ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2533 ภาคเรียนที่ 1

ภาควิชา อิเล็กทรอนิคส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ส่วนแสดงผลของ ICU MONITOR

ผู้จัดทำ

1. นาย ยุทธการ สุทธิเลิศ 301218
2. นาย วิชิตพงศ์ อุปริพุทธางกูร 301236

อาจารย์ที่ปรึกษา

..ประภากร.....

(อาจารย์ ประภากร สุวรรณะ)

ปพ.
ยทส
2533

028788

13.2.2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนแสดงผลของ ICU MONITOR

นาย ยุทธการ สุทธิเลิศ 30.1218

นาย วิชิตพงศ์ อุปริพุทธางกูร 30.1236

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ประภากร สุวรรณะ

บทคัดย่อ

ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีทางการแพทย์ได้รุดหน้าไปมากมีการใช้อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิคส์ต่างๆช่วยในการวินิจฉัยอาการและรักษาโรค อุปกรณ์ที่สำคัญในทางการแพทย์อย่างหนึ่งก็คือเครื่อง ICU MONITOR ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดและแสดงสัญญาณไฟฟ้าหัวใจของผู้ป่วย โดยแสดงสัญญาณและอัตราการเต้นของหัวใจออกทางจอภาพ สำหรับในโครงงานนี้จะเป็นการพัฒนาเครื่อง ICU MONITOR ที่ใช้แสดงสัญญาณไฟฟ้าหัวใจของผู้ป่วย 4 คน พร้อมกัน

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอการพัฒนาเครื่อง ICU MONITOR จากโครงงานในรุ่นก่อนๆในส่วนแสดงผลซึ่งได้แก่ ส่วนไบอัสหลอดภาพ และส่วนขับขดลวดหักเห ในโครงงานนี้ได้ใช้ PULSE WIDTH MODULATION เป็นตัวควบคุมค่าศักดาไฟฟ้าเอาท์พุทให้มีความคงที่มากขึ้นซึ่งทำให้เสถียรภาพของวงจรที่ไบอัสหลอดภาพต่างๆดีขึ้น สำหรับในวงจรขับขดลวดหักเหได้มีการปรับปรุงให้มีขนาดเล็กลงโดยการลด DISSIPATION ของ TRANSISTOR และได้พัฒนาประสิทธิภาพของวงจรขับขดลวดหักเหให้สามารถแสดงสัญญาณออกทางจอภาพที่มีขนาดใหญ่ขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

028788

ICU MONITOR DISPLAY

Mr. Yuttakarn Suttilert

Mr. Wichitpong Uppariputtangoon

Advisor

Mr. Prapakorn Suwanna

Academic 1990

ABSTRACT

In this day, medical technology is very grown up. There are many electronic equipments that help doctor to diagnose and cure. An important equipment in medical is ICU MONITOR that uses to show heart beat signal (ECG signal) and heart rate on TV monitor. This project is 4 CHANNEL ICU MONITOR improvement.

This thesis presents project that is ICU MONITOR improvement in display part that consists of CRT biasing part and deflection yoke drive part. In CRT biasing part, power supply of circuit is switching power supply that uses pulse width modulation control which makes power supply voltage constantly. In deflection yoke drive part, power dissipation of transistor is reduced and deflection yoke drive circuit is made to be more efficient. As the result of this improvement, system is more stable and size of ICU MONITOR can be reduced and the ECG signal can be shown on bigger size of TV monitor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 หลักการของเครื่อง ICU MONITOR 3

2.1 การแสดงสัญญาณไฟฟ้าหัวใจของเครื่อง ICU MONITOR 3

2.2 รูปแบบของสัญญาณต่างๆ 9

2.3 หลักการของวงจรขับขดลวดหักเห 11

2.4 หลักการของวงจร BIDIRECTIONAL OUTPUT VCCS 14

2.5 หลักการของวงจร TL 494 16

บทที่ 3 คุณสมบัติและการออกแบบส่วนแสดงผล ICU MONITOR 19

3.1 คุณสมบัติของส่วนแสดงผลของ ICU MONITOR 19

3.2 การออกแบบส่วนไบอัสหลอดภาพ 22

3.3 การออกแบบส่วนขับขดลวดหักเห 27

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 31

บทที่ 5 วิจารณ์และสรุปผล 39

กิตติกรรมประกาศ 41

หนังสืออ้างอิง 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในการแสดงสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ (ELECTROCARDIOGRAPH ;ECG) บนจอภาพนั้นจะนิยมใช้ CRT DISPLAY ซึ่งเป็นวิธีที่ประหยัดและสามารถแสดงลักษณะสัญญาณอย่างต่อเนื่อง การแสดงสัญญาณไฟฟ้าหัวใจวิธีนี้จะใช้หลอดภาพโทรทัศน์แต่ใช้หลักในการแสดงภาพแบบ OSCILLOSCOPE เพื่อลดความยุ่งยากของวงจรรอบข้างซึ่งในการแสดงสัญญาณไฟฟ้าหัวใจด้วย CRT DISPLAY ส่วนแสดงผลจะต้องประกอบด้วย

1. ส่วนไบอัสหลอดภาพ (CRT BIASING) เป็นส่วนที่ทำให้หลอดภาพทำงานได้ ซึ่งจะต้องประกอบด้วยการจ่ายไฟให้กับส่วนต่างๆของหลอดภาพได้แก่ ไส้หลอด , ขั้ว CATHODE, GRID และขั้ว ANODE ซึ่งในโครงงานนี้ใช้ SWITCHING POWER SUPPLY ที่ควบคุม PULSE WIDTH MODULATION โดย TL 494 ซึ่งจะทำให้ค่าศักดาไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่ส่วนต่างๆมีความคงที่มากขึ้น ซึ่งส่วนไบอัสหลอดภาพประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1.1 ส่วนขยายสัญญาณภาพ (VIDEO AMPLIFER) ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้สัญญาณแรงพอที่จะขับหลอดภาพ ซึ่งสัญญาณภาพที่ได้รับการขยายจะต่อเข้ากับ CATHODE ของหลอดภาพ ส่วนขยายสัญญาณภาพนี้จะประกอบด้วยส่วนควบคุมความแตกต่างของสัญญาณภาพ (CONTRAST CONTROL)ซึ่งเป็นการปรับค่าอัตราการขยายสัญญาณภาพนั่นเอง

1.2 ส่วนควบคุมความสว่างของภาพ (BRIGHTNESS CONTROL) ซึ่งเป็นส่วนควบคุมความเร็วของอิเล็กตรอนที่วิ่งไปชนจอภาพโดยเป็นการปรับค่า BIAS VOLTAGE ระหว่าง CATHODE กับ GRID

1.3 ส่วนควบคุมโฟกัส (FOCUS CONTROL) ซึ่งเป็นส่วนปรับความคมชัดของภาพคือเป็นการปรับให้อิเล็กตรอนไปชนจอภาพที่จุดเดียวกันและพร้อมกันซึ่งโดยมากนิยมปรับค่าศักดาไฟฟ้าที่ GRID ที่ 3

1.4 ส่วนจ่ายศักดาไฟฟ้าสูง (HIGH VOLTAGE SUPPLY) ซึ่งเป็นส่วนที่จ่ายศักดาไฟฟ้าแก่ขั้ว ANODE ซึ่งจะทำให้อิเล็กตรอนจาก CATHODE วิ่งมาชนจอภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งสำหรับโครงงานนี้ที่จุดนี้มีค่าศักดาไฟฟ้าประมาณ 7 KVolt

1.5 ส่วนจุดไส้หลอด (LIGHTING CRT) จะเป็นส่วนที่จ่ายกระแสไฟฟ้าแก่ไส้หลอดเพื่อให้ไส้หลอดร้อนซึ่งจะทำให้อิเล็กตรอนหลุดจาก CATHODE

1.6 ส่วนจ่ายศักดาไฟฟ้าแก่ GRID ต่างๆ (GRID BIAS)

2. ส่วนขับขดลวดหักเห (DEFLECTION YOKE DRIVE) ขดลวดหักเหในมอนิเตอร์นั้นจะมี 2 ขดคือ ขดลวดหักเหทางแนวตั้ง (VERTICAL DEFLECTION YOKE) และขดลวดหักเหทางแนวนอน (HORIZONTAL DEFLECTION YOKE) ซึ่งสนามแม่เหล็กจากขดลวดนี้จะทำให้เกิดการหักเหของลำอิเล็กตรอน เนื่องจากในการทำงานของโทรทัศน์นั้นจะใช้การหักเหลำอิเล็กตรอนด้วยสนามแม่เหล็ก ซึ่งขดลวดหักเหนี้จะถูกขับด้วยกระแสไฟฟ้า ดังนั้นวงจรขับขดลวดหักเหจะต้องเป็นวงจรขยายกำลังที่มีความต้านทานขาออก (OUTPUT IMPEDANCE) สูงคือมีลักษณะเป็นแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้าที่แปรตามแรงดันไฟฟ้า โดยไม่ขึ้นกับความต้านทานของขดลวดหักเหหรือแรงดันไฟฟ้าคร่อมโหลด ซึ่งใน ICU MONITOR นั้นจะมีการสลับขดลวดหักเห เนื่องจากหลักการทำงานของโทรทัศน์กับ ICU MONITOR มีลักษณะที่แตกต่างกัน นั่นคือขดลวดหักเหทางแนวตั้งของโทรทัศน์จะถูกเปลี่ยนเป็นขดลวดหักเหทางแนวนอนใน ICU MONITOR และขดลวดหักเหทางแนวนอนของโทรทัศน์จะถูกเปลี่ยนเป็นขดลวดหักเหทางแนวตั้งใน ICU MONITOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการของเครื่อง ICU MONITOR

2.1 การแสดงสัญญาณไฟฟ้าหัวใจของเครื่อง ICU MONITOR

2.1.1 วิธีแสดงสัญญาณไฟฟ้าหัวใจบนจอภาพ (CRT DISPLAY)

เนื่องจากสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ (ELECTROCARDIOGRAPH ;ECG) ซึ่งเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดจากการทำงานของหัวใจซึ่งสามารถวัดได้จากร่างกายมีคุณสมบัติดังนี้

1. มีขนาดของสัญญาณอยู่ในช่วง 0.5mV - 5mV
2. มีความถี่ของสัญญาณอยู่ในช่วง 0.5Hz - 200Hz

ซึ่งจากคุณสมบัติของสัญญาณไฟฟ้าหัวใจข้างต้นนี้ถ้านำมาแสดงโดยใช้ OSCILLOSCOPE จะเห็นเป็นเพียงจุดที่เคลื่อนที่ช้าๆ ไม่สามารถเห็นรูปสัญญาณได้อย่างชัดเจน วิธีแสดงผลอีกวิธีหนึ่งคือการแสดงสัญญาณไฟฟ้าหัวใจบนกระดาษกราฟ แต่เป็นการสิ้นค่าใช้จ่ายเพราะในการใช้งานจริง จะพิจารณาสัญญาณไฟฟ้าหัวใจในช่วงเวลานั้นๆเท่านั้น วิธีที่นิยมในการแสดงสัญญาณไฟฟ้าหัวใจจะใช้การแสดงสัญญาณออกทางจอภาพ (CRT DISPLAY) ซึ่งมี3 วิธีดังนี้

1. LONG PERSISTENCE CRT DISPLAY

การแสดงผลทางจอภาพวิธีนี้เป็นการใช้ OSCILLOSCOPE ที่จอภาพมีการจางหายของสัญญาณช้าซึ่งจอภาพจะฉาบด้วย LONG PERSISTENCE PHOSPHOR และมีหลักการคือให้สัญญาณฟันเลื่อย (SAW-TOOTH) ที่ป้อนเข้าทางเพลทควบคุมการหักเหทางแนวนอนมีคาบเวลาที่ยาว ซึ่งจะทำให้สัญญาณที่ปรากฏที่จอเป็นจุดที่เคลื่อนที่เป็นเส้นจากซ้ายไปขวา ซึ่งแสดงหลักการทำงานได้ดังรูปที่ 1

2. T.V. MONITOR

การแสดงผลทางจอภาพวิธีนี้มีหลักการทำงานแสดงได้ดังรูปที่ 2 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ สัญญาณที่วัดได้จะมาผ่านวงจร A/D แล้วนำมาเก็บในหน่วยความจำแล้วแปลงเป็นสัญญาณ ANALOG อีกครั้งโดยผ่านวงจร D/A แล้วแปลงเป็นสัญญาณ VIDEO ต่อไป วิธีนี้มีข้อดีคือ สามารถเลือกใช้จอภาพได้หลายขนาดโดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงการทำงาน

เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

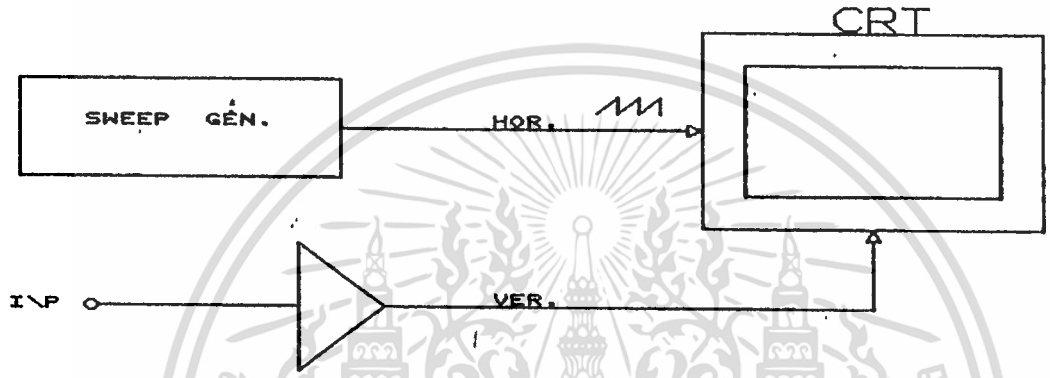


Fig. 1 LONG PERSISTANCE CRT DISPLAY

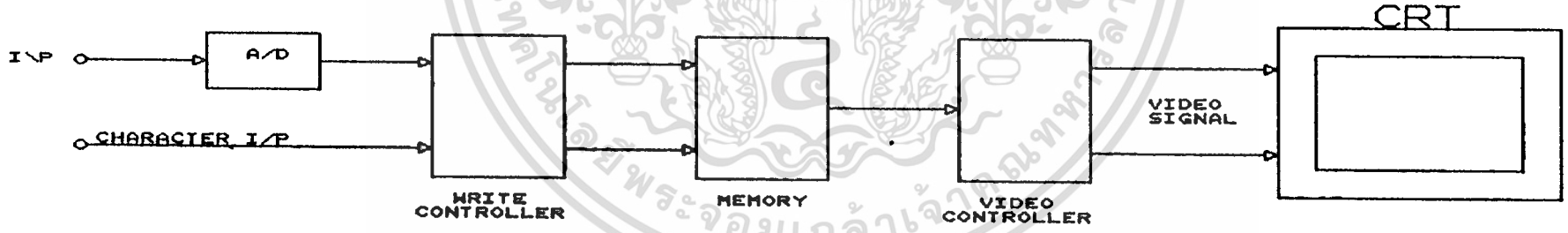


Fig. 2 T.V. MONITOR

ของวงจรส่วนอื่นๆ

3. NON-FADE TYPE CRT DISPLAY

การแสดงผลทางจอภาพวิธีนี้เป็นการทำให้ความถี่ของสัญญาณก่อนที่จะเข้าวงจรขยายกำลังซึ่งอยู่ก่อนขดลวดหักเห หรือเพลทควบคุมการหักเหมีค่าสูงขึ้น โดยมีหลักการทำงานแสดงได้ดังรูปที่ 3 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ สัญญาณที่วัดได้จะนำมาเข้าวงจร A/D แล้วนำมาเก็บในหน่วยความจำ จากนั้นนำสัญญาณที่ได้มาผ่านวงจร D/A แล้วป้อนเข้า VERTICAL DEFLECTION YOKE หรือ เพลทที่ควบคุมการหักเหทางแนวตั้งและใช้สัญญาณ SAW-TOOTH ป้อนเข้าทาง HORIZONTAL DEFLECTION YOKE หรือเพลทที่ควบคุมการหักเหทางแนวนอนซึ่งเป็น SAW-TOOTH ที่มีคาบเวลาที่สั้นกว่าวิธีแรก สำหรับวิธีนี้ถ้าใช้หลอดภาพโทรทัศน์จะประหยัดกว่าใช้หลอดภาพจาก OSCILLOSCOPE

2.1.2 การแสดงสัญญาณไฟฟ้าหัวใจแบบ NON-FADE TYPE CRT

ในการแสดงรูปสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ [E.C.G.] บนจอภาพแบบ NON-FADE ซึ่งเป็นแบบที่ใช้ในโครงงานนี้จะใช้จอภาพทีวีเนื่องจากราคาถูก โดยมีการทำงานดังที่อธิบายไว้ข้างต้นแล้ว ซึ่งจาก BLOCK DIAGRAM รูปที่ 3 จะเห็นว่ามีลักษณะการทำงานที่เหมือนกับ OSCILLOSCOPE คือจะใช้สัญญาณไปขับขดลวดหักเหซึ่งจะมีผลดีคือ ลดความยุ่งยากของวงจรรอบข้าง แต่เนื่องจากหลักการทำงานของโทรทัศน์กับ OSCILLOSCOPE มีความแตกต่างกันดังนั้นจึงต้องมีการดัดแปลงบางส่วนซึ่งอธิบายได้ดังนี้

ก. การสร้างภาพของ oscilloscope

การสร้างภาพของ oscilloscope จะใช้การควบคุมการหักเหของลำอิเล็กตรอนโดยใช้สนามไฟฟ้าให้เป็นภาพที่ต้องการ ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ สัญญาณที่จะแสดงบนจอภาพจะต้องป้อนเข้าที่เพลทควบคุมการหักเหทางแนวตั้ง เพื่อควบคุมการหักเหของลำอิเล็กตรอนให้เป็นไปตามรูปสัญญาณ ในขณะที่จะใช้สัญญาณ SAW-TOOTH ป้อนเข้าที่เพลทควบคุมการหักเหทางแนวนอนซึ่งจะทำให้ลำอิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากซ้ายไปขวาในช่วงเทรซ (TRACE) และเคลื่อนจากขวาไปซ้ายในช่วงสะบัดกลับ (RETRACE) ซึ่งก็จะทำให้ได้ภาพตามต้องการตลอดจอภาพ ส่วนสัญญาณที่ป้อนเข้า CATHODE นั้นจะเป็นสัญญาณที่เป็นพัลส์ ซึ่งมีความถี่เท่ากับความถี่ของสัญญาณ SAW-TOOTH ที่ป้อนเข้าที่เพลทควบคุมการหักเหทางแนวนอน ซึ่งจะทำให้เรามองเห็นภาพในช่วงเทรซและทำให้ภาพมืดขณะสบัดกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

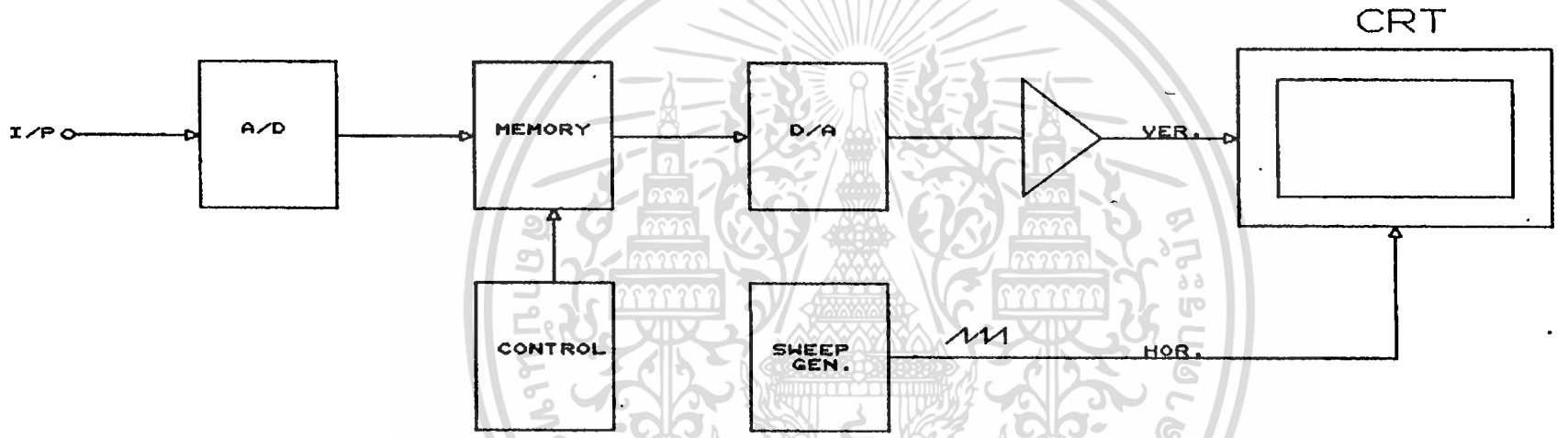


Fig. 3 NON-FADE TYPE CRT DISPLAY

ข. การสร้างภาพของโทรทัศน์

การสร้างภาพของโทรทัศน์จะใช้สัญญาณ SAW-TOOTH ป้อนเข้าขดลวดหักเหทั้งแนวตั้งและแนวนอน โดยสัญญาณ SAW-TOOTH ความถี่สูงจะป้อนเข้าขดลวดหักเหทางแนวนอน และสัญญาณ SAW-TOOTH ความถี่ต่ำจะป้อนเข้าขดลวดหักเหทางแนวตั้ง ซึ่งจะทำให้เกิดการ SCAN ของลำอิเล็กตรอนตามแนวขวางจนเต็มจอ ส่วนสัญญาณที่ป้อนเข้าที่ CATHODE จะประกอบด้วย สัญญาณภาพ สัญญาณ BLANKING และสัญญาณอื่นๆโดยสัญญาณภาพจะเป็นตัวกำหนดความสว่างของจุดแต่ละจุดบนเส้นสแกนซึ่งจะทำให้เรามองเห็นเป็นภาพ ในขณะที่มีสัญญาณ BLANKING เป็นตัวทำให้ภาพมืดในช่วงที่ลำอิเล็กตรอนสบัดกลับ

ค. การดัดแปลงของจอภาพโทรทัศน์ให้ทำงานเป็น ICU MONITOR

เนื่องจากขดลวดหักเห (DEFLECTION YOKE) ของจอภาพโทรทัศน์นั้นถูกออกแบบให้ขดลวดหักเหทางแนวนอน (HORIZONTAL DEFLECTION YOKE) ใช้งานที่สัญญาณความถี่สูงและ ขดลวดหักเหทางแนวตั้ง (VERTICAL DEFLECTION YOKE) ใช้งานที่สัญญาณความถี่ต่ำ แต่เนื่องจากสัญญาณที่ปรากฏบนจอภาพของ ICU MONITOR นี้จะมีการทำ RASTER ในแนวดิ่งเพื่อแสดงตัวอักษรซึ่งสัญญาณ RASTER จะมีความถี่ 62.5 kHz นั่นคือความถี่ของสัญญาณทางแนวตั้งมีค่าสูง ซึ่งขณะเดียวกัน ICU MONITORก็จะมีการกวาดภาพจากซ้ายไปขวา เพียง 4 ครั้งต่อ 1 ภาพ(เนื่องจาก ICU MONITOR นี้ใช้กับสัญญาณไฟฟ้าหัวใจจากผู้ป่วย 4 คน) ดังนั้นความถี่ของสัญญาณทางแนวนอนจะมีค่าต่ำซึ่งจะมีค่าประมาณ 200 Hz

ดังนั้นในการที่จะดัดแปลงจอภาพโทรทัศน์ให้ทำงานเป็น ICU MONITOR จะต้องหมุน DEFLECTION YOKE เป็นมุม 90 องศา ซึ่งจะมีผลให้ภาพหมุนจากเดิมไป 90 องศาด้วย นั่นคือให้ HORIZONTAL DEFLECTION YOKE เดิมมาใช้งานที่ความถี่สูงคือเป็น VERTICAL DEFLECTION YOKE ใน ICU MONITOR และให้ VERTICAL DEFLECTION YOKE มาใช้งานที่ความถี่ต่ำคือเป็น HORIZONTAL DEFLECTION YOKE ใน ICU MONITOR ในการแสดงสัญญาณออกทางจอภาพก็จะนำสัญญาณที่จะปรากฏบนจอซึ่งก็คือสัญญาณไฟฟ้าหัวใจและสัญญาณ RASTER ที่ขึ้นอยู่บนระดับศักดาไฟฟ้าที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ป้อนเข้าขดลวดหักเหทางแนวตั้ง และนำสัญญาณ SAW-TOOTH ความถี่ 200 Hz ป้อนเข้าขดลวดหักเหทางแนวนอน และนำสัญญาณพัลส์ที่มีความถี่เท่ากับความถี่ของสัญญาณ SAW-TOOTH ป้อนเข้าที่วงจรขยายสัญญาณภาพเข้าที่ CATHODE ต่อไป ซึ่งเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการแสดงภาพแบบ OSCILLOSCOPE นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 รูปแบบของสัญญาณต่างๆ

ในการแสดงผลออกทางจอภาพนั้นจะต้องประกอบด้วยสัญญาณต่างๆ ที่ป้อนเข้าทางส่วนแสดงผลดังนี้

ก. สัญญาณที่ป้อนเข้าวงจรขยายสัญญาณภาพ

สัญญาณที่ป้อนเข้าวงจรขยายสัญญาณภาพจะมีลักษณะเป็นพัลส์ซึ่งแยกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนหนึ่งจะทำให้ภาพมืดในช่วงสบัดกลับ อีกส่วนหนึ่งคือส่วนที่ทำให้ภาพสว่างในช่วงเทรซ ซึ่งในช่วงเทรซนี้จะประกอบด้วยข้อมูลจาก EPROM เพื่อแสดงเป็นตัวเลขแสดงช่องสัญญาณ และแสดงความถี่ของสัญญาณหัวใจซึ่งเป็นสัญญาณที่มีความถี่ 4 MHz

ข. สัญญาณที่ป้อนเข้าวงจรขับขดลวดหักเหทางแนวตั้ง

สัญญาณที่ป้อนเข้าวงจรขับขดลวดหักเหทางแนวตั้งจะแยกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นขั้นบันได (STAIRCASE) ซึ่งเป็นระดับศักดาไฟฟ้าที่แตกต่างกัน 4 ระดับ มีค่า -2.5 ถึง +2.5 โวลท์ กับส่วนที่เป็นสัญญาณที่ปรากฏบนจอภาพซึ่งในแต่ละ 1 ช่องสัญญาณจะประกอบด้วยสัญญาณต่างๆ ดังนี้

1. ช่วงสัญญาณ RASTER เป็นส่วนที่แสดงหมายเลขของแต่ละช่องสัญญาณ ซึ่งสัญญาณ RASTER นี้มีลักษณะเป็นสัญญาณ SAW-TOOTH ที่มี RISE TIME และ FALL TIME อย่างละ 8 us นั่นคือ สัญญาณนี้จะมีความถี่ 62.5 kHz

2. ช่วงสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ

3. ช่วงสัญญาณ RASTER เป็นส่วนที่แสดงอัตราการเต้นของหัวใจมีลักษณะเช่นเดียวกับข้อ 1

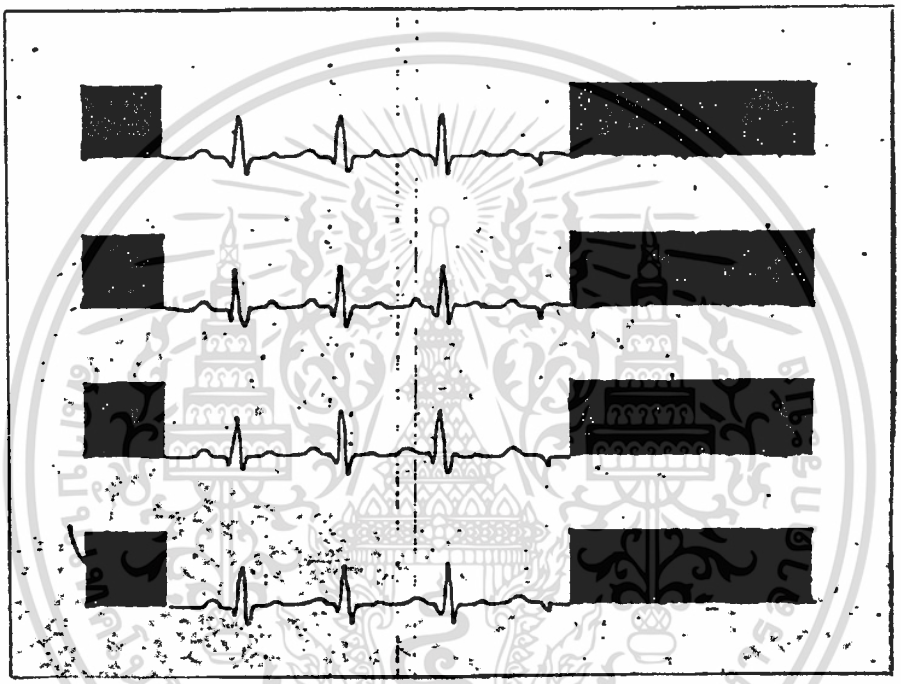
ค. สัญญาณที่ป้อนเข้าวงจรขับขดลวดหักเหทางแนวนอน

สัญญาณที่ป้อนเข้าวงจรขับขดลวดหักเหทางแนวนอนจะเป็นสัญญาณ SAW-TOOTHความถี่ 200 Hz โดยมีช่วงเวลาในการเทรซ 4200 uS และมีช่วงเวลาในการสบัดกลับ 640 uS

จากสัญญาณทั้งหมดนี้จะทำให้ได้สัญญาณที่ปรากฏบนจอภาพเป็นดังรูปที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

028788



รูปที่ 4 รูปแสดงตัวอย่างสัญญาณไฟฟ้าหัวใจของคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 หลักการของวงจรขับขดลวดหักเห

ลักษณะของวงจรขับขดลวดหักเหทั้งทางด้านแนวนอนและแนวตั้งจะมีลักษณะที่เป็นวงจรขยายกำลังที่มี OUTPUT IMPEDANCE สูง คือเป็นวงจรที่มีลักษณะเป็นวงจรจ่ายกระแสไฟฟ้า โดยลักษณะของวงจรขับขดลวดหักเหทางแนวตั้งและทางแนวนอนจะมีความแตกต่างกันในบางส่วนซึ่งอธิบายได้ดังนี้

เนื่องจากทางด้านแนวนอนสัญญาณที่เป็นอินพุทของวงจรขยายกำลัง (POWER AMPLIFIER) เป็นสัญญาณ SAW-TOOTH ความถี่ 200 Hz ดังนั้นลักษณะของวงจรขยายกำลังทางแนวนอนจะเป็นวงจรขยายกำลังที่ตอบสนองสัญญาณความถี่ต่ำได้ดี และเนื่องจากลักษณะของขดลวดหักเหทางแนวนอนนี้ไม่ต้องการกระแสไฟฟ้าที่สูงมากในการทำให้สัญญาณ SCAN เต็มจอภาพจึงไม่มีลักษณะพิเศษอื่นๆ

สำหรับทางด้านแนวตั้งนั้นสัญญาณที่เป็นอินพุทของวงจรขยายกำลังจะเป็นสัญญาณที่ขึ้นอยู่บนระดับศักดาไฟฟ้าที่แตกต่างกัน 4 ระดับ (เนื่องจาก ICU MONITOR จะแสดงสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ 4 ช่องสัญญาณ) ดังนั้นวงจรขยายกำลังทางด้านแนวตั้งจะต้องเป็นวงจรขยายกำลังที่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้สูง ในช่วงแรกของการทำวิจัยเครื่อง ICU MONITOR นั้นจะใช้สัญญาณ RASTER เต็มจอภาพเหมือนกับลักษณะของโทรทัศน์ แต่จะเป็นในแนวตั้งแทนที่จะเป็นการทำ RASTER ในแนวนอน นั่นคือสัญญาณ RASTER จะมีขนาดตั้งแต่บนสุดของจอภาพถึงต่ำสุดของจอภาพ ซึ่งจะทำให้วงจรขยายกำลังทางแนวตั้งต้องขยายสัญญาณที่ทำให้เกิด RASTER เต็มจอภาพนั่นคือเอาท์พุทของวงจรขยายจะต้องสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่ากระแสไฟฟ้าจากค่าสูงสุดถึงต่ำสุดของจอภาพ ซึ่งเมื่อพิจารณาจากสูตรค่าศักดาไฟฟ้าที่เกิดที่ขดลวดเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้า

$$V = L*(di/dt)$$

จากสูตรจะเห็นได้ว่าค่าศักดาไฟฟ้าที่เกิดที่ขดลวดหักเหจะสูงเมื่ออัตราการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้า (di/dt) มีค่าสูงซึ่งจะทำให้ SUPPLY VOLTAGE ที่จ่ายให้กับวงจรขยายกำลังจะต้องมีค่าสูงด้วย

แต่ในช่วงหลังของการทำวิจัยได้เปลี่ยนแปลงจากการที่จะทำ RASTER เต็มจอภาพเป็นประมาณ 1/5 ของจอภาพเท่านั้น คือทำ RASTER เฉพาะส่วนที่ปรากฏเป็นสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของแต่ละช่องเท่านั้น ซึ่งจะทำให้ค่าของกระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลง (di/dt) ที่เอาท์พุทของวงจรขยายกำลังมีค่าน้อยลงนั่นคือจะทำให้ศักดาไฟฟ้าที่คร่อมขดลวดหักเหและ SUPPLY VOLTAGE มีค่าลดลงทำให้ และได้ทำการแยกวงจรขยายกำลังทางแนวตั้งเป็น 2 ส่วน โดยแยกเป็นวงจรขยายกำลังไฟตรง (DC POWER AMPLIFIER) และ วงจรขยายกำลังไฟสลับ (AC POWER AMPLIFIER) ซึ่งวงจรขยายกำลังไฟสลับจะจ่ายกระแสไฟฟ้าในส่วนที่เป็นสัญญาณที่ยิ่งมาบนระดับศักดาไฟฟ้าเท่านั้น ส่วนวงจรขยายกำลังไฟตรงจะจ่ายกระแสไฟฟ้าในส่วนที่เป็นระดับไฟฟ้าที่แตกต่างกัน 4 ระดับ

การที่จะแยกวงจรขยายกำลังออกเป็น 2 ส่วนแล้วนำมา DRIVE ที่ LOAD เดียวกันนั้นใช้ข้อสมมุติฐานที่ว่าการนำ CURRENT SOURCE ที่มี OUTPUT IMPEDANCE สูงๆเมื่อนำมาจ่ายกระแสไฟฟ้าร่วมกันซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 5 ก็จะทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน LOAD เป็นผลรวมของกระแสไฟฟ้าจาก CURRENT SOURCE ทั้ง 2 ตัว โดยเราสามารถกันวงจรขยายกำลังไฟสลับไม่ให้ไป LOAD กระแสไฟฟ้าจากวงจรขยายกำลังไฟตรงโดยการต่อ C COUPLING ที่เอาท์พุทของวงจรขยายกำลังไฟสลับ และจุดที่สำคัญในการแยกวงจรขยายกำลังออกเป็น 2 ส่วนคือจะต้องทำให้ OUTPUT IMPEDANCE ของวงจรขยายกำลังไฟตรงและ OUTPUT IMPEDANCE ของวงจรขยายกำลังไฟสลับมีค่าสูงๆ ซึ่งในโครงงานนี้ใช้วงจร BIDIRECTIONAL OUTPUT VCCS เป็นวงจรขยายกำลังไฟตรงเนื่องจากเป็นวงจรแปลงค่าศักดาไฟฟ้าเป็นกระแสไฟฟ้า (VOLTAGE TO CURRENT CONVERTER หรือ VCCS) ที่ OUTPUT IMPEDANCE มีค่าสูงมาก

ข้อดีของการแยกวงจรขยายกำลังออกเป็น 2 ส่วนนั้นยังมีข้อดีคือ ทำให้ DISSIPATION ที่เกิดที่ POWER TRANSISTOR มีค่าลดลงอีกด้วย ทั้งนี้เพราะมีการแยกการทำงานของ POWER TRANSISTOR เมื่อ DISSIPATION ของ TRANSISTOR ลดลงก็จะทำให้ขนาด HEAT SINK เล็กลงทำให้ขนาดของเครื่อง ICU MONITOR มีขนาดเล็กลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

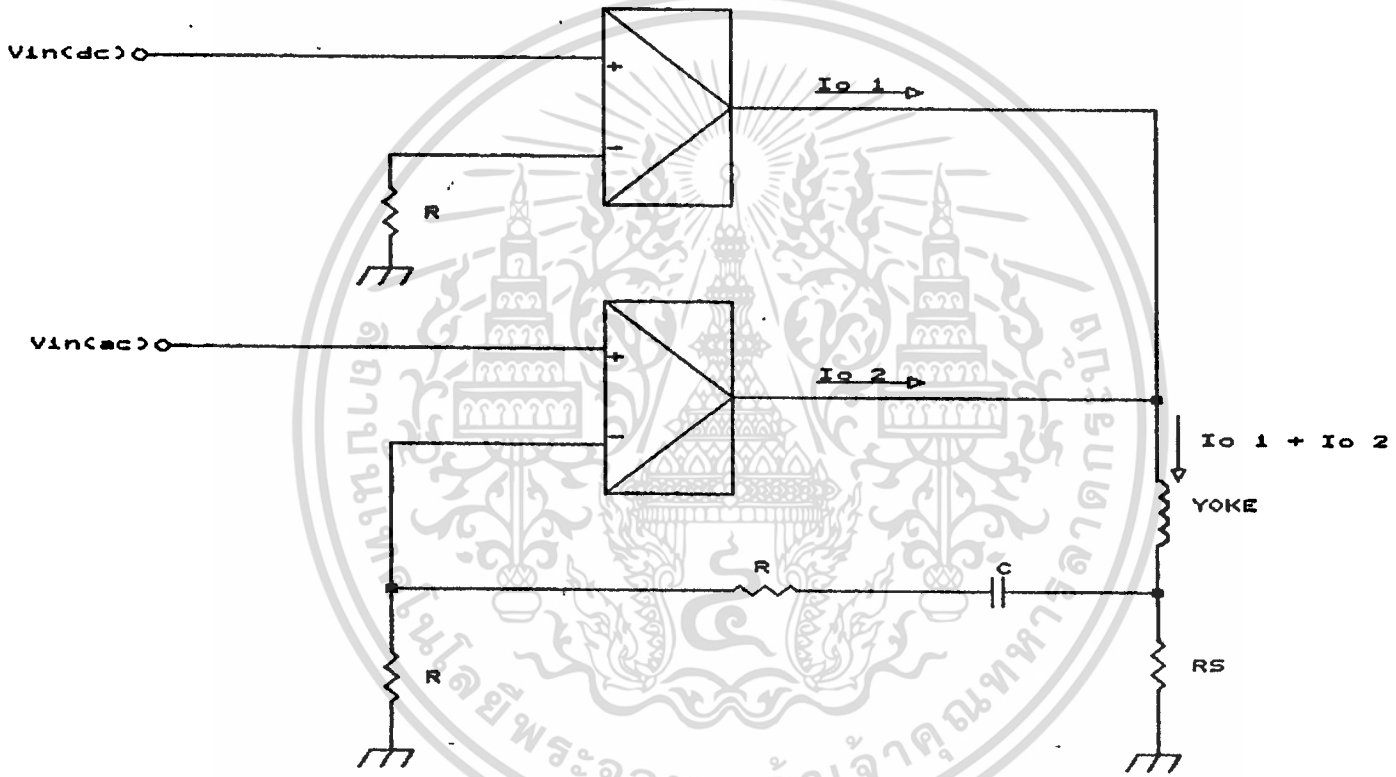
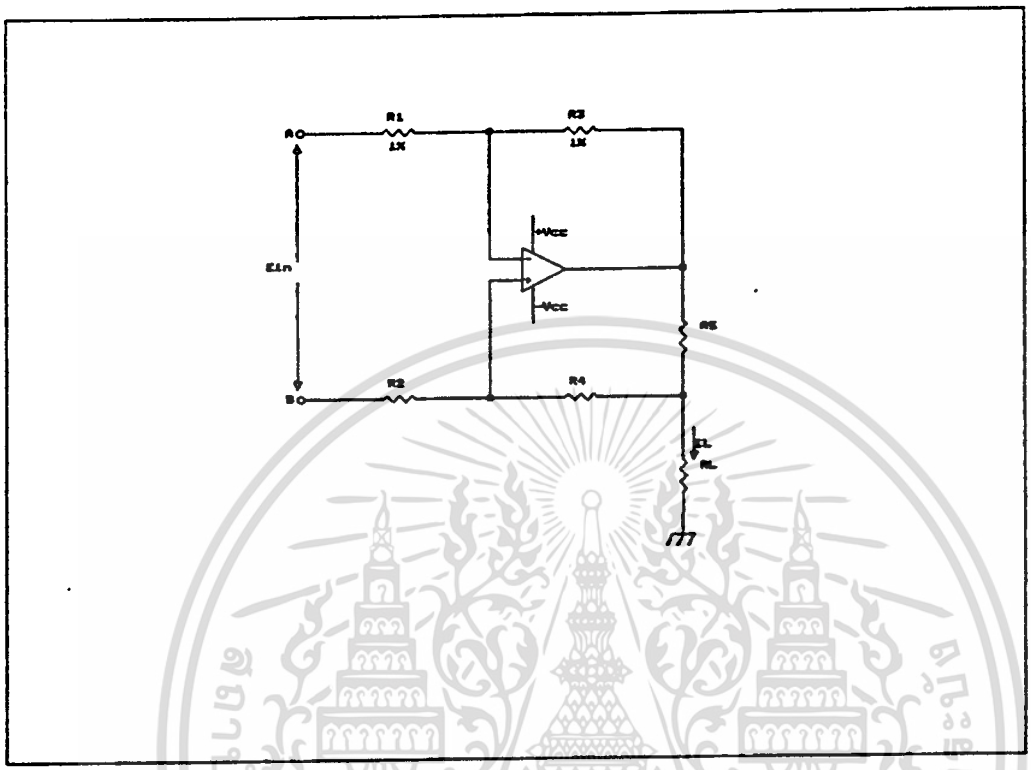


Fig.5 VERTICAL DEFLECTION YOKE DRIVE CCT.

2.4 หลักการของวงจร BIDIRECTIONAL OUTPUT VCCS



วงจร BIDIRECTIONAL-OUTPUT VCCS (VOLTAGE CONTROL CURRENT SOURCE) นี้เป็นวงจรจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ใช้ศักดาไฟฟ้ามาควบคุมกระแสไฟฟ้าที่จ่ายสู่โหลด (OUTPUT CURRENT) ซึ่ง OUTPUT CURRENT นี้เป็นได้ทั้ง CURRENT SINK และ CURRENT SOURCE โดยที่ขณะที่ E_{in} ซึ่งก็คือ $E_A - E_B$ มีค่าเป็นบวก OUTPUT CURRENT จะเป็น CURRENT SINK และเมื่อ E_{in} มีค่าเป็นลบ OUTPUT CURENT จะเป็น CURRENT SOURCE ซึ่งวงจรนี้ใช้การป้อนกลับทั้งทางลบและทางบวก (NEGATIVE AND POSITIVE FEEDBACK) ในการ SENSE ศักดาไฟฟ้าที่คร่อม R_S กล่าวคือ เมื่อศักดาไฟฟ้าที่คร่อม R_S มีค่าคงที่ก็จะทำให้ OUTPUT CURRENT มีค่าคงที่ด้วยซึ่งค่า OUTPUT CURRENT นี้จะไม่ขึ้นกับค่าของ R_L โดยที่ค่า OUTPUT CURRENT จะมีค่า

$$I_L = (E_{in}/R_S)*(R_3/R_1)$$

ในวงจร BIDIRECTIONAL-OUTPUT VCCS นี้จะมีข้อกำหนดต่างๆดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ค่า R_1+R_3 จะต้องมีค่ามากกว่ามากเมื่อเทียบกับค่า R_5 (อย่างน้อย 100 เท่า)

2. ค่า R_1+R_3 จะต้องมีค่าเท่ากับค่า $R_2+R_4+R_5$ นั่นคือ $R_1=R_2$ และ $R_3=R_4+R_5$

3. ค่าความคลาดเคลื่อนของ R จะต้องมีค่าน้อยเพื่อให้ OUTPUT IMPEDANCE มีค่าสูงซึ่งค่า OUTPUT IMPEDANCE คำนวณได้จากสูตร

$$R_o = R_5 * (R / \Delta R)$$

โดยที่

R : ค่าความต้านทานของ R_1 ถึง R_4

ΔR: ค่าความคลาดเคลื่อนจากค่าอุดมคติ

ซึ่งจากสูตรการหาค่า OUTPUT IMPEDANCE จะเห็นว่าค่า OUTPUT IMPEDANCE ของวงจร BIDIRECTIONAL OUTPUT VCCS นั้นมีค่าที่สูงมากโดยเฉพาะเมื่อตัวความต้านทานมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยๆ ในกรณีที่กระแสไฟฟ้าเอาท์พุทมีค่าเกินกว่าที่ออปแอมป์เพียงลำพังจะจ่ายได้ เราสามารถนำทรานซิสเตอร์มาช่วยขับกระแสไฟฟ้าได้ หรืออาจใช้ DARLINGTON TRANSISTOR ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 หลักการของวงจร TL 494

TL 494 เป็นวงจรควบคุม PULSE WIDTH MODULATION โดยความถี่ไม่เปลี่ยนแปลงซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญใน SWITCHING POWER SUPPLY ภายในจะมีวงจรกำเนิดสัญญาณ SAW TOOTH โดยสามารถเลือกค่าความถี่ของสัญญาณได้จากค่า R_T และ C_T ที่ต่อจากภายนอกโดยค่าความถี่ของสัญญาณ SAW TOOTH จะเท่ากับ

$$F_{osc} = 1.1 / (R_t * C_t)$$

ซึ่ง BLOCK DIAGRAM ของ TL 494 แสดงได้ดังรูปที่ 6 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

ความกว้างของสัญญาณพัลส์เอาท์พุทของ TL 494 จะถูกกำหนดโดยการเปรียบเทียบขนาดของสัญญาณ SAW TOOTH ด้านบวกกับสัญญาณควบคุม 2 สัญญาณ ได้แก่ สัญญาณ FEEDBACK / P.W.M. COMPARATOR INPUT และสัญญาณ DEAD-TIME CONTROL โดยเมื่อใดที่ขนาดของสัญญาณ SAW TOOTH มีค่ามากกว่าขนาดของสัญญาณควบคุม 2 สัญญาณนี้แล้วก็จะทำให้มีสัญญาณเอาท์พุทเกิดขึ้นคือ ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำงาน (ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q2 จะสลับช่วงการทำงานกัน) ซึ่งการเพิ่มขนาดของสัญญาณควบคุม 2 สัญญาณนี้จะทำให้เกิดการลดลงของความกว้างของสัญญาณพัลส์เอาท์พุทอย่าง LINEAR

สัญญาณควบคุม 2 สัญญาณนี้เป็นสัญญาณที่ป้อนจากภายนอกโดยสามารถป้อนเข้าทางขา DEADTIME CONTROL (ขา 4) , ขา ERROR AMPLIFER INPUT (ขา 1,2,15,16) หรือ ขา FEEDBACK INPUT (ขา 3) เนื่องจาก DEAD TIME CONTROL COMPARATOR มีค่าออฟเซ็ทประมาณ 120 mV ซึ่งจะทำให้ค่าสูงสุดของ DUTY CYCLE ของสัญญาณเอาท์พุทมีค่าไม่ถึง 100 เปอร์เซนต์ คือจะมีค่าประมาณ 96 เปอร์เซนต์เมื่อขา OUTPUT CONTROL (ขา 13) ต่อกับกราวน์ และเป็น 48 เปอร์เซนต์เมื่อขา OUTPUT CONTROL ต่อกับ REFERENCE LINE (Vref) นอกจากนี้ค่า DEAD TIME ของสัญญาณเอาท์พุทของ TL 494 อาจถูกควบคุมด้วยสัญญาณอินพุทที่ป้อนที่ขา DEAD TIME CONTROL โดยตั้งค่าศักดาไฟฟ้าที่ป้อนเข้าที่ขานี้ให้มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 3.5 VOLT

เอาท์พุทของ PWM COMPARATOR จะเป็นค่าเฉลี่ยของเอาท์พุทของ ERROR AMPLIFIER ซึ่งค่าศักดาไฟฟ้าที่จุดนี้จะมีผลต่อค่าความกว้างของพัลส์เอาท์พุท ซึ่งการ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

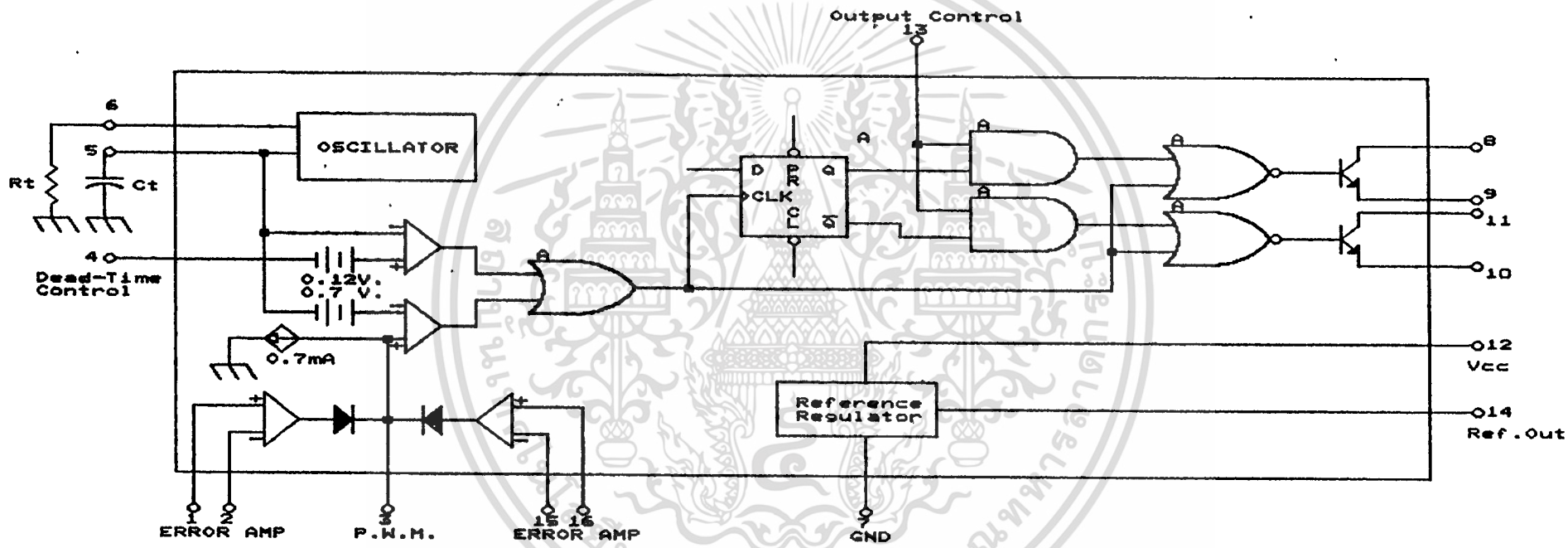


Fig.6 BLOCK DIAGRAM TL494

ปรับค่าเวลา ON TIME จากค่าสูงสุดถึงศูนย์ทำได้โดยปรับค่าศักดาไฟฟ้าที่ขา FEEDBACK INPUT ให้มีค่าจาก 0.5 ถึง 3.5 โวลท์ โดยที่ ERROR AMPLIFIER 2 ตัว นี้สามารถ SENSE เอาท์พุทได้ทั้งศักดาไฟฟ้าเอาท์พุทและกระแสไฟฟ้าเอาท์พุท วงจร TL 494 นี้สามารถทำงานได้ 2 ลักษณะคือ

1. PUSH-PULL MODE

เป็นลักษณะการทำงานที่ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q2 สลับกันทำงานซึ่งจะให้ค่า DUTY CYCLE สูงสุดของสัญญาณเอาท์พุทมีค่าประมาณ 50 เปอร์เซนต์ และความถี่ของสัญญาณเอาท์พุทจะเป็นครึ่งหนึ่งของความถี่ของสัญญาณ SAW TOOTH นั่นคือสัญญาณเอาท์พุทจะมีความถี่เท่ากับ

$$F_o = 1.1 /(2*R_t*C_t)$$

ซึ่งทำได้โดยการต่อขา OUTPUT CONTROL (ขา13) เข้าที่ V_{ref}

2. SINGLE-END MODE

เป็นลักษณะการทำงานที่ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q2 แยกกันทำงานคือ จะเอาสัญญาณเอาท์พุทออกจากทรานซิสเตอร์ตัวใดก็ได้ แต่ลักษณะของสัญญาณเอาท์พุทที่ได้จะกลับเฟสกัน ค่าความถี่ของสัญญาณเอาท์พุทจะเท่ากับความถี่ของสัญญาณ SAW TOOTH นั่นคือสัญญาณเอาท์พุทจะมีความถี่เท่ากับ

$$F_o = 1.1 / (R_t*C_t)$$

ซึ่งค่า DUTY CYCLE สูงสุดของสัญญาณจะมีค่าประมาณ 50 เปอร์เซนต์ ซึ่งทำได้โดยการต่อขา OUTPUT CONTROL ลงกราวน์ ในลักษณะการทำงานแบบ SINGLE-END นี้สามารถเพิ่มปริมาณกระแสไฟฟ้าที่จ่ายได้และสามารถเพิ่มค่าสูงสุดของ DUTY CYCLE เป็นประมาณ 90 เปอร์เซนต์ได้โดยการนำทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q2 มาต่อขนานกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

คุณสมบัติและการออกแบบส่วนแสดงผล ICU MONITOR

3.1 คุณสมบัติของส่วนแสดงผลของ ICU MONITOR

3.1.1 คุณสมบัติของขาต่างๆของหลอดภาพโทรทัศน์

ขาของหลอดภาพมีหน้าที่ต่างๆกันแสดงได้ดังรูปที่ 7 ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

ขา 1 เป็น ขา GRID ที่ 1 เป็นขาที่ใช้ปรับ BRIGHTNESS ซึ่งมีระดับศักดาไฟฟ้าประมาณ 0 ถึง 30 โวลท์

ขา 2 เป็น ขา CATHODE ซึ่งมีระดับศักดาไฟฟ้าประมาณ 98 โวลท์

ขา 3 เป็น ขา GROUND

ขา 4 เป็น ขา ไส้หลอด มีระดับศักดาไฟฟ้าประมาณ 8.8 โวลท์และมีกระแสไฟฟ้าผ่าน 64 mA

ขา 5 เป็น ขา GRID ที่ 1 เช่นเดียวกับขา 1

ขา 6 เป็น ขา GRID ที่ 2 มีระดับศักดาไฟฟ้าประมาณ 480 โวลท์

ขา 7 เป็น ขา GRID ที่ 3 เป็นขาที่ใช้ปรับ FOCUS ซึ่งมีระดับศักดาไฟฟ้าประมาณ 0 ถึง 420 โวลท์

3.1.2 คุณสมบัติของขดลวดหักเห

จากผลการทดลองวัดค่าคุณสมบัติต่างๆของขดลวดหักเห (DEFLECTION YOKE) ได้ผลดังนี้

1. ขดลวดหักเหทางแนวนอน (HORIZONTAL DEFLECTION YOKE)

-ใช้กระแสไฟฟ้าประมาณ 6 A_{pp} ในการทำให้การสแกนของลำอิเล็กตรอนเต็มจอภาพทางแนวนอน

-ค่า INDUCTANCE ของขดลวดเท่ากับ 62 uH

-ค่า RESISTANCE ของขดลวดเท่ากับ 0.3 ohm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

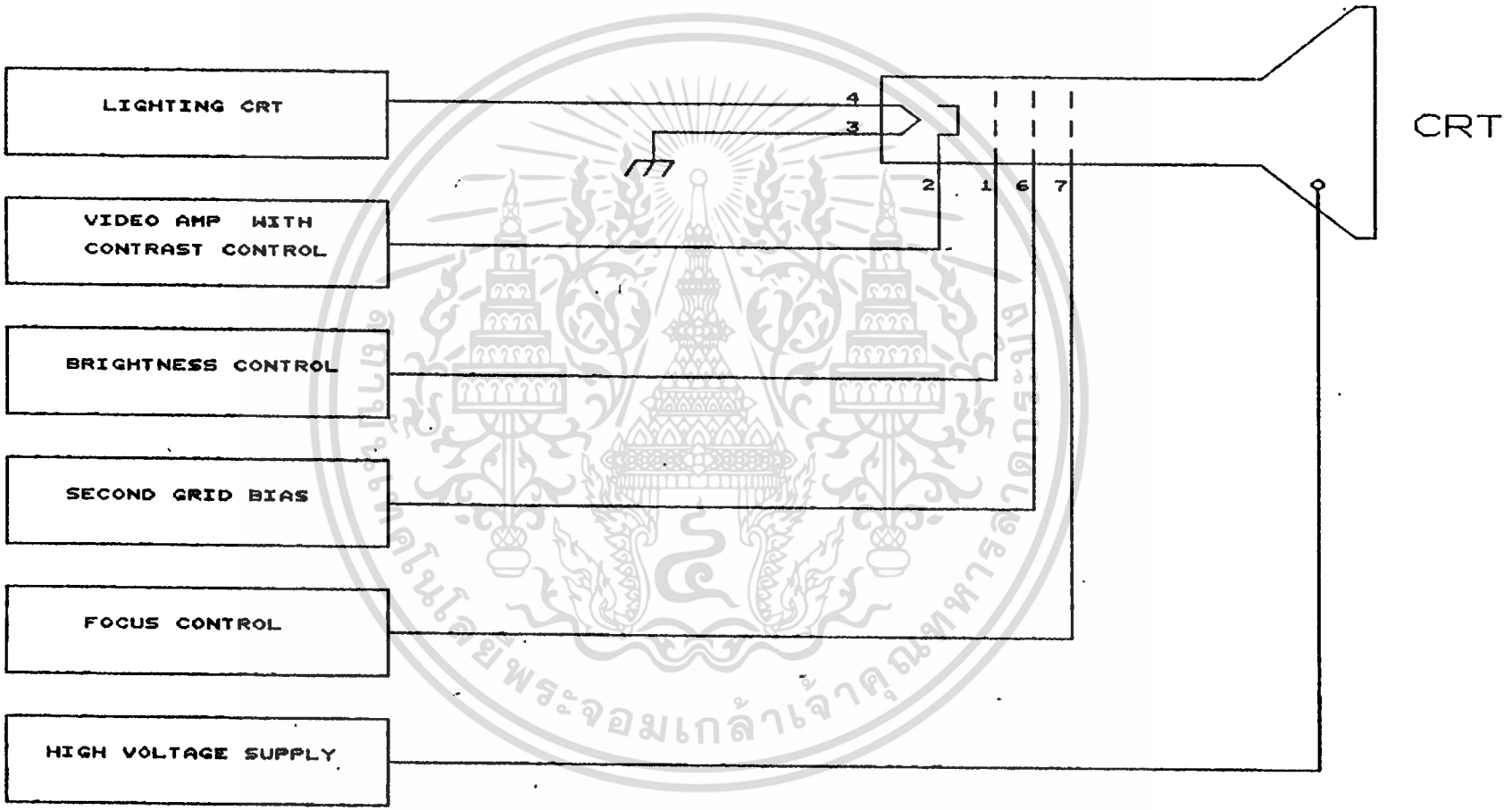


Fig.7 CRT DRIVE CIRCUIT

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ขดลวดหักเหทางแนวตั้ง (VERTICAL DEFLECTION YOKE)

-ใช้กระแสไฟฟ้าประมาณ 1.3 A_{pp} ในการทำให้การสแกนของลำอิเล็กตรอนเต็มจอภาพทางแนวตั้ง

-ค่า INDUCTANCE ของขดลวดเท่ากับ 6.8 uH

-ค่า RESISTANCE ของขดลวดเท่ากับ 4 ohm

ซึ่งในที่นี้เป็นข้อมูลขณะที่ยังไม่หมุนขดลวดหักเหไป 90 องศา คือยังไม่เปลี่ยนหน้าที่ของขดลวดหักเหนั่นเอง จากข้อมูลที่ได้จะพบว่าขดลวดหักเหทางแนวนอนถูกออกแบบให้ใช้งานที่สัญญาณความถี่สูง ส่วนขดลวดหักเหทางแนวตั้งถูกออกแบบให้ใช้งานที่สัญญาณความถี่ต่ำนี่จึงเป็นเหตุผลในการสลับหน้าที่ขของขดลวดหักเหเมื่อใช้ใน ICU MONITOR

จากผลการทดลองคุณสมบัติของ DEFLECTION YOKE จากลักษณะของ ICU MONITOR จากการดัดแปลงจอภาพโทรทัศน์ให้ใช้งานแบบ OSCILLOSCOPE และจากการทดลองจริง สามารถสรุปลักษณะของสัญญาณเอาท์พุทของวงจรขยายกำลังที่ต้องจ่ายแก่ขดลวดหักเหเป็นดังนี้

1. ทางด้าน HORIZONTAL

- กระแสไฟฟ้า 1.5 A_{pp} ก็จะสามารถทำให้เกิดการสแกนของลำอิเล็กตรอนเต็มหลอดภาพทางแนวนอนได้ ซึ่งจากการทดลองใช้กระแสไฟฟ้าในลักษณะที่เป็นรูปสามเหลี่ยมความถี่ 200 Hz ป้อนเข้าไปใน HORIZONTAL DEFLECTION YOKE (หมายถึง VERTICAL DEFLECTION YOKE ของโทรทัศน์) ซึ่งเป็นสัญญาณที่มีความถี่เท่ากันกับที่ใช้งานจริงแต่จะต่างกันที่ลักษณะของสัญญาณเท่านั้น

2. ทางด้าน VERTICAL

- กระแสไฟฟ้าตรงตั้งแต่ -2 A ถึง +2 A ก็จะสามารถทำให้เกิดระดับของสัญญาณตามต้องการได้

- กระแสไฟฟ้าประมาณ 0.8 A_{pp} ก็จะสามารถทำให้เกิดสัญญาณขนาดตามต้องการได้ซึ่งจากการทดลองใช้กระแสไฟฟ้าในลักษณะ ที่เป็นรูปสามเหลี่ยมความถี่ 62.8 kHz ซึ่งเป็นความถี่ของสัญญาณที่สูงที่สุดในแต่ละ 1 ช่องสัญญาณ ป้อนเข้าไปใน VERTICAL DEFLECTION YOKE (หมายถึง HORIZONTAL DEFLECTION YOKE ของจอภาพโทรทัศน์) ซึ่งเป็นลักษณะของสัญญาณที่ใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบส่วนไบอัสหลอดภาพ

3.2.1 ส่วนกำเนิด PULSE ; TL 494

ส่วนควบคุม SWITCHING POWER SUPPLY ซึ่งใช้เป็นไฟเลี้ยงสำหรับวงจรต่างๆ ในส่วนไบอัสหลอดภาพนั้นจะใช้ตัวควบคุม PULSE WIDTH MODULATION โดย TL 494 ในโครงงานรุ่นก่อนๆนั้นจะใช้ IC 555 เป็นตัวกำเนิดสัญญาณพัลส์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของทรานซิสเตอร์ซึ่งทำให้เสถียรภาพและการทำงานของวงจรต่างๆในส่วนไบอัสหลอดภาพไม่ดีโดยสามารถอธิบายได้ดังนี้

ในขณะที่วงจรในส่วนไบอัสหลอดภาพโหลดกระแสไฟฟ้ามากขึ้นนั้นจะทำให้ POWER SUPPLY ต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นซึ่งการจ่ายกระแสไฟฟ้าของ SWITCHING POWER SUPPLY จะเพิ่มขึ้นได้ก็ต่อเมื่อความกว้างของสัญญาณพัลส์ (DUTY CYCLE) ที่ควบคุมการทำงานของทรานซิสเตอร์ที่ขับกระแสไฟฟ้าสู่ทรานส์ฟอร์มเมอร์มีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งจากลักษณะของ IC 555 ความถี่ของสัญญาณพัลส์ที่กำเนิดจะขึ้นกับค่าของความกว้างของสัญญาณพัลส์ (DUTY CYCLE) ด้วย นั่นคือเมื่อต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าเอาท์พุทเพิ่มขึ้นซึ่งทำให้ความกว้างของสัญญาณพัลส์มีค่าเพิ่มขึ้นด้วยนั้นจะทำให้ความถี่ของสัญญาณมีค่าเปลี่ยนไป ผลจากการที่ค่าความถี่ของสัญญาณพัลส์ที่ควบคุมการทำงานของทรานซิสเตอร์เปลี่ยนแปลงจะทำให้ ค่าศักดาไฟฟ้าเอาท์พุทซึ่งเป็นไฟเลี้ยงแก่วงจรต่างๆเกิดการเปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งจะทำให้เสถียรภาพและการทำงานของวงจรต่างๆในส่วนไบอัสหลอดภาพผิดไป

แต่คุณสมบัติของ TL 494 นั้นค่าความถี่ของสัญญาณพัลส์ที่กำเนิดจะไม่ขึ้นกับความกว้างของสัญญาณพัลส์ (DUTY CYCLE) นั่นคือ TL 494 สามารถเพิ่มความกว้างของสัญญาณพัลส์ได้โดยที่ความถี่ของสัญญาณไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อ POWER SUPPLY ต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าเอาท์พุทมากขึ้น ซึ่งจะทำให้ค่าศักดาไฟฟ้าเอาท์พุทมีค่าคงที่แม้ว่าจะต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น และทำให้การทำงานของวงจรต่างๆในส่วนไบอัสหลอดภาพเป็นไปอย่างถูกต้อง

ในโครงงานนี้ใช้โหมดการทำงาน TL 494 เป็นโหมด SINGLE END แบบที่ใช้ OUTPUT TRANSISTOR 2 ตัวขนานกัน โดยนำสัญญาณออกจากขา EMITTER ของ OUTPUT TRANSISTOR ใน TL 494 (ขา 9 และ 10) เพื่อประโยชน์ด้านการสวิทช์และได้ออกแบบให้ความถี่ของสัญญาณพัลส์เอาท์พุทเป็น 15 kHz ซึ่งเป็นความถี่ในการใช้งานของ FLYBACK โดยในโครงงานนี้ได้เลือกใช้ค่า C_T และ R_T เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 nF และ 68 kohm ตามลำดับ และใช้ POWER TRANSISTOR เบอร์ 2SC3507 โดยมี SWITCHING DIODE เบอร์ MR854 เป็นตัวป้องกันกระแสไฟฟ้าไหลกลับซึ่งเป็นการป้องกันความเสียหายที่ POWER TRANSISTOR วงจรในส่วนกำเนิดสัญญาณพัลส์นี้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 8

3.2.2 ส่วนไบอัสหลอดภาพ

จากคุณสมบัติของขาต่างๆของหลอดภาพทำให้เรารู้ค่าศักดาไฟฟ้าที่ขาต่างๆของหลอดภาพต้องการ ซึ่งทำให้สามารถออกแบบวงจรไบอัสหลอดภาพได้ดังรูปที่ 9 ซึ่งสามารถอธิบายการออกแบบและการทำงานของวงจรได้ดังนี้

1. วงจรขยายสัญญาณภาพ (VIDEO AMPLIFIER)

วงจรขยายสัญญาณภาพนี้จะเป็นส่วนที่ทำให้ขนาดของสัญญาณเพียงพอที่จะขับหลอดภาพโดยใช้ไฟเลี้ยงจากขา 5 ของ FLYBACK โดยเอาท์พุทที่ได้จะมีลักษณะเป็นสัญญาณพัลส์ที่อยู่บนระดับศักดาไฟฟ้าตรง 95 โวลท์ ซึ่งเอาท์พุทของวงจรขยายสัญญาณภาพนี้จะป้อนเข้าขา CATHODE (ขา 2) ของหลอดภาพ ซึ่งลักษณะของวงจรขยายสัญญาณภาพที่ออกแบบในโครงงานนี้จะเป็นดังนี้

1.1 เป็นวงจร COMMON EMITTER ที่สามารถปรับอัตราการขยายได้ซึ่งก็คือการปรับค่าความแตกต่างของสัญญาณภาพ (CONTRAST CONTROL)

1.2 COLLECTOR CURRENT (I_c) มีค่าประมาณ 11 mA

1.3 ระดับศักดาไฟฟ้าที่ขา COLLECTOR มีค่าประมาณ 100 Volt

1.4 อัตราขยาย (GAIN) ปรับได้ตั้งแต่ 7 ถึง 90 V/V

2. วงจรปรับความสว่างของภาพ (BRIGHTNESS CONTROL)

วงจรปรับความสว่างของภาพนี้เป็นการปรับความเร็วของอิเล็กตรอนที่ชนจอภาพ มีลักษณะของวงจรเป็น VOLTAGE DIVIDER โดยใช้ไฟเลี้ยงจากขา 5 จาก FLYBACK ซึ่งจะต้องเลือกค่าของตัวความต้านทานที่ใช้ในการ DIVIDER (ตัวความต้านทาน R_e และตัวความต้านทานปรับค่าได้ VR_2) ให้มีค่าสูงๆ เพื่อให้กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในวงจรมีค่าต่ำๆและให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าขาหลอดภาพมีค่าน้อยๆ สำหรับเอาท์พุทของส่วนปรับความสว่างของภาพนี้จะป้อนเข้าที่ขา GRID ที่ 1 (ขา 1) ของหลอดภาพ

วงจรปรับความสว่างของภาพในโครงงานนี้ สามารถปรับค่าของระดับศักดาไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

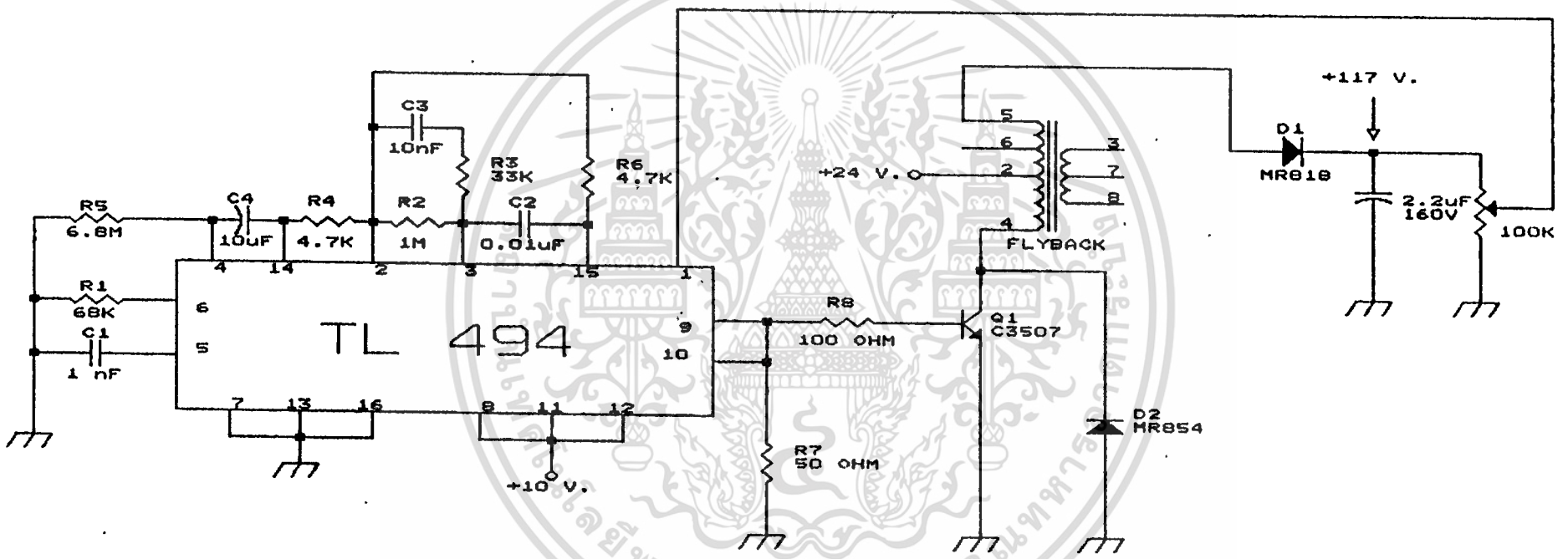


Fig.8 PULSE WIDTH MODULATION CONTROL

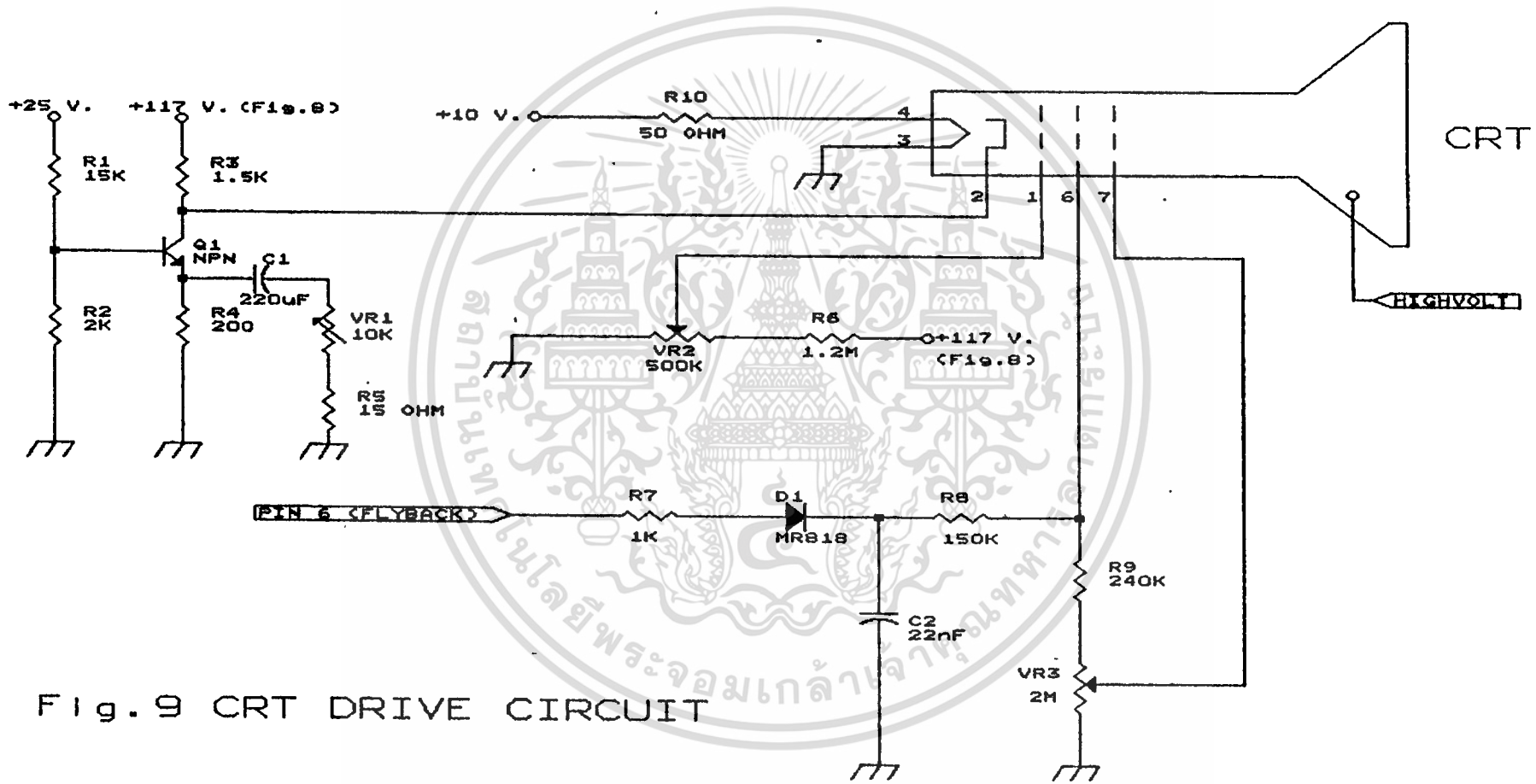


Fig.9 CRT DRIVE CIRCUIT

ฟ้าเอาท์พุทได้ตั้งแต่ 0 ถึง 30 โวลท์

3. ส่วนจ่ายศักดาไฟฟ้าแก่ GRID ที่ 2

ส่วนจ่ายศักดาไฟฟ้าแก่ GRID ที่ 2 นี้จะใช้ไฟเลี้ยงจากขา 6 ของ FLYBACK ซึ่งถูกทำให้เรียบโดย DIODE 1 MR818 และ C_2 22nF ส่วนจ่ายศักดาไฟฟ้าแก่ GRID ที่ 2 นี้จะเป็นลักษณะของ VOLTAGE DIVIDER เช่นเดียวกัน

ส่วนจ่ายศักดาไฟฟ้าแก่ GRID ที่ 2 ในโครงงานนี้ได้ออกแบบให้มีค่าศักดาไฟฟ้าประมาณ 500 โวลท์

4. วงจรปรับโฟกัส (FOCUS CONTROL)

วงจรปรับโฟกัสนี้เป็นวงจรที่ปรับความคมชัดของภาพ โดยมีลักษณะของวงจรเป็น VOLTAGE DIVIDER โดยใช้ค่าศักดาไฟฟ้าจากค่าศักดาไฟฟ้าที่จ่ายแก่ GRID ที่ 2 โดยใช้ตัวความต้านทานปรับค่าได้ VR_3 เป็นตัวปรับค่าศักดาไฟฟ้าซึ่งต้องเลือกให้มีค่าสูงๆด้วยเหตุผลเดียวกับส่วนปรับความสว่างของภาพ เอาท์พุทของวงจรนี้จะป้อนเข้าขา GRID ที่ 3 (ขา 7) ของหลอดภาพ

วงจรปรับโฟกัสในโครงงานนี้ได้ออกแบบให้สามารถปรับค่าศักดาไฟฟ้าเอาท์พุทได้ตั้งแต่ 0 ถึง 440 โวลท์

5. ส่วนจุดไส้หลอด (CRT LIGHTING)

ส่วนจุดไส้หลอดในโครงงานนี้ได้ออกแบบให้จ่ายกระแสไฟฟ้า 50 mA และจ่ายศักดาไฟฟ้า 7.5 โวลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบส่วนขับขดลวดหักเห

3.3.1 ส่วน DC POWER AMPLIFIER

วงจร DC POWER AMP. นี้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 10 วงจรส่วนนี้เป็นส่วนที่จ่ายกระแสไฟฟ้าตรงให้กับ VERTICAL DEFLECTION YOKE ของเครื่อง ICU MONITOR ซึ่งถูกควบคุมโดยสัญญาณไฟฟ้าที่อินพุทของวงจรซึ่งสัญญาณนี้จะมีลักษณะเป็น STAIRCASE 4 ระดับ วงจรที่ใช้เป็นส่วน DC POWER AMP. นี้เป็นวงจร BIDIRECTIONAL OUTPUT VCCS ซึ่งเป็นวงจร CURRENT SOURCE ที่ควบคุมกระแสไฟฟ้าเอาท์พุทโดยค่าศักดาไฟฟ้าอินพุทโดยมี TRANSISTOR Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 ช่วยในการจ่ายกระแสไฟฟ้า โดยที่วงจรนี้มี GAIN เท่ากับ 1.2 Amp / Volt ซึ่งในโครงงานนี้ได้ต่อ TRANSISTOR Q_1 กับ Q_3 และ Q_2 กับ Q_4 ในลักษณะ INVERSE DARLINGTON เพื่อประโยชน์ในการเพิ่มปริมาณกระแสไฟฟ้าที่จะจ่ายสู่ขดลวดหักเห ซึ่งการต่อ TRANSISTOR แบบ INVERSE DARLINGTON นี้ทำให้ค่าศักดาไฟฟ้าที่ขา EMITTER ของ TR Q_1 และ Q_2 จะมีค่าสูงกว่าเมื่อต่อ TRANSISTOR แบบ FORWARD DARLINGTON ซึ่งผลจากจุดนี้ทำให้สามารถออกแบบวงจร BIDIRECTIONAL OUTPUT VCCS ให้มี OUTPUT IMPEDANCE สูงขึ้นได้ โดยการเพิ่มค่าของความต้านทาน R_5 ในวงจรนี้มีตัวความต้านทาน R_{12} เพื่อทำให้วงจรมีเสถียรภาพที่ดีขึ้นเช่นเดียวกับ R_6 และ R_7 ส่วนตัวความต้านทาน R_8 และ R_9 นั้นจะทำหน้าที่กำจัด LEAKAGE CURRENT ของ TR Q_1 และ TR Q_2 ตามลำดับ โดยวงจรนี้จะสามารถจ่ายกระแสได้อยู่ในช่วง -2.0 Amp ถึง +2.0 Amp โดยประมาณ

3.3.2 ส่วน AC POWER AMPLIFIER

วงจรส่วน AC POWER AMP. นี้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 11 วงจรในส่วนนี้สามารถแยกได้ออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับ VERTICAL DEFLECTION YOKE และส่วนที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้ HORIZONTAL DEFLECTION YOKE ซึ่งในวงจรนี้ใช้ IC LM2879 ซึ่งเป็น DUAL AUDIO AMPLIFIER ภายในมีออปแอมป์ 2 ตัว ซึ่งมีลักษณะพิเศษคือสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าออปแอมป์ธรรมดา โดยที่ลักษณะในการต่อวงจรเป็นแบบ NON-INVERTING AMPLIFIER ซึ่งมี GAIN เท่ากับ 1 Amp/Volt โดยที่ทางส่วนที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับ VERTICAL DEFLECTION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

YOKE ได้ถูกออกแบบสำหรับสัญญาณความถี่สูง ในขณะที่ส่วนที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับส่วน HORIZONTAL DEFLECTION YOKE ได้ถูกออกแบบสำหรับสัญญาณความถี่ต่ำ สำหรับค่า C ที่ COUPLING อยู่ที่ OUTPUT ของวงจรที่ต่อกับขดลวดหักเหนั้นจะต้องเลือกค่าที่เหมาะสมโดยการพิจารณารูปร่างของสัญญาณเอาท์พุทว่าไม่เกิดการย้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

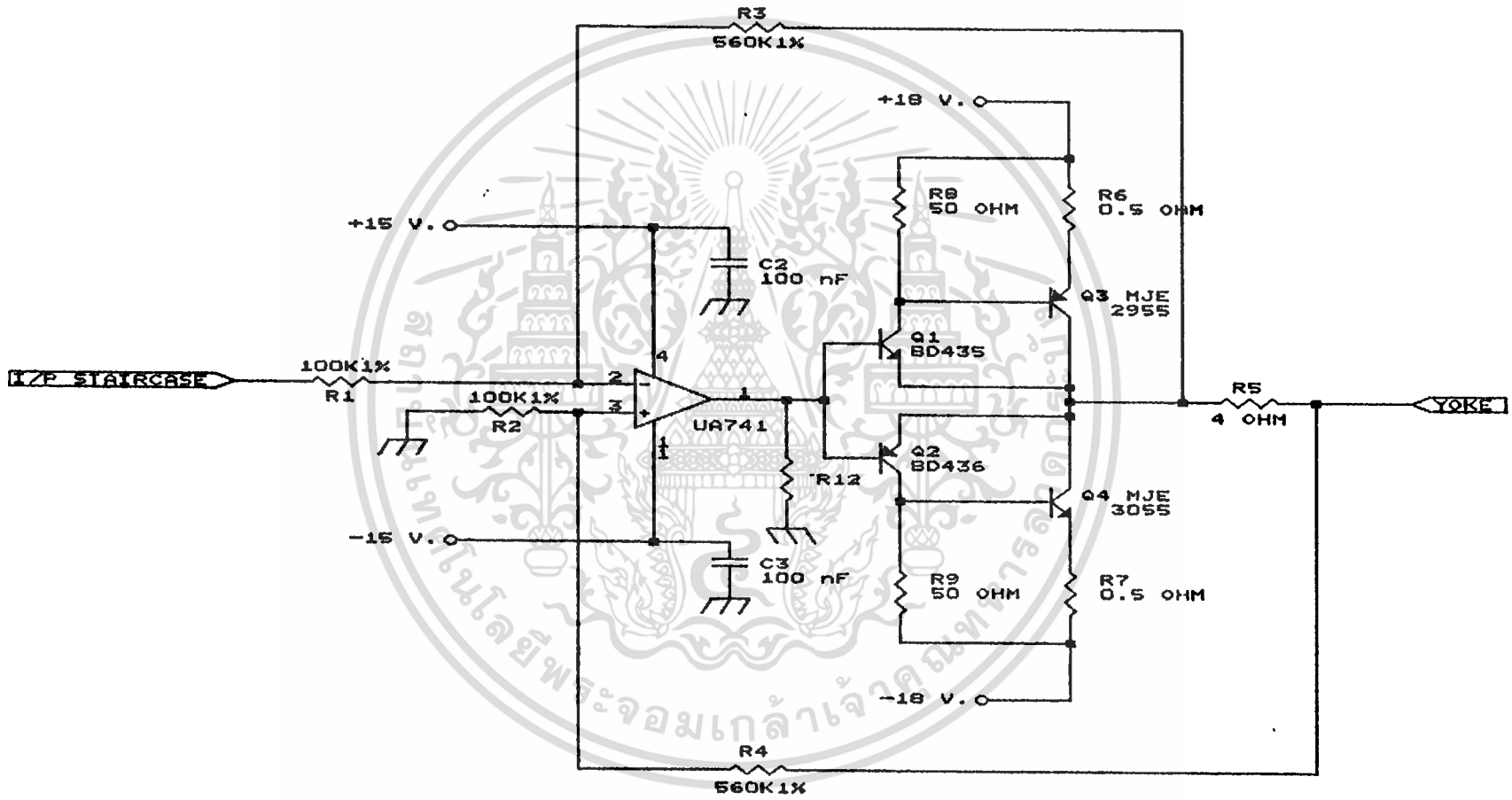


Fig. 10 DC POWER AMPLIFIER

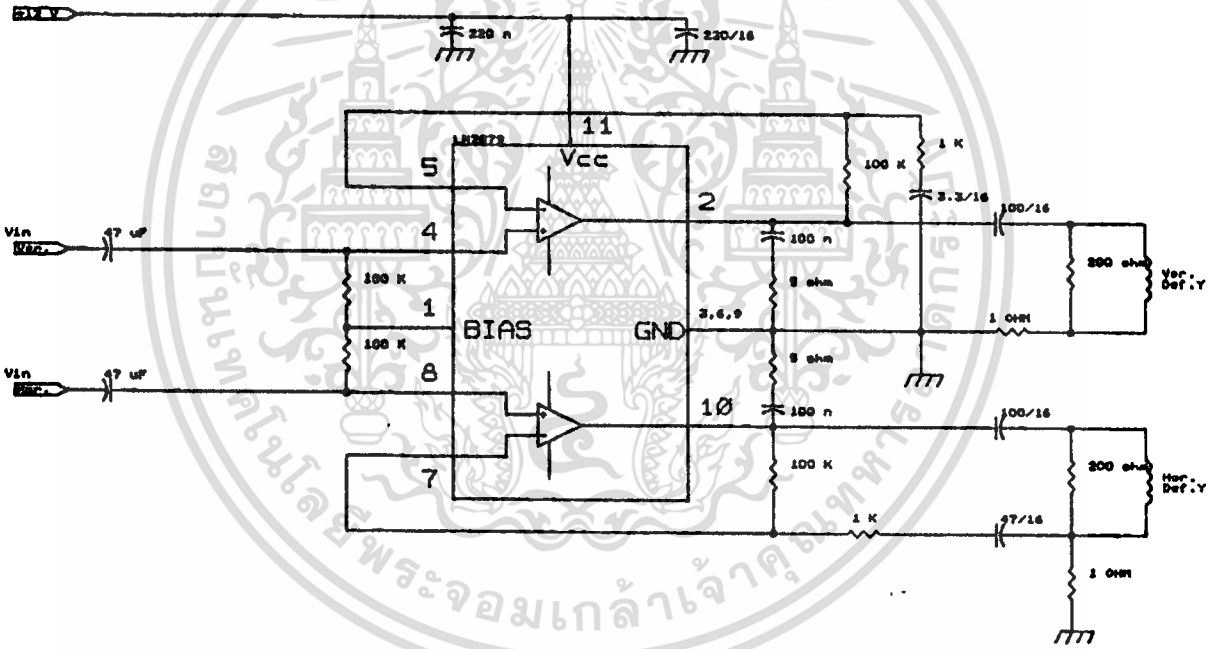


Fig. 11 AC POWER AMPLIFIER

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

1. ทดลองวัดค่าศักดาไฟฟ้าที่จุดศักดาไฟฟ้าสูงในขณะที่จ่ายกระแสไฟฟ้าแก่โหลดต่างกันๆ เพื่อดูลักษณะการเปลี่ยนแปลงค่าศักดาไฟฟ้าเอาท์พุทของ HIGH VOLTAGE SUPPLY ที่โหลดแตกต่างกัน ได้ผลการทดลองดังกราฟรูปที่ 1

จากกราฟจะเห็นว่าค่าศักดาไฟฟ้าเอาท์พุทจะมีค่าลดลง เมื่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้โหลดมีค่าเพิ่มขึ้น โดยค่าศักดาไฟฟ้าจะลดลงประมาณ 0.5 kVolt เมื่อกระแสไฟฟ้าเอาท์พุทเพิ่มขึ้น 3 เท่าคือจาก 30 uA เป็น 90 uA

2. ทดลองวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่วงจรขยายกำลังไฟตรง (DC POWER AMP.) ซึ่งจ่ายแก่โหลดความต้านทานค่าต่างๆกัน (ตั้งแต่ 0.1 ohm ถึง 10 ohm) โดยที่กำหนดให้ V_{in} มีค่าคงที่ เพื่อดูลักษณะการเปลี่ยนแปลงของค่ากระแสไฟฟ้าเอาท์พุทของวงจร DC POWER AMP. ที่โหลดความต้านทานที่มีค่าแตกต่างกัน ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 1

จากตารางจะเห็นว่า ค่ากระแสไฟฟ้าเอาท์พุทมีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามค่าความต้านทานโหลด (R_L)

3. ทดลองวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่วงจรขยายกำลังไฟสลับ (AC POWER AMP.) ซึ่งจ่ายแก่โหลดความต้านทานค่าต่างๆกัน และที่ความถี่ของสัญญาณอินพุทแตกต่างกัน 3 ความถี่ ซึ่งเป็นความถี่ในการใช้งานจริง, ความถี่ที่สูงกว่าความถี่ในการใช้งาน และความถี่ที่ต่ำกว่าความถี่ในการใช้งาน เพื่อดูลักษณะการเปลี่ยนแปลงของค่ากระแสไฟฟ้าเอาท์พุทและ GAIN ของวงจร AC POWER AMP. ที่โหลดความต้านทานที่มีค่าแตกต่างกันและที่ความถี่ของสัญญาณแตกต่างกัน ได้ผลการทดลองดังกราฟที่ 2 และ 3 ซึ่งเป็นกราฟของส่วน VERTICAL และส่วน HORIZONTAL ตามลำดับ

จากกราฟทั้ง 2 กราฟจะเห็นว่าค่ากระแสไฟฟ้าเอาท์พุทมีค่าลดลงเมื่อค่าความต้านทานโหลด (R_L) มีค่าเพิ่มขึ้น และมีค่าที่แตกต่างกันไปเมื่อความถี่ของสัญญาณอินพุทเปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทดลองวัดค่า LINEARITY ของจอภาพโดยวัดกระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงเทียบกับการเปลี่ยนแปลงระยะทางบนจอภาพ ซึ่งได้ผลการทดลองแสดงได้ดังกราฟที่ 4

จากกราฟจะเห็นได้ว่าบริเวณกลางจอภาพจะมี LINEARITY ดีกว่าบริเวณรอบๆ จอภาพซึ่งสังเกตได้จากความแตกต่างระหว่างผลการทดลองที่ได้กับเมื่อพิจารณาว่า LINEARITY ของจอภาพเป็นเส้นตรง

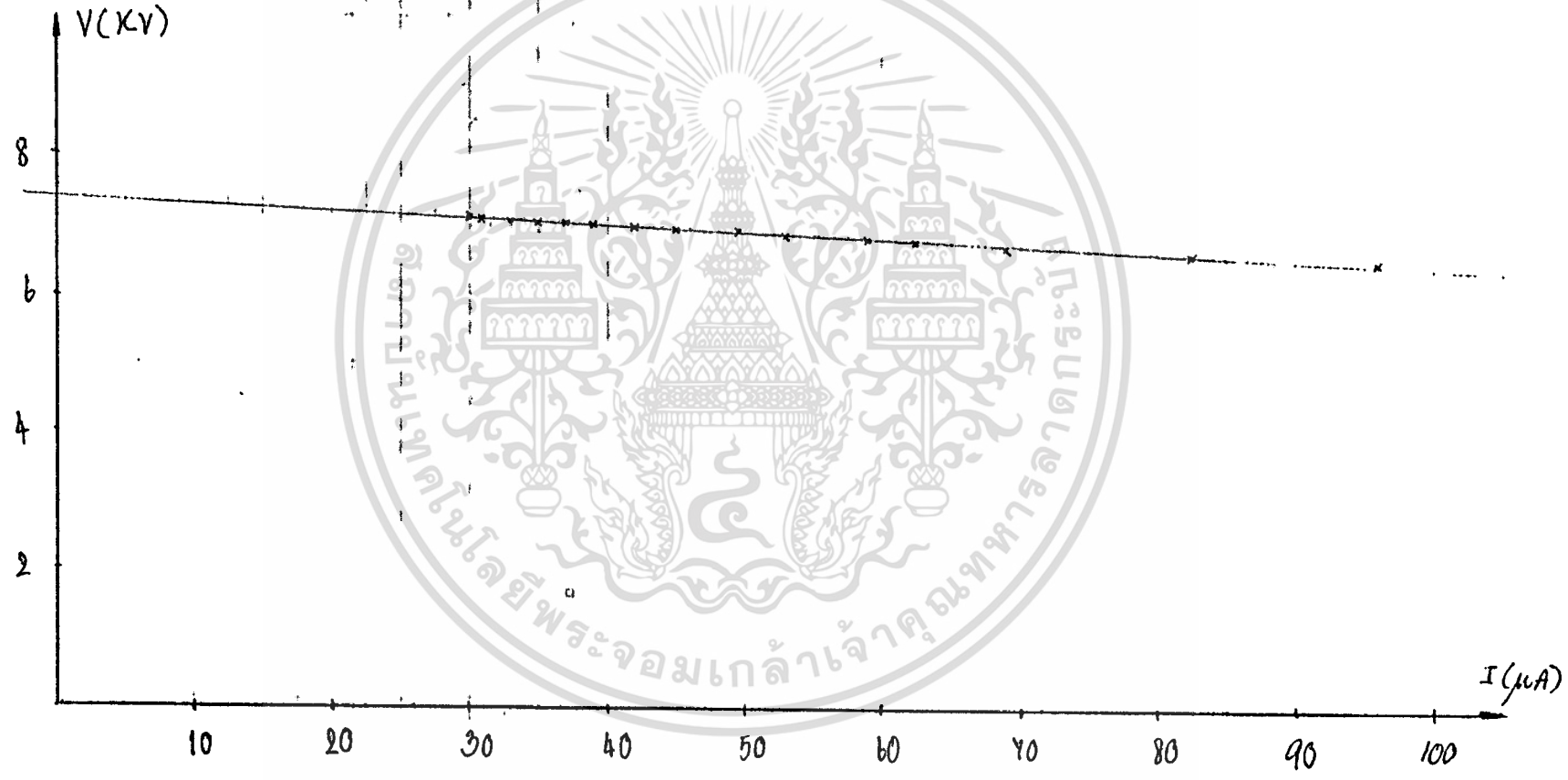
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ein(mv)	RL(ohm)	IL(A)
-880	0.1	0.5
-880	0.2	0.5
-880	0.3	0.5
-880	0.5	0.5
-880	1.0	0.5
-880	2.0	0.5
-880	2.2	0.5
-880	5.0	0.5
-880	5.6	0.5
-880	6.8	0.5
-880	7.5	0.5
-880	8.2	0.5
-880	10.0	0.5

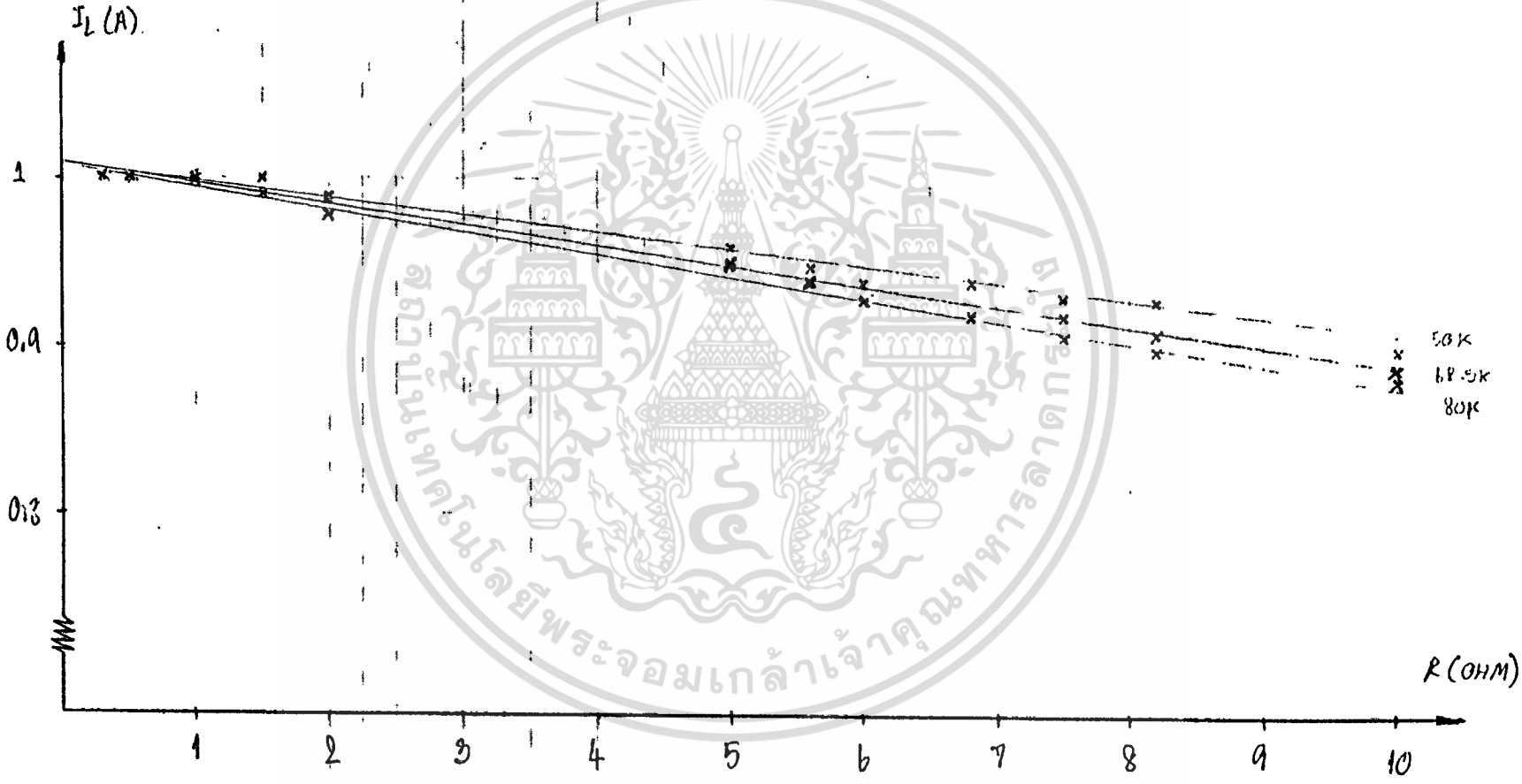
Ein(mv)	RL(ohm)	IL(A)
880	0.1	-0.5
880	0.2	-0.5
880	0.3	-0.5
880	0.5	-0.5
880	1.0	-0.5
880	2.0	-0.5
880	2.2	-0.5
880	5.0	-0.5
880	5.6	-0.5
880	6.8	-0.5
880	7.5	-0.5
880	8.2	-0.5
880	10.0	-0.5

ตาราง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

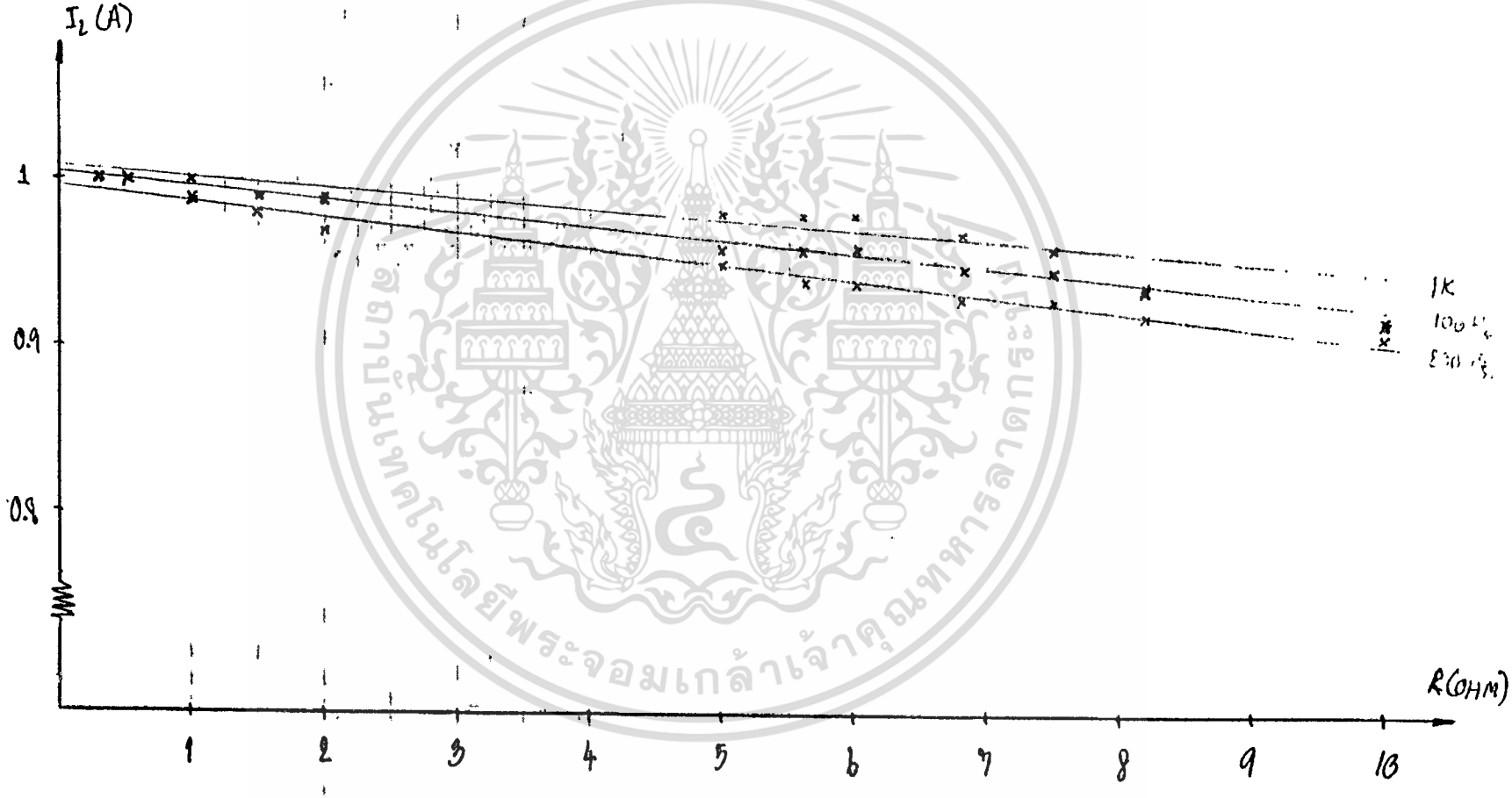


กราฟที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างศักดาไฟฟ้า และ กระแสไฟฟ้า เอาท์พุทของ จดศักดาไฟฟ้าสูง.



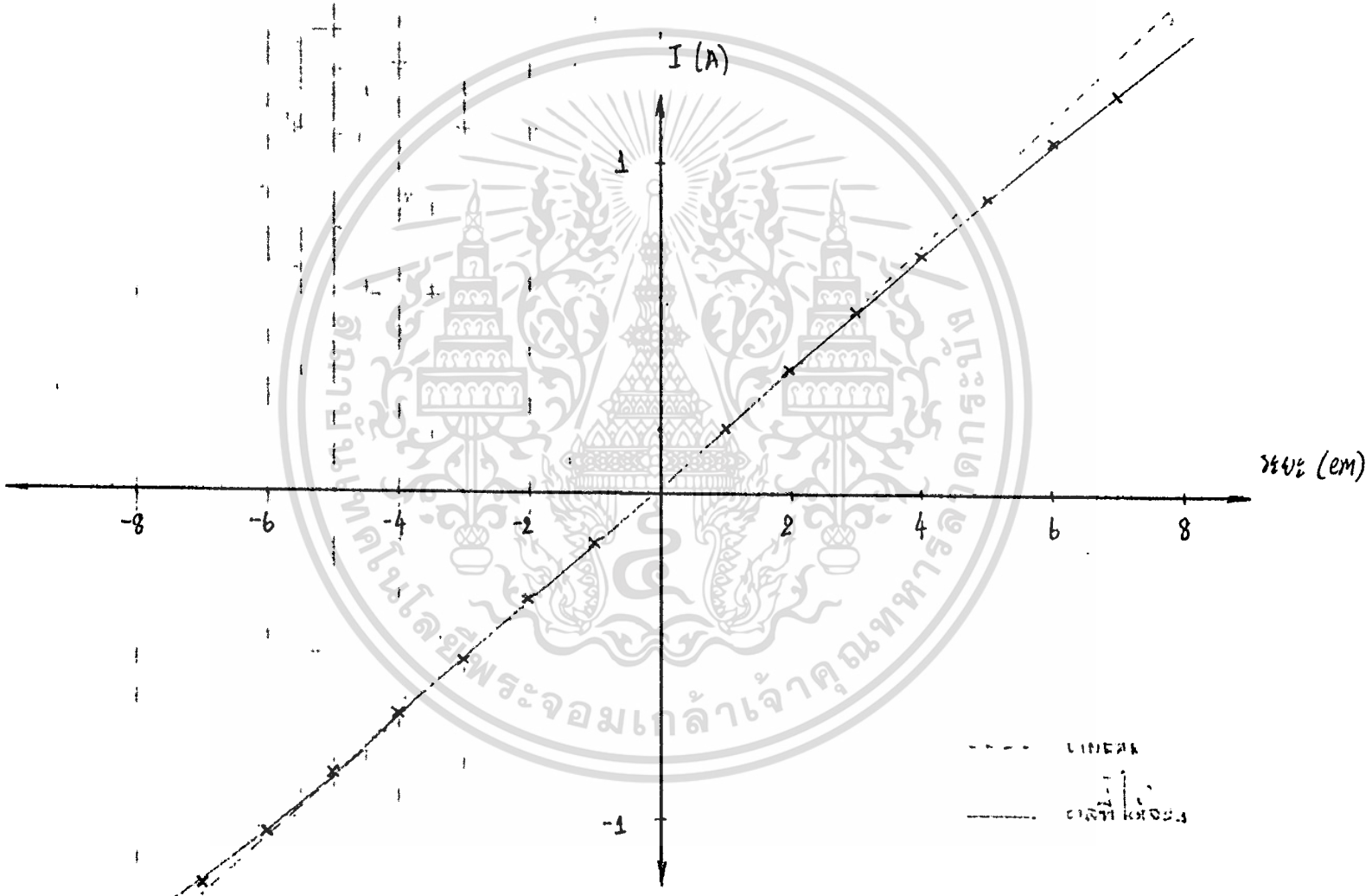
กราฟที่ 2 แสดงค่าคระแสไฟฟ้าเอาท์พุทของ AC POWER AMP. ทางด้าน VERTICAL ที่ RL ต่างๆ.

(V_{in} = 1 V , V_{cc} = 18 V)

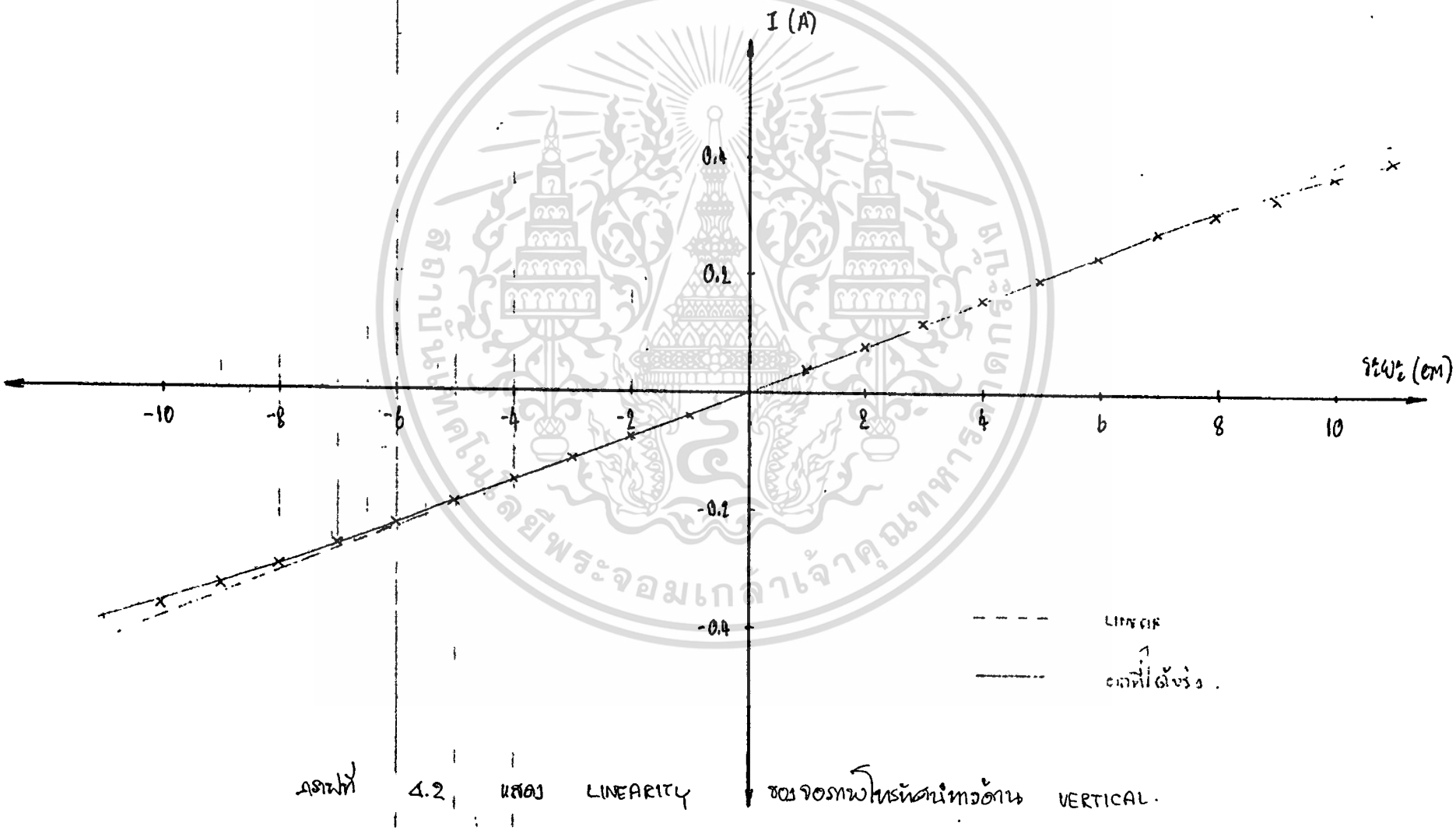


กราฟที่ 2 แสดงค่ากระแสไฟฟ้าเอาท์พุทของ AC POWER AMP. ตามแกน HORIZONTAL ที่ R_L ค่าต่างๆ

(V_{in} = 1 V , V_{cc} = 18 V)



กราฟที่ 4.1 แสดง LINEARITY ของจอภาพโทรทัศน์ทางด้าน HORIZONTAL



กราฟที่ 4.2 แสดง LINEARITY ของออสซิลโลสโคปทางด้าน VERTICAL.

บทที่ 5

วิจารณ์และสรุปผล

1. ภาคไบอัสหลอดภาพในโครงงานนี้ใช้แหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้า (SWITCHING POWER SUPPLY) ที่ควบคุม PULSE WIDTH MODULATION โดย TL 494 ซึ่งจะทำให้ค่าศักดาไฟฟ้าเอาท์พุทมีความคงที่มากขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้ไอซีที่เป็นตัวกำเนิดพัลส์ธรรมดาเช่น ไอซี เบอร์ 555 ซึ่งใช้ในโครงงานรุ่นก่อน ทั้งนี้เพราะ TL 494 มีลักษณะการต่อวงจรแบบ CLOSE LOOP ซึ่งพัลส์จาก TL 494 จะเพิ่มขนาดความกว้างของพัลส์โดยทันที (โดยที่ความถี่ของพัลส์ไม่เปลี่ยนแปลง) เมื่อแหล่งจ่ายต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าเอาท์พุทสูงขึ้น ทำให้ค่าศักดาไฟฟ้าเอาท์พุทซึ่งเป็นไฟเลี้ยงแก่วงจรต่างๆไม่เปลี่ยนแปลง

2. จากการทดลองวัดค่ากระแสไฟฟ้าเอาท์พุทของวงจรขยายกำลังไฟตรง (DC POWER AMP.) ซึ่งในโครงงานนี้ใช้วงจร BIDIRECTIONAL OUTPUT VCCS จะเห็นว่าค่ากระแสไฟฟ้าเอาท์พุทไม่มีการเปลี่ยนแปลง ทั้งนี้เพราะค่า OUTPUT IMPEDANCE ของวงจรมีค่าสูงพอที่จะทำให้กระแสไฟฟ้าเอาท์พุทเกือบทั้งหมดไหลผ่านความต้านทานโหลด (R_L) โดยไม่คำนึงว่ามีค่าเท่าไร แต่ค่า R_L นี้จะถูกกำหนดให้มีค่าสูงสุดอยู่ค่าๆหนึ่งที่ยังทำให้ค่ากระแสไฟฟ้าเอาท์พุทยังไม่ลดลง ทั้งนี้เพราะจะถูกจำกัดโดยค่าศักดาไฟฟ้าเอาท์พุทของ DC POWER AMP. ซึ่งจะขึ้นอยู่กับค่าไฟเลี้ยงของวงจร

3. จากการทดลองวัดค่ากระแสไฟฟ้าเอาท์พุทของวงจรขยายกำลังไฟสลับ (AC POWER AMP.) จะเห็นว่าค่ากระแสไฟฟ้าเอาท์พุทจะมีค่าลดลงเมื่อค่าความต้านทานโหลด (R_L) มีค่าเพิ่มขึ้น จากการทดลองนี้แสดงว่าค่า OUTPUT IMPEDANCE ของวงจรมีค่าสูงไม่พอจึงทำให้เมื่อ R_L มีค่าสูงขึ้นกระแสไฟฟ้าเอาท์พุทก็จะเกิดการแบ่งไหลระหว่าง OUTPUT IMPEDANCE กับ ตัวความต้านทานโหลด(R_L) ทำให้กระแสไฟฟ้าเอาท์พุทที่ไหลผ่านโหลดมีค่าลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. จากการทดลองเมื่อนำทั้งวงจรขยายกำลังไฟตรง (DC POWER AMP.) และ วงจรขยายกำลังไฟสลับ (AC POWER AMP.) มาจ่ายกระแสไฟฟ้าสู่ตัวความต้านทานโหลดพร้อมกัน ปรากฏว่ากระแสไฟฟ้าเอาท์พุทของ AC POWER AMP. จะถูกโหลดด้วย DC POWER AMP. นั่นคือกระแสไฟฟ้าเอาท์พุทของส่วน AC POWER AMP. จะมีค่าลดลง ทั้งนี้เพราะค่า OUTPUT IMPEDANCE ของส่วน AC POWER AMP. มีค่าสูงไม่พอดังที่ได้สรุปไว้ในข้อ 2 แต่ในการใช้งานจริงนั้นไม่เกิดปัญหาแต่อย่างใด

5. จากการทดลองเมื่อนำสัญญาณที่ผ่านวงจรขยายกำลัง (POWER AMP.) มาขับขดลวดหักเหแล้วแสดงผลออกทางจอภาพปรากฏว่า ขนาดของสัญญาณที่ปรากฏบริเวณกลางจอภาพจะมีขนาดเล็กกว่าขนาดของสัญญาณที่ปรากฏบริเวณด้านบนและด้านล่างของจอภาพ ทั้งนี้เพราะ LINEARITY ของจอภาพโทรทัศน์ไม่เป็นเส้นตรง แต่เมื่อได้ทดลองใช้งานจริงจะมองไม่เห็นความแตกต่าง

6. ในการใช้งานจริงนั้นจะพบปัญหาเรื่อง DELAY TIME ของวงจรทั้งส่วนไบอัสหลอดภาพและส่วนขับขดลวดหักเห และ ปัญหาการเกิดการย้วยของสัญญาณเอาท์พุท ปัญหาพวกนี้นั้นจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของหลอดภาพ และ คุณสมบัติของขดลวดหักเห รวมทั้งวงจรในส่วนแสดงผล ซึ่งค่าเหล่านี้จะแตกต่างกันไปตามขนาดของหลอดภาพ ดังนั้นในการทำให้วงจรที่เป็นส่วนจัดการเกี่ยวกับสัญญาณก่อนที่จะมาเข้าส่วนแสดงผลสามารถที่จะใช้งานได้อย่างกว้างขวาง คือใช้ได้กับจอภาพทุกขนาดนั้นจะต้องมีส่วนประกอบอื่นที่สามารถปรับค่าได้ง่ายเข้ามาเสริมเพื่อช่วยชดเชยปัญหาเหล่านี้ และสำหรับวงจรขยายกำลังส่วนขับขดลวดหักเหนั้นควรทำให้เป็นวงจรที่สามารถปรับค่าอัตราการขยายได้ เพื่อประโยชน์ในการใช้งานกับจอภาพที่มีขนาดต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำโครงงานการพัฒนาส่วนแสดงผลของเครื่อง ICU MONITOR และในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ต้องขอขอบพระคุณ อ.ประภากร สุวรรณะ อาจารย์ที่ปรึกษา และ อ.ยุทธนา คิดใจเดียว ที่คอยช่วยเหลือให้คำปรึกษาและให้การสนับสนุนด้านอุปกรณ์ต่างๆเป็นอย่างดีรวมทั้งเพื่อนๆที่ช่วยแนะนำบางสิ่งบางอย่างและให้กำลังใจมาตลอด จึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ ผู้จัดทำหวังว่าโครงงานและปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะมีประโยชน์ในการพัฒนาเครื่อง ICU MONITOR ให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นต่อไป และเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านบ้างในบางแง่มุม ถ้าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดผู้จัดทำขออภัยไว้ ณ ที่นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. ประกิจ ตังติสานนท์ , ทฤษฎีโทรทัศน์ , คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง , 2529
2. มนัส สังวรศิลป์ , วิศวกรรมชีวการแพทย์เบื้องต้น , คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง , 2522
3. WALTER G JUNG , IC OP-AMP COOKBOOK , 1977
4. ห้องวิจัยอิเล็กทรอนิคส์ทางการแพทย์ , รายงานการวิจัย เรื่อง PORTABLE ELECTROCARDIOGRAM MONITOR , ภาควิชาอิเล็กทรอนิคส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง , 2530
5. ดร. ชวัช เมฆสวรรค์ , นาย ฟูมิดอะ มิคุมะ , เทคนิคการซ่อมเครื่องรับโทรทัศน์,2529

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้