EC011

การลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในหลอดไฟไดโอดเปล่งแสงโดยเทคนิคการควบคุมทางความร้อนจากกระแสไฟฟ้า

Electrical Energy Reduction in Light Emitting Diode (LED) Bulb by Techniqueof Thermal Current Management (TCM)

นัฐพร ไชยญาติ* ณัฐวุฒิ ดุษฎี
วิทยาลัยพลังงานทดแทนมหาวิทยาลัยแม่โจ้ต.หนองหารอ.สันทราย จ.เชียงใหม่50290
โทรศัพท์/โทรสาร 053-875140 E-mail: benz178@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการลดอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟไดโอดเปล่งแสง โดยใช้เทคนิคการควบคุมทางความร้อน ผ่านวงจรไฟฟ้าควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่วงจรกำเนิดแสง (Thermal current management, TCM)อัตราการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟไดโอดเปล่งแสง ทดสอบภายใต้เงื่อนไขสภาวะการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงในช่วง 8-21 V_{DC}โดยใช้โมดูลกำเนิดแสงแบบไดโอดขนาด 0.5 Wและแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ150-240 V_{AC}โดยใช้หลอดไฟไดโอดเปล่งขนาด 19 W ตามลำดับ รวมทั้งทดสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยรอบของหลอดไฟในช่วง 30-84°C โดยใช้ขดลวดไฟฟ้าขนาด 50 W ให้ความร้อนแก่อากาศโดยรอบโมดูลกำเนิดแสงแบบไดโอด ผลการศึกษาพบว่า การควบคุมทางความร้อนจากกระแสไฟฟ้าสามารถรักษาปริมาณกระแสไฟฟ้าให้ค่อนข้างคงที่ได้ เมื่อมีการเพิ่มระดับแรงดันไฟฟ้าทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ รวมทั้งเมื่ออุณหภูมิโดยรอบของหลอดไฟไดโอดเปล่งแสงสูงขึ้น โดยสามารถลดอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟไดโอดเปล่งแสงได้ประมาณ 3.37% เมื่อเทียบกับหลอดไฟไดโอดเปล่งแสงแบบปกติ และสามารถลดได้ประมาณ 53% เมื่อเปรียบเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์

คำสำคัญ: การลดพลังงานไฟฟ้าหลอดไฟไดโอดเปล่งแสงการควบคุมทางความร้อนจากกระแสไฟฟ้า

This paper studies a technique for reducing the electrical power consumption in a light emitting diode (LED) bulb by using the thermal current manage (TCM). For the initial conditions of the experimental study, the direct voltage at 8-21 $V_{DC}$and the alternating current at 150-240 $V_{AC}$are varied with a module of LED at capacity 0.5 W and the LED bulb at capacity 19 W, respectively.Moreover, the environmental temperature is also tested at 30-84 °Cwith the LED module to investigate the electrical power of the LED bulb by using an electrical heater at capacity 50 W. It could be seen that the TCM technique could be improved the LED efficiency. For the experimental results,increasing the direct voltage and the alternating voltage effects the electrical power consumption increased including of the high ambient temperature. The LED bulb with using the TCM circuit could be reduced the electrical power around 3.37%compared with the normal LED bulb and around 53% compared with the fluorescence bulb.

Keywords: Electrical Energy Reduction, Light Emitting Diode (LED), Thermal Control Management (TCM)

1. บทนำ

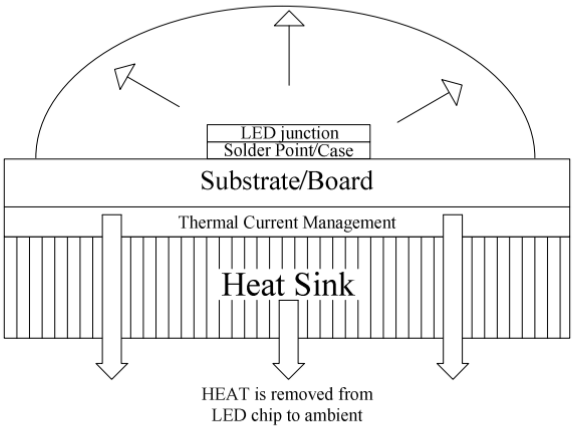
หลอดไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ให้แสงสว่างแก่มนุษย์มาเป็นเวลานาน ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตมากมาย และอาจเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆ จนมาถึงปัจจุบัน ในปี ค.ศ. 1879 โทมัส แอลวา เอดิสัน สามารถคิดค้นไส้หลอดจากเส้นด้ายใยฝ้ายเผาให้เป็นถ่านที่สามารถใช้ได้เป็นเวลานานถึง 40 ชั่วโมง ในยุคนั้นจึงเป็นยุคแห่งการกำเนิดของหลอดไฟฟ้า ในยุคแรกหลอดไฟฟ้าเป็นหลอดไฟดวงกลมที่ให้แสงสีเหลืองและพลังงานความร้อน มีข้อเสีย คือ ไส้หลอดขาดง่าย อายุการใช้งานน้อย และกินไฟ จึงมีการคิดค้นและพัฒนาหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง เช่น หลอดไส้ หลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นต้น เพื่อเพิ่มความสว่าง ยืดอายุการใช้งาน อนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม ภายหลังในศตวรรษที่ 21หลอดไฟฟ้าที่ได้รับความสนใจทั่วโลกในการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม คือ หลอดไดโอดเปล่งแสง (Light-emitting diode, LED)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลอดไฟ LED มีการศึกษามากมาย โดย EkpenyongNarendranet al. [1] ได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินอุณหภูมิของ Junction LED เทียบกับผลที่ได้จากการทดลอง ผลที่ได้พบว่ามีความใกล้เคียงกัน YiminGuet al. [2] ได้เสนองานวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพความส่องสว่างและสเปกตรัมของหลอดไฟLED กำลังสูงที่เปลี่ยนไปเมื่อใช้วิธีการหรี่หรือเร่งความสว่าง (Dimming methods) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความส่องสว่างของหลอด LED Chun-Jen Weng [3] นำเสนอการจัดการความร้อนในหลอดไฟLED โดยนำเสนอการคำนวณการถ่ายเทความร้อนออกจากหลอดโดยตัวระบายความร้อนภายนอกหลอด ผลที่ได้พบว่าสามารถลดความร้อนที่เกิดจากความต้านทานทางความร้อนจากการพาความร้อนได้ประมาณ 20-30%Lan Kim [4] นำเสนอลักษณะการเกิดความร้อนของ LED arrays โดยการวัดอุณหภูมิ Junction และคำนวณหาความต้านทางความร้อนที่เกิดขึ้นกับ LED arrays ที่มีการระบายความร้อนด้วย Heat pipe ผลที่ได้พบว่าสามารถลดอุณหภูมิของ Junction จาก 87.6 °C ลดลงมาได้เป็น 63.3 °C ที่ความเร็วลมเดียวกัน

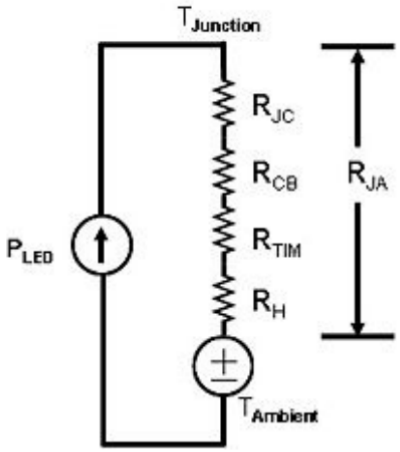
จากงานวิจัยต่างๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นจะพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่มุ่งไปในการศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายอุณหภูมิที่เกิดขึ้นกับหลอดไฟLED และศึกษาการปรับปรุงการถ่ายเทความร้อนออกจากหลอดไฟLED เช่น การติดตั้งอุปกรณ์เสริมเพื่อเพิ่มการถ่ายเทความร้อนในแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น การนำความร้อน การพาความร้อน ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยนี้ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการควบคุมทางความร้อนภายใน Light boxของหลอดไฟLED ให้คงที่ เพื่อลดอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าและป้องกันความเสียหายอันเกิดเนื่องจากการกระชากของระดับแรงดันไฟเมื่อมีการเปิด-ปิดสวิตช์ หรือในกรณีเกิดฟ้าผ่าและพายุ

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

รูปที่ 1 แสดงแบบจำลองของหลอดไฟ LED ซึ่งประกอบไปด้วยตัวกำเนิดแสงที่เป็นสารกึ่งตัวนำ P-N Junction(LED junction) แผงโลหะนำความร้อนออกจาก Junction (Solder point) จากนั้นระบายความร้อนที่ได้รับมาผ่านบอร์ด (Substrate/Board) และ TIM (Thermal interface material) เพื่อถ่ายเทให้สิ่งแวดล้อม (Heat sink) ต่อไป



รูปที่ 1 แบบจำลองหลอดไฟ LED



รูปที่ 2 แบบจำลองทางความร้อนของหลอดไฟ LED [5]

รูปที่ 2 แสดงแบบจำลองทางความร้อนของหลอดไฟ LED โดยให้ LED chip เป็นแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า ความต้านทานทางความร้อนเป็นตัวต้านทาน และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเป็นแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า ดังแสดงได้ดังสมการที่ 1 และ 2

จากกฎของโอห์ม (Ohm law)

$$V=IR \quad (1)$$

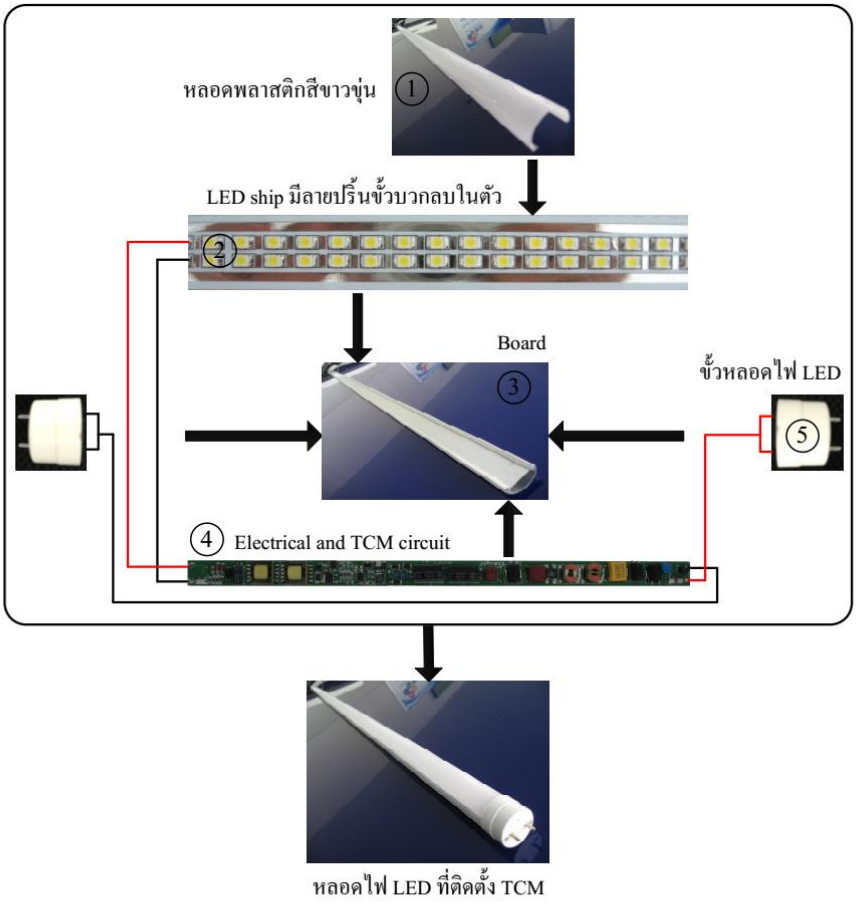
จากรูปที่ 2 เปรียบเทียบกับสมการที่ 1 ได้ว่า

$$T_{Ambient}= P_{LED}R_{JA} \quad (2)$$

จากสมการที่ 2 จะได้ว่าเมื่ออุณหภูมิสิ่งแวดล้อมสูง ($T_{Ambient}$) จะส่งผลให้กำลังไฟฟ้าของหลอดไฟ LED สูงตามไปด้วย (P_{LED}) โดยกำหนดให้ความต้านทานทางความร้อน (R_{JA}) มีค่าไม่เปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ ดังนั้นจะส่งผลต่อการระบายความร้อนออกจาก Junction ของ LED โดยตรง เนื่องจากระบายความร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อมได้น้อยขึ้น ความร้อนของ Junction สูงตามไปด้วย เป็นผลให้กำลังไฟฟ้าของหลอดไฟ LED สูงขึ้น

การรักษาอุณหภูมิของ P-N junction ให้มีค่าต่ำจะส่งผลให้การทำงานของหลอดไฟ LED มีประสิทธิภาพสูงตามไปด้วย ดังนั้นในการดึงความร้อนออกจาก P-N junction ซึ่งเป็นตัวกำเนิดความร้อน และนำออกด้านหลังของแผงวงจรเพื่อระบายสู่สิ่งแวดล้อม จึงถูกคิดค้นโดยอาศัยหลักการของการนำความร้อน การพาความร้อนและการแพร่รังสีเป็นหลัก รวมทั้งการนำวงจรอิเล็กทรอนิกส์ไปควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้า (Thermal current management, TCM) ที่จ่ายให้แก่ P-N junction ก็เป็นอีกหนึ่งวิธีที่มีประสิทธิภาพค่อนข้างดี

เทคนิค TCM มีหลักการ คือ ควบคุมการจ่ายปริมาณกระแสไฟฟ้าให้แก่หลอดไฟให้คงที่ เช่น เมื่ออุณหภูมิสิ่งแวดล้อมมีค่าสูง ส่งผลให้การระบายความร้อนของหลอด LED ไม่ดีและทำให้ P-N junction มีอุณหภูมิสูงปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ต้องจ่ายให้แก่วงจรสูงตามไปด้วย รวมทั้งกรณีที่มีการเปิด-ปิดสวิตช์หรือเมื่อเกิดฟ้าผ่า จะทำให้มีการกระชากแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้นอย่างฉับพลัน และจากกฎของโอมห์ (V=IR) เมื่อแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้น ทำให้ปริมาณกระแสไฟฟ้าสูงตามไปด้วย และส่งผลต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของหลอดไฟ LED อาจเกิดความเสียหาย โดยแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของ TCM จะต่อรวมกับแผงวงจรไฟฟ้าของหลอดไฟ LED ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ส่วนประกอบของหลอดไฟ LED ที่มีการติดวงจร TCM [6]

3. วิธีการทดลอง

การทดสอบการควบคุมทางความร้อนแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ การเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่หลอดไฟ LEDและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่มีผลต่อปริมาณกระแสไฟฟ้าของหลอดไฟ LED

3.1 การทดลองเปลี่ยนระดับแรงดันไฟฟ้า

การศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณกระแสไฟฟ้าของหลอดไฟ LED จากผลการเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันไฟฟ้า แบ่งการทดสอบเป็น 2 ส่วนย่อย คือ การทดสอบกับชุดโมดูลวงจรกำเนิดแสงLED และทดสอบกับหลอดไฟ LED

การทดลองที่ 1 มีรายละเอียดการทดสอบ คือ นำแผงโมดูลวงจรกำเนิดแสง LED ขนาด 0.5 W ดังแสดงในรูปที่ 4 (ก) มาทดสอบป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 8-21 V_{DC} (แรงดันปกติอยู่ที่ 12 V_{DC}) โดยต่อเข้ากับชุดทดสอบที่สามารถปรับระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ดังแสดงในรูปที่ 4 (ข)

การทดลองที่ 2 มีรายละเอียดการทดสอบ คือ นำหลอดไฟ LED ที่ประกอบแล้วเสร็จขนาด 19 Wดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1 นำมาทดสอบเปรียบเทียบผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงระดับไฟฟ้ากระแสสลับในช่วง 150-240 V_{AC}ระหว่างหลอดไฟLED ที่ติดตั้งวงจร TCM และไม่มีการติดตั้ง โดยการทอลองนี้ใช้ AC power supply ปรับระดับแรงดันไฟฟ้าพร้อมทั้งบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้า ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวแสดงรายละเอียดในตารางที่

ก) แผงโมดูลวงจรกำเนิดแสง LEDข) ชุดทดสอบวงจร LED
รูปที่ 4อุปกรณ์การทดสอบการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

Specification of	LED
Input (V_{AC})	100-240
Frequency (Hz)	50-60
Power (W)	19
Length (m)	1.2
Life Span (h)	40,000-50,000
Color Temperature (K)	4,000-6,000

ตารางที่ 2คุณลักษณะ AC power supply

AC Power Supply	
Output voltage 1-300 V	
Maximum output current 5 A	
Single output	
Maximum output power 500 VA	
Voltage & frequency converter	
Power metering	
Input: 85-250V_{AC}, 47-63Hz	

3.2 การทดลองเปลี่ยนอุณหภูมิ

การทดสอบผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่มีผลต่อปริมาณกระแสไฟฟ้าในของหลอดไฟ LEDมีรายละเอียดการทดสอบ คือ ติดขดลวดความร้อนไฟฟ้าขนาด 50 W ไว้กับชุดทดสอบดังแสดงในรูปที่ 4 (ข) และนำแผนอะคริลิคใสมาครอบชุดโมดูลวงจรกำเนิดแสง LED ที่ติดตั้งวงจร TCM และไม่ติดตั้ง พร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิดังแสดงในตารางที่ 3 โดยชุดทดสอบดังกล่าวจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงคงที่คง 12 V_{DC} และทดสอบในช่วงอุณหภูมิของอากาศ30-84 °C

ตารางที่ 3รายละเอียดอุปกรณ์สำหรับใช้ในการวัดและเก็บข้อมูลต่าง ๆ

เครื่องมือ	คุณลักษณะ	รูป
เครื่องเก็บข้อมูล (Data Logger)	เครื่องบันทึกข้อมูลทำหน้าที่อ่านอุณหภูมิ โดยใช้ร่วมกับสายวัดเทอร์โมคัปเปิลชนิด K ผลิตจากบริษัท TASK ค่าความถูกต้อง ± 0.01°C	
สายวัดอุณหภูมิ (Thermo Couple)	สายวัดอุณหภูมิหรือเทอร์โมคัปเปิลชนิด K ผลิตโดยบริษัท OMEGA ใช้งานร่วมกับเครื่องบันทึกข้อมูล	

4. ผลการทดลอง

4.1 ผลการเปลี่ยนระดับแรงดันไฟฟ้า

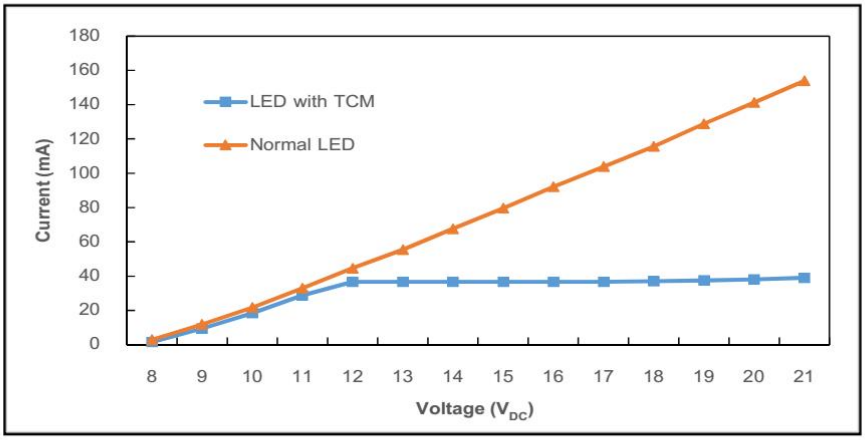
รูปที่ 5 แสดงขั้นตอนการทดลองการเปลี่ยนระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงของชุดโมดูลวงจรกำเนิดแสง LEDผลการทดสอบพบว่า เมื่อระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเพิ่มขึ้น ส่งผลให้โมดูลของ LED แบบทั่วไปมีปริมาณกระแสไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น แต่ในขณะที่โมดูลของ LED ที่ติดตั้งวงจร TCM มีปริมาณกระแสไฟฟ้าค่อนข้างคงที่ ดังแสดงผลการทดสอบในรูปที 6

จากรูปที่ 6 ผลที่ได้สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อมีการปิด/เปิดสวิทซ์ไฟบ่อยๆ หรือมีฟ้าผ่า จะทำให้แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่หลอดไฟ LED เพิ่มสูงขึ้นอย่างฉับพลัน ทำให้มีปริมาณกระแสไฟฟ้าสูงขึ้นตามไปด้วย (จากกฎของโอห์ม V=IR) ส่งผลต่อแผงวงจรบางจุดเกิดการช็อต และทำให้แผง LED บางจุดไม่สามารถกำเนิดแสงได้ เป็นที่มาของหลอดไฟกระจายแสงสว่างได้ไม่ทั่วหลอด

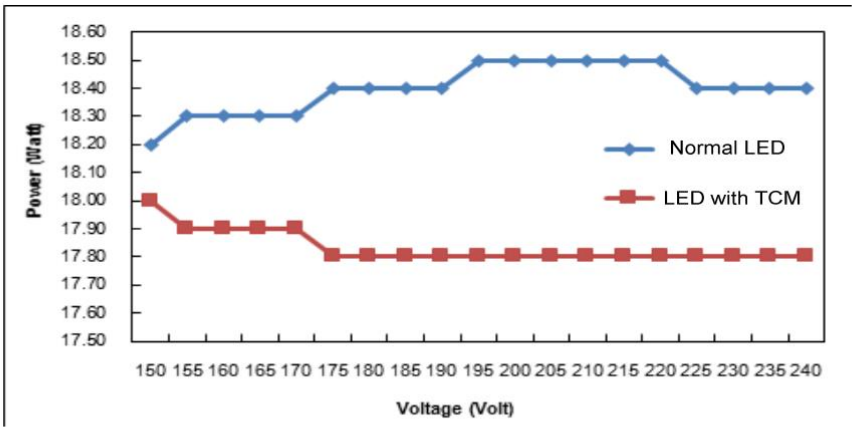
รูปที่ 7 แสดงผลการเปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟ LED ขนาด 19 W ที่ติดตั้งวงจร TCM และไม่ติดตั้ง โดยเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ป้อนให้แก่หลอดไฟ LED ผลที่ได้พบว่าสอดคล้องกับการทดลองที่ผ่านมา คือ เมื่อแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับสูงขึ้น หลอดไฟ LED ที่ไม่ติดตั้งวงจร TCM จะแปลงค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับไปเป็นไฟฟ้ากระแสตรงสูงตามไปด้วย ทำให้หลอดไฟ LED ใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าสูงขึ้น รวมถึงมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตามการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ในขณะที่หลอดไฟ LED ที่ติดตั้งวงจร TCM สามารถรักษาแรงดันไฟฟ้าได้ค่อนข้างคงที่ และทำให้อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าคงที่ตามไปด้วย

(ก) ผลการป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 V_{DC} (ข) ผลการป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 14 V_{DC}

รูปที่ 5 การป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้แก่โมดูลวงจรกำเนิดแสง LED



รูปที่ 6 การเปรียบเทียบปริมาณกระแสไฟฟ้าของโมดูลวงจรกำเนิดแสง LED แบบติดตั้ง TCM และไม่ติดตั้งเมื่อเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง



รูปที่ 7การเปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟ LED แบบติดตั้ง TCM และไม่ติดตั้งเมื่อเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

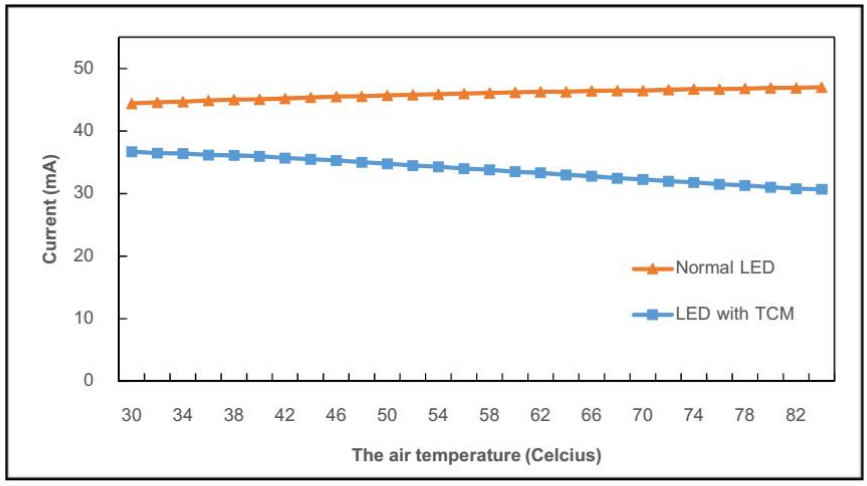
4.1 ผลการเปลี่ยนอุณหภูมิ

รูปที่ 8 แสดงการทดสอบเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยรอบของโมดูลวงจรกำเนิดแสง LED โดยผลที่ได้พบว่า เมื่ออุณหภูมิโดยรอบของโมดูลวงจรกำเนิดแสง LED สูงขึ้น ส่งผลทำให้ปริมาณกระแสไฟฟ้าของโมดูลวงจรกำเนิดแสง LED ที่ไม่ติดตั้งวงจร TCM เพิ่มขึ้น รวมทั้งอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงตามไปด้วย ในขณะที่โมดูลกำเนิดแสง LED ที่ติดตั้ง TCM มีปริมาณกระแสไฟฟ้าค่อนข้างคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น รวมทั้งมีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่ากรณีไม่ติดตั้ง TCM ประมาณ 3.37% อีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 9

ทั้งนี้การนำหลอดไฟ LED ไปใช้งานเพื่อลดอัตราการใช้พลังงานของอาคารนั้น มักเลือกติดตั้งในระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่มีการใช้งานต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง เพื่อให้มีระยะเวลาการคืนทุนที่เร็วขึ้น เนื่องจากหลอดไฟ LED มีราคาค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับหลอดไฟประเภทอื่น (หลอด 1.2 m 19 W ราคาหลอดละ 2,250 Bath [6])ทำให้เกิดความร้อนสะสมที่หลอดไฟ LED ค่อนข้างสูง รวมทั้งประเทศไทยเป็นเมืองร้อน ผลของอุณหภูมิที่สูงขึ้นของหลอดไฟ LED จะส่งผลทำให้อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟสูงตามไปด้วย ซึ่งที่ผ่านมาประเด็นดังกล่าวถึงละเลยและไม่เป็นที่สนใจของนักวิจัยในการศึกษา ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่า ผลของการเพิ่ม

อุณหภูมิมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า และแนวทางการปรับปรุงของงานวิจัยนี้ คือ การควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้าให้คงที่

รูปที่ 8การทดสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยรอบที่มีผลต่อโมดูลกำเนิดแสงแบบ LED



รูปที่ 9 การเปรียบเทียบปริมาณกระแสไฟฟ้าของหลอดไฟ LED ที่ติดตั้งวงจร TCM และไม่ติดตั้ง เมื่อเปลี่ยนแลงอุณหภูมิโดยรอบ

นอกจากนี้งานวิจัยยังได้ทำการศึกษาผลของการต่อหลอดไฟในลักษณะต่างๆ โดยนำหลอดไฟ LED ขนาด 18 W มาเปรียบเทียบหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 32 W และบัลลาสอิเล็กทรอนิกส์ 5 W ที่มีการแผ่รังสีความร้อนออกจากหลอด ซึ่งส่งผลโดยตรงต่ออุณหภูมิของหลอดไฟ ดังนั้นเพื่อหาผลกระทบต่ออัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าและหาแนวทางการนำหลอดไฟ LED ไปใช้ทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้อย่างแท้จริง งานวิจัยนี้จึงทำการทดสอบการต่อหลอดไฟ 3 รูปแบบ คือ ต่อแบบหลอดเดียว นำหลอดไฟ 5 หลอดมาต่ออนุกรมและต่อแบบขนาน โดยผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4

ผลการศึกษาที่ได้พบว่า หลอดฟลูออเรสเซนต์มีการแผ่รังสีความร้อนออกมาจากหลอดไฟพร้อมกับการส่องสว่าง โดยเมื่อนำหลอดไฟมาต่อกันแบบอนุกรม ซึ่งเป็นลักษณะการต่อหลอดไฟโดยทั่วไปที่ใช้กันในอาคาร ผลที่ได้พบว่า อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟ LED ที่ติดตั้ง TCM สามารถประหยัดอัตราการใช้

พลังงานไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นประมาณ 53.44% หรือ 88.59 W เปรียบเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ 190.26 W ในขณะที่การต่อแบบขนานสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าประมาณ 54.60%หรือ 87.10 W เปรียบเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ 191.84 Wเนื่องจากหลอดไฟได้รับผลจากการแผ่รังสีค่อนข้างสูง ทำให้อุณหภูมิอากาศโดยรอบมีค่าสูงกว่าการต่อแบบอนุกรม

ตารางที่ 4การเปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการต่อหลอดไฟในลักษณะต่าง ๆ

หลอดไฟ	จำนวนหลอด	ลักษณะการต่อ	Power factor	Voltage	Current	Electrical power
			(-)	(V)	(A)	(W)
Fluorescent	1	-	1.00	227.11	0.16	36.33
LED	1	-	1.00	232.25	0.07	17.32
Saving (%)						52.31
Fluorescent	5	อนุกรม	0.92	229.47	0.90	190.26
LED	5	อนุกรม	0.89	230.56	0.43	88.59
Saving (%)						53.44
Fluorescent	5	ขนาน	0.98	233.42	0.84	191.84
LED	5	ขนาน	0.89	229.82	0.43	87.10
Saving (%)						54.60

5. สรุป

จากผลการศึกษาสามารถสรุปเนื้อหาสำคัญได้ดังต่อไปนี้

- การเพิ่มระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ ส่งผลทำให้อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟ LED ที่ไม่ติดตั้ง TCM สูงขึ้น ในขณะที่หลอดไฟ LED ที่ติดตั้ง TCM สามารถรักษาอัตราการใช้พลังงานให้คงที่ได้
- การเพิ่มอุณหภูมิโดยรอบของหลอดไฟ LED ส่งผลให้หลอดไฟ LED ที่ไม่ติดตั้ง TCM มีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้น ในขณะที่หลอดไฟLED ที่ติดตั้ง TCM สามารถรักษาอัตราการใช้พลังงานให้คงที่ได้
- การควบคุมปริมาณความร้อนภายในหลอดไฟ LED โดยใช้หลักการควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้าให้คงที่สามารถลดอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟ LED ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- การติดตั้ง TCM ในหลอดไฟ LED สามารถลดอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ประมาณ 3.37% เมื่อเทียบกับหลอดไฟ LED แบบปกติ และสามารถลดได้ประมาณ 53% เมื่อเปรียบเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร ฝ่ายยุทธศาสตร์และประสานงานวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และบริษัท ทีซัส อินโนเวชั่น อินเทลลิเจนซ์ จำกัด ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนในการดำเนินงานวิจัย และขอบคุณ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ สำหรับการสนับสนุนการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] Narendran, N., Gu, Y., Hosseinzadeh, R.,“Estimating junction temperature of high-flux white LEDs”,Proceeding of the Light-emitting diodes: Research, manufacturing, and applications VIII, pp.158-160,2004.

[2] Gu, Y., Narendran, N., A non-contact method for determining junction temperature of phosphor-converted white LEDs,Proceedign of the Third International Conference on Solid State Lighting, pp.107-114,2003.

[3] Chun-Jen Weng,“Advanced thermal enhancement and management of LED packages”,Proceedings of the International Communications in Heat and Mass Transfer,2009.

[4] Lan Kim, Jong Hwa Choi, Sun Ho Jang and Moo Whan Shin, “Thermal analysis of LED array system with heat pipe”, ThermochimicaActa, vol.455, pp.21–25,2007.

[5]Online, www.wikipedia.com, “Thermal management of high-power LEDs”,2013.

[6]ระบบออนไลน์:บริษัท ทีซัส อินโนเวชั่น อินเทลลิเจนซ์ จำกัดwww.tsus.co.th “ราคาหลอดไฟ LED”2556