สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของงาน	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ผลวิจัยย้อนหลัง	2
1.6 โครงสร้างของโครงงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 วงจรพัลส์และสวิตชิ่ง	5
2.2 แหล่งจ่ายกำลังสวิตชิ่ง	10
2.3 วงจรฟลายแบ็คคอนเวอร์เตอร์	11
2.4 สรุปการทำงานของวงจรฟลายแบ็คคอนเวอร์เตอร์	17
2.5 ทฤษฎีหม้อแปลงพื้นฐาน	20
2.6 การเลือกลักษณะแกนและวัสดุ	23
2.7 การเกิดสนามไฟฟ้า	24
2.8 หลักการฆ่าเชื้อในอาหารเหลวด้วยสนามไฟฟ้า	26
บทที่ 3 การออกแบบและการดำเนินงาน	29
3.1 หลักการออกแบบ	29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 ไอจีบีที	29
3.3 เพาเวอร์มอสเฟต	30
3.4 การออกแบบหม้อแปลงแรงดันสูงความถี่สูง	30
3.5 ไอซีเบอร์ KA 3525	35
3.6 วงจรกำเนิดพัลส์	36
3.7 วงจรกำเนิดสัญญาณ	38
3.8 การขับกำลัง	39
3.9 ภาชนะทดลอง	43
บทที่4 การทดลองและผลการทดลอง	44
4.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง	44
4.2 สัญญาณพัลส์ของ KA 3525 และ สัญญาณพัลส์ของ TLP 250	44
4.3 การเกิดสนามไฟฟ้าแรงสูง	45
4.4 การทดลองกับอาหาร	55
4.5 สรุปการทดลอง	59
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	60
เอกสารอ้างอิง	61
ภาคผนวก	62

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบความสามารถของอุปกรณ์สวิตช์อิเล็กทรอนิกส์กำลังที่นิยมใช้งาน 30

ตารางที่ 2 เทียบขนาดลวดสายไฟฟ้า 33

ตารางที่ 3 ผลการทดลองที่ได้จากสภาวะอากาศ ขั้วอิเล็กโตรดห่างกันประมาณ 0.8 cm ขณะที่ไม่มีวัตถุตัวอย่าง Duty Cycle 30 % ความถี่ 15 KHz 45

ตารางที่ 4 ผลการทดลองที่ได้จากสภาวะอากาศ ขั้วอิเล็กโตรดห่างกันประมาณ 0.8 cm ขณะที่ไม่มีวัตถุตัวอย่าง Duty Cycle 40 % ความถี่ 15 KHz 46

ตารางที่ 5 ผลการทดลองที่ได้จากสภาวะอากาศ ขั้วอิเล็กโตรดห่างกันประมาณ 0.8 cm ขณะที่ไม่มีวัตถุตัวอย่าง Duty Cycle 50 % ความถี่ 15 KHz 46

ตารางที่ 6 ผลการทดลองที่ได้จากสภาวะอากาศ ขั้วอิเล็กโตรดห่างกันประมาณ 0.8 cm ขณะที่ไม่มีวัตถุตัวอย่าง Duty Cycle 30 % ความถี่ 20 KHz 46

ตารางที่ 7 ผลการทดลองที่ได้จากสภาวะอากาศ ขั้วอิเล็กโตรดห่างกันประมาณ 0.8 cm ขณะที่ไม่มีวัตถุตัวอย่าง Duty Cycle 40 % ความถี่ 20 KHz 47

ตารางที่ 8 ผลการทดลองที่ได้จากสภาวะอากาศ ขั้วอิเล็กโตรดห่างกันประมาณ 0.8 cm ขณะที่ไม่มีวัตถุตัวอย่าง Duty Cycle 50 % ความถี่ 20 KHz 47

ตารางที่ 9 ผลการทดลองที่ได้จากสภาวะอากาศ ขั้วอิเล็กโตรดห่างกันประมาณ 0.8 cm ขณะที่ไม่มีวัตถุตัวอย่าง Duty Cycle 30 % ความถี่ 30 KHz 47

ตารางที่ 10 ผลการทดลองที่ได้จากสภาวะอากาศ ขั้วอิเล็กโตรดห่างกันประมาณ 0.8 cm ขณะที่ไม่มีวัตถุตัวอย่าง Duty Cycle 40 % ความถี่ 30 KHz 48

ตารางที่ 11 ผลการทดลองที่ได้จากสภาวะอากาศ ขั้วอิเล็กโตรดห่างกันประมาณ 0.8 cm ขณะที่ไม่มีวัตถุตัวอย่าง Duty Cycle 50 % ความถี่ 30 KHz 48

ตารางที่ 12 ผลการทดลองที่ได้จากสภาวะอากาศ ขั้วอิเล็กโตรดห่างโดยมีถ้วยแก้วขั้นไว้ Duty Cycle 30 % ความถี่ 15 KHz 49

ตารางที่ 13 ผลการทดลองที่ได้จากสภาวะอากาศ ขั้วอิเล็กโตรดห่างโดยมีถ้วยแก้วขั้นไว้ Duty Cycle 40 % ความถี่ 15 KHz 49

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 14 ผลการทดลองที่ได้จากสภาวะอากาศ ขั้วอิเล็กโตรดห่างโดยมีถ้วยแก้ว ขั้นไว้ Duty Cycle 50 % ความถี่ 15 KHz 50

ตารางที่ 15 ผลการทดลองที่ได้จากสภาวะอากาศ ขั้วอิเล็กโตรดห่างโดยมีถ้วยแก้ว ขั้นไว้ Duty Cycle 30 % ความถี่ 20 KHz 50

ตารางที่ 16 ผลการทดลองที่ได้จากสภาวะอากาศ ขั้วอิเล็กโตรดห่างโดยมีถ้วยแก้ว ขั้นไว้ Duty Cycle 40 % ความถี่ 20 KHz 50

ตารางที่ 17 ผลการทดลองที่ได้จากสภาวะอากาศ ขั้วอิเล็กโตรดห่างโดยมีถ้วยแก้ว ขั้นไว้ Duty Cycle 50 % ความถี่ 20 KHz 51

ตารางที่ 18 ผลการทดลองที่ได้จากสภาวะอากาศ ขั้วอิเล็กโตรดห่างโดยมีถ้วยแก้ว ขั้นไว้ Duty Cycle 30 % ความถี่ 30 KHz 51

ตารางที่ 19 ผลการทดลองที่ได้จากสภาวะอากาศ ขั้วอิเล็กโตรดห่างโดยมีถ้วยแก้ว ขั้นไว้ Duty Cycle 40 % ความถี่ 30 KHz 51

ตารางที่ 20 ผลการทดลองที่ได้จากสภาวะอากาศ ขั้วอิเล็กโตรดห่างโดยมีถ้วยแก้ว ขั้นไว้ Duty Cycle 50 % ความถี่ 30 KHz 52

ตารางที่ 21 ผลการทดลองที่ได้จากสภาวะอากาศ ขั้วอิเล็กโตรดห่างโดยมีถ้วยแก้ว ขั้นไว้และมีวุ้นอยู่ในถ้วยแก้ว Duty Cycle 30 % ความถี่ 15 KHz 52

ตารางที่ 22 ผลการทดลองที่ได้จากสภาวะอากาศ ขั้วอิเล็กโตรดห่างโดยมีถ้วยแก้ว ขั้นไว้และมีวุ้นอยู่ในถ้วยแก้ว Duty Cycle 40 % ความถี่ 15 KHz 53

ตารางที่ 23 ผลการทดลองที่ได้จากสภาวะอากาศ ขั้วอิเล็กโตรดห่างโดยมีถ้วยแก้ว ขั้นไว้และมีวุ้นอยู่ในถ้วยแก้ว Duty Cycle 50 % ความถี่ 15 KHz 53

ตารางที่ 24 ผลการทดลองที่ได้จากสภาวะอากาศ ขั้วอิเล็กโตรดห่างโดยมีถ้วยแก้ว ขั้นไว้และมีวุ้นอยู่ในถ้วยแก้ว Duty Cycle 30 % ความถี่ 20 KHz 53

ตารางที่ 25 ผลการทดลองที่ได้จากสภาวะอากาศ ขั้วอิเล็กโตรดห่างโดยมีถ้วยแก้ว ขั้นไว้และมีวุ้นอยู่ในถ้วยแก้ว Duty Cycle 40 % ความถี่ 20 KHz 54

ตารางที่ 26 ผลการทดลองที่ได้จากสภาวะอากาศ ขั้วอิเล็กโตรดห่างโดยมีถ้วยแก้ว ขั้นไว้และมีวุ้นอยู่ในถ้วยแก้ว Duty Cycle 30 % ความถี่ 30 KHz 54

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 27 ผลการทดลองที่ได้จากสภาวะอากาศ ขั้วอิเล็กโตรดห่างโดยมีถ้วยแก้ว ขั้นไว้และมีวุ้นอยู่ในถ้วยแก้ว Duty Cycle 40 % ความถี่ 30 KHz 54

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 โครงสร้างโครงงาน 3
ภาพที่ 1.2 การกำเนิดคลื่นโดยตัวเก็บประจุ 3 ตัว เหนี่ยวนำและกำหนดแรงดันของรูปคลื่น 3
ภาพที่ 1.3 วงจรไฟฟ้าสำหรับการผลิตของคลื่น 4
ภาพที่ 2.1 ฟังก์ชั่นขั้นบันไดขึ้นและฟังก์ชั่นขั้นบันไดลง 5
ภาพที่ 2.2 ฟังก์ชั่นลาดเอียงแบบบวกและฟังก์ชั่นลาดเอียงแบบลบ 5
ภาพที่ 2.3 ฟังก์ชั่นเอ็กโพเนนเชียลแบบบวกและฟังก์ชั่นเอ็กโพเนนเชียลแบบลบ 6
ภาพที่ 2.4 รูปคลื่นสี่เหลี่ยมจตุรัสและรูปคลื่นพัลส์ 6
ภาพที่ 2.5 รูปคลื่นสามเหลี่ยม 7
ภาพที่ 2.6 รูปคลื่นฟันเลื่อย 8
ภาพที่ 2.7 รูปคลื่นเอ็กโพเนนเชียล 8
ภาพที่ 2.8 รูปคลื่นพัลส์ทางอุดมคติ 9
ภาพที่ 2.9 โครงสร้างวงจรบั๊ก-บูสต์คอนเวอร์เตอร์และวงจรฟลายแบ็คคอนเวอร์เตอร์ 11
ภาพที่ 2.10 วงจรฟลายแบ็คคอนเวอร์เตอร์นำกระแส 13
ภาพที่ 2.11 วงจรฟลายแบ็คกรณีสวิตช์ไม่นำกระแส 13
ภาพที่ 2.12 ลักษณะกระแสไฟฟ้าไม่ต่อเนื่องของวงจรฟลายแบ็คคอนเวอร์เตอร์ 16
ภาพที่ 2.13 ฟลายแบ็คคอนเวอร์เตอร์ (Flyblack Converter) 17
ภาพที่ 2.14 แสดงวงจร FRYBACK CONVERTER หรือ BUCK – BOOST CONVERTER 18
ภาพที่ 2.15 หม้อแปลงไฟฟ้าประกอบด้วยขดปฐมภูมิและทุติยภูมิ 20
ภาพที่ 2.16 แกนแม่เหล็กแบบเฟอร์ไรต์ 24
ภาพที่ 2.17 ภาพการเกิดโคโรน่า (Corona) 25
ภาพที่ 2.18 ภาพการเกิดพลาสมา (Plasma) 26
ภาพที่ 2.19 หลักการฆ่าเชื้อในอาหารเหลวด้วยสนามไฟฟ้าแบบพัลส์ 27
ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างมอสเฟสและสัญลักษณ์ชนิด N-Channel Enhancement Mode 30
ภาพที่ 3.2 รูปแกนเฟอร์ไรต์เบอร์ UR46DB 31

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 3.3 หม้อแปลงฟลายแบ็ค 35
ภาพที่ 3.4 แสดงการจัดโครงสร้างภายในและการจัดขาของไอซี KA 3525 35
ภาพที่ 3.5 วงจรกำเนิดพัลส์ ของไอซี KA 3525 36
ภาพที่ 3.6 รูปสัญญาณที่วัดได้ของวงจรกำเนิดสัญญาณอิมพัลส์ 37
ภาพที่ 3.7 รูปสัญญาณที่วัดได้จากขา CT ของวงจร 37
ภาพที่ 3.8 วงจรภายใน IC TLP250 38
ภาพที่ 3.9 รูปวงจรกำเนิดสัญญาณเมื่อต่อเข้ากับชุดป้องกัน TLP250 39
ภาพที่ 3.10 สัญญาณที่ได้จากวงจรกำเนิดสัญญาณเมื่อผ่านชุดป้องกัน TLP250 39
ภาพที่ 3.11 ชุดกำเนิดสัญญาณ 40
ภาพที่ 3.12 รูปสัญญาณที่วัดจากขา IGBT ขณะไม่ต่อโหลด 40
ภาพที่ 3.13 รูปวงจรแบบสมบูรณ์ของโครงงานนี้ 41
ภาพที่ 3.14 สัญญาณเมื่อวัดจากขา IGBT ขณะที่มีการจ่ายแรงดันกระตุ้น 42
ภาพที่ 3.15 รูปการประกอบวงจรกำเนิดสัญญาณ 42
ภาพที่ 3.16 ภาชนะทดลอง 43
ภาพที่ 4.1 รูปสัญญาณที่วัดจากขา 6 ของ IC Opto Isolate TLP 250 45
ภาพที่ 4.2 ภาพแสดงการทดลองกับวุ้นมันฝรั่ง 56
ภาพที่ 4.3 ภาพแสดงการทดลองกับนมสด 57
ภาพที่ 4.4 ภาพแสดงการทดลองกับวุ้นนมสด 59