การออกแบบแผงสาธิตคุณสมบัติของหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์และหลอดไส้สำหรับการอนุรักษ์พลังงาน

The Design of the Demonstration Board showing the Properties of Compact Fluorescent and Incandescent Lamps for Energy Conservation

ปราณี วงค์จันทร์ต๊ะ [1]

บทคัดย่อ

สิ่งประดิษฐ์ต้นแบบนี้ เป็นอุปกรณ์สำหรับแสดงการสาธิตสีของแสง คุณลักษณะของหลอดไฟฟ้า การคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า และค่าไฟฟ้า ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถสร้างประโยชน์สูงสุดทั้งด้านการใช้งานและการประหยัดพลังงาน การออกแบบแผงสาธิตแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนโครงสร้างและส่วนควบคุมการสาธิต การสาธิตแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนที่ 1 เป็นการสาธิตสีของแสงและแสดงคุณลักษณะของหลอดไฟฟ้า โดยออกแบบให้มีหลอดไฟฟ้าที่เหมือนกัน 2 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วยหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แบบประหยัดพลังงาน 3 หลอดและหลอดไส้ 3 หลอด ขั้นตอนที่ 2 เป็นการสาธิตการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอดตามระยะเวลาการใช้งาน จากการทดสอบสรุปได้ว่าแผงสาธิตนี้สามารถแสดงสีของแสงและคุณลักษณะของหลอดไฟฟ้า รวมทั้งสามารถคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า และค่าไฟฟ้าได้ตามที่ออกแบบไว้ เมื่อทำการประเมินผลด้วยกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 48 คน พบว่าผู้ประเมินมีความพึงพอใจสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 87.45

คำสำคัญ : การอนุรักษ์พลังงาน คุณสมบัติของหลอดไฟฟ้า คุณลักษณะของหลอดไฟฟ้า หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ หลอดไส้

[1] *ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*

Abstract

The objective of this paper is to propose a method for designing demonstration boards in order to specifically investigate the properties of compact fluorescent and incandescent lamps in terms of energy conservation. These properties are, for example; the color of the light, the characteristics of the lamps, the calculation of the electrical energy values, and the electrical charge. The basic ideas of the design prototype were energy usage and energy-savings. The two parts of the proposed prototype are that the structure be designed for testing devices and for control panels. Demonstration processes, in this paper, are as follows: Step 1) the demonstration of the color of light and its characteristics in which there are two sets of the same lamp. Each one has an energy-saving, compact fluorescent lamp and incandescent lamp of three lamps. Step 2) the demonstration of the calculation of electrical energy value and electrical charge based upon the whole lifetime of usage. In conclusion, the demonstration board was able to effectively display the color of light, the significant characteristics of lamps, and calculation of electrical energy values, including electrical charge. Based on the experimental results, the 48 subjects met the objectives by an average of 87.45%.

Keywords: energy conservation, properties of lamps, characteristics of lamps, fluorescent lamps, incandescent lamps

1. บทนำ

การใช้พลังงานในการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยที่ผ่านมานั้นมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นถึง 136,025 กิกะวัตต์/ชั่วโมง [1] โดยเฉพาะปริมาณการใช้พลังงานของบ้านและที่อยู่อาศัยรวมกับสาขาธุรกิจมีถึง 45 เปอร์เซ็นต์ของการใช้พลังงานทั้งหมดและพบว่าถ้าแยกเฉพาะระบบไฟฟ้าแสงสว่างแล้วมีค่าการใช้พลังงานถึง 12,503 กิกะวัตต์/ชั่วโมง (พ.ศ. 2551) [1] แต่ปัจจุบันนี้ปริมาณของพลังงานมีจำนวนลดน้อยลงและอาจไม่สามารถรองรับความต้องการในการผลิตไฟฟ้าในอนาคตได้ รวมทั้งวิกฤติการณ์ภาวะโลกร้อนก็มีแนวโน้มที่รุนแรงมากยิ่งขึ้น ดังนั้นรัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงมีความจำเป็นที่ต้องหามาตรการและแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ให้ลดน้อยลง โดยเริ่มจากการประกาศใช้พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 [1] โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดและประหยัด รวมทั้งสนับสนุนและส่งเสริมให้มีการรณรงค์ให้ผู้บริโภคใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แทนหลอดไส้ เนื่องจากหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์มีคุณสมบัติที่ดีกว่าหลอดไส้ คือมีค่าประสิทธิผลสูงกว่าทำให้สามารถประหยัดพลังงานได้มากกว่าและมีอายุการใช้งานนานกว่า [3] เพียงแต่มีข้อเสียที่ราคาแพง ดังนั้นเพื่อเป็นการสนับสนุนและส่งเสริมการดำเนินการนี้ให้ประสบผลสำเร็จมาก

ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงออกแบบแผงสาธิตคุณสมบัติของหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์และหลอดไส้เพื่อการอนุรักษ์พลังงานขึ้น โดยทำการสาธิตสีของแสง (Color of Light) คุณลักษณะ (Characteristic) และการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า (Electrical Energy) และค่าไฟฟ้า (Electricity Charge) ของหลอดไฟฟ้า 2 ชนิด คือ หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แบบประหยัดพลังงานและหลอดไส้ ด้วยความคาดหวังว่า เมื่อผู้บริโภคได้รับทราบข้อมูลเหล่านี้โดยตรงและมีการเปรียบเทียบคุณสมบัติของหลอดทั้ง 2 ชนิด ย่อมเกิดแรงจูงใจและสามารถตัดสินใจเลือกใช้หลอดไฟฟ้าชนิดที่ทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด ทั้งด้านการใช้งาน การประหยัดพลังงาน รวมทั้งช่วยลดผลกระทบด้านวิกฤติการณ์ภาวะโลกร้อนให้ลดน้อยลง การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนี้ มีแนวคิดมาจากโครงงานทางวิศวกรรมในหัวข้อแผงสาธิตระบบไฟฟ้าแสงสว่าง [6] และชุดสาธิตค่าพลังงานไฟฟ้าของบริษัทฟิลิปส์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด รวมทั้งการศึกษาดูงานที่บริษัทไลท์ติ้งแอนด์อีควิปเมนท์ จำกัด (มหาชน)

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัสดุอุปกรณ์

แผงสาธิตคุณสมบัติของหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์และหลอดไส้สำหรับการอนุรักษ์พลังงานนี้ เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบไว้เพื่อทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างหลอดไฟฟ้า 2 ชนิด เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างสีของแสง คุณลักษณะที่สำคัญของหลอดไฟฟ้า รวมทั้งค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าตามระยะเวลาใช้งานได้อย่างชัดเจน จึงได้กำหนดให้ใช้วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

1. หลอดไฟฟ้าที่เหมือนกัน 2 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วยหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แบบประหยัดพลังงาน 3 หลอด ขนาด 11 15 และ 18 วัตต์ และหลอดไส้ 3 หลอดขนาด 25 60 และ 100 วัตต์ กำหนดให้หลอดไฟฟ้าชุดที่ 1 เป็นชุดสาธิตสีของแสง ส่วนหลอดไฟฟ้าชุดที่ 2 เป็นส่วนควบคุมการแสดงคุณลักษณะ

2. จอแอลซีดี แบบ 2 บรรทัด 15 ตัวอักษรจำนวน 10 จอ โดยแบ่งเป็นจอที่แสดงคุณลักษณะของหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอด จำนวน 8 จอ โดยกำหนดอักษรย่อ [7] และความหมาย [3] ดังต่อไปนี้

จอที่ 1 TYPE หมายถึงชนิดหรือแบบของหลอดไฟฟ้า

จอที่ 2 VOLT หมายถึงแรงดันไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า

จอที่ 3 WATT หมายถึงกำลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า

จอที่ 4 HOUR หมายถึงอายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้า

จอที่ 5 LUMEN หมายถึงปริมาณแสงของหลอดไฟฟ้า

จอที่ 6 CRI หมายถึงค่าความถูกต้องของสีของแสงของหลอดไฟฟ้า

จอที่ 7 COLOR หมายถึงสีของแสงของหลอดไฟฟ้า

จอที่ 8 TK หมายถึงอุณหภูมิสีของแสงของหลอดไฟฟ้า

ส่วนจอแอลซีดี อีก 2 จอ คือ

จอที่ 9 TIME หมายถึงตัวเลขแสดงระยะเวลาการใช้งานของหลอดไฟฟ้า เป็นจำนวนชั่วโมง/วันและจำนวนวัน/เดือน

จอที่ 10 ENERGY/PAY หมายถึงตัวเลขแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้า

3. เซนเซอร์ตรวจวัดแสง (Phototransistor) เบอร์ TEKT 5400S แบบ NPN ติดตั้งไว้ใต้หลอดไฟฟ้าชุดที่ 2 อยู่ภายในกล่องทดสอบทึบแสงซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกระบอกกลม ภายในทาสีดำ กล่องทดสอบทึบแสง 1 ชุด ประกอบด้วยหลอดไฟฟ้า 1 หลอดและเซนเซอร์ตรวจวัดแสง 1 ตัว รวมทั้งหมด 6 ชุด

4. ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) จำนวน 4 ตัว เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เบอร์ 16F877-20 [4] มีการบรรจุโปรแกรมด้วยภาษาซี แบ่งการทำงานได้ดังต่อไปนี้

4.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ หมายเลข 1 2 และ 4 ทำหน้าที่ส่งสัญญาณให้ไตรแอค ต่อแรงดันไฟฟ้า 220 VAC ให้กับหลอดไฟฟ้าชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ให้สว่างพร้อมกัน เมื่อได้รับสัญญาณไฟฟ้าจากเซนเซอร์ตรวจวัดแสง [5] ก็ทำการประมวลผลและแสดงผลคุณลักษณะที่จอแอลซีดีที่ 1-8

4.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ หมายเลข 3 ทำหน้าที่ควบคุมการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้า เมื่อได้รับข้อมูลระยะเวลาการใช้งานจึงทำการประมวลผลและแสดงผลที่จอแอลซีดีที่ 10

5. แป้นพิมพ์ตัวเลข (Key Pad) พร้อมสวิตช์ 1 ชุด ใช้สำหรับป้อนข้อมูลตัวเลขของระยะเวลาการใช้งานเป็นจำนวนชั่วโมง/วัน และจำนวนวันต่อเดือน (30 วัน) ของหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอด

6. ไตรแอค (Triac) จำนวน 12 ตัว เบอร์ 136-500 D

7. แหล่งจ่ายกำลัง (Power Supply) ขนาด 5 VDC 3 แอมป์ 1 ชุด

การออกแบบแผงสาธิต

จากแนวคิดที่ต้องการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคุณสมบัติของหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์และหลอดไส้ได้อย่างชัดเจน รวมทั้งสามารถวิเคราะห์สีของแสงและสามารถเลือกหลอดไฟฟ้าทั้ง 6 หลอดสว่างสลับกันแบบไม่เรียงลำดับได้อย่างสะดวก จึงได้แบ่งการออกแบบออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. โครงสร้างแผงสาธิต อุปกรณ์ทำด้วยไม้ทาด้วยสีขาวขนาดยาว 150 เซนติเมตร กว้าง 40 เซนติเมตร และสูง 155 เซนติเมตร ภายนอกติดตั้งหลอดไฟฟ้าชุดที่ 1 พร้อมโคม อยู่ในพื้นที่ที่แยกออกจากกันจำนวน 6 ช่อง จอแอลซีดีจำนวน 10 จอ และแป้นพิมพ์ตัวเลขพร้อมสวิตช์ 1 ชุด ส่วนภายในติดตั้งกล่องทดสอบทึบแสง พร้อมทั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ควบคุมการทำงานของระบบ ลักษณะโครงสร้างของแผงสาธิตแสดงดังภาพที่ 1

2. การออกแบบวงจรควบคุมการทำงานของแผงสาธิต แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ

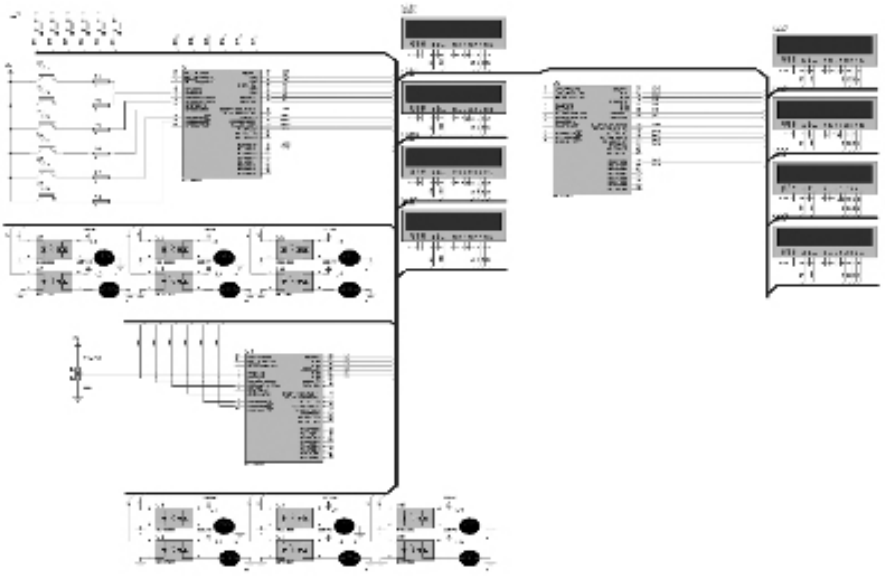
2.1 วงจรควบคุมการสาธิตสีของแสงและแสดงคุณลักษณะของหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอด ประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลักคือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ 3 ตัวและไตรแอคจำนวน 12 ตัว มีลักษณะของวงจร ดังภาพที่ 2

2.2 วงจรควบคุมการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอด

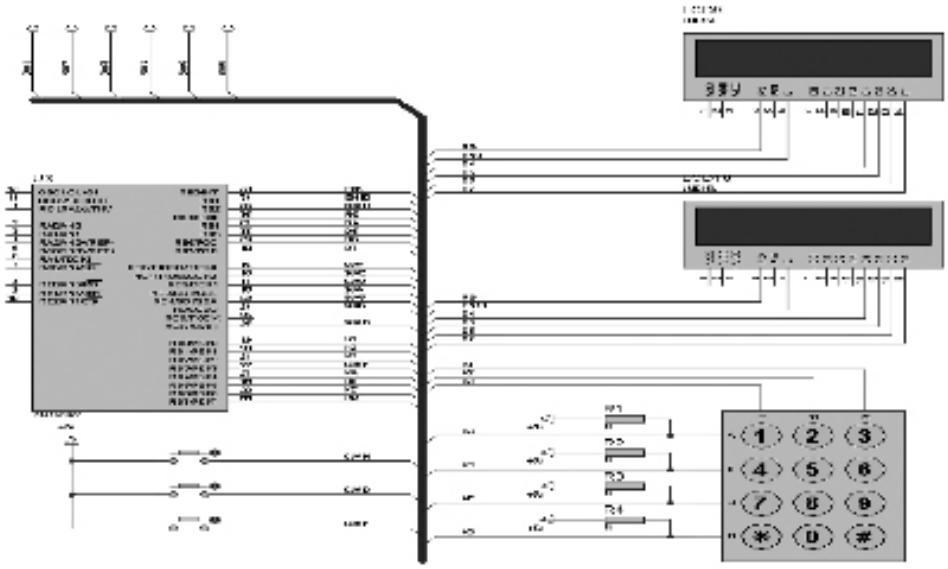
ประกอบด้วยอุปกรณ์หลักคือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ 1 ตัวและแป้นพิมพ์ตัวเลขพร้อมสวิตช์ 1 ชุด มีลักษณะของวงจรดังภาพที่ 3

สรุปการออกแบบแผงสาธิตคุณสมบัติของหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์และหลอดไส้สำหรับการอนุรักษ์พลังงาน มีขั้นตอนแผนผังการดำเนินงาน ดังภาพที่ 4

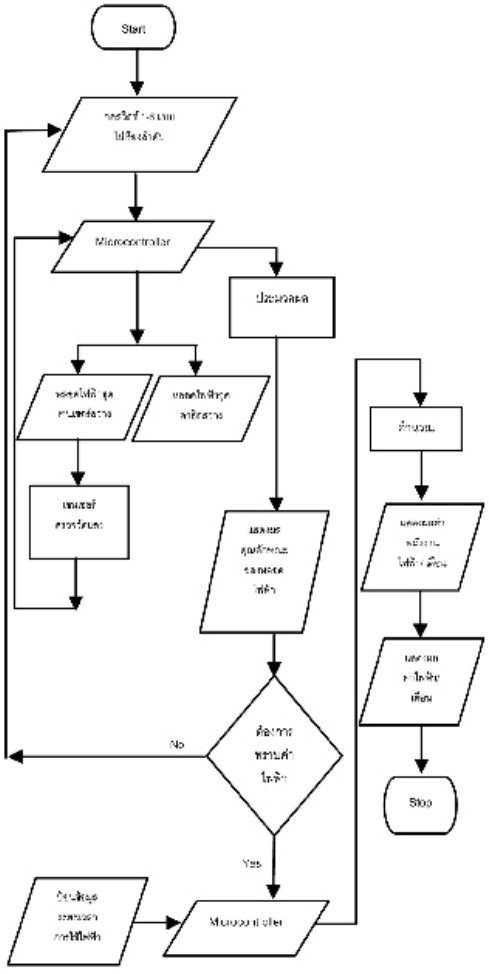
ภาพที่ 1 แสดงโครงสร้างของแผงสาธิตคุณสมบัติของหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์และหลอดไส้



ภาพที่ 2 วงจรควบคุมส่วนแสดงสีของแสงและคุณลักษณะของหลอดไฟฟ้า



ภาพที่ 3 วงจรควบคุมการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้า



ภาพที่ 4 แผนผังการดำเนินงานของแผงสาธิต

3. ผลการทดลอง

ผลการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 การแสดงสีของแสงและคุณลักษณะของหลอดไฟฟ้าทั้ง 2 ชนิด

การทดลอง จากขั้นตอนในแผนผังการดำเนินงานของแผงสาธิตในภาพที่ 4 เมื่อกดสวิตช์เลือกหลอดไฟฟ้า 1-6 แบบไม่เรียงลำดับ โดยเลือกได้เพียงครั้งละ 1 หลอดเท่านั้น ทำให้หลอดไฟฟ้าที่ถูกเลือกสว่างแสดงสีของแสงและคุณลักษณะของหลอดชนิดนั้นที่จอแอลซีดีที่ 1-8 โดยอัตโนมัติดังรายละเอียดในตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 สีของแสงของหลอดไฟฟ้าพร้อมการใช้งานด้านแสงสว่าง [8]

ชนิดหลอด	Color	การใช้งานด้านแสงสว่าง
หลอดคอมแพคฯ		ออกแบบมาเพื่อทดแทนหลอดไส้ [3]
1 CFL (Genie)	White แสงสีขาว	ทั่วไป งานตกแต่ง โคมขนาดเล็ก
2 CFL (Tornado)	Yellow แสงสีเหลือง	ทั่วไป งานตกแต่ง ภัตตาคาร ร้านอาหาร
3 CFL (Essential)	White แสงสีขาว	ทั่วไป สำนักงาน ห้องเรียน
หลอดไส้		เหมาะสำหรับพื้นที่ที่ต้องการความอบอุ่น และสีสันที่สวยงาม [3]
1 GLS (Softone)	Nature แสงธรรมชาติ	บ้านอยู่อาศัย ร้านอาหาร ภัตตาคารโรงแรม
2 GLS (Clear)	Sunlight เหมือนแสงอาทิตย์	ทั่วไปหรือใช้เพื่อตกแต่งทุกสถานที่
3 Supperlux	Nature แสงธรรมชาติ	บริเวณที่ต้องการแสงมากเป็นพิเศษ เช่น ส่องวัตถุ

ตารางที่ 2 คุณลักษณะของหลอดไฟฟ้าทั้ง 2 ชนิด จำนวน 6 หลอด [8]

หลอดไฟฟ้าที่เลือก	คุณลักษณะของหลอดไฟฟ้า							
	Type	Volt	Watt	Hour	Lumen	CRI	Color	TK
หลอดคอมแพคฯ								
1	CFL (Genie)	220-240	11	6000	600	80	White	6500
2	CFL (Tornado)	220-240	15	6000	1000	82	Yellow	2700
3	CFL (Essential)	220-240	18	6000	1100	80	White	6500
หลอดไส้								
1	GLS (Softone)	220-240	25	1000	195	100	Nature	2700
2	GLS (Clear)	220-240	60	1000	730	100	Sun light	2700
3	(Supperlux)	220-240	100	1000	1280	100	Nature	2700

จากข้อมูลการใช้งานในตารางที่ 1 ปรากฏว่ามีหลอดไฟฟ้าหลายแบบที่มีการใช้งานประเภทเดียวกัน ดังนั้นสีของแสงจึงเป็นอีกแฟคเตอร์หนึ่งที่ช่วยในการพิจารณาและตัดสินใจของผู้บริโภคที่จะเลือกใช้หลอดไฟฟ้าที่พอใจในสีของแสงและเหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด นำข้อมูลจากตารางที่ 2 หาค่าประสิทธิผลและเงินลงทุนในการเลือกซื้อหลอดไฟฟ้ารวมทั้งคำนวณหาจำนวนหลอดไฟฟ้าของห้องรับประทานอาหารของบ้านอยู่อาศัยขนาด 4x5 เมตร ความสูงห้อง 3 เมตร และโต๊ะอาหารมีความสูง 0.75 เมตร ความส่องสว่าง 300 ลักซ์ โดยใช้โคมมีตัวสะท้อนแสงเบอร์ 5 ตามตารางที่ [3] และใช้ชนิดของหลอดไฟฟ้าตามตารางที่ 2 ค่าแฟคเตอร์การบำรุงรักษา 0.75 และสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง 70/50/20 โดยวิธีลูเมนและแสดงผลทั้ง 3 ค่าในดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนหลอดไฟฟ้ารวมทั้งค่าประสิทธิผลและเงินลงทุนโดยกำหนดอายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าเท่ากันที่ 6,000 ชั่วโมง

ชนิดหลอด	Watt	Lumen	จำนวนหลอดไฟฟ้า	ประสิทธิผล (Lumens/Watt)	Hour	ราคา [8] (บาท)	เงินลงทุนที่ 6,000 ชั่วโมง (บาท)
หลอดคอมแพคฯ							
1 CFL (Genie)	11	600	27	54.55	6000	110	110
2 CFL (Tornado)	15	1000	16	66.67	6000	120	120
3 CFL (Essential)	18	1100	15	61.1	6000	120	120
หลอดไส้							
1 GLS (Softone)	25	195	82	7.8	1000	21	21 x 6 = 126
2 GLS (Clear)	60	730	22	12.17	1000	18	18 x 6 = 108
3 Supperlux	100	1280	13	12.8	1000	24	24 x 6 = 144

สรุปตารางที่ 3 เป็นภาพรวมการเปรียบเทียบข้อมูลของหลอดไฟฟ้าทั้ง 2 ชนิดดังนี้ คือ

1. การเปรียบเทียบประสิทธิผล พบว่าหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์มีค่าประสิทธิผลสูงกว่าหลอดไส้ ทั้งที่ค่ากำลังไฟฟ้าน้อยกว่า เช่น หลอดแบบ Essential มีค่าประสิทธิผลสูงกว่าหลอดไส้แบบ Supperlux เมื่อเทียบค่าปริมาณแสงที่ใกล้เคียงกัน

2. การเปรียบเทียบจำนวนเงินลงทุน พบว่า ถ้าคิดอายุการใช้งานเท่ากันคือ 6,000 ชั่วโมง ราคาของหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์มีราคาเฉลี่ยถูกกว่าหลอดไส้เล็กน้อย

3. สำหรับการเปรียบเทียบจำนวนปริมาณแสงอาจอธิบายได้ ดังตัวอย่างคือ

3.1 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แบบ Genie เพียง 1 หลอด เทียบได้กับหลอดไส้แบบ Softone ถึง 3 หลอด เมื่อนำไปใช้งานประเภทเดียวกัน

3.2 ถ้าทำการออกแบบการใช้งานตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ พบว่าสามารถใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แบบ Tornado เพียง 16 หลอด ในขณะที่ใช้หลอดไส้แบบ Clear ถึง 22 หลอด

ดังนั้นถ้าเน้นการประหยัดพลังงาน สรุปได้ว่า หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ สามารถประหยัดพลังงานได้มากกว่าหลอดไส้

ส่วนที่ 2 การสาธิตการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า และค่าไฟฟ้า ตามอัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัยอัตราปกติของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่ติดตั้งเครื่องวัดไม่เกิน 5 แอมป์ 220 โวลต์ ใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน

จากผลการทดลองในส่วนที่ 1 เมื่อหลอดไฟฟ้าหลอดใดหลอดหนึ่งสว่างและแสดงคุณลักษณะของหลอดไฟฟ้าชนิดนั้นที่จอแอลซีดีที่ 1-8 ต่อจากนั้นป้อนข้อมูลระยะเวลาการใช้งานที่ต้องการ พร้อมดำเนินการตามแผนผังขั้นตอนการทดสอบและแสดงผลตามภาพที่ 4 พบว่าแผงสาธิตสามารถคำนวณและแสดงค่าพลังงานไฟฟ้า ค่าไฟฟ้าดังตารางที่ 4

หมายเหตุ : การคำนวณค่าไฟฟ้าเป็นแบบอัตราก้าวหน้าประกอบด้วย ค่าไฟฟ้าฐาน (หน่วยที่ใช้ค่าพลังงานไฟฟ้า บาท/หน่วย) ค่า Ft =

0.9255 ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% และค่าบริการ = 8.19 บาท/เดือน [2] เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณจึงได้แบ่งขั้นตอนออกเป็น 2 ส่วน ดังวิธีการดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 5 หน่วยแรก ไม่คิดค่าพลังงานไฟฟ้า

ค่าไฟฟ้า = [(หน่วยที่ใช้ x ค่า Ft) + ค่าบริการ] x 1.07

ส่วนที่ 2 ใช้ไฟฟ้ามากกว่า 5 หน่วยแรก คิดค่าพลังงานไฟฟ้า

ค่าไฟฟ้า = [(หน่วยที่ใช้เกิน 5 หน่วย x ค่าพลังงานไฟฟ้า) + (หน่วยที่ใช้ทั้งหมด x ค่า Ft) + ค่าบริการ] x1.07

ตารางที่ 4 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าทั้งสองแบบ ที่มีการใช้งานวันละ 4 ชั่วโมงและวันละ 8 ชั่วโมงในเวลา 1 เดือน (30 วัน)

หลอดไฟฟ้าหลอดที่เลือกใช้งาน	ระยะเวลาการใช้งานวันละ 4 ชั่วโมงในเวลา 30 วัน		ระยะเวลาการใช้งานวันละ 8 ชั่วโมงในเวลา 30 วัน	
หลอดคอมแพคฯ	พลังงานไฟฟ้า /เดือน (บาท)	ค่าไฟฟ้า/เดือน (บาท)	พลังงานไฟฟ้า /เดือน (บาท)	ค่าไฟฟ้า/เดือน (บาท)
1 CFL (Genie) 11 W	1.32	10.07	2.64	11.38
2 CFL (Genie) 15 W	1.8	10.5	3.6	12.33
3 CFL (Genie) 18 W	2.16	10.9	4.32	13.04
หลอดไส้				
1 GLS (Softone) 25 W	3	11.73	6	16.15
2 GLS (Clear) 60 W	7.2	19	14.4	36.68
3 Supperlux 100 W	12	30.82	24	61.93

การประเมินประสิทธิภาพของแผงสาธิต ให้ดำเนินการตามแผนผังขั้นตอนการทดสอบและการแสดงผล ตามภาพที่ 5

เมื่อนำข้อมูลจากตารางที่ 6 มาพล็อตกราฟแสดงดังภาพที่ 6 สรุปได้ว่าหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์มีค่าประสิทธิผลสูงกว่าหลอดไส้แต่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำกว่า ซึ่งหมายถึงหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์สามารถประหยัดพลังงานได้มากกว่าหลอดไส้

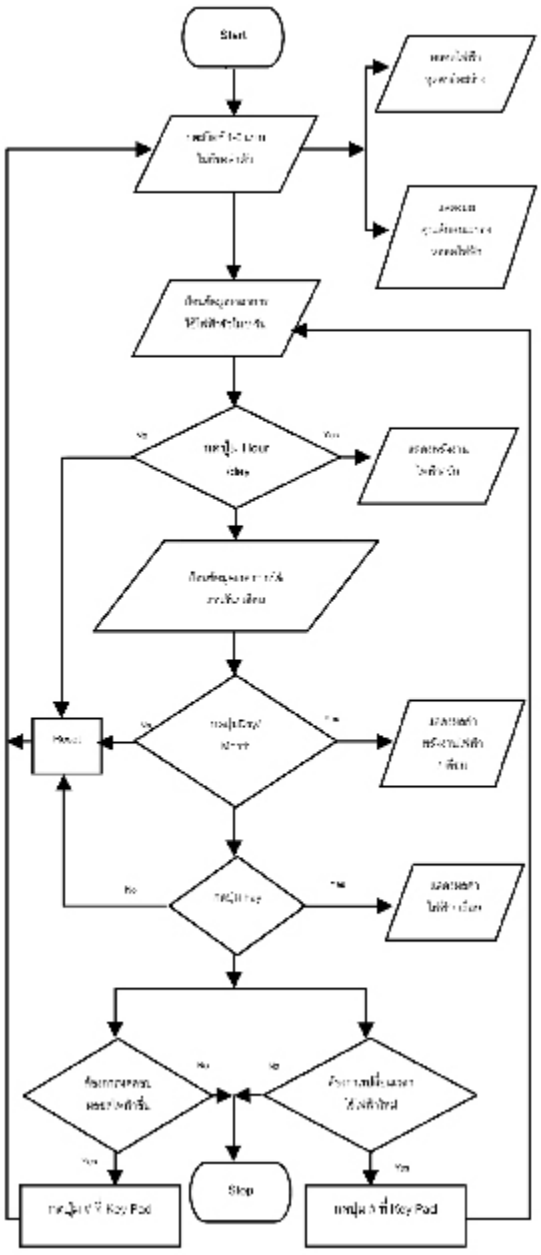
4. สรุป

แผงสาธิตคุณสมบัติของหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์และหลอดไส้เพื่อการอนุรักษ์พลังงานสามารถแสดงผลดังต่อไปนี้

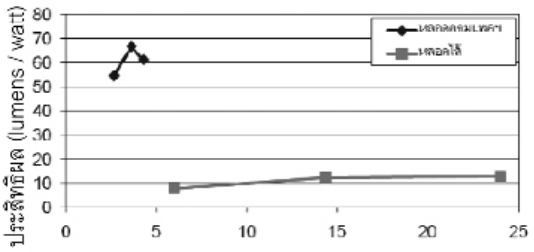
4.1 สีของแสงของหลอดไฟฟ้ามีทั้งแสงสีขาว สีเหลือง และแสงธรรมชาติ แสดงดังตารางที่ 1

4.2 คุณลักษณะของหลอดไฟฟ้าจำนวน 8 ค่า คือชนิดหรือแบบ แรงดันไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า อายุการใช้งาน ปริมาณแสง ค่าความถูกต้องของสี สีของแสงและอุณหภูมิสีของแสง แสดงดังตารางที่ 2

4.3 สามารถคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าแสดงดังตารางที่ 4



ภาพที่ 5 แผนผังขั้นตอนการทดสอบและการแสดงผลของแผงสาธิต



ภาพที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานไฟฟ้าของหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 3 หลอดและหลอดไส้ 3 หลอด

4.4 สามารถเปรียบเทียบค่าประสิทธิผลและค่าพลังงานไฟฟ้าดังตารางที่ 6 และภาพที่ 6

จากข้อมูลทั้ง 4 ข้อนี้ สรุปได้ว่าแผงสาธิตสามารถนำไปใช้ในการพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้หลอดไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดและประหยัด สอดคล้องกับหลักการอนุรักษ์พลังงาน เนื่องจากเมื่อทำการประเมินผล พบว่า ผู้ประเมินมีความพึงพอใจสอดคล้องกับวัตถุประสงค์คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 87.45 นอกจากนี้สามารถนำแผงสาธิตไปใช้ในการสนับสนุนการเรียนการสอนในวิชาวิศวกรรมการส่องสว่าง รวมทั้งอาจนำไปพัฒนาในเชิงพาณิชย์ต่อไป

5. คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยและพัฒนา ปีการศึกษา 2551

ตารางที่ 5 สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพแผงสาธิตด้วยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 48 คน

ลำดับ	รายการประเมิน	กลุ่มที่ 1 (18 คน) ผลการ-ประเมิน (%)	กลุ่มที่ 2 (30 คน) ผลการ-ประเมิน (%)	ค่าเฉลี่ย (%)
1	ความปลอดภัยในการใช้งานแผงสาธิต	92	92.67	92.34
2	สามารถเข้าใจและดำเนินการการทดสอบได้อย่างถูกต้อง	83.33	81.33	82.33
3	สามารถสังเกตความแตกต่างสีของแสง ของหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอด	77.78	86	81.89
4	สามารถเปรียบเทียบคุณลักษณะหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอดได้อย่างชัดเจน	85.56	88	86.78
5	สามารถทราบค่าใช้ไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอดได้อย่างชัดเจนและถูกต้อง	95.56	92	93.78
6	เกิดแรงจูงใจต่อการตัดสินใจเลือกใช้หลอดไฟฟ้าได้อย่างมีประ-สิทธิภาพ	83.33	90	86.67
7	มีความพึงพอใจต่อแนวคิดและรูปแบบของแผงสาธิต	86.67	90	88.34
เฉลี่ย		**86.32**	**88.57**	**87.45**

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบค่าประสิทธิผล (ตารางที่ 3) และค่าพลังงานไฟฟ้า (ตารางที่ 4) เมื่อมีระยะเวลาการใช้งานหลอดไฟฟ้าทั้งสองแบบเท่ากันคือวันละ 8 ชั่วโมงในเวลา 1 เดือน (30 วัน) โดยกำหนดให้ระยะเวลาเป็นค่าคงที่

ชนิดหลอด	ค่าประสิทธิผล (Lumens/ Watt)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (ยูนิต)
หลอดคอมแพคฯ		
1 CFL (Genie) 11 W	54.55	2.64
2 CFL (Tornado) 15 W	66.67	3.6
3 CFL (Essential) 18 W	61.1	4.32
หลอดไส้		
1 GLS (Softone) 25 W	7.8	6
2 GLS (Clear) 60 W	12.17	14.4
3 Supperlux 100 W	12.8	24

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกระทรวงพลังงาน (2552). คู่มือพัฒนาบุคลากรภาคปฏิบัติด้านเทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่าง. บริษัทประชุมช่างจำกัด กรุงเทพมหานคร.

[2] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (2548). อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย. กรุงเทพมหานคร.

[3] ชำนาญ ห่อเกียรติ (2540). เทคนิคการส่องสว่าง. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

[4] ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง (2550). PIC Micro controller Learning-By-Doing C. สมาร์ทเลิร์นนิ่ง กรุงเทพมหานคร.

[5] ดุสิต เครืองาม (2542). สิ่งประดิษฐ์ออปโตอิเล็กทรอนิกส์ ฟิสิกส์ เทคโนโลยีและการใช้งาน เล่ม 1. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร.

[6] พลากร จุกสีดาและเพิ่มทรัพย์ อินต๊ะขัน (2549). แผงสาธิตระบบไฟฟ้าแสงสว่าง. โครงงานทางวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี.

[7] Mark S. REA. 2000. The IESNA Lighting Handbook Reference & Application. Illuminating Engineering Society of North America. Printed in the United States of America.

[8] Philips. Price List 2008-2009.