สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง V
สารบัญภาพ VI

บทที่ หน้า

1 บทนำ
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3
1.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย 3
1.4 คำถามการวิจัย 3
1.5 สมมติฐานการวิจัย 4
1.6 ขอบเขตของการวิจัย 4
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
1.8 นิยามศัพท์ 4

2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2.1 แนวคิด 6
2.2 ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย 7
2.3 ลักษณะระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ 8
2.4 เซลล์แสงอาทิตย์หรือโซลาร์เซลล์ 10
2.5 ทฤษฎีเซลล์แสงอาทิตย์ 16
2.6 อินเวอร์เตอร์ 19
2.7 รถไฟฟ้า 21
2.8 สถานการณ์รถไฟฟ้าโลกและไทย 23
2.9 การอัดประจุไฟฟ้าสำหรับรถไฟฟ้า 28
2.10 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับรถไฟฟ้า 32
2.11 แบตเตอรี่รถไฟฟ้า 37
2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 41

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	ระเบียบวิธีวิจัย	
	3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	45
	3.2 ขั้นตอนการดำเนินการการวิจัย	45
	3.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย	46
	3.4 เครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือ	46
	3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล	46
	3.6 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล	49
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
	4.1 กรณีที่ 1 ไม่มีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาและการชาร์จรถไฟฟ้า	58
	4.2 กรณีที่ 2 ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาแบบสมดุล จำนวน 15 แผง ที่มีกำลังการผลิตติดตั้งเท่ากับ 3.9 kW ไม่เกิน 15% ของขนาดพิกัดหม้อแปลง	59
	4.3 กรณีที่ 3 ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาแบบสมดุล จำนวน 23 แผง ที่มีกำลังการผลิตติดตั้งเท่ากับ 5.98 kW เพื่อหาขนาดกำลังผลิตติดตั้งสูงสุดในขณะที่ไม่มีโหลดบ้านพักอาศัยและมีโหลดบ้านพักอาศัย	61
	4.4 กรณีที่ 4 จำนวนรถไฟฟ้าที่สามารถชาร์จได้ในแต่ละช่วงเวลา	87
	4.5 กรณีที่ 5 ช่วงเวลาที่สามารถชาร์จรถไฟฟ้าได้มากที่สุด	95
	4.6 กรณีที่ 6 ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาพร้อมกับการชาร์จรถไฟฟ้า	98
	4.7 กรณีที่ 7 ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาเพื่อหาช่วงเวลาที่สามารถชาร์จรถไฟฟ้าได้มากที่สุด	104
5	สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
	5.1 สรุปผลการวิจัย และการอภิปรายผล	121
	5.2 ข้อเสนอแนะ	132
	บรรณานุกรม	133
	ภาคผนวก	135
	ประวัติผู้วิจัย	140

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ค่าแฟกเตอร์ผลของไดโอด	17
2.2	สรุปสถานการณ์ด้านนโยบายในแต่ละประเทศ	26
2.3	เต้าเสียบและเต้ารับแบบกระแสสลับ ชนิด 1 และชนิด 2	32
2.4	เต้าเสียบและเต้ารับแบบกระแสตรง และแบบรวมกระแสสลับ/กระแสตรง	32
2.5	ชนิดของแบตเตอรี่ที่ใช้ในรถไฟฟ้าของบริษัทผู้ผลิตรถยนต์	38
2.6	ค่าพลังงานที่ระบุของแหล่งพลังงานที่แตกต่างกัน	40
5.1	แสดงจำนวนรถไฟฟ้า % ของขนาดพิกัดหม้อแปลง และ% ของบ้านที่ใช้ในการทดลองเมื่อมีการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลาต่าง ๆ	124
5.2	แสดงจำนวนรถไฟฟ้า % ของขนาดพิกัดหม้อแปลง และ % ของบ้านที่ใช้ในการทดลอง เมื่อมีการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับการชาร์จรถไฟฟ้า	127
5.3	แสดงจำนวนรถไฟฟ้าเมื่อมีการชาร์จรถไฟฟ้าร่วมกับการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาในช่วงเวลาที่สามารถชาร์จรถได้มากที่สุด	127
5.4	สรุปผลการทดลอง กรณีศึกษาที่ 1-3	129
5.5	สรุปผลการทดลอง กรณีศึกษาที่ 4-7	130

สารบัญภาพ

ภาพประกอบที่		หน้า
1.1	ปริมาณพลังงานขั้นสุดท้าย ปี 2561	1
1.2	สถานการณ์และคุณภาพอากาศประเทศไทย ปี 2562	2
2.1	แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดปี	8
2.2	การผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์	9
2.3	เซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaic Cell)	10
2.4	หลักการทำงานของโซลาร์เซลล์	11
2.5	เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว	12
2.6	การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว	13
2.7	เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกรวม	13
2.8	เซลล์แสงอาทิตย์แบบอะมอร์ฟัส	14
2.9	แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของเดือนต่าง ๆ	15
2.10	วงจรสมมูลของเซลล์แสงอาทิตย์	17
2.11	อินเวอร์เตอร์ แบบออฟกริด	19
2.12	อินเวอร์เตอร์ แบบออนกริด	19
2.13	อินเวอร์เตอร์ แบบไฮบริด	20
2.14	ประเภทรถไฟฟ้า	21
2.15	สถานการณ์รถไฟฟ้าโลก (BEV และ PHEV)	24
2.16	แนวโน้มการใช้รถไฟฟ้าประเภท BEV สะสมของประเทศไทย	25
2.17	การอัดประจุไฟฟ้าผ่านตัวนำ	29
2.18	การอัดประจุไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ	30
2.19	สถานีสับเปลี่ยนแบตเตอรี่สำหรับรถไฟฟ้า	31
2.20	การอัดประจุไฟฟ้า โหมด 1	34
2.21	การอัดประจุไฟฟ้า โหมด 2	34
2.22	การอัดประจุไฟฟ้า โหมด 3	35
2.23	การอัดประจุไฟฟ้า โหมด 4	36
2.24	รูปแบบการอัดประจุไฟฟ้า กรณี เอ	36
2.25	รูปแบบการอัดประจุไฟฟ้า กรณี บี	37
2.26	รูปแบบการอัดประจุไฟฟ้า กรณี ซี	37
3.1	หมู่บ้านพักอาศัยที่ทำการวิจัย	46
3.2	การเก็บบันทึกข้อมูลโหลดของบ้านพักอาศัย	47

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบที่		หน้า
3.3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโหลดที่อยู่อาศัยสำหรับวันทำงาน กับวันหยุดเทียบกับเวลา	47
3.4	อินเวอร์เตอร์ที่ใช้ในการวิจัย (ก) และข้อมูลคุณสมบัติอินเวอร์เตอร์ (ข)	48
3.5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการผลิตไฟฟ้า จากเซลล์แสงอาทิตย์เทียบกับเวลา	48
3.6	โมเดลรถไฟฟ้านิสสัน ลีฟ	49
3.7	กราฟแสดงค่ากำลังไฟฟ้าขณะทำการชาร์จรถไฟฟ้า ใช้กำลังไฟฟ้าในการชาร์จไฟประมาณ 3,300 - 3,500 W	49
3.8	แบบจำลองบ้านพักอาศัยที่มีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้า จากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาในโปรแกรมดิกไซเรน	50
3.9	สัญลักษณ์หม้อแปลงระบบจำหน่าย (ก) และข้อมูลค่าพารามิเตอร์ในโปรแกรมดิกไซนเรน (ข)	50
3.10	สัญลักษณ์สาย (ก) และข้อมูลค่าพารามิเตอร์ ในโปรแกรมดิกไซนเรน (ข)	51
3.11	สัญลักษณ์เซลล์แสงอาทิตย์ (ก) และข้อมูลค่าพารามิเตอร์ ในโปรแกรมดิกไซนเรน (ข)	51
3.12	สัญลักษณ์โหลดบ้าน (ก) และข้อมูลค่าพารามิเตอร์ ในโปรแกรมดิกไซนเรน (ข)	52
3.13	สัญลักษณ์โหลดรถไฟฟ้า (ก) และข้อมูลค่าพารามิเตอร์ ในโปรแกรมดิกไซนเรน (ข)	52
3.14	แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ไม่มีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ติดตั้งบนหลังคาและการชาร์จรถไฟฟ้า กรณีที่ 1	53
3.15	แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ติดตั้งบนหลังคาแบบสมดุล กรณีที่ 2 จำนวน 9 หลัง	53
3.16	แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา แบบสมดุล เพื่อหาขนาดกำลังผลิตติดตั้งสูงสุด กรณีที่ 3	54
3.17	แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย เพื่อหาจำนวนรถไฟฟ้าที่สามารถชาร์จได้ กรณีที่ 4	54

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบที่		หน้า
3.18	แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย เพื่อหาช่วงเวลาที่สามารถชาร์จรถไฟฟ้าได้มากที่สุด กรณีที่ 5	55
3.19	แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา เพื่อหาจำนวนรถไฟฟ้าที่สามารถชาร์จได้ กรณีที่ 6.1	55
3.20	แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา เพื่อหาจำนวนรถไฟฟ้าที่สามารถชาร์จได้ กรณีที่ 6.2	56
3.21	แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา เพื่อหาช่วงเวลาที่สามารถชาร์จรถไฟฟ้าได้มากที่สุด กรณีที่ 7.1	56
3.22	แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา เพื่อหาช่วงเวลาที่สามารถชาร์จรถไฟฟ้าได้มากที่สุด กรณีที่ 7.2	57
4.1	แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ไม่มีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ติดตั้งบนหลังคาและการชาร์จรถไฟฟ้า กรณีที่ 1	58
4.2	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ใช้โหลดในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 1 วันทำงาน	58
4.3	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ใช้โหลดในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 1 วันหยุด	59
4.4	แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ติดตั้งบนหลังคาแบบสมดุล กรณีที่ 2 จำนวน 9 หลัง	59
4.5	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ใช้โหลดในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 2 วันทำงาน	60
4.6	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ใช้โหลดในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 2 วันหยุด	60
4.7	แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 3 หลัง	61
4.8	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ขณะไม่มีโหลดบ้านพักอาศัย ในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 3 หลัง	61

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบที่		หน้า
4.9	แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 6 หลัง	62
4.10	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ขณะไม่มีโหลดบ้านพักอาศัย ในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 6 หลัง	62
4.11	แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 9 หลัง	63
4.12	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ขณะไม่มีโหลดบ้านพักอาศัย ในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 9 หลัง	63
4.13	แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 12 หลัง	64
4.14	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ขณะไม่มีโหลดบ้านพักอาศัย ในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 12 หลัง	64
4.15	แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 15 หลัง	65
4.16	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ขณะไม่มีโหลดบ้านพักอาศัย ในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 15 หลัง	65
4.17	แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 18 หลัง	66
4.18	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ขณะไม่มีโหลดบ้านพักอาศัย ในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 18 หลัง	66
4.19	แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 21 หลัง	67
4.20	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ขณะไม่มีโหลดบ้านพักอาศัย ในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 21 หลัง	67

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบที่ หน้า

4.21 แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 24 หลัง 68

4.22 ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ขณะไม่มีโหลดบ้านพักอาศัย ในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 24 หลัง 68

4.23 แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 3 หลัง วันทำงาน 69

4.24 ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ใช้โหลดในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 3 หลัง วันทำงาน 69

4.25 แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 6 หลัง วันทำงาน 70

4.26 ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ใช้โหลดในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 6 หลัง วันทำงาน 70

4.27 แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 9 หลัง วันทำงาน 71

4.28 ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ใช้โหลดในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 9 หลัง วันทำงาน 71

4.29 แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 12 หลัง วันทำงาน 72

4.30 ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ใช้โหลดในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 12 หลัง วันทำงาน 72

4.31 แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 15 หลัง วันทำงาน 73

4.32 ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ใช้โหลดในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 15 หลัง วันทำงาน 73

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบที่ หน้า

4.33 แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 18 หลัง วันทำงาน 74

4.34 ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ใช้โหลดในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 18 หลัง วันทำงาน 74

4.35 แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 21 หลัง วันทำงาน 75

4.36 ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ใช้โหลดในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 21 หลัง วันทำงาน 75

4.37 แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 24 หลัง วันทำงาน 76

4.38 ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ใช้โหลดในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 24 หลัง วันทำงาน 76

4.39 แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 27 หลัง วันทำงาน 77

4.40 ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ใช้โหลดในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 27 หลัง วันทำงาน 77

4.41 แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 3 หลัง วันหยุด 78

4.42 ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ใช้โหลดในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 3 หลัง วันหยุด 78

4.43 แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 6 หลัง วันหยุด 79

4.44 ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ใช้โหลดในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 6 หลัง วันหยุด 79

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบที่ หน้า

4.45 แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 9 หลัง วันหยุด 80

4.46 ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ใช้โหลดในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 9 หลัง วันหยุด 80

4.47 แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 12 หลัง วันหยุด 81

4.48 ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ใช้โหลดในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 12 หลัง วันหยุด 81

4.49 แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 15 หลัง วันหยุด 82

4.50 ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ใช้โหลดในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 15 หลัง วันหยุด 82

4.51 แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 18 หลัง วันหยุด 83

4.52 ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ใช้โหลดในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 18 หลัง วันหยุด 83

4.53 แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 21 หลัง วันหยุด 84

4.54 ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ใช้โหลดในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 21 หลัง วันหยุด 84

4.55 แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 24 หลัง วันหยุด 85

4.56 ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ใช้โหลดในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 24 หลัง วันหยุด 85

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบที่		หน้า
4.57	แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา กรณีที่ 3 จำนวน 27 หลัง วันหยุด	86
4.58	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่ใช้โหลดในแต่ละช่วงเวลา กรณีที่ 3 จำนวน 27 หลัง วันหยุด	86
4.59	แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย เพื่อหาจำนวนรถไฟฟ้าที่สามารถชาร์จได้ กรณีที่ 4	87
4.60	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา 00.00-06.00 น. กรณีที่ 4.1 วันทำงาน	87
4.61	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา 00.00-06.00 น. กรณีที่ 4.1 วันทำงาน เกินจำนวนรถไฟฟ้าที่ชาร์จได้	88
4.62	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา 06.00-12.00 น. กรณีที่ 4.2 วันทำงาน	88
4.63	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา 06.00-12.00 น. กรณีที่ 4.2 วันทำงาน เกินจำนวนรถไฟฟ้าที่ชาร์จได้	89
4.64	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา 12.00-18.00 น. กรณีที่ 4.3 วันทำงาน	89
4.65	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา 12.00-18.00 น. กรณีที่ 4.3 วันทำงาน เกินจำนวนรถไฟฟ้าที่ชาร์จได้	90
4.66	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา 18.00-00.00 น. กรณีที่ 4.4 วันทำงาน	90
4.67	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา 18.00-00.00 น. กรณีที่ 4.4 วันทำงาน เกินจำนวนรถไฟฟ้าที่ชาร์จได้	91
4.68	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา 00.00-06.00 น. กรณีที่ 4.1 วันหยุด	91
4.69	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา 00.00-06.00 น. กรณีที่ 4.1 วันหยุด เกินจำนวนรถไฟฟ้าที่ชาร์จได้	92
4.70	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา 06.00-12.00 น. กรณีที่ 4.2 วันหยุด	92
4.71	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา 06.00-12.00 น. กรณีที่ 4.2 วันหยุด เกินจำนวนรถไฟฟ้าที่ชาร์จได้	93

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบที่		หน้า
4.72	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา 12.00-18.00 น. กรณีที่ 4.3 วันหยุด	93
4.73	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา 12.00-18.00 น. กรณีที่ 4.3 วันหยุด เกินจำนวนรถไฟฟ้าที่ชาร์จได้	94
4.74	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา 18.00-00.00 น. กรณีที่ 4.4 วันหยุด	94
4.75	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา 18.00-00.00 น. กรณีที่ 4.4 วันหยุด เกินจำนวนรถไฟฟ้าที่ชาร์จได้	95
4.76	แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย เพื่อหาช่วงเวลาที่สามารถชาร์จรถไฟฟ้าได้มากที่สุด กรณีที่ 5	95
4.77	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา กรณีที่ 5 วันทำงาน	96
4.78	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา กรณีที่ 5 วันหยุด	97
4.79	แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา เพื่อหาจำนวนรถไฟฟ้าที่สามารถชาร์จได้ กรณีที่ 6.1	98
4.80	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา 06.00-12.00 น. กรณีที่ 6.1 วันทำงาน	98
4.81	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา 12.00-18.00 น. กรณีที่ 6.1 วันทำงาน	99
4.82	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา 06.00-12.00 น. กรณีที่ 6.1 วันหยุด	100
4.83	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา 12.00-18.00 น. กรณีที่ 6.1 วันหยุด	100
4.84	แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา เพื่อหาจำนวนรถไฟฟ้าที่สามารถชาร์จได้ กรณีที่ 6.2	101
4.85	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา 06.00-12.00 น. กรณีที่ 6.2 วันทำงาน	101

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบที่		หน้า
4.86	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา 12.00-18.00 น. กรณีที่ 6.2 วันทำงาน	102
4.87	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา 06.00-12.00 น. กรณีที่ 6.2 วันหยุด	103
4.88	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา 12.00-18.00 น. กรณีที่ 6.2 วันหยุด	103
4.89	แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา เพื่อหาช่วงเวลาที่สามารถชาร์จรถไฟฟ้าได้มากที่สุด กรณีที่ 7.1	104
4.90	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา กรณีที่ 7.1 วันทำงาน	106
4.91	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา กรณีที่ 7.1 วันหยุด	109
4.92	แบบจำลองระบบจำหน่ายบ้านพักอาศัย ที่ทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา เพื่อหาช่วงเวลาที่สามารถชาร์จรถไฟฟ้าได้มากที่สุด กรณีที่ 7.2	110
4.93	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา กรณีที่ 7.2 วันทำงาน	115
4.94	ลักษณะแรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลา กรณีที่ 7.2 วันหยุด	119
5.1	ความสัมพันธ์ของโหลดในวันทำงานและวันหยุด	121
5.2	ความสัมพันธ์ของกำลังผลิตติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้า จากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา ขนาด 3.9 kW และ 5.98 kW ในวันทำงานและวันหยุด	122
5.3	ความสัมพันธ์ของโหลดที่มีการชาร์จรถไฟฟ้าในช่วงเวลาต่าง ๆ ในวันทำงานและวันหยุด	123
5.4	ความสัมพันธ์ของโหลด เมื่อมีการชาร์จรถไฟฟ้า ในช่วงเวลาที่สามารถชาร์จได้มากที่สุด ในวันทำงานและวันหยุด	125
5.5	ความสัมพันธ์เมื่อมีการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ร่วมกับการชาร์จรถไฟฟ้าวันทำงานและวันหยุด	126