หัวข้อปริญญานิพนธ์	:	ระบบป้องกันเพาเวอร์แอมป์
โดย	:	นาย ชัชวาล รัดไธสง
		นาย ตะวัน หอมดี
		นาย เกษม จิตไธสง
		นาย เอกชัย บุรุษรัมย์
ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	:	อาจารย์ภูริชญ์ งามคง
ที่ปรึกษาร่วม	:	อาจารย์ธนกร ดุจเพ็ญ
สาขาวิชาและคณะ	:	สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	:	2558

INDUSTRIAL TECHNOLOGY
SURAT RAJABHAT UNIVERSITY
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์เรื่องระบบป้องกันเพาเวอร์แอมป์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบป้องกันเพาเวอร์แอมป์ 2.เพื่อทดสอบการทำงานของระบบป้องกันเพาเวอร์แอมป์ ในปัจจุบันเพาเวอร์แอมป์มีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ แบบหม้อแปลงและแบบสวิตชิ่งซึ่งจะมีขนาดและราคามีต่างกันตามขนาดและคุณภาพของเพาเวอร์แอมป์ โดยเพาเวอร์แอมป์ทั้งสองแบบนี้จะมีข้อดีข้อเสียต่างกัน คือ แบบหม้อแปลงจะมีราคาที่สูงและน้ำหนักที่มากกว่าแบบสวิตชิ่งในกำลังวัตต์ที่เท่ากัน และแบบสวิตชิ่งยังจะให้กำลังประสิทธิภาพที่สูงกว่าแบบหม้อแปลง ดังนั้นทางเราจึงนำระบบป้องกันแบบสวิตชิ่งมาเพื่อป้องกันเพาเวอร์แอมป์ไม่ให้เกิดความเสียหายเมื่อเกิดปัญหาต่าง ๆ โดยที่ระบบป้องกันในเพาเวอร์แอมป์นั้นก็จะมีระบบป้องกันโหลดเกิน ระบบป้องกันการลัดวงจรของสายลำโพง ในส่วนนี้โดยเมื่อเกิดปัญหาขึ้นจะให้เพาเวอร์แอมป์หยุดจ่ายไฟและเมื่อแก้ไขปัญหาแล้วจึงทำการเปิดเครื่องขึ้นมาใหม่อีกครั้งการทำแบบนี้เพาเวอร์แอมป์ก็จะไม่ได้รับความเสียหาย

Project Title	:	Protection Power Amp.
By	:	Mr. Chatchawal Ratthaisong
		Mr. Tawan Homdee
		Mr. Kasem Jitthaisong
		Mr. Eakkachai Burutram
Project Advisors	:	Mr. Phoolich Khamkong
Co- advisors	:	Mr. Thanakorn Dujpen
Major Field and Department	:	Electrical Engineering Technology,
		Faculty of Industrial Technology.
Academic year	:	2015

Abstract

The aims of thesis name “Protection Power Amp” Aims to 1. Designed to protect the Protection Power Amp 2.To test the functionality of the system Protection Power Amp Power amplifiers are currently living together 2 types of transformers and switching to a different size and price depending on the size and quality of the power amplifier. The power amplifiers are both pros and cons of different types of transformers have a high price and weight rather than switching in the same wattage and switching also provides a higher performance than traditional transformers so we put a switching system to protect the power amplifier to prevent damage in the event of problems. The protection of the power amp, it has overload protection. The protection circuit of speaker wire. The problem occurs when this will stop the power amplifier and power supply problem, and then turn it back on again to make this power amplifier will not be damaged.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีคณะทำงานขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วีระเนตราทิพย์ คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม อาจารย์ภูริชญ์ งามคง หัวหน้าสาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้าและอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ภูริชญ์ งามคง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ธนกร ดุจเพ็ญ คณาจารย์สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้าทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนและให้คำปรึกษาในการดำเนินงานต่างๆ

สุดท้ายขอขอบคุณครอบครัวและเพื่อนๆ ที่เป็นกำลังใจจนทำให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ทุกประการ

คณะผู้จัดทำ

พฤษภาคม 2559

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อภาษาไทย (1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (2)
กิตติกรรมประกาศ (3)
สารบัญ (4)
สารบัญตาราง (6)
สารบัญภาพ (7)

บทที่ 1 บทนำ
1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
2. วัตถุประสงค์ 2
3. ขอบเขตของโครงงาน 2
4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
5. คำสำคัญ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
1. เพาเวอร์แอมป์ 3
2. คำนวณหากระแสของไดโอดเรกติไฟร์ 8
3. หม้อแปลงสวิตชิ่ง 9
4. แกนเฟอร์ไรต์และการเลือกใช้ 10
5. ความสัมพันธ์ระหว่างขดไพรมารีและขดเซคั่นดารี่ของหม้อแปลงสวิตชิ่ง 11
6. การพันขดลวดทองแดงและการกำหนดขนาดของขดลวด 11
7. ระบบป้องกัน (Protection) 11
8. ภาคขยาย 12
9. สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย 14
10. วงจรคอนเวอร์เตอร์ 16
11. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 25

INDUSTRIAL TECHNOLOGY
BURIRAM RAJABHAT UNIVERSITY
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 29

1. ขั้นตอนในการดำเนินงาน 29
2. วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการ 31
3. งบประมาณค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน 32
4. การออกแบบและพัฒนาระบบป้องกันเพาเวอร์แอมป์ 34
5. การทดสอบประสิทธิภาพของระบบป้องกันเพาเวอร์แอมป์ 57

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 59

1. ทดสอบการทำงานของหม้อแปลงสวิตชิ่ง 59
2. ทดสอบการทำงานวงจรสวิตชิ่ง 60
3. ทดสอบการลัดวงจรของสายลำโพง 62
4. ทดสอบการต่อโหลดเกิน 65

บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 69

1. สรุปผลการดำเนินงาน 69
2. อภิปรายผลการดำเนินการ 70
3. ข้อเสนอแนะ 71

บรรณานุกรม 72

ภาคผนวก 73

ภาคผนวก ก. ประวัติคณะทำงาน 74

ภาคผนวก ข. คู่มือการใช้งาน 79

ภาคผนวก ค. รายละเอียด คุณลักษณะเฉพาะของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ 83

ภาคผนวก ง. ภาพถ่ายขั้นตอนการดำเนินงาน 94

INDUSTRIAL TECHNOLOGY BURIRAM RAJABHAT UNIVERSITY คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 3.1 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงาน 31
ตารางที่ 3.1 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงาน (ต่อ) 32
ตารางที่ 3.2 งบประมาณค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน 32
ตารางที่ 3.2 งบประมาณค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (ต่อ) 33
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบการลัดวงจรของสายลำโพงโดยการทดลอง 3 ครั้ง 65
ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบระบบป้องกันโหลดเกิน 68

INDUSTRIAL TECHNOLOGY BURIRAM RAJABHAT UNIVERSITY คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 2.1 เพาเวอร์แอมป์ Class AB 2400 W 7
ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างวงจรป้องกันสายลำโพงลัดวงจร 12
ภาพที่ 2.3 ภาคขยายของเพาเวอร์แอมป์ 13
ภาพที่ 2.4 องค์ประกอบพื้นฐานของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย 15
ภาพที่ 2.5 วงจรพื้นฐานของฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ 17
ภาพที่ 2.6 กราฟแสดงลักษณะกระแสและแรงดันในวงจรขณะทำงาน 18
ภาพที่ 2.7 วงจรพื้นฐานของฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์ 18
ภาพที่ 2.8 กราฟแสดงลักษณะกระแสและแรงดันในวงจรขณะทำงาน 20
ภาพที่ 2.9 วงจรพื้นฐานของ พุช พูลคอนเวอร์เตอร์ 21
ภาพที่ 2.10 วงจรพื้นฐานของฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ 22
ภาพที่ 2.11 (ก) ขณะ Q1 นำกระแส (ข) ขณะ Q2 นำกระแส 23
ภาพที่ 2.12 วงจรพื้นฐานของฟูลบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ 24
ภาพที่ 2.13 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย 1000 W 25
ภาพที่ 2.14 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบสวิตชิ่งที่มีการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง 26
ภาพที่ 2.15 สวิตชิ่งเพาเวอร์แอมป์ รุ่น MS5000 W 26
ภาพที่ 2.16 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย รุ่น PSX-4000 27
ภาพที่ 2.17 สวิตชิ่งเพาเวอร์แอมป์รุ่น NTS E-3000 28
ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานออกแบบและสร้างระบบป้องกันสวิตชิ่ง 30
ภาพที่ 3.2 กรอบแนวคิดระบบป้องกันเพาเวอร์แอมป์ 34
ภาพที่ 3.3 การออกแบบรูปทรงของระบบออกแบบเพาเวอร์แอมป์ 35
ภาพที่ 3.4 การออกแบบระบบป้องกันเพาเวอร์แอมป์ 35
ภาพที่ 3.5 หม้อแปลงสวิตชิ่ง 36
ภาพที่ 3.6 วงจรป้องกันสวิตชิ่ง 38
ภาพที่ 3.7 วงจรป้องกันสวิตชิ่ง 39
ภาพที่ 3.8 วงจรสวิตชิ่ง 40
ภาพที่ 3.9 วงจรสวิตชิ่ง 42

INDUSTRIAL TECHNOLOGY BURIRAM RAJABHAT UNIVERSITY เทคโนโลยีอุตสาหกรรม

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 3.10 ภาคขยายฝั่งซ้าย 43
ภาพที่ 3.11 ภาคขยายฝั่งขวา 43
ภาพที่ 3.12 ปรีแอมป์ 44
ภาพที่ 3.13 วงจรป้องกันสายลำโพง 44
ภาพที่ 3.14 วงจรป้องกันสายลำโพง 45
ภาพที่ 3.15 ตัดแผ่นวงจร 46
ภาพที่ 3.16 รีดแผ่นวงจร 46
ภาพที่ 3.17 การลอกแผ่นปริ้น 47
ภาพที่ 3.18 การกัดน้ำยา 47
ภาพที่ 3.19 กัดปริ้นสำเสร็จ 48
ภาพที่ 3.20 เคลือบน้ำยา 48
ภาพที่ 3.21 การเจาะวงจรสวิตชิ่ง 49
ภาพที่ 3.22 ใส่อุปกรณ์สวิตชิ่ง 49
ภาพที่ 3.23 การบัดกรีวงจรสวิตชิ่ง 50
ภาพที่ 3.24 วงจรสวิตชิ่งจากการบัดกรี 50
ภาพที่ 3.25 ด้านหลังวงจรสวิตชิ่ง 51
ภาพที่ 3.26 วงจรสวิตชิ่งที่เสร็จสมบูรณ์ 51
ภาพที่ 3.27 แท่นเพาเวอร์แอมป์ 52
ภาพที่ 3.28 การเจาะแท่น 52
ภาพที่ 3.29 ใส่น๊อตเพื่อติดพัดลม 53
ภาพที่ 3.30 ติดพัดลม 53
ภาพที่ 3.31 ประกอบภาคขยาย 54
ภาพที่ 3.32 ประกอบภาคขยาย 54
ภาพที่ 3.33 ประกอบสวิตชิ่งลงในภาคขยาย 55
ภาพที่ 3.34 ระบบเพาเวอร์แอมป์เสร็จสมบูรณ์ 55
ภาพที่ 3.35 ทดสอบการทำงานหม้อแปลงสวิตชิ่ง 56
ภาพที่ 3.36 การทดสอบการทำงานของวงจรสวิตชิ่ง 56

INDUSTRIAL TECHNOLOGY BURIRAM RAJABHAT UNIVERSITY คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 3.37 การทดสอบการลัดวงจรของสายลำโพง 57
ภาพที่ 3.38 ทดสอบต่อโหลดเกิน 57
ภาพที่ 4.1 ผลการตอบสนองความถี่หม้อแปลงสวิตชิ่ง 59
ภาพที่ 4.2 ผลการวัดความถี่เอ้าท์พุทของวงจรสวิตชิ่ง 60
ภาพที่ 4.3 ผลการวัดแรงดันแรงดันเอ้าท์พุทของหม้อแปลงสวิตชิ่ง 60
ภาพที่ 4.4 ผลการวัดค่ากระแสเอาท์พุทของวงจรสวิตชิ่ง 61
ภาพที่ 4.5 รูปคลื่นสัญญาณพัลส์ของวงจรสวิตชิ่งเพาเวอร์แอมป์ 61
ภาพที่ 4.6 ผลการวัดสัญญาณของสายลำโพงขณะยังไม่เกิดการลัดวงจรครั้งที่ 1 62
ภาพที่ 4.7 ผลการวัดสัญญาณของสายลำโพงขณะยังไม่เกิดการลัดวงจรครั้งที่ 2 63
ภาพที่ 4.8 ผลการวัดสัญญาณของสายลำโพงขณะยังไม่เกิดการลัดวงจรครั้งที่ 3 64
ภาพที่ 4.9 การทดสอบระบบป้องกันโหลดเกินครั้งที่ 1 65
ภาพที่ 4.10 การทดสอบระบบป้องกันโหลดเกินครั้งที่ 2 66
ภาพที่ 4.11 การทดสอบระบบป้องกันโหลดเกินครั้งที่ 3 67
ภาพที่ ข.1 ส่วนประกอบของเพาเวอร์แอมป์ด้านหน้า 80
ภาพที่ ข.2 ส่วนประกอบของเพาเวอร์แอมป์ด้านหลัง 80
ภาพที่ ข.3 หลักการทำงานของเพาเวอร์แอมป์ 81
ภาพที่ ง.1 การรีดแผ่นปริ้นของวงจร 95
ภาพที่ ง.2 การลอกกระดาษออกจากแผ่นปริ้น 95
ภาพที่ ง.3 การกัดแผ่นปริ้น 96
ภาพที่ ง.4 การทาน้ำยาเครือบแผ่นปริ้น 96
ภาพที่ ง.5 การเจาะแผ่นปริ้น 97
ภาพที่ ง.6 การนำอุปกรณ์มาใส่ลงแผ่นปริ้น 97
ภาพที่ ง.7 การบัดกรีอุปกรณ์บนแผ่นปริ้น 98
ภาพที่ ง.8 การทดลองการทำงานของวงจร 98
ภาพที่ ง.9 การนำอุปกรณ์ต่างๆลงแท่นเพาเวอร์แอมป์ 99
ภาพที่ ง.10 การทดสอบการป้องกันโหลดเกิน 99
ภาพที่ ง.11 การทดลองการลัดวงจรของสายลำโพง 100