

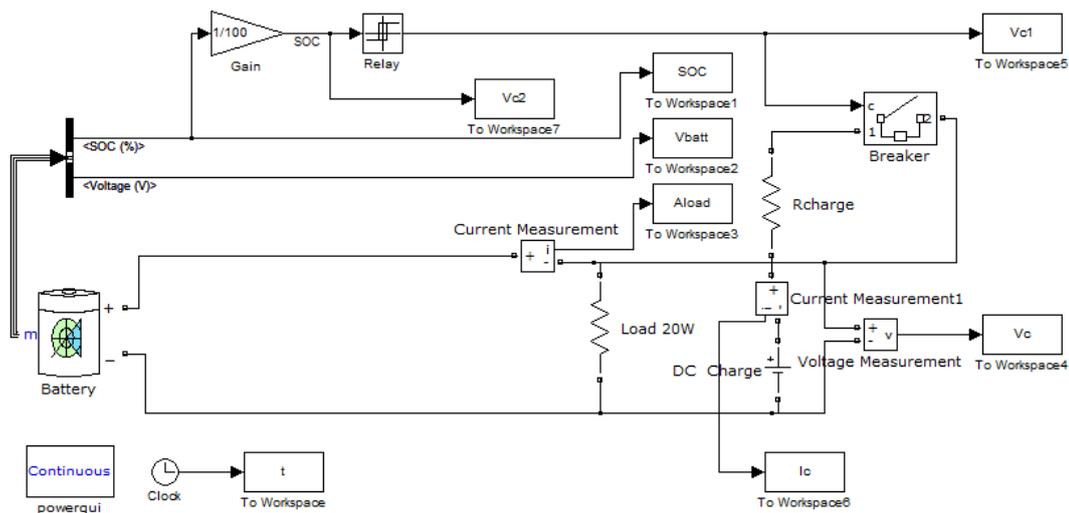
บทที่ 4

ผลการทดลอง

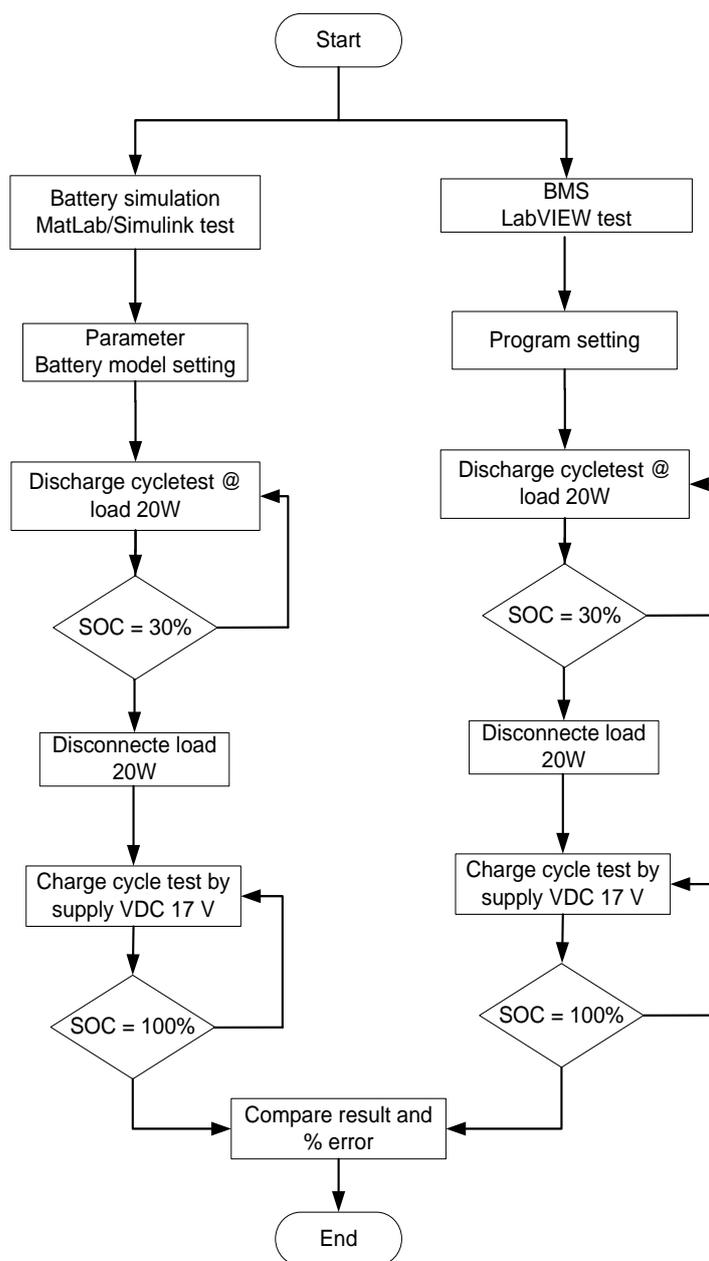
บทนี้เป็นการนำเสนอขั้นตอนการทดลองและผลการทดลองระบบในส่วนต่าง ๆ ประกอบด้วยการจำลองสถานะประจุของแบตเตอรี่ผ่านทางโปรแกรม MatLab/Simulink และเครื่องควบคุมการอัดและคายประจุแบตเตอรี่ (Microprocessor Test for Battery :MTB-series) เพื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบความถูกต้องกับระบบการจัดการสถานะการประจุและคายประจุแบตเตอรี่ที่ควบคุมในระบบพลังงานทดแทนที่ใช้โปรแกรม LabVIEW และทดสอบระบบการควบคุมเดือนกษัยแสดงผล และเก็บข้อมูลสถานะของแบตเตอรี่ด้วยโปรแกรม LabVIEW

4.1 ผลการจำลองสถานะการประจุของแบตเตอรี่ที่ควบคุมด้วย MatLab/Simulink

การทดสอบการคายประจุและการอัดประจุของแบตเตอรี่ โมเดลในโปรแกรม MatLab/Simulink เพื่อทดสอบคุณสมบัติในการคายประจุและประจุของแบตเตอรี่ โมเดล เพื่อนำผลที่ได้มาประเมินเปรียบเทียบความถูกต้องกับระบบการจัดการแบตเตอรี่แบบทันเวลาโดยใช้ไดอะแกรมการจำลองดังรูปที่ 4.1 และทำการทดสอบตามเงื่อนไขการทำงานตามโพลีชาร์ตในรูปที่ 4.2



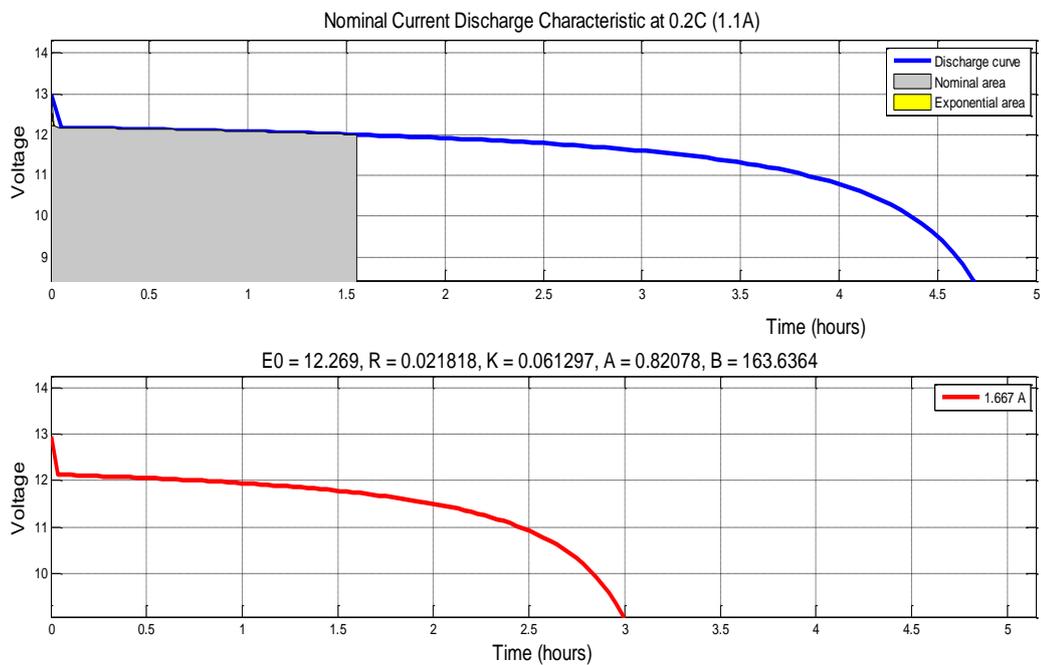
รูปที่ 4.1 แบบจำลองสถานะการคายประจุแบตเตอรี่ที่ควบคุมด้วย



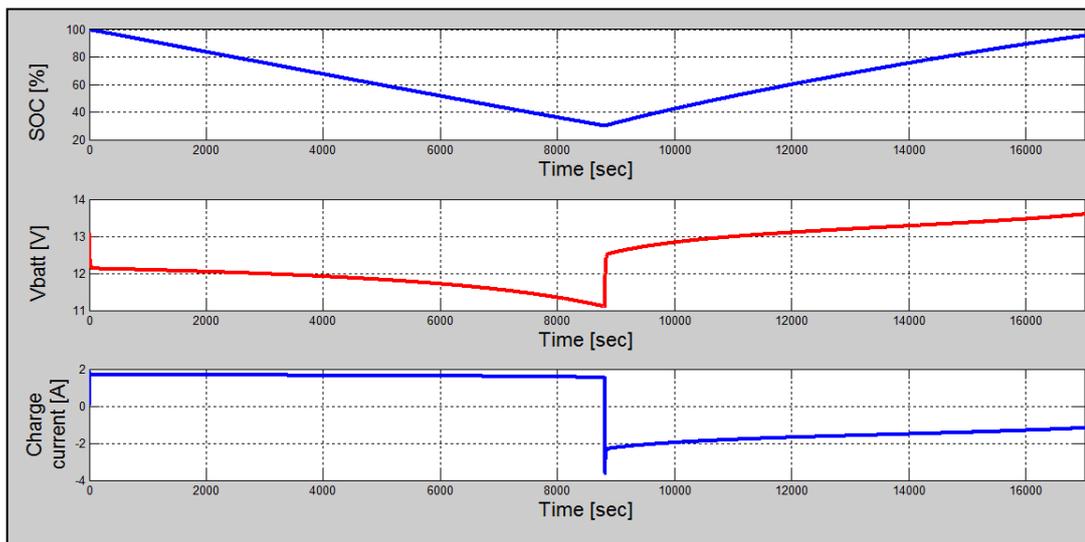
รูปที่ 4.2 โพล์ชาร์ตเงื่อนไขการทดสอบสถานะประจุและคายประจุ

ผลการจำลองการคายประจุของแบตเตอรี่โมเดลในรูปที่ 4.3 เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันของแบตเตอรี่กับเวลาในการคายประจุที่กระแสการคายประจุแบบปรกติของแบตเตอรี่ในโปรแกรม MatLab/Simulink ซึ่งในการทดสอบนี้ใช้การคายประจุที่ 0.2C หรือ 1.1แอมแปร์

เปรียบเทียบกับการคายประจุที่โหลดคงที่ 20 วัตต์ หรือ 1.667 แอมแปร์ซึ่งผลการทดสอบที่ได้นี้ จะทำให้เห็นถึงคุณลักษณะการคายประจุของแบตเตอรี่ในเบื้องต้นได้.

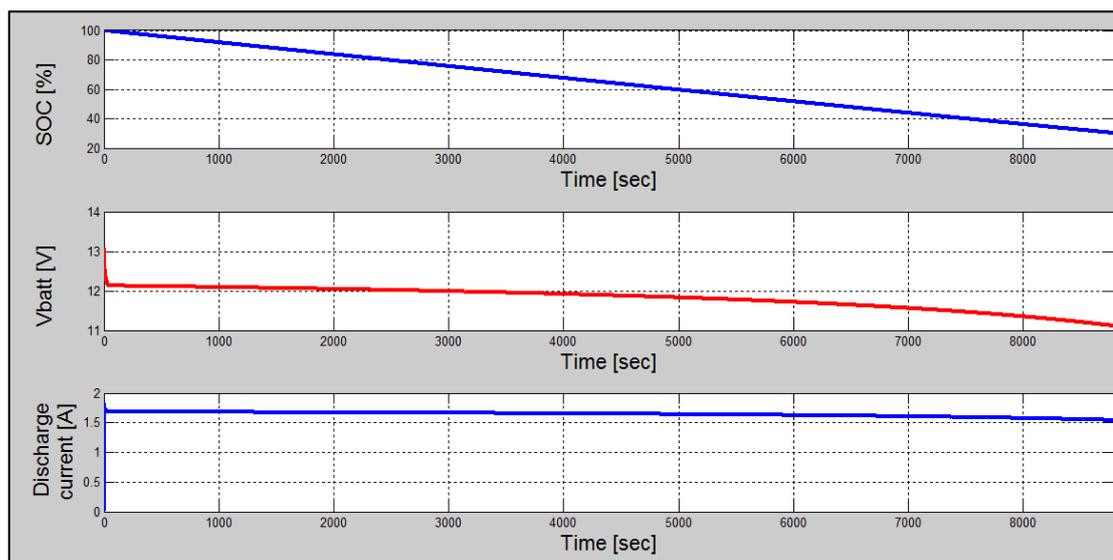


รูปที่ 4.3 คุณสมบัติการคายประจุเปรียบเทียบที่กระแส 1.1 แอมแปร์ กับ 1.667 แอมแปร์



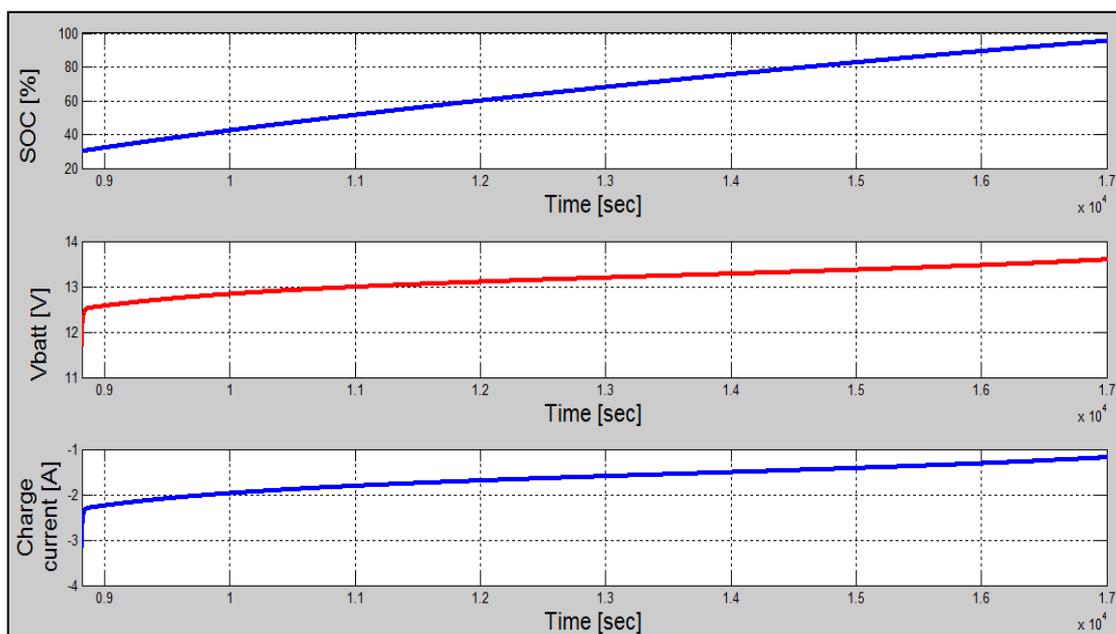
รูปที่ 4.4 คุณสมบัติการคายประจุและอัดประจุของแบตเตอรี่โมเดลในโปรแกรม MatLab/Simulink

ผลการจำลองการคายประจุและประจุของแบตเตอรี่โมเดลในรูปที่ 4.4 เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันของแบตเตอรี่กับเวลาในการคายประจุในโปรแกรม MatLab/Simulink เปรียบเทียบกับค่า SOC กับเวลาที่กระแสการคายประจุที่ไหลลงที่ 20 วัตต์ ทดสอบการคายประจุจนถึงค่า SOC ที่ 30 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการการป้อนแรงดันการอัดประจุที่ 17 โวลต์จนค่า SOC เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ซึ่งผลการทดสอบที่ได้จะทำให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของแรงดันของแบตเตอรี่กับค่า SOC ในสภาวะการคายประจุและอัดประจุได้



รูปที่ 4.5 คุณสมบัติการคายประจุของแบตเตอรี่โมเดลที่ โหลดคงที่ 20 วัตต์

ผลการจำลองการคายประจุของแบตเตอรี่โมเดลในรูปที่ 4.5 เป็นส่วนขยายการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันของแบตเตอรี่กับเวลาในการประจุในโปรแกรม MatLab/Simulink เปรียบเทียบกับค่า SOC กับเวลาที่กระแสการคายประจุที่ไหลลงที่ 20 วัตต์ ซึ่งผลการทดสอบที่ได้จะทำให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของแรงดันของแบตเตอรี่กับค่า SOC ในสภาวะการคายประจุได้



รูปที่ 4.6 คุณสมบัติการอัดประจุของแบตเตอรี่โมเดลที่ แรงดันคงที่ 17 โวลต์

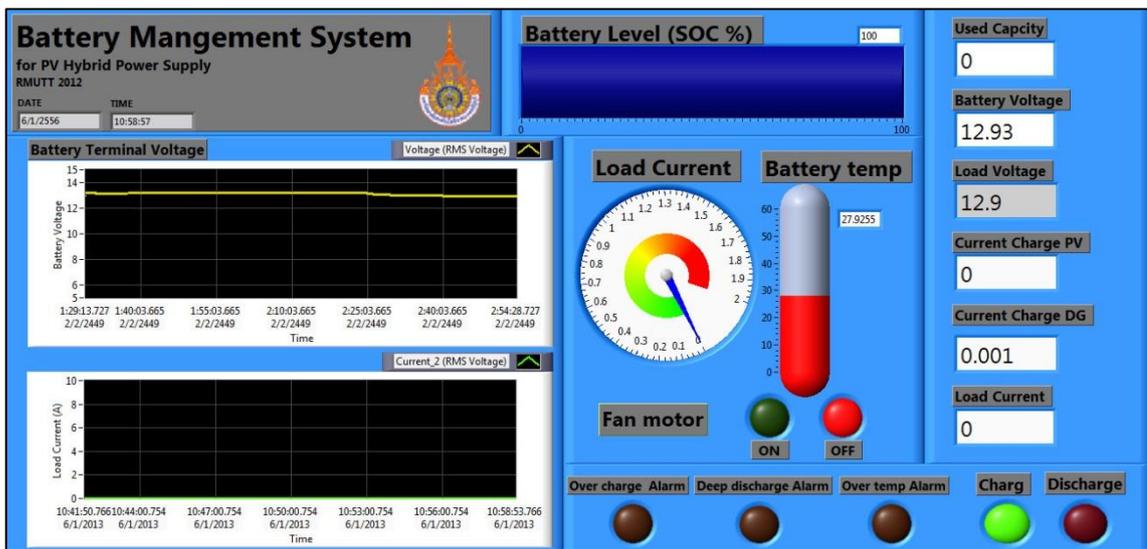
ผลการจำลองการอัดประจุของแบตเตอรี่โมเดลในรูปที่ 4.6 เป็นส่วนขยายการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันของแบตเตอรี่กับเวลาในการอัดประจุในโปรแกรม MatLab/Simulink เปรียบเทียบกับค่า SOC กับเวลาที่กระแสการอัดประจุที่แรงดันคงที่ 17 โวลต์ ซึ่งผลการทดสอบที่ได้จะทำให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของแรงดันของแบตเตอรี่กับค่า SOC ในสภาวะการอัดประจุได้.

4.2 ผลทดสอบการคายประจุและการอัดประจุของแบตเตอรี่โมเดลจากโปรแกรม MatLab/Simulink เปรียบเทียบกับระบบการจัดการสภาวะการอัดประจุและคายประจุแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรดในระบบพลังงานทดแทนที่ใช้โปรแกรม LabVIEW

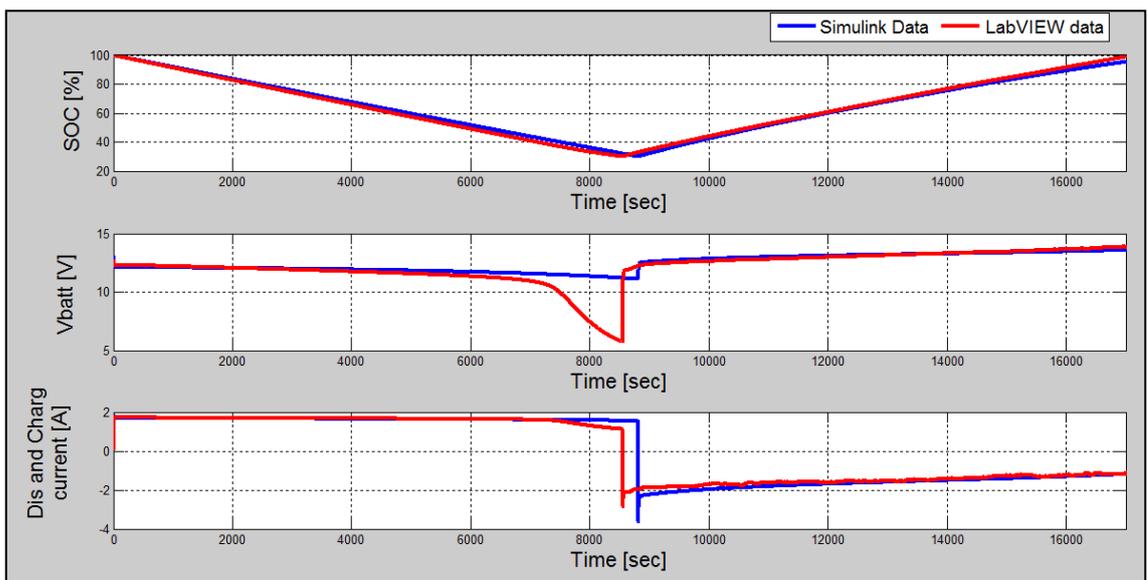
การทดสอบการคายประจุและการอัดประจุของแบตเตอรี่โมเดลจากโปรแกรม MatLab/Simulink เปรียบเทียบกับระบบการจัดการสภาวะการอัดประจุและคายประจุแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรดในระบบพลังงานทดแทนที่ใช้โปรแกรม LabVIEW เพื่อทดสอบคุณสมบัติในการคายประจุและอัดประจุของแบตเตอรี่ นำมาประเมินเปรียบเทียบความถูกต้องของระบบการจัดการแบตเตอรี่แบบทันทีเวลา

ในรูปที่ 4.7 เป็นหน้าจอแสดงผลของระบบการจัดการสภาวะการอัดประจุและคายประจุแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรดในระบบพลังงานทดแทนที่ใช้โปรแกรม LabVIEW และในรูปที่ 4.8 เป็นผลการทดสอบเปรียบเทียบของสองระบบ โดยให้ระบบทำการคายประจุที่โหลดคงที่ 20 วัตต์ จนค่า SOC

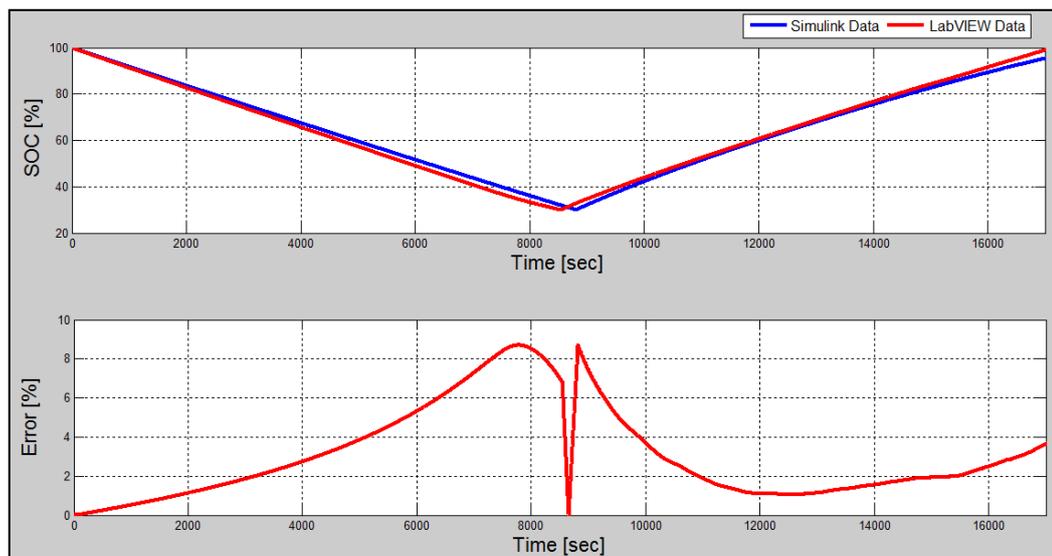
ลดลงมาจนถึง 30 เปอร์เซ็นต์จากนั้นให้ระบบตัดโหลดที่จ่ายพร้อมทั้งจ่ายแรงดันอัดประจุกลับเข้าไปให้แบตเตอรี่ที่ 17 โวลต์ คงที่จนถึงค่า SOC ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ เพื่อทดสอบช่วงเวลาในการประจุและอัดประจุของสองระบบเพื่อเปรียบเทียบยืนยันถึงความถูกต้อง



รูปที่ 4.7 ส่วนแสดงผลของระบบที่ใช้ในระบบการจัดการสถานะการอัดประจุและคายประจุแบตเตอรี่ ตะกั่ว-กรดในระบบพลังงานทดแทนที่ใช้โปรแกรม LabVIEW

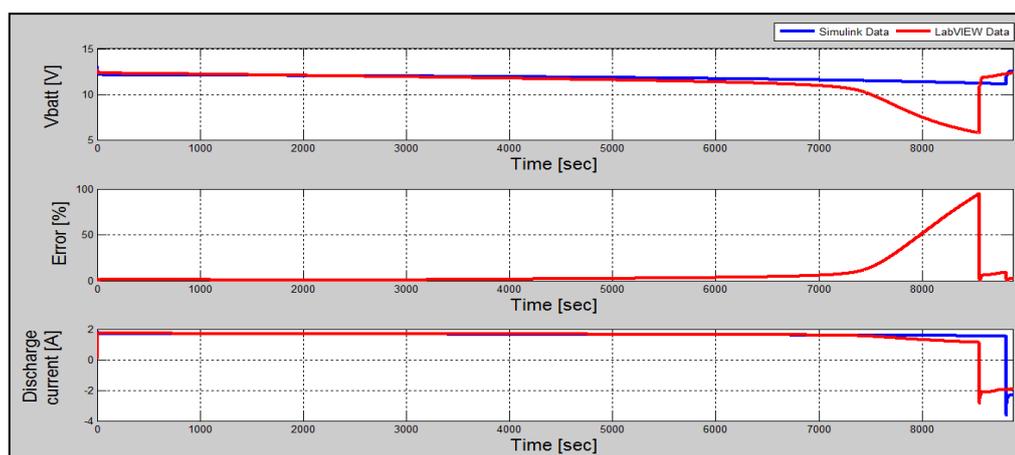


รูปที่ 4.8 ผลการทดสอบคุณลักษณะการคายประจุและอัดประจุของแบตเตอรี่จากโปรแกรม MatLab/Simulink เปรียบเทียบกับ LabVIEW



รูปที่ 4.9 ผลการทดลองเปรียบเทียบการหาค่า SOC ของสองระบบ

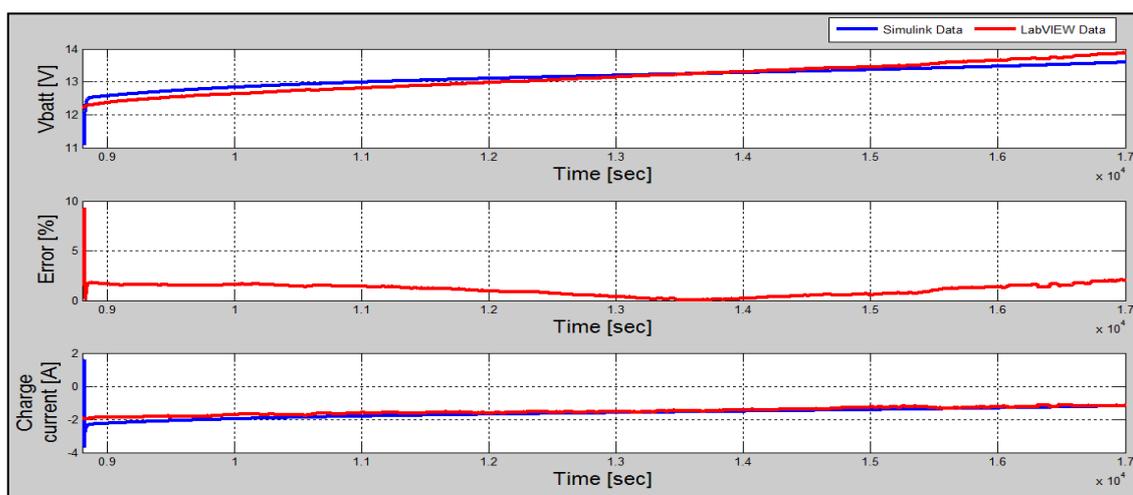
ผลการทดสอบการหาค่า SOC ของแบตเตอรี่เปรียบเทียบกันทั้งสองระบบ ในรูปที่ 4.9 จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า SOC กับเวลาที่กระแสการคายประจุและอัดประจุตามเงื่อนไขการทดลอง ซึ่งผลการทดสอบที่ได้จะทำให้เห็นถึงความสัมพันธ์และค่าความผิดพลาดสูงสุดเปรียบเทียบกันของสองระบบโดยค่าความผิดพลาดสูงสุดจะอยู่ที่ 8 เปอร์เซ็นต์ของการทดสอบค่า SOC



รูปที่ 4.10 ผลการทดลองเปรียบเทียบคุณลักษณะการคายประจุของสองระบบ

ผลการทดสอบการคายประจุของแบตเตอรี่เปรียบเทียบกันทั้งสองระบบ ในรูปที่ 4.10 เป็นส่วนขยายการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันของแบตเตอรี่กับเวลาในการคายประจุเปรียบเทียบ

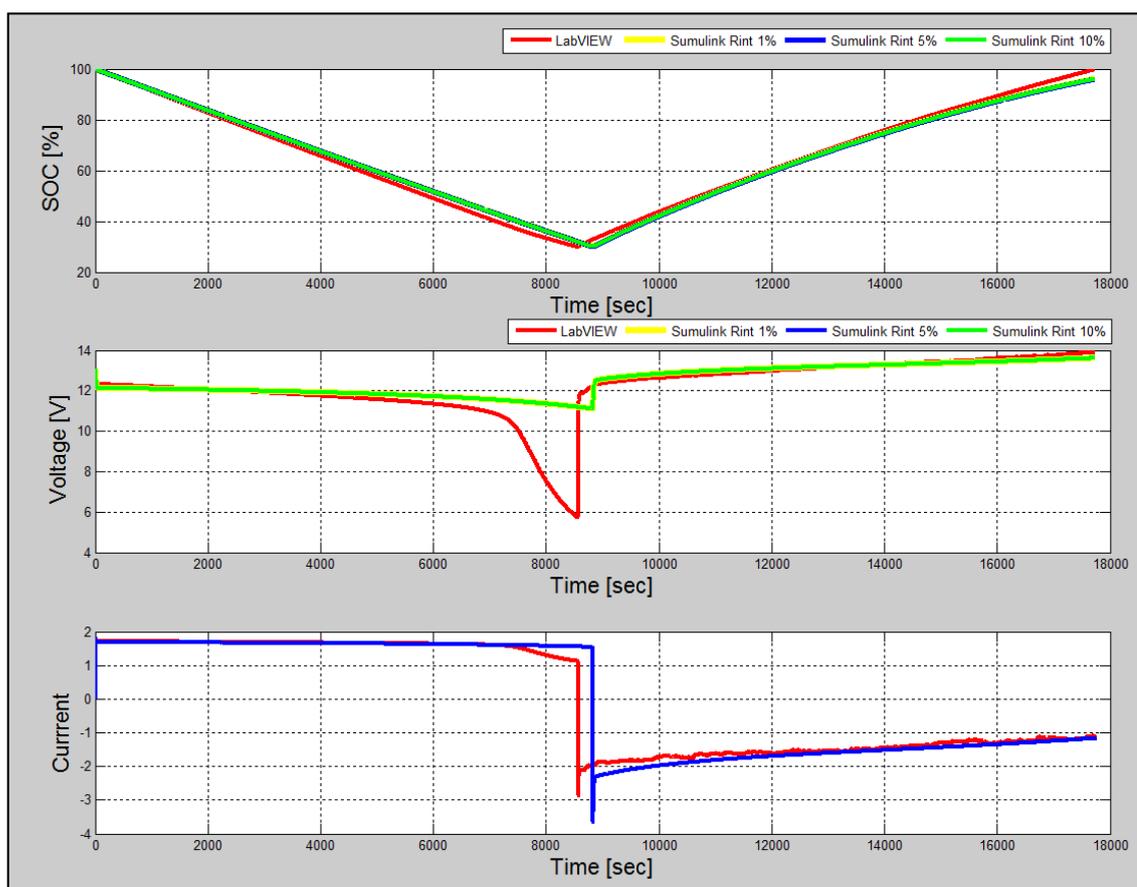
กันระหว่างค่าที่ได้จากการจำลองในโปรแกรม MatLab/Simulink และค่าที่ได้จากระบบการจัดการแบตเตอรี่แบบทันเวลาด้วยโปรแกรม LabVIEW ที่การคายประจุที่โหลดคงที่ 20 วัตต์ ซึ่งผลการทดสอบที่ได้จะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์และค่าความผิดพลาดสูงสุดเปรียบเทียบกันของสองระบบ โดยค่าความผิดพลาดสูงสุดในช่วงการคายประจุที่แบบเชิงเส้นหรือช่วงทำงานของแบตเตอรี่จะอยู่ที่ 7 เปอร์เซ็นต์ และค่าความผิดพลาดสูงสุดในช่วงการคายประจุระยะสุดท้ายของแบตเตอรี่จะอยู่ที่ 94 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.11 คุณสมบัติการอัดประจุของแบตเตอรี่ทั้งสองระบบ

ผลการจำลองการประจุของแบตเตอรี่เปรียบเทียบกันทั้งสองระบบในรูปที่ 4.11 เป็นส่วนขยายการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันของแบตเตอรี่กับเวลาในการอัดประจุเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ได้จากการจำลองในโปรแกรม MatLab/Simulink และค่าที่ได้จากระบบการจัดการแบตเตอรี่แบบทันเวลาด้วยโปรแกรม LabVIEW โดยอัดประจุที่แรงดันคงที่ 17 โวลต์ ซึ่งผลการทดสอบที่ได้จะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์และค่าความผิดพลาดสูงสุดเปรียบเทียบกันของสองระบบ โดยค่าความผิดพลาดสูงสุดในช่วงการอัดประจุจะอยู่ที่ 2 เปอร์เซ็นต์

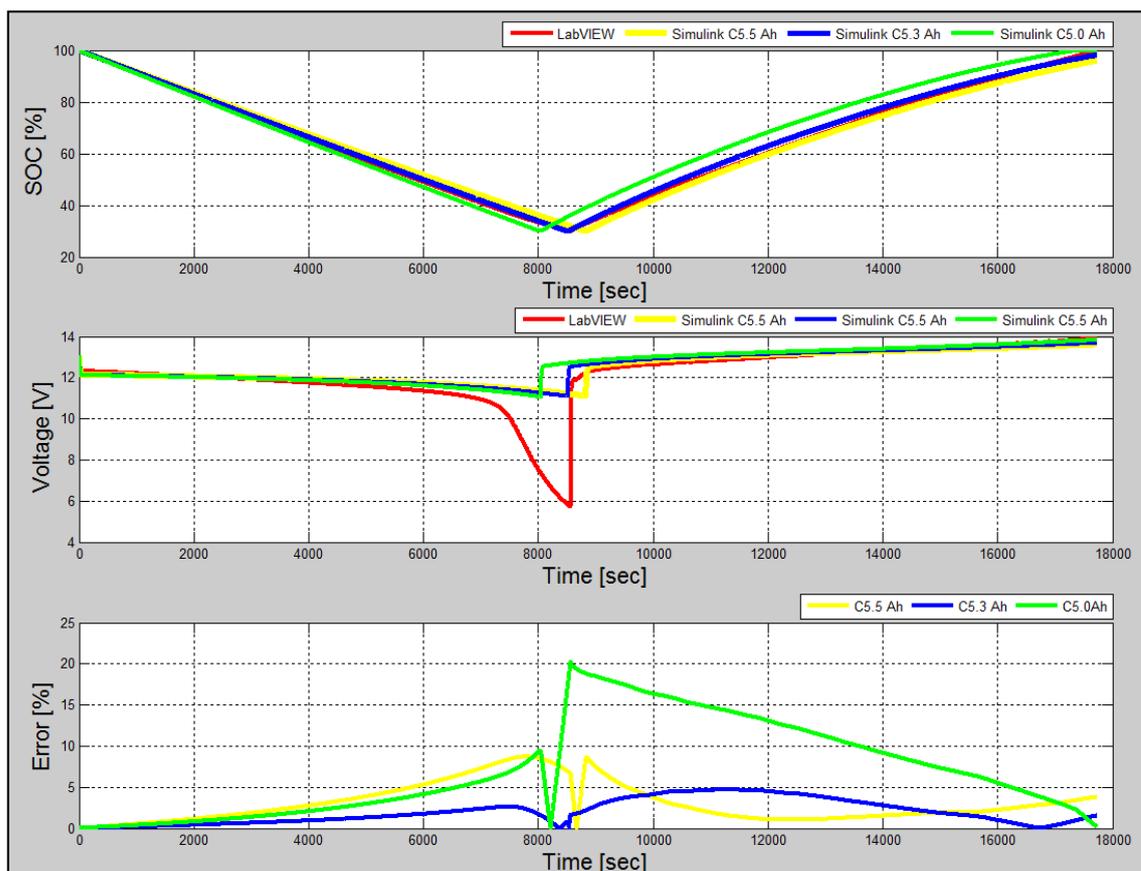
4.2.1 ผลการทดลองการคายประจุและการอัดประจุของแบตเตอรี่โมเดลจากโปรแกรม MatLab/Simulink เปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้จากโปรแกรม LabVIEW เมื่อมีการปรับค่าความต้านทานภายในของแบตเตอรี่โมเดล เพื่อทดสอบการเปลี่ยนแปลงของค่า SOC และ แรงดัน กับเวลา เมื่อมีการเปลี่ยนค่าความต้านทานภายในที่ 1 เปอร์เซ็นต์ 5 เปอร์เซ็นต์ และ 10 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าที่ได้มาจากการคำนวณตามสมการที่ 3.4 เพื่อนำผลที่ได้มาพิจารณาในการปรับค่าพารามิเตอร์เพื่อลดเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของผลการทดลอง



รูปที่ 4.12 ผลการทดลองการคายประจุและการอัดประจุของแบตเตอรี่เมื่อมีการปรับค่าความต้านทานภายในของแบตเตอรี่โมเดล

ผลการจำลองการของแบตเตอรี่เปรียบเทียบกันทั้งสองระบบในรูปที่ 4.12 ที่ได้จะเห็นได้ว่าที่ค่าความต้านทานภายในที่ 1 เปอร์เซ็นต์ 5 เปอร์เซ็นต์ และ 10 เปอร์เซ็นต์ จะส่งผลต่อค่า SOC และ แรงดันของแบตเตอรี่เพียงเล็กน้อยเท่านั้นจึงไม่ส่งผลต่อค่าความผิดพลาดของผลการทดลอง

4.2.2 ผลการทดลองการคายประจุและการอัดประจุของแบตเตอรี่โมเดลจากโปรแกรม MatLab/Simulink เปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้จากโปรแกรม LabVIEW เมื่อมีการปรับค่าความจุของแบตเตอรี่โมเดล เพื่อทดสอบการเปลี่ยนแปลงของค่า SOC และ แรงดัน กับเวลา เมื่อมีการเปลี่ยนค่าความจุของแบตเตอรี่โมเดลที่ 5.5 แอมแปร์-ชั่วโมง 5.3 แอมแปร์-ชั่วโมง และ 5.0 แอมแปร์-ชั่วโมง เพื่อนำผลที่ได้มาพิจารณาในการปรับค่าพารามิเตอร์เพื่อลดเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของผลการทดลองหรือนำมากำหนดเงื่อนไขในการควบคุมได้

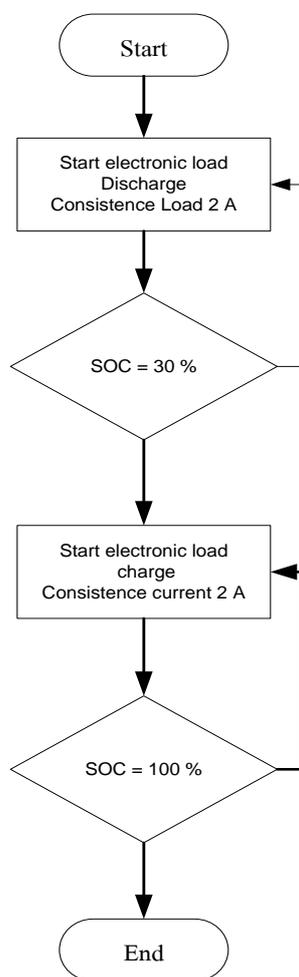


รูปที่ 4.13 ผลการทดลองการคายประจุและการอัดประจุของแบตเตอรี่เมื่อมีการปรับค่าความจุภายในของแบตเตอรี่โมเดล

ผลการจำลองการของแบตเตอรี่เปรียบเทียบกันทั้งสองระบบในรูปที่ 4.13 ที่ได้จะเห็นได้ว่าค่าประจุที่ 5.3 แอมแปร์-ชั่วโมงมีค่าความผิดพลาดที่น้อยที่สุด จากผลการทดลองที่ได้นี้ทำให้เห็นค่าประจุของแบตเตอรี่จริงที่นำมาทดลองในระบบมีค่าความจุที่แท้จริงอยู่ประมาณ 5.3 แอมแปร์-ชั่วโมง ซึ่งสามารถนำค่าที่ได้นี้ไปกำหนดเงื่อนไขในการควบคุมในเบื้องต้นได้

4.3 ผลการจำลองสถานะการประจุของแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด ด้วยเครื่องควบคุมการอัดและคายประจุแบตเตอรี่ (Microprocessor Test for Battery :MTB-series)

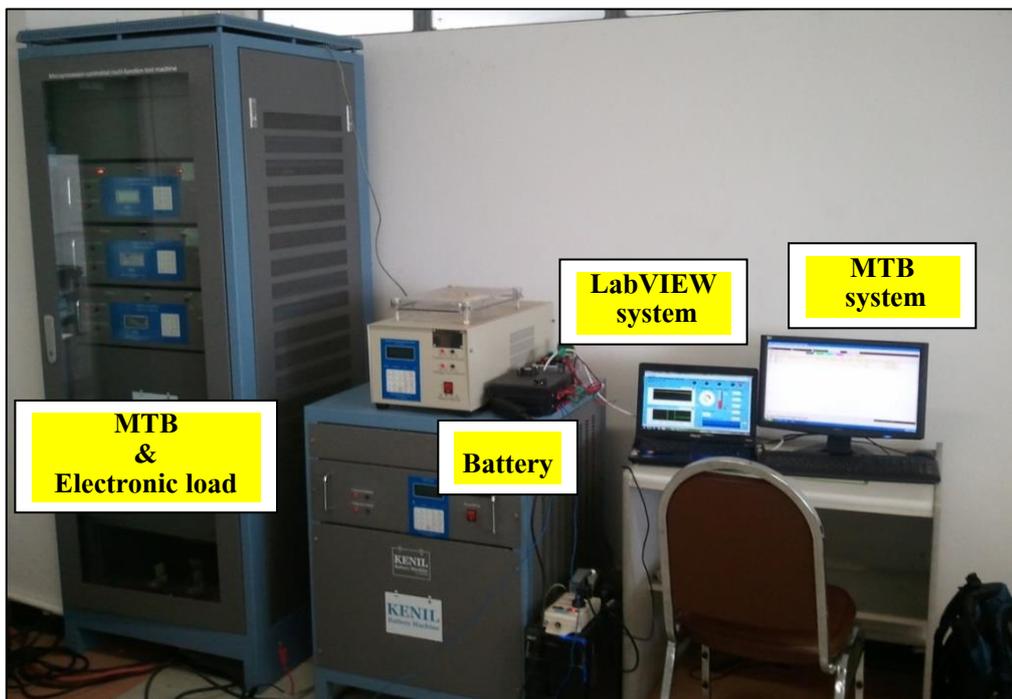
การทดสอบในหัวข้อนี้จะเป็นการทดสอบการคายประจุและการอัดประจุของแบตเตอรี่ด้วยเครื่องควบคุมการอัดและคายประจุที่ใช้ในห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรบุรี เพื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับความถูกต้องค่า SOC กับระบบการจัดการที่ได้จากโปรแกรม LabVIEW และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความถูกต้องของระบบที่นำเสนอกับระบบที่มีขายในท้องตลาด โดยกำหนดเงื่อนไขการทดลองตามรูปที่ 4.14



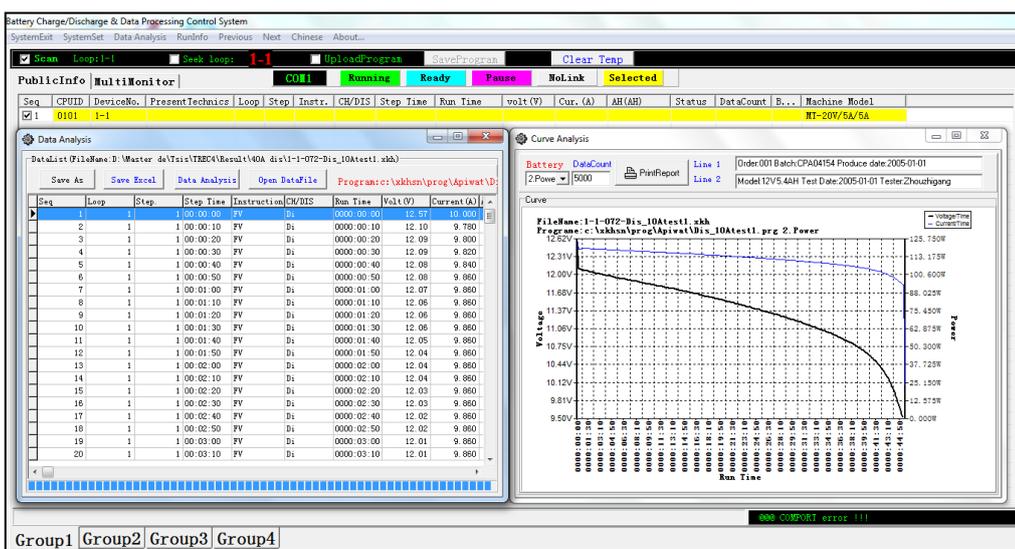
รูปที่ 4.14 โฟลว์ชาร์ตเงื่อนไขการทดสอบการควบคุมการประจุจาก MTB

ทำการทดสอบระบบที่ห้องปฏิบัติการโดยใช้แบตเตอรี่ 12 โวลต์ 5.5 แอมแปร์-ชั่วโมงดังแสดงดังรูปที่ 4.15 โดยจะทำการทดสอบและเก็บข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่า SOC ของแบตเตอรี่ที่สถานะการคายประจุและการอัดประจุผ่านทางโปรแกรม Battery charge/discharge

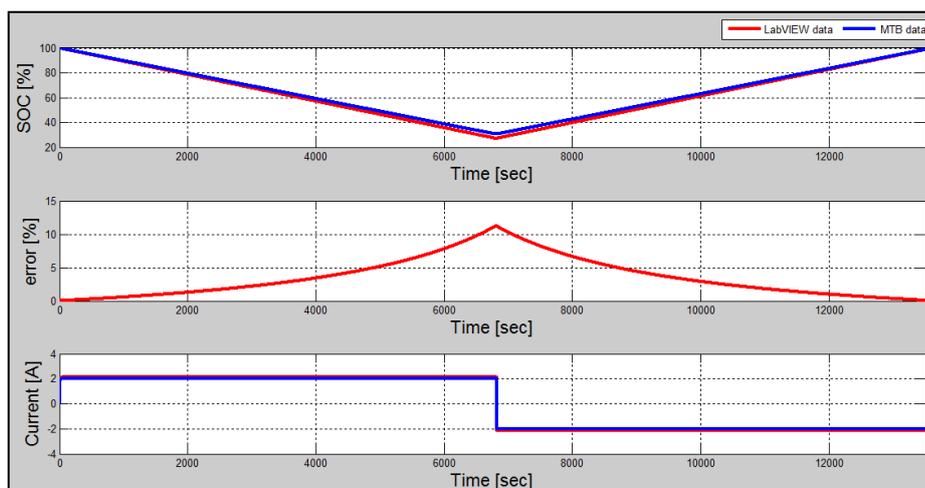
data processing control system version:2009-07-16/V1.3.2 ของบริษัท XINKEHUA ในรูปที่ 4.16 เป็นส่วนแสดงผลของโปรแกรม Battery charge/discharge data processing control system ที่ใช้ในการทดสอบซึ่งสามารถแสดงผลและเก็บข้อมูลในรูปแบบไฟล์ข้อมูล โปรแกรม Excel ได้



รูปที่ 4.15 การทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา



รูปที่ 4.16 ส่วนแสดงผลโปรแกรม Battery charge/discharge data processing control system

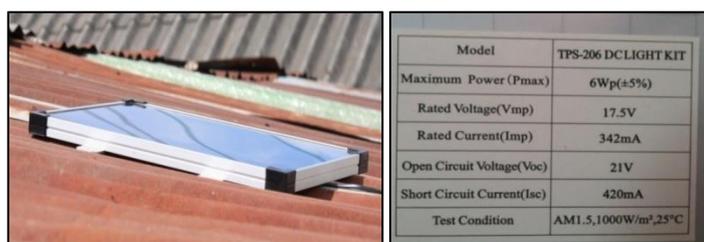


รูปที่ 4.17 การทดลองเปรียบเทียบการหาค่า SOC ของสองระบบ

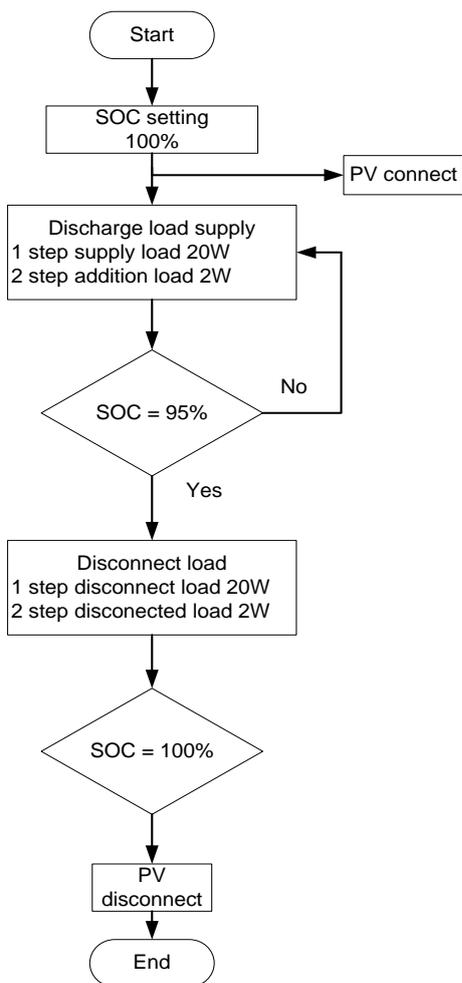
รูปที่ 4.17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า SOC กับเวลาที่กระแสการคายประจุและอัดประจุตามเงื่อนไขการทดลอง ซึ่งผลการทดสอบที่ได้จะทำให้เห็นถึงความสัมพันธ์และค่าความผิดพลาดสูงสุดเปรียบเทียบกันของสองระบบ โดยค่าความผิดพลาดสูงสุดจะอยู่ที่ 11 เปอร์เซ็นต์ ของการทดสอบค่า SOC

4.4 ผลการทดสอบระบบการควบคุมการประจุจากเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยโปรแกรม LabVIEW

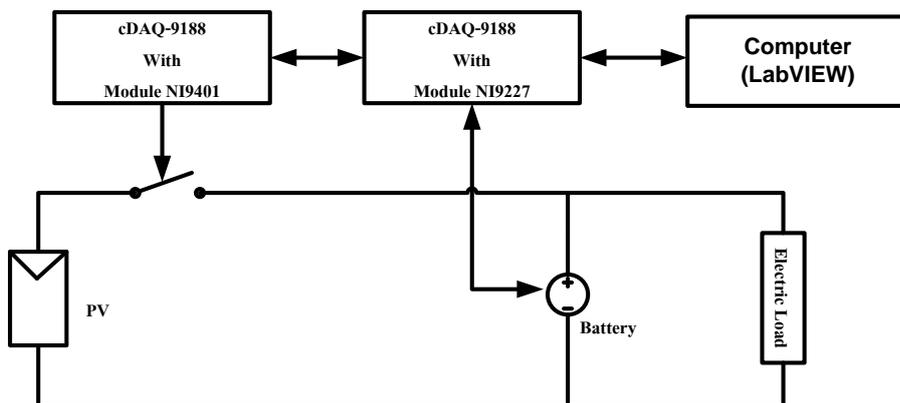
การทดสอบการควบคุมการประจุจากเซลล์แสงอาทิตย์เป็นการทดสอบการทำงานของระบบการจัดการการประจุและคายประจุของแบตเตอรี่ เมื่อทำงานร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อทดสอบสถานการณ์การทำงานของแบตเตอรี่ในช่วงการคายประจุและอัดประจุขณะต่อร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ว่าเป็นไปตามเงื่อนไขการทำงานตามที่กำหนดในโฟลว์ชาร์ตการทำงานในรูปที่ 3.18 หรือไม่ โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์การทดสอบซึ่งจะใช้แผงเซลล์ รุ่น TPS-206 DCLIGHT KIT ในการทดสอบซึ่งสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าโดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 0.25 แอมแปร์ที่สภาพท้องฟ้าไม่มีเมฆบัง โดยลำดับขั้นการทดสอบจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.18 การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ทดสอบในระบบ

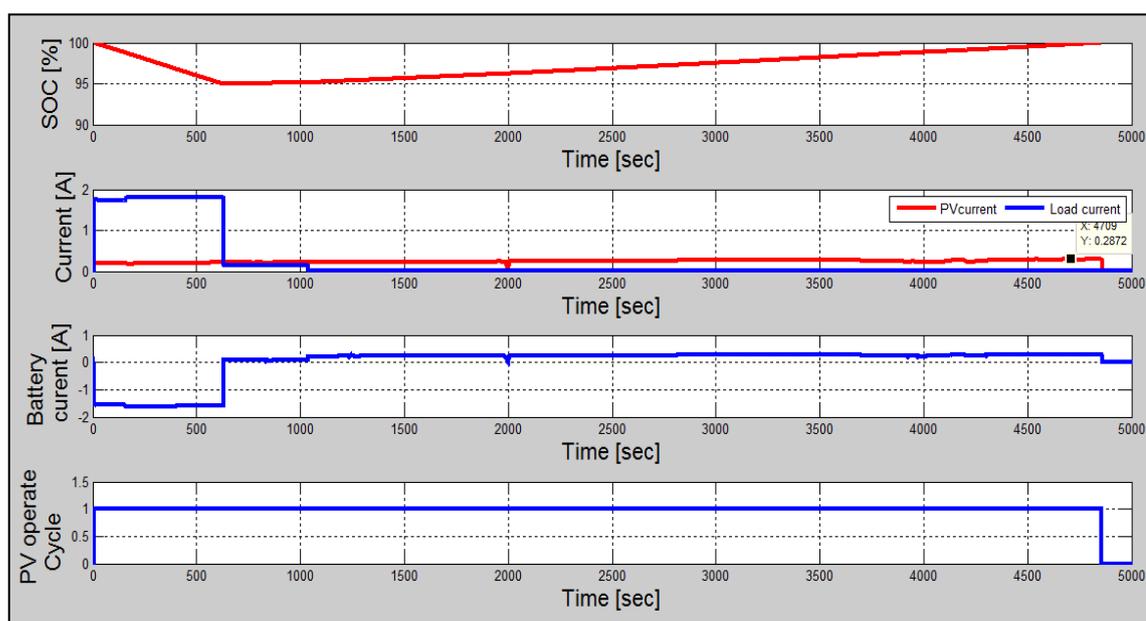


รูปที่ 4.19 โฟลว์ชาร์ตเงื่อนไขการทดสอบการควบคุมการประจุจากเซลล์แสงอาทิตย์



รูปที่ 4.20 วงจรการทดสอบการควบคุมการประจุจากเซลล์แสงอาทิตย์

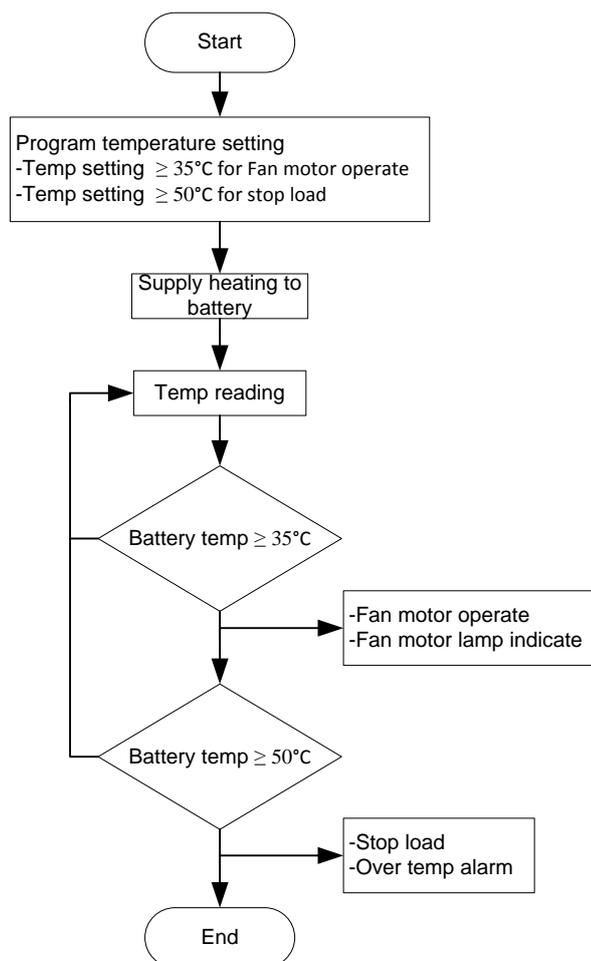
ผลการจำลองการควบคุมการประจุจากเซลล์แสงอาทิตย์จะเห็นได้ว่าระบบทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ จากผลการทดสอบในรูปที่ 4.21 เมื่อเริ่มคายประจุที่โหลด 20 วัตต์และแผงเซลล์แสงอาทิตย์เริ่มจ่ายกระแสจะเห็นได้ว่าแบตเตอรี่จะคายประจุเพื่อจ่ายกระแสให้กับโหลด ทำให้ค่าของ SOC จาก 100 เปอร์เซ็นต์ลดลงเรื่อยๆ เพราะค่ากระแสไฟฟ้าที่โหลดมากกว่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ จากนั้นทำการเพิ่มโหลดอีก 2 วัตต์เข้าไปทำให้ค่ากระแสที่โหลดมากขึ้น จะเห็นว่าค่า SOC ลดลงเร็วกว่าเดิมเล็กน้อยและเมื่อค่า SOC ลดลงมาถึง 95 เปอร์เซ็นต์ จะเริ่มทำการหยุดการจ่ายโหลด 20 วัตต์ออกจากระบบเหลือเพียงโหลดขนาด 2 วัตต์ เพื่อให้ค่ากระแสไฟฟ้าที่โหลดมากกว่ากระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์เพียงเล็กน้อยจึงทำให้ค่า SOC ลดลงอย่างช้าๆ เพื่อคุณลักษณะการจ่ายโหลดของแบตเตอรี่และเซลล์แสงอาทิตย์ จากนั้นทำการหยุดการจ่ายโหลดทั้งหมดเพื่อคุณสมบัตการอัดประจุคืนกลับให้แบตเตอรี่ของเซลล์แสงอาทิตย์และเมื่อเซลล์แสงอาทิตย์อัดประจุให้แบตเตอรี่จนถึงค่า SOC ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ระบบควบคุมจะหยุดการอัดประจุจากเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อป้องกันไม่ให้แบตเตอรี่เสียหายเนื่องจากการอัดประจุเกิน



รูปที่ 4.21 ผลการทดสอบการควบคุมการประจุจากเซลล์แสงอาทิตย์

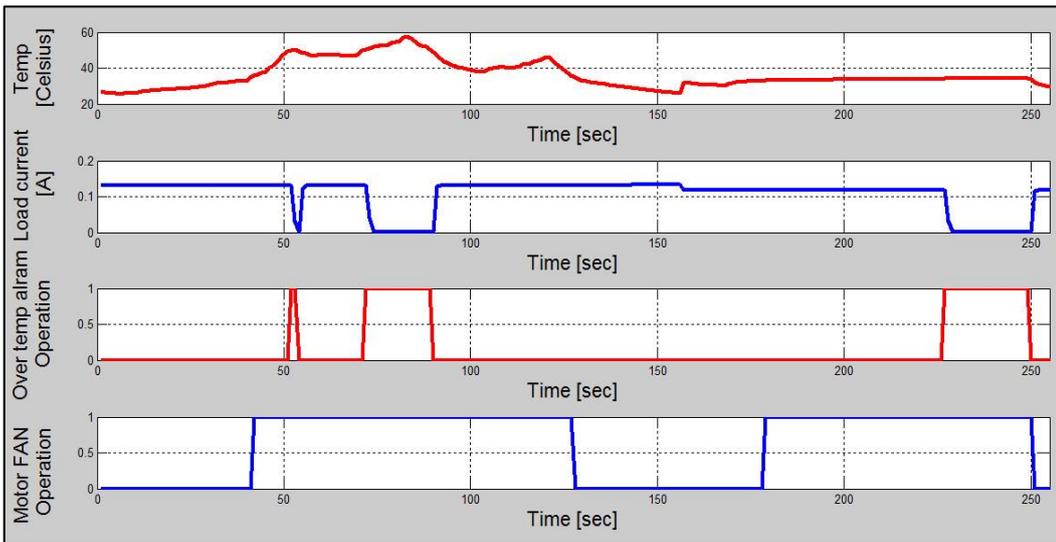
4.5 ผลการทดสอบการควบคุมอุณหภูมิของแบตเตอรี่ด้วยโปรแกรม LabVIEW

การทดสอบการควบคุมอุณหภูมิ เป็นการทดสอบการควบคุมอุณหภูมิของแบตเตอรี่ว่าเป็นไปตามที่กำหนดตามเงื่อนไขที่ออกแบบไว้ในบทที่ 3 หรือไม่ เพื่อป้องกันไม่ให้แบตเตอรี่ทำงานในภาวะที่อันตราย เพื่อยืดอายุการใช้งานแบตเตอรี่ได้ โดยจะทำการทดสอบระบบตามโพล์ชาร์ตในรูปที่ 4.22



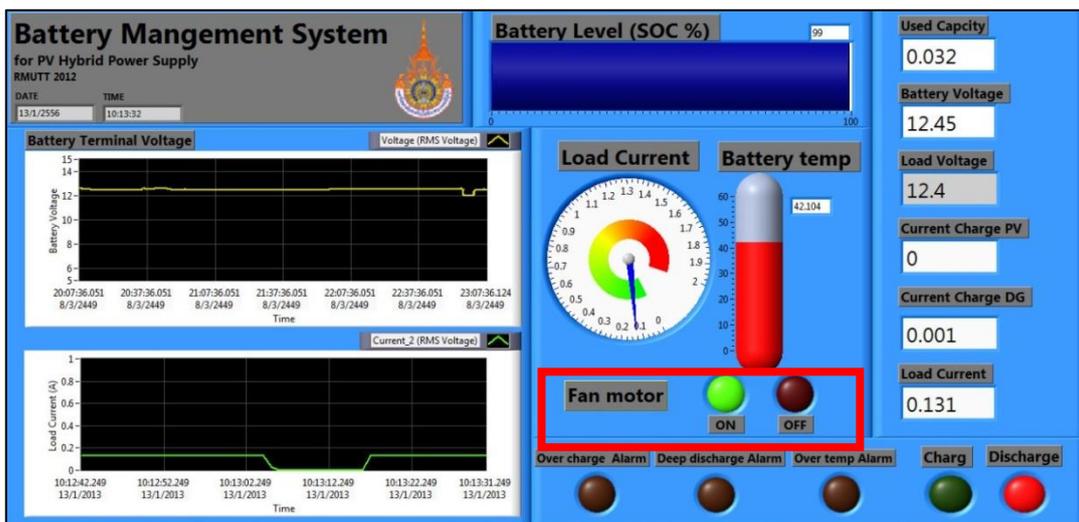
รูปที่ 4.22 โพล์ชาร์ตเงื่อนไขการทดสอบการควบคุมอุณหภูมิของระบบ

ผลการทดสอบการจัดการอุณหภูมิของระบบจะเห็นได้ว่าเมื่ออุณหภูมิของแบตเตอรี่มากกว่า 35 องศาเซลเซียส พัดลมระบายอากาศจะทำงานและแจ้งเตือนเพื่อระบายอากาศให้ระบบแบตเตอรี่เรื่อย ๆ จนกว่าอุณหภูมิจะลดลงต่ำกว่า 35 องศาเซลเซียสและระบบป้องกันอุณหภูมิจะทำการหยุดการจ่ายกระแสให้กับโหลดและแจ้งเตือนเมื่ออุณหภูมิมากกว่า 50 องศาเซลเซียสเพื่อป้องกันไม่ให้แบตเตอรี่เสี่ยงต่อการทำงานในสถานะที่อันตราย ซึ่งผลการทดสอบเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ได้ดังแสดงในรูปที่ 4.23

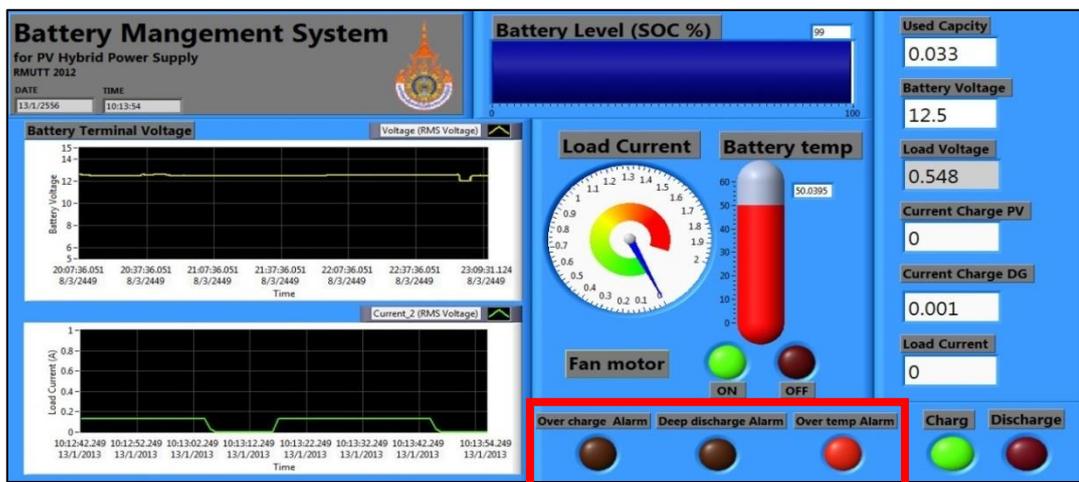


รูปที่ 4.23 ผลการทดสอบการควบคุมอุณหภูมิของระบบ

ในรูปที่ 4.24 แสดงหน้าจอแสดงผลการแจ้งเตือนเมื่อพัดลมระบายอากาศทำงานเพื่อให้ผู้ควบคุมง่ายต่อการสังเกตและในรูปที่ 4.25 แสดงหน้าจอแสดงผลการแจ้งเตือนเมื่อแบตเตอรี่มีอุณหภูมิมากกว่า 50 องศาเซลเซียสซึ่งเกินกว่าค่าที่กำหนดในการใช้งาน เพื่อให้ผู้ควบคุมง่ายต่อการสังเกตและหาวิธีแก้ไขได้อย่างทันเวลา



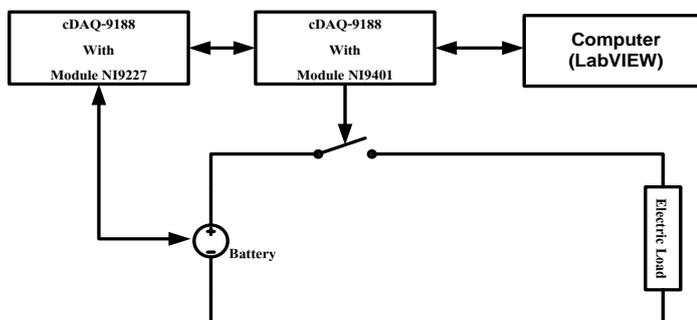
รูปที่ 4.24 แสดงการแจ้งเตือนที่หน้าจอแสดงผลเมื่อพัดลมระบายอากาศทำงาน



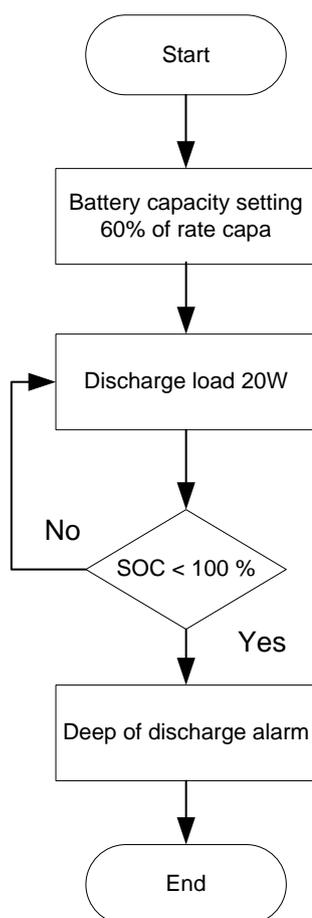
รูปที่ 4.25 แสดงการแจ้งเตือนที่หน้าจอแสดงผลเมื่อระบบมีอุณหภูมิใช้งานเกินกำหนด

4.6 ผลการทดสอบการควบคุมป้องกันการคายประจุเกินของแบตเตอรี่ด้วยโปรแกรม LabVIEW

การทดสอบการควบคุมป้องกันการคายประจุเกิน เป็นการทดสอบการควบคุมการคายประจุของแบตเตอรี่ว่าเป็นไปตามที่กำหนดตามเงื่อนไขที่ออกแบบไว้หรือไม่ เพื่อป้องกันไม่ให้แบตเตอรี่ทำงานในภาวะที่อันตราย โดยจะทำการทดสอบตามโพล์ชาร์ตในรูปที่ 4.27 จากเงื่อนไขการทดลองจะเห็นได้ว่าการตั้งค่าความจุของระบบใหม่ เหตุผลที่ดื่งค่าความจุใหม่สามารถอธิบายได้ดังนี้ จากผลการทดลองในหัวข้อที่ 4.2 พบว่าแบตเตอรี่ที่นำมาทำการทดสอบสามารถจ่ายประจุให้กับโหลด 20 วัตต์ ได้ประมาณ 60 ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ แรงดันที่แบตเตอรี่ก็จะลดลงอย่างรวดเร็วจนถึงแรงดัน cut off หรืออยู่ในช่วงการคายประจุระยะสุดท้าย ในช่วงนี้แบตเตอรี่จะไม่สามารถจ่ายกระแสให้โหลดทำงานได้เต็มประสิทธิภาพได้ ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องทำการตั้งค่าให้แบตเตอรี่ทำงานที่ 60 เปอร์เซ็นต์ ของความจุที่กำหนดเพื่อป้องกันไม่ให้แบตเตอรี่จ่ายประจุเกินจนเกินไป

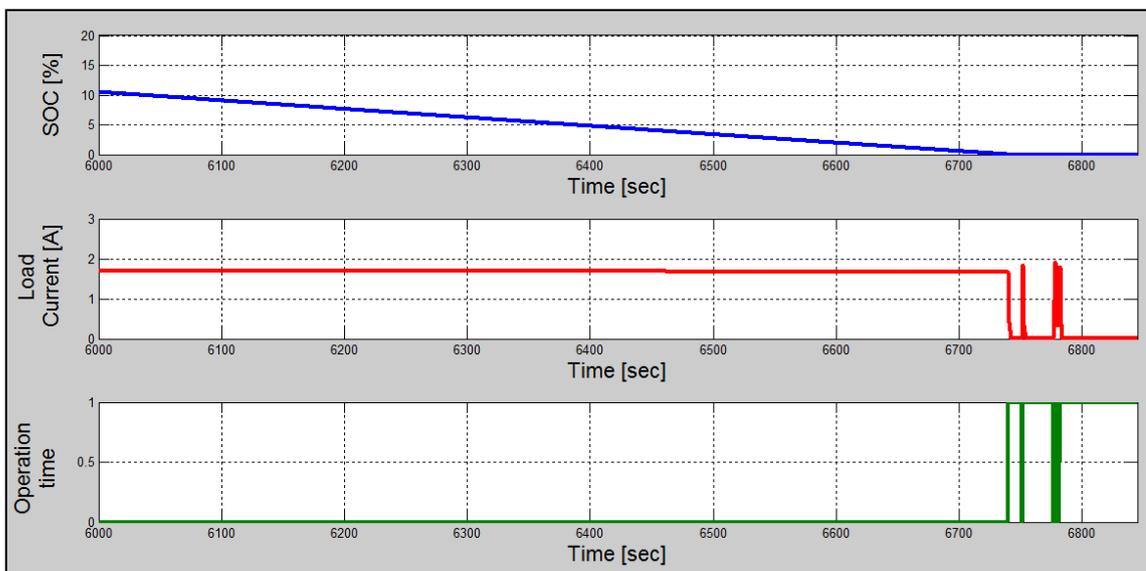


รูปที่ 4.26 วงจรการทดสอบการควบคุมการคายประจุเกิน

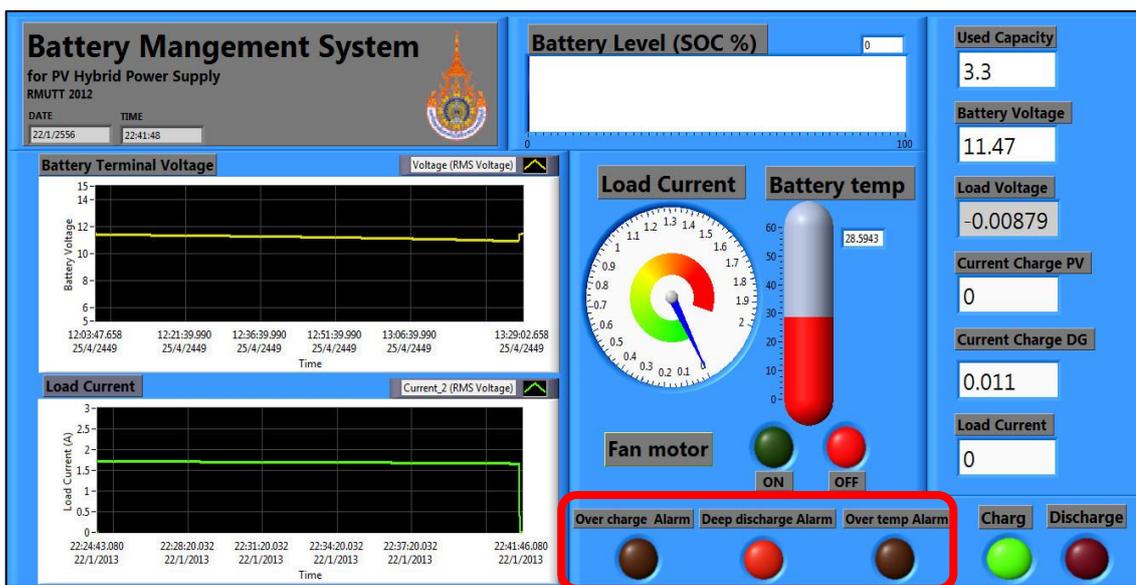


รูปที่ 4.27 โพลีชาร์ตเงื่อนไขการทดสอบการควบคุมป้องกันการคายประจุเกิน

ผลการทดสอบการจัดการการควบคุมป้องกันการคายประจุเกินเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยจะเห็นได้จากกราฟแสดงผลการทดลองที่ 4.28 เมื่อแบตเตอรี่คายประจุจนถึงค่า SOC เท่ากับ 0 เปอร์เซ็นต์ ระบบจะหยุดการจ่ายโหลดทันทีและแจ้งเตือนเพื่อให้ผู้ใช้งานรับรู้และทำการแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว



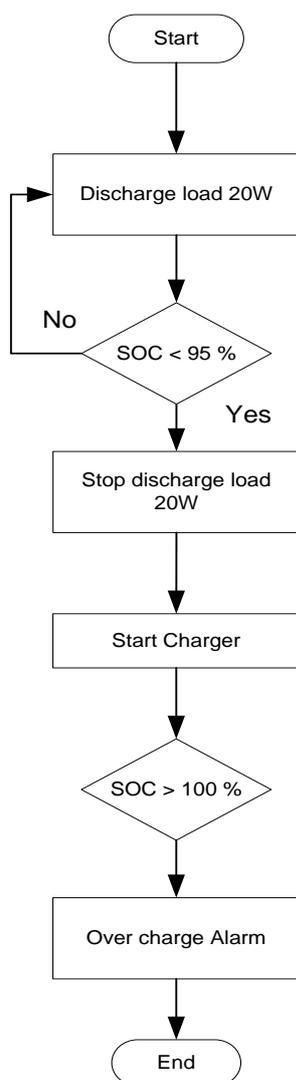
รูปที่ 4.28 ผลการทดสอบการควบคุมป้องกันการคายประจุเกิน



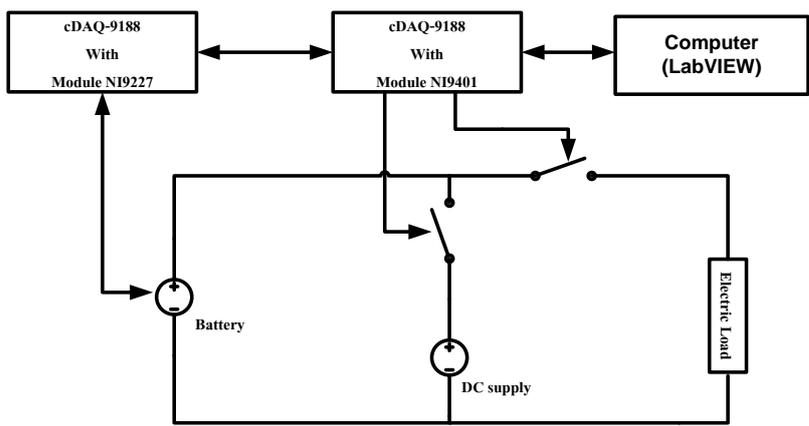
รูปที่ 4.29 แสดงการแจ้งเตือนที่หน้าจอแสดงผลเมื่อแบตเตอรี่คายประจุเกินที่กำหนด

4.7 ผลการทดสอบการควบคุมป้องกันการอัดประจุเกินของแบตเตอรี่ด้วยโปรแกรม LabVIEW

การทดสอบการควบคุมป้องกันการอัดประจุเกิน เป็นการทดสอบการควบคุมการคายประจุของแบตเตอรี่ว่าเป็นไปตามที่กำหนดตามเงื่อนไขที่ออกแบบไว้หรือไม่ เพื่อป้องกันไม่ให้แบตเตอรี่ทำงานในภาวะที่อันตราย โดยจะทำการทดสอบตามโฟลว์ชาร์ตในรูปที่ 4.30

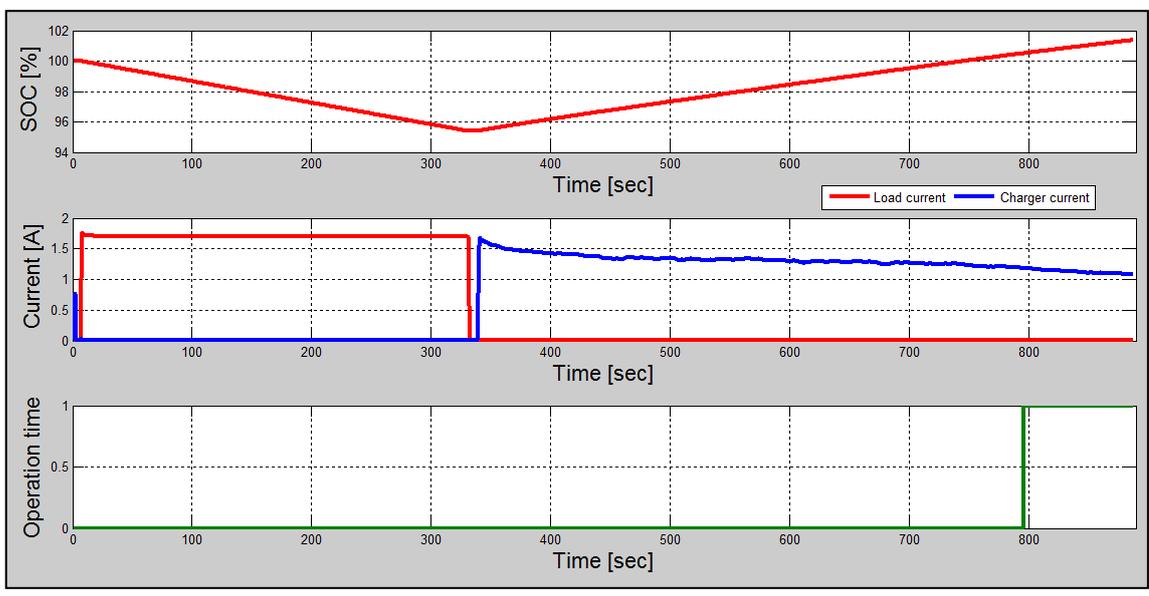


รูปที่ 4.30 โฟลว์ชาร์ตเงื่อนไขการทดสอบการควบคุมป้องกันการอัดประจุเกิน

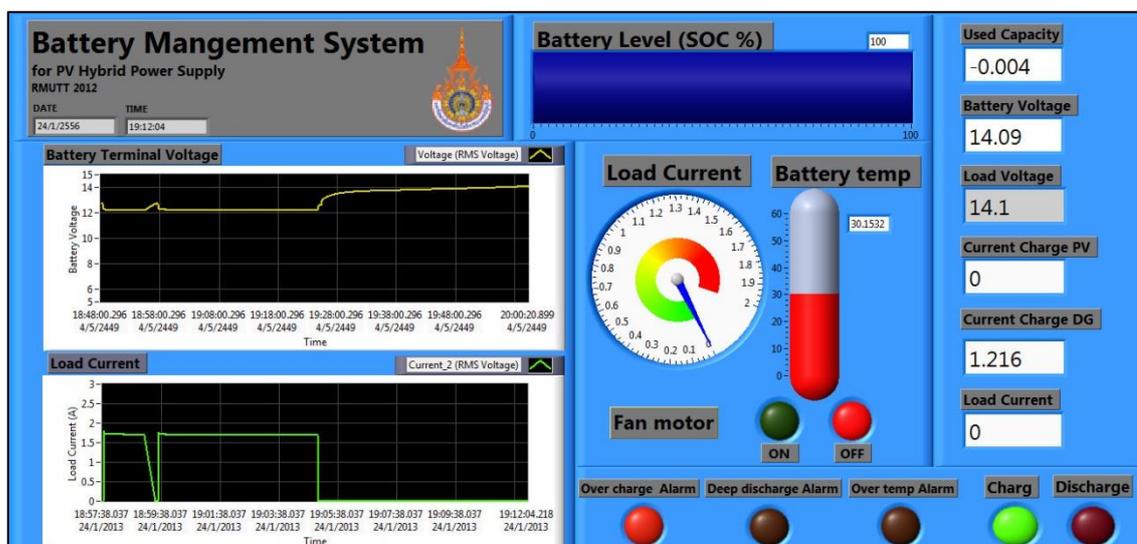


รูปที่ 4.31 วงจรการทดสอบการควบคุมการอัดประจุเกิน

ผลการทดสอบการจัดการการควบคุมป้องกันการคายอัดประจุเกินเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยจะเห็นได้จากกราฟแสดงผลการทดลองที่ 4.32 เมื่อแบตเตอรี่อัดประจุจนถึงค่า SOC มากกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ ระบบจะแจ้งเตือนเพื่อให้ผู้ใช้งานรับรู้และทำการแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว ในกรณีที่ระบบการควบคุมการอัดประจุไม่สามารถตัดการทำงานของเครื่องอัดประจุและเซลล์แสงอาทิตย์ออกจากระบบได้



รูปที่ 4.32 ผลการทดสอบการควบคุมป้องกันการอัดประจุเกินกำหนด



รูปที่ 4.33 แสดงการแจ้งเตือนที่หน้าจอแสดงผลเมื่อแบตเตอรี่อัดประจุเกิน

4.8 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ได้ในบทนี้จะสามารถสรุปโดยแบ่งเป็นหัวข้อได้ดังนี้

4.4.1) การทดสอบเพื่อหาค่าสถานะประจุของแบตเตอรี่ ในหัวข้อที่ 4.1 เป็นผลการจำลองสถานะประจุของแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด ด้วยโปรแกรม MatLab/Simulink โดยใช้แบตเตอรี่โมเดลในโปรแกรมเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับสถานะประจุ ที่คำนวณด้วยโปรแกรม LabVIEW จากผลการทดลองที่ได้พบว่าเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดสูงสุดของค่า SOC อยู่ที่ 8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกิดจากค่าประจุเริ่มต้นของแบตเตอรี่จริงที่นำมาทดลองในระบบมีค่าความจุที่แท้จริงอยู่ประมาณ 5.3 แอมแปร์-ชั่วโมง เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการจำลองด้วยแบตเตอรี่โมเดลที่ความจุ 5.5 แอมแปร์-ชั่วโมง จึงทำให้เกิดความผิดพลาดเกิดขึ้น ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการคำนวณค่า SOC ด้วยสมการในทฤษฎีโดยใช้หลักการคูลอมป์เคาท์ติ้งมีค่าใกล้เคียงกับค่า SOC ที่ได้จากการวัดค่าสัญญาณทางไฟฟ้าแล้วนำมาคำนวณด้วยสมการคูลอมป์เคาท์ติ้งโดยใช้โปรแกรม LabVIEW และในหัวข้อที่ 4.2 เป็นผลการจำลองสถานะประจุของแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด ด้วยเครื่องควบคุมการอัดประจุและคายประจุแบตเตอรี่ เพื่อนำผลการทดลองมาเปรียบเทียบกับสถานะประจุที่คำนวณด้วยโปรแกรม LabVIEW ผลการทดลองที่ได้พบว่าเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดสูงสุดของค่า SOC อยู่ที่ 11 เปอร์เซ็นต์ อันเนื่องมาจากค่ากระแสจากการวัดไม่เท่ากันจึงทำให้ค่าผิดพลาดสูง

4.4.2) การทดสอบการทำงานของระบบควบคุม เตือนภัย และแสดงผล เป็นการทดสอบการทำงานของระบบว่าเป็นไปตามเงื่อนไขการออกแบบหรือไม่ จากผลการทดลองที่ได้จะเห็นว่าระบบสามารถทำงานตามเงื่อนไขต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องตามหัวข้อการทดสอบดังนี้

- การทดสอบการควบคุมการประจุจากเซลล์แสงอาทิตย์
- การทดสอบการควบคุมอุณหภูมิ
- การทดสอบการควบคุมป้องกันการคายประจุเกิน
- การทดสอบการควบคุมป้องกันการอัดประจุเกิน

จากผลการทดลองดังที่กล่าวมาพบว่าระบบการจัดการแบตเตอรี่ที่ออกแบบสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในระบบแบตเตอรี่ที่ใช้ในระบบพลังงานทดแทนได้