

๗๗๘.๒

ก ๕๗๓ ก.

จ.๓

การสร้างเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ และการปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์
แบบกึ่งอัตโนมัติสองเครื่อง เพื่อการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ

ปริญญาโท

ของ

กำธร ผนวกกุล

28 ส.ค. 2532

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา
กันยายน 2532

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

171623

การสร้างเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือกภาพ และการปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์
แบบกึ่งอัตโนมัติสองเครื่อง เพื่อการฉายสไลด์แบบเลือกภาพ

บทคัดย่อ

ของ

กำธร ผนวกกุล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา

กันยายน 2532

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาวิธีการปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติให้สามารถฉายในระบบเลือนภาพได้ โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงเพื่อบรรยายที่มีอยู่เดิม และสร้างเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพที่สามารถควบคุมเครื่องฉายสไลด์ที่ผ่านการปรับปรุงในงานวิจัยนี้ได้ 2 เครื่อง

ผลการวิจัยพบว่า สามารถปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติให้ฉายในระบบเลือนภาพได้ และจากการทดสอบการทำงานของเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพกับเครื่องฉายสไลด์ที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว ฉายสไลด์แบบเลือนภาพ 8,100 ภาพ เครื่องมือสามารถทำงานโดยไม่มีข้อบกพร่อง นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา 6 คน ให้ความเห็นว่า การทำงานของเครื่องมือชุดนี้อยู่ในเกณฑ์ดีมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความแม่นยำในการเลือนภาพ

CONSTRUCTION OF DISSOLVE CONTROL UNIT AND MODIFICATION
OF TWO SEMI-AUTOMATIC SLIDE PROJECTORS
FOR DISSOLVE PRESENTATION

AN ABSTRACT

BY

KANTHORN MOAGGOL

A dissertation submitted in partial fulfilment of the requirements
for the Master of Education degree in Educational Technology
at Srinakharinwirot University

September 1989

The purposes of this research were to investigate the modification of the semi-automatic slide projectors for dissolve presentation without changing the original narration tape, and to construct the dissolve control unit to manipulate the two semi-automatic slide projectors.

In this research the dissolve units manipulating the modified semi-automatic slide projectors was constructed. The researcher used 8,100 slides with the dissolve control unit and modified semi-automatic slide projectors. From this experiment there were no defects found on the dissolve control unit and the modification of the slide projectors.

In order to evaluate the operations of the dissolve control unit and the modified slide projectors, the researcher demonstrated how to use the devices in the presence of 6 experts in educational technology, and had them answer the questionnaire to evaluate how the devices worked in various aspects. The experts considered that the devices worked efficiently at a very good level, especially the smoothness of the dissolve.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำวิทยาลัยและคณะกรรมการสอบไล่พิจารณาปริญญานิพนธ์
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธาน

(นศ. พิลาท เกี่ยม)

.....กรรมการ

(นศ. องอาจ จริยะจันทร์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน

(นศ. พิลาท เกี่ยม)

.....กรรมการ

(นศ. องอาจ จริยะจันทร์)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อ. ศินิต รัชโช)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศ. คร. สมพร บัวทอง)

วันที่....13...เดือน...ตุลาคม.....พ.ศ. 2532

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ พิลาศ เก้าอี้ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ของอาจารย์จะจันทร์ ผู้ซึ่งให้คำแนะนำและให้กำลังใจโดยตลอด ถ้าไม่มีท่านอาจารย์ทั้งสองช่วยชี้แนะ งานวิจัยนี้คงจะไม่บังเกิดขึ้นอย่างแน่นอน

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้เขียนตำราต่างๆ ที่ปรากฏอยู่ในปริญญานิพนธ์ เล่มนี้ ตำราต่างๆ ที่นำมาเป็นบรรณานุกรมทุกเล่มล้วนส่งผลให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ดร.วิจิตวงศ์ ณ ป้อมเพชร ผู้คำเป็นรายการวิทยุ "รุ่งหลายสี" ที่ช่วยแนะนำในเรื่องความคิดในการพึ่งพาตัวเองทางด้านเทคโนโลยี จนทำให้ผู้วิจัยเฝ้าทำการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยหวังว่าปริญญานิพนธ์เล่มนี้คงจะมีคุณค่า และประโยชน์ต่อวงการศึกษไทยไม่มากนัก ความดีของปริญญานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตเวทิตาแก่ บิดา มารดา และผู้มีส่วนช่วยในงานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ตามที่กล่าวมา ส่วนบทพร่องทั้งหลายที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

กำธร หมวกกุด

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
✓ ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	2
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	2
✓ ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
หลักการทํางานของเครื่องฉาย	4
เครื่องฉายสไลด์	6
การฉายสไลด์แบบภาพสัมพันธ์กับเสียง	8
การฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ	8
โทรเอก	12
การทํางานของโทรเอก	13
เครื่องหนีไฟ	17
3 การดำเนินการวิจัย	26
การออกแบบระบบการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ	26
การปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติสองเครื่อง ให้สามารถ ฉายแบบเลื่อนภาพได้	28
การออกแบบและสร้างเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ	31
ทดสอบใช้เครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ กับเครื่องฉายสไลด์ แบบกึ่งอัตโนมัติที่ปรับปรุงแล้ว	41

ประเมินผลการใช้งานของเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพกับ เครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ	42
4 ผลและการวิเคราะห์ผล	43
การออกแบบระบบการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ	43
การปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติสองเครื่องเพื่อการฉายสไลด์ แบบเลื่อนภาพ	44
การออกแบบและการสร้างเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ	48
การทดสอบการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ	52
การประเมินผลและการแก้ไขข้อบกพร่อง	53
5 บทขอสรุป อภิปรายผล และขอเสนอแนะ	57
บทขอ	57
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	57
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	57
วิธีดำเนินการวิจัย	57
สรุปผลการวิจัย	59
การอภิปรายผล	59
ขอเสนอแนะ	60
บรรณานุกรม	61
ภาคผนวก	63
ประวัติย่อของผู้วิจัย	65

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

- | | | |
|---|---|----|
| 1 | สรุปผลการประเมินคุณภาพเครื่องฉายสไลด์แบบเลือนภาพในร้านต่าง ๆ | 56 |
|---|---|----|

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1. แผนผังการทำงานของเครื่องฉายระบบฉายทรง.....	4
2. แผนผังการทำงานของเครื่องฉายระบบฉายอ้อม.....	4
3. แผนผังการทำงานของเครื่องฉายระบบสะท้อนกลิ้ง.....	5
4. สัญลักษณ์ของไตรแอก.....	12
5. การทำงานของไตรแอกในแต่ละควอเตอร์.....	14
6. กราฟแสดงคุณสมบัติการนำกระแสของไตรแอก.....	15
7. วงจรรีเฟรชให้ไตรแอกแบบง่าย.....	18
8. รูปคลื่นที่จุดต่างๆ ของวงจรรีเฟรชให้ไตรแอกแบบง่าย.....	18
9. วงจรรีเฟรชให้เพิ่มความต้านทานเข้ามาจำกัดกระแส.....	20
10. วงจรรีเฟรชให้ป้องกันการรบกวน.....	20
11. วงจรรีเฟรชให้เพิ่มตัวตรวจจับการตกศูนย์.....	22
12. ตัวอย่างการแบ่งคาบเวลาการจ่ายไฟสลับให้แก่อหลอดเป็นช่วงๆ.....	23
13. โค้ดแตรมการทำงานของวงจร "ไฟวูบ".....	24
14. แผนผังการทำงานของระบบการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ.....	27
15. วงจรไฟฟ้าภายในเครื่องฉายสไลด์ Kinderman 1810-2	29
16. การดัดแปลงวงจรไฟฟ้าเครื่องฉายสไลด์ Kinderman 1810-2.....	30
17. โค้ดแตรมการทำงานของเครื่องควบคุมการฉายสไลด์ แบบเลื่อนภาพ.....	31
18. วงจรรีเฟรชไฟ.....	32
19. โค้ดแตรมการทำงานของวงจรควบคุมลอจิก.....	34
20. วงจรควบคุมลอจิก.....	36

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
21. วงจรควบคุมการเปลี่ยนภาพ.....	38
22. วงจรจ่ายไฟ.....	39
23. ระบบการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ.....	43
24. วงจรหลอดฉายหลังจากการปรับปรุง.....	44
25. การปรับปรุงวงจรหลอดฉายโดยการตัดสายไฟเลี้ยงหลอดฉายออก.....	45
26. ลักษณะการปรับปรุงวงจรหลอดฉายของเครื่องฉายสไลด์.....	46
27. เครื่องฉายสไลด์ก่อนการปรับปรุง.....	47
28. เครื่องฉายสไลด์ผ่านการปรับปรุงแล้ว.....	47
29. วงจรรับสัญญาณการเปลี่ยนภาพที่แก้ไขแล้ว.....	49
30. ลักษณะภายในของเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ.....	50
31. ลักษณะด้านหน้าของเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ.....	51
32. ลักษณะด้านหลังของเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ.....	51
33. การจุดชนวนของไตรแอค.....	54

บทนำ

สไลด์เป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่งที่น่าสนใจอย่างแพร่หลาย เพราะสไลด์เป็นสื่อผลิตได้ง่าย ในรายละเอียดของภาพสูง ภาพที่โตมีขนาดใหญ่ สีสวยงามเป็นธรรมชาติ และเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตไม่สูงมากนัก การฉายสไลด์ที่ทำได้โดยทั่วไป จะใช้เครื่องฉายสไลด์เพียงเครื่องเดียว ทำให้ภาพบนจอหายไปชั่วขณะหนึ่งที่มีการเปลี่ยนภาพ ถ้าดูนาน ๆ ทำให้ปวดตา (สมาน งามสิทธิ์. 2523 : 174) และผู้ชมเห็นภาพขาดเป็นตอน ๆ ไม่ต่อเนื่องกัน

ต่อมาได้มีการคิดวิธีการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ (dissolve) ขึ้น โดยใช้เครื่องฉายสไลด์สองเครื่องทำงานร่วมกับเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ (dissolve control unit) ในช่วงที่มีการเปลี่ยนภาพจากภาพหนึ่งไปเป็นอีกภาพหนึ่ง การฉายสไลด์แบบนี้จะค่อย ๆ ลดแสงสว่างของภาพที่ปรากฏบนจอลง ในขณะที่เดียวกันก็จะเพิ่มแสงสว่างอีกภาพให้ค่อย ๆ ปรากฏขึ้นมาแทน (Kemp and Dayton. 1985 : 206) ทำให้ผู้ชมสามารถเห็นภาพบนจอได้อย่างต่อเนื่องและกลมกลืนกันไปตลอด

ความต่อเนื่องและกลมกลืนของภาพและเสียง เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งที่จะทำให้สื่อมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Griffin. 1983 : 41) ความต่อเนื่องและความกลมกลืนของภาพและเสียงจะสูญเสียไปมาก ถ้าใช้การฉายสไลด์โดยใช้เครื่องฉายสไลด์เพียงเครื่องเดียว เพราะทำให้ภาพบนจอหายไปเป็นช่วง ๆ ในขณะที่มีการเปลี่ยนภาพ ซึ่งปัญหาดังกล่าวนี้สามารถแก้ไขได้โดยการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ

การเปลี่ยนภาพจากภาพหนึ่งไปเป็นอีกภาพหนึ่งของการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพเป็นไปอย่างนุ่มนวล ทำให้ผู้ชมเกิดความรู้สึกประทับใจ และสร้างความสนใจของผู้ชมให้สนใจเฉพาะภาพที่ปรากฏบนจอ (Kemp and Dayton. 1985 : 206) นอกจากนี้การฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพยังสามารถใช้เทคนิคการซูม (zoom) การแพน (pan) ในการฉายสไลด์ได้ ทำให้การฉายสไลด์น่าสนใจยิ่งขึ้น

การฉายสไลด์แบบเลือนภาพนั้นจะต้องใช้เครื่องฉายที่ออกแบบมาเป็นพิเศษบางส่วนน้อยสองเครื่องกับเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพ ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวมีราคาแพงมาก ทำให้สถาบันการศึกษาไม่ได้รับประโยชน์จากการฉายสไลด์แบบเลือนภาพเท่าที่ควร เนื่องจากปัญหาการขาดแคลนงบประมาณที่จะจัดซื้อเครื่องดังกล่าวมาใช้งาน

A จากปัญหาดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาวิธีการปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติที่มิใช่อยู่ตามสถาบันการศึกษาโดยทั่วไป ให้สามารถฉายแบบเลือนภาพได้ โดยใช้กับเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพที่สร้างขึ้นเอง ด้วยอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มีจำหน่ายในประเทศ และราคาของเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพที่มีราคาไม่แพงมากนัก การควบคุมการเปลี่ยนภาพจะใช้สัญญาณจากเครื่องบันทึกเสียงแบบ synchronize โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงและแก้ไขเครื่องบันทึกเสียงแบบ synchronize และเพมบรรยายสไลด์ที่อยู่กับคิมแต่ละอย่างใด

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาวิธีการปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติของเครื่องให้สามารถฉายแบบเลือนภาพ (dissolve) ได้ โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงคำบรรยายประกอบสไลด์ที่มีอยู่เดิม
2. เพื่อออกแบบสร้างเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพที่สามารถใช้ได้กับเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติที่ได้ปรับปรุงจากการวิจัยในครั้งนี้

/ ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลของการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ จะก่อให้เกิดผลดังนี้

1. ประหยัดงบประมาณในการจัดซื้อเครื่องฉายสไลด์แบบเลือนภาพ
2. ทำให้เครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติมีการใช้งานได้กว้างขวางยิ่งขึ้น
3. สนองนโยบายการพึ่งตนเองทางด้านเทคโนโลยีของรัฐบาล
4. เป็นพื้นฐานในการออกแบบสร้างระบบการฉายสไลด์แบบมัลติวิชั่น (multivision)

ต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. เครื่องฉายสไลด์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบกึ่งอัตโนมัติที่ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถควบคุมการเปลี่ยนภาพโดย synchronize tape ได้
2. หลอดฉายของเครื่องฉายสไลด์ที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้หลอดฉายแบบฮาโลเจน ที่ทำงานโดยใช้กระแสไฟฟ้าสลับไม่เกิน 24 V. 250 W.
3. synchronize tape ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ทำงานโดยใช้รีเลย์ ปีกวงจรควบคุมการเปลี่ยนภาพของเครื่องฉายสไลด์

นิยามศัพท์เฉพาะ

การฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ หมายถึง การฉายสไลด์โดยใช้เครื่องฉายสไลด์สองเครื่อง ในการเปลี่ยนภาพจากภาพหนึ่งไปเป็นอีกภาพหนึ่ง โดยจะค่อย ๆ ลดแสงสว่างของภาพที่ปรากฏบนจอลง ในขณะที่เดียวกันก็จะเพิ่มแสงสว่างของอีกภาพหนึ่งขึ้นค่อย ๆ ปรากฏขึ้นมาแทน

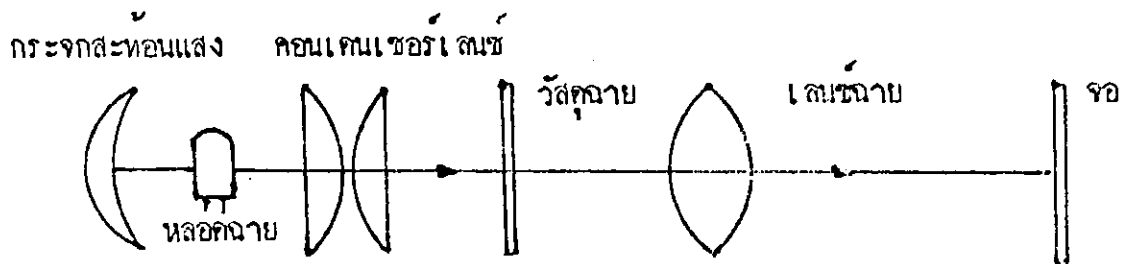
เครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติ หมายถึง เครื่องฉายสไลด์ที่ใช้สามารถใส่ภาพไว้วางหน้าในถาดใส่สไลด์ (tray) และเปลี่ยนภาพได้โดยการใช้เครื่องควบคุมระยะไกล (remote control.)

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักการทํางานของเครื่องฉาย

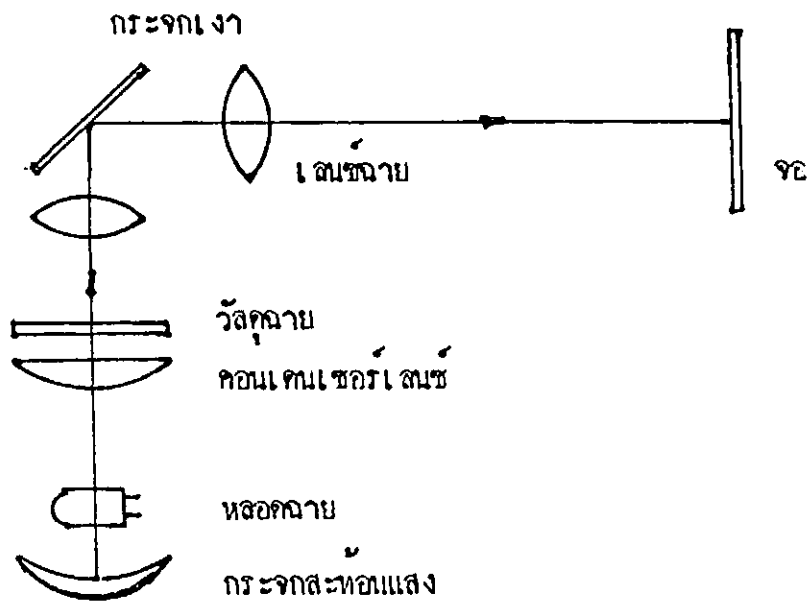
พิลาศ เกื้อมี (2526 : 71) ได้แบ่งหลักการทํางานของเครื่องฉายเป็นสามระบบ คือ

1. ระบบฉายตรง (direct projection) แสงสว่างจากหลอดฉายจะพุ่งผ่านคอนเดนเซอร์เลนส์ วัสดุที่จะฉายและเลนส์ฉายออกสู่จอ ระบบนี้จะสูญเสียแสงสว่างเพียงเล็กน้อย เครื่องฉายที่ทํางานในระบบนี้ ได้แก่ เครื่องฉายภาพบนทรู เครื่องฉายสไลด์ และฟิล์มสตริป



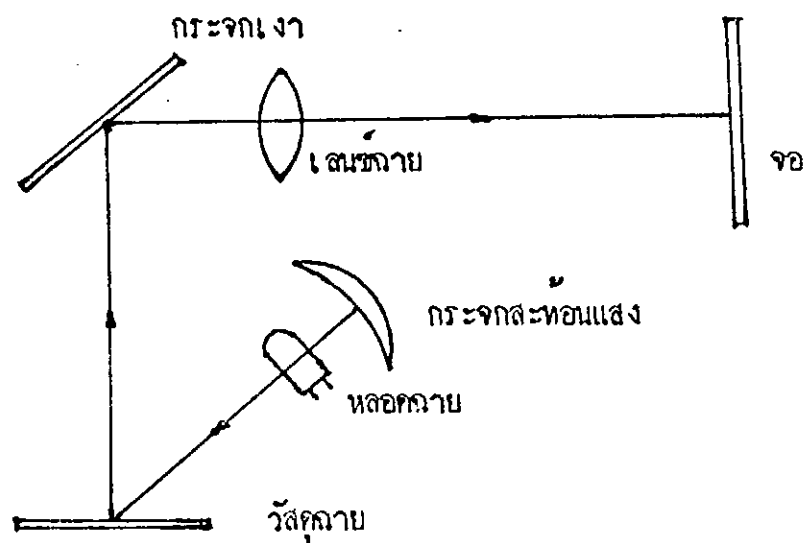
ภาพประกอบ 1 แผนผังการทํางานของเครื่องฉายระบบฉายตรง

2. ระบบฉายทางอ้อม (indirect projection) แสงสว่างจะพุ่งออกจากหลอดฉายผ่านวัสดุฉาย แล้วหักเหเปลี่ยนทิศทางผ่านเลนส์ฉายออกสู่จอ ระบบนี้สูญเสียแสงสว่างมากกว่าแบบฉายตรงเล็กน้อย เครื่องฉายที่ทํางานในระบบนี้ ได้แก่ เครื่องฉายภาพโปร่งใส (overhead projection)



ภาพประกอบ 2 แผนผังการทำงานของเครื่องฉายระบบภาพโปร่งใส

3. แบบสะท้อนกลับ (reflect projection) แสงสว่างจากหลอดฉายจะส่องไปยังวัตถุที่จะฉายและสะท้อนแสงผ่านเลนส์ออกสู่จอ การทำงานในระบบนี้จะสูญเสียแสงมาก เครื่องฉายที่ใช้ระบบนี้ ได้แก่ เครื่องฉายภาพทึบแสง (opaque projector)



ภาพประกอบ 3 แผนผังการทำงานของเครื่องฉายระบบสะท้อนกลับ

เครื่องฉายสไลด์

เครื่องฉายสไลด์เป็นเครื่องฉายที่ใช้หลักการฉายแบบตรง (direct projection) พิลาค เกอมี (2526 : 78) ได้แบ่งชนิดของเครื่องฉายสไลด์ตามลักษณะการทำงานเป็นสามแบบ คือ

1. แบบควบคุมด้วยมือ (manual control) ใช้มือบังคับตั้งกล้อง หรือมือหมุนเปลี่ยนภาพ
2. แบบกึ่งอัตโนมัติ (semi automatic control) ระบบนี้จะมีกล่องใส่สไลด์ (magazine) ครึ่งละมาก ๆ สามารถเปลี่ยนภาพได้ด้วยมือที่ละภาพหรือควบคุมในระยะไกล ๆ ได้โดยใช้เครื่องควบคุมระยะไกล (remote control)
3. แบบอัตโนมัติ (automatic control) เครื่องฉายสไลด์แบบนี้ จะเปลี่ยนภาพได้เองโดยอัตโนมัติตามระยะเวลาที่ตั้งเอาไว้เช่น 5, 10, 15 วินาที

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องฉายสไลด์

พิลาค เกอมี (2526 : 78 - 79) ได้อธิบายถึงส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องฉายสไลด์ว่า ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องฉายสไลด์มีสองส่วน คือ

1. ส่วนที่เกิดภาพ ได้แก่ หลอดฉาย แผ่นสะท้อนแสง และเลนส์ต่าง ๆ
2. ส่วนที่ทำให้เปลี่ยนภาพ ประกอบด้วยมอเตอร์กำลังและกลไก (mechanism) ต่าง ๆ เพื่อเลื่อนรางใส่สไลด์ขึ้นมาและกดลง

หลอดฉายเป็นแหล่งกำเนิดแสงสว่างเพื่อใช้ในการฉายภาพ หลอดฉายมีหลายชนิด หลายขนาด ประสงค์ เอมริ่ง (2531 : 309 - 310) ได้อธิบายว่า หลอดฉายที่ใช้ในเครื่องฉายมี

1. หลอดฉายแบบธรรมดา (incandescent lamp) เป็นหลอดแบบเก่า ใช้ลวดความต้านทานสูง ใต้หลอดสว่างมากเป็นทั้งสเทน ภายในหลอดจะเป็นสูญญากาศ หรือบรรจุก๊าซไนโตรเจน หลอดชนิดนี้มีประสิทธิภาพทำให้ความสว่างเพียง 10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอีก 90 เปอร์เซ็นต์สูญเสียเป็นความร้อน หลอดฉายชนิดนี้มีขนาดใหญ่ เพื่อให้มีเนื้อที่ระบายความร้อนได้มาก

บริษัทผู้ผลิตส่วนใหญ่กำหนดอายุเฉลี่ยไว้เพียง 10 ชั่วโมง นอกจากนี้หลอดชนิดนี้ยังทำให้สีของภาพเพี้ยนควาย

2. หลอดฉายแบบฮาโลเจน (quartzline lamp) หลอดชนิดนี้บางที่เรียกว่า ควอทซ์ไอโอดีน (quartz iodine) ภายในหลอดจะมีบรรจุไอโอดีนไว้ ให้แสงสว่างสดใส ขาวนวลหลอดอายุการใช้งาน แม้จะเป็นหลอดที่ใช้ไฟแรงดันต่ำ กำลังต่ำ แต่ก็ให้ความสว่างมาก สูงเสียพลังงานความร้อนต่ำ อายุการใช้งานสูงกว่าหลอดธรรมดา คืออายุการใช้งานเฉลี่ย 50 ชั่วโมง หลอดมีขนาดเล็ก กว้างหลอดหัวควายควอทซ์

ข้อดีของหลอดฉายแบบฮาโลเจนเมื่อเทียบกับหลอดธรรมดา

1. ให้ความสว่างมากกว่า หลอดฉายแบบฮาโลเจน 200 วัตต์ ให้ความสว่างเท่ากับ หลอดธรรมดา 1,200 วัตต์

2. ใช้กระแสไฟฟ้าต่ำกว่าหลอดฉายแบบธรรมดาทุกเท่า ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย

3. อายุการใช้งานมากกว่าอย่างน้อยสองเท่า และอาจมากกว่าห้าเท่า

4. ราคาหลอดฉายแบบฮาโลเจนถูกกว่าหลอดฉายแบบธรรมดา เมื่อเทียบกับหลอด ให้ความสว่างเท่ากัน

5. ความสว่างของหลอดฉายแบบฮาโลเจนคงที่เสมอตั้งแต่เริ่มใช้งานจนหลอดชำรุด

ในการใช้สไลด์ประกอบการสอน ฆานัน งามสิน (2531 : 174 - 175) ได้อธิบายว่า การใช้สไลด์ประกอบการสอนที่เท่ากันหัวไม่สามประเภท คือ การฉายสไลด์เครื่องเดียวไม่มีคำบรรยายในเฟรม วิธีนี้ครูผู้สอนจะฉายภาพและบรรยายภาพตามบทที่เตรียมมา อาจสอแทรก อารมณ์ขันหรือเปิดเพลงคลอไปด้วย การฉายแบบมีข้อเสียที่ขณะทำการเปลี่ยนแปลงจะเกิดความมืด แล้วสว่างบนจอทุกครั้ง เมื่อคุณาน ๆ จะทำให้ปวดตา วิธีที่สอง เป็นการใช้สไลด์ประกอบกับ เทปบันทึกเสียงภายในเฟรมจะมีคำบรรยายและดนตรีประกอบ บางครั้งมีการใส่สัญญาณเปลี่ยนภาพไว้ในเฟรมไว้เรียบร้อยแล้ว เวลาใช้ก็เพียงแต่เปิดเครื่องสไลด์และเทปบันทึกเสียง เทปคำบรรยายที่เตรียมไว้ล่วงหน้า ภาพจะเปลี่ยนได้เองโดยอัตโนมัติตามที่ครูได้ใส่สัญญาณเปลี่ยนภาพไว้ แต่ วิธีนี้ยังไม่ดีเท่าที่ควร ถ้าฉายนาน ๆ จะทำให้ปวดตาได้เช่นกัน เพราะใช้เครื่องฉายสไลด์

เพียงเครื่องเดียว วิธีสาม เป็นการใช้เครื่องฉายสไลด์สองเครื่องฉายเข้าจอเดียวกัน การจัดภาพจึงสัมพันธ์กันโดยภาพหนึ่งอยู่บนเครื่องฉายเครื่องหนึ่ง ภาพที่สองอยู่บนเครื่องฉายเครื่องที่สอง วิธีนี้ต้องมีเครื่องควบคุมการเลื่อนภาพสไลด์อีกหนึ่งเครื่อง วิธีการฉายคล้ายกับวิธีที่สอง เพียงแต่เลื่อนสายควบคุมการทำงานของเครื่องฉายทั้งสองเข้าที่เครื่องควบคุม แล้วทอดสัญญาณเปลี่ยนภาพจากเพ้นท์ทีกเสียง ภาพและเสียงก็จะสัมพันธ์กัน โดยการปรากฏที่จอภาพ ก่อนภาพแรกจะเปลี่ยนจะมีภาพอีกภาพหนึ่งค่อย ๆ ช้อนขึ้นมาคล้าย ๆ ภาพยนตร์ ภูเขา ๆ ก็ไม่แปลกเพราะไม่แปลกตา

การฉายสไลด์แบบภาพสัมพันธ์กับเสียง

แต่เดิมการเปลี่ยนภาพสไลด์จะต้องมีคนคุมสวิตช์เปลี่ยนภาพ ทำให้การเปลี่ยนภาพถูกบ้างนึกบ้างสร้างความยุ่งยากต่อการใช้สไลด์ประกอบการสอนเป็นอย่างมาก ถึงมาได้มีผู้คิดระบบเปลี่ยนภาพให้สัมพันธ์กับเสียงขึ้น พิศาส เกอมี (2526 : 29) ได้อธิบายการทำงานลักษณะนี้ว่า การเปลี่ยนภาพให้สัมพันธ์กับเสียงโดยอัตโนมัติ นั้นใช้เพ้นท์ทีกเสียงแบบคาสเซต ประกอบกับเครื่องฉายสไลด์ ภาพแต่ละภาพจะเปลี่ยนโดยอัตโนมัติพร้อม ๆ กับคำบรรยาย การเปลี่ยนภาพนั้นจะใช้เครื่องอิเล็กทรอนิกส์ เข้าช่วยโดยสร้างสัญญาณชนิดหนึ่ง เรียกว่า พัลส์ (pulse) ในขณะที่เพ้นท์ทีกเสียงเมื่อจบคำบรรยายตอนหนึ่งจะกดสวิตช์เพื่อเปลี่ยนภาพสัญญาณพัลส์จะถูกเพ้นท์ทีกลงบนเพ้นท์ทีกแผ่นหนึ่งแยกจากแผ่นเพ้นท์ทีกเสียง เมื่อนำเพ้นท์ทีกไปใช้งานสัญญาณพัลส์ที่เพ้นท์ทีกไว้จะควบคุมการเปลี่ยนภาพเองโดยอัตโนมัติ ทำให้ใช้สไลด์ได้สะดวกยิ่งขึ้น

การฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ

การฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพนั้น วารินทร์ วัชรินทร์ (2529 : 140) ได้อธิบายการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพว่า เป็นการทำให้ภาพหนึ่งมีแสงน้อยลง และอีกภาพหนึ่งมีแสงเพิ่มมากขึ้นก่อนที่ภาพแรกจะมีคตินิ ในการทำการเลื่อนภาพนั้น อาจใช้เครื่องฉายสไลด์เพียงสองเครื่อง กับเครื่องควบคุมการเลื่อนภาพแบบควบคุมด้วยมือ (manual dissolver) หรือแบบอิเล็กทรอนิกส์ (electronic dissolver)

คุณค่าของการฉายสไลด์ในระบบเลือนภาพ

การฉายสไลด์แบบเลือนภาพสามารถฉายโดยทำให้เห็นภาพได้หลายลักษณะ วารินทร์ รัตนิพนธ์ (2529 : 142) อธิบายการใช้เทคนิคการเลือนภาพว่าทำให้เห็นภาพได้ในลักษณะต่างๆ เช่น เทคนิคการเลือนภาพแบบธรรมดา การเปลี่ยนแปลงที่ต่อเนื่องกัน ชุมภาพใกล้เคียงมา ทำภาพเคลื่อนไหว เพิ่มภาพขึ้นทีละภาพ

จะเห็นได้ว่า เมื่อใช้การฉายสไลด์แบบเลือนภาพแล้วทำให้ผู้ชมเห็นภาพได้หลายลักษณะ โดยที่การฉายสไลด์ด้วยเครื่องฉายสไลด์เครื่องเดียวไม่สามารถทำได้เลย

การใช้การฉายสไลด์แบบเลือนภาพกับการศึกษา

เคมพ์ และเคย์ทอน (Kemp and Dayton. 1985 : 206) ได้กล่าวถึง อิทธิพลของการฉายสไลด์แบบเลือนภาพว่า การฉายสไลด์แบบเลือนภาพจะช่วยกำจัดปัญหาของการเกิดการจางหายทันทีในขณะที่เปลี่ยนภาพของการฉายสไลด์เครื่องเดียวได้ การฉายสไลด์แบบเลือนภาพแสงสว่างบนจอจะสม่ำเสมอขึ้นตลอด การเปลี่ยนภาพจากภาพหนึ่งไปเป็นอีกภาพหนึ่งของการฉายสไลด์แบบเลือนภาพนี้ ทำให้เกิดความประทับใจแก่ผู้ชมขึ้นได้ นอกจากนี้ยังสามารถดึงดูดความสนใจของผู้ชมให้สนใจภาพบนจอได้เป็นอย่างดี

บอดเนอร์ และคนอื่นๆ (Bodner and others. 1984 : 447 - 449) ได้ทำการทดลองใช้การฉายสไลด์แบบเลือนภาพที่มหาวิทยาลัย Purdue การทดลองนี้ทำขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1977 - 1978 โดยใช้ในการประกอบการบรรยายในสาขาวิชาเคมี ซึ่งมีนักเรียนเรียนถึง 9,474 คน จำนวน 13 รายวิชา ในการเรียนวิชานี้จะใช้ห้องบรรยายที่จุคนได้ 465 คน ซึ่งเพิ่มใช้เครื่องฉายภาพโปรเจกเตอร์เป็นเครื่องมือช่วยประกอบการบรรยาย

ผลการทดลอง ซึ่งวัดจากการให้นักเรียนตอบคำถามที่ใช้เวลาบรรยาย 100 ชั่วโมงเรียนปรากฏว่า นักเรียนที่ไม่ได้ชมสไลด์หลายแบบเลือนภาพตอบถูก 40 - 45 เปอร์เซ็นต์ แต่นักเรียนที่ดูรายการสไลด์หลายแบบเลือนภาพตอบถูกถึง 60 - 65 เปอร์เซ็นต์

การวัดความคงทนของการทดลองครั้งนี้ ทำเมื่อสัปดาห์ถัดมาในคำถามเดิม นักเรียนที่ไม่ได้ชมรายการสไลด์ตอบถูกต้อง 35 เปอร์เซ็นต์ แต่นักเรียนที่ชมสไลด์ตอบคำถามได้ถูกต้อง 55 เปอร์เซ็นต์

บอดเนอร์ และคนอื่น ๆ (Bodner and others. n.d.) ให้ความเห็นว่า การใช้สไลด์ที่ฉายโดยเทคนิคการเลื่อนภาพมีประโยชน์มากในการใช้ประกอบการบรรยายในห้องบรรยายขนาดใหญ่

เครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ

เครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ (dissolve control) เป็นเครื่องมือสำหรับที่หลอดไฟของเครื่องฉายอันหนึ่งชำรุด เป็นสาเหตุให้ภาพหนึ่งเลือนหายไป จะเกิดขึ้นก็จะเพิ่มกระแสไฟให้กับหลอดฉายของเครื่องฉายอีกเครื่องหนึ่งทำให้ภาพที่อีกภาพหนึ่งค่อย ๆ ปรากฏขึ้นจนจางอันเดียวกัน ซึ่งจะให้ภาพเปลี่ยนไปเรื่อย ๆ ในขณะที่แสงสว่างบนจอคงที่สำหรับผู้ชมมองดูรวมเรียบ ปรากฏจากความคิดเห็นของนักวิจัยในระหว่างการเปลี่ยนสไลด์ ลีเวล (Lewell. 1980 : 92 - 98) ได้กล่าวถึง เครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพที่ได้รับความนิยมดังนี้

เครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพที่นิยมใช้คือเครื่อง Electronic ES 3003 เป็นเครื่องที่สามารถจะหรี่แสงได้ 240 ระดับ ควบคุมการทำงานด้วย microprocessor ภายในมีส่วนประกอบ ดังนี้

1. CPU (central processing unit)
2. ROM (read only memory)
3. RAM (random access memory)
4. I/O System (input/output system)

เมื่อเครื่องที่ไฟที่หลอดฉายจนดับแล้ว เครื่องควบคุมจะทำการเปลี่ยนภาพขึ้นหน้า 1 ภาพเพื่อในเครื่องฉายสไลด์พร้อมที่จะฉายภาพต่อไป ระยะเวลาการเลื่อนภาพทำได้หลายระดับ คือ 2.5, 4, 6, 12, 16, 20 และ 30 วินาที เครื่องรุ่นนี้ได้รับการออกแบบให้สามารถต่อพ่วงกันได้ เพื่อใช้ควบคุมการฉายสไลด์แบบ multivision เครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ Electronic ES 3003 มีน้ำหนัก 900 กรัม สามารถใช้งานร่วมกับเครื่องฉายสไลด์ของ Kodak รุ่น SAV 2000 และเครื่อง Kodak Ektagraphic มีการควบคุมการเลื่อนภาพจากเพนบันทึกเสียง 4 ร่องเสียง

เครื่องฉายสไลด์ที่ใช้ในการฉายแบบเลือนภาพ

ลีเวล (Lowell. 1980 : 32 - 36) ได้ขยายการทำงานของเครื่องฉายสไลด์ที่ใช้ในระบบเลือนภาพว่า

เครื่องฉายที่นิยมใช้ในการฉายแบบเลือนภาพเป็นของบริษัท Kodak รุ่น SAV 2000 เครื่องฉายสไลด์รุ่นนี้ถูกออกแบบให้สามารถใช้งานได้ทั้งงานหนักโดยเฉพาะ เครื่องใช้ไต่กับกระแสไฟฟ้า สลับมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าตั้งแต่ 110 V. ถึง 250 V. โดยใช้ความถี่ไฟฟ้ากระแสสลับ 50/60 Hz เครื่องจะใช้กระแสไฟฟ้า 1.25 A ที่ 220 VAC และ 2.50 A ที่ 110 VAC หลอดฉายเป็นแบบ tungsten halogen ใช้กระแสไฟฟ้า 24 VAC 250 W หลอดจะสามารถปรับการทำงานได้ 2 แบบ คือ

1. ใช้กระแสไฟฟ้าในตัวเอง ปรับได้ 2 ระดับ คือ standard และ economic โดยถ้าปรับที่ standard หลอดจะทำงาน 100 เปอร์เซ็นต์ อายุการใช้งานของหลอด 50 ชั่วโมง แต่ถ้าปรับให้อยู่ในตำแหน่ง economic หลอดจะทำงาน 70 เปอร์เซ็นต์ อายุการใช้งานของหลอดจะเพิ่มเป็น 200 ชั่วโมง

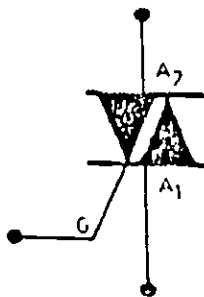
2. ใช้กับเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพโดยจะใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้า 20 VAC 250 W

เครื่องฉายสไลด์เครื่องนี้ได้ออกแบบเพื่อให้ใช้ไต่กับสไลด์ขนาด 5 x 5 ซม. (2 x 2 นิ้ว) หนา 3.2 มม. (1/8 นิ้ว) เครื่องฉายจะบรรจุสไลด์ที่จะฉายอยู่ในถาดบรรจุสไลด์จำนวน 80 ภาพ สามารถปรับความคมชัด (focus) ได้จากเครื่องควบคุมระยะไกล (remote control) เลนส์ฉายจะให้เลือกใช้หลายขนาดตามความต้องการ ดังนี้ 28 มม. 35 มม. 150 มม. 180 มม. 250 มม. และเลนส์ซูม 60 - 100 มม. เครื่องฉายสามารถเปลี่ยนภาพโดยอัตโนมัติจากเครื่องบันทึกเสียงแบบ synchronize ได้

ไทรแอก (triac)

ในส่วนของ dissolve control ซึ่งทำหน้าที่ลดและเพิ่มแสงสว่างของหลอดฉายนั้น วงจรที่ทำหน้าที่นี้คือ วงจรทรีไฟ ซึ่งวงจรทรีไฟในปัจจุบันนิยมใช้ไทรแอกเป็นตัวยุบัติการทางาน การทางานของไทรแอกนั้น ขึ้น ฎาวรรณ (2521 : 160 - 163) โคธิบายว่า

ไทรแอก (triac) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่รู้จักกันแพร่หลาย และไทรแอกสามารถนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ทรีไฟหรือใช้ควบคุมกระแสไฟฟ้าสลับได้



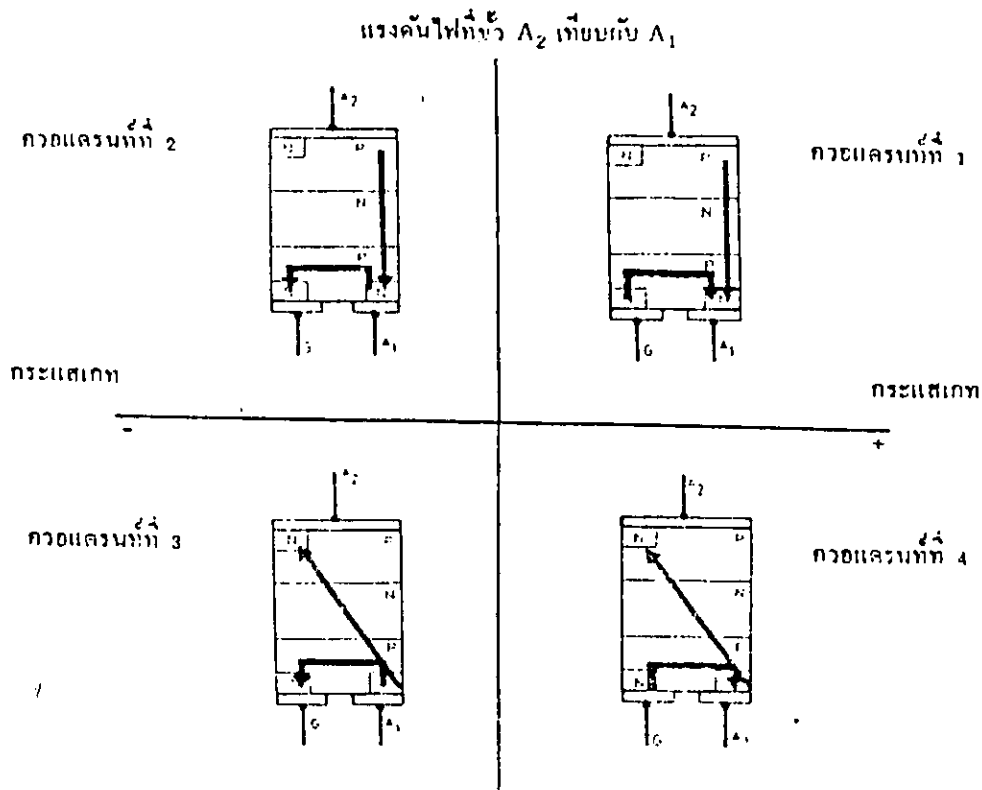
ภาพประกอบ 4 สัญลักษณ์ของไทรแอก

ไทรแอกเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่มีขั้วต่อ 3 ขั้ว เรียกแต่ละขั้วว่า A2 A1 และเกท โดยมีสัญลักษณ์ดังแสดงในภาพประกอบ 4 ไทรแอกจะเป็นตัวทำหน้าที่คล้ายๆ กับสวิตช์ไฟฟ้า สำหรับกระแสสลับ แต่มิใช่ดีกว่าสวิตช์ธรรมดา คือ

1. การเปิดปิดวงจรไฟฟ้าของไทรแอกควบคุมได้ง่ายโดยให้กำลังงานเพียงเล็กน้อย เข้าทางขั้วเกตเท่านั้น
2. ไม่มีการกระทบกระทั่งของหน้าสัมผัสที่เป็นโลหะเหมือนสวิตช์ธรรมดา เพราะไทรแอกสร้างโดยหลักการนำกระแสของสารกึ่งตัวนำ
3. จังหวะการเปิดปิดวงจรของไทรแอกเร็วกว่าสวิตช์ธรรมดาหลายเท่า จึงทำให้ควบคุมวงจรโดยหลักการของการสวิตช์ (switching) ที่สวิตช์ธรรมดาทำไม่ได้

การทำงานของไทรแอด

การทำงานของไทรแอดพอจะอธิบายเปรียบเทียบกับเอสซีอาร์ (SCR) ได้ดังนี้ ไทรแอดจะต่างจากเอสซีอาร์ตรงที่สามารถทริกได้ทั้งกระแสลบและกระแสบวก และนอกจากนั้นแล้วแรงดันระหว่าง A1-A2 จะสลับกันอย่างไรไทรแอดก็ยังคงทำงานได้ การทำงานของไทรแอดออกเป็น 4 ควอเตอร์ คือ ในควอเตอร์ที่ 1 ให้แรงดันที่ขา A2 เป็นบวก และกระแสเกตเป็นบวก ส่วนในควอเตอร์ที่ 2 ให้แรงกระตุ้นที่ขา A2 เป็นบวก และกระแสเกตเป็นลบหรือไหลออกจากเกต ในควอเตอร์ที่ 3 จะให้กระแสเกตเป็นลบเช่นเคย แต่จะให้แรงดัน A2 เป็นลบแทน ส่วนในควอเตอร์ที่ 4 จะให้กระแสเกตเป็นบวกและแรงดัน A2 เป็นลบ ซึ่งถ้าเขียนในลักษณะแกนของกระแสเกตเป็นแกน X และแรงดัน A2 เป็นแกน Y เราจะได้ภาพการทำงานของไทรแอดในสี่ควอเตอร์ ดังแสดงในภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 แสดงการทำงานของไทรแอดในแต่ละควอแตรน

ในควอแตรนที่ 1 ตัวไทรแอดจะทำงานเหมือนกับเอสซีอาร์ทุกอย่าง การทริกไทรแอดเกิดขึ้นจากการป้อนกระแสเกตเข้าไปยังชั้นสารกึ่งตัวนำ P ทำให้เกิดการนำกระแสระหว่างรอยต่อ P-N ตรงส่วนของ A_1 เป็นผลทำให้ได้กระแสโดยตรงจากขั้ว A_2 มาอยู่ที่ A_1 โดยผ่านเนื้อสาร PNPN ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าส่วนของเนื้อสาร N ที่อยู่ทางคาน A_2 และเกตจะไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำงานใดๆ ในควอแตรนนี้ ดังนั้นถ้าคิดว่าไม่มีเนื้อสาร N ที่กล่าวถึงแล้วไทรแอดก็คือเอสซีอาร์นั่นเอง

ในควอแตรนที่ 2 เรายังคงให้แรงดันที่ A_2 เป็นบวกอยู่เช่นเคย แต่ให้กระแสเกตมีค่าเป็นลบ การไหลของกระแสเกตจะไหลจากขั้ว A_1 ผ่านเนื้อสาร P เข้าเนื้อสาร N กลับมายังเกตซึ่งจะผ่านรอยต่อ PN หนึ่งรอยต่อ การผ่านรอยต่อนี้จะผ่านได้โดยง่าย เพราะเสมือนกับการไบแอสตรงให้กับหัวต่อนี้ การที่ทำให้กระแสไหลเนื่องจากกระแสเกตนี้

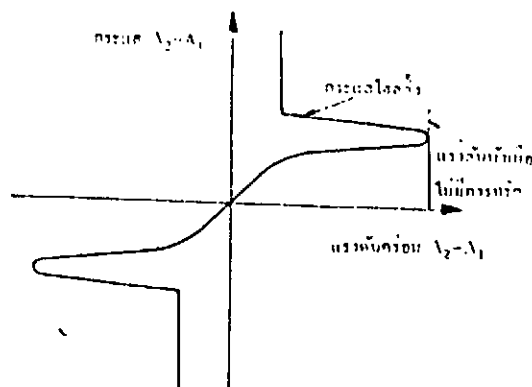
จะทริกให้ไทรแอกทำงานโดยการนำกระแสให้เกิดการไหลของกระแสจาก A_2 มายัง A_1 โดยผ่านเนื้อสาร PNP ตามลำดับ ดังภาพหน้าของภาพประกอบ 5 ซึ่งมีลักษณะการทำงานเหมือนเอสซีอาร์ เช่นกัน

ในควอแตรนที่ 3 นี้ เป็นการให้กระแสเกตเป็นลบและแรงดันที่ขั้ว A_2 เป็นลบ เช่นกัน ส่วนกระแสของเกตจะไหลได้โดยผ่านหัวต่อ PN ซึ่งอยู่ในลักษณะไบแอสตรง และจะทริกการทำงานของไทรแอกให้นำกระแส โดยกระแสจะไหลจากขั้ว A_1 ไปยัง A_2 โดยผ่าน PNP ตามลำดับเช่นกัน จะเห็นได้ว่าการนำกระแสในควอแตรนนี้ ทำให้ไทรแอกนำกระแสได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งเป็นผลให้ไทรแอกนำกระแสได้ทั้งสองทาง

ส่วนในควอแตรนที่ 4 จะเป็นการทริกด้วยกระแสเกตที่เป็นบวก คือ กระแสเกตจะไหลจากขาเกตเข้ายังเนื้อสาร P ผ่านหัวต่อ PN ซึ่งต่อในลักษณะไบแอสตรงมายังขั้ว A_1 เมื่อทริกการทำงานของไทรแอก ไทรแอกก็จะนำกระแสโดยมีการไหลของกระแสผ่านสารกึ่งตัวนำ PNP เช่นเคย โดยมีทิศทางการไหลของกระแสดังภาพประกอบ 5

คุณสมบัติของไทรแอก

จากหลักการการทำงานของไทรแอกจะเห็นได้ว่า ไทรแอกนำกระแสระหว่าง A_2 และ A_1 ได้สองทางโดยทางทริกให้ไทรแอกทำงานเป็นไปได้อีกทั้งกระแสเกตที่เป็นบวกและที่เป็นลบ



ภาพประกอบ 6 กราฟแสดงคุณสมบัติการนำกระแสของไทรแอก

จากกราฟแสดงคุณสมบัติการนำกระแสของไทรแอกต์ที่แสดงความสัมพันธ์ของกระแสที่ไหลระหว่าง A2-A1 ที่ให้ไคทั้งบวกและลบกับแรงดันคร่อมตัวมัน ในขณะที่แรงดันคร่อม A2-A1 มีค่าเป็นบวกเทียบกับ A1 และถ้าไม่มีการทริกแล้วจะมีค่าแรงดันระหว่าง A2-A1 ค่า ๆ หนึ่งที่ทำให้มันนำกระแสเองได้แรงดันนี้ คือ แรงดันทั้งหลาย (breakover voltage) เช่นเดียวกับเซสซิอาร์ แต่ทำให้แรงดัน A2-A1 นี้มีค่าน้อยกว่าแรงดันทั้งหลายแล้วการทริกกระแสเกตไม่ว่าจะเป็นกระแสเกตที่มีค่าเป็นบวกหรือลบก็ตาม ไทรแอกต์จะนำกระแสทันที กราฟความสัมพันธ์ และข้อจำกัดต่าง ๆ จะเหมือนกับของเซสซิอาร์ ในทำนองเดียวกันถ้าให้แรงดันที่ A1 มีค่าเป็นบวกเมื่อเทียบกับ A2 ส่วนของกราฟ คือ แกน x ทางด้านลบ ถ้าเพิ่มแรงดันนี้ให้ค่ามากขึ้นจนถึงค่าแรงดันทั้งก็จะทำให้ไทรแอกต์นำกระแสเองได้ และถ้าหากว่าไม่มีการจำกัดกระแสในตัวไทรแอกต์แล้ว ไทรแอกต์ก็จะเกิดการเสียหายได้ ครั้นถ้าแรงดัน A2-A1 นี้มีค่าน้อยกว่าแรงดันทั้งแล้วทำการทริกด้วยกระแสเกต ซึ่งอาจจะเป็นกระแสบวกหรือลบก็ได้จะทำให้ไทรแอกต์นำกระแสได้ทั้งกระแสบวกและกระแสลบ

ในขณะที่ไทรแอกต์นำกระแส และเมื่อลดค่ากระแสลงจนถึงภาวะสุดท้ายที่ยังคงทำให้ไทรแอกต์นำกระแสได้ ค่ากระแสสุดท้ายนี้ เรียกว่า กระแสโฮลดิ้ง (holding current) และทำนองเดียวกันถ้าไทรแอกต์ยังไม่นำกระแสมันจะมีกระแสรั่วไหล (leakage current) เกิดขึ้น ค่ากระแสนี้มีค่าน้อยมาก

เนื่องจากไทรแอกต์สามารถให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไคทั้งสองทาง และสำหรับกระแสไฟสลับ (เป็นคลื่นรูปซายน์) จะมีช่วงเวลาหนึ่งที่กระแสต่ำกว่ากระแสโฮลดิ้ง ดังนั้นจึงทำให้ไทรแอกต์หยุดนำกระแสและจะรอการทริกใหม่อีกครั้ง และถ้าหากเกิดการทริกในขณะครึ่งลบของสัญญาณไฟสลับมันก็จะนำกระแสไคอีกเช่นเคย และ จะหยุดนำเมื่อค่ากระแสลดลงต่ำกว่ากระแสโฮลดิ้ง

มาร์สทอน (Marston. 1987 : 66 - 67) ได้อธิบายคุณสมบัติพื้นฐานของไทรแอกต์เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. โดยปกติ ถ้าไม่มีสัญญาณทริกที่เกต ไทรแอกต์จะไม่ทำงานโดยจะมีลักษณะเหมือนกับสวิตช์ที่ถูกเปิดวงจร
2. ถ้าในกรณี MT_2 และ MT_1 ถูกป้อนด้วยแรงดันบวกและลบตามลำดับ ไทรแอกต์จะถูกกระตุ้นให้ทำงานได้โดยการป้อนสัญญาณพัลส์เพียงสั้น ๆ ที่เกต ไทรแอกต์ใช้เวลาเพียง $2-3 \times 10^{-6}$ วินาที

ในการเริ่มทำงานเท่านั้น ในขณะที่ไทรแอดทำงานนั้นจะมีแรงดันตกคร่อมตัวมัน มีค่าประมาณ 1 หรือ 2 โวลต์เท่านั้น ในทำนองเดียวกันเมื่อไทรแอดเริ่มทำงานแล้วก็จะสามารถคงสภาพการทำงานเช่นนั้นต่อไปเรื่อย ๆ เท่าที่ยังมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอย่างทอเนื่อง

3. หลังจากที่ไทรแอดคงสภาพการทำงานอยู่นั้น มีวิธีเดียวที่จะหยุดการทำงานของมันได้ โดยการลดปริมาณกระแสที่ไหลผ่านตัวมันเอง ให้มีค่าต่ำกว่ากระแสโวลติ่ง ในกรณีที่ไทรแอดจ่ายกระแสไฟฟ้า AC การหยุดทำงานจะเกิดขึ้นอย่างอัตโนมัติ เมื่อแรงดันของไฟฟ้ากระแสสลับเข้าใกล้จุดตัดศูนย์ที่เกิดขึ้นทุก ๆ ครึ่งคลื่น นั่นคือกระแสจะลดลงเป็นศูนย์

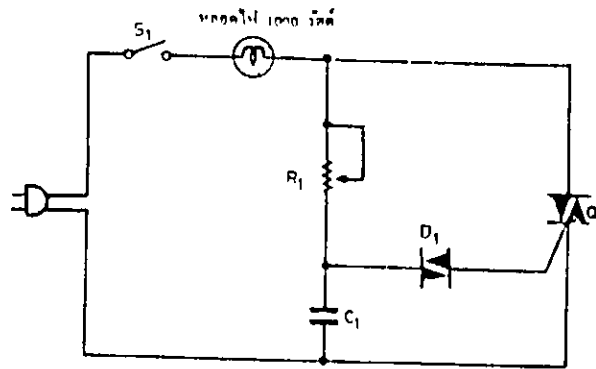
4. ไทรแอดจะถูกกระตุ้นให้ทำงานได้ ทั้งสัญญาณแบบบวกและลบที่ป้อนให้แกขาเกต โดยไม่คำนึงถึงขั้วที่อยู่ที่ MT_1 และ MT_2 ดังนั้นการทำงานของไทรแอดนี้จะมีสวิตช์แตรนส์เมื่อเปรียบเทียบกับขั้วแรงดันที่ป้อนให้แกขาทาง ๆ มีข้อแตกต่างกันเล็กน้อยของการทำงานในโหมดต่าง ๆ คือ ในกรณีของสวิตช์แตรนส์ที่ขั้วแรงดันที่ให้แกขา และเกตเหมือน (ทั้งบวกและลบ) จะทำให้มีค่าความไวที่เกตสูงขึ้น

5. ไทรแอดสามารถทนการกระชากของกระแสได้สูง เช่น โดยปกติสำหรับ ไทรแอดที่กระแสปกติได้ 10 แอมแปร์ (rms) สามารถทนการกระชากของกระแสในช่วงหนึ่งคาบเวลาของไฟ 60 เฮิรตซ์ได้สูงถึง 100 แอมแปร์ เป็นต้น

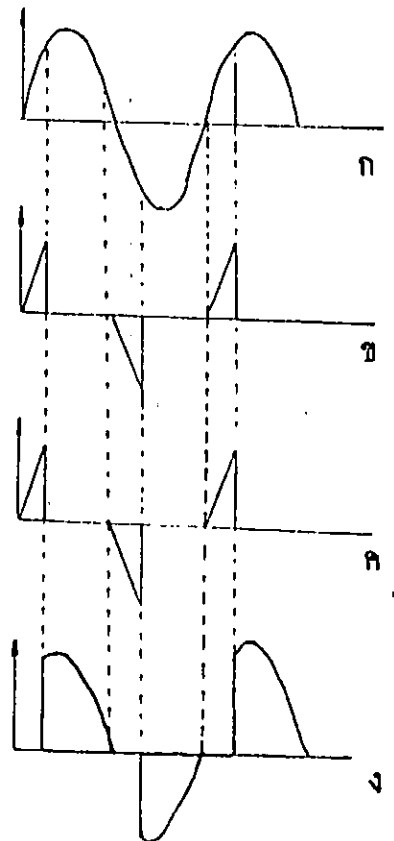
เครื่องหนีไฟ

การทำงานของเครื่องหนีไฟโดยใช้ไทรแอดควบคุม ขึ้น ฎวรวรรณ (2521 : 178 - 181) โดยอธิบายการทำงานและวงจรของเครื่องหนีไฟว่า

วงจรของเครื่องหนีไฟแบบง่ายที่สุด ดังภาพประกอบ 7 RC จะต่อกันและกัน และมีไคแอดต่อเชื่อมเข้ากับไทรแอด แรงดันไฟจะเป็นดังภาพประกอบ 8 ก. คือ รูปขายน้รรมคา แรงดันคร่อมจะเป็นดังภาพประกอบ 8 ข. แรงดันจากปลั๊กไฟจะไหลผ่านหลอดไฟเขาไปประจุไฟให้กับ C_1 แรงดันของ C_1 นี้จะค่อย ๆ สูงขึ้น ๆ จะมีค่าประมาณ 35 โวลต์ (เท่ากับแรงดันพังหลายของไคแอด) ไคแอดจะเปลี่ยนสภาพโดยลดความต้านทานภายในตัวของมันลง ทำให้ประจุที่สะสมอยู่ใน C_1 สามารถคายออกผ่าน D_1 เข้าเกตของไทรแอดลงมา A_1 เป็นอันครบวงจร เวลาที่คายประจุนี้เร็วมาก เมื่อ C_1 คายประจุแล้วแรงดันคร่อม C_1 จึงลดลงอย่างรวดเร็ว



ภาพประกอบ 7 วงจรไฟฟ้า thyristor แอคแบบง่าย



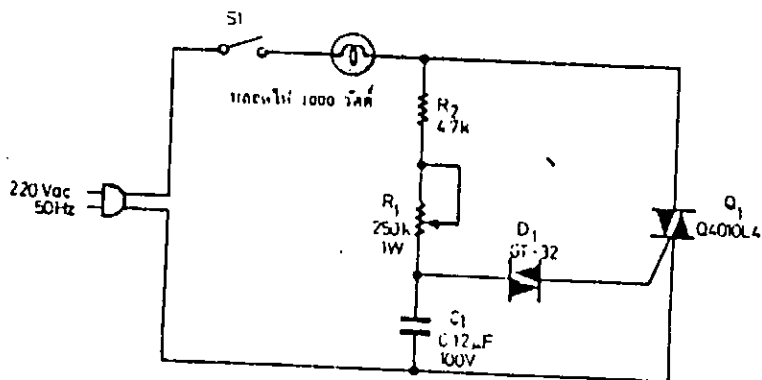
ภาพประกอบ 8 รูปคลื่นที่จุดต่างๆ ของวงจรในภาพประกอบ 7

ในขณะที่ C_1 ค่ายประจุนีเอง ไตรแอกจะถูกกระตุ้นให้เริ่มทำงาน แรงดันคร่อมจาก ไตรแอกจาก A_2 ถึง A_1 จะตกลงเพราะไตรแอกทำหน้าที่เหมือนสวิตช์วงจรให้กระแสไหลผ่านรูปคลื่น ที่คร่อมไตรแอกจะเป็นคังภาพประกอบ 8 ค. รูปคลื่นที่ควรสนใจมากที่สุด คือ รูปคลื่นคร่อมหลอดไฟ หรือหลอดนั้นเอง คังภาพประกอบ 8 ง. รูปคลื่นที่วอนี้ ได้จากการเอาแรงดันเข้าลบด้วยแรงดัน คร่อมไตรแอก

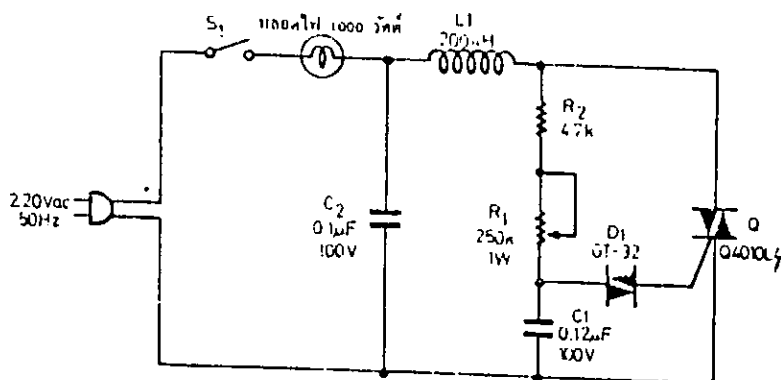
ตามตัวอย่างนี้สมมุติให้ไตรแอกถูกจุดชนวนเมื่อต้น ๆ ช่วงของรูปคลื่น ถ้าต้องการให้ไตรแอก ทำงานช้าลงทำได้โดยการเพิ่มค่า R_1 เพื่อให้ C_1 ถูกประจุถึงแรงดันพังหลายของไตรแอกช้าลง ดังนั้นการปรับค่าความสว่างของหลอดก็ทำได้โดยการปรับ R_1 วงจรแบบนี้มีข้อเสีย คือ

1. ไตรแอกทำงานในทันทีทันใด และผ่านกระแสจำนวนมากไปยังหลอดทันที ทำให้ รูปคลื่นที่ได้ไม่เป็นรูปไซน์ ซึ่งจะก่อให้เกิดฮาร์โมนิคความถี่สูง ๆ หรือรบกวนวิทยุเอเอ็มได้
2. เมื่อเราปรับค่า R_1 ให้มากพอที่จะทำให้หลอดไฟที่จวนจะดับ พอไฟเข้ากระเพื่อม ขึ้น ๆ ลง ๆ หลอดจะดับไปเลย และจะไม่สว่างขึ้นมาอีกแม้ไฟจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงจนเท่าเดิมก็ตาม หรือปรากฏการณ์ที่เพิ่มค่า R_1 มากจนหลอดไฟที่ดับไป แต่พอเริ่มลดค่า R_1 ลงกว่าหลอดจะติด ต้องหมุนมาเป็นระยะพอสมควรหลอดจึงจะสว่าง และจะสว่างมากกว่าที่ควรจะเป็นด้วย ผลอันนี้ เรียกว่าเกิด ฮิสเทอรีซิส (hysteresis)

ดังนั้นนักคิดจึงคิดแปลงวงจรพื้นฐานเป็นวงจรใหม่คังภาพประกอบ 9 โดยต่อเพิ่มค่า R_2 เข้าไปอนุกรมกับ R_1 เพื่อเป็นตัวจำกัดกระแส ค่า R_2 ที่ใส่เข้ามาต้องมีค่าน้อยพอที่จะให้ความสว่าง ได้สูงสุด ในขณะที่ปรับ R_1 มาต่ำที่สุด



ภาพประกอบ 9 วงจรให้ไฟเพิ่มความต้านทานเข้ามาจำกัดกระแส



ภาพประกอบ 10 วงจรให้ไฟป้องกันการรบกวน

ภาพประกอบ 10 การเพิ่มวงจร LC ประกอบด้วยไช้ L1 และคาปาซิเตอร์ C2 ไช้ L1 มีค่าประมาณ 200 mH และต่ออนุกรมกับหลอดไฟ ตัว L1 นี้มีคุณสมบัติที่จะหน่วงการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าให้ช้าลง L1 ต้องสามารถทนกระแสที่ไหลผ่านหลอดได้ ส่วนตัวเก็บประจุ C2 จะทำหน้าที่กันไม่ให้ความถี่ของฮาร์โมนิกสูงๆ ออกไปกวนระบบสายไฟภายนอก

การติดทั้งไทรแอดต้องยึดหลักดังนี้ คือ วัสดุที่ยึดไทรแอดต้องสามารถนำความร้อนได้ดีแม้ในขณะที่ไทรแอดทำงานเต็มกำลัง ถ้าเป็นไปไม่ได้ทั้งไทรแอดและวัสดุสำหรับยึด (มักเป็นแผ่นระบายความร้อน) ควรจะแยกจากกันทางไฟฟ้า (isolate) การยึดต้องแน่นหนาแข็งแรง

การเลือกขนาดของไทรแอดต้องคำนึงถึง

1. แรงดันใช้งานแรงดันพิกซ์ของไทรแอด ต้องมากกว่าแรงดันสูงสุดของไฟที่ป้อนเข้ามาได้

2. กระแสใช้งานกระแสที่ผ่านไทรแอด คิคแบบ RMS จะต้องสามารถผ่านไทรแอดได้อย่างสะดวก ถ้ามีแผ่นระบายความร้อนขนาดพอเพียง

3. กระแสสูงสุดที่ทนได้ โหลดวงจรหรือไฟส่วนใหญ่จะเป็นโหลดไฟแบบไส้ซึ่งจะมีความต้านทานต่ำเมื่อหลอดยังไม่สว่าง ฉะนั้นจะเริ่มเปิดวงจรหรือไฟกระแสที่กระชากในเวลาสั้นๆ นี้จะมีความมาก และอาจจะทำให้ไทรแอดเสียหายได้ ไทรแอดจึงต้องทนกระแสสูงสุดอันนี้ได้

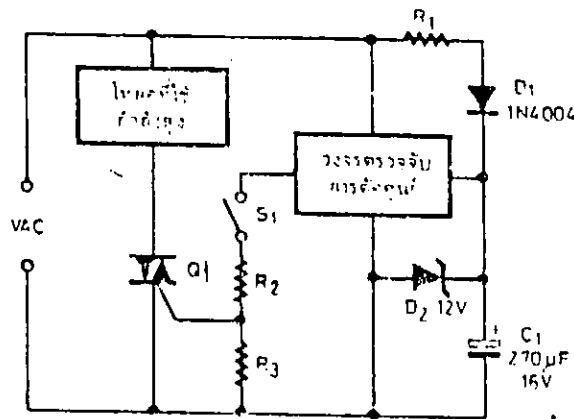
เครื่องหรือไฟฟ้าฯ ไป มีปัญหาการรบกวนต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ มาร์สตัน (Marston. 1987 : 68) ได้อธิบายสาเหตุของการรบกวนนี้ว่า ทุกๆ ครั้งที่ไทรแอดเริ่มทำงานกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่โหลดจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจากศูนย์ไปยังค่าที่กำหนดจากความต้านทานภายในของโหลด และแรงดันที่ตกภายในช่วงเวลาสั้นๆ ประมาณ $2 - 3 \times 10^{-6}$ วินาที การเปลี่ยนแปลงอย่างทันทีทันใดนี้ จะส่งผลให้เกิดสัญญาณรบกวนความถี่วิทยุ หรือเรียกว่า RFI ขึ้น ค่า RFI ที่เกิดขึ้นนี้จะมีค่ามากที่สุดที่ตำแหน่งที่มีมุมทริกที่เฟส 90 องศา และมีค่าต่ำสุดที่ 0 องศา และ 180 องศา ในทุกๆ ครั้งความเวลาของสัญญาณไฟสลับที่ใช้

ในกรณีของวงจรหรือไฟ อาจต้องใช้สายที่ต่อระหว่างวงจรกับโหลดยาวมาก ดังนั้น RFI จะมีผลมากเนื่องจากสามารถกระจายคลื่นสัญญาณรบกวนได้ตลอดความยาวของสาย ดังนั้นในทางปฏิบัติควรมีวงจรเรโซแนนซ์ที่ทำหน้าที่ลดสัญญาณ RFI นี้ให้อยู่ควย

วิธีการแก้ปัญหาการรบกวนทางไฟฟ้านี้ มาร์สตัน (Marston. 1987 : 68) ได้อธิบายไว้ว่า

ในกรณีของโหลดที่ต้องการกำลังไฟสูง เช่น ตัวกำเนิดความร้อนที่ใช้ไฟฟ้าโดยใช้ไทรแอด ควบคุมการทำงาน จำเป็นต้องใช้เทคนิคพิเศษในการลดค่าของ RFI นี้ ถ้ากรณีที่ใช้ไทรแอดทำหน้าที่

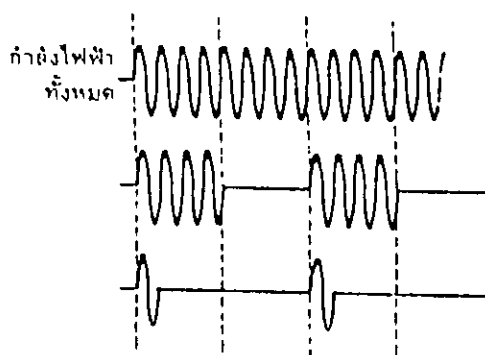
เป็นสวิตช์เปิด-ปิดการทำงานเท่านั้น ผลของ RFI จะเกิดขึ้นทุกๆ ครั้งที่มีการปิดวงจรสวิตช์ในระบบเริ่มทำงาน และผลนี้จะมีค่ามากที่สุด ถ้าในขณะที่เปิดระบบให้ทำงานในช่วงจังหวะที่มีเฟสเป็น 90 องศา พอดี RFI นี้จะลดลงได้โดยใช้เทคนิคของจุดตัดศูนย์เข้าช่วย ดังแสดงไว้ในวงจรภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 วงจรหนีไฟที่มีตัวตรวจจับการตัดศูนย์

จากภาพประกอบ 11 จะเห็นได้ว่า R_1 , D_1 , D_2 และ C_1 ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ ที่ป้อนให้แก่วงจรตรวจจับการตัดศูนย์ซึ่งจะต่อโดยตรงอยู่กับไฟฟ้ากระแสสลับ วงจรตรวจจับการตัดศูนย์นั้นสามารถสร้างขึ้นได้โดยใช้ทรานซิสเตอร์หลายๆ ตัว วงจรนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวป้อนสัญญาณพัลส์เพื่อทริกขาเกตของไทรแอกในขณะที่มีสัญญาณไฟสลับที่ให้มีการตัดศูนย์เกิดขึ้นทุกครั้ง ดังนั้นการทริกจะเกิดขึ้นในจังหวะที่เฟสของสัญญาณไฟสลับเป็น 0 องศาหรือ 180 องศาเท่านั้น จึงทำให้ RFI ที่เกิดขึ้นมีค่าน้อยที่สุด

เทคนิคการใช้จุดตัดศูนย์นี้ ใช้กับวงจรที่ต้องการปรับค่ากำลังไฟที่จะป้อนให้แก่โหลดได้ เพื่อลดค่าของ RFI ลงได้เช่นกัน โดยเปลี่ยนสวิตช์ S_1 ในภาพประกอบ 11 ไปเป็นวงจรสร้างสัญญาณพัลส์ที่สามารถปรับอัตราส่วนของช่วงสัญญาณที่มีลูกคลื่นกับช่วงเวลาดำได้ ดังนั้นโหลดจะได้รับไฟสลับเป็นช่วงๆ ไป นั่นคืออาจจะได้รับสี่ลูกคลื่น และเว้นไปอีกสี่ลูกคลื่นสลับกันเช่นนี้เรื่อยๆ แต่ลูกคลื่นแต่ละลูกที่ได้รับจะเพิ่มลูกคลื่นเสมอ

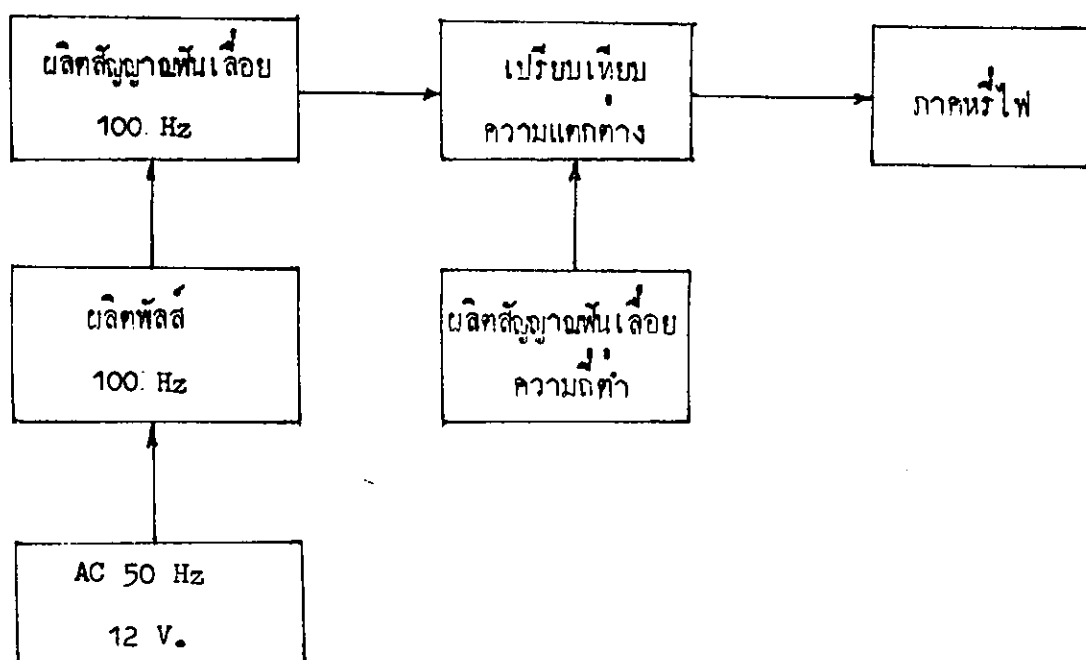


ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างการแบ่งตามเวลาการจ่ายไฟสลับให้แก่หลอดเป็นช่วงๆ โดยมีความยาวช่วงแสงสลับลูกคลื่น

ในภาพประกอบ 12 แสดงลักษณะของไฟสลับที่ป้อนให้แก่หลอดในวิธีนี้ โดยในที่นี้จะแบ่งตามเวลาของการจ่ายไฟสลับทั้งหมดเป็นช่วงๆ ที่เท่ากัน ในแต่ละช่วงจะมีแปดลูกคลื่น ถ้าใครแอดถูกทริกให้น่ากระแสเพียงสี่ลูกคลื่น และไม่่น่ากระแสสี่ลูกคลื่น นั้นหมายความว่าหลอดจะได้รับกำลังไฟเพียงครึ่งหนึ่งของไฟสลับทั้งหมด และถ้าถูกกำหนดให้ใครแอดน่ากระแสเพียงลูกคลื่นเดียว ส่วนอีกเจ็ดลูกคลื่นไม่น่ากระแส ก็หมายความว่าหลอดจะได้รับกำลังไฟเพียงหนึ่งในแปดส่วนเท่านั้น แต่จังหวะของการทริกให้ใครแอดเริ่มทำงานแต่ละครั้งจะเริ่มมีเฟสศูนย์กลางเท่านั้น ซึ่งจะเป็นการลดผลของ RFI ที่เกิดขึ้นได้ ในขณะที่เดียวกันก็สามารถควบคุมกำลังไฟที่ป้อนให้แก่หลอดได้ตามต้องการ

เครื่องรีไฟท์ทำงานโดยอัติโนมัติ

เครื่องรีไฟท์ทำงานโดยอัติโนมัติ นับว่าเป็นหัวใจของเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ อนุรักษ์ ชนะกุล (2528 : 119 - 123) ได้สร้าง "ไฟวูป 1 ช่อง" ที่ใช้ในงานโฆษณาสินค้า โดยเครื่องจะทำการรีไฟท์และเพิ่มแสงสว่างของหลอดโดยอัติโนมัติ "ไฟวูป 1 ช่อง" มีหลักการทำงานดังนี้



ภาพประกอบ 13 โค้ดแตรการทำงานของวงจร "ไฟวูบ"

กระแสไฟฟ้าสลับ 12 V. 50 Hz จะไปกระตุ้นให้ภาคสร้างซิงค์ความถี่ 100 ให้ทำงาน
จังหวะของคลื่นไฟฟ้าสลับ ซิงค์จะกระตุ้นให้ภาคสร้างสัญญาณพื้นเสียงสร้างสัญญาณพื้นเสียง
ความถี่ 100 Hz ป้อนเข้าภาคขยายความแตกต่าง ภาคสร้างสัญญาณพื้นเสียงความถี่ต่ำมาก
จะสร้างสัญญาณเพื่อเปรียบเทียบกับสัญญาณพื้นเสียง 100 Hz ทำให้เอาต์พุตของภาคขยาย
ความแตกต่างมีการเปลี่ยนแปลงเฟสตามแรงดันที่ภาคสร้างสัญญาณพื้นเสียงความถี่ต่ำมากสร้างขึ้น
การทริกไทรแอดเปลี่ยนมุมไปเรื่อย ๆ ตามรูปคลื่นพื้นเสียงความถี่ต่ำ ทำให้แสงสว่างของหลอด
เปลี่ยนไป

จากการค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปการทำงานของระบบการฉายแบบ
เลือนภาพได้ดังต่อไปนี้

1. อุปกรณ์จำเป็นทั้งนี้

1.1 เครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพ

1.2 เครื่องฉายสไลด์ที่สามารถเพิ่มและลดแสงสว่างของหลอดฉายได้จากเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพไม่น้อยกว่า 2 เครื่อง

1.3 เครื่องกำเนิดสัญญาณการเปลี่ยนภาพอาจจะใช้ synchronize tape หรือ micro computer

2. เครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพที่นิยมใช้มีรายละเอียดข้อมูลจำเพาะ (specification)

2.1 สามารถควบคุมหลอดฉายของเครื่องฉายสไลด์แบบ halogen 20 VAC 250 W.

2.2 สามารถปรับระยะเวลาการเลื่อนภาพได้ ตั้งแต่ 2 - 30 วินาที

2.3 สามารถสร้างรายละเอียดในการเพิ่มและลดแสงสว่างได้ 240 ระดับ

2.4 ใช้กระแสไฟฟ้าสลับ 220 VAC 50 CPS.

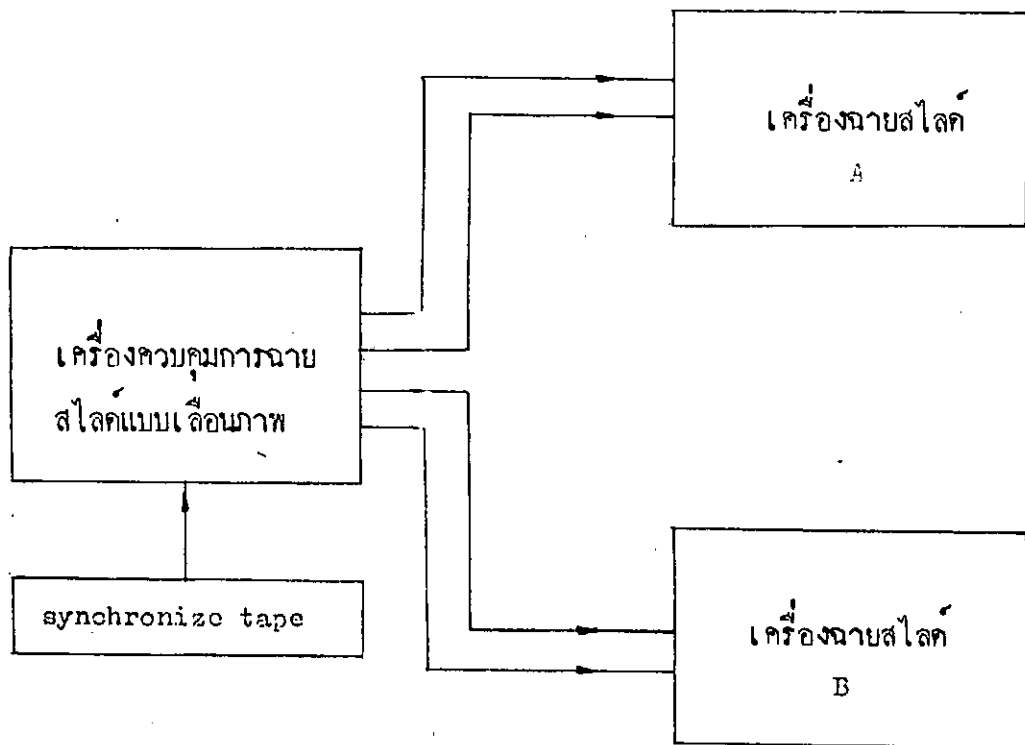
การดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัย แบ่งออกเป็นห้าขั้นตอน คือ

1. การออกแบบระบบการฉายสไลด์แบบเลือนภาพ
2. การปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติสองเครื่อง ให้สามารถฉายแบบเลือนภาพได้
3. ออกแบบและสร้างเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพที่สามารถควบคุมเครื่องฉายสไลด์ทั้งสองเครื่อง
4. ทดลองใช้เครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพ กับเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติที่ปรับปรุงแล้ว
5. ประเมินผลการใช้งานของเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพกับเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ

การออกแบบระบบการฉายสไลด์แบบเลือนภาพ

จากการศึกษาการทำงานของลักษณะการ เลือนภาพจากเอกสารต่าง ๆ ผู้วิจัยได้สร้างระบบการฉายสไลด์แบบเลือนภาพที่ใช้ในงานวิจัยดังนี้



ภาพประกอบ 14 แผนผังการทำงานของระบบการฉายสไลด์แบบเลือนภาพ

ระบบการฉายสไลด์แบบเลือนภาพที่สร้างขึ้นในงานวิจัยครั้งนี้ ใช้เครื่องฉายสไลด์สองเครื่อง เครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพจะใช้สัญญาณการเปลี่ยนภาพจาก synchronize tape เป็นสัญญาณสั่งให้เครื่องควบคุมทำการเลือนภาพ จากเครื่องควบคุมจะมีสายควบคุมหลอดฉาย และควบคุมการเปลี่ยนภาพ ต่อไปยังเครื่องฉายสไลด์แต่ละเครื่อง การเรียงสไลด์ใส่ในถาดใส่สไลด์ ทำได้โดยการแยกภาพที่เป็นเลขคู่เรียงไว้ที่เครื่องฉายสไลด์ A และภาพที่เป็นเลขคี่ เรียงไว้ที่เครื่องฉายสไลด์ B เมื่อต้องการฉายสไลด์ก็เปิดสวิตช์เครื่องมือต่างๆ ทั้งหมด เครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพจะปรับการทำงานของระบบการฉายโดยอัตโนมัติสไลด์ภาพที่ 1 ของเครื่องฉายสไลด์ A จะปรากฏบนจอ เมื่อมีสัญญาณการเปลี่ยนภาพจาก synchronize tape เครื่องควบคุมการฉายสไลด์

แบบเลือกภาพจะรหัสแสงของหลอดฉายของเครื่องฉายสไลด์ A ลง ทำให้สไลด์ภาพที่ 1 ค่อย ๆ เลื่อนหายไป ในขณะที่เดียวกันแสงของหลอดฉายเครื่องฉายสไลด์ B จะค่อย ๆ สว่างขึ้นทำให้สไลด์ภาพที่ 2 ค่อย ๆ ปรากฏขึ้นแทน เมื่อหลอดฉายของเครื่องฉายสไลด์ A มีคสสนิทแล้ว เครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือกภาพจะเปลี่ยนภาพของเครื่องฉายสไลด์ A ขึ้นหน้า 1 ภาพ เพื่อให้พร้อมที่จะทำงานต่อไป เมื่อมีสัญญาณการเปลี่ยนภาพจาก synchronize tape อีกเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือกภาพจะค่อย ๆ รหัสแสงของหลอดฉายเครื่องฉายสไลด์ B ลง และเพิ่มแสงของหลอดฉายเครื่องฉายสไลด์ A ให้ค่อย ๆ สว่างขึ้นแทน เมื่อหลอดฉายของเครื่องฉายสไลด์ B มีคสสนิทแล้ว เครื่องฉายสไลด์ B จะเปลี่ยนภาพขึ้นหน้า 1 ภาพ ถ้าเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือกภาพได้รับสัญญาณการเปลี่ยนภาพอีกก็จะทำการรหัสหลอดฉายเครื่องฉายสไลด์ A และเพิ่มแสงของหลอดฉายเครื่องฉายสไลด์ B ขึ้นแทน การทำงานจะเป็นอย่างนี้โดยตลอด ทั้งการใช้งาน และการทำงานทั้งกล่าวเป็นไปโดยอัตโนมัติ

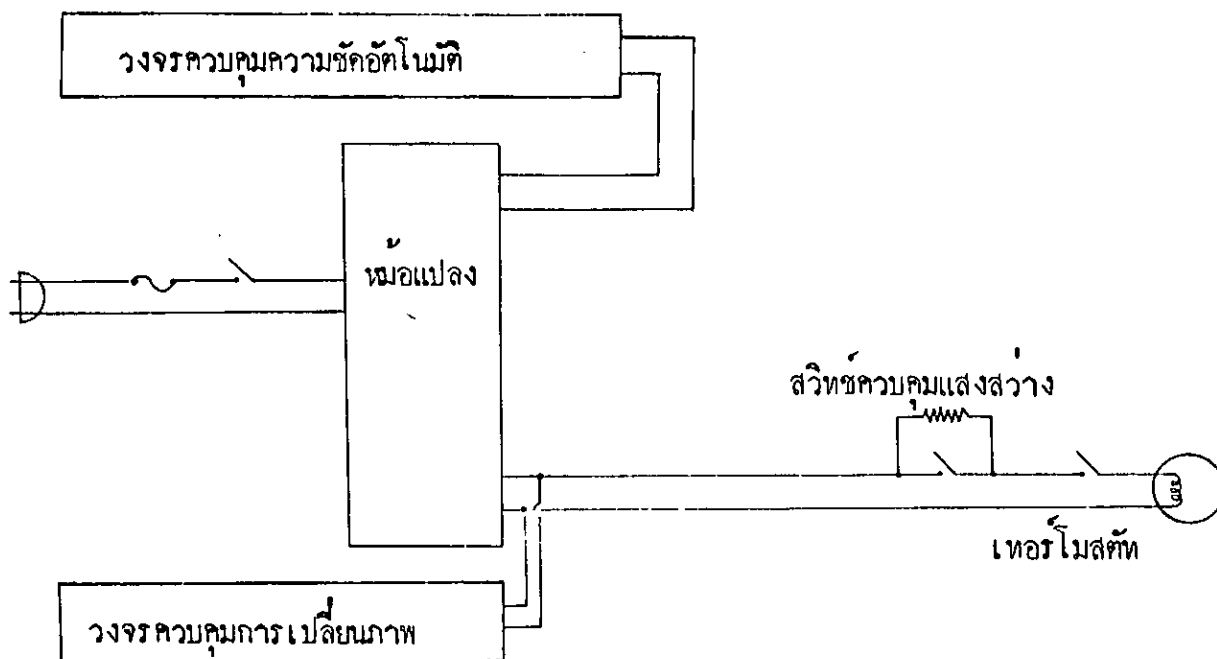
การปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติสองเครื่อง ให้สามารถฉายแบบเลือกภาพได้

เครื่องฉายสไลด์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นของ "Kinderman" 1810-2 จำนวนสองเครื่อง เครื่องฉายสไลด์รุ่นนี้ทำงานได้หลายแบบ คือ แบบบังคับด้วยมือ แบบกึ่งอัตโนมัติ และแบบอัตโนมัติ ภายในเครื่องมีระบบควบคุมความคมชัดโดยอัตโนมัติ (auto-focus) มีสวิทช์ปรับการทำงานของหลอดฉายสองระดับ คือ หลอดทำงาน 100 เปรอร์เซ็นต์ และ 70 เปรอร์เซ็นต์ หลอดฉายเป็นแบบฮาโลเจน ใช้กระแสไฟฟ้าสลับ 220 V. 50 CPS. ถาดสไลด์มีสองแบบ คือ แบบวงกลม และแบบราง แบบวงกลมใส่สไลด์ได้ 120 ภาพ และแบบรางใส่ได้ 36 ภาพ การเปลี่ยนภาพทำได้หลายวิธี คือ

การควบคุมที่ตัวเครื่อง โดยการกดปุ่มเปลี่ยนภาพขึ้นหน้าหรือถอยหลัง

การควบคุมโดยไขเครื่องควบคุมระยะไกล (remote control) ควบคุมการต่อเข้าตัวขอ (plug) หลังตัวเครื่อง สำหรับเข้าต่อเป็นแบบ Din 6 ขา

ภายในเครื่องมีแผนผังไฟฟ้า ดังต่อไปนี้

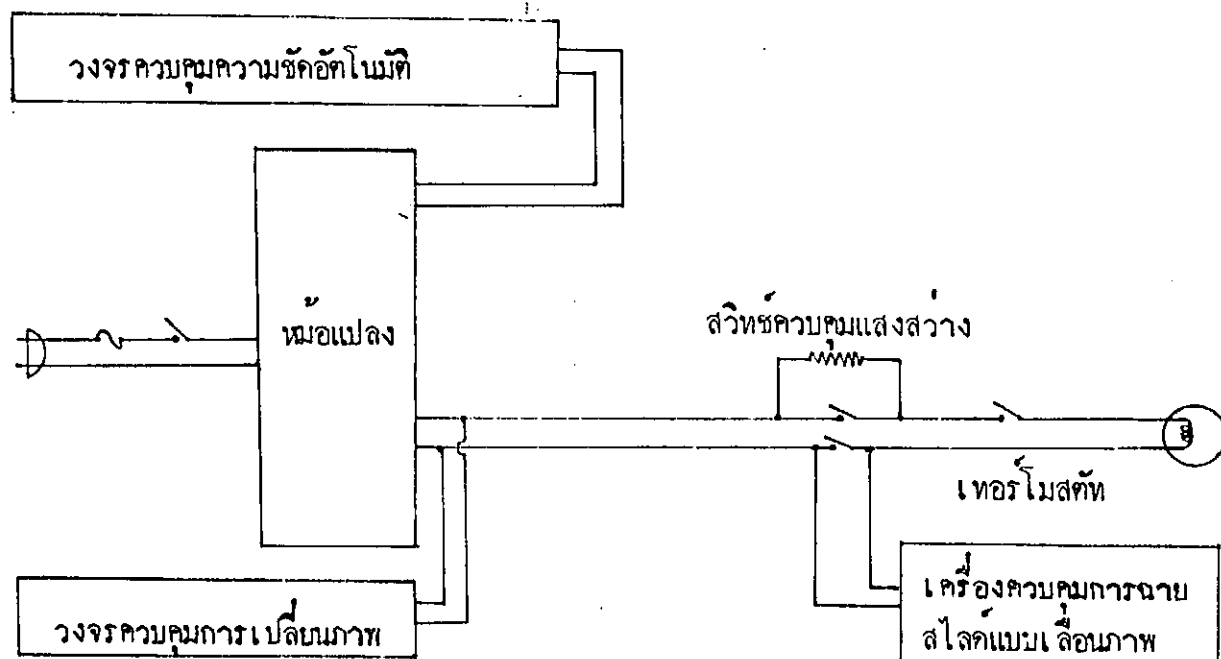


ภาพประกอบ 14 วงจรไฟฟ้าภายในเครื่องฉายสไลด์ Kinderman 1810-2

การทำงานภายในเครื่องฉายสไลด์เครื่องนี้ ภายในเครื่องมีหม้อแปลงสำหรับแปลงกระแสไฟฟ้าสลับ 220 v. ลงเป็นสองชุด คือ 6 โวลต์ และ 24 โวลต์ ชุดที่เป็น 6 โวลต์ ใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับวงจรควบคุมความชัดอัตโนมัติ (auto - focus) และชุด 24 โวลต์ใช้จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดฉาย และวงจรควบคุมการเปลี่ยนภาพอัตโนมัติ

วงจรหลอดฉายมีขดลวด ซึ่งขดลวดนี้จะลดแรงเคลื่อนไฟฟ้าลงจาก 24 โวลต์ ให้เหลือ 20 โวลต์ เพื่อให้การทำงานของหลอดฉายมีสองระดับ คือ 100 เปอร์เซ็นต์ และ 70 เปอร์เซ็นต์ ในวงจรนี้ยังมีเทอร์โมสแตท (thermostat) ที่ใช้ควบคุมหลอดฉาย ถ้าหลอดฉายร้อนเกินไปซึ่งอาจเกิดจากความบกพร่องของพัดลมหรือการใช้งานหนักเกินไป สวิตช์นี้จะตัดกระแสไฟฟ้าที่จะจ่ายให้หลอดฉายโดยอัตโนมัติ ทำให้เครื่องฉายไม่ได้รับอันตราย

จากการศึกษาการทำงานของเครื่องฉายสไลด์ "Kinderman" 1810-2
สามารถปรับปรุงเครื่องฉายแบบกึ่งอัตโนมัติ ให้ฉายแบบเลือกภาพได้ดังนี้



ภาพประกอบ 16 การดัดแปลงวงจรไฟฟ้าเครื่องฉายสไลด์ Kinderman 1810 - 2

การปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติให้สามารถฉายแบบเลือกภาพ ในการวิจัยครั้งนี้ทำได้โดยการดัดแปลงวงจรหลอดฉายใหม่ โดยการตัดสายไฟที่จะไปยังหลอดฉายเส้นหนึ่ง แล้วต่อสวิตช์แบบสองทาง หลังจากนั้นต่อสายเข้ากับลิ้นไฟฟ้าแบบตัวเมีย เพื่อที่จะต่อกับเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือกภาพที่สร้างขึ้น

การใช้งานเครื่องฉายสไลด์ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วนี้ เมื่อต้องการฉายสไลด์แบบเลือกภาพทำได้โดยฉลัสวิทช์ให้อยู่ตรงกับตำแหน่ง dissolve ถ้าไม่ต้องการฉายแบบเลือกภาพ ก็ฉลัสวิทช์ไปทาง normal

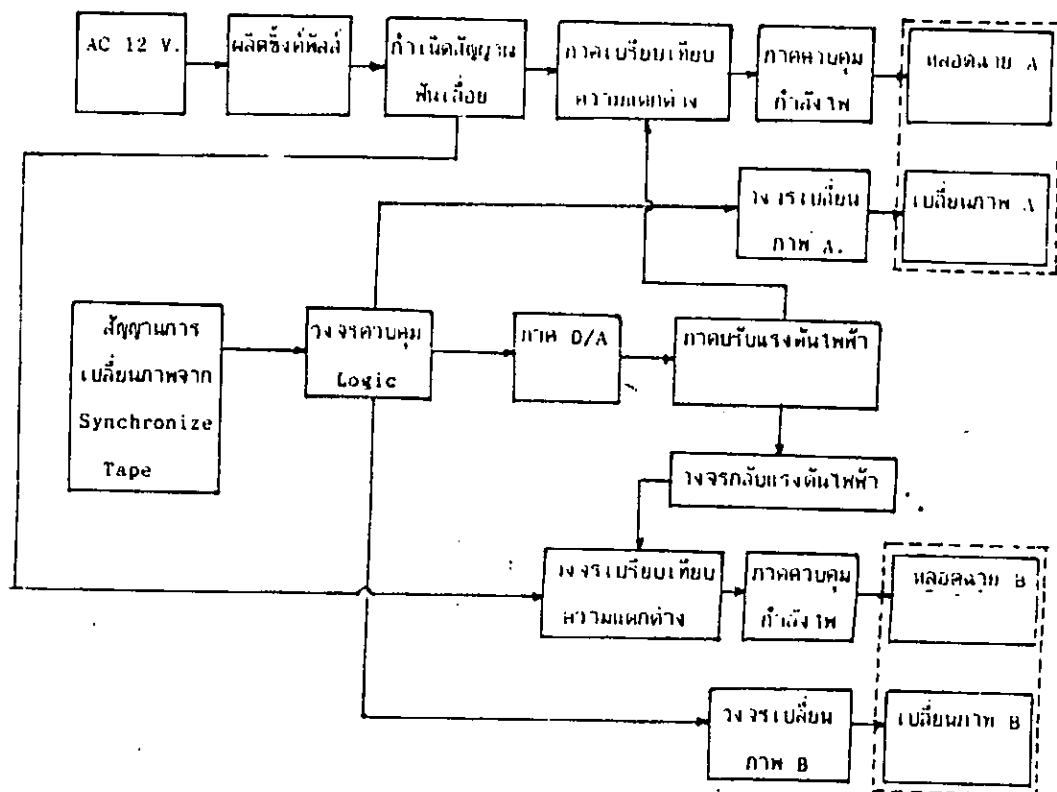
การปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์ครั้งนี้ ทำได้ไม่ยากนัก ราคาไม่แพง และสามารถนำหลัก
การปรับปรุงไปใช้กับเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติเครื่องอื่นๆ ได้ด้วย นอกจากนี้ยังสามารถใช้
เครื่องฉายสไลด์ได้ในกรณีที่ไม่ต้องฉายแบบเลื่อนภาพ

ในส่วนของการเปลี่ยนภาพนั้น ไม่มีการคั่นแปลงใดๆ การเปลี่ยนภาพทำโดยผ่านหัวต่อสาย
เครื่องควบคุมระยะไกล (remote control)

การออกแบบและสร้างเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ

1. การออกแบบเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ

เครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ มีโคะแกรมการทำงานดังนี้



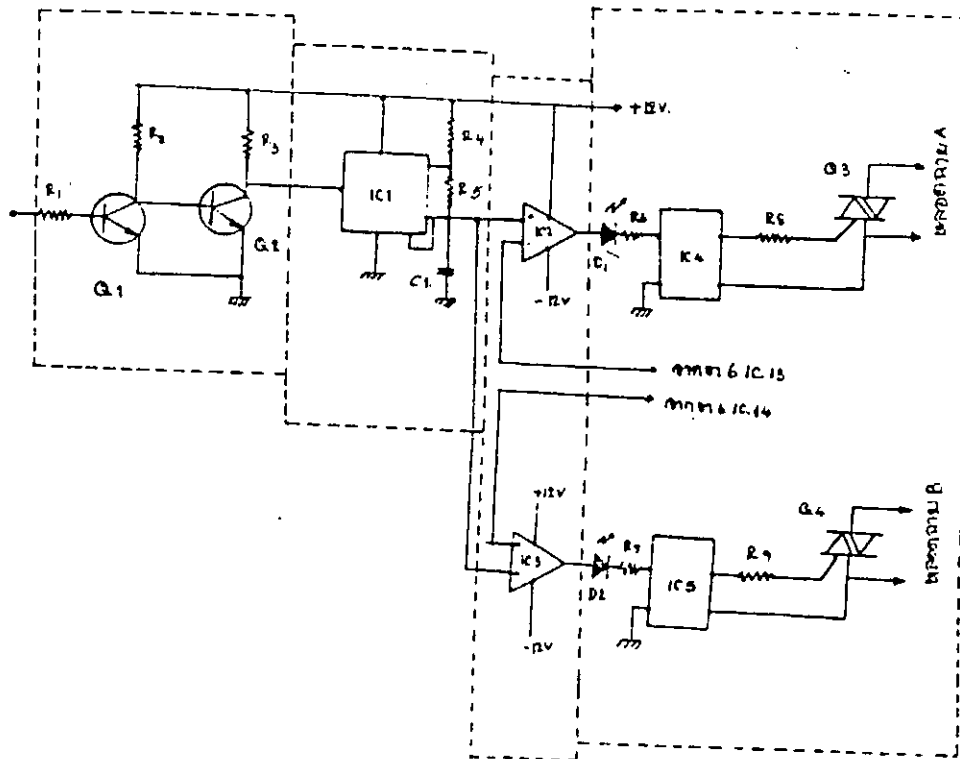
ภาพประกอบ 17 โคะแกรมการทำงานของเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ

จากไดอะแกรม การทำงานของเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือกภาพที่สร้างขึ้นในงานวิจัยครั้งนี้ มีส่วนประกอบที่สำคัญสี่ส่วน คือ

- 1.1 วงจรหรีไฟ ทำหน้าที่ควบคุมแสงสว่างของหลอดฉายสไลด์
- 1.2 วงจรควบคุมลอจิก(logic control) วงจรนี้จะทำการควบคุมการทำงานของวงจรหรีไฟ และวงจรเปลี่ยนภาพให้ทำหน้าที่ตามจังหวะที่กำหนดไว้
- 1.3 วงจรเปลี่ยนภาพ ทำหน้าที่เปลี่ยนภาพของเครื่องฉายสไลด์
- 1.4 วงจรจ่ายไฟ(power supply) ทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่วงจรต่างๆ ภายในเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือกภาพ

1.1 วงจรหรีไฟ

ในส่วนของวงจรหรีไฟ ซึ่งเป็นวงจรที่สำคัญวงจรหนึ่งของเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือกภาพ วงจรหรีไฟที่สร้างขึ้น มีการทำงานดังนี้



ภาพประกอบ 18 วงจรหรีไฟ

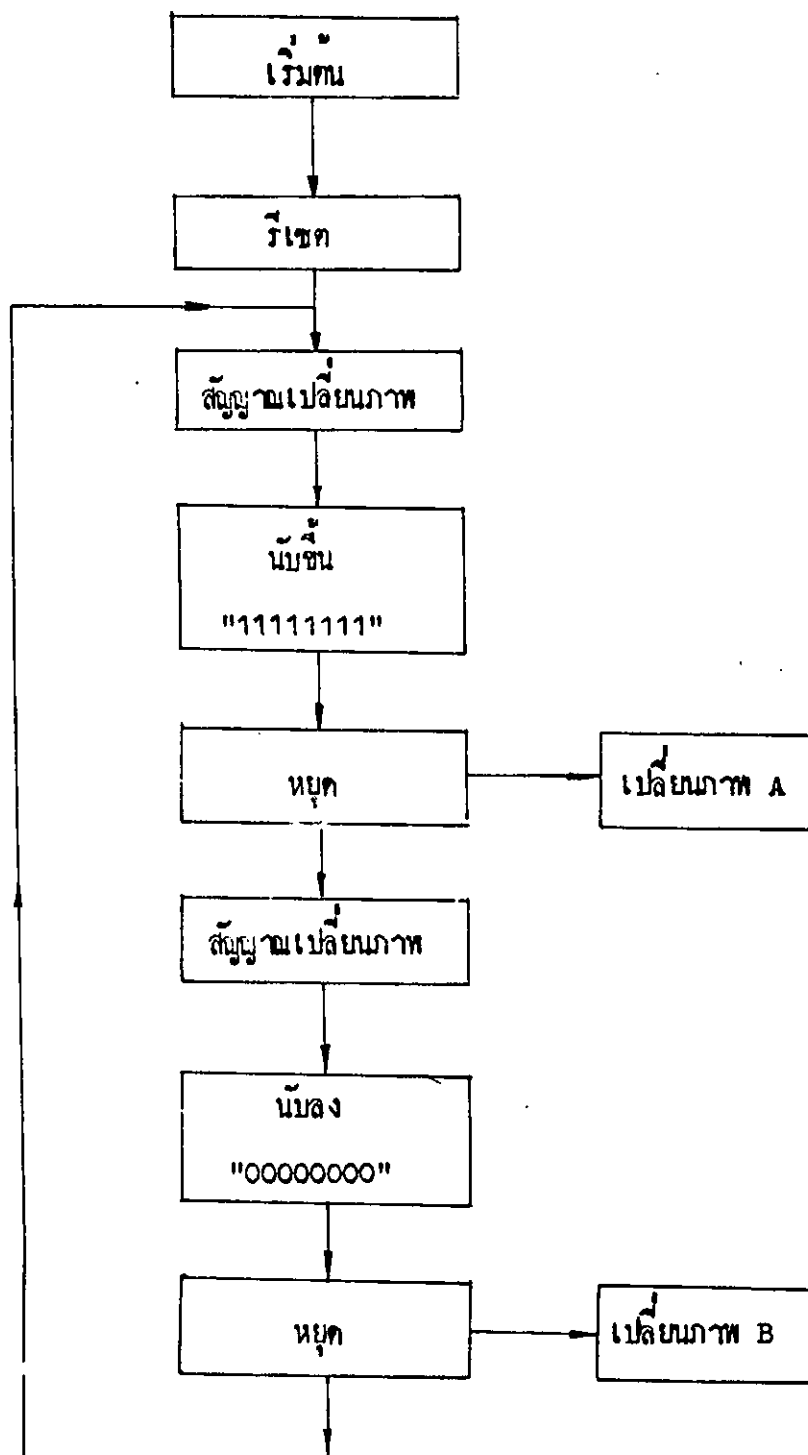
ภาคผลิตซิงค์พัลส์ ไฟฟ้ากระแสสลับ 12 V. 50 Hz เมื่อ ผ่าน และ
จะโคพัลส์ 100 Hz เพื่อกระตุ้นให้ Q_1 และ Q_2 นำกระแสตามจังหวะไฟฟ้าสลับที่ใช้อยู่โดยทั่วไป
ทั้งนี้ที่ขา C ของ Q_2 จะมีพัลส์ความถี่ 100 Hz เพื่อจะไปกระตุ้นการทำงานของ IC_1

ภาคผลิตสัญญาณพื้นเลื่อย IC_1 จะทำหน้าที่ผลิตสัญญาณพื้นเลื่อยความถี่ 100 Hz
ตามสัญญาณซิงค์พัลส์ที่ได้จากภาคผลิตซิงค์พัลส์แล้วป้อนไปยังขา 2 ของ IC_2

ภาคเปรียบเทียบความแตกต่างสัญญาณพื้นเลื่อยจากภาคผลิตคลื่นรูปฟันเลื่อยจะ
ป้อนเข้ามาทางขา non inverting ของ IC_2 จากสัญญาณคังกลาวจะถูกขยายความแตกต่าง
เพื่อเปรียบเทียบกับแรงดันไฟฟ้าที่ส่งมาจากภาคควบคุมลอจิก ทำให้เกิดคลื่นรูปสี่เหลี่ยม เลื่อนเฟส
ไปมาไปตามแรงดันไฟฟ้าที่มาจากภาคควบคุมลอจิก ซึ่งรูปคลื่นคังกลาวจะถูกส่งไปควบคุมวงจรระยะ
เวลานำ กระแสไฟฟ้าในภาคควบคุมกำลังไฟฟ้ายีกครั้งหนึ่ง

ภาคควบคุมกำลังไฟ ภาคนี้จะรับคลื่นรูปสี่เหลี่ยมที่ได้จากภาคเปรียบเทียบความ
แตกต่างมาจุกชนวนให้กับไทรแอก ทำให้หลอดไคร์บ์กำลังไฟมากหรือน้อย ตามระยะเวลาการนำ
กระแสของไทรแอก

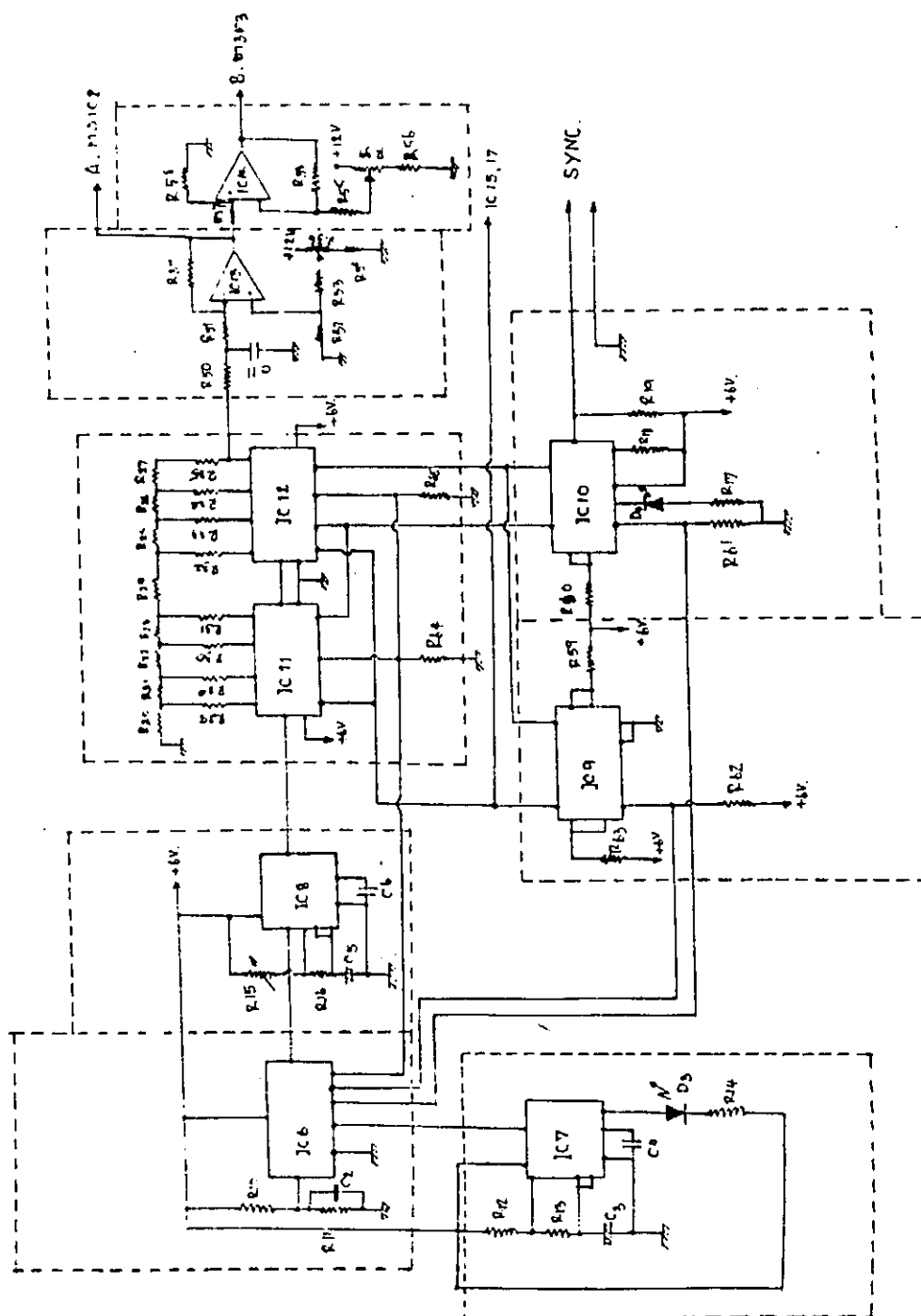
1.2 วงจรควบคุมลอจิก (logic control) วงจรนี้จะทำการควบคุมการทำงานของ
ของวงจรควบคุมต่าง ๆ ให้เป็นไปตามโปรแกรมที่ตั้งเอาไว้ โปรแกรมการทำงานของวงจรควบคุม
ลอจิกมีขั้นตอนการทำงานดังนี้



ภาพประกอบ 19 ไคอะแกรมการทำงานของวงจรควบคุมอจิก

เมื่อเริ่มเปิดเครื่องควบคุมเครื่องจะผลิตสัญญาณรีเซ็ต (reset) เพื่อปรับเครื่องให้พร้อมที่จะรับสัญญาณภาพเปลี่ยนภาพ เมื่อได้รับสัญญาณการเปลี่ยนภาพจากเครื่องเล่นเทปแบบ synchronize สัญญาณนี้จะสั่งให้ IC วงจรมัลติเพล็กซ์ในภาค D/A ทำการนับขึ้น จนถึง "11111111" แล้วเครื่องจะสั่งให้หยุดนับ แล้วผลิตสัญญาณการเปลี่ยนภาพให้วงจรควบคุมการเปลี่ยนภาพของเครื่องฉายสไลด์ A เปลี่ยนภาพเค้นหน้า (forward) 1 ภาพ เมื่อได้รับสัญญาณการเปลี่ยนภาพจากเครื่องเล่นเทปแบบ synchronize อีกครั้งหนึ่งสัญญาณนี้จะสั่งให้ IC วงจรมัลติเพล็กซ์ในภาค D/A ทำการนับลง จนถึง "00000000" แล้วจึงสั่งให้หยุดนับจากนั้นจะทำการผลิตสัญญาณเปลี่ยนภาพให้วงจรควบคุมการเปลี่ยนภาพของสไลด์เครื่อง B ทำการเปลี่ยนภาพเค้นหน้า (forward) 1 ภาพ หลังจากนั้นก็จะรอสัญญาณการเปลี่ยนภาพอีก แล้วทำการสั่งให้ IC วงจรมัลติเพล็กซ์ในภาค D/A นับขึ้นอีก ทำอย่างนี้ไปโดยตลอดการทำงาน

วงจรควบคุมลอจิก เป็นวงจรที่กำหนดการทำงานของเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพให้เป็นไปตามขั้นตอนการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ ในวงจรนี้แบ่งการทำงานเป็นแปดภาค คือ



ภาพประกอบ 20 วงจรควบคุมลจิก

ภาคกำเนิดสัญญาณรีเซ็ต (reset) เป็นภาคที่บังคับให้วงจรทุกวงจรในเครื่องมีการเริ่มต้นการทำงานตรงตามลอจิกที่ต้องการ ภาคนี้จะใช้ R_{10} , R_{11} และ C_2 เป็นตัวกำหนดระยะเวลาการปรับเครื่องก่อนการทำงาน โดยเมื่อเริ่มเปิดเครื่องจะมีลอจิกเป็น 0 และจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเป็น 1 โดยการไหลลัดการทำงานของคอนเทนเซอร์ ภาคนี้จะทำงานโดยอัตโนมัติทุกครั้งที่เราเปิดเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือกภาพ ภาคนี้ใช้เวลาในการปรับการทำงานประมาณสองวินาที

ภาคแสดงผลของการรีเซ็ต (reset) ในภาคนี้มี IC_1 ซึ่งเป็น IC ที่จะรับสัญญาณรีเซ็ตจากภาคกำเนิดสัญญาณรีเซ็ตมาส่งให้ทำงานโดยเมื่อสัญญาณรีเซ็ตกำลังทำงานจะมีไฟกระพริบเตือนเพื่อบอกให้ทราบว่าขณะนี้เครื่องกำลังปรับลอจิก เมื่อเครื่องปรับลอจิกต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว ไฟกระพริบจะหยุดกระพริบ

ภาคกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (clock) เป็นภาคกำเนิดสัญญาณที่เปลี่ยนเพื่อให้งจร D/A ใช้ในการนับ ภาคนี้สามารถปรับความถี่ได้โดยปรับจาก R_{15} ทำให้การทำงานของวงจร D/A ทำงานได้ทั้งช้าและเร็ว ซึ่งมีผลทำให้ระยะเวลาในการเลือกภาพช้าหรือเร็วได้ ในภาคนี้สามารถปรับความถี่ได้ตั้งแต่ $9 H_z$ ถึง $128 H_z$ โดยประมาณ

ภาค D/A (digital to analog) เป็นภาคที่เปลี่ยนจากสัญญาณทาง digital ที่ได้จาก IC_{11} และ IC_{12} ให้เปลี่ยนเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า เพื่อป้อนให้ภาคเปรียบเทียบความแตกต่างในวงจรเครื่องทวีไฟ ภาค D/A ในงานวิจัยนี้เป็นแบบขึ้นบันได ใช้ IC วงจรมับขึ้นและลง (up down counter) แบบ 4 บิต 2 ทวิ ทำให้มีความละเอียดถึง 256 ระดับ

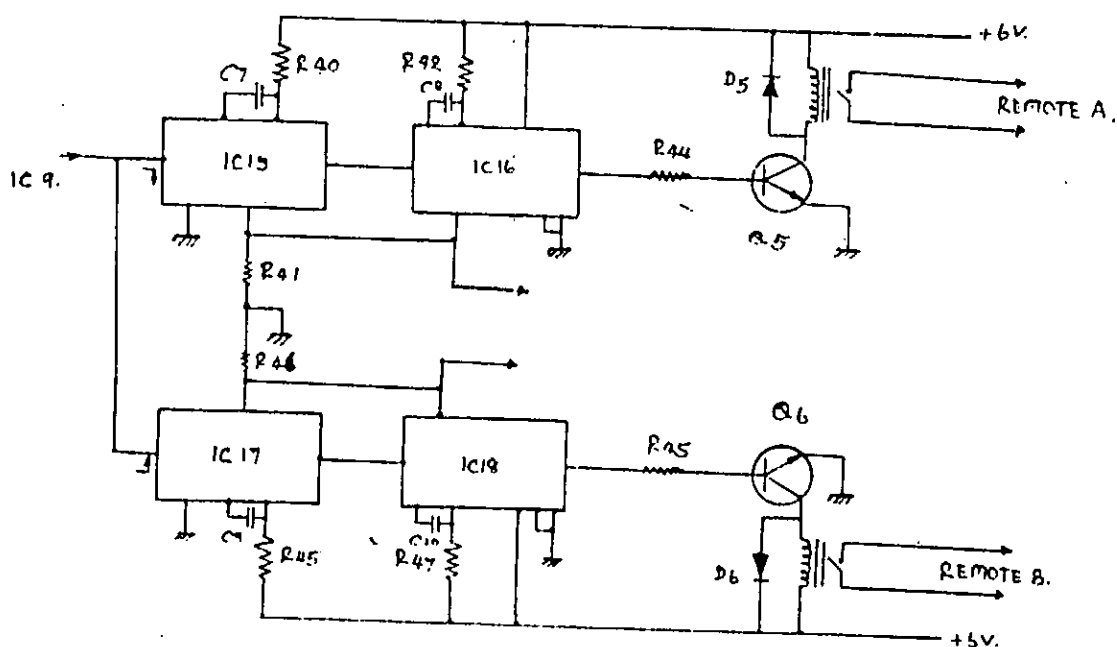
ภาคควบคุมการหยุดนับ ภาคนี้จะตรวจสอบเมื่อ IC_{11} และ IC_{12} นับได้ครบ 00000000 และ 11111111 ภาคนี้จะควบคุมให้ IC_{11} และ IC_{12} หยุดนับโดยอัตโนมัติ เมื่อได้รับสัญญาณการเปลี่ยนภาพก็จะเริ่มให้ IC_{11} และ IC_{12} นับต่อไป ถ้าวางจรมับแล้ว จะมี D4 ซึ่งเป็น LED เป็นตัวแสดงผล ถ้าวางจรมับกำลังมับ D4 จะดับ ถ้าวางจรมับหยุดนับ D4 จะติด

ภาคควบคุมการนับขึ้นลง ภาคนี้จะตรวจสอบการนับของ IC_{11} และ IC_{12} ถ้านับถึง 11111111 จะปรับ IC_{11} , IC_{12} ให้นับลงเมื่อนับถึง 00000000 ก็จะปรับ IC_{11} , IC_{12} ให้นับขึ้น สัญญาณการตรวจสอบได้จากขา 7 ของ IC_{12}

ภาคปรับแรงเคลื่อนไฟฟ้า แรงเคลื่อนไฟฟ้าจากภาค D/A ยังมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าไม่ตรงกับความต้องการของภาคเปรียบเทียบในวงจรหรีไฟ ดังนั้นแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้จากภาค D/A จะต้องปรับให้เหมาะสมกับภาค

ภาคกลับแรงเคลื่อนไฟฟ้า เมื่อแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากภาคปรับแรงเคลื่อนไฟฟ้า ปรับได้ตามความต้องการแล้วจะส่งไปยังภาคเปรียบเทียบในวงจรหรีไฟ ทำให้แสงสว่างมากและน้อยได้ตามแรงเคลื่อนไฟฟ้านั้น แต่ในเครื่องหรีไฟอีกชุดจะทำงานกลับกัน คือ ถ้าชุด A สว่าง ชุด B จะมีมืด ดังนั้นจึงต้องมีภาคกลับแรงเคลื่อนไฟฟ้า คือ ถ้าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่จะจ่ายไปยังเครื่องหรีไฟ A มาก แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่จะจ่ายไปยังเครื่องหรีไฟ B จะต้องน้อย

1.3 วงจรควบคุมการเปลี่ยนภาพ ทำหน้าที่เปลี่ยนภาพสไลด์โดยอัตโนมัติหลังจากหลอดฉายดับสนิทแล้ว มีวงจร ดังนี้

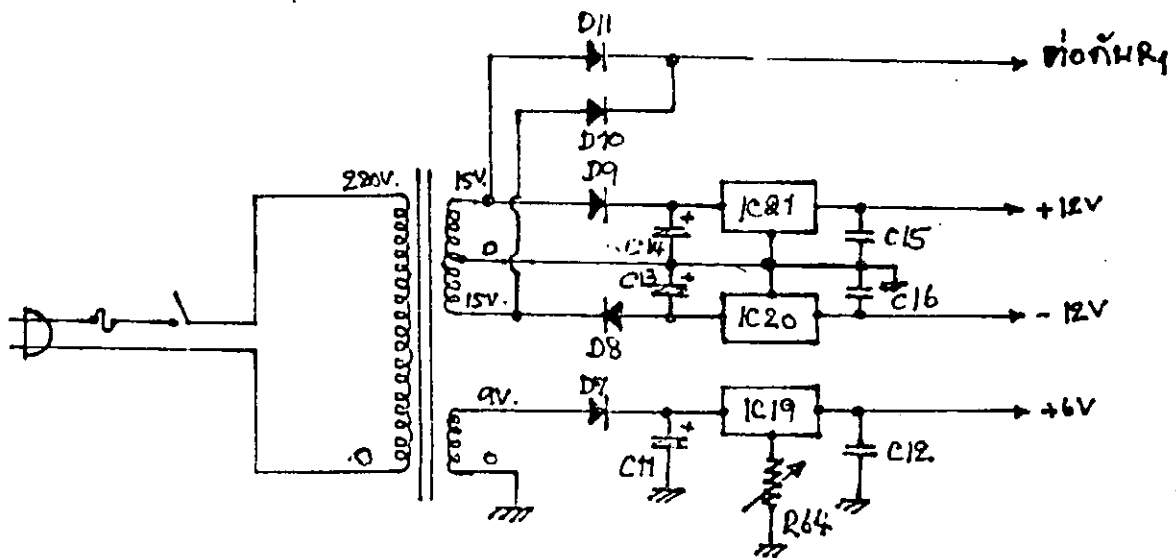


ภาพประกอบ 21 วงจรควบคุมการเปลี่ยนภาพ

วงจรควบคุมการเปลี่ยนภาพ แบ่งเป็นสองส่วน คือ ส่วนที่บังคับการเปลี่ยนภาพของ
เครื่องฉายสไลด์ A และเครื่องฉายสไลด์ B วงจรที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ใช้ IC ที่มีหลักการทำงาน
เป็นวงจรโมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ (monostable multivibrator) สองตัว โดยตัว
แรกเป็นตัวหน่วงเวลาการเปลี่ยนภาพเพื่อให้หลอดคัมสันทกอนจึงเปลี่ยนภาพ ส่วนตัวที่สองจะทำงาน
เป็นตัวกำหนดเวลาในการปิดสวิตช์เพื่อเปลี่ยนภาพ จากนั้นจะมี Q_5 และ Q_6 เป็นตัวขับรีเลย์อีก
ครึ่งหนึ่ง

1.4 วงจรจ่ายไฟ (power supply)

วงจรจ่ายไฟ ทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าที่มีแรงเคลื่อนระดับต่างๆ ไปเลี้ยงวงจร
ภายในเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ โดยมีไฟฟ้ากระแสตรง 6 โวลต์ จ่ายให้แก่วงจร
ควบคุมลอจิก และวงจรควบคุมการเปลี่ยนภาพไฟฟ้ากระแสตรง ± 12 V. จ่ายให้แก่วงจรทวีไฟ
อัดโนเมติกและไฟฟ้ากระแสตรงกระเพื่อม (ripple D.C.)



ภาพประกอบ 22 วงจรจ่ายไฟ

2. การสร้างเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ

หลังจากผู้วิจัยออกแบบวงจรต่างๆ ครบแล้ว ได้ทำการทดลองประกอบวงจรบนแผ่นทดลองวงจร (bread board) เพื่อตรวจสอบการทำงานของเครื่องให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ซึ่งมีรายละเอียดการทดลองดังนี้

2.1 การทดลองวงจรลอจิก ผู้วิจัยนำวงจรควบคุมลอจิกประกอบบนแผ่นทดลองวงจรแล้วใช้จังหวะการหยุดนับเป็นตัวป้อนสัญญาณกลับ เพื่อสั่งให้วงจรควบคุมทำงานอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ในวงจรนี้มีความสำคัญต่อการทำงานของเครื่องควบคุมการเลื่อนภาพเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงทำการทดลองวงจรนี้จนแน่ใจว่าไม่มีข้อผิดพลาด ในวงจรนี้ทำการทดลองการทำงานอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง โดยไม่มีการหยุดพักเลย เมื่อครบแล้วผู้วิจัยสังเกตการทำงานต่ออีกหนึ่งชั่วโมงเพื่อให้แน่ใจประสิทธิภาพการทำงาน ถ้ามีข้อบกพร่องต้องแก้ไขและทดลองใหม่อีกครั้งหนึ่ง ถ้าไม่มีข้อบกพร่องก็นำวงจรนี้ไปประกอบบนแผ่นปริ้นท์ (printed board) อเนกประสงค์ต่อไป

2.2 การทดลองวงจรควบคุมการรีไฟโดยอัตโนมัติ หลังจากผู้วิจัยประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บนแผ่นทดลองวงจรแล้ว ทำการทดลองจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่สามารถปรับแรงเคลื่อนไฟฟ้าตั้งแต่ 0.1 V. - 3 V. ตรงจุดที่จะรับกระแสไฟฟ้าจากวงจรควบคุมลอจิกเพื่อตรวจสอบการรีแสงของหลอดฉาย สำหรับโหลด (load) ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ใช้หลอดฉายของเครื่องฉายสไลด์ "Kinderman" หลังจากทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ เรียบร้อยแล้ว ทดลองปรับแรงเคลื่อนไฟฟ้า และสังเกตการรีแสงของหลอดฉายว่าทำงานได้ถูกต้องหรือไม่ ถ้าเกิดการผิดพลาดต้องแก้ไขให้เรียบร้อย จากนั้นนำกระแสไฟฟ้าที่ได้จากภาคควบคุมลอจิกจ่ายให้แก่เครื่องควบคุมการรีไฟอัตโนมัติ แล้วปล่อยให้เครื่องมือทำงานโดยอัตโนมัติอย่างต่อเนื่อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นผู้วิจัยสังเกตการทำงานต่ออีกหนึ่งชั่วโมง พร้อมทั้งนำออสซิลอ스코ปวัดการจุดชนวนของไครเอควาปากติหรือไม่ ถ้ามีข้อบกพร่องต้องแก้ไขข้อบกพร่องให้เรียบร้อย แล้วดำเนินการทดลองซ้ำเมื่อวงจรทำงานได้สมบูรณ์ นำวงจรควบคุมการรีไฟโดยอัตโนมัติไปประกอบบนแผ่นปริ้นท์ (printed board) อเนกประสงค์ต่อไป

2.3 การทดลองวงจรควบคุมการเปลี่ยนภาพ หลังจากผู้วิจัยประกอบวงจรบนแผ่นทดลองวงจรเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยนำ IC เบอร์ N555 ต่อเป็นเครื่องกำเนิดพัลส์ ความถี่ $\frac{1}{3} H_z$ เพื่อเป็นสัญญาณตรวจสอบการทำงาน ถ้าพบว่าการทำงานของวงจรถูกต้อง จะทำการทดสอบการทำงานอย่างต่อเนื่องต่อไปอีก 24 ชั่วโมง แล้วสังเกตการทำงานของวงจรต่ออีกหนึ่งชั่วโมง ถ้ามีการผิดพลาดต้องแก้ไขวงจรจนสมบูรณ์ แล้วเริ่มทดลองใหม่จนไม่เกิดข้อผิดพลาด จากนั้นนำวงจรควบคุมการเปลี่ยนภาพประกอบบนแผ่นปริ้นท์ (printed board) ออกไปส่งต่อไป

เมื่อผู้วิจัยตรวจสอบการทำงานของวงจรต่างๆ ภายในเครื่องควบคุมการฉายสไลด์เรียบร้อยแล้ว นำวงจรต่างๆ ที่ประกอบบนแผ่นปริ้นท์ออกและส่งคืนมาประกอบเป็นเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพ แล้วทดลองการทำงานโดยต่อสัญญาณการเปลี่ยนภาพของวงจรควบคุมการเปลี่ยนภาพ A และ B แทนคำสั่งเปลี่ยนภาพจากเครื่อง synchronize tape ทำให้เครื่องควบคุมการเลือนภาพทำงานได้อย่างต่อเนื่อง จากนั้นทดลองการทำงานของเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพ โดยต่อสายควบคุมหลอดฉายและสายควบคุมการเปลี่ยนภาพกับเครื่องฉายสไลด์ทั้งสองเครื่องให้ทำงานอย่างต่อเนื่องต่อไป โดยปรับระยะเวลาการเลือนภาพสองวินาที เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ปรับระยะเวลาการเลือนภาพ 6 วินาที เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ปรับระยะเวลาการเลือนภาพ 12 วินาที เป็น 12 ชั่วโมง และปรับระยะเวลาการเลือนภาพ 24 วินาที เป็นเวลา 12 ชั่วโมง หลังจากทำการทดลองเสร็จในแต่ละขั้นตอน ผู้วิจัยจะสังเกตการทำงานต่ออีกหนึ่งชั่วโมง เพื่อตรวจสอบการทำงานว่ายังทำงานถูกต้องหรือไม่ ถ้าเกิดการผิดพลาดจะต้องแก้ไขและทำการทดลองใหม่จนถูกต้อง แล้วเปลี่ยนระยะเวลาการเปลี่ยนภาพที่ระดับหนึ่งต่อไป จากการทดลองในขั้นตอนนี้จะเท่ากับการฉาย ภาพประมาณ 37,050 ภาพ

ทดลองใช้เครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพ กับเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติที่ปรับปรุงแล้ว

1. การทดลองการใช้งานโดยผู้วิจัย เป็นการทดลองโดยใช้เครื่องมือดังกล่าวทำการฉายสไลด์แบบเลือนภาพติดต่อกันอย่างต่อเนื่องวันละ 540 ภาพ มีการเปลี่ยนภาพทุกๆ 10 วินาที เป็นเวลา 15 วัน รวมเป็นการฉายภาพทั้งหมด 8,100 ภาพ เพื่อการทดสอบระบบการทำงานของเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพว่าสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องหรือไม่ ถ้ามีข้อขัดข้องจะทำการแก้ไขจนสามารถใช้งานได้โดยไม่มีการผิดพลาดเกิดขึ้น

2. นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปให้บริการที่ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา วิทยาลัยครูเชียงราย เป็นเวลา 30 วัน เพื่อตรวจสอบการใช้งานในสภาพที่แท้จริงว่าจะสามารถทำงานได้สมบูรณ์หรือไม่ ในขณะที่มีการใช้งานถ้ามีข้อบกพร่องเกิดขึ้นจะบันทึกข้อบกพร่องต่าง ๆ นั้นไว้เป็นข้อมูลเพื่อการแก้ไขต่อไป

ประเมินผลการใช้งานของเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือกภาพกับเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ

เมื่อทำการทดลองใช้เครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือกภาพและเครื่องฉายสไลด์เรียบร้อยแล้วให้นำข้อมูลที่ได้ออกมาแก้ไขจนสมบูรณ์ที่สุด

การประเมินผลครั้งสุดท้ายจะประเมินผลต่อไปนี้

1. ตรวจสอบคุณสมบัติ (specification) ว่าเป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่ โดยเฉพาะทางด้านความละเอียดในการเพิ่มและลดแสงสว่างโดยการตรวจสอบการเลื่อนเฟส (phase) ของวงจร จุกชนวนไครแอค โดยใช้ออสซิลอสโคปตรวจสอบ

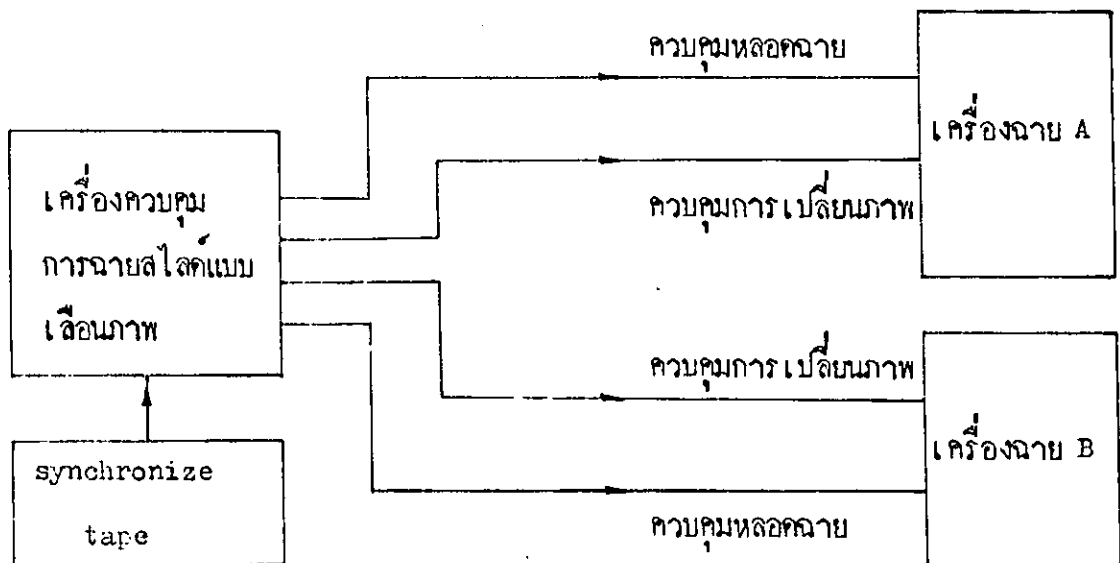
2. นำเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือกภาพและเครื่องฉายสไลด์ที่ดัดแปลงแล้วฉายสไลด์แบบเลือกภาพโดยให้นักเทคโนโลยีทางการศึกษาอย่างต่ำ 5 คน ทำการประเมินผลการทำงานของเครื่อง นักเทคโนโลยีทางการศึกษาทำการประเมินผลในครั้งนี้จะต้องมีการศึกษาระดับปริญญาโทเป็นอย่างต่ำ การประเมินผลจะทำในสถานที่ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 2.1 ความแม่นยำในการเพิ่มและลดแสงขณะเปลี่ยนภาพ
- 2.2 ความสะดวกในการใช้งาน
- 2.3 ความคุ้มค่าด้านราคากับการใช้งาน
- 2.4 ข้อเสนอแนะ

ผลและการวิเคราะห์ผล

การวิจัยการสร้างเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือกภาพ และการปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติเพื่อการฉายสไลด์แบบเลือกภาพ ได้ผลดังนี้

1. การออกแบบระบบการฉายสไลด์แบบเลือกภาพในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างระบบการฉายสไลด์แบบเลือกภาพขึ้น ดังนี้



ภาพประกอบ 23 ระบบการฉายสไลด์แบบเลือกภาพ

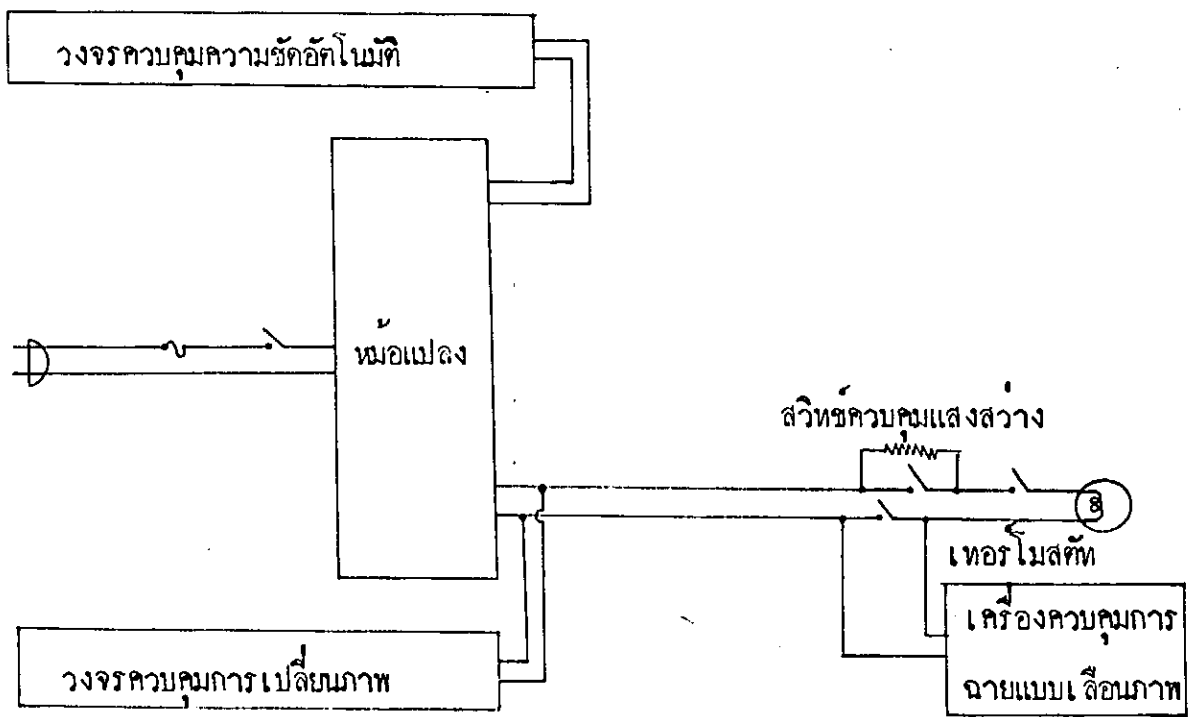
ระบบการฉายสไลด์แบบเลือกภาพในการวิจัยครั้งนี้ ใช้เครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติสองเครื่องที่ผ่านการดัดแปลงวงจรหลอดฉายใหม่แล้ว ควบคุมด้วยเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือกภาพ และเครื่องบันทึกเสียงแบบ synchronize tape การเรียงสไลด์ทำได้โดยใส่ภาพที่เป็นเลขคู่ที่เครื่องฉายสไลด์ A และภาพที่เป็นเลขคี่ที่เครื่องฉายสไลด์ B จากการทดลองระบบการฉายสไลด์แบบเลือกภาพดังกล่าวสามารถฉายสไลด์แบบเลือกภาพได้เป็นอย่างดี

2. การปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติสองเครื่องเพื่อการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติ

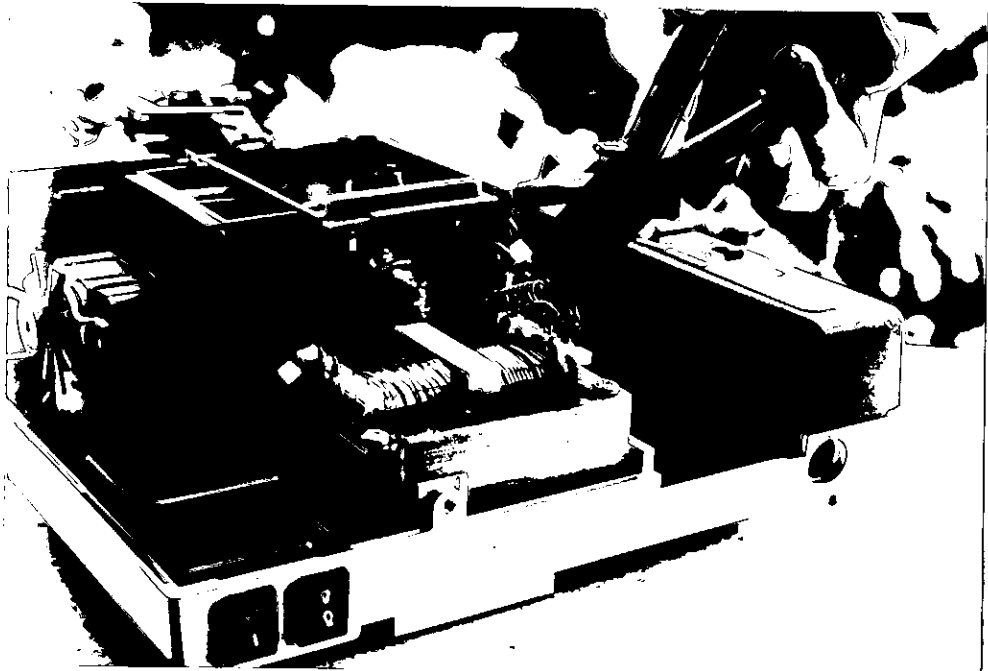
"Kinderman" 1810 - 2 สองเครื่องให้สามารถใช้งานได้กับการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ

โดยการดัดแปลงวงจรหลอดฉายใหม่ทั้งภาพประกอบ 24

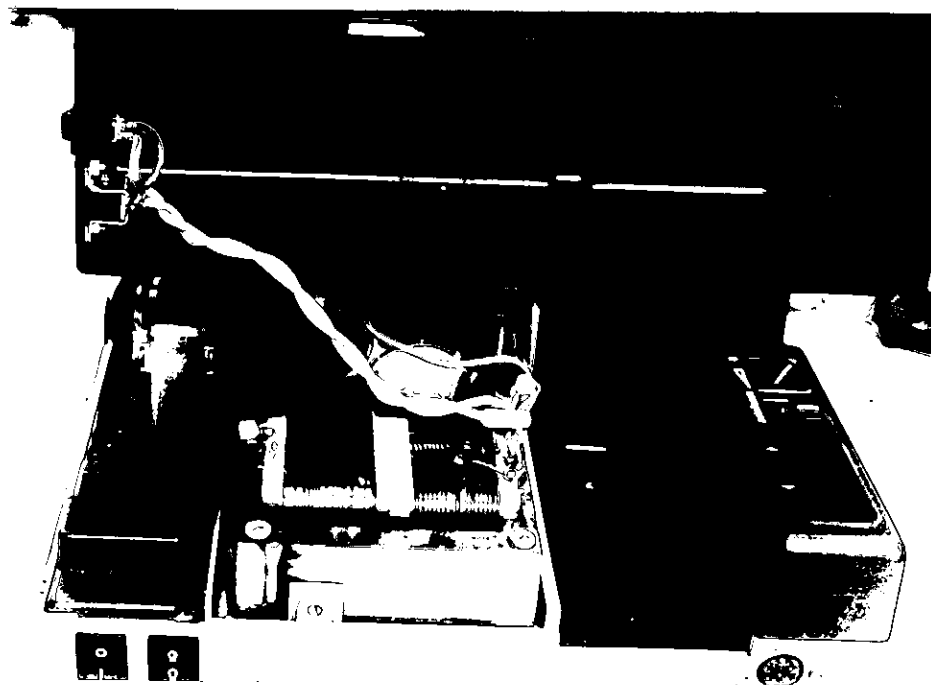


ภาพประกอบ 24 วงจรหลอดฉายหลังจากการปรับปรุง

จากวงจรไฟฟ้าภายในเครื่องฉายสไลด์ "Kinderman" ผู้วิจัยได้ดัดแปลง
วงจรหลอดฉายใหม่ โดยการตัดสายไฟเลี้ยงหลอดฉายออกหนึ่งเส้น จากนั้นต่อสายจากจุดที่ตัดสาย
ไปยังสวิตช์สองทาง เพื่อที่จะทำให้เครื่องฉายสไลด์สามารถใช้กับการฉายสไลด์แบบเลือนภาพ
หรือใช้กับการฉายสไลด์โดยใช้เครื่องฉายสไลด์ เพียงเครื่องเดียว ดังภาพประกอบ 25 และ
ภาพประกอบ 26

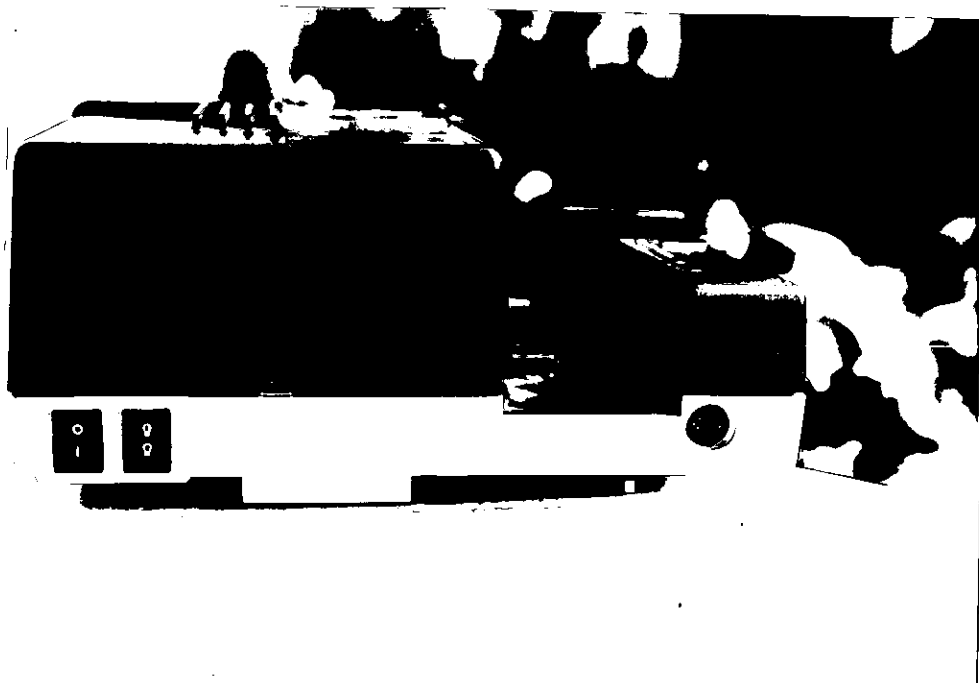


ภาพประกอบ 25 การปรับปรุงวงจรหลอดฉายโดยการตัดสายไฟเลี้ยงหลอดฉายออก

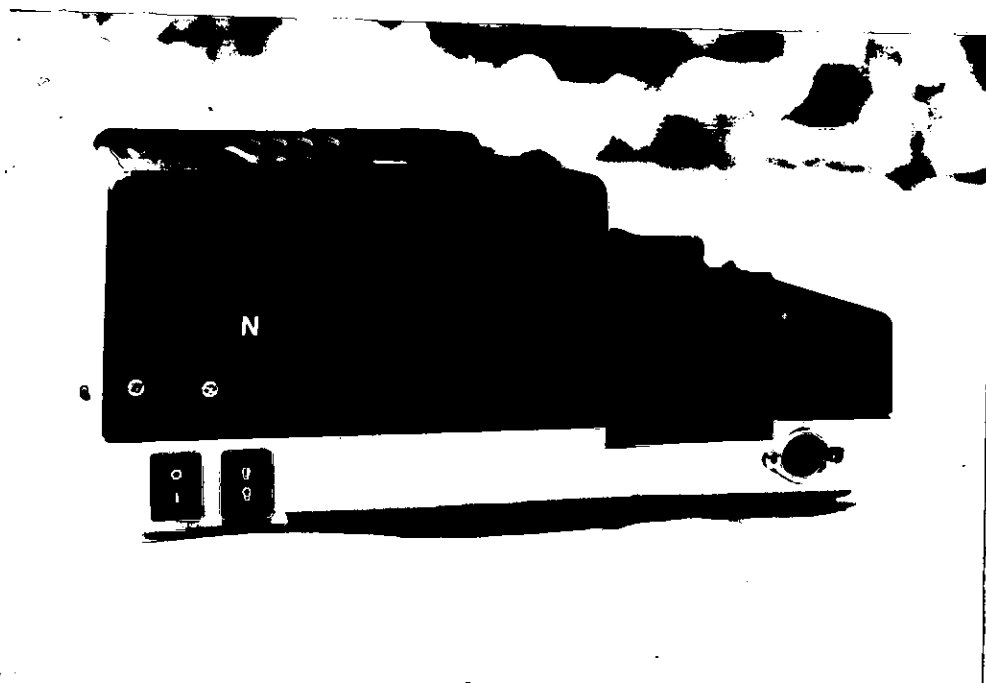


ภาพประกอบ 26 ลักษณะการติดตั้งวงจรหลอดฉายของเครื่องฉายสไลด์

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติให้สามารถฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพได้ไม่ยากนัก และยังสามารถทำให้เครื่องฉายสไลด์ที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว สามารถฉายได้ทั้งสองแบบ คือ แบบเลื่อนภาพและแบบปกติ ค่าใช้จ่ายในการดัดแปลงใช้เพียง 120 บาท เท่านั้น เครื่องฉายสไลด์ยังคงสภาพเหมือนเดิม ดังภาพประกอบ 27 และภาพประกอบ 28



ภาพประกอบ 27 เครื่องฉายสไลด์ก่อนการปรับปรุง



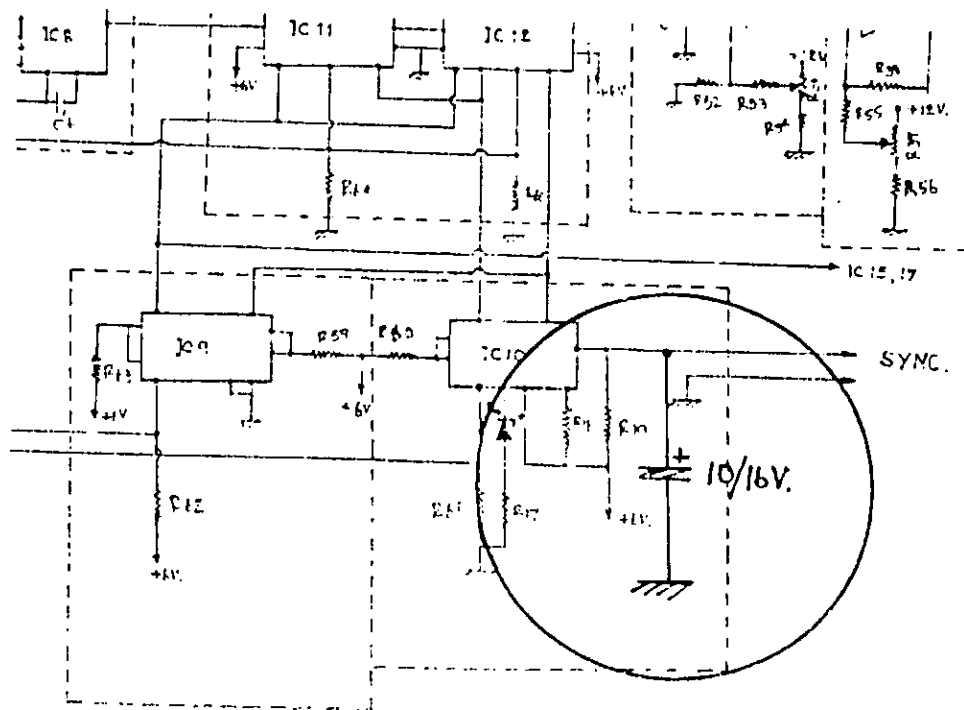
ภาพประกอบ 28 เครื่องฉายสไลด์ผ่านการปรับปรุงแล้ว

3. การออกแบบและการสร้างเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ

3.1 การออกแบบวงจร วงจรที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ส่วนใหญ่เป็นไอซี (IC) เพื่อให้เครื่องควบคุมการฉายสไลด์มีขนาดเล็ก และมีน้ำหนักเบา วงจรลอจิกใช้ไอซีดิจิทัล แบบ CMOS ทำให้วงจรกินไฟน้อยมาก สามารถใช้กับแรงเคลื่อนไฟฟ้าตั้งแต่ 5 - 15 volt ทำให้ออกแบบวงจรจ่ายไฟได้ง่าย และมีความแม่นยำในการทำงานสูง การเปลี่ยนภาพใช้รีเลย์ (relay) เป็นตัวควบคุม ทำให้เครื่องควบคุมการฉายสไลด์สามารถใช้กับเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติได้ทุกเครื่อง วงจรเครื่องรีเลย์แบบอัตโนมัติ วงจรไฟฟ้าแยกอิสระ (isolate) จากแหล่งจ่ายไฟของเครื่องฉายสไลด์อย่างเด็ดขาด เนื่องจากใช้ออปโตไอโซเลเตอร์ (opto isolator) เป็นตัวเชื่อมโยงการทำงาน ทำให้ไม่มีการรบกวนการทำงานของวงจรไฟฟ้า ภายในเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ ในวงจรนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบให้ทำการรีเซ็ตโดยใช้ไทรแอก ทำให้สามารถรีเซ็ตแปลงจากเครื่องฉายสไลด์เลี้ยงหลอดฉายได้โดยไม่ต้องใช้กระแสไฟฟ้าจากหม้อแปลงของเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ อันจะทำให้เครื่องควบคุมมีน้ำหนักเบาและราคาถูก ไทรแอกที่ใช้สามารถใช้ได้กับโหลด (load) ที่ใช้กระแสไฟฟ้าสูงสุดถึง 25 A. ซึ่งเพียงพอสำหรับการใช้งานกับหลอดฉายที่ใช้ไฟฟ้า 250 W

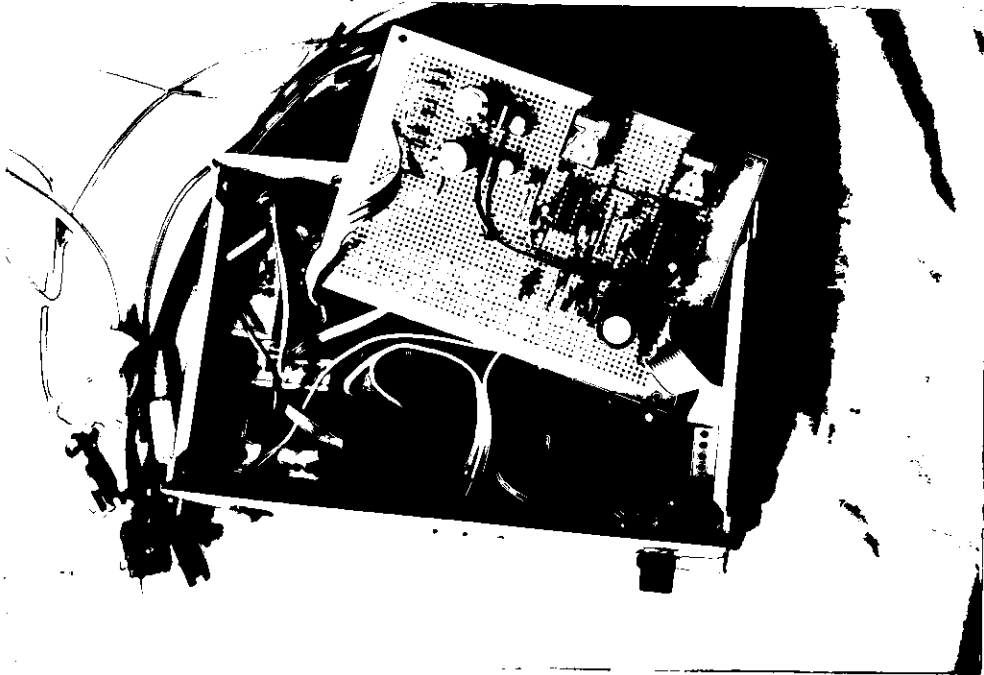
3.2 การสร้างเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทดสอบวงจรที่ละวงจร คือ วงจรควบคุมลอจิก วงจรรีเลย์อัตโนมัติ และวงจรควบคุมการเปลี่ยนภาพ

จากการทดลอง ผู้วิจัยได้พบปัญหาที่ภาคควบคุมลอจิกในขณะที่วงจรควบคุมลอจิกรอสัญญาณการเปลี่ยนภาพจาก synchronize tape ถ้ามีการปิดเปิดไฟ บางครั้งทำให้วงจรควบคุมลอจิกทำงานผิดพลาด โดยเริ่มการเลื่อนภาพทันที จากปัญหานี้ผู้วิจัยแก้ปัญหาคือใช้ condenser ค่า 10 MF. 16 V. ต่อจากจุดรับสัญญาณเปลี่ยนภาพลงกราวด์ ดังภาพประกอบ 29 เพื่อลดความไวในการทำงานของภาคควบคุมลอจิกลง



ภาพประกอบ 29 การแก้ไขวงจรรับสัญญาณการเปลี่ยนภาพ

หลังจากปรับปรุงวงจรแล้ว ผู้วิจัยได้ทดลองการทำงานใหม่อีกครั้งหนึ่ง โดยไม่พบข้อบกพร่องใดๆ ส่วนวงจรภาคอื่น จากการทดลองไม่พบข้อบกพร่อง หลังจากทดลองวงจรต่างๆ จนไม่มีข้อผิดพลาดแล้ว ผู้วิจัยนำวงจรที่ได้มาสร้างแผ่นปริ้นท์ อเนกประสงค์ แล้วจึงนำมาประกอบเป็นเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ กล้องที่ใช้สร้างเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ มีขนาดกว้าง 235 มม. ยาว 160 มม. สูง 65 มม. เครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ มีลักษณะภายใน ดังภาพประกอบ 30

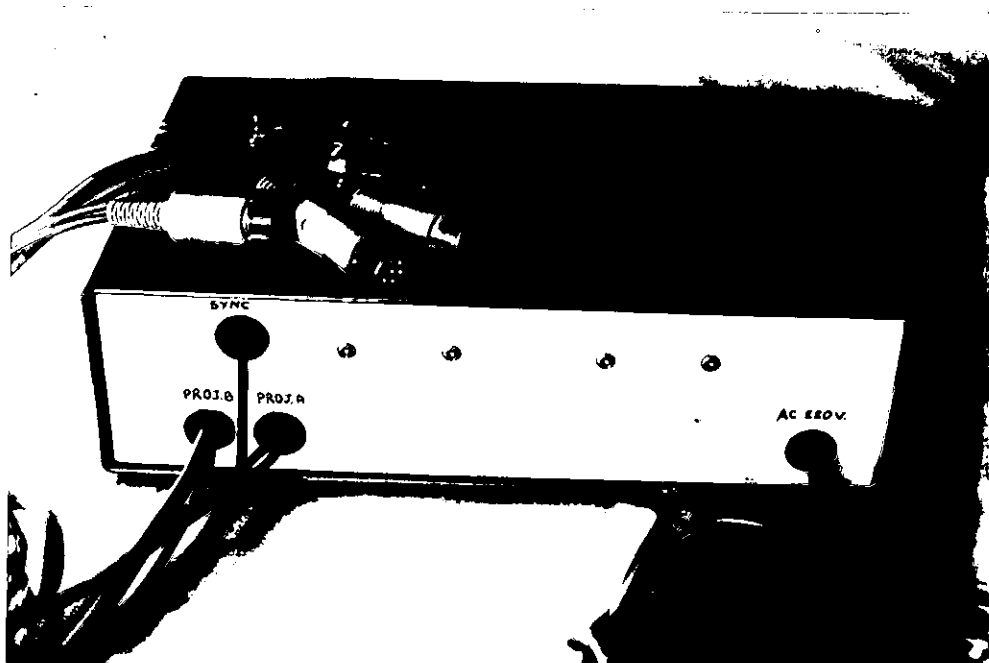


ภาพประกอบ 30 ลักษณะภายในของเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพ

ภายในของเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพ ประกอบด้วยแผ่นวงจร
สองแผ่น แยกกันโดยแผ่นแรกใช้ประกอบวงจรทรานซิสเตอร์ไฟออปโตโมติก และวงจร ควบคุม สอจิก
ส่วนแผ่นที่สอง ใช้ประกอบเป็นวงจรควบคุมการเปลี่ยนภาพและวงจรจ่ายไฟ



ภาพประกอบ 31 ลักษณะด้านหน้าของเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ



ภาพประกอบ 32 ลักษณะด้านหลังของเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ

ทางด้านหน้าของเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ จะมีสวิตช์เปิด-ปิดปรับปรับระยะเวลาการเลื่อนภาพ สวิตช์สั่งให้เริ่มต้นการเลื่อนภาพโดยผู้ใช้ (manual) สัญญาณไฟ LED แสดงการทำงานสี่ดวง ดวงแรก บอกลักษณะการทำงานของหลอดฉายของเครื่องฉายสไลด์ A ดวงที่สอง บอกลักษณะการทำงานของหลอดฉายของเครื่องฉายสไลด์ B ดวงที่สาม แสดงเครื่องควบคุม พร้อมทั้งจะรับสัญญาณการเปลี่ยนภาพจาก synchronize tape และดวงที่สี่ แสดงการปรับการทำงานของภาคควบคุมลอจิก เมื่อเริ่มเปิดเครื่องไฟสัญญาณดวงนี้จะกะพริบและหลังจากนั้นสามวินาทีจะติดสว่างคงที่ แสดงว่าเครื่องพร้อมที่จะทำงาน

ทางด้านหลังของเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ มีสายควบคุมห้าเส้นเป็นสายควบคุมหลอดฉายเครื่องฉายสไลด์ A หนึ่งเส้น สายควบคุมหลอดฉายเครื่องฉายสไลด์ B อีกหนึ่งเส้น สายควบคุมการเปลี่ยนภาพของเครื่องฉายสไลด์ A หนึ่งเส้น และสายควบคุมการเปลี่ยนภาพของเครื่องฉายสไลด์ B อีกหนึ่งเส้น ส่วนอีกหนึ่งเส้น ไขต่อกับ synchronize tape โดยสายจะแยกกันเป็นชุดๆ ดังภาพประกอบ 32 ทำให้สะดวกต่อการใช้งาน

4. การทดลองการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ ผู้วิจัยได้ทดลองใช้การฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ เมื่อเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2531 โดยใช้เครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติผ่านการปรับปรุงแล้วสองเครื่อง เครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพที่สร้างขึ้นในงานวิจัยครั้งนี้หนึ่งเครื่อง และเครื่องเล่นเทปแบบ synchronize Jonan 4400 SL ประกอบ รวมกันเป็นระบบการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ การทดลองการไขแบ่งออกเป็นสองขั้นตอน คือ

4.1 การทดลองการใช้โดยผู้วิจัย ผู้วิจัยได้ทดลองฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ โดยการสั่งให้เครื่องเปลี่ยนภาพจาก synchronize tape อย่างต่อเนื่องวันละ 540 ภาพ มีการเปลี่ยนภาพทุกๆ 10 วินาที เป็นเวลา 15 วัน ผู้วิจัยได้สังเกตการทำงานของเครื่องในขณะฉายภาพทุกภาพ รวมเป็นการทดลองการฉายสไลด์ทั้งหมด 8,100 ภาพ จากการทดลองไม่พบข้อบกพร่องใดๆ และการรบกวนทางไฟฟ้าไม่ปรากฏ

4.2 นำเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพและเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติที่ปรับปรุงแล้วไปใช้ในงานที่ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษาวิทยาลัยครูเชียงรายเป็นเวลา 30 วัน มีการใช้งานดังนี้

ฉายสไลด์เรื่องสุนทรียทางศิลป 80 ภาพ 2 ครั้ง

ฉายสไลด์เรื่องแนะนำวิทยาลัยครูเชียงราย 72 ภาพ 1 ครั้ง

ฉายสไลด์เรื่องหลักสูตรใหม่จำนวน 120 ภาพ 3 ครั้ง

ฉายสไลด์เรื่องภาพศิลปะของไมเคิลแองเจโล 58 ภาพ 2 ครั้ง

ฉายสไลด์เรื่องดินและการอนุรักษ์จำนวน 32 ภาพ 3 ครั้ง

รวมภาพที่ฉายด้วยเครื่องฉายสไลด์แบบเลือนภาพในการทดลองครั้งนี้

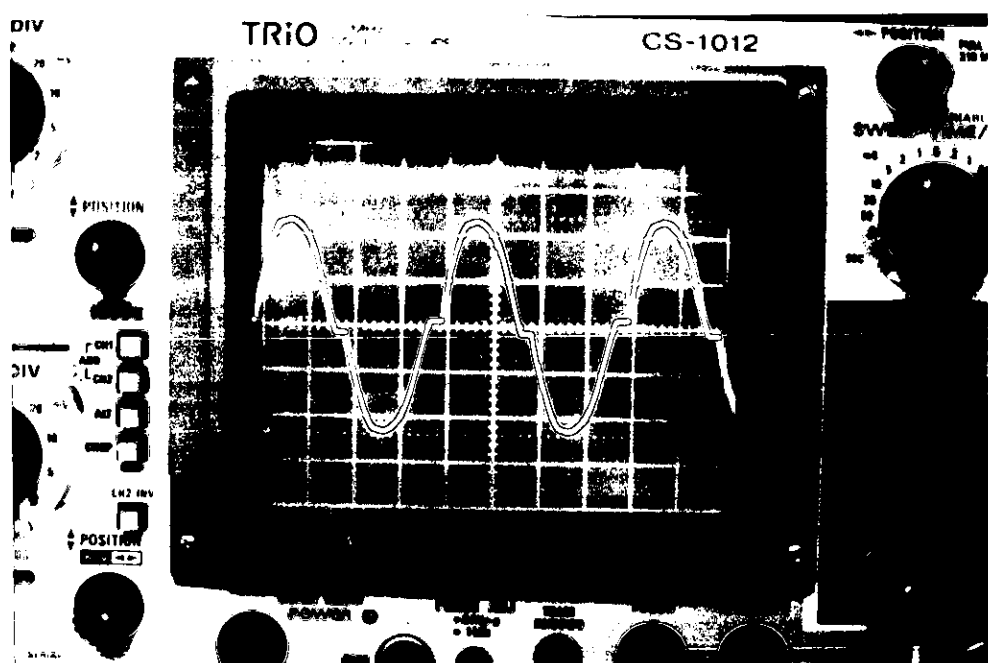
804 ภาพ จากการทดลองไม่พบข้อบกพร่องที่ตัวเครื่องควบคุม

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังทำการสาธิต การฉายสไลด์แบบเลือนภาพให้นักศึกษาวิชาเอกเทคโนโลยีทางการศึกษา วิทยาลัยครูเชียงราย และนักศึกษาวิชาเอกสังคมศึกษา ระดับปริญญาตรี ได้ชม จากการสังเกตและสอบถาม พบว่า นักศึกษาพอใจในการฉายสไลด์ด้วยวิธีนี้เป็นอย่างยิ่ง และไม่เคยชมการฉายสไลด์ด้วยวิธีนี้มาก่อนเลย

5. การประเมินผลและการแก้ไขข้อบกพร่อง

จากการทดลองใช้งานเครื่องฉายสไลด์แบบเลือนภาพที่ผ่านมาไม่พบสิ่งผิดปกติที่ตัวเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพ และจุดที่ปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติที่ใช้ในการวิจัย จากนั้นผู้วิจัยได้ประเมินผลครั้งสุดท้าย ก็มีรายละเอียดดังนี้

5.1 ตรวจสอบคุณสมบัติ (specification) ผู้วิจัยได้ตรวจสอบการจุดชนวนไทรแอก โดยใช้ออสซิลโลสโคปตรวจสอบที่ตำแหน่งหลอดฉายสว่างที่สุด จากภาพประกอบ 33 แสดงให้เห็นว่าการจุดชนวนของไทรแอกคงที่ทำให้แสงสว่างของหลอดฉายสว่างตามปกติไม่มีการกระพริบแต่อย่างใด



ภาพประกอบ 33 การจูนจนวนไตรแอก

ในขั้นต่อไป ผู้วิจัยได้ตรวจสอบการเลื่อนเฟสไฟฟ้าของไตรแอก พบว่า ยังมีบางช่วงที่
การเลื่อนเฟสไม่สม่ำเสมอ แต่จากการสังเกตการเลื่อนภาพด้วยตา ยังคงทำได้แม่นยำตามปกติ
การทำงานของเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพเป็นไป ตามที่กำหนดไว้

5.2 การทดสอบและประเมินผลการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ผู้เชี่ยวชาญที่ทำการประเมินมีจำนวนหกคน แต่ละคน สำเร็จการศึกษาทางค่านเทคโนโลยีทางการศึกษา ระดับปริญญาโท ในชั้นแรกผู้วิจัย ได้อธิบายการทำงานของฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ การปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์ และเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ ต่อจากนั้น สาสิต การคิดตั้งเครื่องมือต่างๆ เพื่อใช้ฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพ เมื่อผู้เชี่ยวชาญได้ทราบรายละเอียดข้อมูลต่างๆ ของการฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพที่สร้างขึ้นในการวิจัยครั้งนี้แล้ว ผู้วิจัยสาธิต การฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพเรื่อง "สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี" ให้ผู้เชี่ยวชาญได้ชม จากนั้นผู้วิจัยได้แจกแบบประเมินคุณภาพ การประเมินคุณภาพของเครื่องฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด สรุปได้ว่า เครื่องฉายสไลด์แบบเลื่อนภาพในการวิจัยครั้งนี้ มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องความมั่นคงของการเลื่อนภาพ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญทุกคน ให้ความเห็นว่า มีความมั่นคงดีมาก ดังตาราง 1

ตาราง 1 สรุปผลการประเมินคุณภาพเครื่องฉายสไลด์แบบเลือกภาพในค่านต่าง ๆ

หัวข้อในการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.
1. ความแม่นยำในการเลือกภาพ	5.00	0.00
2. ระบบการทำงานของเครื่องควบคุมเชื่อถือได้	4.67	0.47
3. ขนาดของเครื่องควบคุมเหมาะสม	4.50	0.50
4. สัญญาณไฟต่าง ๆ ของเครื่องควบคุมมีประโยชน์ทำให้ การใช้งานสะดวกยิ่งขึ้น	4.30	0.47
5. การเคลื่อนย้ายเครื่องควบคุมทำได้สะดวก	4.67	0.47
6. เครื่องควบคุมการเลือกภาพสามารถติดตั้งใช้งานได้ง่าย	4.83	0.37
7. การดัดแปลงเครื่องฉายสไลด์ให้สามารถฉายเลือกภาพ สามารถทำได้ง่าย	4.50	0.50
8. การดัดแปลงเครื่องฉายสไลด์สามารถนำไปใช้กับ เครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติทั่ว ๆ ไปได้	4.50	0.50
9. ราคาของเครื่องควบคุมฯ ต้นแบบรวมค่าดัดแปลงเครื่อง ฉายสไลด์ (1500 บาท) คำนวณค่าทดสอบการใช้งาน	4.83	0.37
10. เครื่องควบคุมมีประโยชน์ต่อการศึกษา	4.83	0.37
รวม	4.66	0.402

บทย่อ สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

บทย่อ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาวิธีการปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติสองเครื่องให้สามารถฉายแบบเลือนภาพ (dissolve) ได้ โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงค่าบรรยายประกอบสไลด์ที่น้อยเกินไป
2. เพื่อออกแบบสร้างเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพที่สามารถใช้ได้กับเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติที่ปรับปรุงจากการวิจัยในครั้งนี้

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. เครื่องฉายสไลด์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบกึ่งอัตโนมัติที่ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถควบคุมการเปลี่ยนภาพโดย synchronize tape ได้
2. หลอดฉายของเครื่องฉายสไลด์ที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้หลอดฉายแบบฮาโลเจนที่ทำงานโดยใช้กระแสไฟฟ้ากลับไม่เกิน 24 V. 250 W.
3. synchronize tape ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ทำงานโดยใช้รีเลย์ ปิควงจรควบคุมการเปลี่ยนภาพของเครื่องฉายสไลด์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การออกแบบระบบการฉายสไลด์แบบเลือนภาพโดยใช้เครื่องฉายสไลด์ที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว 2 เครื่อง เครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพ 1 เครื่อง และ synchronize tape อีก 1 เครื่อง การเรียงภาพทำโดยเรียงสไลด์ที่เป็นเลขคู่ไว้ที่เครื่องฉายสไลด์ A และสไลด์ที่เป็นเลขคี่ไว้ที่เครื่องฉายสไลด์ B
2. การปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติสองเครื่อง ให้สามารถฉายแบบเลือนภาพได้ การปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์ทำโดยการปรับปรุงวงจรหลอดฉายของเครื่องฉายสไลด์

โดยการตัดสายไฟเลี้ยงหลอดฉายออกหนึ่งเส้นแล้วต่อปลายสายเข้ากับลึกลงไฟฟ้าแบบตัวเมีย เพื่อต่อกับเครื่องควบคุมฉายสไลด์แบบเลือนภาพ หลังจากนั้นต่อสวิทช์ที่ปลั๊กไฟฟ้าเพื่อปรับให้เครื่องฉายสไลด์ผ่านการปรับปรุงสามารถฉายในระบบปกติ หรือระบบเลือนภาพ

3. การออกแบบและสร้างเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพที่สามารถควบคุมเครื่องฉายสไลด์ได้สองเครื่อง

เครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพที่สร้างขึ้น ทำงาด้วยระบบคิออลใช้ IC แบบ CMOS ควบคุมการทำงาน ทำให้เครื่องควบคุมมีขนาดเล็กกินไฟน้อย และทำงานได้อย่างถูกต้อง วงจรไฟฟ้าภายในเครื่องควบคุมแยกเป็นอิสระจากวงจรไฟฟ้าภายในเครื่องฉายสไลด์ ทำให้ไม่มีการรบกวนทางไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าภายในเครื่องควบคุมสามารถใช้กับหลอดฉายที่ใช้ไฟฟ้า 24 v. ไม่เกิน 250 พ. ระยะเวลาการเลือนภาพสามารถปรับได้อย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ 2 - 28 วินาที ในการสร้างเครื่องควบคุมผู้วิจัยทดลองวงจรที่ออกแบบแล้วที่ละวงจรจนไม่เกิดข้อผิดพลาดขึ้น แล้วนำวงจรมาทอนบนแผ่นปริ้นท์ออเนกประสงค์ เพื่อประกอบเป็นเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพ

4. การทดลองใช้เครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพกับเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติที่ปรับปรุงแล้ว

การทดลองการใช้งานทำโดยนำเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพกับเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติที่ปรับปรุงแล้ว ฉายสไลด์แบบเลือนภาพอย่างต่อเนื่อง วันละ 540 ภาพ มีการเปลี่ยนภาพทุก ๆ 10 วินาที เป็นเวลา 15 วัน รวมเป็นการฉายสไลด์ทั้งหมด 8100 ภาพ หลังจากทดลองจนไม่พบข้อบกพร่องแล้วนำเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพและเครื่องฉายสไลด์ผ่านการปรับปรุงแล้วทดลองการใช้งานที่ฝ่ายเทคโนโลยีทางการศึกษา วิทยาลัยครูเชียงใหม่เป็นเวลา 30 วัน เพื่อหาข้อบกพร่อง

5. การประเมินผล และแก้ไขข้อบกพร่อง

การประเมินผลทำโดยการใช้ข้อสัณนิษฐานโคปรตรวจสอบความคงที่ของการจุดชนวนของไครแอค และนำเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพกับเครื่องฉายสไลด์ผ่านการปรับปรุง ฉายสไลด์แบบเลือนภาพให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีไม่ต่ำกว่า 5 คน ชม เพื่อประเมินคุณภาพของเครื่องมือที่สร้างขึ้นในการวิจัยนี้

สรุปผลการวิจัย

1. การปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติ เพื่อการฉายสไลด์แบบเลือนภาพ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงวงจรหลอดฉายใหม่ โดยการตัดสายไฟเลี้ยงหลอดฉายหนึ่งเส้นแล้วต่อสวิตช์แบบสามทาง จากนั้นต่อปลั๊กเพื่อต่อกับเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพ จากการปรับปรุงครั้งนี้ ทำให้เครื่องฉายสไลด์ Kinderman Model 1810-2 ฉายสไลด์ได้ทั้งสองแบบ คือ แบบเลือนภาพและแบบธรรมดา และจากหลักการปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์นี้สามารถนำไปปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติที่มีอยู่ทั่วไปให้สามารถฉายแบบเลือนภาพได้

2. การออกแบบสร้างเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพสามารถทำได้ทั้งวงจรที่ปรากฏในภาคผนวก การทำงานของเครื่องฉายสไลด์ในระหว่างการวิจัยไม่เกิดข้อผิดพลาดเลย ราคาในการสร้างทั้งหมดประมาณ 1,500 บาท และสามารถใช้กับเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติทุกเครื่องที่ปรับปรุงให้สามารถฉายสไลด์แบบเลือนภาพโดยใช้หลักการเดียวกันกับการวิจัยในครั้งนี้ ตัวเครื่องควบคุมมีขนาดกะทัดรัด เคลื่อนย้ายสะดวก

3. จากการประเมินคุณภาพของเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพและการปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติ โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษาคณะพบว่า เครื่องมือที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องความแม่นยำในการเลือนภาพ

การอภิปรายผล

จากผลการวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบวิธีการปรับปรุงเครื่องฉายสไลด์แบบกึ่งอัตโนมัติที่มีอยู่ โดยทั่วไป ให้ฉายสไลด์ในระบบเลือนภาพได้ รวมทั้งทราบถึงวิธีการทำงาน และการสร้างเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพ ที่มีราคาถูก ทำงานได้อย่างถูกต้อง สามารถใช้กับเครื่องฉายสไลด์ที่มีอยู่โดยทั่วไปได้ ทำให้วงการศึกษามีประโยชน์ของการฉายสไลด์แบบเลือนภาพในการใ้การศึกษาต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ควรส่งเสริมให้มีการวิจัยเกี่ยวกับการสร้างเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบ multivision ต่อไป
2. ควรส่งเสริมให้นักเทคโนโลยีทางการศึกษาทำการวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องมือทางเทคโนโลยีทางการศึกษาที่มีใช้อยู่แล้วให้สามารถใช้งานได้ทันสมัยยิ่งขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การประหยัดงบประมาณในการจัดซื้อเครื่องมือต่าง ๆ ทางเทคโนโลยีทางการศึกษา
3. ควรส่งเสริมให้นักเทคโนโลยีทางการศึกษา ศึกษาทางคานคิจิตอล เพราะสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการควบคุมต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ทำให้เป็นแนวทางนำไปสู่การวิจัยและพัฒนาเครื่องมือใหม่ ๆ ทางเทคโนโลยีทางการศึกษา
4. ควรมีการศึกษาลักษณะของการฉายสไลด์แบบเลือนภาพที่มีต่อความรู้สึกประทับใจของผู้ชม
5. ควรส่งเสริมให้เอกชนนำผลการวิจัยครั้งนี้ไปสร้างเครื่องควบคุมการฉายสไลด์แบบเลือนภาพออกจำหน่าย ซึ่งจะช่วยให้วงการศึกษารู้ไปว่ามีโอกาสใช้เทคนิคการฉายสไลด์แบบเลือนภาพให้เป็นประโยชน์ต่อการศึกษามากต่อไป

ဘဏ္ဍာစာရင်း

บรรณานุกรม

ประสงค์ เอมรัฐ. เทคนิคเครื่องเสียงและเครื่องฉาย. หน้า 309. 2531. โรเนียว
เบ้มเลม.

พิลาศ เกอมี. เทคนิคการใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีทางการศึกษา. หน้า 70 - 79.

กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์นครสยาม, 2526.

ยีน ภาววรรณ. ทฤษฎีและการใช้อิเล็กทรอนิกส์ เล่ม 2. หน้า 166 - 181. กรุงเทพฯ :

โรงพิมพ์หน้าอักษร, 2521.

วรินทร์ รัชสีพรหม. สไลด์ประกอบเสียง. หน้า 140 - 142. กรุงเทพฯ : ชนการพิมพ์,
2529.

สมาน งามสนิท. เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา เล่มที่ 2. หน้า 174 - 175.

กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2523.

กฤษณ์ ชนะกุล. "ไฟบูบ 1 ของ," เทคนิคองค์การอิเล็กทรอนิกส์. หน้า 119 - 123.

มิถุนายน 2528.

Bodner, George M., Ann Cutler and Thomas J. Greenbowe. "Multi-Image
or Lap-Dissolve Slide Techniques and Visual Image in the
Large Lecture Section," Journal of Chemical Education.
p. 447 - 449. May, 1984.

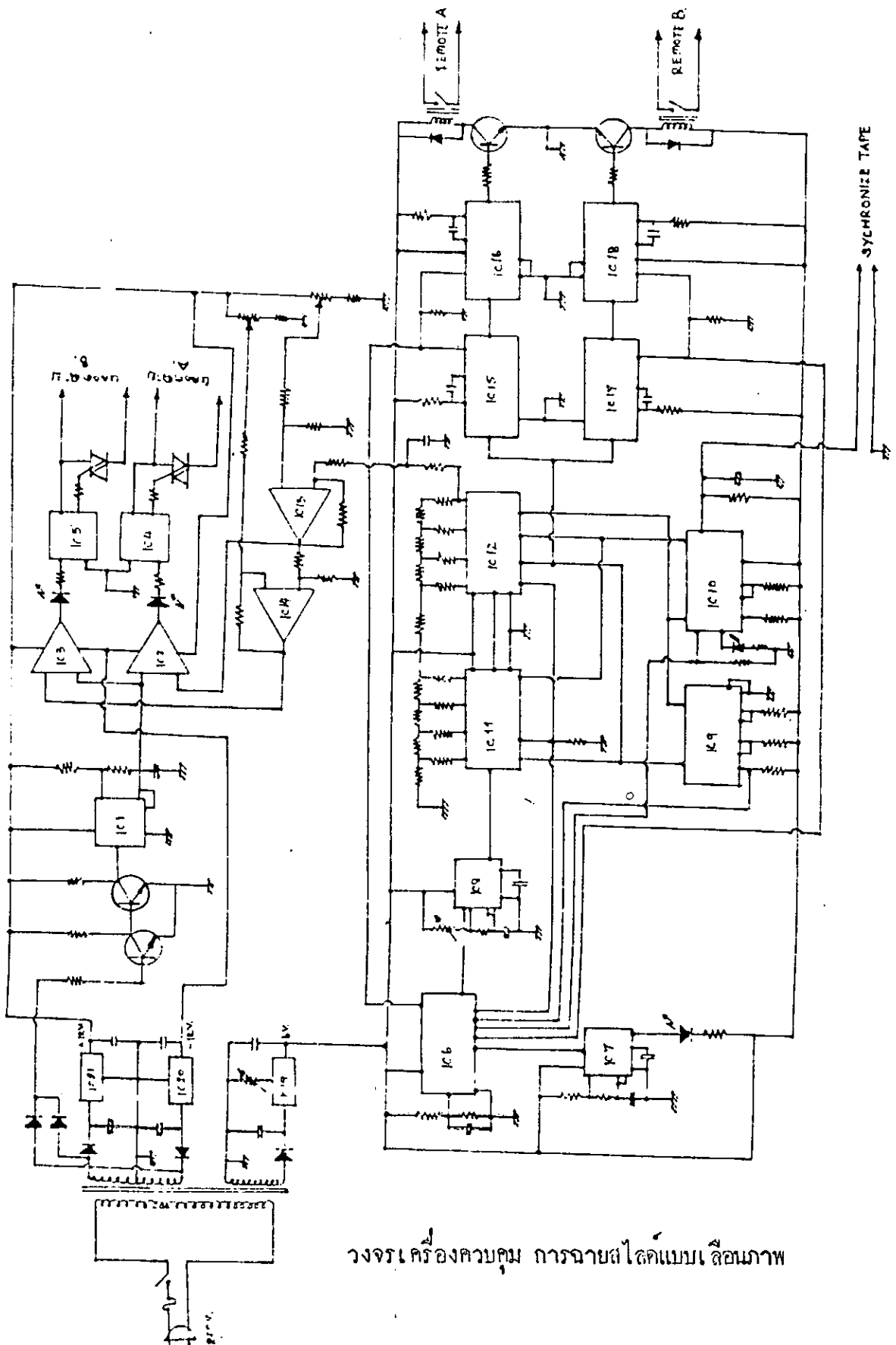
Griffin, William H. "The Development of Effective Media," Educational
Technology. p. 39 - 42. October, 1983.

Kemp, Terrold E. and Dean K. Dayton. Planning & Producing Instruction
Media (5th Ed.). p. 206. Harper & Row Publishers, 1985.

Lewell, John. Multivision : The Planning Preparation And Projection of
Audio-Visual Presentation. p. 16 - 98. Focal Press, 1980.

Marston, Ray. "Using Triacs and SCR's," Radio Electronics. p. 66 - 68.
September, 1987.

තරුණ



วงจรควบคุม การฉายสไลด์แบบเลือนภาพ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	กำธร เหมวกกุล
เกิด	วันที่ 15 สิงหาคม 2499 ที่จังหวัดสุพรรณบุรี
การศึกษา	ระดับปริญญาการศึกษามัธยมศึกษา (กศ.ม.) สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เมื่อปีการศึกษา 2520
การทำงาน	อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยครูเชียงราย จังหวัดเชียงราย ตั้งแต่ ปี 2521 - ปัจจุบัน