กิตติกรรมประกาศ

คณะนักวิจัยขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ให้โอกาสในการทำวิจัยรวมทั้งสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยในครั้งนี้

คณะผู้จัดทำ
20 สิงหาคม 2557

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ขั้นตอนการศึกษา	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์	4
2.2 หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องมือวัด	12
2.3 อุปกรณ์ FiO board Std และ RapidStm32 Blockset	16
2.4 โปรแกรม MATLAB	19
2.5 ระบบการวัด การแสดงผลและ การบันทึก	22
2.6 **Solid State Relay (Carlo Gavazzi)**	23
2.7 สรุป	24
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 แผนการดำเนินงาน	25
3.2 การออกแบบโครงงาน	26
3.2.1 การตรวจจับสัญญาณแรงดันไฟฟ้า	28
3.2.2 การตรวจจับสัญญาณกระแสไฟฟ้า	32
3.2.3 อุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิ	35
3.2.4 วงจรควบคุมมอเตอร์ใช้สำหรับกรณีมอเตอร์ฉีดน้ำ	38
3.2.5 วงจรเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นความถี่	39
3.2.6 การออกแบบโปรแกรมการทำงานของอุปกรณ์ FiO Board Std	40
3.3 วิธีทดสอบ	44
3.3.1 ทดสอบแรงดันไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์	46
3.3.2 ทดสอบกระแสไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์	46
3.3.3 ทดสอบอุณหภูมิ	47
3.4 สรุป	50

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลอง
4.1 ผลการทดสอบแรงดันไฟฟ้าขณะเปิดวงจรของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 51
4.2 ผลการทดสอบกระแสไฟฟ้าขณะลัดวงจรของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 53
4.3 ผลการทดสอบอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 55
4.4 การทดสอบหา VI Curve ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 56
4.5 โฟโตโวลตาอิกขนาด 10 kWp ที่ใช้การทำความสะอาดแผงและระบายความร้อน 57
4.6 หน้าปัดการแสดงผลของอินเวอร์เตอร์ 58
4.7 กราฟแสดงค่าแรงดันไฟฟ้า 62
4.8 กราฟแสดงค่ากำลังไฟฟ้า 62
4.9 กราฟแสดงค่ากระแสไฟฟ้า 63
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง
5.1 สรุปผลการทดลอง 64
5.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนา 65
เอกสารอ้างอิง 66
ภาคผนวก
ก. Data Sheets 67
ข. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้รับตีพิมพ์ 91

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 การตอบสนองแรงดันผิดปกติ	25
3.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของ Thermocouple (Vin milli Volts)	37
4.1 ความคลาดเคลื่อนของแรงดันไฟฟ้าขณะเปิดวงจรของแผงเซลล์แสงอาทิตย์	52
4.2 ตารางความคลาดเคลื่อนของกระแสไฟฟ้าขณะลัดวงจรของแผงเซลล์แสงอาทิตย์	54
4.3 ตารางความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิ	55

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบอิสระ	3
2.2 ระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้า	4
2.3 ระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับโหลดโดยตรง	4
2.4 โครงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบซิลิกอน	5
2.5 ความยาวคลื่นของแสงอาทิตย์ที่มีมีผลต่อธาตุต่างๆที่นำมาทำเซลล์แสงอาทิตย์1	5
2.6 ความยาวคลื่นของแสงอาทิตย์ที่มีมีผลต่อธาตุต่างๆที่นำมาทำเซลล์แสงอาทิตย์ 2	6
2.7 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอน	6
2.8 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกโพลีซิลิกอน	7
2.9 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิกอน	7
2.10 การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์	8
2.11 วงจรเทียบการทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขณะที่ต่ออยู่กับโหลด	9
2.12 วงจรเทียบการทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขณะที่ Open Circuit	9
2.13 เส้นโค้งกำลังไฟฟ้าและจุดกำลังไฟฟ้าสูงสุด (MPP)	10
2.14 โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า	13
2.15 โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า	14
2.16 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบไม่มีโหลด (Unloaded Voltage Divider)	15
2.17 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีโหลด (Loaded Voltage Divider)	15
2.18 อุปกรณ์ FiO board Std	16
2.19 RapidStm32 Blockset	16
2.20 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ FiO Board Std กับเครื่องคอมพิวเตอร์	17
2.21 การตั้งค่าสวิตช์1 (Switch1) และ จัมเปอร์ (Jumper1,Jumper2,Jumper3)	18
2.22 การตรวจพบอุปกรณ์ FiO Board Std กับคอมพิวเตอร์	18
2.23 อุปกรณ์ FiO Board Std ไม่สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ได้	19
2.24 โปรแกรม MATIAB	19
2.25 หน้าของ Simulink Library Browser ในโปรแกรม MATLAB	22
2.26 โครงสร้างระบบวัดและแสดงผลพลังงานจากระบบผลิตไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์	23
2.27 Solid State Relay	24
2.28 Solid State Relay	24
3.1 บล็อกไดอะแกรม	26
3.2 วงจรการวัดแผงเซลล์แสงอาทิตย์	26
3.3 แผนผังการออกแบบโดยรวม	27
3.4 วงจรแบ่งแรงดัน หรือ Voltage Divider	28
3.5 แรงดันในตำแหน่งต่างๆของวงจร	28
3.6 แรงดันในตำแหน่งต่างๆของวงจร	29
3.7 แรงดันในตำแหน่งต่างๆของวงจร	29

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.8 กระแสและแรงดันในตำแหน่งต่างๆของวงจร	29
3.9 กระแสและแรงดันในตำแหน่งต่างๆของวงจร สำหรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous	30
3.10 อุปกรณ์วงจรแบ่งแรงดันที่ติดตั้งใช้งานจริง	30
3.11 แผนผังการทำงานของการตรวจจับสัญญาณแรงดันไฟฟ้า	31
3.12 อุปกรณ์รับรู้ ACS 711 KLCTR-12AB-T	32
3.13 อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณกระแสไฟฟ้าที่ติดตั้งใช้งานจริง	32
3.14 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิของ ACS711KLCTR-12AB-T	33
3.15 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิของ ACS711KLCTR-25AB-T	34
3.16 แผนผังการทำของการตรวจจับสัญญาณกระแสไฟฟ้า	35
3.17 National LM35	35
3.18 อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณอุณหภูมิที่ติดตั้งใช้งานจริง	36
3.19 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเทียบกับเวลาในย่าน 2°C ถึง 150°C	36
3.20 แผนผังการทำของการตรวจจับสัญญาณอุณหภูมิ	37
3.21 วงจรควบคุมมอเตอร์	38
3.22 ชุดบอร์ดควบคุมมอเตอร์	39
3.23 วงจรแปลงแรงดันเป็นความถี่	39
3.24 แผนผังการทำงานของโปรแกรม	40
3.25 หน้าจอการแสดงผลในเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรม MATLAB	41
3.26 โปรแกรมของตัวอุปกรณ์ FiO Board Std	42
3.27 โปรแกรมทางด้านเครื่องคอมพิวเตอร์	43
3.28 แบตเตอรี่สำรองพร้อมวงจรชาร์จ	43
3.29 อุปกรณ์รักษาระดับแรงดัน	44
3.30 การทดสอบชุดทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในสภาวะการทำงานกลางแจ้ง	44
3.31 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในการทดสอบ	45
3.32 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบกับชุดทดสอบที่สร้างขึ้น	45
3.33 การแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าจากเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรม MATLAB	46
3.34 การแสดงค่ากระแสไฟฟ้าจากเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรม MATLAB	46
3.35 การแสดงค่าอุณหภูมิจากเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรม MATLAB	47
3.36 บอร์ด Voltage Divider 60V	47
3.37 บอร์ด Voltage Divider 60V	48
3.38 บอร์ด แปลงสัญญาณกระแสตรงเป็นความถี่	48
3.39 บอร์ด แปลงสัญญาณกระแสตรงเป็นความถี่	48
3.40 วงจรแปลงสัญญาณกระแสตรงเป็นความถี่	49
3.41 วงจรแปลงสัญญาณกระแสตรงเป็นความถี่และวงจร Isolator	49

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.42 แผ่นวงจรแปลงสัญญาณกระแสตรงเป็นความถี่และวงจร Isolator	50
4.1 แรงดันไฟฟ้าที่เก็บค่าทุกๆ 5 นาที รวมเวลา 12 ชั่วโมง	51
4.2 กระแสไฟฟ้าที่เก็บค่าทุกๆ 5 นาที รวมเวลา 12 ชั่วโมง	53
4.3 อุณหภูมิที่เก็บค่าทุกๆ 10 นาที รวมเวลา 2 ชั่วโมง	55
4.4 VI Curve ที่ได้จากการทดสอบ	57
4.5 โฟโตโวลตาอิกขนาด 10 kWp ที่ใช้การทำความสะอาดแผงและระบายความร้อน	57
4.6 หน้าปัดการแสดงผลของอินเวอร์เตอร์	58
4.7 กราฟแสดงค่าแรงดันไฟฟ้า	62
4.8 กราฟแสดงค่ากำลังไฟฟ้า	63