ปีการศึกษา 2532

เครื่องเปลี่ยนโทรทัศน์เป็นออสซิลโลสโคป

TV SCOPE ADAPTOR

โดย

ลง่า ตรีเทวะวงษา

สุทธิพงศ์ แสงเพชร

สุรกิจ เกียรติธนากร

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.สิทธิชัย โภไคยอุดม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2532

ภาควิชาอิเลคทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องเปลี่ยนโทรทัศน์เป็นออสซิลโลสโคป

จัดทำโดย

1. นาย สง่า ตรีเทวะวงษา
2. นาย สุทธิพงศ์ แสงเพชร
3. นาย สุรกิจ เกียรติธนากร

(.....) อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. สิทธิชัย โภไคยอุดม

026987

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

22 พ.ย. 2533

เครื่องเปลี่ยนโทรทัศน์เป็นออสซิลโลสโคป

สง่า ตรีเทวะวงษา 29.1260
สุทธิพงศ์ แสงเพชร 29.1274
สุรกิจ เกียรติธนากร 29.1277
อาจารย์ที่ปรึกษา :
รศ.ดร. สิทธิชัย โภไคยอุดม
ปีการศึกษา 2532

บทคัดย่อ

ออสซิลโลสโคป (oscilloscope) และโทรทัศน์มีหลักของการแสดงภาพที่คล้ายคลึงกันคือการแสดงภาพโดยใช้จอภาพ (CRT: cathode ray tube) จึงน่าจะมีความเป็นไปได้ที่จะนำสัญญาณที่ปรากฏบนจอของออสซิลโลสโคปให้ไปปรากฏบนจอภาพของโทรทัศน์แทนได้

เครื่องเปลี่ยนโทรทัศน์เป็นออสซิลโลสโคป (TV SCOPE ADAPTOR) ใช้หลักการเปลี่ยนสัญญาณที่ต้องการจะวัดซึ่งมักจะเป็นสัญญาณต่อเนื่อง (analog) ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล (digital) แล้วนำไปใช้ในการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำภาพ(memory map) เพื่อกำหนดจุดสว่างของจอภาพ ซึ่งจะต้องมีความสัมพันธ์ของสัญญาณควบคุม (control signal) ต่าง ๆในการควบคุมการเขียนและอ่านข้อมูลเข้าและออกจากหน่วยความจำภาพตามลำดับให้ได้ถูกต้องตามตำแหน่งที่ควรจะเป็น เพื่อให้ภาพที่ปรากฏบนจอภาพทางโทรทัศน์นั้นมีลักษณะเหมือนรูปสัญญาณที่ต้องการวัดมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

TV SCOPE ADAPTOR

Sanga Treetewawongsa 29.1260
Sutthipong Saengpetch 29.1274
Surakij Kiatthanakorn 29.1277
ADVISOR :
Sitthichai Pookaiyaoudom , Ph.D.
academic year 1989

abstract

By oscilloscope ,it displays signals by using CRT(Cathode Ray Tube),same as the television use CRT display pictures . So it may be possible to display signals whichs we want to see by oscilloscope , on our television .

With TV SCOPE ADAPTOR , we can show signals on our television by using the method of changing the signal (analog signals) to be digital signals , we use these signals to access the memory map and then write the suitable data into that address memory . Must be sure that the data should be right (in the right place and the right time). So we need the synchronized control signals to control the devices , to get the desired picture of signal on the screen of the television .

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		
abstract		
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	หลักการแสดงภาพของออสซิลโลสโคปและโทรทัศน์	3
	2.1 ออสซิลโลสโคป	3
	2.2 ทฤษฎีทั่วไปของโทรทัศน์	12
	2.3 การแสดงผลด้วยสัญญาณดิจิตอล	20
บทที่ 3	การออกแบบและการทำงานของวงจร	23
	3.1 ส่วนแปลงสัญญาณเข้าให้เป็นสัญญาณดิจิตตอล	25
	3.2 ส่วนสัญญาณควบคุม	27
	3.3 ส่วนสัญญาณแซมปลิ้ง	32
	3.4 ส่วนสร้างสัญญาณซิงค์	33
	3.5 ส่วนประมวลผลข้อมูล	37
	3.6 ส่วนหน่วยความจำภาพและบัฟเฟอร์ต่าง ๆ	37
	3.7 ส่วนแลตช์และเลื่อนข้อมูล	39
	3.8 ส่วนมอดูเลทสัญญาณวิดีโอ	41
บทที่ 4	การทดลองและผลการทดลอง	43
	4.1 การทดลองเปรียบเทียบรูปสัญญาณต่าง ๆ	43
	4.2 การทดลองเปลี่ยนระดับแรงดันของสัญญาณอินพุท	47
	4.3 การทดลองเปลี่ยนความถี่แซมปลิ้ง	49
	4.4 การทดลองหาค่าความถี่ต่ำสุดและสูงสุดในแต่ละความถี่แซมปลิ้ง	51
บทที่ 5	สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	53
ภาคผนวก		56
กิตติกรรมประกาศ		
เอกสารอ้างอิง		

บทที่ 1
บทนำ

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าออสซิลโลสโคป(oscilloscope)เป็นเครื่องมือที่มีความจำเป็นต่ออาชีพวิศวกรโดยเฉพาะอย่างยิ่งวิศวกรไฟฟ้าแต่ก็เป็นเครื่องมือที่ไม่ใช่จะหาซื้อมาได้โดยง่าย เหมือนกับมัลติมิเตอร์ ซึ่งสามารถหาซื้อได้ทั่วไปในราคาที่ไม่แพง ดังจะเห็นได้ว่าในหมู่นักอิเลคทรอนิกส์สมัครเล่นและนักศึกษาจะไม่มีออสซิลโลสโคปไว้ใช้งานทั้งนี้เพราะราคาที่ค่อนข้างสูงของออสซิลโลสโคปนั่นเอง

วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

เนื่องจากในออสซิลโลสโคปมีการแสดงผลโดยใช้จอภาพแบบซีอาร์ที(CRT: Cathode Ray Tube) ในขณะที่ในโทรทัศน์ก็ใช้การแสดงภาพออกทางจอภาพแบบซีอาร์ทีเช่นกัน ซึ่งโครงสร้างของหลอดภาพซีอาร์ทีของทั้งออสซิลโลสโคปและโทรทัศน์มีส่วนประกอบต่าง ๆ ที่เหมือนกันเช่น แคโทด(cathode) แอโนด(anode) กริด(grid) และไส้หลอดเป็นต้นดังที่ได้แสดงในภาพที่ 1.1

รูปที่ 1.1 เปรียบเทียบโครงสร้างของหลอดซีอาร์ทีทั้งของโทรทัศน์และออสซิลโลสโคป

แต่จะต่างกันที่ระบบการหักเหของลำอิเลคตรอน ซึ่งของออสซิลโลสโคปใช้วิธีอิเลคโตรสแตติกดีเฟลกชั่น (electrostatic deflection) แต่ในโทรทัศน์ใช้วิธีอิเลคโตรแมคเนติกดีเฟลกชั่น (electromagnetic deflection) จึงทำให้เกิดความคิดที่จะนำเอาโทรทัศน์ซึ่งมีอยู่ในเกือบแทบทุกบ้านมาใช้ในการแสดงผลแทนออสซิลโลสโคป โดยที่ไม่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงโทรทัศน์แต่อย่างใด เพียงแต่เราจะต้องทำการจัดสัญญาณภาพที่จะไปปรากฏบนจอโทรทัศน์ให้เป็นไปอย่างเหมาะสมเท่านั้น ซึ่งจะทำให้เราได้เครื่องมือชิ้นใหม่ที่สามารถดูลักษณะของสัญญาณรูปคลื่นได้เหมือนกับออสซิลโลสโคปในราคาที่ถูกโดยเราจะขอเรียกว่า เครื่องเปลี่ยนโทรทัศน์เป็นออสซิลโลสโคป(TV SCOPE ADAPTOR) โดยเครื่องมือชิ้นนี้อาศัยหลักการการจัดแบ่งจอภาพของโทร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ทัศน์ออกเป็นจุดเล็ก ๆ แล้วใช้วิธีกำหนดจุดเล็ก ๆ เหล่านั้นให้สว่างหรือมืดเพื่อให้เกิดเป็นรูปสัญญาณที่มีลักษณะเหมือนกับสัญญาณที่ต้องการวัด

ภายในปริญญานิพนธ์นี้จะกล่าวถึงทฤษฎีเกี่ยวกับการทำงานของโทรทัศน์และออสซิลโลสโคปในด้านการแสดงภาพออกทางจอ หลักการการทำงานของวงจรโดยรวมและแยกออกเป็นส่วน ๆ การออกแบบวงจรในส่วนต่าง ๆ รวมทั้งผลการทดลองที่ได้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการแสดงภาพของออสซิลโลสโคปและโทรทัศน์

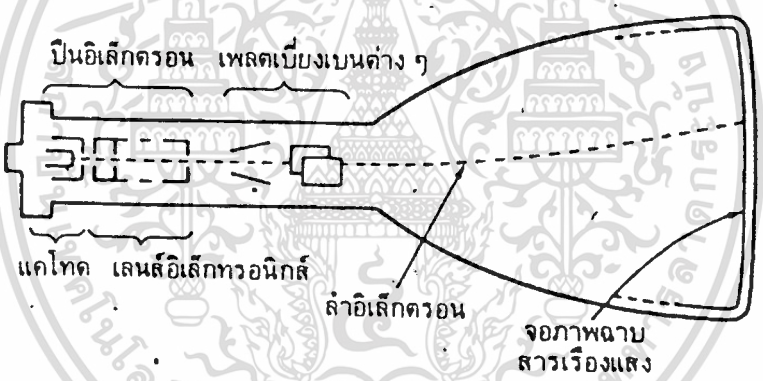
ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการโดยคร่าว ๆ ของการแสดงภาพของออสซิลโลสโคปและโทรทัศน์ เพื่อให้เข้าใจถึงความแต่ต่างของการทำงานของหลอดภาพทั้งสอง ดังต่อไปนี้

ออสซิลโลสโคป (oscilloscope)

ออสซิลโลสโคป เป็นเครื่องมือวัดทางอิเลคทรอนิคส์ ที่ใช้แสดงรูปคลื่นสัญญาณไฟฟ้าแสดงถึงขนาด ,เฟส ,ตลอดจนความถี่ ของสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งมีประโยชน์มากในการศึกษาและทดลองทางด้านไฟฟ้า

ลักษณะสำคัญของออสซิลโลสโคป

หลอดภาพหรือหลอดแคโทดเรย์ (CRT:Cathode Ray Tube)

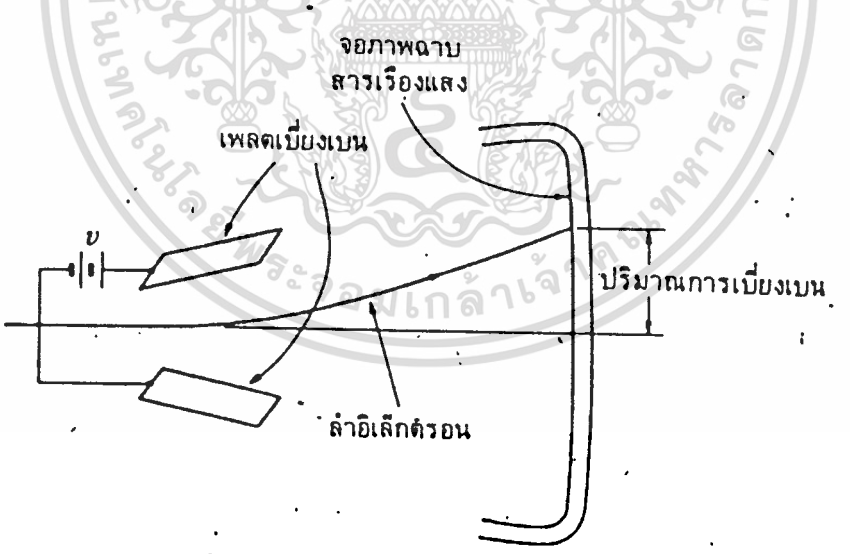


รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของหลอดภาพ

หลอดภาพแคโทดเรย์ เป็นหลอดสูญญากาศชนิดหนึ่ง โครงสร้างพื้นฐานของหลอดภาพจะประกอบด้วยปืนอิเลคตรอนและจอภาพฉาบสารเรืองแสง โดยมีเพลตเบี่ยงเบนต่าง ๆ คั่นอยู่ตรงกลาง ในส่วนของปืนอิเลคตรอนนั้น อิเลคตรอนจะได้จากการเพิ่มพลังงานแก่แคโทดโดยอาศัยความร้อน ปริมาณอิเลคตรอนที่เกิดขึ้นจะถูกควบคุมโดยการปรับเปลี่ยนค่าแรงดันที่ขั้วกริดเมื่อเทียบกับแรงดันที่ขั้วแคโทด ซึ่งยังผลให้ปริมาณของอิเลคตรอนที่พุ่งกระทบจอภาพมีจำนวนมากน้อยต่างกัน อันทำให้ความสว่างที่เกิดขึ้นมีมากน้อยต่างกันด้วย อิเลคตรอนที่เกิดจากการเผาไส้แคโทดดังกล่าวนี้จะผ่านเลนส์อิเลคทรอนิคส์ ซึ่งอาจเป็นแบบโครงสร้างสามขั้วหรือสี่ขั้วก็ได้ ทำให้อิเลคตรอนถูกโฟกัสให้กลายเป็นลำอิเลคตรอน ลำอิเลคตรอนนี้จะถูกเบี่ยงเบนโดยเพลตเบี่ยงเบนในแนวราบและแนวดิ่ง ก่อนที่จะพุ่งกระทบจอภาพในที่สุด สำหรับวิธีการในการเบี่ยงเบนลำอิเลคตรอนนี้อาจแบ่งออกเป็น การเบี่ยงเบนแบบแม่เหล็กไฟฟ้า(magnetic deflection) กับ การเบี่ยงเบนแบบไฟฟ้าสถิต (electrostatic deflection)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดภาพของออสซิลโลสโคป แตกต่างไปจาก หลอดภาพโทรทัศน์ กล่าวคือ หลอดภาพโทรทัศน์ใช้หลอดภาพซึ่งทำงานโดยอาศัยหลักการเบี่ยงเบนแม่เหล็กไฟฟ้า แต่สำหรับกรณีของออสซิลโลสโคป จะแตกต่างออกไปเนื่องจากรูปคลื่นสัญญาณที่ต้องการแสดงด้วยสโคปมีการเปลี่ยนแปลงต่อเนื่องตลอดเวลา และค่อนข้างรวดเร็ว ทำให้ต้องอาศัยการเบี่ยงเบนที่มีความรวดเร็วใกล้เคียงกัน ด้วยเหตุนี้จึงใช้หลอดภาพซึ่งทำงานโดยอาศัยหลักการเบี่ยงเบนแบบไฟฟ้าสถิตซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ ลำอิเลคตรอนที่พุ่งกระทบจอภาพเพื่อให้เกิดการเรืองแสงนั้นมีประจุไฟฟ้าลบ ดังนั้นแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าเป็นบวกจึงสามารถดึงดูดลำอิเลคตรอนนี้ได้ ถ้าหากมีการวางขั้วไฟฟ้าสองขั้ว เรียกว่า เพลตเบี่ยงเบน (deflection plate) จะบังคับการเคลื่อนที่ของลำอิเลคตรอนโดยวางเพลตขนานกัน และเมื่อป้อนแรงดันเข้าไป ลำอิเลคตรอนจะถูกดึงให้เบี่ยงเบนไปในทิศของเพลตแผ่นที่มีแรงดันไฟฟ้าสูงกว่า (V+) และเมื่อลำอิเลคตรอนวิ่งผ่านออกจากแนวขนานของเพลตทั้งสองแล้ว จะเบี่ยงเบนไปจากเดิมพุ่งกระทบจอภาพขนาดของการเบี่ยงเบนเราเรียกกันว่า ปริมาณการเบี่ยงเบน (h) ในหลอดภาพที่ใช้งานกันอยู่ เพลตเบี่ยงเบนจะได้รับการออกแบบเพื่อที่ว่าปริมาณการเบี่ยงเบนจะแปรผันโดยตรงกับความต่างศักย์ (V) ระหว่างเพลตเบี่ยงเบน



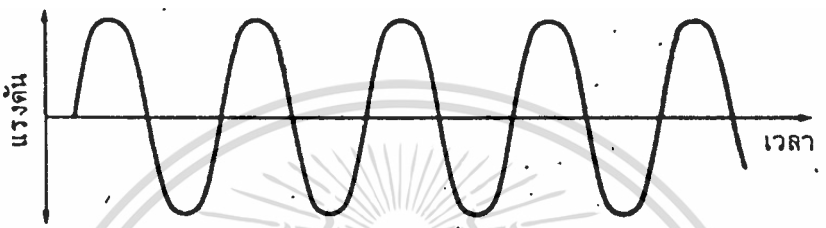
รูปที่ 2.2 แสดงหลักการของการเบี่ยงเบนแบบไฟฟ้าสถิต

เมื่อลำอิเลคตรอนพุ่งกระทบจอภาพ มันจะถ่ายทอดพลังงานให้แก่สารเรืองแสงที่ฉาบไว้ ทำให้บริเวณที่ถูกกระทบเกิดเรืองแสงขึ้น สำหรับสารเรืองแสงที่ใช้ฉาบนี้มีหลายชนิด ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน ในกรณีของออสซิลโลสโคปมักใช้สารเรืองแสงสีเขียวหรือสีน้ำเงินอมเขียว ซึ่งมีระยะคงความสว่างประมาณ 90 ไมโครวินาที (us)

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

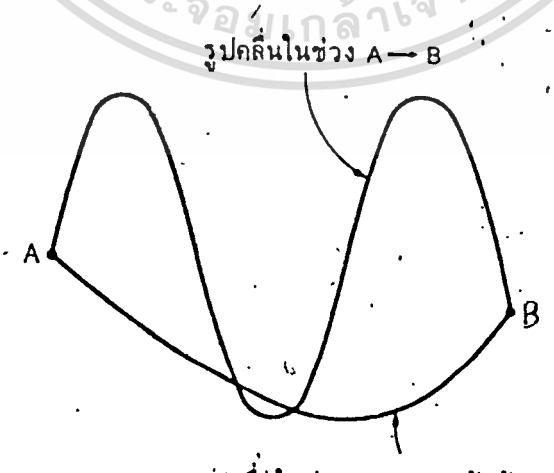
หลักการทำงานพื้นฐานของออสซิลโลสโคป

ออสซิลโลสโคปสามารถแสดงภาพรูปคลื่นต่าง ๆ โดยการผสมผสานระหว่างสามองค์ประกอบสำคัญ ๆ ได้แก่ แกนเวลา (แกน X) , แกนแรงดัน (แกน Y) , แกนความสว่าง (แกน Z) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันตามสัญญาณและการปรับค่าให้สามารถเห็นรูปคลื่นที่ต้องการได้ชัดเจน โดยจะอธิบายอย่างละเอียดดังนี้



รูปที่ 2.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันกับเวลาของสัญญาณซายน์

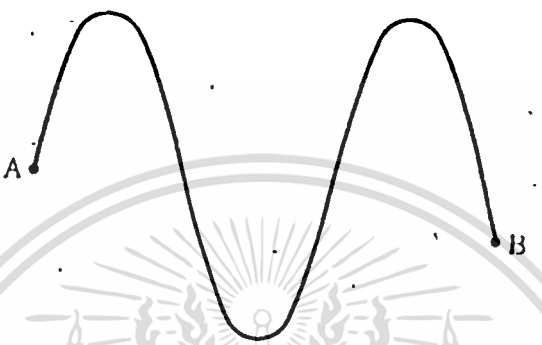
จากภาพที่ 2.3 เป็นการแสดงให้เห็นถึงรูปคลื่นซายน์ (sine wave) ซึ่งเป็นผลมาจากการที่เพลตเบี่ยงเบนแนวราบในลักษณะนี้จะเบี่ยงเบนให้ลำอิเลคตรอนดคลื่อนที่จากซ้ายไปขวา ซึ่งเรียกว่า การกวาดภาพ (scan) แต่เนื่องจากจอภาพที่ใช้มีขนาดจำกัดที่แน่นอน เราไม่สามารถปล่อยให้มีการกวาดภาพจากซ้ายไปขวาโดยไม่มีการกำหนดเวลา ดังนั้นจึงมักมีการออกแบบให้มีการกวาดภาพจากซ้ายไปขวา สิ้นสุดที่จุดจุดหนึ่ง แล้วให้มีการเริ่มต้นกวาดภาพจากซ้ายไปขวาใหม่ ซ้ำ ๆ กันเรื่อย ๆ ดังภาพที่ 4



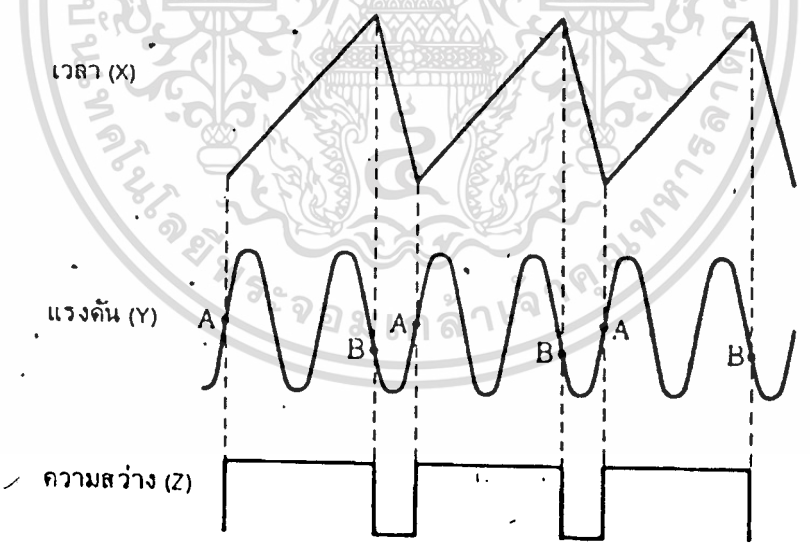
รูปที่ 2.4 แสดงการทับซ้อนของการกวาดภาพจาก A->B และเส้นย้อนกลับจาก B->A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ดีตามวิธีการดังกล่าวจะทำให้เกิดเส้นในการกวาดย้อนกลับ คือ กวาดภาพจากซ้ายไปขวา จาก A ไป B เมื่อสิ้นสุดแล้วจะเกิดเส้นย้อนกลับมาที่ A จาก B เพื่อเริ่มกวาดภาพซ้ำจึงต้องมีการลบเส้นกวาดย้อนกลับ เพื่อให้บนจอภาพมีเฉพาะรูปคลื่นที่ต้องการเท่านั้น



รูปที่ 2.5 แสดงรูปคลื่นในรูปที่ 2.4 ที่กำจัดเส้นย้อนกลับแล้ว



รูปที่ 2.6 แสดงความสัมพันธ์ทั้งสามคือ เวลา แรงดันและความสว่าง

จากภาพที่ 2.6 เป็นการแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงตามเวลาขององค์ประกอบทั้งสาม คือ การเปลี่ยนแปลง แรงดันรูปคลื่น (x) ดังแสดงในรูปมักเรียกว่า คลื่นฟันเลื่อย (sawtooth) เพราะมีลักษณะคล้ายฟันของใบเลื่อย รูปคลื่นนี้จะเป็นแรงดันป้อนให้กับแผ่นควบคุม (plate) ในแนวราบของหลอดแคโทดเรย์ ส่วนแผ่นควบคุมในแนวตั้งนั้นจะมีแรงดันรูปคลื่น (y) ที่ต้องการวัดป้อนอยู่ และที่กริดควบคุมซึ่งทำหน้าที่ควบคุมความสว่างก็จะมีแรงดันรูปคลื่น (z) ป้อนให้

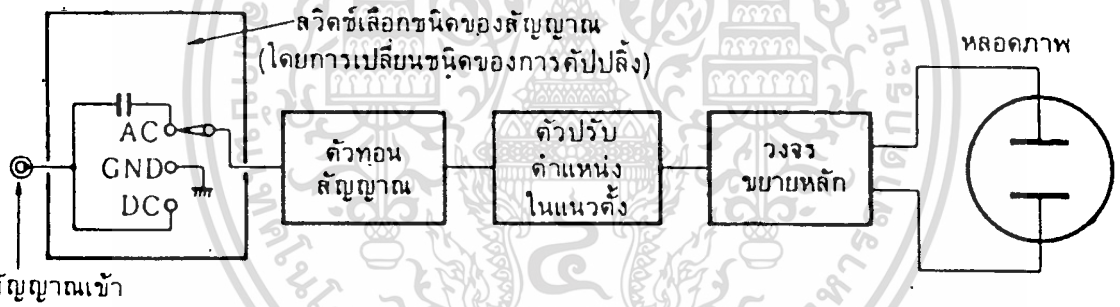
เป็นการกำหนดให้มีลำอิเลคตรอนปรากฏที่จอภาพเมื่อใด ผลที่ได้ทั้งหมดจะไปปรากฏเรืองแสงดังรูปคลื่นที่ป้อนเข้าไปโดยระดับสัญญาณทั้งสามต้องสัมพันธ์กันพอดี จึงจะได้รูปคลื่นเหมือนกับสัญญาณที่ป้อนเข้าไป ถ้าสัญญาณทั้งสามไม่สัมพันธ์กันพอดี อาจจะได้รูปคลื่นที่ไม่หยุดนิ่ง , ทับซ้อนกัน ซึ่งเป็นการที่ระดับสัญญาณไม่ซิงโครไนซ์(non-synchronize)

การควบคุมสัญญาณให้แสดงผลที่จอภาพ

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่า ออสซิลโลสโคปประกอบด้วยเพลตเบี่ยงเบนในการควบคุมลำอิเลคตรอน ให้เบี่ยงเบนไปชนจอภาพ เพื่อให้เกิดแสงสว่างขึ้น ตามที่ต้องการโดยประกอบเพลตเบี่ยงเบนใน 2 แนวแกน คือ

การกวาดภาพในแนวแกนตั้ง

ซึ่งจะเป็นส่วนทำให้ ลำอิเลคตรอนเบี่ยงเบนขึ้นลง ซึ่งระดับแรงดันที่ใช้ควบคุมนี้มาจากการเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันของสัญญาณที่ต้องการจะวัด ซึ่งจะประกอบด้วย ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงองค์ประกอบพื้นฐานของแนวแกนตั้ง

a) **สวิทช์เลือกชนิดของสัญญาณ** (Coupling Selective)

สวิทช์สามารถจะเลือกชนิดของสัญญาณได้ คือ AC , GND และ DC โดยที่

"AC" ในกรณีที่ต้องการเลือกดูสัญญาณไฟสลับเท่านั้น

"DC" ในกรณีที่ต้องการให้มีสัญญาณไฟตรงปนอยู่ด้วย

"GND" (กราวน์-ground) วงจรด้านเข้าของออสซิลโลสโคป จะไม่ต่อเข้ากับสัญญาณ แต่จะต่อลงดิน(ground) ซึ่งเทียบเท่ากับว่ามีสัญญาณต่ออยู่ขนาด 0 (ศูนย์) โวลต์ เพื่อใช้เป็นระดับในการอ้างอิง (reference)

b) **ตัวทอนสัญญาณ** (attenuator)

เนื่องจาก สัญญาณที่ต้องการจะวัดโดยออสซิลโลสโคป มี ขนาดตั้งแต่ไม่กี่มิลลิโวลต์ไปจนถึงนับร้อยโวลต์ ดังนั้นวงจรขยายสัญญาณภายในสโคป (amplifier) มีอัตราขยายคงที่ซึ่งออกแบบมาเพื่อให้เหมาะสมกับสัญญาณเข้าที่มีขนาดเล็ก ส่วนลดทอนนี้จึงจะช่วยลดขนาดของสัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ญาณซึ่งมีขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็กลง หรืออีกประการหนึ่ง ใช้ในการลดขนาดเท่าใดก็ได้ตามต้องการ เพื่อประโยชน์ในการสังเกตต่าง ๆ กันไป ตัวทอนสัญญาณประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ได้รับการปรับเทียบแล้วกับส่วนตัวทอนสัญญาณที่สามารถแปรค่าได้อย่างต่อเนื่อง

1.ส่วนที่ได้รับการเปรียบเทียบแล้ว เรียกว่า ตัวทอนสัญญาณแบบเป็นขั้น (step attenuator)หน่วยของตัวทอนสัญญาณนี้มักไม่ค่อยใช้ในการแสดงปริมาณการลดทอนสัญญาณ แต่แสดงเป็นสัดส่วนของแรงดันต่อ 1 ช่วงสเกล เป็นโวลต์ ต่อ ช่วง (V/DIV)

2. ส่วนที่แปรค่าอย่างต่อเนื่องได้ เรียกว่า ตัวทอนสัญญารแปรค่าได้ (variable attenuator) ส่วนนี้จะครอบคลุมปริมาณการทอนสัญญาณในช่วงที่อยู่ระหว่างตัวทอนสัญญาณแบบเป็นขั้น เมื่อใช้ทั้งสองส่วนร่วมกันจะช่วยให้สามารถแสดงสัญญาณเข้าให้มีขนาดใด ๆ ได้ตามต้องการ

c) **ตัวปรับตำแหน่งแนวตั้ง**

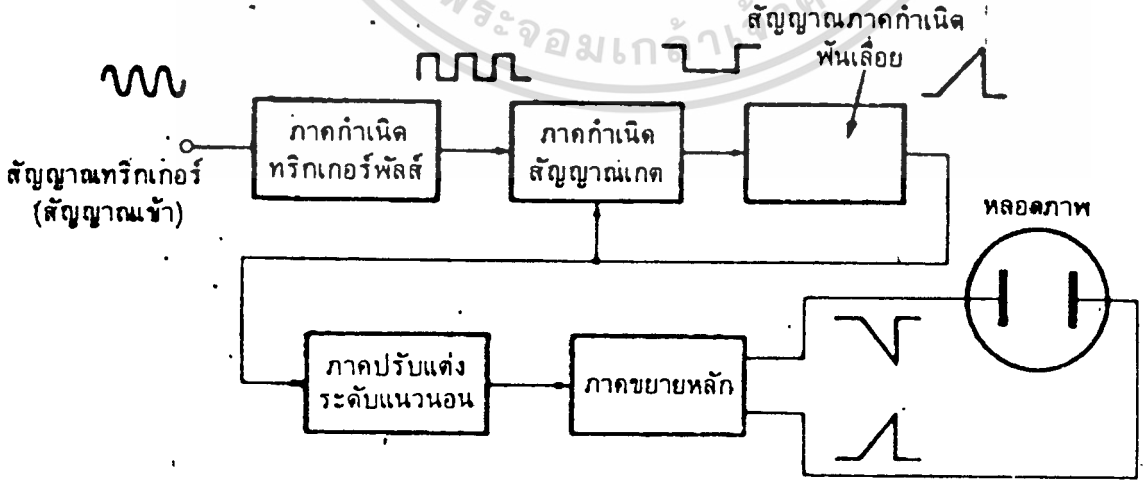
ทำหน้าที่ปรับระดับที่สัญญาณอ้างอิงเลื่อนขึ้นหรือลงบนจอภาพเพื่อให้ได้ภาพตามต้องการ

d) **ส่วนวงจรขยาย**

ทำหน้าที่ ขยายสัญญาณที่เข้ามาให้มีขนาดที่เหมาะสม แล้วป้อนเข้าไปยังเพลตเบี่ยงเบนในการบังคับทิศทางของลำอิเลคตรอน

การกวาดภาพในแนวแกนนอน

การกวาดภาพในแนวแกนนอนจะเป็นส่วนที่ทำให้ ภาพที่ปรากฏบนจอ มีลักษณะที่ถูกต้องแม่นยำและเหมาะสมกับขนาดของจอภาพ โดยอาศัยสัญญาณฟันเลื่อยซึ่งป้อนอยู่กับเพลตเบี่ยงเบนในแนวแกนนอน สัญญาณนี้จะถูกทริกเกอร์ (trigger) หรือกระตุ้นให้เข้าจังหวะกับสัญญาณเข้า

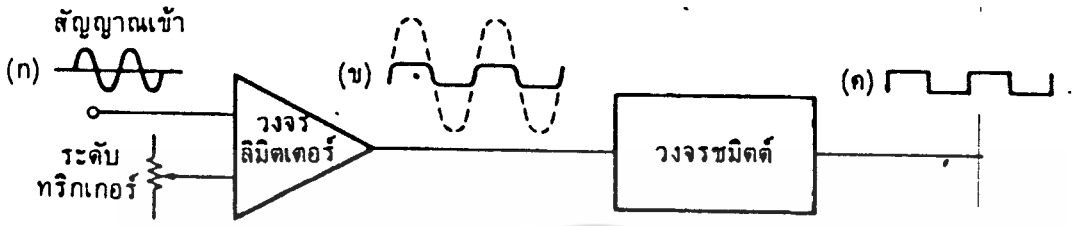


รูปที่ 2.8 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของแกนแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

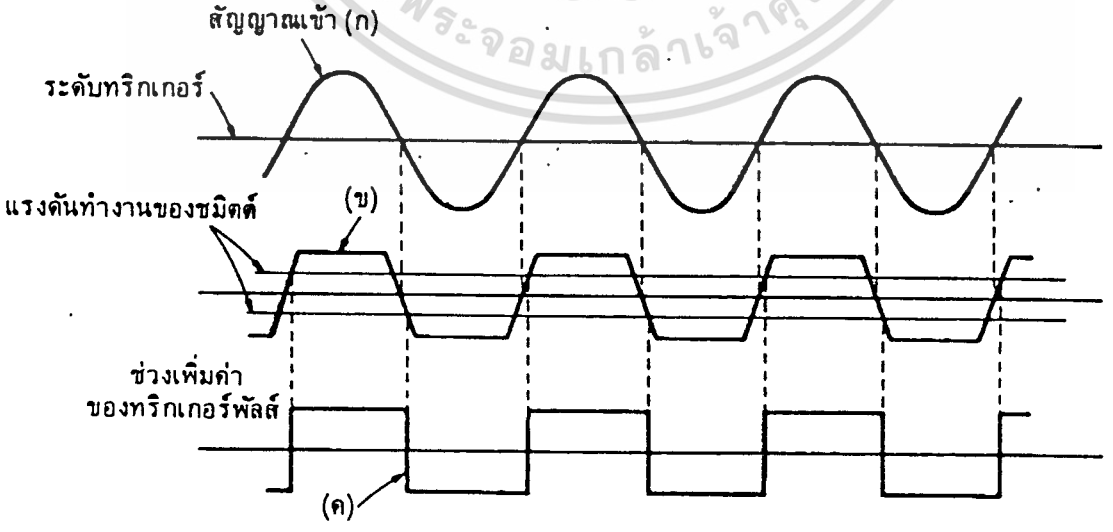
จากรูปที่ 2.8 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของแกนนอนจะเห็นว่า สัญญาณเข้าทำให้เกิดทริกเกอร์พัลส์ (trigger pulse) ซึ่งจะกระตุ้นให้มีการกวาดภาพ ซึ่งเรียกว่า ทริกเกอร์เพื่อกวาดภาพ ซึ่งประกอบด้วยวงจรส่วนต่าง ๆ ดังนี้

a) **ส่วนกำเนิดทริกเกอร์พัลส์**



รูปที่ 2.9 แสดงโครงสร้างของภาคกำเนิดทริกเกอร์พัลส์

ซึ่งเรียกว่า วงจรลิมิตเตอร์ (limitter) ซึ่งประกอบด้วยวงจรเปรียบเทียบแรงดัน (comparator) และ วงจรชมิตต์ (schmitt) ทำหน้าที่แต่งรูปคลื่นสัญญาณดังรูป 2.9 เมื่อสัญญาณเข้าผ่านวงจรลิมิตเตอร์ จะถูกขลิบส่วนบนและส่วนล่างออก ตามค่าที่กำหนดเอาไว้ โดยที่ระดับสัญญาณที่กำหนดขอบเขตในการตัดสัญญาณเรียกว่า ระดับการทริกเกอร์ (trigger level) เมื่อสัญญาณที่ผ่านจากวงจรลิมิตเตอร์ จะมีสัญญาณที่ยังไม่เหมาะสมที่จะใช้เป็นทริกเกอร์พัลส์ จึงต้องผ่านวงจรชมิตต์เพื่อแต่งรูปสัญญาณให้เป็นสัญญาณสี่เหลี่ยม (square wave) ที่มีการเพิ่มค่าอย่างฉับพลันโดยที่วงจรชมิตต์นี้จะมีลักษณะฮีสเทอร์รีซีส (hysteresis) ทั้งนี้เพื่อป้องกันสัญญาณทริกเกอร์ไม่ให้ทำงานผิดพลาดเนื่องจากสัญญาณรบกวน จึงช่วยทำให้ตำแหน่งเริ่มต้นในการวาดภาพไม่กระทบกระเทือนต่อสัญญาณรบกวน



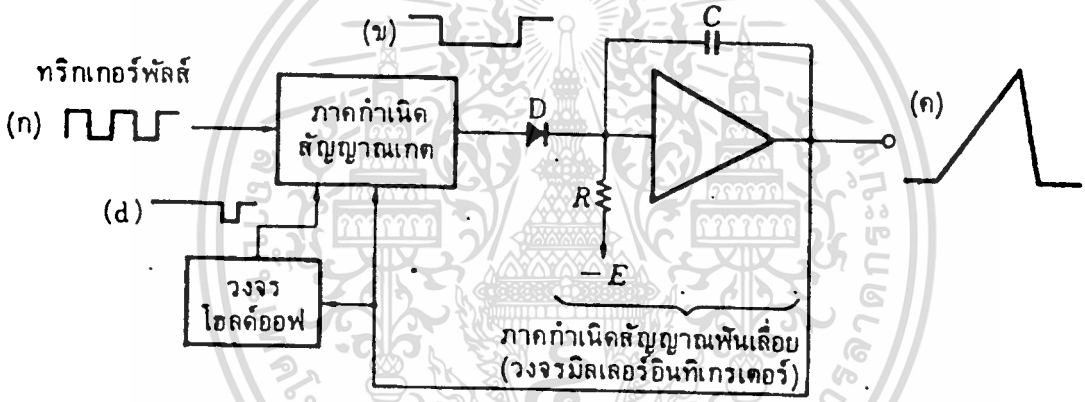
รูปที่ 2.10 แสดงรูปคลื่นในส่วนต่าง ๆ ของภาคกำเนิดทริกเกอร์พัลส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

จากรูปที่ 2.10 ซึ่งแสดงการเปลี่ยนแปลงตามเวลาของรูปคลื่นสัญญาณส่วนต่าง ๆ จะเห็นได้ว่าช่วงเพิ่มค่าของทริกเกอร์พัลส์นั้นจะล่าช้ากว่าระดับการทริกเกอร์อยู่บ้างเล็กน้อย ทั้งนี้เป็นผลจากแรงดันทำงานของวงจรชมิตต์ซึ่งมีลักษณะฮีสเทอร์รีซิสทำให้ส่วนที่ล่าช้านี้ไม่มีผลต่อการทำงานของวงจรกำเนิดทริกเกอร์พัลส์

b) **ส่วนสร้างสัญญาณกวาดภาพ**

เมื่อได้สัญญาณทริกเกอร์พัลส์แล้วจะนำสัญญาณส่วนนี้ไปสร้างสัญญาณเกตเพื่อกวาดภาพ วงจรส่วนนี้จะต่อเข้าเป็นลูปกับภาคกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยซึ่งจะช่วยทำให้ได้สัญญาณฟันเลื่อยที่มีความเป็นเชิงเส้นที่ดีซึ่งมักใช้วงจรมิลเลอร์อินทิเกรเตอร์ (miller integrator)ดังรูปที่ 2.11

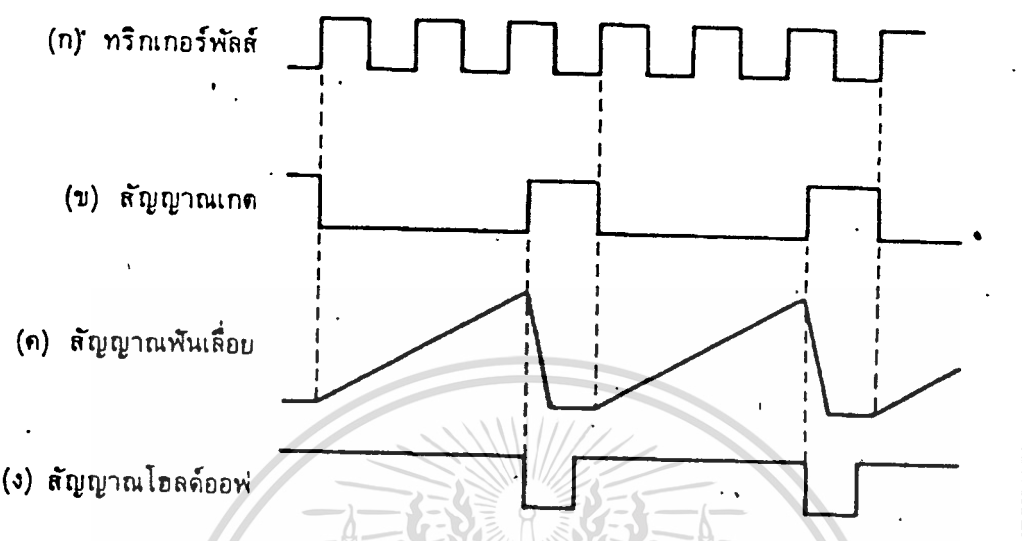


รูปที่ 2.11 แสดงภาคกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อย

เมื่อมีสัญญาณทริกเกอร์พัลส์เข้ามาที่ภาคกำเนิดสัญญาณเกต สัญญาณออกของวงจรเกตจะเป็นศูนย์ทำให้ไดโอดอยู่ในสภาพไม่นำกระแส (off) พร้อมกันนั้นวงจรอินทิเกรเตอร์จะเริ่มเก็บประจุด้วยค่าคงตัวเวลา (time constant) ซึ่งมีค่าเท่ากับ RC ขณะเดียวกันวงจรเข้าของภาคกำเนิดสัญญาณเกตก็จะปิดและไม่รับทริกเกอร์พัลส์เข้ามาอีก ด้วยเหตุนี้สัญญาณออกของวงจรมิลเลอร์จะค่อย ๆ เพิ่มสูงขึ้นจนถึงระดับแรงดันที่ทำให้จุดบนจอภาพเคลื่อนที่มาถึงด้านขวาสุด แรงดันส่วนนี้จะย้อนกลับมาที่ภาคกำเนิดสัญญาณเกตและกลับค่าสัญญาณออกของวงจรภาคนี้ ดังนั้นไดโอดจึงเปลี่ยนกลับเป็นนำกระแส (on) ประจุที่ถูกเก็บอยู่ในตัวเก็บประจุจะคายออกอย่างฉับพลันทำให้แรงดันลดลงเท่ากับแรงดันที่ทำให้จุดบนจอภาพเคลื่อนมาอยู่ด้านซ้ายสุดบนจอภาพ

เมื่อคายประจุหมดแล้ววงจรขาเข้าของภาคกำเนิดสัญญาณเกตจะเปิดออกเพื่อเตรียมรับสัญญาณทริกเกอร์พัลส์ใหม่อีกครั้ง วงจรโฮลด์ออฟ (hold off) จะทำหน้าที่ในช่วงนี้ กล่าวคือกำเนิดช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มมีการคายประจุจนกระทั่งเปิดวงจรขาเข้าของภาคกำเนิดสัญญาณพัลส์ได้จนกว่าการคายประจุจะหมดสิ้นดังรูปที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 แสดงรูปคลื่นสัญญาณในส่วนต่าง ๆ ของภาคกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อย

สัญญาณฟันเลื่อยที่ได้ออกมาจะถูกปรับแต่งตำแหน่งในแนวแกนนอน ต่อจากนั้นจึงเข้าสู่ภาคขยายหลัก (main amplifier) เพื่อขยายให้มีแรงดันเพียงพอสำหรับเบี่ยงเบนลำอิเลคตรอนได้ สัญญาณส่วนนี้จะถูกส่งต่อไปยังแผ่นเพลตเบี่ยงเบนแนวนอนของจอภาพ

ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงอัตราขยายของภาคขยายหลักนี้รูปคลื่นจะถูกขยายใหญ่ขึ้นเรียกวงจรส่วนนี้ว่า ภาคขยายการกวาดภาพ ซึ่งจะมีผลเช่นเดียวกับการทำให้เวลาในการกวาดภาพเร็วขึ้นนั่นเอง (ความถี่สัญญาณสูงขึ้น)

นอกเหนือจากนี้แกนนอน (แกนเวลา) ยังมีความสำคัญในแง่ต่อไปนี้คือ

ก. ใช้เป็นบรรทัดฐานของเวลาซึ่งสามารถปรับให้มีความเร็วในการกวาดภาพให้เหมาะสมและถูกต้อง

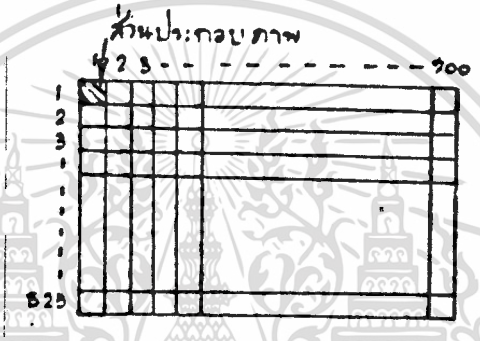
ข. แกนเวลานี้ต้องสามารถปรับเปลี่ยนความเร็วในการกวาดภาพตั้งแต่สัญญาณที่มีความถี่ต่ำไปจนถึงสัญญาณที่มีความถี่สูงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ทฤษฎีทั่วไปของโทรทัศน์

ส่วนประกอบภาพ (Picture element)

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



รูปที่ 2.13 แสดงการแบ่งส่วนประกอบภาพ

จากรูป 2.13 ถ้าแบ่งเส้นตามแนวนอนเป็น 525 เส้นและแบ่งตามแนวตั้งเป็น 700 เส้น จะได้จำนวนของส่วนประกอบภาพ 525x700 จะเห็นได้ว่ายิ่งแบ่งจำนวนเส้นให้มากขึ้นเท่าไหร่ ก็ยิ่งได้จำนวนของส่วนประกอบภาพมากเท่านั้น ดังนั้นตามทฤษฎีแล้วระบบโทรทัศน์ที่มีจำนวนเส้นมากกว่าก็ย่อมจะได้ภาพที่ชัดกว่า แต่การออกแบบวงจรก็ยากขึ้น เนื่องจากช่องกว้างของวงจร (Bandwidth) ก็จะมากขึ้นไปด้วยจาก

$f_{max} = 1/2 Kn^2 f_p \, by/hx$

f_{max} = ความถี่สูงสุด

K = ค่าคงที่ประมาณ 0.64 ถึง 0.7

n = จำนวนเส้นสแกน

f_p = จำนวนภาพต่อวินาที

b/h = Aspect ratio

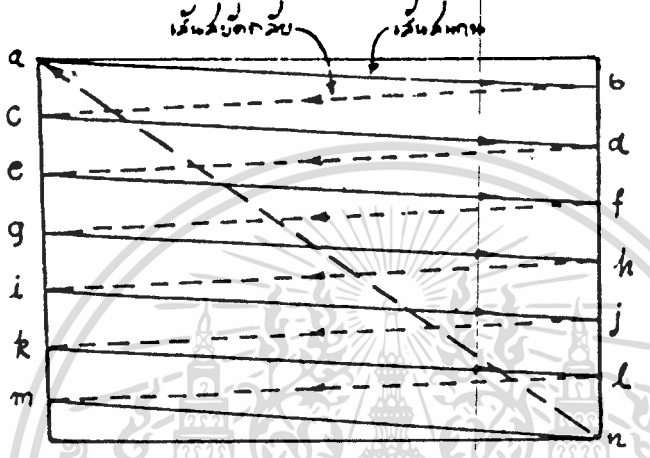
y/x = Effective factor

จากสูตรนี้จะเห็นได้ว่า n เพิ่ม f ก็จะเพิ่มด้วย อย่างไรก็ตามภาพที่เห็นที่จอโทรทัศน์นั้นจะมีจำนวนส่วนประกอบภาพไม่ถึง 367,500 เนื่องจากต้องสูญเสียไปในการสแกน ได้มีการทดลองนำคนมาดูภาพที่จอโดยการเพิ่มจำนวนส่วนประกอบขึ้นเรื่อย ๆ พบว่าภาพที่พอจะดูได้ชัดเจน คุณภาพดีพอสมควรจะต้องมีจำนวนส่วนประกอบไม่ต่ำกว่า 200,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสแกน (Scanning)

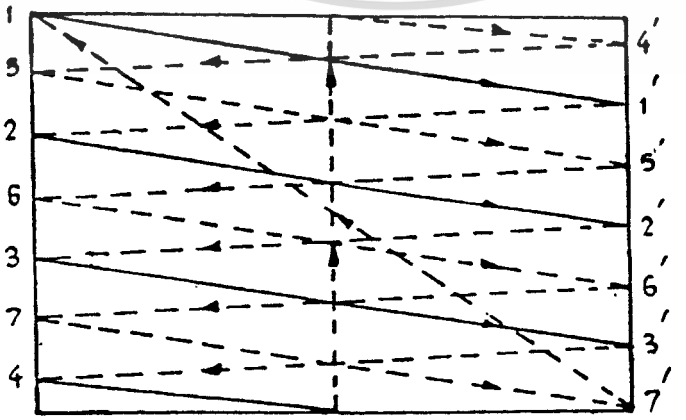
จากการที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าภาพประกอบด้วยจำนวนส่วนประกอบภาพมากซึ่งแต่ละจุดของภาพที่ส่งไปจะบอกว่าเป็นจุดขาวหรือดำก็แสดงโดยสัญญาณภาพ ทางด้านส่งจะส่งทีละจุดเป็นลำดับแยกกันไป ทางด้านรับก็จะนำจุดต่าง ๆ เหล่านี้มาเรียงกันใหม่ให้เป็นภาพขึ้นมาวิธีนี้เรียกว่า " การสแกน " เส้นที่ประกอบกันเป็นภาพในจอโทรทัศน์นี้เรียกว่า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



รูปที่ 2.14 แสดงการสแกนแบบก้าวหน้า

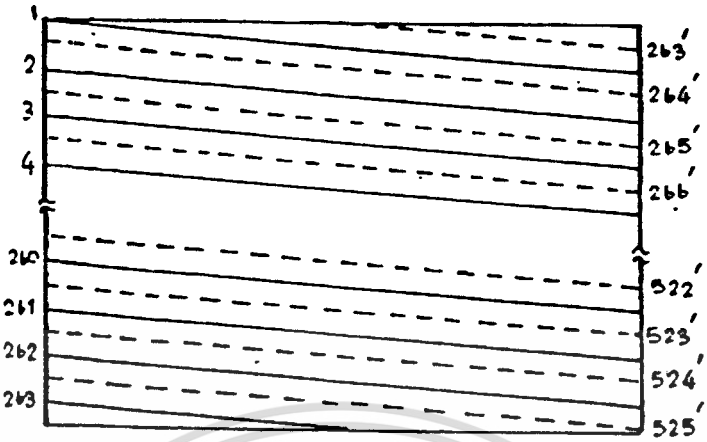
การสแกนมี 2 วิธีคือ วิธีสแกนแบบก้าวหน้า (Progressive scanning) และวิธีสแกนแบบสลับเส้น (Interlaced scanning)

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



รูปที่ 2.15 (a)การสแกนแบบสลับเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 2.15 (b) การสแกนแบบสลับเส้น

จากรูปที่ 2.15(a) จะเห็นได้ว่าการสแกนเริ่มจาก 1,2,3,4 เรียกว่า ฟิลด์คี่ (Odd field) และในระหว่างเส้นต่อเส้นก็จะเว้นช่องว่างให้พอสแกนได้อีกครั้งหนึ่ง จากนี้ก็เริ่ม 5,6,7 ใหม่อีกครั้งหนึ่ง 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 (ครึ่งหนึ่งของ 525 เส้น) เนื่องจากตาของมนุษย์มีคุณสมบัติในการคงอยู่ของภาพ (persistance of image) และระยะเวลาในการเรืองแสงของฟอสเฟอร์ (Phosphur) ที่จอภาพ ทำให้ภาพของฟิลด์ที่หนึ่งยังคงอยู่ในขณะที่ฟิลด์ที่สองสแกนเสร็จแล้ว ภาพที่มองเห็นจึงมีจำนวน 525 เส้น ข้อดีของวิธีนี้ก็คือ ทำให้ลดการกระพริบของภาพ (Flicker) ได้ถึงเท่าตัว

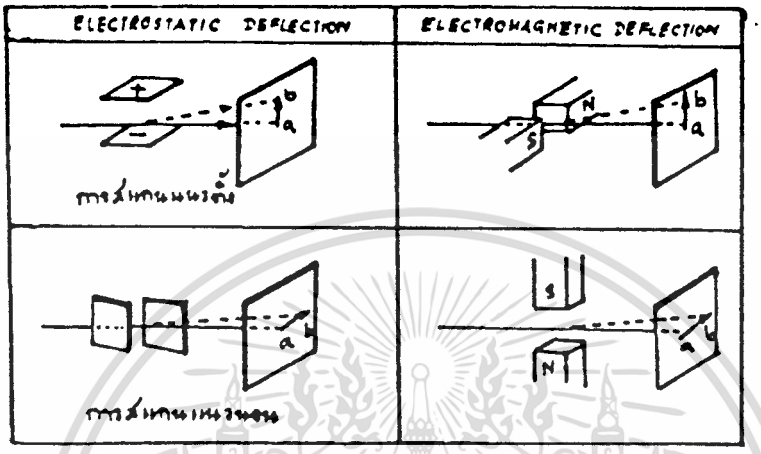
ในการสแกนทั้งแบบก้าวหน้าและแบบสลับเส้น เมื่อสแกนไปสุดเส้นของแต่ละเส้นแล้ว ต้องรีบกับมาเริ่มเส้นใหม่ ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง ระยะเวลาในการกลับมาเริ่มใหม่นั้นยิ่งน้อยเท่าไหร่ก็ยิ่งดี จากรูปที่ 2.14 คือเส้นประจาก b-c,d-e เส้นนี้เรียกว่า เส้นสแกนกลับ (retrace หรือ Flyback) เส้นนี้ไม่มีความจำเป็นในการประกอบเป็นภาพจึงมีวงจรควบคุมไม่ให้ปรากฏที่จอ การสแกนของลำอิเลคตรอนจากซ้ายไปขวาด้วยการสแกนทางแนวนอนและจากบนลงล่างด้วยการสแกนทางแนวตั้ง

การหักเห (Deflection)

ในการสแกนเพื่อที่จะเปลี่ยนภาพให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าทางด้านส่งหรือเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นภาพที่หลอดภาพทางด้านเครื่องรับในระบบโทรทัศน์นั้นต้องใช้ลำอิเลคตรอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

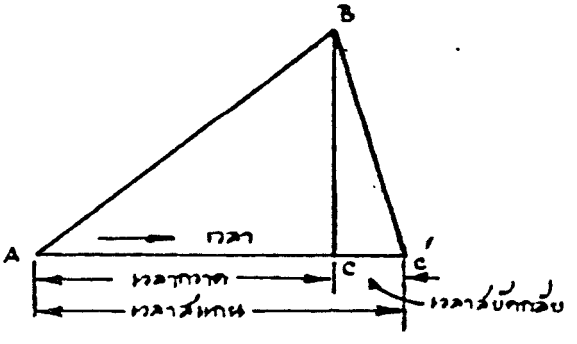
ลำอีเลคตรอนนี้ได้มาจากการรวมตัวกันของอีเลคตรอนที่ออกมาจากปืนอีเลคตรอน โดยการใช้แรงทางไฟฟ้าหรือแม่เหล็กทำให้ลำอีเลคตรอนนี้เคลื่อนที่ ซึ่งการเคลื่อนที่นี้เรียกว่า การหักเห คุณสมบัติของลำอีเลคตรอนนั้น เมื่อผ่านเข้าไปในสนามแม่เหล็กหรือสนามไฟฟ้าสถิตย์ ก็จะเกิดการเปลี่ยนทิศทาง



รูปที่ 2.16 แสดงการหักเหของลำอีเลคตรอน

จากรูปที่ 2.16 เมื่อลำอีเลคตรอนผ่านสนามไฟฟ้าสถิตย์หรือสนามแม่เหล็กก็จะเปลี่ยนทิศทางตามอัตราส่วนความแรงของสนามนั้น ดังนั้นจึงสามารถควบคุมระยะทางการหักเหของลำอีเลคตรอนได้ด้วยความแรงของสนามแม่เหล็กหรือสนามไฟฟ้าสถิตย์ การเคลื่อนที่ทางแนวนอนเรียกว่า การหักเหทางแนวนอน (Horizontal deflection) การเคลื่อนที่ทางแนวตั้งเรียกว่า การหักเหทางแนวตั้ง (Vertical deflection)

การสแกนในหลอดภาพนั้นโดยปรกติจะใช้สนามแม่เหล็ก ซึ่งสร้างจากขดลวดหักเห ในการสแกนให้เต็มจอจะต้องมีการหักเหทั้งแนวนอนและแนวตั้ง มุมในการหักเหขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของเวลาโดยให้ความเร็วคงที่ และเมื่อสแกนเสร็จเส้นหนึ่งแล้วจะเริ่มกลับมาสแกนใหม่นั้น เวลาที่กลับมาจะต้องสั้นที่สุด

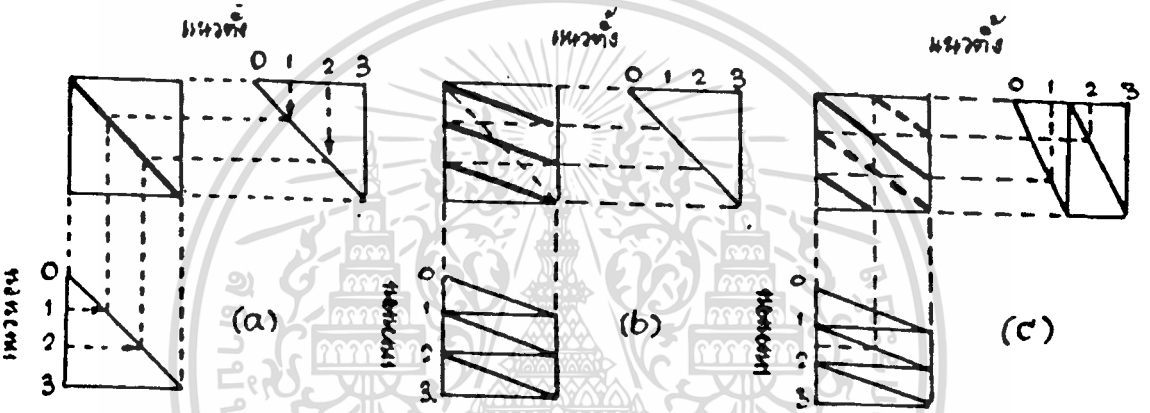


รูปที่ 2.17 แสดงรูปคลื่นฟันเลื่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

วิธีที่จะทำได้ก็โดยการใช้คลื่นฟันเลื่อย (Sawtooth wave) ที่เป็นกระแสหรือโวลเตจกับแผ่นหักเห ดูรูปที่ 2.17 ถ้าให้ความถี่ฟันเลื่อยที่เหมาะสมแก่ขดลวดหักเหทั้งแนวนอนและแนวตั้งในเวลาเดียวกันก็จะได้ภาพที่สมบูรณ์ออกมา

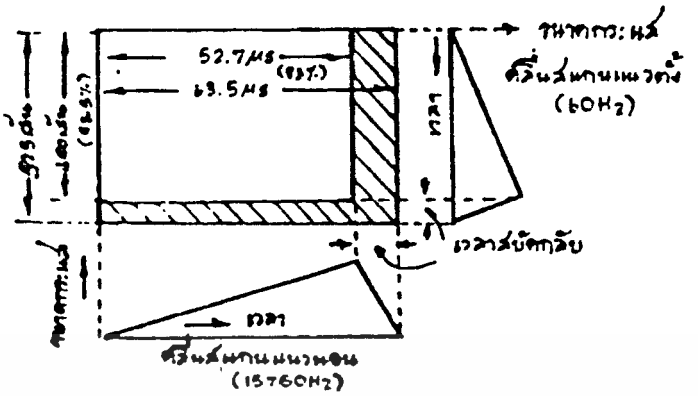
จากรูปที่ 2.17 รูปคลื่นฟันเลื่อยใช้ในการหักเหที่ดีที่สุด คือรูปสามเหลี่ยม ABC แต่ในทางปฏิบัติต้องเป็นสามเหลี่ยม ABC' ซึ่งแบ่งเป็นเวลาสำหรับลำอิเลคตรอนสแกนไปและเวลาสำหรับอีเลคตรอนสะบัดกลับ โดยที่เวลาการสแกนครบ 1 รอบของแนวนอน คือ 1,000,000/15,750 วินาที = 63.5 วินาที



รูปที่ 2.18 แสดงวิธีการสแกนบนจอ

จากรูป 2.18(a) ถ้าให้คลื่นฟันเลื่อยที่มีความถี่เท่ากันทั้งด้านแนวนอนและแนวตั้งในเวลาเดียวกัน จากรูปจะเห็นว่าลำอิเลคตรอนจะเคลื่อนที่ไปทางขวามือ ในขณะเดียวกันก็จะเคลื่อนที่ลงข้างล่างด้วย 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 ต้องเริ่มที่กลางจอด้านบนเสมอ (เส้นไข่ปลา) การสแกนวิธีนี้เรียกว่า การสแกนสลับเส้น ด้วยเหตุผลนี้ถ้าหาอัตราส่วนความถี่ฟันเลื่อยระหว่างแนวนอนและแนวตั้งให้พอเหมาะแล้วจะได้เส้นสแกน 262.5 เส้นคือการหักเหของแนวตั้งครั้งที่หนึ่งและอีก 262.5 เส้นต่อการหักเหของแนวตั้งครั้งที่สอง ซึ่งในที่สุดจะได้เส้นสแกนทั้งหมด 625 เส้นด้วยระบบการสแกนสลับเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



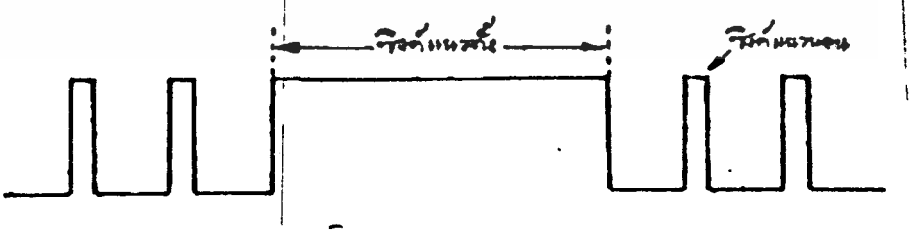
รูปที่ 2.19 แสดงการสแกนของคลื่นฟันเลื่อย

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

การซิงค์ (Synchronization)

เพื่อให้ภาพที่รับได้เหมือนกับภาพที่ส่งมาทุกประการจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเรียงเส้นสแกนทางด้านรับทุกเส้นเริ่มจากเส้นที่ 1 ถึงเส้นที่ 525 ให้ตรงกับเส้นสแกนทางด้านส่ง วิธีการนี้เรียกว่า การซิงค์

วิธีการซิงค์ก็คือ ทางด้านส่งจะส่งสัญญาณพิเศษ (เรียกว่า สัญญาณซิงค์) เพื่อมาควบคุมความถี่และเฟสของความถี่ฟันเลื่อยทางแนวนอนและแนวตั้งของเครื่องรับ



รูปที่ 2.20 แสดงสัญญาณซิงค์ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง

รูปที่ 2.20 เป็นรูปคลื่นของสัญญาณซิงค์ซึ่งส่งรวมไปกลับสัญญาณ เมื่อถึงเครื่องรับก็จะแยกสัญญาณซิงค์ออกจากสัญญาณภาพเพื่อไปควบคุมคลื่นฟันเลื่อยที่ใช้สำหรับการหักเหให้ตรงคลื่นฟันเลื่อยที่ใช้หักเหทางด้านส่ง

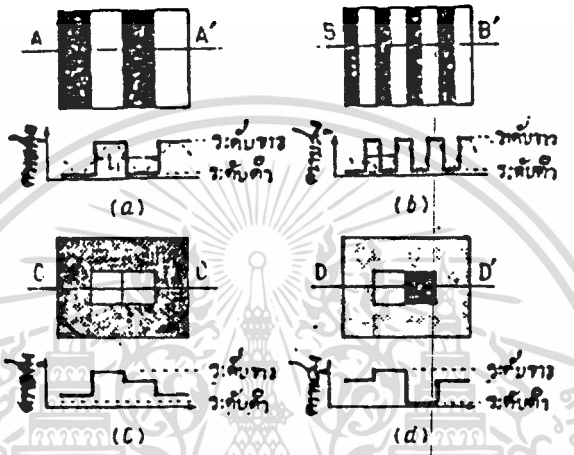
สรุปแล้วความถี่ในการสแกนทางแนวนอนเท่ากับ 15,750 เฮิรตซ์ และความถี่ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณซิงค์ทางแนวนอนจะเท่ากับ 15,750 เฮิรตซ์ ด้วย ในขณะเดียวกันความถี่ในการสแกนทางแนวตั้งเท่ากับ 60 เฮิรตซ์ และความถี่ของสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้งก็ต้องเท่ากับ 60 เฮิรตซ์ เช่นกัน

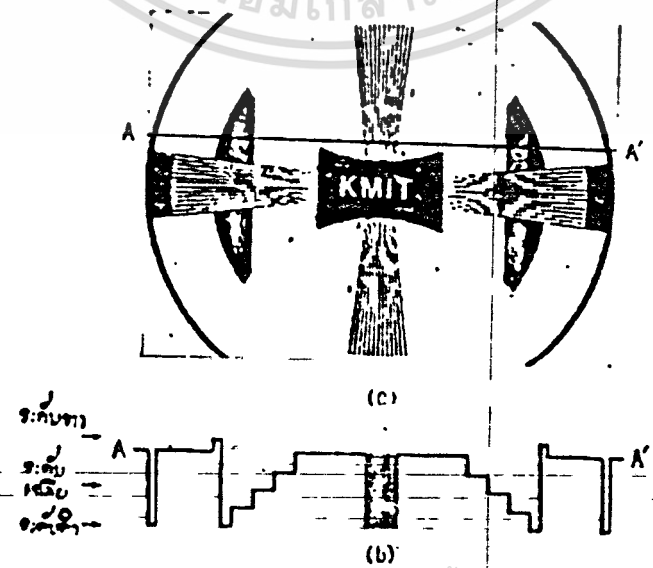
2.2.5 สัญญาณภาพ (Video signal)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.22(a) คือ ภาพสำหรับทดสอบ ถ้าพิจารณาเส้นสแกนเส้นหนึ่งคือ AA จะได้สัญญาณภาพเป็นรูป (b) ภาพที่เริ่มจากสีดำเป็นสีขาวสัญญาณภาพก็เริ่มเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ตามอัตราส่วนของสีขาวที่เพิ่มขึ้น

คุณภาพของภาพ

คุณภาพของภาพที่ดีนั้นนอกจากซิงค์จะต้องตรงกันแล้วจะต้องมี ความสว่าง ความเข้ม รายละเอียดของภาพ และอัตราส่วนความสูงต่อความกว้าง

ความสว่าง (Brightness)

เป็นค่าเฉลี่ยความเข้มของความสว่าง ภาพแต่ละภาพอาจจะมีความสว่างที่มากหรือน้อยกว่าค่าเฉลี่ยนี้ก็ได้ ความสว่างต้องมีมากพอที่จะดูได้ในตอนกลางวันหรือในห้องที่มีความสว่างปรกติ เนื่องจากที่จอภาพสว่างเป็นจุด ๆ ดังนั้นเมื่อดูทั้งจอภาพจะทำให้สว่างลดลง โดยเฉพาะจอภาพยิ่งต้องการความสว่างมาก ในเครื่องรับความสว่างของภาพถูกควบคุมโดยการไบอัส (Bias) ให้กับหลอดภาพ

ความเข้ม (Contrast)

ความเข้มในที่นี้หมายถึง ความแตกต่างระหว่างส่วนที่เป็นสีขาวและส่วนที่เป็นสีดำของภาพนั้น ซึ่งแตกต่างจากความสว่างซึ่งหมายถึง ค่าเฉลี่ยของความเข้ม เพื่อความเหมาะสมหรือเป็นไปตามความต้องการของการดูภาพ การปรับความเข้มควรจะปรับได้ตั้งแต่ความสว่างสุดถึงความมืดสุด การที่จะปรับค่านี้ได้ขึ้นอยู่กับความสูงของสัญญาณภาพ ในเครื่องรับโทรทัศน์การปรับความเข้มคือการปรับความสูงของสัญญาณภาพ

ความเข้มของภาพขึ้นอยู่กับความสว่างด้วย เนื่องจากระดับของแบคกราวน์ (Background) แสดงถึงส่วนสีดำที่สุดของภาพว่าจะดำเท่าไร แต่ก็ยังถูกจำกัดด้วยความสว่างของห้องด้วยเหมือนกันว่าจะสีดำขนาดไหน ซึ่งจะไม่สามารถที่จะดำได้มากกว่าความสว่างของห้องที่สะท้อนจากจอภาพ ดังนั้นความสว่างภายในห้องจึงไม่ควรที่จะสว่างมากเกินไปเพื่อที่จะได้ดูสีดำให้ดำจริง ๆ

รายละเอียด (Details)

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

อัตราส่วนของภาพ(Aspect ratio)

คืออัตราส่วนระหว่างความกว้างและความสูงของจอภาพซึ่งมีมาตรฐาน 4:3 ในทุกระบบรวมทั้งภาพยนตร์ด้วย ไม่ว่าจอภาพจะมีขนาดกว้างเท่าไรก็ตาม ถ้าไม่ใช้อัตราส่วนนี้

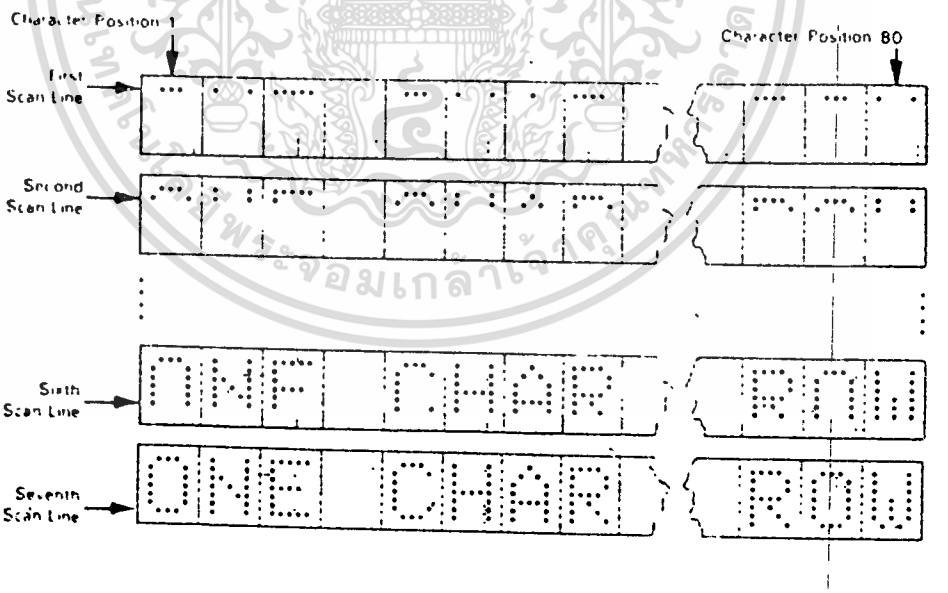
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำให้การดูภาพคนในจอ ผอมหรืออ้วนกว่าความเป็นจริง

ระยะทางที่ดูถ้าดูใกล้จอเกินไปทำให้เห็นรายละเอียดมาก ภาพจะดูคล้าย ๆ หิมะตกและมองเห็นเส้นสแกนด้วยภาพที่ได้จึงดูค่อนข้างจะหยาบ แต่ถ้าห่างเกินไปก็จะทำให้รายละเอียดของภาพตกลงไป ดังนั้นจึงควรนั่งห่างจากจอโทรทัศน์ให้พอเหมาะโดยปกติประมาณ 4-8 เท่า ของความสูงของจอภาพ

2.3 <u>การแสดงผลด้วยสัญญาณดิจิตอล</u>

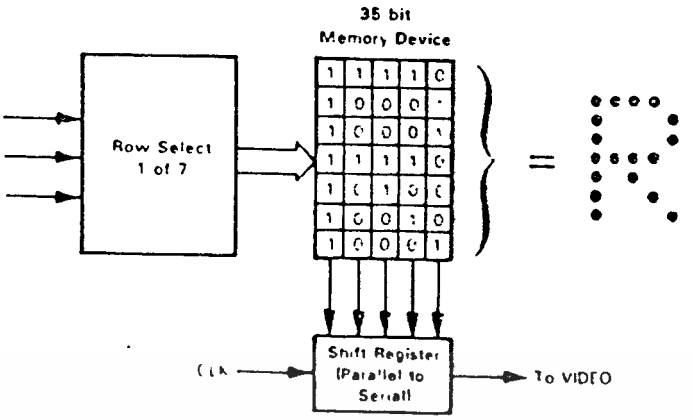
ในการแสดงผลบนจอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปจะต้องการสัญญาณอย่างน้อย 3 สัญญาณคือ สัญญาณฮอร์ซิงค์, เวอร์ซิงค์และสัญญาณวิดีโอ โดยที่สัญญาณฮอร์ซิงค์และเวอร์ซิงค์จะทำงานโดยอิสระคือจะมีออสซิลเลเตอร์กำเนิดสัญญาณไปโดยต่อเนื่อง ในขณะที่สัญญาณวิดีโอนั้นจะต้องถูกควบคุม เนื่องจากว่าสัญญาณวิดีโอนี้จะเป็นตัวบังคับให้ลำอิเลคตรอนที่เป็นตัวกำเนิดจุดบนจอภาพนั้นสว่างหรือมืด โดยสัญญาณวิดีโอนี้จะต้องถูกควบคุมให้เหมาะสมและเป็นไปตามลำดับเพื่อให้การแสดงภาพนั้นเป็นไปตามรูปแบบที่ต้องการ ซึ่งสัญญาณนี้จะต้องถูกต้องและเหมาะสมในทุกเส้นสแกนไลน์ ดังในรูปที่ 2.23



<u>รูปที่ 2.23</u> แสดงความสัมพันธ์ของจุดภาพต่อเส้นสแกนไลน์

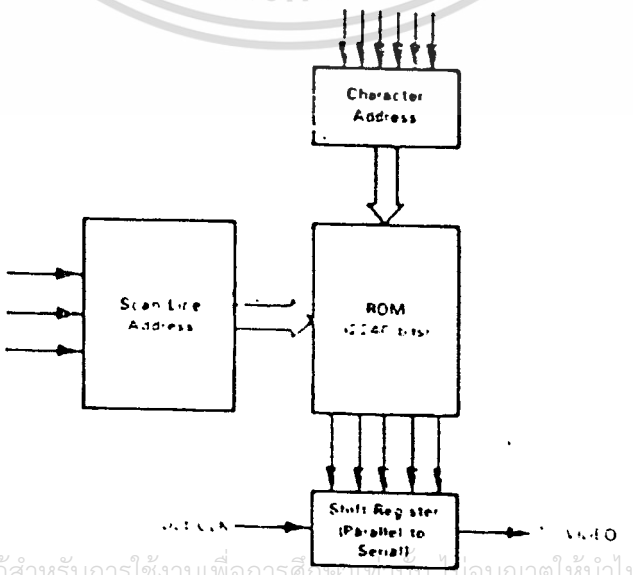
เนื่องจากสัญญาณในคอมพิวเตอร์เป็นสัญญาณดิจิตอลดังนั้นสัญญาณวิดีโอที่ได้จะมีลักษณะเป็นดิจิตอลด้วยคือมีค่าเป็นศูนย์ "0" เมื่อต้องการจุดมืด และมีค่าเป็นหนึ่ง "1" เมื่อต้องการจุดสว่าง ในการแสดงตัวอักษรต่าง ๆนั้นจะต้องมีคาแรกเตอร์เจนเนอเรเตอร์ (character generator) ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บรูปแบบของตัวอักษรต่าง ๆ ไว้โดยอาจจะออกแบบรูปลักษณะของตัวอักษรไว้ในเมตริกซ์ 5*7 ดังแสดงในรูปที่ 2.24

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 แสดงลักษณะรูปแบบของตัวอักษรในคาแรกเตอร์เจน

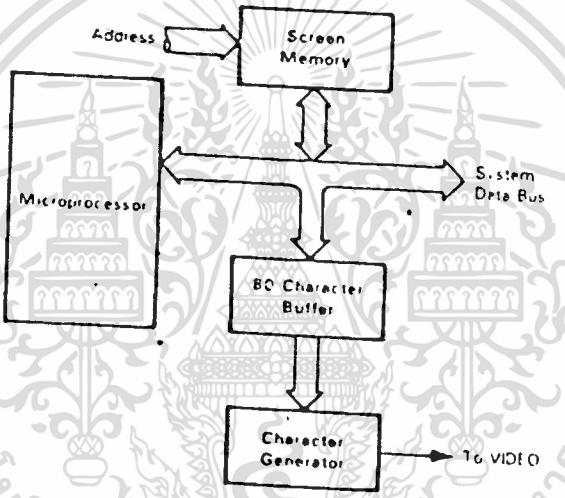
จากภาพจะเห็นได้ว่าแต่ละตัวอักษรจะถูกสร้างอยู่ในขอบเขตของเมตริกซ์ 5*7 นั้น คือในแต่ละตัวอักษรจะแทนด้วยจุดทั้งสิ้น 35 จุด ซึ่งแต่ละจุดจะสว่างหรือมืด(มีค่าเป็น 1 หรือ 0) ขึ้นอยู่กับรูปแบบของตัวอักษร และด้วยสัญญาณเลือกแถวทั้งสามเส้น (three row-select) เราสามารถที่จะถอดรหัสออกมาเพื่อใช้เลือกแต่ละแถวของทั้ง 7 แถวของตัวอักษรออกมาทำการชิพให้เป็นสัญญาณอนุกรมโดยผ่านส่วนชิพรีจิสเตอร์ (shift register) แล้วได้เป็นสัญญาณวิดีโอตามที่ต้องการ เนื่องจากในคาแรกเตอร์เจน มีรูปแบบของตัวอักษรอยู่หลายรูปแบบ เพื่อที่จะเลือกตัวอักษรที่ต้องการ เราจะต้องมีสัญญาณมาทำการอ้างตำแหน่งของตัวอักษรนั้น ๆ เพื่อดึงเอาจุดข้อมูลของตัวอักษรนั้นออกมาชิพเป็นสัญญาณวิดีโอ โดยถ้ามีรูปแบบของตัวอักษรทั้งสิ้น 64 รูปแบบตัวอักษร เราจะต้องใช้จำนวนเส้นสัญญาณทั้งสิ้น 6 เส้น (2^6 = 64) และขนาดของหน่วยความจำของคาแรกเตอร์เจนจะมีขนาด 64*5*7 = 2240 บิต ดังแสดงในรูปที่ 2.25



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.25 แสดงการอ้างตำแหน่งของคาแรกเตอร์เจน

เนื่องจากสัญญาณต่าง ๆ ที่ได้แสดงออกไปในการแสดง 1 ภาพหรือ เฟมนั้น จะหมดไปในการแสดงแต่ละครั้ง เพื่อให้ภาพที่ปรากฏบนจอยังคงอยู่เราจะต้องแสดงข้อมูลชุดเดิมซ้ำอีก โดยจะต้องมีหน่วยความจำภาพ (screen memory) เป็นตัวเก็บข้อมูลของจอภาพในขณะนั้น ซึ่งก็คือตำแหน่งของตัวอักษรต่าง ๆ บนจอภาพนั้นเอง และจากหน่วยความจำภาพนี้เองที่จะเป็นตัวส่งสัญญาณที่ใช้ในการอ้างตำแหน่งตัวอักษรในคาแรกเตอร์เจน ซึ่งในการอ้าง,ดึงและชิพข้อมูลนี้จะต้องสัมพันธ์กันเป็นอย่างดี ดังนั้นส่วนต่าง ๆ เหล่านี้จะถูกต้องควบคุมโดยไมโครโพรเซสเซอร์ (microprocessor) ดังแสดงในรูปที่ 2.26



รูปที่ 2.26 แสดงลักษณะโดยรวมของการแสดงข้อมูลแบบดิจิตอลของคอมพิวเตอร์

จากลักษณะการแสดงผลทางจอภาพวิธีนี้ ได้ถูกนำมาเป็นแนวความคิดหนึ่งในเครื่องเปลี่ยนโทรทัศน์เป็นออสซิลโลสโคปนี้ ดังจะได้กล่าวในบทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

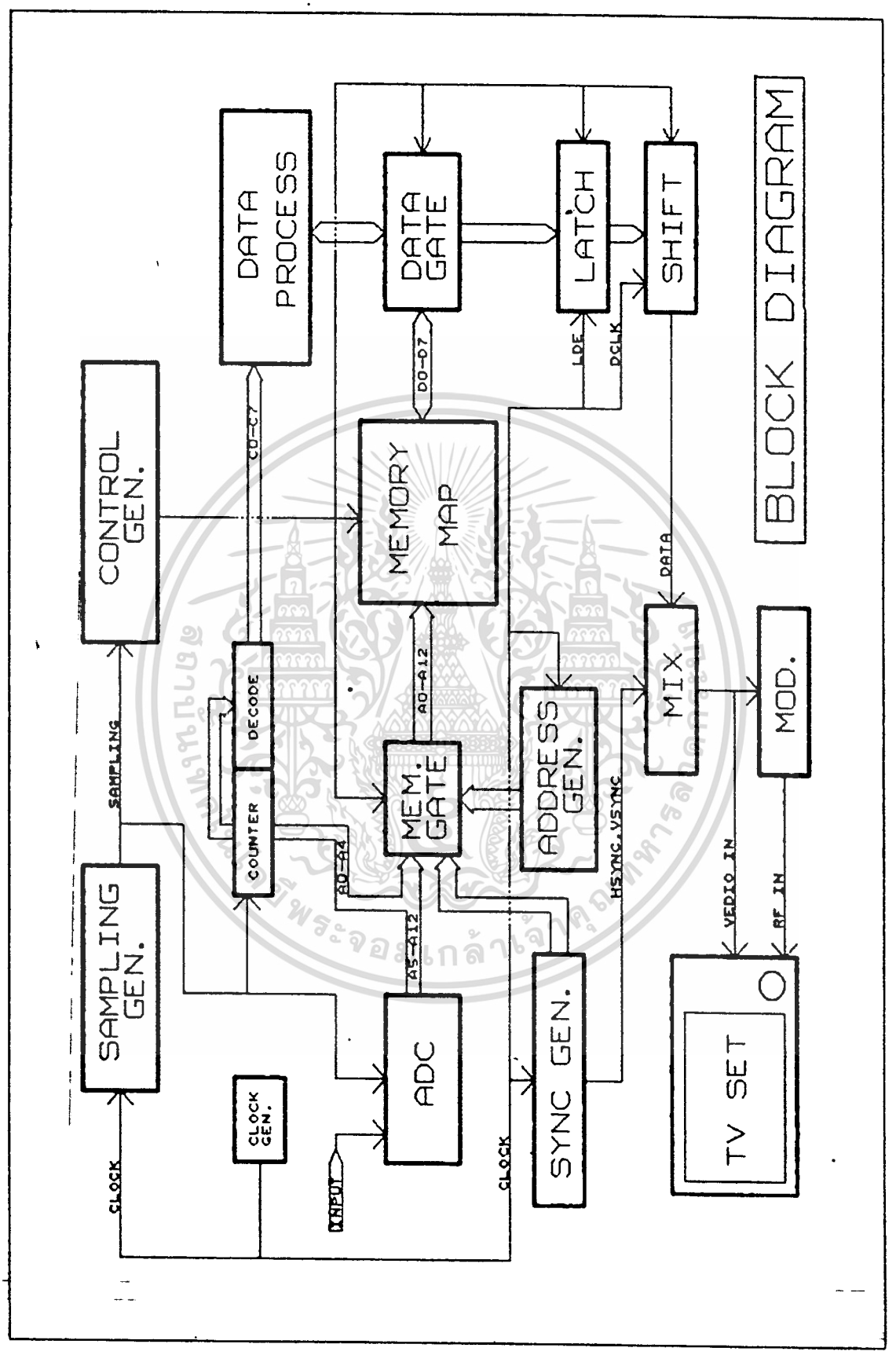
การออกแบบและการทำงานของวงจร

เครื่องเปลี่ยนโทรทัศน์ให้เป็นออสซิลโลสโคป (TV SCOPE ADAPTOR) เกิดจากความคิดที่จะนำเอาโทรทัศน์ซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญและมีราคาแพงเหมือนกันกับในออสซิลโลสโคปคือ จอภาพซีอาร์ที มาใช้ในการแสดงลักษณะของสัญญาณแทนออสซิลโลสโคป ซึ่งจะทำให้เราได้เครื่องมือชนิดใหม่ที่มีราคาถูกโดยการใช้โทรทัศน์ที่มีอยู่ทั่วไปในทุก ๆ บ้านโดยที่ไม่ต้องมีการดัดแปลงใดๆ ทั้งสิ้น

หลักการทำงานของเครื่องเปลี่ยนโทรทัศน์ให้เป็นออสซิลโลสโคปสามารถแสดงได้ดังบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 3.1 ซึ่งอธิบายได้ดังนี้คือ เมื่อสัญญาณอินพุทถูกป้อนเข้ามา สัญญาณจะถูกเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณดิจิตอลที่ส่วนเปลี่ยนสัญญาณต่อเนื่องให้เป็นสัญญาณดิจิตอล (ADC:Analog to Digital Converter)โดยที่แ.ระดับอัมปริจูดของสัญญาณเข้าค่าหนึ่งจะให้ค่าของสัญญาณดิจิตอลค่าหนึ่ง แล้วนำเอาสัญญาณดิจิตอลนี้ไปใช้ในการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำภาพร่วมกับสัญญาณที่ได้มาจากส่วนตัวนับ (Counter) ที่ส่วนหน่วยความจำภาพ (Memory Map) เมื่ออ้างตำแหน่งของแอดเดรสได้ก็จะนำข้อมูลในตำแหน่งนั้นไปทำการกำหนดค่าของแต่ละบิตที่ส่วนดาต้าโพรเซส(Data Process) และเมื่อทำการประมวลเสร็จข้อมูลนั้นก็จะถูกส่งกลับมาเก็บที่หน่วยความจำภาพ แ. ตำแหน่งเดิม จากนั้นการทำงานจะทำเช่นเดิมจนกระทั่งครบทั้งหน่วยความจำภาพโดยในหนึ่งรอบของการทำงานจะถูกควบคุมให้เป็นไปตามจังหวะของสัญญาณแซมปลิ้งจากส่วนสร้างสัญญาณแซมปลิ้ง (Sampling gen.) เมื่อเก็บข้อมูลครบแล้วต่อไปก็จะเป็นการนำเอาข้อมูลออกมาแสดงโดยการอ้างตำแหน่งแอดเดรสนั้นจะใช้สัญญาณจากส่วนสร้างสัญญาณซิงค์ (Sync gen.) มาใช้ในการอ้าง ข้อมูลที่ได้ออกมาจะถูกเก็บที่ส่วนแลตช์ (latch) ไว้ก่อนที่จะถูกนำมาเลื่อนที่ส่วนเลื่อนข้อมูล (shift) ข้อมูลที่เลื่อนออกมาจะถูกนำมารวมกับสัญญาณซิงค์ต่าง ๆ ที่ส่วนรวมสัญญาณ (Mix) ซึ่งสัญญาณที่ได้ในตอนนี้จะเป็นสัญญาณภาพวิดีโอ (vedio signal) พร้อมที่จะป้อนเข้าโทรทัศน์ได้ในกรณีที่โทรทัศน์นั้นมีช่องวิดีโออิน (vedio in) หรืออาจจะนำสัญญาณนี้ไปทำการมอดดูเลท (modulate) ให้เป็นสัญญาณอาร์เอฟ (RF signal) แล้วจึงป้อนเข้าโทรทัศน์ได้เช่นกัน การแสดงภาพจะใช้ระยะเวลาหนึ่งแล้วก็จะทำการเคลียร์ข้อมูลในหน่วยความจำภาพก่อนที่จะเริ่มต้นลูปของการเก็บข้อมูลดังกล่าวมาแล้วอีกครั้ง ดังนั้นภาพที่ได้จะมีลักษณะเป็นภาพที่ไม่ต่อเนื่องซึ่งในแต่ละภาพจะใช้ระยะเวลาแสดงเท่ากัน

ก่อนที่จะกล่าวถึงการทำงานโดยละเอียดของส่วนต่าง ๆ จะขออธิบายถึงลักษณะของหน่วยความจำภาพรวมทั้งการอ้างตำแหน่งแอดเดรสด้วย ในการแสดงภาพบนจอโทรทัศน์นี้เราได้ทำการแบ่งจอออกเป็นจุดเล็ก ๆ ขนาด 256*256 จุด โดยที่แต่ละจุดจะแทนด้วยข้อมูลแต่ละบิตในหน่วยความจำภาพ ดังนั้นถ้าเราจัดให้แปดจุดที่เรียงกันในแนวนอนเป็นข้อมูลในหนึ่งไบต์ของหน่วยความจำภาพแล้วจำนวนไบต์ในแนวนอนจะเท่ากับ 256/8 = 32 ไบต์ ในขณะที่จำนวนไบต์ในแนว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

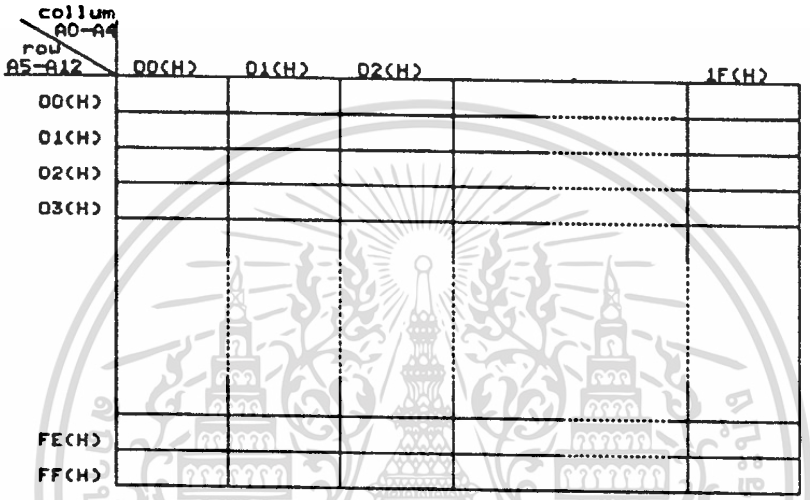


รูปที่ 3.1 แสดงภาพบล็อกไดอะแกรมของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งจะเท่ากับจำนวนแถวคือ 256 ไบต์ ดังนั้นเราจะได้จำนวนไบต์ที่ต้องใช้ในหน่วยความจำภาพทั้งหมดเท่ากับ 256*32 = 8192 ไบต์ หรือ 8 กิโลไบต์

เนื่องจากจำนวนไบต์ในแนวนอนคือ 32 ไบต์ เราจึงต้องใช้จำนวนเส้นแอดเดรสในการอ้างตำแหน่งเท่ากับ 5 เส้น (2^5 = 32) ส่วนจำนวนเส้นแอดเดรสที่ใช้ในแนวตั้งต้องใช้ทั้งสิ้น 8เส้น(2^8 = 256) ซึ่งลักษณะของหน่วยความจำภาพและการอ้างแอดเดรสเป็นดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะการอ้างแอดเดรสของหน่วยความจำภาพ

ซึ่งการกำหนดจุดในหน่วยความจำภาพจะกระทำจากด้านซ้ายไปขวา โดยในการกำหนดจุดหนึ่งจุดจะใช้สัญญาณแซมปลิ้งหนึ่งครั้งเพราะฉะนั้นในการเก็บข้อมูลหนึ่งภาพจะใช้สัญญาณแซมปลิ้งทั้งสิ้นเท่ากับ 256 ครั้ง

ส่วนประกอบในแต่ละบล๊อกมีลักษณะวงจรและการทำงานของแต่ละส่วนดังต่อไปนี้

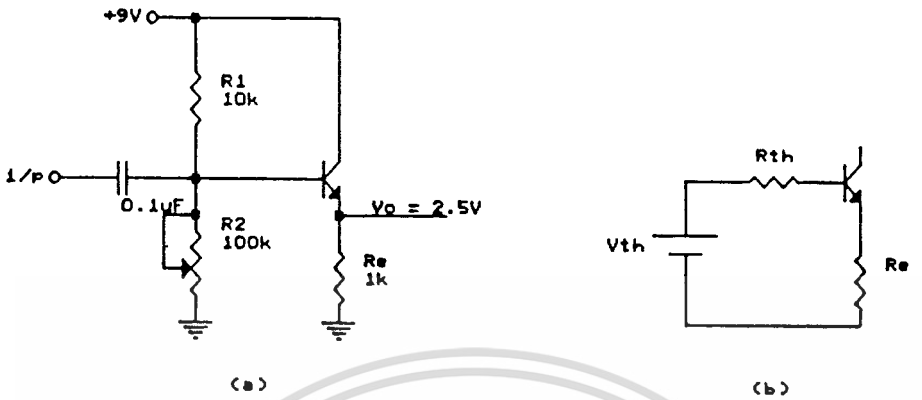
3.1 ส่วนแปลงสัญญาณเข้าให้เป็นสัญญาณดิจิตอล (ADC)

เริ่มด้วยการยกระดับสัญญาณอินพุทให้เป็นบวกและเนื่องจากระดับแรงดันที่ใช้ในการเปรียบเทียบ (Vref+) ของชิพเปลี่ยนสัญญาณต่อเนื่องให้เป็นสัญญาณดิจิตอล (analog to digital) มีค่าเท่ากับ 5 โวลต์ จึงต้องทำการยกระดับสัญญาณขึ้นไป 2.5 โวลต์ ทั้งนี้เพื่อให้การสวิงของสัญญาณอินพุทมีค่าได้สูงที่สุด โดยค่าสูงสุดของสัญญาณที่เข้ามีค่าได้ไม่เกิน 5 Vp-p นั่นคือสัญญาณเข้าจะต้องมีการสวิงอยู่ระหว่างค่า 0-5 โวลต์ก่อนที่จะป้อนให้กับชิพเปลี่ยนสัญญาณต่อเนื่องให้เป็นสัญญาณดิจิตอลซึ่งในที่นี้ใช้ชิพ CA3306 ต่อไป

วงจรที่ใช้ในการยกระดับนี้เราใช้วงจรคอมมอนคอเลคเตอร์ (Common collector) ดัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3(a) ซึ่งทำการคำนวนหาค่าความต้านทานต่างๆได้ดังนี้



รูปที่ 3.3 (a) แสดงวงจรยกระดับสัญญาณอินพุท
(b) แสดงวงจรเสมือนของรูป (a)

เราต้องการ Vo = 2.5 โวลต์

ถ้าเรากำหนดให้กระแสคอลเลคเตอร์ I_c = 2.5 มิลลิแอมป์

เราจะได้ความต้านทาน R_L = 2.5 V / 2.5mA = 1Ø กิโลโอห์ม

เพื่อหาค่า R_1 และ R_2 เราจะเขียนวงจรเสมือนได้ดังรูปที่ 3.3(b)

โดยที่ $R_{th} = R_1 // R_2$ และ $V_{th} = V_{cc} * R_{th} / R_1$

$V_{th} = V_{BE} + I_c * R_{th} / \beta + 2.5$

$= 3.2 \cong 4$ โวลต์

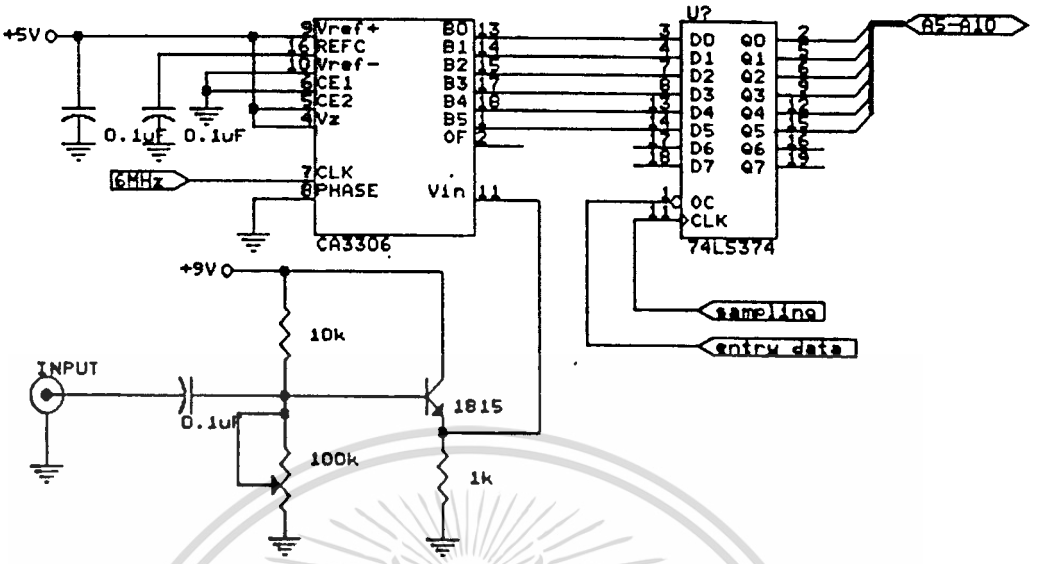
ดังนั้นอัตราส่วนของ $R_1 : R_2 = 1:4$

ถ้าเราใช้ R_1 = 1Ø กิโลโอห์ม จะได้ R_2 = 4Ø กิโลโอห์ม

ดังนั้นเราจะใช้ R_2 = 1ØØ กิโลโอห์มแบบปรับค่าได้ซึ่งใช้ในการปรับให้ได้แรงดันที่ต้องการ

สัญญาณที่ได้จากการยกระดับจะป้อนให้กับชิพ CA 3Ø86 ซึ่งจะให้เอาท์พุทออกมา 6 บิตต่อเข้ากับบัฟเฟอร์คือ 74LS374 แล้วนำไปใช้ในการอ้างตำแหน่งแอดเดรสต่อไป โดยที่บัฟเฟอร์จะถูกควบคุมด้วยสัญญาณแซมปลิ้งที่ขา 11(CLK) ของชิฟ 74LS374 นั้นคือข้อมูลจะถูกนำเข้ามาเก็บที่บัฟเฟอร์ตามสัญญาณแซมปลิ้งแล้วข้อมูลจะถูกปล่อยออกมาในจังหวะการอ่านและเขียนของช่วงการเก็บข้อมูล ซึ่งควบคุมด้วยสัญญาณอ่านและเขียน(read.write signal) ที่ขา 1 (OC) ของบัฟเฟอร์ ลักษณะของวงจรส่วนนี้แสดงได้ดังรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงส่วนแปลงสัญญาณเข้าให้เป็นสัญญาณดิจิตอล

3.2 ส่วนสัญญาณควบคุม (Signal Control)

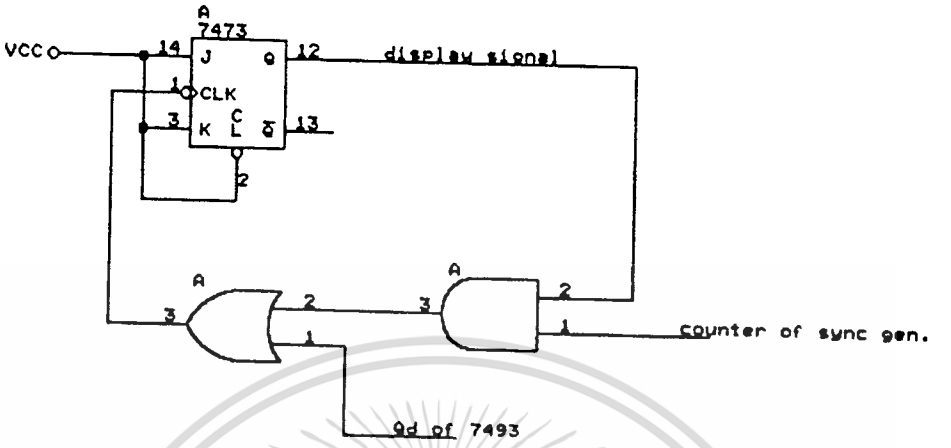
สัญญาณควบคุมต่างๆ จะเริ่มต้นมาจากสัญญาณแซมปลิ้งที่ป้อนเข้ามา ซึ่งสัญญาณนี้จะเป็นตัวที่จะมาทริก(trig) ให้เกิดสัญญาณต่าง ๆ สัญญาณที่สำคัญมีดังนี้คือ

3.2.1 สัญญาณอ่านและเขียน (read and write signal) โดยการใช้โมโนสเตเบิลมัลติไวเบเตอร์ (monostable multivibrator) เป็นตัวสร้างพัลส์(pulse) โดยการใช้ขอบขาขึ้นของสัญญาณแซมปลิ้งเป็นตัวทริกให้เกิดสัญญาณอ่าน แล้วใช้ขอบขาขึ้นของสัญญาณอ่านไปทริกให้เกิดสัญญาณเขียน เพื่อให้การอ่านและเขียนข้อมูลใช้เวลาน้อยที่สุดช่วงเวลาของแต่ละสัญญาณจะเท่ากับเวลาที่ใช้ในการเข้าถึงหน่วยความจำ(access time) ทั้งของการอ่านและเขียน ซึ่งสำหรับชิพที่ใช้นี้มีเวลาการเข้าถึงหน่วยความจำเท่ากับ 150 นาโนวินาที โดยค่าความต้านทานและค่าคาปาซิเตอร์ที่ใช้มีค่าดังนี้ R = 3.3 กิโลโอห์ม , C = 30 pF

3.2.2 สัญญาณแสดงภาพ (display signal) โดยการใช้ชิพ 7473 ซึ่งเป็นฟลิบฟลอบแบบ เจเคฟลิบฟลอบ (JK Flip Flop) เป็นตัวกำเนิดพัลส์นี้ ช่วงเวลาการแสดงภาพนี้จะเริ่มขึ้นเมื่อมีการเก็บข้อมูลเข้าหน่วยความจำภาพครบหมดแล้ว ด้วยการใช้ขอบขาลงของตัวนับ (counter) ที่ใช้ในการอ้างแอดเดรสเส้นสุดท้ายคือ ขาที่ 11 (QD) ของชิพ 7493 ตัวที่สองมาทริกที่ขา CLK ของ7473 ซึ่งต่ออยู่ในลักษณะท็อกเกิล (toggle) คือขา J และ K ต่อกับแรงดันไฟบวก(Vcc) ให้เปลี่ยนสถานะจากต่ำไปเป็นสูง ซึ่งช่วงเวลานี้สัญญาณสถานะสูงนี้จะไปควบคุมให้ทำการแสดงภาพ การแสดงภาพจะกระทำไปในระยะเวลาหนึ่งโดยการใช้ตัวนับ 4040 ตัวหนึ่งนับจำนวนภาพที่ทำการแสดง โดยการนับจากสัญญาณเวอร์ชิงค์ (VSYNC) เมื่อนับครบตามที่ต้องการแล้วก็จะใช้ขอบขาลงของตัวนับนั้นไปทำการทริก7473ให้เปลี่ยนสถานะเอาท์พุท

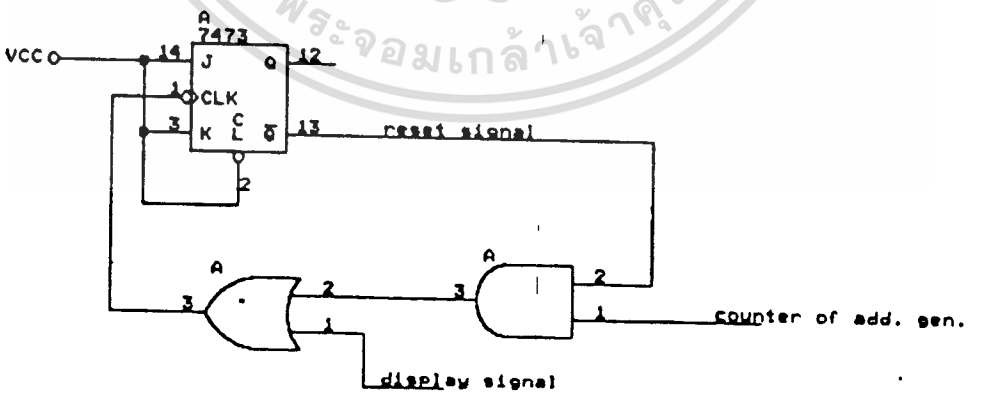
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นต่ำอีกนั้นคือการแสดงภาพสิ้นสุดแล้ว ลักษณะของการต่อใช้ชิพ 7473 แสดงได้ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงวงจรสร้างสัญญาณแสดงภาพ

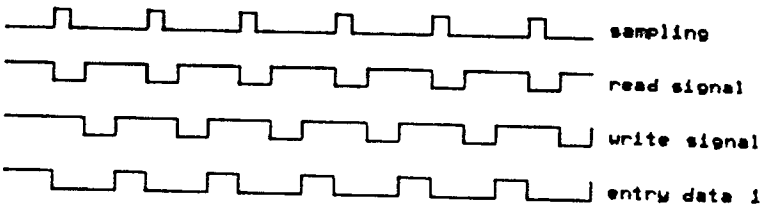
3.2.3 สัญญาณเคลียร์ข้อมูล (Reset signal) ใช้ในการเคลียร์ข้อมูลในหน่วยความจำภาพหลังจากทำการแสดงภาพนั้นแล้ว เพื่อเตรียมรับข้อมูลชุดใหม่เข้ามา ดังนั้นสัญญาณนี้จะต้องเกิดหลังจากสัญญาณแสดงภาพ เราจึงนำเอาขอบขาลงของสัญญาณภาพนี้มาทริก7473 ซึ่งต่อในลักษณะท็อกเกิลเช่นเดียวกันกับของสัญญาณแสดงภาพ และใช้สัญญาณจากตัวนับ 4040 ที่ใช้ในการอ้างแอดเดรสเพื่อเคลียร์ข้อมูลมาทริก7473 ให้สัญญาณเคลียร์ข้อมูลหมดไป แต่สัญญาณนี้จะใช้ดึงมาจาก $\bar{Q}$ แทน ดังแสดงในรูปที่ 3.6



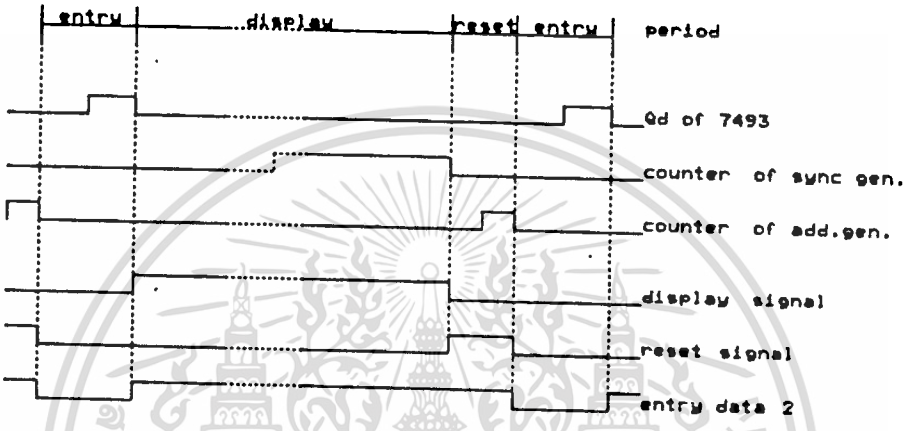
รูปที่ 3.6 แสดงวงจรสร้างสัญญาณเคลียร์ข้อมูล

สัญญาณควบคุมที่ได้กล่าวมานี้เป็นสัญญาณหลักที่นำมาใช้ควบคุมส่วนต่างๆ ในวงจรซึ่งลักษณะของสัญญาณแสดงได้ดังไดอะแกรมในรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a)



(b)

รูปที่ 3.7 แสดงไดอะแกรมเวลาของสัญญาณควบคุมต่าง ๆ

ส่วนวงจรของส่วนสร้างสัญญาณควบคุมแสดงได้ดังรูปที่ 3.8 ซึ่งจากภาพจะมีส่วนประกอบอื่นอีกโดยแต่ละตัวทำหน้าที่ดังนี้

- Sw1 ใช้กดในกรณีที่ต้องการให้ภาพที่แสดงนั้นค้างไว้ตราบใดที่ยังกดสวิทย์นี้อยู่ ซึ่งก็คือเป็นการเพิ่มเวลาของสัญญาณแสดงภาพออกไปนั้นเอง

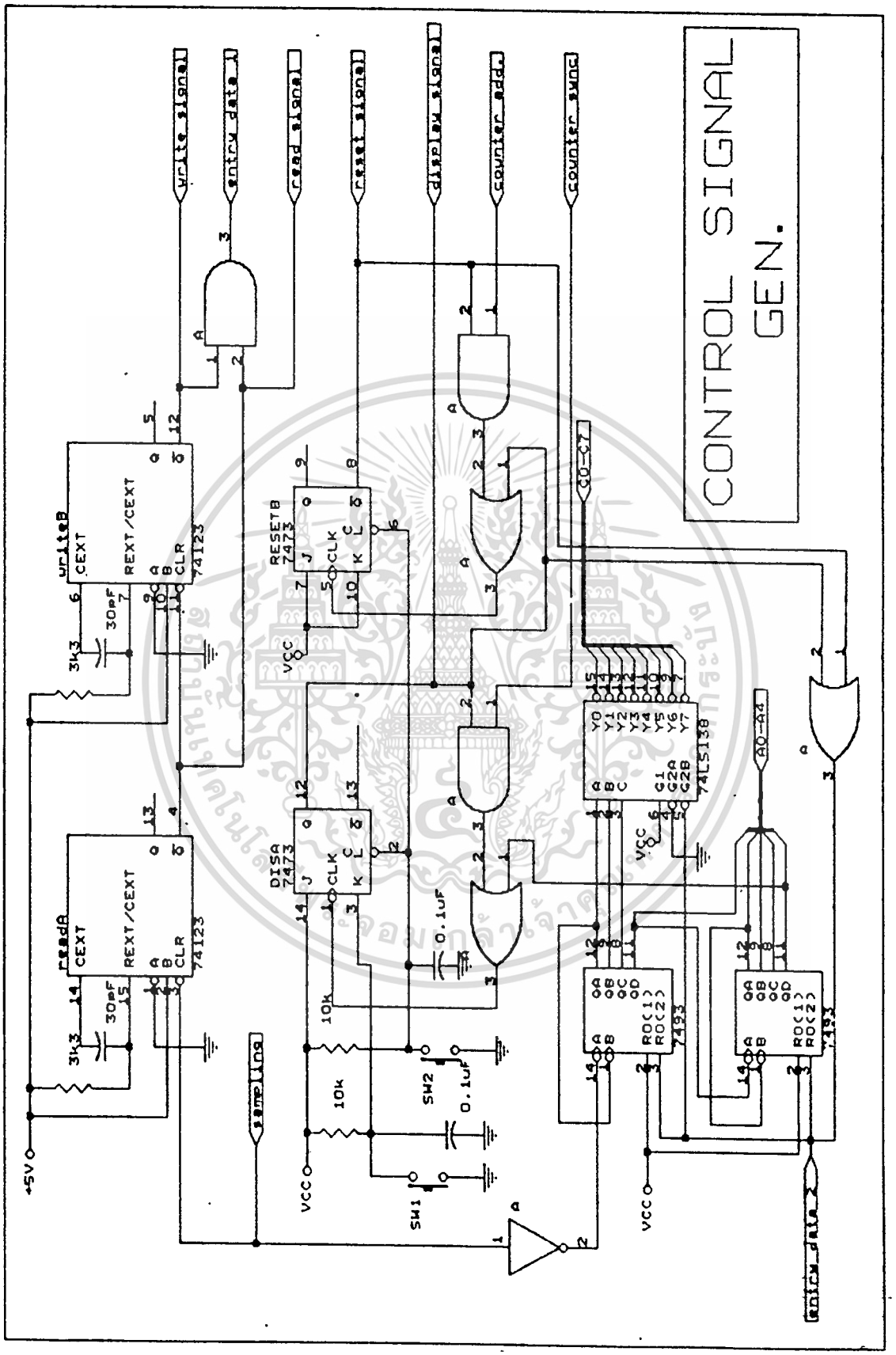
- Sw2 ใช้ในการรีเซ็ทการทำงานของวงจรให้ไปเริ่มที่การเคลียร์ข้อมูลในหน่วยความจำภาพ

- **ชิพ 74LS138** ใช้ในการถอดรหัสสัญญาณจากตัวนับ 7493 (3บิตแรก) เพื่อนำไปอ้างข้อมูลแต่ละบิตในหนึ่งไบต์ที่อ่านออกมาจากหน่วยความจำภาพของช่วงการเก็บข้อมูล ซึ่งจากการถอดรหัสจากตัวนับจะทำให้การอ้างบิตของข้อมูลเรียงจากบิตแรก(0)ไปบิตสุดท้าย(7) โดยจะเรียงไปตามจังหวะของสัญญาณแซมปลิ้งที่ป้อนให้กับตัวนับ 7493

- **ชิพ 7493** ซึ่งเป็นตัวนับโดยจะนับสัญญาณแซมปลิ้ง 3บิตแรกจะใช้เป็นรหัสในการอ้างบิตของข้อมูล ส่วนอีก 5บิตจะใช้ในการอ้างตำแหน่งแอดเดรสของคอลัมภ์ของหน่วยความจำภาพ ซึ่งจะอ้างได้ 32 ตำแหน่งตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

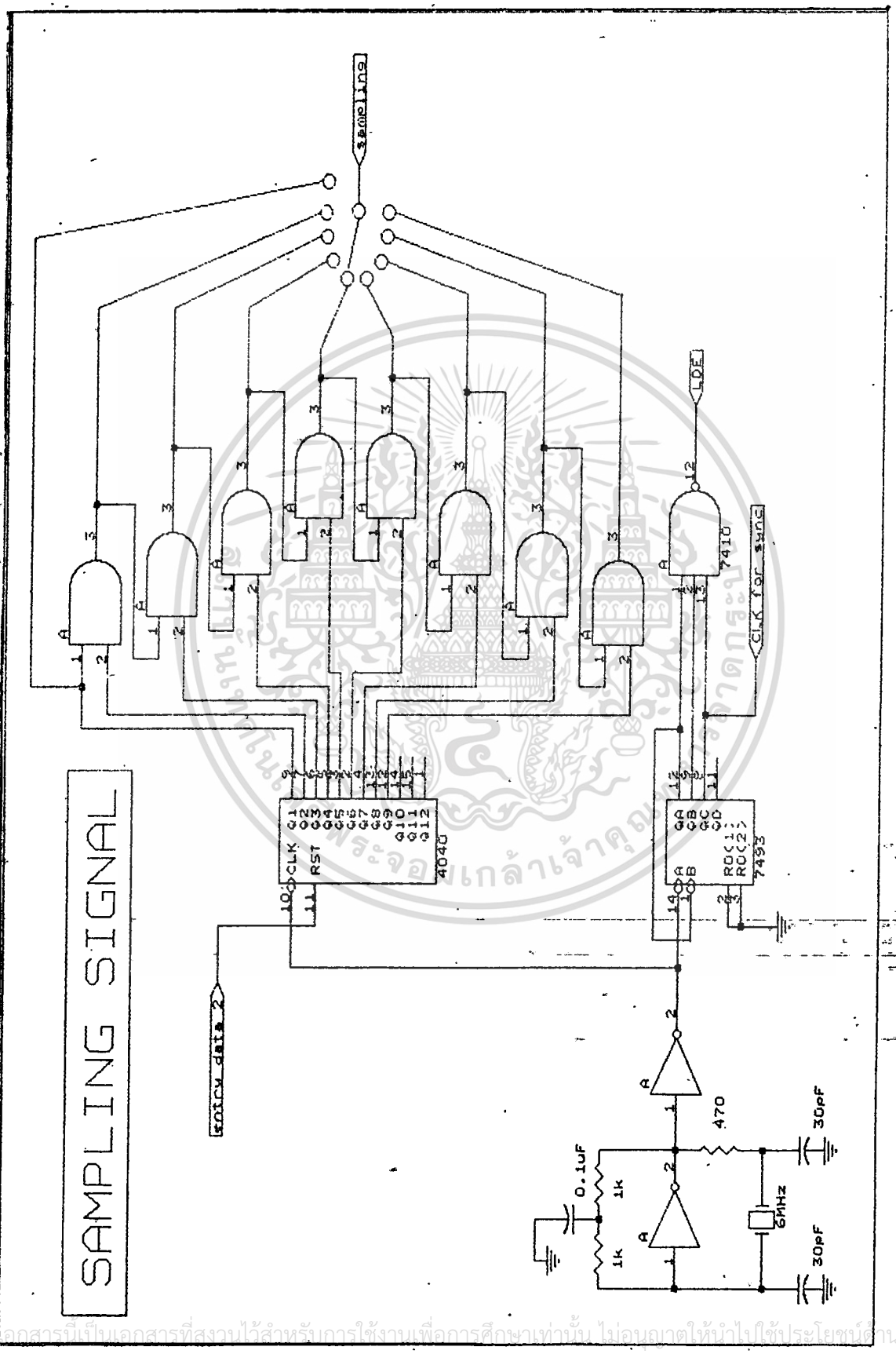
โดยทั้งชิพ 7493 และ 74LS138 จะถูกเคลียร์ด้วยสัญญาณควบคุมคือสัญญาณแสดงภาพออร์กับสัญญาณเคลียร์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แสดงวงจรส่วนสร้างสัญญาณควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

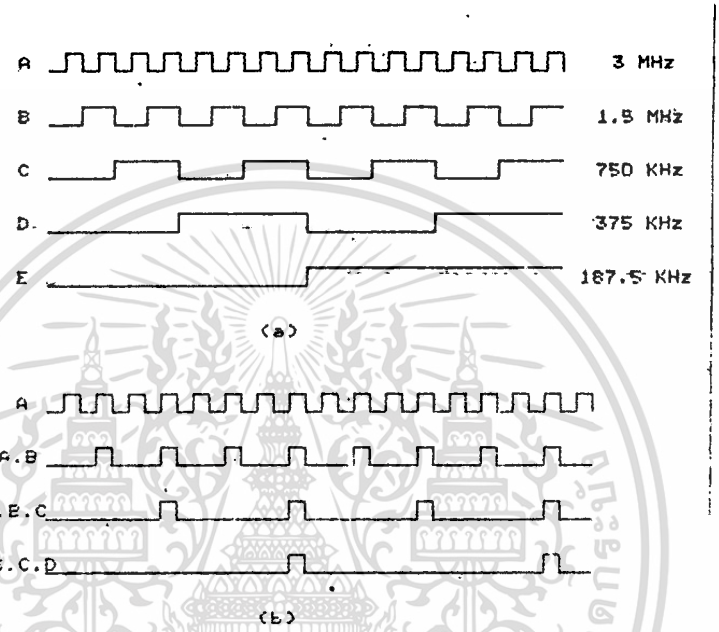


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.9 แสดงวงจรส่วนสร้างสัญญาณแซมปลิ้ง

3.3 ส่วนสร้างสัญญาณแซมปลิ้ง (Sampling gen.)

แสดงได้ดังรูปที่ 3.9 จากภาพจะเห็นได้ว่ามีตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกาซึ่งจะป้อนสัญญาณให้กับตัวนับคือ 4040 และที่เอาท์พุทแต่ละขาจะต่ออยู่กับแอนด์เกท (AND gate) เพื่อเป็นการสร้างสัญญาณแซมปลิ้งให้มีความถี่ที่ต่างกัน ดังแสดงได้ในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แสดงไดอะแกรมเวลา (a) ของสัญญาณจากตัวนับ (b) ของสัญญาณแซมปลิ้ง

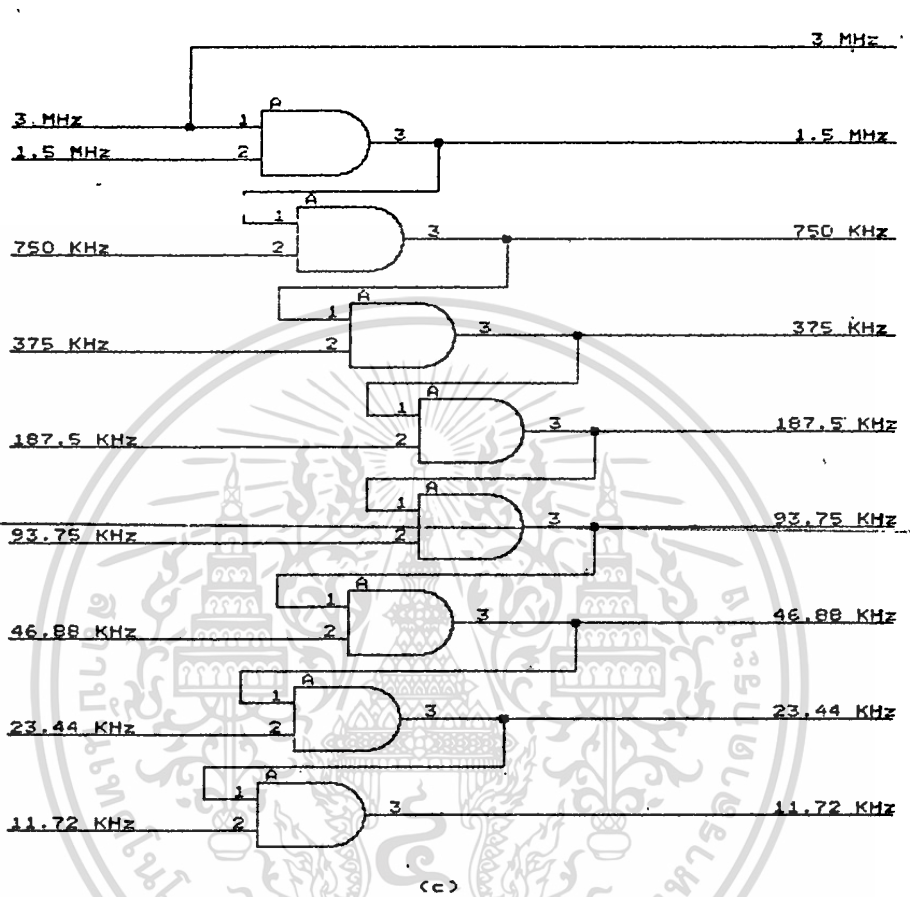
โดยในภาพที่ 3.10 (a) เป็นสัญญาณที่จะได้จากขาของตัวนับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าความถี่ที่ได้จากการนับสองคือ 3 MHz (เมื่อป้อนสัญญาณนาฬิกาให้ 6 MHz) ดังนั้นความกว้างของพลัสที่ได้คือ (1 / 3 MHz) / 2 = 150 นาโนวินาที ซึ่งเป็นเวลาที่ต่ำที่สุดที่ใช้ในการเข้าถึงหน่วยความจำภาน (Access time) จึงเป็นความถี่ที่สูงที่สุดที่สามารถจะใช้ได้

จากภาพที่ 3.10 (b) จะแสดงลักษณะของสัญญาณแซมปลิ้งที่จะได้ที่ขาเอาท์พุทของแอนด์เกทแต่ละตัว ซึ่งจะเห็นได้ว่าความถี่แซมปลิ้งที่ได้มีค่าลดลงไปสองเท่าของความถี่ต้น ดังต่อไปนี้

ความถี่แซมปลิ้งที่ได้ที่ขาอินพุทของแอนด์เกทตัวที่ 1 = 3.0 เมกกะเฮิรตซ์
ความถี่แซมปลิ้งที่ได้ที่เอาท์พุทของแอนด์เกทตัวที่ 1 = 1.5 เมกกะเฮิรตซ์
ความถี่แซมปลิ้งที่ได้ที่เอาท์พุทของแอนด์เกทตัวที่ 2 = 750 กิโลเฮิรตซ์
ความถี่แซมปลิ้งที่ได้ที่เอาท์พุทของแอนด์เกทตัวที่ 3 = 375 กิโลเฮิรตซ์
ความถี่แซมปลิ้งที่ได้ที่เอาท์พุทของแอนด์เกทตัวที่ 4 = 187.5 กิโลเฮิรตซ์
ความถี่แซมปลิ้งที่ได้ที่เอาท์พุทของแอนด์เกทตัวที่ 5 = 93.75 กิโลเฮิรตซ์
ความถี่แซมปลิ้งที่ได้ที่เอาท์พุทของแอนด์เกทตัวที่ 6 = 46.88 กิโลเฮิรตซ์
ความถี่แซมปลิ้งที่ได้ที่เอาท์พุทของแอนด์เกทตัวที่ 7 = 23.44 กิโลเฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่แซมปลิ้งที่ได้ที่เอาท์พุทของแอนด์เกทตัวที่ 8 = 11.72 กิโลเฮิรตซ์ ดังแสดงในภาพที่ 3.10 (c)



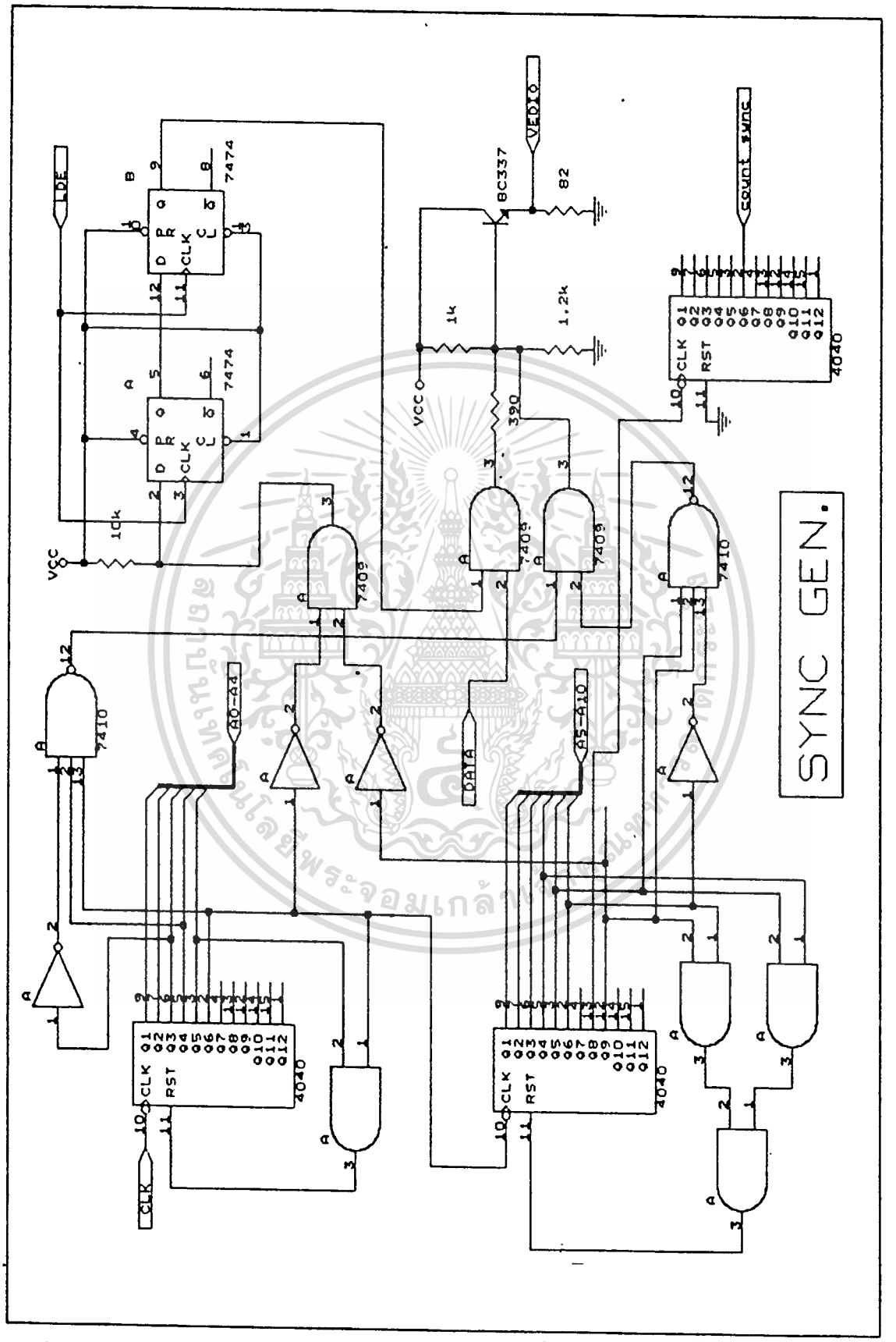
รูปที่ 3.10 (c) แสดงความถี่แซมปลิ้งที่ได้ในแต่ละจุด

3.4 ส่วนสร้างสัญญาณซิงค์ (SYNC gen.)

เราจะต้องสร้างสัญญาณซิงค์ให้เหมาะสมกับระบบของโทรทัศน์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปคือระบบ PAL ซึ่งมีความถี่ฮอร์ซิงค์(HSYNC)เท่ากับ 15625 เฮิรตซ์และความถี่เวอร์ซิงค์(VSYNC)เท่ากับ 50 เฮิรตซ์ นอกจากนี้ยังมีสัญญาณแบล็งค์ของด้านฮอร์และเวอร์อีกด้วย

จากที่ทราบมาแล้วว่าเราต้องสร้างสัญญาณฮอร์ที่ความถี่ 15625 เฮิรตซ์หรือทุกๆ 64 ไมโครวินาทีและนาน 5 ไมโครวินาที(ความกว้างของพัลส์) จากความถี่ 6 เมกกะเฮิรตซ์เรานำมาหารแปดเป็นสัญญาณ 750 กิโลเฮิรตซ์ แล้วเมื่อให้ได้ความถี่ที่ต้องการ เราจะต้องหารความถี่ 750 กิโลเฮิรตซ์ด้วย 48 (750000/15625=48)หรือเท่ากับ 30H (เลขฐานสิบหก) ในที่นี้เราใช้ชิพ 4040 เป็นตัวหารโดยการนำเอาเอาท์พุทจากขา 3(Q5)และขา 2(Q6) มาแอนด์กันแล้วนำไปรีเซ็ท 4040 ก็จะได้วงจรหาร 48 ตามต้องการ ส่วนสัญญาณฮอร์ซิงค์เราจะได้จากการดึงเอาท์พุทจากขาของ4040 ไปต่อกับเกทดังในรูปที่ 3.11 และเอาท์พุทที่ขา 2 (Q6) ก็นำไปเป็นช่วงเวลาแบล็งค์ และเป็นสัญญาณนาฬิกาให้กับตัวนับ 4040 ของสัญญาณเวอร์ซิงค์อีกด้วย

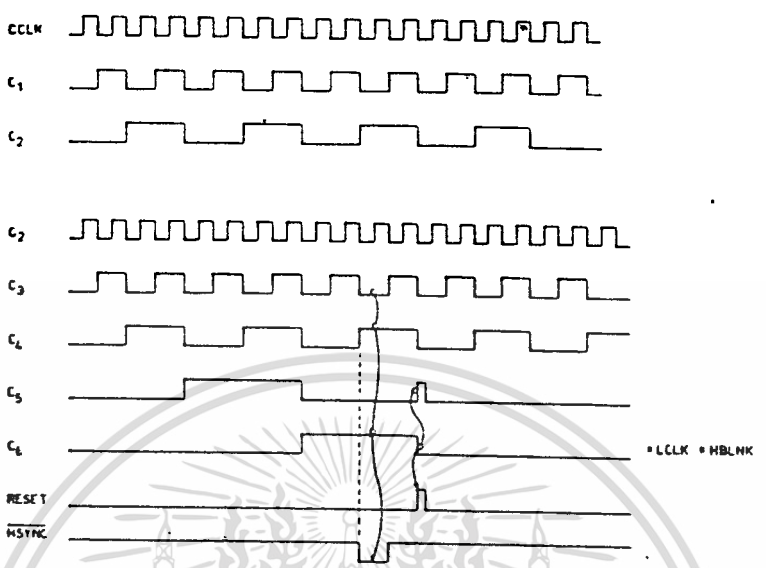
เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานเมื่อมีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แสดงวงจรส่วนสร้างสัญญาณซิงค์

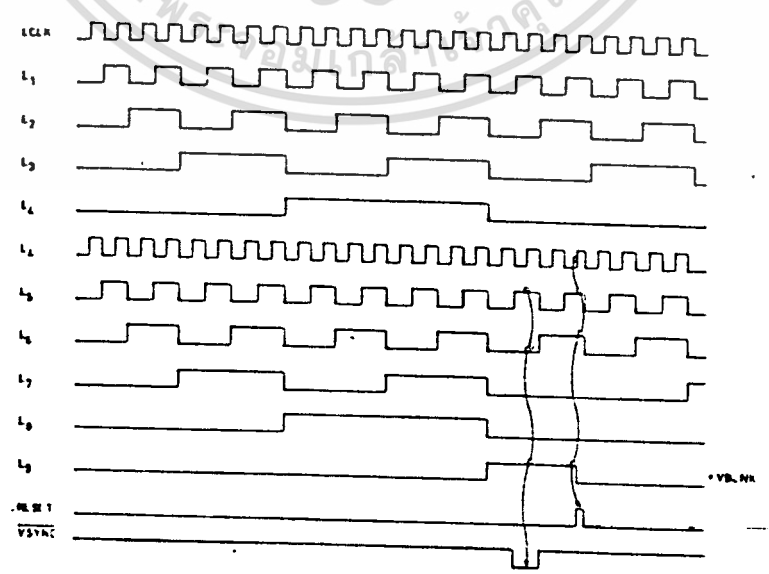
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยลักษณะของไดอะแกรมเวลาของสัญญาณฮอร์ซิงค์แสดงในรูปที่ 3.12



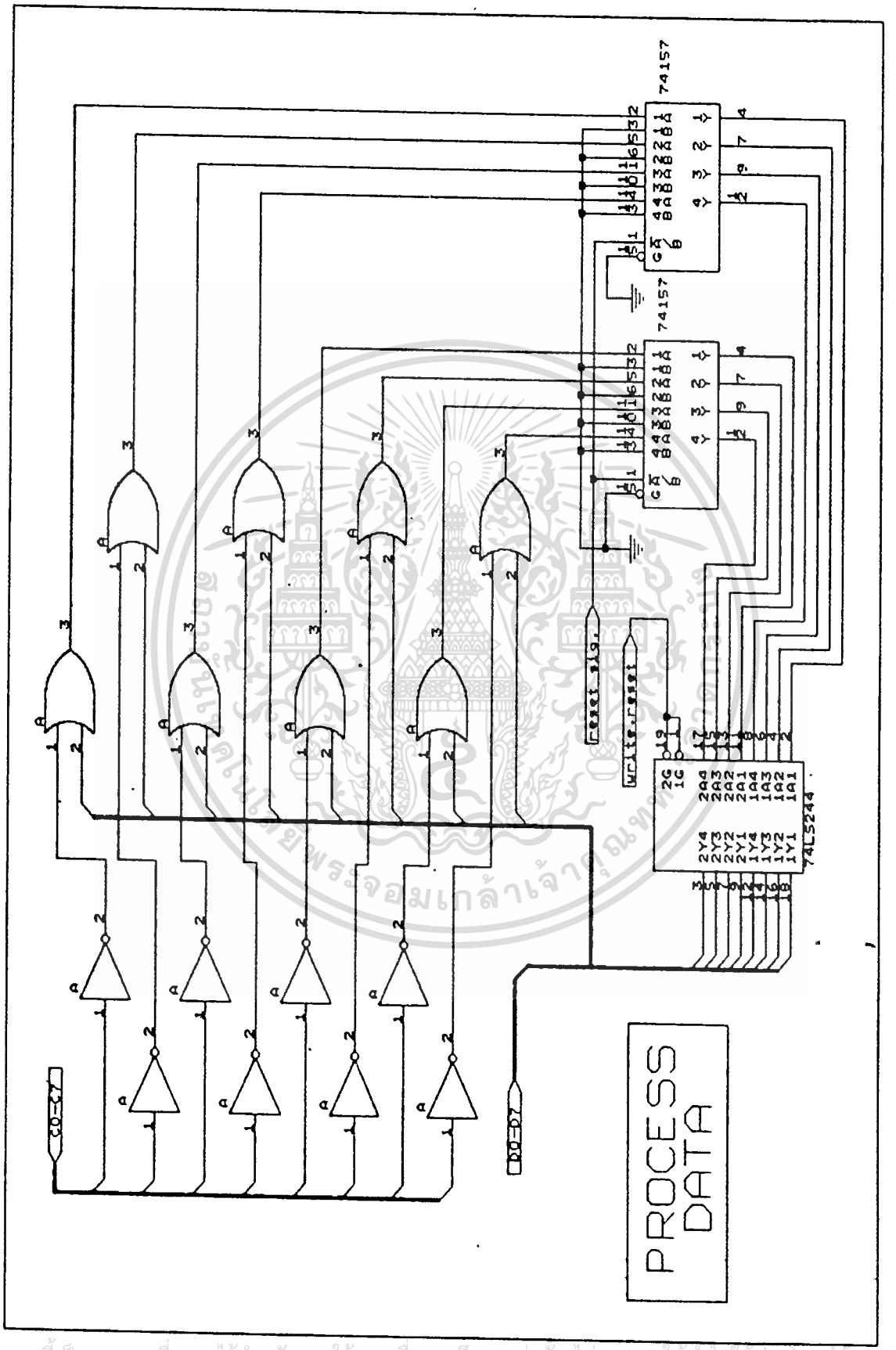
รูปที่ 3.12 แสดงไดอะแกรมเวลาของสัญญาณฮอร์ซิงค์

สัญญาณเวอร์ซิงค์มีความถี่ 50 เฮิรตซ์คาบเวลาเท่ากับ 20 มิลลิวินาทีและนานประมาณ 1 มิลลิวินาที จากความถี่ 15625 เฮิรตซ์เมื่อหารด้วย 312 จะได้ประมาณ 50.08 เฮิรตซ์ ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ได้ เราได้ใช้ชิพ 4040 โดยจัดให้มีวงจรหารตามรูปที่ 3.11 คือนำเอาท์พุทจากขา 2,3,5,12 มาแอนด์กันก่อนนำไปรีเซ็ท 4040 และนำเอาสัญญาณจากขา 12 ไปเป็นช่วงเวลาแบล็งค์ด้วย ลักษณะของไดอะแกรมเวลาของสัญญาณเวอร์ซิงค์แสดงในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 แสดงไดอะแกรมเวลาของสัญญาณเวอร์ซิงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.14 แสดงวงจรส่วนประมวลผลข้อมูล

นอกจากนี้จากภาพที่ 3.11 สัญญาณแบล็งค์ของทั้งเวอร์และฮอร์จะนำไปรวมกันด้วยการแอนด์กันแล้วนำไปเลื่อนออกไปด้วยชิพ 7474 ตามความถี่ 750 กิโลเฮิรตซ์ ซึ่งสัญญาณทั้งหมดนี้จะนำไปรวมกันกับข้อมูลและซิงค์ที่ทรานซิสเตอร์ BC377 แล้วจะให้เอาท์พุทเป็นสัญญาณภาพที่สมบูรณ์

3.5 ส่วนประมวลผลข้อมูล (data process)

โดยการนำข้อมูลที่ได้จากหน่วยความจำภาพมา ออร์ กับข้อมูลที่ได้จากการถอดรหัสจากชิพ 74LS138 ผ่าน น็อทเกท(not gate) ซึ่งมีลักษณะการทำงานดังนี้

สมมติว่ามีสัญญาณเข้ามาเป็นสัญญาณไฟตรง ดังนั้นการอ้างตำแหน่งแอดเดรสของแถวในหน่วยความภาพจะมีค่าเดิมตลอด (จากส่วนแปลงสัญญาณเข้าให้เป็นสัญญาณดิจิตอล) ในการอ่านข้อมูลออกมาครั้งแรก (แซมปลิ้งครั้งที่หนึ่ง) จากหน่วยความจำจะเป็น 00000000 ในขณะที่ ที่ส่วนถอดรหัสจะได้ 10000000 เมื่อนำมาออร์กันแล้วจะได้ 10000000 ซึ่งจะถูกนำกลับไปเขียนลงในหน่วยความจำอีก ต่อมาในการอ่านข้อมูลครั้งที่สอง(แซมปลิ้งครั้งที่สอง)ค่าในการอ้างตำแหน่งแอดเดรสของทั้งแถวและคอลัมภ์ยังเหมือนเดิม เพราะฉะนั้นค่าของข้อมูลคือ 10000000 ในขณะที่ข้อมูลจากส่วนถอดรหัสจะเป็น 01000000 เมื่อมาออร์กันจะได้ 11000000 ซึ่งถ้าทำไปเรื่อยๆ จนครบทั้งหน่วยความจำแล้ว เราจะได้ข้อมูลในแต่ละไบต์ในแถวนั้นคือ 11111111 ซึ่งเมื่อนำมาแสดงทางจอภาพแล้วจะได้ภาพของสัญญาณเส้นตรงเหมือนกับอินพุทที่ป้อนเข้ามา โดยวงจรของส่วนนี้แสดงในรูปที่ 3.14 ทั้งนี้เนื่องจากการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำมี 2 ลักษณะคือ เขียนข้อมูลของภาพที่จะแสดง กับ ข้อมูลศูนย์ที่ใช้ในการเคลียร์หน่วยความจำ ดังนั้นก่อนจะเข้าบัฟเฟอร์จะมีการเลือกข้อมูลโดยการใช้ชิพ 74157 เป็นตัวเลือกโดยใช้สัญญาณรีเซ็ทเป็นสัญญาณควบคุมดังแสดงในภาพที่ 3.14เช่นกัน

3.6 ส่วนหน่วยความจำภาพและบัฟเฟอร์ต่างๆ (memory and buffers)

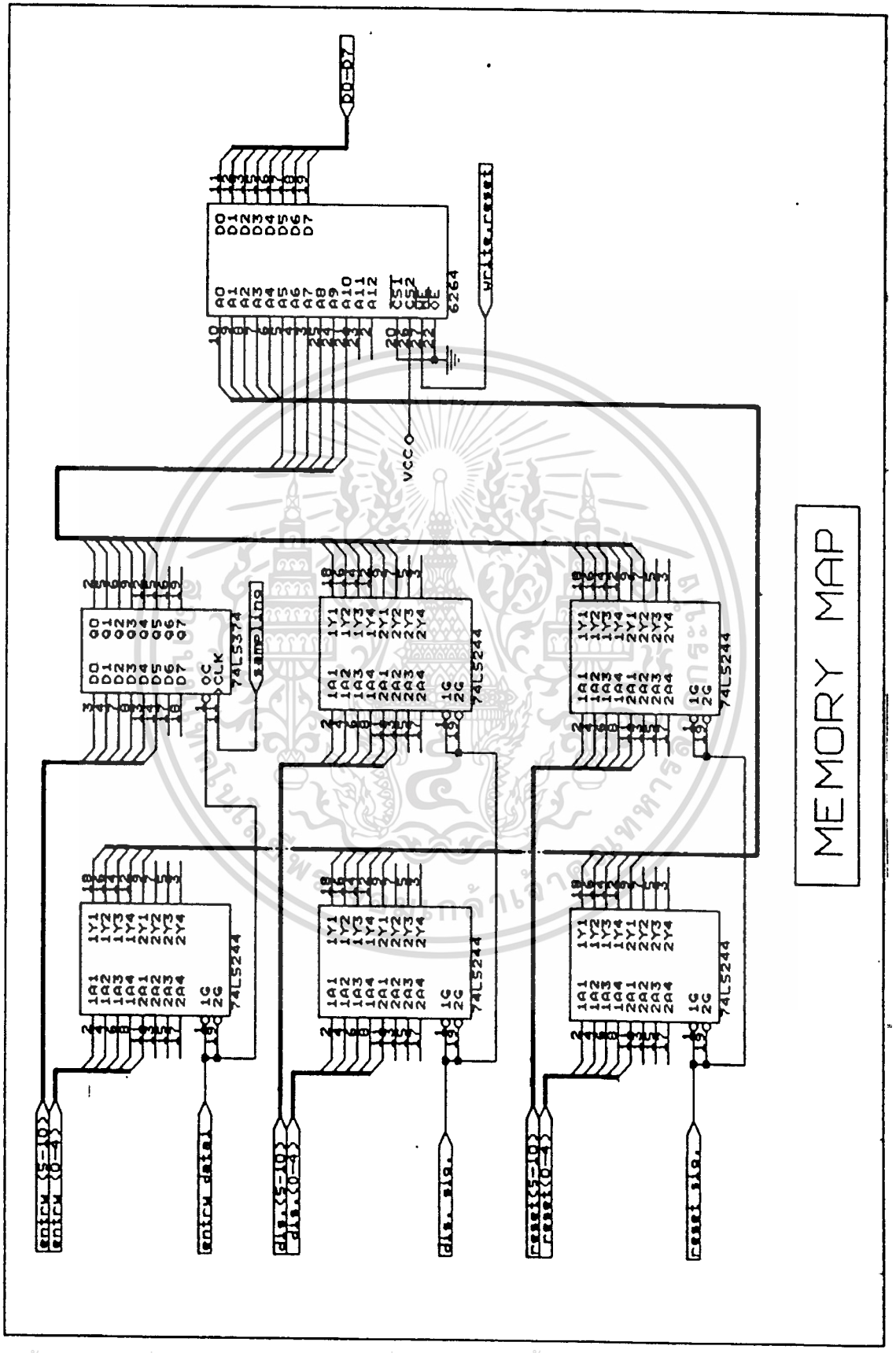
จะมีลักษณะการต่อดังภาพที่ 3.15 ซึ่งจากภาพจะเห็นได้ว่าส่วนของบัฟเฟอร์ในการอ้างแอดเดรสจะแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนอ้างแอดเดรสแถว และ ส่วนอ้างแอดเดรสคอลัมภ์ โดยในแต่ละส่วนก็ยังแบ่งออกอีกเป็น 3 ส่วนเหมือนกันทั้งของแถวและคอลัมภ์ ดังนี้คือ

3.6.1 บัฟเฟอร์ที่ใช้ในการอ้างแอดเดรสสำหรับการเก็บข้อมูลลงในหน่วยความจำภาพ โดยจะควบคุมด้วยสัญญาณอ่านและเขียนน

3.6.2 บัฟเฟอร์ที่ใช้ในการอ้างแอดเดรสสำหรับการแสดงภาพ โดยจะถูกควบคุมด้วยสัญญาณแสดงภาพ ซึ่งค่าของแอดเดรสจะนำมาจากตัวนับที่ใช้ในการสร้างสัญญาณซิงค์ ทั้งนี้ก็เพื่อให้การอ้างตำแหน่งนั้นเป็นไปอย่างถูกต้อง

3.6.3 บัฟเฟอร์ที่ใช้ในการอ้างแอดเดรสสำหรับการเคลียร์ข้อมูลซึ่งถูกควบคุมโดยสัญญาณรีเซ็ท ค่าที่ใช้ในการอ้างนั้นจะเอามาจากตัวนับซึ่งมันจะเริ่มนับก็ต่อเมื่อมีการรีเซ็ทเกิดขึ้น ในที่นี้เราใช้ความถี่ในการนับคือ 3 เมกกะเฮิรตซ์ ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการเคลียร์ข้อมูลในหน่วยความจำทั้งหมดคือ 1/(3000000*2048) = 682.66 ไมโครวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



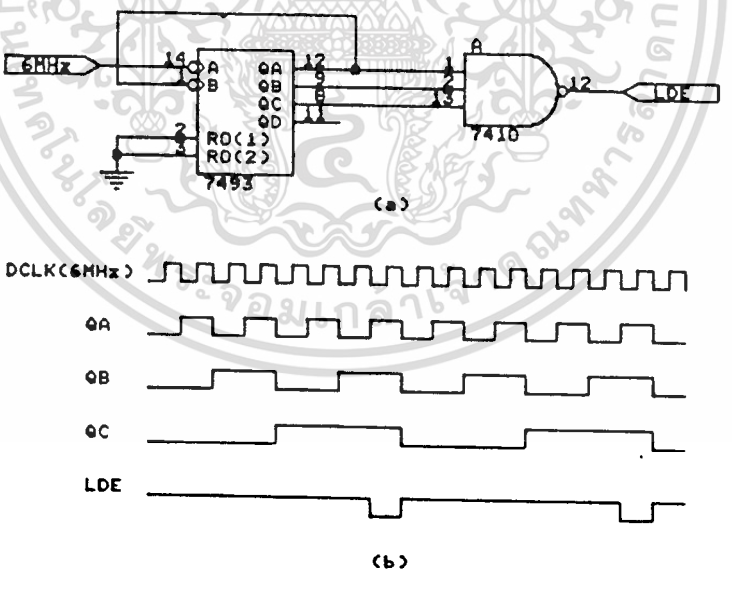
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.15 แสดงวงจรส่วนหน่วยความจำภาพและบัฟเฟอร์

3.7 ส่วนแลตช์และเลื่อนข้อมูล (Latch and Shift)

เนื่องจากเรากำหนดให้จำนวนจุดบน 1 เส้นสแกนไลน์มี 256 จุด ในขณะที่เวลาที่ใช้ใน 1 เส้นสแกนไลน์คือ 64 ไมโครวินาที นอกจากนี้เรายังจะต้องเผื่อช่วงเวลาแบล็งค์อีก ถ้าเรากำหนดให้ในช่วงเวลาแบล็งค์มี 128 จุด ดังนั้นจุดรวมทั้งหมดจะเท่ากับ 256+128 = 384 จุดต่อหนึ่งเส้นสแกนไลน์ เพราะฉะนั้นหนึ่งจุดภาพจะนานเท่ากับ 64/384 = 0.166 ไมโครวินาที หรือคิดเป็นความถี่จะได้ความถี่เท่ากับ 1/0.166 = 6 เมกกะเฮิรตซ์ นั่นคือสัญญาณนาฬิกาที่จะใช้ในการเลื่อนข้อมูลออกจากชิพริจิสเตอร์นั้น (ในที่นี้ใช้ชิพ 74166) ใช้ความถี่ 6 เมกกะเฮิรตซ์ ส่วนความถี่ที่ใช้ในการโหลดข้อมูลเข้ามาต้องมีความถี่ที่ต่ำกว่าความถี่ในการเลื่อนข้อมูลอยู่ 8 เท่า ดังนั้นความถี่ในการโหลดข้อมูลเท่ากับ 750 กิโลเฮิรตซ์ ซึ่งข้อมูลถูกนำมาแลตช์เก็บไว้ที่บัฟเฟอร์ 74LS374 ด้วยความถี่ในการโหลดข้อมูลซึ่งจะเรียกว่า สัญญาณโหลดข้อมูล (LDE : load data enable) เมื่อชิพ 74166 โหลดข้อมูลจากบัฟเฟอร์มาแล้วมันก็จะทำการชิพข้อมูลออกไปทีละบิตด้วยความถี่ 6 เมกกะเฮิรตซ์ซึ่งเรียกว่าสัญญาณ DCLK (dot clock)

ในการสร้างสัญญาณโหลดข้อมูล นี้เราใช้ตัวนับคือ 7493 ทำการหารความถี่ 6 เมกกะเฮิรตซ์แล้วนำเอาท์พุทของ 7493 มาต่อกับแนนด์เกทแบบสามอินพุทดังรูปที่ 3.16

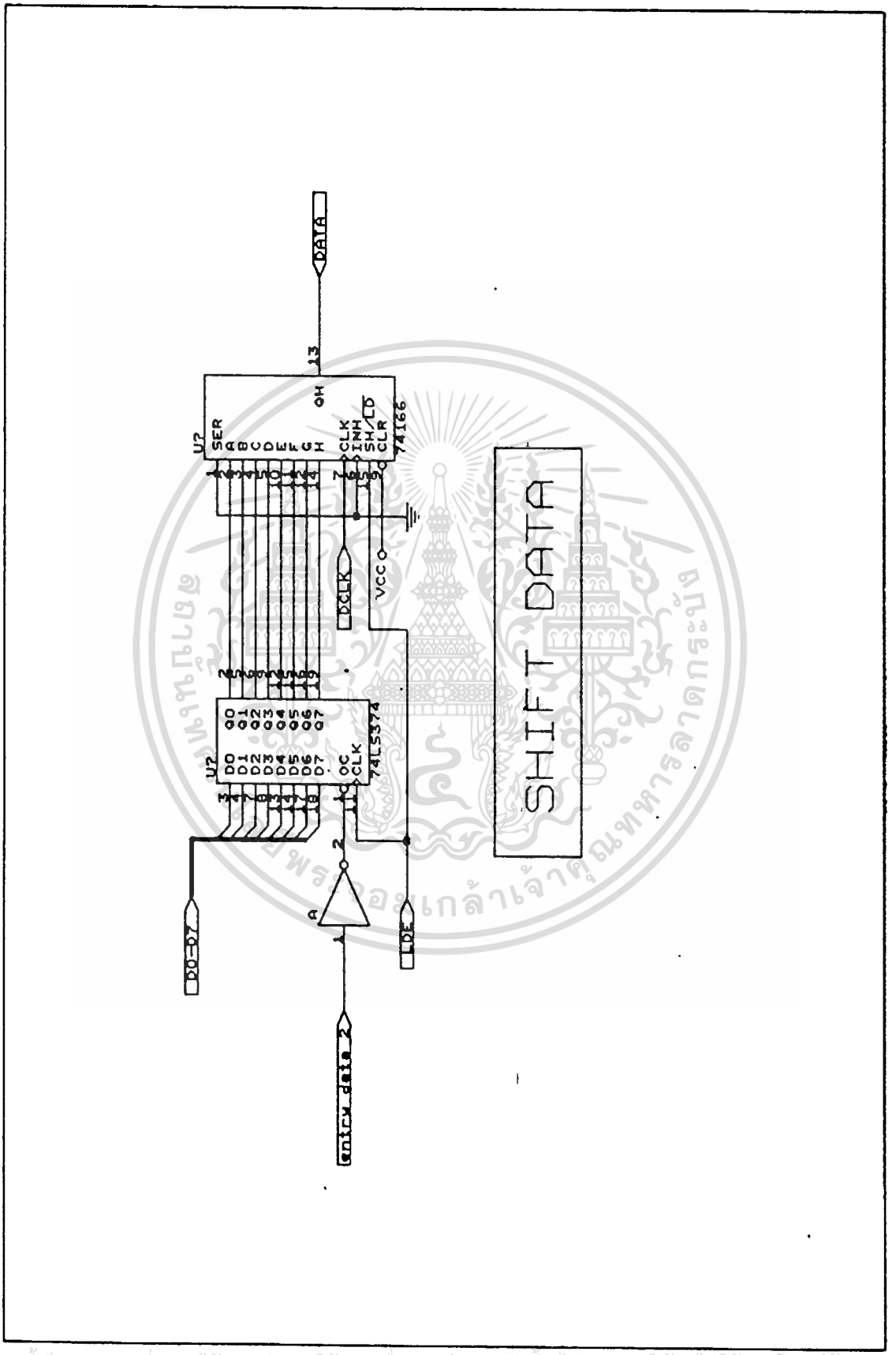


รูปที่ 3.16 (a) แสดงวงจรสร้างสัญญาณโหลดข้อมูล

(b) แสดงไดอะแกรมเวลาของสัญญาณโหลดและเลื่อนข้อมูล

สัญญาณข้อมูลที่เลื่อนออกมาจะนำไปรวมกับสัญญาณต่าง-ๆ เช่น สัญญาณซิงค์ -สัญญาณที่ใช้ในการเขียนตาราง เพื่อให้ออกมาเป็นสัญญาณภาพที่สมบูรณ์ (vedio) พร้อมที่จะส่งไปทำการมอดูเลท (modulate) ให้เป็นสัญญาณโทรทัศน์ (RF signal) ต่อไป โดยวงจรส่วนนี้แสดงในรูปที่ 3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



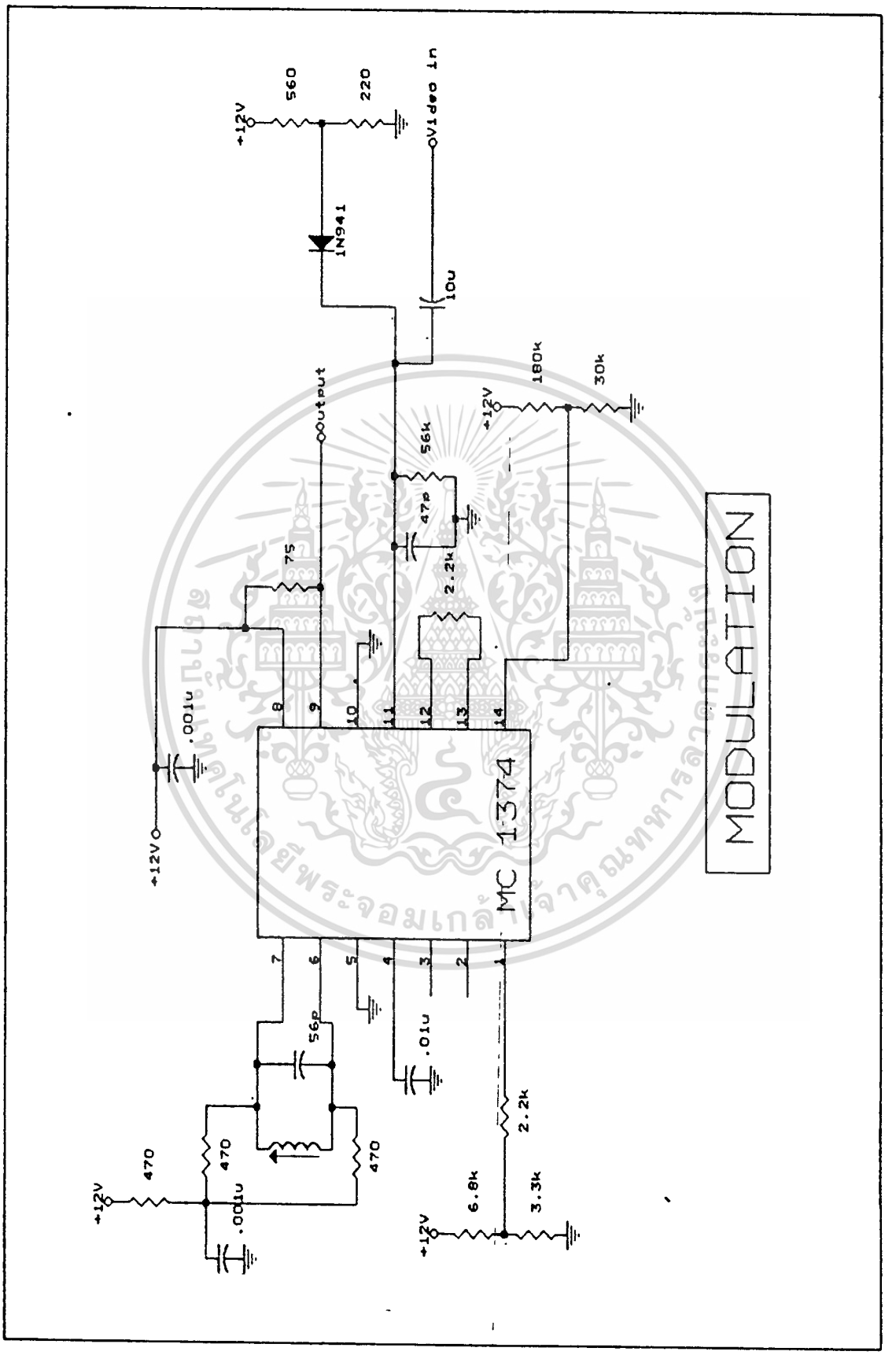
รูปที่ 3.17 แสดงวงจรส่วนแล็ตช์และเลื่อนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 ส่วนมอดูเลทสัญญาณวีดีโอ (modulation)

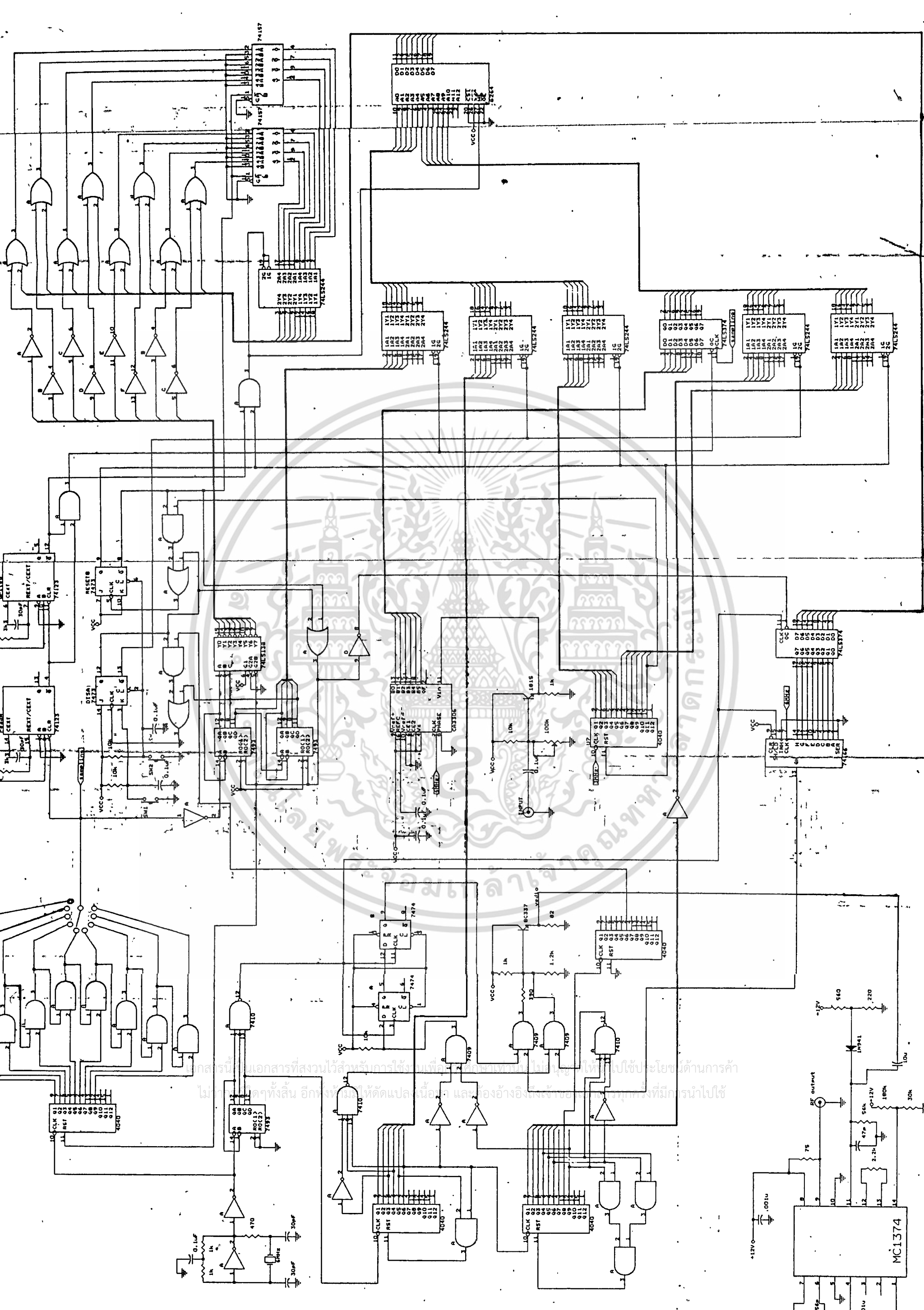
ด้วยการใช้ชิพ ทีวีมอดูเลทคือ MC1374 ซึ่งเป็นชิพที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการมอดูเลทสัญญาณทีวีโดยเฉพาะ ซึ่งความถี่ของการมอดูเลทเราสามารถกำหนดโดยการใช้ขดลวด(inductor) และตัวเก็บประจุ (capacitor) ต่อในลักษณะวงจรแท็งค์ (tank) โดยในวงจรนี้เราใช้ความถี่ของช่องสามคือ 61 เมกกะเฮิรตซ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 แสดงวงจรส่วนมอดูเลทสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองในที่นี้เป็นการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นความสามารถของเครื่องนี้เมื่อเปรียบเทียบกับออสซิลโลสโคป โดยเราได้ทำการทดลองดังนี้

4.1 <u>การทดลองเปรียบเทียบรูปสัญญาณต่าง ๆ</u>

จุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบภาพของสัญญาณที่ปรากฏบนจอโทรทัศน์และบนออสซิลโลสโคปในรูปลักษณะของสัญญาณต่าง ๆ โดยทำการป้อนสัญญาณอินพุทในรูปลักษณะต่าง ๆเช่น รูปซายน์ รูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม แล้วทำการเปรียบเทียบกับภาพที่ปรากฏบนจอของออสซิลโลสโคปในแต่ละรูปสัญญาณ ซึ่งสัญญาณที่ป้อนเข้ามีความถี่ 45 กิโลเฮิรตซ์ ที่ระดับแรงดัน 3 Vpp ใช้ความถี่แซมปลิ้ง 1.5 เมกกะเฮิรตซ์

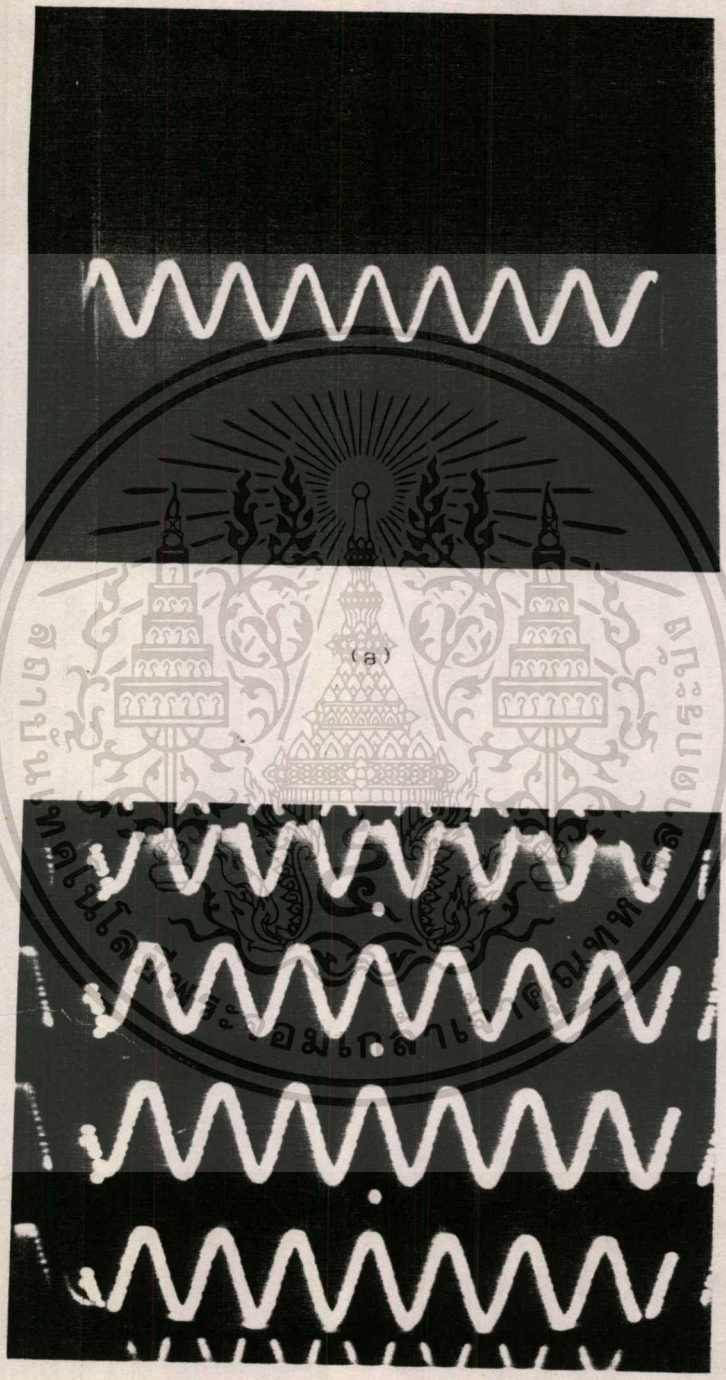
4.1.1 รูปสัญญาณซายน์

4.1.2 รูปสัญญาณสี่เหลี่ยม

4.1.3 รูปสัญญาณสามเหลี่ยม

ผลการทดลองแสดงในภาพที่ 4.1- 4.3 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

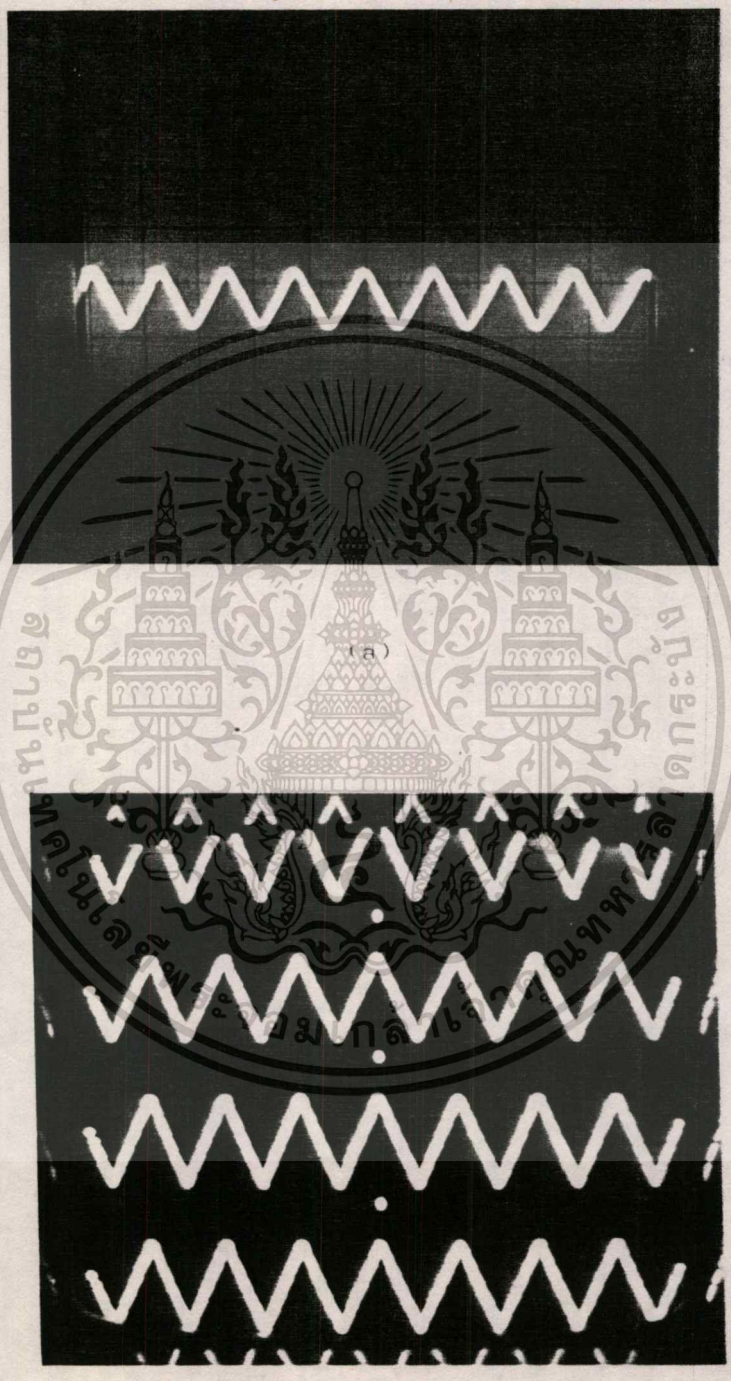


(a)

(b)

รูปที่ 4.1 แสดงรูปสัญญาณซายน์ (a) จากจอของออสซิลโลสโคป
(b) จากจอโทรทัศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

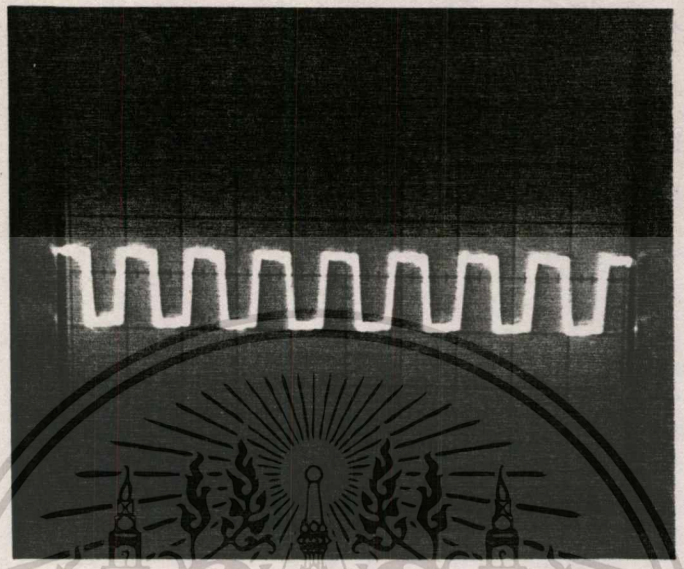


(a)

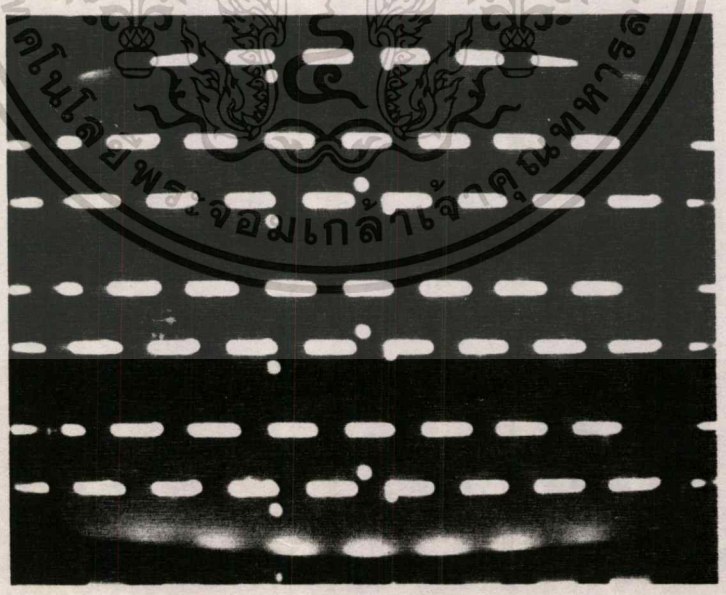
(b)

รูปที่ 4.2 แสดงรูปสัญญาณสามเหลี่ยม (a) จากจอของออสซิลโลสโคป
(b) จากจอโทรทัศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a)



(b)

รูปที่ 4.3 แสดงรูปสัญญาณสี่เหลี่ยม (a) จากจอของออสซิลโลสโคป
(b) จากจอโทรทัศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 <u>การทดลองเปลี่ยนระดับแรงดันของสัญญาณอินพุท</u>

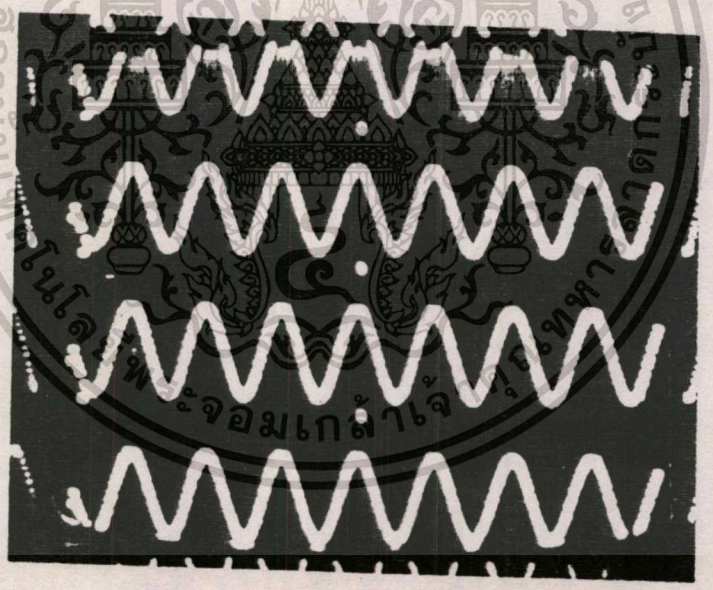
เป็นการทดลองเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของภาพสัญญาณเมื่อระดับแรงดันของสัญญาณอินพุทมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยทำการป้อนสัญญาณรูปซายน์ด้วยค่าความถี่ค่าหนึ่งที่คงที่แล้วปรับระดับแรงดันของสัญญาณอินพุทเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของภาพที่ปรากฏบนจอโทรทัศน์ ซึ่งสัญญาณซายน์ที่ป้อนมีความถี่ 45 กิโลเฮิรตซ์และใช้ความถี่แซมปลิ้ง 1.5 เมกกะเฮิรตซ์ ซึ่งมีค่าระดับแรงดันต่าง ๆ ดังนี้

4.2.1. ระดับแรงดัน 3 Vpp

4.2.2. ระดับแรงดัน 2 Vpp

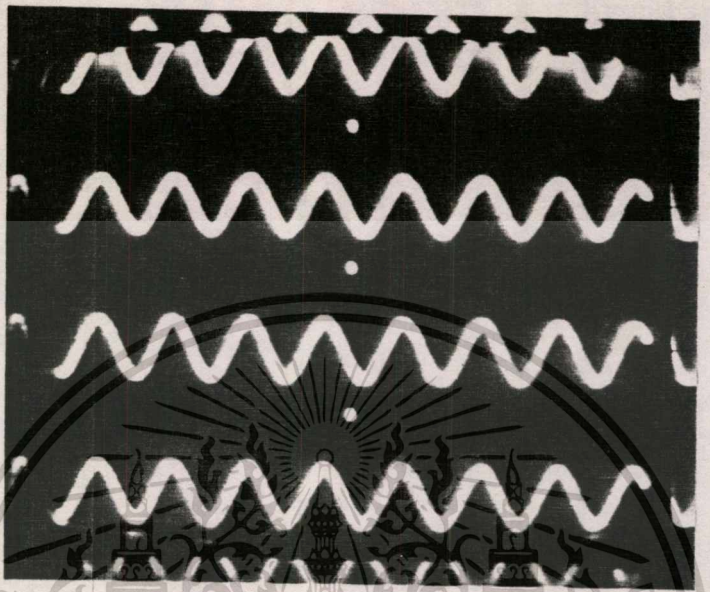
4.2.3. ระดับแรงดัน 1 Vpp

ผลการทดลองแสดงในภาพที่ 4.4- 4.6 ตามลำดับ

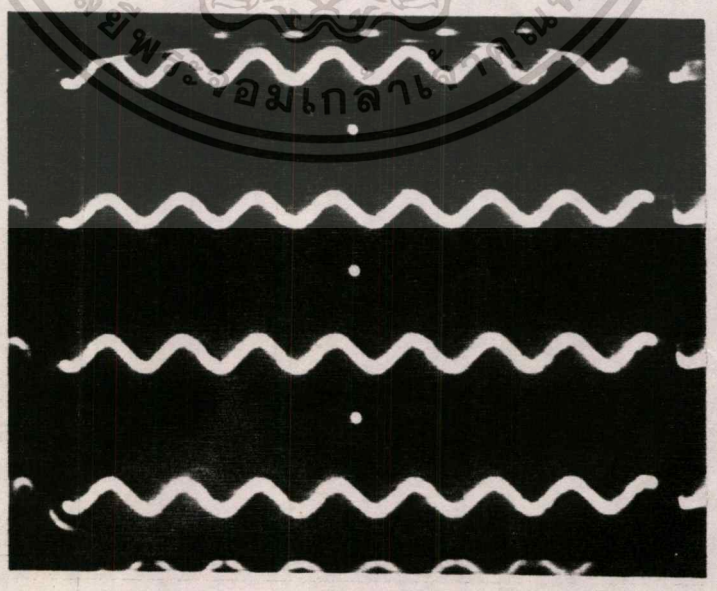


<u>รูปที่ 4.4</u> แสดงภาพที่ปรากฏบนจอโทรทัศน์ เมื่อสัญญาณอินพุทมีระดับแรงดัน 3 Vpp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงภาพที่ปรากฏบนจอโทรทัศน์ เมื่อสัญญาณอินพุทมีระดับแรงดัน 2 Vpp



รูปที่ 4.6 แสดงภาพที่ปรากฏบนจอโทรทัศน์ เมื่อสัญญาณอินพุทมีระดับแรงดัน 1 Vpp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 **การทดลองเปลี่ยนความถี่แซมปลิ้ง**

ทดลองเพื่อดูผลการเปลี่ยนแปลงของภาพเมื่อเปลี่ยนความถี่แซมปลิ้ง โดยได้คงค่าความถี่ของสัญญาณอินพุทไว้แล้วปรับค่าความถี่แซมปลิ้งของเครื่อง จากนั้นสังเกตภาพที่ปรากฏบนจอโทรทัศน์ ซึ่งในการทดลองได้ป้อนสัญญาณซายน์ที่มีความถี่ 45 กิโลเฮิรตซ์ แรงดัน 3 Vpp โดยได้ใช้ความถี่แซมปลิ้งดังนี้

4.3.1. ความถี่แซมปลิ้ง 1.5 MHz

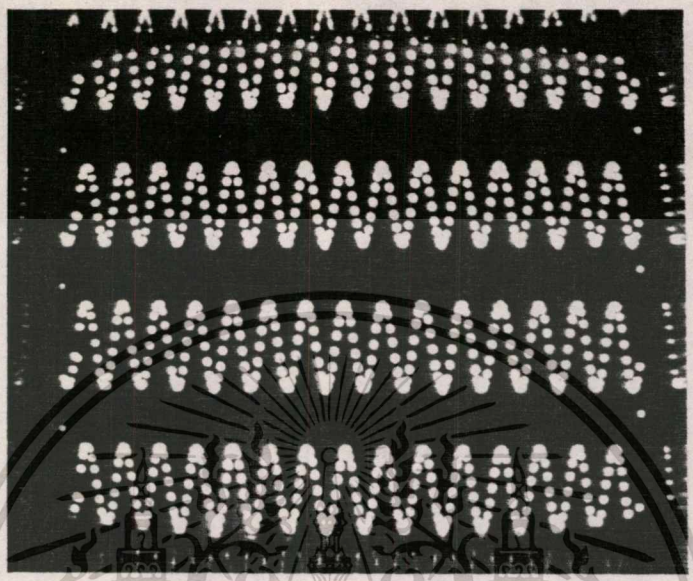
4.3.2. ความถี่แซมปลิ้ง 750 KHz

4.3.3. ความถี่แซมปลิ้ง 187.5 KHz

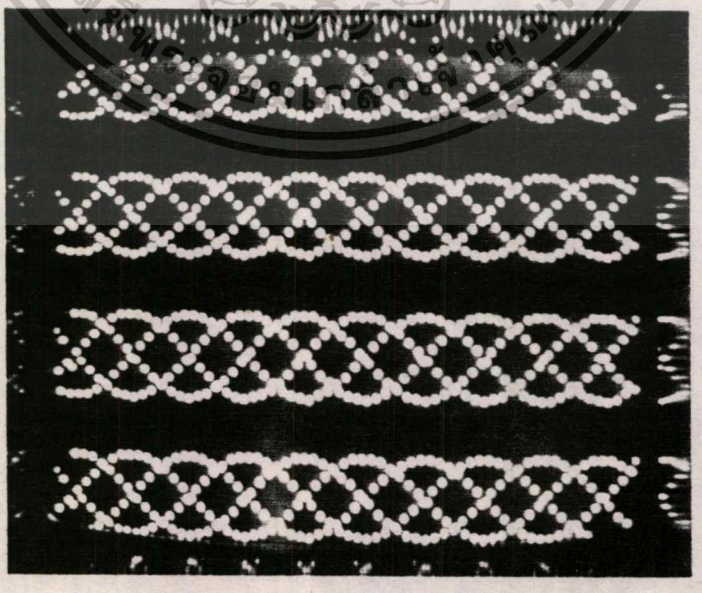
ผลการทดลองแสดงได้ดังในรูปที่ 4.7- 4.9 ตามลำดับ

รูปที่ 4.7 แสดงภาพที่ปรากฏบนจอโทรทัศน์ เมื่อใช้ความถี่แซมปลิ้ง 1.5 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แสดงภาพที่ปรากฏบนจอโทรทัศน์ เมื่อใช้ความถี่แซมปลิ้ง 750 KHz

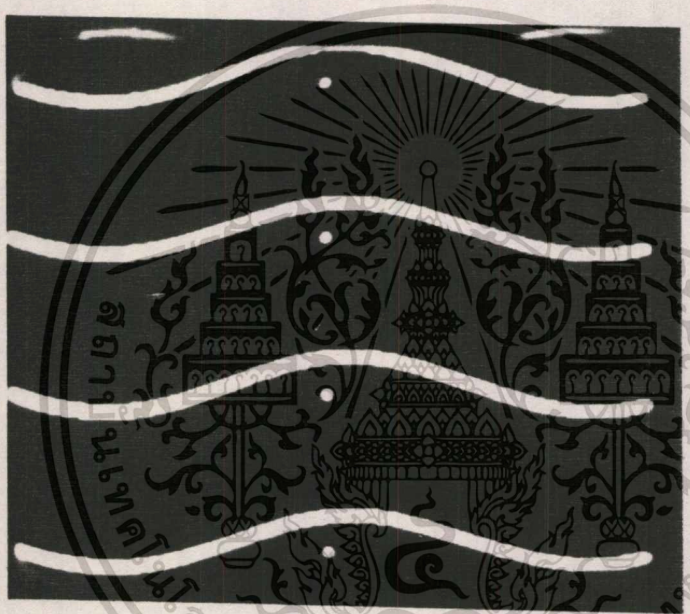


รูปที่ 4.9 แสดงภาพที่ปรากฏบนจอโทรทัศน์ เมื่อใช้ความถี่แซมปลิ้ง 187.5 KHz

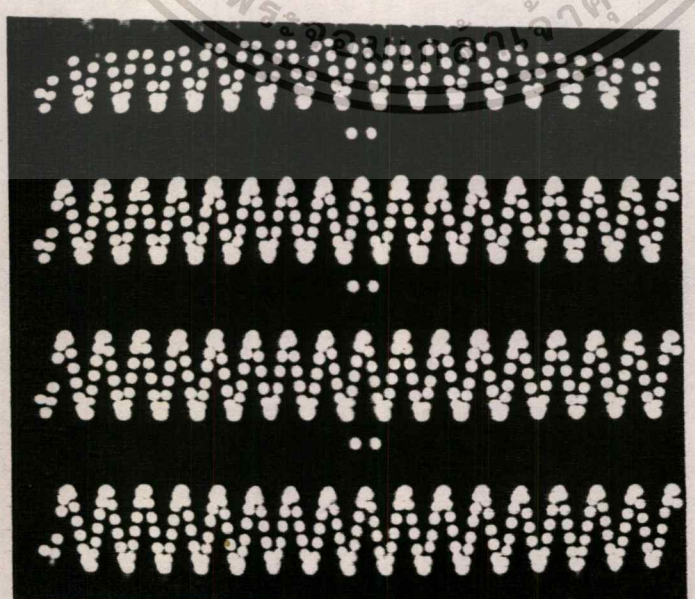
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 <u>การทดลองหาค่าความถี่ต่ำสุดและสูงสุดในแต่ละความถี่แซมปลิ้ง</u>

การทดลองในข้อนี้เป็นการทดลองเพื่อหาค่าความถี่สูงสุดและความถี่ต่ำสุดของสัญญาณอินพุทที่เครื่องจะสามารถแสดงได้ในแต่ละความถี่แซมปลิ้ง ทั้งนี้เพื่อใช้ในการเลือกความถี่แซมปลิ้งให้เหมาะสมกับสัญญาณอินพุทนั้นเอง โดยเราจะป้อนสัญญาณอินพุทเป็นสัญญาณซายน์มีระดับแรงดันเท่ากับ 3 Vpp ที่ความถี่แซมปลิ้งหนึ่ง ๆ เราจะเปลี่ยนความถี่ของสัญญาณอินพุท ซึ่งจะพิจารณาที่ภาพที่ปรากฏบนจอโทรทัศน์ โดยความถี่ต่ำสุดที่จะแสดงได้จะมีลักษณะของภาพดังในรูปที่ 4.10 (a) และความถี่ที่สูงสุดจะมีลักษณะภาพดังในรูปที่ 4.10 (b)



(a) ความถี่อินพุทต่ำสุด



(b) ความถี่อินพุทสูงสุด

รูปที่ 4.10 แสดงภาพที่ปรากฏบนจอโทรทัศน์ (a) ความถี่อินพุทต่ำสุด (b) ความถี่อินพุทสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งผลการทดลองแสดงได้ในตารางที่ 4.1

ความถี่แซมปลิ้ง (กิโลเฮิรตซ์)	ความถี่ต่ำสุด (เฮิรตซ์)	ความถี่สูงสุด (กิโลเฮิรตซ์)
3000.00	14285.71	178.57
1500.00	8333.33	125.00
750.00	5000.00	52.63
375.00	1666.66	27.03
187.50	1000.00	12.50
93.75	588.23	6.89
46.88	263.16	3.13
23.44	125.00	1.66
11.72	71.43	0.77

ตารางที่ 4.1 แสดงช่วงความถี่ต่ำสุดและสูงสุดในแต่ละความถี่แซมปลิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าภาพที่ปรากฏบนจอโทรทัศน์นั้นมีลักษณะคล้ายกับสัญญาณที่ป้อนเข้าแต่มีลักษณะเป็นจุด ๆ ไม่เป็นเส้นต่อเนื่องทั้งนี้เป็นเพราะเราได้ใช้ระดับแรงดันของสัญญาณหนึ่งระดับต่อจุดภาพหนึ่งจุด แต่ถ้าเราใช้ความถี่แซมปลิ้งที่เหมาะสมคือให้ระดับห่างของแรงดันที่แซมปลิ้งต่างกันประมาณ ๐.๐๗ โวลต์ เราก็จะได้จุดที่ต่อเนื่องกันได้ ทั้งนี้เพราะค่าของแรงดันที่ต่างกัน ๐.๐๗ โวลต์นั้น จะทำให้ได้ค่าของทางด้านเอาท์พุทซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลของชิพ CA 3306 ต่างกันเท่ากับ 1 (H) พอดีซึ่งจะทำให้ตำแหน่งของแอดเดรสของแถวของหน่วยความจำภาพอยู่ติดกันพอดีดังรูปที่ 5.1 ก็จะทำให้ได้ภาพที่แสดงเส้นต่อเนื่อง แต่จะเห็นได้ว่าเป็นการยากที่จะปรับแต่งความถี่แซมปลิ้งให้เหมาะสมกับค่าของสัญญาณเข้าค่าใดค่าหนึ่ง

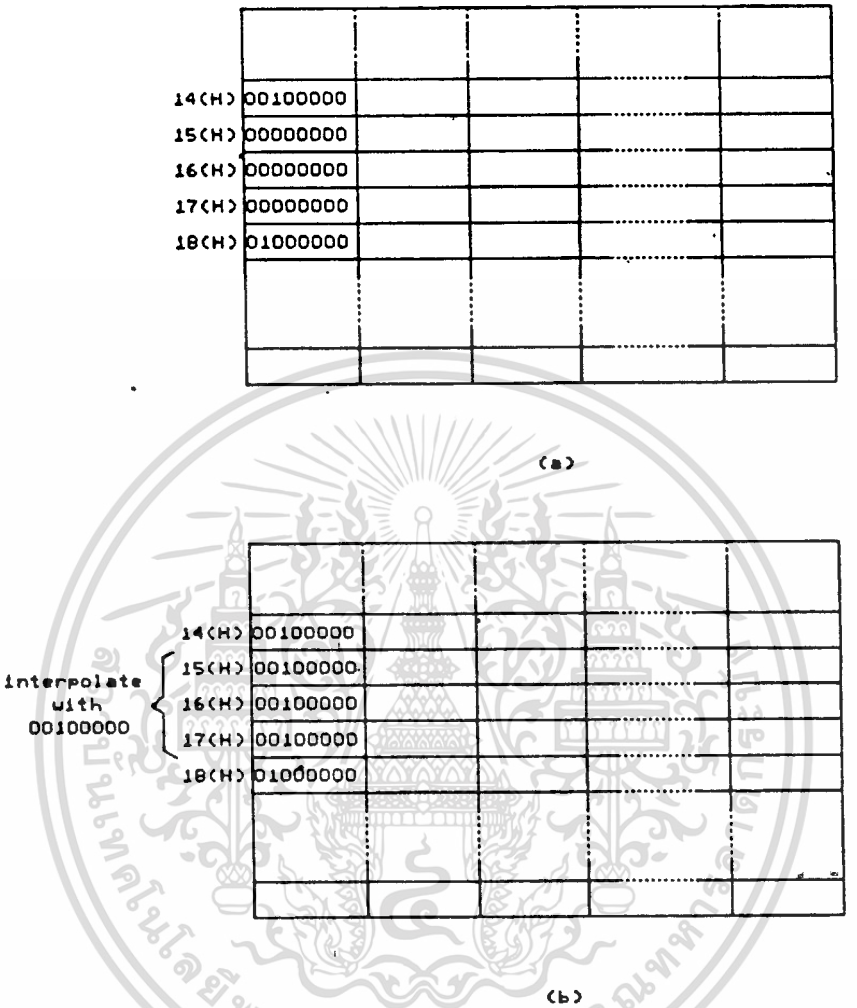
00(H)						
01(H)						
02(H)	00000011	10000000				
03(H)	00000100	01000000				
04(H)	00001000	00100000				
05(H)	00010000	00010000				
06(H)	00100000	00001000				
07(H)	01000000	00000100				
08(H)	10000000	00000010				

รูปที่ 5.1 แสดงลักษณะของหน่วยความจำภาพเมื่อความถี่แซมปลิ้งเหมาะสม

เพื่อให้ได้ภาพสัญญาณที่ต่อเนื่องเราจำเป็นจะต้องเพิ่มส่วนที่ทำการอินเทอร์โพเลท (interpolate) ระหว่างจุด 2 จุดนั้น เพื่อให้ได้เส้นระหว่างจุดทั้งสอง คณะผู้จัดทำคิดว่าสามารถทำได้แต่จำเป็นจะต้องใช้ไมโครโพรเซสเซอร์ (microprocessor) เข้ามาในวงจรเพื่อทำการควบคุมการอินเทอร์โพเลทนี้ โดยสามารถทำได้ดังนี้

เนื่องด้วยจุดสองจุดจะติดกันในแนวนอนดังนั้นในการอินเทอร์โพเลทจะทำได้โดยเพิ่มการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำภาพด้วยค่าที่ทำการถอดรหัสออกมาจาก 74LS138 ลงในตำแหน่งแอดเดรสที่อยู่ระหว่างแอดเดรสของจุดทั้งสองดังรูปที่ 5.2 เราก็จะได้ภาพที่ต่อเนื่องเช่นกัน

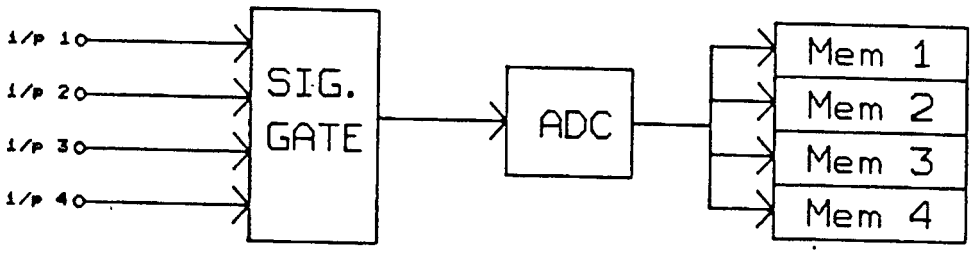
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง



รูปที่ 5.2 แสดงภาพของหน่วยความจำ (a) เมื่อยังไม่อินเทอร์โพเลท
(b) เมื่ออินเทอร์โพเลทแล้ว

และเนื่องจากเราใช้ชิพ CA 3306 ซึ่งเป็นแฟลชเอทูดี ขนาด 6 บิต ทำให้สามารถอ้างแอดเดรสในหน่วยความจำภาพได้เพียง 64 แถว ในขณะที่ขนาดของหน่วยความจำภาพมีทั้งสิ้น 256 แถว ดังนั้นเมื่อนำข้อมูลออกมาแสดงจึงมีการนำเอาข้อมูลเดิมออกมาแสดงอีกจึงทำให้ได้ภาพที่เหมือนกันเพิ่มมาอีก 3 ภาพ ดังจะเห็นได้จากภาพผลการทดลอง ซึ่งจากผลการทดลองข้อนี้ทำให้คณะผู้จัดทำเกิดความคิดขึ้นมาว่า เราสามารถจะทำการวัดดูสัญญาณพร้อม ๆ กันได้ 4 สัญญาณด้วยการใช้เทคนิคการแซมปลิ้งสัญญาณเข้าเรียงกันตามลำดับในลักษณะเป็นลูป แล้วนำข้อมูลไปเก็บในหน่วยความจำภาพที่เหลืออยู่ โดยการจัดเก็บนั้นก็จะต้องทำการเรียงลำดับให้ถูกต้องกับสัญญาณแต่ละชุดด้วย ดังแสดงในรูปที่ 5.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 แสดงบล็อกไดอะแกรมของการวัดสัญญาณ 4 สัญญาณพร้อมกัน

เราจะเห็นได้ว่าเครื่องเปลี่ยนโทรทัศน์ให้เป็นออสซิลโลสโคปเครื่องนี้จะยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้จริงเนื่องจากมีข้อบกพร่องและข้อจำกัดอยู่หลายประการดังที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่ก็นับได้ว่าเป็นแนวความคิดหนึ่งซึ่งเป็นไปได้ที่จะนำภาพที่ปรากฏบนออสซิลโลสโคปให้ไปปรากฏบนจอโทรทัศน์ ซึ่งถ้าต้องการให้ได้ภาพที่สมบูรณ์จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาและปรับปรุงอีกดังที่คณะผู้จัดทำได้เสนอไว้ข้างต้น

คณะผู้จัดทำหวังว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจหรืออาจเป็นแนวความคิดอะไรได้บ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

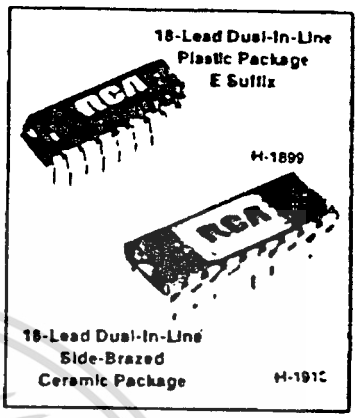
CA3300 Types

CMOS Video Speed 6-Bit Flash Analog-to-Digital Converter

For Use in Low-Power Consumption, High-Speed Digitization Applications

Features:

- *CMOS low power with speed*
- *Parallel conversion technique*
- *15-MHz sampling rate (66-ns conversion time)*
- *6-bit latched 3-state output with overflow bit*
- *±½ LSB accuracy*
- *Single supply voltage (3 to 10 V)*
- *2 units in series allow 7-bit output*
- *2 units in parallel allow 30-MHz sampling rate*
- *Internal V_{REF} with ext V_{REF} option*
- *Available with EVP processing for improved reliability*



The RCA-CA3300 types are CMOS 50-mW parallel (FLASH) analog-to-digital converters designed for applications demanding both low-power consumption and high-speed digitization.

The CA3300 types operate over a wide full-scale input-voltage range of 2.4 volts up to the dc supply voltage with maximum power consumption as low as 50 to 200 mW, depending upon the clock frequency selected. When operated from a 5-volt supply at a clock frequency of 11 MHz, the power consumption of the CA3300 is less than 50 mW. When operated from an 8-volt supply at a frequency of 15 MHz, the power consumption is less than 150 mW.

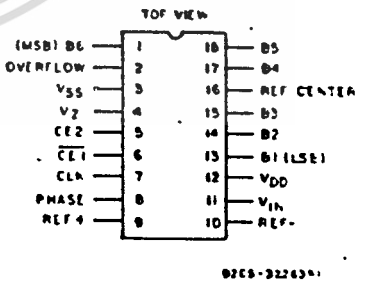
The intrinsic high conversion rate makes the CA3300 types ideally suited for digitizing high-speed signals. The overflow bit makes possible the connection of two or more CA3300's in series to increase the resolution of the conversion system. A series connection of two CA3300's may be used to produce a 7-bit high-speed converter. Operation of two CA3300's in parallel doubles the conversion speed (i.e., increases the sampling rate from 15 to 30 MHz). CA3300's in parallel may be combined with a high-speed 6-bit D/A converter, a binary adder, control logic, and an op amp to form a very-high-speed A/D converter.

Sixty-four paralleled auto-balanced voltage comparators measure the input voltage with respect to a known reference to produce the parallel-bit outputs in the CA3300. Sixty-three comparators are required to quantize all input voltage levels in this 6-bit converter, and the additional comparator is required for the overflow bit.

The CA3300 types are available as follows: Types CA3300D and CA3300DX in an 18-lead dual-in-line ceramic package (D suffix), types CA3300E and CA3300CE in an 18-lead dual-in-line plastic package (E suffix), or in chip form (H suffix). The CA3300DX offers the additional advantage of improved reliability as a result of EVP (Extra Value Program) processing. For further information on EVP, see RCA publication EVP-300B or contact your RCA representative.

Applications:

- *The CA3300 types are especially suited for high-speed conversion applications where low power is also important*
- *TV video digitizing (industrial/security)*
- *High-speed A/D conversion*
- *Ultrasound signature analysis*
- *Transient signal analysis*
- *High-energy physics research*
- *High-speed oscilloscope storage/display*
- *General-purpose hybrid ADC's*
- *Optical character recognition*
- *Radar pulse analysis*
- *Motion signature analysis*



TERMINAL ASSIGNMENT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

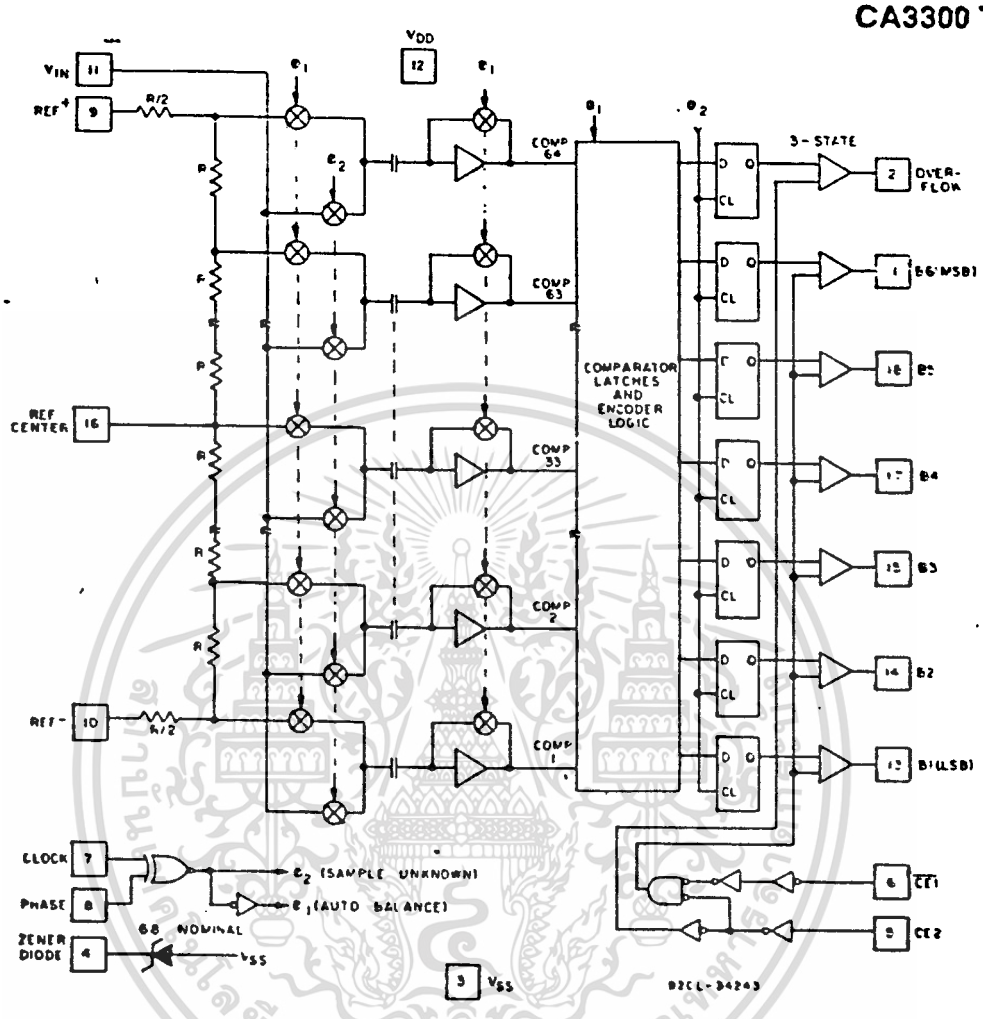


Fig 1 - Block diagram for the CA3300.

MAXIMUM RATINGS, *Absolute-Maximum Values:*

DC SUPPLY VOLTAGE RANGE (V_{DD})
(VOLTAGE REFERENCED TO V_{SS} TERMINAL) ..... -0.5 to 10 V
INPUT VOLTAGE RANGE
ALL INPUTS EXCEPT ZENER (PIN 4) ..... -0.5 to V_{DD} +0.5 V
DC INPUT CURRENT
CLK, PH, $\overline{CE1}$, CE2, V_{IN} ..... ± 10 mA
POWER DISSIPATION PER PACKAGE (P_D)
FOR T_A = -55 to +55°C ..... 315 mW
FOR T_A = +55°C to +125°C ..... Derate linearly at 3.3 mW/°C
TEMPERATURE RANGE
OPERATING (CA3300DX, Refer to Fig 3) ..... -55 to +125°C
OPERATING (CA3300D, E, CE) ..... -40 to +85°C
STORAGE ..... -65 to +150°C
LEAD TEMPERATURE (DURING SOLDERING)
At distance 1/16 ± 1/32 in. (1.59 ± 0.79 mm) from case for 10 s max. ..... +265°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

CHARACTERISTIC	TEST CONDITIONS @ 25°C	LIMITS CA3300D, DX, E			UNITS
		MIN.	TYP.	MAX.	
Resolution		—	—	6	Bits
Linearity Error	V_{DD}=8 V, V_{REF}=7.68 V CLK=15 MHz, gain adjusted	—	±0.5	±0.8	LSB
Differential Linearity Error	V_{DD}=8 V, V_{REF}=7.68 V CLK=15 MHz	—	±0.5	±0.8	LSB
Quantizing Error		-½	—	½	LSB
Analog Input: Full Scale Range Input Capacitance Input Current	V_{DD}=8 V CLK=15 MHz	 2.4 — —	 — 50 600	 V_{DD}+0.5 — 1000	 V pF μA
Gain Temperature Coefficient	V_{DD}=8 V, CLK=15 MHz	—	0.016	—	LSB/°C
Maximum Conversion Speed	V_{DD}=5 V V_{DD}=8 V	— 15M	12M 19M	— —	SPS
Device Current (Excludes I_{REF}, I_Z)	V_{DD}=5 V (CLK=11 MHz) V_{DD}=8 V (CLK=15 MHz) V_{DD}=5 V (Auto Balance State) V_{DD}=8 V (Auto Balance State)	— — — —	7 22 6.4 24	— — 16 40	mA
Ladder Impedance		1000	1400	1800	Ω
Digital Inputs: Low Voltage High Voltage Input Current	 V_{DD}=5 V V_{DD}=8 V V_{DD}=5 V V_{DD}=8 V V_{DD}=8 V	 — — 3.5 5.5 —	 — — — — ±1	 1.5 2.5 — — —	 V V μA
Digital Outputs: Output Low (Sink) Current Output High (Source) Current	 V_{DD}=5 V, V_O=0.4 V V_{DD}=8 V, V_O=0.5 V V_{DD}=5 V, V_O=4.6 V V_{DD}=8 V, V_O=7.5 V	 1.6 3.2 -0.8 -1.6	 10 15 6 9	 — — — —	 mA
Zener Voltage Zener Dynamic Impedance Zener Temperature Coefficient	I_Z=10 mA I_Z=10 mA	6.2 — —	6.8 10 0.5	7.4 30 —	V Ω mV/°C
Digital Output Delay, t_d	V_{DD}=8 V	—	20	—	ns
Aperture Time	V_{DD}=8 V	—	25	—	ns

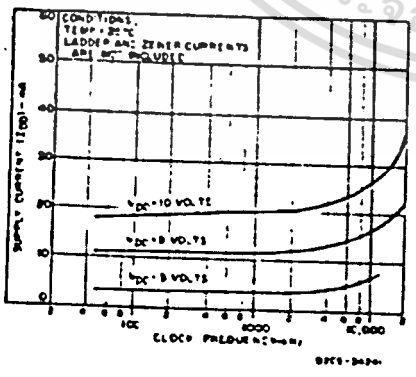


Fig 2 - Typical current drain versus sampling rate as a function of supply voltage.

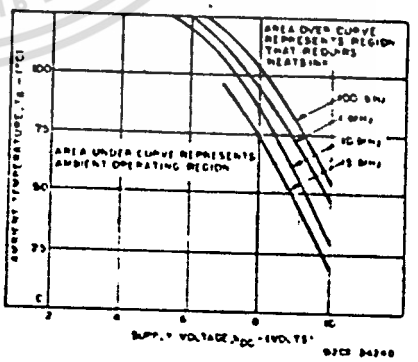


Fig 3 - Maximum ambient temperature versus supply voltage. (Above curve includes ladder dissipation but not the zener dissipation.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

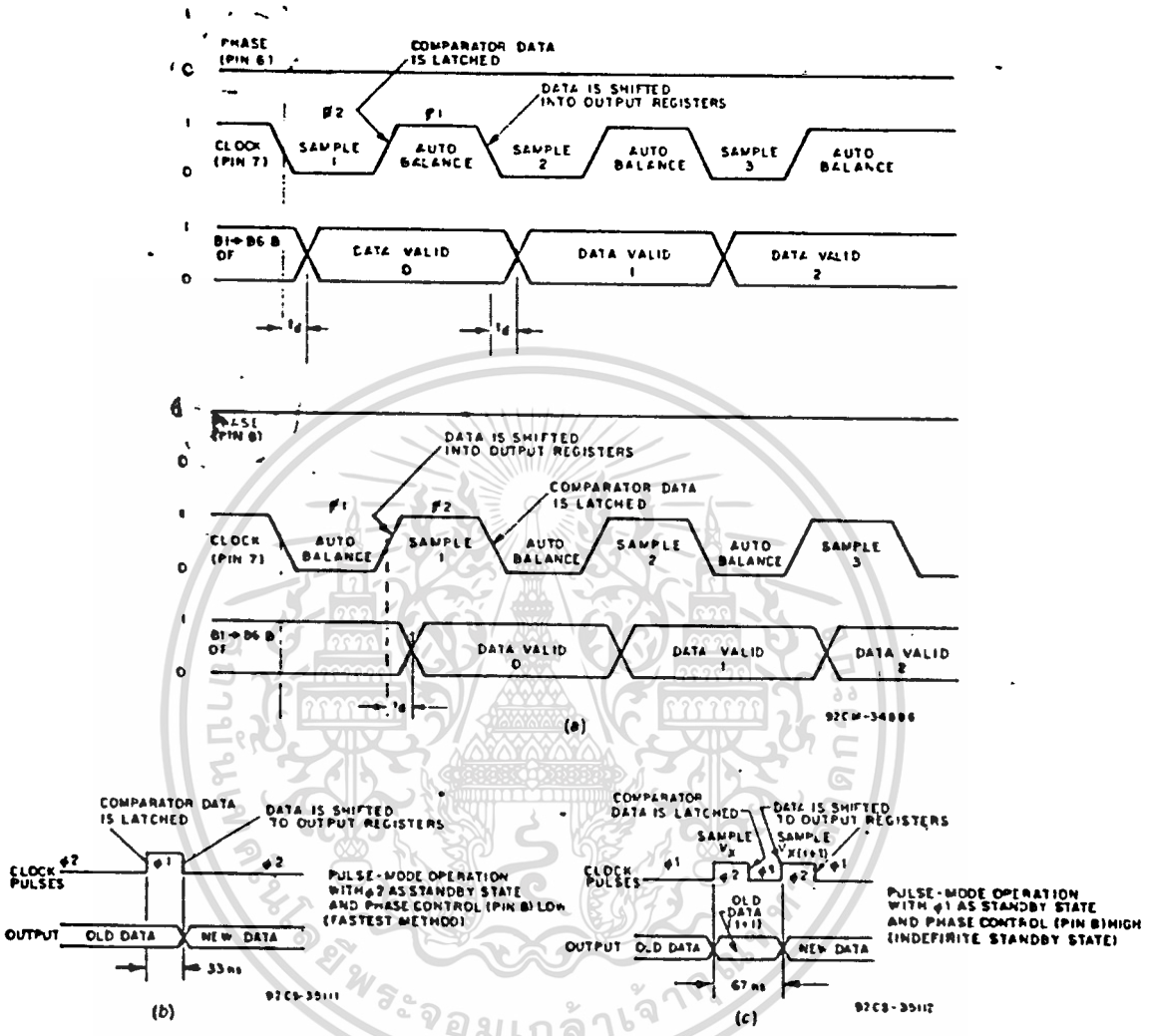


Fig. 6 - Timing diagrams for the CA3300.

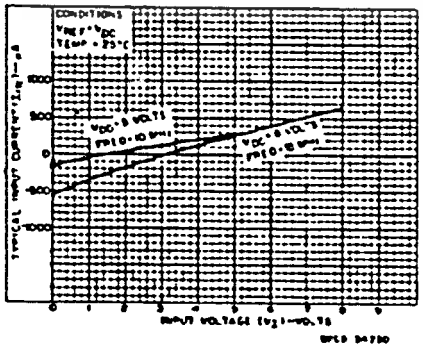


Fig. 7 - Typical input current versus input voltage as a function of supply voltage.

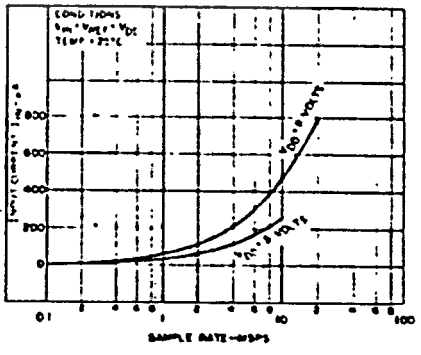


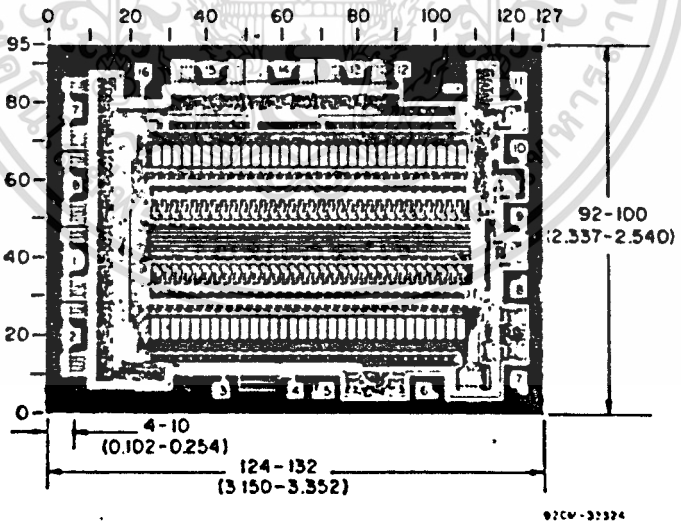
Fig. 8 - Typical input current versus sample rate as a function of supply voltage.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

OUTPUT CODE TABLE

CODE DESCRIPTION	INPUT VOLTAGE* V_{REF} 7.68 (V)	V_{REF} 6.40 (V)	V_{REF} 5.12 (V)	V_{REF} 3.20 (V)	BINARY OUTPUT CODE (LSB) 0F	B6	B5	B4	B3	B2	B1	DECIMAL COUNT
Zero	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
1 LSB	0.12	0.10	0.08	0.05	0	0	0	0	0	0	1	1
2 LSB	0.24	0.20	0.16	0.10	0	0	0	0	0	1	0	2
"		"						"				"
"		"						"				"
"		"						"				"
"		"						"				"
½ Full Scale — 1 LSB	3.72	3.10	2.48	1.55	0	0	1	1	1	1	1	31
½ Full Scale	3.84	3.20	2.56	1.60	0	1	0	0	0	0	0	32
½ Full Scale +1 LSB	3.96	3.30	2.64	1.65	0	1	0	0	0	0	1	33
"		"						"				"
"		"						"				"
"		"						"				"
"		"						"				"
Full Scale — 1 LSB	7.44	6.20	4.96	3.10	0	1	1	1	1	1	0	62
Full Scale	7.56	6.30	5.04	3.15	0	1	1	1	1	1	1	63
Overflow	7.68	6.40	5.12	3.20	1	1	1	1	1	1	1	127

*The voltages listed below are the ideal centers of each output code shown as a function of its associated reference voltage.



Dimensions and pad layout for CA3300H.

Dimensions in parentheses are in millimeters and are derived from the basic inch dimensions as indicated. Grid graduations are in mils (10^{-3} inch).

The photographs and dimensions of each CMOS chip represent a chip when it is part of the wafer. When the wafer is separated into individual chips, the angle of cleavage may vary with respect to the chip face for different chips. The actual dimensions of the isolated chip, therefore, may differ slightly from the nominal dimensions shown. The user should consider a tolerance of −3 mils to +16 mils applicable to the nominal dimensions shown.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

MOTOROLA

MC1374

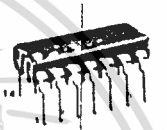
TV MODULATOR CIRCUIT

The MC1374 includes an FM audio modulator, sound carrier oscillator, RF oscillator, and RF dual input modulator. It is designed to generate a TV signal from audio and video inputs. The MC1374's wide dynamic range and low distortion audio make it particularly well suited for applications such as video tape recorders, video disc players, T.V. games and subscription decoders.

- Single Supply, 5 V to 12 V
- Channel 3 or 4 Operation
- Variable Gain RF Modulator
- Wide Dynamic Range
- Low Intermodulation Distortion
- Positive or Negative Sync
- Low Audio Distortion
- Few External Components

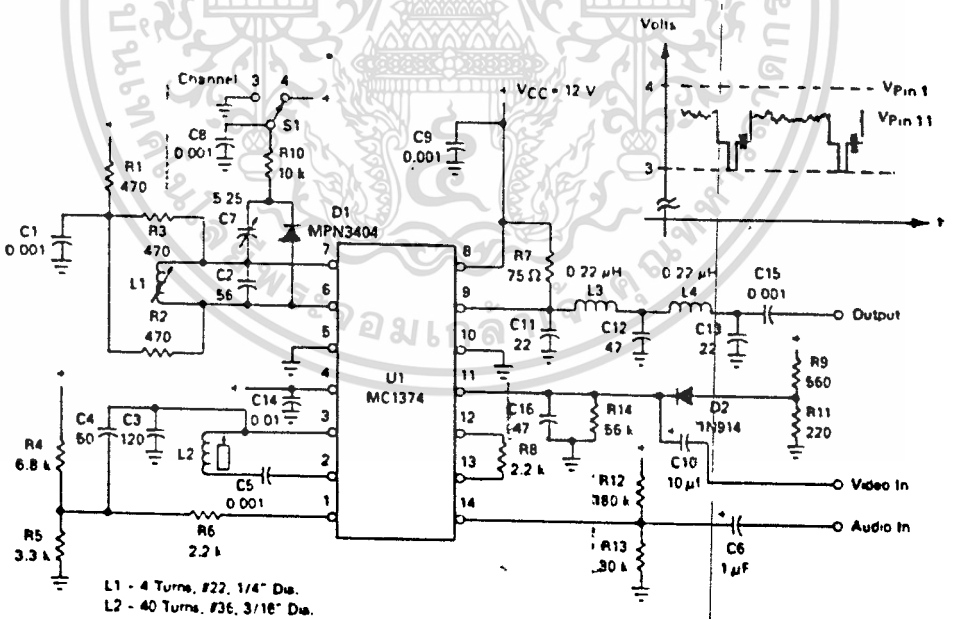
TV MODULATOR CIRCUIT

SILICON MONOLITHIC
INTEGRATED CIRCUIT



P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 646-05

FIGURE 1 — TYPICAL APPLICATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Rating	Value	Unit
Supply Voltage	14	Vdc
Operating Ambient Temperature Range	0 to +70	°C
Storage Temperature Range	-65 to +150	°C
Junction Temperature	150	°C
Power Dissipation, Package Derate above 25°C	1.25 10 mW/°C	Watts

AM OSCILLATOR/MODULATOR
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{CC} = 12 Vdc, T_A = 25°C, f_c = 67.25 MHz, Figure 4 circuit, unless noted)

Characteristic	Min	Typ	Max	Unit
Operating Supply Voltage	5.0	12	12	V
Supply Current (Figure 1)	—	13	—	mA
Video Input Dynamic Range (Sync Amplitude)	0.25	1.0	1.0	V P-P
RF Output (Pin 9, R7 = 75 Ω, No External Load)	—	170	—	mV p-p
Carrier Suppression	36	40	—	dB
Linearity (75% to 12.5% Carrier, 15 kHz to 3.58 MHz)	—	—	2.0	%
Differential Gain Distortion (IRE Test Signal)	5.0	7.0	10	%
Differential Phase Distortion (3.58 MHz IRE Test Signal)	—	1.5	2.0	Degrees
920 kHz Beat (3.58 MHz @ 30%, 4.5 MHz @ 25%)	—	-57	—	dB
Video Bandwidth (75 Ω Input Source)	30	—	—	MHz
Oscillator Frequency Range	—	105	—	MHz
Internal Resistance across Tank (Pin 6 to Pin 7) Internal Capacitance across Tank (Pin 6 to Pin 7)	— —	1.8 40	— —	kΩ pF

FM OSCILLATOR/MODULATOR
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C, V_{CC} = 12 Vdc, 4.5 MHz Test circuit of Figure 11 unless noted)

Characteristic	Min	Typ	Max	Unit
Frequency Range of Modulator	1.4	4.5	14	MHz
Frequency Shift versus Temperature (Pin 14 open)	—	0.2	0.3	kHz/°C
Frequency Shift versus V_{CC} (Pin 14 open)	—	—	4.0	kHz/V
Output Amplitude (Pin 3 not loaded)	—	900	—	mV p-p
Output Harmonics, Unmodulated	—	—	-40	dB
Modulation Sensitivity 1.7 MHz	—	0.20	—	MHz/V
4.5 MHz	—	0.24	—	MHz/V
10.7 MHz	—	0.80	—	MHz/V
Audio Distortion (±25 kHz Deviation, Optimized Bias Pin 14)	—	0.6	1.0	%
Audio Distortion (±25 kHz Deviation, Pin 14 self biased)	—	1.4	—	
Incidental AM (±25 kHz FM)	—	2.0	—	
Audio Input Resistance (Pin 14 to ground)	—	6.0	—	kΩ
Audio Input Capacitance (Pin 14 to ground)	—	5.0	—	pF
Stray Tuning Capacitance (Pin 3 to ground)	—	5.0	—	pF
Effective Oscillator Source Impedance (Pin 3 to load)	—	2.0	—	kΩ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

FIGURE 5 — THE OPERATING WINDOW

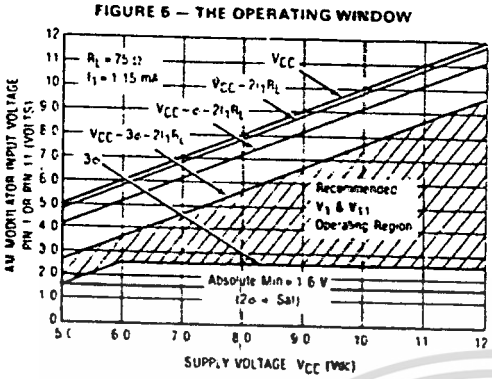


FIGURE 6 — 920 kHz BEAT

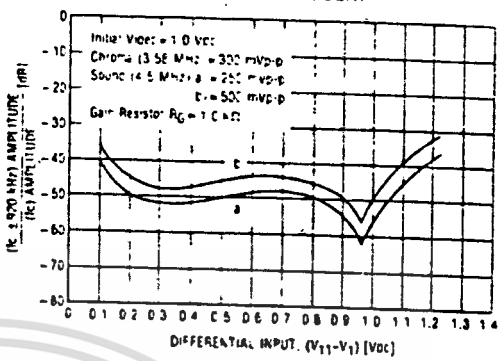


FIGURE 7 — RF OSCILLATOR FREQUENCY versus TEMPERATURE

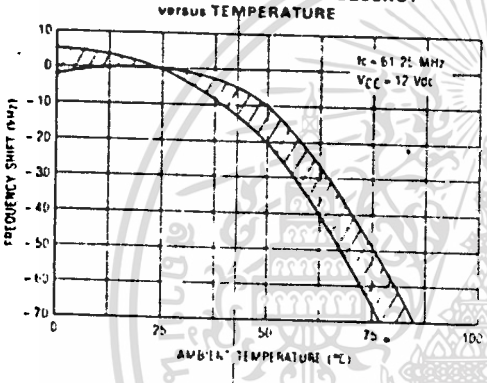


FIGURE 8 — 920 kHz BEAT

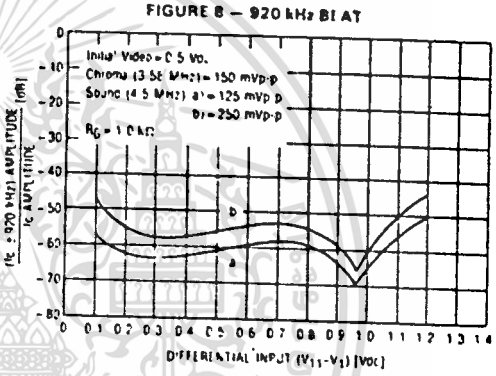


FIGURE 9 — RF OSCILLATOR FREQUENCY versus SUPPLY VOLTAGE

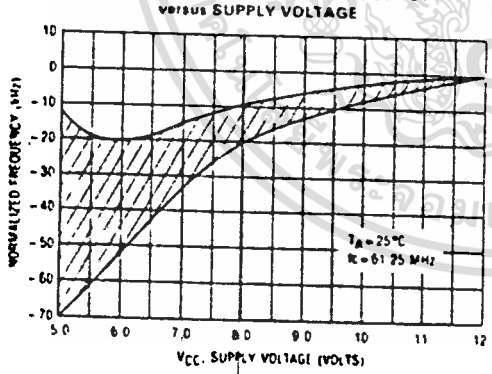
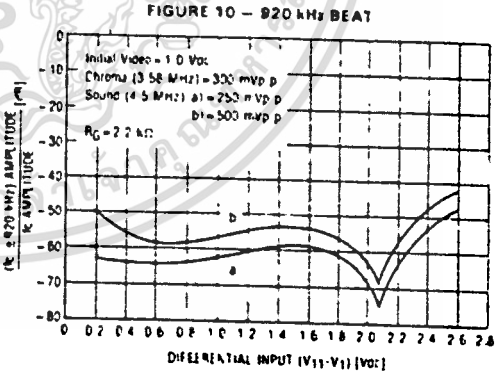


FIGURE 10 — 920 kHz BEAT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

FIGURE 13 — MODULATOR TRANSFER FUNCTION (1.76 MHz)

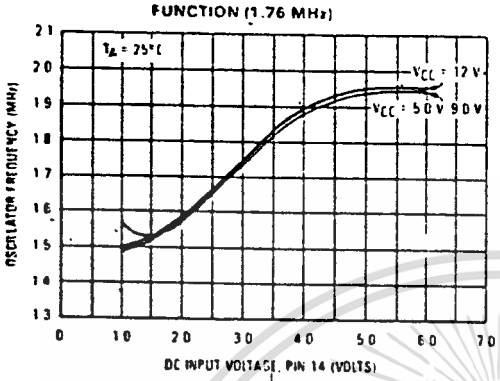


FIGURE 14 — DISTORTION versus MODULATION DEPTH

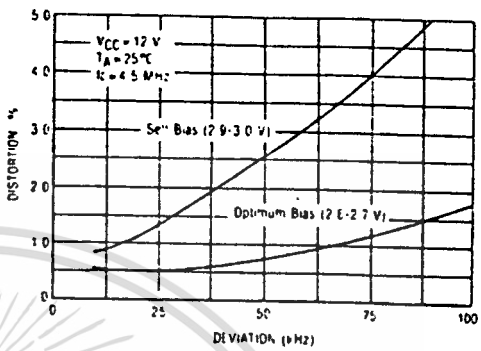


FIGURE 15 — MODULATOR TRANSFER FUNCTION (4.5 MHz)

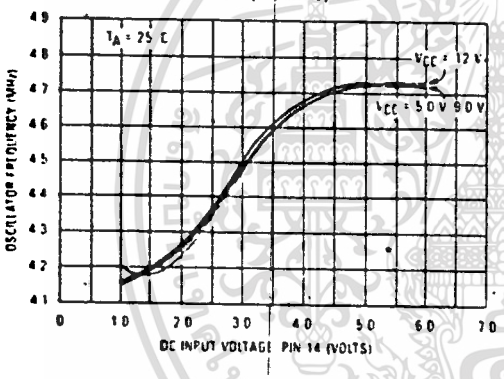


FIGURE 16 — FM SYSTEM FREQUENCY versus TEMPERATURE

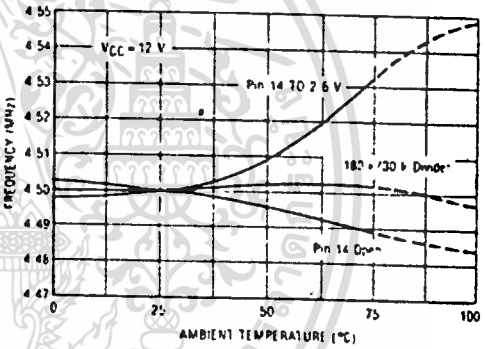


FIGURE 17 — MODULATOR TRANSFER FUNCTION (10.7 MHz)

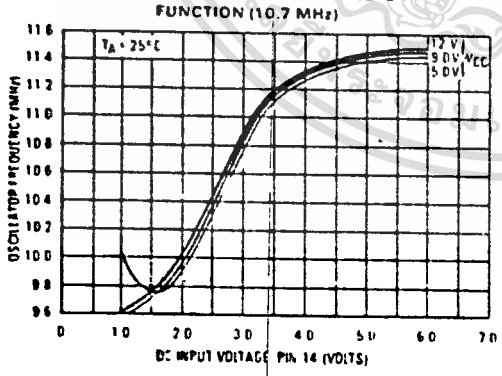
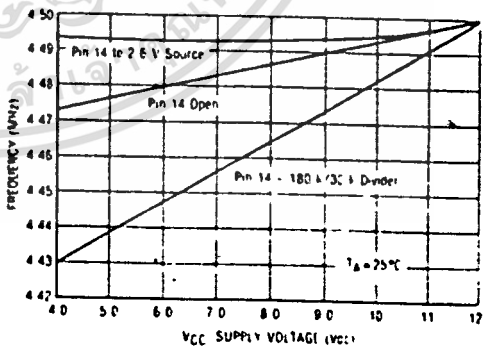


FIGURE 18 — FM SYSTEM FREQUENCY versus V_{CC}



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

SCL4040AB

CMOS 12-STAGE BINARY COUNTER

FEATURES

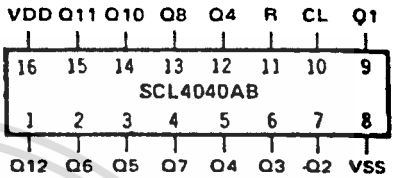
- 12 Fully Static Stages
- All 12 Buffered Outputs Available
- Common Reset Line
- 8MHz Counting Rate @ 10Vdc
- All Inputs Buffered

DESCRIPTION

The SCL4040AB consists of 12-ripple-carry binary counter stages with appropriate input buffers and reset circuitry. The counter is reset to its "all 0's" state by a high level on the Reset input. The counter is advanced one count on the negative-going transition of each input pulse. Isolation from external noise and the effects of loads is provided by output buffering.

Applications include time delay circuits, counter controls, and frequency dividers.

CONNECTION DIAGRAM
(all packages)



Add suffix for package:

- C 16-pin Cerdip
- D 16-pin Ceramic
- E 16-pin Epoxy
- F 16-pin Flat
- H Chip

TRUTH TABLE

Clock	Reset	Output State
⌐	0	No Change
¬	0	Advance to next state
x	1	All Outputs are low

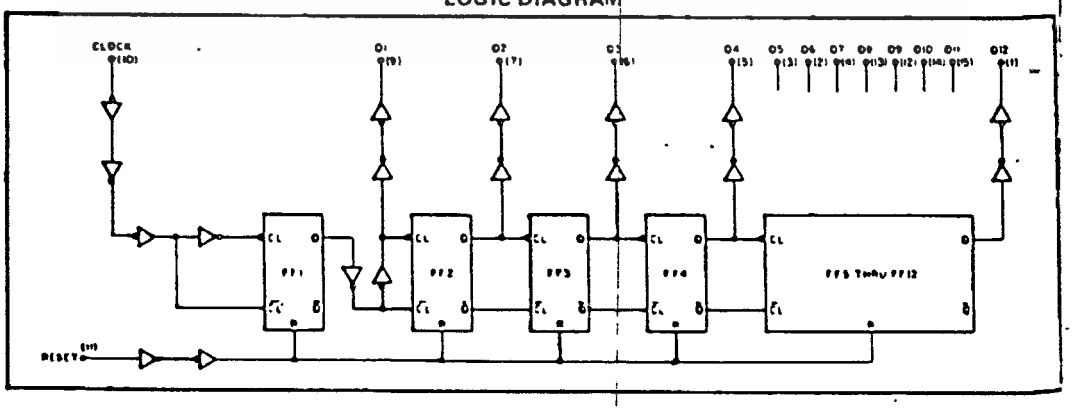
X = Don't Care

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

For maximum reliability:

DC Supply Voltage	$V_{DD} - V_{SS}$	3 to 15 Vdc
Operating Temperature	T_A	
C, D, F, H Device		-55 to +125 °C
E Device		-40 to +85 °C

LOGIC DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STATIC CHARACTERISTICS [1]

PARAMETER		V_{DD} (Vdc)	CONDITIONS	T_{LOW} [2]		+25°C			T_{HIGH} [2]		Units
				Min.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Max.	
QUIESCENT DEVICE CURRENT	I_{DD}	5 10 15	$V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD} All valid input combinations	– – –	5 10 15	– – –	0.05 0.1 0.2	5 10 20	– – –	150 300 600	μAdc
OUTPUT HIGH (SOURCE) CURRENT	I_{OH}										
C, D, F, H device		5 10 15	$V_{OH}=4.6V$ $V_{OH}=9.5V$ $V_{OH}=13.5V$ $V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD}	-0.15 -0.37 -1.25	– – –	-0.12 -0.3 -1.0	-0.5 -1.15 -4.5	– – –	-0.08 -0.21 -0.69	– – –	mAdc
E device		5 10 15	$V_{OH}=4.6V$ $V_{OH}=9.5V$ $V_{OH}=13.5V$ $V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD}	-0.14 -0.35 -1.2	– – –	-0.12 -0.3 -1.0	-0.5 -1.15 -4.5	– – –	-0.10 -0.25 -0.85	– – –	mAdc
OUTPUT LOW (SINK) CURRENT	I_{OL}										
C, D, F, H device		5 10 15	$V_{OL}=0.4V$ $V_{OL}=0.5V$ $V_{OL}=1.5V$ $V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD}	0.15 0.37 1.25	– – –	0.12 0.3 1.0	0.5 1.0 5.8	– – –	0.08 0.21 0.69	– – –	mAdc
E device		5 10 15	$V_{OL}=0.4V$ $V_{OL}=0.5V$ $V_{OL}=1.5V$ $V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD}	0.14 0.35 1.2	– – –	0.12 0.3 1.0	0.5 1.0 5.8	– – –	0.10 0.25 0.85	– – –	mAdc

NOTES: [1] Remaining Static Electrical Characteristics are listed under "SCL4000B Series Family Specifications".
[2] T_{LOW} = –55°C for C, D, F, H device.
= –40°C for E device.
T_{HIGH} = +125°C for C, D, F, H device.
= + 85°C for E device.

DYNAMIC CHARACTERISTICS (C_L = 50pF, T_A = 25°C)

PARAMETER		V_{DD} (Vdc)	Min.	Typ.	Max.	Units
CLOCKED OPERATION						
PROPAGATION DELAY TIME Clock to Q1	t_{PLH}, t_{PHL}	5 10 15	– – –	200 100 80	400 200 160	ns
Q_n to Q_{n+1}	t_{PLH}, t_{PHL}	5 10 15	– – –	150 75 60	300 150 120	ns
OUTPUT TRANSITION TIME	t_{TLH}, t_{THL}	5 10 15	– – –	180 90 65	360 180 130	ns
MINIMUM CLOCK PULSE WIDTH	PW_{CL}	5 10 15	– – –	100 50 40	200 100 80	ns
MAXIMUM CLOCK FREQUENCY	f_{CL}	5 10 15	2.0 4.0 5.0	4.0 8.0 10.0	– – –	MHz
MAXIMUM CLOCK RISE AND FALL TIME	t_{rCL}, t_{fCL}	5 10 15	15 15 5	– – –	– – –	μs
RESET OPERATION						
PROPAGATION DELAY TIME	t_{PHL}	5 10 15	– – –	300 150 120	600 300 240	ns
MINIMUM RESET PULSE WIDTH	PW_R	5 10 15	– – –	150 75 60	300 150 120	ns
RESET REMOVAL TIME	t_{rem}	5 10 15	– – –	250 125 100	500 250 200	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

54166/74166 8-Bit Shift Register (Parallel-In, Parallel-Out)

	Schottky TTL					High-Speed TTL					Low-Power Schottky TTL					Standard TTL					Low-Power TTL		
	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P
T.I.												J				SN54166	J			W			
											SN74LS166	J	N			SN74166	J	N					
FAIRCHILD																74S166/ 74S166	FD						
																FC9166/ FC9266	JD	FD					
MOTOROLA																							
N.S.C.																DM54166	J			W			
																DM74166	J	N		W			
PHILIPS																							
SIGNETICS																N74166		D					
																54166	F	B		W			
																N74166	F	B					
SIEMENS																							
FUJITSU																FL 1481		D					
HITACHI																							
MITSUBISHI																MO74166		D					
NEC																							
																M53366		P					
TOSHIBA																							

Electrical Characteristics SN54LS/SN74LS166

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	7 V	Operating free-air temperature range	SN54LS	−55°C to 125°C
Input voltage	7 V		SN74LS	0°C to 70°C
		Storage temperature range		−65°C to 150°C

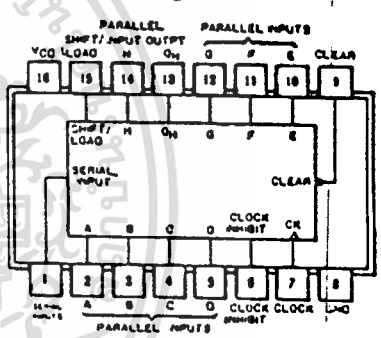
recommended operating conditions

	SN54166			SN74166			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			−400			−400	μA
Low-level output current, I_{OL}			4			8	mA
Clock frequency, f_{clock}	0		25	0		25	MHz
Width of clock or clear pulse, t_w	20			20			ns
Mode-control setup time, t_{setup}	30			30			ns
Data setup time, t_{setup}	20			20			ns
Hold time at any input, t_{hold}	0			0			ns
Operating free-air temperature, T_A (see Note 1)	−55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER		TEST CONDITIONS†		MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage					0.8	V
V_I	Input clamp voltage	V_{CC} = MIN, I_I = −18 mA				−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2 V, V_{IL} = 0.8 V, I_{OH} = −400 μA		2.7	3.4		V
V_{OL}	Low-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2 V, V_{IL} = 0.8 V, I_{OL} = 8 mA			0.35	0.5	V
I_I	Input current at maximum input voltage	V_{CC} = MAX, V_I = 7 V				0.1	mA
I_{IH}	High-level input current	V_{CC} = MAX, V_I = 2.7 V				20	μA
I_{IL}	Low-level input current	V_{CC} = MAX, V_I = 0.4 V				−0.4	mA
I_{OS}	Short-circuit output current ⊕	V_{CC} = MAX	SN54LS	−20		−100	mA
			SN74LS	−20		−100	
I_{CC}	Supply current	V_{CC} = MAX, See Note 2	SN54LS		22	38	mA
			SN74LS		22	38	
f_{max}	Maximum clock frequency	V_{CC} = 5 V, C_L = 15 pF, T_A = 25°C, R_L = 2 kΩ		25	35		MHz
t_{PHL}	Propagation delay time, high-to-low-level output from clear				19	30	ns
t_{PHL}	Propagation delay time, high-to-low-level output from clock			8	23	35	ns
t_{PLH}	Propagation delay time, low-to-high-level output from clock			8	24	35	ns

Pin Assignment (Top View)



positive logic:

Function Table

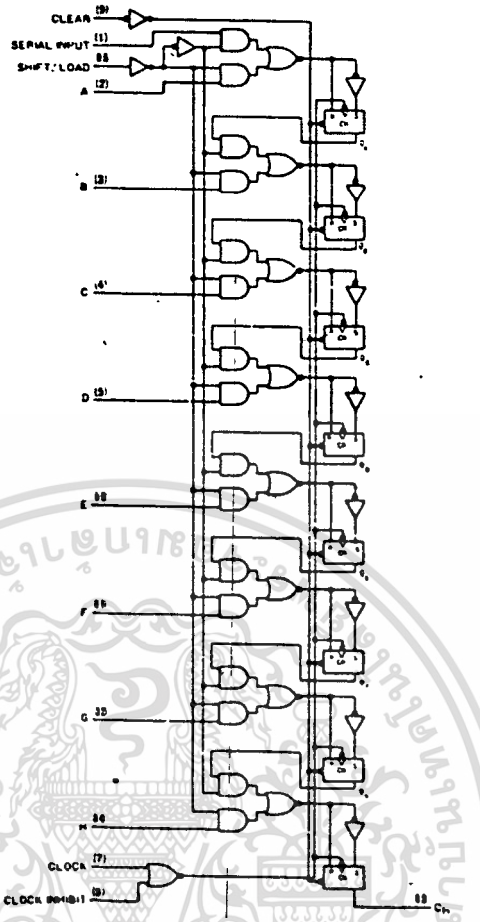
'166 (see Note 3)

INPUTS						INTERNAL OUTPUTS		OUTP
CLEAR	SHIFT/ LOAD	CLOCK INHIBIT	CLOCK	SERIAL	PARALLEL A . . . H	Q_A	Q_B	Q_H
L	X	X	X	X	X	L	L	L
H	X	L	L	X	X	Q_{A0}	Q_{B0}	Q_{H0}
H	L	L	↑	X	a . . . h	a	b	h
H	H	L	↑	H	X	H	Q_{An}	Q_G
H	H	L	↑	L	X	L	Q_{An}	Q_G
H	X	H	↑	X	X	Q_{A0}	Q_{B0}	Q_{H0}

NOTES:

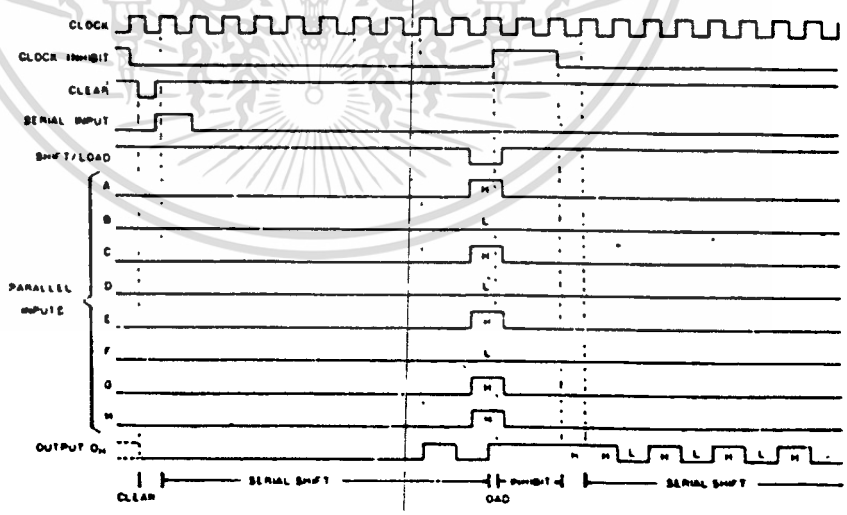
1. An SN54166 in the N package operating at free-air temperatures above 12 requires a heat-sink that provides a thermal resistance from case to fre $R_{\theta CA}$, of not more than 46°C/W.
2. With all outputs open, 4.5 V applied to the serial input, all other inputs c the clock grounded, I_{CC} is measured after a momentary ground, then 4.5 is applied to clock.
3. H = high level (steady state), L = low level (steady state)
   X = irrelevant (any input, including transitions)
   ↑ = transition from low to high level
   a . . . h = the level of steady-state input at inputs A thru H, respectively.
   Q_{A0}, Q_{B0} = H_0 = the level of Q_A, Q_B, or Q_H, respectively, before th indicated steady-state input conditions were established.
   Q_{An}, Q_{Gn} = the level of Q_A or Q_G, respectively, before the most recen ↑ transition of the clock.

Functional Block Diagram



'166 8-BIT SHIFT REGISTER

typical clear, shift, load, inhibit, and shift sequences



กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาคือ รศ.ดร. สิทธิชัย โภไคยอุดม ที่คอยให้คำแนะนำและแก้ไขปัญหามาโดยตลอด

ขอขอบคุณ อาจารย์ ชนิษฐา แซ่ตั้งและ พี่ ๆบริษัทเวฟเกต ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และคำปรึกษา

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และคณะวิศวกรรมศาสตร์ ลาดกระบัง ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทำโครงงาน

ซึ่งทางคณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณทุกท่านมา ณ.ที่นี้ด้วย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารอ้างอิง

เอกสารภาษาไทย

1.ประกิจ ตังติสานนท์ , ทฤษฎีโทรทัศน์ , หน้า 1-24

2.กฤษดา วิศวธีรานนท์ และ ประยูร เชี่ยววัฒนา , หลักการทำงานและเทคนิคการใช้งานออสซิลโลสโคป , หน้า 1-30

3.ชนะ โลหะทรัพย์ทวี , เครื่องเปลี่ยนโทรทัศน์เป็นสโคป , วารสารเซมิคอนดักเตอร์ อิเลคทรอนิคส์ , ฉบับที่ 77 หน้า139-145 , 2530

4.สานนท์ แก้วอบเชย , ET ออกจอ , วารสารเซมิคอนดักเตอร์ อิเลคทรอนิคส์ , ฉบับที่ 80 หน้า 146-154 และ ฉบับที่ 81 หน้า 145-150 , 2530

เอกสารภาษาอังกฤษ

1.Gerry Kane ," CRT Principles of Operation " , CRT Controller Handbook ,1-10 to 1-16 p.,1978