

การศึกษาการใช้พลังงานของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ ชนิดเต็มคลื่นระหว่างไดโอด 4 ตัว และไดโอดแบบโมดูล สำหรับแหล่งจ่ายไฟของหลอดไฟฟ้าแอลอีดี

Comparison of Effect of Full Bridge Rectifier Circuit Between 4 Diodes and 1 Diode Module on Energy Saving for Power Supply of LED Lamp Illuminating

ปฏิภาณ เกิดลาภ, ชุตติพนธ์ อู่ย้ายโสม และ กนกพร รอดแสง

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอการเปรียบเทียบผลกระทบของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ชนิดเต็มคลื่นระหว่างการใช้ไดโอด 4 ตัว และไดโอดแบบโมดูล 1 ตัว ที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานของแหล่งจ่ายไฟของหลอดไฟฟ้าแอลอีดี โดยทำการเปรียบเทียบแหล่งจ่ายแบบไดโอด 4 ตัวต่อกันภายนอก กับแบบโมดูลซึ่งมีไดโอดบรรจุอยู่ภายใน 4 ตัว ต่อแบบบริดจ์ และ การเปรียบเทียบแหล่งจ่ายไฟ 2 ชนิด ปรากฏว่าแหล่งจ่ายไฟแบบไดโอด 4 ตัว ใช้กำลังไฟฟ้ามากกว่าแบบโมดูล 1 ตัว ประมาณ 6.3 เปอร์เซ็นต์ และแหล่งจ่ายไฟแบบไดโอด 4 ตัวจะมีค่าความสว่างมากกว่าไดโอดแบบโมดูล 1 ตัว ประมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ผลที่ได้จะเป็นข้อมูลในการวิจัยทางด้านการประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง

คำสำคัญ: แหล่งจ่ายไฟ, หลอดแอลอีดี, การประหยัดพลังงาน

Abstract

This paper presents the comparison of the effect of full bridge rectifier circuit between 4 diodes and 1 diode module on energy saving for power supply of LED Lamp and compareing the power supply with module type and the 4 diodes type. The experimental results show the power consumption difference is about 6.3 percentage and the brightness difference is about 1.5 percent. 4 diodes type is less bright than the module type 1 lux power loss is less than in system, input power factor of transformer is more than, and input current is less and cost less. The experimental results are used to save energy in lighting system.

Keywords: power supply, light emitting diode, energy savings

ความนำ

ในสภาวะปัจจุบัน ปริมาณการใช้พลังงานของประเทศมีความต้องการใช้พลังงานสูงขึ้นทุก ๆ ปี พลังงานเป็นสิ่งที่ทุกภาคส่วนนั้นให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง การประหยัดพลังงานจึงถือว่าเป็นความสำคัญอย่างยิ่งในระบบแสงสว่างคิดเป็นประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของการใช้พลังงาน ดังนั้นในการศึกษาการประหยัดพลังงานไฟฟ้า จากแหล่งจ่ายไฟของหลอด LED นี้ จะกล่าวถึงประสิทธิภาพ เนื่องจากเป็นนวัตกรรมใหม่ ในปัจจุบันหลอด LED มีข้อดีหลายประการ เช่น การใช้พลังงานต่ำ ให้ความสว่างที่มากกว่า มีความร้อนต่ำ ประสิทธิภาพในการลดปริมาณการใช้พลังงานและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี [1]

หลอดแอลอีดีนิยมนำมาใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสงแทนหลอดไส้ และหลอดฟลูออเรสเซนต์ เนื่องจากกินไฟน้อย ให้แสงสว่างมาก และมีอายุการใช้งานยาวนาน ซึ่งหลอดแอลอีดีนั้นต้องการแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบกระแสตรงเพื่อขับหลอด ซึ่งจะต้องใช้วงจรเรกติไฟเออร์แบบบริดจ์ เพื่อแปลงไฟจากกระแสสลับให้เป็นไฟกระแสตรงสำหรับผู้ออกแบบและผู้นำหลอดแอลอีดีมาใช้ในระบบส่องสว่างภายในอาคารจะต้องคำนึงถึงแหล่งจ่ายไฟสำหรับหลอดแอลอีดี ซึ่งแหล่งจ่ายไฟจะมีหลายแบบ เช่น แบบเป็นเชิงเส้น แบบสวิตชิ่ง หรือแบบอื่นๆ อาจจะมีผลกระทบทางด้านสัญญาณรบกวน ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่พึงปรารถนาต่อระบบ เนื่องจากการรบกวนดังกล่าวจะส่งผลให้อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ในระบบทำงานผิดพลาดได้ [2-3]

ดังนั้นในบทความนี้มีแนวคิดว่าจะลดการใช้กำลังไฟฟ้าในวงจรขับให้ได้มากที่สุด จึงได้ทำการออกแบบแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแบบเต็มคลื่น และทำการเปรียบเทียบกันระหว่างผลการทำงานของการใช้ไดโอดแบบไดโอด 4 ตัวต่อกัน กับแบบโมดูล 1 ตัว สำหรับใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับหลอด LED เพื่อทำการทดลองศึกษาการใช้กำลังไฟฟ้า และแสงสว่างที่ได้จะมีความแตกต่างกันอย่างไร โดยทำการทดสอบสมรรถนะต่าง ๆ ทางไฟฟ้า และทางแสง

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาและออกแบบวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นใช้เป็นแหล่งจ่ายให้กับหลอดแอลอีดี และเปรียบเทียบผลการทำงานของการใช้ไดโอดแบบโมดูล 1 ตัวกับแบบไดโอด 4 ตัวต่อกัน

การออกแบบ

การออกแบบแหล่งจ่ายไฟ เพื่อใช้สำหรับหลอดแอลอีดีนั้น จะออกแบบให้ทั้ง 2 แหล่งจ่ายไฟ มีพิกัดและคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่เหมือนกัน คือ แหล่งจ่ายไฟสามารถทนกระแสไฟฟ้าได้ 2 แอมป์ แรงดัน 50 โวลต์ ใช้ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุที่มีขนาดเท่ากัน และนำมาทดสอบกับหลอดแอลอีดี 12V_{dc} ที่ขนาดและพิกัดกำลังเท่ากัน โดยสมการที่ใช้ในการออกแบบสร้างแหล่งจ่ายไฟ แสดงดังสมการที่ 1 และ สมการที่ 2 [4-5]

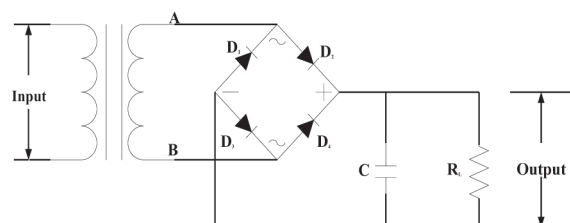
$$V_r = V_{dc} \times \frac{r}{100} \quad (1)$$

$$= 12 \times \frac{25}{100} = 3V$$

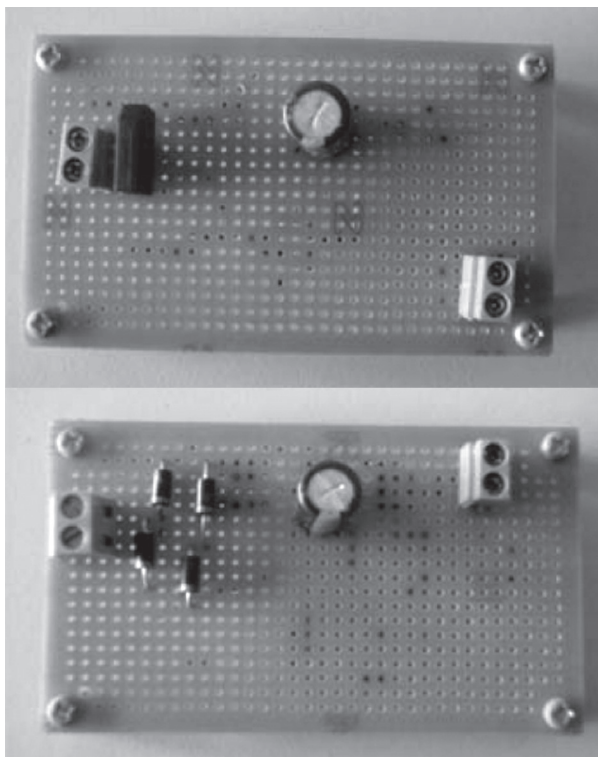
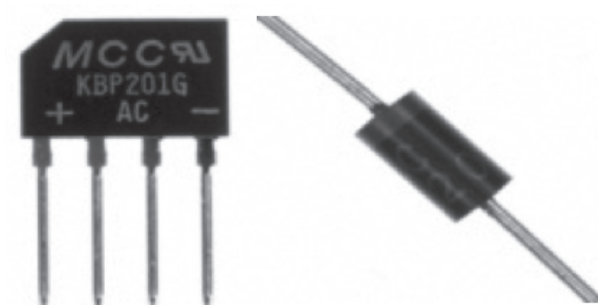
$$V_{rr(P)} = \frac{I_{dc}}{2fc} \quad (2)$$

$$C = \frac{I_{dc}}{2fV_{rr(P)}} = \frac{300 \times 10^{-3}}{(2)(50)(3)} = 1,000 \mu F$$

วงจรพื้นฐานที่ใช้ในการออกแบบสร้างแหล่งจ่ายไฟ แสดงวงจรในภาพ 1



ภาพ 1 วงจรบริดจ์เรกติไฟเออร์ชนิดไดโอดพร้อมตัวเก็บประจุ



ก) แบบโมดูล 2A, 50 V_{dc}

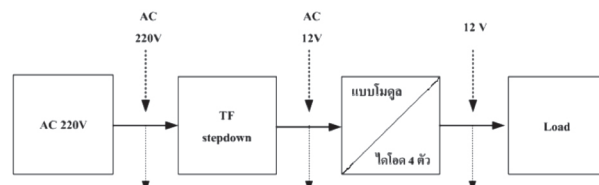
ข) แบบไดโอด 4 ตัว 2 A, 50 V_{dc}

ภาพ 2 แหล่งจ่ายไฟทั้ง 2 แบบที่ใช้ในการทดลอง

การวัดและเทคนิคการวัด

การทดสอบค่าสมรรถนะต่างๆ ทางไฟฟ้า

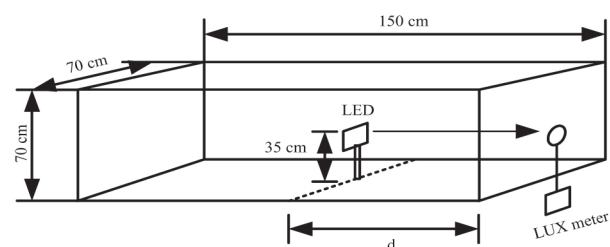
ในการทดสอบวัดค่าสมรรถนะต่างๆ ทางไฟฟ้า เพื่อเก็บข้อมูลทางไฟฟ้า นำมาวิเคราะห์สรุปผลโดยจะใช้ เครื่องมือวัดคุณภาพสัญญาณทางไฟฟ้า หรือ Power quality analyzer (Fluke รุ่น 43B) ซึ่งสามารถวัดได้ทั้ง รูปคลื่นสัญญาณค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ค่าตัวประกอบกำลัง แสดงดังภาพ 3



ภาพ 3 ไดอะแกรมการทดลองวัดค่าสมรรถนะต่างๆ ทางไฟฟ้า

การวัดการกระจายแสงและความสว่าง

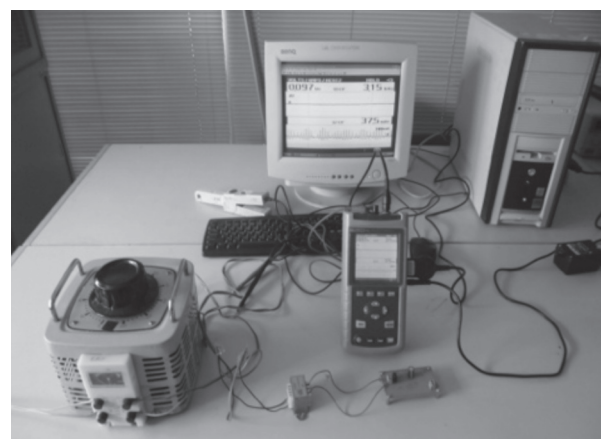
การทดลองวัดค่าความสว่างจะใช้เครื่องมือวัดแสงหรือลักซ์มิเตอร์ ซึ่งทำการทดสอบภายในกล่องดำ ขนาด 0.70×0.70×1.50 m. ภายในทาสีดำทั้งด้านในและด้านนอก โดยการวัดค่าความสว่างที่จะกำหนดระยะห่างจากจุดกำเนิดแสงถึงลักซ์มิเตอร์คือ $d = 1$ m.



ภาพ 4 ไดอะแกรมการทดสอบการวัดค่าความสว่าง



ภาพ 5 ชุดทดสอบวัดค่าความสว่าง

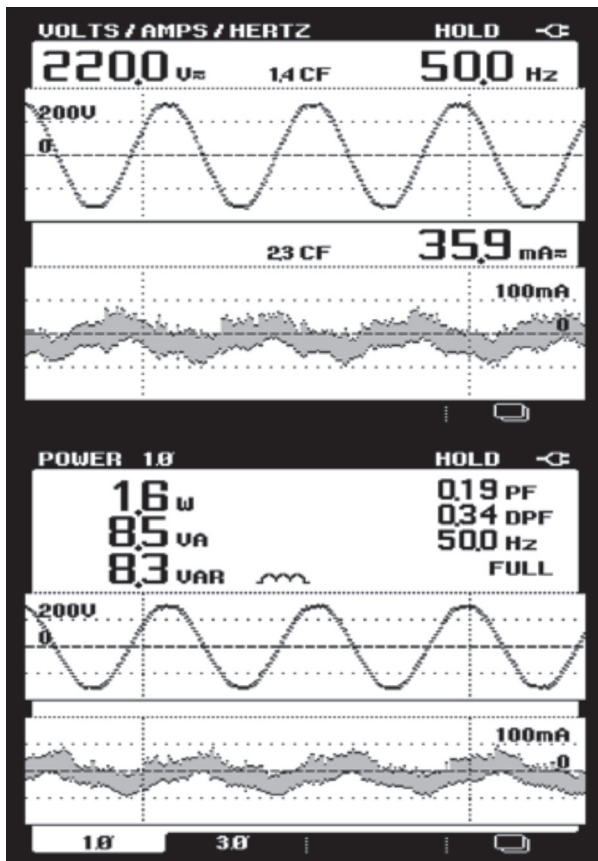


ภาพ 6 การวัดค่าทางไฟฟ้าแหล่งจ่ายไฟแบบโมดูล 1 ตัว และแบบไดโอด 4 ตัว

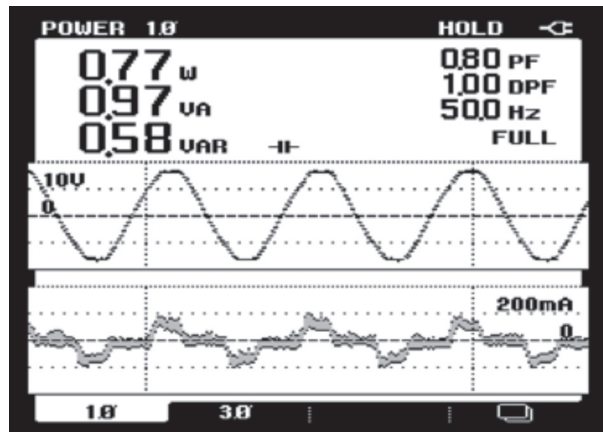
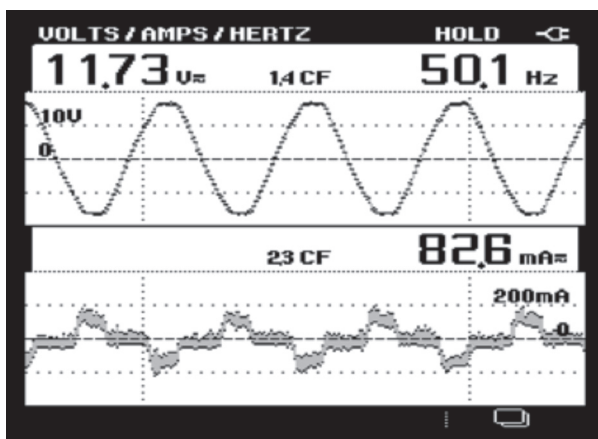
ผลการทดสอบ

1. การทดสอบวัดค่าสมรรถนะต่างๆ ทางไฟฟ้า

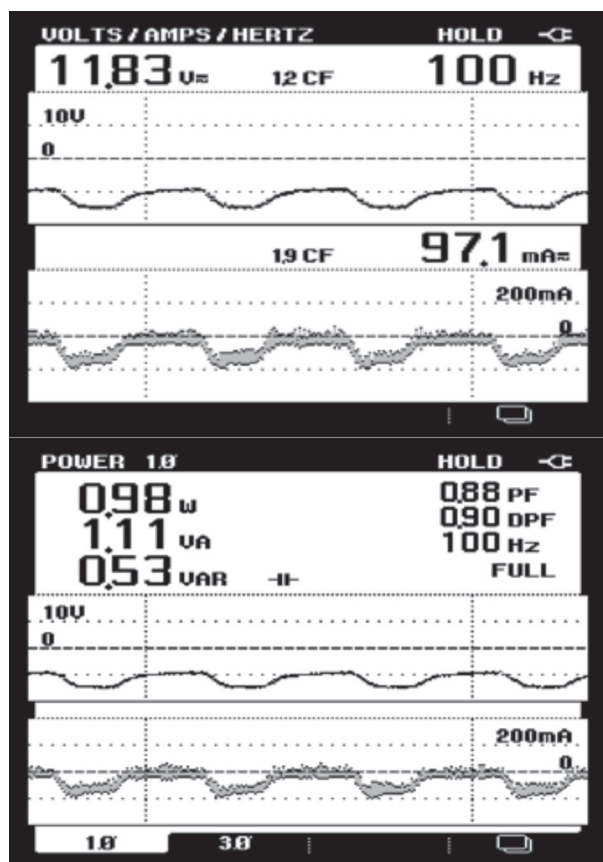
1.1 การทดสอบคุณสมบัติของแหล่งจ่ายไฟแบบโมดูล ซึ่งทำการกำหนดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ 220 โวลต์ จากนั้นทำการวัดค่าต่างๆ



ภาพ 7 สัญญาณแรงดันและกำลังไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟแบบโมดูลด้านเข้าหม้อแปลง

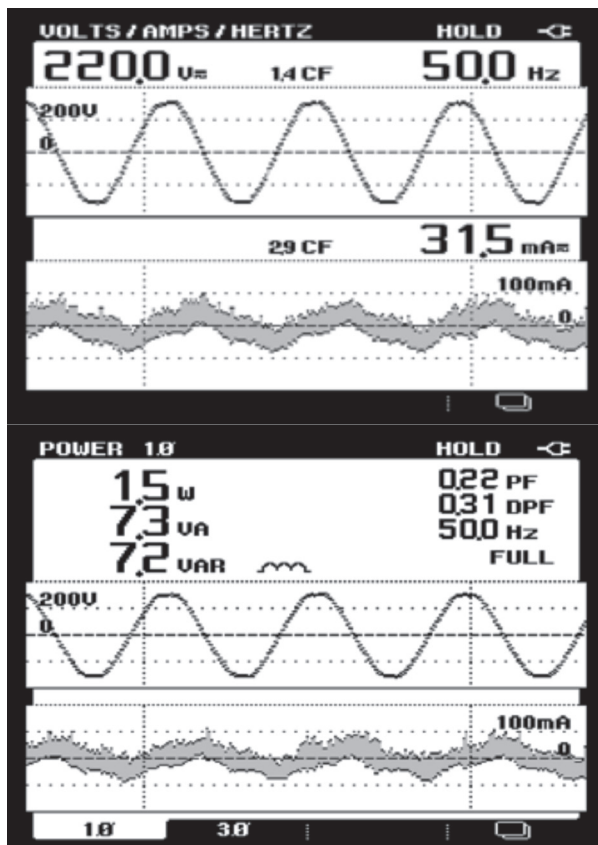


ภาพ 8 สัญญาณแรงดันและกำลังไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟแบบโมดูลด้านออกจากหม้อแปลง

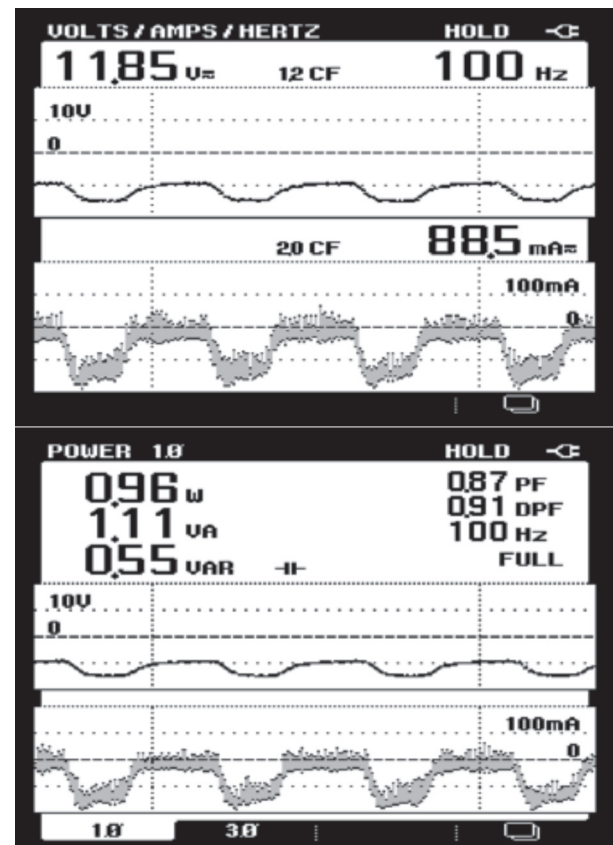


ภาพ 9 สัญญาณแรงดันและกำลังไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟแบบโมดูลด้านเข้าโหลด

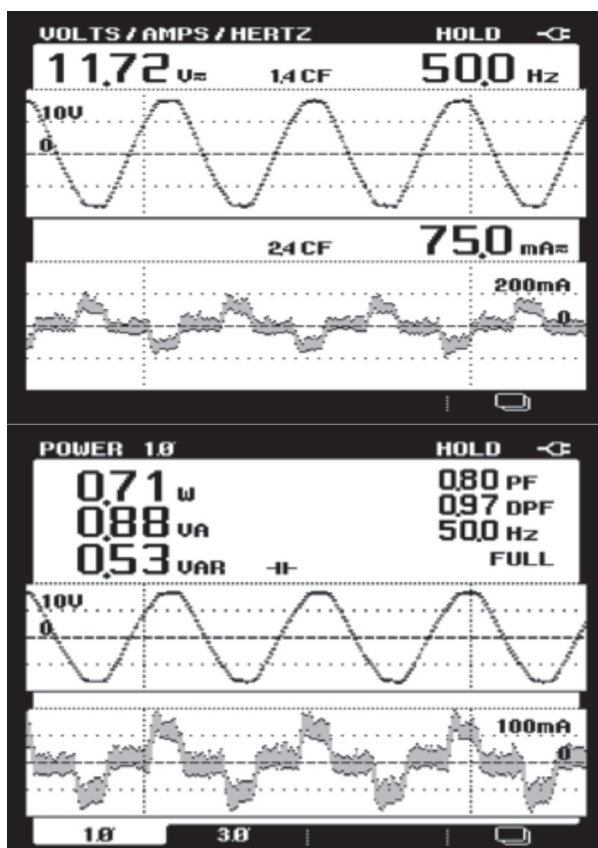
1.2 การทดสอบแหล่งจ่ายไฟแบบไดโอด 4 ตัว ซึ่งทำการกำหนดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ 220 โวลต์ จากนั้นทำการวัดค่าต่างๆ



ภาพ 10 สัญญาณแรงดันและกำลังไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟด้านเข้าหม้อแปลงแบบไดโอด 4 ตัว



ภาพ 12 สัญญาณแรงดันและกำลังไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟด้านเข้าโหลดแบบไดโอด 4 ตัว



ภาพ 11 สัญญาณแรงดันและกำลังไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟด้านออกจากหม้อแปลงแบบไดโอด 4 ตัว

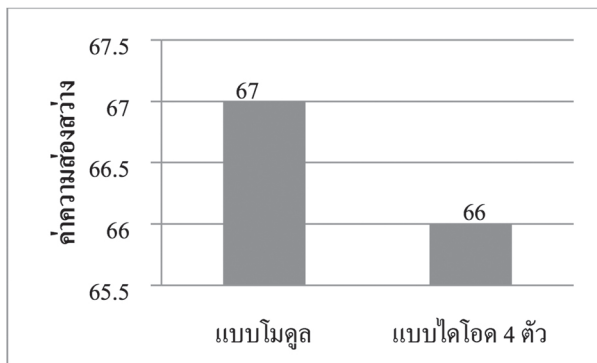
2. การวัดความสว่าง

ผลการทดสอบวัดค่าความสว่างของหลอดแอลอีดีจากแหล่งจ่ายไฟทั้ง 2 แบบ ข้อมูลแสดงดังตาราง 1

ตาราง 1

ผลการทดสอบวัดค่าความสว่างในตัววัดแสง

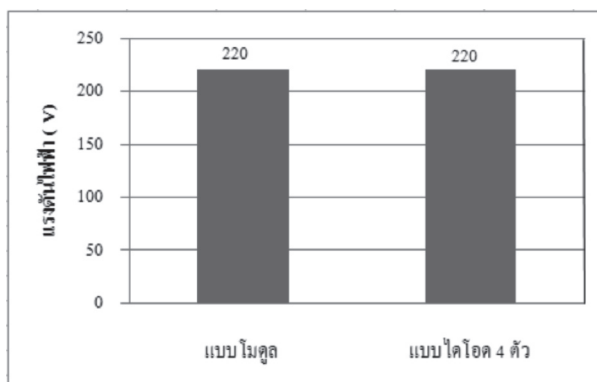
ลำดับ	แหล่งจ่ายไฟ	ค่าความสว่าง (Lux)
1.	กรณีใช้แบบโมดูล 1 ตัว	67 lx
2.	กรณีใช้แบบไดโอด 4 ตัว	66 lx



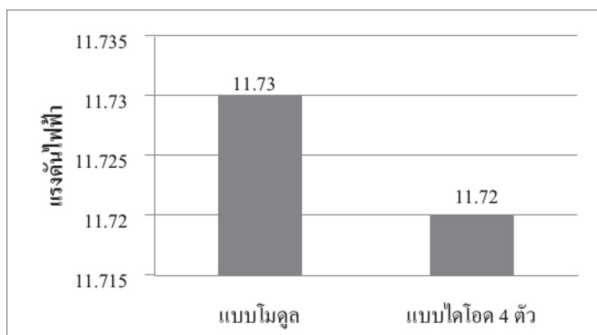
ภาพ 13 การเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างของแหล่งจ่ายทั้ง 2 แบบ

การเปรียบเทียบแหล่งจ่ายไฟแบบโมดูลและแหล่งจ่ายไฟแบบไดโอด 4 ตัว

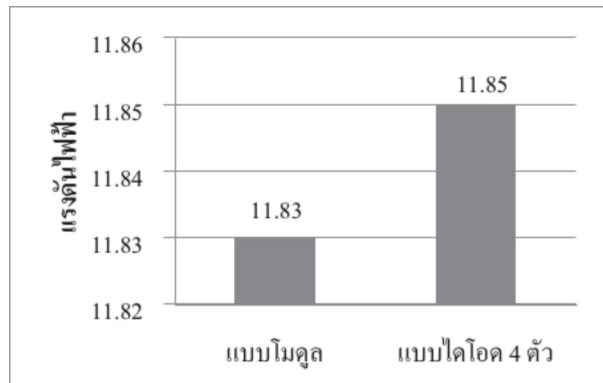
ผลการทดสอบแหล่งจ่ายไฟแบบโมดูลและแหล่งจ่ายไฟแบบไดโอด 4 ตัว เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันในกราฟ เพื่อแสดงข้อมูลแหล่งจ่ายไฟทั้ง 2 แบบ ซึ่งจะแสดงในภาพ 14-19



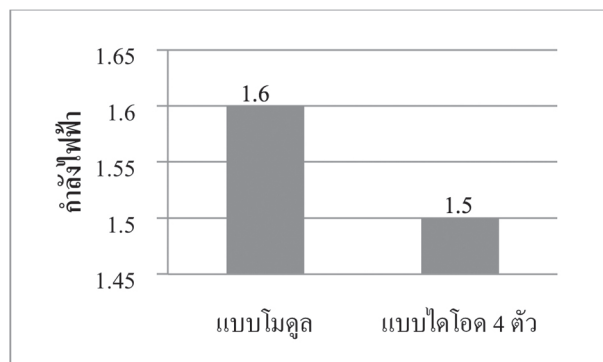
ภาพ 14 การเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าด้านเข้าหม้อแปลง



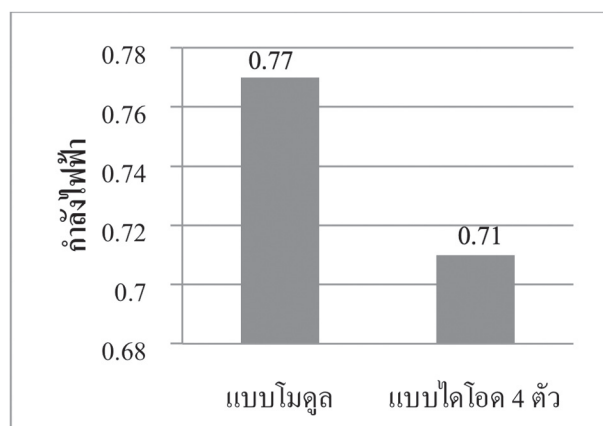
ภาพ 15 การเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าด้านออกจากหม้อแปลง



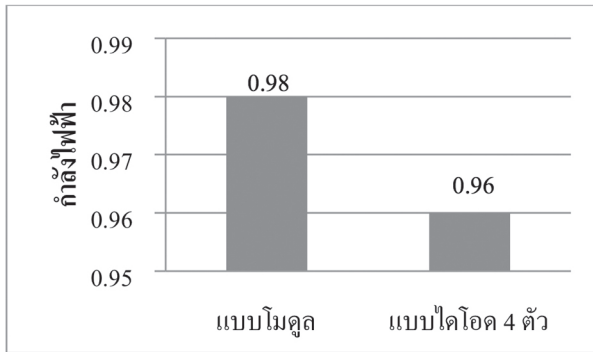
ภาพ 16 การเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าด้านเข้า Load DC



ภาพ 17 การเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าด้านเข้าหม้อแปลง



ภาพ 18 การเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าด้านออกจากหม้อแปลง



ภาพ 19 การเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าด้านเข้า Load DC

ตาราง 2

การเปรียบเทียบสมรรถนะต่าง ๆ ของแหล่งจ่ายไฟ

ค่าพารามิเตอร์	P_{in} (W)	P_{load} (W)	P_{loss} (W)	PF	Ix	Price (บาท)
แบบโมดูล	1.6	0.98	0.62	0.88	67	15
แบบไดโอด 4 ตัว	1.5	0.96	0.54	0.87	66	2.4
ค่าความแตกต่าง	0.1	0.02	0.08	0.01	1	12.60
ความแตกต่าง (%)	6.3%	2%	13%	1.1%	1.5%	84%
หมายเหตุ	โมดูล มีค่ามากกว่า	โมดูล มีค่ามากกว่า	โมดูล มีค่ามากกว่า	โมดูล มีค่ามากกว่า	โมดูล มีค่ามากกว่า	โมดูล มีราคาสูงกว่า

สรุป

จากผลการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟแบบโมดูลและแหล่งจ่ายไฟแบบไดโอด 4 ตัว พบว่า แหล่งจ่ายไฟแบบโมดูลจะใช้กำลังไฟฟ้ามากกว่าแหล่งจ่ายไฟแบบไดโอด 4 ตัวอยู่ 0.1 วัตต์ แหล่งจ่ายไฟแบบโมดูลใช้กำลังไฟฟ้า 1.6 วัตต์ แหล่งจ่ายไฟแบบไดโอด 4 ตัวใช้กำลังไฟฟ้า 1.5 วัตต์ ซึ่งแหล่งจ่ายไฟแบบไดโอด 4 ตัว จะประหยัดพลังงาน 6.3 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับแหล่งจ่ายไฟแบบโมดูล แหล่งจ่ายไฟแบบโมดูลจะใช้การสูญเสีย (P_{loss}) 0.62 วัตต์ แหล่งจ่ายไฟแบบไดโอด 4 ตัวจะใช้กำลังไฟฟ้าในระบบ 0.54 วัตต์ ซึ่งแหล่งจ่ายไฟแบบโมดูลจะมีค่ากำลังไฟฟ้าในระบบน้อยกว่าแหล่งจ่ายไฟแบบไดโอด 4 ตัวประมาณ 13 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าความสว่างของแหล่งจ่ายไฟแบบโมดูลมีค่าความสว่าง 67 ลักซ์ แหล่งจ่ายไฟแบบไดโอด 4 ตัว มีค่าความสว่าง 66 ลักซ์

ผลการทดสอบสามารถเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของแหล่งจ่ายทั้ง 2 แบบ ดังแสดงในตารางที่ 2

ซึ่งแหล่งจ่ายไฟแบบโมดูลให้ค่าความสว่างมากกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับแหล่งจ่ายไฟแบบ 4 ตัว

ดังนั้นจะเห็นว่าการใช้งานไดโอดแบบโมดูลที่มีไดโอดต่อกัน 4 ตัวภายใน จะมีข้อดีตรงที่การเชื่อมต่อวงจรมีความง่ายสะดวกกว่า และมีค่าความสว่างที่เกิดจากหลอดแอลอีดีสูงกว่าเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตามจะมีราคาที่สูงกว่าไดโอดแบบ 4 ตัวต่อกัน แต่ถ้าผู้ใช้งานต้องการเน้นไปที่การประหยัดพลังงาน และต้นทุนการผลิต ก็ควรพิจารณาใช้งานไดโอดแบบ 4 ตัวต่อกันจะให้ผลดีที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ.ดร.สมบัติ ทิมทรัพย์ คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ที่ให้คำแนะนำช่วยเหลือ และให้โอกาสที่ดีเสมอมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- จดุพงษ์ จาตุรงค์. (2551). หลอดผอมใหม่ที 5 (T5) สิ่งควรรู้ก่อนตัดสินใจ. วารสาร TIEA สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (สฟสท.) 2(4) ตุลาคม-ธันวาคม.
- ปฏิภาณ เกิดลาภ. (2554). การศึกษาผลกระทบจากแหล่งจ่ายไฟระหว่างแหล่งจ่ายไฟแบบเชิงเส้นและแบบสวิตชิ่งสำหรับโคมไฟฟ้าแอลอีดีกำลังสูง. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 34, 1-3 ธันวาคม, PW 086, หน้า 345-348.
- พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. (2545). ทฤษฎีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 1. กรุงเทพฯ. ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (2554). ข้อมูลจากจดหมายข่าวกลุ่มงานวิจัยเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, 12(1)-มกราคม-มีนาคม.
- วีระเชษฐ์ ชันเงิน. วุฒิพล ธาราธิรเศรษฐ์. (2547). อิเล็กทรอนิกส์กำลัง (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดวี เจ.พรินติ้ง.

