บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการออกแบบระบบการจัดการสภาวะประจุและคายประจุแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรดในระบบพลังงานทดแทน โดยประยุกต์หลักการการนับประจุหรือคูลอมป์เคาท์ติ้งในการหาค่าสภาวะประจุแบบทันเวลา และทำการจำลองการประมาณค่าสภาวะประจุจากหลักการคูลอมป์เคาท์ติ้งด้วยโปรแกรม MatLab/Simulink ด้วยแบตเตอรี่โมเดลแบบพลวัตร เพื่อเป็นการพิสูจน์การคำนวณค่าสภาวะประจุในทางทฤษฎีเปรียบเทียบกับการคำนวณการหาค่าสภาวะประจุที่ได้จากค่าพารามิเตอร์ที่วัดได้แบบทันเวลาด้วยโปรแกรม LabVIEW และทดสอบการหาค่าสภาวะประจุจากเครื่องควบคุมการอัดและคายประจุ MTB เปรียบเทียบกับการคำนวณการหาค่าสภาวะประจุที่ได้จากค่าพารามิเตอร์ที่วัดได้แบบทันเวลาด้วยโปรแกรม LabVIEW เพื่อเป็นการพิสูจน์การคำนวณค่าสภาวะประจุกับระบบที่มีใช้อยู่ในท้องตลาด ว่าสามารถนำมาประยุกต์ใช้หลักการนี้เพื่อการออกแบบระบบการจัดการสภาวะประจุและคายประจุแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรดในระบบพลังงานทดแทนได้หรือไม่

จากปัจจัยที่ทำให้แบตเตอรี่เสื่อมสภาพเห็นได้ว่าจำเป็นต้องมีการควบคุม แสดงผลและเก็บข้อมูลการทำงานในสภาวะการอัดประจุ การคายประจุ และอุณหภูมิใช้งานของแบตเตอรี่เพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบและอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ได้ โดยระบบการควบคุมทั้งหมดจะออกแบบด้วยโปรแกรม LabVIEW ทำงานร่วมกับโมดูลในการวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เพื่อนำมาคำนวณหาค่าสภาวะประจุและควบคุมการทำงานในส่วนต่าง ๆ ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองในส่วนต่าง ๆ ได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1สรุปผลการจำลองค่าSOCด้วยหลักการคูลอมป์เคาท์ติ้งในโปรแกรมMatLab/Simulink ผลการจำลองที่ได้แสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะของแบตเตอรี่โมเดลตามทฤษฎี ช่วยให้สามารถวิเคราะห์การทำงานในช่วงของการคายประจุและประจุในเบื้องต้นได้ จากนั้นจะนำผลของการจำลองค่า SOC ในโปรแกรม MatLab/Simulink มาเปรียบเทียบกับค่า SOC จากการคำนวณด้วยโปรแกรม LabVIEWซึ่งผลการจำลองพบว่าในช่วงของการคายประจุแบตเตอรี่โมเดลใน MatLab/Simulink สามารถคายประจุได้นานกว่าแบตเตอรี่จากการทดลองแบตเตอรี่ในระบบจริงจากโปรแกรม LabVIEW ก่อนถึงค่า SOC สุดท้ายที่กำหนดโดยค่าความผิดพลาดสูงสุดจะอยู่ที่ 8 เปอร์เซ็นต์

5.1.2 สรุปผลการจำลองค่า SOC ด้วยหลักการคูลอมป์เคาท์ติ้งของเครื่องควบคุมการอัดและคายประจุแบตเตอรี่ผลการจำลองที่ได้แสดงให้เห็นถึงผลการคำนวณค่า SOC แบบทันเวลาที่มีใช้อยู่ในท้องตลาดเปรียบเทียบความถูกต้องกับค่า SOC จากการคำนวณด้วยโปรแกรม LabVIEW ด้วยหลักการคูลอมป์เคาท์ติ้ง ซึ่งผลการทดสอบที่ได้มีค่าความผิดพลาดสูงสุดอยู่ที่ 11 เปอร์เซ็นต์ อันเนื่องมาจากการวัดค่ากระแสของทั้งสองระบบมีความคลาดเคลื่อน

จากผลการทดสอบเปรียบเทียบค่า SOC ของทั้งสามระบบพบว่าผลการทดลองทั้งหมดมีผลที่สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันจึงสามารถนำวิธีการนับประจุ หรือ คูลอมป์เคาท์ติ้ง ไปออกแบบประยุกต์ใช้ในระบบการจัดการสภาวะการประจุและคายประจุของแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรดที่ใช้ในระบบพลังงานทดแทนแบบทันเวลาด้วยโปรแกรม LabVIEW ได้

5.1.3 สรุปผลการทดสอบระบบควบคุมและป้องกัน ในส่วนการควบคุมและป้องกันจะแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ส่วนคือ

1) การควบคุมการอัดและคายประจุจากเซลล์แสงอาทิตย์ ผลการทดลองที่ได้ถูกต้องตามที่กำหนดไว้ คือเซลล์แสงอาทิตย์ทำหน้าที่จ่ายโหลดอยู่ตลอดเพื่อเป็นการใช้พลังงานทดแทนให้ได้มากที่สุดและทำการอัดประจุให้กับแบตเตอรี่ และเมื่อถึงสภาวะที่แบตเตอรี่ประจุเต็มแล้วก็จะตัดวงจรการอัดประจุออกจากแบตเตอรี่เพื่อป้องกันการประจุเกิน

2) การควบคุมอุณหภูมิ ผลการทดลองที่ได้ถูกต้องตามที่กำหนดไว้ คือเมื่อแบตเตอรี่มีอุณหภูมิโดยรอบสูงถึง 35 องศาเซลเซียสพัดลมระบายอากาศสามารถทำงานได้ตามที่กำหนด และเมื่ออุณหภูมิยังคงสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องระบบมีการตัดการจ่ายโหลดและแจ้งเตือนผู้ใช้งานในทันที ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ เพื่อป้องกันการทำงานในสภาวะอันตรายของแบตเตอรี่

3) การป้องกันการคายประจุเกินกำหนด ผลการทดลองที่ได้ถูกต้องตามที่กำหนดไว้ คือเมื่อแบตเตอรี่มีการคายประจุต่ำกว่าความจุที่กำหนด หรือมีค่า SOC เท่ากับ 0 เปอร์เซ็นต์ (โดยกำหนดค่าความจุไว้ที่ 60 เปอร์เซ็นต์ของความจุที่กำหนดโดยผู้ผลิต) ระบบมีการตัดการจ่ายโหลดและแจ้งเตือนผู้ใช้งานในทันที ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ เพื่อป้องกันการทำงานในสภาวะอันตรายของแบตเตอรี่

4) การป้องกันการอัดประจุเกินกำหนด ผลการทดลองที่ได้ถูกต้องตามที่กำหนดไว้ คือเมื่อแบตเตอรี่มีการอัดประจุมากกว่าความจุที่กำหนด หรือมีค่า SOC เกิน 100 เปอร์เซ็นต์ ระบบมีการตัดการจ่ายโหลดและแจ้งเตือนผู้ใช้งานในทันที ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ เพื่อป้องกันการทำงานในสภาวะอันตรายของแบตเตอรี่

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการกำหนดค่า SOC เริ่มต้นต้องมีความแม่นยำ จึงจะทำให้ระบบคำนวณค่า SOC เพื่อนำไปสู่การป้องกันและควบคุมได้อย่างถูกต้อง

5.2.2 ระบบฮาร์ดแวร์ของชุดควบคุมควรออกแบบให้มีความยืดหยุ่นสามารถนำไปใช้กับแบตเตอรี่ขนาดได้ก็ได้