

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

ปัจจุบันภาครัฐได้มีการส่งเสริมให้ประชาชนคนในชาติช่วยกันประหยัดและอนุรักษ์การใช้พลังงานไฟฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องแสงสว่างตามอาคารบ้านเรือนที่อยู่อาศัยนั้น สามารถทำได้ง่ายๆ ด้วยการปิดไฟฟ้ดวงที่ไม่จำเป็นในการใช้งาน นอกเหนือจากการปิดไฟแล้ว การเลือกใช้หลอดไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงานก็นับว่ามีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน จากข้อมูลขององค์การพลังงานระหว่างประเทศ (International Energy Agency : IEA) ระบุว่า การใช้ไฟฟ้าประมาณร้อยละ 15-20 เป็นการทำให้เกิดไฟฟ้าประเภทแสงสว่าง ดังนั้นการส่งเสริมให้เกิดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างประสิทธิภาพสูงจะสามารถประหยัดพลังงานได้อย่างเห็นผล การเลือกใช้หลอดไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงานนับว่ามีความสำคัญมาก การไฟฟ้าฝ่ายผลิตได้ส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างมาอย่างต่อเนื่องจากหลอดไส้ สู่หลอดตะเกียบ และหลอดคอมมมิก (T5) จนถึงหลอด LED ที่มี การพัฒนาอย่างต่อเนื่อง หลอด LED (Light Emitting Diode) คือ หลอดประสิทธิภาพสูงที่ช่วยลดการใช้ไฟฟ้าได้ประมาณร้อยละ 30-85 เมื่อเทียบกับหลอดทั่วไป และยังมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน เหมาะกับการใช้ในพื้นที่ที่บำรุงรักษายาก มีความทันสมัย รูปแบบสวยงาม ทนต่อแรงสั่นสะเทือน ไร้สารปรอทไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย หลอด LED เป็นนวัตกรรมใหม่ที่ประหยัดพลังงานและยังช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อนได้อย่างยั่งยืน การนำหลอด LED ชนิด MR16 ไปเปลี่ยนแทนหลอดฮาโลเจนที่ใช้อยู่ในอาคารธุรกิจและโรงแรม จำนวน 500,000 หลอด จะช่วยลดการใช้พลังงานลงได้อีก 12 ล้านหน่วยต่อปี ประหยัดค่าไฟฟ้าได้ปีละ 36 ล้านบาท และช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 6.6 ล้านตันต่อปี ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การเลือกใช้หลอด LED เป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้อย่างยั่งยืน (รายงานข้อมูลของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตจากหนังสือพิมพ์เดลินิวส์ วันจันทร์ที่ 18 มีนาคม 2556 หน้า 13)

การที่หลอด LED จะสามารถเปล่งแสงสว่างได้นั้นต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงจ่ายให้กับหลอด LED การจ่ายแรงดันและกระแสคงที่นั้นสามารถทำได้ด้วยวงจรสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลายแบบต่างๆ เช่น วงจรสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลายแบบบัค คอนเวอร์เตอร์ , บูล คอนเวอร์เตอร์ , บัค-บูล

คอนเวอร์เตอร์ และฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ วงจรสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลายมีคุณสมบัติที่โดดเด่นในด้านการประหยัดกำลังงานมากกว่าวงจรเพาเวอร์ซัพพลายแบบลิเนียร์ วงจรมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ไม่เกิดความร้อนสะสม ซึ่งวงจรสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลายแต่ละแบบจะมีคุณลักษณะและคุณสมบัติการทำงานที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของวงจรแต่ละแบบที่จะเลือกนำมาใช้งาน อย่างไรก็ตาม วงจรสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลายแบบบัค คอนเวอร์เตอร์ , บูล คอนเวอร์เตอร์ จะใช้กราวด์ทางด้านอินพุตและเอาต์พุตร่วมกันซึ่งเป็นกราวด์ร้อน (Hot Ground) อันส่งผลให้เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้งานได้ถ้าหากขาดความระมัดระวังที่เพียงพอ ส่วนคุณลักษณะการทำงานของวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ระบบกราวด์ร้อนทางด้านอินพุตจะถูกแยกออกจากกันกับกราวด์ทางด้านเอาต์พุตซึ่งเป็นกราวด์เย็นอย่างชัดเจนส่งผลให้การใช้งานมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ส่วนวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์โดยทั่วไปจะให้ค่าตัวประกอบกำลังหรือ Power Factor ที่ต่ำประมาณ 0.4 - 0.5 จากรายงานการวิจัย (สถาพร จำรัสเลิศลักษณ์, 2557) โดยทำการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้า และค่าตัวประกอบกำลังด้านขาเข้าไฟ AC 220 V ของชุดวงจรหลอด LED กำลังสูง ได้ค่ากำลังไฟฟ้าด้านขาเข้าเพียง 18.36 W ซึ่งน้อยกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยบัลลาสต์แมกเนติกส์และบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์อยู่ 58.01 % และ 44.53 % ส่วนค่าตัวประกอบกำลัง ยังมีค่าต่ำมากเพียง 0.42 เท่านั้น ซึ่งมีสาเหตุมาจาก แรงดันและกระแสไฟฟ้าไม่ทับซ้อนกัน (Out of Phase) นั่นเอง การใช้วงจรแก้ไขค่าตัวประกอบกำลัง (Cos ϕ) หรือ Power Factor Correction เป็นวงจรแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังให้มีค่าสูงขึ้นใกล้เคียง 1 (Cos ϕ =1) วิธีการที่นิยมใช้คือ การทบระดับแรงดันไฟดีซีให้สูงขึ้นประมาณ 30 % และสร้างความถี่สูงในการสวิตซ์เพื่อควบคุมกระแสให้เดินทางไปพร้อมกับแรงดัน (In Phase) ซึ่งส่งผลดีด้านการประหยัดกำลังไฟฟ้า เนื่องจากสามารถลดการสูญเสียกำลังงานด้าน Reactive Power ลงได้ ส่งผลให้กำลังงานที่แท้จริงเทียบเท่ากำลังงานด้าน Apparent Power ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการสร้างวงจรทบระดับแรงดันหรือวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ เพื่อสร้างแรงดันไฟตรงให้สูงขึ้นจากเดิมประมาณ 20 % - 30 % ใส่ไว้ในส่วนหน้าวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ และด้วยคุณสมบัติเฉพาะของไอซีสวิตซ์เมื่อใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220V, 50 Hz จะทำให้ค่าตัวประกอบกำลัง (Cos ϕ) สูงขึ้นใกล้เคียง 1

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาประสิทธิภาพ (η) ของวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ และวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ เมื่อขับโหลดเป็นความต้านทาน
2. เพื่อหาประสิทธิภาพ (η) ชุดคอนเวอร์เตอร์ เมื่อขับโหลด LED กำลังสูงแบบแพ็คเกจ
3. เพื่อเปรียบเทียบค่าตัวประกอบกำลัง ($\text{Cos}\phi$) และค่ากำลังไฟฟ้าจริงด้านขาเข้า Real Power (W) ระหว่างชุดหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W กับชุดหลอด LED กำลังสูงแบบแพ็คเกจ

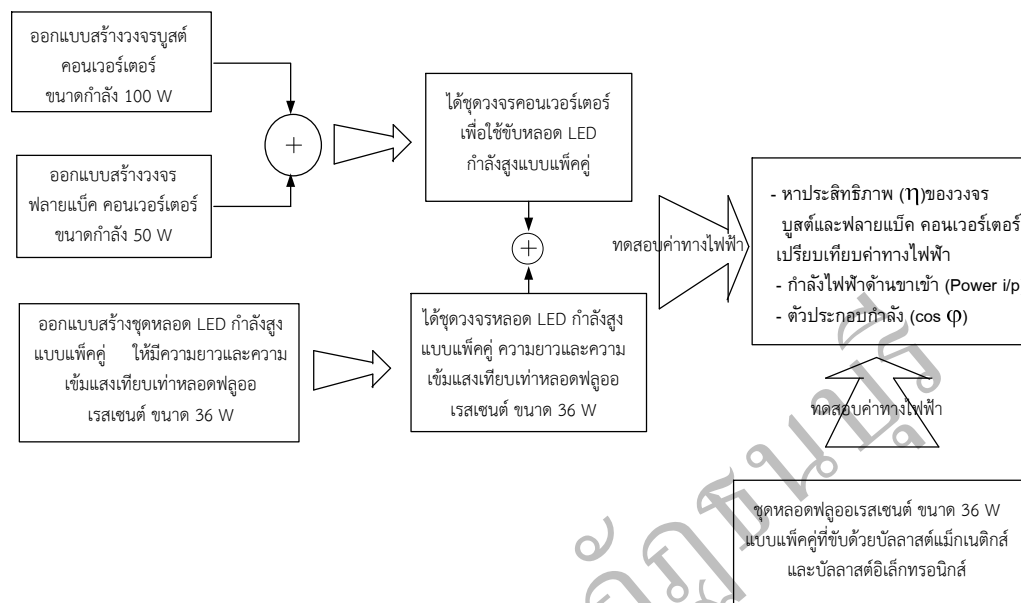
สมมติฐานของการวิจัย

1. วงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ และวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ เมื่อขับโหลดเป็นความต้านทาน ประสิทธิภาพ (η) ของวงจรไม่ต่ำกว่า 80 %
2. ชุดคอนเวอร์เตอร์ เมื่อขับโหลด LED กำลังสูงแบบแพ็คเกจ ประสิทธิภาพ (η) ของวงจรไม่ต่ำกว่า 80 % เมื่อใช้กับแรงดันไฟสลับ AC 220 V, 50 Hz
3. ชุดหลอด LED กำลังสูงแบบแพ็คเกจ ให้ค่าตัวประกอบกำลัง ($\text{Cos}\phi$) ไม่ต่ำกว่า 0.9 และใช้กำลังไฟฟ้าจริงด้านขาเข้า Real Power (W) น้อยกว่า 50 % เมื่อเทียบกับชุดหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W ที่ขับด้วยแม่เหล็กเนติคส์บัลลาสต์และอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ ในขณะที่ให้ความเข้มแสงที่เท่ากัน

ขอบเขตของการวิจัย

1. วงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ ขนาดกำลัง 100 W ทบระดับแรงดันไฟตรงให้สูงขึ้นจากเดิมประมาณ 20 - 30 % (อยู่ในช่วง 350 V - 400 V)
2. วงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ ขนาดกำลัง 50 W ให้แรงดันไฟตรง 150 V \pm 5 % เพื่อใช้ขับโหลด LED กำลังสูงแบบแพ็คเกจ
3. ชุดหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W ที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าตัวประกอบกำลัง ($\text{Cos}\phi$) มี 2 ลักษณะ คือ แบบใช้แม่เหล็กเนติคส์บัลลาสต์ และอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ผู้วิจัยมีแนวคิดในการสร้างชุดหลอด LED กำลังสูงแทนการใช้งานหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยสร้างให้ชุดหลอด LED มีความยาวและความเข้มแสงเทียบเท่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W ด้วยการปรับค่าแรงดันไฟตรงที่ใช้กับชุดหลอด LED ให้เหมาะสม จากนั้นจึงออกแบบสร้างวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ ให้แรงดันไฟออกตามที่ต้องการเพื่อจ่ายให้กับชุดหลอด LED ที่สร้างขึ้นโดยใช้วงจรบูลสต์ คอนเวอร์เตอร์เป็นวงจรส่วนหน้าเพื่อให้ค่าตัวประกอบกำลัง ($\cos \phi$) ใกล้เคียง 1 ทำการบันทึกค่าทางไฟฟ้า และทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ (η) ของวงจร เปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าจริง Real Power (W) และค่าตัวประกอบกำลัง ($\cos \phi$)

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

ประสิทธิภาพ (η) ของวงจรคอนเวอร์เตอร์ หมายถึง คุณภาพของชุดวงจรหาได้จาก กำลังไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุต (Power Output) / กำลังไฟฟ้าทางด้านอินพุต (Power Input)

วงจรบูลสต์ คอนเวอร์เตอร์ หมายถึง วงจรทบระดับแรงดันไฟตรงจากเดิมประมาณ 300 V ให้สูงขึ้นเป็น 350 V - 400 V

วงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ หมายถึง วงจรทอนระดับแรงดันไฟตรงจากเดิมประมาณ 300 V ให้ลดลงเหลือเพียง 150 V

ชุดวงจรคอนเวอร์เตอร์ หมายถึง การนำวงจรวงจรบัสต์ คอนเวอร์เตอร์ใส่ไว้ในส่วนหน้า
วงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์

การพัฒนาวงจรฟลายแบ็ค หมายถึง การทำวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ซึ่งทำหน้าที่ขับ
หลอด LED กำลังสูง ให้มีค่าตัวประกอบกำลัง ($\text{Cos}\phi$) เป็น 1 โดยใส่วงจรบัสต์ คอนเวอร์เตอร์ไว้ใน
ส่วนหน้า

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้รับความรู้และเป็นแนวทางในการพัฒนาวงจรบัสต์ คอนเวอร์เตอร์ และวงจรฟลายแบ็ค
คอนเวอร์เตอร์ เพื่อใช้ขับหลอด LED กำลังสูง
2. สามารถนำไปใช้อาคารบ้านเรือน สถานศึกษาหรือในสถานประกอบการได้
3. ข้อมูลการประหยัดกำลังงานไฟฟ้าสามารถใช้ประกอบการตัดสินใจเพื่อเปลี่ยนหลอด LED
กำลังสูงแทนการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์