บทที่ 4

ผลการทดสอบระบบ

ในบทนี้เราจะกล่าวถึง การทดสอบระบบจริงตามวิธีการที่ได้กล่าวถึงในบทที่ 3 เราจะใช้ตัวจำลองเซลล์แสงอาทิตย์แทนแผงเซลล์แสงอาทิตย์จริงในการทดสอบระบบเนื่องจากสามารถปรับเปลี่ยนระดับแสงได้ง่าย โดยเราจะทดสอบการควบคุมแรงดันคร่อมเซลล์แสงอาทิตย์ การติดตามหาจุดกำลังสูงสุดในสภาวะที่มีปริมาณแสงต่างๆ กันและในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับแสง ดังที่จะได้กล่าวถึงเป็นลำดับต่อไป แต่ในเบื้องต้นเราจะกล่าวถึงองค์ประกอบทั้งหมดสำหรับการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 4.1 ซึ่งประกอบด้วย

ก) ชุดกำเนิดแสง เราจะใช้หลอดไฟฟ้าแบบไส้เป็นแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนระดับแสงได้ โดยการปรับเปลี่ยนแรงดันไฟสลับขาเข้าวงจรเรียงกระแสให้เปลี่ยนระดับแรงดันไฟตรงที่ตกคร่อมหลอดไฟฟ้า อีกทั้งมีสวิตช์ควบคุมหลอดไฟชุดที่ 2 ทำให้สามารถเปลี่ยนระดับแสงแบบขั้นได้

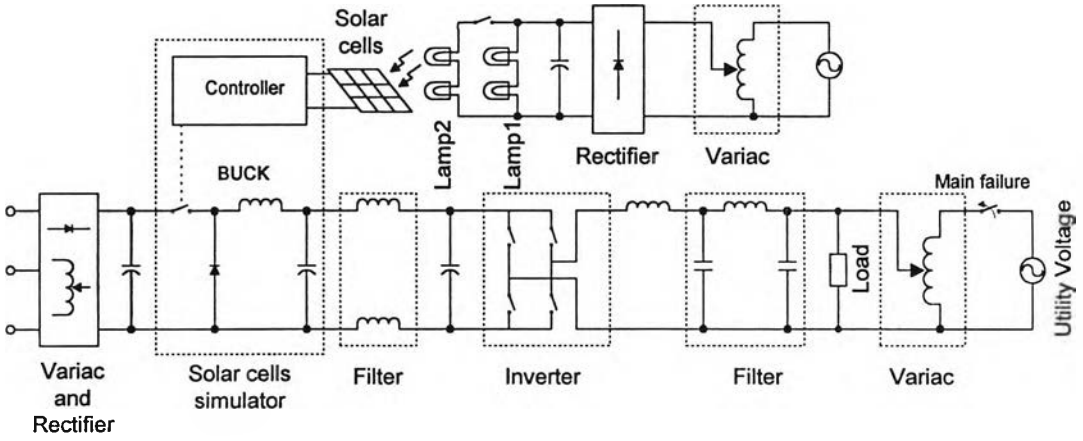
ข) ตัวจำลองเซลล์แสงอาทิตย์และแผงเซลล์แสงอาทิตย์อ้างอิง(รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข)

ค) อินเวอร์เตอร์ (รายละเอียดแสดงในบทที่ 2)

ง) วงจรกรอง เราจะติดตั้งวงจรกรองเพิ่มเติมที่ด้านออกของตัวจำลองเซลล์แสงอาทิตย์และด้านออกของอินเวอร์เตอร์เพื่อเพิ่มอัตราการลดทอนสัญญาณที่ความถี่การสวิตช์

จ) โหลดด้านออกซึ่งต่อขนานกับแรงดันการไฟฟ้า ซึ่งมีหม้อแปลงออโต้ทำหน้าที่ปรับระดับแรงดัน

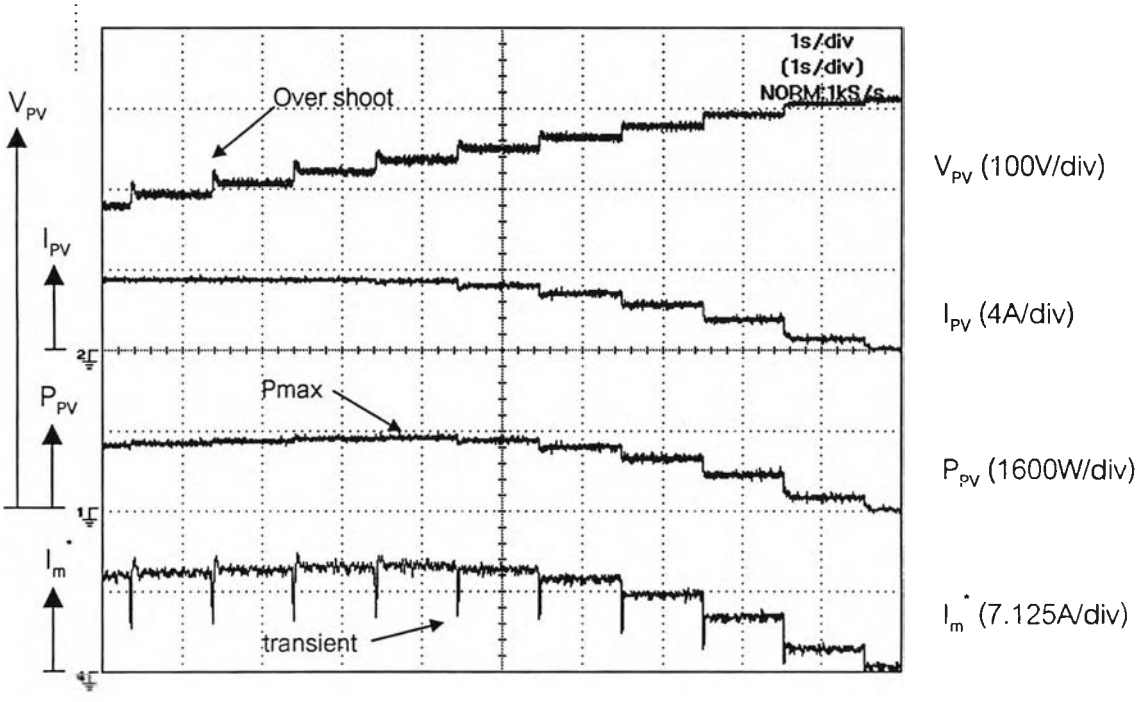
ฉ) สวิตช์ตัดตอนด้านออกเพื่อจำลองการหยุดจ่ายพลังงานของการไฟฟ้าซึ่งจะกล่าวถึงใน บทที่ 5



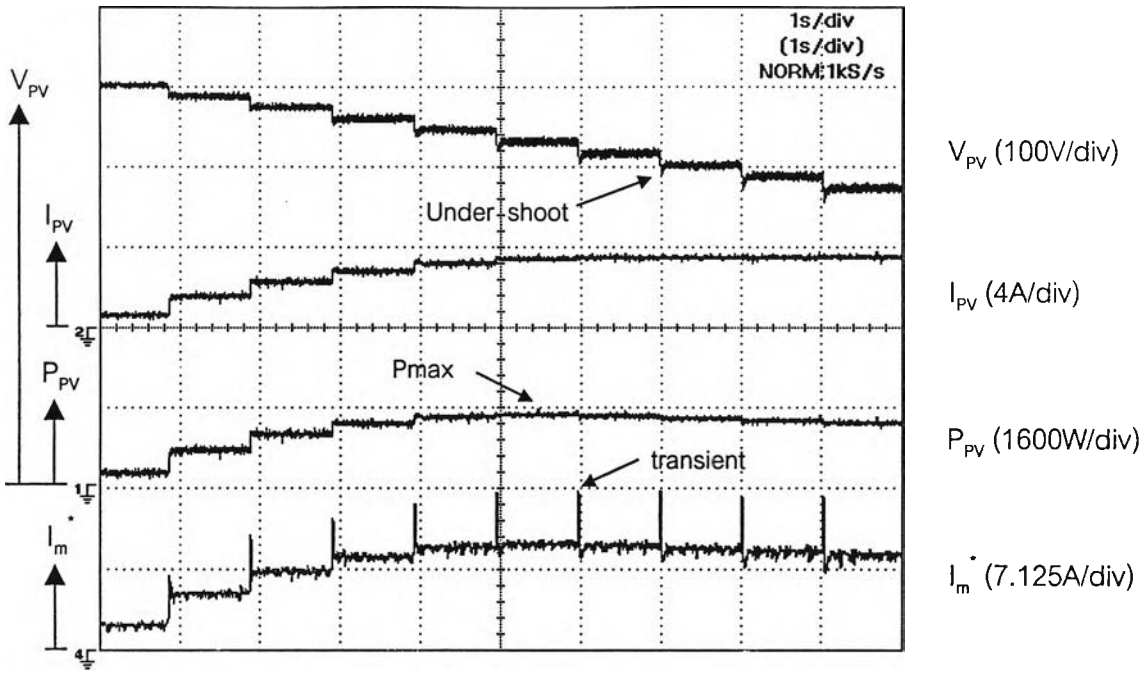
รูปที่ 4.1 แผนภาพบล็อกของระบบพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์และการทดสอบระบบ

4.1 การทดสอบการควบคุมแรงดันคร่อมเซลล์แสงอาทิตย์

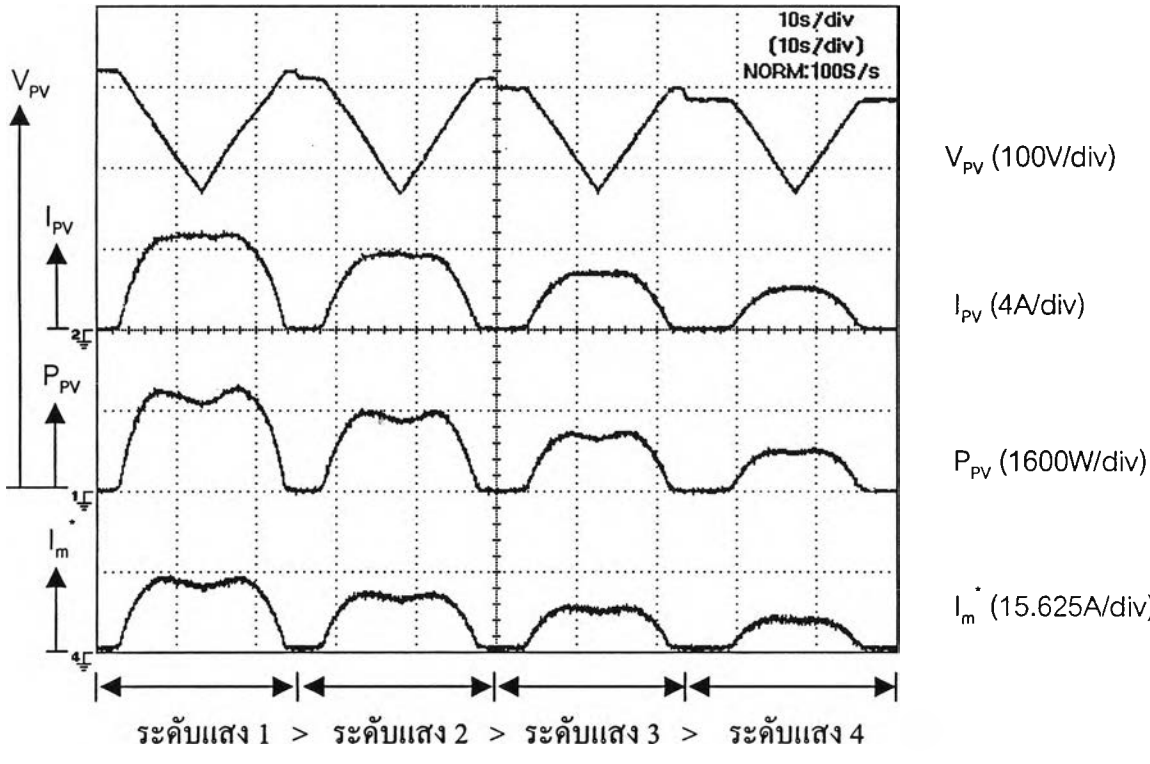
ในการทดสอบการควบคุมแรงดันคร่อมเซลล์แสงอาทิตย์นั้น เราจะยังไม่ให้ส่วนตรวจหาจุดกำลังสูงสุดทำงาน เราจะกำหนดค่าแรงดันอ้างอิงนี้ขึ้นเองให้เป็นสัญญาณแบบขั้นบันได ผลการทดสอบในรูปที่ 4.2 และ 4.3 เป็นการเพิ่มค่าและลดค่าแรงดันอ้างอิงขนาด 15 โวลต์ทุก ๆ 1 วินาที ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าแรงดันคร่อมเซลล์แสงอาทิตย์สามารถเปลี่ยนระดับทั้งการเพิ่มและลดค่าให้ติดตามสัญญาณอ้างอิงได้เป็นอย่างดี โดยที่ช่วงแรงดันต่ำจะมีค่าพุ่งเกินของแรงดันคร่อมเซลล์แสงอาทิตย์สูงแต่จะลดลงเมื่อแรงดันเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับผลการจำลองระบบรูปที่ 3.5 การเปลี่ยนแปลงแรงดันอ้างอิงแบบขั้นจะทำให้เกิดภาวะชั่วครู่ของค่ายอดกระแสอ้างอิงและกำลังที่เซลล์แสงอาทิตย์จ่ายออกมาก็จะเปลี่ยนแปลงเป็นขั้นด้วย ดังนั้นกำลังสูงสุดที่สังเกตเห็นได้อาจจะไม่ใช่จุดกำลังสูงสุดที่แท้จริง ดังนั้นเพื่อให้เห็นคุณสมบัติของตัวจำลองเซลล์แสงอาทิตย์อย่างต่อเนื่อง เราจึงทดสอบให้มีขนาดการเปลี่ยนแปลงค่าอ้างอิงของแรงดันคร่อมเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงในเวลาที่สั้นลงด้วยเสมือนว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง โดยทำการลด/เพิ่มค่าแรงดันอ้างอิงขนาด 1.76 โวลต์ ทุกๆ 0.12 วินาที และทำการเปลี่ยนระดับแสงของตัวจำลองเซลล์แสงอาทิตย์ 4 ระดับดังแสดงผลการทดลองในรูปที่ 4.4 ซึ่งจะให้ผลที่ดีกว่าคือภาวะชั่วครู่ของค่ายอดกระแสอ้างอิงจะลดลงและให้กำลังออกที่มีความละเอียดมากขึ้น ดังแสดงผลการทดลองในรูปที่ 4.5



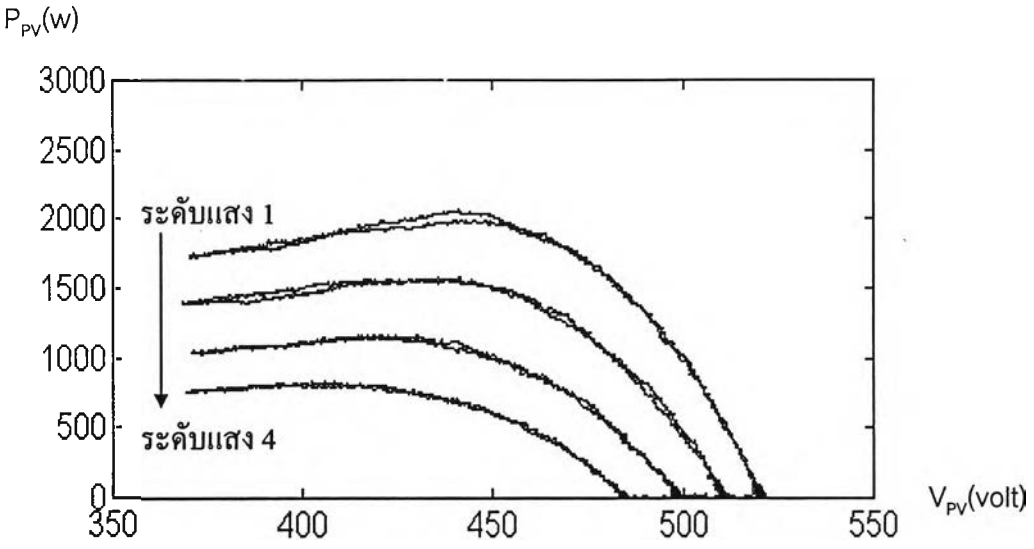
รูปที่ 4.2 ผลการทดสอบการควบคุมแรงดันคร่อมเซลล์แสงอาทิตย์
ที่มีสัญญาณอ้างอิงเพิ่มขึ้นแบบขั้นบันได



รูปที่ 4.3 ผลการทดสอบการควบคุมแรงดันคร่อมเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีสัญญาณอ้างอิงลดลงแบบขั้นบันได



รูปที่ 4.4 ผลการทดสอบการกวาดแรงดันแบบต่อเนื่องที่สภาวะแสงลดลงจากระดับแสง 1-4



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ของกำลังกับแรงดันของตัวจำลองเซลล์แสงอาทิตย์ของผลการทดสอบรูปที่ 4.4

4.2 ผลการทดสอบการติดตามหาจุดกำลังสูงสุด

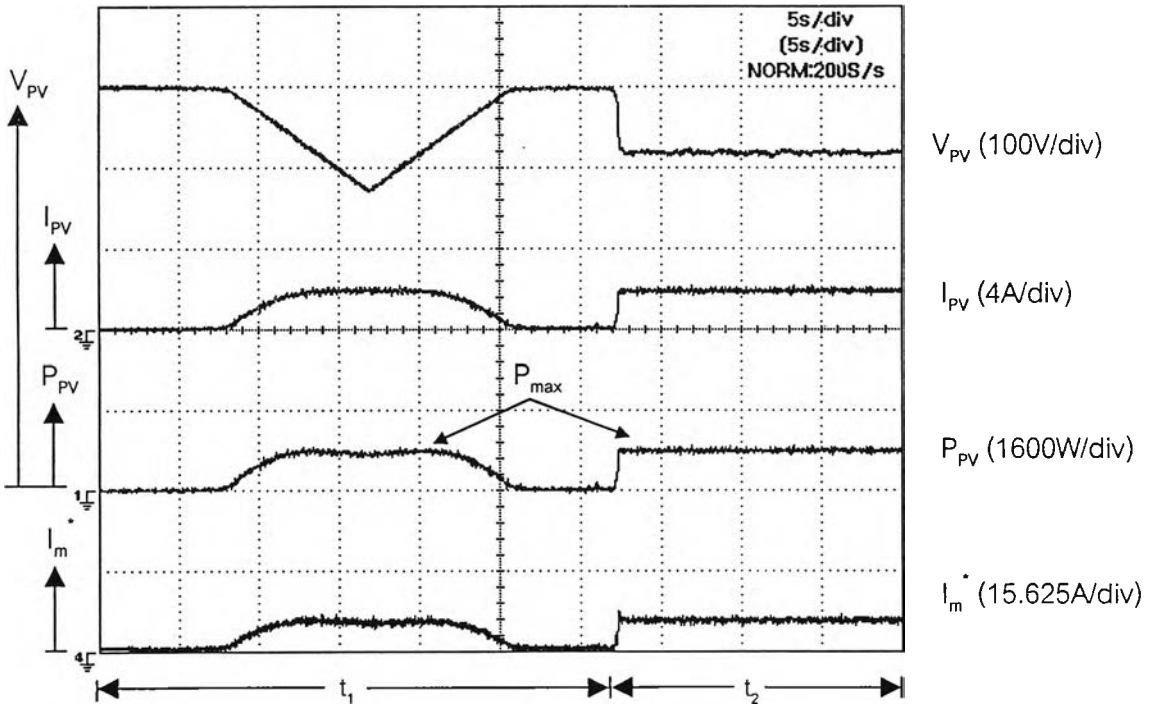
รูปที่ 4.6 ถึง 4.11 แสดงผลการทดสอบการตรวจหาจุดกำลังสูงสุดโดยวิธีการปรับเปลี่ยนค่าแรงดันคร่อมเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อเนื่องและควบคุมค่า dP_{PV}/dV_{PV} ให้เท่ากับศูนย์ ณ ระดับแสงคงตัว และในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับแสง

ในขั้นแรกเราจะทดสอบระบบกับตัวจำลองเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีแสงขนาดคงที่ตกกระทบ เราจะทดสอบหาจุดกำลังสูงสุดที่เกิดจากการกวาดแรงดันเปรียบเทียบกับค่ากำลังสูงสุดที่ได้จากการติดตามหาจุดกำลังสูงสุดโดยวิธีควบคุมค่าอนุพันธ์ของกำลังเทียบกับแรงดันให้เท่ากับศูนย์ ผลการทดสอบแสดงได้ดังในรูปที่ 4.6 ถึง 4.9 ซึ่งเป็นผลทดสอบ ณ ระดับแสงที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ ในช่วงเวลาเริ่มต้น t1 เราจะทำการกวาดแรงดันด้วยการควบคุมค่าแรงดันคร่อมเซลล์แสงอาทิตย์ ให้ลดลงผ่านจุดกำลังสูงสุดแล้วเพิ่มขึ้นเป็นรูปสามเหลี่ยม ค่ายอดคลื่น P_{PV} ในช่วงเวลา t1 แสดงถึงค่ากำลังสูงสุดในสภาวะแสงนั้นๆ หลังจากนั้นช่วงเวลา t2 การตรวจหาจุดกำลังสูงสุดจะเริ่มทำงาน จะเห็นได้ว่าวิธีการติดตามหาจุดกำลังสูงสุดสามารถปรับเปลี่ยนจุดทำงานจากสภาวะเปิดวงจรเข้าสู่จุดกำลังสูงสุดที่ระดับแสงต่างๆ กันได้อย่างรวดเร็ว และให้ค่ากำลังงานตรงกับจุดที่ให้กำลังออกสูงสุดขณะทำการกวาดแรงดันก่อนหน้าในช่วงเวลา t1 และขณะเดียวกันค่ายอดของกระแสอ้างอิงจะมีภาวะชั่วครู่เฉพาะในช่วงที่เริ่มทำงานเท่านั้น ในช่วงที่เข้าสู่จุดกำลังสูงสุดแล้วจะมีค่าค่อนข้างคงตัว

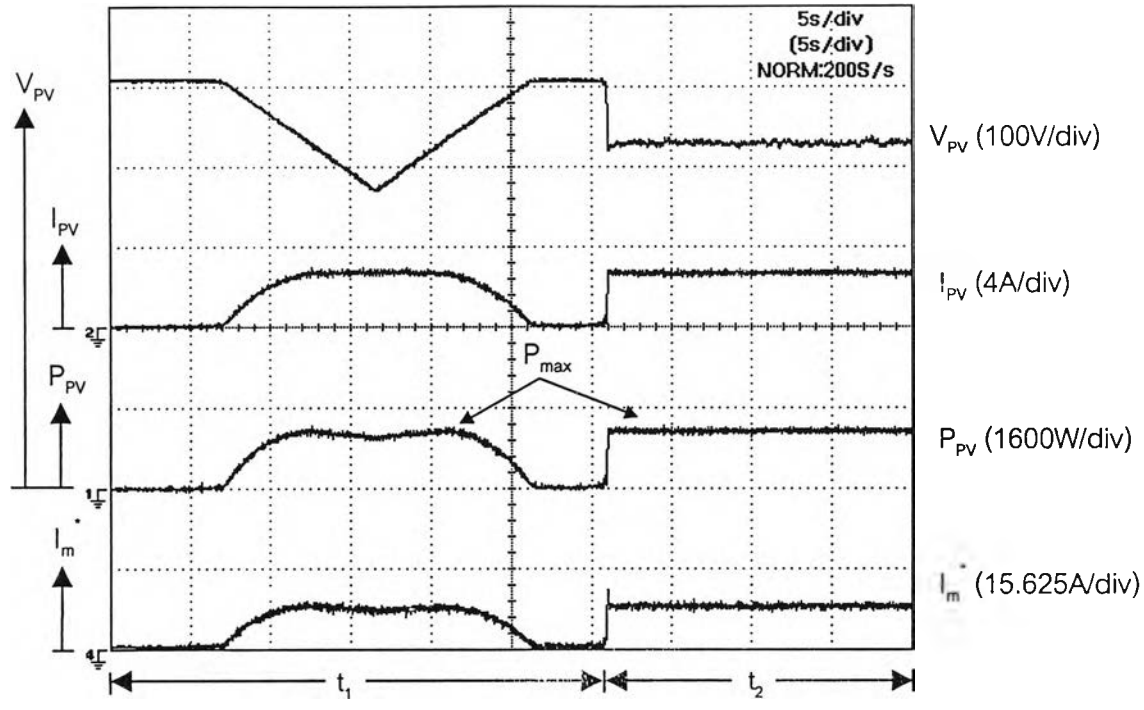
การทดสอบการติดตามหาจุดกำลังสูงสุดในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงของแสงจะทำโดยการปิด/เปิดสวิตช์ที่จ่ายไฟแก่หลอดไฟชุดที่ 2 ทำให้มีการเปลี่ยนระดับแสงแบบขั้นแก่ตัวจำลองเซลล์แสงอาทิตย์ ผลการทดสอบในรูปที่ 4.10 และ 4.11 ในช่วงเวลา t1 ของรูปที่ 4.10 เราจะกวาดแรงดัน

I19437067

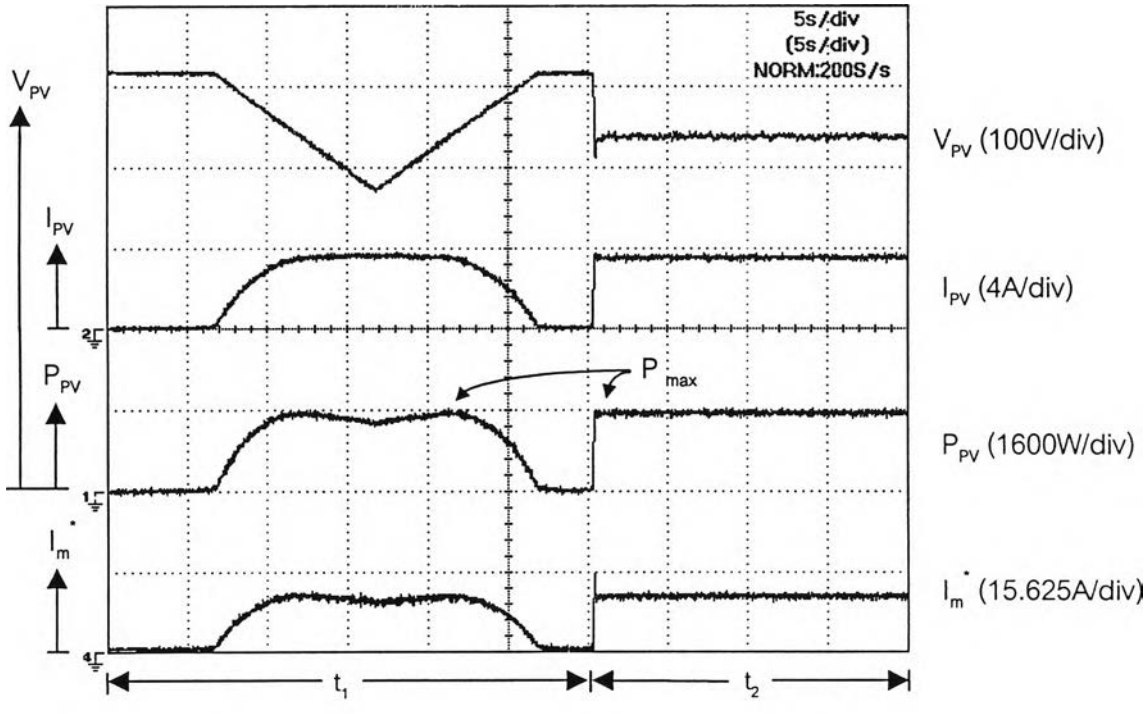
ขณะที่มีเพียงหลอดไฟชุดที่ 1 ส่องสว่าง ส่วนรูปที่ 4.11 จะมีการส่องสว่างทั้งหลอดไฟชุดที่ 1 และ 2 จากผลการทดสอบในช่วงเวลา t1 นี้เราจะทราบกำลังออกสูงสุดในสภาวะแสงทั้งสองระดับและจะสังเกตได้ว่ากำลังด้านออกสูงสุด Pmax2 ของรูปที่ 4.11 จะมีค่าสูงกว่าค่ากำลังสูงสุด Pmax1 ของรูปที่ 4.10 เมื่อเข้าสู่ช่วงเวลา t2 การตรวจหาจุดกำลังสูงสุดก็จะเริ่มทำงาน ระบบจะจ่ายกำลังออกที่มีค่าตรงกับกำลังสูงสุดขณะทำการกวาดแรงดันก่อนหน้าในช่วงเวลา t1 เมื่อเข้าสู่ช่วงเวลา t3 ของรูปที่ 4.10 เราจะเพิ่มปริมาณแสงโดยการเปิดสวิตช์จ่ายไฟแก่หลอดไฟชุดที่ 2 ปริมาณแสงที่เพิ่มแบบขั้นทำให้กำลังด้านออกของเซลล์แสงอาทิตย์และแรงดันคร่อมเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ระบบจะทำการปรับกำลังด้านออกของอินเวอร์เตอร์โดยการปรับค่ายอดของกระแสอ้างอิงอย่างรวดเร็วจนเกิดสมดุลของกำลังงานเป็นจุดกำลังสูงสุดใหม่ซึ่งตรงกับจุดกำลังสูงสุด Pmax2 และในช่วงเวลา t4 เมื่อเราปิดสวิตช์จ่ายไฟแก่หลอดไฟชุดที่ 2 ให้เพียงชุด 1 ส่องสว่างตามเดิม ระบบจะกลับเข้าสู่จุดกำลังสูงสุดเดิมอีกครั้ง ในช่วงเวลา t2 – t4 ของรูปที่ 4.11 ก็สามารถอธิบายได้เช่นเดียวกัน ดังนั้นเราจึงสรุปได้ว่าการติดตามหาจุดกำลังสูงสุดโดยวิธีการควบคุมค่าอนุพันธ์ของกำลังเทียบกับแรงดันให้เท่ากับศูนย์นั้นสามารถปรับเปลี่ยนจุดทำงานให้เข้าสู่จุดกำลังสูงสุด ณ สภาวะปริมาณแสงต่างๆ และสามารถติดตามจุดกำลังสูงสุดในสภาวะที่แสงเปลี่ยนแปลงได้เป็นที่น่าพอใจ



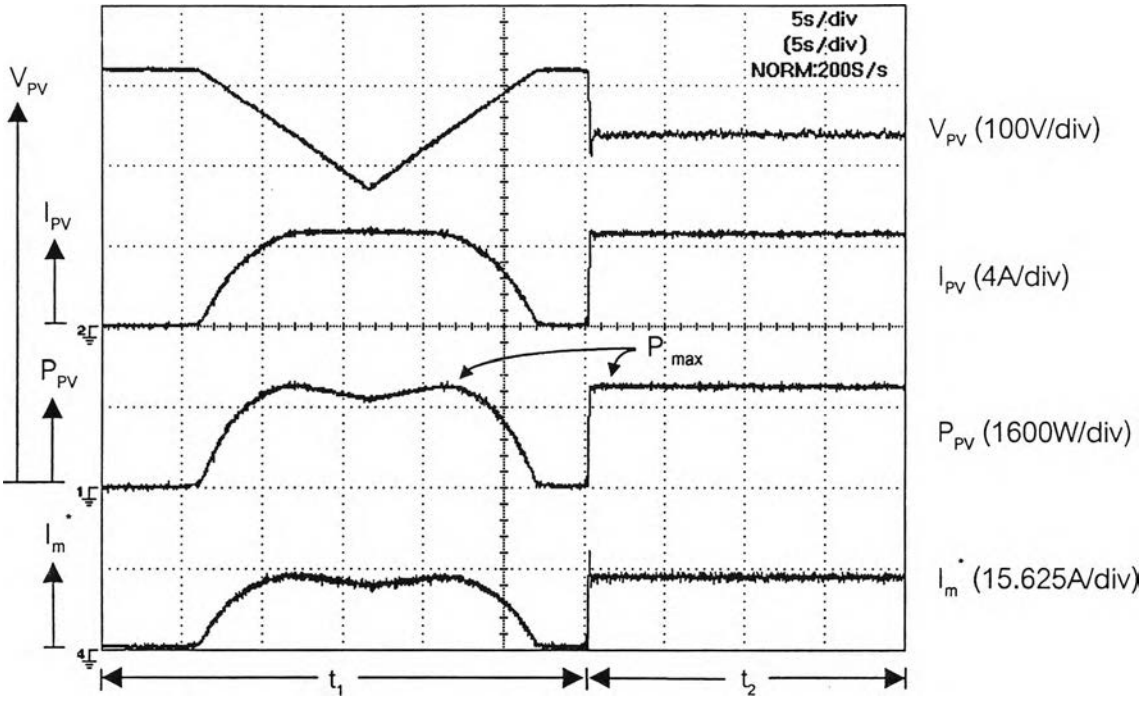
รูปที่ 4.6 การติดตามหาจุดกำลังสูงสุดในสภาวะปริมาณแสงคงตัว ที่ระดับแสง 4



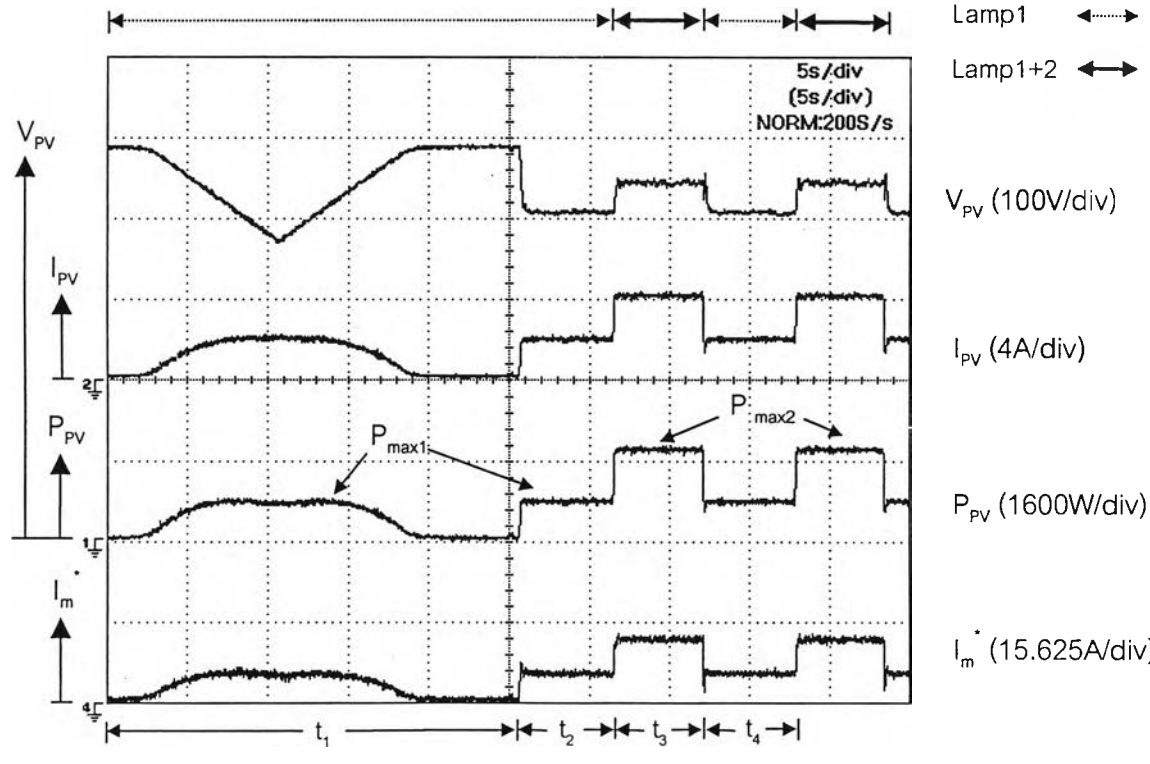
รูปที่ 4.7 การติดตามหาจุดกำลังสูงสุดในสภาวะปริมาณแสงคงตัว ที่ระดับแสง 3



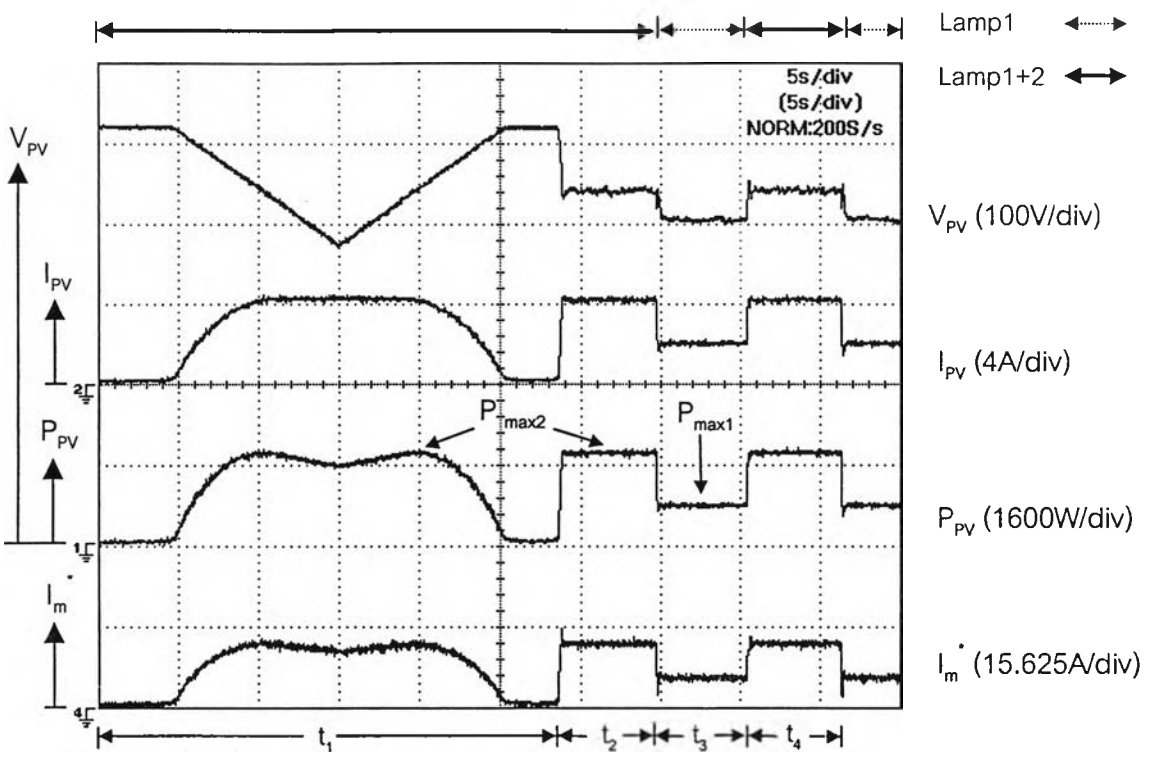
รูปที่ 4.8 การติดตามหาจุดกำลังสูงสุดในสภาวะปริมาณแสงคงตัว ที่ระดับแสง 2



รูปที่ 4.9 การติดตามหาจุดกำลังสูงสุดในสภาวะปริมาณแสงคงตัว ที่ระดับแสง 1



รูปที่ 4.10 การติดตามหาจุดกำลังสูงสุดในสภาวะที่แสงมีการเปลี่ยนระดับ



รูปที่ 4.11 การติดตามหาจุดกำลังสูงสุดในสภาวะที่แสงมีการเปลี่ยนระดับ