บทที่4
ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบระบบได้มีการทดลอดสร้างระบบควบคุมเพื่อทดสอบแนวคิดในการควบคุมแบบกระจายดังกล่าวข้างต้นโดยระบบประกอบด้วยบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถควบคุมแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ได้อย่างต่อเนื่องจำนวน 2 ชุด และตัวควบคุมแสงระยะไกลที่เคลื่อนย้ายได้ 2 ชุด จากการทดลองปรากฏว่าระบบสามารถทำงานได้ตามแนวคิดที่วางไว้ การทดสอบผลการทดลองได้แยกเป็น 3 ส่วน คือ ระบบควบคุม , ระบบสื่อสาร และ ทดสอบภาคอุปกรณ์ การทดสอบระบบแต่ละระบบได้แยกเป็น 4 รูปแบบ คือ

1) ระบบชุดควบคุมที่หลอด 1 หลอด ตัวควบคุมที่ผู้ใช้ 1 ชุด เรียกว่า รูปแบบที่ 1
2) " 2 หลอด " 1 ชุด " รูปแบบที่ 2
3) " 1 หลอด " 2 ชุด " รูปแบบที่ 3
4) " 2 หลอด " 2 ชุด " รูปแบบที่ 4

4.1 การทดสอบระบบควบคุม

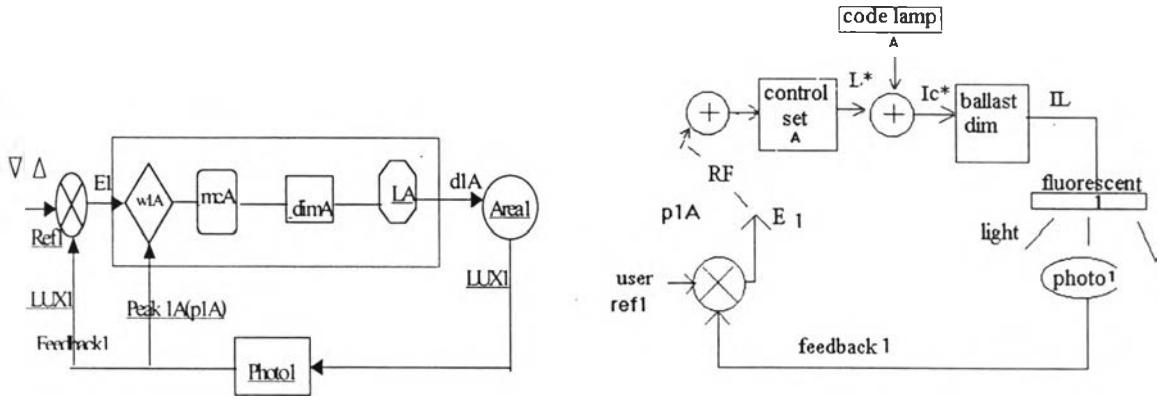
ระบบควบคุม ประกอบด้วยตัวควบคุมที่ผู้ใช้และตัวควบคุมที่หลอด ในการทดสอบการทำงานของระบบจะพิจารณาเฉพาะด้านการควบคุม ส่วนการรับส่งข้อมูลนำไปใช้ในการควบคุมจะพิจารณาในหัวข้อระบบการสื่อสาร ในการพิจารณาระบบควบคุมจะถือว่าข้อมูลเกี่ยวกับ การควบคุมต่าง ๆ (ที่อยู่ในรูปแบบของค่าให้น้ำหนักที่ตัวควบคุมหลอดมีการคำนวณมาจากค่ายอดของแสงที่ผู้ใช้แต่ละคนได้รับเป็นค่าให้น้ำหนักแล้ว) การทำงานของระบบจะเริ่มต้นที่ตัวควบคุมที่ผู้ใช้จะทำการเปรียบเทียบค่าความต้องการของผู้ใช้(Ref) กับปริมาณแสงบนพื้นที่ทำงาน(Lux) ผลความแตกต่างระหว่างปริมาณทั้งสองจะเป็นค่าความคลาดเคลื่อนของแสงจากค่าความต้องการของผู้ใช้ (Error) ตัวควบคุมที่ผู้ใช้จะส่งข้อมูลค่าความคลาดเคลื่อนไปให้ตัวควบคุมที่หลอดเพื่อไปคูณกับค่าให้น้ำหนัก(W) ผลที่ได้จะใช้เป็นสัญญาณควบคุมปริมาณแสงที่ออกจากหลอดโดยจะพยายามปรับขนาดของแสงให้ได้ตามค่าความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งถ้าการควบคุมสามารถควบคุมให้ได้ถึงค่าความต้องการของผู้ใช้ นั่นก็หมายความว่าระบบสามารถควบคุมได้ แต่เนื่องจากมีผู้ใช้หลายคนอาจจะทำให้ไม่ได้ตามค่าความต้องการผู้ใช้ทุกคนได้ แต่ตัวควบคุมหลอดก็จะพยายามปรับให้ได้ปริมาณแสงที่ทำให้ค่าสมรรถนะของระบบ(Performance Index) มีค่าต่ำสุด ซึ่งเป็นจุดที่ดีสุดในการประนีประนอมการใช้แสงร่วมกันระหว่างผู้ใช้หลายคนแล้ว

ระบบควบคุมแยกออกเป็น 4 รูปแบบการทดสอบ

หมายเหตุ กราฟที่จะนำเสนอต่อไปนี้ จะหมายถึง

1. ตัวควบคุมที่ผู้ใช้มีรหัสประจำตัวเป็น 1,2 และตัวควบคุมหลอดมีรหัสประจำตัวเป็นA,B
2. รูป Feedback จะแสดง 2 ค่า คือ ค่าความต้องการของผู้ใช้ (Ref) (กราฟเส้นตรง)และ ปริมาณแสงบนพื้นที่ทำงาน(Lux)(กราฟไม่ใช่เส้นตรง)
3. ค่าความคลาดเคลื่อนของแสง Error1 = Error A1 = Error B1 และ Error2 = Error A2 = Error B2
4. Performance system = Performance lamp A+B = Performance lamp A + Performance lamp B
5. รูปกราฟที่ว่างๆไม่ได้นำเสนอความหมายอะไรเพียงแต่ต้องการให้เป็นรูปแบบเดียวกันในการนำเสนอ

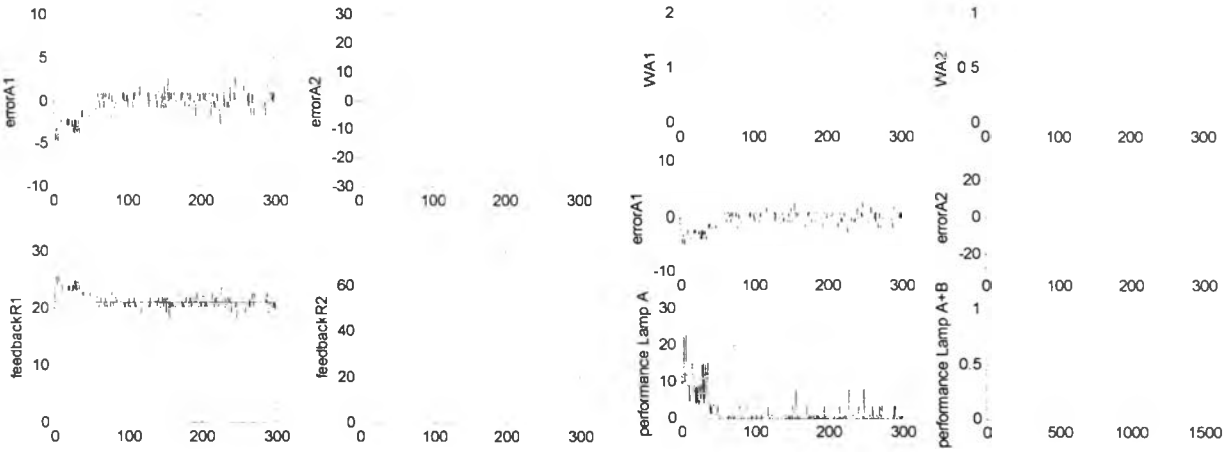
รูปแบบที่ 1



รูปที่ 4.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมการควบคุมที่ประกอบด้วยตัวควบคุมที่ผู้ใช้ 1 ชุด และชุดควบคุมที่หลอด 1 ชุด

จาก รูปที่ 4.1 การควบคุมที่ประกอบด้วยตัวควบคุมที่ผู้ใช้ 1 ชุด จะประกอบด้วยชุดเปรียบเทียบระดับแสง (Ref1,Lux1,E1), ชุดเซนเซอร์รับแสง(photo1+area1) (Lux1,p1A) และชุดควบคุมที่หลอด 1 ชุดจะประกอบด้วย ชุดคำนวณค่าให้น้ำหนัก(W1A), ชุดคำนวณค่าการปรับกระแส(dim A), หลอด(LA) การทำงานของระบบ เป็นดังนี้จากรูป 4.2 (ก) ตัวควบคุมที่ผู้ใช้จะตั้งค่าความต้องการ (ref1)ไว้ที่ 21 ซึ่งเดิมปริมาณ

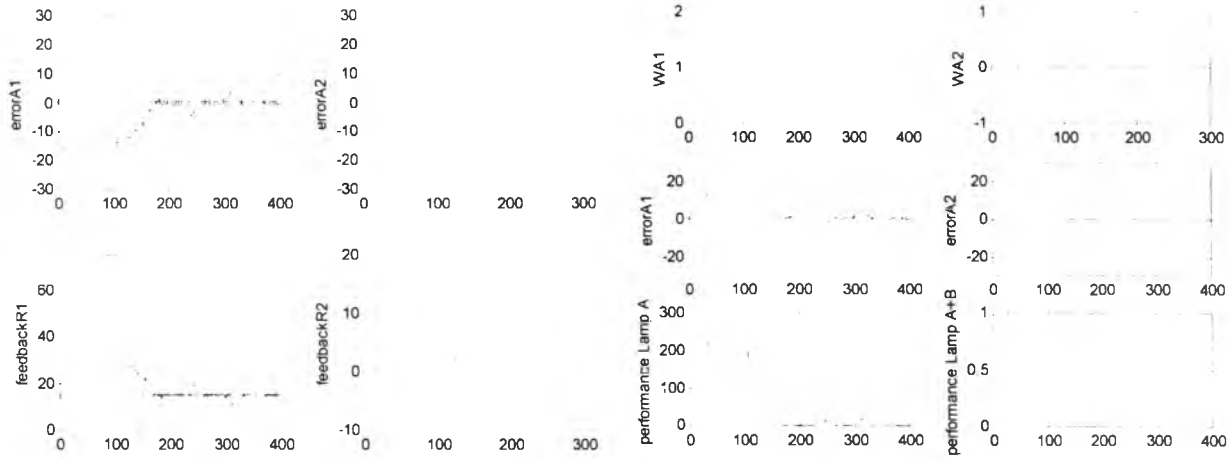
แสง ณ พื้นที่ทำงาน(LUX1=Feedback1) มีค่าเท่ากับ 26 แสดงว่ามีค่าความเคลื่อน(E1=Error1)เท่ากับ -5 ซึ่งหมายความว่า ตัวควบคุมที่หลอดจะต้องพยายามลดแสงลง ให้ได้ปริมาณแสงเท่ากับ 21 ต่อจากนั้น พิจารณารูป 4.2 (ข) แสดงผลสมรรถนะที่ชุดควบคุมหลอด A โดยจะนำค่าความคลาดเคลื่อน (Error 1) ที่ได้ชุดควบคุมที่ผู้ใช้มาคูณกับค่าให้น้ำหนัก WA1 มาประเมินหาค่าสมรรถนะของหลอด A (Performance lamp A) จากรูป เมื่อผู้ใช้ลดค่าความต้องการแสงลง จะทำให้ระบบจะพยายามลดค่าสมรรถนะให้เป็นศูนย์ด้วย ดังนั้นจึงทำให้ พยายามลดค่าความคลาดเคลื่อนให้เป็นศูนย์ด้วย จะเห็นว่าค่าสมรรถนะของระบบนี้ ยิ่งมีค่าต่ำเท่าไร ระบบยิ่งมีสมรรถนะดีขึ้น



(ก) (ข)

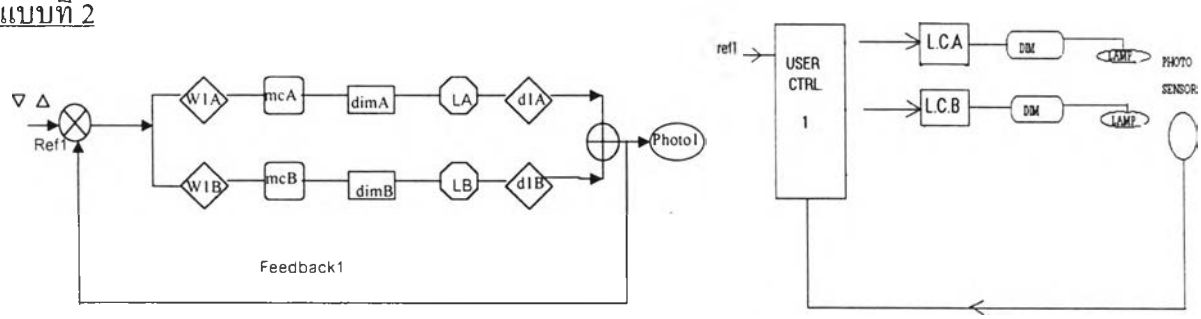
รูปที่ 4.2 ระบบชุดควบคุมที่หลอด 1 หลอด ตัวควบคุมที่ผู้ใช้ 1 ชุด ไม่มีแสงรบกวนจากภายนอก

จากรูปที่ 4.3 แสดงให้เห็นการควบคุม เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแสงภายนอก ผู้ใช้ มีค่าความต้องการระดับแสงเท่ากับ 15 ระบบได้ควบคุมแสงให้เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้แล้ว จึงได้มีการเพิ่มปริมาณแสงจากภายนอก ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนจากต้องการของผู้ใช้เป็นค่าลบ ดังนั้น ตัวควบคุมที่หลอดก็จะพยายามปรับลดแสงให้ได้ตามค่าความต้องการของผู้ใช้ และเมื่อได้มีการลดปริมาณแสงรบกวนจากนอก หลังจากระบบควบคุมแสงให้เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้แล้ว ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนจากต้องการของผู้ใช้เป็นค่าบวก ดังนั้น ตัวควบคุมหลอดก็จะพยายามปรับเพิ่มแสงให้ได้ตามค่าความต้องการของผู้ใช้ ดังนั้น จึงเห็นได้ว่าระบบก็ยังคงสามารถควบคุมปริมาณแสงบนพื้นที่ทำงานได้ตามค่าความต้องการของผู้ใช้



รูปที่ 4.3 ระบบชุดควบคุมที่หลอด 1 หลอด ตัวควบคุมที่ผู้ใช้ 1 ชุด มีแสงรบกวนจากภายนอก

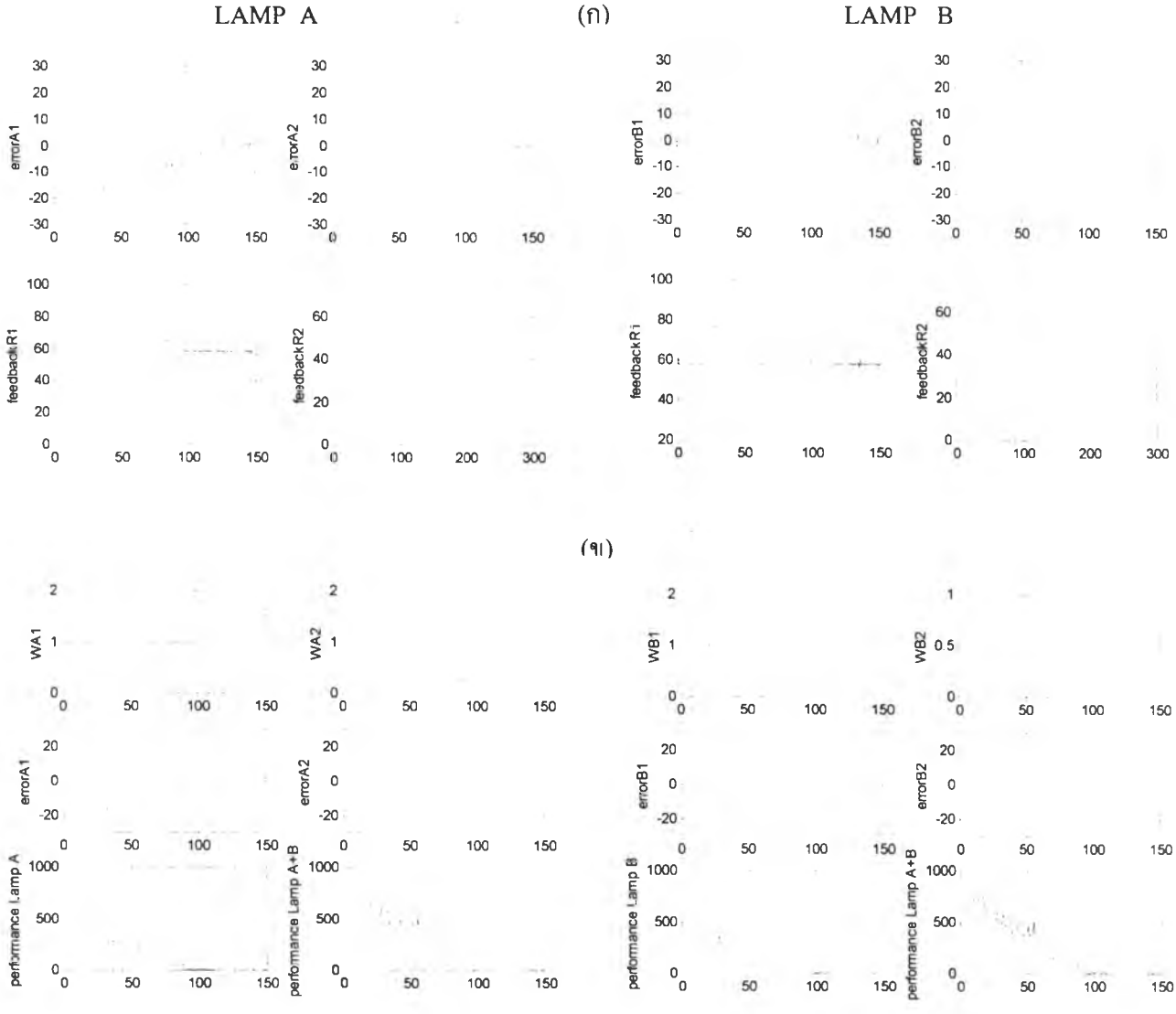
<u>รูปแบบที่ 2</u>



รูปที่ 4.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมการควบคุมที่ประกอบด้วยตัวควบคุมที่ผู้ใช้ 1 ชุด และชุดควบคุมที่หลอด 2 ชุด

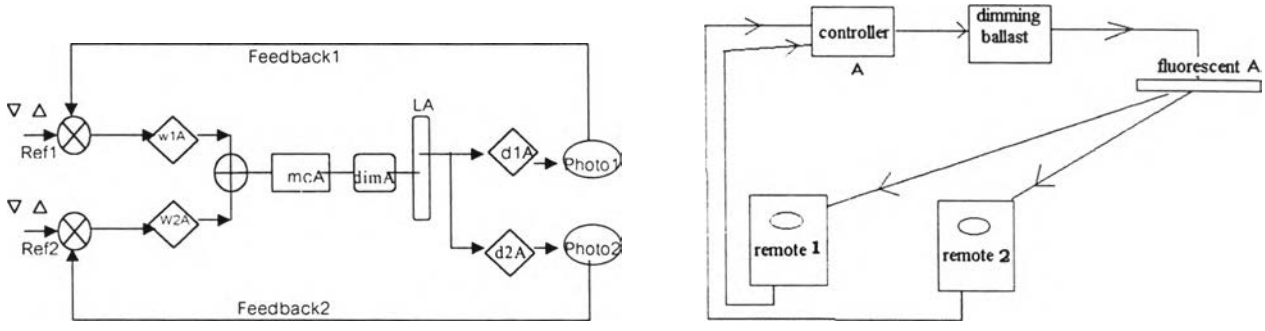
จากรูปที่ 4.4 แสดงการควบคุมที่ประกอบด้วยตัวควบคุมที่ผู้ใช้ 1 ชุด จะประกอบด้วยชุดเปรียบเทียบระดับแสง (Ref1,Lux1,E1), ชุดเซนเซอร์รับแสง(photo1+area1) (Lux1,p1A) และชุดควบคุมที่หลอด 2 ชุดจะประกอบด้วย ชุดคำนวณค่าให้น้ำหนัก(W1A,W1B), ชุดคำนวณค่าการปรับกระแส (dim A,dim B), หลอด(LA ,LB) การทำงานของระบบ เป็นดังนี้ จากรูปที่ 4.5 (ก) ตัวควบคุมที่ผู้ใช้จะตั้งค่าความต้องการ Ref1= 58 ซึ่งเดิมปริมาณแสง 2 หลอด ณ พื้นที่ใช้งานมีค่า Lux1= 78 แสดงว่า

มีค่าความคลาดแคลื่อน Error1 = -20 ซึ่งก็คือต้องลดแสงลงจากรูปที่ 4.5 (ข) แสดงผลสมรรถนะที่ชุดควบคุมหลอดทั้งสอง โดยจะหาค่า Error 1 คูณกับ WA1 ก็จะมาประเมินหา Performance ของหลอด A และนำค่า Error 1 คูณกับ WB1 ก็จะมาประเมินหา Performance ของหลอดB จากรูปเนื่องจาก ค่าสมรรถนะของทั้งสองหลอดก็จะพยายามลดค่าให้เป็นศูนย์ ดังนั้นระบบจะพยายามปรับค่า Error1 ให้เป็นศูนย์ ด้วยแสดงให้เห็นถึงระบบสามารถควบคุมได้ โดยระบบจะพยายามปรับระดับแสงให้ทั้ง 2 หลอดได้ปริมาณแสงตามที่ผู้ใช้ต้องการ



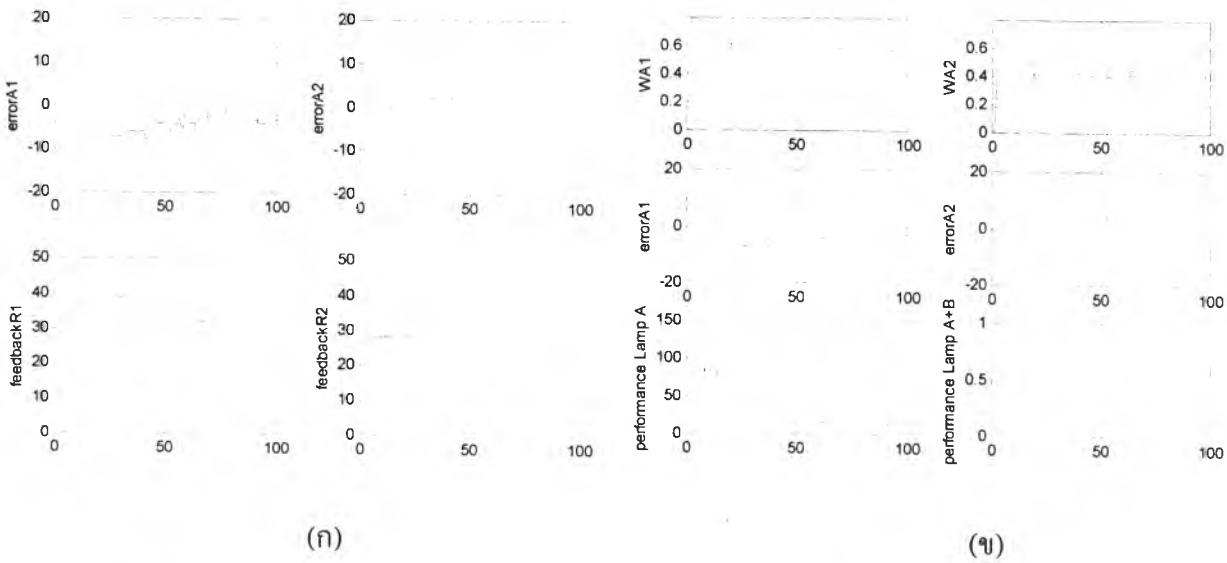
รูปที่ 4..5 ระบบชุดควบคุมที่หลอด 2 หลอด ตัวควบคุมที่ผู้ใช้ 1 ชุด

รูปแบบที่ 3

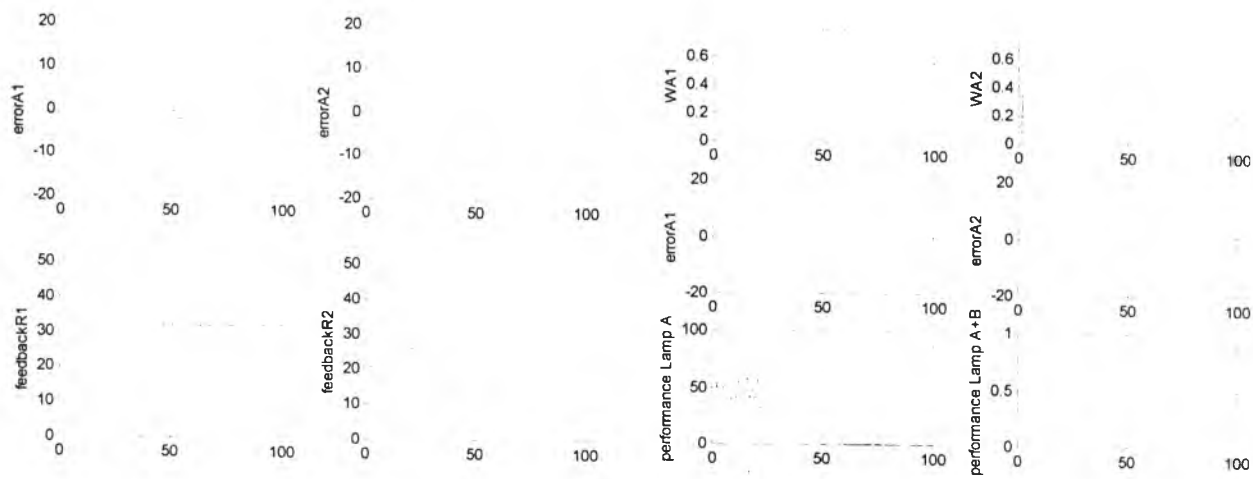


รูปที่ 4.6 แสดงบล็อกไดอะแกรมการควบคุมที่ประกอบด้วยตัวควบคุมที่ผู้ใช้ 2 ชุด และชุดควบคุมที่หลอด 1 ชุด

จากรูปที่ 4.6 แสดงการควบคุมที่ประกอบด้วยตัวควบคุมที่ผู้ใช้ 2 ชุด จะประกอบด้วยชุดเปรียบเทียบระดับแสง (Ref1,Lux1,E1),(Ref2,Lux2,E2), ชุดเซนเซอร์รับแสง(photo1+area1)(Lux1,p1A (photo2+area2) (Lux2,p2A) และชุดควบคุมที่หลอด 1 ชุดจะประกอบด้วย ชุดคำนวณค่าให้น้ำหนัก (W1A), ชุดคำนวณค่าการปรับกระแส(dim A), หลอด(LA) การทำงานของระบบ เป็นดังนี้ จากรูปที่ 4.7 (ก) ตัวควบคุมที่ผู้ใช้ Ref 1 = 32 , Ref 2 = 28 ปริมาณแสง ณ พื้นใช้งาน LUX 1 = 43, LUX 2 = 28 แสดงว่า ค่าความเคลื่อน Error 1 = -11, Error 2 = 0 ซึ่งจะเห็นว่า ตัวควบคุมที่หลอดจะตัดสินใจว่าจะต้องปฏิบัติตามคำสั่งของผู้ใช้คนใด จากรูปที่ 4.7 (ข) จะเห็นว่า ค่าให้น้ำหนักของชุดควบคุมที่ผู้ใช้คนที่ 1 มีค่ามากกว่าชุดควบคุมที่ผู้ใช้คนที่ 2 ซึ่งก็คือ WA1 = 0.6 > WA2 = 0.4 ดังนั้นแนวโน้มการควบคุมจะเป็นไปตามชุดควบคุมที่ผู้ใช้คนที่ 1 มากกว่า คนที่ 2 จากรูปที่ 4.7 (ข) จะเห็นว่าค่า Error 1 จะพยายามปรับเข้าหาศูนย์ในขณะ Error 2 จะปรับค่าออกจากศูนย์ วิธีการควบคุมของชุดควบคุมที่หลอด A จะทำงาน ดังนี้ คือ นำค่า WA1 คูณกับ (Error 1 กำลังสอง) และนำค่า WA2 คูณกับ (Error 2 กำลังสอง) นำผลคูณทั้งสองมารวมกัน เพื่อนำมาคำนวณหาค่าสมรรถนะของหลอด A (Performance A= P. A) จะเห็นได้ว่า เมื่อค่า P. A มีค่าต่ำสุด ซึ่งนับว่าเป็นจุดที่ดีสุด ในการประนีประนอมการใช้แสงร่วมกันระหว่างผู้ใช้ทั้งสอง ณ จุดนี้จะทำให้ผลรวม Error 1 กับ Error 2 มีค่าน้อยสุดแล้วในการที่จะพยายามปรับให้ได้ค่าความต้องการของผู้ใช้ทั้งสองคนมากที่สุดแล้ว



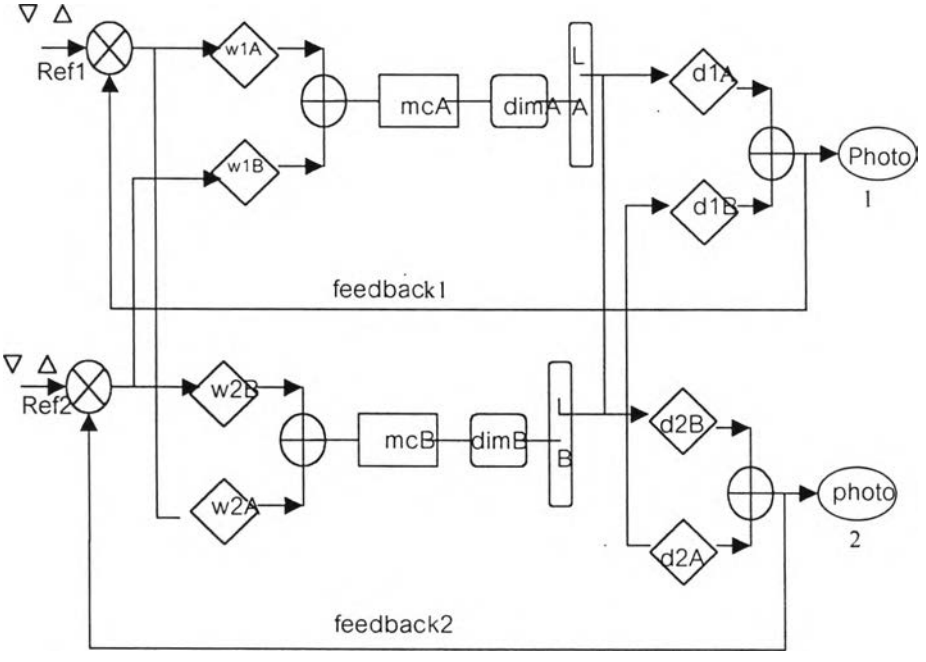
รูปที่ 4.7 ระบบชุดควบคุมที่หลอด 1 หลอด ตัวควบคุมที่ผู้ใช้ 2 ชุด แบบขัดแย้งกัน



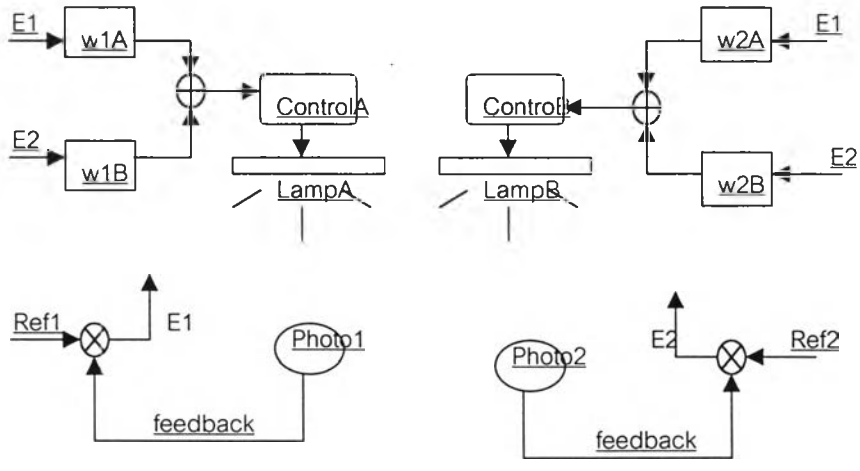
รูปที่ 4.8 ระบบชุดควบคุมที่หลอด 1 หลอด ตัวควบคุมที่ผู้ใช้ 2 ชุด แบบไม่ขัดแย้งกัน

จากรูปที่ 4.8 ระบบควบคุมที่มีผู้ใช้ 2 คน มีค่าความคลาดเคลื่อนทางแสงที่ไม่ขัดแย้งกันคือผู้ใช้คนหนึ่งต้องการลดแสงอีกคนหนึ่งต้องการลดแสง เมื่อชุดควบคุมได้รับค่าความคลาดเคลื่อนก็พยายามปรับให้ได้ผลรวมค่าความคลาดเคลื่อนน้อยสุด ผู้ใช้คนที่ 1 สามารถควบคุมระบบได้ ในขณะที่ ผู้ใช้คนที่ 2 ก็สามารถควบคุมระบบได้เนื่องจากการควบคุมผู้ใช้ทั้งสองมีค่าความคลาดเคลื่อนทางแสงที่ไม่ขัดแย้งกันแนวโน้มการควบคุมจะเป็นไปในทางเดียวกันทำให้ผู้ใช้ทั้งสองสามารถควบคุมให้เป็นไปตามค่าความต้องการผู้ใช้แต่ละคนได้

<u>รูปแบบที่ 4</u>

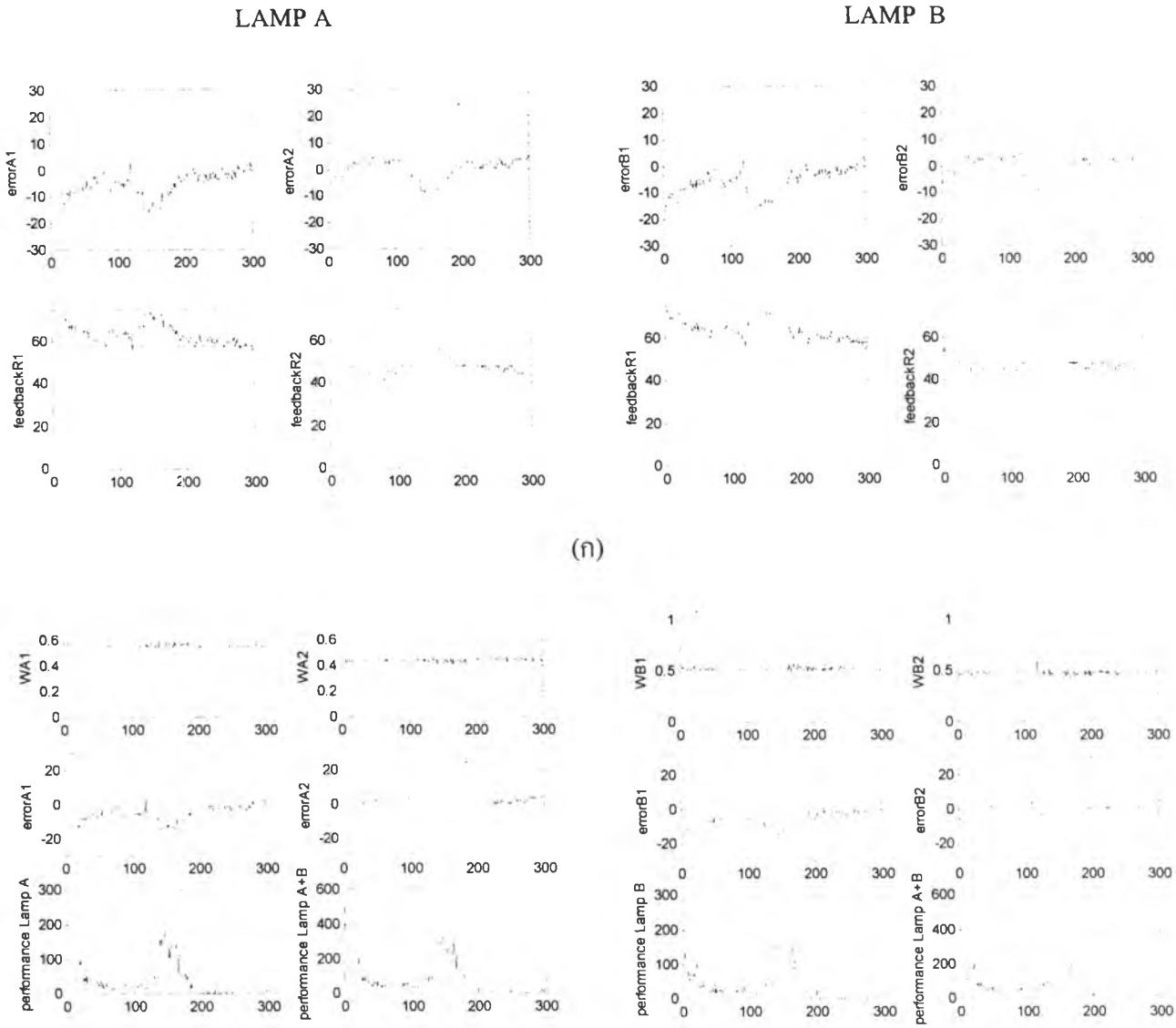


รูปที่ 4.9 9 แสดงบล็อกไดอะแกรมการควบคุมที่ประกอบด้วย
ตัวควบคุมที่ผู้ใช้ 2 ชุด และ ชุดควบคุมที่หลอด 2 ชุด



จากรูปที่ 4.9 แสดงการควบคุมที่ประกอบด้วยตัวควบคุมที่ผู้ใช้ 2 ชุด จะประกอบด้วยชุดเปรียบเทียบระดับแสง (Ref1,Lux1,E1),(Ref2,Lux2,E2) ชุดเซนเซอร์รับแสง(photo1+area1)(Lux1,p1A (photo2+area2) (Lux2,p2A) และชุดควบคุมที่หลอด 2 ชุดจะประกอบด้วย ชุดคำนวณค่าให้น้ำหนัก (W1A,W2A)(W1B,W2B) ชุดคำนวณค่าการปรับกระแส(dim A),(dimB) หลอด(LA)(LB)

จากรูปที่ 4.10 (ก) ตัวควบคุมที่ผู้ใช้ Ref 1 = 58 , Ref 2 = 48 ปริมาณแสง ณ พื้นที่ใช้งาน LUX 1 = 75 , LUX 2 = 55 แสดงว่า ค่าความคลาดเคลื่อน Error 1 = -17 , Error 2 = -7 ซึ่งจะเห็นว่า มีชุดควบคุมที่หลอด 2 หลอด คือ ชุดควบคุมที่หลอด A และชุดควบคุมที่หลอด B จากรูปที่ 4.10 (ก) (ข) ได้มีการรีเซตสภาวะเริ่มต้นของหลอดทั้งสองครั้งเห็นเป็นยอดแหลมสองครั้ง เพื่อต้องการทดสอบว่าควบคุมระบบว่าได้ตามความต้องการแสงของผู้ใช้ทั้งสองคนอันเนื่องมาจากแสงสองหลอด จากกราฟจะเห็นว่าสามารถควบคุมได้ตามความต้องการแสงของผู้ใช้ทั้งสองครั้ง ลักษณะการควบคุมก็จะพยายามทำให้สมรรถนะของชุดควบคุมของหลอด B มีค่าต่ำสุด ในขณะเดียวกัน ชุดควบคุมของหลอด A ก็จะพยายามทำให้สมรรถนะของตัวเองมีค่าต่ำสุดด้วยจะเห็นว่าค่าสมรรถนะของทั้งหลอด A และหลอด B มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าสมรรถนะไปในทางเดียวกันทุกช่วงเวลา ดังนั้น ค่าสมรรถนะของระบบโดยรวมก็จะมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับชุดควบคุมที่หลอด A และหลอด B นั่นก็แสดงว่า จุดต่ำสุดของสมรรถนะของระบบกับจุดต่ำสุด ชุดควบคุมที่หลอด A และหลอด B น่าจะเกิดที่จุดเดียวกัน ซึ่งเป็นจุดที่ถือว่ามีการประนีประนอมการใช้แสงจากผู้ใช้ 2 คน และจากหลอด 2 หลอดได้ดีที่สุดแล้ว



รูปที่ 4.10 ระบบชุดควบคุมที่หลอด 2 หลอด ตัวควบคุมที่ผู้ใช้ 2 ชุด แบบไม่ขัดแย้งกัน

4.2 การทดสอบระบบสื่อสาร

ระบบการสื่อสาร จะแสดงการรับส่งข้อมูลระหว่างตัวควบคุมที่ผู้ใช้ การแสดงข้อมูลเป็นลักษณะรหัสแอสกี้ ให้เห็นว่า เมื่อมีการสื่อสารข้อมูลเปรียบเทียบลักษณะข้อมูลเมื่อจำนวนชุดควบคุมหลอดและตัวควบคุมที่ผู้ใช้เปลี่ยนไปต่าง ๆ กัน ตามจำนวนชุดควบคุมหลอดและตัวควบคุมที่ผู้ใช้ที่มีการส่งข้อมูลออกมาให้

- การรับส่งข้อมูลผ่านแสง จำนวน 5 ไบต์ = รหัสหลอด + " a" +"b"+"c"+ CRC
- การรับส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุ จำนวน 5 ไบต์ = รหัสหลอด+ รหัสผู้ใช้+ค่ายอดสัญญาณ +ค่าความคลาดเคลื่อน +CRC

ลำดับการสื่อสารข้อมูล

1. ชุดควบคุมหลอดจะมีการส่งข้อมูลรหัสหลอดออกมาเป็นระยะๆ โดยผ่านแสง
2. ตัวควบคุมที่ผู้ใช้ก็จะรับข้อมูลหลอดโดยผ่านแสง
3. ตัวควบคุมที่ผู้ใช้ก็จะสร้างข้อมูลหลอดที่ได้รับมากลับขึ้นไปให้หลอดเดิมที่ได้รับมาโดยผ่านคลื่นวิทยุ
4. ชุดควบคุมหลอดจะมีการรับข้อมูลรหัสหลอดที่ตรงกับของตัวเองโดยผ่านคลื่นวิทยุ

<u>การสื่อสาร</u>

1) ชุดควบคุมหลอดแต่ละหลอด จะมีสร้างเฉพาะรหัสหลอดของตัวเองออกมาซ้ำ ๆ กันไปเรื่อย ๆ แล้วส่งข้อมูลรหัสหลอดของตัวเองออกมา โดยผ่านทางแสง เพื่อที่จะส่งไปชุดควบคุมที่ผู้ใช้

2) ชุดควบคุมที่ผู้ใช้ จะสร้างข้อมูลเฉพาะที่มีรหัสผู้ใช้ของตัวเองเท่านั้น พร้อมกับรหัสของหลอดที่ชุดควบคุมที่ผู้ใช้

3) ชุดควบคุมที่หลอดจะเลือกรับเฉพาะข้อมูลที่มีรหัสหลอดของตัวเองเท่านั้น ที่มีส่งผ่านมาทางคลื่นวิทยุจากชุดควบคุมที่ผู้ใช้

<u>ข้อสังเกต</u> กรณีตัวควบคุมที่ผู้ใช้ 2 ชุด : ชุดควบคุมที่หลอด 2 ชุด

1) ชุดควบคุมหลอด จะรับข้อมูลจากทั้งสองชุดควบคุมที่ผู้ใช้

2) ชุดควบคุมที่ผู้ใช้ จะรับข้อมูล จากทั้งสองชุดควบคุมที่หลอดโดยผ่านทางแสง

3) ตัวควบคุมที่ผู้ใช้มีรหัสประจำตัวเป็น 1,2 และตัวควบคุมหลอดมีรหัสประจำตัวเป็นA,B

<u>หมายเหตุ</u>

-สาเหตุที่ใช้การสื่อสารทางแสงเนื่องมาจากได้มองเห็นถึง ประโยชน์ของแสงที่จะต้องการส่งแสงจากหลอดมายังผู้ใช้อยู่แล้ว ดังนั้น จึงได้มีการใช้มอดูเลตทางแสงมาช่วยในการส่งข้อมูลจากหลอดมายังผู้ใช้ได้อย่างลงตัว

กรณีที่ 1 ตัวควบคุมที่ผู้ใช้ 1 ชุด : ชุดควบคุมที่หลอด 1 ชุด

1. การสื่อสารทางแสง

ข้อมูลทางแสง = Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~

1) ชุดควบคุมที่หลอดส่งข้อมูล

- หลอดที่ A = Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~

2) ตัวควบคุมที่ผู้ใช้รับข้อมูล

- รีโมตที่ 1 = Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~

2. การสื่อสารทางคลื่นวิทยุ

ข้อมูลทางคลื่นวิทยุ = A1kT A1jT" A1gT" A1dTม A1jT" A1kT A1nT& A1jT"

1) ตัวควบคุมที่ผู้ใช้ส่งข้อมูล

- รีโมตที่ 1 = A1kT A1jT" A1gT" A1dTม A1jT" A1kT A1nT& A1jT"

2) ชุดควบคุมที่หลอดรับข้อมูล

- หลอดที่ A = A1kT A1jT" A1gT" A1dTม A1jT" A1kT A1nT& A1jT"

กรณีที่ 2 ตัวควบคุมที่ผู้ใช้ 1 ชุด : ชุดควบคุมที่หลอด 2 ชุด

1. การสื่อสารทางแสง

ข้อมูลทางแสง = Aabc~ Babc. Aabc~ Babc. Aabc~ Babc.

1) ชุดควบคุมที่หลอดส่งข้อมูล

- หลอดที่ A = Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~

- หลอดที่ B = Babc. Babc. Babc. Babc. Babc. Babc. Babc.

2) ตัวควบคุมที่ผู้ใช้รับข้อมูล

- รีโมตที่ 1 = Aabc~ Babc. Aabc~ Babc. Aabc~ Babc.

2. การสื่อสารทางคลื่นวิทยุ

ข้อมูลทางคลื่นวิทยุ = A1kT B1hT_ A1jT" B1jT• A1gT" B1fU□ A1dTม B1kTQ A1jT" B1mT' A1kT B1oTj A1nT& B1kTQ A1jT"

1) ตัวควบคุมที่ผู้ใช้ส่งข้อมูล

- รีโมตที่ 1 = A1kฐ B1hT_ A1jT" B1jT• A1gT" B1fU□ A1dTม B1kTQ A1jT" B1mT' A1kฐ B1oTj A1nT& B1kTQ A1jT"

2) ชุดควบคุมที่หลอดรับข้อมูล

- หลอดที่ A = A1kฐ A2\:_ A1jT" A1gT" A1dTม A1jT" A1kฐ A1nT& A1jT"

- หลอดที่ B = B1hT_ B1jT• B1fU□ B1kTQ B1mT' B1oTj B1kTQ

กรณีที่ 3 ตัวควบคุมที่ผู้ใช้ 2 ชุด : ชุดควบคุมที่หลอด 1 ชุด

1. การสื่อสารทางแสง

ข้อมูลทางแสง = Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~

1) ชุดควบคุมที่หลอดส่งข้อมูล

- หลอดที่ A = Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~

2) ตัวควบคุมที่ผู้ใช้รับข้อมูล

- รีโมตที่ 1 = Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~

- รีโมตที่ 2 = Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~

2. การสื่อสารทางคลื่นวิทยุ

ข้อมูลทางคลื่นวิทยุ = A1kฐ A2\:_ A1jT" A2T:r A1gT" A2^:• A1dTม A2_:Q A1jT" A2f:ฮ A1kฐ A2c:1 A1nT& A2b:๕ A1jT"

1) ตัวควบคุมที่ผู้ใช้ส่งข้อมูล

- รีโมตที่ 1 = A1kฐ A1jT" A1gT" A1dTม A1jT" A1kฐ A1nT& A1jT"

- รีโมตที่ 2 = A2\:_ A2T:r A2^:• A2_:Q A2f:ฮ A2c:1 A2b:๕

2) ชุดควบคุมที่หลอดรับข้อมูล

- หลอดที่ A = A1kฐ A2\:_ A1jT" A2T:r A1gT" A2^:• A1dTม A2_:Q A1jT" A2f:ฮ A1kฐ A2c:1 A1nT& A2b:๕ A1jT"

กรณีที่ 4 ตัวควบคุมที่ผู้ใช้ 2 ชุด : ชุดควบคุมที่หลอด 2 ชุด

1. การสื่อสารแสง

ข้อมูลทางแสง = Aabc~ Babc. Aabc~ Babc. Aabc~ Babc.

1) ชุดควบคุมที่หลอดส่งข้อมูล

- หลอดที่ A = Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~ Aabc~

- หลอดที่ B = Babc. Babc. Babc. Babc. Babc. Babc. Babc.

2) ตัวควบคุมที่ผู้ใช้รับข้อมูล

- รีโมตที่ 1 = Aabc~ Babc. Aabc~ Babc. Aabc~ Babc.

- รีโมตที่ 2 = Aabc~ Babc. Aabc~ Babc. Aabc~ Babc.

2. การสื่อสารทางคลื่นวิทยุ

ข้อมูลทางคลื่นวิทยุ = B2N:๑ A1kT A2\:_ B1hT_ B2N:๑ A1jT" A2T:r B1jT• B2L:` A1gT" A2^:• B1fU□ B2V:k A1dTม A2_:Q B1kTQ B2N:๑ A1jT" A2f:ฮ B1mT' B2X:ท A1kT A2c:1 B1oTj B2R:P A1nT& A2b:๕ B1kTQ B2R:P A1jT"

1) ตัวควบคุมที่ผู้ใช้ส่งข้อมูล

- รีโมตที่ 1 = A1kT B1hT_ A1jT" B1jT• A1gT" B1fU□ A1dTม B1kTQ A1jT" B1mT' A1kT B1oTj A1nT& B1kTQ A1jT"

- รีโมตที่ 2 = B2N:๑ A2\:_ B2N:๑ A2T:r B2L:` A2^:• B2V:k A2_:Q B2N:๑ A2f:ฮ B2X:ท A2c:1 B2R:P A2b:๕ B2R:P

2) ชุดควบคุมที่หลอดรับข้อมูล

- หลอดที่ A = A1kT A2\:_ A1jT" A2T:r A1gT" A2^:• A1dTม A2_:Q A1jT" A2f:ฮ A1kT A2c:1 A1nT& A2b:๕ A1jT"

- หลอดที่ B = B2N:๑ B1hT_ B2N:๑ B1jT• B2L:` B1fU□ B2V:k B1kTQ B2N:๑ B1mT' B2X:ท B1oTj B2R:P B1kTQ B2R:P

ผลจากการติดต่อสื่อสารระหว่างตัวควบคุมที่หลอดและตัวควบคุมที่ผู้ใช้

1. การสื่อสารแสง ทำให้ทราบข้อมูล ขนาดสัญญาณแสงที่ได้รับพร้อมรหัสหลอด
2. การสื่อสารทางคลื่นวิทยุ ทำให้ทราบข้อมูล ค่าความคลาดเคลื่อนและขนาดสัญญาณแสงที่ได้รับ

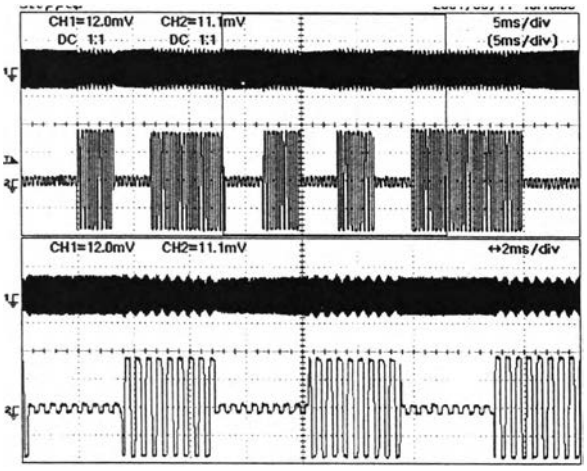
3. ถ้าตัวควบคุมที่หลอดและตัวควบคุมที่ผู้ใช้อยู่ไกลกันมาก ก็แสดงว่า ตัวควบคุมที่ผู้ใช้อยู่ไกลจากตัวควบคุมที่หลอดมาก ทำให้ตัวควบคุมที่ผู้ใช้ไม่มีอิทธิพลต่อการควบคุมแสงที่ตัวควบคุมที่หลอดนั้นแสงเป็นตัวกำหนดผ่านพื้นที่ในการติดต่อเฉพาะกลุ่มได้ ถ้าตัวควบคุมที่ผู้ใช้ไม่สามารถรับแสงอันเนื่องมาจากแสงของตัวควบคุมหลอดก็แสดงว่าตัวควบคุมที่ผู้ใช้นั้นไม่มีอิทธิพลต่อตัวควบคุมที่หลอดนั้นเลย ซึ่งก็เสมือนว่า ตัวควบคุมที่ผู้ใช้นั้นอยู่ไกลมาก

4.3 ผลการทดสอบภาคอุปกรณ์

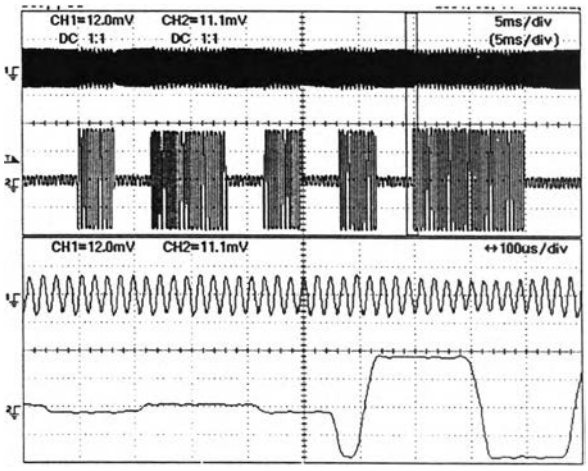
ได้มีการออกแบบชุดควบคุมที่หลอดโดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เสร้างสัญญาณรหัสหลอดแล้วนำข้อมูลไปมอดูเลตเข้ากับความถี่สูงค่าหนึ่งแล้วนำสัญญาณที่มอดูเลตไปควบคุมกระแสที่บัลลาสต์หรี่แสงเพื่อนำไปใช้การปรับระดับแสงที่หลอดฟลูออเรสเซนต์ต่อไปจากการทดลองมอดูเลตข้อมูลโดยผ่านทางแสงจากหลอดไปยังตัวควบคุมที่ผู้ใช้ทำให้เอนเวโลปและความถี่ของรูปคลื่นกระแสผ่านหลอดเปลี่ยนไปตามสัญญาณข้อมูลที่เข้าไปมอดูเลตได้ผลการทดลองดังในรูปที่ 4.11 ,4.12

กระแสผ่านหลอด (กราฟบน)

สัญญาณข้อมูลที่เข้าไปมอดูเลต (กราฟล่าง)

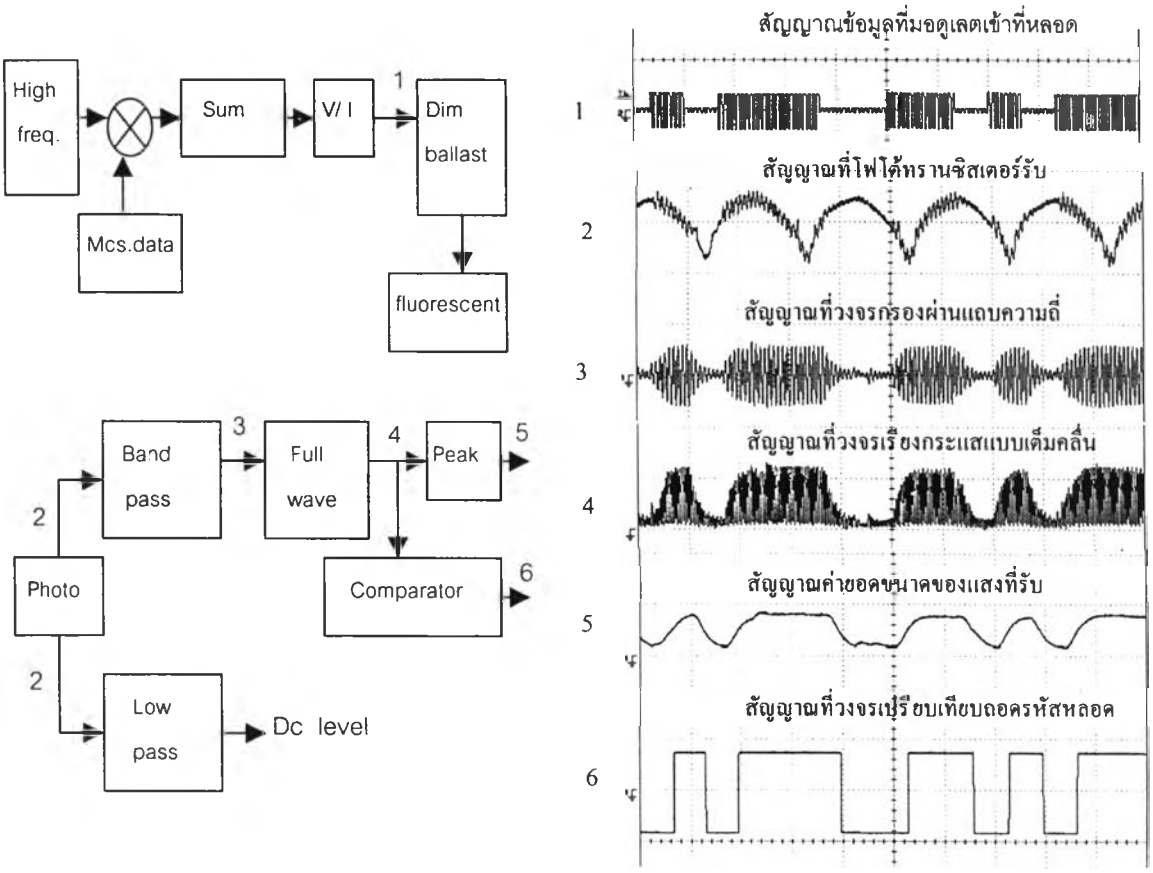


รูปที่ 4.11 การมอดูเลตที่ทำให้เอนเวโลป ของกระแสผ่านหลอด เปลี่ยน

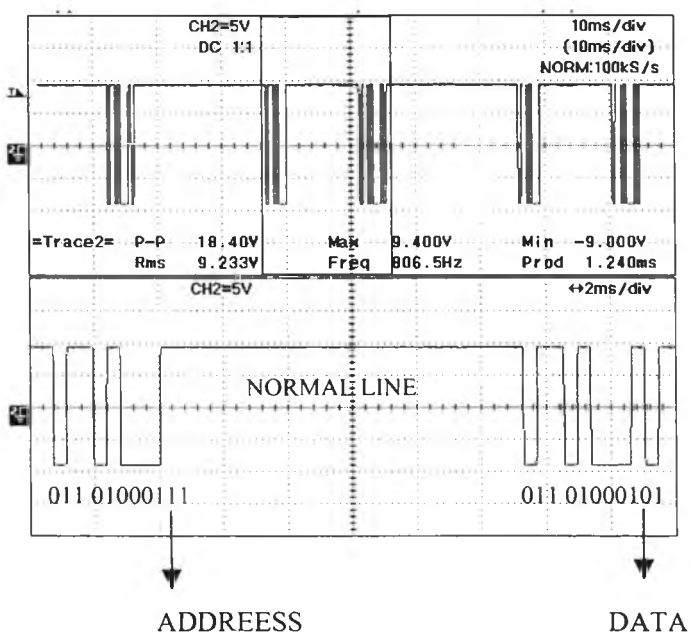


รูปที่ 4.12 การมอดูเลตที่ทำให้ความถี่ข้อมูล ของกระแสผ่านหลอด เปลี่ยน

และได้มีการออกแบบตัวควบคุมที่ผู้ใช้ให้สามารถรับแสงที่มอดูเลตมาได้ โดยได้มีการออกแบบวงจรกรองผ่านแถบความถี่พาหะ เพื่อใช้รับข้อมูลที่มีการมอดูเลตมาจากหลอดมาให้ที่ตัวควบคุมผู้ใช้และได้มีการออกแบบวงจรวัดระดับค่ายอดของแสงเพื่อใช้วัดขนาดของแสงที่รับได้อันเนื่องมาจากการมอดูเลตข้อมูลที่หลอดแต่ละหลอดดังในรูปที่ 4.13



รูป 4.13 สัญญาณส่วนต่างๆของวงจรชุดควบคุมที่ผู้ใช้



รูป 4.14 แสดงการรับส่งข้อมูล 8 บิตและ 9 บิต

โดยให้ บิตเริ่มต้นเท่ากับ 0 , บิตหยุดเท่ากับ 1

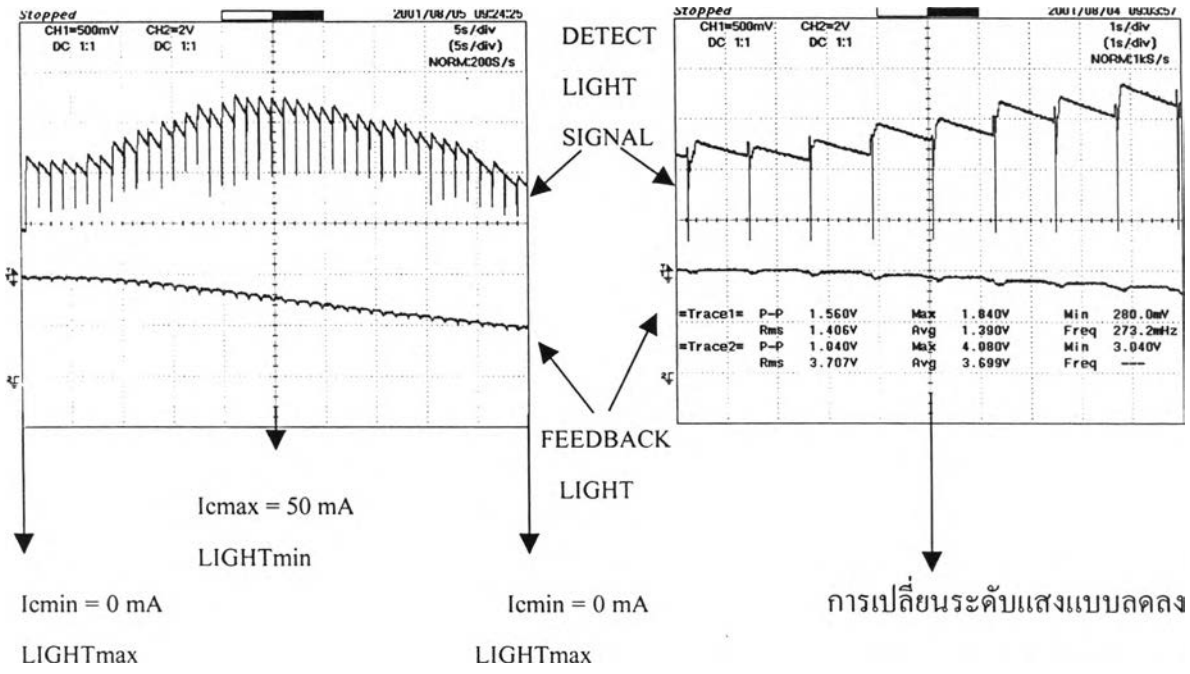
บิตที่ 9 เท่ากับ 1,0 -> '1' แสดงว่าเป็น ข้อมูลตำแหน่ง (รหัสหลอด)

-> '0' แสดงว่าเป็น ข้อมูลการสื่อสาร

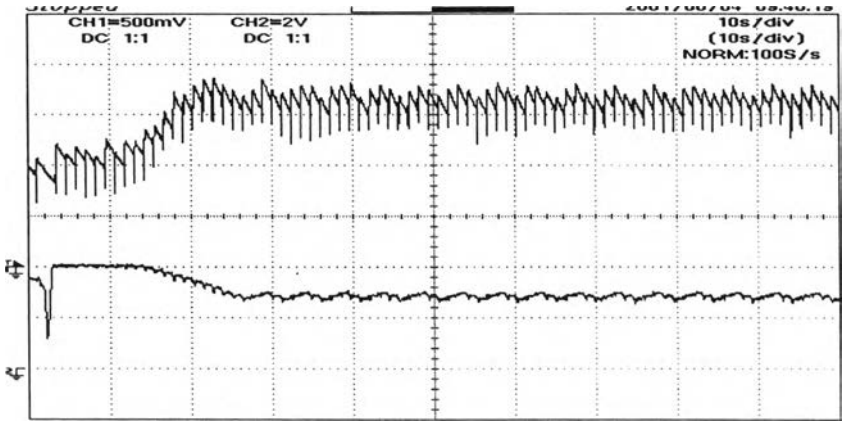
1 FRAME = STARTT BIT 1 BIT + DATA 9 BIT + STOP BIT 1 BIT = 11 BIT

ADDRESS = '0' + DATA 8 BIT + '1' + '1'

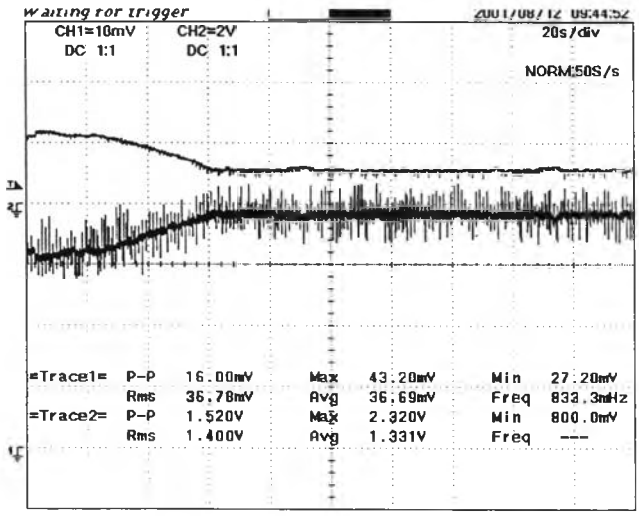
DATA = '0' + DATA 8 BIT + '0' + '1'



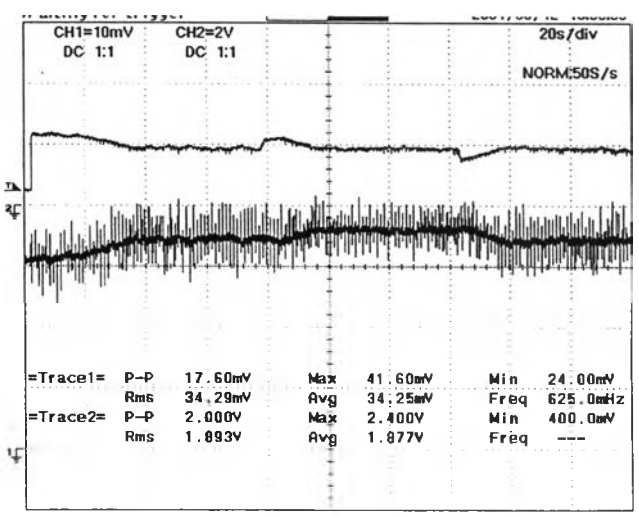
รูป4.15 การเปลี่ยนระดับแสงแบบลดลงและเพิ่มทีละขั้นบันได โดยเปรียบเทียบขนาดของแสงที่รับได้จากการมอดูเลต(กราฟบน) กับปริมาณแสงป้อนกลับที่ได้รับ(กราฟล่าง)



รูป4.16 ระบบควบคุมเมื่อมีการป้อนกลับของแสง(กราฟล่าง)ของตัวควบคุมที่ผู้ใช้ 1 ชุด กับชุดควบคุมหลอด 1 ชุด ที่สามารถได้ใน 1 รอบการทำงาน โดยแสดงการเปรียบเทียบแสงป้อนกลับที่ได้รับกับขนาดแสงที่มีการมอดูเลตแล้ว ตัวเซนเซอร์รับขนาดได้ (กราฟบน)

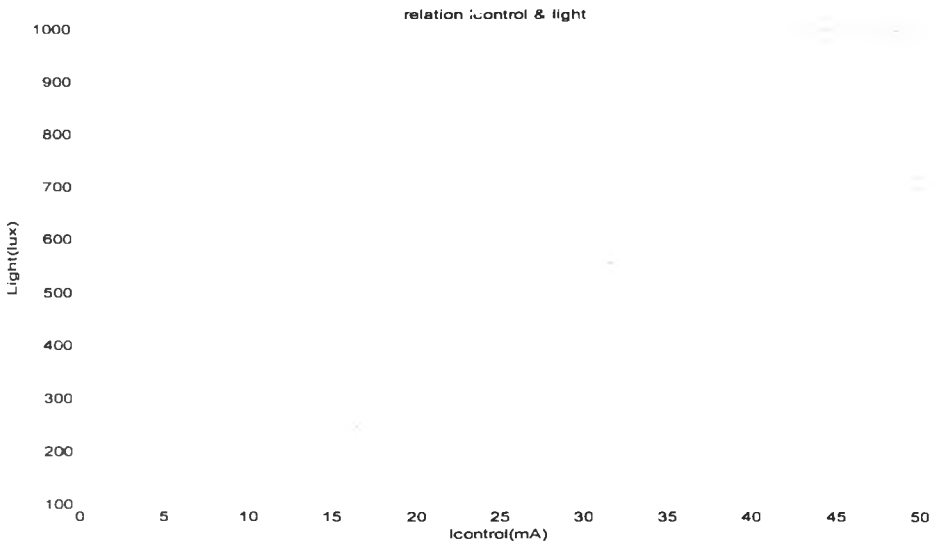


ระบบควบคุมสามารถควบคุมระดับแสงได้
เมื่อยังไม่มีแสงรบกวนจากภายนอก

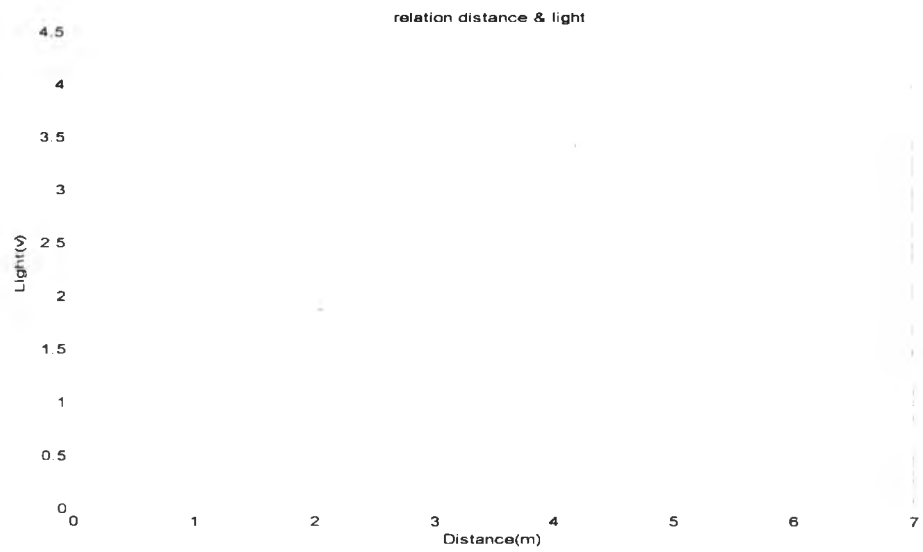


ระบบควบคุมยังคงสามารถควบคุมแสงได้
เมื่อมีแสงรบกวนจากภายนอก

รูป4.17 รูปแสดงระบบควบคุมที่ได้รับแสงป้อนกลับ(กราฟบน) เทียบกับปริมาณการเปลี่ยนแปลงกระแสควบคุม(กราฟล่าง)



รูป4.18 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสควบคุมกับปริมาณแสงที่ได้รับ



รูป 4.19 รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแสงที่ได้รับกับระยะทางที่ต่างๆ กัน