

การศึกษากระแสไฟฟ้าขณะหลอมละลายสำหรับฟิวส์หลอดแก้วกำลังต่ำ

A Study of Melting Current in Low-Power Glass Tube Fuses

ชิตพงษ์ เกตุพนอม* และ ชัยชนะ ชัยจำรัส

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล

84 หมู่ 4 ถนนมิตรภาพ-หนองคาย อำเภอเมือง นครราชสีมา 30000

E-mail: chitpong.k@gmail.com*

บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้นำเสนอการศึกษากระแสไฟฟ้าขณะหลอมละลายสำหรับฟิวส์หลอดแก้วเชิงพาณิชย์กำลังต่ำ เพื่อศึกษาระยะเวลาการหลอมละลาย กระแสไฟฟ้าสูงสุดขณะหลอมละลาย และกำลังไฟฟ้าที่ใช้สูงสุดของฟิวส์ด้วยวงจรทดสอบ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์ในการวัด จัดเก็บค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าที่ใช้ตามลำดับ สำหรับการทดลองฟิวส์หลอดแก้วขนาด 0.5 แอมแปร์ 1 แอมแปร์ และ 2 แอมแปร์ พบว่าใช้ระยะเวลาการหลอมละลายประมาณ 0.23 วินาที 0.14 วินาที และ 0.16 วินาที ตามลำดับ กระแสไฟฟ้าสูงสุดขณะหลอมละลายประมาณ 0.88 แอมแปร์ 1.33 แอมแปร์ และ 2.05 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้าสูงสุดขณะหลอมละลายประมาณ 1.47 โวลต์ 1.26 โวลต์ และ 1.51 โวลต์ กำลังไฟฟ้าที่ใช้สูงสุดขณะหลอมละลายประมาณ 1.16 วัตต์ 1.52 วัตต์ และ 2.89 วัตต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ: ฟิวส์, ฟิวส์หลอดแก้ว, กระแสไฟฟ้าขณะหลอมละลาย, ระยะเวลาการหลอมละลาย

Abstract

This paper presents a study of melting current in the commercial low-power glass tube fuses to determine the duration of melt, maximum melting current and maximum power consumption of the fuse in a blowing circuit. A microcontroller is used as a device to measure and collect the values of current, voltage, and power consumption. In the experiments, the glass tube fuses rated of 0.5 amperes, 1 amperes, and 2 amperes were used. The experimental results show that the melting time were approximately 0.23 seconds, 0.14 seconds, and 0.16 seconds; the maximum of melting current were approximately 0.88 amperes, 1.33 amperes, and 2.05 amperes; the maximum of blowing voltage were approximately 1.47 volts, 1.26 volts, and 1.51 volts; and the maximum of blowing power consumption were approximately 1.16 watts, 1.52 watts, and 2.89 watts respectively.

Keywords: Fuse, Glass Tube Fuse, Melting Current, Melting Time

1. บทนำ

การใช้กำลังไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เกิดการลัดวงจรในอุปกรณ์ไฟฟ้า เมื่อกระแสไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นชั่วขณะ (Inrush Current) ในขณะเดียวกันเกิดแรงดันไฟฟ้าที่มีการแกว่งตัวขึ้นลง (Surge Voltage) จะส่งผลให้ฟิวส์หลอมละลาย เนื่องจากความร้อนและความเค้นที่สะสมอยู่ในวัสดุที่ใช้สร้างฟิวส์มีมากกว่าที่ฟิวส์จะทนได้ ซึ่งมักเรียกว่าการลัดวงจรหรือกระแสไฟฟ้าเกิน [3] โดยทั่วไปแล้วฟิวส์ถูกใช้เป็นตัวป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินซึ่งควรจะเลือกใช้ให้เหมาะสมกับการกินกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ โดยไม่ควรเผื่อขนาดของฟิวส์ที่ใช้มากเกินไปเพราะอาจจะทำให้อุปกรณ์เสียหายก่อนที่ฟิวส์จะหลอมละลายเพื่อตัดการจ่ายกำลังไฟฟ้าสู่อุปกรณ์ได้ [4]

บทความนี้นำเสนอการศึกษากระแสไฟฟ้าขณะหลอมละลายของฟิวส์หลอดแก้วที่ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากำลังต่ำ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์วัด จัดเก็บกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าจากค่าต่ำสุดไปจนถึงค่าสูงสุดที่ฟิวส์ทนได้ซึ่งจะเป็นแนวทางในการทดสอบฟิวส์ที่สามารถทนกระแสไฟฟ้าได้สูง ตรวจสอบคุณสมบัติของฟิวส์และเป็นการพัฒนาอุปกรณ์สำหรับทดสอบฟิวส์ต่อไป

2. ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ลักษณะของฟิวส์ทั่วไป

ฟิวส์เป็นอุปกรณ์นิรภัยชนิดหนึ่งที่อยู่ในเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยมีหน้าที่จะป้องกัน การลัดวงจร และการใช้กระแสเกินในวงจรไฟฟ้า โดยจะหลอมละลายและตัดไฟออกจากวงจรเพื่อป้องกันการอุปกรณ์เสียหาย โดยฟิวส์จะเป็นเส้นลวดเล็ก ๆ ทำจากตะกั่วผสมดีบุก

มีจุดหลอมเหลวที่ต่ำ ดังนั้น ฟิวส์เป็นอุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่จะเกิดจากการใช้กระแสไฟฟ้ามากเกินไป ขณะกระแส ไฟฟ้าไหลผ่านในปริมาณที่มากเกินไป ฟิวส์จะขาดและตัดวงจรไฟฟ้าทันที

ฟิวส์เป็นโลหะผสมจากโลหะจำนวน 3 ชนิด คือ ตะกั่ว (Pb) จำนวน 25% ดีบุก (Zn) จำนวน 25 % และบิสมัท (Bi) จำนวน 50% ผสมอยู่ด้วยกัน พาราเมเตอร์ต่าง ๆ ของฟิวส์ได้แก่ แอมแปร์ หรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า แอมป์ (สัญลักษณ์: A) เป็นหน่วยวัดกระแสไฟฟ้า หรือปริมาณของประจุไฟฟ้าต่อวินาที โวลต์ : เป็นหน่วยของแรงดันไฟฟ้า แรงดัน 1 โวลต์ มีค่าเท่ากับแรงดันของ 2 จุด ที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 1 แอมแปร์ และมีกำลังไฟฟ้าเกิดขึ้นระหว่าง 2 จุดนั้น 1 วัตต์ แอมแปร์-ชั่วโมง : เป็นหน่วยของปริมาณไฟฟ้า 36,000 คูลอมป์ โดย 1 แอมแปร์-ชั่วโมง คือ กระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ไหลเป็นเวลา 1 ชั่วโมง [1]

2.3 คุณสมบัติของฟิวส์

ฟิวส์จะมีคุณสมบัติในด้านจุดหลอมเหลวต่ำ ขาดง่าย เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านฟิวส์พลังงานไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานความร้อนให้กับฟิวส์ ดังนั้น ถ้ากระแสไฟฟ้าไหลผ่านฟิวส์เป็นปริมาณที่มากเกินไป ฟิวส์ก็จะเกิดการหลอมละลายทำให้วงจรไฟฟ้าขาดจากกัน หรือ เมื่อเกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจร ฟิวส์ก็จะขาดเช่นกัน การเลือกใช้ฟิวส์ตามปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านในวงจร โดยดูจากกระแสไฟฟ้าสูงสุดแล้วเลือกฟิวส์ที่มีมากกว่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดเล็กน้อย [1]

ฟิวส์สามารถแบ่งได้ 2 ชนิด ดังนี้

1) ชนิดมาตรฐาน (ชนิดตัดวงจรทันที)

ตัวอย่างการทำงาน หากใช้ฟิวส์ 2A/20V ใน วงจร และในวงจรมีเครื่องทำน้ำอุ่นที่กินไฟ 1.8A/15V ฟิวส์ก็ยังสามารถทำงานได้ปกติและหากมีการนำเอา อุปกรณ์มาเพิ่มในวงจร โดยมีเครื่องปั๊มนมบั้งที่มี ขนาดกินไฟฟ้า 0.5A/6V เปิดใช้งานพร้อมกันก็จะทำ ให้ฟิวส์ขาดและตัดการทำงานทันที [2]

2) ชนิดหน่วงเวลา (Time-delay หรือ Slow-blow, Time-lag)

ฟิวส์กำลังสำหรับการควบคุมมอเตอร์เป็น ฟิวส์หน่วงเวลาเนื่องจากกระแสเริ่มแรกในขณะสตาร์ท มอเตอร์มีค่าสูง 6-8 เท่าของกระแสปกติ ดังนั้นการใช้ ฟิวส์แบบหน่วงเวลา สามารถหน่วงการตัดวงจรของ ฟิวส์ได้ [2]

2.4 ประเภทของฟิวส์

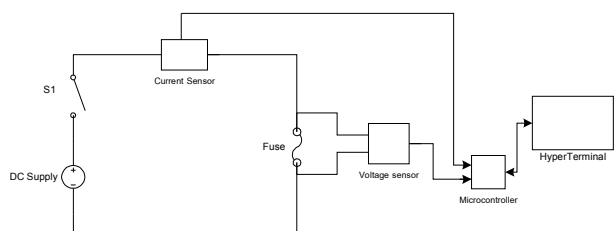
ฟิวส์หลอดแก้ว ฟิวส์ชนิดอยู่ในหลอดแก้ว เป็น ฟิวส์ที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าเล็ก ๆ โดยตัวฟิวส์จะอยู่ใน หลอดแก้วภายในจะบรรจุก๊าซช่วยดับไฟและดับ การสปาร์คของไฟนิยมใช้ในวงจรไฟฟ้าของ เครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น โทรทัศน์ วิทยุ พัดลม เป็นต้น ฟิวส์ เส้นลวด เป็นฟิวส์ที่นิยมใช้กันมาก ตามบ้านเรือน ลักษณะเป็นเส้นลวด มีหลายขนาดตามความต้องการ ทำเป็นเส้นลวดกลมยาวมีหลายขนาดแล้วแต่ กระแสไฟที่จะใช้ฟิวส์เส้นลวดทำได้ด้วย โลหะต่าง ๆ เช่น เงิน ทองแดง ตะกั่ว ดีบุก แต่ที่นิยมมากคือโลหะผสม ระหว่างตะกั่วและดีบุก เพราะมีจุดหลอมเหลวต่ำและ ราคาถูก

ฟิวส์ก้ามปู เป็นแผ่นโลหะผสม ปลายทั้งสอง ข้าง เป็นขอเกี่ยวทำด้วยโลหะทองแดง นิยมใช้ติดตั้ง ควบคุมไฟในอาคารใหญ่ ๆ โรงงาน และโรงเรียน ฟิวส์

โบมีด เป็นฟิวส์ที่นิยมใช้กันมากในโรงงาน อุตสาหกรรม และอาจนำไปใช้เฉพาะกรณี ฟิวส์ชนิด กระเบื้อง นิยมใช้ตามบ้านเรือนและแผงไฟ ฟิวส์อิเล็ก โทรอนิกส์ หรือ เซอร์กิตเบรกเกอร์ ปลั๊กฟิวส์ เป็นเส้น โลหะเล็ก ๆ อยู่ภายในกระปุกกระเบื้อง นิยมใช้ที่แผง ไฟรวม ปัจจุบันไม่ค่อยจะพบเห็นแล้ว ฟิวส์รถยนต์ เป็นลักษณะที่ทำมาเป็นแบบเฉพาะโดยมีลักษณะการ นำไปเสียบใช้งานในอุปกรณ์รถยนต์ และ รถจักรยานยนต์ [2]

2.5 อุปกรณ์ทดสอบ วัด และจัดเก็บข้อมูล

ในการทดสอบการทนกระแสไฟฟ้าของฟิวส์ หลอดแก้วใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง โดยมี ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์วัดค่าแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านฟิวส์ พร้อมทั้งจัดเก็บ ข้อมูลของกระแสและแรงดันไฟฟ้า และคำนวณค่า กำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดขึ้นเมื่อฟิวส์ได้รับกระแสและ แรงดันไฟฟ้าจนกระทั่งฟิวส์ทนความเค้นทางไฟฟ้า และความร้อนที่เกิดขึ้นไม่ได้จนกระทั่งหลอมละลาย และตัดการทำงานของวงจรทดสอบดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมวงจรทดสอบฟิวส์

จากรูปที่ 1 ตัวตรวจจับสัญญาณแรงดัน (Voltage Sensor) ใช้หลักการง่าย ๆ ในการสร้างวงจรทดสอบ โดยอาศัยหลักการของการแบ่งแรงดันที่เหมาะสมเพื่อ ส่งต่อให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งใช้ตัวต้านทาน

ช่วยในการแบ่งค่าแรงดันให้ไม่เกิน 5 Vdc เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถอ่านค่าแอนาล็อกอินพุตได้ แล้วนำไปประมวลผลเพื่อส่งออกไปจัดเก็บข้อมูลต่อไป

ส่วนตัวตรวจจับกระแส (Current Sensor) ใช้กฎของโอห์ม เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถวัดได้เพียงแรงดันแอนาล็อกที่ไม่เกิน 5 Vdc เท่านั้น จึงต้องอาศัยหลักการนี้ โดยทำการวัดแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานเทียบกับกราวด์ แล้วนำไปหารด้วยค่าความต้านทาน จะได้ค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านฟิวส์ เนื่องจากตัวต้านทานที่นำไปวัดแรงดันนั้นต่ออนุกรมกับฟิวส์ จะได้กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทานเท่ากับกระแสที่ไหลผ่านฟิวส์

3. วิธีการทดลอง

นำฟิวส์หลอดแก้วที่จะทำการทดลองประกอบเข้ากับวงจรทดสอบดังรูปที่ 1 ทำการจ่ายแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นเครื่องมือวัดค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมฟิวส์ทดสอบและกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านฟิวส์ทดสอบ พร้อมทั้งใช้ฟังก์ชันการคำนวณของไมโครคอนโทรลเลอร์แปลงค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าให้เป็นกำลังไฟฟ้าตามสมการที่ (1)

$$P = IV \quad (1)$$

โดยที่

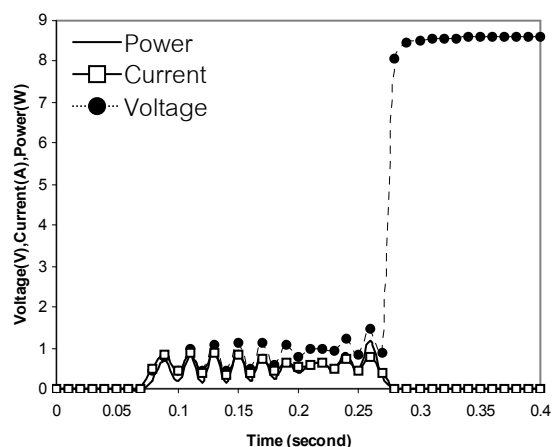
- P คือ กำลังไฟฟ้า (วัตต์)
- I คือ กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)
- V คือ แรงดันไฟฟ้า (โวลต์)

แล้วส่งข้อมูลทั้ง 3 ดังกล่าวที่ค่าเวลาเริ่มต้นจนกระทั่งฟิวส์ทดสอบหลอมละลาย ไปแสดงผลที่โปรแกรม Hyper Terminal จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปพล็อตกราฟการตอบสนองของฟิวส์ดังจะกล่าวในหัวข้อที่ 4 ต่อไป

4. ผลการทดลอง

สำหรับการทนกระแสไฟฟ้าขณะหลอมละลายของฟิวส์หลอดแก้วในบทความนี้เลือกใช้ฟิวส์หลอดแก้วที่สามารถทนกระแสไฟฟ้าที่พิกัด 0.5 แอมแปร์ 1 แอมแปร์ และ 2 แอมแปร์ ตามลำดับ โดยใช้วงจรทดสอบการทนกระแสไฟฟ้าขณะหลอมละลายดังรูปที่ 1 สำหรับฟิวส์หลอดแก้วที่ทนกระแสไฟฟ้าที่พิกัด 0.5 แอมแปร์ ได้ผลการทดลองดังรูปที่ 2

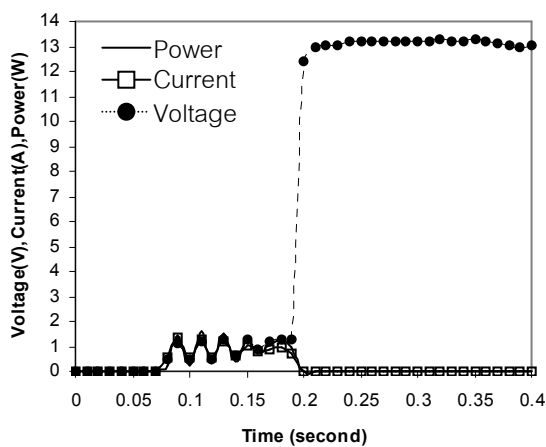
จากรูปที่ 2 พบว่าฟิวส์หลอดแก้วที่ทนกระแสไฟฟ้าที่พิกัด 0.5 แอมแปร์ ใช้ระยะเวลาในการหลอมละลายของฟิวส์ 0.23 วินาที โดยมีกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ไหลผ่านฟิวส์ประมาณ 0.59 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยตกคร่อมฟิวส์ประมาณ 0.85 โวลต์ และกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 0.54 วัตต์ ส่วนกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านฟิวส์สูงสุดอยู่ที่ 0.88 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้า



รูปที่ 2 การตอบสนองต่อแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าของฟิวส์ที่พิกัด 0.5 แอมแปร์

สูงสุดที่ตกคร่อมฟิวส์อยู่ที่ 1.47 โวลต์ และกำลังไฟฟ้าที่ใช้สูงสุดของฟิวส์อยู่ที่ 1.16 วัตต์ โดยมีค่าความต้านทานของฟิวส์ก่อนทำการทดลองอยู่ที่ 0.3 โอห์ม และค่าความต้านทานหลังจากฟิวส์หลอมละลายแล้วอยู่ที่ 0.53 เมกะโอห์ม ตามลำดับ

รูปที่ 3 แสดงการทดสอบการทนกระแสไฟฟ้าขณะหลอมละลายสำหรับฟิวส์หลอดแก้วที่ทนกระแสไฟฟ้าที่พิกัด 1 แอมแปร์

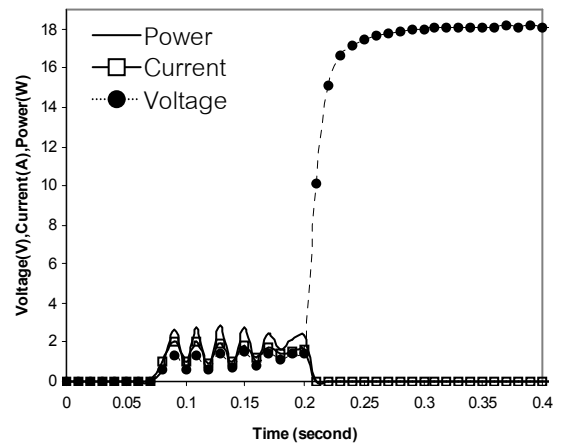


รูปที่ 3 การตอบสนองต่อแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าของฟิวส์ที่พิกัด 1 แอมแปร์

จากรูปที่ 3 พบว่าฟิวส์หลอดแก้วที่ทนกระแสไฟฟ้าที่พิกัด 1 แอมแปร์ ใช้ระยะเวลาในการหลอมละลายของฟิวส์ 0.14 วินาที โดยมีกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ไหลผ่านฟิวส์ประมาณ 0.89 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยตกคร่อมฟิวส์ประมาณ 0.96 โวลต์ และกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 0.93 วัตต์ ส่วนกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านฟิวส์สูงสุดอยู่ที่ 1.33 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ตกคร่อมฟิวส์อยู่ที่ 1.26 โวลต์ และกำลังไฟฟ้าที่ใช้สูงสุดของฟิวส์อยู่ที่ 1.52 วัตต์ โดยมีค่าความต้านทานของฟิวส์ก่อนทำการทดลองอยู่ที่ 0.5 โอห์ม และค่าความต้านทานหลังจาก

ฟิวส์หลอมละลายแล้วอยู่ที่ 0.31 เมกะโอห์มตามลำดับ

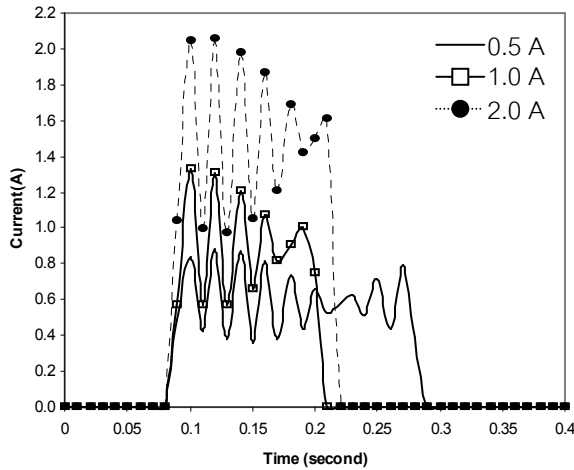
รูปที่ 4 แสดงการทดสอบการทนกระแสไฟฟ้าขณะหลอมละลายสำหรับฟิวส์หลอดแก้วที่ทนกระแสไฟฟ้าที่พิกัด 2 แอมแปร์



รูปที่ 4 การตอบสนองต่อแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าของฟิวส์ที่พิกัด 2 แอมแปร์

จากรูปที่ 4 พบว่าฟิวส์หลอดแก้วที่ทนกระแสไฟฟ้าที่พิกัด 2 แอมแปร์ ใช้ระยะเวลาในการหลอมละลายของฟิวส์ 0.16 วินาที โดยมีกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ไหลผ่านฟิวส์ประมาณ 1.49 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยตกคร่อมฟิวส์ประมาณ 1.11 โวลต์ และกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 1.79 วัตต์ ส่วนกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านฟิวส์สูงสุดอยู่ที่ 2.05 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ตกคร่อมฟิวส์อยู่ที่ 1.51 โวลต์ และกำลังไฟฟ้าที่ใช้สูงสุดของฟิวส์อยู่ที่ 2.89 วัตต์ โดยมีค่าความต้านทานของฟิวส์ก่อนทำการทดลองอยู่ที่ 0.6 โอห์ม และค่าความต้านทานหลังจากฟิวส์หลอมละลายแล้วอยู่ที่ 0.18 เมกะโอห์มตามลำดับ

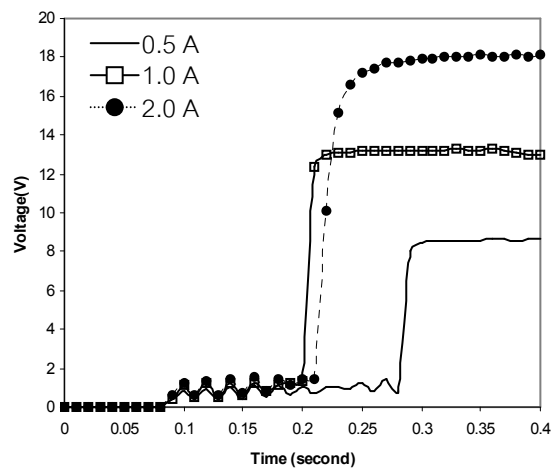
รูปที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านฟิวส์ขนาดพิกัด 0.5 แอมแปร์ 1 แอมแปร์ และ 2 แอมแปร์ ระหว่างการทดสอบ



รูปที่ 5 การตอบสนองต่อกระแสไฟฟ้าขณะหลอมละลายของฟิวส์ขนาดพิกัด 0.5 แอมแปร์ 1 แอมแปร์ และ 2 แอมแปร์

จากรูปที่ 5 พบว่าการทนกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยขณะหลอมละลายของฟิวส์ขนาดพิกัด 0.5 แอมแปร์ อยู่ที่ 0.59 แอมแปร์ ซึ่งมีความมากกว่าพิกัดกระแสไฟฟ้าที่ผู้ผลิตระบุไว้ ส่วนการทนกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยขณะหลอมละลายของฟิวส์ขนาดพิกัด 1 แอมแปร์ อยู่ที่ 0.89 แอมแปร์ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าพิกัดกระแสไฟฟ้าที่ผู้ผลิตระบุไว้ และการทนกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยขณะหลอมละลายของฟิวส์ขนาดพิกัด 2 แอมแปร์ อยู่ที่ 1.49 แอมแปร์ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าพิกัดกระแสไฟฟ้าที่ผู้ผลิตระบุไว้ เช่นเดียวกัน โดยฟิวส์ขนาดพิกัด 0.5 แอมแปร์ ใช้ระยะเวลาในการหลอมละลายนานที่สุด อยู่ที่ 0.23 วินาที ส่วนฟิวส์ขนาดพิกัด 1 แอมแปร์ ใช้ระยะเวลาในการหลอมละลายเร็วที่สุด อยู่ที่ 0.14 วินาที อีกทั้งใช้ระยะเวลาในการหลอมละลายเร็วกว่าฟิวส์ขนาดพิกัด 2 แอมแปร์ ซึ่งอยู่ที่ 0.16 วินาที

รูปที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมฟิวส์ขนาดพิกัด 0.5 แอมแปร์ 1 แอมแปร์ และ 2 แอมแปร์ ระหว่างการทดสอบ

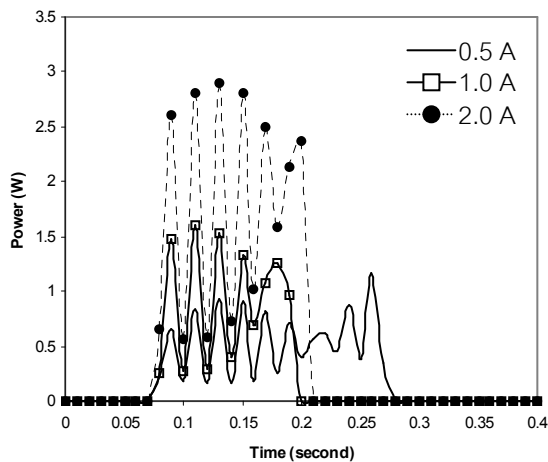


รูปที่ 6 การตอบสนองต่อแรงดันไฟฟ้าขณะหลอมละลายของฟิวส์ขนาดพิกัด 0.5 แอมแปร์ 1 แอมแปร์ และ 2 แอมแปร์

จากรูปที่ 6 พบว่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมฟิวส์ทั้ง 3 ขนาด มีค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าสำหรับฟิวส์ขนาดพิกัด 0.5 แอมแปร์ อยู่ที่ 0.85 โวลต์ ในช่วงระยะเวลาการหลอมละลายของฟิวส์ 0.23 วินาที เมื่อผ่านช่วงระยะเวลาดังกล่าวไปแล้วแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จะเท่ากับแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์ทดสอบอยู่ที่ 8.61 โวลต์ ส่วนค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าสำหรับฟิวส์ขนาดพิกัด 1 แอมแปร์ อยู่ที่ 0.96 โวลต์ ในช่วงระยะเวลาการหลอมละลายของฟิวส์ 0.14 วินาที เมื่อผ่านช่วงระยะเวลาดังกล่าวไปแล้วแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จะเท่ากับแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์ทดสอบอยู่ที่ 13 โวลต์ และค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าสำหรับฟิวส์ขนาดพิกัด 2 แอมแปร์ อยู่ที่ 1.11 โวลต์ ในช่วงระยะเวลาการหลอมละลายของฟิวส์ 0.16 วินาที เมื่อผ่านช่วงระยะเวลา

ดังกล่าวไปแล้วแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จะเท่ากับแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์ทดสอบอยู่ที่ 18 โวลต์

รูปที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าของฟิวส์ขนาดฟีกัด 0.5 แอมแปร์ 1 แอมแปร์ และ 2 แอมแปร์ ระหว่างการทดสอบ

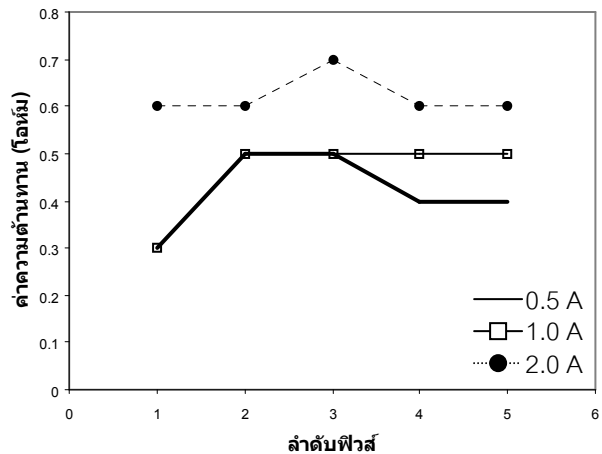


รูปที่ 7 การตอบสนองต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้ของฟิวส์ขนาดฟีกัด 0.5 แอมแปร์ 1 แอมแปร์ และ 2 แอมแปร์

รูปที่ 7 พบว่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเมื่อมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมและมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านฟิวส์ เกิดการแกว่งขึ้นลงของค่ากำลังไฟฟ้าเนื่องจากความไม่เชิงเส้นที่เกิดจากฟิวส์ซึ่งก็คือตัวต้านทานตัวหนึ่งเมื่อได้รับแรงดันและกระแสไฟฟ้าจะเกิดพลังงานความร้อนสะสมเกิดขึ้นบนวัสดุตัวนำที่ใช้สร้างฟิวส์ เนื่องจากเมื่อวัสดุตัวนำสะสมความร้อนค่าความต้านทานของวัสดุก็จะเปลี่ยนแปลงไป จากที่เคยมีคุณสมบัติเป็นแบบเชิงเส้นก็จะเปลี่ยนแปลงเป็นแบบไม่เชิงเส้น จนกระทั่งทนความเค้นทางไฟฟ้าและพลังงานความร้อนสะสมไม่ได้ โลหะตัวนำจึงขาดออกจากกัน โดยที่ฟิวส์ขนาดฟีกัด 0.5 แอมแปร์ มีกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยเกิดขึ้นต่ำที่สุดอยู่ที่ 0.54 วัตต์ สำหรับฟิวส์ขนาดฟีกัด 1 แอมแปร์ มีกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่

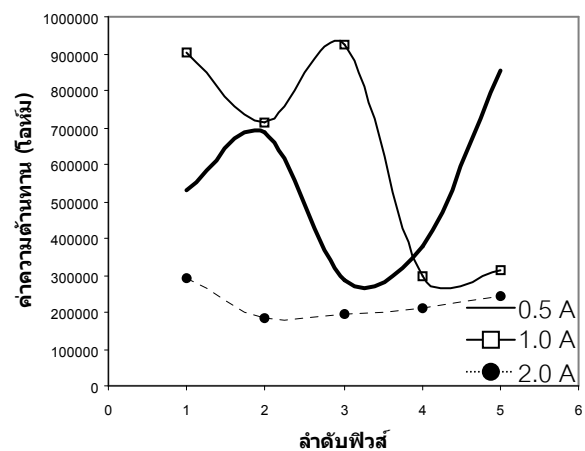
0.93 วัตต์ และฟิวส์ขนาดฟีกัด 2 แอมแปร์ มีกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.79 วัตต์

รูปที่ 8 แสดงค่าความต้านทานของฟิวส์ก่อนการทดสอบการทนกระแสไฟฟ้าทั้งขนาดฟีกัด 0.5 แอมแปร์ 1 แอมแปร์ และ 2 แอมแปร์ อย่างละ 5 ตัว



รูปที่ 8 ค่าความต้านทานก่อนทดสอบของฟิวส์ขนาดฟีกัด 0.5 แอมแปร์ 1 แอมแปร์ และ 2 แอมแปร์

รูปที่ 9 แสดงค่าความต้านทานของฟิวส์หลังการทดสอบการทนกระแสไฟฟ้าทั้งขนาดฟีกัด 0.5 แอมแปร์ 1 แอมแปร์ และ 2 แอมแปร์ อย่างละ 5 ตัว



รูปที่ 9 ค่าความต้านทานหลังทดสอบของฟิวส์ขนาดฟีกัด 0.5 แอมแปร์ 1 แอมแปร์ และ 2 แอมแปร์

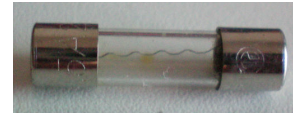
ตารางที่ 1 สรุปค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่สำคัญ
ของฟิวส์หลอดแก้วที่นำมาทดสอบ

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์ของฟิวส์

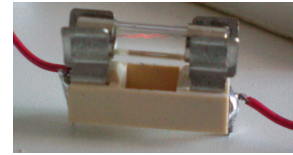
พารามิเตอร์	พิกัดของฟิวส์			หน่วย
	0.5 A	1 A	2 A	
แรงดันไฟฟ้าสูงสุด	1.47	1.26	1.51	โวลต์
แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย	0.85	0.90	1.11	โวลต์
กระแสไฟฟ้าสูงสุด	0.88	1.33	2.05	แอมแปร์
กระแสไฟฟ้าเฉลี่ย	0.59	0.96	1.49	แอมแปร์
ระยะเวลาหลอม ละลาย	0.23	0.14	0.16	วินาที
กำลังไฟฟ้าสูงสุด	1.16	1.52	2.89	วัตต์
กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย	0.54	0.93	1.79	วัตต์
พลังงานสูญเสียสูงสุด	0.27	0.21	0.46	จูล
ค่าความต้านทาน เริ่มต้น	0.3-0.5	0.3-0.5	0.6-0.7	โอห์ม
ค่าความต้านทาน สุดท้าย	0.288- 0.852	0.299- 0.923	0.184- 0.293	เมกะ โอห์ม



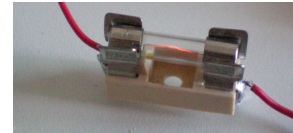
รูปที่ 10 ฟิวส์หลอดแก้วเชิงพาณิชย์ที่นำมาใช้ศึกษาและ
ทดสอบกระแสไฟฟ้าขณะหลอมละลาย [5]



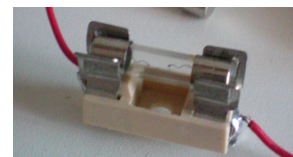
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 11 ฟิวส์ก่อนทดสอบ (ก) ระหว่างทดสอบ (ข,ค) หลัง
ทดสอบ (ง)

รูปที่ 10 แสดงฟิวส์หลอดแก้วเชิงพาณิชย์ที่นำมาใช้
ศึกษาและทดสอบกระแสไฟฟ้าขณะหลอมละลาย
รวมทั้งคุณสมบัติต่าง ๆ ของฟิวส์ดังตารางที่ 1 ส่วนรูป
ที่ 11 (ก) แสดงฟิวส์หลอดแก้วที่นำมาทดสอบเพื่อ
ศึกษาการทนกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าที่
ใช้และระยะเวลาในการหลอมละลายของฟิวส์ รูปที่
11 (ข),(ค) แสดงฟิวส์หลอดแก้วในขณะที่ทำการทดสอบ
เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและมีแรงดันไฟฟ้าตก
คร่อม รูปที่ 11 (ง) เมื่อวัสดุตัวนำทนความเค้นทาง
ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นไม่ไหวจนกระทั่งฟิวส์หลอมละลาย

5. สรุป

จากการศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ของฟิวส์
หลอดแก้วกำลังต่ำโดยการทดสอบการทน
กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านฟิวส์ และแรงดันไฟฟ้าที่ตก

คร่อมฟิวส์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์
เครื่องมือวัด พบว่าฟิวส์ขนาดพิกัด 1 แอมแปร์ ใช้
ระยะเวลาการหลอมละลาย 0.14 วินาที ซึ่งเร็วกว่า
ฟิวส์ขนาดพิกัด 2 แอมแปร์ และฟิวส์ขนาดพิกัด 0.5
แอมแปร์ โดยฟิวส์ขนาดพิกัด 2 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้าที่
ใช้สูงสุดอยู่ที่ 2.89 วัตต์ และพลังงานสูญเสียสูงสุดอยู่ที่
0.46 จูล ซึ่งมากกว่าฟิวส์ขนาดพิกัด 0.5 แอมแปร์
และ 1 แอมแปร์ ส่วนการทนกระแสไฟฟ้าสูงสุดของ
ฟิวส์ทั้ง 3 ขนาดนั้น พบว่าสามารถทนกระแสไฟฟ้าได้
ใกล้เคียงกับพิกัดที่ระบุไว้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล
ที่ให้การส่งเสริมและสนับสนุนทุนในการตีพิมพ์ผลงาน
สำหรับบทความฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] มงคล พรหมเทศ (2542). งานไฟฟ้าทั่วไป.
กรุงเทพฯ : เอมพันธ์.
- [2] มงคล พรหมเทศ และ ณรงค์ชัย กล่อมสุนทร
(2546). ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น.
กรุงเทพฯ : เอมพันธ์.
- [3] Eckert, T.J. (2009). Understanding Fuse
Ratings. Product Compliance Engineering,
PSES : (pp.1 – 6). USA.
- [4] Tanaka, T., and Yamasaki, M. (2004).
Modeling of Fuses for Melting Time and
Fusing Current Analysis. Telecommunica-
tions Energy Conference 2004, INTELEC

2004, 26th Annual International : (pp.671 -
675). USA, Illinois, Chicago.

- [5] “ฟิวส์แบบต่าง ๆ.” อุปกรณ์งานระบบไฟฟ้า.
(ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : <http://www.telepart.net/index.php?lay=show&ac=article&Id=465393>. (วันที่เข้าถึง 13 กรกฎาคม 2555)