

บทที่ 6 ผลการทดลอง

6.1 บทนำ

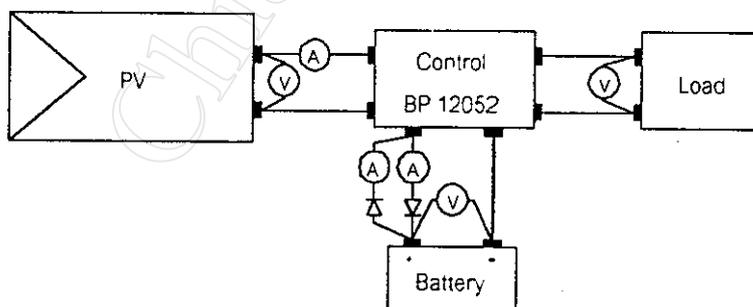
บทนี้เป็นผลที่ได้จากการทดลองกับโหลดที่ระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าต่าง ๆ ผลการทดลองที่ได้จะนำมาเปรียบเทียบกับผลของการวิเคราะห์ของโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์หาความคลาดเคลื่อนระหว่างการจำลองกับข้อมูลที่บันทึกได้ โดยคำนึงถึงระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าของระบบเป็นหลัก ซึ่งวัดได้จากแรงดันที่โหลดเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดผลที่ได้รับจะนำมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงโปรแกรมที่สร้างขึ้นให้มีความผิดพลาดน้อยที่สุด

6.2 ชุดทดลองเพื่อเก็บข้อมูล

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเก็บข้อมูลประกอบไปด้วย

- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (BPTS 1258 HP) 2 แผง
- แบตเตอรี่ (Lead Acid Battery)
- เครื่องควบคุมระบบไฟโตโวลตาอิกขนาดเล็ก (BP 12052) 1 เครื่อง
- เครื่องบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ 1 ชุด
- โหลดจำลองอัตโนมัติ 1 ชุด

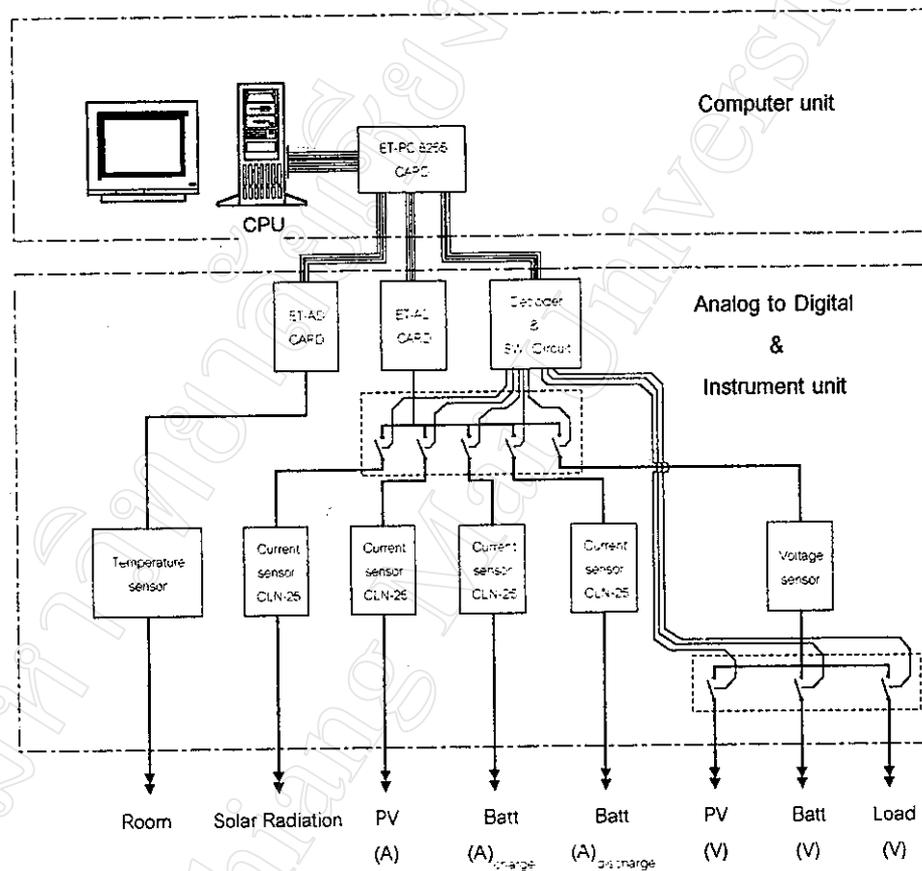
วงจรการทดลองแสดงได้ดังรูปที่ 6-1 ในส่วนของโหลด(จำลองโหลดการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่สาธารณะ) จะใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมโดยอัตโนมัติตามโปรแกรมของโหลดแต่ละแบบและจุดที่ทำการบันทึกข้อมูลประกอบด้วยการวัดแรงดัน 3 จุด กระแส 3 จุด พลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นเอียง 1 จุด และอุณหภูมิ 1 จุด โดยในแต่ละจุดจะทำการบันทึกค่า 8 ครั้งต่อชั่วโมง



รูปที่ 6-1 แสดงจุดที่บันทึกข้อมูลในระบบไฟโตโวลตาอิก

การสร้างชุดทดลองประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลัก ๆ ดังต่อไปนี้

ก. เครื่องบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ เครื่องบันทึกข้อมูลที่สร้างขึ้นมีหลักการดังนี้คือจากอุปกรณ์เครื่องวัด แรงดัน กระแสและอุณหภูมิ จะแปลงให้เป็นแรงดันที่เป็นสัญญาณแอนะล็อก (Analog) ในช่วงระหว่าง 0 – 2 โวลต์ จากนั้นจะแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัล (Digital) โดยใช้การ์ด ET-AD แปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลแล้วส่งข้อมูลที่เก็บบันทึกไว้ในคอมพิวเตอร์ โดยผ่านการ์ด ET-PC8255 อินพุต เอาท์พุทพอร์ท เครื่องวัดที่สร้างขึ้นแสดงได้ดังรูป 6-2

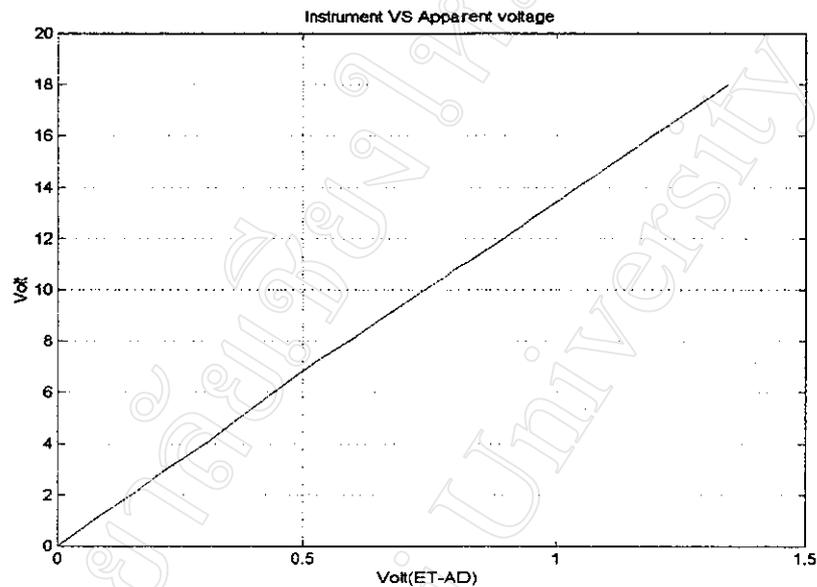


รูปที่ 6-2 วงจรการทำงานของเครื่องบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ

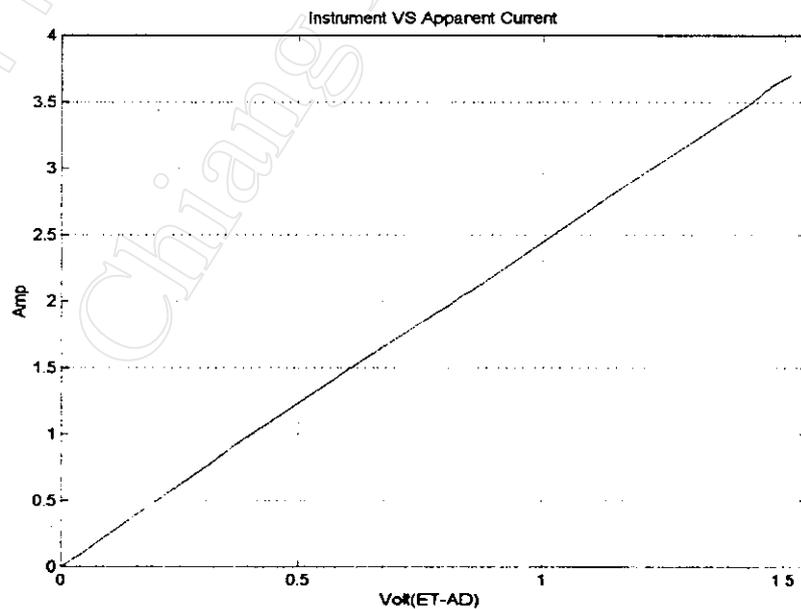
การควบคุมการทำงานของเครื่องวัดอาศัยโปรแกรมที่เขียนขึ้นบนโปรแกรม Visual Basic 6 ซึ่งจะควบคุมการบันทึกข้อมูลและการเลือกจุดที่ทำการวัด รายละเอียดของเครื่องวัดมีดังนี้

- การวัดแรงดันในช่วงแบ่งแรงดัน สามารถวัดแรงดันในช่วง 0 – 20 โวลต์
- การวัดกระแสใช้ตัวตรวจจับสนกระแสของบริษัท F.W. BELL รุ่น CLN-25
- การวัดอุณหภูมิใช้ทรานซิสเตอร์ เบอร์ LM335 ร่วมกับการ์ด ET-AD

ข้อมูลแรงดันและกระแสที่บันทึกจะปรับเทียบค่าโดยใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ MASTECH รุ่น MY-64 และตัวตรวจจับอุณหภูมิปรับเทียบค่าจากเทอร์โมมิเตอร์ ซึ่งคุณสมบัติของเครื่องวัดจากการทดสอบระหว่างแรงดันที่บันทึกได้กับแรงดันที่การ์ด ET-AD และกระแสที่วัดกับแรงดันที่การ์ด ET-AD มีคุณสมบัติเป็นเชิงเส้น ดังแสดงในรูปที่ 6-3 และ 6-4 ตามลำดับ

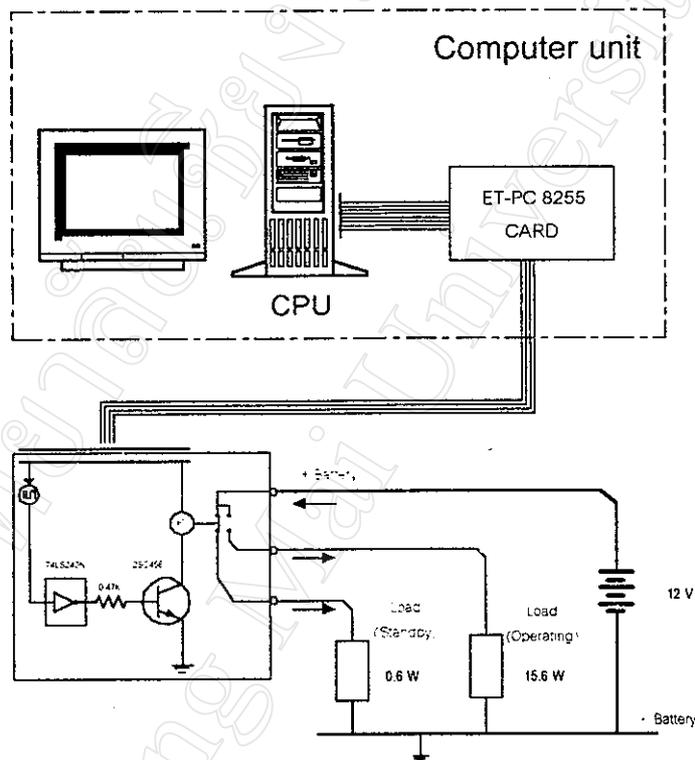


รูปที่ 6-3 กราฟแสดงคุณสมบัติของเครื่องวัดแรงดัน



รูปที่ 6-4 กราฟแสดงคุณสมบัติของเครื่องวัดกระแส

ข. โหลดจำลอง โหลดจำลองของเครื่องโทรศัพท์สาธารณะมี 2 สถานะ คือ กำลังไฟฟ้าขณะเครื่องพร้อมใช้งาน 0.6 วัตต์ และขณะเครื่องใช้งาน 15.6 วัตต์ ที่แรงดัน 12 โวลต์ ซึ่งใช้ความต้านทานชนิดกระเบื้องแทนโหลดการใช้โทรศัพท์และใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการจำลอง การใช้โทรศัพท์ตามลักษณะรูปแบบโหลดที่ใช้ออนให้กับโปรแกรม แผนผังการควบคุมโหลดจำลอง แสดงดังรูปที่ 6-5



รูปที่ 6-5 แผนผังการควบคุมโหลดจำลอง

ค. การวัดพลังงานแสงอาทิตย์ อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นเอียงประยุกต์การวัดค่าจากการใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์อีกชุดหนึ่งที่วางแผงในตำแหน่งเดียวกับแผงที่จ่ายพลังงานให้กับระบบ จากคุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์กระแสลัดวงจรจะมีความสัมพันธ์ที่เป็นเชิงเส้นกับระดับพลังงานแสงอาทิตย์ที่เซลล์ได้รับ โดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ BPTS 1258 HP จะได้กระแสลัดวงจรเท่ากับ 3.7 แอมแปร์ ที่พลังงานแสงอาทิตย์ตกกระทบเท่ากับ 1000 วัตต์/ตร.ม. โดยมีค่าความผิดพลาดประมาณ ± 10 เปอร์เซ็นต์ ความสัมพันธ์ของกระแสลัดวงจรกับพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์[8] แสดงได้ตามสมการที่ 6-1

$$I_{sc} = I_{sc}^s \frac{G}{1000(W/m^2)} (1 + \alpha(T_c - 298(^{\circ}K))) \quad (6-1)$$

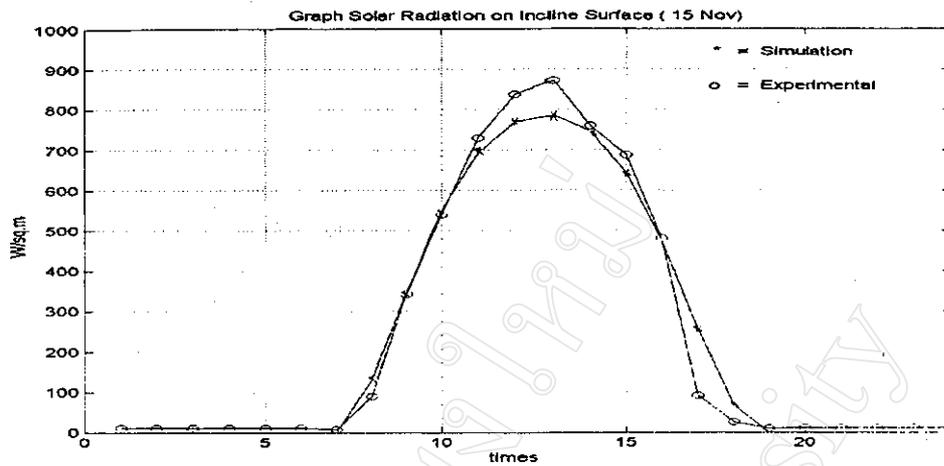
เมื่อ	I_{sc}^s	กระแสลัดวงจรตามคุณสมบัติการทดสอบของผู้ผลิต
	G	พลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์
	T_c	อุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์
	α	ค่าสัมประสิทธิ์กระแสเนื่องจากอุณหภูมิ

จากสมการดังกล่าวสามารถที่จะคำนวณหาค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้เมื่อกำหนดให้อุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่ากระแสลัดวงจรน้อยมาก (0.00032 แอมแปร์/องศาเซลเซียส) ดังนั้นกระแสลัดวงจรของแผงจะขึ้นอยู่กับความเข้มรังสีแสงอาทิตย์และมวลของอากาศที่มีผลต่ออำนาจความถี่ของพลังงานแสงอาทิตย์เป็นหลัก ด้วยเหตุนี้สามารถคำนวณหาพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงเมื่อรู้ค่ากระแสลัดวงจรได้จากได้จากสมการที่ 6-2

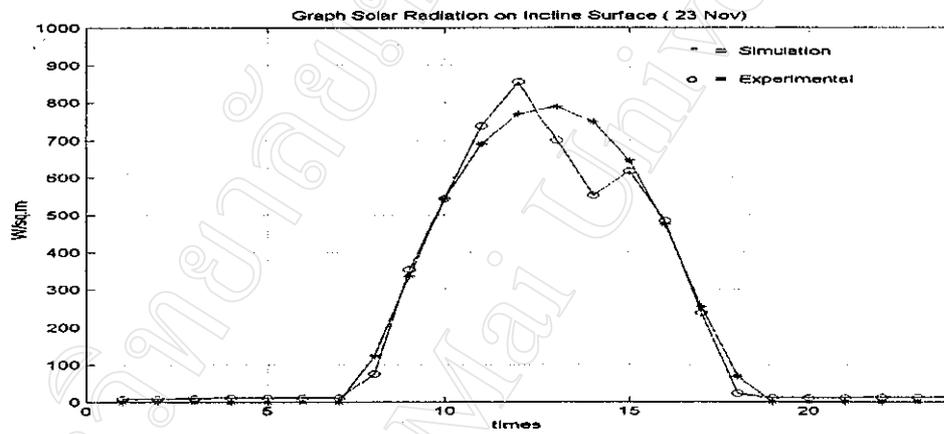
$$G = \frac{I_{sc}}{I_{sc}^s} (1000) \quad (6-2)$$

6.3 การเปรียบเทียบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นเอียง

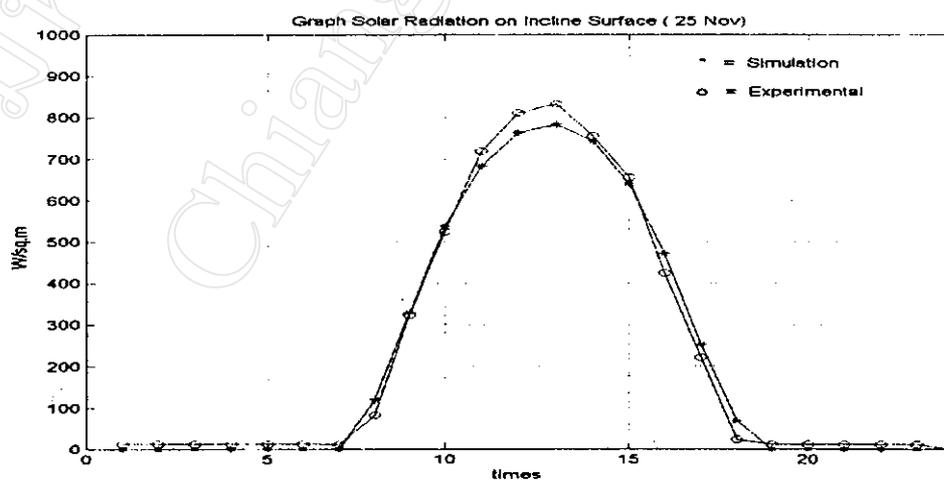
ปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ที่ทำการบันทึกได้กับผลการวิเคราะห์ของโปรแกรมแสดงดังรูปที่ 6-6 สรุปได้ว่าการประมาณค่าพลังงานแสงอาทิตย์จากข้อมูลสถิติความยาวนานแสงแดดสูงสุดรายวัน สามารถใช้คำนวณหาค่าประกอบของรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นราบ[4,5]และพื้นเอียงได้ โดยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นเอียงสามารถคำนวณได้จากแบบจำลองในสภาพท้องฟ้าทั่วไป[6] จากรูป 6-6 เห็นได้ว่าการลดทอนความเข้มรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นเอียงจะมีความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ในช่วงเวลา 11.00 – 14.00 น. และในสภาพท้องฟ้าแจ่มใสโปรแกรมสามารถวิเคราะห์ได้ถูกต้องมากกว่าในสภาพที่ท้องฟ้ามีเมฆ เช่นในรูป 6-6 (ค) ค่าที่จำลองกับค่าที่บันทึกได้มีค่าคลาดเคลื่อนน้อยกว่าค่าระหว่างการจำลอง และค่าที่บันทึกได้ในช่วงที่ทำการทดลองมีความผิดพลาดเฉลี่ยแสดงดังในตารางที่ 6-1



(ก) การเปรียบเทียบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นเอียง 18° วันที่ 15 พ.ย. 43

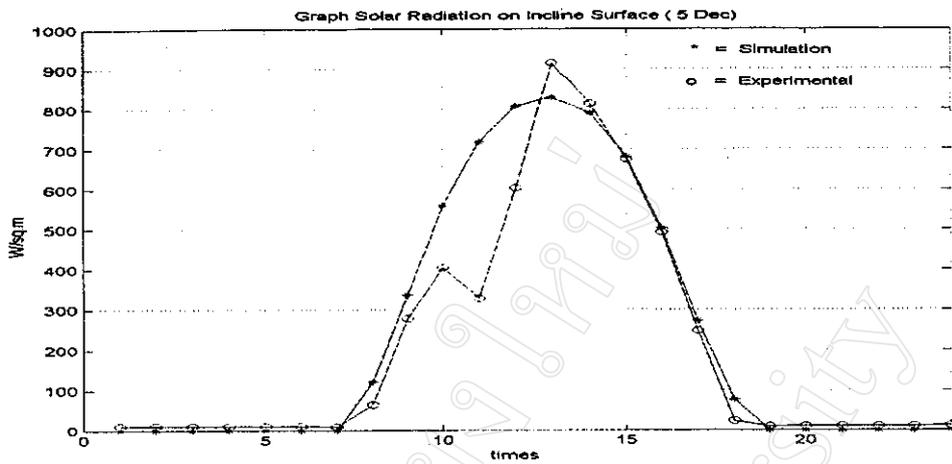


(ข) การเปรียบเทียบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นเอียง 18° วันที่ 23 พ.ย. 43

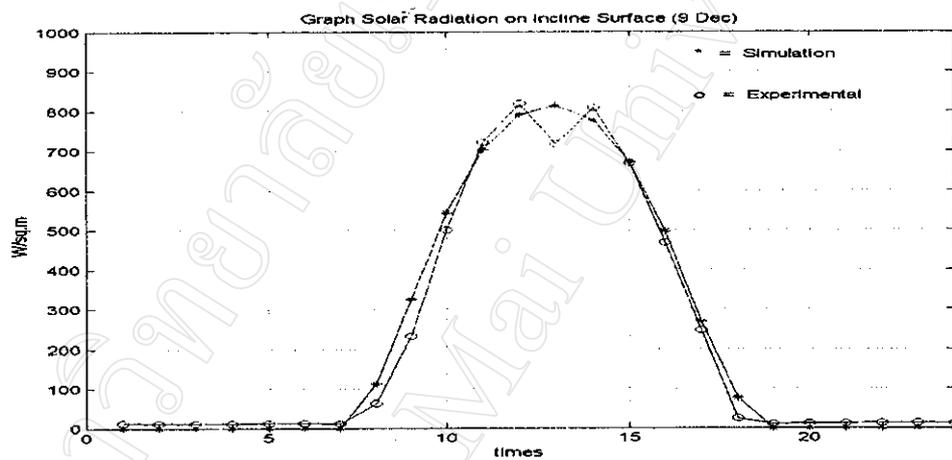


(ค) การเปรียบเทียบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นเอียง 18° วันที่ 25 พ.ย. 43

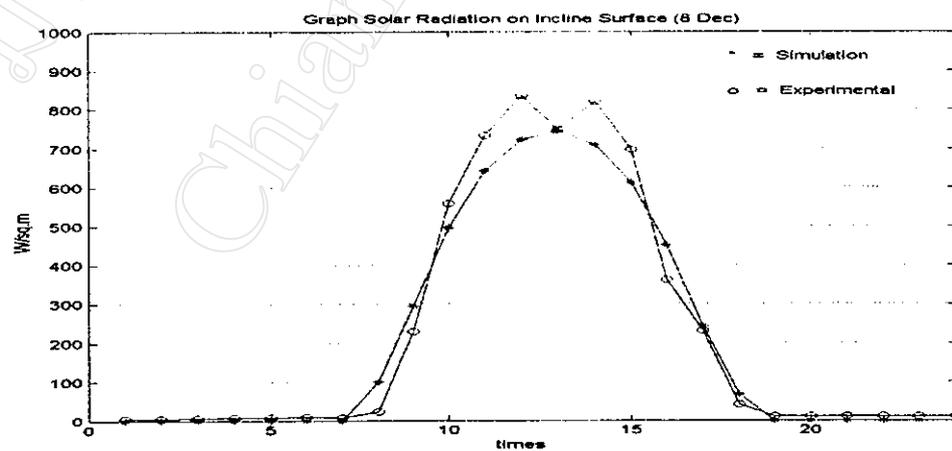
รูปที่ 6-6 แสดงการเปรียบเทียบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นเอียง 18°



(ง) การเปรียบเทียบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นเอียง 18° วันที่ 5 ธ.ค. 43



(จ) การเปรียบเทียบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นเอียง 18° วันที่ 9 ธ.ค. 43



(ฉ) การเปรียบเทียบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นเอียง 18° วันที่ 8 ธ.ค. 43

รูปที่ 6-6 แสดงการเปรียบเทียบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นเอียง 18° (ต่อ)

ตารางที่ 6-1 การเปรียบเทียบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นเอียง

วันที่	ผลการจำลอง (วัตต์)	ค่าที่บันทึกได้ (วัตต์)	ความคลาดเคลื่อน
14 - 17 พ.ย. 43	17149	20624	+ 15%
23 - 25 พ.ย. 43	16238	16452	+ 1.3%
1 - 6 ธ.ค. 43	27299	22261	- 22.6%
8 - 12 ธ.ค. 43	25822	26046	+ 0.86%
13 - 17 ธ.ค. 43	26295	25337	+ 3.7%
21 - 26 ธ.ค. 43	25493	21377	+ 19.2%
1 - 3 ม.ค. 44	10630	10152	- 4.7%
4 - 6 ม.ค. 44	13903	10920	- 27.3%
6 - 8 ม.ค. 44	11616	9843	- 18%
9 - 11 ม.ค. 44	12109	12305	+ 1.6%
12 - 13 ม.ค. 44	11869	12198	+ 2.7%

6.4 ผลการทดลอง

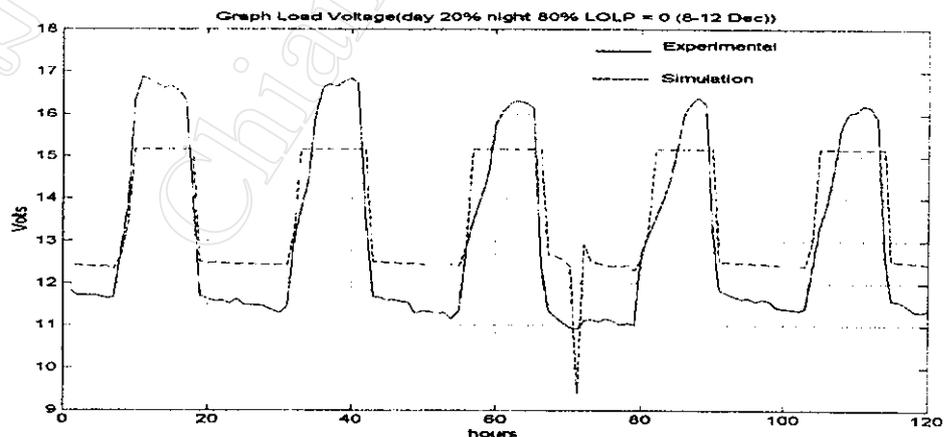
การทดลองเก็บข้อมูลจะนำขนาดของระบบที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมตามค่าในตารางที่ 5-5 นำมาจัดชุดการทดลองเก็บข้อมูลโดยทำการทดลองกับโหลด 3 แบบ ที่ระดับความนำเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าที่ต้องการ 2 ระดับ คือ 0 และ 0.2 รายละเอียดขนาดของระบบที่ใช้ในการทดลองแสดงได้ในตารางที่ 6-2 การเก็บบันทึกข้อมูลจะทำการบันทึกค่าทุก ๆ ชั่วโมงตามตำแหน่งในรูปที่ 6-1 และบันทึกค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นเอียง

ตารางที่ 6-2 ขนาดของระบบไฟโตโวลตาอิกที่ใช้ทำการทดลองเก็บข้อมูล

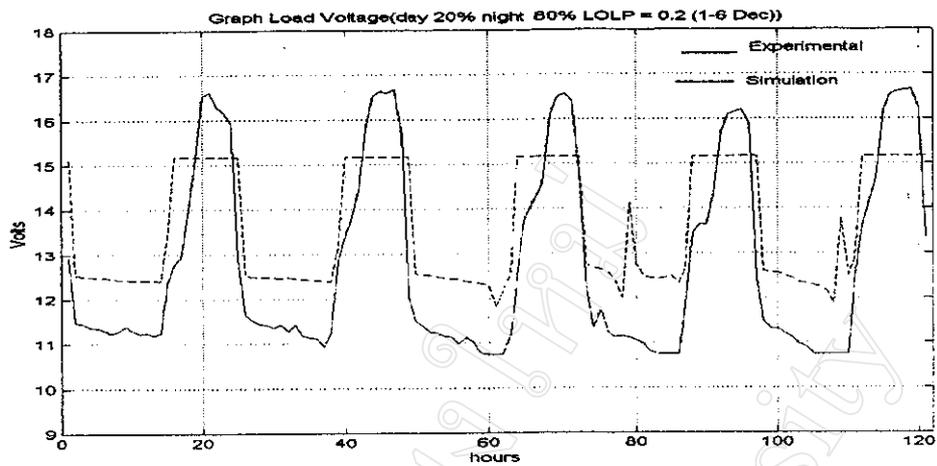
โหลด (กลางวัน : กลางคืน) (เปอร์เซ็นต์)	ระดับความนำ เชื่อถือที่กำหนด	ขนาดแผงเซลล์ แสงอาทิตย์ (วัตต์)	ขนาดแบตเตอรี่ (แอมแปร์-ชั่วโมง)
80% : 20%	0	58	5
	0.2	58	2.5
50% : 50%	0	58	5
	0.2	58	3
20% : 80%	0	58	6.5
	0.2	58	5

6.4.1 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าที่โหลด

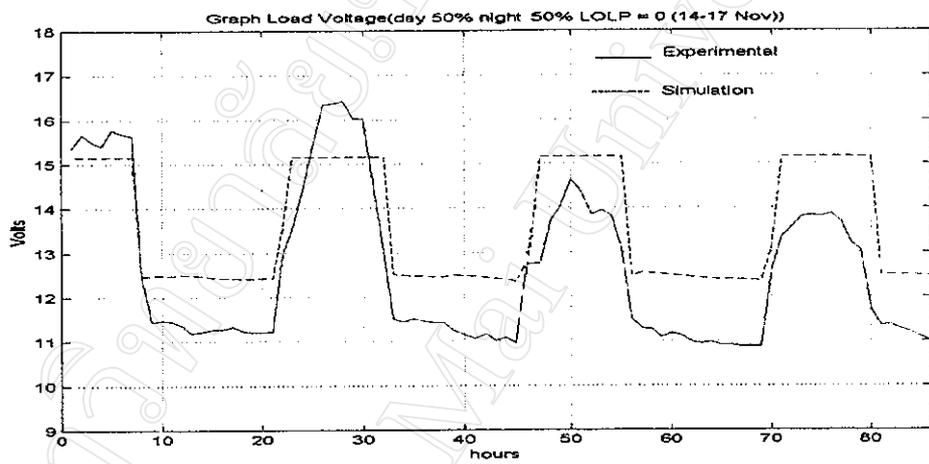
ผลจากการวิเคราะห์แรงดันที่โหลดของโปรแกรมกับผลที่ได้จากการทดลองแสดงได้ในรูปที่ 6-7 ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองจะมีการเปลี่ยนแปลงของระดับแรงดันมากกว่าผลการวิเคราะห์ของโปรแกรมและผลที่ได้ในโหลดแต่ละแบบมีลักษณะคล้ายกัน คือ ในช่วงเวลากลางวันแรงดันที่จ่ายให้กับโหลดมีค่าใกล้เคียงกับการจำลองของโปรแกรม และในช่วงแรงดันเกินกว่า 15 โวลต์ ในการจำลองแสดงถึงแบตเตอรี่มีประจุเต็ม ดังนั้นพลังงานส่วนที่เกินจึงเป็นพลังงานที่สูญเสียแต่ในช่วงเวลากลางคืนจากการทดลองพบว่าแรงดันที่โหลดจะมีค่าต่ำกว่าการจำลองเป็นผลจากขนาดของแบตเตอรี่ไม่สัมพันธ์กับโหลด โดยเฉพาะในกรณีของโหลดกลางวันต่อกลางคืน 20 : 80 และ 50 : 50



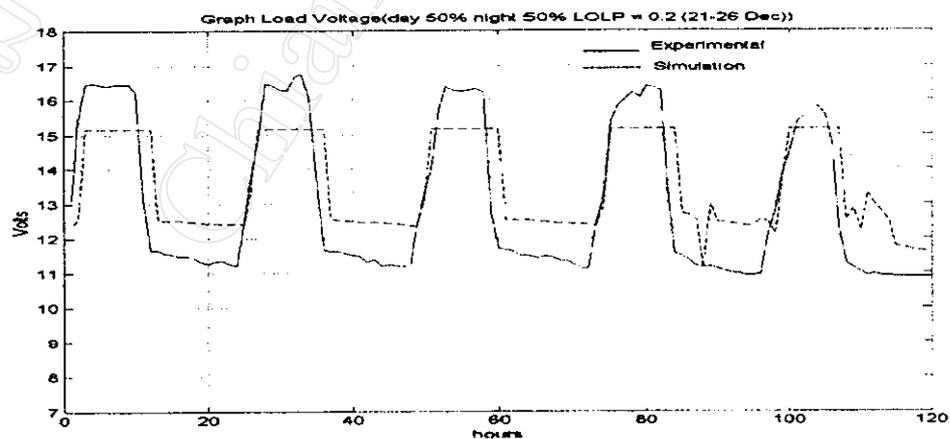
(ก) รูปแรงดันโหลด (โหลด กลางวัน 20 เปอร์เซ็นต์ กลางคืน 80 เปอร์เซ็นต์ (LOLP = 0))
รูปที่ 6-7 การเปรียบเทียบแรงดันที่โหลดระหว่างการวิเคราะห์ของโปรแกรมกับการทดลอง



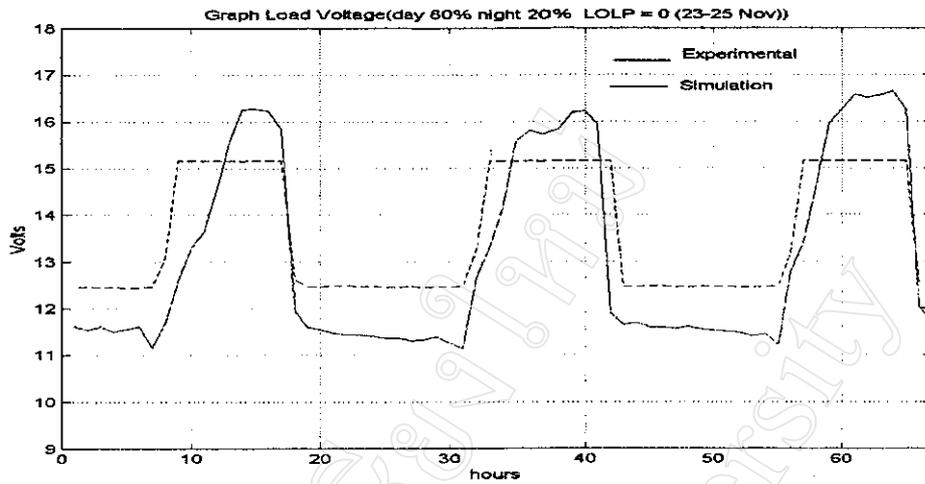
(ข) รูปแรงดันโหลด (โหลด กลางวัน 20 เปอร์เซ็นต์ กลางคืน 80 เปอร์เซ็นต์ (LOLP = 0.2))



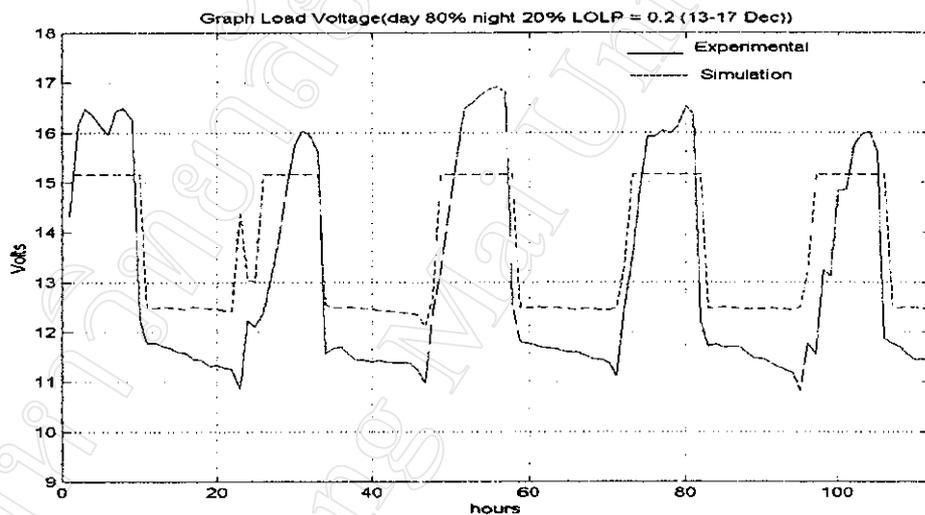
(ค) รูปแรงดันโหลด (โหลด กลางวัน 50 เปอร์เซ็นต์ กลางคืน 50 เปอร์เซ็นต์ (LOLP = 0))



(ง) รูปแรงดันโหลด (โหลด กลางวัน 50 เปอร์เซ็นต์ กลางคืน 50 เปอร์เซ็นต์ (LOLP = 0.2))
รูปที่ 6-7 การเปรียบเทียบแรงดันที่โหลดระหว่างการวิเคราะห์ของโปรแกรมกับการทดลอง (ต่อ)



(จ) รูปแรงดันโหลด (โหลด กลางวัน 80 เปอร์เซ็นต์ กลางคืน 20 เปอร์เซ็นต์ (LOLP = 0))



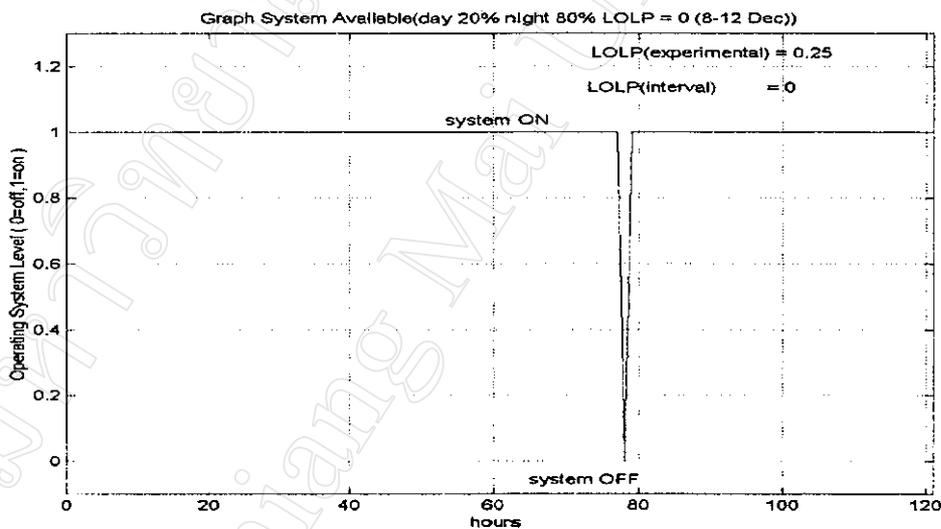
(ฉ) รูปแรงดันโหลด (โหลด กลางวัน 80 เปอร์เซ็นต์ กลางคืน 20 เปอร์เซ็นต์ (LOLP = 0.2))
รูปที่ 6-7 การเปรียบเทียบแรงดันที่โหลดระหว่างการวิเคราะห์ของโปรแกรมกับการทดลอง (ต่อ)

6.4.2 ผลของระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าของระบบ

การวัดระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าของระบบสามารถที่วัดได้จากแรงดันที่โหลดที่ต่ำกว่าค่าที่โหลดสามารถทำงานได้หรือต่ำกว่าแรงดันสุดท้ายที่กำหนดให้แบตเตอรี่สามารถจ่ายพลังงานได้ จากข้อมูลแรงดันที่โหลดในรูปที่ 6-7 สามารถเปรียบเทียบช่วงเวลาที่สามารถจ่ายพลังงานได้ และช่วงเวลาที่ยุติการจ่ายพลังงาน จากการกำหนดให้ค่าแรงดันที่แบตเตอรี่สามารถจ่ายพลังงานได้จะต้องมีแรงดันไม่ต่ำกว่า 10.8 โวลต์ โดยมีรายละเอียดดังนี้ คือ

ค่าบนแกน Y = 1 คือ ชั่วโมงที่ระบบสามารถจ่ายพลังงานให้กับโหลดได้
 ค่าบนแกน Y = 0 คือ ชั่วโมงที่ระบบไม่สามารถจ่ายพลังงานให้โหลดได้
 ค่าบนแกน X คือ ช่วงเวลาที่ทำการทดลองเก็บข้อมูล

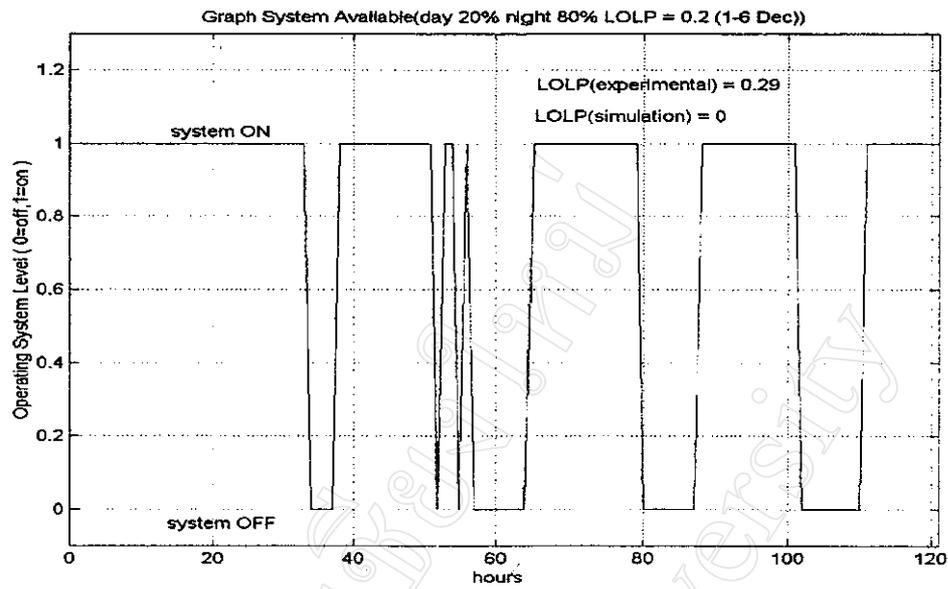
ช่วงเวลาที่ระบบสามารถจ่ายพลังงานและหยุดจ่ายพลังงานแสดงดังในรูปที่ 6-8 และสรุปผลของระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าของระบบ ที่โหลดและระดับความน่าเชื่อถือต่าง ๆ แสดงได้ตามตารางที่ 6-3 จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมกับผลการทดลองปรากฏว่าระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าของระบบที่ได้ไม่เป็นไปตามผลการวิเคราะห์ของโปรแกรม แสดงว่าขนาดของระบบไม่มีความสัมพันธ์กับโหลดและระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าที่ต้องการ จึงทำการปรับปรุงการวิเคราะห์ของโปรแกรมต่อไป



(ก) กราฟความสามารถในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าของระบบ

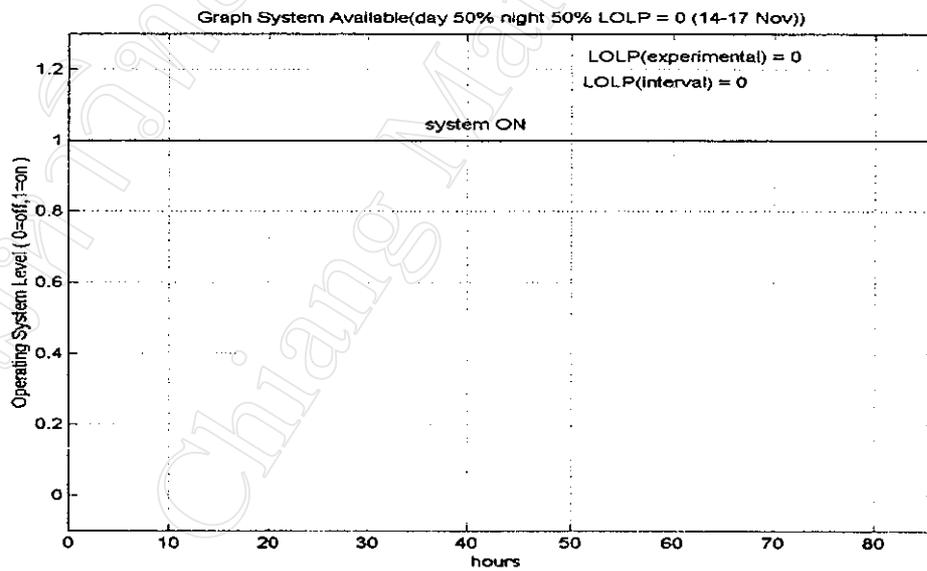
(โหลด กลางวัน 20 เปอร์เซ็นต์ กลางคืน 80 เปอร์เซ็นต์ (LOLP = 0))

รูปที่ 6-8 กราฟแสดงช่วงเวลาที่ระบบสามารถจ่ายพลังงานได้



(ข) กราฟความสามารถในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าของระบบ

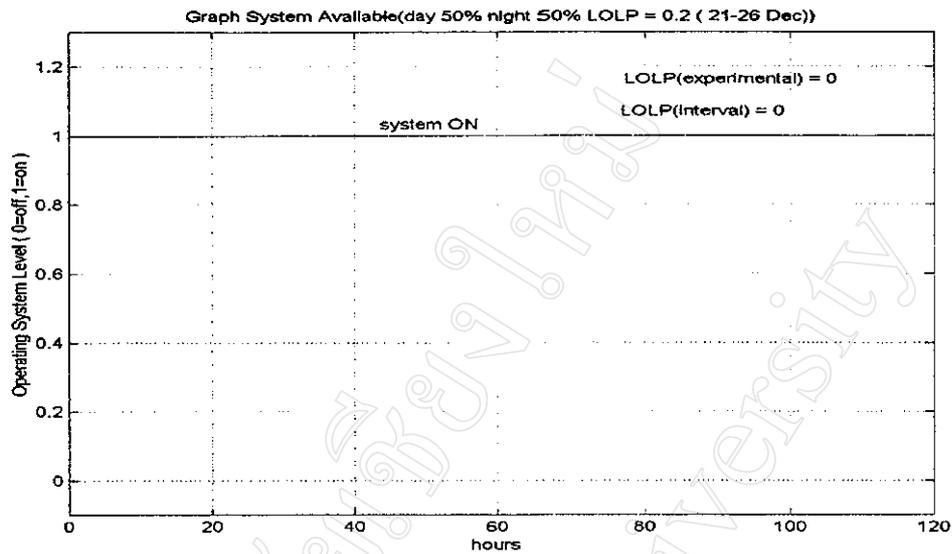
(โหลด กลางวัน 20 เปอร์เซ็นต์ กลางคืน 80 เปอร์เซ็นต์ (LOLP = 0.2))



(ค) กราฟความสามารถในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าของระบบ

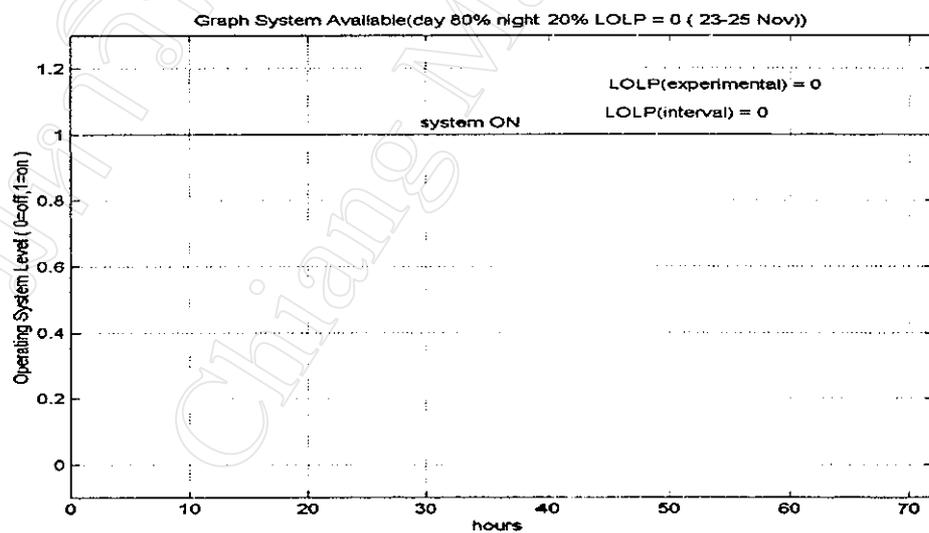
(โหลด กลางวัน 50 เปอร์เซ็นต์ กลางคืน 50 เปอร์เซ็นต์ (LOLP = 0))

รูปที่ 6-8 กราฟแสดงช่วงเวลาที่สามารถจ่ายพลังงานได้ (ต่อ)



(ง) กราฟความสามารถในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าของระบบ

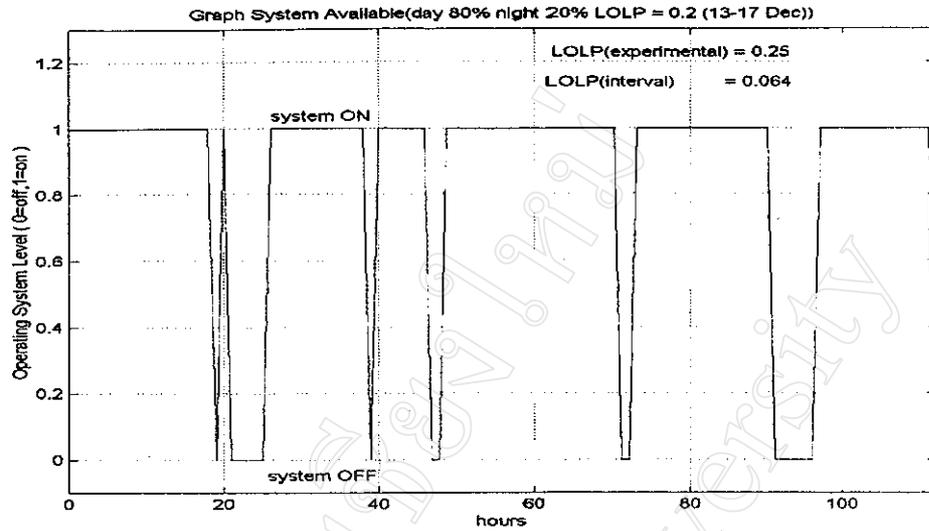
(โหลด กลางวัน 50 เปอร์เซ็นต์ กลางคืน 50 เปอร์เซ็นต์ (LOLP = 0.2))



(จ) กราฟความสามารถในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าของระบบ

(โหลด กลางวัน 80 เปอร์เซ็นต์ กลางคืน 20 เปอร์เซ็นต์ (LOLP = 0))

รูปที่ 6-8 กราฟแสดงช่วงเวลาที่ระบบสามารถจ่ายพลังงานได้ (ต่อ)



(จ) กราฟความสามารถในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าของระบบ

(โหลด กลางวัน 80 เปอร์เซ็นต์ กลางคืน 20 เปอร์เซ็นต์ (LOLP = 0.2))

รูปที่ 6-8 กราฟแสดงช่วงเวลาที่ระบบสามารถจ่ายพลังงานได้ (ต่อ)

ตารางที่ 6-3 แสดงค่าระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าของระบบ

โหลด (กลางวัน : กลางคืน) (เปอร์เซ็นต์)	ระดับความ น่าเชื่อถือ ที่กำหนด (LOLP)	ระดับความ น่าเชื่อถือของ การวิเคราะห์ เฉลี่ยตลอดปี	ระดับความน่า เชื่อถือวิเคราะห์ เฉลี่ยในช่วง เวลาที่ทดลอง	ระดับความน่า เชื่อถือ ที่ได้จากการ ทดลอง	ค่าผิดพลาดเฉลี่ย ในช่วงทดลองกับ ค่าที่ได้จากการ ทดลอง
80% : 20%	0	0	0	0	0%
	0.2	0.049	0.064	0.25	390%
50% : 50%	0	0	0	0	0%
	0.2	0.092	0	0	0%
20% : 80%	0	0	0	0.0115	1.15%
	0.2	0.067	0.054	0.29	537%

6.5 ผลการวิเคราะห์หลังการปรับปรุงโปรแกรม

จากการปรับปรุงขั้นตอนการวิเคราะห์ของโปรแกรมให้สมบูรณ์ ได้ทำการทดสอบการวิเคราะห์ของโปรแกรมกับโหลดแบบต่าง ๆ ผลการวิเคราะห์ขนาดของระบบแสดงดังในตารางที่ 6-4 ซึ่งมีระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าตลอดปีตามค่าในตารางที่ 6-5 จากขนาดของระบบในตารางที่ 6-4 ได้เลือกทำการทดลองเก็บข้อมูลกับโหลด 3 แบบ ตามรายละเอียดในตารางที่ 6-6

ตารางที่ 6-4 ขนาดของระบบไฟโตโวลตาอิกที่โหลดต่าง ๆ (หลังการปรับปรุงโปรแกรม)

โหลด (กลางวัน : กลางคืน) (เปอร์เซ็นต์)	ระดับ ความน่า เชื่อถือที่ กำหนด	ขนาดแผงเซลล์ แสงอาทิตย์ (วัตต์)	ขนาดแบตเตอรี่ ก่อนการปรับปรุง โปรแกรม (แอมแปร์-ชั่วโมง)	ขนาดแบตเตอรี่ หลังการปรับปรุง โปรแกรม (แอมแปร์-ชั่วโมง)	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
100% : 0%	0	58	3.5	3.5	0%
	0.05	58	2.5	2	-25%
	0.10	58	2	1.5	-33.3%
	0.20	58	1.5	1.5	0%
0% : 100%	0	58	7	12	+71.4%
	0.05	58	5.5	7.5	+36.36%
	0.10	58	5	7	+40%
	0.20	58	4.5	2	-125%
80% : 20%	0	58	5	7	+40%
	0.05	58	3	5	+66.6%
	0.10	58	2.5	4	+60%
	0.20	58	2.5	4	+60%
20% : 80%	0	58	6.5	11.5	+76.9%
	0.05	58	6	8	+33.3%
	0.10	58	5.5	6	+9%
	0.20	58	5	5.5	+9%

ตารางที่ 6-4 ขนาดของระบบไฟโตโวลตาอิกที่โหลดต่าง ๆ (หลังการปรับปรุงโปรแกรม) (ต่อ)

โหลด (กลางวัน : กลางคืน) (เปอร์เซ็นต์)	ระดับ ความน่า เชื่อถือที่ กำหนด	ขนาดแผงเซลล์ แสงอาทิตย์ (วัตต์)	ขนาดแบตเตอรี่ ก่อนการปรับปรุง โปรแกรม (แอมแปร์-ชั่วโมง)	ขนาดแบตเตอรี่ หลังการปรับปรุง โปรแกรม (แอมแปร์-ชั่วโมง)	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
60% : 40%	0	58	6	7	+16.6%
	0.05	58	3.5	2.5	-40%
	0.10	58	3	2	-50%
	0.20	58	2.5	2	-25%
40% : 60%	0	58	6	8.5	+41.6%
	0.05	58	5	5	0%
	0.10	58	4	3	-33.3%
	0.20	58	3.5	2	-75%
50% : 50%	0	58	5	7	+40%
	0.05	58	4.5	5	+11%
	0.10	58	3	3	0%
	0.20	58	3	3	0%

ตารางที่ 6-5 ผลการวิเคราะห์ระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าของระบบที่โหลดต่าง ๆ

% โหลด (กลางวัน : กลางคืน)	LOLP กำหนด	LOLP (1) 14 ม.ค. - 26 ก.พ.	LOLP (2) 27 ก.พ. - 12 เม.ย.	LOLP (3) 13 เม.ย. - 28 พ.ค.	LOLP (4) 29 พ.ค. - 15 ก.ค.	LOLP (5) 16 ก.ค. - 31 ส.ค.	LOLP (6) 1 ก.ย. - 15 ต.ค.	LOLP (7) 16 ต.ค. - 29 พ.ย.	LOLP (8) 30 พ.ย. - 13 ม.ค.
100/0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.05	0.005	0.001	0	0	0	0	0.0005	0.005
	0.1	0.004	0.0014	0.0038	0.0059	0.0008	0	0	0.0007
	0.2	0.004	0.001	0.003	0.005	0.0008	0	0	0.007
0/100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.05	0.006	0.002	0.004	0.004	0.002	0.005	0.003	0
	0.1	0.011	0.002	0.002	0.002	0	0.005	0.017	0.002
	0.2	0.22	0.125	0.14	0.13	0.12	0.15	0.18	0.21

ตารางที่ 6-5 ผลการวิเคราะห์ระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าของระบบที่โหลดต่าง ๆ

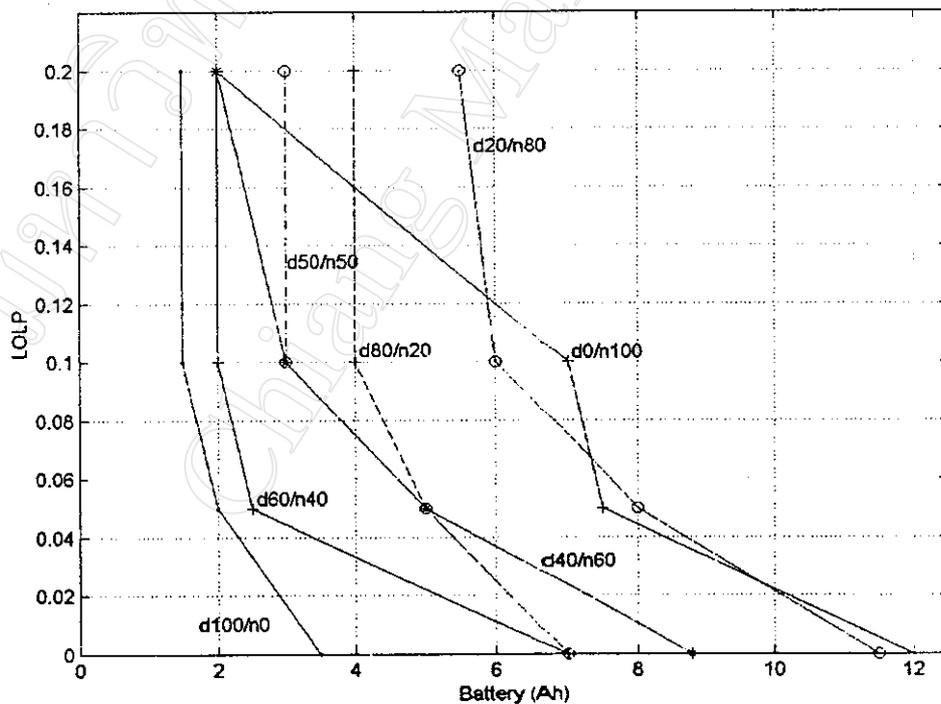
(ต่อ)

% โหลด (กลางวัน : กลางคืน)	LOLP กำหนด	LOLP (1) 14 ม.ค. - 26 ก.พ.	LOLP (2) 27 ก.พ.- 12 เม.ย.	LOLP (3) 13 เม.ย.- 28 พ.ค.	LOLP (4) 29 พ.ค.- 15 ก.ค.	LOLP (5) 16 ก.ค.- 31 ส.ค.	LOLP (6) 1 ก.ย. - 15 ต.ค.	LOLP (7) 16 ต.ค.- 29 พ.ย.	LOLP (8) 30 พ.ย.- 13 ม.ค.
80/20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.05	0.006	0	0	0	0	0	0	0
	0.1	0.004	0.005	0	0	0	0.001	0.001	0.008
	0.2	0.004	0.005	0	0	0	0.001	0.001	0.008
20/80	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.05	0.004	0.001	0.0009	0	0	0	0.007	0.004
	0.1	0.004	0	0.003	0.01	0.013	0.025	0.001	0
	0.2	0.009	0.006	0.01	0.011	0.007	0.012	0.019	0.007
60/40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.05	0.008	0.008	0.005	0.003	0.007	0.006	0.01	0.013
	0.1	0.019	0.01	0.008	0.009	0.01	0.009	0.003	0.02
	0.2	0.019	0.01	0.008	0.009	0.01	0.009	0.003	0.02
40/60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.05	0.01	0	0	0.002	0.004	0.008	0.017	0.003
	0.1	0.01	0.007	0.003	0.002	0.01	0.007	0.009	0.009
	0.2	0.079	0.026	0.037	0.047	0.035	0.052	0.065	0.051
50/50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.05	0	0.003	0.003	0	0	0	0.007	0
	0.1	0.008	0.01	0.005	0.005	0.008	0.004	0.008	0.004
	0.2	0.008	0.01	0.005	0.005	0.008	0.004	0.008	0.004

ตารางที่ 6-6 ขนาดของระบบไฟโตโวลตาอิกที่ใช้ในการทดลอง

โหลด (กลางวัน : กลางคืน) (เปอร์เซ็นต์)	ระดับความ น่าเชื่อถือที่ กำหนด (LOLP)	ขนาดแผงเซลล์ แสงอาทิตย์ (วัตต์)	ขนาดแบตเตอรี่ (ก่อนการปรับ) (แอมแปร์- ชั่วโมง)	ขนาดแบตเตอรี่ (หลังการปรับ) (แอมแปร์- ชั่วโมง)	ขนาดแบตเตอรี่ ที่เพิ่มขึ้นจาก การวิเคราะห์ ครั้งก่อน
80%:20%	0	58	5	7	40%
	0.2	58	2.5	4	60%
50%:50%	0	58	5	10	100%
	0.2	58	3	3	0%
20%:80%	0	58	6.5	11.5	76.9%
	0.2	58	5	5.5	10%

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้ากับขนาดของแบตเตอรี่โดยขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่เปลี่ยนแปลง แสดงได้ดังรูปที่ 6-9 จากกราฟที่ระดับความน่าเชื่อถือค่าสูง ๆ แบตเตอรี่จะเพิ่มขนาดความจุที่เป็นสัดส่วนมากกว่าที่ระดับความน่าเชื่อถือมีค่าต่ำ



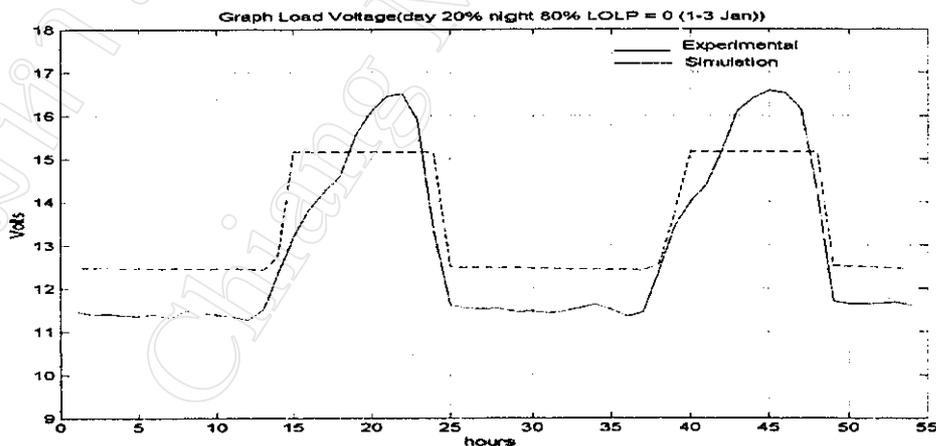
รูปที่ 6-9 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าและขนาดความจุของแบตเตอรี่

6.6 ผลการทดลองหลังการปรับปรุงโปรแกรม

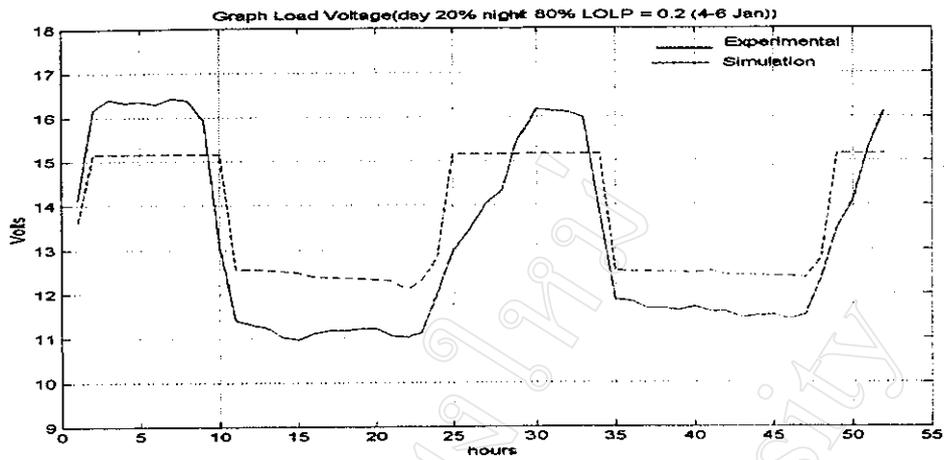
จากผลการวิเคราะห์ขนาดของระบบหลังการปรับขั้นตอนของโปรแกรมตามตารางที่ 6-4 นำมาทำการทดลองเก็บข้อมูล ซึ่งจากการเปรียบเทียบแรงดันที่จ่ายให้โหลดแสดงได้ดังรูปที่ 6-10 ซึ่งสรุปได้ดังนี้

□ แรงดันไฟฟ้าที่โหลดหรือแรงดันแบตเตอรี่ขณะถูกประจุ ระดับแรงดันจะแปรตามพลังงานแสงอาทิตย์ที่แผงได้รับผลการจำลองจะมีความชันสม่ำเสมอ ซึ่งในการทดลองขณะเริ่มประจุแรงดันจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเมื่อประจุใกล้เต็มแรงดันที่แบตเตอรี่จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นไปตามคุณสมบัติของแบตเตอรี่ แสดงถึงผลการวิเคราะห์ที่ดีกว่าเดิม

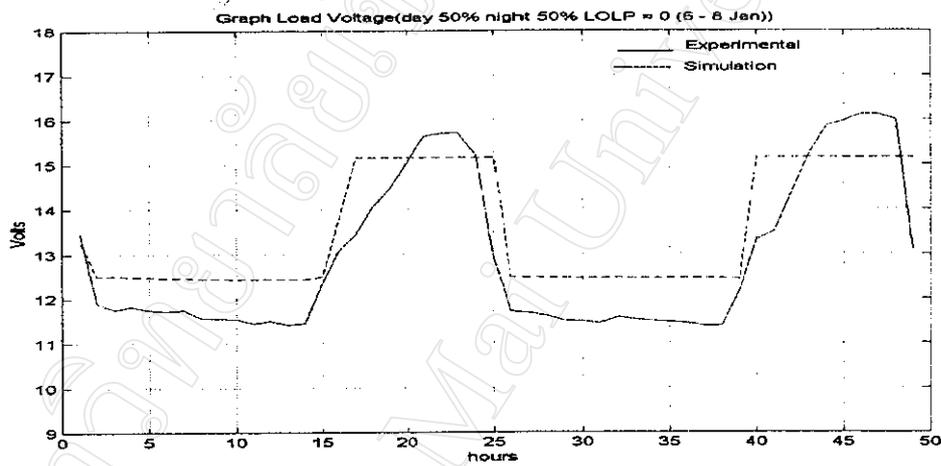
□ แรงดันไฟฟ้าที่โหลดหรือแรงดันแบตเตอรี่ขณะคายประจุ ในช่วงเวลาที่แบตเตอรี่คายประจุ แรงดันที่โหลดระหว่างการจำลองและการทดลองมีค่าความผิดพลาดน้อยกว่าในการทดลองครั้งแรกแตกต่างกันประมาณ 0.5 - 0.8 โวลต์ ซึ่งเป็นสาเหตุมาจากการจำลองโหลดที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมเป็นค่าเฉลี่ยต่อชั่วโมง ซึ่งในชั่วโมงที่มีค่าโวลต์น้อย (จำนวนครั้งการใช้โทรศัพท์น้อย) เช่นที่การใช้โทรศัพท์ 2 ครั้งต่อชั่วโมง จะมีค่าพลังงานเฉลี่ยเท่ากับ 2.10 วัตต์-ชั่วโมง แต่ในการทดลองเป็นการจำลองโหลดตามสภาพการจ่ายโหลดจริงที่แบตเตอรี่มีการจ่ายพลังงานเป็นช่วง ๆ ตามการจำลองโหลดการใช้โทรศัพท์ที่ขณะใช้งานเท่ากับ 15.6 วัตต์ และเตรียมใช้งานเท่ากับ 0.6 วัตต์ เหตุที่แบตเตอรี่จ่ายพลังงานปริมาณมากเป็นช่วง ๆ ทำให้ความจุลดลงมากกว่าการจ่ายพลังงานที่คงที่



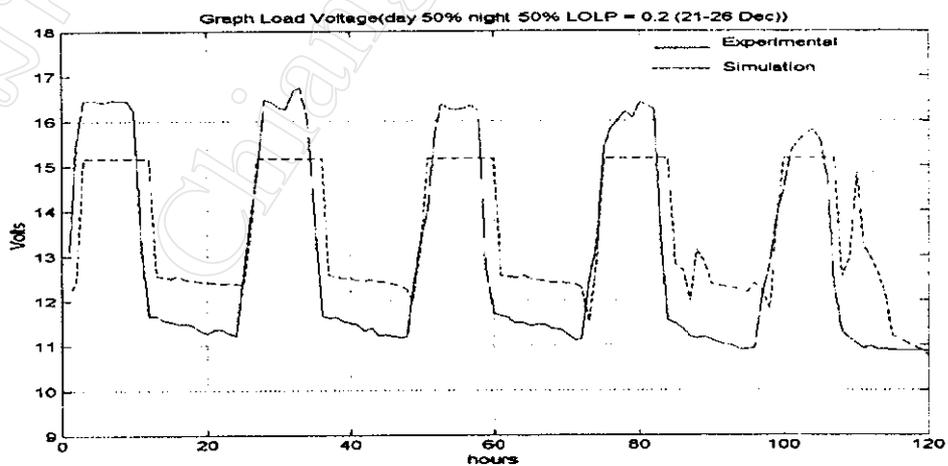
(ก) รูปแรงดันโหลด (โหลด กลางวัน 20 เปอร์เซ็นต์ กลางคืน 80 เปอร์เซ็นต์ (LOLP = 0))
รูปที่ 6-10 การเปรียบเทียบแรงดันที่โหลดระหว่างการวิเคราะห์ของโปรแกรมกับการทดลอง



(ข) รูปแรงดันโหลด (โหลด กลางวัน 20 เปอร์เซ็นต์ กลางคืน 80 เปอร์เซ็นต์ (LOLP = 0.2))

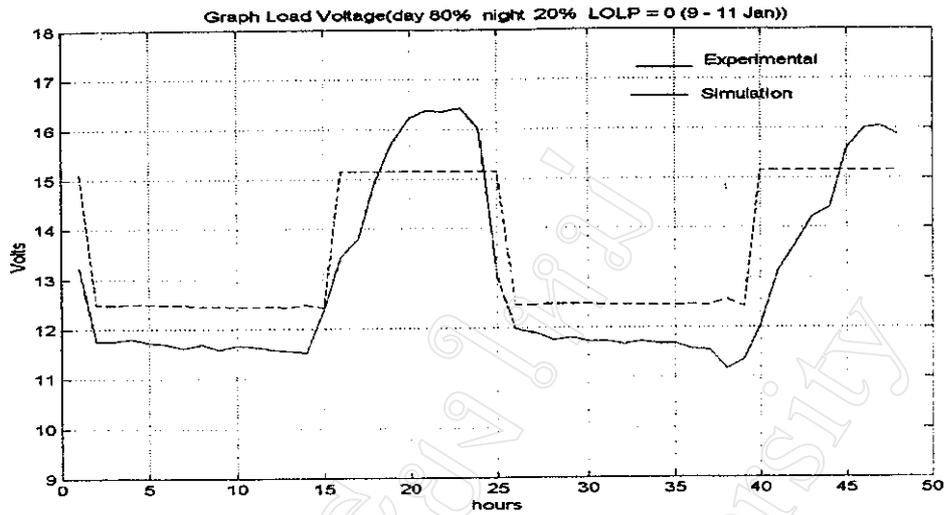


(ค) รูปแรงดันโหลด (โหลด กลางวัน 50 เปอร์เซ็นต์ กลางคืน 50 เปอร์เซ็นต์ (LOLP = 0))

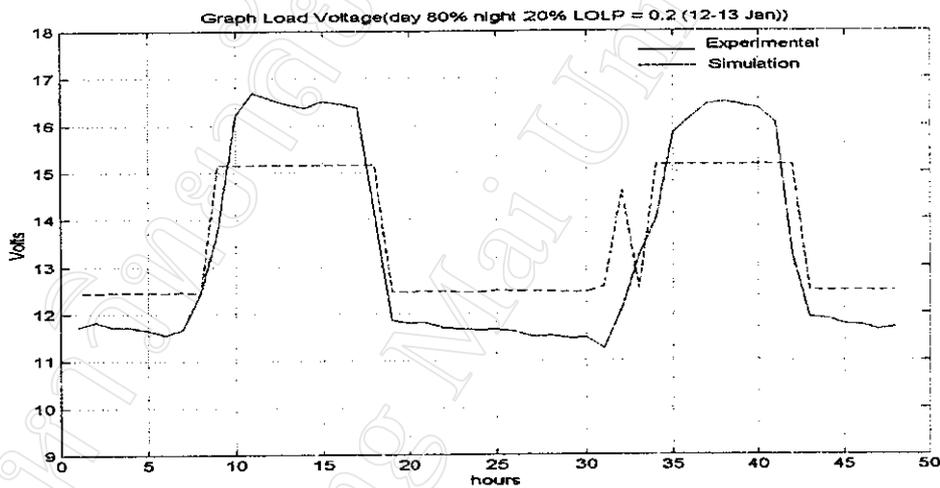


(ง) รูปแรงดันโหลด (โหลด กลางวัน 50 เปอร์เซ็นต์ กลางคืน 50 เปอร์เซ็นต์ (LOLP = 0.2))

รูปที่ 6-10 การเปรียบเทียบแรงดันที่โหลดระหว่างการวิเคราะห์ของโปรแกรมกับการทดลอง (ต่อ)



(จ) รูปแรงดันโหลด (โหลด กลางวัน 80 เปอร์เซ็นต์ กลางคืน 20 เปอร์เซ็นต์ (LOLP = 0))



(ฉ) รูปแรงดันโหลด (โหลด กลางวัน 80 เปอร์เซ็นต์ กลางคืน 20 เปอร์เซ็นต์ (LOLP = 0.2))
รูปที่ 6-10 การเปรียบเทียบแรงดันที่โหลดระหว่างการวิเคราะห์ของโปรแกรมกับการทดลอง (ต่อ)

สรุปผลระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าของระบบที่ค่าโหลดและที่ระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าต่าง ๆ จากรูปที่ 6-10 ได้ตามตารางที่ 6-7 ซึ่งค่าที่ได้จากการทดลองทั้งหมดมีระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้จากแรงดันที่จ่ายให้กับโหลดมีเสถียรภาพมากกว่าการทดลองในครั้งแรกและผลที่โปรแกรมวิเคราะห์ได้ก็มีระดับความน่าเชื่อถือที่สูงอาจเนื่องมาจากการบันทึกข้อมูลในช่วงเวลาสั้น ๆ ทำให้ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงใด

ตารางที่ 6-7 แสดงค่าระดับความน่าเชื่อถือในการจ่ายกำลังไฟฟ้าของระบบ

โหลด (กลางวัน : กลางคืน) (เปอร์เซ็นต์)	ระดับความ น่าเชื่อถือ ที่กำหนด (LOLP)	ระดับความ น่าเชื่อถือของ การวิเคราะห์ เฉลี่ยตลอดปี	ระดับความน่า เชื่อถือวิเคราะห์ เฉลี่ยในช่วง เวลาที่ทดลอง	ระดับความ น่าเชื่อถือ ที่ได้จาก การทดลอง	ค่าผิดพลาดเฉลี่ย ในช่วงทดลองกับ ค่าที่ได้จากการ ทดลอง
80% : 20%	0	0	0	0	0%
	0.2	0.002	0.004	0	0.4%
50% : 50%	0	0	0	0	0%
	0.2	0.014	0.02	0	2%
20% : 80%	0	0	0	0	0%
	0.2	0.01	0.009	0	0.9%