



เครื่องอบยางพาราโดยให้ความร้อนแบบโอห์มมิก
(Rubber oven by ohmic heating.)

โดย

นายชิปไทย์ รัตตะเวทิน รหัสนักศึกษา B5323937

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา 438499 วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2553

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประจำภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2556

เครื่องอบยางพาราโดยให้ความร้อนแบบโอห์มมิก
(Rubber oven by ohmic heating.)

คณะกรรมการสอบโครงการ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญชัย ทองโสหา)

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ



(อาจารย์ ผศ.ดร. วิภาวี หัตถกรรม)

กรรมการ



(อาจารย์ ดร.ชนเสฏฐ์ ทศดิกรพัฒน์)

กรรมการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับรายงานโครงการฉบับนี้ เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม หลักสูตรวิชา
วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ในรายวิชา 438499 โครงการวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
ประจำปีการศึกษา 2556

โครงการงาน	เครื่องอบยางพาราโดยให้ความร้อนแบบโอห์มมิก (Rubber oven by ohmic heating.)
จัดทำโดย	นายชิปไตย รัตตะเวทิน รหัสนักศึกษา B5323937
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญชัย ทองโสภณ
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
ภาคการศึกษาที่	3/ 2556

บทคัดย่อ (Abstract)

โครงการงานนี้เป็นการศึกษาและทดลองของเครื่องอบยางพาราโดยให้ความร้อนแบบโอห์มมิก(Rubber oven by ohmic heating.)เป็นวิธีการสร้างความร้อนจากภายในตัวของยางพารา (วัตถุดิบ) โดยการปล่อยกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านเข้าสู่ยางพารา และเกิดการต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้าภายในยางพาราจนเกิดเป็นความร้อน การให้ความร้อนแบบโอห์มมิกจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่นำมาให้ความร้อน ซึ่งโหนดนั้นควรเป็นวัตถุดิบมีค่าความนำไฟฟ้าที่ดีและการให้ความร้อนแบบโอห์มมิกจะให้อุณหภูมิสูงมากเมื่อเทียบกับวิธีการให้ความร้อนแบบอื่น ๆ ส่วนการให้ความร้อนแบบอื่น ๆ นั้นเป็นการให้ความร้อนจากภายนอกวัตถุดิบ แต่การให้ความร้อนแบบโอห์มมิกเป็นการให้ความร้อนจากภายในตัววัตถุดิบ

เครื่องอบยางพาราโดยให้ความร้อนแบบโอห์มมิก มีการทำงานคือใช้แรงดันอินพุต 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ ผ่านหม้อแปลง 1:1 ขนาด 1 KW เข้าวงจร Dimmer ทำการปรับกระแสเพื่อควบคุมกำลังไฟฟ้าก่อนจ่ายไปยังยางพาราทำให้ยางพาราเกิดความร้อน

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

จากการที่คณะจัดทำรายงานได้รับมอบหมายให้ทำโครงการเครื่องอบยางพาราโดยใช้ความร้อนแบบโอห์มมิก(Rubber oven by ohmic heating.) ส่งผลให้คณะจัดทำรายงานได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ เกี่ยวกับการการออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังสูงและคุณสมบัติการนำไฟฟ้าเป็นอย่างมาก บัดนี้โครงการดังกล่าวพร้อมทั้งรายงานได้สำเร็จลงแล้ว ทั้งนี้ด้วยความร่วมมือและสนับสนุนจากบุคคลต่างๆ ประกอบด้วย

- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร .ชาญชัย ทองโสภณ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการผู้ที่มอบความรู้การทำงานในโครงการนี้และเป็นผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้รวมทั้งให้คำปรึกษาและคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ยิ่งเกี่ยวกับโครงการ
- พี่ๆที่ทำงานในห้องปฏิบัติการ ทุกคนที่คอยให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ในการพัฒนาโครงการ

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นฐานการใช้งานโปรแกรม ซึ่งข้าพเจ้าขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นายธิปไตย รัตตะเวทิน

สารบัญ

หน้า	
บทคัดย่อ ก	
กิตติกรรมประกาศ ข	
สารบัญ ค	
บทที่ 1 บทนำ	1
กล่าวนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ขอบข่ายงาน	2
ขั้นตอนการทำงาน	2
ประโยชน์ที่ได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์	4
2.1 แสดงผังไดอะแกรมโครงงาน	4
2.2 ทฤษฎีการให้ความร้อนแบบโอห์มมิก	6
2.3 Dimmer circuit	7
2.4 ไตรแอก	10
2.5 ไดแอก	18
2.6 การเลือกซื้อหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)	21
บทที่ 3 การทำงานของเครื่องโอห์มมิกและการออกแบบและทดสอบวงจรควบคุม	25
3.1 แสดงผังไดอะแกรมโครงงาน	25
3.2 การออกแบบวงจรควบคุม	26
3.3 ทดสอบวงจรและวัดสัญญาณวงจรดิเมอร์	29

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลองของเครื่องโอห์มมิค	34
4.1 การทดลองเครื่องให้ความร้อนแบบโอห์มมิค	34
1. ใช้อย่างพารา	34
กราฟแสดงผลการทดลอง	38
วิเคราะห์ผลการทดลอง	46
2. ใช้วัตถุบิอย่างอื่น	48
ตารางบันทึกผลการทดลอง	48
วิเคราะห์ผลการทดลอง	49
4.4 สรุปผลการทดลอง	51
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	52
บทสรุป	52
สิ่งที่ได้จากโครงงาน	53
ปัญหาและอุปสรรค	53
ข้อเสนอแนะ	54
บรรณานุกรม	55
ประวัติผู้เขียน	56
ภาคผนวก	57



บทที่ 1

บทนำ

กล่าวนำ

เครื่องอบยางพาราโดยให้ความร้อนแบบโอห์มมิก สามารถนำไปใช้ในการแปรรูปวัตถุดิบที่มีค่าความนำไฟฟ้าสูงได้หลายชนิด ตลอดจนการนำไปใช้ในการให้ความร้อนกับอาหารประเภทที่มีส่วนประกอบของเหลว ในโครงการนี้จะเป็นการนำการให้ความร้อนแบบโอห์มมิกมาประยุกต์ในการอบยางพาราเพื่อใช้ในงาน อุตสาหกรรม ยางพาราในปัจจุบัน ซึ่งกระบวนการผลิตยางพารามีหลายขั้นตอนด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นตั้งแต่ การเก็บรวบรวมยางพารา การกรองน้ำยาง การรีดเนื้อยาง การอบยางพารา จนถึงการนำยางพาราไปตาก และระยะของแต่ละขั้นตอนนั้นใช้เวลานาน ทำให้เกิดความล่าช้าในกระบวนการการผลิตยางพารา ซึ่งในโครงการนี้สามารถนำมาใช้ในขั้นตอนการอบยางพาราได้ ในการอบยางพาราโดยที่ใช้ทั่วไป จะต้องนำไปอบในเครื่องอบเป็นเวลานานประมาณ 12-24 ชั่วโมง และจะนำไปตากอีก 1 คืน แต่ถ้าหากใช้การให้ความร้อนแบบโอห์มมิกจะลดระยะเวลาลงเหลือเพียง 10 – 20 นาทีก่อนนำไปตาก การออกแบบเครื่องให้ความร้อนแบบโอห์มมิกนั้นมีความง่าย อาศัยเพียงหลักการการนำกระแสไฟฟ้าไปยังโหลดตามกฎของโอห์ม และคณะผู้จัดทำได้นำความรู้ที่เรียนมาประยุกต์ใช้ในโครงการนี้ โดยจะเน้นเรื่องการออกแบบและการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้า โดยโครงการนี้จะออกแบบโดยเน้นใช้งานจริง และลดต้นทุนในกระบวนการผลิตยางพารา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษากระบวนการให้ความร้อนแบบโอห์มมิก
2. เพื่อศึกษาสมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุต่างๆ
3. เพื่อศึกษาการตัวอุปกรณ์เกี่ยวกับการทำเครื่องโอห์มมิก
4. เพื่อศึกษาการออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้า
5. เพื่อศึกษาการออกแบบวงจรของเครื่องโอห์มมิกและระบบ
6. เพื่อศึกษาและนำเอากระบวนการให้ความร้อนแบบโอห์มมิก ไปใช้งานได้อย่าง

เหมาะสม

7. เพื่อสามารถนำความรู้ที่ได้จากภาคทฤษฎีของวิชาต่างๆที่ได้ทำการศึกษาและปฏิบัติ และประยุกต์ใช้ เพื่อสร้างชิ้นงานขึ้นมาและสามารถใช้งานได้จริง
8. เพื่อนำไปใช้ในการรอบยาพารา

ขอบเขตงาน

1. ศึกษาเพื่อออกแบบแล้วนำมาใช้กับงานได้อย่างเหมาะสม
2. ออกแบบกลไกการควบคุมความร้อนของเครื่อง
3. สร้างอุปกรณ์ต้นแบบทั้งหมดและทดสอบเพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์
4. ศึกษาการออกแบบวงจรควบคุมกระแส
5. เพื่อนำไปใช้ในการรอบยาพาราและได้ความชื้น

ขั้นตอนการทำงาน

1. ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงาน
2. เขียนโครงการและเสนอโครงการกับอาจารย์ที่ปรึกษา
3. ออกแบบผังการทำงานของระบบโดยรวม
4. ออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าและวงจรควบคุมกระแส
5. จัดซื้ออุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็นต้องใช้ในการทำโครงการ
6. สร้างเครื่องต้นแบบ
7. ทดลองและปรับปรุงแก้ไข
8. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง
9. นำเสนอโครงการ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำความรู้ที่ได้จากการทำโครงการมาประกอบวิชาชีพได้
2. สามารถนำความรู้ที่ได้ทางทฤษฎีมาประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติได้
3. สามารถนำความรู้ที่ได้ทางทฤษฎีและทางปฏิบัติได้มาประยุกต์ใช้ในงานอื่นๆได้
4. สามารถแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติงานได้
5. รู้จักการคิด การวิเคราะห์ อย่างเป็นระบบ



บทที่ 2

ทฤษฎีและสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

2.1 แสดงผังไดอะแกรมโครงการ

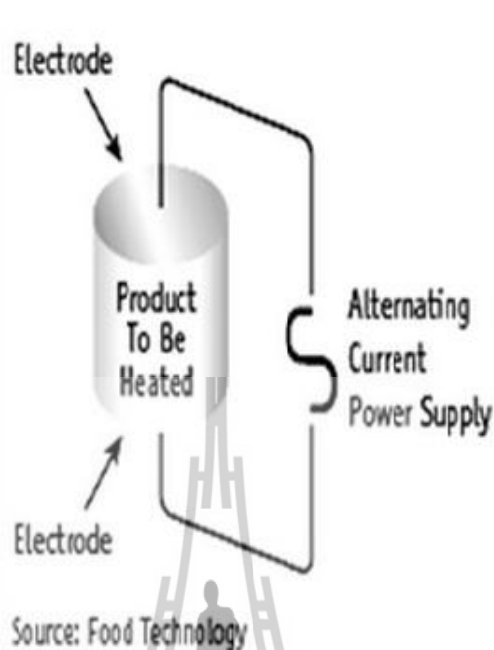
เครื่องอบยางพาราโดยให้ความร้อนแบบโอห์มมิก เป็นการทำงานโดยอาศัยหลักการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังโหลด ซึ่งการออกแบบนั้นจำเป็นต้องมีการควบคุมกระแสไฟฟ้าไม่ให้ไหลผ่านไปยังโหลดในปริมาณที่มากเกินไป โดยใช้หม้อแปลงในการกำหนดค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่จะจ่ายไปที่โหลด ซึ่งหลักการทำงานของเครื่องให้ความร้อนแบบโอห์มมิกมีดังแผนภาพนี้



รูปที่ 2.1แสดงผังไดอะแกรมโครงการ

จากแผนภาพในรูปที่ 1.1 เริ่มจากการจ่ายแรงดัน 220 โวลต์ ให้กับหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อลดระดับค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่จะไหลผ่าน เป็น 10 แอมแปร์ ซึ่งจะเป็กระแสสูงสุดไปยังโหลด โหลดนั้นจะดึงกระแสต่างกันขึ้นอยู่กับค่าความนำไฟฟ้าของโหลด ถ้าค่าความนำไฟฟ้าของโหลดสูงจะทำให้ดึงกระแสได้สูงมาก อาจจะทำให้เกิดการดึงกระแสมากเกินไปจนอุปกรณ์นั้นเสียหายได้ จึงได้นำหม้อแปลงมาใช้ในการกำหนดค่ากระแสสูงสุดไว้ที่ 10 แอมแปร์เข้าไปยังวงจรควบคุมกระแส

2.2 ทฤษฎีการให้ความร้อนแบบโอห์มมิก



รูป 2.1 องค์ประกอบหลักการโอห์มมิก

การเกิดความร้อนแบบโอห์มมิก (ohmic heating) เป็นเทคโนโลยีการสร้างความร้อน ที่มีประสิทธิภาพสูง มีอัตราการเกิดความร้อนที่สูงกว่าวิธีการให้ความร้อนแบบอื่นๆ โดยมีอัตราการเกิดความร้อนประมาณ 0.005 -1.2 องศาเซลเซียสต่อวินาทีและมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนได้มากกว่าร้อยละ 95 ซึ่งในขณะทำการสร้างความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟจะมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนได้เพียงร้อยละ 45-48 เท่านั้น รวมทั้งการเกิดความร้อนแบบโอห์มมิกมีกลไกการเกิดความร้อนจากภายในตัววัตถุดิบ จึงไม่มีผลกระทบในด้านการถ่ายเทความร้อนจากแหล่งพลังงาน ปัจจุบันการ ให้ความร้อนแบบโอห์มมิกถูกนำไปใช้ในการแปรรูปแบบอาหารปลอดเชื้อ (aseptic processing) สำหรับอาหารเหลวเนื้อเดียว ตลอดจนการนำไปใช้ในการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแปรรูปในลักษณะต่างๆ เช่น การนำไปใช้ในการละลายอาหารทะเลแช่เยือกแข็งซึ่งสามารถช่วยลดพื้นที่และปริมาณน้ำที่ใช้ในกระบวนการละลายแบบดั้งเดิม การลวกเพื่อยับยั้งเอนไซม์ การนำไปใช้เพื่อเสริมประสิทธิภาพของการพาสเจอร์ไรส์และการสเตอริไลซ์ แต่การให้ความร้อนแบบโอห์มมิกจัดเป็นเทคโนโลยีที่มีองค์ความรู้ในกลุ่มนักวิชาการเฉพาะกลุ่มเท่านั้น และการเผยแพร่ข้อมูลทางเทคโนโลยีการให้ความร้อนแบบโอห์มมิกยังมีไม่แพร่หลาย

อัตราการเกิดความร้อนด้วยโอห์มมิกจะขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านวัตถุ ซึ่งปริมาณกระแสไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับคุณสมบัติค่าความนำไฟฟ้าของวัตถุ ดังนั้นวัตถุที่มีความนำไฟฟ้าสูงจะสามารถเกิดความร้อนด้วยวิธีโอห์มมิกได้ดี วัตถุแต่ละชนิดมีคุณสมบัติการนำไฟฟ้าที่แตกต่างกัน จึงสามารถหาค่าการนำไฟฟ้าของวัตถุโดยอาศัยหลักการและความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านในตัววัตถุและความเข้มของกระแสไฟฟ้าตามกฎของโอห์มโดยใช้สมการพื้นฐานในการคำนวณค่าการนำไฟฟ้าของวัตถุในระหว่างการให้ความร้อนด้วยวิธีโอห์มมิก ตามสมการ

$$\sigma = \frac{I L}{V A}$$

เมื่อ	σ	คือ ค่าความนำไฟฟ้าของวัตถุ (S / m)
	I	คือ ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน (A)
	V	คือ ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (V)
	L	คือ ระยะห่างขั้วอิเล็กโทรด (m)
	A	คือ พื้นที่หน้าตัดของขั้วอิเล็กโทรด (m ²)

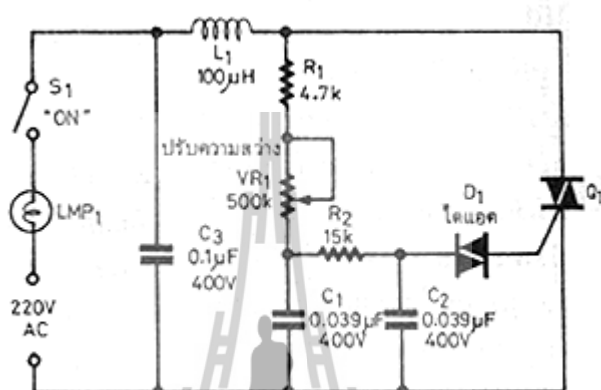
และสามารถหาค่ากำลังไฟฟ้าได้จากสมการ

$$P = I^2 R = \sigma V^2$$

เมื่อ	P	คือ ความร้อนในรูปของกำลังไฟฟ้า (watt)
-------	-----	---

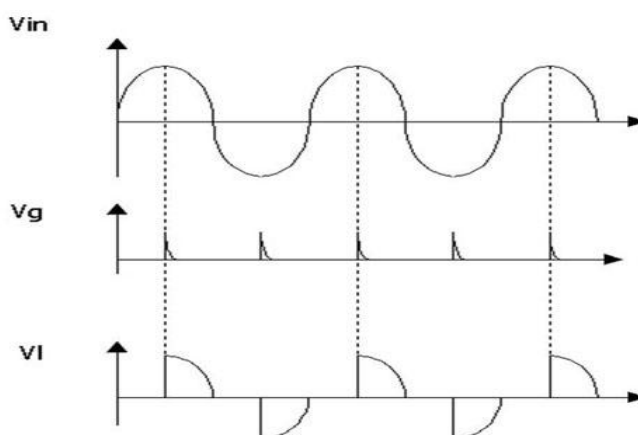
2.3 Dimmer circuit

วงจรหรี่ไฟก็เป็นการใช้งานที่สำคัญอีกแบบหนึ่งของไทรแอก โดยอาศัยการกระตุ้นที่ตำแหน่งเฟสที่คงที่ของสัญญาณไฟสลับ ที่ให้เพื่อเป็นการควบคุมปริมาณกำลังไฟที่ป้อนให้แก่โหลดที่เป็นหลอดไฟในวงจรประเภทนี้ จำเป็นต้องมีวงจรกรองความถี่แบบ LC เพื่อลดผลของ RFI ที่เกิดขึ้น

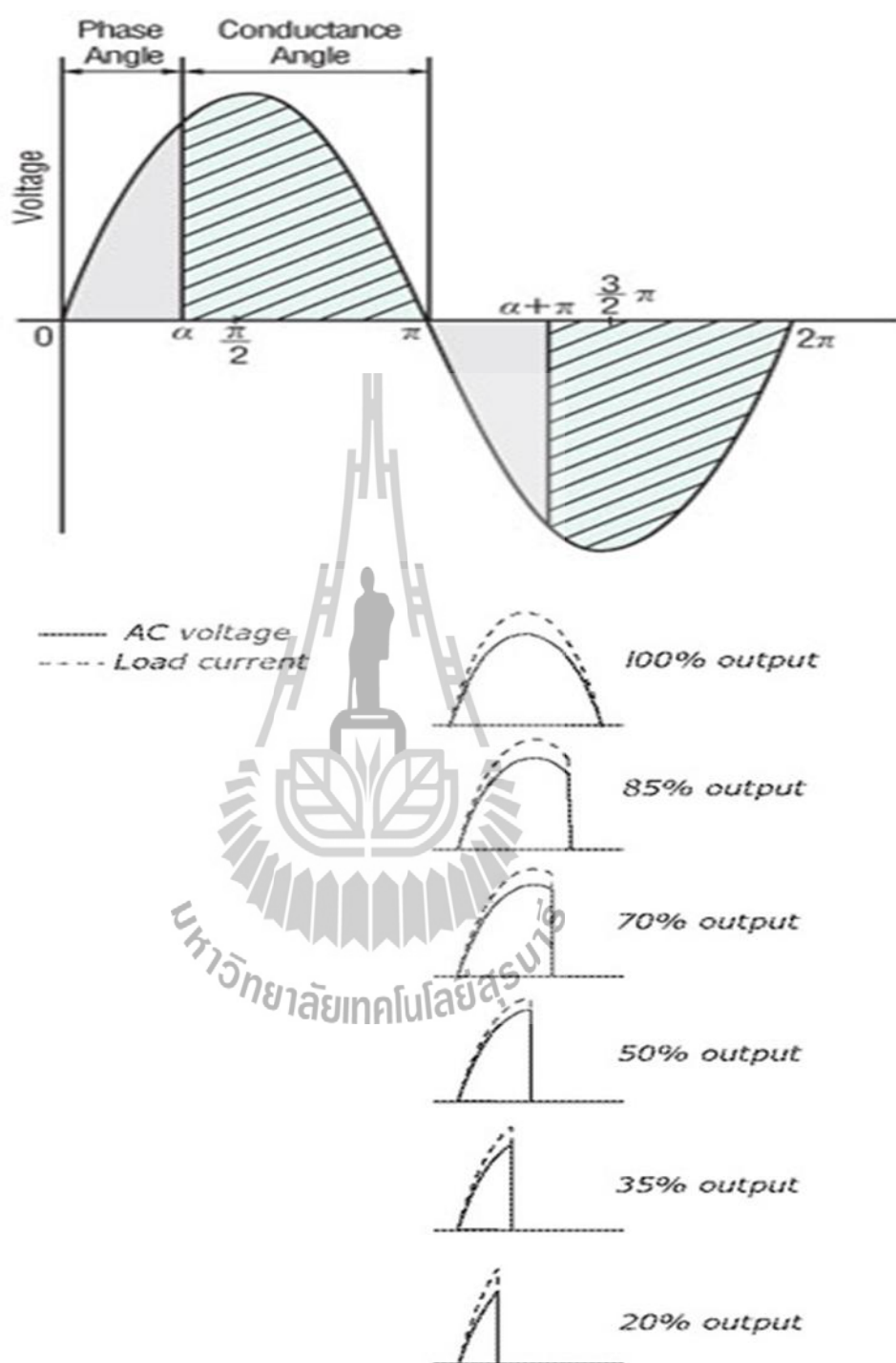


รูปที่ 2.2 วงจรหรี่ไฟที่ปรับปรุงให้สามารถควบคุมความสว่างได้สมบูรณ์

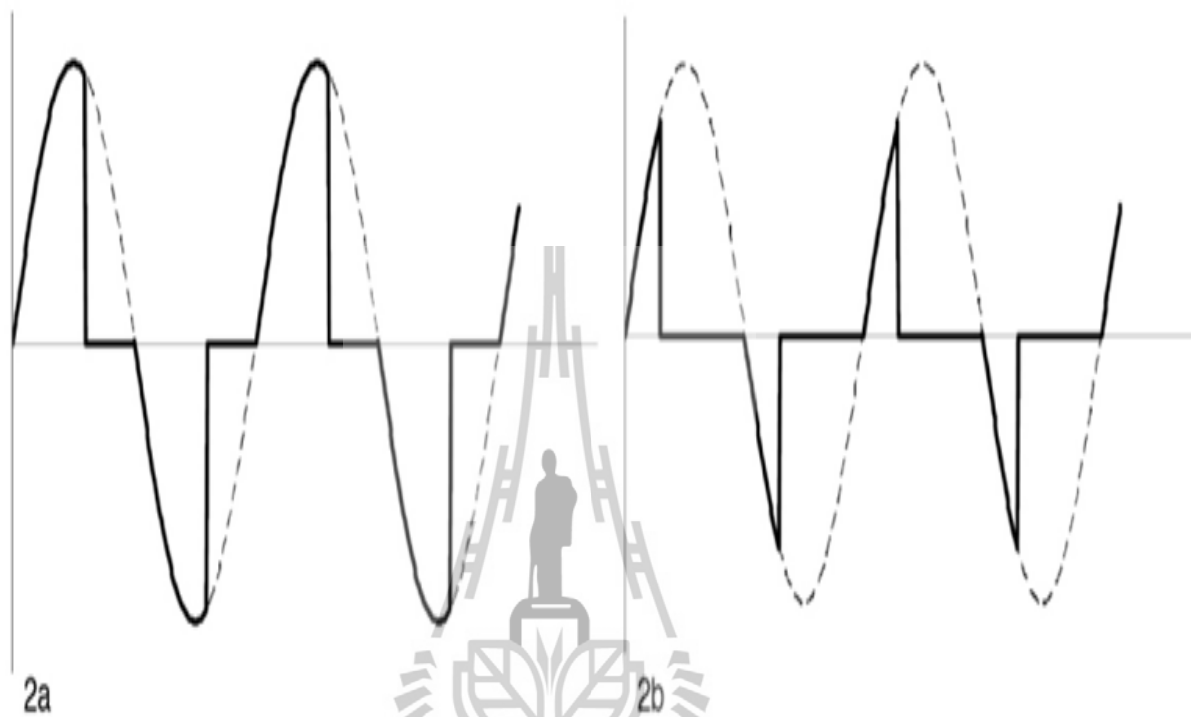
ผลของแบคแลชที่เกิดขึ้นนี้สามารถลดลงได้โดยต่อความต้านทานค่า 47 โอห์มอนุกรมเข้ากับไดโอด เพื่อลดผลของการคายประจุของ C1 แต่วิธีการที่ดีที่สุดที่นิยม ใช้กันได้แสดงไว้ใน รูปที่ 2.2 ในที่นี้ไดโอด จะถูกกระตุ้นจาก C2 แทน ซึ่งจะมีระดับแรงดันตกคร่อมเป็นไปตาม C1 แต่ C1 จะถูกลดผลของการคายประจุในขณะที่ไดโอดทำงานโดยความต้านทาน R2



รูปที่ 2.3 แสดงกราฟการเปรียบเทียบอินพุต, โวลต์ทริกเกอร์และ เอาต์พุตในวงจร



รูปที่ 2.4 แสดงกราฟเอาต์พุตการตัดมุมของสัญญาณที่ผ่านวงจรไปที่โหลด



รูปที่ 2.5 แสดงกราฟอินพุตและ เอาต์พุต

2.4 ไตรแอก

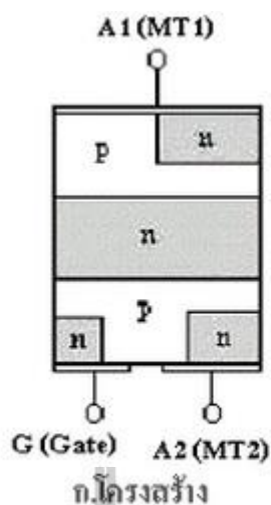


รูปที่ 2.6 ตัวอย่างของ ไตรแอก

ไตรแอก (Triac) เป็นอุปกรณ์จำพวกสารกึ่งตัวนำในกลุ่มของไทริสเตอร์ มีลักษณะโครงสร้างภายในคล้ายกับไดโอด แต่มีขาเกตเพิ่มขึ้นมาอีก 1 ขา ไตรแอกถูกสร้างขึ้นเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของ SCR ซึ่งไม่สามารถนำกระแสในซีกลบของไฟฟ้าสลับได้ การนำไตรแอกไปใช้งานส่วนใหญ่จะใช้ทำเป็นวงจรควบคุมการทำงานเป็นสวิตช์ต่อแรงดันไฟสลับ ไตรแอกถูกสร้างขึ้นมาให้ใช้งานกับกระแสสูง ๆ ดังนั้นต้องระวังเรื่องของการระบายความร้อน สัญลักษณ์ โครงสร้างและวงจรสมมูลของไตรแอกดังรูป 2.8

โครงสร้างของไตรแอก

โครงสร้างของไตรแอกจะประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำตอนใหญ่ 3 ตอน คือ PNP และในสารกึ่งตัวนำตอนใหญ่จะมีสารกึ่งตัวนำตอนย่อยชนิด N อีก 3 ตอน ต่อรวมในสารกึ่งตัวนำ P ทั้ง 2 ตอน



รูปที่ 2.7 โครงสร้างภายในของไทรแอก

มีขาต่อออกมาใช้งาน 3 ขา เหมือนคือ

- ขาแอโนด 1 (A1) เรียกว่า ขาเทอร์มินอล 1 (Main terminal 1) MT1
- ขาแอโนด 2 (A2) เรียกว่า ขาเทอร์มินอล 2 (Main terminal 2) MT2
- ขาเกต (Gate) G



รูปที่ 2.8 สัญลักษณ์ของไทรแอก

คุณสมบัติพื้นฐานเป็นข้อของไทรแอกซึ่งมีดังนี้

1. โดยปกติ ถ้าไม่มีสัญญาณทรigger ที่เกิด ไทรแอกจะไม่ทำงาน โดย จะมีลักษณะเหมือนกับ สวิตช์ที่ถูกเปิดวงจร
2. ถ้าในกรณีที่ MT2 และ MT1 ถูกป้อนด้วยแรงดันบวกและลบตามลำดับไทรแอกจะถูก กระตุ้นให้ทำงานได้โดยการป้อนสัญญาณพัลส์เพียงสั้น ๆ ที่เกิดของมัน โดยจะมีแรงดันตกคร่อม

ตัวมัน มีค่าประมาณ 1 หรือ 2 โวลต์ เท่านั้น และก็เช่นกันคือเมื่อไทรแอกเริ่มทำงานแล้ว ก็จะ สามารถคงสภาพการทำงานอยู่เช่นนั้นต่อไปเรื่อย ๆ ตราบเท่าที่ยังมีกระแสไหลผ่านตัวมันอย่างต่อเนื่อง

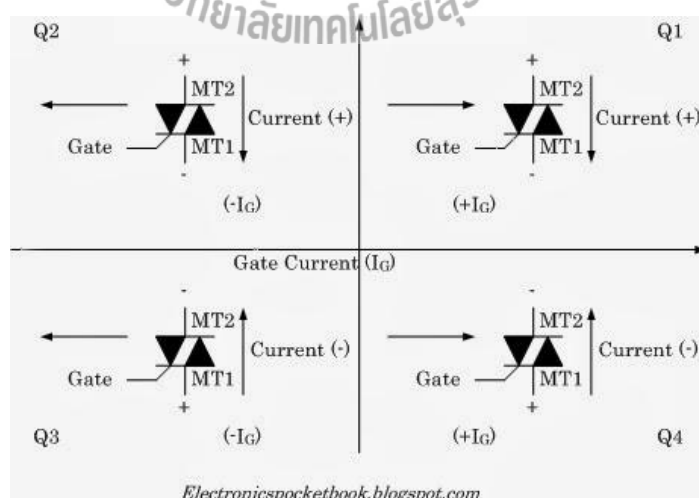
3. หลังจากที่ไทรแอกคงสภาพการทำงานอยู่นั้น ทางเดียวที่จะหยุดการทำงานลงได้ ก็โดยการลดปริมาณกระแสที่ไหลผ่านตัวมันลง ให้มีค่าต่ำกว่ากระแสโฮลดิ้งของมัน ในกรณีที่ใช้ไทรแอกในการจ่ายกระแส AC การหยุดทำงานจะเกิดขึ้นอย่างอัตโนมัติ เมื่อแรงดันของไฟสลับเข้าใกล้จุดตัดศูนย์ที่เกิดขึ้น ทุก ๆ ครั้งคลื่น นั่นคือกระแสจะลดลงเป็นศูนย์

4. ไทรแอกถูกกระตุ้นให้ทำงานได้ ทั้งสัญญาณแบบบวกและลบที่ป้อนให้แก่ขาเกต โดยไม่คำนึงถึงขั้วที่ต่ออยู่ที่ MT1 และ MT2

5. ไทรแอกสามารถทนการกระชากของกระแสได้สูง เช่น โดยปกติสำหรับไทรแอกที่ทนกระแสปกติได้ 10 แอมแปร์ (rms) สามารถทนการกระชากของกระแสในช่วงหนึ่ง คาบเวลาของไฟ 60 เฮิร์ตซ์ได้สูงถึง 100 แอมแปร์ เป็นต้น

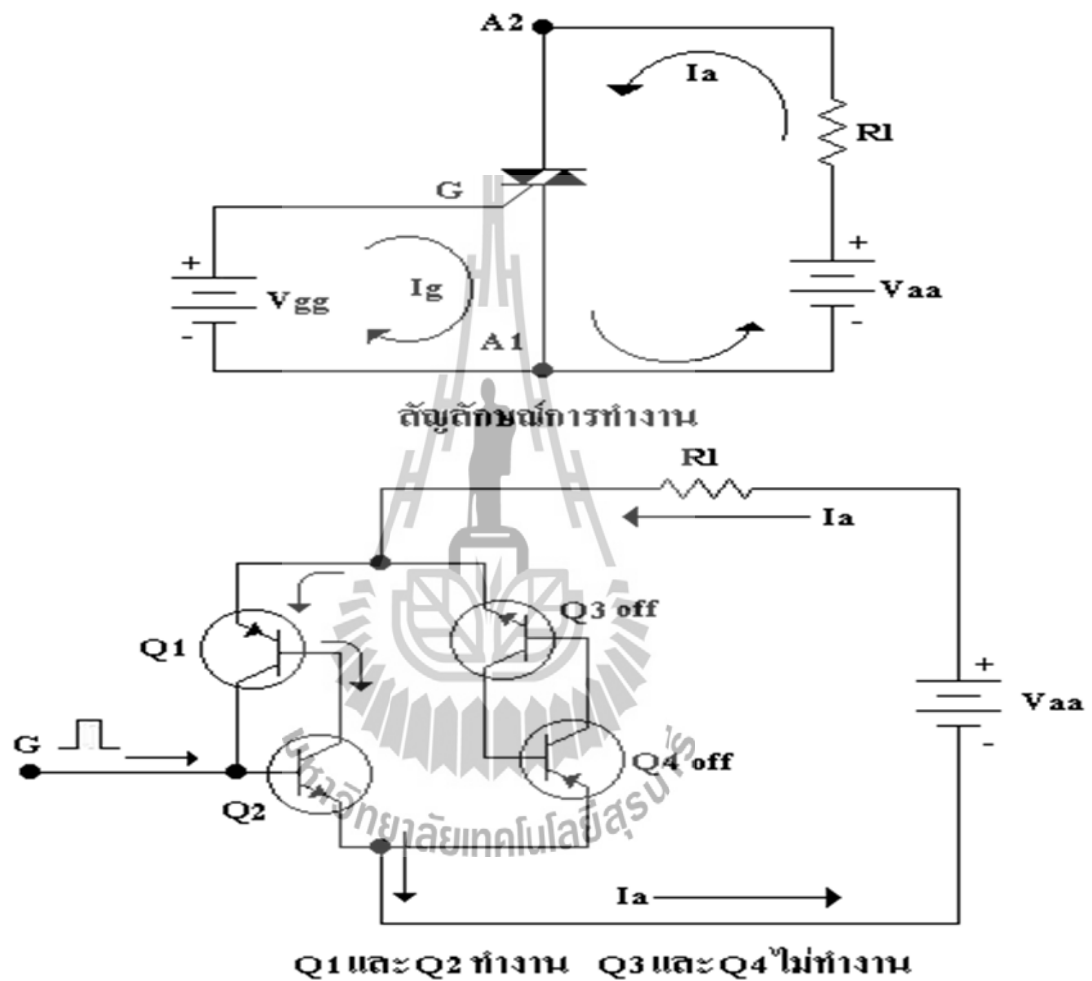
การนำกระแสของไทรแอกและการทำงาน

การนำกระแสของไทรแอกขณะทำงานในแต่ละควอดแรนต์ ดังแสดงในรูปด้านล่าง



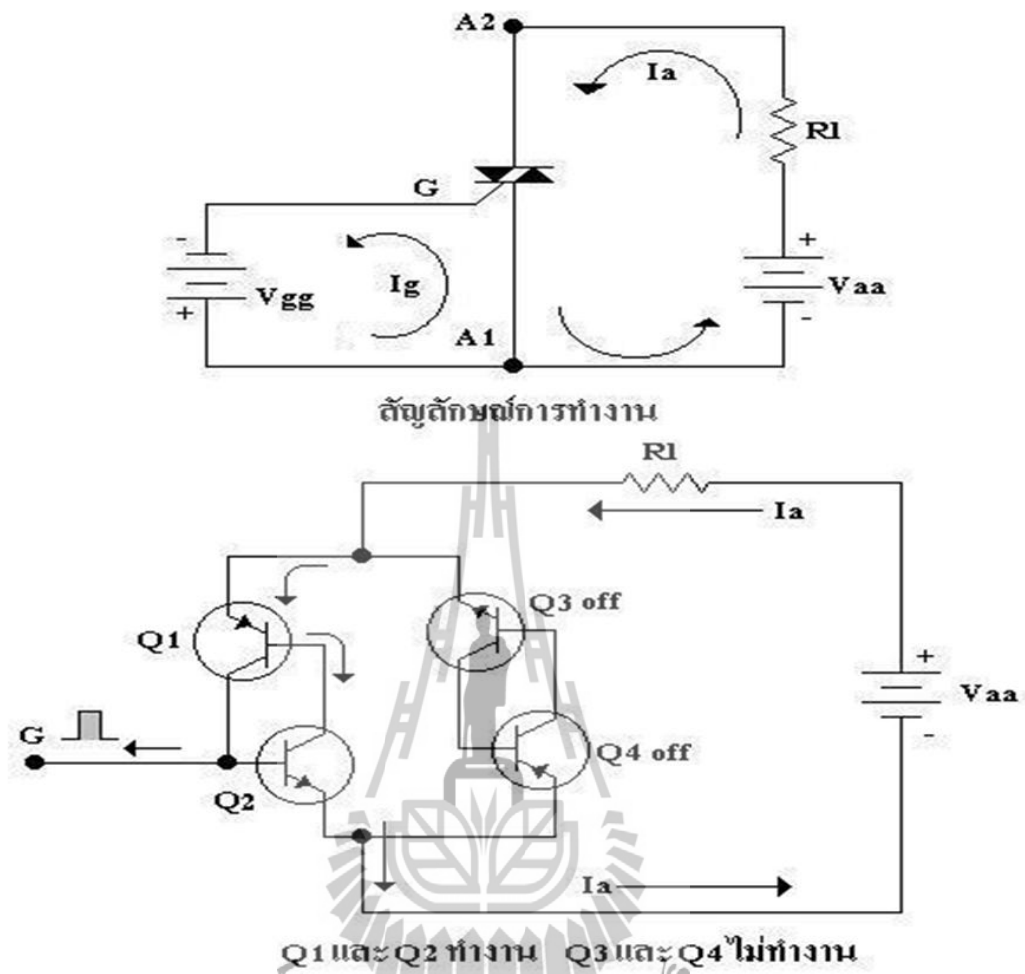
รูปที่ 2.9 แสดงการนำกระแสแต่ละช่วงของการทำงาน

ไทรแอกสามารถนำกระแสได้โดยการป้อนแรงดันหรือการทริกที่ขาเกตโดยสามารถทริกได้ทั้งกระแสบวกและลบ ทำให้ไม่ว่าแรงดันที่ MT1 และ MT2 จะสลับขั้วอย่างไรก็สามารถทำงานได้ ดังนั้น การทำงานของไทรแอกจึงสามารถอธิบายออกได้เป็น 4 ควอดแรนต์คือ



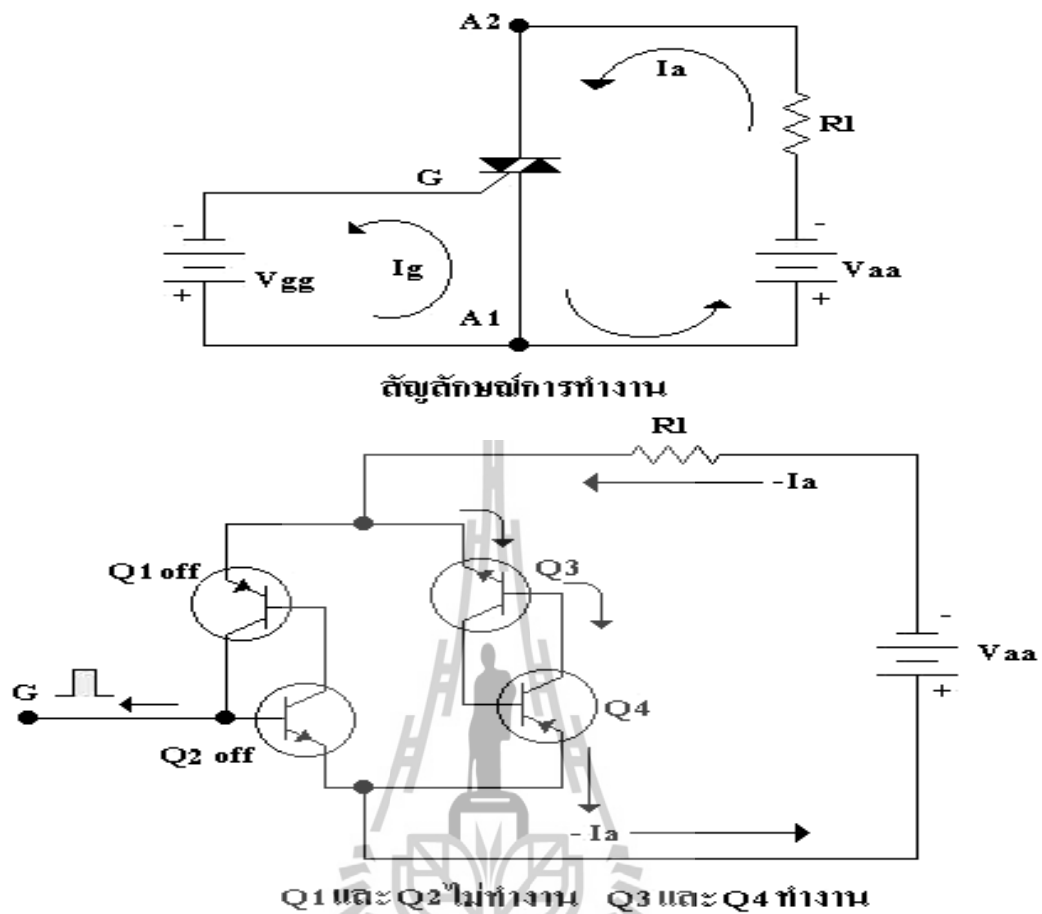
รูปที่ 2.10 สถานะที่ 1 หรือควอดแรนต์ที่ 1

ควอดแรนต์ที่ 1 แรงดันที่ขา MT2 และกระแสเกต IG เป็นบวก การกำหนดแรงดันในลักษณะนี้จะเหมือนกับการทำงานของเอสซีอาร์



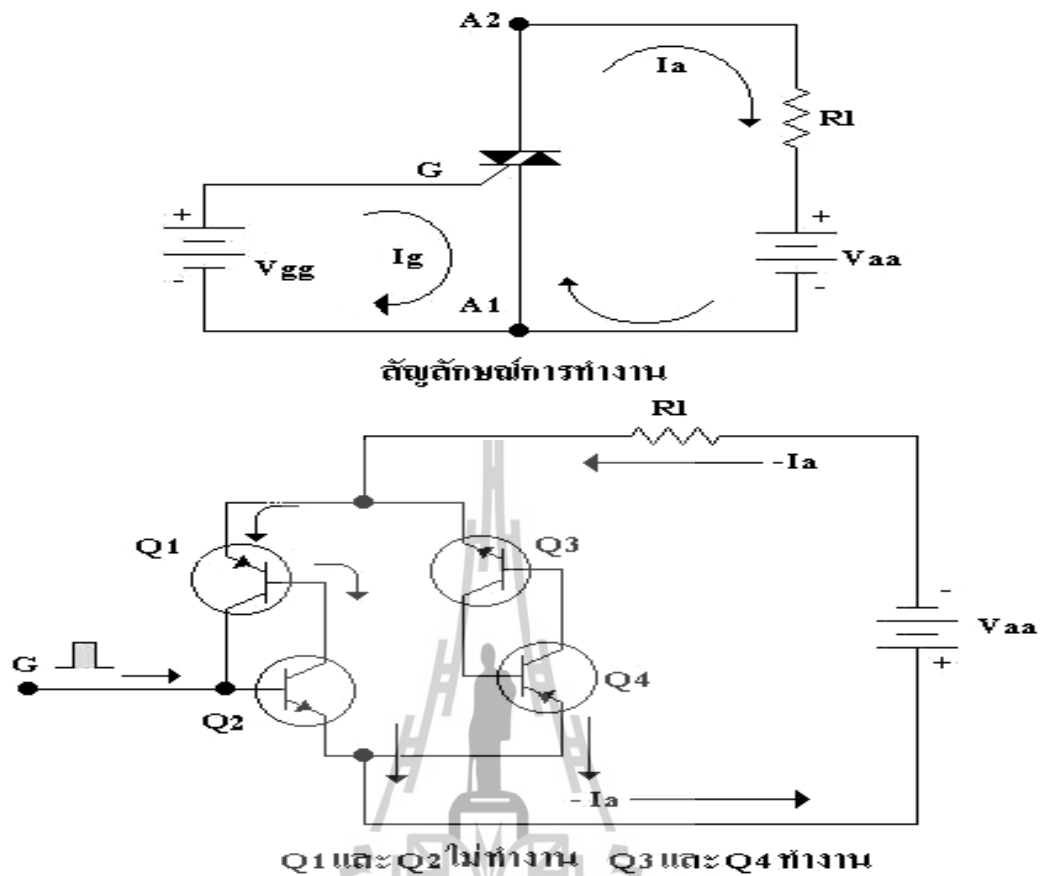
รูปที่ 2.11 ทรานซิสเตอร์ 2N2214 ทำงานเป็นหลอด

ควอดเรนต์ที่ 2 แรงดันที่ขา MT2 เป็นบวก แต่กระแสเกต IG เป็นลบ กระแสจะไหลจากขา MT1 ผ่านเนื้อสารพีมายังขาเกต ไตรแอกจึงเกิดนำกระแสจาก MT2 มายัง MT1



รูปที่ 2.12 สภาวะที่ 3 หรือ คิวอนแดรนต์ที่ 3

คิวอนแดรนต์ที่ 3 กระแสที่ขาเกต IG และแรงดันที่ MT2 เป็นลบ กระแสเกต IG จะไหลได้ โดยผ่านทางหัวต่อพีเอ็นทีขา MT1 และขาเกต ซึ่งถือเป็นการทริกให้ไตรแอกทำงาน และทำให้ กระแสสามารถไหลจาก MT1 มายัง MT2 จะเห็นว่าการนำกระแสในคิวอนแดรนต์นี้เป็นการ นำกระแสในทิศทางตรงข้ามกับสองคิวอนแดรนต์แรก



รูปที่ 2.13 สถานะที่ 4 หรือสวอนเดรนดท์ที่ 4

ควอดแรนต์ที่ 4 กระแสเกต IG เป็นบวก และแรงดันที่ MT2 เป็นลบ กระแสเกต IG จะไหลผ่านจันสารพีเอ็นจากขาเกตมายัง MT1 ทำให้ไครแอคทำงาน และเกิดกระแสไหลจากขา MT1 มายัง MT2 โดยทิศทางกระแสจะเหมือนกับในควอดแรนต์ที่ 3

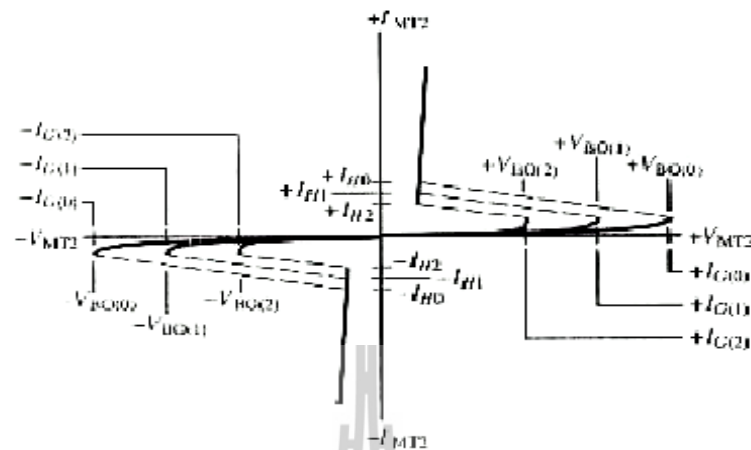
การหยุดการนำกระแสของไครแอค

ไครแอคเมื่อนำกระแสแล้วจะไม่จำเป็นต้องคงค้างแรงดันที่จ่ายกระตุ้นขา G เพราะไครแอคจะนำกระแสต่อเนื่องได้เหมือนกับ SCR จะหยุดนำกระแสทำได้ 2 วิธีเหมือน SCR คือ

1. ตัดแหล่งจ่ายแรงดัน VAA ที่ป้อนให้ขา A2 และขา A1 ของไครแอคออกชั่วขณะ
2. ลดแรงดันไบอัสตรงที่จ่ายให้ขา A2 และ A1 ลง จนทำให้มีกระแสไหลผ่านตัวไครแอค

ต่ำกว่ากระแสโฮลดิ้ง(holding current) ของไครแอค

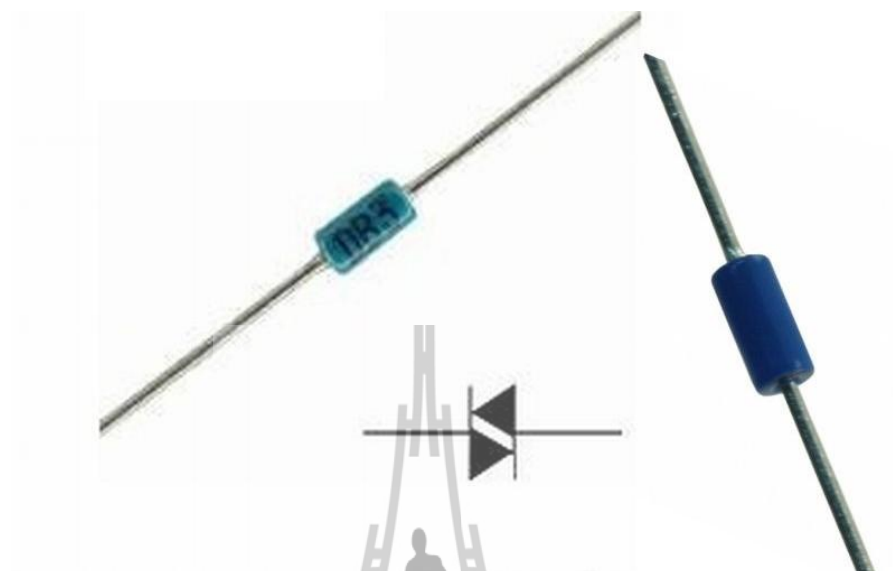
กราฟคุณสมบัติของไตรแอด



รูปที่ 2.14 กราฟคุณสมบัติของไตรแอด

จากกราฟลักษณะสมบัติของไตรแอด แรงดันไบอัสตรงกับไตรแอด ($V_{BO}(0)$) และจ่ายกระแสเกตบวก (IG) ให้กับเกตของไตรแอด จะทำให้ไตรแอดนำกระแสได้โดยกระแสจะไหลจากขั้ว A1 ไปยังขั้ว A2 และเมื่อป้อนแรงดันไบอัสลบให้กับไตรแอด ($-V_{BO}(0)$) โดยไม่ให้เกินกว่าค่าแรงดันพังทลายสามารถจ่ายกระแสเกตลบ (-IG) กระแสจะไหลจากขั้ว A2 ไปยังขั้ว A1

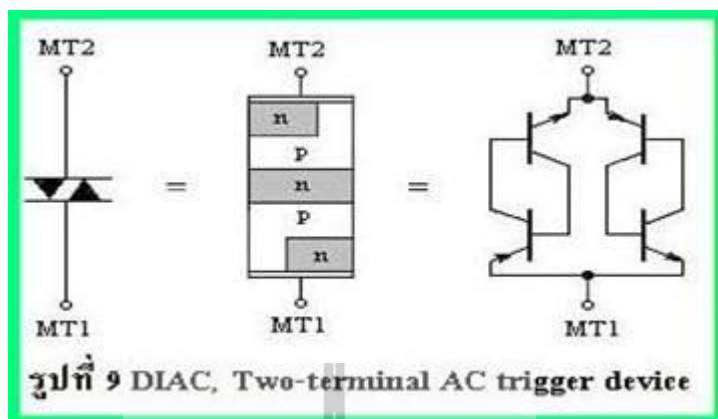
2.5 ไดแอค(DIAC)



รูปที่2.15 ลักษณะและสัญลักษณ์ของไดแอค

ไดแอคเป็นอุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำอีกแบบหนึ่งนะครับ ที่มีขาเพียง 2 ขา สามารถนำไปใช้งานแรงดันไฟสลับได้ โดยที่ไดแอคถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้งานร่วมกับ ไตรแอคโดยเป็นอุปกรณ์ทริกเกอร์กระตุ้นขาเกตของตัวไตรแอคเพื่อป้องกัน แรงดันไฟกระชอก จนเป็นเหตุให้ขาเกตของไตรแอคชำรุดเสียหาย ดังนั้นเมื่อได้ไดแอคอันกับขาเกตของไตรแอคแล้ว การทำงานของ ไตรแอคจะปลอดภัยยิ่งขึ้น

สัญลักษณ์และโครงสร้างของไดแอค



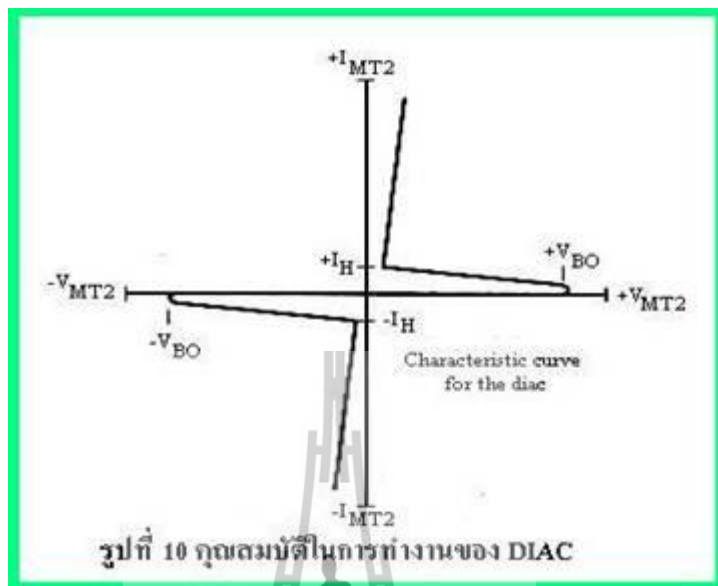
รูปที่ 2.16 ลักษณะโครงสร้างของไดแอค

ไดแอคเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำมี 3 ตอนใหญ่ด้วยกัน คือ ชนิดสาร PNP และยังประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ 2 ตอนย่อย ชนิด N ต่อรวมในสารกึ่งตัวนำชนิด P ทั้ง 2 ตอนด้านนอก มีขาต่อใช้งาน 2 ขา คือ ขาแอโนด 1 (ANODE 1) A1 หรือ ขาเมนเทอร์มินอล 1 MT1 และขาแอโนด 2 (ANODE 2) A2 หรือ ขาเมนเทอร์มินอล 2 MT2 แต่ละขาของไดแอคจะต่อรับแรงดันไฟสลับ

การทำงานของไดแอค

ไดแอคมีเพียง 2 ขา แต่สามารถทำงานได้ทั้งช่วงบวกและลบ คือ นำกระแสได้ทั้ง 2 ทิศทาง ดังนั้นในการใช้งานจึงไม่เจาะจงขาในการต่อวงจร จะใช้ขาค้านใดต่อเข้าวงจรก็ได้การทำงานของไดแอคจะเหมือนกัน

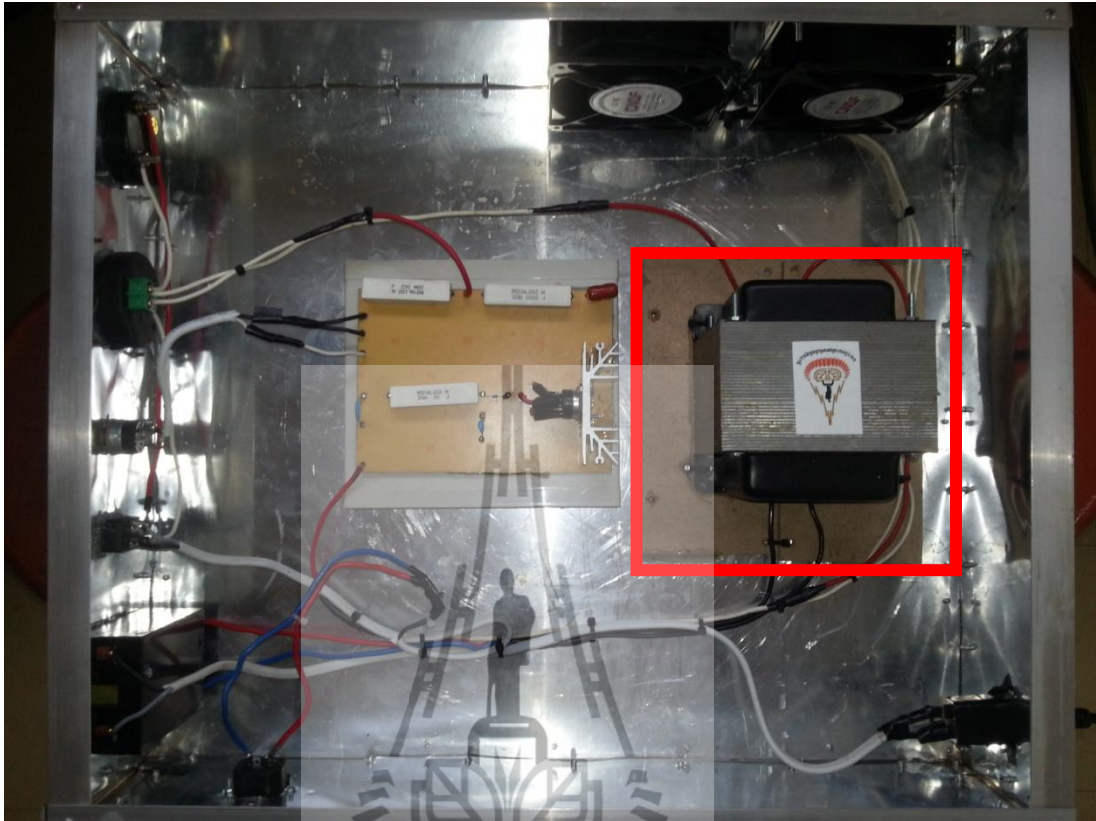
กราฟคุณสมบัติของไดแอค



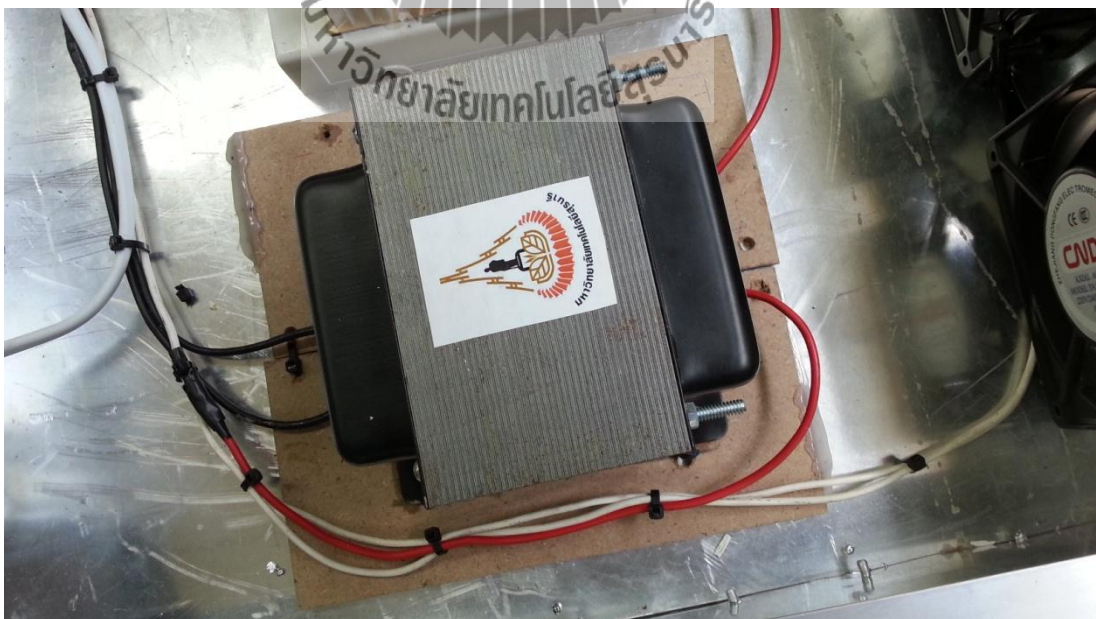
รูปที่ 2.17 ลักษณะกราฟคุณสมบัติของไดแอค

การจ่ายแรงดันให้ไดแอคในครั้งแรกจะมีกระแสไหลผ่านตัวไดแอคน้อยมาก เรียกว่า กระแสรั่วซึม เมื่อเพิ่มแรงดันมากขึ้น จนถึงค่าแรงดันเบรคโอเวอร์ (V_{BO}) จะทำให้มีกระแสไหลผ่านตัวไดแอคจนถึงค่า กระแสเบรคโอเวอร์ (I_{BO}) ไดแอคจะ นำกระแสนำให้กระแสไหลผ่าน ทำให้ค่าความต้านทาน ลดลง ยิ่งจ่ายแรงดันมากขึ้น ค่าความต้านทานยิ่งลดลง กระแสก็จะไหลเพิ่มมากขึ้นเป็นอันดับ

2.6 การเลือกซื้อหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)



รูป 2.18 ตำแหน่งหม้อแปลงไฟฟ้าในตัวเครื่อง



รูป 2.19 หม้อแปลงไฟฟ้า

ข้อกำหนดทางไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า

1. ไม่เปลี่ยนแปลงความถี่ไปจากเดิม
2. กำลังไฟฟ้าของหม้อแปลงด้านปฐมภูมิเท่ากับด้านทุติยภูมิ เช่น หม้อแปลงขนาด 100 VA, 20 V / 5 V จะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้านปฐมภูมิ 20 V ส่วนด้านทุติยภูมิจะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 5 V

ประเภทของหม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงอาจแบ่งได้หลายวิธี เช่น แบ่งตามพิกัดกำลัง ระดับแรงดันไฟฟ้า หรือจุดประสงค์การใช้งาน

สำหรับในประเทศไทย อาจแบ่งแยกย่อยได้ดังนี้

1. **หม้อแปลงกำลัง (Power Transformer)** เป็นหม้อแปลงที่ใช้ในการส่งผ่านพลังงานในระบบส่งกำลังไฟฟ้า โดยทั่วไปจะมีขนาดตั้งแต่ 1 MVA ขึ้นไปจนถึงหลายร้อย MVA
2. **หม้อแปลงจำหน่าย (Distribution Transformer)** เป็นหม้อแปลงที่ใช้ในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และการไฟฟ้านครหลวง
3. **หม้อแปลงวัด (Instrument Transformer)** เป็นหม้อแปลงที่มีได้ใช้เพื่อการส่งผ่านพลังงาน แต่ใช้เพื่อแปลงกระแสไฟฟ้า หรือแรงดันไฟฟ้า จากระบบแรงดันสูงให้มีขนาดที่เหมาะสมกับเครื่องมือวัดค่าต่างๆ เช่น มิเตอร์

ชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้า

การจำแนกหม้อแปลงตามขนาดกำลังไฟฟ้ามีดังนี้

1. ขนาดเล็กจนถึง 1 VA เป็นหม้อแปลงที่ใช้กับการเชื่อมต่อระหว่างสัญญาณในงานอิเล็กทรอนิกส์
2. ขนาด 1-1000 VA เป็นหม้อแปลงที่ใช้กับงานด้านเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านขนาดเล็ก
3. ขนาด 1 kVA - 1 MVA เป็นหม้อแปลงที่ใช้กับงานจำหน่ายไฟฟ้าในโรงงาน สำนักงาน ที่พักอาศัย

4. ขนาดใหญ่ตั้งแต่ 1 MVA ขึ้นไป เป็นหม้อแปลงที่ใช้กับงานระบบไฟฟ้ากำลัง ใน สถานีไฟฟ้าย่อย การผลิตและจ่ายไฟฟ้า

นอกจากนี้หม้อแปลงยังสามารถจำแนกชนิดตามจำนวนรอบของขดลวดได้ดังนี้

1. หม้อแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าเพิ่ม (Step-Up) ขดลวดทุติยภูมิจะมีจำนวนรอบมากกว่า ขดลวดปฐมภูมิ
2. หม้อแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าลง (Step-Down) ขดลวดทุติยภูมิจะมีจำนวนรอบน้อยกว่า ปฐมภูมิ
3. หม้อแปลงที่มีแทปแยก (Tap) ทำให้มีขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้หลายระดับ
4. หม้อแปลงที่ใช้สำหรับแยกวงจรไฟฟ้าออกจากกัน (Isolating) ขดลวดทุติยภูมิจะมี จำนวนรอบเท่ากับขดลวดปฐมภูมิหรือมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่ากันทั้งสองด้าน
 - 4.1. หม้อแปลงแบบปรับเลื่อนค่าได้ (Variable) ขดลวดทุติยภูมิและปฐมภูมิจะเป็น ขดลวดขดเดียวกัน หรือเรียกว่าหม้อแปลงออโต้ (Autotransformer) มักใช้กับ การปรับขนาดแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้กับวงจรไฟฟ้าตามต้องการ และสำหรับว ไรแอค (Variac) นั้นเป็นชื่อเรียกทางการค้าของหม้อแปลงออโต้ที่สามารถปรับ ค่าได้ด้วยการเลื่อนแทปขดลวด
 - 4.2. หม้อแปลงกระแส (Current Transformer: CT) ถูกออกแบบมาให้ใช้งานร่วมกับ เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าบางอย่างที่ต้องต่อร่วมกันในวงจร เดียวกันแต่ต้องการกระแสไฟต่ำหม้อแปลงกระแสจะทำหน้าที่แปลงขนาด กระแสลงตามอัตราส่วนระหว่างปฐมภูมิต่อทุติยภูมิเช่น 300 : 5 หรือ 100 : 5 เป็นต้น สำหรับหม้อแปลงกระแส 300 : 5 หมายถึงหม้อแปลงจะจ่ายกระแส ทุติยภูมิ 5 A หากได้รับกระแสปฐมภูมิ 300 A หม้อแปลงกระแสจะต้องมี โหลดต่อไว้กับ ทุติยภูมิเพื่อป้องกันทุติยภูมิเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงในขณะที่ ปฐมภูมิมีกระแสไฟฟ้าผ่าน และถ้าหม้อแปลงกระแสไม่ได้ใช้งาน ควรใช้ สายไฟลัดวงจรหรือ ต่อวงจรไว้กับขั้วทุติยภูมิด้วย

ประสิทธิภาพของหม้อแปลง

ประสิทธิภาพของหม้อแปลงสามารถคำนวณได้ ถ้ารู้วงจรสมมูลของหม้อแปลง การสูญเสียของหม้อแปลงมี 2 ส่วน คือ การสูญเสียที่แกนเหล็กของหม้อแปลง ซึ่งการสูญเสียนี้เกิดขึ้นที่ RC ซึ่งมีค่าแปรตามกำลังสองของแรงดันที่ป้อนให้หม้อแปลง ถ้าแรงดันที่ป้อนในหม้อแปลงคงที่ การสูญเสียที่แกนเหล็กจะมีค่าคงที่ การสูญเสียส่วนที่สองคือ การสูญเสียที่ขดลวดของหม้อแปลง การสูญเสียในส่วนนี้เกิดขึ้นที่ R01 การสูญเสียในขดลวดแปรตามกำลังสองของกระแสไหลด์ ถ้ากระแสไหลด์มีค่าคงที่ การสูญเสียในส่วนนี้จะคงที่ การสูญเสียทั้งสองนี้ที่สถานะใด ๆ สามารถเขียนได้ดังนี้

การสูญเสียในแกนเหล็กที่แรงดันใด ๆ

$$P_{core} = \left(\frac{V}{V_{oc}} \right)^2 P_{oc}$$

การสูญเสียในขดลวดที่กระแสใด ๆ

$$P_{copper} = \left(\frac{I}{I_{sc}} \right)^2 P_{sc}$$

การสูญเสียทั้งหมดในหม้อแปลงที่สถานะใด ๆ

$$P_{lose} = P_{core} + P_{copper}$$

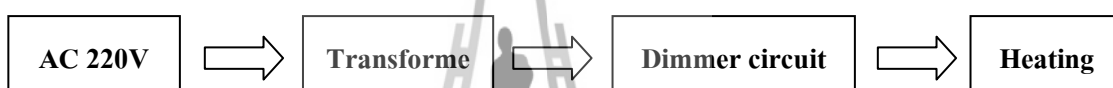
เมื่อ	V	คือ แรงดันที่สนใจ
	I	คือ กระแสที่สนใจ
	V _{oc}	คือ แรงดันที่ทำการทดสอบเปิดวงจร
	I _{sc}	คือ กระแสที่ทดสอบลัดวงจร
	P _{oc}	คือ กำลังไฟฟ้าสูญเสียเมื่อทำการทดสอบเปิดวงจร
	P _{sc}	คือ กำลังไฟฟ้าสูญเสียเมื่อทำการทดสอบปิดวงจรที่กระแสด้านเข้า I _{sc}

บทที่ 3

การทำงานของเครื่องโอห์มมิกและการออกแบบและทดสอบวงจรควบคุม

3.1แสดงผังไดอะแกรมโครงการ

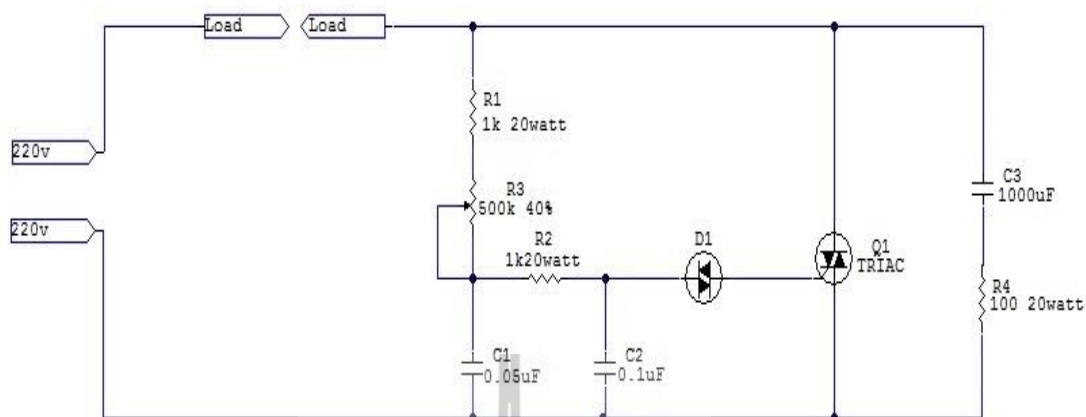
เครื่องอบยางพาราโดยให้ความร้อนแบบโอห์มมิก เป็นการทำงานโดยอาศัยหลักการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังโหลด ซึ่งการออกแบบนั้นจำเป็นต้องมีการควบคุมกระแสไฟฟ้าไม่ให้ไหลผ่านไปยังโหลดในปริมาณที่มากเกินไป โดยใช้หม้อแปลงในการกำหนดค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่จะจ่ายไปที่โหลด ซึ่งหลักการทำงานของเครื่องให้ความร้อนแบบโอห์มมิกมีดังแผนภาพนี้



รูปที่ 3.1แสดงผังไดอะแกรมโครงการ

จากแผนภาพใน รูปที่ 3.1เริ่มจากการจ่ายแรงดัน 220 โวลต์ ให้กับหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อลดระดับค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่จะไหลผ่าน เป็น 10 แอมแปร์ ซึ่งจะเป็นกระแสสูงสุดไปยังโหลด โหลดนั้นจะดึงกระแสต่างกันขึ้นอยู่กับค่าความนำไฟฟ้าของโหลด ถ้าค่าความนำไฟฟ้าของโหลดสูงจะทำให้ดึงกระแสได้สูงมาก อาจจะทำให้เกิดการดึงกระแสมากเกินไปจนอุปกรณ์นั้นเสียหายได้ จึงได้นำหม้อแปลงมาใช้ในการกำหนดค่ากระแสสูงสุดไว้ที่ 10 แอมแปร์เข้าไปยังวงจรควบคุมกระแส

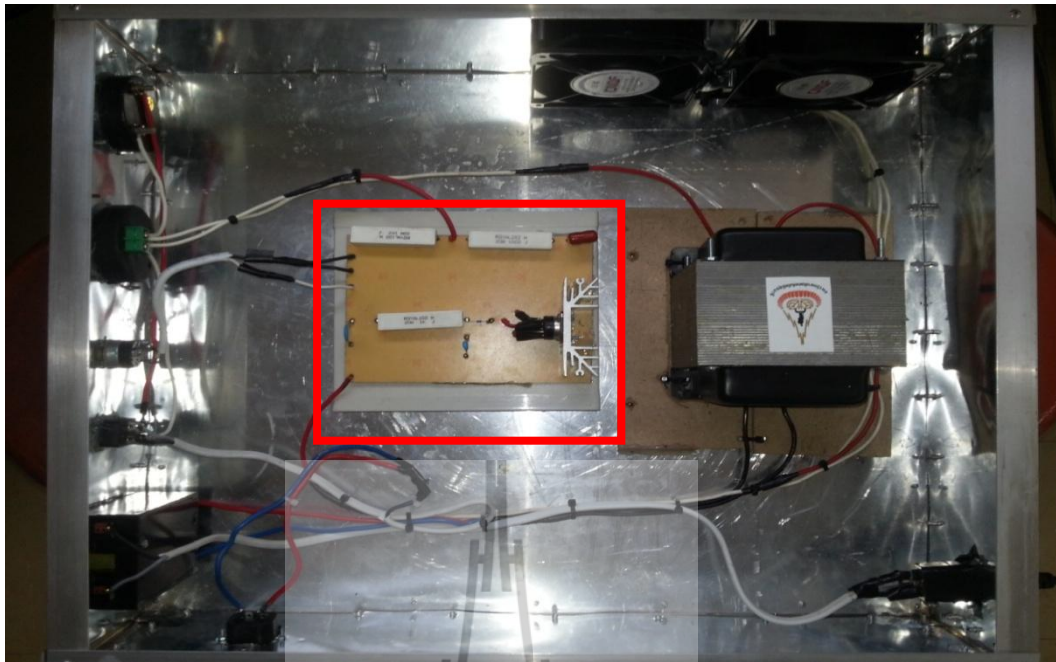
3.2 การออกแบบวงจรควบคุม (Dimmer circuit)



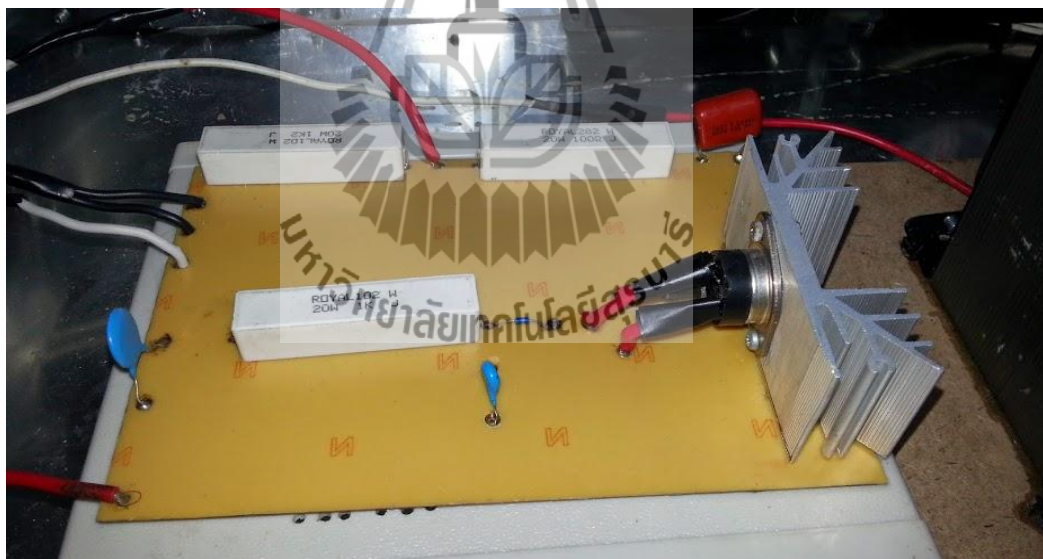
รูปที่ 3.2 วงจรдимเมอร์

วงจรที่ใช้ไดแอก (DB3202) เป็นตัวสร้างสัญญาณกระตุ้นให้แก์ไดรแอก (BTA50-800B) แล้วจะถูกปรับระดับของกระแสด้วยการปรับค่าของ R3 การควบคุมความเร็วในการเก็บประจุของ C1 เพราะไดรแอกจะทำงานได้เมื่อ C1 เก็บประจุแรงดันได้ถึงค่าที่ทำให้ไดรแอกทำงาน เมื่อปรับค่าของ R3 ให้น้อย C1 จะเก็บประจุได้เร็วกระแสที่ไหลได้มาก แต่ถ้าปรับค่าของ R3 มาก C1 จะเก็บประจุได้ช้าทำให้กระแสที่ไหลได้น้อยลง R1 ต่อไว้เพื่อป้องกันไม่ให้ R3 เสียหาย ส่วน R4, C3 ต่อไว้เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนต่างๆ ทั้งที่วงจรผลิตขึ้นและจากภายนอก

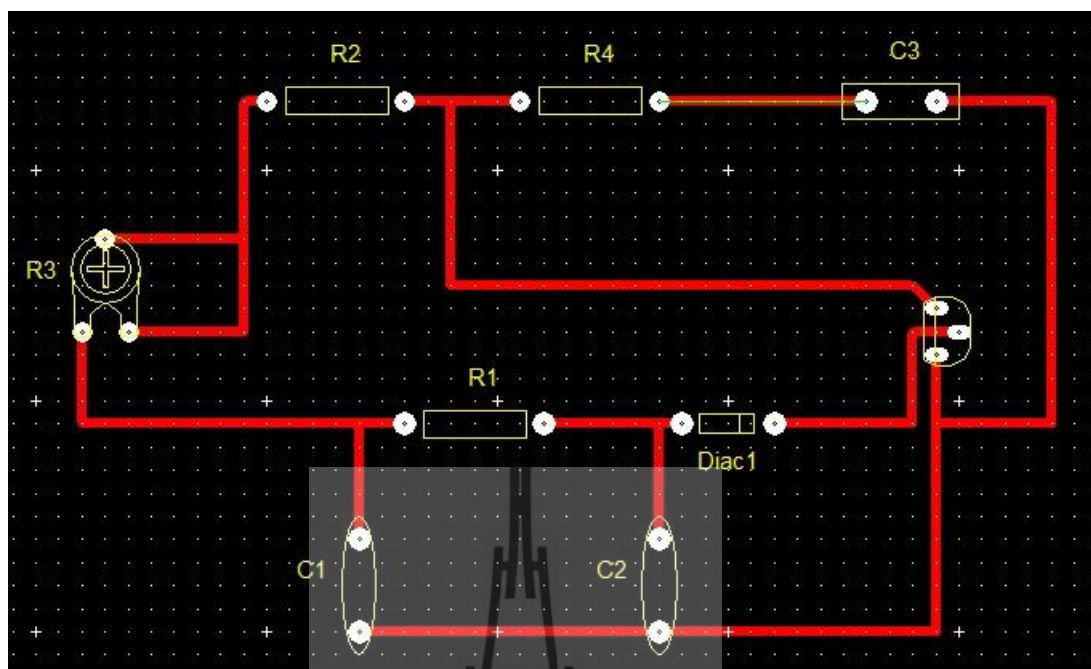
จ. วงจรที่ออกแบบไปนั้น ได้ทำการกำหนดค่าแรงดันเข้าพุทไว้ ที่ 220 โวลต์ และกระแสไฟฟ้าจะถูกควบคุมด้วยวงจรรีเฟเพื่อให้ขึ้นอยู่กับค่าความนำของโหลด จะทำให้สามารถหาค่าอัตราส่วนนี้ได้



รูปที่ 3.3 แสดงตำแหน่งวงจรภายในตัวเครื่อง



รูปที่ 3.4 ชุดวงจรดีมเมอร์



รูปที่ 3.5 ลาย PCB ของวงจรติเมอร์



3.3 ทดสอบวงจรและวัดสัญญาณวงจรดิมเมอร์

เราใช้ หลอดไฟ ขนาด 100W เป็นโหลด ในการทดสอบ วงจรดิมเมอร์



รูปที่ 3.6 ภาพแสดง เอาต์พุต ของวงจรดิมเมอร์ปรับมูมไว้ที่ 54 โวลต์



รูปที่ 3.7 ภาพแสดง เอาต์พุต ของวงจรดิมเมอร์ปรับมูมไว้ที่ 110 โวลต์

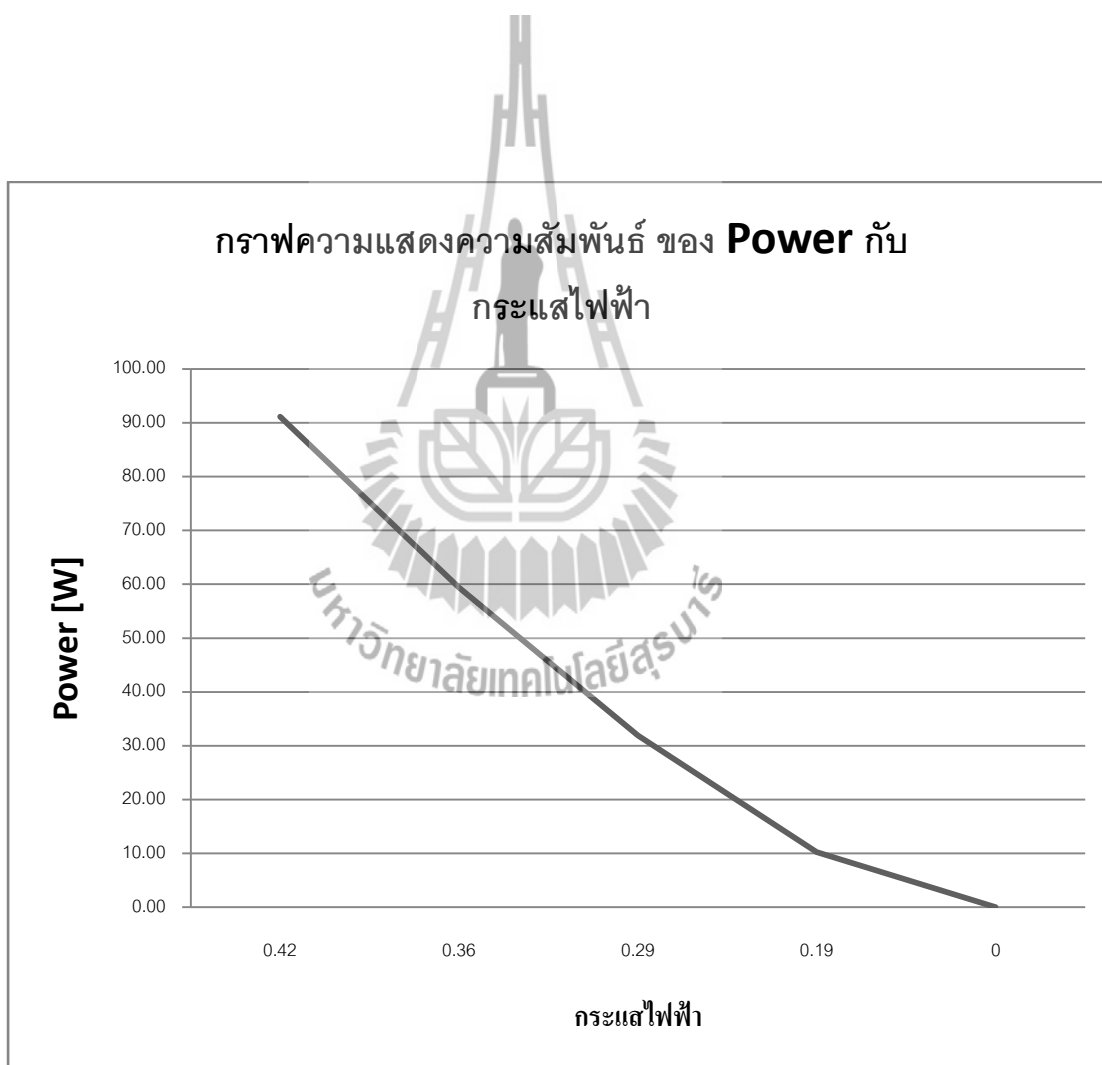


รูปที่ 3.8 ภาพแสดง เอาต์พุต ของวงจรดิโมเมอร์ปรับมูไวที่ 16.5 โวลต์



รูปที่ 3.9 ภาพแสดง เอาต์พุต ของวงจรดิโมเมอร์ปรับมูไวที่ 21.7 โวลต์

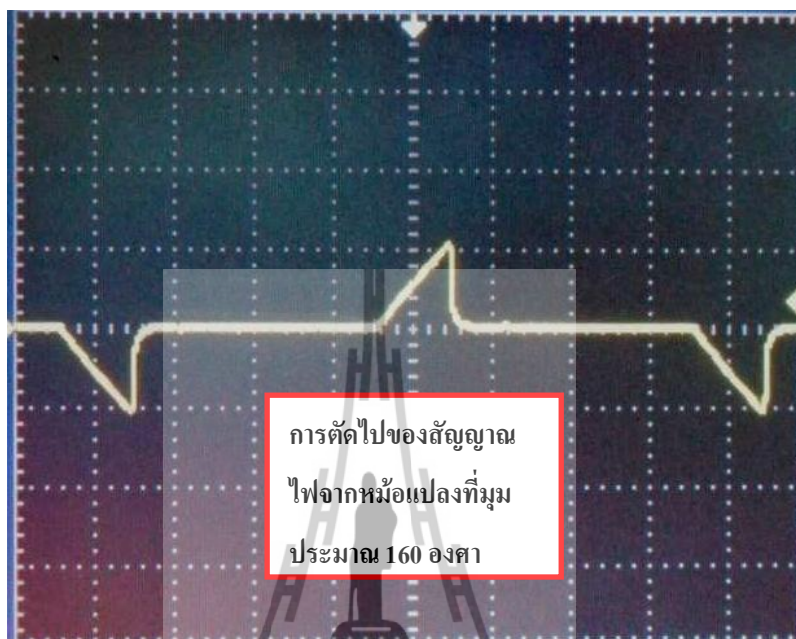
กระแสไฟฟ้า(แกนX)	Power(แกนY)
0.42	91.14
0.36	59.40
0.29	31.90
0.19	10.26
0	0



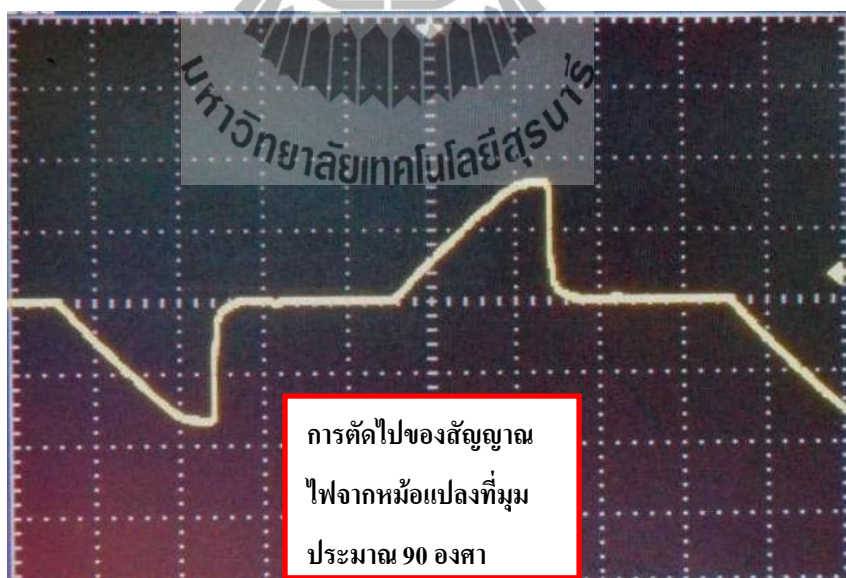
รูปที่ 3.10 กำลังที่ใช้ไปในการปรับมุมที่มากขึ้นใช้โหลดเป็นหลอดไฟ 100 W

ทดสอบวัดสัญญาณวงจรดิโมเมอร์

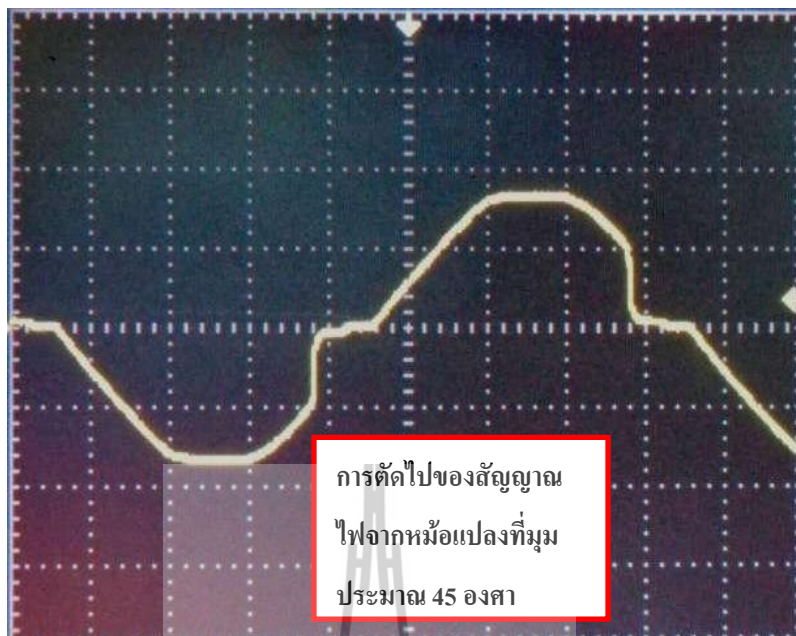
เมื่อนำวงจรดิโมเมอร์ที่ทำขึ้นมา มาวัดสัญญาณเข้าพุท โดยการปรับค่า (R3) ภายในวงจรจะได้สัญญาณดังนี้



รูปที่ 3.11 ภาพแสดง เอาต์พุต ของวงจรดิโมเมอร์ที่โหลดโดยเป็นสัญญาณ Output ตัดมุมที่ 160 องศา



รูปที่ 3.12 ภาพแสดง เอาต์พุต ของวงจรดิโมเมอร์ที่โหลดโดยเป็นสัญญาณ Output ตัดมุมที่ 90 องศา



รูปที่ 3.13 ภาพแสดง เอาต์พุตของวงจรดีมเมอร์ที่โหลด โดยเป็นสัญญาณ Output ตัดมุมที่ 45 องศา

ไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้านของเราจะเป็นไฟสลับ รูปคลื่น Sine wave ความถี่ 50 Hz แรงดันไฟ 220 Volt. หลักการทำงานของวงจรดีมเมอร์ใช้หลักการ ตัดสัญญาณรูปคลื่นสัญญาณ sine ให้ผิดเพี้ยนไปจากเดิม โดยอาศัยอุปกรณ์ Electronic ประเภท Semiconductor เช่น SCR หรือ Triac โดยการกล่าวง่ายๆ คือ การหน่วงเฟสมีผลดังนี้คือ ถ้าไตรแอกถูกทริกที่ตำแหน่งเฟส 45 องศาหลังจากที่ทุกๆ ครั้งรูปคลื่นเริ่มเข้ามา กำลังไฟเกือบทั้งหมดก็จะถูกป้อนให้แก่โหลด แต่ถ้าการทริกที่ตำแหน่งเฟส 90 องศา หลังจากทุกๆ ครั้งคลื่นเริ่มเข้ามา จะทำให้กำลังไฟที่ป้อนให้แก่โหลดนั้น ลดลงเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของกำลังทั้งหมด และถ้าไปทริกที่ตำแหน่งเฟส 160 องศา หลังจากทีทุกๆ ครั้งรูปคลื่นเข้ามาแล้ว จะมีเพียงกำลังไฟส่วนน้อยเท่านั้นที่ป้อนให้แก่โหลด

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลองของเครื่องโอห์มมิก

การทดสอบการทำงานของเครื่องให้ความร้อนแบบโอห์มมิกสามารถแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ประกอบด้วย

4.1 การทดลองเครื่องให้ความร้อนแบบโอห์มมิก

1. ใช้กับยางพารา

ขั้นตอนที่ 1



รูปที่ 4.8 ต้นยางพาราที่ปลูกภายในมหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.9 แสดงน้ำยางพาราสด



รูปที่ 4.10 แสดงน้ำยางเทลงใส่แม่พิมพ์

เตรียมน้ำยางพาราที่เก็บมาจากต้น แล้วนำมาใส่แม่พิมพ์ ผสมเกลือกกลงไป จากนั้นปล่อยให้จับตัวเป็นก้อนประมาณ 30-45 นาที

เหตุผลที่ต้องใส่ลงไปเพราะ เกลือมีความสามารถในการแตกตัวของประจุไอออนได้ดีจึงสามารถเกิดความร้อนด้วยวิธีนี้ได้

ทดลองยางสด 100g

ทดลอง น้ำยางหนัก 25g กับเกลือ 25g

ทดลอง น้ำยางหนัก 100g กับเกลือ 50 g

ทดลอง น้ำยางหนัก 100g กับเกลือ 75g

ทดลอง น้ำยางหนัก 100g กับเกลือ 100 g

ขั้นตอนที่ 2

ปล่อยให้ยางจับตัวเป็นก้อน



รูปที่ 4.11 ยางพาราที่จับตัวเป็นก้อน

ขั้นตอนที่ 3

นำยางใส่ในเครื่องอบและวัดอุณหภูมิ



รูปที่ 4.12 นำยางใส่ในเครื่องอบ



รูปที่ 4.13 แสดงการวัดอุณหภูมิขณะทำการทดลอง

ขั้นตอนที่ 4

ทำการวัดกระแสด้วยเครื่องวัดกระแสที่ผ่านไปยังตัวขดขดขดที่เราทำการอบ



รูปที่ 4.14 รูปแสดงการวัดกระแสไฟฟ้าที่เราใช้ไปในการอบขดขดขด

ขั้นตอนที่ 5

บันทึกค่าลงตาราง มี กระแสไฟฟ้า อุณหภูมิ เวลา น้ำหนักยางความชื้น และ
วิเคราะห์สรุปผลการทดลอง

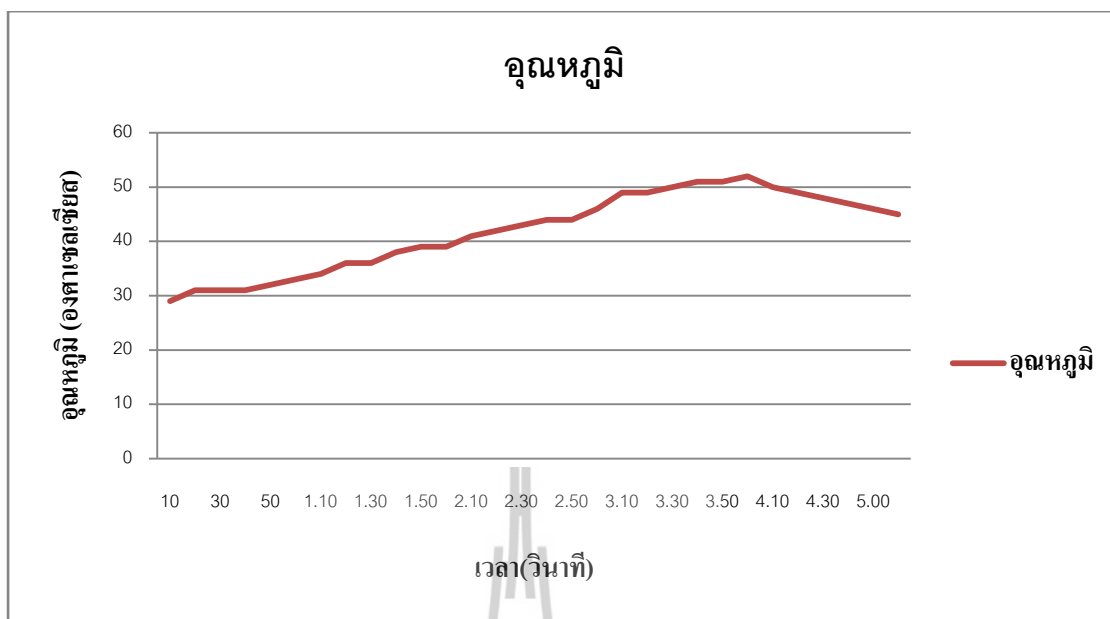
กราฟแสดงผลการทดลอง

เวลาเริ่มนับตั้งแต่เริ่มเปิดเครื่องจนกว่าเครื่องจะหยุดทำงานหรือไม่กินกระแสไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าลดลงโดยที่กระแสเริ่มต้นที่การปรับค่า R3 ไว้ค่าค่าหนึ่ง



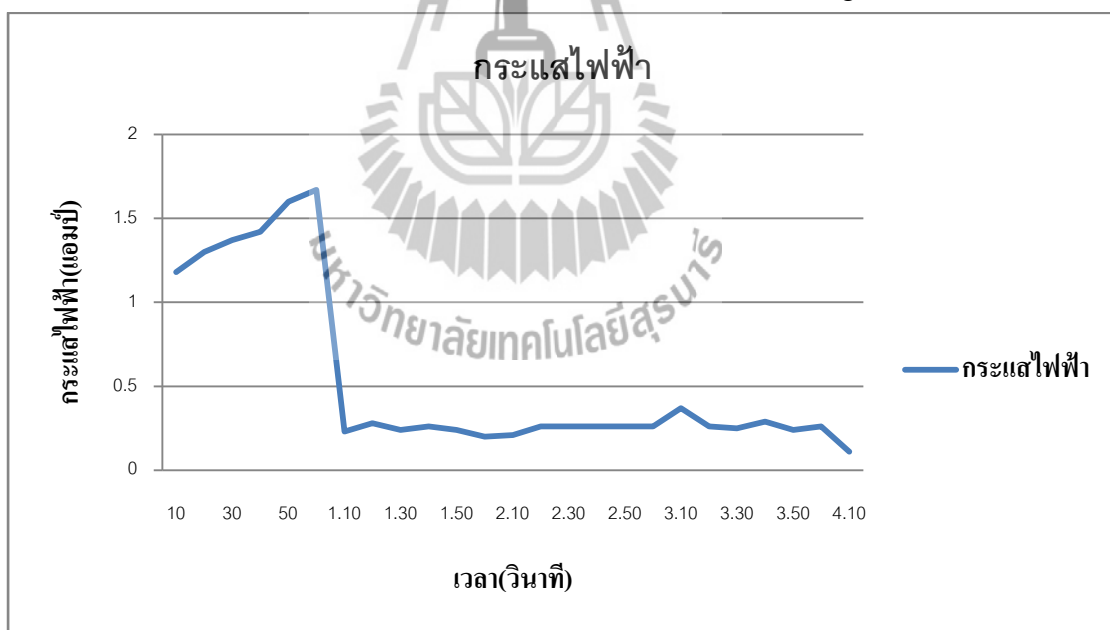
ทดสอบอยู่ที่น้ำยางหนัก100กรัม

กราฟแสดง อุณหภูมิกับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัม



รูปที่ 4.15 กราฟแสดง อุณหภูมิกับเวลาของน้ำยางหนัก100g

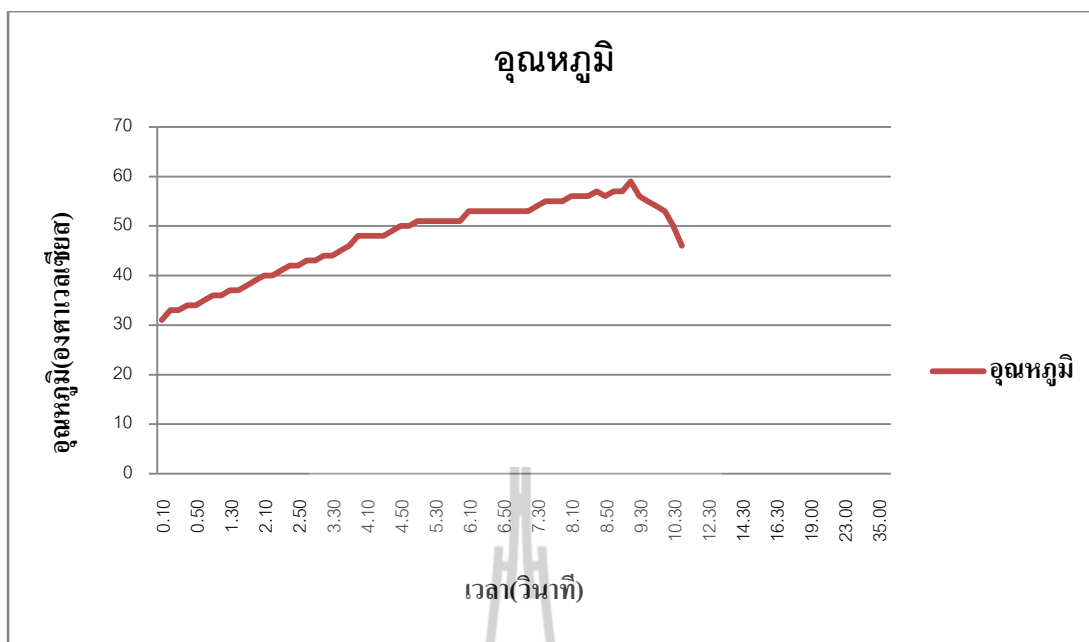
กราฟแสดง กระแสไฟฟ้ากับเวลาของน้ำยางหนัก100g



รูปที่ 4.16 กราฟแสดง กระแสกับเวลาของน้ำยางหนัก100g

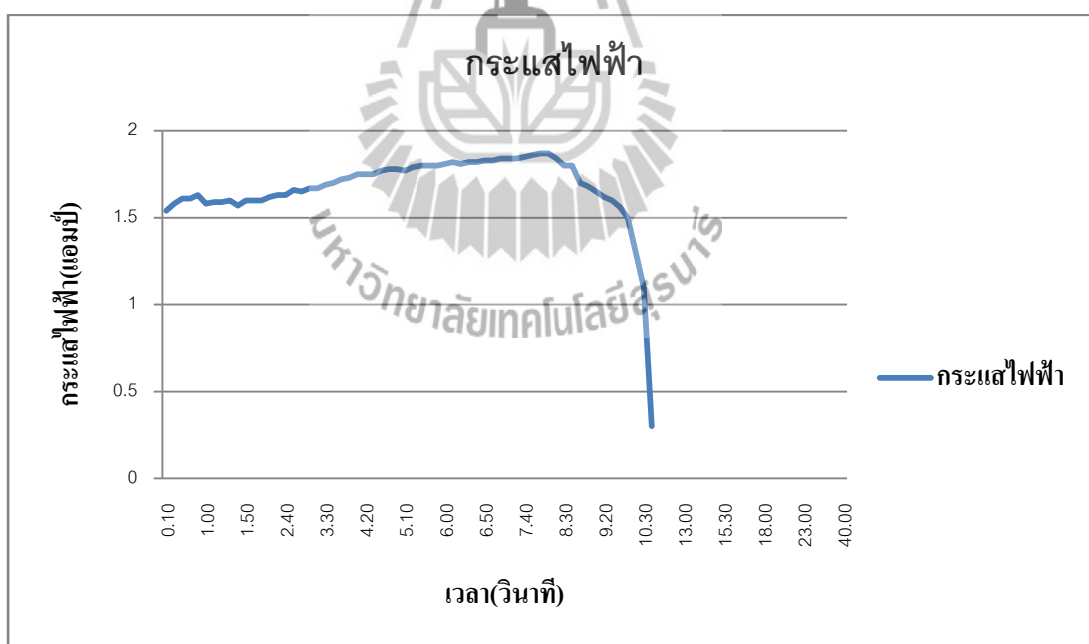
ทดสอบอยู่ที่น้ำยางหนัก100กรัมเกลือ25กรัม

กราฟแสดง อุณหภูมิกับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัม น้ำ100กรัมต่อเกลือ25กรัม



รูปที่ 4.17กราฟแสดง อุณหภูมิกับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัมต่อเกลือ25กรัม

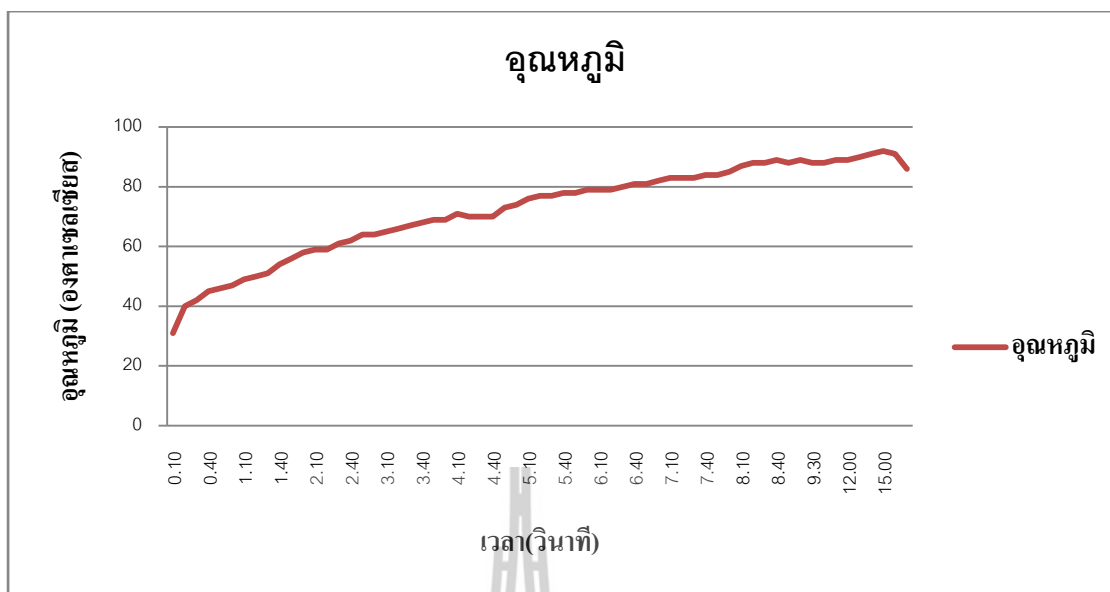
กราฟแสดง กระแสไฟฟ้ากับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัม น้ำ100กรัมต่อเกลือ25กรัม



รูปที่ 4.18กราฟแสดง กระแสไฟฟ้ากับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัมต่อเกลือ25กรัม

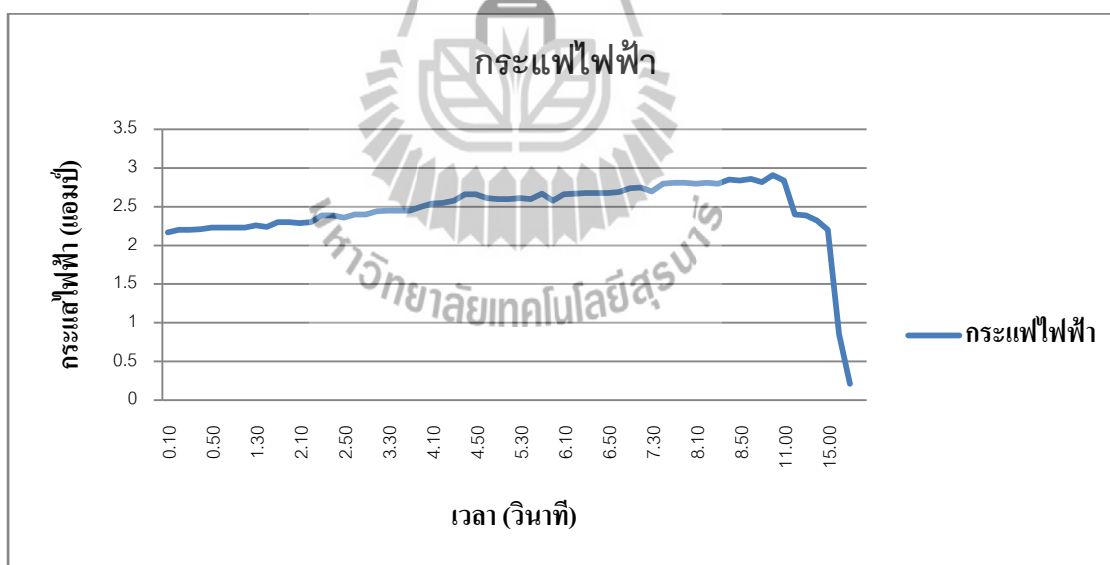
ทดสอบอยู่ที่น้ำยางหนัก100กรัมเกลือ50กรัม

กราฟแสดง อุณหภูมิกับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัม น้ำ100กรัมต่อเกลือ50กรัม



รูปที่ 4.19กราฟแสดง อุณหภูมิกับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัม น้ำ100กรัมต่อเกลือ50กรัม

กราฟแสดง กระแสไฟฟ้ากับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัมกับน้ำ100กรัมต่อเกลือ50กรัม

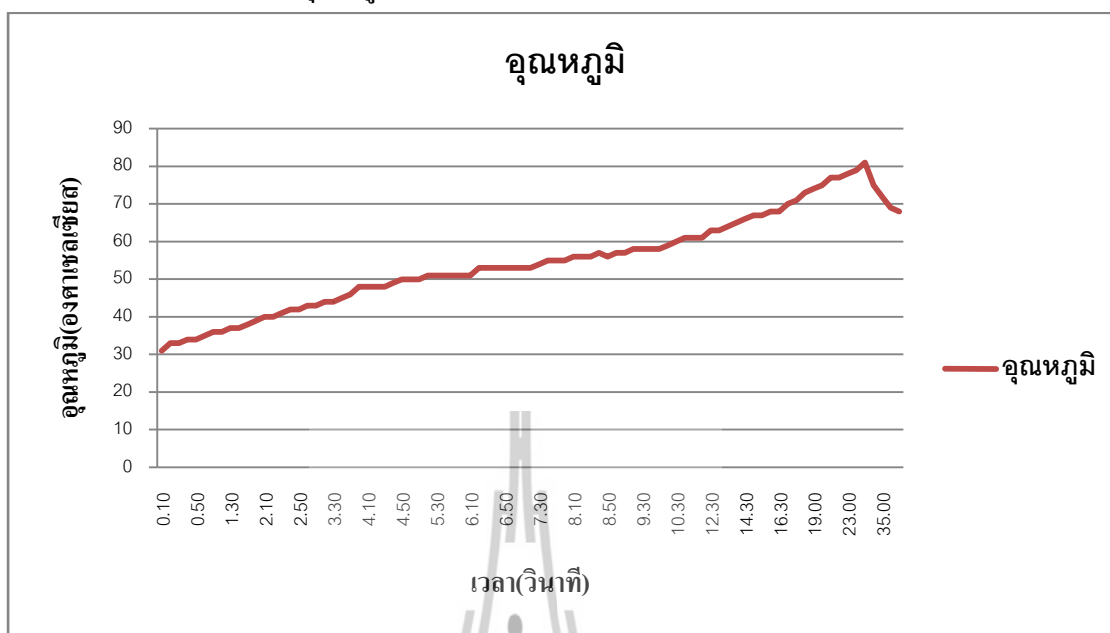


รูปที่ 4.20กราฟแสดง กระแสไฟฟ้ากับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัม น้ำ100กรัมต่อเกลือ50

กรัม

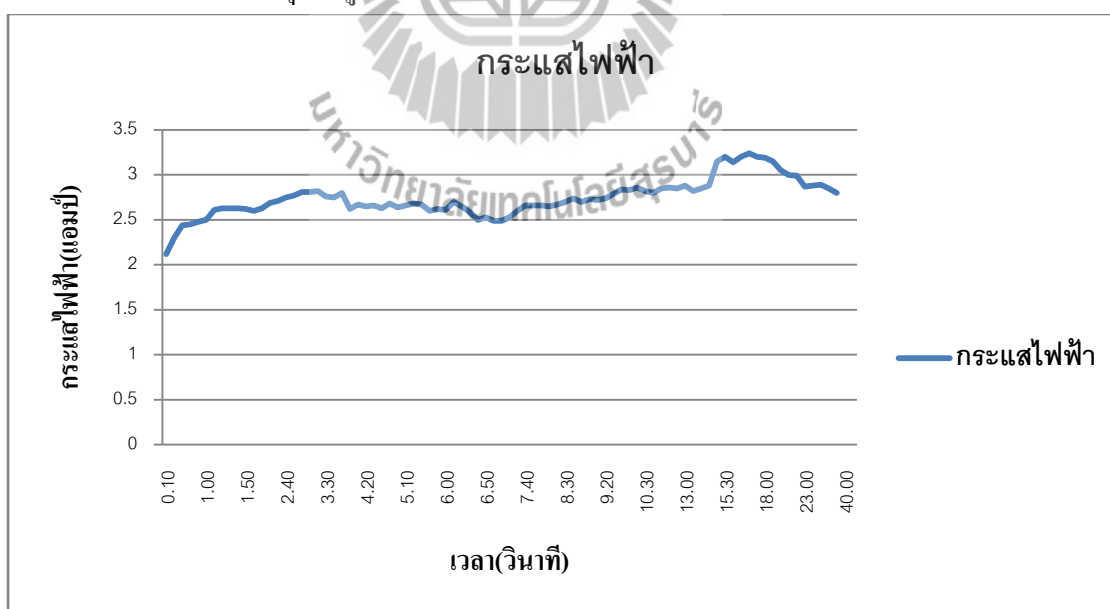
ทดสอบอยู่ที่น้ำยางหนัก100กรัมเกลือ75กรัม

กราฟแสดง อุณหภูมิกับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัมต่อเกลือ75กรัม



รูปที่ 4.21กราฟแสดง อุณหภูมิกับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัม น้ำ100กรัมต่อเกลือ75กรัม

กราฟแสดง อุณหภูมิกับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัมกับน้ำ100กรัมต่อเกลือ75กรัม

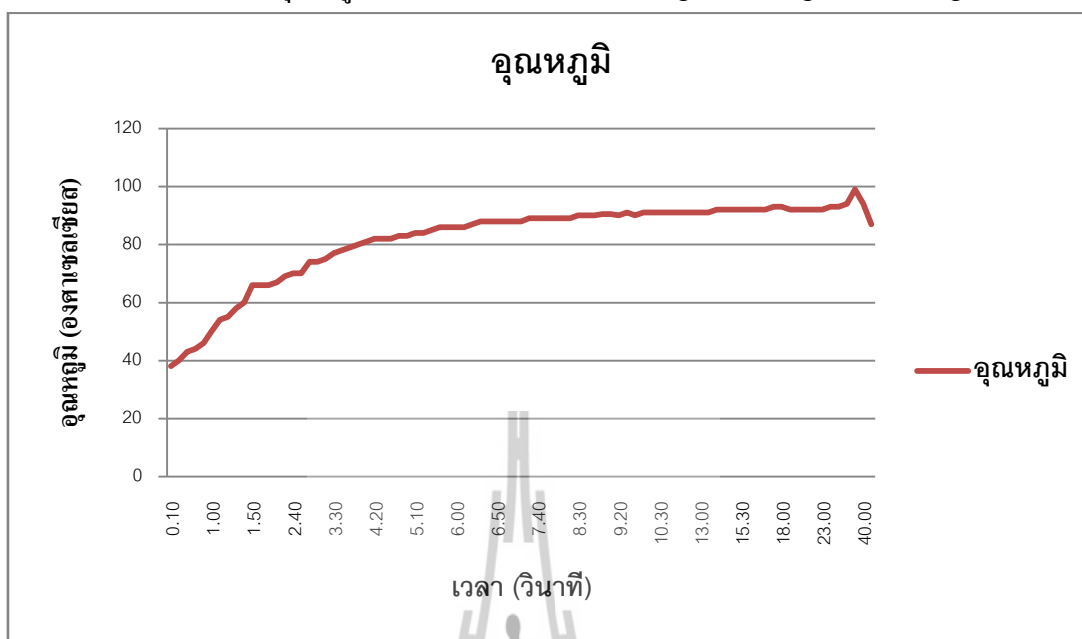


รูปที่ 4.22กราฟแสดง กระแสไฟฟ้ากับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัม น้ำ100กรัมต่อเกลือ75

กรัม

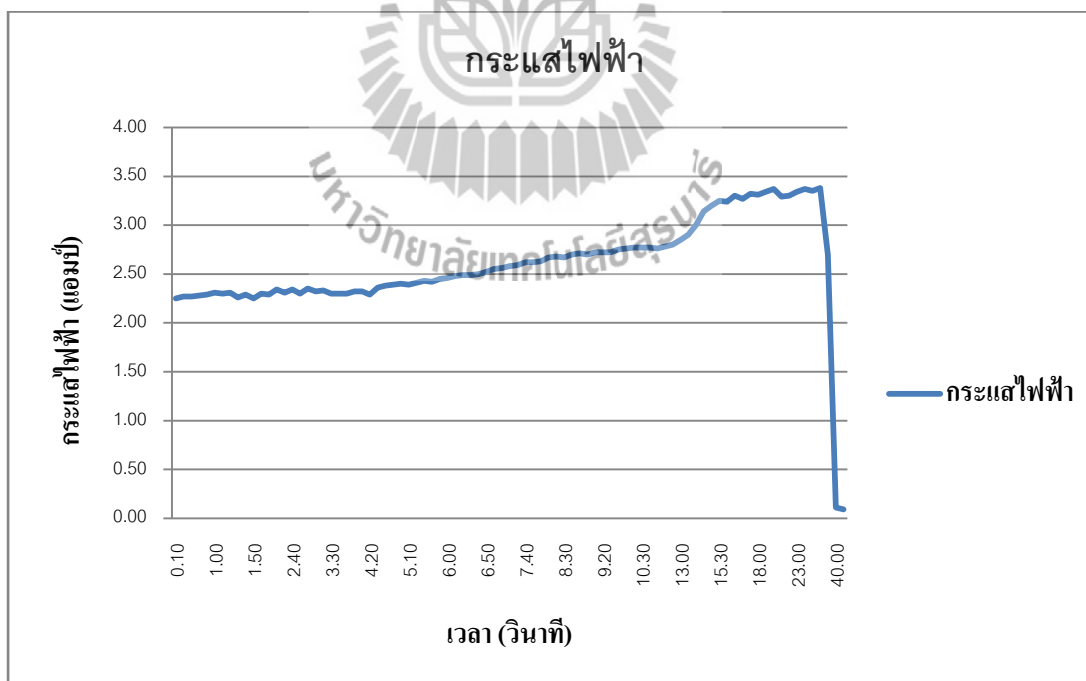
น้ำยางหนัก 100กรัม กับเกลือ100กรัม

กราฟแสดง อุณหภูมิกับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัมกับน้ำ100gต่อเกลือ100g



รูปที่ 4.23กราฟแสดง อุณหภูมิกับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัมกับน้ำ100กรัมเกลือ100กรัม

กราฟแสดง กระแสไฟฟ้ากับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัมกับน้ำ100กรัมต่อเกลือ100กรัม

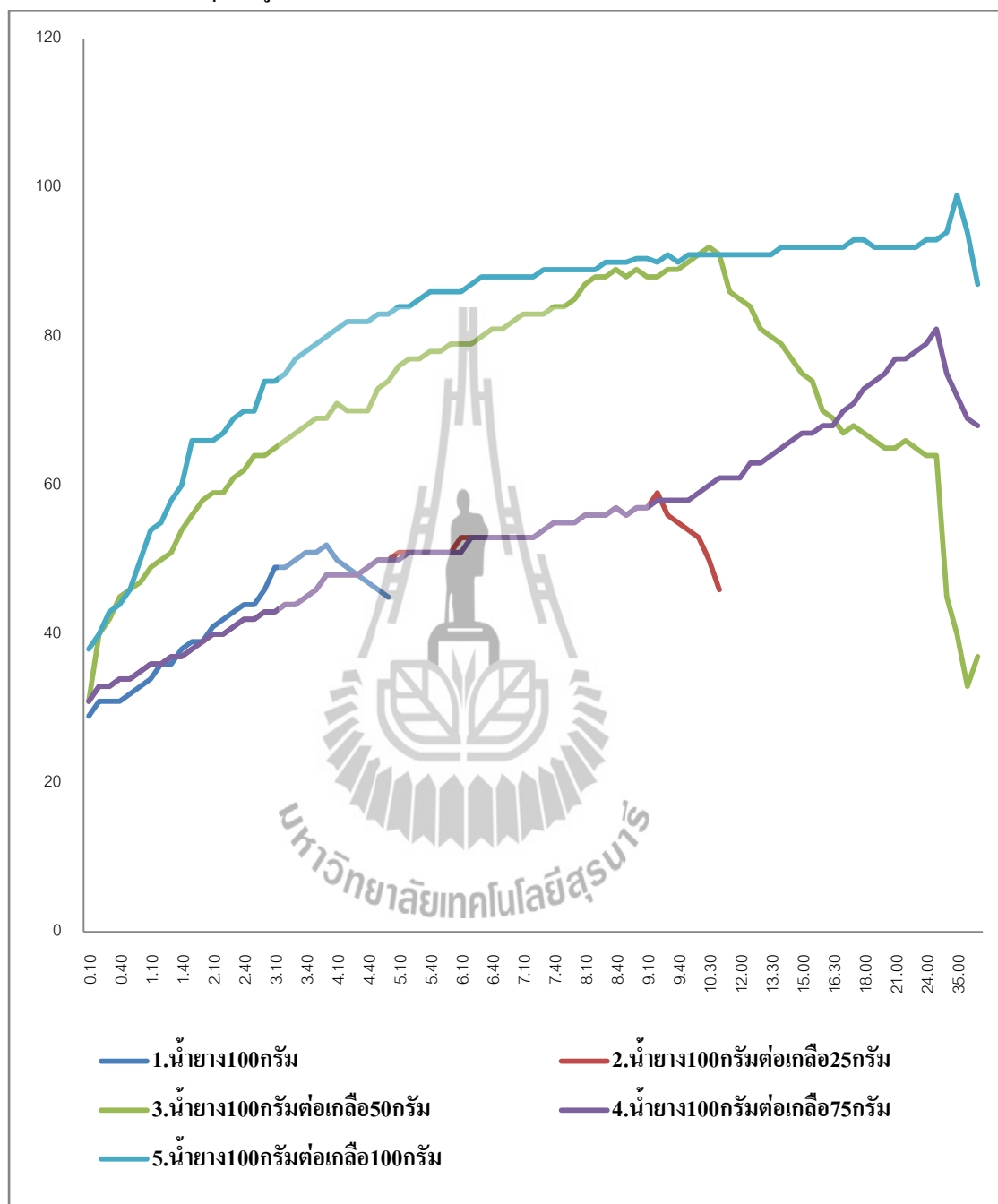


รูปที่ 4.24กราฟแสดง กระแสไฟฟ้า กับ เวลา ของน้ำยางหนัก100กรัมกับน้ำ100กรัมต่อเกลือ100กรัม

นำกราฟมาเปรียบเทียบกัน

ด้านอุณหภูมิ

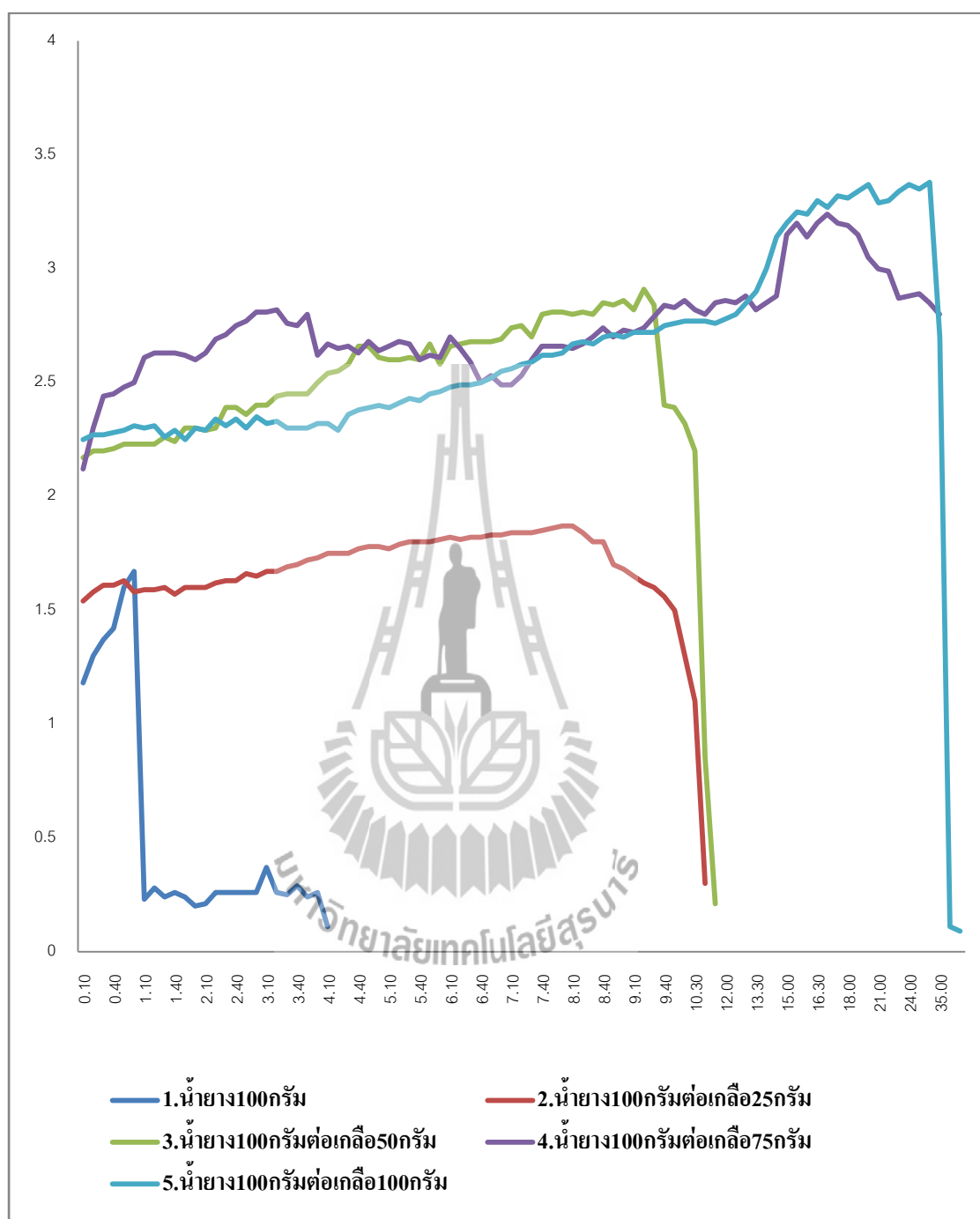
แกน Y คืออุณหภูมิ แกน X คือเวลา



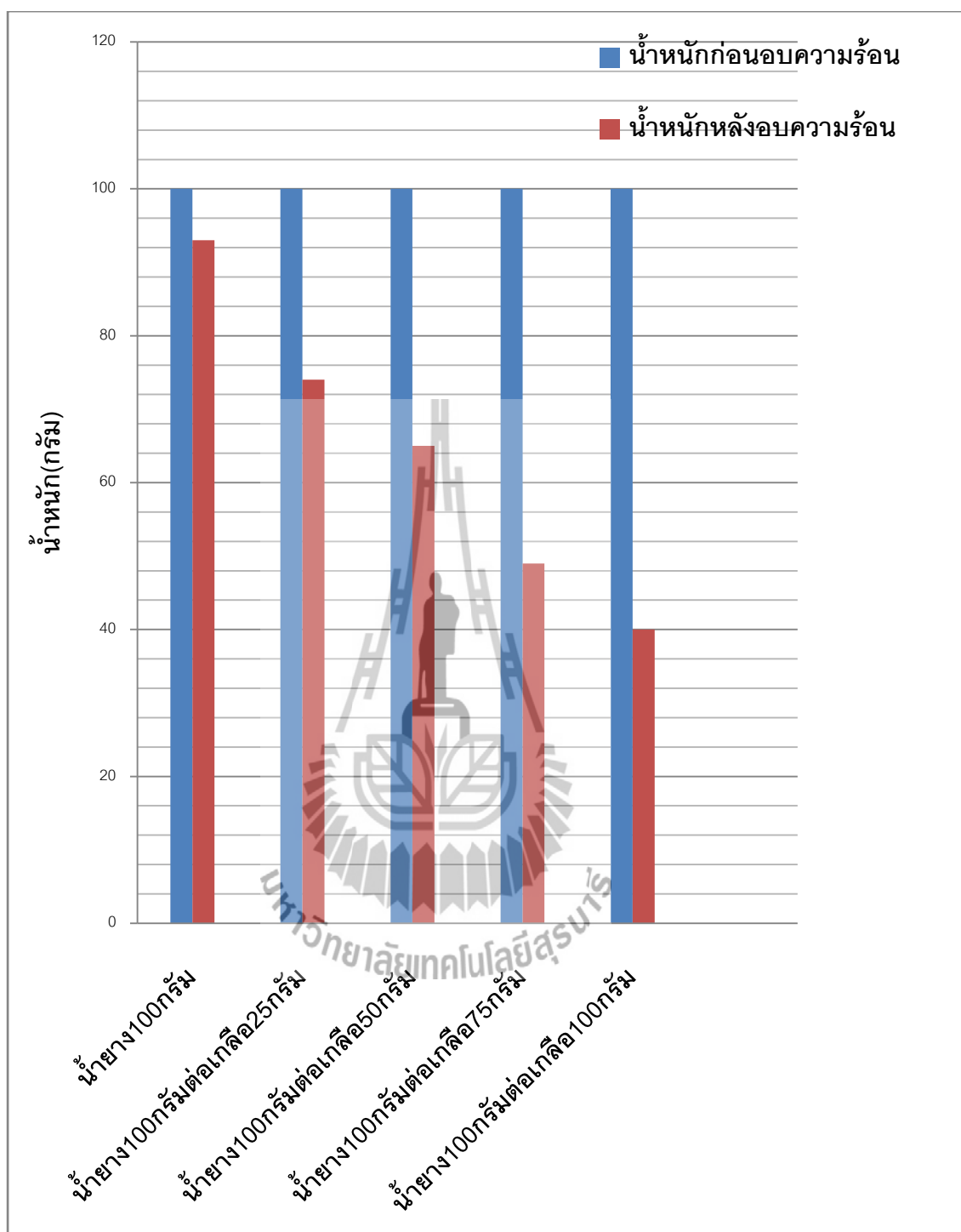
รูปที่ 4.25 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิของการทดลองทั้ง 5 ตัวอย่าง

ด้านกระแสไฟฟ้า

แกน Y คือกระแสไฟฟ้า แกน X คือเวลา



กราฟแสดงค่าความนำที่หายไป



รูปที่ 4.27กราฟแสดงการเปรียบเทียบความชื้นที่หายไปของยางแต่ที่มีส่วนผสมเกลือต่างชนิดกันที่ทำการทดลอง

แล้วเอาไปตากแห้งจะให้เวลาน้อยลง

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากตารางกราฟผลการทดลองพบว่า จากการทดสอบพบว่าเครื่องให้ความร้อนแบบโอห์ม
 มิกจะอาศัยหลักการนำไฟฟ้าของโพลีเป็นปัจจัยที่สำคัญของการให้ความร้อน จากการทดลองจะ
 เห็นว่าเราทำการเติมส่วนผสมที่มค่าความนำไฟฟ้าลงไปด้วยเพื่อที่จะให้ยางพาราทำงานกับ
 เครื่องได้เวลามากขึ้นขึ้นแล้วอุณหภูมิก็จะเพิ่มสูงขึ้นในขณะที่เครื่องทำงาน



2. ใช้วัตถุดิบอย่างอื่น แป้งขนมปัง

แป้งขนมปังที่ใช้ในการอบเป็นขนมปังโดยทั่วไปจะมีส่วนผสมของเกลืออยู่จึงไม่จำเป็นต้องเพิ่มเกลือลงไป

ใช้แป้งขนมปังปริมาณ 200 กรัม อบในเวลา 30 นาที

เนื่องจากกระแสที่ไหลผ่านแป้งขนมปังจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพของแป้งขนมปัง และจะลดลงจนไม่มีกระแสไหลผ่านแล้ว



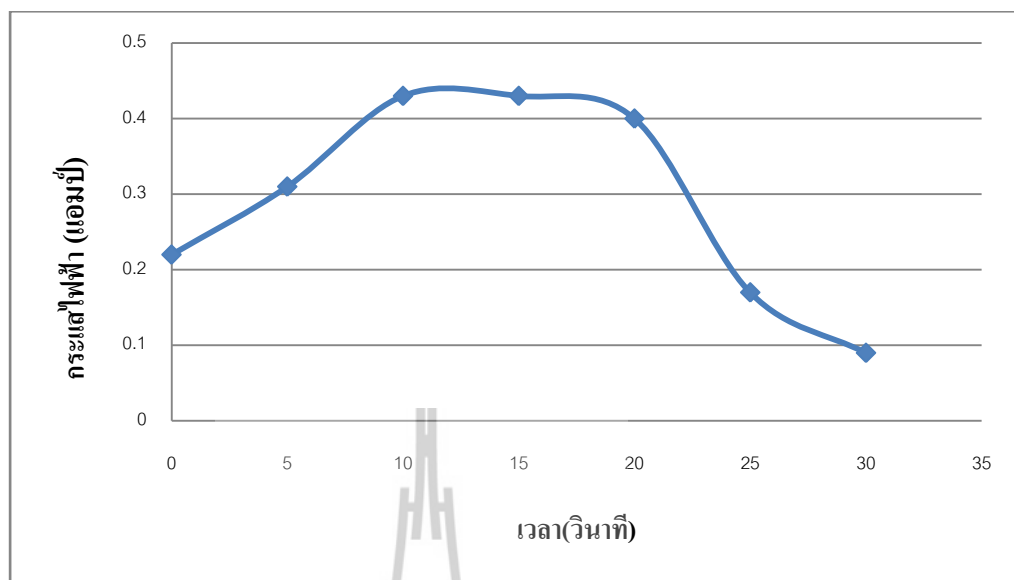
รูปที่ 4.26 ฐานขนมปังหลังผ่านการอบแล้ว

ตารางบันทึกผลการทดลอง

เวลา(นาที)	กระแสไฟฟ้า(A)	แรงดันไฟฟ้า (V)
0	0.22	110
5	0.31	110
10	0.43	110
15	0.43	110
20	0.40	110
25	0.17	110
30	0.09	110

สามารถนำผลการทดลองมาวาดกราฟได้ดังนี้

กราฟแสดงกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านแป้งขนมปังต่อเวลา



รูปที่ 4.27กราฟแสดงกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านแป้งขนมปังต่อเวลา

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากตารางบันทึกผลการทดลองพบว่า กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านแป้งขนมปังจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามเวลา เนื่องจากความร้อนที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความนำไฟฟ้าภายในตัวแป้งขนมปังนั้นเพิ่มขึ้น ทำให้มีกระแสไหลผ่านมากขึ้นเรื่อยๆ เมื่อแป้งขนมปังเริ่มแข็งตัวที่กระแสสูงสุด นั่นก็คือ ณ เวลาที่กระแสสูงสุดจะเป็นช่วงที่อุณหภูมิสูงสุด แป้งขนมปังเริ่มสุกจะมีการเปลี่ยนโมเลกุลทำให้ค่าความนำไฟฟ้าลดลงจนไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ซึ่งภายในแป้งขนมปังจะแห้งสนิท ไม่มีส่วนประกอบของน้ำ จึงไม่สามารถนำกระแสได้อีก

นอกจากจะทำให้ยางพารา และแป้งขนมปังสุกแล้ว เครื่องให้ความร้อนแบบโอห์มมิกยัง
สามารถใช้ทำกับวัตถุดิบอย่างอื่นได้อีกเพียงแก่วัตถุดิบนั้นมีค่าความนำไฟฟ้าในตัว คณะผู้จัดทำ
ได้ลองใช้เครื่องให้ความร้อนแบบโอห์มมิกในการให้ความร้อนกับหมูยอ ซึ่งภายในตัวหมูยอมีค่า
ความนำไฟฟ้าอยู่ค่าหนึ่งอยู่แล้ว จึงใช้วิธีให้ความร้อนแบบนี้ได้



รูปที่ 4.28 หมูยอที่ใช้ในการทดลอง
เวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนประมาณ 3 นาที



รูปที่ 4.29 แสดงหมูยอหลังการอบ และเวลา

นอกจากจะใช้กับหมูยอแล้ว คณะผู้จัดทำได้ลองกับอาหารอย่างอื่นอีก เช่น สอทอดก็ ผล
ที่ได้ก็คือ สามารถใช้กับอาหารที่มีค่าความนำได้

4.4สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบพบว่าเครื่องให้ความร้อนแบบโอห์มมิกจะอาศัยหลักการนำไฟฟ้าของ โหลดในการแปลงผันมาเป็นพลังงานความร้อน ปัจจัยที่สำคัญของการให้ความร้อนแบบนี้คือ ค่า ความนำไฟฟ้า นั่นก็หมายความว่าวัตถุดิบที่จะนำมาเป็นโหลดต้องไม่เป็นฉนวน จากการทดลอง จะเห็นว่านอกจากเป้าหมายหลักๆที่จะใช้กับยางพาราแล้วได้ผลดีแล้ว ก็ยังนำเครื่องให้ความร้อน แบบโอห์มมิกไปใช้กับอาหารและแป้งขนมปัง ซึ่งผลที่ได้ก็คือสามารถใช้ได้จริง



รูปที่ 4.30 เครื่องอบยางพาราโดยให้ความร้อนแบบโอห์มมิก

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

บทสรุป

โครงการนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อนำมาสร้างเป็นเครื่องอบยางพาราโดยให้ความร้อนแบบโอห์มมิก เป็นเครื่องให้ความร้อนกับยางพารา โดยอาศัยหลักการให้ความร้อนโดยการผ่านกระแสไฟฟ้าสลับที่ความถี่ 50-60 Hz กับยางพาราหรืออาหารที่นำไฟฟ้าได้ โดยกระแสไฟฟ้าจะทำให้เซลล์ของยางพาราสั่นสะเทือนและเสียดสีกัน เกิดความร้อนขึ้นอย่างรวดเร็ว และสม่ำเสมอภายในชิ้นของ ยางพารา มีการประยุกต์การให้ความร้อนแบบ โอห์มมิกมาใช้ให้ความร้อนอาหาร เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น การพาสเจอร์ไรซ์ การละลายอาหารแช่เยือกแข็ง อาจเรียกว่า Joule heating ซึ่งหลักการที่นำมาใช้ในที่นี้คือวงจรจอร์แดนเมอร์ และหม้อแปลงไฟฟ้าที่สามารถทนกระแสได้ตามที่โหลดต้องการ

ในการสร้างวงจรดังกล่าวเป็นวงจร หรีุกระแสเพื่อให้ยางพาราหรืออาหารสามารถรับการไหลผ่านของกระแสโดยตรงเพื่อลดการไหม้ หรือ อาหารไม่สุกตามต้องการ และจากการที่ได้ทดลองพบว่ายางพาราจะสามารถนำกระแสได้จะต้องมีเกลือเป็นตัวนำกระแสเพื่อให้เกิดความร้อนกับยางพาราโดยจากการทดลองพบว่าเมื่อได้เกลือมากจะทำให้กระแสไหลผ่านมากอาจจะทำให้ไหม้หรือไม่ก็ได้ผลตามต้องการ จากการทดลองต้องได้เกลือและปรับกระแสให้พอดีกับความ ต้องการของยางพารา เพื่อให้ยางพาราได้ความร้อนตามต้องการ

จากข้างต้นจะเห็นได้ว่า เครื่องอบยางพาราโดยให้ความร้อนแบบโอห์มมิก เป็นเครื่องให้ความร้อนโดยการให้กระแสไฟฟ้าสลับที่ความถี่ 50-60 Hz ที่ไม่ต้องใช้สารเคมีหรือความร้อนแบบอบ และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม อีกทั้งขนาดเล็กใช้งานง่ายและใช้ต้นทุนต่ำซึ่งในอนาคตอุปกรณ์นี้จะ เป็นเครื่องที่ช่วยลดปัญหาการใช้พลังงาน

สิ่งที่ได้จากโครงการ

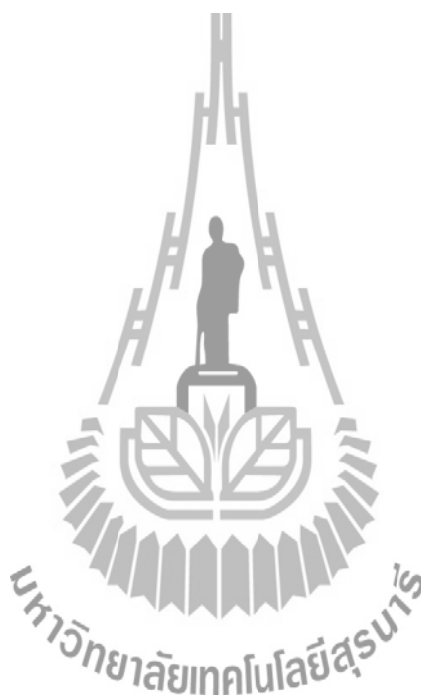
- ได้รับความรู้เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แต่ละประเภท
- ได้รับความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการนำเอาอุปกรณ์ต่างๆมาสร้างเป็นวงจรที่สามารถใช้งานได้จริง
- มีความรู้ความเข้าใจในการนำเอาวงจรอิเล็กทรอนิกส์มาออกแบบผังการทำงานให้เป็นระบบ
- ได้สร้างเสริมประสบการณ์ในการปฏิบัติงานจริง
- ได้นำความรู้ต่างๆที่ได้ศึกษามาในชั้นเรียนมาประยุกต์ใช้งานเกิดประโยชน์
- ในการจัดทำโครงการมีกระบวนการและขั้นตอนในการทำงานอย่างเป็นระเบียบทั้งการวางแผนการทำงาน ขั้นตอนทำงานจริง ขั้นตอนการทดลอง และขั้นตอนการสรุปผล จึงทำให้ผู้จัดทำได้เรียนรู้การทำงานอย่างเป็นระบบ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการทำงานในอนาคตต่อไป
- มีความอดทนและรอบคอบในการทำงาน สามารถวิเคราะห์ และแก้ปัญหาต่างๆได้

ปัญหาและอุปสรรค

- ในการสร้างวงจรดีมเมอร์ เนื่องจากเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ต้องใช้กระแสสูงในการ heat ขางพารา อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในวงจรต้องมีความทนกระแสสูง ซึ่งยากต่อการทำวงจร
- ในการทำเครื่อง โอห์มมิเตอร์ต้องใช้กระแสสูงและต้องใช้หม้อแปลงที่ทนกระแสสูงตามโหลดของการนำกระแสไฟฟ้า และราคาหม้อแปลงจะใหญ่และสูงตามกระแสไฟฟ้า
- ในการทดลองเนื่องจากการทดลองใช้แผ่นเพลต อลูมิเนียม ขนาดบางทำให้เกิดการไหม้ที่ขอบก่อนเกิดการร้อนของขมปังหรือขมปังพารา จึงต้องใช้ขนาดแผ่นที่เหมาะสม
- ในการทดลองเมื่อใช้ความต่างศักย์สูงต่อขางพาราหรือขมปังขนาดเล็ก จะทำให้ไหม้ขอบก่อนจะได้ความร้อนตามต้องการ
- ปริมาณเกลือต่อปริมาณขางพารามีผลทำให้ร้อนเร็วและร้อนช้าทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มากขึ้น ในการให้ความร้อน

ข้อเสนอแนะ

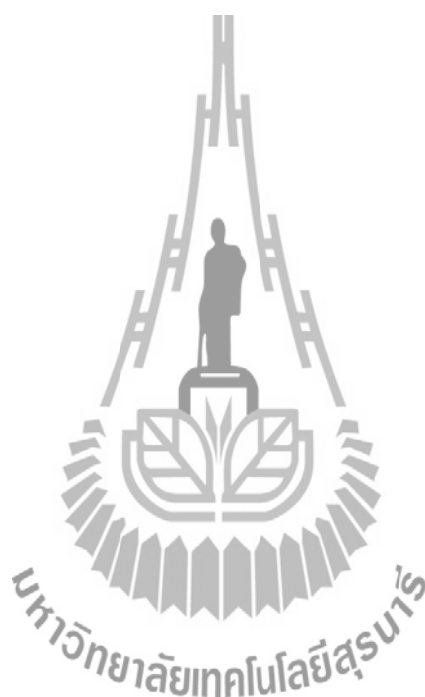
เครื่องอบยางพาราโดยให้ความร้อนแบบโอห์มมิก นี้ต้องอาศัยกำลังงานไฟฟ้าแบบ กระแสสลับ 220 โวลต์ และต้องใช้กระแสไฟฟ้าสูงซึ่งอาจจะเป็นอุปสรรคต่อการใช้งาน ดังนั้นต่อไปอาจจะออกแบบให้สะดวกยิ่งขึ้น และจากเครื่องต้องอาศัยการปรับกระแสตามต้องการของโหลดการใช้งานหรือปรับตามปริมาณของโหลด ซึ่งในอนาคตอาจจะออกแบบเครื่องที่สามารถปรับกระแสเองได้ ตามต้องการของการใช้งานซึ่งจะทำให้มี ประสิทธิภาพ ในการใช้งานมากขึ้น



- [1] ผศ.ร.อ.ดร. ประโยชน์ คำสวัสดิ์ เอกสารประกอบการสอน 438203 อิเล็กทรอนิกส์.
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- [2] สมคิด วิริยะประสิทธิ์ชัย, อรรถพล มณีโชติ, ธนารัตน์ ภมรรษตพงษ์, (ปีที่พิมพ์ 2538)
โครงการตำราเรียน Physics Center ความรู้เบื้องต้นทางอิเล็กทรอนิกส์:บางกอกน้อย
กทม. 10700
- [3] โครงการสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). พิมพ์
ครั้งที่ 7อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานสำหรับช่างเทคนิค. :แขวงใหม่ เขตปทุมวัน กทม. ๑๐๓๑๐
- [4] มงคล ทองสงคราม. (ปีที่พิมพ์ 2538) พิมพ์ครั้งที่ 2อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. พิมพ์ที่ : ห้าง
หุ้นส่วนจำกัด วิ.เจ.พรินติ้ง. เขตจตุจักร กทม. 10900
- [5] ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว (ปีที่พิมพ์ 2539) พิมพ์ครั้งที่ 8ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
(ฉบับปรับปรุง) พิมพ์ที่: บริษัท ประชาชน จำกัด สีลม บางรัก กรุงเทพฯ 10500
- [6] R.Paul Singh, Dennis R.Heldman, **Introduction to Food Engineering Fourth
Edition** 1984 Department of Food Science and Technology University of California
- [7] Luther R. Wilhelm, Dwayne A. Suter, Gerald H. Brusewitz, **Food&Process
Engineering Technology.2004** Manufactured in the United States of America.
- [8] อาจารย์ ดร.ชนเสกฐ์ ทศศิกรพัฒน์ เอกสารประกอบการสอน438307 POWER
ELECTRONICS



นาย ชิปไธย รัตตะเวทิน เกิดเมื่อวันที่ 22 มีนาคม พ.ศ. 2535
ภูมิลำเนาอยู่ที่ อำเภอเมืองอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี สำเร็จการศึกษา
ระดับมัธยมปลายจาก โรงเรียนอุดรพิชัยรักษ์พิทยา อำเภอเมืองอุดรธานี
จังหวัดอุดรธานี เมื่อปีพ.ศ.2552 ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขา
วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีสุรนารี



ภาคผนวก



บทที่ 1

บทนำ

กล่าวนำ

เครื่องอบยางพาราโดยให้ความร้อนแบบโอห์มมิก สามารถนำไปใช้ในการแปรรูปวัตถุดิบที่มีค่าความนำไฟฟ้าสูงได้หลายชนิด ตลอดจนการนำไปใช้ในการให้ความร้อนกับอาหารประเภทที่มีส่วนประกอบของเหลว ในโครงการนี้จะเป็นการนำการให้ความร้อนแบบโอห์มมิกมาประยุกต์ในการอบยางพาราเพื่อใช้ในงาน อุตสาหกรรม ยางพาราในปัจจุบัน ซึ่งกระบวนการผลิตยางพารามีหลายขั้นตอนด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นตั้งแต่ การเก็บรวบรวมยางพารา การกรองน้ำยาง การรีดเนื้อยาง การอบยางพารา จนถึงการนำยางพาราไปตาก และระยะของแต่ละขั้นตอนนั้นใช้เวลานาน ทำให้เกิดความล่าช้าในกระบวนการการผลิตยางพารา ซึ่งในโครงการนี้สามารถนำมาใช้ในขั้นตอนการอบยางพาราได้ ในการอบยางพาราโดยที่ใช้ทั่วไป จะต้องนำไปอบในเครื่องอบเป็นเวลานานประมาณ 12-24 ชั่วโมง และจะนำไปตากอีก 1 คืน แต่ถ้าหากใช้การให้ความร้อนแบบโอห์มมิกจะลดระยะเวลาลงเหลือเพียง 10 – 20 นาทีก่อนนำไปตาก การออกแบบเครื่องให้ความร้อนแบบโอห์มมิกนั้นมีความง่าย อาศัยเพียงหลักการการนำกระแสไฟฟ้าไปยังโหลดตามกฎของโอห์ม และคณะผู้จัดทำได้นำความรู้ที่เรียนมาประยุกต์ใช้ในโครงการนี้ โดยจะเน้นเรื่องการออกแบบและการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้า โดยโครงการนี้จะออกแบบโดยเน้นใช้งานจริง และลดต้นทุนในกระบวนการผลิตยางพารา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษากระบวนการให้ความร้อนแบบโอห์มมิก
2. เพื่อศึกษาสมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุต่างๆ
3. เพื่อศึกษาการตัวอุปกรณ์เกี่ยวกับการทำเครื่องโอห์มมิก
4. เพื่อศึกษาการออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้า
5. เพื่อศึกษาการออกแบบวงจรของเครื่องโอห์มมิกและระบบ
6. เพื่อศึกษาและนำเอากระบวนการให้ความร้อนแบบโอห์มมิก ไปใช้งานได้อย่าง

เหมาะสม

7. เพื่อสามารถนำความรู้ที่ได้จากภาคทฤษฎีของวิชาต่างๆที่ได้ทำการศึกษาและปฏิบัติ และประยุกต์ใช้ เพื่อสร้างชิ้นงานขึ้นมาและสามารถใช้งานได้จริง
8. เพื่อนำไปใช้ในการรอบยาพารา

ขอบเขตงาน

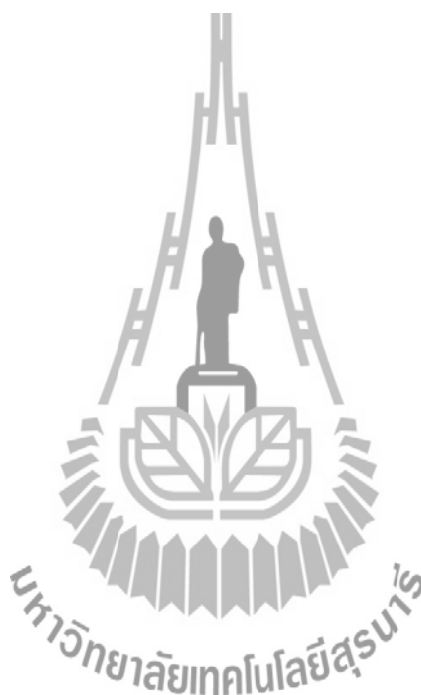
1. ศึกษาเพื่อออกแบบแล้วนำมาใช้กับงานได้อย่างเหมาะสม
2. ออกแบบกลไกการควบคุมความร้อนของเครื่อง
3. สร้างอุปกรณ์ต้นแบบทั้งหมดและทดสอบเพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์
4. ศึกษาการออกแบบวงจรควบคุมกระแส
5. เพื่อนำไปใช้ในการรอบยาพาราและได้ความชื้น

ขั้นตอนการทำงาน

1. ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงาน
2. เขียนโครงการและเสนอโครงการกับอาจารย์ที่ปรึกษา
3. ออกแบบผังการทำงานของระบบโดยรวม
4. ออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าและวงจรควบคุมกระแส
5. จัดซื้ออุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็นต้องใช้ในการทำโครงการ
6. สร้างเครื่องต้นแบบ
7. ทดลองและปรับปรุงแก้ไข
8. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง
9. นำเสนอโครงการ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำความรู้ที่ได้จากการทำโครงการมาประกอบวิชาชีพได้
2. สามารถนำความรู้ที่ได้ทางทฤษฎีมาประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติได้
3. สามารถนำความรู้ที่ได้ทางทฤษฎีและทางปฏิบัติได้มาประยุกต์ใช้ในงานอื่นๆได้
4. สามารถแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติงานได้
5. รู้จักการคิด การวิเคราะห์ อย่างเป็นระบบ



บทที่ 2

ทฤษฎีและสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

2.1 แสดงผังไดอะแกรมโครงการ

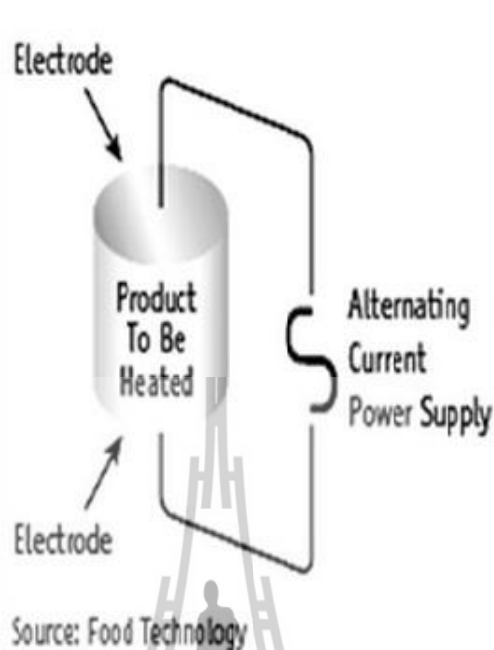
เครื่องอบยางพาราโดยให้ความร้อนแบบโอห์มมิก เป็นการทำงานโดยอาศัยหลักการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังโหลด ซึ่งการออกแบบนั้นจำเป็นต้องมีการควบคุมกระแสไฟฟ้าไม่ให้ไหลผ่านไปยังโหลดในปริมาณที่มากเกินไป โดยใช้หม้อแปลงในการกำหนดค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่จะจ่ายไปที่โหลด ซึ่งหลักการทำงานของเครื่องให้ความร้อนแบบโอห์มมิกมีดังแผนภาพนี้



รูปที่ 2.1แสดงผังไดอะแกรมโครงการ

จากแผนภาพในรูปที่ 1.1 เริ่มจากการจ่ายแรงดัน 220 โวลต์ ให้กับหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อลดระดับค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่จะไหลผ่าน เป็น 10 แอมแปร์ ซึ่งจะเป็กระแสสูงสุดไปยังโหลด โหลดนั้นจะดึงกระแสต่างกันขึ้นอยู่กับค่าความนำไฟฟ้าของโหลด ถ้าค่าความนำไฟฟ้าของโหลดสูงจะทำให้ดึงกระแสได้สูงมาก อาจจะทำให้เกิดการดึงกระแสมากเกินไปจนอุปกรณ์นั้นเสียหายได้ จึงได้นำหม้อแปลงมาใช้ในการกำหนดค่ากระแสสูงสุดไว้ที่ 10 แอมแปร์เข้าไปยังวงจรควบคุมกระแส

2.2 ทฤษฎีการให้ความร้อนแบบโอห์มมิก



รูป 2.1 องค์ประกอบหลักการโอห์มมิก

การเกิดความร้อนแบบโอห์มมิก (ohmic heating) เป็นเทคโนโลยีการสร้างความร้อน ที่มีประสิทธิภาพสูง มีอัตราการเกิดความร้อนที่สูงกว่าวิธีการให้ความร้อนแบบอื่นๆ โดยมีอัตราการเกิดความร้อนประมาณ 0.005 -1.2 องศาเซลเซียสต่อวินาทีและมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนได้มากกว่าร้อยละ 95 ซึ่งในขณะทำการสร้างความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟจะมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนได้เพียงร้อยละ 45-48 เท่านั้น รวมทั้งการเกิดความร้อนแบบโอห์มมิกมีกลไกการเกิดความร้อนจากภายในตัววัตถุดิบ จึงไม่มีผลกระทบในด้านการถ่ายเทความร้อนจากแหล่งพลังงาน ปัจจุบันการ ให้ความร้อนแบบโอห์มมิกถูกนำไปใช้ในการแปรรูปแบบอาหารปลอดเชื้อ (aseptic processing) สำหรับอาหารเหลวเนื้อเดียว ตลอดจนการนำไปใช้ในการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแปรรูปในลักษณะต่างๆ เช่น การนำไปใช้ในการละลายอาหารทะเลแช่เยือกแข็งซึ่งสามารถช่วยลดพื้นที่และปริมาณน้ำที่ใช้ในกระบวนการละลายแบบดั้งเดิม การลวกเพื่อยับยั้งเอนไซม์ การนำไปใช้เพื่อเสริมประสิทธิภาพของการพาสเจอร์ไรส์และการสเตอริไลซ์ แต่การให้ความร้อนแบบโอห์มมิกจัดเป็นเทคโนโลยีที่มีองค์ความรู้ในกลุ่มนักวิชาการเฉพาะกลุ่มเท่านั้น และการเผยแพร่ข้อมูลทางเทคโนโลยีการให้ความร้อนแบบโอห์มมิกยังมีไม่แพร่หลาย

อัตราการเกิดความร้อนด้วยโอห์มมิกจะขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านวัตถุ ซึ่งปริมาณกระแสไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับคุณสมบัติค่าความนำไฟฟ้าของวัตถุ ดังนั้นวัตถุที่มีความนำไฟฟ้าสูงจะสามารถเกิดความร้อนด้วยวิธีโอห์มมิกได้ดี วัตถุแต่ละชนิดมีคุณสมบัติการนำไฟฟ้าที่แตกต่างกัน จึงสามารถหาค่าการนำไฟฟ้าของวัตถุโดยอาศัยหลักการและความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านในตัววัตถุและความเข้มของกระแสไฟฟ้าตามกฎของโอห์มโดยใช้สมการพื้นฐานในการคำนวณค่าการนำไฟฟ้าของวัตถุในระหว่างการให้ความร้อนด้วยวิธีโอห์มมิก ตามสมการ

$$\sigma = \frac{I L}{V A}$$

เมื่อ	σ	คือ ค่าความนำไฟฟ้าของวัตถุ (S / m)
	I	คือ ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน (A)
	V	คือ ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (V)
	L	คือ ระยะห่างขั้วอิเล็กโทรด (m)
	A	คือ พื้นที่หน้าตัดของขั้วอิเล็กโทรด (m ²)

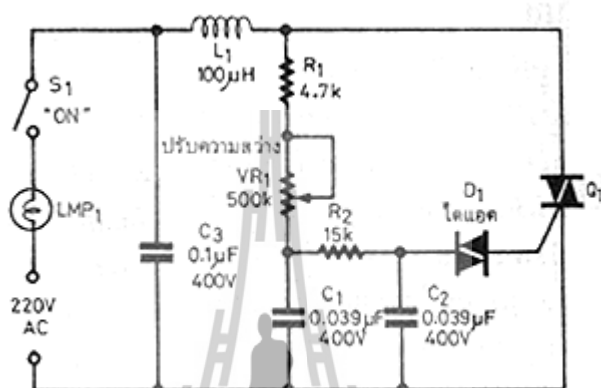
และสามารถหาค่ากำลังไฟฟ้าได้จากสมการ

$$P = I^2 R = \sigma V^2$$

เมื่อ	P	คือ ความร้อนในรูปของกำลังไฟฟ้า (watt)
-------	-----	---

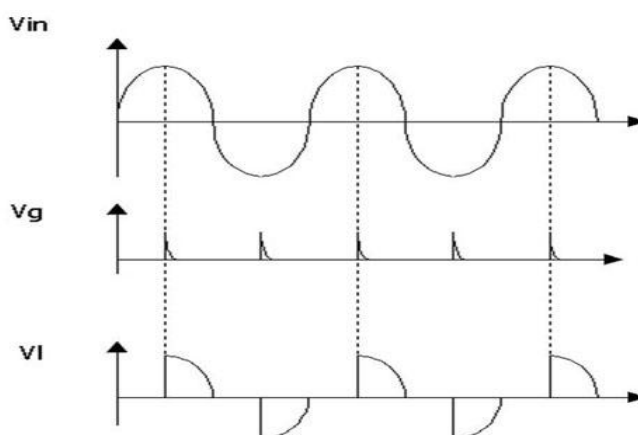
2.3 Dimmer circuit

วงจรหรี่ไฟก็เป็นการใช้งานที่สำคัญอีกแบบหนึ่งของไทรแอก โดยอาศัยการกระตุ้นที่ตำแหน่งเฟสที่คงที่ของสัญญาณไฟสลับ ที่ให้เพื่อเป็นการควบคุมปริมาณกำลังไฟที่ป้อนให้แก่โหลดที่เป็นหลอดไฟในวงจรประเภทนี้ จำเป็นต้องมีวงจรกรองความถี่แบบ LC เพื่อลดผลของ RFI ที่เกิดขึ้น

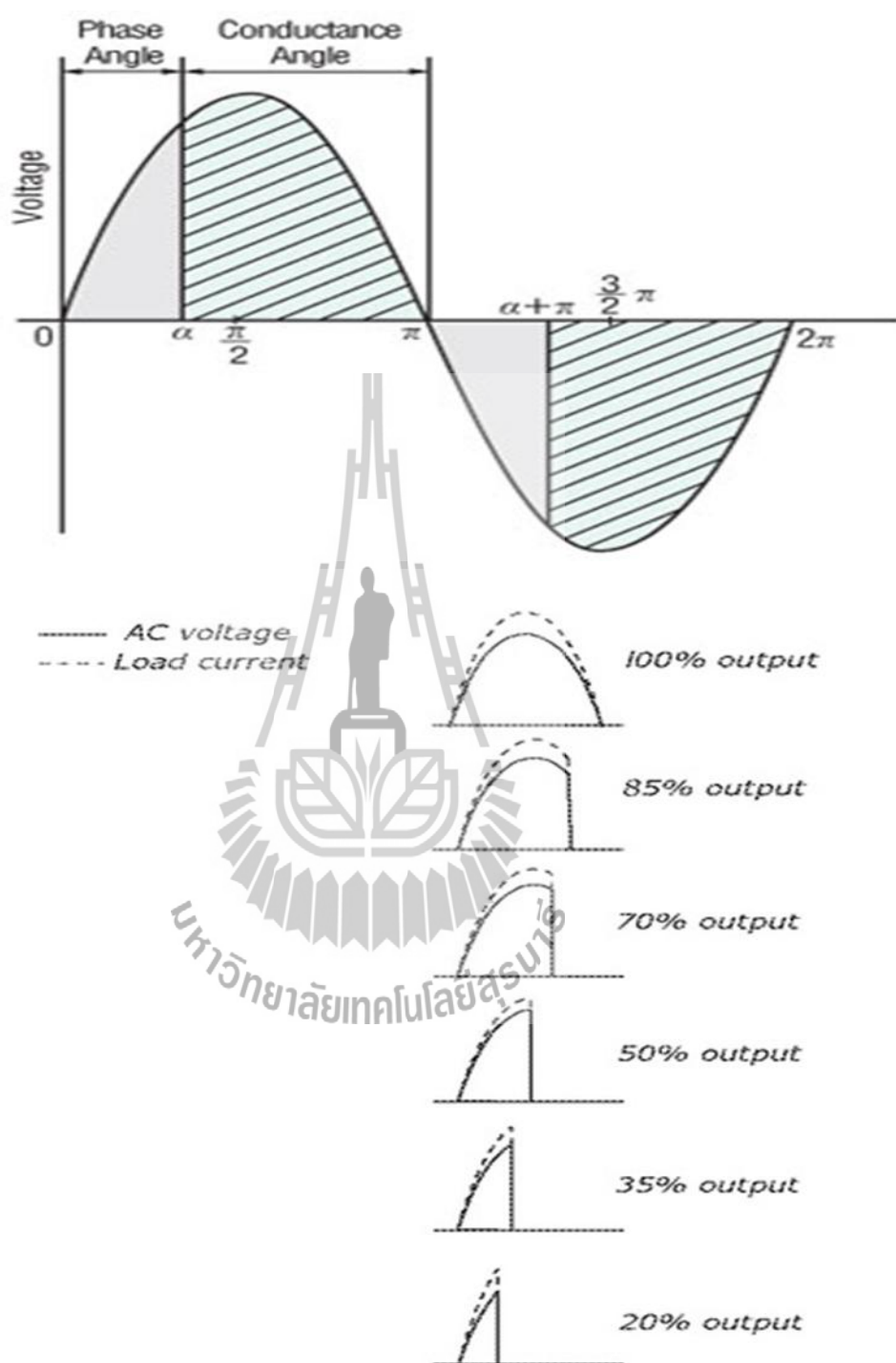


รูปที่ 2.2 วงจรหรี่ไฟที่ปรับปรุงให้สามารถควบคุมความสว่างได้สมบูรณ์

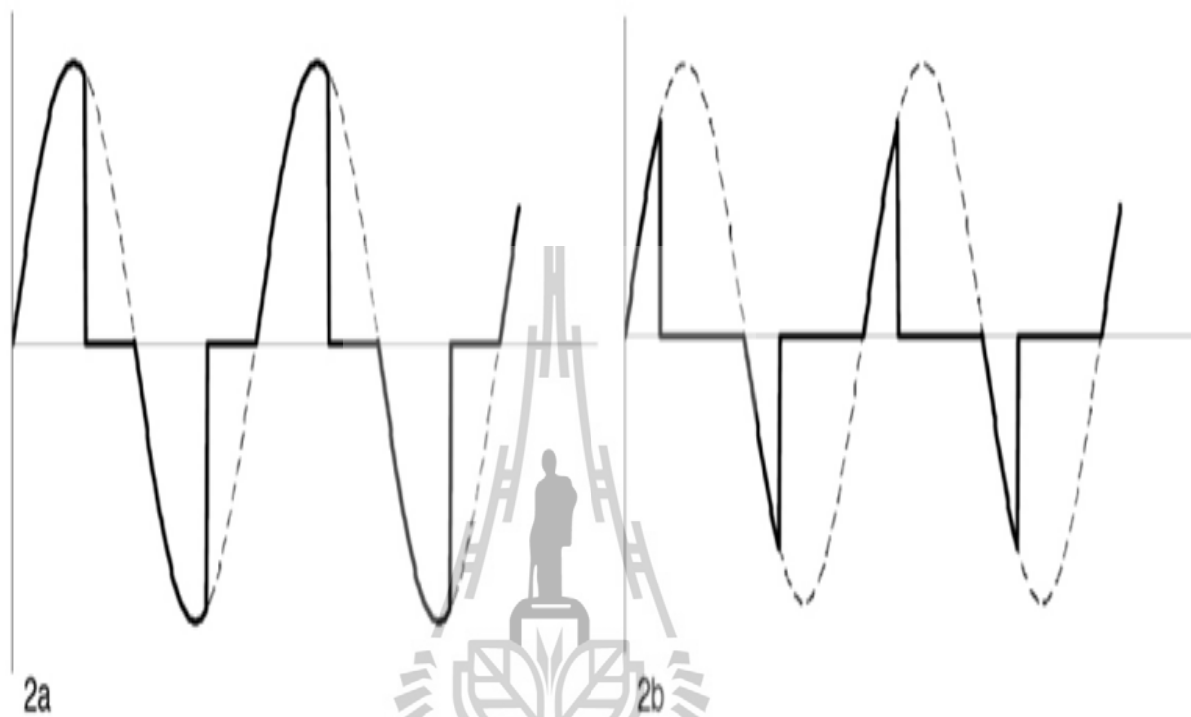
ผลของแบคแลชที่เกิดขึ้นนี้สามารถลดลงได้โดยต่อความต้านทานค่า 47 โอห์มอนุกรมเข้ากับไดโอด เพื่อลดผลของการคายประจุของ C1 แต่วิธีการที่ดีที่สุดที่นิยม ใช้กันได้แสดงไว้ใน รูปที่ 2.2 ในที่นี้ไดโอด จะถูกกระตุ้นจาก C2 แทน ซึ่งจะมีระดับแรงดันตกคร่อมเป็นไปตาม C1 แต่ C1 จะถูกลดผลของการคายประจุในขณะที่ไดโอดทำงานโดยความต้านทาน R2



รูปที่ 2.3 แสดงกราฟการเปรียบเทียบอินพุต, โวลต์ทริกเกอร์และ เอาต์พุตในวงจร



รูปที่ 2.4 แสดงกราฟเอาต์พุตการตัดมุมของสัญญาณที่ผ่านวงจรไปที่โหลด



รูปที่ 2.5 แสดงกราฟอินพุตและ เอาต์พุต

2.4 ไตรแอก

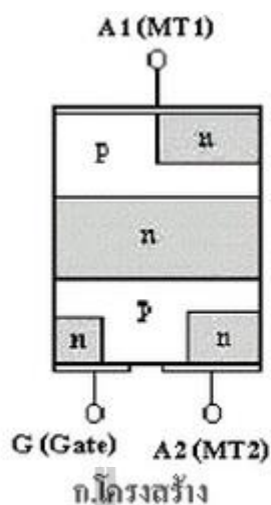


รูปที่ 2.6 ตัวอย่างของ ไตรแอก

ไตรแอก (Triac) เป็นอุปกรณ์จำพวกสารกึ่งตัวนำในกลุ่มของไทริสเตอร์ มีลักษณะโครงสร้างภายในคล้ายกับไดโอด แต่มีขาเกตเพิ่มขึ้นมาอีก 1 ขา ไตรแอกถูกสร้างขึ้นเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของ SCR ซึ่งไม่สามารถนำกระแสในซีกกลับของไฟฟ้าสลับได้ การนำไตรแอกไปใช้งานส่วนใหญ่จะใช้ทำเป็นวงจรควบคุมการทำงานเป็นสวิตช์ต่อแรงดันไฟสลับ ไตรแอกถูกสร้างขึ้นมาให้ใช้งานกับกระแสสูง ๆ ดังนั้นต้องระวังเรื่องของการระบายความร้อน สัญลักษณ์ โครงสร้างและวงจรสมมูลของไตรแอกดังรูป 2.8

โครงสร้างของไตรแอก

โครงสร้างของไตรแอกจะประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำตอนใหญ่ 3 ตอน คือ PNP และในสารกึ่งตัวนำตอนใหญ่จะมีสารกึ่งตัวนำตอนย่อยชนิด N อีก 3 ตอน ต่อรวมในสารกึ่งตัวนำ P ทั้ง 2 ตอน



รูปที่ 2.7 โครงสร้างภายในของไทรแอก

มีขาต่อออกมาใช้งาน 3 ขา เหมือนคือ

- ขาแอโนด 1 (A1) เรียกว่า ขาเทอร์มินอล 1 (Main terminal 1) MT1
- ขาแอโนด 2 (A2) เรียกว่า ขาเทอร์มินอล 2 (Main terminal 2) MT2
- ขาเกต (Gate) G



รูปที่ 2.8 สัญลักษณ์ของไทรแอก

คุณสมบัติพื้นฐานเป็นข้อของไทรแอกซึ่งมีดังนี้

1. โดยปกติ ถ้าไม่มีสัญญาณทรigger ที่เกิด ไทรแอกจะไม่ทำงาน โดย จะมีลักษณะเหมือนกับ สวิตช์ที่ถูกเปิดวงจร
2. ถ้าในกรณีที่ MT2 และ MT1 ถูกป้อนด้วยแรงดันบวกและลบตามลำดับไทรแอกจะถูก กระตุ้นให้ทำงานได้โดยการป้อนสัญญาณพัลส์เพียงสั้น ๆ ที่เกิดของมัน โดยจะมีแรงดันตกคร่อม

ตัวมัน มีค่าประมาณ 1 หรือ 2 โวลต์ เท่านั้น และก็เช่นกันคือเมื่อไทรแอกเริ่มทำงานแล้ว ก็จะ สามารถคงสภาพการทำงานอยู่เช่นนั้นต่อไปเรื่อย ๆ ตราบเท่าที่ยังมีกระแสไหลผ่านตัวมันอย่างต่อเนื่อง

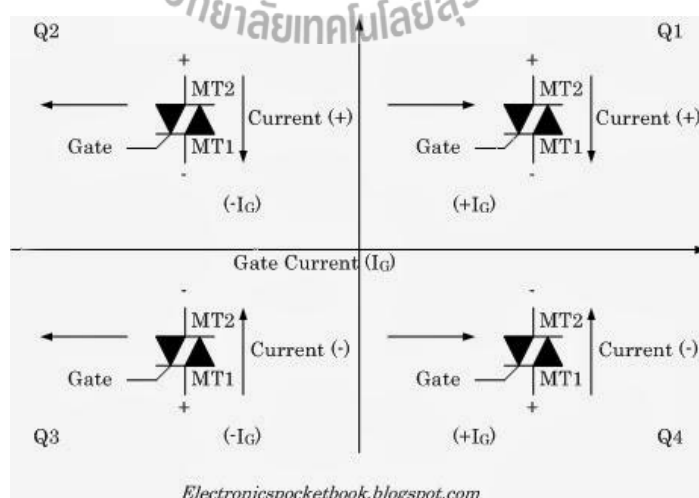
3. หลังจากที่ไทรแอกคงสภาพการทำงานอยู่นั้น ทางเดียวที่จะหยุดการทำงานลงได้ ก็โดยการลดปริมาณกระแสที่ไหลผ่านตัวมันลง ให้มีค่าต่ำกว่ากระแสโฮลดิ้งของมัน ในกรณีที่ใช้ไทรแอกในการจ่ายกระแส AC การหยุดทำงานจะเกิดขึ้นอย่างอัตโนมัติ เมื่อแรงดันของไฟสลับเข้าใกล้จุดตัดศูนย์ที่เกิดขึ้น ทุก ๆ ครั้งคลื่น นั่นคือกระแสจะลดลงเป็นศูนย์

4. ไทรแอกถูกกระตุ้นให้ทำงานได้ ทั้งสัญญาณแบบบวกและลบที่ป้อนให้แก่ขาเกต โดยไม่คำนึงถึงขั้วที่ต่ออยู่ที่ MT1 และ MT2

5. ไทรแอกสามารถทนการกระชากของกระแสได้สูง เช่น โดยปกติสำหรับไทรแอกที่ทนกระแสปกติได้ 10 แอมแปร์ (rms) สามารถทนการกระชากของกระแสในช่วงหนึ่ง คาบเวลาของไฟ 60 เฮิร์ตซ์ได้สูงถึง 100 แอมแปร์ เป็นต้น

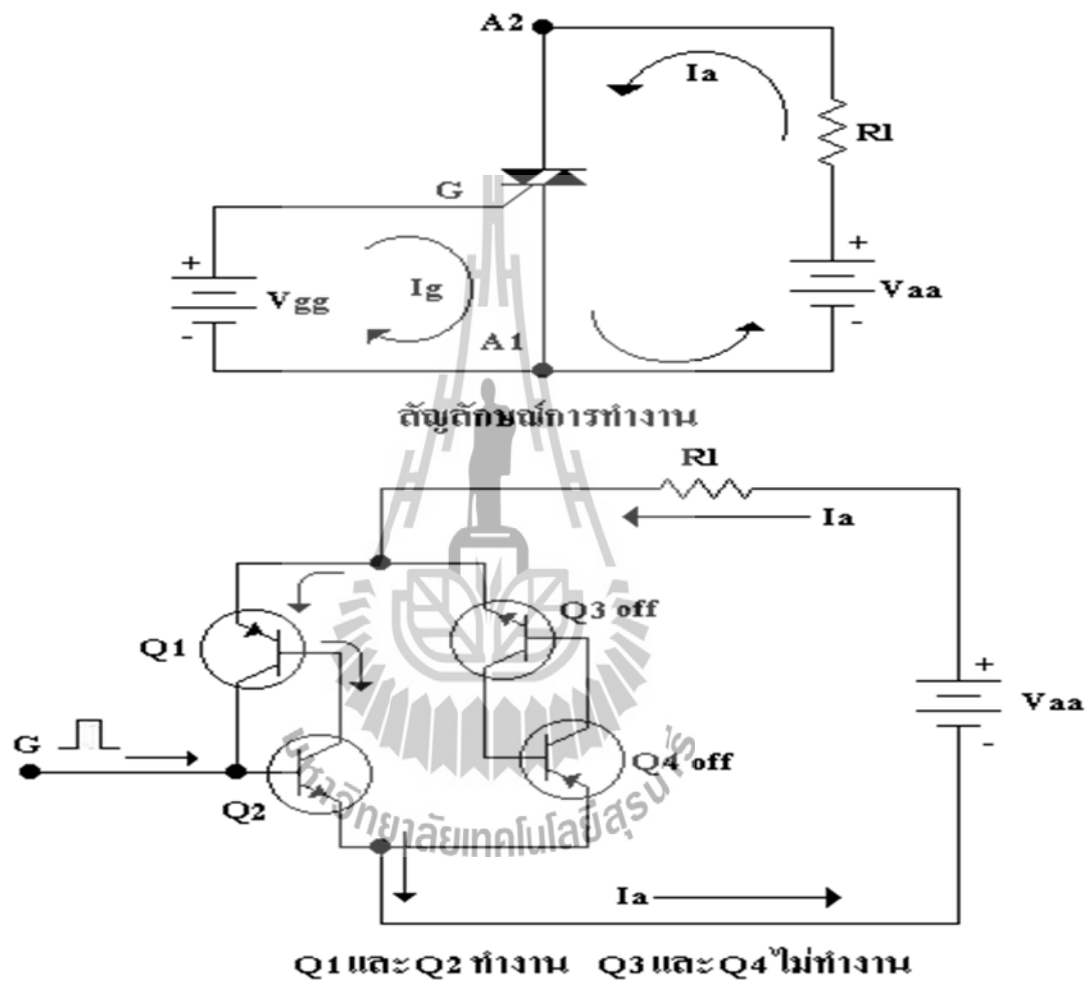
การนำกระแสของไทรแอกและการทำงาน

การนำกระแสของไทรแอกขณะทำงานในแต่ละควอดแรนต์ ดังแสดงในรูปด้านล่าง



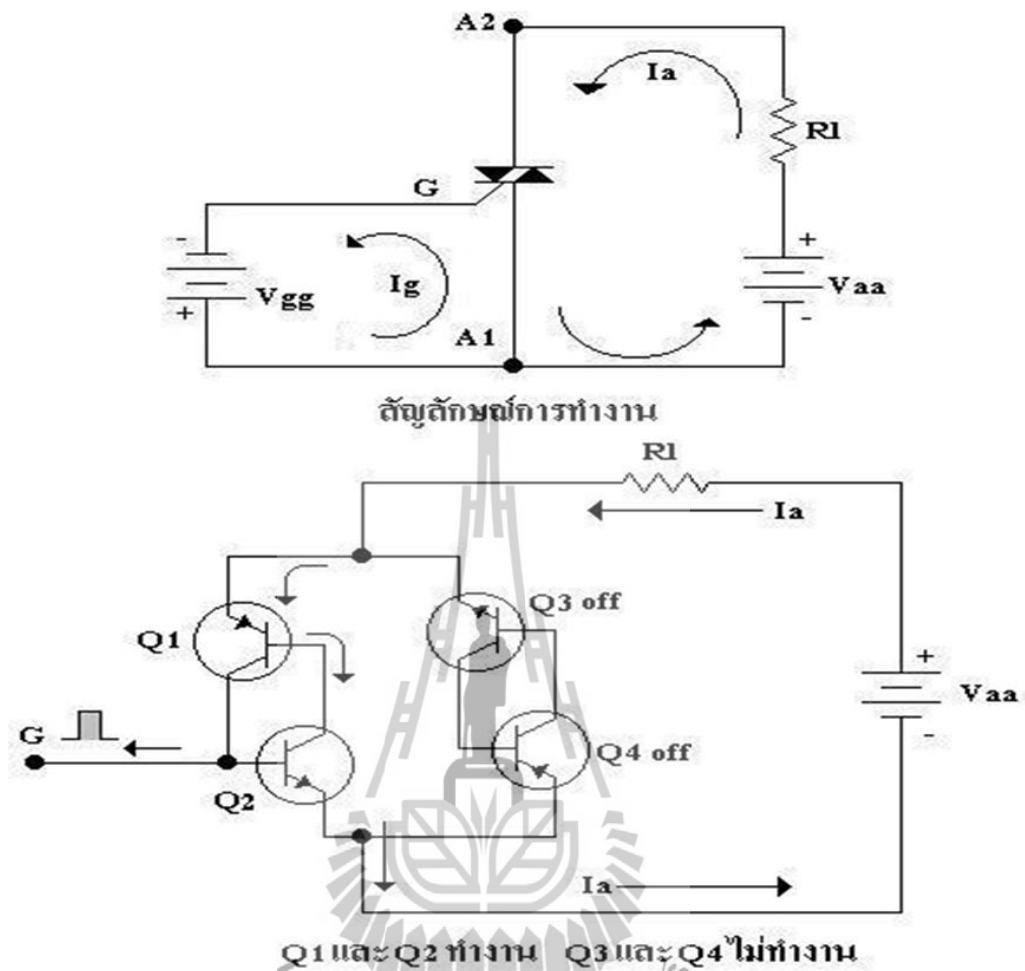
รูปที่ 2.9 แสดงการทำกระแสแต่ละช่วงของการทำงาน

ไทรแอกสามารถนำกระแสได้โดยการป้อนแรงดันหรือการทริกที่ขาเกตโดยสามารถทริกได้ทั้งกระแสบวกและลบ ทำให้ไม่ว่าแรงดันที่ MT1 และ MT2 จะสลับขั้วอย่างไรก็สามารถทำงานได้ ดังนั้น การทำงานของไทรแอกจึงสามารถอธิบายออกได้เป็น 4 ควอดแรนต์คือ



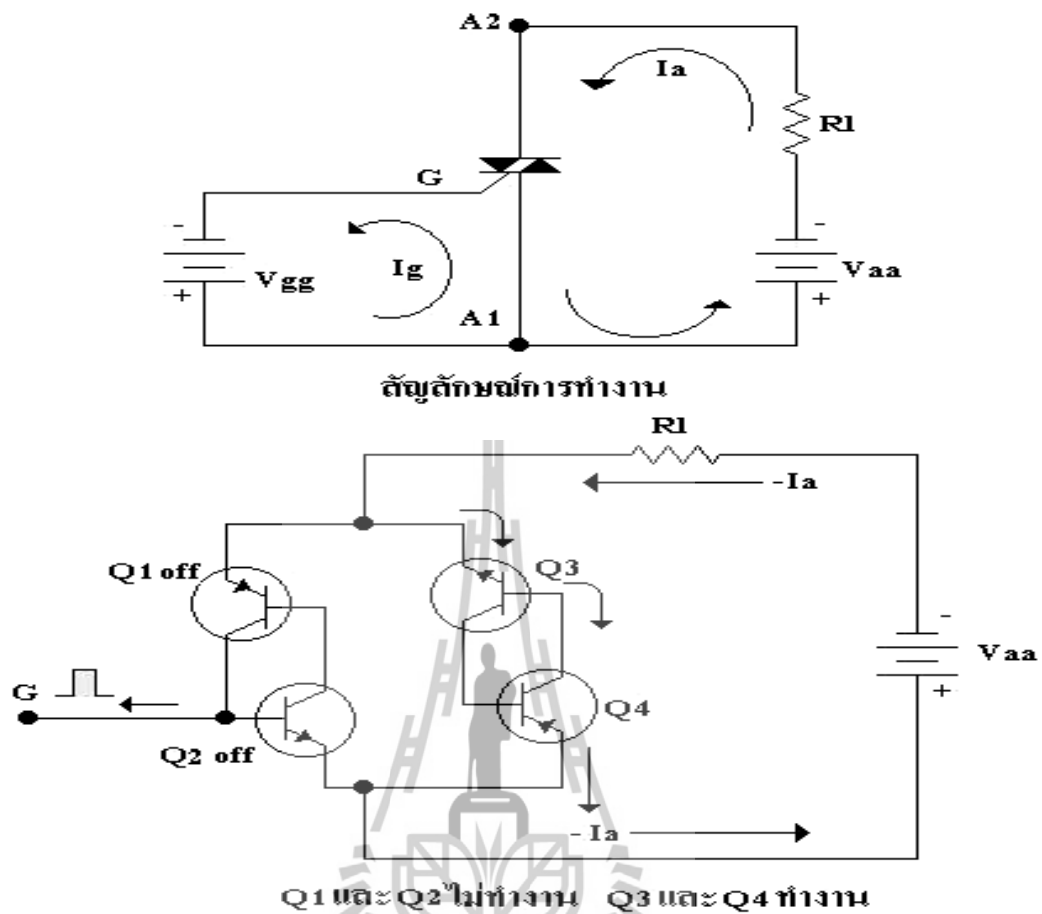
รูปที่ 2.10 สถานะที่ 1 หรือควอดแรนต์ที่ 1

ควอดแรนต์ที่ 1 แรงดันที่ขา MT2 และกระแสเกต IG เป็นบวก การกำหนดแรงดันในลักษณะนี้จะเหมือนกับการทำงานของเอสซีอาร์



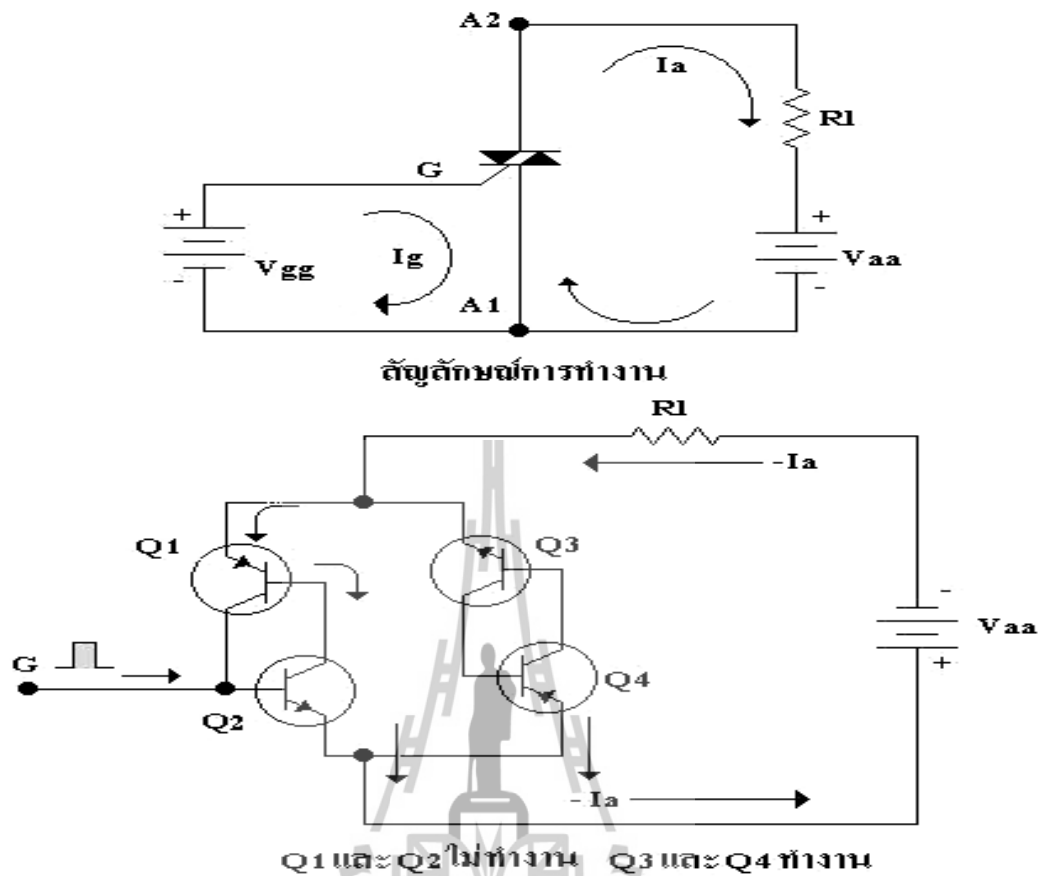
รูปที่ 2.11 ทรานซิสเตอร์ 2N2214 ในโหมด push-pull

ควอดแรนต์ที่ 2 แรงดันที่ขา MT2 เป็นบวก แต่กระแสเกต IG เป็นลบ กระแสจะไหลจากขา MT1 ผ่านเนื้อสารพีมายังขาเกต ไตรแอกจึงเกิดนำกระแสจาก MT2 มายัง MT1



รูปที่ 2.12 สภาวะที่ 3 หรือ ควอดแรนต์ที่ 3

ควอดแรนต์ที่ 3 กระแสที่ขาเกต IG และแรงดันที่ MT2 เป็นลบ กระแสเกต IG จะไหลได้ โดยผ่านทางหัวต่อพีเอ็นทีขา MT1 และขาเกต ซึ่งถือเป็นการทริกให้ไตรแอกทำงาน และทำให้ กระแสสามารถไหลจาก MT1 มายัง MT2 จะเห็นว่าการนำกระแสในควอดแรนต์นี้เป็นการ นำกระแสในทิศทางตรงข้ามกับสองควอดแรนต์แรก



รูปที่ 2.13 สถานะที่ 4 หรือสวอนไดรนต์ที่ 4

ควอดแรนต์ที่ 4 กระแสเกต IG เป็นบวก และแรงดันที่ MT2 เป็นลบ กระแสเกต IG จะไหลผ่านจันสารพีเอ็นจากขาเกตมายัง MT1 ทำให้ไครแอคทำงาน และเกิดกระแสไหลจากขา MT1 มายัง MT2 โดยทิศทางกระแสจะเหมือนกับในควอดแรนต์ที่ 3

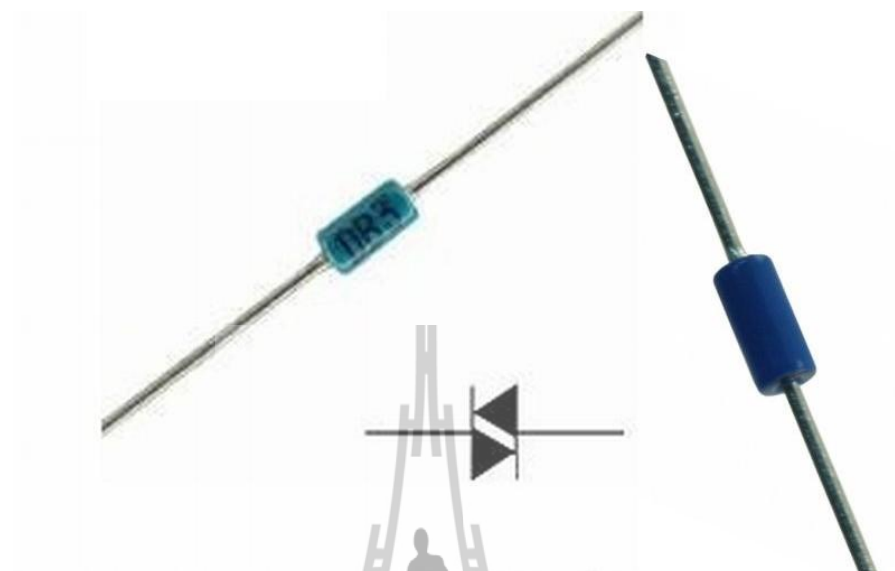
การหยุดการนำกระแสของไครแอค

ไครแอคเมื่อนำกระแสแล้วจะไม่จำเป็นต้องคงค้างแรงดันที่จ่ายกระตุ้นขา G เพราะไครแอคจะนำกระแสต่อเนื่องได้เหมือนกับ SCR จะหยุดนำกระแสทำได้ 2 วิธีเหมือน SCR คือ

1. ตัดแหล่งจ่ายแรงดัน VAA ที่ป้อนให้ขา A2 และขา A1 ของไครแอคออกชั่วขณะ
2. ลดแรงดันไบอัสตรงที่จ่ายให้ขา A2 และ A1 ลง จนทำให้มีกระแสไหลผ่านตัวไครแอค

ต่ำกว่ากระแสโฮลดิ้ง(holding current) ของไครแอค

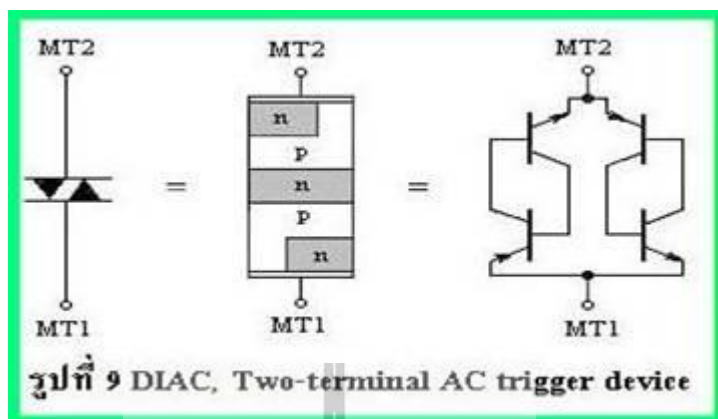
2.5 ไดแอค(DIAC)



รูปที่2.15 ลักษณะและสัญลักษณ์ของไดแอค

ไดแอคเป็นอุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำอีกแบบหนึ่งนะครับ ที่มีขาเพียง 2 ขา สามารถนำไปใช้งานแรงดันไฟสลับได้ โดยที่ไดแอคถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้งานร่วมกับ ไตรแอคโดยเป็นอุปกรณ์ที่ริกเกอร์กระตุ้นขาเกทของตัวไตรแอคเพื่อป้องกัน แรงดันไฟกระชอก จนเป็นเหตุให้ขาเกทของไตรแอคชำรุดเสียหาย ดังนั้นเมื่อได้ไดแอคอันกับขาเกทของไตรแอคแล้ว การทำงานของ ไตรแอคจะปลอดภัยยิ่งขึ้น

สัญลักษณ์และโครงสร้างของไดแอค



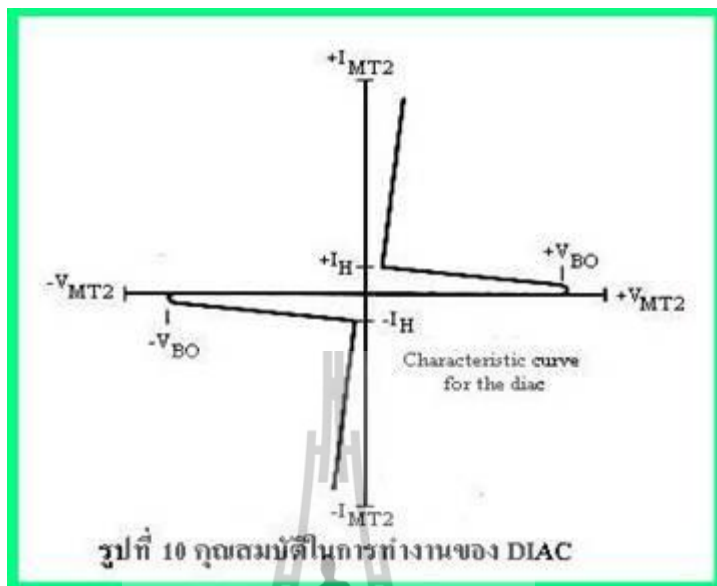
รูปที่ 2.16 ลักษณะโครงสร้างของไดแอค

ไดแอคเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำมี 3 ตอนใหญ่ด้วยกัน คือ ชนิดสาร PNP และยังประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ 2 ตอนย่อย ชนิด N ต่อรวมในสารกึ่งตัวนำชนิด P ทั้ง 2 ตอนด้านนอก มีขาต่อใช้งาน 2 ขา คือ ขาแอโนด 1 (ANODE 1) A1 หรือ ขาเมนเทอร์มินอล 1 MT1 และขาแอโนด 2 (ANODE 2) A2 หรือ ขาเมนเทอร์มินอล 2 MT2 แต่ละขาของไดแอคจะต่อรับแรงดันไฟสลับ

การทำงานของไดแอค

ไดแอคมีเพียง 2 ขา แต่สามารถทำงานได้ทั้งช่วงบวกและลบ คือ นำกระแสได้ทั้ง 2 ทิศทาง ดังนั้นในการใช้งานจึงไม่เจาะจงขาในการต่อวงจร จะใช้ขาค้านใดต่อเข้าวงจรก็ได้การทำงานของไดแอคจะเหมือนกัน

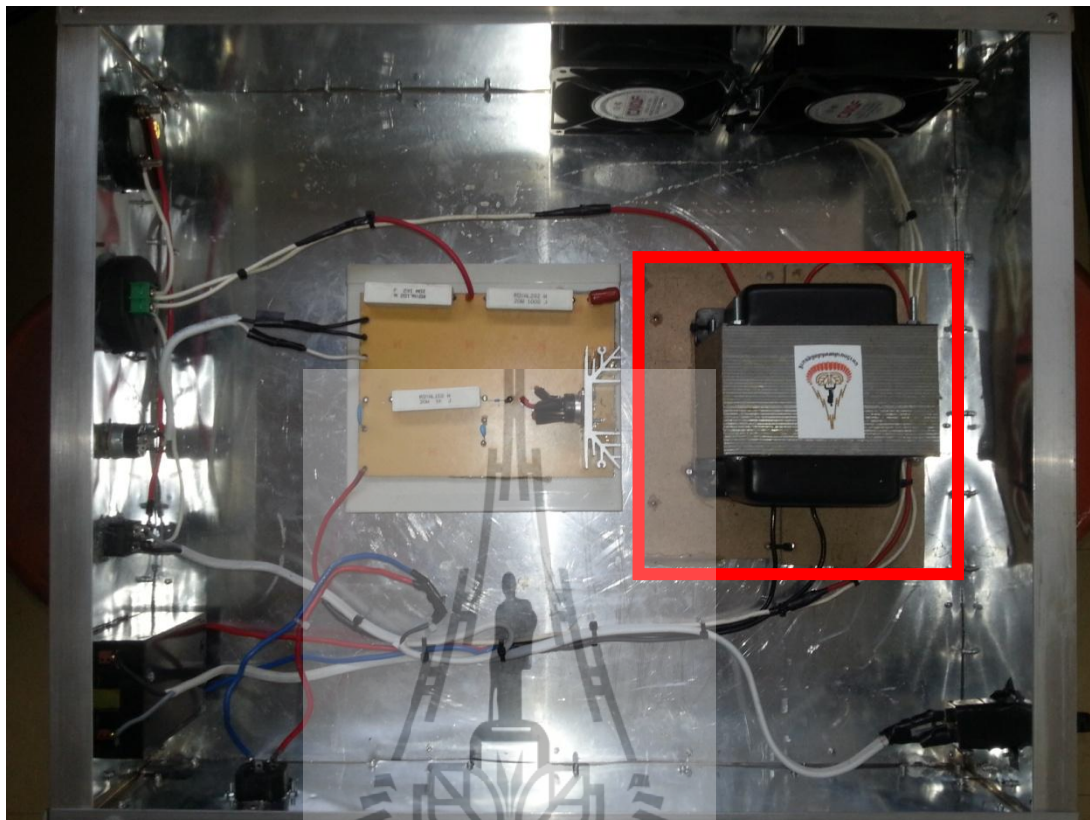
กราฟคุณสมบัติของไดโอด



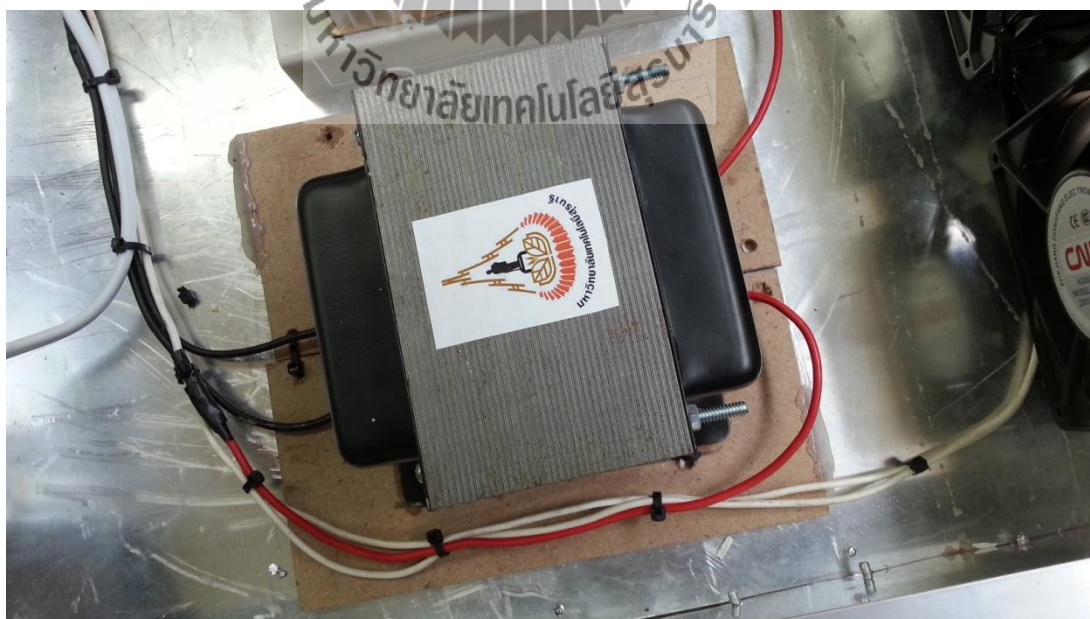
รูปที่ 2.17 ลักษณะกราฟคุณสมบัติของไดโอด

การจ่ายแรงดันให้ไดโอดในครั้งแรกจะมีกระแสไหลผ่านตัวไดโอดน้อยมาก เรียกว่า กระแสรั่วซึม เมื่อเพิ่มแรงดันมากขึ้น จนถึงค่าแรงดันเบรคโอเวอร์ (V_{bo}) จะทำให้มีกระแสไหลผ่านตัวไดโอดจนถึงค่า กระแสเบรคโอเวอร์ (I_{bo}) ไดโอดจะ นำกระแสนำให้กระแสไหลผ่าน ทำให้ค่าความต้านทาน ลดลง ยิ่งจ่ายแรงดันมากขึ้น ค่าความต้านทานยิ่งลดลง กระแสก็จะไหลเพิ่มมากขึ้นเป็นอันดับ

2.6 การเลือกซื้อหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)



รูป 2.18 ตำแหน่งหม้อแปลงไฟฟ้าในตัวเครื่อง



รูป 2.19 หม้อแปลงไฟฟ้า

ข้อกำหนดทางไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า

1. ไม่เปลี่ยนแปลงความถี่ไปจากเดิม
2. กำลังไฟฟ้าของหม้อแปลงด้านปฐมภูมิเท่ากับด้านทุติยภูมิ เช่น หม้อแปลงขนาด 100 VA, 20 V / 5 V จะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้านปฐมภูมิ 20 V ส่วนด้านทุติยภูมิจะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 5 V

ประเภทของหม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงอาจแบ่งได้หลายวิธี เช่น แบ่งตามพิกัดกำลัง ระดับแรงดันไฟฟ้า หรือจุดประสงค์การใช้งาน

สำหรับในประเทศไทย อาจแบ่งแยกย่อยได้ดังนี้

1. **หม้อแปลงกำลัง (Power Transformer)** เป็นหม้อแปลงที่ใช้ในการส่งผ่านพลังงานในระบบส่งกำลังไฟฟ้า โดยทั่วไปจะมีขนาดตั้งแต่ 1 MVA ขึ้นไปจนถึงหลายร้อย MVA
2. **หม้อแปลงจำหน่าย (Distribution Transformer)** เป็นหม้อแปลงที่ใช้ในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และการไฟฟ้านครหลวง
3. **หม้อแปลงวัด (Instrument Transformer)** เป็นหม้อแปลงที่มีได้ใช้เพื่อการส่งผ่านพลังงาน แต่ใช้เพื่อแปลงกระแสไฟฟ้า หรือแรงดันไฟฟ้า จากระบบแรงดันสูงให้มีขนาดที่เหมาะสมกับเครื่องมือวัดค่าต่างๆ เช่น มิเตอร์

ชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้า

การจำแนกหม้อแปลงตามขนาดกำลังไฟฟ้ามีดังนี้

1. ขนาดเล็กจนถึง 1 VA เป็นหม้อแปลงที่ใช้กับการเชื่อมต่อระหว่างสัญญาณในงานอิเล็กทรอนิกส์
2. ขนาด 1-1000 VA เป็นหม้อแปลงที่ใช้กับงานด้านเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านขนาดเล็ก
3. ขนาด 1 kVA - 1 MVA เป็นหม้อแปลงที่ใช้กับงานจำหน่ายไฟฟ้าในโรงงาน สำนักงาน ที่พักอาศัย

4. ขนาดใหญ่ตั้งแต่ 1 MVA ขึ้นไป เป็นหม้อแปลงที่ใช้กับงานระบบไฟฟ้ากำลัง ใน สถานีไฟฟ้าย่อย การผลิตและจ่ายไฟฟ้า

นอกจากนี้หม้อแปลงยังสามารถจำแนกชนิดตามจำนวนรอบของขดลวดได้ดังนี้

1. หม้อแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าเพิ่ม (Step-Up) ขดลวดทุติยภูมิจะมีจำนวนรอบมากกว่า ขดลวดปฐมภูมิ
2. หม้อแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าลง (Step-Down) ขดลวดทุติยภูมิจะมีจำนวนรอบน้อยกว่า ปฐมภูมิ
3. หม้อแปลงที่มีแทปแยก (Tap) ทำให้มีขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้หลายระดับ
4. หม้อแปลงที่ใช้สำหรับแยกวงจรไฟฟ้าออกจากกัน (Isolating) ขดลวดทุติยภูมิจะมี จำนวนรอบเท่ากับขดลวดปฐมภูมิหรือมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่ากันทั้งสองด้าน
 - 4.1. หม้อแปลงแบบปรับเลื่อนค่าได้ (Variable) ขดลวดทุติยภูมิและปฐมภูมิจะเป็น ขดลวดขดเดียวกัน หรือเรียกว่าหม้อแปลงออโต้ (Autotransformer) มักใช้กับ การปรับขนาดแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้กับวงจรไฟฟ้าตามต้องการ และสำหรับว ไรแอค (Variac) นั้นเป็นชื่อเรียกทางการค้าของหม้อแปลงออโต้ที่สามารถปรับ ค่าได้ด้วยการเลื่อนแทปขดลวด
 - 4.2. หม้อแปลงกระแส (Current Transformer: CT) ถูกออกแบบมาให้ใช้งานร่วมกับ เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าบางอย่างที่ต้องต่อร่วมกันในวงจร เดียวกันแต่ต้องการกระแสไฟต่ำหม้อแปลงกระแสจะทำหน้าที่แปลงขนาด กระแสลงตามอัตราส่วนระหว่างปฐมภูมิต่อทุติยภูมิเช่น 300 : 5 หรือ 100 : 5 เป็นต้น สำหรับหม้อแปลงกระแส 300 : 5 หมายถึงหม้อแปลงจะจ่ายกระแส ทุติยภูมิ 5 A หากได้รับกระแสปฐมภูมิ 300 A หม้อแปลงกระแสจะต้องมี โหลดต่อไว้กับ ทุติยภูมิเพื่อป้องกันทุติยภูมิเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงในขณะที่ ปฐมภูมิมีกระแสไฟฟ้าผ่าน และถ้าหม้อแปลงกระแสไม่ได้ใช้งาน ควรใช้ สายไฟลัดวงจรหรือ ต่อวงจรไว้กับขั้วทุติยภูมิด้วย

ประสิทธิภาพของหม้อแปลง

ประสิทธิภาพของหม้อแปลงสามารถคำนวณได้ ถ้ารู้วงจรสมมูลของหม้อแปลง การสูญเสียของหม้อแปลงมี 2 ส่วน คือ การสูญเสียที่แกนเหล็กของหม้อแปลง ซึ่งการสูญเสียนี้เกิดขึ้นที่ RC ซึ่งมีค่าแปรตามกำลังสองของแรงดันที่ป้อนให้หม้อแปลง ถ้าแรงดันที่ป้อนในหม้อแปลงคงที่ การสูญเสียที่แกนเหล็กจะมีค่าคงที่ การสูญเสียส่วนที่สองคือ การสูญเสียที่ขดลวดของหม้อแปลง การสูญเสียในส่วนนี้เกิดขึ้นที่ R01 การสูญเสียในขดลวดแปรตามกำลังสองของกระแสไหลด ถ้ากระแสไหลดมีค่าคงที่ การสูญเสียในส่วนนี้จะคงที่ การสูญเสียทั้งสองนี้ที่สถานะใด ๆ สามารถเขียนได้ดังนี้

การสูญเสียในแกนเหล็กที่แรงดันใด ๆ

$$P_{core} = \left(\frac{V}{V_{oc}} \right)^2 P_{oc}$$

การสูญเสียในขดลวดที่กระแสใด ๆ

$$P_{copper} = \left(\frac{I}{I_{sc}} \right)^2 P_{sc}$$

การสูญเสียทั้งหมดในหม้อแปลงที่สถานะใด ๆ

$$P_{lose} = P_{core} + P_{copper}$$

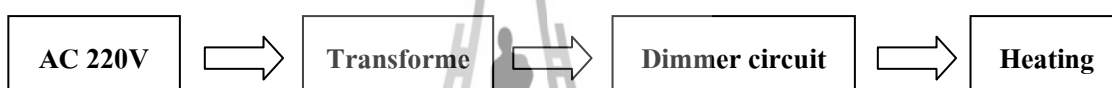
เมื่อ	V	คือ แรงดันที่สนใจ
	I	คือ กระแสที่สนใจ
	V _{oc}	คือ แรงดันที่ทำการทดสอบเปิดวงจร
	I _{sc}	คือ กระแสที่ทดสอบลัดวงจร
	P _{oc}	คือ กำลังไฟฟ้าสูญเสียเมื่อทำการทดสอบเปิดวงจร
	P _{sc}	คือ กำลังไฟฟ้าสูญเสียเมื่อทำการทดสอบปิดวงจรที่กระแสด้านเข้า I _{sc}

บทที่ 3

การทำงานของเครื่องโอห์มมิกและการออกแบบและทดสอบวงจรควบคุม

3.1แสดงผังไดอะแกรมโครงการ

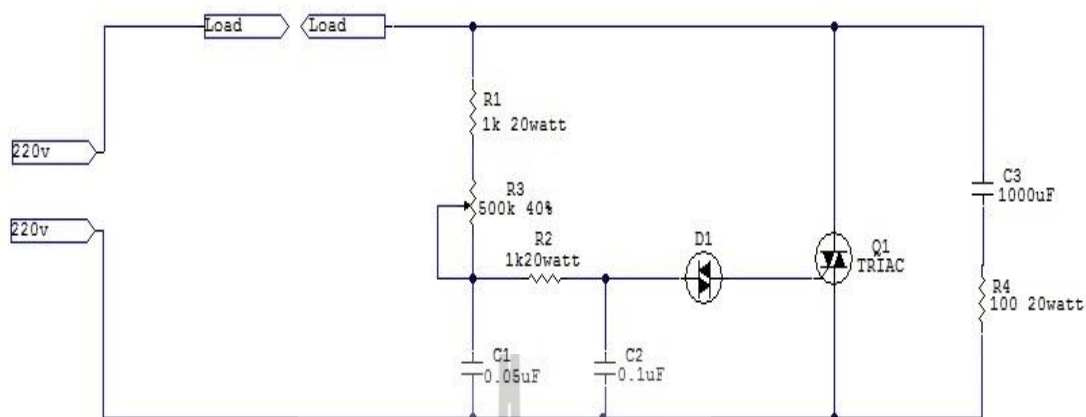
เครื่องอบยางพาราโดยให้ความร้อนแบบโอห์มมิก เป็นการทำงานโดยอาศัยหลักการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังโหลด ซึ่งการออกแบบนั้นจำเป็นต้องมีการควบคุมกระแสไฟฟ้าไม่ให้ไหลผ่านไปยังโหลดในปริมาณที่มากเกินไป โดยใช้หม้อแปลงในการกำหนดค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่จะจ่ายไปที่โหลด ซึ่งหลักการทำงานของเครื่องให้ความร้อนแบบโอห์มมิกมีดังแผนภาพนี้



รูปที่ 3.1แสดงผังไดอะแกรมโครงการ

จากแผนภาพใน รูปที่ 3.1เริ่มจากการจ่ายแรงดัน 220 โวลต์ ให้กับหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อลดระดับค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่จะไหลผ่าน เป็น 10 แอมแปร์ ซึ่งจะเป็นกระแสสูงสุดไปยังโหลด โหลดนั้นจะดึงกระแสต่างกันขึ้นอยู่กับค่าความนำไฟฟ้าของโหลด ถ้าค่าความนำไฟฟ้าของโหลดสูงจะทำให้ดึงกระแสได้สูงมาก อาจจะทำให้เกิดการดึงกระแสมากเกินไปจนอุปกรณ์นั้นเสียหายได้ จึงได้นำหม้อแปลงมาใช้ในการกำหนดค่ากระแสสูงสุดไว้ที่ 10 แอมแปร์เข้าไปยังวงจรควบคุมกระแส

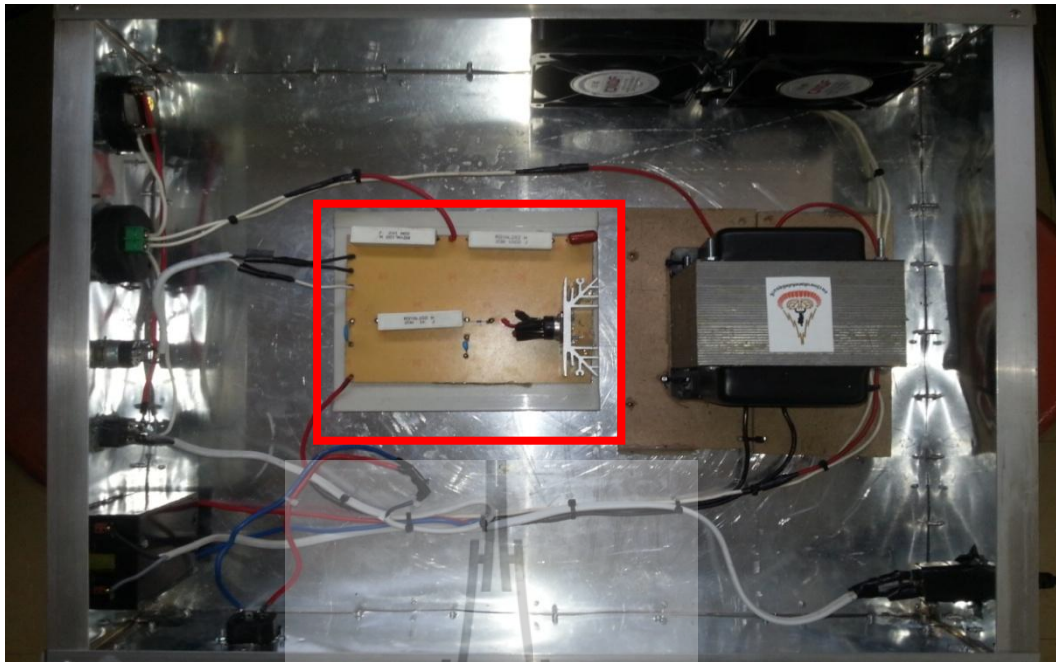
3.2 การออกแบบวงจรควบคุม (Dimmer circuit)



รูปที่ 3.2 วงจรดิมเมอร์

วงจรที่ใช้ไดแอก (DB3202) เป็นตัวสร้างสัญญาณกระตุ้นให้แก์ไดรแอก (BTA50-800B) แล้วจะถูกปรับระดับของกระแสด้วยการปรับค่าของ R3 การควบคุมความเร็วในการเก็บประจุของ C1 เพราะไดรแอกจะทำงานได้เมื่อ C1 เก็บประจุแรงดันได้ถึงค่าที่ทำให้ไดรแอกทำงาน เมื่อปรับค่าของ R3 ให้น้อย C1 จะเก็บประจุได้เร็วกระแสที่ไหลได้มาก แต่ถ้าปรับค่าของ R3 มาก C1 จะเก็บประจุได้ช้าทำให้กระแสที่ไหลได้น้อยลง R1 ต่อไว้เพื่อป้องกันไม่ให้ R3 เสียหาย ส่วน R4, C3 ต่อไว้เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนต่างๆ ทั้งที่วงจรผลิตขึ้นและจากภายนอก

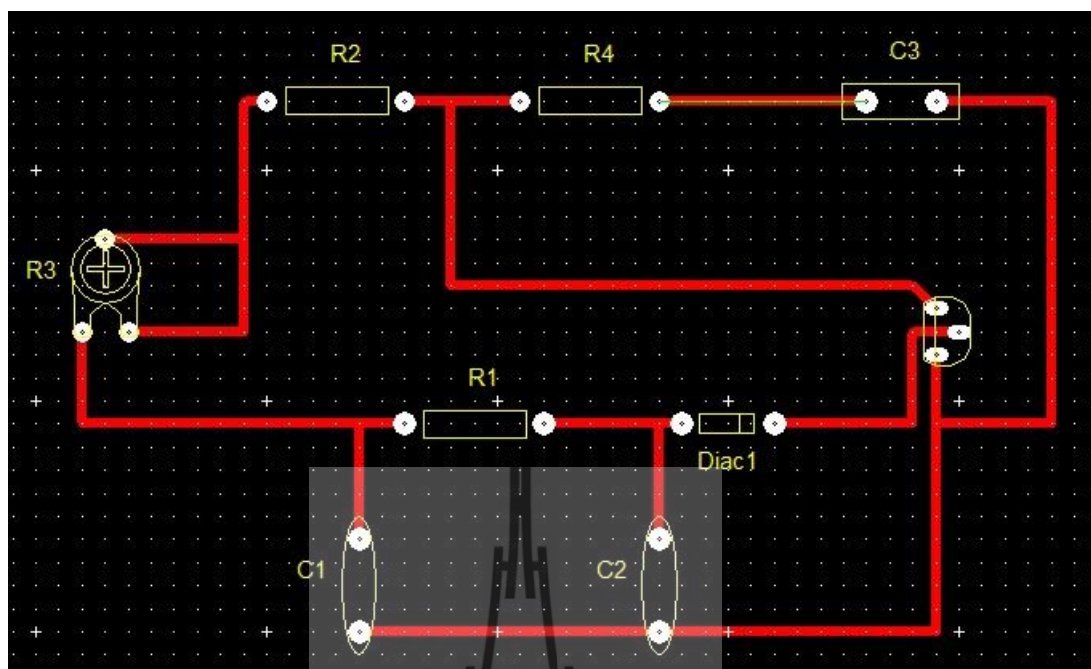
จ. วงจรที่ออกแบบไปนั้น ได้ทำการกำหนดค่าแรงดันเข้าพุทไว้ ที่ 220 โวลต์ และกระแสไฟฟ้าจะถูกควบคุมด้วยวงจรรีเฟเพื่อให้ขึ้นอยู่กับค่าความนำของโหลด จะทำให้สามารถหาค่าอัตราส่วนนี้ได้



รูปที่ 3.3 แสดงตำแหน่งวงจรภายในตัวเครื่อง



รูปที่ 3.4 ชุดวงจรดีมเมอร์



รูปที่ 3.5 ลาย PCB ของวงจรดีมเมอร์



3.3 ทดสอบวงจรและวัดสัญญาณวงจรดิมเมอร์

เราใช้ หลอดไฟ ขนาด 100W เป็นโหลด ในการทดสอบ วงจรดิมเมอร์



รูปที่ 3.6 ภาพแสดง เอาต์พุต ของวงจรดิมเมอร์ปรับมูมไว้ที่ 54 โวลต์



รูปที่ 3.7 ภาพแสดง เอาต์พุต ของวงจรดิมเมอร์ปรับมูมไว้ที่ 110 โวลต์

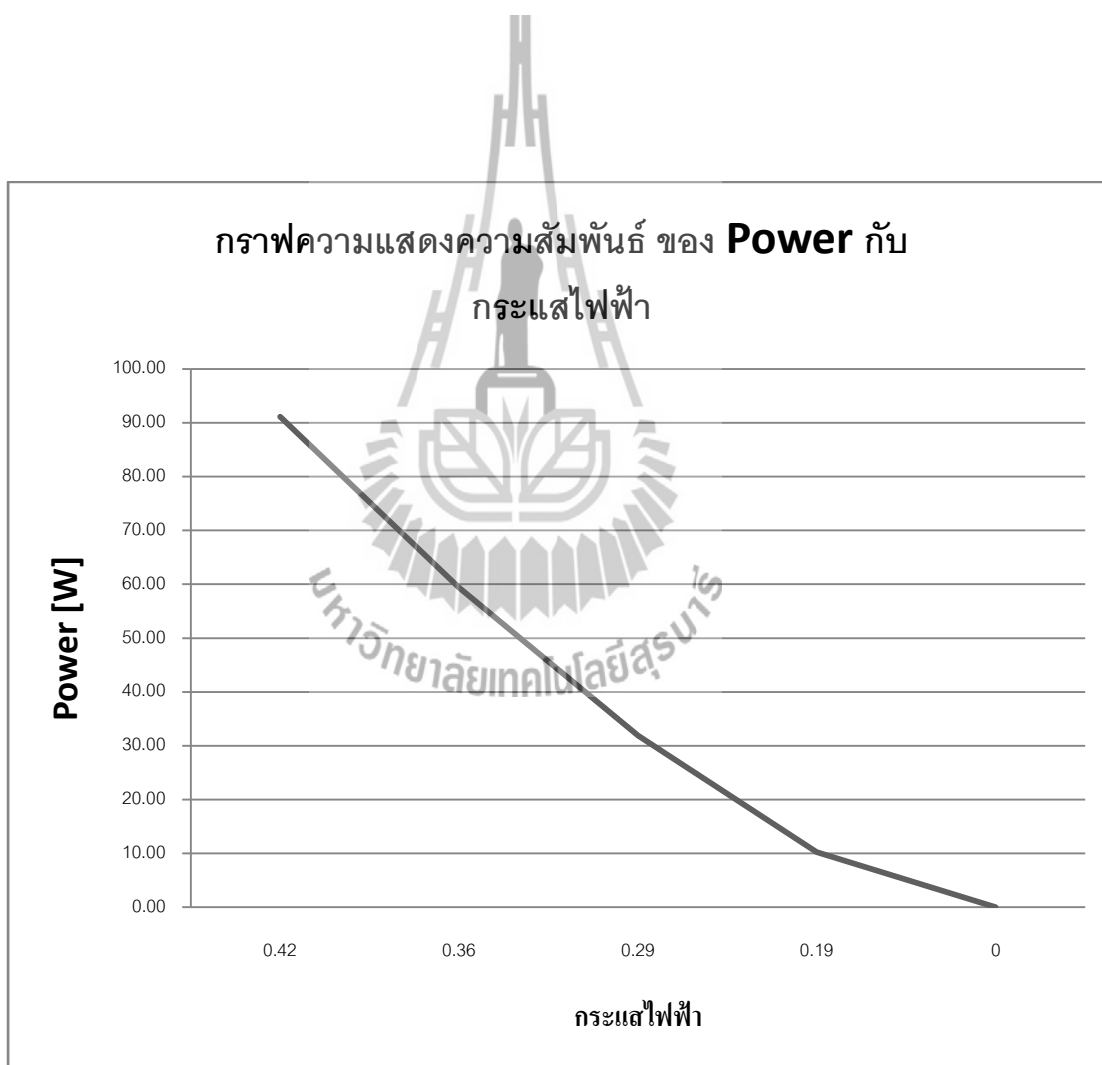


รูปที่ 3.8 ภาพแสดง เอาต์พุต ของวงจรดิโมเมอร์ปรับมูไวที่ 16.5 โวลต์



รูปที่ 3.9 ภาพแสดง เอาต์พุต ของวงจรดิโมเมอร์ปรับมูไวที่ 21.7 โวลต์

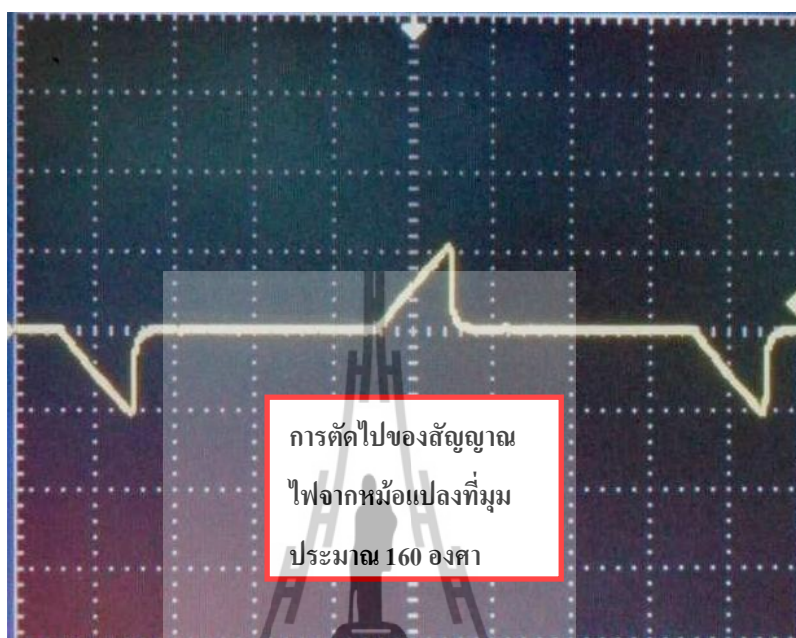
กระแสไฟฟ้า(แกนX)	Power(แกนY)
0.42	91.14
0.36	59.40
0.29	31.90
0.19	10.26
0	0



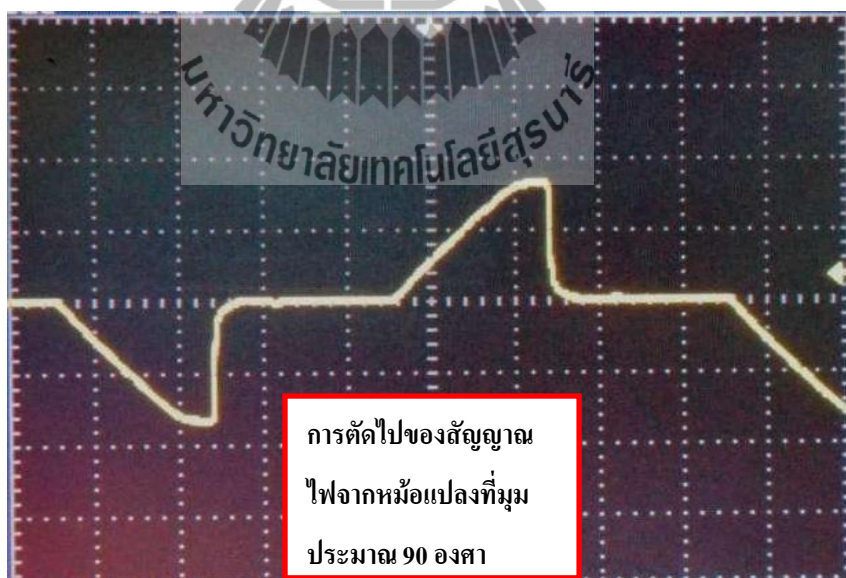
รูปที่ 3.10 กำลังที่ใช้ไปในการปรับมุมที่มากขึ้นใช้โหลดเป็นหลอดไฟ 100 W

ทดสอบวัดสัญญาณวงจรดิเมเมอร์

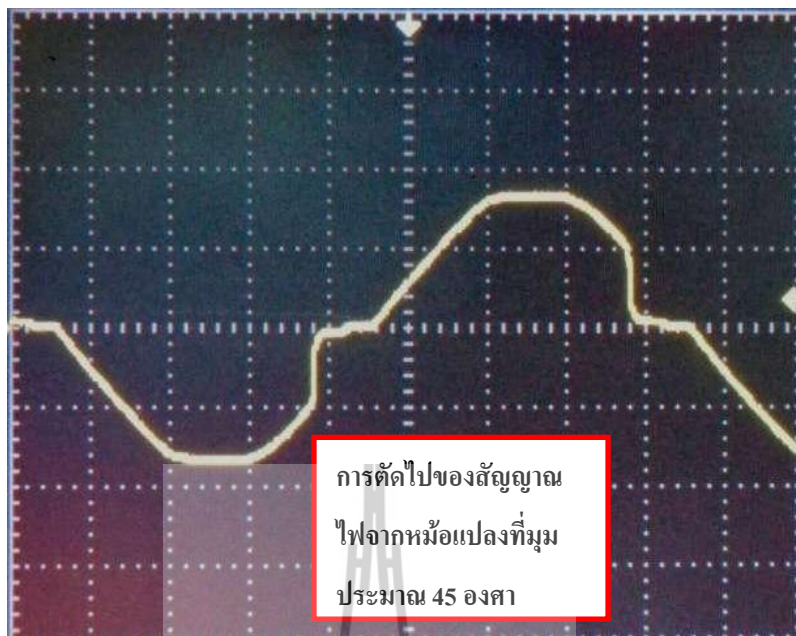
เมื่อนำวงจรดิเมเมอร์ที่ทำขึ้นมา มาวัดสัญญาณเข้าพุทโดยการปรับค่า (R3) ภายในวงจรจะได้สัญญาณดังนี้



รูปที่ 3.11 ภาพแสดง เอาต์พุต ของวงจรดิเมเมอร์ที่โหลดโดยเป็นสัญญาณ Output ตัดมุมที่ 160 องศา



รูปที่ 3.12 ภาพแสดง เอาต์พุต ของวงจรดิเมเมอร์ที่โหลดโดยเป็นสัญญาณ Output ตัดมุมที่ 90 องศา



รูปที่ 3.13 ภาพแสดง เอาต์พุตของวงจรดีมเมอร์ที่โหลด โดยเป็นสัญญาณ Output ตัดมุมที่ 45 องศา

ไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้านของเราจะเป็นไฟสลับ รูปคลื่น Sine wave ความถี่ 50 Hz แรงดันไฟ 220 Volt. หลักการทำงานของวงจรดีมเมอร์ใช้หลักการ ตัดสัญญาณรูปคลื่นสัญญาณ sine ให้ผิดเพี้ยนไปจากเดิม โดยอาศัยอุปกรณ์ Electronic ประเภท Semiconductor เช่น SCR หรือ Triac โดยการกล่าวง่ายๆ คือ การหน่วงเฟสมีผลดังนี้คือ ถ้าไตรแอกถูกทริกที่ตำแหน่งเฟส 45 องศาหลังจากที่ทุกๆ ครั้งรูปคลื่นเริ่มเข้ามา กำลังไฟเกือบทั้งหมดก็จะถูกป้อนให้แก่โหลด แต่ถ้าการทริกที่ตำแหน่งเฟส 90 องศา หลังจากทุกๆ ครั้งคลื่นเริ่มเข้ามา จะทำให้กำลังไฟที่ป้อนให้แก่โหลดนั้น ลดลงเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของกำลังทั้งหมด และถ้าไปทริกที่ตำแหน่งเฟส 160 องศา หลังจากทีทุกๆ ครั้งรูปคลื่นเข้ามาแล้ว จะมีเพียงกำลังไฟส่วนน้อยเท่านั้นที่ป้อนให้แก่โหลด

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลองของเครื่องโอห์มมิก

การทดสอบการทำงานของเครื่องให้ความร้อนแบบโอห์มมิกสามารถแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ประกอบด้วย

4.1 การทดลองเครื่องให้ความร้อนแบบโอห์มมิก

1. ใช้กับยางพารา

ขั้นตอนที่ 1



รูปที่ 4.8 ต้นยางพาราที่ปลูกภายในมหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.9 แสดงน้ำยางพาราสด



รูปที่ 4.10 แสดงน้ำยางเทลงใส่แม่พิมพ์

เตรียมน้ำยางพาราที่เก็บมาจากต้น แล้วนำมาใส่แม่พิมพ์ ผสมเกลือลงไป จากนั้นปล่อยให้จับตัวเป็นก้อนประมาณ 30-45 นาที

เหตุผลที่ต้องใส่ลงไปเพราะ เกลือมีความสามารถในการแตกตัวของประจุไอออนได้ดีจึงสามารถเกิดความร้อนด้วยวิธีนี้ได้

ทดลองยางสด 100g

ทดลอง น้ำยางหนัก 25g กับเกลือ 25g

ทดลอง น้ำยางหนัก 100g กับเกลือ 50 g

ทดลอง น้ำยางหนัก 100g กับเกลือ 75g

ทดลอง น้ำยางหนัก 100g กับเกลือ 100 g

ขั้นตอนที่ 2

ปล่อยให้ยางจับตัวเป็นก้อน



รูปที่ 4.11 ยางพาราที่จับตัวเป็นก้อน

ขั้นตอนที่ 3

นำยางใส่ในเครื่องอบและวัดอุณหภูมิ



รูปที่ 4.12 นำยางใส่ในเครื่องอบ



รูปที่ 4.13 แสดงการวัดอุณหภูมิขณะทำการทดลอง

ขั้นตอนที่ 4

ทำการวัดกระแสด้วยเครื่องวัดกระแสที่ผ่านไปยังตัวขดขดขดที่เราทำการอบ



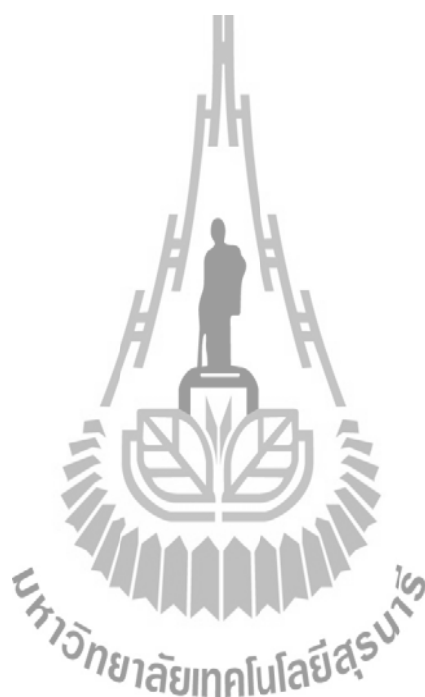
รูปที่ 4.14 รูปแสดงการวัดกระแสไฟฟ้าที่เราใช้ไปในการอบขดขดขด

ขั้นตอนที่ 5

บันทึกค่าลงตาราง มี กระแสไฟฟ้า อุณหภูมิ เวลา น้ำหนักยางความชื้น และ
วิเคราะห์สรุปผลการทดลอง

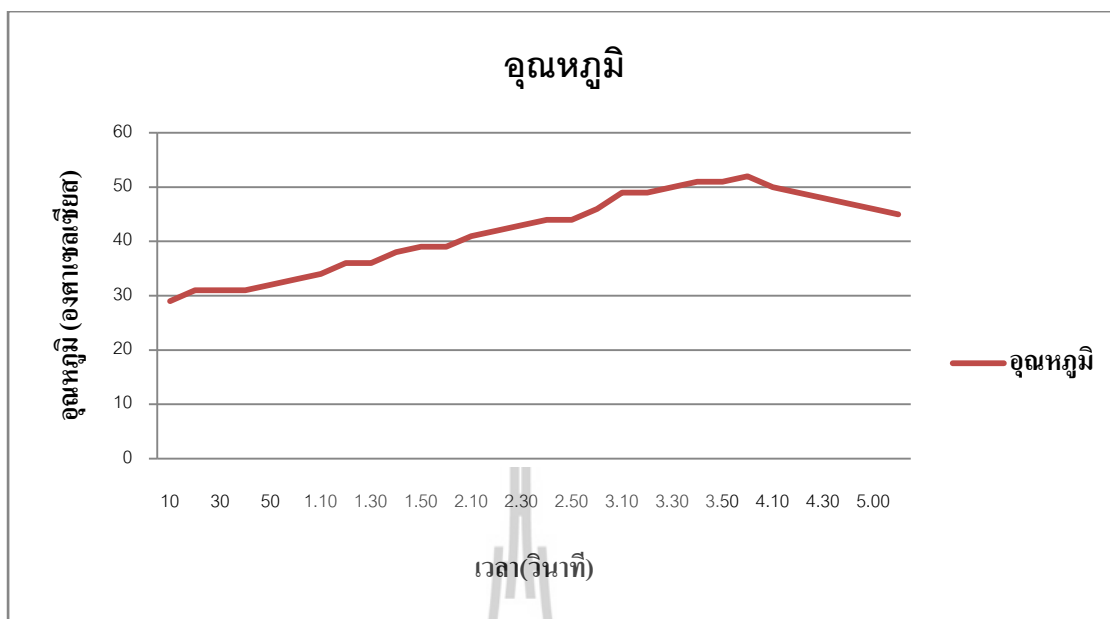
กราฟแสดงผลการทดลอง

เวลาเริ่มนับตั้งแต่เริ่มเปิดเครื่องจนกว่าเครื่องจะหยุดทำงานหรือไม่กินกระแสไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าลดลงโดยที่กระแสเริ่มต้นที่การปรับค่า R3 ไว้ค่าค่าหนึ่ง



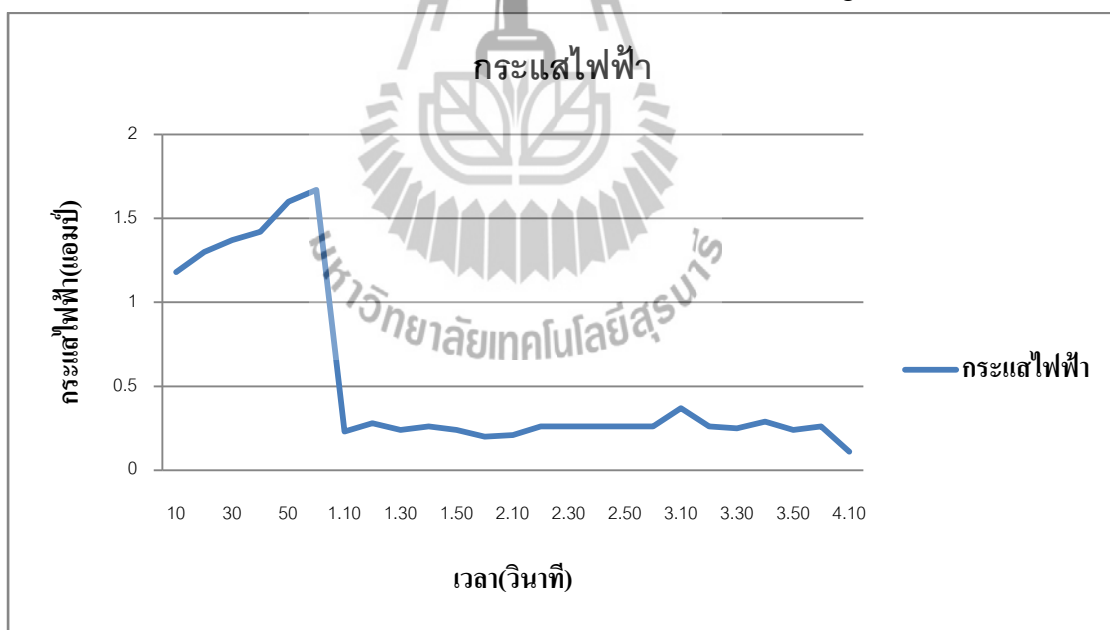
ทดสอบอยู่ที่น้ำยางหนัก100กรัม

กราฟแสดง อุณหภูมิกับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัม



รูปที่ 4.15 กราฟแสดง อุณหภูมิกับเวลาของน้ำยางหนัก100g

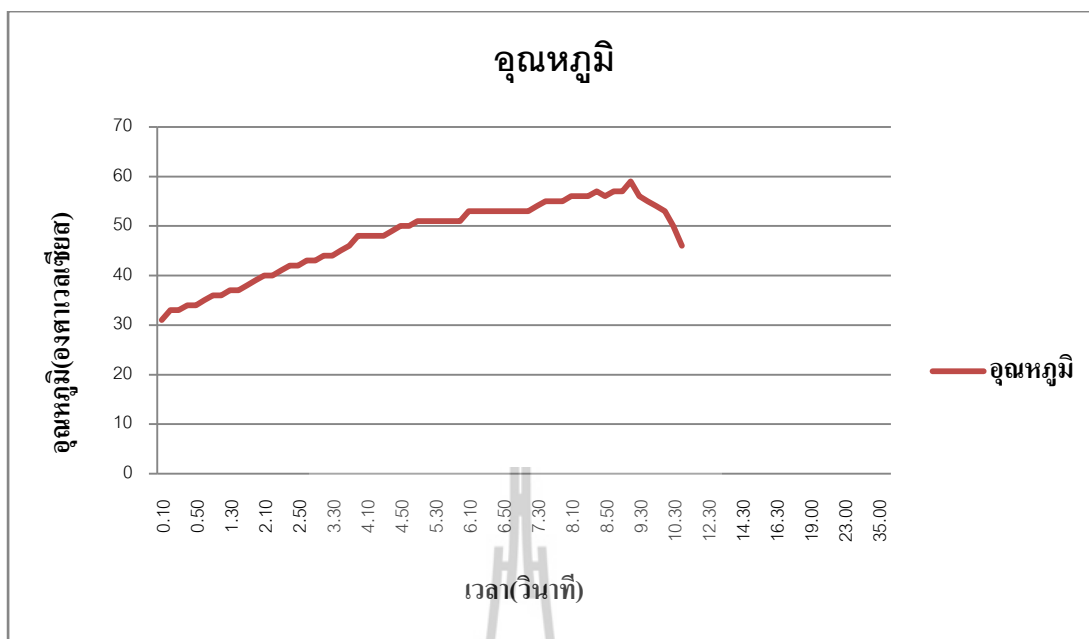
กราฟแสดง กระแสไฟฟ้ากับเวลาของน้ำยางหนัก100g



รูปที่ 4.16 กราฟแสดง กระแสกับเวลาของน้ำยางหนัก100g

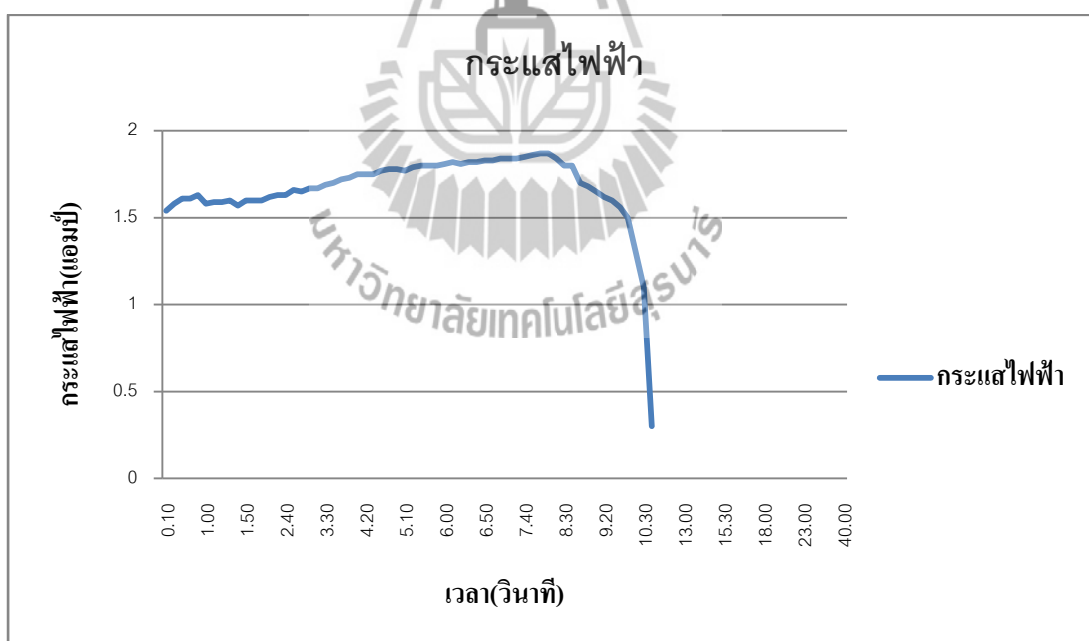
ทดสอบอยู่ที่น้ำยางหนัก100กรัมเกลือ25กรัม

กราฟแสดง อุณหภูมิกับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัม น้ำ100กรัมต่อเกลือ25กรัม



รูปที่ 4.17กราฟแสดง อุณหภูมิกับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัมต่อเกลือ25กรัม

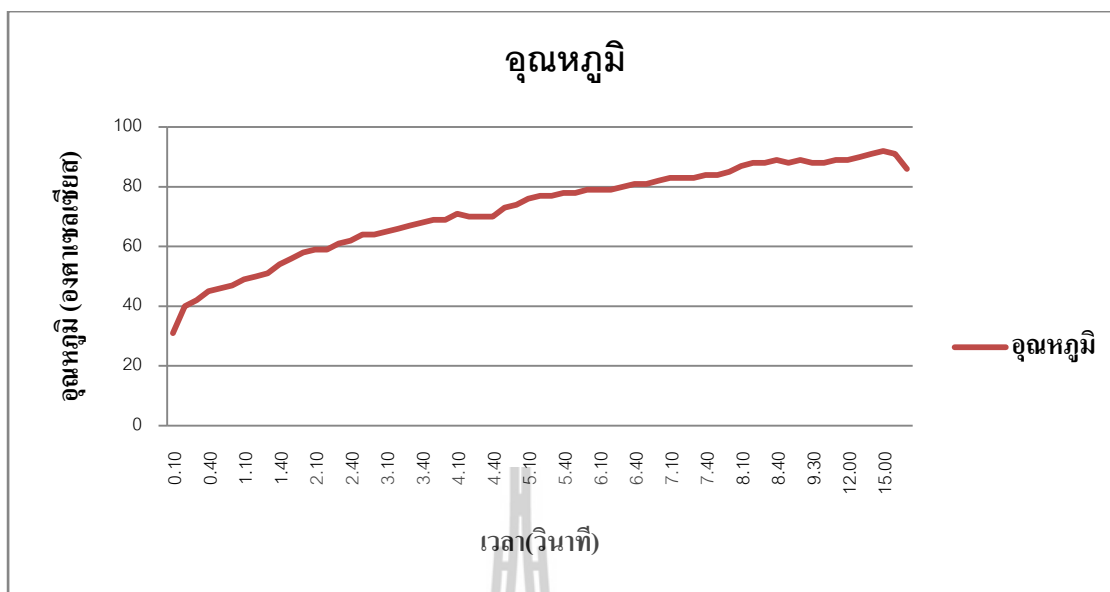
กราฟแสดง กระแสไฟฟ้ากับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัม น้ำ100กรัมต่อเกลือ25กรัม



รูปที่ 4.18กราฟแสดง กระแสไฟฟ้ากับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัมต่อเกลือ25กรัม

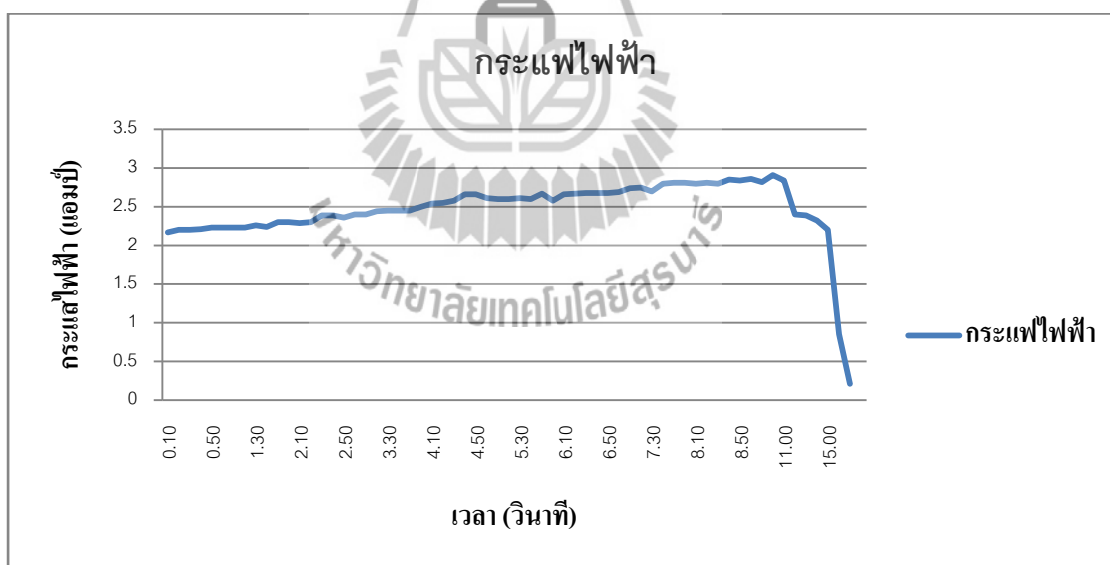
ทดสอบอยู่ที่น้ำยางหนัก100กรัมเกลือ50กรัม

กราฟแสดง อุณหภูมิกับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัม น้ำ100กรัมต่อเกลือ50กรัม



รูปที่ 4.19กราฟแสดง อุณหภูมิกับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัม น้ำ100กรัมต่อเกลือ50กรัม

กราฟแสดง กระแสไฟฟ้ากับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัมกับน้ำ100กรัมต่อเกลือ50กรัม

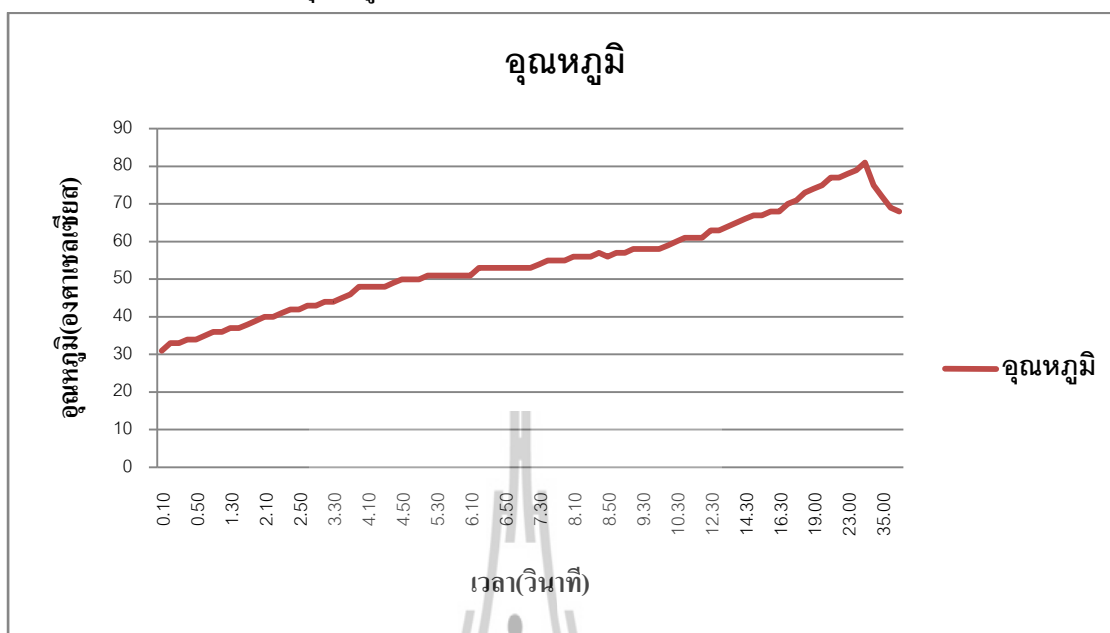


รูปที่ 4.20กราฟแสดง กระแสไฟฟ้ากับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัม น้ำ100กรัมต่อเกลือ50

กรัม

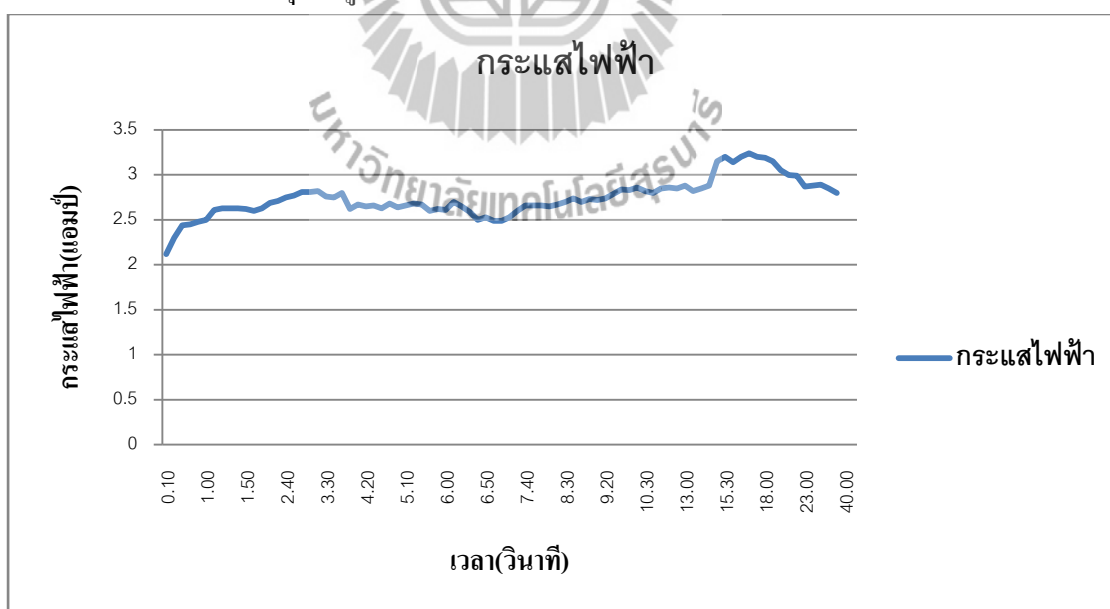
ทดสอบอยู่ที่น้ำยางหนัก100กรัมเกลือ75กรัม

กราฟแสดง อุณหภูมิกับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัมต่อเกลือ75กรัม



รูปที่ 4.21กราฟแสดง อุณหภูมิกับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัมน้ำ100กรัมต่อเกลือ75กรัม

กราฟแสดง อุณหภูมิกับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัมกับน้ำ100กรัมต่อเกลือ75กรัม

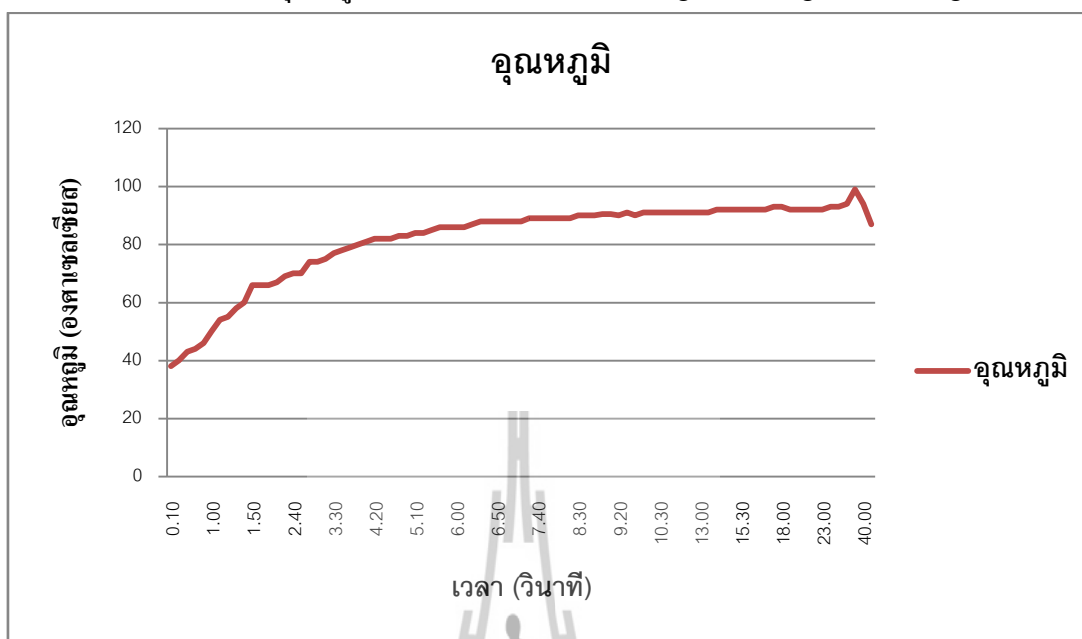


รูปที่ 4.22กราฟแสดง กระแสไฟฟ้ากับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัมน้ำ100กรัมต่อเกลือ75

กรัม

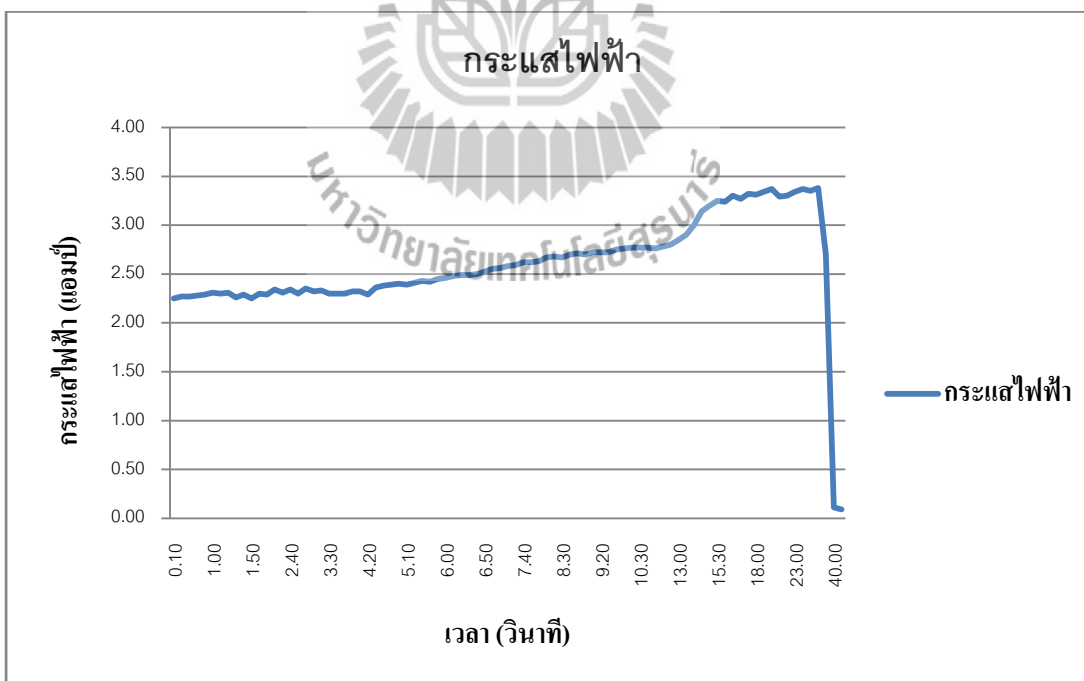
น้ำยางหนัก 100กรัม กับเกลือ100กรัม

กราฟแสดง อุณหภูมิกับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัมกับน้ำ100gต่อเกลือ100g



รูปที่ 4.23กราฟแสดง อุณหภูมิกับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัมกับน้ำ100กรัมเกลือ100กรัม

กราฟแสดง กระแสไฟฟ้ากับเวลาของน้ำยางหนัก100กรัมกับน้ำ100กรัมต่อเกลือ100กรัม

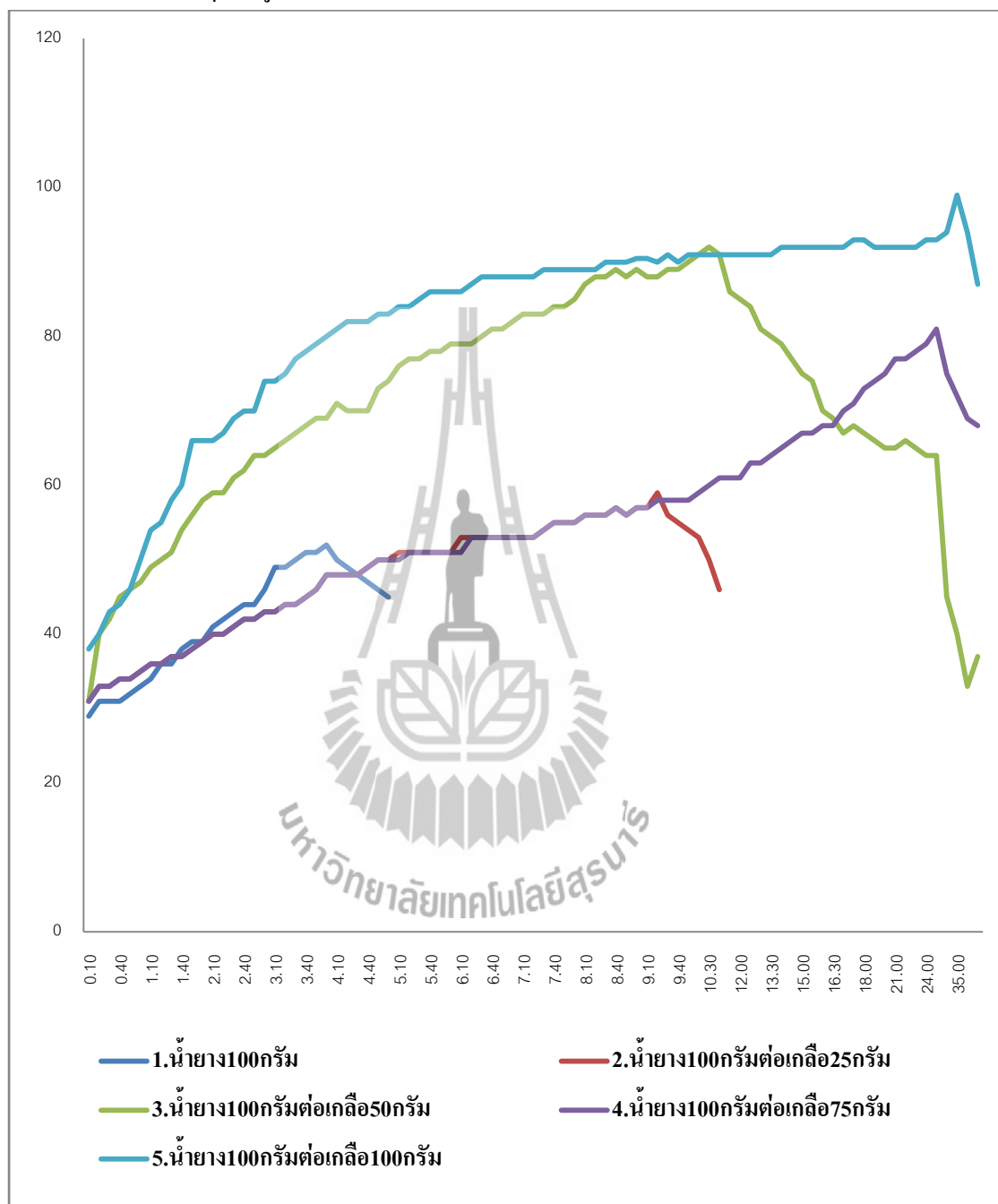


รูปที่ 4.24กราฟแสดง กระแสไฟฟ้า กับ เวลา ของน้ำยางหนัก100กรัมกับน้ำ100กรัมต่อเกลือ100กรัม

นำกราฟมาเปรียบเทียบกัน

ด้านอุณหภูมิ

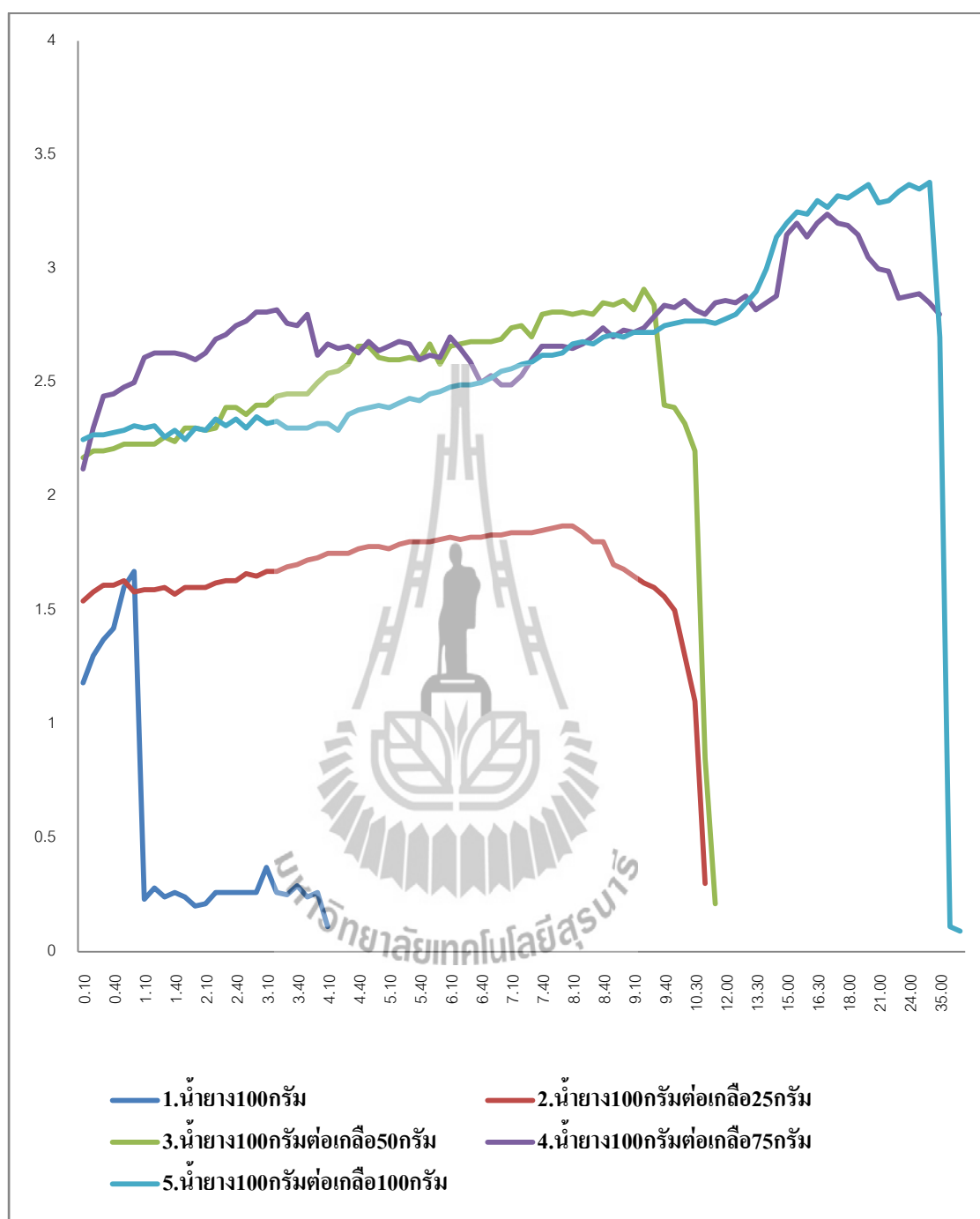
แกน Y คืออุณหภูมิ แกน X คือเวลา



รูปที่ 4.25 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิของการทดลองทั้ง 5 ตัวอย่าง

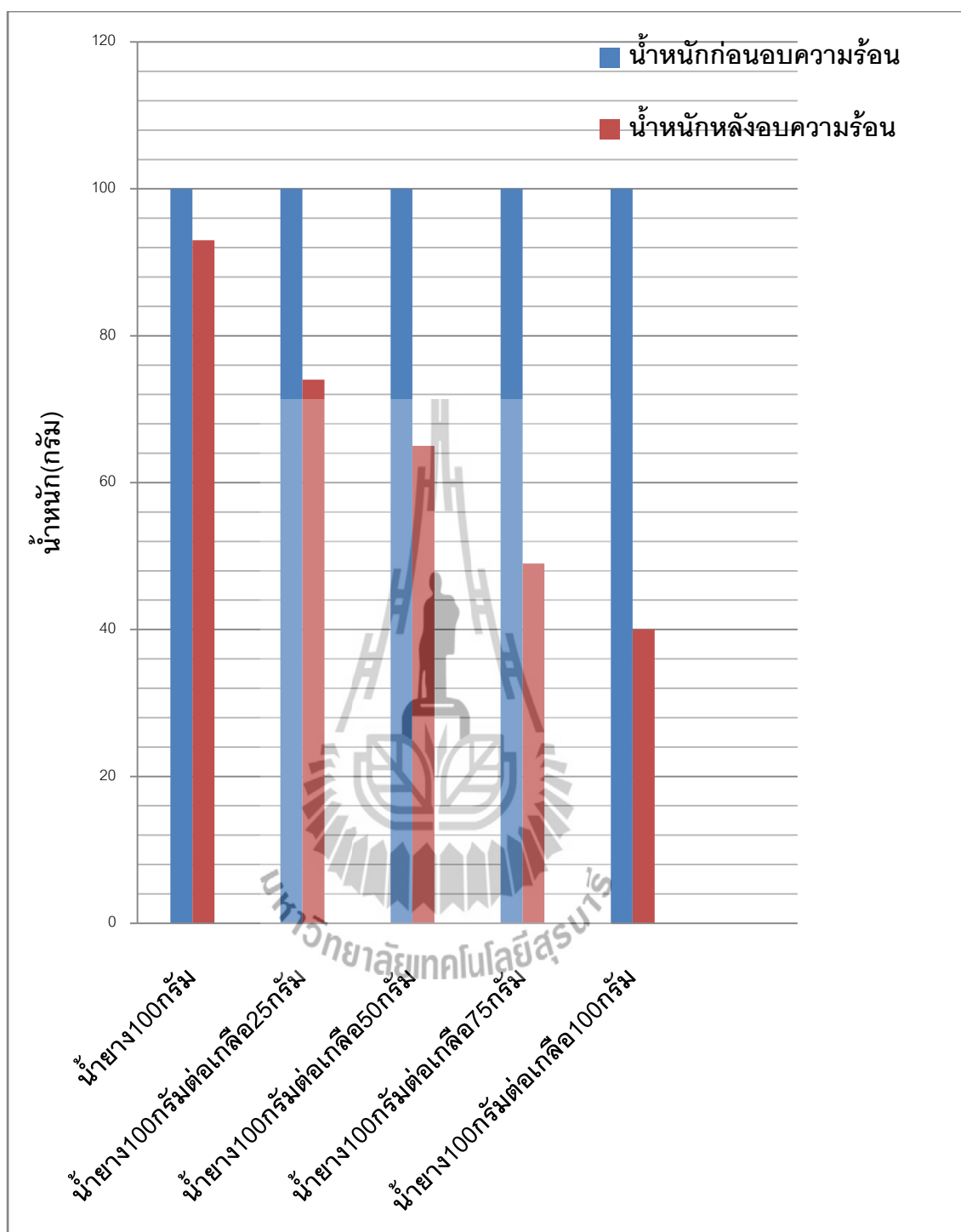
ด้านกระแสไฟฟ้า

แกน Y คือกระแสไฟฟ้า แกน X คือเวลา



รูปที่ 4.26 กราฟแสดงการเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าของการทดลองทั้ง 5 ตัวอย่าง

กราฟแสดงค่าความนำที่หายไป



รูปที่ 4.27กราฟแสดงการเปรียบเทียบความชื้นที่หายไปของยางแต่ที่มีส่วนผสมเกลือต่างชนิดกันที่ทำการทดลอง

แล้วเอาไปตากแห้งจะให้เวลาน้อยลง

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากตารางกราฟผลการทดลองพบว่า จากการทดสอบพบว่าเครื่องให้ความร้อนแบบโอห์มมิกจะอาศัยหลักการนำไฟฟ้าของโพลีเป็นปัจจัยที่สำคัญของการให้ความร้อน จากการทดลองจะเห็นว่าเราทำการเติมส่วนผสมที่มค่าความนำไฟฟ้าลงไปด้วยเพื่อที่จะให้ยางพาราทำงานกับเครื่องได้เวลามากขึ้นขึ้นแล้วอุณหภูมิก็จะเพิ่มสูงขึ้นในขณะที่เครื่องทำงาน



2. ใช้วัตถุดิบอย่างอื่น แข่งขันมปิง

แป้งขนมปังที่ใช้ในการอบเป็นขนมปังโดยทั่วไปจะมีส่วนผสมของเกลืออยู่จึงไม่จำเป็นต้องเพิ่มเกลือลงไป

ใช้แป้งขนมปังปริมาณ 200 กรัม อบในเวลา 30 นาที

เนื่องจากกระแสที่ไหลผ่านแป้งขนมปังจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพของแป้งขนมปัง และจะลดลงจนไม่มีกระแสไหลผ่านแล้ว



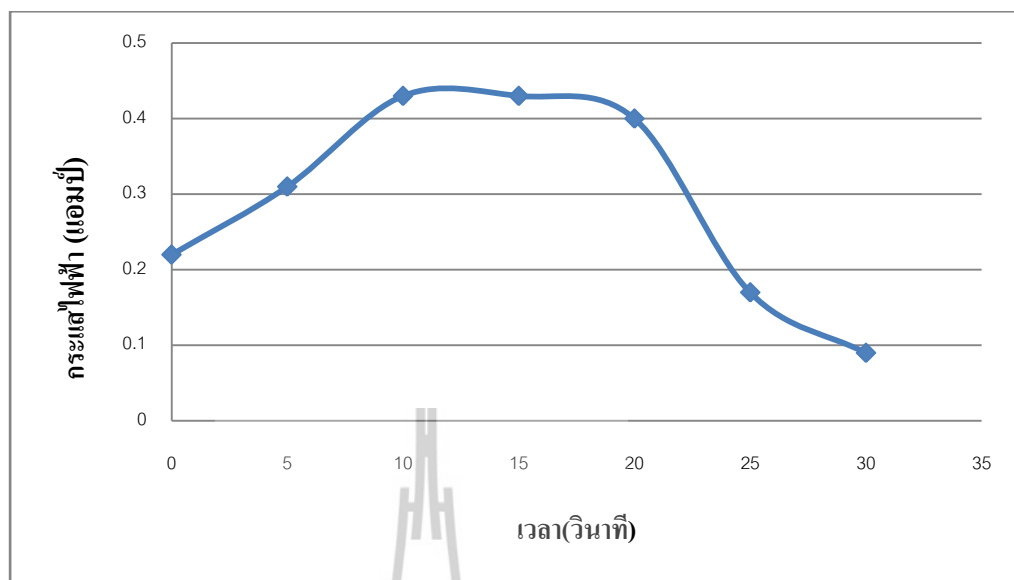
รูปที่ 4.26 ฐานขนมปังหลังผ่านการอบแล้ว

ตารางบันทึกผลการทดลอง

เวลา(นาที)	กระแสไฟฟ้า(A)	แรงดันไฟฟ้า (V)
0	0.22	110
5	0.31	110
10	0.43	110
15	0.43	110
20	0.40	110
25	0.17	110
30	0.09	110

สามารถนำผลการทดลองมาวาดกราฟได้ดังนี้

กราฟแสดงกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านแป้งขนมปังต่อเวลา



รูปที่ 4.27กราฟแสดงกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านแป้งขนมปังต่อเวลา

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากตารางบันทึกผลการทดลองพบว่า กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านแป้งขนมปังจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามเวลา เนื่องจากความร้อนที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความนำไฟฟ้าภายในตัวแป้งขนมปังนั้นเพิ่มขึ้น ทำให้มีกระแสไหลผ่านมากขึ้นเรื่อยๆ เมื่อแป้งขนมปังเริ่มแข็งตัวที่กระแสสูงสุด นั่นก็คือ ณ เวลาที่กระแสสูงสุดจะเป็นช่วงที่อุณหภูมิสูงสุด แป้งขนมปังเริ่มสุกจะมีการเปลี่ยนโมเลกุลทำให้ค่าความนำไฟฟ้าลดลงจนไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ซึ่งภายในแป้งขนมปังจะแห้งสนิท ไม่มีส่วนประกอบของน้ำ จึงไม่สามารถนำกระแสได้อีก

นอกจากจะทำให้ยางพารา และแป้งขนมปังสุกแล้ว เครื่องให้ความร้อนแบบโอห์มมิกยัง
สามารถใช้ทำกับวัตถุดิบอย่างอื่นได้อีกเพียงแค่วัตถุดิบนั้นมีค่าความนำไฟฟ้าในตัว คณะผู้จัดทำ
ได้ลองใช้เครื่องให้ความร้อนแบบโอห์มมิกในการให้ความร้อนกับหมูยอ ซึ่งภายในตัวหมูยอมีค่า
ความนำไฟฟ้าอยู่ค่าหนึ่งอยู่แล้ว จึงใช้วิธีให้ความร้อนแบบนี้ได้



รูปที่ 4.28 หมูยอที่ใช้ในการทดลอง
เวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนประมาณ 3 นาที



รูปที่ 4.29 แสดงหมูยอหลังการอบ และเวลา

นอกจากจะใช้กับหมูยอแล้ว คณะผู้จัดทำได้ลองกับอาหารอย่างอื่นอีก เช่น สอทอดก็ ผล
ที่ได้ก็คือ สามารถใช้กับอาหารที่มีค่าความนำได้

4.4สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบพบว่าเครื่องให้ความร้อนแบบโอห์มมิกจะอาศัยหลักการนำไฟฟ้าของ โหลดในการแปลงผันมาเป็นพลังงานความร้อน ปัจจัยที่สำคัญของการให้ความร้อนแบบนี้คือ ค่า ความนำไฟฟ้า นั่นก็หมายความว่าวัตถุดิบที่จะนำมาเป็นโหลดต้องไม่เป็นฉนวน จากการทดลอง จะเห็นว่านอกจากเป้าหมายหลักๆที่จะใช้กับยางพาราแล้วได้ผลดีแล้ว ก็ยังนำเครื่องให้ความร้อน แบบโอห์มมิกไปใช้กับอาหารและแป้งขนมปัง ซึ่งผลที่ได้ก็คือสามารถใช้ได้จริง



รูปที่ 4.30 เครื่องอบยางพาราโดยให้ความร้อนแบบโอห์มมิก

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

บทสรุป

โครงการนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อนำมาสร้างเป็นเครื่องอบยางพาราโดยให้ความร้อนแบบโอห์มมิก เป็นเครื่องให้ความร้อนกับยางพารา โดยอาศัยหลักการให้ความร้อนโดยการผ่านกระแสไฟฟ้าสลับที่ความถี่ 50-60 Hz กับยางพาราหรืออาหารที่นำไฟฟ้าได้ โดยกระแสไฟฟ้าจะทำให้เซลล์ของยางพาราสั่นสะเทือนและเสียดสีกัน เกิดความร้อนขึ้นอย่างรวดเร็ว และสม่ำเสมอภายในชิ้นของ ยางพารา มีการประยุกต์การให้ความร้อนแบบ โอห์มมิกมาใช้ให้ความร้อนอาหาร เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น การพาสเจอร์ไรซ์ การละลายอาหารแช่เยือกแข็ง อาจเรียกว่า Joule heating ซึ่งหลักการที่นำมาใช้ในที่นี้คือวงจรจอร์แดนเมอร์ และหม้อแปลงไฟฟ้าที่สามารถทนกระแสได้ตามที่โหลดต้องการ

ในการสร้างวงจรดังกล่าวเป็นวงจร หรือกระแสเพื่อให้ยางพาราหรืออาหารสามารถรับการไหลผ่านของกระแสโดยตรงเพื่อลดการไหม้ หรือ อาหารไม่สุกตามต้องการ และจากการที่ได้ทดลองพบว่ายางพาราจะสามารถนำกระแสได้จะต้องมีเกลือเป็นตัวนำกระแสเพื่อให้เกิดความร้อนกับยางพาราโดยจากการทดลองพบว่าเมื่อได้เกลือมากจะทำให้กระแสไหลผ่านมากอาจจะทำให้ไหม้หรือไม่ก็ได้ผลตามต้องการ จากการทดลองต้องได้เกลือและปรับกระแสให้พอดีกับความ ต้องการของยางพารา เพื่อให้ยางพาราได้รับความร้อนตามต้องการ

จากข้างต้นจะเห็นได้ว่า เครื่องอบยางพาราโดยให้ความร้อนแบบโอห์มมิก เป็นเครื่องให้ความร้อนโดยการให้กระแสไฟฟ้าสลับที่ความถี่ 50-60 Hz ที่ไม่ต้องใช้สารเคมีหรือความร้อนแบบอบ และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม อีกทั้งขนาดเล็กใช้งานง่ายและใช้ต้นทุนต่ำซึ่งในอนาคตอุปกรณ์นี้จะ เป็นเครื่องที่ช่วยลดปัญหาการใช้พลังงาน

สิ่งที่ได้จากโครงการ

- ได้รับความรู้เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แต่ละประเภท
- ได้รับความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการนำเอาอุปกรณ์ต่างๆมาสร้างเป็นวงจรที่สามารถใช้งานได้จริง
- มีความรู้ความเข้าใจในการนำเอาวงจรอิเล็กทรอนิกส์มาออกแบบผังการทำงานให้เป็นระบบ
- ได้สร้างเสริมประสบการณ์ในการปฏิบัติงานจริง
- ได้นำความรู้ต่างๆที่ได้ศึกษามาในชั้นเรียนมาประยุกต์ใช้งานเกิดประโยชน์
- ในการจัดทำโครงการมีกระบวนการและขั้นตอนในการทำงานอย่างเป็นระเบียบทั้งการวางแผนการทำงาน ขั้นตอนทำงานจริง ขั้นตอนการทดลอง และขั้นตอนการสรุปผล จึงทำให้ผู้จัดทำได้เรียนรู้การทำงานอย่างเป็นระบบ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการทำงานในอนาคตต่อไป
- มีความอดทนและรอบคอบในการทำงาน สามารถวิเคราะห์ และแก้ปัญหาต่างๆได้

ปัญหาและอุปสรรค

- ในการสร้างวงจรดีมเมอร์ เนื่องจากเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ต้องใช้กระแสสูงในการ heat ขางพารา อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในวงจรต้องมีความทนกระแสสูง ซึ่งยากต่อการทำวงจร
- ในการทำเครื่อง โอห์มมิเตอร์ต้องใช้กระแสสูงและต้องใช้หม้อแปลงที่ทนกระแสสูงตามโหลดของการนำกระแสไฟฟ้า และราคาหม้อแปลงจะใหญ่และสูงตามกระแสไฟฟ้า
- ในการทดลองเนื่องจากการทดลองใช้แผ่นเพลต อลูมิเนียม ขนาดบางทำให้เกิดการไหม้ที่ขอบก่อนเกิดการร้อนของขมปิ้งหรือขางพารา จึงต้องใช้ขนาดแผ่นที่เหมาะสม
- ในการทดลองเมื่อใช้ความต่างศักย์สูงต่อขางพาราหรือขมปิ้งขนาดเล็ก จะทำให้ไหม้ขอบก่อนจะได้ความร้อนตามต้องการ
- ปริมาณเกลือต่อปริมาณขางพารามีผลทำให้ร้อนเร็วและร้อนช้าทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มากขึ้น ในการให้ความร้อน

ข้อเสนอแนะ

เครื่องอบยางพาราโดยให้ความร้อนแบบโอห์มมิก นี้ต้องอาศัยกำลังงานไฟฟ้าแบบ กระแสสลับ 220 โวลต์ และต้องใช้กระแสไฟฟ้าสูงซึ่งอาจจะเป็นอุปสรรคต่อการใช้งาน ดังนั้นต่อไปอาจจะออกแบบให้สะดวกยิ่งขึ้น และจากเครื่องต้องอาศัยการปรับกระแสตามต้องการของโหลดการใช้งานหรือปรับตามปริมาณของโหลด ซึ่งในอนาคตอาจจะออกแบบเครื่องที่สามารถปรับกระแสเองได้ ตามต้องการของการใช้งานซึ่งจะทำให้มี ประสิทธิภาพ ในการใช้งานมากขึ้น



บรรณานุกรม

- [1] ผศ.ร.อ.ดร. ประโยชน์ คำสวัสดิ์ เอกสารประกอบการสอน 438203 อิเล็กทรอนิกส์.
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- [2] สมคิด วิริยะประสิทธิ์ชัย, อรรถพล มณีโชติ, ธนารัตน์ ภมรรษตพงษ์, (ปีที่พิมพ์ 2538)
โครงการตำราเรียน Physics Center ความรู้เบื้องต้นทางอิเล็กทรอนิกส์:บางกอกน้อย
กทม. 10700
- [3] โครงการสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). พิมพ์
ครั้งที่ 7อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานสำหรับช่างเทคนิค. :แขวงใหม่ เขตปทุมวัน กทม. ๑๐๓๑๐
- [4] มงคล ทองสงคราม. (ปีที่พิมพ์ 2538) พิมพ์ครั้งที่ 2อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. พิมพ์ที่ : ห้าง
หุ้นส่วนจำกัด วิ.เจ.พรินติ้ง. เขตจตุจักร กทม. 10900
- [5] ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว (ปีที่พิมพ์ 2539) พิมพ์ครั้งที่ 8ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
(ฉบับปรับปรุง) พิมพ์ที่: บริษัท ประชาชน จำกัด สีลม บางรัก กรุงเทพฯ 10500
- [6] R.Paul Singh, Dennis R.Heldman, **Introduction to Food Engineering Fourth
Edition** 1984 Department of Food Science and Technology University of California
- [7] Luther R. Wilhelm, Dwayne A. Suter, Gerald H. Brusewitz, **Food&Process
Engineering Technology.2004** Manufactured in the United States of America.
- [8] อาจารย์ ดร.ชนเสฏฐ์ ทศศิกรพัฒน์ เอกสารประกอบการสอน438307 POWER
ELECTRONICS

ประวัติผู้เขียน



นาย ชิปไธย รัตตะเวทิน เกิดเมื่อวันที่ 22 มีนาคม พ.ศ. 2535
ภูมิลำเนาอยู่ที่ อำเภอเมืองอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี สำเร็จการศึกษา
ระดับมัธยมปลายจาก โรงเรียนอุดรพิชัยรักษ์พิทยา อำเภอเมืองอุดรธานี
จังหวัดอุดรธานี เมื่อปีพ .ศ.2552 ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขา
วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีสุรนารี





DB3 THRU DB6

SILICON BIDIRECTIONAL DIAC

VOLTAGE: 36-70V

CURRENT: 2.0A

FEATURES

passivated three-layer for triggering thyristors.
 Breakover current at breakover voltage.
 Used in thyristor phase-control circuit for
 dimming,
 fan-motor speed control and heat controls.

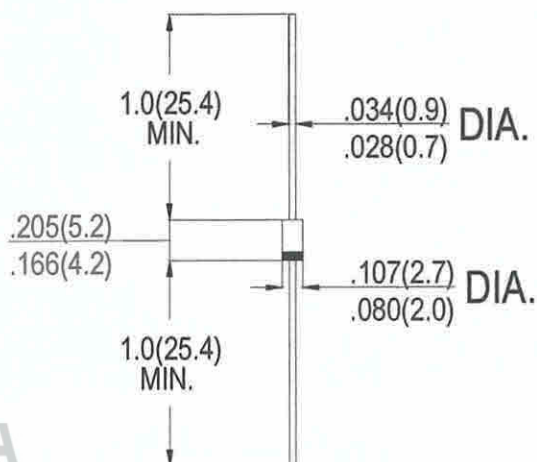
MECHANICAL DATA

Package: Molded plastic
 Rating: UL94V-0 rate flame retardant
 Standard: MIL-STD-202E, Method 208 guaranteed
 Polarity: Color band denotes cathode end
 Mounting position: Any
 Weight: 0.33 grams

TEST RATINGS AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS

at 25°C ambient temperature unless otherwise specified.
 Base: half wave, 60 Hz, resistive or inductive load
 Inductive load, derate current by 20%.

DO-41



Dimensions in inches and (millimeters)

Test Current I_{TRM}	Breakover Voltage V_{BO}		Breakover Voltage Symmetry $ +V_{BO} - -V_{BO} $	Dynamic Breakover Voltage $ \pm \Delta V $	Output Voltage V_o	Breakover Current I_{BO}	Rise Time t_r	Leakage Current I_B	Case Style
	Min	Max	V	V	V	μA	ms	mA	
2	28	36	± 3	5	5	100	1.5	10	DO-41
2	35	45	± 3	5	5	100	1.5	10	DO-41
2	56	70	± 4	10	5	100	1.5	10	DO-41

1. Electrical characteristics applicable in both forward and reverse directions.
2. Connected in parallel with the devices.



BTA40, BTA41, BTB41

40 A standard TRIACs

Features

- High current TRIAC
- Low thermal resistance with clip bonding
- High commutation capability
- BTA series UL1557 certified (File ref: 81734)
- Packages are RoHS (2002/95/EC) compliant

Applications

- On/off function in static relays, heating regulation, induction motor starting circuits
- Phase control operations in light dimmers, motor speed controllers, and similar

Description

Available in high power packages, the BTA/BTB40-41 series is suitable for general purpose AC switching.

The BTA series provides an insulated tab (rated at 500 V rms).

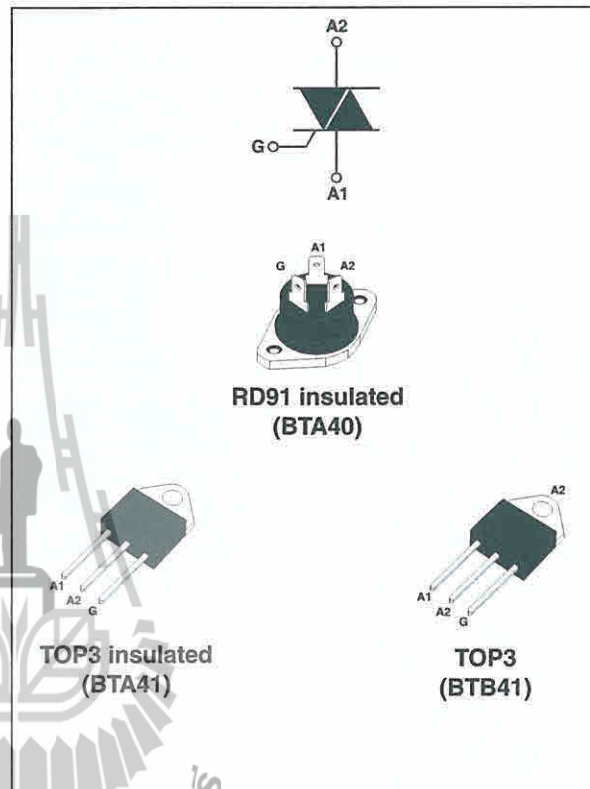


Table 1. Device summary

Symbol	Parameter	BTA40 ⁽¹⁾	BTA41 ⁽¹⁾	BTB41	Unit
$I_{T(RMS)}$	On-state rms current	40	41	41	A
V_{DRM}/V_{RRM}	Repetitive peak off-state voltage	600 and 800	600 and 800	600 and 800	V
I_{GT}	Triggering gate current	50	50	50	mA

⁽¹⁾ Insulated package

Characteristics

Table 2. Absolute maximum ratings

Symbol	Parameter			Value	Unit
$I_{T(RMS)}$	On-state rms current (full sine wave)	TOP3	$T_c = 95\text{ }^{\circ}\text{C}$	40	A
		RD91 / TOP ins.	$T_c = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$		
I_{TSM}	Non repetitive surge peak on-state current (full cycle, T_j initial = $25\text{ }^{\circ}\text{C}$)	F = 50 Hz	t = 20 ms	400	A
		F = 60 Hz	t = 16.7 ms	420	
I_t^2	I_t^2 Value for fusing	$t_p = 10\text{ ms}$		1000	A^2s
di/dt	Critical rate of rise of on-state current $I_G = 2 \times I_{GT}$, $t_r \leq 100\text{ ns}$	F = 120 Hz	$T_j = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$	50	$\text{A}/\mu\text{s}$
V_{DSM}/V_{RSM}	Non repetitive surge peak off-state voltage	$t_p = 10\text{ ms}$	$T_j = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$	$V_{DSM}/V_{RSM} + 100$	V
I_{GM}	Peak gate current	$t_p = 20\text{ }\mu\text{s}$	$T_j = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$	8	A
$P_{G(AV)}$	Average gate power dissipation		$T_j = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$	1	W
T_{stg} T_j	Storage junction temperature range Operating junction temperature range			- 40 to + 150 - 40 to + 125	$^{\circ}\text{C}$

Table 3. Electrical characteristics ($T_j = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, unless otherwise specified)

Symbol	Parameter			Value	Unit
$I_{GT}^{(1)}$	$V_D = 12\text{ V}$ $R_L = 33\text{ }\Omega$	I - II - III IV	MAX.	50 100	mA
V_{GT}		ALL	MAX.	1.3	V
V_{GD}	$V_D = V_{DRM}$ $R_L = 3.3\text{ k}\Omega$ $T_j = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$	ALL	MIN.	0.2	V
$I_H^{(2)}$	$I_T = 500\text{ mA}$		MAX.	80	mA
I_L	$I_G = 1.2\text{ }I_{GT}$	I - III - IV	MAX.	70	mA
		II		160	
$dV/dt^{(2)}$	$V_D = 67\% V_{DRM}$ gate open	$T_j = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$	MIN.	500	$\text{V}/\mu\text{s}$
$(dV/dt)_c^{(2)}$	$(di/dt)_c = 20\text{ A/ms}$	$T_j = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$	MIN.	10	$\text{V}/\mu\text{s}$

Minimum I_{GT} is guaranteed at 5% of I_{GT} max.

for both polarities of A2 referenced to A1

Table 4. Static characteristics

Symbol	Test conditions			Value	Unit	
$V_T^{(1)}$	$I_{TM} = 60\text{ A}$	$t_p = 380\text{ }\mu\text{s}$	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	MAX.	1.55	V
$V_{I0}^{(2)}$	Threshold voltage		$T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$	MAX.	0.85	V
$R_d^{(2)}$	Dynamic resistance		$T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$	MAX.	10	mΩ
I_{DRM}	$V_{DRM} = V_{RRM}$	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	MAX.	5	μA	
I_{RRM}		$T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$		5	mA	

1. Minimum I_{GT} is guaranteed at 5% of I_{GT} max.

2. for both polarities of A2 referenced to A1

Table 5. Thermal resistance

Symbol	Test conditions		Value	Unit
$R_{th(j-c)}$	Junction to case (AC)	RD91 (insulated) / TOP3 insulated	0.9	$^\circ\text{C/W}$
		TOP3	0.6	
$R_{th(j-a)}$	Junction to ambient	TOP3 / TOP3 insulated	50	$^\circ\text{C/W}$

Figure 1. Maximum power dissipation versus on-state rms current (full cycle)

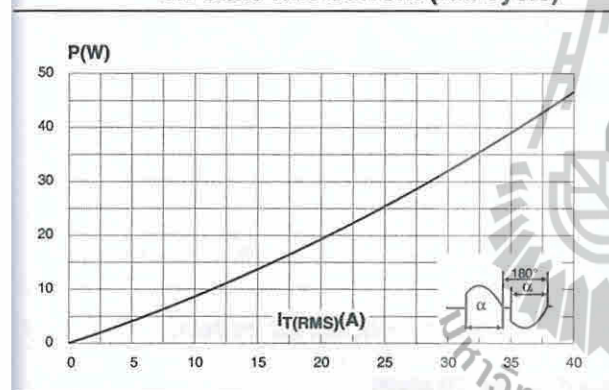


Figure 2. On-state rms current versus case temperature (full cycle)

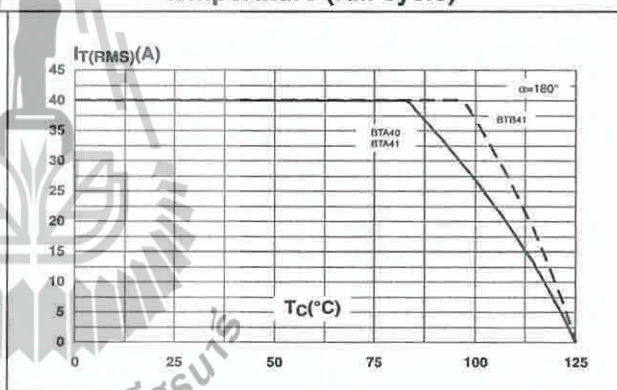


Figure 3. Relative variation of thermal impedance versus pulse duration

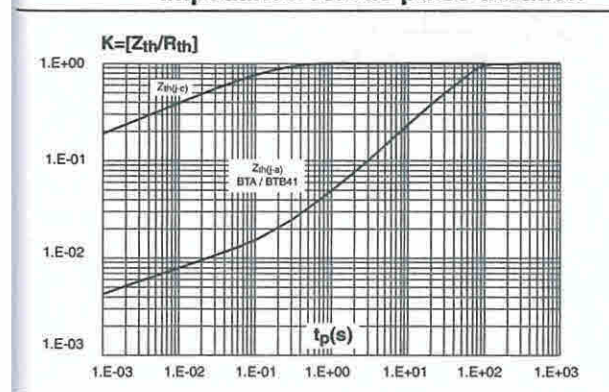


Figure 4. On-state characteristics (maximum values)

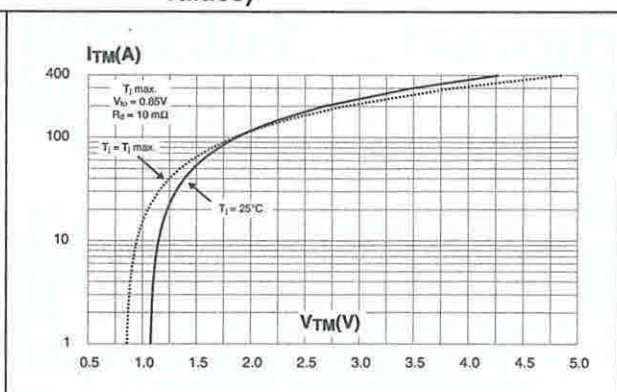


Figure 5. Surge peak on-state current versus number of cycles

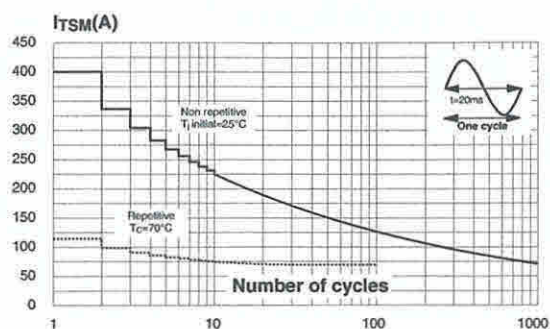


Figure 6. Non-repetitive surge peak on-state current for a sinusoidal pulse and corresponding value of I^2t

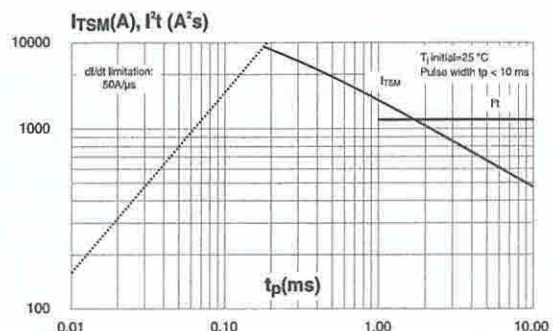


Figure 7. Relative variation of gate trigger, holding and latching current versus junction temperature

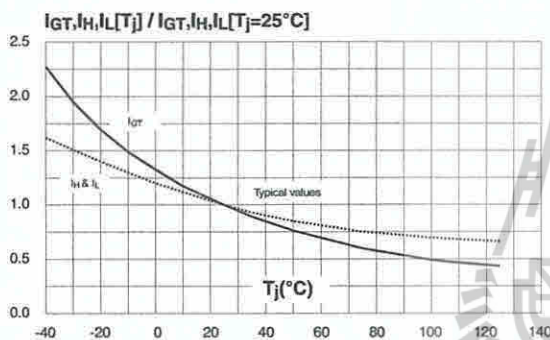


Figure 8. Relative variation of critical rate of decrease of main current versus $(dV/dt)_c$ (typical values)

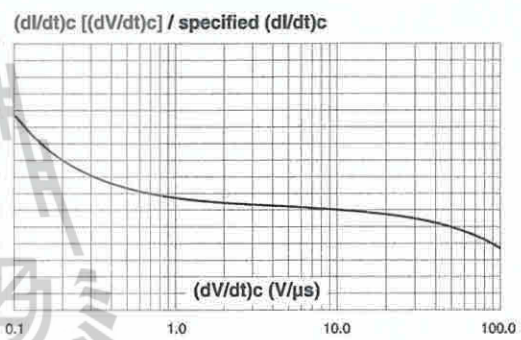
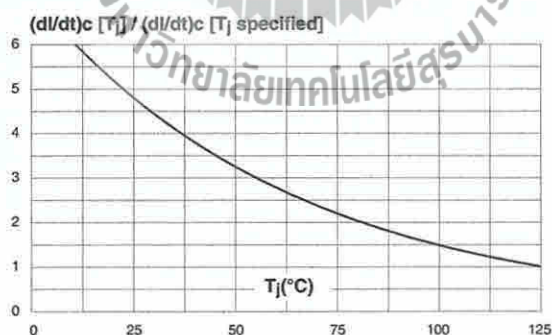
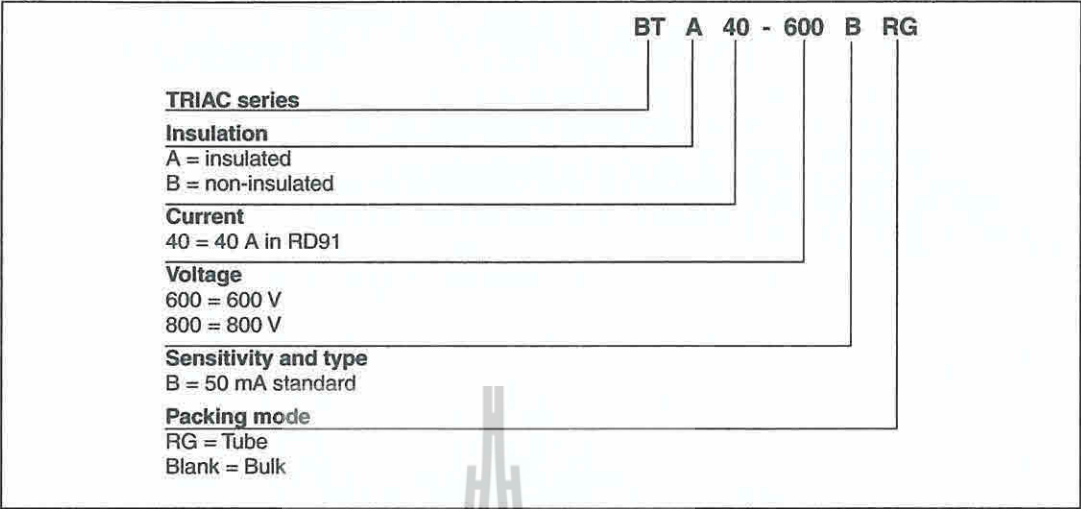


Figure 9. Relative variation of critical rate of decrease of main current versus $(dV/dt)_c$



2 **Ordering information scheme**

Figure 10. Ordering information scheme



3 Package information

- Epoxy meets UL94, V0
- Lead-free packages

In order to meet environmental requirements, ST offers these devices in different grades of ECOPACK® packages, depending on their level of environmental compliance. ECOPACK® specifications, grade definitions and product status are available at: www.st.com. ECOPACK® is an ST trademark.

Table 6. TOP3 insulated and non-insulated dimensions

Ref.	Dimensions			
	Millimeters		Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	4.4	4.6	0.173	0.181
B	1.45	1.55	0.057	0.061
C	14.35	15.60	0.565	0.614
D	0.5	0.7	0.020	0.028
E	2.7	2.9	0.106	0.114
F	15.8	16.5	0.622	0.650
G	20.4	21.1	0.815	0.831
H	15.1	15.5	0.594	0.610
J	5.4	5.65	0.213	0.222
K	3.4	3.65	0.134	0.144
ØL	4.08	4.17	0.161	0.164
P	1.20	1.40	0.047	0.055
R	4.60 typ.		0.181 typ.	

Table 7. RD91 dimensions

Ref.	Dimensions			
	Millimeters		Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	-	40.00	-	1.575
A1	29.90	30.30	1.177	1.193
A2	-	22.00	-	0.867
B	-	27.00	-	1.063
B1	13.50	16.50	0.531	0.650
B2	-	24.00	-	0.945
C	-	14.00	-	0.551
C1	-	3.50	-	0.138
C2	1.95	3.00	0.077	0.118
E3	0.70	0.90	0.027	0.035
F	4.00	4.50	0.157	0.177
I	11.20	13.60	0.441	0.535
L1	3.10	3.50	0.122	0.138
L2	1.70	1.90	0.067	0.075
N1	33°	43°	33°	43°
N2	28°	38°	28°	38°

4 Ordering information

Table 8. Ordering information

Order code ⁽¹⁾	Marking	Package	Weight	Base qty	Delivery mode
BTA40-xxxB	BTA40xxxB	RD91	20 g	25	Bulk
BTA41-xxxBRG	BTA41xxxB	TOP3 Ins.	4.5 g	30	Tube
BTB41-xxxBRG	BTB41xxxB	TOP3	4.5 g	30	Tube

1. xxx = voltage

5 Revision history

Table 9. Document revision history

Date	Revision	Changes
Sep-2003	5	Last update.
25-Mar-2005	6	TOP3 delivery mode changed from bulk to tube.
14-Oct-2005	7	T _c values for I _T changed in Table 3. ECOPACK statement added.
10-Aug-2009	8	Updated Table 2 to correctly place packages. Updated Figure 2 . Table 5 changed to correctly place TOP3. Updated ECOPACK statement.

Please Read Carefully:

Information in this document is provided solely in connection with ST products. STMicroelectronics NV and its subsidiaries ("ST") reserve the right to make changes, corrections, modifications or improvements, to this document, and the products and services described herein at any time, without notice.

All ST products are sold pursuant to ST's terms and conditions of sale.

Purchasers are solely responsible for the choice, selection and use of the ST products and services described herein, and ST assumes no liability whatsoever relating to the choice, selection or use of the ST products and services described herein.

No license, express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property rights is granted under this document. If any part of this document refers to any third party products or services it shall not be deemed a license grant by ST for the use of such third party products or services, or any intellectual property contained therein or considered as a warranty covering the use in any manner whatsoever of such third party products or services or any intellectual property contained therein.

UNLESS OTHERWISE SET FORTH IN ST'S TERMS AND CONDITIONS OF SALE ST DISCLAIMS ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTY WITH RESPECT TO THE USE AND/OR SALE OF ST PRODUCTS INCLUDING WITHOUT LIMITATION IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE (AND THEIR EQUIVALENTS UNDER THE LAWS OF ANY JURISDICTION), OR INFRINGEMENT OF ANY PATENT, COPYRIGHT OR OTHER INTELLECTUAL PROPERTY RIGHT.

UNLESS EXPRESSLY APPROVED IN WRITING BY AN AUTHORIZED ST REPRESENTATIVE, ST PRODUCTS ARE NOT RECOMMENDED, AUTHORIZED OR WARRANTED FOR USE IN MILITARY, AIR CRAFT, SPACE, LIFE SAVING, OR LIFE SUSTAINING APPLICATIONS, NOR IN PRODUCTS OR SYSTEMS WHERE FAILURE OR MALFUNCTION MAY RESULT IN PERSONAL INJURY, DEATH, OR SEVERE PROPERTY OR ENVIRONMENTAL DAMAGE. ST PRODUCTS WHICH ARE NOT SPECIFIED AS "AUTOMOTIVE GRADE" MAY ONLY BE USED IN AUTOMOTIVE APPLICATIONS AT USER'S OWN RISK.

Resale of ST products with provisions different from the statements and/or technical features set forth in this document shall immediately void any warranty granted by ST for the ST product or service described herein and shall not create or extend in any manner whatsoever, any liability of ST.

ST and the ST logo are trademarks or registered trademarks of ST in various countries.

Information in this document supersedes and replaces all information previously supplied.

The ST logo is a registered trademark of STMicroelectronics. All other names are the property of their respective owners.

© 2009 STMicroelectronics - All rights reserved

STMicroelectronics group of companies

Australia - Belgium - Brazil - Canada - China - Czech Republic - Finland - France - Germany - Hong Kong - India - Israel - Italy - Japan - Malaysia - Malta - Morocco - Philippines - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom - United States of America

www.st.com