ปีการศึกษา 2532

ปริญญานิพนธ์ ไอซียู มอนิเตอร์ 4 ช่องสัญญาณ

ศุภกิจ ติยะวัชรพงศ์

คิริชัย วิวัฒน์สกุลเจริญ

อาจารย์ ประภากร สุวรรณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2532

ภาควิชา อิเลคทรอนิคส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ไอซียู มอนิเตอร์ 4 ช่องสัญญาณ

ผู้จัดทำ

1. ศุภกิจ ติยะวัชรพงศ์
2. ศิริชัย วิวัฒน์สกุลเจริญ

.....ประภากร.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ประภากร สุวรรณะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

026931

สารบัญ

บทที่	1	บทนำ	1
บทที่	2	ทฤษฎีและระบบการทำงาน	5
	2.1	การดัดแปลงจอภาพของโทรทัศน์	5
	2.2	รูปแบบการทำงาน	10
	2.3	การบันทึกสัญญาณและการแสดงผล	11
	2.4	การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ	13
	2.5	หลักการแสดงตัวหนังสือ	15
บทที่	3	การทำงานของวงจร	17
	3.1	แผนผังการทำงาน	17
	3.2	วงจรสร้างสัญญาณเวลา	17
	3.3	วงจรสร้างสัญญาณควบคุม	22
	3.4	วงจรปรับขนาดสัญญาณเข้า	25
	3.5	วงจรแยกคลื่น QRS และวงจรตรวจจับยอดคลื่น	28
	3.6	วงจรแปลงอนาล็อกเป็นดิจิตอลและหน่วยความจำ	31
	3.7	วงจรสร้างสัญญาณควบคุมขดลวดหักเห	32
	3.8	วงจรวัดอัตราการเต้นของหัวใจ	38
	3.9	วงจรสร้างสัญญาณภาพ	40
บทที่	4	การทดลองและผลการทดลอง	45
บทที่	5	สรุปและวิเคราะห์ผล	48
กิตติกรรมประกาศ			51
หนังสืออ้างอิง			52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอซียู มอนิเตอร์ 4 ช่องสัญญาณ

นาย ศุภกิจ ติยะวัชรพงศ์
นาย ศิริชัย วิวัฒน์สกุลเจริญ
อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์ ประภากร สุวรรณะ
ปีการศึกษา 2532

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้เรียบเรียง และ ปรับปรุงขึ้นจากเครื่อง ไอซียู มอนิเตอร์ (ICU MONITOR) ปีการศึกษา 2530 ซึ่งเป็นเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ป่วย 4 คนพร้อมกัน โดยใช้การแสดงผลทางจอภาพ

โครงงานปี 2532 นี้ ได้มีการพัฒนาและปรับปรุง วงจรสร้างฐานเวลา วงจรควบคุมขดลวดหักเหเพื่อการสแกนจอภาพ และวงจรสร้างสัญญาณควบคุมส่วนต่างๆ โดยในส่วนของวงจรสร้างสัญญาณควบคุมนี้ได้มีการใช้ ROM (Read Only Memory) เป็นตัวเก็บสัญญาณควบคุมแทนของเดิมที่ได้มีการใช้วงจรที่ประกอบด้วย เกท (Gate) ชนิดต่างๆ ส่งผลให้ขนาดของวงจรในโครงงานนี้มีขนาดที่เล็กลง ระบบมีการทำงานที่สัมพันธ์กันมากขึ้น ประสิทธิภาพสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 CHANNEL ICU MONITOR

Mr. Supakit Tiyawatchalapong

Mr. Sirichai Wiwatsakulcharoen

Adviser

Mr. Prapakorn Suwanna

Academic 1989

ABSTRACT

In this thesis, the details are rearranged and developed from the old project in 1987 , ICU MONITOR that uses to show heart beat and heart rate of four patients at the same time on T. V. monitor.

In our 1989 project, the 1987 ICU MONITOR is developed in the part of SYSTEM CLOCK GENERATOR, CONTROL SIGNAL GENERATOR and CONTROLLED YOKE CIRCUIT FOR SCANNING. The CONTROL SIGNAL GENERATOR is improved by using ROM (Read Only Memory) for keeping and generating the control signals. As the result of this improvement , the size of circuits can be reduced and the system can work more synchronized and more efficiency.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

สัญญาณไฟฟ้าหัวใจ (Electro Cardio Gram,ECG) เป็นศักดาไฟฟ้าที่วัดได้จากร่างกาย ซึ่งเกิดจากการทำงานของหัวใจ จะมีลักษณะดังรูป 1.1 และมีความสัมพันธ์กับการทำงานของหัวใจ คือ

สัญญาณ P เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจส่วนบน

สัญญาณ Q,R,S เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจส่วนล่าง

สัญญาณ T เกิดจากการคลายตัวของกล้ามเนื้อหัวใจส่วนล่าง

สัญญาณ U ไม่ทราบสาเหตุของการเกิด

สัญญาณไฟฟ้าหัวใจที่วัดได้มีค่าศักดาไฟฟ้าอยู่ในช่วง 0.5 มิลลิโวลต์ ถึง 5 มิลลิโวลต์ มีความถี่อยู่ในช่วง 0.5 เฮิรทซ์ถึง 200 เฮิรทซ์ และแรงดันไฟบ้านสามารถเหนี่ยวนำเข้ามารวมกับสัญญาณไฟฟ้าหัวใจได้

จากลักษณะดังกล่าวของสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ จึงได้มีการสร้างเครื่องแสดงคลื่นไฟฟ้าหัวใจขึ้น ซึ่งเป็นเครื่องมือทางการแพทย์ที่สำคัญใช้ในการตรวจวินิจฉัยอาการผิดปกติของหัวใจในผู้ป่วยโรคหัวใจ หรือในผู้ป่วยหนัก ซึ่งหากรู้การทำงานของหัวใจตลอดเวลาก็จะสามารถทำการช่วยชีวิตได้ทันท่วงที

ในการแสดงสัญญาณไฟฟ้าหัวใจที่ได้รับการขยายสัญญาณมาแล้วนี้ ถ้าใช้ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) จะเห็นเป็นเพียงจุดที่เคลื่อนที่ช้าๆ ไม่สามารถแสดงสัญญาณได้อย่างชัดเจน วิธีแสดงผลแบบมาตราฐานนั้นจะใช้กระดาษกราฟที่มีเส้นในแนวนอน และเส้นในแนวตั้ง ห่างกันช่วงละ 5 มิลลิเมตร มีเส้นหนักทุกๆ 5 มิลลิเมตร เวลาในเส้นแนวนอนต่อ 1 มิลลิเมตร คือ 0.05 วินาที และเมื่อผ่านไป 5 มิลลิเมตร คือ 0.2 วินาที ศักดาไฟฟ้าจะถูกวัดในแนวตั้งด้วยอัตรา 10 มิลลิเมตร ต่อ 1 มิลลิโวลท์ ในการวาดกราฟ ปากกาจะเปลี่ยนแปลงตำแหน่งตามค่าศักดาไฟฟ้าที่วัดได้ในแนวตั้ง ในขณะที่กระดาษจะเคลื่อนที่ไปในแนวนอนด้วยความเร็วในการบันทึก 25 มิลลิเมตร ต่อ วินาที

รูป 1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงสัญญาณไฟฟ้าหัวใจบนกระดาษกราฟ สามารถแสดงให้เห็นลักษณะสัญญาณได้อย่างชัดเจน แต่เป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายซึ่งเสียไปกับกระดาษกราฟโดยไม่จำเป็น เพราะในการใช้งานจริงนั้น สัญญาณไฟฟ้าหัวใจที่ผ่านไปเป็นเวลานานมากๆแล้วมักจะไม่ถูกนำมาพิจารณา จากข้อบกพร่องดังกล่าว จึงได้มีการคิดวิธีการแสดงสัญญาณไฟฟ้าหัวใจบนจอภาพขึ้นเพื่อสามารถให้เห็นลักษณะสัญญาณเหมือนที่เห็นจากกระดาษกราฟ โดยมีการสิ้นเปลืองที่น้อยกว่า

การแสดงสัญญาณไฟฟ้าหัวใจบนจอภาพนั้น อาศัยวิธีการดังต่อไปนี้

1.ใช้ออสซิลโลสโคปที่จอภาพมีการจางหายของสัญญาณช้า วัดสัญญาณแบบออสซิลโลสโคปธรรมดา ที่ความถี่ต่ำ จะเห็นสัญญาณไฟฟ้าหัวใจที่เป็นจุดเคลื่อนที่เป็นเส้นได้ หลักการทำงานของเครื่องแสดงดังในรูป 1.2

วิธีนี้ไม่นิยมนำไปใช้งานจริงเพราะเห็นการเปลี่ยนแปลงของสัญญานไม่ต่อเนื่อง และจำเป็นต้องใช้จอภาพแบบพิเศษที่มีให้เลือกได้จำกัดและมีราคาแพง

2. ใช้มอนิเตอร์ (T.V. Monitor) แสดงสัญญาณ โดยการนำสัญญาณที่วัดได้มาผ่านวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (Analog to Digital Converter) แล้วบันทึกลงในหน่วย ความจำ (Memory) โดยการแซมปลิ้ง (Sampling) สัญญาณบางส่วน จากนั้นจึงอ่านค่าที่เก็บไว้ในหน่วยความจำมาแปลงเป็นสัญญาณอนาล็อกและแปลงเป็นสัญญาณวีดีโอ (Video) นำมาแสดงออกทางมอนิเตอร์ ซึ่งจะเห็นการเปลี่ยนแปลงของภาพอย่างต่อเนื่องเหมือนภาพที่เห็นจากกระดาษกราฟ การทำงานของเครื่องแสดงได้ดังในรูปที่ 1.3

วิธีนี้มีข้อดีคือสามารถเลือกใช้จอภาพได้หลายขนาดโดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงการทำงานของวงจรส่วนอื่นและสามารถแสดงรูปคลื่นสัญญาณไฟฟ้าหัวใจบนจอภาพได้พร้อมกับตัวอักษรหรือภาพอื่นๆได้เพราะสร้างภาพด้วยวิธีเดียวกัน

ทางแผนกชีว-อิเล็กโทรนิค คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ได้มีการวิจัยค้นคว้า และสร้างเครื่องตรวจแสดงสัญญาณจากร่างกาย โดยใช้วิธีนี้ คือเครื่องสิรินธร 021 เป็นมอนิเตอร์ข้างเตียง (Bed side monitor) และสิรินธร 081 เป็นมอนิเตอร์ศูนย์กลาง (Central monitor) ซึ่งมีการแสดงตัวอักษรบอกอัตราการเต้นของหัวใจด้วย

จากเครื่องต้นแบบทั้ง 2 แบบ พบว่า ในการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลขนาด 8 บิท (bit) สามารถแทนศักดาไฟฟ้าได้ 256 ระดับ แต่เมื่อแปลงเป็นสัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ญาณอนาล็อกเพื่อแปลงเป็นวีดีโอ สามารถแสดงสัญญาณนี้ได้ไม่กี่สิบระดับเท่านั้น เพราะถูกจำกัดด้วยการสร้างภาพแบบโทรทัศน์ จึงมีรายละเอียดน้อยลงกว่าที่ควรจะทำได้ และมีสัญญาณรบกวนบางอย่างเกิดขึ้นบนจอภาพ

3. ใช้ออสซิลโลสโคปแสดงสัญญาณ โดยแปลงสัญญาณที่วัดได้เป็นดิจิตอลนำไปเก็บไว้ใน หน่วยความจำ และแปลงสัญญาณทั้งหมดในหน่วยความจำให้เป็นอนาล็อก เพื่อให้ได้รูปสัญญาณที่มีความถี่สูง และเห็นภาพต่อเนื่องเหมือนกระดาษกราฟ โดยแสดงผลบนจอออสซิลโลสโคปธรรมดา หลักการทำงานแสดงดังในรูปที่ 1.4

ข้อดีของวิธีนี้คือ แสดงรายละเอียดของสัญญาณที่เก็บไว้ได้ครบถ้วนเหมาะแก่การนำมาใช้งานจริง นอกจากนี้การใช้จอโทรทัศน์จะทำให้เสียค่าใช้จ่ายน้อยลง

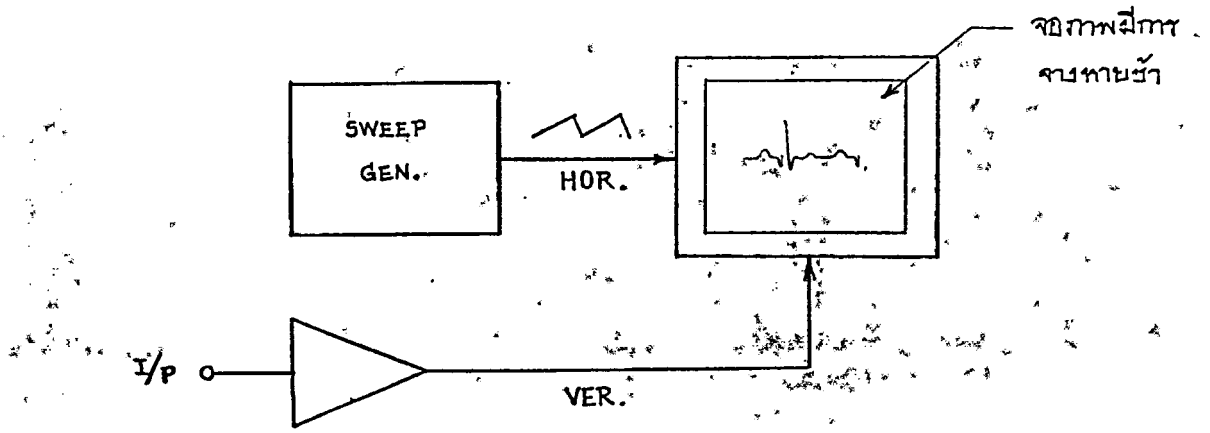
ในปีการศึกษา 2529 ได้มีการจัดทำปริญญานิพนธ์เรื่องนี้ขึ้น โดยดัดแปลงจอมอนิเตอร์ให้ทำงานแบบออสซิลโลสโคป เพื่อแสดงสัญญาณไฟฟ้าของหัวใจสลับกับการสร้างภาพแบบโทรทัศน์เพื่อแสดงตัวหนังสือ โดยแสดงสลับกันอย่างรวดเร็วจนเห็นเป็นภาพเดียว ซึ่งหมายความว่า ในการแสดงภาพที่เห็นบนจอ 1 ภาพจะต้องกวาดภาพ (Scan) จากบนลงล่าง 2 ครั้ง

ในปีการศึกษา 2530 ได้มีการพัฒนาขึ้น โดยเปลี่ยนแปลงวิธีการแสดงภาพ กล่าวคือ แสดงสัญญาณไฟฟ้าของหัวใจพร้อม ๆกับการแสดงตัวหนังสือในการกวาดภาพแต่ละครั้ง และเพิ่มวงจรวัดอัตราการเต้นของหัวใจ และวงจรที่ใช้ในการแสดงตัวหนังสือโดยที่ยังไม่มีวงจรที่ใช้ในการวัดสัญญาณจากร่างกาย โดยสัญญาณหัวใจนั้นจะต้องผ่านการขยายมาก่อน จนมีขนาดประมาณ 1 โวลท์ และสามารถรับสัญญาณได้ 4 ช่องพร้อมๆกัน

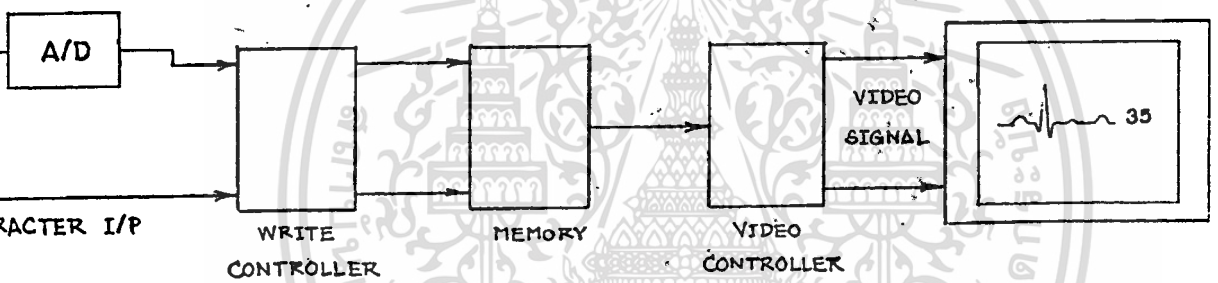
ในปีการศึกษา 2531 ได้มีการนำโครงงานของปีการศึกษา 2530 มาเพิ่มโหมดการทำงานขึ้นอีกหนึ่งโหมดเพื่อใช้ในการแสดงความดันของเส้นโลหิตและสามารถใช้กับจอสีได้

ในปีการศึกษา 2532 นี้ได้ทำการพัฒนาและปรับปรุงวงจรจากโครงงานปี 2530 ในส่วนของวงจรสร้างฐานเวลา วงจรควบคุมขดลวดหักเหเพื่อการสแกนจอภาพ และวงจรสร้างสัญญาณต่างๆ ซึ่งในส่วนนี้ได้มีการใช้หน่วยความจำรอม (Read Only Memory, ROM) เป็นตัวเก็บสัญญาณควบคุมแทนของเดิมที่ได้ใช้เกท (Gate) ชนิดต่างๆส่งผลให้ขนาดของวงจรในโครงงานปีนี้มีขนาดที่เล็กลง ระบบมีการทำงานที่สัมพันธ์กันมากขึ้น ประสิทธิภาพสูงขึ้น

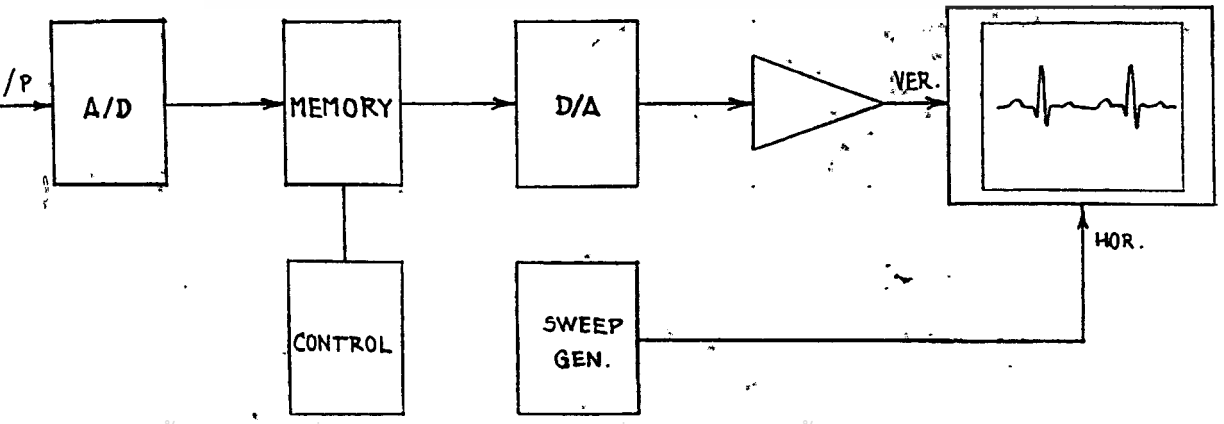
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 1.2



รูป 1.3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 1.4

บทที่ 2

ทฤษฎีและการทำงาน

2.1 การดัดแปลงจอภาพของโทรทัศน์ให้ทำงานแบบออสซิลโลสโคป

จอภาพ (Cathode Ray Tube,CRT) ทั้งที่ใช้ในโทรทัศน์ และออสซิลโลสโคป มีส่วนประกอบสำคัญที่เหมือนกันแสดงดังรูป 2.1 เมื่อแคโถด(Cathode)ได้รับความร้อนจากไส้หลอดจะปล่อยอิเลคตรอน (electron)ออกมา เกิดเป็นลำอิเลคตรอนวิ่งไปกระทบด้านหน้าของจอภาพที่ต่อกับไฟบวกโวลเตจสูง (High Voltage) โดยด้านหน้าของจอภาพจะฉาบสารเรืองแสงไว้ทำให้เห็นเป็นจุดสว่าง ความสว่างของจุดจะถูกกำหนดโดยค่าศักดาไฟฟ้าที่แคโถด ซึ่งสามารถควบคุมให้จุดที่เกิดสว่าง หรือมืดได้

การควบคุมตำแหน่งของจุด ที่เกิดบนจอภาพ ทำได้โดยการหักเหลำอิเลคตรอนด้วยสนามไฟฟ้า หรือสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะได้ผลตามรูป 2.2

การสร้างภาพของออสซิลโลสโคป จะใช้การควบคุมการหักเหของลำอิเลคตรอน ให้เป็นรูปที่ต้องการ โดยสัญญาณที่ต้องการแสดงบนจอภาพ จะควบคุมการหักเหในแนวตั้ง (Vertical Deflection) ขณะที่การหักเหในแนวนอน (Horizontal Deflection) จะมีสัญญาณรูปฟันเลื่อย (saw tooth) ดังรูป 2.3 มาควบคุมให้ลำอิเลคตรอน เคลื่อนที่จากซ้ายไปขวาด้วยความเร็วคงที่ ในช่วงเวลาแสดงสัญญาณ หรือเทรซ (trace) เมื่อเคลื่อนไปจนขวาสุดแล้ว ก็จะเคลื่อนกลับมาทางซ้ายจนสุด ในช่วงสบัดกลับ (retrace) เพื่อเริ่มต้นใหม่

สำหรับออสซิลโลสโคป ที่สามารถแสดงรูปคลื่นของหลายๆสัญญาณในเวลาเดียวกัน (Multitrace Oscilloscope) จะใช้วิธีนำสัญญาณจากแต่ละช่องสลับกันมาควบคุมการทำงานของภาพขยายสัญญาณแนวดิ่ง โดยทำได้ 2 แบบ คือแบบชอฟ (Chop) ซึ่งจะนำสัญญาณจากแต่ละช่องมาทีละส่วน เพื่อสลับกันมาควบคุมวงจรขยายทางแนวดิ่ง ด้วยความถี่สูงโดยไม่ขึ้นกับสัญญาณฟันเลื่อยในแนวนอน และจะมีการบวกแรงดันไฟตรงเพื่อสัญญาณจากแต่ละช่อง อยู่บนตำแหน่งที่ต่างกันบนจอภาพ มักใช้กับการแสดงสัญญาณความถี่ต่ำ แบบที่ 2 คือแบบอัลเทอเนท (Alternate) จะนำสัญญาณจากช่องหนึ่งมาควบคุมวงจรขยายแนวดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตลอดช่วงเวลาการกวาดภาพจากซ้ายไปขวา จากนั้นจึงนำสัญญาณจากอีกช่องหนึ่งมารวมกับแรงดันไฟตรง (เพื่อให้แสดงอยู่บนจอภาพในตำแหน่งที่ต่างจากสัญญาณช่องแรก) แล้วนำมาคุมวงจรขยายแนวดิ่ง หากความถี่ของสัญญาณฟันเลื่อยมีค่าสูงพอ ก็จะเห็นรูปสัญญาณจากแต่ละช่อง ปรากฏบนจอภาพพร้อมกัน

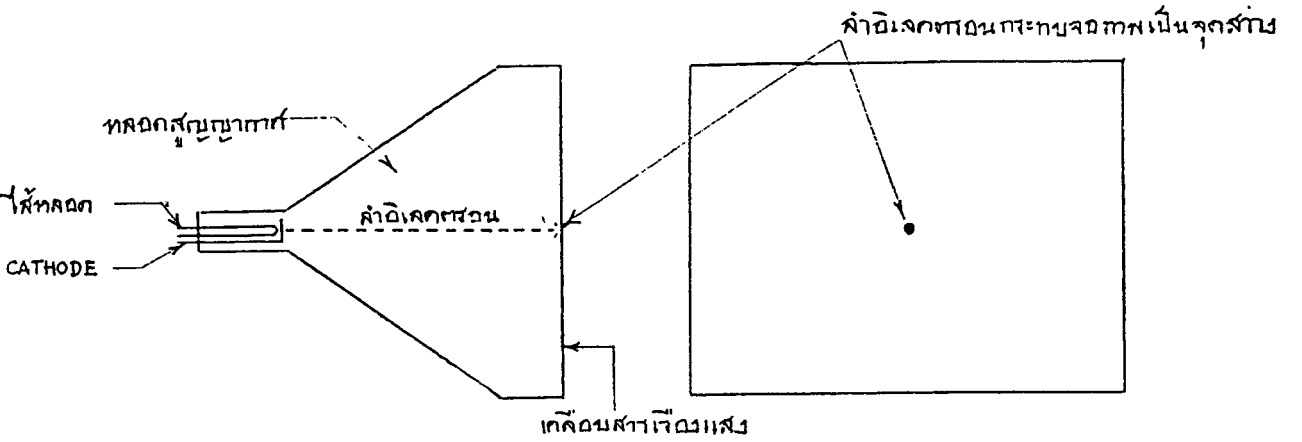
สำหรับสัญญาณภาพ หรือความสว่างของจุดบนจอภาพ จะถูกทำให้สว่างในช่วงเทรซ และถูกทำให้มืดในช่วงสบัดกลับ เราจึงเห็นเฉพาะเส้นที่แสดงสัญญาณเท่านั้น

การสร้างภาพของโทรทัศน์ จะควบคุมการหักเหของลำอิเลคตรอน ให้กวาดภาพเป็นเส้นแนวขวาง เรียงกันจนเต็มจอ เป็นพื้นที่ซึ่งเรียกว่า ราสเตอร์ (raster) สัญญาณภาพจะควบคุมให้ความสว่างของแต่ละตำแหน่งบนเส้นแนวขวางให้เกิดเป็นภาพที่ต้องการ โดยในแนวนอนก็จะมีสัญญาณฟันเลื่อยความถี่สูงควบคุม ส่วนในแนวดิ่งก็จะมีสัญญาณฟันเลื่อยความถี่ต่ำ ควบคุมตำแหน่งของลำอิเลคตรอนในแนวตั้ง สัญญาณภาพในช่วงสบัดกลับยังคงถูกทำให้มืด เช่นเดียวกับออสซิลโลสโคปในรูป 2.4 เป็นตัวอย่างของการหักเหของลำอิเลคตรอนแบบโทรทัศน์ เส้นทึบคือช่วงเวลาที่แสดงสัญญาณภาพ ส่วนเส้นประ คือช่วงเวลาสบัดกลับ

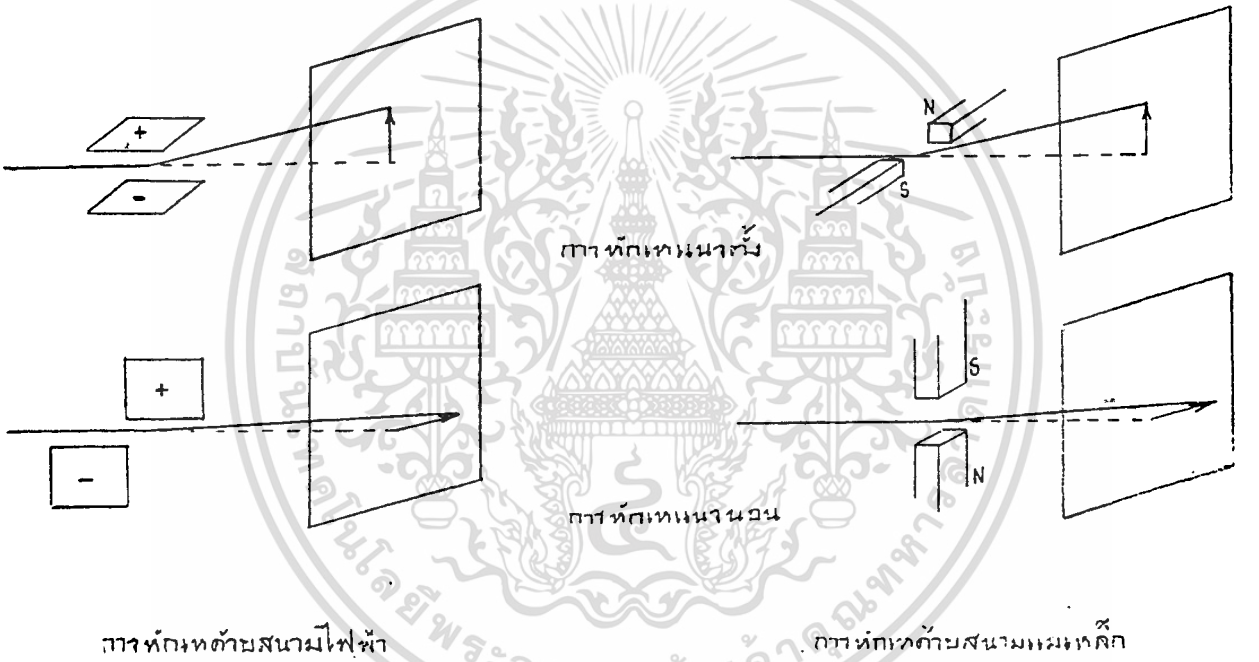
เนื่องจากลักษณะการหักเหของลำอิเลคตรอนของทั้ง 2 ระบบนี้ต่างกัน คือ สัญญาณสำหรับออสซิลโลสโคป มีช่วงความถี่กว้างมาก จึงใช้ระบบการหักเหด้วยสนามไฟฟ้า ขณะที่โทรทัศน์ใช้ระบบการหักเหด้วยสนามแม่เหล็ก โดยจะใช้สัญญาณฟันเลื่อยในการควบคุมกระแส เพื่อสร้างสนามแม่เหล็ก ซึ่งกระแสไฟนี้จะผ่านเข้าไปในขดลวดที่พันอยู่รอบๆคอหลอดภาพ ซึ่งเรียกว่า ขดลวดหักเห (Deflection Yoke) แบ่งเป็นขดลวดหักเหแนวนอน (Horizontal Yoke) ถูกออกแบบให้เหมาะสมกับสัญญาณความถี่สูง และขดลวดหักเหแนวตั้ง (Vertical Yoke) ถูกออกแบบให้เหมาะสมกับสัญญาณความถี่ต่ำ แต่สำหรับเครื่องแสดงสัญญาณหัวใจนี้ จะมีการทำราสเตอร์เพื่อแสดงตัวหนังสือในแนวดิ่ง ซึ่งมีความถี่สูง ในขณะที่แนวนอนจะใช้งานในความถี่ต่ำมาก เพราะมีการกวาดภาพจากซ้ายไปขวาเพียง 4 ครั้ง/1 ภาพ เพื่อแสดงสัญญาณหัวใจ 4 สัญญาณ ดังนั้นเราจึงหมุนขดลวดหักเหเป็นมุม 90 องศา เพื่อให้ขดลวดแนวนอนกลายเป็นขดลวดในแนวตั้ง เพื่อใช้งานความถี่สูง

อุปกรณ์ที่ควบคุมกระแสในขดลวดหักเห คือ วงจรขยายกำลังที่มีความต้านทานขาออก (Output Impedance) สูงมาก คือมีลักษณะเป็นแหล่งกำเนิดกระแสที่แปรตามแรงดันไฟ ที่เข้ามาโดยไม่ขึ้นกับความต้านทานของขดลวดหักเห หรือแรงดันไฟคร่อมโหลด

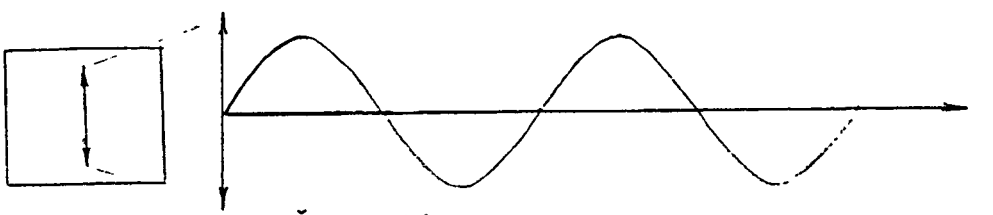
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



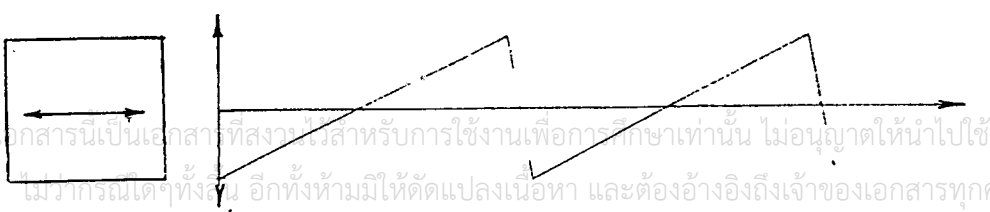
รูป 2.1



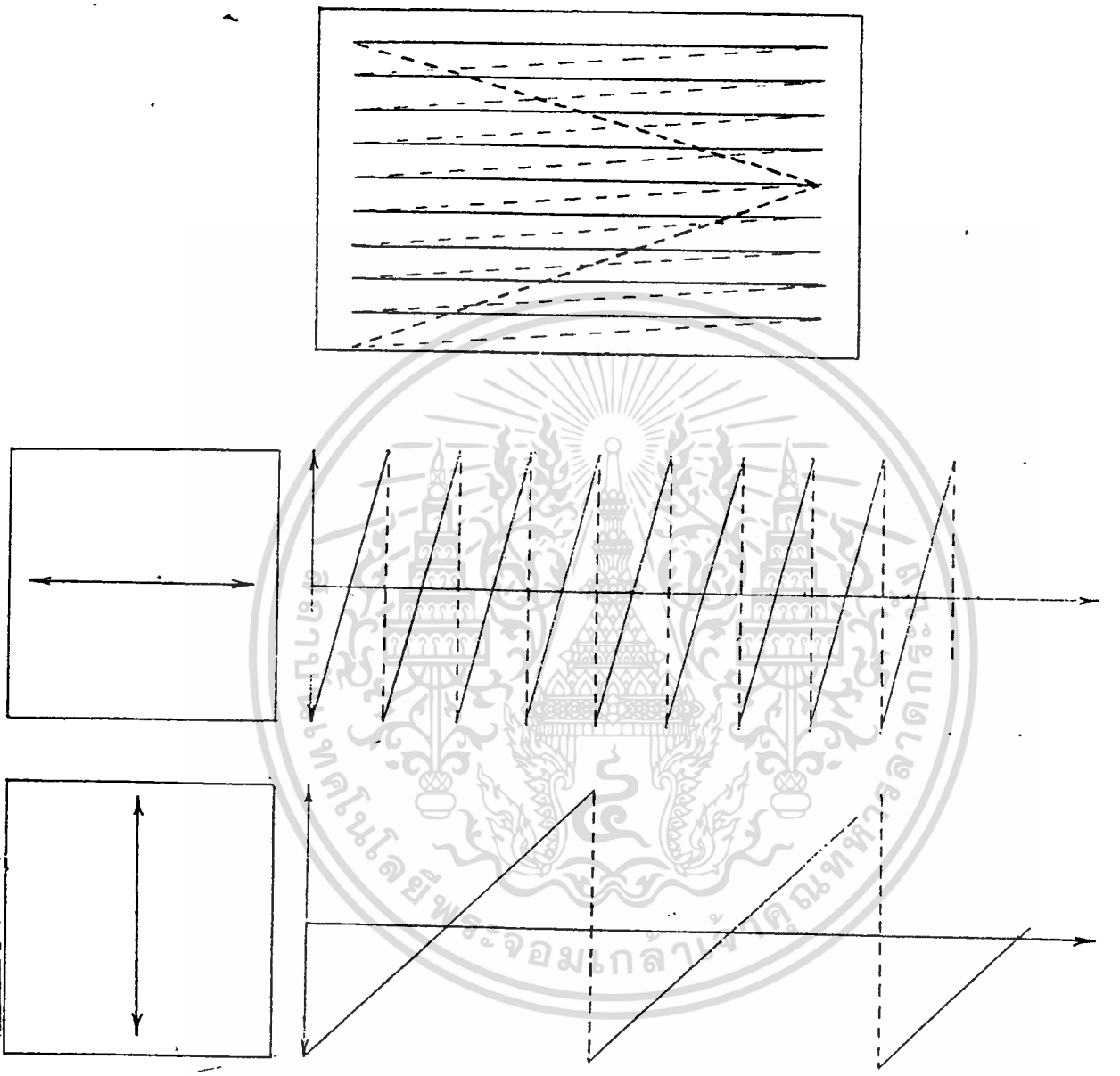
รูป 2.2



สัญญาณที่ก่อการแสดงบนจอภาพ

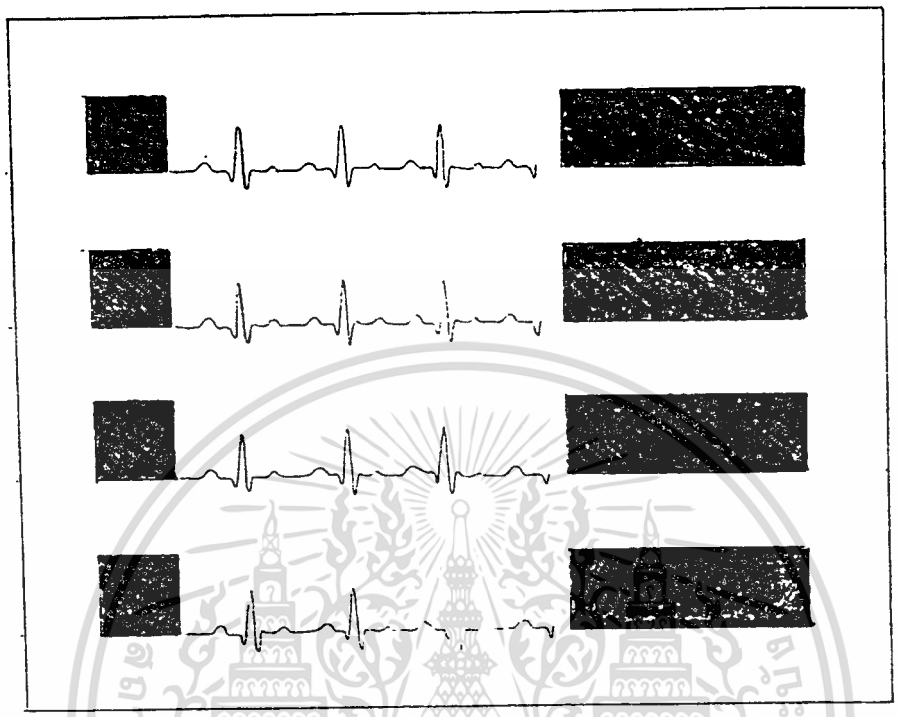


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

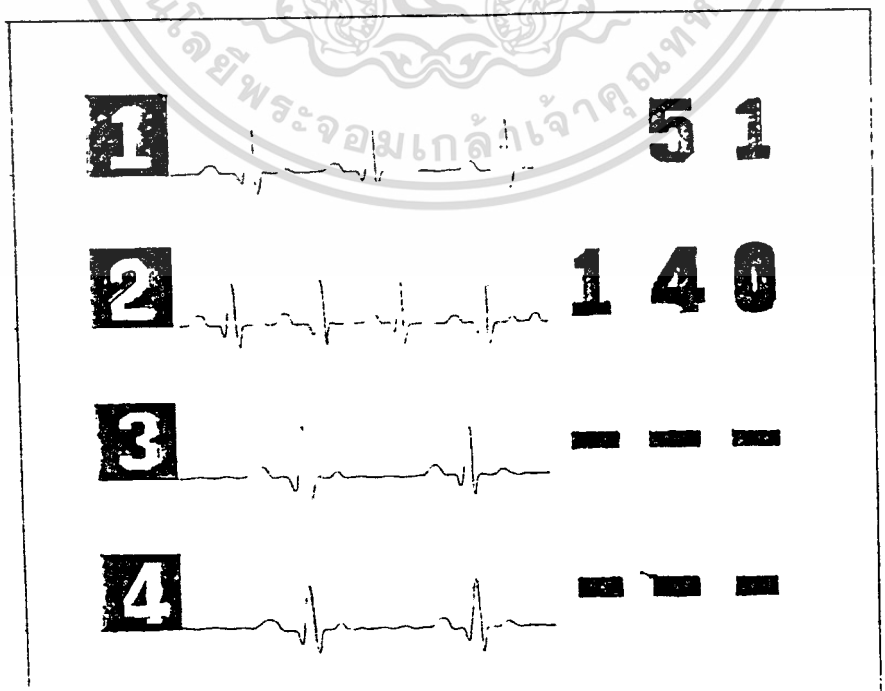


รูป 2-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปสัญญาณที่ยังไม่มีการสร้างตำบัทร



รูปแสดงสัญญาณที่สร้างและบันทึกภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

026931

2.2 รูปแบบการทำงาน

สัญญาณควบคุมของโครงงานนี้บรรจุอยู่ในอีพรอมที่มีความยาว 2500 ไบท์ โดยอีพรอมจะถูกอ่านสัญญาณควบคุมตั้งแต่ไบท์ที่1จนถึงไบท์ที่ 2500 ด้วยสัญญาณนาฬิกาที่คาบเวลาเท่ากับ 8μs เมื่อสิ้นสุดไบท์ที่2500แล้วก็จะเริ่มไปอ่านที่ไบท์ที่1ใหม่เป็นเช่นนี้เรื่อยไป ดังนั้นคาบเวลาของสัญญาณควบคุมจึงต้องหารด้วย 8 μs ลงตัว

การทำงานของโครงงานนี้เป็น มอนิเตอร์ศูนย์กลาง 4 ช่อง(4 CHANNEL I.C.U MONITOR) มีลักษณะดังรูปจากรูปเป็นการแสดงลักษณะภาพจากการหักเหของลำอิเลคตรอนเหมือนออสซิโลสโคปแบบอัลเทอเนท โดยแต่ละช่องเกิดจากสัญญาณควบคุมที่เก็บไว้ในอีพรอมช่องละ 625ไบท์ 4ช่อง ดังนั้นใน 1 ช่องใช้เวลาเท่ากับ 5000 μs ซึ่งแต่ละช่องประกอบด้วยช่วงวาดภาพ(TRACE)และช่วงสะบัดกลับในแนวนอน ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

- ช่วงวาดภาพเป็นช่วงที่ลำอิเลกตรอนกวาดจากด้านซ้ายไปด้านขวาของจอประกอบด้วย 4 ส่วนดังนี้

1. บริเวณราสเตอร์เป็นเส้นตรงในแนวตั้ง สัญญาณภาพมีทั้งมืดและสว่างเพื่อให้เห็นเป็นตัวหนังสือแสดงหมายเลขของแต่ละช่อง
2. เป็นเส้นแสดงสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ สัญญาณภาพจะสว่างตลอด
3. บริเวณราสเตอร์เหมือนกับข้อ 1 แต่ใช้แสดงอัตราการเต้นของหัวใจแต่ละช่อง
4. ช่วงแบลงค์(BLANK) เป็นช่วงที่ภาพไม่ปรากฏบนจอ

-ช่วงสะบัดกลับในแนวนอนเป็นช่วงที่ภาพไม่ปรากฏบนจอและลำอิเลคตรอนสะบัดกลับจากด้านขวาของจอไปทางซ้ายด้วยความเร็วสูงกว่าช่วงวาดภาพมาก

เนื่อให้สัญญาณภาพแต่ละช่องปรากฏบนจอในตำแหน่งต่างกันจะมีการเพิ่มแรงดันไฟตรงให้กับสัญญาณในแต่ละช่อง สำหรับคาบเวลาในการแสดงส่วนต่าง ๆ ของแต่ละช่องเป็นดังนี้

- บริเวณราสเตอร์แสดงหมายเลขแต่ละช่อง ประกอบด้วยเส้นเทรซคาบเวลา 8 μs และเส้นรีเทรซคาบเวลา8μsอย่างละ16เส้น รวมเป็นเวลา 256 μs ส่วนราสเตอร์แสดงอัตราการเต้นของหัวใจแต่ละช่องมีเส้นเทรซและรีเทรซอย่างละ 48 เส้น เป็นเวลา 768 μs

- เส้นแสดงสัญญาณไฟฟ้าของหัวใจ ที่แปลงจากหน่วยความจำแรม 1024

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไบท์ ไบท์ละ 2 μs เป็นเวลาทั้งหมด 2048 μs

- ช่วงรีเทรซในแนวนอนมีคาบเวลาเท่ากับ 648 μs
- ช่วงแบลงค์ มีคาบเวลา 1200 μs

ดังนั้นคาบเวลาในการแสดงสัญญาณแต่ละช่องเท่ากับ 5000 μs ในการแสดงภาพบนจอประกอบด้วยสัญญาณ4ช่องต่อ1ภาพ จึงใช้เวลาทั้งสิ้น 20,000 μs หรือมีการมองเห็นภาพกระพริบด้วยความถี่ประมาณ50ภาพ/วินาทีแต่เนื่องจากตาของมนุษย์จะมีการจดจำภาพได้ชั่วขณะจึงมองเห็นภาพที่กระพริบนี้มีลักษณะต่อเนื่อง

2.3 การบันทึกสัญญาณและแสดงผล

สัญญาณเข้าแต่ละช่องซึ่งเป็นสัญญาณอนาล็อก จะถูกเปลี่ยนโวลท์เตจให้เป็นรหัสดิจิตอลขนาด 8 บิท ทำให้สามารถบันทึกค่าไว้ในหน่วยความจำ เพื่อแสดงผลอย่างมีประสิทธิภาพกว่าสัญญาณเดิม รหัสดิจิตอล 8 บิท สามารถแทนโวลท์เตจได้ 256 ระดับ สำหรับไอซี ที่ใช้ในการแปลงโวลท์เตจตั้งแต่ 0-5โวลท์เป็นรหัสตามสมการ

รหัสดิจิตอล = ((สัญญาณ*256)/5โวลท์)+ความคลาดเคลื่อน

ค่าคลาดเคลื่อนเป็นธรรมชาติของการแบ่งระดับสัญญาณอนาลอก เป็นสัญญาณที่ไม่ต่อเนื่อง เพราะรหัสดิจิตอลมีจำนวนเฉพาะเต็มเท่านั้น ค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0-0.5

วงจรนี้สามารถรับสัญญาณได้ 4 สัญญาณ โดยใช้วิธีแบ่งเวลาในการแปลงสัญญาณทีละช่อง เมื่อแปลงสัญญาณช่องหนึ่ง ๆ เสร็จแล้ว และบันทึกไว้ในหน่วยความจำแล้วจึงแปลงเป็นสัญญาณของช่องต่อไปและเนื่องจากสัญญาณหัวใจที่ทำการวัดมีความถี่ต่ำ จึงไม่ต้องใช้วงจรแซมปลิ้ง-โฮลด์(Sample-Hole)

การกำหนดแอดเดรส(ADDRESS)ของหน่วยความจำในการบันทึกค่าที่เปลี่ยนแปลงได้และแสดงผลจะใช้หลักการเดียวกับตำแหน่งของปากกาและการเคลื่อนที่ของกระดาษกราฟสำหรับแสดงสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ

หน่วยความจำสำหรับบันทึกสัญญาณแต่ละช่องคือ แรม (RAM, Random Access Memory) ขนาด 1024 ไบท์ ในขณะแสดงผล เราจะเปลี่ยนแอดเดรสเพิ่มขึ้น 1024

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้ง เมื่อบันทึกค่าใหม่แล้วเปลี่ยน แอดเดรสเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งครั้ง ในการแสดงผลครั้งต่อไปแอดเดรสจึงถูกเลื่อนไปหนึ่งตำแหน่ง จุดที่อยู่ทางขวาสุด คือ ข้อมูลใหม่ ภาพที่ได้จะเลื่อนไปทางซ้ายตลอดเวลา

ถ้าเราต้องการหยุดบันทึกเพื่อแสดงผลเฉพาะค่าเดิมเป็นภาพนิ่งเราจะไม่เพิ่มแอดเดรสหลังการบันทึกแล้ว การแสดงผลครั้งต่อไปแอดเดรสต่างๆจะถูกแสดงที่ตำแหน่งเดิมของภาพเราเรียกว่า การหยุดภาพ (FREEZE)

เนื่องจากเราต้องการสัญญาณ 4 ช่อง จึงกำหนดลำดับการแสดงผลและบันทึกค่าในหน่วยความจำดังนี้

แสดงผล	บันทึก
ช่อง 1	ช่อง 1,ช่อง 2,ช่อง 3,ช่อง 4
ช่อง 2	ช่อง 1,ช่อง 2,ช่อง 3,ช่อง 4
ช่อง 3	ช่อง 1,ช่อง 2,ช่อง 3,ช่อง 4
ช่อง 4	ช่อง 1,ช่อง 2,ช่อง 3,ช่อง 4

ในการแสดงผลของแต่ละช่อง จึงมีข้อมูลใหม่เพิ่มมา 4 ไบท์ และ อัตราการสุ่มตัวอย่าง (Sampling Rate) สัญญาณแต่ละช่องจะเป็น 4 เท่าของความถี่ในการแสดงสัญญาณ 4 ช่อง คือ ประมาณ 200 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate) นิยมแสดงในหน่วยครั้งต่อนาทีสำหรับเครื่องมือที่นิยมใช้มีหลักการวัดหลายแบบเช่น การนับจำนวนครั้งของการเต้นของหัวใจในช่วงเวลาที่คงที่ ซึ่งต้องใช้เวลานานพอที่จะทำให้การวัดถูกต้องเช่น ครึ่งนาที จึงไม่เหมาะที่จะใช้ในห้องผู้ป่วยหนัก หรือ วิธีที่ปรับปรุงโดยคูณความถี่ของจำนวนครั้งที่วัดได้แล้วนับความถี่นั้น ทำให้ใช้เวลาน้อยลง หรือแปลงความถี่ที่วัดได้เป็นค่าเฉลี่ยในรูปโวลเตจแล้ววัดด้วยโวลท์มิเตอร์ เป็นต้น อีกวิธีที่เราจะใช้ในที่นี้ คือ การวัดช่วงเวลาการเต้นของหัวใจแต่ละครั้ง (beat to beat) นำมาคำนวณเป็นอัตราการเต้นของหัวใจ ค่าที่วัดได้จึงแสดงผลทุกครั้งที่มีการเต้นของหัวใจ ในกรณีที่หัวใจเต้นเร็ว ช่วงเวลาจะสั้นมาก ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงค่าที่แสดงในช่วงนี้จะอ่านผลได้ยาก เราจึงใช้วิธีวัดช่วงเวลาระหว่างการเต้นของหัวใจ 4 ช่วง นำมาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งนอกจากจะให้การเปลี่ยนค่าอยู่ในช่วงที่ช้าลงจนอ่านผลได้ง่ายแล้ว ยังลดความผิดพลาดที่เกิดจากสัญญาณรบกวน ซึ่งอาจถูกตรวจจับเป็นสัญญาณหัวใจได้

การคำนวณอัตราการเต้นของหัวใจจากช่วงเวลาดังกล่าว หาได้จากสมการ

อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที) = (4*60)/เวลาที่ใช้(วินาที)

การวัดช่วงเวลาในที่นี้ใช้วงจรนับ (Counter) นับพัลซ์ (Pulse) ที่มีคาบเวลาคงที่ 0.004 วินาที เราจึงได้สมการใหม่เป็น

อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที) = (4*60)/(จำนวนที่นับได้จากวงจรนับ * 0.004)

เราจึงได้ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจกับจำนวนที่นับได้จากวงจรนับ เราจึงคำนวณค่าดังกล่าวเก็บไว้ในหน่วยความจำ (EPROM) แล้วต่อแอดเดรสกับวงจรนับให้แสดงอัตราการเต้นของหัวใจให้สัมพันธ์กับค่าที่ได้จากวงจรนับเป็นจำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เต็ม 3 หลัก

วงจรนับที่ใช้ เป็นวงจรนับเลขฐานสอง 12 บิท สามารถให้ค่าตั้งแต่ 0 ถึง 4095ค่าที่ใช้ในการแสดงผลคือ ตั้งแต่ 200 แสดงค่าสูงสุด 300 ครั้งต่อนาที ถึง 4095 แสดงค่าต่ำสุด15 ครั้งต่อนาที ถ้าวงจรนับนับได้ตั้งแต่ 0 ถึง 199 จะแสดงรหัสบอกว่าอยู่นอกช่วงที่จะวัดได้

สัญญาณออกที่เราต้องการคือ รหัส 4 บิทซึ่งแทนสัญญลักษณ์ต่าง ๆ ดังนี้

0000 แทน "0"

0001 แทน "1"

0010 แทน "2"

0011 แทน "3"

0100 แทน "4"

0101 แทน "5"

0110 แทน "6"

0111 แทน "7"

1000 แทน "8"

1001 แทน "9"

1010 แทน " " ใช้เป็นหลักร้อย เมื่อแสดงค่าที่น้อยกว่า 100

1011 แทน "-" ใช้แสดงว่าอยู่นอกช่วงที่วัดได้

หน่วยความจำมีสัญญาณออก 8 บิท แต่เราต้องแสดงผล 3 หลัก จึงต้องเพิ่มแอดเดรสจากที่ต้องการจากวงจรนับ 12 เส้นอีก 1 เส้น สำหรับเพิ่มอีก 4 บิทในการแสดงผลให้ได้ 3 หลักดังนี้

แอดเดรสเลือกหลักแสดงผล = 0 บิท 7,6,5,4 3,2,1,0

หลักสิบ หลักร้อย

แอดเดรสเลือกหลักแสดงผล = 1 บิท 7,6,5,4 3,2,1,0

ไม่ใช้ หลักหน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 หลักการแสดงตัวหนังสือ

โดยวิธีสร้างภาพแบบโทรทัศน์ คือการควบคุมความสว่างในบริเวณราสเตอร์ เราสามารถแสดงตัวหนังสือได้ตามรูปแบบในรูปในหน้าถัดไป ได้กำหนดรหัสของตัวหนังสือ (Character Code) ไว้ดังนี้

รหัส	ตัวหนังสือ
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9
1010	
1011	-
1100	CH1
1101	CH2
1110	CH3
1111	CH4

ซึ่งจะถูกเก็บไว้ในคาแรกเตอร์เจนเนอเรเตอร์ (Character Generator) ตัวหนังสือแต่ละตัวจะประกอบด้วยข้อมูล 16*32 จุด หรือ 64 ไบท์ จึงต้องมีการกำหนดแอดเดรสของข้อมูลแต่ละไบท์เพิ่มขึ้นอีก 6 เส้น (บิทต่ำ) จากนั้นการอ่านข้อมูลออกมาจะใช้ชิพท์รีจิสเตอร์ (Shift Register) รูป 2.7 แสดงข้อมูลในคาแรกเตอร์เจนเนอเรเตอร์ที่ถูกปล่อยออกมาจากชิพท์รีจิสเตอร์ทีละบิท เทียบกับราสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอักษรแต่ละตัวจะต้องการเส้นราสเตอร์ 16 เส้น จะเห็นว่าเส้นเทรช 1 เส้นจะแสดงสัญญาณภาพ 4 ไบท์ หรือ 32 บิท จากคาแรกเตอร์เจนเนอเรเตอร์ และจะแขลงค์สัญญาณภาพในช่วงสะบัดกลับ ดังนั้นในช่วงสะบัดกลับจะไม่มีการเปลี่ยนแอดเดรสชิพท์รีจิสเตอร์ จะให้สัญญาณมืดในช่วงสะบัดกลับเอง สำหรับข้อมูลในคาแรกเตอร์เจนเนอเรเตอร์ที่เป็น 1 จะให้สัญญาณภาพสว่าง บิทที่เป็น 0 จะให้สัญญาณภาพมืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การทำงานของวงจร

3.1 แผนผังแสดงการทำงาน

การทำงานของวงจร แบ่งเป็นส่วนต่างๆได้ตามรูป 1 คือ

-วงจรสร้างสัญญาณเวลา เพื่อให้การทำงานของวงจรต่างๆสัมพันธ์กัน

-วงจรปรับขนาดของสัญญาณเข้า เพื่อปรับสัญญาณเข้าแต่ละช่องให้มีขนาดและระดับที่เหมาะสมกับวงจรต่อไป

-วงจรแปลงอนาล็อกเป็นดิจิตอลและควบคุมหน่วยความจำให้บันทึกค่าที่เปลี่ยนแปลงได้และแสดงผลในลักษณะที่กำหนด

-วงจรสร้างสัญญาณควบคุมขดลวดหักเหทางแนวตั้งจะเป็นการแสดงสัญญาณไฟฟ้าหัวใจจากหน่วยความจำและแสดงราสเตอร์ขณะที่ทางแนวนอนอยู่ในช่วงเทรซในช่วงสบัดกลับจะมีการเปลี่ยนระดับไฟตรงทางแนวตั้งเพื่อแสดงภาพบนจอภาพเป็น 4 ระดับ

-วงจรแยกคลื่นQRSและตรวจจับยอดคลื่นใช้กรองสัญญาณไฟฟ้าหัวใจให้ได้เฉพาะส่วนที่มีความถี่สูง เพื่อสร้างเป็นสัญญาณแทนการเต้นของหัวใจแต่ละครั้ง ให้กับเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

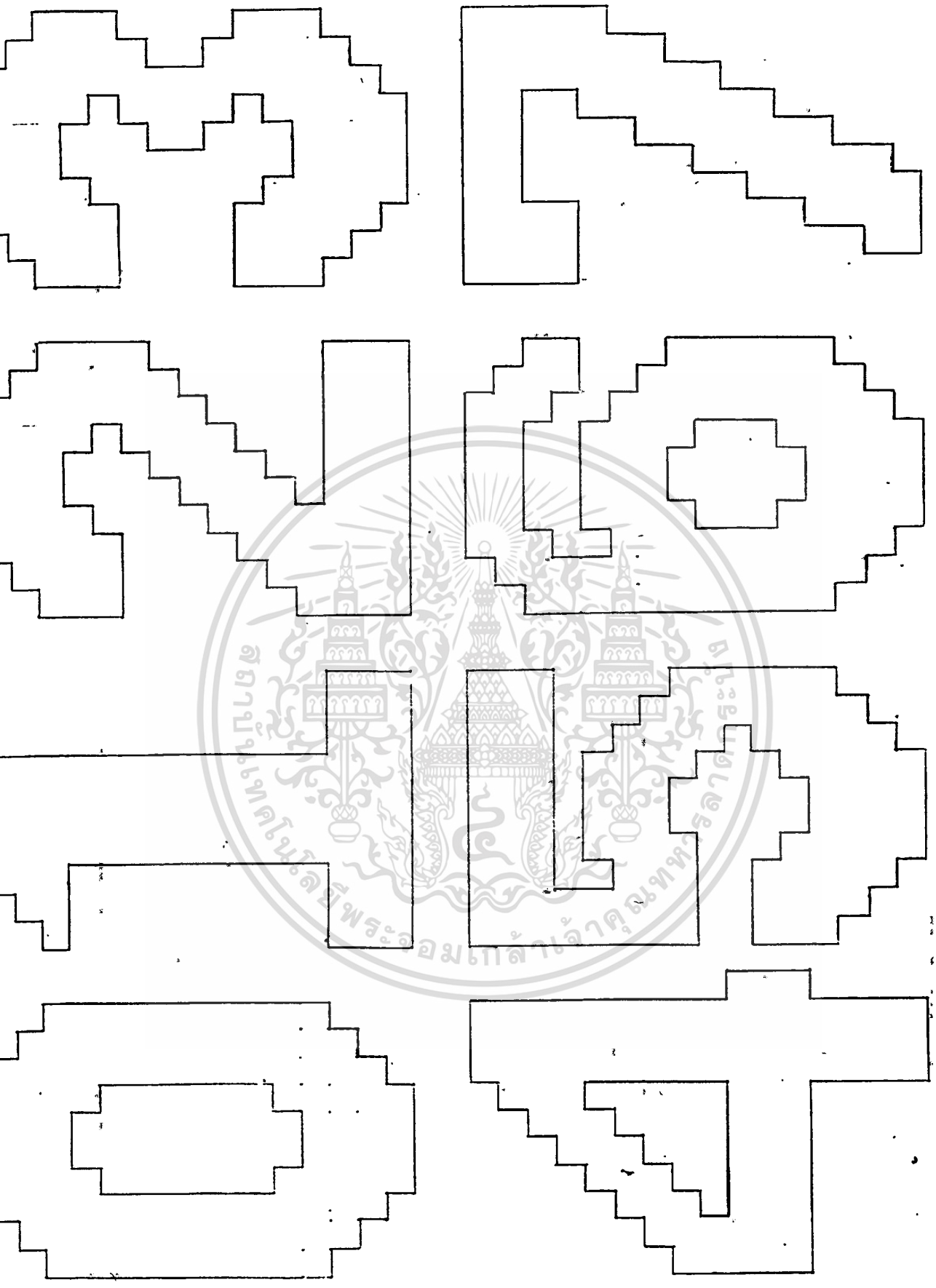
-วงจรวัดอัตราการเต้นของหัวใจ จะวัดคาบเวลาระหว่างการเต้นของหัวใจ 4 ช่วงมาแปลงเป็นอัตราการเต้นของหัวใจ

-วงจรสร้างสัญญาณภาพ จะควบคุมความสว่างของจุดบนจอภาพ ให้ได้เส้นแสดงสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ ตัวเลขแสดงอัตราการเต้นของหัวใจ ตัวหนังสือ และไม่ให้เห็นเส้นสะบัดกลับ

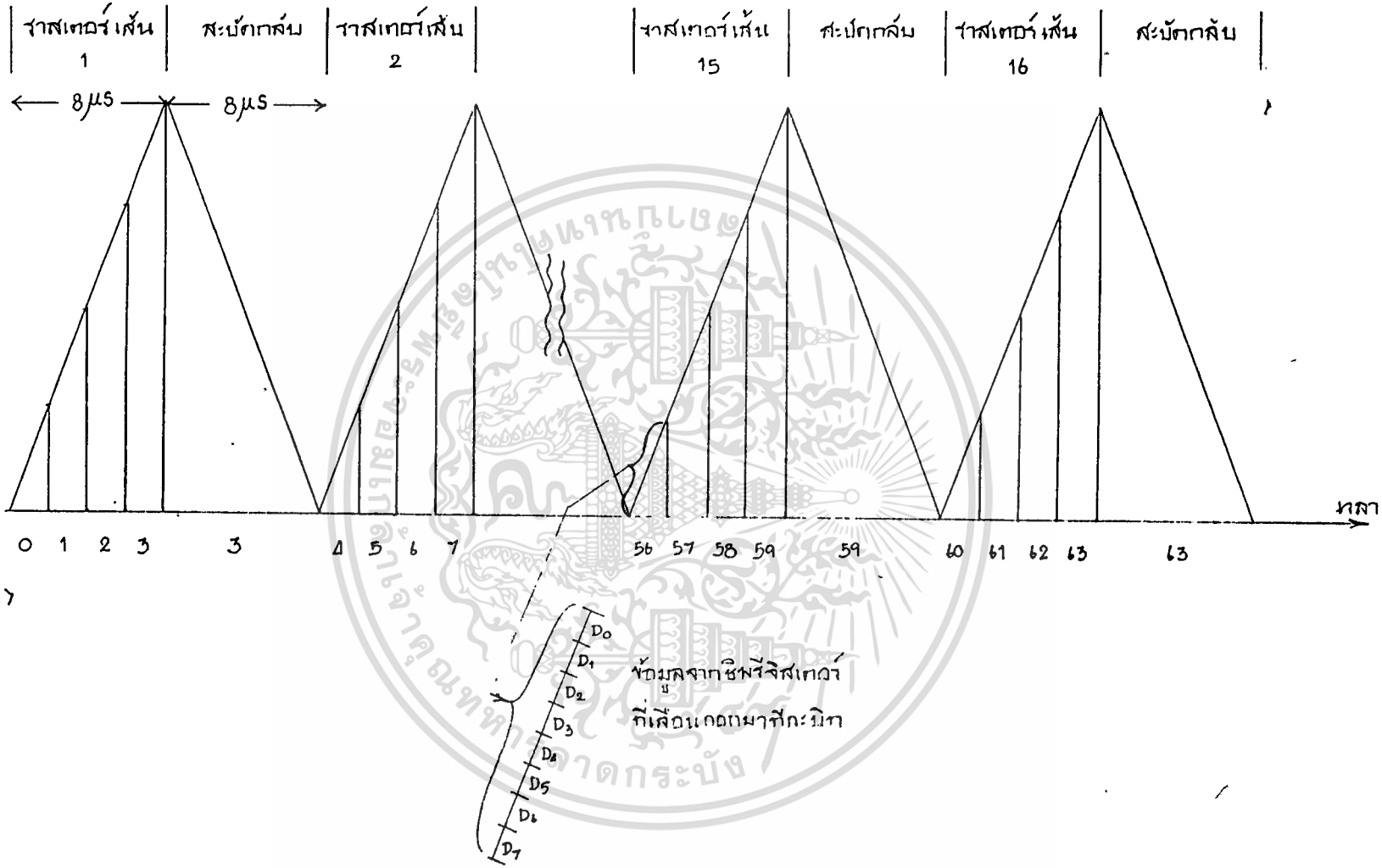
3.2 วงจรสร้างสัญญาณเวลา

เราได้กำหนดให้สัญญานต่างๆทำงานที่คาบเวลา หารด้วย 2 ไมโครวินาที ลงตัวโดยใช้คลิสตัลออสซิเลเตอร์ความถี่ 4 เมกกะเฮิอร์ซกับอินเวอร์ทเตอร์ ทำหน้าที่กำเนิดสัญญานนาฬิกาความถี่ 4เมกกะเฮิอร์ซนำสัญญานความถี่ 4 เมกกะเฮิอร์ซ เข้าวงจรหารความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

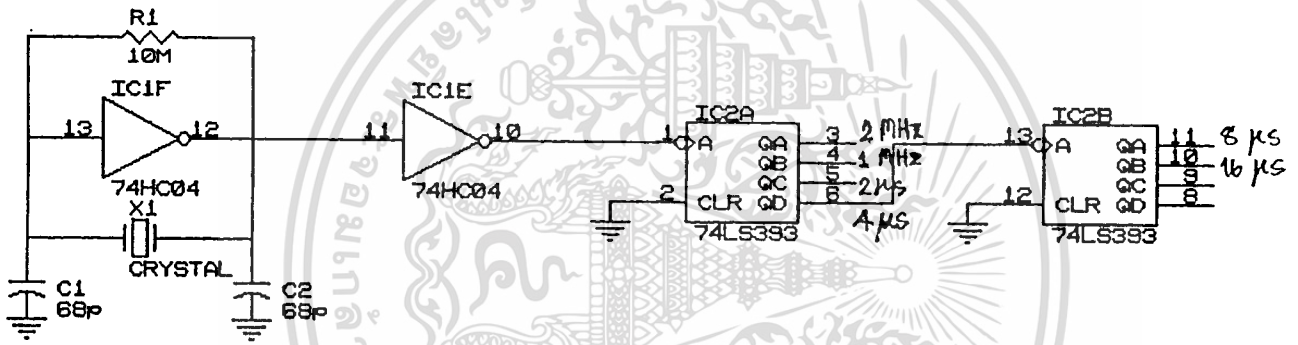


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



A5 ของ CHAR. GEN.)

รูปแสดงการสร้างตัวอักษร 1 ตัว จากเส้นประสานราสเตอร์ 16 เส้น



4 CHANNEL ICU MONITOR		
Title: SYSTEM CLOCK GENERATOR		
Size: A	Document Number: 1	REV
Date: March 12, 1990	Sheet 1 of 9	

(ไอซี 74LS393) ได้สัญญาณนาฬิกา ความถี่ 0.5,1,2,8,16 μs ตามลำดับ

3.3 วงจรสร้างสัญญาณควบคุม

เป็นวงจรกำเนิดสัญญาณควบคุมสำหรับควบคุมการทำงานของวงจรทั้งหมด โดยนำสัญญาณควบคุมทั้งหมดใส่ไว้ใน EPROM2 ตัวใช้วงจรซิงโครนัสเคาน์เตอร์เป็นตัวป้อนแอดเดรสให้ EPROM โดยใช้สัญญาณนาฬิกาคาบเวลา 8μs ป้อนให้วงจรซิงโครนัสเคาน์เตอร์ เมื่อซิงโครนัสเคาน์เตอร์นับได้ 2499 ก็จะถูกรีเซ็ตด้วย NAND GATE 8 อินพุต แล้วเริ่มนับใหม่เป็นเช่นนี้เรื่อยไป สำหรับวงจรเป็นดังรูป 2

สำหรับสัญญาณควบคุมที่อยู่ใน EPROM แต่ละสัญญาณมีหน้าที่ดังนี้

ใน EPROM 0

D_0 เป็นสัญญาณวิดีโอ (video) ทำหน้าที่กำหนดช่วงสว่างบนจอภาพร่วมกับสัญญาณแบล็งค์(blank)

D_1 เป็นสัญญาณเคาน์เตอร์ (counter) ใช้สำหรับสร้างตัวอักษรที่เกิดจากสัญญาณราสเตอร์ ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

D_2 สัญญาณ T เป็นพัลซ์มีคาบเวลา 4 ms ทำหน้าที่เป็นสัญญาณนาฬิกาให้กับวงจรนับอัตราการเต้นของหัวใจ

D_3 สัญญาณอ่าน (Read) เป็นสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลจาก RAM (Random Access Memory)

D_4 สัญญาณ Trace Enable ทำหน้าที่ควบคุมการสแกนสัญญาณไฟฟ้าจากร่างกายออกบนจอภาพ

D_5 สัญญาณ StartConversion ใช้ควบคุมการแปลงสัญญาณไฟฟ้าของร่างกายไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ

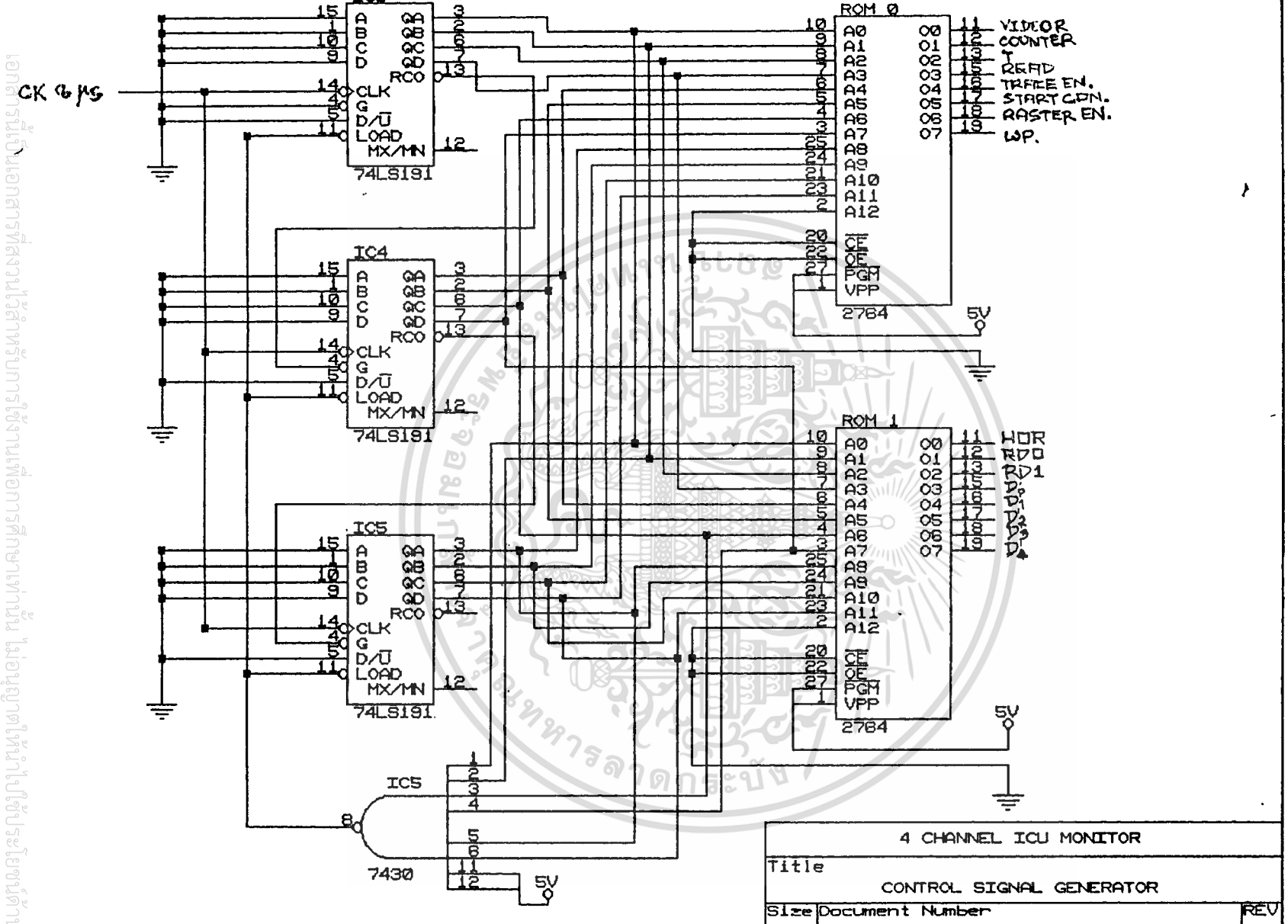
D_6 สัญญาณ RasterEnable ทำหน้าที่ควบคุมให้สัญญาณราสเตอร์ซึ่งเป็นคลื่นสามเหลี่ยมคาบเวลา 16 s ออกมาบนจอภาพ ตามช่วงเวลาที่ต้องการ

D_7 สัญญาณ WP(Write Pulse) เป็นสัญญาณที่ใช้เพิ่มแอดเดรสของ RAM เพื่อกำหนดแอดเดรสที่ใช้เก็บข้อมูลจากวงจรแปลงอนาล็อกเป็นดิจิตอล

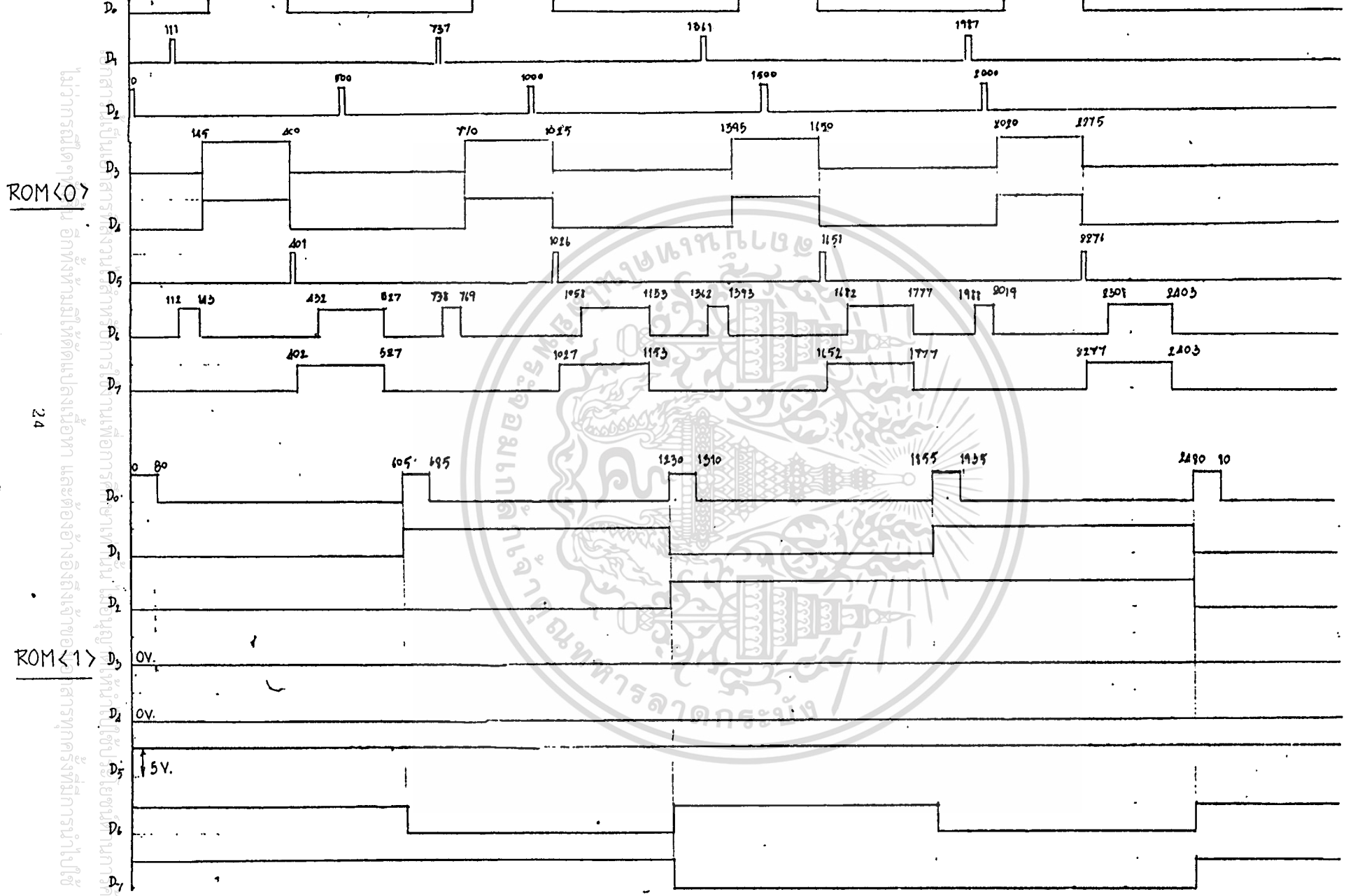
ใน EPROM 1 มีสัญญาณควบคุมอยู่ 3 ชุด ดังนี้

D_0 สัญญาณ Hor เป็นพัลส์ที่มีduty cycle น้อยมากสัญญาณนี้เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



4 CHANNEL ICU MONITOR		
Title: CONTROL SIGNAL GENERATOR		
Size: A	Document Number: 2	REV
Date: March 12, 1990	Sheet 2 of 9	



รูปที่ 4 สัญญาณควบคุมที่เก็บไว้ใน EPROM

ผ่านวงจรอินติเกรเตอร์ ก็จะได้เป็นสัญญาณHorOut ซึ่งเป็นคลื่นสามเหลี่ยมที่สโลปขาขึ้นชันน้อย ขาลงชันมาก สัญญาณ Hor Out ที่ได้จะนำไปควบคุมการสแกนภาพทางแนวนอน

D_1 และ D_2 เป็นสัญญาณ RD_0 และ RD_1 ตามลำดับทำหน้าที่กำหนดช่องทางในการblank

D_3, D_4, D_5, D_6 และD_7 เป็นสัญญาณที่นำไปแปลงเป็นอนาล็อก ซึ่งจะได้ออกมาเป็นสัญญาณไฟตรงหลายๆระดับตามที่โปรแกรมไว้ ซึ่งเมื่อนำไปรวมกับสัญญาณที่แปลงมาจากหน่วยความจำ และสัญญาณราสเตอร์แล้วก็นำไปควบคุมสแกนภาพทางแนวดิ่ง

สำหรับสัญญาณควบคุมที่เก็บไว้ใน EPROM มีลักษณะดังรูปที่ 4

3.4 วงจรปรับขนาดของสัญญาณเข้า

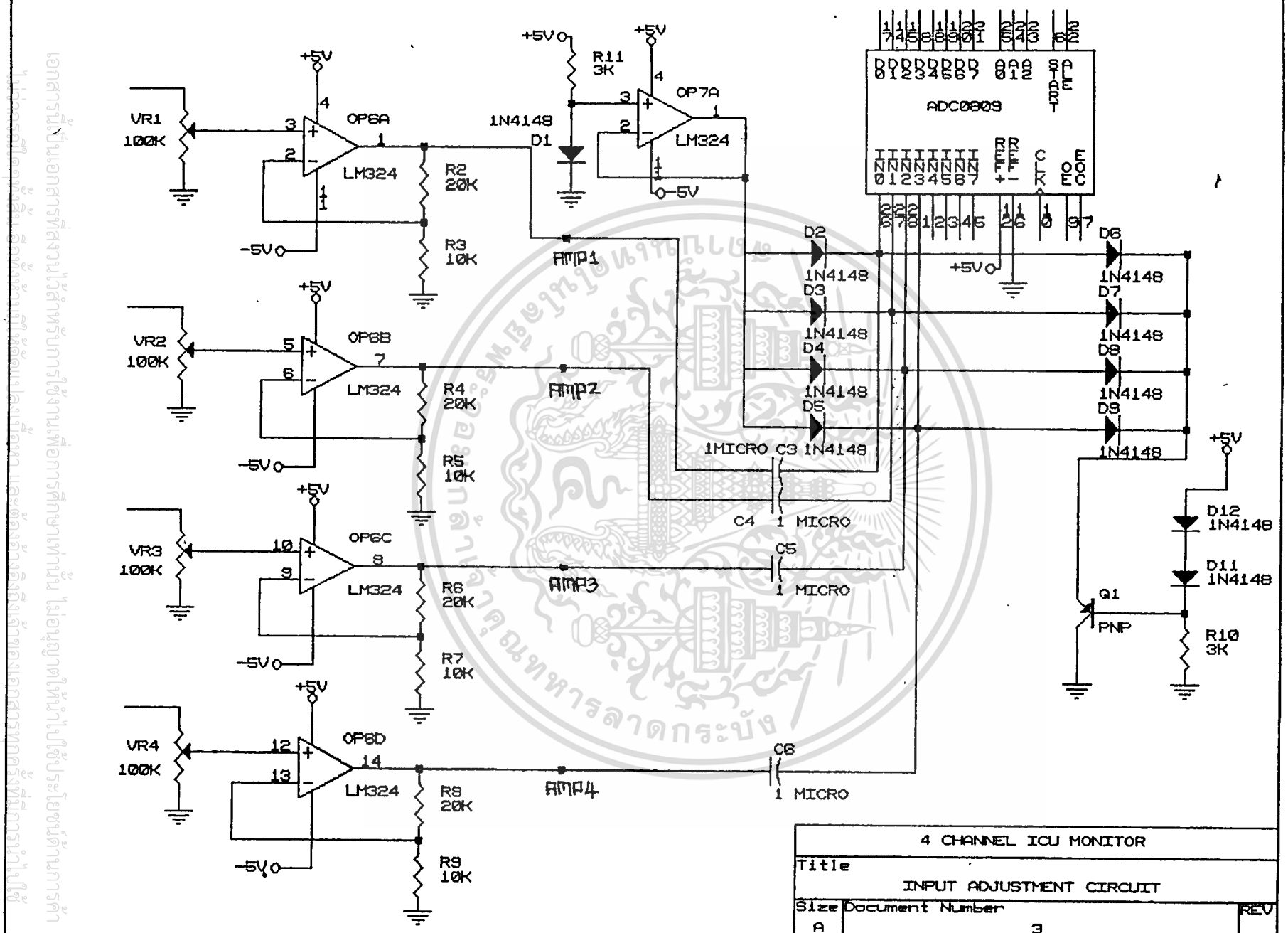
จากสัญญาณเข้าขนาดประมาณ 1โวลท์ เราต้องการทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับไอซี ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลADC รับสัญญาณเข้าได้ตั้งแต่ 0-5 โวลท์ แสดงวงจรในรูป 3

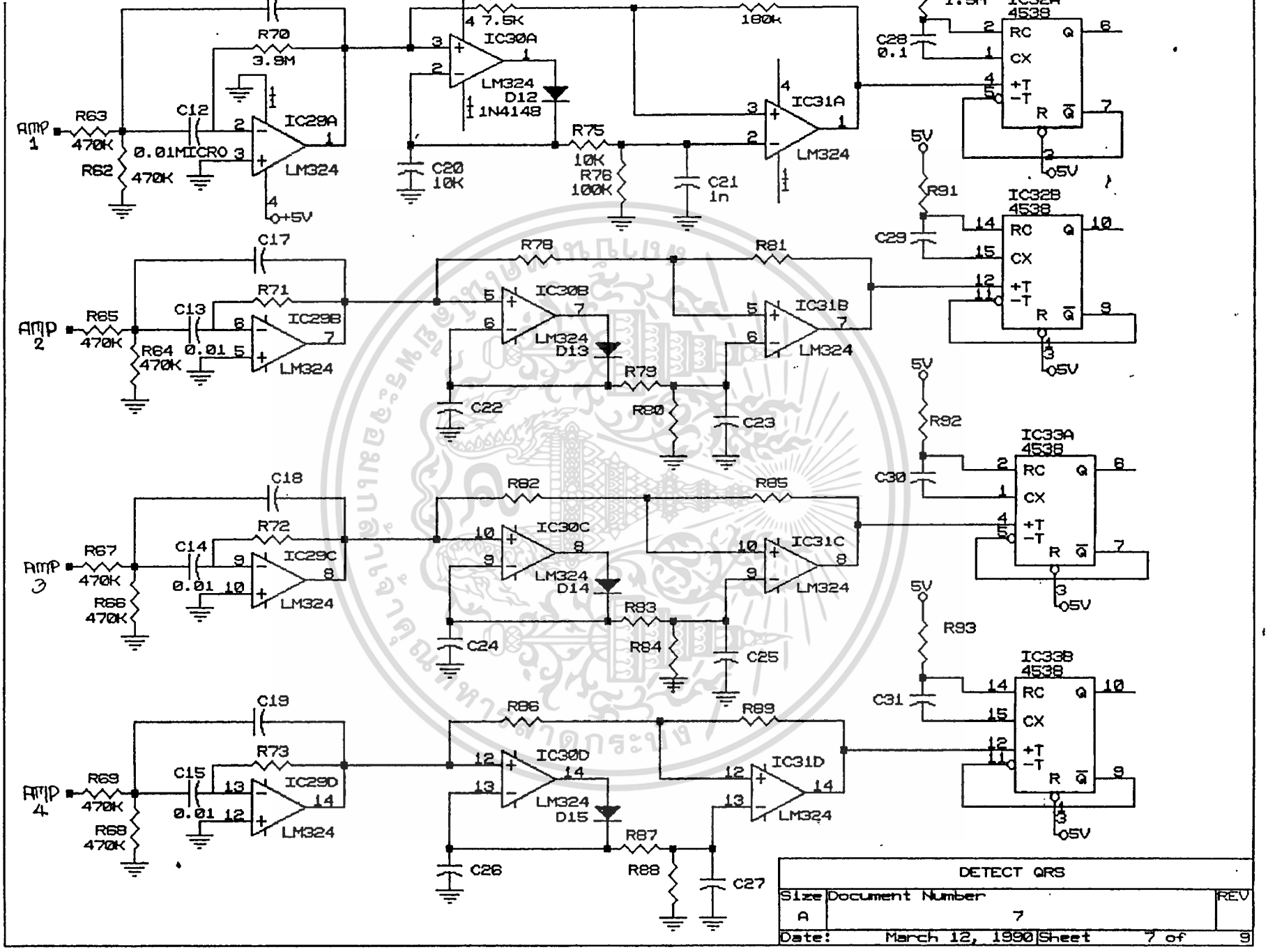
ไอซีOP6A,OP6B,OP6C และ OP6D เป็นออปแอมป์(Operational Amplifier,Op-Amp)ที่ต่อเป็นวงจรขยายแรงดันมีอัตราขยายเท่ากับ 3 โดยรับสัญญาณเข้าจากขากลางของความต้านทานปรับค่าได้(VR) 1,2,3 และ 4ตามลำดับเพื่อปรับสัญญาณเข้าเพื่อไม่ให้ขนาดของสัญญาณออกเกิน 5 โวลท์ จากยอดถึงยอดซึ่งสัญญาณออกนี้จะเป็นสัญญาณเข้าวงจรแยกคลื่น QRS และตรวจจับยอดคลื่น

เพื่อให้ได้ระดับอยู่ในช่วง0-5โวลท์ที่จุดอินพุตของ ADC จะต่อสัญญาณออกของออปแอมป์ผ่านตัวเก็บประจุ (c) 1,2,3 และ 4 ตามลำดับ เพื่อให้แรงดันไฟตรงที่ประจุในตัวเก็บประจุ อนุกรมกับสัญญาณออกจากออปแอมป์โดยมีการประจุและคายประจุเพื่อให้อินพุตของ ADC อยู่ในช่วงที่ต้องการโดยอัตโนมัติดังนี้

ไดโอด(Diode,d)เป็นชนิด Siliconมีแรงดันตกคร่อมระหว่างอาโนด (Anode)กับ คาโธด (Cathode)ประมาณ0.6โวลท์ ขณะมีกระแสไหลผ่าน ซึ่งเท่ากับแรงดันระหว่าง Emitter & Baseของ Transister(TR) ขณะนำกระแส ที่ขาคาโธดของไดโอด 1 ต่อกับ GND อาโนดต่อกับไฟบวกผ่านความต้านทาน(R) 3 กิโลโอห์มจึงมีกระแสไหลทำให้อาโนดมีโวลเตจเป็น 0.6 โวลท์และ เอาว์พุทของออปแอมป์ไอซี OP7A ก็เป็น 0.6 โวลท์ด้วยถ้าอินพุทของ ADC ขาใด มีค่าต่ำกว่า 0 โวลท์จะทำให้ไดโอด 2,3,4 หรือ 5 นำกระแสไปประจุตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


+5V
VR1
100K
OP6A
LM324
R2
20K
R3
10K
-5V
AMP1
1N4148
D1
R11
3K
OP7A
LM324
-5V
VR2
100K
OP6B
LM324
R4
20K
R5
10K
AMP2
VR3
100K
OP6C
LM324
R6
20K
R7
10K
AMP3
VR4
100K
OP6D
LM324
R8
20K
R9
10K
AMP4
ADC0809
D2
D3
D4
D5
1N4148
1MICRO C3
C4 1 MICRO
C5
1 MICRO
C6
1 MICRO
D6
D7
D8
D9
D12
D11
Q1
PNP
R10
3K
4 CHANNEL ICU MONITOR
Title
INPUT ADJUSTMENT CIRCUIT
Size
A
Document Number
3
REV
Date: March 12, 1990
Sheet 3 of 9

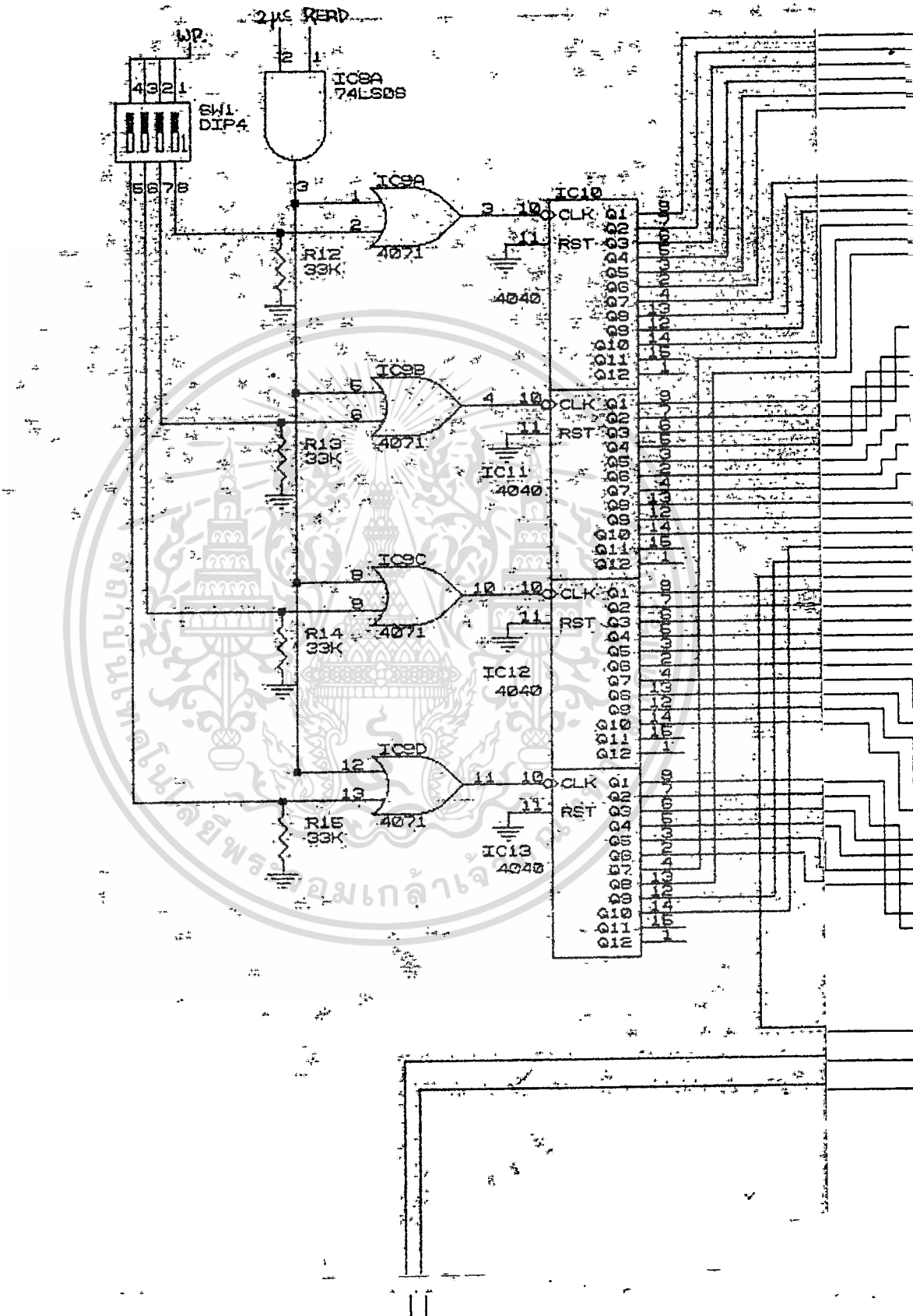

AMP 1
AMP 2
AMP 3
AMP 4
R63 470K
R62 470K
C12 0.01MICRO
IC29A
LM324
R70 3.9M
C17
R71
R65 470K
R64 470K
C13 0.01
IC29B
C18
R72
R67 470K
R66 470K
C14 0.01
IC29C
C19
R73
R69 470K
R68 470K
C15 0.01
IC29D
+5V
7.5K
IC30A
D12 1N4148
C20 10K
R75 10K
R76 100K
C21 1n
180K
IC31A
C28 0.1
IC32A 4538
RC
CX
+T
-T
Q
R
5V
R91
C29
IC32B 4538
R78
R81
IC30B
D13
R79
C22
R80
C23
IC31B
R92
C30
IC33A 4538
R82
R85
IC30C
D14
R83
C24
R84
C25
IC31C
R93
C31
IC33B 4538
R86
R89
IC30D
D15
R87
C26
R88
C27
IC31D
DETECT QRS
Size A
Document Number 7
REV
Date: March 12, 1990
Sheet 7 of 9

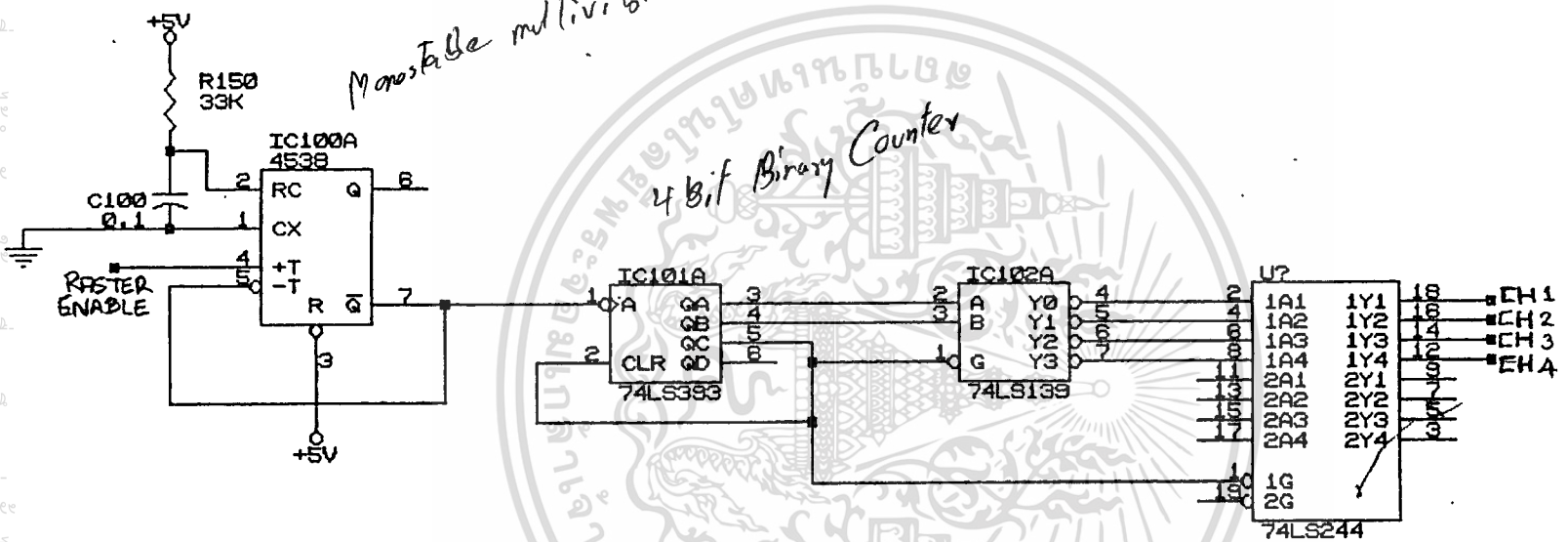
เก็บประจุ ให้แรงดันคร่อมตัวเก็บประจุสูงขึ้นจนอินพุทเกิน0โวลท์ในขณะเดียวกันที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์Q1 ก็มีแรงดันเป็น 3.8 โวลท์จากแรงดันไฟ 5 โวลท์ ลบแรงดันคร่อมไดโอด 11 และ 12 ทรานซิสเตอร์ Q1 จึงเริ่มนำกระแสเมื่ออินพุทของไอซีADCเกิน 5 โวลท์ โดยผ่านไดโอด 6,7,8,9 เป็นการคายประจุให้กับตัวเก็บประจุจนอินพุทต่ำกว่า 5โวลท์เนื่องจากการที่อินพุทของไอซีADC มีกระแสผ่านเข้าออกได้น้อยมากจึงไม่จำเป็นต้องใช้ตัวเก็บประจุขนาดใหญ่จึงใช้ขนาด1 ไมโครฟารัด(F)จะทำให้การประจุและคายประจุเพื่อเปลี่ยนระดับไฟตรงทำได้เร็วขึ้น และเราสามารถใช้แบบมีขั้วได้ โดยหันขั้วบวกไปทางอินพุทของไอซีADCเพราะสัญญานออกจาก IC OP7A ซึ่งมีไฟเลี้ยง +5 โวลท์ จะมีระดับไม่ถึง 5โวลท์ การประจุจึงเกิดในทิศทางเดียวเท่านั้น

3.5 วงจรแยกคลื่น QRS และตรวจจับยอดคลื่น

เนื่องจากบางครั้งคลื่นพีหรือ ทีมีขนาดความสูงใกล้เคียงกับคลื่น QRS ทำให้การตรวจนับการเต้นของหัวใจไม่แน่นอนเราจึงกรองเอาเฉพาะคลื่น QRS ซึ่งมีความถี่สูงกว่าคลื่น P และ T มาใช้ตรวจจับแทนโดยไอซี29A,29B,29C และ 29D เป็นวงจรกรองสัญญาณแบบช่วงความถี่ผ่าน(Band passfilter) สำหรับสัญญาณ 4 เข้าช่อง1,2,3และ4ตามลำดับ วงจรกรองสัญญาณนี้ออก แบบให้มีเกนประมาณ 4 กรองความถี่ 30 Hz (วัดโดยการป้อนสัญญาณซายน์) เพื่อผ่านสัญญาณเฉพาะคลื่น QRS และตัดสัญญาณรบกวนความถี่สูงอื่นๆด้วย ไอซี30A,30B,30C และ 30D ต่อเป็น Super Diode เพื่อประจุตัวเก็บประจุเป็นค่าเฉลี่ยของสัญญาณที่ผ่านวงจรกรองมาโดยตัวเก็บประจุจะคายประจุผ่านความต้านทานไปเป็นโวลเตจที่ขาลบของไอซี 31A,31B,31C,31D เพื่อเปรียบเทียบกับสัญญาณที่ผ่านวงจรมาเข้าขาบวกโดยมีความต้านทานป้อนกลับเพื่อให้มีลักษณะเป็น Schmitt trigger แบบไม่กลับสัญญาณ ถ้าสัญญาณที่ผ่านวงจรกรองมีขนาดสูงกว่า(180+7.5)/180 เท่าของสัญญาณเฉลี่ยที่ขาลบจะให้เอาท์พุทเป็น 1แสดงในรูป 7 การเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของสัญญาณและใช้ชมิททริกเกอร์ทำให้สามารถกำจัดสัญญาณรบกวนที่ไม่ใช่สัญญาณหัวใจไม่ให้ถูกตรวจจับได้ เราจะใช้สัญญาณออกของไอซี 31A,31B,31C,31D นี้เป็นพัลซ์ที่แทนการเต้นของหัวใจ 1 ครั้ง แต่ถ้าเราวัดสัญญาณจากร่างกายได้รูปกลับเฟสกับที่แสดงในรูป เราจะได้ 2 พัลซ์ติดกันซึ่งแก้ได้โดยใช้Monostableชนิดไม่รับสัญญาณซ้ำ(Nonretriggerable)โดยใช้ไอซี 32 และ 33กำหนดค่าคาบเวลาเป็น 0.15 วินาที ทำให้ได้พัลซ์คงที่เสมอสำหรับสัญญาณหัวใจเต้น 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


2µs RERD
WP
SW1
DIP4
IC8A
74LS08
IC9A
IC9B
IC9C
IC9D
4071
R12
33K
R13
33K
R14
33K
R15
33K
IC10
IC11
IC12
IC13
4040
CLK
RST



Monostable multivibrator.

4 Bit Binary Counter

4 CHANNEL ICU MONITOR		
Title: HEART RATE COUNTER CIRCUIT		
Size: A	Document Number: B-1	REV
Date: March 13, 1990	Sheet 8 of 9	

3.6 วงจรแปลงอนาล็อกเป็นดิจิตอลและควบคุมหน่วยความจำ

สัญญาณอ่านจากขา15 ของROM 0 จะเป็น 1 ตั้งแต่แอดเดรสที่ 145-400 จะผ่านแอนเกทร่วมกับสัญญานนาฬิกาที่มีคาบเวลา2μs ได้สัญญานพัลซ์อ่าน 1024 พัลซ์ เพื่อการเปลี่ยนแอดเดรสหน่วยความจำตามที่กล่วมาแล้ว

ไอซี24A เป็นวงจรนับที่กำหนดช่องในการบันทึกผล (W_1,W_0) มีการทำงานสัมพันธ์กับไอซี ADC คือเมื่อสัญญาณเริ่มต้นการแปลง(START CONVERSION) จากขา 17 ของROM 0 ไปรีเซทไอซี 24Aไอซี ADCจะเริ่มต้นการแปลงสัญญาณสำหรับช่องที่ 1 จนเสร็จแล้ว สัญญาณ EOC จะเปลี่ยนจาก 0เป็น1เป็นการแลทช์ค่าแอดเดรสสำหรับเลือกสัญญาณเข้าของไอซี ADC ที่ขา ALE ขณะเดียวกัน EOCจะต่อกับอินเวอร์เตอร์จะได้สัญญาณออกเป็น WRITE สำหรับควบคุมให้มีการบันทึกค่าที่แปลงได้ในหน่วยความจำและเอาว์พุทของไอซี ADC คือขา 2^{-1} ถึง 2^{-8} จะเปลี่ยนสภาพจากความต้านทานสูงเป็นสัญญาณออกไปเข้าบัสข้อมูลของหน่วยความจำ ขณะนี้แอดเดรสของหน่วยความจำจะถูกกำหนดด้วยค่ากำหนดช่องในการบันทึกผล W_0 และ W_1 จากนั้น EOC จะไปที่ขา START ของไอซี ADC ทำให้ EOC กลายเป็น 0 ในเวลาต่อมาซึ่งขาลงของ EOC จะเปลี่ยนค่าช่องบันทึกผลที่
ไอซี 24A และเริ่มต้นแปลงใหม่เพราะ STARTจะทำงานที่ขาลงของสัญญาณเมื่อแปลงจนครบ 4 ช่องแล้ว ขา 13 ของไอซี24Aจะกลายเป็น 1 ผ่านออร์เกท(เสมือน) ไปทำให้ START ค้างอยู่ที่ 1 เป็นการหยุดแปลงสัญญาณจนกว่าจะมีพัลซ์เริ่มต้นการแปลงสัญญาณใหม่

ช่องในการรับอินพุทของไอซี ADCขึ้นกับแอดเดรสที่แลทช์ไว้ก่อนจากช่องการบันทึกผล จึงมีการกำหนดต่างกันดังนี้

ช่องสัญญานเข้า	ช่องบันทึกผล	อินพุทแอดเดรสไอซี ADC	อินพุทไอซี ADC
1	00	011	IN 3
2	01	000	IN 0
3	10	001	IN 1
4	11	010	IN 2
	(W_1,W_2)	(C,B,A)	

สัญญาณพัลซ์เขียน (WRITE PULSE,WP) จากขา 19 ของROM 0 จะ 1 ในช่วงแอดเดรสที่402-527พัลซ์เขียนนี้จะเข้าออร์เกทโดยผ่านสวิทช์หยุดภาพ(SW5-8)เพื่อตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พัลซ์เขียนออกขณะหยุดภาพโดยขณะนั้นอินพุทของออร์เกทจากพัลซ์เขียนจะเป็น0ด้วยความต้านทานที่ต่อลงกราวด์

สัญญาณออร์เกทจะเป็นอินพุทของวงจรนับ ซึ่งแยกทำงานแต่ละช่องเพื่อให้สามารถหยุดภาพของแต่ละช่องได้อย่างอิสระวงจรนับฐาน2 ไอซี 10,11,12 และ 13 จะให้เอาท์พุทของแอดเดรสของหน่วยความจำสำหรับช่อง1,2,3และ4ตามลำดับ โดยต่อผ่านบัฟเฟอร์ 3 สถานะไอซี 14-20 เพื่อสลับกันทำงานตามเวลาที่มีการอ่านเขียนของหน่วยความจำแต่ละช่อง แอดเดรสที่กำหนดหน่วยความจำโดยวงจรนับคือ A_0 ถึง A_9

สำหรับการเลือกช่องสัญญาณจะใช้ A_{10} และ A_{11}ของหน่วยความจำช่วงการอ่านขา A_{10}และA_{11}จะต่อกับ RD_0และ RD_1ผ่านทางอนาล็อกสวิทช์ซึ่งRD_0และ RD_1มาจากขา12 และ 13 ของROM 1 ตามลำดับอนาล็อกสวิทช์จะทำงานเมื่อสัญญานอ่านเป็น 1 ส่วนช่วงการเขียนขาA_{10}และA_{11}จะต่อกับ W_0 และ W_1 ของไอซี24A โดยผ่านทางไอซี 19/2 ซึ่งจะทำงานเมื่อสัญญาณอ่านเป็น 0 สัญญาน RD_0,RD_1 ยังถูกถอดรหัสด้วยไอซี 22A เพื่อกำหนดให้เอาว์พุทของวงจรแต่ละช่องเป็นสัญญาณออกตามช่องที่กำหนดด้วย

เนื่องจากแต่ละช่องใช้หน่วยความจำ 1024ไบท์ จึงใช้หน่วยความจำ RAM ขนาด 2048 ไบท์ 2 ตัวต่อบัสข้อมูลด้วยกัน โดยผลัดกันทำงานให้ไอซีM1ทำงานเมื่อ A_{11}เป็น 0 คือช่องที่ 1 และ 2 ส่วนไอซี M2 ต่อ A_{11} ผ่านอินเวอร์เตอร์ให้ทำงานที่ A_{11} เป็น 1 คือช่อง 3 และ 4

เนื่องจากเราเก็บสัญญาณควบคุมไว้ใน ROM จำนวน 2500 ไบท์ ซึ่งแบ่งแอดเดรสเป็น 4 ส่วนๆละ 625 ไบท์ ทำงานเรียงไปตามลำดับที่แสดงไว้ในหัวข้อวงจรกำเนิดสัญญาณควบคุม ส่วนการแปลงสัญญาณต้องทำแค่ 4 ครั้งต่อการสร้างภาพ 1 ภาพ

3.7 วงจรสร้างสัญญาณควบคุมขดลวดหักเหทางแนวตั้งและแนวนอน

สำหรับวงจรควบคุมขดลวดหักเหทางแนวนอนมีลักษณะดังรูปที่ 5 และ 6

ไอซี28Aร่วมกับR23-R26,VR ขนาด 50 K จำนวน 4 ตัว และ อนาล็อกสวิทช์ ทำงานเป็นวงจรอินติเกรเตอร์และวงจรชัมมิ่งพร้อมกัน โดยมีสัญญาณอินพุทคือHOR ซึ่งมาจากขา D_0 ของ ROM1 การทำงานของวงจรนี้เริ่มที่เมื่อสัญญาณHOR มีระดับเป็น 5 โวลต์ จะมีกระแสไหลผ่าน R23-R26 ทั้งนี้โดยขึ้นอยู่กับอนาล็อกว่าเป็นชุดไหน จากนั้นส่วนหนึ่งจะแยกไหลผ่าน R23-R26 และอีกส่วนแยกไหลไปชาร์จ C9 ช่วงนี้สัญญาณเอาต์พุตมีสโลปเป็นลบเมื่อสัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ญาณอินพุตเป็น 0 โวลต์ จะไม่มีกระแสไหล ช่วงนี้กระแสจาก C9 จะดิสชาร์จผ่าน R23-R26และ VR ไปที่ไฟลบ 2.5 โวลต์ ได้สโลปเอาท์พุตเป็นบวก เมื่อมีสัญญาณพัลซ์เข้ามาจึงทำให้เกิดสัญญาณฟันเลื่อยขึ้น VR ทำหน้าที่ปรับระดับดีซีที่เอาท์พุตด้วย

ในส่วนของสัญญาณควบคุมขดลวดหักเหในแนวตั้ง ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

-ส่วนแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อกประกอบด้วยวงจร R-2R Ladder ซึ่งมีความต้านทานขาออก10 กิโลโอห์ม เท่ากับความต้านทาน R42 เมื่อต่อตัวเก็บประจุ C10 และ C11ก็จะได้วงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำผ่าน (LowPass Filter)ที่มี Cutoff frequency ประมาณ 72 กิโลเฮิร์ท เพื่อที่จะให้สัญญาณที่แปลงได้มีลักษณะต่อเนื่องยิ่งขึ้น

- ความต้านทานปรับค่าได้ VR14 จะปรับระดับโวตท์เตจที่จะเข้าอนาลอกสวิทช์ไอซี4052 ซึ่งถูกเลือกช่องโดยช่องการแสดงผลRD_0,RD_1สัญญาณออกจะผ่านออปแอมป์ไอซี27Bเพื่อให้มีความต้านทานขาออกต่ำสัญญาณที่ปรับได้จะรวมกับสัญญาณที่แปลงจากหน่วยความจำเพื่อที่จะสามารถปรับระดับสัญญาณได้เล็กน้อย ความต้านทานR41 ต่อกับไฟลบ 2.5 โวลท์ เพื่อรวมกับสัญญาณทั้งสองให้ได้เอาท์พุทไม่ต่ำกว่า 0 โวลท์ สัญญาณที่ได้จะเข้าไอซี 28B ซึ่งจะมี R31 เป็นความต้านทานป้อนกลับซึ่งทำหน้าที่รวมสัญญาณ และจะมีตัวเก็บประจุต่อคร่อม C10 เพื่อให้เป็นวงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำที่มีความถี่คัทออฟประมาณ 72 กิโลเฮิร์ท เช่นเดียวกันเพื่อตัดสัญญาณความถี่สูงจากการแปลงดิจิตอลเป็นอนาลอกอีกชั้นหนึ่ง

-ส่วนสร้างสัญญาณราสเตอร์เป็นวงจรอินติเกรเตอร์เช่นเดียวกับวงจรควบคุมขดลวดหักเหทาแนวนอนประกอบด้วยไอซี28B,R29,R30,R31,VR10,C10โดย VR10 ทำหน้าที่ปรับระดับสัญญาณดีซีเอาท์พุต สัญญาณอินพุทเป็นสัญญาณนาฬิกาที่มีคาบเวลาที่เป็น 5 โวลท์ 8 ไมโครวินาที และคาบเวลาที่เป็น 0 โวลท์ 8 ไมโครวินาที

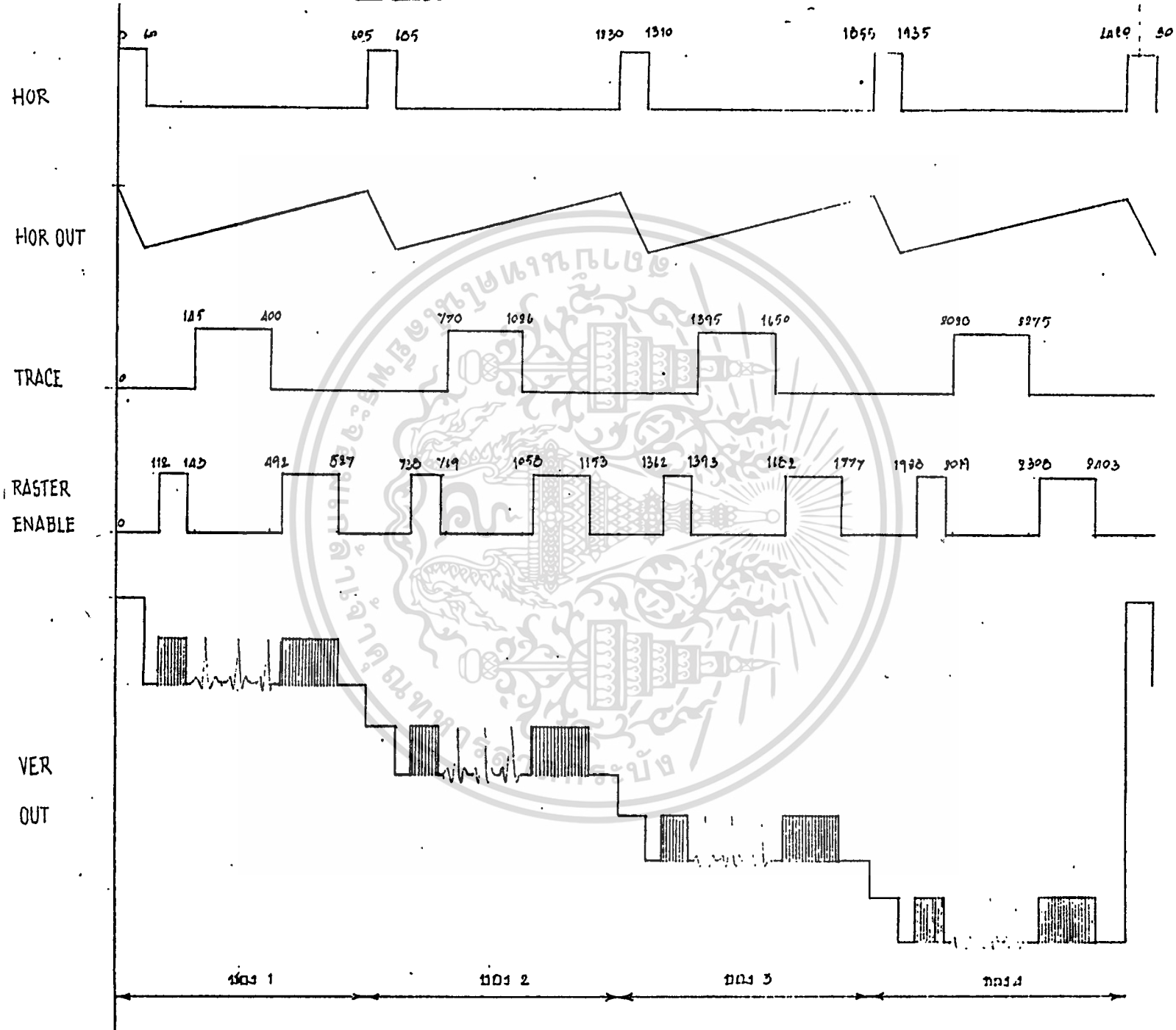
-ส่วนอนาลอกสวิทช์ทำหน้าที่ตัดต่อสัญญาณที่แปลงมาจากหน่วยความจำแรมและสัญญาณราสเตอร์ให้มาเป็นสัญญาณอินพุทของไอซี 30A ตามช่วงเวลาที่กำหนดไว้

- ไอซี 30A ทำหน้าที่นำสัญญาณแบ่งระดับดีซีซึ่งได้มาจากไอซี 4052 , สัญญาณที่แปลงมาจากหน่วยความจำแรม และสัญญาณราสเตอร์มาขยาย โดยมี R35 และ VR12 ทำหน้าที่ปรับระดับดีซีเอาท์พุต ส่วน VR13 ทำหน้าที่ปรับขนาดของสัญญาณเอาท์พุตซึ่งในที่นี้ก็คือสัญญาณควบคุมขดลวดหักเหในแนวดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สำหรับโวลท์เตจ 2.5 โวลท์ และ -2.5 โวลท์ซึ่งใช้ในการปรับระดับไฟดีซีของสัญญาณต่าง ๆ ได้มาจากไอซี LM336 ผ่านบัฟเฟอร์ไอซี 25Bเป็นโวลท์เตจ 2.5โวลท์และผ่านวงจรขยายแบบกลับเฟสซึ่งมีเกนประมาณ 1 ไอซี 25A ได้โวลท์เตจ -2.5 โวลท์

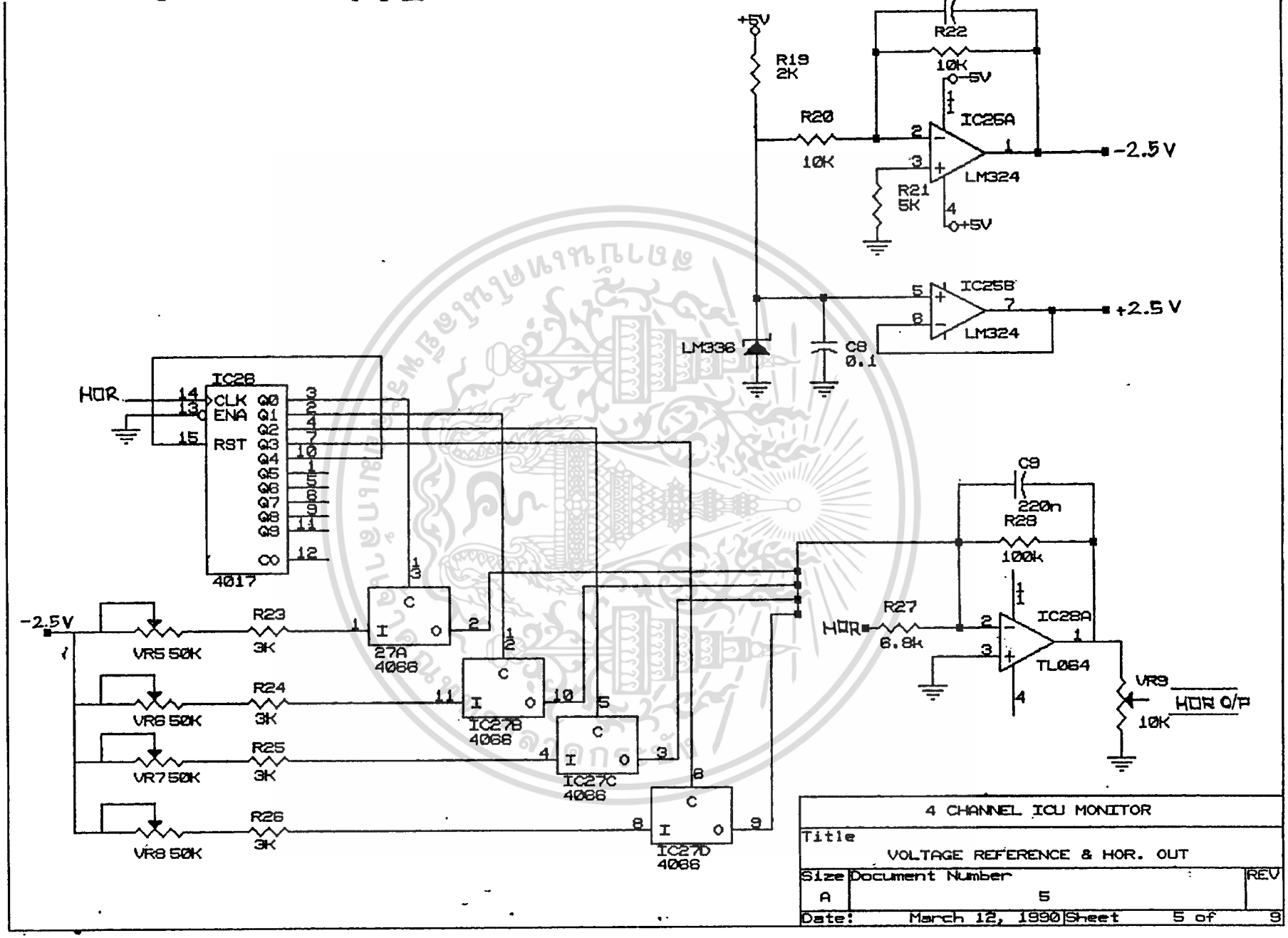
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

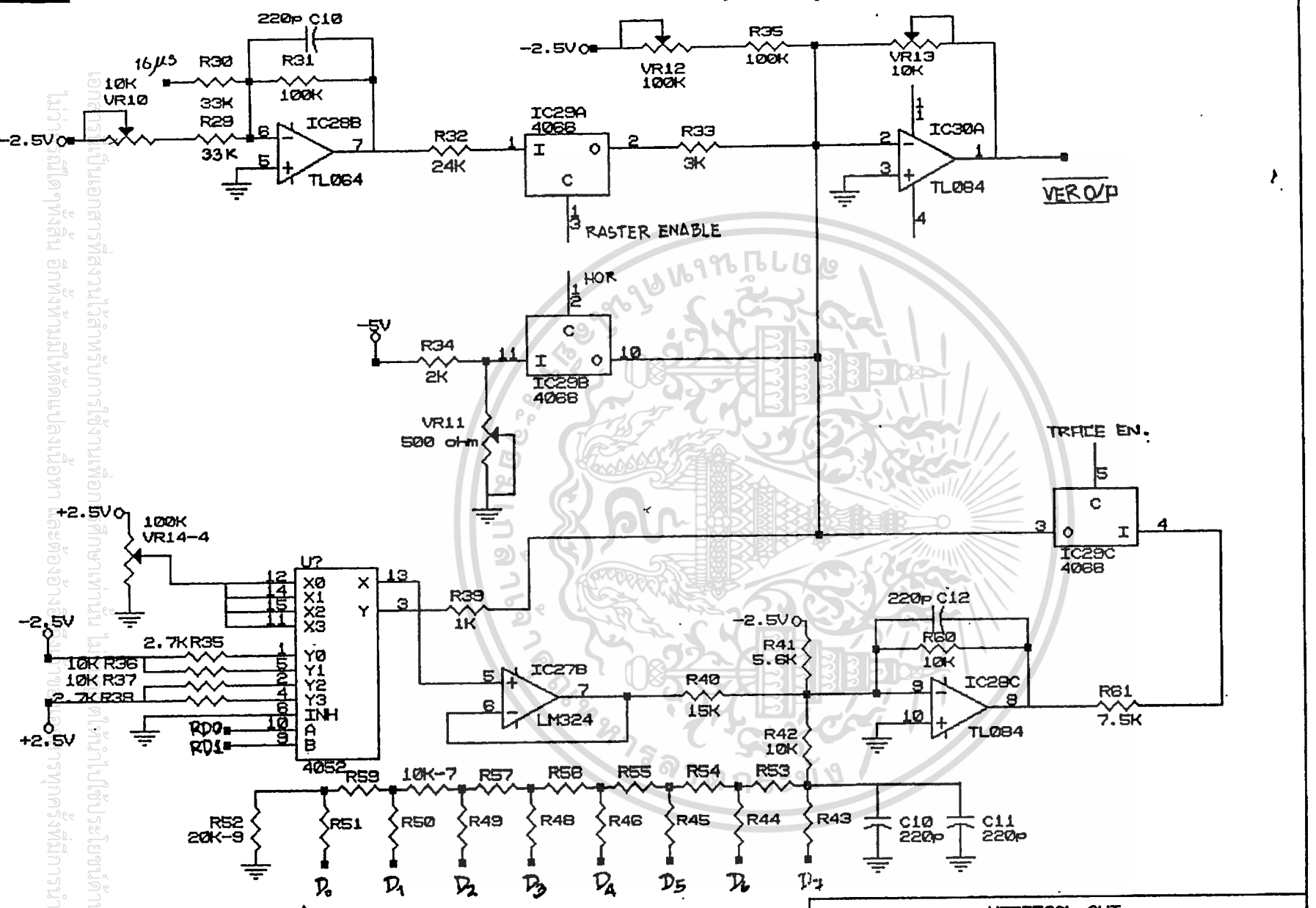


รูป ๑๔

สัญญาณที่ใช้ควบคุมการแสดงผลของจอภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


+5V
R19
2K
R22
10K
-5V
R20
10K
IC25A
LM324
-2.5 V
R21
5K
+5V
IC25B
LM324
+2.5 V
LM336
C8
0.1
IC28
HOR
CLK
ENA
RST
Q0
Q1
Q2
Q3
Q4
Q5
Q6
Q7
Q8
Q9
CO
4017
-2.5V
R23
3K
VR5 50K
R24
3K
VR6 50K
R25
3K
VR7 50K
R26
3K
VR8 50K
27A
4066
IC27B
4066
IC27C
4066
IC27D
4066
C9
220n
R28
100k
R27
6.8k
IC28A
TL064
VR9
10K
HOR O/P
4 CHANNEL ICU MONITOR
Title
VOLTAGE REFERENCE & HOR. OUT
Size
A
Document Number
5
REV
Date: March 12, 1990
Sheet 5 of 9


220p C10
16µs
R30
10K VR10
33K R29
R31
100K
IC28B
TL064
R32
24K
IC29A 4066
R33
3K
-2.5V
R35
100K
VR12 100K
VR13 10K
IC30A
TL084
VERO/P
RASTER ENABLE
HOR
-5V
R34
2K
IC29B 4066
VR11 500 ohm
TRACE EN.
IC29C 4066
+2.5V
100K VR14-4
U?
X0
X1
X2
X3
Y0
Y1
Y2
Y3
INH
A
B
4052
2.7K R35
10K R36
10K R37
2.7K R38
RD0
RD1
R39
1K
IC27B
LM324
R40
15K
R41
5.6K
R42
10K
220p C12
R60
10K
IC28C
TL084
R61
7.5K
R59
10K-7
R57
R58
R55
R54
R53
R52
20K-9
R51
R50
R49
R48
R46
R45
R44
R43
C10
220p
C11
220p
D0
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
กับ ADC0809
VERTICAL OUT
Size
A
Document Number
6
REV
Date: March 12, 1990
Sheet 6 of 9

3.8 วงจรวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

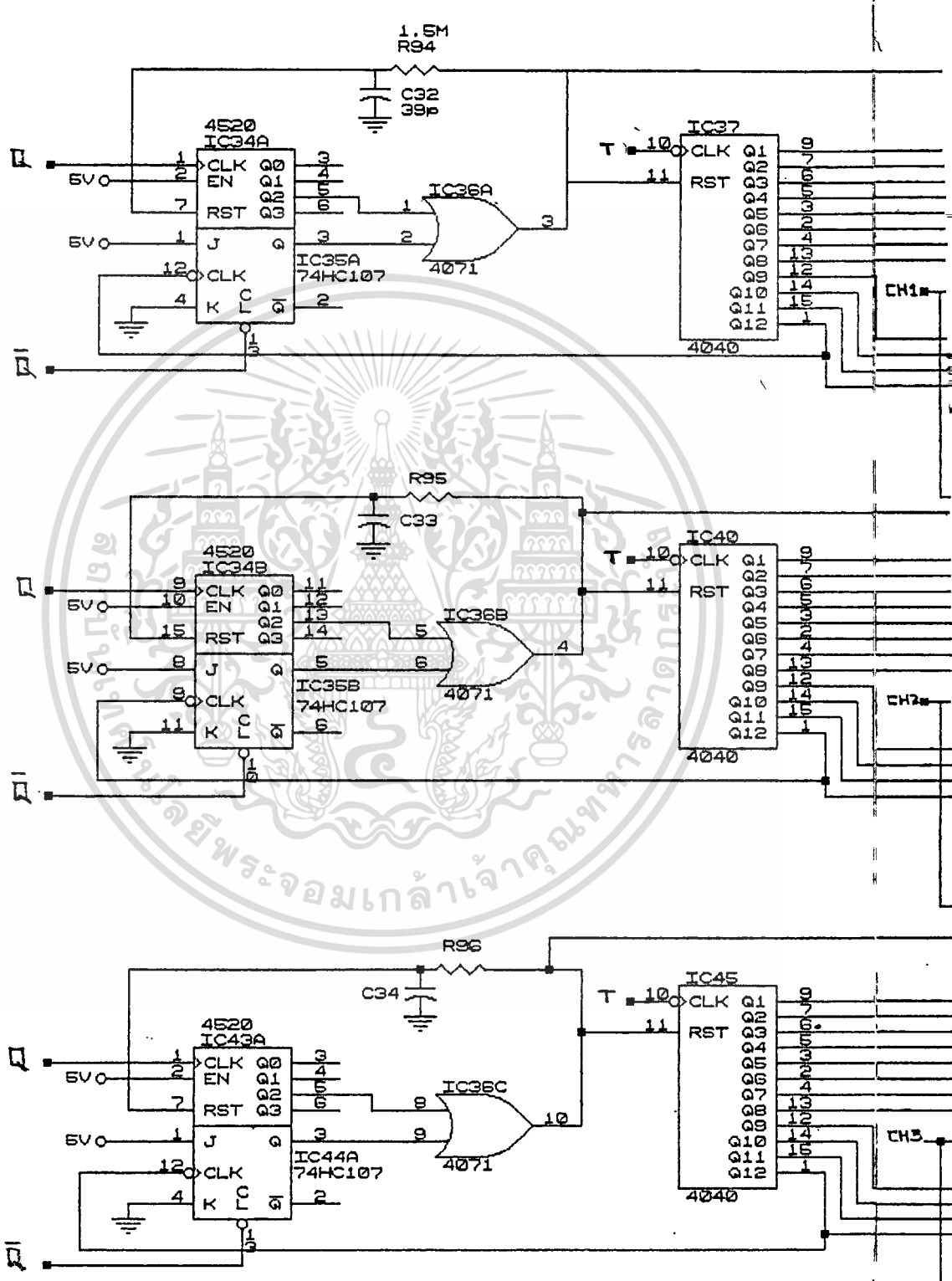
จากโมโนสเตเบิ้ลที่มีสัญญาณออกเป็นพัลซ์ 1 (Q) และพัลซ์ 0 (Q) ซึ่งจะใช้ในการควบคุมการทำงานของวงจรนับจำนวนการเต้นของหัวใจได้ 4 ช่วง โดย Q จะเป็นสัญญาณให้กับวงจรนับไอซี 34 และ 43 ทำงานที่ขาขึ้นของสัญญาณ เมื่อมีสัญญาณครบ 4 ช่วง จะมีสัญญาณออกเป็น 1 ที่ขา Q_2 ผ่านออร์เกทไอซี 36 มารีเซทตัวเอง โดยจะผ่านตัวความต้านทานและตัวเก็บประจุต่อเป็นการหน่วงเวลา เพื่อให้ได้พัลซ์ที่มีขนาดใหญ่พอที่จะใช้งานได้ต่อไป

ไอซี 37,40,45,48 เป็นวงจรนับคาบเวลาโดยมีสัญญาณเข้ามีคาบเวลา 4 mS เวลาขาลงถึงขาลงเป็น 4 mS เอาท์พุทของวงจรนับต่อกับไอซีที่ทำหน้าที่แลทช์สัญญาณและเป็นบัฟเฟอร์ 3 สถานะในตัวด้วย ถ้ามีสัญญาณหัวใจเต้นครบ 4 ช่วง จะทำให้มีสัญญาณออกจากออร์เกทมารีเซทวงจรนับคาบเวลาและควบคุมให้มีการแลทช์ที่ขาขึ้นของสัญญาณจากออร์เกท แต่วงจรแลทช์เป็นไอซีทีทีแอล(TTL) ทำงานได้เร็วกว่าวงจรนับซึ่งเป็นซีมอส (CMOS) จึงแลทช์ค่าคาบเวลาไว้ได้ทันก่อนที่การนับจะเป็น 0 และเริ่มนับใหม่ การต้องหน่วงเวลาในการรีเซทวงจรนับการเต้นของหัวใจก็เพราะ วงจรนับคาบเวลาต้องการพัลซ์ขนาดกว้างพอในการรีเซท สำหรับการแสดงค่าอัตราการเต้นของหัวใจในแต่ละช่องนั้น เลือกโดยการให้สัญญาณออกจากไอซีแลทช์ที่เป็น 3 สถานะทีละช่อง โดยการควบคุมจากวงจรถอดรหัสของช่องการแสดงผลรูปที่ 8/1

เอาท์พุทจากวงจรแลทช์จะเป็นแอดเดรสของหน่วยความจำ ที่เก็บการแปลงคาบเวลาเป็นอัตราการเต้นของหัวใจคือไอซี 51 ตั้งแต่แอดเดรส 0 ถึง 11 โดยแอดเดรสที่ 12 เป็นตัวเลือกหลัก ซึ่งจะกล่าวอีกครั้งในเรื่องการสร้างสัญญาณภาพ

ในกรณีที่ไม่มีสัญญาณเข้ามาเลย จะทำให้วงจรนับคาบเวลาทำงานต่อไปเรื่อย ๆ จนนับได้ครบ 12 บิท ของไอซี 37,40,45,48 คือนับได้ 4096 ครั้งหรือใช้เวลาประมาณ 16.384 วินาทีเมื่อบิทที่ 12 เปลี่ยนจาก 1 เป็น 0 จะทำให้ไอซี 35A,35B,44A,44B ซึ่งเป็นฟลิปฟลอปที่ทำงานที่ขาขึ้นของสัญญาณนาฬิกาเปลี่ยนเอาท์พุทเป็น 1 ไปเข้าไอซี 36 ให้เอาท์พุทไปรีเซทวงจรนับการเต้นของหัวใจและนับคาบเวลา และจะแลทช์เอาท์พุทของวงจรนับคาบเวลาซึ่งเป็น 0 ทุกบิทไว้ (ที่ค่าการนับสูงสุดเป็น 1 ทุกบิท ค่าต่อไปคือ 0 ทุกบิท) เมื่อแสดงเป็นอัตราการเต้นของหัวใจจะได้เป็น --- ซึ่งเป็นรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดียวกันกับเมื่ออัตราการเต้นของหัวใจมากกว่า 300 ครั้งต่อนาที เพราะค่าในช่วงนั้นไม่สามารถวัดได้ละเอียดพอ ส่วนการเริ่มกลับมาทำงานใหม่ของระบบ จะเริ่มที่มีสัญญาณเข้าคือพัลซ์ใหม่เข้ามาทำให้ Q โมโนสเตเบิ้ลเป็น 0 และลบค่าเอาท์พุท 1 ของฟลิปฟลอป การทำงานจึงเริ่มใหม่ โดยค่าการนับของวงจรนับการเต้นของหัวใจจะเริ่มที่ 0 พัลซ์ต่อไปจึงเปลี่ยนเป็น 1,2,3,4 จึงรีเซทวงจรนับคาบเวลาการเต้นของหัวใจ 4 ช่วงเช่นเดิม

3.9 วงจรสร้างสัญญาณภาพ

ในการสร้างสัญญาณภาพตัวอักษร จะใช้ไอซี 52 เป็นวงจรนับเลขฐานสอง 12 บิท และไอซี 61 เป็นวงจรถอดรหัส สัญญาณรีเซทไอซี 52 มาจาก ROM0

เนื่องจากการสร้างตัวอักษร 1 ตัว ต้องใช้ราสเตอร์ 16 เส้น และแต่ละเส้นแสดงสัญญาณภาพ 4 ไบท์ หรือ 32 บิทจากคาแรกเตอร์เจนเนอเรเตอร์ ดังนั้นตัวอักษร 1 ตัวจะใช้สัญญาณนาฬิกา 64 พัลซ์ จึงใช้ไอซี 52 ป้อนสัญญาณนาฬิกาคาบเวลา 4 ไมโครวินาที และใช้สัญญาณรีเซท ให้เริ่มนับสัญญาณนาฬิกาในตำแหน่งช่วงราสเตอร์ที่ต้องการจะใช้แสดงตัวอักษร โดยให้เริ่มนับเป็น 0

รูปแบบของสัญญาณราสเตอร์ที่ใช้แสดงตัวอักษรบอกช่องและตัวเลขบอกอัตราการเต้นของหัวใจเป็นดังรูปที่ 2.5,2.6

ในช่วงตั้งแต่พัลซ์ที่ 112 ถึง 527 สามารถสร้างตัวอักษรได้ 13 ตัว ซึ่งตัวที่ 1 ใช้บอกช่องของสัญญาณหัวใจและตัวที่ 10,11,12 ใช้บอกตัวเลขอัตราการเต้นของหัวใจ 3 หลัก เราจึงเลือกใช้ไอซี 61 เป็นวงจรถอดรหัส ซึ่งให้เอาท์พุทเป็น 0 ทีละเส้นตามสัญญาณอินพุท ร่วมกับแอนเกทคือไอซี 62A,60B เพื่อเลือกให้ไอซี 63,64 ทำงานตามลำดับ เรากำหนดให้ไอซี 61 ปล่อยเอาท์พุทตั้งแต่ Y_0 - Y_{12} โดยอินพุทคือ บิทที่ Q_7 - Q_{10} ซึ่งมาจากไอซี 52 การควบคุมการนับของไอซี 52 นั้นใช้สัญญาณควบคุมที่มาจาก ROM0 กำหนดให้เริ่มนับ 0 ที่พัลซ์ 112 ไปจนถึงพัลซ์ที่ 736 ช่วงนี้เป็นสัญญาณหัวใจช่องที่ 1 จากนั้นจะถูกรีเซทให้นับ 0 ใหม่ที่พัลซ์ 738 - 1360 เป็นสัญญาณหัวใจช่องที่ 2 ส่วนช่องที่ 3 เริ่มจากพัลซ์ที่ 1326 - 1986 และช่องที่ 4 เริ่มจากพัลซ์ที่ 1988 -2403

เราจึงใช้ Q_{10} - Q_7 จากไอซี 52 เป็นอินพุทของวงจรถอดรหัส รหัสการเลือกตำแหน่งตัวอักษรเป็นดังนี้

0000 (Y_0) ไอซี 63A ทำงานแสดงช่องของสัญญาณหัวใจ บิทสูงสุดของรหัสตัวอักษรเป็น 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1010 (Y_{10}) ไอซี 64A ทำงานที่แอดเดรสที่ 12 ของไอซี 51 เป็น 0 แสดงหลักร้อยของอัตราการเต้นของหัวใจ

1011 (Y_{11}) ไอซี 64B ทำงานที่แอดเดรสที่ 12 ของไอซี 51 เป็น 0 แสดงหลักสิบของอัตราการเต้นของหัวใจ

1100 (Y_{12}) ไอซี 64A ทำงานที่แอดเดรสที่ 12 ของไอซี 51 เป็น 1แสดงหลักหน่วยของอัตราการเต้นของหัวใจ

ส่วนรหัสตั้งแต่ 0001 - 1001 จะทำให้ไอซี ตัวอื่น ๆ ที่เหลือถูกเลือกด้วย แต่จะไม่มีผลต่อการแสดงสัญญาณภาพเพราะช่วงนี้ไม่มีสัญญาณวิดิโอจากขา 11 ของ ROM0

อนึ่งเนื่องจากหน่วยความจำที่เก็บรูปแบบตัวหนังสือคือไอซี 53มีลักษณะออก 8 บิทเราจึงใช้ชิพท์รีจิสเตอร์ไอซี 54 เข้าขนาน-ออกอนุกรม เพื่อเลื่อนค่าที่เก็บไว้แต่ละบิทออกมาตามลำดับโดยการทำงานของชิพท์รีจิสเตอร์ จะมีสัญญาณควบคุมการเลื่อนข้อมูลที่ใช้คือขา 15 ถ้าเป็น 0 จะมีการรับข้อมูลแบบขนานทั้ง 8 บิทในช่วงขาขึ้นของสัญญาณ 4 เมกกะเฮิร์ท ที่ขา 7 และเลื่อนข้อมูลออกทีละบิทที่ขาขึ้นของสัญญาณที่ขา 7 เราจึงต้องมีการสั่งให้รับข้อมูลทุก 8 คาบเวลาของ 4 เมกกะเฮิร์ท ซึ่งใช้สัญญาณจากไอซี 56 ที่จะเป็น 0 เมื่อทุกอินพุทเป็น 1 โดยในขณะที่อยู่ในช่วงสะบัดกลับของราสเตอร์เราจะไม่รับข้อมูลเข้า ทำให้สัญญาณออกเลื่อนมาจากขา 13 ซึ่งจะเป็น 0 ในช่วงที่ขา 7 ของไอซี 52 เป็น 1 คือช่วงสะบัดกลับ และในขณะที่ไม่ใช่ช่วงราสเตอร์เราจะไม่รับข้อมูล จึงให้สัญญาณราสเตอร์เอนเบิ้ลเข้าเป็นอินพุทของไอซี 56

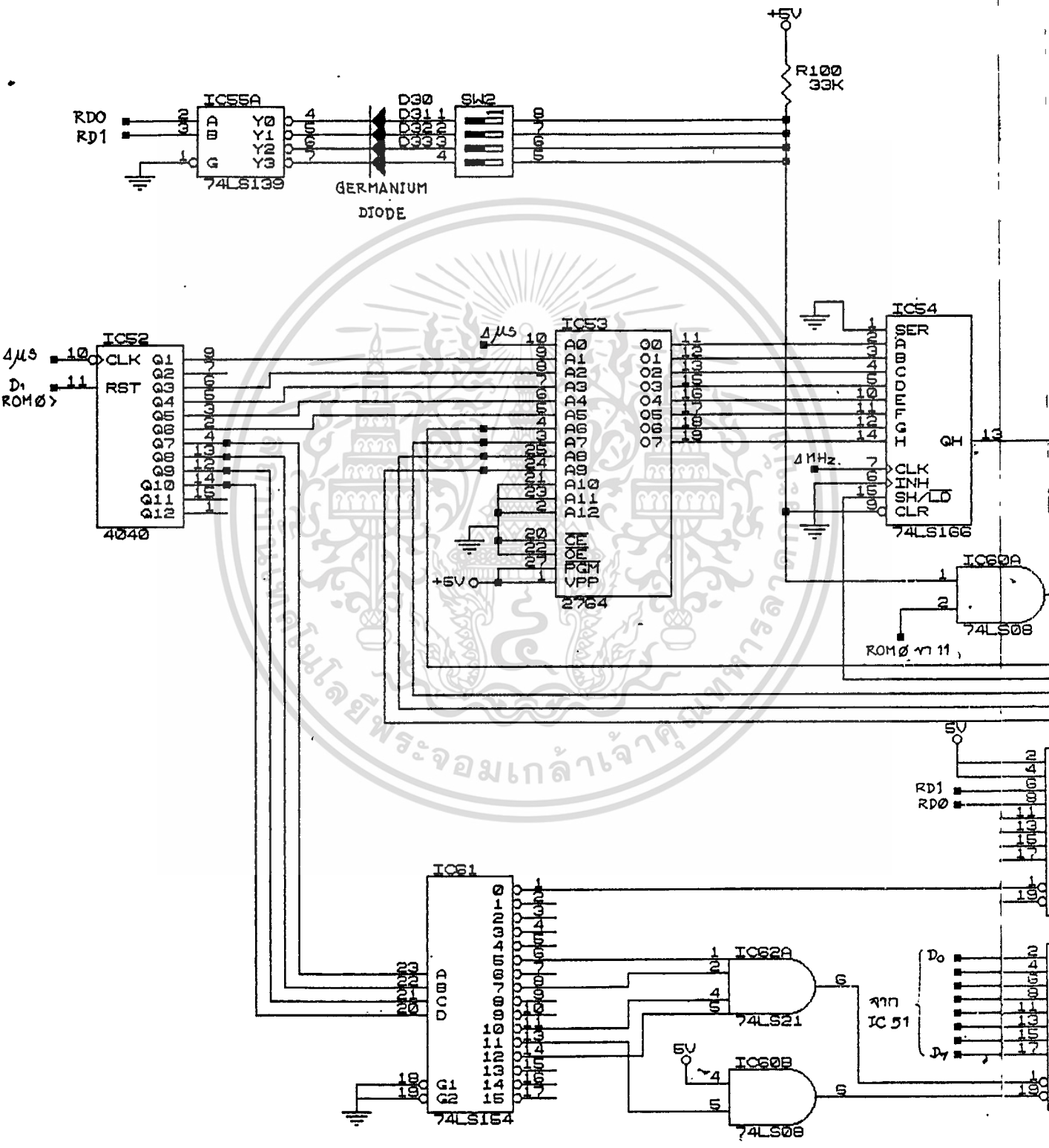
สัญญาณภาพจากชิพท์รีจิสเตอร์จะเป็น 0 ในช่วงที่ไม่มีสัญญาณราสเตอร์และสัญญาณวิดิโอจะเป็น 0 ในช่วงราสเตอร์ เราจึงต่อสัญญาณทั้งสองร่วมกันผ่านความต้านทาน R102,R103 โดยความต้านทาน R103 มีค่ามากกว่า เพราะต้องการให้ความสว่างของสัญญาณภาพลดลงขณะแสดงสัญญาณหัวใจ การใช้เวลาในการแสดงแต่ละจุดบนจอภาพนานกว่าในช่วงราสเตอร์

ทรานซิสเตอร์ (Q_1) ต่อแบบคอลเลคเตอร์ร่วม (Common collector)เพื่อให้สามารถจ่ายกระแสสำหรับสัญญาณภาพได้สูงขึ้น ในเมื่อไม่ต้องการให้ครบทั้ง 4 ช่องสามารถปิดสัญญาณภาพของแต่ละช่องได้โดยการต่อไดโอดแบบเจอร์มาเนียมซึ่งมีความต้านทานตกคร่อมต่ำ ให้คาโถด

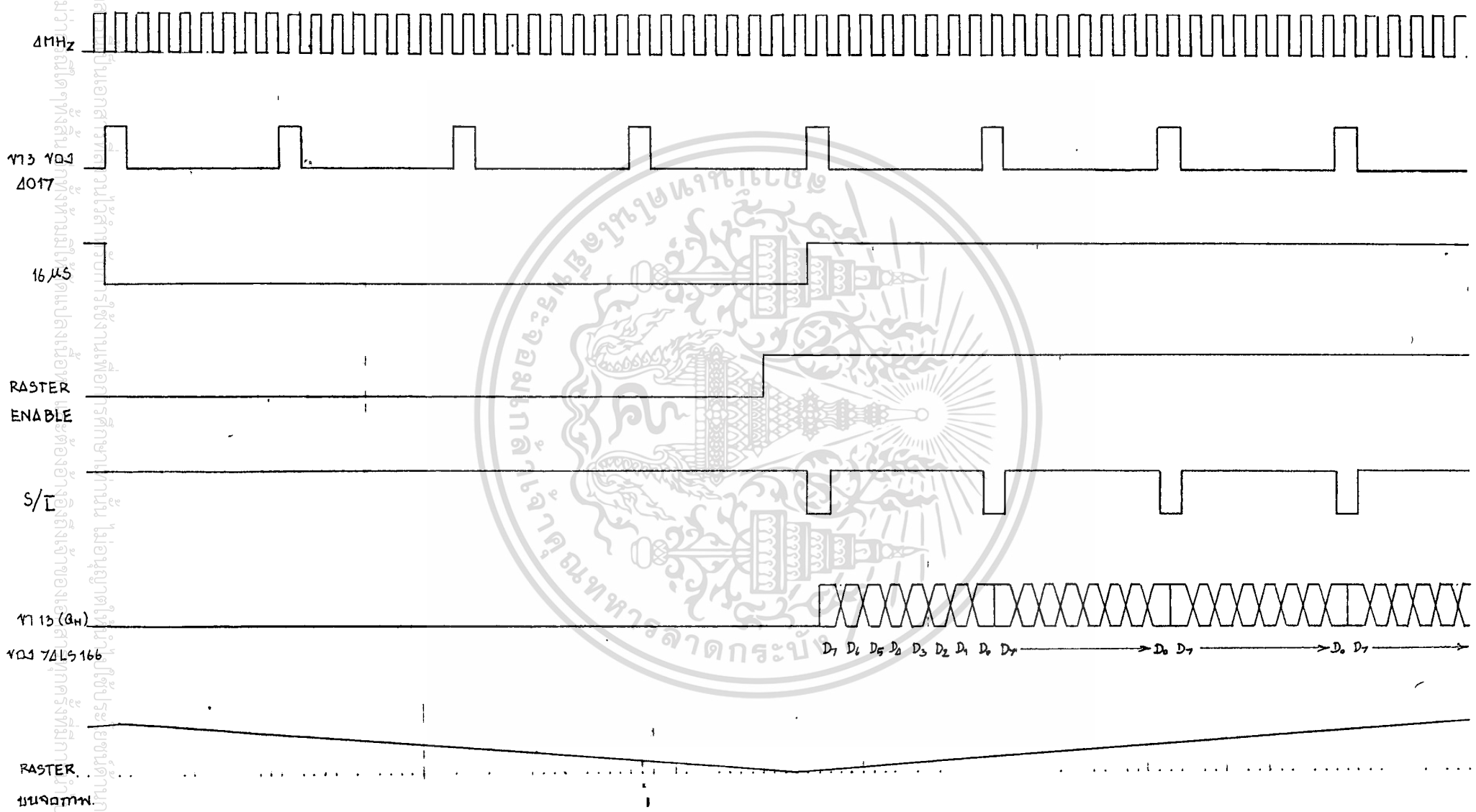
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อกับเอาท์พุทของไอซี 55A ซึ่งสัญญาณจะเป็น 0 ที่ช่องนั้นแสดงผล และอาโนดต่อผ่านสวิทช์ปิดภาพ (SW2) มาร่วมกันที่จุดแบลงค์โดยมีความต้านทาน 33 กิโลโอห์มต่อกับไฟบวก ถ้าเราต่อสวิทช์ปิดภาพในช่องใดสัญญาณจุดนี้จะเป็น 0 ในเวลาแสดงสัญญาณภาพช่องนั้นทำให้ขา 9 ของชิพท์รีจิสเตอร์เป็น 0 เป็นการปิดของสัญญาณภาพในช่องนั้นตลอดเวลาจนกว่าจะตัดสวิทช์จึงจะทำให้สัญญาณภาพเป็นปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


4MHz
พิน 9 ของ 4017
16 μS
RASTER ENABLE
S/L
พิน 13 (QH) ของ 74LS166
D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0 D7
D0 D7
D0 D7
RASTER ขนาดภาพ

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

การทำงานของวงจรในบทที่ 3 จะแสดงให้เห็นได้ครบ เมื่อต่อกับจอภาพ โดยมีส่วนประกอบเพิ่มเติมที่สำคัญคือ วงจรขยายกำลังที่สามารถจ่ายกระแสให้กับขดลวดหักเหได้อย่างเหมาะสม

จอภาพที่ใช้ทดลองแสดงสัญญาณเป็นจอภาพที่มีจุดสว่างสีขาวรับอินพุทเป็นสัญญาณรวม(Composite video) ซึ่งมีสัญญาณซิงค์รวมกับสัญญาณภาพอยู่ด้วยเพื่อควบคุมความถี่ในการหักเหแนวตั้งและแนวนอน โดยในขณะที่ไม่มีสัญญาณซิงค์ ออสซิเลเตอร์ภายในจะผลิตความถี่ในการหักเหแนวตั้งและแนวนอนเป็นความถี่กลางที่ปรับได้ด้วยปุ่มปรับความถี่จากด้านหน้าของเครื่อง ปกติความถี่แนวนอนมีค่าสูงประมาณ 15 กิโลเฮิร์ท และแนวตั้งประมาณ 50 เฮิร์ท

เมื่อตัดสายที่ให้กระแสเข้าขดลวดหักเหทั้งสองชุดออกวัดค่าความเหนี่ยวนำด้วยเครื่องแอลซีมิเตอร์ สามารถวัดได้ 75 ไมโครเฮนรี่ สำหรับขดลวดแนวนอน และ 10 มิลลิเฮนรี่สำหรับขดลวดแนวตั้ง ค่าที่วัดได้นี้เป็นค่าโดยประมาณเท่านั้นเพราะจากการทดลองวัดด้วยวิธีอื่นพบว่าค่าความเหนี่ยวนำจะเปลี่ยนไปตามความถี่ที่ป้อนและจะมีค่าสูงสุดที่ความถี่ทำงานปกติของขดลวดคือประมาณ 50 เฮิร์ทและ 15 กิโลเฮิร์ทตามลำดับ ซึ่งจะทำให้ค่าสนามแม่เหล็กมีค่ามากที่สุด จึงต้องการกระแสน้อยกว่าความถี่อื่น ๆ ในการกวาดลำอิเลคตรอนจนสุดจอ ซึ่งวัดได้น้อยกว่า 1 แอมป์จากยอดถึงยอด สำหรับขดลวดหักเหแนวตั้ง และหลายแอมป์สำหรับขดลวดหักเหแนวนอน ในกสนใช้งานเราจึงหมุนขดลวดที่คอหลอดภาพไปหนึ่งมุมฉากเพื่อให้การทำงานของขดลวดเหมาะสมกับการใช้งาน ขดลวดที่เดิมเป็นแนวนอนจึงเปลี่ยนเป็นแนวตั้งและแนวตั้งเปลี่ยนเป็นแนวนอน

วงจรขยายกำลังที่ใช้มีหลายวงจร แต่มีรูปแบบที่คล้ายกันแสดงในรูป 4.1 ประกอบด้วย 2 อินพุท คือ ขาบวกและลบ เหมือนออปแอมป์ แต่ต้องสามารถจ่ายกระแสเอาท์พุทได้มากกว่าที่ขดลวดต้องการ โดยมีอัตราขยายแรงดันสูงมาก จนถือได้ว่าถ้าโวลเตจเอาท์พุทยังอยู่ในช่วงไม่อิ่มตัว ความแตกต่างระหว่างขาบวกกับขาลบของอินพุทมีค่าเกือบเป็นศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบสำคัญที่ทำให้ควบคุมกระแสเอาท์พุทตามสัญญาณอินพุทได้ คือความต้านทานค่าน้อยๆ ที่ต่ออนุกรมกับขดลวดเอาท์พุท จึงได้กระแสเอาท์พุทมีค่าเท่ากับค่าโวลเตจที่ตกคร่อม ค่าความต้านทานค่าน้อยๆนี้เราจะใช้จุดที่ความต้านทานต่อกับขดลวดนี้เป็นจุดสำหรับตรวจสอบกระแสเอาท์พุทป้อนกลับไปยังอินพุท ซึ่งต่อได้ทั้งแบบกลับสัญญาณและไม่กลับสัญญาณ

จากการทดลองใช้งานพบว่า สัญญาณภาพมีการมืดเป็นระยะคงที่ทั้งในส่วนราสเตอร์และส่วนแสดงสัญญาณหัวใจ เมื่อวัดดูที่ขั้วต่อของหลอดภาพกับโวลเตจที่แผงวงจรเดิมของจอภาพจ่ายให้พบว่ายังคงมีลักษณะการสร้างสัญญาณมืดควบคุมที่หลอดภาพในช่วงเวลาที่จะต้องเป็นสัญญาณเปิดมืดในแนวนอน โดยออสซิเลเตอร์แนวนอนซึ่งทำงานที่ความถี่กลาง เพราะสัญญาณภาพที่ให้ไม่สามารถซิงค์กับออสซิเลเตอร์ได้ จึงต้องตัดสัญญาณนี้ไม่ให้ปิดมืด

ผลการวัดกระแสที่เอาท์พุทและโวลเตจของวงจรขยายกำลังจะเห็นว่าโวลเตจคร่อมขดลวดหักเหจะมีแอมปิจูดสูงเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของกระแสต่อการเปลี่ยนแปลงของเวลามีค่ามาก จุดนี้ทำให้เราต้องออกแบบให้สัญญาณราสเตอร์มีความถี่สูงมีแอมปิจูดต่ำเพื่อลดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวซึ่งถ้ามากกว่าไฟเลี้ยงที่เลี้ยงวงจรอยู่การเปลี่ยนแปลงของกระแสจะไม่เป็นไปตามสัญญาณควบคุม

ถ้าเกิดมีปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นสามารถแก้ไขได้โดยการเพิ่มระดับไฟเลี้ยง แต่จะทำให้ทรานซิสเตอร์ที่ภาคเอาท์พุทของวงจรขยายกำลังร้อนมากด้วย ถ้ากระแสมีค่าสูง ซึ่งนี่คือปัญหาที่มีการเลือกใช้วงจรขยายกำลังแบบต่าง ๆ สำหรับขดลวดหักเหแนวนอนที่มีกระแสไหลผ่านน้อยจะไม่มีปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นไม่ว่าจะใช้ไฟเลี้ยงเท่าใด แต่กับขดลวดหักเหแนวตั้งซึ่งต้องการกระแสค่าสูงไม่ควรใช้ไฟเลี้ยงเกินกว่าที่ขดลวดต้องการในการเปลี่ยนแปลงกระแส วงจรที่เหมาะสมที่สุดจึงควรใช้ไฟเลี้ยง+25,-25 โวลท์เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 วงจรขยายกำลังแบบใช้ออปแอมป์ร่วมกับทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิเคราะห์ผล

จากการทดลองต่อวงจรตามที่ออกแบบไว้ได้ผลการทดลอง ดังนี้

-วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา

วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกานี้ได้มีการทดลองใช้ IC 74LS04 ต่อกับ CYSTAL 4 MHzปรากฏว่าคาบเวลาที่ได้นั้นมีค่า risetime และ fall time ที่มาก จึงได้ลองเปลี่ยนมาใช้ IC 74HC04 แทนปรากฏว่าได้พัลส์ที่มีคาบเวลาที่แน่นอนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้อนึ่ง ในการวัดค่าความถี่นั้น ควรจะใช้ Frequencycounterในการวัดแทนการใช้ Oscilloscopeเพราะ Oscilloscope มีการลดทอนสัญญาณไปบางส่วน ซึ่งเมื่อดูจากจอภาพจะคล้ายๆกับว่า ความถี่ที่ได้นั้นไม่ได้ตามที่ต้องการ

-วงจรสร้างสัญญาณควบคุม

วงจรสร้างสัญญาณควบคุมนี้ประกอบด้วย IC 74LS191 ซึ่งทำหน้าที่เป็น counter และ ROM (Read Only Memory) เบอร์ 2764 จำนวน 2 ตัวผลที่ได้เมื่อวัดสัญญาณที่ขาเอาท์พุตของ ROM ปรากฏว่าได้คาบเวลา (TIMING) ตามที่โปรแกรมไว้

-วงจรปรับขนาดสัญญาณเข้า

วงจรนี้ได้ใช้ OPAMP(Operational Amplifier)ต่อในลักษณะnon-inverting amp ที่มีอัตราขยายเท่ากับ 3 ซึ่งเมื่อลองป้อนอินพุตขนาด 1 V_{p-p} เข้าไปแล้ววัดสัญญาณที่เอาท์พุตปรากฏว่าได้ผลตามที่ต้องการ ส่วนวงจรปรับระดับสัญญาณให้อยู่ในช่วง 0-5 V นั้นก็สามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ ความต้านทานขนาด 1 K ที่ต่ออยู่ที่ขา IN0,IN1,IN2, IN3 ของ ADC 0809 นั้น มีเผื่อไว้เพื่อในกรณีที่มีการทำงานผิดพลาดของวงจรปรับระดับ

-วงจรแยกคลื่น QRS และ ตรวจจับยอดคลื่น

ในส่วนของวงจร BAND PASS เมื่อสัญญาณผ่านวงจรนี้ก็ได้มีการขยายสัญญาณขึ้นอีกเล็กน้อย และเมื่อวัดสัญญาณเอาพุตของ IC 4538 ซึ่งต่อเป็นวงจร MONOSTABLE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ NON-RETRIGABLE ก็จะได้เป็นพัลส์ออกมาตามคาบเวลาที่คำนวนไว้

-วงจรแปลงอนาล็อกเป็นดิจิตอล และ ควบคุมหน่วยความจำ

วงจรสามารถที่จะแปลงสัญญาณจาก อนาล็อก ไปเป็น ดิจิตอล เพื่อทำการ READ-WRITE เข้าสู่ROM ได้ตามคาบเวลาที่กำหนด

-วงจรสร้างสัญญาณควบคุมขดลวดหักเห

วงจรสร้างสัญญาณควบคุมขดลวดหักเหในแนวนอน (HOR) ทำงานโดยป้อนสัญญาณ HOR จาก ROM เข้าวงจร Integrator ก็จะได้สัญญาณ HORO/P ซึ่งเป็น Sawtooth ตามช่วงเวลาที่กำหนดไว้ในROM ซึ่งเราสามารถปรับระดับ DC ได้ และสามารถปรับขนาดของสัญญาณได้ด้วย

วงจรสร้างสัญญาณควบคุมขดลวดหักเหในแนวตั้ง (VER) ในสัญญาณนี้จะประกอบไปด้วย ส่วน Blank,ส่วน Raster,ส่วนของสัญญาณหัวใจ

-ส่วน Blank เป็นส่วนที่ไม่ต้องการให้ปรากฏบนจอ ซึ่งคาบเวลาต่างๆจะกำหนดไว้ใน ROM

-ส่วน Raster เป็นส่วนที่จะใช้แสดงตัวเลขบอกช่อง และ ตัวเลขบอกอัตราการเต้นของหัวใจ ลักษณะของสัญญาณจะเป็นรูปสามเหลี่ยม ที่สัญญาณขาขึ้นจะมีคาบเวลา 8 ไมโครวินาทีขาลง 8 ไมโครวินาที ส่วนคาบเวลาจะถูกกำหนดโดยสัญญาณ Raster Enable จาก ROM

-ส่วนของสัญญาณหัวใจจะได้มาจากวงจร D/A ซึ่งจะผ่านวงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำผ่าน เพื่อให้ได้สัญญาณที่ต่อเนื่องกัน ส่วนช่วงเวลาต่างๆที่ต้องการให้ปรากฏบนสัญญาณVERนั้นจะถูกกำหนดโดยสัญญาณ Trace Enable

เนื่องจากเราต้องการแสดงสัญญาณ 4 ช่อง ดังนั้นจึงต้องทำให้สัญญาณ VER มี 4 ระดับ โดยการบวกไฟตรงเข้าไป สัญญาณที่ได้ตรงตามที่กำหนดไว้

-วงจรวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

วงจรสามารถทำการนับการเต้นของหัวใจได้ตามที่ออกแบบไว้ อนึ่งพบว่าควรที่จะต่อตัวต้านไว้ที่เอาท์พุทของ 74LS374 และ 74LS173 ด้วยเพื่อการทำงานที่สมบูรณ์

-วงจรสร้างภาพสัญญาณ

ในวงจรนี้ได้มีการนำเอาคาแรคเตอร์เจนเนอเรเตอร์มาใช้งานร่วมชิพรีจิส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตอร์เพื่อส่งสัญญาณภาพออกสู่จอมอนิเตอร์ จากการทดลองพบว่าคาแรคเตอร์เจนเนอเรเตอร์สามารถแสดงอักษรได้ตามที่ได้ทำการโปรแกรมไว้

อนึ่ง วงจรที่ใช้งานนี้ควรที่จะคำนึงถึงสัญญาณรบกวน(NOISE) ด้วยซึ่งสามารถลดสัญญาณรบกวนนี้ได้โดย การแยกกราวน์ของวงจรที่เป็นอนาล็อก และ ดิจิตอล ออกจากกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทดลองวิจัย เรื่อง ไอซีบู มอนิเตอร์ 4 ช่องสัญญาณ ตลอดจนการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความสำเร็จลุล่วงมาด้วยดี ส่วนหนึ่งได้รับความอนุเคราะห์ทั้งทางด้านคำแนะนำ การจัดหาอุปกรณ์ ตำรา และเครื่องมือต่างๆในการทดลอง ตลอดจนการช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นจาก อาจารย์ประภากร สุวรรณะ อาจารย์ยุทธนา คิดใจเดียว รวมทั้งพี่ๆปริญญาโทห้องวิจัยอิเลคทรอนิคส์ทางการแพทย์ และท้ายสุดคือกำลังใจจากเพื่อนๆทุกคน จึงกราบขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

เอกสารอ้างอิงที่เป็นหนังสือภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จัดเรียงลำดับดังนี้

1. คู่มือ IC CMOS Series 4000, ซีเอ็ดยูเคชั่น, พิมพ์ครั้งที่1,2529

2. มนัส สังวรศิรป์, วิศวกรรมชีวการแพทย์เบื้องต้น, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2522

3. ประกิจ ตังติสานนท์, ทฤษฎีโทรทัศน์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,2529

4. National Semiconductor, CMOS databook,1978.

5. National Semiconductor, Data Conversion Acquisition databook,1980.

6. National Semiconductor,Linear databook,1973.

7. Texas Instruments, The TTL databook,1981.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้