สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย		ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ข
กิตติกรรมประกาศ		ค
สารบัญ		ง
สารบัญตาราง		ช
สารบัญภาพ		ฌ
บทที่ 1	บทนำ	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ	1
	วัตถุประสงค์	3
	สมมติฐานการวิจัย	3
	ขอบเขตของการวิจัย	3
	กรอบแนวคิดในการวิจัย	4
	คำนิยามศัพท์เฉพาะ	5
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
	ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับการส่องสว่าง	6
	หลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทอุ่นไส้ (Preheat Lamp)	7
	หลอด LED กำลังสูง	10
	ตัวประกอบกำลัง (Power Factor)	14
	สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply)	19
	ฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ (Flyback Converter)	22
	วงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ (Boost Converter)	40
	วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ (Bridge Rectifier)	47

หอสมุดมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

Line Regulation 48

Load Regulation 49

การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน 49

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 50

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 51

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 52

การเก็บรวบรวมข้อมูล 52

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 53

การออกแบบวงจรชุดหลอด LED กำลังสูง 54

การออกแบบวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ ขนาดกำลัง 38 W 57

การออกแบบวงจรชุดควบคุมแรงดัน และกระแสคงที่ 62

การออกแบบวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ ขนาดกำลัง 50 W 65

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 69

ผลการสร้างวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ในวงจรส่วนหน้าฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์
เพื่อขับหลอด LED กำลังสูงแบบแพ็คคู่ 70

ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพ (η) ของวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์
โดยใช้ความต้านทานเป็นโหลด 71

ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพ (η) ของวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์
โดยใช้ความต้านทานเป็นโหลด 80

ผลการทดสอบหลอด LED กำลังสูงแบบแพ็คคู่ขับด้วยวงจรฟลายแบ็ค
คอนเวอร์เตอร์ โดยมีบูสต์ คอนเวอร์เตอร์เป็นวงจรส่วนหน้า 88

ผลการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าจริงด้านขาเข้า Power AC (W)
และค่าเพาเวอร์แฟ็กเตอร์ (Cos) ระหว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์
กับหลอด LED กำลังสูงแบบแพ็คคู่ 92

ผลการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน 93

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 97

สรุปผล 97

อภิปรายผล 99

ข้อเสนอแนะทั่วไป 102

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป 103

บรรณานุกรม 104

ภาคผนวก 106

ประวัติการศึกษาและการทำงาน 119

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	การเปรียบเทียบคุณสมบัติของหลอดไฟชนิดต่างๆ	9
2	ช่วงสีพลังงานของหลอด LED	13
3	ตัวอย่างคุณลักษณะของหลอด High Power LED ขนาดกำลัง 1 W	13
4	ชื่อขาและหน้าที่การทำงานของไอซีพัลส์วิดธ์มอดูเลชั่น เบอร์ UC3842	37
5	แสดงขาและหน้าที่ของไอซี FA5501A	45
6	เงื่อนไขการออกแบบวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ ขนาดกำลัง 38 W	57
7	ค่าทางไฟฟ้าต่างๆ ของวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ ขนาดกำลัง 50 W เมื่อคงที่แรงดันไฟ AC 220 V, 50 Hz เปลี่ยนแปลงโหลด R	72
8	ค่าทางไฟฟ้าต่างๆ ของวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ ขนาดกำลัง 50 W เมื่อคงที่โหลด R 2.3 k เปลี่ยนแปลงแรงดันไฟ AC 220 V, 50 Hz	74
9	ค่าทางไฟฟ้าต่างๆ ของวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ ขนาดกำลัง 38 W เมื่อคงที่แรงดันไฟ AC 220 V, 50 Hz เปลี่ยนแปลงโหลด R	81
10	ค่าทางไฟฟ้าต่างๆ ของวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ ขนาดกำลัง 38 W เมื่อคงที่โหลด R 4.5 เปลี่ยนแปลงแรงดันไฟ AC 220 V, 50 Hz	83
11	ค่าทางไฟฟ้าต่างๆ เมื่อต่อหลอด LED กำลังสูง เข้ากับวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์โดยมีบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ เป็นวงจรส่วนหน้า	89
12	ค่าความเข้มแสงของหลอด LED กำลังสูง เมื่อต่อเข้ากับวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์โดยมีบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ เป็นวงจรส่วนหน้า	90
13	จำนวนพลังงานที่ใช่ต่อปี เมื่อหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 W ใช้บัลลาสต์แมกเนติกส์	94
14	จำนวนพลังงานที่ใช่ต่อปี เมื่อใช้หลอด LED กำลังสูงแบบแพ็คคู่	95
15	รายการต้นทุนค่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และหลอด LED กำลังสูง	96

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	โครงสร้างภายในของหลอดฟลูออเรสเซนต์	8
2	วงจรของหลอดฟลูออเรสเซนต์ เมื่อใช้แม็กเนติกส์บัลลาสต์	8
3	หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดต่างๆ ที่นิยมใช้	10
4	ตัวอย่างหลอด High Power LED ขนาดกำลัง 1 W	10
5	LED แบบ Lamp Type	11
6	LED แบบ Surface Mount Type (SMT)	11
7	โครงสร้างของ Surface Emitting LED	12
8	กราฟแรงดันและกระแสของ LED	12
9	ขนาดของหลอด High Power LED	13
10	วงจรอนุกรมตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	14
11	รูปคลื่นแรงดันและกระแสของวงจร	14
12	สามเหลี่ยมกำลัง	16
13	วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์	17
14	รูปคลื่นแรงดัน V_s , V_o และกระแส i_s	17
15	ตัวอย่างสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายที่มีจำหน่ายทั่วไป	19
16	พื้นฐานบล็อกไดอะแกรมของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย	19
17	พื้นฐานวงจรควบคุมในโหมดควบคุมจากกระแส	20
18	พื้นฐานวงจรในโหมดควบคุมจากแรงดัน	21
19	ลักษณะเอาต์พุตของวงจรพัลส์วิดธ์มอดูเลชั่น	22
20	พื้นฐานวงจรของฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์	22
21	กระแสที่ขดปฐมภูมิและขดทุติยภูมิในวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์	24
22	แรงดันและกระแสในวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์	25
23	ลักษณะของเส้นโค้งฮิสเตอร์รีซิสมีลักษณะสมมาตรของกราฟ ซีกบนและซีกล่าง	26

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
24 ช่องอากาศคั่นที่แกนกลางและช่องอากาศคั่นคู่ประกบ	27
25 สัญลักษณ์และความสัมพันธ์ของหม้อแปลงไฟฟ้า	28
26 โครงสร้างเพาเวอร์มอสเฟต 1 เซลล์ แบบ N – channel	28
27 ไดโอดและค่าความจุภายในตัวเพาเวอร์มอสเฟต	29
28 ลักษณะของกระแสและแรงดันตกคร่อมเพาเวอร์มอสเฟต ขณะนำกระแสและหยุดนำกระแส	29
29 ลักษณะการขับเกตเพาเวอร์มอสเฟตที่ใช้ในวงจรจ่ายไฟแบบสวิตชิ่ง ในเครื่องรับโทรทัศน์สีทั่วไป	30
30 กราฟการคืนตัวในภาวะกั้นกระแสของไดโอด	31
31 ตัวอย่างไดโอดคืนตัวเร็วแบบต่างๆ	32
32 การป้องกันไดโอดเร็กติไฟเออร์ขณะหยุดนำกระแส	32
33 *a)* ภาคเอาต์พุตของแหล่งจ่ายไฟสวิตชิ่ง b), c) แสดงรูปสัญญาณของแรงดันและกระแส	33
34 ลักษณะของไอซีเบอร์ UC3842	35
35 โครงสร้างภายในไอซีเบอร์ UC3842	36
36 กราฟความถี่ในการสวิตช์สัมพันธ์กับ RT และ CT	36
37 วงจรควบคุมแรงดันและกระแสทางเอาต์พุตให้คงที่ โดยใช้ไอซี เบอร์ UC3842 ทำงานร่วมกับออปโตทรานซิสเตอร์ PC817	38
38 แสดงวงจรวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ขณะสวิตช์ปิดวงจร (Switch On)	40
39 แสดงวงจรวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ขณะสวิตช์เปิดวงจร (Switch Off)	41
40 สัญญาณรูปคลื่นตามจุดต่างๆ ในวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์	41
41 บล็อกไดอะแกรมวงจรภายในไอซี FA5501A	42
42 วงจรแก้ไขเพาเวอร์แฟ็กเตอร์ที่ใช้ไอซี FA5501A	42
43 Timing diagram เมื่อวงจรทำงานอยู่ในสภาวะคงที่แล้ว	43

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
44	สัญญาณรูปคลื่น ขาที่ 2 ,3 และ 4 ของไอซีเบอร์ FA5501A	44
45	วงจรแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังให้สูงขึ้นโดยใช้ไอซีเบอร์ FA5501A	45
46	การใส่คาปาซิเตอร์อินพุต C_1 ค่าความจุมากจะทำให้ค่า PF < 1	47
47	แผนผังการดำเนินงานวิจัย	51
48	บล็อกไดอะแกรมการแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังให้เป็น 1 ด้วยวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์เป็นส่วนหน้าฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ เพื่อใช้ขับหลอด LED แบบแพ็คคู่	54
49	ตำแหน่งการวาง Lux Meter เพื่อวัดค่าความเข้มแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์	55
50	แบบจำลองชุดวงจรหลอด LED กำลังสูง	55
51	วงจรทดสอบค่าความเข้มแสงจากหลอด LED กำลังสูงในเบื้องต้น	56
52	ชุดวงจรหลอด LED กำลังสูงแบบแพ็คคู่ ที่สร้างขึ้น	57
53	วงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ที่ได้จากการออกแบบ	61
54	วงจรควบคุมการสวิตช์ด้วยไอซี UC3842 โดยมีความต้านทาน RT และคาปาซิเตอร์ CT เป็นตัวกำหนดค่าความถี่ในการสวิตช์ (fs) ที่ 75 kHz	62
55	ตัวอย่างวงจรเออเร่อร์แอมป์ที่ใช้ไอซี TL431	63
56	วงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ ขนาดกำลัง 38 W ที่ใช้ขับหลอด LED	64
57	ภาพถ่ายจริงวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ ขนาดกำลัง 38 W ที่ใช้ทดสอบ	64
58	วงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ ขับหลอด LED กำลังสูง โดยใช้บูสต์ คอนเวอร์เตอร์เป็นวงจรส่วนหน้า ช่วยทำให้ค่าเพาเวอร์แฟ็กเตอร์เป็น 1	65
59	วงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ ขนาดกำลัง 50 W สร้างแรงดันไฟตรงให้สูงขึ้นเป็น +350 V ก่อนส่งให้กับฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ ขนาด 38 W	67
60	ภาพถ่ายจริงวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ ขนาดกำลัง 50 W ที่ใช้ทดสอบ	68
61	บล็อกไดอะแกรมในการออกแบบสร้างชุดวงจรขับหลอด LED กำลังสูง แบบแพ็คคู่	70

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
62	ตำแหน่งทดสอบสัญญาณทางไฟฟ้าตามจุดต่างๆ ของวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ โดยใช้ความต้านทานแบบปรับค่าได้เป็นโหลด	71
63	สมรรถนะของวงจรควบคุมแรงดันและกระแสคงที่ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง ระดับภาระโหลดจาก 10% ไป 100% ของวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์	76
64	แรงดันไฟ Ripple และกระแสที่กำลัง 50 W ของวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์	76
65	รูปคลื่นทางไฟฟ้าตามจุดต่างๆ ของวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ ขนาดกำลัง 50 W ที่สร้างขึ้น	77
66	แรงดันไฟ Ripple และแรงดันไฟตรงของวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ ที่ขนาดกำลัง 50.29 W เมื่อทดสอบกับโหลด R 2.3 kΩ	78
67	(บน) รูปคลื่นแรงดันไฟสลับ AC 220 V,50 Hz (ล่าง) รูปคลื่นกระแส ด้านขาเข้าของวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ ขนาดกำลัง 50 W	79
68	ตำแหน่งทดสอบสัญญาณทางไฟฟ้าตามจุดต่างๆ ของวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ โดยใช้ความต้านทานแบบปรับค่าได้เป็นโหลด	80
69	สมรรถนะของวงจรควบคุมแรงดันและกระแสคงที่ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง ระดับภาระโหลด จาก 10 % ไป 100 % ของวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์	85
70	รูปคลื่นทางไฟฟ้าตามจุดต่างๆ ของวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ ขนาดกำลัง 38 W ที่สร้างขึ้น	85
71	รูปคลื่นแรงดันไฟ Ripple และกระแส $I_{DC(o/p)}$ ทางด้านเอาต์พุต เมื่อทดสอบกับโหลด R ขณะที่กำลังเอาต์พุต $Power_{(o/p)}$ เท่ากับ 39.06 W	86
72	รูปคลื่นกระแสและแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ AC 220 V,50 Hz ด้านขาเข้า ของวงจรฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ ขนาดกำลัง 38 W ที่สร้างขึ้น	87
73	ตำแหน่งทดสอบสัญญาณทางไฟฟ้าตามจุดต่างๆ ของหลอด LED แบบแพ็คคู่ ขับด้วยฟลายแบ็ค คอนเวอร์เตอร์ โดยมีวงจรบูสต์ คอนเวอร์เตอร์ เป็นวงจรส่วนหน้า	88

หอสมุดมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ หน้า

74 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าจริง Power AC (W) 92

75 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเพาเวอร์แฟ็กเตอร์ (COSφ) 93