การควบคุมความสว่างแสงหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบอัตโนมัติ

Automatic lighting control for fluorescent lamp

สถาพร จินดาโชติ, จิรายุส บุญทูล, ธนากร สุนทรวัฒน์*

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ 73170

*E-mail: tsuntornwat@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้แสดงการพัฒนาชุดควบคุมความสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบอัตโนมัติ เพื่อให้มีแสงสว่างที่เหมาะกับสภาพแวดล้อมที่ต้องการ โดยอาศัยการควบคุมผ่านทางไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งรับค่าความสว่างจากแอลดีอาร์ แล้วนำไปมอดูเลตแบบความกว้างพัลส์ (PWM) เพื่อใช้ในการควบคุมวงจรจุดหลอดฟลูออเรสเซนต์ ในโครงงานนี้ได้กำหนดความสว่างตามสภาพการใช้งานได้ถึง 9 ห้อง ตามมาตรฐานความส่องสว่างที่กำหนด จะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าในบ้านได้ซึ่งยิ่งมีความสำคัญมากขึ้นในปัจจุบัน ผลการทดลองระบบสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

คำสำคัญ: การควบคุมความสว่างอัตโนมัติ, ควบคุมความสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์, การความคุมความสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

This paper is to develop an automatic light control of the fluorescent brightness depending on the site environment. The brightness can be controlled by using the pulse width modulation (PWM) technique. The input signal of PWM obtained from the brightness values of the light dependent resister (LDR). Based upon the standard of an illuminance, there are nine rooms assigned under the particular illumination. This leads to save electricity in our house which becomes increasingly important in recent years. Results show that the system can work as intended.

Keywords: Automatic lighting control, Dimming fluorescent lamp, lighting control using microcontroller

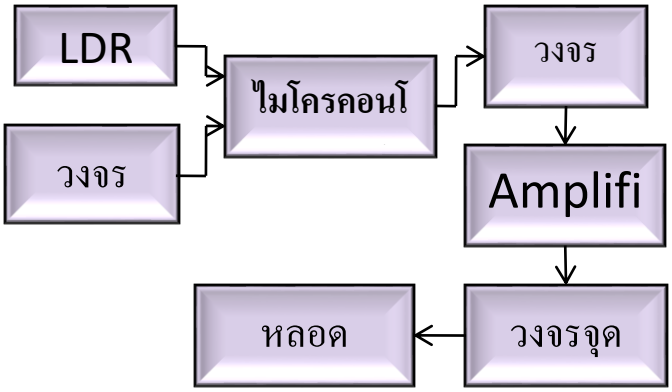
1. ที่มาและความสำคัญ

หลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดไฟฟ้าที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันเนื่องจากมีประสิทธิภาพสูงและมีราคาถูก สถานที่ที่มีการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นแหล่งกำเนิดแสงสว่างมีหลากหลาย เช่น ที่พักอาศัย อาคารสานักงาน ทางเดิน ฯลฯ อย่างไรก็ตามในบางบริเวณมีความต้องการแสงสว่างเฉพาะในบางเวลา หรืออาจต้องการปริมาณแสงสว่างที่ไม่มาก แต่มีความสม่ำเสมอ หรืออาจมีความต้องการแสงสว่างที่ปรับเปลี่ยนตามพฤติกรรมของผู้ใช้

เช่น ทางเดิน ห้องน้ำสาธารณะ ลานจอดรถ การขับหลอดให้ทำงานเต็มกำลังตลอดเวลา จึงเป็นการใช้พลังงานเกินความจำเป็น ดังนั้นการหรี่แสงนอกจากจะตอบสนองความต้องการในด้านความสวยงามและรูปแบบการใช้งานแล้วจึงยังเป็นการช่วยลดการใช้พลังงานอีกด้วย จึงต้องมีวงจร หรือชุดควบคุมที่สามารถทำให้หลอดฟลูออเรสเซนต์จุดติดได้และหรี่ได้ โดยไม่ต้องใช้บัลลาสต์ สตาร์ทเตอร์ ในการจุดหลอดฟลูออเรสเซนต์ แล้วยังมีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีกว่า ประหยัดไฟกว่า มีอายุการใช้งานได้นานกว่า บัลลลาสต์ทั่วๆไป โครงงานนี้จึงมีการนำเอาวงจรควบคุมการหรี่แสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ มาใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรเลอร์ เพื่อให้ทำงานได้โดยอัตโนมัติ

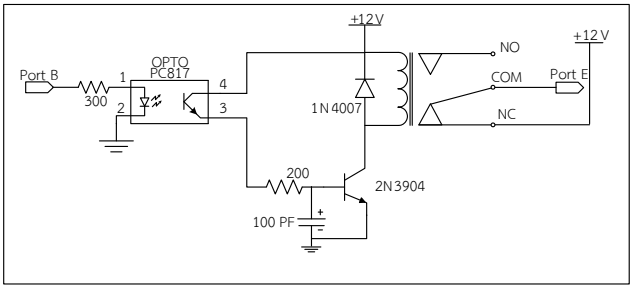
2. ภาพรวมของระบบ

ภาพรวมของการโครงสร้างวงจรหรี่ไฟสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1 เริ่มจาก จ่ายไฟ 5V ให้กับไมโครคอลโทรลเลอร์ และแอลดีอาร์รับค่าแสงเข้ามาเปรียบเทียบกับโปรแกรมที่เขียนโปรแกรมไว้ในไมโครคอลโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมการทำงานขอลหลอดไฟ โดยถ้ามีแสงน้อย หลอดไฟก็จะเพิ่มความสว่างขึ้น ถ้ามีแสงมากหลอดไฟก็จะหรี่ หรือลดความสว่างลง แต่ถ้ามีแสงสว่างมากเกินความจำเป็นหลอดไฟก็จะดับลงโดยวงจรจำกัดแสง แต่ถ้าไม่ได้ถูกจำกัดด้วยวงจำกัดแสง ก็จะผ่านวงจรขยายสัญญาณ เข้าไปยังวงจรจุดหลอดฟลูออเรสเซนต์



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของชุดควบคุมความสว่างแสงตามการใช้งานแบบอัตโนมัติ

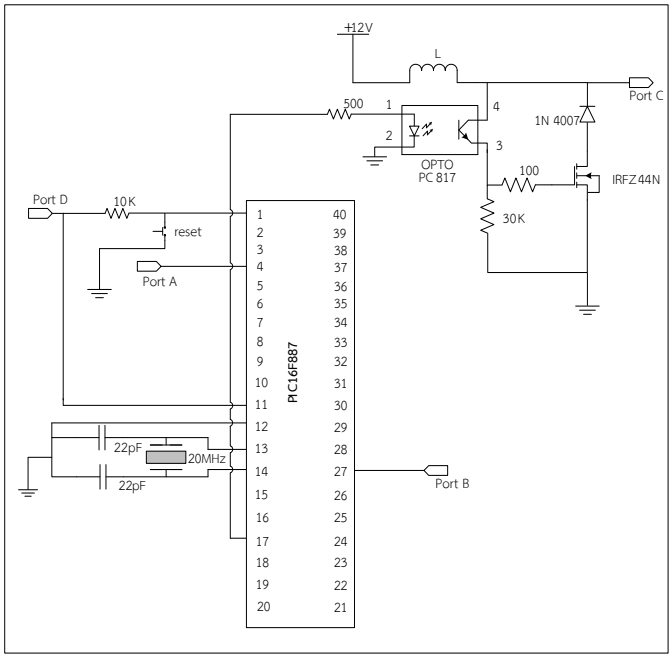
3. วงจรจำกัดความเข้มแสง



รูปที่ 2 วงจรจำกัดความเข้มแสงแสง

จากรูปที่ 2 วงจรนี้เป็นวงจรที่ทำหน้าที่ตัดการทำงานคือ เมื่อมีแสงสว่างมากเกินความจำเป็นก็จะทำให้หลอดไฟดับ โดยใช้หลักการทำงานของรีเลย์ (Relay)

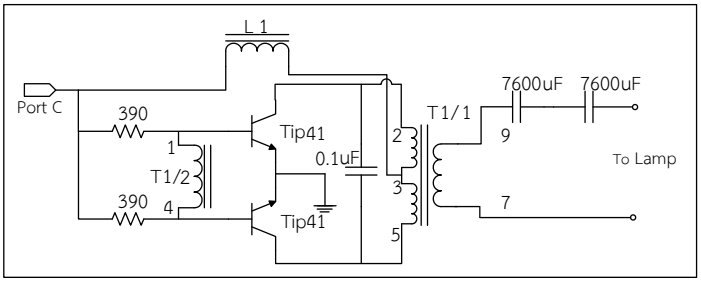
4. วงจรชุดไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3 วงจรชุดไมโครคอนโทรลเลอร์

จากรูปที่ 3 เป็นวงจรหลักในการควบคุมการทำงานของโครงงาน วงจรบางส่วนจะต้องนำเอาต์พุตของแต่ละวงจรเข้ามายังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อผ่านกระบวนการการทำงานหรือนำค่าที่ได้ เข้ามาทำการเปรียบเทียบค่าในไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้ทำการเขียนคำสั่งไว้เพื่อให้มีการทำงานตามที่เราต้องการ ก่อนที่จะให้เอาต์พุตไปควบคุมการทำงานในวงจรต่อไป คือวงจรจุดหลอดฟลูออเรสเซนต์

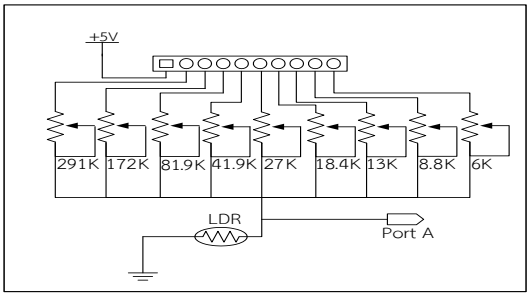
5. ออกแบบวงจรจุดหลอดฟลูออเรสเซนต์



รูปที่ 4 วงจรจุดหลอดฟลูออเรสเซนต์

รูปเป็นวงจรจุดหลอดฟลูออเรสเซนต์นี้ใช้ไฟเลี้ยงวงจร 9-14 โวลต์ DC วงจรจุดหลอดฟลูออเรสเซนต์นี้ สามารถสำไปใช้ได้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดตั้งแต่ 10 วัตต์ไปจนถึง 40 วัตต์ได้

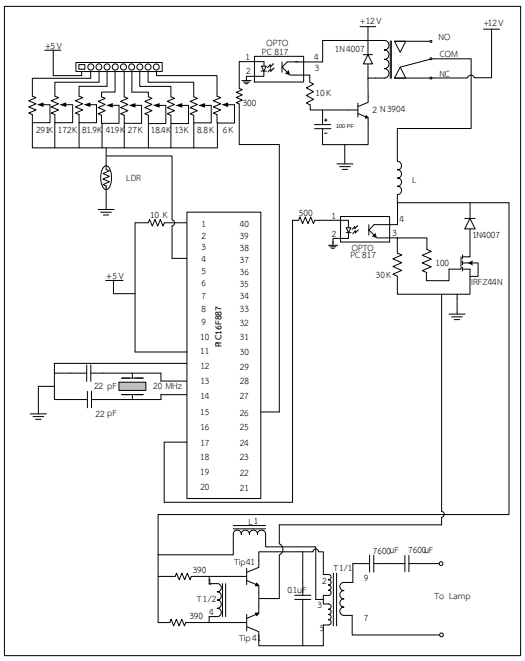
6. วงจรเลือกห้อง



รูปที่ 5 วงจรเลือกห้อง

รูปที่ 5 เป็นวงจรที่ใช้ในการเลือกห้องต่างๆ ซึ่งสามารถเลือกได้ทั้งหมด 9 ห้อง แต่ละห้องจะใช้แสงสว่างภายในห้องไม่เท่ากัน โดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้มาเป็นตัวกำหนดแสงสว่างเริ่มต้นของแต่ละห้อง และ ตัวต้านทานปรับค่าได้แต่ละตัวจะมีค่าที่แตกต่างกัน เพราะความสว่างของห้องแต่ละห้องใช้แสงสว่างที่ไม่เท่ากัน และใช้แอลดีอาร์ในการรับค่าแสงสว่างเพื่อนำมาควบคุมแสงสว่างภายในห้องต่าง ๆ

7. วงจรรวม



รูปที่ 6 แสดงวงจรรวม

รูปที่ 6 เป็นการต่อวงจรรวมทั้งหมดในหัวข้อที่ 3 ถึง 6 โดยนำเอาวงจรไมโครคอนโทรเลอร์ วงจรเลือกห้อง วงจรจำกัดแสง และวงจรจุดหลอดฟลูออเรสเซนต์ มาต่อรวมกัน

รูปที่ 7 คือภาพหลังจากประกอบอุปกรณ์

รูปที่ 7 (ก) ส่วนประกอบชุดควบคุมความสว่างแสงแบบอัตโนมัติ (ข) ชุดควบคุมความสว่างแสงแบบอัตโนมัติที่พร้อมนำไปติดตั้ง

8. ผลการทดลอง

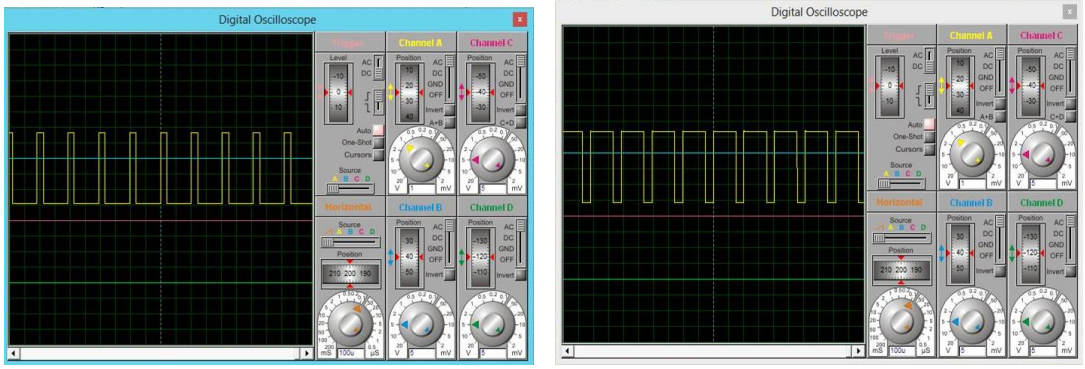
ผลการทดสอบการทำงานโดยการกำหนดค่าไว้ในโปรแกรม เพื่อกำหนดให้หลอดฟลูออเรสเซนต์มีความส่องสว่างของแสงที่เหมาะสมโดยใช้แอลดีอาร์เป็นตัวรับแสง สามารถควบคุมการทำงานได้ เช่นทำให้แสงของฟลูออเรสเซนต์หรี่-เพิ่มความส่องสว่างขึ้นแต่ถ้ามีแสงสว่างมากเกินความจำเป็นหลอดไฟก็จะดับ การหรี่หรือเพิ่มความส่องสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์แต่ละครั้งก็จะขึ้นอยู่กับแสงที่ได้รับเข้ามาจากแอลดีอาร์

8.1 ทดลองการทำงานของวงจร

การทดลองการทำงานของวงจร จะมี 2 แบบ แบบที่ 1 เป็นการทดสอบโดยให้แสงที่มาตกกระทบที่แอลดีอาร์มาก จนทำให้หลอดไฟมีความสว่างน้อย หรือ หรี่ลง (ตามลำดับของแสงที่มาตกกระทบแอลดีอาร์) แบบที่ 2 เป็นการทดสอบโดยให้แสงที่มาตกกระทบที่แอลดีอาร์น้อย จนทำให้หลอดไฟมีความสว่างเพิ่มขึ้น (ตามลำดับของแสงที่มาตกกระทบแอลดีอาร์)

การทดลองในแบบที่ 1

จากการทดลองในแบบที่ 1 เป็นการทดสอบโดยให้แสงที่มาตกกระทบที่แอลดีอาร์มาก ทำให้แอลดีอาร์มีค่าความต้านทานที่น้อยลง แล้วเอาค่าความต้านทานไปเปรียบเทียบกับโปรแกรมที่เขียนคำสั่งไว้ สัญญาณเอาต์พุตที่ออกมาเป็น PWM ตามรูป จะมีความกว้างของสัญญาณน้อยมาก จึงทำให้หลอดไฟมีความสว่างน้อย หรือ หรี่ลง (ตามลำดับของแสงที่มาตกกระทบแอลดีอาร์) (ดูรูปที่ 8 (ก))



(ก) (ข)

รูปที่ 8 (ก) เป็นรูปสัญญาณที่วัดได้จาก การทดสอบวงจรที่ให้แสงมาตกกระทบแอลดีอาร์มาก (ข) เป็นรูปสัญญาณที่วัดได้จาก การทดสอบวงจรที่ให้แสงมาตกกระทบแอลดีอาร์น้อย

การทดลองในแบบที่ 2

เป็นการทดสอบโดยให้แสงที่มาตกกระทบที่แอลดีอาร์น้อย ทำให้แอลดีอาร์มีค่าความต้านทานที่มาก แล้วเอาค่าความต้านทานไปเปรียบเทียบกับโปรแกรมที่เขียนคำสั่งไว้ สัญญาณเอาต์พุตที่ออกมาเป็น PWM ตามรูป จะมีความกว้างของสัญญาณมากกว่ารูปสัญญาณรูปที่ 8 (ข) จึงทำให้หลอดไฟมีความสว่างขึ้น (ตามลำดับของแสงที่มาตกกระทบแอลดีอาร์)

8.2 ทดลองการใช้งานจริง

อุปกรณ์ที่ประกอบสำเร็จแล้ว และการทดลองใช้งานจริง เป็นการทดสอบการใช้งาน ของชุดควบคุมความสว่างแสงแบบอัตโนมัติ แสดงดังรูปที่ 9

(ก) (ข)

รูปที่ 9 ภาพทดลองใช้งานจริง (ก) ภายในห้องจำลอง (ข) เซนเซอร์วัดความเข้มแสง (ค) ภายนอกห้องจำลอง

การทดลองการทำงานของชุดควบคุม โดยจำลองการทำงานในลักษณะห้องต่างๆ เช่น ห้องที่ไม่ได้ใช้งานแบบต่อเนื่อง ห้องสำนักงาน ห้องงานประกอบชิ้นส่วนเล็กๆ เป็นต้น โดยเทียบจากค่าแรงดันของแอลดีอาร์ที่ความสว่างต่าง ๆ ในตารางที่ 1 และใช้ลักซ์มิเตอร์ในการวัดค่าแสงสว่างที่ทำการทดลองในแต่ละห้องแล้วนำค่าที่อ่านได้จากลักซ์มิเตอร์ไปเทียบกับตาราง จากผลการทดลองสามารถสั่งการควบคุมการทำงานของหลอดไฟได้ โดยแรงดันอินพุตจากแอลดีอาร์ที่เป็นสัญญาณอนาล็อกเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ และเอาท์พุตแสดงผลออกมาเป็นสัญญาณ PWM โดยถ้าเอาท์พุตที่แสดงออกมามีความกว้าง PWM ที่น้อยจะทำให้หลอดไฟหรี่ หรือ ลดความสว่างลง แต่ถ้าเอาท์พุตที่แสดงออกมา มีความกว้าง PWM มาก จะทำให้หลอดไฟสว่างขึ้น และถ้าเอาท์พุตที่แสดงออกมามีความกว้างของ PWM ที่มากๆ ก็จะทำให้หลอดไฟดับ

ตารางที่ 1 ค่าแรงดันของแอลดีอาร์ที่ความสว่างต่าง ๆ จากการทดลอง

ค่าความส่องสว่าง (ลักซ์)	แอลดีอาร์ (V)
30	3.37
100	2.38
150	2.03
300	1.44
500	1.12
750	0.90
1000	0.76
1500	0.61
2000	0.53

9. สรุป

งานวิจัยนี้แสดงการออกแบบและพัฒนาระบบปรับความสว่างของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์อัตโนมัติตามสภาพแสงแวดล้อมที่ได้เพื่อให้ได้แสงที่เหมาะสมกับการใช้งานและประหยัดพลังงานจากการทดลองระบบสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการไว้

10. บรรณานุกรม

[1] ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, คู่มือนักอิเล็กทรอนิกส์ กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด-ยูเคชัน, 2552

[2] ชำนาญ ห่อเกียรติ, เทคนิคการส่องสว่าง พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ: จรัลสนิทวงศ์การพิมพ์, 2550

[3] วัชรินทร์ เคารพ, เรียนรู้และเข้าใจ สถาปัตยกรรมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877.บริษัท อีทีที จำกัด 2546

[4] ดอนสัน ปงผาบและทิพวัลย์ คำน้ำนอง, ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC และการประยุกต์ใช้งาน, กรุงเทพฯ, บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), 2537

[5] บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรี่แสงแบบดิจิตอล, ออนไลน์ [12 ม.ค. 2550] สาระสังเขป สืบค้นจาก: http://webst.st.kmutt.ac.th/~s0212407/document/1st_report_v3.pdf.