สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	1.1 ที่มาและความสำคัญการวิจัย	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของการการวิจัย	3
	1.3 ขอบเขตของการการวิจัย	3
	1.4 วิธีดำเนินการวิจัย	3
	1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
	1.6 โครงสร้างงานวิจัย	5
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
	2.1 หลักการพื้นฐานของวงจร	6
	2.2 วงจรสวิตช์ด้วยเทคนิคแบบ PWM	15
	2.3 แหล่งจ่ายกำลังสวิตชิ่ง	21
	2.4 หลอดนีออน	32
	2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	39
	2.6 ตัวอย่างวงจรสร้างแรงดันไฟสูงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	41

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	การวิเคราะห์และการออกแบบวงจร	43
	3.1 การวิเคราะห์วงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์	43
	3.2 การหาค่าความเหนี่ยวนำที่เล็กที่สุดของวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์	48
	3.3 ค่าระลอกคลื่นของแรงดันไฟด้านออก	49
	3.4 การออกแบบวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์	50
	3.5 การเลือกใช้ตัวเหนี่ยวนำ	52
	3.6 การออกแบบวงจรขับเกต	53
	3.7 การออกแบบการสวิตช์ Flyback Convertes Switching โดยใช้ทรานซิสเตอร์	54
	3.8 ไดโอดความถี่สูง	56
	3.9 วงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ ในโหมดกระแสต่อเนื่องที่นำค่าได้จากการคำนวณมาจำลองหาค่าแรงดันไฟฟ้าด้านขาออกจากโปรแกรมคอมพิเตอร์	56
	3.10 การจำลองออกแบบและวิเคราะห์แรงดันและกระแสด้านเข้าและด้านออกของวงจรแปลงผันBoost Converter จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์	57
	3.11 การวิเคราะห์วงจรปลายแบ็ค	61
	3.12 การจำลองการออกแบบและวิเคราะห์แรงดันและกระแสด้านข้างและด้านออกของวงจรแปลงผัน Flyback Converter จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์	62
	3.13 การออกแบบการระบายความร้อน	67
	3.14 การวิเคราะห์วงจรสร้างสัญญาณควบคุม	70
	3.15 หลักการทำงานของวงจรสวิตชิ่ง	70
	3.16 วิธีควบคุมสัญญาณพัลส์และคาบเวลาเพื่อลดค่าแรงดัน	72
	3.17 ไอซีเบอร์ TL 494 สำหรับโหมดควบคุมจากแรงดัน	72
4	การทดลองและผลการทดลอง	78
	4.1 หลักการทำงานของวงจร	78
	4.2 คุณสมบัติในการทำงานของวงจร	79

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4.3 ขั้นตอนและวิธีการทดสอบการทำงานของวงจร	80
4.4 ผลการทดสอบค่าแรงดันไฟด้านเข้าและด้านออก เปรียบเทียบกับความยาวและเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดมือออบความยาว 1-5 ฟุต	80
4.5 การทดสอบวัดสัญญาณรูปคลื่นภายในส่วนต่าง ๆ	82
4.6 การทดสอบวัดสัญญาณ จุดที่ 1	83
4.7 การทดสอบวัดสัญญาณ จุดที่ 2	84
4.8 การทดสอบวัดสัญญาณ จุดที่ 3	86
4.9 การทดสอบวัดสัญญาณ จุดที่ 4	88
4.10 การทดสอบวัดสัญญาณ จุดที่ 5	89
4.11 การวิจารณ์ผลการทดลอง	91
5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	93
บทสรุป	93
ข้อเสนอแนะ	94
บรรณานุกรม	96
ภาคผนวก	98
ประวัติย่อผู้วิจัย	127

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1 แสดงวงจรบูสต์คอนเวนเตอร์	7
2.2 แสดงหลักการทำงานของวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์	7
(ก) วงจรเทียบเคียงการทำงานของวงจรบูสท์คอนเวอร์เตอร์	7
(ข) วงจรบูสท์คอนเวอร์เตอร์โดยมี MOSFET เป็นอุปกรณ์วงสวิตช์	7
2.3 แสดงวงจรบูสท์คอนเวอร์เตอร์ที่ สวิตช์ Q ทำงาน แต่ไดโอด D ไม่ทำงาน	8
2.4 แสดงวงจรบูสท์คอนเวอร์เตอร์ที่ สวิตช์ Q ไม่ทำงาน แต่ไดโอด D ทำงาน	8
2.5 แสดงวงจรบูสท์คอนเวอร์เตอร์ที่ สวิตช์ Q และ D ไม่ทำงาน	8
2.6 แสดงวงจรบูสท์คอนเวอร์เตอร์ในโหมดกระแสต่อเนื่อง	9
(ก) แสดงสวิตช์ Q ทำงาน ไดโอด D ไม่ทำงานที่ $0 < t \leq DT_s$	9
(ข) แสดงสวิตช์ Q ไม่ทำงาน ไดโอด D ทำงานที่ $DT_s < t \leq T_s$	10
2.7 แสดงค่าแรงดันตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำ L และค่ากระแสที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ C ในโหมดกระแสต่อเนื่องของวงจรบูสท์คอนเวอร์เตอร์	10
2.8 แสดงวงจรสมมูลของวงจรบูสท์คอนเวอร์เตอร์ในโหมดกระแสต่อเนื่อง	11
2.9 แสดงวงจรบูสท์คอนเวอร์เตอร์	12
2.10 คุณสมบัติของกระแสและแรงดันจุดต่าง ๆ ของวงจรบูสท์คอนเวอร์เตอร์ในโหมดกระแสไม่ต่อเนื่อง	13
2.11 แสดงแบบจำลองสวิตช์เฉลี่ยของวงจร โหมดกระแสไม่ต่อเนื่อง	14
2.12 แสดงวงจรบูสท์คอนเวอร์เตอร์ที่ถูกแทนด้วยแบบจำลองสวิตช์เฉลี่ย ในโหมดกระแสไม่ต่อเนื่อง	15
2.13 แสดงแบบวงจรสมมูลที่ใช้แทนวงจรบูสท์คอนเวอร์เตอร์ ในโหมดกระแสไม่ต่อเนื่อง	15
2.14 แสดงรูปร่างแสดงไอซีเบอร์ TL 494	17
2.15 แสดงการจัดโครงสร้างภายในและการจัดขาของไอซี TL 494	17
2.16 แสดงวามสัมพันธ์ของค่า R_t C_t	18
2.17 แสดงรูปคลื่นลักษณะการทำงานของ TL 494	19
2.18 แสดงลักษณะการเลือกใช้เอาต์พุตของ TL 494	20
2.19 แสดงการต่อวงจรเพื่อใช้ในการทดสอบของไอซี TL 494	20

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
2.20 แสดงรูปโครงสร้างวงจรฟลายแบ็คคอนเวอร์เตอร์	21
2.21 แสดงการวิเคราะห์กรณีสวิตช์นำกระแส (ก) แสดงแหล่งจ่ายมูลค่าหม้อแปลงไฟฟ้าในวงจรปลายแบ็คคอนเอร์เตอร์ (ข) แสดงวงจรฟลายแบ็คคอนเวอร์เตอร์ขณะนำกระแส (ค) แสดงวงจรฟลายแบ็คคอนเวอร์เตอร์ขณะไม่นำกระแส	22
2.22 แสดงรูปคลื่นกระแสและแรงดันไฟฟ้าของวงจรฟลายแบ็คคอนเวอร์เตอร์	24
2.23 แสดงลักษณะกระแสไฟฟ้าไม่ต่อเนื่องของวงจรฟลายแบ็คคอนเวอร์เตอร์	29
2.24 แสดงรูปหม้อแปลงฟลายแบ็คเครื่องรับโทรทัศน์	30
2.25 แสดงแกนเฟอร์ไรต์แบบ UYF ของหม้อแปลงฟลายแบ็ค	30
2.26 แสดงวงจรภายในหม้อแปลงฟลายแบ็คเครื่องรับโทรทัศน์	30
2.27 แสดงวงจรเบื้องต้นของระบบการสแกนแนวแกนนอน	31
2.28 แสดงหลอดนีออน	33
2.29 แสดงความยาวของคลื่นแสง	34
2.30 แสดงขั้วอิเล็กโทรดที่ใช้กับหลอดนีออนโฆษณา	38
2.31 แสดงการดัดหลอดนีออนโฆษณาในรูปลักษณะต่าง ๆ	39
2.32 แสดงการติดตั้งและการยึดหลอดนีออนโฆษณา	39
2.33 แสดงชุดจ่ายแรงดันไฟสูงขนาดเล็กเพื่อใช้สำหรับการทดลอง อี เอท ดี	40
2.34 แสดงรูปจ่ายไฟแรงดันสูง 0-50 kV แบบโลเวอร์บูสต์ พีดับบลิวเอ็ม Version HVPS02	40
2.35 แสดงรูปวงจรเพาเวอร์ซัพพลาย สำหรับใช้ในงานทดลอง รุ่น HVPS03	41
2.36 แสดงวงจรขับเกตย์สร้างแรงดันไฟสูง	41
2.37 แสดงวงจรการขับฟลายแบ็คในการสร้างแรงดันไฟสูง	41
2.38 แสดงรูปวงจรฟลายแบ็ค เพาเวอร์ซัพพลาย 10-30 kV	42
3.1 แสดงวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์	43
3.2 แสดงวงจรสมมูลเมื่อสวิตช์นำกระแส	44
3.3 แสดงวงจรสมมูลเมื่อสวิตช์ไม่นำกระแส	45
3.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการขยายแรงดันกับ D	48

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
3.5 แสดงกระแสที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ (ก) แสดงกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวผ่านตัวเก็บประจุ (ข) แสดงลักษณะแกนทอร์รอยทรงกลมที่ใช้พันตัวเหนี่ยวนำ	50
3.6 แสดงการต่อความต้านทานที่มีค่าต่ำ ๆ ต่อบุกรมกับขาเกตของมาสเฟต	53
3.7 แสดงการต่อวงจร Emitter follower ชนิด Complementary	53
3.8 แสดงการออกแบบ FLYBACK CONVERTER SWITCHING	54
3.9 แสดงวงจรภายในทรานซิสเตอร์ เบอร์ 2SD2499 และ 2SD1877	55
3.10 แสดงคุณลักษณะฟื้นตัวย้อนกลับของไดโอด	56
3.11 แสดงการจำลองออกแบบและวิเคราะห์ วงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์	56
3.12 แสดงค่าของแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากการจำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากค่าที่ได้จากการคำนวณ Vi = 12 Vdc, Vo = 118 Vdc	57
3.13 แสดงการจำลองวงจรแปลงผัน Boost Converter จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์	57
3.14 แสดงผลการจำลองแรงดันและกระแสด้านเข้าและด้านออก ของวงจรแปลงผัน 40 kHz ที่ค่าดิวตี้ไซเกิล (D) 90%	58
3.15 แสดงภาพขยายผลการจำลองแรงดันและกระแสด้านเข้าและด้านออก ของวงจรแปลงผัน ที่ค่าดิวตี้ไซเกิล (D) 80%	58
3.16 แสดงภาพขยายผลการจำลองแรงดันและกระแสด้านเข้าและด้านออก ของวงจรแปลงผัน 20 kHz ที่ค่าดิวตี้ไซเกิล (D) 60%	59
3.17 แสดงภาพขยายผลการจำลองแรงดันและกระแสด้านเข้าและด้านออก ของวงจรแปลงผัน 20 kHz ที่ค่าดิวตี้ไซเกิล (D) 80%	59
3.18 แสดงภาพขยายผลการจำลองแรงดันและกระแสด้านเข้าและด้านออก ของวงจรแปลงผัน 40 kHz ที่ค่าดิวตี้ไซเกิล (D) 90%	59
3.19 แสดงวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ที่ออกแบบและสร้างขึ้น	60
3.20 แสดงวงจรฟลายแบ็ก คอนเวอร์เตอร์ที่ออกแบบและสร้างขึ้น	61
3.21 แสดงการจำลองวงจรแปลงผัน Flyback Converter จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์	62

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
3.22 แสดงผลการจำลองจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วงจร Flybaek Converter ที่มีค่าดิวตี้ไซเกิด (D) 60%	62
3.23 แสดงผลการจำลองจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วงจร Flyback Converter ที่มีค่าดิวตี้ไซเกิด (D) 80%	63
3.24 แสดงรูปวงจรที่ใช้ในการขับหม้อแปลงสวิตช์ชิ่งฟลายแบ็ค	63
3.25 แสดงการจำลองชุดวงจรจุดหลอดนีออนโฆษณาสำหรับแหล่งจ่ายพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้หม้อแปลงฟลายแบ็คเครื่องรับโทรทัศน์ จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์	64
3.26 แสดงผลการจำลองแรงดันด้านเข้าและด้านออกที่ความถี่ 50 kHz ที่มีค่าดิวตี้ไซเกิล (D) 90%	65
3.27 แสดงผลการจำลองแรงดันด้านเข้าและด้านออกที่ความถี่ 50 kHz ที่มีค่าดิวตี้ไซเกิล (D) 90%	65
3.28 แสดงรูปวงจรที่ออกแบบสร้างชุดวงจรจุดหลอดนีออนโฆษณาสำหรับแหล่งจ่ายพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้หม้อแปลงฟลายแบ็คเครื่องรับโทรทัศน์	66
3.29 แสดงการไหลของกำลังสูญเสียในรูปความร้อน (ก) แสดงโครงสร้างระบบระบายความร้อน (ข) แสดงวงจรสมมูลความร้อน	68
3.30 แสดงวงจรสวิตชิ่งที่ใช้มอสเฟตเป็นตัวกับ	70
3.31 แสดงรูปคลื่นสัญญาณคาบเวลาเอาท์พุต	71
3.32 แสดงการจัดโครงสร้างภายในและการจัดขาของไอซี TL 494	73
3.33 แสดงความสัมพันธ์ของค่า RT TIMING RESISTANCE	74
3.34 แสดงรูปคลื่นสัญญาณคาบเวลาเอาท์พุต	74
3.35 แสดงวงจรควบคุมสัญญาณ PWN ที่ได้จากการออกแบบ	75
3.36 แสดงสัญญาณ เอาท์พุตที่ขา 10 ที่วัดได้จากวงจรควบคุมสัญญาณ PWN โดยใช้ไอซีเบอร์ TL 494	75
3.37 แสดงการเลือกใช้เอาท์พุตของไอซี TL 494	76
3.38 แสดงสัญญาณควบคุมการสวิตช์โดยการปรับความถี่ของสัญญาณ	77
3.39 แสดงสัญญาณควบคุมการสวิตช์โดยการปรับดิวตี้ไซเกิลของสัญญาณ	77

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
3.40 แสดงสัญญาณควบคุมการสวิตช์โดยการปรับแอมปลิจูดของสัญญาณ	77
4.1 แสดงวงจรจุดหลอดนีออนโฆษณาสำหรับแหล่งจ่ายพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้หม้อแปลงฟลายแบ็คเครื่องรับโทรทัศน์ต้นแบบ	79
4.2 แสดงตำแหน่งของการทดสอบวัดสัญญาณภายในส่วนต่าง ๆ ของวงจรต้นแบบ	82
4.3 แสดงการทดสอบวัดรูปคลื่นสัญญาณจุดที่ 1 สัญญาณขาออกผ่านขดลวดตัวเหนี่ยวนำขณะมีภาระของการต่อหลอดนีออนที่ความยาว 1 ฟุต	83
4.4 แสดงการทดสอบวัดรูปคลื่นสัญญาณจุดที่ 1 สัญญาณขาออกผ่านขดลวดตัวเหนี่ยวนำขณะมีภาระของการต่อหลอดนีออนที่ความยาว 2 ฟุต	83
4.5 แสดงการทดสอบวัดรูปคลื่นสัญญาณจุดที่ 1 สัญญาณขาออกผ่านขดลวดตัวเหนี่ยวนำขณะมีภาระของการต่อหลอดนีออนที่ความยาว 3 ฟุต	83
4.6 แสดงการทดสอบวัดรูปคลื่นสัญญาณจุดที่ 1 สัญญาณขาออกผ่านขดลวดตัวเหนี่ยวนำขณะมีภาระของการต่อหลอดนีออนที่ความยาว 4 ฟุต	84
4.7 แสดงการทดสอบวัดรูปคลื่นสัญญาณจุดที่ 1 สัญญาณขาออกผ่านขดลวดตัวเหนี่ยวนำขณะมีภาระของการต่อหลอดนีออนที่ความยาว 5 ฟุต	84
4.8 แสดงการทดสอบวัดรูปคลื่นสัญญาณจุดที่ 2 สัญญาณพัลส์เข้าขาเกต มอสเฟตวิตชิ่งวงจรบูสท์ขณะมีภาระของการต่อหลอดนีออนที่ความยาว 1 ฟุต	84
4.9 แสดงการทดสอบวัดรูปคลื่นสัญญาณจุดที่ 2 สัญญาณพัลส์เข้าขาเกต มอสเฟตวิตชิ่งวงจรบูสท์ขณะมีภาระของการต่อหลอดนีออนที่ความยาว 2 ฟุต	85
4.10 แสดงการทดสอบวัดรูปคลื่นสัญญาณจุดที่ 2 สัญญาณพัลส์เข้าขาเกต มอสเฟตวิตชิ่งวงจรบูสท์ขณะมีภาระของการต่อหลอดนีออนที่ความยาว 3 ฟุต	85
4.11 แสดงการทดสอบวัดรูปคลื่นสัญญาณจุดที่ 2 สัญญาณพัลส์เข้าขาเกต มอสเฟตวิตชิ่งวงจรบูสท์ขณะมีภาระของการต่อหลอดนีออนที่ความยาว 4 ฟุต	86
4.12 แสดงการทดสอบวัดรูปคลื่นสัญญาณจุดที่ 2 สัญญาณพัลส์เข้าขาเกต มอสเฟตวิตชิ่งวงจรบูสท์ขณะมีภาระของการต่อหลอดนีออนที่ความยาว 5 ฟุต	86
4.13 แสดงการทดสอบวัดรูปคลื่นสัญญาณจุดที่ 3 สัญญาณพัลส์เข้าขาเบส ทรานซิสเตอร์สวิตชิ่งขณะมีภาระของการต่อหลอดนีออนที่ความยาว 1 ฟุต	86

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
4.14 แสดงการทดสอบวัดรูปคลื่นสัญญาณจุดที่ 3 สัญญาณพัลส์เข้าขาเบส ทรานซิสเตอร์สวิตชิ่งขณะมีภาระของการต่อหลอดนีออนที่ความยาว 2 ฟุต	86
4.15 แสดงการทดสอบวัดรูปคลื่นสัญญาณจุดที่ 3 สัญญาณพัลส์เข้าขาเบส ทรานซิสเตอร์สวิตชิ่งขณะมีภาระของการต่อหลอดนีออนที่ความยาว 3 ฟุต	87
4.16 แสดงการทดสอบวัดรูปคลื่นสัญญาณจุดที่ 3 สัญญาณพัลส์เข้าขาเบส ทรานซิสเตอร์สวิตชิ่งขณะมีภาระของการต่อหลอดนีออนที่ความยาว 4 ฟุต	87
4.17 แสดงการทดสอบวัดรูปคลื่นสัญญาณจุดที่ 3 สัญญาณพัลส์เข้าขาเบส ทรานซิสเตอร์สวิตชิ่งขณะมีภาระของการต่อหลอดนีออนที่ความยาว 5 ฟุต	87
4.18 แสดงการทดสอบวัดรูปคลื่นสัญญาณจุดที่ 4 สัญญาณแรงดัน VCE ของทรานซิสเตอร์สวิตชิ่งขณะมีภาระของการต่อหลอดนีออนที่ความยาว 1 ฟุต	88
4.19 แสดงการทดสอบวัดรูปคลื่นสัญญาณจุดที่ 4 สัญญาณแรงดัน VCE ของทรานซิสเตอร์สวิตชิ่งขณะมีภาระของการต่อหลอดนีออนที่ความยาว 2 ฟุต	88
4.20 แสดงการทดสอบวัดรูปคลื่นสัญญาณจุดที่ 4 สัญญาณแรงดัน VCE ของทรานซิสเตอร์สวิตชิ่งขณะมีภาระของการต่อหลอดนีออนที่ความยาว 3 ฟุต	88
4.21 แสดงการทดสอบวัดรูปคลื่นสัญญาณจุดที่ 4 สัญญาณแรงดัน VCE ของทรานซิสเตอร์สวิตชิ่งขณะมีภาระของการต่อหลอดนีออนที่ความยาว 4 ฟุต	89
4.22 แสดงการทดสอบวัดรูปคลื่นสัญญาณจุดที่ 4 สัญญาณแรงดัน VCE ของทรานซิสเตอร์สวิตชิ่งขณะมีภาระของการต่อหลอดนีออนที่ความยาว 5 ฟุต	89
4.23 แสดงการทดสอบวัดรูปคลื่นสัญญาณจุดที่ 5 สัญญาณแดมเปอร์ที่สายไฟแรงสูง (High Volt) ขณะมีภาระของการต่อหลอดนีออนที่ความยาว 1 ฟุต	89
4.24 แสดงการทดสอบวัดรูปคลื่นสัญญาณจุดที่ 5 สัญญาณแดมเปอร์ที่สายไฟแรงสูง (High Volt) ขณะมีภาระของการต่อหลอดนีออนที่ความยาว 2 ฟุต	90
4.25 แสดงการทดสอบวัดรูปคลื่นสัญญาณจุดที่ 5 สัญญาณแดมเปอร์ที่สายไฟแรงสูง (High Volt) ขณะมีภาระของการต่อหลอดนีออนที่ความยาว 3 ฟุต	90
4.26 แสดงการทดสอบวัดรูปคลื่นสัญญาณจุดที่ 5 สัญญาณแดมเปอร์ที่สายไฟแรงสูง (High Volt) ขณะมีภาระของการต่อหลอดนีออนที่ความยาว 4 ฟุต	90

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
4.27 แสดงการทดสอบวัดรูปคลื่นสัญญาณจุดที่ 5 สัญญาณแดมเปอร์ที่สายไฟแรงสูง (High Volt) ขณะมีการะของการต่อแกลอดนีออนที่ความยาว 5 ฟุต	91

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY