บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันภาครัฐได้มีการส่งเสริมให้ประชาชนคนในชาติช่วยกันประหยัดและอนุรักษ์การใช้พลังงานไฟฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องแสงสว่างตามอาคารบ้านเรือนที่อยู่อาศัยนั้น สามารถทำได้ง่ายๆด้วยการปิดไฟฟ้าดวงที่ไม่จำเป็นในการใช้งาน นอกเหนือจากการปิดไฟแล้ว การเลือกใช้หลอดไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงานก็นับว่ามีความ สำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน จากข้อมูลขององค์กรพลังงานระหว่างประเทศ (International Energy Agency : IEA) ระบุว่า การใช้ไฟฟ้าประมาณร้อยละ 15-20 เป็นการใช้ให้เกิดไฟฟ้าประเภทแสงสว่าง ดังนั้นการส่งเสริมให้เกิดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างประสิทธิภาพสูงจะสามารถประหยัดพลังงานได้อย่างเห็นผล การเลือกใช้หลอดไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงานนับว่ามีความสำคัญมาก กฟผ.ได้ส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างมาอย่างต่อเนื่องจากหลอดไส้ สู่หลอดตะเกียบ และหลอดผอมมาก (T5) จนถึงหลอด LED ที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง หลอด LED (Light Emitting Diode) คือ หลอดประสิทธิภาพสูงที่ช่วยลดการใช้ไฟฟ้าได้ประมาณร้อยละ 30-85 เมื่อเทียบกับหลอดทั่วไป และยังมีอายุการใช้งานที่ยาวนานเหมาะกับการใช้ในพื้นที่ที่บำรุงรักษายาก มีความทันสมัย รูปแบบสวยงาม ทนต่อแรงสั่นสะเทือน ไร้สารปรอทไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย หลอด LED เป็นนวัตกรรมใหม่ที่ประหยัดพลังงานและยังช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อนได้อย่างยั่งยืน การนำหลอด LED ชนิด MR16 ไปเปลี่ยนแทนหลอดฮาโลเจนที่ใช้อยู่ในภาคธุรกิจและโรงแรม จำนวน 500,000 หลอด จะช่วยลดการใช้พลังงานลงได้อีก 12 ล้านหน่วยต่อปี ประหยัดค่าไฟฟ้าได้ปีละ 36 ล้านบาท และช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 6.6 ล้านตันต่อปี ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การเลือกใช้หลอด LED เป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้อย่างยั่งยืน (หนังสือพิมพ์เดลินิวส์ วันจันทร์ที่ 18 มีนาคม 2556 หน้า 13)

การที่หลอด LED จะสามารถเปล่งแสงสว่างได้นั้นต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงจ่ายให้กับหลอด LED การจ่ายแรงดันและกระแสคงที่นั้นสามารถทำได้ด้วยวงจรสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายแบบต่างๆ ตัวอย่างเช่น วงจรสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายแบบบัค คอนเวอร์เตอร์ , บูสต์ คอนเวอร์เตอร์ บัค-บูสต์ คอนเวอร์เตอร์ และฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ วงจรสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายมีคุณสมบัติ

ที่โดดเด่นในด้านการประหยัดกำลังงานมากกว่าวงจรเพาเวอร์ซัพพลายแบบลิเนียร์ วงจรมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ไม่เกิดความร้อนสะสม ซึ่งวงจรสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายแต่ละแบบจะมีคุณลักษณะและคุณสมบัติการทำงานที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของวงจรแต่ละแบบที่จะเลือกนำมาใช้งาน ปัจจุบันหลอด LED แบบประหยัดพลังงานที่จำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป สามารถต่อการใช้งานร่วมกับวงจรบัค คอนเวอร์เตอร์ โดยใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V, 50 Hz ผ่านวงจรเรียงกระแสและฟิลเตอร์ได้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงสูง ประมาณ 300 V และลดแรงดันไฟลงเหลือเพียง 12 V – 36 V เพื่อจ่ายกระแสและแรงดันคงที่ให้กับหลอด LED เปล่งแสงสว่าง แต่เนื่องจากแรงดันทางด้านเอาต์พุต คือ ที่หลอด LED ต่ำกว่าแรงดันทางอินพุตมากๆ ถ้าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งทำหน้าที่เป็นสวิตช์นั้นเสียหายในลักษณะลัดวงจรย่อมสร้างความเสียหายให้กับหลอด LED ได้ในที่สุดซึ่งเป็นปัญหาพบเห็นได้บ่อยครั้งปัจจุบัน นอกจากนี้วงจรสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายแบบบัค คอนเวอร์เตอร์ , บูสต์ คอนเวอร์เตอร์ จะใช้กราวด์ทางด้านอินพุตและเอาต์พุตร่วมกันซึ่งเป็นกราวด์ร้อน (Hot Ground) อันส่งผลให้เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้งานได้ถ้าหากขาดความระมัดระวังที่เพียงพอ ส่วนคุณลักษณะการทำงานของวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ระบบกราวด์ร้อนทางด้านอินพุตจะถูกแยกออกจากกันกับกราวด์ทางด้านเอาต์พุตซึ่งเป็นกราวด์เย็นอย่างชัดเจนส่งผลให้การใช้งานมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม วงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์โดยทั่วไปจะให้ค่าตัวประกอบกำลังหรือ Power Factor ที่ต่ำประมาณ 0.4 - 0.5 จากรายงานการวิจัย (สถาพร จำรัสเลิศลักษณ์, 2557) โดยทำการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้า และค่าตัวประกอบกำลังด้านขาเข้าไฟ AC 220 V ของชุดวงจรหลอด LED กำลังสูง ได้ค่ากำลังไฟฟ้าด้านขาเข้า เพียง 18.36 W ซึ่งน้อยกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ขับด้วยบัลลาสต์แม็กเนติกส์และบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์อยู่ 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 % และสร้างความถี่สูงในการสวิตช์เพื่อควบคุมกระแสให้เดินทางไปพร้อมกับแรงดัน (In Phase) ซึ่งส่งผลดีด้านการประหยัดกำลังไฟฟ้าเนื่องจากสามารถลดการสูญเสียกำลังงานด้าน Reactive Power ลงได้ ส่งผลให้กำลังงานที่แท้จริงเทียบเท่ากำลังงานด้าน Apparent ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการสร้างวงจรทบระดับแรงดันหรือวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ เพื่อสร้างแรงดันไฟตรงให้สูงขึ้นจากเดิมประมาณ 20 % - 30 % ใส่ไว้ใน

ส่วนหน้าวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ และด้วยคุณสมบัติเฉพาะของไอซีสวิตช์เมื่อใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220V, 50 Hz จะทำให้ค่าตัวประกอบกำลัง (Cos φ) สูงขึ้นใกล้เคียง 1

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างทบระดับแรงดันหรือวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ ใส่ไว้ในวงจรส่วนหน้าฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ เพื่อใช้ขับหลอด LED กำลังสูงแบบแพ็คคู่

2. เพื่อหาประสิทธิภาพ (η) ของวงจรคอนเวอร์เตอร์ทั้งสองแบบโดยใช้ความต้านทานเป็นโหลด และเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าด้านขาเข้า Power AC (W) ค่าตัวประกอบกำลัง (Cos φ) ระหว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W กับหลอด LED กำลังสูงแบบแพ็คคู่

3. เพื่อศึกษาข้อมูลผลประโยชน์ทางสังคม โดยหาระยะเวลาคืนทุนในส่วนของการประหยัดพลังงานไฟฟ้ากรณีเปลี่ยนหลอด LED แทนการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W ที่ขับด้วยบัลลาสต์แม็กเนติกส์

สมมติฐานของการวิจัย

1. การแก้ไขค่าค่าตัวประกอบกำลัง (Cosφ) ให้สูงขึ้นด้วยวงจรทบระดับแรงดันหรือวงจรวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ ใส่ไว้ในส่วนหน้าวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ เพื่อใช้ขับหลอด LED กำลังสูงแบบแพ็คคู่ มีประสิทธิภาพ มากกว่า 80 %

2. ค่าตัวประกอบกำลัง (Cosφ) ทางด้านขาเข้า มีค่าไม่ต่ำกว่า 0.9

3. การใช้วงจรทบระดับแรงดันหรือวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ใส่ไว้ในส่วนหน้าวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ เพื่อใช้ขับหลอด LED กำลังสูงแบบแพ็คคู่ จะใช้กำลังไฟฟ้าด้านขาเข้าต่ำกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W ที่ขับด้วยบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ไม่น้อยกว่า 50 % ในขณะให้ความเข้มของแสงที่เท่ากัน

ขอบเขตของการวิจัย

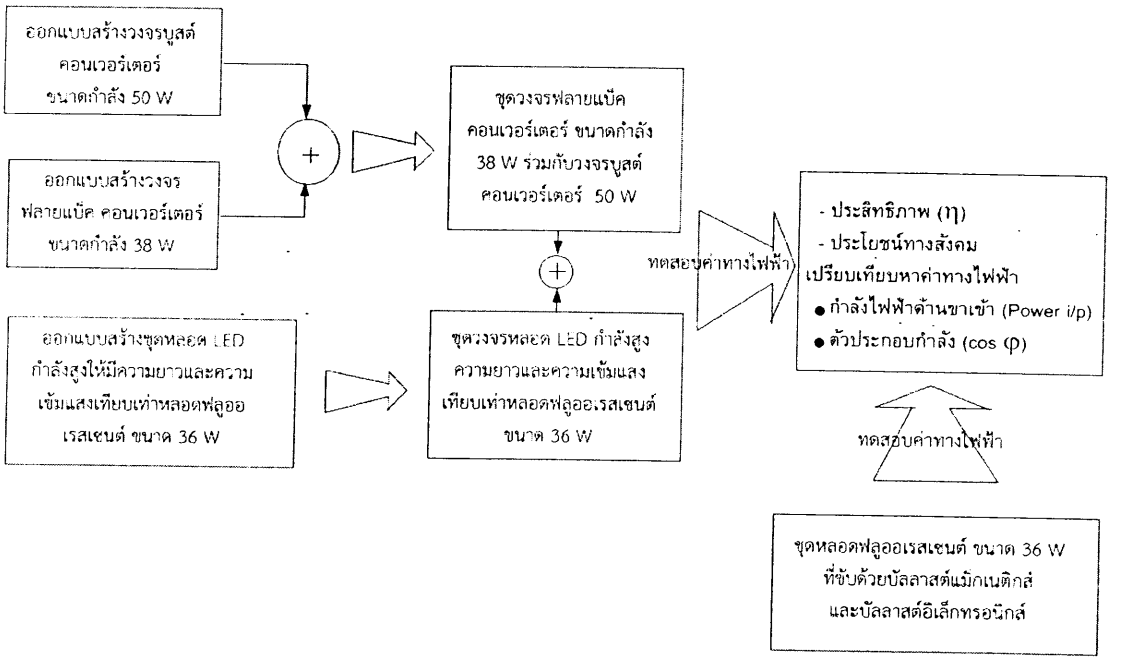
1. วงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ ขนาดกำลัง 38 W ให้แรงดันไฟตรงเอาต์พุต 13 V±10 % เพื่อใช้ขับหลอด LED กำลังสูงแบบแพ็คคู่

2. วงจรวงจรทบระดับแรงดันหรือบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ ขนาดกำลัง 50 W ทบระดับแรงดันไฟตรงให้สูงขึ้นจากเดิมประมาณ 20 - 30 % (อยู่ในช่วง 350 V – 400 V)

3. หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W ที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าตัวประกอบกำลัง (Cosφ) มี 2 ลักษณะ คือ แบบใช้แม็กเนติกส์บัลลาสต์ และอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์

4. การศึกษาข้อมูลผลประโยชน์ทางสังคม จะคำนวณวิเคราะห์หาระยะเวลาคืนทุนในส่วนของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง เมื่อเปลี่ยนชุดหลอด LED กำลังสูงแทนการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W ที่ใช้บัลลาสต์แม็กเนติกส์ และมีการใช้งานอยู่ในห้องสำนักงาน ห้องทดลอง ห้องเรียน ห้องประชุม ห้องสมุด และห้องพักอาจารย์ ของอาคาร 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี กรุงเทพมหานคร

กรอบแนวคิดในการวิจัย.



ผู้วิจัยมีแนวคิดในการสร้างชุดหลอด LED กำลังสูงแทนการใช้งานหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยสร้างให้ชุดหลอด LED มีความยาวและความเข้มแสงเทียบเท่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W ด้วยการปรับหาค่าแรงดันไฟตรงที่ใช้กับชุดหลอด LED ให้เหมาะสม จากนั้นจึงออกแบบสร้างวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ ให้แรงดันไฟออกตามที่ต้องการเพื่อจ่ายให้กับชุดหลอด LED ที่สร้างขึ้น ทำการบันทึกค่าทางไฟฟ้าและทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของวงจร เปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าจริงทางและค่าตัวประกอบกำลัง และประโยชน์ทางสังคมกับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

ประสิทธิภาพ (η) ของวงจรคอนเวอร์เตอร์ : คุณภาพของชุดวงจรหาได้จากกำลังไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุต (Power Output) / กำลังไฟฟ้าทางด้านอินพุต (Power Input)

ผลประโยชน์ตอบแทนทางสังคม : ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการประหยัดต้นทุน เช่น ค่าพลังงานไฟฟ้า ระยะเวลาคืนทุน เป็นต้น

วงจรทบระดับแรงดัน : เป็นวงจรที่ทบระดับแรงดันไฟตรงให้สูงขึ้นจากเดิม หรือนิยมเรียกอีกอย่างว่า วงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ (Boost Converter)

วงจรแก้ไขค่าตัวประกอบกำลัง PFC (Power Factor Correction) : วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถช่วยแก้ไขค่าตัวประกอบกำลัง ($\cos\varphi$) ให้เป็น 1 ได้ ด้วยการทบระดับแรงดันไฟตรงให้สูงขึ้นด้วยวงจรทบระดับแรงดันหรือวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ โดยนำมาไว้ในส่วนหน้าของวงจรฟลายแบ็คคอนเวอร์เตอร์

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้รับความรู้และเป็นแนวทางในการพัฒนาวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ และวงจรฟลายแบ็คคอนเวอร์เตอร์ เพื่อใช้ขับหลอด LED กำลังสูง
2. สามารถนำใช้ในอาคารบ้านเรือน สถานศึกษาหรือในสถานประกอบการได้
3. เป็นข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจเปลี่ยนหลอด LED แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์