, V_{OUT} = V_{CC}, T_A = 25^\circ C$	8.0			mA

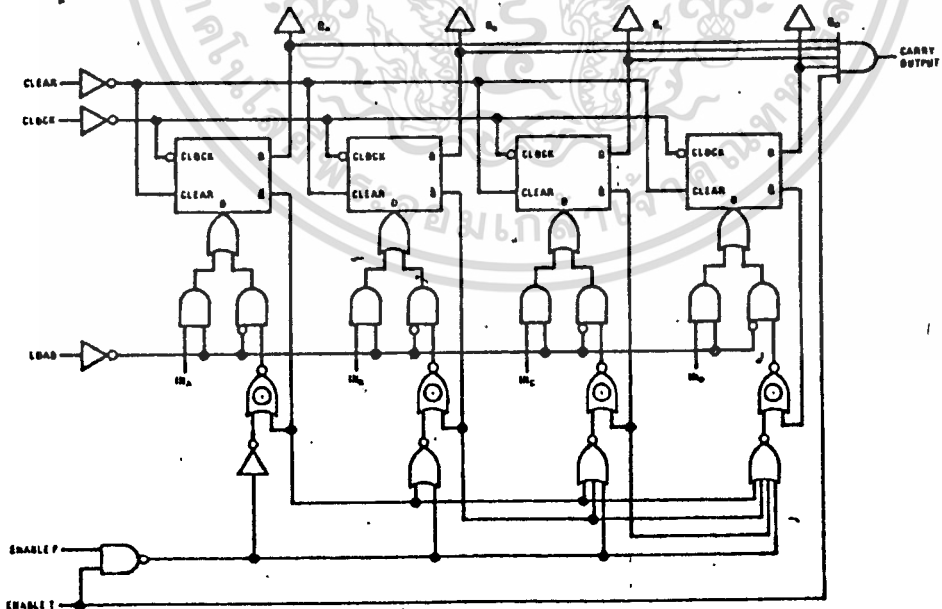
Note 1: This device should not be connected during power on conditions.

logic diagrams

MM74C160, MM74C162; Clear is Synchronous for the MM74C162

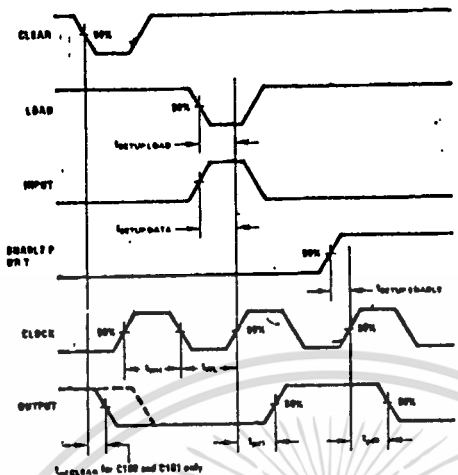


MM74C161, MM74C163; Clear is Synchronous for the MM74C163



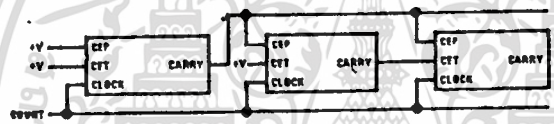
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

switching time waveforms



Note 1: All input pulses are from generators having the following characteristics: $t_r = t_f = 20$ ns PRR ≤ 1 MHz duty cycle $\leq 50\%$, $Z_{out} = 50\Omega$.
 Note 2: All times are measured from 50% to 50%.

cascading packages



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



MM54C221/MM74C221 Dual Monostable Multivibrator

general description

The MM54C221/MM74C221 dual monostable multivibrator is monolithic complementary MOS integrated circuit. Each multivibrator features a negative-transition-triggered input and a positive-transition-triggered input either of which can be used as an inhibit input, and a clear input.

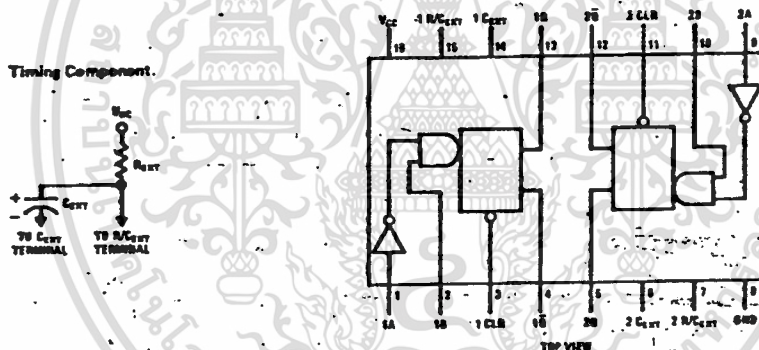
Once fired, the output pulses are independent of further transitions of the A and B inputs and are a function of the external timing components C_{EXT} and R_{EXT} . The pulse width is stable over a wide range of temperature and V_{CC} . Pulse stability will be limited by the accuracy

of external timing components. The pulse width is approximately defined by the relationship $t_{W(OUT)} \approx C_{EXT} R_{EXT}$. For further information and applications, see AN-138.

features

- Wide supply voltage range 4.5V to 15V
- Guaranteed noise margin 1.0V
- High noise immunity 0.45 V_{CC} typ
- Low power fan out of 2 driving 74L
- TTL compatibility

connection diagrams



truth table

INPUTS			OUTPUTS	
CLEAR	A	B	Q	\bar{Q}
L	X	X	L	H
X	H	X	L	H
X	X	L	L	H
H	L	↑	↓	↑
H	↓	H	↑	↓

H = High level
 L = Low level
 ↑ = Transition from low to high
 ↓ = Transition from high to low
 = One high level pulse
 = One low level pulse
 X = Irrelevant

absolute maximum ratings (Note 1)

Voltage at Any Pin	-0.3V to $V_{CC} + 0.3V$	Package Dissipation :	500 mW
Operating Temperature Range		Operating V_{CC} Range	4.5V to 15V
MM54C221	-55°C to +125°C	Absolute Maximum V_{CC}	18V
MM74C221	-40°C to +85°C	$R_{EXT} \geq 80 V_{CC} (\Omega)$	
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C	Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	300°C

dc electrical characteristics Min/max limits apply across temperature range, unless otherwise noted.

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
CMOS TO CMOS					
Logical "1" Input Voltage ($V_{IN(1)}$)	$V_{CC} = 5.0V$ $V_{CC} = 10V$	3.5 8.0			V
Logical "0" Input Voltage ($V_{IN(0)}$)	$V_{CC} = 5.0V$ $V_{CC} = 10V$			1.6 2.0	V
Logical "1" Output Voltage ($V_{OUT(1)}$)	$V_{CC} = 5.0V, I_O = -10\mu A$ $V_{CC} = 10V, I_O = -10\mu A$	4.5 9.0			V
Logical "0" Output Voltage ($V_{OUT(0)}$)	$V_{CC} = 5.0V, I_O = 10\mu A$ $V_{CC} = 10V, I_O = 10\mu A$			0.5 1.0	V
Logical "1" Input Current ($I_{IN(1)}$)	$V_{CC} = 15V, V_{IN} = 15V$		0.005	1.0	μA
Logical "0" Input Current ($I_{IN(0)}$)	$V_{CC} = 15V, V_{IN} = 0V$	-1.0	-0.005		μA
Supply Current (I_{CC}) (Standby)	$V_{CC} = 15V, R_{EXT} = \infty$ Q1, Q2 = Logic 0 (Note 3)		-0.05	300	μA
Supply Current (I_{CC}) (During Output Pulse)	$V_{CC} = 15V, Q1 = \text{Logic 1}$ $Q2 = \text{Logic 0}$ (Figure 4)		15		mA
	$V_{CC} = 5.0V, Q1 = \text{Logic 1}$ $Q2 = \text{Logic 0}$ (Figure 4)		2		mA
Leakage Current at R/C _{EXT} Pin	$V_{CC} = 15V, V_{CEXT} = 5.0V$		0.01	3	μA
CMOS/LPTTL INTERFACE					
Logical "1" Input Voltage ($V_{IN(1)}$) MM54C221 MM74C221	$V_{CC} = 4.5V$ $V_{CC} = 4.75V$	$V_{CC} - 1.5$ $V_{CC} - 1.5$			V
Logical "0" Input Voltage ($V_{IN(0)}$) MM54C221 MM74C221	$V_{CC} = 4.5V$ $V_{CC} = 4.75V$			0.8 0.8	V
Logical "1" Output Voltage ($V_{OUT(1)}$) MM54C221 MM74C221	$V_{CC} = 4.5V, I_O = -360\mu A$ $V_{CC} = 4.75V, I_O = -360\mu A$	2.4 2.4			V
Logical "0" Output Voltage ($V_{OUT(0)}$) MM54C221 MM74C221	$V_{CC} = 4.5V, I_O = 360\mu A$ $V_{CC} = 4.75V, I_O = 360\mu A$			0.4 0.4	V
OUTPUT DRIVE (See 54C/74C Family Characteristics Data Sheet)					
Output Source Current (I_{SOURCE}) (P-Channel)	$V_{CC} = 5.0V, V_{OUT} = 0V$ $T_A = 25^\circ C$	-1.75	-3.3		mA
Output Source Current (I_{SOURCE}) (P-Channel)	$V_{CC} = 10V, V_{OUT} = 0V$ $T_A = 25^\circ C$	-8.0	-15		mA
Output Sink Current (I_{SINK}) (N-Channel)	$V_{CC} = 5.0V, V_{OUT} = V_{CC}$ $T_A = 25^\circ C$	1.75	3.8		mA
Output Sink Current (I_{SINK}) (N-Channel)	$V_{CC} = 10V, V_{OUT} = V_{CC}$ $T_A = 25^\circ C$	8.0	16		mA

ac electrical characteristics $T_A = 25^\circ\text{C}$, $C_L = 50\text{ pF}$, unless otherwise specified.

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Propagation Delay from Trigger Input (A, B) to Output Q, \bar{Q} ($t_{PD(A,B)}$)	$V_{CC} = 5.0\text{V}$		250	500	ns
	$V_{CC} = 10\text{V}$		120	250	ns
Propagation Delay from Clear Input (CL) to Output Q, \bar{Q} (t_{PDCL})	$V_{CC} = 5.0\text{V}$		250	500	ns
	$V_{CC} = 10\text{V}$		120	250	ns
Time Prior to Trigger Input (A,B) that Clear must be set (t_{SET})	$V_{CC} = 5.0\text{V}$	150	50		ns
	$V_{CC} = 10\text{V}$	60	20		ns
Trigger Input (A, B) Pulse Width ($t_{W(A,B)}$)	$V_{CC} = 5.0\text{V}$	150	60		ns
	$V_{CC} = 10\text{V}$	70	30		ns
Clear Input (CL) Pulse Width ($t_{W(CL)}$)	$V_{CC} = 5.0\text{V}$	150	50		ns
	$V_{CC} = 10\text{V}$	70	30		ns
Q or \bar{Q} Output Pulse Width ($t_{W(OUT)}$)	$V_{CC} = 5.0\text{V}$, $R_{EXT} = 10\text{k}$, $C_{EXT} = 0\text{ pF}$		900		ns
	$V_{CC} = 10\text{V}$, $R_{EXT} = 10\text{k}$, $C_{EXT} = 0\text{ pF}$		350		ns
	$V_{CC} = 15\text{V}$, $R_{EXT} = 10\text{k}$, $C_{EXT} = 0\text{ pF}$		320		ns
	$V_{CC} = 5.0\text{V}$, $R_{EXT} = 10\text{k}$, $C_{EXT} = 1000\text{ pF}$ (Figure 1)	9	10.8	12.2	μs
	$V_{CC} = 10\text{V}$, $R_{EXT} = 10\text{k}$, $C_{EXT} = 1000\text{ pF}$ (Figure 1)	9	10	11	μs
	$V_{CC} = 15\text{V}$, $R_{EXT} = 10\text{k}$, $C_{EXT} = 1000\text{ pF}$ (Figure 1)	8.9	9.8	10.8	μs
	$V_{CC} = 5.0\text{V}$, $R_{EXT} = 10\text{k}$, $C_{EXT} = 0.1\mu\text{F}$ (Figure 2)	900	1020	1200	μs
	$V_{CC} = 10\text{V}$, $R_{EXT} = 10\text{k}$, $C_{EXT} = 0.1\mu\text{F}$ (Figure 2)	900	1000	1100	μs
	$V_{CC} = 15\text{V}$, $R_{EXT} = 10\text{k}$, $C_{EXT} = 0.1\mu\text{F}$ (Figure 2)	900	990	1100	μs
	ON Resistance of Transistor Between R/C _{EXT} to C _{EXT} (R_{ON})	$V_{CC} = 5.0\text{V}$ (Note 4)		50	150	$\Omega$
$V_{CC} = 10\text{V}$ (Note 4)			25	65	Ω
$V_{CC} = 15\text{V}$ (Note 4)			16.7	45	Ω
Output Duty Cycle	$R = 10\text{k}$, $C = 1000\text{ pF}$			90	%
	$R = 10\text{k}$, $C = 0.1\mu\text{F}$ (Note 5)			90	%
Input Capacitance (C_{IN})	R/C _{EXT} Input (Note 2)		15	25	pF
	Any Other Input (Note 2)		5		pF

Note 1: "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. Except for "Operating Temperature Range" they are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The table of "Electrical Characteristics" provides conditions for actual device operation.

Note 2: Capacitance is guaranteed by periodic testing.

Note 3: In Standby (Q = Logic 0) the power dissipated equals the leakage current plus V_{CC}/R_{EXT} .

Note 4: See An-138 for detailed explanation of R_{ON} .

Note 5: Maximum output duty cycle = $\frac{R_{EXT}}{R_{EXT} + 1000}$

typical performance characteristics

Figure 1

Typical Distribution of Units for Output Pulse Width

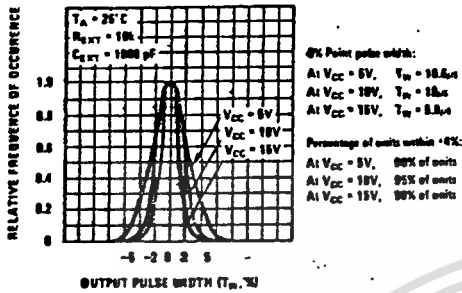


Figure 2

Typical Distribution of Units for Output Pulse Width

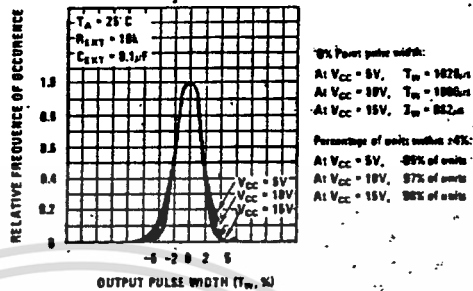


Figure 3

Typical Variation in Output Pulse Width vs Temperature

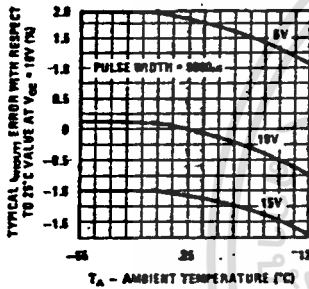
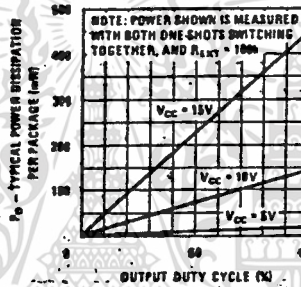
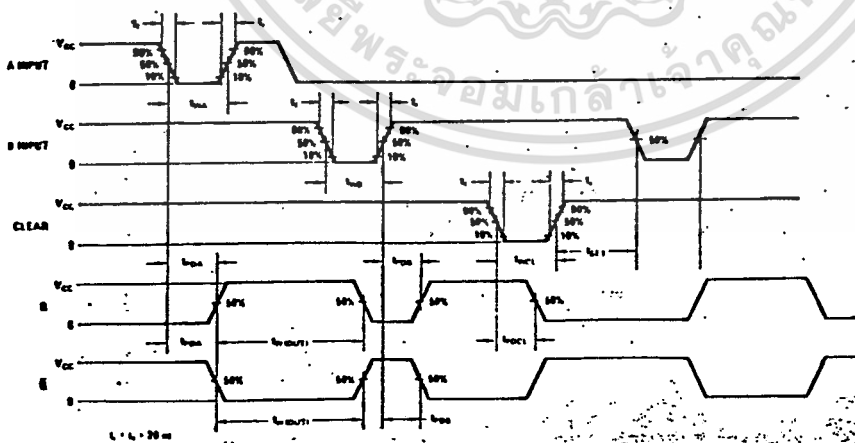


Figure 4

Typical Power Dissipation per Package



switching time waveforms



กิติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำ ขอกราบขอบพระคุณ ผศ. วิชัย สุรพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ที่ได้ช่วยให้คำแนะนำและให้ข้อมูลในการทำโครงการนี้ จนประสบความสำเร็จ
และขอขอบคุณ รัฐบาลประเทศญี่ปุ่นที่ได้มอบเครื่องมือที่จำเป็นในการศึกษาและ
ทำโครงการ ให้กับภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารอ้างอิง

- (1) ผศ.วิชัย สุรพันธ์ , " วิศวกรรมโทรทัศน์ " , คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
- (2) อ.อุทัย ศรีธีระวิโรจน์ , " เครื่องรับโทรทัศน์สี " , คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
- (3) อ.ประกิจ ตั้งติสานนท์ , " ทฤษฎีโทรทัศน์สี " , คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
- (4) C.J.A Kuppens , " VIDEO LINE SELECTOR " ,
ELECTOR ELECTRONICS , 1990